

ELETROESTIMULAÇÃO PARA OS MEMBROS INFERIORES EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

ELECTRICAL STIMULATION FOR THE LOWER EXTREMITIES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH CEREBRAL PALSY: A LITERATURE REVIEW

ELECTROESTIMULACIÓN DE EXTREMIDADES INFERIORES EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Resumo: INTRODUÇÃO: O uso da estimulação elétrica neuromuscular (NMES) e/ou da estimulação elétrica funcional (FES) combinado com atividades funcionais no tratamento de crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral (PC), podem ter ganhos mais rápidos promovendo melhora na mobilidade funcional. **OBJETIVO:** O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre o uso da eletroestimulação em membros inferiores de crianças e adolescentes com PC. **MÉTODOS:** Foi feita uma revisão de literatura incluindo ensaios clínicos publicados entre janeiro de 2018 a dezembro de 2023, com participantes entre 4 (quatro) a 18 (dezoito) anos com PC. Foi realizada triagem dos títulos e resumos dos estudos, para serem lidos na íntegra, sendo excluídos estudos de revisão sistemática e estudos que não possuíam caráter de intervenção. Com isso, objetivou-se avaliar a qualidade metodológica dos ensaios clínicos selecionados, utilizando a Escala PEDro. **RESULTADOS:** Foram incluídos sete estudos com qualidade metodológica considerada moderada (PEDro=6,75; entre 4-8). O uso combinado da NMES ou FES com exercício em crianças e adolescentes com PC resultou em redução da espasticidade, melhora da fisiologia muscular e melhora dos padrões de marcha e mobilidade, apresentando resultados estatisticamente significativos no GMFM ($p < 0,05$) e demais desfechos. **CONCLUSÃO:** A qualidade moderada das evidências sugere que a aplicação da NMES e FES em membros inferiores pode ser usada como terapia adjuvante para melhorar a função motora grossa, mobilidade e alcance de metas em crianças e adolescentes com PC. Mais pesquisas com melhor qualidade metodológica, tamanho amostral amplo e acompanhamento em longo prazo ainda são necessárias.

Palavras-Chaves: Paralisia Cerebral, estimulação elétrica neuromuscular, estimulação elétrica funcional, atividades funcionais.

Abstract: BACKGROUND: The use of neuromuscular electrical stimulation (NMES) and/or functional electrical stimulation (FES) combined with functional activities may improve functional mobility in children and adolescents with cerebral palsy (CP). **OBJECTIVE:** The objective of this study was to review the literature on the use of electrical stimulation for the lower extremities in children and adolescents with CP. **METHODS:** This literature review included clinical trials published between January 2018 and December 2023 conducted with children with CP aged between 4 and 18 years. The titles and abstracts of the studies were evaluated, followed by full-text reading. Systematic reviews and studies that did not perform electrical stimulation were excluded. The PEDro scale was used to evaluate the methodological quality of the selected clinical trials. **RESULTS:** Seven studies with moderate methodological quality were included (PEDro = 6.75 [4 to 8]). NMES or FES combined with exercise reduced spasticity, improved muscular physiology, improved gait pattern and mobility of children and adolescents with CP, and presented statistically significant results in the GMFM ($p < 0.05$) and other outcomes. **CONCLUSION:** The moderate quality of evidence suggests that the application of NMES and FES on the lower extremities can be used as adjunct therapy to improve gross motor function, mobility, and goal achievement in children and adolescents with CP. Further research with better methodological quality, large sample sizes, and long-term follow-up are needed.

Keywords: Cerebral Palsy, Neuromuscular Electrical Stimulation, Functional Electrical Stimulation, Functional Activities.

Ana Luíza Barra Campos¹ 

Jéssica do Val Rodrigues¹ 

Júlia de Souza Castilho¹ 

Diogo Simões Fonseca¹ 

Érica Cesário Defilipo¹ 

Paula Silva de Carvalho Chagas¹ 

1- Universidade Federal de Juiz de Fora.

E-mail: paula.chagas@ufjf.br.

Recebido em: 06/02/2024

Revisado em: 02/07/2024

Aceito em: 07/07/2024



Copyright: © 2024. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Resumen: INTRODUCCIÓN: El uso de estimulación eléctrica neuromuscular (NMES) y/o estimulación eléctrica funcional (FES) combinada con actividades funcionales en el tratamiento de niños y adolescentes con parálisis cerebral (PC) puede resultar en ganancias más rápidas, promoviendo mejoras en la movilidad funcional. **OBJETIVO:** El objetivo de este estudio fue revisar la literatura sobre el uso de estimulación eléctrica en miembros inferiores de niños y adolescentes con PC. **MÉTODOS:** Se realizó una revisión de la literatura que incluyó ensayos clínicos publicados entre enero de 2018 y diciembre de 2023, con participantes con edades entre 4 (cuatro) y 18 (dieciocho) años con PC. Los títulos y resúmenes de los estudios fueron seleccionados para su lectura completa, excluyendo los estudios de revisión sistemática y los estudios que no tuvieron carácter de intervención. Con esto, el objetivo fue evaluar la calidad metodológica de los ensayos clínicos seleccionados, utilizando la Escala PEDro. **RESULTADOS:** Se incluyeron siete estudios con calidad metodológica considerada moderada (PEDro=6,75; entre 4-8). El uso combinado de NMES o FES con ejercicio en niños y adolescentes con parálisis cerebral resultó en una reducción de la espasticidad, una mejor fisiología muscular y mejores patrones de marcha y movilidad, presentando resultados estadísticamente significativos en GMFM ($p < 0,05$) y otros resultados. **CONCLUSIÓN:** La calidad moderada de la evidencia sugiere que la aplicación de NMES y FES en las extremidades inferiores puede usarse como terapia adyuvante para mejorar la función motora gruesa, la movilidad y el logro de objetivos en niños y adolescentes con parálisis cerebral. Aún se necesitan más investigaciones con mejor calidad metodológica, un tamaño de muestra grande y un seguimiento a largo plazo.

Palabras clave: Parálisis Cerebral, estimulación eléctrica neuromuscular, estimulación eléctrica funcional, actividades funcionales.

INTRODUÇÃO

No tratamento fisioterapêutico de crianças e adolescentes com diagnóstico de Paralisia Cerebral (PC) existe uma gama de intervenções que podem ser abordadas, sendo as mais comuns e tidas como tradicionais a combinação de atividades motoras grossas, motoras finas, de integração sensorial, perceptivo-motoras, tarefas cinestésicas e estratégias orientadas a tarefas que visam adquirir habilidade praticando atividades de vida diária¹. Dentre elas, pode-se destacar a estimulação elétrica neuromuscular (NMES), que é um tipo comum de estimulação elétrica utilizada como terapia complementar na melhora da função grossa de crianças com PC.

A aplicação da corrente em determinado grupo muscular deve ter intensidade suficiente para produzir contração muscular por meio da despolarização dos nervos motores locais e com isso promover potencial melhora da força muscular e modulação da espasticidade². Esses benefícios podem ocorrer, pois, a NMES é capaz de aumentar o diâmetro da fibra muscular e o tamanho do músculo, promovendo aumento da força². Este aumento

do diâmetro da fibra muscular também pode aumentar o comprimento geral da unidade músculo tendínea devido ao ângulo penado (i.e., ângulo formado entre a direção das fibras musculares e a direção da tração muscular) de grandes músculos dos membros inferiores, como reto femoral e o gastrocnêmio³.

O gastrocnêmio e o sóleo são músculos que formam o tríceps sural, que é diretamente afetado como consequência da fraqueza muscular, rigidez e encurtamentos provenientes do padrão de marcha típico de crianças e adolescentes com PC³. A musculatura do tibial anterior também sofre prejuízos, devido ao padrão de flexão plantar que as crianças geralmente apresentam como comprometimento motor³. A estimulação elétrica funcional (FES) tem sido utilizada, principalmente nos acometimentos dessas musculaturas, que estão envolvidas ativamente na marcha³. Estudo recente evidenciou que o treinamento muscular com a FES aplicada ao gastrocnêmio e sóleo quando implementado dentro de atividades funcionais tem ganhos mais rápidos quando comparado com o treinamento isolado da atividade funcional, promovendo

força, impulsão adequada e aumento da velocidade, para uma marcha mais eficaz⁴.

Por se tratar de uma intervenção que ainda é pouco utilizada na população pediátrica, o que se tem na literatura também é fraco para afirmar com veracidade se é uma terapia recomendada em termos de evidência e utilizável nos centros de reabilitação. Atualmente, as revisões encontradas não apontam para um nível de evidência forte de sua aplicabilidade, mas vale ressaltar que esses estudos já possuem mais de 5 anos, estando desatualizados e não condizentes com a atualidade. É necessária a realização de uma nova pesquisa com revisão de estudos atuais, avaliando a aplicabilidade da eletroestimulação em crianças e adolescentes com PC e seus desfechos quando implementada em conjunto com o treino de atividades funcionais.

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão do que se tem disponível na literatura sobre o uso da eletroestimulação em crianças e adolescentes com PC e se a mesma é implementada em conjunto com a prática de atividades funcionais, fazendo um compilado de estudos recentes, comparando-os e evidenciando os melhores resultados e o que está sendo preconizado na literatura para seu uso atualmente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Busca de artigos

Foi realizado um estudo de revisão de literatura em que as buscas foram feitas através das seguintes bases de dados: *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *Cochrane Library* e *PubMed*. As buscas dos artigos foram filtradas,

incluindo apenas estudos publicados entre janeiro de 2018 a dezembro de 2023. Da amostra foram filtrados para serem incluídos estudos em que os participantes fossem crianças e adolescentes com PC, com idade entre 4 (quatro) e 18 (dezoito) anos.

Para as estratégias de busca nas bases de dados citadas acima, foram utilizados os termos: *cerebral palsy AND electrical stimulation*; *cerebral palsy AND transcutaneous electric nerve stimulation*; *cerebral palsy AND neuromuscular electrical stimulation*; *cerebral palsy AND stimulation*; *cerebral palsy AND functional electrical stimulation*; *cerebral palsy AND electrical stimulation AND task oriented training*; *cerebral palsy AND transcutaneous electric nerve stimulation AND task oriented training*; *cerebral palsy AND neuromuscular electrical stimulation AND task oriented training*; *cerebral palsy AND stimulation AND task oriented training*; *cerebral palsy AND functional electrical stimulation AND task oriented training*; *cerebral palsy AND electrical stimulation AND functional activity*; *cerebral palsy AND transcutaneous electric nerve stimulation AND functional activity*; *cerebral palsy AND neuromuscular electrical stimulation AND functional activity*; *cerebral palsy AND stimulation AND functional activity*; *cerebral palsy AND functional electrical stimulation AND functional activity*; *cerebral palsy AND electrical stimulation AND walking*; *cerebral palsy AND transcutaneous electric nerve stimulation AND walking*; *cerebral palsy AND neuromuscular electrical stimulation AND walking*; *cerebral palsy AND stimulation AND walking*; *cerebral*

palsy AND functional electrical stimulation AND walking.

Seleção dos artigos

Inicialmente foi realizada uma triagem dos títulos e resumos dos estudos, para posteriormente serem lidos na íntegra. A primeira triagem foi feita com os títulos dos artigos, utilizando como critérios de inclusão: citar eletroestimulação, tarefas funcionais, crianças e/ou adolescentes com PC. Após atenderem aos critérios de inclusão de títulos, realizou-se uma nova triagem feita através dos resumos dos estudos selecionados. Na análise dos resumos, os critérios de inclusão foram: verificar se de fato foi utilizada a técnica de eletroestimulação, confirmar se a amostra era composta por crianças e/ou adolescentes com PC, certificar se a técnica foi relacionada a tarefas funcionais. Foram excluídos estudos de revisão sistemática, e os estudos que não possuíam caráter de intervenção. Atendendo a todos os critérios de inclusão e exclusão, os artigos foram lidos na íntegra.

Análise da evidência

Após a triagem, com o objetivo de avaliar a qualidade metodológica dos ensaios clínicos selecionados, foi utilizada a Escala PEDro⁵. A Escala PEDro consiste em auxiliar o leitor a identificar rapidamente quais dos estudos controlados aleatorizados, ou quase-aleatorizados poderão conter informações estatísticas suficientes para que os seus resultados possam ser interpretados. O resultado da escala é uma pontuação, de 0 a 10, em que

quanto maior a pontuação, melhor a qualidade metodológica. Para a atribuição da pontuação para cada um dos itens, os mesmos devem ter sido relatados de forma clara e apropriada. O item 1 não deve ser contabilizado para a pontuação final. De acordo com a pontuação final, considera-se a qualidade metodológica do ensaio clínico: Ruim (< 4), Razoável (4-5), Bom (6-8), ou Excelente (9-10)⁶.

Para análise dos artigos selecionados foram coletados os seguintes dados de cada estudo individualmente: número de participantes (*n* amostral), tipo de intervenção que foi utilizada, detalhes da intervenção como frequência de atendimentos e parâmetros da intervenção, desfechos mensurados e resultados obtidos.

RESULTADOS

Foram encontrados 169 ensaios clínicos nas bases de dados selecionadas. Destes 18 foram selecionados para leitura na íntegra. Posteriormente, foi realizada a identificação do acesso ao texto completo dos estudos, de modo que aqueles cujo acesso era permitido via Portal de Periódicos da CAPES através da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), foram incluídos para leitura completa. Após a leitura, 7 artigos foram selecionados para participar do presente estudo. Um fluxograma esquemático do processo de pesquisa e triagem de literatura pode ser visto em Figura 1.

Um resumo com os dados coletados dos estudos está descrito nas tabelas 1 e 2 para facilitar o acesso às informações.

Tabela 1. Resumo dos artigos encontrados contendo autores, ano de publicação do estudo, objetivo, características dos participantes, escore na escala PEDro e intervenção realizada.

AUTOR / ANO	OBJETIVOS	PARTICIPANTES / IDADE / NÍVEL GMFCS	ESCORE PEDRO	INTERVENÇÃO
Qi et al., 2018 ⁷	Investigar o efeito da estimulação elétrica neuromuscular (NMES) combinada com exercício de fortalecimento do movimento em crianças com paralisia cerebral (PC) espástica.	n = 100 / 4 a 9 anos / não cita o nível GMFCS dos participantes	5 pontos	Grupo controle: realizava apenas NMES por 20 minutos. Grupo intervenção: NMES 20 minutos + fortalecimento consistindo de 10 minutos de treinamento subindo e descendo escada 1x por dia, agachar e levantar por 2 minutos por 20x ao dia, musculação com pesos por 10 minutos 1x ao dia. O protocolo era realizado por 5 dias na semana, durante 6 semanas. Os eletrodos foram colocados no extensor do acrotarso e a intensidade da corrente aumentada até atingir contração muscular. Exercícios de musculação com peso não foram especificados quanto a descrição de realização.
Armstrong et al., 2020 ⁸	Testar a eficácia do ciclismo com estimulação elétrica funcional (FES), treinamento direcionado a objetivos e ciclismo adaptado, em comparação com os cuidados habituais, para melhorar a função em crianças com paralisia cerebral (PC).	n = 21 / 6 a 18 anos / GMFCS II a IV	7 pontos	Grupo intervenção: 30 minutos de exercícios convencionais + 30 minutos de bicicleta + FES. Duas sessões de 1 hora por semana em Hospital e 1 hora de exercícios domiciliares uma vez na semana durante 8 semanas. Grupo de cuidados habituais apenas realizava as terapias que já faziam parte de sua rotina, seja fisioterapia, terapia ocupacional, terapia de fonoaudióloga, etc (vale ressaltar que o grupo intervenção também não interrompeu as terapias que já realizava antes do protocolo). O programa de intervenção incluía 30 minutos de exercícios, sendo pelo menos 2 exercícios funcionais destinados a melhorar a força dos membros inferiores e duas atividades que foram usadas para progredir aos objetivos do COPM. Coletes com pesos foram usados para progredir cargas. Na primeira semana não foi utilizada carga. Nas semanas subsequentes o peso foi adicionado em incrementos de 0,5kg a 1kg. As sessões de ciclismo com FES utilizaram de uma bicicleta motorizada estacionária. Os eletrodos de superfície adesiva foram colocados bilateralmente nos músculos quadríceps, isquiotibiais, glúteos, gastrocnêmios e tibial anterior de cada participante. A frequência da estimulação foi de 40Hz a 50Hz, largura de pulso de 200µs para 250µs e a amplitude foi ajustada com base na tolerância. No primeiro e último terço do ciclismo o objetivo era manter 50% a 60% da sua potência máxima. No terço médio os participantes completaram sprints de 10 a 30 segundos, visando 80% a 100% da sua potência máxima. No início e após 4 semanas foram realizados testes de ciclismo para determinar a potência máxima. Os exercícios domiciliares de 1 hora (HEPs) consistiam em 30 minutos de ciclismo adaptado e um programa de treinamento direcionado a objetivos. Os folhetos ilustrados do HEP foram atualizados quinzenalmente e os exercícios foram ensinados durante as sessões do hospital.
Ozen et al., 2021 ⁹	Avaliar os efeitos do sistema de bicicleta terapia com estimulação elétrica funcional (FES) na função motora, padrão de marcha, espasticidade, atividades de vida diária e capacidade aeróbica em crianças com paralisia cerebral (PC) e comparar os resultados	n = 25 / 4 a 12 anos / GMFCS I a III	7 pontos	Programa de reabilitação de 1 hora, 5 dias por semana durante 4 semanas. Os participantes foram divididos em 3 grupos. Grupo 1: pacientes que receberam tratamento de ciclismo com FES e tratamento convencional de exercícios; Grupo 2: pacientes que receberam tratamento de ciclismo com FES simulado (ou seja, o FES não estava ativo, era apenas "placebo") e tratamento convencional de exercícios; Grupo 3: tratamento convencional de exercícios. Os exercícios convencionais dos 3 grupos eram compostos por exercícios neurofisiológicos, treinamento de resistência e marcha, e terapia ocupacional. Os grupos 1 e 2 realizavam cicloergometria de membros inferiores em cicloergômetro motorizado. Os pacientes permaneciam sentados em uma cadeira em frente ao cicloergômetro durante o tratamento. Todas as sessões consistiam de aquecimento por 5 minutos de ciclismo passivo, treinamento de 20 minutos e resfriamento de 5 minutos de ciclismo passivo. O grupo 1 realizava o FES concomitante ao treino de cicloergometria. Utilizava-se um estimulador de 8 canais controlado por corrente, utilizando eletrodos de superfície em configuração bipolar e bilateralmente nos músculos quadríceps, isquiotibiais,

	com estimulação simulada e tratamento padrão.			tibial anterior e gastrocnêmio. Parâmetros: pulsos bifásicos retangulares, com largura de pulso de 250-300µs, intensidade máxima de 100mA e frequência variando de 30 a 45Hz, fase de estimulação de 7 segundos, aceleração 2 segundos, desaceleração 2 segundos. Os grupos 1 e 2 realizavam a sessão com 30 minutos a mais por conta do treino no cicloergômetro.
Sansare et al., 2021 ¹⁰	Avaliar o efeito do ciclismo com e sem assistência da FES em comparação com um grupo controle sem intervenção na aptidão cardiorrespiratória de crianças com PC.	n = 39 / 10 a 18 anos / GMFCS II a IV	8 pontos	3 Grupos: FES, VOL, CON. Os participantes dos grupos FES e VOL foram treinados em triciclos esportivos reclinados comerciais instrumentados com sensores para permitir o cálculo da potência do ciclismo. A manivela do triciclo e o conjunto do eixo foram instrumentados com um sensor de torque e um codificador para medir o torque aplicado durante cada pedalada, calcular a potência e indicar a posição e a cadência da manivela. Para o grupo FES, um estimulador foi controlado por software personalizado para aplicar estimulação aos músculos quadríceps femorais bilaterais. A FES foi aplicada a uma corrente de 40 mA e frequência de 50 Hz através de eletrodos transcutâneos enquanto o software FES modulava a duração do pulso de estímulo. O músculo quadríceps foi estimulado em coordenação com o ângulo da manivela do triciclo durante a "fase de empurrar", ou seja, a fase durante a qual o quadril e o joelho passaram da flexão máxima para a extensão moderada do quadril-joelho (o arco do movimento de ciclismo quando o pedal estava localizado entre ~40 graus antes e ~70 graus após o ponto morto superior, respectivamente). GRUPO FES: Os participantes foram solicitados a pedalar continuamente por 30 minutos, três vezes por semana, durante 8 semanas, na potência de ciclismo alvo correspondente a 50-80% de sua frequência cardíaca alvo prevista por Karvonen durante o teste incremental de linha de base. Eletrodos foram colocados sobre os músculos quadríceps de ambas as pernas e foram utilizadas as configurações de estimulação para FES determinadas durante a fase de configuração. O exercício foi realizado usando um gráfico de videogame em um laptop para ajudar a estimular a manutenção da potência prescrita. O videogame consistia em um avião cuja altura vertical era controlada pela potência de ciclismo gerada pelo participante; o centro da tela correspondia à potência de ciclismo alvo específica do participante. O participante foi solicitado a pedalar e manter o avião no centro da tela. Se o participante não conseguisse atingir a potência alvo, a estimulação FES aumentava do nível sensorial (a duração do pulso que produzia a sensação cutânea) para um nível motor que ajudava o indivíduo a manter a potência desejada. A saída máxima de estimulação foi limitada à duração do pulso correspondente ao nível máximo tolerável do participante. Se o participante pedalasse mais do que o prescrito, a estimulação diminuía até que o nível de potência prescrito fosse alcançado. Se o participante fosse capaz de manter a produção prescrita, a estimulação descia para níveis sensoriais. Se os participantes inicialmente não conseguissem pedalar continuamente por 30 minutos quando iniciaram o protocolo de ciclismo, eles foram solicitados a pedalar o maior tempo possível, com breves pausas para descanso até atingir um tempo total de exercício de 30 minutos. Se um participante faltasse a uma sessão de treinamento durante a semana, sessões de reposição eram permitidas, desde que as sessões não excedessem 4 vezes por semana. GRUPO VOL: Este grupo utilizou a mesma configuração de ciclismo do grupo FES, mas não recebeu nenhum estímulo durante o treinamento. Eles também seguiram o mesmo protocolo de ciclismo de 30 minutos, três vezes por semana, durante 8 semanas, mantendo uma zona alvo de frequência cardíaca prevista por Karvonen de 50 a 80%. GRUPO CON: Este grupo não participou de nenhuma intervenção de ciclismo durante o período de 8 semanas.
Turker et al., 2023 ¹¹	Investigar os efeitos do treinamento de ciclismo com estimulação elétrica funcional (FES-C), além da fisioterapia convencional, na marcha, força muscular, função motora grossa e	n = 20 / 7 a 16 anos / GMFCS I e II	5 pontos	Grupo controle: programa de fisioterapia convencional, consistindo em exercícios de sustentação de peso em diferentes posturas, transferência de peso em MMII, fortalecimento funcional para extensores de quadril e joelho, treino de subir e descer escadas, treinamento vestibular e de propriocepção, e treinamento de marcha. Os participantes sentavam-se em uma cadeira com encosto em frente à bicicleta. Foram utilizados eletrodos de superfície adesiva, colocados bilateralmente nos músculos quadríceps, isquiotibiais e glúteos. A frequência foi de 40-50Hz, largura de pulso de 200-250us e amplitude definida com base na tolerância do participante. As sessões consistiram em um período de aquecimento de 2 minutos, 30 minutos de ciclismo ativo e um período de resfriamento de 2 minutos. Devido à variedade

	gasto energético em crianças ambulatoriais com paralisia cerebral diplégica espástica.			de habilidades de ciclismo dos participantes, a produção de potência (PO), que era um produto da velocidade e da resistência e exibida no monitor RT300, foi utilizada para calcular a intensidade alvo do treinamento. Um monitor de pulso polar de frequência cardíaca (FC) foi usado para garantir que os participantes atingissem uma intensidade de treinamento terapêutico. Nas fases de ciclismo ativo, o objetivo dos participantes era pedalar a 50-60% (FC de > 60% da FC máx. prevista para a idade) do PO máximo alcançado durante uma performance de ciclismo. O PO alvo foi alcançado primeiro aumentando a velocidade e depois adicionando resistência se a criança conseguisse pedalar mais rápido que 35 rpm. Os períodos de aquecimento e resfriamento não incluíram resistência. Se um participante estivesse cansado, a atividade era interrompida até que o indivíduo se sentisse pronto para continuar a pedalar.
Möll et al., 2023 ¹²	Avaliar se a estimulação elétrica funcional (FES) do nervo fibular, que ativa a dorsi-flexão, auxilia na melhora das funções corporais, atividades e participação e se é possível ser uma alternativa de tratamento eficaz em indivíduos com paralisia cerebral espástica unilateral (PC).	n = 25 / 4 a 18 anos / GMFCS I e II	8 pontos	Todos os participantes foram submetidos a 12 semanas de tratamento com FES e 12 semanas de tratamento convencional, separadas por um período de "washout" de 6 semanas. O tratamento convencional consistia no uso de órtese tornozelo-pé ou calçado adaptado. O tratamento com FES consistiu no uso do dispositivo WalkAide diariamente, com eletrodos de superfície estimulando o nervo fibular durante a fase de balanço da marcha (logo após o toque do pé até o contato inicial). A intensidade do estímulo e o tempo de uso do dispositivo aumentaram gradualmente nas primeiras 4 semanas de terapia com FES.
Segal et al., 2023 ¹³	Avaliar o benefício funcional e o efeito ortopédico da estimulação elétrica funcional (FES) na dorsiflexão do tornozelo.	n = 15 / 6 a 18 anos / GMFCS I e II	8 pontos	Todos os participantes foram submetidos a 5 meses de tratamento com FES. Um dispositivo pequeno chamado WalkAide foi preso à perna dos pacientes por um manguito colocado logo abaixo do joelho do lado afetado (o estudo incluiu apenas crianças hemiplégicas). Um eletrodo foi colocado no ventre do músculo tibial anterior e o outro no nervo fibular comum. A estimulação elétrica foi desencadeada por um sensor de inclinação que detectava a mudança no ângulo da tíbia durante a fase de balanço. Para cada paciente, na configuração inicial, a largura de pulso foi ajustada entre 25 e 50 us e a faixa de frequência foi ajustada entre 16,7 e 33 pulsos/s, a fim de obter dorsiflexão do tornozelo com estímulo tolerável. Durante o período de adaptação de um mês, as famílias foram orientadas a aumentar gradativamente a intensidade da estimulação elétrica de acordo com a tolerância da criança, a fim de maximizar a dorsiflexão do tornozelo; e atingir requisitos mínimos para uso constante do DF-FES de pelo menos, em média, 5 dias/semana, 4 horas/dia e 1.500 passos/dia. O cumprimento desses requisitos foi confirmado por meio do registro interno do dispositivo, que registrava estímulos e horas de "dispositivo ligado" por dia. Os testes de função motora foram realizados no início do estudo, após um mês e após cinco meses. Todos os exames foram realizados pelo mesmo fisioterapeuta, na mesma ordem, para todos os pacientes e em cada consulta.

Legenda: PC: Paralisia Cerebral; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; NMES: estimulação elétrica neuromuscular; FES: estimulação elétrica funcional; COPM: Canadian Occupational Performance Measure; HEP: programa de exercícios domiciliares; VOL: volitivo; CON: controle; CSS: Comprehensive Spasticity Scale; GMFM-88: Medida da Função Motora Grossa 88 itens; GMFM-66 : Medida da Função Motora Grossa 66 itens; FTSTS: Five Times Sit-to-Stand; PEM-CY: Medida de Participação e Ambiente – Crianças e Jovens; PEDI-CAT: Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade – teste adaptativo de computador; MAS: Escala de Ashworth Modificada; MTS: Escala de Tardieu Modificada; WeeFIM: Medida de Independência Funcional Pediátrica; VGA: Análise Visual da Marcha; PRS: Physician Rating Scale; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; XV1: movimentação passiva mais lenta possível; XV3: movimentação passiva mais rápida possível; VO2: litros de oxigênio por minuto; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto.

Tabela 2 - Resumo dos artigos encontrados contendo autores, ano de publicação do estudo, desfechos e instrumentos utilizados, e resultados encontrados.

AUTOR / ANO	DESFECHOS MEDIDOS E INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Qi et al., 2018 ⁷	<i>Comprehensive Spasticity Scale</i> (CSS), GMFM e velocidade de caminhada. Avaliar espasticidade, habilidade de ficar de pé e andar, e velocidade de marcha calculada pela distância percorrida em 2 minutos. As avaliações foram realizadas antes do tratamento, após 6 semanas de tratamento e após 3 meses.	Após o tratamento, as pontuações CSS nos 2 grupos diminuíram do que antes do tratamento e foram muito mais significativas no grupo de tratamento ($P < 0.05$). Após o tratamento, as pontuações GMFM dos 2 grupos aumentaram comparado a antes do tratamento, o que foi muito mais significativo no grupo de tratamento ($P < 0.05$). A velocidade de caminhada do grupo de tratamento foi significativamente maior do que a do grupo controle em 6 semanas e 3 meses após o tratamento ($P < 0.05$).
Armstrong et al., 2020 ⁸	Os desfechos primários a serem avaliados foram função motora grossa, medida no GMFM-88 e GMFM-66; meta de desempenho e satisfação utilizando o <i>Canadian Occupational Performance Measure</i> (COPM) onde os participantes definiram 3 metas de atividade ou participação relacionadas aos domínios de mobilidade ou lazer. Os desfechos secundários avaliaram capacidade de sentar e levantar pelo teste <i>Five Times Sit-To-Stand</i> (FTSTS); participação em atividades de vida avaliadas pela Medida de Participação e Ambiente - Crianças e Jovens (PEM-CY); capacidade da criança nas áreas de atividades diárias, mobilidade, social/cognitivo e responsabilidade medida pelo Teste Adaptativo de Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI-CAT); e saída de potência do pico de ciclismo, avaliada usando um teste de sprint de ciclismo. As avaliações foram feitas no início do estudo e imediatamente após as 8 semanas de intervenção.	Diferenças significativas e clinicamente significativas entre os grupos foram encontradas favorecendo o grupo de intervenção no GMFM-88 ($p=0,007$); GMFM-66 ($p<0,001$); pontuações de metas do GMFM ($p=0,001$); desempenho da meta COPM ($p<0,001$); e satisfação do COPM ($p<0,001$). O grupo de intervenção teve um pico de ciclagem significativamente maior de resistência ($p =0,009$). Não houve diferenças entre grupos para PEDI-CAT ou Medida de Participação e Meio Ambiente – Crianças e Jovens.
Ozen et al., 2021 ⁹	Os desfechos avaliados foram a espasticidade avaliada através das escalas: Escala de Ashworth modificada (MAS), Escala de Tardieu modificada (MTS); Avaliação do estado motor e funcional através das avaliações: Medida de Independência Funcional Pediátrica (WeeFIM), Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), Medida da Função Motora Grossa (GMFM-88), Análise visual da marcha (VGA) utilizando vídeos e os registrando usando a <i>Physician Rating Scale</i> (PRS) e testes de controle motor seletivo; Para avaliar a capacidade aeróbica foi realizado teste de caminhada de 6 minutos (TC6).	Os 3 grupos obtiveram resultados estatisticamente significantes no pré e pós-tratamento das seguintes avaliações: GMFM-88, WeeFIM, VGA, TC6 ($p<0.05$). O grupo FES obteve resultados estatisticamente significantes em tornozelos bilateralmente na avaliação de Tardieu em XV3 (movimentação passiva rápida, mais rápido do que a taxa de queda natural do segmento do membro sob gravidade) com $p<0,001$; tornozelos bilateralmente pela MAS ($p>0,05$); joelho direito na avaliação de Tardieu em XV1 (movimentação passiva mais lenta possível, mais lento do que a taxa de queda natural do segmento do membro sob gravidade) com $p<0,05$; joelho bilateralmente em XV3 com $p<0,05$). O grupo de FES inativo obteve resultados estatisticamente significantes em XV3 do tornozelo direito, escala MAS no tornozelo direito, joelho bilateralmente em XV1 e XV3 e escala MAS no joelho esquerdo, todas as variáveis com $p<0,05$. O grupo controle obteve resultados estatisticamente significativos em tornozelo bilateralmente em XV1 e XV3; escala MAS no tornozelo esquerdo; joelho bilateralmente em XV3 e escala MAS no joelho esquerdo, com $p<0,05$. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos em relação à deambulação ($p=0,376$) e aos níveis do sistema GMFCS ($p=0,392$).
Sansare et al., 2021 ¹⁰	Cadência em rpm (número de rotações de ciclismo completadas em um minuto), pico de VO ₂ (litros de oxigênio por minuto por kg de peso corporal)	Com relação a cadência o grupo FES experimentou um aumento estatisticamente significativo no POST ($B = 2,238$, $p= 0,041$), que também foi significativamente maior em comparação ao grupo CON ($B = 3,104$, $p= 0,039$). O aumento no grupo VOL não foi

	e frequência cardíaca líquida de pico (FC de pico em batimentos por minuto (bpm) durante a FC de exercício e repouso)	estatisticamente significativamente diferente do aumento observado no grupo FES (p=0,622) e a ligeira diminuição observada no grupo COM (p=0,132). Com relação ao pico de VO ₂ o grupo CON experimentou um declínio (B = -0,502, p=0,681), enquanto tanto o VOL (B = 0,764, p=0,528) e FES (B = 1,279, p=0,276) apresentaram aumento do PRÉ para o PÓS, com diferenças de inclinação que não foram estatisticamente significativas. Já com relação ao pico de frequência cardíaca líquida ao longo das 8 semanas de treinamento do PRÉ ao PÓS, todos os três grupos (CON: B = 3,415, p=0,217; VOL.: B = 4,821, p=0,095, FES: B= 1,662, p=0,535) apresentou um aumento mínimo que não foi estatisticamente significativo.
Turker et al., 2023 ¹¹	O teste de repetição máxima em 30 segundos foi utilizado para avaliação da força muscular. O sistema Vicon-3D foi utilizado para análise da marcha. A Medida da Função Motora Grossa (GMFM-88) foi utilizada para avaliação da função motora e o calorímetro foi utilizado para o gasto energético. As medições foram realizadas no início do estudo, na oitava semana e na décima sexta semana.	O grupo FES-C demonstrou aumento significativo da força muscular funcional nas extremidades inferiores em 8 semanas e 16 semanas quando comparado ao valor basal; no entanto, o grupo controle não apresentou alterações significativas em 8 semanas e 16 semanas quando comparado ao valor basal. Desde o início até a oitava semana, a força muscular funcional no grupo FES-C melhorou quando comparada com o grupo controle (p<0.05). Da linha de base até a oitava semana e da linha de base até a décima sexta semana não houve diferença entre os grupos FES-C e controle para quaisquer valores da cinemática da marcha no plano temporo-espacial e sagital (p>0,05). O grupo FES-C aumentou significativamente nas dimensões GMFM-D e E às 8 semanas e 16 semanas quando comparado com as medidas iniciais; no entanto, o grupo de controle não mudou significativamente durante este período quando comparado aos níveis basais. Desde o início até 8 semanas, o GMFM-D e o GMFM-E do grupo FES-C melhoraram significativamente quando comparado com o grupo controle (p<0,05), além de continuar evidenciando essa melhora após as 16 semanas (p<0,05). O grupo FES-C demonstrou uma diminuição significativa no consumo de energia na marcha na oitava e décima sexta semana quando comparado às medidas basais; no entanto, o grupo controle não apresentou alterações significativas nas semanas 8 e 16 quando comparado ao valor basal. Desde o início até a oitava semana, o consumo de energia no grupo FES-C diminuiu significativamente (p<0,005) em comparação com o grupo controle. Desde o início até a décima sexta semana, o consumo de energia no grupo FES-C também diminuiu significativamente em comparação com o grupo controle (p<0,050).
Möll et al., 2023 ¹²	A GAS foi utilizada para objetivo principal, definindo duas metas individuais para cada paciente; o questionário de Qualidade de Vida para Paralisia Cerebral foi utilizado para avaliar a participação. Para desfecho secundário foi avaliado domínios das funções e atividades corporais, através da distância do Teste de Caminhada de 6 Minutos, frequência de queda baseada em questionário e cinemática e cinética do tornozelo medidas durante três minutos utilizando análise dimensional da marcha baseada em esteira. O objetivo terciário foi coletar informações relevantes para implementação clínica, incluindo aceitabilidade usando o arquivo de log do dispositivo e o registro de efeitos colaterais. Também incluiu características do paciente, como histórico de tratamento (por exemplo, injeções de neurotoxina botulínica ou cirurgia) e o tipo de anomalia cerebral avaliada por ressonância magnética (MRI).	Não houve diferença estatisticamente significativa na proporção de metas alcançadas na fase FES versus tratamento convencional para a meta 1 do GAS (p=0,065), nem para a meta 2 do GAS (p=1,00). Não foram encontradas diferenças significativas em relação às mudanças nos escores dos domínios de participação do questionário de Qualidade de Vida para Paralisia Cerebral durante a fase FES versus a fase de tratamento convencional (p=0,206). Não foram encontradas diferenças significativas entre as fases de tratamento convencional e FES em relação às alterações na distância do Teste de Caminhada de 6 Minutos (p=0,70), atividade física (p=0,815), frequência autorrelatada de arrasto do dedo do pé (p=1,000) e caindo (p=0,625). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas alterações durante a fase de tratamento convencional versus FES em relação à satisfação do paciente com o auxílio para caminhar (p=0,563). A aceitabilidade da SEG foi razoável: 12 dos 22 pacientes que tentaram a SEG optaram por continuar a terapia com SEG ao invés de usar órteses. Os efeitos colaterais foram relatados em três eventos adversos possivelmente relacionados ao tratamento com SEG. A irritação da pele no local dos eletrodos pode ser atribuída ao material do eletrodo (incluindo o gel usado para condução) ou à corrente elétrica.

Segal et al., 2023¹³ Community Balance and Mobility Scale (CB&M), ferramenta clínica utilizada para avaliar a estabilidade postural e o equilíbrio dinâmico; Timed Up and Down Stairs Test (TUDS), teste de mobilidade funcional usado para avaliar o controle postural; Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6), reflete a capacidade funcional em termos de atividades de vida diária na população com paralisia cerebral; Questionários de Queda e Satisfação, Os pais preencheram um questionário no qual pontuaram a frequência de quedas de seus filhos como diária, semanal, mensal ou menos no início e no final do estudo; Avaliações biomecânicas do tornozelo, incluindo quatro avaliações: amplitude de movimento passiva do tornozelo com flexão e extensão do joelho (medida através do goniômetro), espasticidade do músculo flexor plantar com flexão e extensão do joelho (para avaliação do músculo sóleo e gastrocnêmio) através da Escalas de Ashworth Modificada (MAS), a seletividade da articulação do tornozelo foi medida por meio da Avaliação de Controle Seletivo da Extremidade Inferior (Selective Control Assessment of the Lower Extremity - SCALE), e por último a força muscular dorsiflexora avaliada nas posições deitada de lado e sentada usando a escala de teste muscular manual de Kendall.

Os resultados demonstraram uma mudança significativa ao longo do tempo na Escala de Equilíbrio e Mobilidade Comunitária ($p < 0,01$) após cinco meses de uso do dispositivo. Os questionários de frequência de quedas preenchidos pelos pais revelaram uma tendência de melhoria na estabilidade, embora esses resultados não tenham sido estatisticamente significativos ($p=0,06$). O estudo não encontrou alterações estatisticamente significativas nos parâmetros biomecânicos ou cinemáticos do tornozelo ao longo do tempo. Ainda assim, a ausência de alterações estatísticas pode ter outras causas, tais como a sensibilidade limitada de métodos como o teste muscular manual para detectar pequenas alterações na potência muscular. Os presentes resultados mostram apenas uma tendência para uma pequena melhoria no TUDS. A falta de alteração significativa nos parâmetros biomecânicos, como a ADM do tornozelo, pode explicar a falta de melhora significativa no teste TUDS.

Legenda: PC: Paralisia Cerebral; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; NMES: estimulação elétrica neuromuscular; FES: estimulação elétrica funcional; COPM: Canadian Occupational Performance Measure; HEP: programa de exercícios domiciliares; VOL: volitivo; CON: controle; CSS: Comprehensive Spasticity Scale; GMFM-88: Medida da Função Motora Grossa 88 itens; GMFM-66 : Medida da Função Motora Grossa 66 itens; FTSTS: Five Times Sit-to-Stand; PEM-CY: Medida de Participação e Ambiente – Crianças e Jovens; PEDI-CAT: Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade – teste adaptativo de computador; MAS: Escala de Ashworth Modificada; MTS: Escala de Tardieu Modificada; WeeFIM: Medida de Independência Funcional Pediátrica; VGA: Análise Visual da Marcha; PRS: Physician Rating Scale; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; XV1: movimentação passiva mais lenta possível; XV3: movimentação passiva mais rápida possível; VO2: litros de oxigênio por minuto; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; ADM: Amplitude de Movimento; TUDS: Timed up and down Stairs Test; CB&M: Community Balance and Mobility Scale; GAS: Goal Attainment Scaling.

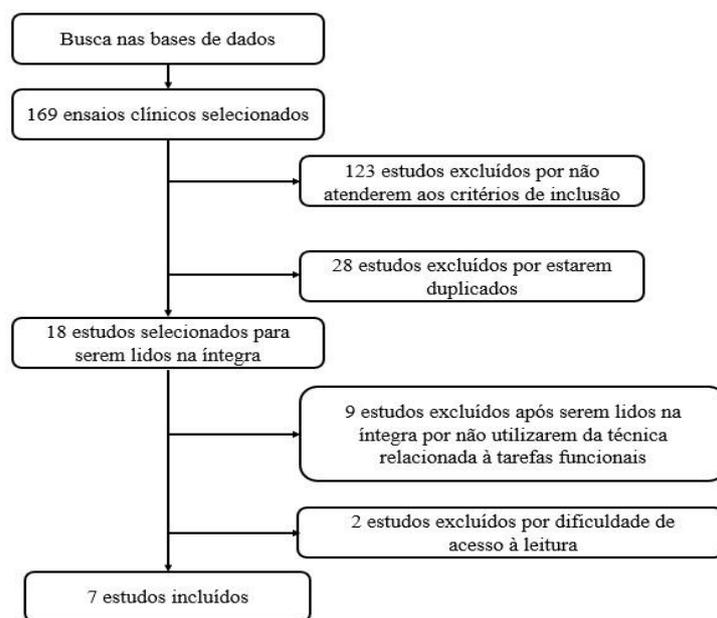


Figura 1 - Fluxograma demonstrando o processo de revisão.

DISCUSSÃO

Esta revisão de literatura teve como objetivo avaliar o uso da eletroestimulação nos membros inferiores na população infanto-juvenil com Paralisia Cerebral, e, principalmente, avaliar se seu uso é implementado em conjunto com atividades funcionais. Esses recursos ainda são pouco utilizados na prática clínica, trazendo como consequência um nível de evidência moderado, sendo necessário a realização de mais pesquisas acerca deste assunto.

Foram encontrados, no período de publicação de 2018 a 2023, sete ensaios clínicos que foram incluídos na presente revisão de literatura e que apresentam nível médio de evidência considerado moderado de acordo com a Escala PEDro (score médio de 6,75; pontuando entre 4-8). As características dos participantes dos estudos eram: crianças e adolescentes com idade entre 4 e 18 anos; nível GMFCS de I a IV (nenhum estudo teve como participantes crianças e adolescentes com nível

GMFCS V); e em média 35 participantes por estudo.

Com relação à metodologia dos estudos, Qi et al. ⁷ realizaram uso da NMES associada à exercícios de fortalecimento tais como sentar e levantar, subir e descer degraus, além de musculação com pesos. Já Armstrong et al. ⁸ optaram por realizar o uso da FES junto de um treinamento de ciclismo e programa de exercícios individualizados de acordo com a necessidade e objetivo de cada participante, incluindo exercícios funcionais. Özen et al. ⁹, optaram por utilizar o FES associado ao treinamento de ciclismo e exercícios convencionais (exercícios como treinamento de resistência e marcha), assim como Sansare et al. ¹⁰, que associaram a FES ao treinamento de ciclismo com complementação por meio de *feedback* visual através de um jogo que era projetado em *laptop*, para que os participantes mantivessem a cadência da pedalada, tornando a terapia mais interativa e lúdica. Turker et al. ¹¹ investigaram os efeitos do

treinamento de bicicleta por estimulação elétrica funcional (FES) em associação com a fisioterapia convencional sobre a marcha, força muscular, função motora grossa e energia gastos em um ambulatório de crianças com PC diplérgica espástica. No estudo de Moll et al. ¹² foi verificado se a estimulação elétrica funcional (FES) do nervo fibular, que ativa a dorsiflexão, pode melhorar as funções do corpo, atividades e participação e poderia ser uma alternativa eficaz de tratamento em indivíduos com PC espástica unilateral. Por fim, Segal et al. ¹³ avaliaram o benefício funcional e efeito ortopédico da FES em crianças com PC hemiplérgica.

Os resultados de Qi et al. ⁷ trazem o uso da NMES como uma prática efetiva, o que de fato se é evidenciado pelos resultados obtidos. No entanto, é importante destacar que o grupo controle, assim como o grupo intervenção, obteve resultados positivos, não havendo diferença significativa entre eles após o tratamento. Ambos os grupos obtiveram resultados significativos quando comparados ao pré-tratamento e, embora o grupo tratamento tenha obtido resultados melhores, não foi suficiente para afirmar que um grupo teve resultados efetivos significantes quando comparado ao outro. O protocolo de tratamento também é um ponto a ser considerado, uma vez que é de conhecimento da comunidade científica que a prática regular de exercícios em um programa considerado relativamente longo (cerca de 40 minutos de intervenção, 5 dias na semana, por 6 semanas) promoveria a melhora dos participantes. Apesar dos resultados obtidos é preciso avaliar se essa é a realidade da maioria dos pacientes e refletir

sua compatibilidade com a realidade atual brasileira.

Os resultados de Qi et al. ⁷ vão ao encontro do estudo de Greve et al. ¹⁴, que realizou uma revisão de escopo sobre o uso da NMES associada ao exercício em crianças e adolescentes com PC, concluindo que a NMES aplicada ao exercício de fortalecimento apresenta como consequência a modulação da espasticidade, melhora da fisiologia muscular e melhora dos padrões de marcha e mobilidade funcional em indivíduos com PC espástica.

Armstrong et al. ⁸, Özen et al. ⁹, Sansare et al. ¹⁰ e Turker et al. ¹¹ optaram por realizar o uso da FES associado à um treinamento de ciclismo, e também a prática de exercícios convencionais de fortalecimento. Armstrong et al. ⁸ utilizaram os eletrodos de superfície nos músculos quadríceps, isquiotibiais, glúteos, gastrocnêmios e tibial anterior (bilateralmente), assim como Özen et al. ⁷ e Turker et al. ¹¹, com exceção da musculatura dos glúteos no primeiro estudo e dos gastrocnêmios e tibial anterior no segundo estudo citado. Sansare et al. ¹⁰ elegeram a utilização de eletrodos transcutâneos apenas na musculatura do quadríceps bilateralmente. Moll et al. ¹⁵, Moll et al. ¹² e Segal et al. ¹³, também obtiveram resultados positivos quanto à utilização da FES durante treino de marcha, em pacientes com PC, assim como aumento de volume muscular, que foi avaliado através de ultrassonografia e avaliações experimentais que evidenciaram as alterações musculares induzidas pela FES, nas funções do corpo e na participação dessas crianças.

A associação da FES com o treinamento de ciclismo aponta para uma terapia relativamente nova dentro da gama de terapias que são inseridas aos pacientes com PC, portanto a literatura ainda não dispõe de grandes materiais que sirvam de elucidação exata para corroborar com os estudos presentes nesta revisão. No entanto, diante da comparação das práticas de maneira separada, como citado acima nos estudos de Moll et al.¹⁵ e Turker et al.¹¹, é possível direcionar a associação da FES ao ciclismo como algo positivo, tolerável e lúdico para os pacientes^{8,14,9,10}.

Com relação ao uso dos FES no músculo tibial anterior, Pool et al.¹⁶, Pool et al.¹⁷ e Pool et al.¹⁸, encontraram melhoras nos parâmetros biomecânicos do tornozelo, incluindo espasticidade, amplitude de movimento e força muscular, sob uso contínuo de FES. Essas melhoras biomecânicas podem ser responsáveis por uma melhor estabilidade postural, assim como foi encontrado nos estudos de Armstrong et al.⁸, Özen et al.⁹ e Segal et al.¹³. Além disso, no estudo realizado de Pool et al.¹⁶ foi levantada a hipótese de que o movimento repetitivo do tornozelo leva à melhora da inibição recíproca, à redução da coativação muscular e à melhor ativação muscular coordenada. Os resultados encontrados na presente revisão corroboram com alterações estatisticamente significativas nos parâmetros biomecânicos ou cinemáticos do tornozelo ao longo do tempo.

Os sete ensaios clínicos incluídos no presente estudo obtiveram resultados estatisticamente positivos diante das terapias avaliadas. Qi et al.⁷ consideraram melhoras na

Comprehensive Spasticity Scale (CSS) em ambos os grupos e, benefícios ainda mais fortes no grupo intervenção quanto ao nível GMFCS e velocidade de marcha ($p < 0,05$). Armstrong et al. (2020)⁷ apontam diferenças significativas favorecendo o grupo de intervenção no GMFM-88 ($p = 0,007$), GMFM-66 ($p < 0,001$), pontuações de metas do GMFM ($p = 0,001$), desempenho da meta COPM ($p < 0,001$) e satisfação do COPM ($p < 0,001$). Özen et al.⁹ verificaram que, após o protocolo, os 3 grupos de estudo obtiveram resultados favoráveis nas seguintes avaliações: GMFM-88, WeeFIM, VGA e TC6, todos com $p < 0,05$. Verificaram ainda, de maneira isolada, resultados factuais em relação às avaliações de tônus muscular de joelho e tornozelo utilizando a Escala de Tardieu modificada e a Escala de Ashworth modificada. Moll et al.¹² verificaram que na marcha com a utilização do FES, a dorsiflexão durante o balanço médio diminuiu ao longo do tempo ($p = 0,006$, diminuição média de $4,8^\circ$ com FES), preservando o aumento da amplitude de movimento do tornozelo em relação ao tratamento convencional ($p < 0,001$, amplitude de movimento média com FES $+10,1^\circ$ em relação a AFO). Ademais, Turker et al. (2023)¹¹ observaram que com o uso do FES houve melhoras na força muscular funcional, função motora grossa e no gasto energético, e redução da inclinação pélvica durante a marcha, após treinamento e seguimento ($p < 0,05$).

O presente estudo apresentou algumas limitações tais como, o número de ensaios clínicos incluídos, evidenciando que apesar dos benefícios citados é uma prática que ainda necessita de mais estudos, apesar de sua aplicabilidade clínica; o déficit de evidência

utilizando indivíduos com PC nível V no GMFCS, limitando o não direcionamento a toda população infanto-juvenil com PC. Além disso, dois artigos precisaram ser excluídos devido à dificuldade de acesso, o que limita do ponto de vista científico, restringindo o conhecimento de uma população, com possibilidade de beneficiar-se sobre determinada prática versus sua condição de saúde.

CONCLUSÃO

A qualidade moderada das evidências sugere que a aplicação da NMES e/ou FES pode ser usada como terapia adjuvante para ajudar

a melhorar a função motora grossa, mobilidade e alcance de metas em crianças e adolescentes com PC. Estes resultados precisam ser interpretados com cautela devido ao pequeno número de estudos incluídos e ao tamanho reduzido de participantes em cada estudo. Ademais, são necessárias novas pesquisas com melhor qualidade metodológica, tamanho amostral maior e acompanhamento a longo prazo dos participantes.

FINANCIAMENTO: Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) sob o número de concessão APQ 00654-19; e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – (Código 001).

REFERÊNCIAS

1. Lucas BR, Elliott EJ, Coggan S, Pinto RZ, Jirikowic T, McCoy SW, Latimer J. Interventions to improve gross motor performance in children with neurodevelopmental disorders: a meta-analysis. *BMC Pediatr*. 2016 Nov 29;16(1):193.
2. Salazar AP, Pagnussat AS, Pereira GA, Scopel G, Lukrafka JL. Neuromuscular electrical stimulation to improve gross motor function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. *Braz J Phys Ther*. 2019 Sep-Oct;23(5):378-386.
3. Mooney JA, Rose J. A Scoping Review of Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Gait in Cerebral Palsy: The Arc of Progress and Future Strategies. *Front Neurol*. 2019 Aug 21;10:887.
4. Gonçalves RV, Fonseca ST, de Araújo PA, Souza TR, Resende RA, Mancini MC. Functional Task Training Combined With Electrical Stimulation Improves Motor Capacity in Children With Unilateral Cerebral Palsy: A Single-Subject Design. *Pediatr Phys Ther*. 2019 Apr;31(2):208-215.
5. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother*. 2009;55(2):129-33.
6. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother*. 2020 Jan;66(1):59.
7. Qi YC, Niu XL, Gao YR, Wang HB, Hu M, Dong LP, Li YZ. Therapeutic Effect Evaluation of Neuromuscular Electrical Stimulation With or Without Strengthening Exercise on Spastic Cerebral Palsy. *Clin Pediatr (Phila)*. 2018 May;57(5):580-583.
8. Armstrong EL, Boyd RN, Horan SA, Kentish MJ, Ware RS, Carty CP. Functional electrical stimulation cycling, goal-directed training, and adapted cycling for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2020 Dec;62(12):1406-1413.
9. Özen N, Unlu E, Karahmet OZ, Gurcay E, Gundogdu I, Umay E. Effectiveness of Functional Electrical Stimulation - Cycling Treatment in Children with Cerebral Palsy. *Malawi Med J*. 2021 Sep;33(3):144-152.
10. Sansare A, Harrington AT, Wright H, Alesi J, Behboodi A, Verma K, Lee SCK. Aerobic Responses to FES-Assisted and Volitional Cycling in Children with Cerebral Palsy. *Sensors (Basel)*. 2021 Nov 15;21(22):7590.

11. Türker D, Yakut Y, Yaşar E, Kerem Günel M, Yılmaz B, Tan AK. The effects of functional electrical stimulation cycling on gait parameters in diplegic cerebral palsy: a single-blind randomized controlled trial. *Somatosens Mot Res.* 2023 Jun 1;40(2):62–71.
12. Moll I, Rik G J Marcellis, Fleuren SM, Coenen MLP, Senden RHJ, Willems PJB, et al. Functional electrical stimulation during walking in children with unilateral spastic cerebral palsy: A randomized cross-over trial. *Dev Med Child Neurol.* 2023 Oct 12.
13. Segal I, Khamis S, Liora Sagie, Genizi J, Azriel D, Sharona Katzenelenbogen, et al. Functional Benefit and Orthotic Effect of Dorsiflexion-FES in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Children (Basel).* 2023 Mar 9;10(3):531–1.
14. Greve KR, Joseph CF, Berry BE, Schadl K, Rose J. Neuromuscular electrical stimulation to augment lower limb exercise and mobility in individuals with spastic cerebral palsy: A scoping review. *Front Physiol.* 2022 Aug 30;13:951899.
15. Moll I, Vles JSH, Soudant DLHM, Witlox AMA, Staal HM, Speth LAWM, Janssen-Potten YJM, Coenen M, Koudijs SM, Vermeulen RJ. Functional electrical stimulation of the ankle dorsiflexors during walking in spastic cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2017 Dec;59(12):1230-1236.
16. Pool D, Blackmore AM, Bear N, Valentine J. Effects of Short-Term Daily Community Walk Aide Use on Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2014;26(3):308–17.
17. Pool D, Elliott C, Bear N, Donnelly CJ, Davis C, Stannage K, et al. Neuromuscular electrical stimulation-assisted gait increases muscle strength and volume in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2015 Nov 11;58(5):492–501.
18. Pool D, Elliott C, Bear N, Donnelly CJ, Davis C, Stannage K, et al. Neuromuscular electrical stimulation-assisted gait increases muscle strength and volume in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2015 Nov 11;58(5):492–501.