

Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ou combinada ao exercício na dor musculoesquelética: revisão sistemática

Effects of transcranial direct current stimulation associated or combined with exercise on musculoskeletal pain: systematic review

Ricardo Vinicius Silva Souza¹, Daniel Germano Maciel¹, Mikhail Santos Cerqueira¹

DOI 10.5935/2595-0118.20210029

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: Os exercícios aeróbios/resistidos e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) podem produzir efeitos analgésicos em pacientes com dores de origem musculoesquelética, porém, o efeito somado destes dois recursos terapêuticos ainda não está claro. O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da ETCC associada ou combinada ao exercício aeróbio/resistido na dor musculoesquelética.

CONTEÚDO: A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, LILACS e Scielo. A intervenção considerada foi ETCC associada ou combinada a exercícios e a comparação foi exercício sem ETCC ou com ETCC simulada. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados envolvendo pacientes com dor musculoesquelética aguda ou crônica. Não houve restrições quanto ao idioma e ano de publicação e a qualidade metodológica dos estudos foi verificada por meio da escala PEDro. Três ensaios foram incluídos com um total de 110 participantes. A qualidade metodológica foi alta, com uma média de 9 pontos na escala PEDro. Os estudos utilizaram a ETCC no córtex motor primário com intensidade de 1 ou 2 mA, por 20min. Os participantes tinham idade entre 18 e 75 anos e eram portadores de fibromialgia, osteoartrite ou lombalgia crônica.

CONCLUSÃO: A ETCC não superou a ETCC simulada para potencializar os efeitos do exercício na redução de dor musculoesquelética.

Descritores: Analgesia, Dor musculoesquelética, Estimulação transcraniana por corrente contínua, Exercício aeróbico.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Aerobic/resistance exercises and transcranial direct current stimulation (tDCS) can produce analgesic effects in patients with musculoskeletal pain, however, the summed effect of these two therapeutic resources remains unclear. The present study aimed to verify the effects of tDCS associated or combined with aerobic/resistance exercise on musculoskeletal pain.

CONTENTS: The search was carried out in the databases: PubMed, LILACS, Scielo. The intervention considered was tDCS associated or combined with exercises and the comparison was exercise without tDCS or with sham tDCS. Randomized controlled trials enrolling patients with musculoskeletal pain were included. There were no restrictions on the language and year of publication and the methodological quality was verified with PEDro Scale. Three trials were included with a total of 110 participants. The methodological quality was high, with an average of 9 points on the PEDro Scale. The studies used tDCS in the primary motor cortex with an intensity of 1 or 2 mA, for 20 minutes. The participants included were aged between 18 and 75 years and had the following diseases: fibromyalgia, osteoarthritis or chronic low back pain.

CONCLUSION: Overall, tDCS did not overcome the sham tDCS to enhance the effects of exercise in reducing musculoskeletal pain.

Keywords: Aerobic exercise, Analgesia, Musculoskeletal pain, Transcranial direct current stimulation.

INTRODUÇÃO

As disfunções musculoesqueléticas englobam diversas doenças que acometem o aparelho locomotor e comumente apresentam dor como indicador de gravidade e prognóstico¹. Estima-se que em média 20 a 30% das pessoas no mundo sofrem com dores musculoesqueléticas (DME) e esse número tende a aumentar com o avanço da idade^{1,2}. O tratamento não farmacológico para as DME envolve terapias ativas, como o exercício físico, e terapias passivas, como a terapia manual e os recursos eletrofísicos. Dentre as terapias passivas, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem sido considerada como recurso promissor^{3,4}.

Os exercícios físicos, de modo geral, têm sido amplamente prescritos para controlar as DME^{1,5} por meio de um mecanismo conhecido como hipotalgesia induzida pelo exercício. Acredita-se que esse mecanismo seja regulado pela liberação de opioides endógenos decorrente do aumento da atividade do córtex motor⁶. Adicionalmente, a partir da hipotalgesia induzida pelo exercício pode ocorrer melhora no de-

Ricardo Vinicius Silva Souza – <https://orcid.org/0000-0001-5679-7598>;
Daniel Germano Maciel – <https://orcid.org/0000-0003-0975-5998>;
Mikhail Santos Cerqueira – <https://orcid.org/0000-0001-5322-863X>.

1. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Fisioterapia, Natal, RN, Brasil.

Apresentado em 29 de setembro de 2020.

Aceito para publicação em 30 de dezembro de 2020.

Conflito de interesses: não há – Fontes de fomento: não há.

Endereço para correspondência:

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Av. Senador Salgado Filho, 3000 - Campus Universitário, Lagoa Nova
59072-970 Natal, RN, Brasil.
E-mail: mikalsantosc@hotmail.com

sempenho e função musculoesquelética¹. Há evidências sugerindo que exercícios aeróbios e/ou resistidos são eficazes para reduzir a dor de pacientes com fibromialgia⁷, lombalgia⁸, osteoartrite de joelho e quadril⁹, dor femoropatelar¹⁰ e tendinopatias¹¹.

Por outro lado, a ETCC é uma técnica passiva e relativamente recente que consiste no uso de uma corrente elétrica contínua e de baixa intensidade aplicada no couro cabeludo com o objetivo de estimular áreas corticais específicas do cérebro¹²⁻¹⁴. Esse estímulo pode causar modulações na excitabilidade neural e inibir ou excitar as regiões corticais e subcorticais, induzindo assim a liberação de opioides endógenos que favorecem a modulação descendente da dor¹⁵⁻¹⁷. Por ser de baixo custo, indolor, não invasiva e ter aplicabilidade relativamente simples¹⁸, a ETCC tem sido utilizada no tratamento das DME. É razoável fazer a hipótese de que aplicar a ETCC durante, antes e/ou após o exercício pode potencializar os efeitos analgésicos durante o tratamento de DME^{4,19-22}.

Recente revisão sistemática²³ avaliou os efeitos de diferentes técnicas de estimulação cerebral não invasiva, como estimulação magnética transcraniana repetitiva, estimulação por eletroterapia craniana, estimulação transcraniana por corrente direta, estimulação transcraniana por ruído aleatório e eletroestimulação cortical não invasiva por impedância reduzida sobre a dor crônica e concluiu que a ETCC pode melhorar a dor crônica em curto prazo, porém, o efeito específico da ETCC combinada ou associada ao exercício sobre as DME ainda não está claro. Portanto, o objetivo desta revisão foi investigar os efeitos da ETCC associada ou combinada com exercício aeróbio/resistido nas DME.

CONTEÚDO

Esta revisão sistemática seguiu as recomendações da *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).

A busca foi realizada nas bases de dados Pubmed, Scielo e LILACS sem restrições quanto ao idioma e ano de publicação dos estudos incluídos. Os termos utilizados para busca foram: “transcranial direct current stimulation”, “exercise” e “pain”. A última pesquisa foi realizada no dia 01 de dezembro de 2020. As referências dos artigos incluídos e também de outras revisões sistemáticas sobre a temática ETCC e dor foram verificadas para rastrear outros ensaios potencialmente elegíveis.

Os critérios de elegibilidade utilizados neste estudo foram baseados na estratégia PICOTS - participantes; intervenção; comparação; desfechos; tempo (momento) de medida; tipo de estudo. Os participantes deveriam ter diagnóstico de disfunção musculoesquelética e dor aguda ou crônica; a intervenção deveria ser realizada por meio da ETCC associada ou combinada a exercícios aeróbios ou resistidos; a comparação deveria envolver exercício sem ETCC ou associado/combinada a ETCC simulada, ou seja, placebo; o desfecho foi a dor avaliada por meio de escalas subjetivas; o momento de medida foi após pelo menos quatro semanas de tratamento; e ensaios clínicos randomizados. Estudos envolvendo animais, crianças ou que utilizaram técnica de neuromodulação diferente da ETCC foram excluídos.

Seleção dos estudos

Foi feita avaliação dos títulos e resumos seguidos de análise do texto completo. A busca foi realizada independentemente por dois reviso-

res que ao final conversaram entre si para chegar ao consenso sobre a elegibilidade dos artigos encontrados. No caso de divergências, um terceiro revisor foi recrutado para arbitrar a decisão de inclusão ou não dos estudos.

Avaliação da qualidade dos estudos

Foi avaliada independentemente por dois revisores por meio da escala PEDro, que apresenta bons níveis de validade e confiabilidade. Essa escala determina o risco de viés e reporta ao procedimento estatístico utilizado em ensaios clínicos. Foram analisados os 11 itens critérios de elegibilidade; randomização da amostra; sigilo de alocação; similaridade dos grupos na linha de base; cegamento dos participantes; cegamento dos terapeutas; cegamento de avaliadores; medição de, pelo menos, um resultado chave obtido em mais de 85% dos indivíduos inicialmente distribuídos por grupos; análise de intenção de tratar; comparação intergrupos; mensuração do efeito e variabilidade do tratamento. O primeiro item da escala (critérios de elegibilidade) não é considerado para pontuação por estar associado à validação externa. Dessa forma, a pontuação total varia entre zero e 10 pontos, sendo que quanto maior a pontuação, melhor a qualidade metodológica do estudo. Estudos com pontuação menor do que 6 foram considerados de baixa qualidade metodológica²⁴.

Análise e extração dos dados

Os dados extraídos dos artigos incluíram autor; ano de publicação; objetivos; instrumento e momentos de medida da dor; intervenção; comparação; resultados; conclusão. A análise dos dados foi realizada de forma descritiva. Para caracterizar os grupos, foram analisados o tipo de intervenção, tipo de doença, idade, sexo e tamanho da amostra. Para caracterizar a intervenção e a comparação foram analisados o número de sessões, duração da estimulação, área cerebral estimulada, intensidade, número de repetições e de séries.

RESULTADOS

Foram identificados 64 estudos, porém apenas três foram elegíveis para a análise. (Figura 1)

Descrição dos estudos

Os três artigos incluídos foram publicados entre 2016 e 2018. O tamanho da amostra variou de 30 a 45 voluntários, totalizando 110 indivíduos de ambos os sexos. A descrição detalhada dos estudos incluídos está apresentada na tabela 1.

Qualidade dos estudos

Os estudos apresentaram alta qualidade metodológica, com média de 9 pontos e pontuação total de 8-10 na escala PEDro (Tabela 2). O estudo²⁵ obteve pontuação 10 na escala PEDro, estudo⁶ obteve pontuação 9 e o estudo²⁶ obteve pontuação 8. Os três atenderam aos requisitos para a randomização e ocultação da amostra, similaridade entre os grupos na “linha de base”, cegamento de participantes e de avaliadores, análise de intenção de tratar, realização da comparação intergrupos e estimativas pontuais e variabilidade, enquanto o cegamento dos terapeutas foi o item menos cumprido. Foi realizado cálculo amostral nos estudos^{25,26} e todos os estudos foram registrados e financiados (Tabela 3).

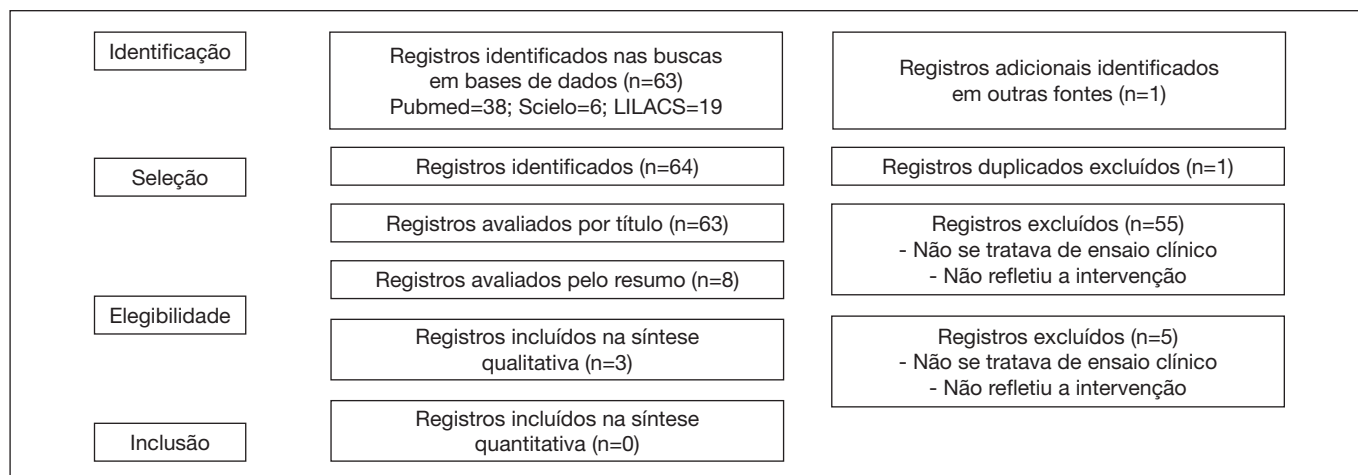


Figura 1. Fluxograma para inclusão dos estudos

Tabela 1. Descrição dos estudos incluídos na revisão

Estudo	População	Intervenção		Comparação
		Protocolo geral	Parâmetros da ETCC	
Mendonça et al. ⁶	45 pacientes com fibromialgia; Idade entre 18 e 65 anos. G1 (n=15): ETCC AT combinada com exercícios aeróbios AT. G2 (n=15): ETCC S combinada com exercícios aeróbios AT. G3 (n=15): ETCC AT combinada com exercícios aeróbios S.	4 semanas de tratamento (ETCC durante exercício aeróbio). Semana 1: ETCC por 5 dias consecutivos e exercícios aeróbios 3 dias por semana. Semanas 2 a 4: Somente exercícios aeróbios, 3x por semana.	20 minutos de aplicação com intensidade de 2mA. Eletrodo anódico no ponto C3 da região de M1. Eletrodo catódico posicionado sobre a região supraorbital, contralateral ao eletrodo anódico.	30 minutos em esteira com intensidade de 60% da FCM. ETCC S: mesmos parâmetros do grupo ativo, mas a ETCC foi administrada apenas nos primeiros 30s. Exercício aeróbio S: mesmos parâmetros do grupo ativo, mas com velocidade mínima da esteira.
Chang et al. ²⁶	30 pacientes com osteoartrite de joelho. Idade acima de 50 anos. G1 (n=15): ETCC AT associada com exercício resistido. G2 (n=15): ETCC S associada com exercício resistido.	8 semanas de tratamento. 2 dias por semana (ETCC associada com exercício resistido). Aplicação da ETCC 30 minutos antes do programa de exercícios.	20 minutos com intensidade de 1 mA. Eletrodo anódico posicionado em M1, contralateral ao joelho mais sintomático. Eletrodo catódico posicionado sobre a região supraorbital contralateral.	30 minutos de fortalecimento com tornozeleiras ou faixas elásticas. 3 séries de 10 repetições; intervalo de 30s entre séries para cada um dos seguintes exercícios: 1) extensão do joelho, 2) abdução do quadril, 3) agachamentos parciais na parede, 4) flexão de joelho com paciente sentado, 5) <i>step ups/ step downs</i> . ETCC S: mesmos parâmetros do grupo ativo, mas a ETCC foi administrada apenas nos primeiros 15s. Protocolo de exercícios e orientações similares ao grupo intervenção.
Straudi et al. ²⁵	35 pacientes com lombalgia crônica. Idade entre 18 e 75 anos. G1 (n=18): ETCC AT associada com exercícios resistidos e de alongamento (em grupo). G2 (n=17): ETCC S associada com exercícios resistidos e de alongamento (em grupo).	4 semanas de tratamento (ETCC associada com exercício resistido). Aplicação da ETCC por 5 dias consecutivos antes do programa de exercícios.	20 minutos com intensidade de 2mA. Na dor lombar central ou bilateral: eletrodo anódico posicionado em M1 (hemisfério dominante). Na dor unilateral: eletrodo anódico posicionado na região de M1, contralateral ao lado da dor. O eletrodo catódico foi posicionado na área supraorbital contralateral.	Exercícios resistidos (8 a 10 ações submáximas mantidas por 5 a 6s com intensidade de 40 a 60% da contração voluntária máxima) para extensores da coluna, glúteos, abdôminais, iliopsoas e paraespinhais. Alongamentos mantidos por 15 a 20s, com a intensidade controlada por meio da percepção subjetiva. ETCC S: mesmos parâmetros do grupo ativo, mas a ETCC foi administrada apenas nos primeiros 30s. Protocolo de exercícios e orientações similar ao grupo intervenção.

n = tamanho da amostra; ETCC = estimulação transcraniana por corrente contínua; AT = ativa; S = simulado; M1 = córtex motor primário; mA = miliampère; FCM = frequência cardíaca máxima; EX = exercício; EAV = escala analógica visual; AO = osteoartrite; G1 = grupo 1; G2 = grupo 2; G3 = grupo 3.

Tabela 2. Qualidade metodológica dos estudos elegíveis

Estudos	Itens da Escala PEDro	Pontuação PEDro (0-10)	Registrado	Resultado primário declarado	Financiado	Cálculo do tamanho da amostra
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11					
Mendonça et al. ⁶	S S S S S N S S S S S	9	S	S	S	N
Chang et al. ²⁶	S S S S S N S N S S S	8	S	S	S	S
Straudi et al. ²⁵	S S S S S S S S S S S	10	S	S	S	S

S = Sim; N = Não.

1: critérios de elegibilidade e fonte de participantes; 2: alocação aleatória; 3: alocação oculta; 4: comparabilidade da linha de base; 5: participantes cegos; 6: terapeutas cegos; 7: avaliadores cegos; 8: acompanhamento adequado; 9: análise de intenção de tratar; 10: comparação entre grupos; 11: estimativas pontuais de variabilidade.

Item 1 não contribui para a pontuação total.

Tabela 3. Resultados e conclusões dos estudos analisando os efeitos da ETCC associada ou combinada com exercício sobre a DME

Estudos e doença	Instrumento e momentos de medida da dor	Resultados	Conclusões
Mendonça et al. ⁶ Fibromialgia	EAV 1 semana antes do tratamento. Após 1 e 4 semanas de tratamento. 1 e 2 meses após o final do tratamento.	Diminuição na intensidade da dor no final da primeira e da quarta semana de intervenção em todos os grupos, porém a maior foi no grupo ETCC + EX AT. Não houve redução da dor 1 e 2 meses após o final do tratamento. Não houve diferença significativa na intensidade da dor entre os grupos.	Conclusão dos autores: A ETCC + EX AT produz maior diminuição na intensidade da dor do que a utilização individual de ETCC ou EX AT. Conclusão da revisão: Não houve diferença entre ETCC AT e ETCC S para melhorar a dor de pacientes com fibromialgia. Portanto, os benefícios em ambos os grupos provavelmente foram decorrentes do EX AT.
Chang et al. ²⁶ Osteoartrite	EAV 1 semana antes do tratamento Após 8 semanas de tratamento	A dor durante a caminhada diminuiu nos dois grupos após 8 semanas de tratamento. A redução da dor no grupo ETCC AT + EX foi o dobro do observado no grupo ETCC S + EX. Não houve diferença significativa entre os grupos.	Conclusão dos autores: Houve redução da dor após 8 semanas de tratamento em ambos os grupos. O efeito no grupo ETCC AT + EX foi mais do que o dobro em comparação ao grupo simulado. Porém, não houve diferença significativa na redução da dor em relação ao grupo ETCC S + EX. Conclusão da revisão: Não houve diferença entre ETCC AT e ETCC S para melhorar a dor de pacientes com osteoartrite. Portanto, os benefícios em ambos os grupos provavelmente foram decorrentes do exercício.
Straudi et al. ²⁵ Lombalgia crônica	EAV; Antes do tratamento; Após aplicação da ETCC e após exercício em grupo; Após 1 mês de tratamento.	Em ambos os grupos não houve redução significativa na intensidade da dor imediatamente após a ETCC, entretanto, houve redução na dor a partir da primeira sessão. Houve diferença entre os grupos após 1 mês de tratamento em favor do grupo ETCC + EX.	Conclusão dos autores: A ETCC pode aumentar os efeitos analgésicos do grupo exercício em pacientes com dor lombar crônica. Conclusão da revisão: Houve diferença em favor da ETCC AT em comparação com a ETCC S para melhorar a dor de pacientes com lombalgia crônica. Portanto, o uso da ETCC pode aumentar os efeitos analgésicos do exercício em pacientes com lombalgia crônica.

EAV = escala analógica visual; ETCC = estimulação transcraniana por corrente contínua; AT = ativa; S = simulado; EX = exercício.

DISCUSSÃO

Todos os artigos incluídos tiveram como grupo de comparação a combinação ou associação de exercício com ETCC simulada^{6,25,26}. Os estudos^{6,25} não demonstraram diferença significativa na intensidade da dor de pacientes com fibromialgia e osteoartrite entre ETCC ativa e ETCC simulada. A ETCC parece adicionar efeitos analgésicos ao exercício especificamente para dor lombar²⁶.

Em contraste aos presentes resultados, duas meta-análises recentes evidenciaram benefícios significativos do uso sinérgico da ETCC com exercícios no controle da dor em doenças crônicas^{27,28}. Os resultados destas meta-análises provavelmente foram influenciados pela inclusão de estudos envolvendo terapia manual, terapia cognitivo-comportamental e estimulação elétrica muscular. A presente revisão adiciona informações mais específicas sobre o uso sinérgico da ETCC com exercícios resistidos ou aeróbios.

Existem questões metodológicas que precisam ser cuidadosamente observadas com relação ao uso da ETCC e seus parâmetros de estimulação. Por exemplo, todos os estudos incluídos realizaram a estimulação do córtex motor primário^{6,25,26}. Como a dor também

pode estar relacionada a fatores emocionais, a aplicação da ETCC em outra área cerebral, como o córtex pré-frontal dorsolateral, por exemplo, talvez apresente melhores efeitos do que quando aplicada no córtex motor primário²⁹.

É importante sublinhar que o córtex motor primário é uma área cerebral capaz de liberar neurotransmissores que podem aumentar a produção de opioides endógenos e consequentemente diminuir a dor^{6,15,19} e tanto a ETCC quanto os exercícios terapêuticos atuam sobre esta área cortical. Desta forma, a estimulação de uma mesma área cortical pela associação ou combinação destes dois recursos pode explicar o limitado efeito analgésico ao uso do exercício isoladamente⁶. É razoável considerar que estimular o córtex motor primário por meio do exercício e outra área cortical por meio da ETCC pode ser mais eficaz para potencializar o efeito analgésico do exercício.

Em relação aos parâmetros de intensidade e duração dos estímulos, os estudos apresentaram dois tipos diferentes de estimulação: 2mA por 20 minutos^{6,25} e 1mA por 20 minutos²⁶. Apesar das discrepâncias, a literatura afirma que, após estimulação com ETCC por 20 minutos e com intensidade entre 1 e 2mA, é possível verificar altera-

ções na excitabilidade cortical³⁰. Esse pode ser o motivo pelo qual a maioria dos estudos optou por essa dosimetria.

Com relação ao momento de aplicação, os estudos foram heterogêneos em relação a associar^{25,26} ou combinar⁶ ETCC e exercício. O estudo que apresentou resultados significativos favoráveis à ETCC é ensaio piloto que fez a aplicação antes do exercício²⁵. Apesar de baseada em estudos com baixo risco de viés, os dados desta revisão sugerem que o uso associado ou combinado de exercício e ETCC para controle da DME é discordante.

Os resultados desta revisão são pautados em apenas três estudos homogêneos com relação à área cortical de aplicação da ETCC, porém heterogêneos em relação aos parâmetros de aplicação da ETCC e tipos de doença. No entanto, devido a essas limitações e à pequena quantidade de artigos e de participantes incluídos, uma vez que foi feita busca em apenas três bases de dados, os resultados devem ser interpretados com cautela.

Para avaliar se a ETCC utilizada sinergicamente com programas de exercício reduz ou não a DME, devem ser realizados estudos com tamanho amostral adequado, maiores períodos de acompanhamento, diferentes momentos, durações, frequências e parâmetros de aplicação.

CONCLUSÃO

Combinar ou associar ETCC com exercício tem limitado efeito adicional na redução de DME em relação ao tratamento somente com exercício, sendo que parte desses efeitos pode ser decorrente do efeito placebo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Ricardo Vinicius Silva Souza

Coleta de Dados, Conceitualização, Metodologia, Redação – Revisão e Edição

Daniel Germano Maciel

Metodologia, Redação – Preparação do original, Redação – Revisão e Edição

Mikhail Santos Cerqueira

Coleta de Dados, Conceitualização, Gerenciamento do Projeto, Metodologia, Redação – Revisão e Edição, Supervisão

REFERÊNCIAS

- Booth J, Moseley GL, Schiltenswolf M, Cashin A, Davies M, Hübscher M. Exercise for chronic musculoskeletal pain: a biopsychosocial approach. *Musculoskeletal Care*. 2017;15(4):413-21.
- Cimmino MA, Ferrone C, Cutolo M. Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011;25(2):173-83.
- Babatunde OO, Jordan JL, Van der Windt DA, Hill JC, Foster NE, Protheroe J. Effective treatment options for musculoskeletal pain in primary care: a systematic overview of current evidence. *PLoS One*. 2017;12(6):e0178621.
- Ouellette AL, Liston MB, Chang WJ, Walton DM, Wand BM, Schabrun SM. Safety and feasibility of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with sensorimotor retraining in chronic low back pain: a protocol for a pilot randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2017; 21;7(8):e013080.
- Meade LB, Beame LM, Sweeney LH, Alageel SH, Godfrey EL. Behaviour change techniques associated with adherence to prescribed exercise in patients with persistent musculoskeletal pain: systematic review. *Br J Health Psychol*. 2019;24(1):10-30.
- Mendonça ME, Simis M, Grecco LC, Battistella LR, Baptista AF, Fregni F. Transcranial direct current stimulation combined with aerobic exercise to optimize analgesic responses in fibromyalgia: a randomized placebo-controlled clinical trial. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:10:68.
- Sosa-Reina MD, Nunez-Nagy S, Gallego-Izquierdo T, Pecos-Martín D, Monserrat J, Álvarez-Mon M. Effectiveness of therapeutic exercise in fibromyalgia syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2356346.
- van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010;24(2):193-204.
- Nicolson PJA, Bennell KL, Dobson FL, Van Ginckel A, Holden MA, Hinman RS. Interventions to increase adherence to therapeutic exercise in older adults with low back pain and/or hip/knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(10):791-99.
- Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, Rathleff MS, Vicenzino B, Davis IS, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med*. 2018;52(18):1170-8.
- Wilson F, Walshe M, O'Dwyer T, Bennett K, Mockler D, Bleakley C. Exercise, orthoses and splinting for treating Achilles tendinopathy: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018;52(24):1564-74.
- Vitor-Costa-Lucas M, Pereira-Rafael A, Montenegro RA, Okano AH, Altamiri LR. A estimulação transcraniana por corrente contínua como recurso ergogênico: uma nova perspectiva no meio esportivo. *Rev Educ Fis/UEM*. 2012;23(2):167-74
- Okano AH, Montenegro RA, Farinatti PTV, Li LM, Brunoni AR, Fontes EB. Estimulação cerebral na promoção da saúde e melhoria do desempenho físico. *Rev Bras de Educ Fis Esporte*. 2013;27(2):315-32.
- Williams PS, Hoffman RL, Clark BC. Preliminary evidence that anodal transcranial direct current stimulation enhances time to task failure of a sustained submaximal contraction. *PLoS ONE*. 2013; 8(12):e81418.
- Adachi LNS, Oliveira C, Vercelino R, Macedo IC, Laste G, Quevedo AS, et al. Evaluation of different procedure involved in the Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) technique experimental application. *Clin Biom Res*. 2017;37(2):63-72.
- Angius L, Pageaux B, Hopker J, Marcora SM, Mauger AR. Transcranial direct current stimulation improves isometric time to exhaustion of the knee extensors. *Neuroscience*. 2016;339(17):363-75.
- Angius L, Mauger AR, Hopker J, Pascual-Leone A, Santarnecchi E, Marcora SM. Bilateral extracephalic transcranial direct current stimulation improves endurance performance in healthy individuals. *Brain Stimul*. 2018;11(1):108-17.
- Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol*. 2000;527 Pt 3(Pt 3):633-9.
- Montenegro R, Okano A, Gurgel J, Porto F, Cunha F, Massaferrri R, et al. Motor cortex tDCS does not improve strength performance in healthy subjects. *Motriz: Rev Educ Fis*. 2015;21(2):185-193.
- Vitor-Costa M, Okuno NM, Bortolotti H, et al. Improving cycling performance: Transcranial direct current stimulation increases time to exhaustion in cycling. *PLoS ONE*. 2015;16(10(12):e0144916.
- Marques Junior N. Neuromodulação através da estimulação transcraniana por corrente contínua: Prescrição da sessão que retarda a Fadiga. *Rev Bras Presc Fisiol Exerc*. 2016;10(57):200-8.
- Arias P, Corral-Bergantiños Y, Robles-García V, Madrid A, Oliviero A, Cudeiro J. Bilateral tDCS on primary motor cortex: effects on fast arm reaching tasks. *PLoS ONE*. 2016;11(8):e0160063.
- O'Connell NE, Marston L, Spencer S, DeSouza LH, Wand BM. Non-invasive brain stimulation techniques for chronic pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;16;3(3):CD008208.
- Shiwa SR, Costa LOP, Moser ADL, Aguiar IC, Oliveira LVF. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter Movim*. 2011; 24(3):523-33.
- Straudi S, Buja S, Baroni A, Pavarelli C, Pranovi G, Fregni F, et al. The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with group exercise treatment in subjects with chronic low back pain: a pilot randomized control trial. *Clin Rehabil*. 2018;32(10):1348-56.
- Chang W-J, Bennell KL, Hodges PW, et al. Addition of transcranial direct current stimulation to quadriceps strengthening exercise in knee osteoarthritis: a pilot randomised controlled trial. *PLoS ONE*. 2017;12(6):e0180328.
- Teixeira, PE, Alawdah, L, Alhassan, HAA, Guidetti M, Priori A, Papatheodorou, S, Fregni F. The analgesic effect of transcranial direct current stimulation (tdcs) combined with physical therapy on common musculoskeletal conditions: a systematic review and meta-analysis. *Princ Pract Clin Res*. 2020;6(1):23.
- Cardenas-Rojas A., Pacheco-Barrios K, Giannoni-Luza S, Rivera-Torrejón O, Fregni, F. Non-invasive brain stimulation combined with exercise in chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev Neurother*. 2020;20(4):401-12.
- Oliveira LB, Lopes TS, Soares C, Maluf R, Goes BT, Sá KN, et al. Transcranial direct current stimulation and exercises for treatment of chronic temporomandibular disorders: a blind randomised-controlled trial. *J Oral Rehabil*. 2015;42(10):723-32.
- Bellef AF, Mercier C, Bastien M, Léonard G, Gaudreault N, Roy JS. Anodal transcranial direct-current stimulation to enhance rehabilitation in individuals with rotator cuff tendinopathy: A triple-blind randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018;48(7):541-51.

