

Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência: estudo em crianças saudáveis

Auditory Middle Latency Responses: a study of healthy children

Ana Claudia Figueiredo Frizzo ¹, Carolina Araújo
Rodrigues Funayama ², Myriam Lima Isaac ³, José
Fernando Colafêmina ⁴

Palavras-chave: potencial evocado auditivo, respostas
evocadas auditivas.
Keywords: auditory evoked potentials, auditory evoked
response.

Resumo / Summary

Objetivo: Investigar os componentes dos PEAMLs em crianças saudáveis para determinar suas propriedades. **Material e Métodos:** 32 crianças, de ambos os sexos, 10 a 13 anos de idade, sem doenças neurológicas, participaram do estudo. Os dados foram analisados pela estatística descritiva (média e desvio padrão) e por análise de variância (teste F). PEAMLs foram pesquisadas usando estímulo tom burst nas intensidades de 50, 60 e 70 dB NA. **Resultados e Conclusão:** A média de latência dos componentes foi Na = 20.79ms, Pa = 35.34ms, Nb = 43.27ms e Pb = 53.36ms, a 70dB NA. A média dos valores de amplitude NaPa variou de 0.2 a 1.9 uV (M = 1.0 uV). A amplitude aumentou e a latência diminuiu com o aumento da intensidade sonora. A inclinação do complexo de ondas NaPa esteve presente em alguns casos, o que merece atenção em estudos semelhantes ou em mesmo em populações de crianças com dificuldade de fala e linguagem e do processamento auditivo. **Conclusão:** O presente trabalho trouxe informações adicionais sobre as AMLRs e pode servir como referência para outros estudos clínicos ou experimentais em crianças.

Aim: To examine the components of auditory middle latency responses (AMLRs) in a sample of healthy children to establish their properties. **Methods:** Thirty-two children of both genders aged between 10 to 13 years, with no neurological disorders, were included in the study. Data were analyzed statistically by descriptive statistics (mean + SD) and by analysis of variance using the F test. AMLRs were investigated with toneburst stimuli at 50, 60 and 70 dB HL. **Results and Conclusions:** The mean latencies of the components were Na = 20.79 ms, Pa = 35.34 ms, Nb = 43.27 ms, and Pb = 53.36 ms, in 70 dB HL. The mean values for the NaPa amplitude ranged from 0.2 to 1.9 mV (M = 1.0 mV). The amplitude increased and latency decreased with increasing sound intensity. Inclination of the NaPa wave complex was present in some cases, which deserves attention in similar studies or in children with speech, language and auditory processing difficulties. **Conclusion:** This study provides additional information about AMLRs and may be a reference for others clinical and experimental studies in children.

¹ Mestre e Doutoranda em Neurociências pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP. Professor - Universidade de Uberaba, Professor Pós-Graduação da Universidade de Ribeirão Preto e FIR/PE.

² Livre-docente. Professor Doutor do Departamento de Neurologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

³ Doutor. Professora-Assistente, Doutor do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

⁴ Doutor. Professora-Assistente, Doutor do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP. Departamento de Neurologia e Otorrinolaringologia - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

Endereço para correspondência: Rua Tenente Catão Roxo 1573.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 15 de novembro de 2005. cod. 1582.

Artigo aceito em 3 de março de 2007.

INTRODUÇÃO

Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAMLs) consistem em uma sucessão de ondas que permitem a investigação objetiva da integridade da via auditiva central.

A utilidade deste método diagnóstico recentemente vem sendo apreciada pelos audiologistas. Porém, sua aplicação clínica atual requer estudos adicionais, especialmente no que se refere ao estabelecimento de normas e critérios para a identificação de ondas em crianças. A maturação deve ser considerada no uso desta medida para avaliação central e os achados dos PEAMLs em crianças devem ser interpretados com extremo cuidado. Há poucos estudos na literatura brasileira em crianças e a normalidade deste procedimento precisa ser determinada, no entanto, estudos já têm sido feitos em condições patológicas. Anormalidades nas formas de onda, especialmente em Pa e Na podem ser observadas em crianças com lesão ou déficits no processamento auditivo.

O objetivo do presente estudo foi descrever as características dos PEAMLs para diferentes níveis de intensidade sonora de 50, 60 e 70 dB NA com estímulo tom burst em crianças saudáveis de 10 a 13 anos de idade.

Potenciais evocados auditivos de média latência (PEAMLs)

Os PEAMLs são respostas auditivas evocadas após a apresentação de um estímulo sonoro, ocorrendo em 10 a 80ms depois da estimulação.^{1,2} São respostas muito rápidas medidas em milissegundos (ms). As formas de onda aparecem com pico de voltagem positiva (P) e negativa (N), em uma seqüência, representados alfabeticamente por letras minúsculas que incluem os componentes Po, Na, Pa, Nb, Pb e Nc. Esta representação foi introduzida por Goldstein e Rodman em 1967³ e desde então usada universalmente. Atualmente, a onda Po não é considerada um componente que representa os PEAMLs porque reflete principalmente a atividade elétrica da musculatura pós-auricular.⁴ Os PEAMLs têm uma configuração polifásica e são respostas altamente consistentes em estados de alerta e até mesmo durante o sono. As ondas mais frequentemente analisadas são Na, Pa, Nb e Pb que são de maior amplitude e mais consistentes^{5,7}, assim como as formas de onda Na-Pa, que são mais frequentemente usadas e pesquisadas.⁸ A onda de Pb é altamente variável e pode não aparecer em indivíduos normais.⁴

Como os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE), é a consistência da latência e amplitude que facilita a identificação das ondas. A Pa normalmente é a mais robusta, e neste sentido, pode ser comparada à onda de V do PEATE.^{2,4} Se a identificação das ondas for realizada segundo a consistência dos valores de latência e amplitude que compõem os PEAMLs, é possível evitar a interferência da subjetividade na marcação das ondas,

e tornar o procedimento mais fidedigno.

Do ponto de vista clínico, o estudo do PEAMLs é um método diagnóstico útil para a investigação do funcionamento da via auditiva e na estimação da sensibilidade auditiva.⁹ Auxilia no estudo da integridade da função auditiva central em pacientes com alterações de linguagem, fala e aprendizado e distúrbios do processamento auditivo.^{5,10,11} Estudos indicam a participação simultânea de geradores neurais múltiplos na eliciação da resposta cortical elétrica. Colículo inferior, corpo geniculado medial, formação reticular e área auditiva primária participam da geração dos PEAMLs junto às áreas associadas e o corpo caloso. A formação reticular parece estar relacionada amplamente à via auditiva primária e não-primária.⁵

Geradores neurais múltiplos formam dois sistemas de geradores neurais envolvidos na geração do PEAMLs. Um deles desenvolvido precocemente e representa a porção subcortical da via auditiva, considerando que o outro, o cortical, desenvolve num período mais longo de tempo. O desenvolvimento do gerador de neural primário varia entre indivíduos, mas é desenvolvido aproximadamente aos 10 a 12 anos de idade. O Pb provavelmente é uma resposta cortical com características não-primárias que originam de áreas de associação e então não pode ser desenvolvido completamente antes da idade adulta.¹² Logo, a maturação da via auditiva interfere diretamente na geração dos PEAMLs.

O aparecimento das ondas depende mais do estado de sono em crianças mais jovens, em que a geração de respostas é predominantemente subcortical (formação de reticular).⁹ Hall⁴ declarou que há uma interação complexa entre latência e amplitude e a idade do sujeito pesquisado. A amplitude da onda de Pa é, em média, 1.0 mV em sujeitos normais, ocorrendo uma diminuição na amplitude e um aumento na latência em crianças mais jovem que 10 anos. Com base nas considerações anteriores, o objetivo do presente estudo foi examinar os componentes dos PEAMLs em uma amostra de crianças saudáveis para determinar suas propriedades nesta faixa etária.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP (processo n.º 3863/2001) e os pais ou responsáveis assinaram um termo de consentimento livre esclarecido. O estudo de coorte histórica com corte transversal foi conduzido com 32 sujeitos, 18 meninos e 14 meninas, de 10 a 13 anos de idade (mediana: 11,7 anos). Os critérios de inclusão eram nascimento a termo, ausência de doenças neurológicas, normalidade do sistema audível periférico e matrícula em escolas públicas sem necessidades especiais.

A seleção dos sujeitos e a coleta de dados consideraram antecedentes clínicos e sociais obtidos dos arquivos do

Centro Social Comunitário em Saúde da Vila Lobato, uma instituição filiada à Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, para a revisão dos quadros pediátricos dos sujeitos, desde o nascimento até os 18 anos de idade.

A coleta de dados audiológicos foi realizada no laboratório de Percepção Auditiva, Departamento de Psicobiologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Os pacientes foram submetidos a otoscopia, anamnese e avaliação audiológica, usando um audiômetro Maico MA-41 e um analisador de orelha média Teledyne Avionics TA3P (Washington, PA, EUA). Os limiares tonais aéreos não excederam 25 dB NA às frequências de 250 a 8000Hz¹³ e as medidas de imitância acústica apresentaram curvas timpanométricas do tipo A14.

Os PEAMLs foram pesquisadas usando o software ATI Nautilus PE, versão 4.19 c (Lermed S.R.L., Buenos Aires, Argentina) acoplado ao pré-amplificador de um canal de entrada, amplificador de saída, computador e fone TDH-39.

Os sujeitos foram acomodados em uma poltrona reclinável e a sala do exame era protegida acústica e eletricamente. Os sujeitos foram instruídos a manter seus olhos abertos e a permanecer em estado de alerta. A pele foi limpa com uma pasta abrasiva para melhorar a condutividade elétrica e os elétrodos foram fixos com fita adesiva microporosa e pasta eletrolítica. A impedância de cada eletrodo não excedeu 5 k ohms e a diferença em impedância entre eletrodo não excedeu 2 kW.⁴ Os elétrodos ativos foram fixados no vértex (Cz) em referência aos lóbulos da orelha direita (A2) e esquerda (A1), com aquisição alternada e o eletrodo terra foi fixado à orelha de contralateral (Padrão Sistema Internacional 10-2015).

Um total de 500 tons burst ipsilateral apresentados de modo monoaural (platô = 6ms; subida/descida = 2ms), aplicado à intensidade de 50, 60 e 70 dB NA de uma maneira aleatória, a uma frequência de 1000Hz e a uma taxa de estimulação de 5 estímulos/segundo, tempo de análise de 70 ou 100ms, filtro passa-banda de 3 a 100Hz, polaridade alternada e sensibilidade de 75mV. O tempo médio de exame foi de aproximadamente 35 minutos. Todas as gravações foram reproduzidas para garantir a confiabilidade dos registros e as ondas eram marcadas

nos traçados de melhor replicação.

As ondas foram identificadas com base da consistência dos valores de latência e amplitude de seus componentes. Assim, considerando a sucessão dos componentes e a replicação dos traçados foram obtidos: Na era o primeiro pico negativo mais alto entre 12 e 27ms, Pa, o pico positivo mais alto depois da onda Na, entre 25 e 40ms. A onda de Pa era a mais proeminente entre as ondas do PEAML. Nb, o pico positivo imediatamente depois de Pa, entre 30 e 50ms. Pb, o pico positivo subsequente mais alto, imediatamente depois de Nb, entre 45 e 65ms.^{1-4,8}

A identificação do complexo Na-Pa-Nb foi usada para facilitar a visualização das ondas.¹⁶ Os valores de amplitude interpico Na-Pa também foram analisados, marcados do primeiro maior pico negativo ao primeiro maior pico positivo entre 0.5 - 2 mV e 0.4 - 2.58 mV, de acordo com a literatura.^{7,17}

Como um reflexo das distinções de base neurofisiológicas, a análise da amplitude dos PEAMLs foi utilizada apenas em uma comparação intra-individual dos valores para cada orelha (Cz-A1/A2), o qual chamamos o Efeito de Orelha, devido às limitações do equipamento. Cada resposta em um lado ou o outro não deveria ser menor que 50% no mesmo indivíduo.^{11,18} Níveis normais foram estabelecidos usando 2,5 desvios-padrões acima ou abaixo da média da população estudada, que conferiu um nível de confiança de 99.4% de acordo com normas americanas para padrões de medidas eletrofisiológicas.¹⁹

Os dados estatísticos foram analisados usando o software SAS. Foram realizadas estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise de variância usando o teste de F que considerou o efeito de três fatores: orelha (A1 e A2), intensidade (50, 60 e 70 dB) e ondas (Na, Pa, Nb, Pb). O nível de significação foi fixado a 5% em todas as análises e os valores significantes foram marcados com um asterisco nas tabelas.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos por estatísticas descritivas, a média e o desvio padrão para a latência das ondas às diferentes intensidades para disposição de eletrodo Cz-A1/A2. Os componentes Na, Pa

Tabela 1 – Média (M) e Desvio Padrão (SD) das latências das ondas nas diferentes intensidades para Cz-A1/A2 (n = 32).

Intensidade (dB NA)	Cz-A2 Latência (ms)								Cz-A1 Latência (ms)							
	Na		Pa		Nb		Pb		Na		Pa		N b		Pb	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
50	22.3	3.5	34.1	4.3	43.2	5.2	55.1	5.5	22.7	3.2	36.5	4.0	44.9	5.0	56.8	4.6
60	22.4	2.5	34.7	3.9	43.0	5.4	54.9	5.0	22.5	2.1	35.4	3.7	43.8	4.2	54.9	4.8
70	20.6	2.9	34.8	4.5	42.7	5.8	55.6	5.9	20.9	2.8	35.8	5.4	43.8	6.5	55.1	6.3

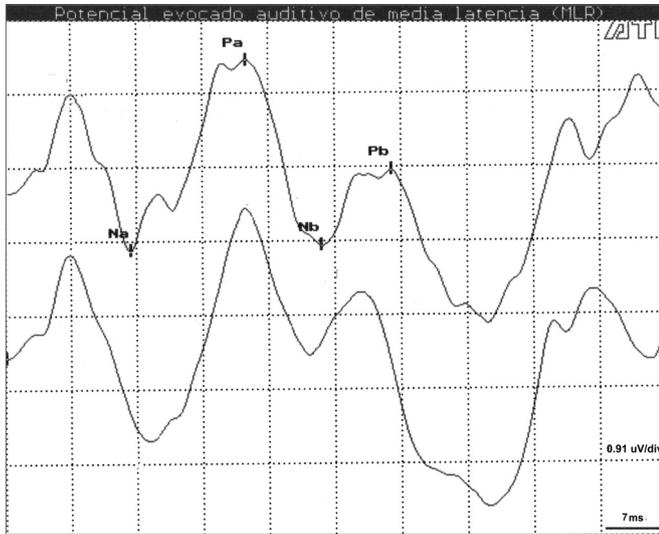


Figura 1. Registro de PEAML a 70 dBNA com replicação.
Legenda: mV= microvolts;ms = milissegundos.

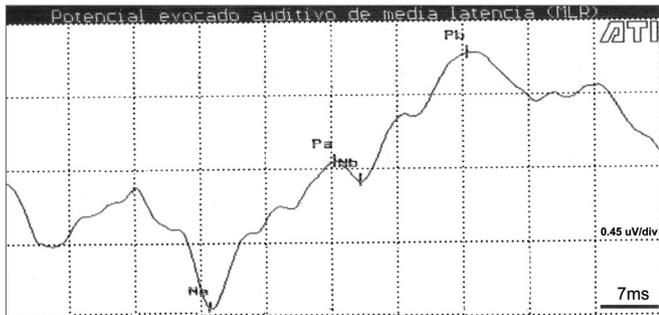


Figura 2. Registro de PEAML a 70dBNA de uma criança (13 anos de idade)
Legenda: mv= microvolts;ms = milissegundos.

e Nb foram observados em todos os sujeitos (100%) a intensidades altas e médias (Figura 1). As formas de onda Na-Pa foram as mais consistentes e os componentes mais facilmente identificáveis, com reprodutibilidade alta e 100% de detectabilidade. O componente Pb não foi identificado em apenas 4 registros (2.0%) de 192 medidas.

Foram observadas quatro medidas com valores de latência fora do 2.5 SD na população estudada; 0.51% das medidas obtidos de quatro assuntos estavam fora do padrão, enquanto garantindo um 98.99% intervalo de confiança. Na comparação interaural para a investigação do efeito de orelha, apenas 6 sujeitos apresentaram amplitude menor que 50%.

A reprodutibilidade dos traçados foi parcial (65.1%) e a variabilidade intra- e intersujeito foi considerável, independente da intensidade investigada. Porém, foram obtidos mais baixos valores de SD para a onda Na (Tabela 1). Os valores de amplitude Na-Pa variaram entre 0.15 e 1.9 mV (M = 1.0 mV) (Tabela 2).

Tabela 2 – Média (M) e Desvio Padrão (SD) das amplitudes das ondas nas diferentes intensidades para Cz-A1/A2 (n = 32).

Intensidade (dB NA)	Cz-A2 Amplitude (µV) Na-Pa			Cz-A1 Amplitude (µV) Na-Pa		
	M	Min	Max	M	Min	Max
50	0.81	0.16	1.60	0.53	0.15	1.70
60	0.99	0.20	1.90	0.82	0.28	1.50
70	1.05	0.16	1.90	1.02	0.38	1.90

Tabela 3 – Média e variância das latências na análise de Efeito de Orelha.

Intensidade (dB NA)	Cz-A2	Cz-A1	Teste F
			(p ≤ 0.05)
50	38.76	40.27	8.70** (p = 0,003)
60	38.82	39.21	0.58
70	38.43	38.95	1.01
Test F	0.32	3.75* (p = 0.02)	

A Tabela 3 mostra a média e a variância das medidas às diferentes intensidades para a derivação de eletrodo Cz-A1/A2. Na maioria das medidas não havia nenhuma diferença significativa, mas à intensidade de 50 dB NA, os valores obtidos de Cz-A1 foram mais prolongados em comparação a Cz-A2.

A Tabela 4 mostra a média das medidas da onda Na à intensidade de 50 dB NA foi significativamente mais alta que a média obtida à intensidade de 70 dB NA. Porém, não houve nenhuma diferença significativa entre as médias obtidas para a onda Na à intensidade de 60 dB NA. E nenhuma diferença significativa foi observada para as ondas Pa, Nb e Pb às intensidades de 50, 60 e 70 dB NA.

Tabela 4 – Média e Variância das latências para diferentes intensidades e ondas.

Intensidade (dB NA)	Na	Pa	Nb	Pb
50	22.56	35.35	44.09	56.07
60	22.49	35.13	43.44	55.01
70	20.79	35.34	43.27	55.36
F Teste	3.83* (p = 0.02)	0.76	0.72	1.11

Em alguns casos (04 crianças) foi observada uma inclinação do complexo Na-Pa associada a um prolongamento da latência da onda de Na, uma redução da amplitude da onda de Pa e negatividade da onda Nb, que dificultou a identificação das ondas Pa e Nb (Figura 2).

DISCUSSÃO

Na, Nb e Pa foram os componentes dos PEAMLs com maior porcentagem de identificação (100%) a todas as intensidades pesquisadas. De acordo com os dados informados por Ozdamar e Kraus⁵ em seus estudos, Na e Pa também foram observados em 100% dos casos, e Nb em aproximadamente 85% de casos. Pb esteve ausente em 2% das medidas deste estudo, o que aconteceu independentemente da intensidade apresentada. A porcentagem de detectabilidade da onda de Pb varia de 30 a 50% na literatura.^{3,5} Pb é um componente cortical, especialmente do córtex auditivo associativo ou não-primário^{12,20}. Logo, parece haver menor interferência da resposta exógena (frequência do estímulo) na geração desta onda.

As latências observadas para as ondas Na, Pa, Nb e Pb foram ligeiramente prolongadas comparadas a outros estudos em crianças na mesma idade.^{11,16} No entanto, latências mais longas são obtidas usando estímulos tonais em relação aos estímulos cliques.^{5,21}

Com relação ao alto grau de variabilidade dos valores de latência, Ozdamar e Kraus⁵ observaram um alto nível de variação nos componentes dos PEAMLs em relação ao PEATE. Por outro lado, Goldstein e Rodman³ informaram que o PEAMLs apresentam um padrão consideravelmente consistente de resposta para baixo, médio e intensidades altas. Mendel e Goldstein⁶ declararam que a latência dos componentes está relacionada à sua variabilidade, ou seja, quanto mais longa a latência, maior a variação das ondas. No presente estudo, foram obtidos desvios-padrão mais baixos para onda Na e apenas 4 medidas excederam 2,5 desvios-padrão, garantindo um grau de confiança de 98,99%, o que viabiliza o uso deste método a um nível de confiança desejável e sugere homogeneidade estatística dos dados.

A consistência das formas de onda Na-Pa e a amplitude Na-Pa observada no estudo foi concordante com a literatura consultada.^{11,18} Por outro lado, respostas miogênicas que ocorrem na mesma latência das ondas, podem trazer interferências aos registros e impedir a reprodutibilidade total dos traçados⁴, o que pode ter contribuído para a reprodutibilidade parcial (65,1%) dos registros neurais deste estudo.

A inclinação do complexo Na-Pa, o prolongamento da latência da onda de Na, a redução da amplitude da onda de Pa e da negatividade da onda Nb, presente em alguns casos, configura uma morfologia possível de acordo com Ozdamar e Kraus⁵, porém vale ressaltar que as crianças com este padrão de registro neste tiveram queixas de dificuldades escolares, de acordo com anamnese, o que sugere a necessidade de realização de estudos em crianças saudáveis ou mesmo em condições patológicas.

De acordo com Kraus et al.¹⁶ e Hall⁴, as latências das ondas são equivalentes nos modos ipsilateral e con-

tralateral de estimulação. Porém, outros estudiosos²² relataram que a latência é menor para registro contralateral em relação à ipsilateral, concordando que a estimulação ipsilateral prolonga a latência das ondas.

No presente estudo, a relação entre o aumento em intensidade e a redução em latência confirma observações prévias^{3,4} que mostra aumentos progressivos em intensidade de até 40-50 dB SPL a partir do limiar tonal dos sujeitos e uma redução gradual de latência de onda. A níveis mais altos de intensidade, a latência de onda permanece relativamente constante. De acordo com Borgmann et al.²¹, se um estímulo tonal é usado um aumento em intensidade de 40-80 dB NA provoca uma diminuição pequena na latência das ondas finais, efeito mais significativo observado nas ondas iniciais.

McGee e Kraus¹² declararam em seus estudos as características de mudanças dos PEAMLs não só em termos de morfologia de onda e neurodesenvolvimento, mas também em termos da segurança da resposta. Para eles, componentes neurais corticais e subcorticais são responsáveis pela geração da onda de Pa. Em crianças menores as respostas são atribuídas predominantemente a geradores neurais subcorticais que começam seu desenvolvimento mais cedo. A resposta de adultos é dominada por geradores neurais corticais que começam a desenvolver depois. A ocorrência de algum distúrbio que envolva o sistema de geração do PEAML pode causar um desenvolvimento mais lento ou resultar em anormalidades dos PEAMLs. As anormalidades serão melhores estabelecidas no contexto do desenvolvimento neuromaturation e com a obtenção de informações mais precisas das características normais em crianças como era o propósito do presente trabalho.

CONCLUSÃO

O presente trabalho trouxe informações adicionais sobre os PEAMLs e poderá servir como referência para outros estudos clínicos ou experimentais em crianças saudáveis ou com dificuldade de fala e linguagem e do processamento auditivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ruth RA, Lambert PR. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Am* 1991;4:349-70.
2. Kraus N, Kileny P, McGee T. Middle Latency Auditory Evoked Potentials In: Katz J, ed. *Handbook of Clinical Audiology*. 4th ed. Baltimore: Williams e Wilkins; 1994 p. 387-405.
3. Goldstein R, Rodman LB. Early components of the averaged evoked responses to rapidly repeated auditory stimuli. *J Speech Hear Res* 1967;10:697-705.
4. Hall J. *Handbook of Auditory Evoked Responses*. Boston: Allyn e Bacon; 1992 p.871
5. Ozdamar O, Kraus N. Auditory middle latency responses in humans. *Audiology* 1983;22:34-49.
6. Mendel M, Goldstein R. The effect of test conditions on the early components of the averaged electroencephalic response. *J Speech Hear Res* 1969;12:344-50.

-
7. Musiek FE, Geurkink NA, Weider DJ, Donnelly K. Past, present, and future applications of the audiometry middle latency response. *Laryngoscope* 1984;94:1545-53.
 8. Musiek FE, Lee WW. Potenciais evocados auditivos de média e longa latência. In: Musiek F, Rintelmann WF, eds. *Perspectivas Atuais em Avaliação Auditiva*. Barueri: Manole; 2001 p.239-67.
 9. Kraus N, McGee T, Carrell D, Sharma A. Neurophysiologic bases of speech discrimination. *Ear Hear* 1995;16:19-37.
 10. Purdy SC, Kelly AS, Davies MG. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. *J Am Acad Audiol* 2002;13:367-82.
 11. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML *Neuroaudiology: Case Studies*. San Diego: Singular Publishing Group; 1994 279 p.
 12. McGee T, Kraus N. Auditory development reflected by middle latency response. *Ear Hear* 1996;17:419-29.
 13. Davis H, Silverman SR. *Hearing and Deafness*. 4 ed. New York: Rinehardt e Wilson; 1978.
 14. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol* 1970;99:1-9.
 15. Jasper HH. The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1958;10:371-5.
 16. Kraus N, Smith DI, Reed NL, Stein LK, Cartee C. Auditory middle latency responses in children: effects of age and diagnostic category. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1985;62:343-51.
 17. Costa S M B, Costa Filho OA, Cardoso MRA. Estudo do potencial auditivo de média latência: efeito de orelha, sexo e idade. *Pró-fono*. 2003;15:181-8.
 18. Chermak GD, Musiek FE. *Central Auditory Processing Disorders*. San Diego: Singular Publishing Group; 1994 374 p.
 19. American EEG Society - Clinical evoked potentials guidelines. Recommended standards for normative studies of evoked potentials, statistical analysis of results and criteria for clinically significant abnormality. *J Clin Neurophysiol* 1994;11:45-47.
 20. Littman T, Kraus N, McGee T, Nicol T. Binaural stimulation reveals functional differences between midline and temporal components of the middle latency responses in guinea pigs. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992;84:362-72.
 21. Borgmann C, Rob B, Draganova R, Pantev C. Human auditory latency responses: influence of stimulus type and intensity. *Hear Res* 2001;158:57-64.
 22. Kanno A, Nakasato N, Mrayama N, Yoshimoto T. Middle and long latency peak source in auditory evoked magnetic fields for tone burst in humans. *Neurosci Lett* 2000;293:187-90.