



RESUMO

Introdução: A neuroplasticidade é a reorganização e readaptação cerebral de maneira funcional e estrutural em resposta às necessidades presentes, cuja adaptabilidade é fundamental para restauração e instaurações de novos comandos em casos de lesões centrais, bem como no acidente vascular encefálico (AVE). **Objetivo:** Buscar na literatura quais os estímulos a partir do exercício físico que geram neuroplasticidade em pacientes de pós AVE. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “neuroplasticidade”, “acidente vascular cerebral” e “exercício físico”, bem como os seus sinônimos e traduções, conforme os descritores em ciência de saúde (DeCS/MeSH). Utilizamos duas bases de dados, a PUBMED e a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e consequentemente o operador booleano AND. Foram incluídos 11 artigos entre os anos de 2008 até 2023. **Resultados:** Diferentes assuntos foram abordados, efeito do exercício na neuroplasticidade, ativação de rede neural, na concentração de BDNF, efeitos na cognição, neuromecânicos e funcionais e saúde cardiovascular. Um dos grandes desafios para assegurar boa gestão do treinamento para o paciente com Acidente Vascular Cerebral é controlar e entender como o exercício físico age no processo da doença. **Conclusão:** O exercício físico traz por si só uma série de benefícios em grande parte das funções que o AVE causa declínio funcional e desordem fisiológica. Quando combinado com outras formas de intervenções trazem importantes desfechos para a saúde e recuperação do paciente potencializando sua recuperação.

Palavras-chave: Neuroplasticidade, Acidente Vascular Cerebral, Exercício Físico.

ABSTRACT

Introduction: Neuroplasticity is the reorganization and readaptation of the brain in a functional and structural way in response to present needs, whose adaptability is fundamental for the restoration and establishment of new commands in cases of central lesions, as well as in stroke. **Objective:** Search in the literature which stimuli from physical exercise generate neuroplasticity in post-stroke patients. **Materials and Methods:** This is an integrative review of the literature. The following keywords were used: “neuroplasticity”, “stroke” and “physical exercise”; as well as their synonyms and translations, according to the health science descriptors (DeCS/MeSH). We used two databases, PUBMED and the Virtual Health Library (VHL) and consequently the Boolean operator AND. 11 articles were included between the years 2008 and 2023. **Results:** Different topics were covered, the effect of exercise on neuroplasticity, neural network activation, BDNF concentration, effects on cognition, neuromechanical and functional effects and cardiovascular health. One of the biggest challenges in ensuring good management of training for patients with stroke is controlling and understanding how physical exercise affects the disease process. **Conclusion:** physical exercise alone brings a series of benefits in most of the functions that stroke causes functional decline and physiological disorder. When combined with other forms of interventions, they bring important outcomes for the patient's health and recovery, enhancing their recovery.

Keywords: Neuroplasticity, Brain Stroke, Exercise Physical.

1 PPG Neurologia da Universidade Federal Fluminense.

2 Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Mossoró – RN

3 Centro Universitário da Amazônia – UNAMA.

4 Christus Faculdade do Piauí – CHRISFAPI.

5 Centro Universitário FAMETRO – Manaus, AM

6 Centro Universitário Alfredo Nasser- UNIFAN

Autor de correspondência

Luciana Mendes Oliveira - lucianamendes541@gmail.com

INTRODUÇÃO

A neuroplasticidade é a reorganização e readaptação cerebral de maneira funcional e estrutural em resposta às necessidades presentes, cuja adaptabilidade é fundamental para restauração e instaurações de novos comandos em casos de lesões centrais, bem como no acidente vascular encefálico (AVE). As alterações do trato corticoespinal pós-AVE relacionadas aos déficits de marcha e incoordenação dos movimentos corporais estão ganhando destaques nas pesquisas atuais, associando o treinamento dessa via por meio de exercícios físicos com a resposta adaptativa positiva desencadeada pela neuroplasticidade. Sugere-se que várias modalidades de treinamento da marcha têm resultados funcionais e efeitos benéficos na recuperação da mesma, tanto na fase aguda quanto crônica do pós-AVE, sendo que o exercício aeróbico, definido por exercícios físicos planejados, estruturados e repetitivos, executados por período prolongado e em intensidade capaz para aprimorar a capacidade física, é o mais expressivo. Os resultados encontrados nas pesquisas em animais mostram os efeitos do exercício aeróbico no remapeamento da operação sensorio motora cerebral e na atuação do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), que desempenha um papel crucial no desenvolvimento e sobrevivência de neurônios no cérebro.⁽¹⁻⁴⁾

No contexto atual, as pesquisas abrangem, além da análise dos biomarcadores, como o BDNF, o uso de exames especializados,

como a eletroencefalografia, o rastreamento por tomografia SPECT e a topografia por emissão de pósitrons, os quais permitem melhor avaliação e investigação da função cerebral em tempo real, durante a estimulação física da marcha nos pacientes em reabilitação pós-AVE, avaliando a atividade cerebral em cada etapa. Tal monitoramento sugere que a ativação cerebral simétrica no momento da execução da marcha é um biomarcador positivo de recuperação cerebral, ao passo que, maiores estímulos cerebrais em áreas compensatórias ao movimento significam o mau prognóstico da lesão. Além do mais, a janela terapêutica nesses casos pode variar conforme a gravidade, a idade e as condições físicas de cada paciente, sendo assim, as intervenções terapêuticas implementadas precocemente aparentam maior responsividade, contudo não excluem as medidas aplicadas tardiamente para a reabilitação. Essas descobertas estabelecem a associação positiva entre os exercícios físicos aeróbicos e a expressão de BDNF cerebral, constatando que o exercício aeróbico promove a neuroplasticidade, sendo muito promissor na recuperação do AVE.^(2,6-8)

No entanto, os obstáculos estão no estabelecimento de parâmetros e protocolos ideais de exercícios físicos aeróbicos para os pacientes em reabilitação pós-AVE, no que diz respeito ao tempo de lesão, condições do paciente, a intensidade, modo e duração dessas atividades físicas, devido a heterogenicidade dos casos e as divergências na literatura. Ademais, o acidente vascular encefálico é um evento incapacitante que diminui significativamente os níveis de

BDNF, afeta a função cerebral motora e também as áreas cerebrais cognitivo-emocionais, as quais, quando danificadas também podem impactar negativamente na recuperação dos indivíduos, de modo que são importantes contribuidores para a estimulação e reaprendizagem motora pós-AVE.^(2,9,10) Posto isto, o presente estudo pretende buscar na literatura quais são os estímulos a partir do exercício físico que geram neuroplasticidade em pacientes de pós AVE.

MATÉRIAS E MÉTODOS

O presente artigo é uma revisão integrativa da literatura, para sumarizar o conhecimento científico até o presente momento, com intuito de direcionar uma prática médica baseada em evidências.⁽¹¹⁾ (Souza, Marcela et al 2010).

Para atingir tal objetivo, estruturou-se esse trabalho, conforme as etapas propostas por Whitemore e Knafl⁽¹²⁾, compreendendo: Elaboração de uma questão-problema, Pesquisa na literatura, Avaliação de informações colhidas nas fontes científicas, Análise de crítica dos dados e Conclusão sobre a questão problema.

A questão problema, norteadora deste estudo de revisão, foi quais seriam os exercícios físicos capazes de gerar neuroplasticidade em pacientes com acidente vascular encefálico. Para investigar tal questionamento, propusemos objetivos a serem buscados: quais, em qual frequência, em qual intensidade, exercícios físicos propiciariam maior estímulo a neuroplasticidade, em pacientes que já sofreram de algum acidente vascular encefálico.

Por conta dessa temática, estipulamos as seguintes palavras-chave: “neuroplasticity” “Brain stroke” e “exercise physical”; bem como os seus sinônimos e traduções, conforme os descritores em ciência de saúde (DeCS/MeSH).

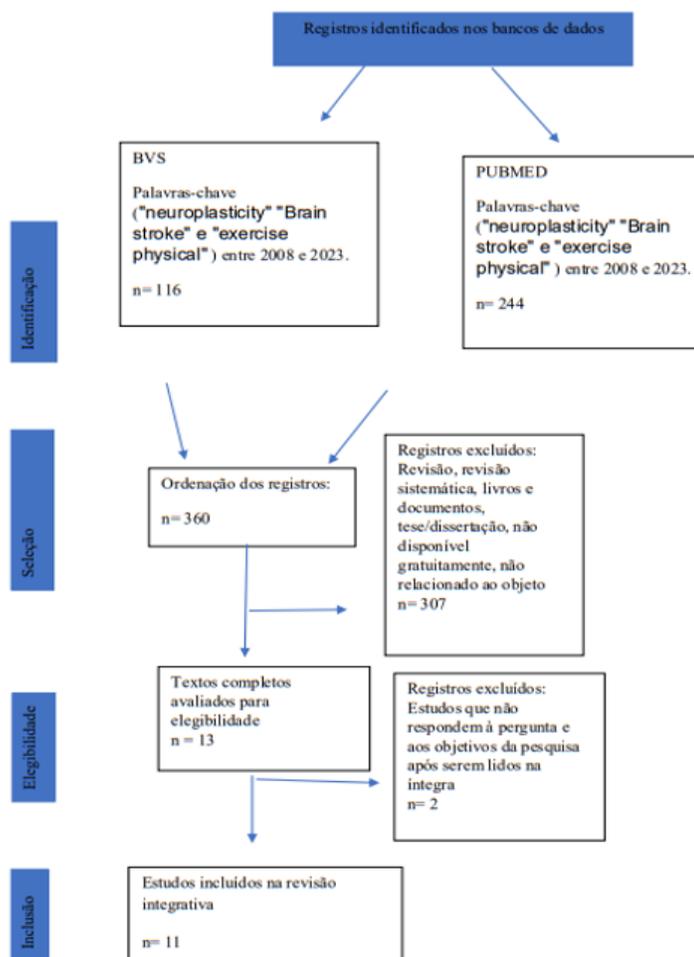
Tais descritores foram usados em 2 bases de dados: PUBMED e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), usando uma pesquisa booleana com o operador AND. Nesses bancos, usamos apenas o filtro de ano de publicação 2008-2023. Consequentemente, obtiveram-se um total de 11, sendo 2008 e 2023, respectivamente do PUBMED e BVS.

A fim de selecionar os artigos para discutir na presente revisão, foram estabelecidos os critérios de inclusão: a) Ensaios Clínicos Randomizados; b) Pertencer ao período de 2008-2023.

Após a seleção dos estudos e a exclusão de artigos repetidos, chegamos ao total de 13 artigos (8 oriundos do PUBMED e 5 da BVS). Esses 13 artigos foram lidos na íntegra e tiveram seus resultados extraídos, de forma a buscar informações que respondessem à pergunta norteadora e de acordo com nossos objetivos. Após a leitura, 02 artigo(s) foram excluídos.

A seguir a Figura 1 demonstra o fluxograma da metodologia usada nesta revisão integrativa de literatura.

Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos primários, de acordo com a recomendação PRISMA.



Fonte: Autores (2023).

RESULTADOS

Nessa perspectiva, abaixo apresentam-se os resultados dessa pesquisa, dividido em dois quadros, sendo a Quadro 1, de caracterização dos artigos, e o Quadro 2, de análise do exposto em cada um dos artigos.

Desse modo, os estudos foram publicados nos anos de 2008 e 2023. Dessa maneira, os conteúdos das pesquisas encontradas referiam-se sobre exercício físico e neuroplasticidade de pacientes com AVE (Quadro 2).

EM ANEXO

DISCUSSÃO

No artigo proposto por Maguire et al.⁽¹⁵⁾ ao comparar o Treinamento em Cicloergômetro de Intensidade Moderada (MI-ET) e o Treinamento em Circuito de Baixa Intensidade (LI-CT) na concentração de BDNF os autores concluíram que O estudo é viável com modificações. Estudos futuros devem comparar exercícios aeróbicos de alta intensidade versus exercícios aeróbicos de intensidade moderada combinados

com treinamento de braços com doses mais altas. Contudo podemos observar no estudo de Ploughman et al.⁽¹⁷⁾ quando o objetivo foi Determinar se o exercício aeróbico combinado com o treinamento cognitivo (dual-n-back) melhoraria a inteligência fluida em comparação com as intervenções isoladas e quando comparado com um grupo de controle ativo os resultados foram que o exercício aeróbico combinado com o treinamento cognitivo melhorou a inteligência fluida em quase 50% em pacientes >6 meses após o AVC. Os participantes com melhorias mais robustas na cognição foram capazes de regular positivamente níveis mais elevados de IGF-1 sérico, sugerindo que esta neurotrofina pode estar envolvida na plasticidade induzida pelo comportamento.

Em outro estudo proposto por Hill et al.⁽²¹⁾ com o objetivo de determinar se uma única sessão de exercício de intensidade moderada poderia aumentar a neuroplasticidade em pessoas com AVC concluíram que o exercício aeróbico de intensidade moderada pode promover a neuroplasticidade em pessoas com AVC e estas descobertas promissoras apontam para o uso de exercícios cardiovasculares para preparar o cérebro para o treinamento subsequente. As terapias que podem melhorar a neuroplasticidade podem proporcionar a oportunidade de maximizar a recuperação do AVC.

Ainda no estudo proposto por Linder et al.⁽²²⁾ verificou os efeitos diferenciais do exercício aeróbico forçado ou voluntário combinado com a

prática de tarefas repetitivas (RTP) dos membros superiores na recuperação da função motora em adultos com acidente vascular cerebral e a conclusão foi que os resultados indicam que a FE administrada antes do RTP melhorou a aquisição de habilidades motoras mais do que a VE ou a educação relacionada ao AVC. O exercício aeróbico, em particular o FE, deve ser considerado como um antecedente eficaz para melhorar a recuperação motora pós-AVC.

Em outro estudo proposto por Crozier et al.⁽²³⁾ com o objetivo de Fornecer uma revisão atualizada do HIIT pós-AVC através de (a) síntese de evidências atuais; (b) propor considerações preliminares dos parâmetros do HIIT para otimizar os benefícios; (c) discutir potenciais mecanismos subjacentes às mudanças na função, saúde cardiovascular e neuroplasticidade após HIIT; e (d) discutir implicações clínicas e direções para pesquisas futuras foi concluído que Ensaios clínicos randomizados maiores são necessários para estabelecer (a) eficácia, segurança e parâmetros de treinamento ideais em populações pós-AVC mais heterogêneas; (b) mecanismos potenciais de melhorias associadas ao HIIT; e (c) adesão e resultados psicossociais.

Rungseethan et al.⁽¹⁹⁾, em seu estudo, evidencia-se que os efeitos de uma única sessão de 2 horas de ASAP é indivíduos que passaram por um acidente vascular cerebral em medidas de plasticidade cerebral cuja é representada pela excitabilidade corticoespinal determina associações com o desempenho de alcance RTG,

onde a alteração cerebral ocorrem em conjunto com melhorias no desempenho do RTG em pacientes pós-AVC, onde acrescido a sessão de 2 horas, há a existência de tarefas em pelo menos 12 dias.

O AVC prejudica o indivíduo de modo que sua mobilidade e aptidão física são reduzidos, isso faz com que haja incapacidade crônica. Conforme ressalta Luft et al.⁽¹⁴⁾ o T-EX melhora a caminhada, condicionamento físico e recruta os circuitos cerebelo-mesencéfalo o qual se associa a uma boa caminhada. Diante disso, ocorre o fornecimento de evidências de mecanismos neuroplásticos que levar a refinamentos adicionais nestes paradigmas para melhorar os resultados funcionais.

Ademais, autor ainda acrescenta que após um acidente vascular cerebral, o cérebro pode responder a uma menor quantidade de paradigmas de estimulação, isso surge com o objetivo de induzir a reorganização a curto prazo.⁽¹⁴⁾ Salienta-se ainda que atividades de treinamento orientadas pós-AVC é responsável por produzir alterações na plasticidade cerebral concomitantemente com a melhoria de habilidades, conforme ressaltado no estudo de Rungseethan et al.⁽¹⁹⁾. Corroborado a isso, cita-se Hill et al.⁽²¹⁾ o qual resalta a importância de exercício aeróbico de intensidade moderado cujo aumenta a neuroplasticidade do hemisfério contralesional após acidente vascular cerebral.

Acrescenta-se que há a presença de benefícios sinérgicos do treinamento aeróbico e

cognitivo combinado com a inteligência fluida e o papel do IGF-1 no AVC crônico conforme ressaltado nos estudos de Ploughman et al.⁽¹⁷⁾. O exercício aeróbico com intensidade moderada contribui para aumentar a neuroplasticidade do hemisfério contralesional após acidente vascular.

CONCLUSÃO

Ao investigar o exercício físico, neuroplasticidade e acidente vascular encefálico, constatou-se os efeitos dos exercícios na reabilitação funcional das pessoas acometidas pela patologia, com reflexos indicando impactos positivos na sua qualidade de vida.

A partir da análise e interpretação dos resultados, infere-se que o diagnóstico precoce é crucial para uma boa recuperação funcional do paciente. Assim, os achados reforçam os benefícios do exercício físico na sua reabilitação e apontam a sua importância no processo de neuroplasticidade e na adaptação das estruturas cerebrais. Diante do exposto, percebe-se que o exercício físico de intensidade moderada pode promover a neuroplasticidade em pessoas com AVE, proporcionando melhora da marcha e condicionamento físico, além do recrutamento dos circuitos cerebelo-mesencéfalo e melhoria de habilidades, podendo maximizar a recuperação do AVE.

O estudo revela a necessidade de um maior investimento literário na temática. Sugere-se, portanto, a realização de pesquisas

aprofundadas, a fim de examinar a habilidade de regeneração das funções cerebrais e identificar os estímulos a partir do exercício físico que geram neuroplasticidade em pacientes de pós AVE, com o intuito de expandir as abordagens de exercícios físicos empregados como meio de reabilitação.

REFERÊNCIAS

- Cherni Y, Tremblay A, Simon M, Bretheau F, Blanchette AK, Mercier C. Corticospinal Responses Following Gait-Specific Training in Stroke Survivors: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 [citado em 15 nov 2023]; 19(23): 15585. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315585>
- Ploughman M, Austin MW, Glynn L, Corbett D. The effects of poststroke aerobic exercise on neuroplasticity: a systematic review of animal and clinical studies. *Transl Stroke Res*. [Internet]. 2015 [citado em 25 set 2023]; 6(1):13-28. <https://doi.org/10.1007/s12975-014-0357-7>
- Limaye NS, Carvalho LB, Kramer S. Effects of aerobic exercise on serum biomarkers of neuroplasticity and brain repair in stroke: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. [Internet]. 2021 [citado em 25 set 2023]; 102(8):1633-1644. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.04.010>
- Sivaramakrishnan A, Subramanian SK. A systematic review on the effects of acute aerobic exercise on neurophysiological, molecular, and behavioral measures in chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. [Internet]. 2023 [citado em 25 set 2023]; 37(2-3):151-164. <https://doi.org/10.1177/15459683221146996>
- Austin MW, Ploughman M, Glynn L, Corbett D. Aerobic exercise effects on neuroprotection and brain repair following stroke: a systematic review and perspective. *Neurosci Res*. [Internet]. 2014 [citado em 15 ago 2023]; 87:8-15. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.06.007>
- Asccroft SK, Ironside DD, Johnson L, Kuys SS, Thompson-Butel AG. Effect of exercise on brain-derived neurotrophic factor in stroke survivors: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*. [Internet]. 2022 [citado em 15 out 2023]; 53(12):3706-3716. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.122.039919>
- Lim SB, Loie DR, Peters S, Liu-Ambrose T, Boyd LA, Eng JJ. Brain activity during real-time walking and with walking interventions after stroke: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil*. [Internet]. 2021 [citado em 11 out 2023]; 18(1):1-19. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00797-w>
- Alcantara CC, García-Salazar LF, Silva-Couto MA, Santos GL, Reisman DS, Russo TL. Post-stroke BDNF concentration changes following physical exercise: a systematic review. *Front Neurol*. [Internet]. 2018 [citado em 22 out 2023]; 9:637. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00637>
- Mojtabavi H, Shaka Z, Momtazmanesh S, Ajdari A, Rezaei N. Circulating brain-derived neurotrophic factor as a potential biomarker in stroke: a systematic review and meta-analysis. *J Transl Med*. [Internet]. 2022 [citado em 11 out 2023]; 20(1):126. <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03312-y>
- Hortobágyi T, Vetrovsky T, Balbim GM, Silva NCBS, Manca A, Deriu F et al. The impact of aerobic and resistance training intensity on markers of neuroplasticity in health and disease. *Ageing Res Rev*. [Internet]. 2022 [citado em 15 out 2023]; 80:101698. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101698>
- Souza MT, Silva MD, Carvalho R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*. [Internet]. 2010 [citado em 15 out 2023]; 8:102-106. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>
- Whittemore R, Knafk K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs*. [Internet]. 2005 [citado em 11 out 2023]; 52(5):546-53. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>
- Murdoch K, Buckley JD, McDonnell MN. The effect of aerobic exercise on neuroplasticity within the motor cortex following stroke. *PloS one*. [Internet]. 2016 [citado em 11 out 2023]; 11(3):e0152377. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152377>
- Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke*. [Internet]. 2008 [citado em 25 nov 2023]; 39(12):3341-3350. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.108.527531>
- Maguire C, Betschart M, Pohl J, Primani F, Taeymans J, Hund-Georgiadis M. Effects of moderate-intensity aerobic exercise on serum BDNF and motor learning in the upper-limb in patients after chronic-stroke: A randomized, controlled feasibility study with embedded health economic evaluation. *NeuroRehabilitation*. [Internet]. 2023 [citado em 25 nov 2023]; 52(3):485-506. <https://doi.org/10.3233/nre-220239>
- Hubbard IJ, Carey LM, Budd TW, Levi C, McElduff P, Hudson S et al. A randomized controlled trial of the effect of early upper-limb training on stroke recovery and brain activation. *Neurorehabil Neural Repair*. [Internet]. 2015 [citado em 15 out 2023]; 29(8):703-713. <https://doi.org/10.1177/1545968314562647>
- Ploughman M, Eskes GA, Kelly LP, Kirkland MC, Devasahayam AJ, Wallack EM et al. Synergistic benefits of combined aerobic and cognitive training on fluid intelligence and the role of IGF-1 in chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. [Internet]. 2016 [citado em 25 nov 2023]; 33(3):199-212. <https://doi.org/10.1177/1545968319832605>
- Patten C, Condliffe EG, Dairaghi CA, Lum PS. Simultaneous neuromechanical and functional gains after post-stroke upper limb strength training. *J Neuroeng Rehabil*. 2013; 10:1. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-1>
- Rungseethanakul S, Tretriluxana J, Piriyaprasarth P, Pakaprot N, Jitreee K, Tretriluxana S et al. Task oriented training

activities post stroke will produce measurable alterations in brain plasticity concurrent with skill improvement. *Top Stroke Rehabil.* [Internet]. 2022 [citado em 15 out 2023]; 29(4):241-254. <https://doi.org/10.1080/10749357.2021.1926136>

20. Hong X, Lu ZK, The I, Nasrallah FA, Teo WP, Ang KK et al. Brain plasticity following MI-BCI training combined with tDCS in a randomized trial in chronic subcortical stroke subjects: a preliminary study. *Scientific Reports.* [Internet]. 2017 [citado em 24 nov 2023]; 7(1): 9222.

21. Hill G, Johnson F, Uy J, Serrada I, Benyamin B, Van Den Berg M et al. Moderate intensity aerobic exercise may enhance neuroplasticity of the contralesional hemisphere after stroke: a randomised controlled study. *Scientific Reports.* [Internet]. 2023 [citado em 24 nov 2023]; 13(1):14440.

22. Linder SM, Rosenfeldt AB, Davidson S, Zimmerman N, Penko A, Lee J et al. Forced, not voluntary, aerobic exercise enhances motor recovery in persons with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* [Internet]. 2019 [citado em 24 nov 2023]; 33(8):681-690. <https://doi.org/10.1177/1545968319862557>

23. Crozier J, Roig M, Eng JJ, Mackay-Lyons M, Fung J, Ploughman M et al. High-intensity interval training after stroke: an opportunity to promote functional recovery, cardiovascular health, and neuroplasticity. *Neurorehabil Neural Repair.* [Internet]. 2018 [citado em 25 nov 2023]; 32(6-7):543-556. <https://doi.org/10.1177/1545968318766663>

Observação: os/(as) autores/(as) declaram não existir conflitos de interesses de qualquer natureza.

Quadro 1. Caracterização dos artigos (n=11).

Nº	Título	Autoria	Base	Ano	País	Revista
1	O efeito do exercício aeróbico sobre a neuroplasticidade no córtex motor após um acidente vascular cerebral	Murdoch, Buckley, McDonnell ⁽¹³⁾	PUBMED	2016	EUA	Plos one
2	Exercícios em esteira ativam redes neurais subcorticais e melhoram a marcha após acidente vascular cerebral: um ensaio clínico randomizado.	Luft <i>et al.</i> ⁽¹⁴⁾	PUBMED	2008	EUA	Stroke
3	Efeitos do exercício aeróbico de intensidade moderada no BDNF sérico e na aprendizagem motora no membro superior em pacientes após acidente vascular cerebral crônico: um estudo de viabilidade randomizado e controlado com avaliação econômica da saúde incorporada	Maguire <i>et al.</i> ⁽¹⁵⁾	BVS	2023	Holanda	Neuro Rehabilitation
4	Um ensaio randomizado controlado sobre o efeito do treinamento precoce dos membros superiores na recuperação do acidente vascular cerebral e na ativação do cérebro	Hubbard <i>et al.</i> ⁽¹⁶⁾	PUBMED	2015	EUA	Neurorehabil Neural Repair.
5	Benefícios sinérgicos do treinamento aeróbico e cognitivo combinado na inteligência fluida e o papel do IGF-1 no AVC crônico	Ploughman <i>et al.</i> ⁽¹⁷⁾	BVS	2019	EUA	Neurorehabil Neural Repair.
6	Simultaneous neuromechanical and functional gains after post-stroke upper limb strength training	Patten <i>et al.</i> ⁽¹⁸⁾	PUBMED	2013	Inglaterra	J Neuroeng Rehabil
7	Atividades de treinamento orientadas a tarefas pós-AVC produzirão alterações mensuráveis na plasticidade cerebral concomitantemente com a melhoria das habilidades	Rungseethanakul <i>et al.</i> ⁽¹⁹⁾	PUBMED	2022	Inglaterra	Top Stroke Rehabil
8	Plasticidade cerebral após treinamento MI-BCI combinado com ETCC em um ensaio randomizado em indivíduos com AVC subcortical crônico: um estudo preliminar	Hong <i>et al.</i> ⁽²⁰⁾	PUBMED	2017	Inglaterra	Sci Rep
9	Exercício aeróbico de intensidade moderada pode aumentar a neuroplasticidade do hemisfério contralesional após acidente vascular cerebral: um estudo randomizado e controlado	Hill <i>et al.</i> ⁽²¹⁾	BVS	2023	Inglaterra	Sci Rep
10	Exercício aeróbico forçado, não voluntário, melhora a recuperação motora em pessoas com acidente vascular cerebral crônico.	Linder <i>et al.</i> ⁽²²⁾	BVS	2019	EUA	Neurorehabil Neural Repair
11	Treinamento intervalado de alta intensidade após acidente vascular cerebral: uma oportunidade para promover recuperação funcional, saúde cardiovascular e neuroplasticidade.	Crozier <i>et al.</i> ⁽²³⁾	BVS	2018	EUA	Neurorehabil Neural Repair

Fonte: Autores (2023).

Quadro 2. Análise de conteúdo dos artigos (n=11).

Nº	Objetivos	Conclusão
1	Comparar a excitabilidade corticomotor neuronal e a neuroplasticidade na representação cortical do membro superior após uma única sessão de ciclismo de membros inferiores de baixa intensidade ou uma condição de controle de repouso.	Nossos resultados sugerem que após um acidente vascular cerebral, o cérebro pode responder menos aos paradigmas de estimulação cerebral não invasiva que visam induzir a reorganização a curto prazo, e o exercício aeróbico não foi capaz de induzir ou melhorar esta resposta.
2	Este estudo examina a hipótese de que o exercício progressivo em esteira repetitiva (T-EX) melhora o condicionamento físico e a função da marcha em indivíduos com AVC hemiparético crônico, induzindo adaptações no cérebro (plasticidade).	O T-EX melhora a caminhada, o condicionamento físico e recruta os circuitos cerebelo-mesencéfalo, provavelmente refletindo a plasticidade da rede neural. Este recrutamento neural está associado a uma melhor caminhada. Estas descobertas demonstram a eficácia da reabilitação T-EX na promoção da recuperação da marcha de sobreviventes de AVC com comprometimento da mobilidade a longo prazo.
3	Avaliar a viabilidade e eficácia do 1. Treinamento em Cicloergômetro de Intensidade Moderada (MI-ET) e 2. Treinamento em Circuito de Baixa Intensidade (LI-CT) em BDNF - concentração sérica em AVC crônico e conseqüentemente eficácia da aprendizagem motora em concentrações variadas de BDNF (sendo a neuroplasticidade o substrato para a aprendizagem motora) por meio de treinamento robótico (TR) de membros superiores em ambos os grupos.	O estudo é viável com modificações. Estudos futuros devem comparar exercícios aeróbicos de alta intensidade versus exercícios aeróbicos de intensidade moderada combinados com treinamento de braços com doses mais altas.
4	Este estudo preliminar levantou a hipótese de aumento da ativação de supostas áreas motoras naqueles que receberam treinamento intensivo de UL para tarefas específicas no primeiro mês pós-AVC, em comparação com aqueles que receberam tratamento padrão.	O treinamento precoce e mais intensivo dos MMSS foi associado a maiores mudanças na ativação em supostas regiões motoras (área motora suplementar e cerebelo) e de atenção (cingulado anterior), fornecendo suporte para o papel dessas regiões e funções na recuperação precoce pós-AVC.
5	Determinar se o exercício aeróbico combinado com o treinamento cognitivo (dual-n-back) melhoraria a inteligência fluida em comparação com as intervenções isoladas e quando comparado com um grupo de controle ativo. Também examinamos as relações entre melhora cognitiva e alteração nos níveis séricos de neurotrofinas BDNF e IGF-1.	O exercício aeróbico combinado com o treinamento cognitivo melhorou a inteligência fluida em quase 50% em pacientes >6 meses após o AVC. Os participantes com melhorias mais robustas na cognição foram capazes de regular positivamente níveis mais elevados de IGF-1 sérico, sugerindo que esta neurotrofina pode estar envolvida na plasticidade induzida pelo comportamento.
6	Demonstrar a eficácia do tratamento, estas se concentraram em avaliações que representam a estrutura / função corporal e os níveis de atividade da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde e incluíram: a porção da extremidade superior do a avaliação motora de Fugl-Meyer, a escala de Ashworth, a escala de teste de função motora de habilidades funcionais de Wolf (WMFT-FAS) e a medida de independência funcional (FIM). O WMFT-FAS serviu como resultado primário.	Os ganhos funcionais e neuromecânicos foram maiores após HYBRID vs. FPT. A modulação melhorada do reflexo de estiramento e o aumento da ativação neuromuscular indicam adaptações neurais potentes. É importante ressaltar que nenhuma consequência deletéria foi associada ao HYBRID. Estes resultados contribuem para um conjunto crescente de evidências contemporâneas sobre a eficácia do treinamento de alta intensidade na neuroreabilitação e nos mecanismos fisiológicos que medeiam a recuperação neural.

7	Investigar os efeitos de uma única sessão de 2 horas de ASAP em indivíduos com acidente vascular cerebral nas medidas de plasticidade cerebral representada pela excitabilidade corticoespinal (CE) e determinar associações com o desempenho de alcance para agarrar (RTG).	Alterações na plasticidade cerebral ocorrem concomitantemente com melhorias no desempenho do RTG em pacientes pós-AVC agudo com comprometimento leve após uma única sessão de 2 horas de treinamento orientado a tarefas e persistem por pelo menos 12 dias.
8	A pesquisa explora a possibilidade de que a combinação de ETCC com treinamento MI-BCI induzirá neuroplasticidade maior e mais duradoura nos tratos da substância branca, função da substância cinzenta e excitabilidade da via corticoespinal em comparação com MI-BCI sozinho.	Neste estudo preliminar, encontramos a neuroplasticidade aprimorada na estrutura da WM e na função cortical por ETCC após um treinamento combinado de MI-BCI e ETCC em pacientes com AVC crônico. Embora nenhuma melhoria comportamental adicional tenha sido encontrada, o aumento duradouro da excitabilidade motora ipsilesional e da integridade da WM entre áreas relacionadas ao motor indicam o efeito facilitador da ETCC. Nossos resultados apoiam o papel crítico da interação inter-hemisférica na recuperação funcional motora.
9	O objetivo deste estudo foi determinar se uma única sessão de exercício de intensidade moderada poderia aumentar a neuroplasticidade em pessoas com AVC	Nossos resultados fornecem uma indicação de que o exercício aeróbico de intensidade moderada pode promover a neuroplasticidade em pessoas com AVC. Estas descobertas promissoras apontam para o uso de exercícios cardiovasculares para preparar o cérebro para o treinamento subsequente. As terapias que podem melhorar a neuroplasticidade podem proporcionar a oportunidade de maximizar a recuperação do AVC
10	O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos diferenciais do exercício aeróbico forçado ou voluntário combinado com a prática de tarefas repetitivas (RTP) dos membros superiores na recuperação da função motora em adultos com acidente vascular cerebral.	Os resultados indicam que a FE administrada antes do RTP melhorou a aquisição de habilidades motoras mais do que a VE ou a educação relacionada ao AVC. O exercício aeróbico, em particular o FE, deve ser considerado como um antecedente eficaz para melhorar a recuperação motora pós-AVC.
11	Fornecer uma revisão atualizada do HIIT pós-AVC através de (a) síntese de evidências atuais; (b) propor considerações preliminares dos parâmetros do HIIT para otimizar os benefícios; (c) discutir potenciais mecanismos subjacentes às mudanças na função, saúde cardiovascular e neuroplasticidade após HIIT; e (d) discutir implicações clínicas e direções para pesquisas futuras.	Ensaio clínicos randomizados maiores são necessários para estabelecer (a) eficácia, segurança e parâmetros de treinamento ideais em populações pós-AVC mais heterogêneas; (b) mecanismos potenciais de melhorias associadas ao HIIT; e (c) adesão e resultados psicossociais.

Fonte: Autores (2023).