

Estudo do efeito aprendizagem em exames audiométricos sequenciais de trabalhadores de indústria metalúrgica e suas implicações nos programas de conservação auditiva

Learning effect in sequential industrial audiometries in a metallurgical industry and its influence on hearing conservation programs

Lydia H. F. G. Gobbato¹, Everardo A. da Costa²,
Marcelo H. Sampaio³, Fábio M. Gobbato Jr.⁴

Palavras-chave: perda auditiva induzida pelo ruído, Programa de Conservação Auditiva, efeito aprendizagem, audiometria industrial.

Key words: noise induced hearing loss, hearing conservation programs, learning effect, industrial audiometry.

Resumo / Summary

A avaliação audiométrica é crucial nos programas de prevenção das disacusias ocupacionais. Exames periódicos são comparados, um a um, com um exame admissional e a ocorrência de pioras desencadeia ações preventivas sobre o trabalhador e seu posto de trabalho. Muitos trabalhadores “melhoram” seus limiares, nos primeiros anos, devido ao *efeito aprendizagem*. Se tais melhoras forem contempladas pela legislação, a detecção das perdas auditivas poderá ser antecipada. **Objetivo:** Identificar o efeito aprendizagem nas audiometrias industriais e avaliar suas implicações, particularmente sobre a validade do exame audiométrico admissional. **Forma de Estudo:** Clínico retrospectivo. **Material e Método:** Foram analisados 835 audiogramas de 167 metalúrgicos e comparados cinco exames periódicos com o respectivo exame admissional. Foram consideradas como efeito aprendizagem as melhoras de 5 dB em frequências isoladas ou em grupos de frequências. **Resultados:** De 92 a 96% dos trabalhadores apresentaram melhoras de 5 dB, entre 500 e 6.000 Hz, no período pesquisado. De 31 a 37% apresentaram melhoras de 5 dB, do segundo para o primeiro exame e de 23 a 35%, do quinto para o primeiro. Na média aritmética dos limiares em 500, 1.000 e 2.000 Hz e em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz, de 16 a 23% apresentaram melhoras do segundo para o primeiro exame e de 11 a 15%, do quinto para o primeiro. **Conclusões:** O efeito aprendizagem produziu melhoras dos limiares tonais em mais de um terço da população estudada, nos seis primeiros exames audiométricos seqüenciais. Questiona-se, assim, a validade do primeiro exame audiométrico como referencial, para ser comparado com os seqüenciais.

The audiometric evaluation is crucial to the success of the Hearing Conservation Programs in industries. Sequential audiograms have been compared with baseline ones made at the beginning of the employment. Preventive actions are taken as soon as a progressive occupational hearing loss occurs. However, many workers achieve better thresholds during the first five years by a *learning effect*. **Aim:** To identify the occurrence of the learning effect in the first five-year periodical audiograms in industries and evaluate its implications, particularly upon the true validity of the baseline audiogram. **Study Design:** Clinical retrospective. **Material and Method:** 835 audiograms of 167 workers were studied comparing five periodical audiometric tests with the respective baseline one. Better shifts of 5 dB or more, in one or more frequencies from 500 to 6.000 Hz were considered as “learning effect”. **Results:** From 92 to 96% of the workers presented better shifts in one or more frequencies. From 31 to 37% of the workers presented better shifts in one or more frequencies, comparing the second with the first test and from 23 to 35%, comparing the fifth with the first test. Comparing the average thresholds in 500, 1000 and 2000 Hz and in 3000, 4000 and 6000 Hz, from 16 to 23% of the workers presented better shifts, comparing the second with the first test and from 11 to 15%, comparing the fifth with the first test. **Conclusion:** The learning effect produced better shifts over more than one third of the studied population. So, the baseline audiogram may not be considered the best reference to be compared with the others tests.

¹ Otorrinolaringologista, Médica do Trabalho, Pós-Graduanda em Saúde Coletiva pela Unicamp.

² Professor Colaborador da Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço e da Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

³ Médico Residente da Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço, Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

⁴ Médico do Trabalho, Auditor Fiscal do Ministério do Trabalho e Emprego.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Everardo A. da Costa – R. João Teodoro, 680 Mogi Mirim SP 13800-120.

Telefax: (0xx19) 3806-2911 – E-mail: evecosta@dglnet.com.br

Trabalho apresentado como pôster, no III Congresso Triológico de Otorrinolaringologia, Rio de Janeiro, de 8 a 11/10/2003.

Artigo recebido em 30 de janeiro de 2004. Artigo aceito em 17 de junho de 2004.

INTRODUÇÃO

Os exames audiométricos são fundamentais na análise da eficácia dos programas de prevenção da perda auditiva de origem ocupacional, pois a audiometria, dentre todo o arsenal semiológico disponível, é um exame de baixo custo, maior conhecimento, relativa facilidade de aplicação e universalmente padronizado. Segundo a legislação brasileira¹, todo indivíduo que trabalha ou trabalhará em ambiente com elevados níveis de pressão sonora deve ser submetido a exames audiométricos seqüenciais, para avaliar o estado da sua audição. O primeiro exame audiométrico é realizado no momento da admissão e este exame é considerado como referencial, pois, com ele, serão comparados todos os exames periódicos subseqüentes. Nesta comparação, serão consideradas pioras significativas quando os limiares tonais aumentarem 15 dB, ou mais, para freqüências isoladas e 10 dB, ou mais, para as médias aritméticas dos limiares na faixa de 500, 1.000 e 2.000 Hz ou de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz². As pioras significativas, desde que confirmadas, serão consideradas como “sugestivas de desencadeamento” ou “sugestivas de agravamento” da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados². Este fato caracteriza a ocorrência da doença profissional e desencadeia uma série de medidas obrigatórias, no campo da Segurança do Trabalho e da Previdência Social³.

A confiabilidade e a validade dos exames audiométricos têm sido extensamente investigadas nos programas de conservação auditiva, em trabalhadores expostos a ruído potencialmente nocivo, usando ou não protetores auditivos. Os limiares auditivos obtidos na indústria são usualmente 5 a 15 dB piores que aqueles obtidos em exames de consultórios⁴. A variabilidade dos registros audiométricos pode ser atribuída tanto à variação das respostas dos trabalhadores, quanto ao treinamento, desempenho, experiência e o potencial do aplicador do exame. Portanto, devem-se considerar a variabilidade e a inconstância do aplicador e do sujeito⁵.

Ao se submeter a repetidos exames audiométricos, o trabalhador toma conhecimento de como ele é realizado, torna-se mais atento, menos ansioso e, assim, mais sensível ao mesmo, aprendendo a responder com mais precisão à proposta do teste. Com isso, têm sido observadas muitas “melhoras” nos limiares tonais, nos primeiros exames periódicos, conseqüentes ao *efeito aprendizagem* (“learning effect”)⁶.

O *efeito aprendizagem* tem sido observado em exames realizados em populações expostas a ruído, analisando os dados audiométricos seqüenciais, onde se notou melhora dos limiares auditivos no segundo exame realizado, na ordem de 5dB⁶. Melhoras significativas foram verificadas nos primeiros quatro a seis anos de teste, nas freqüências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz, sendo a freqüência de 4.000 Hz a mais alterada⁷. Royster & Royster⁶ verificaram que, nos pri-

meiros anos de programa de conservação auditiva, os limiares em tons puros freqüentemente melhoram porque os trabalhadores aprendem a tarefa de responder a tons mínimos. A aprendizagem diminui significativamente após a terceira ou quarta audiometria realizadas⁴. Em estudo anterior, Thomas & Royster⁸ não encontraram diferenças significativas nas mudanças de limiar entre ouvido direito e esquerdo, porém, significativa mudança foi vista quando um ouvido testado mostrou limiares piores no segundo exame.

Os profissionais da área de segurança e saúde do trabalhador têm tido crescente preocupação com a prevenção das perdas auditivas induzidas pelo ruído. Testes e retestes nas indústrias são maiores que os reportados na prática clínica. No entanto, é de fundamental importância a obtenção de limiares audiométricos confiáveis no exame admissional, ou de referência, pois os critérios que caracterizam desencadeamento ou agravamento das perdas auditivas induzidas pelo ruído decorrem de sua comparação com os limiares dos exames periódicos. A legislação brasileira contempla apenas as pioras significativas dos limiares tonais em exames seqüenciais². Mas as melhoras ocorrem, com freqüência, nos primeiros exames. Em função do *efeito aprendizagem*, postula-se a necessidade de se mudar o referencial do exame admissional para outro subseqüente, de resultados mais confiáveis. Isso resultará em antecipação dos cuidados preventivos, para os casos em que as perdas auditivas possam ocorrer.

Este trabalho procura identificar a existência do *efeito aprendizagem* na realização de audiometrias ocupacionais de trabalhadores de uma indústria metalúrgica. Procura, também, analisar como o fenômeno se comporta em diversas faixas de freqüências.

MATERIAL E MÉTODO

Dos exames audiométricos de 1.190 trabalhadores de uma indústria metalúrgica do interior de São Paulo, foram selecionados 167, todos de sexo masculino, com idade entre 18 e 23 anos, que haviam sido submetidos a exame admissional e cinco exames seqüenciais, no total de 835 exames audiométricos. Os testes foram realizados no período de setembro de 1992 a fevereiro de 2002, com intervalos que variavam entre seis meses e um ano. Todos foram submetidos a otoscopia prévia e tinham repouso auditivo mínimo de 14 horas, quando da realização dos exames. Os audiômetros estavam devidamente calibrados e os exames foram realizados em cabinas audiométricas e por fonoaudiólogas habilitadas e experientes em audiologia ocupacional.

Foram verificados os limiares audiométricos tonais destes trabalhadores nas freqüências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000 e 6.000 Hz e calculadas as médias aritméticas nas freqüências de 500, 1.000 e 2.000 Hz (Média 1) e 3.000, 4.000 e 6.000 Hz (Média 2), em ambas as orelhas.

Foi considerada a ocorrência do *fator aprendizagem*, quando a diferença para melhor, entre um exame seqüencial e o referencial atingia 5 dB, ou mais, tanto para freqüências isoladas quanto para grupos de freqüências.

Inicialmente, foi feita análise descritiva das variáveis categóricas. Para a avaliação estatística dos dados coletados, foi utilizado o método das Equações de Estimção Generalizadas (EEG)^{9,10}, por ser este adequado para tratar a correlação entre medidas repetidas ao longo do tempo. O nível de significância adotado foi 5%.

Inicialmente, verificou-se o número de trabalhadores que apresentaram melhora de 5 dB ou mais, em pelo menos uma freqüência, entre 500 e 6.000 Hz, em qualquer lado, no período analisado. Em seguida, foram feitas as comparações entre os diversos exames seqüenciais e os respectivos referenciais, em busca da ocorrência ou não do efeito aprendizagem, tanto para freqüências isoladas quanto para os grupos de freqüências. Finalmente, com o método EEG, analisou-se a influência da melhora, tanto pelo tempo decorrido, quanto pelo lado examinado.

RESULTADOS

Analisando-se os 167 prontuários, constatou-se que de 92 a 96% dos trabalhadores apresentaram melhora de pelo menos 5dB, indistintamente em uma ou mais freqüências entre 500 e 6.000 Hz, comparando-se os exames seqüenciais com o referencial (Tabela 1).

Tabela 1. Número e porcentagem de trabalhadores que apresentaram melhoras de 5 dB (ou mais) em freqüência isolada, de 500 a 6000 Hz, na comparação do exame seqüencial com o referencial (N=167)

Exames	Melhoras	Percentuais
Segundo	160	96%
Terceiro	154	92%
Quarto	158	95%
Quinto	161	96%

Tabela 2. Número e porcentagem de trabalhadores que apresentaram melhoras de 5 dB ou mais, por freqüência, na comparação dos exames seqüenciais com o referencial (N=167)

Freqüência Lado	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		3000 Hz		4000 Hz		6000 Hz	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
2º exame	57	59	62	55	57	51	53	57	57	61	58	58
	34%	35%	37%	33%	34%	31%	32%	34%	34%	37%	35%	35%
3º exame	57	60	50*	40*	51	50	38*	57	59	65	46*	37*
	34%	36%	30%	24%	31%	30%	23%	34%	35%	39%	37%	22%
4º exame	56	48	46	28	49	55	49	61	65	61	47	49
	34%	29%	28%	17%	29%	33%	29%	37%	39%	37%	28%	29%
5º exame	53	58	42	39	45	45	41	58	47*	56*	39	38
	32%	35%	25%	23%	27%	27%	25%	35%	28%	34%	23%	23%

* p<0,05

De 32 a 37% dos trabalhadores apresentaram melhora de 5dB nos seus limiares, por freqüência, quando comparados o segundo exame com o referencial; de 22 a 39% dos trabalhadores apresentaram melhora, por freqüência, quando comparados o terceiro exame com o referencial; de 17 a 39% dos trabalhadores apresentaram melhora de seus limiares, quando comparados o quarto exame com o referencial; de 23 a 35% dos trabalhadores apresentaram melhora, quando comparados o quinto exame com o referencial (Tabela 2).

Analisando-se por limiares médios de grupos de freqüências, observou-se que de 16 a 23% dos trabalhadores tiveram melhora de 5 dB, ou mais, em seus limiares médios, comparando-se o segundo exame com o referencial, na Média 1 (500, 1.000 e 2.000 Hz) e de 19 a 21%, na Média 2 (3.000, 4.000 e 6.000 Hz); 14% dos trabalhadores tiveram melhora na comparação do terceiro exame com o referencial, na Média 1 e de 14 a 15%), na Média 2; de 8 a 16% dos trabalhadores tiveram melhora na comparação do quarto exame com o referencial, na Média 1 e de 18 a 20%, na Média 2; de 11 a 12%) dos trabalhadores tiveram melhora na comparação do quinto exame com o referencial, na Média 1 e de 11 a 15%), na Média 2 (Tabela 3).

Observou-se também que a melhora dos limiares se mantém ao longo dos quatro exames realizados em 500 Hz em ambos os ouvidos, 2000 Hz em ambos os ouvidos e 3000 Hz no ouvido esquerdo. Em 1000 Hz a melhora não se mantém a partir do terceiro exame. Em 3000 Hz a melhora não se mantém a partir do terceiro exame no ouvido direito. Em 4000 Hz a melhora não se mantém a partir do quarto exame em ambos os ouvidos. Em 6000 Hz a melhora não se mantém a partir do terceiro exame em ambos os ouvidos.

Aplicando-se o método das EEG, o p-valor foi maior que 0,05, mostrando que não houve evidência de influência da medida na melhora, naquelas situações apontadas. (Tabela 2).

Não houve, também, diferença significativa no estudo da melhora dos limiares entre os lados direito e esquerdo, exceto do terceiro para o segundo exame, em 3.000 Hz (Tabela 4).

Tabela 3. Número e porcentagem de trabalhadores que apresentaram melhoras de 5 dB ou mais, na Média 1 (500, 1000, 2000 Hz) e na Média 2 (3000, 4000, 6000 Hz), na comparação dos exames seqüenciais com o referencial (N=167)

Frequência Lado	Média 1		Média 2	
	OD	OE	OD	OE
2º exame	39 23%	27 16%	31 19%	35 21%
3º exame	23 14%	23 14%	25 15%	24 14%
4º exame	27 16%	14 8%	30 18%	33 20%
5º exame	20 12%	19 11%	18 11%	25 15%

Tabela 4. Níveis descritivos dos parâmetros obtidos pelo método dos EEG, verificando a influência do lado na melhora (N=167).

Frequências	p-valor
500 Hz	0,9052
1000 Hz	0,0772
2000 Hz	0,8882
3000 Hz	0,0070
4000 Hz	0,2833
6000 Hz	0,7307
Média 1	0,0764
Média 2	0,3671

DISCUSSÃO

Nos programas de conservação auditiva das empresas não se leva em conta a melhora de limiares audiométricos e, quando ela ocorre, o fato é simplesmente desconsiderado. No entanto, para se avaliar a evolução de uma PAIR, a legislação brasileira manda analisar apenas as pioras significativas em frequências isoladas ou nas médias aritméticas dos limiares tonais em 500, 1.000 e 2.000 Hz (Média 1) e/ou em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz (Média 2). É considerado desencadeamento ou agravamento da de PAIR, quando houver piora dos limiares de 15 dB ou mais, em frequências isoladas ou 10 dB nas médias, em relação ao exame referencial². Desta forma, destaca-se a importância na obtenção de limiares audiométricos reais no primeiro exame, pois eles serão parâmetros para as comparações futuras.

Nos indivíduos destinados a desenvolver a perda auditiva por exposição a níveis elevados de pressão sonora, espera-se, com a realização de audiometrias periódicas seqüenciais, uma piora lenta e progressiva dos limiares ou, quando muito, uma estabilização. Mas as melhoras têm ocorrido em cerca de um terço dos casos, nos primeiros cinco

anos de exposição, graças ao efeito aprendizagem.

A literatura cita, como causas dessas melhoras, o desconhecimento do trabalhador em relação ao primeiro exame audiométrico; dificuldades na compreensão e realização do mesmo; insegurança e até medo de que os resultados possam impedir sua admissão ao emprego^{6,7}. O alto grau de subjetividade da audiometria permite o questionamento sobre a fidedignidade do primeiro exame. Depois de passada a ansiedade e dúvida quanto a seu ingresso na empresa e já conhecendo melhor o teste audiométrico, o trabalhador já se submete aos exames periódicos subseqüentes em melhores condições emocionais, com maior atenção e conhecimento da técnica e já sabedor de como e quando responder aos estímulos. Admite-se, portanto, que o trabalhador já deva ter, no seu primeiro exame audiométrico, limiares tonais melhores do que os apresentados.

Não há explicação anatomofisiológica para melhora dos limiares tonais, nem em normo-ouvintes nem em portadores da PAIR, onde a lesão é irreversível e progressiva, a não ser pela aprendizagem.

Neste trabalho estudaram-se as variações de limiares de 5 em 5dB, não importando se estavam ou não dentro dos limites aceitáveis. Comparando-se com o primeiro exame (referencial) os quatro seqüenciais seguintes, notou-se que a melhora de 5dB foi a mais freqüente, mas alguns exames mostraram melhoras de 10 dB e uns poucos chegaram a apresentar até 15dB de redução. Neste trabalho foram anotadas todas as variações de 5 dB, ou mais, tanto para frequências isoladas quanto para médias por grupos de frequências.

Verificou-se que mais de 92% dos exames audiométricos analisados apresentaram melhora de pelo menos 5dB em qualquer uma das frequências na faixa entre 500 e 6.000 Hz. Considerando estes números tão elevados, procurou-se contrabalançar a subjetividade do exame pela confirmação das reais alterações destes limiares através nos sucessivos exames seqüenciais, através de testes estatísticos.

Constatou-se, então, melhora significativa dos limiares nas frequências de 500, 2.000, 4.000 Hz e à esquerda de 3.000 Hz, persistente nos cinco primeiros exames. Em 1.000, 6.000 e à direita de 3.000 Hz, tais melhoras se mantiveram apenas nos três primeiros exames. Com a presente amostra, não foi possível explicar as razões de tal diferença, mas é certo que, de 22 a 39% dos trabalhadores apresentaram uma melhora dos limiares persistente até o terceiro exame e, de 23 a 35%, até o quinto exame.

O perfil de melhora mostrou-se igual entre os lados direito e esquerdo em todas as frequências, exceto em 3.000 Hz, onde se verificou que o fator aprendizagem foi mais duradouro no lado esquerdo do que no lado direito.

O efeito aprendizagem é tema pouco estudado e, por isso, pouco conhecido, na Otorrinolaringologia e na Medicina do Trabalho. Como foi constatado, é de grande ocorrência e merece ser estudado de maneira criteriosa, para

ser incorporado à rotina de avaliação audiológica ocupacional. O exame admissional pode não ser a melhor referência de comparação, para se detectar a piora da audição, pois seus resultados podem não ser representativos dos limiares reais do trabalhador. Os exames seqüenciais que apresentassem melhoras de limiares deveriam ser transformados, de rotina, em novos referenciais, para futuras comparações. Isso possibilitaria uma expressiva antecipação nos cuidados preventivos da perda auditiva induzida pelo ruído de origem ocupacional.

CONCLUSÃO

O efeito aprendizagem ocorreu em mais de um terço dos trabalhadores de uma metalúrgica, gerando melhoras de limiares tonais em exames audiométricos seqüenciais, quando comparados com os respectivos admissionais. Por conta disso, comprova-se que o exame admissional nem sempre é o melhor referencial para ser comparado com os exames periódicos das empresas. Se a norma legal permitir que o exame referencial seja substituído por um exame seqüencial com limiares melhores, a detecção da perda auditiva de origem ocupacional poderá ser antecipada significativamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil – Portaria Nº 24, Norma Regulamentadora (NR-7), Brasília, Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, 29/12/1994 (DOU de 30/12/94).
2. Brasil – Portaria n.19, Brasília, Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, 09/04/1998 (DOU de 22/04/98).
3. Brasil – OS/INSS Nº 608, Brasília, Ministério da Previdência e Seguro Social, 05/08/1998 (D.O.U. 19/08/1998).
4. Dobie RA. Reliability and Validity of Industrial Audiometry: Implications for Hearing Conservation Program Design. *Laryngoscope* 1983; 93: 906-27.
5. Howell RW, Hartley BPR. Variability in audiometric recording. *British J Industr Med* 1972; 29: 432-5.
6. Royster JD, Royster LH. Using Audiometric Data Base Analysis. *J Occup Med* 1986; 28: 1055-68.
7. Royster LH, Lilley MS, Thomas WG. Recommended criteria for evaluating the effectiveness of hearing conservation programs. *Am Ind Hyg Ass J* 1980; 41:40-7.
8. Thomas, WG, Royster LH, Scott, CE. Practice effects in industrial hearing screening. *J Am Audiol Soc* 1975; 1:126-30.
9. Stokes, ME, Davis CS, Koch GG. *Categorical Data Analysis Using the SAS System*. SAS Institute Inc. Cary. NC. 1996.
10. *SAS System for Windows (Statistical Analysis System)*, v. 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA 1999-2002.
11. Royster J. Baseline Revision Committee to Test Recommendations. *Spectrum, National Hearing Conservation Association* 1995; 12:1-7.