

Timpanometria com tons teste de 226 Hz e 1 kHz em um grupo de lactentes com indicadores de risco para deficiência auditiva

226 Hz and 1 kHz tympanometry in infants with risk indicators for hearing loss

Michele Picanço do Carmo¹, Mabel Gonçalves Almeida², Doris Ruthy Lewis³

RESUMO

Objetivo: Analisar os resultados da timpanometria com tom teste de 226 Hz e 1 kHz em lactentes até 6 meses de idade e relacionar com a faixa etária e com os resultados das Emissões Otoacústicas por Estímulo Transiente (EOAT). **Métodos:** A amostra consistiu de 142 lactentes com indicadores de risco para deficiência auditiva que passaram no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico – Automático (PEATE-A). Estes foram submetidos à timpanometria com tom teste de 226 Hz e 1 kHz e à triagem auditiva por meio das EOAT e do PEATE-A. Os lactentes foram divididos por faixa etária (de 0-90 dias e 91-180 dias) e em grupos 1 e 2, segundo presença ou ausência de EOAT, respectivamente. As curvas timpanométricas foram classificadas em tipos A, Plana, C, Duplo Pico (DP), Assimétrica (ASS) e Invertida (I), e como normal ou alterada. **Resultados:** Foram analisadas 245 orelhas. A curva do tipo A foi predominante nos dois tons testes e nos dois grupos. Ao analisar os tipos de curva, de acordo com a idade, verificou-se que o tipo A apresentou maior ocorrência, seguida do tipo DP nos lactentes menores de 90 dias e da Plana, nos maiores de 90 dias. O tom de 1 kHz apresentou 74,01% de sensibilidade e 83,94% de especificidade; já o de 226 Hz, 24,00% de sensibilidade e 90,80 % de especificidade. **Conclusão:** O tom teste de 1 kHz foi o mais sensível para identificar alterações de orelha média e, portanto, o mais adequado para avaliar lactentes até os seis meses de idade.

Descritores: Audição; Testes de impedância acústica; Orelha média; Lactente; Emissões otoacústicas espontâneas

INTRODUÇÃO

O diagnóstico audiológico após a falha na triagem auditiva neonatal (TAN) deve ser realizado por meio de uma bateria de testes apropriada à idade e ao desenvolvimento da criança⁽¹⁾. A timpanometria faz parte dessa bateria por ser um teste objetivo e que possibilita avaliar as condições de orelha média

(OM), auxiliando no diagnóstico diferencial entre alterações sensorineurais ou de orelha média.

A literatura tem mostrado que, em neonatos e lactentes, timpanogramas obtidos com tom teste de baixa frequência podem ser registrados como normais, mesmo na presença de alteração de OM⁽²⁻⁶⁾. Já o tom teste de alta frequência, especialmente de 1 kHz, tem maior sensibilidade para identificar essas alterações e, por isso, deve ser utilizado em neonatos e lactentes menores de sete meses de idade⁽⁷⁻¹²⁾.

Divergências na literatura são observadas no que se refere também à idade em que o tom teste de alta frequência deve ser utilizado. O *Joint Committee on Infant Hearing (JCIH)*⁽¹⁾ e o Programa de Triagem Auditiva Neonatal do Reino Unido⁽¹³⁾ recomendam que, para lactentes abaixo de seis meses de idade, a timpanometria seja realizada com tom teste de 1 kHz. Na literatura também se encontra a mesma recomendação para lactentes abaixo de quatro meses⁽¹⁴⁾ e cinco meses⁽¹¹⁾ de idade. Outros autores⁽¹⁵⁾, porém, sugerem o tom teste de 1 kHz para lactentes até três meses de idade. Já para os lactentes entre três e nove meses de idade, segundo o mesmo estudo, a avaliação da OM deve ser realizada em dois estágios: inicialmente com o tom de 1 kHz, e nos casos de falha no resultado para esse tom

Trabalho realizado no Centro Audição na Criança (CeAC), Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP – São Paulo (SP), Brasil, com bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

(1) Programa de Estudos Pós-graduados em Fonoaudiologia (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Programa de Estudos Pós-graduados em Fonoaudiologia (Doutorado), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP – São Paulo (SP), Brasil.

(3) Programa de Estudos Pós-graduados em Fonoaudiologia, Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP – São Paulo (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Michele Picanço do Carmo. Av. Diógenes Ribeiro de Lima, 2000/8,6, Alto de Pinheiros, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05458-001. E-mail: micheledocarmo@hotmail.com

Recebido em: 26/12/2010; **Aceito em:** 6/7/2011

teste, deve-se realizar a timpanometria com tom de 226 Hz. Para os lactentes acima dos 9 meses, os autores sugerem o uso do tom teste de baixa frequência. Esses programas justificam sua utilização em função das características de ressonância da orelha média destes lactentes, e de alguns efeitos da movimentação da parede do canal auditivo, que podem ser minimizados usando tom teste de alta frequência.

Diversos pesquisadores⁽¹⁶⁻²³⁾ estudaram a timpanometria com o tom teste de 226 Hz e 1 kHz em neonatos e lactentes e caracterizaram os diferentes tipos de curvas timpanométricas para os dois tons testes, buscando também estabelecer correlações com os resultados obtidos nas Emissões Otoacústicas (EOA) e no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), bem como analisar as diferenças relacionadas ao gênero e orelhas.

No entanto, na faixa etária abaixo de seis meses de idade, são encontradas curvas timpanométricas que não diferenciam a presença ou ausência de alterações de orelha média, ou seja, falso-positivos e falso-negativos, em ambas as frequências de 226 e 1 kHz, mostrando ainda a necessidade de melhor interpretação das mesmas.

Assim, observa-se a necessidade de se estudar a influência da idade e da frequência da sonda utilizada na obtenção de informações das medidas acústicas da orelha média e, assim, fornecer mais informações sobre o uso dessas medidas na clínica pediátrica. Além disso, utiliza-se o raciocínio de *cross check*, ou seja, a utilização de mais de um procedimento audiológico, para a definição do status auditivo e função auditiva, como no caso deste estudo, com a utilização da timpanometria, associada ao registro das emissões otoacústicas.

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi analisar os resultados da timpanometria obtidos com tom teste de 226 Hz e 1 kHz em lactentes com indicadores de risco para deficiência auditiva (IRDA), e relacioná-los aos resultados obtidos no registro das EOA, analisando os desfechos a partir da faixa etária.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal de caráter quantitativo e descritivo.

O estudo foi realizado no período de março de 2008 a janeiro de 2009 em um serviço de referência de saúde auditiva de alta complexidade do estado de São Paulo conveniado ao Sistema Único de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP), sob protocolo de nº 065/2007. Os responsáveis pelos sujeitos selecionados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para a realização da pesquisa e divulgação dos dados.

Foram avaliados 142 lactentes, 72 do gênero masculino e 70 do gênero feminino, com idades entre 12 e 180 dias e idade gestacional (IG) entre 38 e 42 semanas. O peso ao nascimento variou entre 1.760 g e 4.363 g. Os sujeitos foram encaminhados de maternidades da cidade de São Paulo para a realização da triagem auditiva ambulatorial. Todos apresentavam indicadores de risco para deficiência auditiva (IRDA) segundo os critérios internacionais⁽¹⁾.

Os procedimentos de triagem incluíram as Emissões Oto-

cústicas por Estímulo Transiente (EOAT), em intensidade de 73 dBpNPS; e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A) a 35 dBNA, utilizando o equipamento automático AccuScreen, de marca GN Resound®.

Todos os lactentes, incluídos no estudo por apresentarem IRDA, realizaram o PEATE-A e apresentaram respostas presentes em ambas as orelhas, porém foram analisados neste estudo apenas os resultados observados nas EOAT. Os sujeitos foram, então, divididos por faixa etária em 0 a 90 dias e 91 a 180 dias e também em grupo 1, composto por aqueles com EOAT presentes, e em grupo 2, com EOAT ausentes.

A timpanometria foi realizada com o analisador de orelha média AT 235h, marca Interacoustics®, que se caracteriza como um equipamento automático com impressão gráfica, utilizando os tons testes de 226 Hz e 1 kHz. A pressão variou entre +200 daPa a -400 daPa, com velocidade de 50 daPa/segundo e intensidade do tom teste de 85 dBNPS, para os dois tons testes. Todos os testes foram realizados com a criança no colo da mãe ou responsável, estando em sono natural ou, quando isso não foi possível, em estado tranquilo e sem movimentação.

Os lactentes foram avaliados com tom teste de 226 Hz seguido do tom de 1 kHz. A orelha na qual foi iniciado o teste não foi pré-definida, de maneira que a escolha dependeu do posicionamento do lactente no colo da mãe ou responsável, no início do exame. Foram excluídas as orelhas em que não foi possível obter a curva timpanométrica devido ao escape de pressão. Portanto, algumas crianças não tiveram as duas orelhas analisadas.

Segundo estudos anteriores⁽²⁴⁻²⁶⁾, as curvas timpanométricas foram classificadas em tipos A, Plana, C e DP (Duplo Pico) e ainda como normal (tipo A) ou alterada (tipos C e Plana), com tom teste de 226 Hz; e em tipos A, Plana, C, DP, Assimétrica (ASS) e Invertida (I) e como normal (tipo A) ou alterada (tipos C e Plana), com tom de 1 kHz. Para a classificação em normal ou alterada, foram excluídas as curvas tipo DP, ASS e I porque ainda há controvérsias na literatura quanto aos padrões de normalidade^(11,15,17,20,21,23).

Na análise dos dados foram descritos os tipos de curvas timpanométricas obtidos com os dois tons testes e relacionados com os resultados das EOAT a partir de testes estatísticos para verificar a especificidade e a sensibilidade desses tons.

RESULTADOS

Neste estudo foram avaliadas 142 crianças, 70 (49,3%) do gênero feminino e 72 (50,7%) do gênero masculino, com idade entre 12 e 180 dias. No entanto, foram analisadas apenas 245 orelhas (123 orelhas direitas e 122 orelhas esquerdas).

Não foram observadas diferenças entre as orelhas, no que se refere aos tipos timpanométricos, portanto, optou-se por analisar os dados considerando-as em conjunto.

Tipos de curvas timpanométricas

Foram analisados 245 registros de timpanogramas e observados seis tipos de curvas timpanométricas: A, ASS, C, DP, I, Plana.

Na análise dos tipos de curvas timpanométricas de acordo com a idade (Tabela 1), a curva tipo A ocorreu em maior porcentagem que os demais tipos nas duas faixas etárias; porém, a porcentagem de curva A na categoria de idade £90 dias foi menor que em >90 dias. Pode-se verificar também que o tipo DP ocorreu em maior porcentagem nos mais novos, enquanto o tipo C foi o menos frequente em ambas as faixas etárias.

Tabela 1. Ocorrências e porcentagens dos diferentes tipos de curva em 226 Hz, por faixa etária – orelhas direita e esquerda

Faixa etária (dias)		Tipo de curva				Total
		A	C	DP	Plana	
≤90	n	122	4	74	12	212
	%	57,55	1,89	34,91	5,66	100
>90	n	27	0	2	4	33
	%	81,82	0	6,06	12,12	100
Total	n	149	4	76	16	245
	%	60,82	1,63	31,02	6,53	100

Legenda: A = curva tipo A; C = curva tipo C; DP = curva tipo duplo pico

A Tabela 2 mostra que a curva do tipo A predominou nas duas faixas etárias para as duas orelhas. Os tipos ASS, Plana e I ocorreram em maior porcentagem nas crianças com idade maior que 90 dias e os tipos C e DP, com maior porcentagem nas menores de 90 dias.

Tabela 2. Ocorrências e porcentagens dos diferentes tipos de curva em 1 kHz, por faixa etária – orelhas direita e esquerda

Faixa etária (dias)		Tipo de curva						Total
		A	ASS	C	DP	I	Plana	
≤90	n	154	11	16	4	2	25	212
	%	72,64	5,19	7,55	1,89	0,94	11,79	100
>90	n	15	6	1	0	3	8	33
	%	45,45	18,18	3,03	0	9,09	24,24	100
Total	n	169	17	17	4	5	33	245
	%	68,98	6,94	6,94	1,63	2,04	13,47	100

Legenda: A = curva tipo A; ASS = curva assimétrica; C = curva tipo C; DP = curva duplo pico; I = curva invertida

Tabela 3. Distribuição, ocorrência e porcentagem dos tipos de curvas para os dois tons testes, e associação do tipo de curva em 1 kHz para cada categoria de curva em 226 Hz – orelhas direita e esquerda

226 Hz		1 kHz						Total
		A	ASS	C	DP	I	Plana	
A	n	103	13	7	3	5	18	149
	%	69,13	8,72	4,70	2,01	3,36	12,08	100
C	n	1	0	3	0	0	0	4
	%	25	0	75	0	0	0	100
DP	n	60	3	6	1	0	6	76
	%	78,95	3,95	7,89	1,32	0	7,89	100
Plana	n	5	1	1	0	0	9	16
	%	31,25	6,25	6,25	0	0	56,25	100
Total	n	169	17	17	4	5	33	245
	%	68,98	6,94	6,94	1,63	2,04	13,47	100

Legenda: A = curva tipo A; ASS = curva assimétrica; C = curva tipo C; DP = curva duplo pico; I = curva invertida

Para 226 Hz, a curva timpanométrica do tipo A foi predominante, seguida pela curva do tipo DP. Da mesma maneira, para o tom teste de frequência mais alta, há uma predominância da curva tipo A, seguida, entretanto, pela curva do tipo Plana.

A Tabela 3 apresenta a distribuição das diversas curvas timpanométricas mostrando a concordância entre os resultados nos dois tons de teste utilizados. Quando os tons de 226 Hz e 1 kHz são associados para um mesmo lactente, é possível observar as curvas timpanométricas encontradas nas duas situações.

Tipos de curvas timpanométricas de acordo com os resultados das EOAT

Foram avaliadas 245 orelhas por meio das EOAT, 211 com respostas presentes e 34 orelhas com respostas ausentes. A Tabela 4 mostra a associação entre os tipos de curvas timpanométricas e os resultados obtidos nas EOAT para ambos os grupos.

Ao analisar os tipos de curvas obtidas com tom de 226 Hz, de acordo com os resultados nas EOAT, observa-se que a curva tipo A predominou em ambos os grupos para as duas orelhas, e o tipo DP apresentou maior porcentagem no grupo 1. Com 1 kHz, ao contrário, a curva tipo A predominou no grupo 1, e no grupo 2 houve maior ocorrência de curvas tipo Plana.

A Tabela 5 apresenta as frequências e porcentagens dos resultados para o tipo de curva, normal ou alterado, e a rela-

Tabela 4. Ocorrências e porcentagens dos diferentes tipos de curva no grupo 1 (EOAT presentes) e no grupo 2 (EOAT ausentes) em 226 Hz e 1 kHz – orelhas direita e esquerda

EOAT		Tipos de curva												Total	
		A		C		DP		Plana		ASS		I			
		226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz
Grupo 1	n	130	162	2	11	67	4	12	20	-	12	-	2	211	211
	%	61,61	76,78	0,95	5,21	31,75	1,90	5,69	9,48	-	5,69	-	0,95	100	100
Grupo 2	n	19	7	2	6	9	0	4	13	-	5	-	3	34	34
	%	55,88	20,59	5,88	17,65	26,47	0	11,76	38,24	-	14,71	-	8,82	100	100
Total	n	149	169	4	17	76	4	16	33	-	17	-	5	245	245
	%	60,82	68,98	1,63	6,94	31,02	1,63	6,53	13,47	-	6,94	-	2,04	100	100

Legenda: EOAT = emissões otoacústicas por estímulo transiente; A = curva tipo A; ASS = curva assimétrica; C = curva tipo C; DP = curva duplo pico; I = curva invertida; Grupo 1 = EOAT presente; Grupo 2 = EOAT ausente
 Obs.: Curvas tipo ASS e I não foram encontradas em 226 Hz

Tabela 5. Ocorrências e porcentagens dos resultados de tipo de curva nos grupos 1 e 2 em 226 Hz e 1 kHz – orelhas direita e esquerda

EOAT		226 Hz			1 kHz		
		Resultado da curva		Total	Resultado da curva		Total
		Alterada	Normal		Alterada	Normal	
Grupo 1	n	14	130	144	31	162	193
	%	9,72	90,28	100	16,06	83,94	100
Grupo 2	n	6	19	25	20	7	27
	%	24,00	76,00	100	74,07	25,93	100
Total	n	20	149	169	51	169	220
	%	11,83	86,17	100	23,18	76,82	100

Legenda: EOAT = emissões otoacústicas por estímulo transiente; Grupo 1 = EOAT presente; Grupo 2 = EOAT ausente
 Obs.: Timpanometria com 226 Hz e 1 kHz: normal (tipo A) e alterada (tipos C e plana)

ção com os resultados das EOA, ou seja, nos grupos 1 e 2. Verificou-se que, em 226 Hz, os resultados normais predominaram em ambos os grupos; já em 1 kHz o resultado normal predominou no grupo 1.

Buscou-se analisar também qual tom teste mais se aproximou dos resultados observados nas EOAT, como pode ser observado no Quadro 1. Para isso, foram calculadas medidas de concordância Kappa de Cohen⁽²⁷⁾. Na situação de perfeita concordância, a medida Kappa assume valor um. Observa-se que o valor médio da concordância para a orelha direita em 226 Hz é consideravelmente menor que o respectivo valor para 1 kHz. Quando são comparados os limites dos intervalos de confiança construídos para 226 Hz e 1 kHz pode-se notar uma pequena intersecção, indicando que a concordância é maior para 1 kHz.

A sensibilidade, especificidade, proporção de falsos positivos e falsos negativos das classificações de curva em 226 Hz e 1 kHz, são apresentadas no Quadro 2. Dada a impossibilidade de utilização da otoscopia médica para comprovação de alterações da orelha média nas crianças avaliadas neste estudo, utilizou-se o resultado presente ou ausente no registro das emissões otoacústicas, como parâmetro para confirmação destas alterações, como já utilizado em estudos anteriores⁽²¹⁾.

É possível observar que a sensibilidade é maior quando é utilizado o tom de 1 kHz. Quanto à especificidade, com tom teste de 226 Hz, os valores são ligeiramente maiores. Já as

Quadro 1. Medidas de concordância para comparação entre curvas obtidas em 226 Hz e 1 kHz

Orelha	Tom teste	Kappa	Limite inferior	Limite superior
OD	226 Hz	0,083	-0,123	0,290
	1 kHz	0,445	0,271	0,619
OE	226 Hz	0,218	0,002	0,435
	1 kHz	0,396	0,223	0,568
OD+OE	226 Hz	0,156	0,006	0,305
	1 kHz	0,420	0,297	0,543

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

observações “falso positivo” e “falso negativo” foram menos frequentes em 1 kHz.

DISCUSSÃO

A timpanometria fornece informações importantes a respeito das condições da orelha média e auxilia no diagnóstico de perdas auditivas condutivas temporárias decorrentes de alterações na OM^(7,8).

Quando se analisa a faixa etária dos sujeitos, com tom de 226 Hz, observa-se que a porcentagem de curvas tipo A e Plana aumentou com a idade, enquanto a curva tipo DP diminuiu. Também em estudo anterior⁽¹⁵⁾, a porcentagem de curvas tipo A

Quadro 2. Medidas de sensibilidade, especificidade, falso positivo e falso negativo, calculadas por orelha em relação aos tons teste de 226 Hz e 1 kHz

Tom teste	OD		OE		OD+OE	
	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz	226 Hz	1 kHz
Sensibilidade (%)	16,67	80,00	30,77	70,59	24,00	74,07
Especificidade (%)	90,79	86,46	89,71	81,44	90,28	83,94
Falso positivo (%)	77,78	61,90	63,64	60,00	70,00	60,78
Falso negativo (%)	12,66	2,35	12,86	5,95	12,75	4,14

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

aumentou com a idade, enquanto a de curva DP diminuiu. Na idade adulta 100% dos timpanogramas apresentaram curva tipo A, e em crianças com mais de nove meses não foi observada curva tipo DP. Porém, diferentemente do presente estudo, a curva Plana ocorreu em alta proporção nos dois grupos etários.

Verificou-se que para o tom teste de 1 kHz, as curvas tipo A, C e DP diminuíram com a idade. Em estudo anterior⁽¹⁶⁾ também foi observada a diminuição do número de timpanogramas tipo DP com o aumento da idade. Porém, outros autores⁽¹⁵⁾, ao contrário, observaram aumento do número de curvas tipo DP. As diferenças em relação ao presente estudo poderiam ser explicadas pelo fato de que a amostra daquele estudo não incluiu crianças com suspeita de alteração de orelha média, o que pode ter influenciado no registro do tipo de curva nas diversas faixas etárias no estudo atual.

Todos os lactentes avaliados, no presente estudo, passaram na triagem auditiva por meio dos PEATE-A. Nessas condições, considerando um protocolo de triagem que utiliza as EOAT e o PEATE-A em conjunto, a ausência de EOAT é um forte indício de possível alteração de orelha externa ou média. Dessa forma, foi possível relacionar os tipos de curvas timpanométricas com os resultados obtidos nas EOAT e também analisar a sensibilidade dos tons testes de baixa e alta frequência em inferir possível alteração de orelha média.

Analisando os tipos de curvas timpanométricas obtidos com tom teste de 226 Hz, independente do resultado nas EOAT, foi possível constatar que a curva tipo A predominou em relação às demais, seguida do tipo DP. Já as curvas Planas e tipo C apresentaram menor ocorrência.

Os resultados observados em relação à frequência de ocorrência dos diferentes tipos de curvas timpanométricas foram semelhantes aos obtidos em outro estudo com lactentes entre 13 e 248 dias, no qual também foi verificado predomínio de curvas tipo A (89,69%) com um menor número do tipo DP (10,31%)⁽¹⁷⁾. Em estudo anterior⁽²¹⁾, com lactentes de faixa etária menor, variando entre seis e 30 dias, foi observado equilíbrio entre as curvas timpanométricas do tipo A e do tipo DP. Provavelmente essas diferenças devem-se ao tamanho do conduto auditivo e às características de ressonância da orelhas para faixas etárias diferentes.

Para o tom teste de 1 kHz, também foi possível constatar que a curva tipo A predominou em relação às demais. A segunda curva com maior ocorrência foi a do tipo Plana, seguida pelos tipos ASS e C e com menor ocorrência dos tipos DP e I.

Resultados semelhantes foram encontrados em outro estudo⁽¹⁷⁾, cuja porcentagem de curvas tipo A foi de 85,72%. Porém, diferente do presente estudo, foram obtidas curvas

DP em 2,6%; ASS em 5,19%; I em 5,19% e Plana em 1,3% dos sujeitos estudados. Estes resultados também concordam com os de outros pesquisadores⁽²⁰⁾, que encontraram curvas tipo A em 92,2%; tipo Plana em 5,7%; curvas DP em 1,2% e outras formas atípicas em 0,8% das orelhas. Alta incidência de curvas tipo A (70,9%), seguida do tipo ASS (28,2%) e do tipo I (0,9%), foi encontrada em estudo com lactentes de até 30 dias⁽²¹⁾.

Analisando os tipos de curvas obtidos neste estudo com tom de 226 Hz, de acordo com os resultados nas EOAT, observou-se que, no grupo 1, estes se assemelham aos de outras pesquisas^(17,22) que também obtiveram curvas timpanométricas tipo A na maioria das orelhas com respostas presentes nas EOAT. Outros pesquisadores^(20,21) encontraram maior frequência de curvas tipo A e DP nos pacientes com EOA presentes.

Já no grupo 2, com respostas ausentes nas EOAT, a maioria das crianças apresentaram curva tipo A, seguida do tipo Plana, resultados semelhantes ao de estudo realizado anteriormente⁽²²⁾, que também encontrou maior porcentagem de curvas tipo A (48,5%), porém com curvas tipo Plana (33,3%) em maior porcentagem que o presente estudo.

Com tom de 1 kHz, no grupo de crianças com EOAT presentes, a curva tipo A esteve presente em maior número. Estudos semelhantes realizados anteriormente^(17,20) também encontraram curvas tipo A na maioria das orelhas avaliadas. Outro estudo com lactentes⁽²²⁾ obteve alta porcentagem de curvas tipo A, seguida de ASS, porém não encontrou registro de curvas do tipo DP e tipo Plana.

Assim, sabe-se que a mobilidade do canal auditivo e o volume equivalente da orelha média podem influenciar os resultados da timpanometria, a partir da ressonância gerada pelos tons utilizados. Essa influência é menos importante com tom de 1 kHz, obtendo-se assim, melhores medidas de admitância⁽⁵⁾. Além disso, novos estudos estão sendo realizados, na busca de novas tecnologias que permitirão análises de maior acurácia na interpretação dos achados obtidos na avaliação da orelha média e suas alterações, como é o caso da medida de reflectância acústica.

Já nas orelhas com EOAT ausentes, foi registrado no presente estudo um maior número de curvas do tipo Plana em relação à curva tipo A. Pesquisa internacional⁽¹¹⁾ também encontrou curva tipo Plana na maioria das orelhas avaliadas; porém, ao contrário deste estudo, no grupo de crianças com alteração de OM não obteve nenhuma curva normal.

A explicação para a ocorrência dos vários tipos timpanométricos, com EOA presentes e supostamente com função de OM normal, não está clara. Talvez seja decorrente de fatores como

variação normal que existe na população ou leve disfunção de OM que não atrapalha o registro de EOA. Também é possível que a frequência do tom teste utilizado não tenha sido alta o suficiente para alguns neonatos⁽²⁰⁾.

Este autor refere ainda que pode ter ocorrido vedação da sonda inadequada ou movimentos da criança, produzindo artefatos no momento do teste. Esta explicação não se aplica ao presente estudo, já que foram analisadas apenas as curvas timpanométricas obtidas de maneira satisfatória, ou seja, sem movimentação da criança, sem escape de pressão no momento do teste e com traçado claro e bem definido. Por fim, o autor ressalta que nem sempre há uma correspondência direta entre as condições da OM e o tipo timpanométrico⁽²⁰⁾.

Considerando a classificação das curvas timpanométricas em normal ou alterada, com tom teste de 226 Hz, houve neste estudo o predomínio de resultados normais independente do resultado nas EOAT. No grupo com EOAT presentes, a maioria das orelhas foram consideradas normais, assim como no grupo com EOAT ausentes, e apenas a minoria foi considerada alterada. Tais resultados demonstram pouca sensibilidade para a identificação de alterações na OM com o tom teste de 226 Hz.

Para o tom teste de 1 kHz, no grupo com EOAT presentes, a maioria das orelhas foram consideradas normais e no grupo com EOAT ausentes, a maioria das curvas timpanométricas foram consideradas alteradas. Ou seja, as curvas timpanométricas foram mais bem discriminadas quando foi utilizado o tom de 1 kHz, demonstrando maior sensibilidade para detectar alteração de OM.

Na análise da sensibilidade, especificidade e proporção de falsos positivos e falsos negativos em 226 Hz e 1 kHz, em relação aos resultados das EOAT, o tom teste de 1 kHz apresentou maior sensibilidade, semelhante aos estudos anteriores^(11,18), que também verificaram que o uso do tom teste de 226 Hz apresenta baixa sensibilidade para avaliar lactentes, já que timpanogramas normais foram registrados na presença de alterações de OM. Esses estudos concluíram que o tom teste de alta frequência tem maior sensibilidade para detectar patologias de OM em neonatos e lactentes, devendo ser essa, portanto, a frequência de escolha para esta população.

Quanto à especificidade, com o tom teste de 226 Hz, os valores foram ligeiramente maiores, porém os resultados falsos positivos e falsos negativos foram menos frequentes em 1 kHz. Esses resultados são semelhantes aos de outros autores⁽¹⁹⁾ que observaram, na presença de EOAT e de Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção (EOAPD), timpanometria com o tom teste de 226 Hz alterada, sugerindo que este tom produz uma alta taxa de falsos positivos para detecção de alteração de OM. O tom de 1 kHz, ao contrário, demonstrou resultados alterados na ausência de EOAT e EOAPD, indicando uma baixa taxa de falsos positivos. Outro estudo⁽²³⁾ observou que,

em lactentes com EOAT presentes, ambos os tons apresentaram boa especificidade; porém, para os lactentes com EOAT ausentes, o tom de 1 kHz foi mais sensível para identificar possíveis alterações de OM.

Dentro de um serviço de diagnóstico audiológico, a especificidade e a sensibilidade dos testes utilizados são cruciais para garantir todos os aspectos relacionados à qualidade do programa desenvolvido.

Como no presente estudo todos os lactentes tinham respostas presentes para o PEATE-A, as falhas nas EOAT podem estar relacionadas à presença de alterações de OM, muito comuns nessa população; e, portanto, a especificidade e sensibilidade dos tons testes de 226 e 1 kHz para realização da timpanometria puderam ser avaliadas.

Assim como outros estudos, a presente investigação mostrou limitações no uso da timpanometria na faixa etária abaixo de seis meses, tanto para o tom teste de 226 Hz, como para 1 kHz. Apesar do tom teste de 1 kHz mostrar resultados com maior acurácia, atualmente os estudos que utilizam a reflectância acústica devem ser enfatizados, para que se possa investigar se este novo procedimento poderá ser utilizado na prática da clínica audiológica infantil, como parte da bateria de testes necessários.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que houve maior ocorrência de curvas do tipo A em relação às demais curvas para os dois tons teste. O tom teste de 1 kHz apresentou maior sensibilidade para detectar corretamente curvas timpanométricas alteradas, enquanto o tom teste de 226 Hz apresentou maior especificidade. No que se refere à faixa etária, pode-se concluir que, conforme há avanço na idade, melhores são os resultados para a timpanometria convencional com tom teste de 226 Hz.

Ambos os tons testes apresentaram resultados falsos positivos e falsos negativos, porém estes são menos frequentes com 1 kHz, sendo, portanto, este tom mais adequado para avaliar neonatos e lactentes até seis meses de idade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida, ao Centro Audição na Criança (CeAC), à Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (Derdic), a todos os pais que permitiram a participação de seus filhos nesta pesquisa e aos alunos e funcionários do CeAC, Derdic, PUC-SP por todo o apoio e incentivo.

ABSTRACT

Purpose: To analyze the results of 226 Hz and 1 kHz tympanometry in infants under six months of age, and to relate these results with age and with the results of Transient Evoked Otoacoustic Emissions (TOAE). **Methods:** The sample consisted of 142 infants with risk indicators for hearing loss, who had passed the Automated Brainstem Auditory Evoked Potential (A-BAEP). Subjects were submitted to 226 Hz and 1 kHz tympanometry and also to hearing screening with TOAE and A-BAEP. Infants were divided into age groups (0-90 days old and 91-180 days old), and into groups 1 and 2, according to the presence or absence of TOAE, respectively. The tympanometric curves were classified into types A, Flat, C, Double Peak (DP), Asymmetrical (ASS) and Inverted (I), and also as normal or altered. **Results:** It was analyzed 245 ears. Type A tympanograms were predominant in both probe tones and in both groups. When tympanometric curves were analyzed according to age, it was verified that type A presented higher occurrence, followed by the type DP in infants younger than 90 days, and by the type Flat in infants older than 90 days. The 1 kHz tympanometry presented sensitivity of 74.01%, and specificity of 83.94%; the 226 Hz tympanometry presented sensitivity of 24.00% and specificity of 90.80%. **Conclusion:** The probe tone of 1 kHz had higher sensitivity to identify middle ear alterations, and therefore is the most appropriate to evaluate infants under six months of age.

Keywords: Hearing; Acoustic impedance tests; Middle ear; Infant; Spontaneous otoacoustic emissions

REFERÊNCIAS

- American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4):898-921.
- Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric detection of middle ear effusion in infants and young children. *Pediatrics*. 1976;58(2):198-210.
- Marchant CD, McMillan PM, Shurin PA, Johnson CE, Turczyk VA, Feinstein JC, et al. Objective diagnosis of otitis media in early infancy by tympanometry and ipsilateral acoustic reflex thresholds. *J Pediatr*. 1986;109(4):590-5.
- Hunter LL, Margolis RH. Multifrequency tympanometry: current clinical application. *Am J Audiol*. 1992;1(3):33-43.
- Keefe DH, Levi E. Maturation of the middle and external ears: acoustic power-based responses and reflectance tympanometry. *Ear Hear*. 1996;17(5):361-73.
- McKinley AM, Grose JH, Roush J. Multifrequency tympanometry and evoked otoacoustic emissions in neonates during the first 24 hours of life. *J Am Acad Audiol*. 1997;8(3):218-23.
- Margolis RH, Hunter LL. Timpanometria: princípios básicos e aplicações clínicas. In: Musiek FE, Rintelmann WI, editores. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001. p. 85-126.
- Margolis RH, Bass-Ringdahl S, Hanks WD, Holte L, Zapala DA. Tympanometry in newborn infants- 1kHz norms. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(7):383-92.
- Sininger YS. Audiologic assessment in infants. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;11(5):378-82.
- Shahnaz N, Miranda T, Polka L. Multifrequency tympanometry in neonatal intensive care unit and well babies. *J Am Acad Audiol*. 2008;19(5):392-418.
- Baldwin M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. *Int J Audiol*. 2006;45(7):417-27.
- Swanepoel de W, Werner S, Hugo R, Louw B, Owen R, Swanepoel A. High frequency immittance for neonates: a normative study. *Acta Otolaryngol*. 2007;127(1):49-56.
- Baldwin M, editor. Neonatal Hearing Screening and Assessment. Tympanometry in babies under 6 months. A Recommended Test Protocol. Version 2.0 [Internet] 2008 [cited 2009 Ago 2011]. Available from: <http://hearing.screening.nhs.uk/audiologyprotocols#fileid10753>.
- Holte L, Margolis RH, Cavanaugh RM Jr. Developmental changes in multifrequency tympanograms. *Audiology*. 1991;30(1):1-24.
- Alaerts J, Luts H, Wouters J. Evaluation of middle ear function in young children: clinical guidelines for the use of 226 and 1000Hz tympanometry. *Otol Neurotol*. 2007;28(6):727-32.
- Vincent VL, Gerber SE. Early development of the acoustic reflex. *Audiology*. 1987;26(6):356-62.
- Carvalho RM. Medida de imitância acústica em crianças de zero a oito meses de idade [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 1992.
- Meyer SE, Jardine CA, Deverson W. Developmental changes in tympanometry: a case study. *Br J Audiol*. 1997;31(3):189-95.
- Rhodes MC, Margolis RH, Hirsch JE, Napp AP. Hearing screening in the newborn intensive care nursery: comparison of methods. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999;120(6):799-808.
- Kei J, Allison-Levick J, Dockray J, Harrys R, Kirkegard C, Wong J, et al. High-frequency (1000Hz) tympanometry in normal neonates. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(1):20-8.
- Silva KA, Novaes BA, Lewis DR, Carvalho RM. Achados timpanométricos em neonatos com emissões otoacústicas presentes: medidas e interpretações. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2007;73(5):633-9.
- Linares AE, Carvalho RM. Medidas imitanciométricas em crianças com ausência de emissões otoacústicas. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008;74(3):410-6.
- Garcia MV, Azevedo MF, Testa JR. Medidas de imitância acústica em lactentes com 226 Hz e 1000 Hz: correlação com as emissões otoacústicas e o exame otoscópico. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2009;75(1):80-9.
- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;92(4):311-24.
- Lidén G. The scope and application of current audiometric tests. *J Laryngol Otol*. 1969;83(6):507-20.
- Margolis RH, Smith P. Tympanometry in infants: state of art. In: Harford E, Klein J, editors. *Impedance screening of middle ear disease in children*. New York: Grune and Stratton; 1978.
- Fleiss JL. *Statistical methods for rates and proportions*. New York: Wiley; 1973.