

ARTIGO ORIGINAL

## Influence of sensory information on static balance in older patients with vestibular disorder<sup>☆</sup>

Camila Macedo<sup>a,\*</sup>, Juliana Maria Gazzola<sup>a</sup>, Natalia Aquaroni Ricci<sup>a</sup>, Flávia Doná<sup>b</sup>, Fernando Freitas Ganança<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Setor de Transtorno do Movimento, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 14 de agosto de 2012; aceito em 23 de agosto de 2014

### KEYWORDS

Aged;  
Postural balance;  
Rehabilitation;  
Dizziness;  
Vestibular diseases

### Abstract

**Introduction:** With aging, the sensory systems suffer an accumulation of degenerative, infectious and/or traumatic processes that may hinder the body balance maintenance.

**Objective:** To assess the influence of sensory information on static body balance of elderly individuals with vestibular disorders.

**Methods:** Cross-sectional study of elderly individuals with vestibular disorders. The Clinical Test of Sensory Interaction and Balance and posturography integrated with virtual reality (Balance Rehabilitation Unit™) were used. Posturography parameters analyzed included center of pressure and velocity of body sway.

**Results:** 123 individuals with mean age of 73.11 were assessed. Worst performance was observed in the Clinical Test of Sensory Interaction and Balance condition of visual dome-unstable surface. Differences between conditions were: firm surface-open eyes/firm surface-closed eyes, unstable surface-open eyes/unstable surface-closed eyes ( $p < 0.001$ ), and unstable surface-closed eyes/unstable surface-visual dome. Considering center of pressure and velocity of body sway, significant differences were observed between the following conditions: firm surface-open eyes/firm surface-closed eyes; firm surface-saccadic stimulus/firm surface-vertical optokinetic stimulus; firm surface-optokinetic stimuli/firm surface-visual-vestibular interaction; and firm surface-visual-vestibular interaction/unstable surface. Worse performances were observed in conditions firm surface-closed eyes, firm surface-vertical optokinetic stimulus, F-visual-vestibular interaction, and unstable surface-closed eyes. There was a difference in the

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.11.004>

<sup>\*</sup> Como citar este artigo: Macedo C, Gazzola JM, Ricci NA, Doná F, Ganança FF. Influence of sensory information on static balance in older patients with vestibular disorder. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:50-7.

<sup>\*</sup> Autor para correspondência.

E-mail: camila\_mace@yahoo.com.br (C. Macedo).

center of pressure between firm surface-closed eyes/firm surface-saccadic stimulus, with a worse performance in the condition of firm surface-closed eyes, and of velocity of body sway, between firm surface-saccadic stimulus/firm surface-horizontal optokinetic stimulus ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** Static body balance in elderly individuals with vestibular disorders is worse when the sensory conditions are more challenging, i.e. stable and unstable surfaces, visual stimuli, such as optokinetic and visual-vestibular interaction, and with the eyes closed.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

#### PALAVRAS-CHAVE

Idoso;  
Equilíbrio postural;  
Reabilitação;  
Tontura;  
Doenças vestibulares

#### Influência das informações sensoriais no equilíbrio corporal estático de idosos vestibulopatas

##### Resumo

**Introdução:** Com o envelhecimento, o sistema sensorial sofre um acúmulo de processos degenerativos, infecciosos e/ou traumáticas que podem dificultar a manutenção do equilíbrio corporal. **Objetivo:** Avaliar a influência das informações sensoriais no equilíbrio corporal estático de idosos vestibulopatas.

**Método:** Estudo transversal, cuja amostra foi constituída por idosos vestibulopatas. Empregaram-se o Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB) e a posturografia integrada à realidade virtual (*Balance Rehabilitation Unit.*). Os parâmetros avaliados à posturografia foram: área do centro de pressão (COP) e velocidade de oscilação (VOC).

**Resultados:** Foram avaliados 123 idosos, com média etária de 73,11 anos. O pior desempenho ocorreu na condição cúpula visual-superfície instável (SI) do CTSIB. As diferenças entre as condições foram: superfície firme (SF)-olhos abertos (OA)/SF-olhos fechados (OF) e SI-OA/SI-OF ( $p < 0,001$ ); SI-OF/SI-cúpula visual. Observou-se diferença da área do COP e da VOC entre as condições: SF-OA/SF-OF; SF-estímulo sacádico/SF-estímulo optocinético vertical; SF-estímulos optocinéticos/SF-interação visuo-vestibular (IVV); SF-IVV/SI, com pior desempenho nas condições SF-OF, SF-estímulo optocinético vertical, SF-IVV e SI-OF. Observou-se diferenciado COP entre as condições SF-OF/SF-estímulo sacádico, com pior desempenho na condição SF-OF, e da VOC entre as condições SF-estímulo sacádico e SF-estímulo optocinético horizontal ( $p < 0,001$ ). **Conclusão:** O equilíbrio corporal estático de idosos vestibulopatas é pior à medida que as condições sensoriais são mais desafiadoras, ou seja, em SI e SE, estímulos visuais como os optocinéticos e interação visuovestibular e OF.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Introdução

A manutenção do equilíbrio corporal é influenciada pela integração das informações sensoriais provenientes dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial. Qualquer conflito entre estas informações pode ocasionar alterações no equilíbrio corporal.<sup>1</sup>

Com o envelhecimento, os sistemas sensoriais sofrem acúmulo de processos degenerativos, infecciosos e/ou traumáticos que comprometem seu funcionamento adequado. Embora a alteração isolada de um dos sistemas possa não apresentar impacto preponderante no desenvolvimento da instabilidade postural, a somatória dessas deficiências é um fator determinante para o desequilíbrio corporal na população idosa.<sup>2,3</sup> Dentre eles, o sistema vestibular merece destaque, devido à alta prevalência com o avançar da idade das doenças vestibulares e da queixa de tontura (11,0% a 36,0%).<sup>4,5</sup>

Para verificar o acometimento das informações sensoriais no controle postural, existe a avaliação por sistemas, que pode ser feita por meio dos testes clínicos e laboratoriais.<sup>6</sup> Esses testes simulam as demandas envolvidas no equilíbrio corporal por meio da manipulação das entradas sensoriais, com alterações no *input* visual, mudanças na superfície e redução da base de sustentação. O Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB) é um teste clínico, cujo objetivo é fornecer informações sobre a capacidade do indivíduo de adaptação e manutenção do equilíbrio corporal, frente aos conflitos sensoriais.<sup>7</sup> Outra forma de avaliar a influência das informações sensoriais no equilíbrio corporal é por meio de exames laboratoriais que envolvem as plataformas de força, as eletromiografias e os sistemas de foto-filmagem. Estas avaliações medem principalmente as oscilações corporais, deslocamento do centro de gravidade e ativação muscular.<sup>8</sup> A BRU™ é um equipamento de posturo-

grafia estática que utiliza a tecnologia de realidade virtual, que recria ambientes e situações a fim de medir as respostas posturais do indivíduo perante os diferentes estímulos.<sup>9</sup>

O conhecimento dos déficits encontrados nas condições sensoriais do CTSIB e da posturografia e a comparação da progressão da dificuldade imposta pelas condições dos testes permitem a identificação da informação preponderante para o equilíbrio corporal de idosos com disfunção vestibular crônica, e com isso direciona o planejamento do processo de reabilitação. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência das informações sensoriais no equilíbrio corporal estático de idosos com disfunção vestibular crônica por meio de teste clínico (CTSIB) e laboratorial (BRU™).

## Método

Trata-se de pesquisa descritiva analítica de corte transversal com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, protocolo n.º 0356/2010.

A amostra foi constituída por idosos com 65 anos ou mais, do gênero masculino ou feminino, com queixa de tontura há pelo menos três meses e hipótese diagnóstica de disfunção vestibular crônica. Os idosos que preencheram os critérios para inclusão na pesquisa foram convidados a participar do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram excluídos os idosos com incapacidade de compreender e atender a comando verbal simples; impossibilitados de permanecer de forma independente na posição ortostática, em uso de dispositivos auxiliares para marcha; com comprometimento visual grave ou não compensado com uso de lentes corretivas; diabéticos insulino-dependentes, com distúrbios ortopédicos que resultam em limitação de movimento e utilização de próteses em membros inferiores; com distúrbios neurológicos e/ou psiquiátricos; com relato de ingestão alcoólica 24 horas antes da avaliação; em uso de medicamentos com ação sobre o sistema nervoso central ou sobre o sistema vestibular; e que tenham realizado reabilitação do equilíbrio corporal nos últimos seis meses.

Os idosos com disfunção vestibular crônica, incluídos na pesquisa, foram submetidos à avaliação composta por dados clínicos, teste clínico de interação sensorial pelo CTSIB e laboratorial pela posturografia computadorizada e integrada à realidade virtual (BRU™).

Os dados clínicos coletados foram: número de doenças, número de medicamentos, histórico de quedas no último ano e tipo de tontura (rotatória, não rotatória e ambas).

O CTSIB avalia o equilíbrio estático em seis condições sensoriais: condição I - superfície firme e olhos abertos, condição; II - superfície firme e olhos fechados, condição; III - superfície firme e conflito visual, condição; IV - superfície instável e olhos abertos, condição; V - superfície instável e olhos fechados e condição; VI - superfície instável e conflito visual. Para a execução do CTSIB foi utilizado cronômetro, espuma (densidade média), cúpula visual e venda visual.<sup>8</sup>

O idoso foi orientado a permanecer por 30 segundos em cada condição sensorial, sem dar nenhum passo para compensar a instabilidade, e sem movimentar os membros superiores, os calcanhares e os pés. Caso o idoso não conseguisse manter a estabilidade sem as imposições acima descritas, o

tempo era parado e o teste considerado alterado. A ordem de execução das condições foi randomizada e uma única tentativa foi dada ao paciente para realizar cada uma delas. A base de sustentação utilizada foi descalço, com os pés unidos, também denominada de posição de Romberg.<sup>8,10</sup> O resultado do CTSIB foi analisado quanto ao tempo despendido em segundos e pela categorização em “normal” ou “alterado” para cada condição sensorial.

A BRU™ é composta por computador com programa de análise do controle postural; estrutura metálica de segurança (suporte de proteção com alças e cinto); plataforma de força; óculos de realidade virtual; venda visual; acelerômetro e espuma.<sup>9</sup> Avalia o controle postural do indivíduo em dez condições sensoriais: 1) superfície firme e olhos abertos; 2) superfície firme e olhos fechados; 3) espuma e olhos fechados; 4) superfície firme e estimulação sacádica; 5) superfície firme e estimulação optocinética com direção horizontal da esquerda para a direita; 6) superfície firme e estimulação optocinética com direção horizontal da direita para a esquerda; 7) superfície firme e estimulação optocinética com direção vertical de cima para baixo; 8) superfície firme e estimulação optocinética com direção vertical de baixo para cima; 9) superfície firme e estimulação optocinética com direção horizontal associada a movimentos lentos e uniformes de rotação da cabeça; 10) superfície firme e estimulação optocinética com direção vertical associada a movimentos lentos e uniformes de flexoextensão da cabeça.<sup>9</sup>

Foram agrupadas as condições sensoriais 5 com 6 e 7 com 8. Assim, houve uma renomeação das condições de acordo com os estímulos sensoriais e a progressão da dificuldade na posturografia, conforme apresentado na tabela 1.

A avaliação de cada condição foi realizada durante 60 segundos com o idoso em postura estática e braços estendidos ao longo do corpo. A base de sustentação adotada pela posturografia é descalço, com afastamento de 10° da linha média da parte anterior de cada pé sobre a plataforma, formando um ângulo de 20° entre os dois primeiros artelhos.<sup>6</sup> O software utiliza o ponto médio da linha intermaleolar como o centro do limite padrão do círculo de estabilidade.

Os parâmetros avaliados foram: área de deslocamento do COP (área de elipse do centro de pressão com distribuição de 95%) e velocidade de oscilação (VOC) (distância total dividida por 60 segundos) em segundos para cada condição sensorial.<sup>9</sup> Em caso de impossibilidade da manutenção do equilíbrio corporal na postura ortostática nos 60 segundos, os parâmetros da condição interrompida não são registrados pelo programa.

## Análise estatística

Para a caracterização da amostra foram realizadas análises descritivas dos dados. Para verificar a existência de diferenças dos tempos despendidos nas condições do CTSIB e dos valores dos e entre os parâmetros da avaliação posturográfica, de acordo com a progressão das condições sensoriais desses testes, foi aplicado o Teste de Wilcoxon para amostras independentes, na qual as médias das condições foram comparadas duas a duas. O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi 5% ( $\alpha = 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa computacional SPSS 17.0.

**Tabela 1** Condições avaliadas pela BRU®, agrupamento e renomeação de acordo com os estímulos envolvidos e a progressão

Condições	Condições da BRU®	Condições	Condições da BRU® agrupadas e renomeadas para o estudo
1	Nenhum estímulo, SF, OA	1	Nenhum estímulo, SF, OA
2	Nenhum estímulo, SF, OF	2	Nenhum estímulo, SF, OF
3	Nenhum estímulo, superfície de espuma, OF	6	Nenhum estímulo, superfície de espuma, OF
4	Sacádico, SF, OA	3	Sacádico, SF, OA
5	Optocinético, Barras (para direita), SF, OA	4 horizontal	Média aritmética
6	Optocinético, Barras (para esquerda); SF, OA		Optocinético, Barras (para direita), SF, OA e Optocinético, Barras (para esquerda); SF, OA
7	Optocinético, Barras (para baixo): SF, OA	4 vertical	Média aritmética
8	Optocinético, Barras (para cima): SF, OA		Optocinético, Barras (para baixo), SF, OA e Optocinético, Barras (para cima); SF, OA
9	Interação vestibulo-visual, Circular, Barras (direção horizontal), SF, OA	5 horizontal	Interação vestibulo-visual, Circular, Barras (direção horizontal), SF, OA
10	Interação vestibulo-visual, Circular, Barras (direção vertical), SF, OA	5 vertical	Interação vestibulo-visual, Circular, Barras (direção vertical), SF, OA

SF, superfície firme; OA, olhos abertos; OF, olhos fechados.

## Resultados

A amostra foi constituída por 123 idosos com disfunção vestibular crônica, sendo a maioria feminina ( $n = 98$ ; 79,7%) e média etária de  $73,11 \pm 5,6$  anos. Os idosos apresentaram, em média,  $3,54 \pm 1,71$  doenças, utilizavam  $3,75 \pm 1,98$  medicamentos e 48,8% referiram quedas no último ano. Sobre o tipo de tontura, 39% da amostra relataram ter ambos os tipos de tontura, seguido por 32,5% com tontura rotatória e 28,5% não rotatória.

A maioria dos idosos vestibulopatas crônicos apresentou normalidade (permanência por 30 segundos) nas condições do CTSIB. Tanto o número de casos alterados como menor tempo despendido foi maior na condição sensorial VI (tabela 2).

A representação comparativa das médias das condições sensoriais do CTSIB conforme a progressão do teste é apresentada na figura 1.

Na progressão do CTSIB houve diminuição no tempo despendido das condições sensoriais 1 para 2 ( $p = 0,001$ ), 4 para 5 ( $p < 0,001$ ) e 5 para 6 ( $p = 0,002$ ). Não houve diferença significativa das condições 2 para 3 ( $p = 0,136$ ) e 3 para 4 ( $p = 0,745$ ).

A tabela 3 apresenta os dados da área do COP e VOC das condições da BRUTM. Os resultados mostram que a maior média da área do COP e VOC foi da condição 6. Não foi possível coletar os parâmetros de três idosos na condição 6; nas demais condições todos os indivíduos completaram o tempo para registro.

A representação comparativa da progressão das médias da área do COP das condições sensoriais da BRUTM é representada na figura 2.

Ao comparar a progressão das médias da área do COP das condições da BRU® foi verificado aumento com diferença significativa das condições 1 para 2 ( $p = 0,013$ ), 3 para 4 vertical ( $p = 0,001$ ), 4 para 5 horizontal ( $p < 0,001$ ), 4 para 5 vertical ( $p < 0,001$ ), 5 horizontal para 6 ( $p < 0,001$ ) e 5 vertical para 6 ( $p < 0,001$ ). Houve diminuição da área com

diferença estatística da condição 2 para 3 ( $p = 0,001$ ). Da condição 3 para 4 horizontal ( $p = 0,053$ ) houve tendência significativa para aumento. Na comparação da área do COP quanto à direção do estímulo não foi verificada diferença estatística entre as condições 4 horizontal e 4 vertical ( $p = 0,479$ ) e 5-horizontal e 5 vertical ( $p = 0,112$ ).

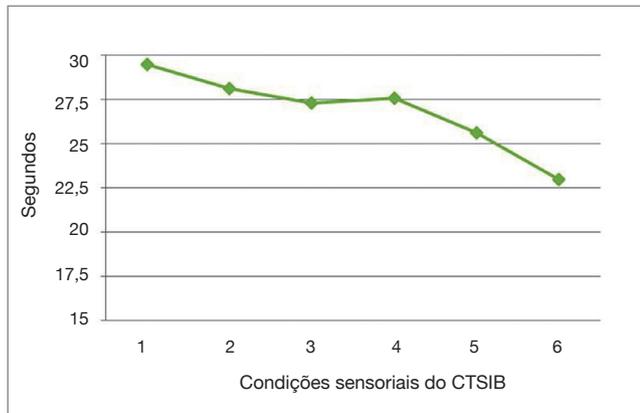
A representação comparativa da progressão das médias do VOC das condições sensoriais da BRU® é representada na figura 3.

Ao comparar a progressão das médias da VOC das condições da BRU® foi verificado aumento com diferença estatisticamente significativa das condições 1 para 2

**Tabela 2** Frequências e variabilidade das condições do teste clínico de interação sensorial de idosos vestibulopatas crônicos

Condições do CTSIB	Casos	Média (DP)	IC 95%
I	N	119 (96,7%)	29,44 (3,26)
	A	4 (4,3%)	28,86-30,0
II	N	107 (87,0%)	28,11 (5,73)
	A	16 (13%)	27,09-29,13
III	N	104 (84,6%)	27,28 (7,26)
	A	19 (15,4%)	25,99-28,58
IV	N	109 (88,6%)	27,56 (7,04)
	A	14 (11,4%)	26,30-28,82
V	N	91 (74,0%)	25,01 (9,42)
	A	32 (26,0%)	23,32-26,69
VI	N	82 (62,7%)	22,99 (10,11)
	A	41 (33,3%)	21,08-24,90

CTSIB, teste clínico de interação sensorial; N, normal; A, alterado.



**Figura 1** Condições sensoriais do CTSIB. Representação gráfica da progressão dos tempos das condições sensoriais do Clinical Test of Sensory Interaction and Balance de idosos com disfunção vestibular crônica.

( $p < 0,001$ ), 4 para 5 horizontal ( $p < 0,001$ ), 4 para 5 vertical ( $p < 0,001$ ), 5 horizontal para 6 ( $p < 0,001$ ) e 5 vertical para 6 ( $p < 0,001$ ). Houve diminuição com diferença significativa da condição 3 para 4 horizontal ( $p < 0,001$ ) e 3 para 4 vertical ( $p = 0,007$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa da condição 2-3 ( $p = 0,453$ ).

Na comparação do VOC quanto à direção do estímulo não foi verificada diferença estatística entre as condições 4 horizontal e 4 vertical ( $p = 0,225$ ) e 5-horizontal e 5 vertical ( $p = 0,157$ ).

## Discussão

A avaliação clínica e/ou laboratorial, realizadas neste estudo, mostraram-se relevantes para a identificação do comprometimento das informações que atuam no controle postural de idosos vestibulopatas, uma vez que seus resultados diferem da população idosa em geral.<sup>8</sup>

A caracterização da amostra, no presente estudo, mostrou-se representativa da população idosa vestibulopata,

isto é, com maioria feminina e idade avançada. As mulheres de 65 anos e mais apresentam uma chance 1,81% maior de relatar qualquer problema de tontura quando comparadas aos homens (95% IC 1,38-2,38).<sup>4</sup> A tontura constitui o segundo sintoma de maior prevalência no mundo em pessoas com até 65 anos de idade, e naqueles com 75 anos ou mais sua prevalência é de aproximadamente 80%.<sup>1</sup>

Os distúrbios do equilíbrio corporal em idosos têm como principal complicação a queda.<sup>11</sup> Existem vários fatores associados às quedas, a tontura de origem vestibular merece destaque, já que estudos populacionais mostram que a chance de cair aumenta em três vezes OR (3,0; 95% IC 1,9-5,0) na presença desta queixa.<sup>12</sup>

Os achados sobre quedas do presente estudo, assim como de outros com idosos vestibulopatas,<sup>5,6</sup> mostram uma prevalência superior ao de idosos da comunidade.<sup>11</sup>

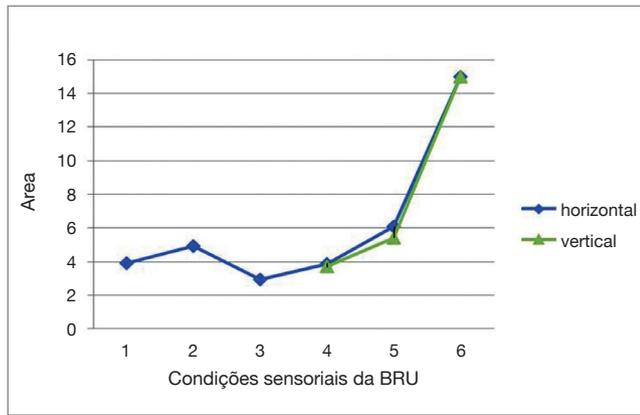
Nesse estudo, verificou-se, em cerca de 40,0% dos pacientes, a predominância do tipo de tontura rotatória e não rotatória, o que vem de encontro ao estudo realizado por Gazzola et al.<sup>11</sup> Uma possível explicação para este achado é o acometimento concomitante de outros sistemas envolvidos com o equilíbrio corporal, além do vestibular, o que sugere um provável distúrbio sensorial multifatorial.

Quanto à escolha da avaliação clínica pelo CTSIB, esta se deve pelo instrumento ser de fácil aplicabilidade e baixo custo, além de auxiliar no processo de reabilitação. Os resultados do presente estudo utilizando o CTSIB mostram que o desempenho dos idosos com vestibulopatia declina da condição I para II; isto é, quando há a perda da informação visual. A visão orienta a posição do corpo em relação ao ambiente circunjacente e desempenha papel fundamental na estabilização tardia das correções posturais e no planejamento de reações antecipatórias.<sup>13</sup> Foi encontrada redução no tempo despendido na condição II em relação à condição I em idosos da comunidade com histórico de quedas recorrentes.<sup>8</sup> Contudo, os autores não observaram diferença entre essas condições naqueles sem quedas. Em idosos com comprometimento de um dos sistemas, neste caso do sistema vestibular, ou mesmo histórico de quedas, revela a dependência do sistema visual para a estabilização corporal.

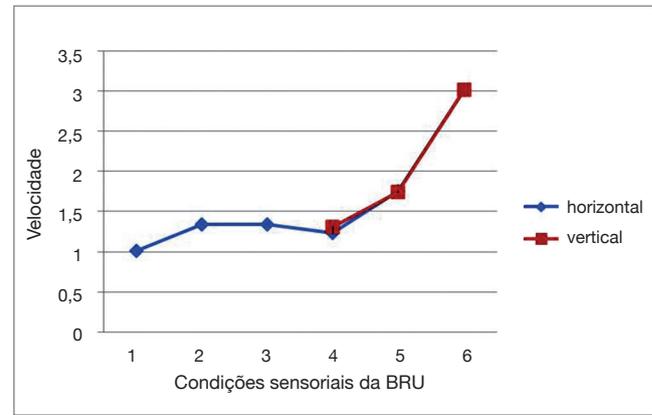
Já a ausência de diferença entre as condições II, III e IV mostra que quando somente dois sistemas estão atuantes,

**Tabela 3** Variabilidade da velocidade de oscilação (cm/s) e da área do centro de pressão (cm<sup>2</sup>) das condições da Balance Rehabilitation Unit de idosos vestibulopatas crônicos

Condições BRU™		VOC (cm/s)		Área do COP (cm <sup>2</sup> )	
		Média (DP)	IC 95%	Média (DP)	IC 95%
1	SF/OA	1,01 (0,40)	0,94-1,08	3,88 (3,80)	3,20-4,56
2	SF/OF	1,34 (0,57)	1,23-1,44	4,90 (5,96)	3,83-5,97
3	SF/Sacádico	1,34 (0,50)	1,25-1,43	2,93 (2,23)	2,53-3,32
4	Horizontal	1,23 (0,44)	3,69 (3,53)	3,69 (3,53)	3,05-4,32
	Vertical	1,31 (0,69)	3,96 (3,47)	3,96 (3,47)	3,24-4,48
5	Horizontal	1,75 (0,74)	6,07 (4,87)	6,07 (4,87)	5,20-6,94
	Vertical	1,74 (0,62)	6,41 (4,10)	6,41 (4,10)	4,68-6,15
6	Espuma/OF	3,01 (1,24)	15,00 (12,25)	15,00 (12,25)	12,78-17,22



**Figura 2** Condições sensoriais da BRU. Representação gráfica da progressão das médias da área do COP das condições sensoriais no exame posturográfico de idosos com disfunção vestibular crônica.



**Figura 3** Progressão das médias do VOC. Representação gráfica da progressão das médias da velocidade de oscilação das condições sensoriais no exame posturográfico de idosos com disfunção vestibular crônica.

sendo um deles o vestibular, que está comprometido nestes idosos, o sistema remanescente, seja ele o visual ou o proprioceptivo, não consegue, sozinho, atender às demandas necessárias para o controle postural.

A mudança de dois sistemas presentes (condição IV) para um único sistema (condições V e VI) mostrou-se ser ainda mais desafiadora para os idosos vestibulopatas. Nas últimas duas condições do CTSIB, o sistema vestibular é a única fonte sensorial acurada. Estudos demonstram que nas condições V e VI, realizadas com olhos fechados, pés em superfície instável e com conflito visual, mais de 50% dos idosos com histórico de quedas não conseguem utilizar somente a informação vestibular, interrompendo o teste antes dos 30 segundos.<sup>14,15</sup> E estes resultados foram ainda piores nos idosos vestibulopatas desta pesquisa, já que estes apresentavam uma limitação prévia deste sistema decorrente da sua patologia de base. Estas informações mostraram serem as mais desafiadoras, em relação aos tempos despendidos pelos idosos vestibulopatas, demonstrando a dependência visual dos idosos vestibulopatas crônicos em determinadas condições sensoriais para o equilíbrio corporal estático. Nas condições V e VI, houve maior número de casos alterados, 32 (26%) e 41 (33,3%), respectivamente, e menor tempo despendido, sendo a média de  $25,01 \pm 9,42$  e  $22,99 \pm 10,11$  segundos, respectivamente.

Assim, por meio do CTSIB é possível identificar a dificuldade dos vestibulopatas nas condições mais desafiadoras e direcionar a reabilitação ao estímulo dos sistemas remanescentes.

Já a posturografia integrada à realidade virtual (BRU™) é um exame mais sofisticado que requer equipamento adequado para sua execução, nem sempre disponível no meio clínico. Assim, a posturografia computadorizada complementa os testes convencionais da avaliação otoneurológica, fornecendo informações quantitativas da influência dos sistemas sensoriais no controle do equilíbrio corporal, além de promover perturbação da informação visual por meio de estímulos projetados por realidade virtual para manutenção do equilíbrio corporal.<sup>16</sup>

Na condição 1, condição basal da avaliação posturográfica, a área do COP e a VOC não mostraram alterações, quando comparadas a dados de idosos saudáveis.<sup>6</sup> Os resultados

desta pesquisa assemelham-se aos achados de outros autores,<sup>17,18</sup> que demonstraram valores normais do COP e VOC para a maioria dos pacientes com disfunção vestibular crônica nesta condição. Isto se deve à utilização de pistas visuais e somatossensoriais para manutenção do equilíbrio corporal, compensando a informação inaccurada do sistema vestibular.

Assim como no CTSIB, na posturografia computadorizada houve diferença no COP e na VOC da condição 1 para 2, mostrando a dependência do sistema visual frente à disfunção vestibular nos idosos. Na condição 2 do exame de posturografia (SF e OF), foram verificadas diferenças da área do COP entre idosos saudáveis e idosos vestibulopatas que não caíram e que caíram uma vez e/ou mais e da VOC entre idosos vestibulopatas que caíram e idosos saudáveis, e idosos vestibulopatas que não caíram e que caíram, mostrando que o uso da informação visual tem grande importância para o equilíbrio corporal, principalmente nos idosos.<sup>6</sup> Achados semelhantes foram verificados entre os grupos (não caíram/histórico de uma queda/histórico de duas ou mais quedas) de idosos saudáveis e funcionalmente ativos pelo escore de equilíbrio da condição 2 da SOT (superfície fixa e OF).<sup>19</sup>

Com a inserção dos estímulos visuo-vestibulares, foi verificado que a condição 3 (estímulo sacádico) não acrescenta dificuldade ao controle postural, seja pelo VOC ou área do COP, diferentemente das condições 4 e 5, que apresentaram dificuldades progressivas.

A condição 3 utilizou estímulos sacádicos, e estes estão relacionados a movimentos oculares rápidos e pequenos, que têm por finalidade posicionar a imagem e o movimento sobre a fóvea e, com isso, melhorar a acuidade visual.<sup>16</sup> Os resultados deste estudo apontaram que os estímulos optocinéticos parecem estimular e causar maior desconforto em idosos vestibulopatas, em comparação com os sacádicos. São escassos estudos sobre a influência do estímulo sacádico no controle postural. Nesta condição, as diferenças dos parâmetros da área do COP foram verificadas entre idosos vestibulopatas que caíram e idosos saudáveis, e idosos vestibulopatas que não caíram e idosos vestibulopatas que caíram, sendo os valores mais elevados para os que caíram. Estes achados também foram encontrados, na mesma condi-

ção, em estudo que mostrou valores superiores da área do COP, por meio da avaliação posturográfica, no grupo de 57 idosos com idade superior a 65 anos (67-82 anos) e histórico de instabilidade e quedas no último ano, em comparação às respostas posturais de 46 voluntários saudáveis (29-75 anos) avaliados como grupo controle.<sup>20</sup>

As condições 4 horizontal e 4 vertical utilizaram a estimulação optocinética, a qual combina mecanismos sacádicos e de perseguição lenta, produzidos por movimentos repetidos através de um campo visual estacionário para fornecer imagens nítidas à estimulação visual. Os estímulos optocinéticos são considerados intensos, pois a percepção de sintomas neurovegetativos pode acontecer mesmo sem o movimento do indivíduo.<sup>21</sup> Os estímulos optocinéticos podem ser mais desafiadores para pacientes com disfunção vestibular, como mostrado no presente estudo, e também em idosos saudáveis com histórico de quedas.<sup>20</sup> Contudo, a direção do estímulo parece não influenciar o controle postural, tendo em vista a ausência de diferença estatística entre as condições 4 horizontal e 4 vertical.

As condições 5 horizontal e 5 vertical foram ainda mais desafiadoras que a condição 4. Estas avaliam a atuação do reflexo vestibulo-ocular associado ao estímulo optocinético, nas direções horizontal e vertical, associado a movimentos lentos e uniformes de rotação ou flexoextensão da cabeça. Novamente foi verificado que a dificuldade imposta pelo teste é independente da direção do estímulo. No estudo de Suarez et al.,<sup>22</sup> foi observado que idosos com instabilidade postural avaliados no BRU<sup>TM</sup> têm aumento significativo do COP e da VOC nas condições de interação visuo-vestibular em relação aos idosos saudáveis, provavelmente porque os idosos com desequilíbrio corporal têm maior dificuldade para estabilizar a imagem na retina, inferindo prejuízo do reflexo vestibulo-ocular.

Entre todas as condições da BRU<sup>TM</sup>, a que apresentou maior grau de dificuldade, tanto para o VOC como para a área do COP, foi a condição 6. Nesta condição, além da supressão dos estímulos visuais, existe alteração das informações somatossensoriais com o uso de espuma, fazendo com que os indivíduos dependam mais da função vestibular, o que explica a dificuldade na manutenção do controle postural nos idosos vestibulopatas. O resultado apresentado foi semelhante ao do CTSIB. Assim como no presente estudo, outros autores<sup>23</sup> observaram maiores valores da área do COP e da VOC, em relação às demais condições. Ao comparar idosos saudáveis com jovens, demonstrou-se que, quando a propriocepção está alterada (superfície instável) e a visão é removida (fechamento dos olhos), os idosos apresentaram oscilações significativamente maiores que os jovens.<sup>24</sup>

Assim, tanto o teste clínico como o laboratorial evidenciaram que a condição em superfície de espuma e olhos fechados é, claramente, uma das mais desafiadoras, principalmente para os idosos com disfunção vestibular, já que o sistema vestibular não consegue, isoladamente, transmitir informações adequadas para o controle postural.

Portanto, os achados apresentados neste estudo podem auxiliar na escolha das condições a serem priorizadas, como teste de rastreio em idosos com queixa de tontura e na elaboração de protocolos com a inclusão de diferentes estímulos (espuma, realidade virtual, oclusão visual, cúpula, tábuas proprioceptivas, entre outros) conforme os resultados do teste sensorial.

## Conclusões

O presente estudo evidenciou declínio no equilíbrio corporal estático de idosos com disfunção vestibular crônica à medida que as condições sensoriais são mais desafiadoras, ou seja, superfície estável e estímulos visuais, como os optocinéticos e interação visuo-vestibular e superfície instável.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Ganança MM, Caovilla HH. A vertigem e sintomas associados. Em: Ganança MM, Vieira RM, Caovilla HH, editores. Princípios de otoneurologia. Série Distúrbios de Comunicação Humana. São Paulo: Atheneu; 1998. p. 3-5.
2. Tinetti ME, Williams CS, Gill TM. Health, functional, and psychological outcomes among older persons with chronic dizziness. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48:417-21.
3. Matsumura BA, Ambrose AF. Balance in the older elderly. *Clin Geriatr Med.* 2006;22:395-412.
4. Stevens KN, Lang IA, Guralnik JM, Melzer D. Epidemiology of balance and dizziness in a national population: findings from the English Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing.* 2008;37:300-5.
5. Gassmann KG, Rupperecht R. Dizziness in an older community dwelling population: a multifactorial syndrome. *J Nutr Health Aging.* 2009;13:278-82.
6. Gazzola JM. [Tese] Controle postural de idosos vestibulopatas crônicos com e sem histórico de quedas submetidos à estimulação visual por realidade virtual. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2010.
7. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66:1548-50.
8. Ricci NA, Gonçalves DFF, Coimbra AM, Coimbra IB. Sensory interaction on static balance: a comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 2009;9:165-71.
9. BRU<sup>®</sup>. Unidade de reabilitação do equilíbrio. Manual do usuário. Versão 1.0.7. Versão do Software: 1.3.5.0. Uruguay: Medicaa; 2006.
10. Whitney SL, Wrisley DM. The influence of footwear on timed balance scores of the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:439-43.
11. Gazzola JM, Ganança FF, Aratani MC, Perracini MR, Ganança MM. Clinical evaluation of elderly people with chronic vestibular disorder. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72:515-22.
12. Gaßmann KG, Rupperecht R, Freiberger E. Predictors for occasional and recurrent falls in community-dwelling older people. *Z Gerontol Geriatr.* 2009;1:3-10.
13. Carvalho RJ, Almeida GL. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. *Rev Neurociênc.* 2009;17:156-60.
14. Nascimento BN, Duarte BV, Antonini DG, Borges SM. Risco para quedas em idosos na comunidade; relação entre tendência e susceptibilidade. *Rev Bras Clin Med.* 2009;7:95-9.
15. Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther.* 1993;73:346-51.
16. Netto ATC, Colafemina JF. Movimentos sacádicos em indivíduos com alterações cerebelares. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76:78-83.
17. Herdman SJ, Blatt P, Schubert MC, Tusa RJ. Falls in patients with vestibular deficits. *Am J Otol.* 2000;21:847-51.

18. Pedalini ME, Cruz OL, Bittar RS, Lorenzi MC, Grasel SS. Sensory organization test in elderly patients with and without vestibular dysfunction. *Acta Otolaryngol.* 2009;13:1-4.
19. Buatois S, Gueguen R, Gauchard GC, Benetos A, Perrin PP. Posturography and risk of recurrent falls in healthy non-institutionalized persons aged over 65. *Gerontology.* 2006;52:345-52.
20. Suarez H, Arocena M, Geisinger D, Suarez A, Carrera X. Analysis of the role of virtual reality technology in the assessment and rehabilitation of Instability in the elderly population. Em: Vincent ML, Moreau TM, editores. *Accidental falls: causes, preventions and interventions.* New York: Nova Science; 2008. p. 107-20.
21. Cordeiro RC. [Tese] Caracterização clínico-funcional do equilíbrio em idosos portadores de Diabetes Mellitus do tipo II. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina; 2002.
22. Suarez H, Geisinger D, Suarez A, Carrera X, Spiller P, Lapilover V. Postural strategies in normal subjects and in patients with instability due to central nervous system diseases after sudden changes in the visual flow. *Acta Otolaryngol (Montevideo).* 2008;128:398-403.
23. Suarez H, Arocena M. Las alteraciones del equilibrio en el adulto mayor. *Rev Méd Clín Condes.* 2009;20:401-7.
24. Teasdale N, Stelmach G, Breuning A, Meeuwse H. Age differences in visual sensory integration. *Exp Brain Res.* 1991;85:691-8.