



FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM FISIOTERAPIA

LUIZA GIOVANA DANTAS DE ARAÚJO

**EFEITOS DA REALIDADE VIRTUAL SOBRE A MARCHA DE PACIENTES
PÓS-ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA**

JOÃO PESSOA-PB

2022

LUIZA GIOVANA DANTAS DE ARAÚJO

**EFEITOS DA REALIDADE VIRTUAL SOBRE A MARCHA DE PACIENTES
PÓS-ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em Fisioterapia da
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança (FACENE) como
exigência para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador (a): Prof^ª. Dra. Rafaela Faustino Lacerda de Souza

JOÃO PESSOA-PB

2022

A69e Araújo, Luiza Giovana Dantas de
Efeitos da realidade virtual sobre a marcha de pacientes pós-acidente vascular cerebral: revisão integrativa da literatura / Luiza Giovana Dantas de Araújo. – João Pessoa, 2022.
27f.; il.

Orientadora: Prof^a. Rafaela Faustino Lacerda de Souza.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia)– Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Realidade Virtual. 2. Marcha. 3. Acidente Vascular Cerebral.I. Título.

CDU: 615.8

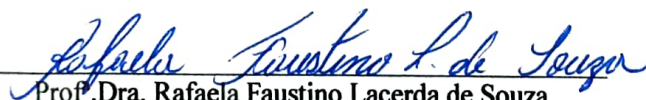
LUIZA GIOVANA DANTAS DE ARAÚJO

**EFEITOS DA REALIDADE VIRTUAL SOBRE A MARCHA DE
PACIENTES PÓS-ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: REVISÃO
INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado pela aluna Luiza Giovana Dantas de Araújo do Curso de Bacharelado em Fisioterapia, tendo obtido o conceito aprovado, conforme a apreciação da Banca Examinadora.

Aprovado em 2 de Junho de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dra. Rafaela Faustino Lacerda de Souza
Orientadora

(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança- FACENE)



Prof.ª Dr.ª Meryeli Santos de Araújo Dantas
Membro Avaliador

(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança- FACENE)



Prof.ª Dr.ª Danyelle Nóbrega de Farias
Membro Avaliador

(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança- FACENE)

Dedico este trabalho de conclusão a Deus e à Nossa Senhora, à minha família, em especial à minha mãe, e aos meus amigos que me ajudaram e rezaram por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as graças e providências vivida, ao longo destes quatro anos, por cada momento, pelas pessoas que conheci, as experiências que puder ter e cada sorriso vivido, que ao final, recordava-me que Deus é bom. Também à Nossa Senhora por interceder pela minha vida, sendo meu amparo e auxílio nesta caminhada. Apesar das dificuldades, sou feliz por tudo que puder viver.

Agradeço à minha mãe Lucivânia Dantas da Silva pelo esforço e sacrifício feito para que eu pudesse chegar até aqui, mas além de tudo, por todo amor, carinho e confiança que tem por mim, és um exemplo de mulher. Aos meus irmãos, Jéssica Lineza e Laércio de Araújo por todos os momentos compartilhados e ajuda dada, são muito especiais e me fazem lembrar ainda mais que ter irmão é umas das melhores coisas. A minha avó, Lourdinez de Souza, por todo amor e cuidado dado.

Grata a Lucineide Dantas e Ivanice Barreto que foram e são outras mães para mim. A todos os meus amigos, em especial a Janyfer Dantas que me acompanhou nesta trajetória, compartilhando muitos momentos e trazendo alegria.

A minha orientadora, Rafaela Faustino, por todo empenho, apoio, incentivo e dedicação dada no decorrer deste trabalho. Foi um prazer poder partilhar um pouquinho desta trajetória de conclusão de curso. Também deixo os meus agradecimentos à minha banca examinadora, Meryeli Santos, que também pode me orientar por um tempo, e me incentivar a fazer a pós, a Danyelle Farias que sempre esteve disposta a ajudar no que fosse preciso. São exemplos de profissionais e pessoas incríveis, muito obrigada por todo ensinamento, palavras e incentivos durante a graduação. Foi um prazer conhecer cada uma, e ter vivenciado parte deste percurso com vocês, são donas de um coração maravilhoso.

É preciosa e rara a vida de cada um de vocês para mim.

*“Que a tua vida não seja uma vida estéril.
Sê útil. Deixa rasto. Ilumina com o
resplendor da tua fé e do teu amor”*

São Josemaria Escrivá

**EFEITOS DA REALIDADE VIRTUAL SOBRE A MARCHA DE PACIENTES
PÓS-ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: REVISÃO INTEGRATIVA**

**EFFECTS OF VIRTUAL REALITY ON THE GAIT OF PATIENTS AFTER
CEREBRAL VASCULAR ACCIDENT: INTEGRATIVE REVIEW**

Luiza Giovana Dantas de Araújo¹
Meryeli Santos de Araújo Dantas²
Rafaela Faustino Lacerda de Souza³

RESUMO

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma doença neurológica decorrente da interrupção do fluxo sanguíneo para o cérebro seja por um evento isquêmico ou hemorrágico, podendo causar hemiplegia ou hemiparesia, afetando a marcha do indivíduo. A realidade virtual (RV) tem sido uma técnica usada para reabilitação da marcha, esse método utiliza um sistema de software que proporciona um ambiente virtual e tridimensional, simulando condições reais ou imaginárias em que ocorrem estímulos visuais, táteis, auditivos e sensoriais. O presente estudo trata de uma revisão integrativa que colheu informações, na literatura científica, sobre a eficácia da RV na marcha do indivíduo pós-AVC. Para a realização da busca dos artigos, foram utilizadas as bases de dados: PubMed, Medline, Scielo, Lilacs e Cochrane Library. Os critérios de inclusão: estudos em inglês, espanhol ou português; ensaio clínico controlado e randomizado; artigos que analisaram a marcha de sujeitos que sofreram AVC, artigos com intervenção da realidade virtual comparada a nenhuma intervenção, grupo simulado (*sham*) ou controle intencional, ou ainda, RV associada a outras intervenções. Foram excluídos desta revisão: artigos que não estavam disponíveis na íntegra, duplicados e estudos que, após a leitura na íntegra, não condizem com o objetivo desta revisão. A pesquisa nas bases de dados resultou em 152 artigos. Após a leitura dos títulos e resumos para avaliação, observou-se que 12 artigos atenderam os critérios de elegibilidade. De acordo com as análises destes artigos, após a intervenção com a RV, observou-se prognósticos positivos em parâmetros espaço-temporais da marcha, equilíbrio, funcionalidade e independência, além disso, mostrando-se eficaz quando associada a outras terapias.

Palavras-chave: Realidade virtual. Marcha. Acidente vascular cerebral.

¹ Bacharelado em Fisioterapia, Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE. João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Autora Correspondente: luiza.giovana@outlook.co

² Fisioterapeuta. Doutora em Enfermagem e Ciências da Saúde. Faculdade de Enfermagem Nova Esperança-FACENE. CEP: 58067-695, João Pessoa, Paraíba, Brasil

³ Fisioterapeuta. Doutora em Neurociências. Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE. CEP: 58067-695, João Pessoa, Paraíba, Brasil

ABSTRACT

Cerebrovascular accident is a neurological disease resulting from the interruption of blood flow to the brain either by an ischemic or hemorrhagic event, which can cause hemiplegia or hemiparesis, affecting the individual's gait. Virtual reality (VR) has been a technique used for gait rehabilitation, this method uses a software system that provides a virtual and three-dimensional environment, simulating real or imaginary conditions in which visual, tactile, auditory and sensory stimuli occur. The present study is an integrative review that collected information in the scientific literature on the effectiveness of VR in the gait of the post-stroke individual. To carry out the search for articles, the following databases were used: PubMed, Medline, Scielo, Lilacs and Cochrane Library. Inclusion criteria: studies in English, Spanish or Portuguese; randomized controlled clinical trial; articles that analyzed the gait of subjects who suffered a stroke, articles with virtual reality intervention compared to no intervention, simulated group (sham) or intentional control, or even VR associated with other interventions. The following were excluded from this review: articles that were not available in full, duplicates and studies that, after reading in full, do not match the objective of this review. The search in the databases resulted in 152 articles. After reading the titles and abstracts of evaluation, it was observed that 12 articles met the eligibility criteria. According to the analysis of these articles, after the intervention with VR, positive prognoses were observed in spatio-temporal parameters of gait, balance, functionality and independence, in addition to being effective when associated with other therapies.

Keyword: Virtual reality. Gait. Stroke.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MÉTODOS.....	13
3	RESULTADOS.....	14
4	DISCUSSÃO	21
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma patologia decorrente de um evento agudo que gera a interrupção do fluxo sanguíneo no encéfalo com consequente comprometimento neurológico. Dividida em hemorrágica e isquêmica¹. O AVC hemorrágico é descrito por uma hemorragia subaracnóide, comumente relacionada à ruptura de aneurismas, e à hemorragia intraparenquimatosa (HIP), tendo como principal doença relacionada à hipertensão arterial sistêmica (HAS). Já o AVC isquêmico é resultado da falta de suprimento sanguíneo no cérebro e apresenta como fatores de riscos a HAS, cardiopatias e diabetes mellitus (DM)².

Diante disso, as doenças cerebrovasculares ocupam o segundo lugar no índice de taxa de mortalidade no Brasil, e é tida como a maior causa de incapacitação da população na faixa de 50 anos, sendo encarregada por 10% dos óbitos, e o país encontra-se entre os dez primeiros com maiores índices de mortalidade. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, a cada ano, aproximadamente seis milhões de pessoas morrem no mundo por AVC, sendo a segunda causa de morte³.

Em algumas referências epidemiológicas, foi relatado que cerca de 90% dos acometidos, que sobreviveram à doença, manifestam sequelas neurológicas, as quais atingem a função motora e cognitiva, ocasionando limitações ou invalidez. O esperado é que cerca de 60% dos sobreviventes readquiram a independência para o autocuidado e 75% recuperem a marcha independente, e 20% carecerão de cuidados institucionais⁴. O AVC possui riscos multifatoriais, sendo eles: 1º modificáveis: tabagismo, etilismo, diabetes mellitus, hipertensão arterial sistêmica, sedentarismo, uso de contraceptivos orais, terapia hormonal, obesidade, considerado o mais frequente; 2º não modificáveis: idade, sexo, mais comum no masculino, raça, etnia e histórico familiar, voltado a fisiologia do ser humano, por fim, 3º ambientais: relacionado ao acesso precário à saúde e a tratamentos médicos⁵.

Referente às alterações clínicas, desenvolvem-se dependendo da área do encéfalo afetada, podendo resultar em diversos déficits focais, os quais incluem as mudanças do nível de consciência e comprometimento das funções sensoriais, motoras, cognitivas, perceptivas e de linguagem. A sequela mais comum do AVC é a hemiplegia (paralisia muscular) ou hemiparesia (fraqueza muscular) no lado do corpo contralateral ao hemisfério cerebral acometido. Logo após a lesão, o tônus apresenta uma hipotonicidade (flacidez), eventualmente com duração de poucos meses, a seguir a hipertonicidade (espasticidade)

aparece fazendo com que os músculos fiquem tensos e resistentes ao movimento passivo e rápido. No membro inferior (MI), a espasticidade atinge geralmente os retradores pélvicos, adutores e rotadores internos de quadril, extensores do quadril e joelho, flexores e supinadores plantares e nos flexores dos dedos do pé⁶.

O indivíduo perde o controle da musculatura e apresenta dificuldade em modificar a velocidade, a direção, a duração e a intensidade da atividade muscular. Adota uma postura que sucede uma marcha com um movimento em semicírculo ou de circundução. O membro superior (MS) adota uma flexão, o tornozelo dispõe de um movimento de dorsiflexão um pouco acentuado que comumente é compensado pela hiperextensão do joelho e inclinação do corpo para a frente e para o lado saudável de forma a proteger o lado afetado, a procura da melhor base de apoio e uma distribuição mais eficiente do peso⁷.

Em contrapartida, a marcha humana típica é realizada por meio da locomoção bípede e mediante a movimentos cíclicos, os quais exigem uma associação entre os sistemas neuromotor, sensorial e musculoesquelético, com o gasto mínimo de energia metabólica. O ciclo da marcha é separada em duas fases, são elas: fase de apoio (62% do ciclo), o pé permanece em contato com o solo e é subdividida em duplo apoio, apoio simples e segundo duplo apoio; e a fase de balanço (38% do ciclo da marcha), o MI encontra-se em movimento gradativo e sem contato com o solo, subdividida em balanço inicial, médio e terminal⁸.

Diante disso, a realidade virtual é uma técnica utilizada para reabilitação da marcha de indivíduos pós-AVC. Definida como um sistema de hardware ou software que proporciona um ambiente virtual e tridimensional, simulando condições reais ou imaginárias e reproduzindo o máximo possível da realidade. Na RV, o indivíduo interage com o ambiente por meio de estímulos visuais, táteis, auditivos e sensoriais. Esta interação ocorrer por meio da cinesia corporal, utilizando a tecnologia de captura de movimento ou manipulação de um dispositivo, gerando informações fundamentais para compreensão adequada da movimentação. Em resumo, a técnica constitui-se na representação gráfica da pessoa (avatar) criado pelo videogame, em que o indivíduo administra um controle sem fio, conduzindo o movimento ao decorrer da prática das variadas atividades^{9,10}.

Alguns benefícios que a RV oferece, são: maior incentivo para execução do tratamento, melhoria no condicionamento físico, equilíbrio, postura, amplitudes de movimento, *feedback* imediato, armazenamento das atividades efetuadas pelo computador, maior interatividade do paciente, dessa forma, possibilita a diversão associada à reabilitação.

Dessa forma, pode ser praticada em diversas faixas etárias, além disso, favorece a melhora tanto do desempenho físico quanto cognitivo. Em razão do baixo custo, os vídeos games são os equipamentos mais utilizados para o processo da reabilitação¹⁰.

Programas de RV melhoram a funcionalidade de indivíduos pós-AVC em estágio crônico, sendo efetivo para melhorar a tensão muscular, força muscular, atividades de vida diária, a mobilidade, marcha, equilíbrio e cinemática do indivíduo¹¹. Programas específicos para treino de marcha têm demonstrado bons resultados para parâmetros como cadência, tamanho dos passos e velocidade da marcha¹². Assim, o presente estudo teve por objetivo colher informações resultantes da literatura para avaliar a eficácia do efeito da RV na melhora da marcha dos indivíduos pós AVC.

2 MÉTODOS

O presente trabalho trata de uma revisão integrativa da literatura (RI). As etapas da RI foram as seguintes: 1ª Etapa: identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; 2ª Etapa: estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; 3ª Etapa: Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; 4ª Etapa: Categorização dos estudos selecionados; 5ª Etapa: Análise e interpretação dos resultados; 6ª Etapa: Apresentação da revisão¹³.

Os estudos foram selecionados por meio de busca eletrônica nas bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), banco de dados da National Library of Medicine (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Cochrane Library. Os descritores que foram aplicados mediante consulta aos Descritores em Ciência da Saúde (DesCS), tendo como descritores controlados: acidente vascular cerebral e realidade virtual e como descritor não controlado: marcha. A busca foi feita no dia 08/02/2022 a 31/02/2022.

Posto isto, as estratégias de busca, utilizadas nas bases de dados, foram as seguintes: “*Virtual reality AND Stroke AND Gait*” para a busca em inglês; “*Realidade virtual AND (Acidente vascular cerebral OR Acidente Vascular Encefálico) AND Marcha*” para busca em português; e, “*Realidad Virtual AND Accidente Cerebrovascular AND Marcha*” para a busca em espanhol.

A amostra desta pesquisa foi composta por artigos que abordam o efeito da RV na marcha de pacientes pós-AVC. Os critérios de inclusão empregados para selecionar os

artigos, foram: estudos em inglês, espanhol ou português; ensaio clínico controlado e randomizado; artigos que analisaram a marcha de sujeitos que sofreram AVC, artigos com intervenção da realidade virtual comparada a nenhuma intervenção, grupo simulado (*sham*) ou controle intencional ou ainda, RV associada a outras intervenções. E foram considerados os critérios de exclusão: artigos duplicados, artigos que não estejam disponíveis na íntegra e estudos, que após a leitura na íntegra, não condizem com o objetivo desta revisão.

Os títulos e resumos dos artigos selecionados foram lidos para avaliação dos critérios de elegibilidades. O quantitativo de artigos excluídos e selecionados foi apresentado no fluxograma do PRISMA¹⁴ e os artigos selecionados foram lidos na íntegra, apresentados na forma de tabela e discutidos.

3 RESULTADOS

A pesquisa, nas bases de dados, resultou no total de 152 artigos. Após a leitura de títulos e resumos destes artigos, considerando os critérios de inclusão e exclusão definidos, foram incluídos 12 artigos para revisão. Mais detalhes sobre as razões das exclusões podem ser observados na **FIGURA 1**.

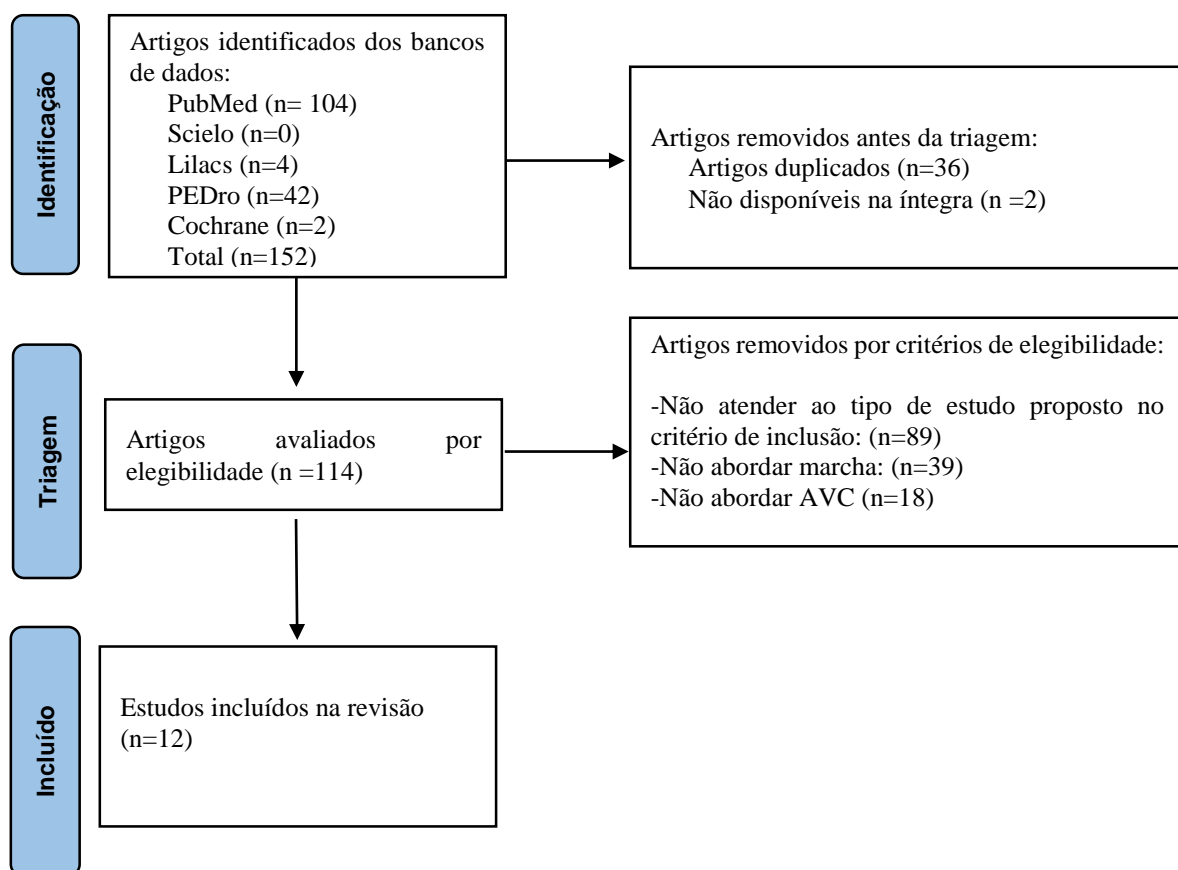


FIGURA 1- Fluxograma da seleção de artigos

Além disso, foi feito um levantamento de dados, em duas tabelas, contendo uma síntese com o desfecho dos estudos selecionados. O **QUADRO 1** apresenta a identificação e descrição dos objetivos dos artigos. O **QUADRO 2** apresenta uma síntese dos métodos empregados nos artigos e resultados. No ponto amostra, foi observada a quantidade de participantes e idade média, e em tempo, foi analisada a frequência semanal e a duração da intervenção. Após esta etapa, foi feita uma discussão sobre a temática.

QUADRO 1 – Artigos selecionados para revisão e objetivo.

Autor, ano	Ano	Base de dados	Título	Objetivo
In, Lee e Song ¹⁵	2016	Pubmed	Virtual Reality Reflection Therapy Improves Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: Randomized Controlled Trials	Investigar se a terapia de reflexão de realidade (VRRT) melhora o equilíbrio postural e a capacidade de marcha de pacientes com acidente vascular cerebral crônico.
Rooij et al. ¹⁶	2021	Pubmed	Effect of Virtual Reality Gait Training on Participation in Survivors of Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial	Examinar o efeito do treinamento de marcha em realidade virtual (VRT) comparado ao treinamento de marcha em realidade não virtual (não VRT) na participação de pessoas que vivem na comunidade após o AVC.
Kayabinar, Alemdaroglu-Gurbuz, Yilmaz ¹⁷	2021	Pubmed	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	Investigar os efeitos do treinamento de marcha assistida por robô (RAGT) de realidade virtual (RV) no desempenho de dupla tarefa, secundariamente, avaliar medidas funcionais em pacientes com AVC crônico.
Song, Park ¹⁸	2015	Pubmed	Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal	Determinar os efeitos do treinamento com jogos de realidade virtual no equilíbrio e na marcha, e características psicológicas de pacientes com AVC, como depressão e relacionamentos interpessoais, comparando-os com os efeitos do treinamento em ergômetro
Park, Chung ¹⁹	2018	Pubmed	The effects of robot-assisted gait training using virtual reality and auditory stimulation on balance and gait abilities in persons with stroke	Investigar os efeitos do treinamento de marcha assistido por robô usando realidade virtual e estimulação auditiva no equilíbrio e nas habilidades de marcha em pacientes com acidente vascular cerebral
Lee, Kim, Lee ²⁰	2015	Pubmed	Effect of a virtual reality exercise program accompanied by cognitive tasks on the balance and gait of stroke patients	Avaliar o efeito de um programa de exercícios de RV acompanhado de tarefas cognitivas no equilíbrio e na marcha de pacientes com acidente vascular cerebral.
<u>Lee</u> ²¹	2019	Pubmed	Speed-Interactive Pedaling Training Using Smartphone Virtual Reality Application for Stroke Patients: Single-Blinded, Randomized Clinical Trial	Investigar os efeitos do treinamento de pedalada interativa em velocidade (SIPT) usando um aplicativo de realidade virtual com smartphone para melhorar a função motora dos membros inferiores, o equilíbrio do tronco sentado e a marcha em pacientes com acidente vascular cerebral

Park, Lee, Lee ²²	2013	Pubmed	Clinical usefulness of the virtual reality-based postural control training on the gait ability in patients with stroke	Determinar os efeitos do treinamento de controle postural baseado em realidade virtual na capacidade de marcha na reabilitação de acidente vascular cerebral
Kim et al ²³	2016	PEdro	Effects of Virtual Reality Treadmill Training on Community Balance Confidence and Gait in People Post-Stroke: a randomized controlled trial	Investigar os efeitos terapêuticos do treinamento em esteira de realidade virtual (RV) na influência positiva na confiança da comunidade para equilíbrio e capacidade da marcha em pacientes com acidente vascular cerebral.
Kim et al ²⁴	2016	PEdro	Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study	Examinar um efeito aditivo da realidade virtual no equilíbrio e função da marcha em pacientes com acidente vascular cerebral hemiparético crônico.
Yang et al. ²⁵	2008	PEdro	Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial	Investigar o efeito do treinamento em esteira baseado em realidade virtual na capacidade de deambulação comunitária em pacientes com acidente vascular cerebral.
Mirelman et al. ²⁶	2010	PEdro	Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke	Avaliar a biomecânica da marcha após treinamento com sistema de realidade virtual (RV) e elucidar mecanismos subjacentes que contribuíram para a melhora funcional observada na velocidade e distância da marcha

Fonte: De autoria própria

QUADRO 2 – Características metodológicas e resultados dos artigos selecionados.

Autor	Ano	Caracterização da Amostra*	Tempo de intervenção	Resultados
In, Lee e Song ¹⁵	2016	Grupo VRRT (n=13), idade de 57,31±10,53; Grupo controle (n=12), idade de 54,42±11,44.	4 semanas, três séries de 10 repetições realizadas por 30 minutos por dia, cinco dias por semana.	Houve melhorias estatisticamente significativas no grupo VRRT em comparação com o grupo controle para BBS, FRT, TUG, oscilação postural e 10 mWV ($p < 0,05$).
Rooij et al. ¹⁶	2021	Grupo VRT=28, idade de 65 (57-70); Grupo não VRT=24, idade de 61 (53-71).	Ambas as intervenções de treinamento consistiram em 12 sessões, por 30 minutos, durante 6 semanas.	Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ou medidas de resultados secundários. As experiências dos pacientes com VRT foram positivas e nenhum evento adverso grave foi relacionado às intervenções.
Kayabinar, Alemdaroglu-Gurbuz, Yilmaz ¹⁷	2021	30 pacientes, divididos igualmente em dois grupos, idade entre 40-65 anos.	Para ambos os grupos: 12 sessões, durante 6 semanas, e dois dias por semana.	Após o tratamento, as velocidades de marcha de uma e duas tarefas e o desempenho cognitivo em duas tarefas aumentaram no grupo experimental ($P < 0,05$), enquanto nenhuma mudança foi observada no grupo controle ($P > 0,05$). Sem diferença significativa entre os grupos em todas as avaliações após o tratamento ($P > 0,05$).
Song, Park ¹⁸	2015	Grupo de realidade virtual (VRG)= 20; Grupo de treinamento em ergômetro (ETG)= 20; A média ± desvio padrão (DP) da idade 51,37±40,6 anos.	O GRV realizou treinos utilizando o Xbox Kinect, e o ETG realizou treino em bicicleta ergométrica. Ambos por 30 minutos por sessão, cinco vezes por semana, totalizando 8 semanas.	Ambos os indivíduos VRG e ETG exibiram uma diferença significativa na proporção de distribuição de peso no lado paralisado e na capacidade de equilíbrio.
Park, Chung ¹⁹	2018	Três grupos: grupo de treinamento de marcha assistido por robô de	O VRGT e ARGT teve intervenção de 45 minutos, três vezes por semana durante 6 semanas. Todos os sujeitos realizaram	Os escores de BBS, TUG e 10MWT melhoraram significativamente após a intervenção ($p < 0,05$), em todos os grupos. O VRGT melhorou significativamente nos escores MRC e FMA em comparação com a estimulação auditiva. Além disso, melhoras

		realidade virtual (VRGT)= 12;	fisioterapia geral por 30 minutos, cinco vezes por semana durante 6 semanas.	significativas no MRC, BBS, TUG, 10MWT e FMA em comparação com o grupo controle (p<0,05).
		Grupo de treinamento de marcha assistido por robô de estimulação auditiva (ARGT)= 12;		
		Grupo controle= 16.		
Lee, Kim, Lee ²⁰	2015	20 sujeitos (10 experimental com idade de 57.2±9.2 e 10 controle 52.7±11.7).	Em ambos os grupos foram realizados 45 minutos por dia, 3 vezes por semana, durante 6 semanas.	A comparação intragrupo e em comparação entre os grupos, o grupo experimental mostrou diferenças significativas na BBS e TUG.
<u>Lee</u> ²¹	2019	Grupo SIPT (n=21), idade de 61,67 ± 8,42; Grupo controle (n=21), idade 64,24 ± 10,83.	Ambos os grupos receberam um programa de reabilitação convencional de 60 minutos durante cinco dias por semana, por seis semanas. Além disso, o grupo experimental e controle realizou 40 minutos por dia, cinco dias por semana, durante seis semanas.	Estudo sugerem que o SIPT pode ser usado como um método de treinamento eficaz para restaurar a função de um paciente, melhorando o equilíbrio do tronco e a função motora.
Park, Lee, Lee ²²	2013	Grupo experimental (n=8), idade de 48.75 ± 8.81; Grupo controle (n=8), idade de 46.25± 6.84.	Ambos os grupos receberam fisioterapia convencional (60 minutos, 5 dias por semana, 4 semanas). O grupo controle recebeu treinamento adicional baseado em realidade aumentada e grupo controle realizaram fisioterapia convencional, ambos com intervenção de 30 min. por dia, 3 dias da semana, por 4 semanas.	Nos parâmetros da marcha, o grupo RV apresentaram melhora significativa, exceto para cadência no pós-treinamento e acompanhamento no grupo experimental. No entanto, sem melhora significativa dentro do grupo controle. Nas comparações entre os grupos, o grupo experimental melhorou significativamente maior apenas no comprimento da passada em comparação com o grupo controle (P < 0,05), porém, não foi observada diferença significativa nos demais parâmetros da marcha.
Kim et al. ²³	2016	Grupo de deambulação comunitária baseado em treinamento em esteira RV (grupo VRCA, n=10);	O grupo VRCA e deambulação comunitária teve intervenção de 12 sessões programadas, 3 sessões por semana por 30 minutos e com períodos de descanso conforme a necessidade. O grupo controle recebeu o	Diferenças significativas no efeito do tempo e na interação tempo por grupo entre os grupos no TUG e TC6. Diferença significativa em cada grupo quanto ao tempo (Pré-pós-teste) na velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo parético (p< 001), e

		Grupo de treinamento de deambulação comunitária (grupo CA, n=10); Grupo controle (n=7).	programa geral de exercícios por 10 sessões de 30 minutos por semana durante 4 semanas.	não houve diferença significativa na interação tempo por grupo.
Kim et al. ²⁴	2016	Grupo experimental (n=12); Grupo controle (n=12).	Ambos os grupos foram submetidos à fisioterapia convencional, 40 minutos por dia, 4 dias por semana, durante 4 semanas. O grupo experimental recebeu 30 minutos adicionais de terapia de realidade virtual a cada sessão.	O grupo experimental apresentou melhoras nos escores de BBS em comparação com o grupo controle (P < 0,05). No teste de desempenho da marcha, o grupo experimental apresentou melhoras significativas na velocidade, pontuação da Escala de Avaliação Motora Modificada, cadência, tempo do passo, comprimento do passo (P < 0,05).
Yang et al. ²⁵	2008	Grupo controle (n =9) Grupo experimental (n =11)	Ambos os grupos com intervenção de 9 sessões de (20 min/sessão, três sessões por semana) durante um período de 3 semanas.	Resultados apoiam os benefícios percebidos dos programas de treinamento de marcha que incorporam a realidade virtual para aumentar a deambulação comunitária de indivíduos com acidente vascular cerebral.
Mirelman et al. ²⁶	2010	O grupo realidade virtual (n =9); Grupo não VR (NVR, n=9). Idade média (62 anos, intervalo de 41-75).	O treinamento foi realizado três vezes por semana durante 4 semanas por aproximadamente 1 hora cada visita.	Os indivíduos do grupo VR demonstraram um aumento significativamente maior na potência do tornozelo no impulso como resultado do treinamento (p=0,036). O grupo VR teve maior alteração na ADM do tornozelo pós-treinamento (19,5%) em relação ao grupo NVR (3,3%). Diferenças significativas foram encontradas na ADM do joelho do lado afetado durante o apoio e balanço, com maior alteração no grupo RV. Sem alterações significativas na cinemática ou cinética do quadril pós-treinamento

VRRT: Terapia de Reflexão de Realidade Virtual; 10 MWT: Teste de Caminhada 10 metros; BBS: Escala de Equilíbrio de Berg; FRT: Teste de Alcance Funcional; TUG: Timed Up And Go; VRT: Treino de Realidade Virtual; GRV/GVR: Grupo Realidade Virtual; ETG: Grupo de Treino Ergométrico; VRGT: Treino de Marcha de Robô de Realidade Virtual ; ARGV: Treino de Marcha de Robô de Estimulação Auditiva; MRC: Medical Research Council; FMA: Fugl-Myer Assesmed; SIPT: Treinamento de Pedalada Interativa em Velocidade; RV/VR: Realidade Virtual; VRCA: Deambulação Comunitária de Realidade Virtual ; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; ADM: Amplitude de Movimento ; NVR: Não Realidade Virtual.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou os efeitos do treinamento de marcha em pacientes pós-AVC, utilizando realidade virtual. Diversos estudos experimentais avaliaram a efetividade do treinamento com uso de realidade virtual quando comparada a grupos controles que realizavam fisioterapia convencional, treino em esteira, treino em ergômetro, facilitação neuromuscular proprioceptiva.

In, Lee e Song¹⁵, usou terapia de reflexão de realidade virtual (VRRT- *Virtual Reality Reflection Therapy*) em pacientes pós-AVC crônico para avaliar melhora do equilíbrio e marcha. Houve melhoras para marcha e equilíbrio de acordo com os escores da escala de equilíbrio de Berg (BBS- *Berg Balance Scale*), *Timed Up and Go* (TUG), teste de alcance funcional (TRF-*Functional Reaching Test*) e velocidade de caminhada de 10 m (10mWV), ($p < 0,05$). O protocolo proposto por Sutbeyaz et al.²⁷, utilizando a terapia do espelho, mostrou melhoras significativas na recuperação e função motora, no entanto, a capacidade da marcha não melhorou significativamente. Sendo observado que a terapia do espelho quando associada à RV traz mais benefícios, o que foi visto no estudo de In, Lee, Song¹⁵.

Rooij et al.¹⁶ analisou os efeitos do treino de realidade virtual (VRT) comparado ao treino de marcha sem o uso da RV em indivíduos pós-AVC. O grupo VRT foi submetido a uma esteira instrumentada com tela de projeção de ambientes tridimensionais sincronizados e entrevista semiestruturada. O grupo comparação foi mediado por treinamento na esteira e exercício funcional de marcha. Sem diferenças significativas entre os grupos, porém, de acordo com a entrevista semiestruturada, os participantes informaram melhorias na capacidade de andar, progressos na função cognitiva, confiança durante a caminhada e automaticidade do movimento, sem eventos adversos graves. Em contrapartida, Fishben²⁸ também utilizou esteira com realidade virtual, associado a uma caminhada e dupla tarefa e notou melhorias significativas nas variáveis de equilíbrio e caminhada.

Lee, Kim, Lee²⁰, utilizou a RV associada a atividades cognitivas. O grupo experimental realizou programa de exercícios de RV baseada em caminhadas na cidade, consistindo em mudança de peso esquerda-direita, de cima para baixo e mudança de peso total. O grupo controle executou programas de exercício de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP). A aplicação de programas de RV associado a tarefas cognitivas sobre o equilíbrio e a marcha de pacientes com AVC apontou melhoras significativas nos escores de TUG e BBS. Este estudo corroborou Cho et al.²⁹, que submeteu os indivíduos a uma

esteira de RV adicionando cargas cognitivas, resultando em melhoras mais benéficas a caminhada quando comparada à RV utilizada sozinha.

Kayabinar, Alemdaroglu-Gurbuz, Yilmaz¹⁷, investigaram os efeitos do treinamento de marcha assistida por robô (RAGT- *Robot-assisted gait training*) de RV com atividades de dupla tarefa. O grupo experimental (RAGT + RV) e controle (apenas RAGT), foram submetidos ao instrumento de avaliação *Functional Gait Assessment* (FGA) e *Dynamic gait Index* para análise das características da marcha, *Rivermead Mobility Index* (RMI) para mobilidade e BBS. O desfecho do estudo mostrou características semelhantes entre os grupos. Após a intervenção, ambos os grupos resultaram melhorias de acordo os escores da FGA, RMI, BBS. Entretanto, sem alteração considerável entre os grupos após o tratamento.

Um outro estudo que utilizou treinamento de marcha assistida por robô, usando programa de realidade virtual em pacientes com AVC, Park e Chung¹⁹. Foram analisados os efeitos deste treinamento associado à RV e à estimulação auditiva. Todos os grupos foram submetidos aos testes pré e pós testes. O grupo experimental treinou na esteira rolante com a utilização do dispositivo robótico. O treinamento de marcha assistido por robô de realidade virtual (VRGT), consistiu na captura de animais, evitando obstáculos na floresta, constando o número e tempo de animais capturados. O grupo de treinamento de marcha assistida por robô de estimulação auditiva (ARGT) também executou o treino de marcha, utilizando o robô de reabilitação empregado no VRGT, o grupo controle realizou treino geral de marcha em esteira. Após a intervenção, houve aumentos significativos em todos os grupos para escores de MRC (*Medical Research Council*-medir força muscular), BBS, TUG, 10 MWT e FMA (*Fugl-Myer Assemed*- examinar comprometimento motor ($p<0,05$)). Ao comparar VRGT e ARGT com grupo controle, houve diferença significativa. Ambos os estudos^{17,19} evidenciaram resultados significativos após a intervenção, porém sem melhoras significativas em relação ao grupo controle.

Park e Song¹⁸ comparou o efeito do treinamento de jogos de RV e treinamento em ergômetro. O grupo realidade virtual (GRV), realizou treinos com programas de esporte, como: boliche, esqui e golfe, e outros recursos, como: caminhada no solo, com obstáculos e subir de descer escada, utilizando aplicativos Xbox Kinect. O grupo controle realizou treino

na bicicleta ergométrica. Ambos os grupos apresentaram resultados significativos, com evoluções na distribuição de peso do lado paralisado em parâmetros de TUG e 10 mWV.

No entanto, Lee²¹ optou por usar a RV associada a um treino ciclístico, denominado de treinamento de pedalada interativa em velocidade (SIPT-*Speed interactive pedaling training*) manipulado por aplicativo de RV com smartphone, o grupo controle, terapia convencional. Os resultados de FMA apontaram melhoras significativas em ambos os grupos, todavia, o grupo SIPT retratou mais avanços quando comparado ao grupo controle ($P < 0,05$). Quanto aos parâmetros espaciais e temporais da marcha, o grupo SIPT demonstrou melhoras consideráveis após a intervenção ($p < 0,05$), porém, nada significativa no que se refere ao grupo controle. Expondo assim, que a intervenção proposta tanto por Park e Song¹⁸, quanto por Lee²¹ é eficaz para recuperação da função de marcha de indivíduos pós AVC.

Park, Lee e Lee²² analisou os efeitos da RV na recuperação do controle postural. Divididos em grupo CPT- *Conventional Physical Therapy* e RV + CPT. Todos os sujeitos participaram de um pré e pós treinamento e acompanhamento. O programa de controle postural baseado em RV é dividido em três etapas, 1º: em decúbito dorsal; 2º: em sedestação, 3º: exercício de fortalecimento muscular de MMII e descarga de peso. Após o treinamento, para comparação dentro do grupo, RV + CPT melhorou, significativamente, em todos os desfechos selecionados, exceto, no pós-treinamento que não houve melhorias na velocidade e cadência, e no acompanhamento, sem melhorias na cadência. Sem melhoras significativas no grupo controle para resultados no pós-treinamento e acompanhamento. Comparando os dois grupos, o comprimento da passada apresentou maiores diferenças no grupo experimental durante o período de acompanhamento. Não foi notada diferença significativa entre os grupos. No estudo de Walker et al.³⁰ que utilizou esteira de RV com suporte parcial de peso, foi relatado, no desfecho, melhoras na marcha e na velocidade de caminhada após o treino, mas como no estudo de Park, Lee e Lee²², não houve melhora significativas entre os grupos.

Kim et al.²³ utilizou esteira com RV com o protocolo: cinco minutos em cada uma das quatro condições (caminhada na calçada, caminhada no solo, caminhada em subida e pisar em obstáculos). O grupo de treinamento de deambulação comunitária (DC): caminhada no solo, em escadas, declive e superfícies instáveis. O grupo controle: fisioterapia convencional. O grupo DC + RV e DC apresentaram melhorias mais significativas do que o grupo controle para o teste de TC6. Conforme a análise pré-pós-teste intragrupo, o grupo

experimental apresentou melhoras mais significativas após a intervenção, porém o grupo controle não apresentou mudanças significativas ao longo do tempo. Yang et.al²⁵ também demonstraram pontos positivos do treinamento da deambulação na esteira usando RV.

No estudo de Yang et al.²⁵ todos os sujeitos caminharam em uma esteira monitorizada. No grupo experimental, a RV foi adicionada ao treino na esteira, os cenários foram andar na pista e atravessar a rua, atravessar obstáculos e passear no parque, o treino tornava-se mais complexo. O grupo controle, esteira com diferentes tarefas. O grupo experimental melhorou, significativamente, em todos os resultados do pós-teste e melhoras significativas na velocidade de caminhada, tempo de caminhada na comunidade e pontuação do WAQ (*walking ability questionnaire*) no período de acompanhamento. O grupo controle melhorou significativamente no tempo de caminhada no de pós-treinamento, no acompanhamento, houve melhorias no tempo de caminhada e de pontuação WAQ. Comprando os dois grupos, o grupo experimental utilizando a RV deteve um desempenho mais significativo.

Kim et al.²⁴, avaliou vinte e quatro indivíduos com AVC hemiparético crônico, ambos os grupos sujeitos à fisioterapia convencional. A intervenção com RV, foi por meio do sistema portátil IREX. Jogos foram interligados ao ambiente virtual, os indivíduos moviam-se livremente no mundo real à medida que manuseava objetos virtuais no mundo virtual 3D. O desfecho final considerou melhoras maiores no grupo experimental para testes de 10 mWV e MMAS, e para medição de GAITRite, melhorias mais relevantes no grupo experimental nos parâmetros de cadência, tempo e comprimento do passo, além disso, houve melhoras no equilíbrio. Em consonância, Cho e Lee³¹ também demonstrou efeitos positivos de acordo com as escalas de BBS e TUG, melhoras na velocidade e na cadência para parâmetros espaço-temporais, por meio da intervenção da RV

Mirelman et.al²⁶, avaliou a biomecânica da marcha após o uso da RV. Treinamento com sistema de reabilitação de tornozelo Rutgers (RARS). O pé acometido é posicionado e amarrado na plataforma, tornozelo em posição neutra e joelho e quadril em ângulo de 90°, após isto, realizavam movimentos de dorsiflexão, flexão plantar, inversão, eversão de tornozelo e uma combinação desses movimentos. No grupo RV, realizou uma série de alvos com movimentos dos pés para navegar em um avião ou barco, o grupo controle realizava atividades semelhantes. O desfecho final para velocidade da caminhada autosselecionada (SSWS), cinética e cinemática da marcha demonstraram melhoras mais significativas no

grupo RV. Nos estudos de Park et al³², os resultados dos testes t pareados para dados cinemáticos e cinéticos dos ângulos e força da articulação de quadril, joelho e tornozelo indicaram melhora após a intervenção com RV associada à fisioterapia convencional. Com isto, forneceu evidências promissoras para as alterações biomecânicas da marcha após a intervenção com RV, demonstradas tanto nos estudos de Mirelman et al²⁶ quanto de Park et al³².

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O AVC é considerado uma das principais causas de óbitos e incapacidade, o qual causa comprometimentos motores e sensitivos, dentre eles, disfunção na marcha. Com isto, a realidade virtual tem sido uma intervenção que vem ganhando espaço na área da reabilitação, estando entre um dos métodos para o tratamento da marcha de pacientes pós-AVC.

Conforme os estudos analisados, a RV mostrou ser uma técnica eficaz na recuperação da marcha funcional em pacientes que sofreram AVC. Efeitos positivos foram observados quando integrados a outros meios de tratamento, como: terapia do espelho, robô, bicicleta ergométrica, esteira, atividades cognitivas, ampliando as formas de tratamento, motivando assim, o paciente durante o período de reabilitação. A maioria dos estudos analisado, nesta revisão, notou prognósticos proveitosos, expondo melhoras significativas em parâmetros espaço-temporais da marcha, cinética e cinemática. Além disso, notou-se melhorias no equilíbrio, aumento da funcionalidade e independência após o uso da RV.

Dentre os equipamentos mais utilizados da RV, o vídeo game destaca-se pela razão do baixo custo. Sendo assim, uma opção viável para utilização em práticas clínicas.

REFERÊNCIAS

1. Samara L, Maria Souza Emerick L, Natalia Medeiros Alves P, Batista Rocha T, Regina Goveia V, Lima Guimarães G, et al. Acidente Vascular Cerebral: Achados Clínicos E Principais Complicações Cerebrovascular Accident: Clinical Findings and Major Complications. *Rev Aten.* 2016;14:48–53.
2. Sitta ÉI, Arakawa AM, Caldana M de L. Contribution of cross-section studies in the language area with focus on aphasia. *Rev CEFAC.* 2010;12(6):1059–66.
3. Giovanni P, Alves G, Zanon VDB, Buarque V, Lara D De, Julho UN De, et al.

- Epidemiologia do acidente vascular cerebral isquêmico no Brasil no ano de 2019 , uma análise sob a perspectiva da faixa etária Epidemiology of the ischemic cerebrovascular accident in Brazil in the year of 2019 , an analysis from an age group perspective. *Brazilian J Heal Rev.* 2021;3498–505.
4. Antunes J, Justo F, Justo A, Ramos G, Prudente C. Influência do controle postural e equilíbrio na marcha de pacientes com sequela de acidente vascular cerebral. *Fisioter Saúde Func.* 2016;5(1):30-41–41.
 5. Gabriela R, Cobo DL, Henrique M, Aglio D, Ellen M. Perfil epidemiológico da unidade de AVC em um hospital de ensino Epidemiological profile of the stroke unit in a teaching hospital. 2021;4:22023–30.
 6. O’Sullivan SB. Acidente Vascular Encefálico. In: O’Sullivan SB, editor. *Fisioterapia avaliação e tratamento.* 6th ed. São Paulo: Manole; 2010. p. 763–829.
 7. Isabel S, Dimas P, Regina C, Quaresma P, Auxiliar P. Análise Biomecânica da Marcha em Pacientes com AVC. 2021;0–149.
 8. Morais Filho MC, Reis RA dos, Kawamura CM. Avaliação do padrão de movimento dos joelhos e tornozelos durante a maturação da marcha normal. *Acta Ortopédica Bras.* 2010;18(1):23–5.
 9. Gonçalves MG, Piva MFL, Marques CLS, da Costa RDM, Bazan R, Luvizutto GJ, et al. Effects of virtual reality therapy on upper limb function after stroke and the role of neuroimaging as a predictor of a better response. *Arq Neuropsiquiatr.* 2018;76(10):654–62.
 10. Silva RR da, Iwabe-Marchese C. Uso da realidade virtual na reabilitação motora de uma criança com Paralisia Cerebral Atáxica: estudo de caso. *Rev Fisioter e Pesqui.* 2015;22(1):97–102.
 11. Lee HS, Park YJ, Park SW. The effects of virtual reality training on function in chronic stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *Biomed Res Int.* 2019;2019.
 12. Ghai S, Ghai I, Lamontagne A. Virtual reality training enhances gait poststroke: a systematic review and meta-analysis. *Ann N Y Acad Sci.* 2020;1478(1):18–42.
 13. Botelho LLR, Cunha CC de A, Macedo M. O Método Da Revisão Integrativa Nos Estudos Organizacionais. *Gestão e Soc.* 2011;5(11):121–36.
 14. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021 Mar;372:n71.
 15. In, Taesung Lee K, Song C. Virtual Reality Reflection Therapy Improves Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke : Randomized Controlled Trials. *Med Sci Monit.* 2016;22(1):4046–53.
 16. de Rooij IJM, van de Port IGL, Punt M, Abbink-van Moorsel PJM, Kortsmid M, van Eijk RPA, et al. Effect of Virtual Reality Gait Training on Participation in Survivors of Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther.* 2021;101(5):1–10.
 17. Kayabınar B, Alemdaroğlu-Gürbüz İ, Yılmaz Ö. 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. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2021;57(2):227–37.
 18. Song G Bin, Park EC. Effect of virtual reality games on stroke patients’ balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2057–60.
 19. Park J, Chung Y. The effects of robot-assisted gait training using virtual reality and auditory stimulation on balance and gait abilities in persons with stroke.

- NeuroRehabilitation. 2018;43(2):227–35.
20. Lee IW, Kim YN, Lee DK. Effect of a virtual reality exercise program accompanied by cognitive tasks on the balance and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(7):2175–7.
 21. Lee K. Speed-interactive pedaling training using smartphone virtual reality application for stroke patients: Single-blinded, randomized clinical trial. *Brain Sci*. 2019;9(11).
 22. Park YH, Lee CH, Lee BH. Clinical usefulness of the virtual reality-based postural control training on the gait ability in patients with stroke. *J Exerc Rehabil*. 2013;9(5):489–94.
 23. Kim N, Lee BH, Kim Y, Min W. Effects of virtual reality treadmill training on community balance confidence and gait in people post-stroke: A randomized controlled trial. *J Exp Stroke Transl Med*. 2016;9(1):1–7.
 24. Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: A double-blind, randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016;88(9):693–701.
 25. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2008;28(2):201–6.
 26. Mirelman A, Patrilli BL, Bonato P, Deutsch JE. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. *Gait Posture* [Internet]. 2010;31(4):433–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.01.016>
 27. Sütbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror Therapy Enhances Lower-Extremity Motor Recovery and Motor Functioning After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(5):555–9.
 28. Fishbein P, Hutzler Y, Ratmansky M, Treger I, Dunsky A. A Preliminary Study of Dual-Task Training Using Virtual Reality: Influence on Walking and Balance in Chronic Poststroke Survivors. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2019;28(11):1–8.
 29. Cho KH, Kim MK, Lee HJ, Lee WH. Virtual reality training with cognitive load improves walking function in chronic stroke patients. *Tohoku J Exp Med*. 2015;236(4):273–80.
 30. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther*. 2000;80(9):886–95.
 31. Cho KH, Lee WH. Virtual walking training program using a real-world video recording for patients with chronic stroke: A pilot study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013;92(5):371–84.
 32. Park C, Oh-Park M, Bialek A, Friel K, Edwards D, You JSH. Abnormal synergistic gait mitigation in acute stroke using an innovative ankle–knee–hip interlimb humanoid robot: a preliminary randomized controlled trial. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(1):1–13. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01959-z>