

Estudo do efeito de supressão no potencial evocado auditivo de tronco encefálico*****

Study of suppression effect in the brainstem auditory evoked potential

Carla Gentile Matas*

Fernanda Nivoloni O Silva**

Renata Aparecida Leite***

Alessandra Giannella Samelli****

*Fonoaudióloga. Doutora em Ciências dos Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Professora Assistente Doutora do Curso de Fonoaudiologia da Universidade de São Paulo (USP). Endereço para correspondência: R. Cipotânea, 51 - São Paulo - SP - CEP 05360-000 (cgmatas@usp.br).

**Fonoaudióloga Clínica. Especialização em Fonoaudiologia pelo Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina (FM) da USP.

***Fonoaudióloga Clínica. Doutoranda em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP.

****Fonoaudióloga. Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Experimental da FMUSP. Professora Assistente Doutora do Curso de Fonoaudiologia da USP.

*****Trabalho Realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 13.07.2009.
Revisado em 13.11.2009; 27.11.2009.
Aceito para Publicação em 11.12.2009.

Referenciar este material como:



Matas CG, Silva FN, Leite RA, Samelli AG. Estudo do efeito de supressão no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010 jul-set;22(3):281-6.

Abstract

Background: the suppression effect with contralateral white noise observed in the brainstem auditory evoked potential can be influenced by the efferent auditory system. **Aim:** to evaluate the suppression effect with contralateral white noise in the Brainstem Auditory Evoked Potential of individuals with normal hearing. **Methods:** 25 individuals, ranging in age from 18 to 30 years, of both genders, were submitted to a clinical history questionnaire, inspection of the external auditory canal, conventional audiometry, speech audiometry and acoustic immittance measurements. Only individuals with normal hearing thresholds were selected. The selected individuals underwent brainstem auditory evoked potential testing with and without contralateral white noise. **Results:** a significant statistical difference was observed between the situations with and without contralateral white noise, for wave I amplitude and waves III and V latencies. No statistical differences were observed for the interpeak latencies. **Conclusions:** the present study indicated increased latencies and reduced amplitudes of waves I, III and V with contralateral noise, when comparing the situations with and without noise. These results suggest a possible influence of the efferent auditory system on the response modulation of Brainstem auditory evoked potential when contralateral white noise is used.

Key Words: Auditory Evoked Potentials; Hearing; Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem; Electrophysiology.

Resumo

Tema: o efeito de supressão com ruído branco contralateral verificado sobre o potencial evocado auditivo de tronco encefálico pode ter influência do sistema auditivo eferente. **Objetivo:** avaliar o efeito de supressão com ruído branco contralateral no potencial evocado auditivo de tronco encefálico em indivíduos com limiares auditivos dentro da normalidade. **Método:** participaram desta pesquisa 25 indivíduos, de 18 a 30 anos de idade, de ambos os sexos, que foram submetidos à anamnese, inspeção do meato acústico externo, audiometria tonal liminar, logoaudiometria e medidas de imitância acústica, com o objetivo de selecionar os indivíduos com acuidade auditiva normal. Em seguida os indivíduos selecionados realizaram o potencial evocado auditivo de tronco encefálico sem e com ruído branco contralateral. **Resultados:** na comparação entre as condições sem e com ruído branco contralateral verificou-se diferença estatisticamente significativa para a amplitude da onda I e para as latências absolutas das ondas III e V, porém não foi observada diferença estatisticamente significativa com relação às latências interpicos. **Conclusões:** o presente estudo verificou aumento nas latências e diminuição nas amplitudes das ondas I, III e V na presença de ruído contralateral, quando comparadas as condições com e sem ruído. Estes resultados sugerem uma possível influência do sistema nervoso auditivo eferente na modulação das respostas do potencial evocado auditivo de tronco encefálico quando se utiliza ruído branco contralateral.

Palavras-Chave: Potenciais Evocados Auditivos, Audição, Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico; Eletrofisiologia.

Introdução

O potencial evocado auditivo (PEA) é um método objetivo para avaliar a atividade neuroelétrica das vias auditivas, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo ou evento acústico¹⁻³.

Os PEAs podem ser classificados de acordo com o período de latência das respostas, que é o tempo transcorrido desde a apresentação do estímulo até o aparecimento das mesmas⁴. Assim, são classificados como potenciais de curta, média e longa latência²⁻³.

Dentre os PEAs de curta latência, tem-se o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (Peate), que é gerado por disparos síncronos de neurônios de estruturas ao longo da via auditiva ascendente, incluindo o nervo auditivo, núcleos cocleares, núcleos olivares superiores, lemnisco lateral e cóliculo inferior⁵⁻⁸.

O sistema auditivo é composto por vias auditivas ascendentes e descendentes que interagem no processamento da informação auditiva. A fisiologia das vias auditivas ascendentes é bem conhecida e estudada há muito tempo. No entanto, a contribuição do sistema corticofugal (eferente) para o processamento auditivo tem recebido pouca atenção⁹⁻¹⁰.

Estudos recentes demonstraram que a introdução de ruído durante a gravação dos potenciais evocados pode afetar negativamente a amplitude e/ou latência das ondas dos potenciais de curta, média e/ou longa latência¹¹⁻¹³. Investigando este assunto, alguns autores¹⁴ sugeriram que este efeito do ruído sobre os potenciais evocados auditivos poderia ser mediado pelo sistema auditivo eferente.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de supressão com ruído branco contralateral no potencial evocado auditivo de tronco encefálico em indivíduos audiologicamente normais.

Método

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia, da Faculdade de Medicina da Universidade São Paulo (FMUSP) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CAPPesq do Hospital das Clínicas, sob número 512/07.

Participaram desta pesquisa 25 indivíduos de 18 a 30 anos de idade (média de 25,3 anos de idade), de ambos os sexos. Os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido no qual foram descritos os procedimentos a serem realizados, consentindo sua participação na pesquisa.

Os critérios de inclusão para composição da amostra foram: ausência de queixas auditivas e de comprometimento de orelha média, bem como limiares de audibilidade dentro da normalidade.

Primeiramente, os indivíduos foram submetidos à anamnese, inspeção do meato acústico externo, audiometria tonal liminar, logaudiometria e medidas de imitância acústica, com o objetivo de selecionar os indivíduos com acuidade auditiva normal (ou seja, limiares auditivos menores que 20 dBNA de 250 Hz a 8 kHz).

Em seguida, realizou-se a avaliação eletrofisiológica da audição por meio do Peate em ambiente eletricamente protegido e acusticamente isolado.

Após a limpeza da pele realizada com pasta abrasiva, os eletrodos foram fixados ao indivíduo nas posições do vértex (Cz), frente (Fpz) e mastóides direita (M2) e esquerda (M1), utilizando-se pasta eletrolítica e fita adesiva. Foram, então, verificados os valores de impedância dos eletrodos, que se encontraram abaixo de 5kOhms.

O estímulo acústico utilizado foi o clique de polaridade rarefeita, apresentado monoauralmente por meio de um par de fones TDH 39 a 70 dB NA, numa velocidade de apresentação de 19 cliques por segundo, duração de 0,1 milissegundos, sendo empregado um total de 2000 estímulos.

O Peate foi realizado duas vezes, sem e com ruído branco contralateral, este último na intensidade de 60 dB NA.

Foram analisadas as latências absolutas e amplitudes das ondas I, III, V, bem como os interpicos I-III, III-V, I-V do Peate, tanto na condição sem quanto com ruído branco, e posteriormente foram comparados os resultados do Peate obtidos na presença e na ausência de ruído branco contralateral.

Na análise estatística utilizou-se o teste t-student pareado. O nível de significância adotado foi de 0,05 (5%).

Resultados

Inicialmente foi realizada a comparação entre as orelhas direita e esquerda na condição sem ruído branco contralateral, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes para as latências absolutas das ondas I (p-valor = 0,373), III (p-valor = 0,830) e V (p-valor = 0,382); interpicos I-III (p-valor = 0,523), III-V (p-valor = 0,524) e I-V (p-valor = 0,841), bem como para os valores de amplitudes das ondas I (p-valor = 0,922), III (p-valor = 0,223) e V (p-valor = 0,479).

Com relação à condição com ruído branco contralateral, também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na comparação entre as orelhas direita e esquerda, para as latências absolutas das ondas I (p-valor = 0,826), III (p-valor = 0,096) e V (p-valor = 0,933); interpícos I-III (p-valor = 0,514), III-V (p-valor = 0,171) e I-V (p-valor = 0,909), e para os valores de amplitudes das ondas I (p-valor = 0,366), III (p-valor = 0,338) e V (p-valor = 0,842).

Visto que não foram encontradas diferenças entre as orelhas direita e esquerda, tanto no Peate sem quanto com ruído contralateral, considerou-se para as próximas análises os valores de latências, interpícos e amplitudes de ambas as orelhas.

Na comparação entre as condições sem e com ruído branco contralateral, verificou-se diferença estatisticamente significativa para as latências absolutas das ondas III e V, bem como tendência à significância estatística para a latência da onda I (Tabela 1). Já na comparação das latências interpícos entre as situações sem e com ruído contralateral, não foi observada diferença estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 1).

Com relação aos valores das amplitudes, observou-se diferença estatisticamente significativa somente para a onda I, quando comparadas as situações sem e com ruído contralateral (Tabela 2).

TABELA 1. Média, mediana, desvio-padrão e p-valor das latências absolutas das ondas I, III e V e das latências interpícos I-III, III-V e I-V sem e com ruído branco contralateral.

| Latências | Onda I | | Onda III | | Onda V | | I-III | | III-V | | I-V | |
|---------------|--------|------|----------|------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| média | 1,61 | 1,64 | 3,74 | 3,79 | 2,13 | 2,16 | 1,86 | 1,86 | 3,98 | 4,02 | 5,60 | 5,65 |
| mediana | 1,60 | 1,64 | 3,72 | 3,76 | 2,12 | 2,16 | 1,84 | 1,84 | 3,98 | 4,00 | 5,56 | 5,64 |
| desvio padrão | 0,15 | 0,13 | 0,17 | 0,21 | 0,20 | 0,24 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,21 | 0,17 | 0,18 |
| mínimo | 1,16 | 1,24 | 3,32 | 3,32 | 1,72 | 1,64 | 1,56 | 1,32 | 3,52 | 3,64 | 5,24 | 5,32 |
| máximo | 2,00 | 2,00 | 4,08 | 4,68 | 2,92 | 3,28 | 2,24 | 2,52 | 4,60 | 4,60 | 5,96 | 6,08 |
| tamanho | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| p-valor | 0,072# | | 0,003* | | 0,009* | | 0,170 | | 0,976 | | 0,172 | |

Legenda: * - p-valor estatisticamente significativo; # p-valor com tendência à significância estatística. Teste *t-student* pareado.

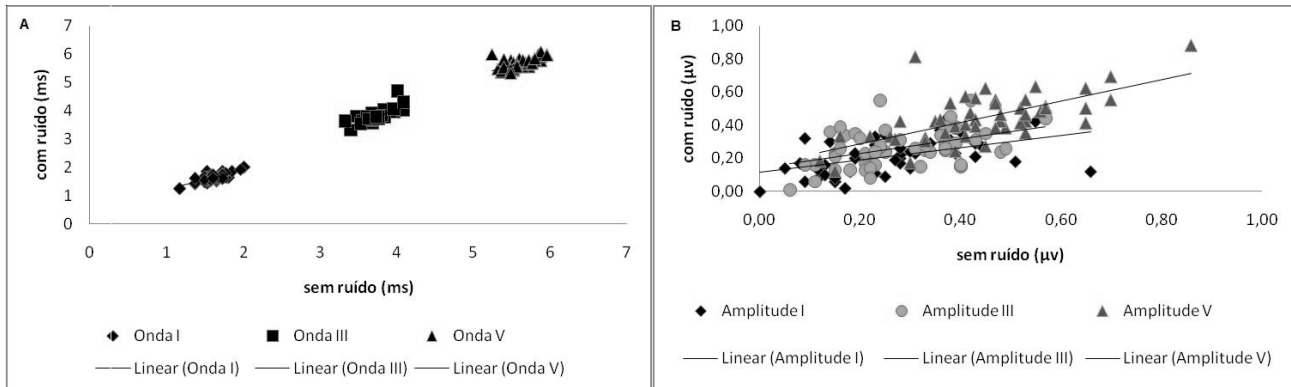
TABELA 1. Média, mediana, desvio-padrão e p-valor das latências absolutas das ondas I, III e V e das latências interpícos I-III, III-V e I-V sem e com ruído branco contralateral.

| Amplitudes | Onda I | | Onda III | | Onda V | |
|---------------|--------|------|----------|------|--------|------|
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| média | 0,26 | 0,21 | 0,28 | 0,26 | 0,45 | 0,44 |
| mediana | 0,25 | 0,21 | 0,25 | 0,26 | 0,45 | 0,43 |
| desvio padrão | 0,13 | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,15 | 0,15 |
| mínimo | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,12 | 0,12 |
| máximo | 0,66 | 0,43 | 0,57 | 0,55 | 0,86 | 0,88 |
| tamanho | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| p-valor | 0,010* | | 0,384 | | 0,917 | |

Legenda: * - p-valor estatisticamente significativo. Teste *t-student* pareado.

A Figura 1 ilustra o panorama apresentado pela maioria das orelhas testadas, no que se refere às latências e amplitudes das ondas I, III e V nas condições sem e com ruído, ou seja, de forma geral os valores das latências das ondas I, III e V foram maiores na situação com ruído, quando comparados à situação sem ruído, enquanto os valores das amplitudes foram maiores para a situação sem ruído comparada com a situação com ruído. Pode-se notar, também, que as amplitudes apresentaram-se com maior variabilidade na dispersão quando comparadas às latências, para as três ondas gravadas.

FIGURA 1. Dispersão dos valores das latências (A) e amplitudes (B) das ondas I, III e V nas situações sem e com ruído.



Discussão

Estudos em animais mostram que o sistema eferente auditivo inicia-se no córtex auditivo, projetando-se para o corpo geniculado medial, colículo inferior e núcleos auditivos sub-coliculares. Fibras corticotalâmicas projetam-se somente para o corpo geniculado medial e núcleo reticular talâmico ipsilateral. Contudo, fibras corticocoliculares projetam-se bilateralmente para o colículo inferior. As projeções corticofugais são bilaterais para os núcleos sub-coliculares⁹.

A modulação corticofugal tem participação até mesmo na cóclea, através dos neurônios olivococleares que se iniciam no complexo olivar superior. O núcleo central do colículo inferior projeta-se não somente para o corpo geniculado medial, mas também para os neurônios olivococleares mediais que, por sua vez, se projetam principalmente para as células ciliadas externas ipsi e contralaterais⁹. Desta forma, as estruturas avaliadas pelo Peate recebem inervação do sistema eferente corticofugal, podendo sofrer modulação deste sistema, quando necessário.

A presença de ruído de banda larga pode produzir uma diminuição na atividade elétrica dos neurônios aferentes, pois induz um mascaramento adaptativo nas aferências primárias, reduzindo as taxas de disparo evocadas por um estímulo adicional (no caso o clique do Peate), aumentando as latências das respostas¹⁰.

Além disso, o ruído de banda larga pode diminuir a sincronia de fase das aferências primárias para um estímulo adicional, diminuindo a amplitude de resposta a este estímulo, bem como pode ativar os neurônios eferentes que causariam alguma

supressão das respostas aferentes¹⁰, como foi observado no estudo em questão, ou seja, houve um aumento das latências (estatisticamente significativa para as ondas III e V, e tendência à significância para a onda I) e diminuição das amplitudes (estatisticamente significativa para a onda I) na condição com ruído branco contralateral, quando comparada com a condição sem ruído.

Tal efeito do ruído sobre a(s) onda(s) do Peate já foi observado em pesquisas anteriores, porém com menor magnitude, o que pode ser explicado pelos diferentes parâmetros utilizados nos vários estudos. Alguns autores¹⁵ utilizaram ruído de banda larga ipsilateral e verificaram que níveis de ruído iguais ou maiores que 20 dB de mascaramento efetivo causam aumento na latência e diminuição na amplitude da onda V, conforme aumenta o nível de ruído.

Por sua vez, outro estudo¹⁶ encontrou prolongamento significativo das ondas III e V com ruído branco contralateral a 90 dBNA e clique a 70 dBNA; para a intensidade do ruído a 80 dBNA, houve aumento significativo apenas para a onda V e abaixo desta intensidade, não houve alteração da latência de nenhuma das ondas. Frente a estes achados, os autores concluíram que a presença de ruído branco contralateral em níveis de intensidade abaixo de 80 dBNA não interferiram nas respostas do Peate e sugeriram que o efeito observado sobre as ondas teria influência do mascaramento central.

Aumento de latência e diminuição da amplitude da onda V, tanto para indivíduos com audição normal como para indivíduos com perda auditiva, foram descritos ao ser utilizado mascaramento efetivo de

banda larga ipsilateral¹⁷. Resultados semelhantes, também utilizando ruído de banda larga contínuo ipsilateral, foram obtidos em outro estudo, verificando pouca alteração da onda I, mas uma mudança significativa para a latência da onda V¹⁸.

Em um estudo que utilizou ruído contralateral, não foi observada alteração significativa da onda V, mas foi evidenciada modificação significativa do componente de média latência Pb. Os autores referiram que com o uso de ruído contralateral, diferentemente das pesquisas prévias que usavam ruído ipsilateral, os efeitos observados não poderiam ser atribuídos somente a eventos cocleares ipsilaterais ou de tronco encefálico, mas que estes teriam influência de mecanismos centrais, embora tais mecanismos fisiológicos não sejam conhecidos¹².

Os resultados do estudo supracitado¹² estão de acordo com os achados de uma investigação prévia¹⁹, que havia estudado o efeito do ruído ipsi e contralateral sobre a onda V dos Peate(s) e sobre os potenciais evocados auditivos de estado estável (Peaee) de 40Hz. Os autores não encontraram alteração da onda V, mas verificaram diminuição da amplitude dos Peaee(s), concluindo que os efeitos observados eram de origem central, uma vez que os Peaee(s) são gerados primariamente no córtex auditivo¹⁹.

As duas investigações comentadas anteriormente^{12,19}, embora não tenham sido replicadas no que se refere à onda V do Peate, sugerem uma origem central para os efeitos do ruído sobre os PEA, o que indica a necessidade de outros estudos sobre o assunto, os quais poderiam clarificar a questão da influência do sistema eferente nas situações com ruído contralateral, resultando em um possível efeito supressivo também para os potenciais de média e longa latência.

Referências Bibliográficas

1. Junqueira CAO, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos e curta, média e longa latência. In: Aquino AMCM, org. Processamento auditivo - Eletrofisiologia e Psicoacústica. São Paulo: Lovise; 2002. p.63-85.
2. Hall JW. Overview of auditory neurophysiology: past, present, and future. In: Hall JW org. New handbook of auditory evoked responses. Boston: pearson education Inc; 2007. p.1-34 .
3. Ruth RA, Lambert PR. Auditory evoked potentials. Otolaryngol Clin North Am. 1991;24(2):349-70.
4. Simões MB, Souza RR, Schochat E. Efeito de supressão nas vias auditivas: um estudo com os potenciais de média e longa latência. Rev Cefac. 2009;11(1):150-7.
5. Möller AR, Janneta P, Bennett M, Möller MB. Intracranially recorded responses from human auditory nerve: new insights into the origin of brainstem evoked potentials. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1981; 52:18-27.
6. Moller AR, Jannetta P. Neural generators of the auditory brainstem response. In: Jacobson, J. editors. The auditory brainstem response. San Diego: College-Hill Press; 1985. p.13-31.
7. Song JH, Banai K, Russo NM, Kraus N. On the relationship between speech-and nonspeech- evoked auditory brainstem responses. Audiol Neurootol. 2006;11:233-41.

Na investigação do efeito do mascaramento contralateral sobre as ondas N1 e P2¹⁴, evidenciou-se que a presença do ruído de banda larga pode alterar significativamente as amplitudes das ondas, sendo observada atenuação da amplitude N1 e aumento da amplitude P2. Os autores sugeriram que este efeito poderia ser mediado pelo sistema eferente, como ocorre nos casos em que a ativação do sistema auditivo eferente olivococlear medial atenua as emissões otoacústicas pela inserção de ruído contralateral¹⁴.

Investigando o potencial evocado auditivo de média latência em adultos normo-ouvintes frente à estimulação por clique e com música contralateral²⁰, foi observada diminuição nas amplitudes das ondas da orelha contralateral a apresentação do estímulo musical, em todas as posições do eletrodo e para todos os sujeitos, embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Os autores concordaram com a hipótese do estudo anteriormente mencionado¹⁴ de que este efeito poderia ter influência do sistema eferente, embora afirmaram que estudos complementares sejam necessários.

Conclusão

O presente estudo verificou aumento nas latências e diminuição nas amplitudes das ondas I, III e V na presença de ruído contralateral, quando comparadas com a condição sem ruído. Estes resultados podem sugerir a influência do sistema nervoso auditivo eferente na modulação das respostas do Peate quando se utiliza ruído branco contralateral.

8. Palmer AR. Anatomy and physiology of the auditory brainstem. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. editors. Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application. Baltimore: Lippincott Williams & Williams, 2007. p.200-28.
9. Suga N, Ma X. Multiparametric corticofugal modulation and plasticity in the auditory system. *Nat Rev Neurosci*. 2003; 4:783-94.
10. Tomchik SM, Lu Z. Modulation of Auditory Signal-to-Noise Ratios by Efferent Stimulation. *J Neurophysiol*. 2006; 95:3562-70.
11. Salisbury DF, Desantis MA, Shenton ME, McCarley RW. The effect of background noise on P300 to suprathreshold stimuli. *Psychophysiology*. 2002;39:111-5.
12. Özdamara O, Bohórquez J. Suppression of the P1 (P1) component of the auditory middle latency response with contralateral masking. *Clin Neurophysiol*. 2008;119:1870-80.
13. Weihing J, Musiek FE. An Electrophysiological Measure of Binaural Hearing Noise. *J Am Acad Audiol*. 2008; 19(6):481-95.
14. Salo SK, Lang H, Salmivalli AJ, Johansson RK, Peltola MS. Contralateral white noise masking affects auditory N1 and P2 waves differently. *J Psychophysiol*. 2003; 17(4):189-94.
15. Burkard R, Hecox K. The effect of broadband noise on the human brainstem auditory evoked response. I. Rate and intensity effects. *J Acoust Soc Am*. 1983;74(4):1204-13.
16. Rosenhamer HJ, Holmkvist C. Latencies of ABR (waves III and V) to binaural clicks: effects of binaural time and intensity differences. *Scand Audiol*. 1983;12:201-7.
17. Hecox KE, Patterson J, Birman M. Effect of broadband noise on the human brain stem auditory evoked response. *Ear Hear*. 1989;10(6):346-53.
18. Burkard RF, Sims D. A comparison of the effects of broadband masking noise on the auditory brainstem response in young and older adults. *Am J Audiol*. 2002;11:13-22.
19. Galambos R, Makeig S. Physiological studies of central masking in man. I: The effects of noise on the 40-Hz steady-state response. *J Acoust Soc Am*. 1992;92(5):2683-90.
20. Eisencraft T, Miranda MF, Schochat E. Comparação dos Potenciais de Latência Média com ou sem estímulo musical. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(4):465-9.