

Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável em crianças e adolescentes com perda auditiva neurosensorial de grau severo e profundo e descendente

Auditory Steady State Responses in children and adolescents with severe to profound and steeply sloping sensorineural hearing loss

Cynthia Barbosa Laureano Luiz¹, Marisa Frasson de Azevedo¹

RESUMO

Objetivo: Verificar a correlação entre os limiares eletrofisiológicos obtidos no Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) e os limiares comportamentais obtidos com audiometria tonal liminar, em crianças e adolescentes com perda auditiva neurosensorial de grau severo e profundo e perda auditiva de configuração descendente. **Métodos:** Foram avaliados 20 indivíduos, de ambos os gêneros, com idades entre 5 e 15 anos, distribuídos nos seguintes grupos: 10 indivíduos com perda auditiva neurosensorial descendente (GD) e 10 indivíduos com perda auditiva neurosensorial horizontal de grau severo e profundo (GS). Os indivíduos foram submetidos à audiometria tonal liminar, logaudiometria, medidas de imitância acústica e ao potencial evocado auditivo de estado estável, nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz. **Resultados:** No grupo com perda descendente, a correlação foi de 0,68 a 0,94 e no grupo com perda auditiva de grau severo e profundo, a correlação foi de 0,59 a 0,86. As diferenças médias do limiar do PEAEE e do limiar da audiometria situaram-se entre 1,4 e 7,5 dB no grupo com perda descendente e entre -0,40 e -8,5 dB, no grupo com perda auditiva de grau severo e profundo. **Conclusão:** Houve correlação positiva entre os limiares eletrofisiológicos e comportamentais nos grupos de crianças e adolescentes com perda auditiva neurosensorial horizontal de grau severo e profundo e descendente.

Descritores: Potenciais evocados auditivos; Audição; Perda auditiva; Criança; Adolescente

ABSTRACT

Purpose: To verify the correlation between the electrophysiological thresholds in Auditory Evoked Potential Steady State (ASSR) and behavioral thresholds obtained with pure tone audiometry in children and adolescents with severe to profound sensorineural hearing loss and steeply sloping hearing loss. **Methods:** Twenty subjects from both gender aged between five and 15 years-old were evaluated and divided into the following groups: 10 subjects with steeply sloping sensorineural hearing loss and 10 subjects with severe to profound sensorineural hearing loss. The subjects underwent pure tone audiometry, speech audiometry (SRT and SDT), acoustic immittance measures and ASSR. **Results:** In the group with steeply sloping hearing loss, the correlation was 0.68 and 0.94. In the group with severe to profound hearing loss, the correlation was 0.59 to 0.86. Mean differences between-ASSR and audiometry threshold were 1.4 and 7.5 dB in the group with steeply sloping hearing loss and -0.40 e-8.5 dB in the group with severe to profound hearing loss. **Conclusion:** There was a positive correlation between the electrophysiological and behavioral thresholds in children and adolescents with severe to profound hearing loss and steeply sloping hearing loss.

Keywords: Evoked potentials, Auditory; Hearing; Hearing loss; Child; Adolescent

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: *CBL* pesquisador principal, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; *MFA* orientadora, correção da redação do artigo, aprovação da versão final.

Endereço para correspondência: Cynthia Barbosa Laureano Luiz. R. Botucatu, 802, Vila Clementino, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 04023-062. Email: cynthiauiz@yahoo.com.br

Recebido em: 15/9/2013; **Aceito em:** 29/7/2014

INTRODUÇÃO

Com a implantação dos programas de saúde auditiva, o diagnóstico precoce da perda auditiva tem sido cada vez mais frequente, favorecendo a intervenção adequada. A deficiência auditiva acarreta múltiplas dificuldades, desde seu efeito na comunicação, até o impacto no desenvolvimento psicossocial, cognitivo, da linguagem e do aprendizado. Para que se possa intervir de maneira adequada, o diagnóstico preciso e correto é fundamental.

Estabelecer o grau da perda e a configuração audiométrica em neonatos, entretanto, só é possível por meio da avaliação eletrofisiológica, que não depende da colaboração do indivíduo para obtenção da resposta e permite avaliação com estímulos de frequências específicas, tanto pelo o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com *tone burst*, como pela resposta obtida no potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEE). Desta forma, a aplicabilidade do PEAEE no diagnóstico audiológico precoce vem sendo enfatizada na literatura⁽¹⁻¹¹⁾. A facilidade de registro e a objetividade na identificação das respostas do PEAEE, utilizando-se análises estatísticas, são aspectos importantes deste procedimento⁽¹⁾. O uso do PEAEE permite a determinação dos limiares eletrofisiológicos nas frequências de 500 a 4000 Hz, informação de fundamental importância no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas.

De acordo com dados da literatura, o PEAEE tem potencial para a predição dos limiares auditivos em crianças com diferentes graus de perda auditiva, sendo apontado como um instrumento complementar na avaliação audiológica.

O PEAEE para predição dos limiares auditivos comportamentais ainda não faz parte do protocolo de avaliação clínica de todos os serviços. Entretanto, alguns estudos indicam presença de correlação entre limiares eletrofisiológicos e comportamentais, principalmente em indivíduos com perdas auditivas de grau severo e profundo^(3,5,7,12-18). Na maioria dos trabalhos, a amostra selecionada foi composta por adultos. Há poucos estudos realizados em crianças e adolescentes.

O objetivo deste estudo foi verificar a correlação entre os limiares eletrofisiológicos obtidos no PEAEE e os limiares comportamentais obtidos na audiometria tonal liminar, em crianças e adolescentes com perda auditiva neurossensorial horizontal de grau severo e profundo e descendente.

MÉTODOS

O estudo do tipo transversal observacional analítico foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) (n°0669/11). Todos os pais das crianças e adolescentes foram informados sobre os procedimentos a serem realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, antes de sua participação no estudo. Os adolescentes alfabetizados também

foram informados dos procedimentos e assinaram o Termo de Assentimento.

A casuística foi constituída por 20 indivíduos de ambos os gêneros, com idades entre 5 e 15 anos, distribuídos em dois grupos: Grupo 1: 10 indivíduos com perda auditiva neurossensorial descendente (GD); Grupo 2: 10 indivíduos com perda auditiva neurossensorial horizontal de grau severo e profundo (GS).

Os critérios de inclusão foram: idade entre 5 e 15 anos, curva timpanométrica do tipo A, bilateralmente⁽¹⁹⁾, e ausência de emissões otoacústicas evocadas (transientes e produto de distorção). A faixa etária foi determinada por apresentar resposta consistente na audiometria, tornando, assim, mais fidedignos os valores da avaliação, para comparação com os limiares eletrofisiológicos. Foram excluídos da casuística os indivíduos com alterações condutivas e neurológicas.

Todos os indivíduos foram submetidos à anamnese, à audiometria tonal liminar, às medidas de imitância acústica e à avaliação eletrofisiológica da audição pelo PEAEE. Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo avaliador.

A audiometria foi realizada em cabina acústica com audiômetro modelo MA-41 e uso do fone supra-aural TDH-39. A pesquisa dos limiares auditivos foi realizada nas frequências de 250 a 8000 Hz e os indivíduos foram orientados a levantar a mão quando os estímulos sonoros fossem ouvidos, ainda que em fraca intensidade. O limiar auditivo foi pesquisado utilizando-se a técnica descendente-ascendente, em intervalos de 10 dB (descendente) e 5 dB (ascendente). Foi considerado como limiar de audibilidade o menor nível de intensidade em que o paciente respondeu a 50% das apresentações do estímulo sonoro.

O grau da perda auditiva foi classificado analisando-se a média dos limiares de via aérea, nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz⁽²⁰⁾. Considerou-se perda auditiva de grau severo quando a média estava situada entre 71 e 90 dB e perda auditiva de grau profundo, a média igual ou superior a 91 dB. A configuração do audiograma foi classificada em horizontal, quando houve diferença de 5 dB entre os limiares das diferentes frequências e descendente, quando houve diferença de 5 a 20 dB por oitava, em direção às frequências de oitavas⁽²¹⁾.

Foi considerada curva timpanométrica do tipo A, quando o pico de máxima complacência situou-se entre +100 e -100 daPa e o volume de orelha média, entre 0.3 e 1.6 ml⁽¹⁹⁾.

O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável foi realizado com o equipamento Smart EP, fabricado pela Intelligent Hearing Systems®. O exame foi realizado em uma sala acústica e eletricamente tratada. Os indivíduos foram acomodados em poltrona reclinável e confortável e orientados a permanecerem quietos, evitando movimentos, principalmente da musculatura da cabeça e pescoço, e artefatos miogênicos. Antes do início dos exames, a pele dos sujeitos foi preparada, com auxílio da pasta abrasiva e os eletrodos posicionados de forma que o registro fosse realizado ipsilateralmente à orelha estimulada, mantendo-se a impedância <5 kΩ. A disposição dos eletrodos foi a seguinte: M1, Fz e M2: (-) orelha testada, (+) testa, (terra)

orelha não testada. Os estímulos acústicos foram apresentados pelos fones de inserção ER-3B, adaptados no meato acústico externo, (MAE) por meio de *plugs* de espuma descartáveis. O exame foi realizado em sono natural, sem a utilização de sedação. A estimulação foi monoaural e a apresentação do estímulo foi mista (multifrequencial, no início do exame e uma única frequência, próximo do limiar). A pesquisa do limiar eletrofisiológico foi realizada com a técnica descendente (10 dB) e ascendente (5 dB). A intensidade máxima do equipamento era de 117 dB NPS. Os limiares eletrofisiológicos foram obtidos em dB NPS e convertidos para dB NA (dB cg NA), pelo próprio equipamento. Os valores de correção foram de -26 dB para 500 Hz, -11 dB para 1000 Hz, -13 dB 2000 Hz e -19 dB para 4000 Hz.

O PEAAE foi detectado de forma automática, comparando-se a amplitude do sinal e a amplitude do ruído na taxa de apresentação. Estas respostas foram divididas em sinal e ruído, utilizando-se um teste estatístico F. A resposta foi considerada presente, quando a proporção do sinal e do ruído foi igual ou superior a 6,13 dB, com resposta maior que 0,0125 μ V, o ruído elétrico inferior a 0,05 μ V e o ruído residual menor ou igual 0,07 μ V. A análise estatística foi realizada a cada 20 varreduras, utilizando-se a apresentação máxima de 400 varreduras, com uso de um filtro de 30-300 Hz. O critério estabelecido para interromper o registro do exame foi presença ou ausência de resposta, com o ruído residual abaixo de 0,70 μ V (parâmetro sugerido pelo manual técnico do equipamento). Nos casos em que o ruído não atingiu tal limite em 400 varreduras, o exame foi reiniciado.

O estímulo utilizado foi o *tone pipe*, modulado em 100 %, em amplitude com as frequências portadoras de 500 a 4000 Hz, nas frequências de modulação na orelha direita - 79, 87, 95, 103 Hz - e na orelha esquerda - 77, 85, 93 e 101 Hz -, respectivamente.

Apesar do emprego de diferentes transdutores, neste estudo, para obtenção dos limiares comportamentais (fone supra-aural TDH-39) e limiares eletrofisiológicos (fones de inserção ER-3B), não foi realizada a correção dos limiares para fone de

inserção, na audiometria comportamental, visto que os fatores de correção para as frequências de 500 Hz a 4000 Hz situam-se entre 0 e 2 dB⁽²²⁾. A correção de 2 dB não tem validade clínica, já que a pesquisa dos limiares é realizada com incrementos de 5 dB.

Para análise estatística deste estudo, foram realizadas análises descritivas (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo) dos limiares eletrofisiológicos e comportamentais e teste de Correlação Linear de Pearson, utilizado para verificar a correlação entre os limiares eletrofisiológicos do PEAAE e comportamentais da audiometria.

RESULTADOS

Os valores médios dos limiares eletrofisiológicos obtidos no PEAAE e dos limiares auditivos comportamentais obtidos na audiometria tonal, nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, foram estabelecidos por orelha, tendo em vista a possibilidade de perdas assimétricas. Os limiares auditivos médios encontrados em indivíduos com perda auditiva neurossensorial descendente estão apresentados na Tabela 1.

As maiores diferenças constatadas entre os valores dos limiares eletrofisiológicos e limiares auditivos comportamentais, nos indivíduos com perda auditiva neurossensorial descendente, foram na frequência de 1000 Hz (Figura 1).

Quanto aos valores de correlação obtidos pelo coeficiente de Pearson, nos indivíduos com perda auditiva neurossensorial descendente, houve correlação positiva significativa nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz (Tabela 2).

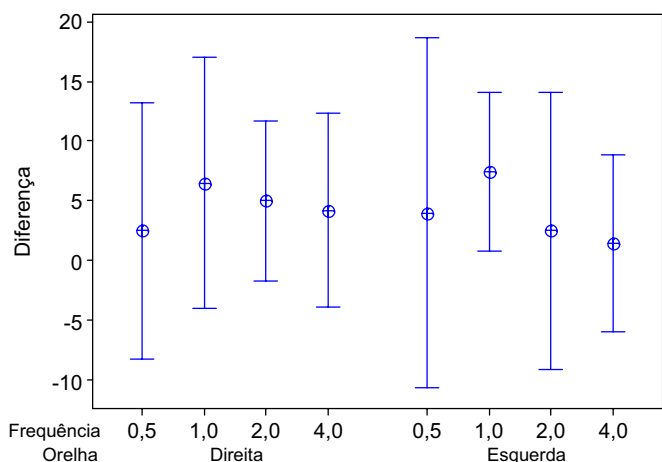
Nos indivíduos com perda auditiva neurossensorial de grau severo e profundo, os limiares comportamentais médios foram mais elevados do que os eletrofisiológicos, em todas as frequências analisadas - 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz (Tabela 3).

Com relação aos valores médios das diferenças entre os valores dos limiares eletrofisiológicos e limiares auditivos comportamentais, nos indivíduos com perda auditiva neurossensorial horizontal de grau severo a profundo, as maiores

Tabela 1. Valores médios dos limiares eletrofisiológicos e comportamentais, nas frequências de 500 a 4000 Hz, por orelha, no grupo com perda auditiva descendente

Orelha	Frequência (kHz)	n	Média	DP	Mediana	Média	DP	Mediana
			LE	LE	LE	LC	LC	LC
Direita	0,5	10	29,50	14,23	29,0	27,0	15,13	25,0
	1	10	44,50	18,77	39,0	38,0	23,94	37,5
	2	10	70,50	17,0	67,0	65,5	17,87	62,5
	4	10	71,20	18,02	68,0	67,0	17,03	62,5
Esquerda	0,5	10	36,50	18,77	36,5	32,5	18,45	25,0
	1	10	48,50	19,92	44,0	41,0	21,06	40,0
	2	10	70,00	17,98	74,5	67,5	18,89	62,5
	4	10	73,40	19,86	73,5	72,0	19,47	65,0

Legenda: LE= limiares eletrofisiológicos; LC = limiares comportamentais; DP = desvio padrão



OD: 500Hz: 2,5±10,8; 1000Hz: 6,5±10,61; 2000Hz: 5,0±6,75; 4000Hz: 4,2±8,18
 OE: 500Hz: 4,0±14,72; 1000Hz: 7,5±6,69; 2000Hz: 2,5±11,65; 4000Hz: 1,4±7,43

Figura 1. Média ± 1 desvio padrão das diferenças em dBNA, por frequência e orelha - grau de perda descendente

diferenças ocorreram nas frequências de 500 Hz e 4000 Hz e as menores, em 1000 Hz (Figura 2).

Nos indivíduos com perda auditiva neurossensorial horizontal de grau severo e profundo, houve correlação positiva significativa, nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, na orelha direita, e nas frequências de 1000 Hz e 2000 Hz, na orelha esquerda (Tabela 4).

DISCUSSÃO

No grupo com perda auditiva neurossensorial descendente, observou-se que os limiares eletrofisiológicos foram mais elevados do que os comportamentais, especialmente nas frequências de 2000 e 4000 Hz. As diferenças médias situaram-se entre 1,4 e 7,5 dB, inferiores às obtidas em estudos internacionais, realizados com população de adultos. Estudo com 11 trabalhadores expostos a ruído, com perda auditiva neurossensorial descendente, encontrou diferenças entre 12 e 17 dB NA⁽²³⁾. Outro trabalho, também obteve maiores diferenças em relação ao presente estudo, entre 5 e 18 dB NA⁽²⁴⁾. Porém, a amostra compreendeu ampla faixa etária, incluindo adultos e idosos de 21 a 79 anos. Estudos com PEAEE em adolescentes com perda neurossensorial descendente não foram encontrados na literatura, o que valoriza os achados do presente trabalho.

A presença de limiares eletrofisiológicos mais elevados já era esperada, visto que os estudos analisados, que utilizaram a avaliação eletrofisiológica, obtiveram limiares eletrofisiológicos de 10 a 15 dB mais elevados, em relação aos limiares comportamentais. A distância entre os sítios geradores e os eletrodos de superfície para captação da resposta (potencial de campo distante) é uma das explicações para ocorrência dessa diferença, devido à menor amplitude de resposta que necessita ser extraída do ruído de fundo.

Tabela 2. Retas de regressão ajustadas e valores observados do coeficiente de correlação de Pearson, entre as variáveis, limiar eletrofisiológico do PEAEE e limiar auditivo comportamental por frequência e orelha – grau de perda descendente

Frequência (kHz)	Orelha direita			Orelha esquerda		
	Reta ajustada	r	Valor de p	Reta ajustada	r	Valor de p
0,5	Limiar A = 4,1 + 0,776 PEAEE	0,730	0,016*	Limiar A = 7,8 + 0,676 PEAEE	0,687	0,028*
1	Limiar A = -13,3 + 1,15 PEAEE	0,905	<0,001*	Limiar A = -7,6 + 1,00 PEAEE	0,948	<0,001*
2	Limiar A = -3,1 + 0,973 PEAEE	0,926	<0,001*	Limiar A = 8,6 + 0,842 PEAEE	0,801	0,005*
4	Limiar A = 6,9 + 0,843 PEAEE	0,893	0,001*	Limiar A = 5,18 + 0,91 PEAEE	0,929	<0,001*

Nas retas ajustadas, a variável resposta é o Limiar na Audiometria e a variável explicativa é o Limiar PEAEE

*Valores significativos (p≤0,05) – Coeficiente de correlação de Pearson (r)

Legenda: PEAEE = Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável

Tabela 3. Valores médios dos limiares eletrofisiológicos e comportamentais, nas frequências de 500 a 4000 Hz, por orelha, no grupo com perda auditiva neurossensorial de grau severo e profundo

Orelha	Frequência (kHz)	n	Média	DP	Mediana	Média	DP	Mediana
			LE	LE	LE	LC	LC	LC
Direita	0,5	10	81,0	14,53	88,5	89,5	17,71	89,5
	1	10	94,0	18,01	100,0	98,5	15,99	95,0
	2	10	93,2	16,57	95,5	100,0	17,16	95,0
	4	10	94,1	9,69	97,0	102,5	19,76	105,0
Esquerda	0,5	10	81,8	11,82	76,5	87,5	15,50	85,0
	1	10	96,6	12,36	96,5	97,0	16,19	95,0
	2	10	97,1	13,97	102,0	100,5	17,39	97,5
	4	10	93,7	18,76	99,5	99,6	19,84	102,5

Legenda: DP = desvio padrão; LE = limiares eletrofisiológicos; LC= limiares comportamentais

Tabela 4. Retas de regressão ajustadas e valores observados do coeficiente de correlação de Pearson, entre as variáveis, limiar eletrofisiológico do PEAAE e limiar auditivo comportamental por frequência e orelha – grau de perda auditiva severo e profundo

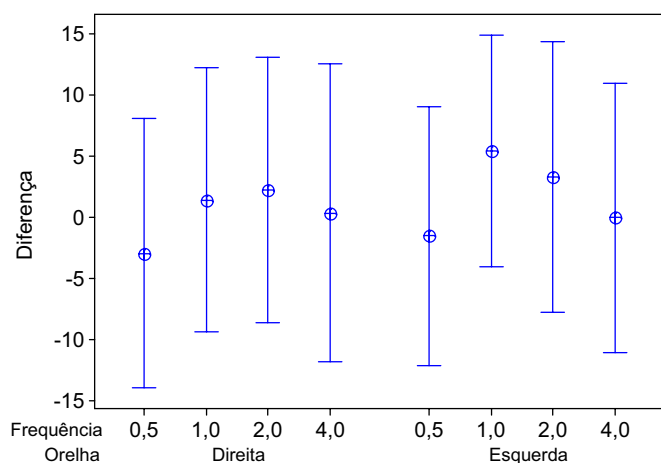
Frequência (kHz)	Orelha direita			Orelha esquerda		
	Reta ajustada	r	Valor de p	Reta ajustada	r	Valor de p
0,5	Limiar A = 8,29 + 1,003 PEAAE	0,823	0,003*	Limiar A = 3,9 + 1,02 PEAAE	0,779	0,008#
1	Limiar A = 26,1 + 0,771 PEAAE	0,868	0,001*	Limiar A = -7,2 + 1,08 PEAAE	0,823	0,003*
2	Limiar A = 30,9 + 0,741 PEAAE	0,715	0,020*	Limiar A = 11,8 + 0,913 PEAAE	0,734	0,016*
4	Limiar A = -11,4 + 1,21 PEAAE	0,594	0,070#	Limiar A = 22,6 + 0,821 PEAAE	0,776	0,008#

Nas retas ajustadas, a variável resposta é o Limiar na Audiometria e a variável explicativa é o Limiar PEAAE

*Valores significativos ($p < 0,05$) – Coeficiente de correlação de Pearson (r)

#Tendência à significância

Legenda: PEAAE = Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável



OD: 500Hz: $-8,5 \pm 10,07$; 1000Hz: $-4,5 \pm 8,96$; 2000Hz: $-6,80 \pm 12,73$; 4000Hz: $-8,40 \pm 16,03$

OE: 500Hz: $-5,70 \pm 9,72$; 1000Hz: $-0,40 \pm 9,24$; 2000Hz: $-3,40 \pm 11,88$; 4000Hz: $-5,9 \pm 12,95$

Figura 2. Média \pm 1 desvio padrão das diferenças em dBNA, por frequência e orelha - grau de perda auditiva severa e profundo

Nas crianças e adolescentes com perda auditiva neurosensorial descendente, houve forte correlação entre limiares eletrofisiológicos e comportamentais, nas frequências de 500 Hz a 4000 Hz, na orelha direita, e de 1000 Hz a 4000 Hz, na orelha esquerda. Estes achados concordam com estudo que também verificou forte correlação nas frequências de 500 Hz a 4000 Hz, em trabalhadores expostos a ruído⁽²³⁾. Estudo em 29 crianças com perda descendente encontrou forte correlação de 500 Hz a 2000 Hz e correlação moderada na frequência de 4000 Hz⁽²⁵⁾. Foi observada pior correlação na frequência de 500 Hz, que pode ser explicada pela interferência do ruído eletrofisiológico e/ou ambiental, nas frequências baixas. Um dos fatores responsáveis pela presença de piores respostas em 500 Hz se deve à tonotopia coclear (sons graves localizados na porção apical da cóclea), resultando em diminuição da amplitude da resposta nessa frequência, compreendida na parte apical coclear⁽¹⁾.

Por outro lado, o grupo com perda auditiva neurosensorial horizontal de grau severo e profundo comportou-se de maneira diferente, ou seja, as médias e medianas foram

maiores na audiometria, em relação ao PEAAE. Os limiares médios eletrofisiológicos situaram-se entre 81 e 97 dB NA e os comportamentais, entre 87,5 e 102,5 dB NA. Estudo realizado em crianças e adolescentes com perda auditiva de grau severo e profundo registrou limiares eletrofisiológicos entre 91 e 96 dB NA e limiares comportamentais entre 84 e 93 dB NA⁽²⁶⁾. Desta forma, apesar da semelhança dos limiares eletrofisiológicos em ambos os estudos, houve divergência em relação à comparação dos dois procedimentos. Por outro lado, estudo em adultos também obteve melhores limiares eletrofisiológicos, em comparação com os comportamentais, concordando com os achados do presente estudo⁽²⁷⁾.

A presença de menores limiares no PEAAE, no que diz respeito aos limiares da audiometria nas perdas auditivas de grau severo e profundo, poderiam ser atribuídas a ocorrências de artefatos decorrentes da forte estimulação, considerados como artefatos elétricos ocasionados pelo efeito *aliasing* (sobreposição do sinal, na conversão do sinal analógico para digital)⁽²⁸⁾. Outros estudos sugerem a influência dos potenciais evocados vestibulares miogênicos, pois estes aparecem em resposta a estímulos auditivos de forte intensidade^(28,29).

As diferenças médias no grupo com perda auditiva neurosensorial horizontal de grau severo e profundo situaram-se entre -0,40 e -8,5 dB. Outros estudos encontraram diferenças maiores, entre 4 e 6 dB, em crianças com perda auditiva de grau severo a profundo⁽²⁶⁾. Um estudo realizado com adultos encontrou diferenças de -8 a -11 dB, com perda auditiva de grau severo a profundo⁽²⁷⁾, similares aos obtidos neste estudo. Tais diferenças de resultados podem ser atribuídas à utilização de equipamentos e protocolos distintos, visto que houve similaridade de valores no estudo que utilizou o mesmo equipamento e protocolo⁽²⁷⁾. Desta forma, os limiares obtidos no PEAAE nas perdas de grau severo e profundo poderiam subestimar a perda auditiva. Para minimizar tais efeitos, recomenda-se não realizar a pesquisa dos limiares em todas as frequências simultaneamente, o que diminui o nível de pressão sonora e a possibilidade de respostas vestibulares miogênicas. Além disso, novas tecnologias vêm sendo estudadas, para redução de artefatos elétricos^(28,29).

Nos indivíduos com perda auditiva neurosensorial horizontal de grau severo a profundo, houve forte correlação entre

o limiar eletrofisiológico e os limiares comportamentais, nas frequências de 500 a 2000 Hz, na orelha direita, e de 500 a 4000 Hz, na orelha esquerda. Apenas na frequência de 4000 Hz, na orelha direita, houve moderada correlação. Em estudo similar em indivíduos de 10 a 15 anos, com perda de grau severo e profundo, a correlação mais forte obtida foi apenas em 1000 Hz, com correlações moderadas nas demais frequências⁽²⁶⁾. Outro estudo, com indivíduos entre 5 e 74 anos, encontrou correlação de 0,91 nas perdas de grau severo a profundo⁽³⁰⁾.

A forte correlação entre os limiares eletrofisiológicos e comportamentais, obtida no presente estudo, demonstra boa aplicabilidade do PEAEE no processo de diagnóstico precoce da deficiência auditiva, principalmente nas perdas neurossensoriais de configuração horizontal de grau severo e profundo e nas perdas auditivas neurossensoriais de configuração descendente. Desta forma, crianças que não respondem, ainda, na audiometria tonal liminar, padrão ouro para determinação do limiar psicoacústico, podem se beneficiar com o uso do PEAEE, que apresenta boa confiabilidade para definição dos limiares, contribuindo de forma efetiva para a adaptação do aparelho de amplificação sonora individual nos primeiros meses de vida.

CONCLUSÃO

Houve correlação positiva entre os limiares eletrofisiológicos e comportamentais nos grupos de crianças e adolescentes com perda auditiva neurossensorial horizontal de grau severo e profundo e descendente, demonstrando a aplicabilidade clínica do PEAEE no diagnóstico audiológico.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo incentivo e financiamento desta pesquisa (processo nº 2011/03436-9).

REFERÊNCIAS

1. Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moran LM et al. Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear*. 1996;17(2):81-96.
2. Chou YF, Chen PR, Yu Sh, Wen Yh, Wu Hp. Using multi-stimulus auditory steady state response to predict hearing thresholds in high-risk infants. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012;269(1):73-4. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-011-1604-0>
3. Rodrigues GRI, Lewis DR. Potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças com perdas auditivas cocleares. *Pró-Fono*. 2010;22(1):37-42. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000100008>
4. Swanepoel D, Ebrahim S. Auditory steady-state and auditory brainstem response thresholds in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009;266(2):213-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-008-0738-1>
5. Komazec Z, Lemajić-Komazec S, Jović R, Nadj C, Jovancević L,

Savović S. Comparison between auditory steady-state responses and pure-tone audiometry. *Vojnosanit Pregl*. 2010;67(9):761-5.

6. Linares AE, Costa Filho OA, Martinez MANS. Potencial evocado auditivo de estado estável em audiologia pediátrica. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(6):723-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000600010>
7. Ozdek A, Karacay M, Saylam G, Tatar E, Aygener N et al. Comparison of pure tone audiometry and auditory steady-state responses in subjects with normal hearing and hearing loss. *Ear Arch Otorhinolaryngol*. 2010;267(11):43-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-009-1014-8>
8. Rodrigues GRI, Lewis DR, Fichino SN. Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável no diagnóstico audiológico infantil: uma comparação com os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(1):96-101. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000100016>
9. Bucuvic EC, Iório MCM, Andrade NA, Vieira EP. Aplicabilidade da resposta auditiva de estado estável em campo livre na avaliação de bebês e crianças usuárias de pró-teses auditivas. *Distúrb Comun*. 2010;21(3):293-302.
10. Rodrigues GRI, Almeida MG, Lewis DR. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por frequência específica e de estado estável na audiologia pediátrica: estudo de caso. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010;14(4):534-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342009000400018>
11. Lin YH, Ho HC, Wu HP: Comparison of auditory steady-state responses and auditory brainstem responses in audiometric assessment of adults with sensorineural hearing loss. *Auris Nasus Larynx* 2009;36(2):140-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2008.04.009>
12. Van Maanen A, Stapells DR. Multiple-ASSR thresholds in infants and young children with hearing loss. *J Am Acad Audiol*. 2010;21(8):535-45. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.21.8.5>
13. Korczak P, Smart J, Delgado R, Strobel TM, Bradford C. Auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(3):146-70. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.23.3.3>
14. Hsu RF, Ho CK, Lu SN, Chen SS. Predicting hearing thresholds and occupational hearing loss with multiple-frequency auditory steady-state responses. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;39(5):504-10.
15. Ribeiro FM, Carvalho RM, Marcoux AM. Auditory steady-state evoked responses for preterm and term neonates. *Audiol Neurootol*. 2010;15(2):97-110. <http://dx.doi.org/10.1159/000231635>
16. Picciotti PM, Giannantonio S, Paludetti G, Conti G. Steady state auditory evoked potentials in normal hearing subjects: evaluation of threshold and testing time. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2012;74(6):310-4. <http://dx.doi.org/10.1159/000345497>
17. Van Maanen A, Stapells DR. Normal multiple auditory steady-state response thresholds to air-conducted stimuli in infants. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(3):196-207. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.20.3.6>
18. Porto MAA, Azevedo MF, Gil D. Potenciais evocados auditivos em lactentes pré-termo e a termo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77(5):622-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942011000500015>
19. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryng*. 1970;92(4):311-24.

20. Lloyd LL, Kaplan H. Audiometric interpretation: a manual o basic audiometry. Baltimore: University Park Press; 1978. p.16-7.
21. Silman S, Silverman CA. Auditory diagnosis: principles and applications. San Diego: Singular; 1997. Chapter 2, Basic audiology testing; p.44-52.
22. Gil D, Borges ACLC. Fones de inserção: um estudo em indivíduos audiológicamente normais. Rev Bras Otorrinolaringol. 2001;67(4):480-7.
23. Hsu WC, Wu HP, Liu TC. Objective assessment of auditory thresholds in noise-induced hearing loss using steady-state evoked potentials. Clin Otolaryngol Allied Sci. 2003;28(3):195-8. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2273.2003.00684.x>
24. Vander Werff KR, Brown CJ. Effect of audiometric configuration on threshold and suprathreshold auditory steady-state responses. Ear Hear. 2005;26(3):310-26.
25. Ballay CMD, Tonini R, Waninger T, Yoon C, Manolidis S. Steady-state response audiometry in a group of patients with steeply sloping sensorineural hearing loss. Laryngoscope. 2005;115(7):1243-6 . <http://dx.doi.org/10.1097/01.MLG.0000165375.08563.18>
26. Swanepoel D, Hugo R, Roode R. Auditory steady-state responses for children with severe to profound hearing loss. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2004;130(5):531-5. <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.130.5.531>
27. Okada-Yamashita, MMCP. Potenciais evocados auditivos de estado estável: aplicação para estimativa do audiograma [tese de doutorado]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo; 2007.
28. Gorga MP, Neely ST, Hoover BM, Dierking DM, Beauchaine KL, Manning C. Determining the upper limits of stimulation for auditory steady state response measurements. Ear Hear. 2004;25(3):302-7. <http://dx.doi.org/10.1097/01.AUD.0000130801.96611.6B>
29. Small SA, Stapells DR. Artifactual responses when recording auditory steady-state responses. Ear Hear. 2004;25(6):611-23.
30. Ahn JH, Lee HS, Kim YJ, Yoon TH, Chung JW. Comparing pure-tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. Otolaryngol Head Neck Surg. 2007;136(6):966-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2006.12.008>