

Artigos originais

Audiometria de Reforço Visual e Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável em crianças com e sem comprometimento condutivo

Visual Reinforcement Audiometry and Steady-State Auditory Evoked Potential in infants with and without conductive impairment

Michele Vargas Garcia⁽¹⁾
Dayane Domeneghini Didoné⁽²⁾
José Ricardo Gurgel Testa⁽³⁾
Rúbia Soares Bruno⁽¹⁾
Marisa Frasson de Azevedo⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁽²⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁽³⁾ Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Trabalho realizado na Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo, São Paulo, Brasil.

Conflito de interesses: Inexistente



Recebido em: 08/08/2017
Aceito em: 07/05/2018

Endereço para correspondência:

Rúbia Soares Bruno
Rua: Duque de Caxias, 975, Apartamento 70
CEP: 97010200 - Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
rubia_bee@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: comparar os níveis mínimos de resposta por via aérea e via óssea entre a Audiometria de Reforço Visual e o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável nas crianças de seis a 12 meses, com e sem comprometimento condutivo.

Métodos: foram avaliadas 60 crianças de seis a doze meses, sendo 30 com e 30 sem comprometimento condutivo. Foram excluídas crianças com má formação no meato acústico externo, com alteração neurológica e/ou síndrome genética, além de portadores de perda auditiva neurosensorial ou mista. As crianças foram submetidas à Audiometria de Reforço Visual e Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável por via aérea e via óssea no mesmo dia. Os resultados das duas avaliações foram comparados e correlacionados entre si.

Resultados: na comparação por via aérea para o grupo sem comprometimento de orelha média os níveis mínimos de resposta para 500 e 1000Hz foram menores (melhores limiares) para o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável em ambas as orelhas e por via óssea foram muito similares em todas as frequências. Para as crianças com comprometimento condutivo, as respostas por via aérea foram melhores para todas as frequências avaliadas quando obtidas por meio do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável. Por via óssea foram muito similares para ambos os grupos.

Conclusão: foi possível comparar os achados para os níveis mínimos de resposta por via aérea e via óssea entre a Audiometria de Reforço Visual e o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável, sendo que a comparação para a via óssea em ambos os grupos, traz uma equivalência nos valores, sendo estes muito similares. Ainda, para a via aérea, no grupo controle, houve valores aproximados entre as respostas de algumas frequências, enquanto que no grupo com comprometimento condutivo os valores do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável foram melhores que as respostas comportamentais em todas as frequências pesquisadas.

Descritores: Potenciais Evocados Auditivos; Percepção Auditiva; Diagnóstico Precoce; Orelha Média; Audição

ABSTRACT

Purpose: to compare the findings of minimum levels of answers through air and bone conduction between the Visual Reinforcement Audiometry and the Steady-State Auditory Evoked Potential in infants from six to twelve months, with and without conductive disorder.

Methods: sixty children aged six to twelve months were evaluated, 30 presenting conductive disorder, and 30 not presenting it. Children with malformation in the external auditory meatus with neurological alteration and / or genetic syndrome were excluded, as well as patients with sensorineural or mixed hearing loss. The infants were subjected to Visual Reinforcement Audiometry and Steady-State Auditory Evoked Potential evaluation through air and bone conduction on the same day. The results of both assessments were compared and correlated.

Results: in the comparison through air conduction, for the group without conductive disorder of the medium ear, the minimum levels of response for 500 and 1000Hz were lower (better thresholds) for

Steady-State Auditory Evoked Potential in both ears, and through bone conduction were very similar in all frequencies. Concerning the infants that present conductive disorder, the responses through air conduction were better in all frequencies evaluated when obtained via Steady-State Auditory Evoked Potential test. Through bone conduction, the results were very similar for both groups.

Conclusion: it was possible to compare the findings to the minimum levels of response through air and bone conduction between the Visual Reinforcement Audiometry and the Steady-State Auditory Evoked Potential, being that the comparison for bone conduction in both groups presents an equivalence in the results, being very similar. In addition, for the air conduction, in the control group, there was proximity of responses of some frequencies, while the values for the Steady-State Auditory Evoked Potential test were better than the behavioral responses in the conductive disorder group.

Keywords: Evoked Potentials, Auditory; Auditory Perception; Early Diagnosis; Middle Ear; Hearing

INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos os avanços no diagnóstico audiológico infantil têm permitido a identificação precoce das alterações auditivas de crianças pequenas e de difícil testagem comportamental. Nessas avaliações torna-se necessário verificar se há alteração auditiva, tipo de alteração e o grau da mesma, sendo imprescindível diferenciar perdas auditivas condutivas de neurossensoriais e determinar os limiares por via aérea e via óssea.

A perda auditiva condutiva é frequente em lactentes, sendo a otite média uma das doenças mais comuns na infância, a qual consiste em inflamação da orelha média causada por infecção, depressão do estado imunológico, disfunções na tuba auditiva, alergias e problemas ambientais¹. As medidas de imitação acústica são fundamentais na identificação dessas alterações, porém não quantificam o grau da perda auditiva². Dessa forma, a avaliação audiológica com métodos comportamentais, eletrofisiológicos e eletroacústicos somados à avaliação otorrinolaringológica devem ser precisas na identificação de tal patologia, a fim de evitar prejuízos no desenvolvimento linguístico e auditivo da criança.

A Audiometria de Reforço Visual

(VRA)³ é uma das principais técnicas comportamentais para avaliar a sensibilidade auditiva em crianças pequenas. Este procedimento tem como princípio o condicionamento da criança com estímulo sonoro associado a um sinal luminoso, sendo que no momento em que a criança procura a fonte sonora, o examinador oferece um estímulo visual como reforço⁴. Quando realizado por via aérea (com fones) e por via óssea (com vibrador), esse método auxilia na identificação de alterações condutivas (na presença de gap aéreo – ósseo), porém sua realização, tanto por via aérea quanto por via óssea, só é confiável após os

seis meses de vida⁵, sendo necessário o princípio de *cross-check* com outros métodos de avaliação como Potenciais Evocados Auditivos (PEA) por frequência específica para conclusão do diagnóstico audiológico.

Os métodos eletrofisiológicos são fundamentais como medidas complementares sendo a principal escolha na obtenção de limiares auditivos em crianças com idade inferior a seis meses de idade. O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) tem sido descrito como técnica promissora na obtenção de limiares auditivos eletrofisiológicos, proporcionando maior facilidade e eficiência para a obtenção de respostas, objetividade na análise dos registros, com especificidade de frequências, e maior possibilidade de detecção de respostas auditivas do que outros métodos, como por exemplo, a audiometria tonal liminar⁶. Alguns autores⁷ descrevem correlação entre os níveis mínimos de respostas obtidos no PEAEE com limiares comportamentais, beneficiando crianças pequenas que não cooperam na avaliação comportamental.

O PEAEE pode ser pesquisado por via aérea e por via óssea, sendo possível determinar a presença e magnitude do comprometimento condutivo, por meio da diferença entre os níveis mínimos de resposta aéreo-ósseos, o que o torna uma ferramenta útil também na avaliação do comprometimento condutivo, uma das principais patologias em lactentes⁵.

Por ser uma das principais técnicas de avaliação na identificação de perdas auditivas, sendo condutivas, mistas ou neurossensoriais, de crianças com idade inferior à seis meses o PEAEE torna-se um importante instrumento de investigação audiológica. A comparação dos níveis mínimos de respostas por via aérea e via óssea com a avaliação comportamental também em crianças maiores de seis meses com e sem comprometimento condutivo, cuja avaliação comportamental é viável, torna-se necessária a fim de que se obtenham parâmetros de comparação de ambas as avaliações.

Assim, o PEAAE pode ser utilizado de maneira fidedigna no diagnóstico audiológico de crianças pequenas e que não cooperam na avaliação comportamental, facilitando a identificação e quantificação das alterações auditivas, como no caso da otite média.

Com base no exposto, o objetivo desse estudo foi comparar os achados para os níveis mínimos de resposta por via aérea e via óssea entre a Audiometria de Reforço Visual e o PEAAE nas crianças de seis a 12 meses, com e sem comprometimento condutivo.

MÉTODOS

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, protocolo de Pesquisa número 1191/10. Todos os pais das crianças envolvidas consentiram a participação de seus filhos na pesquisa e divulgação dos resultados por meio da assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

Fizeram parte da amostra 60 crianças, provenientes do ambulatório de Audiologia Infantil da instituição da pesquisa, de ambos os gêneros, com idade entre seis e 12 meses, sem e com alteração de orelha média. Os grupos foram distribuídos da seguinte forma: Grupo controle (GC): 30 crianças sem alteração de orelha média; Grupo estudo (GE): 30 crianças com alteração de orelha média.

Inicialmente, as crianças realizaram avaliação otorrinolaringológica, medidas de imitância acústica (timpanometria) e emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT).

A otoscopia foi executada por um médico otorrinolaringologista infantil experiente, sendo classificada em normal (ausência de alteração) ou alterada (retraída, hiperemiada, opaca, perfurada, abaulada).

A timpanometria foi realizada por meio do Analisador de Orelha Média *Impedance Audiometer-AT235h- Interacoustics*, com tom teste de 226Hz. As curvas timpanométricas foram classificadas segundo Jerger(1970)⁸ e Carvallo (1992)⁹ em: Curva Tipo A- pico único de admitância entre -150 e + 100 daPa e volume de 0,2 a 1,8ml; Curva tipo D- curva em duplo pico; Curva assimétrica- pico em alta pressão positiva; Curva Tipo C-pico de admitância deslocado para pressão negativa; Curva invertida(I)- com configuração invertida em relação a curva normal; Curva tipo B-curva plana sem pico de admitância.

As EOAT foram pesquisadas com o equipamento *ILO 96-Analisador de Emissões Otoacústicas*, utilizando o programa "Quickscreen". As EOAT foram

consideradas presentes quando a relação sinal ruído por banda de frequência foi ≥ 3 dB para 1500Hz e ≥ 6 dB para 2000Hz, 3000Hz e 4000Hz com reprodutibilidade geral $\geq 50\%$ e estabilidade da sonda $\geq 70\%$.

Foram incluídas no estudo somente as crianças nas quais a avaliação otorrinolaringológica foi compatível com a timpanometria. Ou seja, quando houvesse normalidade na timpanometria (curva timpanométrica do tipo A) e normalidade segundo a avaliação do ORL ou alteração de orelha média (curva timpanométrica do tipo B) e alteração segundo a avaliação do ORL.

Ainda, para a inclusão das crianças no grupo com comprometimento condutivo as mesmas deveriam ter curva timpanométrica do tipo B e avaliação Otorrinolaringológica alterada, e para inclusão das crianças no grupo sem comprometimento condutivo, deveriam ter curva timpanométrica do tipo A e avaliação Otorrinolaringológica normal. Foram consideradas perdas auditivas condutiva de grau até moderado bilateral. Para as crianças do grupo controle, as EOAT deveriam estar presentes, ou seja, ser observado no equipamento a resposta de que a criança passou.

Foram excluídas crianças com má formação no meato acústico externo, com alteração neurológica e/ou síndrome genética, além de portadores de perda auditiva neurosensorial ou mista. A exclusão das crianças portadoras de perda auditiva neurosensorial ou mista foi feita por meio da análise do prontuário na qual constava informações de outras avaliações audiológicas realizadas na criança, como por exemplo, o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por frequência específica (PEATE-FE). Além disso, valores de via óssea superiores a 30dBNA no VRA e PEAAE também foram considerados como suspeita de alteração coclear, sendo as crianças excluídas do estudo.

Além dos procedimentos de avaliação otorrinolaringológica, medidas de imitância acústica e EOAT, todas as crianças foram submetidas à pesquisa dos limiares eletrofisiológicos por via aérea e via óssea por meio do PEAAE e dos níveis mínimos de respostas por via aérea e via óssea por meio do VRA. A ordem dos procedimentos foi aleatória, conforme estado comportamental da criança, se em sono ou alerta.

O PEAAE foi pesquisado por meio do equipamento *Smart EP da Intelligent Hearing System* por via aérea (com fones de inserção EAR Tone 3A) e por via óssea (vibrador ósseo modelo B71). Tal procedimento foi realizado com a criança em sono natural no colo dos pais ou responsáveis. Os eletrodos foram fixados nas

posições M1, Fz e M2:(-) orelha testada, (+) testa, e (terra) orelha não testada. A impedância dos eletrodos se manteve abaixo de 3kohm. Para a testagem da via óssea, a pesquisadora segurou o vibrador ósseo na mastóide mantendo-o pressionado. Esse método foi recomendado por Small e Stapells (2007) e foi o método mais estável para manter o vibrador na mesma posição durante toda a avaliação.

As frequências portadoras avaliadas foram de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, e as frequências moduladoras foram de 77, 85, 93 e 101 Hz para a orelha esquerda e de 79, 87, 95, 103 Hz para a orelha direita. O tipo de modulação utilizada foi modulada por amplitude (AM) a 100%. Utilizou-se amplificação de 100000 vezes, com filtros passa-alta de 30Hz e passa-baixa de 300Hz. A apresentação dos estímulos foi ipsilateral, com 400 estímulos para cada intensidade, sendo as mesmas apresentadas em modo descendente, com intensidade inicial de 60 dB NPS por via aérea e de 50 dB NPS para via óssea com variação de 10 dB NPS, a fim de detectar o nível mínimo de resposta eletrofisiológica. As respostas foram consideradas presentes quando a relação sinal/ruído foi maior ou igual a 6.13dB para cada frequência e em cada intensidade pesquisada, sendo o p-valor considerado estatisticamente significativo quando $p \leq 0,05$. Relações sinal/ruído abaixo de 6.13 dB não demonstravam respostas presentes, pelo fato do ruído interferir nas respostas. Nesses casos as crianças foram retestadas e nos casos em que permaneceu maior o ruído, as mesmas foram excluídas. O nível de ruído foi controlado durante toda a avaliação, sendo considerado abaixo de $0,06\mu V$ para as respostas consideradas presentes.

Por via aérea as respostas do PEAAE foram pesquisadas em ambas as orelhas simultaneamente e por via óssea foi captada somente da orelha esquerda (escolha do lado foi aleatória). Ressalta-se que a pesquisa dos níveis mínimos de resposta foi realizada em dBNPS, sendo os resultados convertidos para dBNA, conforme tabela de conversão do equipamento. Tal tabela de conversão foi realizada biologicamente, utilizando exames de indivíduos adultos, sendo os valores de conversão de NPS para NA por via aérea de: 26dB para 500Hz, 11dB para 1000Hz, 13dB para 2000Hz e 19dB para 4000Hz. Os valores de conversão por via óssea foram de: 65dB para 500Hz, 45dB para 1000Hz, 35dB para 2000Hz e 40dB para 4000Hz. O

tempo média para realização das vias áreas simultâneas e de uma via óssea foi de uma hora e meia.

A Audiometria de Reforço Visual por via aérea foi realizada apenas na orelha esquerda (com fones supra-aurais modelo TDH39) e via óssea (vibrador na mastóide esquerda modelo B71). A escolha do lado avaliado para a VRA foi aleatória, a fim de evitar o cansaço e comprometimento das respostas. As crianças foram posicionadas no colo dos pais ou responsáveis, permanecendo em estado de alerta durante a avaliação. Foi utilizado tons puros modulados em frequência (*warble*), em 500, 1000, 2000 e 4000Hz. A avaliação foi realizada com o reforço visual posicionado a aproximadamente 90° azimute, à esquerda da criança, em uma distância de aproximadamente 50 cm. Os estímulos foram apresentados em ordem decrescente de intensidade e utilizando o condicionamento estímulo-resposta-reforço visual. O procedimento foi realizado apenas em uma orelha, para evitar o cansaço das crianças e confiabilidade das respostas. Foi considerado como resposta a menor intensidade na qual a criança, após o período de condicionamento, virou a cabeça em direção ao estímulo sonoro, sendo apresentado como reforço um estímulo visual de um palhaço luminoso. Os parâmetros de pesquisa por via óssea foram os mesmos utilizados por via aérea.

O mascaramento não foi utilizado visto o tempo de avaliação das crianças, tornando-se o resultado da timpanometria a confirmação da existência de fator condutivo em ambas as orelhas.

Os níveis mínimos de respostas do PEAAE e da VRA por via aérea e via óssea foram comparados entre si em cada grupo por meio do Teste *U de Mann-Whitney* e intervalo de confiança para a média. Além disso foi realizado o teste de correlação de *Spearman*. Em todos os testes estatísticos, rejeitou-se a hipótese de nulidade quando o intervalo de confiança foi igual ou inferior a 5%, sendo significativo $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

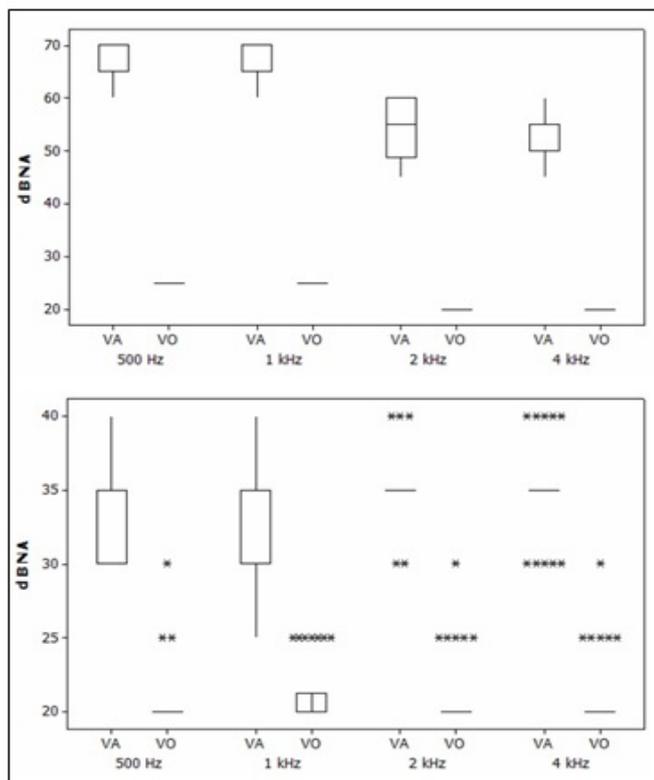
Participaram do estudo 60 crianças de ambos os gêneros, sendo 30 do grupo controle e 30 do grupo estudo. Os grupos apresentaram distribuição similar em relação ao gênero e à idade, sem diferenças estatisticamente significantes (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da amostra estudada

Variáveis	Grupo				Valor de p*
	Controle (n=30)		Estudo (n=30)		
	n	%	N	%	
Gênero					
Feminino	16	53,3	14	46,7	0,606
Masculino	14	46,7	16	53,3	
Média de idade	9,3		9,2		0,674
Desvio padrão	±1,8		±1,5		

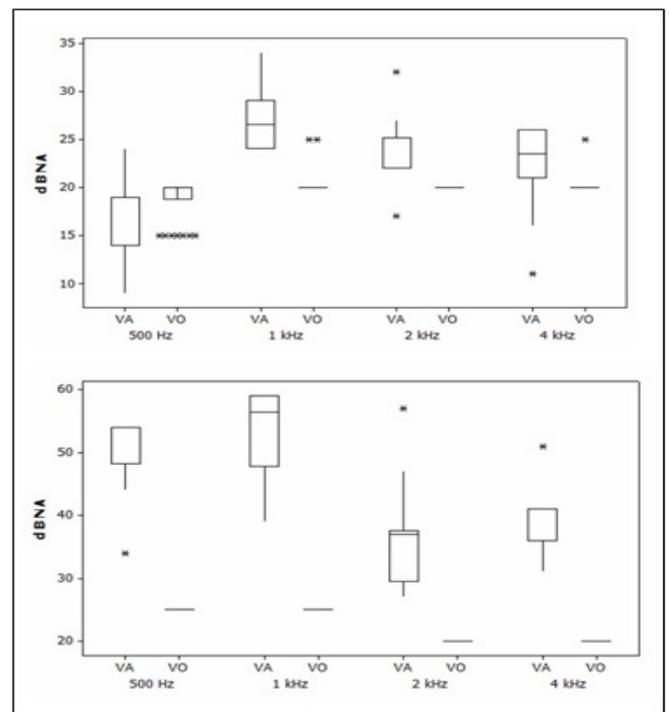
Legenda: *: Teste Qui-quadrado ;p-valor significativo < 0,05 (5%); média de idade: média de idade dos sujeitos em meses

A Figura 1 demonstra os níveis mínimos de respostas do PEAAE por via aérea e via óssea em ambos os grupos e a Figura 2 os níveis mínimos de respostas da VRA por via aérea e via óssea em ambos os grupos.



Legenda: VA = Via aérea; VO = Via Óssea

Figura 1. Níveis mínimos de respostas da audiometria de reforço visual por via aérea/via ossea nos grupos controle e estudo, respectivamente



Legenda: VA = Via aérea; VO = Via Óssea

Figura 2. Níveis mínimos de respostas do potencial evocado auditivo de estado estável por via aérea/via óssea nos grupos controle e estudo, respectivamente

Na Tabela 2 é observada a análise de comparação entre os valores de VA para a VRA da orelha esquerda e PEAAE por via aérea da orelha esquerda, em ambos os grupos. O p-valor refere-se à comparação entre o valor do PEAAE da orelha esquerda com a VRA.

Tabela 2. Comparação entre os resultados dos níveis mínimos de resposta do audiometria de reforço visual e do potencial evocado auditivo de estado estável por via aérea em ambos os grupos

		ARV VA OE				PEAEE VA OE (dBNA)			
		Média	Mediana	DP	p-valor	Média	Mediana	DP	p-valor
Grupo Estudo n= (30)	500 Hz	66,5	65	3,3	- x -	51,1	54	5,2	<0,001
	1 kHz	66	65	3,1	- x -	53	57	7,5	<0,001
	2 kHz	53,2	55	5,9	- x -	35,5	37	8	<0,001
	4 kHz	53	55	4,1	- x -	38,7	41	4,1	<0,001
Grupo Controle n= (30)	500 Hz	33,3	35	3,3	- x -	16,2	14	3,1	<0,001
	1 kHz	32,5	35	3,9	- x -	26,5	24	2,9	<0,001
	2 kHz	35,2	35	2,1	- x -	23,3	22	2,9	- x -
	4 kHz	35	35	2,9	- x -	24	26	3,9	- x -

Legenda: ARV– audiometria de reforço visual; VA – via aérea; PEAEE – potencial evocado auditivo de estado estável; DP- desvio padrão; OE – orelha esquerda; dBNA- decibel nível de audição; - x – análise estatística não realizada; p-valor significativo < 0,05 (5%) Teste *U de Mann-Whitney* e intervalo de confiança para a média.

Na Tabela 3, encontram-se descritos os resultados da VRA e o PEAEE por via óssea em ambos os grupos. Os valores de VO no grupo estudo não foram

comparados entre VRA e PEAEE, pois existe foram iguais entre os mesmos, não sendo possível analisar estatisticamente.

Tabela 3. Resultados dos níveis mínimos de resposta de via óssea da audiometria de reforço visual e do potencial evocado auditivo de estado estável de ambos os grupos

		Grupo estudo (n=30)			Grupo controle (n=30)		
		Média	Mediana	Desvio Padrão	Média	Mediana	Desvio Padrão
ARVVO OE	500 Hz	25	25	0	20,7	20	2,2
	1 kHz	25	25	0	21,2	20	2,2
	2 kHz	20	20	0	21,2	20	2,5
	4 kHz	20	20	0	21,2	20	2,5
PEAEE VO dBNA – OE	500 Hz	25	25	0	18,8	10	2,2
	1 kHz	25	25	0	20	20	0
	2 kHz	20	20	0	20	20	0
	4 kHz	20	20	0	20,2	20	0,9

Legenda: ARV– audiometria de reforço visual; VO – via óssea; PEAEE – potencial evocado auditivo de estado estável; dBNA- decibel nível de audição, OE – orelha esquerda. OBS: Os valores de VO não foram comparados estatisticamente entre ARV e PEAEE, pois existe equivalência entre os mesmos, não sendo possível analisar estatisticamente.

A Tabela 4 descreve a correlação entre os níveis mínimos de respostas obtidas na VRA com o PEAEE por via aérea em ambos os grupos. Observou-se correlação dos níveis mínimos de resposta do PEAEE e da VRA no grupo estudo. Destaca-se que o teste de correlação foi realizado apenas por via aérea, e em algumas

frequências por via óssea no grupo controle, devido à distribuição dos valores, ou seja, os níveis mínimos de respostas de via óssea foram similares para a VRA e o PEAEE no grupo estudo, impedindo a análise estatística.

Tabela 4. Correlação dos níveis mínimos de respostas obtidos entre o potencial evocado auditivo de estado estável e a audiometria de reforço visual por via aérea e via óssea em ambos os grupos

PEAEE vs. ARV		VA		VO	
		Corr	p-valor	Corr	p-valor
Controle	500 Hz	0,6%	0,964	18,4%	0,331
	1 kHz	24,3%	0,062	-14,7%	0,437
	2 kHz	12,0%	0,359	- x -	- x -
	4 kHz	4,0%	0,760	-9,3%	0,627
Estudo	500 Hz	35,3%	0,006	- x -	- x -
	1 kHz	45,7%	<0,001	- x -	- x -
	2 kHz	38,0%	0,003	- x -	- x -
	4 kHz	-42,2%	0,001	- x -	- x -

Legenda: ARV – audiometria de reforço visual; VO – via óssea; VA – via aérea; PEAEE – potencial evocado auditivo de estado estável; - x - análise estatística não realizada; p-valor significante < 0,05 (5%) Teste de correlação de Spearman

DISCUSSÃO

Na presente pesquisa, observou-se que no grupo das crianças sem comprometimento condutivo a diferença dos níveis mínimos de respostas entre os testes comportamentais e eletrofisiológicos por via aérea foi de 17,1; 6; 13,2; 11dB para 500, 1000, 2000 e 4000Hz respectivamente, sendo que os valores da VRA foram superiores ao PEAEE, com diferença estatisticamente significativa para 500 e 1000Hz (Tabela 2). Os achados deste estudo concordam com outro autor¹⁰ que avaliou a audição por via aérea em adultos e encontraram diferença entre a avaliação eletrofisiológica e comportamental de 14 ± 11 , 12 ± 11 , 11 ± 8 e 13 ± 11 dB para 500, 1000, 2000 e 4000Hz, respectivamente, e com outro estudo¹¹, em que as diferenças foram de aproximadamente 7,2dB para adultos normoouvintes. A diferença estatisticamente significativa para as frequências de 500 e 1000Hz no atual estudo, podem ser justificadas pela maior dificuldade de obtenção dessas respostas na ARV, devido a maior probabilidade de influência de ruído ambiental, apesar de tal situação ter sido controlada durante todo procedimento, e pela subjetividade de tal avaliação, o que pode dificultar a obtenção dos resultados na faixa etária avaliada.

Na comparação da ARV e PEAEE por via óssea do grupo controle (Tabelas 3 e 4), as diferenças foram menores do que as mesmas frequências avaliadas por via aérea, sendo de $\pm 1,9$; $\pm 1,2$; $\pm 1,2$; ± 1 , e com valores superiores na avaliação comportamental. Tais resultados discordam com um estudo¹⁰ que encontrou diferenças de 11 ± 5 , 14 ± 8 , 9 ± 8 e 10 ± 10 para 500, 1000, 2000 e 4000Hz em indivíduos adultos. Também, esses resultados discordam de alguns pesquisadores¹², que descrevem resultados melhores

na audiometria de crianças e adolescentes, e de outra pesquisa¹³, com crianças com audição normal, onde os resultados foram de 7 a 16dB piores para o PEAEE. Essas diferenças nos resultados dos estudos podem ser justificadas pela faixa etária avaliada, já que crianças maiores e indivíduos adultos respondem melhor nas avaliações comportamentais^{14,15} quando comparadas com lactentes.

Em relação aos limiares do PEAEE por via óssea do grupo de crianças sem alteração condutiva (Tabela 3), observou-se valores médios de 18,8dB para 500Hz, 20dB para 1000Hz, 20dB para 2000Hz e 20,2dB para 4000Hz. Tais resultados corroboram com outro estudo¹⁶ com PEAEE por via óssea em crianças com audição normal, onde a média dos limiares foram de 14, 20, 26 e 22dB para as frequências de 500 à 4000Hz, respectivamente, com resultados melhores para as frequências mais baixas. Outra pesquisa¹³, em crianças com limiares auditivos normais, descreveu valores de PEAEE por via óssea de 20 para 500Hz e 1000Hz e de 30 para 2000Hz e 4000Hz. A predominância dos melhores limiares das frequências mais graves encontrados na presente pesquisa no grupo controle corroboram com a teoria de maturação de frequências, sendo que as frequências mais baixas são as primeiras a serem percebidas¹⁶.

Para o grupo de crianças com alteração condutiva, os níveis mínimos de resposta para o PEAEE foram inferiores aos encontrados na avaliação comportamental nas quatro frequências avaliadas por via aérea, sendo as diferenças entre eletrofisiológico e comportamental em torno de 15,4; 13; 17,7 e 14,3 dB para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, respectivamente (Tabela 2). Tais resultados estão de acordo com

o esperado visto que crianças com alteração condutiva respondem mal para a avaliação comportamental e apresentam flutuação nos níveis mínimos de resposta⁵. Na avaliação por via óssea as diferenças diminuem sendo praticamente inexistente para as quatro frequências. Não foram encontrados na literatura nacional e internacional estudos com alteração condutiva na mesma faixa etária do presente estudo comparando PEAAE com VRA por via aérea e via óssea. Porém, os resultados da presente pesquisa por VO concordam com outro estudo¹⁷, em que os autores compararam a avaliação comportamental com a avaliação eletrofisiológica por via aérea com indivíduos adultos simulando um perda auditiva condutiva, sendo as diferenças encontradas de 20 ± 10 ; 15 ± 8 ; 11 ± 7 ; 13 ± 9 , para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz.

Outro estudo⁷ com crianças e adolescentes com perda auditiva neurossensorial de grau severo e profundo e com perda auditiva de configuração descendente, encontraram diferenças médias do limiar do PEAAE e do limiar da audiometria 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. Tais diferenças, menores que as obtidas no presente estudo, eram esperadas tendo em vista que adolescentes ou crianças com perda auditiva respondem melhor na audiometria tonal¹⁵, quando comparados com crianças pequenas e com perda condutiva.

No presente estudo na comparação do PEAAE da OE, o gap aéreo-ósseo das crianças com alteração condutiva foi em torno de 26,1dB para 500Hz, 28dB para 1000Hz, 15,5dB para 2000Hz e 17,2 para 4000Hz, e média para as quatro frequências de 21,7dB considerando os melhores resultados do PEAAE por via aérea e via óssea (Tabelas 2 e 3). Tais resultados concordam com outro estudo⁵, com metodologia semelhante, porém com faixa etária de crianças menores, em que os autores encontraram gap aéreo-ósseo em torno de 20dB para crianças com comprometimento condutivo. Os autores destacam que o gap aéreo-ósseo maior para frequências de 500 e 1000Hz são esperados devido à configuração da perda auditiva condutiva, fato também observado no presente estudo.

Quando realizado teste de correlação entre os níveis mínimos de resposta da VRA e do PEAAE para o grupo controle, observou-se que a correlação variou de 0,6% a 24%, não sendo estatisticamente significativa. O que não demonstra uma boa correlação. Esses achados diferem de outros estudos citados na literatura que

encontraram boa correlação entre os exames por via aérea, tais como em outra pesquisa¹⁸, em que a correlação foi superior a 0,95 para as frequências de 500 a 4KHz, para a mesma faixa etária do presente estudo e outros pesquisadores¹⁹, que realizaram estudo com lactentes e pré escolares, encontrando ótima correlação entre ARV e o PEAAE por via aérea, variando de 0.82, 0.90, 0.83 e 0.83 nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz.

Para o grupo estudo houve correlação entre o PEAAE e a VRA (Tabela 4) sendo estatisticamente significativa. Tais dados corroboram com a literatura. Pesquisadores²⁰ observaram correlação elevada entre os limiares do PEAAE e o comportamental em toda a amostra de seu estudo incluindo crianças com perda auditiva neurossensorial. Pesquisa com crianças com perda auditiva neurossensorial demonstrou que, apesar da diferença média do PEAAE e da avaliação comportamental ter sido de 8 a 15dB, sendo maiores para o PEAAE, houve forte correlação entre os dois procedimentos²¹. Assim os achados do presente estudo discordam das pesquisas citadas, e acredita-se que pelo fato das crianças da amostra estudada apresentarem perda auditiva condutiva, aumentando as diferenças entre a avaliação comportamental e eletrofisiológica devido a maior instabilidade das respostas frente ao comprometimento condutivo. Isso quer dizer que o comprometimento condutivo dificulta a realização por VRA.

Para a via óssea a correlação não pode ser calculada no grupo estudo devido aos valores serem iguais já, no grupo controle não houve diferença estatisticamente significativa (Tabela 4). Poucos estudos foram realizados por via óssea nessa faixa etária comparando os dois procedimentos, e quando realizado¹⁶ não houve análise do teste de correlação.

Diante das inúmeras consequências que uma alteração de orelha média pode ocasionar, fica evidente a necessidade de se realizar avaliações que identifiquem e quantifiquem esse componente condutivo para que se possa tratar e impedir maiores acometimentos. Portanto, fica visível a indispensabilidade de um diagnóstico precoce e da avaliação por via óssea, na identificação e tratamento das alterações condutivas.

CONCLUSÃO

Foi possível comparar os achados para os níveis mínimos de resposta por via aérea e via óssea entre a Audiometria de Reforço Visual e o PEAAE, sendo que a

comparação para a VO em ambos os grupos, traz uma equivalência nos valores, sendo estes muito similares. Ainda, para a via aérea, no grupo controle, houve maior proximidade entre as respostas, enquanto que no grupo com comprometimento condutivo os valores do PEAAE foram melhores que as respostas comportamentais para todas as frequências pesquisadas.

REFERÊNCIAS

1. Minov A, Dazert S. Diseases of the middle ear in childhood. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2014;13:1-29. doi: 10.3205/cto000114. eCollection 2014.
2. Carvalho RMM, Sanches SGG. Medidas de imitância acústica. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART (Orgs). *Tratado de audiologia clínica.* 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2015. p. 83-8.
3. Lindén G, Kankkunen A. Visual reinforcement audiometry. *Acta Otolaryngology.* 1969;67(2-6):281-92.
4. Beck RMO. Comparação entre respostas auditivas de estado estável e avaliação comportamental em crianças candidatas ao implante coclear. [Tese]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2015.
5. Garcia MV, Azevedo MF, Biaggio EPV, Didoné DD, Testa JRG. Auditory steady-state responses air and bone conducted in children from zero to six months with and without conductive impairments. *Rev. CEFAC.* 2014;16(3):699-706.
6. Ferraz OB, Freitas SV, Marchiori LLM. Análise das respostas obtidas por potenciais evocados auditivos de estado estável em indivíduos normais. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(4):480-6.
7. Luiz CBL, Azevedo MF. Auditory steady state responses in children and adolescents with severe to profound and steeply sloping sensorineural hearing loss. *REV. CEFAC.* 2014;16(3):699-706.
8. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryng.* 1970;92(4):311-24.
9. Carvalho RMM. Medida de imitância acústica em crianças de zero a oito meses de idade [Tese]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina; 1992.
10. Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Surieux-Smith A, Campagne SC, Moran LM et al. Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear.* 1996;17(2):81-96.
11. Komazec Z, Lemajic-Komazec S, Jovic R, Nadj C, Jovancevic L, Savovic S. Comparison between auditory steady-state responses and pure-tone audiometry. *Vojnosanit Pregl.* 2010;67(9):761-5.
12. Luiz CBL, Garcia MV, Azevedo MF. Steady-state auditory evoked potential in children and adolescents. *CODAS.* 2016;28(3):199-204.
13. Casy KA, Small AS. Comparisons of auditory steady state response and behavioral air conduction and bone conduction thresholds for infants and adults with normal hearing. *Ear Hear.* 2014;35(4):423-39.
14. Sleifer P, Gregory L, Ávila ATVD, Wender MH. Correlação entre os limiares do PEAAE e os limiares da audiometria em adultos normouvintes. In: 34ª Semana Científica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre; 2014 Set 1-5; Porto Alegre. *Clin Biomed Res.* 2014;34(Supl.):155.
15. Perez-Abalo MC, Savio G, Torres A, Martin V, Rodriguez E, Galan L. Steady State response to multiple amplitude-modulated tones: an optimized method to test frequency - specific thresholds in hearing-impaired children and normal - hearing subjects. *Ear Hear.* 2001;22(3):200-11.
16. Small SA, Stapells DR. Multiple auditory steady-state response thresholds to bone-conduction stimuli in young infants with normal hearing. *Ear Hear.* 2006;27(3):219-28.
17. Dimitrijevic A, John MS, Roon PV, Purcell DW, Adamonis J, Ostroff J et al. Estimating the audiogram using multiple auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(4):205-24.
18. Rance G, Rickards F. Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(5):236-45.
19. Stueve MP, O'Rourke CA. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response and behavioral test methods. *Am J Audiol.* 2003;12(2):125-36.
20. Rance G, Ropert R, Symons L, Moody L, Poulis C, Dourlay M et al. Hearing threshold estimation in infants using auditory steady state responses. *J Am Acad Audiol.* 2005;16(5):291-300.
21. 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;68(2):64-8.