

Juliana Melo Rodrigues

**USO DA REALIDADE VIRTUAL PARA MELHORA DO EQUÍ-
LÍBRIO E MARCHA DE INDIVÍDUOS COM HEMIPARESIA
CRÔNICA.**

Belo Horizonte

2011

Juliana Melo Rodrigues

**USO DA REALIDADE VIRTUAL PARA MELHORA DO EQUÍ-
LÍBRIO E MARCHA DE INDIVÍDUOS COM HEMIPARESIA
CRÔNICA.**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Geriatria e Gerontologia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Geriatria e Gerontologia.

Orientador: Prof. M.Sc. Lucas Rodrigues Nascimento

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

R696 Rodrigues, Juliana Melo
u Uso da realidade virtual para melhora do equilíbrio e marcha de
2011 indivíduos com hemiparesia crônica. [manuscrito] /Juliana Melo
Rodrigues – 2011.
26 f., enc.:il.

Orientador: Lucas Rodrigues Nascimento

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 22-24

1. Acidentes Vasculares Cerebrais. 2. Marcha. 3. Equilíbrio (Fisiologia). 4. Realidade virtual. I. Nascimento, Lucas Rodrigues. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8

RESUMO

Estima-se que cerca de 21% dos indivíduos que sofreram acidente vascular encefálico (AVE) persistem após um ano com significativa redução da mobilidade resultando em limitações durante a realização de atividades de vida diária, perda da independência funcional e isolamento social. A realidade virtual é um recurso em reabilitação que tem sido amplamente utilizado na atualidade. Por meio da realidade virtual é possível simular um ambiente real e interagir com elementos deste cenário. Na reabilitação este recurso possibilita explorar aspectos como repetição, *feedback* e motivação que são importantes para o aprendizado motor, podendo complementar o tratamento fisioterapêutico para reabilitação da marcha e do equilíbrio. A maioria dos estudos recentes enfoca o uso da realidade virtual na restauração da função de membro superior e ainda não é claro se a realidade virtual pode contribuir na melhoria do equilíbrio e marcha em indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a evidência científica disponível que suporta o uso da realidade virtual na reabilitação da marcha e equilíbrio de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE. Os resultados encontrados foram eminentemente positivos, o que sugere que a realidade virtual pode ser uma estratégia promissora para melhorar o equilíbrio dinâmico e a marcha de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE.

Palavras-chave: AVE, equilíbrio, marcha, realidade virtual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	MÉTODO	6
3	RESULTADOS	8
4	DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÕES.....	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, cerca de dois terços dos acidentes vasculares encefálicos (AVE) ocorrem nos países em desenvolvimento. No Brasil, as doenças cerebrovasculares respondem por 32% das mortes a cada ano, mas a mortalidade por AVE ajustada para faixa etária vem progressivamente declinando¹. Os indivíduos que sobrevivem ao AVE frequentemente evoluem com limitações funcionais as quais comprometem a sua mobilidade e equilíbrio. Aproximadamente 21% dos indivíduos que sofreram AVE apresentam, após um ano, significativa redução da mobilidade resultando em limitações durante a realização de atividades de vida diária, perda da independência funcional e isolamento social^{2,3}.

Estudos recentes sugerem que treinos desafiantes, repetitivos, tarefa-específicos, motivantes e intensivos permitem modificações teciduais, descoberta de novas estratégias de ação e conseqüente modificação cortical uso-dependente^{2,4}. Vários estudos têm demonstrado que a realidade virtual pode ser uma ferramenta útil para reabilitação de indivíduos com hemiparesia^{2,4,5,6,7,8,9,10}. A realidade virtual é uma simulação de um ambiente real gerado por um *software* de computador que permite ao usuário interagir com elementos dentro de um cenário simulado. Existe uma grande variedade de interfaces para atuar com o ambiente virtual, incluindo desde dispositivos mais comuns como *mouse* e teclado ou um *joystick*, até complexos sistemas de captura de movimentos ou dispositivos que permitem aferências sensoriais, fornecendo ao usuário a sensação de estar manipulando um objeto real^{2,6,9}.

O ambiente virtual pode ser imersivo ou não imersivo, de acordo com o grau de isolamento do usuário com o ambiente físico ao interagir com o ambiente virtual. Ambientes virtuais totalmente imersivos geralmente utilizam grandes telas de projeção, muitas vezes em superfícies côncavas ou projeção em visores para criar a sensação de imersão. Sistemas de captura de vídeo também podem ser usados para criar a sensação de imersão, gerando a imagem virtual do usuário ou de um avatar na cena mostrada na tela. Em ambientes de realidade virtual não imersivos, usuários interagem em diferentes graus com o ambiente virtual, com ou sem interfaces (*mouse*, *ciberluvas*, *joysticks* e sensores de força)⁶. Os sistemas de vídeo games produzidos

pela indústria de entretenimento para uso doméstico também são considerados recursos de realidade virtual. Eles possuem a vantagem de ser tecnologia de menor custo e, portanto, mais acessível a clínicas e pacientes².

Geralmente o treino com realidade virtual é utilizado como complemento a outras terapias¹⁰ apresentando como vantagem a possibilidade de controlar de forma precisa e reprodutível cada uma das sessões, promover prática intensiva e fornecer informações sensoriais⁸. Além disso, é possível adaptar as interfaces às limitações motoras de cada paciente e permitir a prática de habilidades que teriam um risco potencial no mundo real em ambientes virtuais seguros^{9,11}.

Na literatura consultada, verificaram-se muitos estudos explorando uso da realidade virtual para ganho de função de membros superiores em indivíduos com hemiparesia crônica^{4,6,8,7,12,13,14}. No entanto, as evidências sobre o uso desta tecnologia para treino de marcha e equilíbrio são escassas. Portanto, o objetivo deste estudo é analisar o nível de evidência existente na literatura atual sobre a eficácia do uso da realidade virtual para melhora do equilíbrio e marcha de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE.

2 MÉTODO

Foi realizada busca bibliográfica nas seguintes bases de dados: *Medline*, *Physiotherapy Evidence Database*, *Ovid* y *la Biblioteca Cochrane* e BIREME entre Abril e Outubro de 2011. Foram utilizados os seguintes termos: acidente vascular cerebral (stroke, cerebrovascular accident) + realidade virtual (virtual reality) + marcha (gait, walking) e acidente vascular cerebral (stroke, cerebrovascular) + realidade virtual (virtual reality) + equilíbrio (balance). Além disso, também foram consultadas as referências bibliográficas dos artigos encontrados.

Para seleção dos estudos, foram analisados o título e o resumo dos artigos encontrados por dois revisores independentes. Os trabalhos que não continham informações suficientes no título e no resumo sobre o desfecho desejado, foram lidos na íntegra para coleta de informações suficientes para incluí-los ou descartá-los³.

Os estudos encontrados foram avaliados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (1) desenho do estudo: ensaio clínico aleatorizado (ECA); (2) população: indivíduos com hemiparesia decorrente de AVE; (3) intervenção incluindo uso da realidade virtual isolada ou em conjunto com outra terapia; (4) grupo controle submetido qualquer intervenção sem uso da realidade virtual ou a nenhuma intervenção; (5) desfecho: variáveis relacionadas ao equilíbrio ou desempenho da marcha.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada pela escala PEDro^{15,16}. Esta escala avalia a validade interna e informação estatística de ensaios clínicos por meio de 11 itens. Cada item adequadamente satisfeito (exceto o item 1, que está relacionado à validade externa) contribui com um ponto sendo o escore máximo de 10 pontos¹⁶. Neste estudo foi utilizada a pontuação oficial dos artigos descrita no endereço eletrônico da base de dados. A pontuação dos manuscritos não incluídos na base de dados PEDro ou não pontuados foi realizada pelos autores do estudo. Após obtenção dos escores da escala PEDro, os ensaios clínicos encontrados foram classificados de acordo com sua qualidade metodológica em¹⁷:

- Excelente (escore de 9 a 10);
- Boa (escore de 6 a 8);
- Regular (escores de 4 a 5)

- Ruim (escores menores que 4)

As informações dos trabalhos foram resumidas de forma padronizada, com base nos seguintes tópicos: autor(es), característica da amostra, características da intervenção (frequência e duração das sessões, tempo total do tratamento, tipo de recurso de realidade virtual utilizada), instrumentos de avaliação utilizados, resultados encontrados e pontuação na escala PEDro.

3 RESULTADOS

A busca sistemática da literatura identificou 30 estudos potencialmente capazes de responder à pergunta clínica do estudo e preencher os critérios de inclusão estabelecidos. Destes trabalhos havia: uma revisão sistemática, dez revisões narrativas da literatura, seis ensaios clínicos randomizados, três ensaios clínicos não randomizados, seis estudos transversais e um estudo de caso. Não foi possível a classificação de três estudos, devido à indisponibilidade de informações (trabalhos não disponíveis na íntegra).

Após a leitura dos títulos e dos resumos disponíveis, foram pré-selecionados inicialmente oito artigos pelo primeiro revisor e cinco pelo segundo revisor para leitura na íntegra, dos quais apenas seis ensaios clínicos randomizados foram selecionados para este estudo. Portanto, foram excluídos dois trabalhos. O primeiro estudo¹⁴ por não ser randomizado e a intervenção dos avaliadores não englobar treino de equilíbrio. O segundo artigo foi excluído por não estar disponível na íntegra, com publicação apenas do seu protocolo¹⁸.

As principais características e resultados dos estudos estão representados na QUADRO 1. A maioria dos estudos avaliou hemiparéticos crônicos com mais de um ano de AVE e com média de idade de 59 anos (faixa etária de 54 a 66 anos). Somente um estudo¹⁹ incluiu indivíduos com apenas seis meses de acometimento. O tamanho da amostra entre os estudos variou de dez a 24 participantes, divididos entre grupo experimental e controle. Foram incluídos indivíduos com hemiparesia direita e esquerda.

Os protocolos de intervenção variaram de 9 a 20 sessões, uma vez ao dia, durante três a quatro semanas. A duração de cada sessão variou entre 20 a 60 minutos. Três estudos^{20,21,22} utilizaram exclusivamente a realidade virtual como forma de intervenção. Os demais aplicaram a realidade virtual associada a treino na esteira^{19,23} ou agregado a tratamento de fisioterapia e/ou terapia ocupacional convencionais^{19,24}.

Em relação ao recurso de realidade virtual utilizado, a maioria dos autores empregou dispositivos que permitiam a imersão do indivíduo. You *et al.*, (2005)²⁰ e Kim *et al.*

(2009)²⁴ utilizaram monitores, câmeras de vídeo, luvas e objetos virtuais para permitir a livre movimentação dos sujeitos no mundo real e a manipulação de objetos na realidade virtual. Já Yang *et al.* (2008)²³ e Yang *et al.* (2011)¹⁹ utilizaram imagens virtuais acopladas à esteira, permitindo alterações de inclinação e velocidade da esteira de acordo com as imagens virtuais geradas. Mirelman *et al.* (2009)²¹ e Mirelman *et al.* (2010)²² utilizaram a realidade virtual não imersiva, com *feedback* visual da tela de computador.

Na análise dos resultados, a maioria dos estudos^{19,20,23,24} realizou a comparação dos efeitos da intervenção intergrupos, ou seja, grupo controle *versus* o experimental. Três estudos realizaram a comparação intragrupo, ou seja, controle antes da intervenção *versus* controle após intervenção e experimental antes da intervenção *versus* experimental após intervenção^{21,22,23}. Yang *et al.* (2011)¹⁹ realizaram os dois tipos de comparação: intragrupo e intergrupos.

Considerando o equilíbrio, apenas dois estudos reportaram resultados relacionados a este desfecho^{19,24}. Ambos os estudos avaliaram o equilíbrio estático e dinâmico por meio de sensores de pressão e Kim *et al.* (2009)²⁴ também aplicaram a escala funcional de equilíbrio de BERG (BERG). Após a intervenção, os estudos não encontraram diferença significativa no equilíbrio estático entre os grupos controle e experimental. Kim *et al.* (2009)²⁴ encontraram melhores escores na escala de BERG no grupo experimental. Em relação ao equilíbrio dinâmico, tanto o estudo de Yang *et al.* (2011)¹⁹ e quanto de Kim *et al.* (2009)²⁴, relataram melhor desempenho no grupo experimental no equilíbrio dinâmico avaliado por meio de sensores de pressão. No entanto, apesar de encontrar resultados similares, a atividade escolhida para avaliação do equilíbrio dinâmico diferiu entre os autores. Kim *et al.* (2009)²⁴ utilizaram a estratégia do tornozelo durante a aquisição dos dados e Yang *et al.* (2011)¹⁹ empregaram a transição da posição sentada para de pé.

Em relação ao desfecho marcha, observou-se grande variabilidade de instrumentos empregados para avaliação, variando entre escalas de classificação, questionários, testes clínicos e análise computadorizada (análise cinética e cinemática, sensores de pressão e monitor de atividade do paciente) além de exame de neuroimagem.

Considerando as escalas de classificação, apenas um estudo empregou a escala de classificação funcional da marcha modificada (FAC)²⁰ e dois trabalhos aplicaram a escala de avaliação motora modificada funcional (MMAS)^{20,24}. Ambos os estudos relataram melhores escores tanto na FAC quanto na MMAS no grupo experimental após a intervenção.

Apenas um ensaio clínico²³ empregou questionários para avaliação da locomoção. Foram empregados o questionário de habilidade de marcha (WAQ) e a escala de confiança no equilíbrio em atividades específicas (ABC). Neste estudo, os autores avaliaram os grupos controle e experimental em três momentos (pré-treino, pós-treino e *follow-up*) e realizaram comparações intragrupo e intergrupos. O grupo experimental apresentou aumento dos escores da ABC no pós-treino, mas não manteve este aumento no *follow-up*. Não foram reportadas diferenças entre os grupos segundo a ABC. Já a escala WAQ evidenciou melhores escores no grupo controle durante o *follow-up* e no experimental no pós-treino e no *follow-up* durante a comparação intragrupo. Na comparação entre os grupos, foram encontradas melhores escores no grupo experimental.

Dentre os testes clínicos empregados estão velocidade de marcha em 10 metros^{23,24} e em 7 metros^{21,22}, teste de marcha comunitária²³ e testes de caminhada de 6 minutos (TC6)²¹. No teste de velocidade de marcha, os quatro autores relataram que o grupo experimental apresentou maiores incrementos da velocidade de marcha após a intervenção e manteve este ganho durante o *follow-up*^{21,22,23,24}. O grupo experimental também apresentou maior tempo de permanência em marcha comunitária²³ e maior distância percorrida no TC6²².

Na análise da marcha com sensores de pressão foi observada divergência entre os resultados reportados. Yang *et al.* (2011)¹⁹ não identificaram alterações significativas entre os grupos quanto ao padrão de marcha, mas Kim *et al.* (2009)²⁴ relataram que o grupo experimental apresentou aumento de cadência, tempo de passo e comprimento da passada em relação ao grupo controle.

Somente um estudo²¹ avaliou a locomoção por meio de monitor de atividade do paciente (PAM) e reportou que o grupo experimental apresentou maior distância per-

corrida, número de passos por dia, velocidade média e pico de velocidade após a intervenção em relação ao grupo controle, demonstrando uma rotina mais ativa.

Apenas Mirelman *et al.* (2010)²² realizaram análise cinética e cinemática do padrão de marcha dos sujeitos e eles foram avaliados em duas condições: com calçado e órtese e descalço. Na condição descalço, o grupo experimental apresentou maior momentum de impulsão do tornozelo e aumento na amplitude de movimento (ADM) do joelho na fase de apoio e balanço e manteve este ganho no *follow-up*. Ambos os grupos apresentaram aumento da potência em flexão plantar e aumento da ADM de tornozelo, mas os incrementos foram maiores no grupo experimental. Na condição calçada com a órtese, ambos os grupos apresentaram aumento da ADM de joelho, que foi mantida no *follow-up* e não houve modificação da ADM de tornozelo. Além disso, o grupo experimental apresentou retardo do início da impulsão em relação a ele mesmo (durante o pré-treino) aproximando-se mais do padrão de marcha normal.

O único estudo que realizou exame de neuroimagem como forma de avaliação foi de You *et al.* (2005)²⁰, que utilizaram a ressonância magnética funcional para avaliar seus participantes enquanto realizavam movimentos seqüenciais e rítmicos de flexo-extensão de joelho e analisaram a ativação de 5 regiões encefálicas: córtex sensitivo primário, córtex motor primário, córtex sensoriomotor primário, córtex premotor e área motora suplementar. Após a realização da intervenção, foi encontrado aumento significativo da somente ativação do córtex sensoriomotor primário no grupo experimental.

Dois estudos não possuíam pontuação pela PEDro database^{19,24}, de forma que foram pontuados pelo revisor. A qualidade metodológica dos artigos, avaliada pela escala PEDro, variou entre três e seis pontos (QUADRO 2), sendo a maioria dos ensaios clínicos classificados como de qualidade regular (GRÁFICO 1). Nenhum estudo alcançou a classificação de excelente.

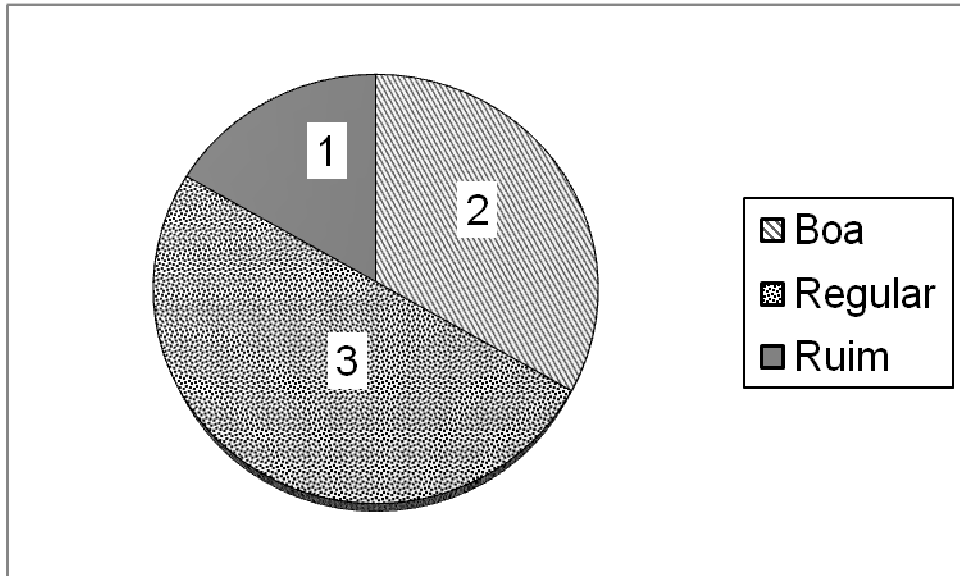


GRÁFICO 1: Qualidade dos ensaios clínicos randomizados

QUADRO 1

Características metodológicas e síntese dos resultados dos estudos revisados

Estudo	Controle	Experimental	Intervenção	Instrumentos	Resultados
You <i>et al.</i> 2005 ²⁰	n= 5 55 anos sem intervenção	n= 5 55 anos treino em RV	60 min 5/semana 4 semanas Imersão	FAC modificada MMAS Ressonância funcional	Entre grupos: Experimental foi superior ao controle na FAC e MMAS (p<0,05) e apresentou maior ativação do córtex sensoriomotor primário (p<0,001).
Yang <i>et al.</i> 2008 ²³	n= 9 61 anos Esteira	n= 11 55 anos Esteira + RV	20 min 3/semana 3 semanas Imersão	Veloc marcha 12m teste de marcha comunitária 400m, WAQ ABC.	Dentro dos grupos: controle: melhora no tempo de marcha comunitária no pós treino e <i>follow-up</i> (p<0,05). No <i>follow-up</i> apresentou melhora no WAC (p<0,05). Experimental: melhora velocidade de marcha e tempo de marcha comunitária (p<0,01) assim como no WAQ e ABC (p<0,05) no pós treino. Manteve melhora nestes aspectos no <i>follow-up</i> (p<0,01) exceto no escore da ABC. Entre grupos: O experimental apresentou maior velocidade de marcha (p=0,03) e tempo de marcha comunitária (p=0,04) no pós-treino, mas no <i>follow-up</i> apresentou melhor escore somente WAQ (p=0,03).
Mirelman <i>et al.</i> 2009 ²¹	n= 9 62 anos movimentos de tornozelo em plataforma de força sem <i>feedback</i>	n= 9 61 anos movimentos de tornozelo em plataforma de força com <i>feedback</i> virtual	60min 3/semana 4 semanas Sem imersão (<i>feedback</i> visual e auditivo)	Veloc marcha 7 m TC6' PAM	Dentro dos grupos: Experimental tolerou maior tempo de treino (p=0,002), distância no TC6' (p=0,002), velocidade de marcha no pós treino (p=0,003) e estes dois últimos se mantiveram no <i>follow-up</i> (p<0,05). Não houve diferença no n° de repetições entre grupos. Na análise pelo PAM, experimental apresentou maior distância percorrida (p=0,024) no pós-treino, número de passos por dia (p=0,045), velocidade média (p=0,02) e pico de velocidade (p=0,023) no pós-treino. Apenas no experimental houve mudança na classificação da marcha.
Kim <i>et al.</i> 2009 ²⁴	n= 12 52 anos 40 min de	n= 12 52 anos 40 min de Fi-	40 min 4/ semana 4 semanas	BERG Equilíbrio estático e dinâmico	Não houve diferença pré e pós no controle. Entre grupos: Experimental apresentou melhores escores na BERG e MMAS (p=0,000), Teste de marcha de 10 m

	Fisio convencional	sio convencional + 30 min de RV	Imersão do (câmeras e luvas)	Teste marcha de 10 m MMAS GAITRite	(p=0,002). Não houve diferença entre grupos no equilíbrio estático. No equilíbrio dinâmico o experimental apresentou melhores ângulos de deslocamento anteroposterior (p=0,000) e laterolateral (p=0,009). Somente o experimental aumentou cadência (p=0,010), tempo de passo (p=0,012) e comprimento da passada (p=0,013).
Mirelman <i>et al.</i> 2010 ²²	n= 9 62 anos movimentos de tornozelo em plataforma de força na posição sentada sem <i>feedback</i>	n= 9 61 anos movimentos de tornozelo em plataforma de força na posição com <i>feedback</i> virtual	60min, 3/semana 4 semanas Sem imersão (<i>feedback</i> visual e auditivo)	Veloc marcha 7 m Análise cinética e cinemática de marcha com e sem órtese	Dentro dos grupos: Experimental apresentou maior velocidade de marcha (p=0,003) no pós-treino e <i>follow-up</i> (p=0,013). Sem órtese, o experimental apresentou aumento na ADM do joelho parético no apoio e balanço e manteve ganho no <i>follow-up</i> (p<0,05). Houve aumento da ADM de tornozelo parético em ambos os grupos, mas foi maior o aumento no experimental. Além disso, o experimental também apresentou maior potência de impulsão do tornozelo (p=0,036) e retardou o início da impulsão em relação a ele mesmo (p=0,003) aproximando-se mais do padrão de marcha normal. Com órtese no pós-treino, o experimental aumentou a ADM de joelho no apoio e, no controle, a ADM de joelho diminuiu no apoio e aumentou no balanço (p<0,05). Este ganho foi mantido no <i>follow-up</i> .
Yang <i>et al.</i> 2011 ¹⁹	n= 7 56 anos fisio e TO + 20' treino de esteira	n= 7 66 anos fisio e TO + 20' treino de esteira + RV	40' fisio e TO + 20 min de esteira, 3/ semana 3 semanas Imersão	Equilíbrio estático e no erguer-se para de pé e marcha 5 m com sensores de pressão	Dentro dos grupos: ambos os grupos apresentaram aumento da fase de apoio. Experimental maior área de contato no pé parético. Entre grupos: Grupos não apresentaram diferença no equilíbrio estático. Experimental apresentou melhora do desempenho do passar de sentado para de pé.

RV: realidade virtual; FAC: Classificação funcional da marcha; MMAS: Escala de avaliação motora modificada funcional, WAQ: Questionário de habilidade de marcha; ABC: escala de confiança no equilíbrio em atividades específicas; TC6': Teste de caminhada de 6 minutos; BERG: escala funcional de equilíbrio de Berg; PAM: monitor de atividade de paciente; BPM: Monitor de performance de equilíbrio; GAITRite: Sistema de avaliação de marcha; ADM: Amplitude de movimento; fisio: fisioterapia convencional; TO: terapia ocupacional convencional.

QUADRO 2

Critérios e especificações referentes à avaliação metodológica de acordo com a escala PEDro

Estudo	You <i>et al.</i> ²⁰ , (2005)	Yang <i>et al.</i> ²³ (2008)	Mirelman <i>et al.</i> ²¹ (2009)	Kim <i>et al.</i> ²⁴ (2009)	Mirelman <i>et al.</i> ²² (2010)	Yang <i>et al.</i> ¹⁹ (2011)
Alocação aleatória	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sigilo na alocação	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Similaridade inicial entre grupos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mascaramento de participantes	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Mascaramento de terapeutas	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Mascaramento de avaliadores	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Medidas de um desfecho primário (85% dos participantes)	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Análise por intenção de tratar	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Comparação entre grupos em desfecho primário	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Medidas de tendência central e variabilidade	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Score total	5	6	5	6	3	5

4 DISCUSSÃO

Reabilitação é um componente essencial de qualquer programa para reduzir deficiências motoras, limitações da atividade e restrição da participação social de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE. Dentre as limitações funcionais decorrentes do AVE é frequente a dificuldade para marcha. O treino da marcha e do equilíbrio podem levar a aquisição de marcha funcional e, conseqüentemente, contribuir para aumentar a participação dos indivíduos nas atividades de vida diária e em atividades sociais²⁵.

O paradigma atual das estratégias de reabilitação de indivíduos com deficiências decorrentes de AVE são focadas na alta intensidade, repetição e prática de tarefa-específica^{10,26}. Novas formas de intervenção, tais como terapia por contensão induzida, treino em esteira, uso da robótica, estimulação cerebral e uso realidade virtual são propostas visando incrementar os benefícios obtidos durante sessões de reabilitação^{10,12}. A realidade virtual pode transformar a prática de exercícios repetitivos em tarefas direcionadas a um alvo, aumentando a motivação e adesão do paciente ao tratamento. No estudo de Mirelman *et al.* (2009)²¹, o grupo que foi submetido à prática repetitiva de movimentos de tornozelo associada a realidade virtual houve menos queixa de fadiga, menor necessidade de direcionamento verbal e manual e tempo de descanso. Portanto, a realidade virtual pode contribuir para potencializar os treinos propostos pelo fisioterapeuta e favorecer o aprendizado motor.

Dados de estudo²⁷ realizado na Inglaterra revelam que cerca de 50% dos indivíduos pós AVE vivendo em comunidade sofrem pelo menos uma queda no período de um ano, e aproximadamente 50% destes, mais de uma queda. Existem evidências que o treino de equilíbrio específico é capaz de promover melhora do equilíbrio em pacientes hemiparéticos crônicos²⁸. Nesta revisão, apenas dois estudos^{19,24} avaliaram e aplicaram intervenções específicas para o equilíbrio. Ambos os estudos demonstraram que o grupo experimental apresentou melhor desempenho nas tarefas de equilíbrio após a intervenção. No estudo de Kim *et al.* (2009)²⁴, apenas no grupo experimental a diferença dos escores pré e pós-treino mensurado na BERG ultrapassou a diferença considerada clinicamente relevante (melhora de pelo menos quatro pontos) para considerar mudança no desempenho do equilíbrio²⁹. No entanto, é impor-

tante ressaltar que neste mesmo estudo a intensidade de intervenção diferiu entre os grupos criando viés nos resultados encontrados. O grupo controle foi submetido a 40 minutos de fisioterapia convencional e o experimental ao mesmo tempo de fisioterapia associada com outros 30 minutos de treino em realidade virtual. Portanto os efeitos encontrados podem ser atribuídos tanto ao uso da realidade virtual quanto ao maior tempo de treino.

No Brasil, dos indivíduos que sofreram AVE, estima-se que cerca de 30% apresentam dificuldade para deambular³⁰. Os programas de treinamento da marcha têm como objetivo restabelecer a marcha funcional e/ou melhorar o desempenho dos pacientes. Considerando este desfecho, os estudos selecionados avaliaram o impacto das intervenções de formas muito variadas. No entanto, a maioria dos instrumentos utilizados apontaram melhoras de maior magnitude senão apenas no grupo experimental das variáveis relacionadas à marcha.

Em relação aos questionários e escalas, foram utilizadas a FAC, MMAS, ABC e WAQ e apenas a ABC não foi capaz de evidenciar mudanças após a intervenção entre os grupos. Todos os demais instrumentos revelaram melhores escores no grupo experimental.

You *et al.* (2005)²⁰ avaliaram as mudanças com FAC modificada durante o pré e pós treino. Neste estudo, todos os indivíduos do grupo experimental melhoraram sua classificação na marcha (por exemplo, passaram de deambulador comunitário mais restrito para menos restrito), indicando que o treino com realidade virtual poderia repercutir no ganho de função na marcha. Este estudo foi o único no qual o grupo controle não foi submetido a nenhuma intervenção. Considerando que existem evidências contundentes na literatura que intervenções englobando o treino de marcha e equilíbrio promovem melhoras funcionais na marcha em indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE^{28,30} é possível que este fato tenha contribuído para uma maior diferença observada em direção ao grupo cujo o tratamento incluiu a realidade virtual.

Os resultados da escala de MMAS tanto no estudo de Kim *et al.* (2009)²⁴ quanto de You *et al.* (2005)²⁰ foram coincidentes, ou seja, o grupo controle não apresentou alteração do escore e o grupo experimental apresentou melhora significativa dos esco-

res após a intervenção, sugerindo melhora da função motora dos indivíduos após a intervenção incluindo a realidade virtual.

Os testes clínicos foram empregados em quatro estudos^{21,22,23,24} e em todos eles foi mensurado melhor desempenho no grupo experimental. Nesses quatro artigos^{21,22,23,24} a velocidade da marcha foi um dos parâmetros avaliados. Esta medida é um importante indicador de função e prognóstico pós-AVE, sendo sensível para detectar mudanças clínicas³¹. De acordo com a velocidade de marcha, os indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE podem ser divididos em três classes funcionais³¹: deambuladores domiciliares (velocidade de <0.4 m/s); deambuladores comunitários restritos (velocidade de 0.4 to 0.8 m/s) e deambuladores sem restrições (velocidade >0.8 m/s). Nos estudos selecionados, a velocidade média dos participantes foi de cerca 0,61 m/s (variou de 0,44 m/s a 0,71 m/s) antes da intervenção. Portanto, a maioria dos participantes eram deambuladores comunitários restritos, considerando apenas a velocidade da marcha. Kim *et al.* (2009)²⁴ avaliaram indivíduos com as menores velocidade de locomoção e o estudo de Yang *et al.* (2008)²³ selecionaram indivíduos com as maiores velocidades de marcha. Em nenhum estudo a média da velocidade de locomoção da amostra foi menor que 0,4 m/s, sugerindo que esta tecnologia pode ter uso limitado nesta população com maior dificuldade para marcha. Após a intervenção, foi demonstrado que apenas no grupo experimental houve aumento significativo desta variável e nos três estudos^{21,22,23} que realizaram *follow-up*, essa melhora foi mantida. Nesses três estudos^{21,22,23} o incremento no grupo experimental no pós treino levou a mudança na classificação de deambulador comunitário restrito para deambulador sem limitações, ou seja, o treino com realidade virtual permitiu ganho funcional na marcha. Vale ressaltar que os estudos de Mirelman *et al.* (2009)²¹ e Mirelman *et al.* (2010)²² encontraram resultados idênticos quanto a esta variável, indicando, possivelmente, que ambos os estudos avaliaram a mesma amostra. Outros dados que corroboram para esta impressão, são os dados descritivos da amostra, nos quais as médias de idade, prevalência de sexo, lado acometido também são coincidentes.

Dois estudos realizaram a análise do padrão de marcha por meio de sensores de pressão. No entanto revelaram resultados conflitantes, uma vez que Yang *et al.* (2011)¹⁹ não identificaram alterações significativas entre os grupos e Kim *et al.*

(2009)²⁴ relataram aumento de cadência, tempo de passo e comprimento da passada no grupo experimental. Embora outros instrumentos empregados, tais como PAM, análise cinética e cinemática e neuroimagem tenham revelado resultados positivos no grupo experimental, cada um deles foi utilizado de forma isolada em apenas um estudo. Somente Mirelman *et al.* (2009)²¹ utilizaram o PAM, apenas Mirelman *et al.* (2010)²² realizaram análise cinética e cinemática da marcha e somente You *et al.* (2005)²⁰ empregaram a ressonância magnética funcional. Por isso, não foi possível a comparação dos resultados entre os estudos, sendo achados isolados.

Existem relatos na literatura sobre a possibilidade de efeitos adversos relacionados ao uso da realidade virtual, tais como náuseas, cansaço visual, tonturas, desorientação e cefaléia¹². Nenhum dos estudos revisados relatou tais reações sugerindo que o programa de treinamento é seguro para a população de indivíduos com hemiparesia crônica.

Nesta revisão, todos os estudos selecionados estudaram indivíduos com capacidade de deambulação sem apoio de terceiros e na fase crônica pós-AVE reduzindo o efeito da história natural da doença nos resultados encontrados. Além disso, todos os estudos excluíram indivíduos com alterações importantes de linguagem e deficiências cognitivas. Consequentemente, indivíduos com maior dificuldade de deambulação e com deficiência importante da linguagem e cognição podem não se beneficiar deste recurso.

Concluindo, nesta presente revisão sistemática não foi possível uma avaliação definitiva da realidade virtual como recurso terapêutico, uma vez que os estudos selecionados nesta revisão apresentaram desenho heterogêneo, com diferentes formas de intervenção e avaliação e possuem nível de evidência de regular a boa. No entanto, os resultados obtidos foram eminentemente positivos, o que sugere que o uso da realidade virtual pode ser uma estratégia promissora para melhorar o equilíbrio dinâmico e a marcha de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE.

No entanto, vale ressaltar que todos os ensaios clínicos selecionados aplicaram sistemas de realidade virtual que são limitados ao uso em laboratórios de pesquisa, por não serem comercializados ou terem alto custo. Por conseguinte, possuem baixa

validade externa, o que limita extrapolação dos resultados destes trabalhos para a prática clínica. Recentemente a indústria do entretenimento tem disponibilizando sistemas de realidade virtual de menor custo, tais como *Nintendo Wii*, *kinect* e *Playstation*, aumentando o acesso de centros de reabilitação e usuários domésticos a esta tecnologia²⁶. Existem poucos estudos investigando o uso desta tecnologia mais acessível para reabilitação de membros superiores em indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE²⁶, mas são desconhecidos estudos sobre a eficiência destes sistemas na promoção de melhora da marcha e equilíbrio de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE.

5 CONCLUSÕES

A evidência atual da eficácia do uso da realidade virtual na reabilitação da marcha e equilíbrio de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE ainda é limitada. No entanto, este recurso parece promissor, visto que a maioria dos estudos encontrados apresentaram resultados eminentemente positivos para o grupo experimental, sem relato de efeitos adversos. Estudos futuros são necessários para reforçar os resultados encontrados nesta revisão quanto à eficácia da realidade virtual e explorar o uso de tecnologias mais acessíveis para reabilitação da marcha e equilíbrio de indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE, favorecendo a aplicação desta tecnologia na prática clínica.

REFERÊNCIAS

1. KAISER, S.E. Aspectos epidemiológicos nas doenças coronariana e cerebrovascular. **Revista da SOCERJ**, v. 17, n. 1, p. 11 - 18, 2004.
2. SAPOSNIK, G., LEVIN, M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. **Stroke**, v. 42, n. 5, p. 1380 - 1386, Maio 2011.
3. VAN, D.P., I et al. Susceptibility to deterioration of mobility long-term after stroke: a prospective cohort study. **Stroke**, v. 37, n. 1, p. 167 - 171, Jan. 2006.
4. DEUTSCH, J.E., MIRELMAN, A. Virtual reality-based approaches to enable walking for people poststroke. **Top.Stroke Rehabil.**, v. 14, n. 6, p. 45 - 53, Nov. 2007.
5. EDMANS, J.A. *et al.* Validity of a virtual environment for stroke rehabilitation. **Stroke**, v. 37, n. 11, p. 2770 - 2775, Nov. 2006.
6. HENDERSON, A., KORNER-BITENSKY, N.LEVIN, M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. **Top.Stroke Rehabil.**, v. 14, n. 2, p. 52 - 61, Mar. 2007.
7. LAVER, K.E. *et al.* Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane.Database.Syst.Rev.**, v. 9, n. CD008349 - 2011.
8. MERIANS, A.S. *et al.* Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. **Phys.Ther.**, v. 82, n. 9, p. 898 - 915, Set. 2002.
9. PENASCO-MARTIN, B. *et al.* [Application of virtual reality in the motor aspects of neurorehabilitation]. **Rev.Neurol.**, v. 51, n. 8, p. 481 - 488, Out. 2010.
10. TEASELL, R.W., KALRA, L. What's new in stroke rehabilitation. **Stroke**, v. 35, n. 2, p. 383 - 385, Fev. 2004.
11. MIRELMAN, A. *et al.* Virtual reality for gait training: can it induce motor learning to enhance complex walking and reduce fall risk in patients with Parkinson's disease? **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, v. 66, n. 2, p. 234 - 240, Fev. 2011.

12. CROSBIE, J.H. et al. Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real. **Disabil.Rehabil.**, v. 29, n. 14, p. 1139 - 1146, Jul 2007.
13. DEUTSCH, J.E. Using virtual reality to improve walking post-stroke: translation to individuals with diabetes. **J.Diabetes Sci.Technol.**, v. 5, n. 2, p. 309 - 314, 2011.
14. MOUAWAD, M.R. *et al.* Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. **J.Rehabil.Med.**, v. 43, n. 6, p. 527 - 533, Maio 2011.
15. SHIWA, S.R. et al. Reproducibility of the Portuguese version of the PEDro Scale. **Cad.Saude Publica**, v. 27, n. 10, p. 2063 - 2068, Out. 2011.
16. Physiotherapy Evidence Database. Disponível em: <<http://www.pedro.org.au/portuguese/downloads/pedro-scale/>>. Acesso em 25 Maio 2011.
17. FOLEY, N.C. et al. The efficacy of stroke rehabilitation: a qualitative review. **Top.Stroke Rehabil.**, v. 10, n. 2, p. 1 - 18, 2003.
18. Virtual reality training program for ambulatory patients with chronic gait deficits after stroke. Disponível em: <<http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00600379>>. Acesso em 30 Jul. 2011.
19. YANG, S. et al. Improving Balance Skills in Patients Who Had Stroke Through Virtual Reality Treadmill Training. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, v. 90, n. 12, p. 1 - 10, 2011.
20. YOU, S.H. *et al.* Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. **Stroke**, v. 36, n. 6, p. 1166 - 1171, Jun. 2005.
21. MIRELMAN, A., BONATO, P., DEUTSCH, J.E. Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. **Stroke**, v. 40, n. 1, p. 169 - 174, Jan. 2009.
22. MIRELMAN, A. *et al.* Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. **Gait.Posture.**, v. 31, n. 4, p. 433 - 437, Abr. 2010.

23. YANG, Y.R. *et al.* Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. **Gait.Posture.**, v. 28, n. 2, p. 201 - 206, Aug. 2008.
24. KIM, J.H. *et al.* Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. **Am.J.Phys.Med.Rehabil.**, v. 88, n. 9, p. 693 - 701, Set. 2009.
25. JAFFE, D.L. *et al.* Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia. **J.Rehabil.Res.Dev.**, v. 41, n. 3A, p. 283 - 292, Maio 2004.
26. SAPOSNIK, G. *et al.* Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. **Stroke**, v. 41, n. 7, p. 1477 - 1484, Jul 2010.
27. HYNDMAN, D., ASHBURN, A.STACK, E. Fall events among people with stroke living in the community: circumstances of falls and characteristics of fallers. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, v. 83, n. 2, p. 165 - 170, Fev. 2002.
28. SCALZO, P. *et al.* Efeito de um treinamento específico de equilíbrio em hemiplégicos crônicos. **Rev Neurocienc**, v. 19, n. 1, p. 90 - 97, 2011.
29. WOLF, B. *et al.* Effect of a physical therapeutic intervention for balance problems in the elderly: a single-blind, randomized, controlled multicentre trial. **Clin.Rehabil.**, v. 15, n. 6, p. 624 - 636, Dez. 2001.
30. OVANDO, A. *et al.* Treinamento de marcha, cardiorrespiratório e muscular após acidente vascular encefálico: estratégias, dosagens e desfechos. **Fisioter.Mov.**, v. 23, n. 2, p. 253 - 269, 2010.
31. PERRY, J. *et al.* Classification of walking handicap in the stroke population. **Stroke**, v. 26, n. 6, p. 982 - 989, Jun 1995.