

Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico

Evaluation of the influence of age in auditory brainstem response

C. R. Anias¹, M. A. M. T. Lima², A. O. A. Kós³

Palavras-chave: potencial evocado auditivo de tronco cerebral, audição, paciente idoso, limiar auditivo, homens.
Key words: auditory brainstem response, hearing, aged patient, hearing threshold, men.

Resumo / Summary

O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (ABR) é um método simples, objetivo e não invasivo de avaliação das vias auditivas do tronco encefálico, que pode ser realizado em qualquer idade e que detecta a atividade elétrica desde a orelha interna até o colículo inferior. O ABR é composto por 7 ondas (I – VII), sendo as ondas I, III e V os componentes mais importantes. O nível de sensação (NS) é uma unidade de estímulo que se baseia no limiar psicoacústico do indivíduo e a esse limiar acrescenta-se uma determinada intensidade de estímulo em decibel (dB), com o objetivo de fornecer a mesma quantidade de energia acústica em caso de perdas auditivas assimétricas. Objetivo: Avaliar a influência da idade no ABR em homens, utilizando o NS como unidade de estímulo. Forma de Estudo: Observacional coorte com corte transversal. Material e Método: Quinze indivíduos do sexo masculino entre 20 e 30 anos e 15 do sexo masculino a partir de 60 anos passaram por um critério clínico de seleção a fim de afastar outros fatores que pudessem influenciar os resultados. Foram determinadas as latências absolutas das ondas I, III, e V e as latências interpicos (LIPs) I-III, III-V e I-V nos 2 grupos e os dados obtidos foram analisados estatisticamente. Resultados: As latências absolutas e interpicos do ABR foram semelhantes nos 2 grupos estudados. Conclusão: No grupo etário analisado e nas condições pré-estabelecidas neste estudo, a idade não representou um fator de influência nos achados do ABR.

Auditory brainstem response (ABR) is a simple, objective, and not invasive method of hearing pathway evaluation, which can be done at any age and which detects the electric activity from inner ear to inferior colliculus. ABR is formed by 7 waves (I – VII), but in general, waves I, III and V are its most important components. The level of sensation is a stimulus unit which is based on the personal psychoacoustic threshold and adding to it a constant intensity of stimulus in decibel (dB) giving the same amount of acoustic energy in case of asymmetric hearing loss. Aim: Evaluate how age influences ABR in men, using level of sensation as a stimulus unit. Study Design: Observational cohort with transversal cut. Material and Method: Fifteen men with ages between 20 and 30 years old and 15 men above 60 years were examined and submitted to a clinical selection criteria in order to avoid any other factor that could influence in the results. The absolute latency of waves I, III and V and the interpeak latencies I-III, III-V and I-V were established in the 2 groups and values evaluated statistically. Results: Absolute and interpeak latencies of ABR were similar in the 2 groups. Conclusion: In the analysed age group and in the prearranged conditions used in this study, the age was not an influence factor in ABR findings.

¹ Mestre em Otorrinolaringologia pela Faculdade de Medicina (FM) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

² Professor Adjunto da Disciplina de Otorrinolaringologia da FM da UFRJ.

³ Professor Titular da Disciplina de Otorrinolaringologia da FM da UFRJ.

Trabalho realizado no Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da UFRJ e parte da dissertação de mestrado apresentada e aprovada em 19/02/2003, para obtenção do título de mestre em Otorrinolaringologia.

Endereço para Correspondência: Christiane Ribeiro Anias – Rua dos Artistas 355/201 Tijuca Rio de Janeiro RJ 20511-130

Tel (0xx21) 2572-0692 – E-mail: chrisra@terra.com.br

Este trabalho recebeu apoio financeiro da CAPES.

Artigo recebido em 08 de setembro de 2003. Artigo aceito em 15 de janeiro de 2004.

INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

Os potenciais evocados auditivos podem ser classificados de acordo com a sua latência (intervalo de tempo decorrido entre a apresentação do estímulo sonoro e o pico das ondas) em 3 grupos:

- Potenciais de curta latência – ocorrem nos primeiros 10 a 12 milissegundos (ms)
- Potenciais de média latência – ocorrem entre 12 e 50 ms
- Potenciais de longa latência – ocorrem entre 50 e 600 ms

O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (ABR) é um potencial de curta latência, que gera uma série de ondas classificadas de I a VII, que surgem nos primeiros 10 ms após a apresentação do estímulo sonoro. Essas ondas são geradas por ativação seqüencial de estruturas da via auditiva e captadas por eletrodos localizados na pele.¹

Com objetivo de determinar os sítios geradores das ondas, Starr e Hamilton² correlacionaram os dados do ABR obtidos em 10 pacientes com lesões de tronco encefálico, confirmadas por necropsia ou cirurgia, e chegaram às seguintes conclusões: a onda I refletia a atividade do nervo auditivo, as ondas II e III a atividade do núcleo coclear, corpo trapezóide e complexo olivar superior e as ondas IV e V refletiam a atividade do lemnisco lateral e do colículo inferior. Estudos mais recentes^{3,4} sugerem as seguintes localizações das ondas: onda I- porção distal do nervo auditivo, onda II- porção proximal do nervo auditivo, onda III- núcleos cocleares, onda IV- complexo olivar superior, onda V- lemnisco lateral, ondas VI e VII- colículo inferior.

O ABR é um método objetivo e não-invasivo que permite a análise neurofisiológica da via auditiva, desde a orelha interna até o tronco encefálico alto.

A utilização do nível de sensação (NS) como unidade de estímulo no ABR tem como objetivo corrigir as diferenças individuais de limiar auditivo tonal a fim de oferecer um estímulo sonoro constante à via auditiva, e, desta forma, equalizar eventuais diferenças de limiar ocorridos em decorrência da idade. O NS baseia-se no limiar auditivo encontrado para determinado tipo de estímulo sonoro pesquisado. A esse limiar acrescenta-se uma intensidade constante de estímulo que normalmente varia entre 60 dB a 70 dB.

Eggermont e Don⁵, estudando o efeito da intensidade do clique sobre as ondas do ABR, encontraram respostas nítidas apenas a partir de 60 dB. Somente a partir desta intensidade as ondas I, III e V foram bem nítidas e reproduzíveis. Em 20 dB NS, por exemplo, apenas a onda V era facilmente identificada. Utilizando uma população de 11 mulheres e 10 homens, Fuzimoto⁶ padronizou a ABR utilizando NS como unidade de estímulo no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho.

Cada serviço deve estabelecer seus valores de normalidade, uma vez que as latências das ondas dependem

de vários fatores como, por exemplo, o parâmetro de estímulo, o aparelho utilizado e as características populacionais como idade e sexo.⁷

A idade é citada como uma variável que modifica os achados do ABR na infância, porém sua real influência na idade adulta permanece controversa, tornando importante estudos que abordem este tema.

A avaliação do ABR em crianças e adultos confirmou a relação inversa existente entre intensidade de estímulo e latência da onda V e mostrou que a latência da onda V diminui progressivamente desde o nascimento até atingir valores iguais aos de adulto em torno de 12 a 18 meses de idade, sugerindo que o grau de mielinização das fibras nervosas e a imaturidade das vias auditivas afetam a latência das ondas.^{8,9}

O ABR de homens com audição normal e de mulheres com audição normal mostra uma diferença significativa das latências das ondas. As latências são menores nas mulheres quando comparadas com os homens.¹⁰⁻¹⁵

Alguns autores descreveram um atraso na latência absoluta de todos os componentes do ABR em pacientes idosos.^{14,16-19,25}

A presbiacusia ocasionada por processos periféricos ocasiona um aumento das latências absolutas das ondas do ABR, porém uma manutenção das LIPs.^{11,17,18,23,24,26}

Outros autores, entretanto, ao estudarem a relação da idade no ABR não encontraram diferenças estatisticamente significativas nas latências das ondas.^{19,20,24}

Wharton e Church²² avaliaram o ABR em 40 indivíduos com audição normal, sendo 10 mulheres jovens (19-25 anos), 10 mulheres no período da menopausa sem reposição hormonal (50-70 anos), 10 homens jovens (19-25 anos) e 10 homens com idade entre 50 e 70 anos, com o objetivo de avaliar a influência do sexo no ABR. Encontraram latências aumentadas em homens quando comparados às mulheres. Em mulheres após o início da menopausa, as latências estavam maiores que nas pré-menopausa, sugerindo que as alterações hormonais, representadas principalmente pela baixa dos níveis plasmáticos de estrogênio, possam influenciar nestes achados.

Freitas e Oliveira²⁸ avaliaram o ABR em 60 indivíduos de ambos os sexos a uma intensidade de 90 dB NA com mascaramento de 50 dB. Os indivíduos foram divididos em 6 grupos de acordo com a faixa etária, sendo metade do sexo feminino e metade do sexo masculino. Encontraram tendência de aumento da latência da onda I e da onda V com o aumento da idade, principalmente em indivíduos com presbiacusia.

O presente trabalho se propõe a analisar e a comparar os valores das latências absolutas das ondas I, III e V e das latências interpicos (LIPs) I-III, III-V, I-V do ABR em um grupo de indivíduos com idade entre 20 e 30 anos e em um grupo de indivíduos com idade superior a 60 anos, utilizando o NS como unidade de estímulo, com o objetivo de avaliar se a idade é um fator que influencia significativamente estes resultados.

CASUÍSTICA E METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Setor de Métodos Especiais (SME) de Otorrinolaringologia do HUCFF da UFRJ.

Neste estudo foram avaliados 30 indivíduos do sexo masculino, sendo 15 com idade entre 20 e 30 anos (grupo I) e 15 com idade a partir de 60 anos (grupo II). Os indivíduos foram selecionados no HUCFF, entre pacientes do ambulatório de Otorrinolaringologia, alunos da graduação da Faculdade de Medicina e funcionários da UFRJ.

Todos os indivíduos foram previamente informados do objetivo do trabalho, bem como dos procedimentos envolvidos e consentiram participar desta pesquisa.

O protocolo de pesquisa foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética Médica do HUCFF cumprindo, desta forma, todos os requisitos necessários para realização de estudo clínico em seres humanos.

Todos os indivíduos participantes apresentaram otoscopia normal e audiometria tonal liminar nas frequências de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz e 8000 Hz com limiares auditivos para tons puros iguais ou menores que 40 dB nível de audição (NA). Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentaram história clínica de doença otológica ou neurológica, história pregressa de *diabetes mellitus*, hipertensão arterial, sífilis ou traumatismo cranioencefálico.

Os exames foram realizados em sala com isolamento acústico e elétrico, com pouca luminosidade e temperatura em torno de 25° Celsius. Inicialmente, foi realizada a identificação do limiar para clique em cada orelha em peNPS. A esses limiares foram acrescentados 70 dB peNPS determinando, então, a intensidade do estímulo em NS a ser empregada para cada orelha no ABR. A orelha contralateral ao estímulo sonoro foi mascarada com ruído branco de 40 dB NPS a menos do que a intensidade do estímulo utilizada.

O ABR foi realizado no aparelho da marca *Amplaid*, modelo *MK15*, com fones auriculares TDH-49, que se encontra no SME no HUCFF, com calibração feita no início do estudo e regularmente monitorizada durante o mesmo.

A seguir os voluntários foram acomodados em uma maca, em decúbito dorsal, de maneira confortável, com o objetivo de permitir um adequado relaxamento muscular. Durante o exame permaneceram com os olhos fechados, muitas vezes atingindo o sono natural. Nenhum tipo de sedação foi utilizada. Após a limpeza da pele com uma solução de álcool-éter a 50% e aplicação de pasta abrasiva, foram fixados eletrodos de superfície de ouro com aproximadamente 0,5 centímetros de diâmetro em formato de concha, utilizando-se pasta eletrolítica de betonita e fita adesiva. Quanto à posição dos eletrodos para a realização do exame, foi utilizada a configuração com 3 canais de registro. O eletrodo terra foi colocado na região mentoniana, os eletrodos negativos (A2 e A1) relacionados à orelha direita (OD)

e à orelha esquerda (OE) respectivamente, foram fixados em ambos os lóbulos das orelhas nas faces anteriores; o eletrodo positivo (Fpz) foi fixado à frente, ao nível do plano sagital, perto da implantação dos cabelos. No momento em que esteve sendo estimulada a OD, a derivação Fpz-A2 foi considerada como registro ipsilateral e a derivação Fpz-A1 fez o registro contralateral. O inverso aconteceu no caso de estimulação da OE. O registro horizontal esteve relacionado à derivação A2-A1. Foram aceitas as impedâncias dos eletrodos abaixo de 5 quilo-ohms (KOhms) e as diferenças intereletrodos abaixo de 3 Kohms.

O ABR foi pesquisado utilizando como estímulo o clique não filtrado, com duração de 100 μ s, com polaridade negativa (rarefeita), a uma velocidade de estímulo de 11 cliques/s e a uma intensidade previamente determinada para cada orelha, expressa em NS. A pesquisa foi sempre monoaural, iniciando-se pela orelha direita, num total de 2000 estímulos. O período de análise foi de 12 ms. A duplicação de cada registro foi realizada para assegurar a reprodutibilidade e fidedignidade das ondas.

Foram utilizadas as derivações ipsilateral, contralateral e horizontal. Os valores de latência foram marcados no registro ipsilateral, sendo os outros registros utilizados apenas para facilitar a identificação das ondas.

Em cada teste foi medida a latência absoluta em ms das ondas I, III e V bem como as LIPs I-III, III-V e I-V para cada orelha. Posteriormente, as ondas foram registradas definitivamente em papel através de uma impressora que faz parte do equipamento utilizado no estudo.

Os valores registrados foram submetidos à análise estatística pela Comissão de Investigação Científica do HUCFF.

Foram analisados os valores da latência absoluta da onda I, III e V, e das LIPs I-III, III-V e I-V através do teste *t* de Student para amostras independentes, com a finalidade de comparar os dois grupos em estudo. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para a análise dos dados de intensidade do clique e de intensidade de estímulo utilizados na pesquisa do ABR.

O critério de determinação de significância adotado foi ao nível de 5%, ou seja, quando o valor de *p* do teste estatístico for menor ou igual a 0,05, então existe significância estatística ($p < 0,05$). A análise estatística foi processada por um software estatístico. Os dados foram expressos em média, desvio padrão (DP), mínimo e máximo para cada grupo.

RESULTADOS

A análise dos registros do ABR foi feita em 30 indivíduos, sendo 15 entre 20 e 30 anos (grupo I) e 15 a partir de 60 anos (grupo II). A média de idade do grupo I foi de 24,0 anos e a média de idade do grupo II foi de 65,6 anos. (Tabela I)

O estudo foi iniciado com a determinação das médias dos limiares para cliques dos indivíduos testados. A média dos limiares do grupo I foi de 40,8 dB peNPS e do grupo II foi de 54,8 dB peNPS. (Tabela II)

Em todos os exames, as ondas I, III e V foram facilmente identificadas e reproduzidas. Não houve morfologia atípica ou dessincronização de ondas.

Posteriormente, foi analisada a latência da onda I, III e V e as LIPs I-III, III-V e I-V para cada orelha, utilizando-se o teste *t* de Student para amostras independentes. Os valores de cada onda e LIPs nos dois grupos estudados são apresentados em média, DP e *p* valor. (Tabela III)

Tabela I. Média de idade de voluntários entre 20 e 30 anos (grupo I) e a partir de 60 anos (grupo II).

Grupo	N	Média de idade	Varição idade	DP
I	15	24,0	20-28	2,16
II	15	65,6	60-82	5,00

N = número de pacientes

DP = desvio padrão

Tabela II. Média dos limiares para clique em peNPS em voluntários entre 20 e 30 anos (grupo I) e a partir de 60 anos (grupo II).

Grupo	N	Média de limiar	Varição do limiar	DP
I	30	40,8	40-45	1,89
II	30	54,8	50-60	3,59

N = número de orelhas

DP = desvio padrão

Tabela III. Média e desvio padrão dos valores de latências absolutas das ondas I, III e V e das LIPs I-III, III-V e I-V em milissegundos (ms) dos voluntários entre 20 e 30 anos (grupo I) e a partir de 60 anos (grupo II).

Latência	Grupo I		Grupo II		p valor
	Média	DP	Média	DP	
I	1,603	0,101	1,621	0,126	0,54
III	3,738	0,147	3,752	0,166	0,72
V	5,640	0,144	5,696	0,155	0,15
I-III	2,134	0,125	2,131	0,181	0,93
III-V	1,902	0,102	1,944	0,183	0,28
I-V	4,037	0,127	4,075	0,182	0,35

DP = desvio padrão

Neste estudo foram analisados apenas pacientes do sexo masculino uma vez que nos homens as latências absolutas são maiores que nas mulheres¹⁰⁻¹³. Allison et al.⁷ relataram um aumento na latência de todas as ondas dos homens em relação às mulheres, principalmente da onda V, sugerindo desta forma analisar os sexos separadamente. Estes aumentos estariam relacionados às diferenças anatômicas da região cefálica entre os dois sexos, fato que não foi comprovado por Costa Neto et al.¹², quando estudaram a influência do sexo e do tamanho da cabeça sobre as latências do ABR. Outro motivo da escolha apenas do sexo masculino foi eliminar o efeito hormonal da menopausa como um fator de confusão dos achados. Existem diferenças hormonais significativas entre as mulheres na faixa etária de 20 a 30 anos quando comparadas com mulheres a partir de 60 anos, principalmente em relação aos níveis de estrogênio sanguíneo. Wharton e Church²² relataram alterações nas latências das ondas do ABR em mulheres na menopausa decorrentes de alterações hormonais.

A intensidade de estímulo utilizado foi de 70 dB NS, ou seja, 70 dB acima do limiar psicoacústico para clique, em virtude das melhores respostas esperadas. Eggermont e Don⁵ mostraram que, abaixo de 60 dB NS, não era possível uma perfeita identificação das ondas I, III e V.

A idade é uma variável importante na análise do ABR em crianças. Crianças normais menores de 24 meses podem apresentar um aumento da latência de todas as ondas do ABR, sendo este aumento mais evidente na onda V. Hecox e Galambos⁸, Lima⁹ sugerem que as mudanças relacionadas à idade nesta faixa etária tendem a refletir o desenvolvimento maturacional dos geradores cocleares e neurais do ABR.

Os efeitos da idade no ABR nos adultos são mais indefinidos e polêmicos. Rowe¹⁶, Harkins¹⁸, Jerger e Hall¹⁴ mostraram que a latência da onda V do ABR aumenta sistematicamente com a idade. O estudo de Rowe¹⁶ foi interpretado como um indicativo de atraso de condução na região pontino-medular como consequência da idade, mas mantendo uma boa condução na região do tronco encefálico. Porém neste estudo Rowe comparou 25 pacientes com idade entre 51 e 74 anos com 25 pacientes jovens e incluiu em seu trabalho pacientes com presbiacusia.

O trabalho de Luccas, Manzano, Ragazzo²⁰ estudou 10 indivíduos normais de ambos os sexos com idade entre 25-49 anos utilizando 60 dB como unidade de estímulo. Este foi um dos poucos trabalhos que utilizou o NS como unidade de estímulo e semelhantemente ao nosso trabalho não evidenciou diferença nas latências absolutas e interpicos da população estudada.

Rosenhall et al.¹¹, Ottaviani et al.²⁴, Freitas e Oliveira²⁸ evidenciaram que a perda auditiva relacionada à idade

(presbiacusia) é descrita no ABR como aumento dos limiares eletrofisiológicos, aumento das latências e/ou diminuição da amplitude das ondas em humanos e em animais. Por esse motivo não é recomendável comparar pacientes jovens com os idosos que apresentem presbiacusia.

Beagley e Sheldrake¹⁰ estudaram 70 indivíduos com audição normal, com idade entre 14 e 79 anos, sendo metade do sexo feminino e metade do sexo masculino e semelhantemente ao nosso trabalho estes autores não encontraram nenhum efeito da idade nas latências absolutas ou nas LIPs.

Macedo¹⁵ mostrou que os efeitos da idade no ABR são mínimos na 6ª e 7ª décadas de vida, especialmente quando os efeitos da presbiacusia são controlados. Por este motivo o nosso trabalho utilizou o NS como unidade de estímulo, pois assim pudemos corrigir as diferenças individuais de limiar auditivo tonal, a fim de oferecer um estímulo sonoro constante à via auditiva e desta forma equalizar as diferenças de limiar ocorridos em decorrência da idade. Tal cuidado não foi tomado pelo estudo de Rowe¹⁶ que utilizou pacientes com perda auditiva e não utilizou o NS para corrigir esta perda.

Os limiares para cliques encontrados em nosso estudo variaram entre 40 e 45 dB peNPS (média de 40,8 dB) no grupo I e entre 50 e 60 dB peNPS (média de 54,8dB) no grupo II. Este achado foi compatível com o estudo de Fuzimoto⁶ que utilizando o NS como unidade de estímulo, analisou 11 pacientes do sexo masculino com audição normal e idade variando entre 20 e 37 anos, encontrou limiares para cliques variando entre 35 e 55 dB peNPS (média de 40,5 dB).

Em nosso estudo não foi encontrada diferença significativa nos achados do ABR, em nenhum dos parâmetros analisados, entre os homens a partir de 60 anos em relação aos de 20-30 anos de idade. Ressaltando que nosso estudo teve o cuidado de excluir pacientes com presbiacusia, hipertensão arterial, diabetes mellitus e doenças neurológicas, além de ter utilizado o NS como unidade de estímulo, a fim de evitar fatores de confusão nos achados da pesquisa.

As controvérsias encontradas na literatura entre os vários estudos relacionando o ABR ao fator idade, em adultos, podem ser devido aos diferentes critérios de seleção dos indivíduos, particularmente em relação ao estado de saúde, critérios de seleção auditiva, sexo dos indivíduos e a unidade de estímulo utilizada.

CONCLUSÃO

O resultado do presente estudo permite concluir que não há diferença estatisticamente significativa nas latências absolutas das ondas I, III e V, nem nas LIPs I-III, III-V e I-V do ABR entre homens com idade entre 20 e 30 anos quando comparados a homens com idade superior a 60 anos, utilizando o nível de sensação como unidade de estímulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human-auditory evoked potential: Possible brain stem components detected on the scalp. *Science* 1970; 167: 1517-8.
2. Starr A, Hamilton AE. Correlation between confirmed sites of neurological lesions and abnormalities of far-field auditory brainstem responses. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1976; 41 (6): 595-608.
3. Ferraro JA, Durrant JD. Auditory evoked potentials: overview and basic principals. In: Katz J. *Handbook of clinical Audiology*. 4th edition 1994; 317-38.
4. Ruth RA, Lampert PA. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Amer* 1991; 24 (2) 349-70.
5. Eggermont JJ, Don M. Analysis of the click-evoked brainstem potentials in humans using high-pass noise masking. II. Effect of click intensity. *J Acoust Soc Am* 1980; 68: 1671-5.
6. Fuzimoto E. Normatização da audiometria de tronco encefálico utilizando nível de sensação como unidade de estímulo. Rio de Janeiro, 1998. 38p. (Tese - Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro).
7. Allison T, Wood CC, Goff WR. Brain stem auditory, pattern-reversal visual, and short-latency somatosensory evoked potentials: latencies in relation to age, sex, and brain and body size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983; 55: 619-36.
8. Hecox K, Galambos R. Brain stem auditory evoked responses in human infants and adults. *Arch Otolaryngol* 1974; 99 (1): 30-3.
9. Lima MAMT. Potencial evocado auditivo – eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: Frota, S. *Fundamentos em Fonoaudiologia* 1ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan; 1998. p.147-60.
10. Beagley HA, Sheldrake JB. Differences in brainstem response latency with age and sex. *Br J Audiol* 1979; 12 (3): 69-77.
11. Rosenhall U, Björkman G, Pedersen K, Kall A. Brain-stem auditory evoked potentials in different age groups. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1985; 62 (6): 426-30.
12. Costa Neto TT, Ito YI, Fukuda I, Ganança MM, Caovilla HH. L' incidence du sexe et de la taille de la tête sur les potentiels évoqués auditifs. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1991; 112 (1):17-9.
13. Hassan S, Dimitrov R, Munhoz MSL, Caovilla HH. Da influência do sexo, da intensidade do estímulo e do perímetro céfálico nas latências da audiometria de tronco encefálico. *Acta AWHO* 1997; 16 (4): 150-60.
14. Jerger J, Hall J. Effects of age and sex on auditory brainstem response. *Arch Otolaryngol* 1980; 106: 387-91.
15. 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 sexos. *Pro-fono* 1990; 2: 21-2.
16. Rowe MJ. Normal variability of the brainstem auditory evoked response in young and old adult subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1978; 44: 459-70.
17. Harkins SW, Lenhardt ML. Age effects on far-field evoked potentials. In: LW Poon, *Contemporary Issues and New Directions in the Psychology of Aging*. American Psychological Association Press 1980; 101-14.
18. Harkins SW. Effects of age and interstimulus interval on brainstem auditory evoked potential. *Intern J Neuroscience* 1981; 15: 107-18.
19. Bento RF, Silveira JAM, Ferreira MRM, Fuess VLR, Minitti A. Estudo do padrão de normalidade da audiometria de tronco cerebral (B.E.R.A) nas diversas faixas etárias. *Rev Bras Otorrinolaringol* 1998; 54 (2): 37-41.
20. Luccas FJC, Manzano GM, Ragazzo PC. Potencial evocado auditivo – Tronco cerebral – Estudo normativo. *Arq Bras Neurocir* 1983; 2: 149-62.

-
21. Macedo JCF. A audiometria de tronco cerebral em indivíduos normais acima de 50 anos. Estudo do tempo de latência das ondas. São Paulo, 1989, 63p. (Tese – Mestrado – Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina).
 22. Wharton JA, Church GT. Influence of menopause on the auditory brainstem response. *Audiology* 1990; 29: 196-200.
 23. Martini A, Comachio F, Magnavita V. Auditory evoked responses (ABR, MLR, SVR) and brain mapping in the elderly. *Acta Otolaryngol* 1991; 476: 97-104.
 24. Ottaviani F, Maurizi M, D'alatri L, Almadori G. Auditory brainstem responses in the aged. *Acta Otolaryngol* 1991; 476: 110-3.
 25. Nozawa I, Imamura S, Fujimori I, Hashimoto K, Shimomura S, Hisamatsu K, Murakami Y. Age related alterations in the auditory brainstem responses and the compound action potentials in guinea pigs. *Laryngoscope* 1996; 106: 1034-9.
 26. López-Escámez JA, Salguero G, Salinero J. Age and sex differences in latencies of waves I, III and V in auditory brainstem response of normal hearing subjects. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1999; 53: 109-15.
 27. Torre III P, Fowler CG. Age related changes in auditory function of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Hear Res* 2000; 142: 131-40.
 28. Freitas MR, Oliveira JAA. Audiometria de respostas evocadas de tronco cerebral em indivíduos idosos com e sem presbiacusia. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001; 62 (2): 171-8.