

**Estimulação elétrica funcional na reabilitação do membro superior de pacientes pós -  
Acidente Vascular Encefálico: revisão sistemática**

**Functional electrical stimulation for upper limb rehabilitation after stroke: systematic  
review**

**Estimulación eléctrica funcional en la rehabilitación del miembro superior después de  
un accidente cerebrovascular: revisión sistemática**

Recebido: 22/04/2020 | Revisado: 25/04/2020 | Aceito: 30/04/2020 | Publicado: 05/05/2020

**Leandro Vieira de Lara**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1465-8415>

Centro Universitário da Região da Campanha, Brasil.

E-mail: [leandro\\_vieira7@hotmail.com](mailto:leandro_vieira7@hotmail.com)

**Andréia Caroline Fernandes Salgueiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4770-2379>

Universidade Federal do Pampa, Brasil.

E-mail: [acfsalgueiro@gmail.com](mailto:acfsalgueiro@gmail.com)

**Maurício Tatsch Ximenes Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6679-2854>

Centro Universitário da Região da Campanha, Brasil.

E-mail: [mauriciocarvalho@urcamp.edu.br](mailto:mauriciocarvalho@urcamp.edu.br)

**Resumo**

Uma série de recursos fisioterapêuticos são utilizados na reabilitação do membro superior de pacientes posteriormente ao Acidente Vascular Encefálico, entre eles, destaca-se a implementação da Estimulação Elétrica Funcional. O propósito do presente estudo foi avaliar os efeitos da estimulação elétrica funcional na reabilitação fisioterapêutica do membro superior de pacientes posteriormente ao Acidente Vascular Encefálico. Foi realizada uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados nas bases de dados Science Direct, MEDLINE e PEDro. A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada através da escala *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. Os resultados encontrados demonstraram que a estimulação elétrica funcional é eficaz na melhora da função motora e diminuição de tônus,

principalmente das articulações de punho e mão. Além disso, pode ser utilizada na prevenção da dor e subluxação do ombro e também quando associada ao movimento ou intenção voluntária do paciente, aumenta a participação nas atividades de vida diária e melhora a qualidade de vida. A relevância da divulgação desses achados, está no fato de relatar a importância da utilização da estimulação elétrica funcional na reabilitação do paciente pós-acidente vascular encefálico conduzida pelo fisioterapeuta.

**Palavras-chave:** Terapia por Estimulação Elétrica; Acidente Vascular Cerebral; Reabilitação; Extremidade Superior.

### **Abstract**

A series of physiotherapeutic resources have been used in the rehabilitation of the upper limb after stroke, among them, the implementation of Functional Electrical Stimulation stands out. The purpose of the present study was to evaluate the effects of functional electrical stimulation on physiotherapeutic rehabilitation of the upper limb of post-stroke patients. It was made an systematic review of randomized clinical trials in the Science Direct, MEDLINE and PEDro databases. The methodological quality of the studies was assessed using the Physrootherapy Evidence Database (PEDro) scale. The results found showed that functional electrical stimulation is effective in improving motor function and decreasing tone, especially in wrist and hand joints. In addition, it can be used to prevent pain and subluxations in the shoulder and, when associated with the patient's voluntary movement or intention, increases participation in activities of daily living and improves quality of life. The relevance of disclosing these findings lies in the fact that it reports the importance of using functional electrical stimulation in the rehabilitation of post-stroke patients conducted by the physiotherapist.

**Keywords:** Electrical Stimulation Therapy; Stroke; Rehabilitation; Upper extremity.

### **Resumen**

Una serie de recursos fisioterapéuticos se utilizan en la rehabilitación de la extremidad superior de los pacientes después del accidente cerebrovascular, entre ellos, se destaca la implementación de la estimulación eléctrica funcional. El propósito del presente estudio fue evaluar los efectos de la estimulación eléctrica funcional en la rehabilitación fisioterapéutica de la extremidad superior de los pacientes con accidente cerebrovascular. Se realizó una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorios en las bases de datos Science Direct, MEDLINE y PEDro. La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante la escala de

la Base de datos de evidencia de fisioterapia (PEDro). Los resultados encontrados mostraron que la estimulación eléctrica funcional es efectiva para mejorar la función motora y disminuir el tono, especialmente en las articulaciones de la muñeca y la mano. Además, se puede usar para prevenir el dolor y la subluxación del hombro y también cuando se asocia con el movimiento voluntario o la intención del paciente, aumenta la participación en actividades de la vida diaria y mejora la calidad de vida. La relevancia de revelar estos hallazgos radica en el hecho de que informa la importancia del uso de la estimulación eléctrica funcional en la rehabilitación de pacientes post accidente cerebrovascular realizada por el fisioterapeuta.

**Palabras clave:** Terapia por Estimulación Eléctrica; Accidente Cerebrovascular; Rehabilitación; Extremidad Superior

## 1. Introdução

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é caracterizado pela morte de células cerebrais devido à interrupção do fluxo sanguíneo cerebral em uma região específica, AVE isquêmico, ou o rompimento de um vaso cerebral, AVE hemorrágico, de acordo com a National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS, 2019). O AVE é a segunda principal causa de morte e a principal causa de incapacidade em todo o mundo (Pandian et al., 2018). Cerca de 20% dos pacientes com AVE morrem, enquanto 80% dos sobreviventes de AVE sofrem de comprometimentos motores contralaterais ao hemisfério lesionado (Hatem et al., 2016).

Os danos cerebrais causados pelo AVE podem acometer os movimentos e a sensibilidade dos membros superiores. Nesse sentido, a redução do controle motor impacta na movimentação voluntária, compromete a destreza e a coordenação dos dedos, mãos e braços. Além disso, as alterações sensoriais e proprioceptivas atenuam a percepção de posição e movimento dos membros, portanto é comum que os pacientes apresentem contratura e fraqueza muscular, alteração de tônus muscular, dor, subluxação e luxação do ombro (Pollock et al., 2014).

Em relação à recuperação funcional pós-AVE, a fisioterapia tem seu foco direcionado à melhora da postura, equilíbrio e marcha (Mchug et al., 2014). Em contrapartida, menos da metade dos pacientes recupera as funções básicas dos membros superiores em 12 meses, aspecto que restringe a independência nas atividades de vida diária e reduz a qualidade de vida (Chen et al., 2015). Nesse contexto, a prática clínica atual no tratamento dos pacientes com esse tipo de acometimento varia entre os centros de reabilitação e entre países, sendo geralmente caracterizada por doses baixas ou muito baixas de prática específica da atividade

(Hayward & Brauer, 2015; McHugh et al., 2013) e uso limitado de tecnologia adequada (Hughes et al., 2014). As intervenções de base tecnológica, além de fornecerem altas doses de prática de atividade funcional não necessitam a demanda de um terapeuta (Thrasher et al., 2008).

Entre os recursos tecnológicos utilizados na recuperação funcional dos membros superiores pós-AVE, destaca-se a Estimulação Elétrica Funcional (EEF). Essa estimulação é caracterizada pela aplicação de breves estímulos programados de corrente elétrica, nesse caso na região neuromuscular afetada pelo AVE, tanto diretamente nos músculos hemiparéticos quanto associado ao nervo periférico. Diferentemente das abordagens tradicionais de terapia, a EEF ativa diretamente os neurônios motores inferiores e os sistemas sensoriais associados, os quais, por sua vez, pesquisas evidenciaram seus efeitos na atividade cortical (Quandt & Hummel, 2014). Além disso, estudos indicaram resultados eficazes para a EEF na reabilitação da função de alcance e preensão (Thrasher et al., 2008), extensão do cotovelo (Knutson et al., 2009), movimento do ombro (Hughes et al., 2010) e estabilização das articulações do punho (Hara et al., 2006; Malešević et al., 2012). A EEF também vem sendo utilizada em indivíduos com hemiparesia espástica (Lima et al., 2008) gerando o aumento da força muscular (Hsu et al., 2010), diminuição da espasticidade (Ambrosini et al., 2011) e aprendizado sensório-motor (Lin & Yan, 2011).

Entretanto, devido às limitações metodológicas (Howlett et al., 2015; Vafadar, Côté, Archambault, 2015) ou a natureza desatualizada das revisões bibliográficas sobre a EEF implementada no membro superior de pacientes pós-AVE (Meilink et al., 2008; Bolton et al., 2004), justifica-se a realização da presente revisão sistemática. Dessa forma, o propósito do estudo foi avaliar os efeitos da EEF na reabilitação fisioterapêutica do membro superior de pacientes pós- AVE.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Tipo de pesquisa**

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática realizada entre o período de Agosto a Novembro de 2019, sendo particularmente útil para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada terapêutica/intervenção, que podem apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes, bem como identificar temas que

necessitam de evidência, auxiliando na orientação para investigações futuras (Linde & Willich, 2003).

## **2.2 Critérios de elegibilidade**

Os critérios de inclusão foram artigos publicados nos últimos cinco anos e classificados como ensaios clínicos controlados e randomizados, cujos pacientes apresentavam diagnóstico de hemiplegia ou hemiparesia pós-AVE e artigos com texto completo, cujo objetivo representasse o interesse do presente estudo. Os critérios de exclusão foram o uso da EEF em outras disfunções, assim como artigos redundantes ou não pertinentes, bem como estudos com modelos experimentais.

## **2.3 Estratégia de busca**

A estratégia de busca, realizada entre agosto e setembro de 2019, foi conduzida nas bases de dados Science Direct, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) e MEDLINE, utilizando os uni-termos Medical Subject Headings (MeSH): “Electric Stimulation Therapy”, “Stroke”, “Upper Extremity”, “Motor Activity”, “Muscle Spasticity”, “Pain and Shoulder Subluxation”, “Activities of Daily Living”, “Quality of Life”, e os operadores booleanos AND e OR.

## **2.4 Análise dos estudos selecionados**

A análise e síntese dos dados seguiram-se as etapas sugeridas por Gil (2008 pág. 32), dentre elas: leitura exploratória e reconhecimento dos artigos que interessavam à pesquisa, leitura seletiva, escolha do material que atendeu aos propósitos da pesquisa, leitura analítica e análise dos textos selecionados, leitura interpretativa, que conferiu significado mais amplo aos resultados obtidos com a leitura analítica.

A análise textual foi realizada descritivamente, onde buscou-se inicialmente classificar os estudos em consonância com os efeitos da EEF nos seguintes desfechos: função motora e tônus, dor e subluxação do ombro, atividades de vida diária e qualidade de vida.

## 2.5 Avaliação da qualidade metodológica

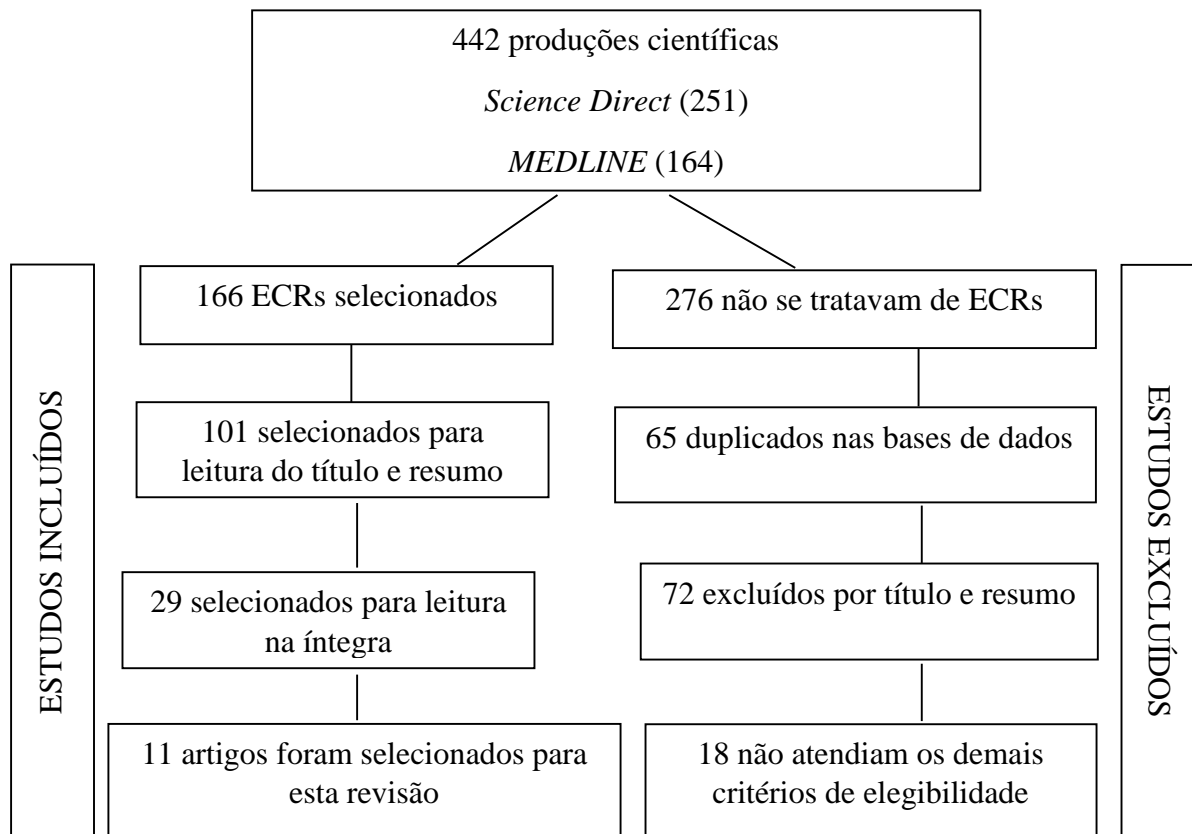
Os estudos selecionados foram avaliados pela escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (Shiwa et al., 2011). O referido instrumento avalia a qualidade metodológica de ensaios clínicos randomizados por meio de 11 itens pré-estabelecidos. O primeiro item é um critério adicional e representa a validade externa ou potencial de generalização ou aplicabilidade do estudo clínico, não sendo incluído no escore total da escala. Os demais itens analisam dois aspectos da qualidade metodológica: a validação interna itens 2 a 9 e se o artigo contém informações estatísticas suficientes para que os resultados possam ser interpretados itens 10 e 11. Esses itens são qualificados em aplicável ou não aplicável, gerando um escore total que varia entre 0 e 10 pontos (Maher et al., 2003).

De forma a buscar um rigor na qualidade metodológica dos artigos selecionados, os mesmos foram analisados e classificados como de alta qualidade quando alcançaram escore  $\geq 4$  pontos na escala PEDro, ou como de baixa qualidade quando obtiveram escore  $< 4$  na referida escala (Van Peppen et al., 2004). Cabe salientar que a pontuação da PEDro não foi utilizada como critério de inclusão ou de exclusão dos artigos, mas sim como um indicador de evidência científica dos estudos.

## 3. Resultados e Discussão

Inicialmente foram encontradas 442 produções científicas nas seguintes bases de dados: *Science Direct* (n=251), *MEDLINE* (n=164) e *PEDro* (n= 27). Entre os 166 ensaios clínicos randomizados pré-selecionados, 101 foram analisados em relação ao título e resumo. Na sequência, 29 artigos foram selecionados para leitura na íntegra, dos quais 11 foram selecionados para inclusão nesta revisão demonstrados na (Figura 1).

**Figura 1.** Fluxograma da estratégia de busca da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na avaliação da qualidade metodológica, todos os estudos apresentaram uma pontuação na escala PEDro  $\geq 4$  pontos. Assim, foram classificados como de alta qualidade de acordo com os critérios de Van Peppen et al. (2004). A Tabela 1 apresenta informações a respeito do escore de cada artigo avaliado nesta revisão.

**Tabela 1 - Avaliação da qualidade metodológica através da escala PEDro.**

Estudos	Critérios de elegibilidade	Alocação aleatória	Alocação o culta	Semelhança na linha de base	Sujeito cego	Terapeuta cego	Avaliador cego	Medidas dos principais resultados	Intenção de tratar	Comparação entre grupos	Medidas pontuais e variabilidade
Cui et. al. 2015	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Yuzer et. al. 2017	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Demir et. al. 2018	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Marquez-Chin et. al. 2017	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Hu et. al. 2015	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Lee et. al. 2015	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Jeon et. al. 2017	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Karaahmet et. al. 2018	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Jang et. al. 2016	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Kim et. al. 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Zheng et. al. 2019	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).



As características resumidas dos estudos incluídos na revisão foram descritas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Caracterização geral das publicações.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Conclusão</b>
Cui et. al. (2015).	Diagnóstico clínico: AVE subagudo (4 meses).  N= 45.	Analisar os efeitos de um programa de EEF de 12 horas durante a noite.	Um programa composto por 12 horas de EEF melhorou a função motora, especialmente na função punho-mão. Essa abordagem terapêutica alternativa é facilmente aplicável e pode ser usada em pacientes com AVE durante o repouso ou o sono.
Yuzer et al. (2017).	Diagnóstico clínico: AVE subagudo (4 meses).  N=30.	Investigar a efetividade da EEF aplicada aos extensores de punho e dedos para espasticidade flexora de punho.	A aplicação da EEF é um método eficaz para reduzir a espasticidade e melhorar a amplitude de movimento e os resultados motores e funcionais do punho hemiplégico.

Demir et. al. (2018)	Diagnóstico clínico: AVE subagudo a crônico (3 meses a 3 anos).  N=17.	Observar os efeitos da EEF na amplitude de movimento, tônus, função motora, força de preensão, atividades de vida diária e qualidade de vida.	A EEF pode ser preferida como método adicional na reabilitação para melhorar a espasticidade, a função motora, a força de preensão manual e o nível de independência na realização de atividades da vida diária em pacientes com AVE.
Marquez-Chin et. al. (2017)	Diagnóstico clínico: AVE subagudo (15 a 57 dias).  N=21.	Avaliar a eficácia da EEF na melhora dos movimentos de alcance e preensão voluntários após hemiplegia grave.	A terapia com EEF é uma intervenção eficaz para a restauração do alcance e preensão em pacientes com hemiplegia grave.
Hu et. al. (2015)	Diagnóstico clínico: AVE crônico (8 meses a 12 anos).  N=26.	Verificar a eficácia da EEF acionada por eletromiografia combinada ao treinamento de punho por robótica comparado ao treino com robótica puro.	A aplicação adicional de EEF no tratamento pode trazer melhoras na função motora distal e um rápido progresso na reabilitação.

<p>Lee et. al. (2015)</p>	<p>Diagnóstico clínico: AVE crônico (21 meses). N=39.</p>	<p>Identificar os efeitos da terapia robótica bimanual com EEF no comprometimento motor, na função motora e na qualidade de vida.</p>	<p>A combinação de EEF com terapia robótica bimanual é um método de intervenção promissor para reduzir a espasticidade do músculo flexor do punho e melhorar a qualidade do movimento da mão.</p>
<p>Jeon et. al. (2017)</p>	<p>Diagnóstico clínico: AVE subagudo (3 a 4 meses). N=20.</p>	<p>Examinar os efeitos da EEF acionada por eletromiografia orientada a tarefas direcionadas a subluxação do ombro, ativação muscular, dor e função da extremidade superior.</p>	<p>A EEF acionada por eletromiografia orientada a tarefas é eficaz e benéfica para indivíduos com AVE subagudo, e novos estudos devem ser conduzidos em regiões anatômicas multivariadas.</p>
<p>Karahmet et. al. (2018)</p>	<p>Diagnóstico clínico: AVE agudo e subagudo (1 a 3 meses). N= 21.</p>	<p>Avaliar os efeitos da EEF associada ao treinamento de cicloergometria para reduzir a dor no ombro e evitar subluxação, e secundariamente avaliar a melhora da função motora.</p>	<p>A combinação de cicloergometria e EEF com um programa de reabilitação padrão promove alívio da dor no ombro e pode prevenir o desenvolvimento de subluxação do ombro ao longo do tempo.</p>

Jang et al. (2016)	Diagnóstico clínico: AVE subagudo (4 meses). N=20.	Investigar os efeitos da EEF controlada por interface cérebro-máquina na subluxação do ombro.	A EEF acionada por interface cérebro-máquina associada a terapia convencional pode ser eficaz para melhorar a subluxação do ombro, facilitando a recuperação motora.
Kim et al. (2016)	Diagnóstico clínico: AVE crônico (8 meses). N=30.	Investigar se as tarefas de observação de ação somadas a EEF, baseada na interface cérebro-máquina, tem uma influência positiva na recuperação motora.	A EEF somada a técnica de observação de ação, baseada na interface cérebro-máquina, tem uma influência positiva na recuperação motora.
Zheng et. al. (2019)	Diagnóstico clínico: AVE agudo (<15 dias). N=41.	Investigar a eficácia de EEF controlada contralateralmente na recuperação da extensão ativa do punho e função do membro superior.	A EEF controlada contralateralmente reduziu significativamente o tempo para recuperar a extensão do punho e melhorou a função da extremidade superior e saúde geral.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

### 3.1 Função motora e tônus

O estudo realizado por Cui et. al. (2015) avaliou a eficácia de um programa de EEF aplicado por 12h, durante a noite, em pacientes com diagnóstico de AVE subagudo em comparação a EEF combinada ao tratamento convencional e somente a reabilitação convencional que incluiu, fisioterapia, terapia ocupacional, atividades de treinamento da vida

diária, treinamento de mobilidade e terapia da fala. Os achados sinalizaram que a EEF implementada durante 12 horas melhora a função motora, principalmente de punho e mão. Além disso, as evidências mostraram que o recurso utilizado pode ser uma alternativa viável e de fácil aplicação durante o repouso ou o sono.

O ensaio realizado por Yuzer et al. (2017) avaliou os efeitos da EEF na espasticidade flexora do punho e dedos em comparação a terapia convencional. Após o protocolo do estudo, houve diminuição de tônus a favor daqueles indivíduos, cujo grau de espasticidade era mais avançado principalmente no grupo que recebeu a EEF. Além disso, esses resultados também foram atribuídos a melhora da função do braço, da mão e da amplitude de movimento. Em contrapartida, no estudo conduzido por Demir et. al. (2018), apesar da melhora na espasticidade dos músculos flexores do cotovelo, na função motora, na força de preensão e no nível de independência nas atividades de vida diária no grupo que recebeu a EEF, não foi observada diferença nos desfechos avaliados em relação ao grupo controle.

Hu et. al. (2015) utilizaram em sua pesquisa a EEF através de eletromiografia associada à Terapia Robótica<sup>1</sup> e compararam com um grupo que recebeu somente a terapia robótica pura<sup>2</sup>. Os autores relataram a melhora da função motora distal e proximal do membro superior após a intervenção com EEF através de eletromiografia associada à terapia robótica, quando comparada ao treinamento assistido somente por robótica. Nesse último caso, a melhora motora ocorreu apenas nos segmentos do ombro e cotovelo. Os resultados desse estudo também indicaram que o treinamento de punho assistido por robótica com EEF foi eficaz na melhora da função motora voluntária de todo o membro superior, principalmente nas articulações distais, assim como no desempenho da liberação da co-contracção muscular.

A EEF assistida por robótica também foi utilizada no estudo de Lee et. al. (2015). Os pacientes que receberam a EEF mostraram efeitos benéficos na espasticidade muscular dos flexores do punho e na função motora no aspecto da qualidade do movimento, comparado ao grupo que recebeu EEF simulada. A aplicação de EEF associada a terapia robótica foi capaz de reduzir significativamente a espasticidade muscular dos flexores do punho, sugerindo que

---

<sup>1</sup> **Terapia Robótica associada à EEF:** o desenvolvimento recente do sistema híbrido de EEF com robótica implica que os controladores específicos de articulações e músculos operam simultaneamente durante a geração de movimento e a recuperação motora.

<sup>2</sup> **Terapia Robótica:** Dotados de sofisticados programas de computação e sensores, eles detectam quando o paciente está se movimentando de forma incorreta e reorientam o gesto. Ele traciona o braço do indivíduo se este não completa o movimento. Há também jogos eletrônicos e um escore de pontos para estimular a prática. Isso multiplica a intensidade e a frequência das atividades, o que é importante para a recuperação neurológica, pois os movimentos são comandados por conexões nervosas do cérebro.

a atenuação da espasticidade observada pode ser atribuída aos efeitos adjuvantes do tratamento da EEF.

Esses achados não foram observados por Hu et. al. (2015), onde a terapia robótica + EEF não induziram benefícios específicos nesses componentes em comparação com a terapia robótica isolada. A discrepância pode estar relacionada a diferenças no tipo de treinamento do robô, características dos participantes, número de repetições de movimento e modos de estimulação da EEF.

### **3.2 Dor e subluxação do ombro**

Jang et al. (2016), utilizaram a EEF acionada por ICM para a subluxação do ombro, onde observaram redução da subluxação vertical e melhora da flexão e abdução do ombro em comparação ao grupo isolado de EEF. Os autores sugerem que alguns estudos sobre EEF para a subluxação do ombro, como o de Kahaamet et al. (2018), apresentam como fator limitante os indivíduos permanecerem passivos, e não realizaram nenhuma atividade ou receberam qualquer outra forma de tratamento enquanto a EEF foi administrada. Portanto, o estudo de Jang et al. (2016) demonstrou que a eficácia da EEF controlada pela ICM pode compensar essa limitação.

Reforçando resultados encontrados anteriormente, Jeon et. al. (2016) observaram melhora da dor, subluxação do ombro, ativação muscular e função da extremidade superior ao aplicar a EEF por ativação eletromiográfica associada ao treino orientado a tarefas. Esse resultado baseia-se na recuperação da potência muscular do supraespinhoso e deltóide posterior. Além disso, após o treinamento, o grau de dor na abdução e rotação externa do ombro diminuiu no grupo experimental, comparado ao grupo controle. Os autores, ao discutirem seus achados, relatam que a diminuição da dor no ombro desencadeada pela EEF apresenta correlação maior com o grau de aumento da ativação muscular do que com o grau de redução da subluxação do ombro.

Karaahmet et. al. (2018), ao aplicarem a EEF combinada com movimentos passivos deflagrados por um cicloergômetro motorizado em pacientes pós-AVE agudo e subagudo, observaram redução da dor no ombro em comparação ao programa de tratamento convencional. Adicionalmente, os autores avaliaram a subluxação do ombro e observaram que embora a distância articular não tenha refletido nenhuma melhora na comparação entre os grupos, um número menor de pacientes no grupo que recebeu a EEF associada ao ciclismo desenvolveu subluxação do ombro.

### 3.3 Atividades de vida diária e qualidade de vida

Marquez-Chin et. al. (2017), em seu estudo utilizaram EEF em pacientes com hemiplegia grave por meio de uma neuroprótese acionada por Interface Cérebro-Máquina (ICM)<sup>3</sup>, criada para auxiliar nos movimentos de alcance e preensão. Ao analisar os seus efeitos na função motora e atividades diárias, os resultados apoiam fortemente que a terapia de EEF se mostrou eficaz como tratamento para a reabilitação do AVE. No estudo, foi oferecida a terapia com EEF para pacientes com comprometimento grave. Nesse contexto, os autores desse estudo relataram que embora esses pacientes normalmente não recebam terapia direcionada aos membros superiores, devido a níveis funcionais muito baixos, os mesmos apresentaram melhora na funcionalidade durante o tratamento, refletindo esses ganhos nas atividades diárias e qualidade de vida.

Kim et al. (2017) em sua pesquisa utilizaram um sistema onde o sinal encefalográfico da ICM ativa o dispositivo de EEF durante as Técnicas de Observação de Ação (TOA)<sup>4</sup>. Os resultados mostraram que o desempenho da extremidade superior do grupo intervenção nos desfechos que avaliaram a funcionalidade, participação nas atividades diárias e qualidade de vida foram superiores ao do grupo controle, sugerindo que a EEF é um complemento potencial, quando implementadas com as TOA, para conectar a ICM com a EEF, formando um ciclo, afim de promover efeitos de reabilitação. Os autores concluem que embora poucos estudos tenham demonstrado os efeitos de um sistema ICM - EEF combinado com TOA na reabilitação do AVE, essa combinação pode aumentar os ganhos de reabilitação nas atividades de vida diária em pacientes com AVE, ativando as redes corticomotoras e fornecendo uma resposta sensitiva ao membro afetado.

No estudo de Zeng et. al. (2019) foram analisados os efeitos da EEF controlada contralateralmente comparada a EEF aplicada pelo terapeuta. Após duas semanas de intervenção, os pacientes apresentaram melhora funcional, relacionada a amplitude de movimento ativa na força do extensor do carpo, na função do braço e mão, refletindo melhora na realização de atividades diárias e na qualidade de vida. A EEF controlada

---

<sup>3</sup> **Interface Cérebro-Máquina:** é um caminho comunicativo direto entre o cérebro e um dispositivo externo. Esses sistemas são utilizados para auxiliar, aumentar ou reparar a cognição humana ou funções motoras e sensoriais com o objetivo de integrar o cérebro humano com máquinas.

<sup>4</sup> **Técnica de Observação de Ação:** consiste em um método onde o paciente assiste a vídeos onde são visualizadas as ações as quais eles estão impossibilitados de realizar corretamente, executando-as logo após.

contralateralmente foi superior em reduzir o tempo de recuperação da extensão do punho e da função da extremidade superior em pacientes com AVE em fase inicial.

#### **4. Considerações Finais**

De acordo com os resultados desta revisão, a EEF é eficaz na recuperação do membro superior de pacientes pós-AVE nos seguintes desfechos funcionais: função motora e tônus, dor e subluxação do ombro, atividades de vida diária e qualidade de vida. Dessa forma, a EEF trata-se de uma importante alternativa terapêutica na reabilitação funcional dos membros superiores de pacientes pós-AVE.

Nos artigos selecionados foi observado uma variedade de recursos terapêuticos tecnológicos associados à estimulação elétrica. Esse aspecto impossibilitou a descrição da eficácia da EEF implementada isoladamente no tratamento fisioterapêutico. Além disso, as terapias associadas apresentaram diversidade nos protocolos, portanto, um fator que limita a aplicabilidade clínica. No entanto, cabe salientar que o recurso eletroterapêutico em estudo apresentou, na maior parte dos ensaios clínicos, efeitos promissores em um programa de reabilitação fisioterapêutica.

Dessa forma, com o propósito de ampliar a aplicabilidade clínica da EEF é necessária a realização de estudos que utilizem protocolos com parâmetros semelhantes e que variem estes parâmetros de maneira controlada, determinando assim, a intervenção mais adequada. Como fomento para futuras pesquisas, sugere-se a elaboração de novos ensaios clínicos aleatórios duplo-cegos, com maior rigor estatístico e que comparem as diferenças entre os protocolos e parâmetros para a identificação daqueles que melhor contribuam para a reabilitação do indivíduo com AVE.

#### **Referências**

Ambrosini, E., Ferrante, S., Pedrocchi, A., Ferrigno, G., & Molteni, F. (2011). Cycling induced by electrical stimulation improves motor recovery in postacute hemiparetic patients: a randomized controlled trial. *Stroke*, 42(4), 1068-1073.

Benjamin, E. J., Blaha, M. J., Chiuve, S. E., Cushman, M., Das, S. R., Deo, R., ... & Jiménez, M. C. (2017). Heart disease and stroke statistics-2017 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 135(10), e146-e603.



Chen, C. M., Tsai, C. C., Chung, C. Y., Chen, C. L., Wu, K. P., & Chen, H. C. (2015). Potential predictors for health-related quality of life in stroke patients undergoing inpatient rehabilitation. *Health and quality of life outcomes*, 13, 118.

Cui, B. J., Wang, D. Q., Qiu, J. Q., Huang, L. G., Zeng, F. S., Zhang, Q., ... & Sun, Q. S. (2015). Effects of a 12-hour neuromuscular electrical stimulation treatment program on the recovery of upper extremity function in sub-acute stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *Journal of physical therapy science*, 27(7), 2327-2331.

Bolton, D. A., Cauraugh, J. H., & Hausenblas, H. A. (2004). Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions: a meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*, 223(2), 121-127.

Demir, Y., Alaca, R., Yazicioğlu, K., Yaşar, E., & Tan, A. K. (2018). The Effect of Functional Electrical Stimulation on Stroke Recovery: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences/Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*, 21(2).

Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA.

Hara, Y., Ogawa, S., & Muraoka, Y. (2006). Hybrid power-assisted functional electrical stimulation to improve hemiparetic upper-extremity function. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 85(12), 977-985.

Hatem, S. M., Saussez, G., della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of motor function after stroke: a multiple systematic review focused on techniques to stimulate upper extremity recovery. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 442.

Hayward, K. S., & Brauer, S. G. (2015). Dose of arm activity training during acute and subacute rehabilitation post stroke: a systematic review of the literature. *Clinical rehabilitation*, 29(12), 1234-1243.

Howlett, O. A., Lannin, N. A., Ada, L., & McKinstry, C. (2015). Functional electrical stimulation improves activity after stroke: a systematic review with meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(5), 934-943.

Hu, X. L., Tong, R. K. Y., Ho, N. S., Xue, J. J., Rong, W., & Li, L. S. (2015). Wrist rehabilitation assisted by an electromyography-driven neuromuscular electrical stimulation robot after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(8), 767-776.

Hughes, A. M., Freeman, C. T., Burridge, J. H., Chappell, P. H., Lewin, P. L., & Rogers, E. (2010). Shoulder and elbow muscle activity during fully supported trajectory tracking in people who have had a stroke. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 465-476.

Hughes, A. M., Burridge, J. H., Demain, S. H., Ellis-Hill, C., Meagher, C., Tedesco-Triccas, L., ... & Swain, I. (2014). Translation of evidence-based assistive technologies into stroke rehabilitation: users' perceptions of the barriers and opportunities. *BMC health services research*, 14(1), 124.

Hsu, S. S., Hu, M. H., Wang, Y. H., Yip, P. K., Chiu, J. W., & Hsieh, C. L. (2010). Dose-response relation between neuromuscular electrical stimulation and upper-extremity function in patients with stroke. *Stroke*, 41(4), 821-824.

Jang, Y. Y., Kim, T. H., & Lee, B. H. (2016). Effects of brain-computer interface-controlled functional electrical stimulation training on shoulder subluxation for patients with stroke: a randomized controlled trial. *Occupational therapy international*, 23(2), 175-185.

Jeon, S., Kim, Y., Jung, K., & Chung, Y. (2017). The effects of electromyography-triggered electrical stimulation on shoulder subluxation, muscle activation, pain, and function in persons with stroke: A pilot study. *NeuroRehabilitation*, 40(1), 69-75.

Kim, T., Kim, S., & Lee, B. (2016). Effects of action observational training plus brain-computer interface-based functional electrical stimulation on paretic arm motor recovery in patient with stroke: a randomized controlled trial. *Occupational therapy international*, 23(1), 39-47.

- Knutson, J. S., Hisel, T. Z., Harley, M. Y., & Chae, J. (2009). A novel functional electrical stimulation treatment for recovery of hand function in hemiplegia: 12-week pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 23(1), 17-25.
- Lee, Y. Y., Lin, K. C., Cheng, H. J., Wu, C. Y., Hsieh, Y. W., & Chen, C. K. (2015). Effects of combining robot-assisted therapy with neuromuscular electrical stimulation on motor impairment, motor and daily function, and quality of life in patients with chronic stroke: a double-blinded randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12(1), 96.
- Lin, Z., & Yan, T. (2011). Long-term effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for promoting motor recovery of the upper extremity after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, 43(6), 506-510.
- Linde, K., & Willich, S. N. (2003). How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. *Journal of the royal society of medicine*, 96(1), 17-22.
- Lima, M. O., Lima, F. P. S., Freitas, S. T. T., Ribeiro, S. R., Tortoza, C., Lucareli, J. G., ... & Martins, R. L. (2008). Efecto de la estimulación eléctrica neuromuscular y de los ejercicios isotónicos en los músculos flexores y extensores de la rodilla en pacientes hemipléjicos. *Revista de Neurología*, 46(3), 135-8.
- Malešević, N. M., Maneski, L. Z. P., Ilić, V., Jorgovanović, N., Bijelić, G., Keller, T., & Popović, D. B. (2012). A multi-pad electrode based functional electrical stimulation system for restoration of grasp. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 9(1), 66.
- McHugh, G., Swain, I. D., & Jenkinson, D. (2014). Treatment components for upper limb rehabilitation after stroke: a survey of UK national practice. *Disability and rehabilitation*, 36(11), 925-931.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.

Marquez-Chin, C., Bagher, S., Zivanovic, V., & Popovic, M. R. (2017). Functional electrical stimulation therapy for severe hemiplegia: Randomized control trial revisited: La simulation électrique fonctionnelle pour le traitement d'une hémiplégie sévère: un essai clinique aléatoire revisité. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 84(2), 87-97.

Meilink, A., Hemmen, B., Seelen, H. A. M., & Kwakkel, G. (2008). Impact of EMG-triggered neuromuscular stimulation of the wrist and finger extensors of the paretic hand after stroke: a systematic review of the literature. *Clinical rehabilitation*, 22(4), 291-305.

Murray, C. J., Vos, T., Lozano, R., Naghavi, M., Flaxman, A. D., Michaud, C., ... & Aboyans, V. (2012). Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*, 380(9859), 2197-2223.

National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS), (2019). Acesso em 24 de setembro, em: <http://www.ninds.nih.gov/disorders/stroke/stroke.htm>.

Pandian, J. D., Gall, S. L., Kate, M. P., Silva, G. S., Akinyemi, R. O., Ovbiagele, B. I., ... & Thrift, A. G. (2018). Prevention of stroke: a global perspective. *The Lancet*, 392(10154), 1269-1278.

Pollock, A., Farmer, S. E., Brady, M. C., Langhorne, P., Mead, G. E., Mehrholz, J., & van Wijck, F. (2014). Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, CD010820.

Quandt, F., & Hummel, F. C. (2014). The influence of functional electrical stimulation on hand motor recovery in stroke patients: a review. *Experimental & translational stroke medicine*, 6(1), 9.

Shiwa, S. R., Costa, L. O. P., Moser, A. D. D. L., Aguiar, I. D. C., & Oliveira, L. V. F. D. (2011). PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioterapia em Movimento*, 24(3), 523-533.

Thrasher, T. A., Zivanovic, V., McIlroy, W., & Popovic, M. R. (2008). Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy. *Neurorehabilitation and neural repair*, 22(6), 706-714.

Vafadar, A. K., Côté, J. N., & Archambault, P. S. (2015). Effectiveness of functional electrical stimulation in improving clinical outcomes in the upper arm following stroke: a systematic review and meta-analysis. *BioMed research international*, 2015.

Van Peppen, R. P., Kwakkel, G., Wood-Dauphinee, S., Hendriks, H. J., Van der Wees, P. J., & Dekker, J. (2004). The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?. *Clinical rehabilitation*, 18(8), 833-862.

Yuzer, G. F. N., Dönmez, B. K., & Özgirgin, N. (2017). A randomized controlled study: effectiveness of functional electrical stimulation on wrist and finger flexor spasticity in hemiplegia. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 26(7), 1467-1471.

Karahmet, O.Z., Eksioglu, E., Gurcay, E., Bora Karsli, P., Tamkan, U., Bal, A., & Cakci, A. (2014). Hemiplegic shoulder pain: associated factors and rehabilitation outcomes of hemiplegic patients with and without shoulder pain. *Topics in stroke rehabilitation*, 21(3), 237-245.

Zheng, Y., Mao, M., Cao, Y., & Lu, X. (2019). Contralaterally controlled functional electrical stimulation improves wrist dorsiflexion and upper limb function in patients with early-phase stroke: A randomized controlled trial. *Journal of rehabilitation medicine*, 51(2), 103-108.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Leandro Vieira de Lara – 60%

Andréia Caroline Fernandes Salgueiro – 10%

Maurício Tatsch Ximenes Carvalho – 30%