

A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica*****

Auditory steady-state response in the auditory evaluation: clinical application

Josilene Luciene Duarte*
Kátia de Freitas Alvarenga**
Tatiana Manfrini Garcia***
Orozimbo Alves Costa Filho****
Otávio G Lins*****

*Fonoaudióloga. Mestre em Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Endereço para correspondência: Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Alameda Doutor Otávio Pinheiro Brisolla, 9-75 - Bauru - SP - CEP 17012-901 (josileneduarte@uol.com.br)

**Fonoaudióloga. Professora Livre Docente do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.

***Fonoaudióloga. Especialista em Audiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Profissional da Prática Profissionalizante em Fonoaudiologia do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo

****Otorrinolaringologista. Professor Titular do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.

*****Neurofisiologista. Doutor em Medicina - Neurologia pela Universidade Federal de São Paulo. Professor Adjunto do Departamento de Neuropsiquiatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco.

*****Trabalho Realizado no Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 28.08.2007.

Revisado em 26.03.2008.

Aceito para Publicação em 3.06.2008.

Referenciar este material como:



Duarte JL, Alvarenga KF, Garcia TM, Costa Filho OA, Lins OG. A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2008 abr-jun;20(2):105-10.

Abstract

Background: the auditory steady state response (ASSR) is an electrophysiological procedure that evaluates, at the same time, the hearing thresholds of both ears at various frequencies. This procedure reduces the time of testing and enables the stimulation of levels close to 125dB HL, characterizing residual hearing. **Aim:** to verify the applicability of the ASSR to determine the hearing thresholds in different levels of sensorineural hearing loss. **Method:** 48 individuals aged 7-30 years, with different levels of hearing loss were assessed. The Pure tone Audiometry (PTA) and the ASSR were carried out in following carrier frequencies 0.5; 1; 2 and 4k Hz. The carrier frequencies in the ASSR were modulated in amplitude and frequency, with multiple dicotic stimulation for mild and moderate hearing loss. Simple stimulation was used to test the other hearing deficit levels. **Results:** there was a significant association ($p < 0.01$) between the thresholds obtained in the PTA and in the ASSR for all of the tested frequencies, especially for the severe levels. However, for some patients, the hearing loss level was overestimated in the ASSR. **Conclusion:** the ASSR can be used to estimate the PTA threshold; nevertheless, it should not be analyzed in an isolated way, but seen as a complementary procedure to the behavioral auditory assessment.

Key Words: Auditory Evoked Potential; Steady-State; Audiometry; Sensorineural Hearing Loss.

Resumo

Tema: a resposta auditiva de estado estável (RAEE) é um procedimento eletrofisiológico que permite avaliar ao mesmo tempo os limiares auditivos de várias frequências em ambas as orelhas, reduzindo assim o tempo de teste, e permite estimular até níveis próximos a 125dB HL, caracterizando assim a audição residual. **Objetivo:** verificar a aplicabilidade da RAEE para determinar os limiares auditivos nos diferentes graus de perda auditiva neurossensorial coclear. **Método:** foram avaliados 48 indivíduos com idade entre sete e trinta anos e diferentes graus de perdas auditivas. A Audiometria Tonal Liminar (ATL) e a RAEE foram avaliadas nas seguintes frequências portadoras, 0,5; 1; 2 e 4k Hz. As frequências portadoras na RAEE foram moduladas em amplitude e frequência, com estimulação múltipla e dicótica nas perdas auditivas de grau leve e moderado. Estimulação simples foi utilizada nos outros graus de perdas auditivas. **Resultados:** houve associação significante ($p < 0,01$) entre os limiares obtidos na ATL e RAEE para todas as frequências testadas, principalmente para perdas auditivas de grau profundo. Contudo em alguns pacientes o grau da perda auditiva pode ser super-estimado. **Conclusão:** a RAEE pode ser utilizada para prever os limiares auditivos da ATL, porém não deve ser analisada de forma isolada, mas de forma complementar a avaliação audiológica comportamental.

Palavras-Chave: Potenciais Evocados Auditivos; Estado Estável; Audiometria; Perda Auditiva Neurossensorial.

Introdução

A resposta auditiva de estado estável (RAEE) é um exame eletrofisiológico que vem sendo empregado em grandes centros como um procedimento auxiliar no diagnóstico da perda auditiva infantil. Como vantagens destacam-se a possibilidade de avaliar simultaneamente várias frequências apresentadas simultaneamente nas duas orelhas^(1,2,3,4), diminuindo assim o tempo do exame quando comparado a mesma avaliação realizada por meio do potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com estímulo *tone burst*^(5,6,7); utilizar estímulo de teste que permite avaliar até níveis próximos a 125dB HL, contribuindo para medir a audição residual nos casos de perdas auditivas de grau severo e profundo em que existe ausência de resposta no PEATE^(5,8); além da decisão sobre a presença ou ausência da resposta ser definida com a ajuda de técnicas estatísticas⁽⁹⁻¹⁰⁾.

Nos casos de perda auditiva sensorial, os limiares auditivos obtidos por meio da RAEE têm demonstrado forte correlação com os limiares comportamentais obtidos por meio do *visual reinforcement audiometry* (VRA) e/ou audiometria condicionada^(6, 11-13, 14-16), assim como por meio da audiometria tonal liminar (ATL)⁽¹⁷⁻²¹⁾. Com relação ao grau da perda auditiva sensorial, os estudos mostraram correlação mais fraca para as perdas menos acentuadas^(7, 22-24). Entretanto, a maioria dos estudos realizados deu um enfoque maior para a perda auditiva de grau severa e profunda, mostrando a necessidade de pesquisas que mostrem a relação entre os limiares da ATL e RAEE também nas perdas auditivas de menor grau.

O objetivo do presente estudo foi verificar a associação entre os limiares tonais e os obtidos na RAEE em indivíduos com diferentes graus de perda auditiva sensorial.

Método

O estudo foi desenvolvido na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) e no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (CPA-HRAC), ambos da Universidade de São Paulo (USP), sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da FOB-USP (Processo número 100/2005).

Foram avaliados 48 indivíduos com diagnóstico de perda auditiva sensorial, sendo 25 do sexo masculino e 23 do sexo feminino, com idade média

de 15,9 ($\pm 6,5$), onde a idade mínima foi de oito e máxima de 30 anos. A idade mínima foi definida a fim de possibilitar a obtenção de limiares auditivos confiáveis na ATL.

A RAEE foi realizada em ambas as orelhas, com exceção de dois indivíduos em que foi realizada somente na orelha direita, em virtude da interrupção do teste, porque a criança acordou e não foi possível agendar retorno.

Processo de avaliação

Todos os indivíduos foram atendidos por um médico otorrinolaringologista a fim de garantir condições adequadas para realizar a avaliação audiológica.

A audiometria tonal liminar foi realizada em cabine acústica por meio do audiômetro Madsen, modelo Midimate 622, utilizando-se fones supra-aurais do tipo TDH 39. Foram avaliadas as frequências de 0,5, 1, 2 e 4k Hz por condução aérea e óssea em ambas as orelhas, a fim de confirmar os limiares audiológicos e a configuração do audiograma no dia do teste. As intensidades máximas testadas foram de 60dB HL por via óssea; e 115, 120, 115 e 115dB HL por via aérea para as frequências de 0,5; 1; 2 e 4k Hz, respectivamente. Também foi realizada timpanometria para assegurar funcionalidade de orelha média, no momento do teste.

Resposta auditiva de estado estável (RAEE)

Os limiares da RAEE foram pesquisados no mesmo dia da avaliação audiológica convencional por meio do sistema MASTER (*Multiple Auditory Steady-State Response*), versão 2.04.i00 e marca Bio-logic Systems Corp.

Estímulo

Foram utilizados dois parâmetros de apresentação do estímulo, em virtude dos diferentes graus de perda auditiva e a forma de apresentação sonora disponível no equipamento.

Primeiro parâmetro (perda auditiva leve e moderada)

Foram avaliadas as frequências portadoras de 0,5; 1; 2 e 4k Hz, simultaneamente e em ambas as orelhas, sendo apresentados oito estímulos (quatro em cada orelha) modulados 100% em amplitude e 20% em frequência, nas frequências de modulação de 84,375; 89,062; 93,750; e, 98,437Hz para a orelha

direita; e 82,031; 86,719; 91,406; e, 96, 094Hz para a orelha esquerda. Os estímulos foram apresentados ao indivíduo por meio de fones de inserção 3A, começando na intensidade de 80dB HL nos indivíduos com perda auditiva moderada; e 50dB HL na perda auditiva leve, diminuindo em passos de 10dB até que não fosse mais observada resposta e subindo em passos de 5dB para determinar o limiar eletrofisiológico.

Segundo parâmetro (perda auditiva severa e profunda)

Foram avaliadas as frequências portadoras de 0,5; 1; 2 e 4k Hz, com estimulação simples e dicótica, pois nas intensidades superiores a 80dB HL o equipamento não permite a estimulação múltipla na mesma orelha. A pesquisa do limiar da RAEE foi realizada inicialmente na frequência de 0,5k Hz, seguida de 4k Hz, 1k Hz e 2k Hz respectivamente. As frequências portadoras foram moduladas 100% em amplitude e 20% em frequência na frequência de modulação de 69,141Hz para a orelha direita e 66,797Hz para a orelha esquerda, em todas as frequências avaliadas. Os estímulos foram apresentados ao indivíduo por meio de fones de inserção 3A, começando na intensidade de 100dB HL para os indivíduos com perda auditiva severa e nas intensidades máximas permitida pelo equipamento nos indivíduos com perda auditiva profunda, que foram 117dB HL para a frequência de 0,5k Hz, 121dB HL para a frequência de 1k Hz, 119dB HL para a frequência de 2k Hz e 118dB HL para a frequência de 4k Hz. O limiar foi determinado diminuindo a intensidade em passos de 10dB até que não fosse mais observada resposta e subindo em passos de 5dB para determinar o limiar eletrofisiológico.

Registro da RAEE

Para o registro da RAEE, o indivíduo permaneceu deitado confortavelmente em sono natural ou relaxado em uma maca localizada dentro de uma cabine com isolamento acústico e elétrico, em uma sala tratada acusticamente. Foram utilizados eletrodos descartáveis posicionados em Fz (eletrodo ativo), Oz (referência) e Fpz (terra), sendo que a impedância dos mesmos foi mantida abaixo de 5Kohm e a diferença entre as impedâncias menores que 2Kohm. O eletroencefalograma foi coletado utilizando um ganho de 50000, filtro passa-banda de 1Hz à 300Hz, 6dB/oitava e ritmo de conversão analógica-digital (AD) de 1kHz.

Cada varredura durava 16 segundos e era constituída de 16 períodos de 1 segundo cada. Um período era rejeitado quando a amplitude excedia $\pm 40\mu V$. O número de varreduras foi determinado baseado no aparecimento da resposta ou na intensidade testada. Nas intensidades iguais ou superiores a 90dB HL este número variou de 10 a 12. Nas intensidades iguais ou inferiores a 80dB HL o número de varreduras variou de 18 a 45. A intensidade era diminuída em 10dB quando a resposta se mostrava estatisticamente significativa e não mudava após 12 varreduras consecutivas ⁽²⁶⁾.

Análise da RAEE

As varreduras promediadas eram analisadas automaticamente utilizando o espectro de frequências resultante do *Fast Fourier Transform* (FFT) e consistiu na verificação da amplitude da RAEE em uma frequência de modulação específica comparada às frequências adjacentes (60 bins de frequências para baixo e 60 bins de frequências para cima da resposta) e analisada por um teste F com intervalo de confiança de 95% ⁽²⁷⁾. Uma resposta era considerada presente com valor de $p < 0,05$.

Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada por meio dos coeficientes de correlação de Pearson (r) para comparar os limiares obtidos por meio da ATL e RAEE e estudo da concordância entre o grau da perda auditiva com seu respectivo coeficiente de concordância (Kappa).

Resultados

Na análise individual dos resultados foi observado que alguns indivíduos com perda auditiva sensorial de grau profundo apresentaram presença de resposta na ATL e ausência no RAEE, ou mesmo ausência de resposta em ambos os procedimentos. Os coeficientes de correlação de Pearson ao comparar os limiares obtidos por meio de RAEE e da ATL, para as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz foram de 0,88; 0,93; 0,93 e 0,88 para a orelha direita e de 0,82; 0,87; 0,90 e 0,90 para a orelha esquerda, respectivamente. Estes coeficientes foram estatisticamente significante ($p < 0,01$).

As Tabelas 1 e 2 apresentam a classificação do nível de audição para a ATL e RAEE, determinada pela média dos limiares das frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz, de acordo com a OMS ⁽²⁵⁾. A Tabela 3 mostra o coeficiente Kappa para a concordância observada em ambos os procedimentos.

TABELA 1. Distribuição da casuística de acordo com a classificação do nível de audição encontrado para a orelha direita, definida pela média dos limiares das frequências de 0,5 a 4k Hz da ATL e RAEE.

Classificação do Nível de Audição - Orelha Direita													
ATL	RAEE												
	# Normal		Leve		Moderada		Severa		Profunda		Total		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
normal	1	2	2	2	1	4	-	-	-	-	4	8	
leve	-	-	1	2	5	10	1	2	-	-	7	15	
moderada	-	-	-	-	2	4	5	10	4	8	11	23	
severa	-	-	-	-	-	-	2	4	6	13	8	17	
profunda	-	-	-	-	-	-	-	-	18	38	18	38	
TOTAL	1	2	3	6	8	17	8	17	28	58	48	100	

Legenda: RAEE = Resposta Auditiva de Estado Estável; ATL = Audiometria Tonal Liminar; # = Indivíduo com configuração da curva audiométrica descendente na orelha direita.

Discussão

Com a implantação da triagem auditiva inserida em programas de saúde auditiva neonatal, há a necessidade de que os profissionais que atuam nos centros de referência se aperfeiçoem para realizar o diagnóstico audiológico e tratamento, caso necessário, nos recém-nascidos que foram encaminhados por terem sido identificados como de risco para a perda auditiva.

Dentre os procedimentos disponíveis para a avaliação audiológica infantil, a RAEE é um procedimento eletrofisiológico que vem sendo amplamente pesquisado por centros nacionais e internacionais, em virtude das vantagens que este pode trazer na avaliação audiológica infantil, dentre as quais, fornecer informações sobre os limiares psicoacústicos em uma faixa etária que não apresenta o desenvolvimento cognitivo necessário para responder aos métodos comportamentais.

Outro aspecto importante é que o implante coclear está sendo indicado em idades cada vez mais precoces, (inferiores há um ano) e a RAEE tem sido apresentada como um procedimento promissor para definir o limiar tonal nesta população. A audiometria por RAEE preenche uma lacuna na avaliação audiológica, pois o PEATE apresenta limitação na intensidade máxima de realização do teste (geralmente 90dB nHL), não medindo assim a audição residual⁽¹⁴⁾. Finalmente, a audiometria tonal por RAEE pode ser realizada em menor tempo que a audiometria por PEATE⁽⁵⁻⁶⁾.

TABELA 2. Distribuição da casuística de acordo com a classificação do nível de audição encontrado para a orelha esquerda, definida pela média dos limiares das frequências de 0,5 a 4kHz (OMS, 1997) da Audiometria Tonal Liminar e Resposta Auditiva de Estado Estável.

Classificação do Nível de Audição - Orelha Esquerda													
ATL	RAEE												
	# Normal		Leve		Moderada		Severa		Profunda		Total		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
normal	1	2	-	-	-	-	1	2	-	-	2	4	
leve	-	-	1	2	5	11	1	2	-	-	7	15	
moderada	-	-	1	2	3	7	4	9	-	-	8	17	
severa	-	-	-	-	-	-	4	9	6	13	10	22	
profunda	-	-	-	-	-	-	-	-	19	41	19	41	
TOTAL	1	2	2	4	8	17	10	22	25	54	46	100	

Legenda: RAEE = Resposta Auditiva de Estado Estável; ATL = Audiometria Tonal Liminar; # = Indivíduo com configuração da curva audiométrica descendente na orelha esquerda.

TABELA 3. Valores do coeficiente Kappa para a concordância entre o grau da perda auditiva para a Audiometria Tonal Liminar e Resposta Auditiva de Estado Estável em ambas as orelhas.

Orelha	Concordância Observada (%)	Kappa	Intervalo de Confiança (95%)	
			Limite Inferior	Limite Superior
OD	50	0,74	0,58	0,84
OE	61	0,77	0,58	0,87

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

Por se tratar, contudo, de um procedimento relativamente recente em nosso meio, faz-se necessário estudos sobre a relação entre limiares comportamentais definidos por meio da ATL e a RAEE.

Pode-se observar que houve associação significativa ($p < 0,01$) entre os limiares auditivos determinados por meio da ATL e da RAEE e os coeficientes de correlação r demonstraram forte correlação entre os procedimentos, corroborando com os estudos da literatura estudada ⁽¹⁷⁻²⁰⁾.

Muitos estudos relataram uma menor correlação entre os limiares da ATL e RAEE para a frequência de 0,5k Hz ^(17,7,23), como também para a frequência de 4k Hz ⁽²¹⁾. Este achado, no entanto não foi observado neste estudo. Uma possível explicação seria o tipo de modulação utilizada para o estímulo, pois ao invés da modulação de amplitude ou modulação de amplitude e frequência ^(7,21), foi utilizada neste trabalho a modulação exponencial para a amplitude, associada à modulação de frequência. A modulação exponencial gera amplitudes maiores para todas as frequências, o que permite uma melhor visualização das frequências de 0,5 e 4k Hz ⁽²⁸⁾.

Com o intuito de verificar se os limiares obtidos na ATL e na RAEE classificavam a perda auditiva de forma semelhante, foi utilizada a classificação da OMS ⁽²⁵⁾, que considera a média das frequências de 0,5 a 4k Hz (Tabelas 1 e 2).

O coeficiente de concordância Kappa para o grau da perda auditiva foi de 0,74 para a orelha direita e 0,77 para a orelha esquerda, com limite inferior do intervalo de confiança próximo a 0,60, o que pode indicar que em alguns momentos esta concordância foi moderada (Tabela 3). De acordo com as Tabelas 1 e 2, foi possível observar que em alguns indivíduos, a RAEE sugeriu o grau da perda auditiva maior ao determinado pela ATL, principalmente para aquelas de graus menos acentuados.

Analisando especificamente a perda auditiva de grau profundo, houve uma maior concordância entre os procedimentos. Os achados corroboram com os descritos na literatura estudada ^(7, 22-23). Contudo, observou-se que, mesmo em pequena ocorrência, a perda auditiva de grau profundo definida pela RAEE, tratava-se de grau severo e moderado na ATL (Tabelas 1 e 2).

Assim, deve ser considerada a possibilidade da RAEE superestimar o grau da perda auditiva em alguns pacientes, como já é observado quando utilizada a pesquisa dos potenciais evocados

auditivos de tronco encefálico para este fim. Esta diferença é esperada porque estão sendo comparados procedimentos que avaliam respostas diferentes, ou seja, a audiometria avalia a função auditiva e contrariamente, os procedimentos eletrofisiológicos, como próprio nome diz, são diretamente dependentes da estrutura do sistema auditivo que está gerando a resposta.

Sendo assim os limiares obtidos por meio da RAEE, como os demais procedimentos utilizados na avaliação audiológica infantil, não podem ser considerados de forma isolada no momento de se definir os ajustes dos aparelhos de amplificação sonora individuais. Importante ressaltar também que, o aproveitamento máximo e adequado do uso do AASI é fundamental para a indicação do implante coclear, dispositivo eletrônico utilizado em perdas auditivas de grau severo e profundo quando não há benefícios com a amplificação.

Apesar deste estudo comparar a RAEE com ATL e não com VRA e/ou audiometria condicionada, que são realizadas em infantis e pré-escolares, os achados foram semelhantes ^(6, 11-13,14-16), no que se refere a forte correlação entre os limiares do VRA e/ou audiometria condicionada e RAEE para a perda auditiva sensorial, com as maiores diferenças entre os limiares para as perdas auditivas de grau leve ⁽¹¹⁻¹²⁾ e as menores para os graus mais acentuados ⁽¹²⁾. Contudo, não foi encontrado na literatura pesquisada nenhum estudo que tivesse feito uma análise semelhante à do presente estudo.

Os resultados obtidos demonstraram que a RAEE é um procedimento válido para prever o limiar tonal, principalmente nas perdas auditivas de grau mais acentuado. Contudo, estudos futuros devem ser realizados focando a população infantil, mais especificamente neonatos e lactentes, faixa etária na qual o procedimento tem maior aplicabilidade clínica, uma vez que não é possível obter respostas precisas nos testes comportamentais.

Conclusão

Este estudo, realizado nos 48 indivíduos com perda auditiva sensorial, permitiu concluir que existe associação entre os limiares da RAEE e os limiares da ATL, ocorrendo uma maior concordância para graus de perdas auditivas mais acentuadas.

Referências Bibliográficas

1. Stürzebecher E, Cebulla M, Pschirrer U. Efficient stimuli for recording of the amplitude modulation following response. *Audiology*. 2001 Mar-Apr;40(2):63-8.
2. Cebulla M, Stürzebecher E, Wernecke KD. Objective detection of the amplitude modulation following response (AMFR). *Audiology*. 2001 Sept-Oct;40:245-52.
3. Pethe J, Mühler R, Von Specht H. Amplitude modulation following responses in audiological diagnostics. *HNO*. 2002 Dec;50(12):1045-52.
4. Ohtake Y. Objective audiometry using amplitude-modulation following responses elicited by compound sinusoidal amplitude-modulated tones. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho*. 2003 Oct;106(10):1045-54.
5. Rance G, Dowell RC, Rickards FW, Beer DE, Clark GM. Steady-state evoked potential and behavioral hearing thresholds in a group of children with absent clique-evoked auditory brain stem response. *Ear Hear*. 1998 Feb;19(1):48-61.
6. Luts H, Desloovere C, Kumar A, Vandermeersch E, Wouters J. Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004 July;68(7):915-26.
7. Swanepoel D, Hugo R, Roode R. Auditory Steady-State response for children with severe to profound hearing loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004 May;130:531-35.
8. Hall JW. ABRs or ASSRs? The application of Tone-Burst ABRs in the ERA of ASSRs. *Hearing Review [Serial on the internet]*. 2004 Aug [cited 2006 may 28]; 11(8):[about 10 p.]. Available from: <http://www.hearingreview.com/article.php?s=HR/2004/08&p=2>.
9. Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moram LM, et al. Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear*. 1996 Apr;17(2):81-96.
10. Batterjee R, Dutt SN. Introduction to auditory steady-state response: will it replace the ABR? *EntNews. The bi-monthly review of ENT and Audiology*. 2006 Jan/Feb;14.
11. Rance G, Briggs RJS. Assessment of hearing in infants with moderate to profound impairment: the Melbourne experience with auditory steady-state evoked potential testing. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2002 May;189:22-8.
12. Rance G, Rickards F. Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. *J Am Acad Audiol*. 2002 May;13(5):236-45.
13. Stueve MP, O'Rourke C. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response, and behavioral test methods. *Am J Audiol*. 2003 Dec;12(2):125-36.
14. Calil DB. Achados dos Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável em crianças ouvintes e crianças portadoras de deficiência auditiva sensorial [dissertação]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica; 2005.
15. Rance G, Roper R, Symons L, Moody LJ, Poulis C, Dourlay M, et al. Hearing Threshold estimation in infants using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*. 2005 May;16(5):291-300.
16. Han D, Mo L, Liu H, Chen J, Huang L. Threshold estimation in children using auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2006 Jan;68(2):64-8.
17. Dimitrijevic A, John MS, Van Roon P, Purcell DW, Adamonis J, Ostroff J, et al. Estimating the audiogram using multiple auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*. 2002 Apr;13:205-24.
18. Lins OG. *Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral [tese]*. São Paulo (SP): Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 2002.
19. Luts H, Wouters J. Hearing assessment by recording multiple auditory steady-state response: the influence of test duration. *Int J Audiol*. 2004 Sept;43(8):471-8.
20. Schmulian D, Swanepoel D, Hugo R. Predicting pure-tone thresholds with dichotic multiple frequency auditory steady state responses. *J Am Acad Audiol*. 2005 Jan; 16(1): 5-17.
21. Attias J, Buller N, Rubel Y, Raveh E. Multiple auditory steady-state responses in children and adults with normal hearing, sensorineural hearing loss, or auditory neuropathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2006 Apr;115:268-76.
22. Herdman AT, Stapells DR. Auditory steady-state response thresholds of adults with sensorineural hearing impairment. *Int J Audiol*. 2003 July;42:237-48.
23. Picton TW, Dimitrijevic A, Perez-Abalo MC, Van Roon P. Estimating audiometric thresholds using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*. 2005 Jan;16(3):140-56.
24. Canale A, Lacilla M, Cavalot AL, Albera R. Auditory steady-state responses and clinical applications. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2006 June;263:499-503.
25. Prevention of blindness and deafness: Grades of hearing impairment [database on the internet]. World Health Organization. c. 2006 - [cited 2006 Dec 05] Available from: http://http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/.
26. Herdman AT, Stapells DR. Thresholds determined using the monótono and dichotic multiple auditory steady-state response technique in normal-hearing subjects. *Scand Audiol*. 2001;30:41-9.
27. Lins OG, Picton TW. Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995 Sept;96(5):420-32.
28. John MS, Brown DK, Muir PJ, Picton TW. Recording auditory steady-state responses in young infants. *Ear Hear*. 2004 Dec;25(6):539-53.