

DOI: 10.16369/j.ohcr.issn.1007-1326.2022.05.011

· 调查与研究 ·

# 上海市闵行区电子行业作业工人 肌肉骨骼疾患发生情况及影响因素研究

徐晓文<sup>1</sup>, 赵立昀<sup>1</sup>, 应圣洁<sup>1</sup>, 陆敏<sup>1</sup>, 杨凤<sup>2</sup>, 顾怡勤<sup>1</sup>, 尹艳<sup>2</sup>

1. 上海市闵行区疾病预防控制中心, 上海 201101; 2. 上海市疾病预防控制中心, 上海 200336

**摘要:** 目的 调查上海市闵行区电子行业作业工人工作有关肌肉骨骼疾患 (work-related muscular skeletal disorders, WMSDs) 的发生情况, 并探讨其影响因素。方法 选取闵行区 8 家电子行业企业 1 426 名生产工人作为研究对象, 采用横断面调查方法, 发放调查问卷, 调查工人近 1 年内肌肉骨骼疾患的发生情况, 并采用 logistic 模型对工人肌肉骨骼疾患的影响因素进行分析。结果 回收有效问卷 1 319 份, 有效率 92.5%。工人不同身体部位 WMSDs 的年发生率在 3.6% ~ 23.0% 之间, 发生率最高的依次为颈部 (23.0%)、肩部 (20.0%) 和下背部 (10.4%)。焊锡工手腕部 WMSDs 的年发生率 (10.7%) 最高, 车间管理员踝/足部 WMSDs 的年发生率 (15.4%) 最高 ( $P < 0.05$ )。多因素 logistic 回归分析结果显示: 背部长时间保持同一姿势是颈部、肩部和下背部 WMSDs 发生的危险因素 ( $OR = 1.56, 1.45, 1.86, P < 0.05$ ); 长时间坐位工作 ( $OR = 1.60, 2.44$ )、颈部长时间保持同一姿势 ( $OR = 2.30, 1.79$ )、背部稍弯曲 ( $OR = 1.41, 1.59$ ) 均是颈部和肩部 WMSDs 发生的危险因素 ( $P < 0.05$ ); 背部大幅弯曲是颈部和下背部 WMSDs 发生的危险因素 ( $OR = 2.11, 3.21, P < 0.05$ ); 颈部前倾是颈部 WMSDs 发生的危险因素 ( $OR = 2.15, P < 0.05$ ); 轮流工作是肩部和下背部 WMSDs 发生的保护因素 ( $OR = 0.73, 0.58, P < 0.05$ )。结论 电子行业工人肩部、颈部和下背部 WMSDs 发生率较高, 亟须根据 WMSDs 的个体、职业和心理社会因素制定相关措施, 合理安排劳动, 降低工作场所不良工效学负荷, 减少工人 WMSDs 的发生率。

**关键词:** 电子行业; 肌肉骨骼疾患; 工作相关疾病

中图分类号: R135 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2022)05-0565-06

引用: 徐晓文, 赵立昀, 应圣洁, 等. 上海市闵行区电子行业作业工人肌肉骨骼疾患发生情况及影响因素研究 [J]. 职业卫生与应急救援, 2022, 40(5): 565-570.

**Occurrence and influencing factors of work-related musculoskeletal disorders among workers in electronics industry in Minhang District, Shanghai** XU Xiaowen<sup>1</sup>, ZHAO Liyun<sup>1</sup>, YING Shengjie<sup>1</sup>, LU Min<sup>1</sup>, YANG Feng<sup>2</sup>, GU Yiqin<sup>1</sup>, YIN Yan<sup>2</sup> (1. Minhang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201101, China; 2. Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

**Abstract: Objective** To investigate the incidence and influencing factors of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) among workers in the electronics industry in Minhang District, Shanghai. **Methods** A total of 1 426 workers from 8 electronic enterprises in Minhang District were studied with questionnaires to investigate the occurrence of musculoskeletal disorders in the past one year. The logistic model was used to analyze the influencing factors of musculoskeletal disorders. **Results** Totally 1 319 valid questionnaires were collected with an effective rate of 92.5%. The annual incidence of WMSDs in different body parts of these workers ranged from 3.6% to 23.0%, with the highest incidence in the neck (23.0%), shoulder (20.0%) and lower back (10.4%). The welding workers had a highest annual incidence of WMSDs in wrists (10.7%), while workshop managers had a highest annual incidence of WMSDs in ankles/feet (15.4%) ( $P < 0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis showed that frequent maintenance of the same posture in the back was a risk factor ( $P < 0.05$ ) for WMSDs in neck, shoulder and low back ( $OR = 1.56, 1.45, 1.86$ , respectively); sitting for a long time ( $OR = 1.60, 2.44$ ), frequent maintenance of the same posture in the neck ( $OR = 2.30, 1.79$ ) and slightly bent

基金项目: 上海市公共卫生体系建设三年行动计划(2020—2022 年)重点学科建设计划项目(GWV-10.1-XK11); 闵行区公共卫生重点学科(MGWXK03); 闵行区自然科学研究课题(2019MHZ026)

作者简介: 徐晓文(1988—), 女, 硕士, 主管医师

通信作者: 顾怡勤, 主任医师, E-mail: Elinor\_gu@126.com; 尹艳, 主任医师, E-mail: yinyan@scdc.sh.com

in the back (OR = 1.41, 1.59) were risk factors ( $P < 0.05$ ) for WMSDs in neck and shoulder; sharply bent in the back was a risk factor ( $P < 0.05$ ) for WMSDs in neck and low back (OR = 2.11, 3.21); neck leaned forward was a risk factor ( $P < 0.05$ ) for WMSDs in neck (OR = 2.15); taking turns was a protective factor ( $P < 0.05$ ) for WMSDs in shoulder and low back (OR = 0.73, 0.58). **Conclusions** The incidence of WMSDs in the neck, shoulder and lower back of these workers in the electronics industry was relatively high. Therefore, it is urgent to formulate relevant policies and measures considering occupational, individual, and psychosocial factors of WMSDs, such as reasonable labor organization and reducing the load of poor ergonomics in the workplaces to reduce the incidence of WMSDs.

**Keywords:** electronics industry; musculoskeletal disorders; work-related disease

工作相关肌肉骨骼疾患 (work-related muscular skeletal disorders, WMSDs) 是一类常见的工作相关疾病, 考虑是因为工作中长期保持某种特定姿势造成骨骼肌肉系统慢性积累性损伤。现代工业企业劳动者作业涉及大量负荷较低、节奏较快、重复性高、长时间保持同一体位以及强迫体位作业姿势等不良工效学因素, 造成骨骼肌肉系统慢性积累性损伤, 最终导致 WMSDs 的发生。电子行业的电子元器件组装、装配等会涉及长期坐姿、站姿, 自动化设备操作工会涉及重复点击屏幕和鼠标, 搬运工会涉及重复下蹲起立等动作, 容易发生 WMSDs, 但目前对于电子行业 WMSDs 患病现状的研究较少。为了解上海市闵行区电子行业作业工人 WMSDs 现状及影响因素, 并针对性地提出预防措施, 2019—2020 年, 我们对闵行区电子行业进行了抽样调查, 现将结果报告如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

2019 年闵行区共有 55 家电子行业企业, 其中大型企业 4 家, 中型企业 5 家, 小型企业 27 家, 微型企业 19 家。采用分层随机整群抽样的方法, 抽取大型企业 1 家、中型企业 2 家、小型 5 家共计 8 家企业的 1 426 名一线作业人员作为本项目的研究对象。考虑到微型企业受疫情影响较大, 一直无法开展现场及问卷调查, 故本次研究暂不纳入微型企业。研究对象纳入和排除标准: 工龄在 1 年以上, 排除患有先天性脊柱畸形者或者因外伤、感染性疾病和恶性肿瘤等因非工作相关因素导致的肌肉骨骼损伤。

本研究经中国疾病预防控制中心伦理审查委员会伦理审查通过, 开展调查前向研究对象详细介绍调查相关事项并签署电子版知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 问卷调查

采用流行病学横断面调查方法, 采用经杨磊等<sup>[1]</sup>整合、翻译、修订和验证的可用于我国职业人群的中文版肌肉骨骼疾患问卷, 该套问卷整合了北欧肌肉骨骼疾患问卷 (Nordic Musculoskeletal Questionnaire, NMQ) 和荷兰肌肉骨骼症状调查问卷 (Dutch Musculoskeletal Questionnaire, DMQ) 的相关内容, 已在多个行业中进行了信度和效度评价<sup>[2]</sup>, 并在电子行业中应用<sup>[3-4]</sup>, 具有较好的信效度。本课题组在此基础上, 对其中部分条目进行了删减、补充和调整, 形成本次调查问卷, 内容涵盖基本人口学特征、肌肉骨骼症状、工作类型、工作组织、工作环境、重复性负荷、作业姿势负荷以及心理社会自我评估等内容。对于各部位的作业姿势, 在问卷中有图示帮助理解。

调查采用现场填写调查表的方式进行, 由经培训的调查员讲解问卷填写注意事项, 组织、集中工人扫描二维码进入电子版问卷自行填写。调查结束后由调查人员审核问卷, 不得有空项和前后矛盾情况。

#### 1.2.2 WMSDs 的判定

采用中国疾病预防控制中心不良工效学因素致肌肉骨骼疾患风险评估课题组的标准判定是否患 WMSDs<sup>[5]</sup>: 若身体 9 个部位(颈部、肩部、上背部、下背部、肘部、手腕部、腿部、膝部、踝/足部)中某一部位近 1 年内出现疼痛、僵硬、烧灼感、麻木或刺痛等不适症状, 同时满足以下症状则判定为该部位的肌肉骨骼损伤: (1) 过去 1 年内不适; (2) 从事当前工作后开始不适; (3) 既往无事故或突发伤害 (影响不适的局部区域); (4) 每月都会出现不适或持续时间超过 1 周。

#### 1.2.3 统计学分析

将电子数据库导出为 Excel 数据格式, 并进行逻辑查错, 删除不符合逻辑的数据, 采用 SPSS 21.0 统计学软件对数据进行统计学分析。采用  $\chi^2$  检验比较不同工种之间 WMSDs 的患病率, 采用单因素和多因素 logistic 回归模型分析 WMSDs 发生的影响因

素。检验水准  $\alpha = 0.05$ (双侧)。

## 2 结果

### 2.1 人口学特征

本次调查共收集问卷 1 426 份, 其中有效问卷 1 319 份, 有效率 92.5%。其中: 男性 551 人, 女性 768 人。研究对象工龄( $4.3 \pm 3.7$ )年, 最短 1 年, 最长 40 年; 年龄( $33.1 \pm 6.4$ )年, 最小 20 岁, 最大 64 岁。体质质量指数  $< 18.5 \text{ kg/m}^2$  有 135 人(占 10.2%),  $18.5 \sim 23.9 \text{ kg/m}^2$  有 898 人(占 28.1%),  $24.0 \sim 27.9 \text{ kg/m}^2$  有 241 人(占 18.3%),  $\geq 28 \text{ kg/m}^2$  有 45 人(占 3.4%); 文化程度初中及以下 261 人(占 19.8%), 高中及中专 742 人(占 56.2%), 大学专科 221 人(占 16.8%), 大学本科及以上 95 人(占 7.2%)。

工种包括装配工、机器操作工、检验工、焊锡工、仓储员、包装工、晶圆制取工、车间管理员、绕线工、清洗工、注塑工等。

### 2.2 不同部位 WMSDs 的年发生率

表 1 不同工种电子行业工人各部位 WMSDs 的年发生率 [例数(年发生率/%)]

工种	人数	颈部	肩部	上背部	下背部	肘部	手腕部	腿部	膝部	踝/足部
装配工	335	79(23.6)	71(21.2)	26(7.8)	36(10.7)	11(3.3)	27(8.1)	14(4.2)	7(2.1)	25(7.5)
机器操作工	329	77(23.4)	66(20.0)	38(11.6)	33(10.0)	11(3.3)	33(10.0)	24(7.3)	12(3.6)	29(8.8)
检验工	242	63(26.0)	48(19.8)	21(8.7)	30(12.4)	8(3.3)	23(9.5)	17(7.0)	9(3.7)	19(7.9)
焊锡工	112	16(14.3)	22(19.6)	9(8.0)	7(6.3)	3(2.7)	12(10.7)	7(6.3)	3(2.7)	8(7.1)
仓储员	86	21(24.4)	14(16.3)	5(5.8)	8(9.3)	4(4.7)	4(4.7)	4(4.7)	6(7.0)	10(11.6)
包装工	70	11(15.7)	12(17.1)	3(4.3)	8(11.4)	4(5.7)	7(10.0)	5(7.1)	0(0.0)	6(8.6)
晶圆制取工	60	12(20.0)	12(20.0)	5(8.3)	6(10.0)	3(5.0)	6(10.0)	4(6.7)	4(6.7)	5(8.3)
车间管理员	39	11(28.2)	10(25.6)	4(10.3)	5(12.8)	1(2.6)	4(10.3)	5(12.8)	2(5.1)	6(15.4)
绕线工	37	8(21.6)	6(16.2)	2(5.4)	2(5.4)	1(2.7)	1(2.7)	3(8.1)	3(8.1)	3(8.1)
其他 <sup>①</sup>	9	5(55.6)	3(33.3)	3(33.3)	2(22.2)	2(22.2)	4(44.4)	2(22.2)	1(11.1)	4(44.4)
合计	1 319	303(23.0)	264(20.0)	116(8.8)	137(10.4)	48(3.6)	121(9.2)	85(6.4)	47(3.6)	115(8.7)
$\chi^2$ 值		14.69	3.58	13.78	5.99	11.09	18.71	10.42	13.57	18.80
P 值		0.10	0.94	0.13	0.74	0.27	0.03	0.32	0.14	0.03

注:① 包括清洗工和注塑工。

### 2.4 颈部、肩部和下背部 WMSDs 的单因素分析

考虑到工人颈部、肩部和下背部 WMSDs 的年发生率相对较高(高于 10%), 因此主要对这 3 个部位 WMSDs 的发生风险进行单因素分析, 结果显示: 个体因素方面, 适当的身高( $170 \sim 175 \text{ cm}$ )是颈部和肩部 WMSDs 发生的保护因素, 女性较男性更易发生颈部和肩部 WMSDs。学历在高中及中专和本科及以上的工人更易发生颈部 WMSDs, 大专的工人更易发生肩部 WMSDs( $P < 0.05$ ); 职业因素方面, 长时间坐位、搬重物、以不舒服的姿势工作、重复性操作、背部弯曲、背部长时间保持同一姿势、颈部前倾、颈部长时间保持同一姿势是颈部 WMSDs 发生

近 1 年内, 工人颈部、肩部、上背部、下背部、肘部、手腕部、腿部、膝部和踝/足部 WMSDs 的年发生率占前 3 位的是颈部(23.0%)、肩部(20.0%)和下背部(10.4%), 其余部位 WMSDs 的年发生率依次为手腕部(9.2%)、上背部(8.8%)、踝/足部(8.7%)、腿部(6.4%)、膝部(3.6%)、肘部(3.6%)。

### 2.3 不同工种 WMSDs 年发生率的比较

比较不同工种之间 WMSDs 的发生率, 发现不同工种之间手腕部和踝/足部 WMSDs 的年发生率的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。手腕部 WMSDs 在焊锡工中的年发生率最高(10.7%), 踝/足部 WMSDs 在车间管理员中年发生率最高(15.4%)。颈部、肩部和下背部的 WMSDs 年发生率占据前 3 位, 且均以车间管理员为最高, 分别为 28.2%、25.6% 和 12.8%。其他部位中, 上背部、肘部、腿部和膝部年发生率最高的工种分别为机器操作工(11.6%)、包装工(5.7%)、车间管理员(12.8%)和绕线工(8.1%)。见表 1。

的危险因素( $P < 0.05$ ), 长时间坐位、以不舒服的姿势工作、重复性操作、背部弯曲、背部长时间保持同一姿势、颈部前倾、颈部长时间保持同一姿势是肩部 WMSDs 发生的危险因素( $P < 0.05$ ), 工龄 5 ~ 15 年、以不舒服的姿势工作、背部弯曲、背部长时间保持同一姿势、弯腰同时转身、颈部前倾和头后仰、颈部长时间保持同一姿势是下背部 WMSDs 发生的危险因素( $P < 0.05$ ); 心理社会因素方面, 轮流工作为这 3 个部位 WMSDs 发生的保护因素, 而经常加班为危险因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

### 2.5 颈部、肩部和下背部 WMSDs 的多因素分析

以单因素分析中某类别的 OR 值有统计学意义

表2 电子行业作业工人颈部、肩部和下背部WMSDs的单因素分析

项目	人数	颈部		肩部		下背部	
		发生人数	OR(95%CI)值	发生人数	OR(95%CI)值	发生人数	OR(95%CI)值
<b>年龄/岁</b>							
18~25	97	25	1.00	21	1.00	8	1.00
26~35	865	197	0.85(0.53~1.38)	177	0.93(0.56~1.55)	94	1.36(0.64~2.88)
36~45	311	72	0.87(0.51~1.47)	57	0.81(0.46~1.43)	31	1.23(0.55~2.78)
≥46	46	9	0.70(0.30~1.65)	9	0.88(0.37~2.11)	4	1.06(0.30~3.71)
<b>体质质量指数/(kg/m<sup>2</sup>)</b>							
<18.5	135	24	1.00	35	1.00	18	1.00
18.5~23.9	898	215	1.46(0.84~2.44)	175	0.69(0.46~1.05)	86	0.69(0.40~1.61)
24~27.9	241	57	1.43(0.84~2.44)	44	0.64(0.39~1.06)	28	0.85(0.45~1.61)
≥28	45	7	0.85(0.34~2.14)	10	0.82(0.37~1.82)	5	0.81(0.28~2.33)
<b>工龄/年</b>							
<5	814	179	1.00	165	1.00	74	1.00
5~15	480	119	1.17(0.90~1.53)	96	0.98(0.74~1.30)	61	1.46(1.02~2.09) <sup>①</sup>
>15	25	5	0.89(0.33~2.40)	3	0.54(0.16~1.81)	2	0.87(0.20~3.76)
<b>文化程度</b>							
初中及以下	261	46	1.00	41	1.00	22	1.00
高中及中专	742	179	1.48(1.04~2.13) <sup>①</sup>	152	1.38(0.95~2.02)	80	1.31(0.80~2.15)
大专	221	52	1.44(0.92~2.24)	52	1.65(1.05~2.60) <sup>①</sup>	21	1.14(0.61~2.13)
本科及以上	95	26	1.76(1.01~3.06) <sup>①</sup>	19	1.34(0.73~2.45)	14	1.88(0.92~3.84)
<b>身高/cm</b>							
<170	864	214	1.00	204	1.00	90	1.00
170~175	266	50	0.70(0.49~0.99) <sup>①</sup>	30	0.41(0.27~0.62) <sup>①</sup>	27	0.97(0.62~1.53)
>175	189	39	0.79(0.54~1.16)	30	0.61(0.40~0.93) <sup>①</sup>	20	1.02(0.61~1.70)
<b>性别</b>							
男	551	111	1.00	82	1	55	1.00
女	768	192	1.32(1.01~1.72) <sup>①</sup>	182	1.78(1.33~2.37) <sup>①</sup>	82	1.08(0.75~1.55)
<b>长时间坐位工作</b>							
搬重物	966	250	1.98(1.43~2.74) <sup>①</sup>	231	3.05(2.07~4.49) <sup>①</sup>	107	1.34(0.88~2.05)
以不舒服的姿势工作	644	164	1.32(1.02~1.70) <sup>①</sup>	140	1.23(0.94~1.62)	76	1.35(0.94~1.92)
重复性操作	525	149	1.65(1.27~2.13) <sup>①</sup>	132	1.68(1.28~2.21) <sup>①</sup>	67	1.51(1.06~2.16) <sup>①</sup>
<b>背部弯曲</b>							
直立	920	235	1.67(1.24~2.25) <sup>①</sup>	208	1.79(1.30~2.47) <sup>①</sup>	104	1.41(0.94~2.13)
<b>背部长时间保持同一姿势</b>							
弯腰同时转身	528	82	1.00	67	1.00	36	1.00
<b>颈部弯曲</b>							
直立	721	195	2.02(1.51~2.69) <sup>①</sup>	180	2.29(1.69~3.11) <sup>①</sup>	81	1.73(1.15~2.61) <sup>①</sup>
稍前倾	232	86	4.43(2.80~7.01) <sup>①</sup>	75	4.03(2.50~6.50) <sup>①</sup>	45	4.30(2.30~8.06) <sup>①</sup>
大幅前倾	11	3	2.82(0.71~11.19)	3	3.16(0.79~12.61)	3	6.70(1.60~28.04) <sup>①</sup>
头后仰	747	232	3.18(2.37~4.26) <sup>①</sup>	198	2.77(2.04~3.75) <sup>①</sup>	101	2.33(1.57~3.46) <sup>①</sup>
颈部长时间同一姿势	677	137	0.73(0.56~0.94) <sup>①</sup>	113	0.65(0.50~0.86) <sup>①</sup>	54	0.58(0.41~0.84) <sup>①</sup>
轮流工作	592	157	1.44(1.11~1.86) <sup>①</sup>	143	1.60(1.22~2.09) <sup>①</sup>	79	1.78(1.24~2.54) <sup>①</sup>

注:各OR值均以OR赋值为1的类别为参照得出;①P<0.05。

的因素作为预测变量,以工人过去一年内颈部、肩部和下背部WMSDs是否发生作为响应变量,采用多因素logistic回归模型对这3个部位WMSDs的影响因素进行筛选。结果显示:背部长时间保持同一姿势是颈部、肩部和下背部WMSDs发生的危险因

素(OR=1.56、1.45、1.86,P<0.05);长时间坐位、颈部长时间保持同一姿势、背部稍弯曲是颈部和肩部WMSDs发生的危险因素(OR=1.60、2.30、1.41和2.44、1.79、1.59,P<0.05);背部大幅弯曲是颈部和下背部WMSDs发生的危险因素(OR=2.11、

3.21,  $P < 0.05$ ); 颈部稍前倾和颈部大幅前倾均是颈部 WMSDs 发生的危险因素( $OR = 1.59, 2.15, P < 0.05$ ); 轮流工作是肩部和下背部 WMSDs 发生的保护因素( $OR = 0.73, 0.58, P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 电子行业作业工人颈部、肩部和下背部 WMSDs 的多因素 logistic 回归分析

部位及变量	$\beta$ 值	SE 值	Wald $\chi^2$ 值	OR(95%CI)值	P 值
颈部					
长时间坐位工作	0.47	0.18	7.02	1.60(1.13 ~ 2.27)	0.008
背部稍弯曲	0.35	0.17	4.04	1.41(1.01 ~ 1.98)	0.045
背部大幅弯曲	0.75	0.33	5.03	2.11(1.10 ~ 4.04)	0.025
背部长时间保持同一姿势	0.44	0.16	7.63	1.56(1.14 ~ 2.13)	0.006
颈部稍前倾	0.47	0.24	3.91	1.59(1.01 ~ 2.53)	0.048
颈部大幅前倾	0.77	0.28	7.29	2.15(1.23 ~ 3.74)	0.007
颈部长时间保持同一姿势	0.83	0.17	23.72	2.30(1.64 ~ 3.21)	0.000
肩部					
长时间坐位工作	0.89	0.21	18.44	2.44(1.63 ~ 3.67)	0.000
背部稍弯曲	0.46	0.19	6.29	1.59(1.11 ~ 2.28)	0.012
背部长时间保持同一姿势	0.37	0.17	4.78	1.45(1.04 ~ 2.02)	0.029
颈部长时间保持同一姿势	0.58	0.18	10.51	1.79(1.26 ~ 2.54)	0.001
轮流工作	-0.31	0.15	4.27	0.73(0.55 ~ 0.98)	0.039
下背部					
背部大幅弯曲	1.17	0.40	8.70	3.21(1.48 ~ 6.97)	0.003
背部长时间保持同一姿势	0.62	0.23	7.34	1.86(1.19 ~ 2.91)	0.007
轮流工作	-0.55	0.20	7.65	0.58(0.39 ~ 0.85)	0.006

注: 对二分类变量的所有项目, 均以“是=1, 否=0”赋值, 以赋值 0 为参照。

### 3 讨论

Ramazzini 早在 1813 年的研究即提出职员及抄写员中存在肌肉骨骼损伤, 并认为此种损伤与手腕部重复活动、长期坐位工作以及精神紧张存在相关性<sup>[6]</sup>。电子行业多为坐位作业, 且涉及大量单一、重复、快速的操作, 易引发 WMSDs。何丽华等<sup>[3]</sup>对 2 141 名电子行业坐位作业工人及 2 486 名对照人员的研究认为观察组人员颈、肩、下背、手及腕部肌肉骨骼损伤的患病率明显高于对照组。陈振龙等<sup>[4]</sup>的研究表明电子行业作业工人肌肉骨骼疾患以颈、肩、腰部为主, 年患病率分别为 41.8%, 37.5% 和 35.7%。本次研究结果显示, 近一年内闵行区电子行业工人各部位 WMSDs 的年发生率在 3.6% ~ 23.0% 之间, 其中颈部、肩部和下背部 WMSDs 发生率相对较高, 分别为 23.0%、20.0% 和 10.4%, 与以上研究结果基本一致, 但年患病率明显较低, 分析原因可

能为:(1) 本次研究对病例定义较为严格, 对症状出现的频率及持续时间均有要求;(2) 自填式问卷可能会因为对象夸大症状导致患病比例升高, 本次研究采用现场 1:N 指导填写, 能够现场解答被调查者的问题, 尽量保证自感症状客观真实。本次研究发现手腕部和踝/足部不同工种之间 WMSDs 的年发生率的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 其中手腕部 WMSDs 在焊锡工中年发生率最高, 分析原因可能为焊锡作业涉及长时间手持点焊工具精细作业, 导致手腕部肌肉持续紧张, 最终造成手腕部肌肉骨骼损伤。踝/足部 WMSDs 在车间管理员中年发生率最高, 此外, 颈部、肩部、下背部以及腿部发生率最高的工种均为车间管理员, 经现场调查, 车间管理员的工作职责为纠错、补缺, 流水线工人遇到问题或者岗位缺失时, 由管理员进行补位, 提示不仅要关注一线流水线作业工人的 WMSDs 发生, 车间管理人员亦不容忽视。上背部、肘部和膝部发生率最高的工种分别为机器操作工、包装工和绕线工, 其可能原因: 机器操作工因涉及长时间大量坐位工作, 其上背部 WMSDs 的发生率较高; 包装工因其肘部长时间弯曲且用力, 故而肘部易发生 WMSDs 损伤; 绕线工需屈膝用力踩踏板, 易发生膝部肌肉骨骼损伤。

既往研究表明 WMSDs 的发生受多种因素的影响, 通常包括个体因素(身高、年龄、性别、体质量指数等)、职业因素(作业种类、作业方式、作业姿势等)和心理社会因素(工作要求、自主程度、社会支持等)<sup>[7-8]</sup>。

个体因素方面, 本次单因素分析表明, 适当的身高(170 ~ 175 cm)是颈部和肩部 WMSDs 发生的保护因素, 女性较男性更易发生颈部和肩部 WMSDs, 但身高和性别均未进入本次调查的多因素 logistic 回归模型中。WMSDs 的发生可能取决于工人身高与作业台面高度的匹配程度, 正确的工作姿势可以有效降低工效学负荷水平<sup>[9]</sup>, 而张丹英等<sup>[10]</sup>对广东省电子设备制造厂员工多部位 WMSDs 影响因素的研究结果显示出性别的影响。因此, 身高和性别对 WMSDs 的作用, 需在今后的研究中进一步扩大样本量进行验证。多因素分析未发现年龄和工龄与 WMSDs 发生之间存在相关性, 可能原因为本次研究对象年龄和工龄均较为集中, 工人年龄偏年轻化。

职业因素方面, 国内外研究发现, 不良作业姿势对肌肉骨骼损伤的发生有显著影响<sup>[11]</sup>。本研究多因素分析结果显示, 长时间坐位、以不舒服的姿势工作、背部弯曲、背部长时间保持同一姿势、颈部弯曲、颈部长时间保持同一姿势对电子行业作业人员

颈部、肩部、下背部骨骼肌肉损伤都有不同程度的影响,说明不良工作姿势会增加电子行业作业工人WMSDs 的发病风险。冯简青等<sup>[12]</sup> 在对某电子制造企业工人职业性肌肉骨骼疾患现状与不良工效学因素的关联性探讨中发现:一直坐位工作、每分钟重复多次操作、工作时颈部弯曲(> 10°)、以不舒服的姿势干活等都是罹患 WMSDs 的危险因素 ( $P < 0.05$ ),与本研究结果一致。

电子行业涉及大量精细零部件手工装配作业,为保证操作的精确性,作业工人需长期保持坐位、身体前倾、低头、肩外展的作业姿势,此类静态作业虽然能量消耗水平不高,却容易使人颈、肩部肌肉长期处于疲劳状态,血液循环受阻,最终导致相关部位软组织劳损<sup>[13]</sup>。Catarina 等<sup>[14]</sup> 以及程长春等<sup>[15]</sup> 在其他行业肌肉骨骼损伤的研究中也证实了颈部、肩部、腰部不良作业姿势与颈肩部肌肉骨骼损伤的关系。

本次研究结果显示背部弯曲和背部长时间保持同一姿势是下背部 WMSDs 的危险因素。现场调查发现,本区电子行业工作场所的工作台高度均不可调节,流水线工人需长时间保持腰部弯曲姿势以适应工作台高度,仓储及包装工人需经常弯腰搬运重物或完成打包工作,这些姿势均可造成下背部肌肉组织损伤,导致下背部 WMSDs 患病风险变大。这与王雪涛等<sup>[16]</sup> 的研究结果类似。

既往研究表明,经常加班与 WMSDs 的发生密切相关<sup>[17]</sup>。本研究发现,轮流工作对肩部和下背部 WMSDs 的发生均是保护因素,轮流作业可缓解肌肉持续紧张造成的疲劳状态,从而减轻 WMSDs 的发生。

综上所述,闵行区电子行业工人 WMSDs 年发生率较高。鉴于以上结果,可针对性地采取相关措施降低 WMSDs 对作业工人影响。首先,改善人机工效学界面,合理作业布局,如安装可调节高度的工作台或座椅,避免不良作业姿势;其次,在电子行业作业工人中开展工效学知识培训,提升工人对不良工效学作业危害的认识,使其了解 WMSDs 的早期症状以及产生的原因,主动采取有利于肌肉骨骼健康的行为习惯;最后,合理安排工作组织和工作时间,调整工作节奏。

本研究也存在一定不足之处,首先,由于缺乏特异性临床指标,WMSDs 的患病与否依靠工人的主观判断,存在一定的测量偏倚;此外,本研究为横断面研究,无法确定因果关系,需要在今后的研究中通过队列研究或者开展干预研究,进一步证实不良工效学因素与 WMSDs 发病之间的关系。

**作者声明** 本文无实际或潜在的利益冲突

### 参考文献

- 杨磊, HILDEBRANDT V H, 余善法, 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.
- 杜巍巍, 王生, 王建新, 等. 肌肉骨骼疾患问卷的信度与效度评价[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30, (5): 335-338.
- 何丽华, 王生. 电子行业肌肉骨骼损伤的调查[J]. 人类工效学, 1988, 4(4): 12-14.
- 陈振龙, 赵艳, 易桂林, 等. 某电子作业工人肌肉骨骼疾患调查分析[J]. 工业卫生与职业病, 2016, 42(6): 433-436.
- 杨燕, 曾建诚, 李刚, 等. 建筑业工人工作相关肌肉骨骼疾患影响因素分析 [J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34 (6): 486-491.
- MCDONALD J C. Recent advances in occupational health [M]. London, 1987: 75-88.
- MARRAS W S, CUTLIP R G, BURT S E, et al. National occupational research agenda (NORA) future directions in occupational musculoskeletal disorder health research [J]. Appl Ergon, 2009, 40(1): 15-22.
- GHOSH T, DAS B, GANGOPADHYAY S. Work - related musculoskeletal disorder: an occupational disorder of the goldsmiths in India[J]. Indian J Community Med, 2010, 35(2): 321-325.
- 朱隽沛, 李怀仙, 王海波, 等. 机身装配工人肌肉骨骼损伤调查和人机工效负荷水平研究[J]. 工业工程, 2018, 21(1): 89-95.
- 张丹英, 陆利通, 胡浩, 等. 电子设备制造厂员工多部位工作相关肌肉骨骼疾患影响因素分析[J]. 中国职业医学, 2020, 47(3): 253-259.
- 陈娜, 张华伟, 赵军, 等. 钢筋工工作姿势的生物力学分析及改善[J]. 工业安全与环保, 2017, 43(12): 37-40.
- 冯简青, 刘新霞, 刘浩中, 等. 某电子制造企业工人职业性肌肉骨骼疾患现状与不良工效学因素的关联性探讨[J]. 职业卫生与应急救援, 2020, 38(6): 558-562; 606.
- 张磊, 黄春萍, 兰亚佳, 等. 工作有关的肌肉骨骼疾患评价的现况研究[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2014, 32(8): 602-606.
- CATARINA N, GERT-ÅKE H, KERSTINA O, et al. Exposure response relationships for work -related neck and shoulder musculoskeletal disorders Analyses of pooled uniform datasets [J]. Appl Ergon, 2016, 55: 70-84.
- 程长春, 王吉平, 吴玲玲, 等. 上海市某医院护理人员肌肉骨骼疾患调查及其危险因素的分析 [J]. 环境与职业医学, 2017, 34(1): 15-21.
- 王雪涛, 别凤赛, 李晓光, 等. 煤矿作业工人肌肉骨骼疾患及其相关因素的调查与研究 [J]. 中国工业医学杂志, 2020, 33 (3): 211-216.
- LANG J, OCHSMANN E, KRAUS T, et al. Psychosocial work stressors as antecedents of musculoskeletal problems : a systematic review and meta -analysis of stability -adjusted longitudinal studies[J]. Soc Sci Med, 2012, 75(7): 1163-1174.

收稿日期: 2022-03-28