



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Efferent inhibition of otoacoustic emissions in preterm neonates[☆]

Renata Mota Mamede Carvalho^{a,*}, Seisse Gabriela Gandolfi Sanches^{b,c}, Silvia Maria Ibidi^{d,e},
Jordana Costa Soares^c, Alessandra Spada Durante^{f,g}

^a Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FM-USP), São Paulo, SP, Brasil

^b Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FM-USP), São Paulo, SP, Brasil

^c Ciências da Reabilitação, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FM-USP), São Paulo, SP, Brasil

^d Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FM-USP), São Paulo, SP, Brasil

^e Unidade de Neonatologia, Hospital Universitário, Universidade de São Paulo (FM-USP), São Paulo, SP, Brasil

^f Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Ciências Médicas, Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

^g Fisiopatologia Experimental, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FM-USP), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 10 de março de 2014; aceito em 23 de outubro de 2014

KEYWORDS

Premature infant;
Hearing;
Newborn infant;
Spontaneous
otoacoustic
emissions;
Auditory pathways

Abstract

Introduction: Abnormalities in auditory function of newborns may occur not only because of preterm birth, but also from the use of medications and from diseases related to prematurity.

Objective: To analyze the inhibitory effect from stimulation of the olivocochlear efferent system on transient evoked otoacoustic emissions in preterm neonates, comparing these data with those from full-term neonates.

Methods: This was a prospective, cross-sectional, contemporary cohort study with 125 neonates, pooled into two groups: full-term (72 full-term neonates, 36 females and 36 males, born at 37-41 weeks of gestational age); and preterm (53 neonates, 28 males and 25 females, born at ≤ 36 weeks of gestational age, evaluated at the corrected gestational age of 37-41 weeks). Otoacoustic emissions were recorded using linear and nonlinear click-evoked stimuli, with and without contralateral stimulation.

Results: The inhibitory effect of the efferent pathway in otoacoustic emissions was different ($p = 0.012$) between groups, and a mean reduction of 1.48 dB SPL in full-term births and of 1.02 dB SPL in preterm births was observed for the non-linear click-evoked stimulus.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.07.008>

[☆] Como citar este artigo: Carvalho RMM, Sanches SGG, Ibidi SM, Soares JC, Durante AS. Efferent inhibition of otoacoustic emissions in preterm neonates. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:491-7.

* Autor para correspondência.

E-mail: renamaca@usp.br (R.M.M. Carvalho).

PALAVRAS-CHAVE

Prematuro;
Audição;
Recém-nascido;
Emissões otoacústicas
espontâneas;
Vias auditivas

Conclusion: The results suggest a reduced inhibitory effect of the olivocochlear efferent system on otoacoustic emissions in preterm neonates.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Inibição eferente das emissões otoacústicas em neonatos prematuros**Resumo**

Introdução: Alterações na função auditiva de recém-nascidos prematuros podem ocorrer não só devido ao nascimento antecipado, mas também pelo uso de medicamentos e por doenças relacionadas à prematuridade.

Objetivo: Analisar o efeito inibitório da estimulação do sistema eferente olivo coclear sobre a amplitude das emissões otoacústicas evocadas transientes em recém-nascidos prematuros, comparando esses dados aos de recém-nascidos a termo.

Método: Estudo prospectivo, de coorte contemporânea com corte transversal, com 125 recém-nascidos, distribuídos em dois grupos: a termo (72 recém-nascidos a termo, 36 feminino e 36 masculino, nascidos entre 37-41 semanas de idade gestacional), e pretermo (53 recém-nascidos, 28 masculino e 25 feminino, nascidos com idade gestacional ≤ 36 semanas avaliados entre 37-41 semanas de idade gestacional corrigida). As emissões otoacústicas foram registradas a partir de estímulos clique lineares e não lineares, com e sem estimulação contralateral.

Resultados: O efeito inibitório da via eferente nas otoemissões foi diferente ($p = 0,012$) entre os grupos, sendo observada uma redução média de 1,48 dB SPL nos nascimentos a termo e 1,02 dB SPL no grupo pretermo para o estímulo clique não-linear.

Conclusão: Os resultados sugerem efeito inibitório do sistema eferente olivococlear reduzido sobre as emissões otoacústicas em recém-nascidos prematuros.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

Recém-nascidos prematuros apresentam risco de alterações na função auditiva,¹ o que ocorre de forma inversamente proporcional à idade gestacional, sendo que a perda auditiva é observada em aproximadamente 7% dos recém-nascidos com idade gestacional inferior a 33 semanas.²

A função auditiva prejudicada pode resultar não só do nascimento prematuro, o que interrompe o processo de desenvolvimento natural, mas também a partir do uso de certos medicamentos e de doenças relacionadas à prematuridade. Portanto, são necessários estudos que busquem encontrar cada vez mais processos de longo alcance para minimizar as complicações auditivas decorrentes da prematuridade, oferecendo uma melhor qualidade de vida por meio de intervenções adequadas.

A triagem auditiva neonatal tem sido realizada por meio da análise das emissões otoacústicas (EOA), um procedimento não invasivo e rápido que permite avaliar a função das células ciliadas externas da cóclea. A presença de respostas normais no teste de EOA é um forte indicador de função auditiva íntegra. O procedimento de supressão das EOA possibilita a investigação da função do sistema eferente olivococlear, que desempenha um papel importante no processamento da informação auditiva. A função do sistema eferente pode ser avaliada por meio da análise das EOA, quando estas são registradas na presença de ruído simultâneo ipsilateral, contralateral ou bilateral.^{3,4} A determinação da inibição contralateral das EOA, também conhecida como a

supressão das EOA, é um método não invasivo e objetivo para a avaliação do sistema eferente olivococlear; as propriedades micromecânicas e ativas, não lineares das células ciliadas externas da cóclea; e, em termos mais gerais, a integridade do tronco cerebral.^{4,5} Existem poucos estudos avaliando o efeito inibitório da via eferente sobre as EOA de neonatos.⁶⁻¹³ Em um estudo recente de crianças em idade escolar (8-10 anos de idade), a supressão das EOA foi encontrada de forma menos robusta nos estudantes nascidos prematuros do que naqueles nascidos a termo.¹⁴ Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito inibitório do ruído sobre as emissões otoacústicas evocadas transientes (EOAT), por clique linear ou não linear, em recém-nascidos prematuros.

Método**Sujeitos**

Foram avaliados recém-nascidos do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo. O tamanho da amostra foi determinado por estudo para um poder estatístico de 96%, com nível de significância de 0,05. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética institucional (protocolo nº 122/00). Os pais, convidados a participar do estudo, manifestaram sua concordância após a leitura e a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido aprovado.

Os participantes do estudo obedeceram ao seguinte critério de inclusão: presença de EOAT em ambas as orelhas, na

condição sem ruído e na modalidade *QuickScreen*, com reprodutibilidade geral acima de 50% e, necessariamente, reprodutibilidade específica nas bandas de frequências de 2, 3 e 4 KHz $\geq 70\%$. Além do critério da reprodutibilidade, para inclusão no estudo, o neonato apresentou na avaliação das EOAT uma relação sinal/ruído ≥ 6 dB nas bandas de frequências de 1,5; 2; 3 e 4 kHz, e ≥ 3 dB para frequência de 1 kHz. Só foram considerados exames de EOAT com estabilidade da sonda igual ou superior a 70%. O controle de ajuste de ruído foi posicionado no valor mínimo. O nível de rejeição foi ajustado em até 6 mPa ou 49,5 dB NPS.

Foi assegurado equilíbrio na proporção de gênero feminino e masculino para manter a homogeneidade amostral. Foram avaliados 125 neonatos, todos nascidos na Maternidade do Hospital Universitário - USP, alocados em dois grupos:

1. Grupo termo - composto por 72 recém-nascidos a termo (36 do gênero masculino e 36 do gênero feminino), sem indicadores de risco auditivo. O peso médio ao nascimento foi 3.240 ± 320 gramas, o Apgar médio foi 9 ± 1 e a idade gestacional média $38,6 \pm 1$ semana. Para os participantes deste grupo, a captação das EOAT ocorreu entre 48 e 72 horas de vida.
2. Grupo prematuro - composto por 53 recém-nascidos prematuros (28 do gênero masculino e 25 do gênero feminino). O peso médio ao nascimento foi 1.491 ± 471 gramas, o Apgar médio foi 6 ± 2 , e a idade gestacional média foi $32,6 \pm 2,6$ semanas. Para os participantes deste grupo, a avaliação foi realizada com a idade gestacional corrigida entre 37 e 41 semanas de vida, para evitar o efeito combinado da maturação.

Procedimento

Todos os recém-nascidos foram avaliados em sono natural, durante o período de internação pós-parto, em ambiente silencioso, porém não tratado acusticamente.

Captação das emissões otoacústicas

Foi utilizado o equipamento "ILO 292 / ECHOPORT PLUS *Oto-dynamics Analyser*" acoplado a um *notebook*, permitindo a captação de EOA e análise FFT (*Fast Fourier Transformer*). Tanto o estímulo para evocar as emissões otoacústicas como a estimulação acústica contralateral foram apresentados pelo equipamento por meio de sondas de inserção TE SNS-8.

As emissões otoacústicas no modo *Quickscreen* e os resultados desta foram utilizados apenas para averiguar o critério de inclusão. Para a pesquisa do efeito inibitório usou-se a coleta em janela de análise de 4 a 20 ms, ou seja, o protocolo de análise padrão.

Assim, foram obtidas respostas da seguinte forma: EOAT evocada por clique não linear sem ruído contralateral, 100 varreduras de estímulo/resposta; EOAT evocada por clique não linear com ruído contralateral, outras 100 varreduras de estímulo/resposta. Para a obtenção do efeito inibitório das EOAT evocadas por estímulo linear, foi utilizado um outro protocolo. As coletas sem e com ruído contralateral foram obtidas de forma alternada e automática: cada 10 coletas de varredura estímulo-resposta obtidas sem ruído contralateral alternavam com 10 coletas de varreduras na presença de ruído contralateral automaticamente, até completar

200 varreduras, sendo 100 em cada modalidade (com ou sem presença de estímulo contralateral). Ao final da coleta automática, o equipamento mostrava a resposta total das 100 varreduras obtidas sem ruído contralateral em tela separada das coletadas com o ruído contralateral. O procedimento foi repetido nesta mesma ordem para a segunda orelha a ser testada.

Em todas as coletas, a janela de análise foi de 4-20 ms. O nível de intensidade do clique de banda larga foi mantido entre 60-65 dBNPS peq com 100 registros coletados, tanto para a estimulação com o clique linear como para com o clique não linear, nas condições com e sem ruído contralateral. O estímulo supressor contralateral aplicado foi ruído branco, apresentado a 60-65 dBNPS.

O efeito inibitório foi calculado para cada modo de estimulação (linear e não linear) por meio da subtração da resposta obtida na condição com ruído da resposta sem ruído. Para a análise estatística do conjunto de dados foram utilizadas as técnicas estatísticas exploratórias dos dados por meio das medidas de tendência central e Análise de Variância com Medidas Repetidas (ANOVA).

Foi adotado o nível de significância de 0,05 (ou 5%).

Resultados

Os resultados da análise das EOAT foram apresentados na figura 1. Como pode ser observado, não houve diferença estatística entre as variáveis: orelhas direita e esquerda ($p > 0,05$), independentemente do estímulo utilizado (clique linear ou não linear), entre gênero, estímulo contralateral (na presença ou ausência deste), ou grupo (neonatos nascidos a termo ou prematuros).

No grupo de neonatos prematuros, as respostas obtidas com cliques não lineares foram maiores para o gênero feminino, embora não houvesse diferença estatística (fig. 1). No entanto, houve diferença significativa entre os gêneros para respostas obtidas com clique linear, sendo que o gênero feminino novamente apresentou respostas mais robustas ($p < 0,05$).

Quanto ao efeito inibitório da via eferente sobre as emissões otoacústicas (tabelas 1 e 2), não houve diferença significativa entre os gêneros e entre orelhas, tanto para o estímulo linear quanto para o não linear.

Como pode ser observado na figura 2, houve diferença significativa entre os grupos termo e prematuro, somente em estimulação com clique não linear ($p = 0,012$).

Discussão

O efeito inibitório da via eferente nas EOAT foi menor no grupo prematuro comparado ao grupo termo, quando foi utilizado o clique não linear ($p = 0,012$), e sem diferença significativa entre os grupos termo e prematuro para o estímulo clique linear ($p = 0,28$).

Esta diferença observada entre o grupo termo e prematuro, ou seja, a ocorrência do efeito inibitório menor no grupo prematuro, poderia ser interpretada como maturacional. Estudos realizados com crianças prematuras avaliadas em idade escolar evidenciaram pior desempenho na avaliação do processamento auditivo¹⁵ e, também, efeito de supressão

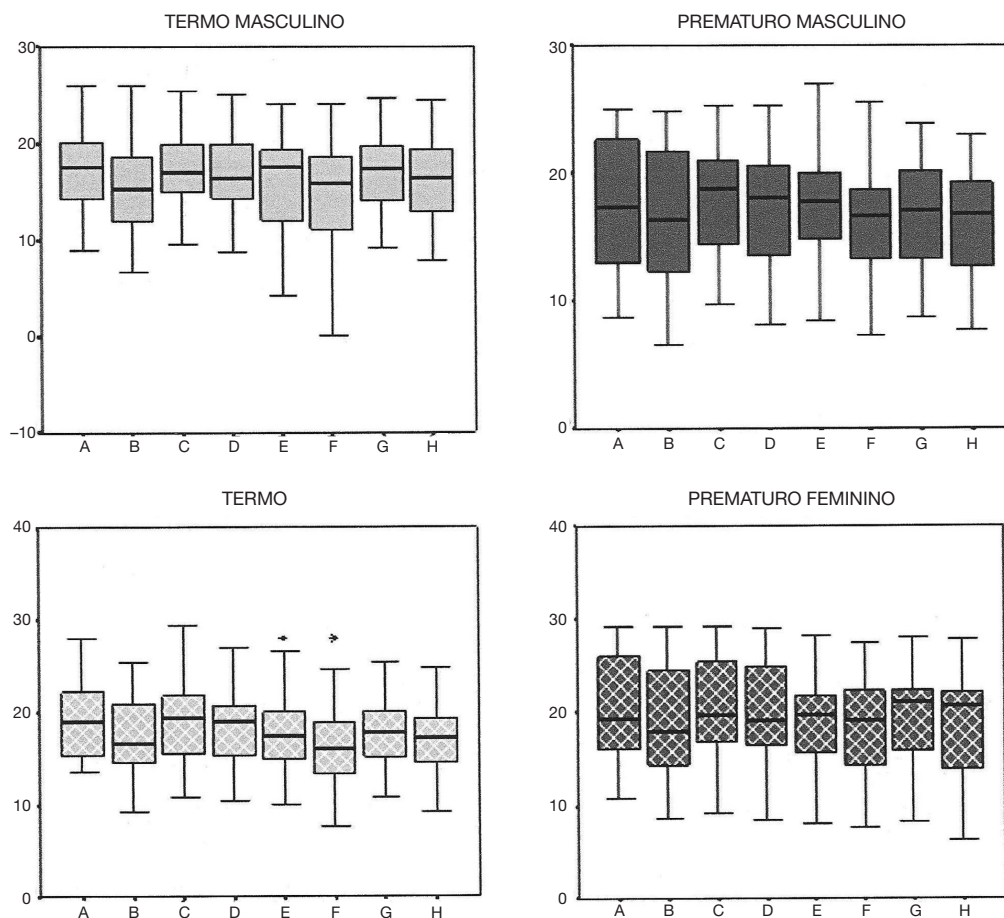


Figura 1 Níveis de respostas das EOATS (dB NPS) para estímulo cliques linear e não linear apresentados a 60 dB NPS, por gênero, orelha e presença do ruído contralateral, para o grupo termo e grupo prematuro. A, Orelha direita, clique não linear com ruído contralateral; B, Orelha direita, clique não linear sem ruído contralateral; C, Orelha direita, clique linear com ruído contralateral; D, Orelha direita, clique linear sem ruído contralateral; E, Orelha esquerda, clique não linear com ruído contralateral; F, Orelha esquerda, clique não linear sem ruído contralateral; G, Orelha esquerda, clique linear com ruído contralateral; H, Orelha esquerda, clique linear sem ruído contralateral. Comparação entre orelha direita e orelha esquerda sem diferença ($p > 0,05$); Comparação entre gêneros: amplitude para clique linear maior para o gênero feminino ($p < 0,05$).

reduzido.¹⁴ Dessa forma, podemos sugerir que o efeito de supressão menor observado no grupo de crianças nascidas prematuras poderia, no futuro, estar associado à dificuldade nas habilidades auditivas de localização da fonte sonora e desempenho em tarefas de discriminação auditiva, bem como ao transtorno do processamento auditivo e¹⁶⁻¹⁸ dificuldades de aprendizagem e^{19,20} de linguagem.²¹ Portanto, a identificação da ocorrência de um efeito inibitório mínimo ou ausente em recém-nascidos atuaria como um marcador para risco de alterações auditivas e suas consequências, sugerindo um acompanhamento mais de perto desta população.

Considerando a prematuridade como um fator de risco para neuropatia auditiva, um estudo histológico *post-mortem* em recém-nascidos prematuros (26 a 36 semanas) revelou uma ocorrência maior de alterações no padrão histopatológico das células ciliadas internas, comparados a um grupo controle.²² Os autores atribuíram, teoricamente, à perda seletiva de células ciliadas internas uma provável causa da neuropatia em prematuros. Os autores discutem, também, que uma provável ocorrência de emissões otoacústicas nestes casos poderia estar relacionada ao fato de o sistema do amplifica-

dor coclear estar preservado, inclusive a estria vascular, possibilitando o mecanismo das células ciliadas externas.²² Esta condição encontrada é um fator a mais em favor da avaliação do sistema eferente em bebês prematuros.

No presente estudo, avaliando um grupo de recém-nascidos prematuros na idade gestacional corrigida entre 37 e 41 semanas, foi evidenciada diferença no efeito de supressão quando comparado ao grupo de RN a termo. Ao realizar a avaliação com a idade corrigida, considerou-se que ambos os grupos teriam iguais condições de maturação para gerar o mesmo nível de efeito de supressão. Estudos em neonatos a termo e em prematuros atestam a ocorrência deste efeito,^{11,12} observada em prematuros a partir de 32 semanas de idade gestacional, alcançando valores de efeito inibitório semelhantes aos de adultos e a partir de 37 semanas de idade gestacional.¹² Entretanto, no presente estudo, a diferença entre o grupo prematuro e o controle continuou havendo, mesmo com o cuidado de avaliar os prematuros na idade gestacional corrigida.

Outros trabalhos^{7,9,23,24} descreveram presença de efeito inibitório com supressão média de 1 a 2 dBNS, concordando

Tabela 1 Efeito inibitório eferente das EOAT com cliques linear e não linear (dBNPS), para neonatos a termo

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	n	95% IC
Termo - Masculino							
<i>Direita</i>							
Não linear	1,58	1,50	1,69	-0,9	6,5	36	1,0-2,1
Linear	0,56	0,50	0,68	-1,4	2,2	36	0,3-0,7
<i>Esquerda</i>							
Não linear	1,19	1,10	1,19	-1,3	4,2	36	0,8-1,6
Linear	0,81	0,60	1,03	-2,0	4,0	36	0,5-1,2
Termo - Feminino							
<i>Direita</i>							
Não linear	1,76	0,90	2,19	-1,3	11,0	36,0	1,0-2,5
Linear	0,77	0,50	0,92	-0,3	4,2	36,0	0,5-1,1
<i>Esquerda</i>							
Não linear	1,38	1,50	0,92	-1,0	3,0	36,0	1,1-1,7
Linear	0,66	0,50	0,85	-0,4	4,3	36,0	0,4-0,9

Efeito inibitório sem diferença estatística entre os gêneros para clique linear ($p = 0,85$), não linear ($p = 0,48$). Efeito inibitório sem diferença estatística entre as orelhas para clique linear ($p = 0,64$) e não linear ($p = 0,15$).

com os achados deste estudo para estímulos não lineares. O equilíbrio na proporção de ausência de efeito inibitório entre os grupos termo e prematuro (fig. 1) está de acordo com o descrito em outro estudo,¹⁰ no qual o efeito inibitório não esteve presente em todos os indivíduos estudados. Em neonatos, o mais provável é que as ausências estejam relacionadas a processos maturacionais.^{6,8,9,11,12}

A comparação entre os estímulos linear e não linear foi adotada para que fosse obtido um perfil da função da via

eferente auditiva de recém-nascidos a termo e de prematuros quando estimulados por clique linear e não linear. Muitos estudos têm adotado o clique linear para verificar o efeito inibitório da via eferente nas emissões otoacústicas.^{16,17,19,24} A justificativa desta escolha é explicada pelo fato de que o clique não linear, pela sua forma de apresentação, reduz a interferência do estímulo, eliminando também partes da resposta. Já o clique linear favorece a verificação do efeito inibitório nas EOAT, possibilitando a avaliação da resposta

Tabela 2 Efeito inibitório eferente das EOAT com cliques linear e não linear (dBNPS), para neonatos prematuros

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	n	95% IC
Prematuro - Masculino							
<i>Direita</i>							
Não Linear	1,02	0,75	1,15	-1,4	3,7	24,0	0,6-1,5
Linear	0,51	0,40	0,49	-0,2	1,9	24,0	0,3-0,7
<i>Esquerda</i>							
Não Linear	0,96	0,90	1,29	-2,2	4,3	24,0	0,4-1,5
Linear	0,81	0,60	0,70	0,0	2,5	22,0	0,5-1,1
Prematuro - Feminino							
<i>Direita</i>							
Não Linear	1,34	0,90	1,30	-0,4	4,0	28,0	0,9-1,8
Linear	0,53	0,30	0,68	-0,3	2,8	27,0	0,3-0,8
<i>Esquerda</i>							
Não Linear	0,75	0,80	0,93	-1,2	3,9	28,0	0,4-1,1
Linear	0,51	0,30	1,06	-0,4	5,1	27,0	0,1-0,9

Efeito inibitório sem diferença estatística entre os gêneros para clique linear ($p = 0,81$), não linear ($p = 0,39$). Efeito inibitório sem diferença estatística entre as orelhas para clique linear ($p = 0,44$) e não linear (0,13).

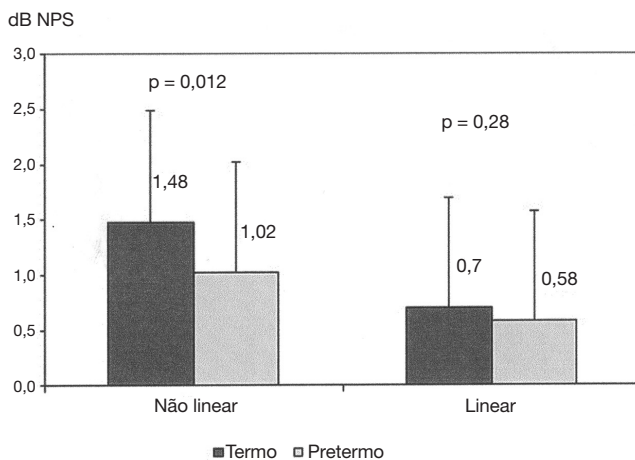


Figura 2 Efeito inibitório eferente: comparação entre neonatos a termo e pré-termo para cliques linear e não linear (média $\pm$ DP).

como um todo.⁴ O presente estudo encontrou maior supressão para o estímulo não linear em comparação ao linear, dados que diferem do encontrado na literatura. A diferença na forma de coleta, ou mesmo na análise, pode justificar esta ocorrência.

O presente estudo possui certas limitações, sendo uma delas o fato de os resultados com o clique linear não terem sido analisados na janela de 8-18 ms, o que, de acordo com a literatura, também poderia evidenciar maior efeito de supressão. Entretanto, nos dois tipos de estímulo empregados (clique linear e não linear), a análise foi feita na mesma janela de resposta (4-20 ms). Além disso, a medida de supressão para o clique linear foi realizada com apresentação alternada do ruído branco a cada dez varreduras de estímulo-resposta. Medidas de efeito inibitório obtidas em coletas alternadas geralmente tendem a apresentar menor amplitude do efeito inibitório.²⁵ Por outro lado, para o clique não linear foi realizada a coleta sem o ruído contralateral em 100 varreduras completas e, depois, a coleta com o ruído contralateral em 100 varreduras. Esta forma de obtenção das respostas pode ter influenciado no resultado final, sugerindo, inclusive, que a coleta alternada com e sem ruído, de dez em dez varreduras, talvez não seja propriamente adequada para esta investigação. Estudos empregando o mesmo estímulo em formas diferentes de apresentação poderiam responder mais adequadamente a essa questão.

Amplitude de resposta das emissões otoacústicas evocadas transientes sem estímulo contralateral

O fato de que bebês recém-nascidos prematuros apresentavam fatores de risco para deficiência auditiva não afetou a integridade das respostas cocleares, uma vez que todos os sujeitos apresentaram EOA em níveis apropriados para a idade. A distribuição dos resultados de níveis de resposta de emissões otoacústicas analisados na resposta geral revelou, na amostra estudada, certa homogeneidade de resposta em ambos os grupos, com desvio padrão de mesma magnitude nas diferentes medidas. Os níveis de resposta foram elevados, em média, entre 15,09-17,21 dB NPS, para recém-nas-

cidos masculinos, e entre 16,25-19,24 dB NPS para recém-nascidos do gênero feminino, mesmo tendo sido medidos com estímulo em nível de intensidade menor que o habitual, indicando função coclear normal nos prematuros. A intensidade do clique em 60 dB pico equivalente foi escolhida com base em estudos anteriores realizados em seres humanos,^{3,10,26} com o objetivo de descartar a possibilidade de envolvimento de mecanismos da orelha média na medida do efeito inibitório.

O fato de não haver diferença estatística entre os grupos de neonatos a termo e prematuros, em relação ao nível de resposta das EOAT, concorda com a literatura.¹³ Foi identificada uma diferença entre os gêneros nas respostas das EOAT, que foi maior em meninas nascidas a termo, em comparação aos meninos do mesmo grupo, quando utilizado estímulo clique não linear. No grupo prematuro também houve respostas mais robustas para meninas em comparação aos meninos, muito embora esta última diferença não tenha sido significativa. A maior parte da literatura consultada também mostra uma tendência a amplitudes mais elevadas de EOA no gênero feminino, em população neonatal.^{6-8,10} No entanto, alguns estudos com diferentes dimensionamentos de amostras não evidenciaram essa tendência.^{13,27,28}

Conclusão

Os resultados do presente estudo evidenciam efeito inibitório reduzido do sistema olivococlear em prematuros, quando avaliado por EOAT com estímulo clique não linear. Assim, em vista do envolvimento das vias eferentes em tarefas de processamento dos estímulos auditivos, reforçamos a indicação do monitoramento das habilidades auditivas de recém-nascidos prematuros nos primeiros anos de vida. A realização de futuros estudos longitudinais permitiria analisar o impacto deste efeito inibitório reduzido no desenvolvimento da comunicação.

Financiamento

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; Grant nº 01/09605-5).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Soleimani F, Zaheri F, Abdi F. Long-term neurodevelopmental outcomes after preterm birth. *Iran Red Crescent Med J.* 2014;16:e17965, <http://dx.doi.org/10.5812/ircmj.17965>.
2. Bradford BC, Baudin J, Conway MJ, Hazell JW, Stewart AL, Reynolds EO1. Identification of sensory neural hearing loss in very preterm infants by brainstem auditory evoked potentials. *Arch Dis Child.* 1985;60:105-9.
3. Hood LJ, Berlin CI, Hurley A, Cecola RP, Bell B. Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions in humans: intensity effects. *Hear Res.* 1996;101:113-8.

4. Guinan JJ. Olivocochlear efferents: anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear Hear.* 2006;27:589-607.
5. Berlin CI, Hood LJ, Wen H, Szabo P, Cecola RP, Rigby P, et al. Contralateral suppression of non-linear click-evoked otoacoustic emissions. *Hear Res.* 1993;71:1-11.
6. Amorim AM, Lewis DR, Rodrigues GRI, Fiorini AC, Azevedo MF. Efeito de supressão das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente em lactentes de risco para perda auditiva nascidos pré-termo. *Rev CEFAC.* 2010;12:749-55.
7. Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of otoacoustic emission in neonates. *Int J Audiol.* 2002;41:211-5.
8. Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions in neonates at risk for hearing loss. *J Commun Dis.* 2008;41:70-83.
9. Morlet T, Hamburger A, Kuint J, Ari-Even Roth D, 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.
10. Ryan S, Piron JP. Functional maturation of the medial olivocochlear system in human neonates. *Acta Otolaryngol.* 1994;114:485-9.
11. Gkoritsa E, Korres S, Segas I, Xenelis I, Apostolopoulos N, Ferekidis E. Maturation of the auditory system 2. Transient otoacoustic emission suppression as an index of the medial olivocochlear bundle maturation. *Int J Audiol.* 2007;46:277-86.
12. Chabert R, Guitton MJ, Amram D, Uziel A, Pujol R, LallemandtJG, et al. Early maturation of evoked otoacoustic emissions and medial olivocochlear reflex in preterm neonates. *Pediatr Res.* 2006;59:305-8.
13. Gkoritsa E, Korres S, Psarommatis I, Tsakanikos M, Apostolopoulos N, Ferekidis E. Maturation of the auditory system 1. Transient otoacoustic emissions as an index of inner ear maturation. *Int J Audiol.* 2007;46:271-6.
14. Durante AS, Mariano S, de Souza Pires M, Pachi P. School-age outcomes in preterm children born with risk factors for hearing loss: contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Audiol Neurotol Extra.* 2012;2:1-8.
15. Gallo J, Dias KZ, Pereira LD, Azevedo MF, Sousa EC. Avaliação do processamento auditivo em crianças nascidas pré-termo. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;23:95-101.
16. Muchnik C, Roth DA, Othman-Jebara R, Putter-Katz H, Shab-tai EL, Hildessheimer M. Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory processing disorders. *Audiol Neurotol.* 2004;9:107-14.
17. Sanches SGG, Carvalho RMM. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in children with auditory processing disorder. *Audiol Neurotol.* 2006;11:366-72.
18. Yalçinkaya F, Yilmaz ST, Muluk NB. Transient evoked otoacoustic emissions and contralateral suppressions in children with auditory listening problems. *Auris Nasus Larynx.* 2010;37:47-54.
19. Garinis AC, Glatke T, Cone-Wesson BK. TEOAE suppression in adults with learning disabilities. *Int J Audiol.* 2008;47:607-14.
20. Angeli ML, Almeida CI, Sens PM. Estudo comparativo entre o aproveitamento escolar de alunos de escola de 1º grau e teste de inibição das emissões otoacústicas transientes. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74:112-7.
21. Clarke EM, Ahmmed A, Parker D, Adams C. Contralateral suppression of otoacoustic emissions in children with specific language impairment. *Ear Hear.* 2006;27:153-60.
22. Amatuzzi M, Liberman MC, Northrop C. Selective inner hair cell loss in prematurity: a temporal bone study of infants from a neonatal intensive care unit. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2011;12:595-604.
23. De Ceulaer G, Yperman M, Daemers K, Van Driessche K, Somers T, Offeciers F, et al. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions: normative data for a clinical test set-up. *Otol Neurotol.* 2001;22:350-5.
24. Guinan JJ Jr. Cochlear efferent innervation and function. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;18:447-53.
25. Sanches SGG. [Dissertação] Efeito de supressão das emissões otoacústicas transientes em crianças com distúrbio do processamento auditivo. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2003.
26. Veuillet E, Duverdy-Bertholon F, Collet L. Effect of contralateral acoustic stimulation on the growth of click-evoked otoacoustic emissions in humans. *Hear Res.* 1996;93:128-35.
27. Collet L, Veuillet E, Bene J, Morgon A. Effects of contralateral white noise on click-evoked emissions in normal and sensorineural ears: towards an exploration of the medial olivocochlear system. *Audiology.* 1992;31:1-7.
28. Cavalcante JM, Isaac ML. Análise das emissões otoacústicas transientes em recém-nascidos a termo e pré-termo. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013;79:582-8.