



ARTIGO ORIGINAL

Body balance at static posturography in vestibular migraine[☆]



Leslie Palma Gorski*, Adriana Marques da Silva, Flávia Salvaterra Cusin, Suelen Cesaroni, Mauricio Malavasi Ganança e Heloisa Helena Caovilla

Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina (EPM), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 29 de agosto de 2017; aceito em 5 de dezembro de 2017
Disponível na Internet em 3 de março de 2018

KEYWORDS

Migraine disorders;
Dizziness;
Postural balance;
Vestibular function tests

Abstract

Introduction: Migraine is one of the most frequent and incapacitating headaches, with a high degree of impairment in quality of life. Its association with vestibular symptoms is common, including imbalance and postural instability.

Objective: To evaluate the body balance of patients with vestibular migraine through a static posturography test.

Methods: An experimental group of 31 patients with a medical diagnosis of vestibular migraine in the intercritical period of the disease, and a control group of 31 healthy individuals, matched for age and gender, were submitted to the eight sensory conditions of the Tetrax Interactive Balance System. The parameters analyzed were: stability index, which measures the amount of sway, global stability and ability to compensate postural modifications; weight distribution index, which compares deviations in weight distribution; synchronization index, which measures the symmetry in the weight distribution; postural sway frequency, which indicates the frequency range with more sway; and fall risk index, which expresses the probability of falls.

Results: The stability index was higher in the experimental group in all eight sensory conditions, with a significant difference between the groups in six of them. The weight distribution index was higher in the experimental group in all conditions, with a significant difference in three of them. The number of cases with preferential sway in F2–F4 was significantly higher in the experimental group in three conditions, and in F5–F6 in two, while the fall risk was significantly higher in the experimental group than in the control group.

Conclusion: Patients with vestibular migraine showed compromised body balance at the static posturography test.

© 2018 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.12.001>

[☆] Como citar este artigo: Gorski LP, Silva AM, Cusin FS, Cesaroni S, Ganança MM, Caovilla HH. Body balance at static posturography in vestibular migraine. Braz J Otorhinolaryngol. 2019;85:183–92.

* Autor para correspondência.

E-mail: lesliegorski@yahoo.com.br (L.P. Gorski).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

PALAVRAS-CHAVE

Transtornos de enxaqueca;
Tontura;
Equilíbrio postural;
Testes de função vestibular

Equilíbrio corporal à posturografia estática na migrânea vestibular**Resumo**

Introdução: Migrânea é uma das cefaleias mais frequentes, incapacitante e com elevado grau de comprometimento na qualidade de vida. É comum sua associação a sintomas vestibulares, inclusive desequilíbrio e instabilidade postural.

Objetivo: Avaliar o equilíbrio corporal de pacientes com migrânea vestibular por meio de uma posturografia estática.

Método: Foram submetidos às oito condições sensoriais da posturografia do *Tetrax Interactive Balance System* um grupo experimental de 31 pacientes com diagnóstico médico de migrânea vestibular no período intercrítico da afecção e um grupo controle de 31 indivíduos hígidos pareado quanto à idade e sexo. Os parâmetros analisados foram: índice de estabilidade, que mede a quantidade de oscilação, estabilidade global e habilidade para compensar modificações posturais; índice de distribuição de peso, que compara os desvios na distribuição do peso; índice de sincronização, que mede a simetria na distribuição de peso; frequência de oscilação postural, que aponta a faixa de frequência com mais oscilação; e índice de risco de queda, que expressa à probabilidade de ocorrerem quedas.

Resultados: O índice de estabilidade foi maior no grupo experimental em todas as oito condições sensoriais, com diferença significativa entre os grupos em seis delas; o índice de distribuição de peso foi maior no grupo experimental em todas as condições, com diferença significativa em três delas; o número de casos com oscilação preferencial em F2-F4 foi significativamente maior no grupo experimental em três condições, e, em F5-F6, em duas; o índice de risco de queda foi significativamente maior no grupo experimental do que no grupo controle.

Conclusão: Pacientes com migrânea vestibular apresentam comprometimento do equilíbrio corporal à posturografia estática.

© 2018 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

Migrânea é um termo de origem grega que significa “metade do crânio”. Também é conhecida como enxaqueca, uma das cefaleias mais frequentes, incapacitante e com elevado grau de comprometimento na qualidade de vida.¹ É uma perturbação cefalálgica primária, por não apresentar causa demonstrável em exames clínicos ou laboratoriais usuais, ocorre em episódios recorrentes com duração de minutos a horas, é unilateral, pulsátil, com intensidade moderada ou severa, agrava-se com atividades físicas e está associada a náuseas e/ou fotofobia e fonofobia.²

Pacientes com vestibulopatias relatam frequentemente migrânea, da mesma forma que pacientes com migrânea relatam habitualmente tontura e vertigem; estudos epidemiológicos indicam uma associação causal entre a vertigem/tontura e a migrânea.³

A prevalência da migrânea vestibular é variável, de acordo com o critério diagnóstico e a população selecionada.^{4,5} Foi estimado que a prevalência da migrânea vestibular na população geral ao longo da vida é de aproximadamente 1%.⁶ Com o uso dos critérios recentes, a migrânea vestibular foi identificada em 4,2% dos casos e a migrânea vestibular provável em 5,7% em clínica otorrinolaringológica de referência terciária,⁴ enquanto um estudo multicêntrico em clínicas neurológicas identificou a prevalência da migrânea vestibular em 10,3% de pacientes migranosos e da migrânea provável em 2,5%.⁷

A primeira crise de vertigem recorrente relacionada à migrânea pode ocorrer em qualquer idade, mas é mais comum entre os 30 e 50 anos nas mulheres – sexo mais afetado pela afecção – e nos homens costuma apresentar um pico por volta dos 40 anos.⁸

Os critérios inicialmente formulados para o diagnóstico clínico da migrânea relacionada com disfunção vestibular³ foram posteriormente revisados,^{2,9} consideraram-se duas condições clínicas: migrânea vestibular e migrânea vestibular provável. Estabelecem a hipótese diagnóstica sintomas vestibulares recorrentes, história de migrânea, associação temporal dos sintomas migranosos com os episódios vertiginosos e a exclusão de outras causas. Os sintomas vestibulares podem ser vertigem espontânea, posicional, por intolerância aos movimentos da cabeça e/ou induzida por estímulos visuais ou tontura, definida como perturbação da orientação espacial, induzida por movimentos cefálicos, com ou sem náusea. Os episódios agudos podem ser de moderada a severa intensidade, com duração entre cinco minutos a três dias; fotofobia e auras devem ser inquiridas, devido à frequente ausência de cefaleia nas crises da afecção.^{9,10}

Na comparação dos novos critérios com os antigos, o número de pacientes com diagnóstico de migrânea vestibular diminuiu, principalmente se considerarmos a caracterização de tipo, intensidade e duração da tontura, o que torna o diagnóstico mais específico, porém menos sensível.¹¹

Em nosso meio, um estudo epidemiológico feito com 85 pacientes com diagnóstico de migrânea vestibular evidenciou que 94,1% eram do sexo feminino, com média de 46,1 anos; a vertigem e a cefaleia foram concomitantes na maioria dos casos; a cefaleia surgiu em média 7,3 anos antes dos sintomas vestibulares.¹² Outros sintomas relatados por pacientes com migrânea e disfunção vestibular são desequilíbrio e instabilidade postural.^{8,13} Em 147 pacientes com migrânea vestibular, a instabilidade foi referida por 91% dos casos e o desequilíbrio foi referido por 82%.¹⁴

O desequilíbrio e a instabilidade postural podem ser investigados por meio de posturografia estática e dinâmica. A *Tetrax Interactive Balance System™* (Tetrax IBS™) é uma posturografia estática composta por quatro placas integradas, que mensuram a oscilação postural em várias condições sensoriais. O equipamento afere e compara os valores da parte anterior e posterior de cada pé (dedos e calcanhar) e de cada calcanhar com a parte anterior do pé contralateral por meio da diferença de pressão exercida em cada placa,¹⁵ aponta a influência de diferentes sistemas que afetam a manutenção do equilíbrio corporal, calcula o risco que o indivíduo tem de cair e permite monitorar o paciente no curso do tratamento.¹⁶

Estudos de posturografia com os critérios diagnósticos antigos mostraram que pacientes com migrânea e disfunção vestibular podem apresentar sinais de alteração no uso de pistas vestibulares, somatossensoriais e visuais para manter o equilíbrio corporal.^{13,17-20} Justifica-se a presente pesquisa em pacientes com migrânea vestibular, pois essa é uma afecção complexa e frequente, com critérios diagnósticos estabelecidos recentemente, número reduzido de estudos que avaliam o equilíbrio corporal e ausência de pesquisas com a posturografia Tetrax IBS™ segundo o conceito atual.

O objetivo desta pesquisa é avaliar o equilíbrio corporal de pacientes com migrânea vestibular por meio de uma posturografia estática.

Método

Este estudo, de corte transversal descritivo e analítico, foi iniciado após a apreciação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da instituição sob o número 542.408. Todos os indivíduos foram informados sobre os procedimentos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o que possibilitou sua participação no estudo e posteriores análise e divulgação dos resultados. Os pacientes que participaram desta pesquisa foram avaliados entre 2014 e 2015 no ambulatório da instituição.

O grupo experimental foi composto por 31 pacientes de ambos os sexos com diagnóstico médico de migrânea vestibular,⁹ no período intercrítico da afecção. Esses pacientes foram selecionados de forma sequencial na primeira consulta médica, sem a influência de intervenções como dieta e/ou uso de medicamentos.

Os critérios para o diagnóstico clínico da migrânea vestibular foram: A) Pelo menos cinco episódios de sintomas vestibulares, como vertigem espontânea ou à movimentação da cabeça, posicional ou induzida por estímulos visuais, tontura aos movimentos cefálicos com náusea, de intensidade moderada a severa, com duração de cinco minutos a 72 horas; B) História atual ou pregressa de migrânea com



Figura 1 Equipamento do *Tetrax Interactive Balance System* (Tetrax IBS™).

ou sem aura, de acordo com os critérios da *International Headache Society*; C) Um ou mais dos seguintes sintomas de migrânea em pelo menos 50% das crises vestibulares: cefaleia tipo migranosa (com pelo menos duas das seguintes características: unilateral, pulsátil, intensidade moderada ou severa, agravada por atividade física); fotofobia e fonofobia; aura visual; D) Exclusão de outras causas.⁹

O grupo controle, pareado quanto à idade e ao sexo em relação ao grupo experimental, foi constituído por 31 indivíduos hígidos provenientes da comunidade como acompanhantes de pacientes, pós-graduandos e docentes da instituição. Os critérios de inclusão para esse grupo foram: ser saudável; ausência de histórico de sintomas vestibulares, auditivos, de desequilíbrio corporal e/ou de dor de cabeça; e ausência de sintomas ou sinais de doenças neurológicas e de outras afecções. Foram excluídos da pesquisa indivíduos com incapacidade de compreender e atender a comandos verbais simples, com distúrbios psiquiátricos, impossibilitados de manter de modo independente a posição ortostática, com comprometimento visual grave ou não compensado com uso de lentes corretivas, com distúrbios ortopédicos que provocam limitação de movimento, uso de próteses nos membros inferiores e que tivessem feito reabilitação do equilíbrio corporal nos últimos seis meses anteriores à pesquisa.

Os participantes foram submetidos a uma avaliação composta por anamnese e posturografia estática. A anamnese foi feita por meio de uma entrevista detalhada, com a aplicação de um questionário dirigido sobre a história clínica dos pacientes, e a posturografia estática foi feita com o Tetrax IBS™ da Sunlight Medical Ltd., Tel Aviv, Israel. O Tetrax IBS™ é constituído por um programa específico instalado em um computador, uma plataforma com quatro placas integradas, porém independentes (A-B-C-D), que captam as variações de distribuição de peso, corrimão e colchonetes de espuma. A plataforma estava apoiada sobre piso firme e nivelada, sem carpete; um alvo foi posicionado na altura dos olhos e a um metro à frente do indivíduo a ser avaliado (fig. 1).

Os indivíduos ficaram descalços, apoiaram os dedos dos pés e calcanhares sobre o desenho indicativo da plataforma, olharam fixamente para o alvo. Foram orientados a

manter a postura ereta e estável, com os braços estendidos ao longo do corpo durante 32 segundos em cada uma das oito condições sensoriais a seguir: superfície estável, olhos abertos e rosto para frente; superfície estável, olhos fechados e rosto para frente; superfície instável, olhos abertos e rosto para frente; superfície instável, olhos fechados e rosto para frente; superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a direita; superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a esquerda; superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para trás; e superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para frente.

A condição sensorial superfície estável, rosto para frente e olhos abertos é a posição neutra, analisa os sistemas visual, somatossensorial e vestibular; a condição superfície estável, rosto para frente e olhos fechados limita o efeito da visão, testa os sistemas somatossensorial e vestibular; a condição superfície instável, rosto para frente e olhos abertos limita o efeito da propriocepção, estimula o sistema visual e vestibular; as condições superfície estável, cabeça com rotação de 45° para a direita e com rotação de 45° para a esquerda, olhos fechados eliminam a visão e estimulam o sistema vestibular; e as condições superfície estável, cabeça inclinada 30° para trás e cabeça inclinada 30° para frente, olhos fechados, eliminam a visão e estimulam os sistemas vestibular e cervical.¹⁶

A posturografia mediu as variações da força vertical exercida pelos calcanhares e pelas pontas dos pés, permite a caracterização da oscilação corporal de acordo com o deslocamento do centro de pressão do indivíduo. O Tetrax IBS™ avaliou os índices de estabilidade, de distribuição de peso, de sincronização da oscilação postural direita/esquerda e dedos/calcanhares, as frequências F1 a F8 e faixas de frequências F1, F2–F4, F5–F6, F7–F8 da oscilação postural, em cada uma das oito condições sensoriais, e o índice do risco de queda.^{16,21}

O índice de estabilidade indicou matematicamente a estabilidade global e a habilidade para compensar modificações posturais e avaliou a quantidade de oscilações sobre as quatro plataformas, de acordo com o peso corporal, por meio da seguinte equação: $ST = t \{ \sum_{n=1}^n [(an-na-1)^2 + (bn-bn-1)^2 + (cn-cn-1)^2 + (dn-dn-1)^2] \}^{1/2} / W.N$; a, b, c e d eram os quatro transdutores de pressão, W era o peso do corpo, t o tempo experimental e n o número de sinais amostrados a 34 Hz. Por ser uma média da oscilação registrada por cada placa, quanto maior o escore, menor a estabilidade.¹⁶

O índice de distribuição do peso foi calculado com base no peso registrado em cada uma das quatro placas. Foram comparados os desvios na distribuição de peso em cada plataforma em relação a um valor médio esperado de 25%; quanto maior o valor, maior a distribuição anormal do peso em cada plataforma.¹⁶

Os índices de sincronização da oscilação postural direito-esquerda e calcanhares/dedos mediram a coordenação entre os membros inferiores e a simetria na distribuição do peso. Para cada condição, seis sincronizações foram aferidas: entre os calcanhares e os dedos de cada pé (AB, CD); entre os dois calcanhares e os dedos dos dois pés (AC, BD) e as duas diagonais; entre o calcanhar de um pé com os dedos do pé contralateral (AD, BC). Os índices de sincronização AB, CD, AD e CB são negativos e os BD e AC, positivos. Valores com sinais invertidos sugerem oscilação postural

excessiva; valores baixos indicam comprometimento; valores altos podem ser devidos à rigidez postural ou simulação intencional de oscilação lateral.¹⁶

As frequências da oscilação postural variam em um espectro entre 0,01 e 3,0 Hz. Foram aferidas por meio da transformação de Fourier, tratamento matemático dos sinais de onda que indica a intensidade de oscilação postural em diferentes frequências e determina qual é a frequência de oscilação corporal em relação ao plano horizontal mais comum para manter a posição vertical. Os quatro sinais aferidos nos quatro sensores foram analisados e o Tetrax IBS™ recalculou a média dos resultados, proporcionou um valor único e determinou qual frequência mais se repete. O Tetrax IBS™ subdividiu o espectro da oscilação postural em quatro faixas de frequências: baixa (F1), abaixo de 0,1 Hz; média-baixa (F2–F4), entre 0,1–0,5 Hz; média-alta (F5–F6), entre 0,5–1,0 Hz; e alta (F7–F8), acima de 1,0 Hz.

Oscilações posturais excessivas são sugestivas de afecção ou tentativas de compensação. Cada faixa de frequência de oscilação postural realça o uso de um determinado subsistema postural. A prevalência de oscilações posturais sugere: na faixa de frequência baixa, controle postural e integridade dos sistemas vestibulo-visual-otolíticos; na faixa de frequências média-baixa, disfunção vestibular periférica, fadiga ou exaustão física, intoxicação alcoólica; na faixa de frequências média-alta, reações somatossensoriais mediadas pelo sistema motor dos membros inferiores e coluna vertebral; e, na faixa de frequências alta, comprometimento do sistema nervoso central.¹⁶

O índice de risco de queda, expresso em porcentagem e variável entre 0 e 100, analisou os resultados dos parâmetros do Tetrax IBS™ nas oito condições sensoriais. Um valor até 36% é julgado como risco baixo (assinalado em verde no gráfico do Tetrax IBS); um valor entre 37% e 58%, risco moderado (em amarelo); e entre 59% e 100%, risco alto (em vermelho). Quanto maior o escore, maior o risco de queda.¹⁶

A ausência de um número ou porcentagem provável de casos da população com migrânea vestibular e a inexistência de estudos com posturografia do Tetrax IBS™ em indivíduos com a afecção segundo os novos critérios diagnósticos⁹ no início da presente pesquisa impossibilitaram um cálculo amostral. Por essa razão, foi feita uma amostra por conveniência, selecionaram-se de forma sequencial todos os casos novos de migrânea vestibular que ingressaram no ambulatório no período de dois anos.

Todos os dados foram submetidos a análise estatística descritiva para caracterização da amostra. O teste *t* de Student foi usado para comparar as médias dos grupos controle e experimental com relação à idade e o teste do qui-quadrado foi usado para analisar a homogeneidade dos sexos entre os grupos controle e experimental. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. Na análise comparativa dos grupos experimental e controle, o teste não paramétrico de Mann-Whitney foi usado quanto ao índice de estabilidade, aos índices de sincronização da oscilação postural direita/esquerda e dedos/calcanhares, às faixas de frequência de oscilação postural e à média do índice de risco de queda; o teste *t* de Student, para amostras independentes, foi usado quanto ao índice de distribuição de peso; a extensão do teste exato de Fisher e o teste do qui-quadrado foram usados quanto à distribuição dos casos de acordo com o escore padrão de

Tabela 1 Valores descritivos e análise comparativa do índice de estabilidade e do índice de distribuição de peso nas condições sensoriais do *Tetrax Interactive Balance System* (Tetrax™) em 31 indivíduos do grupo controle e 31 do grupo com migrânea vestibular

| Condições sensoriais | Índice de estabilidade | | | Índice de distribuição de peso | | |
|----------------------|------------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|-------------|----------------------|
| | MV | Controle | p-valor | MV | Controle | p-valor |
| NO | 14,04 ± 4,36 | 11,86 ± 2,39 | 0,026 ^{a,c} | 6,46 ± 2,70 | 5,01 ± 2,18 | 0,023 ^{b,c} |
| NC | 21,47 ± 9,17 | 16,01 ± 4,41 | 0,013 ^{a,c} | 5,72 ± 2,70 | 4,91 ± 1,87 | 0,175 |
| PO | 24,44 ± 13,60 | 17,01 ± 4,24 | 0,015 ^{a,c} | 5,22 ± 2,69 | 5,13 ± 2,52 | 0,890 |
| PC | 30,59 ± 11,04 | 26,98 ± 5,72 | 0,251 | 4,48 ± 2,21 | 4,43 ± 2,17 | 0,937 |
| HR | 20,66 ± 10,38 | 15,80 ± 4,67 | 0,023 ^{a,c} | 6,24 ± 2,85 | 5,14 ± 2,23 | 0,096 |
| HL | 20,06 ± 7,62 | 15,41 ± 5,00 | 0,011 ^{a,c} | 6,81 ± 2,99 | 5,61 ± 1,99 | 0,067 |
| HB | 20,81 ± 8,79 | 16,07 ± 4,74 | 0,014 ^{a,c} | 6,35 ± 2,86 | 5,02 ± 2,28 | 0,047 ^{b,c} |
| HF | 19,60 ± 8,61 | 16,44 ± 5,36 | 0,157 | 7,38 ± 3,01 | 5,66 ± 2,33 | 0,014 ^{b,c} |

Valores apresentados como média ± desvio-padrão.

HB, superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para trás; HF, superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para frente; HL, superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a esquerda; HR, superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a direita; MV, migrânea vestibular; NC, superfície estável, olhos fechados e rosto para frente; NO, superfície estável, olhos abertos e rosto para frente; PC, superfície instável, olhos fechados e rosto para frente; PO, superfície instável, olhos abertos e rosto para frente.

^a Teste de Mann-Whitney.

^b Teste *t* de Student.

^c Diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

oscilação postural e a faixa de frequência; e a extensão do teste exato de Fisher para comparação do número de casos de acordo com o grau do índice de risco de queda.

Os dados foram apresentados em frequências (relativa e absoluta), média, desvio-padrão, mediana e valores mínimo e máximo. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$). O *programa Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 19) foi usado para os cálculos.

Resultados

No período de coleta de dados, foram encaminhados pelo otorrinolaringologista 31 pacientes com diagnóstico de migrânea vestibular. Nenhum desses pacientes foi excluído, pois se encaixaram nos critérios de seleção. Foram excluídos dois indivíduos que comporiam o grupo controle, por apresentar sintomas vestibulares. A amostra final foi composta por 31 pacientes no grupo experimental e 31 no grupo controle.

Dos 31 pacientes do grupo experimental com migrânea vestibular, 29 (93,55%) eram do sexo feminino e dois (6,45%), do masculino; os 31 casos do grupo controle apresentavam a mesma distribuição de sexos. O grupo com migrânea vestibular apresentou entre 14 e 74 anos (média de 41,52; desvio-padrão de 14,70) e o grupo controle, entre 13 e 78 anos (média de 41,03; desvio-padrão de 15,34). Os grupos foram considerados homogêneos em relação ao sexo ($p > 0,999$) e à idade ($p = 0,900$).

A *tabela 1* apresenta os valores descritivos e a análise comparativa do índice de estabilidade e do índice de distribuição de peso do grupo experimental e do grupo controle no Tetrax IBS™. O valor do índice de estabilidade foi maior no grupo com migrânea vestibular do que no grupo controle em todas as condições sensoriais, com diferença estatisticamente significativa em seis das oito

condições: olhos abertos e superfície estável; olhos fechados e superfície estável; olhos abertos e superfície instável; olhos fechados, cabeça para a direita e superfície estável; olhos fechados, cabeça para a esquerda e superfície estável; e olhos fechados, cabeça para trás e superfície estável. O índice de distribuição de peso foi maior no grupo com migrânea vestibular do que no grupo controle em todas as condições sensoriais, com diferença estatisticamente significativa nas condições de olhos abertos e superfície estável; olhos fechados, cabeça para trás e superfície estável; e olhos fechados, cabeça para frente e superfície estável.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimental e o grupo controle no Tetrax IBS™ quanto ao índice de sincronização da oscilação postural direita/esquerda e dedos/calcanhares nas oito condições sensoriais avaliadas, conforme a *tabela 2*.

A *tabela 3* mostra a distribuição dos pacientes de acordo com o escore padrão de oscilação postural e a faixa de frequência nas oito condições sensoriais no Tetrax IBS™. O número de casos com pior desempenho foi significativamente maior no grupo de pacientes com migrânea vestibular nas frequências médio-baixas (F2–F4), nas seguintes condições: olhos fechados, cabeça para frente e superfície estável, olhos fechados, cabeça para trás e superfície estável e olhos fechados, cabeça para a esquerda e superfície estável; e nas frequências médio-altas (F5–F6), nas seguintes condições: olhos abertos e superfície instável e olhos fechados e superfície estável, em comparação com o grupo controle.

A *tabela 4* apresenta os valores descritivos e a análise comparativa do índice de risco de queda do grupo controle e do grupo experimental no Tetrax IBS™. O grupo com migrânea vestibular apresentou maior risco de queda do que o grupo controle, com diferença estatisticamente significativa. O risco de queda foi em média de grau leve nos dois grupos.

Tabela 2 Valores descritivos e análise comparativa dos índices de sincronização nas oito condições sensoriais do *Tetrax Interactive Balance System* (Tetrax™) em 31 indivíduos do grupo controle e 31 do grupo com migrânea vestibular

| Condições sensoriais | AB | | CD | | AC | |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | MV | Controle | MV | Controle | MV | Controle |
| NO | -733,80 ± 227,64 | -741,81 ± 226,54 | -750,82 ± 189,17 | -761,89 ± 189,25 | 464,04 ± 330,49 | 517,34 ± 314,29 |
| NC | -861,50 ± 96,19 | -785,48 ± 264,07 | -840,24 ± 172,65 | -852,80 ± 105,22 | 697,23 ± 203,59 | 588,54 ± 322,75 |
| PO | -809,84 ± 160,91 | -748,10 ± 181,44 | -800,07 ± 174,96 | -754,17 ± 237,31 | 669,88 ± 274,42 | 666,45 ± 262,35 |
| PC | -808,02 ± 165,78 | -801,62 ± 120,94 | -807,13 ± 188,99 | -817,17 ± 157,11 | 698,55 ± 231,07 | 725,57 ± 212,77 |
| HR | -861,25 ± 121,39 | -782,49 ± 266,40 | -829,65 ± 183,70 | -818,23 ± 168,36 | 621,89 ± 265,34 | 557,52 ± 299,27 |
| HL | -837,77 ± 128,12 | -821,64 ± 146,73 | -826,75 ± 168,66 | -846,26 ± 127,02 | 589,09 ± 272,34 | 639,70 ± 233,80 |
| HB | -856,52 ± 124,64 | -832,30 ± 159,06 | -835,10 ± 141,58 | -870,01 ± 113,17 | 616,61 ± 278,61 | 637,17 ± 282,05 |
| HF | -835,29 ± 151,94 | -844,11 ± 139,36 | -798,33 ± 152,97 | -864,97 ± 99,55 | 530,37 ± 277,84 | 630,41 ± 228,02 |
| Condições sensoriais | BD | | AD | | BC | |
| | MV | Controle | MV | Controle | MV | Controle |
| NO | 744,44 ± 249,16 | 753,56 ± 176,51 | -840,47 ± 110,97 | -866,00 ± 125,64 | -810,87 ± 209,71 | -839,05 ± 139,88 |
| NC | 858,08 ± 89,52 | 850,80 ± 92,79 | -917,50 ± 64,36 | -850,55 ± 169,44 | -901,78 ± 113,28 | -881,21 ± 130,55 |
| PO | 761,89 ± 193,52 | 677,89 ± 262,53 | -899,16 ± 104,39 | -890,97 ± 132,12 | -898,44 ± 114,41 | -906,54 ± 85,86 |
| PC | 784,90 ± 171,84 | 764,08 ± 203,54 | -921,56 ± 54,71 | -928,62 ± 64,08 | -927,15 ± 43,34 | -923,27 ± 69,08 |
| HR | 858,87 ± 122,66 | 801,88 ± 218,61 | -885,73 ± 66,28 | -846,86 ± 143,05 | -860,56 ± 121,36 | -867,09 ± 120,32 |
| HL | 839,10 ± 113,69 | 802,65 ± 140,63 | -853,90 ± 163,42 | -866,81 ± 123,33 | -863,04 ± 101,03 | -875,79 ± 117,39 |
| HB | 853,20 ± 105,60 | 843,56 ± 132,22 | -884,64 ± 101,33 | -858,92 ± 151,72 | -863,95 ± 118,16 | -878,72 ± 125,04 |
| HF | 827,92 ± 101,26 | 827,83 ± 149,46 | -847,23 ± 133,92 | -859,30 ± 120,05 | -819,45 ± 146,98 | -861,17 ± 160,82 |

Valores apresentados como média ± desvio-padrão.

AB, Índice de sincronização entre as plataformas referentes aos dedos e calcanhar do pé esquerdo; AC, Índice de sincronização entre os dois calcanhares; AD, Índice de sincronização entre calcanhar esquerdo e dedos do pé direito; BC, Índice de sincronização entre os dedos do pé esquerdo e calcanhar direito; BD, Índice de sincronização entre as duas partes anteriores do pé; CD, índice de sincronização entre dedo e calcanhar do pé direito; HB, superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para trás; HF, superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para frente; HL, superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a esquerda; HR, superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a direita; MV, migrânea vestibular; NC, superfície estável, olhos fechados e rosto para frente; NO, superfície estável, olhos abertos e rosto para frente; PC, superfície instável, olhos fechados e rosto para frente; PO, superfície instável, olhos abertos e rosto para frente.

Teste de Mann-Whitney: não houve diferença estatística significativa entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 3 Distribuição dos pacientes de acordo com o escore padrão de oscilação postural e a faixa de frequência e análise comparativa entre o grupo controle e o grupo com migrânea vestibular nas oito condições sensoriais do *Tetrax Interactive Balance System* (Tetrax™)

| Condições sensoriais | Escore padrão de oscilação postural | Faixas de frequência | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------|----|--------------------|-------|----|----------------------|-------|----|----------------------|-------|----|--------------------|
| | | F1 | | | F2-F4 | | | F5-F6 | | | F7-F8 | | |
| | | MV | C | p | MV | C | p | MV | C | p | MV | C | p |
| NO | < 1,5 | 29 | 31 | 0,355 ^a | 27 | 30 | 0,287 ^a | 24 | 29 | 0,126 ^a | 28 | 30 | 0,496 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 1 | 0 | | 2 | 1 | | 4 | 2 | | 2 | 1 | |
| | 3,0 – 6,0 | 1 | 0 | | 2 | 0 | | 3 | 0 | | 1 | 0 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | |
| NC | < 1,5 | 30 | 30 | 0,601 ^a | 21 | 27 | 0,206 ^a | 22 | 31 | 0,014 ^{a,c} | 21 | 26 | 0,128 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 1 | 1 | | 7 | 4 | | 5 | 0 | | 4 | 4 | |
| | 3,0 – 6,0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | | 6 | 1 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 2 | 0 | | 3 | 0 | | 0 | 0 | |
| PO | < 1,5 | 29 | 31 | 0,355 ^a | 22 | 27 | 0,141 ^a | 25 | 31 | 0,023 ^{b,c} | 30 | 31 | 1,000 ^b |
| | 1,5 – 3,0 | 1 | 0 | | 6 | 4 | | 6 | 0 | | 1 | 0 | |
| | 3,0 – 6,0 | 1 | 0 | | 3 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | |
| PC | < 1,5 | 29 | 27 | 0,671 ^b | 23 | 26 | 0,320 ^a | 22 | 29 | 0,062 ^a | 26 | 27 | 0,600 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 2 | 4 | | 6 | 5 | | 8 | 2 | | 4 | 2 | |
| | 3,0 – 6,0 | 0 | 0 | | 2 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 2 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | |
| HR | < 1,5 | 29 | 31 | 0,491 ^b | 20 | 24 | 0,367 ^a | 27 | 31 | 0,117 ^a | 24 | 26 | 0,582 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 2 | 0 | | 6 | 6 | | 3 | 0 | | 4 | 4 | |
| | 3,0 – 6,0 | 0 | 0 | | 4 | 1 | | 0 | 0 | | 3 | 1 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | | 0 | 0 | |
| HL | < 1,5 | 30 | 30 | 0,367 ^a | 18 | 27 | 0,029 ^{a,c} | 26 | 30 | 0,213 ^a | 29 | 29 | 0,513 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 1 | 0 | | 11 | 4 | | 4 | 1 | | 2 | 1 | |
| | 3,0 – 6,0 | 0 | 1 | | 2 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 1 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 1 | 0 | | 0 | 0 | |
| HB | < 1,5 | 31 | 30 | 0,671 ^b | 21 | 29 | 0,029 ^{a,c} | 21 | 28 | 0,071 ^a | 27 | 27 | 0,765 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 0 | 1 | | 7 | 2 | | 8 | 3 | | 2 | 3 | |
| | 3,0 – 6,0 | 0 | 0 | | 3 | 0 | | 2 | 0 | | 2 | 1 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | |
| HF | < 1,5 | 29 | 27 | 0,671 ^b | 17 | 28 | 0,017 ^{a,c} | 28 | 29 | 0,502 ^a | 28 | 28 | 0,716 ^a |
| | 1,5 – 3,0 | 2 | 4 | | 12 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 1 | |
| | 3,0 – 6,0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 2 | |
| | > 6 | 0 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | | 0 | 0 | |

MV, migrânea vestibular; C, Controle; HB, superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para trás; HF, superfície estável, olhos fechados e cabeça inclinada 30° para frente; HL, superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a esquerda; HR, superfície estável, olhos fechados e cabeça com rotação de 45° para a direita; NC, superfície estável, olhos fechados e rosto para frente; NO, superfície estável, olhos abertos e rosto para frente; PC, superfície instável, olhos fechados e rosto para frente; PO, superfície instável, olhos abertos e rosto para frente.

^a Teste do qui-quadrado.

^b Extensão do teste exato de Fisher.

^c Diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p \leq 0,05$).

A [tabela 5](#) mostra o número e a porcentagem de pacientes de acordo com o grau de risco de queda. A proporção de pacientes com risco de queda moderado e alto foi significativamente maior no grupo migrânea vestibular em comparação com o grupo controle. Uma participante do grupo controle, do sexo feminino e com 57 anos apresentou grau moderado de risco de queda.

Discussão

A história clínica dos pacientes com migrânea vestibular é muito variada. A afecção pode ocorrer em todas as idades, mas é mais frequente em mulheres. Na maioria dos pacientes, a migrânea precede os sintomas vestibulares e, em alguns casos, esses só ocorrem muitos anos depois que as crises de migrânea acabaram.^{3,8}

Tabela 4 Valores descritivos e análise comparativa do risco de queda nas condições sensoriais do *Tetrax Interactive Balance System* (Tetrax™) em 31 indivíduos do grupo controle e 31 do grupo com migrânea vestibular

| Grupos | Risco de queda | | | | | |
|----------|----------------|---------------|--------------|---------|--------------|--------------------|
| | Média | Desvio-padrão | Valor mínimo | Mediana | Valor máximo | p-valor |
| MV | 33,29 | 23,55 | 2 | 30 | 96 | 0,002 ^a |
| Controle | 17,68 | 11,34 | 2 | 14 | 48 | |

MV, migrânea vestibular.

Teste de Mann-Whitney.

^a Diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p \leq 0,05$).

Nesta pesquisa, os pacientes com migrânea vestibular tinham entre 14 e 74 anos e houve prevalência do sexo feminino, corroborara-se os achados de outros autores, com os critérios antigos ou o critério mais recente.^{7,8,12,18,19}

Desequilíbrio e instabilidade postural não foram incluídos nos novos critérios de definição da migrânea vestibular, apesar de terem sido mencionados como sintomas que podem ocorrer nos pacientes migranosos,⁸ inclusive na ausência de vertigem¹³ e com prevalência relevante.¹⁴

Não obstante a queixa de desequilíbrio e instabilidade postural em pacientes com migrânea vestibular há poucas investigações clínicas com posturografia. Alguns estudos, que consideraram os critérios anteriores ao atual, verificaram sinais de alterações no uso de pistas vestibulares, somatossensoriais e visuais para manter o equilíbrio corporal à posturografia.^{13,17-20} Testes posturais permitem identificar disfunções vestibulares subclínicas, que podem ser clinicamente significantes, até mesmo em indivíduos sem história de tontura e/ou vertigem.²² Não foram encontrados na literatura consultada estudos com posturografia em pacientes com migrânea vestibular diagnosticados de acordo com o novo critério,^{2,9} o que sugere o aspecto original da presente pesquisa.

No Tetrax IBS™ e em outras posturografias, as informações sensoriais são modificadas ou excluídas para possibilitar a identificação do papel de cada informação na manutenção do equilíbrio corporal diante da tarefa de manter-se sobre plataforma de força na posição vertical sem mover-se. As aferências propioceptivas podem ser modificadas por meio da colocação do paciente sobre uma superfície instável (espuma) ou com mudança da posição do pescoço (cabeça para a direita, para a esquerda, para cima e para baixo); as aferências visuais podem ser excluídas (olhos fechados), enquanto as informações vestibulares permanecem as mesmas em todas as aferições, com exceção daquelas com a cabeça para cima e para baixo, que modificam a posição dos otólitos e podem produzir uma estimulação vestibular adicional. Os distúrbios em um determinado sistema são detectados diante da comparação dos resultados nas diferentes condições sensoriais, com ou sem exclusão de informações sensoriais.¹⁶

O índice de estabilidade ao Tetrax IBS™ – que quantifica a oscilação postural e é um indicador da estabilidade global, expressa a habilidade de controle e compensação das perturbações posturais – mostrou valores aumentados no grupo com migrânea vestibular em todas as oito condições sensoriais, de modo significativo em seis delas, denotou a instabilidade postural objetiva dos pacientes. Duas condições, uma com olhos fechados e superfície instável e a outra com

olhos fechados, cabeça para frente e superfície estável, mostraram resultados semelhantes entre o grupo experimental e o controle, sugeriram desempenho similar quanto à habilidade para manter o equilíbrio corporal nos dois grupos. Em 32% da população de civis não institucionalizados dos Estados Unidos com 40 anos ou mais e sem história de tontura também houve dificuldade para ficar de pé com olhos fechados sobre superfície instável,²² corroboraram-se com os achados desta pesquisa. O Tetrax IBS™ em pacientes com vertigem migranosa²⁰ também mostrou valores aumentados em todas as condições sensoriais, embora a diferença em relação ao grupo controle tenha sido significativa em apenas uma única condição sensorial: com olhos abertos em superfície instável. É possível que um número maior de casos em nossa pesquisa e nas pesquisas dos autores consultados contribuisse para encontrar diferença significativa entre o grupo experimental e o controle em todas as condições sensoriais avaliadas.

Os valores do índice de distribuição de peso ao Tetrax IBS™ estavam aumentados no grupo com migrânea vestibular em todas as condições sensoriais avaliadas, com diferença significativa em três das oito condições. As alterações nessas condições podem ser atribuídas a perturbações do sistema nervoso central e vestibulocervicais, por suprimir o sistema visual e estimular o sistema vestibular e o segmento cervical.¹⁶ No entanto, outra pesquisa com o Tetrax IBS™ em 16 pacientes com vertigem migranosa não identificou elevação dos valores do índice de distribuição de peso ou diferença significativa em comparação com o grupo controle nas condições sensoriais avaliadas.²⁰ A diferença entre os resultados das duas pesquisas pode estar relacionada ao número reduzido de participantes dessa última e também ao uso de critérios diagnósticos distintos.

Os valores dos índices de sincronização da oscilação postural direita/esquerda e dedos/calcanhares do grupo controle e do grupo com migrânea vestibular ao Tetrax IBS™ foram simétricos nas oito condições sensoriais, indicaram o uso de mecanismos compensatórios adequados e ativação simultânea das placas paralelas da plataforma do Tetrax IBS™, sem excesso de oscilação postural, rigidez postural ou simulação intencional¹⁶ nos pacientes com migrânea vestibular. Não encontramos, portanto, alterações na distribuição do peso e na coordenação da oscilação postural entre os membros inferiores ao Tetrax IBS™ em pacientes com migrânea vestibular. Não foram encontrados na literatura estudos que avaliassem os índices de sincronização da oscilação postural na migrânea vestibular.

Tabela 5 Distribuição dos pacientes de acordo com o grau de risco de queda do *Tetrax Interactive Balance System* (Tetrax™) em 31 indivíduos do grupo controle e 31 do grupo com migrânea vestibular

| Grupos | Risco de queda | | | p-valor |
|----------|----------------|-------------------|---------------|--------------------|
| | Baixo n (%) | Moderado n (%) | Alto n (%) | |
| MV | 19 (61,29%) | 8 (25,81%) | 4 (12,90%) | 0,003 ^a |
| Controle | 30 (96,77%) | 1 (3,23%) | 0 | |

MV, migrânea vestibular.

Extensão do teste exato de Fisher.

^a Diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p \leq 0,05$).

Nesta pesquisa, quando a distribuição dos pacientes com migrânea vestibular de acordo com o escore padrão de oscilação postural e as faixas de frequências foi avaliada, notou-se que as frequências médio-baixas (F2–F4) em três condições sensoriais e as médio-altas (F5–F6) em duas condições foram as que apresentaram número maior de pacientes com desempenho pior de modo significativo, sugeriram prevalência de disfunção vestibular e somatossensorial.¹⁶ À semelhança dos achados nesta pesquisa, outro estudo em pacientes com vertigem migranosa e um grupo controle identificou diferença significativa nas frequências médio-baixas (F2–F4); no entanto, também encontrou diferença significativa nas frequências altas (F7–F8), sugeriu anormalidade adicional no sistema nervoso central e, em consequência, acometimento vestibular periférico e central concomitante.²⁰

A média dos valores do risco de queda no Tetrax IBS, baseada no desempenho do paciente nas oito condições avaliadas, foi significativamente maior no grupo com migrânea vestibular em comparação com o grupo controle. Na análise do risco de queda em função do grau, os pacientes com migrânea vestibular apresentaram prevalência de risco moderado e alto em comparação com os indivíduos do grupo controle, que em sua maioria apresentaram baixo risco de queda; o encontro de risco de queda moderado em idoso do grupo controle com resultados alterados nas condições com modificação da posição da cabeça²³ ou não²² também foi verificado em indivíduos hígidos com mais de 40 anos. Em contraste, outro estudo não encontrou diferença significativa entre pacientes com vertigem migranosa e o grupo controle quanto ao risco de queda, tanto para a média dos valores quanto para o grau,²⁰ o que poderia ser explicado pelo número reduzido de pacientes ou pelo uso de critérios diagnósticos diferentes.

O risco de queda elevado em indivíduos com migrânea vestibular aponta a necessidade de um acompanhamento desses pacientes e da adoção de cuidados para que se evitem quedas, como, por exemplo, uma reorganização doméstica, na qual são retirados objetos em que se possa tropeçar, e a feitura de exercícios para melhorar o equilíbrio.¹⁶

Apesar das afirmações de que os exames geralmente são normais no período intercricício¹³ ou inespecíficos e não adicionarem muitos dados para o diagnóstico,¹⁰ esta pesquisa mostrou alterações significantes do controle postural em pacientes com migrânea vestibular à posturografia. Possí-

veis limitações deste estudo foram a seleção dos pacientes baseada em seus históricos médicos e a não avaliação neurológica e otoneurológica. Além disso, os pacientes não foram avaliados durante os episódios agudos e não foram coletados dados sobre o impacto ou a inabilidade do paciente.

O reconhecimento das características de comprometimento do equilíbrio corporal em pacientes com migrânea vestibular pode ter importante implicação diagnóstica, preventiva e terapêutica. As alterações dos parâmetros da posturografia devem continuar a merecer avaliação em futuras investigações científicas.

Conclusão

Pacientes com migrânea vestibular apresentam comprometimento do equilíbrio corporal à posturografia estática.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Fonte de auxílio à pesquisa: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Referências

1. Stefane T, Napoleão AA, Sousa FAEF, Hortense P. Influência de tratamentos para enxaqueca na qualidade de vida: revisão integrativa de literatura. *Rev Bras Enferm.* 2012;65:353–60.
2. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia.* 2013;33:629–808.
3. Neuhauser H, Leopold M, von Brevern M, Arnold G, Lempert T. The interrelations of migraine, vertigo and migrainous vertigo. *Neurology.* 2001;56:684–6.
4. Van Ombergen A, Van Rompaey V, Van de Heyning P, Wuyts F. Vestibular migraine in an otolaryngology clinic: prevalence, associated symptoms, and prophylactic medication effectiveness. *Otol Neurotol.* 2015;36:133–8.
5. Sohn JH. Recent advances in the understanding of vestibular migraine. *Behav Neurol.* 2016;2016:1801845.
6. Neuhauser HK, Radtke A, von Brevern M, Feldmann M, Lezius F, Ziese T, et al. Migrainous vertigo. *Neurology.* 2006;67:1028–33.
7. Cho SJ, Kim BK, Kim BS, Kim JM, Kim SK, Moon HS, et al. Vestibular migraine in multicenter neurology clinics according to the appendix criteria in the third beta edition of the International Classification of Headache Disorders. *Cephalalgia.* 2016;36:454–62.
8. Dieterich M, Brandt T. Episodic vertigo related to migraine (90 cases): vestibular migraine. *J Neurol.* 1999;246:883–92.
9. Lempert T, Olesen J, Furman J, Waterston J, Seemungal B, Carey J, et al. Vestibular migraine: diagnostic criteria. *J Vestib Res.* 2012;22:167–72.
10. Lempert T. Vestibular migraine. *Semin Neurol.* 2013;33:212–8.
11. Salmito MC, Morganti LOG, Nakao BH, Simões JC, Duarte JA, Ganança FF. Vestibular migraine: comparative analysis between diagnostic criteria. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2015;81:485–90.
12. Morganti LOG, Salmito MC, Duarte JA, Sumi KC, Simões JC, Ganança FF. Vestibular migraine: clinical and epidemiological aspects. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2016;82:397–402.

13. Furman JM, Sparto PJ, Soso M, Marcus D. Vestibular function in migraine-related dizziness: a pilot study. *J Vestib Res.* 2005;15:327–32.
14. Cohen JM, Bigal ME, Newman LC. Migraine and vestibular symptoms – identifying clinical features that predict “vestibular migraine”. *Headache.* 2011;51:1393–7.
15. Kohen-Raz R. Posturo-graphic method using four three dimensionally movable platforms. United States Patent Application Publication; 2007.
16. Tetrax. Guida per operatore clinico. Italia: Sunlight Medical Ltd.; 2004.
17. Cass SP, Furman JM, Ankerstjerne K, Balaban C, Yetiser S, Aydogan B. Migraine-related vestibulopathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1997;106:182–9.
18. Çelebisoy N, Gökçay F, Şirin H, Bıçak N. Migrainous vertigo: clinical, oculographic and posturographic findings. *Cephalgia.* 2008;28:72–7.
19. Teggi R, Colombo B, Bernasconi L, Bellini C, Comi G, Bussi M. Migrainous vertigo: results of caloric testing and stabilometric findings. *Headache.* 2009;49:435–44.
20. Ongun N, Atalay NS, Degirmenci E, Sahin F, Bir LS. Tetra-ataxiometric posturography in patients with migrainous vertigo. *Pain Physician.* 2016;19:87–96.
21. Kohen-Raz R. Application of tetra-ataxiometric posturography in clinical and developmental diagnosis. *Percept Mot Skills.* 1991;73:635–56.
22. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2004. *Arch Intern Med.* 2009;169:938–44.
23. Jackson RT, De l’Aune WR. Head extension and age-dependent posturographic instability in normal subjects. *J Rehabil Res Dev.* 1996;33:1–5.