Artigo Original

Original Article

Reflectância de banda larga em recém-nascidos com presença de emissões otoacústicas evocadas por transiente

Wideband reflectance in newborns with present transient-evoked otoacoustic emissions

Kilza Arruda de Lyra e Silva[1]
Juliana Granja Urosas[2]
Seisse Gabriela Gandolfi Sanches[3]
Renata Mota Mamede Carvallo[3]

Descritores

Audição
Testes auditivos
Recém-nascido
Orelha média
Testes de impedância acústica

RESUMO

Objetivo: Caracterizar os valores normais de reflectância da energia acústica obtidos com estímulo de tom puro na população neonatal antes da alta hospitalar. **Métodos:** Setenta e sete recém-nascidos (37 meninas e 40 meninos) foram avaliados por meio das medidas de reflectância acústica, utilizando estímulos de tom puro, emissões otoacústicas por transientes e timpanometria com sondas de frequências de 226 Hz e 1 kHz. **Resultados:** Nas baixas frequências (258 a 750 Hz) foi observado um valor elevado de reflectância da energia, enquanto nas médias frequências (1 a 3 kHz) obteve-se uma maior absorção da energia. Não existiu diferença entre orelhas e entre gêneros. **Conclusão:** Foram caracterizados os valores normais de reflectância da energia para a população estudada. Tais dados revelaram uma curva de reflectância com configuração peculiar para a idade.

Keywords

Hearing
Hearing tests
Newborn
Ear, middle
Acoustic impedance tests

ABSTRACT

Purpose: To characterize the normal values of acoustic energy reflectance obtained with pure-tone stimulation in neonates prior to hospital discharge. **Methods:** Seventy-seven infants (37 girls and 40 boys) were evaluated by measuring acoustic reflectance using pure-tone stimuli, transient-evoked otoacoustic emissions, and tympanometric probe frequencies of 226 Hz and 1 kHz. **Results:** At low frequencies (258-750 Hz), greater energy reflectance was observed, while at medium frequencies (1-3 kHz), greater energy absorption was observed. There was no difference between ears or between genders. **Conclusion:** Normal energy reflectance values were obtained for the studied population. The data indicate a reflectance curve with a distinct configuration for the studied age.

Endereço para correspondência:
Kilza Arruda Lyra e Silva
R. Cipotânea, 51, Cidade Universitária,
São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-160.
E-mail: kilza2@gmail.com

Recebido em: 10/11/2011

Aceito em: 11/9/2012

Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Audição Humana, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Programa de Pós-graduação (Doutorado) em Ciências da Reabilitação, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil; Hospital Universitário Professor Alberto Antunes, Universidade Federal de Alagoas – UFAL – Maceió (AL), Brasil.

(2) Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(3) Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

INTRODUÇÃO

No processo de transmissão do som, em condições normais, a energia acústica se propaga pelo meato acústico externo e é transmitida através do sistema da orelha média para a cóclea. A orelha média age como um transformador de impedância para aumentar a eficiência de transmissão do som entre o ar de baixa impedância do meato e os fluidos de alta impedância da cóclea[1]. A magnitude e a latência da energia acústica que é refletida pelo tímpano, em função da frequência, é um indicador útil do estado da orelha média, o que pode revelar a natureza de uma alteração[2]. Uma técnica de avaliação da orelha média, explorada na última década, quantifica a energia sonora absorvida e refletida no meato acústico externo. Na literatura, diferentes termos são utilizados para nomear essa técnica, como reflectância de banda larga[3-7] medidas de energia de banda larga da orelha média[2] e função de transferência acústica de banda larga[8-10]. Neste estudo optou-se por utilizar o termo de reflectância de banda larga.

As medidas de reflectância de banda larga têm algumas vantagens sobre a timpanometria convencional de frequência única: o posicionamento da sonda no meato acústico externo não é tão crítico, especialmente em altas frequências; abrange uma ampla faixa de frequências; e não requer pressurização do meato acústico. O tempo necessário para completar uma varredura completa da reflectância em ampla faixa de frequências é menor do que a timpanometria de multifrequência e pode ser um teste mais sensível na avaliação de alterações de orelha média e perda auditiva condutiva[11-14].

A reflectância da energia é a razão entre a energia refletida e incidente apresentada no meato acústico por meio de uma sonda, que revela o quanto de energia é refletida pela membrana timpânica e o quanto é absorvida pela orelha média[2,15].

Em adultos, a pesquisa da reflectância da energia em pressão ambiente é tipicamente perto de 100% nas baixas frequências, mas diminuem gradualmente com o aumento da frequência para um valor mínimo próximo de 4 kHz, após essa frequência a reflectância volta a aumentar. A área de menor reflectância é encontrada na região correspondente à faixa de frequências importantes para a percepção da fala[11,15-17]. Um valor baixo de reflectância da energia na faixa de frequência entre 2 e 4 kHz é característica de normalidade da orelha média[16]. Nos recém-nascidos a reflectância nas baixas frequências é menor do que nos adultos, mas semelhante nas altas frequências[16]. Estudo[10] conduzido com crianças saudáveis nos dois primeiros dias de vida, objetivou avaliar o desempenho do teste da função de transferência de energia de banda larga e da timpanometria com frequência de 1 kHz em predizer o estado da via de condução do som. Foram comparados os resultados obtidos nas orelhas que passaram na triagem auditiva realizada com emissões otoacústicas evocadas produto de distorção (EOAPD) aos obtidos no grupo de orelhas que não passaram. Observou-se que as medidas de reflectância poderiam ser úteis na detecção de líquido em orelhas de recém-nascidos, pois mostraram superior capacidade de previsão do resultado das EOAPD em comparação à timpanometria com sonda de 1 kHz. Semelhante resultado foi descrito em neonatos[6] na idade de triagem auditiva com até 48 horas de vida.

Tendo em vista possíveis utilizações práticas desta medida em recém-nascidos, o objetivo do presente estudo foi caracterizar os valores normais de reflectância da energia acústica obtidos com estímulo de tom puro na população neonatal antes da alta hospitalar.

MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (Protocolo de pesquisa nº 917/08).

Os testes auditivos foram realizados em 101 recém-nascidos a termo com idade entre 27 e 78 horas, sendo a média de 56,5 horas (DP=11,6 horas), dentre os quais apenas 77 foram incluídos (37 meninas e 40 meninos), em um total de 144 orelhas, por atenderem aos seguintes critérios de inclusão: não possuir indicador de risco para perda auditiva, segundo o *Joint Committee on Infant Hearing*[18], presença das emissões otoacústicas por estímulo transiente, timpanograma com curva tipo A e termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo responsável do recém-nascido. A composição da casuística foi delineada conforme as especificações dos erros nominais e estatísticos, com base nas medidas de reflectância por estímulo *chirp* e tom puro na frequência de 258 Hz (podendo ser qualquer frequência). A casuística composta por 77 participantes apresenta um erro nominal de ¼ de desvio padrão e um erro estatístico de 3%. A exclusão dos 24 recém-nascidos ocorreu devido a algumas condições que podem colaborar para a captação de medidas imprecisas, incluindo vedação inadequada da sonda, falta de cooperação do recém-nascido, ruído ambiental elevado, vérnix no meato acústico externo.

Todos os testes foram feitos com os recém-nascidos em sono natural, posicionados em um berço, em sala silenciosa. A escolha inicial da orelha, direita ou esquerda foi de acordo com o posicionamento do recém-nascido no berço. Inicialmente foi realizado o exame das emissões otoacústicas por transientes (EOAT) por meio do equipamento Madsen® AccuScrenPRO Triagem com configuração de "*pass*" (passa) ou "*refer*" (falha). Antes do início da sessão dos testes, foi feita a checagem de sonda, com a calibração automática realizada com uma oliva de tamanho adequado inserida no meato acústico externo. O seguinte protocolo foi aplicado: estímulo acústico clique não linear, na intensidade entre 70 a 85 dB peNPS, faixa de frequência de 1 a 4 kHz. Foram considerados os índices relativos aos artefatos (A) valor menor que 20% e estabilidade do estímulo (S) valor maior que 80%. Para medida da reflectância foi usado o sistema de medidas do MEPA, versão 3.3, e estímulo tom puro, sendo que antes de cada sessão de teste de reflectância foi feita a calibração da sonda usando o conjunto de quatro cavidades (CC4-V). O tamanho da oliva de silicone utilizada no teste foi a mesma utilizada na calibração, de tamanho ER10C-03 (4,3 mm), adequada para uso em neonatos. Os dados foram coletados em 248 frequências entre 211 Hz e 6 kHz com intervalos de 23 Hz, na intensidade de 60 dB NPS por meio do estímulo tons puros, com duração de 0,1 a 10 segundos por ponto.

O último procedimento aplicado foi a timpanometria (equipamento Madsen® OTOflex 100-Gn Otometrics), com frequências da sonda de 1 kHz e 226 Hz (nessa ordem), pois a pressurização poderia despertar o recém-nascido. A sonda imitanciométrica foi colocada no meato acústico externo com uma vedação hermética adequada, com o tom da sonda apresentado a 70 dB NPS (para ambas as frequências de sonda) enquanto houve variação da pressão na direção de +200 a -400 daPa a uma velocidade de 400 daPa/s. Os recém-nascidos que falharam no exame das EOAT foram encaminhados para reteste e, quando necessário, diagnóstico audiológico em ambulatório de retaguarda.

Os resultados obtidos, por variável estudada, foram submetidos à análise descritiva por meio das medidas de tendência central e à análise inferencial para comparação entre gênero, utilizando o teste t Student. Foi observado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Não existiu diferença significante entre as medidas da reflectância da energia considerando o gênero tanto na orelha direita (p=0,698) quanto na orelha esquerda (p=0,747).

A reflectância da energia descreve a quantidade da energia acústica incidente que é refletida de volta pela membrana timpânica. A medida da reflectância de energia igual a 1 (ou 100%) corresponde à condição na qual toda a energia acústica é refletida de volta, e reflectância igual a 0 (ou 0%) corresponde à condição em que toda a energia é absorvida pela membrana timpânica[2,15,19].

Na Figura 1, são apresentadas as médias e o desvio padrão da reflectância da energia das 144 orelhas avaliadas. A média da reflectância da energia é perto de 1,0 (100%) para as frequências mais baixas (258 a 750 Hz), sugerindo que quase toda a energia acústica incidente nessas frequências está sendo refletida de volta da membrana timpânica com pouca absorção de energia pela orelha média. Nas frequências médias (1 a 3 kHz) a reflectância da energia diminuiu, o que demonstra que um mínimo de reflectância sugere um máximo de transmissão de energia para as estruturas atrás da membrana timpânica. Na frequência de 4 kHz observou-se que a reflectância da energia aumenta alcançando um valor quase igual às baixas frequências

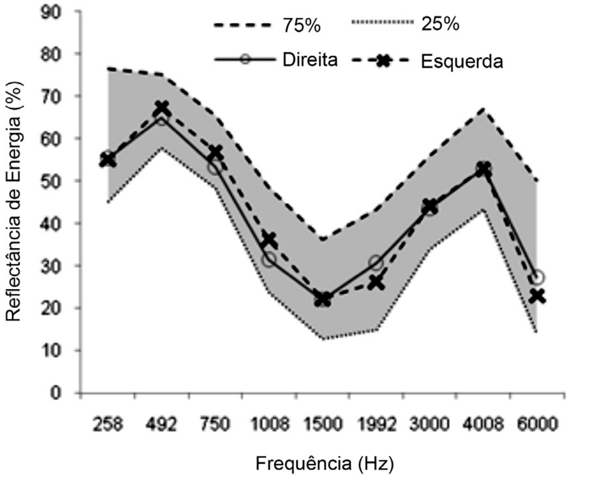

Figura 1. Médias da reflectância da energia (estímulo de tom puro) para orelha esquerda (sólido preto com círculo), orelha direita (tracejada com x) e faixa de 25 a 75% (região sombreada cinza), medidas em 77 recém-nascidos com idade entre 27 e 78 horas

e em seguida, com o crescimento da frequência, houve outra diminuição da reflectância na frequência de 6 kHz para um valor próximo ao mínimo de absorção da energia acústica pelo sistema tímpano ossicular.

A frequência de 1,5 kHz apresentou a média de menor valor da reflectância (27,29%), significando que aproximadamente 72% da energia incidente sobre a orelha do recém-nascido foi absorvida pela orelha média. Semelhante resultado foi observado na frequência de 6 kHz, onde a energia absorvida pelo sistema tímpano ossicular foi de aproximadamente 68% (Tabela1).

DISCUSSÃO

O presente estudo caracterizou a curva da medida de reflectância da energia com estímulo tom puro em recém-nascidos na faixa etária entre 27 e 78 horas. Inicialmente, a ausência de diferença, ao considerar as variáveis gênero e orelha, para a média de reflectância da energia acústica por frequência está de acordo com estudo prévio[5]. Na literatura específica observa-se

Tabela 1. Estatística descritiva para a reflectância com o estímulo tom puro, em ambas a orelhas de recém-nascidos com idade entre 27 e 78 horas, sem alteração de orelha média

Frequência (Hz)	N	Média da reflectância (%)	DP	Percentil (%)		
				25	50	75
258	144	57,92	20,02	42,85	55,31	70,11
492	144	65,02	14,37	58,41	65,92	72,96
750	144	54,28	13,8	46,93	55,45	63,83
1008	144	37,23	16,63	23,57	34,62	49,08
1500	144	27,29	18,4	13,75	22,23	36,43
1992	144	31,54	19,99	15,77	28,84	43,17
3000	144	44,44	17,35	32,25	43,76	55,46
4008	144	53,66	16,86	43,48	53,02	64,54
6000	144	31,95	24	12,62	25,28	48,61

Legenda: DP = desvio-padrão

uma variabilidade no método e na calibração da medida de reflectância. O método e a calibração utilizados neste estudo são os mesmos adotados por alguns pesquisadores[5,15] porém diferem de outras pesquisas[8,16] que também buscam a caracterização dos dados de reflectância.

Desta forma, a análise comparativa entre os estudos apresenta semelhanças e divergências. Como pode ser observado na Figura 2, a curva da reflectância da energia obtida no presente estudo, segue um padrão similar às obtidas em estudos anteriores com indivíduos em faixa etária semelhante[5,16] . É possível constatar que, a frequência com o menor valor de reflectância da energia, isto é, a frequência na qual a maior parte da energia incidente foi absorvida pela orelha média, encontra-se na faixa entre 1,5 e 3 kHz. A baixa reflectância nessa área parece estar de acordo com a característica de orelha média sem alteração.

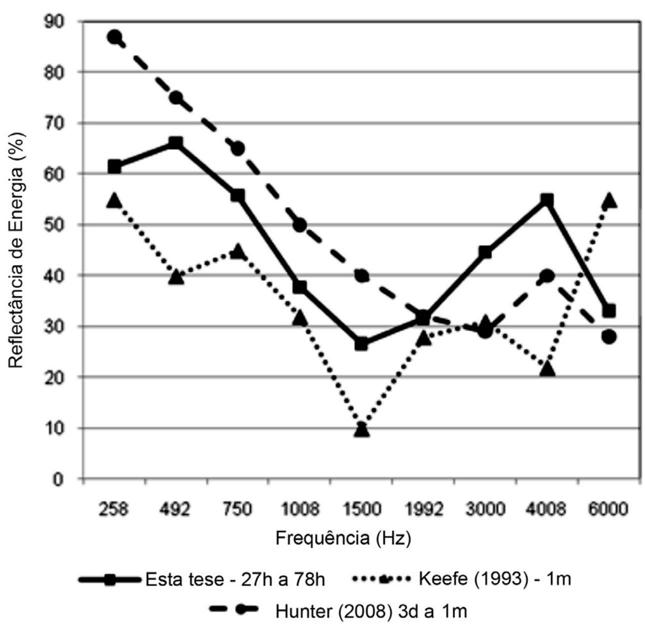

Figura 2. Médias de reflectância da energia (estímulo tom puro) medida em recém-nascidos com estado da orelha média normal e idade entre 27 e78 horas avaliados no presente estudo (quadrado linha sólida) são plotadas em comparação com os dados relatados por Keefe et al.[11] neonatos saudáveis com um mês de idade (triângulo pontilhado) e com Hunter et al.[5] (circulo tracejado)

É possível traçar uma curva de reflectância característica para recém-nascidos a partir dos resultados observados no presente estudo e em estudo anterior[5]. Nesta população, a reflectância de energia obtida na frequência de 4 kHz é mais alta do que a observada na faixa de frequência entre 1,5 e 3 kHz. O que difere acentuadamente em recém-nascidos é que o valor da reflectância cai bruscamente para frequências mais altas, revelando um padrão típico para esta população. Essa característica não ocorre em outras faixas etárias, pois, em recém-nascidos com mais de um mês de idade[16] e em adultos[13] sem alteração de orelha média ocorre uma inversão, ou seja, o valor da reflectância diminui na frequência de 4 kHz e aumenta na frequência de 6 kHz. Talvez esta característica, apontada em recém-nascidos, ocorra devido a diferenças estruturais do meato acústico externo, ou ainda possível presença de um pouco de líquido amniótico. A inversão pode ser vista como um sinal no desenvolvimento da estrutura. A frequência de ressonância da orelha média em recém-nascidos até 12 dias de vida é mais baixa que em lactentes com dois a três meses de idade[20], que, por sua vez, ainda é mais baixa que a mesma medida no adulto, mostrando que existe um desenvolvimento das estruturas da orelha externa e média que afetam a frequência de ressonância medida no meato acústico externo e que poderia também, no caso deste estudo, interferir nos valores de reflectância da energia, que também são medidas no meato acústico externo.

A respeito da comparação entre os valores de reflectância em recém-nascidos até três dias de vida e lactentes com mais de 30 dias, não existe consenso na literatura. Um estudo demonstrou mudanças sistemáticas na reflectância com o aumento da idade dos lactentes[16], e outro não identificou efeito significante de idade, exceto na frequência de 6 kHz[5]. Em recente estudo[7] foram avaliados dois grupos, um com sete recém-nascidos saudáveis de idade entre três a cinco dias, e outro com 11 lactentes de idade entre 28 a 34 dias, com o objetivo de determinar como a reflectância de energia de banda larga varia em função da idade entre os dois grupos. Não houve diferença entre a reflectância da energia na comparação entre os grupos, com exceção dos resultados obtidos na frequência próxima de 2 kHz. As causas desta ligeira diferença apontada entre as curvas da reflectância de energia de banda larga em recém-nascidos ainda não são totalmente entendidas, contudo, são consideradas as características próprias de cada equipamento, divergências entre forma de calibração, entre idades populacionais e a vedação da sonda, entre outras. Assim, mais estudos são necessários para se caracterizar os resultados em recém-nascidos.

Pesquisadores encontraram alto índice de falha na triagem auditiva neonatal em unidade de terapia intensiva (UTI), mesmo com a utilização do PEATE automático[21]. Alguns estudos[22,23] sugeriram que fatores do meato acústico externo e da orelha média, como vérnix e fluido amniótico, influenciam os resultados da TAN realizada por meio das emissões otoacústicas e do PEATE. Mesmo com a sonda de 1 kHz preconizada para essa faixa etária, ainda existe certa dificuldade em lidar com essa população neonatal na identificação de alterações da orelha média que possam ocasionar falhas no teste de EOA na triagem auditiva, o que é preocupante, visto que uma perda condutiva não exclui a possibilidade de um recém-nascido apresentar, também, uma perda neurossensorial. Assim, é necessária a identificação da perda condutiva para que ocorra conduta médica e tratamento adequado para possibilitar uma avaliação precisa da orelha interna.

A reflectância da energia de banda larga pode ser uma proposta viável de um novo procedimento potencialmente capaz de identificar, com precisão, alterações de orelha média que possam passar despercebidas na avaliação por meio da timpanometria e interferir no resultado das emissões otoacústicas. Entretanto, novos estudos de orelha média com alteração são fundamentais para que haja comparação entre os padrões e assim possibilitar a determinação da eficácia das medidas de reflectância da energia de banda larga.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que os valores de reflectância da energia de banda larga para uma população de recém-nascidos são baixos na frequência de 6 kHz. Conhecer o comportamento normal da reflectância pode auxiliar na identificação de alterações da orelha média, tornando a medida de reflectância de energia uma ferramenta útil na diferenciação do tipo de perda auditiva.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2009/06450-2, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 475797/2010-8, pelos apoios concedidos.

** KALS foi responsável pelo projeto da pesquisa, coleta, tabulação e análise dos dados e elaboração do artigo, JGU foi responsável pela coleta e tabulação e análise dos dados, SGGS contribuiu com a análise e conclusão dos achados e elaboração do artigo, RMMC projetou a pesquisa, contribuiu com a análise e conclusão dos achados e elaboração do artigo.*

REFERÊNCIAS

1. Margolis RH, Hunter LL.Timpanometria: princípios básicos e aplicações clínicas. In: Musiek FE, Rintelmann WI (ed). Perspectivas atuais em avaliação auditiva. São Paulo: Manole; 2001. p.85-126.
2. Allen JB, Jeng PS, Levitt H. Evaluation of human middle ear function via an acoustic power assessment. J Rehabil Res Dev. 2005 Jul-Aug;42(4):63-77.
3. Keefe DH, Ling R, Bulen JC. Method to measure acoustic-impedance and reflection coefficient. J Acoust Soc Am. 1992 Jan;91(1):470-85.
4. Shahnaz, N. Wideband reflectance in neonatal intensive care Units. J Am Acad Audiol. 2008 May;19(5):419-29.
5. Hunter LL, Tubaugh L, Jackson A, Propes S. Wideband middle ear power measurement in infants and children. J Am Acad Audiol. 2008 Apr;19(4):309-24.
6. Hunter LL, Feeney MP, Miller JAL, Jeng PS, Bohning S. Wideband reflectance in newborns: normative regions and relationship to hearing-screening results. Ear Hear. 2010 Oct;31(5):599-610.
7. Merchant GR, Horton NJ, Voss SE. Normative reflectance and transmittance measurements on healthy newborn and 1-month-old infants. Ear Hear. 2010 Dec;31(6):746-54.
8. Keefe DH, Folsom RC, Gorga MP, Vohr BR, Bulen JC, Norton SJ. Identification of neonatal hearing impairment: ear-canal measurements of acoustic admittance and reflectance in neonates. Ear Hear. 2000 Oct;21(5):443-61.
9. Vander Werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Test-retest reliability of wideband reflectance measures in infants under screening and diagnostic test conditions. Ear Hear. 2007 Sep;28(5):669-81.
10. Sanford C A, Keefe DH, Liu YW, Fitzpatrick D, McCreery RW, Lewis DE, et al. Sound-conduction effects on distortion-product otoacoustic emission screening outcomes in newborn infants: test performance of wideband acoustic transfer functions and 1-kHz tympanometry. Ear Hear. 2009 Dec;30:635-52.
11. Keefe DH, Levi E. Maturation of the middle and external ears: acoustic power-based responses and reflectance tympanometry. Ear Hear. 1996 Oct;17(5):361-73.
12. Piskorski P, Keefe DH, Simmons JL, Gorga MP. Prediction of conductive hearing loss based on acoustic ear canal response using a multivariate clinical decision theory. J Acoust Soc Am. 1999 Mar;105(3):1749-64.
13. Feeney MP, Grant IL, Marryott LP. Wideband energy reflectance measurements in adults with middle-ear disorders. J Speech Lang Hear Res. 2003 Aug;46(4):901-11.
14. Keefe DH, Simmons JL. Energy transmittance predicts conductive hearing loss in older children and adults. J Acoust Soc Am. 2003 Dec;114(6):3217-38.
15. Voss SE, Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. J Acoust Soc Am. 1994;95(1):372-84.
16. Keefe DH, Bulen JC, Arehart KH, Burns EM. Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. J Acoust Soc Am. 1993 Nov;94(5):2617-38.
17. Stinson MR. Revision of estimates of acoustic energy reflectance at the human eardrum. J Acoust Soc Am. 1990 Oct;88(4):1773-8.
18. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. Pediatrics. 2007 Oct;120(4):898-921.
19. Voss SE, Horton NJ, Woodbury RR, Sheffield KN. Sources of variability in reflectance measurements on normal cadaver ears. Ear Hear. 2008 Aug;29(4):651-65.
20. Andre KD, Sanches SGG, Carvallo RMM. Middle ear resonance in infants: age effects. Int Arch Otorhinolaryngol. 2012 Sep;16(3):353-7.
21. Lima GML, Marba STM, Santos MFC. Hearing screening in a neonatal intensive care unit. J Pediatr. (Rio J.) 2006;82(2):110-4.
22. 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.
23. Doyle KJ, Rodgers P, Fujikawa S, Newman E. External and middle ear effects on infant hearing screening test results. Otolaryngol Head Neck Surg. 2000 Apr;122(4):477-81.