



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

**Effects of vibrotactile vestibular substitution
on vestibular rehabilitation – preliminary study**^{☆,☆☆}

**Cibele Brugnera^{a,*}, Roseli Saraiva Moreira Bittar^b, Mário Edvin GreTERS^c,
Dietmar Basta^d**

^a Ambulatório de Otoneurologia, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (HCFMUSP), São Paulo, SP, Brasil

^b Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (HCFMUSP), São Paulo, SP, Brasil

^c Hospital Celso Pierro, Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Campinas, SP, Brasil

^d Hospital Charité, Berlin University, Berlin, Alemanha

Recebido em 5 de maio de 2014; aceito em 21 de outubro de 2014

KEYWORDS

Dizziness;
Sensory feedback;
Vestibular diseases;
Postural balance;
Rehabilitation

Abstract

Introduction: Some patients with severe impairment of body balance do not obtain adequate improvement from vestibular rehabilitation (VR).

Objective: To evaluate the effectiveness of Vertiguard™ biofeedback equipment as a sensory substitution (SS) of the vestibular system in patients who did not obtain sufficient improvement from VR.

Methods: This was a randomized prospective clinical study. Thirteen patients without satisfactory response to conventional VR were randomized into a study group (SG), which received the vibrotactile stimulus from Vertiguard™ for ten days, and a control group (CG), which used equipment without the stimulus. For pre- and post-treatment assessment, the Sensory Organization Test (SOT) protocol of the Computerized Dynamic Posturography (CDP) and two scales of balance self-perception, Activities-specific Balance Confidence (ABC) and Dizziness Handicap Inventory (DHI), were used.

Results: After treatment, only the SG showed statistically significant improvement in C5 ($p = 0.007$) and C6 ($p = 0.01$). On the ABC scale, there was a significant difference in the SG ($p = 0.04$). The DHI showed a significant difference in CG and SG with regard to the physical aspect, and only in the SG for the functional aspect ($p = 0.04$).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.08.013>

* Como citar este artigo: Brugnera C, Bittar RSM, GreTERS ME, Basta D. Effects of vibrotactile vestibular substitution on vestibular rehabilitation – preliminary study. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:616-21.

** Instituição: Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: cibele.brugnera@gmail.com (C. Brugnera).

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

PALAVRAS-CHAVE

Vertigem;
Retroalimentação sensorial;
Doenças vestibulares;
Equilíbrio postural;
Reabilitação

Conclusion: The present findings show that sensory substitution using the vibrotactile stimulus of the Vertiguard™ system helped with the integration of neural networks involved in maintaining posture, improving the strategies used in the recovery of body balance.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY- license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Efeitos do biofeedback vibrotátil na reabilitação do equilíbrio corporal – estudo preliminar

Resumo

Introdução: Alguns pacientes com déficit severo do equilíbrio corporal submetidos à reabilitação vestibular (RV) podem não apresentar resultados satisfatórios.

Objetivo: Verificar a eficácia do equipamento de biofeedback Vertiguard™ como substituto sensorial do sistema vestibular em pacientes sem bons resultados à RV.

Método: Estudo prospectivo clínico randomizado. Treze pacientes sem resposta satisfatória à RV convencional foram randomizados entre grupo de estudo (GE), que utilizou o estímulo vibratório do Vertiguard™ por dez dias, e grupo controle (GC) que usou o equipamento desligado. Para avaliação pré e pós-tratamento foi utilizado o protocolo Teste de Integração Sensorial (TIS) da Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC) e duas escalas de autopercepção do equilíbrio: ABC (*Activities-specific Balance Confidence*) e DHI (*Dizziness Handicap Inventory*).

Resultados: Apenas o GE apresentou melhora estatisticamente significativa em C5 ($p = 0,007$) e C6 ($p = 0,01$) da PDC após treinamento. Na escala ABC houve diferença significativa no GE ($p = 0,04$). No DHI ocorreu diferença significativa no aspecto físico em ambos os grupos e no aspecto funcional ($p = 0,04$) apenas no GE.

Conclusão: O estímulo de substituição sensorial do Vertiguard™ auxiliou a integração das redes neurais e na manutenção da postura, melhorando as estratégias utilizadas na recuperação do equilíbrio corporal.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

Introdução

A estabilidade postural é obtida pelo processamento central das aferências sensoriais compostas por informações visuais, vestibulares, auditivas e proprioceptivas.¹ O sistema vestibular, responsável pela integração dessas informações, determina a resposta motora adequada às informações recebidas e originadas das demandas do ambiente. A perda da informação vestibular determina a reorganização estrutural do Sistema Nervoso Central (SNC), que cria novas redes neurais para substituir as aferências perdidas.² Essas mudanças são responsáveis pela compensação central,³ que ocorre graças às atividades neuronal e neuroquímica provocadas pelos conflitos sensoriais vivenciados na ausência da informação vestibular.⁴ A compensação central pode ser acelerada por meio da reabilitação vestibular (RV),⁵ que utiliza exercícios físicos para recompor os principais reflexos relacionados ao equilíbrio corporal.^{6,7} A esse conceito de reorganização neural, com a finalidade de suprir a perda da função vestibular, damos o nome de substituição sensorial (SS).⁸

A SS pode auxiliar no processo de estabilização da postura e da marcha,⁹ facilitando a compensação central da perda sensorial, seja ela total ou parcial.¹⁰ A RV conta atualmente com as novas interfaces homem-máquina (IHM). Estas fornecem estímulos que substituem a informação natural perdida, ativando a formação de vias alternativas que vão atuar na

manutenção do equilíbrio.¹¹ Assim, as IHM nada mais são do que estímulos alternativos que atuam na facilitação da SS. Há descrições de efeitos benéficos extras do neurofeedback na recuperação do equilíbrio corporal com estímulos eletrotáteis na língua,^{12,13} biofeedback auditivo^{14,15} e biofeedback audiovisual.¹⁶ No entanto, Basta e Ernst¹⁷ acreditam na efetividade do uso de biofeedback vibrotátil, pois, desse modo, o indivíduo não é privado da percepção natural dos estímulos sonoros e visuais do ambiente. Estudos mostraram a eficácia de equipamento de biofeedback vibrotátil aplicado na lateral do tronco, com aumento da estabilidade postural,¹⁸ e melhora no alinhamento do centro de massa.¹⁹

Em estudo piloto controlado duplo-cego, 36 pacientes distribuídos em cinco grupos com distúrbios vestibulares de diferentes etiologias apresentaram redução significativa da oscilação corporal após treinamento com o equipamento de Vertiguard.²⁰ Outro estudo com 105 pacientes que apresentavam distúrbios do equilíbrio demonstrou redução nos sintomas apenas no grupo de estudo, redução da oscilação anteroposterior, aumento no valor do índice de equilíbrio e nas condições 5 e 6 no TIS da posturografia dinâmica computadorizada.²¹

Nosso objetivo neste estudo foi avaliar a efetividade do neurofeedback vibrotátil (Vertiguard®) como substituto sensorial em pacientes que não obtiveram boa resposta à RV convencional.

Método

Estudo aprovado sob o nº 0896/09, pela Comissão de Ética da Instituição. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre esclarecido antes de sua inclusão na pesquisa. Fazem parte da amostra inicial 15 indivíduos com distúrbios vestibulares que não apresentaram resultado satisfatório após seguirem protocolo convencional de reabilitação vestibular. Foram considerados critérios de exclusão as limitações neurológicas e/ou ortopédicas que impedissem a realização da posturografia dinâmica computadorizada (PDC) ou o treinamento com o Vertiguard®. Os sujeitos foram randomicamente distribuídos em um grupo de estudo (que recebeu a vibração durante o treinamento) e grupo controle (que treinou com o equipamento desligado). O mesmo terapeuta realizou todos os treinamentos e as ordens e orientações foram exatamente as mesmas para ambos os grupos.

Os pacientes incluídos no estudo seguiram protocolo de anamnese, exame otorrinolaringológico, exames de estabilidade estática (Romberg) e dinâmica (Fukuda), testes de coordenação, audiometria, imitância acústica, exame de eletro-oculografia com estimulação calórica utilizando-se água (a 44 °C e a 30 °C, e a 18 °C; quando não encontradas respostas nas temperaturas anteriores) e o teste de organização sensorial (TIS) da PDC (Equitest NeuroCom®).²²

Os pacientes responderam às versões brasileiras de dois questionários de avaliação, o *Dizziness Handicap Inventory* (DHI)²³ e o *Activities-specific Balance Confidence Scale* (ABC Scale).^{24,25}

O DHI avalia e quantifica a interferência da tontura na qualidade de vida do paciente. É composto por três avaliações distintas, distribuídas entre 25 questões: sete delas avaliam os aspectos físicos (piora da tontura em consequência de movimentos ou ações); nove consideram os aspectos funcionais (limitação das atividades diárias pela tontura); e outras nove questões avaliam os aspectos emocionais (prejuízo do convívio social ou sentimentos como insegurança, medo e depressão provocados pela tontura). O paciente deve responder às 25 questões, utilizando “sim”, que corresponde a 4 pontos; “às vezes”, que corresponde a 2 pontos; ou “não”, que corresponde a zero ponto. Portanto, quanto maior a pontuação, pior a qualidade de vida.

O questionário ABC quantifica o nível de autopercepção das alterações do equilíbrio corporal e auxilia na escolha das intervenções apropriadas. O paciente quantifica em porcentagem, de 0 a 100, a sua autoconfiança na realização de

16 tarefas da vida diária. Portanto, quanto maior a porcentagem, maior sua autoconfiança.

Após a avaliação, os pacientes foram treinados com o Vertiguard®. O equipamento possui as funções de avaliação e de treinamento do equilíbrio corporal. Consiste em um cinto ajustável colocado na cintura do paciente (fig. 1), contendo uma unidade principal com dois giroscópios embutidos, os quais detectam a direção da oscilação corporal (anterior/posterior lateral D/lateral E), e quatro estimuladores vibratórios dispostos em ângulos 90° entre eles (fig. 2). Essas unidades vibratórias respondem ao comando da unidade principal e vibram sinalizando a direção do deslocamento corporal.

A avaliação consiste em quantificar, segundo um padrão de normalidade estabelecido, os deslocamentos corporais do sujeito quando da realização de várias tarefas estáticas e dinâmicas, a saber: paciente em pé com os olhos abertos e fechados; apoiado sobre um dos pés com os olhos abertos; apoiado sobre um dos pés com os olhos fechados (apenas para pacientes com menos de 60 anos); marchando oito passos tocando o calcanhar com o hálux (Marcha Tandem); em pé com os olhos abertos e fechados sobre uma superfície de espuma; apoiado sobre um dos pés com os olhos abertos; marchando oito passos tocando o calcanhar com o hálux (Marcha Tandem) sobre uma superfície de espuma; caminhar 3 m; caminhar 3 m executando movimentos circulares com a cabeça; caminhar 3 m com a cabeça para cima e para baixo; caminhar 3 m com os olhos fechados; saltar uma sequência de seis obstáculos; sentar e levantar de uma cadeira (para sujeitos com mais de 60 anos). Quando utilizada na função treinamento, a unidade principal seleciona e armazena as seis piores respostas obtidas na avaliação prévia, que deverão ser treinadas durante um período de 10 dias, segundo o protocolo estabelecido quando o equipamento foi desenvolvido na Universidade de Berlim. Durante a realização das tarefas selecionadas, se houver desvio corporal inadequado, os estimuladores emitem sinais vibratórios indicando ao sujeito a direção de seu deslocamento. Dessa maneira, o equipamento auxilia na percepção do movimento inadequado, substituindo a informação vestibular perdida.

O efeito clínico do tratamento foi determinado pela comparação entre os resultados de avaliações anteriores e posteriores ao tratamento pelas condições 5 e 6 do TIS da PDC - condições consideradas tipicamente vestibulares. Foram ainda comparadas as respostas das duas escalas de avaliação para determinar a autopercepção do paciente com relação à sua melhora.

A diferença entre os valores posturográficos obtidos antes e após o tratamento, por se tratar de uma distribuição normal, foi determinada pelo teste pareado *t* de Student, sendo considerada significativa quando $p < 0,05$. Para as escalas DHI e ABC foi utilizado o teste Kruskal-wallis, especialmente indicado por se tratar de pequenas amostras.

Resultados

Quinze sujeitos concordaram em participar do estudo (dez homens e cinco mulheres, idade $71,3 \pm 10,8$). No decorrer do treinamento, dois pacientes não puderam concluir o protocolo por questões de saúde, reduzindo a amostra final para 13 indivíduos: sete no grupo de estudo e seis no grupo controle. A tabela 1 demonstra as idades, o gênero, a função vestibular e a etiologia dos sujeitos que compõem a amostra.



Figura 1 Vertiguard acoplado à cintura do paciente.



Figura 2 Vertiguard: unidade principal e estimuladores vibrotáteis.

Os valores obtidos nas condições posturográficas C5 e C6, escalas ABC e DHI ao início do experimento não apresentaram diferença estatística entre GC e GE, caracterizando os grupos como homogêneos.

Entre as médias pré e pós-tratamento, houve diferença significativa para C5 ($p = 0,007$) e C6 ($p = 0,012$) apenas no grupo de estudo. Os resultados pré e pós-tratamento das condições 5 e 6 podem ser observados na tabela 2.

Entre as respostas ao questionário DHI antes e após o tratamento, observamos diferença significativa no aspecto físico no GC ($p = 0,0400$) e no GE ($p = 0,0423$); e no aspecto funcional, apenas no GE ($p = 0,0427$). Os resultados encontrados podem ser observados na tabela 3.

Os resultados na escala ABC demonstraram diferença significativa entre o início e o final do tratamento no GE ($p = 0,04$), mas não no GC ($p = 0,12$). Os valores numéricos podem ser observados na tabela 4.

Discussão

Os resultados obtidos por este estudo sugerem que o equipamento de estimulação vibrotátil Vertiguard® foi capaz de melhorar o equilíbrio corporal de pacientes que não obtiveram boa resposta ao treinamento pela reabilitação vestibular. Embora a RV seja reconhecida como um método eficaz para o treinamento de sujeitos que apresentem sérios comprometimentos da estabilidade postural, nesses casos, seus

Tabela 1 Apresentação dos GC e GE segundo idade, sexo, função vestibular e etiologia do desequilíbrio corporal

Idade	Sexo	Função labiríntica	Etiologia
GC			
55	M	Hiporreflexia bilateral	Convulsão
73	M	Hiporreflexia bilateral	IVB
79	F	Hiporreflexia bilateral	SDI
87	F	Normorreflexia	Metabólica/ SDI
82	F	Arreflexia unilateral	Metabólica
55	M	Arreflexia unilateral	Surdez súbita
GE			
84	F	Hiporreflexia unilateral	Idiopática
62	M	Hiporreflexia bilateral	Fratura labirinto D
64	M	Hiporreflexia bilateral	Traumatismo
77	M	Normorreflexia	Metabólica
79	M	Hiporreflexia bilateral	SDI
64	M	Arreflexia bilateral	Idiopática
67	M	Hiporreflexia bilateral	Hepatite c

IVB, insuficiência vertebrobasilar; SDI, síndrome do desequilíbrio do idoso; TCE, traumatismo cranioencefálico.

Considerou-se como arreflexia a ausência de respostas pós-calóricas; e hiporreflexia as respostas que apresentaram velocidades angulares abaixo de $4^\circ/s$.

Tabela 2 Valores médios obtidos em C5 e C6 antes e após o treinamento nos grupos controle e estudo

Grupo	C5 pré	C5 pós	p	C6 pré	C6 pós	p
GC	34,83	48,88	0,098	43,33	54,05	0,165
GE	26,85	53,23	0,007 ^a	15,85	41,19	0,012 ^a

GC, Grupo Controle; GE, Grupo Estudo.

^a Significância estatística.

Tabela 3 Valores numéricos das médias obtidas no DHI antes e após o treinamento pelos grupos GC e GE

DHI	Pré-físico	Pós-físico	p	Pré-funcional	Pós-funcional	p	Pré-emocional	Pós-emocional	p
GC	17,66	10,33	0,04 ^a	19,33	14,33	0,09	15,66	10,66	0,21
GE	13,71	5,42	0,04 ^a	18,85	7,71	0,04 ^a	15,71	7,71	0,14

GC, Grupo Controle; GE, Grupo Estudo.

^a Significância estatística.

resultados ainda são limitados, e outros métodos que buscam a substituição sensorial vêm sendo estudados.

Nossa amostra foi composta por indivíduos idosos (idade média 71,3 anos) que sabidamente apresentavam comprometimento postural severo, motivo pelo qual não obtiveram melhora com a RV convencional. É possível observar que, mesmo apresentando maior número de sujeitos com a função labiríntica comprometida bilateralmente, apenas o GE, que recebeu a estimulação vibrotátil, apresentou melhora estatisticamente significativa nas condições 5 e 6. Esse resultado sugere que o estímulo vibrotátil adicional foi capaz de estabilizar a postura sob as condições de desafio oferecidas durante o treinamento.

As condições 5 e 6 do protocolo TIS da PDC são chamadas de condições vestibulares porque, em solo instável com visão ausente (C5) ou conflitante (C6), a manutenção postural depende exclusivamente da informação vestibular. O comprometimento dessa informação origina oscilação postural exagerada ou queda. A melhora obtida pelo grupo que recebeu a vibração é sugestiva de que o SNC utilizou o estímulo adicional para integrar a informação extra e aprimorar suas estratégias de recuperação postural.

Abordando as escalas de avaliação, pudemos constatar a melhora do aspecto funcional do DHI no grupo que recebeu a vibração durante o treinamento. Esse resultado infere que apenas o grupo tratado apresentou redução da interferência de sua tontura em suas tarefas diárias após a abordagem terapêutica, constatando a eficácia do treinamento associado à substituição sensorial. Os pacientes sentiram-se mais seguros no desempenho de suas atividades, apesar de suas limitações físicas. Com relação ao aspecto físico do DHI, é interessante observar que tanto o grupo estimulado quanto o grupo controle obtiveram melhora de seus índices após a intervenção. Esses resultados podem ser explicados pelo exercício físico intensivo realizado durante o período por sujeitos anteriormente restritos, em função de sua limitação de movimento. Em contrapartida, nenhum grupo obteve mudança do aspecto emocional entre as fases pré e pós-treinamento. Portanto, não houve diferença no impacto emocional provocado pela tontura em sua vida após a intervenção.

O nível de autoconfiança, mensurado através do questionário ABC, melhorou significativamente apenas no grupo que recebeu o estímulo vibrotátil. Esses resultados novamente sugerem o impacto benéfico da estimulação vibrotátil associada à reabilitação vestibular na recuperação de casos com severo comprometimento do controle postural.

Conclusão

Este é um estudo preliminar realizado com número reduzido de pacientes, mas que já demonstra de forma inquestionável

que o biofeedback vibrotátil como substituição sensorial ao sistema vestibular é uma ferramenta útil em pacientes que apresentam limitações em sua recuperação postural com os protocolos convencionais de reabilitação vestibular.

Financiamento

Este estudo foi financiado pela Bolsa CAPES 07/2011 à 06/2013.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Baloh R, Honrubia V. Vestibular function: an overview. Em: *Clinical neurophysiology of the vestibular system*. 3rd ed. Oxford: University Press; 2001. p. 17-20.
- Duffau H. Brain plasticity: from pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *J Clin Neurosci*. 2006;13:885-97.
- Horak F. Postural compensation for vestibular loss. *Restor Neurol Neurosci*. 2010;28:57-68.
- Telian S, Shepard N. Update on vestibular rehabilitation therapy. *Otolaryngol Clin North Am*. 1996;29:359-71.
- Bittar R, Pedalini M, Formigoni G. Porque a reabilitação vestibular falha. *Inter Arch Otorhinolaryngol*. 2000;1:118-22.
- Ekvall-Hansson E. Vestibular rehabilitation. In: Stone JH, Blouin M, editores. *International encyclopedia of rehabilitation*. 2013. Disponível em: <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/278/>
- Pulaski PD, Zee MD, Roinson DA. The behavior of the vestibulo-ocular reflex at high velocity head rotation. *Brain Res*. 1981;15:9-61.
- Restak R. Seu cérebro nunca envelhece: descubra como você pode desenvolver todo o seu potencial. 3ª Edição São Paulo: Editora Gente; 2006. p. 2003. Título original: "The New Brain: how the modern age is rewiring your mind".
- Janssen M, Stokroos R, Aarts J, van Lummel R, Kigma H. Salient and placebo vibrotactile feedback are equally effective in reducing sway in bilateral vestibular loss patients. *Gait Posture*. 2010;31:213-7.
- Bach-y-Rita, Kerckel. Sensory substitution and the human-machine interface. *Trends Cogn Sci*. 2003;7:541-6.
- Wang W, Collinger JL, Perez MA, Tyler-Kabara EC, Cohen LG, Bir-baumer N, et al. Neural interface technology for rehabilitation: exploiting and promoting neuroplasticity. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2010;21:157-78.
- Danilov Y, Tyler M, Skinner K, Hogle R, Bach-y-Rita. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss. *J Vestib Res*. 2007;17:119-30.
- Barros C, Bittar R, Bottino M. Recuperação do equilíbrio corporal na arreflexia vestibular bilateral por meio da interface homem-máquina (IHM): estudo preliminar. *Arq Int Otorrinolaryngol*. 2007;11:278-83.
- Dozza M, Chiari L, Chan B, Rocchi L, Horak FB, Cappello A. Influence of a portable audio-biofeedback device on structural properties of postural sway. *J Neuroeng Rehabil*. 2005;31:2-13.
- Dozza M, Horak FB, Chiari L. Auditory biofeedback substitutes for loss of sensory information in maintaining stance. *Exp Brain Res*. 2007;178:37-48.

Tabela 4 Valores em porcentagem obtidos na escala ABC antes e após o treinamento pelos grupos GC e GE

ABC	Pré	Pós	p
Grupo Controle	58,84	69,68	0,12
Grupo Estudo	68,66	88,03	0,04 ^a

^a Significância estatística.

16. Mirelman A, Herman T, Nicolai S, Zijlstra A, Zijlstra W, Becker C, et al. Audio-biofeedback training for posture and balance in patients with Parkinson's disease. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8:35.
17. Basta D, Ernst A. Modern rehabilitation for vestibular disorders using neurofeedback training procedures. *HNO.* 2008;56:990-5.
18. Dozza M, Conrad W, Peterka R, Chiari L, Horak F. Effects of practicing tandem gait with and without vibrotactile biofeedback in subjects with UVL. *J Vestib Res.* 2007;17:195-204.
19. Horak F, Dozza M, Peterka R, Chiari L, Wall C. Vibrotactile biofeedback improves tandem gait in patients with unilateral vestibular loss. *N Y Acad Sci.* 2009;1164:279-81.
20. Basta D, Ernst A. Vibrotactile neurofeedback training with the Vertiguard®-RT-system. A placebo-controlled double-blinded pilot study on vestibular rehabilitation. *HNO.* 2011;59:1005-11.
21. Basta D, Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Greeters ME, Bittar RS, Steinhagen-Thiessen E, et al. Efficacy of a vibrotactile neurofeedback training in stance and gait conditions for the treatment of balance deficits: a double-blind, placebo-controlled multicenter study. *Otol Neurotol.* 2011;32:1492-9.
22. Furman J. Role of posturography in the management of vestibular patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1995;112:8-15.
23. Castro A, Gazzola J, Natour J, Ganança F. DHI Dizziness Handicap Inventory: versão brasileira. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2007;19:97-104.
24. Powell E, Myers A. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50:28-34.
25. Marques A, Mendes Y, Assumpção A, Pereira C, Taddei U. Brazilian-Portuguese translation and cross cultural adaptation of the Activities-Specific Balance Confidence (ABC) Scale. *Braz J Phys Ther.* 2013;17:170-8.