

Tympanometry in Infants: A Study of the Sensitivity and Specificity of 226 Hz and 1.000 Hz Probe Tones

Timpanometria em Lactentes: Um Estudo da Sensibilidade e Especificidade dos Tons Teste de 226 Hz e 1.000 Hz

Michele Picanço Carmo¹ Nayara Thais de Oliveira Costa² Teresa Maria Momensohn-Santos³

¹ Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia (Doutorado) em Fonoaudiologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC – São Paulo (SP), Brasil.

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

³ Professora titular do Depto de Clínica Fonoaudiológica da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – 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

Instituição: Trabalho realizado no Curso de Fonoaudiologia do Programa de Estudos Pós-Graduados, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC – São Paulo (SP), Brasil.

Int Arch Otorhinolaryngol 2013;17:395–402.

Resumo

Introdução: A literatura recomenda para lactentes abaixo de seis meses que a timpanometria seja realizada com tom teste de 1000Hz, que tem maior sensibilidade para identificar corretamente as disfunções de orelha média nessa população.

Objetivo: Analisar de forma sistemática as publicações nacionais e internacionais encontradas nas bases de dados eletrônicas Scielo, Lilacs, Medline, SCOPUS, Cochrane e ISI Web of Knowledge que utilizaram a timpanometria nas frequências de 226 Hz e 1000 Hz.

Resultados: Inicialmente foram identificados 36 artigos na base Scielo, 11 na base Lilacs, 199 na base Medline, 0 na base Cochrane, 16 na base ISI Web of Knowledge e 185 na base de dados SCOPUS. Foram excluídos 433 por não se enquadrarem aos critérios de seleção, restando 14 publicações que foram analisadas na íntegra.

Conclusão: O tom teste de 1000 Hz apresenta maior sensibilidade e especificidade para identificar corretamente curvas timpanométricas alteradas. Entretanto, é necessário esclarecer as dúvidas que ainda existem quanto a utilização dessa frequência de teste, bem como melhores formas de classificação das curvas, critérios de normalidade e tipos de curvas encontradas.

Palavras-chave

- ▶ Fonoaudiologia
- ▶ Audição
- ▶ Testes de impedância acústica
- ▶ Emissões otoacústicas espontâneas
- ▶ Otite Média com Efusão

Introdução

A timpanometria é eficaz na identificação precoce de alterações da orelha externa (OE) e média (OM) e seu uso está bem estabelecido para crianças e adultos. Porém para neonatos e lactentes ainda há controvérsias. A literatura recomenda para lactentes abaixo de seis meses que a timpanometria seja realizada com tom teste de 1000Hz, que tem ter maior sensibilidade para identificar corretamente as disfunções de orelha média nessa população^{1,2}.

Revisão de Literatura

As alterações de OM têm uma alta incidência em crianças. A presença de otite média com efusão, cerúmen, vérnix ou outras causas de perda auditiva condutiva, contribuem para

um grande número de resultados falso-positivos na triagem auditiva neonatal (TAN) e podem também adiar a realização do diagnóstico audiológico. Portanto, é importante identificar falhas na triagem auditiva causadas por alterações transientes da OM e OE através de um instrumento que possibilite uma avaliação rápida, precisa e não-invasiva^{1,2}.

Dessa forma, um dos instrumentos de avaliação da OM muito utilizado na rotina clínica audiológica é a medida da imitância acústica, que é um termo geral relacionado à transferência de energia acústica, seja pela facilitação (admitância) ou oposição (impedância) à passagem do fluxo de energia sonora. Isso acontece pela quantidade de energia sonora que é absorvida e refletida pela membrana timpânica (MT), que, quanto mais complacente estiver, mais energia absorve e, portanto, maior a admitância do sistema. Por outro lado, quanto mais rígida a MT, mais energia será refletida, gerando maior impedância do sistema^{3,4}.

recebido em
20 de Novembro de 2012
aceito em
12 de Fevereiro de 2013

Copyright© 2013 by Thieme Publicações
Ltda, Rio de Janeiro, Brazil
DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1351678>
ISSN 1809-9777.

A timpanometria é uma medida da variação da imitância acústica do sistema tímpano-ossicular decorrente da variação de pressão introduzida no meato acústico externo e fornece as condições da OM e das vias auditivas⁴. Comumente, na clínica audiológica, é utilizado o tom teste de baixa frequência de 226 Hz, porém, os equipamentos mais modernos são dotados de outros tons de sonda como o de 660, 678 e 1000 Hz.

A realização da timpanometria em crianças e adultos é uma prática comum e com especificações muito bem estabelecidas, no entanto, na avaliação de neonatos essa análise ainda dá margem a muitas incertezas quanto à especificidade e sensibilidade dos tons teste. 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 OM²⁻⁶. 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 seis ou sete meses de idade^{2,4-8}.

O objetivo desta pesquisa foi analisar de forma sistemática a produção científica nacional e internacional a respeito da aplicação da timpanometria em bebês com a utilização dos tons de teste de 226 Hz e 1000 Hz e comparar a especificidade e sensibilidade entre eles.

Para verificar o conjunto de publicações sobre o tema, dois pesquisadores, de forma independente, realizaram um levantamento bibliográfico nas bases eletrônicas Scielo, Lilacs, Medline, Cochrane, SCOPUS e ISI Web of Knowledge. Utilizou-se como estratégia de pesquisa os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS-BIREME) em Português, Inglês e Espanhol: “testes de impedância acústica” ou “acoustic impedance tests” ou “pruebas de impedancia acústica”, combinados com as palavras “neonato”, “lactente”, “infant”, “newborn” e “recién nacido”. Foram pesquisados os artigos nacionais e internacionais publicados nos últimos dez anos, delimitando-se o período entre Janeiro de 2001 e Dezembro de 2011.

Os critérios de inclusão utilizados para a análise integral dos textos foram: ser artigos originais ou relatos de casos; ter como sujeito de pesquisa lactentes com até 6 meses idade; abordar a timpanometria com tom teste de 1000 Hz entre as frequências de teste, descrever as curvas timpanométricas identificadas; estar publicado nos idiomas português, inglês ou espanhol.

Os artigos que satisfizeram os critérios de inclusão foram selecionados para revisão na íntegra, analisados e organizados em um banco de dado considerando os seguintes marcadores: autor(es), título, fonte, ano, tipo de pesquisa, características da amostra, tom teste utilizado, principais achados e classificação das curvas.

Discussão

Inicialmente foram identificados 447 artigos e excluídas 433 publicações por não se enquadrarem aos critérios de seleção ou por estarem em mais de uma base de dados. Dessa forma, restaram 14 publicações que foram analisadas na íntegra. O percurso realizado para seleção e análise dos textos está representado na **Figura 1**.

As 14 publicações selecionadas foram analisadas considerando a fonte e o ano de divulgação. Entre os artigos analisados, dez eram internacionais e quatro nacionais. Consta-

tu-se que no período de dez anos (2001 a 2011) o número de pesquisas realizadas com timpanometria com tom teste de alta frequência não é tão expressiva, e a quantidade de publicações aumentou a partir do ano de 2006 (**Quadro 1**).

A análise minuciosa das publicações foi realizada considerando a característica da amostra, as frequências do tom teste utilizadas na timpanometria, os principais achados identificados e a classificação das curvas timpanométricas (**Quadro 2**). As informações contidas nos periódicos são expostas e discutidas a seguir juntamente com o auxílio teórico de outras publicações consideradas pertinentes para melhor compreensão do tema.

Frequência de teste x idade do sujeito

Nos neonatos e lactentes, o crescimento acarreta modificações na orelha que geram alterações mecânicas que são capazes de influenciar o registro do timpanograma. Dentre as alterações incluem-se: aumento da OE, mastóide e cavidade da OM, diminuição da massa da OM devido às mudanças na densidade óssea e formação óssea na parede do meato acústico externo (MAE)⁴. Além disso, a ressonância da OM se modifica de acordo com a idade, dessa forma, nos bebês os valores de frequência de ressonância da OM são mais baixos se comparados aos valores de um adulto⁹. Assim como, a flacidez do meato acústico presente nesses casos pode causar movimentação da parede do canal auditivo^{10,11}.

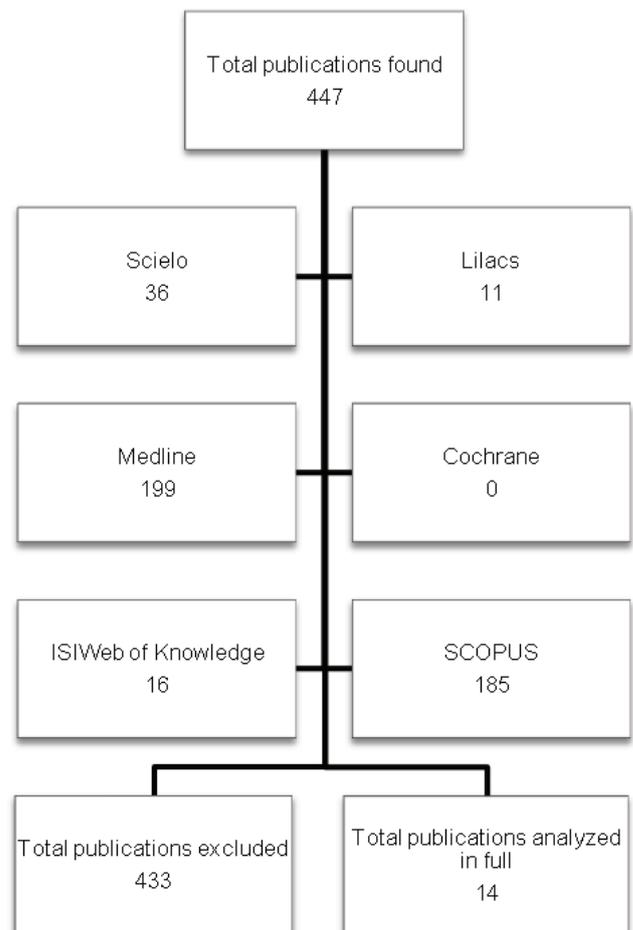


Figura 1. Percurso realizado para seleção e análise dos textos.

Quadro 1. Lista das pesquisas realizadas com timpanometria com tom teste de alta e baixa frequência entre 2001 a 2011.

Author	Title	Source	Year
Kei J et al ⁽¹⁾	High-frequency (1000Hz) tympanometry in normal neonates.	J Am Acad Audiol.	2003
Margolis RH et al ⁽²⁾	Tympanometry in newborn infants- 1kHz norms	J Am Acad Audiol.	2003
Baldwin M ⁽⁷⁾	Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy.	Int J Audiol.	2006
Calandruccio L et al ⁽³¹⁾	Normative Multifrequency Tympanometry in Infants and Toddlers.	J Am Acad Audiol.	2006
Swanepoel W et al ⁽²⁹⁾	Infant hearing screening at immunization clinics in South Africa.	Int J Pediatr Otorhinolaryngol.	2006
Alaerts J et al ⁽¹⁵⁾	Evaluation of middle ear function in young children: clinical guidelines for the use of 226 and 1000Hz tympanometry.	Otol Neurotol.	2007
Silva KA et al ⁽²⁷⁾	Achados timpanométricos em neonatos com emissões otoacústicas presentes: medidas e interpretações.	Rev Bras Otorrinolaringol.	2007
Swanepoel W et al ⁽⁹⁾	High frequency immittance for neonates: a normative study.	Acta Oto laryngol.	2007
Shahnaz N et al ⁽⁶⁾	Multifrequency tympanometry in neonatal intensive care unit and well babies.	J Am Acad Audiol.	2008
Garcia MV et al ⁽²²⁾	Medidas de imitância acústica em lactentes com 226 Hz e 1000 Hz: correlação com as emissões otoacústicas e o exame otoscópico.	Rev Bras Otorrinol.	2009
Zhiqi L et al ⁽²⁵⁾	Tympanometry in infants with middle ear effusion having been identified using spiral computerized tomography.	Am J Otolaryngology	2010
Camboim ED et al ⁽²³⁾	Análise comparativa das emissões otoacústicas com a timpanometria em lactentes de 0 a 6 meses	Revista CEFAC	2012
Tazinazzio TG et al ⁽²⁴⁾	Emissões otoacústicas e medidas de imitância acústica com tons de sonda de 226 e 1000 Hz em lactentes.	Revista CEFAC	2011
Lewis MP et al ⁽³⁰⁾	A comparison of tympanometry with 226 Hz and 1000 Hz probe tones in children with Down syndrome.	Int J Pediatr Otorhinolaryngol.	2011

Na literatura, são notórias as divergências existentes quanto à idade para a qual o tom teste de alta frequência é preconizado. Há a indicação de sua utilização para menores de 7 meses de idade^{2,4-8}, para menores de 6 meses idade^{12,13}, para neonatos abaixo de 4 meses¹⁴ e abaixo de 5 meses de idade⁷. Outros autores afirmam que para lactentes até 3 meses de idade é recomendado o tom teste de 1000 Hz e entre 3 e 9 meses de idade, 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 teste, deve-se realizar a timpanometria com tom de 226 Hz. Já para avaliar lactentes acima dos 9 meses, é indicado o uso do tom teste de baixa frequência de 226 Hz¹⁵.

Classificação das Curvas Timpanométricas

Segundo a literatura, as curvas timpanométricas são usualmente classificadas da seguinte forma: curva tipo A – curva normal que possui um pico único de admitância entre -150 e 100 daPa e volume de 0,2 a 1,8ml; plana ou B – curva plana sem pico de admitância; C – pico de admitância deslocado para pressão negativa; Ar – curva com baixa admitância; e Ad – intervalo entre os dois ramos da curva igual ou superior a 100 daPa¹⁶; tipo DP – curva com duplo pico¹⁷; curva assimétrica (ASS) – pico em alta pressão positiva e curva do tipo invertida (I) – com configuração invertida em relação à curva normal¹⁸. Entretanto, há outras formas menos comuns de classificação das curvas timpanométrica¹⁹⁻²¹.

Entre as pesquisas analisadas, observa-se que há um consenso de que a curva tipo A diz respeito à normalidade

da OM^{1,15,17-19}; assim como as curvas tipos B, C, Ar e Ad implicam em OM alterada^{15,22-25}.

Quanto ao tipo DP, também denominada de tipo D, cinco pesquisas revisadas apontam que essa curva indica normalidade de OM no caso de neonatos^{15,22-24,26}. De acordo com um autor³, esse tipo de curva timpanométrica é mais frequentemente identificada na população de neonatos quando a timpanometria é realizada com tom teste de 226 Hz. Isso porque esse registro ocorre quando o medição é realizada na frequência de ressonância da OM, e no caso dessa população, esta frequência está deslocada para frequências mais baixas.

No que diz respeito à classificação das curvas ASS e I, foi identificado que há divergências quanto aos padrões de normalidade e que parâmetros devem ser utilizados para a classificação enquanto curva normal ou alterada. A curva tipo ASS, de acordo com estudos^{22,27}, assim como a curva I²², podem ser identificadas em sujeitos com e sem alteração de OM, ou seja, podem ser consideradas como normais ou alteradas. Entretanto, outra publicação²² refere que a curva I deve ser classificada como normal nos lactentes.

Além da ambiguidade existente na classificação das curvas no caso do tom de 1 kHz, uma outra questão tem sido o alto número de curvas não classificadas ou classificadas como indeterminadas por serem usados sistemas de classificação designados para o tom teste de baixa frequência para adultos e crianças mais velhas⁷. Esse fato gera mais dúvidas e questionamentos a propósito da classificação quanto ao tipo de curva e parâmetros que devem subsidiar a categorização como normal ou alterado.

Quadro 2. Principais características das pesquisas realizadas com tom teste de 226 e 1000 Hz.

Autor	Característica da amostra	Tom teste	Principais achados*	Classificação das Curvas
Kei J et al ⁽¹⁾	122 neonatos entre 1 e 6 dias com EOA presentes	226Hz 1000Hz	1000 Hz: Tipo 1 (225 orelhas) ; Tipo 2 (14 orelhas); Tipo 3 (3 orelhas); outras formas atípicas (2 orelhas). 226Hz: PU (115 orelhas); DP (116 orelhas); picos múltiplos (9orelhas); inválidos (3 orelhas).	1000Hz: -Tipo 1 (A): normal, -Tipos 2 e 3 (B, DP): alterados 226Hz: -Tipo PU: normal, -Tipo DP: alterado
Margolis RH et al ⁽²⁾	65 lactentes, com idade média de 3,9 semanas	1000Hz	Curvas tipo Pico Único encontrada na grande maioria dos lactentes. Autores não revelam o número de curvas encontradas.	_Pico único: normal
Baldwin M ⁽⁷⁾	104 crianças entre 2 a 19 semanas com audição normal e 107 lactentes entre 2 a 21 semanas com perda auditiva condutiva temporária	226Hz 678Hz 1000 Hz	Lactentes com alteração de OM e timpanogramas normais (tipo A): 94,9% com 226 Hz; 1,3% com 678 Hz; 0% com 1000 Hz.	-Pico positivo: normal -Plana ou Decrescente, Pico negativo ou Indeterminado: alterado
Calandruccio L et al ⁽³¹⁾	33 crianças entre 4 semanas e 2 anos e em 33 adultos com idade média de 30,3 anos	226Hz 630Hz 1000Hz	226Hz_ maior proporção do tipo 1B1G, 23.1% do tipo 3B1G entre 4-10 semanas e 6.8% nas crianças entre 11-19 semanas. 1000Hz_ crianças com maior variabilidade de tipos, com 1B1G e 3B1G com igual distribuição.	Timpanogramas tipo 1B1G. 3B1G, 3B3G, 5B3G (Vanuyse et al, 1975)
Swanepoel W et al ⁽²⁹⁾	510 lactentes entre 0 e 12 meses de idade	226Hz 1000Hz	87% timpanogramas com pico, DP em 4,5% dos casos.	-Timpanograma com pico: função da OM normal; -Tipo DP: OM alterada.
Alaerts J et al ⁽¹⁵⁾	110 lactentes até 9 meses e 15 adultos entre 17 e 27 anos com audição normal	226Hz 1000 Hz	226 Hz: -Tipos A: aumentou o número de casos com a idade - Tipo D: diminui u o número de casos com a idade 1000 Hz: - Tipo D: aumentou o número de casos com a idade	-Tipos A e D: normal -Tipos B, C e Du: alterado -Tipos 1 e 4u:normal -Tipos 2, 3, 4u: alterado
Silva KA et al ⁽²⁷⁾	110 neonatos entre 6 e 30 dias que passaram nas EOAT.	226Hz 678Hz 1000Hz	226 Hz: 47.7% PU; 52.3% DP 678 Hz: 25,4% PU; 67.3% ASS; 7,3% I 1000 Hz: 70,9% PU; 28,2% ASS ; 0,9% I	-Tipos PU e DP: normal -Tipos ASS e I: normal ou alterado
Swanepoel W et al ⁽⁸⁾	143 neonatos entre 0 e 4 semanas de idade	1000Hz	-8% de timpanogramas sem pico -6% com DP -57% de sensibilidade -95% de especificidade	-Timpanograma com pico: função da OM normal; -Tipo DP: OM alterada.

Autor	Característica da amostra	Tom teste	Principais achados*	Classificação das Curvas
Shahnaz N et al ⁽⁶⁾	33 neonatos da UTI e 16 bebês saudáveis entre 21 e 28 dias; 42 lactentes entre 6 dias e 23 semanas e 33 neonatos pré-termos com idade entre 32 e 51 semanas, com PEATE presente comparados com 16 adultos entre 18 e 32 anos com audição normal	226Hz 1000Hz	Neonatos e lactentes apresentaram uma grande variabilidade de padrões timpanométricos complexos com 226Hz. Com aumento da frequência de teste, a proporção de pico único aumentou e com 1000Hz foi 64%.	Modelo Vanhuyse -226Hz: 1B1G em 13% e timpanogramas complexos multi-pico em 85%. -1000Hz: predomínio de 3B1G (50%) e 1B1G (38%)
Garcia MV et al ⁽²²⁾	60 lactentes entre 0 e 4 meses com ausência e presença de EOA	226Hz 1000Hz	EOA presentes 226 Hz: 61% A; 27% D; 8,3% B; 3,7% C. 1000 Hz: 60% A; 11,6% D; 13,4% I; 5% B; 10% C -EOA ausentes 226 Hz: 53,3% A; 31,7% D; 13,3% B; 1,7% C 1000Hz: 20% A; 2% D; 0% I; 70% B; 8% C	-Tipos A, D e I: normal -Tipos B e C: alterado -Tipo ASS: normal ou alterado
Zhiqi L et al ⁽²⁵⁾	52 lactentes entre 42 dias e 6 meses	226Hz 1000Hz	226 Hz: Grupo com OM normal: PU em 51.06% dos timpanogramas, DP em 44.68%, Plana em 2.13%, com pressão negativa 2.13% Grupo com efusão de OM: PU em 77.19% dos timpanogramas, DP em 19.30% e Plana em 3.51% 1000Hz Grupo com OM normal: PU em 97,87% dos timpanogramas Grupo com efusão de OM: curva plana em 98,25% dos timpanogramas	-Tipo PU: timpanograma normal -Tipo Plana: alterado (efusão de OM)
Tazinazzio TG et al ⁽²⁴⁾	52 lactentes entre 11 e 51 dias com EOA presentes e ausentes Em 1000 Hz, o número de orelhas é menor porque foram desconsideradas as curvas bloqueadas (ocorrência do efeito de oclusão)	226Hz 1000Hz	EOA presentes e curvas normais: 226 Hz: 82 orelhas 1000 Hz: 66 orelhas EOA presentes e curvas alteradas: 226 Hz: 0 orelhas 1000 Hz: 6 orelhas EOA ausentes e curvas normais: 226 Hz: 19 orelhas 1000 Hz: 8 orelhas EOA ausentes e curvas alteradas: 226 Hz: 3 orelhas 1000 Hz: 13 orelhas	-Tipos A e D: normal -Tipos Ar, B ou plana: alterado

Autor	Característica da amostra	Tom teste	Principais achados*	Classificação das Curvas
Lewis MP et al ⁽³⁰⁾	26 crianças com síndrome de Down entre 6 e 18 meses	226Hz 1000Hz	226 Hz: nas orelhas sem fluído na OM, 7 curvas tipo B, 17 tipos A. Nas orelhas com fluído, 0 curvas A, 2 curvas tipo B. 1000 Hz: nas orelhas sem fluído, 24 curvas A, 0 tipo B e naquelas com fluído, 2 curvas B e 0 tipo A	-Tipo A: normal -Tipo B: alterado
Camboim ED et al ⁽²³⁾	118 lactentes entre 0 e 6 meses com EOA presentes e ausentes	226Hz 1000Hz	1000 Hz: maior correlação entre curvas normais (tipo A e DP) e presença de EOA, assim como, curvas alteradas (que não são tipo A ou DP) e ausência de EOA.	- Tipos A e DP: normal - Tipos C, Ad, Ar e B: alterado

Legenda: *Informações extraídas do capítulo 'Resultados' das publicações.

EOA: Emissões otoacústicas

EOAT: Emissões otoacústicas transientes

PEATE: Potencial evocado auditivo de tronco encefálico

UTI: unidade de terapia intensiva

Em um estudo que utilizou o tom teste de 1000 Hz, os autores classificaram as curvas em: tipo 1 (semelhante ao tipo A), tipo 2 (semelhante ao tipo B), tipo 3 (semelhante ao DP) e formas atípicas. E com tom teste de 226 Hz, além de utilizar a classificação de curvas em DP, os autores também utilizaram a nomenclatura de timpanogramas PU, timpanogramas com picos múltiplos e inválidos. Nessa perspectiva, os autores concluíram que não há uma correspondência direta entre as condições da OM e o tipo timpanométrico. Entretanto, o tipo 1 obtido em 92,3% dos neonatos indica OM sem alteração¹.

Há a hipótese de que as mudanças nos padrões das curvas timpanométricas também podem variar de acordo com a idade do indivíduo. Em uma pesquisa¹⁵ que utilizou o tom de 226 Hz, a porcentagem de curvas tipo A aumentou com a idade, enquanto a de curva DP diminuiu. Além disso, o uso do tom de 1000 Hz diminuiu a prevalência de timpanogramas planos no grupo de crianças, assim como houve aumento do número de curvas tipo DP. No entanto, deve-se mencionar que na amostra pesquisada nenhuma criança tinha alteração de OM.

As mudanças nos valores quantitativos da timpanometria podem ser justificadas pelo rápido crescimento anatômico da orelha dos neonatos durante as primeiras seis semanas de vida²⁸.

Na orelha de neonatos ocorre um aumento da frequência de ressonância, assim como mudança de tipos timpanométricos, passando de DP para PU. Essas variações podem ser explicadas pela evidência anatômica característica, em que, a estrutura física da orelha se transforma de uma reactância positiva (dominada pela massa) para uma negativa (dominado pela rigidez); e quando a OM alcança uma reactância negativa, o uso de um tom teste de baixa frequência passa a ser uma ferramenta adequada para avaliação do sistema auditivo periférico. Ou seja, com a avaliação da reactância da orelha, é possível identificar a frequência de ressonância, e se essa for baixa, o uso do tom de alta frequência é suficientemente sensível. Entretanto, se essa frequência se aproxima da frequência do adulto, o

tom convencional de 226 Hz deve ser usado. Essas mudanças podem ser decorrentes de uma variabilidade normal intra-sujeitos ou de uma evolução verdadeira da função da OM com a idade²⁶.

Relação entre a Timpanometria e outras avaliações audiológicas.

Outros procedimentos utilizados para identificar alterações auditivas em lactentes é a Emissão Otoacústica (EOA) e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), e é possível fazer a correlação dos resultados entre essas avaliações e os traçados da timpanometria para avaliar melhor a condição auditiva dessa população.

A literatura aponta que o tom de 1000 Hz apresenta maior correlação com as respostas das Emissões Otoacústicas por estímulo Transiente (EOAT)^{23,24} e Otoacústicas por produto de distorção (EOADP)²⁹. O tom de 1000 Hz permite essa correlação tanto na avaliação de orelhas normais, quanto de orelhas que apresentam alterações de OM. Já a timpanometria com tom de 226 Hz fornece resultados compatíveis com as avaliações de EOA apenas na presença de condições normais de OM²³.

Para lactentes com EOAT presentes, ambos os tons apresentam boa especificidade, porém, para lactentes com EOAT ausentes, o tom de 1000 Hz é mais sensível para identificar possíveis alterações de OM²². Nessa perspectiva, a utilização da timpanometria com tom de 1000 Hz em lactentes, é o procedimento mais adequado para detectar alterações de OM principalmente quando o resultado das EOAT for ausente²⁴.

No entanto, podem ser identificados tipos timpanométrico distintos mesmo na presença de registro de EOA. A explicação para a detecção de curvas heterogêneas mesmo com presença de EOA, o que sugere função de OM normal, não está clara. Talvez seja decorrente de uma condição normal que existe na população, na qual uma leve disfunção na OM não é capaz de impedir o registro de EOA, ou ainda, ocasionada por uma vedação inadequada da sonda, na qual os movimentos acabam gerando artefatos¹.

A relação entre as respostas obtidas com tons de 226 e 1000 Hz e os registros das EOA também foi analisada em um estudo com crianças com Síndrome de Down, e nessa pesquisa também foi verificada uma grande correspondência entre timpanometria com 1000 Hz e os resultados das EOA³⁰.

Frequência de teste mais indicada para avaliar lactentes

Apesar de já ser usado há décadas, o tom teste de 226 Hz não é o mais adequado para avaliar lactentes^{1,2,5-8,22-24,27}, principalmente porque, como já foi mencionado, essa população possui características maturacionais distintas às das crianças maiores de 6 meses de idade e adultos.

Dentre as fontes analisadas, foram identificadas três pesquisas que utilizaram além dos tons testes de 226 e 1000 Hz, o tom teste de 678 e 630 Hz. Nos três estudos, os autores observaram que o tom teste de 1000 Hz apresentou melhores resultados na caracterização dos timpanogramas em relação à normalidade quando comparado às demais frequências^{7,27,31}.

Estudos evidenciam que a eficácia do tom de 1000 Hz em relação aos tons teste de 226 Hz e 678 Hz, se justifica porque os componentes de massa são maiores nas sondas de alta frequência e menores nas sondas de baixa frequência, o que modifica as características de ressonância da OM^{1,2}. Mudanças são observadas nos primeiros meses de vida, em relação à parede do meato acústico externo e a mobilidade da orelha média, bem como as características timpanométricas. Isso se deve ao fato da orelha média de crianças ser dominada pelo componente massa, a frequência de ressonância tende a ser mais baixa quando comparada com adultos normais, nos quais o sistema passa a ser controlado pela rigidez⁽¹⁴⁾. Estudo brasileiro pesquisou a frequência de ressonância de lactentes e encontrou nas crianças entre 2 a 12 dias de vida o valor de 250 Hz e nas crianças entre 72 e 84 dias de vida, frequência de ressonância de 385 Hz⁽³²⁾.

Comentários Finais

Após a análise das publicações, foi possível constatar que ambos os tons teste de 226 e 1000 Hz, apresentam resultados falso positivos - indicam presença de alteração da OM quando na verdade ela não existe, e falso negativos - quando não são detectadas as alterações mesmo na presença delas; porém estes são menos frequentes com o tom de 1000 Hz. Nesse sentido, a frequência de teste de 1000 Hz é mais sensível e específica do que o tom teste de 226 Hz para avaliar as alterações de OM na população de neonatos. Portanto, conclui-se que este tom é mais adequado para avaliar a população até 6 meses de idade. Entretanto, embora a literatura confirme que o tom teste de 1000 Hz é o mais indicado para avaliar essa população, ainda são necessários novos estudos para esclarecer as dúvidas que existem na realização da timpanometria com tom de alta frequência, bem como, melhores sistemas de classificação das curvas e critérios de normalidade.

Referências Bibliográficas

- 1 Kei J, Allison-Levick J, Dockray J, et al. High-frequency (1000 Hz) tympanometry in normal neonates. *J Am Acad Audiol* 2003;14(1):20-28
- 2 Margolis RH, Bass-Ringdahl S, Hanks WD, Holte L, Zapala DA. Tympanometry in newborn infants - 1 kHz norms. *J Am Acad Audiol* 2003;14(7):383-392
- 3 Carvallo RM. Medidas eletroacústicas imitância acústica. In: Carvallo RM, ed. *Fonoaudiologia Informação para a Formação. Procedimentos em Audiologia*. Rio de Janeiro, Brazil: Guanabara Koogan; 2003:1-22
- 4 Margolis RH, Hunter LL. Timpanometria: princípios básicos e aplicações clínicas. In: Musiek FR, Rintelmann WF eds. *Perspectivas Atuais em Avaliação Auditiva*. São Paulo, Brazil: Manole; 2001:85-126
- 5 Sinerger YS. Audiologic assessment in infants. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;11(5):378-382
- 6 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
- 7 Baldwin M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. *Int J Audiol* 2006;45(7):417-427
- 8 Swanepoel 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
- 9 Weatherby LA, Bennett MJ. The neonatal acoustic reflex. *Scand Audiol* 1980;9(2):103-110
- 10 Keefe DH, Bulen JC, Arehart KH, Burns EM. Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *J Acoust Soc Am* 1993;94(5):2617-2638
- 11 Gravel JS, Hood LJ. Avaliação audiológica infantil. In: Musiek FE, Rintelmann WF, eds. *Perspectivas Atuais em Avaliação Auditiva*. São Paulo, Brazil: Manole; 2001:301-322
- 12 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
- 13 Newborn Hearing Screening and Assessment. Tympanometry in babies under 6 months. A Recommended Test Protocol [cited November 20, 2012]. Available at: <http://hearing.screening.nhs.uk/audiologyprotocols#fileid10753>
- 14 Holte L, Margolis RH, Cavanaugh RMJr. Developmental changes in multifrequency tympanograms. *Audiology* 1991;30(1):1-24
- 15 Alaerts J, Luts H, Wouters J. Evaluation of middle ear function in young children: clinical guidelines for the use of 226- and 1,000-Hz tympanometry. *Otol Neurotol* 2007;28(6):727-732
- 16 Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol* 1970;92(4):311-324
- 17 Lidén G. The scope and application of current audiometric tests. *J Laryngol Otol* 1969;83(6):507-520
- 18 Margolis RH, Smith P. Tympanometry in infants: state of art. In: Harford E, Klein J eds. *Impedance screening of middle ear disease in children*. New York, NY: Grune and Stratton; 1978
- 19 Sutton G, Baldwin M, Brooks D, Gravel J, Thornton R. Tympanometry in neonates and infants under 4months: a recommended test protocol. Manchester, England 2002 [cited November 20, 2012]. Available at: <http://hearing.screening.nhs.uk/>
- 20 Marchant CD, McMillan PM, Shurin PA, et al. Objective diagnosis of otitis media in early infancy by tympanometry and ipsilateral acoustic reflex thresholds. *J Pediatr* 1986;109:590-595
- 21 Vanhuysse VJ, Cretten WL, Van Camp KJ. On the W-notching of tympanograms. *Scand Audiol* 1975;4(1):45-50
- 22 GarciaMV, AzevedoMF, Testa JR. Acoustic immittance measures in infants with 226 and 1000 hz probes: correlation with otoacoustic emissions and otoscopy examination. *Braz J Otorhinolaryngol* 2009;75(1):80-89
- 23 Camboim ED, Correia AMN, Vasconcelos D, Torres R, Scharlach RC, Azevedo MF. Comparative analysis of otoacoustic emissions with tympanometry in 0-6 month infants. *Rev CEFAC-Speech, Language, Hearing Sciences and Education Journal* [online] 2012;14(3):403-412 [cited November 20, 2012]. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462012000300004&lng=en&nrm=isso
- 24 Tazinazzio TG, Diniz TA, Marba STM, Colella-Santos MF. Otoacoustic emissions and acoustic immittance measurements using 226 Hz and 1000 Hz probe tones in neonates. *Rev CEFAC-Speech, Language, Hearing Sciences and Education Journal* [online] 2011;13(3):479-488 [cited November 20, 2012].

- Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462011000300011&lng=pt&nrm=iso
- 25 Zhiqi L, Kun Y, Zhiwu H. Tympanometry in infants with middle ear effusion having been identified using spiral computerized tomography. *Am J Otolaryngol* 2010;31(2):96-103
 - 26 Meyer SE, Jardine CA, Deverson W. Developmental changes in tympanometry: a case study. *Br J Audiol* 1997;31(3):189-195
 - 27 Silva KA, Novaes BA, Lewis DR, Carvalho RM. Tympanometry in neonates with normal otoacoustic emissions: measurements and interpretation. *Braz J Otorhinolaryngol* 2007;73(5):633-639
 - 28 Mazlan R, Kei J, Hickson L, et al. High frequency immittance findings: newborn versus six-week-old infants. *Int J Audiol* 2007;46:711-717
 - 29 Swanepoel W, Hugo R, Louw B. Infant hearing screening at immunization clinics in South Africa. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70(7):1241-1249
 - 30 Lewis MP, Bradford Bell E, Evans AK. A comparison of tympanometry with 226 Hz and 1000 Hz probe tones in children with Down syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2011;75(12):1492-1495
 - 31 Calandrucchio L, Fitzgerald TS, Prieve BA. Normative multifrequency tympanometry in infants and toddlers. *J Am Acad Audiol* 2006;17(7):470-480
 - 32 André KD, Sanches SGG, Carvalho RMM. Middle ear resonance in infants: age effects. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2012;16(3):353-357