

Achados dos potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças ouvintes*

Daniela B. Calil**

Doris R. Lewis***

Ana Claudia Fiorini****

Resumo

Introdução: O potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEST) é uma técnica de avaliação objetiva da audição, que pode ser realizada em várias frequências em ambas as orelhas, simultaneamente. O método consiste em se modular a amplitude de cada estímulo com uma frequência diferente, o que permite que cada resposta possa ser identificada de forma objetiva. **Objetivo:** descrever os achados do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável para crianças ouvintes nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, bilateralmente. **Método:** 14 crianças ouvintes, com idades entre 2 e 19 meses. Foram pesquisadas as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, com estímulos múltiplos simultâneos, e taxas de modulações entre 77 e 103 Hz, binauralmente. **Resultados:** as médias dos níveis de respostas do PEAEST observadas foram de 6 a 17.2 dBNAcg. Não houve diferença significativa entre as orelhas. **Conclusões:** o PEAEST é um exame viável, sendo capaz de predizer o grau e a configuração do status audiométrico em crianças que não respondem à audiometria tonal de forma consistente. A técnica do PEAEST pode ser incluída na rotina clínica da avaliação audiológica infantil.

Palavras-chave: potenciais evocados auditivos; potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEST); avaliação audiológica infantil.

Abstract

Introduction: The Auditory Steady State Response (ASSR) is an objective technique for hearing evaluation. This new tool can be performed in several frequencies in both ears at the same time. The method consists on modulating the amplitude of each stimulus with a different frequency and presenting them simultaneously. **Objective:** To describe the findings of the ASSR for children with normal hearing, in the frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz, presented in both ears simultaneously. **Method:** Fourteen children with normal hearing, ages between 2 and 19 months old were evaluated using ASSR evoked by multiple simultaneous stimuli with frequencies at 500, 1000, 2000 and 4000 Hz and modulation between 77 and 103 Hz in both ears. **Results:** The responses observed in the ASSR ranged

* A pesquisa foi realizada no laboratório de neurofisiologia da audição, do Centro de Audição na Criança (CeAC/Derdic/PUC-SP). A pesquisa recebeu o apoio financeiro da Capes. Apresentado no XXI Encontro Internacional de Audiologia 2006. Os achados desta pesquisa foram apresentados em forma de pôster no evento NHS 2006 – Beyond NHS Infant and Childhood Hearing in Science and Clinical Practice, 2006, Lago de Como – Itália. ** Fonoaudióloga do departamento de saúde auditiva da Unicamp; mestre em fonoaudiologia pela PUC-SP. *** Fonoaudióloga e professora do curso de fonoaudiologia da PUC-SP; doutora em saúde pública pela USP. **** Fonoaudióloga e professora do curso de fonoaudiologia da PUC-SP; doutora em saúde pública pela USP.

between 6 and 17,2 dBNAc. There was no significant difference between right and left ears. **Conclusions:** The ASSR is a viable technique, which is able to predict the audiometric status, specifying the degree and configuration of the hearing loss. The ASSR can be included in the clinical routine for pediatric hearing evaluation, specially for children who can not present consistent responses to behavioral hearing evaluation.

Key-words: Auditory Evoked Potentials; Auditory Steady State Response (ASSR); Pediatric hearing evaluation.

Resumen

Introducción: El Potencial Evocado Auditivo de Estado Estable (PEAEST) es una técnica de evaluación objetiva de la audición que puede ser realizada en varias frecuencias en las dos orejas simultáneamente. El método consiste en hacer modulación de la amplitud de cada estímulo con una frecuencia diferente, eso permite que cada respuesta pueda ser identificada de forma objetiva. **Objetivo:** describir los hallazgos del Potencial Evocado Auditivo de Estado Estable en niños oyentes en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz en ambas orejas. **Método:** 14 niños oyentes con edades entre 2 a 19 meses. Fueron investigadas las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, con estímulos múltiples simultáneos, y índices de modulaciones entre 77 a 103 Hz en ambas orejas. **Resultado:** las medias de los niveles de respuesta del PEAEST observadas fueron de 6 y 17.2 dBNAc. No hubo diferencia significativa entre las orejas. **Conclusiones:** El PEAEST es un examen viable, con capacidad para dictar el grado y la configuración del status audiométrico en niños que no responden a la audiometría tonal de forma consistente. La técnica del PEAEST puede ser incluida en la rutina clínica de evaluación audiológica infantil.

Palabras clave: potenciales evocados auditivos; potencial evocado auditivo de estado estable (PEAEST); evaluación audiológica infantil.

Introdução e fundamentação teórica

Assegurar a instalação e a preservação de condições que tornem possível o pleno desenvolvimento infantil tem se configurado como uma das principais metas dos profissionais responsáveis pela saúde da criança. É no primeiro ano de vida que o desenvolvimento da linguagem ocorre de forma mais intensa e visível, devido à maturação do Sistema Nervoso Central, e, simultaneamente, pela experimentação e inclusão social. A privação sensorial decorrente da perda de audição, principalmente na fase inicial de aquisição da linguagem, acarreta dificuldades importantes para o desenvolvimento global da criança (Sininger et al., 1999).

Cabe à área da Audiologia propor procedimentos que permitam avaliar a audição da criança de forma precisa, em todas as faixas etárias, e principalmente nos primeiros meses de vida. Principalmente, devido ao fato de a Triagem Auditiva Neonatal Universal (TANU) estar sendo implantada de

forma gradativa, em quase todo o mundo, como estratégia para o diagnóstico da deficiência auditiva nos primeiros meses de vida. Entretanto, sabe-se que antes dos seis meses de idade, é difícil que se obtenha com fidedignidade a configuração audiométrica de um lactente.

Por esse motivo, os exames eletrofisiológicos são ferramentas importantes, pois possibilitam o diagnóstico da deficiência auditiva nessa faixa etária e também em indivíduos difíceis de serem testados (Gravel e Hood, 2001).

Há necessidade de métodos e testes eletrofisiológicos que mensurem de forma confiável a audição de crianças abaixo de seis meses de idade, estimando assim os limiares auditivos nas diferentes frequências, em ambos ouvidos, pois as perdas auditivas podem ser de configurações não lineares ou assimétricas. Esses resultados audiológicos propiciarão uma intervenção adequada, principalmente no que se refere à seleção e indicação de aparelhos de amplificação sonora individuais, e na terapia fonoaudiológica.

Atualmente, vem sendo pesquisado um novo Potencial Evocado Auditivo - o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEST). São respostas eletrofisiológicas a tons contínuos, modulados em amplitude e frequência, e que podem ser registrados por eletrodos de superfície. O PEAEST permite uma avaliação mais detalhada e objetiva da audição, devido à seletividade das frequências utilizadas, e pela objetividade na análise das respostas registradas (Lins, 2002).

O PEAEST gera potenciais evocados sucessivos, e seus componentes de frequência se mantêm constantes ao longo do tempo. O PEAEST pode ser obtido com uma taxa de apresentação de estímulo rápida, fazendo com que a resposta se sobreponha àquela do estímulo subsequente, possibilitando assim seu registro e análise de forma objetiva. Essa sobreposição gera uma resposta periódica na frequência em que o estímulo é apresentado. Esse potencial permite a utilização de um tom contínuo modulado na sua amplitude, com concentração na frequência do tom (Regan, 1989).

Segundo Lins et al. (1995), os potenciais de estado estável para tons de amplitude modulada entre 80 e 110 Hz podem ser facilmente registrados no escalpo humano. Os resultados encontrados podem ser úteis no que se refere aos dados audiométricos, registrados de forma objetiva, por serem obtidos em intensidades próximas aos limiares auditivos dos indivíduos testados. As respostas produzidas por estímulos específicos em frequência são mais adequadas para a pesquisa audiométrica do que aquelas obtidas por cliques, favorecendo uma melhor estimativa do *status* audiométrico das perdas auditivas.

O PEAEST pode ser realizado em várias frequências em ambas as orelhas ao mesmo tempo. O método consiste em modular a amplitude de cada estímulo com uma frequência diferente e apresentá-los simultaneamente. A resposta a cada tom aparece na frequência em que cada estímulo foi modulado (Lins et al., 1996) (Figura 1).

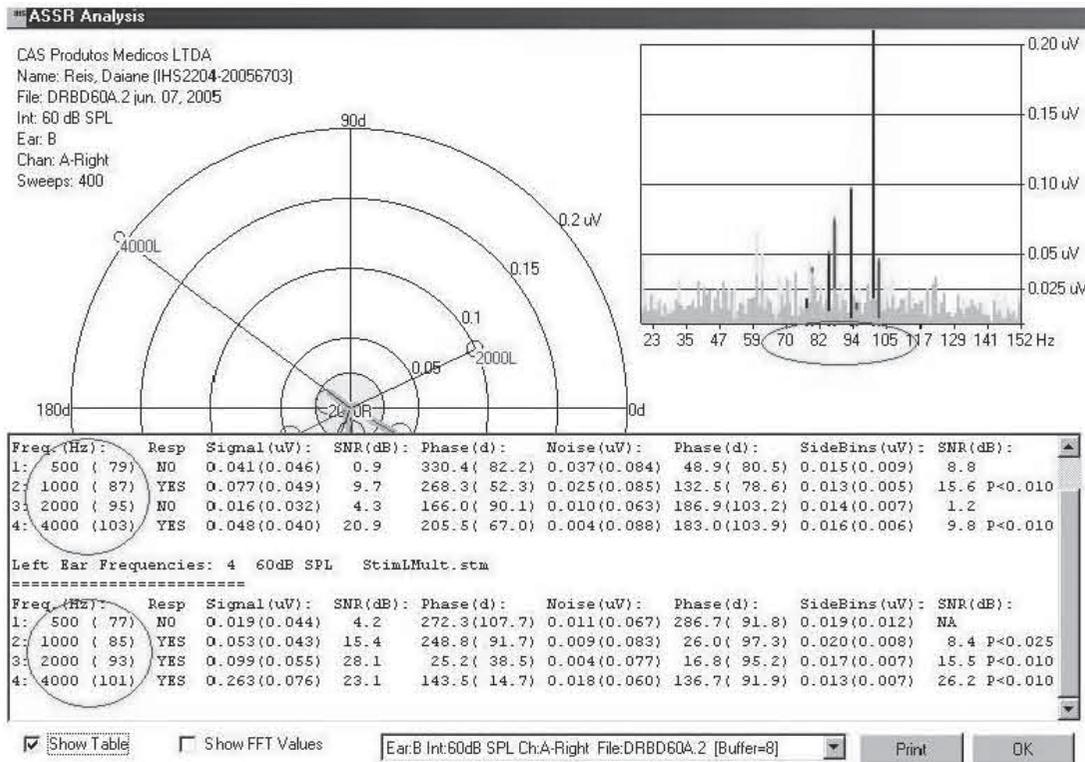


Figura 1 – PEAEST com estímulos múltiplos simultâneos, com frequência modulada entre 77 e 103 Hz, para ambas as orelhas. Esta figura foi retirada do equipamento Smart EP, da marca Intelligent Hearing Systems (IHS)

Estudos com o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEST)

Desde a descoberta dessa técnica promissora, vários estudos foram realizados a fim de se verificarem a eficácia deste exame. A seguir serão descritos alguns estudos.

Segundo Rance et al. (1998), o PEAEST pode estar presente mesmo quando o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) encontra-se ausente. Os autores realizaram estudo em 108 crianças que apresentavam ausência de respostas PEATE. Comparando os resultados com os limiares tonais, concluíram que os tons modulados em amplitude usados no PEAEST permitiram a pesquisa de frequências específicas em intensidades fortes. Também observaram que há uma relação próxima entre os limiares tonais e os resultados obtidos no PEAEST utilizando múltiplas frequências.

Em 2002, Herdman, Picton e Stapells descreveram os achados de um estudo utilizando o PEAEST com estímulos múltiplos e simultâneos, com modulações de frequências entre 77 e 102 Hz, e avaliadas separadamente as frequências de 500 e 2000 Hz. O objetivo do mesmo foi determinar o local específico da cóclea gerador da resposta do PEAEST, quando o teste é realizado em frequências isoladas ou em frequências múltiplas simultaneamente. Os resultados desse estudo indicaram que o PEAEST com estímulo moderado (60 dB-NPS) reflete a ativação das mesmas regiões da cóclea, tanto para pesquisas em frequências isoladas, quanto simultâneas.

Também em 2002, Rance e Rickards realizaram estudo com o objetivo de examinar a precisão da fórmula preditiva estabelecida por Rance et al. (1995) para estimar limiares auditivos em lactentes. Essa fórmula é baseada na correlação dos resultados do PEAEST com as respostas comportamentais de exames audiológicos em adultos e crianças. Os dados indicaram que os limiares obtidos no PEAEST podem ser utilizados como referência para a adaptação de aparelhos de amplificação sonora em lactentes com perda auditiva neurossensorial. O estudo retrospectivo apresentou os achados clínicos obtidos em 211 crianças. Foi realizada a audiometria tonal nas frequências de 500 a 4000 Hz. O PEAEST foi realizado em sono natural, com taxas de modulações de aproximadamente 90 Hz. O teste teve duração entre 45 e 60 minu-

tos, com análise de respostas para ambas as orelhas. Os resultados demonstraram que as duas técnicas possuem correlação maior que 0.95 para as frequências de 500 a 4000 Hz. Os achados do PEAEST em crianças com deficiência auditiva de grau moderado a severo demonstraram serem similares aos limiares obtidos em adultos e crianças de outros estudos. Os resultados para as crianças com a audição normal ou próxima da normalidade foram diferentes dos achados dos sujeitos adultos. As respostas na audiometria tonal mostraram-se de 10 a 15 dBNA melhores do que as respostas do PEAEST.

John et al. (2002) realizaram estudo para avaliar a eficiência do PEAEST utilizando estímulos múltiplos simultâneos, nas frequências de 500 a 4000 Hz. A vantagem de se avaliar as duas orelhas ao mesmo tempo é que o exame pode ser realizado duas ou três vezes mais rapidamente. Se a intensidade do estímulo é aumentada 10 ou 20 dB-NPS, a amplitude das respostas aumenta também. Em comparação com o estímulo único, a utilização de estímulos múltiplos simultâneos causa pequenas mudanças nas respostas. A mais clara dessas interações é a atenuação das respostas ante um estímulo de baixa frequência na presença de estímulos de alta frequência. Apesar de pequenas, essas atenuações são interessantes do ponto de vista fisiológico, e não reduzem as vantagens do uso dos estímulos múltiplos e simultâneos.

Dimitrijevic, John e Picton (2002) realizaram pesquisa do PEAEST com amplitude modulada (AM) entre 75 e 110 Hz e concluíram que esse é um exame promissor para avaliação objetiva da audição e pode ser utilizado com crianças pequenas durante o sono natural ou com sedação, sem alterações nos resultados.

A fim de avaliar o uso do PEAEST para estimar o grau e a configuração da perda auditiva em sujeitos com deficiência auditiva neurossensorial, Herdman e Stapells em 2003, avaliaram a especificidade tonal desse método em múltiplas frequências. Foram apresentados tons múltiplos de amplitude modulada entre 77 e 105 Hz. Os autores concluíram que o PEAEST proporciona uma boa estimativa do grau e da configuração da audição dos indivíduos com perdas auditivas neurossensoriais, difíceis de serem testados na audiometria tonal, ou crianças menores de seis meses.

Luts et al. (2004) realizaram estudo com o objetivo de relatar a experiência clínica com a

utilização do PEAEST como uma técnica objetiva que pretende pesquisar o *status* audiométrico em frequências específicas, de crianças deficientes auditivas neurossensoriais. Foram avaliadas dez crianças entre 3 e 14 meses de idade. Os exames utilizados nessa pesquisa foram o PEATE, PEAEST e Audiometria de Reforço Visual (*visual reinforcement audiometry* – VRA). Houve forte correlação entre os achados dos três exames. Os resultados do PEAEST se mostraram precisos na configuração do *status* audiométrico de todas as crianças participantes do estudo. Os autores concluíram que a técnica do PEAEST pode ser incluída na rotina clínica como um método objetivo de avaliação da audição.

Em estudo realizado com um grupo de 29 crianças portadoras de perda auditiva neurossensorial não linear,¹ Ballay et al. (2005) compararam as respostas do PEAEST com as respostas da audiometria comportamental. Foram avaliadas as frequências de 500 a 4000 Hz. Embora os achados do PEAEST possam prever dados confiáveis sobre o *status* audiométrico em todas as frequências avaliadas no estudo, os autores concluíram que a exatidão das medidas do PEAEST é pior na frequência de 500 Hz.

Werff e Brown (2005) realizaram estudo com o objetivo de avaliar a correlação entre os resultados obtidos na pesquisa do nível mínimo de respostas do PEAEST e os limiares da audiometria tonal. Para tanto, selecionaram 30 adultos, sendo 10 ouvintes, 10 portadores de deficiência auditiva neurossensorial de grau moderado a severo e 10 portadores de perda auditiva nas frequências altas.² As frequências pesquisadas foram de 500 a 4000 Hz. Houve forte correlação entre os resultados obtidos na pesquisa do PEAEST e os limiares tonais. Para a frequência de 500 Hz, a correlação entre os dois exames foi menor do que nas demais frequências avaliadas, e ainda menor para os adultos ouvintes do que para os portadores de deficiência auditiva neurossensorial. Os autores concluíram, que a pesquisa do nível mínimo de respostas com o PEAEST é um método eficaz para estimar o *status* audiométrico.

Han et al. (2006) exploraram em estudo a utilização do PEAEST para estimar o *status* audiométrico de crianças. Foram utilizados estímulos múltiplos simultâneos, nas frequências de 500 a 4000

Hz com taxas de modulações entre 77 e 106 Hz, sendo avaliadas 40 crianças com idades entre 6 meses e 5 anos, portadoras de deficiência auditiva neurossensorial de graus variados, as quais foram também avaliadas por audiometria tonal, sendo que o método para tal pesquisa variou de acordo com a idade de cada um dos participantes. Os achados do PEAEST mostraram resultados que variaram de 8 a 15 dBNA maiores do que os obtidos na audiometria tonal. Os autores concluíram que, além de o exame ser objetivo, e realizado em frequências específicas, os estímulos múltiplos simultâneos são exatos na predição do *status* audiométrico.

Rance e Tomlin (2006) verificaram em um estudo longitudinal a maturação do Sistema Auditivo Nervoso Central de 20 lactentes ouvintes para as respostas do PEAEST. O teste foi realizado em quatro momentos – na primeira semana de vida, duas, quatro e seis semanas de idade –, nas frequências de 500 e 4000 Hz, com taxas de modulações de 74 Hz para a frequência de 500 Hz e 95 Hz para a frequência de 4000 Hz. Foram testadas apenas dez orelhas direitas e dez orelhas esquerdas dos lactentes. Como critério de inclusão das crianças, foi realizado previamente o PEATE por frequência específica (PEATE-FE), na frequência de 4000 Hz, sendo que as respostas deveriam ser = 20 dBNA. Foram observadas mudanças significativas nas respostas, que diminuíram em aproximadamente 10 dB do primeiro teste em relação ao quarto. Os resultados longitudinais obtidos no estudo indicaram que os fatores maturacionais afetam o PEAEST nas primeiras semanas de vida e resultam em mudanças clínicas significativas, limitando a habilidade de diferenciar as crianças ouvintes das portadoras de deficiência auditiva.

Apesar se estar se mostrando como uma técnica promissora, nota-se ainda a necessidade de aprofundamento da utilização do PEAEST com lactentes, crianças pequenas ou difíceis de serem testadas, para a introdução dessa nova técnica na clínica audiológica.

Objetivo

O presente estudo teve como objetivo descrever os achados do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEST) em lactentes ouvintes.

¹ As perdas auditivas não lineares do estudo em questão são mais comumente conhecidas por perdas auditivas em rampas.

² Esse tipo de configuração audiométrica é mais comumente conhecido por perda auditiva em rampa.

Método

Local

A pesquisa foi realizada no laboratório de neurofisiologia da audição, do Centro Audição na Criança (CeAC/Derdic/PUC-SP), tendo recebido aprovação da instituição e do Comitê de Ética da PUCSP, sob o no. 0034/2004.

Sujeitos

A casuística foi composta por quatorze crianças com idades entre 2 e 19 meses, com ou sem indicadores de risco para a deficiência auditiva.

Foram utilizados os critérios de inclusão abaixo descritos:

- a) Não apresentar queixas de alterações de orelha externa e/ou média;
- b) Não apresentar impedimento para realização dos exames, como, por exemplo, secreções, cerume, ou corpo estranho na orelha externa;
- c) Apresentar respostas presentes na triagem auditiva com Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente (EOAET), e no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE). O equipamento utilizado na triagem auditiva foi o *Accuscreen*, de marca *Madsen*, com estímulo sonoro de 73dBNPS para as EOAET e 35dBNA para o PEATE, com critérios automáticos de passa/falha;
- d) Apresentar timpanometria com curva do tipo "A", segundo Jerger (1970). Foi utilizando sonda de 226 Hz, analisador de orelha média de modelo 235H, de marca *Interacoustics*.
- e) Pais ou responsáveis aceitaram participar espontaneamente da pesquisa, com assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. No que se refere ao gênero, os sujeitos foram selecionados aleatoriamente, pois não há descrição na literatura de diferença quanto a esse aspecto nos achados do PEAEST.

Todas as crianças avaliadas participaram do Programa de Triagem Auditiva do CeAC/Derdic/PUC-SP.

Coleta de dados

Após a triagem auditiva, as crianças foram acomodadas em uma maca ou, caso necessitassem permanecer no colo de suas mães, em uma cadeira com braços. Todas foram avaliadas quando se encontravam em sono natural, sendo que, quando acordavam, o exame era suspenso, e a mãe solicitada a fazer o filho dormir novamente; se isso não fosse possível, o exame era remarcado para outro dia. Nesse caso, antes de dar continuidade à coleta de dados do PEAEST, a EOAET era repetida no novo dia marcado para o exame.

Quanto ao protocolo do PEAEST, foi pesquisado o nível mínimo de resposta encontrado, estimulado por um sinal acústico complexo, formado por frequências portadoras de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente moduladas em amplitudes de 77, 85, 93 e 101 Hz na orelha esquerda, e de 79, 87, 95 e 103 Hz na orelha direita.

A intensidade inicial utilizada foi de 50 dB-NPS, seguida de 30dBNPS quando houve presença de respostas. Em seguida, houve um decréscimo de 10 dBNPS quando fossem obtidas respostas e um acréscimo de 5 em 5 dBNPS quando não fossem obtidas respostas.

A presença de resposta foi calculada pelo *software*, de forma automática, a partir da análise de amplitude e fase dos componentes espectrais gerados pelos estímulos multifrequenciais (500, 1000, 2000 e 4000 Hz), e modulados em amplitude. Foram considerados válidos os picos de frequência correspondentes às frequências de modulação que se apresentaram estatisticamente superiores ao nível de ruído, utilizando-se o método estatístico já instalado no equipamento:

- 1) SNR > 6.13 dB;
- 2) SNR side-bins > 6.13 dB;
- 3) amplitude do sinal > 0.0125 μ V;
- 4) amplitude do ruído < 0.05 μ V.

Quando as respostas apresentavam-se presentes, o próprio *software* fazia a confirmação da presença nessa frequência, como pode ser visualizado na Figura 2 a seguir.

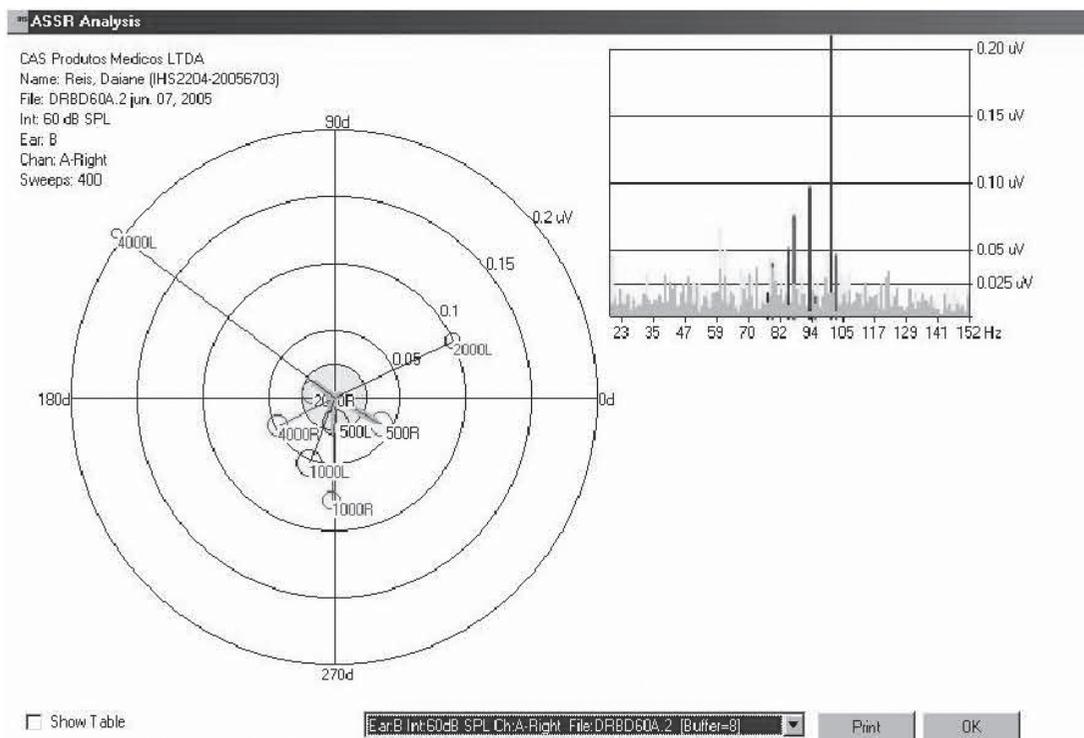


Figura 2 – PEAEST com presença de respostas nas freqüências de 1000, 2000 e 4000 Hz, e ausência de respostas em 500 Hz na orelha esquerda, presença de respostas nas freqüências de 1000 e 4000 Hz e ausência de respostas em 500 e 2000 Hz na orelha direita. Esta figura foi retirada do equipamento *Smart EP*, da marca *Intelligent Hearing Systems (IHS)*

Sempre que possível, foi realizada a estimulação binaural. No entanto, devido à posição de maior conforto para crianças no colo das mães, para a maioria das crianças foi utilizada a estimulação no ouvido livre, e, portanto, de forma unilateral.

Foram utilizados eletrodos de superfície, sendo posicionados da seguinte maneira: o eletrodo terra foi colocado na sétima vértebra (C7), o eletrodo de registro na frente e os eletrodos de referência nas mastóides (Lins, 2002). O fone utilizado foi o de inserção ER3A.

Resultados

Foram avaliadas 14 crianças ouvintes, sendo 8 do gênero feminino (57%) e 6 do gênero masculino (43%). Em todas as 14 crianças foi possível avaliar ambas as orelhas, totalizando 28 orelhas. A idade variou de 2 a 19 meses, sendo que a média de idades foi de 5.28 meses.

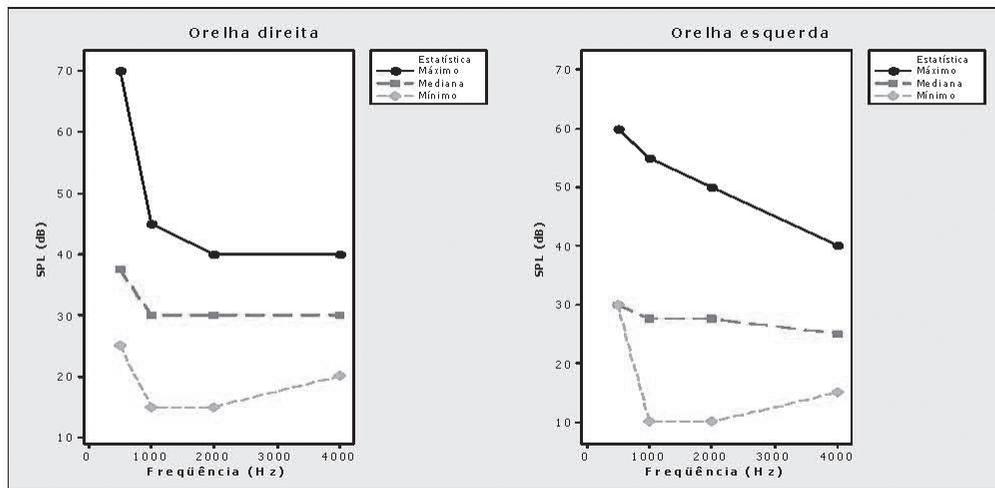
A pesquisa do PEAEST levou em média 46.35 minutos de duração, tendo como tempo mínimo 25 minutos, e tempo máximo de 78 minutos. O exame mais demorado (78 minutos) deveu-se ao fato de a criança apresentar sono agitado, sendo o exame interrompido várias vezes, devido ao número de artefatos apresentados. Foi possível observar que há atenuação das respostas na freqüência grave de 500 Hz, sendo que, algumas vezes, foi necessária a pesquisa na freqüência isolada, para que fosse possível a obtenção da resposta. Essa ocorrência também foi relatada por John et al. (2002).

Na Tabela 1, apresentamos as médias, desvios padrão, valores mínimo e máximo e a mediana em dBNPS observados nas orelhas direita e esquerda, para cada freqüência (Hz).

Tabela 1 – Média, desvio-padrão, valores mínimos, medianas e valores máximos encontrados em dBNPS para cada freqüência, nas orelhas direita e esquerda

Orelha	Freqüência (Hz)	Nº orelhas dB	Média dB	DP dB	Mínimo dB	Mediana dB	Máximo dB
Direita	500	14	38,6	11,8	25	37,5	70
	1000	14	28,6	7,2	15	30	45
	2000	14	29,3	7,3	15	30	40
	4000	14	28,3	4,9	20	30	40
Esquerda	500	14	37,1	9,9	30	30	60
	1000	14	29,3	11,6	10	27,5	55
	2000	14	26,8	11,2	10	27,5	50
	4000	14	25,0	7,3	15	25	40

Legenda: número de orelhas avaliadas (nº orelhas); desvio padrão (DP).



Legenda: nível mínimo e máximo de respostas para o PEAEST.

Figura 3 – Valores mínimos, medianos e máximos em dBNPS observados para cada freqüência (Hz), nas orelhas direita e esquerda

A Tabela 2 a seguir mostra os valores encontrados para cada freqüência nas orelhas direita e esquerda, no que se refere à média, ao desvio-padrão, aos valores mínimos, valores máximos, e medianas, quando corrigidos para dBNA (dBNACg), pelo próprio equipamento.

Para verificar o efeito de orelha e freqüência nas médias das respostas (dBNPS e dBNACg) foi utilizada a técnica de Análise de Variância com medidas repetidas (Neter et al., 1996). Em toda a análise foi fixado nível de significância de 0,05. Para os níveis mínimos de respostas no PEAEST em dBNPS, obteve-se que não existe efeito de orelha, isto é, não foram detectadas diferenças entre as médias do dBNPS nas duas orelhas ($p=0,249$).

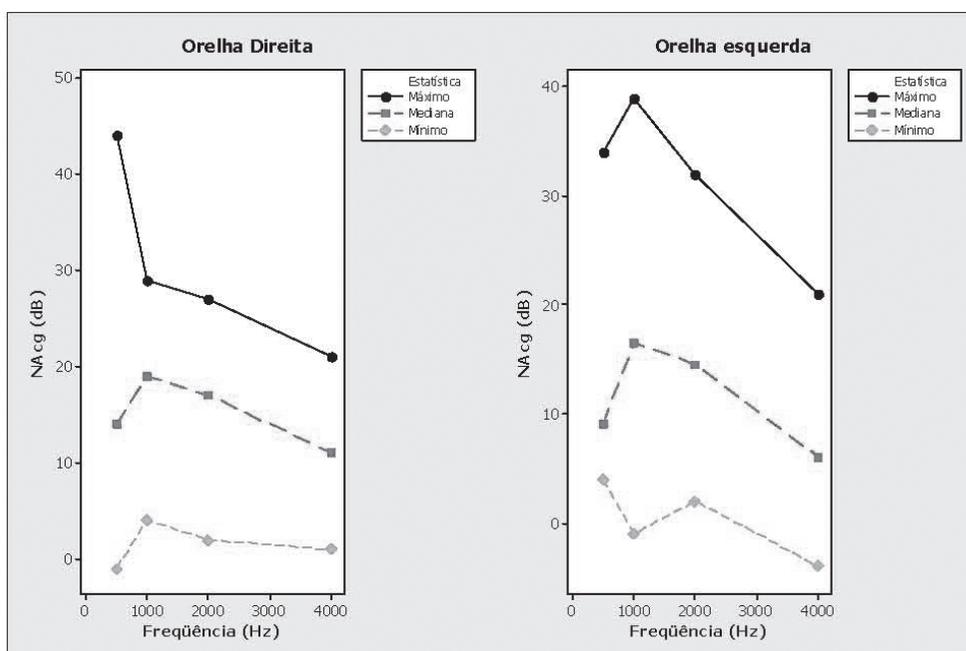
Discussão

Tem se tornado bastante freqüente o encaminhamento de crianças deficientes auditivas muito pequenas para atendimento clínico fonoaudiológico, principalmente após a introdução da triagem auditiva neonatal. No entanto, sabe-se que as crianças menores de 6 meses de idade se mostram incapazes de responder fidedignamente aos testes audiológicos comportamentais, que são realizados em campo livre, de forma monoaural. Além disso, os testes objetivos, como o PEATE e as EOAs não fornecem ao clínico dados específicos sobre o *status* audiométrico desses pacientes, no que se refere às freqüências específicas (Gravel e Hood, 2001).

Tabela 2- Média, desvio-padrão, valores mínimos, medianas e valores máximos em dBNA corrigido, obtidas em cada freqüência para as orelhas direita e esquerda

Orelha	Freqüência (Hz)	Nº orelhas	Média dB	DP dB	Mínimo dB	Mediana dB	Máximo dB
Direita	500	14	14	12,6	-1	14	44
	1000	14	17,2	6,4	4	19	29
	2000	14	16,3	7,3	2	17	27
	4000	14	10,6	5,4	1	11	21
Esquerda	500	14	12,2	9,9	4	9	34
	1000	14	16,8	9,1	-1	16,5	39
	2000	14	14,1	9,6	2	14,5	32
	4000	14	6	7,3	-4	6	21

Legenda: número de orelhas avaliadas (nº orelhas); desvio padrão (DP).



Legenda: nível mínimo e máximo de respostas para o PEAEST.

Figura 4 - Valores mínimos, medianos e máximos em dBNAcg observados a cada freqüência (Hz), nas orelhas direita e esquerda

Tem-se utilizado o PEATE-FE para obtenção de informações que possam contribuir para a seleção de aparelhos de amplificação sonora em crianças muito pequenas. No entanto, a pesquisa de pelo menos quatro freqüências para cada uma das orelhas pode trazer uma desvantagem, no que se refere ao tempo necessário para a obtenção dos registros do PEATE-FE (Hall III, 1992).

Diante disso, pode-se afirmar que o PEAEST é um exame promissor devido à possibilidade de

se pesquisarem múltiplas freqüências simultaneamente e binauralmente. Com esse procedimento, o grau das perdas auditivas pode ser detectado em estágios iniciais, auxiliando na determinação da amplificação necessária nas diferentes freqüências e na indicação de dispositivos eletrônicos (Picton et al., 2003).

Como já foi dito, participaram do presente estudo quatorze crianças com a audição normal, sendo oito do gênero feminino e seis do gênero mas-



culino, totalizando 28 orelhas normais, sendo utilizados estímulos múltiplos simultâneos nas frequências portadoras de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, com taxas de modulações entre 70 e 105 Hz, bilateralmente, parâmetros esses semelhantes aos empregados por Herdman, Picton e Stapells (2002), Rance et al. (1998), Rance e Rickards (2002), John et al. (2002), Herdman e Stapells (2003), Dimitrijevic, John e Picton (2002), Dimitrijevic et al. (2002) Luts et al (2004), Han et al. (2006) e Rance e Tomlin (2006).

A técnica de apresentação simultânea de estímulos tornou o exame razoavelmente mais rápido do que se a pesquisa fosse realizada por frequência isolada, separadamente. Entretanto, quando a resposta não era obtida em uma determinada frequência, esta era pesquisada isoladamente, procedimento também realizado nas pesquisas de Rance e Rickards (2002), John et al. (2002) e Dimitrijevic, John e Picton (2002).

Na pesquisa do nível mínimo de resposta para a frequência de 500 Hz, as médias, valores mínimos, valores máximos, e medianas foram superiores àqueles encontrados nas frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz. Os resultados publicados por Werff e Brown (2005) estão de acordo com esse achado, pois indicam que a correlação dos resultados obtidos na pesquisa do PEAEST e os limiares tonais para 500 Hz foram piores do que para as demais frequências avaliadas.

Os níveis mínimos obtidos na pesquisa do PEAEST em dBNA_{cg} nas crianças pesquisadas indicaram uma relação muito próxima do padrão da normalidade para os limiares tonais (limiares entre zero e 25 dBNA, segundo Davis e Silvermann, 1970). Esse achado está de acordo com os resultados de Rance et al. (1998) e também com os estudos de Ballay et al. (2005), segundo os quais os limiares encontrados no VRA para a frequência de 500 Hz não apresentaram diferença dos resultados obtidos na pesquisa do PEAEST na mesma frequência.

A descrição dos níveis mínimos em dBNA_{cg} encontrados na pesquisa do PEAEST nas crianças avaliadas neste estudo mostrou que a média para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz foi, respectivamente, de 14, 17.2, 16.3 e 10.6 dBNA_{cg} da orelha direita; e de 12.2, 16.8, 14.1 e 6 dBNA_{cg} da orelha esquerda. Esses dados são semelhantes aos divulgados

nos estudos de Schmulian, Swanepoel e Hugo (2005). Esses autores relataram que a média bilateral dos níveis mínimos de respostas encontrados para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz foi de 14, 18, 15 e 14 dBNA_{cg}, respectivamente.

Com relação ao tempo de realização do PEAEST, para ambas as orelhas, pode-se observar que a pesquisa do nível mínimo de resposta em dBNA_{cg} levou entre 25 e 78 minutos. Esses resultados são similares aos encontrados por Rance e Rickards (2002), cujo tempo de duração para a análise das respostas do PEAEST em ambas as orelhas foi de 45 a 60 minutos. Para Luts et al. (2004), o tempo médio de duração da pesquisa do PEAEST foi de 58 minutos. Já para Ballay et al. (2005) foi necessário um tempo maior de duração do PEAEST, entre uma e duas horas. Já Rance e Tomlin (2006) descreveram que o tempo decorrido para a pesquisa foi de 20 a 30 minutos, porém, os autores realizaram a pesquisa do PEAEST apenas em duas frequências.

Ainda sobre a variável tempo de duração do exame, se colocarmos em média de tempo teremos 46.35 minutos para as crianças ouvintes. Schmulian, Swanepoel e Hugo (2005), relataram uma média de duração do PEAEST de 28 minutos.

Conclusões

1. A utilização do PEAEST é viável em lactentes e crianças pequenas e contribui para o diagnóstico da deficiência auditiva, possibilitando a caracterização do *status* audiométrico em diferentes frequências e em ambas orelhas, simultaneamente.
2. As respostas do PEAEST realizado com frequência de modulação entre 70 e 105 Hz não são afetadas pelo sono e podem ser registradas em intensidades muito próximas dos limiares auditivos.
3. A frequência de 500 Hz apresenta resultados com níveis de resposta maiores, o que aponta para uma correlação menor com a audiometria tonal, se comparado com as frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz.
4. O tempo de teste é compatível com o de outros exames eletrofisiológicos, como o PEATE-FE, podendo em alguns casos ser mais rápido e trazer mais informações em período menor de tempo.





Referências

- Ballay, C. MD; Tonini, R. Aud; Waninger, T. Ms.; Yoon, C. BS.; Manolidis, S. MD. Steady-State Response Audiometry in a Group of Patients with Steeply Sloping Sensorineural Hearing Loss. *Laryngoscope* 2005 Jul;115(7):1243-6.
- Dimitrijevic, A.; John, M. S.; Picton, T. W. Multiple Auditory Steady-State Responses. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2002 May;189:16-21.
- Gravel, J. S.; Hood, L. J. Avaliação audiológica infantil. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* Brasil: Ed. Manole; 2001. p. 301-22.
- Han, D.; Mo, L.; Liu, H.; Threshold Estimation in Children Using Auditory Steady-State Responses to Multiple Simultaneous Stimuli. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2006;68(2):64-8.
- Herdman, A. T.; Lins, O.; Roon, P. V.; Stapells, D. R.; Scherg, M.; Picton, T. W.: Intracerebral Sources of Human Auditory Steady-State Responses. *Brain Topogr.* 2002 Winter;15(2):69-86.
- Herdman, A.; Stapells, D. R.: Auditory steady-state response thresholds of adults with sensorineural hearing impairments. *Int J Audiol.* 2003 Jul;42(5):237-48
- John, M. S.; Purcell, D. W.; Dimitrijevic, A.; Picton, T. W.: Advantages and Caveats When Recording Steady-State Responses to Multiple Simultaneous Stimuli. *J Am Acad Audiol.* 2002 May;13(5):246-59.
- Lins, O. G. *Audiometria Fisiológica Tonal utilizando Respostas de Estado Estável Auditivas do Tronco Cerebral.* [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade federal de São Paulo.; 2002.
- Lins, O.G., y Picton, T.W. Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1995 Sep;96(5):420-32
- Lins, O. G.; Picton, T. W.; Boucher, B. L.; Durieux-Smith, A.; Champagne, S. C.; Moran, L. M.; et al.: Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear.* 1996 Apr;17(2):81-96.
- Luts, H.; Desloovere, C.; Kumar, A.; Vandermeersch, E.; Wouters, J.: Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2004 Jul; 68(7):915-26.
- Rance, G.; Rickards, F. W.; Cohen, L. T.: The automated prediction of hearing thresholds in sleeping subjects using auditory steady-state evoked potentials. *Ear Hear.* 1995 Oct;16(5):499-507.
- 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.
- Rance, G.; Tomlin, D.: Maturation of Auditory Steady-State Response in Normal Babies. *Ear Hear.* 2006 Feb;27(1):20-9.
- Regan, D. *Human brain electrophysiology: Evoked potentials and evoked magnetic fields.* Science and medicine. NY, Elsevier, 1989, p. 167-209.
- Sininger YS, Doyle KJ, Moore JK. The case for early identification of hearing loss in children. Auditory system development, experimental auditory deprivation and development of speech perception and hearing. *Pediatr Clin North Am.* 1999 Feb;46(1):1-14
- Werff, K. R.; Brow, C. J.: Effect of audiometric configuration on threshold and suprathreshold auditory steady-state responses. *Ear Hear.* 2005 Jun;26(3):310-26.

Recebido em agosto/06; **aprovado em** dezembro/06.

Endereço para correspondência

Daniela Bortoloti Calil
Rua 20, 150, Centro, Barretos, SP, CEP 14780-070

E-mail: danielabortoloticalil@gmail.com

