

# 山东省某汽车总装车间各工种工人肌肉骨骼疾患现状调查

康伏梅<sup>1,2</sup>, 冯斌<sup>2</sup>, 单永乐<sup>2</sup>, 王忠旭<sup>3</sup>

1. 济南大学, 山东省医学科学院医学与生命科学学院, 山东 济南 250062; 2. 山东省职业卫生与职业病防治研究院, 山东第一医科大学(山东省医学科学院), 山东 济南 250062; 3. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所职业防护与工效学研究室, 北京 100050

**摘要:** **目的** 分析山东省某汽车总装车间各工种工人肌肉骨骼疾患患病现状及劳动负荷在各工种中的分布。**方法** 2019年3—7月选取663名男性汽车制造总装作业工人为调查对象, 采用国内出版、经过适当修改的北欧肌肉骨骼问卷进行流行病学横断面调查, 并对数据进行分析。**结果** 汽车总装作业工人工作相关的肌肉骨骼疾病(WMSDs)患病率为51.9%, 身体各部位WMSDs患病率排在前4位的依次是颈部(29.7%)、肩部(25.8%)、手/腕部(25.3%)和踝/足部(22.6%)。上胶工和油漆工WMSDs累计身体部位数量所占比例较高。油漆工和上胶工劳动负荷大者和不良姿势者比例较高。**结论** 山东省某汽车总装车间各工种WMSDs患病率较高, 应结合社会-心理-生物医学模式, 提出预防性指导方针, 以降低此类疾患带来的影响。

**关键词:** 汽车制造; 装配工; 焊工; 肌肉骨骼

中国图书资料分类号: R195

文献标识码: A

文章编号: 1004-1257(2020)09-1172-05

DOI: 10.13329/j.cnki.zyyjk.2020.0314

## Investigation of musculoskeletal disorders among workers in various types of work in an automobile assembly workshop of Shandong Province

KANG Fu-mei<sup>1,2</sup>, FENG Bin<sup>2</sup>, SHAN Yong-le<sup>2</sup>, WANG Zhong-xu<sup>3</sup>

1. School of Medicine and Life Sciences, Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan University, Jinan Shandong, 250062, China; 2. Shandong First Medical University(Shandong Academy of Medical Sciences), Shandong Institute of Occupational Health and Occupational Diseases, Jinan Shandong, 250062, China; 3. Research Office of Occupational Protection and Ergonomics, Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

**Abstract:** **Objective** To analyze the prevalence of musculoskeletal disorders among workers in various types of work in an automobile assembly workshop of Shandong Province, explore the distribution of labor load in various types of work. **Methods** A total of 663 male workers engaging in automobile assembly were selected as survey respondents from March to July 2019. The epidemiological cross-sectional survey was conducted using a domestically revised and appropriately modified Nordic musculoskeletal questionnaire. And the data were analyzed. **Results** The prevalence of musculoskeletal disorders (WMSDs) in automobile assembly workers was 51.9%. The top four WMSDs in all parts of the body were neck (29.7%), shoulder (25.8%), hand/wrist (25.3%) and ankle/foot (22.6%). The glues workers and painters had the higher proportion of cumulative body parts with WMSDs. The proportion of heavy labor load and bad posture in glues workers and painters were higher. **Conclusion** The prevalence of WMSDs among workers in various types of work in an automobile assembly workshop of Shandong Province is relatively high. It should be combined with the social-psychological-biomedical model to propose some preventive guidelines to reduce the impact of such diseases.

**Key words:** Automobile manufacturing; Assembly worker; Welding worker; Musculoskeletal

美国疾病控制和预防中心将肌肉骨骼疾患(MSDs)定义为肌肉、神经、肌腱、关节、软骨和椎间盘的损伤或紊乱。全球负担疾病研究认为MSDs是导致残疾

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(81172643); 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所职业健康风险评估与国家职业卫生标准制定项目(131031109000150003)

**作者简介:** 康伏梅, 女, 在读硕士研究生, 研究方向为职业卫生。

**通信作者:** 王忠旭, 研究员, E-mail: wangzhongxu2003@163.com

单永乐, 研究员, E-mail: shangyongle@163.com

的第二大常见原因, MSDs是昂贵的与工作和健康相关的问题之一, 如今已成为全球性负担<sup>[1-2]</sup>。国际劳工组织的数据显示, 全世界每年约有1.6亿例与工作有关的疾病投诉, 其中大部分是MSDs<sup>[3]</sup>。由于职业导致的MSDs被称为与工作相关的肌肉骨骼疾病(WMSDs), 并且在汽车行业中很常见。我国是拥有汽车产量和汽车生产工人最多的国家, 工人WMSDs患病率较高, 这归因于汽车制造业属于劳动密集型行业, 几乎包含了重工业

的所有工种,各种危险因素普遍存在。我们通过对某汽车制造业各工种工人进行 WMSDs 调查,了解其患病情况及劳动负荷的现状,为预防 WMSDs 的发生和企业采取健康干预措施提供参考依据。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 采取整群抽样的方法对山东省某汽车制造企业总装车间装配工、焊装工、上胶工、油漆工、操作工和打磨工等工种的作业工人进行 WMSDs 流行病学问卷调查。调查起止时间为 2019 年 3—7 月。本次调查共发放问卷 708 份,收回问卷 708 份。因女性调查对象只有 16 名,所以只对 692 名男性员工资料进行数据分析。根据纳入和排除标准,合格问卷 663 份,有效率为 93.6%。本次研究已通过山东省职业卫生与职业病防治研究院医学伦理委员会审核批准,调查内容均经过研究对象知情同意填写。

**1.2 方法** 以杨磊等<sup>[4]</sup>翻译、修订和验证的“中文版肌肉骨骼疾患调查表”为基础,对其中力量负荷和姿势负荷的部分条目进行删减和补充,修订问卷的整体结构和身体各部位可能存在的不良工效学负荷条目,对各条目的提问方式和选项进行调整,经专家审阅后形成“肌肉骨骼损伤情况调查问卷”。该问卷信度和效度已在造船行业和机场搬运作业中得到验证<sup>[5-6]</sup>。调查内容由一般情况和工作情况两大部分组成。调查前对调查员进行统一培训。调查采用 1:N 填表调查和现场观察相结合的方法,由调查员发放并讲解,调查对象自行填表。WMSDs 的定义:指身体各部位出现不适、麻木、疼痛和活动受限等,而且症状持续时间超过 24 h,经下班休息也未能恢复,同时排除其他内科急症及身体残疾或疾病后遗症等。

**1.3 统计学分析** 选用 EpiData 3.0 和 SPSS 23.0 对数据进行录入、整理和分析。组间差异采用  $\chi^2$  检验进行比较分析,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 调查对象年龄为 18~49 岁,平均(24.20±4.81)岁,平均身高(174.5±9.3)cm,平均体重(67.7±12.7)kg,平均工龄(4.4±3.6)年。调查工种包括装配工、焊装工、上胶工和油漆工等。学历以高中及中专为主,占 55.51%。见表 1。

表 1 山东省某汽车制造企业总装车间 663 名工人基本情况

项目	装配工	焊装工	上胶工	油漆工	操作工	打磨工	其他	合计[人(%)]
工龄(a)								
<3	160	61	41	9	3	13	1	288(43.44)
3~9	133	99	17	21	14	6	20	310(46.76)
≥10	16	6	2	9	10	2	20	65(9.80)
文化程度								
初中及以下	5	4	3	0	0	0	0	12(1.81)
高中及中专	165	106	27	23	18	12	17	368(55.51)
大专及本科	136	55	30	14	9	9	20	273(41.18)
硕士及以上	3	1	0	2	0	0	4	10(1.50)
吸烟								
否	170	76	34	15	18	11	17	341(51.43)
是	139	90	26	24	9	10	24	322(48.57)
体育锻炼								
否	76	58	28	17	11	5	6	201(30.32)
是	233	108	32	22	16	16	35	462(69.68)

**2.2 WMSDs 患病情况** 调查对象近 1 年内 WMSDs 的患病率为 51.9%,身体各部位的 WMSDs 患病率从高到低依次为:颈部 29.7%、肩部 25.8%、腕/手部 25.3%、踝/足部 22.6%、下背/腰部 19.3%、上背/后背部 17.0%、膝部 14.6%、臀/腿部 14.2%和肘部 9.6%。颈部、肩部、上背/后背部、下背/腰部、腕/手部、臀/腿部、膝部和踝/足部 WMSDs 的患病率在不同工种之间的差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。颈部和踝/足部 WMSDs 患病率最高的工种是上胶工,分别为 51.7%和 38.3%;油漆工肩部、上背/后背部、下背/腰部、肘部、腕/手部、臀/腿部以及膝部的 WMSDs 患病率均高于其他工种。见表 2。

表 2 山东省某汽车制造企业总装车间不同工种工人各部位 WMSDs 的发生情况

工种	人数	颈部	肩部	上背/后背部	下背/腰部	肘部	腕/手部	臀/腿部	膝部	踝/足部
装配工	309	71(23.0)	58(18.8)	36(11.6)	37(12.0)	29(9.4)	62(20.1)	33(10.7)	30(9.7)	54(17.5)
焊装工	166	56(33.7)	48(28.9)	35(21.1)	44(26.5)	14(8.4)	56(33.7)	13(7.8)	18(10.8)	39(23.5)
上胶工	60	31(51.7)	25(41.7)	18(30.0)	19(31.7)	9(15.0)	23(38.3)	13(21.7)	17(28.3)	23(38.3)
油漆工	39	17(43.6)	19(48.7)	12(30.8)	19(48.7)	6(35.3)	16(41.0)	14(35.9)	17(43.6)	11(28.2)
操作工	27	7(25.9)	4(14.8)	4(14.8)	3(11.1)	1(3.7)	2(7.4)	6(22.2)	6(22.2)	7(25.9)
打磨工	21	6(28.6)	8(38.1)	3(14.3)	1(4.8)	1(4.8)	5(23.8)	7(33.3)	3(14.3)	6(28.6)
其他	41	9(21.9)	9(21.9)	5(12.2)	5(12.2)	4(9.8)	4(9.8)	8(19.5)	6(14.6)	10(24.4)
合计	663	197(29.7)	171(25.8)	113(17.0)	128(19.3)	64(9.6)	168(25.3)	94(14.2)	97(14.6)	150(22.6)
$\chi^2$ 值		26.82	31.09	21.48	49.07	5.42	31.03	35.22	46.21	14.57
P		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05

注:WMSDs—与工作相关的肌肉骨骼疾病。

2.3 WMSDs累及部位分析 WMSDs往往涉及身体的多个部位。上胶工和油漆工身体受累部位数量较多,不同工种工人WMSDs累及身体部位数量之间的差异有统计学意义( $\chi^2=70.322, P<0.01$ )。见表3。

表3 山东省某汽车制造企业总装车间不同工种工人WMSDs患病部位数量

工种	人数	身体受累部位[个(%)]			
		0	1~3	4~6	7~9
装配工	309	193(62.46)	68(22.00)	31(10.03)	17(5.50)
焊装工	166	61(36.75)	68(40.96)	29(17.47)	8(4.82)
上胶工	60	18(30.00)	19(31.67)	16(26.67)	7(11.67)
油漆工	39	9(23.08)	12(30.77)	14(35.90)	4(10.26)
操作工	27	13(48.15)	10(37.04)	3(11.11)	1(3.70)
打磨工	21	7(33.33)	8(38.10)	5(23.81)	1(4.76)
其他	41	21(51.22)	13(31.71)	5(12.19)	2(4.88)
合计	663	322(48.57)	198(29.86)	103(15.54)	40(6.03)

注:WMSDs—与工作相关的肌肉骨骼疾病。

2.4 不同工种工人劳动负荷情况 油漆工和上胶工劳动负荷大,不良工作姿势比例较高,打磨工和装配工次之,操作工和焊装工劳动负荷较低。见表4。

### 3 讨论

在汽车总装生产线中,由于汽车结构复杂,零部件繁多,工人劳动强度高,患WMSDs的风险较大。本次调查结果显示,在汽车制造总装作业工人中,各部位

WMSDs的患病率波动在7.4%~51.7%之间。总人群的患病部位以颈部(29.7%)最为严重,其次为肩部(25.8%)、腕/手部(25.3%)和踝/足部(22.6%)。此结果与王会宁等<sup>[7]</sup>的研究结果类似,但与文献[8-11]的研究结果不同,汽车行业一般多以下背部和腰部WMSDs最为严重。其发生率的差异可能与所选人群的年龄、工龄以及生活方式和工作习惯有关。国外有学者对建筑工人、物理治疗师以及石化工人进行研究,显示颈部和肩部为这3种行业WMSDs的高发部位<sup>[12-14]</sup>。

通过对各工种的调查可以发现,上胶工颈部和踝/足部WMSDs患病率最高,分别为51.7%和38.3%;油漆工肩部、上背/后背部、下背/腰部、肘部、腕/手部、臀/腿部以及膝部的WMSDs患病率均高于其他工种。除身体各部位患病率较高之外,上胶工和油漆工的身体受累部位数量也较多,原因和这两个工种工作时所接触的劳动负荷和工作姿势有关。DAS等<sup>[15]</sup>和EKPENYONG等<sup>[16]</sup>的研究结果显示,以不舒服的姿势工作与WMSDs的发生密切相关。上胶工经常以非中性姿势给汽车焊接缝隙填充胶体,颈部有时需要长时间后仰;油漆工工作时经常弯腰、转身且经常保持非中性姿势进行作业。由于车辆底层也有喷涂工序,油漆工还需要频繁下蹲完成作业,膝关节内外侧肌肉和韧带长期牵拉而劳损,增加患WMSDs的风险<sup>[17-18]</sup>。

表4 山东省某汽车制造企业总装车间不同工种工人劳动负荷和姿势负荷分布

劳动负荷和姿势负荷	装配工(n=309)	焊装工(n=166)	上胶工(n=60)	油漆工(n=39)	操作工(n=27)	打磨工(n=21)	其他(n=41)
经常转身	137(44.3)	127(76.5)	52(86.7)	35(89.7)	15(55.6)	16(76.2)	15(36.6)
经常在弯腰的同时转身	70(22.6)	61(36.7)	34(56.7)	23(59.0)	6(22.2)	10(47.6)	9(21.9)
躯干经常重复同一动作	84(27.2)	82(49.4)	38(63.3)	27(69.2)	7(25.9)	12(57.1)	10(24.4)
背部长时间保持同一姿势	84(27.2)	73(44.0)	39(65.0)	23(59.0)	5(18.5)	12(57.1)	12(29.3)
长时间弯腰	55(17.8)	60(36.1)	32(53.3)	19(48.7)	3(11.1)	6(28.6)	5(12.2)
长时间转身	55(17.8)	39(23.5)	28(46.7)	13(33.3)	2(7.4)	7(33.3)	4(9.8)
颈部长时间保持同一姿势	90(29.1)	80(48.2)	34(56.7)	18(46.1)	6(22.2)	9(42.9)	10(24.4)
长时间低头	70(22.6)	94(56.6)	30(50.0)	14(35.9)	4(14.8)	5(23.8)	12(29.3)
长时间转头	49(15.9)	28(16.9)	24(40.0)	14(35.9)	4(14.8)	8(38.1)	3(7.3)
手经常向上/向下弯曲	134(43.4)	124(74.7)	52(86.7)	34(87.2)	9(33.3)	19(90.5)	13(31.7)
手腕长期处于弯曲状态	76(24.6)	73(44.0)	39(65.0)	21(53.8)	2(7.4)	10(47.6)	4(9.8)
手腕放在有棱角的物体边缘	65(21.0)	45(27.1)	25(41.7)	25(64.1)	3(11.1)	9(42.9)	7(17.1)
经常用手捏/抓物品	170(55.0)	152(91.6)	55(91.7)	35(89.7)	13(48.1)	20(95.2)	21(51.2)
能伸展或改变腿部姿势	250(80.9)	134(80.7)	38(63.3)	31(79.5)	22(81.5)	17(80.9)	33(80.5)
长时间屈膝	26(8.4)	22(13.2)	14(23.3)	14(35.9)	1(3.7)	6(28.6)	3(7.3)
下肢及踝反复做同一动作	58(18.8)	53(31.9)	31(51.7)	26(66.7)	6(22.2)	14(66.7)	16(39.0)
长时间站立	303(98.1)	162(97.6)	58(96.7)	38(97.4)	26(96.3)	17(80.9)	41(100.0)
长时间坐立	159(51.4)	14(8.4)	2(3.3)	7(17.9)	7(25.9)	8(38.1)	27(70.7)
长时间蹲或跪姿工作	166(53.7)	30(18.1)	23(38.3)	29(74.4)	12(44.4)	11(52.4)	24(58.5)
搬运重物>5 kg	232(75.1)	72(43.4)	15(25.0)	20(51.3)	22(81.5)	9(42.9)	34(82.9)
搬运重物>20 kg	159(51.5)	31(18.7)	6(10.0)	12(30.8)	19(70.4)	7(33.3)	24(58.5)
需上肢或手用力	297(96.1)	151(91.0)	53(88.3)	37(94.9)	25(92.6)	18(85.7)	36(87.8)
工作时使用振动工具	258(83.5)	96(57.8)	7(11.7)	17(43.6)	10(37.0)	14(66.7)	29(70.7)
以不舒服的姿势工作	125(40.4)	85(51.2)	39(65.0)	29(74.4)	13(48.1)	12(57.1)	22(53.7)
每分钟做多次重复性操作	183(59.2)	142(85.5)	56(93.3)	34(87.2)	13(48.1)	20(95.2)	23(56.1)



汽车操作工主要通过数控机床完成汽车零部件的装配工作,工作时需长时间站立,颈部保持同一姿势对设备进行对刀、调式及检验零件质量等,因此颈部、臀/腿部、膝部以及踝/足部 WMSDs 患病率较高。汽车在喷漆前后都需要进行打磨,手经常向上/向下弯曲并且经常放在硬且有棱角的物体边缘对汽车进行打磨容易增加患 WMSDs 的风险。除此之外,作业人员进行打磨时,使用砂轮机、角磨机和内磨机的打磨工所接触振动的振动加速度大,频率谱线位置高。因此汽车打磨工手臂振动病的危害值得关注<sup>[19]</sup>。

汽车焊接工作是将支撑或连接各个组成部件之间的固定形状金属焊接在底片上供装配使用,焊装工由于焊接工作期间处于尴尬位置采用的姿势造成颈部、肩部和背部的肌肉骨骼疾患风险增加;由于工作时频繁使用振动工具—手工电弧焊机,腕/手部的 WMSDs 患病率也较高,与文献[20–21]对焊工的研究结果相近。由于汽车结构复杂,装配关系及位置多样,因此存在诸多导致装配工 WMSDs 的危险因素。本次调查结果显示,装配工人的颈部及腕/手部 WMSDs 患病率较高。原因可能是现如今企业都使用流水线作业,工人长时间低头工作,大多数操作都是手动完成,劳动强度较高。国内有学者针对汽车装配工进行相关调查研究发现,当局部肌肉负荷过重引起肌肉疲劳和细胞缺能时,肌酶外溢。肌酸激酶(CK)测定表明,工人的 CK 活性明显高于办公室工作人员,而且劳动强度的级别显著升高<sup>[22]</sup>。王忠旭等<sup>[23]</sup>的研究也表明,汽车装配作业工人存在 WMSDs 发生的暴露风险,颈、背、肩(臂)和手(腕)4 个部位存在暴露水平—反应关系。

总之,山东省某汽车总装作业工人 WMSDs 发生率较高,提示了制定相关干预措施的必要性。应开展相关知识培训和技术指导,使员工了解 WMSDs 的危害及预防措施。企业保护工人免受 WMSDs 影响的关键应该是工作岗位和工作场所设计,改变操作方式和姿态,以减少弯腰和转身的时间、次数和幅度,避免工人负荷过重和重复动作。对设备和作业环境以工效学原则进行改进和改善,使作业者获得最适宜的人—机—环境工作系统,减少对局部肌肉骨骼的影响。

**作者声明** 本文无实际或潜在的利益冲突

## 参考文献

- [1] WIDANARKO B, LEGG S, DEVEREUX J, et al. The combined effect of physical, psychosocial/organisational and/or environmental risk factors on the presence of work-related musculoskeletal symptoms and its consequences[J]. Appl Ergon, 2014, 45(6): 1610–1621.
- [2] KIADALIRI AA, WOOLF AD, ENGLUND M. Musculoskeletal disorders as underlying cause of death in 58 countries, 1986–2011: trend analysis of WHO mortality database[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1): 62.
- [3] NIU S. Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective[J]. Appl Ergon, 2010, 41(6): 744–753.
- [4] 杨磊,余善法,凌瑞杰,等.肌肉骨骼疾患调查表介绍附调查表[J]. 工业卫生与职业病, 2009, 35(1): 25–31.
- [5] 贾宁,陈西峰,郑成彬,等.某船舶制造厂工人工作相关肌肉骨骼疾患的发生情况及危险因素[J].环境与职业医学, 2018, 35(5): 377–383.
- [6] 曹扬,唐丽华,张蔚,等.机场搬运作业人员下背痛工效学因素分析[J]. 中国工业医学杂志, 2016, 29(4): 262.
- [7] 王会宁,王忠旭,秦汝莉,等.汽车装配工人肌肉骨骼疾患的不良工效学因素[J].中国工业医学杂志, 2016, 29(4): 266–270.
- [8] HUSSAIN T. Musculoskeletal symptoms among truck assembly workers[J]. Occup Med, 2004, 54(8): 506–512.
- [9] GHASEMKHANI M, ATEN S, AZAM K. Musculoskeletal symptoms among automobile assembly line workers[J]. J Applied Sci, 2006, 6(1): 35–39.
- [10] 凌瑞杰,孙敬智,杨磊,等.某汽车铸造厂作业工人肌肉骨骼疾患调查分析[J].中国工业医学杂志, 2010, 23(1): 18–21.
- [11] 范忠群,刘鹤云,李维东,等.汽车制造厂职工肌肉骨骼疾患的流行病学调查[J].工业卫生与职业病, 1995, 21(3): 156–158.
- [12] WANG X, DONG XS, CHOI SD, et al. Work-related musculoskeletal disorders among construction workers in the United States from 1992 to 2014[J]. Occup Environ Med, 2017, 74(5): 374–380.
- [13] BAE YH, MIN KS. Associations between work-related musculoskeletal disorders, quality of life, and workplace stress in physical therapists[J]. Industrial Health, 2016, 54(4): 347–353.
- [14] CHOOBINEH AR, DANESHMANDI H, AGHABEIGI M, et al. Prevalence of musculoskeletal symptoms among employees of Iranian petrochemical industries: October 2009 to December 2012[J]. Int J Occup Environ Med, 2013, 4(4): 195–204.
- [15] DAS D, KUMAR A, SHARMA M. A systematic review of work-related musculoskeletal disorders among handicraft workers[J]. Int J Occup Saf Ergon, 2020, 26(1): 55–70.
- [16] EKPENYONG CE, INYANG UC. Associations between worker characteristics, workplace factors, and work-related musculoskeletal disorders: a cross-sectional study of male construction workers in Nigeria[J]. Int J Occup Saf Ergon, 2014, 20(3): 447–462.
- [17] 刘锦华,黄国贤,李霞英,等.中山市三种行业工人职业性肌肉骨骼疾患患病率及危险因素研究[J].中华劳动卫生职业病杂志, 2014, 32(6): 415–417.
- [18] NELSON-WONG E, CALLAGHAN JP. The impact of a sloped surface on low back pain during prolonged standing work: a biomechanical analysis[J]. Appl Ergon, 2010, 41(6): 787–795.
- [19] 谢晓霜. 汽车铸造及装配作业场所振动工具手传振动测量和分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2016, 34(2): 107–110.
- [20] ANWAR J, HAZNITA A HN, JOHARI KM, et al. Assessment of prevalence of work-related musculoskeletal disorders among welders in the shipyard industry in Malaysia[J/OL]. 2019, 90. [2019–12–24]. [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/16/e3sconf-concept2019\\_03001/e3sconf-concept2019\\_03001.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/16/e3sconf-concept2019_03001/e3sconf-concept2019_03001.html). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.e3sconf.2019.03.001>

(下转第 1180 页)

## 参考文献

- [1] 薛昌红, 苏义伟, 周牧鹰, 等. 职业性噪声接触对我国女工生殖功能影响 Meta 分析[J]. 中国职业医学, 2017, 44(4): 430-435.
- [2] BASNER M, BABISCH W, DAVIS A, et al. Auditory and nonauditory effects of noise on health[J]. Lancet, 2014, 383(9925): 1325-1332.
- [3] 石磊, 张星. 噪声对人体健康影响研究进展[J]. 中国职业医学, 2015, 42(2): 225-228.
- [4] 郭桂梅, 邓欢忠, 韦献革, 等. 噪声对人体健康影响的研究进展[J]. 职业与健康, 2016, 35(5): 137-140.
- [5] 史秀凤. 窄带噪声宝库后豚鼠血 SOD, MDA 和 GSH 的变化[J]. 航天医学与医学工程, 1998, 11(4): 282-285.
- [6] 涂白杰, 桂立辉. 纺织噪声暴露与神经衰弱综合征患病率关系的研究[J]. 工业卫生与职业病, 2000, 26(6): 341-342.
- [7] 何丽华, 廖小燕, 张龙连, 等. WHO-NCTB 法测定噪声对神经系统影响的 Meta 分析[J]. 工业卫生与职业病, 2006, 32(4): 216-219.
- [8] 冯伟英, 姚耿东, 王菁, 等. NES-C3 在噪声作业人员情感状态测试中的应用[J]. 中国公共卫生, 2003, 19(12): 12-13.
- [9] 肖力川, 唐德亮. 男工人职业性噪声暴露与高血压相关性研究[J]. 现代医药卫生, 2013(11): 1753-1755.
- [10] 谢石, 钱海洋, 葛琴娟. 某造纸厂工人噪声暴露与高血压的关系[J]. 环境与职业医学, 2013, 30(1): 35-36.
- [11] 刘付东, 许晓庆, 赵立娜. 噪声对盐城某汽车制造企业工人血脂水平的影响[J]. 职业与健康, 2014, 30(5): 608-609.
- [12] 郭文婕, 钱学全, 张劲, 等. 噪声对作业人员血脂影响的调查[J]. 职业与健康, 2014, 30(16): 2220-2222, 2226.
- [13] 蒋斌, 杨丽燕, 吴电荣, 等. 职业性噪声暴露对工人血脂水平的影响[J]. 职业与健康, 2014, 30(8): 1044-1045.
- [14] 叶翠华, 岑玫喜. 某发电厂噪声作业工人心电图检查结果分析[J]. 中国医药指南, 2013, 11(16): 790-791.
- [15] 蒋新祥, 陈伯中, 蒋艳华. 永州市某纺织厂噪声危害及女工月经状况[J]. 实用预防医学, 2009, 16(5): 1500-1501.
- [16] 张诗军. 纺织噪声对女工生殖功能的影响[J]. 职业与健康, 2013, 29(9): 1070-1072.
- [17] 梁红. 噪声对女性妊娠影响的研究进展[J]. 中国工业医学杂志, 2018, 31(1): 29-31, 64.
- [18] 叶晓云, 李天铎, 姚凤华, 等. 纺织噪声对孕期女工和新生儿体重的影响[J]. 中国妇幼保健, 1988, 3(4): 23-24.
- [19] 张诗军. 纺织作业噪声对女工生殖功能的影响[J]. 职业与健康, 2013, 29(9): 1070-1072.
- [20] 保毓书, 胡永华, 李宏. 孕期职业接触噪声对妊娠经过和妊娠结局影响的研究[J]. 工业卫生与职业病, 2001, 27(2): 68-71.
- [21] 陶秀坤, 李存肖, 金士杰, 等. 我国职业性噪声接触与女工早产关系 Meta 分析[J]. 中国职业医学, 2014, 41(5): 556-559.

收稿日期: 2019-08-08 修回日期: 2020-04-13 责任编辑: 张军

(上接第 1175 页)

- doi.org/10.1051/e3sconf/20199003001.
- [21] R. RM, VINODKUMAR MN, NEETHU V. Modeling the influence of individual and employment factors on musculoskeletal disorders in fabrication industry[J]. Hum Factors Ergon Manuf, 2017, 27(2): 116-125.
- [22] 刘鹤云, 杨磊. 汽车生产工人的劳动负荷与肌肉骨骼疾患的关系研

究[J]. 同济医科大学学报, 1999, 28(5): 397-398.

- [23] 王忠旭, 李刚, 秦汝莉, 等. 汽车装配工人工作相关肌肉骨骼损伤危险暴露水平及发病调查研究[J]. 环境与职业医学, 2012, 29(1): 6-8, 12.

收稿日期: 2019-11-13 修回日期: 2020-02-10 责任编辑: 张军

\* \* \* \* \*