

## Emissões otoacústicas evocadas por estímulo "tone burst" em neonatos

## Tone burst evoked otoacoustic emissions in neonates

Jordana Costa Soares <sup>1</sup>, Renata Mota Mamede Carvallo <sup>2</sup>

Palavras-chave: emissões otoacústicas espontâneas, recém-nascido, testes auditivos, triagem neonatal.

Keywords: spontaneous otoacoustic emissions, neonate, hearing tests, neonatal screening.

### Resumo / Summary

Uma possibilidade de pesquisa em emissões otoacústicas é utilização do estímulo de frequência específica "tone burst". **Objetivo:** Verificar as respostas das emissões otoacústicas evocadas por estímulo "tone burst" em neonatos com indicadores de risco para perda auditiva. **Material e método:** Foram avaliados 21 neonatos com indicadores de risco para perda auditiva (grupo estudo) e 30 neonatos sem indicadores (grupo controle) por meio das emissões otoacústicas nas frequências de 2000 e 4000 hertz. **Estudo:** Clínico e experimental. **Resultados:** Houve vantagem da orelha direita, do gênero feminino e do grupo controle, embora sem significância estatística. Os valores médios de "Response" em 2000 hertz foram 17,73 dB no grupo controle e 16,55 dB no grupo estudo, para o gênero feminino e 16,63 dB no grupo controle e 16,12 dB no grupo estudo, para o gênero masculino. Em 4000 hertz, os valores médios foram 14,63 dB no grupo controle e 15,09 dB no grupo estudo, para o gênero feminino e 18,57 dB no grupo controle e 15,06 dB no grupo estudo, para o gênero masculino. **Conclusão:** O estímulo "tone burst" pode contribuir para a avaliação da função coclear em neonatos.

A potential research project in otoacoustic emissions is the use tone bursts - frequency-specific stimulus. **Aim:** to study otoacoustic emission responses evoked by tone bursts in neonates with hearing loss risk factors. **Materials and Methods:** 21 neonates with risk factors for hearing loss (study group) and 30 neonates without these risk factors (control group) were evaluated by otoacoustic emissions at the frequency range of 2,000 and 4,000 hertz. **Study:** Clinical and experimental. **Results:** There was a right ear advantage in female individuals and in the control group, although without statistical significance. Mean "Response" values at 2,000 hertz were 17.73 dB in the control group and 16.55 dB in the study group for female subjects; and 16.63 dB in the control group and 16.12 dB in the study group for male subjects. At 4,000 hertz, the values were 14.63 dB in the control group and 15.09 dB in the study group for female subjects; and 18.57 dB in the control group and 15.06 dB in the study group for male subjects. **Conclusion:** Tone bursts may help evaluate cochlear function in neonates.

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Faculdade de Medicina USP, Fonoaudióloga.

<sup>2</sup> Doutora, Professora Livre Docente do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP.  
Curso de Fonoaudiologia da FMUSP.

Endereço para correspondência: Rua Cipotânea 51 Cidade Universitária 05360-000 São Paulo SP.

Trabalho integrante de Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Ciências, realizado mediante auxílio FAPESP - processo no. 05/03085-0.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 31 de janeiro de 2008. cod 5703

Artigo aceito em 21 de julho de 2008.

---

## INTRODUÇÃO

---

As Emissões Otoacústicas (EOA) são sons gerados pelas células ciliadas externas (CCE) dentro da cóclea normal, em resposta à estimulação acústica. Parte desta atividade retorna da cóclea, passa pelo sistema tímpano-ossicular, é retransmitida ao meato acústico externo, e então pode ser captada por um microfone miniaturizado<sup>1,2</sup>.

A pesquisa das EOA é extremamente útil em triagem auditiva e diagnóstico, por ser um exame rápido, não-invasivo, objetivo, sensível, seletivo por frequência e pode ser aplicado em locais sem tratamento acústico. Também pode ser extremamente útil nos diagnósticos diferenciais, monitoramento de tratamentos, seleção de próteses auditivas e condutas cirúrgicas, mas não substitui a audiometria tonal<sup>3,4</sup>.

A grande parte dos estudos de EOA utiliza-se de estímulo “click” linear e não-linear, ambos caracterizados por seu espectro amplo de frequências. O emprego de estímulos de frequência específica, na busca de aprimoramento do diagnóstico audiológico, tem sido objeto de estudos em medidas de potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE)<sup>5-8</sup>. Entretanto, são escassos os estudos que utilizam o estímulo de frequência específica “tone burst” (TB) para mensurar as EOA, especialmente em neonatos.

O estímulo TB permite a realização de testes auditivos mais específicos por frequência do que o estímulo “click”. A vantagem de estimulação por “tone burst” é a possibilidade de maior concentração de energia aplicada em regiões da cóclea sem alcançar a região de sobrecarga não-linear dos transdutores. Em outras palavras, substitui-se o pico aumentado de intensidade pela duração. Fora da banda otoacústica mais ativa (1-2kHz), respostas podem ser eliciadas por estimulação com TB onde não seriam claramente identificadas com o estímulo click<sup>3</sup>.

A partir de pesquisa das EOA TB em frequências específicas, foram encontradas respostas nas frequências mais baixas (0.5 e 1 kHz) em indivíduos sem e com perda auditiva neurossensorial, porém estes últimos exibiram EOA TB de menor magnitude<sup>9</sup>.

Em estudo animal, com a utilização das EOA TB, pesquisadores concluíram que as mesmas podem ser afetadas por mudanças metabólicas das células ciliadas e que este tipo de estímulo pode ser útil na avaliação de danos histológicos e funcionais destas células<sup>10</sup>.

Foi encontrada alta confiabilidade nas respostas das EOA TB um dia após a primeira testagem e um mês depois, em adultos jovens com limiares audiométricos dentro da normalidade. As frequências de 1.5 e 2 kHz apresentaram maior confiabilidade e incidência de resposta. Em alta e média intensidade, as respostas tiveram maior amplitude e reprodutibilidade quando comparadas

a bandas de frequência individuais da pesquisa por “click”. Os autores sugeriram, então que o TB pode contribuir potencialmente para avaliações clínicas<sup>11</sup>.

Em um programa de triagem auditiva neonatal, com a utilização adicional do estímulo TB, houve maior porcentagem de neonatos com presença de EOA, diminuindo a necessidade de retorno para reteste. Os autores propuseram, então, a utilização do estímulo TB para complementar a triagem auditiva neonatal<sup>12</sup>.

Devido à escassez de estudos que utilizam o estímulo de frequência específica TB para mensurar as EOA, especialmente em neonatos, a presente pesquisa teve a finalidade de analisar a magnitude de respostas das EOA evocadas por estímulo TB de frequências específicas, em neonatos com e sem indicadores de risco para perda auditiva. Assim, pretende-se ampliar as informações sobre a função auditiva coclear nessa população.

---

## OBJETIVO

---

O presente estudo buscou verificar a magnitude das respostas das EOA, em neonatos com e sem indicadores de risco para perda auditiva, a partir do estímulo nas frequências específicas de 2000 e 4000 Hz. Especificamente, buscou-se verificar:

- a variação de respostas entre as orelhas direita e esquerda
- a variação de respostas entre os gêneros masculino e feminino
- a variação de respostas entre os grupos controle e estudo

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

### Casuística

A amostra foi composta por 51 neonatos, no período entre janeiro e junho de 2007. Participaram do estudo neonatos nascidos a termo, adequados para a idade gestacional, que foram assim distribuídos:

- Grupo Controle: 30 neonatos, sendo 15 do gênero feminino e 15 do gênero masculino, sem indicadores de risco para perda auditiva<sup>13</sup>.
- Grupo Estudo: 21 neonatos, sendo 12 do gênero feminino e 9 do gênero masculino, com pelo menos um indicador de risco para perda auditiva<sup>13</sup>.

Devido à relação entre consangüinidade e perda auditiva exibida em alguns trabalhos da literatura<sup>14-17</sup>, este indicador também foi utilizado no presente estudo.

### Equipamento

- ILO 88 / ECHOPORT PLUS Otodynamics Analyser
- Computador portátil, processador Pentium III com

monitor colorido, em que está instalada a versão ILO V5.6 Echoport Plus Otodynamics Analyser.

- Sonda neonatal (SNS-8) conectada ao canal A da unidade externa do equipamento.

### Procedimento

Os pais dos neonatos foram informados sobre os objetivos da pesquisa, que foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, sob protocolo no. 607/05; bem como pela Comissão de Ética para a Análise de Projeto de Pesquisa (CAPPesq) do Hospital das Clínicas Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob protocolo no. 176/06. Concordando com a participação de seus filhos, os pais assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. A seguir, foi preenchida ficha do neonato, contemplando dados relativos à saúde do período gestacional e neonatal, e os aspectos familiares relacionados à comunicação (audição e linguagem).

Posteriormente, o neonato, preferencialmente em estado de sono foi levado em seu berço individual, para uma sala silenciosa não-tratada acusticamente, anexa ao Alojamento Conjunto ou Berçário, para a realização da pesquisa. A captação das EOA ocorreu entre 36 horas e 28 dias de vida para ambos os grupos, iniciando-se 50% dos exames pela orelha direita e 50% pela orelha esquerda.

### Triagem Auditiva Neonatal

A primeira avaliação realizada foi a captação das EOA, no modo “quickscreen”. O tempo de análise da resposta é de 12 ms. Os estímulos são do tipo “click” e possuem 80 ms de duração e intensidade entre 78 e 83 dB pico equivalente. Essa avaliação foi utilizada para garantir o critério de inclusão na pesquisa, a partir da presença de EOA em modalidade de triagem.

### Emissões Otoacústicas evocadas por “tone burst”

Após a triagem auditiva, no modo “quickscreen” do equipamento, iniciou-se a captação das EOA evocadas por estímulo TB nas frequências 2 e 4 kHz, separadamente, na intensidade entre 60 e 65 dB pico equivalente. O tempo de análise da resposta é de 20 ms. Ao final dos exames, foram consideradas para análise estatística as variáveis “Response” (resposta geral), “A&B mean” (nível médio de intensidade das ondas) e a resposta na banda de frequência específica (2 e 4 kHz).

### Método Estatístico

Os dados foram analisados por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Na complementação da análise descritiva, foi utilizada a técnica de Intervalo de Confiança para média. Para todas as análises foi adotado

um nível de significância de 0,05 (5%). Todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística. As diferenças significantes foram assinaladas com asterisco (\*).

## RESULTADOS

### Caracterização da amostra

O grupo estudo apresentou pelo menos um indicador de risco para perda auditiva. A ocorrência dos indicadores pode ser visualizada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Ocorrência dos indicadores de risco para alteração auditiva.

Indicadores de risco	Ocorrência (N=21)
Uso de antibiótico ototóxico	7 (33,3%)
Consangüinidade	4 (19%)
Apgar baixo	3 (14,2%)
História familiar de perda auditiva (HFPA)	3 (14,2%)
Infecção gestacional (toxoplasmose)	1 (4,8%)
Mal formação (apêndice auricular)	1 (4,8%)
Mal formação (apêndice auricular) e HFPA	1 (4,8%)
Hiperbilirubinemia	1 (4,8%)

### Magnitude de respostas das EOATB e estudo comparativo

A comparação entre as orelhas direita e esquerda para cada um dos gêneros, para cada tipo de resposta (“A&B Mean”, “Response” e banda específica) dentro dos grupos, com os estímulos de 2 e 4 kHz, não revelou diferenças estatisticamente significantes em nenhuma das análises, conforme as Tabelas 2 e 3. Também não houve diferença estatisticamente significativa entre as respostas obtidas no grupo controle e no grupo estudo, conforme a Tabela 4.

Na análise comparativa entre gêneros, para a frequência de 2 kHz, o gênero feminino apresentou maiores níveis de resposta para todas as variáveis analisadas, dentro do grupo controle e do grupo estudo, mesmo sem diferença estatisticamente significativa. Para a frequência de 4 kHz, o gênero feminino também apresentou maiores níveis de resposta para todas as variáveis analisadas, no grupo estudo, sem diferença estatisticamente significativa. Entretanto, no grupo controle, foi o gênero masculino quem apresentou maiores níveis de resposta, mas com significância estatística apenas para a variável “Response”. A magnitude de respostas e as análises comparativas podem ser mais bem visualizadas na Tabela 5.

**Tabela 2.** Magnitude de respostas (dB), análise descritiva e comparação (p-valor) entre OD e OE para o grupo controle, em TB 2kHz e em TB 4 kHz.

TB 2kHz										
Grupo Controle		Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor	
Feminino	A&B Mean	D	19,19	18,50	3,53	17,65	21,45	7	2,62	0,247
		E	16,04	17,40	4,99	11,05	20,33	8	3,46	
	Response	D	18,82	18,85	4,76	17,80	22,08	6	3,81	0,855
		E	19,24	20,30	2,20	17,50	20,30	5	1,93	
	2kHz	D	14,00	14,00	7,37	11,00	19,00	7	5,46	0,558
		E	10,00	14,00	10,20	-1,25	19,00	8	7,07	
Masculino	A&B Mean	D	17,75	16,65	5,66	14,63	21,43	8	3,92	0,417
		E	15,37	15,90	3,36	12,70	17,95	7	2,49	
	Response	D	16,86	17,80	7,50	11,95	22,70	7	5,56	0,685
		E	15,38	15,90	4,36	14,90	18,40	5	3,82	
	2kHz	D	11,38	10,00	9,33	6,50	17,50	8	6,47	0,954
		E	10,71	10,00	8,48	6,50	17,50	7	6,28	
TB 4kHz										
Grupo Controle		Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor	
Feminino	A&B Mean	D	16,27	15,80	3,56	14,10	19,20	7	2,63	0,062#
		E	12,69	11,40	4,48	10,73	12,65	8	3,11	
	Response	D	16,45	16,85	3,52	14,65	18,98	6	2,82	0,100
		E	12,68	10,30	5,96	10,10	10,50	5	5,22	
	4 kHz	D	14,83	15,50	6,11	13,50	190,0	6	4,89	0,086#
		E	7,43	7,00	7,98	1,50	10,50	7	5,91	
Masculino	A&B Mean	D	14,00	11,85	5,37	9,83	18,88	8	3,72	0,728
		E	15,16	14,90	5,77	12,35	17,90	7	4,28	
	Response	D	17,15	18,15	4,86	15,73	19,58	4	4,77	1,000
		E	18,13	17,35	4,77	15,83	19,65	4	4,67	
	4 kHz	D	10,14	6,00	8,67	3,50	15,50	7	6,42	0,745
		E	11,40	9,00	11,01	4,00	19,00	5	9,65	

## DISCUSSÃO

Considerando-se os indicadores de risco para perda auditiva, o de maior ocorrência na população estudada foi o uso de antibiótico ototóxico (33%), assim como em trabalhos encontrados, mas com porcentagens diferentes<sup>18,19</sup>. A consangüinidade entre os pais, indicador não muito visto em estudos sobre triagem auditiva neonatal, foi o segundo indicador mais frequente (19%). Inúmeros trabalhos, alguns com investigação genética, constataam a relação entre consangüinidade e perda auditiva<sup>14-17</sup>.

O apgar baixo, 3º indicador que mais ocorreu, esteve presente em 14,2% dos indivíduos, como na literatura<sup>20</sup>. A história familiar de perda auditiva (HF PA), também em 3º lugar (14,2%), é bastante relatada, mas com ocorrências mais elevadas do que as dos trabalhos encontrados<sup>18,19,21,22</sup>.

Finalmente, os indicadores infecção congênita (toxoplasmose), apêndice auricular, hiperbilirrubinemia e apêndice auricular juntamente a HF PA, cada um com incidência de 4,8% também são encontrados na literatura, mas em proporções diferentes<sup>18,19,22,23</sup>.

Em relação à magnitude das EOA, em ambos os grupos pesquisados, os valores de "Response" para as duas frequências foram maiores do que os obtidos a partir de estímulo "click" em um estudo<sup>24</sup> que encontrou 13,5 dB para o gênero feminino e 13 dB para o gênero masculino, e em outro estudo que encontrou<sup>25</sup> para o gênero feminino 13,8 dB na orelha direita e 13,3 dB na orelha esquerda e para o gênero masculino 13,5 dB na orelha direita e 12,5 dB na orelha esquerda. Entretanto, outro trabalho<sup>26</sup> encontrou maiores níveis de resposta das EOA pesquisadas com estímulo "click" para o gênero feminino (21,6 dB) e para o gênero masculino (19,9 dB). Na única pesquisa

**Tabela 3.** Magnitude de respostas (dB), análise descritiva e comparação (p-valor) entre OD e OE para o grupo estudo, em TB 2kHz e em TB 4 kHz.

TB 2kHz										
Grupo Estudo			Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor
Feminino	A&B Mean	D	17,07	17,25	5,02	13,73	20,48	6	4,02	0,423
		E	15,32	13,20	5,21	12,38	16,80	6	4,17	
	Response	D	17,84	19,30	4,79	13,70	20,60	5	4,20	0,251
		E	14,96	11,40	6,14	10,70	17,40	5	5,38	
	2kHz	D	7,83	8,00	9,35	1,75	12,00	6	7,48	0,687
		E	10,83	10,00	6,97	7,75	14,50	6	5,58	
A&B Mean	D	14,04	12,40	4,13	10,50	17,30	5	3,62	0,140	
	E	18,83	18,65	2,70	17,88	19,60	4	2,65		
Masculino	Response	D	13,58	14,25	5,53	10,45	17,38	4	5,42	0,248
		E	18,15	18,35	3,56	17,13	19,38	4	3,49	
	2kHz	D	6,80	10,00	6,42	2,00	12,00	5	5,63	0,085#
		E	15,75	17,00	5,56	14,00	18,75	4	5,45	
TB 4kHz										
Grupo Estudo			Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor
Feminino	A&B Mean	D	13,97	14,90	4,12	10,88	16,00	6	3,30	0,631
		E	14,82	12,70	7,56	10,43	14,23	6	6,05	
	Response	D	13,26	14,20	5,01	11,50	15,60	5	4,39	0,655
		E	18,23	13,10	9,59	12,70	21,20	3	10,85	
	4 kHz	D	8,67	9,50	9,54	1,00	15,75	6	7,64	0,272
		E	4,20	2,00	7,43	-1,00	12,00	5	6,51	
A&B Mean	D	14,30	14,40	5,54	10,30	14,80	5	4,86	0,624	
	E	14,53	14,10	3,31	12,53	16,10	4	3,24		
Masculino	Response	D	16,53	13,30	5,60	13,30	18,15	3	6,34	0,554
		E	16,40	16,40	2,69	15,45	17,35	2	3,72	
	4 kHz	D	9,20	14,00	11,61	-1,00	16,00	5	10,17	0,459
		E	5,00	5,00	9,52	-2,00	12,00	4	9,33	

encontrada sobre EOA TB em neonatos, os valores médios de resposta foram de 13,8 dB para 1.5 kHz, 17,5 dB para 2.2 kHz e 17,4 dB para 3 kHz<sup>12</sup>.

Pesquisadores relatam magnitude das EOA evocadas por estímulo “click” mais elevada na orelha direita e no gênero feminino<sup>24,26-28</sup>. De certa forma, os achados do presente estudo coincidem com a literatura, pois os resultados encontrados exibiram vantagem da orelha direita para a pesquisa com a frequência de 2 kHz e com a de 4 kHz, embora sem significância estatística.

Sabe-se que a estimulação do sistema olivococlear medial, predominantemente cruzado, no tronco encefálico, a partir de estimulação auditiva contralateral gera diminuição da magnitude das EOA. Este efeito de supressão das EOA já está presente em neonatos<sup>29-33</sup>. Também tem sido

encontrado um efeito de supressão aumentado na orelha direita<sup>29,33-35</sup>. Este mesmo efeito poderia conferir à mesma orelha uma maior resposta das EOA. Maiores respostas das EOA, evocadas por “click”, na orelha direita são atribuídas a um processamento do som ao nível da cóclea e do tronco encefálico e isto pode facilitar o posterior desenvolvimento da especialização hemisférica para o processamento de certos tipos de sons<sup>36</sup>. Esta especialização seria de dominância do córtex auditivo esquerdo<sup>37</sup>.

Embora sem significância estatística, o gênero feminino apresentou maior magnitude de resposta para todas as variáveis analisadas, no grupo controle e no grupo estudo, quando a frequência de 2 kHz foi pesquisada. Quando a frequência de 4 kHz foi pesquisada, o gênero feminino continuou apresentando maiores respostas no grupo es-

**Tabela 4.** Magnitude de respostas (dB), análise descritiva e comparação (p-valor) entre os grupos controle e estudo, para TB 2 e 4 kHz

Estímulo 2 kHz			Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor	
Fem	A&B	Controle	16,99	17,15	3,90	13,98	20,23	30	1,39	0,807	
		Estudo	16,90	16,75	4,56	13,20	20,45	24	1,82		
	Response	Controle	17,73	17,70	3,81	15,30	20,55	23	1,56		
		Estudo	16,55	16,65	5,15	12,28	20,48	22	2,15		
	2 kHz	Controle	12,14	14,00	7,95	9,00	19,00	29	2,89		0,449
		Estudo	10,96	12,00	7,15	6,50	16,00	23	2,92		
Masc	A&B	Controle	16,44	16,10	4,52	13,05	19,35	30	1,62	0,639	
		Estudo	15,84	15,75	4,36	12,40	18,58	18	2,01		
	Response	Controle	16,63	17,30	5,37	14,45	19,70	23	2,19		
		Estudo	16,12	16,80	4,86	13,73	18,38	14	2,55		
	2 kHz	Controle	11,46	11,50	7,98	7,00	16,75	28	2,96		0,628
		Estudo	10,11	12,00	7,30	6,00	15,75	18	3,37		
Estímulo 4kHz			Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor	
Fem	A&B	Controle	14,52	12,95	3,94	11,50	18,80	30	1,41	0,741	
		Estudo	14,34	13,75	4,85	10,93	16,25	24	1,94		
	Response	Controle	14,63	13,05	4,52	10,65	18,98	22	1,89		
		Estudo	15,09	14,20	5,64	11,65	18,25	15	2,86		
	4 kHz	Controle	10,22	10,00	7,55	4,50	15,50	27	2,85		0,376
		Estudo	8,09	4,50	8,66	2,25	15,75	22	3,62		
Masc	A&B	Controle	14,76	13,90	5,50	10,40	19,10	30	1,97	0,840	
		Estudo	14,04	12,90	4,15	11,13	15,13	18	1,92		
	Response	Controle	18,57	18,80	4,29	17,05	21,05	15	2,17		
		Estudo	15,06	13,90	5,25	13,30	19,58	10	3,25		
	4 kHz	Controle	11,08	14,00	9,54	3,00	19,00	25	3,74		0,124
		Estudo	6,94	6,00	8,76	-1,00	15,00	17	4,17		

**Tabela 5.** Magnitude de respostas (dB) e comparação (p-valor) entre o gênero feminino e o gênero masculino.

TB 2 kHz	Response		A&B Mean		2 kHz	
	Controle	Estudo	Controle	Estudo	Controle	Estudo
Feminino	17,73	16,55	16,99	16,90	12,14	10,96
Masculino	16,63	16,12	16,44	15,84	11,46	10,11
p-valor	0,448	0,820	0,515	0,469	0,643	0,762
TB 4 kHz	Response		A&B Mean		4 kHz	
	Controle	Estudo	Controle	Estudo	Controle	Estudo
Feminino	14,63	15,09	14,52	14,34	10,22	8,09
Masculino	18,57	15,06	14,76	14,04	11,08	6,94
p-valor para gêneros	0,026*	0,781	0,882	0,959	0,783	0,561

tudo, mas no grupo controle as respostas foram menores. Respostas mais elevadas no gênero feminino podem estar relacionadas ao seu menor comprimento coclear. Mesmo com algumas diferenças, há trabalhos que constataram um menor comprimento coclear para o gênero feminino<sup>38,39</sup>. Com o comprimento coclear diminuído, a estimulação acústica poderia chegar às CCE mais rapidamente, com menos perda de energia sonora e, conseqüentemente eliciar melhores respostas.

As diferenças encontradas nos valores obtidos entre o grupo controle e o grupo estudo não foram estatisticamente significantes, para todas as variáveis analisadas, nas duas frequências pesquisadas, para ambos os gêneros. Porém, se considerarmos os valores numéricos, o grupo controle apresentou respostas maiores do que o grupo estudo, exceto para o gênero feminino, na variável "Response", quando a pesquisa com TB 4 kHz foi realizada. Esta vantagem do grupo controle em relação ao grupo estudo também já foi observada, em pesquisa com o uso do estímulo "click"<sup>33</sup>. Em outro estudo, indivíduos com perda auditiva em altas frequências exibiram menor magnitude de resposta para TB em 0.5 e 1 kHz, do que indivíduos sem perda nas altas frequências, mostrando que o referido estímulo pode diferenciar grupos estudados<sup>9</sup>.

A importância do presente trabalho está na possibilidade de aprimorarmos os procedimentos de triagem auditiva neonatal, tanto em população de risco quanto em população sem risco para perda auditiva, contribuindo para identificação de respostas em regiões específicas da cóclea. É cada vez mais constante a preocupação em realizar procedimentos rápidos, objetivos, eficazes e que incluam as varreduras por frequência específica. Dessa forma, o estímulo "tone burst", disponível no equipamento utilizado, pode ser complementar à triagem auditiva neonatal<sup>12</sup>.

## CONCLUSÕES

O estímulo de frequência específica mostrou-se aplicável na fase neonatal, gerando respostas médias variando entre 10,11 e 17,73 dBNPS para "tone burst" de 2 kHz e entre 6,94 e 18,57 dBNPS para estímulos de 4 kHz. Embora sem diferença estatisticamente significativa, foi observada vantagem da orelha direita, do gênero feminino e do grupo controle na comparação entre orelhas, gêneros e grupos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kiang NY, Moxon EC, Levine RA. Auditory nerve activity in cats with normal and abnormal cochleas. In: Wolstenholm GFW, Knight J (Eds) *Sensorineural Hearing Loss*. Ciba Symposium. London: Churchill-Livingston, 1970. p. 241-73.
2. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am*. 1978;64 (5):1386-91.
3. Kemp DT, Ryan S, Bray, P. A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear and Hearing*. 1990;11(2):93-105.
4. Kemp DT. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function and use. *Br Med Bull*. 2002;63:223-41.
5. Luts H, Desloovere C, Wouters J. Clinical application of dichotic multiple-stimulus auditory steady-state responses in high-risk newborns and young children. *Audiol Neurootol*. 2006;11:24-37, doi:10.1159/000088852.
6. Rance G, Tomlin, D. Maturation of auditory steady-state responses in normal babies. *Ear Hear*. 2006;27(1):20-9.
7. Pinto FR, Matas, CG. A comparison between hearing and tone burst electrophysiological thresholds. *Braz J Otorrinolaryngol*. 2007;73(4):513-22.
8. Lee CY, Hsieh TH, Pan SL, Hsu CJ. Thresholds of tone burst auditory brainstem responses for infants and young children with normal hearing in Taiwan. *J Formos Med Assoc*. 2007;106(10):847-53.
9. Hauser R, Probst R, Löhle E. Click and tone-burst evoked otoacoustic emissions in normally hearing ears and in ears with high-frequency sensorineural hearing loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 1991;248:345-52.
10. Iwasaki S, Mizuta K, Hoshino T. Tone burst-evoked otoacoustic emissions in cats with acoustic overstimulation and anoxia. *Hear Res*. 1998;118:83-9.
11. Chan RH, McPherson B. Test-retest reliability of tone-burst-evoked otoacoustic emissions. *Acta Otolaryngol*. 2000;120:825-34.
12. Mc Pherson B, Li SF, Shi BX, Tang JLF, Wong BYK. Neonatal hearing screening: evaluation of tone-burst and click-evoked otoacoustic emission test criteria. *Ear Hear*. 2006;27(3):256-62.
13. Joint Committee on Infant Hearing Position Statement [site na internet] 2000. Disponível em <http://www.jcih.org/jcih2000.pdf>. Acessado em 8 de abril de 2008.
14. Bener A, El Hakeem AAM, Abdulhadi K. Is there any association between consanguinity and hearing loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2005;69:327-33.
15. Panakhian VM. Marriage of blood relatives and congenital deafness. *Vestnik otorinolaringologii*. 2005;(2):22-4.
16. Zlotogora J, Barges S. High incidence of profound deafness in an isolated community. *Genetic Testing*. 2003;7(2):143-5.
17. Zakzouk S. Consanguinity and hearing impairment in developing countries: A custom to be discouraged. *J Laryngol Otol*. 2002;116(10):811-6.
18. Tiensoli LO, Goulart LMHF, Resende LM, Colosimo EA Triagem auditiva em hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: deficiência auditiva e seus fatores de risco em neonatos e lactentes. *Cad Saude Publica*. 2007;23(6):1431-41.
19. Barreira-Nielsen C, Futuro Neto HA, Gattaz G. Processo de implantação de Programa de Saúde Auditiva em duas maternidades públicas. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(2):99-105.
20. Vohr BR, Widen JE, Cone-Wesson B, Sininger YS, Gorga MP, Folsom RC, Norton SJ. Identification of Neonatal hearing Impairment: Characteristics of infants in the neonatal intensive care unit and well-baby nursery. *Ear Hear*. 2000;21(5):373-82.
21. Pereira PKS, Martins AS, Vieira MR, Azevedo MF. Programa de triagem auditiva neonatal: associação entre perda auditiva e fatores de risco. *Pro Fono*. 2007;19(3):267-78.
22. Wroblewska-Seniuk K, Chojnacka K, Pucher B, Szczapa J, Gadziński J, Grzegorowski M. The results of newborn hearing screening by means of transient evoked otoacoustic emissions. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2005;69:1351-7.
23. Lima GM, Marba STM, Santos MF. Hearing screening in a neonatal intensive care unit. *J Pediatr*. (Rio de Janeiro) 2006;82(2):110-4.
24. Basseto MCA. Emissões otoacústicas evocadas transientes: estudo da amplitude de resposta em recém-nascidos a termo e pré-termo. [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo;1998.
25. Basseto MCA, Chiari BM, Azevedo MF. Emissões otoacústicas evocadas transientes (EOAET): amplitude da resposta em recém-nascidos a termo e pré-termo. *Rev Bras Otorrinolaryngol*. 2003;69(1):84-92.

- 
26. Durante AS, Cararvalho RMM, Sanches FC, Soares JC. Características das emissões otoacústicas por transientes em programa de triagem auditiva neonatal. *Pro Fono*. 2005;17 (2):133-40.
  27. Saitoh Y, Sakoda T, Hazama M, Funakoshi H, Ikeda H, Shibano A et al. Transient evoked otoacoustic emissions in newborn infants: effects of ear asymmetry, gender, and age. *J Otolaryngol*. 2006;35(02):133-8.
  28. Berninger E. Characteristics of normal newborn transient-evoked otoacoustic emissions: ear asymmetries and sex effects. *Int J Audiol*. 2007;46:661-9.
  29. Morlet T, Goforth L, Hood LJ, Ferber C, Declaux R, Berlin CI. Development of human cochlear active mechanism asymmetry: involvement of the medial olivocochlear system? *Hear Res*. 1999;134:153-62.
  30. Morlet T, Hamburger A, Kuint J, Roth DAE, Gartner M, Muchnik C et al. Assessment of medial olivocochlear system function in pre-term and full-term newborns using a rapid test of transient otoacoustic emissions. *Clin Otolaryngol*. 2004;29:183-90.
  31. Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of otoacoustic emission in neonates. *Int J Audiol*. 2002;41:211-15.
  32. Chabert R, Guitton MJ, Amran D, Uziel A, Pujol R, Lallemand JG et al. Early maturation of evoked otoacoustic emissions and medial olivocochlear reflex in preterm neonates. *Pediatric Res*. 2006;59(2):305-8.
  33. Durante AS, Carvalho RM. Contralateral suppression of linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions in neonates at risk for hearing loss. *J Commun Disord*. 2008;41:70-83, doi:10.1016/j.jcomdis.2007.05.001
  34. Kumar UA, Vanaja CS. Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise. *Ear Hear*. 2004;25(2):142-6.
  35. Philibert B, Veuillet E, Collet L. Functional asymmetries of crossed and uncrossed medial olivocochlear efferent pathways in humans. *Neurosci Lett*. 1998;253:99-102.
  36. Sininger YS, Cone-Wesson B. Asymmetric cochlear processing mimics hemispheric specialization. *Science*. 2004;305(10 sep):1581.
  37. Bidet-Caulet A, Fischer C, Besle J, Aguera PE, Giard MH, Bertrand O. Effects of selective attention on the electrophysiological representation of concurrent sounds in the human auditory cortex. *J Neurosci*. 2007;27(35):9252-61;doi:10.1523/JNEUROSCI.1402-07.2007
  38. Sato H, Sando I, Takahashi H. Sexual dimorphism and development of the human cochlea. Computer 3-D measurement. *Acta Otolaryngol*. 1991;111(6):1037-40.
  39. Miller JD. Sex differences in the length of the organ of corti in humans. *J Acoust Soc Am*. 2007;121(4):EL151-5.