

· 疾病控制 ·

紧固件制造企业噪声对作业工人听力损失的影响研究

孟盼, 吴益康, 胡赞, 吴大明, 施志豪, 周哲华

嘉兴市疾病预防控制中心环境与健康科(职业健康与辐射防护科), 浙江 嘉兴 314050

摘要: **目的** 了解紧固件制造企业噪声对作业工人听力损失的影响, 为噪声相关职业病防治提供依据。**方法** 通过中国疾病预防控制中心信息系统职业病与健康危害因素检测信息系统收集浙江省嘉兴市某紧固件制造企业2022年工人职业健康检查资料和工作场所职业病危害因素调查资料, 分析高频听力损失和语频听力损失的影响因素。**结果** 调查的625名工人年龄 $M(Q_R)$ 为44.00(13.00)岁, 工龄 $M(Q_R)$ 为8.00(9.00)年。男性519人, 占83.04%; 女性106人, 占16.96%。单独噪声暴露309人, 占49.44%; 联合暴露316人, 占50.56%。接触的 $L_{EX, 40h}$ 超标518人, 占82.88%。高频听力损失和语频听力损失分别检出307和219人, 检出率为49.12%和35.04%。多因素logistic回归分析结果显示, 男性($OR=10.528$, 95% CI : 5.271~21.025)、工龄 ≥ 10 年($OR=2.451$, 95% CI : 1.599~3.759)、接触 $L_{EX, 40h}$ 超标($OR=2.227$, 95% CI : 1.318~3.764)、联合暴露($OR=3.002$, 95% CI : 2.080~4.334)工人发生高频听力损失的风险较高; 男性($OR=9.400$, 95% CI : 4.211~20.985)、接触 $L_{EX, 40h}$ 超标($OR=2.305$, 95% CI : 1.345~3.951)、联合暴露($OR=3.880$, 95% CI : 2.677~5.623)工人发生语频听力损失的风险较高。**结论** 性别、工龄、接触 $L_{EX, 40h}$ 超标和暴露方式是紧固件制造企业工人高频听力损失的影响因素, 性别、接触 $L_{EX, 40h}$ 超标和暴露方式是语频听力损失的影响因素。

关键词: 噪声; 高频听力损失; 语频听力损失; 紧固件制造

中图分类号: R135.8

文献标识码: A

文章编号: 2096-5087(2023)11-0957-05

Effect of noise on hearing loss among workers in a fastener manufacturing enterprise

MENG Pan, WU Yikang, HU Zan, WU Daming, SHI Zhihao, ZHOU Zhehua

Department of Environment and Health (Department of Occupational Health and Radiation Protection), Jiaying Center for Disease Control and Prevention, Jiaying, Zhejiang 314050, China

Abstract: Objective To investigate the current status of hearing loss in a fastener manufacturing enterprise, and to analyze its influencing factors, so as to provide insights into occupational disease prevention and control. **Methods** The occupational health examination data of noise exposed workers and the workplace occupational disease hazard factors detection data in a fastener manufacturing enterprise in Jiaying City in 2022 were collected through the Occupational Disease and Occupational Health Hazard Factors Detection System of China Disease Prevention and Control Information System, and factors affecting the development of high-frequency noise-induced hearing loss (HFNIHL) and speech-frequency noise-induced hearing loss (SFNIHL) were analyzed. **Results** Totally 625 workers were investigated, with a median age of 44.00 (interquartile range, 13.00) years and a median length of service of 8.00 (interquartile range, 9.00) years, and including 519 men (83.04%) and 106 women (16.96%). There were 309 workers with single noise exposure (49.44%) and 316 workers with joint noise exposure (50.56%), and 518 workers exposed to noise with the normalized continuous A-weighted sound pressure level equivalent to a 40 h working week ($L_{EX, 40h}$) that exceeded the national standard (82.88%). The detection rates of HFNIHL and SFNIHL were 49.12% and 35.04%, respectively. Multivariable logistic regression analysis indicated that males ($OR=10.528$, 95% CI : 5.271~21.025), length of service of 10 years and lon-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2023.11.009

基金项目: 嘉兴市科技局基金项目(2021AY30011)

作者简介: 孟盼, 硕士, 主管医师, 主要从事职业卫生工作

通信作者: 周哲华, E-mail: 907253206@qq.com

ger ($OR=2.451$, $95\%CI: 1.599-3.759$), $L_{EX,40h}$ of >85 dB (A) ($OR=2.227$, $95\%CI: 1.318-3.764$) and joint noise exposure ($OR=3.002$, $95\%CI: 2.080-4.334$) were associated with an increased risk of HFNIHL, and male ($OR=9.400$, $95\%CI: 4.211-20.985$), $L_{EX,40h}$ of >85 dB (A) ($OR=2.305$, $95\%CI: 1.345-3.951$), and joint noise exposure ($OR=3.880$, $95\%CI: 2.677-5.623$) were associated with an increased risk of SFNIHL. **Conclusion** Gender, length of service, noise intensity and exposure mode are factors affecting the risk of HFNIHL, while gender, noise intensity and exposure mode are factors affecting the risk of SFNIHL.

Keywords: noise; high-frequency noise-induced hearing loss; speech-frequency noise-induced hearing loss; fastener manufacturing

职业性噪声暴露引起的听力损失已成为全球重要的公共卫生问题之一。2021年世界卫生组织(WHO)发布的世界听力报告指出,目前全球约15亿人有不同程度的听力损失,约占全球人口的20.0%,其中约16.0%的听力损失为工作场所接触噪声所致^[1]。2020年职业病危害现状调查结果显示,我国约有3260万的劳动者接触噪声,同时,职业性噪声聋新发病例呈上升趋势,已跃居我国法定职业病报告数量的第二位^[2]。浙江省嘉兴市紧固件制造企业众多,其精抽、粗抽、成型和碾牙等钢材的处理工艺会产生高强度的噪声,现有关于听力损失的研究多集中于汽车制造业^[3]、制船业^[4]、交通运输业^[5]等行业领域,而对紧固件制造业劳动者的研究较少。本研究对嘉兴市某紧固件制造企业工人听力损失现状及影响因素进行分析,为职业病防治提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

通过中国疾病预防控制中心职业病与健康危害因素检测信息系统收集嘉兴市某紧固件制造企业2022年工人职业健康检查资料和工作场所职业病危害因素调查资料。

1.2 方法

收集所在岗位40h等效声级($L_{EX,40h}$) ≥ 80 dB(A)、本岗位作业工龄 ≥ 1 年的工人的职业健康检查资料,包括性别、年龄、本岗位作业工龄、危害因素接触种类和纯音气导听阈测试资料等,剔除有耳毒性药物用药史、耳科(包括家族性)疾病和相关临床症状者。所有研究对象在纯音气导听阈测试前均脱离噪声作业环境 ≥ 16 h,参照GB/T 16296.1—2018《声学测听方法第1部分:纯音气导和骨导测听法》^[6],由经验丰富的耳鼻喉科医师使用定期检定合格的诊断型听力计在本底噪声 < 30 dB(A)的隔音室内进行纯音气导听阈测试,测试结果按GBZ 49—2014《职业性噪声聋的诊断》附表A.1^[7]进行年龄、性别修正。收集工作场所职业病危害因素检测资料,包括生

产工艺流程、车间分布、岗位定员、作业工人接噪情况、个体防护和工程控制措施等。采用描述性流行病学方法分析高频听力损失和语频听力损失情况。

1.3 定义

高频听力损失指双耳高频(3000、4000和6000 Hz)平均听阈 ≥ 40 dB(A)。语频听力损失指在高频听力损失的基础上,出现较好耳语频(500、1000、2000 Hz)和低频4000 Hz听阈加权值 ≥ 26 dB(A)。 $L_{EX,40h}$ 超标指 $L_{EX,40h} \geq 85$ dB(A)。联合暴露指作业岗位在噪声基础上,同时接触高温、苯系物、粉尘和无机酸4种职业病危害因素中的1种或几种。

1.4 统计分析

采用SPSS 25.0软件统计分析。年龄、工龄资料不服从正态分布,以中位数和四分位数间距 $[M(Q_R)]$ 描述;定性资料采用相对数描述,组间比较采用 χ^2 检验或趋势 χ^2 检验。采用多因素logistic回归模型分析高频听力损失和语频听力损失的影响因素。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

625名作业工人的年龄 $M(Q_R)$ 为44.00(13.00)岁,工龄 $M(Q_R)$ 为8.00(9.00)年。男性519人,占83.04%;女性106人,占16.96%。单独噪声暴露309人,占49.44%;联合暴露316人,占50.56%。接触 $L_{EX,40h}$ 超标518人,占82.88%。

2.2 工人高频听力损失、语频听力损失检出情况

高频听力损失和语频听力损失分别检出307和219人,检出率为49.12%和35.04%。随年龄和工龄增长,高频听力损失和语频听力损失检出率逐渐增高(均 $P < 0.05$)。男性高频听力损失和语频听力损失检出率高于女性($P < 0.05$);接触 $L_{EX,40h}$ 超标者高频听力损失和语频听力损失检出率高于不超标者($P < 0.05$);联合暴露者高频听力损失和语频听力损失检出率高于单纯噪声暴露者($P < 0.05$)。

表 1 高频听力损失和语频听力损失检出率

Table 1 Detection of high-frequency noise-induced hearing loss and speech-frequency noise-induced hearing loss among workers exposed to noise

变量	调查人数	高频听力损失			语频听力损失				
		检出人数	检出率/%	$\chi^2/\chi^2_{趋势}$ 值	P值	检出人数	检出率/%	$\chi^2/\chi^2_{趋势}$ 值	P值
年龄/岁				204.604 ^①	<0.001			197.694 ^①	<0.001
<30	27	2	7.41			1	3.70		
30~	179	29	16.20			11	6.15		
40~	259	129	49.81			79	30.50		
≥50	160	147	91.88			128	80.00		
性别				80.443	<0.001			54.823	<0.001
男	519	297	57.23			215	41.43		
女	106	10	9.43			4	3.77		
工龄/年				16.931 ^①	<0.001			5.212 ^①	0.022
<5	208	89	42.79			67	32.21		
5~	183	73	39.89			53	28.96		
≥10	234	145	61.97			99	42.31		
接触L _{EX, 40h} 超标				13.910	<0.001			9.019	0.003
否	107	35	32.71			24	22.43		
是	518	272	52.51			195	37.64		
暴露方式				38.518	<0.001			52.659	<0.001
单纯噪声暴露	309	113	36.57			65	21.04		
联合暴露	316	194	61.39			154	48.73		

注：①为 $\chi^2_{趋势}$ 值。

2.3 高频听力损失和语频听力损失影响因素的多因素 logistic 回归分析

分别以高频听力损失和语频听力损失因变量 (0=否, 1=是), 考虑到年龄与工龄存在共线性, 去除年龄变量, 以性别、工龄、接触 L_{EX, 40h} 超标和暴露方

式为自变量进行多因素 logistic 回归分析。结果显示, 男性、工龄≥10 年、接触 L_{EX, 40h} 超标、联合暴露工人发生高频听力损失的风险较高; 男性、接触 L_{EX, 40h} 超标、联合暴露工人发生语频听力损失的风险较高。见表 2 和表 3。

表 2 高频听力损失影响因素的多因素 logistic 回归分析

Table 2 Multivariable logistic regression analysis of factors affecting high-frequency noise-induced hearing loss

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
性别							
男	女	2.354	0.353	44.491	<0.001	10.528	5.271~21.025
工龄/年							
5~	<5	0.111	0.234	0.224	0.636	1.117	0.706~1.767
≥10		0.897	0.218	16.904	<0.001	2.451	1.599~3.759
接触L _{EX, 40h} 超标							
是	否	0.801	0.268	8.947	0.003	2.227	1.318~3.764
暴露方式							
联合暴露	单纯噪声暴露	1.099	0.187	34.469	<0.001	3.002	2.080~4.334
常量		-3.695	0.462	63.820	<0.001	0.025	

表3 语频听力损失影响因素的多因素 logistic 回归分析

Table 3 Multivariable logistic regression analysis of factors affecting speech-frequency noise-induced hearing loss

变量	参照组	β	$s\bar{x}$	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
性别							
男	女	2.241	0.410	29.903	<0.001	9.400	4.211~20.985
接触 $L_{EX, 40h}$ 超标							
是	否	0.835	0.275	9.231	0.002	2.305	1.345~3.951
暴露方式							
联合暴露	单纯噪声暴露	1.356	0.189	51.252	<0.001	3.880	2.677~5.623
常量		-4.101	0.513	63.867	<0.001	0.017	

3 讨论

噪声性听力损失是一个渐进性过程,早期常表现为高频听力下降,劳动者主观无耳聋感觉,交谈和正常的社交活动不受影响。随着持续的高强度噪声接触,病损程度逐渐加重,进而累及语言频段听力,出现语言听力障碍,严重者可发展至全聋^[8],其发生发展受劳动者个体因素、噪声强度、接触时间等多种因素的共同影响^[9-10]。

本研究对某紧固件制造企业进行横断面调查,结果显示,该企业工人高频听力损失检出率为49.12%,语频听力损失检出率为35.04%,高于2020年全国工业企业接噪工人听力损失调查结果^[2],同时高于近年来关于汽车制造业^[3]、铁路运输设备制造业^[11]工人听力损失的调查结果。这可能与本研究中工人接触 $L_{EX, 40h}$ 超标率高,且年龄偏大有关。有研究表明,40岁及以上人群会面临年龄相关的听力损失或减退^[12]。

本研究发现,性别、工龄、接触 $L_{EX, 40h}$ 超标和暴露方式是高频听力损失和语频听力损失的影响因素。研究显示,相较于女性,男性高频听力损失和语频听力损失的发生风险更高,这可能与性别分工及个人习惯有关。男性多从事内容繁重、噪声强度大、作业条件差、工作时间长的作业,且男性多吸烟、饮酒,会增加听力损失风险^[12]。接噪工龄 ≥ 10 年者高频听力损失的发生风险更高,这与其他学者的研究结论^[13]一致。提示企业应注重工龄较长工人的听力健康,增强工人自我防护意识,做好职业健康监护^[14]。该企业在生产过程中通过精抽、成型和碾牙等工艺对线材及原料进行加工处理,车间内部分布数十台精抽机、成型机和碾牙机等机器,生产运行时交错响应,产生大量噪声,且生产方式为人机辅助机械形式,工人多为定岗作业,每日接触时间累计长达8~10h,易导致工人

听力损失。此外,相较于单纯噪声暴露,联合暴露导致噪声性听力损失的风险更高,与此前的研究结果^[15]一致,危害因素与噪声联合作用可引起听力损失的叠加作用。例如,苯系物等有机溶剂的暴露可能通过损伤耳蜗外毛细胞、内毛细胞和螺旋神经节细胞的正常功能,导致耳蜗的功能障碍和病理损伤^[16];高温会导致外周血管扩张,皮肤血流量增加,血液重分配进一步降低耳蜗血流量,引起听力损伤加重^[15]。

经调查,该企业噪声较大的各成型机、碾牙机、攻牙机、酸洗线和热处理线均相对集中布置在单层厂房内,底部设置减振基础,机器设置有隔声盖板,但生产过程中噪声强度仍超过标准要求;劳动者定岗作业,接触时间长,个体防护意识薄弱。建议企业优化生产方式,提高自动化水平,合理安排工人作息、轮岗,加强工人职业健康教育,提供并督促工人佩戴符合要求的听力防护用品。

参考文献

- [1] World Health Organization. World report on hearing [R/OL]. [2023-10-02]. <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>.
- [2] 李欣欣,柳安琪,王丹,等.2020年中国工业企业接触噪声劳动者听力损失流行病学特征分析[J].中华疾病控制杂志,2022,26(8):882-887.
- [3] 王旭波,施志豪,辛佳芮,等.浙江省五家汽车制造企业接噪工人听力损失的流行病学特征[J].环境与职业医学,2022,39(12):1386-1390,1397.
- [4] 王文朋,黄云彪,李钢,等.造船企业噪声所致作业工人高频听力损失回顾性队列研究[J].职业卫生与应急救援,2023,41(2):127-132.
- [5] 赵学彬,姚国兴,胡磊.新吴区噪声作业人员健康体检听力异常结果分析[J].预防医学,2020,32(1):83-84.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.声学测听方法第1部分:纯音气导和骨导测听法:GB/T 16296.1-2018[S].北京:中国标准出版社,2018.

(下转第965页)

- expression and gene polymorphism are associated with severity of periodontal disease in a sample of Brazilian individuals [J]. *Clin Exp Immunol*, 2007, 148 (1): 119-126.
- [2] BARNEA T V, SAVA A, GENTIMIR C, et al. Genetic polymorphisms of TNF- α and IL-1 and generalized aggressive periodontitis [J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2015, 56 (2): 459-464.
- [3] GARALA K, JOSHI P, SHAH M, et al. Formulation and evaluation of periodontal in situ gel [J]. *Int J Pharm Investig*, 2013, 3 (1): 29-41.
- [4] PHINNEY D G, PITTINGER M F. Concise review: MSC-derived exosomes for cell-free therapy [J]. *Stem Cells*, 2017, 35 (4): 851-858.
- [5] ZHANG Y L, WANG Z G, SHI B H, et al. Effect of gingival mesenchymal stem cell-derived exosomes on inflammatory macrophages in a high-lipid microenvironment [J/OL]. *Int Immunopharmacol*, 2021, 94 [2023-10-04]. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2021.107455>.
- [6] ZARUBOVA J, HASANI-SADRABADI M M, DASHTIMOGHADAM E, et al. Engineered delivery of dental stem-cell-derived extracellular vesicles for periodontal tissue regeneration [J/OL]. *Adv Healthc Mater*, 2022, 11 (12) [2023-10-04]. <https://doi.org/10.1002/adhm.202102593>.
- [7] 孙文东, 孙慧斌, 刘晓璇, 等. 牙龈间充质干细胞的培养与鉴定 [J]. *青岛大学医学院学报*, 2017, 53 (2): 157-160.
- [8] LI D F, FENG Y, TANG H, et al. A simplified and effective method for generation of experimental murine periodontitis model [J/OL]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2020, 8 [2023-10-04]. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00444>.
- [9] TONETTI M S, GREENWELL H, KORNMANN K S. Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new classification and case definition [J]. *J Periodontol*, 2018, 89 (Suppl. 1): S159-S172.
- [10] ZHANG Q Z, SHI S H, LIU Y, et al. Mesenchymal stem cells derived from human gingiva are capable of immunomodulatory functions and ameliorate inflammation-related tissue destruction in experimental colitis [J]. *J Immunol*, 2009, 183 (12): 7787-7798.
- [11] KIM D, LEE A E, XU Q, et al. Gingiva-derived mesenchymal stem cells: potential application in tissue engineering and regenerative medicine—a comprehensive review [J/OL]. *Front Immunol*, 2021, 12 [2023-10-04]. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.667221>.
- [12] LIU X, WANG Z, SONG W, et al. Systematically transplanted human gingiva-derived mesenchymal stem cells regulate lipid metabolism and inflammation in hyperlipidemic mice with periodontitis [J]. *Exp Ther Med*, 2020, 19 (1): 672-682.
- [13] BLANCO-PINTOS T, REGUEIRA-IGLESIAS A, BALSAL-CASTRO C, et al. Update on the role of cytokines as oral biomarkers in the diagnosis of periodontitis [J]. *Adv Exp Med Biol*, 2022, 1373: 283-302.
- [14] ASSUMA R, OATES T, COCHRAN D, et al. IL-1 and TNF antagonists inhibit the inflammatory response and bone loss in experimental periodontitis [J]. *J Immunol*, 1998, 160 (1): 403-409.
- [15] CARDOSO E M, REIS C, MANZANARES-CESPEDES M C. Chronic periodontitis, inflammatory cytokines, and interrelationship with other chronic diseases [J]. *Postgrad Med*, 2018, 130 (1): 98-104.
- 收稿日期: 2023-07-26 修回日期: 2023-10-04 本文编辑: 徐文璐

(上接第960页)

- [7] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. 职业性噪声聋的诊断: GBZ 49—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [8] 郭堂春. 职业卫生与职业医学 (第8版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017.
- [9] CHEN K H, SU S B, CHEN K T. An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures [J/OL]. *Environ Health Prev Med*, 2020, 25 (1) [2023-10-02]. <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00906-0>.
- [10] ZHOU J, SHI Z, ZHOU L, et al. Occupational noise-induced hearing loss in China: a systematic review and meta-analysis [J/OL]. *BMJ Open*, 2020, 10 (9) [2023-10-02]. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039576>.
- [11] 王鑫, 边洪英, 董一文, 等. 3家铁路运输设备制造企业的噪声致劳动者听力损失的风险评估 [J]. *卫生研究*, 2022, 51 (6): 904-910.
- [12] 林燕, 郑双来, 张宝津. 杭州市某区9895例噪声作业工人职业健康检查结果及相关因素分析 [J]. *工业卫生与职业病*, 2022, 48 (5): 377-379.
- [13] 高美伶, 张永利, 易井萍. 舟山市噪声作业工人高频听力损失的影响因素分析 [J]. *预防医学*, 2020, 32 (8): 834-838.
- [14] 白瑞. 职业性噪声聋成因及防护对策 [J]. *现代职业安全*, 2011 (10): 98-99.
- [15] 秦汝男, 张明, 唐慧晶, 等. 某钢管制造企业高温与噪声联合暴露对工人健康影响的调查分析 [J]. *工业卫生与职业病*, 2022, 48 (1): 10-13, 17.
- [16] 刘丹. 耳毒性有机溶剂与噪声联合暴露对劳动者听力影响研究 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2021.
- 收稿日期: 2023-07-12 修回日期: 2023-10-02 本文编辑: 刘婧出