

Estudo da alteração temporária dos limiares auditivos pós-laboral em trabalhadores metalúrgicos

Study of afterwork temporary threshold shift in metalworkers

Diogo Rafael Polanski¹, Edevar Daniel², José Fernando Polanski³

RESUMO | **Contexto:** Na avaliação audiométrica ocupacional o repouso auditivo prévio evita a Alteração Temporária dos Limiares Auditivos (ATLA), um fenômeno de fadiga auditiva. A ocorrência da ATLA é muitas vezes negligenciada na prática cotidiana e, além disso, há poucos estudos demonstrando a sua ocorrência. **Objetivo:** Pesquisar a ocorrência da ATLA numa amostra de trabalhadores metalúrgicos expostos à ruído ocupacional. **Método:** Estudo de coorte histórico com 43 metalúrgicos avaliados através de dois exames audiométricos: o primeiro em repouso de 14 horas e outro após a jornada de trabalho. Os resultados foram avaliados comparando-se os exames em repouso com os pós-jornada nas frequências isoladas e na média de 0,5, 1 e 2 kHz. Foi considerado exame alterado quando piora ≥ 10 dB nas frequências isoladas ou na média; alterações < 10 dB foram consideradas não significantes. **Resultados:** Dos 43 indivíduos, 19 deles (44,2%) apresentaram pelo menos uma frequência com alteração significativa em comparação entre os exames (IC95% 0,27–0,56). A média (0,5, 1 e 2 kHz) dos 43 trabalhadores antes da exposição foi 8,5 dB e, na avaliação após, 9,3 dB, com diferença média de 0,8 dB ($p=0,011$). **Conclusão:** Nosso estudo confirma a ocorrência da ATLA e reforça a necessidade do repouso acústico em avaliações audiométricas ocupacionais.

Palavras-chave | audiometria; perda auditiva provocada por ruído; transtornos da audição.

ABSTRACT | **Context:** The occupational audiometric evaluation shall be preceded by a time without exposure to noise, in the way to prevent temporary threshold shift (TTS). This period before test is hard to obtain routinely and there are few studies demonstrating the TTS. **Objective:** To demonstrate the TTS in metalworkers exposed to occupational noise. **Method:** This historic cohort study included 43 metalworkers subjected to two audiometric evaluations: one just before the workday with 14 hours without exposure to noise and the other after the end of the workday. The results were analyzed comparing both exams in the isolated frequencies and in average of 0.5, 1 and 2 kHz. Results were considered changed in a variation ≥ 10 dB in isolated frequencies or in the average; variation of less than 10 dB were considered non-significant. **Results:** From the 43 evaluated subjects, 19 (44.2%) showed at least one frequency with significant variation in the exams comparisons (95%CI 0.27–0.56). The average (0.5, 1 and 2 kHz) of all 43 workers before the noise exposition was 8.5 dB and after was 9.3 dB, with average of 0.8 dB ($p=0.011$). **Conclusion:** Our study confirms the occurrence of TTS and reinforces that the audiogram shall be preceded by a time without exposure to workplace noise.

Keywords | audiometry; hearing loss, noise-induced; hearing disorders.

Trabalho realizado na Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Curitiba (PR), Brasil.

¹Médico Especialista em Medicina do Trabalho; Médico do Trabalho da UFPR – Curitiba (PR), Brasil.

²Mestre em Medicina Interna pela UFPR; Professor do Curso de Especialização em Medicina do Trabalho da UFPR – Curitiba (PR), Brasil.

³Mestre e Doutorando em Medicina pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Médico Otorrinolaringologista do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital de Clínicas da UFPR; Professor de Otorrinolaringologia da Faculdade Evangélica do Paraná – Curitiba (PR), Brasil.

INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído é responsável pelo problema de saúde ocupacional mais comum no Brasil, a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR)¹. Apesar desta ser a afecção mais prevalente à saúde dos trabalhadores brasileiros, ainda há poucos dados epidemiológicos que caracterizem a sua real situação. Dados da literatura disponíveis dão conta de que a prevalência de PAIR varia de 25 a 30% da população trabalhadora exposta brasileira¹. Como forma de prevenção dessa afecção, há uma série de regulações, dentre as quais se destacam a exigência de fornecimento de protetores auditivos aos trabalhadores expostos e o rastreamento auditivo, com a realização periódica de audiometrias². Ao serem estabelecidas essas normas, foram definidos também a metodologia de execução da avaliação audiométrica. O repouso acústico de 14 horas é requisito essencial nessa norma, pois evita que uma situação clínica claramente definida, a Alteração Temporária dos Limiars Auditivos (ATLA), possa provocar falsos resultados. A ATLA, que ocorre por um fenômeno de fadiga auditiva, é observada quando o indivíduo é exposto a níveis de pressão sonora elevados, levando à um aumento de limiars auditivos, porém que se normalizam após o repouso³. Esse fenômeno acústico parece ocorrer por mecanismos diferentes daqueles relacionados à PAIR, onde não há recuperação dos limiars auditivos⁴.

Apesar de a orientação de repouso auditivo previamente à avaliação audiométrica ocupacional ser uma norma padrão e claramente justificável, ela nem sempre é seguida. O desrespeito à essa recomendação pode levar a falsos resultados na aferição audiométrica, com diagnósticos errôneos e seguimentos equivocados. Observa-se também que, apesar da ATLA ser um fenômeno bastante claro e conhecido, há poucas publicações que demonstrem, de maneira sistemática e metodologicamente bem definida, que a exposição profissional ao ruído provoca essa alteração transitória dos limiars auditivos.

Esse estudo tem como objetivo pesquisar a ocorrência da Alteração Temporária dos Limiars Auditivos (ATLA) numa amostra de trabalhadores metalúrgicos submetidos a ruído ocupacional e correlacionar os achados com as recomendações de repouso acústico.

MÉTODO

Este estudo foi realizado de acordo com as normas do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Estudo de coorte histórica com corte transversal, cuja amostra foi composta de 43 indivíduos, selecionados no Setor de Saúde Ocupacional de uma empresa metalúrgica e que aceitaram participar do estudo através de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram selecionados aleatoriamente, com auxílio do programa Microsoft Excel, indivíduos maiores de 18 anos, masculinos ou femininos, trabalhadores dos mesmo setores de uma fábrica, nos períodos diurno e noturno e com exposição durante sua jornada de trabalho a níveis sonoros que variavam entre 85,2 e 101,4 dB. Os níveis sonoros ambientais foram aferidos e definidos por dosímetro digital da marca Instrutherm modelo DOS-500. Importante salientar que o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) foi mantido durante todo o período de trabalho, conforme recomendações padronizadas baseadas nos níveis de pressão sonora a que os indivíduos habitualmente ficam expostos.

Não foram incluídos indivíduos com história de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas. Todos os indivíduos participantes tiveram seu histórico clínico detalhado e anotado (comorbidades, medicações, etc.). Todos foram orientados a manterem-se em repouso acústico de no mínimo 14 horas e, antes de serem expostos ao ambiente ruidoso da indústria, realizaram a avaliação audiométrica inicial (exame 1). Após esse exame, realizaram sua jornada de trabalho habitual, com uso de EPI, realizaram intervalo interjornada e, depois de completadas 8 horas de trabalho, realizaram novo exame audiométrico (exame 2). Todos os exames foram realizados pelo mesmo examinador e utilizando audiômetro CAT 741 da marca DICTON, calibrado e em cabine com isolamento acústico. Os resultados obtidos no exame número um e número dois foram tabulados e analisados estatisticamente.

Os resultados obtidos no estudo foram expressos por frequências e percentuais (variáveis qualitativas) ou por médias, medianas, valores mínimos, valores máximos e desvios padrões (variáveis quantitativas). Para estimar os percentuais de alterações significativas foram construídos intervalos de confiança de 95% (IC95%). Para a comparação dos resultados das duas avaliações de audiometria em

relação à médias das frequências 500, 1.000 e 2.000 Hz, foi considerado o teste não-paramétrico de Wilcoxon. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional Statistica v.8.0.

O exame audiológico inicial foi considerado como o exame referencial para aferição do efeito da exposição ocupacional. A avaliação audiológica para aferição de possíveis alterações foi realizada após 8 horas de trabalho. A avaliação consistia de audiometria tonal, sendo que as frequências consideradas nesse estudo foram: 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz. Foi definido exame alterado quando, nas frequências isoladas ou nas médias, ocorreu piora maior ou igual a 10 dB; alterações inferiores a 10 dB foram considerados não significantes.

RESULTADOS

Dos 43 trabalhadores avaliados por exames audiométricos, 19 deles (44,2%) apresentaram pelo menos

Tabela 1. Número de alterações no exame 2 em relação ao exame 1

Alterado	n (%)	Lim. Inf	Lim. Sup
Não	24 (55,8)		
Sim	19 (44,2)	27,11%	56,60%
Total	43 (100,0)		

Tabela 2. Incidência de alterações clinicamente significantes (≥ 10 dB) ou não (< 10 dB) isoladas por frequência em Hertz (Hz) após comparação entre os dois exames audiométrico em ambas as orelhas

Diferença (Exame 2 - Exame 1) dB	Frequência (Hz)							
	250	500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	8.000
Não Significativa (< 10 dB)	79 (92%)	84 (97,7%)	84 (97,7%)	85 (99%)	85 (99%)	84 (97,7%)	76 (88,4%)	80 (93,1%)
10	5 (5,8%)	2 (2,3%)	2 (2,3%)	0 (0%)	1 (1,1%)	2 (2,3%)	8 (9,3%)	2 (2,3%)
15	2 (2,3%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1,1%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (2,3%)	1 (1,1%)
20	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (2,3%)
25	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1,1%)
Total orelhas	86	86	86	86	86	86	86	86

Tabela 3. Análise estatística das avaliações

Avaliação	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Valor p
1	43	8,5	5,0	0,0	61,7	11,5	
2	43	9,3	6,7	0,0	61,7	11,5	
Dif (aval 2 - aval 1)	43	0,8	0,0	-5,0	10,0	2,3	0,011

Dif (aval 2 - aval 1): Diferença entre a avaliação 1 e a avaliação 2.

uma frequência com alteração significativa em pelo menos uma orelha em comparação entre o exame 1 e 2 (IC95% 0,27–0,56).

Para cada trabalhador, foi calculada também a média dos resultados da avaliação de audiometria nas frequências 500, 1.000 e 2.000 Hz, nos dois momentos de avaliação. Com base nesses resultados, na avaliação antes da exposição ao ruído, a média dos 43 trabalhadores foi igual a 8,5 dB, enquanto que na avaliação após o ruído, esta média foi de 9,3 dB. Desta forma a diferença média foi de 0,8 dB ($p=0,011$).

DISCUSSÃO

A ATLA e a PAIR representam os efeitos auditivos mais comuns da exposição aguda e crônica a ruídos intensos, respectivamente. A PAIR é definida como uma perda auditiva do tipo neurosensorial irreversível, gradual, muitas vezes bilateral, provocada pela exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora¹. No caso da PAIR, essa exposição lesiva geralmente não é dolorosa e nem relacionada à desconforto auditivo. Porém, com a evolução do problema, a dificuldade auditiva se estabelece podendo haver outros sintomas associados, como o zumbido⁵. Predominantemente, acometem frequências acima de 2 kHz⁶, muitas vezes com uma "fenda" no

audiograma nas frequências de 3, 4 e 6 kHz, geralmente com preservação em 8 kHz. A alteração anatomofisiológica mais relacionadas à PAIR é de perdas focais de células ciliadas cocleares e degeneração de fibra nervosa correspondente^{4,7}. Já a ATLA é uma mudança temporária do limiar auditivo e é definida como uma perda neurosensorial temporária que sofre recuperação total quando o estímulo sonoro é interrompido. Ela ocorre após a exposição a ruídos intensos e usualmente recupera-se após cerca de 24 horas. Esse tipo de alteração geralmente relaciona-se à estímulos de impacto e também ao nível e duração da exposição⁸. A recuperação máxima ocorre após 16 horas quando há exposição média a 88 dB por um período de 8 horas⁹. Alterações temporárias frequentes, ao longo de semanas, meses e anos geralmente não serão reparadas e se tornarão uma perda auditiva permanente¹⁰. Um importante dado clínico da ATLA é que ela raramente é percebida pelo sujeito, principalmente pela sua relativamente baixa magnitude⁹.

A ATLA aparentemente possui um mecanismo de origem diferente da PAIR. Várias hipóteses têm sido formuladas sobre o mecanismo que leva a essas variações e tanto mudanças estruturais quanto bioquímicas têm sido relacionadas à sua gênese. Anatomicamente, estaria relacionada à redução da rigidez dos estereocílios das células ciliadas externas, que perdem sua organização e ficam amolecidos, provavelmente devido à exaustão metabólica¹¹. Não há morte das células ciliares na ATLA, no entanto, durante a exposição à ruídos, as células ciliadas internas estão muito ativas o que libera grandes quantidades de glutamato nas sinapses com as fibras dos nervos auditivos. Os níveis de glutamato nessas sinapses estimulariam de maneira acentuada os receptores das células pós-sinápticas e causariam um inchaço dos dendritos aferentes, caracterizando a chamada fadiga auditiva¹². Essa excitotoxicidade induzida pelo som pode ser bloqueada por antagonistas do glutamato ou estimulada por agonistas do glutamato na ausência de estímulos sonoros. Normalmente, a ultra-estrutura sináptica é recuperada, sugerindo que os terminais nervosos edemaciados recuperaram a sua atividade normal¹².

Uma outra teoria afirma que, durante a exposição à ruídos, a cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria utiliza grandes quantidades de oxigênio para atingir a elevada demanda energética celular, o que pode criar

grandes quantidades de um subproduto não desejado, os superóxidos. Essa elevação de superóxido pode, então, reagir com outras moléculas e elevar os níveis de radicais livres, em particular de oxigênio reativo na cóclea. Essas moléculas podem contribuir ao desenvolvimento da lesão das células ciliadas e na sua perda de função observada após o ruído. Isso sugere que os dois tipos de danos acima podem contribuir com a ATLA¹².

Aparentemente, há um nível crítico de intensidade para a exposição ao ruído. Abaixo desse nível crítico, pouco ou nenhum dano auditivo ocorrerá, independentemente da duração do estímulo^{9,13}.

A extensão da ATLA pode ser predefinida levando-se em conta o tipo de ruído de exposição, bem como a intensidade, frequência, conteúdo e padrão temporal de exposição³. Quanto à frequência da alteração temporária detectada, sabe-se que ela varia de acordo com a frequência do ruído à que os indivíduos estiverem expostos⁹. Geralmente, um ambiente ruidoso induz uma ATLA centrada em 4 e 6 kHz^{3,9}. No nosso estudo, a frequência em que detectamos maior número de alterações foi em 6 kHz, seguido da frequência de 0,25 kHz. No presente estudo, não foram avaliadas as frequências dos ruídos a que os trabalhadores estavam expostos.

Quando calculada a média entre 500, 1.000 e 2.000 Hz, na avaliação antes da exposição ao ruído, a média dos 43 trabalhadores foi igual a 8,5 dB, enquanto que na avaliação após o ruído, esta média foi de 9,3 dB, sendo a diferença média de 0,8 dB ($p=0,011$). Embora tenha sido encontrada diferença estatisticamente significativa entre as duas avaliações, em média, a diferença não se apresentou como clinicamente importante.

Vale citar que o objeto de alguns estudos seria estabelecer formas de reduzir os efeitos da ATLA. A ATLA poderia ser prevenida com quimioprevenção usando N-acetilcisteína e Glutathione¹².

Nosso estudo possui uma limitação que deve ser citada: a não realização de uma terceira audiometria para confirmar se as alterações encontradas são mesmo temporárias, bem como para estabelecer o tempo de recuperação dos níveis audiométrico prévios dos indivíduos com o exame pós-exposição alterado.

Baseado no princípio de que a detecção e intervenção precoces são a melhor forma de prevenir lesões auditivas induzidas por ruído, o Ministério do Trabalho e

Emprego estabelece orientações a serem seguidas para avaliação e acompanhamento da audição de trabalhadores expostos à ruído. Uma delas é que o trabalhador esteja em horário de trabalho e em repouso auditivo por um período mínimo de 14 horas até o momento da avaliação audiométrica¹⁴. Por dificuldades de execução, excesso de exames a serem realizados, tempo exíguo, dentre outros, a regra de repouso auditivo nem sempre é seguida, levando, muitas vezes, à aferições errôneas e à seguimentos equivocados.

CONCLUSÃO

Nosso estudo confirma a ocorrência da ATLA e comprova a necessidade do repouso acústico em avaliações audiométricas ocupacionais. O simples fato de um indivíduo utilizar protetores auriculares durante sua jornada de trabalho não garante a fidedignidade do exame. Sabemos que o controle audiométrico em repouso é de difícil obtenção na prática clínica-ocupacional, mas reforçamos a sua importância para uma avaliação e um seguimento clínico corretos.

REFERÊNCIAS

1. Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibanez RN. Atualização sobre os documentos do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibanez RN, editors. Perda Auditiva Induzida por Ruído (Vol. II). Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 225-34.
2. Royster LH, Royster JD, Cecich TF. An evaluation of the effectiveness of three hearing protection devices at an industrial facility with a TWA of 107 dB. *J Acoust Soc Am*. 1984;76(2):485-97.
3. Howgate S, Plack CJ. A behavioral measure of the cochlear changes underlying temporary threshold shifts. *Hear Res*. 2011;277(1-2):78-87.
4. Nordmann AS, Bohne BA, Harding GW. Histopathological differences between temporary and permanent threshold shift. *Hear Res*. 2000;139(1-2):13-30.
5. Viana LP, Tavares AAAC, Brugiolo PG, Carvalho JMB, Raposo NRB, Baraky LR. Efeito da acupuntura na qualidade de vida de trabalhadores portadores de zumbido expostos ao ruído: um estudo piloto. *Rev Bras Med Trab*. 2013;11(2):53-9.
6. Costa EA, Kitamura S. A tabela de Fowler e a avaliação da perda auditiva induzida pelo ruído. *Rev Bras Med Trab*. 2004;2(1):74-7.
7. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. *J Neurosci*. 2009;29(45):14077-85.
8. Melnick W. Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. *J Acoust Soc Am*. 1991;90(1):147-54.
9. Idota N, Horie S, Tsutsui T, Inoue J. Temporary threshold shifts at 1500 and 2000 Hz induced by loud voice signals communicated through earphones in the pinball industry. *Ann Occup Hyg*. 2010;54(7):842-9.
10. Clark WW. Recent studies of temporary threshold shift (TTS) and permanent threshold shift (PTS) in animals. *J Acoust Soc Am*. 1991;90(1):155-63.
11. Bapat U, Tolley N. Temporary threshold shift due to recreational firearm use. *J Laryngol Otol*. 2007;121(10):927-31.
12. Lin CY, Wu JL, Shih TS, Tsai PJ, Sun YM, Ma MC, et al. N-Acetylcysteine against noise-induced temporary threshold shift in male workers. *Hear Res*. 2010;269(1-2):42-7.
13. Teo KJ, Chia SE, Tan TC, Ali SM. Effect of basic military training on hearing in the Singapore armed forces. *Singapore Med J*. 2008;49(3):243-6.
14. Norma Regulamentadora No. 7. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142E2E773847819/NR-07%20%28atualizada%202013%29.pdf>>

Endereço para correspondência: José Fernando Polanski - Rua Des. Westphalen, 289, 3o. andar - CEP: 80010-110 - Centro - Curitiba (PR), Brasil - E-mail: jfpolanski@gmail.com