

EFEITO DO TREINAMENTO COM HASTE VIBRATÓRIA NA BIOMECÂNICA DA MARCHA COM DUPLA-TAREFA EM IDOSAS



ARTIGO ORIGINAL

EFFECT OF THE VIBRATORY POLE TRAINING ON BIOMECHANICS OF DUAL-TASK GAIT IN OLDER FEMALE ADULTS

EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO CON VARA VIBRATORIA EN LA BIOMECÁNICA DE LA MARCHA CON DOBLE TAREA EN MUJERES MAYORES

Camilla Zamfolini Hallal¹
(Fisioterapeuta)

Nise Ribeiro Marques²
(Fisioterapeuta)

Deborah Hebling Spinoso³
(Fisioterapeuta)

Renata Tardivo Cirqueira³
(Biomédica)

Mary Hellen Morcelli³
(Fisioterapeuta)

Luciano Fernandes Crozara³
(Educador Físico)

Mauro Gonçalves³ (Fisioterapeuta)

1. Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

2. Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Marília. Marília, SP, Brasil.

3. Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Rio Claro. Rio Claro, SP, Brasil.

Correspondência:

Av. Hygino Muzzi Filho, 737, Marília, SP, Brasil, 17525-900.
camillazhallal@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: As quedas em idosos são responsáveis por muitos casos de lesões e morte. As alterações de equilíbrio e força muscular decorrentes do envelhecimento, que contribuem para a ocorrência de quedas, podem ser parcialmente revertidas com o exercício físico. **Objetivo:** Verificar os efeitos de 8 semanas de treinamento de equilíbrio com haste vibratória, sobre o comprimento de passo e a ativação muscular do membro inferior de idosas durante marcha com duplas tarefas. **Métodos:** Participaram do estudo 16 idosas divididas aleatoriamente em dois grupos: grupo treinamento de equilíbrio (GTE) e grupo de treinamento de equilíbrio com haste vibratória (GTEHV). A avaliação da marcha foi composta por três condições distintas que incluíram marcha em velocidade de preferência e duplas tarefas. Foram coletados os dados eletromiográficos dos músculos reto femoral, vasto lateral, bíceps femoral, tibial anterior e gastrocnêmio lateral, e dados cinemáticos de comprimento de passo. **Resultados:** O GTEHV apresentou maiores valores de comprimento de passo após o treinamento. Ambos os grupos (GTE e GTEHV) mostraram menores valores de ativação muscular após o treinamento. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o treinamento de equilíbrio com haste vibratória pode ser eficaz para melhora do desempenho durante diferentes condições de marcha em idosos, contribuindo para a prevenção de quedas nesta população.

Palavras-chave: acidentes por quedas, vibração, equilíbrio postural, fenômenos biomecânicos.

ABSTRACT

Introduction: Falls in elderly are responsible for many cases of injury and death. Changes in balance and muscle strength associated with aging that contribute to the occurrence of falls, can be partially reverted with exercise. **Objective:** Investigate the effect of eight weeks of oscillatory pole training on the step length and lower limb muscle activation during dual-task gait in elderly. **Methods:** The study included 16 female elderly randomly divided into two groups: balance training (GTE) and oscillatory pole training (GTEHV). The gait evaluation was composed of three conditions that included gait speed preference and dual-task gait. Electromyography findings of the rectus femoris, vastus lateralis, biceps femoris, and tibialis anterior, lateral head of gastrocnemius as well as kinematic data of step length were collected. **Results:** The GTEHV group showed higher values of step length after training. Both groups (GTE and GTEHV) showed lower muscle activation after training. **Conclusion:** The results suggest that balance training with oscillatory pole may be effective for improve performance during different gait conditions in elderly contributing to the prevention of falls in this population.

Keywords: accidental falls, vibration, postural balance, biomechanical phenomena.

RESUMEN

Introducción: Las caídas en personas mayores son responsables por muchos casos de lesiones y muerte. Las alteraciones de equilibrio y fuerza muscular provenientes del envejecimiento, que contribuyen para la ocurrencia de caídas, pueden ser parcialmente revertidas con el ejercicio físico. **Objetivo:** Verificar los efectos de ocho semanas de entrenamiento de equilibrio con vara vibratoria, sobre la longitud de paso y la activación muscular del miembro inferior de mujeres mayores durante marcha con dobles tareas. **Métodos:** Participaron en el estudio 16 mujeres mayores divididas aleatoriamente en dos grupos: grupo entrenamiento de equilibrio (GTE) y grupo de entrenamiento de equilibrio con vara vibratoria (GTEHV). La evaluación de la marcha fue compuesta por tres condiciones distintas que incluyeron marcha en velocidad de preferencia y dobles tareas. Fueron colectados los datos electromiográficos de los músculos recto femoral, vasto lateral, bíceps femoral, tibial anterior y gastrocnemio lateral, y datos cinemáticos de longitud de paso. **Resultados:** El GTEHV presentó mayores valores de longitud de paso después del entrenamiento. Ambos grupos (GTE y GTEHV) mostraron menores valores de activación muscular después del entrenamiento. **Conclusión:** Los resultados sugieren que el entrenamiento de equilibrio con vara vibratoria puede ser eficaz para mejoría del desempeño durante diferentes condiciones de marcha en personas mayores, contribuyendo para la prevención de caídas en esta población.

Palabras clave: accidentes por caídas, vibración, equilibrio postural, fenómenos biomecánicos.

INTRODUÇÃO

Durante o envelhecimento ocorrem alterações no controle postural, com consequente aumento no risco de quedas, lesões associadas e morte¹. No Brasil, estima-se que cerca de 4,32 milhões de idosos caem a cada ano e entre estes, 2,175 milhões sofrem com algum tipo de consequência da queda². As causas das quedas são multifatoriais, entretanto, a literatura aponta que a fraqueza muscular dos membros inferiores, déficits de equilíbrio e alterações da marcha têm importante influência³. Estudo realizado por Verghese *et al.*⁴ mostra que cerca de 35% dos idosos com mais de 70 anos e 80% dos idosos com mais de 85 anos apresentam mudanças nos padrões da marcha. A marcha é o ato sensorio-motor mais frequentemente realizado nas tarefas cotidianas e é dependente de processos sensoriomotores e altos níveis de função cognitiva⁵. A atenção dividida durante a marcha dificulta o controle das tarefas e está associada a um maior risco de quedas em idosos⁶.

As alterações de equilíbrio e força muscular decorrentes do envelhecimento, que contribuem para a ocorrência de quedas, podem ser parcialmente revertidas com o treinamento das capacidades físicas¹. Programas de treinamento envolvendo controle postural, força, flexibilidade e treino aeróbico têm mostrado efeitos positivos para os idosos⁷. O treino de equilíbrio é um método bastante usual para a prevenção de quedas e recentemente o uso de plataformas vibratórias estão sendo inseridas nos protocolos por proporcionarem melhora no equilíbrio e propriocepção^{3,8}.

Embora o treinamento de equilíbrio com vibração esteja em evidência nas pesquisas que buscam novos métodos para melhorar o controle postural de idosos e prevenir quedas, não existe na literatura estudos que usaram a haste vibratória como instrumento de intervenção. Afim de investigar os efeitos da intervenção com haste vibratória na prevenção de quedas em idosos, o presente estudo teve por objetivo verificar os efeitos de oito semanas de treinamento de equilíbrio com haste vibratória sobre o comprimento de passo e a ativação muscular do membro inferior de idosas ativas durante a marcha em velocidade de preferência e marcha com duplas tarefas. Nos hipotizamos que a haste vibratória atua como instrumento potencializador dos efeitos do treinamento de equilíbrio sobre o desempenho de atividades funcionais de idosos, como a marcha, refletindo sobre parâmetros eletromiográficos e cinemáticos.

MÉTODOS

Participaram do estudo 16 idosas, faixa etária de 60 a 80 anos, não institucionalizadas, fisicamente ativas (International Physical Activity Questionnaire), participantes de um grupo de atividade física para a idosos. As participantes foram divididas aleatoriamente em dois grupos: grupo treinamento de equilíbrio (GTE) e grupo de treinamento de equilíbrio com haste vibratória (GTEHV). As características da amostra são apresentadas na tabela 1.

Os critérios de exclusão foram presença de dor, fratura ou lesão grave em tecidos moles nos 6 meses antecedentes ao estudo, bem como diagnóstico de doenças neurológicas, cardiovasculares ou respiratórias. O presente estudo foi aprovado por Comitê de Ética local (CEP 69/2009) e todas as voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Tabela 1. Características da amostra.

	GTEHV (n=8)	GTE (n=8)
Idade (anos)	65.2 (±2.3)	66.2 (±3.1)
Peso (Kg)	67.4 (±8.1)	67.4 (±6.3)
Altura (m)	1.56 (±0.06)	1.54 (±0.05)
Tempo de atividade física (anos)	5.75 (±5)	5.56 (±4.6)

A avaliação da marcha foi realizada em uma esteira ergométrica Millenium Super ATL (INBRAMED®, Brasil). Para a coleta dos sinais eletromiográficos foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos por telemetria Myo-research (Noraxon®, EUA), com frequência de amostragem de 1000Hz, ganho total de 2000 vezes. A coleta de dados cinemáticos foi realizada a 100Hz com o uso de *software* de análise de imagem (Vicon® EUA). O treinamento do GTEHV foi realizado com o uso de hastes vibratórias (Flexibar® Brasil).

Antes do início da avaliação da marcha foi realizada a seleção da velocidade de preferência em esteira de acordo com protocolo sugerido por Dingwell e Marin⁹. Após a familiarização na velocidade de preferência selecionada foi iniciada a avaliação da marcha composta por três condições distintas que incluíram marcha em velocidade de preferência e duplas tarefas, como segue a descrição a seguir.

A condição um foi denominada marcha normal (MN) na qual os voluntários caminharam sobre a esteira em velocidade de preferência por 3 min consecutivos. A condição dois foi denominada marcha com medo de cair (MMC) na qual, em velocidade de preferência, as voluntárias foram convencidas, por meio de protocolo verbal, de que apareceriam obstáculos na esteira que poderiam provocar tropeços. No entanto, as voluntárias eram apenas induzidas ao medo e nenhum obstáculo aparecia durante os 3 min de coleta nesta condição. Na condição três, denominada marcha com estímulo luminoso (MEL), as voluntárias andaram na esteira em velocidade de preferência por 3 min consecutivos, ao mesmo tempo que deveriam falar as cores das lâmpadas que acendiam aleatoriamente em sua frente.

Os sinais eletromiográficos do membro inferior dominante foram coletados utilizando dos músculos reto femoral vasto lateral (VL), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio lateral (GL), de acordo com as normas de Hermens *et al.*¹⁰. Os dados cinemáticos foram coletados com o uso de marcadores fotorreflexivos.

O treinamento de equilíbrio foi iniciado na semana seguinte da avaliação inicial e teve duração de 8 semanas consecutivas, com duas sessões semanais de 50 min de duração cada. O protocolo de treinamento do grupo GTEHV foi executado com grau de dificuldade crescente entre as sessões. O GTEHV realizou os exercícios propostos com o uso de haste vibratória, movimentada a uma frequência de 5Hz, determinada por familiarização prévia. O GTE realizou o mesmo protocolo de treinamento, porém com o uso de bastões rígidos com as mesmas dimensões da haste vibratória. Após 8 semanas de treinamento todos os voluntários foram reavaliados.

Os dados eletromiográficos foram processados por meio de rotinas desenvolvidas em ambiente Matlab (Mathworks®). Foram considerados para análise 10 passadas consecutivas de cada uma das diferentes condições de marcha. O início e o final dos ciclos foram determinados pelo momento de maior distância entre o ponto reflexivo dos maléolos direito e esquerdo, no momento do toque do calcâneo, de acordo com protocolo adaptado de Kang e Dingwell¹¹. A amplitude do sinal eletromiográfico foi calculada por meio do envelope linear. Para o processamento do sinal e criação do envelope linear foram utilizados filtros passa alta de 20Hz, passa baixa de 500Hz e notch de 60Hz, além de filtro passa baixa de quarta ordem com frequência de corte de 6Hz. Os valores de envelope linear de cada sujeito foram normalizados pela média dos valores da condição de MN para cada músculo e interpolados em 1001 pontos.

A análise dos dados cinemáticos foi realizada utilizando-se 10 ciclos consecutivos de marcha em todas as condições. O início e o final dos ciclos foram determinados como descrito para análise dos dados eletromiográficos. Os valores de comprimento de passo foram normalizados pelo comprimento do membro inferior direito de cada voluntária.

A análise estatística foi realizada por meio do *software* PASW Statistics 18.0®. Para a análise dos dados cinemáticos e eletromiográficos foram

utilizados os testes ANOVA *TwoWay* para medidas repetidas *Post-Hoc* Bonferroni. Além disso, para identificar a interação entre condições de marcha e período de avaliação (antes e após o treinamento) foi utilizado o teste ANOVA *OneWay*. Para todas as análise foi considerado $p < 0.05$.

RESULTADOS

As figuras 1, 2 e 3 mostram as médias e desvios-padrão do comprimento de passo nas condições MN, MMC e MEL nas avaliações inicial e pós treino dos grupos GTEHV e GTE. Os resultados mostram que o GTEHV apresentou maiores valores de comprimento de passo após o protocolo de treinamento. Os respectivos valores de p para as condições MN, MMC

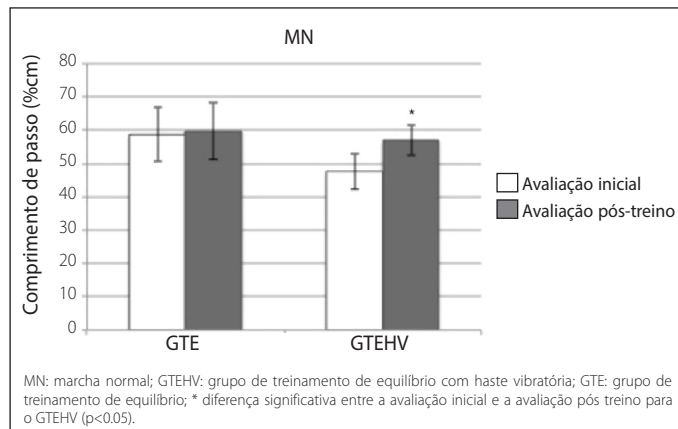


Figura 1. Médias e desvios-padrão do comprimento de passo na condição de marcha normal para as avaliações inicial e pós treino dos grupos GTEHV e GTE.

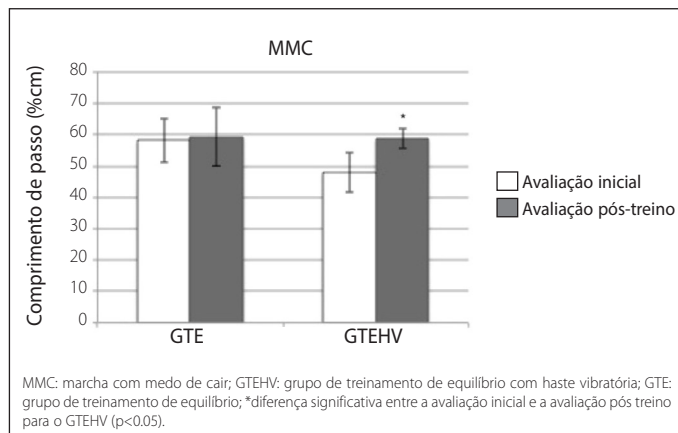


Figura 2. Médias e desvios-padrão do comprimento de passo na condição de marcha com medo de cair para as avaliações inicial e pós-treino dos grupos GTEHV e GTE.

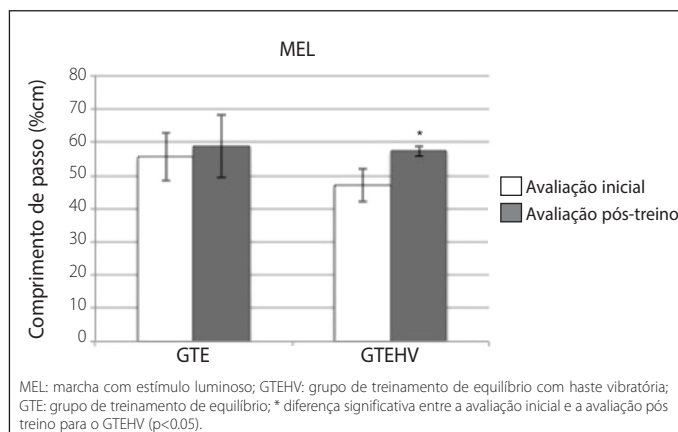


Figura 3. Médias e desvios-padrão do comprimento de passo na condição de marcha com estímulo luminoso para as avaliações inicial e pós-treino dos grupos GTEHV e GTE.

e MEL foram respectivamente 0.002; 0.001; e 0.000. O GTE não apresentou diferenças significativas no comprimento de passo entre as avaliações inicial e pós treino em nenhuma das condições de marcha avaliadas.

Durante a MN foram encontrados menores valores de ativação muscular na avaliação pós treino para os grupos GTEHV e GTE nos músculos VL, BF e GL. Os valores de p para GTEHV foi 0.000 para VL, BF e GL e para o GTE foram 0.021; 0.032; e 0.041 respectivamente para os músculos VL, BF e GL. Para o músculo TA, apenas o GTEHV apresentou menor valor de ativação muscular na avaliação pós treino ($p=0.000$) (tabela 2). Durante a MMC, o GTEHV apresentou menores valores de ativação muscular pós-treino para os músculos VL e GL ($p=0.000$ e $p=0.012$, respectivamente). O GTE obteve menores valores de ativação muscular pós treino apenas para o músculo GL ($p=0.041$) (tabela 3). Na MEL o GTEHV apresentou menores valores de ativação muscular pós-treino para os músculos VL, BF e GL ($p=0.020$; $p=0.031$; e $p=0.000$, respectivamente). O GTE obteve menores valores de ativação muscular pós-treino apenas para os músculos VL, BF e TA ($p=0.009$; $p=0.042$; e $p=0.015$, respectivamente) (tabela 4).

Tabela 2. Médias e desvios-padrão de ativação muscular (VL, BF, TA e GL) na condição de marcha normal para as avaliações inicial e pós treino dos grupos GTEHV e GTE.

Músculo	Grupo	MN Avaliação inicial	MN Avaliação pós-treino
VL	GTEHV	100 (± 0) ^a	50.57 (± 11.18)
	GTE	100 (± 0) ^b	86.62 (± 10.51)
BF	GTEHV	100 (± 0) ^a	49.67 (± 10.48)
	GTE	100 (± 0) ^b	94.19 (± 6.91)
TA	GTEHV	100 (± 0) ^a	69.72 (± 10.80)
	GTE	100 (± 0)	95.49 (± 10.14)
GL	GTEHV	100 (± 0) ^a	62.21 (± 12.54)
	GTE	100 (± 0) ^b	92.29 (± 9.68)

MN: marcha normal; GTEHV: grupo de treinamento de equilíbrio com haste vibratória; GTE: grupo de treinamento de equilíbrio; VL: vasto lateral; BF: bíceps femoral; TA: tibial anterior; GL: gastrocnêmio lateral; ^a diferença significativa entre a avaliação inicial e a avaliação pós treino para o GTEHV ($p < 0.05$); ^b diferença significativa entre a avaliação inicial e a avaliação pós treino para o GTE ($p < 0.05$).

Tabela 3. Médias e desvios-padrão de ativação muscular (VL, BF, TA e GL) na condição de marcha com medo de cair para as avaliações inicial e pós treino dos grupos GTEHV e GTE.

Músculo	Grupo	MMC Avaliação inicial	MMC Avaliação pós-treino
VL	GTEHV	100.56 (± 10.06) ^a	57.78 (± 9.95)
	GTE	95.71 (± 6.17)	92.95 (± 10.37)
BF	GTEHV	90.67 (± 9.59)	76.56 (± 11.67)
	GTE	100.37 (± 10.99)	100.84 (± 9.81)
TA	GTEHV	87.43 (± 11.77)	73.55 (± 9.62)
	GTE	100.28 (± 7.74)	100.40 (± 10.34)
GL	GTEHV	97.51 (± 8.44) ^a	70.25 (± 12.56)
	GTE	99.22 (± 5.59) ^b	90.23 (± 9.69)

MMC: marcha com medo de cair; GTEHV: grupo de treinamento de equilíbrio com haste vibratória; GTE: grupo de treinamento de equilíbrio; VL: vasto lateral; BF: bíceps femoral; TA: tibial anterior; GL: gastrocnêmio lateral; ^a diferença significativa entre a avaliação inicial e a avaliação pós treino para o GTEHV ($p < 0.05$); ^b diferença significativa entre a avaliação inicial e a avaliação pós treino para o GTE ($p < 0.05$).

DISCUSSÃO

Pesquisas recentes mostram efeitos positivos do uso da haste vibratória sobre os músculos do tronco e ombro¹²⁻¹⁶. Mesmo existindo alguns estudos publicados a respeito dos efeitos da haste vibratória sobre o sistema neuromuscular, estes tratam, em sua maioria, dos efeitos agudos do uso deste equipamento e não existe na literatura estudos a respeito dos efeitos do treinamento de equilíbrio com haste vibratória sobre variáveis biomecânicas da marcha de idosos.

Tabela 4. Médias e desvios-padrão de ativação muscular (VL, BF, TA e GL) na condição de marcha com estímulo luminoso para as avaliações inicial e pós treino dos grupos GTEHV e GTE.

Músculo	Grupo	MEL	MEL
		Avaliação inicial	Avaliação pós- treino
VL	GTEHV	101.86 (±7.64) ^a	91.44(±8.24)
	GTE	98.69(±10.54) ^b	85.93(±5.71)
BF	GTEHV	85.64 (±12.96) ^a	57.58(±7.73)
	GTE	106.08(±11.07) ^b	92.20(±9.68)
TA	GTEHV	98.79 (±8.48)	84.83(±11.11)
	GTE	97.80(±7.46) ^b	88.87 (±5.26)
GL	GTEHV	100.43 (±5.44) ^a	80.24(±9.90)
	GTE	92.39(±6.16)	89.33(±5.01)

MEL: marcha com estímulo luminoso; GTEHV: grupo de treinamento de equilíbrio com haste vibratória; GTE: grupo de treinamento de equilíbrio; VL: vasto lateral; BF: bíceps femoral; TA: tibial anterior; GL: gastrocnêmio lateral; ^a diferença significativa entre a avaliação inicial e a avaliação pós treino para o GTEHV (p<0.05); ^b diferença significativa entre a avaliação inicial e a avaliação pós treino para o GTE (p<0.05).

Além da marcha em velocidade de preferência, denominada MN neste estudo, nós também avaliamos a marcha em duas situações de dupla tarefa de demanda atencional (MMC e MEL). Os resultados encontrados trazem uma nova contribuição para a literatura da área ao confirmar a hipótese apresentada de que a haste vibratória pode atuar como instrumento potencializador dos efeitos do treinamento de equilíbrio sobre variáveis biomecânicas indicadoras de aumento do risco de quedas em idosos.

O comprimento do passo é uma variável cinemática que diminui em decorrência do processo de envelhecimento, concomitantemente com a redução da velocidade de marcha e aumento da largura do passo e tempo de duplo apoio¹⁷. Estas alterações são interpretadas na literatura como estratégias para a manutenção do equilíbrio durante a marcha e estão relacionadas à diminuição progressiva da força muscular inerente à idade¹⁸. Em adição, passos curtos são considerados um indicador de déficit sensoriomotor e estão associados ao maior risco de quedas em idosos¹⁹. Em nossos resultados, encontramos que após o treinamento de equilíbrio, os idosos do GTEHV apresentaram aumento significativo do comprimento de passo em relação à avaliação inicial nas condições de MN, MMC e MEL, o que não aconteceu para o grupo GTE. Assim, o protocolo de treinamento do GTEHV implementado foi capaz de melhorar o equilíbrio das idosas o que refletiu no aumento do comprimento de passo e consequente diminuição do risco de quedas, haja vista a relação entre comprimento de passada e controle postural durante a marcha.

Os idosos tendem a ativar um maior número de unidades motoras para deambular com segurança do que os jovens, pois apresentam menor força máxima disponível para a realização das atividades de vida diária²⁰. Esta maior demanda neuromuscular durante a marcha dos idosos pode ocasionar fadiga muscular, dificuldades no controle do movimento e aumento do risco de quedas. Com o treinamento proposto do presente estudo, foi observado que tanto os voluntários do GTE como GTEHV apresentaram menores valores de ativação muscular após o treinamento. Assim, os protocolos de treinamento de equilíbrio com e sem o uso da haste vibratória foram capazes de reduzir a ativação muscular do membro inferior dos idosos avaliados, principalmente na condição MN. Nas condições de marcha com dupla tarefa (MMC e MEL) resultados semelhante aos da MN foram observados nos dois grupos de treinamento, entretanto, a diminuição da ativação muscular não foi significativa para todos os músculos testados. Isto possivelmente ocorreu pois, em situações desafiadoras, como marcha com dupla tarefa, são necessárias maiores adaptações neuromusculares para manter o equilíbrio dinâmico²¹ e portanto o

treinamento proposto parece ter sido menos eficaz para estas condições do que para a MN.

O reflexo tônico de vibração é o fenômeno responsável pelos efeitos do estímulo vibratório sobre o sistema musculoesquelético²². A exposição do tecido muscular às ondas vibratórias é capaz de aumentar a taxa de disparo das fibras aferentes do tipo Ia com consequente excitação dos neurônios motores alfa (α)²³. Estudos mostram que o estímulo vibratório por meio de plataformas é capaz de aumentar, de maneira aguda, a força e a potência dos músculos dos membros inferiores^{24,25}. Estudo realizado por Stolzenberg *et al.*²⁶ aponta que o treino de vibração associado ao treino de força promove melhora no controle postural de idosas com baixa densidades óssea. Entretanto, Rees *et al.*²⁷ não encontrou diferenças significativas na força muscular dos extensores de joelho dos indivíduos idosos que realizaram 2 meses de treinamento com vibração em relação ao grupo de treinamento sem vibração.

Embora os efeitos da vibração sejam apontados na literatura como responsáveis pela melhora das capacidades físicas, este parece não ser o caso dos efeitos encontrados na intervenção com haste vibratória. A resposta tônica reflexa depende de fatores mecânicos como frequência e amplitude, como também do local de aplicação do estímulo vibratório²⁸. Se considerarmos que o estímulo das ondas mecânicas produzidas pela vibração são dissipadas a medida que se propagam nos tecidos, os efeitos nas estruturas proximais ao estímulo vibratório tendem a ser mais potencializadas. Deste modo, como em nosso estudo avaliamos a ativação muscular dos membros inferiores durante a marcha e o comprimento da passada, acreditamos que os nossos resultados estejam mais relacionados à desestabilização postural causada durante o manuseio da haste vibratória, que pode ter atuado como uma sobrecarga adicional de instabilidade no protocolo de treinamento de equilíbrio proposto.

Muitos estudos apontam melhora na força muscular, potência e mobilidade funcional após curtos períodos de intervenção com equipamentos vibratórios^{29,30}, entretanto, as amostras de sujeitos de algumas pesquisas com vibração são compostas por grupo controle sedentário, o que limita conclusões definitivas sobre a contribuição destes equipamentos na melhora das capacidades físicas³. Em nosso estudo, utilizamos um grupo controle que realizou o mesmo protocolo de treinamento do grupo de intervenção com haste vibratória, porém com o uso de hastes rígidas para a realização dos exercícios. Este desenho experimental, permitiu distinguir os efeitos do uso da haste vibratória dos efeitos do treinamento de equilíbrio sobre as variáveis biomecânicas analisadas.

CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo sugerem que o uso da haste vibratória é eficaz para melhora do desempenho durante diferentes condições de marcha de idosos, contribuindo para a prevenção de quedas nessa população. Por se tratar de um equipamento de baixo custo, a haste vibratória pode ser facilmente implementada em programas de atividades físicas para prevenção de quedas em idosos. Sugerimos que futuras pesquisas sejam realizadas com o objetivo de verificar os efeitos do treinamento com haste vibratória em outras capacidades físicas de indivíduos idosos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapesp e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Bogaerts A, Delecluse C, Boonen S, Claessens AL, Milisen K, Verschueren SMP. Changes in balance, functional performance and fall risk following wholebody vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women. A 6 month randomized controlled trial. *Gait Post.* 2011;33:466-72.
2. Abreu SSE, Caldas CP. Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosos praticantes e idosos não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(4):324-30.
3. Pollock RD, Martin FC, Newham DJ. Whole-body vibration in addition to strength and balance exercise for falls-related functional mobility of frail older adults: a single-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2012;26(10):915-23.
4. Verghese J, Levalley A, Hall CB, Katz MJ, Ambrose AF, Lipton RB. Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54: 255-61.
5. Mackay-Lyons M. Central pattern generation of locomotion: a review of the evidence. *PhysTher.* 2002;82(1):69-83.
6. Mirelman A, Rochester L, Reelick M, Nieuwhof F, Pelosin E, Abbruzzese G, et al. V-TIME: a treadmill training program augmented by virtual reality to decrease fall risk in older adults: study design of a randomized controlled trial. *BCM Neurol.* 2013;13:3-12.
7. Howe TE, Rochester L, Jackson A, Banks PM, Blair VA. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;17(4):1-4.
8. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J App Physiol.* 2010;108:877-904.
9. Dingwell JB, Marin LC. Kinematic variability and local dynamic stability of upper body motions when walking at different speeds. *J Biomech.* 2006;39:444-52.
10. Hermens JH, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyog Kinesiol.* 2000;10:361-74.
11. Kang HG, Dingwell JB. Separating the effects of age and walking speed on gait variability. *Gait Post.* 2008;27(4):572-7.
12. Lister JL, Del Rossi G, Ma F, Stoutenberg M, Adams JB, Tobkin S, et al. Scapular stabilizer activity during Bodyblade®, cuff weights, and Thera-Band® use. *J Sport Rehab.* 2007;16(1):50-67.
13. Hallal CZ, Marques NR, Gonçalves M. Electromyographic Ratio of Shoulder Stabilizer Muscles during Performance of Exercises with Oscillatory Poles. *Rev Bras Med Esp.* 2011;17(1):31-5.
14. Hallal CZ, Marques NR, Silva SRD, VanDieen JH, Gonçalves M. Electromyographic activity of shoulder muscles during exercises performed with oscillatory and non-oscillatory poles. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(2):89-94.
15. Goncalves M, Marques NR, Hallal CZ. Electromyographic activity of trunk muscles during exercises with flexible and non-flexible poles. *J Back Musculoskel Rehab.* 2012;25:209-14.
16. Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M. Padrão de co-ativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. *Rev Motriz.* 2012; 18:245-52.
17. Chamberlin ME, Fulwider BD, Sanders SL, Medeiros JM. Does fear of falling influence spatial and temporal gait parameters in elderly persons beyond changes associated with normal aging? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(9):1163-7.
18. Hahn ME, Lee HJ, Chou LS. Increased muscular challenge in older adults during obstructed gait. *Gait Post.* 2005;22:356-61.
19. Callisaya ML, Blizzard L, McGinley JL, Srikanth VK. Risk of falls in older people during fast-walking – The TASCOG study. *Gait Post.* 2012;36: 510-5.
20. Fiatarone MA, Evans WJ. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol.* 1993;48:77-83.
21. Schmitz A, Silder A, Heiderscheid B, Mahoney J, Thelen DG. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J Electromyog Kinesiol.* 2009;19:1085-91.
22. Hallal CZ, Marques NR, Gonçalves M. O uso da vibração como método auxiliar no treinamento de capacidades físicas: uma revisão da literatura. *Rev Motriz.* 2010;16(2): 527-33.
23. Shinohara, M. Effects of prolonged vibration on motor unit activity and motor performance. *Med Science Sports Exerc.* 2005;37:2120-5.
24. Cormie P, Deane RS, Triplett T, Mecbride J. Acute effects of whole body vibration on muscles activity, strength, and power. *J Strength Cond Res.* 2006;20: 257-61.
25. David M; Bazett J; Holmes W; Dugan EL. Comparing the effects of various whole body vibration accelerations on counter movement jump performance. *J Sports Science Med.* 2008;7:144-50.
26. Stolzenberg N, Belavy DL, Rawer R, Felsenberg D. Whole-body vibration versus proprioceptive training on postural control in post-menopausal osteopenic women. *Gait Post.* 2013;38(3):416-20.
27. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *J Aging Phys Activ.* 2007;15:367-81.
28. Martin BJ, Park HS. Analyses of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *Eur J App Physiol.* 1997;75:504-11.
29. Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatric.* 2005;5(17):1-8.
30. Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Ger Soc.* 2004;52(6):901-8.