



ARTIGO ORIGINAL

## Potenciais evocados miogênicos vestibulares galvânicos: dados normativos e o efeito da idade<sup>☆</sup>

Nizamettin Burak Avcı <sup>a,\*</sup>, Zahra Polat <sup>b</sup> e Ahmet Ataş <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Hacettepe Üniversitesi, Faculty of Health Sciences, Audiology Department, Ankara, Turquia

<sup>b</sup> Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Faculty of Hamidiye Health Sciences, Audiology Department, Istanbul, Turquia

<sup>c</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Faculty of Medicine, Otorhinolaryngology Department, Istanbul, Turquia

Recebido em 5 de maio de 2020; aceito em 30 de julho de 2020

### PALAVRAS-CHAVE

Potencial miogênico evocado vestibular;  
Estimulação galvânica;  
Normalização;  
Latência de P1 e N1;  
Efeito da idade

### Resumo

**Introdução:** Os potenciais evocados miogênicos vestibulares galvânicos avaliam as respostas do nervo vestibular com estimulação elétrica por meio de registros coletados do músculo esternocleidomastóideo. Uma resposta normal de potenciais evocados miogênicos vestibulares consiste nos primeiros picos positivo, P1, e negativo, N1. A resposta pode ser afetada por fatores como idade e sexo e também tem importância no diagnóstico de doenças.

**Objetivos:** Obter dados normativos em adultos saudáveis, para ajudar no diagnóstico através do estabelecimento de normas clínicas, e investigar a alteração dos parâmetros de teste com a idade em potenciais evocados miogênicos vestibulares galvânicos.

**Método:** Foram incluídos no estudo 100 participantes saudáveis. O potencial evocado miogênico vestibular galvânico (corrente 3 mA, duração 1ms) foi realizado de forma aleatória nas duas orelhas de cada participante. Os participantes entre 18 e 65 anos (média de 39,7 ± 13,9) foram divididos em 5 grupos de acordo com a idade. Os dados normativos dos parâmetros dos potenciais evocados miogênicos vestibulares galvânicos foram calculados nos grupos e no total e as alterações relacionadas à idade foram examinadas.

**Resultados:** A forma de onda do potencial evocado miogênico vestibular galvânico foi obtida de todos os participantes (200 orelhas). A latência de P1 e N1 foi de 7,82 ± 3,29 ms e 22,06 ± 3,95 ms, respectivamente. O valor da amplitude P1-N1 foi de 66,64 ± 24,5 μV. O percentual de assimetria vestibular foi de 16,29 ± 11,99%. Os valores das latências de P1 e N1 e da amplitude P1-N1 mostraram diferenças significantes entre os diferentes grupos etários ( $p < 0,01$ ).

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.07.016>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Avcı NB, Polat Z, Ataş A. Galvanic vestibular evoked myogenic potentials: normative data and the effect of age. Braz J Otorhinolaryngol. 2022;88:556-61.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [nizamettinburakavci@gmail.com](mailto:nizamettinburakavci@gmail.com) (N.B. Avcı).

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

**Conclusão:** Os resultados deste estudo mostram que à medida que a idade aumentou as latências foram prolongadas e as amplitudes diminuíram gradualmente. Os dados normativos auxiliam no diagnóstico de lesões retrolabirínticas e na disseminação do uso clínico dos potenciais evocados miogênicos vestibulares galvânicos.

© 2020 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

O potencial evocado miogênico vestibular (VEMP, do inglês *Vestibular-Evoked Myogenic Potential*) é um método de avaliação neurofisiológica usado para a avaliação dos otólitos da orelha interna. VEMPs são potenciais de curta latência e a resposta de inibição do músculo ocorre com o estímulo.<sup>1</sup> O VEMP é a única bateria de testes vestibulares que avalia o reflexo vestibulo-cólico (RVC); portanto, tem uma função essencial para a avaliação vestibular na clínica otoneurológica. Quando se considera a definição de aplicações do VEMP, é usado como uma ferramenta diagnóstica para distúrbios que causam tontura, como deiscência do canal superior, doença de Ménière e schwannoma vestibular.<sup>2</sup> Embora um estímulo acústico seja frequentemente usado, um estímulo mecânico ou elétrico também pode ser usado. Diferentes modalidades de estímulo e registro podem ser usadas e diferentes nomes podem ser usados para expressá-las, como VEMP ocular (oVEMP), VEMP cervical (cVEMP), VEMP acústico etc. A estimulação vestibular galvânica (GVS, do inglês *Galvanic Vestibular Stimulation*) é usada na avaliação com estímulo elétrico e é denominada VEMP galvânico (gVEMP).

O efeito do estímulo acústico começa na mácula sacular e termina no músculo esternocleidomastóideo (ECM) por meio do nervo vestibular inferior, núcleo vestibular lateral e trato vestibulo-espinhal medial em cVEMP.<sup>3</sup> A GVS estimula aferentes vestibulares irregulares.<sup>4</sup> Como a GVS é um estímulo elétrico, ela contém correntes anódicas e catódicas. A corrente catódica aumenta a taxa de disparo espontâneo, enquanto a corrente anódica a diminui.<sup>5</sup> Essa mudança na taxa de disparo espontâneo resulta na estimulação do RVC. Quando a GVS e os estímulos acústicos ativam a mesma via reflexa em diferentes regiões, eles podem ajudar a diferenciar entre lesões retrolabirínticas e labirínticas.

Os resultados do VEMP não mostram apenas alterações nas doenças. As degenerações vestibulares relacionadas à idade também afetam os resultados do RVC e do VEMP. Embora tenha sido demonstrado em vários estudos que a degeneração vestibular está associada com a idade, isso é difícil de determinar por meio dos resultados de testes vestibulares.

Neste estudo, objetivamos estabelecer os dados normativos do gVEMP para nosso país e clínica e investigar os efeitos relacionados à idade das respostas em diferentes grupos etários.

## Materiais e métodos

### Desenho do estudo

O estudo foi conduzido no *Hearing and Speech Disorders Center of Cerrahpasa Medical Faculty* da *Istanbul University-Cerrahpasa*. Foi feito entre novembro de 2018 e fevereiro de 2019 após aprovação do comitê de ética da instituição, sob número 83045809-604.01.02. Este estudo foi criado e conduzido de acordo com os padrões éticos da Declaração de Helsinque.

Os critérios de inclusão para o estudo foram: 1) achados otoscópicos e imitanciométrica normais; 2) média do tom puro (500–2000 Hz) na faixa de 0–25 dBNA; 3) idade de 18 a 65 anos; 4) ausência de histórico de vertigem e queda; 5) ausência de doença neurológica e ortopédica conhecida. Uma explicação detalhada dos procedimentos aos quais eles poderiam ser submetidos foi fornecida aos indivíduos e o termo de consentimento livre e informado assinado foi obtido de cada participante. Foram feitos exames de imitanciométrica e audiometria de tons puros. O gVEMP foi aplicado aleatoriamente em ambas as orelhas dos participantes que atenderam aos critérios de inclusão.

### Participantes

Cem adultos entre 18 e 65 anos (média  $\pm$  desvio-padrão:  $39,7 \pm 13,9$ ) sem histórico de perda auditiva, vertigem e problemas otológicos participaram do estudo. Os participantes foram divididos em cinco grupos de acordo com a idade e cada grupo tinha 20 participantes. Os grupos etários eram de 18-25, 26-35, 36-45, 46-55 e 56-65 anos e foram denominados grupo 1, grupo 2, grupo 3, grupo 4 e grupo 5, respectivamente. A distribuição de mulheres e homens em cada grupo foi igual. Participaram do estudo 50 mulheres e 50 homens. Todos os participantes foram avaliados por exames de imitanciométrica e audiológicos. O teste gVEMP foi aplicado aleatoriamente em ambas as orelhas (200 orelhas) dos participantes.

### Imitanciométrica e avaliações audiológicas

O *GSI Tymstar MiddleEar Analyzer* (Grason Stadler Inc., EUA) foi usado para a avaliação por imitanciométrica. O teste de timpanometria com avaliação da pressão na orelha média

foi aplicado e o timpanograma tipo A foi considerado como estado normal da orelha média. Todas as avaliações auditivas foram feitas com um audiômetro clínico Interacoustics AC40 (Interacoustics A/S, DK). Limiares auditivos de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz foram testados com audiometria de tons puros e as médias de tons puros (500, 1000 e 2000 Hz) foram calculadas. Os níveis auditivos dos participantes cuja média de tom puro estava na faixa de 0 a 25 dBNA foram aceitos como normais.

## VEMP Galvânico

A GVS estimulada sobre o processo mastoide causa uma descarga diretamente nas aferentes primários dos núcleos vestibulares e na parte distal do nervo vestibular. Enquanto os aferentes do lado negativo (catódicos) são ativados, os aferentes do lado positivo (anódicos) são inibidos na configuração bipolar. Neste estudo, os eletrodos estimuladores foram colocados de acordo com o posicionamento bipolar unilateral. O eletrodo catódico foi colocado no mastoide da orelha a ser testada e o eletrodo anódico foi colocado na testa. Eletrodos *gold cup* foram usados para a GVS. Para evitar queimaduras na pele causadas pelos eletrodos estimuladores e proporcionar melhor condutividade, foi usado o gel para eletrodos Signa (EUA). Os eletrodos estimulantes foram colocados na área apropriada com o adesivo transdérmico. Quando o estímulo galvânico foi aplicado aos participantes, eles foram informados de que não sentiriam dor, apenas um leve toque.

A GVS só pode produzir registros de eletromiografia (EMG) nos músculos que fornecem equilíbrio e os registros de EMG dos músculos ECM, paraespinal, tríceps, tibial anterior e sóleo estão disponíveis. Neste estudo, como o registro foi coletado do ECM, os eletrodos de registro foram colocados na mesma posição que o eletrodo do cVEMP acústico. O eletrodo ativo, o eletrodo de referência e o eletrodo de aterramento foram colocados no meio do ECM, no esterno e na testa, respectivamente. Eletrodos descartáveis de gel úmido foram usados para o registro. Após a colocação dos eletrodos de registro, assegurou-se que os valores de impedância estavam na faixa de 0–5 k $\Omega$ . O eletrodo de aterramento foi posicionado sob o eletrodo anódico, um dos eletrodos de estímulo colocado na testa, com cuidado para um não entrar em contato com o outro. Eletrodos de registro e eletrodos de estímulo foram colocados ipsilateralmente no lado a ser testado.

O teste gVEMP foi feito com o sistema Neuro-audio (Neurosoft Inc., Rússia). A unidade de controle Neuro MEP ES (Neurosoft Inc., Rússia) do estimulador elétrico foi usada para a GVS. A taxa de estímulo foi de 5 Hz, a duração do estímulo foi de 1 ms, o nível de corrente foi de 3 mA, a forma de onda do estímulo foi um clique e a polaridade do estímulo foi negativa. Para cada traço, o número de estímulos foi 100. Os parâmetros de gravação foram idênticos aos do cVEMP acústico. Os registros EMG foram amplificados para análise. Um filtro passa-banda de 20–2000 Hz e um filtro *notch* foram aplicados nas gravações coletadas. A janela de tempo de análise foi de 50 ms.

Para obter precisão nas respostas do VEMP, o grau de contração do músculo ECM deve ficar estável dentro de uma faixa específica durante o teste. Neste estudo, esse

intervalo foi aceito como 30–70  $\mu$ V e o tônus muscular do ECM foi medido por eletromiografia durante o teste. O método de *feedback* do *software* incluído no dispositivo foi usado para permitir que o participante mantivesse a contração do ECM.

O teste gVEMP foi feito com o participante na posição sentada em duas etapas. Na primeira etapa, quando o ECM não estava contraído (cabeça em posição vertical), o primeiro traço (sem contração do ECM) era obtido enviando o estímulo galvânico sobre o mastoide do lado testado. Na segunda etapa, quando o ECM era contraído (cabeça em rotação no sentido oposto à orelha a ser testada), o segundo traço (com contração do ECM) era obtido enviando o estímulo galvânico. Havia artefatos do estímulo galvânico em ambos os traços. Como essas formas de onda incluíam artefatos muito altos, o método de subtração foi usado para eliminar artefatos.<sup>6</sup> O primeiro traço (sem contração do ECM) foi subtraído do segundo traço (com contração do ECM) e, por fim, foi obtida a forma de onda gVEMP. As mesmas etapas foram feitas para os lados direito e esquerdo.

A forma de onda do gVEMP é semelhante à forma de onda acústica do VEMP. A forma de onda tem um pico positivo e um negativo, que são chamados de P1 e N1, respectivamente. Os parâmetros do gVEMP incluem latências P1 e N1, amplitudes P1-N1 e a porcentagem de assimetria do VEMP (AV). As latências P1 e N1 e os valores da amplitude P1-N1 foram registrados para as orelhas direita e esquerda de cada participante. A porcentagem de AV foi calculada com a fórmula  $|Ad-Ae|/(Ad+Ae) \times 100$ . Ad é o valor da amplitude P1-N1 da orelha direita, Ae é o valor da amplitude P1-N1 da orelha esquerda e  $|Ad-Ae|$  é o valor absoluto da diferença entre os valores de amplitude das orelhas direita e esquerda.

## Análise estatística

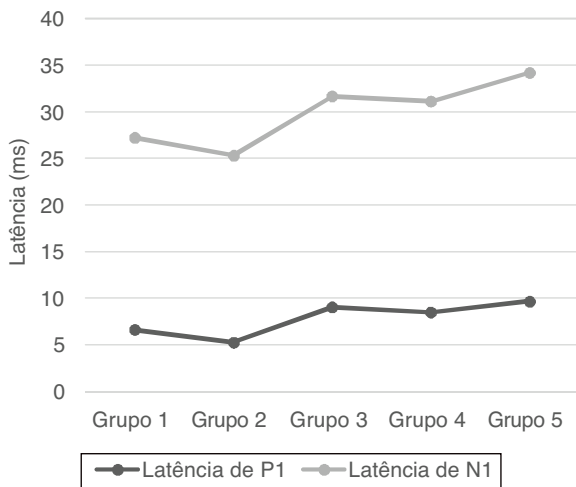
A média e o desvio-padrão das latências e a amplitude do gVEMP e do percentual da AV foram calculados. Testes de normalidade foram usados para verificar se os dados apresentavam distribuição normal ou não. Se o valor de assimetria e curtose estivesse na faixa de  $\pm 2$ , os dados eram aceitos como distribuição normal.<sup>7</sup> Portanto, nossos dados foram aceitos como distribuição normal e testes paramétricos foram usados em todas as análises estatísticas. O teste *t* para amostras independentes foi usado para a comparação entre as orelhas direita e esquerda e entre o sexo feminino e o masculino. O teste Anova *one-way* foi usado para a comparação entre os cinco grupos etários diferentes. A análise *post hoc* foi feita para determinar qual grupo ou grupos apresentavam diferenças significativas. A relação entre a idade e os parâmetros do gVEMP foi calculada pela análise da correlação de Pearson. Os dados foram analisados com o *software* IBM SPSS Statistics 20.0.

## Resultados

Este estudo foi feito com 100 participantes, 50 do sexo feminino e 50 do sexo masculino, e 200 orelhas foram testadas. A resposta do VEMP galvânico foi obtida de todos os participantes. As latências P1 e N1 e os valores da amplitude P1-N1 foram medidos e a porcentagem da AV foi calculada. Esses

**Tabela 1** Valores médios  $\pm$  desvio-padrão dos dados normativos nas diferentes faixas etárias e total

	Latência de P1 (ms)	Latência de N1 (ms)	Amplitude P1-N1 ( $\mu$ V)	Porcentagem de AV (%)
Grupo 1	6,63 $\pm$ 2,88	20,57 $\pm$ 3,16	73,39 $\pm$ 23,72	16,85 $\pm$ 14,03
Grupo 2	5,27 $\pm$ 1,94	20,03 $\pm$ 3,46	77,04 $\pm$ 23,55	17,91 $\pm$ 13,37
Grupo 3	9,04 $\pm$ 2,79	22,61 $\pm$ 3,05	68,01 $\pm$ 25,85	15,1 $\pm$ 9,32
Grupo 4	8,49 $\pm$ 3,46	22,61 $\pm$ 3,65	63,97 $\pm$ 19,44	11,67 $\pm$ 9,55
Grupo 5	9,67 $\pm$ 3,15	24,5 $\pm$ 4,68	50,77 $\pm$ 21,76	19,9 $\pm$ 12,41
Total	7,82 $\pm$ 3,29	22,06 $\pm$ 3,95	66,64 $\pm$ 24,5	16,29 $\pm$ 11,99

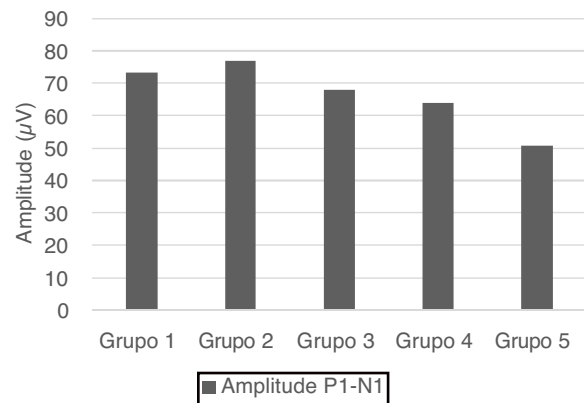
**Figura 1** Valores médios das latências P1 e N1 nos grupos.

valores foram comparados de acordo com o sexo, o lado da orelha e os grupos etários.

Não houve significância estatística na comparação das orelhas direita e esquerda e entre os sexos masculino e feminino ( $p > 0,05$ ). Portanto, foram calculados os valores médios para o total e grupos etários. Os valores médios das latências P1 e N1, a amplitude P1-N1 e as porcentagens de AV são mostrados na [tabela 1](#).

Os valores de latência P1 e N1 e os valores da amplitude P1-N1 foram estatisticamente significantes na comparação entre os grupos etários. O grupo 1 [média: 6,6 ms (P1) e 20,5 ms (N1)] teve latências P1 e N1 mais curtas do que grupo 3 [média: 9 ms (P1) e 22,6 ms (N1)] e o grupo 5 [média: 9,6 ms (P1) e 24,5 ms (N1)], também o grupo 2 [média: 5,2 ms (P1) e 20 ms (N1)] teve latências P1 e N1 mais curtas do que o grupo 3 [média: 9 ms (P1) e 22,6 ms (N1)], grupo 4 [média: 8,4 ms (P1) e 22,6 ms (N1)] e o grupo 5 [média: 9,6 ms (P1) e 24,5 ms (N1)]; ( $p < 0,05$ ) ([fig. 1](#)). O grupo 5 (média: 50,7  $\mu$ V) apresentou valor de amplitude inferior aos grupos 1, 2 e 3 (médias: 73,3, 77 e 68  $\mu$ V respectivamente;  $p < 0,001$ ) ([fig. 2](#)). Os resultados estatísticos da comparação entre os grupos são apresentados na [tabela 2](#).

A correlação entre a idade e os parâmetros do gVEMP foi examinada. Houve uma correlação positiva fraca entre a idade e as latências P1 e N1 ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,416$  para a latência P1 e  $r = 0,378$  para a latência N1) e uma correlação negativa fraca com os valores de amplitude P1-N1 ( $p < 0,001$ ,  $r = -0,319$ ). Não foi encontrada correlação entre o percentual de VA e idade ( $p = 0,873$ ,  $r = -0,016$ ).

**Figura 2** Valores da amplitude P1–N1 em diferentes grupos etários.

## Discussão

A pesquisa clínica com VEMPs concentra-se principalmente no diagnóstico de doenças vestibulares periféricas. O uso generalizado do VEMP aumenta o interesse na diferenciação entre doenças vestibulares centrais e periféricas. Portanto, diferentes modalidades de VEMP também devem ser usadas para avaliar diferentes regiões do sistema vestibular. Por exemplo, o VEMP cervical (cVEMP) avalia o RVC e a função sacular ao fazer o registro no ECM; o VEMP ocular (oVEMP) avalia o RVO e a função utricular por meio do registro nos músculos oculares. Embora as respostas anormais do cVEMP e do oVEMP sugiram um problema no sistema, esses testes não conseguem diferenciar entre lesões retrolabirínticas e labirínticas.<sup>8</sup> O VEMP galvânico pode ser útil na diferenciação da lesão quando usado em combinação com o cVEMP ou o oVEMP, pois fornece estimulação ao contornar a parte mecânica do ouvido interno.<sup>9–11</sup> Portanto, os dados normativos obtidos em nosso estudo podem ser usados com frequência no diagnóstico para diferenciar entre lesão retrolabiríntica e labiríntica.

Em nosso estudo, aplicamos o gVEMP (3 mA, 1 ms de duração) a 100 indivíduos saudáveis (200 orelhas saudáveis) com idades entre 18 e 65 anos. Os valores médios das latências P1 e N1 foram 7,82  $\pm$  3,29 ms e 22,06  $\pm$  3,95 ms, respectivamente. O valor médio da amplitude P1-N1 foi de 66,64  $\pm$  24,5  $\mu$ V. O percentual médio da AV foi de 16,29  $\pm$  11,99%. Existem poucos estudos sobre os dados normativos do gVEMP na literatura. Em um estudo feito por Cheng et al. (2018),<sup>12</sup> eles aplicaram o gVEMP (3 mA/ 1 ms de duração) em 16 indivíduos saudáveis (31 orelhas saudáveis) com idades entre 20 e 60 anos. A latência média de P1 foi

**Tabela 2** Comparação entre grupos para latências P1 e N1 e amplitude P1-N1

Comparação entre grupos	p-valor para latências de P1	p-valor para latências de N1	p-valor para amplitudes P1-N1
Grupo 1 – Grupo 2	0,109	0,948	0,954
Grupo 1 – Grupo 3	0,003 <sup>b</sup>	0,035a	0,833
Grupo 1 – Grupo 4	0,081	0,070	0,358
Grupo 1 – Grupo 5	0,000 <sup>b</sup>	0,000 <sup>b</sup>	0,000 <sup>b</sup>
Grupo 2 – Grupo 3	0,000 <sup>b</sup>	0,006 <sup>b</sup>	0,401
Grupo 2 – Grupo 4	0,000 <sup>b</sup>	0,015 <sup>a</sup>	0,085
Grupo 2 – Grupo 5	0,000 <sup>b</sup>	0,000 <sup>b</sup>	0,000 <sup>b</sup>
Grupo 3 – Grupo 4	0,933	1,000	0,934
Grupo 3 – Grupo 5	0,876	0,214	0,008 <sup>b</sup>
Grupo 4 – Grupo 5	0,501	0,265	0,080

Anova *one-way* para comparação entre grupos.

Teste *post hoc*/teste de Tukey HSD para comparação de amplitudes.

Teste *post hoc*/Games-Howell para comparação das latências P1 e N1.

<sup>a</sup>  $p < 0,05$ .

<sup>b</sup>  $p < 0,01$ .

de  $11,7 \pm 3$  ms, a latência média de N1 foi de  $17,8 \pm 3,4$  ms, a amplitude média P1-N1 foi de  $147 \pm 69$   $\mu$ V e a porcentagem média da AV foi de  $16 \pm 1\%$ . Em outro estudo feito por Welgampola e Colebatch (2001),<sup>13</sup> os autores obtiveram dados normativos ao aplicar VEMP galvânico (4 mA/2ms de duração) em 70 indivíduos adultos saudáveis com idades entre 25 e 85 anos. O valor médio da latência de P1 foi de  $12,1 \pm 1$  ms, a latência de N1 foi de  $20,2 \pm 1,7$  ms, o valor da amplitude P1-N1 foi de  $60 \pm 35,1$   $\mu$ V e o percentual da AV foi de 22%. O número de participantes nesses estudos não é tão grande quanto em nosso estudo. Considerou-se que as pequenas diferenças eram devidas a diferenças metodológicas, como instrumentos de registro, colocação de eletrodos e características do estímulo e/ou as diferenças na população.

As alterações no sistema vestibular ocorrem não apenas na presença de condições patológicas, mas também com o envelhecimento. Alterações relacionadas à idade criam efeitos como uma diminuição do número de células pilosas, fibras nervosas, células ganglionares e neurônios do núcleo vestibular no sistema vestibular.<sup>14-17</sup> Além da mácula sacular e dos aferentes vestibulares, o nervo acessório e o músculo ECM também estão incluídos no arco reflexo do VEMP. A diminuição das fibras nervosas acessórias ou a diminuição das respostas neurogênicas musculares deve ser considerada com o envelhecimento.<sup>18</sup>

As latências P1 e N1 estavam prolongadas a partir do grupo 3 em nosso estudo. O prolongamento das latências foi bastante significativo, especialmente no grupo 5, quando comparado aos grupos mais jovens deste estudo. Embora não tenha havido significância estatística entre o grupo 1 e o grupo 4 nas latências de P1 e N1, considerando os valores médios, observou-se que o grupo 1 apresentou latências mais curtas do que o grupo 4. Essa significância estatística ocorreu devido à diferença nos desvios-padrão de ambos os grupos. O prolongamento das latências P1 e N1 foi associado a alterações relacionadas à idade, como diminuição dos neurônios vestibulares, células ganglionares de Scarpa, função das fibras nervosas mielinizadas e acúmulo de amiloide no nervo vestibular. Observamos valores de amplitude

significativamente mais baixos no grupo 5. A amplitude mais baixa estava relacionada à perda de neurônios devido à degeneração vestibular<sup>19</sup> e à degeneração do ECM.<sup>18</sup> Os resultados deste estudo mostraram que enquanto as latências eram prolongadas após os 35 anos, a amplitude diminuiu após os 55 anos.

A literatura não mostra uma forte correlação entre os testes de função vestibular e a idade.<sup>20</sup> As latências de P1 e N1 e os valores da amplitude P1-N1 também foram fracamente correlacionados com a idade em nosso estudo. A correlação estava de acordo com os resultados obtidos na literatura. Isso sugere que os mecanismos compensatórios centrais têm um efeito substancial no sistema vestibular.<sup>21</sup>

### Limitações do estudo

Nosso estudo tem algumas limitações. Em primeiro lugar, estreitar as faixas etárias para determinar o ponto de ruptura da alteração relacionada à idade pode fornecer informações mais específicas sobre a degeneração vestibular. A outra é que os dados normativos foram obtidos com um único valor de corrente neste estudo. O estabelecimento de dados normativos relacionados a diferentes grupos etários com diferentes valores de corrente será uma medida eficiente para diferenciar condições patológicas.

### Conclusão

Deve-se observar que as diferenças nos estudos de normalização podem ser afetadas por condições como população, tipo de estímulo e diferentes parâmetros de teste. A contribuição mais importante deste estudo é que se trata de um estudo de normalização do gVEMP com o maior número de participantes até o momento e este é o único estudo no qual são coletados dados normativos para diferentes faixas etárias. O gVEMP, que ainda não é amplamente usado na clínica otoneurológica, pode ser usado como uma ferramenta diagnóstica adjuvante com o VEMP acústico na diferenciação de patologias retrolabirínticas e labirínticas.



## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

A todos os audiologistas que ajudaram a tornar este estudo possível no *Hearing and Speech Disorders Center* da Istanbul University-Cerrahpasa.

## Referências

- Rosengren SM, Colebatch JG. The Contributions of Vestibular Evoked Myogenic Potentials and Acoustic Vestibular Stimulation to Our Understanding of the Vestibular System. *Front. Neurol.* 2018;9:1–17.
- Stoody TM, Inverso Y. Development of Vestibular Evoked Myogenic Potentials. In: Atcherson SR, Stoody TM, editors. *Auditory Electrophysiology: A Clinical Guide*. 1st ed. New York: Thieme Medical Publisher; 2012.
- Uchino Y, Sato H, Sasaki M, Imagawa M, Ikegami H, Isu N, et al. Sacculocollic Reflex Arcs in Cats. *J Neurophysiol.* 1997;77:3003–12.
- Goldberg JM, Smith CE, Fernandez C. Relation between discharge regularity and responses to externally applied galvanic currents in vestibular nerve afferents of the squirrel monkey. *J Neurophysiol.* 1984;51:1236–56.
- Goldberg JM, Fernandez C, Smith CE. Responses of vestibular-nerve afferents in the squirrel monkey to externally applied galvanic currents. *Brain Res.* 1982;252:156–60.
- Watson SRD, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes evoked by short-duration galvanic stimulation in man. *J Physiol.* 1998;513:587–97.
- George D, Mallery P. *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17. 0 Update. 10<sup>th</sup> ed. Boston: Pearson; 2010.
- Chang CM, Young YH, Jaw FS, Wang C, Te, Cheng PW. Degeneration of the vestibular nerve in unilateral Meniere's disease evaluated by galvanic vestibular-evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol.* 2017;128:1617–24.
- Cheng PW, Chen CC, Wang SJ, Young YH. Acoustic, mechanical and galvanic stimulation modes elicit ocular vestibular-evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol.* 2009;120:1841–4.
- Iwasaki S, Takai Y, Ozeki H, Ito K, Karino S, Murofushi T. Extent of Lesions in Idiopathic Sudden Hearing Loss With Vertigo: study using click and galvanic vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol neck Surg.* 2005;131:857–62.
- Murofushi T, Takegoshi H, Ohki M, Ozeki H. Galvanic-evoked myogenic responses in patients with an absence of click-evoked vestibulo-collic reflexes. *Clin Neurophysiol.* 2002;113:305–9.
- Cheng Y, Kimura Y, Kaga K. A study on vestibular-evoked myogenic potentials via galvanic vestibular stimulation in normal people. *J Otol.* 2018;13:16–9.
- Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: Normal values and the effect of age. *Clin Neurophysiol.* 2001;112:1971–9.
- Engstrom H, Bergstrom B, Rosenhall U. Vestibular sensory epithelia. *Arch Otolaryngol neck Surg.* 1974;100:411–8.
- Bergstrom B. Morphology Of The Vestibular Nerve: II. The Number Of Myelinated Vestibular Nerve Fibers In Man At Various Ages. *Acta Otolaryngol.* 1973;76:173–9.
- Park JJ, Tang Y, Lopez I, Ishiyama A. Age-related change in the number of neurons in the human vestibular ganglion. *J Comp Neurol.* 2001;431:437–43.
- Velazquez-Villasenor L, Merchant SN, Tsuji K, Glynn RJ, Wall C, Rauch SD. Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system: 2. Normative Scarpa's ganglion cell data. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2000;181:14–9.
- Wolfson LI, Whipple R, Amerman P, Kaplan J, Kleinberg A. Gait and balance in the elderly. Two functional capacities that link sensory and motor ability to falls. *Clin Geriatr Med.* 1985;1:649–59.
- Richter E. Quantitative study of human Scarpa's ganglion and vestibular sensory epithelia. *Acta Otolaryngol.* 1980;90:199–208.
- Lord SR, Delbaere KIM, Sturnieks DL. Aging. In: Day BL, Lord SR, eds. *Handbook of Clinical Neurology*. Vol 159. 3<sup>rd</sup> ed.; 2018:157–71.
- Zalewski CK. Aging of the Human Vestibular System. *Semin Hear.* 2015;36:175–96.