



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli^{☆,☆☆}

Sheila Jacques Oppitz^{a,*}, Dayane Domeneghini Didoné^a, Débora Durigon da Silva^b,
Marjana Gois^{b,c}, Jordana Folgearini^b, Geise Corrêa Ferreira^b, Michele Vargas Garcia^{b,d}

^a Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

^b Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

^c Fundo de Incentivo à Pesquisa (FIPE), Santa Maria, RS, Brasil

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

Recebido em 24 de junho de 2014; aceito em 8 de outubro de 2014

KEYWORDS

Audiology;
Electrophysiology;
Evoked potentials,
auditory;
Event-related
potentials, P300

Abstract

Introduction: Long-latency auditory evoked potentials represent the cortical activity related to attention, memory, and auditory discrimination skills. Acoustic signal processing occurs differently between verbal and nonverbal stimuli, influencing the latency and amplitude patterns.

Objective: To describe the latencies of the cortical potentials P1, N1, P2, N2, and P3, as well as P3 amplitude, with different speech stimuli and tone bursts, and to classify them in the presence and absence of these data.

Methods: A total of 30 subjects with normal hearing were assessed, aged 18-32 years old, matched by gender. Nonverbal stimuli were used (tone burst; 1000 Hz – frequent and 4000 Hz – rare); and verbal (/ba/ – frequent; /ga/, /da/, and /di/ – rare).

Results: Considering the component N2 for tone burst, the lowest latency found was 217.45 ms for the BA/DI stimulus; the highest latency found was 256.5 ms. For the P3 component, the shortest latency with tone burst stimuli was 298.7 with BA/GA stimuli, the highest, was 340 ms. For the P3 amplitude, there was no statistically significant difference among the different stimuli. For latencies of components P1, N1, P2, N2, P3, there were no statistical differences among them, regardless of the stimuli used.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.10.005>

* Como citar este artigo: Oppitz SJ, Didoné DD, da Silva DD, Gois M, Folgearini J, Ferreira GC, et al. Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:647-52.

** Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: she_oppitz@hotmail.com (S.J. Oppitz).

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

PALAVRAS-CHAVE

Audiologia;
Eletrofisiologia;
Potenciais evocados
auditivos;
Potencial evocado
P300

Conclusion: There was a difference in the latency of potentials N2 and P3 among the stimuli employed but no difference was observed for the P3 amplitude.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY- license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Potenciais evocados auditivos de longa latência com verbais e não verbais**Resumo**

Introdução: Os potenciais evocados auditivos de longa latência representam a atividade cortical relacionada às habilidades de atenção, memória e discriminação auditiva. O processamento do sinal acústico ocorre de maneira diferente entre estímulos verbais e não verbais, podendo interferir nos padrões de latência e amplitude.

Objetivo: Descrever as latências dos potenciais P1, N1, P2, N2 e P3 e a amplitude do P3 com os diferentes estímulos e classificar em presença e ausência estas informações.

Método: Foram avaliados 30 indivíduos, com faixa etária de 18 a 32 anos. Equiparados quanto ao gênero e normo-ouvintes. Foram utilizados estímulos não verbais (1.000 Hz -frequente e 4.000 Hz -raro) e verbais (/ba/-frequente e /ga/, /da/, /di/-raros).

Resultados: Considerando o componente N2, para o *tone burst* encontrou-se a menor latência em torno de 217,45 ms e para o estímulo BA/DI a maior latência em torno de 256,5 ms. No que diz respeito a componente P3, a latência encontrada com *tone burst* foi a menor em torno de 298,7 ms e com o estímulo BA/GA a maior em torno de 340 ms. Para a amplitude em P3, não houve diferença estatisticamente significativa entre os diferentes estímulos. Quanto às informações referentes aos valores das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3, independente do estímulo utilizado houve presença dos componentes sem diferenças estatísticas entre eles.

Conclusão: Houve diferença na latência do potencial N2 e P3 entre os estímulos, mas não foi observada diferença para a amplitude do P3.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

Introdução

Os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) têm sido utilizados na prática clínica de forma complementar às avaliações comportamentais de processamento auditivo. Estes são descritos como picos positivos (P) e negativos (N), os quais representam a atividade cortical relacionada às habilidades de atenção, de memória e de discriminação auditiva.

Fazem parte dos PEALL as ondas positivo 1 (P1), negativo 1 (N1), positivo 2 (P2), negativo 2 (N2) e positivo 3 (P3), sendo subdivididas em potenciais exógenos (P1, N1, P2, N2), os quais são influenciados pelas características físicas do estímulo, como intensidade, duração, frequência e potencial endógeno (P3), influenciado predominantemente por eventos relacionados às habilidades cognitivas.¹

Para obtenção dos potenciais corticais são utilizados estímulos frequentes e raros (paradigma *oddball*). Os estímulos mais utilizados na prática clínica são os de *tone burst*, representados por uma frequência mais grave (estímulo frequente) e uma frequência mais aguda (estímulo raro). Contudo, uma série de diferentes estímulos, como contrastes de vogais, de sílabas, de palavras e até mesmo de sentenças, podem ser utilizados para evocar esses potenciais.^{2,3}

Alguns estudos^{4,5} referem que o processamento do sinal acústico ocorre de maneira diferente entre estímulos verbais e não verbais, o que pode interferir nos padrões de latência e amplitude dos potenciais corticais. Apesar da falta de padronização

dos potenciais corticais com estímulos de fala, algumas pesquisas referem que esses seriam ideais para o estudo das bases neurais da detecção e discriminação da fala,^{3,6} contribuindo para informações adicionais do processamento de sinais complexos.

Os estímulos de fala têm sido utilizados para fornecer informações do processamento do sinal de fala em situações em que a avaliação comportamental não é um método preciso, auxiliando na identificação de alterações de detecção ou discriminação de fala.⁷

Com base no exposto e pela necessidade de caracterização dos potenciais corticais com diferentes estímulos, o objetivo deste estudo foi comparar as latências dos potenciais corticais P1, N1, P2, N2 e P3 e a amplitude do P3 com diferentes estímulos de fala e *tone burst*.

Método

Esta pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o protocolo 25933514.1.0000.5346.

Os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), concordando com os objetivos do estudo e com a participação no mesmo.

Foram avaliados 30 indivíduos, na faixa etária entre 18 e 32 anos, sendo 15 do gênero feminino e 15 do masculino, com audição normal e sem histórico de risco para alterações auditivas, neurológicas e de linguagem.

Inicialmente, foi realizada a inspeção visual do meato acústico externo utilizando o otoscópio clínico da marca *Klionic Welch-Allyn* para descartar qualquer alteração que pudesse influenciar nos limiares audiométricos.

A audiometria tonal liminar foi realizada em cabina acusticamente tratada com o audiômetro Itera II da marca Madson. Foram pesquisados os limiares de via aérea nas frequências de 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000; 6.000 e 8.000 Hz. A técnica utilizada foi descendente-ascendente. Foram considerados indivíduos normo-ouvintes aqueles que apresentaram média tritonal (500; 1.000 e 2.000 Hz) ≤ 25 dB NA (decibel, nível de audição).⁸

As medidas de imitância acústica foram realizadas pelo analisador de orelha média AT235 da *Interacoustics*, para pesquisa da curva timpanométrica e dos reflexos acústicos. Os reflexos foram pesquisados nas frequências de 500 a 4.000 Hz bilateralmente, no modo contralateral. Foram incluídos na amostra somente indivíduos com timpanograma tipo A e reflexos acústicos presentes.⁹

Para a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência, foi utilizado o equipamento *Intelligent Hearing Sys-*

tems de dois canais. Foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva e colocação dos eletrodos com pasta eletrolítica e fita adesiva, nas posições A1 (mastoide esquerda) e A2 (mastoide direita) e Cz (vértex), estando o eletrodo terra (Fpz) na testa. O valor da impedância dos eletrodos deveria ser ≤ 3 kohms.

O paciente foi orientado a prestar atenção aos estímulos diferentes (estímulo raro) que apareciam aleatoriamente, dentro de uma série de estímulos iguais (estímulo frequente). A porcentagem de apresentação dos estímulos raros foi de 20%, enquanto que para estímulos frequentes foi de 80%.

Foram utilizados estímulos não verbais (*tone burst*) nas frequências de 1.000 Hz (estímulo frequente) e 4.000 Hz (estímulo raro), e verbais (sílabas /ba/-estímulo frequente e /ga/; /da/ e /di/-estímulos raros), apresentados de forma binaural, a uma intensidade de 75 dB NA. Para cada tipo de estímulo (verbal/não verbal), foram utilizados 300 estímulos (aproximadamente 240 frequentes e 60 raros) para a obtenção dos potenciais. Os traçados não foram replicados, visto que a replicação do mesmo pode transformar o estímulo raro em frequente para o paciente. Os parâmetros são descritos na tabela 1.

Tabela 1 Média e desvio padrão para os componentes P1, N1, P2, N2 e P3 com todos estímulos de fala (BA-GA/BA-DA/ BA-DI) e *tone burst* (1.000 \times 4.000)

Variáveis	Estímulos												p*
	BA \times GA			BA \times DA			BA \times DI			1.000 \times 4.000 Hz			
	n	Média	DP	n	Média	DP	n	Média	DP	n	Média	DP	
P1													
OD	26	62,2	8,1	27	59,8	8,1	25	65,5	18,3	22	62,2	11,9	0,393
OE	25	62,6	10,9	25	60,4	7,0	25	67,2	17,5	21	64,1	13,3	0,382
p-valor*	0,909			0,944			0,057			0,557			
N1													
OD	30	103,8 ^{ab}	10,4	30	103,3 ^{ab}	11,9	30	107,8 ^a	18,2	30	99,3 ^b	14,7	0,038
OE	30	108,3	10,5	30	103,7	10,9	30	109,3	17,9	30	101,9	16,2	0,067
p-valor	< 0,001			0,726			0,178			0,135			
P2													
OD	30	173,2 ^{ab}	19,9	30	175,7 ^{ab}	20,4	30	182,7 ^a	26,2	30	171,5 ^b	26,7	0,026
OE	30	176,9 ^b	17,0	30	175,5 ^b	24,5	30	187,1 ^a	24,1	30	175,5 ^b	28,6	0,017
p-valor	0,140			0,945			0,016			0,153			
N2													
OD	23	245,7 ^{ab}	37,0	16	237,1 ^b	43,4	14	251,6 ^a	37,7	10	216,4 ^c	34,8	0,006
OE	22	255,3 ^{ab}	29,6	14	232,6 ^b	38,7	13	261,4 ^a	33,2	13	218,5 ^c	39,2	0,003
p-valor	0,188			0,526			0,720			0,517			
P3													
OD	26	341,7 ^a	44,2	26	301,5 ^c	47,5	25	324,2 ^b	59,2	25	297,0 ^b	27,3	0,005
OE	26	344,4 ^a	46,5	28	303,4 ^c	46,3	21	329,9 ^{ab}	63,4	24	300,4 ^b	36,4	0,002
p-valor	0,171			0,325			0,619			0,163			
Amplitude do P3													
OD	27	6,2	2,2	30	6,9	5,3	24	6,3	2,8	26	5,8	2,1	0,208
OE	26	6,6 ^b	2,1	28	7,8 ^a	5,4	21	6,7 ^b	2,5	24	6,1 ^c	2,3	0,027
p-valor	0,700			0,095			0,999			0,737			

* Análise de variância para medidas repetidas - *Post Hoc Bonferroni*, na qual médias seguidas de letras iguais (na linha) não diferem significativamente.

A pesquisa iniciou com os pares /ba/ e /ga/; seguido de /ba/ e /di/; /ba/ e /da/ e *tone burst*, sendo que, anteriormente à obtenção dos traçados, foram apresentados todos os estímulos de fala e *tone burst*, para que o paciente pudesse se familiarizar com os diferentes estímulos. Após a pesquisa dos dois primeiros estímulos de fala, o paciente foi orientado a repousar, para que o cansaço não intervisse nas respostas das duas últimas sequências de estímulos.

Os valores de latência foram obtidos pela identificação das ondas no pico de maior amplitude, sendo que o componente P3 foi considerado apenas no traçado dos estímulos raros, e os componentes P1, N1, P2, N2 no traçado dos estímulos frequentes, não havendo registro de reprodução destas ondas, uma vez que a replicação da coleta poderia causar cansaço e comprometer o resultado da avaliação, já que esta depende da atenção.

Os dados foram tabelados e analisados estatisticamente, tendo sido comparadas as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3 entre os estímulos de fala e *tone burst*.

Resultados

Os resultados apresentados referem-se a uma amostra de 30 investigados, com média de idade de 23,3 (± 3,5) anos, sendo a mínima de 18 e a máxima de 32 anos. Em relação ao gênero, a distribuição se mostrou igual, com 50,0% (n = 15) de homens e mulheres.

Nas informações referentes aos valores das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3 para quatro diferentes estímulos, foram obtidas as estimativas para média e desvio padrão, conforme consta na tabela 1.

Para os componentes P1, N1 e P2, observou-se que, entre os estímulos, não foram detectadas diferenças significativas, tanto na OD quanto na OE.

Considerando o componente N2, foi observada diferença significativa (p-valor 0,006 e 0,003 para OD e OE, respectivamente) entre a latência encontrada em relação aos diferentes estímulos, sendo que para o *tone burst* encontrou-se a menor latência e para o estímulo BA/DI a maior latência no componente.

No que diz respeito ao componente P3, houve diferença com significância (p-valor 0,005 e 0,002 para OD e OE, respectivamente) entre os estímulos utilizados e a latência encontrada. Com *tone burst* foi encontrada a menor latência e com o estímulo BA/GA a maior latência.

Para a amplitude em P3, não houve diferença estatisticamente significativa entre os diferentes estímulos.

Quanto às informações referentes aos valores das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3, para os quatro diferentes estímulos, foram classificados em presença e ausência destas informações.

Independentemente do estímulo utilizado, houve presença dos componentes sem diferenças estatísticas entre eles. Na tabela 2 são apresentadas as estimativas para as distribuições absoluta e relativa.

Tabela 2 Distribuição absoluta e relativa a presença e ausência de informação sobre os dados para os componentes P1, N1, P2, N2 com todos estímulos de fala (BA-GA/BA-DA/BA-DI) e *tone burst* (1.000 × 4.000)

Variáveis	Estímulos															
	BA × GA				BA × DA				BA × DI				1.000 × 4.000 Hz			
	Sim		Não		Sim		Não		Sim		Não		Sim		Não	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P1																
OD	26	86,7	4	13,3	27	90,0	3	10,0	25	83,3	5	16,7	22	73,3	8	26,7
OE	25	83,3	5	16,7	25	83,3	5	16,7	25	83,3	5	16,7	21	70,0	9	30,0
N1																
OD	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0
OE	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0
P2																
OD	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0
OE	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0	30	100,0	0	0,0
N2																
OD	23	76,7	7	23,3	16	53,3	14	46,7	14	46,7	16	53,3	10	33,3	20	66,7
OE	22	73,3	8	26,7	14	46,7	16	53,3	13	43,3	17	56,7	13	43,3	17	56,7
P3																
OD	26	86,7	4	13,3	26	86,7	4	13,3	25	83,3	5	16,7	25	83,3	5	16,7
OE	26	86,7	4	13,3	28	93,3	2	6,7	21	70,0	9	30,0	24	80,0	6	20,0
Amp P3																
OD	27	90,0	3	10,0	30	100,0	0	0,0	24	80,0	6	20,0	26	86,7	4	13,3
OE	26	86,7	4	13,3	28	93,3	2	6,7	21	70,0	9	30,0	24	80,0	6	20,0

Discussão

Apesar da diferenciação hemisférica e da inegável desigualdade em importância funcional dos hemisférios cerebrais, essa situação não provocou diferença entre o desempenho das orelhas direita e esquerda, no presente estudo. Outros estudos já relataram a ausência de diferenças entre orelhas,¹⁰⁻¹² assim, a discussão estará focada na comparação entre os estímulos de fala e *tone burst*, quanto à latência dos componentes exógenos e a latência e a amplitude do componente endógeno P3.

No presente estudo, quando comparadas às latências dos componentes, para P1, N1, P2 não houve diferença entre os quatro estímulos utilizados (tabela 1). Dentre os principais componentes endógenos, encontram-se as ondas N2 e o P3, os quais evidenciaram diferenças nas latências quando comparados os quatro estímulos, sendo menor para ambos os componentes com o *tone burst*, maior para o P3 com estímulo BA/GA, e ainda maior para N2 com estímulo BA/DI (tabela 1).

Esse achado é consoante com o estudo,¹⁰ que refere que o estímulo utilizado não apresentou diferença para os valores de latência dos componentes N1 e P2, mas o mesmo influenciou nos valores de latência de N2 e P3. Esse fato era esperado, visto que o componente P3 é um potencial cognitivo que sofre influência do estímulo; portanto, esse dado vai ao encontro do que já foi citado na literatura.^{11,13,14}

Tratando-se da comparação de estímulos de fala e *tone burst*, uma diferença entre os mesmos era esperada, visto que as ativações centrais são diferentes para cada estímulo, o que corrobora com o autor,¹⁰ que refere que o tipo de estímulo utilizado é uma variável importante na obtenção dos componentes N2 e P3. Os estímulos verbais constituem tarefa de dificuldade de escuta maior, quando comparada com a discriminação de estímulos não verbais. Alguns autores^{15,16} observaram que a latência do P3 aumenta quando os “alvos” para discriminação são mais “difíceis” do que o padrão, ou seja, a latência é sensível à demanda do processamento da tarefa.

No presente estudo, houve influência do estímulo de fala no componente N2, e esse fato já foi observado por autores¹⁷ que citam o registro do componente N2 como estando relacionado com o processamento de identificação e atenção ao estímulo raro, com correlação positiva entre o valor de sua latência e o nível de dificuldade da tarefa de discriminação. Em outro estudo,¹⁰ o mesmo fato foi observado, onde o N2 sofreu influência do estímulo de fala, sendo que no referido estudo, a diferença entre os estímulos foi entre contrastes de vogais e consoantes.

No que se refere à amplitude, não foi observada diferença na comparação entre os estímulos. Alguns estudos^{7,11,13,14,18} descrevem a redução da amplitude do componente P3 com o aumento do nível de dificuldade da tarefa de discriminação. No entanto, no presente estudo, essa correlação não foi significativa, o que corrobora com os achados de outro estudo.¹⁰ A amplitude do potencial P3 é descrita com grande variabilidade na literatura,¹⁹⁻²¹ estando a faixa de normalidade para amplitude do P300 entre 1,7 μ V a 19,0 μ V.

Nesta pesquisa, foi possível obter os registros dos potenciais evocados auditivos corticais e cognitivo P3 com estímulo de fala com boa produtibilidade e morfologia, demonstrando ser um procedimento viável na prática clínica. Esse dado também foi referido por outro autor.¹ Todos os componentes pesquisa-

dos foram observados com os quatro diferentes estímulos desse estudo (tabela 2), evidenciando que, para jovens adultos, as características morfológicas das ondas, bem como a presença dos componentes, independem do tipo de estímulo para serem eliciados.

Contudo, sabemos que o potencial evocado auditivo cognitivo P3 gerado por estímulo de fala pode ser utilizado, também, para fornecer informações do processamento do sinal de fala, e, segundo o autor,¹¹ este estímulo auxilia na identificação de alterações na detecção ou discriminação, informação esta que pode direcionar a reabilitação terapêutica de um indivíduo.

O estímulo BA/GA traz mais dificuldade na discriminação das sílabas, devido a maior proximidade das mesmas, quando comparadas, por exemplo, às sílabas BA/DI. Assim, nosso estudo traz uma importante contribuição para a clínica e para a pesquisa, norteando o profissional a fazer a escolha do estímulo mais adequado para o sujeito que será avaliado.

Conclusão

Houve diferença na latência do potencial N2 e P3 entre os estímulos utilizados, no entanto, não foi observada diferença para a amplitude do P3.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Duarte JL, Alvarenga KF, Banhara MR, Mello ADP, Sás RM, Filho OAC. Potencial evocado auditivo de longa latência-P300 em indivíduos normais: valor do registro simultâneo em Fz e Cz. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75:231-6.
- Groenen PAP, Beynon AJ, Snik AFM, Van BP. Speech-evoked cortical potentials and speech recognition in cochlear implant users. *Scand Audiol.* 2001;30:31-40.
- Korczak PA, Kurtzberg D, Stapells DR. Effects of sensorineural hearing loss and personal hearing aids on cortical event-related potential and behavioral measures of speech-sound processing. *Ear Hear.* 2005;26:165-85.
- Samson F, Zeffiro TA, Toussaint A, Belin P. Stimulus complexity and categorical effects in human auditory cortex: an activation likelihood estimation meta-analysis. *Front Psychol.* 2010;1: 241.
- Uppenkamp S, Johnsrude IS, Norris D, Marslen-Wilson W, Patterson RD. Locating the initial stages of speech-sound processing in human temporal cortex. *Neuroimage.* 2006;31:1-4.
- Kraus N, Nicol T. Aggregate neural responses to speech sounds in the central auditory system. *Speech Commun.* 2003;41:35-47.
- Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear Hear.* 2008;29:285-93.
- Lloyd K II, Momenshon-Santos TM, Russo ICP, Brunetto-Borgianni LM. Interpretação dos resultados da avaliação audiológica. Em: Momenshon-Santos TM, Russo ICP, editores. *Prática da audiologia clínica.* São Paulo: Cortez; 2007. p. 215-32.
- Hall JW III, Chandler D. Timpanometria na audiologia clínica. Em: Katz J, editor. *Tratado de audiologia clínica.* São Paulo: Manole; 1999. p. 281-97.

10. Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RCF, Silva RA, Banhara MR, Lopes AC, et al. The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013;79:336.
11. Massa CG, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77:686-90.
12. Ventura LMP, Alvarenga KF, Filho OAC. Protocolo para captação dos potenciais evocados auditivos de longa latência. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75:879-83.
13. Bennett KO, Billings CJ, Molis MR, Leek MR. Neural encoding and perception of speech signals in informational masking. *Ear Hear.* 2012;33:231-8.
14. Tampas JW, Harkrider AW, Hedrick MS. Neurophysiological indices of speech and nonspeech stimulus processing. *J. Speech Lang Hear Res.* 2005;48:1147-64.
15. Linden DE. The P300: where in the brain is it produced and what does it tell us? *Neuroscientist.* 2005;11:563-76.
16. Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol.* 2007;118:2128-48.
17. Novak GP, Ritter W, Vaughan HG Jr, Wiznitzer ML. Differentiation of negative event-related potentials in an auditory discrimination task. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1990;75:255-75.
18. Geal-Dor M, Kamenir Y, Babkoff H. Event related potentials (ERPs) and behavioral responses: comparison of tonal stimuli to speech stimuli in phonological and semantic tasks. *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2005;16:139-55.
19. Kraus N, McGee T. Potenciais auditivos de longa latência. Em: Katz J, editor. *Tratado de audiologia clínica.* São Paulo: Manole; 1999. p. 403-20.
20. McPherson DL. *Late potentials of the auditory system.* San Diego: Singular Publishing Group; 1996.
21. Ruth RA, Lambert PR. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Am Philadelphia.* 1991;24:349-70.