

## Achados timpanométricos em neonatos com emissões otoacústicas presentes: medidas e interpretações

## Tympanometry in neonates with normal otoacoustic emissions: measurements and interpretation

Kilza de Arruda Lyra e Silva <sup>1</sup>, Beatriz de Albuquerque C. C. Novaes <sup>2</sup>, Dóris Rutbi Lewis <sup>3</sup>,  
Renata Mota Mamede Carvalho <sup>4</sup>

Palavras-chave: neonatos, orelha média, timpanometria.  
Keywords: neonates, middle ear, tympanometry.

### Resumo / Summary

**T**impanometria avalia condições funcionais da orelha média. Quando realizada em neonatos abaixo de quatro meses de idade pode gerar dúvidas. Sondas de alta frequência têm sido investigadas na busca por resultados mais confiáveis. **Objetivo:** Descrever e analisar interpretações de características e medidas obtidas na timpanometria em neonatos com frequências de 226, 678 e 1000Hz. **Material e Método:** Os 110 neonatos avaliados tinham idade entre 6 e 30 dias, não apresentaram fatores de risco e tinham emissões otoacústicas presentes. A timpanometria foi realizada com o analisador GSI-33-II, na Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação, São Paulo, em 2004. **Forma de Estudo:** Clínico prospectivo. **Resultados:** Observou-se equilíbrio nas curvas pico único e pico duplo em 226Hz, maior ocorrência de assimétrica em 678Hz e de pico único em 1000 Hz. Houve significância de gênero na medida volume equivalente do meato acústico externo, em 226Hz, e na medida admitância acústica estática de pico compensado, em 1000Hz. O protocolo inglês apresentou quase 100% de normalidade em 678 e 1000Hz. **Conclusão:** A sonda de 1000Hz apresentou melhores resultados na caracterização da normalidade. O protocolo inglês mostrou-se eficiente em diminuir variabilidades das medidas. Os resultados podem ser usados como guia no diagnóstico da timpanometria.

**T**ympanometry is used in evaluating middle ear functional conditions. Before six months of age its results may be misleading. High frequency studies aim to provide more valid procedures. **Aim:** To describe and discuss tympanometric measurements and the interpretation in normal hearing neonates at 226, 678 and 1000Hz. **Method:** 110 neonates that were analyzed had normal otoacoustic emissions and no risk for hearing impairment. The age range was 6 to 30 days. Curves were obtained using the GSI-33-II, at the "Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação", São Paulo, in 2004. **Study design:** Clinical prospective. **Results:** There was a balance between single and double peak curves at 226Hz. Most of the curves were asymmetric at 678Hz, and single-peaked at 1000Hz. quantitative measurements showed a significant gender difference in the Equivalent Ear Canal Volume at 226Hz and on the Peak Compensated Static Acoustic Admittance at 1000Hz. The English protocol showed that almost 100% of ears were normal at 678 and 1000Hz. **Conclusion:** 1000Hz yielded superior results for characterizing normality. The English protocol was efficient to reduce the variability of tympanometric measurements. Data from this study may be used as a guide for diagnosis using tympanometry in neonates.

<sup>1</sup> Mestre, Fonoaudióloga - HU/UFAL.

<sup>2</sup> Ph.D., Professora PUC-SP.

<sup>3</sup> Doutora, Professora PUC-SP.

<sup>4</sup> Doutora, Professora Livre Docente - FMUSP.

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP.

Endereço para correspondência: Rua Pe Champagnat 137 ap. 101 Bairro CDU Recife PE 50740-320.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 15 de julho de 2006. cod. 2900.

Artigo aceito em 2 de novembro de 2006.

---

## INTRODUÇÃO

---

O objetivo da identificação e caracterização precoce da perda auditiva em neonatos é estabelecer condições para uma intervenção adequada, tão cedo quanto possível, a fim de reduzir as conseqüências negativas no desenvolvimento pessoal e social da criança. Estudos realizados por Yoshinaga-Itano et al.<sup>1</sup> indicaram que bebês com perdas auditivas diagnosticadas antes dos seis meses de idade apresentaram um melhor desempenho das habilidades de linguagem do que aqueles com perdas auditivas diagnosticadas após essa faixa etária.

Para evitar erros no diagnóstico, o processo de avaliação audiológica utiliza uma bateria de testes que envolve uma análise conjunta dos resultados e deve incorporar medidas e procedimentos objetivos e comportamentais<sup>2</sup>. O diagnóstico precoce da deficiência auditiva traz a necessidade de um teste de avaliação da orelha média, para distinguir a perda auditiva neurossensorial da perda auditiva condutiva. Essa distinção é importante para identificar perdas auditivas causadas por condições transientes da orelha média ou da orelha externa, para determinar a necessidade de manejo médico para doenças da orelha média, e para determinar a necessidade e o momento de utilização dos procedimentos de acompanhamento tais como o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)<sup>3</sup>.

A medida da imitância acústica é o termo geral que descreve a facilidade ou a oposição ao fluxo de energia sonora de um sistema. Esse teste é um procedimento simples e de fácil utilização que tem valor comprovado para detecção e classificação das alterações da orelha média e para a avaliação da integridade do sistema auditivo periférico e central de crianças e adultos. As medidas da imitância acústica classificam-se em dois tipos: dinâmicas e estáticas<sup>4</sup>. Medidas estáticas são aquelas da complacência da membrana timpânica, enquanto medidas dinâmicas são a timpanometria e a medida do reflexo do músculo do estribo.

A timpanometria é um teste objetivo que avalia as condições funcionais da orelha média. Esse teste é um procedimento simples, de fácil utilização e tem valor comprovado para detecção e classificação das alterações da orelha média de crianças e adultos. Assim, sua utilização se torna imprescindível para uma maior eficácia do diagnóstico. Na maioria das rotinas clínicas utiliza-se o tom sonda de 226 Hz para realização desse teste.

A timpanometria em lactentes com idade inferior a seis meses de idade, quando executada com sonda de tom prova de 226 Hz, pode não ser confiável, pois lactentes com otite média podem revelar um timpanograma aparentemente normal quando esse tipo de sonda é utilizado<sup>5,6</sup>. Esse fato tem conduzido pesquisadores<sup>3,7-9</sup> a investigar o uso de sonda de alta frequência (678 ou 1000 Hz) em

lactentes, na busca por resultados mais confiáveis.

Diferentes critérios de interpretação dos resultados podem levar a diferentes conclusões e, conseqüentemente, a diferentes condutas no diagnóstico. Northern e Downs<sup>10</sup> enfatizam que detalhes podem ser perdidos se considerarmos os timpanogramas apenas pela sua classificação qualitativa. Dessa forma, para evitar erros ocasionais e interpretações inadequadas, necessita-se de uma complementação com os critérios quantitativos, os quais são influenciados pelos fatores de transmissão presentes no sistema auditivo.

A quantificação das medidas timpanométricas facilita o desenvolvimento das normas apropriadas para comparação dos dados timpanométricos entre clínicas e, eventualmente, conduzem os dados de sensibilidade e especificidade que ainda não estão formalizados<sup>11</sup>. As medidas quantitativas são usadas em complemento às medidas qualitativas para caracterizar com maior precisão os timpanogramas. Essas características incluem<sup>10-12</sup>: Admitância Acústica Estática de Pico Compensado (Ymt), ou altura do timpanograma no plano da membrana timpânica; Volume Equivalente do Meato acústico externo da Orelha (Vea), ou estimativa do volume do ar médio da sonda; Gradiente do Timpanograma (GR) e Largura Timpanométrica (LT), ou descrição do formato do timpanograma próximo ao pico; e Pressão do Pico do Timpanograma (PPT), ou localização do pico do timpanograma ao longo do eixo da pressão.

Poucos estudos de timpanometria têm sido conduzidos com lactentes de menos de seis meses de idade. Além disso, os detalhes das propriedades mecanoacústicas da orelha média dos neonatos não têm sido amplamente explorados. Tanto estudos sistemáticos quanto dados normativos são necessários para melhorar a utilidade da timpanometria no diagnóstico auditivo em neonatos<sup>13</sup>.

A presente pesquisa tem como objetivo descrever e analisar interpretações de características e medidas obtidas na timpanometria de neonatos ouvintes de 6 a 30 dias de idade, com sonda de tom prova de 226, 678 e 1000Hz. São descritos os seguintes aspectos do timpanograma: Características da Curva Timpanométrica, Admitância Acústica Estática de Pico Compensado na Altura da Membrana Timpânica, Largura Timpanométrica, Pressão do Pico Timpanométrico, Volume Equivalente do Meato Acústico Externo e o Protocolo recomendado para a timpanometria em lactentes abaixo de 4 meses de idade<sup>14</sup>.

---

## MÉTODO

---

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), sob protocolo número 0011/2004. Todos os neonatos inseridos na pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, que permite a utilização dos seus dados na pesquisa e divulgação dos seus resul-

tados, conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Foram investigados 143 lactentes nascidos no Hospital Amparo Maternal de São Paulo. Para fins desta pesquisa foram utilizados os resultados de 110 neonatos (58 meninos e 52 meninas) com idade entre 6 e 30 dias.

Os critérios de inclusão dos neonatos foram ter nascido a termo, não ter história de intercorrências pré, peri ou pós-natais que pudessem evidenciar alguma alteração auditiva, não serem considerados neonatos de risco, segundo os critérios apresentados no Joint Committee on Infant Hearing<sup>15</sup>, e terem passado na triagem das EOAT. Uma anamnese foi realizada com os pais ou o responsável, para determinar se os neonatos satisfaziam os critérios de inclusão na pesquisa. Não foi realizada a otoscopia nos neonatos, pois foi considerado como critério de normalidade a presença das EOAT.

Os exames das EOAT e da timpanometria foram realizados no serviço de triagem auditiva neonatal da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC), PUC-SP, em salas silenciosas, apropriadas, com os equipamentos instalados de acordo com as especificações técnicas exigidas pelo fabricante.

Para o critério de passa e falha na triagem das EOAT foram consideradas respostas presentes aquelas que apresentaram reprodutibilidade geral  $\geq 50\%$ , presença das EOAT em quatro bandas de frequência consecutivas, relação sinal-ruído  $\geq 3$  dB NPS nas duas primeiras bandas e  $\geq 6$  dB NPS nas três últimas, inclusão da frequência de 4000 Hz e estabilidade da sonda  $\geq 75\%$ <sup>16,17</sup>.

O exame das EOAT foi feito com a utilização do analisador de emissões cocleares Otodynamics ILO 92 e a timpanometria com o analisador de orelha média GSI 33 (versão II) da Grason Stadler, automático e com impressora gráfica. A intensidade da sonda de tom prova do equipamento foi de 85 dB NPS para a frequência de 226 Hz, 80 dB NPS para a frequência de 678 Hz e 75 dB NPS para a frequência de 1000 Hz.

Para a realização da timpanometria foi colocada uma sonda de inserção na orelha do neonato, por meio da qual foi aplicada uma pressão variável de +200 daPa a 400 daPa com velocidade de 50 daPa/s. Esse exame foi realizado com as sondas de tom prova de 226, 678 e 1000 Hz. Os neonatos foram submetidos ao teste sem uma ordem rígida da apresentação do tom sonda. Porém, em sua maioria os exames foram iniciados pela frequência de 226 Hz seguidas pelas frequências de 678 e 1000 Hz. Os neonatos ficaram posicionados no colo da mãe ou do pai, em estado tranquilo ou sono natural, houve pausa para aleitamento e troca de fraldas, sempre que necessário. A escolha da orelha para iniciar o teste foi de forma aleatória, a depender do posicionamento do neonato no colo do responsável. Se o mesmo estivesse apoiado no braço esquerdo do responsável, iniciava-se o teste com a orelha

esquerda, que estava livre. Caso contrário, se estivesse apoiado no braço direito do responsável, começava-se pela orelha direita. O teste foi repetido quando houve necessidade de confirmação da curva.

As seguintes medidas quantitativas foram obtidas e avaliadas nos timpanogramas com a sonda de 226 e 1000Hz: Admitância Acústica Estática de Pico Compensado na Altura da Membrana Timpânica (Ymt - diferença entre o pico de admitância e a admitância em + 200 daPa); Largura Timpanométrica (LT - diferença de pressão entre os dois pontos na curva em que a admitância é a metade do pico de admitância); Pressão do Pico Timpanométrico (PPT). Na frequência de 226 Hz foi analisado, também, o Volume Equivalente do Meato Acústico Externo (VeA). Quando o pico duplo ocorreu, as medidas foram obtidas do pico mais alto.

O procedimento estatístico utilizado para o cálculo da significância das medidas quantitativas VeA, Ymt, PPT e LT foi a análise de variância (ANOVA), com um nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ), tendo sido aplicado dois fatores: orelha (direita/esquerda) e gênero (masculino/feminino), e medidas repetidas em um fator (Orelha).

O protocolo recomendado para a timpanometria em lactentes abaixo de 4 meses de idade<sup>14</sup> foi utilizado com os resultados dos timpanogramas das sondas de 678 e 1000 Hz. Esse protocolo considera o timpanograma normal, se  $Ymt > 0$  e  $PPT > -200$  daPa, e anormal, se  $Ymt \leq 0$  ou  $PPT < -200$  daPa.

## RESULTADOS

Foram registrados 220 timpanogramas para cada frequência de sonda. Os achados timpanométricos dos 660 timpanogramas revelaram tipos de curvas timpanométricas caracterizadas por: pico único (PU) e pico duplo (PD), na sonda de tom prova de 226 Hz; tipos PU, assimétrica (AS), e invertida (I), na sonda de tom prova de 678 Hz; e tipos PU, AS, e I, com a sonda de tom prova de 1000 Hz. A Tabela 1 ilustra esses resultados, apresentando o valor total e percentual de timpanogramas encontrados para cada tipo de curva, em cada sonda de tom prova.

Uma outra investigação realizada neste estudo foi identificar a ocorrência do mesmo tipo de curva em ambas as orelhas de um neonato para cada frequência de sonda. A Tabela 2 apresenta os resultados dessa investigação, separados pelo valor total e percentual de neonatos que apresentaram o mesmo tipo de curva (iguais) e diferentes tipos de curva, bilateralmente. Esses achados mostraram uma alta ocorrência do mesmo tipo de curva em ambas as orelhas nas três sondas.

Foi feito um comparativo conjunto dos tipos de curvas iguais encontrados nas sondas de 226 Hz e 1000 Hz, ilustrado na Tabela 3. Nesse comparativo, foi observada uma baixa ocorrência de mesma combinação de tipo de curva em ambas as orelhas e frequências.

**Tabela 1.** Curvas timpanométricas em relação à frequência de sonda em 110 neonatos (58 meninos e 52 meninas) nas duas orelhas.

Tipo	226 Hz		678 Hz		1000 Hz	
	N	%	N	%	N	%
PU	105	47,7	56	25,4	156	70,9
PD	115	52,3				
AS			148	67,3	62	28,2
I			16	7,3	2	0,9
Total	220	100,0	220	100,0	220	100,0

**Tabela 2.** Total de tipos de curvas iguais e diferentes nas duas orelhas em 110 neonatos de ambos os gêneros.

Tipos	226 Hz		678 Hz		1000 Hz	
	N	%	N	%	N	%
Iguais						
PU	36	32,7	16	14,5	68	61,8
PD	41	37,3				
AS			60	54,5	21	19,1
I			2	1,8	1	0,9
Diferentes						
Total	33	30,0	32	29,1	20	18,2
Total	110	100,0	110	100,0	110	100,0

**Tabela 3.** Comparativo conjunto dos tipos de curvas nas sondas de 226 e 1000 Hz nas duas orelhas em 110 neonatos de ambos os gêneros.

226 Hz / 1000 Hz	N	%
PU / PU	23	20,9
PD / PU	26	23,6
Outras	61	55,5
Total	110	100,0

**Tabela 5.** Medidas quantitativas dos 220 timpanogramas em sonda de 226Hz.

Medida	Gênero	N	Média	Desvio padrão	Percentis		
					5	50	95
V <sub>ea</sub>	Feminino	104	0,64	0,01	0,50	0,60	0,80
	Masculino	116	0,68	0,01	0,50	0,60	0,82
PPT		220	-8,93	31,40	-60,00	-5,00	39,75
Y <sub>mt</sub>		220	0,75	0,22	0,40	0,80	1,10
LT		220	115,05	40,60	45,25	115,00	184,75

**Tabela 4.** Resultados das análises estatísticas - p-valores obtidos pela análise ANOVA.

Sonda	Variável	Teste de igualdade das médias nas duas orelhas	Teste de igualdade das médias nos dois gêneros
		p-valor	p-valor
226 Hz	Vea	0,100	0,026
	PPT	0,538	0,716
	Ymt	0,080	0,144
	LT	0,058	0,989
1000 Hz	PPT	0,392	0,690
	Ymt	0,924	0,000
	LT	0,817	0,958

Além da análise da ocorrência dos tipos de curva, foram avaliadas, também, as variáveis quantitativas dos dados obtidos nos timpanogramas com pico único para as sondas de 1000 Hz e timpanogramas com pico único e duplo para a sonda de 226 Hz. Os resultados obtidos com a sonda de 678 Hz não foram avaliados porque apenas 25,4% dos timpanogramas revelaram pico único.

Na Tabela 4 são apresentados os p-valores obtidos pela análise ANOVA. Na sonda de 226 Hz foi observado um efeito de significância de gênero para o Vea ( $p=0,026$ ) e na sonda de 1000 Hz, que analisou os dados obtidos nos timpanogramas com curva do tipo PU, observou-se a presença de efeito significativo de gênero para a Ymt ( $p=0,000$ ). As demais medidas não apresentaram efeitos de significância, tanto por orelha quanto por gênero.

A partir dos resultados obtidos pela ANOVA, foram calculados as médias, os desvios padrão e os percentis (5, 50 e 95). Os resultados são mostrados separados quando

**Tabela 6.** Medidas quantitativas dos 220 timpanogramas em sonda de 1000 Hz.

Medida	Gênero	N	Média	Desvio padrão	Percentis		
					5	50	95
PPT		156	-3,46	44,21	-90,00	0,00	61,50
Y <sub>mt</sub>	Feminino	72	0,90	0,47	0,30	0,75	1,94
	Masculino	84	1,36	0,75	0,50	1,20	3,15
LT		156	99,49	24,73	60,00	100,00	145,00

**Tabela 7.** Resultados da análise timpanométrica usando o protocolo de Sutton et al.<sup>14</sup> nas 220 orelhas em sondas de tom prova de 678 e 1000Hz.

	678 Hz		1000 Hz	
	N	%	N	%
Normal	208	94,5	217	98,6
Anormal	12	4,5	3	1,4
Total	220	100,0	220	100,0

houve presença de efeito significativo de gênero e/ou de orelha e mostrados combinados quando houve ausência de efeito significativo de orelha e/ou de gênero, e são apresentados na Tabela 5 e na Tabela 6, respectivamente, para as sondas de 226 e 1000Hz.

Uma outra forma utilizada para interpretação dos timpanogramas registrados foi por meio do protocolo proposto por Sutton et al.<sup>14</sup>. Esse protocolo classifica o timpanograma em normal ou anormal. Os resultados encontrados nessa análise, ilustrados na Tabela 7, revelaram uma alta ocorrência de normalidade em ambas as sondas.

## DISCUSSÃO

Todos os neonatos foram considerados normais ou ouvintes, pois passaram na triagem auditiva neonatal, uma vez que a detecção das EOAT necessita que não existam condições como cerúmen ou membrana timpânica perfurada para a transmissão do estímulo até a cóclea e para a transmissão reversa das emissões ao meato acústico externo<sup>18,19</sup>.

As medidas da timpanometria nos neonatos analisados apresentaram timpanogramas com curvas do tipo PU e PD, na sonda de tom prova de 226 Hz, e curvas do tipo PU, AS e I nas sondas de tom prova de 678 e 1000 Hz. Desses tipos de curva, apenas o tipo PU foi enquadrado na classificação tradicional de Jerger<sup>20</sup>, similar ao tipo "A" definido por ele. Não há, entretanto, uma razão evidente para as outras formas de curva timpanométrica em neonatos. O timpanograma do tipo PD, a exemplo do tipo PU, também é considerado como indicativo de normalidade no neonato, como relatado em vários estudos da literatura<sup>9,21-23</sup>. Não há um consenso em relação aos tipos de curva AS

e I como indicativo de normalidade.

Na sonda de 226 Hz, os achados da presente pesquisa apresentaram um equilíbrio em relação às curvas do tipo PU (49,1%) e do tipo PD (50,9%), nas 220 orelhas analisadas. Essa configuração timpanométrica é similar à relatada por Kei et al.<sup>9</sup>, na qual dos 122 neonatos analisados encontrou-se 47,5% de timpanogramas do tipo PD e 47,5% do tipo PU. Os resultados da sonda de tom prova de 678 Hz indicaram uma maior ocorrência da curva do tipo AS, encontrada em 67,3% das orelhas analisadas. Esse tipo de curva acarreta em uma maior dificuldade na interpretação dos dados, pois o tipo AS não é característico de normalidade, embora as orelhas analisadas tenham sido consideradas normais. Na sonda de 1000 Hz registrou-se uma maior ocorrência de timpanogramas do tipo PU (70,9%). Esse resultado também foi encontrado em outros estudos como Kei et al.<sup>9</sup>, onde foi registrada a ocorrência do tipo PU em 92% dos timpanogramas, e Margolis et al.<sup>3</sup>.

No presente estudo, foi observado que a sonda de 1000Hz apresentou, estatisticamente, melhores resultados na caracterização dos timpanogramas em relação à normalidade do que as sondas de 226 e 678Hz. Esse resultado é semelhante aos encontrados na literatura, pois estudos feitos por Sutton et al.<sup>14</sup>, Margolis et al.<sup>3</sup> e Kei et al.<sup>9</sup> apontaram evidências em favor do uso da sonda de tom prova de 1000Hz em relação à sonda de 678 Hz. Weatherby e Bennett<sup>24</sup> recomendaram o uso do tom sonda de alta frequência para a timpanometria em neonatos por causa das diferentes características de ressonância da orelha média. O estudo de Keefe et al.<sup>25</sup> demonstrou que os efeitos de movimento da parede do meato acústico externo foram minimizados pelo uso do tom sonda de alta frequência. Pesquisas realizadas com sondas de tom prova de alta frequência indicaram uma boa concordância entre a timpanometria e a presença de otite média em neonatos<sup>26,8</sup>.

O tipo de curva PU, provavelmente, caracteriza a normalidade da orelha média, uma vez que os neonatos avaliados não apresentavam indicadores de risco da perda auditiva e foi detectada a presença das EOAT em todos eles. A presença das EOAT indica, geralmente, um funcionamento normal da orelha média, uma vez que há uma transmissão do estímulo até a cóclea e uma transmissão reversa das emissões ao meato acústico externo<sup>8</sup>. Outros estudos também consideram o tipo PU como o tipo de

curva característico da normalidade da orelha média<sup>6,9,27,28</sup>. Timpanogramas do tipo PD também são considerados, na literatura, como característicos da normalidade<sup>9,29</sup>. No entanto, o tipo de curva PD, raramente, é encontrado em sondas de tom prova de alta frequência em neonatos<sup>14</sup>. Neste estudo, não foram encontrados registros do tipo PD nas sondas de 678 e 1000Hz.

Em relação aos outros tipos de curva identificados nas sondas de alta frequência (AS e I), não foi encontrada uma razão concreta para a sua ocorrência nos neonatos analisados, uma vez que, provavelmente, a orelha média desses neonatos estaria normal. Segundo Kei et al.<sup>9</sup>, possíveis razões incluem: (i) variação normal existente na população; (ii) uma leve disfunção da orelha média, que não tenha afetado as EOAT; (iii) um atraso na maturação do sistema da orelha média dos neonatos; (iv) o tom de frequência da sonda não ter sido alto o bastante para alguns neonatos; (v) vedação inadequada da sonda; e (vi) alguma movimentação dos artefatos.

Os timpanogramas do tipo plano são os padrões mais comuns de anormalidade<sup>14</sup>. Nenhum registro de curva do tipo plana foi encontrado neste estudo.

A probabilidade de ocorrer um mesmo tipo de curva, bilateralmente, nos 110 neonatos analisados, foi de 70,0% em 226 Hz, 70,9% em 678 Hz e 81,8% em 1000 Hz. Essa ocorrência indicou uma alta probabilidade de um mesmo tipo de curva ser registrado nas duas orelhas de um mesmo neonato. As implicações desse achado sugerem uma investigação mais criteriosa caso seja observada uma diferença no tipo de curva entre as orelhas, incluindo a repetição do exame e a análise detalhada do histórico do paciente.

No comparativo conjunto dos tipos de curvas iguais encontrados nas sondas de tom prova de 226 e 1000 Hz, observou-se que 20,9% dos neonatos apresentaram o mesmo tipo de curva tanto em 226 Hz quanto em 1000 Hz, bilateralmente. Esse resultado indicou uma baixa probabilidade de ocorrência do mesmo tipo de curva nas duas orelhas de um mesmo neonato, em ambas as sondas.

As medidas qualitativas não devem ser analisadas isoladamente na interpretação do timpanograma, mas devem contar com o suporte das medidas quantitativas para prover interpretações mais confiáveis em relação ao tipo da curva.

Em relação à sonda de 226 Hz, para a medida Ve, não foi observado efeito de significância em relação à orelha, porém foi observado efeito de significância em relação ao gênero, com maior valor nos meninos. Os dados da Ymt, da LT e da PPT não apresentaram efeitos de significância em relação à orelha ou ao gênero. Na sonda de 1000 Hz, as medidas da LT e da PPT não apresentaram efeitos de significância em relação à orelha ou ao gênero, e os resultados da Ymt não relevaram significância estatística em relação à orelha, porém revelaram efeito de

significância em relação ao gênero, com um valor maior nos meninos.

Os valores analisados para as medidas quantitativas são parâmetros auxiliares que podem subsidiar a interpretação da timpanometria, aumentando a confiabilidade acerca da configuração da curva e, dessa forma, apóiam o fechamento do diagnóstico da timpanometria. No entanto, dada à grande variabilidade das medidas quantitativas, todos os achados devem ser analisados em conjunto visando uma conclusão quanto às condições da orelha média.

Mesmo com uma alta ocorrência de curvas do tipo PU na sonda de 1000 Hz, observou-se, ainda, um total de 29,1% de curvas não características da normalidade (não-PU). Essa alta ocorrência de curvas não-PU gera um índice de incerteza, o que dificulta a interpretação da curva timpanométrica e o fechamento do exame timpanométrico. Nesse caso, as medidas quantitativas não dão suporte ao diagnóstico, pois quando o tipo de curva é não-PU, as medidas quantitativas não são calculadas.

Como já foi discutido, a causa dessa alta ocorrência de curvas não-PU em neonatos não é precisa. Talvez a questão não esteja nas medidas, mas na forma de interpretação dos timpanogramas. Sutton et al.<sup>14</sup> propõem, como outra possibilidade de interpretação do timpanograma, um esquema simples que utiliza tanto medidas qualitativas quanto quantitativas para indicar a normalidade do timpanograma, em sondas de tom prova de 678 e 1000 Hz.

Neste estudo, quando utilizada a interpretação de Sutton et al.<sup>14</sup>, observou-se que tanto na sonda de 678 Hz quanto na de 1000Hz foi obtido um resultado de quase 100% de timpanogramas normais. Essa alta ocorrência de normalidade estaria de acordo com os neonatos analisados, como esperado. Essa interpretação é mais simples, pois considera apenas duas classificações possíveis para o timpanograma: normal ou anormal, o que diminui o nível de incerteza.

A timpanometria pode apoiar o diagnóstico auditivo, porém não deve ser considerada isoladamente, mas em conjunto com outros resultados tais como o PEATE (via aérea e via óssea), as EOA e a otoscopia.

Existem poucos estudos na literatura que abordam a timpanometria em neonatos. Mais pesquisas são necessárias para que um maior número de dados seja confrontado comparativamente e, dessa forma, indiquem uma maior confiabilidade na interpretação das curvas e validação dos resultados.

---

## CONCLUSÕES

---

Os dados desta pesquisa indicaram que a sonda de 1000Hz apresentou, estatisticamente, melhores resultados na caracterização dos timpanogramas em relação à normalidade. Os resultados demonstraram que no processo de diagnóstico, medidas e interpretações qualitativas e quantitativas não devem ser analisadas isoladamente, e

sim em conjunto, na interpretação do timpanograma. A variabilidade dos achados em neonatos demanda uma interpretação abrangente dos achados visando à validade das conclusões estabelecidas. O método de avaliação proposto pelo protocolo recomendado por Sutton et al.<sup>14</sup> mostrou-se eficiente na diminuição das variabilidades das medidas timpanométricas, tornando o diagnóstico mais confiável. Os dados obtidos nesta pesquisa podem ser utilizados como parâmetros de normalidade no diagnóstico da timpanometria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998;102:1161-71.
2. Sinsinger YS. Audiologic assessment in infants. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery* 2003;11:378-82.
3. Margolis RH, Bass-Ringdahl S, Hanks WD, Holte L, Zapala DA. Tympanometry in newborn infants: 1kHz norms. *J Am Acad Audiol* 2003;14:383-92.
4. Lilly DJ. Acoustic impedance at the tympanic membrane. In: Katz, J. ed. *Handbook of clinical audiology*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1972. p. 434-69.
5. Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric detection of middle ear effusion in infants and young children. *Pediatrics* 1976;58:198-210.
6. Marchant CD, McMillan PM, Shurin PA, Johnson CE, Turczyk VA, Feinstein JC, Panek DM. Objective diagnosis of otitis media in early infancy by tympanometry and ipsilateral acoustic reflex thresholds. *J Pediatr* 1986;109:590-5.
7. Carvalho RMM. 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.
8. McKinley AM, Grose JH, Roush J. Multi-frequency tympanometry and evoked otoacoustic emissions in neonates during the first 24 hours of life", *J Am Acad Audiol* 1997;8:218-23.
9. Kei J, Allison-Levick J, Dockray J, Harrys R, Kirkegard C, Wong J, Maurer M, Hegarty J, Young J, Tudehope D. High-frequency (1000 Hz) tympanometry in normal neonates. *J Am Acad Audiol* 2003;14:20-8.
10. Northern J, Downs M. Acoustic immittance assessment. In: Northern J, Downs M. *Hearing in children*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2002. p.217-252.
11. Fowler CG, Shanks JE. Tympanometry. In: Katz J, editor. *Handbook of clinical audiology*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p.175-204.
12. Margolis RH, Hunter LL. Tympanometria: princípios básicos e aplicações clínicas. In: Musiek FE, Rintelmann WI, editores. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001. p.85-126.
13. Purdy SC, Williams MJ. High frequency tympanometry: a valid and reliable immittance test protocol for young infants? *N Z Audiolog Soc Bull*; 10:9-24.
14. Sutton G, Baldwin M, Brooks D, Gravel J, Thornton R. Tympanometry in neonates and infants under 4 months: a recommended test protocol [online]. Manchester; 2002. [citado 2005 Jul 18]. Disponível em: <http://www.nhsp.info/getdata.php?id=135>.
15. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics* 2000;106:798-817.
16. Hall III JW. Clinical applications of otoacoustic emissions in children. In: Hall III JW, editor. *Handbook of otoacoustic emissions*. San Diego: Singular. 2000. p. 389-439.
17. McKinley AM, Grose JH, Roush J. Multi-frequency tympanometry and evoked otoacoustic emissions in neonates during the first 24 hours of life", *J Am Acad Audiol* 1997;8:218-23.
18. Koike KJ, Wetmore SJ. Interactive effects of the middle ear pathology and the associated hearing loss on transiently evoked otoacoustic emission measures. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;121:238-44.
19. Prieve BA. Otoacoustic emissions in neonatal hearing screening. In: Robinette MS, Glatke TJ. *Otoacoustic emissions: clinical applications*. 2nd ed. Stuttgart: Thieme New York; 2002. p.348-74.
20. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol* 1970;92:311-24.
21. Keith RW. Middle ear function in neonates. *Arch Otolaryngol* 1975;101:376-9.
22. Bennett MJ. Acoustic impedance bridge measurements with the neonate. *Brit J Audiol* 1975;9:117-24.
23. Sprague BH, Wiley TL, Goldstein R. Tympanometric and acoustic-reflex studies in neonates. *J Speech Hear Res* 1985;28:265-72.
24. Weatherby M, Bennett M. The neonatal acoustic reflex. *Scand Audiol* 1980;9:103-10.
25. Keefe DH, Bulen JC, Arehart KH, Burns EM. Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *J Acoust Soc Am* 1993;94:2617-38.
26. Shurin PA, Pelton SI, Finkelstein J. Tympanometry in the diagnosis of middle ear effusion. *New Engl J Med* 1977;296:412-7.
27. Sutton GJ, Gleadle P, Rowe SJ. Tympanometry and otoacoustic emissions in a cohort of special care neonates. *Br J Audiol* 1996;30:9-17.
28. Rhodes MC, Margolis RH, Hirsch JE, Napp AP. Hearing screening in the newborn intensive care nursery: comparison of methods. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;120:799-808.
29. Keith RW. Impedance audiometry with neonates. *Arch Otolaryngol* 1973;97:465-7.