

Influência da idade na atividade do sistema eferente nas propriedades mecânicas da cóclea de ouvintes normais

Jerusa Roberta Massola de Oliveira¹, João Candido Fernandes², Orozimbo Alves Costa Filho³

Age impact on the efferent system activities in cochlear mechanical properties in normal hearing individuals

Palavras-chave: audição, envelhecimento, órgão de corti.
Keywords: hearing, aging, organ of corti.

Resumo / Summary

O trato olivococlear medial realiza o controle eferente das células ciliadas externas, regulando as contrações lentas e atenuando as rápidas. Com a pesquisa da amplitude das emissões otoacústicas sem e com estimulação acústica contra, ipsi ou bilateralmente, é possível estimar as condições desse trato, uma vez que o efeito resultante de redução/supressão das emissões indica seu funcionamento. O envelhecimento implica em diminuição da atividade do sistema auditivo central, em função da degeneração das estruturas envolvidas nas habilidades auditivas. **Objetivo:** O objetivo foi investigar o efeito da idade na atividade do trato sobre a cóclea, com a análise da amplitude das emissões com estimulação acústica contralateral. **Material e Método:** A casuística foi composta por 75 indivíduos agrupados conforme a idade. A metodologia foi o modo convencional, com clique linear e o ruído branco. **Estudo de Caso:** A análise considerou a resposta das orelhas e a comparação entre os grupos. **Resultados:** Os resultados revelam diferenças estatisticamente significantes entre o response das emissões sem e com estimulação acústica contralateral, nos indivíduos (20 a 39 anos). O efeito redução/supressão das emissões diminui com a idade (quarta década). **Conclusão:** O envelhecimento prejudica a efetividade da atividade do trato.

The medial olivocochlear tract has efferent control over the outer hair cells, regulating the slow contractions and damping the fast ones. Using ipsilateral, contralateral or bilateral otoacoustic emissions amplitude studies, it is possible to estimate the conditions of this tract, since the effect resulting from the reduction/suppression of these emissions indicate the tract's functioning. Aging implies an activity reduction in the central auditory system, because of the degeneration of the structures involved in hearing skills. **Aim:** our goal was to investigate the effects of age on the activities of this tract on the cochlea, through the analysis of the emissions' amplitude with contralateral acoustic stimulation. **Materials and methods:** Our series was made up of 75 individuals grouped according to age. The methodology was conventional, with a linear click and a white noise. **Case study:** the analysis considered the response from both ears and the comparison between the groups. **Results:** the results show a statistically significant difference between the emissions' response with and without contralateral acoustic stimulation in the individuals between 20 and 39 years of age. The emissions reduction/suppression effect reduced with age (fourth decade). **Conclusion:** aging impairs the tract effectiveness.

¹ Doutora, Fonoaudióloga do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo.

² Professor Titular do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual Paulista.

³ Professor Titular do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade de São Paulo- Campus Bauru, Vice-Coordenador do Centro de Pesquisas Audiológicas da Universidade de São Paulo.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 20 de dezembro de 2007. cod. 5638

Artigo aceito em 7 de outubro de 2008.

INTRODUÇÃO

A monitorização da eletromotilidade das células ciliadas externas é realizada pelo sistema auditivo aferente e eferente. A inervação aferente transmite para o cérebro informações do estado de tensão, de comprimento e de rigidez das células ciliadas externas. A inervação eferente, representada pelo trato olivococlear medial eferente regula as contrações lentas dessas células, atenuando as contrações rápidas, com aumento da impedância do sistema, o que provoca o amortecimento e a redução da amplitude das emissões otoacústicas.

O trato olivococlear medial eferente tem origem na área ao redor do complexo olivar superior, sendo composto por fibras largas e mielinizadas que se projetam predominantemente (72% a 74%) para a cóclea contralateral e terminam nas células ciliadas externas, enquanto 26% a 28% das fibras projetam-se para a cóclea ipsilateral¹. A integridade deste trato pode ser estudada, clinicamente, de modo objetivo, por meio da análise das emissões otoacústicas com estimulação².

A supressão das emissões otoacústicas ou reflexo olivococlear eferente é caracterizado pela supressão da amplitude ou alteração da latência e mudança de fase das emissões otoacústicas evocadas, quando é introduzido um estímulo acústico contralateral, ipsilateral ou bilateral, em relação à orelha testada, simultaneamente ao registro³.

O trato olivococlear medial eferente sofre influência do processo de envelhecimento, pois há alterações anatômicas e estruturais do sistema auditivo, em nível periférico e central, em ambos os caminhos, aferente e eferente. As alterações centrais estendem-se desde o nervo auditivo até o córtex auditivo central, desencadeando o processo de desmielinização dos neurônios^{4,5}.

A partir de 40 anos inicia-se a degeneração das estruturas envolvidas na via auditiva, que inicia a deterioração da bainha de mielina dos seus axônios e, consequentemente, a sua efetividade funcional é reduzida⁴.

Na literatura internacional, em um estudo com idosos, os autores constataram a diminuição do efeito de supressão com o avanço da idade, sugerindo que a ineficiência da funcionalidade do trato pode estar relacionada ao envelhecimento⁶. Parthasarathy estudou indivíduos adultos e idosos também evidenciou a diminuição da supressão das emissões otoacústicas com o avanço da idade⁷.

Nosso objetivo foi investigar o efeito da influência da idade na atividade do trato olivococlear medial eferente sobre as propriedades mecânicas da cóclea, por meio da análise da amplitude das emissões otoacústicas, com estimulação contralateral, em indivíduos ouvintes normais.

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi desenvolvido obedecendo às normas éticas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisas

com Seres Humanos do Curso de Pós-Graduação com parecer favorável sob número 298/2003-UEP-CEP para execução.

A seleção dos indivíduos atendeu aos critérios como: revelar na avaliação audiológica (audiometria tonal limiar, logaudiometria e medidas de imitância acústica) resultados dentro da normalidade e apresentar emissões otoacústicas evocadas transientes sem estimulação acústica contralateral. A casuística foi composta por 75 indivíduos adultos de ambos os sexos, sendo: grupo 1 (20 | - 30 anos), grupo 2 (30 | - 40 anos), grupo 3 (40 | - 50 anos), grupo 4 (50 | - 60 anos) e grupo 5 (3 a 60 anos).

Os procedimentos para pesquisa das emissões otoacústicas evocadas por transiente foram: verificação da presença das emissões otoacústicas evocadas por transiente e captação das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem e com estimulação acústica contralateral sendo realizados no equipamento ILO 292 DP ECHO Research OAE System, da marca Otodynammics Analyser com dois canais nos quais podem ser inseridas duas sondas acústicas (A e B).

No primeiro momento, foi verificada a presença das emissões otoacústicas evocadas por transiente com a captação no modo convencional. A sonda A emitia o estímulo acústico eliciador das emissões otoacústicas evocadas por transiente do tipo clique não-linear, na intensidade de 80 dB pe NPS (± 1). A captação das emissões otoacústicas evocadas por transiente iniciava pela orelha direita.

No segundo momento, realizou-se a captação das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem e com estimulação acústica contralateral utilizando o modo convencional. O estímulo acústico eliciador originado do canal A foi o clique linear em 60 dB pe NPS (± 1) na condição sem e com estimulação acústica contralateral. Na condição com estimulação acústica contralateral foi selecionado o ruído branco no canal B apresentado em 60 dB pe NPS (± 1).

Os parâmetros utilizados nos procedimentos para verificação da presença das emissões otoacústicas evocadas por transiente e captação das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem e com estimulação acústica contralateral foram: reprodutibilidade (70%), tempo de análise (2,5 ms a 20 ms) e o critério adotado para ocorrência das emissões otoacústicas evocadas por transiente considerou resposta presente quando a amplitude das emissões otoacústicas for maior ou igual a 3 dB NPS acima do ruído, em pelo menos três frequências consecutivas⁸.

A redução/supressão é definida como a diferença da amplitude (dB NPS) da resposta das emissões otoacústicas obtida sem e com a estimulação acústica contralateral. É considerada presença de redução quando a diferença é positiva com redução na amplitude de resposta das emissões otoacústicas evocadas por transiente com a estimulação acústica contralateral e supressão quando há extinção da

resposta das emissões otoacústicas evocadas por transiente. A redução/supressão das emissões otoacústicas evocadas por transiente é ausente quando a diferença é nula ou negativa.

Para estudar a associação entre o resultado obtido das emissões otoacústicas evocadas por transiente e a correlação entre os fatores: orelha, grupo e ruído na análise inferencial foi utilizada a análise de variância com medidas repetidas⁹. Para realizar as comparações post hoc foi utilizado a correção de Bonferroni.

RESULTADOS

Do total de indivíduos ouvintes normais avaliados 55 indivíduos pertenciam ao sexo feminino e 20 ao sexo masculino.

A Tabela 1 apresenta os intervalos de confiança da média estimada e o erro padrão, assim como o intervalo de confiança mostrando limite inferior e superior para todos os grupos estudados na condição sem e com estimulação acústica contralateral.

É possível observar, na Tabela 2, os resultados das comparações post hoc diferença estatisticamente significativa somente no grupo 1 e no grupo 5, para o resultado sem estimulação acústica contralateral. Também há dife-

renças estatisticamente significantes nos valores sem e com estimulação acústica contralateral nos grupos 1 e 2.

DISCUSSÃO

Os resultados do estudo revelam diferença estatisticamente significativa nos valores do resultado das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem estimulação acústica contralateral para os indivíduos do grupo 1 e 5 como pode ser visto na Tabela 2. Nos outros grupos, observa-se também diferença nos valores do resultado das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem estimulação acústica contralateral, porém não estatisticamente significativa. Os resultados evidenciam que a atividade das células ciliadas externas é mais intensa quanto mais jovem o indivíduo, pois as células apresentam-se em maior número. Com o avanço da idade, há perda de células ciliadas externas, decorrente de fatores intrínsecos e extrínsecos, acarretando a diminuição da eletromotilidade. Ressalta-se que neste estudo não se investigou a funcionalidade do trato olivococlear medial eferente entre os dois sexos.

O efeito de redução/supressão das emissões otoacústicas já foi detalhadamente estudado^{10,11,12,7} e deve estar presente em indivíduos com audição normal¹³. Este estudo ratificou essa afirmação, pois na maioria dos indivíduos

Tabela 1. Apresentação dos intervalos de confiança da média estimada, erro padrão e intervalo de confiança.

Grupo	Orelha	Ruído	Média estimada	Erro padrão	Intervalo de confiança* (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
20 --30	OE	sem ruído	7,12	0,77	5,57	8,66
		com ruído	6,68	0,77	5,13	8,22
	OD	sem ruído	8,23	0,98	6,25	10,20
		com ruído	7,31	0,96	5,38	9,24
30 --40	OE	sem ruído	5,60	0,69	4,22	6,98
		com ruído	4,51	0,69	3,13	5,89
	OD	sem ruído	6,45	0,88	4,69	8,22
		com ruído	5,82	0,86	4,09	7,55
40 --50	OE	sem ruído	3,89	0,85	2,19	5,59
		com ruído	3,47	0,84	1,78	5,16
	OD	sem ruído	5,06	1,11	2,84	7,28
		com ruído	4,53	1,09	2,35	6,70
50 --60	OE	sem ruído	3,82	0,79	2,24	5,39
		com ruído	3,64	0,79	2,06	5,22
	OD	sem ruído	4,90	0,97	2,97	6,83
		com ruído	4,34	0,94	2,45	6,22
60 ou	OE	sem ruído	3,26	0,76	1,74	4,77
		com ruído	3,23	0,76	1,72	4,74
	OD	sem ruído	2,84	0,99	0,86	4,82
		com ruído	2,78	0,97	0,85	4,72

Tabela 2. Apresentação das comparações *post hoc*.

Diferença	Estimativa	Erro padrão	Gl	T	p*	Intervalo de confiança* (95%)	
						Limite inferior	Limite superior
G1-G2 SR	1,64	1,09	56,2	1,51	1,000	-1,88	5,17
G1-G3 SR	3,20	1,21	56,7	2,64	0,268	-0,73	7,12
G1-G4 SR	3,31	1,13	58,8	2,93	0,120	-0,34	6,97
G1-G5 SR	4,62	1,14	57,7	4,07	0,003	0,94	8,30
G2-G3 SR	1,55	1,16	56,7	1,34	1,000	-2,19	5,30
G2-G4 SR	1,67	1,07	59,1	1,56	1,000	-1,79	5,13
G2-G5 SR	2,98	1,08	57,8	2,77	0,190	-0,51	6,47
G3-G4 SR	0,12	1,20	59,0	0,10	1,000	-3,75	3,98
G3-G5 SR	1,43	1,20	57,9	1,19	1,000	-2,46	5,32
G4-G5 SR	1,31	1,12	60,5	1,17	1,000	-2,30	4,93
G1-G2 CR	1,83	1,07	55,7	1,70	1,000	-1,65	5,30
G1-G3 CR	2,99	1,19	56,6	2,51	0,373	-0,87	6,85
G1-G4 CR	3,00	1,11	58,6	2,70	0,228	-0,60	6,60
G1-G5 CR	3,98	1,12	57,5	3,56	0,018	0,36	7,61
G2-G3 CR	1,17	1,14	56,7	1,03	1,000	-2,52	4,85
G2-G4 CR	1,18	1,05	59,0	1,12	1,000	-2,23	4,58
G2-G5 CR	2,16	1,06	57,7	2,04	1,000	-1,27	5,59
G3-G4 CR	0,01	1,17	59,4	0,01	1,000	-3,79	3,81
G3-G5 CR	0,99	1,18	58,3	0,84	1,000	-2,83	4,81
G4-G5 CR	0,98	1,10	60,8	0,89	1,000	-2,57	4,54
SR-CR G1	0,68	0,19	45,1	3,55	0,023	0,05	1,31
SR-CR G2	0,86	0,17	45,1	5,03	0,003	0,30	1,42
SR-CR G3	0,47	0,22	46,2	2,16	0,910	-0,25	1,19
SR-CR G4	0,37	0,20	55,4	1,82	1,000	-0,29	1,03
SR-CR G5	0,04	0,20	50,4	0,20	1,000	-0,60	0,68
OD-OE	0,70	0,32	55,1	2,17	0,040	0,05	1,35

Legenda: gl: grau de liberdade;t: estatística t;p: probabilidade

ocorreu redução/supressão das emissões otoacústicas.

O efeito redução/supressão das emissões otoacústicas evocadas por transiente foi mais evidente nos dos grupos 1 e 2, como se observa na Tabela 2, o que reflete a funcionalidade efetiva do trato olivococlear medial eferente, com integridade anatômica e fisiológica, nessa faixa de idade. Contudo, os pesquisadores afirmam que os indivíduos com audição normal, mas em processo de envelhecimento, podem apresentar alteração na atividade fisiológica do trato olivococlear medial eferente.

Os estudos indicam que o processo de envelhecimento acarreta alterações em áreas anatômicas e estruturais generalizadas, incluindo o sistema auditivo, em nível aferente e eferente⁴. Outro estudo, realizado por Gulya, reforça que o trato olivococlear medial eferente, originado do complexo olivar superior, é afetado pelo avanço da idade, pois as alterações das estruturas auditivas centrais

incluem o local de origem desse trato⁵.

O processo de envelhecimento, acontecendo progressivamente desde os 40 anos de idade⁴ em todo o sistema auditivo, reflete no mecanismo das emissões otoacústicas, tanto na sua produção (aferência), como no seu controle (eferência).

Os resultados indicam que há diferença estatisticamente significativa entre os valores do resultado das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem e com estimulação acústica contralateral nos grupos 1 e 2, como exhibe a Tabela 2, ressaltando que o efeito de redução/supressão ocorre nessa faixa etária e diminui substancialmente com o avanço da idade. Portanto, a atividade do trato olivococlear medial eferente, no controle das emissões otoacústicas é realizada plenamente, para, então, diminuir sua efetividade por volta dos 40 anos, época em que se inicia o processo de degeneração natural das estruturas

envolvidas na via auditiva eferente, em especial o trato olivococlear medial eferente, com deterioração de parte da bainha de mielina dos seus axônios. Esses resultados reforçam a hipótese fisiológica de redução da efetividade do trato olivococlear medial eferente^{6,7,4}.

Estudos anteriores, realizados com objetivos semelhantes ao deste trabalho, são reduzidos, mas os que foram desenvolvidos obtiveram resultados próximos, com as mesmas conclusões e inferências evidenciadas neste estudo. Todavia, a comparação direta dos resultados dos estudos de Castor et al. e Parthasarathy com os deste estudo não é viável, em virtude das diferenças metodológicas^{6,7}. Os mesmos pesquisadores inferem que o trato olivococlear medial eferente pode tornar-se comprometido com o processo de envelhecimento. Para essa proposição, baseiam-se em seus resultados, já que encontraram supressão significativamente mais evidente para os indivíduos adultos, em comparação aos idosos.

O estudo da via auditiva eferente desencadeia inúmeras questões sem resposta, evidenciando a necessidade de conhecimento detalhado dessa via, visto que ela é complexa, anatômica, fisiológica e clinicamente. Portanto, estudos podem ser desenvolvidos, principalmente no que se refere ao trato olivococlear medial eferente, para melhor compreensão e aplicação na prática clínica, visando o aperfeiçoamento do diagnóstico audiológico.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que:

O efeito redução/supressão das emissões otoacústicas evocadas por transiente é mais evidente nos indivíduos do grupo 1 e 2 e os resultados revelam diferenças estatisticamente significantes entre os valores do resultado das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem estimulação acústica contralateral no grupo 1 e 5, bem como entre os valores do resultado das emissões otoacústicas evocadas por transiente sem e com estimulação acústica contralateral somente nos indivíduos do grupo 1 e 2.

O efeito redução/supressão das emissões otoacústicas evocadas por transiente diminui substancialmente com

o avanço da idade, por volta da quarta década, sugerindo prejuízo da efetividade da atividade do trato olivococlear medial eferente sobre a atividade mecânica das células ciladas externas do órgão de Corti. Portanto, há a influência do processo de envelhecimento nessa atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sahley TL, Nodar RH, Musiek FE. Efferent auditory system- Structure and function. San Diego-London: Singular Publishing Group; 1997.
2. Berlin CI, Hood LJ, Hurley A, Wen H, Kemp DT. Binaural noise suppresses linear clique-evoked otoacoustic emissions more than ipsilateral or contralateral noise. *Hear Res.* 1995;87:96-103.
3. Hood LJ, Berlin CI, Goforth-Barter L, Wen H. Recording and analyzing efferent suppression of transient-evoked otoacoustic emissions. In: Berlin CI. *The efferent auditory system. Basic science and clinical applications.* San Diego: Singular publishing Group; Inc, 1999. p. 87-103.
4. Duncan KR. Aging, speech understanding in noise, and efferent suppression [dissertação]. Alabama: University of South Alabama; 2003.
5. Gulya J. Structural and physiological changes of the auditory and vestibular mechanisms with aging. In: Ripich D. *Handbook of Geriatric Communication Disorders.* Austin: Pro Ed;1991.
6. Castor X, Veuillet E, Morgan A, Collet L. Influence of aging on active cochlear micromechanical properties and on the medial olivocochlear system in humans. *Hear Res.* 1994;77:1-8.
7. Parthasarathy TK. Aging and contralateral suppression effects on transient evoked otoacoustic emissions. *J Am Acad Audiol.* 2001;12:80-5.
8. Prieve BA, Gorga MP, Schimidt A, Neely S, Peters J, Schultze P, et al. Analysis of transient-evoked otoacoustic emissions in normal - hearing and hearing impaired ears. *J Acoust Soc Am.* 1993;93:3308-19.
9. Verbeke G, Molenberghs G. *Linear mixed models in practice.* New York: Springer Verlag; 1997.
10. Collet L, Kemp DT, Veuillet E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear Res.* 1990;43:251-62.
11. Veuillet E, Collet L, Duclaux R. Effect of contralateral acoustic stimulation on active cochlear micromechanical properties in human subjects: dependence on stimulus variables. *J Neurophysiol.* 1991;65:724-35.
12. Rabinovich K. Estudo do efeito de supressão nas emissões otoacústicas evocadas transitórias em indivíduos com audição normal e em portadores de esclerose múltipla [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina; 1999.
13. Hood LJ, Berlin CI. Clinical applications of efferent suppression of otoacoustic emission. In: *American Academy of Audiology Annual Convention, 12 Chicago, 2000. Preliminary Program & Registration book.* Chicago, 2000. p.88.