



ARTIGO ORIGINAL

É necessário fazer teste audiométrico ocupacional 6 meses após a admissão? ☆

Vagner Antonio Rodrigues da Silva ^{ID}^a, Alexandre Caixeta Guimarães ^{ID}^a,
Alexandre Scalli Mathias Duarte ^{ID}^a, Joel Lavinsky ^{ID}^b,
Arthur Menino Castilho ^{ID}^a, Carlos Takahiro Chone ^{ID}^a e Agrício Nubiato Crespo ^{ID}^{a,*}

^a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Departamento de Otorrinolaringologia, Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Campinas, SP, Brasil

^b Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Cirurgia, Porto Alegre, RS, Brasil

Recebido em 10 de setembro de 2020; aceito em 8 de dezembro de 2020

PALAVRAS-CHAVE

Ruído;
Perda auditiva
induzida por ruído;
Audiometria objetiva;
Perda auditiva

Resumo

Introdução: A legislação brasileira atual exige que todos os trabalhadores expostos a ruído recebam um audiograma na admissão, 6 meses após a admissão (primeiro teste periódico), e anualmente após o primeiro teste periódico, mas em outros países as regulamentações dos programas de conservação auditiva não incluem a exigência de teste audiométrico após 6 meses de admissão, mas apenas anualmente. Não há evidências de que a periodicidade adotada pela legislação brasileira seja a mais adequada.

Objetivo: Avaliar os três primeiros exames audiométricos ocupacionais de trabalhadores expostos ao ruído.

Método: Estudo de coorte histórica com análise transversal. Os participantes eram todos trabalhadores metalúrgicos do sexo masculino com até 40 anos. Os três primeiros audiogramas de cada trabalhador foram analisados: teste audiométrico pré-admissão, teste audiométrico periódico 1 e teste audiométrico periódico 2. Para cada trabalhador, os limiares de frequência médios foram calculados em 3, 4 e 6 kHz nas orelhas esquerda e direita para cada teste. A análise estatística foi feita através do teste não paramétrico de Wilcoxon.

Resultados: Foram incluídos 988 trabalhadores. Houve uma diferença significativa nos limiares auditivos entre o teste pré-admissão e os 2 testes periódicos subsequentes para as orelhas direita e esquerda. Não houve diferença significativa entre o teste 1 e o teste 2 em nenhuma das orelhas.

☆ Como citar este artigo: Silva VA, Guimarães AC, Duarte AS, Lavinsky J, Castilho AM, Chone CT, et al. Is it necessary to perform occupational audiometric testing at 6-months of employment? Braz J Otorhinolaryngol. 2022;88:891–5.

* Autor para correspondência.

E-mail: agriciocrespo@gmail.com (A.N. Crespo).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

Conclusão: Dada a falta de diferença entre os 2 primeiros testes periódicos, acreditamos que eles poderiam ser combinados em um único teste, ou seja, o primeiro teste audiométrico periódico poderia ser feito após 12 meses de admissão sem comprometer a saúde dos trabalhadores. © 2022 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

A exposição ao ruído é uma causa importante de perda auditiva.^{1,2} A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é classificada como a segunda doença ocupacional mais comum. Os programas de conservação auditiva começaram a ser desenvolvidos entre 1945 e 1966, com foco na exposição contínua a altos níveis de ruído. Nos Estados Unidos, com a lei de saúde e segurança ocupacional de 1970, o Congresso criou uma agência reguladora federal dentro do Departamento do Trabalho, a administração de saúde e segurança ocupacional (OSHA, *Occupational Health and Safety Administration*). No mesmo ano, o Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH, *National Institute for Occupational Safety and Health*) foi criado para desenvolver limites de segurança para exposições no local de trabalho.^{3,4}

No Brasil, em 1978, o Ministério do Trabalho publicou a "Norma Regulamentadora nº 15", que estabelece os limites de segurança para exposição ao ruído – requisitos que permanecem em vigor até hoje. Em 1998, a Comissão Nacional de Ruído e Conservação Auditiva regulamentou a PAIR relacionada ao trabalho.^{5,6} A legislação atual, através da portaria nº 19 do Ministério do Trabalho e Emprego, exige que todos os trabalhadores expostos a ruído sejam submetidos a um audiograma no ato da admissão, 6 meses após a admissão (primeiro teste periódico), anualmente após o primeiro teste periódico e no momento de desligamento do trabalho.^{5,7} Em outros países, os regulamentos dos programas de conservação auditiva não incluem a exigência de teste audiométrico 6 meses após a admissão, mas apenas anualmente.⁸⁻¹⁰

Não há evidências de que a periodicidade adotada pela legislação brasileira seja a mais adequada. O intervalo de tempo ideal para fazer o primeiro teste audiométrico periódico permanece desconhecido.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os 3 primeiros exames audiométricos ocupacionais de trabalhadores expostos ao ruído.

Método

Este estudo de coorte histórica com análise transversal foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa institucional (protocolo nº 0810.0.146.000-11).

Os dados dos testes audiométricos feitos entre janeiro de 1998 e janeiro de 2018 foram obtidos de uma empresa siderúrgica brasileira que implantou programas de conservação auditiva de acordo com o boletim nº 6 do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva.⁷ A variação do nível de pressão sonora em cada empresa entre trabalhadores expostos e não expostos não foi estatisticamente significativa.

Trabalhadores expostos a nível de pressão sonora ≥ 85 dB por pelo menos 8 horas/dia, que recebiam proteção auditiva (protetores auriculares) da empresa, exigidos por lei, foram recrutados para participar do estudo.

Os 3 primeiros audiogramas de cada trabalhador foram analisados: teste audiométrico pré-admissão, teste audiométrico periódico 1 e teste audiométrico periódico 2. O teste pré-admissão foi definido como o primeiro audiograma do trabalhador na admissão, mas antes de começar a trabalhar. Os testes periódicos são doravante referidos como Teste 1 (teste periódico 1) e Teste 2 (teste periódico 2).

Critérios de inclusão: (1) sexo masculino; (2) trabalhadores de metalurgia; (3) com até 40 anos, 11 meses e 364 dias desde o teste audiométrico pré-admissão; (3) 3 testes audiométricos (pré-admissão, Teste 1 e Teste 2); (4) 14 horas de repouso auditivo antes de cada teste; (5) audição normal (limiares ≤ 25 dB NA para frequências de oitava de 0,25 a 8 kHz) no momento do teste audiométrico pré-admissão.

Critérios de exclusão: (1) sexo feminino; (2) trabalhadores de outros setores industriais; (3) trabalhadores não expostos a ruído (≤ 80 dB de pressão sonora por no mínimo 8 h diárias); (4) dados audiométricos incompletos (ausência de limiares de frequência em 3, 4 e 6 kHz bilateralmente); (5) perda auditiva condutiva; (6) perda auditiva neurosensorial; (7) doença otológica (hidropsia endolinfática, otosclerose, otite média crônica); (8) testes feitos para mudança de cargo, retorno ao trabalho ou desligamento do emprego; (9) presença de doenças crônicas (hipertensão, diabetes *mellitus*, doenças autoimunes, doenças infecciosas ou imunodeficiências); (10) queixas de zumbido ou tontura; (11) trabalhadores que fizeram o Teste 1 após 12 meses e 364 dias ou antes de 5 meses e 29 dias do teste pré-admissão e; (12) os trabalhadores fizeram o Teste 2 após 24 meses e 364 dias do teste pré-admissão ou antes de 5 meses e 29 dias do Teste 1.

Os testes audiométricos foram feitos em centros especializados em medicina do trabalho. A audiometria tonal foi feita em centro especializado com experiência em procedimentos de testes audiométricos para exposição ocupacional ao ruído. Antes da audiometria, todas as orelhas foram examinadas com um otoscópio Heine. Três audiômetros calibrados de acordo com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) 389/64 e *American National Standards Institute* (ANSI) S3.6/69 foram usados para os procedimentos de teste: Madsen Midimate 622 (GN Otometrics, Taastrup, Dinamarca); Interacoustics AD 29 (Interacoustics, Assens, Dinamarca); e LO-250 (Acústica Orlandi, Bauru, SP, Brasil).

Todos os testes foram feitos em cabines audiométricas, com níveis de ruído ambiente conforme estabelecido pela ANSI S3.1-1991, de acordo com os seguintes parâmetros:⁷ condução aérea nas frequências de 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 4, 5,

Tabela 1 Resultados da média dos limiares de frequência em 3, 4 e 6 kHz nos 3 primeiros testes audiométricos, estratificados por lateralidade

| Teste | Orelha direita | | Orelha esquerda | |
|--------------|----------------|------|-----------------|------|
| | Média | DP | Média | DP |
| Pré-admissão | 9,03 | 6,42 | 9,98 | 6,73 |
| Teste 1 | 10,55 | 6,31 | 10,99 | 6,44 |
| Teste 2 | 10,71 | 5,98 | 11,08 | 6,07 |

DP, desvio-padrão; Pré-admissão, Teste audiométrico pré-admissão; Teste 1, Teste audiométrico periódico 1; Teste 2, Teste audiométrico periódico 2.

6 e 8 kHz; teste do limiar de condução óssea em 0,5, 1, 2 e 4 kHz se os limiares das vias aéreas estivessem alterados; e limiar de reconhecimento de fala e índice de inteligibilidade de fala.

Para cada trabalhador, as médias dos limiares de frequência foram calculadas em 3, 4 e 6 kHz nas orelhas esquerda e direita para cada teste. As frequências de 0,25–2 kHz e 8 kHz não foram consideradas na análise estatística. A análise estatística foi feita com o teste não paramétrico de Wilcoxon. Os resultados foram considerados estatisticamente significantes para um valor de $p < 0,05$. Os dados foram analisados com o *software* R.

Resultados

Foram incluídos 988 trabalhadores, que resultaram em 2.964 testes analisados. Com base na data do teste audiométrico pré-admissão, a média de idade foi de 23,8 anos; 82,3% tinham entre 21 e 30 anos.

O tempo médio decorrido entre o teste pré-admissão e o Teste 1 foi de 7,46 meses. O Teste 2 foi feito em média 18,20 meses após o teste audiométrico pré-admissão. Em média, 10,74 meses se passaram entre o Teste 1 e o teste 2.

A *tabela 1* mostra os resultados para as médias dos limiares de frequência de 3, 4 e 6 kHz.

A *tabela 2* mostra uma comparação das médias dos limiares de frequência de 3, 4 e 6 kHz entre os testes. Houve uma diferença significativa nos limiares auditivos entre o teste pré-admissão e os 2 testes periódicos subsequentes para as orelhas direita e esquerda. Não houve diferença significativa entre o Teste 1 e o Teste 2 em qualquer das orelhas.

Discussão

O teste audiométrico periódico é considerado um bom método de controle das medidas de conservação auditiva.

A pioria dos limiares audiométricos dos trabalhadores ao longo do tempo pode indicar que as medidas de conservação auditiva adotadas pela empresa têm sido ineficazes. No entanto, a patogênese da PAIR ainda é pouco compreendida. A exposição ao ruído afeta os sistemas auditivos periférico e central, antes mesmo que as alterações sejam evidentes na audiometria. As alterações observadas na resposta auditiva do tronco encefálico de adultos jovens com audiogramas normais expostos ao ruído sugerem que há desmielinização do sistema auditivo central, mas não sinaptopatia coclear.¹¹

O presente estudo avaliou trabalhadores com audiogramas basais normais nos primeiros 2 anos de exposição ao ruído. As frequências de 3 a 6 kHz, que são afetadas precocemente pelo ruído,^{2,12,13} foram analisadas neste estudo. As frequências de 0,25–2 kHz e 8 kHz, no entanto, não foram consideradas na análise estatística porque só são afetadas posteriormente em pacientes expostos a ruído.^{1,5,14,15} Autores como Rabinowitz et al.,¹⁶ Coles et al.¹² e Kirchner et al.¹³ recomendam que médicos do trabalho e otorrinolaringologistas deem atenção especial às frequências de 3, 4 e 6 kHz em trabalhadores expostos a ruído.

O envelhecimento e as comorbidades podem piorar os limiares auditivos, independentemente da exposição ao ruído.¹ Por esse motivo, foram excluídos do estudo trabalhadores com idade > 40 anos na data do exame audiométrico pré-admissão, bem como trabalhadores com diabetes, hipertensão e doenças autoimunes e infecciosas. As mulheres não foram incluídas no estudo porque, na indústria metalúrgica, elas trabalham principalmente nas áreas administrativa e de recursos humanos, onde não há exposição a ruídos.

As regulamentações governamentais exigem o uso de dispositivos de proteção auditiva em ambientes com muito ruído.⁴ Entretanto, a empresa do estudo não conseguiu fornecer dados estatísticos para confirmar o uso adequado de protetores auditivos por todos os trabalhadores expostos ao ruído. Apesar da evidência de pioria dos limiares audiométricos entre o teste audiométrico pré-admissão e o segundo teste periódico, numericamente, a diferença não foi relevante. Portanto, podemos inferir que as medidas de conservação auditiva implantadas na empresa em estudo têm sido eficazes.

No Brasil, os exames médicos obrigatórios são feitos anualmente em trabalhadores expostos a riscos, exceto em situações especiais (portaria n° 24, 1994).¹⁷ A exigência legal para que o primeiro exame audiométrico ocorra 6 meses após a admissão e, posteriormente, anualmente, para trabalhadores expostos a níveis de ruído perigosos (portaria n° 19, 1998)¹⁸ faz com que os exames médicos não coincidam mais com os testes audiométricos. Na maioria dos trabalhadores avaliados no presente estudo, o primeiro teste audiométrico periódico não foi feito após 6 meses de admissão, conforme

Tabela 2 Comparação dos testes audiométricos de acordo com as médias dos resultados das frequências em 3, 4 e 6 kHz, estratificados por lateralidade

| Orelha | Pré-adm. vs. Teste 1 | Pré-adm. vs. Teste 2 | Teste 1 vs. Teste 2 |
|----------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Direita | $p = 0,008$ | $p = 0,000$ | $p = 0,064$ |
| Esquerda | $p = 0,003$ | $p = 0,000$ | $p = 0,072$ |

Pré-adm., Teste audiométrico pré-admissão; Teste 1, Teste audiométrico periódico 1; Teste 2, Teste audiométrico periódico 2.

exigido por lei.⁷ Em média, esse teste foi feito após 7,46 meses de admissão. Dos 988 trabalhadores analisados, apenas 401 (40,58%) fizeram o primeiro teste periódico após 6 meses de admissão. O segundo teste periódico foi feito, em média, 10,74 meses após o primeiro teste periódico.

Os trabalhadores expostos ao ruído no presente estudo mostraram uma diferença estatisticamente significativa entre os resultados do teste audiométrico pré-admissão e os dos 2 primeiros testes periódicos. Entretanto, não houve diferença significativa entre os 2 testes periódicos. A falta de diferença entre os 2 testes periódicos pode ser explicada pelo possível desencadeamento de um mecanismo de autoproteção após o início da exposição, o qual, devido ao uso de proteção auditiva e medidas de engenharia, não foi muito intenso. Esse efeito protetor é semelhante ao desencadeado por uma dose não ototóxica de aminoglicosídeo administrada antes da dose ototóxica do mesmo antibiótico.^{19,20}

A **tabela 1** mostra assimetria entre as orelhas direita e esquerda desde o teste pré-admissão, com pioria dos limiares na orelha esquerda. Nageris et al.²¹ e Fernandes et al.²² demonstraram a presença de assimetria entre as orelhas e, embora em alguns trabalhadores a orelha direita apresentasse limiares auditivos superiores aos da orelha esquerda, na maioria das vezes a causa da assimetria foi o aumento dos limiares na orelha esquerda. Uma possível explicação para a variação na suscetibilidade ao ruído é uma variação na atividade funcional do sistema eferente olivococlear medial. Foi demonstrado que o sistema eferente olivococlear medial é mais forte na orelha direita do que na esquerda em seres humanos.²³ Estudos neuropsicológicos demonstraram que a percepção da fala é lateralizada no sistema nervoso central, com envolvimento dos giros temporais superior e médio esquerdo. Mudanças temporárias nos limiares auditivos após exposição binaural são maiores na orelha esquerda do que na direita.²⁴

A audição é considerada piorada se houver aumento de mais de 10 dB na média dos resultados para 3 frequências consecutivas, como 3, 4 e 6 kHz, nos audiogramas subsequentes. No presente estudo, a diferença foi em média inferior a 10 dB entre os testes subsequentes. Embora não seja possível afirmar que houve pioria na audição dos trabalhadores, podemos supor que a exposição inicial ao ruído provavelmente esteja causando algum dano auditivo, apesar das medidas de conservação auditiva impostas pela legislação em vigor.

Conclusão

Os metalúrgicos expostos ao ruído apresentaram uma pioria significativamente dos limiares audiométricos médios em 3, 4 e 6 kHz entre o teste audiométrico pré-admissão e os primeiros 2 testes audiométricos periódicos. No entanto, esses limiares não diferiram significativamente entre o primeiro e o segundo testes periódicos. Portanto, dada a ausência de diferença entre os 2 primeiros exames periódicos, acreditamos que possam ser mesclados em um único teste, ou seja, os primeiros exames audiométricos periódicos poderiam ser feitos após 12 meses de admissão, o que diminuiria os custos das empresas, sem comprometer a saúde dos trabalhadores, o que está de acordo com as regulamentações mundiais.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Le TN, Straatman LV, Lea J, Westerberg B. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017;46:41.
2. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. *Occup Environ Med*. 2001;58:46–51.
3. Kerr MJ, Neitzel RL, Hong O, Sataloff RT. Historical review of efforts to reduce noise-induced hearing loss in the United States. *Am J Ind Med*. 2017;60:569–77.
4. Silva VAR, Mitre EI, Crespo AN. Is noise-induced hearing loss still a public health problem after decades of legislation? *Braz J Otorhinolaryngol*. 2020;86:665–6.
5. Duarte AS, Guimarães AC, de Carvalho GM, Pinheiro LA, Ng RT, Sampaio MH, et al. Audiogram comparison of workers from five professional categories. *Biomed Res Int*. 2015;2015, 201494.
6. Gobbato LHFG, Costa EAd, Sampaio MH, Gobbato FM Jr. Estudo do efeito aprendizagem em exames audiométricos sequenciais de trabalhadores de indústria metalúrgica e suas implicações nos programas de conservação auditiva. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2004;70:540–4.
7. Trabalho. BmdT-SdSeSn. Diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. *Diário Oficial da União*. Brasília, de 09 de abril de 1998 Portaria n° 191998.
8. Frederiksen TW, Ramlau-Hansen CH, Stokholm ZA, Grynderup MB, Hansen Å, Kristiansen J, et al. Noise-Induced Hearing Loss – A Preventable Disease? Results of a 10-Year Longitudinal Study of Workers Exposed to Occupational Noise. *Noise Health*. 2017;19:103–11.
9. Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Mischke C. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss: a Cochrane systematic review. *Int J Audiol*. 2014;53 Suppl 2:S84–96.
10. Verbeek J, Ivanov I. Essential Occupational Safety and Health Interventions for Low- and Middle-income Countries: An Overview of the Evidence. *Saf Health Work*. 2013;4:77–83.
11. Skoe E, Tufts J. Evidence of noise-induced subclinical hearing loss using auditory brainstem responses and objective measures of noise exposure in humans. *Hear Res*. 2018;361:80–91.
12. Coles RR, Lutman ME, Buffin JT. Guidelines on the diagnosis of noise-induced hearing loss for medicolegal purposes. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 2000;25:264–73.
13. Kirchner DB, Evenson E, Dobie RA, Rabinowitz P, Crawford J, Kopke R, et al. Occupational noise-induced hearing loss: ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. *J Occup Environ Med*. 2012;54:106–8.
14. Pelegrin AC, Canuet L, Rodríguez Á, Morales MP. Predictive factors of occupational noise-induced hearing loss in Spanish workers: A prospective study. *Noise Health*. 2015;17:343–9.
15. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;7:CD006396.
16. Rabinowitz PM, Slade M, Dixon-Ernst C, Sircar K, Cullen M. Impact of OSHA final rule – recording hearing loss: an analysis of an industrial audiometric dataset. *J Occup Environ Med*. 2003;45:1274–80.
17. da BmdT-S, Trabalho SeSn. Norma Regulamentadora n.º 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO. 1994.

18. da BMDT-S, Trabalho SeSn. Norma Regulamentadora n° 9 – NR-9. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. In: Trabalho MdT-SdSeSn, editor. 1998.
19. Maudonnet EN, de Oliveira JA, Rossato M, Hyppolito MA. Gentamicin attenuates gentamicin-induced ototoxicity - self-protection. *Drug Chem Toxicol.* 2008;31:11–25.
20. Oliveira JA, Canedo DM, Rossato M, Andrade MH. Self-protection against aminoglycoside ototoxicity in guinea pigs. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;131:271–9.
21. Nageris BI, Raveh E, Zilberberg M, Attias J. Asymmetry in noise-induced hearing loss: relevance of acoustic reflex and left or right handedness. *Otol Neurotol.* 2007;28:434–7.
22. Fernandes SV, Fernandes CM. Medicolegal significance of asymmetrical hearing loss in cases of industrial noise exposure. *J Laryngol Otol.* 2010;124:1051–5.
23. McFadden D. A speculation about the parallel ear asymmetries and sex differences in hearing sensitivity and otoacoustic emissions. *Hear Res.* Aug. 1993;68:143–51.
24. Daniell WE, Swan SS, McDaniel MM, Camp JE, Cohen MA, Stebbins JG. Noise exposure and hearing loss prevention programmes after 20 years of regulations in the United States. *Occup Environ Med.* 2006;63:343–51.