

CAPÍTULO 36

DOI: 10.4322/978-65-995353-8-3-036

EFEITOS DA REABILITAÇÃO ROBÓTICA NA MARCHA DE
PACIENTES COM ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO CRÔNICO

Ana Paula de Carvalho Souza¹, André Furtado Duarte², Bárbara Leite da Silva³,
Bruna Saraiva Carvalho⁴, Célio Pereira de Sousa Júnior⁵, Danyele Holanda da Silva⁶,
Gabriela Sales Meyer⁷, Géssica Silva Cazagrande⁸, Hítalo Costa Santos⁹, Iranary Ohio
Silva Almeida¹⁰, José Augusto Pires¹¹, José Feitosa da Costa e Silva Neto¹², Keven do
Nascimento Pereira¹³, Maria Gabriela Moreira Alves¹⁴, Janaína de Moraes Silva¹⁵

¹ Universidade Estadual do Piauí, (anapaula@aluno.uespi.br) ² Universidade de Rio Verde,
(andrefurtadoduarte@hotmail.com) ³ Universidade Estadual do Piauí,
(babiileiteslv@gmail.com) ⁴ Instituto Brasileiro de Medicina e Reabilitação,
(bruna110898@gmail.com) ⁵ Universidade Federal do Pará, (academicocelio@gmail.com) ⁶
Faculdade Maurício de Nassau, (dan_sil_holanda@hotmail.com) ⁷ Universidade de Rio
Verde, (gabrielasalesmeyer@gmail.com) ⁸ Universidade de Vassouras,
(gessica_cazao@hotmail.com) ⁹ Centro Universitário do Norte, (hitalokorban@gmail.com)
¹⁰ Universidade Estadual do Piauí, (almeidairanary@gmail.com)
¹¹ Universidade de Rio Verde, (augusto556677@gmail.com) ¹² Centro Universitário
Uninovafapi, (feitosasilvaneto@hotmail.com) ¹³ Universidade Estadual do Piauí,
(kevenpereira@aluno.uespi.br) ¹⁴ Christus Faculdade do Piauí, (gabimorenf@gmail.com) ¹⁵
Universidade Estadual do Piauí, (janainamoraes@ccs.uespi.br).

Resumo

Objetivo: Averiguar os efeitos da reabilitação robótica na marcha de pacientes com acidente vascular encefálico crônico. **Método:** Trata-se de uma revisão da literatura realizada através do banco de dados BVS - MEDLINE e das bases de dados eletrônicas PubMed, SciELO, LILACS, PEDro e Cochrane Library - EMBASE, utilizando os descritores indexados “Gait” AND “Stroke” AND “Robotics”. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, em inglês, com recorte temporal correspondente aos últimos cinco anos e que abordam sobre os efeitos e benefícios do auxílio robótico na marcha, sendo excluídos estudos que vissem os efeitos do auxílio robótico em outras áreas que não fossem na marcha, estudos controle e protocolos de estudo. **Resultados e Discussão:** Foi possível identificar um total de 1.126 artigos, 15 artigos foram lidos na íntegra e apenas dez foram elegíveis para a amostra final. A amostra dos estudos

contou com um total de 371 participantes com AVE crônico, sendo divididos em 245 participantes nos grupos de reabilitação robótica e 126 nos grupos controle, sem nenhuma intervenção, ou cuidados habituais e placebo, com outras intervenções que não fossem a RR. Os estudos contaram com participantes com idade mínima de 18 anos e máxima de 70 anos. **Conclusão:** A reabilitação robótica na marcha de pacientes com acidente vascular encefálico crônico mostrou ter efeitos na marcha, com melhoras na coordenação, velocidade e maior comprimento de passo, mas também, na força e função dos membros inferiores, equilíbrio e capacidade aeróbica. Faz-se necessário estudos que contem com uma amostra maior e um número maior de sessões.

Palavras-chave: Marcha; Robótica; Acidente vascular encefálico.

Área Temática: Ciências da Saúde.

E-mail do autor principal: anapaula@aluno.uespi.br

1 INTRODUÇÃO

O acidente vascular encefálico (AVE) influencia diretamente na qualidade de vida do indivíduo afetado, por tratar-se de uma patologia que ocasiona alterações cognitivas, sensoriais e motoras. As principais alterações decorrentes do AVE são a hemiparesia, redução da amplitude de movimento e da força muscular, alteração de tônus, diminuição da coordenação motora, deambulação deficiente, entre outras que impactam na realização das atividades da vida diária (DAMASCENO *et al.*, 2019; KARASU; BATUR; KARATAS, 2018; LO *et al.*, 2017; WANG; ZHANG; LANGHAMMER, 2019).

As alterações motoras após o AVE comumente desencadeiam dificuldades para a locomoção, caminhada e realização das atividades cotidianas, normalmente torna-se uma doença crônica que requer avaliação constante. Diante da perda do controle postural, considerado um dos grandes problemas decorrentes do AVE, somada a deficiências nos componentes vestibulares e a espasticidade, principalmente no tornozelo com a postura em flexão plantar, a marcha natural é dificultada, tornando os indivíduos suscetíveis à quedas (KATAN; LUFT, 2018; LEE *et al.*, 2018; NG *et al.*, 2017; PORTNOY *et al.*, 2017; TASSEEL-PONCHE; YELNIK; BONAN, 2015; WIT *et al.*, 2017).

Um novo método para melhorar a marcha após o AVE que está se destacando em todo o mundo é a reabilitação robótica (RR), estudos revelam que o treino de marcha na fisioterapia associada com dispositivos robóticos melhoram a aquisição de marcha em comparação com o treino sem o uso desses dispositivos. Com o uso de dispositivos robóticos auxiliares o treinamento pode tornar-se mais específico à tarefa, quantificar e monitorar os avanços do paciente e adaptar continuamente de acordo com o nível de dificuldade da tarefa (GASSERT; DIETZ, 2018; MEHRHOLZ *et al.*, 2017; MEHRHOLZ *et al.*, 2017; MICERA *et al.*, 2020).

A função sensorial e motora de pacientes com AVE crônico também pode ser melhorada por meio do feedback proprioceptivo durante os movimentos ativos oferecido pelo auxílio do dispositivo robótico (YEH *et al.*, 2021). Diante disto, o objetivo do presente estudo é averiguar os efeitos da reabilitação robótica na marcha de pacientes com acidente vascular encefálico crônico.

2 MÉTODO

Trata-se de uma revisão da literatura, cujas buscas foram realizadas no mês de Março de 2022, através de consulta ao banco de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) - *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) e às bases de dados eletrônicas *National Library of Medicine* (PubMed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) e *Cochrane Library* (EMBASE). Como estratégia de busca foram utilizados os descritores “Gait” AND “Stroke” AND “Robotics”, pertencentes ao banco de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, em inglês, com recorte temporal correspondente aos últimos cinco anos e que abordam sobre os efeitos e benefícios do auxílio robótico na marcha, sendo excluídos estudos que vissem os efeitos do auxílio robótico em outras áreas que não fossem na marcha, estudos controle e protocolos de estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o cruzamento dos descritores no banco de dados e nas bases de dados selecionadas, foi possível identificar um total de 1.126 artigos, sendo 381 na BVS, 604 na PubMed, 0 na SciELO, 0 na LILACS, 4 na PEDro e 137 na Cochrane Library. Aplicaram-se os filtros correspondentes aos critérios de inclusão. Em seguida, realizou-se uma seleção de artigos que apresentavam títulos que abordassem o que se estava buscando e uma posterior análise e seleção mais específica baseada na leitura dos resumos, de forma a separar aqueles que realmente ajudariam a responder o objetivo do estudo. E ressalta-se que os revisores avaliaram os artigos de forma independente e fizeram suas devidas seleções. Logo, as discordâncias entre os pesquisadores foram resolvidas por consenso.

Após isso, obtiveram-se 15 artigos que foram lidos na íntegra. Destes, dez foram elegíveis para a amostra final (QUADRO 1).

Quadro 1. Síntese dos estudos eleitos para a revisão da literatura, 2022.

Autor/ Ano	Objetivo	Materiais e Métodos	Síntese dos Resultados
BAE, Y. H.; LEE, S. M.; KO, M. (2017)	Comparar a eficácia entre métodos objetivos e subjetivos de RAGT para melhorar o equilíbrio dinâmico e a capacidade aeróbica em AVC crônico.	34 indivíduos foram alocados aleatoriamente em GE (n = 17) e GC (n = 17). Enquanto o GC foi submetido a RAGT de alta intensidade a uma RPE de 15. Ambos receberam seu treinamento por 30 min por sessão, três dias por semana durante seis semanas. Todos os indivíduos também receberam 30 minutos adicionais de FC. Antes e após cada uma das 18 sessões, o equilíbrio dinâmico e a capacidade aeróbica de todos os sujeitos foram avaliados por um examinador cego.	Após o treinamento, os escores da BBS e do TUG, o VO 2 máx e VO 2 máx/kg aumentaram significativamente em ambos os grupos. Essas variáveis foram significativamente maiores do que no GC. No entanto, a pontuação da BBS não foi significativamente diferente entre os dois grupos. O RAGT de alta intensidade a 70% da RFC melhorou significativamente o equilíbrio dinâmico e a capacidade aeróbica mais do que o RAGT a RPE de 15. Esses resultados sugerem que o RAGT de alta intensidade a 70% da RFC é seguro e eficaz para melhorar o equilíbrio dinâmico e a capacidade aeróbica no AVC crônico.
MAZZOLEN I <i>et al.</i> (2017)	Avaliar se um único treinamento de marcha assistido por robô baseado em efetores finais pode ser viável em pacientes com AVC crônico em termos de recuperação da marcha.	Cinco centros de reabilitação participaram e 100 pacientes crônicos pós-AVC > 18 anos foram recrutados. Divididos em dois grupos: aqueles avaliados com a FAC < 3 (Grupo 1 n=17) e com a FAC ≥ 3 (Grupo 2 n=83). Foram submetidos a um treinamento de marcha baseado em efetor final assistido por robô como único tratamento de reabilitação. Como medida clínica de desfecho foram utilizados o TC6M, 10MWT, TUG, MAS, Índice de Motricidade, FAC e Escala de Handicap de Caminhada.	Porcentagens significativas de pacientes alcançaram diferença importante no TC6M no Grupo 2 e no TUG no Grupo 1. Pacientes com AVC crônico expostos apenas ao treinamento de marcha assistido por robô mostraram melhorias significativas no desempenho motor global, resistência da marcha, equilíbrio e coordenação, força dos membros inferiores e até espasticidade.
YEUNG <i>et al.</i> (2018)	Investigar os efeitos terapêuticos do treino de marcha assistida por robô com assistência de dorsiflexão do tornozelo.	19 pacientes com AVC crônico com comprometimento motor no tornozelo participaram de 20 sessões de treinamento de marcha com AFO assistida por robô por cerca de 5 semanas, com 30 minutos de caminhada no solo e práticas de deambulação de escadas. A AFO assistida por robô forneceu assistência motorizada ativa no tornozelo durante a fase de balanço no GR (n = 9), ou impedância de torque na articulação do tornozelo como AFO passiva no GS	No GR induziu mudanças no padrão de marcha com independência de marcha melhorada, recuperação motora, velocidade de caminhada e maior confiança na resposta de carga lateral afetada com toque de calcanhar em vez de toque de pé plano no contato inicial. O GS relatou redução na amplitude de movimento da perna afetada durante o balanço.

		(n = 10). As avaliações funcionais foram realizadas antes e após o treino de marcha de 20 sessões com seguimento de 3 meses. O desfecho primário foi a independência da marcha avaliada pela FAC, FMA, MAS, BBS, 10MWT, TC6M, suplementado por análise da marcha.	
FRICKE <i>et al.</i> (2020)	Avaliar o efeito da assistência durante a caminhada para três dos prejuízos mais comuns após o AVC: (1) flexão insuficiente do joelho durante a fase de oscilação (subtarefas do pé), (2) aumento da flexão do joelho ou hiperextensão durante a fase de postura (estabilidade durante a postura) e (3) problemas com a mudança do peso para a subtarfação da perna parada (câmbio de peso).	Nove participantes foram avaliados através da assistência robótica para as subtarefas enquanto caminhavam no treinador de marcha LOPES II. Foram realizados sete ensaios para cada participante em uma ordem aleatória: seis ensaios em que 20% ou 80% da assistência foi prestado para cada uma das subtarefas selecionadas, e um ensaio de linha de base onde o participante não recebeu assistência específica de subtarefas. Foi analisada a influência da assistência nos desempenhos (erros comparados às trajetórias de referência) para as subtarefas assistidas e outras subtarefas de caminhada, bem como parâmetros espaciais (comprimento do passo, largura e altura, oscilação e tempo de postura).	As performances das subtarefas prejudicadas melhoraram significativamente quando a assistência foi solicitada para as respectivas subtarefas. Embora o desempenho do câmbio de peso tenha melhorado ao auxiliar essa subtarfa, os participantes não estavam mudando bem seu peso para a perna parética. Em nível de grupo, não foram encontrados muitos efeitos sobre outras subtarefas e parâmetros de tempo. Ainda assim, o desempenho da subtarfa do ângulo do membro dominante melhorou significativamente, resultando em um comprimento de passo maior ao aplicar a assistência na subtarfa do pé.
MIN <i>et al.</i> (2020)	Confirmar os efeitos terapêuticos do uso de um robô de treinamento de estabilização de tronco em pacientes com AVC crônico .	38 pacientes foram aleatoriamente designados para um GE ou GC. O GE (n = 19) recebeu 30 min de treinamento de robô de estabilidade de tronco, além da FC, enquanto o GC (n = 19) recebeu FC semelhante ao GE. Todos os participantes foram avaliados usando o seguinte: FAC, TUG, BBS, K-MBI e FMA-LE.	Houve diferenças estatisticamente significativas no FMA-LE, K-MBI e BBS entre os GE e GC. Não houve diferença significativa em FAC e TUG. A mudança mínima detectável foi mais significativamente observada no FMA-LE e BBS do que no FAC, TUG e K-MBI. O treinamento de reabilitação de estabilização de tronco usando um robô de reabilitação em pacientes com AVC crônico foi eficaz na melhora do equilíbrio e das funções nas extremidades inferiores.
ALINGH <i>et al.</i> (2021)	Investigar o efeito do treinamento de marcha robótica de cinco	29 indivíduos receberam 10 sessões de marcha robótica individual de 60 minutos visando propulsão paretica	Entre T0 e T1, não foram observadas diferenças significativas nos desfechos,

	semanas para melhorar a simetria de propulsão, aumentando a propulsão parética em sobreviventes de AVC crônico.	(cinco semanas, duas vezes por semana), complementadas com exercícios caseiros (15 minutos/dia) com foco no aumento da força e na prática de estratégias aprendidas no cotidiano. Medidas de propulsão, cinemática e cinética de marcha, velocidade de marcha auto-selecionada, desempenho de tarefas funcionais de marcha e mobilidade diária e atividade física foram avaliadas cinco semanas (T0) e uma semana (T1) antes do início da intervenção, e uma semana (T2) e cinco semanas (T3) após o período de intervenção.	exceto para um aumento marginal na velocidade da marcha. Após a intervenção, a simetria de propulsão e o impulso propulsivo parético melhoraram significativamente, enquanto o impulso propulsivo não parético permaneceu inalterado. Além disso, após a intervenção foram observados ângulos de membros paréticos e momentos de rolagem plantar do tornozelo. Além disso, a velocidade da marcha, o TC6M, a AFM e a intensidade de caminhada diária aumentaram após a intervenção. No seguimento de cinco semanas (T3), os ganhos em todos os resultados foram mantidos, e a velocidade da marcha aumentou ainda mais.
KANG <i>et al.</i> (2021)	Investigar os efeitos do SUBAR em pacientes com AVC crônico.	30 indivíduos foram aleatoriamente designados em GS (n=15) para receber treinamento de marcha assistida por robôs ou GC (n=15) para realizar FC. Todos os pacientes receberam um total de 10 sessões de tratamento de 30 minutos cada durante 3 semanas. Antes e depois das 10 sessões de tratamento, os pacientes foram avaliados. O resultado principal é o 10MWT e os desfechos secundários foram a FAC, o MI, MAS, TUG, RMI, BBS e análise de marcha.	No GS, o MAS e o comprimento do passo foram significativamente melhorados entre as medições pré e pós-tratamento. O GC apresentou melhorias significativas no BBS, MAS e comprimento do passo entre as medições pré e pós-tratamento. O BBS melhorou mais no GC do que no grupo SUBAR. O treinamento de marcha assistida pelo SUBAR melhorou os parâmetros de marcha em pacientes com AVC crônico. No entanto, não houve diferença significativa na maioria das medidas de desfecho em relação à FC.
KAYABINA R <i>et al.</i> (2021)	Investigar principalmente os efeitos do RAGT em RV no desempenho de tarefas duplas e, em segundo lugar, medidas funcionais em pacientes com AVC crônico.	30 pacientes entre 40 e 65 anos foram divididos em GE (n=15) recebendo RAGT aumentado de RV e GC (n=15) recebendo apenas RAGT durante 12 sessões em seis semanas. Todos os pacientes receberam terapia neurodesenvolvimental, além de seus tratamentos, simultaneamente. Para avaliar o desempenho de duas tarefas, foram dadas tarefas	Após o tratamento, a velocidade de marcha de duas tarefas e dupla tarefa e o desempenho cognitivo de dupla tarefa aumentaram no GE, enquanto nenhuma alteração foi observada no GC. O RAGT aumentado de RV melhorou as velocidades de marcha de duas tarefas e o desempenho de duas tarefas

		motoras e cognitivas, além do 10MWT (primeira tarefa motora), e as durações foram registradas em segundos. Medidas funcionais como AFM, RMI, BBS, FES-I e a MIF para marcha, mobilidade, equilíbrio, medo de queda e independência nas atividades diárias de vida também foram aplicadas, consecutivamente.	de pacientes com AVC crônico; no entanto, não houve diferença entre os dois grupos após o tratamento. Embora as melhorias funcionais tenham sido determinadas com a abordagem RAGT combinada de RV, não foi superior ao tratamento somente RAGT.
PALMCRAN TZ <i>et al.</i> (2021)	Explorar o impacto do treinamento com um sistema EAGT, ou seja, o HAL, quando integrado à reabilitação convencional focada em marcha e mobilidade.	48 participantes, com idades entre 18-70 anos com paresia de membros inferiores, mas capazes de andar com apoio manual ou supervisão 1-10 anos após o AVC, foram randomizados para (A) treinamento HAL em esteira, combinado com intervenções convencionais de reabilitação (grupo HAL n=16) , ou (B) apenas intervenções convencionais de reabilitação (GC n=17), 3 dias/semana por 6 semanas, ou (C) nenhuma intervenção (GC n=15). Os participantes do GC foram entrevistados semanalmente em relação ao treinamento programado . O desfecho primário foi a resistência na caminhada quantificada pelo TC6M. Um avaliador cego para alocação de tratamento realizou avaliações pré e pós-intervenção e nos acompanhamentos em 6 e 12 meses. A NIHSS e a MRS. Os desfechos secundários incluíram a FMA, 10MWT, BBS, IB e mobilidade percebida com a Escala de Impacto de AVC .	O grupo HAL caminhou duas vezes mais que o GC durante a intervenção. Após a intervenção, ambos os grupos apresentaram melhores resultados de TC6M, enquanto o GC havia diminuído. Uma melhora significativa foi encontrada apenas no GC quando comparado ao GC e não entre o grupo HAL e o GC ou o grupo HAL e o GC. Houve também um declínio significativo no grupo convencional do pós-intervenção para 6 meses de seguimento. O treinamento intensivo de marcha convencional induziu melhorias significativas a longo prazo após o AVC, enquanto a integração de EAGT baseada em esteira não teve valor adicional nesta amostra de estudo.
WRIGHT <i>et al.</i> (2021)	Avaliar o efeito de um programa de treinamento de marcha assistida por robótica em casa usando a ortopedia alterg bionic leg em resultados funcionais clínicos em pessoas com AVC crônico.	34 participantes foram designados em FU (n=16) com 10 semanas de treinamento de marcha assistida por robótica, utilizando o dispositivo por > 30 minutos por dia, ou GC (n=18) com 30 minutos de atividade física por dia. O resultado principal foi o TC6M. Os resultados secundários incluem: TUG, FAC, DGI e BBS. A atividade física e o tempo sedentário foram avaliados por meio de acelerometria.	Observou-se aumentos significativos na distância a pé para o TC6M entre a linha de base e 10 semanas para treinamento de marcha assistida por robótica no solo. Os achados foram semelhantes para as categorias de ambulação funcional, DGI e BBS. Para o treinamento de marcha assistida por robótica no solo, houve aumentos no tempo gasto, número de passos dados, número de transições sentados em pé e reduções no tempo gasto

			sentado/supino entre a linha de base e 10 semanas .
--	--	--	---

Legenda: RAGT (Treinamento de Marcha Assistida por Robô de Alta Intensidade); AVC (Acidente Vascular Cerebral); GE (Grupo Experimental); GC (Grupo Controle); RPE (Taxa de Esforço Percebido de Borg); FC (Fisioterapia Convencional); BBS (Escala de Equilíbrio de Berg); TUG (Teste Timed Up and Go); RFC (Reserva de Frequência Cardíaca); FAC (Classificação Funcional de Ambulação); TC6M (Teste de Caminhada de Seis Minutos); 10MWT (Teste de Caminhada de 10 Metros); MAS (Escala de Ashworth Modificada); AFO (Órtese Tornozelo - Pé); GR (Grupo Robótico); GS (Grupo Sham); FMA (Avaliação de Fugl-Meyer); K-MBI (Korean Modified Barthel Index); SUBAR (Treinamento de Marcha Assistido por um novo robô exoesquelético); GS (Grupo Subar); FMA-LE (Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity); MI (Índice de Motricidade-Inferior); RMI (Índice Rivermead Mobility); RV (Realidade Virtual); GE (Grupo de Estudo); AFM (Avaliação Funcional da Marcha); FES - 1 (Escala Internacional de Eficácia de Quedas); MIF (Medida de Independência Funcional); EAGT (Treinamento de Marcha Eletromecânica Assistido); HAL (Hybrid Assistive Limb ®); GC (Grupo Convencional); NIHSS (National Institute of Health Stroke Scale); MRS (Modified Ranking Scale); IB (Índice de Barthel); FU (Fisioterapia Usual); DGI (Índice de Marcha Dinâmica).

Fonte: Autores, 2022.

A amostra dos estudos contou com um total de 371 participantes com AVE crônico, sendo divididos em 245 participantes nos grupos de reabilitação robótica e 126 nos grupos controle, sem nenhuma intervenção, ou cuidados habituais e placebo, com outras intervenções que não fossem a RR. Os estudos contaram com participantes com idade mínima de 18 anos e máxima de 70 anos.

Os tipos de treinamento robótico consistiram em treinamento de marcha assistida por robô, treinamento de marcha assistida por robô com assistência de dorsiflexão do tornozelo, assistência robótica para a flexão insuficiente do joelho durante a fase de oscilação, aumento da flexão do joelho ou hiperextensão durante a fase de postura e problemas com a mudança do peso para à subtarfação da perna parada, treinamento robótico de estabilização de tronco, treinamento de marcha assistido por um novo robô exoesquelético, treinamento de marcha aumentada assistida por robôs em realidade virtual e treinamento de marcha eletromecanicamente assistido.

Dentre as ferramentas de avaliação mais utilizadas como medida clínica de desfechos têm-se a Escala de Equilíbrio de Berg, Teste de Caminhada de Seis Minutos, Teste de Caminhada de 10 Metros, Teste *Timed Up and Go*, Escala de *Ashworth* Modificada e Avaliação Funcional da Marcha.

A respeito dos efeitos, o estudo de Bae, Lee e Ko (2017) encontrou resultados que evidenciaram escores significativamente maiores na Escala de Equilíbrio de Berg (BBS) e

menores no Teste *Timed Up and Go* (TUG) no grupo que realizou o treinamento de marcha assistida por robô de alta intensidade em comparação com os valores do mesmo grupo antes do treino, indicando maior equilíbrio dinâmico após o treino robótico. Resultados semelhantes também foram evidenciadas no estudo de Min *et al.* (2020), que ao utilizar um robô de treinamento de estabilização de tronco, encontrou aumento no desempenho simultâneo durante o treino de equilíbrio sentado e treino de sentar e levantar medidos também pelo aumento dos valores da BBS e diminuição no TUG.

Corroborando com os outros autores, Mazzoleni *et al.* (2017) também encontrou aumento do equilíbrio e da coordenação indicados por valores menores no teste *Timed Up and Go* e pelo aumento da força de membros inferiores, assim como Kayabinar *et al.* (2021) ao utilizar treinamento de marcha assistida por robô de realidade virtual, encontrou escores maiores no BBS após a intervenção. Entretanto, o estudo de Kang *et al.* (2021) apesar de obter resultados como aumento no comprimento da passada no grupo experimental com o robô exoesqueleto tipo SUBAR que auxilia o tornozelo, joelho, e movimentos do quadril, obteve como resultado escores maiores na BBS no grupo controle, demonstrando assim maior ganho de equilíbrio neste grupo em comparação com o grupo experimental. Já no estudo de Wright *et al.* (2021), encontrou-se aumento nos valores da BBS no grupo intervenção, no entanto, os resultados dos escores da TUG não mostraram diferença ao comparar o grupo robótica com o grupo controle.

Após o treinamento, os autores Bae, Lee e Ko (2017) foram os únicos que avaliaram e relataram em seu estudo outros efeitos como aumento da capacidade aeróbica avaliada com base no consumo máximo de oxigênio (VO₂max) na intensidade máxima de treinamento que aumentou significativamente em ambos os grupos em comparação com os achados antes do treino.

Os efeitos apresentados no estudo de Yeung *et al.* (2018) pelo grupo robótica foi o aumento na distância percorrida e no número de escadas percorridas em comparação com o grupo sham, resultados da órtese joelho calcanhar assistida por robô com assistência de dorsiflexão. Em relação a distância percorrida, no estudo de Palmcrantz *et al.* (2021) o treino intensivo de marcha com o exoesqueleto *Hybrid Assistive Limb*® (HAL), através do teste de caminhada de seis minutos, encontrou resultados que mostraram que a distância percorrida até dobrou em relação ao grupo convencional.

Outro efeito encontrado pelos autores Yeung *et al.* (2018) foi o aumento na velocidade de caminhada de acordo com os valores do teste de caminhada de dez minutos após a intervenção robótica, resultados que corroboram com Alingh *et al.* (2021), que também relatou esse mesmo resultado ao comparar os valores do teste de caminhada de 6 minutos entre os

grupos, demonstrando que ao utilizar o treinamento de marcha robótica usando LOPES II, um exoesqueleto baseado em esteira durante cinco semanas, pode se alcançar aumento da velocidade de marcha.

No que se refere a análise da marcha do membro afetado, o estudo de Kang *et al.* (2021) obteve como resultados aumento no comprimento do passo e no comprimento da passada no grupo assistido pelo robô Subar do tipo exoesqueleto em comparação com o grupo controle ao calcular as diferenças nos escores de antes e depois da intervenção. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Fricke *et al.* (2020), no qual a sub tarefa do ângulo do membro dominante resultou em um comprimento de passo maior, após realizar também o treinamento de marcha robótica LOPES II.

Os estudos apresentam limitações significativas, como amostras pequenas com uma média de 40 pessoas e número de sessões em que na grande maioria dos estudos não passou de 20. Os estudos englobaram pessoas com comprometimento leve a moderado, com o objetivo da deambulação ocorrer sem nenhum auxílio externo durante a marcha além de apenas o robótico, no entanto, dois estudos mantiveram dispositivos auxiliares durante o treino de marcha, como a bengala e o corrimão, o que pode ter influenciado por exemplo nos ganhos de equilíbrio e velocidade durante a marcha, podendo afetar a reaprendizagem motora e influenciar no comprimento e largura do passo respectivamente.

4 CONCLUSÃO

A reabilitação robótica na marcha de pacientes com acidente vascular encefálico crônico mostrou ter efeitos na marcha, com melhoras na coordenação, aumento na velocidade de caminhada evidenciado por melhores resultados nos testes de caminhada e maior comprimento de passo, mas também, aumento na força e função dos membros inferiores, maior equilíbrio e capacidade aeróbica nos grupos que realizaram a intervenção robótica. Faz-se necessário estudos que contem com uma amostra maior e um número maior de sessões. Estudos futuros podem também englobar os efeitos da reabilitação robótica na marcha de pessoas com maior comprometimento após AVE.

REFERÊNCIAS

ALINGH, J. F. *et al.* Task-specific training for improving propulsion symmetry and gait speed in people in the chronic phase after stroke: a proof-of-concept study. **Journal Neuroengineering Rehabilitation**, v. 18, n. 1, p. 69, 2021.

DAMASCENO, S. O. *et al.* Relação da orientação domiciliar associada à fisioterapia em grupo no desempenho motor de hemiparéticos crônicos. **Fisioterapia Brasil**, v. 20, n. 4, p. 468-475, 2019.

DE WIT, L. *et al.* Long-term impact of stroke on patients' health-related quality of life. **Disability and rehabilitation**, v. 39, n. 14, p. 1435-1440, 2017.

FRICKE, S. S. *et al.* "Effects of selectively assisting impaired subtasks of walking in chronic stroke survivors." **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 17, n. 1, p. 143, 2020.

GASSERT, R.; DIETZ, V. Robôs de reabilitação para o tratamento de déficits sensório-motores: uma perspectiva neurofisiológica. **Journal Neuroengineering Reabilitação**, v. 15, n. 1, p. 46, 2018.

KANG, C. J. *et al.* Effects of robot (SUBAR)-assisted gait training in patients with chronic stroke. **Medicine**, v. 100, n. 48, e27974, 2021.

KARASU, A. U.; BATUR, E. B.; KARATAS, G. K. Effectiveness of Wii-based rehabilitation in stroke: a randomized controlled study. **Journal Rehabilitation Medicine**, v. 50, n. 5, p. 406-412, 2018.

KATAN, M.; LUFT, A. Global burden of stroke. In: **Seminars in neurology**. Thieme Medical Publishers, p. 208-211, 2018.

KAYABINAR, B. *et al.* "The effects of virtual reality augmented robot-assisted gait training on dual-task performance and functional measures in chronic stroke: a randomized controlled single-blind trial." **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 57, n. 2, p. 227-237, 2021.

LEE, N. G. *et al.* Best core stabilization for anticipatory postural adjustment and falls in hemiparetic stroke. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 99, n. 11, p. 2168-2174, 2018.

LO, B. V. *et al.* Coping strategies and health-related quality of life after stroke. **Journal Health Psychology**, v. 22, n. 1, p. 16-28, 2017.

MAZZOLENI, S. *et al.* "Robot-assisted End-effector-based Gait Training in Chronic Stroke Patients: A Multicentric Uncontrolled Observational Retrospective Clinical Study". **NeuroRehabilitation**, v. 40, n. 4, p. 483-492, 2017.

MEHRHOLZ, J. *et al.* Electromechanical-assisted training for walking after stroke: a major update of the evidence. **Stroke**, v. 48, e188-e189, 2017.

MEHRHOLZ, J. *et al.* Electromechanical-assisted training for walking after stroke. **Cochrane Database Systematic Reviews**, v. 5, CD006185, 2017.

MICERA, S. *et al.* Neurotecnologias avançadas para a restauração da função motora. **Neurônio**, v. 105, n. 4, p. 604-620, 2020.

MIN, J. H. *et al.* Effects of trunk stabilization training robot on postural control and gait in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2020.

NG, M. M. *et al.* Factors predicting falls and mobility outcomes in patients with stroke returning home after rehabilitation who are at risk of falling. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 98, n. 12, p. 2433-2441, 2017.

PALMCRAANTZ, S. *et al.* Impact of Intensive Gait Training With and Without Electromechanical Assistance in the Chronic Phase After Stroke—A Multi-Arm Randomized Controlled Trial With a 6 and 12 Months Follow Up. **Frontiers Neuroscience**, v.15, n. 660726, 2021.

PORTNOY, S. *et al.* Postural control of individuals with chronic stroke compared to healthy participants: Timed-Up-and-Go, Functional Reach Test and center of pressure movement. **European Journal Physical Rehabilitation Medicine**, v. 53, n. 5, p. 685-693, 2017.

TASSEEL-PONCHE, S.; YELNIK, A. P.; BONAN, I. V. Motor strategies of postural control after hemispheric stroke. **Neurophysiologie Clinique**, v. 45, n. 4-5, p. 327-333, 2015.

WANG, R.; ZHANG, T.; LANGHAMMER, B. Activities of daily living and life satisfaction of persons with stroke after rehabilitation in China: a longitudinal descriptive study. **Topics Stroke Rehabilitation**, v. 26, n. 2, p. 113-121, 2019.

WRIGHT, A. *et al.* Effect of combined home-based, overground robotic-assisted gait training and usual physiotherapy on clinical functional outcomes in people with chronic stroke: A randomized controlled trial. **Clinique Rehabilitation**, v. 35, n. 6, p. 882-893, 2021.

YEH, I. L. *et al.* Efeitos de um treinamento somatossensorial auxiliado por robô na propriocepção e função motora em sobreviventes de acidente vascular cerebral. **Journal Neuroengineering Rehabilitation**, n. 18, n. 1, p. 77, 2021.

YEUNG, L. F. *et al.* Randomized controlled trial of robot-assisted gait training with dorsiflexion assistance on chronic stroke patients wearing ankle-foot-orthosis. **Journal NeuroEngineering Rehabilitation**, v. 15, n. 51, 2018.

YOUNG-HYEON, B., SUK, M. L.; MANSOO, K. Comparison of the effects on dynamic balance and aerobic capacity between objective and subjective methods of high-intensity robot-assisted gait training in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 24, n. 4, p. 309-313, 2017.