

Efeitos da tecnologia assistiva em indivíduos com paresia devido disfunção neurológica

Effects of assistive technology on individuals with paresis due to neurological dysfunction

Efectos de la tecnología de asistencia en personas con paresis debido a la disfunción neurológica

Vitória Nogueira Machado¹, Natália Viana Isoldino²,
Angélica Yumi Sambe³, Marcel Antonio Delmonico Nogueira⁴,
Camila Costa de Araujo Pellizzari⁵, Joyce Karla Machado da Silva⁶

1. Fisioterapeuta, Especializanda em Hospital Geral, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-3240-9536>

2. Fisioterapeuta, Mestranda em Ciências do Movimento Humano, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Jacarezinho, Centro de Ciências da Saúde. Jacarezinho-PR, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-7980-8270>

3. Fisioterapeuta, Residente em Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Jacarezinho, Centro de Ciências da Saúde. Jacarezinho-PR, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4545-2110>

4. Discente de Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Jacarezinho, Centro de Ciências da Saúde. Jacarezinho-PR, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-2944-648X>

5. Fisioterapeuta, Docente de Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Jacarezinho, Centro de Ciências da Saúde. Jacarezinho-PR, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4382-9375>

6. Fisioterapeuta, Docente de Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Jacarezinho, Centro de Ciências da Saúde, Jacarezinho-PR, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2688-7028>

Resumo

Introdução. Pessoas com paresia possuem diferentes graus de limitação à função motora de membro superior (MS), que afetam as atividades de vida diária e diminuem a qualidade de vida. Para isso, Tecnologia Assistiva (TA) associada à eletroestimulação acionada por eletromiografia (EMG) em MS tem se tornado um recurso que contribui para a melhora da funcionalidade. **Objetivo.** Identificar os efeitos da intervenção de TA com eletroestimulação acionada por eletromiografia, na função motora de membro superior de pessoas com paresia devido a disfunção neurológica. **Método.** Trata-se de uma revisão sistemática, em que foram feitas buscas nas bases de dados: Pubmed, Scielo, Medline, Lilacs, Cochrane, PEDro, com a combinação dos termos em inglês relacionados: "hemiparesis", "motor function", "assistive technology", "Upper limb". **Resultados.** As buscas resultaram em 1.188 artigos, porém para inclusão, foram elegíveis apenas 3 artigos. A TA utilizada nas intervenções foram: robôs exoesqueleto mecânico vestível de forma livre ou fixos, ao qual usaram estimulação elétrica neuromuscular aplicada nos grupos musculares com base na tarefa desejada. Os estudos apresentaram efeitos na função motora de membro superior, coordenação muscular e tônus muscular de MS após a intervenção e depois de 3 meses. **Conclusão.** Verificou-se através dos estudos que os efeitos da TA acionada por EMG com a eletroestimulação pode melhorar a função motora de indivíduos com paresia em membro superior, prevenir a atrofia muscular, aumentar a força e reduzir o tônus muscular. Contudo, são necessários mais estudos que identifiquem os efeitos terapêuticos da TA a longo prazo na função dos membros superiores.

Unitermos. Paresia; Tecnologia Assistiva; Terapia por Estimulação Elétrica; Eletromiografia; Membros Superiores

Abstract

Introduction. People with paresis have different degrees of limitation to the motor function of the upper limb (UL), which affects activities of daily living and reduces quality of life. To this end, Assistive Technology (AT) associated with electrostimulation triggered by electromyography (EMG) in MS has become a resource that contributes to improving functionality. **Objective.** identify the effects of AT intervention with electrical stimulation triggered by electromyography, on the motor function of the upper limb of people with paresis due to neurological dysfunction. **Method.** This is a systematic review, in which searches were carried out in the following databases: Pubmed, Scielo, Medline, Lilacs, Cochrane, PEDro, with the combination of related English terms: "hemiparesis", "motor function", "assistive technology", "Upper limb". **Results.** The search resulted in 1,188 articles, however, only 3 articles were eligible for inclusion. The AT used in the interventions were: wearable or fixed mechanical exoskeleton robots, which used neuromuscular electrical stimulation applied to muscle groups based on the desired task. The studies showed effects on upper limb motor function, muscle coordination and MS muscle tone after the intervention and after 3 months. **Conclusion.** It was verified through studies that the effects of AT triggered by EMG with electrical stimulation can improve the motor function of individuals with upper limb paresis, prevent muscle atrophy, increase strength and reduce muscle tone. However, more studies are needed to identify the long-term therapeutic effects of AT on upper limb function. **Keywords.** Paresis; Self-Help Devices; Electric Stimulation Therapy; Electromyography; Upper Extremity

RESUMEN

Introducción. las personas con paresis tienen diferentes grados de limitación a la función motora de la extremidad superior (MS), que afectan las actividades de la vida diaria y disminuyen la calidad de vida. Para esto, la tecnología de asistencia (TA) asociada con la electromilación (EMG) impulsada por la electromiografía en MS se ha convertido en una característica que contribuye a la mejora de la funcionalidad. **Objetivo.** identificar los efectos de la intervención de TA con electroestimulación desencadenada por electromiografía en la función motora de la extremidad superior de las personas con paresis debido a la disfunción neurológica. **Método.** Esta es una revisión sistemática, donde se realizaron búsquedas en las bases de datos: PubMed, Scielo, Medline, Lilacs, Cochrane, Pedro, con la combinación de términos en inglés relacionados: "Hemiparesis", "Función motora", "Tecnología Assisive", "Extracción superior". **Resultados.** Las búsquedas dieron como resultado 1.188 artículos, pero para su inclusión, solo 3 artículos eran elegibles. La TA utilizada en las intervenciones fue: exoesqueleto mecánico portátil libre o fijo, que utilizó la estimulación eléctrica neuromuscular aplicada a los grupos musculares en función de la tarea deseada. Los estudios tuvieron efectos sobre la función motora de la extremidad superior, la coordinación muscular y el tono muscular de la EM después de la intervención y después de 3 meses. **Conclusión.** Se ha encontrado a través de estudios que los efectos de EMG activados con electroestimulación pueden mejorar la función motora de los individuos con paresis superior de las extremidades, prevenir la atrofia muscular, aumentar la fuerza y reducir el tono muscular. Sin embargo, se necesitan más estudios para identificar los efectos terapéuticos del largo plazo en la función de las extremidades superiores.

Palabras clave: Paresia; Dispositivos de Autoayuda; Terapia por Estimulación Eléctrica; Electromiografía; Extremidad Superior

Trabalho realizado na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Jacarezinho-PR, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 26/04/2024

Aceito em: 27/01/2025

Endereço para correspondência: Natália V Isoldino. Jacarezinho-PR, Brasil. Email: nataliaviana1225@gmail.com

INTRODUÇÃO

As doenças neurológicas são aquelas que acometem o sistema nervoso central e periférico, são multifatoriais e

podem comprometer de forma multissistêmica o organismo, ao qual dependendo da extensão e localização da lesão provocam consequências significativas na funcionalidade e qualidade de vida desses indivíduos^{1,2}.

A paresia dos membros superiores é comum em várias condições neurológicas, representando um dos principais contribuintes para a incapacidade a longo prazo que somada às características interpessoais afetadas gera uma redução no desempenho e, consequentemente, na qualidade de vida³. Isso ocorre após lesão ou doença no sistema nervoso central (SNC), resultando na perda de neurônios, conexões sinápticas e isolamento de mielina⁴.

Essas alterações modificam os circuitos neurais estabelecidos durante o desenvolvimento, e afeta o processamento neural, levando a outros sintomas além da paresia, como espasticidade, paralisia na função motora, diminuição da capacidade de fracionar movimentos e um déficit de planejamento de ordem superior e alterações sensoriais como dormência e dor^{3,5}.

Com isso, os indivíduos apresentam déficits da função motora de membro superior, o que dificulta em movimentos como preensão manual, abertura da mão e pinça, podendo afetar as atividades de vida diária, a sua participação na sociedade e as suas probabilidades de retorno às atividades profissionais⁶.

A recuperação motora depende da reabilitação ativa pela participação voluntária do sistema motor parético do paciente o mais cedo possível, a fim de promover a

reorganização do cérebro⁷. Os programas de reabilitação para paresia fornecem exercícios terapêuticos destinados a aumentar a independência funcional, tentando estimular a recuperação do membro acometido. Assim, a Tecnologia Assistiva (TA) vem ganhando espaço no meio fisioterapêutico, sendo complementar na reabilitação de pacientes neurológicos⁸.

A TA pode ser definida como instrumento, produto ou equipamento adaptado que contribua para a melhora da qualidade de vida destinados a ampliar a habilidade funcional, visto que tem como objetivo proporcionar melhora nas estruturas e funções do corpo e consequentemente na qualidade de vida, proporcionando independência e inclusão⁹. Além disso, auxilia nos movimentos ativos, que por sua vez não são realizados de maneira independente por membros paréticos, corroborando com efeitos terapêuticos das funções motoras que foram prejudicadas¹⁰.

Assim, TA de controle mioelétrico é uma forma de estimular a função de membros superiores, em que está relacionado à intenção do sujeito e pode ser utilizado como variável de controle, uma vez que os sinais eletromiográficos de superfície (EMG) refletem as atividades dos músculos. Além disso, o controle mioelétrico também foi relatado para o controle de sistemas de estimulação elétrica neuromuscular (EENM) na reabilitação, uma vez que o exercício físico voluntário é importante para promover a recuperação da função motora^{11,12}.

A TA tem o potencial de desempenhar um papel significativo no apoio a pessoas que enfrentam limitações devido à idade, doença ou incapacidade. Ao ajudar na manutenção ou melhoria do funcionamento e independência, as tecnologias assistivas têm o poder de impactar positivamente vários aspectos da vida dos pacientes, incluindo mobilidade, interação social e qualidade de vida¹³.

Embora haja uma clara necessidade de tecnologias assistivas, as evidências sobre sua eficácia em reduzir o impacto da doença ou deficiência na vida dos usuários ainda são limitadas. A pesquisa nesse campo muitas vezes enfrenta desafios devido à diversidade das condições de saúde, à variabilidade nas necessidades individuais e à rápida evolução das tecnologias assistivas¹⁴.

Portanto, o objetivo deste estudo é compilar e resumir os achados de pesquisa que avaliaram os efeitos da intervenção de tecnologia assistiva com eletroestimulação acionada por eletromiografia na função motora de membro superior de pessoas com paresia decorrente da disfunção neurológica.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática, registrada na base PRÓSPERO (CRD42023481935) em que foram seguidas as recomendações do protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* – PRISMA¹⁵ (Suplemento 1).

A busca foi realizada no mês de agosto de 2023 e utilizando as seguintes bases de dados: Pubmed, *Scientific*

Electronic Library Online (SciELO), Medline, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), *Cochrane Central Register of Controlled Trials*, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) e *Web of Science*. As palavras-chave utilizadas foram consultadas no MeSH (Pubmed) e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) com a combinação dos termos em inglês relacionados a: “hemiparesis”, “Upper limb”, “electromyography” e “motor function” (Suplemento 2).

Não houve limitação de data das publicações ou idioma. Para a estrutura de busca foi utilizado o método PICO (População, Intervenção, Comparação e *Outcome* ou Desfecho), sendo P: pessoas com paresia em membro superior devido a disfunção neurológica; I: tecnologia assistiva com estimulação elétrica acionada por eletromiografia (EMG); C: comparação entre períodos, grupo sem TA ou outra intervenção; O: função motora de MS.

Critérios de inclusão

Para os critérios de inclusão foram ensaios clínicos, podendo ser com os participantes em um grupo experimental ou um grupo de controle ou para grupos experimentais diferentes. Os participantes dos estudos deveriam apresentar idade acima dos 18 anos, independente do sexo, com quadro clínico de paresia em membro superior devido disfunção neurológica. Estudos que descrevessem a intervenção da tecnologia assistiva associada com eletroestimulação acionada por EMG em pessoas com

paresia e verificassem os efeitos na função motora de membro superior. Uma comparação com períodos ou grupos sem TA associada à eletroestimulação acionada por EMG, estudos que compararam a TA com eletroestimulação acionada por EMG com outra técnica de reabilitação.

Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão foram revisões, protocolos de estudo, estudos publicados em livros e como resumos de eventos, estudos de coorte ou caso-controle, estudos indisponíveis na íntegra, estudos com informações duplicadas em outro ensaio clínico randomizado, estudos que incluíram grupos populacionais mistos, ao menos que os resultados fossem relatados separadamente para cada diagnóstico incluído. Tecnologias assistivas por interface cérebro-máquina ou que fossem invasivas.

Seleção dos estudos

Os títulos e resumos foram analisados por dois revisores (NVI, VNM) de forma independente seguindo os critérios de inclusão e exclusão. Posteriormente, foram lidos na íntegra todos os estudos possivelmente elegíveis. Foi usado o software livre Rayyan¹⁶ para reunir os resultados obtidos nas bases de dados e excluir artigos duplicados. Diante das discordâncias entre os revisores, foi consultado um terceiro revisor (AYS).

Extração dos dados

Foram coletadas as informações relacionadas as características do estudo (autor, ano de publicação e país), participantes (tamanho da amostra, sexo, idade, diagnóstico da disfunção neurológica, estágio (agudo, subagudo ou crônico), metodologia do estudo relacionada a intervenção (tipo de TA com eletroestimulação acionada por EMG), local aplicado no MS, parâmetros da eletroestimulação, duração, instrumento de avaliação da função motora de membro superior utilizadas, resultados (pré-, durante, após a intervenção, análise intra- ou intergrupos). Após a extração, os dados foram apresentados em uma tabela.

Avaliação do risco de viés (qualidade)

Para análise do risco de viés e a qualidade metodológica foram avaliados por três indivíduos (AYS, NVI, VNM) de forma independente, por meio da escala PEDro.

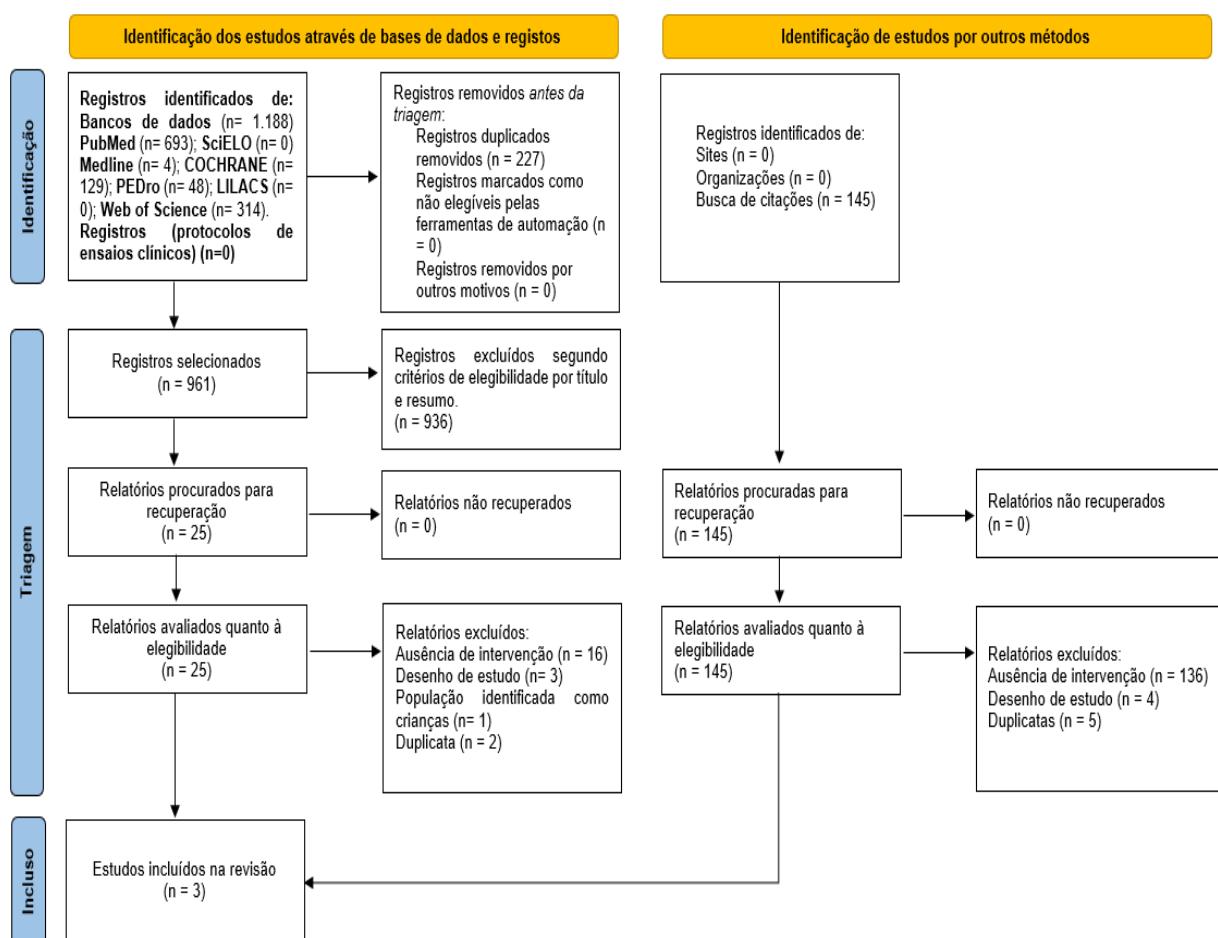
Os itens foram classificados como sim ou não (recebendo as pontuações 1 ou 0, respectivamente) de acordo com a análise da satisfação de cada, com isso, a pontuação total poderá variar de 0 a 10, resultando em um escore PEDro, sendo: <4 considerado “ruim”, 4 a 5 considerado “regular”, de 6 a 8 são considerados “bom” e de 9 a 10 são considerados “excelentes”¹⁷.

RESULTADOS

As buscas resultaram em 1.188 artigos, porém foram excluídos 227 estudos duplicados e 936 após a análise de

título e resumo. Dos 25 estudos selecionados para a leitura na íntegra, 22 foram eliminados por não cumprirem os critérios de elegibilidade, resultando assim em três artigos¹⁸⁻²⁰ incluídos nessa revisão (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da estratégia de busca baseado no PRISMA.



Os motivos de exclusão foram: a) ausência de intervenção com a TA (16 estudos); b) não ser um ECR (três estudos); c) população identificada como crianças (um estudo); d) estudo duplicado (um estudo). Não houve

estudos encontrados após a leitura das referências dos estudos incluídos.

Após examinar o risco de viés (Tabela 1), foi observado que todos os estudos incluídos exibiram um nível significativo de viés em um ou mais critérios, resultando em uma considerável redução da confiança em relação aos seus resultados. A qualidade metodológica variou entre três e seis, sendo que dois estudos apresentaram boa qualidade e um estudo foi considerado de baixa qualidade.

Tabela 1. Análise do risco de viés.

Autores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Pontuação
Hu <i>et al.</i> 2014 ²⁰	não	sim	não	sim	não	não	sim	sim	não	sim	sim	6*
Nam <i>et al.</i> 2017 ¹⁸	sim	não	não	não	não	não	sim	sim	não	não	sim	3
Qian <i>et al.</i> 2017 ¹⁹	sim	sim	não	sim	não	não	sim	sim	não	sim	sim	6*

(1) critérios de elegibilidade- não pontuado; (2) Alocação aleatória; (3) Alocação oculta; (4) Comparabilidade da linha de base; (5) Sujeitos cegos; (6) terapeutas cegos; (7) Avaliadores cegos; (8) Acompanhamento adequado (> 85%); (9) Análise de intenção de tratar; (10) Comparações estatísticas entre grupos; (11) Estimativas pontuais e medidas de variabilidade. *pontuação fornecida pelos avaliadores da escala PEDro.

Os ensaios clínicos incluídos nesta revisão sistemática foram publicados entre os anos de 2014 e 2017, sendo possível observar que possuem em comum o mesmo país, a China, com a aplicação e desenvolvimento desse modelo de intervenção. Um total de 65 indivíduos participaram dos ensaios clínicos, sendo estes apenas com diagnósticos clínicos de AVC (Tabela 2).

As tecnologias assistivas utilizadas nos estudos foram robôs exoesqueleto mecânico vestível, que podiam ser usados de forma livre¹⁸ ou com sistema de suspensão¹⁹, ou um robô fixo que acopla o MS do indivíduo²⁰. O uso da eletroestimulação foi a do tipo estimulação elétrica neuromuscular (EENM), aplicados nos músculos bíceps braquial¹⁹, tríceps braquial¹⁹, flexor radial do carpo^{19,20}, extensor radial do carpo²⁰, extensor ulnar do carpo¹⁹ e extensor dos dedos^{18,19}.

DISCUSSÃO

Caracterização dos estudos

Esta revisão sistemática investigou estudos acerca do uso da tecnologia assistiva acionada por EMG com eletroestimulação na recuperação motora de pessoas com paresia em membro superior causada por alguma doença ou alteração neurológica. Contudo, em virtude do elevado potencial de viés, a interpretação dos resultados sobre a eficácia desse método como meio de reabilitação para aprimorar a função motora de MS deve ser realizada com precaução.

As doenças neurológicas abrangem um grupo diversificado de distúrbios dos sistemas nervoso central e periférico, que coletivamente são a principal causa de doenças em todo o mundo²¹, sendo a maior causa de incapacidade e a segunda causa de morte em todo o mundo²².

Tabela 2. Caracterização dos estudos incluídos.

Autor/an o/país	Grupos	Intervenção	Parâmetros	Instrumento de avaliação	Resultados
Hu et al. 2014 ²⁰ China	GC: (n=15) Sexo: 12F+3M Idade: 49,2±14,7 AVC Crônico; GI: (n=11) Sexo: 5F + 6M Idade: 45,6±11,4 AVC crônico;	GC: robô com EMG GI: Robô com EENM acionada por EMG Tarefa de GC e CI: treinamento de flexão/extensão de punho seguindo um cursor em movimento de uma tela à sua frente Duração: 3 a 5x/semana, 7 semanas consecutivas, 20 sessões	Amplitude constante de 100V Frequência: 40 Hz Largura de pulso: 0 a 200 µs. Local de aplicação EENM: músculos flexores radial do carpo e extensor radial do carpo EMG: músculos flexores radial do carpo e extensor radial do carpo, bíceps e tríceps braquial	Antes, após e 3 meses depois. EFM; EAM; ARAT.	Melhora significante do GI nas funções motora do punho/dedos; Facilitou o esforço neuromuscular adicional e a atenção nos músculos alvo no GI; Melhor desempenho na liberação de cocontração muscular entre os músculos do punho e do cotovelo no GI; Melhora da coordenação muscular distal e melhor recuperação funcional motora em todo o MS no GI;
Nam et al. 2017 ¹⁸ China	Mesmo grupo GC e GI (n=15) Sexo: 3F + 4M. Idade: 57,3±8,87 AVC crônico	GI: treinamento intensivo e repetitivo de MS Tipo de TA: vestível com exoesqueleto mecânico de mão robótica com EENM acionada por EMG. Tarefas: preensão, abertura da mão, alcance lateral e vertical Duração: 30 min, 3 a 5x/semana, 7 semanas consecutivas, 20 sessões	Amplitude constante 70 V; Frequência: 40 Hz; Largura de pulso: 0 a 300µs. Local de aplicação EENM: músculo extensor dos dedos EMG: músculos extensores dos dedos e abdutor curto do polegar	Antes, após e 3 meses depois; EFM; EAM; WMFT	Melhorias significantes nas funções motoras voluntárias, coordenação muscular e diminuição do tônus muscular do MS afetado após a intervenção e depois de 3 meses
Qian et al. 2017 ¹⁹ China	GC: (n=10) Sexo 4F + 6M Idade: 64,6±3,43 AVC subagudo GI: (n=14) Sexo: 5F + 9M Idade: 54,6±11,3 AVC subagudo	GC: tratamento convencional Duração: 1 hora, 5x/semana, 20 sessões GI: treinamento multiarticular (cotovelo, punho e dedos) Tipo de TA: órtese de exoesqueleto sólido com EENM acionado por EMG, e sistema de suspensão do MS. Tarefa: alcançar, agarrar e retornar o movimento nas atividades diárias. Duração: 40 min, 5x/semana, 20 sessões	Amplitude constante 80V. Frequência: 40Hz. Largura de pulso 100 µs. Local de aplicação EENM e EMG: músculos bíceps braquial; tríceps braquial; flexor radial do carpo; extensor ulnar do carpo e extensor dos dedos	Antes, após e 3 meses depois. EFM; EAM; ARAT.	Melhora da função motora, diminuição do tônus muscular e melhoria da coordenação muscular em todo o membro superior do GI após a intervenção e mantida depois dos 3 meses

ARAT: Action research arm test/teste de braço de pesquisa-ação; AVC: Acidente Vascular Cerebral; EAM: Escala de Ashworth Modificado; EENM: estimulação elétrica neuromuscular; EFM: Escala de Fugl-Meyer; EMG: eletromiografia; F: feminino; Hz: Hertz; M: masculino; Min: minuto; MS: membro superior; V: Volt; µm: micrômetro; WMFT: Wolf Motor Function Test.

Apesar da estratégia de busca ampliada, foram incluídos apenas estudos em que os participantes tiveram o diagnóstico de AVC, uma doença cerebrovascular, considerada a mais prevalente e devastadora que afeta a população mundial²³. O AVC é classificado como a principal disfunção neurológica que acomete a função dos membros superiores em 80% dos indivíduos²⁴.

Em relação a caracterização dos pacientes disponibilizados nos estudos, a maioria se encontrava no estágio crônico do AVC^{18,20}, quanto a idade dos pacientes, possuíam idade superior a 40 anos, com média na faixa etária entre 45 e 64 anos. A prevalência dos voluntários foi maior referente ao gênero feminino. Apenas no estudo de Quian *et al.*¹⁹, as informações se discordam, no qual os indivíduos se encontram em estágio inicial do AVC (fase subaguda) e apresentam maior população masculina.

Esse distúrbio permanece como a segunda causa principal de morte e a terceira causa de incapacidade²⁵. Embora os anos de vida perdidos ajustados por incapacidade (DALYs) sejam mais altos em homens globalmente, as estimativas mostram que o número de AVCs incidentes e prevalentes é maior em mulheres.

No que se refere a recuperação motora significativa, comumente ocorre durante as primeiras semanas até seis meses após o AVC, conhecido como período subagudo. A participação na reabilitação física durante essa fase inicial pode potencializar a plasticidade neural espontânea e a

capacidade de resposta motora, levando a resultados motores otimizados²⁶.

Comparado ao tratamento de reabilitação administrado no período crônico, as funções motoras utilizadas no período subagudo têm maior probabilidade de serem generalizadas em atividades funcionais na vida diária. Uma das principais razões é que as pessoas com AVC subagudo não estão acostumadas a adotar o membro não afetado apenas para tarefas diárias, como observado nos casos crônicos²⁷.

Tipos de TA e local de aplicação

As tecnologias assistivas são dispositivos elétricos ou mecânicos que podem auxiliar as pessoas a recuperarem os movimentos de um segmento do corpo²⁸. Diante da análise dos estudos, houve semelhanças quanto ao mecanismo de ativação das tecnologias assistivas utilizadas nos estudos. Porém, os estudos com robôs exoesqueleto mecânico vestível usados de forma livre^{18,19}, permitiram movimentos em mais de uma articulação e melhor restauração da função motora de todo o MS do que com um robô fixo, em que o MS foi fixado a plataforma, isolando o movimento a ser trabalhado²⁰.

A TA baseada em EMG é capaz de detectar sinais residuais do membro afetado em tempo real e integrar a intenção motora voluntária dos participantes representada pelo sinal EMG dos músculos residuais no treinamento²⁹. Assim, a EMG aciona um estimulador neuromuscular que auxilia o movimento para que complete a ação do membro²⁰.

Isso ocorre à medida que as vias motoras alternativas podem ser recrutadas e ativadas para auxiliar as vias eferentes danificadas pelo AVC, desse modo, a entrada sensorial do movimento do membro afetado influencia diretamente a produção motora subsequente³⁰.

Pessoas pós-AVC geralmente realizam as tarefas com movimentos compensatórios de outras ações musculares, como movimentos do tronco e das articulações proximais, ou seja, sinergias motoras anormais, como por exemplo, quando tentam alcançar um objeto ou orientar a mão para agarrar um objeto³¹. Assim, os músculos estimulados foram escolhidos com base na tarefa desejada para a reabilitação e nas principais disfunções que os indivíduos pós-AVC apresentam, fundamentais para as atividades de vida diária³². Diante dos estudos incluídos, verificou-se que aplicação foram nos músculos das articulações de cotovelo, punho e dedos, para realização de movimentos como preensão^{18,19}, abertura da mão^{18,19} e alcançar os objetos^{18,19}.

Assim, a TA pode ser utilizada para complementar a terapia convencional, apresentam grande potencial para melhorar a relação custo-benefício da reabilitação de membro superior e podem auxiliar terapeutas a conduzir treinamento físico intensivo e repetido com diferentes números e tamanhos de motores elétricos¹⁹. Além de fornecer experiências sensório-motoras com cinemática precisa para realizar os movimentos desejados, ativar os músculos alvo e reduzir a compensação de sinergias musculares alternativas.

Parâmetros utilizados, dosagem, tempo de tratamento

Há diferentes tipos de estimulação elétrica utilizada como recurso na reabilitação, como por exemplo estimulação elétrica funcional, estimulação elétrica neuromuscular, são comumente usados para permitir contrações musculares³³. Nos estudos incluídos nesta revisão, foram apenas a estimulação elétrica neuromuscular, em que é capaz de provocar alterações na neuroplasticidade, com foco em estimular o córtex somatossensorial ou motor³⁴.

Os parâmetros utilizados de frequência da estimulação e os valores da aplicação foram de 40Hz, isso ocorre devido a frequência entre 20 e 100Hz facilitar o recrutamento de fibras do tipo I (20-35Hz) e do tipo II (30-70Hz), enquanto frequências acima do limiar de 100Hz demonstram levar ao desenvolvimento de fadiga muscular rápida em pacientes pós AVC³⁵.

Ademais, a força da contração muscular é modulada alterando a amplitude do pulso (normalmente de 0 a 100mA) ou a largura do pulso (normalmente de 0 a 300 μ s)³⁶. Assim, a largura de pulso nos estudos dessa revisão apresentou variação de 0 a 300 μ s, sendo, 100 μ s¹⁹; 200 μ s²⁰ e 300 μ s¹⁸. Entretanto, a faixa de pulso de 350-450 μ s é mais usado para ativar os músculos hemiparéticos, uma vez que uma duração de pulso mais baixa pode ser mais confortável para o paciente, mas sem duração efetiva, e de pulso superior a 450 μ s pode levar a uma ativação mais eficiente de fibras nervosas aferentes de grande diâmetro, o que por sua vez

pode levar a um aumento no recrutamento de neurônios motores centrais³⁵.

A amplitude é mais frequentemente usada como sendo ajustada individualmente para alcançar uma contração muscular visível ou movimento articular³⁷. O que pode observar a diferença na amplitude nos estudos incluídos, sendo entre 70V e 100V, não havendo um valor comum.

O tempo de intervenção durante as sessões, alternaram entre 30min e 40min com intervalo de 10min entre as tarefas realizadas, onde apenas um estudo²⁰ não descreveu o tempo utilizado. A fadiga pós-AVC é uma complicação comum que impacta negativamente os resultados da reabilitação, já que pode afetar a motivação, e consequentemente seu desempenho, sendo necessário os intervalos durante a intervenção³⁸.

A aplicação da TA com eletroestimulação acionada por eletromiografia foi de 20 sessões de treinamento, com intensidade de cinco sessões por semana¹⁸⁻²⁰. Não foram encontradas justificativas da correlação clara entre o número de sessões de treinamento/semana e o resultado motor após o treinamento³⁵.

Principais achados

As disfunções no membro superior são uma combinação de fraqueza muscular, espasticidade e descoordenação entre diferentes grupos musculares¹⁹. Com base na análise, verificou-se que a TA acionada por EMG com eletroestimulação foi capaz de gerar melhora da função

motora de membro superior após a intervenção e persistir depois de três meses.

As terapias manuais tradicionais por si só geralmente não podem ser usadas para exercer esforço voluntário nos músculos alvos^{36,39}, bem como, é mais difícil para um terapeuta apoiar os movimentos do braço e controlar os movimentos das articulações distais, por exemplo, articulações dos dedos, ao mesmo tempo³⁸.

Enquanto, o treinamento com robôs EENM poderia ser usado para aplicar o treinamento físico diretamente na articulação desejada, de forma precisa e coordenada e em múltiplas articulações de forma síncrona²⁰. Quando comparado ao grupo que realizou somente o robô com EMG sem a EENM, verificou-se que o sistema robótico é capaz somente de fornecer torque auxiliar externo ao membro superior e não tem o efeito da EENM, que ativa diretamente a força muscular da própria pessoa para gerar a força assistiva²⁰.

Os instrumentos de avaliação da função motora utilizados foram *Action research arm test/teste de braço de pesquisa-ação* (ARAT)^{19,20}, Escala de Ashworth Modificado (EAM)¹⁸⁻²⁰, Escala de Fugl-Meyer (EFM)¹⁸⁻²⁰ e *Wolf Motor Function Test* (WMFT)¹⁸, no qual não houve diferença significativa intra ou intergrupo observada nos testes iniciais para todos os escores clínicos²⁰, as avaliações foram realizadas em três momentos: antes da primeira sessão de treinamento (avaliação pré-treinamento), imediatamente após a última sessão de treinamento (avaliação pós-

treinamento) e três meses após a última sessão de treinamento¹⁸⁻²⁰.

Houve a diminuição na pontuação da EAM do MS nos grupos com a intervenção de TA acionada por EMG e eletroestimulação, ou seja, redução do tônus, o que refletiu num maior controle da atividade muscular sinérgica, bem como uma diminuição da tendência para enrijecer o MS para compensar o mau controle³⁹.

Enquanto, no estudo de Quian *et al.*¹⁹, o tônus muscular aumentou significativamente em todas as três partes (cotovelo, punho e articulações dos dedos) no tratamento tradicional de reabilitação. Isto pode ser devido ao: (1) o tônus muscular ser gerado gradualmente através do processo de recuperação espontânea, seguindo a sequência patológica após o AVC subagudo tendo em vista que a reabilitação física neste período inicial pode otimizar a plasticidade neural espontânea e a capacidade de resposta motora, e resultar em resultados motores maximizados; (2) a atividade muscular compensatória aumentou devido à fadiga durante as práticas motoras; e (3) a estimulação motora dos flexores aumentou durante o processo de treinamento físico tradicional, com falta de controle sincrônico da espasticidade²⁰.

Foi observado melhoria em todo o membro superior com uso da TA acionada por EMG com a eletroestimulação, especialmente no ombro, justificado devido os seguintes fatores na função motora: (1) Os músculos relacionados aos ombros dos participantes para levantamento de braço foram

praticados durante o processo de treinamento apoiado pelo sistema de suspensão e (2) quando o músculo ao redor de uma articulação fosse treinado, a articulação proximal adjacente seria simultaneamente melhorada, consequentemente, o treinamento do cotovelo levou à melhora do ombro¹⁹.

A reabilitação pós-AVC assistida com EENM pode prevenir eficazmente a atrofia muscular e melhorar a força muscular, e evocar o feedback sensorial para o cérebro durante a contração muscular, o que facilitou a reaprendizagem motora por meio do estímulo do controle voluntário do movimento^{36,39}.

Assim, a assistência da EENM é capaz de gerar experiências motosensoriais repetitivas e permitir que os participantes se concentrassem mais nos músculos alvo nas articulações distais, ajudando assim a evocar o esforço voluntário^{33,37}.

Limitações

Diante dessa revisão, é fundamental adotar precauções em relação às conclusões derivadas, dada a escassez de estudos incluídos, amostras reduzidas e metodologias suscetíveis a viés. Houve pequena quantidade de estudos disponíveis sobre o tema, devido ser um recurso que está emergente na reabilitação, e geralmente são protótipos em desenvolvimento, o que limitou o potencial para comparação e análise de intervenção. Portanto, é necessário conduzir

novos estudos com rigor metodológico elevado para obter resultados mais conclusivos.

CONCLUSÃO

Esse estudo pode identificar que a intervenção por meio da tecnologia assistiva acionada por EMG associado com estimulação elétrica neuromuscular é capaz de promover melhora na função motora de membro superior com paresia nos aspectos relacionados a controle motor, tônus muscular e força muscular.

Entretanto, é necessário a realização de mais estudos de alta qualidade metodológica a fim de identificar os parâmetros ideais, tempo de aplicação desse tipo de TA e seus efeitos a longo prazo na função dos membros superiores.

REFERÊNCIAS

1. Magalhães AL, Barros JL, Cardoso MG, Rocha NP, Faleiro RM, Souza LC, et al. Traumatic brain injury in Brazil: an epidemiological study and systematic review of the literature. *Arq Neuropsiquiatr* 2022;80:410-23. <https://doi.org/10.1590/0004-282x-anp-2021-0035>
2. Grumann AR, Martini AC, Forner S, Schroeller SD, Horongozo BD, Baroni GC. Characteristics of Encephalic Vascular Accident patients treated at a state reference center. *Rev Pesqui* 2017;9:315-20. <https://doi.org/10.9789/2175-5361.2017.v9i2.315-320>
3. Deluzio S, Vora I, Kumble S, Zink EK, Stevens RD, Bahouth MN. Feasibility of Early, Motor-Assisted Cycle Ergometry in Critically Ill Neurological Patients With Upper Limb Weakness and Variable Cognitive Status. *Am J Phys Med Amp Rehabil* 2018;97:e37-41. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000000857>
4. Powell MP, Verma N, Sorensen E, Carranza E, Boos A, Fields DP, et al. Epidural stimulation of the cervical spinal cord for post-stroke upper-limb paresis. *Nat Med* 2023;29:689-99. <https://doi.org/10.1038/s41591-022-02202-6>
5. Gane EM, Plinsinga ML, Brakenridge CL, Smits EJ, Aplin T, Johnston V. The Impact of Musculoskeletal Injuries Sustained in Road Traffic Crashes on Work-Related Outcomes: A Systematic Review. *Int J*

- Environ Res Public Health 2021;18:11504. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111504>
6. Hatem SM, Saussez G, della Faille M, Prist V, Zhang X, Dispa D, et al. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. Front Hum Neurosci 2016;10:442. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442>
7. Song R, Tong KY, Hu X, Zhou W. Myoelectrically controlled wrist robot for stroke rehabilitation. J Neuroeng Rehabil 2013;10:52. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-52>
8. Klamroth-Marganska V. Reabilitação de AVC: Robôs Terapêuticos e Dispositivos Assistivos. Avan Med Exp Biol 2018;1065:579-87. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77932-4_35
9. Bastos PA, Silva MS, Ribeiro NM, Mota RD, Galvão Filho T. Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil. Cad Bras Ter Ocupac 2023;31:1-17. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctao260434011>
10. Rose CG, O'Malley MK. Design of an assistive, glove-based exoskeleton. In: 2017 International Symposium on Wearable Robotics and Rehabilitation (Werob). Houston: IEEE; 2017. <https://doi.org/10.1109/WEROB.2017.8383813>
11. Hussain I, Spagnoletti G, Salvietti G, Prattichizzo D. Toward wearable supernumerary robotic fingers to compensate missing grasping abilities in hemiparetic upper limb. Int J Robot Res 2017;36:1414-36. <https://doi.org/10.1177/0278364917712433>
12. Meeker C, Park S, Bishop L, Stein J, Ciocarlie M. EMG pattern classification to control a hand orthosis for functional grasp assistance after stroke. IEEE Int Conf Rehabil Robot 2017;2017:1203-10. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2017.8009413>
13. Van Ommeren AL, Smulders LC, Prange-Lasonder GB, Buurke JH, Veltink PH, Rietman JS. Assistive Technology for the Upper Extremities After Stroke: Systematic Review of Users' Needs. JMIR Rehabil Assist Technol 2018;5:e10510. <https://doi.org/10.2196/10510>
14. Kaur G. Global need of Assistive Product and Assistive Technology for Individuals with Intellectual Disabilities: A Review. Int J Relig 2024;5:1653-61. <https://doi.org/10.61707/0kecd230>
15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
16. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. Syst Rev 2016;5:210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
17. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. J Physiother 2020;66:59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
18. Nam C, Rong W, Li W, Xie Y, Hu X, Zheng Y. The Effects of Upper-Limb Training Assisted with an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation Robotic Hand on Chronic Stroke. Front Neurol 2017;8:679. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00679>

- 19.Qian Q, Hu X, Lai Q, Ng SC, Zheng Y, Poon W. Early Stroke Rehabilitation of the Upper Limb Assisted with an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation-Robotic Arm. *Front Neurol* 2017;8:447. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00447>
- 20.Hu XL, Tong RK, Ho NS, Xue JJ, Rong W, Li LS. Wrist Rehabilitation Assisted by an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation Robot After Stroke. *Neurorehabilit Neural Repair* 2014;29:767-76. <https://doi.org/10.1177/1545968314565510>
- 21.Alessandrini M, Preynat-Seauve O, De Briun K, Pepper MS. Stem cell therapy for neurological disorders. *South Afr Med J* 2019;109:70. <https://doi.org/10.7196/samj.2019.v109i8b.14009>
- 22.Feigin VL, Nichols E, Alam T, Bannick MS, Beghi E, Blake N, et al. Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol* 2019;18:459-80. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(18\)30499-x](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(18)30499-x)
- 23.Ladecola C, Buckwalter MS, Anrather J. Immune responses to stroke: mechanisms, modulation, and therapeutic potential. *J Clin Investig* 2020;130:2777-88. <https://doi.org/10.1172/jci135530>
- 24.Zhuang JY, Ding L, Shu BB, Chen D, Jia J. Associated Mirror Therapy Enhances Motor Recovery of the Upper Extremity and Daily Function after Stroke: A Randomized Control Study. *Neural Plast* 2021;2021:1-9. <https://doi.org/10.1155/2021/7266263>
- 25.Feigin VL, Brainin M, Norrving B, Martins S, Sacco RL, Hacke W, et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022. *Int J Stroke* 2022;17:18-29. <https://doi.org/10.1177/17474930211065917>
- 26.Högg S, Holzgraefe M, Wingendorf I, Mehrholz J, Herrmann C, Obermann M. Upper limb strength training in subacute stroke patients: study protocol of a randomised controlled trial. *Trials* 2019;20:168. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3261-3>
- 27.Flöel A, Werner C, Grittner U, Hesse S, Jöbges M, Knauss J, et al. Physical fitness training in Subacute Stroke (PHYS-STROKE) - study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 2014;15:93-100. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-15-45>
- 28.Demain S, Burridge J, Ellis-Hill C, Hughes AM, Yardley L, Tedesco-Tricas L, et al. Assistive technologies after stroke: self-management or fending for yourself? A focus group study. *BMC Health Serv Res* 2013;13:334. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-13-334>
- 29.Chen YW, Chiang WC, Chang CL, Lo SM, Wu CY. Comparative effects of EMG-driven robot-assisted therapy versus task-oriented training on motor and daily function in patients with stroke: a randomized cross-over trial. *J Neuroeng Rehabil* 2022;19:6. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00961-w>
- 30.Dipietro L, Ferraro M, Palazzolo JJ, Krebs HI, Volpe BT, Hogan N. Customized interactive robotic treatment for stroke: EMG-triggered therapy. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2005;13:325-34. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2005.850423>

31. Hong YN, Roh J. Alterations in the preferred direction of individual arm muscle activation after stroke. *Front Neurol* 2023;14:1280276. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1280276>
32. Nam C, Zhang B, Chow T, Ye F, Huang Y, Guo Z, et al. Home-based self-help telerehabilitation of the upper limb assisted by an electromyography-driven wrist/hand exoneuromusculoskeleton after stroke. *J Neuroeng Rehabil* 2021;18:1-18. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00930-3>
33. Saavedra-García A, Moral-Munoz JA, Lucena-Anton D. Mirror therapy simultaneously combined with electrical stimulation for upper limb motor function recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil* 2021;35:39-50. <https://doi.org/10.1177/0269215520951935>
34. Springer S, Khamis S. Effects of functional electrical stimulation on gait in people with multiple sclerosis – A systematic review. *Mult Scler Relat Disord* 2017;13:4-12. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2017.01.010>
35. Chasiotis A, Giannopapas V, Papadopoulou M, Chondrogianni M, Stasinopoulos D, Giannopoulos S, et al. The Effect of Neuromuscular Electrical Nerve Stimulation in the Management of Post-stroke Spasticity: A Scoping Review. *Cureus* 2022;14:e32001. <https://doi.org/10.7759/cureus.32001>
36. Knutson JS, Fu MJ, Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular Electrical Stimulation for Motor Restoration in Hemiplegia. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 2015;26:729-45. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.002>
37. Kristensen MGH, Busk H, Wienecke T. Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Activities of Daily Living Post Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Rehabil Res Clin Transl* 2021;4:100167. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100167>
38. Maaijwee NA, Arntz RM, Rutten-Jacobs LC, Schaapsmeerders P, Schoonderwaldt HC, van Dijk EJ, et al. Post-stroke fatigue and its association with poor functional outcome after stroke in young adults. *J Neurol Neurosurg Amp Psychiatry* 2014;86:1120-6. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2014-308784>
39. Doucet BM, Lam A, Griffin L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *Yale J Biol Med* 2012;85:201-15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22737049/>

Suplemento 1

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	NA
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	Page 1-2
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	Page 5
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	Page 5
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	Page 6-7
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	Page 6
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	Page 6
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Page 8
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Page 8
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	Page 8
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	NA
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Page 8
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	NA
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	Page 8
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	Page 8
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	Page 8
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	Page 7-8
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	NA
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	NA
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	Page 8
Certainty assessmet	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	Page 8
Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	Page 9
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	Page 9-10

Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	Page 13
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	Page 10
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	NA
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	Page 10
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	Page 10
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	Page 10
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	NA
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	Page 10
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	Page 10
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	Page 14-21
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	Page 21-22
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	Page 21-22
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	Page 22
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	Page 5-6
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	Page 5-6
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	Page 5-6
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	NA
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	Page 2
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	Page 29

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372: n71. doi: 10.1136/bmj.n71¹⁵. For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

Suplemento 2

Formulação das buscas em base de dados - Pubmed = 468 resultados

#1 assistive therapy OR assistive technology
#2 motor function OR motor recovery OR voluntary motricity
#3 Upper limb OR Upper Extremity OR elbow OR arm OR forearm OR hand OR wrist OR finger
#4 hemiparesis OR hemiplegia OR plegia OR paresis

#1 AND #2 AND #3 AND #4

Formulação das buscas em base de dados - Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) = 224 resultados

#1 assistive therapy OR assistive technology
#2 motor function OR motor recovery OR voluntary motricity
#3 Upper limb OR Upper Extremity OR elbow OR arm OR forearm OR hand OR wrist OR finger
#4 hemiparesis OR hemiplegia OR plegia OR paresis

Formulação das buscas em base de dados - PEDro= 4 resultados

Abstract & Title: Assistive technology AND Motor function
Therapy: no selection
Problem: no selection
Body part: no selection
Subdiscipline: neurology
Method: no selection
When searching: match all search terms (AND)

Formulação das buscas em base de dados - Lilacs = 2 resultados

#1 assistive therapy OR assistive technology
#2 Upper limb OR Upper Extremity OR elbow OR arm OR forearm OR hand OR wrist OR finger
#3 hemiparesis OR hemiplegia OR plegia OR paresis

Formulação das buscas em base de dados - MEDLINE = 52 resultados

#1 assistive therapy OR assistive technology
#2 Upper limb OR Upper Extremity OR elbow OR arm OR forearm OR hand OR wrist OR finger
#3 hemiparesis OR hemiplegia OR plegia OR paresis

Formulação das buscas em base de dados - SciElo = 0 resultados

#1 "assistive therapy" OR "assistive technology"
#2 "motor function" OR "motor recovery" OR "voluntary motricity"
#3 "Upper limb" OR "Upper Extremity" OR "elbow OR arm OR "forearm" OR "hand" OR "wrist" OR "finger"
#4 "hemiparesis" OR "hemiplegia" OR "plegia" OR "paresis"

Formulação das buscas em base de dados - Web of Science = 314 resultados

#1 "assistive therapy" OR "assistive technology"
#2 "motor function" OR "motor recovery" OR "voluntary motricity"
#3 "Upper limb" OR "Upper Extremity" OR "elbow OR arm OR "forearm" OR "hand" OR "wrist" OR "finger"
#4 "hemiparesis" OR "hemiplegia" OR "plegia" OR "paresis"