

Treinamento de marcha assistido por robô em pacientes com encefalopatia crônica não progressiva da infância: revisão integrativa.

Robot-assisted gait training in patients with static encephalopathy of childhood: an integrative review.

Carlos Victor Silva da Cunha¹

Nayla Imbiriba de Sousa¹

Fabiano Sousa Barbosa²

Resumo

Introdução: A Encefalopatia Crônica Não Progressiva da Infância (ECNPI), também denominada paralisia cerebral (PC), apresenta diferentes níveis de comprometimento motor e funcional, podendo afetar a marcha e a função motora grossa. O treinamento de marcha assistida por robô (RAGT) utiliza dispositivos que auxiliam os movimentos dos membros inferiores, proporcionando estímulos repetitivos e controlados durante a marcha. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da utilização do treinamento de marcha assistida por robô na função motora de pacientes com ECNPI. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa, orientada pela estratégia PICO, considerando pacientes com ECNPI, RAGT como intervenção, outras intervenções terapêuticas como comparação e associação a função motora grossa e aspectos da marcha. A busca foi realizada nas bases PubMed, PEDro, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e

¹ Discente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário do Norte- Uninorte.

² Mestrado em Biologia Celular e Estrutural, Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário do Norte – Uninorte. Endereço: Av. Joaquim Nabuco, 1365, Centro | Manaus | AM | CEP: 69020-030 | (92) 3212-5000.

Periódicos CAPES, utilizando descritores e palavras-chave relacionados à paralisia cerebral, treinamento de marcha assistido por robô e crianças. Foram considerados artigos publicados nos últimos 5 anos, nos idiomas inglês, português e espanhol. Inicialmente, foram identificados 1.068 artigos, sendo 1.050 excluídos após a triagem conforme os critérios estabelecidos. Ao final, 19 artigos foram incluídos na revisão. **Resultados:** Os resultados permitiram analisar os efeitos do RAGT sobre a função motora grossa, a capacidade de marcha e seus parâmetros em pacientes com ECNPI. **Conclusão:** Os estudos demonstraram que o RAGT apresenta efeitos benéficos em alguns aspectos da função motora grossa em crianças com ECNPI. O treinamento robótico mostra-se uma alternativa terapêutica com potencial para complementar a fisioterapia convencional, porém ainda são necessárias evidências mais consistentes para determinar seus efeitos nessa população.

Palavras-chave: Encefalopatia Crônica Não Progressiva da Infância. Paralisia cerebral. Treinamento de marcha assistido por robô. Função motora grossa.

Abstract

Introduction: Cerebral Palsy (CP), also referred to as Non-Progressive Chronic Encephalopathy of Childhood (ECNPI), presents different levels of motor and functional impairment, which may affect gait and gross motor function. Robot-assisted gait training (RAGT) uses devices that assist lower-limb movements, providing repetitive and controlled stimuli during gait. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the effects of the use of robot-assisted gait training on the motor function of patients with CP. **Materials and methods:** This is an integrative review, guided by the PICO strategy, considering patients with CP, RAGT as the intervention, other therapeutic interventions as the comparison, and gross motor function and gait-related aspects as outcomes. The search was conducted in the PubMed, PEDro, Virtual Health Library (VHL), and CAPES Journals databases, using descriptors and keywords related to cerebral palsy, gait training, and robotics. Articles published within the last 5 years, in English, Portuguese, and Spanish, were considered. Initially, 1,068 articles were identified, of which 1,050 were excluded after screening according to the established criteria. At the end, 20 articles were included in the review, distributed among PubMed (n = 14), PEDro (n = 1), VHL (n = 3), and CAPES (n = 2). **Results:** The results allowed the analysis of the effects of RAGT on gross motor function, gait capacity, and gait parameters in patients with CP.

Conclusion: The studies demonstrated that RAGT has beneficial effects on some aspects of gross motor function in children with CP. Robotic gait training represents a therapeutic alternative with the potential to complement conventional physical therapy; however, more consistent evidence is still needed to determine its effects in this population.

Keywords: Non-Progressive Chronic Encephalopathy of Childhood. Cerebral palsy. Robot-assisted gait training. Gross motor function.

1. INTRODUÇÃO

A Encefalopatia Crônica Não Progressiva da Infância (ECNPI), também denominada paralisia cerebral (PC), é uma condição neurológica decorrente de alterações no cérebro em desenvolvimento, cujas manifestações clínicas apresentam diferentes níveis de comprometimento motor e funcional, podendo estar associadas a alterações em outros domínios, como cognição, comunicação e funções musculoesqueléticas (SHEU *et al.*, 2022). Essas modificações podem ocorrer durante o período pré-natal, perinatal ou nos primeiros anos de vida (Vezér *et al.*, 2024). Assim, abordagem terapêutica deve considerar o perfil multidimensional da criança, bem como seus objetivos funcionais e necessidades individuais, priorizando intervenções direcionadas à aquisição e ao aprimoramento de habilidades motoras (FACCIOLI *et al.*, 2023).

O treinamento de marcha é fundamental na reabilitação de crianças com ECNPI, contribuindo para o aprimoramento do controle postural, do desenvolvimento da função motora grossa e da qualidade da deambulação. Entre as estratégias terapêuticas, destacam-se o fortalecimento muscular, treino de equilíbrio e a prática repetitiva da marcha, que podem favorecer a aprendizagem motora e a neuroplasticidade (Lim *et al.*, 2024). Associado a essas abordagens, o treinamento de marcha assistida por robô (RAGT) utiliza dispositivos que auxiliam os movimentos dos membros inferiores, permitindo controlar parâmetros como velocidade, intensidade e suporte de peso corporal, proporcionando estímulos repetitivos e controlados durante a marcha (Pérez *et al.*, 2022).

Embora o uso de tecnologias robóticas tenha ampliado as possibilidades de intervenção na reabilitação da marcha, as evidências científicas ainda apresentam resultados divergentes quanto à eficácia do treinamento de marcha assistida por robô na melhora da função motora grossa em pacientes com ECNPI quando

associado a outras terapias (CORTÉS-PÉREZ *et al.*, 2022). Por conseguinte, estudos indicam que o RAGT pode contribuir para determinados componentes da funcionalidade, com resultados favoráveis em parâmetros como velocidade da marcha, distância percorrida e habilidades de motricidade grossa (Volpini M *et al.*, 2022).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos da utilização do treinamento de marcha assistida por robô na função motora de pacientes com Encefalopatia Crônica Não Progressiva da Infância (ECNPI).

2. MATERIAIS E MÉTODO

O estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão integrativa. A pesquisa foi orientada pela estratégia PICO, considerando como população (P) pacientes com ECNPI, como intervenção (I) o RAGT, como comparação (C) outras intervenções terapêuticas e, como desfechos (O), a função motora grossa e os aspectos da marcha. A busca foi realizada nas bases PubMed, PEDro, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Periódicos CAPES, utilizando descritores em inglês e palavras-chaves organizados pelos operadores booleanos “AND” e “OR” para “cerebral palsy”, “robotic-assisted gait training”, “gait training”, “children”, “pediatrics”, “robotic gait training”, e “NOT” para “stroke”, “spinal cord injury”, “parkinson”, e “multiple sclerosis”.

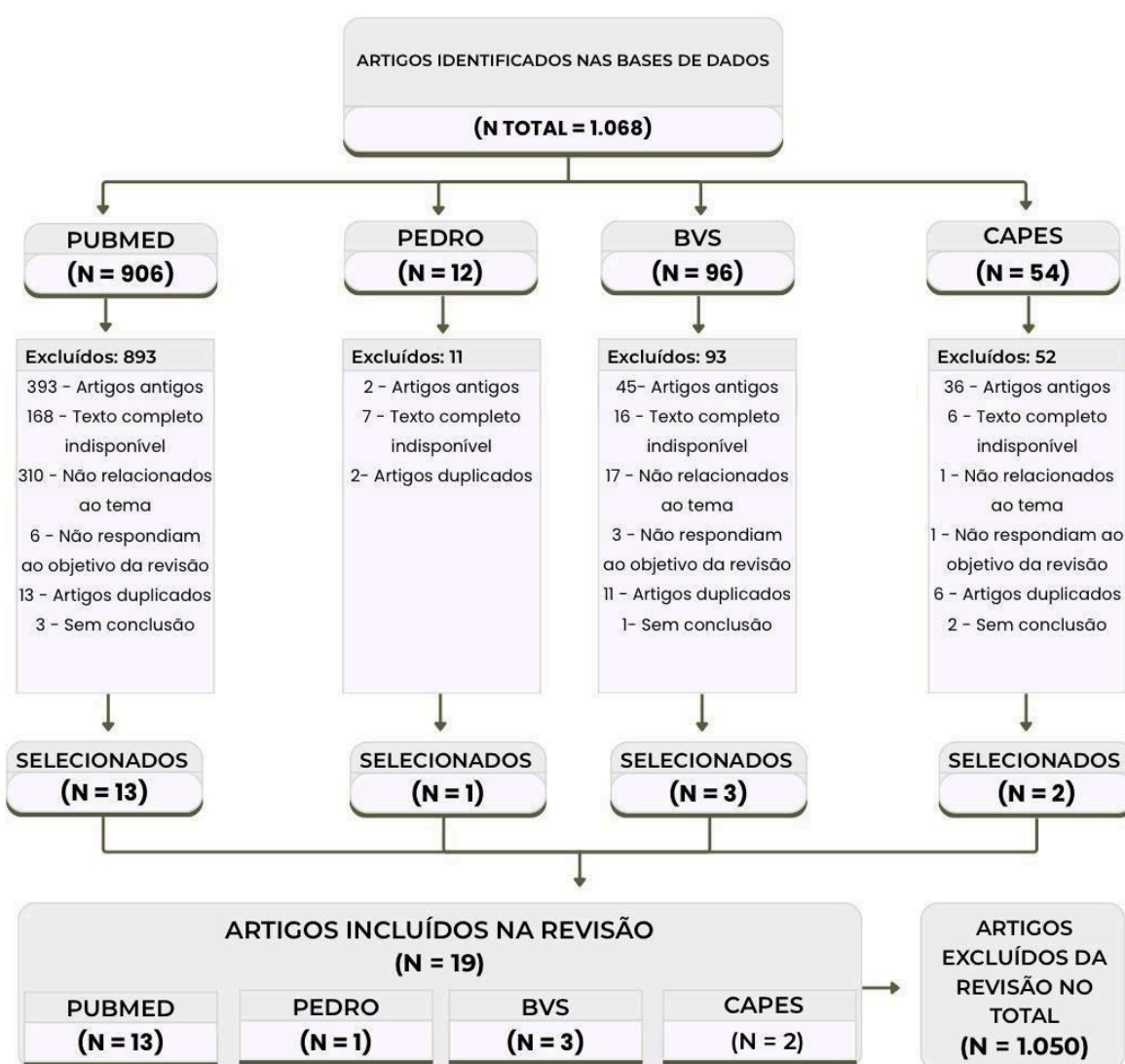
Foram considerados artigos publicados em português, inglês e espanhol, entre 2021 e 2026, com indivíduos com ECNPI ou PC, que utilizaram o RAGT como intervenção e avaliaram função motora grossa, capacidade da marcha e parâmetros, incluindo estudos que compararam ou associaram o RAGT a outros métodos terapêuticos.

Foram excluídos artigos exclusivamente com adultos, trabalhos que não envolvessem indivíduos com ECNPI, que não utilizassem RAGT e não avaliassem aspectos relacionados à função motora grossa ou à deambulação, além de artigos publicados há mais de cinco anos, duplicados, sem acesso ao texto completo e sem conclusão. Logo, identificaram-se 1.068 artigos e posteriormente, ocorreu a triagem, na qual os artigos passaram a ser analisados conforme os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos.

3. RESULTADOS

A seleção dos artigos incluídos nesta revisão foi apresentada no fluxograma fornecido na figura 1. Através dos descritores utilizados nas bases de dados, foi encontrado o total de 1.068 artigos nas bases de dados: PubMed (n = 906), PEDro (n = 54), BVS (n = 96) e CAPES (n = 12). Após a aplicação dos critérios de exclusão, o fluxograma registrou 1.050 artigos excluídos que não atendiam aos critérios do estudo, e 19 artigos selecionados para compor a revisão. Destes, foram distribuídos em PubMed (n = 13), PEDro (n = 1), BVS (n = 3) e CAPES (n = 2).

Figura 1 – Fluxograma dos artigos



Os artigos incluídos nesta revisão, estão descritos de forma objetiva e sucinta com enfoque nos objetivos, metodologia e resultados na tabela 1.

Tabela 1 – Síntese dos artigos incluídos na revisão

Autor e Ano	Tipo de Estudo	Objetivo do Estudo	Instrumento da coleta de dados / Intervenção	Resultados
Faustyna Manikowska <i>et al.</i> , (2021)	Ensaio clínico randomizado controlado	Verificar o efeito da terapia robótica assistida nos parâmetros da marcha em crianças com paralisia cerebral espástica e analisar se essas alterações diferem de acordo com o nível de deambulação dos pacientes.	26 crianças com paralisia cerebral espástica bilateral foram divididas em dois grupos de acordo com a capacidade funcional: deambuladores não assistidos e deambuladores assistidos. Os participantes realizaram 30 sessões de terapia robótica assistida ao longo de 10 semanas, com análise da marcha antes da intervenção, imediatamente após e seis semanas depois.	Não foram observadas alterações significativas nos parâmetros espaço temporais ou no índice de desvio da marcha após a intervenção. Entretanto, houve melhora significativa na simetria do apoio duplo em todo o grupo, enquanto a simetria da velocidade da marcha apresentou melhora apenas entre as deambuladores assistidos.
Myungeun Yoo <i>et al.</i> , (2021)	Estudos de casos	Avaliar a viabilidade e os efeitos do treinamento de marcha assistido por robô em solo sobre a função motora, o equilíbrio postural e a capacidade de marcha de crianças com paralisia cerebral atáxica.	A função motora, o equilíbrio e a capacidade de marcha foram mensurados por meio de testes funcionais, após 4 semanas de treinamento de marcha robótico em solo com o sistema Angel Legs M, associado à terapia convencional.	Após o treinamento, ambas as crianças apresentaram melhora na função motora, no equilíbrio e na capacidade de marcha, sem ocorrência de eventos adversos graves.

D Žarković <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Multicêntrico	Verificar as alterações no padrão de marcha após quatro semanas de treinamento de marcha assistido por robô em crianças com paralisia cerebral e diparesia espástica, utilizando a análise computadorizada da marcha.	Participaram 12 crianças com paralisia cerebral e diparesia espástica, submetidas a 4 semanas de treinamento de marcha assistido por robô (TMAR). Os dados foram coletados por meio de análise computadorizada da marcha (ACM) antes e após a intervenção, permitindo comparar as alterações no	Após quatro semanas de TMAR, houve redução da atividade muscular do bíceps femoral, reto femoral e tibial anterior, além de diminuição da rotação interna do quadril. Também foram observados aumento da cadência e do comprimento do passo,
			padrão de marcha das crianças.	indicando mudanças no padrão de marcha das crianças.
Irene Cortés-Pérez <i>et al.</i> , (2022)	Revisão sistemática e meta-análise	Avaliar os efeitos da TMAR sobre a marcha, o equilíbrio e a independência funcional de crianças com PC, em comparação à terapia convencional ou à terapia em esteira	Revisão de estudos sobre os efeitos da marcha assistida por robô na velocidade da marcha, distância percorrida e capacidade de caminhar, correr e saltar em crianças com PC.	15 ensaios clínicos, com 413 participantes. Os resultados mostraram que a Terapia de Marcha Assistida por Robô apresentou melhores resultados que o tratamento convencional na velocidade da marcha, distância percorrida e capacidade de caminhar, correr e saltar.

Rosário de Luca <i>et al.</i> , (2022)	Ensaio Clínico	Avaliar os efeitos do treinamento com o Lokomat, associado à reabilitação convencional, sobre a função motora e a qualidade de vida de crianças com paralisia cerebral atáxico-espástica.	Incluídas 10 crianças com paralisia cerebral atáxica espástica bilateral, sendo 9 meninos e 1 menina, com idade média de 8,6 anos. As crianças tinham entre 6 e 12 anos, apresentavam boa adesão ao tratamento e eram usuárias iniciantes do dispositivo robótico Lokomat.	Foram avaliadas a função motora e a qualidade de vida das crianças. Após a intervenção, houve melhora significativa no desempenho motor, nas habilidades de sentar e caminhar. A qualidade de vida também apresentou melhora significativa.
--	----------------	---	--	---

Juntaek Hong <i>et al.</i> , (2022)	Ensaio Clínico	Investigar os efeitos do treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) com o exoesqueleto Angel Legs M20 sobre a marcha e a função motora de pacientes pediátricos com doenças cerebrais.	Foram utilizados o GMFCS, a Escala de Ashworth Modificada e dados dos prontuários. A intervenção consistiu em RAGT com o exoesqueleto Angel Legs M20, por 30 minutos, 4 a 5 vezes por semana, durante 10 a 23 sessões.	O RAGT promoveu melhora significativa na função motora grossa, na distância percorrida, na velocidade da marcha e no aumento da demanda de oxigênio durante o treinamento.
-------------------------------------	----------------	---	--	--

Benjamin C Conner <i>et al.</i> , (2022)	Meta-análise	Investigar se o treinamento robótico de marcha apresenta maior eficácia que o tratamento convencional na melhora da função de indivíduos com paralisia cerebral.	Foram utilizados estudos das bases PubMed, Scopus e Cochrane, publicados entre 1980 e janeiro de 2022. Incluíram-se ensaios clínicos randomizados que compararam o treinamento robótico de marcha ao tratamento convencional. Estudos associados a outras intervenções neuromusculares foram excluídos, e os desfechos presentes em pelo menos quatro estudos foram submetidos à metanálise.	Oito estudos, envolvendo 188 indivíduos com paralisia cerebral entre 4 e 35 anos, foram incluídos na meta-análise. Todos utilizaram dispositivos robóticos com suporte para o treinamento da marcha. Não foram encontradas diferenças significativas entre o treinamento robótico e o tratamento convencional na resistência, velocidade da marcha e função motora grossa relacionada à postura em pé e à caminhada.
Yueying Wang <i>et al.</i> , (2023)	Meta-análise	Analisar a eficácia do treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) na função dos membros inferiores de pacientes com paralisia cerebral e comparar os resultados obtidos entre diferentes sistemas robóticos.	Foram analisados ensaios clínicos randomizados publicados até dezembro de 2022, considerando os efeitos do RAGT sobre a função motora, equilíbrio, marcha e espasticidade em pessoas com paralisia cerebral. Os desfechos foram avaliados por	Incluídos 14 estudos na revisão. Os resultados indicaram que o RAGT promoveu melhora significativa nos escores D e E do GMFM-88, no equilíbrio e na resistência durante a caminhada, quando comparado à

			instrumentos específicos, e a qualidade metodológica dos estudos foi verificada pelas escalas Cochrane e PEDro. Os dados foram submetidos à análise estatística e metanálise em rede.	reabilitação convencional. Por outro lado, não foram observados efeitos significativos na velocidade da marcha e na espasticidade. Na comparação entre os sistemas robóticos, o Loko Help apresentou maior probabilidade de efeito nos domínios D e E do GMFM88, seguido pelos demais dispositivos.
--	--	--	---	---

Andréa Vancetto Maglione <i>et al.</i> , (2023)	Análise retrospectiva	Avaliar, por meio de dados retrospectivos, a eficácia do treino de marcha com o uso do Lokomat em pacientes com paralisia cerebral classificados nos níveis II, III e IV do GMFCS.	Foi realizada uma análise retrospectiva dos prontuários de 69 pacientes com paralisia cerebral que realizaram o protocolo de treinamento de marcha com o Lokomat®. Foram comparados os resultados antes e após o protocolo por meio do TC6M, TC10M, TUG e GMFM.	Houve melhora na função motora grossa dos pacientes de todos os níveis do GMFCS. Também foram observadas melhoras significativas no TC6M nos pacientes GMFCS III e na dimensão B do GMFM nos pacientes GMFCS IV.
Ja Young Choi <i>et al.</i> , (2024)	Ensaio clínico randomizado	Investigar a eficácia do treinamento de marcha assistida por robô (RAGT) em solo, utilizando um robô exoesqueleto vestível, sem fio e com assistência de torque, em crianças com PC.	90 crianças com paralisia cerebral, classificadas nos níveis II a IV do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), participaram do estudo. Um grupo realizou 18 sessões de treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) durante 6 semanas, enquanto o grupo controle	Dos 90 participantes, 78 (86,7%) concluíram a intervenção. O grupo RAGT apresentou melhores resultados na função motora, avaliada pelo GMFM-88, GMFM-E e GMFM-66, mostrando maior independência nas atividades de vida diária. Após 4 semanas de

			recebeu fisioterapia padrão pelo mesmo número de sessões e período. O estudo foi realizado em 5 instituições de reabilitação na Coreia, entre 1º de setembro de 2021 e 31 de março de 2023.	acompanhamento, também foram observadas melhorias no controle do equilíbrio e na marcha, em comparação ao grupo controle.
Li Hua Jin <i>et al.</i> , (2024)	Ensaio clínico randomizado controlado	Comparar os efeitos de três diferentes intensidades de treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) em crianças com PC, buscando identificar a intensidade mais adequada para promover resultados favoráveis na marcha e na função motora.	30 crianças com paralisia cerebral, com idade média de 6 anos e 1 mês, classificadas nos níveis II e III do GMFCS. Os participantes foram divididos em três grupos de intensidade de RAGT e realizaram treinamento três vezes por semana, durante 6 semanas. O estudo avaliou função motora, estabilidade, parâmetros espaço temporais da marcha, independência funcional e desempenho ocupacional.	A função motora grossa melhorou nos grupos de alta intensidade e intensidade confortável. A velocidade da marcha melhorou na intensidade confortável, enquanto a estabilidade melhorou apenas na baixa intensidade. O desempenho diário melhorou nos três grupos, com maior destaque para a intensidade confortável.

Jae-Hyun Lim <i>et al.</i> , (2024)	Revisão sistemática e meta-análise	Analisar os efeitos da reabilitação robótica na marcha e na função motora de crianças com paralisia cerebral, considerando também as diferenças entre os tipos de dispositivos robóticos utilizados.	A revisão incluiu ensaios clínicos randomizados com crianças com paralisia cerebral, avaliando intervenções robóticas voltadas à marcha e à função motora. A busca ocorreu em cinco bases de dados, com análise da qualidade dos estudos pela escala PEDro e comparação dos resultados conforme o tipo de robô utilizado.	Os estudos mostraram que o uso da reabilitação robótica trouxe melhora significativa na função motora das crianças com paralisia cerebral, porém não apresentou mudanças significativas na marcha de forma geral. Quando os diferentes tipos de robôs foram analisados separadamente, o RAGT apresentou efeitos positivos tanto na função motora quanto na marcha.
Calvo-Muñoz, Inmaculada <i>et al.</i> , (2024)	Estudo Experimental	Avaliar se o treinamento de marcha com o dispositivo robótico Walkbot, associado à fisioterapia, apresenta melhores resultados na capacidade de marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral quando comparado à fisioterapia convencional isolada.	23 participantes foram divididos em grupo experimental e controle. Durante 5 semanas, ambos realizaram fisioterapia, enquanto o grupo experimental também fez 4 sessões semanais de 40 minutos com o robô Walkbot. Foram avaliadas função motora, força muscular e amplitude de movimento antes, após a intervenção e no acompanhamento de 2 meses.	Foram observadas diferenças significativas entre os grupos na função motora, força muscular dos quadris e joelhos e amplitude de movimento da flexão dos joelhos, indicando efeitos da intervenção nessas variáveis.

Mátyás Vezér <i>et al.</i> , (2025)	Revisão e metanálise	Investigar a eficácia do treinamento de marcha assistido por robô (TMAR) na melhora da função da marcha e dos aspectos relacionados à mobilidade de indivíduos com paralisia cerebral.	A coleta dos estudos foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, CENTRAL, Embase, Scopus e Web of Science, com avaliação do risco de viés por meio da ferramenta RoB 2. A intervenção analisada foi o treinamento de marcha assistido por robô em pacientes menores de 18 anos com paralisia cerebral, comparado a diferentes intervenções utilizadas nos grupos controle.	Dos 7.363 artigos analisados, 13 foram incluídos e 7 participaram das meta-análises. O treinamento de marcha assistido por robô apresentou tendência de melhora em alguns parâmetros da marcha e na função motora, porém sem diferenças significativas em relação ao grupo controle. Os resultados sugerem que o RAGT não apresentou efeitos superiores à fisioterapia associada ao treinamento em esteira.
Kazushi Takahashi <i>et al.</i> , (2025)	Relatos de Casos	Avaliar as possíveis alterações na função da marcha de crianças com paralisia cerebral após a realização do treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) com o dispositivo HAL.	3 crianças com paralisia cerebral, classificadas entre os níveis II e IV do GMFCS. O treinamento de marcha assistido por robô foi realizado uma vez ao dia, por 20 minutos, durante 11 a 12 sessões. A marcha foi avaliada antes e após a intervenção por meio de análise tridimensional do movimento e eletromiografia de superfície, com registro da atividade dos músculos dos membros inferiores.	Após o RAGT, os três casos apresentaram mudanças na amplitude dos movimentos articulares e na atividade muscular dos membros inferiores. O Caso 1 apresentou melhora na extensão do quadril e aumento da ativação do glúteo máximo. No Caso 2, houve melhora na extensão do joelho esquerdo. Já o Caso 3 apresentou melhora na extensão dos quadris e joelhos, em ambos os lados.

Raquel Olmos-Gómez <i>et al.</i> , (2026)	Análise sistemática e meta análise	Avaliar a eficácia do treinamento de marcha robótico na função motora grossa e nas características da marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral.	Foram utilizados um formulário específico para extração de dados e a escala GMFM, além do TC6M, velocidade da marcha e comprimento do passo. A intervenção analisada foi o treinamento de marcha por dispositivos robóticos, com diferentes tipos, duração e intensidade de tratamento.	A análise de oito estudos, com 217 participantes, não encontrou diferenças significativas entre o RAGT, isolado ou associado à fisioterapia, e a fisioterapia convencional quanto à função motora grossa, velocidade, resistência e comprimento da passada.
---	------------------------------------	---	---	---

Anna Falivene <i>et al.</i> , (2026)	Ensaio clínico randomizado controlado	Avaliar a viabilidade e os resultados funcionais iniciais de um programa intensivo de reabilitação de três semanas, realizado com 15 sessões no Lokomat associadas a 15 sessões de fisioterapia convencional.	27 pacientes com paralisia cerebral diplégica foram submetidos à cirurgia ortopédica. A coleta de dados incluiu o teste de caminhada de 6 minutos, GMFM-88, questionário de Gillette, análise tridimensional da marcha e avaliação da espasticidade e força dos membros inferiores, comparando os resultados antes e após a cirurgia.	Houve melhora significativa na resistência durante a caminhada, avaliada pelo teste de 6 minutos, além de avanços nas habilidades motoras grossas. Também foram observadas melhorias em alguns parâmetros da marcha e redução da rigidez articular em determinadas medidas.
L Donno <i>et al.</i> , (2026)	Estudo Observacional	Avaliar os efeitos do treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) com o Lokomat, associado à fisioterapia, sobre os parâmetros espaço temporais e a qualidade da marcha em crianças com paralisia cerebral, além de verificar se os resultados variam de acordo com o nível de	52 crianças com paralisia cerebral, classificadas nos níveis I a III do GMFCS. Durante 4 semanas, realizaram 20 sessões de RAGT com o Lokomat e 20 sessões de fisioterapia convencional. A marcha foi analisada antes e após o tratamento, considerando parâmetros espaço temporais, qualidade da marcha (GPS e GVS) e função	Indicaram que não houve mudanças significativas na pontuação total do GMFM88 nem na maioria dos parâmetros espaço temporais. Entretanto, o comprimento do passo aumentou significativamente no grupo geral. O GPS apresentou redução após o tratamento, principalmente nas crianças que apresentavam maior

		comprometimento motor (GMFCS I, II e III).	motora grossa por meio do GMFM-88.	comprometimento da marcha inicialmente. As mudanças cinemáticas variaram conforme o nível do GMFCS, com alterações mais proximais no nível I e mais distais no nível III.
--	--	--	------------------------------------	---

Devin Mahendika (2026)	Revisão da literatura	Analisar estudos recentes sobre o uso do TMAR em crianças com PC, comparando os sistemas vestíveis e fixos e verificando seus efeitos na marcha, no equilíbrio e na função motora grossa.	Foi feita uma busca de estudos nas bases PubMed e Scopus, considerando os últimos 5 anos. Foram incluídos estudos experimentais, como ensaios clínicos randomizados, estudos observacionais e revisões sobre o TMAR em crianças com PC, com os resultados apresentados de forma descritiva.	Os estudos mostram que os exoesqueletos vestíveis podem melhorar a função motora grossa e o equilíbrio em crianças com PC. Já os sistemas fixos em esteira não apresentam melhora significativa na velocidade ou distância da marcha. Os dispositivos vestíveis permitem um treino mais adaptado aos movimentos da criança, enquanto os fixos seguem padrões de marcha definidos.
------------------------	-----------------------	---	---	---

4. Discussão

Os estudos analisados nesta revisão integrativa demonstraram resultados heterogêneos quanto aos efeitos do treinamento de marcha assistido por robô (RAGT) em crianças com Encefalopatia Crônica Não Progressiva da Infância (ECNPI). Portanto, apresentaram resultados distintos quanto à função motora, equilíbrio, velocidade da marcha, resistência, comprimento do passo e capacidade funcional, considerando diferentes dispositivos robóticos, protocolos de intervenção, intensidades e níveis de comprometimento motor. Essa variação sugere que os resultados do RAGT podem estar relacionados às características clínicas dos participantes, ao nível funcional, ao dispositivo utilizado, à intensidade e duração do treinamento e aos instrumentos empregados na avaliação.

Em relação à função motora grossa, alguns estudos revelaram resultados favoráveis após a aplicação do RAGT. Choi *et al.*, (2024), ao investigarem um dispositivo vestível sem fio em crianças classificadas nos níveis II a IV do GMFCS, identificaram melhor resultados na função motora grossa por meio das escalas GMFM-88, GMFM-E e GMFM-66, após quatro semanas de acompanhamento, também ocorreram melhorias significativas no controle do equilíbrio e na marcha em comparação ao grupo submetido à fisioterapia padrão. Acrescenta-se que, Cortés Pérez *et al.*, (2022) também observaram resultados eminentes da terapia de marcha assistida por robô em relação ao tratamento convencional, porém, quanto à velocidade da marcha, à distância percorrida e à capacidade de caminhar, correr e saltar. Por outro lado, a literatura também apresenta resultados que não demonstram superioridade do RAGT em relação às intervenções convencionais. Falivene *et al.*, (2026), ao associar o RAGT à fisioterapia convencional, observaram melhora na resistência durante a caminhada e nas habilidades motoras grossas, além de avanços em alguns parâmetros da marcha e redução da rigidez articular em determinadas medidas. Entretanto, Olmos-Gómez *et al.*, (2026) e Conner *et al.*, (2022) não encontraram diferenças significativas entre o RAGT, utilizado de forma isolada ou associado à fisioterapia convencional. Dessa maneira, embora ambas abordagens possam promover benefícios na função motora e nos parâmetros da marcha, assim, indicam que a associação e comparação entre o treinamento robótico e a fisioterapia convencional pode apresentar efeitos positivos em determinados contextos de reabilitação.

De acordo com Hong *et al.*, (2022), o treinamento de marcha assistido por robô com o dispositivo Angel Legs M20 promoveu melhora significativa na função motora grossa, na distância percorrida e na velocidade da marcha. Outrossim, Žarković *et al.*, (2021), utilizando o dispositivo Lokomat Pro, após quatro semanas de treinamento, identificaram redução da atividade muscular do quadríceps e tibial anterior, além de diminuição da rotação interna do quadril, aumento da cadência e do comprimento do passo. Ademais, Takahashi *et al.*, (2025), ao avaliar três crianças classificadas entre os níveis II e IV do GMFCS, observaram mudanças na amplitude dos movimentos articulares e na atividade muscular dos membros inferiores após o treinamento com o dispositivo HAL. Sob esse viés, Jin *et al.*, (2024) demonstraram que a resposta ao RAGT pode apresentar relação com a intensidade aplicada, uma vez que diferentes níveis de treinamento produziram efeitos distintos sobre os componentes avaliados.

Resultados relacionados à função motora e à força muscular também foram observados por Calvo-Muñoz *et al.*, (2024). Os autores identificaram diferenças significativas entre os grupos na função motora, na força muscular dos quadris e joelhos e na amplitude de flexão dos joelhos após a utilização do Walkbot associado à fisioterapia. De modo semelhante, D Luca *et al.*, (2022) identificaram melhora no desempenho motor, nas habilidades de sentar e caminhar de crianças com paralisia cerebral atáxico-espática pós o treinamento com o Lokomat associado à reabilitação convencional.

Em relação aos dispositivos robóticos, Lim *et al.*, (2024), em uma revisão sistemática e meta-análise, observaram melhora significativa na função motora das crianças com paralisia cerebral, embora não tenham identificado mudanças significativas na marcha de forma geral. Entretanto, quando os diferentes dispositivos receberam análise separadamente, o RAGT apresentou efeitos positivos tanto na função motora quanto na marcha. De maneira semelhante, Mahendika (2026), ao analisar estudos recentes sobre sistemas vestíveis e fixos, destacou que os equipamentos vestíveis podem melhorar a função motora grossa e o equilíbrio, enquanto os sistemas fixos em esteira não apresentaram melhora significativa na velocidade ou na distância da marcha. Porém, Wang *et al.*, (2023) na comparação entre os sistemas robóticos, apresentaram LokoHelp com maior probabilidade de efeito nos domínios D e E do GMFM-88. Mediante os fatos expostos, o tipo de dispositivo utilizado pode exercer influência sobre as respostas observadas durante a intervenção.

Outros dispositivos também apresentaram resultados benéficos. Yoo *et al.*, (2021), analisaram a melhora da função motora, do equilíbrio e da capacidade de marcha após quatro semanas de RAGT em solo com o sistema Angel Legs M associado à terapia convencional. Vancetto Maglione *et al.*, (2023), mediante análise retrospectiva de 69 pacientes classificados nos níveis II, III e IV do GMFCS, também identificaram melhora na função motora grossa em todos os níveis analisados. Além disso, os participantes classificados no nível III apresentaram melhora significativa no teste de caminhada de seis minutos, enquanto aqueles classificados no nível IV apresentaram melhora na dimensão B do GMFM. Assim, diferentes estudos apontam benefícios relacionados à função motora e à capacidade funcional.

Em contrapartida, Manikowska *et al.*, (2021) não identificaram alterações significativas nos parâmetros espaço temporais ou no índice de desvio da marcha após 30 sessões de terapia robótica. Todavia, houve melhora significativa na

simetria do apoio duplo em todo o grupo e na simetria da velocidade da marcha entre as crianças que realizavam marcha com assistência. É conveniente destacar que mesmo quando associado à fisioterapia convencional, Donno *et al.*, (2026) verificaram que 20 sessões de RAGT não produziram igualmente mudanças nos parâmetros espaço temporais, e nem na pontuação total do GMFM-88.

Outro aspecto relevante é que Vezér *et al.*, (2025), observaram tendência de melhora em alguns parâmetros da marcha e na função motora, porém sem diferenças significativas em relação ao grupo controle. Os resultados também indicaram que o RAGT não apresentou efeitos superiores à fisioterapia associada ao treinamento em esteira.

De forma geral, os achados demonstram que o RAGT pode promover benefícios na função motora grossa, no equilíbrio, na capacidade funcional e em determinados parâmetros da marcha em crianças com ECNPI. Entretanto, os resultados variaram entre os estudos, possivelmente em decorrência das características dos participantes, dos dispositivos utilizados e dos diferentes protocolos de intervenção. Quando comparado à fisioterapia convencional, o RAGT apresentou resultados semelhantes em diferentes desfechos, não sendo observada superioridade consistente entre as abordagens. Dessa forma, o treinamento robótico pode ser utilizado como recurso complementar à fisioterapia convencional, considerando as características e os objetivos terapêuticos de cada paciente.

5. Conclusão

O presente estudo teve como finalidade analisar, por meio de achados científicos, os efeitos do treinamento de marcha assistida por robô (RAGT) em crianças com Encefalopatia Crônica Não Progressiva da Infância (ECNPI), considerando principalmente os aspectos relacionados à função motora grossa, à capacidade funcional e aos parâmetros da marcha.

As evidências encontradas apontam que o RAGT pode proporcionar benefícios em diferentes aspectos da função motora e da marcha, apresentando resultados positivos em determinados desfechos, especialmente quando utilizado de forma isolada ou associado à fisioterapia convencional. Entretanto, os estudos analisados apresentaram resultados variados, não sendo observada preeminência consistente do treinamento robótico em relação às intervenções convencionais. Sendo assim, o RAGT demonstra potencial como recurso complementar à fisioterapia na reabilitação de crianças com ECNPI, podendo seus efeitos variarem

de acordo com as características clínicas dos participantes, o dispositivo utilizado e o protocolo de intervenção. Ressalta-se que ainda são necessários estudos com amostras maiores, protocolos mais padronizados e maior tempo de acompanhamento que possibilitem ampliar as evidências acerca da efetividade do RAGT nessa população.

6. Referências

CHOI, Ja Young; JIN, Li Hua; JEON, Min Soo; KIM, Min Hwan; YANG, ShinSeung; SOHN, Min Kyun. Training intensity of robot-assisted gait training in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 66, n. 8, p. 1096-1105, ago. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38303153/>. Acesso em: 17 ago. 2026.

CONNER, Benjamin C.; REMEC, Nushka M.; LERNER, Zachary F. Is robotic gait training effective for individuals with cerebral palsy? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, v. 36, n. 7, p. 873-882, jul. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35331027/>. Acesso em: 17 ago. 2026.

CORTÉS-PÉREZ, Irene; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Noelia; PEINADO-RUBIA, Ana Belén; NIETO-ESCÁMEZ, Francisco Antonio; OBRERO-GAITÁN, Esteban; GARCÍA-LÓPEZ, Héctor. Efficacy of robot-assisted gait therapy compared to conventional therapy or treadmill training in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *Sensors*, v. 22, n. 24, p. 9910, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s22249910>. Acesso em: 17 ago. 2026.

DE LUCA, Rosaria; BONANNO, Mirjam; SETTIMO, Carmela; MURATORE, Rosalia; CALABRÒ, Rocco Salvatore. Improvement of gait after roboticassisted training in children with cerebral palsy: are we heading in the right direction? *Medical Sciences*, v. 10, n. 4, p. 59, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/medsci10040059>. Acesso em: 17 ago. 2026.

DONNO, L.; CIMOLIN, V.; FRANCA, C.; MOLTENI, L.; ANDREONI, G.; GALLI, M.; PICCININI, L. Effects of Lokomat-based robotic-assisted gait training and physical therapy on gait quality in children with cerebral palsy: a severity-stratified analysis. *Gait & Posture*, v. 131, p. 110628, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2026.110628>. Acesso em: 17 ago. 2026.

FACCIOLI, Silvia; PAGLIANO, Emanuela; FERRARI, Adriano; MAGHINI, Cristina; SIANI, Maria F.; SGHERRI, Giada; CAPPETTA, Gina; BORELLI, Giulia; FARELLA, Giuseppina M.; FOSCAN, Maria; VIGANÒ, Marta; SGHEDONI, Silvia; PERAZZA, Silvia; SASSI, Silvia. Evidence-based management and motor rehabilitation of cerebral palsy children and adolescents: a systematic review. *Frontiers in Neurology*, v. 14, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1171224>. Acesso em: 17 ago. 2026.

FALIVENE, Anna; BIFFI, Emilia; MOLTENI, Luca Emanuele; MAGHINI, Cristina; CIMA, Rossella; MORGANTI, Roberta; DIELLA, Eleonora. Robot-assisted gait training combined with conventional physiotherapy in postoperative patients with diplegic cerebral palsy: a pilot single cohort observational study. *Sensors*, v. 26, n. 5, p. 1438, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s26051438>. Acesso em: 17 ago. 2026.

HONG, Juntaek; LEE, Jongweon; CHOI, Taeyoung; CHOI, Woon; KIM, Taeyong; KWAK, Kyuwan; KIM, Seongjun; KIM, Kyeongyeol; KIM, Daehyun. Feasibility of overground gait training using a joint-torque-assisting wearable exoskeletal robot in children with static brain injury. *Sensors*, v. 22, n. 10, p. 3870, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s22103870>. Acesso em: 17 ago. 2026.

LIM, Jae-Hyun; KANG, Eun-Young; PARK, Se-Ju; KIM, Byeong-Geun. Effects of robot rehabilitation on the motor function and gait in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Exercise Rehabilitation*, v. 20, n. 3, p. 92-99, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.12965/jer.2448186.093>. Acesso em: 17 ago. 2026.

MAGLIONE, Andréa Vancetto; GALVÃO, Maria Cristina dos Santos; OZU, Márcia Harumi Uema; MISAO, Maria Harue; NARUMIA, Lisa Carla. Treino de marcha robótica em pacientes com paralisia cerebral: uma análise retrospectiva. *Acta Fisiátrica*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 117-123, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v30i2a202428>. Acesso em: 17 ago. 2026.

MAHENDIKA, Devin. Effectiveness of robot-assisted gait training on gait and gross motor function in children with cerebral palsy: a literature review. *SCRIPTA Score Scientific Medical Journal*, v. 7, n. 2, p. 189-197, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.32734/scripta.v7i2.23159>. Acesso em: 17 ago. 2026.

MANIKOWSKA, Faustyna; BRAZEVIC, Sabina; KRZYŻAŃSKA, Anna; JÓŹWIAK, Marek. Effects of robot-assisted therapy on gait parameters in pediatric patients with spastic cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, v. 12, p. 724009, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.724009>. Acesso em: 17 ago. 2026.

OLMOS-GÓMEZ, Raquel; CALVO-MUÑOZ, Inmaculada; GÓMEZ-CONESA, Antonia. Treatment with robot-assisted gait trainer Walkbot along with physiotherapy vs. isolated physiotherapy in children and adolescents with cerebral palsy: experimental study. *BMC Neurology*, v. 24, n. 1, p. 245, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12883-024-03750-9>. Acesso em: 17 ago. 2026.

SHEU, Jennifer; KELLY, Sarah; PONCE, Brittany A.; KATZ, Daniel E.; FISHER, Matthew H. Cerebral palsy: current concepts and practices in musculoskeletal care. *Pediatrics in Review*, v. 43, n. 10, p. 572-581, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1542/pir.2022-005657>. Acesso em: 17 ago. 2026.

TAKAHASHI, Kazushi; MUTSUZAKI, Hirotaka; NAKAYAMA, Tomohiro; KURODA, Mayumi Matsuda; KOSEKI, Kazunori; YOSHIKAWA, Kenichi;

NAKAYAMA, Junko; OGURO, Haruka; TAKEUCHI, Ryoko; MIZUKAMI, Masafumi; WATANABE, Hiroki; MARUSHIMA, Aiki. Case report: robot-assisted gait training with the wearable cyborg hybrid assistive limb 2S size in three children with cerebral palsy. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, v. 6, p. 1545105, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fresc.2025.1545105>. Acesso em: 17 ago. 2026.

VEZÉR, Mátyás; GRESITS, Orsolya; ENGH, Marie Anne; SZABÓ, Laszlo; MOLNAR, Zsolt; HEGYI, Peter; TEREBESSY, Tamás. Evidence for gait improvement with robotic-assisted gait training of children with cerebral palsy remains uncertain. *Gait & Posture*, v. 107, p. 8-16, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.08.016>. Acesso em: 17 ago. 2026.

VOLPINI, M.; AQUINO, M.; HOLANDA, A. C.; EMYGDIO, E.; POLESE, J. Clinical effects of assisted robotic gait training in walking distance, speed, and functionality are maintained over the long term in individuals with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation*, v. 44, n. 19, p. 5418-5428, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09638288.2021.1942242>. Acesso em: 17 ago. 2026.

WANG, Yueying; ZHANG, Peipei; LI, Chao. Systematic review and network meta-analysis of robot-assisted gait training on lower limb function in patients with cerebral palsy. *Neurological Sciences*, v. 44, n. 11, p. 3863-3875, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10072-023-06964-w>. Acesso em: 17 ago. 2026.

YOO, Myungeun; AHN, Jeong Hyeon; PARK, Eun Sook. The effects of over-ground robot-assisted gait training for children with ataxic cerebral palsy: a case report. *Sensors*, v. 21, n. 23, p. 7875, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s21237875>. Acesso em: 17 ago. 2026.

ŽARKOVIĆ, Dragana; ŠORFOVÁ, Monika; TUFANO, James J.; KUTÍLEK,

Martin; VÍTEČKOVÁ, Sylvie; RAVNIK, Damijan; GROLEGER-SRŠEN, Katja; CIKAJLO, Imre; OTÁHAL, Jakub. Gait changes following robot-assisted gait training in children with cerebral palsy. *Physiological Research*, v. 70, supl. 3, p. S397-S408, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33549/physiolres.934840>. Acesso em: 17 ago. 2026.