

Atividade Coclear Assimétrica: Influência do SNC?

Asymmetrical Cochlear Activity: A CNS Influence?

Mariana Lopes Fávero, Tanit Ganz Sanchez**, Ricardo Ferreira Bento**, Andréia F. Nascimento***.*

* Doutora em Medicina pela Otorrinolaringologia pela FMUSP, Médica Otorrinolaringologista do HSPM e da DERDIC/PUCSP.

** Professor Associado da Disciplina de Otorrinolaringologia da FMUSP.

*** Doutora em Medicina pelo Departamento de Medicina Preventiva da FMUSP.

Divisão de Clínica Otorrinolaringológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Apresentado no World Congress of International Federation of Otorhinolaryngological Societies (IFOS) em Roma, de 25 a 30 de junho de 2005.

Endereço para correspondência: Dra. Mariana Lopes Fávero – Rua Treze de Maio 1504, 2º andar - São Paulo / SP - CEP: 01327-002 – Telefone: (11) 3141-1181 – E-mail: lopessquare@ig.com.br

Artigo recebido em 15 de setembro de 2005. Artigo aceito em 13 de outubro de 2005.

RESUMO

- Introdução:** A predominância de um hemisfério cerebral sobre o outro já está bem estabelecida e há indícios que esta predominância pode ocorrer também ao nível do sistema auditivo periférico por influência do trato olivococlear medial.
- Objetivo:** Estudar esta predominância coclear comparando as EOAPD e a supressão das EOAPD nas orelhas esquerda e direita de indivíduos destros.
- Casuística e Método:** Neste estudo de corte transversal, 44 voluntários destros com audiometria normal e sem zumbido foram submetidos a EOAPD na ausência e na presença de um ruído branco na orelha contralateral. Comparamos a amplitude das EOAPD e a proporção de supressão destas EOA nas orelhas esquerda e direita dos participantes.
- Resultados:** A orelha direita apresentou amplitudes de EOAPD significativamente maiores nas frequências de 1000, 1500, 2000 e 3000 que a orelha esquerda e maior proporção de supressão destas EOAPD nas frequências de 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz.
- Conclusão:** A atividade coclear à direita foi estatisticamente maior na orelha direita do que na esquerda, porém esta predominância não é regular em toda extensão coclear.
- Unitermos:** Predominância hemisférica, emissão otoacústica, destros, sistema auditivo eferente.

ABSTRACT

- Introduction:** The cerebral hemispheric advantage is already well-established and there are many indications of advantage as of the peripheral auditory system by medial olivocochlear tract influence.
- Objective:** To study this cochlear advantage comparing the OAEDP and the suppression of OAEDP in the left and right ears of right-handed subject.
- Material and Methods:** 44 right-handed subjects with normal hearing and no tinnitus underwent OAEDP without and with contralateral white noise. We compare the OAEDP amplitude and the OAEDP suppression proportion in the left and in the right ears.
- Results:** The right ear presented significantly greater OAEDP amplitude at 1000, 1500, 2000 and 3000 than the left ear and a greater OAEDP suppression proportion at 1000, 2000, 3000 and 4000 HZ.
- Conclusion:** The cochlear activity was greater in the right ear than in the left ear; however this advantage is not regular along the cochlea.
- Key words:** Hemispheric advantage, otoacoustic emission, right-handed, efferent auditory system.

INTRODUÇÃO

A lateralidade do Sistema Nervoso Central ou a predominância de um hemisfério cerebral sobre o outro é um tema muito estudado desde que PAUL BROCA (1861) e CARL WERNICKE (1874) descreveram áreas dominantes para a linguagem no hemisfério esquerdo, mas somente com o surgimento dos exames de imagem funcional foi possível entender melhor este funcionamento assimétrico (1) e estudar se a ausência desta predominância pode colaborar com o aparecimento de quadros como dislexia, afasia, esquizofrenia e autismo (2,3).

Por outro lado, determinar clinicamente esta assimetria pode não ser tarefa fácil. Além dos vários níveis de intensidade de predominância hemisférica, ela pode ser diferente em um mesmo indivíduo, para os diversos membros e órgãos sensoriais, de tal modo que pode haver lateralidades cruzadas para diferentes órgãos e funções. Mais comumente, para se descrever a lateralidade, examina-se a dominância dos membros superiores, inferiores e do sistema ocular.

No entanto, há evidências que também o sistema auditivo central e periférico funcionem de forma lateralizada. Maiores amplitudes da onda III na audiometria de tronco cerebral e das emissões otoacústicas transientes (EOAT) na orelha direita (OD) em contrapartida com a maior presença de zumbido e de perda auditiva temporária após exposição a ruído na orelha esquerda (OE) sugerem, além de uma assimetria entre as orelhas, que a OE seja mais vulnerável a alterações auditivas (4-6).

Valores maiores de supressão da amplitude das EOAT na OD com o uso de um ruído na orelha contralateral (4,7) e mudanças nas amplitudes destas emissões durante tarefas de atenção auditiva e visual (8) indicam que o trato olivococlear medial pode estar envolvido na manutenção deste padrão assimétrico periférico e por meio dele, o córtex pode modular o funcionamento coclear.

Diante disto, o objetivo deste trabalho é estudar assimetrias do funcionamento coclear comparando-se a amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD) e a amplitude de supressão das EOAPD nas OD e OE de indivíduos destros.

CASUÍSTICA E MÉTODO

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética do

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAPPesq, protocolo n° 544/00).

Foi realizado um estudo com 44 indivíduos sem queixas auditivas com idade média de 46,8 anos (desvio padrão = 9,5 anos) sendo 14 (31,8%) indivíduos do sexo masculino.

Os critérios de inclusão foram:

- indivíduos destros segundo a versão resumida do questionário de EDINBURGH (9);
- ausência de zumbido;
- audiometria tonal normal bilateralmente (limiares até 25 dBNA nas frequências de 250 a 8000Hz) e simétrica em todas as frequências ($p \geq 0,26$);
- imitanciométrica normal;
- presença de emissões otoacústicas por produto de distorção nas frequências de 1 a 6kHz;
- ciência da pesquisa, com assinatura do termo de consentimento pós-informação.

Para a medida das EOAPD (2F1-F2), foi utilizado um analisador coclear Celesta 503 (versão 3.xx) (Madsen Electronics, Taastrup, Denmark). As respostas foram analisadas no gráfico da frequência pela amplitude. O estímulo acústico supressor usado foi um ruído branco gerado por um audiômetro Maico, modelo MA 32, via fone de ouvido TDH39 e coxim MX 41, na intensidade de 50 dBNA. Com o intuito de evitar manipulação da sonda das EOAPD, o fone foi acoplado na orelha contralateral à captação das EOAPD antes do início do teste. Apesar disto, a sonda da EOA foi sistematicamente testada antes da captação de cada série.

Foi considerada a razão sinal ruído de 6 dB em cada frequência ao invés da amplitude total das EOAPD. A captação das EOAPD ocorreu primeiro na ausência do ruído branco na orelha contralateral e após, na sua presença.

O cálculo do efeito supressor das EOAPD foi feito pela subtração da razão sinal ruído obtida sem o ruído contralateral do valor da razão sinal ruído com o uso do ruído contralateral, para cada frequência específica. Valores positivos indicaram supressão das EOAPD e valores negativos ou zero indicaram não supressão.

Para determinar lateralidade do funcionamento coclear, comparamos os resultados obtidos nas orelhas direita e esquerda dos participantes.

As associações foram testadas com o teste de qui-quadrado de McNemar (para os valores de supressão) e de t-pareado (para os valores de emissão otoacústica) de acordo com métodos previamente descritos (10). Consideramos nível de significância estatística $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

1. Comparação dos valores das EOAPD entre as orelhas esquerda e direita

Os resultados das EOAPD obtidos nas orelhas esquerda e direita dos participantes estão na Tabela 1. As EOAPD foram significativamente maiores na orelha direita nas frequências de 1000, 1500, 2000 e 3000 Hz. Não houve associação entre lateralidade e amplitude de EOAPD nas frequências de 4000 e 6000 Hz, ou seja, as diferenças entre as orelhas não atingiram o nível de significância estatística. No entanto, vale ressaltar que em 4000 Hz a amplitude das EOAPD foi maior à direita ($p=0,06$) e em 6000 Hz as amplitudes das EOAPD foram muito semelhantes entre si, com um discreto predomínio à esquerda ($p=0,59$).

2. Comparação dos valores de supressão das EOAPD entre as orelhas esquerda e direita

Os resultados da supressão das EOAPD obtidos nas orelhas esquerda e direita dos participantes estão na tabela 2. A supressão foi significativamente maior na orelha direita nas frequências de 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz. Não houve associação entre lateralidade e supressão das EOAPD em 1500 Hz e em 6000 Hz, sendo em 1500 Hz a supressão discretamente maior à direita ($p=0,56$) e em 6000 Hz discretamente maior à esquerda ($p=0,65$).

DISCUSSÃO

O estudo detalhado das EOA e da ação do trato olivococlear medial sobre elas traz dados importantes sobre a atividade coclear. O trato olivococlear medial age sobre os movimentos das células ciliadas externas (CCE) provocando uma hiperpolarização através da liberação de acetilcolina na fenda sináptica (11,12). Esta hiperpolarização ocorre em oposição à despolarização, induzida naturalmente pelos estímulos sonoros e é evidenciada pela redução da amplitude das emissões otoacústicas (EOA) com o uso de uma estimulação acústica na orelha contralateral (13,14). Este reflexo eferente tem a função, entre outras, de proteger as CCE da estimulação lesiva de ruídos intensos.

Os nossos resultados sugerem um predomínio da OD sobre a OE, tanto quando se analisa a amplitude das EOAPD, como a porcentagem de supressão das EOAPD, de acordo com outros estudos usando EOAT (4,7,15) e sugerem que há a manutenção do predomínio hemisférico ao nível periférico por provável influência do trato olivococlear medial (16).

Tabela 1. Amplitude de EOAPD nas orelhas esquerda e direita.

Frequência (F2)	Orelha Esquerda	Orelha Direita	p
1000 Hz			0,04
Média	12,0	13,2	
Derivação Padrão	4,3	4,7	
Min - max	6,1 – 23,4	6,5 – 23,2	
1500 Hz			0,01
Média	12,8	14,6	
Derivação Padrão	4,0	4,5	
Min - max	6,8 – 22,4	7,5 – 22,8	
2000 Hz			0,03
Média	14,2	15,7	
Derivação Padrão	4,4	4,7	
Min - max	6,3 – 25,1	7,9 – 25,2	
3000 Hz			0,01
Média	14,0	16,0	
Derivação Padrão	3,8	4,7	
Min - max	7,0 – 22,7	7,8 – 26,4	
4000 Hz			0,06
Média	15,2	16,4	
Derivação Padrão	4,1	4,8	
Min - max	6,5 – 27,3	9,1 – 30,8	
6000 Hz			0,59
Média	15,5	15,1	
Derivação Padrão	5,3	5,2	
Min - max	6,1 – 31,9	7,3 – 29,6	

Legenda: p = valor correspondente ao teste do t-pareado.

Tabela 2. Supressão das EOAPD nas orelhas esquerda e direita.

Frequência (F2)	Orelha esquerda	Orelha direita	p
1000 Hz			0,005
Supressão	23 (52,3%)	36 (81,8%)	
Não Supressão	21 (47,7%)	8 (18,2%)	
1500 Hz			0,56
Supressão	35 (79,6%)	37 (84,1%)	
Não Supressão	9 (15,9%)	7 (15,9%)	
2000 Hz			0,01
Supressão	32 (72,7%)	41 (93,2%)	
Não Supressão	12 (27,3%)	3 (6,8%)	
3000 Hz			<0,001
Supressão	30 (68,2%)	43 (97,7%)	
Não Supressão	14 (31,8%)	1 (2,3%)	
4000 Hz			< 0,001
Supressão	24 (54,5%)	40 (91,0%)	
Não Supressão	20 (45,5%)	4 (9,0%)	
6000 Hz			0,65
Supressão	32 (72,7%)	30 (68,2%)	
Não Supressão	12 (27,3%)	14 (31,8%)	

Legenda: p = valor correspondente ao teste de qui-quadrado McNemar.

Deste modo, teorizamos que uma melhor função do trato olivococlear medial à direita levaria a uma maior proteção das CCE, que geraria EOA maiores e desencadearia reflexos eferentes mais efetivos deste lado, refletindo um equilíbrio entre a função das CCE e do trato olivococlear medial, com predominância funcional à direita. Talvez isto explique a maior presença de zumbido e de perdas auditivas temporárias após exposição a ruído na OE.

No entanto, da mesma forma que já foi sugerido na literatura, parece que esta predominância coclear direita nos destros não ocorre de forma simétrica e regular, em todas as frequências, havendo uma alternância da função do trato olivococlear medial entre as orelhas (4,7). Na Tabela 2 podemos observar que em 1500 Hz e em 6000 Hz praticamente as duas orelhas apresentaram porcentagens de supressão muito semelhantes, sem sinais de predomínio, enquanto Khalifa et al referem uma maior supressão das EOAT à esquerda na faixa de 2400 Hz nos indivíduos destros (4).

Quando analisamos a amplitude das EOAPD, vemos que em 4000 Hz apesar de não se ter atingido o nível de significância estatística, como ocorreu nas frequências entre 1000 e 3000 Hz, a amplitude também foi maior à direita. Já em 6000 Hz, as amplitudes de EOAPD foram muito semelhantes entre as orelhas, com um discreto predomínio da orelha esquerda, exatamente como nos resultados da supressão das EOAPD.

Uma seleção rigorosa dos participantes é necessária nos estudos de lateralidade e predominância funcional. Como já relatado anteriormente, é possível haver lateralidades cruzadas para diferentes órgãos e funções, portanto a seleção de indivíduos comprovadamente destros (predomínio do membro superior direito) não prova que estes também possuam sistemas auditivos predominantes à direita (ou córtex auditivo esquerdo predominante). Para esta comprovação, testes eletrofisiológicos com estímulo verbal, tonal e de escuta dicótica (4,7,17) deveriam ser realizados no momento da inclusão dos participantes para a determinação da real predominância auditiva.

Sob esta ótica, há o risco de termos incluído na amostra indivíduos destros com predomínio funcional do sistema auditivo tanto à esquerda como à direita, o que nos faz sugerir que talvez esta associação entre indivíduos destros e predomínio funcional coclear à direita seja ainda maior do que mostramos aqui.

Não há na literatura o protocolo ideal e bem estabelecido de pesquisa da função do trato olivococlear medial, provavelmente em função das muitas variáveis a serem controladas, o que também pode influenciar a

interpretação dos resultados obtidos. Optamos por exemplo, pelo uso de um ruído branco como ruído supressor. Apesar do ruído branco conter energia em uma faixa de frequência ampla, entre 100 Hz e 10.000 Hz, há uma queda da efetividade a partir de 4000 Hz (18). Vale ressaltar que a supressão ocorre com especificidade de frequência e é proporcional à intensidade do ruído supressor.

Portanto, os resultados em 6000 Hz, onde não encontramos predomínio funcional de uma orelha sobre a outra, tanto na amplitude de EOAPD como na porcentagem de supressão, podem refletir esses mecanismos fisiológicos ou serem decorrentes do método usado, como a escolha do ruído branco como ruído supressor, no caso do estudo da supressão da amplitude das EOAPD.

CONCLUSÕES

O sistema auditivo periférico funciona de forma lateralizada com predomínio funcional, nos destros, da OD sobre a OE. Provavelmente isto ocorre por influência do trato olivococlear medial, que, no entanto, parece não agir de forma predominante e regular em toda extensão coclear.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Foundas AL. Is language laterality established by 5 years of age? *Neurology*, 2003, 60: 1573-4.
2. Binder JR, Frost JA, Hammeke TA, Rao SM, Cox RW. Function of the left planum temporale in auditory and linguistic processing. *Brain*, 1996, 119: 1239-47.
3. Veillet E, Georgieff N, Philibert B, Dalery J, Marie-Cardine M, Collet L. Abnormal peripheral auditory asymmetry in schizophrenia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2001, 70: 88-94.
4. Khalifa S, Morlet T, Micheyl C, Morgon A. Evidence of Peripheral Hearing Asymmetry in Humans: Clinical Implications. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 1997, 117: 192-6.
5. Axelsson A, Ringdahl A. Tinnitus-a study of its prevalence and characteristics. *Br J Audiol*, 1989, 23: 53-62.
6. Pirilä T. Left-right asymmetry in the human response to experimental noise exposure. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 1991, 111: 861-6.
7. Khalifa S, Collet L. Functional asymmetry of medial olivocochlear system in humans. Towards a peripheral auditory lateralization. *NeuroReport*, 1996, 7: 993-6.

8. Meric C, Collet L. Differential effects of visual attention on spontaneous and evoked otoacoustic emissions. *Int J Psychophysiol*, 1994, 17: 281-9.
9. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Handedness Inventory. *Neuropsychologia*, 1971, 9: 97-118.
10. Kirkwood BR. *Essentials of Medical Statistics*, 1st ed., Oxford: Blackwell Science Publications, 1988.
11. Sahley TL, Nodar RH, Musiek FE. *Efferent auditory system, structure and function*, 1st ed. San Diego: Singular, 1997, pp1-23.
12. Funchs P. The Synaptic physiology of cochlear hair cells. *Audiol Neurootol*, 2002, 7: 40-4.
13. De Ceulaer G, Yperman M, Daemers K, Van Driessche K, Somers T, Officierss FE, Govaerts PJ. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emission: Normative data for a clinical test set-up. *Otol. Neurotol*, 2001, 22: 350-5.
14. James AL, Mount RJ, Harrison RV. Contralateral suppression of DPOAE measured in real time. *Clin Otolaryngol*, 2002, 27: 106-12.
15. Driscoll C, McPherson B. Handedness effects on transient evoked otoacoustic emissions in schoolchildren. *J Am Acad Audiol*, 2002, 13: 403-6.
16. Lavernhe-Lemaire MC, Robier A. Le message afferent auditif est-il module par le cortex. *Arch Physiol Biochem*, 1997, 105:645-654.
17. Ofek E, Pratt H. Ear advantage and attention: a ERP study of auditory cued attention. *Heas Res*, 2004, 189: 107-18.
18. Russo ICP. *Acústica e psicoacústica aplicadas à fonoaudiologia*. 1ª ed. São Paulo: Lovise, 1993, pp 135-6.