VOLUME 8

RIAGE
REVISTA IBERO-AMERICANA DE GERONTOLOGIA

Contributos da atividade física no processamento visuoespacial em pessoas idosas

Contributions of Physical Activity in the Visuospatial Processing of Elderly

Inês Gomes[1], Mariana Vasconcelos[2]

1- RISE-Health, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Fernando Pessoa
2- Centro de Reabilitação do Norte Dr. Ferreira Alves
Corresponding author: igomes@ufp.edu.pt

Informação do artigo
Recebido: 04/04/2025
Revisto: 06/05/2025
Aceite: 30/06/2025

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

RESUMO

Introdução: A aprendizagem motora é fundamental para a resposta à fisioterapia e à reabilitação, uma vez que envolve a capacidade de aprender, adaptar e generalizar habilidades motoras. No entanto, o seu declínio com a idade compromete frequentemente a recuperação de funções motoras comprometidas. Evidências recentes sugerem que este declínio na aprendizagem motora associado ao envelhecimento pode estar relacionado com dificuldades visuoespaciais. Existe ainda uma crescente evidência que suporta o papel do exercício físico regular na melhoria de domínios cognitivos específicos, embora os efeitos nas capacidades visuoespaciais não se encontrem bem documentados. Assim, o presente estudo teve como objetivo investigar se a prática de atividade física melhora as habilidades visuoespaciais em adultos mais velhos. **Métodos:** Participaram 60 adultos saudáveis, com idades compreendidas entre os 60 e os 89 anos. Os participantes foram divididos em dois grupos em função da prática regular de atividade física – fisicamente ativos e sedentários –, e avaliados através do Teste da Figura Complexa de Rey-Osterrieth. **Resultados:** Os participantes sedentários apresentaram pior desempenho nas tarefas de cópia e de memória, em comparação com os participantes fisicamente ativos. Estas diferenças intergrupais atingiram significância estatística, sugerindo que o processamento visuoespacial pode beneficiar da atividade física em adultos mais velhos. **Conclusão:** Ao melhorar a função visuoespacial, a atividade física apresenta um papel promissor na reaquisição das habilidades motoras, trazendo implicações evidentes para a fisioterapia

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

geriátrica. Isto é particularmente importante considerando que à medida que envelhecemos tendemos a tornar-nos menos responsivos à reabilitação motora.

Palavras-chave: Aprendizagem motora; Atividade Física; Habilidades visuoespaciais.

ABSTRACT

Introduction: Motor learning is fundamental for the responsiveness to motor therapy and rehabilitation as it involves the capacity to learn, adapt and generalize motor skills. However, motor learning declines with age, compromising the recovery of impaired motor functions. Recent evidence suggests that this age-related decline in motor learning may be associated to poor visuospatial function. There is also growing evidence supporting the role of regular physical activity in improving specific cognitive domains, although the effects on visuospatial abilities are not yet well documented. Thus, the present study aimed to investigate whether the practice of physical activity improves visuospatial abilities in older adults. **Method:** Sixty healthy adults, aged between 60 and 89 years old, participated in this study. Half of the participants were physically active and the other half was sedentary counterparts. All the participants were administered with Rey-Osterrieth Complex Figure Test. **Results:** Participants with no regular physical activity performed more poorly in both copy and recall conditions, compared to participants physically active. These intergroup differences reached statistical significance, suggesting that visuospatial processing may benefit from physical activity in older adults. **Conclusion:** By improving visuospatial function, physical activity will have a critical role on motor skills reacquisition, bringing important implications for geriatric physiotherapy. This is particularly important considering that as we get older we tend to become less responsive to motor rehabilitation.

Keywords: Motor learning; Physical Activity; Visuospatial abilities.

INRTODUÇÃO

As habilidades motoras dizem respeito ao controlo voluntário de movimentos de segmentos corporais (Kimoto et al., 2025; Schmidt & Lee, 2019), compreendendo uma vasta gama de ações intencionais, dirigidas a objetivos específicos, que vão desde as mais simples, como caminhar, folhear um livro ou tocar a uma campainha, até às mais complexas, como executar um salto Axel triplo em patins, reproduzir um desenho intrincado ou tocar uma sonata no piano. Estas habilidades, ao impactarem a capacidade de o indivíduo se mover de modo independente e de interagir com outras pessoas e com o meio que o rodeia, deixam antever a importância da aprendizagem motora quer no sentido da melhoria da *performance* ao longo do ciclo vital, quer no contexto da reabilitação física.

A aprendizagem motora consiste na aquisição e na modificação de padrões de movimento, envolvendo mudanças relativamente permanentes no desempenho motor em resultado da experiência ou de uma prática repetida (Lingo VanGilder, Lohse et al., 2021; Wang et al., 2020). Esta capacidade de aprendizagem motora tende a diminuir com o aumento da idade,

podendo repercutir-se negativamente na independência funcional do indivíduo (Gooijers et al., 2024). À medida que envelhecemos, as tarefas complexas passam a ser efetuadas mais lentamente e, em alguns casos, de modo menos preciso e de maneira qualitativamente diferente. Também as tarefas motoras mais simples, como a marcha e o equilíbrio, passam a depender mais de recursos cognitivos quando comparados com idades mais jovens (Bo et al., 2009). Estas alterações no desempenho motor realçam a importância da aprendizagem motora para um envelhecimento bem-sucedido (Wang & Tsai, 2016), orientando os adultos mais velhos para a prática quer de habilidades motoras previamente adquiridas quer de novas habilidades. Ao envolver a aquisição, adaptação e generalização de habilidades motoras, a aprendizagem motora assume-se igualmente fundamental na resposta à fisioterapia e à reabilitação, sendo determinante para a recuperação de funções motoras comprometidas. Dificuldades nesta aprendizagem explicam, em parte, porque é que os adultos mais velhos tendem a ser menos responsivos à terapia motora em comparação com os mais novos (Lingo VanGilder, Lohse et al., 2021).

Estudos recentes têm sugerido que o declínio na aprendizagem motora associado ao envelhecimento pode estar relacionado com dificuldades na cognição visuoespacial (e.g., Lingo VanGilder et al., 2018, 2020; Lingo VanGilder, Hooyman et al., 2021; Lingo VanGilder, Lohse et al., 2021; Wang et al., 2020, 2022). A cognição visuoespacial refere-se à habilidade de processar, de interpretar e de reproduzir informação visual sobre a localização de pessoas e objetos no espaço (Klencklen et al., 2012). Tal como a aprendizagem motora, também a função visuoespacial tende a declinar com a idade, sendo este declínio mais proeminente quando comparado com outras funções cognitivas (Hromas, & Bauer, 2019). Jenkins et al. (2000) conduziram três experiências em que compararam o desempenho de adultos mais jovens e de adultos mais velhos em tarefas de velocidade de processamento, de memória de trabalho e de aprendizagem associativa, quer com estímulos verbais quer com estímulos visuoespaciais. Os resultados evidenciaram uma maior lentidão de resposta e uma maior dificuldade na memória de trabalho e na aprendizagem de informação nova nos sujeitos mais velhos, comparativamente com os mais jovens, tendo este desempenho sido significativamente pior para os estímulos visuoespaciais. Na mesma linha, Bo et al. (2009) observaram uma maior sensibilidade da cognição visuoespacial ao envelhecimento, com o grupo dos adultos mais velhos a exibir uma redução da capacidade de memória de trabalho visuoespacial. Ainda de acordo com os autores, este declínio explica, pelo menos em parte, a menor habilidade de aprendizagem explícita de sequências motoras evidenciada com o avançar da idade.

Uma das abordagens à melhoria do funcionamento cognitivo tem colocado a tónica em intervenções de índole não farmacológica, assentes na prática de atividade física regular. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2020), a atividade física diz respeito ao movimento voluntário do corpo que é produzido pelos músculos e que resulta num dispêndio de energia acima do nível de repouso (i.e., > 1 MET). Trata-se de um construto abrangente, que

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

engloba o exercício físico, um tipo específico de atividade física caracterizado pela execução de movimentos planeados, estruturados e repetitivos, orientados por programas de treino com vista à melhoria de aptidões motoras específicas (OMS, 2020). Vários estudos têm apontado a atividade física como um fator determinante na saúde de adultos, especialmente a partir dos 60 anos, suscetível de causar alterações cerebrais estruturais e funcionais (e.g., Erickson et al., 2011, 2012; Kekäläinen et al., 2023; Torre et al., 2024). Meta-análises recentes deixam antever a atividade física (incluindo-se aqui o exercício físico) como um moderador significativo do efeito da idade, com resultados promissores na proteção da cognição global e na desaceleração do declínio do desempenho cognitivo, seja no contexto do envelhecimento saudável (e.g., Latino & Tafuri, 2024; Zhang et al., 2023), seja em condições neurológicas específicas, como na demência (Huang et al., 2022) e no Acidente Vascular Cerebral (Li et al., 2024). Estes benefícios têm sido documentados não só para a cognição geral, mas também para domínios específicos, como a memória, a atenção e as funções executivas. No entanto, e conforme sublinhado por Gooijers et al. (2024), embora o exercício físico tenha demonstrado efeitos neuromoduladores, a sua tradução em melhorias comportamentais significativas em adultos mais velhos ainda não foi inequivocamente demonstrada, o que reforça a necessidade de se conduzirem estudos nesta área.

Quando se consideram as habilidades visuoespaciais, o número de estudos a investigar o efeito da atividade física apresenta-se mais modesto (Zhu et al., 2023). Wang e Tsai (2016), num estudo conduzido com adultos idosos, verificaram melhores desempenhos comportamentais e neuroelétricos associados ao processamento visuoespacial em sujeitos fisicamente ativos quando comparados com sujeitos sedentários. Mais recentemente, Torre et al. (2024) avaliaram o efeito da Caminhada Nórdica em idosos saudáveis, tendo os resultados evidenciado melhorias nas habilidades visuoespaciais, mas não na velocidade de processamento e nas funções executivas. Esta vantagem da atividade física na cognição visuoespacial de adultos séniores saudáveis, em particular, no que concerne à memória de trabalho visuoespacial, foi igualmente demonstrada na meta-análise conduzida por Zhu et al. (2023), incidindo sobre um total de 21 estudos. No entanto, os autores observaram um tamanho do efeito pequeno, sugestivo de um impacto limitado da atividade física, que importa elucidar em futuras pesquisas.

Neste quadro, o presente estudo, de cariz exploratório, teve como objetivo avaliar o papel da prática de atividade física regular nas habilidades de processamento visuoespacial e na memória visual em adultos a partir dos 60 anos. A avaliação destas habilidades foi efetuada com recurso ao Teste da Figura Complexa de Rey-Osterrieth, por se tratar do instrumento neuropsicológico que melhor prediz a aprendizagem motora de longo prazo (Lingo VanGilder, Lohse et al., 2021).

METODOLOGIA

O presente estudo é observacional, transversal e de natureza descritiva.

Participantes

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

Participaram neste estudo 60 adultos saudáveis, de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 60 e os 89 anos. Foi considerado como critério de inclusão ter 60 ou mais anos de idade e como critério de exclusão a existência de défice cognitivo, medido através do *Mini-Mental State Examination* (ponto de corte de 24 pontos). Em função do reporte de prática de atividade física, os participantes foram divididos em dois grupos: fisicamente ativos e sedentários (*n* = 30 em cada grupo). De acordo com as recomendações da OMS (2020) para a população idosa, foram considerados sujeitos fisicamente ativos aqueles que, durante o último ano, realizavam semanalmente, pelo menos, 150 minutos de atividade física aeróbica de moderada intensidade ou 75 minutos de atividade física aeróbica de vigorosa intensidade.

Material

Para efeitos de seleção e caracterização da amostra foi utilizado um questionário construído especificamente para o efeito, integrando questões sociodemográficas e relativas à prática de atividade física), bem como a versão portuguesa do *Mini-Mental State Examination* (MMSE; Folstein et al., 1975; Guerreiro et al., 1994). O MMSE é um teste cognitivo breve, constituído por um total de 30 itens organizados em seis domínios cognitivos: orientação, retenção, atenção e cálculo, evocação, linguagem, e capacidade construtiva. Cada item é pontuado com valor 0, em caso de ausência de resposta ou resposta incorreta, e com valor 1, em caso de resposta correta. A pontuação total corresponde ao somatório das pontuações de cada item, variando entre 0 e 30 pontos. As pontuações mais elevadas indicam melhores desempenhos e as pontuações abaixo do ponto de corte sugerem a presença de défice cognitivo.

A avaliação das habilidades visuoespaciais e visuoconstrutivas e da memória visual foi efetuada através, respetivamente, das tarefas de cópia e de memória da Forma A do Teste da Figura Complexa de Rey-Osterrieth (FCR-O; Osterrieth, 1945; Rey, 1941, 2002). Este teste consiste em copiar um desenho geométrico complexo, e reproduzir de memória a figura copiada ao fim de uma pausa de 3 minutos. A cópia e a reprodução de memória são realizadas sem tempo limite. Na administração da tarefa de cópia foi utilizada uma série de seis canetas de cor diferente, de modo a permitir a identificação no desenho do desenrolar da cópia. Em ambas as tarefas (cópia e memória), a riqueza e exatidão da reprodução do desenho são avaliadas para cada uma das 18 unidades que constitui a figura, pontuadas com valor 0 quando ausentes ou irreconhecíveis, com valor 0.5 quando mal situadas e simultaneamente deformadas ou incompletas mas reconhecíveis, com valor 1 quando bem situadas e simultaneamente deformadas ou incompletas mas reconhecíveis, ou quando corretas mas mal situadas, e com valor 2 quando corretas e bem situadas. A pontuação total é obtida através do somatório das pontuações de cada unidade de análise, variando entre 0 e 36 pontos para cada tarefa. As pontuações mais elevadas indicam, respetivamente, capacidades de organização percetivo-motora e de memória visual imediata mais desenvolvidas.

Procedimento

Os participantes foram recrutados de instituições com respostas sociais na área do envelhecimento, da região Norte de

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

Portugal, tendo-lhes sido solicitado o consentimento informado e garantido o anonimato e a confidencialidade dos dados. A administração dos instrumentos foi realizada individualmente, num ambiente calmo.

Os dados recolhidos foram analisados com recurso ao *Statistical Package for the Social Sciences* (versão IBM® SPSS® Statistics 28). A estatística descritiva foi calculada para as variáveis Idade, Escolaridade, MMSE, Cópia e Reprodução de Memória da FCR-O. As diferenças intergrupos foram analisadas a partir do cálculo de testes *t-Student* para amostras independentes, tendo-se considerado um nível de significância de $p < 0.05$. Foi ainda usado o *d* de Cohen como estimativa do tamanho do efeito, sendo este considerado muito pequeno quando $d < 0.2$, pequeno quando $0.2 \leq d < 0.5$, médio quando $0.5 \leq d < 0.8$ e grande quando $d \geq 0.8$ (Cohen, 1988).

RESULTADOS

Caracterização da amostra

Ambos os grupos apresentam uma composição idêntica quanto ao sexo, com 53% de mulheres e 47% de homens, e quanto à idade, com uma média de 71 anos (cf. Tabela 1). A escolaridade média é de 7 anos no grupo dos sujeitos fisicamente ativos e de 6 anos no grupo dos sujeitos sedentários. Em relação à cognição geral, a média de respostas corretas no MMSE aproximou-se bastante da pontuação máxima possível, tendo sido de 28 pontos no grupo de sujeitos com prática regular de atividade física e de 29 pontos no grupo de sujeitos sem essa prática regular. No sentido de averiguar a homogeneidade dos grupos, os mesmos foram comparados quanto à idade, à escolaridade e ao MMSE, não tendo sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($t_{(58)} = 0.057$, *ns*, para a Idade, $t_{(58)} = 0.377$, *ns*, para a Escolaridade e $t_{(58)} = 1.218$, *ns*, para o MMSE).

Tabela 1. Caracterização sociodemográfica e cognitiva da amostra

Característica	**Grupo**		***p***
	Fisicamente Ativos (*n* = 30)	**Sedentários (*n* = 30)**	
Sexo (*n* Feminino:Masculino)	16:14	16:14	
Idade (em anos; *M* ± *DP* | mín.-máx.)	71.13 ± 6.92 | 60-85	71.23 ± 6.70 | 61-89	.477
Escolaridade (em anos; *M* ± *DP* | mín.-máx.)	6.50 ± 3.38 | 2-12	6.20 ± 2.75 | 4-12	.354
MMSE (*M* ± *DP*)	28.27 ± 1.31	28.70 ± 1.44	.114

Habilidade visuoespacial e memória visual

Na Tabela 2 apresentam-se os dados da análise comparativa da cópia da FCR-O nos grupos de participantes com prática de atividade física regular e sem prática de atividade física. O desempenho médio foi superior no primeiro grupo, com reproduções mais completas e precisas, em comparação com os participantes sedentários. Estas diferenças intergrupais atingiram significância estatística ($t_{(58)} = 4.177$, $p < .001$), com um tamanho de efeito de magnitude média ($d = 6.71$).

Quadro 2. Comparação intergrupo nas tarefas de cópia e de memória da FCR-O

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

Parâmetro	Grupo		*t*(gl)	*p*	Tamanho de efeito
	Fisicamente Ativos (*n* = 30)	Sedentários (*n* = 30)			
Cópia (*M* ± *DP*)	29.28 ± 5.94	22.05 ± 7.39	4.177 (58)	< .001	6.71
Memória (*M* ± *DP*)	13.65 ± 3.58	10.53 ± 5.80	2.506 (58)	.008	4.82

O mesmo padrão de resultados foi observado quando se considera a reprodução de memória da FCR-O. Também aqui as diferenças entre os dois grupos foram estatisticamente significativas ($t_{(58)} = 2.506$, $p < .01$), tendo os participantes fisicamente ativos tido um melhor desempenho em relação aos sem atividade física regular. No entanto, o tamanho de efeito encontrado foi pequeno.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo explorar o impacto da atividade física na cognição visuoespacial em pessoas idosas, usando para o efeito as tarefas de cópia e de reprodução de memória da FCR-O. Os principais resultados observados sugerem que os sujeitos fisicamente ativos têm uma cognição visuoespacial mais eficiente, traduzida por uma maior precisão na elaboração do desenho da figura complexa em ambas as modalidades. Estes resultados corroboram os achados de estudos anteriores (e.g., Wang & Tsai, 2016; cf. Zhu et al., 2023 para uma revisão), fornecendo evidências dos efeitos benéficos de um estilo de vida ativo no processamento visuoespacial em idades mais avançadas. As hipóteses explicativas dos mecanismos neurofisiológicos suscetíveis de influenciar o funcionamento cognitivo em sujeitos que praticam atividade física regular têm sido várias, indo desde o aumento do fluxo sanguíneo (e.g., Vicente-Campos et al., 2012) e da substância cinzenta no hipocampo e em outras estruturas cerebrais (e.g., Erickson et al., 2011), até à promoção da síntese de neurotransmissores e de neurotrofinas responsáveis por desencadear processos de neurogénese e de neuroplasticidade (e.g., Erickson et al., 2012). Tais hipóteses ancoram-se na noção de plasticidade cerebral, sugerindo que a interdependência entre movimento e processos cognitivos é maioritariamente determinada pelas mudanças funcionais e estruturais que ocorrem no cérebro em resultado da atividade motora (Latino & Tafuri, 2024).

Foi, ainda, observada uma maior vantagem da prática de atividade física regular na tarefa de cópia da FCR-O, onde a magnitude do tamanho do efeito foi moderada. O desenho da FCR-O representa a habilidade de reconstruir o percepto visual (neste caso a imagem) a partir das suas partes constituintes, estando a sua execução dependente de circuitos parietais, responsáveis pelo processamento visuoespacial e visuoconstrutivo, e frontais, responsáveis pelas habilidades organizacionais e de planeamento (Lezak et al., 2012). Ora, considerando que a atividade cerebral frontal é sensível ao nível de atividade física (Wang & Tsai, 2016), não é surpreendente que esta impacte a cognição visuoespacial.

Quando se considera a tarefa de reprodução de memória da FCR-O, o efeito da atividade física atingiu uma magnitude menos expressiva, mas ainda assim significativa. Esta menor diferença entre os grupos

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

poderá ter resultado do facto de, globalmente, os adultos mais velhos tenderem a desempenhar as tarefas motoras com maior apoio em recursos cognitivos, em particular, da memória de trabalho (Bo et al., 2009). Ora, nesta tarefa, a memória de trabalho visuoespacial assume um papel fundamental ao permitir a memorização temporária da informação sobre a figura, através da criação de imagens mentais e respetiva manutenção pelo tempo suficiente para o consequente planeamento e tradução em atos motores (Zhang et al., 2021). No entanto, trata-se de uma questão em aberto, que merece ser investigada em futuras pesquisas.

Embora o presente estudo aponte para os benefícios da atividade física na cognição visoespacial em adultos idosos, importa atender a duas principais limitações. A primeira prende-se com a adoção de uma medida subjetiva, autorreferida, de prática de atividade física para a constituição dos grupos, ao invés de medidas mais objetivas (e.g., acelerómetro, pedómetro, sensores de movimento, medição da frequência cardíaca). A segunda diz respeito à ausência de caracterização da frequência, intensidade, tempo e tipo de atividade física, variáveis estas que a literatura tem sugerido como determinantes do efeito da atividade motora no desempenho cognitivo (Latino & Tafuri, 2024). Apesar destas limitações, este estudo acrescenta evidência a favor do papel da atividade física na indução de ganhos cognitivos, especialmente ao nível das habilidades visuoespaciais, indo ao encontro do descrito na literatura. Numa revisão abrangente incidindo sobre 24 meta-análises de estudos randomizados controlados (RCT), Ciria et al. (2023) encontraram um efeito geral positivo do exercício físico na cognição de indivíduos saudáveis. No entanto, os autores alertam para o baixo poder estatístico dos estudos RCT publicados, a par de uma inclusão seletiva de estudos e de outros vieses de análise, sugerindo, por conseguinte, alguma prudência na associação do exercício físico a uma cognição mais eficiente. Impõe-se, deste modo, dar continuidade a estudos nesta área que permitam elucidar melhor o potencial contributo da atividade motora no funcionamento cognitivo.

CONCLUSÃO

No presente estudo, os melhores desempenhos nas tarefas de cópia e de reprodução de memória da FCR-O foram observados no grupo de sujeitos fisicamente ativos, apoiando a ideia de que o movimento que resulte em gasto de energia e que seja realizado de modo regular beneficia a cognição visuoespacial. Ao melhorar o funcionamento cognitivo, a atividade física constitui um fator de proteção para diferentes patologias e perturbações mentais, contribuindo para a desaceleração dos efeitos negativos do envelhecimento, e, deste modo, para uma maior concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular, do objetivo de uma saúde de qualidade e de bem-estar para todos (ODS-3). Para além disso, apresenta um papel promissor na reaquisição das habilidades motoras, trazendo implicações evidentes para a fisioterapia geriátrica. Isto é particularmente importante considerando que à medida que envelhecemos tendemos a tornar-nos menos responsivos à reabilitação motora.

 ISSN: 2795-559 · DOI: 10.61415/riage.388

REFERÊNCIAS

Bo, J., Borza, V., & Seidler, R. D. (2009). Age-related declines in visuospatial working memory correlate with deficits in explicit motor sequence learning. *Journal of Neurophysiology, 102*(5), 2744-2754. https://doi.org/10.1152/jn.00393.2009

Ciria, L. F., Román-Caballero, R., Vadillo, M. A., Holgado, D., Luque-Casado, A., Perakakis, P., & Sanabria, D. (2023). An umbrella review of randomized control trials on the effects of physical exercise on cognition. *Nature Human Behavior, 7*, 928–941. https://doi.org/10.1038/s41562-023-01554-4

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2.ª ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Erickson, K. I., Voss, M. W., Ruchika Shaurya, P., Chandramallika, B., Amanda, S., Laura, C., & White, S. M. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108*(7), 3017–3022. https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108

Erickson, K. I., Weinstein, A. M., Sutton, B. P., Prakash, R. S., Voss, M. W., Chaddock, L., Szabo, A. N., Mailey, E. L., White, S. M., Wokcicki, T. R., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2012). Beyond vascularization: aerobic fitness is associated with N-acetylaspartate and working memory. *Brain and Behavior, 2*, 32–41. https://doi.org/10.1002/brb3.30

Folstein, M., Folstein, S., & McHugh, P. (1975). Mini-Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research, 12*, 189-198.

Gooijers, J., Pauwels, L., Hehl, M., Seer, C., Cuypers, K., & Swinnen, S. P. (2024). Aging, brain plasticity, and motor learning. *Ageing Research Reviews, 102*, Artigo 102569. https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102569

Guerreiro, M., Silva, A. P., Botelho, M., Leitão, O., Castro-Caldas, A., & Garcia, C. (1994). Adaptação à população portuguesa da tradução do Mini Mental State Examination. *Revista Portuguesa de Neurologia, 1*, 9-10.

Hromas, G. A., & Bauer, R. M. (2019). Changes in visuospatial, visuoperceptual, and navigational ability in aging. In K. M. Heilman, & S. E. Nadeau (Eds.), *Cognitive changes and the aging brain* (pp. 54-67). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108554350.005

Huang, X., Zhao, X., Li, B., Cai, Ying, Zhang, S., Wan, Q., & Yu, F. (2022). Comparative efficacy of various exercise interventions on cognitive function in patients with mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science, 11*, 212-223. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.05.003

Jenkins, L., Myerson, J., Joerding, J. A., & Hale, S. (2000). Converging evidence that visuospatial cognition is more age-sensitive than verbal cognition. *Psychology and Aging, 15*(1), 157–175. https://doi.org/10.1037/0882-7974.15.1.157

Kekäläinen, T., Luchetti, M., Terracciano, A., Gamaldo, A. A., Mogle, J., Lovett, H. H., Brown, J., Rantalainen, T., Sliwinski, M. J., & Sutin, A. R. (2023). Physical activity and cognitive function: Moment-to-moment and day-to-day associations. *International*

Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 20, Artigo 137. https://doi.org/10.1186/s12966-023-01536-9

Kimoto, Y., Hirano, M., & Furuya, S. (2025). Decomposition of a complex motor skill precise error feedback and intensive training breaks expertise ceiling. *Communications Biology, 8*, Artigo 118. https://doi.org/10.1038/s42003-025-07562-6

Klencklen, G., Després, O., & Dufour, A. (2012). What do we know about aging and spatial cognition? Reviews and perspectives. *Ageing Research Reviews, 11*, 123-135. https://doi.org/10.1016/j.arr.2011.10.001

Latino, F., & Tafuri, F. (2024). Physical activity and cognitive functioning. *Medicina, 60*, Artigo 216. https://doi.org/10.3390/medicina60020216

Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5.ª ed.). Oxford University Press.

Li, G., Tao, X., Lei, B., Hou, X., Yang, X., Wang, L., Zhang, S., Lv, Y., Wang, T., & Yu, L. (2024). Effects of exercise on post-stroke cognitive function: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Topics in Stroke Rehabilitation, 31*(7), 645–666. https://doi.org/10.1080/10749357.2024.2356393

Lingo VanGilder, J., Hengge, C. R., Duff, K., & Schaefer, S. Y. (2018). Visuospatial function predicts one-week motor skill retention in cognitively intact older adults. *Neuroscience Letters, 664*, 139–143. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.11.032

Lingo VanGilder, J., Hooyman, A., Bosch, P. R., & Schaefer, S. Y. (2021). Generalizing the predictive relationship between 1-month motor skill retention and Rey–Osterrieth Delayed Recall scores from nondemented older adults to individuals with chronic stroke: A short report. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, 18*, Artigo 94. https://doi.org/10.1186/s12984-021-00886-4

Lingo VanGilder, J., Lohse, K. R., Duff, K., Wang, P., & Schaefer, S. Y. (2021). Evidence for associations between Rey-Osterrieth Complex Figure test and motor skill learning in older adults. *Acta Psychologica, 214*, Artigo 103261. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103261

Lingo VanGilder, J., Walter, C. S., Hengge, C. R., & Schaefer, S. Y. (2020). Exploring the relationship between visuospatial function and age-related deficits in motor skill transfer. *Aging Clinical and Experimental Research, 32*(8), 1451-1458. https://doi.org/10.1007/s40520-019-01345-w

Organização Mundial de Saúde (2020). *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. Edição do Autor.

Osterrieth, P. A. (1945). Le test de copie d'une Figure Complexa. *Archives de Psychologie, 30*, 205-353.

Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. (Les problems.). *Archives de Psychologie, 28*, 215-285.

Rey, A. (2002). *Teste de cópia de figuras complexas: Manual* (2.ª ed.) [adaptação de A. Menezes Rocha e M. H. Coelho]. CEGOC.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). *Motor learning and performance. From principles to application* (6.ª ed.). Human Kinetics Publishers.

Torre, M. M., Carrubba, C., Langeard, A., Hugues, N., Laurin, J., & Temprado, J.-J. (2024). Is an 8-week regimen of Nordic walking training sufficient to benefit cognitive performance in healthy older adults? A pilot study. *Journal of Clinical Medicine, 13*, Artigo 1235. https://doi.org/10.3390/jcm13051235

Vicente-Campos, D., Mora, J., Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J. L., Conde-Caveda, J., & Chicharro, J. L. (2012). Impact of a physical activity program on cerebral vasoreactivity in sedentary elderly people. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 52*(5), 537–544.

Wang, C.-H., & Tsai, C.-L. (2016). Physical activity is associated with greater visuospatial cognitive functioning regardless of the level of cognitive load in elderly adults. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 38*, 69-81. https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0221

Wang, P., Infurna, F. J., & Schaefer, S. Y. (2020). Predicting motor skill learning in older adults using visuospatial performance. *Journal of Motor and Learning Development, 8*(1), 38-51. https://doi.org/10.1123/jmld.2018-0017

Wang, P., Lingo VanGilder, J., Schweighofer, N., & Schaefer, S. Y. (2022). Rey-Osterrieth complex figure recall scores and motor skill learning in older adults: A non-linear mixed effect model-based analysis. *Human Movement Science, 86*, Artigo 103004. https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.103004

Zhang, M., Jia, J., Yang, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2023). Effects of exercise interventions on cognitive functions in healthy populations: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews, 92*, Artigo 102116. https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102116

Zhang, X., Lv, L., Min, G., Wang, Q., Zhao, Y., & Li, Y. (2021). Overview of the Complex Figure Test and its clinical application in neuropsychiatric disorders, including copying and recall. *Frontiers in Neurology, 12*, Artigo 680474. https/doi.org/10.3389/fneur.2021.680474

Zhu, Q., Deng, J., Yao, M., Xu, C., Liu, D., Guo, L., & Zhu, Y. (2023) Effects of physical activity on visuospatial working memory in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 14*, Artigo 1103003. https//doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1103003