



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE FISIOTERAPIA**

MARÍLIA CAROLINE VENTURA MACEDO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE ALTERNADA
NA MODULAÇÃO DA DOR EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE LOMBALGIA:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

**CAMPINA GRANDE
2021**

MARÍLIA CAROLINE VENTURA MACEDO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE ALTERNADA
NA MODULAÇÃO DA DOR EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE LOMBALGIA:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em caráter de artigo, apresentado à Coordenação do Curso de Bacharel em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de bacharel em fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos.

**CAMPINA GRANDE
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M141e Macedo, Marília Caroline Ventura.

Efeitos da estimulação transcraniana por corrente alternada na modulação da dor em indivíduos portadores de lombalgia [manuscrito] : Revisão sistemática / Marília Caroline Ventura Macedo. - 2021.

30 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos , Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS."

1. Tratamento da dor. 2. Dor lombar. 3. Coluna vertebral. I.
Título

21. ed. CDD 616.73

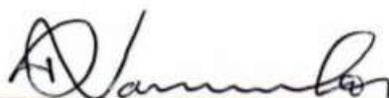
MARÍLIA CAROLINE VENTURA MACEDO

ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE ALTERNADA NA
MODULAÇÃO DA DOR EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE LOMBALGIA:
REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso em caráter de artigo, apresentado à Coordenação do Curso de Bacharel em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em: 27/04/2021.

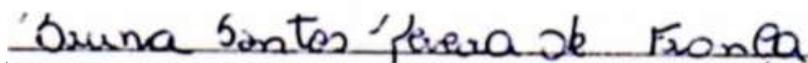
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Lorena Carneiro Macêdo
Instituto de Pesquisa Professor Joaquim Amorim Neto (IPESQ)



Profa. Me. Bruna Santos Pereira de França
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Com carinho, dedico este trabalho aos meus pais, pelo amor, apoio, esforço e dedicação, e ao meu sobrinho que tanto amo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MÉTODO.....	11
2.1 Estratégia de pesquisa na literatura.....	11
2.2 Critérios de inclusão e exclusão	11
2.3 Processo de triagem	12
2.4 Síntese de dados.....	12
2.5 Avaliação da qualidade metodológica	12
3 RESULTADOS.....	14
4 DISCUSSÃO	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS.....	26

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE ALTERNADA NA MODULAÇÃO DA DOR EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE LOMBALGIA: REVISÃO SISTEMÁTICA

Marília Caroline Ventura Macedo*
Danilo de Almeida Vasconcelos**

RESUMO

A dor crônica na coluna lombar é um problema de saúde pertinente por ser uma causa frequente de incapacidade e morbidade na população. Dentre os tipos de tratamento para dor, a estimulação transcraniana por corrente alternada (ETCA) é uma ferramenta de estimulação cerebral que pode produzir efeitos neuroplásticos e induzir o alívio da dor, tornando-se uma possibilidade de tratamento não farmacológica, econômica e com baixa incidência de efeitos adversos. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática para verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente alternada na modulação da dor em indivíduos portadores de lombalgia. O presente estudo consiste em uma revisão sistemática por meio de buscas nas bases de dados PUBMED, Cochrane Library, LILACS, PEDro e Scielo, de junho de 2020 a março de 2021. Os descritores e termos de busca foram utilizados de forma combinada. Apenas ensaios clínicos randomizados publicados entre 2002 e março de 2021 foram considerados. Artigos publicados antes de 2002, realizados em animais, com outros desenhos metodológicos e que não utilizaram a ETCA para o tratamento da lombalgia foram eliminados. Assim, 2 ensaios clínicos randomizados controlados duplo cego com 53 indivíduos portadores de dor lombar crônica foram revisados neste estudo. Ambos foram analisados qualitativamente através da Escala PEDro e apresentam alto nível de evidência científica. Os resultados dos estudos apontam que a ETCA é significativamente eficaz ($p=0,0488$, $p=0,0017$), por promover a redução de 60 a quase 90% do nível da dor lombar a curto e longo prazo. Além disso, identificaram que as oscilações alfa endógenas estavam reduzidas em indivíduos com dor lombar e que aumentaram após a estimulação da ETCA, observaram ainda uma correlação entre as áreas somatossensoriais e frontais no mecanismo deste tipo de dor. Os parâmetros de ETCA aplicados consistem na frequência alfa que varia entre 8 a 13 Hz e a frequência gama que varia de 30 a 100 Hz, intensidade de 1 a 4 mA por meio de três eletrodos em posições variadas no crânio, com duração da sessão de 8 a 40 minutos, totalizando 1 ou 8 sessões. Portanto, a utilização da neuromodulação através da estimulação transcraniana por corrente alternada na modulação da dor em indivíduos com lombalgia é eficaz.

Palavras-chave: Dor. Dor lombar. Estimulação transcraniana por corrente direta.

* Graduanda do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba. Email: mariliacvmacedo@gmail.com

** Professor Doutor do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba. Email: osteopatia@gmail.com

ABSTRACT

Chronic low back pain is a relevant health problem as it is a frequent cause of disability and morbidity in the population. Among the types of treatment for pain, transcranial alternating current stimulation (ETCA) is a brain stimulation tool that can produce neuroplastic effects and induce pain relief, making it a possibility of non-pharmacological, economical and low-incidence treatment adverse effects. The aim of this study was to conduct a systematic review to verify the effects of transcranial alternating current stimulation on pain modulation in individuals with low back pain. The present study consists of a systematic review through searches in the PUBMED, Cochrane Library, LILACS, PEDro and Scielo databases, from June 2020 to March 2021. The search terms and terms were used in a combined manner. Only randomized controlled trials published between 2002 and March 2021 were considered. Articles published before 2002, carried out on animals, with other methodological designs and that did not use ETCA for the treatment of low back pain were eliminated. Thus, 2 randomized controlled double blind clinical trials with 53 individuals with chronic low back pain were reviewed in this study. Both were analyzed qualitatively using the PEDro Scale and have a high level of scientific evidence. The results of the studies show that ETCA is significantly effective ($p = 0.0488$, $p = 0.0017$), as it promotes a 60 to almost 90% reduction in the level of low back pain in the short and long term. In addition, they identified that the endogenous alpha oscillations were reduced in individuals with low back pain and that they increased after the stimulation of the ETCA, they also observed a correlation between the somatosensory and frontal areas in the mechanism of this type of pain. The applied ETCA parameters consist of the alpha frequency that varies between 8 to 13 Hz and the gamma frequency that varies from 30 to 100 Hz, intensity from 1 to 4 mA through three electrodes in different positions in the skull, with duration of the session 8 to 40 minutes, totaling 1 or 8 sessions. Therefore, the use of neuromodulation through transcranial alternating current stimulation in modulating pain in individuals with low back pain is effective.

Keywords: Pain. Low back pain. Transcranial direct current stimulation.

1 INTRODUÇÃO

A dor é uma sensação subjetiva, desagradável, emocional e pessoal que indica advertência e promove alterações no comportamento do indivíduo para o proteger. Sendo avaliada como o quinto sinal vital, apresenta aspectos afetivos, autonômicos e comportamentais. Por ser a causa de incapacidades, a dor é considerada um problema de saúde pública (PLONER, SORG, GROSS, 2017; SILVA, FILHO-RIBEIRO, 2011; JANEIRO, 2017; IASP, 2011).

No que tange o processamento da dor, inicia-se através da conversão de um estímulo periférico das fibras sensoriais nociceptivas em um impulso nervoso, ao qual se dirige ao córtex através de fibras aferentes localizadas na parte posterior da medula que se ligam ao tálamo. Os axônios do tálamo se projetam através do ramo posterior da cápsula interna para o córtex somatossensorial do giro pós-central, para ínsula, para o lóbulo paracentral posterior do lobo parietal e outras áreas corticais. Desse modo, as informações acerca da dor são sistematizadas em um mapa somatotópico que possibilita a identificação precisa do local da dor (KHALID, TUBBS, 2017).

Desse modo, as conexões estruturais existentes no processamento da dor requer um processo de assimilação altamente flexível com complexos padrões temporais e espectrais da atividade cerebral. Esta flexibilidade requer alterações dinâmicas da integração neuronal em escalas de tempo podendo ser fornecidas não por alterações nas conexões anatômicas, mas por alterações dinâmicas nas conexões funcionais, as quais determinam a experiência da dor (PLONER, SORG, GROSS, 2017).

Assim, a dor provém de complexos padrões de oscilações e inter-relações, que se modificam com o tipo de dor e processos contextuais, como emoções, atenção e motivação. Logo, a dor pode ser determinada por oscilações em específico momento, frequência ou localização (PLONER, SORG, GROSS, 2017; HOHN, MAIO, PLONER, 2019).

Diante do exposto, um problema de saúde pertinente a ser pesquisado é a dor crônica na coluna lombar ou lombalgia, considerada uma das causas frequentes de incapacidades e morbidades na população. Classifica-se em inespecífica ou

mecânica, sendo evidenciada através da fadiga, incômodos ou rigidez na musculatura presente próximo as articulações da coluna (SITTHIPORNVORAKUL et al, 2018; REINEHR, CARPES, MOTA, 2008; WILL, BURY, MILLER, 2018).

Dessa forma, o que proporciona a estabilidade da coluna é a interação entre um sistema ativo, composto por tendões e músculos, um sistema passivo, constituído por vértebras, ligamentos e articulações, e controle neural, que compreende o sistema nervoso central e nervos. Por haver uma ligação na funcionalidade destes sistemas, a partir do momento que ocorre uma alteração em algum deles, a dor lombar pode ser desencadeada (PEREIRA et al, 2010).

A dor crônica acomete cerca de 20 a 40% da população mundial em algum período da vida, sendo maioria a dor lombar crônica. Considerando os componentes nociceptivos e neuropáticos da dor lombar crônica, os tratamentos aplicados na lombalgia envolvem uma abordagem biopsicossocial com medicações, educação do paciente, exercícios, terapia manual, estimulação transcraniana por corrente alternada, entre outros (SOCIEDADE BRASILEIRA PARA ESTUDO DA DOR, 2019; HANLON, XIE, 2019; FRASSON, 2016; AHN et al., 2019; GABIS et al., 2009).

No Brasil, a principal demanda no atendimento ambulatorial da dor é a dor crônica. Nesse contexto, o tratamento da dor envolve o uso de medicações analgésicas, fisioterapia, acupuntura, exercícios terapêuticos, eletroterapia, hipnose entre outras terapias (CASTRO et al., 2019; SOCIEDADE BRASILEIRA PARA ESTUDO DA DOR, 2019).

Posto isto, a identificação da relação entre alterações neurofisiológicas e a gravidade da dor podem representar uma abordagem no papel causal da dor crônica. No entanto, pouco se sabe sobre como patologias podem ser moduladas com estimulação cerebral não invasiva (AHN et al., 2019).

A estimulação elétrica craniana (CES) é uma terapia não invasiva de diferentes tipos que aplica uma corrente elétrica de baixa intensidade na cabeça, apresentando variações quanto a forma de onda e intensidade da corrente e pela maneira de utilização dos eletrodos (SHEKELLE et al., 2018).

Dentre os tipos de CES, a estimulação transcraniana por corrente alternada (ETCA) é uma ferramenta de estimulação cerebral que pode modular as oscilações neuronais alfa no córtex somatossensorial, além de ser a terapia de neuromodulação mais econômica. Produzindo efeitos neuroplásticos e induzindo o alívio da dor, tornando-se uma possibilidade de tratamento não farmacológica, econômica e com baixa incidência de efeitos adversos. Uma vez que, a corrente alternada apresenta melhor efeito quando a frequência emitida pelo aparelho e a frequência endógena do cérebro se correspondem (AHN et al., 2019; PAULUS, 2011; HOHN, MAIO, PLONER, 2019; TADINI et al., 2011; NEULING, RACH, HERRMANN, 2013; KASTEN, DOWSETT, HERRMANN, 2016).

Logo, a ETCA é aplicada através de uma corrente elétrica com intensidade menor ou igual a 2mA, que modifica a polaridade por meio de uma onda sinusoidal ou retangular, utilizando-se de dois ou mais eletrodos no couro cabeludo. Sendo assim, a direção do fluxo sinusoidal oscila 180° para frente e para trás para cada meia onda (CABRAL-CALDERIM E WILKER, 2020; HERRMANN et al. 2013; NEULING et al. 2012).

Através da modulação das oscilações neurais, a ETCA pode ter como alvo direto e não invasivo os mecanismos cerebrais implícitos à dor, assim também reduz o consumo de medicações que apresentam efeitos colaterais. Tendo em vista que o controle da dor é direito do ser humano e o dever dos profissionais de saúde é promover o tratamento adequado, o tratamento da lombalgia assume um aspecto de prioridade nos cuidados de saúde. Dentre os tipos de dores tratadas por meio da ETCA, a dor na coluna lombar poderia ser reduzida mediante o efeito terapêutico da ETCA (HOHN, MAIO, PLONER, 2019; JANEIRO, 2017; AHN et al., 2019; GABIS et al., 2009).

Baseando-se nisso, para comprovar a eficácia da corrente alternada é necessário a realização de estudos que avaliem esta terapia de neuroestimulação para assim elucidar os efeitos benéficos à saúde humana, principalmente em relação a dor lombar crônica, tendo em vista que parte considerável da população sofre com essa sintomatologia.

Portanto, procuramos desenvolver este trabalho com o objetivo de realizar uma revisão sistemática para verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente alternada na modulação da dor em indivíduos portadores de lombalgia.

2 MÉTODO

2.1 Estratégia de pesquisa na literatura

Este estudo é uma revisão sistemática realizada através da busca de ensaios clínicos randomizados publicados entre os anos de 2002 e 2021. As bases de dados consultadas foram: PUBMED (National Library of Medicine and The National Institutes of Health), Cochrane Library, Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (LILACS), Physiotherapy Evidence Database (PEDro) e Scielo.

Dessa forma, a estratégia utilizada para captura dos artigos em todas as bases de dados foi utilizar os descritores e termos de forma combinada (“Low back pain AND Transcranial AND Direct AND Current AND Stimulation”/ “Pain AND Transcranial AND Direct AND Current AND Stimulation”/ “Pain AND Transcranial AND Alternating AND Current AND Stimulation”/ “Low back pain AND Transcranial AND Alternating AND Current AND Stimulation”/ “Low back pain AND Alternating AND Current”/ “Cranial electrical stimulation AND Low back pain”/ “Cranial electrical stimulation AND Pain”), no período de 28 de junho de 2020 a 25 de março de 2021.

Durante esta busca identificou-se 2011 artigos. Os estudos que atenderam aos critérios de inclusão foram posteriormente examinados afim de identificar aqueles que se enquadram nos critérios desta revisão.

2.2 Critérios de inclusão e exclusão

Sendo assim, os estudos elegíveis para inclusão nesta revisão atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- (1) Desenho de estudo: Ensaio clínico randomizado.
- (2) Participantes: Indivíduos adultos com dor lombar crônica.
- (3) Intervenções: Estimulação Transcraniana por corrente alternada.
- (4) Comparadores: Grupo controle que tenha recebido outro tipo de eletroestimulação ou tratamento placebo.
- (5) Desfechos: Redução da dor lombar.
- (6) Ano de publicação: Entre 2002 e 2021.

Os estudos que não se inseriram nos critérios de inclusão foram excluídos. Dessa forma, os artigos publicados antes de 2002, com outros desenhos metodológicos, que não utilizaram a ETCA para o tratamento da lombalgia e com amostra constituída por animais foram eliminados desta revisão.

2.3 Processo de triagem

Com base nos títulos e resumos dos artigos, inicialmente fizemos uma análise dos títulos e resumos dos 2011 artigos, incluindo ensaios clínicos e excluindo revisões de literatura, revisões sistemáticas, metanálises, estudos de caso e feitos com animais. Para os 69 estudos selecionados, tomamos uma decisão final após leitura dos artigos na íntegra, considerando os critérios de inclusão, sobre quais estudos deveriam ser incluídos nesta revisão. Sendo assim, 2 ensaios clínicos randomizados controlados duplo cego com 53 indivíduos portadores de dor lombar crônica foram revisados neste estudo. O resumo da estratégia de busca está no diagrama de fluxo PRISMA na figura 1.

Por fim, os artigos selecionados foram condensados e apresentados em uma tabela (Tabela 1), evidenciando autores, ano de publicação, objetivos, amostras, método de intervenção, variáveis analisadas, resultados e desfechos. Cada etapa do processo de triagem foi realizada de forma independente por dois revisores.

2.4 Síntese dos dados

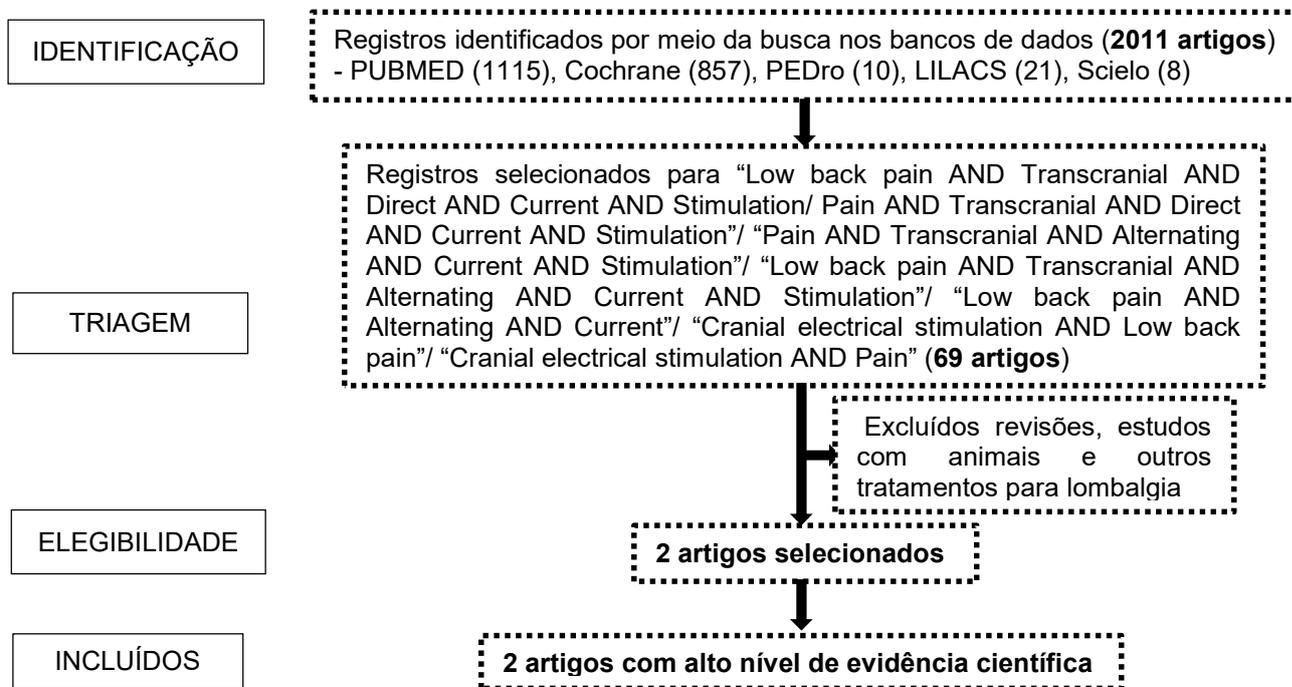
Este estudo usou dados sintetizados de acordo com as diretrizes de Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) (BMJ, 2015).

2.5 Avaliação da qualidade metodológica

Com o intuito de avaliar a qualidade metodológica dos estudos selecionados após as triagens, foi utilizado a escala PEDro. Esta escala dispõe de onze critérios, os quais são pontuados por 0 ou 1, resultando em uma pontuação máxima de dez pontos e mínima de zero. Diante disso, os artigos foram classificados de acordo com o nível de evidência científica (Tabela 2). Sendo assim, artigos com escore mais

próximo ou igual a dez, corresponde a um grau de evidência forte e quando está mais próximo de zero, refere-se a um grau de evidência baixo.

Figura 1: Diagrama de fluxo PRISMA (Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises)



Fonte: Autores.

3 RESULTADOS

A consulta nas bases de dados resultou da identificação de 2011 artigos. Após a primeira triagem, leitura do título e resumo avaliando de acordo com os critérios de inclusão, 69 estudos foram selecionados. Os 1942 artigos excluídos não apresentaram desenhos metodológicos semelhante ao estabelecido, ou foram publicados antes de 2002 ou realizados em animais. Em seguida, a segunda triagem, leitura dos artigos na íntegra, resultou em 2 ensaios clínicos randomizados controlados e duplos cego, tendo em vista que os artigos excluídos não apresentaram os critérios de inclusão desta revisão. Na figura 1 o diagrama de fluxo PRISMA descreve o processo de triagem.

Conforme consta na tabela 1, o ensaio clínico de Ahn et al. (2019) investigou como as oscilações alfa se relacionam com a gravidade da lombalgia e se a ETCA pode induzir o alívio da dor. Enquanto Gabis et al. (2009) objetivou examinar a eficácia da eletroestimulação transcraniana como um método não invasivo de redução da dor.

A amostra do estudo de Ahn et al. (2019) foi composta por 20 indivíduos com lombalgia crônica por pelo menos 5 meses, de intensidade maior ou igual a 3 (Escala de avaliação numérica). Dentre os participantes, 8 eram do sexo masculino e 12 do feminino com idade entre 18 e 65 anos, onde 1 era de etnia hispânica e 19 não hispânica, 18 de raça caucasiana e 2 de raça africana caucasiana.

Além de controlado e duplo cego, o ensaio de Ahn et al. (2019) também foi cruzado. Dessa forma, a amostra recebeu os dois tipos de intervenção, experimental e controle. A intervenção experimental (GE) consistiu em 1 sessão de ETCA com intensidade de 1mA, frequência de 10Hz, com eletrodos posicionados nos ossos frontais direito e esquerdo (F3, F4) e no parietal na linha média (PZ). A estimulação durou 40 minutos, com a corrente sendo transmitida através de 10 segundos de aumento e 10 segundos de redução. Enquanto que a intervenção controle (GC) compreendeu 1 sessão sham, com mesma intensidade, frequência, posição dos eletrodos e duração da sessão do GE, sendo que o estímulo da corrente foi diferente, com 10 segundos de aumento, 60 segundos de ETCA e 10 segundos de desaceleração. O tempo de intervenção foi de 2 sessões, uma de cada intervenção, realizadas com intervalo de tempo entre 14 e 6 dias.

Gabis et al. (2009) captou 119 pacientes, de ambos os sexos, com dor crônica por mais de 3 meses, com idade entre 20 e 70 anos. O grupo experimental foi composto por subgrupos, o primeiro (GE1) com 19 participantes com cervicalgia, onde 57.9% eram mulheres, com idade média de 53.9 anos e duração da dor aproximadamente 9 anos; o segundo (GE2) com 17 participantes com lombalgia, 35.3% mulheres, com idade média de 51.2 anos e duração da dor 10.2 anos; e o terceiro (GE3) com 22 indivíduos com dor de cabeça, 63.3% mulheres, com idade 46.1 anos e duração da dor 18.3 anos. Assim como no grupo controle, o primeiro subgrupo (GC1) formado por 23 pessoas com cervicalgia, em que 56.6% eram mulheres com idade média 52.1 anos e duração da dor 1 a 26 anos; o segundo (GC2) com 16 pacientes com dor lombar, 62.5% eram mulheres com idade média de 53.6 anos e duração da dor 7.8 anos; e o terceiro (GC3) com 22 pacientes com dor de cabeça, 77.3% mulheres com idade média de 49 anos e duração da dor 19.9 anos.

Quanto a intervenção de Gabis et al. (2009), o GE recebeu a ETCA com intensidade de 4mA, frequência de 77Hz, com os eletrodos posicionados nos ossos frontal e mastoides direito e esquerdo, com duração da estimulação variando entre 8 e 30 minutos. O GC recebeu estimulação SHAM, com intensidade de 0,75mA, frequência de 50Hz, com mesma duração e posição dos eletrodos do GE. O tempo de intervenção foi de 8 sessões em dias consecutivos.

As variáveis analisadas por Ahn et al. (2019) foram a correlação das oscilações alfa endógenas com a gravidade da lombalgia, a capacidade da ETCA em restaurar as oscilações alfa reduzidas, a correlação entre intensidade da dor e as oscilações alfa aumentadas após ETCA e intensidade da dor após a ETCA. As escalas Classificação de Defesa da dor de Veteranos (DVPRS) e o Índice de Deficiência da Oswestry (ODI) foram aplicadas para mensurar todas as variáveis antes de cada sessão, exceto a intensidade da dor que foi mensurada pela Escala Visual Analógica (EVA) e DVPRS. A DVPRS foi reaplicada logo após cada sessão e a ODI dois dias após cada sessão, enquanto que a EVA foi aplicada apenas após as sessões. Ao passo que, Gabis et al. (2009) avaliou o nível e frequência da dor, a frequência que a dor perturba o sono e a frequência do uso de analgésicos. A escala utilizada pelos autores foi a EVA e disponibilizaram um diário para documentar os dados durante 7 dias antes do tratamento (para estabelecer linha de base), antes e após as intervenções, 3 semanas e 3 meses após a estimulação.

Dessa forma, Ahn et al. (2019) identificaram que as oscilações alfa endógenas foram menores nos pacientes com maior intensidade de lombalgia e maior incapacidade percebida ($p=0,0025$, $\rho=0,6475$). Além disso, após a estimulação, houve aumento das oscilações no GE comparado ao GC ($p=0,02$). Outro achado foi a correlação positiva ($p<0,05$) no GE entre as regiões somatossensoriais e frontais na intensidade da dor, assim como entre deficiência percebida e as regiões somatossensoriais e frontal esquerda. A intensidade da dor que também foi avaliada, reduziu significativamente através da DVPRS ($p=0,0488$), mas sem diferença significativa na EVA ($p=0,1555$) e na deficiência percebida através da ODI ($p=0,17$).

Ao passo que, Gabis et al. (2009) observou após as 8 sessões melhora significativa da EVA no GC e GE. Após 3 semanas, melhora significativa em todas as variáveis do GE ($p<0,05$), exceto na frequência da lombalgia. Ao comparar os efeitos da linha de base com os efeitos após as 3 semanas, a EVA da cefaleia e cervicalgia, assim como o sono e medicação da lombalgia foram sem significância. Entretanto, comparando o GE e o GC, apenas o GE teve diferença significativa da EVA ($p=0,0017$). Após 3 meses as diferenças significativas do GE permaneceram, exceto sono e frequência da lombalgia comparando com a linha de base, enquanto que o GC não apresentou diferença, exceto na medicação. O GE teve melhorias em todas as variáveis ($p<0,05$) comparado ao GC. Além disso, a EVA do GE lombalgia (GE2) reduziu 60% após 3 semanas e quase 90% após 3 meses da estimulação. Dessa forma, ambos os autores concordam que a ETCA tem potencial para reduzir a intensidade da dor crônica na coluna lombar.

Tabela 1: Características dos ensaios clínicos randomizados selecionados com grau forte de evidência científica, publicados entre 2002 e 2021, abordando o tratamento da dor lombar através da ETCA.

AUTOR /ANO	OBJETIVO	AMOSTRA	MÉTODO DE INTERVENÇÃO	VARIÁVEIS AVALIADAS	RESULTADOS	DESFECHO
AHN et al, 2019	Investigar como as oscilações alfa se relacionam com a gravidade da lombalgia e se a ETCA pode induzir o alívio da dor.	20 indivíduos com lombalgia crônica por pelo menos 5 meses, com intensidade maior ou igual a 3 (Escala de avaliação numérica), foram 8 homens e 12 mulheres, onde 1 era de etnia hispânica e 19 não hispânica, 18 de raça caucasiana e 2 de raça africana caucasiana, com idade entre 18 a 65 anos.	É um estudo cruzado, a amostra recebeu uma sessão de cada intervenção: GE: 1 sessão ETCA com 1 de 1mA, F de 10Hz, posição dos eletrodos: F3, F4 e PZ, duração de 40 minutos, 10 segundos de aumento e redução. GC: 1 sessão SHAM com mesma I, F, posição dos eletrodos e duração da sessão do GE, sendo com 10 segundos de aumento, 60 segundos de ETCA e 10 segundos de desaceleração. TI: 2 sessões, uma de cada intervenção, realizadas com intervalo de tempo entre 14 e 6 dias.	(1) Correlação das oscilações alfa endógenas com a gravidade da lombalgia. (2) Capacidade da ETCA em restaurar as oscilações alfa reduzidas. (3) Correlação das oscilações alfa aumentadas após ETCA e a intensidade da dor. (4) Intensidade da dor após a ETCA. As escalas DVPRS e ODI foram aplicadas para mensurar todas as variáveis antes de cada sessão, exceto a intensidade da dor que foi mensurada pela EVA e DVPRS. A DVPRS foi reaplicada logo após cada sessão e a ODI dois dias após cada sessão, enquanto que a EVA foi aplicada apenas após as sessões.	(1) Oscilações alfa endógenas foram menores nos pacientes com maior intensidade de lombalgia e maior incapacidade percebida ($p=0,0025$, $rho=0,6375$). (2) Após a estimulação, houve aumento das oscilações no GE comparado ao GC ($p=0,02$). (3) Correlação positiva entre as regiões somatossensoriais e frontais na intensidade da dor, assim como entre deficiência percebida e as regiões somatossensoriais e frontal esquerda, apenas no GE ($p<0,05$). (4) Efeito significativo na redução da intensidade da dor, com DVPRS ($p=0,0488$), mas sem diferença significativa na EVA ($p=0,1555$) e na deficiência percebida através da ODI ($p=0,17$).	As oscilações alfa endógenas reduzidas podem representar a gravidade da lombalgia e o impacto na deficiência percebida. A ETCA aumentou as oscilações alfa sobre a região somatossensorial. Há uma correlação entre o aumento das oscilações alfa endógenas (induzido pela ETCA) e a melhora da dor e incapacidade percebida. Houve melhora na intensidade da dor, mas não na deficiência percebida. Assim, a ETCA pode representar uma abordagem de tratamento farmacológica específica para dor lombar crônica.
GABIS et al., 2009	Examinar a eficácia da eletroestimulação transcraniana como um método não invasivo de redução da dor.	119 pacientes com dor crônica por mais de 3 meses (42 com dor cervical, 33 com dor lombar crônica, 44 com dor de cabeça), homens e mulheres com idade entre 20 e 70 anos. GE: (GE1) 19 com cervicalgia, 57,9% mulheres, idade média de 53,9 anos, duração da dor aproximadamente 9 anos. (GE2) 17 com lombalgia, 35,3% mulheres, idade média de 51.2 anos, duração da dor 10.2 anos. (GE3) 22 com dor de cabeça, 63,3% mulheres, idade 46.1 anos, duração da dor 18.3 anos. GC: (GC1) 23 com cervicalgia, 56,6% mulheres, idade média 52.1 anos, duração da dor 1 a 26 anos. (GC2) 16 com dor lombar, 62,5% mulheres, idade média de 53.6 anos, duração da dor 7.8 anos. (GC3) 22 com dor de cabeça, 77,3% mulheres, idade média de 49 anos, duração da dor 19.9 anos.	GE: ETCA com 1 4mA, F 77Hz, posição dos eletrodos: ossos mastoideis e osso frontal, duração de 8 a 30 minutos. GC: SHAM com 1 0,75mA, F 50Hz, posição dos eletrodos e a duração das sessões foram as mesmas do GE. TI: 8 sessões em dias consecutivos.	Nível e frequência da dor, frequência que a dor perturba o sono e frequência do uso de analgésicos. Avaliadas através da EVA e um diário para documentar os dados 7 dias antes do tratamento (para estabelecer linha de base), antes e após as intervenções, 3 semanas e 3 meses após a estimulação.	Após as 8 sessões: Melhora significativa da EVA no GC e GE, durante as sessões já foi observada melhora na cefaleia (GC3, GE3) e lombalgia (GC2, GE2) . Após 3 semanas: Melhora significativa em todas as variáveis do GE ($p<0,05$), exceto na frequência da lombalgia. Comparando a linha de base as 3 semanas, a EVA da cefaleia e cervicalgia, assim como o sono e medicação da lombalgia foram sem significância. O GE teve diferença significativa da EVA ($p=0,0017$) comparada ao GC. A EVA do GE lombalgia (GE2) teve redução de 60% . Após 3 meses: Diferenças significativas do GE permaneceram , comparando a linha de base, exceto sono e frequência da lombalgia (GE2) ; GC sem diferença, exceto na medicação. O GE teve melhorias em todas as variáveis ($p<0,05$) comparado ao GC. A EVA do GE lombalgia (GE2) reduziu quase 90% .	A estimulação elétrica transcraniana é um método não invasivo eficaz para o alívio da dor crônica, inclusive dor lombar crônica.

LEGENDA: ETCA – Estimulação transcraniana por corrente alternada, I - Intensidade, F - Frequência, TI - Tempo de intervenção, GC1 - Grupo controle cervicalgia, GE1 - Grupo experimental cervicalgia, GC2 – Grupo controle lombalgia, GE2 – Grupo experimental lombalgia, GC3 – Grupo controle cefaleia, GE3 – Grupo experimental cefaleia, DVPRS - Classificação de defesa da dor de veteranos, ODI - Índice de Deficiência da Oswestry, EVA – Escala visual analógica.

Os dois artigos foram então elegidos para análise qualitativa, assim Ahn et al. (2019) obteve escore 8 e Gabis et al. (2009) escore 10. As pontuações obtidas na escala PEDro dos ensaios clínicos randomizados com forte grau de evidência científica, estão descritas na tabela 2. Observa-se que os estudos apresentam critérios de elegibilidade, alocação secreta dos sujeitos, semelhança inicial entre os grupos, cegamento dos sujeitos e terapeutas, acompanhamento adequado, realizaram a análise de intenção de tratamento e comparação intergrupar, sendo assim, todos apresentam qualidade metodológica forte, com escores 8 e 10.

Tabela 2: Classificação dos ensaios clínicos randomizados com forte grau de evidência científica.

Escala PEDro	Ahn et al. (2019)	GABIS et al. (2009)
1. Critérios de elegibilidade	SIM	SIM
2. Distribuição aleatória	1	1
3. Alocação secreta dos sujeitos	1	1
4. Semelhança inicial entre os grupos	1	1
5. "Cegamento" dos sujeitos	1	1
6. "Cegamento" dos terapeutas	1	1
7. "Cegamento" dos avaliadores	0	1
8. Acompanhamento adequado	1	1
9. Análise da intenção de tratamento	1	1
10. Comparação intergrupos	1	1
11. Medidas de precisão e variabilidade	0	1
Escore total	8/10	10/10

Legenda: 1 para os itens contemplados e 0 para os itens não contemplados.

4 DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática é a primeira desenvolvida visando avaliar a eficácia terapêutica da ETCA no tratamento da dor em indivíduos portadores de lombalgia. A partir da busca realizada, foram encontrados dois ensaios clínicos randomizados controlados e duplo cego com boa qualidade metodológica de acordo com análise realizada através da Escala PEDro, os quais avaliaram a eficácia analgésica da ETCA na lombalgia. A cerca dos resultados, os dois estudos identificaram que a ETCA é significativamente eficaz ($p=0,0488$, $p=0,0017$), por promover a redução de 60 a quase 90% do nível da dor lombar a curto e longo prazo, visto que esses efeitos foram percebidos em uma sessão e permaneceram por 3 meses após a estimulação (AHN et al., 2019; GABIS et al., 2009).

Além de melhorar a dor, os estudos identificaram que as oscilações alfa endógenas estão reduzidas em indivíduos com dor lombar e elas aumentaram após a estimulação da ETCA, havendo uma correlação entre o aumento das oscilações cerebrais e a redução do nível da lombalgia, outro achado foi a correlação entre as áreas somatossensoriais e frontais no mecanismo deste tipo de dor. Os parâmetros da ETCA mais aplicados são a frequência alfa que varia entre 8 a 13 Hz e a frequência gama que varia de 30 a 100 Hz, com intensidade de 1 a 4 mA por meio de três eletrodos em posições variadas no crânio, com duração da sessão de 8 a 40 minutos, totalizando 1 ou 8 sessões (AHN et al., 2019; GABIS et al., 2009).

Um estudo que forneceu ETCA para reduzir a dor, obteve os resultados a partir de um amostra composta por 86% de mulheres, com idade entre 49 e 65 anos e EVA maior que 3 (BERNARDI et al., 2021). Outro autor aplicou ETCC em 92 indivíduos que sofriam com lombalgia por no mínimo 3 meses, mais de 82% dessa amostra era do sexo feminino com idade média de 51.9 anos e intensidade da dor maior que 4 na escala de avaliação numérica (HAZIME et al., 2017). Isto posto, observamos características semelhantes nos estudos de Ahn et al. (2019) com 60% da amostra constituída por mulheres entre 18 e 65 anos que sofriam com lombalgia por pelo menos 5 meses com EVA maior ou igual a 3. Assim como no ensaio de Gabis et al. (2009) em que 97.8% da amostra eram mulheres com dor lombar crônica com idade média entre 51 e 53 anos. Provavelmente devido as mulheres

apresentarem maior prevalência de problema crônico na coluna, principalmente a partir dos 50 anos, em relação aos homens (ROMERO et al., 2018).

As oscilações cerebrais relacionadas à dor no estado de repouso durante a dor contínua, foram verificadas nas frequências de infra-fluxo (abaixo de 0,1 Hz), teta (4-7 Hz), alfa (8-13 Hz), beta (14-29 Hz) e gama (30–100 Hz) que diferem de acordo com vários fatores, por exemplo o tipo de dor (HOHN, MAIO, PLONER, 2019; PLONER, SORG, GROSS, 2017). Como observado por Ahn et al. (2019) ao aplicar ETCA na frequência alfa de 10Hz e por Gabis et al. (2009) com frequência gama de 77Hz. Intervenção similar à de Gabis et al. (2009) foi aplicada em 20 indivíduos saudáveis por Nekhendzy et al. (2010), ao avaliar o efeito analgésico da ETCA combinada a ETCC sobre os limiares de dor mecânica, na frequência gama de 60Hz e intensidade de 5mA por 35 minutos.

Em outro ensaio clínico utilizaram a frequência teta, ao comparar 37 pacientes com lombalgia e 37 participantes saudáveis, pareados por idade e gênero, os autores não encontraram diferença significativa nas oscilações teta aumentadas, concluindo que a diferença do local da dor pode ser a causa deste resultado (SCHMIDT et al., 2012). Tendo em vista que já foi identificado uma relação entre oscilações teta e dor neurogênica, então as oscilações teta podem ser direcionadas através da ETCA teta em indivíduos com dor neuropática, entretanto, mais estudos precisam ser feitos para identificar a relação entre oscilações teta e intensidade da dor neuropática (AHN et al., 2019).

Apesar de haver esta divergência entre os estudos analisados, Kovacic, Kolacz, Porges (2020), Wang et al. (2021), Bernardi et al. (2021), Kvasnak (2019), Arendsen, Hugh-Jones, Lloyd (2018), Gundlach et al. (2016) concordam com Ahn et al. (2019) ao aplicar a frequência alfa entre 8 e 13Hz para examinar o efeito da ETCA na dor. Devido a divergência entre as frequências utilizadas, torna-se necessário o uso do eletroencefalograma (EEG) antes da estimulação para identificar quais oscilações endógenas estão alteradas decorrentes dos sintomas dolorosos, como também garantir a medição real das oscilações cerebrais geradas a partir da frequência da corrente alternada (AHN et al., 2019). Contudo, apenas Ahn et al. (2019), Bernardi et al. (2021), Wang et al. (2021) utilizaram o EEG ao avaliar os efeitos neurofisiológicos analgésicos da ETCA.

Quanto a intensidade, tempo de aplicação e quantidade de eletrodos, Ahn et al. (2019) utilizou a ETCA com 1mA por 40 minutos e Gabis et al. (2009) com 4mA entre 8 e 30 minutos através de três eletrodos. Cabral-Calderim, Wilker (2020) e Herrmann et al. (2013) recomendam que a ETCA seja estimulada com intensidade de aproximadamente 2mA, por meio de dois ou mais eletrodos no couro cabeludo, como foi utilizado por Ahn et al. (2019). Contudo, Gabis et al. (2009) aplicou a corrente com intensidade pouco acima do orientado, semelhante a Nekhendzy et al. (2010) que aplicou a ETCA com 5mA.

Houve uma variação entre os estudos quanto ao posicionamento dos eletrodos, no ensaio clínico de Ahn et al. (2019) manipulou-se a corrente com os eletrodos nos ossos frontais direito e esquerdo (F3, F4) e no parietal na linha média (PZ), visto que os autores estavam avaliando o processamento da lombalgia nas áreas frontais e no córtex somatossensorial. Enquanto que Gabis et al. (2009) aplicaram no osso frontal e nos processos mastoideos direito e esquerdo, similar a Nekhendzy et al. (2010) que posicionaram acima da sobrancelhas (osso frontal) e nos retromastoideos. Essas divergências também aconteceram em outros artigos que avaliaram o efeito da ETCA na dor, como Wang et al. (2021) que aplicou na área central esquerda (C3) e no giro orbital superior, Ahn et al. (2020) nos lóbulos da orelha.

Com relação aos grupos controles, a estimulação simulada foi aplicada como uma estratégia de cegamento dos participantes quanto a condição que estavam sendo expostos, se controle ou ativo. Para o grupo controle do ensaio de Ahn et al. (2019) foi proporcionado 10 segundos de aumento, seguido por 60 segundos de ETCA, seguido por 10 segundos de desaceleração da corrente durante 40 minutos. Ao passo que Gabis et al. (2009) aplicaram a corrente alternada com intensidade de 0,75mA e frequência de 50 Hz durante 30 minutos.

Arendsen, Hugh-Jones, Lloyd (2018) e Bernardi et al. (2021) aplicaram intervenção diferente no grupo controle, a CES utilizada foi a Estimulação Transcraniana do Ruído Aleatório com parâmetros aleatórios, tendo em vista que esta corrente promove sensação semelhante a ETCA (ARENDSSEN, HUGH-JONES e LLOYD, 2018). Enquanto que outros autores posicionaram os eletrodos na cabeça

dos participantes, mas mantiveram os aparelhos desligados (ANTAL et al., 2020; KOVACIC, KOLACZ, PORGES, 2020).

No tocante a duração do tratamento também houveram divergências. Gabis et al. (2009) verificaram os resultados após 8 sessões aplicadas em dias consecutivos. Em pouco mais que isso, foi observado por Ahn et al. (2020) e Bernardi et al. (2021), durante 10 sessões em duas semanas. Em contrapartida, Ahn et al. (2019) realizaram a estimulação da ETCA apenas em 1 sessão, tendo em vista que a outra sessão foi o tratamento sham. Duração de tratamento semelhante a esta foi encontrada nos estudos de Arendsen, Hugh-Jones, Lloyd (2018) e Nekhendzy et al. (2010), de apenas 2 sessões.

Nesse aspecto, as variáveis do estudo de Ahn et al. (2019) consiste na correlação das oscilações alfa endógenas com a gravidade da lombalgia avaliada através das escalas de Classificação de Defesa da dor de Veteranos (DVPRS) e o Índice de Deficiência da Oswestry (ODI); a ODI também foi utilizada para verificar a incapacidade percebida nas atividades diárias, enquanto que a Escala Visual Analógica (EVA) e a DVPRS para aferir a intensidade da dor. Assim como a EVA, a DVPRS é uma escala numérica que avalia a dor, sendo que esta última considera as expressões da face e descrições verbais específicas. A ODI específica para dor nas costas, consiste em dez questões referentes à percepção da incapacidade nas atividades de vida diária decorrentes da dor (AHN et al., 2019). Vale salientar que as escalas DVPRS e ODI foram aplicadas antes de cada sessão, enquanto que a EVA foi aplicada apenas após as sessões. A reaplicação da DVPRS foi logo após cada sessão e da ODI dois dias após cada sessão.

Ao passo que Gabis et al. (2009) aplicaram a EVA para identificar o nível da dor e disponibilizaram um diário para que cada participante preenchesse informações acerca das frequências do uso de analgésicos, do surgimento da dor e a frequência com que a dor perturbava o sono. Este diário foi preenchido desde os 7 dias antes do tratamento começar para estabelecer uma linha de base e permaneceu sendo utilizado com a EVA antes e após as intervenções, assim como nas 3 semanas e nos 3 meses após a estimulação. Antal et al. (2020) também avaliou um diário da dor preenchido por sua amostra de 25 participantes com cefaleia, afim de acompanhar os efeitos da ETCA de 0,4mA e 140Hz. Além destas, a

escala de avaliação numérica também é utilizada nos estudos sobre dor (AHN et al., 2020; ANTAL et al., 2020).

A partir das variáveis analisadas, Ahn et al. (2019) constataram melhora significativa da dor ($p=0,0488$) em apenas uma sessão de ETCA, oscilações alfa endógenas reduzidas devido a gravidade da dor lombar e seu impacto na deficiência percebida ($p=0,0025$, $\rho=0,6475$). Além disso, após a estimulação identificaram um aumento maior e significativo nestas oscilações no grupo experimental em comparação com o controle ($p=0,02$). Outro resultado encontrado é que o aumento das oscilações alfa melhorou a gravidade da dor e a incapacidade percebida ($p<0,05$), sugerindo que a causa das oscilações alfa estarem reduzidas é a presença de dor crônica.

Gabis et al. (2009) identificaram melhoras significativas na EVA no decorrer e após as 8 sessões, após 3 semanas da estimulação ($p<0,05$), inclusive comparando o GC e o GE, o experimental teve melhora ($p=0,0017$). Outro resultado importante do autor foi a redução de 60% da lombalgia após 3 semanas e quase 90% após 3 meses da estimulação com ETCA. Sendo assim, ambos os estudos constataram os efeitos positivos na redução da dor lombar através da ETCA, como foi identificado por Arendsen, Jones, Lloyd (2018), Kvasnak (2019), Nekhendzy et al. (2010), Ahn et al. (2020), Antal et al. (2020), Bernardi et al. (2021) e Kovacic, Kolacz, Porges (2020) ao avaliarem o efeito da ETCA no tratamento da dor.

Além disso, Tadini et al. (2011) e Paulus (2011) afirmam que esta terapia apresenta baixa incidência de efeitos adversos e não induz alterações deletérias. Isso também foi observado nesta revisão, tendo em vista que tanto Ahn et al. (2019) como Gabis et al. (2009) não identificaram efeitos adversos, exceto uma vermelhidão na pele que logo desapareceu percebida no estudo de Gabis et al. (2009). Entretanto, foram observados alguns efeitos adversos leves ou muito leves como fadiga, coceira, formigamento e dor no local de aplicação dos eletrodos (ANTAL et al., 2020; ARENDSSEN, HUGH-JONES e LLOYD, 2018; NEKHENDZY et al., 2010). Hohn, Maio, Ploner (2019) destacam ainda que os efeitos da ETCA reduzem o consumo de medicação que, por sua vez, apresentam efeitos colaterais; concordando com um dos resultados de Gabis et al. (2009) de redução da frequência do consumo de analgésicos.

Assim, de acordo com os desfechos dos estudos analisados, a ETCA proporcionou o alívio da dor lombar de 60 a quase 90%, além de reduzir o consumo de analgésicos. Além disso, os parâmetros mais aplicados são a frequência alfa que varia entre 8 a 13 Hz e a frequência gama que varia de 30 a 100 Hz, com intensidade de 1 a 4 mA por meio de três eletrodos em posições variadas no crânio, com duração da sessão de 8 a 40 minutos, totalizando 1 ou 8 sessões.

No que se refere a qualidade metodológica dos estudos, a análise foi executada de acordo com os onze critérios da escala PEDro, onde Ahn et al. (2019) obtiveram escore 8 e Gabis et al. (2009) escore 10, com isso, todos os estudos resultaram em forte grau de evidência científica.

Contudo, identificamos que os resultados obtidos por meio dos estudos avaliados foram insuficientes. Visto que apenas Ahn et al. (2019) e Gabis et al. (2009) avaliaram os efeitos da ETCA no tratamento da lombalgia utilizando alguns parâmetros divergentes, como frequência, intensidade, posicionamento dos eletrodos e número de sessões. Como observado também por Tavakoli e Yun (2017), os quais destacam a ausência de um padrão metodológico nos estudos que avaliam a ETCA, com isso não há um consenso que garante resultados confiáveis da terapia.

Dessa forma, mesmo os ensaios clínicos randomizados analisados tenham apresentado boa qualidade metodológica, a quantidade reduzida de artigos referentes ao tema e a ausência de um consenso metodológico, interferem de forma limitante a conclusão desta revisão. Sendo assim, é necessário a realização de novos estudos que sigam um padrão metodológico, a fim de avaliar e comprovar de forma segura os efeitos positivos do tratamento da dor lombar com a ETCA.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os resultados dos ensaios clínicos randomizados, chegamos à conclusão que a utilização da estimulação transcraniana por corrente alternada na modulação da dor em indivíduos portadores de lombalgia é eficaz.

A busca por estudos resultou em dois ensaios clínicos randomizados, os quais identificaram que a ETCA induziu o alívio da lombalgia de 60 a quase 90% e diminuiu o consumo de analgésicos. Os parâmetros da ETCA aplicados foram a frequência alfa de 10 Hz e a frequência gama de 77 Hz, com intensidade de 1 a 4 mA por meio de três eletrodos em posições variadas no crânio, com duração da sessão de 8 a 40 minutos, totalizando 1 ou 8 sessões.

As limitações deste trabalho consistem na escassez de estudos que levou ao aumento do período de publicação durante a busca, sendo de quase 20 anos, resultando numa diferença de 10 anos no período de publicação dos artigos analisados. Dessa forma, um dos artigos foi publicado a mais de 10 anos, nesse período muitas pesquisas já foram desenvolvidas, mas apenas uma que envolva esta temática.

Portanto, destacamos a importância da elaboração de novos estudos com amostras maiores constituídas por indivíduos com mesma característica clínica (lombalgia), faixa etária e sexo. Estes estudos devem padronizar os parâmetros da eletroestimulação como a intensidade, a frequência, tempo de estimulação, duração do tratamento e posicionamento dos eletrodos. Além disso, o uso do EEG antes e após as intervenções dos estudos é imprescindível para confiabilidade dos resultados. Assim, espera-se a partir desta presente revisão sistemática ampliar o conhecimento sobre a neuromodulação da lombalgia proporcionada pela ETCA.

REFERÊNCIAS

AHN, H.; GALLE, K.; MATHIS, K.; MIAO, H.; MONTERO-HERNANDEZ, S.; JACKSON, N.; JU, H.; MCCRACKIN, H.; GOODWIN, C.; HARGRAVES, A.; JAIN, B.; DINH, H.; MOOTI, S.; PARK, L.; POLLONINI, L. Viabilidade e eficácia da estimulação elétrica craniana supervisionada remotamente para dor em adultos mais velhos com osteoartrite de joelho: um estudo piloto controlado randomizado. *Journal of Clinical Neuroscience*, v. 77, p. 128-133, 2020.

AHN, S.; PRIM, J. H.; ALEXANDER, M. L.; MCCULLOCH, K. L.; FROHLICH, F. Identifying and Engaging Neuronal Oscillations by Transcranial Alternating Current Stimulation in Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized, Crossover, Double-Blind, Sham-Controlled Pilot Study. *The Journal of Pain*, v. 20, n. 3, p. 277, 2019.

ANTAL, A.; BISCHOFF, R.; STEPHANI, C.; CZESNIK, D.; KLINKER, F.; TIMÄUS, C.; CHAIEB, L.; PAULUS, W. Estimulação de baixa intensidade, transcraniana, corrente alternada reduz a carga de ataque de enxaqueca em uma configuração de aplicação doméstica: um estudo de viabilidade duplo-cego, randomizado. *Brain Sciences*, v. 10, n. 11, p. 1-10, 2020.

ARENDSSEN, L. J.; HUGH-JONES, S.; LLOYD, D. M. A estimulação transcraniana por corrente alternada na frequência alfa reduz a dor quando a intensidade da dor é incerta. *The Journal of Pain*, v. 19, n. 7, p. 807-818, 2018.

BERNARDI, L.; BERTUCCELLI, M.; FORMAGGIO, E.; RUBEGA, M.; BOSCO, G.; TENCONI, E.; CATTELAN, M.; MASIERO, S.; DEL FELICE, A. Além da fisioterapia e do tratamento farmacológico para a síndrome da fibromialgia: tACS adaptado como uma nova ferramenta terapêutica. *Arquivos europeus de psiquiatria e neurociência clínica*, v. 271, n.1, p. 199-210, 2021.

CABRAL-CALDERIN, Y.; WILKE, M. Sondando a Ligação entre Percepção e Oscilações: Lições da Estimulação Transcraniana de Corrente Alternada. *The Neuroscientist*, v. 26, n. 1, p. 57-73, 2020.

CASTRO, S.; CAVALCANTI, I. L.; BARRUCAND, L.; PINTO, C. I.; ASSAD, A. R.; VERÇOSA, N. Implementação de atendimento ambulatorial para dor crônica: Resultados preliminares. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, v. 69, n. 3, 2019.

Escala PEDro – Português. Disponível em <https://www.pedro.org.au/portuguese/downloads/pedro-scale/>. Acesso em 10/04/2021.

FRASSON, V. B. Dor lombar: Como tratar? *OPAS/OMS – Representação Brasil*, v. 1, n. 9, 2016.

GABIS, L.; SHKLAR, B.; BARUCH, Y.; RAZ, R.; GABIS, E.; GEVA, D. Redução da dor usando eletroestimulação transcraniana: Um estudo duplo cego “placebo ativo” controlado. *Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 41, n. 4, p. 256–261, 2009.

GUNDLACH, C.; MULLER, M.; NIERHAUS, T.; VILLRINGER, T. Modulação Fásica da Percepção Somatossensorial Humana por Correntes Oscilantes Transcranialmente Aplicadas. *Estimulação Cerebral*, v. 9, n. 5, p. 712-719, 2016.

HANLON, C.; XIE, M. Projeto de alívio: desenvolvendo a estimulação cerebral como um tratamento para dor crônica. *US National Library of Medicine*, 2019.

HAZIME, F.; BAPTISTA, A.; FREITAS, D.; MONTEIRO, R.; MARETTO, R.; HASUE, R.; JOÃO, S. Treating low back pain with combined cerebral and peripheral electrical stimulation: A randomized, double-blind, factorial clinical trial. *Eur J Pain*, v. 21, n. 7, p. 1132-1143, 2017.

HERRMANN, C. S.; RACH, S.; NEULING, T.; STRÜBER, D. Estimulação por corrente alternada transcraniana: uma revisão dos mecanismos subjacentes e modulação dos processos cognitivos. *Front Hum Neurosci*, v. 7, n. 279, 2013.

HOHN, V. D.; MAIO, E. S.; PLONER, M. Da correlação à causalidade. *Relatórios PAIN*, v. 4, n. 4, e723, 2019.

IASP - International Association for the Study of Pain. Guia para o Tratamento da Dor em Contextos de Poucos Recursos. Seattle, cap. 1, p. 17-21, 2010.

JANEIRO, I. M. I. *Fisiologia da dor*. 2017. Dissertação (Provas públicas) – Escola de Ciências e Tecnologia da Saúde, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa.

KASTEN, F. H.; DOWSETT, J.; HERRMANN, C. S. Sustained Aftereffect of α -tACS Lasts Up to 70 min after Stimulation. *Front Hum Neurosci*, v. 10, n. 245, 2016.

KHALID S.; TUBBS R. Neuroanatomia e Neuropsicologia da Dor. *Cureus*, v. 9, n. 10, p. 1754, 2017.

KOVACIC, K.; KOLACZ, J.; PORGES, S. A eficiência vagal prejudicada prevê redução da dor com terapia de estimulação percutânea no campo nervoso (PENFS) para distúrbios de dor abdominal funcional. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 69, 3 ed, 2020.

KVASNAK, E. Perception and Pain Thresholds of tDCS and Tacs. *Physiol. Res*, v. 68, n. 4, p. S427-S431, 2019.

NEKHENDZY, V.; LEMMENS, H.; TINGLE, M.; NEKHENDZY, M.; ANGST, M. Efeitos analgésicos e anti-hiperalgésicos da eletroestimulação transcraniana com corrente direta e alternada combinada em voluntários saudáveis. *Anesthesia & Analgesia*, v. 111, n. 5, p. 1301-1307, 2010.

NEULING, T.; RACH, S.; HERRMANN, C. S. Orchestrating neuronal networks: sustained after-effects of transcranial alternating current stimulation depend upon brain states. *Front Hum Neurosci*, v. 7, n. 161, 2013.

NEULING, T.; RACH, S.; WAGNER, S.; WOLTERS, C. H.; HERRMANN, C. S. Good vibrations: oscillatory phase shapes perception. *Neuroimage*, v. 63, n. 2, p. 771-778, 2012.

PAULUS, W. Métodos de estimulação elétrica transcraniana (tES - tDCS; tRNS, tACS). *Reabilitação neuropsicológica*, v. 21, n. 5, p. 602-617, 2011.

PEREIRA, N. T.; FERREIRA, L. A. B.; PEREIRA, W. M. Efetividade de exercícios de estabilização segmentar sobre a dor lombar crônica mecânico-postural. *Fisioterapia e Movimento*, v. 23, n. 4, p. 605-614, 2010.

PLONER, M.; SORG, C.; GROSS, J. Brain Rhythms of Pain. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 21, n. 2, p. 100–110, 2017.

REINEHR, F. B.; CARPES, F. P.; MOTA, C.B. Influência do treinamento de estabilização central sobre a dor e estabilidade lombar. *Fisioterapia e Movimento*, v. 21, n. 1, p. 123-129, 2008.

ROMERO, D.; SANTANA, D.; BORGES, P.; MARQUES, A.; CASTANHEIRA, D.; RODRIGUES, J.; SABBADINI, L. Prevalência, fatores associados e limitações relacionados ao problema crônico de coluna entre adultos e idosos no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 34, n. 2, 2018.

SCHMIDT, S.; NARANJO, J.; BRENNEISEN, C.; GUNDLACH, J.; SCHULTZ, C.; KAUBE, H.; HINTERBERGER, T.; JEANMONOD, D. Pain ratings, psychological functioning and quantitative EEG in a controlled study of chronic back pain patients. *PLoS One*, v. 7, n. 3, 2012.

SHAMSEER, L.; MOHER, D.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. Itens de relatório preferidos para revisão sistemática e protocolos de meta-análise (PRISMA-P) 2015: elaboração e explicação. *BMJ*, 349, g7647, 2015.

SHEKELLE, P.; COOK, I.; MIAKE-LYE, I.; MAK, S.; BOOTH, M.; SHANMAN, R.; BEROES, J. The Effectiveness and Risks of Cranial Electrical Stimulation for the Treatment of Pain, Depression, Anxiety, PTSD, and Insomnia: A Systematic Review [Internet]. *Relatório do programa de síntese com base em evidências VA*, 2018.

SILVA, J. A.; FILHO-RIBEIRO, N. P. A dor como um problema psicofísico. *Revista Dor*. São Paulo, v. 12, n. 2, p. 138-51, 2011.

SITTHIPORNVORAKUL, E.; KLINSOPHON, T.; SIHAWONG, R.; JANWANTANAKUL, P. The effects of walking intervention in patients with chronic low back pain: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Musculoskeletal Science and Practice*, v. 34, p. 38-46, 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA ESTUDO DA DOR – SBED. *Brasil sem dor: Campanha nacional pelo tratamento e controle da dor aguda e crônica*, jan. 2019.

TADINI, L.; EL-NAZER, R.; BRUNONI, A.; WILLIAMS, J.; CARVAS, M.; BOGGIO, P.; PRIORI, A.; PASCUAL-LEONE, A.; FREGNI, F. Efeitos cognitivos, de humor e eletroencefalográficos da estimulação cortical não invasiva com correntes elétricas fracas. *The Journal of ECT*, v. 27, n. 2, p. 134–140, 2011.

TAVAKOLI, A., YUN, K. Mecanismos e protocolos de estimulação por corrente alternada transcraniana (tACS). *Frente. Célula. Neurosci*, v. 11, n. 214, 2017.

WANG, P.; ZHU, M.; MO, S.; LI, X.; WANG, J. O efeito da estimulação transcraniana por corrente alternada alfa somatossensorial na empatia da dor é traço de empatia e depende do gênero. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 2021.

WILL, J.; BURY, D.; MILLER, J. Mechanical Low Back Pain. *Am Fam Physician*, v. 98, n. 7, p. 421- 428, 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Criador de tudo que é, que deu a vida por mim, por ser a luz que ilumina meus dias, a minha fortaleza, meu guia e responsável pela certeza que sempre há em mim de vitória.

A minha mãe Maria Santíssima e ao Menino Jesus de Praga que não cessam de interceder por mim, principalmente nos meus estudos durante este período.

Aos meus pais, Francineide e Johnny, pela dedicação, incentivo, sacrifícios, cuidado, amor e fé que hoje tenho graças aos ensinamentos e exemplo de vocês.

Aos meus irmãos, Emílio e Pedro, por nunca deixar que eu me esqueça do que sou capaz e que juntos somos mais fortes.

Ao meu sobrinho, Enzo Gabriel, por ser meu combustível diário de amor, alegria, paz e luz.

A minha cunhada Ruana, por me ouvir, me ajudar e me ensinar tanto.

Aos meus avós, tios, tias... Que sempre me apoiam, rezam por mim e me ajudam a conquistar meus objetivos.

Ao meu orientador, Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos, por todas as oportunidades, ensinamentos, orientações durante toda a graduação e por ser inspiração do meu sonho de um dia ser, como o senhor, uma professora universitária incentivadora de sonhos e formadora de humanos profissionais de saúde.

Aos professores do curso de Fisioterapia, por todo conhecimento transmitido com excelência.

Às minhas queridas amigas Karinna e Nainna, por crescerem e amadurecerem comigo, estarem sempre perto, me apoiando e me incentivando a ir mais longe. Aos meus amigos pelas orações e apoio durante a minha formação acadêmica.

A Universidade Estadual da Paraíba, pelas oportunidades de aprendizado e crescimento.