

Sistema auditivo eferente: efeito no processamento auditivo

Efferent auditory system: its effect on auditory processing

Fernanda Acaui Ribeiro Burguetti¹, Renata Mota Mamede Carvalho²

Palavras-chave: criança, emissões otoacústicas espontâneas, reflexo acústico, testes auditivos, transtornos da audição.

Keywords: reflex, otoacoustic emissions, hearing tests, spontaneous, hearing disorders.

Resumo / Summary

O processamento da informação sonora depende da integridade das vias auditivas aferentes e eferentes. O sistema auditivo eferente pode ser avaliado por meio dos reflexos acústicos e da supressão das emissões otoacústicas. **Objetivo:** Verificar a atividade do sistema auditivo eferente, por meio da supressão das emissões otoacústicas (EOA) e da sensibilização do reflexo acústico no distúrbio de processamento auditivo. **Casística e Método:** Estudo prospectivo: 50 crianças com alteração de processamento auditivo (grupo estudo) e 38 sem esta alteração (grupo controle), avaliadas por meio das EOA na ausência e presença de ruído contralateral e da pesquisa dos limiares do reflexo acústico na ausência e presença de estímulo facilitador contralateral. **Resultados:** O valor médio da supressão das EOA foi de até 1,50 dB para o grupo controle e de até 1,26 dB para o grupo estudo. O valor médio da sensibilização dos reflexos foi de até 14,60 dB para o grupo estudo e de até 15,21 dB para o grupo controle. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as respostas dos grupos controle e estudo em ambos os procedimentos. **Conclusão:** O grupo estudo apresentou valores reduzidos na supressão das EOA e valores aumentados na sensibilização do reflexo acústico, em relação ao grupo controle.

Auditory processing depends on afferent and efferent auditory pathways integrity. The efferent auditory system may be assessed in humans by two non-invasive and objective methods: acoustic reflex and otoacoustic emissions suppression. **Aim:** Analyze the efferent auditory system activity by otoacoustic emission suppression and acoustic reflex sensitization in human subjects with auditory processing disorders. **Method:** Prospective study: fifty children with auditory processing disorders (study group) and thirty-eight children without auditory processing disorders (control group) were evaluated using otoacoustic emission with and without contralateral noise; and acoustic reflex with and without contralateral facilitating stimuli. **Results:** OAE suppression mean value was equal to or less than 1.50 dB for the control group, and equal to or less than 1.26 dB for the study group. The mean sensitization reflex value was equal to or less than 14.60 dB for the study group and equal to or less than 15.21 dB for the control group. There was no statistically significant difference between the responses from the control group and the study group in both procedures. **Conclusion:** The study group had lower OAE suppression values and higher acoustic reflex sensitization values when compared to the control group.

¹ Doutorado, Pesquisadora do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Audição Humana da FMUSP.

² Livre Docência, Professora Associada do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da USP.
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência: Fernanda Acaui Ribeiro Burguetti - R. Dr José Francisco Graziosi 98 apto. 31 Jardim Judith Sorocaba SP 18047-201.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 12 de junho de 2007. cod.4598

Artigo aceito em 25 de agosto de 2007.

INTRODUÇÃO

O sistema auditivo é constituído por vias auditivas aferentes e eferentes que atuam integradamente. Nos níveis inferiores, as fibras eferentes partem, predominantemente, do núcleo do complexo olivar superior, e dirigem-se até a cóclea, denominando-se, por esta razão, trato olivococlear eferente ou sistema medial eferente. Embora o papel do feixe olivococlear, no desempenho auditivo, não esteja totalmente definido, algumas funções têm sido atribuídas ao sistema medial olivococlear (SMOC): localização da fonte sonora, atenção auditiva, melhora da sensibilidade auditiva, melhora na detecção de sinais acústicos na presença de ruído e função de proteção^{1,2,3}.

É possível ativar as vias auditivas eferentes por meio de estímulos elétricos e acústicos em animais^{4,5}, enquanto que em seres humanos, esta ativação é possível por meio de dois métodos objetivos e não-invasivos: a pesquisa dos reflexos acústicos e a supressão das emissões otoacústicas (EOA)⁶.

A obtenção dos limiares dos reflexos acústicos permite avaliar o papel da via eferente no controle do estado mecânico da orelha média, e permite, ainda, a obtenção de informações das vias auditivas na altura do tronco encefálico. Atualmente, o limiar de reflexos acústicos pode ser reduzido por meio de um estímulo facilitador de alta frequência apresentado antes ou simultaneamente a um tom ativador do reflexo (sensibilização)⁷. A significância funcional da sensibilização do reflexo acústico seria a de proporcionar melhora do sinal no ruído em condições complexas da audição por meio da atenuação do reflexo nas baixas frequências.⁸

A supressão é a atenuação das respostas de EOA na presença de ruído contralateral que ocorre devido à ação das fibras do trato olivococlear medial, por meio de sinapses nas células ciliadas externas, atenuando o ganho da amplificação coclear, e reduzindo, conseqüentemente, a movimentação da membrana coclear⁹.

Alguns autores ressaltaram a importância da supressão das EOA na avaliação do complexo olivococlear em crianças com distúrbio de processamento auditivo, uma vez que este complexo desempenha um papel importante na audição com ruído¹⁰. Uma das principais queixas de indivíduos com alteração de processamento auditivo consiste na dificuldade de inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos. Estudos sobre supressão mostram que esta população apresenta menor ou nenhuma supressão das EOA, sugerindo redução do efeito inibitório do sistema eferente^{11,12}.

A Conferência de Consenso sobre o Diagnóstico dos Distúrbios de Processamento Auditivo em Crianças em Idade Escolar (Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-aged Children, 2000) reafirma a indicação de procedimentos eletroacústi-

cos (EOA e imitanciometria), além dos comportamentais e dos eletrofisiológicos, para maior precisão no diagnóstico de distúrbio de processamento auditivo¹³. A introdução destes procedimentos de avaliação pode contribuir para o avanço do conhecimento da função eferente em crianças com alteração de processamento, caracterizada por prejuízo das habilidades de figura-fundo e de fechamento auditivo.

A hipótese que norteou este estudo foi a de que, por apresentar dificuldade de compreensão de fala na presença de som competitivo, indivíduos com alteração de processamento auditivo poderiam apresentar redução na atividade do sistema auditivo eferente, evidenciada pela mudança no padrão de respostas da supressão das emissões otoacústicas e da sensibilização do reflexo acústico.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo verificar a atividade do sistema auditivo eferente por meio da supressão das emissões otoacústicas e da sensibilização do reflexo acústico, em indivíduos com alteração de processamento auditivo.

CASUÍSTICA E MÉTODO

Estudo prospectivo, no qual foram avaliados 88 participantes na faixa etária de 09 a 10 anos de idade, dos gêneros masculino e feminino, no Serviço de Audiologia Clínica do Centro de Docência e Pesquisa em Fonoaudiologia da Instituição. O critério de inclusão para o Grupo Controle (GC) foi avaliação de processamento auditivo normal, e para o Grupo Estudo (GE), foi o diagnóstico de distúrbio de processamento auditivo caracterizada pela alteração das habilidades de figura-fundo e de fechamento auditivo, identificada pela alteração dos testes Fala com Ruído¹⁴ e Dicótico de Dissílabos Alternados - SSW¹⁵. Neste estudo, a obrigatoriedade de alteração nestes dois testes foi determinada pelo fato de avaliarem a compreensão de fala na presença de som competitivo.

Os indivíduos apresentaram limiares auditivos normais (até 20 dBNA, nas frequências entre 250 e 8000Hz), logaudiometria compatível com limiares tonais, e timpanometria dentro dos padrões da normalidade. Foram compostos dois grupos de indivíduos: Grupo controle (GC), composto por 38 crianças (18 do gênero masculino e 20 do gênero feminino) e Grupo estudo (GE), composto por 50 crianças (26 do gênero masculino e 24 do gênero feminino). Os indivíduos receberam orientação, em conjunto com os pais ou responsáveis, sobre os procedimentos da pesquisa, e concordaram em participar mediante assinatura em termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pela Comissão de Ética da Instituição, sob protocolo nº 145/03.

Os equipamentos utilizados para a avaliação do processamento auditivo foram o Audiômetro GSI 61 - Grason Stadler, fones Telephonics TDH 50P, CD player portátil Panasonic SL- S125 e Compact disc com os testes

para a avaliação do PA, elaborados por Pereira e Schochat (1997). Para as medidas imitanciométricas foi utilizado o Analisador de Orelha Média GSI 33 - Grason Stadler Versão 2 e para a supressão das emissões otoacústicas foi utilizado o Analisador de Emissões Cocleares ILO 92 - OTODYNAMICS versão 5,61, acoplado a um microcomputador IBM, processador Pentium IV e monitor colorido.

Os sujeitos foram submetidos à meatoscopia, audiometria tonal limiar, logaudiometria, timpanometria com frequência de sonda de 226Hz, pesquisa dos limiares dos reflexos acústicos ipsi e contralaterais, e avaliação de Processamento Auditivo. A seguir, foram aplicados os testes eletroacústicos estudados, especificamente: supressão das emissões otoacústicas e sensibilização do reflexo acústico.

Supressão das EOA

Os exames foram realizados com o paciente sentado em uma poltrona confortável no interior da cabina acústica. A primeira orelha avaliada foi selecionada aleatoriamente, e as respostas colhidas após adaptação da sonda.

Para a realização da supressão das EOA foi utilizado como estímulo ativador os “clicks”, e como estímulo supressor o ruído branco (white noise), gerado pelo canal B do equipamento, apresentado na orelha contralateral, na intensidade de 60 a 65 dB, na modalidade “Lyon Mode”, com relação sinal/ ruído entre 0 e 5 dB, e janela de 20 milissegundos (Figura 1).

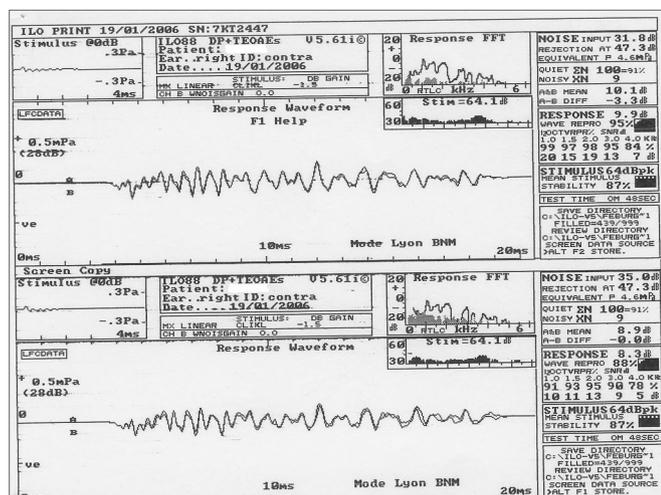


Figura 1. Emissões otoacústicas na ausência e na presença de ruído branco contralateral - Fonte: Centro de Docência e Pesquisa - Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional - FMUSP

A modalidade Lyon Mode permite a coleta automática de respostas alternadas com e sem ruído de 20 em 20 estímulos, por meio de 200 varreduras de estímulos lineares. Esta modalidade foi utilizada por permitir uma medida rápida e sem necessidade de ajustes na sonda e

no equipamento para as condições sem e com ruído.

Após a coleta das respostas, foram analisadas, separadamente, as respostas com e sem ruído competitivo, considerando-se os resultados da resposta geral (Response) em nível de intensidade acima do ruído de fundo. Para o cálculo da supressão, os valores de Response obtidos na ausência de ruído foram subtraídos daqueles obtidos na presença de ruído, nos dois grupos estudados. Para a análise dos resultados foram considerados os valores positivos de supressão.

Sensibilização do reflexo acústico

Para a realização da sensibilização do reflexo acústico (SRA) foram determinados os limiares de reflexos acústicos ipsilaterais, em intervalos de 2 em 2 dB, sem estímulo facilitador, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz. E, a seguir, foram obtidos os limiares de reflexos acústicos ipsilaterais com estímulo facilitador contralateral (tom puro na frequência de 6000Hz), na intensidade em que foi determinado o limiar sem o estímulo facilitador (Figura 2).

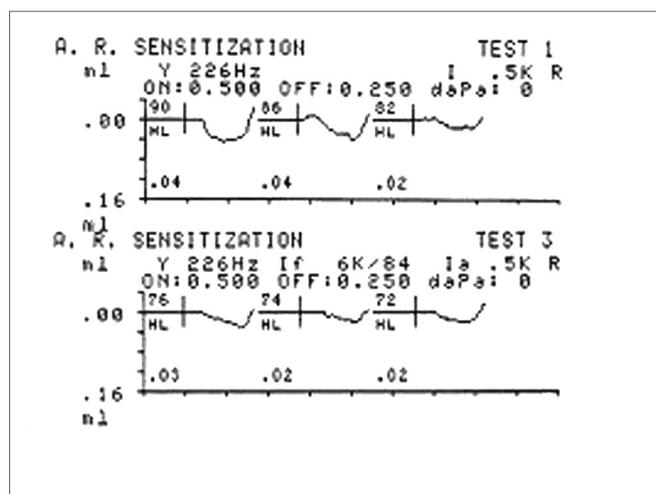


Figura 2. Reflexo acústico na ausência e na presença de estímulo facilitador de 6 kHz - Fonte: Centro de Docência e Pesquisa - Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional - FMUSP

Nos casos de ausência de reflexo acústico, foi apresentado o estímulo facilitador na intensidade máxima do equipamento (114 dB), e realizada a pesquisa da SRA, conforme descrito acima.

Ao final da coleta, foram analisados os limiares de reflexo acústico ipsilaterais, com e sem estímulo facilitador contralateral. Esta análise foi realizada por meio da comparação dos limiares do reflexo acústico sem estímulo facilitador subtraídos dos limiares de reflexo com o facilitador contralateral, nos dois grupos estudados.

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada por meio do Teste de Wilcoxon e do Teste de

Mann-Whitney. Foi definido, para a análise de inferência estatística, um nível de significância de 0,05. Os valores estatisticamente significantes foram assinalados com asterisco (*), e os valores com tendência à diferença foram assinalados com (#).

RESULTADOS

Estudo comparativo entre orelhas para o efeito de supressão das EOAT

Não foi encontrada diferença média estatisticamente significativa entre as orelhas direita (OD) e esquerda (OE) para o efeito de supressão em ambos os grupos (Tabela 1). No entanto, houve vantagem da orelha direita no grupo controle e da orelha esquerda no grupo estudo. Sendo assim, para as próximas análises os valores de OD e de OE foram agrupados.

Tabela 1. Análise comparativa entre os valores de supressão das EOA das orelhas direita (OD) e esquerda (OE) nos grupos controle e estudo.

| Supressão das EOA (em dB) | Grupo controle | | Grupo estudo | |
|------------------------------|----------------|------|--------------|------|
| | OD | OE | OD | OE |
| Média | 1,58 | 1,42 | 1,10 | 1,45 |
| Mediana | 1,60 | 1,10 | 0,75 | 1,20 |
| Desvio Padrão | 0,84 | 0,96 | 0,84 | 0,93 |
| Quartil 1 | 0,88 | 0,70 | 0,40 | 0,85 |
| Quartil 3 | 2,08 | 1,90 | 1,78 | 1,80 |
| Tamanho | 12 | 13 | 14 | 11 |
| Intervalo de Confiança | 0,48 | 0,52 | 0,44 | 0,55 |
| p-valor | 0,929 | | 0,528 | |

Tabela 2. Análise comparativa entre os valores de supressão de EOA dos gêneros feminino (F) e masculino (M) nos grupos controle e estudo.

| Supressão das EOA (em dB) | Grupo controle | | Grupo estudo | |
|------------------------------|----------------|------|--------------|------|
| | F | M | F | M |
| Média | 1,48 | 1,54 | 1,57 | 0,85 |
| Mediana | 1,30 | 1,30 | 1,45 | 0,60 |
| Desvio Padrão | 0,96 | 0,76 | 0,90 | 0,69 |
| Quartil 1 | 0,73 | 1,00 | 0,85 | 0,30 |
| Quartil 3 | 1,98 | 2,10 | 1,88 | 1,15 |
| Tamanho | 18 | 7 | 14 | 11 |
| Intervalo de Confiança | 0,44 | 0,56 | 0,47 | 0,41 |
| p-valor | 0,650 | | 0,032* | |

Estudo comparativo entre gêneros para o efeito de supressão de EOAT

No grupo controle, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os gêneros, para supressão. No grupo estudo, houve diferença estatisticamente significativa entre os gêneros, com valores médios maiores de supressão de EOAT para o gênero feminino (Tabela 2).

Estudo comparativo entre os grupos controle e estudo para supressão das EOA

Não houve diferença estatística entre os grupos. No entanto, os valores de supressão obtidos no grupo controle foram maiores em relação aos do grupo estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Análise comparativa entre os valores de supressão de EOA dos grupos controle (GC) e estudo (GE).

| Supressão das EOA (em dB) | GC | GE |
|---------------------------|-------|------|
| Média | 1,50 | 1,26 |
| Mediana | 1,30 | 1,00 |
| Desvio Padrão | 0,89 | 0,88 |
| Quartil 1 | 0,80 | 0,60 |
| Quartil 3 | 2,00 | 1,80 |
| Tamanho | 25 | 25 |
| Intervalo de Confiança | 0,35 | 0,34 |
| p-valor | 0,277 | |

Estudo comparativo entre orelhas para a sensibilização do reflexo acústico

No grupo controle houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas direita e esquerda somente na frequência de 2000Hz. No grupo estudo, não houve diferença entre as orelhas, para SRA (Tabela 4). Uma vez que a diferença estatística foi encontrada em apenas uma comparação, os resultados das duas orelhas foram unificados para as análises de SRA seguintes.

Estudo comparativo entre gêneros para a sensibilização do reflexo acústico

No grupo controle, não houve diferença estatisticamente significativa entre os gêneros. No grupo estudo, houve tendência à diferença somente na frequência de 2000Hz. Os valores médios de SRA do gênero feminino foram maiores em relação ao masculino (Tabela 5).

Estudo comparativo entre os grupos para sensibilização do reflexo acústico

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo, em todas as frequências estudadas. Os valores médios obtidos para SRA foram maiores para o grupo estudo, em relação ao grupo controle, em todas as frequências pesquisadas, exceto em 500Hz (Tabela 6).

Tabela 4. Análise comparativa entre os valores de sensibilização do reflexo acústico das orelhas direita (OD) e esquerda (OE) dos grupos controle e estudo.

| SRA (em dB) | | Média | Mediana | Desvio Padrão | Quartil 1 | Quartil 3 | Tamanho | IC | p-valor | |
|----------------|---------|-------|---------|---------------|-----------|-----------|---------|------|---------|--------|
| Grupo controle | 500 Hz | OD | 13,91 | 10,00 | 13,54 | 5,00 | 15,00 | 23 | 5,54 | 0,756 |
| | | OE | 9,91 | 9,00 | 7,70 | 4,00 | 12,00 | 22 | 3,22 | |
| | 1000 Hz | OD | 9,71 | 8,00 | 8,47 | 4,00 | 12,00 | 21 | 3,62 | 0,439 |
| | | OE | 6,24 | 4,00 | 4,94 | 4,00 | 8,00 | 17 | 2,35 | |
| | 2000Hz | OD | 9,44 | 6,00 | 9,20 | 4,00 | 13,00 | 18 | 4,25 | 0,018* |
| | | OE | 7,38 | 6,00 | 5,69 | 2,00 | 11,00 | 16 | 2,79 | |
| 4000 Hz | OD | 10,17 | 8,00 | 8,16 | 5,50 | 11,50 | 12 | 4,61 | 0,674 | |
| | OE | 8,27 | 8,00 | 5,18 | 5,00 | 10,00 | 15 | 2,62 | | |
| Grupo estudo | 500Hz | OD | 12,43 | 8,00 | 11,20 | 6,00 | 13,00 | 35 | 3,71 | 0,976 |
| | | OE | 11,41 | 6,00 | 11,20 | 4,00 | 14,00 | 32 | 3,88 | |
| | 1000Hz | OD | 9,90 | 6,00 | 11,09 | 2,50 | 13,00 | 30 | 3,97 | 0,419 |
| | | OE | 8,69 | 8,00 | 7,29 | 4,50 | 9,50 | 26 | 2,80 | |
| | 2000Hz | OD | 10,93 | 8,00 | 12,37 | 4,00 | 10,00 | 29 | 4,50 | 0,234 |
| | | OE | 8,30 | 8,00 | 6,34 | 4,00 | 10,00 | 27 | 2,39 | |
| 4000Hz | OD | 11,30 | 8,00 | 12,02 | 4,00 | 15,00 | 27 | 4,53 | 0,755 | |
| | OE | 9,84 | 8,00 | 10,37 | 4,00 | 12,00 | 25 | 4,07 | | |

Legenda: IC = intervalo de confiança

Tabela 5. Análise comparativa entre os valores de sensibilização do reflexo acústico dos gêneros feminino (F) e masculino (M) dos grupos controle e estudo.

| SRA (em dB) | | Média | Mediana | Desvio Padrão | Quartil 1 | Quartil 3 | Tamanho | IC | p-valor | |
|----------------|---------|-------|---------|---------------|-----------|-----------|---------|------|---------|--------|
| Grupo controle | 500 Hz | F | 9,18 | 10,00 | 5,83 | 4,00 | 10,00 | 17 | 2,77 | 0,571 |
| | | M | 13,64 | 9,00 | 13,20 | 4,00 | 16,00 | 28 | 4,89 | |
| | 1000 Hz | F | 7,83 | 7,00 | 4,39 | 4,00 | 10,50 | 12 | 2,48 | 0,464 |
| | | M | 8,31 | 5,00 | 8,31 | 4,00 | 10,00 | 26 | 3,19 | |
| | 2000Hz | F | 6,55 | 4,00 | 5,07 | 4,00 | 7,00 | 11 | 2,99 | 0,423 |
| | | M | 9,39 | 6,00 | 8,64 | 3,00 | 15,00 | 23 | 3,53 | |
| 4000 Hz | F | 8,44 | 6,00 | 9,53 | 4,00 | 6,00 | 9 | 6,22 | 0,101 | |
| | M | 9,44 | 8,00 | 4,84 | 8,00 | 10,00 | 18 | 2,24 | | |
| Grupo estudo | 500 Hz | F | 14,39 | 8,00 | 14,49 | 5,00 | 19,00 | 31 | 5,10 | 0,756 |
| | | M | 9,83 | 10,00 | 6,60 | 4,00 | 12,00 | 36 | 2,15 | |
| | 1000 Hz | F | 12,20 | 8,00 | 12,26 | 4,00 | 14,00 | 25 | 4,81 | 0,105 |
| | | M | 7,03 | 6,00 | 5,58 | 4,00 | 8,00 | 31 | 1,97 | |
| | 2000Hz | F | 12,48 | 8,00 | 12,48 | 5,00 | 15,00 | 27 | 4,71 | 0,052# |
| | | M | 7,29 | 6,00 | 5,82 | 4,00 | 8,00 | 28 | 2,15 | |
| 4000 Hz | F | 13,35 | 8,00 | 15,25 | 4,00 | 15,00 | 23 | 6,23 | 0,413 | |
| | M | 8,41 | 8,00 | 5,79 | 4,00 | 12,00 | 29 | 2,11 | | |

Legenda: IC = intervalo de confiança

Tabela 6. Análise comparativa entre os valores de sensibilização do reflexo acústico (SRA) dos grupos controle (GC) e estudo (GE).

| SRA (em dB) | 500Hz | | 1000Hz | | 2000Hz | | 4000Hz | |
|---------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | GE | GC | GE | GC | GE | GC | GE | GC |
| Média | 11,94 | 11,96 | 9,34 | 8,16 | 9,66 | 8,47 | 10,60 | 9,11 |
| Mediana | 8,00 | 10,00 | 6,00 | 6,00 | 8,00 | 6,00 | 8,00 | 8,00 |
| Desvio Padrão | 11,13 | 11,14 | 9,45 | 7,24 | 9,94 | 7,71 | 11,17 | 6,59 |
| Quartil 1 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 5,00 |
| Quartil 3 | 14,00 | 14,00 | 10,50 | 10,00 | 10,00 | 13,00 | 12,50 | 10,00 |
| Tamanho | 67 | 45 | 56 | 38 | 56 | 34 | 52 | 27 |
| IC | 2,66 | 3,25 | 2,48 | 2,30 | 2,60 | 2,59 | 3,04 | 2,49 |
| p-valor | 0,979 | | 0,732 | | 0,534 | | 0,963 | |

Legenda: IC = intervalo de confiança

DISCUSSÃO

A partir da hipótese de comprometimento da função auditiva eferente em indivíduos com alteração de processamento auditivo, este estudo foi planejado para identificar diferenças no padrão de respostas auditivas, resultantes da ação eferente, entre crianças com diagnóstico de distúrbio de processamento auditivo e crianças com desenvolvimento auditivo típico. Foram selecionados procedimentos eletroacústicos, cujas respostas foram monitoradas nas condições sem e com ativação da via eferente auditiva. O fato de poderem ser identificadas respostas distintas, entre os grupos estudados, para o efeito da ativação da via eferente nas respostas eletroacústicas de emissões otoacústicas e de reflexos acústicos, pode fornecer pistas sobre diferenças funcionais associadas ao quadro de distúrbio de processamento auditivo.

O interesse deste estudo, em investigar variáveis que diferenciavam respostas eletroacústicas em grupos de crianças com e sem alteração de processamento, foi motivado pelos resultados animadores sobre a investigação da supressão das EOA em grupos semelhantes.

A sensibilização do reflexo acústico tem sido estudada como procedimento de investigação das vias do trato olivococlear medial. Pelo fato de ser, assim como as emissões otoacústicas, um método objetivo e não-invasivo, torna-se importante repensar a sua aplicabilidade clínica, uma vez que permite a avaliação das vias auditivas eferentes por meio do imitanciómetro. Trabalhos com abordagem da imitancimetria em indivíduos com distúrbio de processamento auditivo sugerem que esta população tende a apresentar alteração nos limiares do reflexo acústico, daí a importância de investigação do comportamento desta população em relação à sensibilização do reflexo acústico.

Discussão dos resultados obtidos para supressão de EOAT

Na análise dos resultados obtidos para supressão

de EOAT, não houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas direita e esquerda. No entanto, os valores da orelha direita foram maiores do que os da orelha esquerda, no grupo controle, assim como outros estudos^{16,17}. No grupo estudo, a supressão de EOAT foi maior na orelha esquerda em relação à direita. A não dominância da orelha direita, em relação à esquerda, em indivíduos com alteração de processamento auditivo, pode ser justificada pelo fato de a vantagem da orelha direita ser usualmente interpretada como um reflexo da dominância do hemisfério esquerdo, para o processamento da fala e linguagem e da inibição das vias auditivas ipsilaterais. Uma vez que indivíduos com alteração de processamento auditivo apresentam dificuldade em situações dicóticas, a dominância da supressão na orelha esquerda, em relação à orelha direita, pode significar a não existência da dominância do hemisfério esquerdo^{11,18}.

Na comparação entre gêneros, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os gêneros, para todas as condições de supressão estudadas. No entanto, o grupo controle apresentou valores médios de supressão das EOAT maiores no gênero masculino do que no feminino. No grupo estudo, observou-se valores médios de supressão maiores no gênero feminino do que no masculino, para a supressão. Este dado pode ter relação com o fato de meninos apresentarem maior risco para a alteração de processamento auditivo e de comunicação oral em geral. Uma hipótese hormonal (testosterona) poderia explicar a alta incidência de homens com problemas desenvolvimentais, o que poderia estar associado a um corpo caloso menor. O esplênio (porção posterior do corpo caloso), o qual é responsável pela transmissão auditiva e visual entre os hemisférios, geralmente, é mais largo e bulboso nas mulheres¹⁹. Portanto, as mulheres podem ser capazes de integrar informações visuais e auditivas dos dois hemisférios, mais efetivamente do que os homens, justificando, talvez, a maior redução

das respostas das emissões otoacústicas na presença de ruído contralateral.

Quanto aos valores de supressão encontrados, no grupo controle, o valor médio de supressão foi de 1,50dB e, no grupo estudo, foi de 1,26dB. Analisando-se o desvio padrão, observa-se que a amostra não teve uma distribuição homogênea em ambos os grupos. Na literatura, há variabilidade nos valores de supressão de EOAT, como demonstrado no Quadro 1.

As diferenças dos valores descritos no Quadro 1 podem ser explicadas pela variação dos parâmetros utilizados em cada estudo. Desta forma, os valores de supressão encontrados em cada um dos estudos citados não podem ser diretamente comparados, uma vez que foram obtidos por meio de estímulos e condições diferentes. A não homogeneidade dos valores obtidos para a supressão ocorreu, também, em outro estudo²⁴, no qual os autores verificaram que o mesmo nível de estímulos apresentado na EOA produz diferentes respostas em diferentes indivíduos, e que esta variabilidade intersujeitos será refletida, conseqüentemente, no nível de supressão.

Na comparação entre os grupos controle e estudo, para a supressão, não houve diferença estatisticamente

significante. No entanto, os valores de supressão obtidos no grupo controle foram maiores do que os do grupo estudo, sugerindo diminuição do efeito inibitório do sistema auditivo eferente nas crianças com distúrbio de processamento auditivo, assim como outros estudos^{11,18}. Contudo, a audição é um mecanismo complexo, o qual envolve várias estruturas anatômicas, desde os níveis mais periféricos, como o pavilhão auricular, até os níveis mais centrais, como o córtex auditivo. Dentre estas estruturas envolvidas, cada uma tem um papel específico e determinante no processo da audição. Porém, devido à complexidade do sistema, torna-se impossível atribuir uma única função à determinada estrutura, pois o sistema atua como um todo e, provavelmente, uma habilidade pode ser atribuída a mais de uma estrutura. Sendo assim, a habilidade de compreensão de fala no ruído, embora seja uma das funções atribuídas ao sistema auditivo eferente, seguramente, tem outras estruturas anatômicas envolvidas, como por exemplo, a formação reticular. Evidências sugerem que, quando o sistema de ativação reticular ascendente é estimulado, o córtex torna-se mais alerta e atento. Sendo assim, o sistema tem melhor reação a um estímulo importante do que a um não importante. Este pode ser

Quadro 1. Distribuição dos valores médios de supressão das EOA obtidos em diferentes estudos.

| Autores | Ano | População estudada | Supressão de EOA |
|----------------------|------|-------------------------------------|------------------|
| Musiek et al.20 | 1994 | População geral | 2 a 3 dB |
| Ryan e Kemp21 | 1996 | Audição normal | -2,6 a 3,8 dB |
| Hood et al.22 | 1996 | Audição normal | 0,33 a 1,38 dB |
| Muchnik et al.11 | 2004 | Distúrbio de processamento auditivo | 0,89 a 1,62 dB |
| Kumar e Vanaja23 | 2004 | Crianças sem queixas escolares | 0,87 a 1,6 dB |
| Clarke et al.18 | 2006 | Distúrbio Específico de Linguagem | 2,4 a 2,5 dB |
| Sanches e Carvalho12 | 2006 | Distúrbio de processamento auditivo | 1,04 a 1,39 dB |
| Este estudo | 2007 | Audição normal | 1,31 dB |
| Este estudo | 2007 | Distúrbio de processamento auditivo | 1,11 dB |

Quadro 2. Distribuição dos valores médios de sensibilização do reflexo acústico em diferentes estudos.

| Autores | Ano | População estudada | Sensibilização |
|---------------------|------|-------------------------------------|-----------------|
| Hughes28 | 1954 | Audição normal | 6 dB |
| Deutsch29 | 1973 | Audição normal | 4 a 6 dB |
| Chobot, Wilson30 | 1977 | Audição normal | Até 5 dB |
| Blood, Greenberg 31 | 1981 | Audição normal | 21,9 dB |
| Blood, Greenberg 31 | 1981 | Perda auditiva neurossensorial | 6,1 dB |
| Jeck et al.8 | 1983 | Audição normal | 10 a 12 dB |
| Carvalho e Soares26 | 2004 | Audição normal | 6,7 a 17,2 dB |
| Soares e Carvalho27 | 2006 | Neonatos com audição normal | 7,2 a 21dB |
| Este estudo | 2007 | Audição Normal | 8,71 a 15,21 dB |
| Este estudo | 2007 | Distúrbio de processamento auditivo | 9,28 a 14,60 dB |

um dos mecanismos envolvidos na atenção seletiva e na habilidade de ouvir na presença de ruído²⁵.

Isso poderia dar suporte ao fato de não ter havido diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos para supressão, nos grupos sem e com alteração de processamento auditivo, mesmo com médias de respostas diferentes nos grupos.

Discussão dos resultados obtidos para Sensibilização do Reflexo Acústico

Na análise comparativa entre orelhas direita e esquerda para os valores de sensibilização do reflexo acústico, não houve diferença média estatisticamente significativa no grupo estudo. No grupo controle, foi encontrada diferença estatística entre orelhas apenas na frequência de 2000Hz, sendo que os valores obtidos na orelha direita foram maiores que os da orelha esquerda. Em outro estudo²⁶, não foi observada diferença estatística entre as orelhas dos indivíduos do gênero feminino sem alterações auditivas. No entanto, as médias encontradas para a orelha esquerda foram maiores que as da orelha direita, em todas as frequências pesquisadas.

Na comparação entre gêneros, para sensibilização do reflexo acústico, no grupo controle, houve diferença estatisticamente significativa nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz com valores médios maiores para o gênero masculino. No grupo estudo, houve tendência à diferença na frequência de 2000Hz, sendo que os valores médios obtidos para o grupo feminino foram maiores em relação aos do gênero masculino. Em um estudo²⁷ sobre a sensibilização em neonatos sem risco para alteração auditiva, não foi encontrada diferença entre os gêneros. No entanto, o gênero feminino apresentou médias de sensibilização do que o masculino. As diferenças entre os gêneros, para a sensibilização do reflexo acústico, podem ser explicadas, provavelmente, pelos mesmos motivos citados na comparação dos valores de supressão das EOA.

Os maiores valores de sensibilização ocorreram na frequência de 500Hz, com média de 11,94 para o grupo estudo, e de 11,96 para o grupo controle. Na literatura, há uma grande variabilidade de valores obtidos na sensibilização do reflexo acústico, conforme o exposto no Quadro 2.

Para a sensibilização do reflexo acústico, assim como para a supressão, as diferenças encontradas entre os valores, nos diferentes estudos, podem ser atribuídas, provavelmente, à variação do estímulo: ipsi ou contralateral, e características de frequência e de intensidade, bem como às diferentes populações estudadas.

Na comparação entre os grupos sem e com alteração de processamento auditivo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos, para sensibilização. No entanto, os valores obtidos no grupo estudo foram maiores do que os obtidos no grupo controle, em nas frequências pesquisadas (exceto em 500Hz).

Uma vez que a sensibilização do reflexo acústico está relacionada ao sistema auditivo eferente, e que uma das funções atribuídas a este sistema é a proteção coclear a sons intensos, pode-se inferir que indivíduos com alteração de processamento auditivo apresentam este mecanismo mais “aguçado” (maior efeito de inibição), e isso prejudicaria a compreensão de fala com sons competitivos, uma vez que, na presença de sons intensos, as vias auditivas eferentes são ativadas, alterando-se o mecanismo coclear por meio das células ciliadas externas, reduzindo-se, então, a magnitude da onda viajante.¹

O fato de o grupo estudo ter tido menor efeito de supressão de EOAT e maior sensibilização do reflexo acústico pode estar relacionado à intensidade dos estímulos utilizados nos dois procedimentos, e conseqüentemente, às diferentes funções do sistema auditivo eferente ativadas. Para a supressão, a intensidade máxima sugerida é de até 70 dB, para que a função auditiva eferente possa ser avaliada sem interferência dos músculos da orelha média. No entanto, para a realização da sensibilização, é necessária a obtenção do limiar do reflexo acústico em nível de intensidade mais elevado, atingindo uma porção eferente mais periférica. Sendo assim, pode-se inferir que a porção eferente avaliada pela supressão de EOAT condiz com a função de melhora da inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos, uma vez que o ruído ambiental está por volta da intensidade utilizada no exame. Já para a sensibilização, a intensidade dos estímulos utilizados é maior e lesiva à cóclea, quando exposta por um período longo de tempo. Assim, pode-se inferir que a porção eferente avaliada por este procedimento condiz com a função de proteção coclear a sons intensos.

Sendo assim, torna-se importante a continuidade da investigação de métodos objetivos para a avaliação de indivíduos com distúrbio de processamento auditivo, uma vez que esta população apresentou respostas diferenciadas, tanto para a supressão, quanto para a sensibilização do reflexo acústico.

CONCLUSÕES

- Os valores médios de supressão das emissões otoacústicas foram maiores no grupo controle, quando comparados aos do grupo estudo, embora sem diferença estatisticamente significativa.
- Os valores médios obtidos para a sensibilização do reflexo acústico foram maiores para o grupo estudo, em relação ao grupo controle. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hill JC, Prasher DK, Luxon LM. Evidence efferent effects on auditory afferent activity and their functional relevance. *Clin Otolaryngol* 1997; 22:394-402.
2. Bruel MLF, Sanchez TG, Bento RF. Vias auditivas eferentes e seu papel

-
- no sistema auditivo. *Arq Otorrinolaringol* 2001;5(2):62-7.
3. Hood LJ, Berlin CI. Clinical applications of otoacoustic emissions. In: Berlin CI, Hood LJ, Ricci A. (Eds.) *Hair cells micromechanics and otoacoustic emissions: new developments*. San Diego: Singular Publishing - Thomsen Learning;2001. p. 121-37.
 4. Liberman MC, Brown MC. Physiology and anatomy of single olivocochlear neurons in the cat. *Hear Res* 1986;24(1):17-36.
 5. Popelar J, Valvoda J, Syka J. Acoustically and electrically evoked contralateral suppression of otoacoustic emissions in guinea pigs. *Hear Res* 1999;135(1-2):61-70.
 6. Hood LJ. A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. *Laryngoscope* 1989;109(11):1745-8.
 7. Kumar A, Barman A. Effect of efferent-induced changes on acoustic reflex. *Int J Audiol* 2002;41:144-7.
 8. Jeck LT, Ruth RA, Schoeny ZG. High frequency sensitization of the acoustic reflex. *Ear Hear* 1983;4(2):98-101.
 9. Guinan Jr. JJ, Backus BC, Lilaonitkul Aharonson V. Medial olivocochlear efferent reflex in humans: otoacoustic emission (OAE) measurement issues and the advantages of stimulus frequency OAES. *JARO* 2003;4:521-40.
 10. Chermak GD, Musiek FE. Eletrofisiologic assessment of central auditory processing disorders. In: Chermak GD, Musiek FE. *Central Auditory processing disorders: new perspectives*. San Diego: Singular Publishing Group;1997. p. 129-50.
 11. Muchnik C, Roth DAE, Othman-Jebara R, Putter-Katz H, Shabtai EL, Hildesheimer M. Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory disorders. *Audiol Neurootol* 2004;9:107-14.
 12. Sanches SGG, Carvallo RMM. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic in children with auditory processing disorders. *Audiol Neurootol*. 2006;11:366-372.
 13. Jerger J, Musiek FE. Report Of The consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school aged children. *J Am Acad Audiol* 2000;11:467-74.
 14. Schochat E, Pereira LP. Teste de Fala com Ruído. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento Auditivo Central. Manual De Avaliação*. São Paulo: Lovise 1997: 99-102.
 15. Borges ACC. Adaptação do teste SSW para a língua portuguesa: nota preliminar. *Acta Awho*. 1986;5 (Suppl 1): 38-40.
 16. Silva CS. A supressão da emissão otoacústica transiente na presença de ruído branco contralateral. [Monografia]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina;1997.
 17. Durante AS, Carvallo RMM. Contralateral suppression of otoacoustic emission in neonates. *Int J Audiol* 2002;41:211-5.
 18. Clarke EM, Ahmmed A, Parker D, Adams C. Contralateral suppression of otoacoustic emissions in children with specific language impairment. *Ear Hear* 2006;27(2):153-60.
 19. Katz J, Wilde L. Desordens do processamento auditivo. In: Katz J. *Tratado de Audiologia Clínica*. 4ª. Ed. São Paulo: Manole;1999. p. 486-98 .
 20. Musiek FE, Smurzynski J, Bornstein SP. Otoacoustic emission testing in adults: an overview. *AM J Otol*. 1994;15 (Suppl.1):21-8.
 21. Ryan S, Kemp DT. The influence of evoking stimulus level on the neural suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Hear Res* 1996;94(1-2):140-7.
 22. 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(1-2):113-8.
 23. Kumar AU, Vanaja CS. Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise. *Ear Hear* 2004;25(2):142-6.
 24. De Ceulaer GD, Yperman M, Daemers K, Driessche KV, Somers T, Offeciers FE, Govaerts PJ. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions: normative data for a clinical test setup. *Otol Neurotol* 2001;22:350-5.
 25. Musiek FE, Oxholm VB. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. *Audiology: Diagnosis*. New York: Thieme Medical Publishers Inc., 2000. p. 45-71.
 26. Carvallo RMM, Soares JC. Efeito do estímulo facilitador no limiar de reflexo acústico. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2004;70(2): 200-6.
 27. Soares JC, Carvallo RMM. Redução do limiar do reflexo acústico em neonatos sem risco auditivo. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2006;72(1):49-54.
 28. Hughes JR. Auditory sensitization. *J Acoust Soc Am* 1954;26(6):1064-70.
 29. Deutsh L. Auditory sensitization in the human stapedius reflex. *J Aud Res* 1973;13:301-4.
 30. Chobot JL, Wilson WR. The effect of sensitization on the acoustic reflex as a function of frequency. *J Aud Res* 1977;17:99-104.
 31. Blood IM, Greenberg HJ. Low-level acoustic reflex thresholds. *Audiology* 1981;20:244-50.
-