



# Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



## ARTIGO ORIGINAL

# Controle postural à posturografia com realidade virtual no período intercrítico da migrânea vestibular<sup>☆</sup>



Suelen Cesaroni <sup>a,\*</sup>, Adriana Marques da Silva<sup>a</sup>, Maurício Malavasi Ganança<sup>b</sup> e Heloisa Helena Caovilla<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina (EPM), Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina (EPM), São Paulo, SP, Brasil

<sup>c</sup> Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina (EPM), Disciplina de Otologia e Otoneurologia, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 18 de fevereiro de 2019; aceito em 19 de junho de 2019

Disponível na Internet em 28 de dezembro de 2020

### PALAVRAS-CHAVE

Migrânea vestibular;  
Posturografia;  
Tontura

### Resumo

**Introdução:** A migrânea vestibular é um quadro clínico que associa cefaleia migranosa e sintomas vestibulares.

**Objetivo:** Avaliar o controle postural à posturografia com realidade virtual no período intercrítico da migrânea vestibular.

**Método:** Um total de 26 pacientes com migrânea vestibular no período intercrítico da afecção foram comparados à posturografia do *Balance Rehabilitation Unit*<sup>TM</sup> (Medical/Interacoustics) a um grupo controle com 30 indivíduos hígidos pareados por idade e sexo.

**Resultados:** Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,102$ ) entre os valores da área do limite de estabilidade ( $\text{cm}^2$ ) entre o grupo experimental e o controle. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos valores da velocidade de oscilação ( $\text{cm/s}$ ) em nove de dez condições sensoriais avaliadas e nos valores da área de deslocamento do centro de pressão ( $\text{cm}^2$ ) em oito destas dez condições sensoriais em comparação entre os grupos controle e experimental.

**Conclusão:** A posturografia com realidade virtual pode identificar alterações da velocidade de oscilação e da área de deslocamento do centro de pressão, o que caracteriza a inabilidade para manter o controle postural com e sem privação da visão, em situações de conflito visual e interação vestibulovisual, no período intercrítico da migrânea vestibular.

© 2019 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2019.06.015>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Cesaroni S, Silva AM, Ganança MM, Caovilla HH. Postural control at posturography with virtual reality in the intercritical period of vestibular migraine. Braz J Otorhinolaryngol. 2021;87:35–41.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [suelen.cesaroni@gmail.com](mailto:suelen.cesaroni@gmail.com) (S. Cesaroni).

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

2530-0539/© 2019 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## Introdução

A migrânea vestibular é um quadro clínico que associa cefaleia migranosa e sintomas vestibulares<sup>1,2</sup> com repercussões relevantes na qualidade de vida.<sup>3</sup> Desequilíbrio, instabilidade postural,<sup>1,4,5</sup> suscetibilidade à cinetose, náuseas, vômito, prostração e sintomas auditivos<sup>2</sup> também podem ocorrer.

A migrânea vestibular é muito comum, estima-se que ocorra em aproximadamente 1% da população em geral ao longo da vida.<sup>3</sup> Os dados de prevalência variam de acordo com os critérios diagnósticos e as populações estudadas. Foi identificada em 11% dos pacientes de uma clínica alemã especializada em tontura,<sup>6</sup> em 16% dos casos de uma clínica otorrinolaringológica belga<sup>7</sup> e em 10,3% dos pacientes de clínicas neurológicas coreanas.<sup>8</sup> A ocorrência é maior no sexo feminino, em qualquer faixa etária.<sup>1</sup>

Os critérios inicialmente propostos para o diagnóstico da migrânea vestibular<sup>6</sup> foram usados como base dos critérios da *Bárány Society* e da *International Headache Society*.<sup>2,9</sup>

O diagnóstico de migrânea vestibular baseia-se em sintomas vestibulares recorrentes, tais como diferentes tipos de vertigem ou tontura, com náuseas, de intensidade moderada ou severa, com duração de cinco minutos a 72 horas; história de enxaqueca atual ou pregressa, com ou sem aura; associação temporal entre os sintomas vestibulares e os sintomas da enxaqueca; e exclusão de outras causas das queixas vestibulares. Em aproximadamente metade dos episódios vestibulares, a migrânea pode se apresentar com dor de cabeça, com pelo menos duas das seguintes características: unilateral, pulsátil, moderada ou severa, agravada por atividades ou exercícios físicos rotineiros; e/ou com fotofobia e fonofobia.<sup>2</sup>

A avaliação clínica e os exames laboratoriais ou funcionais de pacientes com migrânea vestibular podem evidenciar sinais de disfunção vestibular, não patognomônicos da afecção.<sup>4,10</sup> Esses achados podem identificar se o comprometimento é periférico ou central<sup>1</sup> e quais são as estratégias usadas por esses pacientes para manter o equilíbrio corporal.

Diferentes tipos de posturografias avaliaram o controle postural de pacientes com migrânea e disfunção vestibular, identificaram alterações somatossensoriais, vestibulares e visuais, isoladas ou combinadas,<sup>4,11-15</sup> mas não usaram estímulos de realidade virtual.

A realidade virtual é uma forma de imersão artificial, em ambiente seguro e controlado, que tem a capacidade de expor o paciente a conflitos sensoriais em diferentes níveis de dificuldade.<sup>16</sup>

Na realidade virtual a percepção do ambiente é modificada com a apresentação repetitiva de estímulos visuais e proprioceptivos, suscita conflitos sensoriais que atuam sobre os reflexos vestibulo-ocular e vestibulo-espinhal, envolvidos no controle postural e nas estratégias de equilíbrio corporal.<sup>17,18</sup>

Considerando a carência de estudos controlados na migrânea vestibular e que a posturografia com realidade virtual analisa os efeitos de estímulos visuais, somatossensoriais e vestibulares na manutenção do equilíbrio corporal, surgiu o interesse de verificar a utilidade desse instrumento, procurou-se identificar sinais de alteração do controle pos-

tural em pacientes com essa afecção complexa e muito frequente no intervalo entre os episódios vertiginosos. A hipótese para esta pesquisa é que pacientes com migrânea vestibular, mesmo no período intercrítico da afecção, possam apresentar inabilidade para manter o controle postural quando submetidos a estímulos visuais, somatossensoriais e vestibulares.

O objetivo desta investigação é avaliar o controle postural à posturografia com realidade virtual no período intercrítico da migrânea vestibular.

## Método

Este estudo clínico, de corte transversal descritivo e analítico, foi feito de 2016 a 2017 na Disciplina de Otoneurologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina (EFM), com aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Instituição sob o número 1.873.209. Todos os participantes receberam as informações sobre a pesquisa e seus objetivos por meio de uma carta explicativa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início da investigação. Para a avaliação do equilíbrio corporal, a amostra foi composta por um grupo experimental de pacientes com diagnóstico de migrânea vestibular estabelecido por médico otorrinolaringologista, no período intercrítico da afecção, selecionado sequencialmente, e por um grupo controle, constituído por indivíduos hígidos sem histórico pregresso pessoal e familiar de enxaqueca, voluntários da comunidade, homogêneo quanto à idade e ao sexo em relação ao grupo experimental.

Os critérios de inclusão para os indivíduos do grupo controle foram: serem saudáveis e não terem sintomas, histórico pessoal ou familiar de migrânea vestibular ou doenças neurológicas, vestibulares, auditivas ou de outras afecções crônicas que pudessem gerar alterações do equilíbrio. Os indivíduos que não preencheram os critérios de inclusão deste estudo foram excluídos do protocolo da pesquisa.

Como critério de inclusão do grupo experimental, foram selecionados no ambulatório de migrânea vestibular pacientes do sexo masculino e feminino, entre 18 a 64 anos e com diagnóstico de migrânea vestibular,<sup>2</sup> no período intercrítico da afecção. Os critérios de exclusão dos pacientes com migrânea vestibular foram: apresentar outros distúrbios neurológicos; outras labirintopatias; incapacidade para compreender e atender a comando verbal simples; acuidade visual reduzida que interferisse na visualização dos estímulos dos testes; impossibilidade de permanecer de forma independente na posição ortostática; distúrbios ortopédicos de membros inferiores que restringissem movimentos; amputação ou uso de próteses de membros inferiores; uso de medicamentos com ação sobre o sistema vestibular.

Os pacientes do grupo experimental foram submetidos a exame otorrinolaringológico; anamnese; aplicação da versão brasileira<sup>19</sup> do *Dizziness Handicap Inventory* (DHI);<sup>20</sup> escala visual analógica de vertigem e/ou tontura;<sup>21</sup> e posturografia estática do *Balance Rehabilitation Unit* (BRU<sup>TM</sup>), Medicaa/Interacoustics, Uruguai.<sup>22</sup>

O DHI avaliou o impacto dos efeitos impostos pela tontura na qualidade de vida do paciente. O DHI é composto

por vinte e cinco questões; sete sobre os aspectos físicos, nove sobre os emocionais e nove sobre os funcionais. Em cada questão, os pacientes responderam sim, às vezes ou não, corresponderam a 4, 2 ou 0 pontos, respectivamente. O escore total varia de 0 a 100 pontos; tem como pontuação máxima para as questões do aspecto físico 28 pontos, para o aspecto emocional 36 pontos e para o aspecto funcional 36 pontos. A análise do DHI classificou o impacto dos sintomas na qualidade de vida em leve, quando a pontuação esteve entre 0 e 30; moderada entre 31 e 60 e severa entre 61 e 100 pontos.<sup>23</sup>

A escala visual analógica de vertigem e/ou tontura aferiu a intensidade desses sintomas para quantificar o grau de desconforto do paciente, por meio de pontuação de 0 a 10 em uma régua, 0 foi o menor nível de intensidade dos sintomas e o 10 o maior.<sup>21</sup>

O grupo experimental e o controle fizeram a avaliação do equilíbrio corporal por meio do módulo de posturografia integrado a estímulos visuais, projetados em óculos de realidade virtual do BRU™. Essa posturografia avalia a interação entre os sistemas visual, somatossensorial e vestibular; afere a oscilação postural resultante da exposição a diferentes condições: superfície firme; superfície instável; olhos abertos; olhos fechados; e estimulação visual, com ou sem movimentos cefálicos, que geram reflexos oculomotores sacádicos, optocinéticos, vestibulo-oculares e vestibulo-espinhais. Os estímulos visuais disponíveis, de acordo com o reflexo oculomotor aferido, são: foveal (perseguição lenta; sacádico), retinal (barras optocinéticas lineares) e de interação sensorial (barras optocinéticas associadas ao reflexo vestibulo-ocular aos movimentos da cabeça verticais e horizontais).<sup>22</sup>

O equipamento inclui computador com o programa do BRU™; estrutura metálica de segurança; suporte de proteção com alças e cinto de segurança; plataforma de força fixa; óculos de realidade virtual (eMagin Z800 3D Vision, eMagin, New York); acelerômetro e superfície instável de espuma de poliuretano com 14 cm de alta densidade.<sup>22</sup> A plataforma tem área de 40×40 cm, marcada por meio de coordenadas dispostas no seu centro, formadas por uma linha látero-lateral de 8 cm (linha intermaleolar) e uma linha anteroposterior de 12 cm que intercepta o ponto médio da linha intermaleolar, para orientar o adequado posicionamento dos pés do indivíduo.

A posturografia do BRU™ forneceu informações sobre a posição do centro de pressão do indivíduo por meio de indicadores quantitativos: área do limite de estabilidade, área do centro de pressão e velocidade de oscilação em dez condições sensoriais. A área do limite de estabilidade foi aferida pela aproximação do padrão de oscilação de uma elipse com o uso de deslocamentos máximos e mínimos totais para a direita, para a esquerda, para frente e para trás. A área do centro de pressão foi definida como a área de distribuição de 95% das amostras do centro de pressão; e a velocidade de oscilação média foi estabelecida pela distância total percorrida pelo centro de pressão e dividida pelo tempo de 60 segundos do teste.<sup>22</sup>

Em uma sala silenciosa de aproximadamente seis metros quadrados, o teste foi efetuado com o paciente em posição ereta estática sobre a plataforma, descalço, com os braços estendidos ao longo do corpo, os maléolos internos direito

e esquerdo posicionados nas extremidades da linha intermaleolar e os dois primeiros artelhos afastados 10° da linha média.

Um molde<sup>24</sup> auxiliou na marcação desse ângulo. O ponto médio da linha intermaleolar foi usado como o centro do limite padrão do círculo de estabilidade.

O tempo médio para a avaliação completa do BRU™ foi de aproximadamente 11 minutos, 60 segundos para cada situação, exceto para a determinação do limite de estabilidade, em que a sequência de movimentos pôde ser finalizada antes de completar esse tempo. Cada indivíduo teve o intervalo entre as tarefas personalizado, depende da sua condição ao finalizá-las, se sentia tontura ou não, ou fazia perguntas. A segurança, quanto ao risco de uma eventual queda, foi garantida pelo uso de suporte de proteção com alças e cinto de segurança.

Para determinar o limite de estabilidade, o indivíduo foi instruído a fazer deslocamentos corporais máximos em sentido anteroposterior e lateral com a estratégia de tornozelo, sem movimentar os pés ou empregar estratégias de tronco. O paciente moveu-se lentamente até alcançar o seu limite de estabilidade corporal na seguinte sequência: 1) Para frente; 2) Retornar à posição inicial; 3) Para a direita; 4) Retornar à posição inicial; 5) Para a esquerda; 6) Retornar à posição inicial; 7) Para trás; e 8) Retornar à posição inicial. Foi solicitado ao paciente que fizesse duas vezes essa sequência de movimentos, dentro dos 60 segundos estipulados para essa avaliação.<sup>22</sup> O procedimento foi reiniciado nos casos em que o paciente moveu os pés ou o tronco.

Para avaliar a área do centro de pressão e a velocidade de oscilação em dez condições sensoriais, o paciente foi instruído a manter-se imóvel em posição ortostática, por 60 segundos: 1) Sobre piso firme, com olhos abertos; 2) Sobre piso firme, com olhos fechados; 3) Sobre almofada de espuma, com olhos fechados; 4) Sobre piso firme, com estimulação sacádica; 5) Sobre piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal da esquerda para a direita; 6) Sobre piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal da direita para a esquerda; 7) Sobre piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical de cima para baixo; 8) Sobre piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical de baixo para cima; 9) Sobre piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal associada a movimentos lentos e uniformes de rotação da cabeça; 10) Sobre piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical associada a movimentos lentos e uniformes de flexão e extensão da cabeça.

Os óculos de realidade virtual foram usados nas avaliações da quarta à décima condição, juntamente com uma máscara, para ocluir a visão lateral. O indivíduo foi instruído na quarta condição a seguir com os olhos alvos randomizados com diferentes cores e letras, para estimular o sistema sacádico; da quinta à oitava condições a olhar no centro de seu campo visual faixas brancas e pretas alternadas em movimento, para induzir o nistagmo optocinético; e na nona e décima condições a olhar no centro de seu campo visual barras pretas e brancas móveis e fazer movimentos lentos e uniformes de rotação e flexo-extensão da cabeça com os ombros e tronco firmes, para suscitar o nistagmo optocinético e o reflexo vestibulo-ocular.<sup>22</sup>

No fim da avaliação, o *software* da plataforma forneceu uma planilha com os valores da área do limite de esta-

bilidade, área do centro de pressão e velocidade de oscilação.

A análise estatística dos dados coletados foi inicialmente feita de forma descritiva por meio da média, mediana, valores mínimo e máximo, desvio-padrão, frequências absoluta e relativa (porcentagem). As análises inferenciais empregadas, que tiveram o intuito de confirmar ou refutar evidências encontradas na análise descritiva, foram: teste de Mann-Whitney na comparação dos grupos (controle e experimental) segundo a idade, área do centro de pressão e velocidade de oscilação; teste exato de Fisher na comparação dos grupos (controle e experimental) segundo os sexos; teste *t* de Student para amostras independentes na comparação dos grupos (controle e experimental) segundo a área do limite de estabilidade. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) em todas as conclusões obtidas por meio das análises inferenciais. Os dados foram digitados em planilhas do *Excel 2010 for Windows* para o adequado armazenamento das informações. As análises estatísticas foram feitas com o programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, versão 25.0, IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

## Resultados

Foram coletados dados do equilíbrio corporal por meio da avaliação posturográfica do BRU<sup>TM</sup> de pacientes com migrânea vestibular, encaminhados pelo ambulatório da disciplina de otoneurologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Medicina (EPM).

A amostra selecionada foi composta por 56 indivíduos, 26 (47,16%) do grupo experimental, com migrânea vestibular no período intercrítico da afecção, e 30 (53,57%) do grupo controle. O grupo de pacientes com migrânea vestibular foi constituído por 25 (96,15%) mulheres e um (3,85%) homem. Não foi verificada diferença significativa entre os grupos em relação ao sexo ( $p > 0,999$ ).

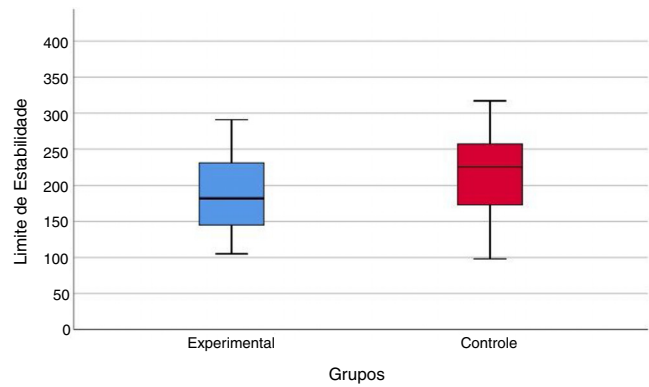
O grupo experimental apresentou média de  $41,15 \pm 15,14$  anos, variou de 17 a 68 anos, e o grupo controle apresentou média de  $38,53 \pm 16,37$  anos, variou de 18 a 72 anos. Não foi verificada diferença significativa entre os grupos em relação à idade ( $p = 0,544$ ).

Com relação à intensidade de vertigem e/ou tontura, o grupo experimental apresentou média de pontuação à aplicação da escala analógica de vertigem e/ou tontura de 3,00 pontos (desvio-padrão - DP = 3,04), o valor mínimo foi 2 e o valor máximo 10.

O grupo com migrânea vestibular apresentou média de pontuação à aplicação do questionário de qualidade de vida DHI de 37,07 pontos (DP = 18,49) para o escore total, de 14 pontos (DP = 6,04) para o aspecto físico, 12,75 pontos (DP = 8,38) para o aspecto funcional e 11,50 pontos (DP = 8,00) para o aspecto emocional.

Todos os casos dos dois grupos completaram a avaliação nas dez condições sensoriais à posturografia do BRU<sup>TM</sup>, sem movimentar os pés e membros superiores ou apresentar quedas.

Na avaliação posturográfica do BRU<sup>TM</sup>, não houve diferença estatística significativa ( $p = 0,102$ ) entre os valores da área do limite de estabilidade ( $\text{cm}^2$ ) do grupo com migrânea vestibular e os valores do grupo controle (fig. 1).



**Figura 1** Representação gráfica dos valores da área do limite de estabilidade ( $\text{cm}^2$ ) do grupo com migrânea vestibular (experimental) e do grupo controle no *Balance Rehabilitation Unit* (BRU<sup>TM</sup>) ( $p = 0,102$ ).

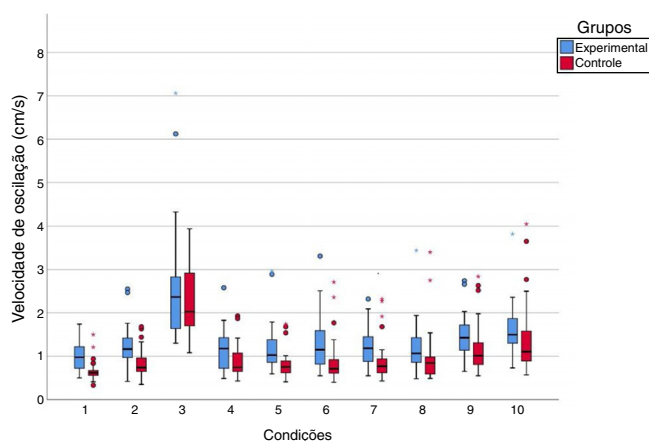
Os valores médios da velocidade de oscilação ( $\text{cm/s}$ ) no grupo experimental foram maiores do que os do grupo controle nas dez condições avaliadas. Na comparação entre o grupo experimental e o controle, foram verificadas diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) entre os valores da velocidade de oscilação em nove das dez condições sensoriais; não houve diferença significativa na condição de superfície instável e olhos fechados ( $p = 0,341$ ) (fig. 2).

Os valores médios da área de deslocamento do centro de pressão ( $\text{cm}^2$ ) no grupo experimental foram maiores do que os do grupo controle nas dez condições avaliadas. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores da área de deslocamento do centro de pressão em oito das dez condições sensoriais; não foi encontrada diferença significativa na condição de superfície instável e olhos fechados ( $p = 0,139$ ) e na condição de superfície firme e estimulação sacádica ( $p = 0,066$ ) (fig. 3).

## Discussão

A posturografia estática integrada a estímulos visuais de realidade virtual do BRU<sup>TM</sup> avaliou o equilíbrio corporal de pacientes no período intercrítico da migrânea vestibular em comparação com um grupo de indivíduos hígidos. Em distúrbios vestibulares e indivíduos hígidos jovens e idosos, a confiabilidade e validade das medidas do centro de pressão obtidas durante a avaliação dos processos de integração sensorial foram demonstradas com o BRU<sup>TM</sup>, evidenciaram validade e eficácia clínica semelhantes às do teste de organização sensorial do SMART EquiTest<sup>TM</sup> (NeuroCom Inc., Clackamas, Estados Unidos da América).<sup>25</sup> Não foram encontradas citações da literatura sobre limite de estabilidade ou alterações da velocidade de oscilação e da área de deslocamento do centro de pressão em pacientes com migrânea vestibular à posturografia estática do BRU<sup>TM</sup>, o que destaca a originalidade desta investigação.

Os grupos foram homogêneos em relação à idade e ao sexo, prevaleceu o sexo feminino. A migrânea vestibular ocorre mais em mulheres, em qualquer faixa etária,<sup>1</sup> semelhante à amostra desta pesquisa.



**Figura 2** Representação gráfica dos valores da velocidade de oscilação (cm/s) do grupo com migrânea vestibular e do grupo controle no *Balance Rehabilitation Unit* (BRU™).

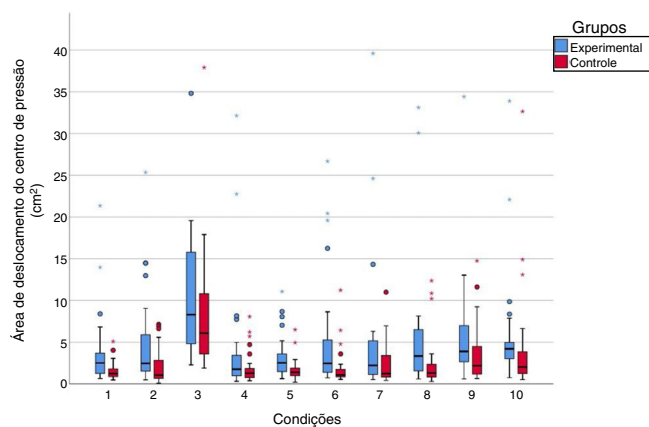
Condições: 1) Em piso firme, com olhos abertos ( $p < 0,001^*$ ); 2) Em piso firme, com olhos fechados ( $p = 0,002^*$ ); 3) Sobre almofada de espuma, com olhos fechados ( $p = 0,341$ ); 4) Em piso firme, com estimulação sacádica ( $p = 0,026^*$ ); 5) em piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal da esquerda para a direita ( $p < 0,001^*$ ); 6) em piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal da direita para a esquerda ( $p = 0,001^*$ ); 7) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical de cima para baixo ( $p = 0,003^*$ ); 8) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical de baixo para cima ( $p = 0,007^*$ ); 9) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal associada a movimentos lentos e uniformes de rotação da cabeça ( $p = 0,036^*$ ); 10) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical associada a movimentos lentos e uniformes de flexão e extensão da cabeça ( $p = 0,028^*$ ).

A influência dos sintomas foi classificada como leve<sup>21</sup> à aplicação da escala analógica de vertigem e/ou tontura e o prejuízo na qualidade de vida dos pacientes foi caracterizado como moderado<sup>23</sup> à aplicação da versão brasileira<sup>19</sup> do DHI,<sup>20</sup> corroborou com o relato de repercussões relevantes da afecção na qualidade de vida.<sup>3</sup>

Na avaliação da posturografia estática do BRU™, a área do limite de estabilidade, similar nos pacientes no período intercrítico da migrânea vestibular e no grupo controle, mostrou a preservação da capacidade de deslocar o corpo ao máximo na direção anteroposterior e látero-lateral sobre o centro de pressão sem mudar a base, com segurança.

Na posturografia estática do BRU™ na migrânea vestibular, em comparação com o grupo controle, o aumento de velocidade de oscilação em nove das dez condições e da área de deslocamento do centro de pressão em oito demonstrou a instabilidade postural objetiva dos migranosos vestibulares, mesmo no período intercrítico da afecção, sugeriu a influência da visão, propriocepção, estímulos visuais e de interação vestibulovisual sobre o controle postural e identificou os prejuízos na capacidade para usar informações vestibulares, visuais e somatossensoriais de forma eficaz.

O aumento da velocidade de oscilação e/ou da área de deslocamento do centro de pressão nos migranosos vestibulares foi observado nas condições 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. A Condição 1, em superfície firme e olhos abertos, indicou



**Figura 3** Representação gráfica dos valores área de deslocamento do centro de pressão (cm/s) do grupo com migrânea vestibular e do grupo controle no *Balance Rehabilitation Unit* (BRU™). Condições: 1) Em piso firme, com olhos abertos ( $p = 0,003^*$ ); 2) Em piso firme, com olhos fechados ( $p = 0,003^*$ ); 3) Sobre almofada de espuma, com olhos fechados ( $p = 0,139$ ); 4) Em piso firme, com estimulação sacádica ( $p = 0,066$ ); 5) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal da esquerda para a direita ( $p = 0,002^*$ ); 6) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal da direita para a esquerda ( $p = 0,002^*$ ); 7) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical de cima para baixo ( $p = 0,022^*$ ); 8) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical de baixo para cima ( $p = 0,007^*$ ); 9) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção horizontal associada a movimentos lentos e uniformes de rotação da cabeça ( $p = 0,027^*$ ); 10) Em piso firme, com estimulação optocinética na direção vertical associada a movimentos lentos e uniformes de flexão e extensão da cabeça ( $p = 0,003^*$ ).

que o uso de pistas visuais e somatossensoriais foi insuficiente para compensar a informação imprecisa do sistema vestibular. A Condição 2, em superfície firme e olhos fechados, apontou que as pistas somatossensoriais e vestibulares não foram suficientes sem as visuais. As condições 5 a 8, em superfície firme e estimulação optocinética direita, esquerda, para cima e para baixo, mostraram a incapacidade para suprimir a influência da informação visual optocinética e confiar nos estímulos proprioceptivos e vestibulares, caracterizaram a dependência visual.<sup>26</sup> As condições 9 e 10, em superfície firme e interação vestibulo-visual horizontal e vertical, sugeriram o comprometimento do mecanismo de fusão das informações visuais e vestibulares, importante para a estabilização da imagem na retina e para manter a orientação espacial e a estabilidade postural. Os reflexos vestibulo-oculares, desencadeados pelos movimentos da cabeça, e os reflexos oculomotores optocinéticos, gerados pela velocidade do fluxo visual, devem estar adaptados para que a imagem fique estável na retina; qualquer alteração no ganho desses reflexos ou ao processamento conjunto no sistema nervoso central produz instabilidade da imagem na retina e reponderação da informação, reajuste do ganho do reflexo e a introdução de outros reflexos compensatórios, como os reflexos vestibulo-cólicos, entre outros, para obter a estabilidade da imagem.<sup>27</sup>

Os migranosos vestibulares no BRU™ apresentaram desempenho similar ao do controle quanto à velocidade de oscilação e à área de deslocamento do centro de pressão na Condição 3, em superfície instável e olhos fechados, a mais desafiadora das condições, em que a pista somatossensorial é imprecisa sobre a espuma e a informação visual está ausente, o sistema vestibular é a principal fonte de informação sensorial para manter o controle postural.

A dificuldade de ficar de pé com olhos fechados sobre superfície instável também foi identificada em 31,8% dos indivíduos com 40 anos ou mais sem história de tontura<sup>28</sup> e em migranosos vestibulares em comparação com voluntários hígidos ao Tetrax IBS™,<sup>14,15</sup> corroborou o achado da presente pesquisa. Assim, os migranosos vestibulares não apresentaram desconrole postural com sinais visuais indisponíveis e somatossensoriais alterados ou a posturografia do BRU™ foi incapaz de identificar o comprometimento vestibular nessa condição.

Os migranosos vestibulares no BRU™ apresentaram na Condição 4, em superfície firme e estimulação sacádica, área de deslocamento do centro de pressão semelhante ao grupo controle; a menor oscilação corporal durante exposição à estimulação sacádica facilitaria o controle dos movimentos oculares e a visualização dos alvos.<sup>29</sup>

Portanto, diante desses achados, os padrões identificados no grupo de migranosos vestibulares incluídos nesta pesquisa corresponderam a: disfunção vestibular (Condição 1), disfunção vestibular e somatossensorial com dependência visual (condições 2, 4, 5, 6, 7 e 8) e disfunção vestibulovisual (condições 9 e 10).

Há dificuldade na comparação dos achados no período intercrítico da migrânea vestibular na posturografia com realidade virtual do BRU™ com os de outros tipos de posturografias que empregaram diferentes tecnologias, protocolos e parâmetros de avaliação. No entanto, resultados de outras posturografias, relativos à habilidade para manter o controle postural, também mostram o aumento de oscilação em algumas condições sensoriais na migrânea vestibular, sugeriram a dificuldade para usar as informações vestibulares com ou sem dependência somatossensorial e/ou visual.<sup>4,11-15</sup> Área de deslocamento do centro de pressão e velocidade de oscilação aumentadas no BRU™, que evidenciaram pior controle postural com e sem privação da visão, diante de conflito visual e interação vestibulovisual, sugerem que alterações funcionais podem persistir mesmo em período intercrítico assintomático da migrânea vestibular, à semelhança do que ocorre em outras vestibulopatias, como a doença de Menière e a Vertigem Posicional Paroxística Benigna (VPPB). Na doença de Menière<sup>30</sup> e na VPPB,<sup>31</sup> vestibulopatias muito frequentes, também foram encontradas alterações da área de deslocamento do centro de pressão e da velocidade de oscilação ao BRU™ em diversas condições sensoriais, demonstraram o envolvimento das vias vestibulares, visuais e proprioceptivas.

A identificação de achados significantes no período intercrítico da migrânea vestibular, em comparação com indivíduos hígidos, mostrou a aplicabilidade clínica da posturografia integrada à realidade virtual do BRU™, recriou os estímulos ambientais e situações capazes de medir as respostas posturais perante diferentes condições sensoriais, sensibilizou a exploração semiológica e revelou informações

relevantes sobre o equilíbrio corporal. A caracterização do distúrbio do controle postural, mesmo no intervalo entre os episódios vertiginosos, pode proporcionar dados valiosos sobre a capacidade funcional do paciente, auxiliar no diagnóstico precoce, na prevenção da ocorrência potencial de sintomas decorrentes dos sinais de disfunção identificados antes da eclosão clínica e na elaboração de protocolos personalizados de exercícios de reabilitação vestibular. Novas experimentações serão úteis para continuar a investigar o controle postural na migrânea vestibular e confirmar os achados desta pesquisa.

## Conclusão

A posturografia com realidade virtual pode identificar alterações da velocidade de oscilação e da área de deslocamento do centro de pressão, caracteriza a inabilidade para manter o controle postural com e sem privação da visão, em situações de conflito visual e interação vestibulovisual, no período intercrítico da migrânea vestibular.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Dieterich M, Brandt T. Episodic vertigo related to migraine (90 cases): vestibular migraine. *J Neurol*. 1999;246:883–92.
2. 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.
3. Neuhauser HK, Radtke A, von Brevern M, Feldmann M, Lezius F, Ziese T, et al. Migrainous vertigo. *Neurology*. 2006;67:1028–33.
4. Furman JM, Sparto PJ, Soso M, Marcus D. Vestibular function in migraine-related dizziness: a pilot study. *J Vestib Res*. 2005;15:327–32.
5. Cohen JM, Bigal ME, Newman LC. Migraine and vestibular symptoms: identifying clinical features that predict “vestibular migraine”. *Headache*. 2011;51:1393–7.
6. Neuhauser H, Leopold M, von Brevern M, Arnold G, Lempert T. The interrelations of migraine, vertigo and migrainous vertigo. *Neurology*. 2001;56:684–6.
7. 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.
8. 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.
9. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia*. 2013;33:629–808.
10. Sohn JH. Recent advances in the understanding of vestibular migraine. *Behav Neurol*. 2016;2016:1801845.
11. Cass SP, Furman JM, Ankerstjerne K, Balaban C, Yetiser S, Aydogan B. Migraine-related vestibulopathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1997;106:182–9.

12. Çelebisoy N, Gökçay F, Şirin H, Bıçak N. Migrainous vertigo: clinical, oculographic and posturographic findings. *Cephalalgia*. 2008;28:72–7.
13. 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.
14. Ongun N, Atalay NS, Degirmenci E, Sahin F, Bir LS. Tetra-ataxiometric posturography in patients with migrainous vertigo. *Pain Physician*. 2016;19:87–96.
15. 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.
16. Sparto PJ, Furman JM, Whitney SL, Hodges LF, Redfern MS. Vestibular rehabilitation using a wide field of view virtual environment. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2004;7:4836–9.
17. Di Girolamo S, Picciotti P, Sergi B, Di Nardo W, Paludetti G, Ottaviani F. Vestibulo-ocular reflex modification after virtual environment exposure. *Acta Otolaryngol*. 2001;121:211–5.
18. Suarez H, Arocena M, Suarez A, Artagaveytia TA, Muse P, Gil J. Changes in postural control parameters after vestibular rehabilitation in patients with central vestibular disorders. *Acta Otolaryngol*. 2003;123:143–7.
19. Castro AS, Gazzola JM, Natour J, Gananca FF. Versão Brasileira do Dizziness Handicap Inventory. *Pró-fono*. 2007;19:97–104.
20. Jacobson GP, Newman CW. The development of the dizziness handicap inventory. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990;116:424–7.
21. Whitney SL, Herdman SJ. Physical therapy assessment of vestibular hypofunction. In: Herdman SJ, editor. *Vestibular rehabilitation*. Philadelphia: FA. Davis; 2000. p. 336.
22. BRU TM Unidade de Reabilitação do Equilíbrio. Manual do usuário. Versão 1.0.7. Versão do Software: 1.3.5.0. Uruguaí: Medicaa; 2006.
23. Whitney SL, Wrisley DM, Brown KE, Furman JM. Is perception of handicap related to functional performance in persons with vestibular dysfunction? *Otol Neurotol*. 2004;25:139–43.
24. Kendall FP, Mc Creary EK, Provance PG. *Músculos provas e funções*. 4 ed. São Paulo: Manole; 1995.
25. Alahmari KA, Marchetti GF, Sparto PJ, Furman JM, Whitney SL. Estimating postural control with the balance rehabilitation unit: measurement consistency, accuracy, validity, and comparison with dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95:65–73.
26. Blanks RH, Fowler CG, Zizz CA, Williams KE. Postural adjustments produced by moving visual (horizontal optokinetic) patterns. *J Am Acad Audiol*. 1996;7:39–48.
27. 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. In: Vincent ML, Moreau TM, editors. *Accidental falls: causes, preventions and interventions*. New York: Nova Science;; 2008. p. 107–20.
28. 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.
29. Rodrigues ST, Polastri PF, Carvalho JC, Barela JA, Moraes R, Barbieri FA. Saccadic and smooth pursuit eye movements attenuate postural sway similarly. *Neurosci Lett*. 2015;584:292–5.
30. Cusin FS, Ganança MM, Ganança FF, Ganança CF, Caovilla HH. Balance Rehabilitation Unit (BRU) posturography in Menière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76:611–7.
31. Monteiro SR, Ganança MM, Ganança FF, Ganança CF, Caovilla HH. Balance Rehabilitation Unit (BRU<sup>TM</sup>) posturography in benign paroxysmal positional vertigo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78:98–104.