

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Ana Gabriela da Silva

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE
CONTÍNUA (ETCC) NA RESTAURAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA APÓS
LESÃO MEDULAR: revisão sistemática**

Taubaté - SP

2022

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Ana Gabriela da Silva

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE
CONTÍNUA (ETCC) NA RESTAURAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA APÓS
LESÃO MEDULAR: revisão sistemática**

Trabalho de Monografia apresentado
para obtenção de certificado de
graduação pelo curso de Fisioterapia do
Departamento de Fisioterapia da
Universidade de Taubaté

Orientadora: Prof.^a M^a. Karla Rodrigues
Cavalcante

Taubaté - SP

2022

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi/UNITAU
Biblioteca Setorial de Biociências

S586e Silva, Ana Gabriela da
Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) na restauração da função motora após lesão medular : revisão sistemática / Ana Gabriela da Silva. -- 2022.
36 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté,
Departamento de Fisioterapia, 2022.

Orientador: Profa. Ma. Karla Rodrigues Cavalcante,
Departamento de Fisioterapia.

1. Lesão medular. 2. Estimulação transcraniana por corrente contínua. 3. Função motora. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Fisioterapia. Curso de Fisioterapia. II. Título.

CDD- 615.82

Ana Gabriela da Silva

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
(ETCC) NA RESTAURAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA APÓS LESÃO MEDULAR:
revisão sistemática**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Fisioterapia da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do título de Fisioterapeuta.

Orientador: Profa. Ma. Karla Rodrigues Cavalcante

Data: 15/12/2022

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Karla Rodrigues Cavalcante

Universidade de Taubaté

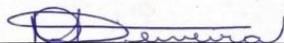
Assinatura



Profa. Ma. Juliana Cátia de Oliveira

Universidade de Taubaté

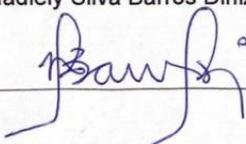
Assinatura



Profa. Ma. Nadiely Silva Barros Diniz

Universidade de Taubaté

Assinatura



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de realizar o sonho de se tornar fisioterapeuta e por me dar forças pra chegar até aqui. À minha mãe Ana Célia, meu pai João Bosco e minha irmã Vitória por sempre acreditarem em mim, por me incentivarem, me apoiarem e serem a minha base e maior referência de dedicação e esforço.

Gratidão também ao meu grupo de amigas Ana Carolina, Franciele, Solange e Thalissa que me acompanharam durante todo trajeto da minha formação, estiveram desde o primeiro dia de aula ao meu lado tornando os dias mais leves, dando apoio e força nos dias mais difíceis.

E por fim, agradeço á minha orientadora Karla por ser minha inspiração e referência de profissional, obrigada por todo apoio, disponibilidade, paciência, e auxílio para a conclusão desse trabalho.

*“Deus nunca disse que a jornada seria fácil, mas Ele disse
que a chegada valeria a pena.”*

Max Lucado

RESUMO

A lesão medular (LM) é um evento grave que causa um número significativo de mortes no mundo e tem uma alta incidência. A causa pode ser de origem traumática ou não traumática. As repercussões da LM são inúmeras, tais como a perda da função motora, sensorial e autonômica. Os sobreviventes, em sua maioria, tornam-se tetraplégicos, desse modo, terão como consequência grandes deficiências, dependência para a realização das atividades de vida diária e impacto negativo na saúde mental. O tratamento gera custos altos e o prognóstico é reservado. Atualmente o tratamento é baseado na reaprendizagem motora, para que o indivíduo possa recuperar os movimentos perdidos através da prática repetida, com o intuito de que essa ação seja capaz de facilitar a neuroplasticidade e assim melhorar a função motora. A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é um dos recursos que podem ser utilizados com a finalidade de melhorar a função motora de indivíduos com lesão medular. A ETCC tem capacidade de estimular as vias motoras descendentes e tem o potencial de induzir a neuroplasticidade e aumentar a excitabilidade do córtex motor e vias corticoespinhais. Este trabalho teve como objetivo investigar o efeito da ETCC versus placebo na função motora de pacientes com lesão medular crônica, através de uma revisão sistemática. Foi utilizada a estratégia PICOT para definir os critérios e procedimentos de seleção dos estudos. As buscas foram realizadas em junho de 2022 na base de dados "PubMed", com as palavras-chave: "spinal cord injury" "tDCS" and "motor function" em inglês. Não foram estabelecidos limites de data de publicação para os artigos. Foram incluídos nesse trabalho cinco artigos que apresentavam todos os critérios de inclusão. Os trabalhos selecionados faziam referência à função de membros superiores e de membros inferiores. Os resultados dessa revisão indicam que a ETCC não altera o desfecho da melhora da função motora. Em alguns casos houve diferença quando comparado o antes e o depois dentro do grupo, mas a diferença entre os grupos não foi significativa. Os estudos incluídos nesse trabalho possuem amostras pequenas e grande heterogeneidade de dose e forma de aplicação. Portanto conclui-se que não há evidências de que a ETCC seja superior ao placebo na recuperação da função motora de pacientes com lesão medular crônica.

Palavras-chave: Lesão Medular. Estimulação Transcraniana por Corrente contínua. Função motora.

ABSTRACT

Spinal cord injury (SCI) is a serious event that causes a significant number of deaths worldwide and has a high incidence. The cause may be of traumatic or non-traumatic origin. The repercussions of SCI are numerous, such as loss of motor, sensory and autonomic function. Survivors, for the most part, become quadriplegic, that way, they will have as a consequence great disabilities, dependence to carry out activities of daily living, and negative impact on mental health. The treatment generates high costs and the prognosis is poor. Currently, treatment is based on motor relearning, so that the individual can recover the lost movements through repeated practice, with the intention that this action can facilitate neuroplasticity and thus improve motor function. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) is one of the resources that can be used to improve the motor function of individuals with spinal cord injuries. tDCS has the ability to stimulate descending motor pathways and has the potential to induce neuroplasticity and increase excitability in the motor cortex and corticospinal pathways. This study aimed to investigate the effect of tDCS versus placebo on the motor function of patients with chronic spinal cord injury, through a systematic review. The PICOT strategy was used to define the study selection criteria and procedures. The searches were carried out in June 2022 in the "PubMed" database, with the keywords: "spinal cord injury" "tDCS" and "motor function" in English. No publication date limits were established for the articles. Five articles that met all the inclusion criteria were included in this work. The selected studies referred to the function of the upper and lower limbs. The results of this review indicate that tDCS does not change or improved motor function. In some cases, there was a difference when comparing the before and after within the group, but the difference between the groups was not significant. The studies included in this research have small samples and great heterogeneity in dose and form of application. Therefore, it is concluded that there is no evidence that tDCS is superior to placebo in the recovery of motor function in patients with chronic spinal cord injury.

Keywords: Spinal Cord Injury. Transcranial Direct Current Stimulation. Motor function

LISTA DE ABREVIações

- ASIA- Associação Americana de Lesões Espinhais
- ECR- Ensaio Clínico Randomizado
- EETCC- Estimulação Espinhal Transcutânea por Corrente Contínua
- EMT- Estimulação Magnética Transcraniana
- ETCC- Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
- GC – Grupo Controle
- GE – Grupo Experimental
- LM- Lesão Medular
- TC10M- Teste de Caminhada de Dez Metros
- TC6M- Teste de Caminhada de Seis minutos
- TUGT- Timed Up and Go Test

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Descrição das estratégias PICOT	19
TABELA 2 – Critérios de avaliação PEDro	21
TABELA 3 – Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos	23
TABELA 4 – Síntese dos estudos incluídos	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4	METODOLOGIA	20
4.1	Critérios de seleção	21
4.2	Extração de dados	21
4.3	Avaliação da qualidade metodológica	21
5	RESULTADOS	23
6	DISCUSSÃO	32
7	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A lesão medular (LM) ou lesão da medula espinhal pode ser definida como um evento traumático ou não traumático no qual o indivíduo pode apresentar consequências diversas, tais como perda da função motora, sensorial e autonômica, além de impactar negativamente a saúde mental e trazer prejuízos socioeconômicos, o que pode reduzir sua qualidade de vida.^{1,2}

É uma ocorrência grave que resulta em um número significativo de mortalidade mundial e apresenta uma frequência de casos cada vez maior.³ Atualmente, cerca de 130.000 pessoas são vítimas de LM no mundo a cada ano e existem aproximadamente 2,5 milhões de pessoas com LM crônica. Apesar da incidência ser inferior a outras patologias neurológicas, não deixa de ter um impacto mundial na saúde, pois o tratamento para a cura é escasso e é um episódio que ocorre frequentemente entre jovens, que repercutirá em sequelas graves que irão persistir até o fim da vida.¹

Aproximadamente 58% dos casos de lesão medular apresentam acometimento cervical, desta forma, a maior parte dos indivíduos acometidos tornam-se tetraplégicos, o que impossibilita a realização de tarefas simples com o membro superior como alcance e preensão ou conduzir a cadeira de rodas em razão à instabilidade postural. O conjunto de todos esses déficits ocasionados pela lesão causam uma importante limitação funcional, na qual o indivíduo torna-se dependente para a realização de grande parte das atividades de vida diária.¹

Para evitar complicações secundárias, a reabilitação deve ter início na fase aguda, porém, técnicas terapêuticas que tenham potencial de favorecer a regeneração das fibras da medula espinhal que foram danificadas ainda são muito limitadas, o que dificulta o processo de tratamento das sequelas neurológicas.³

O tratamento atual é baseado na reaprendizagem motora, para que o indivíduo tenha capacidade de readquirir os movimentos perdidos através da prática repetida, com o objetivo principal de que essa execução seja capaz de promover a neuroplasticidade e assim melhorar a função motora a curto e longo prazo.¹

Pesquisas progressas apontaram a importância da neuroplasticidade das fibras do trato corticoespinhal que permaneceram preservadas após a lesão e o seu

potencial na restauração da função. Porém, a recuperação da função motora de forma espontânea é insuficiente, portanto, é imprescindível que o tratamento seja focado em estímulos que promovam a neuroplasticidade para que proporcione melhorias funcionais na reabilitação motora. Para esse propósito, é primordial que as técnicas de tratamento sejam escolhidas cuidadosamente com o critério de que sejam capazes de induzir a neuroplasticidade. ⁴

As técnicas de neuromodulação não invasiva podem ser utilizadas como forma de tratamento para reabilitação da restauração motora e funcional em indivíduos que sofreram LM. O procedimento se baseia na distribuição de corrente magnética ou elétrica através de aparelhos externos com o objetivo de ampliar a excitabilidade dos circuitos neuronais ou até mesmo promover modificações neuroplásticas que favorecem a melhora da capacidade funcional. ¹

Visto que a LM é incompleta na maior parte dos casos, reforçar a função das ligações das vias corticoespinhais descendentes preservadas é uma estratégia que tem o potencial de favorecer a recuperação motora. A neuromodulação não invasiva tem apresentado a capacidade de aumentar a atividade das vias corticoespinhais, e pode ter como consequência o surgimento de novas conexões sinápticas de axônios preservados para regiões lesionadas da medula. ²

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) e a estimulação magnética transcraniana (EMT) são duas técnicas de neuromodulação que tem suas vantagens de ser um método não invasivo. Porém a ETCC tem um efeito modulatório mais prolongado, além de ser uma técnica de fácil aplicabilidade e acessível para a prática clínica. ⁵

A técnica de ETCC compreende uma corrente elétrica de baixa intensidade ⁵ (1-2 mA) oferecida por meio de um ânodo e um cátodo, que são os eletrodos colocados no couro cabeludo ². A esponja dos eletrodos deve ser molhada com água, solução salina ou gel antes de ser fixada no couro cabeludo para melhorar a condução do impulso nervoso e diminuir a resistência. Os eletrodos geralmente são grandes, colocados em contato com a área do cérebro que deve ser estimulada para receber a corrente. É importante que os eletrodos sejam posicionados corretamente para favorecer o fluxo da corrente que é sempre do ânodo para o cátodo. ⁶ A ETCC modula a taxa de disparo de neurônios ⁵, se a estimulação for aplicada a partir do ânodo

aumenta a excitabilidade do córtex, ocorre o oposto se a estimulação for aplicada a partir do cátodo, que diminui a excitabilidade do córtex.^{5,6}

Os principais cuidados quanto à forma de aplicação da ETCC incluem o tamanho, posição e polaridade positiva ou negativa dos eletrodos. A duração e a intensidade da corrente podem influenciar em sua eficácia. O fato dessa técnica envolver efeitos colaterais mínimos, os quais variam de irritação, formigamento, coceira no local do eletrodo e náuseas garante maior segurança para utilização da ETCC.⁶

Embora as pesquisas na área da reabilitação neurológica tenham avançado, o tratamento das sequelas neurológicas decorrentes da LM continuam sendo um desafio. A vista disso, mais estudos de ensaios clínicos são fundamentais para estabelecer conclusões específicas de tratamento para indivíduos com LM. ³

2 OBJETIVO

Investigar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua versus placebo na função motora de pacientes com lesão medular crônica, através de uma revisão sistemática.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A LM, ou seja, lesão que acomete a medula espinhal é uma condição clínica grave, decorrente principalmente de causas traumáticas.⁷ Homens jovens são os mais acometidos, quase metade dos indivíduos recém-lesados têm entre 16 e 30 anos de idade, e a maioria dos casos resulta em tetraplegia. Estima-se que menos de 1% dos indivíduos recuperam totalmente a função neurológica no momento da alta hospitalar após a fase de choque medular.⁸ A perda dos movimentos dos membros superiores é considerada um dos danos mais extenuantes após a lesão para os indivíduos que vivem com tetraplegia, pois causa uma limitação severa nas atividades de vida diária,⁹ além de aumentar a chance de apresentar disfunções secundárias, tais como doenças cardiovasculares em consequência da incapacidade de se movimentar.¹⁰

Dependendo do nível e da proporção da LM, pode ser classificada em completa ou incompleta. Cerca de 14,3% dos casos são anatomicamente completas, quando o indivíduo não irá apresentar nenhum movimento ou sensibilidade abaixo do segmento acometido.⁷ A maioria dos casos de LM é classificada como incompleta, portanto, algumas conexões da medula espinhal com o tronco encefálico e cérebro ainda são poupadas.^{3,7}

As vias espinhais ascendentes e descendentes enviam informações para o cérebro e vice-versa.¹¹ Após a LM os tratos espinhais perdem a condução do sinal aferente e o sinal eferente a partir do nível da lesão, repercutindo na paralisação da via corticoespinhal, que é a principal via que controla os movimentos. O processamento de sinais, o desenvolvimento de axônios e o processo de mielinização são paralisados, o que torna a restauração da função da medula espinhal muito complexa, pois seu funcionamento é totalmente dependente dos circuitos neuronais.

7

Os circuitos neuronais podem funcionar como uma conexão para ativar a funcionalidade de neurônios de áreas específicas do córtex e neurônios motores e sensitivos da medula espinhal. A restauração do circuito neural tem o propósito de reestruturar as vias de condução das fibras nervosas que foram lesionadas e assim melhorar a conectividade da medula, bem como a recuperação dos movimentos, da sensibilidade e função autonômica. Porém, a reconstrução desse circuito após lesão

da medula espinhal ainda é vista como um desafio, pois é um processo que ocorre em um longo período de tempo e é muito difícil de tratar.⁷

Após a LM, ocorrem alguns mecanismos de ação para tentativas de restauração da raiz nervosa, tais como o aumento da produtividade sináptica, reconexão de axônios, modificações na substância cinzenta no nível da lesão da medula ou em áreas adjacentes e crescimento ativo.^{7,10} Em razão desses mecanismos de ação, percebe-se que a medula espinhal possui a propriedade de neuroplasticidade, que é fundamental para a restauração do circuito neuronal⁷, pois apesar da recuperação da função motora precisar de uma parte significativa de conexões da medula espinhal preservadas, a restauração da função também depende da neuroplasticidade.¹⁰

A plasticidade que sucede após a lesão é chamada de plasticidade espontânea, que também pode ser obtida através da prática repetida, que pode ser denominada de plasticidade vinculada à tarefa de treinamento, que é adquirida por meio da reativação do gerador de padrão central e reestruturação dos circuitos da medula espinhal.⁷

As técnicas de tratamento atuais baseiam-se justamente na reaprendizagem motora através da prática repetida com a perspectiva de que essa prática constante seja capaz de induzir a neuroplasticidade com o propósito de recuperar as habilidades motoras que foram perdidas em razão da lesão na medula espinhal.¹ Dessa forma, é fundamental que sejam realizados mais estudos para entender como a reabilitação estimula a neuroplasticidade, sendo capaz de melhorar as conexões entre o córtex e a medula, bem como a restauração da função motora.^{7,10}

A neuromodulação tem sido uma técnica de tratamento muito estudada na área da saúde e começou a ser utilizada há três décadas. Pode ser um método de tratamento para diversos distúrbios neurológicos, tendo o potencial de gerar efeitos terapêuticos que induzem a transmissão de sinais, excitação, inibição e modulação dos circuitos neuronais através de aparelhos invasivos ou não invasivos que podem funcionar por meio de eletricidade ou métodos químicos.⁷

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) é uma técnica não invasiva de estimulação cerebral que foi desenvolvida com o objetivo de modificar a atividade do cérebro e da medula espinhal, com o potencial de aprimorar a neuroplasticidade^{1,9}. Tal método tem sido empregado como técnica de tratamento

para diversas patologias neurológicas e psiquiátricas, tais como a reabilitação motora, depressão, distúrbios cognitivos e dor crônica.¹²

Esta técnica consiste na aplicação de uma corrente contínua de baixa intensidade (1-2 mA) no couro cabeludo por meio de dois eletrodos, um cátodo e um ânodo.¹ A eficácia do efeito modulatório na estimulação do córtex depende da polaridade do eletrodo. Quando a estimulação é aplicada a partir do ânodo sobre o córtex motor primário ocorre a despolarização do potencial de membrana, dessa forma, aumenta a excitabilidade do córtex, enquanto a estimulação pelo cátodo leva a uma hiperpolarização, diminuindo a excitabilidade do córtex ¹³. À vista disso, a atividade elétrica dos neurônios é alterada, conseqüentemente, a eficiência sináptica dos neurônios se modifica. Porém, essa modificação não é capaz de produzir potenciais de ação, mas induz uma variação no limiar de resposta dos neurônios estimulados. ¹⁴

A direção do campo elétrico é estabelecida pelo tamanho, posicionamento e polaridade da corrente. Eletrodos menores aumentam o foco e a intensidade da estimulação elétrica produzida em comparação com eletrodos maiores de 35cm².¹⁰ Para que a aplicação seja eficaz é primordial que os eletrodos sejam posicionados corretamente para favorecer o fluxo da corrente do ânodo para o cátodo.⁶ Para manter a corrente constante, a impedância deve ser analisada frequentemente por um medidor de impedância, caso seja necessário ajustar a voltagem do estimulador. ¹⁴

A ETCC é considerada um método de tratamento seguro quando é utilizada de maneira adequada ¹³, pois a maioria dos efeitos colaterais são leves, transitórios e não causa nenhuma lesão tecidual. ⁶

Tal técnica tem sido empregue como um aparelho que facilita a excitabilidade do cérebro para alcançar um estado ideal de excitabilidade, aumentando os efeitos do aprendizado motor e da reabilitação. ¹⁵ O tratamento de reabilitação provou ser um padrão-ouro na restauração da função motora, e quando a terapia é combinada com ETCC pode favorecer ainda mais a melhora da função motora, o que facilita a neuromodulação, pois a associação de intervenções que favoreçam a transmissão de aferências para o córtex sensorio-motor aumenta a atividade do córtex motor primário e tratos corticoespinhais. ¹⁶

Nos últimos anos vários estudos tem sido publicados para analisar o efeito da ETCC em pessoas com comprometimento da função motora. Em indivíduos com LM, ocorre uma diminuição da excitabilidade das vias corticoespinhais e o mapa do córtex

cerebral torna-se desorganizado. Foi notado que a estimulação das vias motoras descendentes é capaz de melhorar os mecanismos neuroplásticos, dessa maneira, pode favorecer a transmissão de sinais por neurônios residuais. Portanto, a ETCC apresenta ser uma técnica promissora, que além de ser capaz de favorecer a neuroplasticidade, tem o potencial de aumentar a excitabilidade do córtex motor e vias corticoespinhais.¹²

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática. Foi utilizada a estratégia PICOT (P= paciente, I= intervenção, C= comparativo, O= desfecho de interesse, T= tempo) para definição da pergunta do estudo, a fim de apurar os critérios e procedimentos de seleção das pesquisas. A pergunta formulada foi: Em pacientes com LM crônicos a ETCC é melhor que placebo na melhora da função motora?

Tabela 1: Descritores utilizados no PICOT

P Indivíduos com LM, independente de idade e sexo

I Estimulação transcraniana por corrente contínua

C Placebo

O Melhora da função motora

T Pacientes crônicos

Fonte: Aatoria Própria.

Para realização da pesquisa foram incluídos ensaios clínicos randomizados comparando os efeitos do uso da ETCC ao placebo. As buscas foram realizadas em junho de 2022 na base de dados “PubMed”.

As palavras-chave utilizadas foram: em inglês (spinal cord injury, tDCS, and motor function).

4.1 Critérios de seleção

Foram incluídos ECR, com participantes com mais de seis meses após a LM. Foram excluídos os artigos que não tinham como variável de desfecho a função motora, que não eram pacientes crônicos pós LM, aqueles que não comparavam o tratamento da ETCC ao placebo na melhora da função motora e os que avaliavam a excitabilidade corticoespinhal. Não foram estabelecidos limites de data de publicação para os artigos.

O trabalho foi realizado por três autores. Após a busca na base de dados, todos os artigos cujo título fazia alusão aos critérios de inclusão foram selecionados. Em seguida, dois autores leram os resumos dos trabalhos e selecionaram os que de fato preenchiam os critérios de inclusão, a partir do descrito no texto. Quando houve discordância, procedeu-se à leitura do trabalho na íntegra. Se ainda houvesse dúvida sobre a inclusão ou não da pesquisa, a decisão foi tomada pelo terceiro autor.

Também foi realizada busca manual nas referências bibliográficas selecionadas e, sobretudo, nos trabalhos de revisão sistemática, que apareceram nas buscas.

4.2 Extração de dados

Foi utilizado um formulário de extração de dados dos artigos. O formulário continha itens pré-definidos pelos autores desse trabalho, a saber: nome do(s) autor(es), ano de publicação, tempo após LM, classificação da ASIA, número de sujeitos grupo controle (GC) e grupo experimental (GE), tipo de ETCC, local onde a estimulação foi aplicada, número de sessões, intervenção GC e GE, desfecho principal, desfecho secundário, resultado no desfecho intragrupo e intergrupo e conclusão.

4.3 Avaliação da qualidade metodológica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada por meio da Escala PEDro, cujo objetivo é qualificar estudos a partir de uma nota de 0 a 10, auxiliando os pesquisadores a identificar os estudos com maior qualidade, ou seja, cuja nota seja maior. Os critérios para essa avaliação estão na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Critérios de avaliação PEDro.

Item
Os critérios de elegibilidade foram especificados?
Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo cruzado, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido)?
A alocação dos sujeitos foi secreta?
Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes?
Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo?
Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega?
Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega?
Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos?
Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensurações de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por "intenção de tratamento"?
Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave?
O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave?

Fonte: Autoria Própria.

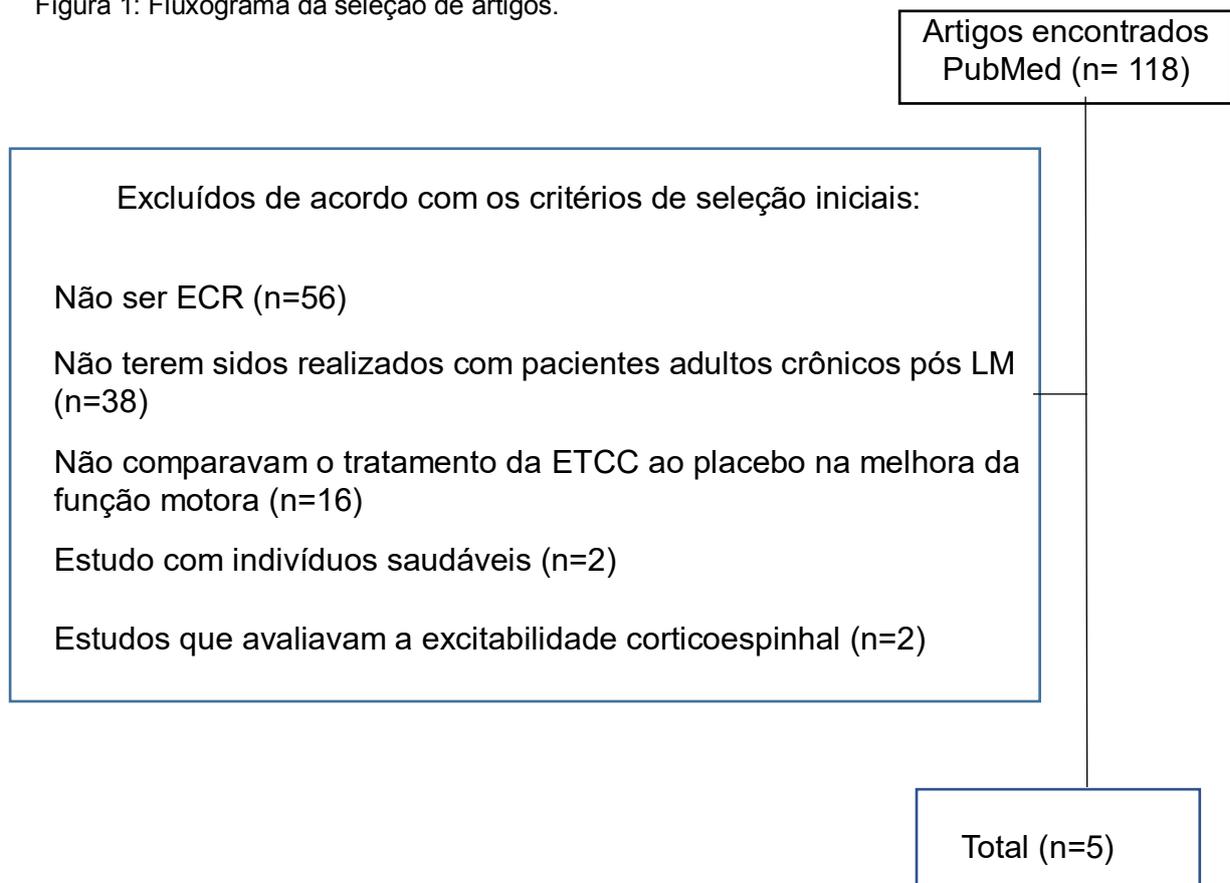
5 RESULTADOS

Ao realizar as buscas de maneira descrita, foram encontrados 118 artigos da base de dados PubMed.

Inicialmente a seleção foi realizada pelo título, após a leitura dos resumos foram selecionados ao final cinco artigos com desfecho da ETCC na melhora da função motora em indivíduos com lesão medular. Foram excluídos 38 artigos por não terem sido realizados com pacientes adultos crônicos pós LM, 16 que não comparavam o tratamento da ETCC ao placebo na melhora da função motora, um por ser em indivíduos saudáveis e dois por avaliarem a excitabilidade corticoespinal.

Desta maneira foram incluídos nesse trabalho cinco artigos que apresentavam todos os critérios de inclusão. Não foram encontrados novos artigos nas revisões sistemáticas. O processo de seleção está demonstrado a seguir na figura 1.

Figura 1: Fluxograma da seleção de artigos.



A avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos nessa revisão encontra-se a seguir na Tabela 3.

Tabela 3: Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos.

	Cortes et al. ⁹ - 2017	Evans et al. ¹⁷ - 2022	Kumru et al. ¹⁵ - 2016	Simis et al. ¹⁸ - 2021	Yozbatirana et al. ¹⁶ - 2016
Critérios de elegibilidade especificados	Atende ao critério				
Sujeitos aleatoriamente distribuídos por grupo	Atende ao critério				
Alocação cega	Não atende ao critério	Não atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério
Grupos semelhantes na linha de base	Atende ao critério				
Indivíduos cegos	Não atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério
Terapeutas cegos	Não atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério	Atende ao critério
Avaliadores cegos	Atende ao critério				
Seguimento adequado	Atende ao critério				
Análise por intenção de tratar	Não atende ao critério	Atende ao critério	Não atende ao critério	Não atende ao critério	Não atende ao critério
Comparação inter-grupos	Atende ao critério				
Medidas de variabilidade	Atende ao critério				
Escore PEDro	6	9	9	8	9

Legenda: ■ Não atende ao critério ■ Atende ao critério

Fonte: Autoria Própria.

A síntese dos estudos incluídos nessa revisão encontra-se a seguir na Tabela 4.

Tabela 4 – Síntese dos estudos incluídos

Autores do artigo	Ano de Publicação	Tempo Após Lesão	Classificação da ASIA	Nº de sujeitos GC	Nº de sujeitos GE	Grupo 3	Tipo de ETCC	Local	Corrente	Nº de sessões	Tratamento GC	Variável de desfecho principal 1
Cortes et al. ⁹	2017	> 6 meses após a lesão	ASIA B, ASIA C, ASIA D (nível da lesão: C5 a T1)	11 SHAM	11	11	ETCC anódica e simulada StarStim (NENeuroelectrics®)	O ânodo foi colocado sobre o córtex motor primário (M1) e o cátodo foi colocado sobre a área supraorbital contralateral.	Anódica, 1 mA e 2 Ma	Três sessões separadas	20 minutos de 1 mA, 2 mA a-DCS ou estimulação simulada	Teste Caixas e Blocos (CB) antes e após o período de estimulação
Kumru et al. ¹⁵	2016	< de um ano	LM motora incompleta (ASIA C ou D)	12	12	Não houve	ETCC anódica e simulada (NeuroConn-GmbH, Ilmenau, Alemanha)	O ânodo foi colocado sobre o córtex motor da perna (vértice) e o cátodo sobre a área supraorbital não dominante.	Anódica 2 mA	20 sessões diárias de ETCC. Cinco dias por semana durante quatro semanas	20 minutos de 2mA durante reabilitação da marcha com Lokomat	Escore motor total de Membros Inferiores
Yozbatirana et al. ¹⁶	2016	Pelo menos 6 meses após a lesão	Lesão medular cervical incompleta crônica (AIS C e D)	4	4	Não houve	ETCC acionado por bateria (medical tDCS for Clinical Trials Device, Soterix Medical @, NY)	Para estimular o córtex motor primário o eletrodo anódico foi colocado sobre (C3/C4) contralateral ao braço-alvo. O cátodo foi colocado sobre a área supraorbital contralateral	Anódica 2mA	Dez sessões de ETCC anódica ou simulada combinado com o treinamento do braço assistido por robô	20 minutos de 2mA e 60 minutos de treinamento assistido por robótica	Teste de Função da Mão de Jebsen-Taylor
Evans et al. ¹⁷	2022	> 12 meses após a lesão	Nível neurológico acima de T10	15	15	Não houve	Aplicação simultânea de ETCC simulado ou ETCC ativo com circuito locomotor intensivo	O ânodo foi colocado sobre os córtices motores primários bilaterais, e o cátodo foi colocado no íon sobre o cerebelo.	Anódica e catódica	Três sessões	20 minutos de estimulação foram administrados simultaneamente com circuito locomotor intensivo a uma intensidade de 2 mA	Teste de caminhada de 10 metros
Simis et al. ¹⁸	2021	36 meses após a lesão	ASIA "C" ou "D"	21	22	Não houve	ETCC com dispositivo de corrente monofásico (estimulador DC, NeuroCom, Alemanha ou Soterix Medical, Nova York, EUA)	O ânodo foi colocado sobre o córtex motor primário (M1) e um cátodo foi colocado sobre a região supraorbital, contralateral ao ânodo.	Anódica, 2mA	30 sessões	20 min de ETCC aplicados antes do treino Lokomat, com frequência de 3 sessões/semana durante 10 semanas (ambulatório) ou 5 sessões/semana durante 6 semanas (pacientes internados).	Índice de Caminhada para Lesão Medular II

Fonte: Autoria Própria.

Autores do artigo	Variável de desfecho principal 2	Variável de desfecho secundário 1	Variável de desfecho secundário 2	Variável de desfecho secundário 3	Resultado no desfecho principal 1 intra grupo	Resultado no desfecho principal 2 intra grupo
Cortes et al. ⁹	Avaliação do robô (cinemática)	Avaliação Clínica e Funcional da Extremidade Superior	Medida de Independência da Medula Espinhal	Medida de Independência da Medula Espinhal	Não informa	Não informa
Kumru et al. ¹⁵	Teste de Caminhada de Dez Metros (TC10M)	Índice de caminhada para LM (escala para quantificar a capacidade de caminhar)	Não se aplica	Não se aplica	O score total de membros inferiores melhorou significativamente após a última sessão em comparação com a linha de base em ambos os grupos ETCC.	Não houve diferença
Yozbatirana et al. ¹⁶	Escala de Quantidade de Uso do Registro de Atividade Motora	Escala de Ashworth Modificada	Pontuação motora da extremidade superior da Associação Americana de Lesões Espinhais	Não se aplica	A melhora observada após intervenção não durou para o acompanhamento	A melhora observada após intervenção não durou para o acompanhamento
Evans et al. ¹⁷	Características espaço-temporais da marcha (cadência e comprimento da passada), ângulo de pico do membro posterior e coordenação intra-membros	Escala de Equilíbrio de Berg	Escala de Eficácia de Quedas-Internacional	Não se aplica	Efeito significativo do circuito locomotor intensivo com melhorias na velocidade de caminhada, cadência, comprimento da passada bilateral, ângulo de pico do membro posterior de membro mais forte, coordenação intra-membros de membro mais fraco	Houve escores mais altos na Escala de Equilíbrio de Berg, com melhora na função de equilíbrio
Simis et al. ¹⁸	Escala Modificada de Ashworth, Escala de equilíbrio de Berg; TC10M; TC6M; TUGT; Teste de Qualidade de Vida; Medida de Independência da Medula Espinhal; Dinamometria Isocinética de Extremidade Inferior; VAS; Questionário de Dor McGill; Algometro de Pressão; Modulação Condicionada da Dor; Escala de Autodeclarações Relacionadas à Dor - Subescala Catastrofzante e Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não houve diferença	Houve melhora significativa quando comparado com a linha de base e outros períodos(intermediário, pós e acompanhamento) no equilíbrio, avaliado pela Escala de Equilíbrio de Berg, na locomoção (avaliado pelo TC10M, TC6M, TUGT) e nos sintomas de depressão e ansiedade

Fonte: Autoria Própria.

Autores do artigo	Resultado no desfecho secundário 1 intragrupo	Resultado no desfecho secundário 2 intragrupo	Resultado no desfecho principal 1 inter grupo	Resultado no desfecho principal 2 inter grupo	Resultado no desfecho secundário 1 inter grupo	Resultado no desfecho secundário 2 inter grupo	Conclusão
Cortes et al. ⁹	Não informa	Não informa	Não houve diferença nos resultados do pré e pós-CB; embora a intervenção de 2 mA tenha indicado uma tendência de melhora	Foi observado melhora da velocidade no teste do robô no grupo de 2mA	Não se aplica	Não se aplica	Uma única sessão de 2 mA da ETCC anódica mostra potencial para ganhos na preensão. O uso da avaliação cinemática robótica mostrou ser sensível às mudanças induzidas pela ETCC
Kumru et al. ¹⁵	Não houve diferença	Não se aplica	o escore de alterações entre os grupos ETCC anódica e simulado não foi significativo	Não houve diferença	Não houve diferença	Não se aplica	A ETCC pode ser segura, mas não eficaz para melhorar o equilíbrio e função motora dos membros inferiores e a função da marcha em pacientes com LM motora incompleta.
Yozbatirana et al. ¹⁶	A melhora observada após intervenção não durou para o acompanhamento	A melhora observada após intervenção não durou para o acompanhamento	Não houve diferença	Não houve diferença	O grupo ETCC ativo demonstrou diminuição na espasticidade, mas nenhum dos grupos mostrou diferença significativa no tônus muscular desde a linha de base até o pós-tratamento.	Não houve diferença	O achados são promissores em melhorar a função do braço e da mão com esta terapia combinada. Porém, há uma necessidade de explorar os efeitos do protocolo sugerido em amostras maiores com grupos homogêneos.
Evans et al. ¹⁷	Houve escores mais baixos na Escala de Eficácia de Quedas, com diminuição do medo autorrelatado de cair.	Não informa	Não houve diferença	Não houve diferença	Não houve diferença	Não se aplica	Nenhum efeito da ETCC foi identificado, no entanto sabe-se que atividades de treinamento balístico parecem promover melhorias na velocidade de caminhada, cinemática relevante da marcha e desempenho do equilíbrio.
Simis et al. ¹⁸	Não se aplica	Não se aplica	Houve melhora estatisticamente significativa entre os grupos após a intervenção. No acompanhamento, também houve diferença estatisticamente significativa nas alterações para os dois grupos. Porém, aos 15 dias não houve diferença significativa entre os grupos	Não houve diferença significativa entre os grupos	Não se aplica	Não se aplica	Trinta sessões de ETCC ativa estão associadas a uma melhora significativa na marcha, em comparação com o a estimulação simulada. Além disso, 15 sessões não tiveram efeito significativo. A melhora no Índice de Caminhada para Lesão Medular pode estar relacionada a diferentes aspectos da aprendizagem motora, incluindo recuperação e compensação motora.

Fonte: Autoria Própria.

Foram incluídos trabalhos que faziam referência à função de membros superiores e de membros inferiores.

Selecionou-se dois estudos que envolviam desfechos relacionados ao membro superior. Cortes et al.⁹ avaliaram os efeitos da ETCC no desempenho motor da mão para tarefas de agarrar e soltar em pacientes com LM cervical crônica. Os participantes receberam 20 minutos de 1 mA, 2 mA e ETCC anódica simulada. Foi evidenciada melhora da velocidade na avaliação cinemática no grupo que recebeu estimulação de 2 mA quando comparado o pré e pós intervenção entre os grupos. Já Yozbatirana et al.¹⁶ avaliaram o efeito da terapia combinada de ETCC com o treinamento do braço assistido por robô, no qual houve uma melhora da função motora da mão após a intervenção dentro dos grupos, porém esse resultado não foi contínuo no acompanhamento de dois meses; e entre os grupos também não houve diferenças estatisticamente significativas.

A função motora dos membros inferiores incluídos nesse trabalho foi avaliada em três estudos. Kumru et al.¹⁵ analisaram a reabilitação da marcha combinada com Lokomat®, mas não obtiveram resultados satisfatórios, a ETCC não foi capaz de melhorar o equilíbrio, a função motora dos membros inferiores e a função da marcha em pacientes com LM motora incompleta, entretanto demonstrou ser um método seguro. Evans et al.¹⁷ associaram a ETCC ao treino de caminhada e equilíbrio, mas não foi observado nenhum efeito da ETCC, porém, demonstraram que o treino de habilidades locomotoras pode ser benéfico na velocidade da marcha e equilíbrio. J Simis et al.¹⁸ também avaliaram o treino de marcha combinado com robótica e obtiveram resultados satisfatórios na comparação entre os grupos no desfecho do Índice de Caminhada para Lesão Medular após 30 sessões.

Cortes et al.⁹ avaliaram os efeitos da ETCC no desempenho motor da mão para tarefas de agarrar e soltar em pacientes com LM cervical crônica através de um estudo com 11 participantes que foram sequencialmente randomizados e divididos em três grupos para receber 20 minutos de 1 mA, 2 mA e ETCC anódica simulada em três sessões com duração de 1 hora e 30 minutos e dois dias de intervalo. O desempenho motor da mão foi mensurado no pré e pós intervenção através da avaliação do teste Caixas e Blocos, avaliação Cinemática, avaliação Clínica e Funcional da Extremidade Superior, Medida de Independência da Medula Espinhal e por meio da Escala de Ashworth Modificada. Quanto aos resultados encontrados, foi evidenciada melhora na velocidade na avaliação Cinemática. Não houve diferença

significativa nos resultados do teste Caixas e Blocos, no entanto, a intervenção de 2 mA mostrou um resultado positivo de melhora quando comparado o pré e pós intervenção entre os grupos.

Yozbatirana et al.¹⁶ tiveram como objetivo avaliar o efeito da ETCC associado ao treinamento do braço assistido por robô e analisar se tal intervenção proporcionaria melhora da função motora do braço e da mão de nove participantes, dos quais oito completaram o estudo e foram divididos em dois grupos, cada um deles com quatro indivíduos. Durante dez sessões, o grupo controle recebeu 20 minutos de corrente contínua anódica de 2 mA sobre M1 e 60 minutos de treinamento assistido por robótica, enquanto para estimulação simulada no grupo experimental, nos primeiros 30 segundos a corrente foi aumentada para 2 mA e durante os últimos 30 segundos diminuída. As avaliações foram realizadas através do Teste de Função da Mão de Jebsen-Taylor, Escala de Quantidade de Uso do Registro de Atividade Motora, Escala de Ashworth Modificada e Pontuação Motora da Extremidade Superior da ASIA. Como resultado foi observado que não houve diferenças significativas ao comparar o antes e após intervenção dentro dos grupos, pois a melhora observada na função motora da mão após intervenção não permaneceu no resultado de acompanhamento de dois meses e entre os grupos também não houve diferenças estatisticamente significativas.

Kumru et al.¹⁵ avaliaram em seu estudo a segurança e eficácia da reabilitação da marcha assistida por Lokomat® em pacientes com LM incompleta, associada ao uso de ETCC como tratamento adicional à fisioterapia. Os 24 participantes selecionados foram divididos em dois grupos, nos quais 12 indivíduos receberam ETCC simulada e 12 receberam ETCC anódica com intensidade de 2 mA por 20 minutos para o córtex motor da perna associado a reabilitação da marcha Lokomat® durante 20 dias, em cinco dias por semana. As avaliações foram realizadas através do Escore Motor Total de Membros Inferiores, Teste de Caminhada de Dez Metros (TC10M) e Índice de Caminhada. Os resultados observados foram uma melhora significativa da força muscular total dos membros inferiores após a última sessão em comparação com a linha de base em ambos os grupos. Em relação ao resultado entre os grupos não houve diferenças significativas durante o seguimento nem após a intervenção.

Evans et al.¹⁷ analisaram se os resultados de caminhada e equilíbrio melhoram após treinamento intensivo de habilidades locomotoras quando associados à ETCC em pessoas com lesão medular crônica. Selecionou-se 30 participantes para

o estudo, os quais foram divididos em dois grupos com 15 participantes em cada; o grupo simulado recebeu ETCC simulada associada ao treino de marcha e o grupo experimental recebeu 20 minutos de ETCC anódica e catódica simultaneamente ao treino de marcha com uma intensidade de 2 mA. Para os participantes que receberam ETCC simulada, os procedimentos de configuração foram idênticos à condição de ETCC ativa; no entanto, a estimulação foi gradualmente aumentada para 2 mA e depois diminuída para 0 mA ao longo de aproximadamente 40s no início de cada sessão de treinamento. O desempenho da marcha foi mensurado através do TC10M, das características Espaço-Temporais da marcha (cadência e comprimento da passada), Ângulo de Pico do Membro Posterior, Coordenação Intra-Membros, Escala de Equilíbrio de Berg e pelo questionário Escala de Eficácia de Quedas-Internacional. Quanto aos resultados encontrados, foi evidenciado um efeito significativo do treino de marcha, com melhora na velocidade de caminhada, cadência, comprimento da passada bilateral, Ângulo de Pico do Membro Posterior de membro mais forte, Coordenação Intra-Membros de membro mais fraco, na Escala de Equilíbrio de Berg e na Escala de Eficácia de Quedas em ambos os grupos quando comparado o pré e pós intervenção. Já entre os grupos não houve diferença no pré e pós-intervenção.

Simis et al.¹⁸ tiveram como objetivo testar os efeitos da ETCC ativa associada ao treinamento robótico na capacidade da marcha quando comparada aos indivíduos que receberam ETCC simulada. Os participantes foram divididos em dois grupos, com 21 indivíduos no grupo controle e 22 no grupo experimental. Ambos receberam 30 sessões de 20 minutos por dia de ETCC aplicadas antes do treino com Lokomat®, o grupo experimental realizou três sessões por semana durante dez semanas, enquanto o grupo controle realizou cinco sessões por semana durante seis semanas. Para comparar e mensurar os resultados obtidos foram utilizadas o Índice de Caminhada para Lesão Medular, Escala Modificada de Ashworth, Escala de Equilíbrio de Berg, TC10M e Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6M), Timed Up and Go Test (TUGT); Avaliação da Qualidade de Vida (SF-36); Medida de Independência da Medula Espinhal; Dinamometria Isocinética de Extremidade Inferior; Escala Visual Analógica para dor (EVA); Questionário de Dor McGill; Algometro de Pressão; Modulação Condicionada da Dor; Escala de Autodeclarações Relacionadas à Dor - Subescala Catastrofizante e Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão. Como resultado foi observada uma melhora estatisticamente significativa entre os grupos após a intervenção e no acompanhamento no desfecho principal do Índice de

Caminhada para Lesão Medular. Porém, após 15 dias não houve diferença significativa entre os grupos. Em relação à comparação dentro do grupo os participantes obtiveram uma melhora significativa quando comparados com a linha de base e nos períodos intermediário, pós-intervenção e acompanhamento nos desfechos de equilíbrio, avaliado pela Escala de Equilíbrio de Berg; na locomoção (avaliada pelo TC10M, TC6M, TUGT); nos sintomas de depressão e ansiedade, e na qualidade de vida, avaliada pela Medida de Independência da Medula Espinhal.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou o efeito da ETCC na melhora da função motora após LM crônica. Os resultados dessa revisão indicam que a ETCC não altera o desfecho da melhora da função motora. Em alguns casos há diferença quando comparado o antes e o depois dentro do grupo, mas a diferença entre os grupos não é significativa. No estudo de Yozbatirana et al.¹⁶ que avaliaram resultados a longo prazo, os ganhos obtidos a curto prazo não se sustentaram.

A plausibilidade para o uso da ETCC em pessoas com LM parte de estudos que mostram o aumento da atividade no trato corticoespinal após o uso da ETCC. Bunday et al.¹⁹ demonstraram em seu trabalho que a ativação cortical das fibras remanescentes seria capaz de gerar plasticidade nas sinapses entre os neurônios motores, no corno anterior da medula. Os autores colocam que esse seria um novo alvo para aumentar a atividade voluntária em lesões que afetassem o trato corticoespinal. Lang et al.²⁰ também demonstraram aumento da excitabilidade corticoespinal com o uso da ETCC. Por fim, Lefaucheur et al.²¹, afirmam que há evidências de que a ETCC é capaz de interferir nas propriedades de condução das vias medulares. Embora todos esses estudos tenham sido feitos em pessoas sem LM, alguns estudos feitos em pessoas com LM também provaram que é possível esse aumento.^{8,10}

Contudo, esse aumento da excitabilidade, de acordo com os trabalhos incluídos nessa revisão não se traduziu em melhora clínica. Os resultados negativos do estudo de Kumru et al.¹⁵, segundo os autores, podem ser explicados porque a ETCC é capaz de estimular a excitabilidade cortical, mas não consegue alcançar a medula espinal. Além disso, a estimulação do córtex motor da perna é mais profunda do que o córtex motor da mão, dessa forma, o campo elétrico gerado torna-se mais superficial.

De acordo com Evans et al.¹⁷, na clínica, outras variáveis podem interferir no resultado do tratamento. Os autores afirmam que as características individuais de cada participante, tais como a capacidade funcional e a espasticidade podem ser determinantes para o sucesso do tratamento. No trabalho de Cortes et al.⁹; os indivíduos mais espásticos levaram mais tempo para poder alcançar uma mudança clinicamente detectável e significativa.

Outro fator que pode interferir na eficácia da ETCC na função motora é o tempo desde a lesão. O estudo de Cortes et al.⁹ demonstrou que indivíduos com menor

tempo de lesão tiveram melhores resultados, diante disso, seria viável começar a terapia de ETCC o quanto antes para proporcionar uma melhor recuperação da função. Seria necessária a realização de uma revisão com vistas a incluir os pacientes com lesões agudas, o que não foi o escopo desse trabalho.

Outro fator individual que poderia interferir nos resultados, seria a capacidade funcional, contudo Cortes et al.⁹, realizaram uma análise de subgrupo e os resultados foram semelhantes em indivíduos com baixa função motora e maior função motora.

Alguns estudos como os de Cortes et al.⁹ e Simis et al.¹⁸ demonstram que a eficácia da ETCC na função motora também depende da intensidade aplicada, durações mais longas e intensidades de ETCC mais altas, como 2 mA provocam resultados mais satisfatórios na excitabilidade corticoespinhal. No estudo de Cortes et al.⁹ houve uma melhora significativa na estimulação de 2 mA, não constatada com intensidade 1 mA ou estimulação simulada. Contudo, o objetivo desse trabalho não era avaliar a dose, o que não permite inferir se esse foi ou não um fator que influenciou o resultado.

O número de sessões é um fator de extrema importância e pode influenciar significativamente na eficácia da ETCC. Simis et al.¹⁸ demonstraram em seu estudo que após 15 sessões de ETCC, não houve melhora entre os grupos, entretanto, após 30 sessões houve uma melhora significativa. Em contrapartida, todos os outros estudos incluídos no presente estudo tiveram um menor número de sessões, o que pode ser considerado insuficiente para gerar efeitos positivos. O número de sessões dos trabalhos é heterogêneo e pode ser um dos fatores pelos quais não houve diferença em favor da ETCC nesse trabalho.

Outras duas revisões sistemáticas, com objetivos similares ao desse estudo obtiveram resultados semelhantes. Mateo et al.²² avaliaram, dentre outras intervenções, a eficácia da neuromodulação no aumento da função de membros superiores, aumento da força, e aumento da independência em indivíduos com tetraplegia. Embora os critérios de inclusão tenham sido outros, e tenham sido incluídos estudos com estimulação magnética transcraniana (), não foram encontrados efeitos da intervenção nas variáveis estudadas.

Araújo et al.⁴ também realizaram uma revisão sistemática com meta análise, na qual avaliaram o efeito da ETCC na recuperação motora de indivíduos com LM. Foram incluídos pacientes em qualquer fase da lesão (aguda, subaguda e crônica). Os

autores encontraram efeitos minimamente efetivos da ETCC na função motora, com o zero no intervalo de confiança.

O presente estudo apresenta algumas limitações que podem diminuir a qualidade da evidência. Primeiro não foram acessadas bases de dado como Embase e Web of Science, por não possuir acesso às mesmas. Para evitar a perda de estudos, foram realizadas buscas nas referências bibliográficas de outras revisões com objetivos semelhantes e não foram encontrados outros ensaios clínicos, além dos selecionados.

Os estudos eram formados por amostras pequenas, com uma heterogeneidade muito grande de dose e duração do tratamento. Embora o risco de viés dos estudos tenha sido pequeno, na escala utilizada, o tamanho da amostra não entra como critério de seleção. Entretanto, o fato de utilizarem doses e duração tão diferentes não permite estabelecer a superioridade do uso da ETCC sobre o placebo.

Os efeitos da ETCC ainda estão em análise, e a maior parte dos estudos realizados até o momento foram em indivíduos sem comprometimento neurológico. Portanto, mais estudos com tamanhos de amostra maiores e maior homogeneidade de dose e seleção de pacientes são necessários para avaliar a repercussão da referência de colocação dos eletrodos na excitabilidade cortical e espinhal e definir se esses efeitos podem contribuir na melhora da função motora.

7 CONCLUSÃO

Os estudos incluídos neste trabalho possuem amostras pequenas e grande heterogeneidade de dose e forma de aplicação. Não há evidências de que a ETCC seja superior ao placebo na recuperação da função motora de pacientes com lesão medular crônica.

REFERÊNCIAS

1. Kumru H, Flores A, Rodríguez-Cañón M, Soriano I, García L, Vidal-Samsó J. Estimulación no invasiva cerebral y medular para la recuperación motora y funcional tras una lesión medular [No invasive brain and spinal cord stimulation for motor and functional recovery after a spinal cord injury]. *Rev Neurol*. 2020 Jun 16;70(12):461-477.
2. Gunduz A, Rothwell J, Vidal J, Kumru H. Non-invasive brain stimulation to promote motor and functional recovery following spinal cord injury. *Neural Regen Res*. 2017 Dec;12(12):1933-1938.
3. Hofer AS, Schwab ME. Enhancing rehabilitation and functional recovery after brain and spinal cord trauma with electrical neuromodulation. *Curr Opin Neurol*. 2019 Dec;32(6):828-835.
4. de Araújo AVL, Ribeiro FPG, Massetti T, Potter-Baker KA, Cortes M, Plow EB, da Silva TD, Tonks J, Anghinah R, Magalhães FH, Fregni F, de Mello Monteiro CB. Effectiveness of anodal transcranial direct current stimulation to improve muscle strength and motor functionality after incomplete spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Spinal Cord*. 2020 Jun;58(6):635-646.
5. Li L, Huang H, Yu Y, Jia Y, Liu Z, Shi X, Wang F, Zhang T. Non-invasive Brain Stimulation for Neuropathic Pain After Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Front Neurosci*. 2022 Feb 11;15:800560.
6. Mehta S, McIntyre A, Guy S, Teasell RW, Loh E. Effectiveness of transcranial direct current stimulation for the management of neuropathic pain after spinal cord injury: a meta-analysis. *Spinal Cord*. 2015 Nov;53(11):780-5.
7. Zheng Y, Mao YR, Yuan TF, Xu DS, Cheng LM. Multimodal treatment for spinal cord injury: a sword of neuroregeneration upon neuromodulation. *Neural Regen Res*. 2020 Aug;15(8):1437-1450.
8. Powell ES, Carrico C, Salyers E, Westgate PM, Sawaki L. The effect of transcutaneous spinal direct current stimulation on corticospinal excitability in chronic incomplete spinal cord injury. *NeuroRehabilitation*. 2018;43(2):125-134.
9. Cortes M, Medeiros AH, Gandhi A, Lee P, Krebs HI, Thickbroom G, Edwards D. Improved grasp function with transcranial direct current stimulation in chronic spinal cord injury. *NeuroRehabilitation*. 2017;41(1):51-59.
10. Murray LM, Edwards DJ, Ruffini G, Labar D, Stampas A, Pascual-Leone A, Cortes M. Intensity dependent effects of transcranial direct current stimulation on corticospinal excitability in chronic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Apr;96(4 Suppl):S114-21.
11. Nardone R, Höller Y, Leis S, Höller P, Thon N, Thomschewski A, Golaszewski S, Brigo F, Trinka E. Invasive and non invasive brain stimulation for treatment of neuropathic pain in patients with spinal cord injury: a review. *J Spinal Cord Med*. 2014 Jan;37(1):19-31.
12. Yang S, Chang MC. Transcranial Direct Current Stimulation for the Management of Neuropathic Pain: A Narrative Review. *Pain Physician*. 2021 Sep;24(6):E771-E781. 16: Boldt I, Eriks-Hoogland I, Brinkhof MW, de Bie R, Joggi D, von Elm E. Non pharmacological interventions for chronic pain in people with spinal cord injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Nov 28;(11):CD009177.

13. Nardone R, Höller Y, Taylor A, Thomschewski A, Orioli A, Frey V, Trinka E, Brigo F. Noninvasive Spinal Cord Stimulation: Technical Aspects and Therapeutic Applications *Neuromodulation*. 2015 Oct;18(7):580-91; discussion 590-1.
14. Fertonani A, Miniussi C. Transcranial Electrical Stimulation: What We Know and Do Not Know About Mechanisms. *Neuroscientist*. 2017 Apr;23(2):109-123.
15. Kumru H, Murillo N, Benito-Penalva J, Tormos JM, Vidal J. Transcranial direct current stimulation is not effective in the motor strength and gait recovery following motor incomplete spinal cord injury during Lokomat(®) gait training. *Neurosci Lett*. 2016 May 4;620:143-7.
16. Yozbatiran N, Keser Z, Davis M, Stampas A, O'Malley MK, Cooper-Hay C, Frontera J, Fregni F, Francisco GE. Transcranial direct current stimulation (tDCS) of the primary motor cortex and robot-assisted arm training in chronic incomplete cervical spinal cord injury: A proof of concept sham-randomized clinical study. *NeuroRehabilitation*. 2016 Jul 15;39(3):401-11.
17. Evans NH, Suri C, Field-Fote EC. Walking and Balance Outcomes Are Improved Following Brief Intensive Locomotor Skill Training but Are Not Augmented by Transcranial Direct Current Stimulation in Persons With Chronic Spinal Cord Injury. *Front Hum Neurosci*. 2022 May 11;16:849297.
18. Simis M, Fregni F, Battistella LR. Transcranial direct current stimulation combined with robotic training in incomplete spinal cord injury: a randomized, sham-controlled clinical trial. *Spinal Cord Ser Cases*. 2021 Sep 27;7(1):87.
19. Bunday KL, Perez MA. Motor recovery after spinal cord injury enhanced by strengthening corticospinal synaptic transmission. *Curr Biol*. 2012 Dec 18;22(24):2355-61.
20. Lang N, Siebner HR, Ward NS, Lee L, Nitsche MA, Paulus W, Rothwell JC, Lemon RN, Frackowiak RS. How does transcranial DC stimulation of the primary motor cortex alter regional neuronal activity in the human brain? *Eur J Neurosci*. 2005 Jul;22(2):495-504. doi: 10.1111/j.1460-9568.2005.04233.
21. Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, Cotelli M, De Ridder D, Ferrucci R, Langguth B, Marangolo P, Mylius V, Nitsche MA, Padberg F, Palm U, Poulet E, Priori A, Rossi S, Schecklmann M, Vanneste S, Ziemann U, Garcia-Larrea L, Paulus W. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clin Neurophysiol*. 2017 Jan;128(1):56-92.
22. Mateo S, Di Marco J, Cucherat M, Gueyffier F, Rode G. Inconclusive efficacy of intervention on upper-limb function after tetraplegia: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2020 May;63(3):230-240.