

Fisioterapia Brasil 2018;19(2):129-36

ARTIGO ORIGINAL

Realidade virtual em hemiparéticos crônicos: efeitos do treino no controle postural *Virtual reality in chronic hemiparesis: effects of training on the postural control*

Andrielle Gonçalves Gomes, Ft.*, Rosana Vendruscolo Zini, Ft.**; Mateus Corrêa Silveira, M.Sc.***, Carlos Bolli Mota, D.Sc.****, Nadiesca Taisa Filippin, D.Sc.*****

*Fisioterapeuta, Santa Maria/RS, **Fisioterapeuta, Júlio de Castilhos/RS, ***Docente do Curso de Educação Física da Faculdade Metodista de Santa Maria, Santa Maria/RS, ****Docente do Curso de Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria e Coordenador do Laboratório de Biomecânica, Santa Maria/RS, *****Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Franciscana, Santa Maria/RS, Grupo de pesquisa: Promoção da Saúde e Tecnologias aplicadas à Fisioterapia

Recebido em 23 de fevereiro de 2017; aceito em 21 de fevereiro de 2018.

Endereço para correspondência: Nadiesca Taisa Filippin, Rua Silva Jardim, 1175 Santa Maria RS, E-mail: nadifilippin@yahoo.com.br, Andrielle Gonçalves Gomes: andrielle_gomes@hotmail.com; Rosana Vendruscolo Zini: rzini18@hotmail.com; Mateus Corrêa Silveira: mm.biomec@gmail.com; Carlos Bolli Mota: bollimota@gmail.com

Estudo desenvolvido no Curso de Fisioterapia da Universidade Franciscana e no Laboratório de Biomecânica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

Resumo

Objetivo: O objetivo do estudo foi investigar os efeitos do treino com realidade virtual sobre o controle postural e a simetria do apoio de indivíduos hemiparéticos crônicos. **Métodos:** Oito indivíduos com idade média de 56,4 ($\pm 7,50$) anos e diagnóstico de acidente vascular encefálico (AVE), em fase crônica, participaram do estudo. Para obtenção dos dados relativos ao centro de pressão (COP) e índice de simetria foram utilizadas plataformas de força AMTI. **Resultados:** Houve um aumento significativo na amplitude de deslocamento anteroposterior e na área de elipse ($p \leq 0,05$). O deslocamento na direção médio-lateral, a velocidade total, os limites de estabilidade e o índice de simetria não apresentaram diferença significativa pré e pós-treino ($p \geq 0,05$). **Conclusão:** De maneira geral, os resultados do presente estudo demonstraram que o treino isolado do equilíbrio por meio da realidade virtual em indivíduos hemiparéticos crônicos não produziu efeitos significativos nas variáveis relacionadas ao COP durante a posição estática e deslocamentos do corpo, bem como no índice de simetria.

Palavras-chave: acidente vascular cerebral, equilíbrio postural, terapia de exposição à realidade virtual.

Abstract

Purpose: The aim of this study was to investigate the effects of virtual reality based training on postural control and symmetry of the support of individuals with chronic hemiparesis. **Methods:** Eight subjects with a mean age of 56.4 (± 7.50), with a diagnosis of stroke. Center of pressure (COP) and symmetry index were evaluated by means of force platforms. **Results:** There was a significant increase in the anterior-posterior displacement and ellipse area ($p \leq 0.05$). The medial-lateral displacement, total velocity, limits of stability and symmetry index showed no significant difference before and after training ($p \geq 0.05$). **Conclusion:** The results of this study demonstrate that isolated training of balance through virtual reality in individuals with chronic hemiparesis showed no significant effects on the COP variables during static posture and body displacements as well as on the index symmetry.

Key-words: stroke, postural balance, virtual reality exposure therapy.

Introdução

O controle postural requer simultâneo e contínuo processamento de dados de múltiplos sistemas como visão, sistema vestibular, propriocepção, reintegração cognitiva, além de respostas neuromusculares [1]. O controle postural é considerado um pré-requisito para as

atividades de vida diária (AVD) em qualquer idade [2] e pode ser definido como a habilidade de manter a posição do corpo dentro da base de apoio, contra a gravidade [3], ou seja, dentro dos limites de estabilidade. O centro de pressão (COP) é uma medida de deslocamento e é influenciado pela posição do centro de massa (COM) [4]. O deslocamento do COP é utilizado para avaliar distúrbios funcionais do sistema de controle postural [5].

Pessoas acometidas por um acidente vascular encefálico (AVE) podem apresentar déficits motores, sensoriais e/ou cognitivos, que limitam seu desempenho funcional [6,7]. Quando os sistemas que mantêm o controle postural são impactados por uma lesão neurológica, como o AVE, o equilíbrio e as atividades dependentes do equilíbrio são afetadas [1] e isso pode aumentar o risco de quedas e suas consequências. Segundo Yang *et al.* [8], o medo de cair leva a uma redução das atividades e com isso ocorre uma diminuição da independência e da qualidade de vida.

Dessa forma, o treino do controle postural torna-se importante para a recuperação funcional do paciente. Estudos têm enfatizado o treino repetitivo e intensivo, a aprendizagem motora com movimentos tarefa-específicos, o feedback visual e auditivo, em vez de abordagens passivas [9] ou treino convencional, os quais o paciente pode achar cansativo e sem propósito, levando à redução da motivação e aderência ao tratamento [10]. Dentro desse contexto, novas abordagens têm sido utilizadas no tratamento de pacientes com sequelas de AVE, como a realidade virtual (RV).

Para Park *et al.* [3] e Song *et al.* [11], a tecnologia de RV tem se tornado popular para a reabilitação física porque permite controle dos estímulos, feedback do desempenho em tempo real, prática independente, validade ecológica, ajustes dinâmicos de acordo com as dificuldades, aprendizagem, treino seguro e motivação do paciente. Segundo Pekna *et al.* [12], a RV pode estimular todos os componentes estruturais e funcionais da plasticidade neural e o desempenho cognitivo de pessoas pós-AVE.

Estudos têm mostrado que o treino com RV proporciona melhoras no equilíbrio estático e/ou dinâmico de hemiparéticos em estágio subagudo ou crônico [9,13-18], avaliados por meio de testes e escalas validadas. Por outro lado, Park *et al.* [3] e Song e Park [19] mostraram que o treino com RV não difere em seus resultados de um treino convencional, pois ambos mostraram melhoras no equilíbrio e na habilidade da marcha em hemiparéticos crônicos. Song *et al.* [11] relataram que o tratamento com RV não produz melhoras globais no equilíbrio de hemiparéticos crônicos. Rajaratnam *et al.* [20] avaliaram os efeitos da RV em hemiparéticos na fase aguda e não encontraram efeitos significativos desse treino sobre o controle postural.

De acordo com Lohse *et al.* [21], de Rooij *et al.* [22], Iruthayarajah *et al.* [1], até o momento, a reabilitação baseada na RV apresenta efeitos moderados quando comparada à fisioterapia convencional em adultos pós-AVE, com grande variabilidade nos parâmetros de intervenção e medidas de resultados, o que requer cautela para interpretação dos dados.

Torna-se importante destacar que a maioria dos estudos citados não utilizou medidas relacionadas ao COP para avaliação do controle postural. Dessa forma, este estudo teve como objetivo verificar os efeitos do treino baseado na RV na amplitude e velocidade de deslocamento do COP, área de elipse, limites de estabilidade e índice de simetria em hemiparéticos crônicos.

Material e métodos

Trata-se de um estudo do tipo quase-experimental, com abordagem quantitativa. A amostra se deu por conveniência e foi composta por pessoas com diagnóstico médico de Acidente Vascular Encefálico Isquêmico (AVEI), na fase crônica (após 6 meses), de ambos os sexos, com idade entre 40 e 65 anos, função cognitiva preservada, avaliada pelo Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) [23], com até grau 2 de espasticidade, classificado pela escala de Ashworth modificada, déficit de equilíbrio pontuado pela Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), com ponto de corte de 52 pontos [24] e capacidade de permanecer em pé independentemente.

Foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: pessoas que já haviam realizado treino de equilíbrio com realidade virtual, pessoas com déficit visual não corrigido, outras doenças neurológicas associadas, doenças osteomioarticulares e cardiorrespiratórias que impedissem o desenvolvimento das avaliações e do treino, a não adaptação ao treino e pessoas com mais de três faltas consecutivas no treino.

Os participantes foram recrutados nos serviços de fisioterapia oferecidos pelo Centro Universitário Franciscano. Durante o período de treino os participantes interromperam a fisioterapia convencional realizada. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do

Centro Universitário Franciscano (CAAE 10211012.9.0000.5306, número do parecer 149.341). Os participantes receberam informações sobre a pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, manifestando interesse em participar do estudo.

Inicialmente, foram aplicadas as escalas de Ashworth Modificada, Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) e Escala de Equilíbrio de Berg (EEB). As pessoas que se encaixaram nos critérios de inclusão passaram por uma avaliação clínica e uma avaliação do controle postural e da simetria do apoio, ocorrendo cada avaliação em um dia diferente. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Ensino Prático em Fisioterapia do Centro Universitário Franciscano e no Laboratório de Biomecânica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

As avaliações do controle postural e da simetria do apoio, antes e depois do período de treino, foram realizadas por meio de plataformas de força AMTI OR6-6-2000 (*Advanced Mechanical Technologies, Inc.*). Para obtenção dos dados relativos ao COP, o participante permaneceu em pé, descalço, em apoio bipodal, com os dois pés sobre uma plataforma, olhando para um ponto fixo na altura dos olhos (posicionado em um tripé a um metro de distância), braços ao longo do corpo e pés afastados na largura dos ombros. As medidas foram feitas na posição estática e durante deslocamentos do corpo para registro dos limites de estabilidade (LE). Para os testes dos LE, o participante foi instruído a realizar deslocamentos anteroposteriores e latero-laterais (direita e esquerda), sem retirar os pés da superfície de apoio e, separadamente, para cada uma das direções. O posicionamento dos pés na plataforma foi demarcado em um papel milimetrado na primeira tentativa para padronização das demais tentativas (avaliações pré e pós-treino). As distâncias da borda anterior, posterior e laterais dos pés até a borda da plataforma foram mensuradas na primeira tentativa para o cálculo dos LE. Assim, quanto menor a distância entre o COP e a borda dos pés (cm), maior é o limite de estabilidade. O lado afetado e não afetado foram utilizados como referências para o cálculo dos LE latero-laterais.

Já para registro das forças verticais utilizadas para a avaliação da simetria do apoio, o participante permaneceu em pé, com um pé em cada plataforma, seguindo as demais orientações dos testes anteriores.

Foram realizadas três tentativas válidas para cada condição avaliada (estático; deslocamentos anterior/posterior/direita/esquerda; simetria), com duração de trinta segundos cada. Para garantir a segurança dos participantes durante os testes, uma pessoa ficou posicionada próxima ao local dos testes. Para familiarização dos participantes, antes do início das avaliações foram demonstradas as posições de teste. Períodos de repouso entre as tentativas foram oferecidos, quando necessário. Todas as informações sobre a coleta de dados foram registradas em uma ficha de coleta de dados. A frequência de aquisição dos dados foi de 100 Hz.

O treino utilizando o *Wii Fit plus* foi realizado três vezes por semana, no período da tarde, com duração de 30 minutos, durante seis semanas. Antes e após o treino, o participante realizou alongamentos dos principais músculos de membros superiores e inferiores. Foram verificados os sinais vitais de cada participante antes e após o treino. Ainda, os participantes tiveram períodos de repouso durante a realização do treino. Todos os jogos foram realizados sobre a plataforma *Balance Board*, utilizando os deslocamentos anteroposteriores e médio-laterais. Os jogos selecionados foram: *Table Tilt*, *Balance Bubble* e *Penguin Slide*.

Os participantes praticaram cada jogo durante dez minutos, obedecendo as suas condições físicas. Conforme o participante foi adquirindo habilidade com os jogos, houve uma progressão, em que o nível de dificuldade foi modificado de principiante para avançado. Isso ocorreu de acordo com a pontuação que o participante atingiu durante as sessões. Todas as informações relativas ao treino foram anotadas em uma ficha de acompanhamento.

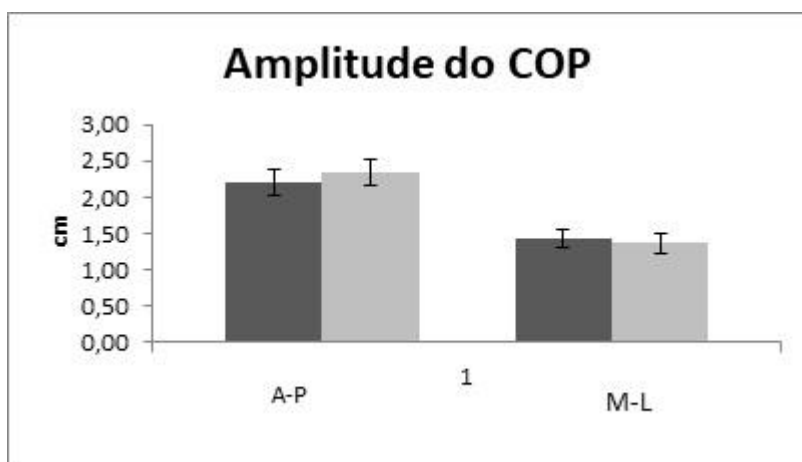
As variáveis foram processadas através de uma rotina usando o programa IDL (*Interactive Data Language*). Os dados foram filtrados utilizando-se um filtro *Butterworth*, passa-baixa, de 4ª ordem, com frequência de corte de 10 Hz. O programa Microsoft Excel foi utilizado para organização e tabulação dos dados. As variáveis relativas ao COP na posição estática foram: amplitude de deslocamento nas direções anteroposterior (A-P) e médio-lateral (M-L) (cm) e velocidade média de deslocamento (cm/s). Os valores referentes aos limites de estabilidade foram calculados a partir da distância entre o COP e a borda dos pés, portanto, uma diminuição na distância indica um aumento dos limites de estabilidade. A simetria do apoio foi avaliada por meio do índice de simetria, calculado a partir da fórmula: $rs = a/na$, em que, rs refere-se ao valor adimensional da razão de simetria calculada pela divisão do valor de descarga de peso no lado afetado (a) sobre o lado não afetado (na) [25]. Os valores utilizados para o cálculo do índice de simetria foram da força de reação do solo na direção vertical (Fz).

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva (média, desvio-padrão) e estatística inferencial. A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram avaliadas pelo teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. A comparação entre as avaliações foi feita por meio do teste de Wilcoxon. O nível de significância utilizado foi de alfa igual a 5%. O software utilizado para a análise foi o Biostat.

Resultados

Oito indivíduos, com idade média de 56,40 ($\pm 7,50$) anos, de ambos os gêneros, encaixaram-se nos critérios de inclusão. Estes apresentaram uma pontuação média de 25,00 ($\pm 4,40$) pontos no MEEM, 49,50 ($\pm 2,00$) pontos na avaliação do equilíbrio pela EEB e espasticidade de membros inferiores graduada até 2. Seis sujeitos apresentaram o hemisfério direito acometido e dois, o esquerdo. Quanto à lateralidade, seis eram canhotos e dois, destros.

Na Figura 1 é mostrada a amplitude de deslocamento do COP nas direções anteroposterior e médio-lateral pré e pós-treino.



*Significativo em $\alpha \leq 0,05$.

Figura 1 - Amplitude de deslocamento do COP nas direções ântero-posterior e médio-lateral, pré e pós-treino.

Na Figura 2 está representada a velocidade média do COP pré e pós-treino.

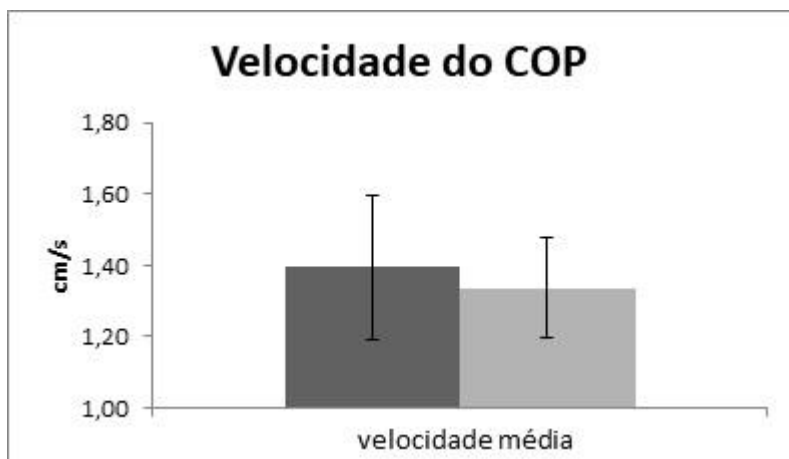


Figura 2 - Velocidade média do COP pré e pós-treino.

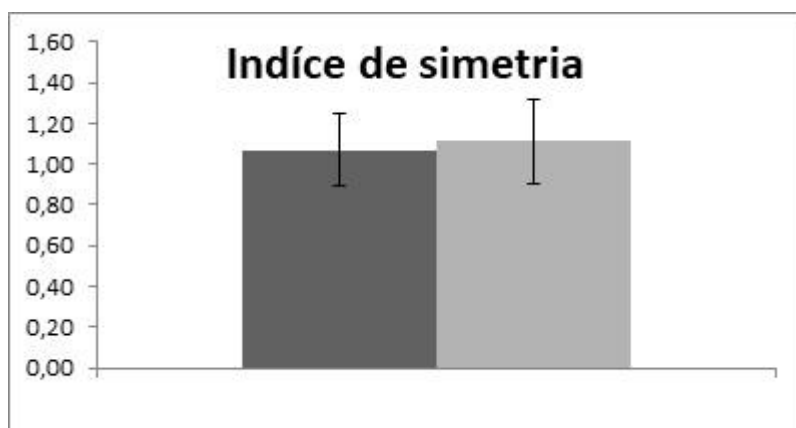
A Tabela I mostra os valores de pré e pós-treino para as variáveis área de elipse e limites de estabilidade.

Tabela I - Área de elipse e limites de estabilidade pré e pós-treino.

Variáveis	Pré-treino (n=8)	Pós-treino (n=8)	Valor de α
Área de Elipse	2,07 ($\pm 0,32$)	2,76 ($\pm 0,18$)	0,01*
LEA	12,56 ($\pm 3,30$)	11,35 ($\pm 2,02$)	0,18
LEP	9,94 ($\pm 2,11$)	10,08 ($\pm 2,83$)	0,89
LENA	9,87 ($\pm 2,41$)	9,29 ($\pm 3,02$)	0,18
LEAF	10,54 ($\pm 4,19$)	9,73 ($\pm 4,57$)	0,37

Dados expressos em média ($\pm DP$). Limite de estabilidade anterior (LEA); Limite de estabilidade posterior (LEP); Limite de estabilidade lado não afetado (LENA); Limite de estabilidade lado afetado (LEAF). Limites de estabilidade significam distância entre o COP e a borda dos pés. Quanto menor a distância, maior o limite de estabilidade; *Significativo em $\alpha \leq 0,05$.

Na Figura 3 são mostrados os valores do índice de simetria dos membros inferiores pré e pós-treino.

**Figura 3 - Índice de simetria dos membros inferiores pré e pós-treino.**

Discussão

A proposta deste estudo foi avaliar os efeitos do treino com realidade virtual no controle postural de indivíduos hemiparéticos por AVE. De maneira geral, o treino realizado não produziu alterações significativas nas variáveis amplitude e velocidade de deslocamento do COP, limites de estabilidade e simetria do apoio, exceto para amplitude na direção A-P e área de elipse, as quais apresentaram um aumento após o treino.

A amplitude de deslocamento do COP é a distância entre o deslocamento mínimo e máximo para cada direção [26]. No presente estudo, houve um aumento significativo na oscilação A-P. Na direção M-L houve uma diminuição do deslocamento, porém, não significativa. A velocidade média é a determinação de quão rápido foram os deslocamentos do COP em cada direção [26]. Os participantes do presente estudo apresentaram uma diminuição na velocidade total após o treino, porém esta não foi significativa.

No estudo de Barcala *et al.* [13] foram selecionados 12 pacientes hemiparéticos pós-AVE, divididos aleatoriamente em grupo fisioterapia convencional, pelo período de uma hora e o grupo fisioterapia convencional por trinta minutos e mais trinta minutos de treino de equilíbrio com auxílio do *Wii Fit plus*, duas vezes semanais, durante cinco semanas. O equilíbrio foi avaliado antes e após as intervenções, através da aplicação da escala de equilíbrio de Berg e pela estabilometria, em duas condições, olhos abertos e fechados. Os resultados demonstraram que os pacientes de ambos os grupos obtiveram melhor controle do equilíbrio estático e dinâmico, avaliados pela escala de Berg e diminuição da oscilação no eixo médio-lateral. No eixo A-P, somente o grupo que combinou fisioterapia convencional e realidade virtual apresentou diminuição na oscilação, com olhos abertos e fechados.

No estudo de Cho *et al.* [14], 22 indivíduos foram divididos em dois grupos, um grupo experimental que realizou o treino de equilíbrio com RV, 30 minutos, três vezes por semana, associado à fisioterapia e terapia ocupacional, 60 minutos, cinco vezes por semana, durante seis semanas e, o grupo controle, que realizou somente fisioterapia e terapia ocupacional, 60 minutos, com igual frequência semanal e duração. Avaliaram equilíbrio estático olhos abertos e

fechados. O equilíbrio dinâmico e mobilidade pelo teste de equilíbrio de Berg e o teste Time Up and Go, respectivamente. Observou-se melhora no equilíbrio dinâmico e mobilidade no grupo experimental, mas não no equilíbrio estático.

Um estudo de Kim *et al.* [9], com 20 indivíduos, mostrou que um treino de 30 minutos, três vezes por semana, durante três semanas, associando RV com fisioterapia convencional, foi capaz de modificar o equilíbrio avaliado por meio de escalas. Lloréns *et al.* [15], aplicando um treino de RV mais fisioterapia convencional, uma hora por dia, cinco vezes na semana durante quatro semanas, em 20 indivíduos, também observaram melhora na pontuação de escalas que avaliam o equilíbrio, com diferenças significativas entre grupo experimental e controle. Kim, Park e Lee [17] realizaram um treino em esteira com RV ou fisioterapia convencional em 20 indivíduos, 30 minutos, três vezes na semana, durante quatro semanas e encontraram diminuição da oscilação A-P e velocidade de deslocamento do COP. O estudo de Lee, Kim e Lee [16] avaliou um grupo de indivíduos que realizou treino com RV e outro, um programa orientado à tarefa, ambos realizaram fisioterapia convencional durante seis semanas. Os resultados mostraram que a RV foi mais efetiva em melhorar o equilíbrio estático e o alcance funcional. Lee, Shin e Song [18], em estudo piloto com 10 pacientes em estágio subagudo, divididos em grupo experimental (reabilitação convencional e RV) e grupo controle (somente reabilitação convencional), encontraram melhores resultados nos testes e escalas de equilíbrio no grupo experimental.

Considerando as variáveis relacionadas ao COP, Palmieri *et al.* [27] apontam que tanto o aumento da velocidade quanto da excursão total do COP pode simplesmente sugerir a busca por uma solução estável diante dos desafios posturais. Ou seja, maiores oscilações e velocidade de deslocamento não significam necessariamente maior instabilidade postural.

Ao contrário dos estudos citados anteriormente, Song *et al.* [11] (n=30) e Rajaratnam *et al.* [20] (n=19), avaliando pacientes em fase aguda, não observaram diferenças nos resultados de avaliações do equilíbrio entre grupo experimental e grupo controle, ou seja, a fisioterapia convencional sozinha foi capaz de gerar os mesmos efeitos que a associação de RV com fisioterapia. Gil Gómez *et al.* [10], avaliando 17 indivíduos em fase crônica, por meio de escalas de equilíbrio e mobilidade, também não encontraram diferenças entre os grupos, ou seja, ambos os grupos apresentaram melhoras. Park *et al.* [3], avaliando 16 indivíduos, divididos em grupo experimental e controle, demonstraram que o treino (RV mais fisioterapia convencional) voltado para o controle postural melhora alguns parâmetros espaço-temporais da marcha, porém não houve diferenças entre os grupos. No estudo de Song e Park [19], 40 pacientes foram divididos em dois grupos, RV e treino em ergômetro, durante oito semanas, 30 minutos por sessão, cinco vezes por semana. Ambos os grupos mostraram melhora na distribuição de peso e habilidade de equilíbrio, verificados por testes e avaliação dos LE. Ainda, o estudo piloto de Cikajlo *et al.* [28] não encontrou diferenças nas avaliações do equilíbrio entre grupo experimental e controle, realizando um treino de três semanas, cinco vezes por semana, durante 20 minutos.

A área de elipse engloba 95% dos dados do COP, e os dois eixos da elipse são calculados a partir das medidas de dispersão dos sinais do COP [26], ou seja, 95% representa o quanto o indivíduo oscilou dentro da sua base de apoio. No presente estudo, a variável área de elipse apresentou um aumento significativo no pós-treino, o que significa um aumento da oscilação corporal. Pelas características do treino, há uma hipótese de que este aumento da oscilação pode indicar maior variabilidade do comportamento dentro de uma mesma base de apoio, sem necessariamente indicar menor estabilidade.

Em relação aos limites de estabilidade não foram observadas diferenças estatisticamente significativas após o treino. Para os LEA, LENA, LEAF houve um aumento no pós-treino, o que poderia indicar melhora na estabilidade aos deslocamentos corporais, porém, sem significância estatística. Por outro lado, o limite de estabilidade posterior apresentou uma diminuição não significativa. Uma possível explicação para isso é que os jogos utilizados para o treino podem não ter exigido dos sujeitos grandes deslocamentos na direção posterior. Song e Park [19] avaliaram os LE anteroposteriores e encontraram aumento significativo tanto após treino com RV quanto treino ergométrico.

Comparado aos estudos citados, o presente estudo não mostrou resultados expressivos em relação ao controle postural dos indivíduos avaliados. Entretanto, torna-se importante ressaltar que os estudos referenciados utilizaram a associação da RV com fisioterapia convencional. Além disso, apenas um estudo avaliou os limites de estabilidade, restringindo-se a medida na direção A-P [19],

Em relação ao índice de simetria, houve um pequeno aumento, sem significância estatística, podendo indicar uma assimetria, com transferência de peso para o lado comprometido. No estudo de Pereira *et al.* [25], em que foi realizada uma avaliação do índice de simetria, foi observado que uma parte da amostra apresentou este mesmo comportamento, de apoio sobre o lado afetado. O estudo de Song e Park [19] mostrou um aumento do apoio sobre o lado afetado após treino com RV.

Conforme a literatura, padrões compensatórios de assimetria corporal impostos pelas hemiparesias promovem déficit de equilíbrio na posição ortostática, determinando modificação dos limites de estabilidade em que o membro afetado passa a ser evitado, e o membro não afetado é sobrecarregado [26]. Terapias convencionais e terapias com retroalimentação visual visando treinamento de simetria corporal não se mostraram eficazes em alterar a sobrecarga sobre o membro parético na distribuição do peso, permanecendo a dúvida de como a distribuição assimétrica de peso em ortostatismo está relacionada com o controle do equilíbrio em hemiparéticos [26].

Torna-se importante ressaltar que os familiares e os sujeitos do presente estudo relataram melhora no equilíbrio, na concentração e nos deslocamentos após o treino, o que foi observado nas AVD.

Não foram encontrados estudos relacionados ao equilíbrio no AVE, que fizessem apenas o treino com realidade virtual isoladamente. A associação de abordagens talvez seja mais benéfica para pacientes com disfunções neurológicas. Assim, a RV pode ser considerada um recurso complementar à fisioterapia convencional e não uma opção única de treinamento do controle postural. No entanto, mais estudos são necessários, já que não há padronização da metodologia de intervenção e avaliação e nem consenso nos resultados [1,22].

O presente estudo apresentou limitações com relação ao tamanho da amostra, a ausência de um grupo controle, o uso isolado da realidade virtual, tempo de treinamento e o tamanho da plataforma de treino, que pode ter interferido nos deslocamentos, pois os sujeitos relatavam medo de cair quando realizavam os exercícios sobre a plataforma.

Conclusão

De maneira geral, os resultados do presente estudo demonstraram que o treino isolado do equilíbrio por meio da realidade virtual em indivíduos hemiparéticos crônicos não produziu efeitos significativos nas variáveis relacionadas ao COP durante a posição estática e deslocamentos do corpo, bem como no índice de simetria.

Referências

1. Iruthayarajah J, Mcintyre A, Cotoi A, Macaluso S, Teasell R. The use of virtual reality for balance among individuals with chronic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil* 2016;16:1-12.
2. Mettelinge TR, Calders P, Palmans T, Vanden Bossche L, Van Den Noortgate N, Cambier D. Vibration perception threshold in relation to postural control and fall risk assessment in elderly. *Disabil Rehabil* 2013;35(20):1712-7.
3. 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.
4. Cruz A, Oliveira EM, Melo SIL. Análise biomecânica do equilíbrio do idoso. *Acta Ortop Bras* 2010;18(2):96-9.
5. Gagey B, Bourdeaux O, Gagey PM. From the center of pressure to the center of gravity, a new algorithm for a step forward in stabilometry. *MTP & Rehab Journal* 2015;13:001.
6. Jung J, Yu J, Kang H. Effects of virtual reality treadmill training on balance and balance self-efficacy in stroke patients with a history of falling. *J Phys Ther Sci* 2012;24:1133-6.
7. Cunha BP, Alouche SR, Araujo IM, Freitas SM. Individuals with post-stroke hemiparesis are able to use additional sensory information to reduce postural sway. *Neurosci Lett* 2012;513(1):6-11.
8. Yang S, Hwang WH, Tsai YC, Liu FK, Hsieh LF, Chern JS. Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training. *Am J Phys Med Rehabil* 2011;90(12):969-78.
9. Kim EK, Kang JH, Park JS, Jung BH. Clinical feasibility of interactive commercial Nintendo gaming for chronic stroke rehabilitation. *J Phys Ther Sci* 2012;24:901-03.

10. Gil-Gómez J-A, Lloréns R, Alcañiz M, Colomer C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *J Neuroeng Rehabil* 2011;8:30.
11. Song YB, Chun MH, Kim W, Lee SJ, Yi JH, Park DH. The effect of virtual reality and tetra-ataxiometric posturography programs on stroke patients with impaired standing balance. *Ann Rehabil Med* 2014;38(2):160-66.
12. Pekna M, Pekny M, Nilsson M. Modulation of Neural Plasticity as a Basis for Stroke Rehabilitation. *Stroke* 2012;43:2819-28.
13. Barcala L, Colella F, Araujo MC, Salgado ASI, Oliveira CS. Análise do equilíbrio em pacientes hemiparéticos após o treino com o programa Wii Fit. *Fisioter Mov* 2011; 24(2):337-43.
14. Cho K, Lee KJ, Song CH. Virtual- reality balance training with a video-game sytem improves dynamic balance in chonic stroke patients. *Tohokuj Exp Med* 2012;228,69-74.
15. Lloréns R, Gil-Gómez JA, Alcañiz M, Colomer C, Noé E. Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke. *Clin Rehabil* 2015;29(3):261-68.
16. Lee HY, Kim YL, Lee SM. Effects of virtual reality-based training and task oriented training on balance performance in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2015;27:1883-8.
17. Kim N, Park YH, Lee BH. Effects of community-based virtual reality treadmill training on balance ability in patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci* 2015;27:655-8.
18. Lee MM, Shin DC, Song CH. Canoe game-based virtual reality training to improve trunk postural stability, balance, and upper limb motor function in subacute stroke patients: a randomized controlled pilot study. *J Phys Ther Sci* 2016;28:2019-24.
19. Song GB, Park EC. Effects of virtual reality games on stroke patients´balance, gait, depression, and interpersonal relationship. *J Phys Ther Sci* 2015;27:2057-60.
20. Rajaratnam BS, KaiEn JG, JiaLin KL, SweeSin K, FenRu SS, Enting L et al. Does the inclusion of virtual reality games within conventional rehabilitation enhance balance retraining after a recent episode of stroke? *Rehabil Res Pract* 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/649561>
21. Lohse KR, Hilderman CG, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HF. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One* 2014;9(3). doi: 10.1371/journal.pone.0093318
22. de Rooij IJM, van de Port IGL, Meijer JWG. The effect of virtual reality training on balance and gait ability in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Phys Ther* 2016;96(12):1905-18.
23. Brucki SMD, Brucki K, Nitrini R, Caramell P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no brasil. *Arq Neuropsiquiatr* 2003;61(3):777-81.
24. Belgen B, Beninato M, Sullivan PE, Narielwalla K. The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(4):554-61.
25. Pereira L, Batelho A, Martins E. Correlação entre simetria corporal na descarga de peso e alcance funcional em hemiparéticos crônicos. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(3):259-86.
26. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(3):183-92.
27. Palmieri RM, Ingersou CD, Stone MB, Krause BA. Center of pressure parameters used in the assesement of postural control. *J Sport Rehabil* 2002;11(51):66.
28. Cikajlo I, Rudolf M, Goljar N, Burger H, Matjačić Z. Telerehabilitation using virtual reality task can improve balance in patients with stroke. *Disabil Rehabil* 2012;34(1):13-8.