







Efeitos do treinamento em esteira ergométrica sobre a funcionalidade na paralisia cerebral: uma revisão integrativa da literatura

Effects of treadmill training on functionality in cerebral palsy: an integrative literature review

 Nathan da Silva Xavier¹,  Larissa Hoehne Matias¹,  Denise Matheus²,  Pedro Claudio Gonsales de Castro²,  Linamara Rizzo Battistella³,  Marta Imamura³

RESUMO

Objetivo: O objetivo dessa revisão integrativa da literatura foi analisar os principais benefícios do treinamento em esteira ergométrica (TEE) para funcionalidade de crianças e adolescentes deambuladoras com paralisia cerebral (PC). **Método:** Foram realizadas buscas nas bases de dados Pubmed, EMBASE e Physiotherapy Evidence Database (PEDro) de estudos publicados entre os anos de 2013 e 2023. **Resultados:** Dos 428 estudos encontrados, 17 foram selecionados para análise e síntese do conhecimento. Os estudos mostraram efeitos positivos na função deambulatoria, com mudanças nos parâmetros espaço temporais e cinemáticos da marcha, bem como resultados positivos em medidas de capacidade e desempenho da marcha. Além disso, os estudos observaram significantes mudanças na função motora grossa, mobilidade e equilíbrio funcional. Os protocolos e métodos de TEE são heterogêneos entre os estudos, porém a maioria deles iniciou o treinamento em menor velocidade e duração da caminhada, incrementando no decorrer do tratamento, utilizando suspensão parcial do peso corporal (SPPC) e facilitações manuais a depender da gravidade da PC e limitação na função da marcha. Para maiores efeitos na funcionalidade, recomenda-se associação com outras modalidades terapêuticas como fortalecimento e treino de marcha no solo. No geral, os estudos realizaram TEE de duas a três vezes por semana, de seis a doze semanas de duração. **Conclusão:** O TEE mostrou-se uma modalidade terapêutica eficaz e viável para aplicação no tratamento de crianças e adolescentes deambuladoras com PC.

Palavras-chaves: Paralisia Cerebral, Teste de Esforço, Desempenho Físico Funcional, Modalidades de Fisioterapia

ABSTRACT

Objective: The aim of this integrative literature review was to analyze the key benefits of treadmill training (TT) for the functionality of ambulatory children and adolescents with cerebral palsy (CP). **Method:** Searches were conducted in the Pubmed, EMBASE, and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) databases for studies published between 2013 and 2023. **Results:** Out of 428 studies found, 17 were selected for analysis and synthesis of knowledge. The studies demonstrated positive effects on ambulatory function, with changes in spatiotemporal and kinematic parameters of gait, as well as positive outcomes in gait capacity and performance measures. Additionally, significant changes were observed in gross motor function, mobility, and functional balance. TT protocols and methods varied among the studies, but most initiated training at lower walking speeds and durations, gradually increasing over the course of treatment, utilizing partial body weight support (PBWS) and manual facilitations depending on the severity of CP and gait function limitations. To enhance functionality, combining TT with other therapeutic modalities such as strength training and ground walking is recommended. Overall, the studies conducted TT two to three times per week, lasting six to twelve weeks. **Conclusion:** TT proved to be an effective and feasible therapeutic modality for application in the treatment of ambulatory children and adolescents with CP.

Keywords: Cerebral Palsy, Exercise Test, Physical Functional Performance, Physical Therapy Modalities

¹Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo

²Instituto de Medicina Física e Reabilitação, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo

³Departamento da Medicina Legal, Bioética, Medicina do Trabalho e Medicina Física e Reabilitação, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo

Autor Correspondente

Nathan da Silva Xavier

E-mail: fisio.nathan.xavier@gmail.com

Conflito de Interesses

Nada a declarar

Submetido: 23 maio 2024

Aceito: 01 julho 2024

Como citar

Xavier NS, Matias LH, Matheus D, Castro PCG, Battistella LR, Imamura M. Efeitos do treinamento em esteira ergométrica sobre a funcionalidade na paralisia cerebral: uma revisão integrativa da literatura. Acta Fisiatr. 2024;31(3):197-206.

DOI: 10.11606/issn.23170190.v31i3a222434

ISSN 2317-0190 | Copyright © 2024 | Acta Fisiátrica
Instituto de Medicina Física e Reabilitação – HCFMUSP



Este trabalho está licenciado com uma licença
Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é uma condição de saúde comum na infância, com prevalência estimada em países de alta renda de 2,11 em cada 1.000 nascidos vivos, podendo chegar a maiores índices em países de baixa renda.^{1,2} A PC é definida como um “grupo de desordens permanentes do desenvolvimento do movimento e da postura, causando limitação da atividade, que são atribuídas a distúrbios não progressivos que ocorreram no desenvolvimento do cérebro fetal ou infantil”.³ Múltiplas etiologias são responsáveis pelas lesões que ocorrem no cérebro fetal e neonatal no período pré-natal, perinatal e pós-natal, podendo levar ao acometimento de diferentes áreas do encéfalo.^{2,4,5} Dado o amplo espectro de apresentações clínicas e gravidade da condição de saúde, algumas formas foram propostas para a classificação da PC. De acordo com o tipo de distúrbio do movimento, a PC pode se apresentar na forma espástica, que representa aproximadamente 70-80% dos casos, discinética, atáxica e mista.^{4,5} Pela distribuição anatômica, a PC pode se apresentar como diparesia (acometimento bilateral com predomínio maior em membros inferiores do que membros superiores), hemiparesia (acometimento de um hemicorpo) e a quadriparesia (acometimento bilateral dos hemicorpos).^{4,5}

Visto a heterogeneidade nas apresentações clínicas e funcionais dos pacientes com PC, foi criada em 1997 e atualizada em 2007, a Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), ferramenta alicerçada nos conceitos da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), para avaliação e classificação de crianças e adolescentes com PC baseada na função motora grossa.^{4,6} Essa ferramenta classifica a criança e adolescente com PC em cinco níveis, baseando-se no movimento autoiniciado e a necessidade de dispositivos auxiliares manuais (andadores, muletas ou bengalas) ou cadeira de rodas para mobilidade durante as atividades habituais.⁶ Indivíduos classificados no nível I são capazes de caminhar em ambiente interno e externo de forma independente sem grandes limitações.⁶ No nível II, o indivíduo caminha na maioria dos terrenos, porém com limitações, sendo necessário o uso de dispositivo auxiliar para segurança ou mobilidade sobre rodas para longas distâncias.⁶

Já no nível III, muitas das vezes o indivíduo caminha com dispositivo auxiliar em ambientes fechados, como casa e escola, mas necessita utilizar a cadeira de rodas na comunidade e para longas distâncias.⁶ No nível IV, a mobilidade é limitada, podendo o indivíduo caminhar curtas distância com dispositivo auxiliar e com assistência, porém utilizar a mobilidade motorizada sobre rodas de forma independente ou mobilidade manual com assistência na maioria dos ambientes.⁶ No nível V, os indivíduos apresentam limitações graves na mobilidade, sendo necessário assistência para o transporte através de dispositivos manuais de mobilidade sobre rodas ou utilização de mobilidade motorizada com adaptações.⁶

Dentre as deficiências motoras associados a PC estão fraqueza muscular, déficit no controle motor seletivo, controle motor dinâmico, co-contracção, co-ativação, contratura, desalinhamento ósseo e alteração nos sistemas do controle postural e equilíbrio.^{2,7,8} Essas alterações no sistema neuro musculoesquelético possuem impactos diretos a nível de atividade e participação, principalmente na capacidade e desempenho da marcha.

Por exemplo fraqueza e, em menor grau, a espasticidade na musculatura de membros inferiores (MMII) foram associados ao

déficit na capacidade de andar apresentado por indivíduos com PC.^{7,9,10} Diversas alterações na capacidade e desempenho da marcha dessa população já foram descritas na literatura. Indivíduos com PC apresentaram alterações significativas nos parâmetros espaço temporais, com redução na velocidade e cadência, maior tempo em duplo apoio e menor tempo em apoio simples, redução do comprimento do passo e da passada e aumento da largura do passo (base de suporte), bem como alterações cinemáticas, como uma redução da amplitude de tornozelo e joelho no plano sagital, em comparação a indivíduos com neurodesenvolvimento típico de mesma faixa etária.¹¹ Além disso, indivíduos com PC apresentam alto gasto energético durante a marcha (em média 32%), bem como maior fadiga muscular comparado a indivíduos saudáveis.¹² Isso leva esses indivíduos a caminharem menos durante o dia, participarem menos de atividades com amigos e passarem parte do tempo do dia em casa comparados a crianças e adolescentes com neurodesenvolvimento típico.¹³ A longo prazo, na fase adulta, esses indivíduos vão apresentando limitação, deterioração e eventualmente cessação da capacidade de caminhar.¹⁴

Entretanto, quanto melhor a função física das crianças deambuladoras, menor impacto de incapacidade relacionado a condição de saúde.¹⁵ Quanto mais independente essa criança anda nos primeiros dez anos de vida, maior é a chance de manter essa função na adolescência e vida adulta.¹⁶ Por isso, várias intervenções fisioterapêuticas são altamente recomendadas para essa população, com objetivo de promover mudanças no controle motor, no desempenho muscular e no alinhamento musculoesquelético, bem como intervir no nível da atividade (como transferência e mobilidade) e participação desses indivíduos.¹⁷ Dentre as modalidades terapêuticas, o treinamento em esteira ergométrica (TEE) vem demonstrando bom potencial para promover mudanças na funcionalidade de crianças e adolescente com PC. O TEE, com ou sem suporte parcial de peso corporal (SPPC), tem demonstrado efeitos positivos no aprendizado motor e na funcionalidade de diversas condições neurológicas.¹⁸⁻²⁰ Isso porque o TEE alicerça na prática repetitiva e orientado a tarefas relevantes para a vida diária do paciente. Essa modalidade terapêutica também permite uma prática intensiva da marcha, com altas repetições dos ciclos da marcha, podendo uma sessão de 20 minutos de caminhada na esteira realizar até 1000 passos em comparação a 50 a 100 passos numa sessão de fisioterapia convencional.^{18,21}

Tanto a velocidade da esteira quanto a quantidade de suspensão de peso corporal e a assistência prestada pelo fisioterapeuta pode ser ajustada para proporcionar uma intensidade de treinamento suficiente para promover mudanças neuroplásticas nos circuitos motores centrais e espinais dos indivíduos com condições neurológicas.¹⁸

Revisões anteriores relataram que o TEE é uma modalidade terapêutica viável e segura para os pacientes com PC, com potencial para promover uma mudança nas habilidades motoras em geral, principalmente na função da marcha.²²⁻²⁵ Entretanto, a maioria dessas revisões foi publicada na década passada, contendo poucos estudos, chegando a conclusões inconsistentes dos efeitos da TEE na funcionalidade dos indivíduos com PC.²²⁻²⁵

O intuito dessa revisão integrativa é justificar a importância do investimento nessa modalidade de treinamento e auxiliar os fisioterapeutas na prescrição do TEE, visando a otimização funcional de crianças e adolescentes com PC.

OBJETIVO

O objetivo principal dessa revisão integrativa de literatura é analisar os principais efeitos do TEE para funcionalidade das crianças e adolescentes deambuladoras com PC de 3 e 18 anos.

Como objetivo secundário, essa revisão também irá sintetizar os principais protocolos de treinamento utilizados nos estudos.

MÉTODO

A revisão integrativa da literatura é um dos métodos de pesquisa utilizados na prática baseada em evidência, tendo como finalidade reunir e sintetizar resultados de pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado.²⁶ Para o desenvolvimento dessa revisão integrativa de literatura foram seguidos 6 passos recomendados por Mendes et al.²⁶ que são: identificação do tema e questão de pesquisa; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos estudos e busca na literatura; extração e categorização dos resultados; avaliação dos estudos selecionados; interpretação dos resultados e apresentação da síntese do conhecimento. Essa revisão integrativa da literatura foi realizada no Instituto de Medicina Física e Reabilitação da Faculdade de Medicina de São Paulo, na cidade de São Paulo, Brasil, em 2023.

Inicialmente, foi levantada a seguinte pergunta de pesquisa: o que a comunidade científica produziu nesses últimos 10 anos em relação aos efeitos do treinamento em esteira ergométrica na funcionalidade de crianças e adolescentes deambuladoras com paralisia cerebral?

As buscas foram realizadas nas bases de dados MEDLINE (via Pubmed), EMBASE, PEDro e Cochane Libary de 01 julho a setembro de 2022, utilizando os descritores em inglês “cerebral palsy” AND (“treadmill training” OR “body-weight-suported treadmill training”). Foram incluídos estudos de caráter primário que avaliaram os efeitos de treinamento em esteira ergométrica na funcionalidade de crianças com paralisia cerebral de 3 aos 18 anos que apresentavam função deambulatoria. Além disso, foram incluídos estudos em língua inglesa e com tempo limite de publicação de 10 anos. Foram excluídos estudos duplicados nas bases de dados e aqueles que não atenderam aos critérios de inclusão.

Após a pesquisa, todas as citações foram identificadas, agrupadas e carregadas na plataforma de gerenciamento de referências EndNote para remoção de duplicatas.²⁷ Em seguida, dois revisores utilizaram a plataforma Ryyan para a seleção dos estudos por meio da leitura de título e resumo dos estudos.²⁸ Após a abertura do mascaramento da plataforma, os dois revisores realizaram a seleção dos estudos para leitura na íntegra, e os desacordos que surgiram em relação a seleção foram resolvidos por meio de discussão. Terminada essa etapa, um revisor recuperou os estudos na íntegra, realizou a leitura completa e iniciou o processo de extração dos dados.

Uma planilha eletrônica do software Microsoft Office Excel foi utilizada para organizar as informações extraídas de acordo com as seguintes categorias: autor(es) e ano de publicação; caracterização da amostra; intervenção; protocolo de treinamento e resultados principais. Na caracterização da amostra, foram retiradas e tabuladas as informações referentes ao número de participantes e distribuição nos grupos, idade, diagnóstico topográfico e tipo motor da PC e classificação funcional segundo a GMFCS.

Já dos protocolos de treinamento foram extraídas informações relacionadas a intensidade do mesmo ou velocidade da esteira, utilização e a porcentagem de suspensão do peso corporal, progressão do treinamento, facilitação, tempo de TEE, frequência e duração total do protocolo. A sessão de resultados do estudo foi organizada com base nos domínios da saúde da CIF, ou seja, em mudanças na estrutura e função do corpo, atividade e participação. Ao final, o revisor enviou os dados extraídos para os membros da equipe, que revisaram independentemente, até chegar a um consenso da tabela final de extração de dados.

RESULTADOS

Foram identificados 428 estudos por meio das pesquisas nas bases de dados (Figura 1).

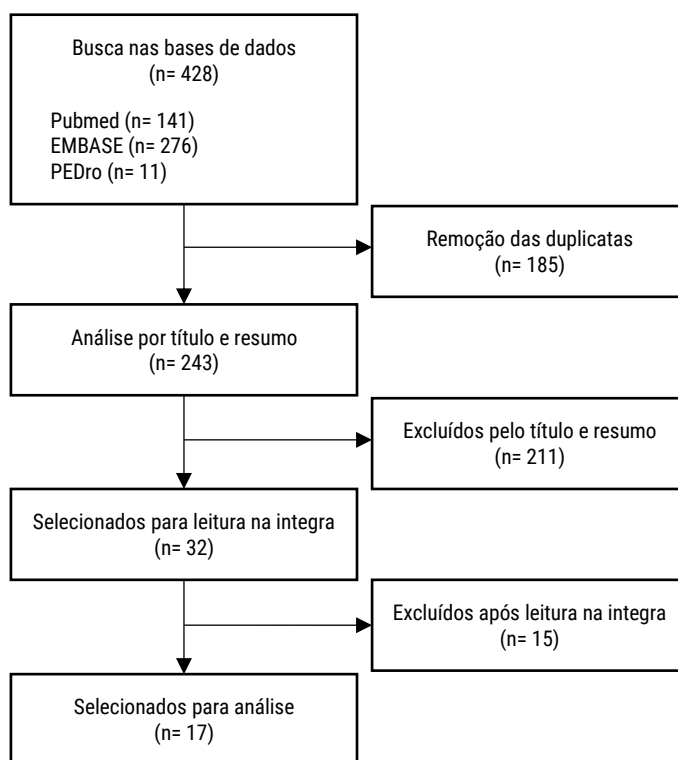


Figura 1. Fluxograma do desenvolvimento do estudo

Após exclusão das duplicatas, 243 artigos passaram pela triagem por título e resumo, sendo selecionados 32 artigos para leitura na íntegra, e dentre esses, 17 foram incluídos para análise e síntese do conhecimento.²⁹⁻⁴⁵

Os dados referentes a autores, ano de publicação, país onde foi desenvolvido o estudo, design do estudo, perfil dos participantes, intervenções e principais resultados foram sintetizados e apresentados no Quadro 1. Os protocolos de treinamento, como dados referentes a velocidade da esteira, suspensão parcial de peso corporal (SPPC), método de progressão do treinamento, facilitações, e dosagem do treinamento com tempo de caminhada e frequência, são apresentados no Quadro 2.

No geral, observa-se que o TEE é eficaz em promover mudanças em todos os níveis da funcionalidade de crianças e adolescentes com PC. Uma pequena parte dos estudos relatou alterações significativas a nível de estrutura e função corporal, sendo principalmente relacionada uma mudança na função de tornozelo e quadril.^{30,33,36,37,44,45}

Quadro 1. Caracterização dos estudos selecionados

Autor (ano)	País	Design do estudo	Perfil dos participantes	Intervenções	Principais resultados
Ameer et al. ²⁹ (2019)	Arábia Saudita	Estudo controlado randomizado pré e pós	GE: n= 10 6,2 ± 1,35 anos; PC diplegia levemente espástica; GMFCS I (NE) e II (NE) GC: n= 10; 6,2 ± 1,07 anos; GMFCS I (NE) e II (NE)	GE: TF + TEE GC: TF + TMS	GE pós-intervenção: - <i>Atividade</i> : ↑ cadência, ↑ comprimento do passo e ↑ tempo de apoio simples. Não observado diferença significativa na velocidade da marcha e comprimento da passada GE comparado ao GC pós-intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : Diferença significativa velocidade, cadência, comprimento do passo, comprimento da passada e tempo de apoio simples
Bryk et al. ³⁰ (2023)	Turquia	Ensaio clínico controlado prospectivo randomizado	GE: n= 15; 5,13 ± 1,95 anos; PC espástica bilateral em MMII (n= 15); GMFCS nível II (n= 5) e III (n= 10) GC: n= 15; 6,13 ± 2,13 anos; PC espástica bilateral em MMII (n= 15); GMFCS nível II (n=5=6) e III (n= 9)	GE: TBA MMII + TF + TEE GC: TBA MMII + TF	GE pós-intervenção: - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↑ força bilateral de dorsiflexores, extensores e flexores de joelho, extensores e flexores de quadril e quadril; ↑ SCALE tornozelo e dedos do pé. Não observado diferença significativa na força de flexores plantares e SCALE de quadril e joelho - <i>Atividade participação</i> : ↑ velocidade da marcha, ↑ comprimento dos passos bilateralmente, ↑ PEDI-mobilidade. Não observado diferença significativa na porcentagem do tempo de balanço bilateral, PEDI- autocuidado e PEDI-função social GE comparado ao GC pós-intervenção: - <i>Estrutura e função do corpo</i> : Diferença significativa na força de flexores e extensores de quadril, e SCALE tornozelo. Não observado diferença significativa na força de extensores e flexores de quadril, flexores de extensores de quadril, SCALE dedos do pé - <i>Atividade e participação</i> : Diferença significativa na velocidade, comprimento dos passos bilateralmente e PEDI-mobilidade
Bjornson et al. ³¹ (2019)	EUA	Ensaio clínico prospectivo randomizado	GE: n=12; 8,6 ± 2,2 anos; diplegia espástica (n=12); GMFCS nível II (n=8) e III (n=4)	GE: TEE	GE (n=12) pós-intervenção e acompanhamento de 6 semanas: - <i>Atividade e participação</i> : ↑ TC1min.; ↑ velocidade auto selecionada e rápida TC10m; ↓ TUG; ↑ média de passadas/dia; ↑ porcentagem de tempo de caminhada/dia, ↑ porcentagem de tempo caminhando ↑ moderada e altas passadas (> 29 pass./min.); ↑ índice de pico de atividade; ↑ intensidade de caminhada com ↑ número máximo de passos/min sustentados por 60 e 20 min. ↑ Life-H – recreação, apenas pós-intervenção; ↑ ASKp-30, apenas no acompanhamento de 6 semanas. Não observado diferença significativa na fadiga, interferência e intensidade da dor, e mobilidade relatado pelos pais no PROMIS
Dogan & Mutluay ³² (2023)	Turquia	Ensaio clínico controlado e randomizado	GE: n= 21. 11,15 ± 3,65 anos; hemiparesia (n= 14), diplegia (n=3) e quadripareia (n= 2) espástica, e PC tipo ataxia (n= 2). GMFCS nível I (n= 14) e II (n= 7) GC: n= 20. 10,80 ± 3,38 anos; hemiparesia (n= 17) e diplegia (n= 2) espástica, e PC tipo ataxia (n= 1); GMFCS nível I (n= 15) e II (n= 5)	GE: TEE GC: TF	GE pós-intervenção - <i>Atividade e participação</i> : ↓ TC10 m; ↑ TC2min; ↑ EEP; ↓ TUG GE comparado ao GC pós-intervenção - <i>Atividade e participação</i> : Diferença significativa no TC 10 m, TC 2 min, EEP e TUG
El Shemy ³³ (2018)	Egito	Ensaio clínico controlado e randomizado	1° GE: n= 15; 11,93 ± 0,88 anos; diplegia espástica (n= 15); GMFCS nível I e II (NE) 2° GE: n= 15; 12,20 ± 0,77 anos; diplegia espástica (n= 15); GMFCS nível I e II (NE) GC: n= 15; 12,13 ± 0,74 anos; diplegia espástica (n= 15); GMFCS nível I e II (NE)	1° GE: TF + TEE com olhos abertos 2° GE: TF + TEE com olhos fechados GC: TF	Ambos os GE pós-intervenção - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↓ graus absolutos de erro no sentido da posição articular do joelho - <i>Atividade e participação</i> : ↑ EEP; ↓ TUG Ambos GE comparado ao GC pós-intervenção: - Diferença significativa na propriocepção, EEP e TUG, sendo o TEE olhos fechados a apresentar mudanças significativamente maiores em comparação ao TEE olhos abertos
Grecco et al. ³⁴ (2013)	Brasil	Ensaio clínico controlado e randomizado	GE: n= 7; 6,8 ± 2,6 anos; NE diagnóstico topográfico ou tipo motor da PC; GMFCS nível I (n= 4), II (n= 1) e III (n= 2) GC: n= 7; 6,0 ± 1,5 anos; NE diagnóstico topográfico ou tipo motor da PC; GMFCS nível I (n= 3), II (n= 2) e III (n= 2)	GE: TEE GC: TMS	GE pós-intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : ↑ EEB; ↓ oscilação AP e ML com olhos aberto (plataforma de pressão) GE comparado ao GC pós-intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : diferença significativa na EEB e na oscilação ML com olhos aberto
Grecco et al. ³⁵ (2013)	Brasil	Ensaio clínico controlado e randomizado	GE: n= 16; 6,8 ± 2,6 anos; NE diagnóstico topográfico ou tipo motor da PC; GMFCS nível I (n= 5), II (n= 8) e III (n= 3); função ambulatoria há pelo menos a 12 meses GC: n= 17; 6,0 ± 1,5 anos; NE diagnóstico topográfico ou tipo motor da PC; GMFCS nível I (n= 8), II (n= 7) e III (n= 2); função ambulatoria há pelo menos a 12 meses	GE: TEE GC: TMS	GE pós-intervenção e acompanhamento de 4 semanas: - <i>Atividade e participação</i> : ↑ TC6 min; ↓ TUG; ↑ PEDI-geral; ↑ PEDI-mobilidade; ↑ PEDI-função social; ↑ GMFM-88 global; ↑ GMFM-C; ↑ GMFM-D; ↑ GMFM-E; ↑ EEB; ↓ oscilação AP com olhos aberto pós-intervenção; ↓ oscilação AP com olhos fechados, ML com olhos abertos e fechados no acompanhamento; GE comparado ao GC pós-intervenção e acompanhamento de 4 semanas: - <i>Atividade e participação</i> : diferença significativa no TC6min, TUG, PEDI-geral, PEDI-mobilidade, GMFM-88 global, GMFM-C, GMFM-D, GMFM-E, EEB, oscilação AP com olhos fechado e ML com olhos abertos

AP: ântero posterior; ASKp-30: Activity Scale for Kids; ASH: Escala Modificada de Ashworth; DA: dispositivo auxiliar; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; EEP: Escala de Equilíbrio Pediátrica; FMS: Escala de Mobilidade Funcional; GC: grupo controle; GE: grupo experimental; GMFCS: Sistema de Classificação da Função Motora Grossa; GMFM: Medida da Função Motora Grossa; Life H: Avaliação de Hábitos de Vida Adaptados para Crianças; ML: médio lateral; MMII: membros inferiores; NDT: neurodesenvolvimento típico; NE: não especificado; PC: paralisia cerebral; PDMS-2: Peabody Developmental Motor Scales-Second Edition; PEDI: Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade; PROMIS: Patient-Reported Outcomes Measurement Information System; SCALE: Selective Control Assessment of Lower Extremity; SPPC: suspensão parcial do peso corporal; TBA: toxina botulínica tipo A; TC10m: teste de caminhada de 10 metros; TC1min: teste de caminhada de 1 minuto; TC2min: teste de caminhada de 2 minutos; TC6min: teste de caminhada de 6 minutos; TF: tratamento fisioterapêutico; TMS: treinamento de marcha no solo; TUG: Timed Up and Go

(Continua)

Autor (ano)	País	Design do estudo	Perfil dos participantes	Intervenções	Principais resultados
Hoffman et al. ³⁶ (2018)	EUA	Ensaio clínico	GE: n= 11; 12 ± 1 ano (6 - 17 anos), hemiplegia (n= 1) e diplegia (n= 10) GMFCS nível II (n= 8) e III (n= 3)	GE: TEE c/ SPPC	GE pré e pós-intervenção - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↑ força da musculatura antigravitacionais de MMII (extensores de quadril, extensão de joelho e flexores plantares) - <i>Atividade e participação</i> : ↑ velocidade TC10m e ↑ TC6 min
Hosl et al. ³⁷ (2018)	Alemanha	Ensaio clínico randomizado e crossover	GE: n= 10; 12 ± 4 anos. PC espástica com acometimento unilateral (n= 2) ou bilateral (n= 8) em MMII GMFCS nível I (n= 4) e II (n= 8)	1º GE: TEE 2º GE: Alongamento manual	1º GE pós-intervenção - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↓ espasticidade de tríceps sural (ASH); diferença não significativa na rigidez articular e rigidez muscular passiva - <i>Atividade e participação</i> : ↑ cadência da marcha andando confortavelmente; ↑ velocidade e ↑ cadência na caminhada rápida; ↑ GMFM-D; ↑ GMFM-E; ↓ TUG; diferença não significativa no comprimento dos passos e cinemática do tornozelo e joelho durante a caminhada rápida e lenta 1º GE comparado com 2º GE pós-intervenção - <i>Estrutura e função do corpo</i> : não observada diferença na espasticidade de tríceps sural, rigidez articular e rigidez muscular passiva - <i>Atividade e participação</i> : diferença significativa na velocidade e cadência caminhando rápido. Não observado diferença no GMFM e TUG
Kim et al. ³⁸ (2013)	Coreia do Sul	Estudo piloto	GE: n= 12; 9,48 ± 4,42 anos; monoplegia (n= 1), diplegia (n= 6), quadriplegia (n= 2) e hemiplegia (n= 3) espástica; GMFCS nível I (n= 9) e II (n= 3)	GE: TEE	GE pós-intervenção - <i>Atividade e participação</i> : ↑ velocidade da marcha; ↑ comprimento dos passos; ↑ comprimento da passada; ↓ diferença entre os membros na força de reação ao solo na postura em pé; ↑ GMFM-D; ↑ GMFM-E. Não observada diferença significativa na cadência, na porcentagem de tempo em apoio simples ou duplo apoio, base de suporte e simetria no comprimento dos passos
Lauglo et al. ³⁹ (2016)	Noruega	Ensaio clínico controlado de linha de base	GE: n= 20; 14 anos (10 - 17 anos); diplegia (n= 3), hemiplegia (n= 9) e quadriplegia (n= 4) espástica, discinético (n= 3) e ataxia (n= 1); GMFCS nível I (n= 8), II (n= 4), III (n= 3) e IV (n= 5)	GE: TEE c/ ou s/ SPPC	GE pós-intervenção - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↑ 10% do VO _{2pico} ; ↓ da utilização percentual do VO _{2pico} ; ↓ 10 batimentos/min no teste de esforço submáximo; ↑ massa magra das crianças; não foi observado diferença significativa no VO _{2submax}
Lorentzen et al. ⁴⁰ (2020)	Dinamarca	Estudo de caso controle	GE: crianças e adolescentes com PC; n= 16; 9,4 anos (4-13 anos); diplegia (n= 4) e hemiplegia (n= 12) espástica; GMFCS nível I (n= 6), II (n= 6) e III (n= 4); GC: crianças e adolescentes com NDT; n= 14; 10,2 anos (4-15 anos)	GE: TEE GC: dados normativos	GE pós-intervenção - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↑ flexão plantar voluntária máxima na perna mais afetada - <i>Atividade e participação</i> : ↑ da derivada máxima da força de reação ao solo no impulso; simetria da marcha; duração semelhante da fase de apoio em ambas as pernas
Sherief et al. ⁴¹ (2015)	Egito	Estudo clínico controlado e randomizado	GE: n= 15; 9,40 ± 0,69 anos; hemiplegia espástica (n= 15); GMFCS: NE; GC: n= 15; 9,80 ± 0,77 anos; hemiplegia espástica (n= 15); GMFCS: NE	GE: TF + TEE GC: TF	GE pós-intervenção - <i>Atividade e participação</i> : ↓ index de estabilidade global, AP e ML, ↑ PDMS-2-locomção GE comparado ao GC pós-intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : Diferença significativa no índice de estabilidade global, AP e ML, e PDMS-2-locomção
Swe et al. ⁴² (2015)	Singapura	Ensaio clínico controlado e randomizado	GE: n= 15; 13,03 ± 3,56 anos; diplegia (n= 7), hemiplegia (n= 5) e quadriplegia (n= 1) espástica, atetóide (n= 2); GMFCS nível II (n= 10) e III (n= 5) GC: n= 15; 13,37 ± 3,32 anos; diplegia (n= 5), hemiplegia (n= 4), triplegia (n= 2) e quadriplegia (n= 1) espástica, atetóide (n= 3); GMFCS nível II (n= 8) e III (n= 7)	GE: TF + TEE c/ SPPC GC: TF + TMS	GE 4ª e 8ª semanas de intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : ↑ velocidade TC10m, ↑ TC6min, ↑ GMFM-D, e ↑ GMFM-E GE comparado ao GC 4ª e 8ª semanas de intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : Diferença significativa apenas na velocidade apenas 4ª semana de intervenção
Visser et al. ⁴³ (2017)	EUA	Estudo piloto	GE: n= 10; 6a2m - 16a5m; diplegia (n= 5), triplegia (n= 3) e quadriplegia (n= 1) espástica, hipotonia/ataxia (n= 1); GMFCS nível II (n= 5) e III (n= 5)	GE: TEE c/ SPPC	GE pós-intervenção: - <i>Atividade e participação</i> : ↑ TC6 minutos; ↓ <i>Physiological Cost Index</i> ; ↑ desempenho e satisfação em relação a mobilidade funcional identificados dos pais pela Medida Canadense de Desempenho Ocupacional. Diferença não significativa no FMS, PEDI-mobilidade, escala de caminhada do <i>Gillette Functional Assessment Questionnaire</i>
Willerslev-Olsen et al. ⁴⁴ (2014)	Dinamarca	Estudo de caso controle	GE: crianças e adolescentes com PC; n= 17; 9,4 ± 3,0 anos; hemiplegia (n= 13) e diplegia (n= 4) espástica; GMFCS nível I (n= 7), II (n= 6) e III (n= 4); GC: crianças e adolescentes com NDT; n= 17; 8,6 anos (4-15 anos)	GE: TEE GC: dados normativos	GE pós-intervenção: - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↓ rigidez passiva dos flexores plantares do tornozelo (análise biomecânica e eletrofisiológica) e ↑ força dos dorsiflexores - <i>Atividade e participação</i> : ↑ levantamento dos dedos do pé ao final da fase de balanço, ↑ ângulo de contato do calcanhar em relação ao solo, ↑ índice dinâmico entre pressão no calcanhar e médio pé/antepé (reversão do padrão de contato inicial em médio pé/antepé para contato inicial com calcanhar)
Willerslev-Olsen et al. ⁴⁵ (2015)	Dinamarca	Estudo de caso controle	GE crianças e adolescentes com PC; n= 16; 9,6 ± 2,9 anos; hemiplegia (n= 12) e diplegia (n= 6) espástica; GMFCS nível I (n= 6), II (n= 6) e III (n= 4); GC: crianças e adolescentes com NDT; n= 14; 10,2 anos (5-16 anos)	GE: TEE GC: dados normativos	GE pós-intervenção: - <i>Estrutura e função do corpo</i> : ↑ contração voluntária máxima de dorsiflexores - <i>Atividade e participação</i> : ↑ elevação dos dedos dos pés na fase de balanço e ↑ contato inicial com calcanhar

AP: ântero posterior; ASKP-30: Activity Scale for Kids; ASH: Escala Modificada de Ashworth; DA: dispositivo auxiliar; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; EEP: Escala de Equilíbrio Pediátrica; FMS: Escala de Mobilidade Funcional; GC: grupo controle; GE: grupo experimental; GMFCS: Sistema de Classificação da Função Motora Grossa; GMFM: Medida da Função Motora Grossa; Life H: Avaliação de Hábitos de Vida Adaptados para Crianças; ML: médio lateral; MMII: membros inferiores; NDT: neurodesenvolvimento típico; NE: não especificado; PC: paralisia cerebral; PDMS-2: Peabody Developmental Motor Scales-Second Edition; PEDI: Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade; PROMIS: Patient-Reported Outcomes Measurement Information System; SCALE: Selective Control Assessment of Lower Extremity; SPPC: suspensão parcial do peso corporal; TBA: toxina botulínica tipo A; TC10m: teste de caminhada de 10 metros; TC1min: teste de caminhada de 1 minuto; TC2min: teste de caminhada de 2 minutos; TC6min: teste de caminhada de 6 minutos; TF: tratamento fisioterapêutico; TMS: treinamento de marcha no solo; TUG: Timed Up and Go

Quadro 2. Protocolos de treinamento em esteira ergométrica

Estudo	Velocidade	Suspensão corporal	Progressão	Facilitação	Outros	Dosagem	
						Tempo	Frequência
Ammer et al. ²⁹ (2019)	Velocidade individualizada	Não	NR	-	-	20 min	3 sessões/semana por 8 semanas
Biyik et al. ³⁰ (2023)	Iniciado em 0,1 km/h, incrementando de acordo com a tolerância	Não	↑ velocidade (Final: 0,5 – 1,0 km/h)	Manual	Marcha anterior e posterior Uso de calçados e órteses habituais	20 min	2 sessões/semana por 8 semanas
Bjornson et al. ³¹ (2018)	30 seg em 75-85% da velocidade rápida no solo (0,6-3,4 mph) + 30 seg em 75-85% da velocidade auto selecionada (0,5-2,6 mph)	Não	↑ velocidade das rajadas em alta velocidade, conforme tolerado	-	-	Limitado pelo esforço percebido pela criança (meta: 30 min; alcançada: 15,1-31,1 min)	5 sessões/semana por 4 semanas ou 2 sessões/semana por 10 semanas
Dogan & Mutluay ³² (2023)	Iniciando em 1,0 m/s, e incrementando 0,1 ou 0,2 m/s conforme vontade e fadiga aparente, podendo chegar até 1,6 m/s	Não	↑ velocidade e ↑ tempo de caminhada na esteira	-	-	15 min, intercalando com descanso	2 sessões/semana por 8 semanas
El Shemy ³³ (2018)	5 min inicial e final 60% velocidade rápido no solo + 20' em 80%	Não	NR	Manual e verbal	Caminhada esteira com olhos abertos ou fechados	30 min (3x10 min, 5 min descanso)	3 sessões/semana por 12 semanas
Grecco et al. ³⁴ (2013)	5 min inicial e final 60% velocidade teste ergométrico + 20' em 80%	Não	NR	Manual	-	30 min	2 sessões/semana por 7 semanas
Grecco et al. ³⁵ (2013)	5 min inicial e final 60% velocidade teste ergométrico + 20' em 80%	Não	NR	Manual	-	30 min	2 sessões/semana por 7 semanas
Hoffman et al. ³⁶ (2018)	Definida e ajustada conforme avaliação cinemática da caminhada na esteira	Definida pela avaliação postural em pé (40 – 10 % SPPC)	↑ velocidade e ↓ SPPC (final: 0,5 a 2,9 m/s; SPPC final: 10 – 40%)	Manuais e auditivas	-	30 min com pausas para descanso	3 sessões/semana por 6 semanas
Hosl et al. ³⁷ (2018)	≤ 50% velocidade de caminhada confortável andando para frente (0,47 ± 0,11 m/s). Inclinação (-10,8%)	Não	2ª a 6ª semana: ↑ ~10% na velocidade cada semana 4ª e 6ª semana: ↑ -1,6% na inclinação 8ª e 9ª semana: Uso de cintos de peso com 5% e 10% do peso corporal (Final: 0,64 ± 0,25 m/s; -15,6% declínio)	Auditivas (aumento do passo e alinhamento corporal)	Caminhada para trás em declive	23 minutos (2 a 4 período intervalando com descanso)	3 sessões/semana por 9 semanas
Kim et al. ³⁸ (2013)	Definida pela criança ao nível de conforto (incrementos de 0,1 km/h)	Não	-	Manual	Marcha posterior	20 min (2 x 10 min, 5 min descanso)	3 sessões/semana por 8 semanas
Lauglo et al. ³⁹ (2016)	1,5 a 4 min em > 85% da FC _{máx} , intervalando com pausas ativas em 70% FC _{máx}	Avaliação postural em pé (4 participantes)	-	-	-	16 minutos do HIIT	2 a 4 sessões / semana até no máximo 24 sessões (5 a 12 semanas)
Lorentzen et al. ⁴⁰ (2020)	Velocidade confortável e inclinação de pelo menos 5, conforme tolerância (inicial: 2,8 ± 0,6 km/h 7,5 ± 2,4%)	Não	↑ inclinação, depois ↑ velocidade conforme tolerância (final: 10 ± 2,3%; 3,3 ± 0,5 km/h; %)	Manual	Caminhada descalço, sapatos sem palmilhas ou órteses	30 min, divididos em períodos mais curtos durante o dia	Todos os dias por 4 semanas consecutivas
Sherief et al. ⁴¹ (2014)	75% da velocidade caminhada confortável no solo	Não	NR	-	-	20 min	3 sessões/semana por 12 semanas
Swe et al. ⁴² (2015)	Definida pela criança ao nível de conforto (incrementos de 0,1 km/h)	Ajustado pela avaliação postural	↑ velocidade, ↓ SPPC e ↑ tempo de caminhada na esteira	Manual	-	Definido pela vontade de parar da criança (meta: 30 min; alcançado: 18,7 ± 6,9 min)	2 sessões/semana por 8 semanas
Visser et al. ⁴³ (2017)	Ajustada conforme avaliação da qualidade da caminhada na esteira	Ajustado pela cinética da caminhada na esteira	↑ tempo de caminhada na esteira	-	-	Definido por sinais e sintomas de fadiga (meta: 20 min; alcançado: 15,19 min)	3 a 4 sessões/semana por 12 semanas
Willerslev-Olsen et al. ⁴⁴ (2014)	Velocidade confortável e inclinação de pelo menos 5, conforme tolerância (inicial: 2,8 ± 0,6 km/h 7,5 ± 2,4%)	Não	↑ inclinação, depois ↑ velocidade, conforme tolerância (final: 10 ± 2,3%; 3,3 ± 0,5 km/h)	Verbais	Caminhada descalço, sapatos sem palmilhas ou órteses	30 min, divididos em períodos mais curtos durante o dia	Todos os dias por 4 semanas consecutivas
Willerslev-Olsen et al. ⁴⁵ (2015)	Velocidade confortável e inclinação de pelo menos 5%, conforme tolerância (inicial: 2,8 ± 0,6 km/h 7,5 ± 2,4%)	Não	↑ inclinação, depois ↑ velocidade, conforme tolerância	Verbais	Caminhada descalço, sapatos sem palmilhas ou órteses	30 min, divididos em períodos mais curtos durante o dia	Sessões diárias por 4 semanas

AFO: órtese de tornozelo e pé; HIIT: High Intensity Interval Training; MMII: membro inferior; SPPC: suspensão parcial do peso corporal

A função da marcha foi a atividade em que foram observadas maiores modificações, principalmente na velocidade.^{29-32,36-38,42} Outros parâmetros espaço temporais da marcha também tiveram incrementos importantes ao final do TEE como a cadência, o comprimento do passo e da passada, e no tempo de apoio simples do membro inferior mais acometido.^{29-32,36-38,42} Os estudos também relataram um aumento na resistência da marcha, com aumento nas distâncias percorridas nos testes de caminhadas limitados por tempo, bem como um incremento no condicionamento cardiorrespiratório e redução do custo energético durante a atividade.^{31,32,34-36,39,42,43}

A função ortostática parece modificar positivamente na mesma grandeza das mudanças na função da marcha após período de treinamento.^{34,35,38} Ademais, estudos observaram uma mudança positiva na mobilidade funcional das crianças e adolescentes submetidos ao TEE, detectada pelo aumento nas ferramentas de avaliações da função motora grossa (Medida da Função Motora Grossa), mobilidade funcional (Timed Up and Go; Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade) e equilíbrio funcional (Escala de Equilíbrio de Berg; Escala de Equilíbrio Pediátrica).^{30-35,37,41,43}

DISCUSSÃO

Essa revisão integrativa da literatura procurou analisar os principais efeitos do TEE para funcionalidade das crianças com PC de 3 e 18 anos, bem como sintetizou os principais protocolos de treinamento para essa população com base na classificação funcional pelo GMFCS.

Vários protocolos de TEE podem ser implementados com bases nas necessidades individuais dessas crianças e adolescentes com PC. Observamos que o treinamento dos indivíduos, quando realizado com inclinação da esteira e marcha anterior parece ter efeitos positivos na ativação máxima de dorsiflexores, assim como no aumento de ativação máxima juntamente com uma redução da rigidez passiva de flexores plantares.^{40,44,45} Esse método de treinamento se mostrou eficaz para promover o levantamento dos dedos dos pés durante a fase de balanço e reversão do padrão de contato inicial em mediopé ou antepé para contato com calcanhar.^{44,45} Para indivíduos com PC espásticas, que frequentemente apresentam relatos de tropeços e quedas, a inclinação de esteira, entre 5% e 15%, pode ser uma estratégia para promover essas mudanças a nível de estrutura e função do tornozelo.^{40,44,45} Entretanto, esse treinamento deve ser realizado em uma maior frequência, de preferência diariamente, o que pode não ser muito viável na rotina dos familiares.

Em mais da metade dos estudos observou-se uma mudança positiva na velocidade da marcha e distância percorrida pós-período de intervenção na esteira ergométrica.^{29-32,34-38,42,43} Essas mudanças se mostraram, em alguns estudos, clinicamente significativas no TC10 metros (>0,1 m/s) e no TC6min (> 46metros).^{46,47}

Esses desfechos favoráveis parecem advir do treinamento progressivo em tempo e velocidade. Inicialmente, realizavam-se caminhadas na mínima velocidade da esteira, habituando a criança ao equipamento, e ia-se incrementando até chegar a uma velocidade confortável, onde o participante pudesse executar a caminhada também com bom alinhamento corporal e cinemática da marcha. Com relação a duração do treinamento, podem ser realizadas caminhadas contínuas; e definir o término pela vontade de parar das crianças ou pela percepção de sintomas de fadiga e cansaço. Outra forma é intervalar o tempo total de treinamento

com momentos de descanso sentados, ou dividir em períodos mais curtos durante o dia alcançando uma meta de duração total ao final do dia. A duração de treinamento nos estudos variou entre 10 e 30 minutos. Outra forma de promover maiores efeitos no condicionamento cardiovascular é utilizando do método HIIT, onde são realizadas caminhadas em alta intensidade (>85% FCmáx) intervalado com pausas ativas em intensidade moderada (70% FCmáx), entretanto é muito importante a monitorização da frequência cardíaca para que seja alcançada a faixa de treinamento estipulado individualmente para o indivíduo.³⁹

Além disso, a frequência semanal observada na maioria dos estudos foi de duas a três vezes por semana, durante seis a doze semanas. Podem ser realizados treinamentos mais intensivos, com maior frequência de sessões na semana em uma menor duração, entretanto no estudo de Bjornson et al.³¹ não foram observadas grandes diferenças no desempenho e capacidade da marcha realizando treinamento cinco vezes na semana por quatro semanas ou duas sessões por semana durante dez semanas.

Outro ponto importante é que a maioria dos estudos observou as mudanças nos desfechos clínicos apenas a curto prazo, ou seja, apenas ao final do protocolo de treinamento, e deixando muito claro que após o período de encerramento do TEE o incremento na capacidade e desempenho funcional desses indivíduos não se mantém por longo prazo. Logo, sugerimos que essas crianças e adolescentes, após o período de tratamento, sejam continuamente estimuladas em casa, na escola ou na comunidade, em atividades e brincadeiras que permitam colocar essas mudanças, como maior velocidade e resistência, em prática, usando, por exemplo brincadeiras que envolvam caminhar e correr em pequenas e longas distâncias.

A SPPC pode ser um recurso interessante a ser associado ao TEE. Ao que parece, o equipamento possibilita a realização da caminhada na esteira naquelas crianças com maiores limitações na função da marcha, com GMFCS nível III e IV.^{36,39,42,43} A porcentagem da suspensão de peso pode ser definida principalmente pela avaliação postural com a criança em pé ou caminhando na esteira. Alinhamento corporal, extensão de quadril e joelho durante o apoio simples e facilidade de passar o membro a frente na fase de balanço foram os principais critérios utilizados para ajuste da SPPC. Nos poucos estudos que utilizaram os recursos, o máximo suspenso foi 50% do peso corporal.^{36,39,42,43} Todos os estudos realizaram uma redução gradual da SPPC, porém nem todas as crianças e adolescente evoluíram para retirada total do recurso.^{36,39,42,43}

Além disso, a facilitação manual em MMII realizada pelos terapeutas e pais parece ser um recurso utilizado nos indivíduos com maior acometimento da marcha.^{30,33-36,38,40-42} Além de facilitar a execução da atividade, esse estímulo adicional do que seria uma "marcha normal", pode auxiliar principalmente na adequação dos parâmetros espaço temporais e cinemáticos da marcha. Uma forma de garantir um bom alinhamento corporal e adequar os parâmetros da marcha é utilizar, durante a caminhada na esteira, comandos verbais e feedback visual no espelho.^{33,36,44,45}

Além disso, pode-se enriquecer o aprendizado motor durante o TEE, utilizando outros métodos, assim como observado em alguns estudos, como a marcha posterior e lateral, com os olhos abertos e fechados, adicionar obstáculos na esteira como espumas de diferentes alturas, entre outros.^{30,33,37,38}

Ademais, o uso de órtese habituais pode acontecer durante o treinamento, porém estudos observam que o treinamento realizado com o indivíduo descalço ou com sapatos sem palmilhas

ou órteses tiveram efeitos incrementais na ativação de dorsiflexores e flexores plantar de tornozelo; dessa forma, a depender dos objetivos terapêuticos, a retirada de órtese durante a caminhada na esteira pode ser considerada durante a prescrição e execução do TEE.^{40,44,45}

Além disso, o TEE mostrou maior eficácia nas mudanças na funcionalidade das crianças e adolescentes com PC quando associado ao tratamento fisioterapêutico.^{30,33,41} Apenas um estudo demonstrou superioridade na grandeza das mudanças com TEE em comparação ao tratamento convencional.³² Apesar das mudanças na função da marcha, esses indivíduos apresentaram limitações em outras atividades que precisam ser assistidas.

Sabe-se que a fraqueza muscular e redução das amplitudes articulares afetam diretamente a capacidade de marcha desses indivíduos.⁷ Mesmo com os discretos ganhos na força e mobilidade articular com TEE, se faz necessária a associação com outras modalidades terapêuticas, tais como fortalecimento muscular, alongamentos, exercícios proprioceptivos e de equilíbrio, exercícios de transferência de peso, atividades funcionais. Da mesma forma, o TEE deve estar associado ao treinamento de marcha no solo. Mesmo que quatro estudos tenham demonstrado uma maior mudança estatisticamente significativa do TEE em comparação ao treinamento de marcha no solo, a criança precisa transferir o aprendizado motor que obteve na esteira para situações da sua vida, que muitas das vezes é o andar com o dispositivo auxiliar em diversas superfícies, e simulando atividades da sua vida diária que envolvam a marcha, como brincar e explorar ambientes.^{29,34,35,42}

Nosso estudo apresenta algumas limitações que dificultam a generalização dos resultados para toda essa população. Primeiramente, os estudos aqui analisados possuíam uma larga faixa etária entre os seus participantes, desde crianças na fase pré-escolar até adolescentes perto da fase adulta. Os resultados obtidos podem sofrer interferência tendo em vista a maturação neurológica, desenvolvimento neuropsicomotor e contexto social e comunitário característicos de cada faixa etária. Da mesma forma, a heterogeneidade nas amostras do diagnóstico topográfico da PC e classificação funcional da GMFCS também podem ser fatores importantes a serem considerados. Outra limitação desse estudo é a não padronização dos desfechos clínicos de cada estudo.

Para um mesmo desfecho, os estudos utilizaram diferentes ferramentas para averiguar os efeitos do TEE. Outro ponto a ser considerado é a heterogeneidade nos protocolos de TEE realizado em cada estudo. Logo, mesmo que no geral são observados efeitos positivos na funcionalidade da marcha, nosso estudo recomenda que a prescrição do TEE seja feita com cautela, sempre considerando a individualidade de cada indivíduo que for submetido a tal modalidade terapêutica.

CONCLUSÃO

Essa revisão integrativa da literatura sobre o TEE para crianças e adolescentes com PC destaca os avanços significativos na compreensão dos benefícios dessa intervenção. Embora os estudos revisados revelem uma gama diversificada de resultados, fica claro que o TEE desempenha um papel crucial na promoção da funcionalidade e mobilidade em crianças com PC. No entanto, para uma implementação efetiva, é fundamental considerar a individualidade dos participantes, ajustando os protocolos de treinamento de acordo com as necessidades específicas de cada

criança. Além disso, a combinação do TEE com outras modalidades terapêuticas, como fortalecimento muscular e treinamento de marcha no solo, pode potencializar os benefícios observados.

O TEE não apenas impacta a função da marcha e mobilidade, mas também influencia positivamente na função motora grossa, controle postural e a participação social. Portanto, são necessárias novas pesquisas e investigações para solidificar as bases teóricas e práticas do TEE, visando uma aplicação mais eficaz e personalizada para crianças com PC.

REFERÊNCIAS

- Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(6):509-19. Doi: [10.1111/dmcn.12080](https://doi.org/10.1111/dmcn.12080)
- Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DL, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:15082. Doi: [10.1038/nrdp.2015.82](https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.82)
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007;109:8-14.
- Wimalasundera N, Stevenson VL. Cerebral palsy. *Pract Neurol*. 2016;16(3):184-94. Doi: [10.1136/practneurol-2015-001184](https://doi.org/10.1136/practneurol-2015-001184)
- Paul S, Nahar A, Bhagawati M, Kunwar AJ. A Review on Recent Advances of Cerebral Palsy. *Oxid Med Cell Longev*. 2022;2022:2622310. Doi: [10.1155/2022/2622310](https://doi.org/10.1155/2022/2622310)
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214-23. Doi: [10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x)
- MacWilliams BA, Prasad S, Shuckra AL, Schwartz MH. Causal factors affecting gross motor function in children diagnosed with cerebral palsy. *PLoS One*. 2022;17(7):e0270121. Doi: [10.1371/journal.pone.0270121](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270121)
- Morgan P, McGinley JL. Cerebral palsy. *Handb Clin Neurol*. 2018;159:323-336. Doi: [10.1016/B978-0-444-63916-5.00020-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00020-3)
- Damiano DL, Martellotta TL, Sullivan DJ, Granata KP, Abel MF. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(7):895-900. Doi: [10.1053/apmr.2000.5579](https://doi.org/10.1053/apmr.2000.5579)
- Ross SA, Engsberg JR. Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(9):1114-20. Doi: [10.1016/j.apmr.2007.06.011](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.06.011)
- Chakraborty S, Nandy A, Kesar TM. Gait deficits and dynamic stability in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020;71:11-23. Doi: [10.1016/j.clinbiomech.2019.09.005](https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.09.005)

12. Nardon M, Ruzzante F, O'Donnell L, Adami A, Dayanidhi S, Bertuccio M. Energetics of walking in individuals with cerebral palsy and typical development, across severity and age: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2021;90:388-407. Doi: [10.1016/j.gaitpost.2021.09.190](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.09.190)
13. Palisano RJ, Kang LJ, Chiarello LA, Orlin M, Oeffinger D, Maggs J. Social and community participation of children and youth with cerebral palsy is associated with age and gross motor function classification. *Phys Ther*. 2009;89(12):1304-14. Doi: [10.2522/ptj.20090162](https://doi.org/10.2522/ptj.20090162)
14. Van Der Slot WM, Nieuwenhuijsen C, Van Den Berg-Emons RJ, Bergen MP, Hilberink SR, Stam HJ, et al. Chronic pain, fatigue, and depressive symptoms in adults with spastic bilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(9):836-42. Doi: [10.1111/j.1469-8749.2012.04371.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04371.x)
15. Kerr C, McDowell B, McDonough S. The relationship between gross motor function and participation restriction in children with cerebral palsy: an exploratory analysis. *Child Care Health Dev*. 2007;33(1):22-7. Doi: [10.1111/j.1365-2214.2006.00634.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2006.00634.x)
16. Day SM, Wu YW, Strauss DJ, Shavelle RM, Reynolds RJ. Change in ambulatory ability of adolescents and young adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(9):647-53. Doi: [10.1111/j.1469-8749.2007.00647.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00647.x)
17. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020;20(2):3. Doi: [10.1007/s11910-020-1022-z](https://doi.org/10.1007/s11910-020-1022-z)
18. Mehrholz J, Thomas S, Elsner B. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;8(8):CD002840. Doi: [10.1002/14651858.CD002840.pub4](https://doi.org/10.1002/14651858.CD002840.pub4)
19. Mehrholz J, Kugler J, Storch A, Pohl M, Elsner B, Hirsch K. Treadmill training for patients with Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(8):CD007830. Doi: [10.1002/14651858.CD007830.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD007830.pub3)
20. Polese JC, Ada L, Dean CM, Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF. Treadmill training is effective for ambulatory adults with stroke: a systematic review. *J Physiother*. 2013;59(2):73-80. Doi: [10.1016/S1836-9553\(13\)70159-0](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70159-0)
21. Hesse S, Werner C. Poststroke motor dysfunction and spasticity: novel pharmacological and physical treatment strategies. *CNS Drugs*. 2003;17(15):1093-107. Doi: [10.2165/00023210-200317150-00004](https://doi.org/10.2165/00023210-200317150-00004)
22. Mattern-Baxter K. Effects of partial body weight supported treadmill training on children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2009;21(1):12-22. Doi: [10.1097/PEP.0b013e318196ef42](https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e318196ef42)
23. Willoughby KL, Dodd KJ, Shields N. A systematic review of the effectiveness of treadmill training for children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2009;31(24):1971-9. Doi: [10.3109/09638280902874204](https://doi.org/10.3109/09638280902874204)
24. Damiano DL, DeJong SL. A systematic review of the effectiveness of treadmill training and body weight support in pediatric rehabilitation. *J Neurol Phys Ther*. 2009;33(1):27-44. Doi: [10.1097/NPT.0b013e31819800e2](https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e31819800e2)
25. Mutlu A, Krosschell K, Spira DG. Treadmill training with partial body-weight support in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(4):268-75. Doi: [10.1111/j.1469-8749.2008.03221.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03221.x)
26. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto - Enferm*. 2008;17(4):758-64. Doi: [10.1590/S0104-07072008000400018](https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018)
27. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Use of the bibliographic reference manager in the selection of primary studies in integrative reviews. *Texto Contexto - Enferm*. 2019;28:e20170204. Doi: [10.1590/1980-265X-TCE-2017-0204](https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2017-0204)
28. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210. Doi: [10.1186/s13643-016-0384-4](https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4)
29. Ameer MA, Fayed ES, Elkholy HH. Improving spatiotemporal gait parameters in spastic diplegic children using treadmill gait training. *J Bodyw Mov Ther*. 2019;23(4):937-942. Doi: [10.1016/j.jbmt.2019.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.02.003)
30. Bıyık KS, Günel MK, Akyüz EÜ. How does treadmill training contribute to botulinum toxin application plus routine physical therapy in ambulatory children with spastic bilateral cerebral palsy? A randomized controlled trial. *Ir J Med Sci*. 2023;192(1):209-217. Doi: [10.1007/s11845-022-02960-9](https://doi.org/10.1007/s11845-022-02960-9)
31. Bjornson KF, Moreau N, Bodkin AW. Short-burst interval treadmill training walking capacity and performance in cerebral palsy: a pilot study. *Dev Neurorehabil*. 2019;22(2):126-133. Doi: [10.1080/17518423.2018.1462270](https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1462270)
32. Doğan H, Mutluay F. Effect of Treadmill Backward Walking Training on Motor Capacity in Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Study. *Ann Rehabil Med*. 2023;47(2):89-97. Doi: [10.5535/arm.22154](https://doi.org/10.5535/arm.22154)
33. El Shemy SA. Effect of treadmill training with eyes open and closed on knee proprioception, functional balance and mobility in children with spastic diplegia. *Ann Rehabil Med*. 2018;42(6):854-862. Doi: [10.5535/arm.2018.42.6.854](https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.6.854)
34. Grecco LA, Zanon N, Sampaio LM, Oliveira CS. A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(8):686-96. Doi: [10.1177/0269215513476721](https://doi.org/10.1177/0269215513476721)
35. Grecco LA, Tomita SM, Christovão TC, Pasini H, Sampaio LM, Oliveira CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(1):17-23. Doi: [10.1590/s1413-35552012005000066](https://doi.org/10.1590/s1413-35552012005000066)
36. Hoffman RM, Corr BB, Stuberg WA, Arpin DJ, Kurz MJ. Changes in lower extremity strength may be related to the walking speed improvements in children with cerebral palsy after gait training. *Res Dev Disabil*. 2018;73:14-20. Doi: [10.1016/j.ridd.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.12.005)

37. Hösl M, Böhm H, Eck J, Döderlein L, Arampatzis A. Effects of backward-downhill treadmill training versus manual static plantarflexor stretching on muscle-joint pathology and function in children with spastic Cerebral Palsy. *Gait Posture*. 2018;65:121-128. Doi: [10.1016/j.gaitpost.2018.07.171](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.07.171)
38. Kim SG, Ryu YU, Je HD, Jeong JH, Kim HD. Backward walking treadmill therapy can improve walking ability in children with spastic cerebral palsy: a pilot study. *Int J Rehabil Res*. 2013;36(3):246-52. Doi: [10.1097/MRR.0b013e32835dd620](https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e32835dd620)
39. Lauglo R, Vik T, Lamvik T, Stensvold D, Finbråten AK, Moholdt T. High-intensity interval training to improve fitness in children with cerebral palsy. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2016;2(1):e000111. Doi: [10.1136/bmjsem-2016-000111](https://doi.org/10.1136/bmjsem-2016-000111)
40. Lorentzen J, Frisk R, Willerslev-Olsen M, Bouyer L, Farmer SF, Nielsen JB. Gait training facilitates push-off and improves gait symmetry in children with cerebral palsy. *Hum Mov Sci*. 2020;69:102565. Doi: [10.1016/j.humov.2019.102565](https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.102565)
41. Sherief A, Abo Gazya A, Gafaar MAE. Integrated effect of treadmill training combined with dynamic ankle foot orthosis on balance in children with hemiplegic cerebral palsy. *Egypt J Med Hum Genet*. 2015;16(2):173-9. Doi: [10.1016/j.ejmhg.2014.11.002](https://doi.org/10.1016/j.ejmhg.2014.11.002)
42. Swe NN, Sendhilnathan S, van Den Berg M, Barr C. Over ground walking and body weight supported walking improve mobility equally in cerebral palsy: a randomised controlled trial. *Clin Rehabil*. 2015;29(11):1108-16. Doi: [10.1177/0269215514566249](https://doi.org/10.1177/0269215514566249)
43. Visser A, Westman M, Otieno S, Kenyon L. A Home-Based Body Weight-Supported Treadmill Program for Children With Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Pediatr Phys Ther*. 2017;29(3):223-229. Doi: [10.1097/PEP.0000000000000406](https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000406)
44. Willerslev-Olsen M, Lorentzen J, Nielsen JB. Gait training reduces ankle joint stiffness and facilitates heel strike in children with Cerebral Palsy. *NeuroRehabilitation*. 2014;35(4):643-55. Doi: [10.3233/NRE-141180](https://doi.org/10.3233/NRE-141180)
45. Willerslev-Olsen M, Petersen TH, Farmer SF, Nielsen JB. Gait training facilitates central drive to ankle dorsiflexors in children with cerebral palsy. *Brain*. 2015;138(Pt 3):589-603. Doi: [10.1093/brain/awu399](https://doi.org/10.1093/brain/awu399)
46. Oeffinger D, Bagley A, Rogers S, Gorton G, Kryscio R, Abel M, et al. Outcome tools used for ambulatory children with cerebral palsy: responsiveness and minimum clinically important differences. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(12):918-25. Doi: [10.1111/j.1469-8749.2008.03150.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03150.x)
47. Thompson P, Beath T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach NM, et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(5):370-6. Doi: [10.1111/j.1469-8749.2008.02048.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.02048.x)