

VARIAÇÕES NAS AMPLITUDES DE RESPOSTAS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS EVOCADAS E SUSCETIBILIDADE À PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO - PAIR

Variation in amplitudes of evoked otoacoustic emissions and susceptibility to hearing loss induced by noise

Márcia Afonso Negrão ⁽¹⁾, Elaine Soares ⁽²⁾

RESUMO

Objetivo: verificar, por meio de exames de otoemissões e audiométrico, se há correlação entre a mudança temporária do limiar auditivo por exposição a ruído intenso, bem como entre as variações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas e susceptibilidade à perda auditiva induzida por ruído - PAIR. **Métodos:** a casuística desta pesquisa foi composta por dois grupos de indivíduos com características que indicavam fortes indícios de resistência e sensibilidade a ruído, daí denominados grupo resistente e grupo sensível. Eles foram avaliados antes e após exposição a ruído, cujos resultados foram comparados com um grupo controle com audição normal. **Resultados:** todos os grupos apresentaram variações das amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas, tanto por transientes (EOET) como por produto de distorção (EOEPD). A incidência de piora foi maior no grupo resistente através das EOET e maior no grupo sensível através das EOEPD, com progressão para as frequências agudas. **Conclusão:** pelas diferenças dos resultados entre os grupos avaliados, as EOEPD mostraram-se mais eficazes do que as EOET para o registro das variações cocleares após exposição a ruído intenso. As médias de pioras foram maiores no grupo sensível, tanto nas EOET como nas EOEPD. Essas médias poderiam servir como "precursoras" na pesquisa de padrões de referências para identificar pessoas mais suscetíveis ou não à PAIR.

DESCRITORES: Emissões otoacústicas espontâneas; Audição; Perda auditiva provocada por ruído; Perda auditiva neurossensorial; Ruído ocupacional; Audiometria; Estudos de casos e controle

INTRODUÇÃO

A Perda Auditiva Induzida por Ruído, PAIR, é uma doença causada pela exposição crônica ao ruído, ou seja, é necessário que haja exposição repeti-

da a um ruído de energia suficiente, por longo período de tempo¹. É irreversível, com característica neurossensorial, geralmente bilateral e simétrica, que pode progredir lentamente².

A deficiência auditiva na PAIR é maior na faixa de 4 a 6 KHz e menor nas frequências abaixo e acima dessas, formando o característico entalhe. Há variabilidade na sua evolução, devido à susceptibilidade individual, sendo mais acentuada nos 10 a 15 anos iniciais de exposição, com diminuição, após esse período, tendendo a uma estabilização³.

Estudos histológicos mostraram que as células sensoriais da cóclea mais lesadas na PAIR, correspondem à faixa de frequência de 4 KHz, indicando que essas são as primeiras a serem afetadas, devido à posição em que se encontram dentro da cóclea – mais próximas da janela oval, apenas a 8 mm da mesma⁴⁻⁵.

⁽¹⁾ Fonoaudióloga, responsável da Unifau – Unidade de Fonoaudiologia, Responsável pelo serviço de triagem auditiva neonatal do Hospital e Maternidade Policlínica de São José dos Campos.

⁽²⁾ Fonoaudióloga, Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo, Professora da Universidade Metodista de Piracicaba, Responsável pelo serviço de triagem auditiva neonatal da Maternidade de Campinas.

Em estudo histológico, observou-se que as lesões são mais acentuadas nas células ciliadas externas do que nas células ciliadas internas, pois o número de células ausentes era maior nas fileiras de células ciliadas externas, enquanto que as internas faltavam ocasionalmente. Os feixes de estereocílios das células ciliadas externas sobreviventes mostraram grande desarranjo, enquanto que as internas estavam normais ou discretamente desarranjadas⁶.

Essa maior sensibilidade das células ciliadas externas provavelmente se deve à sua estrutura morfofisiológica: são envolvidas apenas parcialmente pelas células de sustentação; há presença de proteínas contráteis⁷ e maior força elástica⁸, garantindo às mesmas uma maior mobilidade do que às células ciliadas internas.

Sucessivas pesquisas, nas últimas décadas, permitiram valiosas modificações nos conceitos sobre a fisiologia coclear, contribuindo para grandes avanços no entendimento e diagnóstico das patologias da audição, particularmente das patologias cocleares, como é o caso da PAIR.

Desde a década de 60⁹ acreditava-se que a membrana basilar vibrava passivamente com a vibração mecânica dos líquidos cocleares – mecanismo das ondas viajantes e que todo o sistema de células ciliadas do órgão de Corti, tanto as internas como as externas funcionavam como receptor auditivo periférico. Mas estudos recentes demonstraram que as células ciliadas externas e internas têm funções diferentes.

Ao longo de sucessivos trabalhos, descritos a seguir, ficou claramente demonstrado que a cóclea tem um mecanismo ativo e que as células ciliadas externas funcionam como amplificador coclear e as internas como receptor e codificador coclear.

Por meio de registros intracelulares das fibras aferentes das células ciliadas internas após estimulação sonora, observou-se que o transdutor neurossensorial que codificava a mensagem sonora era apenas o sistema de células ciliadas internas. Essas são então os verdadeiros receptores da mensagem sonora, produzindo codificação em mensagem elétrica, que seria enviada pelas vias nervosas aos centros auditivos do lobo temporal. Essas células são responsáveis pela constituição de 90 a 95% das fibras do nervo auditivo¹⁰.

A possível existência de um amplificador de fenômenos mecânicos na cóclea, sugerindo que deveriam ser produzidos pelas células ciliadas externas foi apontada na literatura¹¹. Alguns pesquisadores conseguiram provocar contração dessas células isoladas em meio de cultura, aplicando-lhes estímulos elétricos e químicos¹²⁻¹³.

Assim, demonstrou-se uma cóclea ativa, ou seja, presença de um amplificador coclear, com capacidade

de mecânica de contração, através das células ciliadas externas.

Sobre as etapas fisiológicas da cóclea ativa¹⁴:

1ª etapa – Transdução mecano-elétrica nas células ciliadas externas:

As vibrações mecânicas da membrana basilar e do órgão de Corti, provocadas pelas vibrações da perilinfa, determinam o deslocamento dos estereocílios das células ciliadas externas acoplados à membrana tectorial. Com o deslocamento dos estereocílios há a estimulação dos mesmos, e conseqüente abertura dos canais de potássio, que penetram nas células provocando o aparecimento de potenciais elétricos receptores microfônicos e potencial de somação.

2ª etapa – Transdução eletro-mecânica nas células ciliadas externas:

Esses potenciais elétricos gerados na primeira etapa induzem dois tipos de contrações: rápidas e lentas. As contrações rápidas provocam grande amplificação da vibração da membrana basilar, amplificando o estímulo em até 50 dB HL.

3ª etapa - Transdução mecano-elétrica nas células ciliadas internas.

A amplificação da vibração da membrana basilar permite que os cílios das células ciliadas internas, que normalmente não estão acoplados à membrana tectorial, alcancem a mesma e sejam estimulados, provocando a despolarização celular de modo semelhante ao das células ciliadas externas. Quando isso ocorre, o sistema de inervação aferente leva a mensagem sonora, codificada pelas células ciliadas internas na forma de impulsos elétricos, às áreas auditivas centrais.

Após esse melhor entendimento sobre a fisiologia coclear, estudiosos pesquisavam sobre uma forma de melhor avaliar a cóclea.

As emissões otoacústicas foram então descritas pela primeira vez e definidas como energia acústica resultante da atividade fisiológica coclear¹⁵. E essa energia, propriedade da cóclea funcionante e saudável, é liberada pela cóclea e transmitida através do sistema tímpano-ossicular até o conduto auditivo externo¹⁶.

Há relato que as emissões otoacústicas são energia sonora proveniente da mobilidade das células ciliadas externas e que reduzem sua amplitude de resposta com a queda do limiar auditivo¹⁷, assim descritas:

- Emissões otoacústicas evocadas transientes: podem ser captadas após estimulação sonora do tipo clicks e estão presentes em quase 100% dos indivíduos com audição normal. Desta forma, podem detectar perdas auditivas de grau leve a profundo.

- Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção: é a resposta provocada por dois tons puros, de frequências diferentes e próximas, apre-

sentados simultaneamente. Podem ser captadas em indivíduos com perdas auditivas de até 50 dBNA. Portanto, são importantes para detectar perdas auditivas maiores que 50 dBNA.

Pequenas alterações cocleares podem ser detectadas através do exame de emissões otoacústicas, mesmo antes de apresentarem alterações no audiograma. O monitoramento de trabalhadores expostos a ruído, com audição normal, através das emissões otoacústicas evocadas transientes (EOETs), poderá detectar o início de lesão coclear mesmo antes que esta seja detectável na audiometria. Em trabalhadores que já apresentem PAIR, cujos limiares tonais raramente ultrapassam 50 dBNA, o monitoramento através das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção (EOEPD), poderá indicar progressões por faixas de frequências¹⁸.

Um estudo concluiu que as emissões otoacústicas podem detectar mudança temporária no limiar auditivo provocada por exposição a ruído, sendo as EOETs mais sensíveis à exposição a ruído do que as EOEPDs¹⁹.

O presente estudo tem como objetivo verificar, por meio de exames de emissões otoacústicas evocadas e audiométrico, se há correlação entre a mudança temporária do limiar auditivo por exposição a ruído de alta intensidade, bem como entre as variações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas e susceptibilidade à PAIR.

■ MÉTODOS

Foram selecionados dois grupos de indivíduos de uma mesma indústria, sendo que a vida profissional da maioria deles se refere a essa única empresa. Esses grupos apresentaram as seguintes características:

1. Grupo resistente - composto de 20 indivíduos com audição normal, com idade de 38 a 51 anos e idade média de 46 anos. Esses trabalharam expostos a ruídos acima de 85 dB durante 18 a 32 anos, sendo 24 anos o tempo médio de exposição. Os indivíduos usaram equipamento de proteção individual – EPI durante 5 a 18 anos, sendo 10 anos o tempo médio de uso, ou seja, menos da metade do tempo de exposição. E, por ainda apresentarem audição normal, mesmo após longo tempo de exposição a ruído de alta intensidade e pouco tempo de uso de EPI, há fortes indícios de que esses indivíduos sejam menos sensíveis à exposição a ruído intenso do que o outro grupo e, portanto, foram denominados neste trabalho de grupo resistente.

2. Grupo sensível - composto de 22 indivíduos com perda auditiva induzida por ruído – PAIR, bem caracterizada e diagnosticada por médico do trabalho e otorrinolaringologista. Esses indivíduos tinham

idade de 33 a 53 anos, sendo a idade média de 46 anos. Trabalharam expostos a ruídos acima de 85 dB durante 16 a 36 anos, sendo 25 anos o tempo médio de exposição. Usaram EPI durante 5 a 17 anos, sendo 11 anos o tempo médio de proteção, ou seja, menos da metade do tempo de trabalho. E, por serem portadores de PAIR, mostram uma maior sensibilidade à exposição a ruído intenso do que o outro grupo e, portanto, foram denominados neste trabalho de grupo sensível.

Todos os indivíduos dos dois grupos foram submetidos a exames de imitância acústica, através de impedanciômetro da marca Interacoustics, modelo MT 10 e otoscopia prévia, através de otoscópio da marca KOLE, para eliminar alterações de orelha externa e média, sendo que somente foram incluídos na amostra indivíduos sem alterações de orelha média.

Após essa seleção, todos os indivíduos foram submetidos aos exames audiológicos a seguir relacionados, antes e após exposição a um ruído de 105 dBNA, na forma de ruído branco, por dez minutos, em cada uma das orelhas, através de audiômetro da marca MAICO, modelo MA-41, com fones TDH-39, em cabina acústica.

1. Audiometria tonal limiar (vias aérea e óssea), com testes de Índice de Reconhecimento de Fala e Limiar de Reconhecimento de Fala, quando necessário, em ambas as orelhas, através de audiômetro da marca MAICO, modelo MA-41.

2. Exames de emissões otoacústicas evocadas transientes – EOET e emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção – EOEPD, em ambas as orelhas, através do equipamento ILO 292, da marca Otodynamics.

Para cada indivíduo, as avaliações seguiram a seguinte seqüência: foram feitos os exames de audiometria, EOET e EOEPD numa orelha. Após as avaliações essa orelha foi exposta ao ruído durante 10 minutos. Imediatamente após a exposição, foram repetidos os três exames na mesma orelha. Em seguida, o mesmo procedimento foi repetido na outra orelha.

Foram registrados e comparados os dados referentes aos limiares tonais e amplitudes de respostas das EOET e EOEPD, antes e após a exposição ao ruído.

A classificação e interpretação dos resultados foram feitas de acordo com piora, melhora ou manutenção dos mesmos e considerando as variáveis: faixa de frequência sonora e mudança nas amplitudes de respostas.

Para a comparação das amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas, tanto por transientes como por produto de distorção, antes e após a exposição ao ruído, ou seja, para julgar se houve piora, melhora ou manutenção, foi realizada uma pesquisa da variação das amplitudes de respos-

tas das emissões otoacústicas evocadas num grupo controle (não exposto ao ruído), composto de nove indivíduos com audição normal, com a finalidade de determinar a variação natural do exame. Esse grupo foi denominado neste trabalho de grupo controle.

Essa pesquisa obedeceu o seguinte protocolo de avaliações:

- audiometria tonal limiar, para confirmação de audição normal bilateral;

- exame de imitância acústica, para eliminação de alterações de orelha externa e/ou média;

- duas avaliações consecutivas através de exame de emissões otoacústicas evocadas por transientes e por produto de distorção, sendo uma realizada imediatamente após a outra, sem que o indivíduo sequer tenha saído da cabine audiométrica e, portanto, sem que tenha sido exposto a nenhum ruído ou quaisquer outros fatores externos que pudessem interferir nas variações dos resultados.

A descrição da construção do estudo estatístico:

1) As observações originais (tanto decibéis como percentuais) produziram novas variáveis com a intenção de mostrar as de variações dessas medidas. As variações foram calculadas mediante a subtração do valor pré-observado do valor pós-observado.

2) Foram criados dois resultados com base nas variações calculadas: o primeiro, considerando o valor absoluto (módulo matemático) dessa variação, ou seja, o que podemos denominar de amplitude de variação e o segundo, considerando os valores e seus respectivos sinais (positivo e negativo).

3) Com base nas médias de variações do grupo controle, produziram-se valores ditos de normalidade, fixando-se meio desvio-padrão para mais e para menos (intervalo de confiança com amplitude total de um desvio-padrão). Esse intervalo foi usado para identificar os indivíduos dos grupos resistente e sensível, como apresentando pioras, melhoras e manutenção dos resultados. E, usando somente os valores daqueles resistentes e sensíveis, identificados como tendo piorado em relação aos indivíduos do grupo controle, foram calculados os valores médios para cada uma das variações, variações essas, então, de piora.

O projeto deste trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica sob No. 003/02.

■ RESULTADOS

A Tabela 1 mostra as médias de variações das amplitudes de respostas registradas entre dois exames de emissões otoacústicas evocadas transientes – EOAT de um mesmo indivíduo, realizados imediatamente após um ao outro, sem interferência de fatores externos.

Tabela 1 – Médias de variações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas transientes do grupo controle.

Bandas de Freqüências	Médias Bilaterais dB	OD dB	OE dB
ECHO	0,6	0,5	0,7
REPR(%)	3,8	3,3	4,4
B1	3,2	3,6	2,9
B2	3,1	3,2	3,0
B3	1,9	2,4	1,5
B4	1,6	1,3	1,9
B5	1,7	1,6	1,9

OD = orelha direita OE = orelha esquerda dB = decibéis
ECHO = amplitude de respostas gerais REPRO = reprodutibilidade

Na Tabela 2 temos as médias de variações das amplitudes de respostas registradas entre dois exames de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção de um mesmo indivíduo, também realizados imediatamente após um ao outro, sem interferência de fatores externos. Aqui também não houve diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 2 – Médias de variações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção do grupo controle.

Bandas de Freqüências (Hz)	Médias Bilaterais dB	OD dB	OE dB
452	3,6	5,9	1,3
538	3,6	4,8	2,5
635	3,3	3,1	3,6
819	1,2	2,0	0,5
1025	1,0	1,5	0,6
1270	0,9	1,1	0,7
1611	0,8	1,1	0,6
2026	0,6	0,9	0,4
2564	0,8	0,7	0,9
3210	1,1	1,1	1,2
4052	1,6	1,5	1,7

OD = orelha direita OE = orelha esquerda Hz = hertz dB = decibéis

Os percentuais obtidos sobre pioras, melhoras e manutenções nas amplitudes de respostas das EOAT, após a exposição ao ruído, referentes aos dois grupos avaliados (resistente e sensível), estão na Tabela 3. Os registros foram apresentados bilateralmente, uma vez que não houve diferença significativa entre os registros das orelhas direita e esquerda.

Tabela 3 – Incidências de pioras, melhoras e inalterações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas transientes dos grupos resistente e sensível, bilateralmente.

GRUPOS	P-M-I	ECHO-dB %	REPR O %	B1-dB %	B2-dB %	B3 -dB %	B4-dB %	B5-dB %
Resistente e	P	70	62,5	52,5	65	52,5	55	37,5
Sensível e	P	54,5	63,6	63,6	40,9	45,5	22,7	9,1
Resistente e	M	27,5	27,5	37,5	25	25	22,5	17,5
Sensível e	M	40,9	31,8	20,5	47,5	27,3	18,2	9,1
Resistente e	I	2,5	10	10	10	22,5	22,5	45
Sensível e	I	4,5	4,5	15,9	11,4	27,3	59,1	81,8

P = pioras M = melhoras I = inalterações dB = decibéis

Os resultados obtidos sobre os percentuais de pioras, melhoras e manutenções nas amplitudes de respostas das EOAPD, após a exposição ao ruído, referentes aos dois grupos avaliados (resistente e sen-

sível), estão na Tabela 4. Esses registros também foram apresentados bilateralmente, porque não houve diferença significativa entre os registros das orelhas direita e esquerda.

Tabela 4 – Incidência de pioras, melhoras e manutenções nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção dos grupos resistente e sensível, bilateralmente.

GRUPOS	PMI %	BANDAS DE FREQUÊNCIAS (Hz)										
		452	538	635	819	1025	1270	1611	2026	2564	3210	4052
RES	P	45	47,5	45	42,5	50	40	47,5	50	60	47,5	50
SENS	P	47,7	50	47,7	56,8	61,3	56,8	61,3	70,4	54,5	56,8	56,8
RES	M	42,5	40	37,5	45	40	50	42,5	37,5	27,5	40	37,5
SENS	M	47,7	43,2	45,4	36,4	34,1	34,1	34,1	22,7	38,6	38,6	38,6
RES	I	12,5	12,5	17,5	12,5	10	10	10	12,5	12,5	12,5	12,5
SENS	I	4,5	6,8	6,8	6,8	4,5	9,1	4,5	6,8	6,8	4,5	4,5

Hz = hertz P = pioras M = melhoras I = inalterações RES = resistente SENS = sensível

Nas Tabelas 5 e 6 estão apresentados, sucessivamente, as médias de pioras nas amplitudes de respostas das EOAT registradas nos dois grupos avaliados (resistente e sensível).

As Tabelas 7 e 8 mostram, sucessivamente, as médias de pioras nas amplitudes de respostas das EOAPD registradas nos grupos resistente e sensível.

Tabela 5 – Médias de pioras nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas transientes, do grupo resistente.

Bandas de Frequências	Médias Bilaterais dB	OD dB	OE dB
ECHO	1,747	1,68	1,815
REPRO(%)	7,367	5,091	9,643
B1	5,582	6,8	4,364
B2	4,19	3,667	4,714
B3	3,377	2,455	4,3
B4	3,363	4,182	2,545
B5	4,768	5,286	4,25

OD = orelha direita OE = orelha esquerda dB = decibéis

Tabela 6 – Médias de pioras nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas transientes, do grupo sensível.

Bandas de Frequências	Médias Bilaterais dB	OD dB	OE dB
ECHO	1,816	1,833	1,8
REPRO(%)	14,312	15,75	12,875
B1	5,035	4,857	5,214
B2	4,487	5,375	3,6
B3	4	4,5	3,5
B4	4,548	5,429	3,667
B5	4,5	5	4

OD = orelha direita OE = orelha esquerda dB = decibéis

Tabela 7 – Médias de pioras nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção, do grupo resistente.

Bandas de Frequências (Hz)	Médias Bilaterais dB	OD dB	OE dB
452	4,194	3,7	4,688
538	4,046	3,318	4,775
635	2,883	3,811	1,956
819	3,569	3,91	3,229
1025	2,175	2,26	2,09
1270	2,4	2,663	2,138
1611	2,161	2,933	1,39
2026	2,387	2,118	2,656
2564	3,522	2,408	4,636
3210	3,558	2,956	4,16
4052	3,46	2,49	4,43

OD = orelha direita OE = orelha esquerda Hz = hertz dB = decibéis

Tabela 8 – Médias de Pioras nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção, do grupo sensível.

Bandas de Frequências (Hz)	Médias Bilaterais dB	OD dB	OE dB
452	4,736	4,443	5,029
538	4,273	3,946	4,6
635	3,303	4,127	2,48
819	7,457	4,564	2,893
1025	3,368	3,95	2,787
1270	2,842	3,921	1,764
1611	3,8	4,445	3,156
2026	2,596	1,873	3,319
2564	2,613	2,864	2,362
3210	3,19	2,823	3,558
4052	3,368	3,407	3,33

OD = orelha direita OE = orelha esquerda Hz = hertz dB = decibéis

■ DISCUSSÃO

As variações das amplitudes de respostas do grupo controle (Tabelas 1 e 2), indicam variações naturais entre dois exames de emissões otoacústicas evocadas.

A Tabela 1 mostra que no exame de EOET as variações das amplitudes de respostas gerais (ECHO) são menores do que as variações por banda de frequência, sendo menores do que 1 dB para (ECHO) e, em geral, menores do que 3 dB para as bandas. Os resultados mostraram ainda que as variações nas frequências graves e médias são maiores do que nas frequências agudas. Não houve diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda.

Na Tabela 2 verificou-se que as variações das amplitudes de respostas entre dois exames de EOEPD foram semelhantes às variações das EOET: foram registradas maiores variações das amplitudes de respostas para as frequências graves e menores para as frequências agudas, sendo que, em geral, também foram menores do que 3 dB. Não houve diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda. Estudo realizado com EOEPD mostrou achados semelhantes²⁰.

Com base nas variações encontradas nas Tabelas 1 e 2, foram analisadas as variações das amplitudes de respostas das EOET e EOEPD encontradas nos dois grupos expostos a ruído intenso (resistente e sensível), antes e após a exposição.

Após análise dos registros das variações das amplitudes de respostas das EOET dos dois grupos expostos a ruído intenso (resistente e sensível), verificou-se, conforme demonstrado na Tabela 3, que houve maior incidência de pioras do que melhoras e manutenções nos dois grupos. Estudo anterior também concluiu que as emissões otoacústicas podem detectar mudança temporária no limiar auditivo provocada por exposição a ruído¹⁹.

Também foi constatada maior incidência de pioras no grupo considerado resistente, tanto na resposta geral (ECHO), como por bandas de frequências (B2, B3, B4 e B5, que correspondem às seguintes faixas de frequências: 1.500, 2.000, 3.000 e 4.000 Hz, respectivamente). Lembrando aqui que a primeira banda B1 não foi considerada, em função desta sofrer muita interferência dos ruídos internos do paciente (como o ruído da respiração).

Essa maior incidência de pioras nos registros das EOET no grupo resistente ocorreu, provavelmente, porque as EOET são registradas apenas em indivíduos com limiares auditivos até 25-30 dB. Como o grupo considerado sensível era composto por indivíduos portadores de PAIR e, portanto, com perdas auditivas nas frequências agudas, principalmente em 3 e 4 KHz, as amplitudes de respostas das bandas B4 e B5 e suas variações não puderam ser registradas na

grande maioria (quase totalidade) dos indivíduos desse grupo. Mas foram registradas nos indivíduos do grupo resistente.

Os registros das variações das amplitudes de respostas das EOEPD dos dois grupos avaliados, antes e após a exposição a ruído intenso, conforme demonstrado na tabela IV, indicaram que ocorreram mais pioras do que melhoras e manutenções nos dois grupos.

E, ao contrário do que foi constatado nos registros das EOET, verificou-se que houve maior incidência de pioras nos registros das amplitudes de respostas do grupo de indivíduos considerados sensíveis, ou seja, portadores de perda auditiva induzida por ruído – PAIR. Além de maior incidência na quantidade total de pioras (56,3% para o grupo sensível e 47,5% para o grupo resistente), verificou-se também que a incidência de pioras foi maior para o grupo sensível em todas as faixas de frequências avaliadas, ficando evidenciada a tendência de maior incidência de mudança temporária do limiar auditivo, por exposição a ruído intenso, em indivíduos mais sensíveis à exposição a ruído intenso e, provavelmente, mais susceptíveis à PAIR.

Embora as análises estatísticas não tenham apontado diferenças significativas entre as mudanças das amplitudes de respostas das EOEPD dos dois grupos avaliados, antes e após a exposição ao ruído, verificamos no grupo sensível uma tendência de aumento de pioras, conforme o aumento da faixa de frequência, ou seja, houve maior incidência de pioras nas frequências médias e agudas.

Apesar da tendência de aumento de pioras para as frequências agudas, verificou-se uma discreta redução de pioras nas últimas faixas de frequências (2564, 3210 e 4052 Hz). Essa diminuição provavelmente ocorreu porque esses indivíduos têm perda auditiva justamente nessa faixa de frequência, pois são portadores de PAIR. E, se as células sensoriais da cóclea estão, em grande parte, lesadas nessas faixas de frequências, não poderiam receber a mesma estimulação sensorial que os indivíduos do grupo resistente, que têm audição normal.

Essa maior incidência de pioras nas amplitudes de respostas do grupo sensível puderam ser constatadas através das EOEPD, porque essas emissões podem ser registradas em indivíduos com limiares auditivos até 45-50 dB.

De acordo com a tabela das doses, constante nas Normas Técnicas do Ministério do Trabalho, o órgão auditivo humano suporta ficar exposto a uma intensidade de 105 dB por até 30 minutos. Por questões de segurança ao órgão auditivo dos examinados, optou-se por expô-los a um ruído por um tempo menor que a metade do tempo permitido. Com isso, talvez o tempo de exposição e a intensidade do ruído usados nesse trabalho não tenham sido suficientes

para provocar mudanças temporárias significativas dos limiares auditivos e que fossem capazes de mostrar também mudanças significativas nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas dos grupos avaliados.

Outro fator que evidenciou a possibilidade do tempo e a intensidade do ruído, usados nesse trabalho não terem sido suficientes para provocar grande mudança temporária do limiar auditivo, é que todas as audiometrias mantiveram-se sem alterações, antes e após a exposição ao ruído.

Como as audiometrias não tiveram alterações significativas (maiores do que 5-10 dB) após a exposição ao ruído intenso, ficou também evidenciado que o exame de emissões otoacústicas evocadas, tanto por transientes como por produto de distorção, é mais sensível ao registro de alterações cocleares do que a audiometria tonal, principalmente por produto de distorção, onde as emissões otoacústicas podem ser registradas até um grau moderado de perda auditiva e abrangem um espectro maior de frequências. Também há citação na literatura de que as emissões otoacústicas por produto de distorção (EOEPD) poderiam indicar progressões por faixas de frequência¹⁷.

Através das médias (em dB) de pioras das amplitudes de respostas dos grupos resistente e sensível (Tabelas 5, 6, 7 e 8) tivemos uma confirmação das tendências verificadas pelas incidências de pioras (Tabelas 3 e 4).

Apesar de haver menor incidência de piora, através das EOET, no grupo sensível, a média (em dB) dessas ocorrências foi maior do que no grupo resistente (Tabelas 5 e 6), exceto na banda 5, onde todos os indivíduos do grupo sensível apresentam perda auditiva.

E também, as médias (em dB) das pioras através dos registros das EOEPD (Tabelas 7 e 8) confirmaram as tendências observadas através das incidências de pioras. As médias (em dB) das pioras foram maiores no grupo sensível para todas as faixas de frequências, exceto para as três últimas (2564, 3210 e 4052), que são exatamente as faixas de frequências onde a maioria dos indivíduos desse grupo apresenta perda auditiva e, portanto, foram menos estimuladas nessa região.

Os dados apresentados reforçam a probabilidade

de de que indivíduos mais sensíveis a ruído intenso e, portanto, mais susceptíveis à PAIR, sofram maior diminuição das amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas, após serem estimuladas por ruído de alta intensidade. Assim as médias de pioras (em dB) encontradas nesse trabalho poderiam servir como “precursoras” na pesquisa de padrões de referências para identificar pessoas mais susceptíveis, ou não, à PAIR. E que, portanto, poderiam ser confirmadas em novos estudos.

Por outro lado, o grupo resistente é formado por pessoas com audição normal e com fortes indícios de que são resistentes a ruído intenso. Portanto as médias (em dB) de pioras encontradas através dos exames de EOET e EOEPD poderiam servir de “precursoras” na determinação de padrões de referências, com relação à resistência a ruído intenso, ou seja, não susceptibilidade à PAIR.

Dado que os grupos resistente e sensível foram formados por indivíduos com características específicas e que indicavam fortes indícios de resistência e sensibilidade a ruído, não foram encontrados trabalhos na literatura com características semelhantes e que possibilitassem a comparação com os achados relativos às médias de pioras.

■ CONCLUSÕES

-O exame de EOE mostrou-se mais sensível ao registro de alterações cocleares por exposição a ruído intenso do que a audiometria tonal;

-Todos os grupos pesquisados apresentaram variações nas amplitudes de respostas das EOET e das EOEPD;

-Por meio das EOET, verificou-se maior incidência de pioras no grupo resistente, em função do grupo sensível ser portador de PAIR;

-Com o uso das EOEPD, verificou-se maior incidência de pioras no grupo sensível em todas as faixas de frequência, com progressão para as frequências agudas;

-As médias de pioras (em dB) foram maiores no grupo sensível, tanto nas EOET como nas EOEPD;

-Pelas diferenças entre os grupos avaliados, as EOEPD mostraram-se mais eficazes do que as EOET para o registro das variações cocleares após exposição a ruído intenso.

ABSTRACT

Purpose: to check, through otoemission and audiometric tests, if there is any relationship between temporary change of the hearing threshold due to the exposure to high noise levels, as well as between amplitude variations of responses to evoked otoacoustic emissions and susceptibility to noise-induced hearing loss. **Methods:** this study was conducted in two groups of subjects, showing strong indications of tolerance and sensitivity to noise. They were called, tolerant and sensitive group, respectively. The groups were evaluated before and after exposure to noise. The results were compared with those for a control group with normal hearing. **Results:** all groups showed variations in the amplitude of response to evoked otoacoustic emissions, both by transients (TOAE) as well as by distortion product (DPOAE). The worsening of the condition was more severe with the tolerant group in case of TOAE, and more severe with the sensitive group in case of DPOAE, progressing towards the high frequency range. **Conclusion:** considering the differences between the results found in the groups which were evaluated, DPOAE were more effective than TOAE in recording the cochlear variations after exposure to high noise levels. On the average, the worsening conditions were more pronounced with the sensitive group, both in the case of TOAE and DPOAE. These average values could serve as "trend-setters" for the study of reference standards to identify the individuals who may or may not be more sensitive to noise-induced hearing loss.

KEYWORDS: Otoacoustic emissions, spontaneous; Hearing; Hearing loss, noise-induced; Hearing loss, sensorineural; Noise, occupational; Audiometry; Case-control studies

REFERÊNCIAS

1. Werner AF, Mendez AM, Salazar EB. El ruido y la audición. Buenos Aires: Ad-Hoc SRL; 1990.
2. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Características da PAIR. JAMB;1994.
3. Melnick W. Industrial hearing conservation. In: Katz J. Handbook of clinical audiology. 3rd ed. Baltimore: The Williams Wilkins; 1985.
4. Fried MP, Dudek SE, Bohne BA. Basal turn cochlear lesions following exposure to low frequency noise. Trans Sect Otolaryngol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol. 1976; 82(3 Pt 1):285-98.
5. Clark WW, Bohne BA. Animal model for the 4 kHz tonal dip. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.1978; 87(4 Pt 2 Suppl 51):1-16.
6. Subramaniam M, Salvi RJ, Spongr VP, Henderson D, Powers NL. Changes in distortion product otoacoustic emissions and outer hair cells following interrupted noise exposures. Hear Res. 1994; 74(1-2):204-16.
7. Flock A, Flock B, Ulfendahl M. Mechanism of movement in outer hair cells and a possible structural basis. Arch Otorhinolaryngol. 1986; 243(2):83-90.
8. Brownell WE. Outer hair cell electromotility and otoacoustic emissions. Ear Hear. 1990; 11(2): 82-92. Review.
9. Von Békésy G. Experiments in hearing. New York: McGraw-Hill; 1960. ok
10. Sellick PM, Russel IJ. Intracellular studies of cochlear hair cell: filling the gap between basilar membrane mechanics and neural excitation. In: Nauton RF, Fernandes AC. Evoked electrical activity in the auditory nervous systems. New York: Academic Press; 1978. p.113-5.
11. Davis H. An active process in cochlear mechanics. Hear Res. 1983; 9(1):79-90.
12. Brownell WE. Microscopic observation of cochlear hair cell motility. Scan Electron Microsc. 1984; (Part 3):1401-6.
13. Ashmore JF. A fast motile response in guinea-pig outer hair cells: the cellular basis of the cochlear amplifier. J Physiol. 1987; 388:323-47.
14. Oliveira JAA. Fisiologia clínica da audição: cóclea ativa. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação; 1997. p.101-142.
15. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. J Acoust Soc Am. 1978; 64(5):1386-91.
16. Kemp DT. Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanisms. Hear Res. 1986; 22:95-104.
17. Kemp DT. Otoacoustic emissions: basic facts and applications. Audiol Pract. 1989; 6(1):1-4.

18. Hotz MA, Probst R, Harris FP, Hauser R. Monitoring the effects of noise exposure using transiently evoked otoacoustic emissions. *Acta Otolaryngol.* 1993; 113(4):478-82.
19. Garcia AP, Snege YC. Emissões otoacústicas evocadas transientes e emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em adultos normais: estudos dos desvios transitórios do limiar de audibilidade após exposição a ruído. [monografia]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo;1999.
20. Zhao F, Stephens D. Test-retest variability of distortion-product otoacoustic emissions in human ears with normal hearing. *Scand Audiol.* 1999; 28(3):171-8.

RECEBIDO EM: 24/07/04

ACEITO EM: 20/10/04

Endereço para correspondência:

Rua Oscar Coelho Laurino, 108

São José dos Campos - SP

CEP: 12144-840

Tel: (12) 3923-2482

Fax: (12) 3921-0437

e-mail: unifau@iconet.com.br