

Mudanças das emissões otoacústicas por transientes na supressão contralateral em lactentes***

Changes in transient evoked otoacoustic emissions contralateral suppression in infants

Alessandra Spada Durante*

Renata Mota Mamede Carvalho**

*Fonoaudióloga. Doutora em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Professora Assistente do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Endereço para correspondência: R. Dr. Cesário Mota Júnior, 61 - 8º. Andar - São Paulo - SP - CEP 01221-020 (asdurant@usp.br).

**Fonoaudióloga. Professora Livre-Docente Associada do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

***Trabalho Desenvolvido no Hospital Universitário da Universidade de São Paulo

Abstract

Background: it has been suggested that the function of the medial olivocochlear system (MOCS) can be evaluated by the suppression effect of the transient evoked otoacoustic emission (TEOAE). The competitive noise has an inhibitory effect on the functioning of the outer hair-cell, reducing the level of otoacoustic emissions. Despite the fact that there is no postnatal growth of the cochlea, middle ear growth and auditory processing development continue after birth. Aim: to analyze age-related changes of MOCS using the TEOAE suppression in healthy infants. Method: 25 full-term infants with no risk factors for hearing loss were evaluated in two moments: at birth and at the age of six months. At both ages TEOAE were recorded in the "Quickscreen" mode, nonlinear stimulation at 78dB peSPL, for both ears, with and without contralateral noise presented at 60dB SPL. Results: the data analyses, using ANOVA, revealed significant contralateral suppression of otoacoustic emissions in both groups, but the TEOAE levels and the amount of TEOAE contralateral suppression were smaller at six-month of age when compared to the neonatal period ($p<0,01$). The TEOAE suppression effect for neonatals was 2.81dB ($\pm 0,19$ dB) and at the age of six months was 1.41dB ($\pm 0,29$ dB). Conclusion: the amount of TEOAE suppression decreased from birth to six months of age. The association between contralateral acoustic stimulation and a commercially available rapid TEOAE measurement system enables a non-invasive monitoring of the auditory efferent mechanism and seems to be clinically feasible to evaluate cochlear status and auditory efferent function development in infants at risk.

Key Words: Spontaneous Otoacoustic Emission; Suppression; Infants.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 27.08.2004.
Revisado em 18.11.2004; 17.12.2004;
03.01.2006; 3.03.2006.
Aceito para Publicação em 3.03.2006.

Resumo

Tema: tem sido sugerido que a função do sistema olivo coclear medial (SOCM) pode ser avaliada pelo efeito de supressão das emissões otoacústicas por transientes (EOAT). O ruído competitivo tem um efeito inibitório no funcionamento das células ciliadas externas reduzindo o nível das emissões otoacústicas. Apesar de não haver crescimento pós natal da cóclea, o crescimento da orelha média e o desenvolvimento do processamento auditivo continuam após o nascimento. Objetivo: analisar as mudanças no SOCM relacionadas à idade por meio da supressão das EOAT em lactentes saudáveis. Método: 25 lactentes a termo sem indicadores de risco auditivo foram avaliados em dois momentos: ao nascimento e no sexto mês de vida. Nas duas idades as EOAT foram captadas no modo "Quickscreen", estímulo clique não linear a 78dB peNPS, nas duas orelhas, com e sem ruído contralateral apresentado a 60dB NPS. Resultados: a análise dos dados por meio da ANOVA revelou significativa supressão contralateral das EOAT em ambos grupos, porém tanto os níveis das EOAT quanto a magnitude da supressão contralateral das EOAT foram menores no sexto mês de vida quando comparados com a fase neonatal ($p<0,01$). O efeito de supressão das EOAT no período neonatal foi 2,81dB ($\pm 0,19$ dB) e no sexto mês de vida foi 1,41dB ($\pm 0,29$ dB). Conclusão: a magnitude da supressão das EOAT diminuiu do nascimento ao sexto mês de idade. A associação entre a estimulação acústica contralateral e um sistema, disponível comercialmente, rápido na medida das EOAT possibilita o monitoramento não invasivo dos mecanismos eferentes auditivos e parece ser clinicamente promissor na avaliação do estado coclear e do desenvolvimento da função eferente auditiva de lactentes de risco.

Palavras-Chave: Emissões Otoacústicas Espontâneas; Supressão; Lactente.

Referenciar este material como:

DURANTE, A. S.; CARVALLO, R. M. M. Mudanças das emissões otoacústicas por transientes na supressão contralateral em lactentes. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 18, n. 1, p. 49-56, jan.-abr. 2006.

Introdução

As emissões otoacústicas são sons que podem ser gravados no meato auditivo externo em resposta à estimulação acústica, e cuja origem é atribuída à motilidade das células ciliadas externas (CCE). Estas células são inervadas por fibras eferentes do sistema olivococlear medial (SOCM). O sistema medial mielinizado tem origem na oliva superior medial e suas fibras terminam nas CCE, predominantemente do lado contralateral. Somente de 24 a 26% das fibras eferentes mediais são do tipo não cruzado (Warr, 1979; Mulders e Robertson, 2002).

Têm sido demonstrado (Veuillet et al., 1991; Collet et al., 1990) que o ruído competitivo exerce um efeito inibitório sobre o funcionamento das CCE, cujo resultado é a redução do nível das emissões otoacústicas (EOA). A presença deste efeito, denominado supressão das emissões otoacústicas, em ouvintes normais evidencia o envolvimento do SOCM na supressão das emissões otoacústicas. Tal efeito de supressão não está relacionado à presença de artefatos, atenuação interaural, ou a efeito de orelha média (Collet et al., 1990).

A relevância clínica do SOCM foi pontuada ressaltada em estudos de revisão (Hill et al., 1997; Azevedo, 2003; Carvalho, 2003), os quais sugerem haver envolvimento na modulação das EOA, na sensibilidade auditiva, na detecção do sinal no ruído, e nas tarefas de atenção. A ativação do SOCM, tanto por estimulação elétrica em animais anestesiados, ou por estimulação sonora natural em animais acordados, fornece proteção significativa contra danos temporários ou permanentes por estimulação acústica elevada (Liberman e Kujawa, 1999).

A distribuição das fibras eferentes parece espelhar o padrão das projeções ascendentes. O SOCM recebe entrada predominantemente do núcleo coclear contralateral, e as projeções das fibras mediais eferentes são predominantemente cruzadas (Warr, 1979), portanto, a supressão das EOA por estimulação acústica contralateral investiga predominantemente os mecanismos do sistema medial não cruzado. Experimentos conduzidos em neonatos têm mostrado que este efeito já está presente no nascimento a termo (Ryan e Piron, 1994; Morlet et al., 1999; Abdala et al., 2000; Durante e Carvalho, 2002). Os dados morfológicos também indicam que a cóclea humana atinge a estrutura do adulto durante o

último trimestre de gestação (Lavigne-Rebbilard e Pujol, 1988). Entretanto, apesar de não haver crescimento pós-natal da cóclea (Eby e Nadol, 1986; Sato et al., 1991) o crescimento da orelha média (Eby; Nadol, 1986) e o desenvolvimento do processamento auditivo continua após o nascimento; portanto a questão se o efeito de supressão das EOA observado na fase neonatal é o mesmo após seis meses de vida permanece sem resposta. Uma hipótese preliminar aponta para mudanças no padrão do efeito de supressão durante o desenvolvimento. O objetivo do presente estudo foi investigar a função do SOCM ao nascimento e no sexto mês de vida dos mesmos lactentes ouvintes normais, utilizando a supressão das EOA.

Método

Sujeitos

A casuística foi constituída por 25 lactentes saudáveis (16 do gênero feminino e 9 do gênero masculino) durante o período neonatal e no sexto mês de vida. Os lactentes incluídos no estudo obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ausência de indicadores de risco para perda auditiva (Joint Committee on Infant Hearing, 2000; CBPAI, 2000), nascidos a termo no Hospital Universitário, Universidade de São Paulo, e presença de emissões otoacústicas por transiente (EOAT) bilateralmente com reprodutibilidade geral igual ou superior a 50%.

Procedimento

Esta pesquisa foi realizada em concordância com os princípios da Declaração de Helsink. A aprovação do estudo foi emitida pelo Comitê de Ética da Instituição local (CAPPesq - HC 510/98). O consentimento do responsável foi obtido para cada lactente avaliado neste experimento.

O protocolo consistiu de uma avaliação em dois momentos: no período neonatal e no sexto mês de vida. Em ambas as idades os testes foram realizados em uma sala silenciosa e todos os sujeitos foram testados bilateralmente.

Após posicionar o fone de orelha (apresentação do ruído contralateral) e a sonda (captação das EOAT) sem incomodar o lactente, as EOAT foram captadas primeiro sem e depois com estimulação acústica contralateral (EAC). Então o mesmo procedimento era repetido para a outra orelha.

Captação da EOAT e estimulação acústica contralateral

As EOAT foram captadas utilizando o analisador de EOA ILO288 Echoport (Otodynamics Ltda) e uma sonda neonatal tipo E. O modo “Quickscreen” foi utilizado. Este modo emprega um estímulo clique não linear com pulso elétrico de 80µs e velocidade de 80/s, na intensidade média de 78dB pico equivalente. O número médio de registros gravados para cada condição foi 100. A janela de 2,5 a 12,5 ms pós -estimulação foi usada para análise. Um filtro de banda de 500 a 6000 Hz foi empregado.

A estimulação acústica contralateral (EAC) foi um ruído branco a 60dB NPS gerado por um CD player e apresentado por um fone de orelha de 2cm de diâmetro. A saída do fone de orelha foi calibrada antes de cada teste com um medidor de nível de pressão sonora.

Análise dos dados

Os seguintes dados foram obtidos para cada teste de EOAT: idade; gênero (masculino ou feminino); orelha (direita ou esquerda); condição do teste (com ou sem EAC); nível de resposta geral das EOAT (dB); nível de resposta das EOAT por banda de frequência (2,4; 3,2; 4,0kHz).

A supressão das EOAT foi determinada pela subtração do nível de resposta das EOAT com EAC do nível de resposta das EOAT sem EAC.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando a correlação de Pearson, e a análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP). O nível de significância para os testes estatísticos foi fixado em 5% ($p < 0,05$).

Resultados

A análise estatística usando ANOVA mostrou que as medidas nas condições com e sem EAC para as variáveis orelha, gênero e idade foram equivalentes no que concerne à intensidade do estímulo, à estabilidade, ao tempo de teste e ao número de registros ($p \geq 0,419$).

O comportamento do nível das EOAT (Tabela 1) mostrou maiores níveis de resposta no período neonatal, no gênero feminino e na condição sem EAC. O gênero feminino teve emissões maiores para a orelha direita em ambas as idades, enquanto no gênero masculino o oposto foi observado no sexto mês de vida. O gênero feminino teve emissões maiores quando comparado ao masculino, independentemente da orelha. Tanto o gênero feminino quanto o masculino mostraram maior supressão no período neonatal para ambas as orelhas.

TABELA 1. Níveis médios e desvio padrão das EOAT (dBpeNPS) com e sem EAC, segundo gênero, idade e orelha.

Orelha	Gênero	EOAT	Idade	
			Período Neonatal	Sexto Mês de Vida
direita	Feminino	sem EAC	18,8 (5,5 DP)	16,8 (5,4 DP)
		com EAC	16,5 (5,6 DP)	15,1 (5,7 DP)
		supressão	2,3 (2,5 DP)	1,6 (2,1 DP)
	Masculino	sem EAC	16,6 (4,6 DP)	13,5 (7,2 DP)
		com EAC	13,1 (6,4 DP)	12,5 (7,3 DP)
		supressão	3,5 (3,8 DP)	1,6 (1,4 DP)
esquerda	Feminino	sem EAC	16,6 (6,0 DP)	14,8 (4,5 DP)
		com EAC	14,3 (6,4 DP)	13,6 (4,6 DP)
		supressão	2,3 (2,7 DP)	1,2 (1,7 DP)
	Masculino	sem EAC	15,9 (5,6 DP)	14,4 (5,4 DP)
		com EAC	12,8 (5,8 DP)	13,6 (5,3 DP)
		supressão	3,1 (2,9 DP)	0,8 (3,2 DP)

A análise mostrou que todos os fatores influenciaram o nível das EOAT. Foi observada uma redução do nível das EOAT da orelha direita para a esquerda de aproximadamente 1,29dB ($\pm 0,64$ dB) ($p=0,04$). Do gênero feminino para o masculino uma redução de 1,54dB ($\pm 0,63$ dB) ($p=0,02$ dB) foi observada. O modelo estatístico mostrou que a magnitude do efeito de supressão das EOAT foi diferente de acordo com a idade ($p<0,01$).

No Gráfico 1 é destacado que o efeito de supressão das EOAT no período neonatal foi 2,81dB ($\pm 0,19$ dB) e no sexto mês de vida foi 1,41dB ($\pm 0,29$ dB).

Na Tabela 2 é possível visualizar a magnitude do efeito de supressão por banda de frequência, segundo gênero. Não foram notadas diferenças significantes na magnitude da supressão entre as idades ($p>0,5$) e orelhas ($p\geq 0,4$). A magnitude da supressão foi maior no gênero masculino do que no feminino para todas as bandas de frequência. Para a banda de 2,4kHz a magnitude de supressão foi maior no gênero masculino ($p<0,01$) 4,71dB ($\pm 0,44$ dB) do que no feminino 3,15dB ($\pm 0,41$ dB) de forma significativa (Gráfico 2). Para a banda de frequência 3,2kHz não foram notadas diferenças significativas na magnitude de supressão entre os gêneros, 3,41dB ($\pm 0,44$ dB) para o masculino e 3,20dB ($\pm 0,41$ dB) para o feminino. Para a banda de 4,0kHz a magnitude de supressão foi maior no gênero masculino ($p<0,01$) 4,32dB ($\pm 0,39$ dB) contra 3,04dB ($\pm 0,38$ dB) observado nos lactentes do gênero feminino (Gráfico 3).

Discussão

No presente estudo as características do nível das EOAT, com e sem EAC, foram investigadas no período neonatal e no sexto mês de vida nos mesmos sujeitos, que foram bilateralmente testados.

A escolha do estímulo é crucial nos procedimentos de EOA. O estímulo apropriado pode prover melhores resultados em uma medida específica. A estimulação no modo linear tem se mostrado mais sensível para detectar mudanças no nível das EOAT em experimento de supressão (Collet et al., 1990; Morlet et al., 1999; Ferguson et al., 2001; Guinan et al., 2003). Entretanto, apesar do fato do estímulo linear ser mais sensível no nível das EOA, este modo tem o custo de coletar componentes de resposta da cóclea e orelha média. Devido a isto, estudos recentes foram conduzidos com a estimulação não-linear visando analisar a supressão das EOAT em um protocolo clínico.

GRÁFICO 1. Níveis médios das EOAT com e sem EAC para ambas orelhas por idade.

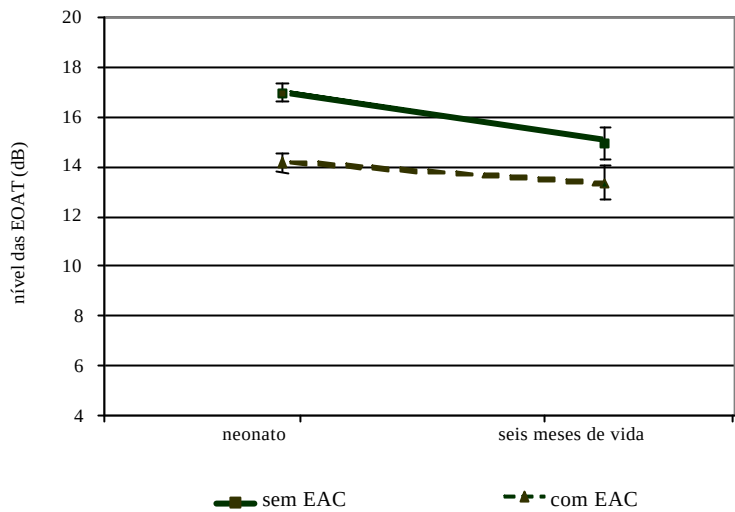


TABELA 2. Magnitude da supressão das EOAT (dB) por banda de frequência segundo gênero.

Banda de Frequência (kHz)	Gênero	
	Masculino	Feminino
2,4	4,71	3,15
3,2	3,41	3,20
4	4,32	3,04

GRÁFICO 2. Nível das EOAT na banda 2.4kHz sem e com EAC para ambas as idades segundo gênero.

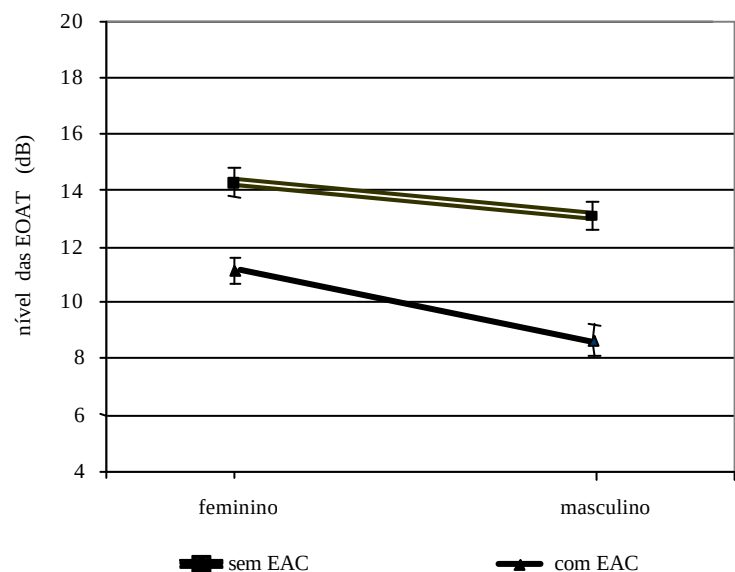
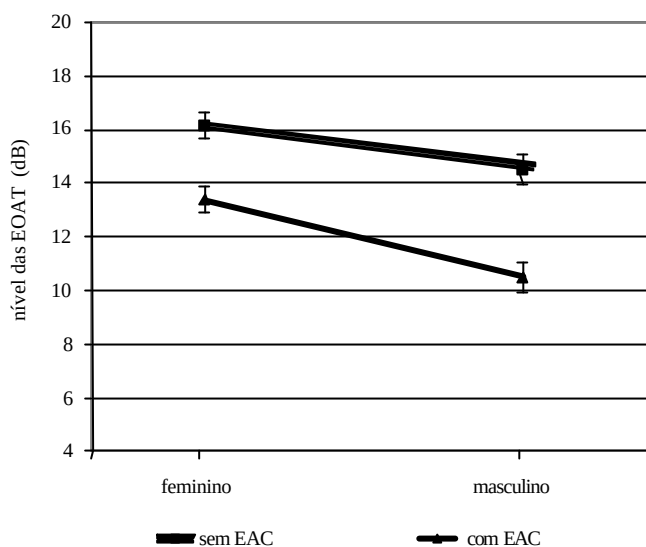


GRÁFICO 3. Nível das EOAT na banda 4.0kHz sem e com EAC para



Neste estudo as EOAT foram captadas utilizando intencionalmente o estímulo padrão não-linear, seguindo outros estudos (De Ceulaer et al., 2001; Morlet et al., 2004). O modo “Quickscreen” foi selecionado porque ele garante quase a total eliminação dos artefatos acústicos relacionados ao meato e sonda, tendo sido desenhado para atingir resultados ótimos na triagem neonatal (Newmark et al., 1997; Garcia et al., 2002; Kemp, 2002; Carvalho, 2003; Durante et al., 2004a; Durante et al., 2004b).

Os parâmetros escolhidos permitiram tempo de procedimento reduzido, desejável quando se avalia neonatos (Veuillet et al., 1991; Ryan e Piron, 1994; Morlet et al., 1999; Durante e Carvalho, 2001; Durante e Carvalho, 2002).

Os principais achados do estudo foram os níveis das EOAT menores no sexto mês de vida quando comparados com a fase neonatal e que a magnitude da supressão contralateral das EOAT diminuiu com a idade. Considerando a resposta coclear total, a magnitude de supressão foi maior no período neonatal. As diferenças encontradas nos lactentes podem ser explicadas pelo crescimento pós-natal da orelha média (Eby e Nadol, 1986), e pelo desenvolvimento dos mecanismos ativos cocleares (Morlet et al., 1996). O desenvolvimento dos mecanismos ativos cocleares continua depois do início da função coclear, refletido pelas EOA. As

mudanças nas EOA com a idade presumidamente ocorrem em decorrência do desenvolvimento dos mecanismos ativos cocleares, apesar da contribuição da orelha média não poder ser totalmente excluída. A importância do efeito de supressão das EOAT é a associação com mecanismos de resposta central, do SOCM, no sistema auditivo periférico. Além disso, embora o efeito de supressão das EOA esteja presente na fase neonatal, o padrão próximo ao do adulto é alcançado gradualmente com o avanço da idade do lactente. O efeito de idade na supressão contralateral das EOA, que também é reportado por outros estudos realizados em animais e humanos (Kim et al., 2002; Jacobson et al., 2003), mostram que o declínio funcional do SOCM com a idade precede a degeneração das CCE.

A importância da pesquisa da supressão das EOA na bateria de exames de avaliação do processamento auditivo tem sido evidenciada em trabalhos recentes que mostram um efeito de supressão reduzido em indivíduos com alteração do processamento auditivo (Lonsbury-Martin et al., 2001; Sanches, 2003; Durante, 2004; Muchnik et al., 2004). Além disso, a ausência da supressão das EOA em indivíduos portadores de neuropatia auditiva potencializa o uso das EOA no diagnóstico diferencial desta patologia (Abdala et al., 2000; Hood e Berlin, 2000; Berlin et al., 2003; Hood et al., 2003).

Diferenças de gênero

Considerando o efeito de supressão por frequência específica, os efeitos de idade e de orelha não foram significativos. Por outro lado o efeito de gênero foi significativo, com uma maior magnitude no efeito de supressão nos lactentes masculinos. Diferenças de gênero encontradas neste estudo podem representar diferenças na população das CCE, com um maior número de CCE contadas (Wright et al., 1987) e uma maior prevalência de EOA espontânea no gênero feminino (Cassidy e Ditty, 2001), em contrapartida do comprimento coclear maior no gênero masculino (Sato et al., 1991). A cóclea menor do gênero feminino pode contar para o maior nível das EOAT. Estes achados poderiam refletir diferenças na função inibitória eferente coclear entre os gêneros (Morlet et al., 1996; Newmark et al., 1997). Estas mudanças parecem seguir um curso longitudinal sistemático e representam uma progressão da base (local das frequências agudas) para o ápice (local das frequências graves) da cóclea (Morlet et al., 1996).

Conclusão

A presente investigação demonstrou que a supressão das EOAT decresceu em função da idade. A associação entre a estimulação acústica contralateral e um sistema, disponível comercialmente, rápido na medida das EOAT possibilita o estudo fácil e não invasivo dos mecanismos eferentes auditivos e parece ser clinicamente promissor na avaliação do estado coclear e da função eferente auditiva de lactentes.

Agradecimentos: nossos agradecimentos para a FAPESP por financiar este trabalho (Processo 98/10726-7). Ao Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME –USP) pela análise estatística.

Referências Bibliográficas

- ABDALA, C.; M. A. E.; SININGER, Y. S.; STARR, A. Distortion product otoacoustic emission suppression in subjects with auditory neuropathy. *Ear Hear.*, v. 21, n. 6, p. 542-553, 2000.
- AZEVEDO, M. F. Emissões Otoacústicas. In: FIGUEIREDO, M. S. *Conhecimentos essenciais para entender bem Emissões Otoacústicas e BERA*. São José dos Campos: Pulso, 2003. cap. 2, p. 35-83.
- BERLIN, C. I.; MORLET, T.; HOOD, L. J. Auditory neuropathy/dyssynchrony: its diagnosis and management. *Pediatr. Clin. North. Am.*, v. 50, n. 2, p. 331-340, 2003.
- CARVALLO, R. M. M. Emissões Otoacústicas: Conceitos Básicos e Aplicações. In: CARVALLO, R. M. M. *Fonoaudiologia informação para a formação: Procedimentos em Audiologia*. Rio de Janeiro: Granabara, 2003. cap. 1, p. 22-41.
- CASSIDY, J. W.; DITTY, K. M. Gender differences among newborns on a transient evoked otoacoustic emissions test for hearing. *J. Music Therapy*, v. 38, n. 1, p. 28-35, 2001.
- CBPAI - Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância: período neonatal. *J. Cons. Fed. Fonoaudiol.*, n. 5, p. 3-7, 2000.
- COLLET, L.; KEMP, D. T.; VEUILLET, E.; DUCLAUX, R.; MOULIN, A.; MORGON, A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear. Res.*, v. 43, n. 2 e 3, p. 251-262, 1990.
- DE CEULAER, G.; YPERMAN, M.; DAEMERS, K.; VAN DRIESCHE, K.; SOMERS, T.; OFFECIERS, F.; GAVAERTS, P. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions: normative data for a clinical test set-up. *Otol. Neurotol.*, v. 22, n. 3, p. 350-355, 2001.
- DURANTE, A. S. *Supressão das emissões otoacústicas por transientes em neonatos com risco para alteração auditiva*. 2004. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DURANTE, A. S.; CARVALLO, R. M. M. Emissão Otoacústica Transitória Não-linear com estímulo **Contralateral em lactentes**. *Pró-Fono R. Atual. Cient.*, v. 13, n. 2, p. 271-276, 2001.

DURANTE, A. S. D.; CARVALLO, R. M. M. Contralateral suppression of otoacoustic emissions in neonates. *Int. J. Audiol.*, v. 41, n. 4, p. 211-215, 2002.

DURANTE, A. S.; CARVALLO, R. M. M.; COSTA, M. T. Z.; CIANCIARULLO, M. A.; VOEGELS, R. L.; TAKAHASHI, G. M.; SOARES, A. V. N.; SPIR, E. G Programa de Triagem Auditiva Neonatal: Modelo de Implementação. *Arq. Otorrinolaringol.*, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2004a.

DURANTE, A. S.; CARVALLO, R. M. M.; COSTA, M. T. Z.; CIANCIARULLO, M. A.; VOEGELS, R. L.; TAKAHASHI, G. M.; SOARES, A. V. N.; SPIR, E. G A implementação de programa de triagem auditiva neonatal universal em um hospital universitário brasileiro. *Pediatr.*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 78-84, 2004b.

EBY, T. L.; NADOL, J. B. Postnatal growth of the human temporal bone: implications for cochlear implants in children. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, v. 95, n. 4, p. 356-364, 1986, pt. 1.

FERGUSON, M. A.; O'DONOGHUE, G. M.; OWEN, V. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in patients with cerebello-pontine angle tumor. *Ear Hear.*, v. 22, n. 3, p. 173-181, 2001.

GARCIA, C. F. D.; ISAAC, M. L.; OLIVEIRA, J. A. A. Emissões otoacústicas evocadas transitórias: instrumento para a detecção precoce de alterações auditivas em recém-nascidos a termo e pré-termo. *R. Bras. Otorrinolaringol.*, v. 68, n. 3, p. 344-352, 2002.

GUINAN, J. J. JR.; BACKUS, B. C.; LILAONITKUL, W.; AHARONSON, V. Medial olivocochlear efferent reflex in humans: otoacoustic emission (OAE) measurement issues and the advantages of stimulus frequency OAEs. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.*, v. 4, n. 4, p. 521-540, 2003.

HILL, J. C.; PRACHER, D. K.; LUXON, L. M. Evidence for efferent effects on auditory afferent activity, and their functional relevance. *Clin. Otolaryngol.*, v. 22, n. 5, p. 394-402, 1997.

HOOD, L. H.; BERLIN, C. I. Clinical applications of efferent suppression of otoacoustic emissions. In: AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY ANNUAL CONVENTION, 12., 2000, Chicago. *Preliminary program & registration book*. Chicago, 2000. v. 1, p. 88.

HOOD, L. J.; BERLIN, C. I.; BORDELON, J.; ROSE, K. Patients with auditory neuropathy/dys-synchrony lack efferent suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *J. Am. Ac. Audiol.*, v. 14, n. 6, p. 302-313, 2003.

JACOBSON, M.; KIM, S.; ROMNEY, J.; ZHU, X.; FRISINA, R. D. Contralateral suppression of distortion product otoacoustic emissions declines with age: a comparison of findings in CBA mice with humans listeners. *Laryngoscope*, v. 113, n. 10, p. 707-713, 2003.

JCIH- Joint Committee on Infant Hearing. *Joint Committee on Infant Hearing*, 2000. Position Statement. Disponível em: <<http://www.audiology.org/professional/positions/jcih-early.php>>. Acesso em: dez. 2005.

KEMP, D. T. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *Br. Med. Bull.*, v. 63, p. 223-241, 2002.

KIM, S.; FRISINA, D. R.; FRISINA, R. D. Effects of age on contralateral suppression of distortion product otoacoustic emissions in humans listeners with normal hearing. *Audiol. Neurotol.*, v. 7, n. 6, p. 348-357, 2002.

LAVIGNE-REBILLARD, M.; PUJOL, R. Hair cell innervation in the fetal human cochlea. *Acta Otolaryngol.*, v. 105, n. 5 e 6, p. 398-402, 1988.

LIBERMAN, C. M.; KUJAWA, S. G The olivocochlear system and protection from acoustic injury: acute and chronic effects. In: BERLIN, C. I. *The efferent auditory system: basic science and clinical application*. San Diego: Singular Publishing Group Inc., 1999. p. 2-27.

LONSBURY-MARTIN, B. L.; MARTIN, G. K.; TELISCHI, F. Emissões Otoacústicas na prática clínica. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole, 2001. cap. 6, p. 163-192.

MORLET, T.; GOFORTH, L.; HOOD, L. J.; FERBER, C.; DUCLAUX, R.; BERLIN, C. I. Development of human cochlear active mechanisms asymmetry: involvement of the medial olivocochlear system? *Hear. Res.*, v. 134, n. 1 e 2, p. 153-162, 1999.

MORLET, T.; HAMBURGER, A.; KUINT, J.; ARI-EVEN, R. D.; GARTNER, M.; MUCHNIK, C.; COLLET, L.; HILDESHEIMER, M. Assessment of medial olivocochlear system function in pre-term and full-term newborns using a rapid test of transient otoacoustic emissions. *Clin. Otolaryngol.*, v. 29, n. 2, p. 183-190, 2004.

MORLET, T.; PERRIN, E.; DURRANT, J. D.; LAPILLONE, A.; FERBER, C.; DUCLAUX, R.; PUTET, G.; COLLET, L. Development of cochlear active mechanisms in humans differs between gender. *Neurosc. Lett.*, v. 220, n. 1, p. 49-52, 1996.

MUCHNIK, C.; ROTH, D. A.; OTHMAN-JEBARA, R.; PUTTER-KATZ, H.; SHABTAI, E. L.; HILDESHEIMER, M. Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory processing disorders. *Audiol. Neurotol.*, v. 9, n. 2, p. 107-114, 2004.

MULDERS, W. H. A. M.; ROBERTSON, D. Inputs from the cochlea and the inferior colliculus converge on olivocochlear neurones. *Hear. Res.*, v. 167, n. 1 e 2, p. 206-213, 2002.

NEWMARK, M.; MERLOB, P.; BRESLOFF, I.; OLSHA, M.; ATTIAS, J. Click evoked otoacoustic emissions interaural and gender differences in neonates. *J. Basic. Clin. Physiol. Pharmacol.*, v. 8, n. 3, p. 133-139, 1997.

RYAN, S.; PIRON, J. P. Functional maturation of the medial olivocochlear system in human neonates. *Acta Otolaryngol.*, v. 114, n. 5, p. 485-489, 1994.

SANCHES, S. G. G. *Efeito de supressão das emissões otoacústicas transientes em crianças com distúrbio do processamento auditivo*. 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SATO, H.; SANDO, I.; TAKAHASHI, H. Sexual dimorphism and development of the human cochlea. *Acta Otolaryngol.*, Stockholm, v. 111, n. 6, p. 1037-1040, 1991.

VEUILLET, E.; COLLET, L.; DUCLAUX, R. Effect of contralateral acoustic stimulation on active cochlear micromechanical properties in humans subjects: dependence on stimulus variables. *J. Neurophysiol.*, v. 65, n. 3, p. 724-735, 1991.

WARR, W. B.; GUINAN, J. J. Efferent innervation of the organ of Corti, two separate systems. *Brain Res.*, v. 173, n. 1, p. 152-155, 1979.

WRIGHT, A.; DAVIS, A.; BREDBERG, G.; ULEHLOVA, L.; SPENCER, H. Hair cell distributions in the normal human cochlea: a report of a European working group. *Acta Otolaryngol.*, Stockholm, v. 436, p. 15-24, 1987.