



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Effect of contralateral stimulation on acoustic reflectance measurements^{☆,☆☆}

Tathiany Silva Pichelli*, Jordana Costa Soares, Bruna Carla Cebin, Renata Mota Mamede Carvalho

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

Recebido em 16 de setembro de 2013; aceito em 23 de outubro de 2014

KEYWORDS

Hearing;
Middle ear;
Acoustic reflex;
Hearing tests

Abstract

Introduction: Acoustic reflectance is an important tool in the assessment of middle ear affections, and the method is considered advantageous in relation to tympanometry. There has been a growing interest in the study of contralateral acoustic stimulation and its effect on the activation of the efferent auditory pathway. Studies have shown that the introduction of simultaneous stimulation in the contralateral ear generates alterations in auditory response patterns.

Objective: To investigate the influence of contralateral stimulation on acoustic reflectance measurements.

Methods: Case study of 30 subjects with normal hearing, of both genders, aged 18-30 years. The test and retest acoustic reflectance was conducted in the frequency range 200-6000 Hz. The procedure was repeated with the simultaneous presence of contralateral white noise at 30 dBNS.

Results: The analysis of the conditions of test, retest, and test with contralateral noise showed statistical difference at the frequency of 2 kHz ($p = 0.011$ and $p = 0.002$ in test and retest, respectively) in the right ear.

Conclusion: The activation of the auditory efferent pathways through contralateral acoustic stimulation produces alterations in response patterns of acoustic reflectance, increasing sound reflection and modifying middle ear acoustical energy transfer.

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

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.07.004>

☆ Como citar este artigo: Pichelli TS, Soares JC, Cebin BC, Carvalho RMM. Effect of contralateral stimulation on acoustic reflectance measurements. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:466-72.

☆☆ Instituição: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: tpichelli@gmail.com (T.S. Pichelli).

PALAVRAS-CHAVE

Audição;
Orelha média;
Reflexo acústico;
Testes Auditivos

Efeito da estimulação contralateral nas medidas de reflectância acústica**Resumo**

Introdução: A reflectância acústica é citada como uma importante ferramenta na avaliação das afecções da orelha média, sendo um método considerado vantajoso em relação à timpanometria. Tem havido crescente interesse no estudo da estimulação acústica contralateral e seu efeito na ativação da via eferente auditiva. Estudos têm demonstrado que a introdução de estímulo simultâneo na orelha contralateral gera mudanças no padrão de respostas auditivas.

Objetivo: Verificar a influência da estimulação contralateral nas medidas de reflectância acústica.

Método: Estudo de casos de 30 sujeitos com audição normal, de os gêneros entre 18 a 30 anos. Foi realizado o teste e reteste de reflectância acústica no intervalo de frequência de 200 a 6000 Hz. O procedimento foi repetido com a presença simultânea de ruído branco contralateral à 30 dBNS.

Resultados: A análise entre as condições de teste, reteste e teste com ruído contralateral apresentou diferença estatística na frequência de 2 kHz ($p = 0,011$ em teste e $p = 0,002$ em reteste) em orelha direita.

Conclusão: A ativação da via auditiva eferente por meio da estimulação acústica contralateral produz mudanças nos padrões de respostas da reflectância acústica, aumentando a reflexão do som e, modificando a transferência de energia sonora da orelha média.

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

Introdução

O emprego da imitância acústica com frequência de 220 Hz tem contribuído para o diagnóstico clínico das alterações de orelha média, principalmente aquelas que promovem alteração da rigidez do sistema. Vários autores têm sugerido que o emprego de frequências adicionais aos 220 Hz possa fornecer dados sobre o comportamento tímpano-ossicular, principalmente quando estimulado por tons agudos.¹⁻⁶

Uma linha alternativa de pesquisa no funcionamento da orelha média em adultos e crianças tem usado medidas da imitância acústica em um ambiente de pressão estática com uma ampla faixa de frequência⁷: são os chamados testes de admitância e reflectância. A reflectância acústica é a razão da energia refletida de uma superfície sobre a energia que atinge a superfície (energia incidente). Este conceito revela quanto de energia é refletida pela membrana timpânica e quanto é absorvida pela orelha média. Os sistemas de reflectância acústica podem medir uma ampla faixa de frequência, e como a reflectância acústica está matematicamente relacionada com a impedância e admitância, é possível derivar qualquer quantidade de imitância das medidas da reflectância.

Ao longo dos anos, as medidas de reflectância acústica têm sido citadas como uma importante ferramenta na avaliação das afecções da orelha média.⁷⁻¹² As medidas de reflectância acústica têm vantagens potenciais em relação à timpanometria, particularmente na população infantil. Primeiro, não é necessária a pressurização do canal auditivo e com isso não há distorção no canal. Segundo, as medidas são realizadas em uma faixa de frequências ao contrário de uma única frequência avaliada, como na timpanometria. E, finalmente, as medidas podem ser obtidas rapidamente. Sendo assim, é possível que as medidas de reflectância acústica possam proporcionar mais informações de forma mais rápida que a timpanometria, no diagnóstico das disfunções de orelha média.

O sistema auditivo é constituído por vias auditivas aferentes e eferentes que atuam integradamente. A via auditiva

eferente possui conexões desde o córtex até as estruturas mais periféricas. Desta via, são destacados os sistemas de neurônios motores eferentes, sendo o trato olivococlear responsável pelo envio de fibras ao órgão espiral e aos neurônios motores dos músculos da orelha média.¹³⁻¹⁶

Tem havido crescente interesse no estudo da estimulação acústica contralateral e no seu efeito na ativação da via eferente auditiva. Estudos têm demonstrado que a introdução de estímulo simultâneo na orelha contralateral gera mudanças no padrão de respostas auditivas, tanto em medidas de emissões otoacústicas (EOA) como em potenciais evocados auditivos (PEA), sendo observada redução da amplitude de respostas¹⁷⁻²⁰ como em imitância acústica, cujos estudos revelam aumento do limiar de reflexos.^{21,22}

Por meio da ação integrada do sistema auditivo, observa-se que a atuação da via auditiva eferente na audição periférica modifica a resposta das células ciliadas externas e ativa o reflexo da musculatura da orelha média. A partir deste princípio, surgiu a hipótese de que a reflectância acústica, por ser uma medida de alta resolução, poderia identificar possíveis mudanças na transferência de energia da orelha média, quando ativada a via auditiva eferente por meio de ruído branco na orelha contralateral.

Não foram encontrados, na literatura pesquisada, estudos semelhantes que forneçam pistas sobre o efeito desta estimulação no perfil das curvas de reflectância acústica. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar a influência da estimulação contralateral por ruído branco nas medidas de reflectância acústica da orelha média em adultos jovens.

Método

Trata-se de um estudo observacional, de coorte contemporânea. A presente pesquisa foi desenvolvida em um laboratório de investigação em audição humana, após a aprovação

da mesma pela comissão de ética, por meio do protocolo 212/10.

Casuística

Os participantes foram recrutados dentre os estudantes universitários do centro de docência e pesquisa da própria instituição. A casuística foi composta por 30 participantes, sendo 15 do gênero masculino e 15 do feminino, na faixa etária de 18 a 30 anos. Para evitar influência de lateralidade ou dominância cerebral, todos os sujeitos manifestaram dominância lateral direita, segundo Inventário de Edimburgo.²³

Os critérios de inclusão para esta pesquisa foram: ausência de alterações de orelha média constatada à timpanometria (curva tipo A), sem histórico de otites na infância e nos últimos cinco anos, reflexos acústicos ipsilaterais presentes nas frequências de 500 a 4.000 Hz e limiares auditivos até 20 dB.

Equipamento

Para esta pesquisa foram utilizados:

1. Protocolo para registro de dados de identificação e investigação de queixas relacionadas à audição.
2. Audiômetro GSI 61 - Grason Stadler - O equipamento está de acordo com os padrões ANSI S 3,6-1989; ANSI S3,43-1992; IEC 645-1(1992); IEC 645-2(1993); ISO 389; UL 544. Para a realização da audiometria limiar (250 a 8.000 Hz) e pesquisa do limiar de ruído branco, foram utilizados fones de inserção em transdutor calibrado para o modelo ER- Etymotic.
3. Analisador de Orelha Média AT235 microprocessado e provido de duas frequências de tom na sonda de imitância: 226 Hz. O equipamento foi utilizado para as medidas timpanométricas de forma automática, na velocidade de 50 decapascals por segundo (daPa/s); e para as medidas dos reflexos acústicos ipsilaterais foi utilizada a forma manual do equipamento.
4. MEPA3 - *Middle-Ear Power Analysis - Mimosa Acoustics*. Foi utilizado para obtenção das medidas de reflectância por meio do programa de módulo clínico MEPA 3, com as seguintes características técnicas:
Faixa de frequência: 169-6.613 Hz
Intensidade de estímulo: 60 dBNPS
Tempo da amostra (janela): 0,1 a 10 segundos por ponto
Estímulo: "Chirp"
Sonda ER 10C Etymotic Research
Olivas de látex em oito tamanhos adaptáveis para crianças e adultos

O equipamento MEPA foi calibrado em sala acusticamente tratada e o exame de reflectância foi realizado dentro da cabine acústica em que foi realizada a audiometria.

Procedimentos

Inicialmente, os sujeitos foram informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, uma vez concordando com a participação, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os procedimentos foram realizados em uma única sessão, com duração de aproximadamente 20 minutos. Foi realizado

registro dos dados de identificação em protocolo específico e à anamnese foram abordadas as queixas relacionadas à audição e ao histórico otológico na infância e nos últimos cinco anos, pois, para a inclusão na pesquisa, os sujeitos não poderiam apresentar queixas ou histórico de otites. Em seguida, os sujeitos eram instruídos a preencher o protocolo de Edimburgo, para que fosse verificada a influência de lateralidade ou dominância cerebral.

Após estas etapas, os sujeitos foram submetidos aos seguintes procedimentos:

1. Inspeção do meato acústico externo.
2. Imitanciometria composta pela timpanometria com sondas de 226 e 1.000 Hz e pesquisa dos reflexos estapedianos nas modalidades ipsilateral e contralateral, nas frequências de 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz e 4.000 Hz.
3. Audiometria tonal limiar nas frequências de 250 a 8.000 Hz com método descendente em 10 dB e ascendente em 5 dB, com início na frequência de 1.000 Hz, seguida das frequências de 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 500 e 250 Hz. Foi feita pesquisa do limiar de ruído branco para estabelecimento do valor de base para introdução do ruído na mesma relação de intensidade. Assim, foi adotado o nível de 30 dB NS (decibel nível de sensação) para a intensidade de ruído. O ruído foi gerado pelo audiômetro GSI 61, e apresentado por meio de fone de inserção em transdutor calibrado para o modelo ER- Etymotic.
4. Pesquisa da reflectância da orelha média em três passos:
a) Obtenção da curva de reflectância no intervalo de frequência de 200 a 6.000 Hz na intensidade de 60 dB SPL. Cada estímulo teve duração de 0,1 a 10 segundos por ponto. A coleta foi realizada com o estímulo acústico *chirp*;
b) Reteste para confirmação da curva de reflectância obtida;
c) O procedimento foi repetido novamente, com a presença de ruído contralateral simultâneo por meio de fone de inserção a 30 dBNS, em relação ao limiar de ruído branco. Ao final, totalizaram-se três medidas em cada orelha. A partir das três medidas foi calculada a diferença entre os níveis de repostas coletadas sem e com ruído contralateral.

Análise estatística

Os dados foram exportados automaticamente pelo próprio equipamento MEPA para o programa Microsoft Excel. Para verificar se houve mudança no padrão de respostas em cada uma das frequências avaliadas nas condições com e sem ruído contralateral, considerou-se aumento ou diminuição quando a subtração dos valores foi diferente de zero.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise estatística, e para todas as análises foi adotado o nível de significância de 5% para rejeição da hipótese de nulidade.

Resultados

Na tabela 1 e na figura 1 estão os resultados da análise comparativa das diferentes condições de avaliação para os estímulos *chirp*.

Foram observadas diferenças estatísticas na frequência de 2 kHz para o estímulo *chirp* em orelha direita, quando comparadas as situações de teste e teste com ruído contralateral

Tabela 1 Estatística descritiva da reflectância acústica entre as comparações das condições teste, reteste e teste com ruído contralateral para estímulo *chirp* em orelha direita

Reflectância	<i>Chirp</i> OD	Média	Mediana	Desvio-padrão	CV	Min	Max	N	IC
250 Hz	Teste	91,81	93,26	5,40	6%	78,42	100,00	30	1,93
	Reteste	91,64	93,29	6,25	7%	75,46	99,39	30	2,24
	Com ruído	91,93	93,05	5,60	6%	76,12	100,00	30	2,01
500 Hz	Teste	79,01	79,88	13,37	17%	48,51	99,22	30	4,78
	Reteste	79,28	79,95	13,02	16%	50,24	98,81	30	4,66
	Com ruído	78,79	78,81	12,83	16%	47,46	100,00	30	4,59
750 Hz	Teste	61,48	60,71	17,84	29%	23,94	89,06	30	6,38
	Reteste	61,29	59,78	17,72	29%	23,99	88,08	30	6,34
	Com ruído	61,43	60,78	17,97	29%	25,11	88,34	30	6,43
1 kHz	Teste	47,32	46,85	18,10	38%	9,09	79,81	30	6,48
	Reteste	47,37	47,35	17,73	37%	9,08	80,22	30	6,34
	Com ruído	47,59	47,05	18,02	38%	8,34	82,08	30	6,45
1.5 kHz	Teste	39,96	40,65	15,80	40%	1,66	64,35	30	5,65
	Reteste	39,86	41,23	15,86	40%	2,07	65,28	30	5,68
	Com ruído	39,85	41,09	15,81	40%	3,01	64,80	30	5,66
2 kHz	Teste	40,27	45,48	17,62	44%	3,85	75,57	30	6,30
	Reteste	40,30	45,61	17,91	44%	4,01	75,46	30	6,41
	Com ruído	41,10	45,19	17,65	43%	4,66	75,43	30	6,32
3 kHz	Teste	36,68	40,06	18,73	51%	3,27	75,51	30	6,70
	Reteste	36,70	39,34	18,83	51%	3,28	75,18	30	6,74
	Com ruído	37,01	38,14	18,72	51%	3,37	75,99	30	6,70
4 kHz	Teste	45,56	47,09	17,16	38%	4,16	79,37	30	6,14
	Reteste	45,96	47,12	16,83	37%	4,00	79,57	30	6,02
	Com ruído	45,65	46,70	16,98	37%	5,55	80,46	30	6,08
6 kHz	Teste	74,50	77,02	19,32	26%	31,56	105,45	30	6,91
	Reteste	74,95	78,35	19,57	26%	33,00	107,95	30	7,00
	Com ruído	75,05	78,40	19,64	26%	33,51	109,65	30	7,03

OD, orelha direita; CV, coeficiente de variação; N, número de orelhas; IC, intervalo de confiança.

e reteste com teste com ruído contralateral, cujos p valores foram 0,011 para teste e 0,002 para a situação de reteste.

Em relação à orelha esquerda, não houve diferença estatística quando comparadas as situações de teste, reteste e teste com ruído contralateral para o estímulo *chirp*. Os resultados podem ser observados na tabela 2 e na figura 2.

Discussão

A orelha média é classicamente citada na literatura como um transmissor de energia mecanoacústica de caráter linear que permite a passagem e oferece certa oposição ao som.^{7,24} Apenas em intensidades elevadas a orelha média perderia esta característica linear, pois há a contração da musculatura intratimpânica em situações de estímulo sonoro elevado. A ação reflexa desta musculatura atua diretamente na proteção do sistema auditivo a sons de elevada intensidade.²⁴⁻²⁶

Na frequência de 2 kHz em orelha direita, para o estímulo *chirp* foi encontrada diferença estatística quando com-

paradas as condições de teste e reteste com a condição de teste com ruído contralateral. As médias das respostas tenderam a aumentar quando ativada a via auditiva eferente. O efeito inibitório causado agiria como protetor do sistema auditivo, fazendo com que o sistema aumentasse a reflexão do som. Sendo assim, a transferência de energia através da orelha média passa a ser menor, evitando danos ao sistema auditivo e melhorando a discriminação sonora, principalmente em ambientes ruidosos, evidenciando que a orelha média pode ser o primeiro filtro de seleção do sistema auditivo, como já sugere outro estudo.²⁴ Vale ressaltar que tais resultados foram observados em indivíduos destros, com dominância lateral direita confirmada pelo protocolo de Edimburgo. Dessa forma, o estudo observou vantagem da OD, assim como em outros estudos do sistema auditivo,^{17,27} quando submetido à ativação da via auditiva eferente. A questão que se discute é se a mesma vantagem da orelha direita seria observada em indivíduos com dominância lateral esquerda, sendo necessários estudos acerca do tema.

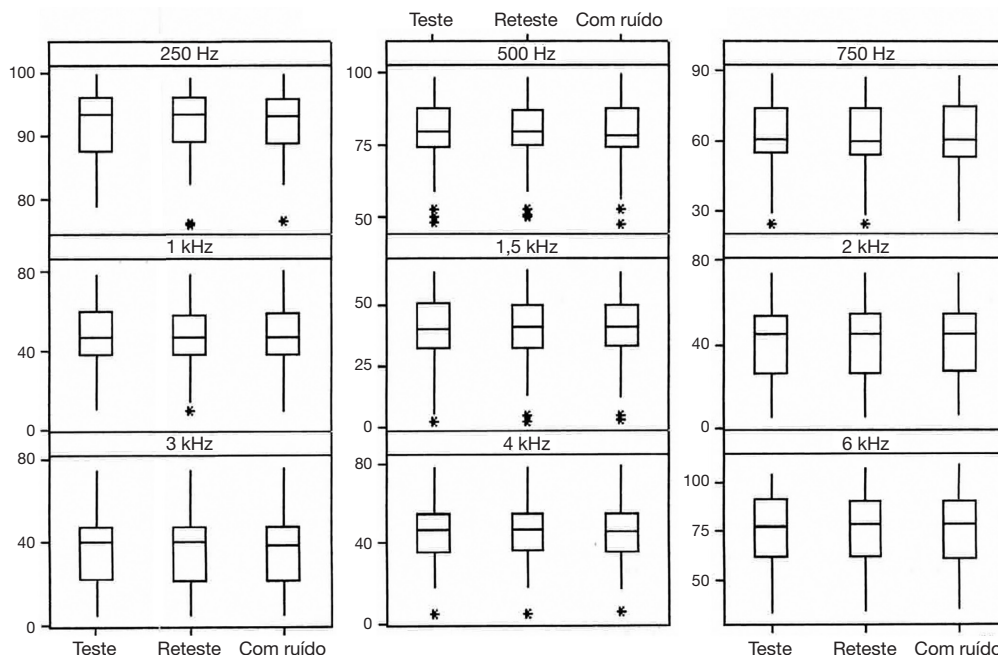


Figura 1 Box plot das comparações das respostas entre as condições teste, reteste e teste com ruído contralateral em orelha direita.

A intensidade de WN utilizada foi de 30 dBNS, corroborando os demais estudos.^{21,22} Esta intensidade foi adotada a fim de se ativar a via auditiva eferente sem ativar os reflexos acústicos. A supressão contralateral do reflexo acústico pode ser utilizada para verificar o funcionamento da via eferente quando o sistema auditivo é apresentado a altos níveis de intensidade,²⁷ porém, sob a influência da estimulação acús-

tica contralateral observam-se mudanças nas respostas da latência e limiar do reflexo acústico.^{21,22} Estudos com EOA e PEA adotaram nível de estímulo contralateral na intensidade de 60 dBNA^{20,28-30}; contudo, em estudo comparando diferentes níveis de estímulo contralateral, observou-se que uma intensidade menor ou igual a 50 dBNA não afeta o registro clínico das ondas N1 e P2.³⁰

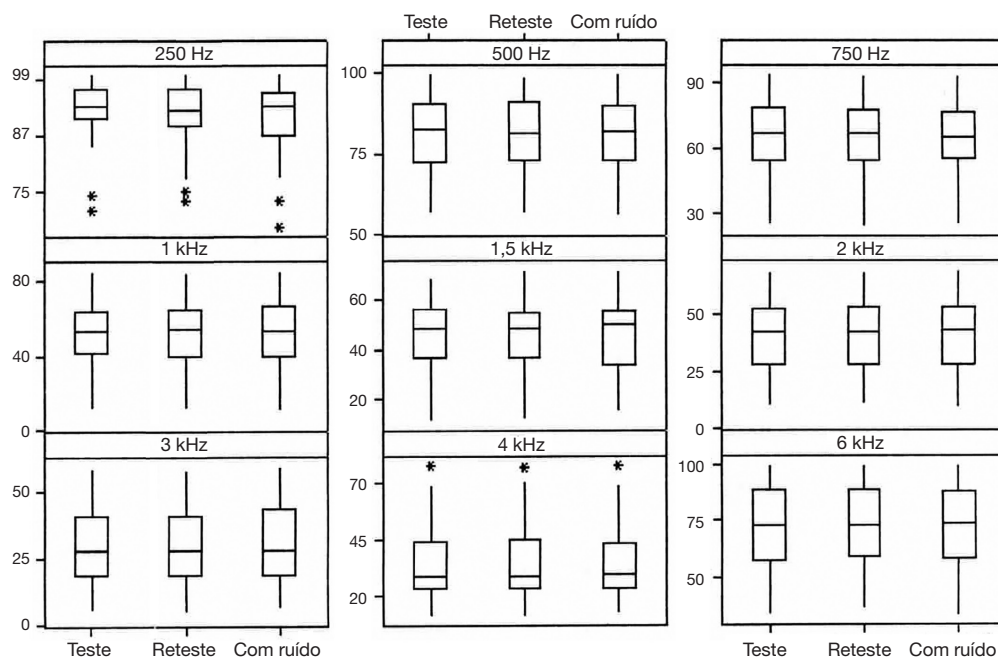


Figura 2 Box plot das comparações das respostas entre as condições teste, reteste e teste com ruído contralateral em orelha esquerda.

Tabela 2 Resultados da análise estatística da refletância acústica entre as comparações nas condições teste, reteste e teste com ruído contralateral para estímulo *chirp* em orelha esquerda

Refletância <i>Chirp</i> OE		Média	Mediana	Desvio- Padrão	CV	Min	Max	N	IC
250 Hz	Teste	92,15	93,21	6,80	7%	70,95	100,00	30	2,43
	Reteste	91,54	92,29	7,29	8%	72,70	100,00	30	2,61
	Com ruído	90,66	93,06	8,01	9%	66,98	100,00	30	2,87
500 Hz	Teste	81,90	82,49	10,90	13%	56,09	100,00	30	3,90
	Reteste	81,95	81,20	10,65	13%	56,12	98,78	30	3,81
	Com ruído	81,96	82,23	11,15	14%	55,98	100,00	30	3,99
750 Hz	Teste	64,83	66,56	16,23	25%	23,91	93,91	30	5,81
	Reteste	64,92	66,56	16,39	25%	23,24	93,43	30	5,87
	Com ruído	64,83	64,82	16,12	25%	24,44	92,96	30	5,77
1 kHz	Teste	53,24	53,28	17,73	33%	11,11	85,28	30	6,34
	Reteste	53,22	54,80	18,32	34%	10,78	84,79	30	6,55
	Com ruído	53,51	53,37	18,22	34%	9,67	85,58	30	6,52
1.5 kHz	Teste	44,66	48,37	15,65	35%	9,97	68,72	30	5,60
	Reteste	45,18	48,28	15,48	34%	11,20	71,86	30	5,54
	Com ruído	44,84	49,86	16,27	36%	14,47	71,92	30	5,82
2 kHz	Teste	40,80	42,73	14,54	36%	9,43	69,17	30	5,20
	Reteste	41,18	42,53	14,33	35%	10,30	69,11	30	5,13
	Com ruído	41,43	43,98	14,77	36%	8,69	70,00	30	5,29
3 kHz	Teste	29,35	27,85	15,32	52%	5,16	59,20	30	5,48
	Reteste	29,28	27,64	15,12	52%	4,99	58,19	30	5,41
	Com ruído	29,74	27,47	15,43	52%	6,30	59,52	30	5,52
4 kHz	Teste	35,08	28,29	16,75	48%	10,24	77,98	30	5,99
	Reteste	34,95	28,24	16,97	49%	10,73	77,78	30	6,07
	Com ruído	35,07	29,26	17,01	48%	12,12	77,87	30	6,09
6 kHz	Teste	72,79	72,64	18,32	25%	33,21	100,07	30	6,56
	Reteste	73,02	73,21	18,29	25%	35,86	100,00	30	6,54
	Com ruído	73,25	73,58	18,38	25%	32,34	100,00	30	6,58

OE, orelha esquerda; CV, coeficiente de variação; N, número de orelhas; IC, intervalo de confiança.

A influência da via auditiva eferente segue por todo o sistema auditivo, indo da porção mais central até a mais periférica. Pesquisas com EOA, PEATE (potenciais evocados auditivos de tronco encefálico) e PEA de média e longa latências com estimulação acústica contralateral trazem a informação de que existe modificação das respostas nestes procedimentos.^{20,31-34} Com o mesmo intuito, porém estudando a orelha média, alguns autores^{21,22} relacionaram as mudanças de respostas encontradas à influência da via auditiva eferente nesta porção do sistema auditivo. Os achados da presente pesquisa sugerem que a via auditiva eferente atua na orelha média gerando mudanças nos padrões de respostas de refletância acústica.

Conclusão

Quando ativada a via auditiva eferente por meio da estimulação acústica contralateral com ruído branco, nota-se diferença estatística na frequência de 2 kHz em OD para estímulo *chirp*, tanto para teste como para reteste. Esta

consistência de efeito permite concluir que a via auditiva eferente exerce influência na transferência de energia sonora pela orelha média, com vantagem da orelha direita e frequência média.

Financiamento

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Ensino de São Paulo - FAPESP.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Jerger JF. Clinical experience with impedance audiometry. Arch Otolaryngol. 1970;92:311-24.

2. Colletti V. Methodological observations on tympanometry with regard to the probe-tone frequency. *Acta Otolaryngol.* 1975;80:54-60.
3. Holte L, Margolis RH, Cavanaugh RM. Developmental changes in multifrequency tympanograms. *Audiology.* 1991;30:1-24.
4. Hunter LL, Margolis RH. Multifrequency tympanometry: current clinical application. *Am J Audiol.* 1992;1:33-43.
5. Linares AE, Carvalho RMM. Medidas imitanciométricas em crianças com ausência de emissões otoacústicas. *Braz J Otorrinolaryngol.* 2008;74:410-6.
6. Keefe DH, Ling R, Bulen JC. Method to measure acoustic-impedance and reflection coefficient. *J Acoust Soc Am.* 1992;91:470-85.
7. Voss SE, Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. *J Acoust Soc Am.* 1994;95:372-84.
8. Keefe DH, Folsom RC, Gorga MP, Vohr BR, Bulen JC, Norton SJ. Identification of neonatal hearing impairment: ear-canal measurements of acoustic admittance and reflectance in neonates. *Ear Hear.* 2000;21:443-61.
9. Margolis RH, Paul S, Saly GL, Schachem PA, Keefe DH. Wide band reflectance tympanometry in chinchillas and humans. *J Acoustic Soc Am.* 2001;110:1453-64.
10. Feeney MP, Keefe DH, Sanford CA. Wideband reflectance measures of the ipsilateral acoustic stapedius reflex threshold. *Ear Hear.* 2004;25:421-30.
11. Hunter LL, Tubaugh L, Jackson A, Propes S. Wideband middle ear power measurement in infants and children. *J Am Acad Audiol.* 2008;19:309-24.
12. Sanford AC, Hunter LL, Feeney MP, Nakajima HH. Wide-band acoustic immittance: tympanometric measures. *Ear Hear.* 2013;34:655-715.
13. Hill JC, Prasher DK, Luxon LM. Evidence efferent effects on auditory afferent activity and their functional relevance. *Clin Otolaryngol.* 1997;22:394-402.
14. Bruel MLF, Sanchez TG, Bento RF. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *Arq Otorrinolaringol.* 2001;5:62-7.
15. Guinan JJ. Olivocochlear efferents: anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear Hear.* 2006;27:589-607.
16. Guinan JJ. Cochlear efferent innervation and function. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;18:447-53.
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. De Boer J, Thornton ARD. Neural correlates of perceptual learning in the auditory brainstem: efferent activity predicts and reflects improvement at a speech-in-noise discrimination task. *J Neurosci.* 2008;28:4929-37.
19. Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions in neonates at risk for hearing loss. *J Commun Disord.* 2008;41:70-83.
20. Matas CG, Silva FN, Leite RA, Samelli AG. Estudo do efeito de supressão no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. *Pró-Fono.* 2010;22:281-6.
21. Kumar A, Barman A. Effect of efferent-induced changes on acoustical reflex. *Int J Audiol.* 2002;41:144-7.
22. Amaral IEBR, Carvalho RMM. Limiar e latência do reflexo acústico sob efeito de estimulação contralateral. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008;13:1-6.
23. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971;9:97-113.
24. Vallejo LA, Hidalgo A, Lobo F, Tesorero MA, Gol-Carcedo E, Sánchez E, et al. ¿Es el oído medio el primer filtro de selección frecuencial? *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2010;61:118-27.
25. Stach BA, Jerger JF, Jenkins HA. The human acoustic tensor tympani reflex: a case report. *Scand Audiol.* 1984;13:93-9.
26. Burnett PA, Miller JM, Mangham CA. Intra-aural reflexes elicited by a cochlear prosthesis in monkeys. *Hear Res.* 1984;16:175-80.
27. Garinis AC, Glatke T, Cone BK. The MOC reflex during active listening to speech. *J Speech Lang Hear Res.* 2011;54:1464-76.
28. Galambos R, Makeig S. Physiological studies of central masking in man: Part I-The effects of noise on the 40-Hz steady-state response. *J Acoust Soc Am.* 1992;92:2683-90.
29. Galambos R, Makeig S. Physiological studies of central masking in man: Part II-Tonepip SSRs and the masking level difference. *J Acoust Soc Am.* 1992;92:2691-7.
30. Salo SK, Lang AH, Salmivalli AJ, Johansson Rk, Peltola MS. Contralateral white noise masking affects auditory N1 and P2 waves differently. *Int J Psychophysiol.* 2003;17:189-94.
31. Salisbury DF, Desantis MA, Shenton ME, McCarley RW. The effect of background noise on P300 to suprathreshold stimuli. *Psychophysiology.* 2002;39:111-5.
32. Weihsing J, Musiek FE. An electrophysiological measure of bin-aural hearing noise. *J Am Acad Audiol.* 2008;19:481-95.
33. Simões MB, Souza RR, Schochat E. Efeito de supressão nas vias auditivas: Um estudo com os potenciais de média e longa latência. *Rev CEFAC.* 2009;11:150-7.
34. Schochat E, Matas CG, Samelli AG, Carvalho RMM. From otoacoustic emission to late auditory potentials P300: the inhibitory effect. *Acta Neurobiol Exp.* 2012;72:1-12.