UNIVERSIDADE DE SOROCABA

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CURSO DE FISIOTERAPIA

ADRIANE MORAES DA SILVA

TAINÁ ROMÃO MARTINS

OS EFEITOS DO TREINO DE MARCHA EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL ASSOCIADO AO USO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Sorocaba/SP

2022

ADRIANE MORAES DA SILVA

TAINÁ ROMÃO MARTINS

OS EFEITOS DO TREINO DE MARCHA EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL ASSOCIADO AO USO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção de título de Bacharel em Fisioterapia, da Universidade de Sorocaba.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Serafim Bonvino

Sorocaba/SP

2022

ADRIANE MORAES DA SILVA

TAINÁ ROMÃO MARTINS

OS EFEITOS DO TREINO DE MARCHA EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL ASSOCIADO AO USO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção de título de Bacharel em Fisioterapia, da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em:__/__/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marco Aurélio Serafim Bonvino

Universidade de Sorocaba

Dra. Luanda André Collange

Fisioterapeuta Especialista em Fisioterapia Neurofuncional na Infância e na Adolescência – ABRAFIN

Pós Doutoranda em Movimento Humano e Reabilitação, UniEvangélica

Prof. Dr. Arislander Jonathan Lopes Dumont

Universidade de Sorocaba

Dedicamos este trabalho a nossa família, que tornaram esse sonho realidade e aos nossos pacientes que nos permitiram aprender, aperfeiçoar todo nosso conhecimento e que nos inspiram a dar o nosso melhor todos os dias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me dado forças para chegar até aqui. Toda honra e glória seja dada à Ele, dono de toda ciência, sabedoria e poder.

À minha família por todo incentivo e paciência, contribuindo diretamente para que este sonho se tornasse realidade. As minhas avós (*in memorian*) que plantaram a semente do desejo de cuidar e reabilitar em meu coração.

Agradeço todo o colegiado de Fisioterapia da Uniso, que contribuíram compartilhando seus conhecimentos, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Marco Aurélio Serafim Bonvino. Agradeço ao Wesley dos Santos Rodrigues e ao João Gabriel de Almeida Flores, alunos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Uniso, que nos auxiliaram com a produção do nosso produto.

Agradeço a Dra. Luanda André Collange, por abrir as portas de sua clínica, Vento Leste, compartilhando todo seu conhecimento e me proporcionando vivências únicas dentro da neuropediatria, e por disponibilizar o conteúdo para a realização do nosso projeto, se mostrando sempre solicita, assim como as fisioterapeutas Larissa Jordão e Amanda Queiroga por toda ajuda, paciência e auxílio ao longo desses meses.

Agradeço aos meus amigos, que sempre me apoiaram e torceram por mim. Principalmente meu grupo de estágio, minhas “pobres” ao qual chamo carinhosamente. Gratidão eterna por esses últimos semestres. Foram momentos desafiantes, mas nos unimos e seguimos firmes, até o fim dividindo alegrias, tristezas, sabedoria, perrengues e muito café.

Agradeço aos meus pacientes, que depositaram em mim toda confiança e tornaram minha escolha ainda mais especial, me mostrando a cada atendimento que estou no caminho certo. Obrigada pelos momentos, histórias compartilhadas, conquistas e todo carinho.

Por fim, agradeço a minha maior parceira destes anos de faculdade, TCC e da vida, Taina Romão Martins, que embarcou nessa comigo ao longo do curso, com muita paciência e carinho. Contribuiu diretamente e indiretamente me dando força e coragem para superar todos os desafios desde o primeiro dia na faculdade. Obrigada por tornar os dias mais leves.

Adriane Moraes da Silva

Primeiramente agradeço à Deus que me deu forças e me sustentou nessa jornada de 5 anos de graduação, sempre me mostrando os melhores caminhos e acalmando meu coração. Também sou muito grata ao meu avô Pedro Pires e ao meu pai Romário A. Mello (*in memorian*), que embora não estejam presentes aqui para participar desse momento, foram de extrema importância para que eu tivesse as oportunidades que me trouxeram a esse caminho e me tornaram quem eu sou hoje.

Sou imensamente grata ao meu marido e companheiro de vida Rafael Gonçalves e nossa filha Melissa Camillo que me ampararam em todos os dias, me deram forças e motivos para continuar seguindo, além de toda a paciência e dedicação que tiveram comigo. Agradeço à minha mãe Janaína Mello e aos meus irmãos que, de todas as formas, fizeram o possível para me amparar – em especial a minha irmã Leticia Manuella que com o seu jeitinho me mostrou que eu estava no caminho certo.

Agradeço a todo o colegiado de Fisioterapia Uniso por todos os ensinamentos e conhecimentos compartilhados conosco. Também ao nosso orientador Prof. Dr. Marco Aurélio Serafim Bonvino que nos auxiliou na construção dessa pesquisa. Ademais, agradeço aos alunos do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Wesley dos Santos Rodrigues e ao João Gabriel de Almeida Flores, que acolheram nossa ideia de produto e nos auxiliaram na elaboração de todo nosso projeto.

Também sou muito grata aos nossos pacientes que nos mostraram o que é a fisioterapia na prática, que vai além de conhecimentos e técnicas. E que através de suas histórias, me proporcionaram manhãs e tardes que, por muitas vezes, foram de grandes emoções.

Sou muito grata a Dra. Luanda André Collange por todo ensinamento e oportunidades que me proporcionou. Também a toda equipe Vento Leste, em especial as fisioterapeutas Larissa Jordão e Amanda Queiroga que com toda paciência me auxiliou com conhecimentos técnicos e conselhos durante todo um semestre.

Agradeço aos meus amigos e minhas companheiras de estágios por todo esse ano maravilhoso no qual estivemos juntas fazendo um trabalho de excelência.

Para finalizar, agradeço de todo meu coração à minha companheira nessa jornada que foi o TCC e, também amiga Adriane Moraes da Silva. Minha gratidão a todos esses anos de graduação do qual estivemos juntas desde o primeiro dia. Muito obrigada por estar comigo e me auxiliar muito além da faculdade, mas sim na vida.

Tainá Romão Martins

“É justo que muito custe o que muito vale.”
Santa Teresa D'Ávila

RESUMO

Introdução: A paralisia cerebral (PC) é caracterizada por desordens no desenvolvimento motor de forma não progressiva e mutável, ocasionadas por lesão cerebral primária. Há uma grande variação entre as manifestações clínicas da PC, sendo uma das principais características o comprometimento da marcha, dado que, uma em cada quatro crianças com paralisia cerebral não adquire a capacidade de andar. A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é uma técnica não invasiva de estimulação cerebral, de forma que seu uso pode promover a modulação da excitabilidade do córtex cerebral e quando associado ao treino de marcha em esteira em crianças com paralisia cerebral, pode potencializar ganhos neuroplásticos, dessa forma, a ETCC pode trazer grandes ganhos com o treino motor em crianças com PC. **Objetivo:** Sintetizar o que há de evidências acerca dos efeitos da ETCC na marcha de crianças com PC. **Método:** Trata-se de uma revisão sistemática, cujas buscas foram realizadas entre agosto e setembro de 2022, nas bases de dados *MEDLINE* via *PubMed* e *PEDro*, selecionando artigos publicados nos últimos 10 anos e que fossem em inglês. Seguindo os critérios de elegibilidade foram incluídos ensaios clínicos controlados randomizados. **Resultados:** Foram identificados 21 artigos, sendo 5 incluídos nesta revisão. Todos associavam o treino de marcha com a ETCC. Os autores ressaltam que a ETCC pode ser uma grande ferramenta para a reabilitação neurológica para a otimização dos treinos motores, por potencializar o papel de controle motor e aprendizagem. **Conclusão:** A literatura existente comprova que a combinação de ETCC com fisioterapia melhora o equilíbrio externo, a mobilidade e a funcionalidade da criança com PC. Isso pode ser feito através da implementação de treinamento de marcha e terapia de movimento em terapia virtual. No entanto, pesquisas adicionais são necessárias devido aos poucos estudos que foram encontrados sobre a temática.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral; Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, ETCC.

ABSTRACT

Introduction: Cerebral palsy (CP) is characterized by disorders in motor development in a non-progressive and changeable way, caused by a primary brain lesion. There is a great variation between the clinical manifestations of CP, one of the main characteristics being gait impairment, given that one in four children with cerebral palsy cannot walk. Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a non-invasive brain stimulation technique, and its use can promote modulation of cerebral cortex excitability and, when associated with treadmill gait training in children with cerebral palsy, can enhance gains neuroplastics, therefore, tDCS can bring great gains with motor training in children with CP. **Objective:** To synthesize what there is evidence about the effects of tDCS on the gait of children with CP. **Method:** This is a systematic review, whose searches were carried out between August and September 2022, in the MEDLINE databases via PubMed and PEDro, selecting articles published in the last 10 years and that were in English. Following the eligibility criteria, randomized controlled trials were included. **Results:** 21 articles were identified, 5 of which were included in this review. All associated gait training with tDCS. The authors emphasize that tDCS can be a great tool for neurological rehabilitation for the optimization of motor training, as it enhances the role of motor control and learning. **Conclusion**: The existing literature proves that the combination of tDCS with physical therapy improves the external balance, mobility and functionality of children with CP. This can be done by implementing gait training and movement therapy in virtual therapy. However, additional research is necessary due to the few studies that were found on the subject.

Keywords: Cerebral Palsy, tDCS, Transcranial Direct Current Stimulation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 .....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

cm	Centímetros
CPGs	Geradores de Padrão Central
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
ETCC	Estimulação Transcraniana Contínua por Corrente
GMFCS	*Gross Motor Function Classification System*
GMFM	*Gross Motor Function Measure*
mA	*Miliampère*
MESH	*Medical Subject Heading* (MeSH)
PBS	*Pediatric Balance Scale*
PC	Paralisia Cerebral
PEDI	*Pediatric Assessment of Disability Inventory*
PEDro	*Physiotherapy Evidence Database*
tDCS	*Transcranial Direct Current Stimulation*
TUG	*Timed Up and Go*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 METODOLOGIA 17

3 RESULTADOS 17

3.1 FIGURA 1 18

3.2 TABELA 1 23

4 DISCUSSÃO 23

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 26

REFERÊNCIAS 27

1 INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é caracterizada por desordens no desenvolvimento motor de forma não progressiva e mutável, ocasionada por lesão cerebral primária. Além disso, distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamentais podem estar associadas como manifestação clínica desta condição de saúde (ROSENBAUM *et al.,* 2007)

A etiologia da PC pode estar relacionada à lesão cerebral entre os períodos pré-natal; perinatal e pós-natal – até dois anos de idade (ASALU *et al.,* 2019). Sendo a hipóxia a causa mais comum de lesão encefálica, além disso históricos de abortos, pré-eclâmpsia, baixo peso, gestação gemelar, deslocamento de placenta, entre outros também são fatores de risco. A PC é uma das causas mais comuns de incapacidade física na infância e dificuldade em processamento de informações necessárias para adquirir habilidades motoras. Pode afetar o desenvolvimento neuropsicomotor de variadas maneiras, e o tipo e a gravidade dos sintomas variam de acordo com o grau e local da lesão encefálica. (MINISTÉRIO DA SAÚDE *et al.,* 2019)

Há uma grande variação entre as manifestações clínicas da PC, sendo uma das principais características o comprometimento da marcha. Estima-se que uma em cada quatro crianças com PC não adquire a capacidade de andar (MINISTÉRIO DA SAÚDE *et al.,* 2019*).* As alterações da marcha são decorrentes do aumento do tônus muscular, fraqueza muscular excessiva, encurtamentos musculares, deformidades ósseas, déficit no controle motor seletivo, movimentos involuntários, déficit nos ajustes posturais, movimentos compensatórios e dificuldade de planejar e/ou ajustar o movimento motor. (MUSZKAT E GRECCO 2017)

Ao analisar a marcha normal realizada pelo ser humano, alguns parâmetros como comprimento de passo, largura de base de suporte e distância entre um pé e o outro são analisados. O ciclo de marcha deve ser contado a partir do primeiro toque de um pé ao solo até que esse mesmo pé entre em contato com o solo novamente após um passo. Esse ciclo é divido em fase de apoio e fase de balanço das quais são divididas em subfases. (SOUZA *et al.,* 2018)

Na marcha patológica decorrente da PC é possível identificar diversas alterações do ciclo da marcha ou, até mesmo, a total incapacidade de realizá-la. Em pacientes classificados como níveis I a III do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (*Gross Motor Function Classification System* -GMFCS) é possível realizar o treino da marcha associado a diversas intervenções adjuvantes que, quando combinadas com o treinamento motor específico da tarefa, podem aumentar os efeitos positivos do treinamento. O treino motor pode ser associado a protocolos de estimulação cerebral não invasiva, nestas incluem a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC). (GRECCO *et al.,* 2013)

A ETCC é uma técnica não invasiva de estimulação cerebral, considerada segura e tolerável, que consiste na aplicação de uma corrente elétrica polarizada, contínua e de baixa intensidade. Por meio da estimulação anódica ou catódica se torna possível facilitar ou inibir a excitabilidade cortical, favorecendo a plasticidade neural adaptativa e minimizando processos plásticos mal-adaptativos. A ETCC altera os potenciais neuronais de membrana em repouso, aumentando assim a probabilidade de despolarização e aumento da excitabilidade cortical subjacente (estimulação anódica), ou de hiperpolarização e diminuição da excitabilidade cortical (estimulação catódica). Dessa forma, os efeitos neurofisiológicos da ETCC podem promover a potencialização dos efeitos do treino motor em crianças com PC. Os efeitos neurofuncionais que são adquiridos durante o uso da ETCC são mantidos por um período muito maior quando comparados com o treino motor sem o uso da estimulação transcraniana, o que potencializa a aprendizagem motora. (GRECCO *et al.,* 2013)

O uso da ETCC pode promover a modulação da excitabilidade do córtex cerebral e quando associado ao treino de marcha em esteira em crianças com paralisia cerebral, pode potencializar ganhos neuroplásticos como, por exemplo, o automatismo da marcha, que se dão através de Geradores de Padrão Central (CPGs). A ativação desses geradores – que são conjuntos de neurônios autômatos localizados na região lombar da medula espinhal – produz atividade locomotora coordenada e rítmica capaz de treinar padrões da marcha promovendo melhor controle postural, velocidade e resistência da marcha e equilíbrio. (GRECCO *et al.,* 2013)

Portanto esta revisão tem como objetivo sintetizar o que há de evidências acerca dos efeitos do treino de marcha associado ao uso da estimulação transcraniana por corrente contínua em criança com paralisia cerebral.

2 METODOLOGIA

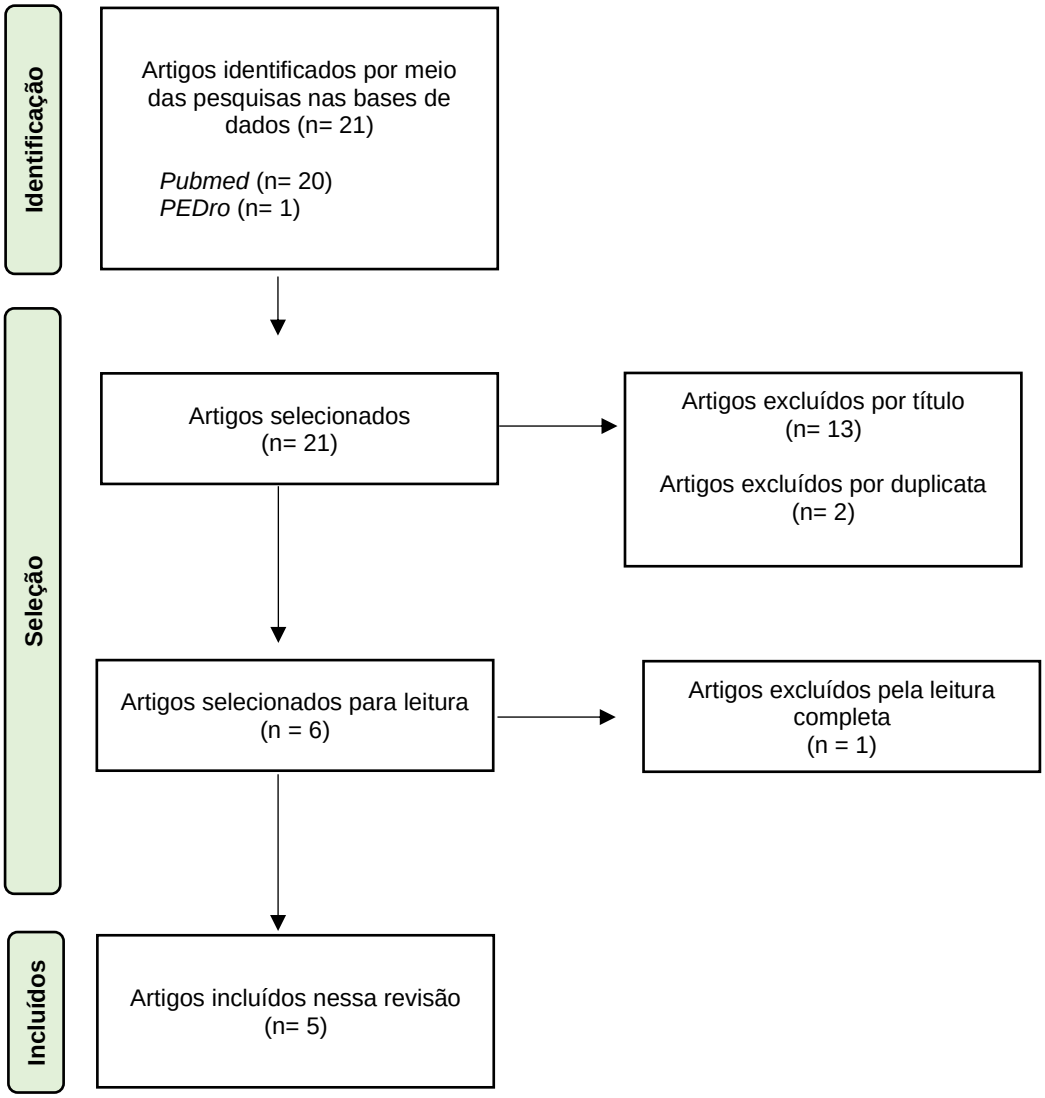
Uma busca sistemática foi realizada entre agosto e setembro de 2022, nas seguintes bases de dados: MEDLINE – utilizando a ferramenta de busca *Pubmed* – e PEDRo, com os descritores *"Cerebral Palsy", "tDCS" "Transcranial Direct Current Stimulation",* selecionados no Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Heading* (MeSH).

Durante a seleção dos estudos, a triagem foi realizada por meio da avaliação dos títulos e dos resumos, por dois pesquisadores de forma independente e cegada. Em caso de dúvidas um terceiro pesquisador seria consultado, o que não foi necessário para esta revisão sistemática. Os artigos identificados na busca inicial foram avaliados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (1) desenho: ensaio clínico controlado aleatorizado; (2) população: crianças com PC; (3) intervenção: treino de marcha associado a ETCC; (4) desfecho: melhora da marcha. Foram excluídos estudos duplicados, estudos que não falavam sobre a temática, estudos que mencionavam outras doenças neurológicas, protocolos de estudo, relatos de casos, revisões sistemáticas e artigos sem acesso na íntegra.

3 RESULTADOS

A estratégia de busca inicial resultou em 21 artigos, dos quais todos eram ensaios clínicos controlados aleatorizados. Ambos os examinadores encontraram 6 possíveis artigos para a construção dessa revisão sistemática. Os 15 artigos excluídos apresentavam título com fuga da temática abordada, duplicatas, protocolos de estudos ou estudos que mencionavam outras doenças neurológicas. Quando o resumo não era totalmente esclarecedor, fora realizado a leitura de texto na íntegra, após a leitura, 1 artigo foi excluído por fuga da temática abordada. A figura a seguir mostra detalhadamente as etapas desta pesquisa.

3.1 Figura 1. O fluxograma abaixo mostra detalhes finais da seleção de artigos.



Os 5 artigos selecionados se trata de estudos dos quais há comparação entre grupo experimental e controle, utilizando técnicas de marcha em solo, marcha em esteira sem suporte de peso e realidade virtual, associado a técnica de ETCC. Houve um total de 108 participantes analisados nesses estudos, sendo do grupo experimental 54 e 54 do grupo controle. A menor amostra apresentava 20 participantes e o maior contou com 24 indivíduos sendo que, a média de participantes por estudo variou entre 20 e 24.

Grecco *et. al., (*2014a) realizaram o estudo que envolveu 39 crianças com paralisia cerebral diparética espástica, recrutadas em ambulatórios especializados. Dessas crianças, apenas 24 foram selecionadas para seguir com o estudo. Os critérios de

exclusão foram: Cirurgias ou bloqueios neurolíticos nos últimos 12 meses; deformidades ortopédicas; epilepsia; implantes metálicos no crânio e próteses auditivas. Os critérios de inclusão foram: Classificação da GMFCS em nível I, II e III; marcha independente por pelo menos 12 meses; idade entre 5 e 10 anos e grau de compreensão suficiente para a execução dos comandos. O grupo experimental realizou o treino de marcha em esteira associado a ETCC anódica sobre o córtex motor primário durante 20 minutos. O grupo controle realizou o treino de marcha em esteira associado a ETCC placebo durante 20 minutos. O estudo foi realizado pelo período de duas semanas consecutivas, das quais as sessões foram executadas 5 vezes na semana, totalizando 10 sessões. O treino de marcha na esteira foi realizado sem suporte de peso corporal, com a velocidade de treinamento de 80% da velocidade máxima alcançada pelos pacientes em testes anteriores, sendo que a velocidade foi aumentada gradativamente de início e diminuída gradativamente no final. No estudo o eletrodo ânodo foi posicionado sobre o córtex motor primário do hemisfério dominante e o cátodo em região supraorbitária do lado contralateral. Os participantes passaram por uma avaliação uma semana antes da intervenção (avaliação 1); uma semana após o término da intervenção (avaliação 2) e um mês após a intervenção (avaliação 3). Essas avaliações foram realizadas em 3 dias não consecutivos para que não houvesse a interferência da fadiga no desempenho durante a avaliação. A marcha foi avaliada por meio da análise tridimensional e testes de mobilidade funcional. O grupo experimental apresentou melhorias na mobilidade funcional e nos parâmetros espaço-temporais e cinemáticos da marcha, efeitos que permaneceram um mês após o término do protocolo. Embora seja um estudo com limitações, apresenta resultados animadores em relação ao uso da ETCC anódica sobre o córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira em crianças com PC.

Em outro estudo realizado por Grecco *et. al., (*2015), 31 crianças com o diagnóstico de PC diparética espástica passaram pela triagem. Desse total, apenas 20 foram elegíveis para a participação no estudo. Os critérios de inclusão utilizados pelos autores foram: Diagnóstico de PC diparética espástica, classificação nos níveis I, II ou III do *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS), idade entre 5 e 10 anos, marcha de forma independente há pelo menos 12 meses e grau de compreensão suficiente para execução dos comandos. Foram critérios de exclusão: Deformidades ortopédicas, epilepsia, história de cirurgia ou bloqueio neurolítico, uso de próteses

auditivas, implantes metálicos no crânio e uso de medicamentos anticonvulsivantes ou relaxantes musculares. Os participantes foram divididos de forma aleatória em grupo controle e grupo experimental. Para isso uma abordagem de randomização em bloco foi utilizada, na qual a sequência dos participantes estava contida em envelopes opacos, selados, numerados sequencialmente e separados por um membro da equipe que não tinha envolvimento com o processo de recrutamento dos participantes. O grupo controle realizou o treino de marcha com uso de realidade virtual associado a ETCC. O grupo experimental realizou o mesmo treino de marcha com uso de realidade virtual associado com a aplicação da ETCC. O treino de marcha associado à realidade virtual consistiu na utilização do programa *Kinect* (Xbox 360 e o jogo *Your Shape: Fitness Evolved* 2012 *run the world, Microsoft, USA*). A ETCC foi aplicada com o eletrodo ânodo posicionado sobre o córtex motor primário contralateral ao membro inferior mais comprometido e o eletrodo cátodo foi posicionado na região supraorbitária contralateral. Todas as crianças completaram as dez sessões, sendo que, apenas uma criança do grupo experimental não realizou avaliação de acompanhamento devido a problemas respiratórios e internação. A marcha foi avaliada por meio da análise tridimensional do movimento, considerando parâmetros espaço-temporais e cinemáticos. Ademais, foi utilizado a escala de *Gross Motor Function Measure* – 88 (GMFM) como análise quantitativa da função motora grossa. O *Pediatric Evaluation Disability Inventory* (PEDI) para verificar o desempenho funcional. Um estimulador magnético foi utilizado para averiguar a excitabilidade do córtex motor, sendo que o limiar motor foi medido em cada área testada. Além disso, um questionário de eventos adversos foi administrado após cada avaliação, onde a pesquisadora responsável questionou as crianças e seus representantes sobre ocorrências de efeitos adversos. Como resultados de marcha, observou-se melhora significativa, maior no grupo experimental quando comparado ao controle, em relação à velocidade e cadência de marcha e mobilidade. Também, foram encontrados achados no potencial de plasticidade do córtex motor. O treino de marcha associado à realidade virtual foi o mesmo em ambos os grupos, o que leva a acreditar que a ETCC potencializou os efeitos do treino motor.

No estudo realizado por Duarte NdAC *et. al., (*2014), foram selecionadas 24 crianças, todas com diagnóstico de PC espástica; níveis I a III do GMFCS, marcha independente por pelo menos 12 meses, idade de 5 a 10 anos e nível adequado de compreensão.

Todas as crianças foram avaliadas às cegas por dois examinadores e divididas aleatoriamente em dois grupos por meio de envelope com um cartão indicando a qual grupo pertenciam. Todos os participantes estavam cegos para o estudo. A avaliação é dividida em três partes. Uma foi realizada uma semana antes da intervenção, outra uma semana após a intervenção e a última um mês após o término da intervenção. As avaliações incluíram análise estabilométrica, aplicação da *Pediatric Balance Scale* (PBS) e do *Pediatric Assessment of Disability Inventory* (PEDI). A intervenção foi constituída do treino de marcha em esteira associado a aplicação da ETCC anódica (ativa ou placebo) por 20 minutos. Ambos os grupos realizaram dez sessões de intervenção, com frequência de cinco sessões por semana, efetuadas em duas semanas consecutivas. A ETCC foi aplicada com o eletrodo ânodo posicionado sobre o córtex motor primário e o eletrodo cátodo sobre a região supraorbital contralateral. Dentre os resultados obtidos, a análise estabilométrica teve efeito positivo, resultando na redução da oscilação corporal em ambos os grupos. Em relação ao PEDI, a mobilidade e o autocuidado aumentaram em ambos os grupos, mas apenas o grupo experimental apresentou efeito positivo na mobilidade.

No artigo de Lazzari *et al.,* (2016) foi realizado um ensaio clínico randomizado no qual foram selecionadas 20 crianças com PC. Os critérios de inclusão foram crianças de 4 a 12 anos de idade, classificadas como níveis I a III do GMFCS, capazes de deambular sem auxílio por pelo menos 12 meses antes do início do estudo, com ou sem dispositivos auxiliares, aceitar a aplicação da ETCC com capacidade cognitiva suficiente para compreender e realizar os procedimentos nos jogos de realidade virtual. Os critérios de exclusão foram deformidades ortopédicas, história de cirurgia ou bloqueios neurolíticos nos últimos 12 meses. As avaliações foram realizadas em três dias não consecutivos, constituídas da avaliação estabilométricas, Escala de Equilíbrio Pediátrico (PBS) e *Timed Up and Go* (TUG). A intervenção consistiu em 10 sessões, divididas em 5 sessões ao longo de duas semanas. O treino de mobilidade foi efetuado com o uso de realidade virtual, utilizando jogos, exercícios como *“Your Shape: Fitness Evolved* 2012" do console *Xbox 360 (Microsoft Corporation, Redmond, WA)* com um sensor de movimento *Kinect (Microsoft Corporation).* O jogo de realidade virtual incluiu uma simulação de caminhada de uma marcha estacionária que exigia que os participantes realizassem uma flexão tripla completa no membro apoiado e transferissem peso de um membro para o outro durante a etapa de troca. A ETCC foi

administrada com o eletrodo ânodo posicionado sobre o córtex motor primário e o eletrodo cátodo sobre a região supraorbital contralateral. Cada sessão de intervenção teve duração de 20 minutos. O grupo experimental recebeu estimulação ativa (1 mA). O grupo controle recebeu estimulação ativa apenas durante os primeiros e últimos 30 segundos da intervenção. Os resultados demonstraram resultados superiores do grupo experimental na Escala de Equilíbrio Pediátrica, *Timed Up and Go* (TUG) e avaliação estabilométricas.

Grecco LCA *et al.*, (2014b) realizaram um estudo transversal controlado randomizado envolvendo 20 crianças com PC com idades entre 6 e 10 anos. A ETCC foi aplicada durante 20 minutos, com os participantes em repouso. O grupo experimental recebeu ETCC anódica do córtex motor primário, com intensidade de 1mA. O grupo controle recebeu a ETCC placebo sobre o córtex motor primário. Os participantes foram avaliados antes, imediatamente após e 20 minutos após o término da ETCC, por meio da análise tridimensional dos parâmetros espaço-temporais da marcha e avaliação estabilométricas. Os resultados mostraram que o grupo experimental aumentou a velocidade da marcha e o comprimento do passo imediatamente após a ETCC, entretanto, os efeitos não foram mantidos na avaliação efetuada 20 minutos após o término da intervenção.

3.2 Tabela1. Sumarização dos resultados obtidos na presente revisão sistemática

AUTOR/ANO	AMOSTRA	GRUPO INTERVENÇÃO	GRUPO CONTROLE	RESULTADOS
Grecco LAC *et al.,* 2014a	24 crianças com Paralisia Cerebral Diparética Espástica	12 crianças submetidas a 10 sessões de ETCC durante o treinamento em esteira	12 crianças submetidas a 10 sessões de estimulação placebo	Melhora na mobilidade funcional temporal, variáveis na marcha.
Duarte NdAC *et al.,* 2014	24 crianças com Paralisia Cerebral Espástica	12 crianças submetidas a treinamento em esteira e estimulação anódica do córtex motor primário	12 crianças submetidas a treinamento em esteira e estimulação transcraniana placebo	Potencialização da melhora do equilíbrio estático funcional, favorecendo o controle motor e os movimentos de membros inferiores.
Grecco LAC *et al.,*2014b	20 crianças com Paralisia Cerebral	10 crianças foram submetidas a uma única sessão de ETCC anódica do córtex motor primário	10 crianças foram submetidas a uma única sessão de estimulação transcraniana placebo	Promoção de mudanças positivas no equilíbrio estático e na velocidade da marcha em crianças com PC.
Grecco LAC *et al.,* 2015	20 crianças com Paralisia Cerebral Diparética Espástica	10 crianças foram submetidas a ETCC anódica durante treinamento motor com realidade virtual	10 crianças foram submetidas a Estimulação simulada sobre córtex motor primário durante treinamento motor com realidade virtual	Melhorias na velocidade da marcha, cadência, função motora grossa e mobilidade independente.
Lazzari *et al.,* 2016	20 crianças com Paralisia Cerebral	10 crianças submetidas a 10 sessões de treinamento de mobilidade em realidade virtual com ETCC ativa	10 crianças submetidas a 10 sessões de treinamento de mobilidade em realidade virtual com ETCC simulada	Potencialização dos efeitos do treinamento da realidade virtual no equilíbrio estático e funcional.

4 DISCUSSÃO

Os estudos analisados nessa revisão apresentam evidências animadoras em relação aos resultados do uso da ETCC sobre a marcha de crianças com PC, principalmente se o recurso neuromodulatório for aplicado durante o treino motor. Efeitos promissores foram descritos na literatura no que se refere a melhora de parâmetros espaço-temporais e mobilidade funcional.

Todos os estudos analisados utilizaram como metodologia o ensaio clínico controlado randomizado, comparando duas intervenções terapêuticas (grupo experimental e grupo controle). Em quatro ensaios clínicos o treino motor foi associado a ETCC anódica do córtex motor primário, sendo que dois estudos analisaram os efeitos do treino de marcha e dois estudos o treino de mobilidade com uso de realidade virtual. Apenas um ensaio clínico não envolve o treino motor, comparando os efeitos da ETCC ativa e placebo de forma isolada, ou seja, sem a realização de atividade motora. Nesse estudo os efeitos obtidos pela intervenção foram observadas apenas imediatamente após o término da aplicação da ETCC, não se mostrando presente 20 minutos após.

Com base nesse estudo de Grecco *et al.,* (2014b) a aplicação da ETCC em uma única sessão causou significativa redução de oscilação anteroposterior e médio-lateral em comparação ao grupo controle. Foram analisados também melhora de marcha em velocidade e comprimento de passo logo após essa estimulação. No entanto, como se tratou de um estudo transversal que envolveu apenas uma sessão com a ETCC, os autores não esperavam que os resultados se mantivessem por um período longo. No entanto, esses efeitos demonstram o aumento momentâneo da ativação do córtex motor, o que favorece e potencializa o controle motor e marcha.

Em outros dois estudos, foi associado a ETCC anódica sobre o córtex motor, durante duas semanas consecutivas, totalizando 10 sessões (Duarte *et al*., 2014; Grecco *et al*., 2014a). Ambos os estudos continham o total de 24 crianças sendo separadas em grupo controle e grupo experimental, cada um com 12 participantes. Ambos os estudos utilizaram a ETCC ativa, no grupo experimental, associada ao treino de marcha em esteira com o objetivo de analisar se essa associação de treino motor combinado com a ETCC anódica sobre o córtex motor primário traria mudanças significativas na excitabilidade desse córtex. Houve uma potencialização dos resultados do treinamento, além de melhora de padrão de marcha e manutenção dos resultados de até um mês após o período de estimulação.

Duarte *et al*., (2014) acreditam que a combinação da ETCC ativa com o treino de esteira proporcionaria diferenças significativas em comparação com o grupo controle, o qual recebeu a estimulação transcraniana placebo durante todo o treino em esteira. Os autores também ressaltaram a melhora na oscilação anteroposterior, médio-lateral e equilíbrio funcional. Outro achado diz que a estimulação realizada durante os 10

dias consecutivos contribuiu para a manutenção dos resultados do treino em esteira, sendo que, na prática clínica, muitas vezes o treino em esteira sem o protocolo de neuromodulação pode ter resultados completamente perdidos logo após a interrupção das sessões de fisioterapia. No entanto, conclusões definitivas não foram apontadas no estudo que envolveu uma amostra pequena de participantes.

Para Grecco *et al.,* (2014a) os mesmos objetivos de Duarte *et al.*, (2014) foram mantidos e confirmam os resultados de melhoria no desempenho da marcha e a manutenção dos resultados por um mês após o término da intervenção. Os autores acreditam que os resultados encontrados nesse estudo estejam relacionados com a ativação de regiões do cérebro que apresentavam alteração na função de base, dado que, a aplicação da ETCC anódica sobre o córtex primário dominante teve efeitos positivos de forma global e não apenas ao seu lado correspondente. Além disso, os efeitos podem atingir outras áreas devido à integração estrutural do cérebro, o que permite que as informações sejam processadas com maior facilidade, potencializando o papel de controle motor e aprendizagem. Os autores demonstram que o treino de marcha em esteira, priorizando a sincronização da marcha; repetição e ritmo em um córtex motor primário “mais funcional” podem otimizar o treino favorecendo um melhor padrão de marcha. Além disso, os autores ressaltam que embora haja necessidade de completar novos estudos para testar a hipótese, a ETCC pode ser uma nova realidade para fisioterapia neurofuncional, com o intuito de otimizar os efeitos do treino motor.

Nos estudos realizado por Lazzari *et al.,* (2016) e Grecco *et al.,* (2015), sugerem que a ETCC combinada com realidade virtual é um método promissor de reabilitação para crianças com PC. Foi demonstrado que o uso de ETCC quando associada ao treinamento de “equilíbrio e caminhada virtual” pode proporcionar a melhora do equilíbrio durante a execução de atividades funcionais, além de efeitos positivos em relação às variáveis espaço-temporais da marcha e função motora grossa. Essas abordagens terapêuticas combinadas melhoram as habilidades motoras e podem contribuir para que a criança apresente melhor desempenho mesmo com distúrbios do movimento instalados após uma lesão encefálica. Essas terapias usam um procedimento específico e padronizado que o paciente pode praticar repetidamente. Este procedimento oferece feedback e variação do protocolo, o que ajuda os pacientes a desenvolver novos hábitos.

Grecco *et al*., (2015) acreditam que a ETCC combinada com a realidade virtual tem um potencial significativo. No entanto, existem algumas limitações para a abordagem. Por exemplo, realizar a “caminhada virtual” não envolve treinamento específico para todo o ciclo da marcha, como acontece em uma esteira ou no solo. Da mesma forma, nenhum treinamento específico é realizado para as fases de balanço e apoio da marcha. Isso pode levar a efeitos adversos se o treinamento motor inadequado for realizado. Dessa forma, os autores observaram que, embora haja necessidade de maiores estudos, a ETCC pode ser uma ferramenta de grande valia para a reabilitação em neuropediatria para otimizar os aprendizados motores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura existente comprova que a combinação de ETCC associado ao treino motor proporciona a melhora da marcha, mobilidade e equilíbrio da criança com PC. Isso pode ser feito através da implementação de treinamento de marcha em esteira ou solo e, terapia de movimento combinado a terapia virtual. Com base nessa revisão, ficou claro que o treino de marcha em crianças com PC traz significativos resultados e, ao associar a ETCC durante o treino motor, há potencialização dos resultados em relação ao controle motor voluntário e maior efeito de duração dos resultados obtidos. Isso se deve ao efeito modulatório no córtex motor primário que a ETCC realiza. No entanto, pesquisas adicionais são necessárias devido aos poucos estudos que foram encontrados sobre a temática.

REFERÊNCIAS

BORGES, Marco Aurélio de Faria. Proposal and evaluation of a computational model of Central Pattern Generator. 2011. 126 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011**. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/969>. Acesso em: 23 de set. de 2022.

COLLANGE, Luanda. Luanda Collange: Eletroestimulação Transcraniana por Corrente Contínua na Paralisia Cerebral. **Youtube**, 2 de abr. de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JsrSmSvKlUU>. Acesso em: 18 de set. de 2022.

DUARTE, N.A.C*. et al*. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial. **PLoS One**, 29 ago. de 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25171216/>. Acesso em: 2 de set. de 2022

FURTADO, M.A.S *et al*. Fisioterapia em crianças com paralisia cerebral no Brasil: uma revisão de escopo. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 64, n. 5, p. e2-e12, 2022. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34689323/> Acesso em: 18 de set. 2022

GRECCO L.A.C *et al*. Estimulação transcraniana por corrente contínua na reabilitação da marcha de crianças com paralisia cerebral. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Neurofuncional; Garcia CSNB, Facchinetti LD, organizadoras. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Neurofuncional: Ciclo 5. Porto Alegre: **Artmed Panamericana**; 2018. p. 135–68. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v. 2).

GRECCO L.A.C *et al*. Effect of a single session of transcranial direct-current stimulation on balance and spatiotemporal gait variables in children with cerebral palsy: A randomized sham-controlled study. **Braz J Phys Ther**. 2014 setembro-outubro; 18(5):419-427. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25372004/>. Acesso em: 2 de set. de 2022

GRECCO, L.A.C. *et al*. Effects of anodal transcranial direct current stimulation combined with virtual reality for improving gait in children with spastic diparetic cerebral palsy: a pilot, randomized, controlled, double-blind, clinical trial. **Sage Journals,** São

Paulo, Volume 29, Edição 12, 10 de fev. de 2015. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25604912/>. Acesso em: 2 de set. de 2022

GRECCO, L.A.C. *et al*. Transcranial direct current stimulation during treadmill training in children with cerebral palsy: a randomized controlled double-blind clinical trial. **Pesquisa em deficiência do desenvolvimento**, 14 de jul. de 2014. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25105567/>. Acesso em: 2 de set. de 2022

LAZZARI, R.D. *et al*. Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Combined With Virtual Reality Training on Balance in Children With Cerebral Palsy: A Randomized, Controlled, Double-Blind, Clinical Trial. **Journal of motor Behavior**, 20 de set. de 2016. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27644454/>. Acesso em: 2 de set. de 2022.

MÓL, José. Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC). Dr. José Mól, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://josemol.com.br/artigos/estimulacao-transcraniana-por-corrente-continua-etcc/#>. Acesso em: 18 de set. de 2022.

MUSZAKET, M.; GRECCO, L.A.C. **Estimulação cerebral não invasiva nos transtornos do neurodesenvolvimento.** Curitiba: Editora CRV, 2017.

NOVAK, Iona et al. “State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy.” **Current neurology and neuroscience reports** vol. 20,2 3. 21 Feb. 2020. Disponivel em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32086598/> Acesso em: 18 de set 2022

PARALISIA cerebral. Biblioteca virtual em saúde, **MINISTÉRIO DA SAÚDE,** São Paulo, out. de 2019. Disponível em: < https://bvsms.saude.gov.br/paralisia-cerebral-2/ >. Acesso em: 17 de set. de 2022.

RIBEIRO, Maiara. Paralisia cerebral pode afetar desenvolvimento motor e cognitivo. **Drauzio**. Disponível em: < https://drauziovarella.uol.com.br/neurologia/paralisia-cerebral-afeta-desenvolvimento-motor-e-cognitivo/ >. Acesso em: 07 de set. de 2022.

SANDY, Natascha. Sistema de classificação da função motora grossa (“GMFCS”) na paralisia cerebral. **Nova pediatria**, São Paulo, 24 de jan. de 2020. Disponível em: <https://novapediatria.com.br/funcao-motora-paralisia-cerebral/#:~:text=janeiro%20de%202020-,Sistema%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20Fun%C3%A7%C3%A3o%20Motora%20Grossa%20(%E2%80%9CGMFCS%E2%80%9D),com%20paralisia%20cerebral%20(PC)>. Acesso em: 07 de set. de 2022.

SOUZA, Lua. Fases da marcha humana – biomecânica da marcha. **Praticando Fisio**, 1 de fev. de 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/referencia-site-abnt-artigos/>. Acesso em: 8 de out. de 2022.