
EFEITO DA OCLUSÃO VISUAL E DO TOQUE SUAVE NO EQUILÍBRIO POSTURAL DINÂMICO EM PLATAFORMA INSTÁVEL DE IDOSAS E DE ADULTAS JOVENS

EFFECT OF VISUAL OCCLUSION AND LIGHT TOUCH ON DYNAMIC POSTURAL BALANCE ON AN UNSTABLE PLATFORM IN ELDERLY AND YOUNG ADULT WOMEN

Juliane Cristina Leme¹, Cristiane Regina Coelho Candido¹ e Victor Hugo Alves Okazaki¹

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, Brasil.

RESUMO

O envelhecimento causa detrimento nas informações sensoriais que refletem na qualidade do controle postural. O uso do toque suave tem sido sugerido como estratégia para diminuir a oscilação postural mesmo na ausência de visão. Porém, ainda não está claro este efeito em situação de instabilidade da base de suporte. O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da oclusão visual e do toque suave no equilíbrio em plataforma instável de idosas e adultas jovens. Vinte idosas (69,4±6,7 anos) e vinte adultas jovens (20,6±3,2 anos) realizaram três tentativas da tarefa que consistiu em manter o equilíbrio postural dinâmico em plataforma instável, em base bipodal durante vinte segundos, com perturbação médio-lateral em quatro condições. O teste de *Mann-Whitney U* demonstrou que as idosas apresentaram pior desempenho no equilíbrio em comparação às adultas jovens em todas as condições ($p<0,05$). Os testes de *Friedman* e *Wilcoxon* demonstraram pior desempenho no equilíbrio com a oclusão visual em ambos os grupos ($p<0,05$). Por outro lado, houve melhora no equilíbrio com o toque tanto na condição com visão quanto sem visão ($p<0,05$). Ambos os grupos foram capazes de utilizar as informações sensoriais hápticas por meio do toque suave para auxiliar na manutenção do equilíbrio.

Palavras-chave: Informação háptica. Informações sensoriais. Equilíbrio postural. Envelhecimento.

ABSTRACT

Aging causes the detriment of sensory information that reflects the quality of postural control. The use of light touch has been suggested as a strategy to reduce postural sway even in the absence of vision. However, the effects of this strategy in unstable situations on the support base are unclear. The aim of this study was to analyze the effects of visual occlusion and light touch on the balance of elderly and young adult women on an unstable platform. Twenty elderly women (69.4±6.7 years) and twenty young adult women (20.6±3.2years) performed three attempts at the task which consisted of maintaining balance on an unstable platform on a bipedal base for twenty seconds, with medial-lateral perturbation, in four conditions. The Mann-Whitney U test showed that the elderly women presented worse balance compared to the young adult women in all conditions ($p<0.05$). The Friedman and Wilcoxon tests demonstrated worse balance with visual occlusion in both groups ($p<0.05$). On the other hand, there was an improvement in balance using light touch for both vision and no vision conditions ($p<0.05$). Both groups were able to use the haptic sensory information through light touch to assist in balance maintenance.

Keywords: Haptic information. Sensory information. Postural balance. Aging.

Introdução

O controle postural possui dois objetivos comportamentais, denominados orientação e equilíbrio postural, os quais, são alcançados a partir de um dinâmico relacionamento entre informação sensorial e atividade muscular¹. O equilíbrio postural pode ser definido como o estado em que todas as forças que agem sobre o corpo são balanceadas, permitindo assim, o controle da projeção do centro de massa corporal dentro dos limites da base de suporte^{1,2}. O equilíbrio postural geralmente é analisado em condição estática/ortostática, caracterizada pela manutenção de uma postura particular do corpo com o mínimo de oscilação^{1,3}, sobre uma plataforma de força³. Porém, esse paradigma de análise vem sendo questionado, pois as quedas raramente ocorrem a partir de condições estáveis/estáticas⁴. Desta forma, têm sido proposto análises do equilíbrio postural em condições dinâmicas⁵⁻⁷. O equilíbrio postural

dinâmico refere-se a manutenção da postura durante uma perturbação na superfície de apoio¹ e pode ser mensurado por meio de plataforma de equilíbrio dinâmico^{5,6,8}. Ademais, pequenas perturbações na superfície de apoio podem alterar a reorganização das informações sensoriais⁹.

As informações sensoriais provenientes do sistema visual, vestibular e somatossensorial são preponderantes para o controle postural. Estas informações são utilizadas pelo sistema para dar uma referência interna do ambiente por meio da posição e movimentação de partes do corpo. A abundância dessas informações garante a estabilidade do controle postural mesmo na deficiência de um sistema¹⁰. A dominância de um sistema sensorial é dinâmica e está relacionada às mudanças decorrentes da relação do indivíduo com o ambiente, ou seja, dependendo do contexto em que uma tarefa é realizada o sistema de controle postural prioriza um tipo de informação sensorial a fim de responder da melhor maneira o objetivo da tarefa^{11,12} evitando assim, o conflito de informações entre os diferentes sistemas. A partir disso, o uso de uma informação adicional, como por exemplo, as informações provenientes do toque suave podem permitir a informação integrativa entre o sistema postural e háptico¹³ e assim, auxiliar na manutenção do equilíbrio e na reintegração dos idosos em suas atividades funcionais, pois, o controle ineficiente ou inadequado é um dos maiores fatores de risco para as quedas na população idosa¹⁴⁻¹⁷.

O sistema háptico é decorrente de informações táteis-cinestésicas com atos exploratórios, e tem como objetivo a detecção de tamanho, forma, textura¹⁸, além disso, pode ser uma forma eficiente de auxiliar o sistema de controle postural na reorganização das informações sensoriais. Por conseguinte, já foi evidenciado que informações hápticas, tal como, o toque suave, em uma superfície rígida e estacionária, podem melhorar o controle postural na ausência de visão¹⁹. Ademais, o uso do toque suave pode sobrepor o efeito da manipulação da informação visual em determinados contextos e tarefas, sendo preponderante para o sistema de controle postural²⁰. De fato, o benefício do sistema de toque suave já foi verificado em adultos jovens²¹, em idosos sedentários e ativos e em jovens²² e em crianças e adultos²³. Todavia, todos estes estudos analisaram o equilíbrio postural apenas em postura ortostática por meio de uma plataforma de força. Assim, o uso do sistema de toque suave como ferramenta para a melhoria do equilíbrio em idosos em situação de instabilidade na base de suporte, fato que aumenta ainda mais a dificuldade na manutenção do equilíbrio, não tem sido foco de estudo.

Em função do exposto acima, o presente estudo analisou o efeito da oclusão visual e do toque suave no equilíbrio postural dinâmico em plataforma instável de idosas e adultas jovens. Foram levantadas as hipóteses de que (H₁) o grupo de idosas terá um pior desempenho no equilíbrio postural dinâmico em comparação às adultas jovens em todas as condições experimentais, (H₂) a oclusão visual causará um declínio no desempenho do equilíbrio postural dinâmico em ambos os grupos e (H₃) o toque suave melhorará o desempenho do equilíbrio dinâmico em ambos os grupos. Essa investigação tem potencial para entender os benefícios que o uso do toque suave pode proporcionar para o controle postural em situação de oclusão da visão e perturbação/instabilidade na base de suporte e auxiliar no controle e manutenção do equilíbrio postural dinâmico de idosos.

Métodos

Participantes

A seleção das participantes foi realizada por conveniência. O estudo foi composto por um grupo de idosas (GI) e outro de adultas jovens (GA). O GI foi formado por 20 idosas com idade de $69,4 \pm 6,7$ anos, massa corporal de $70,69 \pm 13,13$ kg e estatura de $1,58 \pm 0,07$ m,

todas praticantes de caminhada e/ou alongamento, com frequência de pelo menos duas vezes por semana. O grupo GA foi formado por 20 adultas jovens, com idade de $20,6 \pm 3,2$ anos, massa corporal de $60,9 \pm 7,96$ kg e estatura de $1,65 \pm 0,07$ m, todas universitárias, praticantes regulares de diferentes modalidades tais como dança, balé, futsal, ginástica, musculação e pilates. Antes do início das coletas, todas as participantes foram informadas sobre os objetivos e procedimentos do estudo e todas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos experimentais do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Local (nº. 216/10, CAAE nº. 0198.0.268.000-10).

Instrumento e Tarefa

Foi utilizada para coleta de dados uma plataforma de equilíbrio dinâmico²⁴, composta por uma prancha de madeira (40cmx40cm) de 1,5cm de altura, com sensores eletrônicos acoplados em suas bordas laterais, direita e esquerda, responsáveis por captar os toques das bordas no chão (resolução temporal de um milésimo de segundo), apoiada sobre um semicírculo com 4,4cm de altura e 6,5cm de diâmetro (Figura 1A) e conectada a um notebook da marca ACER (4349-ZQR). Uma balança eletrônica (marca Casita, precisão de 1 miligrama) foi acoplada à uma base de um tripé (marca VF, modelo WT-3750) com fita dupla face, para permitir o toque suave dos dedos da mão direita. Uma venda de tecido de cor preta foi confeccionada para ocluir a visão. O desempenho na tarefa foi analisado por meio das variáveis: Tempo em Equilíbrio, Tempo em Equilíbrio Médio, Maior Tempo em Equilíbrio e Número de Desequilíbrios, enviadas por meio de um adaptador analógico-digital (v.1.5) para o software *Dynamic Balance Task* (v.1.0). As medidas de massa corporal e estatura foram realizadas por meio de uma balança digital da marca WISO (W721) e de um estadiômetro compacto da marca WISO (E210).

A tarefa consistiu em manter o equilíbrio em uma plataforma instável durante 20 segundos com os braços estendidos ao longo do corpo na condição sem toque suave, em base bipodal com os pés paralelos afastados aproximadamente na largura dos ombros com perturbação na direção médio-lateral, e para garantir o mesmo posicionamento dos pés em todas as condições foi realizado uma marcação com fita sob a plataforma, específica para cada participante. Sendo composta por 4 condições: 1ª condição, com visão e com toque suave (V+T); 2ª condição, com visão e sem toque suave (V+ST); 3ª condição, sem visão e com toque suave (SV+T); 4ª condição, sem visão e sem toque suave (SV+ST) (Figura 1B).

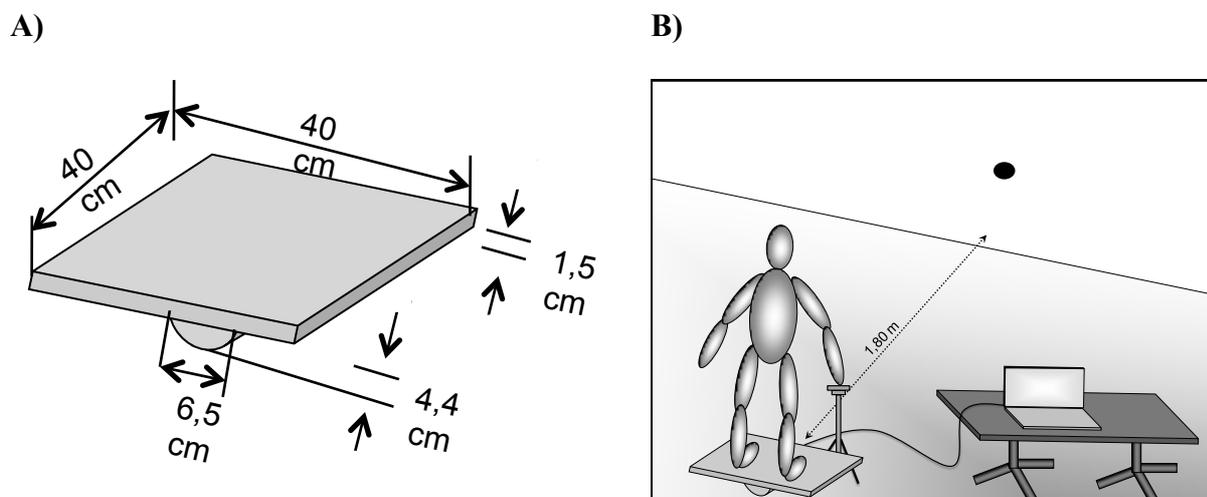


Figura 1. Representação esquemática da: A) Plataforma de Equilíbrio Dinâmico. B) Tarefa (vista posterior) na condição com visão e com toque suave (V+T)

Fonte: Os autores

Procedimentos

Na sessão experimental as participantes foram instruídas a manter o equilíbrio na plataforma, e realizaram uma tentativa de familiarização na plataforma de equilíbrio e outra tentativa com o toque suave e mais duas tentativas de familiarização com toque suave e plataforma concomitantemente.

As participantes ficaram descalças durante os 20 segundos sobre a plataforma, com os braços estendidos ao longo do corpo na condição sem toque suave, em base bipodal com os pés paralelos afastados aproximadamente na largura dos ombros com perturbação na direção médio-lateral, e para garantir o posicionamento dos pés entre todas as condições seguintes foi realizado uma marcação com uma fita sob a plataforma, específica para cada participante. Posteriormente, as participantes se posicionaram atrás da plataforma de equilíbrio e após autorização do experimentador subiram na plataforma mantendo a borda direita apoiada no chão. Em seguida, a participante foi instruída a manter o equilíbrio durante os 20 segundos, de modo a evitar o contato das bordas da plataforma com o solo. Na condição com visão, as participantes foram instruídas para olharem em um ponto fixo demarcado na parede a 1,80m de distância e à altura de seus olhos. Na condição sem visão foi colocada uma venda em seus olhos, no entanto, as participantes foram orientadas a manter o posicionamento da cabeça como se estivessem olhando para o ponto fixo à frente. Na condição de toque suave, as participantes tocaram com o dedo indicador da mão direita na balança eletrônica que foi posicionada à frente e ligeiramente à direita da plataforma, com a altura ajustada à crista ilíaca de cada participante. A força máxima exercida sobre a balança foi de 2N, e quando a participante excedeu esta força, a tentativa foi cancelada e realizada novamente. Foram realizadas três tentativas para cada condição, com intervalo de um minuto entre as tentativas. A ordem das condições foi aleatorizada entre as participantes, por meio do método *Williams Square*^{25,26}.

Variáveis de Estudo

As variáveis independentes do estudo foram: grupo (idosas x adultas); informação visual (olhos abertos x olhos fechados) e toque suave (com toque x sem toque). As variáveis dependentes analisadas foram: (a) Tempo em Equilíbrio (em segundos), que representa a somatória dos tempos de equilíbrio em que cada participante permaneceu sobre a plataforma sem que as bordas tocassem o solo; (b) Tempo em Equilíbrio Médio (em segundos), que representa a média dos tempos de equilíbrio em que cada participante permaneceu sobre a plataforma; (c) Maior Tempo em Equilíbrio (em segundos), que representa o maior tempo de permanência em equilíbrio sem que as bordas da plataforma tocassem o solo; e (d) Número de Desequilíbrios (em frequência absoluta), que representa o número total de toques das bordas da plataforma (direita e/ou esquerda) no solo.

Análise Estatística

Inicialmente, foi calculada a média das três tentativas de cada avaliação do equilíbrio para todas as condições. Após, foi realizado o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk's* ($p < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. Como não foram atendidos os pressupostos para realização dos testes paramétricos para as variáveis dependentes analisadas, foi utilizada estatística descritiva e inferencial não-paramétrica. A estatística descritiva dos dados foi representada por meio de mediana e de intervalo interquartis (1° e 3°). A estatística inferencial foi realizada por meio dos testes de *Mann-Whitney U* para as comparações entre os grupos (Idosas vs. Adultas Jovens) e de *Friedman* para comparação do efeito das condições (Visão/Toque) para o grupo das adultas jovens e das idosas. Quando foi encontrado efeito de condição (Visão/Toque), foi aplicado o teste de *Wilcoxon*. A significância adotada

para as análises estatísticas foi estabelecida em 5% ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no software *Statistica* (v.8.0).

Resultados

Tempo em Equilíbrio (segundos)

O GI apresentou menor Tempo em Equilíbrio em comparação ao GA em todas as condições V+T ($Z = -5,28$; $p < 0,001$), V+ST ($Z = -5,21$; $p < 0,001$), SV+T ($Z = -5,06$; $p < 0,001$) e SV+ST ($Z = -4,90$; $p < 0,001$). Tanto o GI ($X^2_{20,3} = 34,68$; $p < 0,001$) quanto o GA ($X^2_{20,3} = 53,52$; $p < 0,001$), apresentaram maior Tempo em Equilíbrio na condição V+T em comparação às condições V+ST, SV+T e SV+ST ($p < 0,05$), na condição V+ST em comparação à SV+ST ($p < 0,05$) e na condição SV+T em comparação à SV+ST ($p < 0,05$) (Figura 2).

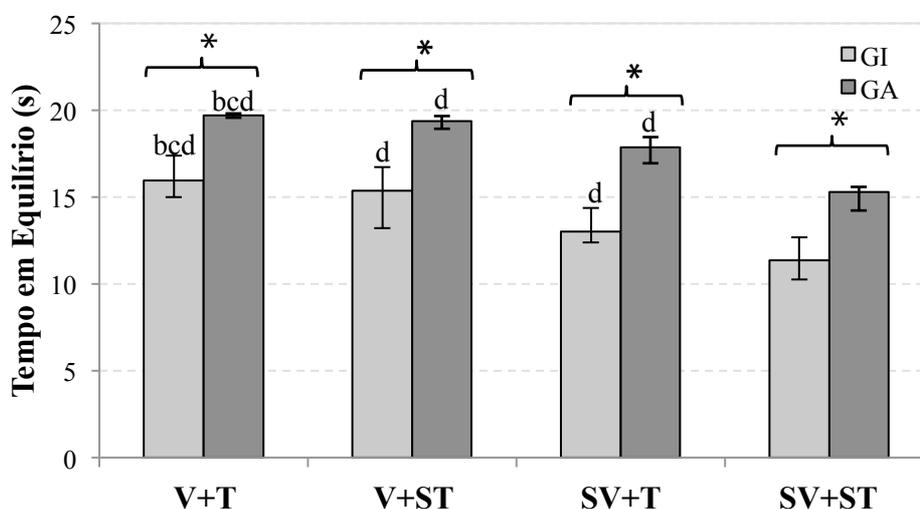


Figura 2. Tempo em Equilíbrio (em segundos), expresso em mediana e intervalo interquartil (1° e 3°), dos grupos (GI, GA), em função das condições experimentais analisadas (V+T, SV+T, V+ST, SV+ST)

Legenda: *Diferença ($p < 0,05$) entre os grupos (GI; GA) na mesma condição. Diferença ($p < 0,05$) entre as condições dentro do mesmo grupo (GI; GA) sendo b diferença para V+ST, c diferença para SV+T, d diferença para SV+ST

Fonte: Os autores

Tempo em Equilíbrio Médio (segundos)

O GI apresentou menor Tempo em Equilíbrio Médio em comparação ao GA em todas as condições V+T ($Z = -5,17$; $p < 0,001$), V+ST ($Z = -5,07$; $p < 0,001$), SV+T ($Z = -4,98$; $p < 0,001$) e SV+ST ($Z = -4,19$; $p < 0,001$). Tanto o GI ($X^2_{20,3} = 26,64$; $p < 0,001$) quanto o GA ($X^2_{20,3} = 53,52$; $p < 0,001$), apresentaram maior Tempo em Equilíbrio Médio na condição V+T em comparação às condições V+ST, SV+T e SV+ST ($p < 0,05$), na condição V+ST em comparação à SV+ST ($p < 0,05$) e na condição SV+T em comparação à SV+ST ($p < 0,05$) (Figura 3).

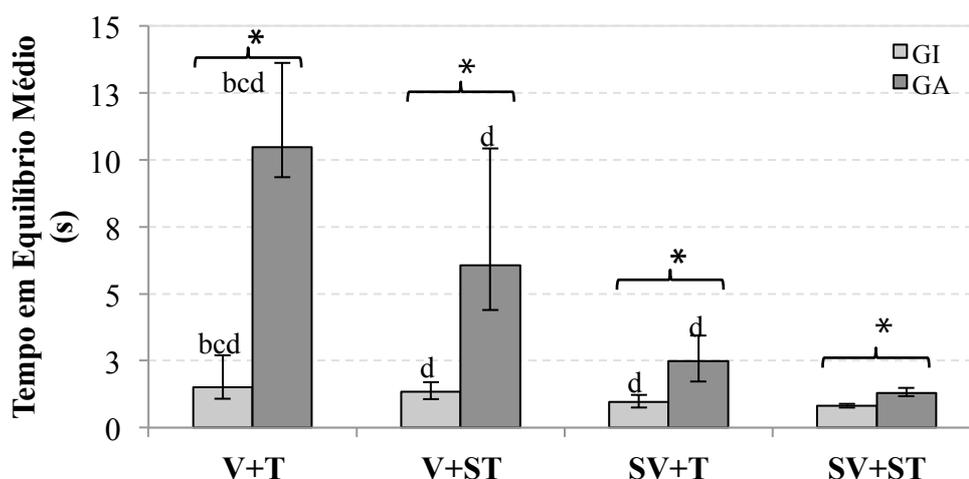


Figura 3. Tempo em Equilíbrio Médio (em segundos), expresso em mediana e intervalo interquartil (1° e 3°), dos grupos (GI, GA), em função das condições experimentais analisadas (V+T, SV+T, V+ST, SV+ST).

Legenda:* Diferença ($p < 0,05$) entre os grupos (GI; GA) na mesma condição. Diferença ($p < 0,05$) entre as condições dentro do mesmo grupo (GI; GA) sendo b diferença para V+ST, c diferença para SV+T, d diferença para SV+ST

Fonte: Os autores

Maior Tempo em Equilíbrio (segundos)

O GI apresentou menor desempenho na variável Maior Tempo em Equilíbrio em comparação ao GA em todas as condições V+T ($Z = -5,08; p < 0,001$), V+ST ($Z = -4,98; p < 0,001$), SV+T ($Z = -4,60; p < 0,001$) e SV+ST ($Z = -4,13; p < 0,001$). Tanto o GI ($X^2_{20,3} = 25,62; p < 0,001$) quanto o GA ($X^2_{20,3} = 48,90; p < 0,001$), apresentaram maiores valores da variável Maior Tempo em Equilíbrio na condição V+T em comparação às condições V+ST, SV+T e SV+ST ($p < 0,05$), na condição V+ST em comparação à SV+ST ($p < 0,05$) e na condição SV+T em comparação à SV+ST ($p < 0,05$) (Figura 4).

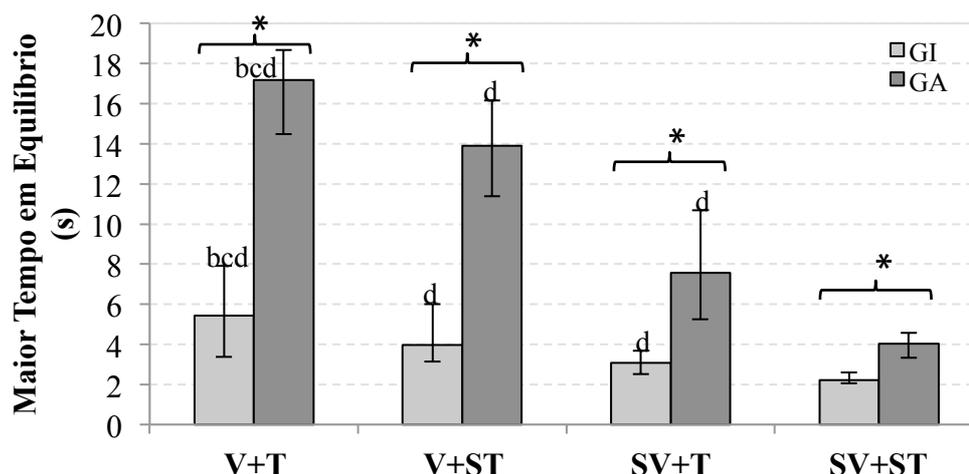


Figura 4. Maior Tempo em Equilíbrio (em segundos), expresso em mediana e intervalo interquartil (1° e 3°), dos grupos (GI, GA), em função das condições experimentais analisadas (V+T, SV+T, V+ST, SV+ST)

Legenda:* Diferença ($p < 0,05$) entre os grupos (GI; GA) na mesma condição. Diferença ($p < 0,05$) entre as condições dentro do mesmo grupo (GI; GA) sendo b diferença para V+ST, c diferença para SV+T, d diferença para SV+ST.

Fonte: Os autores

Número de Desequilíbrios (frequência absoluta)

O GI apresentou maior Número de Desequilíbrios em comparação ao GA em todas as condições V+T ($Z=5,40$; $p<0,001$), V+ST ($Z=4,85$; $p<0,001$), SV+T ($Z=4,15$; $p<0,001$) e SV+ST ($Z=2,00$; $p=0,045$). Tanto o GI ($X^2_{20,3}=13,97$; $p=0,029$) quanto o GA ($X^2_{20,3}=52,01$; $p<0,001$), apresentaram menor Número de Desequilíbrios na condição V+T em comparação às condições SV+T e SV+ST ($p<0,05$) e também na condição V+ST em comparação à SV+ST ($p<0,05$). No entanto, apenas o GA apresentou menor Número de Desequilíbrios na condição V+T em comparação à V+ST ($p<0,05$) e na condição SV+T em comparação à SV+ST ($p<0,05$) (Figura 5).

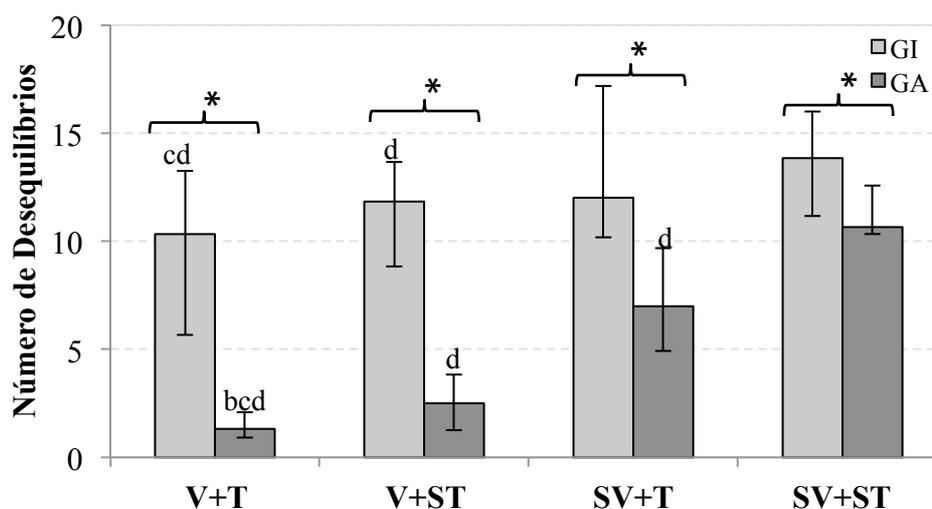


Figura 5. Número de Desequilíbrios (em frequência absoluta), expresso em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º), dos grupos (GI,GA), em função das condições experimentais analisadas (V+T, SV+T, V+ST, SV+ST)

Legenda: *Diferença ($p<0,05$) entre os grupos (GI; GA) na mesma condição. Diferença ($p<0,05$) entre as condições dentro do mesmo grupo (GI; GA) sendo b diferença para V+ST, c diferença para SV+T, d diferença para SV+ST.

Fonte: Os autores

Discussão

O presente estudo analisou o efeito da oclusão visual e do toque suave no equilíbrio postural dinâmico em plataforma instável de idosas e adultas jovens. Para tal, foi utilizada uma plataforma instável, com perturbação da base de suporte na direção médio-lateral, com manipulação da informação visual (occlusão visual) e da informação háptica (toque suave). Os resultados indicaram que as adultas jovens têm melhor equilíbrio dinâmico em comparação às idosas. Desta forma, a hipótese (H_1) de que o grupo de idosas teria um desempenho no equilíbrio postural dinâmico inferior às adultas jovens em todas as condições experimentais foi aceita. De fato, o declínio do equilíbrio postural dinâmico ocorre com o aumento da idade. Ferraz et al.²² compararam a oscilação postural em postura ortostática com toque suave em plataforma de força entre idosos ativos, idosos sedentários e adultos jovens. Os resultados indicaram que o grupo de sedentários apresentou maior oscilação corporal quando comparado aos outros dois grupos. Porém, no mesmo estudo, o grupo de idosos ativos não diferiu do grupo de adultos jovens na oscilação corporal, evidenciando a importância da atividade física. Contudo, no presente estudo o GI apresentou um pior desempenho quando comparado ao GA mesmo sendo um grupo ativo. Essa diferença entre os grupos pode ser explicada pela combinação da dificuldade da tarefa devido a uma base de suporte instável e pelos efeitos

decorrentes do processo de envelhecimento, pois com o avanço da idade é verificada alterações estruturais e funcionais no sistema sensorial e motor, problemas na integração das informações sensoriais^{27,28} e uma redução da qualidade da informação sensorial²⁹⁻³¹.

O sistema visual influenciou o equilíbrio dinâmico de ambos os grupos, pois apresentaram menores valores de Tempo em Equilíbrio (s), Maior Tempo em Equilíbrio (s), Tempo em Equilíbrio Médio (s) e maiores valores no Número de Desequilíbrios com a oclusão da visão. Desta forma, a hipótese (H₂) que a oclusão visual causaria um declínio no desempenho do equilíbrio postural dinâmico em ambos os grupos foi aceita. Este prejuízo no desempenho, decorrente da oclusão visual demonstra que o sistema visual não oferece apenas informações exteroceptivas sobre o ambiente, os objetos e os eventos externos, a visão também oferece informação proprioceptiva sobre a posição relativa dos movimentos das partes do corpo e sobre a posição e movimento do corpo como um todo em relação ao ambiente³². Assim, foi demonstrado que em uma base de suporte instável, as informações visuais podem ocupar papel de maior relevância para a regulação do equilíbrio⁸. Corroborando com Peterka⁹, que demonstrou que pequenas perturbações na superfície de apoio reorganizaram a importância das informações sensoriais, ou seja, o sistema proprioceptivo passa a ter 50% de relevância, o visual 35% e o vestibular 15%. Enquanto em situações estáveis o sistema somatossensorial representa 70% de relevância, o vestibular 20% e o visual apenas 10%. Deste modo, os resultados suportam a teoria da relevância sensorial, na qual, o sistema de controle postural é capaz de reconsiderar e redistribuir os estímulos sensoriais para garantir a estabilidade postural¹².

A importância das informações visuais no controle postural também foi demonstrada em situações tais como: com ou sem informação visual e toque suave analisando adultos jovens por meio do paradigma da sala móvel, que implica em ter a visão manipulada pelo movimento da sala, ocorrendo assim, uma indução de oscilação corporal correspondente ao fluxo óptico²⁰, manipulação da visão em diferentes bases de apoio em idosos ativos e adultos jovens sedentários³³, com ou sem informação visual e sistema âncora em idosos e adultos jovens ativos¹³, com e sem visão e manipulação sensorial da superfície de apoio com o uso de almofada em idosas ativas³⁴. Os resultados do presente estudo, juntamente com estes estudos, evidenciam a importância da informação visual na regulação do controle postural.

A utilização do toque suave melhorou o equilíbrio dinâmico de idosas e de adultas jovens, demonstrado pelos melhores desempenhos encontrados nas variáveis tanto na condição com olhos abertos quanto com olhos fechados. Assim, a hipótese (H₃) que o toque suave melhoraria o desempenho do equilíbrio dinâmico de ambos os grupos foi aceita. De fato, tem sido sugerido que a informação somatossensorial proveniente do toque suave fornece uma referência externa que pode ser utilizada para melhorar o controle postural^{35,36} e diminuir a oscilação postural de idosos ativos, sedentários e adultos jovens em postura ortostática²². Este efeito do toque suave também foi verificado no controle da posição em pé em adultos jovens sendo utilizada uma sala móvel. Os resultados indicaram redução da oscilação postural advinda do uso do toque suave em todas condições analisadas²⁰. Ainda, Jeka e Lackner³⁵ analisaram adultos jovens em posição de tandem, que consiste em manter os pés alinhados um na frente do outro com os dedos de um pé tocando o calcanhar do outro em plataforma de força e verificaram que o toque suave em uma superfície estável reduziu a magnitude da oscilação postural em 50% quando comparado a situação sem toque. Segundo os autores isso ocorreu devido as dicas obtidas pelos dedos combinados com os sinais proprioceptivos da relação tronco-braço, que forneceram informações sobre a oscilação do corpo e permitiram que estas informações fossem utilizadas para melhorar a estabilidade. A melhora no equilíbrio dinâmico com o uso do toque suave também pode ser explicada pelas informações hápticas suplementares que foram fornecidas sobre a posição relativa do corpo¹⁹.

Segundo Jeka e Lackner^{19,35}, indivíduos utilizam as informações advindas do toque suave na forma de antecipação (*feedforward*). Portanto, é possível utilizar as mudanças na força exercida pelo toque do dedo em superfície estacionária com o intuito de receber informações sobre a direção da oscilação postural, podendo assim, atenuar a oscilação por meio de uma ativação muscular mais adequada³⁵.

Os resultados do presente estudo demonstraram que o grupo de adultas jovens apresentou melhor equilíbrio dinâmico em relação ao grupo de idosas em todas as condições analisadas. O uso da informação visual e do toque suave permitiu o melhor desempenho na tarefa de equilíbrio para ambos os grupos. A oclusão de informação visual demonstrou prejudicar o equilíbrio postural dinâmico, ao passo que, a adição da informação háptica (toque suave) demonstrou ser uma ferramenta potencial para a manutenção do equilíbrio, mesmo em situação de oclusão visual e instabilidade da base de apoio. Fato que indica a importância dessa ferramenta também em situações dinâmicas, já que a maioria dos estudos referentes ao toque suave demonstrou o efeito em postura ortostática. Ainda, a generalização dos resultados baseada na interpretação de estudos prévios deve ser realizada com cautela, pois, a maioria dos estudos anteriores foi realizada com métodos e manipulações diferentes, em postura ortostática, utilizando a plataforma de força. O presente estudo se limitou a uma análise de uma amostra escolhida por conveniência e também não se preocupou em analisar o nível de atividade física das participantes. Desta forma, foram sugeridos mais estudos que analisem a importância da informação háptica no equilíbrio em plataforma instável com a manipulação de outras fontes sensoriais, mas com amostras maiores e em diferentes níveis de atividade física e faixas etárias.

Conclusões

Os resultados indicaram que as idosas apresentaram pior desempenho quando comparadas às adultas jovens, isso pode ser decorrente da dificuldade de realização da tarefa por se tratar de uma base instável e dos efeitos decorrentes do processo de envelhecimento. Além disso, a oclusão visual causou um declínio no equilíbrio dinâmico das participantes, que pode ser explicado pela perturbação da superfície de apoio, pois em situações mais instáveis a visão ganha uma maior relevância para manutenção da estabilidade postural, devido a informação que proporciona sobre o ambiente e sobre os movimentos do próprio indivíduo. Entretanto, o toque suave propiciou informação háptica adicional ao sistema de controle postural, melhorando o desempenho na tarefa mesmo com a oclusão da visão, ou seja, as participantes foram capazes de escolher a informação sensorial preponderante para alcançar o objetivo da tarefa. Portanto, o toque suave pode ser uma importante informação utilizada pelo sistema de controle postural para a reorganização sensorial, permitindo a manutenção postural mesmo em situações em que as informações sensoriais são alteradas e a base de suporte instável.

Referências

1. Horak FB, Macpherson JM. Postural Orientation and Equilibrium. In: Rowell LB, Shepard JT, editors. Handbook of Physiology. New York: Oxford University Press; 1996. p. 255–92.
2. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995;3(4):193–214. DOI:10.1016/0966-6362(96)82849-9
3. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(3):183–92. DOI:10.1590/S1413-3552010000300003
4. Bruniera CAV, Rodacki ALF. Respostas estabilométricas de jovens e idosos para recuperar o equilíbrio após uma perturbação inesperada controlada. *Rev Educ Física/UEM* 2014;25(3):345–51. DOI:10.4025/reveducfis.v25i3.21495

5. Oliveira TF, Vieira JLL, Santos AIGG, Okazaki VHA. Equilíbrio dinâmico em adolescentes com Síndrome de Down e adolescentes com desenvolvimento típico. *Motriz* 2013;19(2):378–90. DOI:10.1590/S1980-65742013000200015
6. Castelani RA, Oliveira TF de, Faquin BS, Dascal JB, Marques I, Okazaki VHA. Analysis of dynamic balance in practitioners of classical ballet, of ballroom and non-practitioners of dance. *Rev Educ Física/UEM* 2014;25(4):597–607. DOI:10.4025/reveducfis.v25i4.22951
7. Craig CE, Goble DJ, Doumas M. Proprioceptive acuity predicts muscle co-contraction of the tibialis anterior and gastrocnemius medialis in older adults' dynamic postural control. *Neuroscience* 2016;322:251–61. DOI:10.1016/j.neuroscience.2016.02.036
8. Candido CRC, Faquin BS, Guidotti FJ, Porto AB, Okazaki VHA. Efeito da oclusão visual no equilíbrio dinâmico em plataforma instável. *Fédération Int d'Education Phys* 2012;82(Special Edition):1-5.
9. Peterka R. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol* 2002;88(3):1097–118. DOI:10.1152/jn.2002.88.3.1097
10. Mochizuki L, Amadio AC. As informações sensoriais para o controle postural. *Fisioter em Mov* 2006;19(2):11–8.
11. Jeka J, Oie KS, Kiemel T. Multisensory information for human postural control: Integrating touch and vision. *Exp Brain Res* 2000;134(1):107–25. DOI:10.1007/s002210000412
12. Oie K, Kiemel T, Jeka JJ. Multisensory function: Simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Cogn Brain Res* 2002;14:164–76. DOI:10.1016/S0926-6410(02)00071-X
13. Dascal JB, Okazaki VHA, Mauerberg-deCastro E. Effects of the anchor system on postural control in older adults. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2012;14(2):144–53. DOI:10.5007/1980-0037.2012v14n2p144
14. Berg WP, Alessio HM, Mills EM, Tong C. Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. *Age Ageing* 1997;26(4):261–8. DOI:10.1093/ageing/26.4.261
15. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sport Med* 2000;29(1):1–12. DOI:10.2165/00007256-200029010-00001
16. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - A review. *Gerontology* 2006;52(1):1–16. DOI:10.1159/000089820
17. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1988;319(26):1701–7. DOI:10.1056/NEJM198812293192604
18. Burton G. Non-neural extensions of haptic sensitivity. *Ecol Psychol* 1993;5(2):105–24. DOI:10.1207/s15326969eco0502_1
19. Jeka JJ, Lackner JR. Fingertip contact influences human postural control. *Exp Brain Res* 1994;79(3):495–502. DOI:10.1007/BF00229188
20. Bonfim TR, Polastri PF, Barela JA. Efeito do toque suave e da informação visual no controle da posição em pé de adultos. *Rev Bras Educ Física e Esporte* 2006;20(1):15–25. DOI:10.1590/S1807-55092006000100002
21. Bonfim TR, Barela JA. Efeito da manipulação da informação sensorial na propriocepção e no controle postural. *Fisioter em Mov* 2007;20(2):107–17.
22. Ferraz MA, Barela JA, Pelegrinni AM. Acoplamento sensorio-motor no controle postural de indivíduos idosos fisicamente ativos e sedentários. *Motriz* 2001;7(2):99–105.
23. Barela JA, Jeka JJ, Clark JE. Postural control in children. Coupling to dynamic somatosensory information. *Exp Brain Res* 2003;150(4):434–42. DOI:10.1007/s00221-003-1441-5
24. Okazaki VHA. [Internet]. Plataforma de Equilíbrio Dinâmico [acesso em: fev 12, 2017]. Available from: <http://okazaki.webs.com>
25. Wang B-S, Wang X-J, Gong L-K. The Construction of a Williams Design and Randomization in Cross-Over Clinical Trials Using SAS. *J Stat Softw* 2009;29(1):1–10. DOI:10.18637/jss.v029.c01
26. Williams EJ. Experimental Designs Balanced for the Estimation of Residual Effects of Treatments. *Aust J Chem* 1949;2(2):149–68. DOI:10.1071/CH9490149
27. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiol Aging*. 1989;10(6):727–38. DOI:10.1016/0197-4580(89)90010-9
28. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev* 1986;23(2):97–114. DOI:10.2190/VXN3-N3RT-54JB-X16X
29. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(1):CD000340. DOI:10.1002/14651858.CD000340.pub2
30. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Theory and Practical Applications*. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2001, 614 p.

31. Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Phys Ther* 1997;77(6):646–60. DOI:10.1093/ptj/77.6.646
32. Lee DN, Lishman JR. Vision - The most efficient source of proprioceptive, information for balance control. *Agressologie* 1977;18(A):83–94.
33. Mann L, Kleinpaul JF, Teixeira CS, Rossi AG, Lopes LFD, Mota CB. Investigação do equilíbrio corporal em idosos. *Rev Bras Geriatr e Gerontol* 2008;11(2):155–65. DOI:10.1590/1809-9823.2008.11023
34. Teixeira CS, Lemos LFC, Lopes LFD, Mota CB. A influência dos sistemas sensoriais na plataforma de força: estudo do equilíbrio corporal em idosos com e sem queixa de tontura. *Rev CEFAC* 2010;12(6):1025–32. DOI:10.1590/S1516-18462010005000110
35. Jeka JJ, Lackner JR. The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. *Exp Brain Res* 1995;103(2):267–76. DOI:10.1007/BF00231713
36. Jeka JJ, Schöner G, Dijkstra T, Ribeiro P, Lackner JR. Coupling of fingertip somatosensory information to head and body sway. *Exp Brain Res* 1997;113(3):475–83. DOI: 10.1007/PL00005600

Recebido em 21/09/16.

Revisado em 24/02/17.

Aceito em 19/06/17.

Endereço para correspondência: Victor Hugo Alves Okazaki. Universidade Estadual de Londrina– Rodovia Celso Garcia Cid 445 Km 380 - Campus Universitário - Cx. Postal 10.011 - CEP 86.057-970 - Londrina - Paraná.
Email: vhaokazaki@gmail.com