

Padronização do potencial evocado auditivo de tronco encefálico utilizando um novo equipamento*****

Standardization of brainstem auditory evoked potential using a new device

Ilka do Amaral Soares*
Pedro de Lemos Menezes**
Aline Tenório Lins Carnaúba***
Liliane Desgualdo Pereira****

*Fonoaudióloga. Mestre em Ciências pelo Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Professora Auxiliar da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas. Endereço para correspondência: R. Dr. Antonio Cansanção, 55 Apto. 703 - Maceió - AL - CEP 57035-190 (ilkaamaralsoares@gmail.com).

**Fonoaudiólogo. Doutor em Física Aplicada à Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Adjunto da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas.

***Fonoaudióloga. Especializanda em Audiologia Clínica pela Faculdade Integrada Tiradentes.

****Fonoaudióloga. Livre-Docente pela Unifesp. Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Unifesp.

*****Parte de Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Unifesp. Realizado na Faculdade de Fonoaudiologia de Alagoas da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 27.05.2010.

Revisado em 06.09.2010; 12.11.2010; 19.11.2010; 23.11.2010.

Aceito para Publicação em 23.11.2010.

Abstract

Background: standardization of Brainstem Auditory Evoked Potential (BAEP) using a new device. **Aim:** to standardize BAEP responses using a new device developed (NDD) in Brazil. **Method:** analysis of absolute latencies, interpeaks and wave amplitudes of BAEP, using a new device developed to study normal-hearing groups (91 adults) and individuals (15 adults) with bilateral neurosensory hearing loss. Responses obtained in the EP15 hearing device/Interacoustics and the NDD were compared. For this, the following parameters were used: non-filtered click of 100 microsecond (μ s), totaling 2000 stimuli in rarefied polarity, stimulation frequency of 13.1 clicks/s, intensity of 80 decibels normalized hearing level (dB nHL), with a window of 10 milliseconds and bandpass filter between 100 and 3000 Hertz (Hz). Significance level was set at 0.05. **Results:** absolute latency and interpeak means for 76 normal-hearing individuals with the NDD were: wave I=1.50, III=3.57, V=5.53, I-III=2.06, III-V=1.96 and I-V=4.02. When analyzing results according to gender, there was a statistically significant difference for the absolute latencies of waves III and V and in interpeaks I-III and I-V. Mean amplitude value of wave I=0.384 microvolt (μ V) and of wave V=0.825 μ V. There was no statistically significant difference between the absolute latencies and interpeaks of the two devices in the same individual. **Conclusion:** the components of BAEP with the NDD in normal-hearing subjects were similar regarding the tested ears, with statistically lower latencies in women. The BAEP latencies in the same individual with NDD were similar to those obtained with the EP15 / Interacoustics. Normal values of BAEP were obtained in normal-hearing adults.

Key Words: Evoked Potentials; Adult; Hearing Loss.

Resumo

Tema: padronização do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) utilizando um novo equipamento. **Objetivo:** padronizar as respostas do PEATE utilizando de um novo equipamento desenvolvido (NED) no Brasil. **Métodos:** análise das latências absolutas, interpicos e das amplitudes das ondas do PEATE, por meio de um novo equipamento desenvolvido para estudar grupos de ouvintes normais (91 adultos) e outro com perda neurosensorial (15 adultos) com perda auditiva neurosensorial bilateral entre o equipamento EP15 / Interacoustics e o NED. Utilizando o clique não filtrado, com duração de 100 microssegundo (μ s), totalizando 2.000 estímulos, na polaridade rarefeita, frequência de estimulação de 13,1 cliques/s, intensidade de 80 decibels de nível de audição normalizado (dB NAn), com janela de 10 milissegundos e filtro passa-banda entre 100 e 3000 Hertz (Hz). Nível de significância de 0,05. **Resultados:** as médias das latências absolutas e interpicos em 76 ouvintes normais no NED foram: onda I=1,50, III=3,57, V=5,53, I-III=2,06, III-V=1,96 e I-V=4,02. Ao separar por gênero houve diferença estatisticamente significativa para as latências absolutas das ondas III e V e nos interpicos I-III e I-V. Valor médio da amplitude da onda I=0,384 microvolt (μ V) e da onda V=0,825 μ V. Não existiu diferença estatisticamente significativa ao comparar as latências absolutas e interpicos entre dois equipamentos no mesmo indivíduo. **Conclusão:** os componentes do PEATE com o NED em ouvintes normais foram similares quanto às orelhas, com latências menores estatisticamente significantes nas mulheres. As latências do PEATE no mesmo indivíduo com o NED foram semelhantes às obtidas com o EP15 / Interacoustics. Foram obtidos os valores de normalidade para o PEATE em adultos ouvintes normais.

Palavras-Chave: Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico; Respostas Evocadas Auditivas do Tronco Encefálico; Perda auditiva.

Referenciar este material como:



Soares IA, Menezes PL, Carnaúba ATL, Pereira LD. Padronização do potencial evocado auditivo de tronco encefálico utilizando um novo equipamento. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010 out-dez;22(4):421-6.

Introdução

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) consistem no registro da atividade elétrica que ocorre no sistema auditivo, ao longo da via auditiva, da orelha interna até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo acústico¹.

O método mais utilizado é o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), devido a sua reprodutibilidade e facilidade em detectar o local das lesões; este avalia a integridade da via auditiva desde o nervo auditivo até o tronco encefálico e ocorre durante os 8 milésimos (ms) após o estímulo².

Os resultados obtidos no PEATE são interpretados por meio do tempo despendido entre o estímulo sonoro oferecido e o aparecimento das cinco deflexões positivas, as ondas I, II, III, IV e V e o intervalo entre elas, denominados de latências absolutas e latências interpícos³⁻⁴.

Para realizar o exame é utilizado um equipamento eletrônico composto por um computador mediador, gerador de sinal acústico, amplificador e registrador. As respostas acontecem após uma estimulação sonora, apresentada por meio de fones de ouvido ou vibradores ósseos⁵.

Os equipamentos disponíveis no mercado para a realização desse exame são de alto custo, além de terem limitações quanto às configurações dos parâmetros do exame. Para minimizar esses problemas, Menezes⁶ em sua tese de doutorado defendida na Universidade de São Paulo, desenvolveu um equipamento para analisar o PEA. Hipótese: Os resultados dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico, (PEATE), no Novo Equipamento Desenvolvido (NED), são similares aos do equipamento EP15/*Interacoustic*, de uso regular na clínica audiológica. Objetivo: Padronizar as respostas do PEATE por meio de um novo equipamento desenvolvido no Brasil.

Método

Os exames foram realizados no Laboratório de Audiologia, da Faculdade de Fonoaudiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL e na Clínica de Otorrinolaringologia SINUS, ambos localizados na cidade de Maceió – AL.

Para avaliar as diferenças entre os dois equipamentos de diagnóstico, os cálculos foram feitos, adotando-se um erro alfa de 0,05, um erro beta de 0,1, com o desvio padrão encontrado de 0,1 μ V, e com uma diferença mínima detectada entre os grupos de 0,07, o que representa uma precisão ainda maior que as obtidas nos cálculos do protocolo de pesquisa. O número estimado para o estudo proposto é de 76 casos.

Dos 76 ouvintes normais, 35 eram do gênero masculino (70 orelhas) e 41 do gênero feminino (82 orelhas), com idade entre 18 e 49 anos⁶. As respostas eletrofisiológicas (latências absolutas e interpícos) das 152 orelhas, dos 76 ouvintes normais no NED que compuseram o grupo experimental 1 (GE1) foram comparadas segundo as variáveis gênero e orelha, realizadas para obter o padrão de referência. Para avaliar a especificidade da pesquisa da integridade da via auditiva por meio do NED, outro grupo constituído por 15 ouvintes normais (30 orelhas), sendo seis homens e nove mulheres, com idades entre 21 e 46 anos, de ambos os gêneros com a mesma faixa etária, para realizar o PEATE no EP15/*Interacoustic* e no NED. As respostas dos indivíduos obtidas no EP15 constituíram o grupo ouro 1 (GO1). As respostas dos mesmos indivíduos obtidas no NED, constituíram o Grupo Experimental 2 (GE2).

Para avaliar a sensibilidade do exame realizado pelo NED um grupo com 15 voluntários (8 homens e 7 mulheres) com perda auditiva neurossensorial bilateral (30 orelhas), com idades entre 18 e 50 anos, com limiares auditivos iguais ou inferiores a 60 dBNA, com mesma faixa etária dos grupos anteriores, de ambos os gêneros, foi selecionado para realizar o PEATE no EP15/*Interacoustic* e foi denominado grupo ouro 2 (GO2) e nos mesmos indivíduos foi também realizado o PEATE com o NED, e este grupo desta forma avaliado foi denominado de Grupo Experimental 3 (GE3).

Sendo assim, a casuística ficou constituída por 106 indivíduos, todos residentes na Cidade de Maceió, Estado de Alagoas.

O grupo de ouvintes normais foi constituído de adultos com limiares de audibilidade normais, isto é, menores do que a 25 dBNA em todas as frequências da audiometria de tons puros, com diferenças entre as orelhas, por frequência, iguais ou inferiores a 10 dB.

O grupo com perda auditiva neurossensorial bilateral foi constituído por adultos com limiares de audibilidade alterados, isto é, entre 25 e 60 dB NA para as frequências de 2000 a 8000 Hz da audiometria por tom puro. Os limiares de 250, 500 e 1000 Hz poderiam estar ou não alterados.

O estímulo foi o clique não filtrado, com duração de 100 μ s, num total de 2.000 estímulos, na polaridade negativa (rarefeita) a uma frequência de estimulação de 13,1 cliques/s, na intensidade de 80 dB NAn para cada orelha em cada equipamento nos grupos ouro 1 e 2 e apenas no NED nos grupos experimental 1, 2 e 3. A janela de análise foi de 10 ms e os filtros passa alto e passa baixo de 100 e 3000 Hz, respectivamente. A duplicação de cada registro foi realizada para assegurar a reprodutibilidade e fidedignidade das ondas.

O eletrodo terra foi colocado na região maxilar, na face, os eletrodos negativos (A2 e A1) relacionados à orelha direita (OD) e à orelha esquerda (OE) respectivamente, fixados nas mastóides; o eletrodo positivo (Fpz) fixado no lobo frontal, ao nível do plano sagital, perto da implantação dos cabelos, conforme a norma *International System of Electrode Placement*. O fone de inserção usado foi o DT48 da marca Beyerdynamic.

O teste mediu a latência absoluta em milissegundos (ms) das ondas I, III e V, bem como as latências interpicos I-III, III-V e I-V para cada orelha e a amplitude das ondas I e V.

Os parâmetros mais habitualmente utilizados para avaliar a integridade da via auditiva em adultos utilizando o PEATE incluem: latências absolutas das ondas I, III e V, diferença interaural da latência da onda V, da relação da amplitude V-I e latências interpicos I-III, III-V e I-V⁷⁻⁸. Esses valores devem ser conhecidos para interpretação da integridade da via auditiva⁹.

As respostas eletrofisiológicas (latências absolutas e interpicos) em 30 orelhas de outro grupo de 15 ouvintes normais no NED que formaram o GE2 e foram comparadas com as respostas eletrofisiológicas obtidas nos mesmos indivíduos por meio do equipamento tradicional, isto é, padrão ouro do mercado, que formaram o GO1. Isso foi feito para obter a especificidade do exame no NED.

As respostas eletrofisiológicas (latências absolutas e interpicos) em 30 orelhas de outro grupo de 15 indivíduos com perda auditiva neurosensorial no NED formaram o GE3 foram comparadas com as respostas eletrofisiológicas obtidas nos mesmos indivíduos por meio do equipamento tradicional, isto é, padrão ouro do mercado, que formaram o GO2. Isso foi feito para obter a sensibilidade do exame para perdas auditivas neurosensoriais no NED. Desta forma, foi possível verificar a efetividade do exame eletrofisiológico no novo equipamento.

A amostra dos dados obtidos em 76 indivíduos ouvintes normais (GE 1) com o novo equipamento desenvolvido foi analisada por meio de Estatística Descritiva, considerando-se gênero e orelha. Para analisar a normalidade das amostras foi utilizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Além disso,

utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação entre os gêneros e o de *Wilcoxon* para comparação entre as orelhas. Adotou-se o nível de significância de 0,05.

Para a análise comparativa dos dados obtidos nos indivíduos em que o procedimento (PEATE) foi realizado em dois equipamentos (NED e EP15), utilizou-se o teste T de Student emparelhado, com nível de significância definido também em 0,05, para os dois grupos.

Os valores dos intervalos interpicos não possuíam distribuição normal, por este motivo a comparação entre os dois aparelhos foi feita com o teste não-paramétricos de Wilcoxon.

O *software* utilizado para a obtenção dos cálculos foi o *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*, versão 17.0.

Resultados

A Tabela 1 mostra os valores calculados por meio dos testes estatísticos Wilcoxon e Mann-Whitney U, dos registros das latências das ondas I, III e V e dos intervalos interpicos do PEATE, para as variáveis gênero e orelha.

Nos dados separados por gênero, observa-se que as latências do PEATE em ouvintes normais foram menores, estatisticamente significantes, para as mulheres do que para os homens, com valores médios de 3,53 na onda III, 5,48 na onda V, 2,04 no interpico I-III e 3,99 no interpico I-V nas mulheres e 3,61 na onda III, 5,59 na onda V, 2,10 no interpico I-III e 4,07 no interpico I-V nos homens.

O resultado da análise das amplitudes das ondas I e V mostrou valor médio de 0,384 μ V para a onda I e um valor médio de 0,825 μ V para a onda V. Foram observados em três orelhas (8,10%) traçados cujas amplitudes das ondas V e I mostraram uma relação inferior a 1 μ V, e em 34 orelhas (91,90%) superiores a 1 μ V.

Obtiveram-se os valores de referência de normalidade para o PEATE em adultos ouvintes normais, cujos valores médios e desvios-padrão estão demonstrados na Tabela 2. Os parâmetros usados para essa medida foram: 100 μ s de duração, frequência de estimulação de 13,1 cliques/s, intensidade de 80 dB NAn, na polaridade rarefeita (negativa) para cada orelha.

TABELA 1. P valores calculados para comparar as respostas dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) para gêneros e orelhas no grupo experimental 1(GE1).

	Onfase Interpicos	I	III	V	I-III	III-V	I-V
orelhas	Wilcoxon	0,817	0,152	0,522	0,282	0,640	0,646
gêneros	Mann-Witney U	0,187	0,000*	0,000*	0,007*	0,276	0,001*

Legenda: * p-valores considerados estatisticamente significantes.

A relação V/I variou de 0,6 a 8,0 μ V, porém apenas 8,1% das orelhas avaliadas apresentaram relação menor que um, enquanto 91,9% das orelhas apresentaram relação maior que um.

Na análise do p-valor obtido por meio do teste estatístico não-paramétrico de Wilcoxon, observou-se que não existiram diferenças significantes entre os registros dos dois equipamentos, para ouvintes normais e para indivíduos com perda auditiva neurossensorial. Os p-valores encontrados para ouvintes normais foram: ondas I=0,980, III=0,580, V=0,424, interpicos I-III=0,871, III-V=0,057 e V-I=0,147 e os p-valores encontrados para indivíduos com perda auditiva neurossensorial foram: ondas I=0,343, III=0,720, V=0,069, interpicos I-III=0,289, III-V=0,120 e V-I=0,156.

TABELA 2. Dados de latência normativa do potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) em adultos no Novo Equipamento Desenvolvido (NED) obtidas neste estudo.

Componentes do PEATE	Estatística das Latências		
	Média (m s)	Valor do DP	Média +2,5 DP
I	1,50	0,15	1,87
III	3,57	0,18	4,02
V	5,53	0,21	6,05
I-III	2,06	0,19	2,53
III-V	1,96	0,21	2,43
I-V	4,02	0,21	4,49

Legenda: DP desvio padrão; PEATE = potencial evocado auditivo de tronco encefálico.

TABELA 3. Valores médios e seus respectivos desvios padrão das latências absolutas e interpicos dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE), com estímulo de 80 dB NAN compulsados na literatura e os do presente estudo.

Autores	Ano de Publicação		I	III	V	I - III	III - V	I - V
Hall ¹	1992	M	1,54	3,73	5,52	2,19	1,79	3,98
		DP	0,08	0,10	0,15	0,18	0,25	0,23
Munhoz et al. ¹⁴	2000	M	1,54	3,7	5,6	2,2	1,84	4,04
		DP	0,10	0,15	0,19	0,16	0,17	0,18
Anias et al. ¹⁵	2004	M	1,60	3,73	5,64	2,13	1,90	4,03
		DP	0,10	0,14	0,14	0,12	0,10	0,12
Hall ¹⁰	2006	M	1,65	3,8	5,64	2,15	1,84	3,99
		DP	0,14	0,18	0,23	0,14	0,14	0,20
Lima et al. ¹⁶	2008	M	1,68	3,75	5,56	2,07	1,81	3,88
		DP	0,12	0,21	0,26	0,21	0,22	0,26
presente estudo	2009	M	1,50	3,57	5,53	2,06	1,96	4,02
		DP	0,15	0,18	0,21	0,19	0,21	0,21

Legenda: M = média; DP = desvio-padrão.

Discussão

Ao comparar as latências do PEATE neste estudo, obtidas com o NED, com as latências do PEATE da literatura especializada consultada (Tabela 3), verificou-se que as variações existentes são mínimas. Isto é, os achados de latência média para cada onda e intervalos interpicos ocorreram dentro da variação dos achados observados na literatura especializada nos trabalhos consultados^{1,10,13}.

Assim como o presente estudo, vários autores relatam a importância do estudo do padrão de normalidade do PEATE; apesar de ocorrer uma relativa uniformidade entre diferentes laboratórios, os valores das latências absolutas e intervalos interpicos podem apresentar pequenas variações^{11-14,17-19}.

Os achados deste estudo mostraram que as latências do gênero masculino foram maiores do que as do feminino, de maneira semelhantes aos trabalhos consultados^{3,20-22}.

Alguns autores defendem que a razão da diferença entre as latências do PEATE entre homens e mulheres é decorrente das diferenças anatômicas entre os sexos, do diâmetro do nervo auditivo^{11,21}.

Os achados deste estudo destacam registros de respostas similares para orelhas direitas e esquerdas, o que está de acordo com os trabalhos compulsados^{18-19,23}, que mostraram ausência de significância estatística, portanto os valores de referência podem ser utilizados tanto para a orelha direita quanto para orelha esquerda.

Ao utilizar o equipamento NED verificou-se que o registro da amplitude da onda V foi maior do que o da onda I. A relação entre a onda V e a onda I é semelhante a obtida em outro estudo²⁴.

Os achados deste estudo mostraram que a maioria dos indivíduos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado apresentaram valores de latência absoluta e intervalos interpicos normais, discordando do estudo²⁵, que verificou variação de 18 a 28% dos resultados anormais do PEATE em pacientes com perda auditiva entre 40 e 59 dBNA nas frequências de 2000 a 4000 Hz e concordaram com os obtidos na literatura^{4,26-28}.

Em perdas auditivas neurossensoriais de grau severo a profundo o registro do PEATE está alterado conforme demonstraram outros estudos^{4,26,29-30}. Neste estudo, as perdas auditivas de grau severo a profundo não foram avaliadas.

As latências do PEATE obtidas por meio do NED e do EP15 no mesmo indivíduo foram semelhantes. Desta forma, os registros eletrofisiológicos quanto à variável latência das

ondas I, III e V e dos interpicos I-III, III-V e I-V foram considerados compatíveis com um equipamento padrão ouro do mercado e, portanto, podem ser utilizados clinicamente para realização de PEATE.

Conclusão

Os componentes do PEATE mensurados com o novo equipamento em adultos ouvintes normais foram similares quanto às orelhas, e as latências absolutas foram menores nas mulheres, ao comparar com os homens.

As latências do PEATE no mesmo indivíduo ouvinte normal ou com perda auditiva neurossensorial, com o NED, foram semelhantes às obtidas com o EP15 / *Interacoustic* padrão ouro do mercado. Nas perdas auditivas neurossensoriais até 60 dBNA, o achado mais frequente no PEATE foi a presença das Ondas I, III, V, com latências absolutas e interpicos dentro da normalidade.

Foram obtidos os valores de referência de normalidade para o PEATE em adultos ouvintes normais.

Referências Bibliográficas

1. Hall JW, New Handbook for Auditory Evoked Responses. Boston: Pearson Education. 1992. p.724-34.
2. Picton TW, Hillyard SA, Kraus HI, Galambos R. Human Auditory Evoked Potentials. I Evaluation of Components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1974;36:179-90.
3. Hassan S, Dimitrov R, Munhoz MSL, Caovilla HH. Da influência do gênero, da intensidade do estímulo e do perímetro cefálico nas latências da Audiometria de Tronco Encefálico. *Acta Awho*. 1997;16(4):150-60.
4. Jewett DL, Williston JS. Auditory evoked far fields average from the scalp of humans. *Brain*. 1971;4:681-96.
5. Matas CG, Leite A, Gonçalves IC, Neves IF. Potenciais Evocados de Tronco Encefálico com Perdas Auditivas Condutivas e Neurossensoriais. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*. 2005;9(4):1-7.
6. Menezes PL. Desenvolvimento de um dispositivo capaz de registrar e analisar potenciais evocados auditivos nos domínios do tempo e das frequências [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.
7. Mallinson BR. Brainstem auditory evoked potentials in the assessment of hearing. *S Afr Med J*. 1986;69:813-16.
8. Hood L. The normal auditory brainstem response. In: Hood L. *Clinical applications of the auditory brainstem response*. San Diego: Singular; 1998. p. 126-44.
9. Tenório GA, Ferrite S, Teive P, Dultra A. Estimativa do diferencial entre os limiares auditivos subjetivos e eletrofisiológicos em adultos normo-ouvintes. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*. 2007;11(1):54-9.
10. Hall JW. *New Handbook for Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson Education. 2006. p. 212-57.
11. Rowe MJ. Normal Variability of the brain stem auditory evoked response in young and old adult subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1978;44:459-70.
12. Stockard JJ, Stockard JE, Westmoreland B, Corfits J. Brainstem Auditory evoked response: normal variations as a function of stimulus and subject characteristics. *Archives of Neurology*. 1979;36:823-31.
13. Van Campen LE, Sammeth CA, May JW, Peek BF. Comparison of etymotic insert and TDH supra-aural earphones in auditory brainstem response measurement. *J Am Acad Audiol*. 1992;3(5):315-23.

14. Munhoz MSL, Silva MLG, Caovilla HH, Frazza MM, Ganança MG, Câmara JLZ. Respostas auditivas de tronco encefálico. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM. *Audiologia clínica*. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 191-220.
15. Anias CR, Lima MAMT, Kós AOA. Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2004;70:84-9.
16. Lima JP de, Alvarenga KF, Foelkel TP, Monteiro CZ, Agostinho RS. Os efeitos da polaridade nos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2008;74(5):725-30.
17. Sequeira MLC, Fukuda Y. Audiometria de tronco cerebral em indivíduos normais: estudo da latência das ondas. *Acta awho*. 1988;VII(1):29-37.
18. Bento RF, Silveira JAM, Ferreira MRM, Fuess VLR, Miniti A. Estudo do padrão de normalidade da audiometria de tronco cerebral (BERA) nas diversas faixas etárias. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 1998;54:37-41.
19. Esteves MCBN, Aringa AHBD, Arruda GV, Aringa ARD, Nardi JC. Estudo das latências das ondas dos potenciais auditivos de tronco encefálico em indivíduos ouvintes normais. *Jornal Brasileiro de Otorrinolaringologia*. 2009;75(3):420-5.
20. Hecox K, Squires N, Galambos R. - Brainstem auditory evoked responses in man. I. Effect of stimulus rise-fall time and duration. *J. Acoust. Soc. Am.* 1976;60:1187-92.
21. Jeger J, Hall J. Effects of age and sex on Auditory Brainstem Response. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(7):387-91.
22. Macedo JCF, Suzuki FA, Felipe RG, Fukuda Y. Audiometria de Tronco Cerebral em indivíduos normais acima de 50 anos. Estudo do tempo de latência comparativo entre os gêneros. *Pró-Fono*. 1990;2(2):21-2.
23. Musiek FE, Kibbe K, Rackliffe L, Weider DJ. The auditory brain stem response I-V amplitude ratio in normal, cochlear, and retrocochlear ears. *Ear Hear*. 1984 Jan-Feb;5(1):52-5.
24. Bauch CD, Olsen WO. Auditory Brainstem Response as a Function of Average Hearing Sensitivity for 2000-4000Hz. *Audiology*. 1988;27(3):156-63.
25. Watson DR. A study of the effects of coclear loss on the auditory brainstem response (ABR) specificity and false positive rate in retrococlear assessment. *Audiology*. 1999; 38(3):155-64.
26. Gorga MP, Reiland JK, Beauchaine KA. Auditory brainstem response in a case of high-frequency conductive hearing loss. *J Speech Hear Disord*. 1985;50:346-50.
27. Gorga MP, Beauchaine KA, Reiland JK, Worthington DW, Javel E. - The effects of stimulus duration on ABR and behavioral thresholds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 1984;76(2): 616-19.
28. Gorga MP, Johnson TA, Kaminski JR, Beauchaine KL, Garner CA, Neely ST. Using a combination of click- and tone burst-evoked auditory brain stem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear Hear* 2006; 27(1):p.60-74.
29. Boettcher FA. Presbiacusis and auditory brainstem response. *J Speech Lang Hear Res Rockville*. 2002;45(6):1249-61.
30. Harkins SW, Lenhardt ML. Effects of age and interstimulus interval on brainstem auditory evoked potential. *Intern J Neuroscience*. 1981;15:107-18.