

Vestibular evoked myogenic potentials using low frequency stimuli

Potencial evocado miogênico vestibular a baixas frequências de estimulação

Aline Cabral de Oliveira¹, José Fernando Colafêmina², Pedro de Lemos Menezes³

Keywords:

evoked potentials,
evoked potentials,
motor,
vestibular nerve,
vestibule, labyrinth.

Palavras-chave:

nervo vestibular,
potenciais evocados,
potencial evocado
motor,
vestíbulo do labirinto.

Abstract

Vestibular evoked myogenic potentials are vestibulocervical reflexes resulting from sacculus stimulation with strong intensity sounds. Normality parameters are necessary for young normal individuals, using low frequency stimuli, which configure the most sensitive region of this sensory organ. **Aim:** To establish vestibular evoked myogenic potential standards for low frequency stimulation. **Material and Method:** Vestibular evoked myogenic potential was captured from 160 ears, in the ipsilateral sternocleidomastoid muscle, using 200 averaged tone-burst stimuli, at 250 Hz, with an intensity of 95 dB NAn. **Case Study:** Clinical observational cross-sectional. **Results:** Neither the student's t-test nor the Mann-Whitney test showed a significant difference in latency or vestibular evoked myogenic potential amplitudes, for $p \leq 0.05$. Irrespective of gender, we found latencies of p13-n23 and p13-n23 interpeaks of 13.84 ms (± 1.41), 23.81 ms (± 1.99) and 10.62 ms (± 6.56), respectively. Observed values for amplitude asymmetry between the ears were equal to 13.48% for females and 3.81% for males. **Conclusion:** Low frequency stimuli generate vestibular evoked myogenic potentials, with adequate morphology and amplitude, thereby enabling the establishment of standard values for normal individuals at this frequency.

Resumo

Os potenciais evocados miogênicos vestibulares são reflexos vestibulo-cervicais, decorrentes da estimulação do sáculo com sons de forte intensidade. São necessários parâmetros de normalidade para indivíduos jovens normais, utilizando-se estímulos a baixas frequências, as quais configuram a região de maior sensibilidade desse órgão sensorial. **Objetivo:** Realizar normatização do potencial evocado miogênico vestibular para baixas frequências de estimulação. **Material e Método:** Captou-se o potencial evocado miogênico vestibular em 160 orelhas, no músculo esternocleidomastoideo, de forma ipsilateral, por meio da promediação de 200 tone bursts, frequência de 250 Hz, intensidade de 95 dB NAn. **Forma de Estudo:** Estudo de coorte contemporânea com corte transversal. **Resultados:** Aplicando-se o teste T de Student ou o Teste de Mann-Whitney, não foi constatada diferença significativa para parâmetros do potencial evocado miogênico vestibular entre os gêneros, para $p \leq 0,05$. Verificamos, independente do gênero, latências de p13, n23 e interpicos p13-n23 iguais a 13,84ms ($\pm 1,41$), 23,81ms ($\pm 1,99$) e 10,62ms ($\pm 6,56$), respectivamente. Observamos índices de assimetria iguais a 13,48% para mulheres e 3,81% para homens. **Conclusão:** Estímulos de baixa frequência geram respostas de potenciais evocados miogênicos vestibulares, com morfologia e amplitudes adequadas, sendo determinados, valores de normalidade para essa frequência, em indivíduos normais.

¹ Doutorado - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, Professora da Universidade Federal de Sergipe.

² Livre-Docente, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, Professor Livre-Docente da Faculdade de medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo.

³ Doutorado, Universidade de São Paulo - USP, Professor Adjunto da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas. Universidade Federal de Sergipe.

Endereço para correspondência: Aline Cabral de Oliveira - Rua G, nº 38, Porto Sul, Aruana. Aracaju - SE. CEP: 49039-282.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 3 de março de 2011. cod. 7616

Artigo aceito em 21 de junho de 2011.

INTRODUÇÃO

Os potenciais evocados miogênicos vestibulares (VEMPs) são reflexos vestibulo-cervicais, decorrentes da estimulação do sáculo com sons de forte intensidade^{1,2}. As respostas são captadas na musculatura cervical, por meio de eletrodos de superfície³, e podem ser utilizadas na avaliação da função vestibular, especificamente do sáculo, nervo vestibular inferior e/ou núcleo vestibular⁴⁻⁶.

O VEMP pode estar presente na região de frequências entre 100 e 3200 Hz⁷. Nos seres humanos, o VEMP apresenta sensibilidade a diferentes frequências de estimulação, com maior sensibilidade para os sons graves^{7,8}. Estímulos com frequências próximas a 500 Hz apresentam maiores amplitudes de resposta, quando comparadas às captações realizadas com estímulos em 800 Hz⁹. Alguns autores¹⁰ observaram maior sensibilidade dessas respostas entre 250 e 500 Hz e outros⁷, entre 200 e 400 Hz. Os estímulos cliques ainda são amplamente utilizados na literatura, os quais geram respostas confiáveis, apesar de estimularem regiões entre 1000 e 4000 Hz¹.

Em humanos, a maior sensibilidade para as frequências graves pode ser decorrente da quantidade de massa no sáculo humano ser maior que em espécies menores e, por isso, esses apresentarem sensibilidade sacular maior para frequências mais altas, como o gato, por exemplo^{7,11}.

Apesar das frequências graves serem as mais adequadas para a captação do VEMP, ainda não existem parâmetros de normalidade para indivíduos jovens normais. Dessa forma, objetiva-se realizar a normatização do potencial evocado miogênico vestibular para baixas frequências de estimulação.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo está baseado na Resolução Nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade onde foram coletados os dados, no dia 4 de março de 2009, nº 1010.

Os dados foram coletados de 80 voluntários normais (160 orelhas), sendo 40 do gênero feminino e 40 do gênero masculino, os quais apresentavam idades até 35 anos (faixa etária entre 18 e 31 anos, média de idade de $21,28 \pm 2,90$ anos) e tinham limiares auditivos iguais ou inferiores a 20 dBNA para as frequências entre 250 a 8000 Hz para a audiometria com tons puros. Os indivíduos não apresentavam história médica de problemas auditivos ou distúrbios vestibulares e foram alocados por demanda espontânea do ambulatório de Audiologia da instituição, onde os dados foram coletados. Os exames de VEMP foram realizados com um aparelho específico para a captação desse potencial, desenvolvido no Brasil, no Laboratório de Instrumentação e Acústica (LIA) da UNCISAL e no Centro de Instrumentação Dosimetria e Radioproteção da

FFCLRP-USP (CIDRA), o qual é composto por amplificadores biológicos, filtros, sistema de proteção elétrica e um sistema lógico que possibilita a investigação aprofundada do VEMP¹².

O registro foi realizado por meio de eletrodos de superfície descartáveis do tipo prata e cloreto de prata (Ag/AgCl), em que o eletrodo ativo foi colocado na metade superior do músculo esternocleidomastoideo, ipsilateral à estimulação; o eletrodo de referência, sobre a borda superior do esterno ipsilateral, e o eletrodo terra na linha média frontal.

Após a colocação dos eletrodos, procedeu-se à avaliação da impedância entre os eletrodos não inversor e o terra e entre os eletrodos inversor e o terra. Dessa forma, foi permitida impedância entre os eletrodos de até 3 k Ω e de cada eletrodo isolado de 5 k Ω .

Para obtenção do registro dos potenciais evocados miogênicos vestibulares no músculo esternocleidomastoideo, o paciente deveria permanecer sentado, com rotação lateral máxima de cabeça para o lado contralateral ao estímulo e deveria manter contração tônica do músculo em torno de 60 a 80 μ V, a qual foi controlada por meio de eletromiografia de superfície. Os estímulos, apresentados por meio de fones de inserção ER-3A, iniciaram-se pela aferência direita e, posteriormente, repetidos na aferência esquerda. As respostas foram confirmadas, ou seja, registradas duas vezes do lado direito e duas vezes do lado esquerdo.

No exame de VEMP, foram promediados 100 estímulos tone bursts na frequência de 250 Hz (duração de 10ms - subida: 4ms, platô: 2ms, descida: 4ms), taxa de 5 Hz, intensidade de 95 dB NAn, utilizando-se filtro passa banda de 5 a 2.200 Hz. Os registros foram realizados em janelas de 50ms.

A latência de p13 foi definida como a polaridade positiva da onda bifásica que aparece a aproximadamente 13ms, e a latência de n23 é definida como a polaridade negativa da onda bifásica, que surge, em média, em 23ms.

O parâmetro amplitude foi analisado por meio do cálculo do índice de assimetria interaural, o qual demonstra a subtração da amplitude das respostas do músculo direito pelas do músculo esquerdo, em módulo, dividida pela soma da amplitude dessas respostas, multiplicadas por 100. A amplitude de cada lado do músculo (direito ou esquerdo) deve ser calculada pela amplitude interpico p13-n23⁸.

Utilizou-se o software PASW Statistics data editor, versão 17.0, para a análise dos dados, sendo a normalidade da amostra observada pelo teste de Shapiro-Wilk. Foi aplicado o teste T de Student independente para as amostras que apresentaram curva normal e o teste de Mann - Whitney, para amostra com curvas não normal. Os valores foram considerados significativos para $p \leq 0,05$ e o valor de alfa admitido foi de 0,1.

RESULTADOS

O VEMP foi registrado, com morfologia e amplitude adequadas, em 100% da amostra estudada. Os dados serão, inicialmente, apresentados por orelha e por gênero.

Na Tabela 1, podemos verificar que, para o gênero feminino, não houve diferença significativa entre os lados direito e esquerdo, quanto aos parâmetros latência de p13 e n23, exceto quando verificamos as latências interpicos, para valores de p menores que 0,05.

Tabela 1. Valores de latência do VEMP, do gênero feminino, por orelha.

		Latência (ms)		
		P13	N23	P13-N23
Orelha Direita	Média	13,80	23,58	9,78
	Desvio Padrão	1,02	1,60	1,53
Orelha Esquerda	Média	14,15	23,56	15,07
	Desvio padrão	1,46	2,03	10,34
Valor de p		0,25 ^a	0,92 ^a	0,003 ^a

^aTeste T de Student independente.

Para o gênero masculino, em nenhum dos parâmetros do VEMP (latências de p13, n23 e p13-n23) encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre as duas orelhas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de latência do VEMP, do gênero masculino, por orelha.

		Latência (ms)		
		P13	N23	P13-N23
Orelha Direita	Média	13,63	23,79	10,16
	Desvio Padrão	1,31	2,02	2,12
Orelha Esquerda	Média	13,76	23,87	10,11
	Desvio Padrão	1,53	2,11	2,15
Valor de p		0,71 ^a	0,87 ^a	0,78 ^b

^aTeste T de Student independente. ^bTeste de Mann - Whitney.

Verificaram-se maiores valores de latências de p13, n23 e p13-n23 para o gênero feminino, exceto para o parâmetro latência de n23, o qual foi maior no gênero masculino. Aplicando-se o teste T de Student independente ou o teste de Mann-Whitney, não foram encontradas diferenças entre os gêneros, considerando-se p valor menor que 0,05 (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de latência do VEMP por gênero.

		Latência (ms)		
		P13	N23	P13-N23
Feminino	Média	13,98	23,53	11,85
	Desvio Padrão	1,27	1,79	6,10
Masculino	Média	13,70	23,83	10,13
	Desvio Padrão	1,42	2,05	2,12
Valor de p		0,22 ^a	0,55 ^b	0,14 ^b

^aTeste T de Student independente. ^bTeste de Mann - Whitney.

Podemos visualizar, na Tabela 4, valores de normalidade (médios, desvios-padrão e limites máximos) referentes às latências de p13, n23 e aos valores interpicos p13-n23 para amostra estudada, independente do gênero.

Tabela 4. Valores de referências para o parâmetro latência do VEMP, independente do gênero.

	Latência (ms)		
	P13	N23	P13-N23
Média	13,84	23,81	10,62
Desvio padrão	1,41	1,99	6,56
Limite (+ 2 desvio padrão)	16,66	27,79	23,74

^aTeste T de Student independente; ^bTeste de Mann - Whitney

Foi realizado o cálculo do índice de assimetria interaural para o parâmetro amplitude, em que se constataram valores iguais a 13,48% e 3,81%, para os gêneros feminino e masculino, respectivamente.

DISCUSSÃO

O esternocleidomastoideo foi o músculo escolhido para a captação do VEMP, visto que as respostas são mais homogêneas que as captadas em outros músculos e é o mais utilizado, atualmente^{8,13,14}.

A colocação dos eletrodos foi semelhante à utilizada na maioria dos estudos^{8,13,15,16} e, durante a captação do potencial, o paciente deveria manter contração tônica do músculo em torno de 60 a 80 μ V, na tentativa de diminuir as interferências no parâmetro amplitude³.

Escolheu-se o estímulo tone burst em 250 Hz, uma vez que VEMPs podem ser captados na região de frequências entre 100 e 3200 Hz^{7,13,17}, sendo as respostas mais efetivas nas regiões de baixa frequência (≤ 1.000 Hz)^{3,8}.

Além disso, apesar de estudos demonstrarem que as células do sáculo respondem melhor aos estímulos com

frequências graves, não existem estudos para a normatização de VEMPs com estímulos de 250 Hz, nem mesmo na literatura internacional. O trabalho publicado com a proposta de normatização da população brasileira utilizam estímulos tone bursts de 1000 Hz¹⁸. Assim, no presente estudo, observamos presença de VEMP em todos os sujeitos avaliados, com ondas bem definidas e amplitudes adequadas, corroborando com estudos anteriores para estímulos com diferentes frequências^{13,17,18}.

A intensidade dos estímulos foi igual a 95 dB NAn, como preconizado pela maioria dos estudos, que utiliza intensidades iguais ou superiores a 90 dB NAn^{14,19,20}.

Analisando-se as populações masculina e feminina, não observamos diferenças significativas para latências absolutas de p13 e n23 entre as orelhas direita e esquerda, o que corrobora estudos anteriores, utilizando-se estímulos com frequências em 1000 Hz¹⁸, 500 Hz²¹ e para estímulos cliques^{22,23}.

Na amostra estudada, não encontramos diferenças entre os gêneros, para todos os parâmetros do VEMP, como constatado em estudo anterior²⁴, para estímulos tone bursts de 250, 500, 750 e 1000 Hz. Em outros trabalhos (estímulo tone burst de 500 Hz), não foram relatadas mudanças no VEMP para a latência absoluta; porém, foram observadas diferenças nas amplitudes de p13-n23^{22,25}. Em pesquisa anterior²⁶, verificou-se que existem menores latências de p13, em média 0,73ms, nas mulheres, quando comparadas aos homens. Entretanto, não foram constatadas diferenças quanto à amplitude.

Assim, no presente estudo, propusemos valores de normalidade para os resultados do VEMP, os quais são condizentes com os relatados na literatura para outras frequências de estimulação. Foi observado, em nossos dados, menor valor de latência p13, parâmetro mais utilizado na análise do VEMP^{24,27}.

Para a análise do parâmetro amplitude, optamos por fazer uso do cálculo do índice de assimetria, uma vez que os valores de amplitude absolutos apresentam pouca reprodutibilidade intra e intersujeitos e são dependentes de fatores como idade, intensidade e frequência do estímulo e contração tônica do músculo. Assim, no presente estudo, os índices de assimetria encontrados, tanto no gênero feminino quanto no masculino, foram menores que 34%, condizentes com ausência de assimetrias interaurais²⁸.

CONCLUSÕES

Estímulos de baixa frequência geram respostas de potenciais evocados miogênicos vestibulares, com morfologia e amplitudes adequadas, sendo determinados, dessa forma, valores de normalidade para essa frequência, em indivíduos jovens normais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rauch SD. Vestibular evoked myogenic potentials. *Otol Neurotol*. 2006;14(5):299-304.
2. Sazgar AA, Akrami K, Akrami S, Yazdi ARK. Recording of vestibular evoked myogenic potentials. *Acta Med Iran*. 2006;44(1):13-6.
3. Akin FW, Murnane OD, Panus PC, Caruthers SK, Wilkinson AE, Proffitt TM. The influence of voluntary tonic EMG level on the vestibular-evoked myogenic potential. *J Rehabil Res Dev*. 2004;41(3B):473-80.
4. Pollak L, Kushnir M, Stryjer R. Diagnostic value of vestibular evoked myogenic potentials in cerebellar and lower-brainstem stroke. *Neurophysiol Clin*. 2006;36(4):227-33.
5. Sazgar AA, Dortjai V, Akrami K, Akrami S, Karimi Yazdi AR. Saccular damage in patients with high-frequency sensorineural hearing loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2006;263(7):608-13.
6. Takeichi N, Sakamoto T, Fukuda S, Inuyama Y. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with acoustic neuromas. *Auris Nasus Larynx*. 2001;28(Suppl):S39-41.
7. Sheykholeslami K, Habiby Kermany M, Kaga K. Frequency sensitivity range of the sacculle to bone-conducted stimuli measured by vestibular evoked myogenic potentials. *Hear Res*. 2001;160(1-2):58-62.
8. Murofushi T, Matsuzaki M, Wu CH. Short tone burst-evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle: are these potentials also of vestibular origin? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999;125(6):660-4.
9. Todd NPM, Rosengren SM, Colebatch JG. Tuning and sensitivity of the human vestibular system to low-frequency vibration. *Neurosci Lett*. 2008;444(1):36-41.
10. Townsend GL, Cody DT. The average inion response evoked by acoustic stimulation: its relation to the sacculus. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1971;80(1):121-31.
11. McCue MP, Guinan JJ Jr. Spontaneous activity and frequency selectivity of acoustically responsive vestibular afferents in the cat. *J Neurophysiol*. 1995;74(4):1563-72.
12. Oliveira AC, Colafêmina JF, Menezes PL. Vestibular evoked myogenic potential: we propose a new instrument. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2010;14(4):410-6.
13. Basta D, Todt I, Ernst A. Normative data for P1/N1-latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air- or bone-conducted tone bursts. *Clin Neurophysiol*. 2005;116(9):2216-9.
14. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1994;57(2):190-7.
15. Huang TW, Su HC, Cheng PW. Effect of click duration on vestibular-evoked myogenic potentials. *Acta Otorhinolaryngol*. 2005;125(2):141-4.
16. Sakakura K, Takahashi K, Takayasu Y, Chikamatsu K, Furuya N. Novel method for recording vestibular evoked myogenic potential: minimally invasive recording on neck extensor muscles. *Laryngoscope*. 2005;115(10):1768-73.
17. Timmer FC, Zhou G, Guinan JJ, Kujawa SG, Herrmann BS, Rauch SD. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with Ménière's disease with drop attacks. *Laryngoscope*. 2006;116(5):776-9.
18. Felipe L, Santos MAR, Gonçalves DU. Potencial Evocado Miogênico Vestibular (VEMP): avaliação das respostas em indivíduos normais. *Pró-Fono*. 2008;20(4):249-54.
19. Ferber-Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: a comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles. *Acta Otolaryngol*. 1997;117(4):472-81.
20. Magliulo G, Cuiuli G, Gagliardi M, Ciniglio-Appiani G, D'Amico R. Vestibular evoked myogenic potentials and glycerol testing. *Laryngoscope*. 2004;114(2):338-43.
21. Young YH, Kuo SW. Side-difference of vestibular evoked myogenic potentials in healthy subjects. *Hear Res*. 2004;198(1-2):93-8.

-
22. Guillén VP, García EG, Piñero AG, Rey APD, Pérez CM. Potencial vestibular miogénico evocado: un aporte al conocimiento de la fisiología y patología vestibular: Patrones cuantitativos en la población normal. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2005;56:349-53.
 23. Ochi K, Ohashi T, Nishino H. Variance of vestibular-evoked myogenic potentials. *Laryngoscope.* 2001;111(3):522-7.
 24. Janky KL, Shepard N. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) testing: normative threshold response curves and effects of age. *J Am Acad Audiol.* 2009;20(8):514-22.
 25. Ochi K, Ohashi T. Age-related changes in the vestibular-evoked myogenic potentials. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;129(6):655-9.
 26. Brantberg K, Fransson PA. Symmetry measures of vestibular evoked myogenic potentials using objective detection criteria. *Scan Audiol.* 2001;30(3):189-96.
 27. Wu HJ, Shiao AS, Yang YL, Lee GS. Comparison of short tone burst-evoked and click-evoked vestibular myogenic potentials in healthy individuals. *J Chin Med Assoc.* 2007;70(4):159-63.
 28. Hall JW. *New Handbook for Auditory Evoked Responses.* Boston: Pearson Education; 2006.