

某大型汽车制造企业噪声暴露与听力损失的调查

Investigation of occupational noise exposure and hearing loss in a large automobile manufacturing enterprise

汤永翔¹, 段传伟¹, 侯狮峰², 王建宇², 杜伟佳², 刘移民^{1,2}

(1. 广州市职业病防治院职业健康监护中心, 广东 广州 510620; 2. 广州市职业病防治院评价检测中心)

摘要: 收集2018年度广州市某汽车制造企业4 723名噪声作业工人纯音听阈测试结果与工作场所现场噪声暴露水平资料, 分析噪声暴露情况与听力损失状况及影响因素。结果显示, 噪声作业工人听力损失检出率为29.8% (1 406/4 723), 以高频听阈升高为主, 占28.9%; 作业环境噪声总超标率为38.1% (238/624), 焊装车间噪声超标率均高于其他车间。听力损失检出率随年龄、接噪工龄增长呈增高趋势 (趋势 $\chi^2 = 42.263$, $P < 0.001$; 趋势 $\chi^2 = 20.039$, $P < 0.001$)。多因素 Logistic 回归分析模型提示, 与 < 20 岁年龄组相比, ≥ 20 岁可能是听力损失的危险因素 ($20 \sim < 30$ 岁 $OR = 1.53$, ≥ 30 岁 $OR = 2.55$, $P < 0.001$)。该企业噪声作业工人听力损失检出率较高, 工作场所噪声超标率较高, 企业应加强工作场所噪声治理, 做好职业健康监护工作。

关键词: 汽车制造企业; 噪声暴露; 听力损失

中图分类号: TB53 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2020)05-0425-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.05.012

近年来, 随着我国汽车制造业发展进程的加快, 噪声已成为汽车制造企业的主要职业病危害因素之一^[1, 2]。WHO在2005年发布的职业性噪声听力损失疾病负担报告指出^[3], 16%的成人致残性耳聋是由于职业性噪声导致的, 不同国家地区的职业性听力损失占致残性耳聋的7%~21%。本研究通过对广州某大型汽车制造企业噪声作业工人噪声暴露及听力损失情况的调查分析, 为制定有效的干预和防治措施提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 于2018年4—8月, 选取广州市某大型

汽车制造企业噪声作业工人作为研究对象。纳入标准: 无耳病史、药物致聋史、鼓膜穿孔史、爆震史等既往病史者。剔除标准: 未完成纯音听阈测试者。本研究经广州市职业病防治院医学伦理委员会批准, 研究对象均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 纯音听阈测试 受检工人接受纯音听阈测试前需脱离噪声作业环境48 h以上, 参照《声学测听方法 纯音气导和骨导听阈基本测听法》(GB/T 16403—1996)要求, 在隔音室由经统一培训的医务人员采用MADSEN ITERA纯音听力计(丹麦 Otometrics公司)进行双言语频段(500、1 000、2 000 Hz)和高频频段(3 000、4 000、6 000 Hz)6个频率的纯音听阈测试。测试结果依据《职业性噪声聋诊断标准》(GBZ 49—2014)进行年龄性别校正。将任一耳任一语频气导听阈 > 25 dB判断为该耳语频听阈升高, 任一耳任一高频气导听阈 > 25 dB判断为该耳高频听阈升高。听力损失包括任一耳语频听阈升高和/或高频听阈升高。

1.2.2 工作场所及个体噪声检测 依据《工作场所物理因素测量 第8部分: 噪声》(GBZ/T 189.8—2007), 采用AWA5610P型声级计(杭州爱华科技有限公司)检测企业工作场所的噪声声级水平, 采用EDGE型个体噪声剂量计(美国3M公司)检测噪声作业工人的8 h等效声级, 每个监测点重复检测3次, 取平均值。依据《工作场所所有害因素职业接触限值 第2部分: 物理因素》(GBZ 2.2—2007)进行噪声超标的判断。

1.3 统计分析 所有数据采用SPSS 22.0软件进行统计分析。连续性变量使用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述, 分类变量通过相对频数计算。连续性变量分析进行方差齐性(Bartlett's方差齐性检验)和正态性检验(Shapiro-Wilks检验)。计数资料组间差异采用 χ^2 检验。影响因素分析采用二分类非条件 Logistic 回归分析(似

基金项目: 广东省医学科学技术研究基金项目(A2020340); 广州市医学重点学科建设项目(穗卫科教[2016]27号); 广州市高水平临床重点专科建设项目(穗卫函[2019]1555号); 广州市“121人才梯队工程”后备人才项目(穗人社发[2011]167号); 国家自然科学基金(81470146)

作者简介: 汤永翔(1986—), 男, 主管医师, 从事职业健康监护工作。

通信作者: 刘移民, 主任医师, E-mail: ymliu61@163.com

然比前进法, 自变量引入标准为 0.10, 剔除标准为 0.15)。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 基本情况 符合纳入标准的噪声作业工人共 4 725 人, 剔除未完成纯音听阈测试者, 实检 4 723 人, 受检率 99.5% (4 723/4 725)。男 4 676 人 (占 99%)、女 47 人 (占 1%), 年龄 17~43 (22.0±3.3) 岁, 接触噪声工龄 0.1~21 (2.5±2.3) 年。听力损失检出率 29.8% (1 406/4 723), 其中语频听阈升高检出率 1.9% (90/4 723), 高频听阈升高检出率 28.9% (1 366/4 723)。90 名语频听阈升高者中, 排除轻度传导性听力损失者 5 人和中度及以上传导性听力损失者 8 人后, 永久性感音神经性听力损失检出率 1.63% (77/4 723)。1 366 名高频听阈升高者中, 排除轻度传导性听力损失者 3 人和中度及以上传导性听力损失者 6 人后, 双耳高频平均听阈 ≥ 40 dB 检出率 0.34% (16/4 723), 任一耳传导性耳聋且平均语频听力损失 ≥ 41 dB 检出率 0.02% (8/4 723)。

2.2 工作场所及个体噪声检测结果 该大型汽车制造企业为整车制造厂, 生产工艺主要包括冲压、焊接、涂装、发动机和变速箱的机械加工和装配。2018 年对该企业 34 个工作场所进行噪声检测, 超标率 11.8% (4/34); 8 h 等效声级值最高达 103.0 dB (A), 平均噪声声级 (81.7±7.3) dB (A)。590 名作业工人进行个体噪声检测, 超标率 39.7% (234/590), 8 h 等效声级值最高达 99.1 dB (A), 平均噪声声级 (84.0±4.0) dB (A)。作业环境噪声总超标率 (含个体和工作场所监测) 为 38.1% (238/624), 平均噪声声级 (83.9±4.3) dB (A); 其中焊装岗位超标点最多 (106 处)、超标率最高 (46.9%)。不同岗位噪声超标率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 25.921$, $P < 0.001$)。对不同岗位噪声声级进行完全随机设计的方差分析, 不同岗位噪声暴露声级差异有统计学意义 ($F = 5.274$, $P < 0.001$)。不同岗位噪声声级水平及超标情况详见表 1。

2.3 不同个体特征听力损失检出情况 4 723 名研究对象检出听力损失患者 1 406 人, 检出率 29.8% (1 406/4 723)。经趋势 χ^2 检验, 听力损失检出率随年龄、接噪工龄增长呈增高趋势 (趋势 $\chi^2 = 42.263$, $P < 0.001$; 趋势 $\chi^2 = 20.039$, $P < 0.001$)。不同婚姻状况人群听力损失检出率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 10.131$, $P = 0.001$)。不同个体特征研究对象听力损失检出率比较见表 2。

表 1 不同岗位噪声声级水平及超标情况

岗位	监测点数	超标点数 (%)	噪声声级 [dB (A)]
冲压	51	23 (45.1)	83.8±4.9
焊装	226	106 (46.9)	84.8±3.9
涂装	84	37 (44.0)	84.0±4.5
总装	178	52 (29.2)	83.3±4.2
动力总成	74	15 (20.3)	82.3±3.0
其他	11	5 (45.5)	85.6±9.5

表 2 不同个体特征研究对象听力损失检出率比较

个体特征	人数 (%)	检出人数 (%)	χ^2 值	P 值
性别			2.561	0.11
男	4 676 (99.0)	1 397 (29.9)		
女	47 (1.0)	9 (19.1)		
年龄 (岁)			42.263 ^a	<0.001
<20	1 146 (24.3)	264 (23.0)		
20~<30	3 429 (72.6)	1 079 (31.4)		
≥ 30	148 (3.1)	65 (43.2)		
接噪工龄 (年)			20.039 ^a	<0.001
<1	978 (20.7)	254 (26.0)		
1~2	2 226 (47.1)	641 (28.8)		
3~4	779 (16.5)	254 (32.6)		
≥ 5	740 (15.7)	258 (34.9)		
婚姻状况			10.131	0.001
未婚	4 274 (90.5)	1 243 (29.1)		
已婚	449 (9.5)	163 (36.3)		
BMI (kg/m ²)			1.672	0.433
<24	3 823 (80.9)	1 141 (29.8)		
24~<28	681 (14.4)	208 (30.5)		
≥ 28	219 (4.6)	57 (26.0)		
接害种类			9.452	0.051
噪声	1 269 (26.9)	359 (28.3)		
噪声联合苯系物	159 (3.4)	43 (26.4)		
噪声联合粉尘	2 676 (56.7)	813 (30.4)		
噪声联合其他因素	411 (8.7)	142 (34.3)		
噪声联合氮氧化物	208 (4.4)	51 (24.5)		
岗位			7.68	0.104
冲压	484 (10.2)	139 (28.7)		
焊装	2 224 (47.1)	699 (31.4)		
涂装	546 (11.6)	156 (28.6)		
总装	1 173 (24.8)	339 (28.9)		
动力总成	296 (6.3)	73 (24.7)		

注: a, χ^2 趋势检验结果。

2.4 听力损失相关影响因素的多因素非条件 Logistic 回归分析 以表 2 中 $P < 0.1$ 的变量为自变量, 以听力损失为因变量, 进行多因素非条件 Logistic 回归分析。纳入的可能影响因素为年龄、接噪工龄、婚姻状况以及接害种类。结果显示, 与 <20 岁年龄组相比, ≥ 20

岁可能是听力损失的危险因素, 20~<30岁、≥30岁年龄组听力损失危险度分别是<20岁年龄组的1.53倍、2.55倍 ($OR=1.53$ 、 $OR=2.55$, $P<0.001$)。详见表3。

表3 听力损失相关影响因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	S.E	Wald值	P值	OR值及95%可信区间
20~<30岁年龄组	0.43	0.08	28.99	<0.001	1.53 (1.31~1.79)
≥30岁年龄组	0.93	0.19	26.90	<0.001	2.55 (1.79~3.62)

注: 因变量赋值, 否=0、是=1。自变量赋值, 接噪工龄(哑变量) <1年=1、1~2年=2、3~4年=2、≥5年=3; 年龄(哑变量), <20岁=1、20~<30岁=2、≥30岁=3; 婚姻状况, 未婚=1、已婚=2; 接害种类(哑变量), 噪声=1、噪声联合苯系物=2、噪声联合粉尘=3、噪声联合氮氧化物=4、噪声联合其他因素=5。

3 讨论

噪声引起的听力损伤早期常表现为高频听力下降, 随着病损程度加重, 语言频段的听力也受到影响^[4]。本次调查结果显示, 研究对象的听力损失检出率为29.8%, 以高频听阈升高为主, 符合噪声性听力损失的一般规律, 与张家祥等^[5]报道的结果基本一致。本次调查的汽车制造企业总体噪声超标率为38.4%, 高于曾文锋等^[1]报道的广州某汽车制造集团的33.5%噪声超标率。本次研究发现焊装车间噪声超标率高于其他车间, 焊装车间的噪声主要来源于电焊机、打磨机、风机以及金属部件的碰撞, 提示企业应改革生产工艺, 逐步提高生产自动化, 继续增加机械手焊接。

近年有研究表明^[6,7], 随着年龄和接噪工龄的增加, 听力损伤检出率呈上升的趋势。本次研究通过非条件 Logistic 回归分析发现, 与<20岁年龄组相比, ≥20岁可能是听力损失的危险因素(20~<30岁 $OR=1.53$ 、≥30岁 $OR=2.55$, $P<0.001$), 与沙磊等^[8]报道的研究对象年龄增长1岁, 听力损失危险度增加2.25倍 ($OR=2.25$, $P<0.001$)的结果相似。Logistic 回归模型未显示接噪工龄的敏感性, 与既往的研究结果^[5]有一定差异, 可能与大部分研究对象接噪工龄较短(<3年)有关。本次研究未发现噪声联合苯系物、噪声联合粉尘是听力损失的危险因素, 这可能与该企业工作场所检测的苯系物、粉尘浓度未超过国家职业接触限值有关。

本次研究尚存在以下不足: (1) 未考虑累积噪声暴露量(CNE)对听力损失的影响。CNE综合考虑噪声暴露量、噪声接触时间, 更为全面地反映噪声接触与听力损失剂量-反应关系, 应在日后对听力损失相关危险因素研究时, 纳入模型中进行调整以保证结果的可信性与准确性。(2) 未收集到企业预防噪声性损失管理情况(发放听力保护资料、开展听力保护讲座等)、工人听力相关知识知晓情况(噪声对听力有影响、长时间戴耳机听音乐对听力有影响等)、工人听力相关行为情况(防护用品佩戴、每日戴耳机听音乐时间)。(3) 本研究属于横断面研究, 其结果不能评价因果关系, 因此亟需开展相应的队列研究, 进一步明确听力损失的相关危险因素及可能的发病机制。

综上, 本研究完整地收集了噪声作业工人纯音听阈测试结果, 结合工作场所的噪声检测资料, 较为全面地分析了该企业整体的听力损失及噪声暴露状况。该企业应加强职业卫生管理, 完善各种监督制度; 定期对工人进行职业卫生健康教育, 做好职业健康监护工作; 改革生产工艺, 减少噪声源的产生。

参考文献

- [1] 曾文锋, 谭强, 刘移民. 广州市某汽车制造集团职业卫生状况调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(5): 365-367.
- [2] 张莉, 张文勇, 杨跃林. 某汽车制造企业的职业危害因素研究[J]. 现代预防医学, 2011, 38(11): 2011-2014, 2022.
- [3] Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, et al. The global burden of occupational noise-induced hearing loss [J]. Am J Ind Med, 2005, 48(6): 446-458.
- [4] 郭堂春. 职业卫生与职业医学[M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 237-238.
- [5] 张家祥, 许述海, 叶向光, 等. 轮胎制造行业噪声作业工人听力损失及相关因素分析[J]. 中国职业医学, 2018, 45(6): 801-804.
- [6] 何军, 赵雯弘, 王思杰. 某大型化工厂噪声从业人员听力损失情况调查[J]. 职业卫生与应急救援, 2017, 35(1): 44-45, 61.
- [7] 赵远, 周浩, 李艳华, 等. 2006至2010年广州大型汽车制造企业噪声暴露与听力损失的调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2014, 32(2): 117-120.
- [8] 沙磊, 刘晓骏, 丁阳, 等. 南通市部分噪声作业工人听力损失影响因素分析[J]. 江苏预防医学, 2012, 23(6): 53-54.

(收稿日期: 2019-10-02; 修回日期: 2019-11-19)