



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Reproducibility (test-retest) of vestibular evoked myogenic potential[☆]

Aline Cabral de Oliveira^{a,b,c,*}, Pedro de Lemos Menezes^{a,d}, Liliane Desgualdo Pereira^{a,e}

^a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

^b Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil

^c Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, SE, Brasil

^d Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Maceió, AL, Brasil

^e Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 3 de dezembro de 2013; aceito em 6 de abril de 2014

KEYWORDS

Evoked potentials;
Vestibule labyrinth;
Vestibular nerve;
Electromyography

Abstract

Introduction: There is still no consensus in the literature as to the best acoustic stimulus for capturing vestibular evoked myogenic potential (VEMP). Low-frequency tone bursts are generally more effective than high-frequency, but recent studies still use clicks. Reproducibility is an important analytical parameter to observe the reliability of responses.

Objective: To determine the reproducibility of p13 and n23 latency and amplitude of the VEMP for stimuli with different tone-burst frequencies, and to define the best test frequency.

Methods: Cross-sectional cohort study. VEMP was captured in 156 ears, on the sternocleidomastoid muscle, using 100 tone-burst stimuli at frequencies of 250, 500, 1000, and 2000 Hz, and sound intensity of 95 dB nHL. Responses were replicated, that is, recorded three times on each side.

Results: No significant difference was observed for p13 and n23 latencies of the VEMP, captured at three moments with tone-burst stimuli at 250, 500, and 1000 Hz. Only the frequency of 2000 Hz showed a difference between captures of this potential ($p < 0.001$). p13 and n23 amplitude analysis was also similar in the test-retest for all frequencies analyzed.

Conclusion: p13 and n23 latencies and amplitudes of VEMP for tone-burst stimuli at frequencies of 250, 500, and 1000 Hz are reproducible.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.04.001>

[☆] Como citar este artigo: de Oliveira AC, Menezes PL, Pereira LD. Reproducibility (test-retest) of vestibular evoked myogenic potential. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:264-9.

^{☆☆} Instituição: Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, Sergipe, SE, Brasil/Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: alinecabralbarreto@gmail.com (A.C. de Oliveira).

PALAVRAS-CHAVE

Potenciais evocados;
Vestíbulo do labirinto;
Nervo vestibular;
Eletromiografia

Reprodutibilidade (teste-reteste) do potencial evocado miogênico vestibular**Resumo**

Introdução: Ainda não existe consenso quanto ao melhor estímulo acústico utilizado para a captação do potencial evocado miogênico vestibular (PEMV). Respostas amplas são observadas para estímulos de baixa frequência, porém estudos recentes ainda utilizam cliques. A reprodutibilidade dos traçados é um importante parâmetro de análise para observar a confiabilidade das respostas.

Objetivo: Verificar a reprodutibilidade dos parâmetros “latência e amplitude das ondas p13 e n23” do PEMV para estímulos com diferentes frequências de estímulos do tipo *tone burst*, e definir a melhor frequência de teste.

Método: Estudo de coorte-transversal. Captou-se PEMV em 156 orelhas, no músculo esternocleidomastóideo, com 100 estímulos do tipo *tone burst* nas frequências de 250, 500, 1.000 e 2.000 Hz e nível sonoro 95 dB NAn, registrados três vezes de cada lado.

Resultados: Foram constatadas similaridades para latências de p13 e n23 do potencial estudado nos três momentos com estímulos *tone burst* em 250, 500, 1.000 Hz, e diferenças entre as captações desse potencial ($p < 0,001$) para a frequência de 2.000 Hz. A análise da amplitude de p13 e n23 se mostrou semelhante, no teste-reteste, para todas as frequências analisadas.

Conclusão: Existe reprodutibilidade das latências e amplitudes de p13 e n23 do PEMV para estímulos *tone burst* nas frequências de 250, 500 e 1.000 Hz.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

Para a captação do potencial miogênico evocado vestibular (VEMP), podem ser utilizados estímulos sonoros do tipo *tone bursts*, nas frequências entre 100 e 3.200 Hz¹⁻⁴ ou *cliques*.^{5,6} Em geral, *tone bursts* são mais efetivos que cliques para a obtenção do VEMP. Dentre os estímulos *tone bursts*, as baixas frequências (≤ 1.000 Hz) são mais efetivas que as altas,^{7,8} sendo a de 500 Hz a mais utilizada.^{2,8,9}

Ainda não existe consenso na literatura quanto ao melhor estímulo acústico utilizado para a captação do VEMP. Estudo recente¹⁰ utiliza estímulos cliques, os quais provocam a região de sensibilidade em torno de 1.000 a 4.000 Hz. Pesquisas demonstram que estímulos de altas frequências demonstram ondas p13 e n23 pouco definidas e presença de indefinição dos traçados.^{7,8}

As ondas do VEMP apresentam reprodutibilidade para circunstâncias e parâmetros de estímulos controlados. A reprodutibilidade dos traçados é um importante parâmetro de análise para observar a confiabilidade das respostas.¹¹

Não existem pesquisas na literatura consultada (base de dados Scielo, Lilacs, Scirus, ScienceDirect e Scopus), até a presente data, que apresentem o mesmo delineamento metodológico que este estudo, o qual teve como objetivo verificar a reprodutibilidade (teste-reteste) do parâmetro latência e amplitude de p13 e n23 do potencial evocado miogênico vestibular, para estímulos com diferentes frequências de *tone burst* e determinar qual a melhor frequência teste.

Método

Estudo do tipo coorte histórica com corte transversal que atendeu à resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saú-

de, tendo sido submetido ao comitê de ética em pesquisa da universidade onde foram coletados os dados, e aprovado sob o número 1010. A coleta dos dados foi realizada no período de março de 2010 a março de 2012.

Registros do potencial miogênico evocado vestibular (VEMP) foram coletados de 78 voluntários (156 orelhas), distribuídos em 40 indivíduos do gênero feminino e 38 do masculino, com faixa etária entre 18 e 31 anos, cuja idade média, em anos, foi de 21,28 e desvio-padrão de 2,90 anos. Os sujeitos foram selecionados pelos seguintes critérios de inclusão: limiares de audibilidade normais, isto é, limiares auditivos iguais ou inferiores a 20 dBNA para as frequências entre 250 a 8.000 Hz captados por meio do exame de audiometria tonal liminar; e, na imitanciometria, deveriam apresentar timpanogramas do tipo A.

Os critérios de exclusão adotados foram: alterações em orelha externa e/ou média; exposição a ruído ocupacional ou de lazer e/ou uso de medicação ototóxica; presença de zumbido, vertigens, tonturas ou outras alterações cócleo-vestibulares; e presença de alterações sistêmicas que pudessem contribuir para patologias cócleo-vestibulares, como diabetes, hipertensão arterial e dislipidemias e/ou alterações hormonais.

Os exames de VEMP foram realizados com um aparelho específico para a captação desse potencial, desenvolvido no Centro de Instrumentação Dosimetria e Radioproteção da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP),¹² o qual é composto por amplificadores biológicos, filtros, sistema de proteção elétrica e um sistema lógico que possibilita a investigação aprofundada do VEMP. Este foi validado como equipamento padrão ouro de mercado e utilizado em estudos anteriores.¹³⁻¹⁵

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 mús-

culo esternocleidomastoideo, ipsilateral à estimulação; o eletrodo de referência sobre a borda superior do esterno ipsilateral; e o eletrodo terra na linha média frontal. 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, foram iniciados pela aferência direita e, posteriormente, repetidos na aferência esquerda. As respostas foram replicadas, ou seja, registradas três vezes do lado direito e três vezes do lado esquerdo. Foram excluídos os exames que apresentaram indefinição no registro do traçado das ondas no traçado do VEMP, em decorrência da presença de ruídos e artefatos.

No exame de VEMP foram promediados 100 estímulos *tone bursts* nas frequências de 250, 500, 1.000 e 2.000 Hz, com duração de 10 milissegundos (subida: 4 ms, platô: 2 ms, descida: 4 ms), taxa de 5 Hz, nível de intensidade sonoro de 95 dB NAn, utilizando-se filtro passa banda de 5 a 2.200 Hz. Os registros foram realizados em janelas de 50 ms.

A latência p13 foi definida por meio da polaridade positiva de uma onda bifásica que aparece, aproximadamente, em 13 ms, e a latência n23 por meio da polaridade negativa da onda bifásica, que aparece aproximadamente em 23 ms.

A amplitude da onda p13 foi avaliada a partir do zero referencial até o pico mais positivo da onda, no eixo cartesiano Y. Já a amplitude da onda n23 foi avaliada a partir do zero referencial até o pico mais negativo da onda, no eixo cartesiano Y. Ambas foram observadas em microvolts.

Foi utilizado o *software PASW Statistics data editor*, versão 17.0 para a análise dos dados, sendo a normalidade da amostra observada pelo teste *Shapiro-Wilk*. Foi aplicado o teste *t* de Student independente para a análise dos registros das ondas do VEMP entre as orelhas. O teste ANOVA foi utilizado na comparação entre os diferentes registros do VEMP para os parâmetros de latência e amplitude de p13 e n23, e o teste de Post Hoc de Tukey na análise dos parâmetros do VEMP captados pelas diferentes frequências de *tone bursts*. Os valores foram considerados significantes 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 todos os sujeitos nas frequências de 250 Hz e 500 Hz, em 97,5% em 1.000 Hz e, na frequência de 2.000 Hz, em 87% dos indivíduos. Dessa forma, não foi observada definição dos traçados das ondas do VEMP em dois sujeitos para a frequência de 1.000 Hz e em 10 sujeitos para 2.000 Hz, de forma bilateral.

Registros dos traçados das ondas do VEMP, por frequência de estimulação, podem ser visualizados na figura 1.

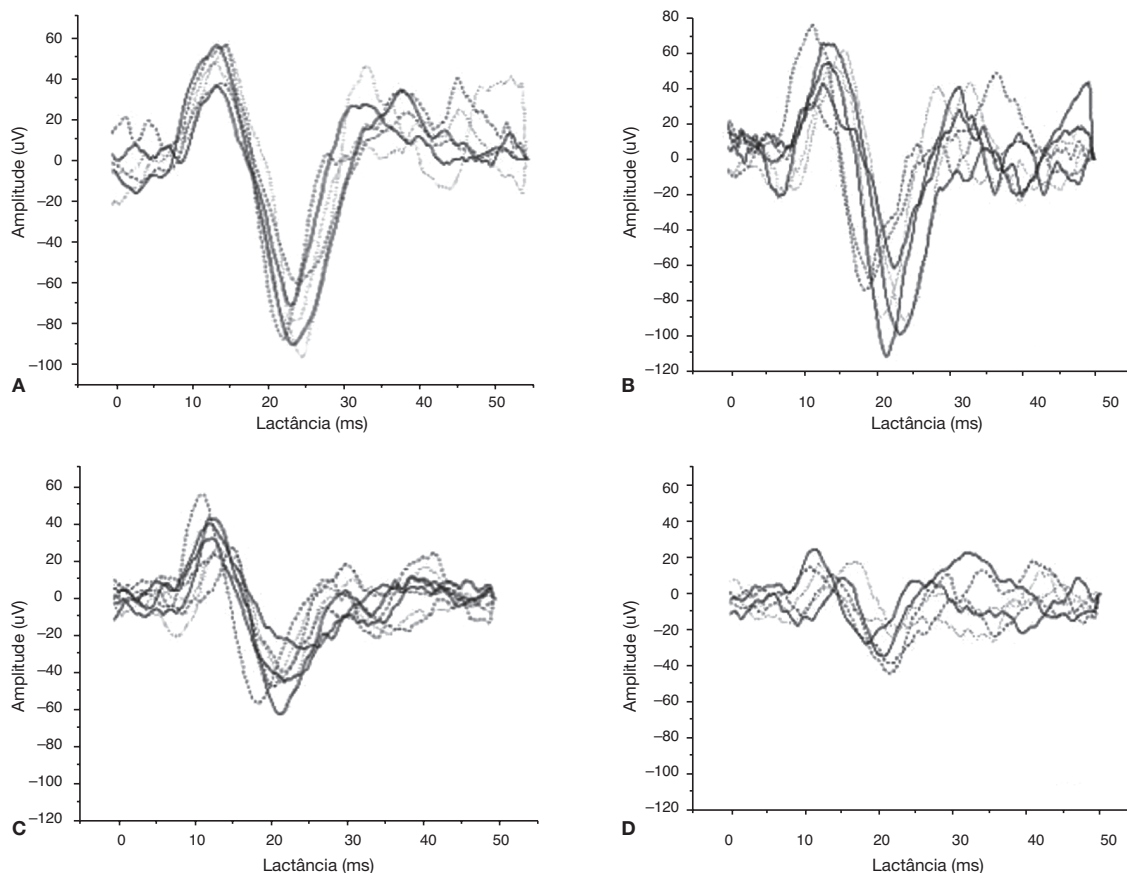


Figura 1 Registros dos traçados das ondas do VEMP por frequência de estímulos *tone bursts*.

Através do teste *t* de Student independente foi constatada ausência de diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda, para as latências e amplitudes de p13 e n23 com estímulos *tone bursts* de 250, 500, 1.000 e 2.000 Hz, considerando-se valores de $p \leq 0,05$. Dessa forma, os dados serão apresentados, independentemente da orelha avaliada.

As latências de p13 do registro do VEMP apresentaram-se semelhantes (diferença de até 0,24 ms) no teste-reteste, para estímulos *tone bursts* (TB) de 250, 500 e 1.000 Hz, com ausência de diferença para valores de $p \leq 0,05$. Houve presença de diferença significativa apenas para TB-2000 Hz

(diferença igual a 5,84 ms), com valor de $p < 0,001$ (tabela 1).

Quanto às latências de n23, a menor diferença entre os registros de VEMP, no teste-reteste, foi para o estímulo TB-1000 Hz (0,13 ms), seguido pelos TB-500 Hz (0,15 ms) e TB-250 Hz (0,21 ms), respectivamente. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa somente para o parâmetro latência de n23, entre os registros, para TB-2000 Hz, com diferença igual a 5,88 ms e p valor menor que 0,001 (tabela 2).

Na tabela 3 são verificados dados relativos ao parâmetro amplitude de p13. Quando comparados os traçados dos três

Tabela 1 Valores médios e desvio-padrão do registro da latência em teste-reteste da onda p13 do potencial evocado miogênico vestibular registrado por diferentes estímulos *tone bursts*^a (n = 156 para as frequências de 250 e 500 Hz, n = 152 para 1.000 Hz e n = 136 para 2.000 Hz)

Estímulo <i>tone burst</i> (Hz)	Latência p13 (ms)			p valor
	Registro 1	Registro 2	Registro 3	
250	13,61 ± 2,20	13,66 ± 2,10	13,52 ± 2,05	0,52 ^b
500	14,14 ± 1,38	14,23 ± 1,36	14,33 ± 1,27	0,40 ^b
1.000	13,74 ± 2,28	13,98 ± 2,1	13,81 ± 2,16	0,61 ^b
2.000	14,53 ± 3,23	20,37 ± 7,25	17,72 ± 5,4	< 0,001 ^b

ms (milissegundos); Hz (*Hertz*).

^a Dados são expressos como média ± desvio-padrão.

^b ANOVA Test.

Tabela 2 Valores médios e desvio-padrão do registro da latência em teste-reteste da onda n23 do potencial evocado miogênico vestibular registrado por diferentes estímulos *tone bursts*^a (n = 156 para as frequências de 250 e 500 Hz, n = 152 para 1.000 Hz e n = 136 para 2.000 Hz)

Estímulo <i>tone burst</i> (Hz)	Latência n23 (ms)			p valor
	Registro 1	Registro 2	Registro 3	
250	23,25 ± 2,04	23,20 ± 1,93	23,41 ± 2,89	0,64 ^b
500	24,34 ± 2,22	24,45 ± 2,26	24,49 ± 2,5	0,52 ^b
1.000	24,48 ± 3,05	24,55 ± 3,15	24,61 ± 3,3	0,24 ^b
2.000	19,40 ± 5,37	25,28 ± 3,44	22,78 ± 4,8	< 0,001 ^b

ms (milissegundos); Hz (*Hertz*).

^a Dados são expressos como média ± desvio-padrão.

^b ANOVA Test.

Tabela 3 Valores médios e desvio-padrão do registro da amplitude em teste-reteste da onda p13 do potencial evocado miogênico vestibular registrado por diferentes estímulos *tone bursts*^a (n = 156 para as frequências de 250 e 500 Hz, n = 152 para 1.000 Hz e n = 136 para 2.000 Hz)

Estímulo <i>tone burst</i> (Hz)	Amplitude p13 (µV)			p valor
	Registro 1	Registro 2	Registro 3	
250	27,17 ± 14,75	30,71 ± 19,57	29,71 ± 12,8	0,37 ^b
500	24,62 ± 12,47	26,08 ± 13,18	25,76 ± 13,5	0,22 ^b
1.000	14,18 ± 9,72	13,99 ± 9,96	14,21 ± 9,10	0,20 ^b
2.000	10,63 ± 7,35	10,97 ± 6,48	10,72 ± 7,45	0,65 ^b

ms (milissegundos); Hz (*Hertz*).

^a Dados são expressos como média ± desvio-padrão.

^b ANOVA Test.

Tabela 4 Valores médios e desvio-padrão do registro da amplitude em teste-reteste da onda n23 do potencial evocado miogênico vestibular registrado por diferentes estímulos *tone bursts*^a (n = 156 para as frequências de 250 e 500 Hz, n = 152 para 1.000 Hz e n = 136 para 2.000 Hz)

Estímulo <i>tone burst</i> (Hz)	Amplitude n23 (μV)			p valor
	Registro 1	Registro 2	Registro 3	
250	41,71 ± 21,67	39,57 ± 20,24	42,00 ± 20,23	0,32 ^b
500	33,01 ± 18,05	34,04 ± 17,83	33,58 ± 18,60	0,96 ^b
1.000	16,15 ± 11,34	16,33 ± 11,63	16,48 ± 11,34	0,85 ^b
2.000	10,88 ± 6,75	10,92 ± 6,61	10,64 ± 6,23	0,67 ^b

ms (milissegundos); Hz (*Hertz*).

^a Dados são expressos como média ± desvio-padrão.

^b ANOVA Test.

momentos diferentes de captações do VEMP, as diferenças encontradas de 3,54, 1,46, 0,22 e 0,34 μV, respectivamente, para as frequências de 250, 500, 1.000 e 2.000 Hz não foram estatisticamente significantes.

Da mesma forma que para a amplitude de p13, o parâmetro amplitude de n23 também se encontrou semelhante no teste-reteste para todas as frequências analisadas com valores de diferença de até 2,43 μV, o que pode ser verificado na tabela 4.

Na comparação entre as frequências de estímulo utilizadas para o registro do VEMP, utilizando-se o teste Post Hoc de Tukey foi verificada diferença significativa para as latências de p13 e n23, apenas entre as frequências de 250 e 2.000 Hz, com p valores iguais a 0,04 e 0,001, respectivamente.

Na análise das amplitudes, observou-se que a onda p13 apresentou-se diferente quando comparadas as frequências de 250 e 500 Hz com os estímulos em 1.000 e 2.000 Hz, com valor de p menor que 0,001, bem como entre 1.000 e 2.000 Hz (p = 0,04). Na onda n23, esse parâmetro foi diferente em todas as frequências de estímulo, para valores de p menores que 0,005. Dessa forma, podemos constatar que estímulos com frequências mais graves proporcionam o registro de respostas de VEMP com maiores amplitudes, em média.

Discussão

Analisando-se os resultados do VEMP, verificamos que a ausência das respostas foi restrita a *tone bursts* de 1.000 (2,5%) e 2.000 Hz (13%). Assim, como todos os indivíduos não apresentavam alterações auditivas e/ou vestibulares, podemos verificar que existe maior sensibilidade sacular para as frequências mais graves,¹⁴⁻¹⁷ e que VEMPs captados com estímulos de frequências altas podem não mostrar resultados claros e as ondas p13 e n23 podem não ser bem definidas.³

Sabe-se que a latência independe da intensidade do estímulo, do nível de tensão eletromiográfica e da idade, e apresenta, ainda, alta reprodutibilidade.^{1,18} Assim, as latências de p13 e n23 são parâmetros clínicos importantes e que devem ser considerados na análise das respostas de VEMP, os quais devem ser considerados a partir de valores de normalidade.^{2,18} Dessa forma, como não existem interferências de

outros fatores na análise das latências, além do tipo de estímulo, podemos constatar que as diferenças encontradas entre as captações do VEMP (teste-reteste) são provenientes, apenas do estímulo empregado.

Apesar de estudos demonstrarem sensibilidade sacular para região de frequências entre 100 e 3.200 Hz,³ deve-se utilizar frequências graves na captação do VEMP,^{3,13-17} uma vez que, além de apresentarem ondas mais definidas, podemos verificar, no presente estudo, presença de reprodutibilidade para as frequências iguais ou menores que 1.000 Hz.

O parâmetro amplitude, importante na análise das ondas do VEMP, depende de diversos fatores, dentre eles tipo de estímulo e nível de tensão eletromiográfica. Nossos dados refletem que estímulos com frequências mais graves (250 e 500 Hz) demonstram potenciais com maiores amplitudes, em média, quando comparados a respostas em estímulos com frequências de 1.000 e 2.000 Hz, o que também foi constatado por estudos anteriores.⁹

Como a amplitude sofre interferência da variável tensão muscular, realizamos monitoramento do estado de contração dessa musculatura.^{7,8} Isso pode justificar a ausência de diferença estatisticamente significativa entre o teste-reteste para as amplitudes de p13 e n23 (para todas as frequências utilizadas). Esse dado reforça o princípio de que o parâmetro amplitude mantém-se constante para registros em momentos diferentes no mesmo sujeito, quando todos os parâmetros de estímulo e captação são controlados.

Um estudo recente¹⁹ determinou a frequência de 500 Hz como o parâmetro de estímulo que deve ser utilizado clinicamente para o registro das respostas de VEMP. Neste, observou-se que as frequências de 250 e 500 Hz demonstram ser estímulos que proporcionam respostas com maiores amplitudes e menores latências que as frequências de 1.000 e 2.000 Hz. Constatamos, ainda, que o parâmetro amplitude de n23 foi diferente entre as frequências, com valores médios maiores para 250 Hz, o que pode ser justificado pelas características graviceptivas do órgão sensorial responsável por esta resposta (sáculo).^{3,14,15,17,20}

Conclusão

Existe reprodutibilidade das latências de p13 e n23 do potencial evocado miogênico vestibular para estímulos *tone*

bursts nas frequências de 250, 500 e 1.000 Hz, entretanto, não foi observada reprodutibilidade dos traçados para estímulos em 2.000 Hz. O parâmetro amplitude apresentou reprodutibilidade para todas as frequências analisadas. Dessa forma, os estímulos de 250, 500 e 1.000 Hz podem ser utilizados para o registro clínico do VEMP; contudo, a frequência de 250 Hz demonstrou ser a mais adequada, pois proporciona maiores valores de amplitude de n23.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. 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. *Neurophysiol Clin*. 2005;116:2216-9.
2. Burkard RF, Eggermont JJ, Don M. Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
3. Sheykhoslamy K, Kermany MH, Kaga K. Frequency sensitivity range of the saccule to bone-conducted stimuli measured by vestibular evoked myogenic potentials. *Hear Res*. 2001;160:58-62.
4. Timmer FCA, 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;116:776-9.
5. Huang T, Su H, Cheng P. Effect of click duration on vestibular-evoked myogenic potentials. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 2005;125:141-4.
6. Kelsch TA, Schaefer LA, Esquivel CR. Vestibular evoked myogenic potentials in young children: test parameters and normative data. *Laryngoscope*. 2006;116:895-900.
7. Akin F, Murnane O, Panus P, Caruthers S, Wilkinson A, Proffitt T. The influence of voluntary tonic EMG level on the vestibular-evoked myogenic potential. *J Rehabil Res Dev*. 2004;41:473-80.
8. Murofushi T, Matsuzaki M, Wu C. Short tone burst-evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle: are these potentials also of vestibular origin? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999;125:660-4.
9. Hall JW. New handbook for auditory evoked responses. 2^a ed. Boston: Pearson Education; 2006.
10. Vir D, Silky L, Panda N. Test retest reliability of vestibular evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol*. 2011;122,1:S10.
11. Isaradisakul S, Strong DA, Moushey JM, Gabbard SA, Ackley SR, Jenkins HA. Reliability of vestibular evoked myogenic potentials in healthy subjects. *Otol Neurotol*. 2008;29:542-4.
12. Oliveira AC, Colafêmina JF, Menezes PL. Vestibular evoked myogenic potential: we propose a new instrument. *Int Arch otorhinolaryngol*. 2010;14:410-6.
13. Carnaúba ATL, Farias VV, Santos N, Oliveira AC, Rodrigues RGS, Menezes PL. Influence of gender on the vestibular evoked myogenic potential. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77:245-8.
14. Oliveira AC, Colafêmina JF, Menezes PL. Vestibular evoked myogenic potentials using low frequency stimuli. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77:706-10.
15. Oliveira-Barreto AC, Colafêmina JF, Menezes PL. Saccular sensitivity function measured by vestibular evoked myogenic potential. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 2011. Early Online: 1-6.
16. Todd NPM, Rosengren SM, Colebatch JG. Tuning and sensitivity of the human vestibular system to low-frequency vibration. *Neurosci Lett*. 2008;444:36-41.
17. Townsend G, Cody D. The average inion response evoked by acoustic stimulation: its relation to the sacculus. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1971;80:121-31.
18. Damen MJ. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP), Clinical application of the threshold. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven; 2007.
19. Isaradisakul S, Navacharoen N, Hanprasertpong C, Kangsanarak J. Cervical vestibular-evoked myogenic potentials: norms and protocols. *Int J Otolaryngol*. 2012:1-7.
20. Cal R, Bahmad Jr F. Potencial evocado miogênico vestibular: uma visão geral. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75:456-62.