

# 四家制造企业装配作业人员工作相关肌肉骨骼疾患的影响因素

姜萍, 董一丹, 金旭, 江南宇, 彭毓, 黄文初, 何丽华

北京大学公共卫生学院劳动卫生与环境卫生学系, 北京 100191



DOI 10.11836/JEOM21569

## 摘要：

**[背景]** 制造业作业人员工作相关肌肉骨骼疾患(WMSDs)症状发生率较高, 广受关注, 但对于多部位 WMSDs 症状发生情况和危险因素的研究尚不充分。

**[目的]** 探讨四家制造企业装配作业人员多部位 WMSDs 症状发生情况以及影响因素。

**[方法]** 应用“中国肌肉骨骼疾患问卷”对四家制造企业装配作业人员进行横断面调查, 采用方便抽样获取研究对象 1 401 名, 收集研究对象人口学特征, 各部位 WMSDs 相关症状发生情况, 生物力学、工作组织、工作环境以及社会心理因素暴露信息。统计描述 WMSDs 症状发生率以及多部位症状发生率, 采用 Pearson  $\chi^2$  检验进行多部位 WMSDs 影响因素的单因素分析, 采用 logistic 回归进行多因素分析。

**[结果]** 本研究中 WMSDs 症状发生率为 54.9%(769/1 401), 症状发生比率居前三的部位分别是颈部 41.4%, 肩部 30.7%, 腕/手部 25.1%。研究对象多部位 WMSDs 症状发生率为 41.9%(587/1 401)。客车装配以及铆焊作业人员多部位 WMSDs 症状发生率高于电子配件及玻璃制造作业人员( $P<0.001$ )。logistic 回归分析结果显示: 个体特征因素中女性( $OR=2.09$ , 95%CI: 1.48~2.97)、饮酒( $OR=1.52$ , 95%CI: 1.05~2.18), 生物力学因素中长时间低头( $OR=1.37$ , 95%CI: 1.22~1.53)、频繁弯腰( $OR=1.18$ , 95%CI: 1.03~1.34)、手臂保持举起( $OR=1.25$ , 95%CI: 1.10~1.41)三种工作姿势频率高, 工作组织因素中工种为电子配件、客车装配和铆焊( $OR$  值分别为 3.23、5.70 和 13.83), 工作环境因素中温度有点儿冷( $OR=4.84$ , 95%CI: 1.90~12.37)、噪声严重影响工作( $OR=2.25$ , 95%CI: 1.23~4.11), 以及社会心理因素中高工作需求( $OR=1.47$ , 95%CI: 1.04~2.08)、存在班后疲劳( $OR=1.92$ ~2.61)者多部位 WMSDs 的发生风险高。

**[结论]** 装配作业人员多部位 WMSDs 症状发生率较高, 主要影响因素包括个体因素、不良工作姿势、环境因素以及社会心理因素等方面。

**关键词：**工作相关肌肉骨骼疾患; 多部位; 装配作业; 个体因素; 不良工作姿势; 环境因素; 社会心理因素

**Influencing factors for work-related musculoskeletal disorders among assembly workers in four manufacturing enterprises** JIANG Ping, DONG Yidan, JIN Xu, JIANG Nanyu, PENG Yu, HUANG Wenchu, HE Lihua (Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China)

## Abstract:

**[Background]** The prevalence rate of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) among manufacturing workers is relatively high and has been widely concerned. However, research on the prevalence and risk factors of multi-site WMSDs is still insufficient.

**[Objective]** To explore the prevalence and risk factors of multi-site WMSDs of assembly workers in four manufacturing enterprises.

**[Methods]** The "Chinese Musculoskeletal Questionnaire" was used to conduct a cross-sectional survey among 1401 assembly workers selected by convenient sampling in four manufacturing enterprises, and their demographic characteristics, the prevalence of WMSDs in various body parts, and the information about biomechanical factors, work organizations, work environment, and psychosocial factor exposure were collected. The prevalence of WMSDs and multi-site WMSDs were estimated, Pearson  $\chi^2$  test was used for univariate analysis of multi-site WMSDs risk factors, and logistic regression was used for multi-factor analysis.

## 撰稿专家

何丽华(北京大学公共卫生学院), E-mail: alihe2009@126.com

## 基金项目

基础加强计划技术领域基金项目(2020-JCQJ-238); 十三五国家重点研发计划课题(2016YFC0801700)

## 作者简介

姜萍(1997-), 女, 硕士生;  
E-mail: jiangping217@pku.edu.cn

## 通信作者

何丽华, E-mail: alihe2009@126.com

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2021-11-28

录用日期 2022-04-19

文章编号 2095-9982(2022)06-0593-07

中图分类号 R13

文献标志码 A

## 补充材料

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21569](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21569)

## 引用

姜萍, 董一丹, 金旭, 等. 四家制造企业装配作业人员工作相关肌肉骨骼疾患的影响因素[J]. 环境与职业医学, 2022, 39(6): 593-599.

## 本文链接

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21569](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21569)

## Funding

This study was funded.

## Correspondence to

HE Lihua, E-mail: alihe2009@126.com

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2021-11-28

Accepted 2022-04-19

## Supplemental material

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21569](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21569)

## To cite

JIANG Ping, DONG Yidan, JIN Xu, et al. Influencing factors for work-related musculoskeletal disorders among assembly workers in four manufacturing enterprises[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(6): 593-599.

## Link to this article

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21569](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21569)

**[Results]** The total prevalence rate of WMSDs was 54.9% (769/1 401). The top three affected sites were neck (41.4%), shoulders (30.7%), and wrist/hand (25.1%). The prevalence rate of multi-site WMSDs was 41.9% (587/1 401). The prevalence rates of multi-site WMSDs in railway vehicle assembly and riveting workers were higher than those in electronic parts processing and glass manufacturing workers ( $P < 0.001$ ). The results of logistic regression analysis showed that individual factors such as female ( $OR=2.09$ , 95%CI: 1.48–2.97) and drinking ( $OR=1.52$ , 95%CI: 1.05–2.18), biomechanics factors such as keeping head down for a long time ( $OR=1.37$ , 95%CI: 1.22–1.53), keeping bending frequently ( $OR=1.18$ , 95%CI: 1.03–1.34), and keeping arms up for a long time ( $OR=1.25$ , 95%CI: 1.10–1.41), work organizational factors such as electronic parts processing, railway vehicle assembly, and riveting ( $OR$  values were 3.23, 5.70, and 13.83, respectively), environmental factors such as temperature a little cold ( $OR=4.84$ , 95%CI: 1.90–12.37), noise seriously affecting work ( $OR=2.25$ , 95%CI: 1.23–4.11), and psychosocial factors such as high job demands ( $OR=1.47$ , 95%CI: 1.04–2.08), fatigue after work ( $OR=1.92$ –2.61) were risk factors of multi-site WMSDs.

**[Conclusion]** The prevalence rate of multi-site WMSDs in assembly workers is high, and the main influencing factors include individual factors, awkward work postures, environmental factors, and psychosocial factors.

**Keywords:** work-related musculoskeletal disorders; multi-site; assembly; individual factor; awkward work posture; environmental factor; psychosocial factor

工作相关肌肉骨骼疾患(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)是由工作和工作环境引起或加重身体结构如肌肉、关节、肌腱、韧带、神经、软骨、骨骼和局部血液循环系统等的损伤<sup>[1]</sup>。WMSDs是一类对社会经济造成严重影响的全球性健康问题,影响全球近三分之一的人口,是造成慢性疾病发生、病假缺勤、工作能力和生活质量下降的重要原因之一<sup>[2-3]</sup>。既往研究表明 WMSDs 在职业人群中分布广泛,作业类别涉及我国国民经济行业分类中的众多行业,包括未计入行业分类的视屏作业人员以及网店从业人员等<sup>[4]</sup>。在西班牙,WMSDs 占职业病的 80%以上,其中制造业工人的患病率最高<sup>[3]</sup>。我国相关流行病学研究也表明在各行业中,制造业作业人群有较高的 WMSDs 患病率<sup>[5]</sup>。

我国是制造业大国,尽管我国制造业逐渐在向自动化、机械化和智能化转型,但目前在各行业就业人数中制造业的占比仍旧最大,2020 年城镇制造业就业人员占全国城镇就业人员的 22.3%(3 805.5 万人)<sup>[6]</sup>。研究表明制造业作业人员面临粉尘、噪声、高温、不良工效学姿势等众多职业危害<sup>[4]</sup>。其中装配作业人员由于作业性质,需要经常频繁地举臂抬手,仰头低头,弯腰侧身,并进行手部的精细操作,还需要使用电钻、电动螺丝刀等振动设备,这部分人群 WMSDs 的现况不容轻视。近年来多部位 WMSDs 广受关注,但国内研究尚不充分<sup>[7]</sup>。因此,本研究基于制造业装配作业人员流行病学调查,探究装配作业人员的多部位 WMSDs 发生情况及可能的影响因素。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

采用方便抽样方法,在北京和长春两市的制造企

业中选取四家制造企业,包括两家电子配件加工厂、一家轨道客车制造厂以及一家玻璃制造厂,以其中符合纳入标准的所有装配作业人员作为研究对象。纳入标准为:(1)年龄满 18 岁及以上;(2)在当前工作岗位工龄满 1 年及以上;(3)无外伤、风湿、结核、肿瘤及其他影响肌肉骨骼系统的疾病。本研究已获得北京大学生物医学伦理委员会批准(IRB00001052-16015, IRB00001052-20087),所有研究对象均知情同意。

### 1.2 方法

**1.2.1 问卷调查** 采用本课题组自主研发的“中国肌肉骨骼疾患问卷”进行问卷调查,该问卷已经过信度、效度检验<sup>[8]</sup>。本研究中,问卷的 Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.934,信度良好。问卷主要内容包括 3 个方面:(1)个体一般信息,包括性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、文化程度、月收入、体育锻炼情况、吸烟情况、饮酒情况等;(2)WMSDs 相关症状发生情况,包括颈、肩、上背、下背、肘、腕/手、臀/腿、膝、踝/足 9 个部位是否出现过疼痛、不适、僵硬、麻木、无力、肿胀等症状,以及症状的发生频率、持续时间等;(3)潜在影响因素暴露情况,包括生物力学因素(工作姿势、搬运重物重量、接触振动与否、躯体角度等)、工作组织因素(工种、工龄、工间休息、加班情况、轮班情况等)、工作环境因素(温度、湿度、光照、噪声等)以及社会心理因素(班后疲劳、工作要求、社会支持、工作自主性等)。生物力学因素中各部位的工作姿势以及接触振动情况发生频率分为“从不”“偶尔”“有时”“经常”“总是”5 个量级。

**1.2.2 WMSDs 病例定义及指标解释** 本研究中 WMSDs 发生定义为颈、肩、上背、下背、肘、腕/手、臀/腿、膝部、踝/足 9 个部位在过去 1 年内任何一个部位出现疼痛、不适、麻木或活动受限等症状,且症状持续时间

超过 24 h, 经休息后未能缓解, 并排除外伤、风湿、结核、肿瘤及其他影响肌肉骨骼系统的疾病<sup>[9]</sup>。多部位 WMSDs 定义为 2 个及以上部位出现上述符合标准的症状。本研究生物力学因素部分“长时间保持某姿势”指以某姿势进行工作持续 1 min 以上, “频繁发生某动作”指 1 min 内某动作发生 4 次以上<sup>[10]</sup>。BMI 依据中国地区标准分为低体重(<18.5 kg·m<sup>-2</sup>)、正常体重(18.5~23.9 kg·m<sup>-2</sup>)、超重(24.0~27.9 kg·m<sup>-2</sup>)及肥胖(≥28 kg·m<sup>-2</sup>)<sup>[11]</sup>。

**1.2.3 质量控制** 调查中由经过统一培训的调查员辅导调查对象进行问卷填写。调查后对回收问卷进行复核, 剔除不符合纳入标准、填写质量不佳的问卷。数据录入采用 EpiData 3.1 平行双录入以保证录入质量。

1.3 统计分析

采用 SPSS 21.0 进行统计分析。对本研究计量资料进行正态性检验, 均不符合正态分布, 采用中位数(M)和最小值~最大值表示; 计数资料采用率或者构成比表示。单因素分析采用 Pearson  $\chi^2$  检验, 多因素分析采用 logistic 回归, 以多部位 WMSDs 发生与否为应变量, 潜在的影响因素为自变量, 筛选方法为前进法(纳入标准为 0.05, 删除标准为 0.10)。检验水准  $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 基本情况

本次研究向企业调查人群发放问卷 1491 份, 回收 1420 份, 其中有效问卷 1401 份, 问卷有效回收率 94.0%。1401 位调查对象中有男性 969 人(69.2%), 女性 432 人(30.8%), 年龄 M(最小值~最大值)为 28(18~59)岁, 当前岗位工龄为 3(1~40)年, BMI 为 22.5(15.57~42.46) kg·m<sup>-2</sup>, 研究对象的人口学特征分布情况见表 1。

2.2 WMSDs 症状发生情况

根据判别标准, 本研究 WMSDs 症状发生率为 54.9%(769/1 401); 在不同工种作业人员中, WMSDs 症状发生率不全相同, 从高到低依次为铆焊工(87.6%)、客车装配工(74.8%)、电子配件工(44.9%)和玻璃制造工(43.8%)( $P<0.01$ )。各部位症状发生率高也有所不同, 颈部、肩部以及腕/手部症状发生率较高, 分别为 41.4%、30.7%、25.1%。四个工种作业人员均为颈部症状发生率最高; 电子配件、客车装配以及铆焊作业人员均为肩部症状发生率次之, 玻璃制造作业人员则为膝部次之。见表 2。

表 1 研究对象人口学特征分布 (n=1401)

Table 1 Distribution of demographic characteristics of research participants (n=1401)

| 人口学特征<br>Demographic<br>characteristic | n   | 构成比/%<br>Constituent<br>ratio/% | 人口学特征<br>Demographic<br>characteristic | n    | 构成比/%<br>Constituent<br>ratio/% |
|----------------------------------------|-----|---------------------------------|----------------------------------------|------|---------------------------------|
| 性别<br>Gender                           |     |                                 | BMI                                    |      |                                 |
| 男性<br>Male                             | 969 | 69.2                            | 低体重<br>Underweight                     | 126  | 9.0                             |
| 女性<br>Female                           | 432 | 30.8                            | 正常<br>Normal weight                    | 947  | 67.6                            |
| 年龄/岁<br>Age/years                      |     |                                 | 超重<br>Overweight                       | 225  | 16.1                            |
| 18~                                    | 385 | 27.5                            | 肥胖<br>Obesity                          | 103  | 7.4                             |
| 26~                                    | 628 | 44.8                            | 吸烟情况<br>Smoking                        |      |                                 |
| 31~                                    | 248 | 17.7                            | 否(No)                                  | 953  | 68.0                            |
| 36~                                    | 140 | 10.0                            | 是(Yes)                                 | 448  | 32.0                            |
| 月收入/元<br>Income/yuan                   |     |                                 | 饮酒情况<br>Drinking                       |      |                                 |
| ≤2000                                  | 12  | 0.9                             | 否(No)                                  | 1082 | 77.2                            |
| 2001~                                  | 656 | 46.8                            | 是(Yes)                                 | 319  | 22.8                            |
| 4001~                                  | 549 | 39.2                            | 体育锻炼情况<br>Exercise                     |      |                                 |
| 5001~                                  | 184 | 13.1                            | 从不<br>Never                            | 433  | 30.9                            |
| 文化程度<br>Education                      |     |                                 | 每季度1~3次<br>1-3 times per<br>quarter    | 205  | 14.6                            |
| 初中及以下<br>Middle school or<br>below     | 199 | 14.2                            | 每月2~3次<br>2-3 times per<br>month       | 344  | 24.6                            |
| 高中及中专<br>High school                   | 818 | 58.4                            | 每周1~2次<br>1-2 times per<br>week        | 298  | 21.3                            |
| 大专及以上<br>College degree or<br>above    | 384 | 27.4                            | 每周3次及以上<br>3 times per<br>week or more | 121  | 8.6                             |

研究对象多部位 WMSDs 症状发生率为 41.9%(587/1 401)。 $\chi^2$  检验显示, 不同工种作业人员 WMSDs 症状发生部位数量差异具有统计学意义( $P<0.001$ )。客车装配以及铆焊作业人员多部位 WMSDs 症状发生率高于电子配件及玻璃制造作业人员( $P<0.001$ )。见表 3。

2.3 多部位 WMSDs 症状发生的影响因素

**2.3.1 单因素分析** 在个体特征因素方面, 仅电子配件作业人员不同性别间多部位 WMSDs 症状发生率差异具有统计学意义( $P<0.01$ ), 其他工种不同个体特征组间的症状发生率差异均无统计学意义( $P>0.05$ ), 见补充材料表 S1。

表 2 四家制造企业作业人员各部位 WMSDs 症状发生情况比较

Table 2 Comparison of the prevalence of WMSDs in each body site among assembly workers in four manufacturing enterprises

| 部位<br>Site        | 总人群<br>Total<br>(n=1401) |      | 电子配件<br>Electronic parts processing<br>(n=700) |      | 客车装配<br>Railway vehicle assembly<br>(n=147) |      | 铆焊<br>Riveting<br>(n=234) |      | 玻璃制造<br>Glass manufacturing<br>(n=320) |      | $\chi^2$ | P      |
|-------------------|--------------------------|------|------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|---------------------------|------|----------------------------------------|------|----------|--------|
|                   | n                        | %    | n                                              | %    | n                                           | %    | n                         | %    | n                                      | %    |          |        |
|                   |                          |      |                                                |      |                                             |      |                           |      |                                        |      |          |        |
| 颈(Neck)           | 580                      | 41.4 | 206                                            | 29.4 | 86                                          | 58.5 | 165                       | 70.5 | 123                                    | 38.4 | 141.99   | <0.001 |
| 肩(Shoulders)      | 430                      | 30.7 | 184                                            | 26.3 | 81                                          | 55.1 | 147                       | 62.8 | 18                                     | 5.6  | 255.64   | <0.001 |
| 上背(Upper back)    | 323                      | 23.1 | 125                                            | 17.9 | 73                                          | 49.7 | 118                       | 50.4 | 7                                      | 2.2  | 246.70   | <0.001 |
| 下背(Low back)      | 324                      | 23.1 | 79                                             | 11.3 | 73                                          | 49.7 | 140                       | 59.8 | 32                                     | 10.0 | 321.74   | <0.001 |
| 肘(Elbows)         | 216                      | 15.4 | 64                                             | 9.1  | 51                                          | 34.7 | 77                        | 32.9 | 24                                     | 7.5  | 133.28   | <0.001 |
| 腕/手(Wrists/hands) | 351                      | 25.1 | 122                                            | 17.4 | 69                                          | 46.9 | 120                       | 51.3 | 40                                     | 12.5 | 171.76   | <0.001 |
| 臀/腿(Hips/thighs)  | 253                      | 18.1 | 69                                             | 9.9  | 56                                          | 38.1 | 103                       | 44.0 | 25                                     | 7.8  | 200.96   | <0.001 |
| 膝(Knees)          | 273                      | 19.5 | 64                                             | 9.1  | 54                                          | 36.7 | 111                       | 47.4 | 44                                     | 13.8 | 198.83   | <0.001 |
| 踝/足(Ankles/feet)  | 246                      | 17.6 | 65                                             | 9.3  | 62                                          | 42.2 | 101                       | 43.2 | 18                                     | 5.6  | 232.09   | <0.001 |
| WMSDs             | 769                      | 54.9 | 314                                            | 44.9 | 110                                         | 74.8 | 205                       | 87.6 | 140                                    | 43.8 | 168.41   | <0.001 |

表 3 四家制造企业作业人员多部位 WMSDs 症状发生情况及比较结果 (n=1401)

Table 3 Comparison of the prevalence of multi-site WMSDs among assembly workers in four manufacturing enterprises (n=1401)

| 症状发生部位数<br>Number of affected<br>sites | 总人群<br>Total<br>(n=1401) |      | 电子配件<br>Electronic parts processing<br>(n=700) |      | 客车装配<br>Railway vehicle assembly<br>(n=147) |                   | 铆焊<br>Riveting<br>(n=234) |                   | 玻璃制造<br>Glass manufacturing<br>(n=320) |      | $\chi^2$ | P      |
|----------------------------------------|--------------------------|------|------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------------------|------|----------|--------|
|                                        | n                        | %    | n                                              | %    | n                                           | %                 | n                         | %                 | n                                      | %    |          |        |
|                                        |                          |      |                                                |      |                                             |                   |                           |                   |                                        |      |          |        |
| 1个部位(One site)                         | 182                      | 13.0 | 91                                             | 13.0 | 14                                          | 9.5               | 23                        | 9.8               | 54                                     | 16.9 | 18.12    | <0.001 |
| 多部位(Multiple sites)                    | 587                      | 41.9 | 223                                            | 31.9 | 96                                          | 65.3 <sup>a</sup> | 182                       | 77.8 <sup>a</sup> | 86                                     | 26.9 | 212.59   | <0.001 |
| 2个部位(Two sites)                        | 134                      | 9.6  | 63                                             | 9.0  | 15                                          | 10.2              | 20                        | 8.5               | 36                                     | 11.3 | 26.94    | <0.001 |
| 3个部位(Three sits)                       | 105                      | 7.5  | 52                                             | 7.4  | 8                                           | 5.4               | 24                        | 10.3              | 21                                     | 6.6  | 46.64    | <0.001 |
| 4个部位(Four sites)                       | 90                       | 6.4  | 42                                             | 6.0  | 6                                           | 4.1               | 26                        | 11.1              | 16                                     | 5.0  | 67.24    | <0.001 |
| 5个及以上部位<br>Five sites or more          | 258                      | 18.4 | 66                                             | 9.4  | 67                                          | 45.6              | 112                       | 47.9              | 13                                     | 4.1  | 329.60   | <0.001 |

[注] a: 与电子配件、玻璃制造作业人员相比,  $P < 0.001$ 。

[Note] a: Compared with electronic parts processing or glass manufacturing workers,  $P < 0.001$ .

在生物力学因素方面,除肘部弯曲角度因素外,各工种大部分条目中多部位 WMSDs 症状发生率的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。其中,各工种不同工作姿势(频繁转头/低头、长时/频繁弯腰、手臂保持/频繁举起、手臂保持/频繁扭转、肘部保持/频繁弯曲、手腕保持/频繁弯曲)频率组间多部位 WMSDs 症状发生率差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),其余因素组间多部位 WMSDs 症状发生率呈现不同特征,具体结果见补充材料表 S2。

在工作组织因素方面,电子配件作业人员在不同工龄以及轮班作业组间的多部位 WMSDs 症状发生率差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),客车装配作业人员在不同加班组间多部位 WMSDs 症状发生率差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。在工作环境因素方面,各工种在不同噪声影响组间多部位 WMSDs 症状发生率差异具有统计学意义,客车装配作业人员在不同温度和光照,

电子配件作业人员在不同光照以及铆焊作业人员在不同温度组间多部位 WMSDs 症状发生率差异也均有统计学意义( $P < 0.05$ )。在社会心理因素方面,各工种作业人员在不同疲劳组间的多部位 WMSDs 症状发生率差异均具有统计学意义( $P < 0.01$ ),此外,电子配件、客车装配和铆焊作业人员在不同工作需求组间多部位 WMSDs 症状发生率差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。见补充材料表 S3。

**2.3.2 多因素分析** 多因素 logistic 回归分析调整了各个体特征、生物力学、工作组织、工作环境和社会心理因素后,结果显示,女性、饮酒、长时间低头/频繁弯腰/手臂保持举起频率高、工种为电子配件/客车装配和铆焊、环境温度有点儿冷、噪声严重影响工作、高工作需求以及存在班后疲劳的研究对象多部位 WMSDs 症状发生风险高( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 四家制造企业作业人员多部位 WMSDs 影响因素多因素 logistic 回归分析结果 (n=1 401)

Table 4 Factors for multi-site WMSDs among assembly workers in four manufacturing enterprises by multiple logistic regression analysis (n=1 401)

| 变量(Variable)                                  | b    | P      | OR    | 95%CI      |
|-----------------------------------------------|------|--------|-------|------------|
| 个体特征因素<br>Individual factors                  |      |        |       |            |
| 性别(以男性作为对照)<br>Gender (male as reference)     | 0.74 | <0.001 | 2.09  | 1.48~2.97  |
| 饮酒(以否作为对照)<br>Drinking (no as reference)      | 0.42 | 0.025  | 1.52  | 1.05~2.18  |
| 生物力学因素<br>Biomechanical factors               |      |        |       |            |
| 长时间低头(Keep head down for a long time)         | 0.31 | <0.001 | 1.37  | 1.22~1.53  |
| 频繁弯腰(Keep bending frequently)                 | 0.16 | 0.018  | 1.18  | 1.03~1.34  |
| 手臂保持举起(Keep arms up for a long time)          | 0.22 | <0.001 | 1.25  | 1.10~1.41  |
| 工作组织因素<br>Work organizational factors         |      |        |       |            |
| 工种(Work type)                                 |      |        |       |            |
| 玻璃制造<br>Glass manufacturing                   | —    | <0.001 | 1     | —          |
| 电子配件(Electronic parts processing)             | 1.17 | <0.001 | 3.23  | 2.11~4.95  |
| 客车装配(Railway vehicle assembly)                | 1.74 | <0.001 | 5.7   | 3.36~9.68  |
| 铆焊(Riveting)                                  | 2.63 | <0.001 | 13.83 | 8.10~23.62 |
| 工作环境因素<br>Environmental factors               |      |        |       |            |
| 温度(Temperature)                               |      |        |       |            |
| 舒适(Comfortable)                               | —    | 0.01   | 1     | —          |
| 热(Hot)                                        | 0.21 | 0.289  | 1.23  | 0.84~1.81  |
| 有点儿热(A little hot)                            | 0.07 | 0.671  | 1.08  | 0.76~1.52  |
| 有点儿冷(A little cold)                           | 1.58 | 0.001  | 4.84  | 1.90~12.37 |
| 噪声(Noise)                                     |      |        |       |            |
| 无影响(No influence)                             | —    | 0.008  | 1     | —          |
| 可接受(Acceptable)                               | 0.13 | 0.603  | 1.14  | 0.70~1.84  |
| 轻微影响工作(Slightly affecting work)               | 0.42 | 0.157  | 1.52  | 0.85~2.70  |
| 严重影响工作(Seriously affecting work)              | 0.81 | 0.008  | 2.25  | 1.23~4.11  |
| 社会心理因素<br>Psychosocial factors                |      |        |       |            |
| 工作需求(以低作为对照)<br>Work demands (low as control) |      |        |       |            |
| 班后疲劳(Fatigue degree after work)               | 0.39 | 0.027  | 1.47  | 1.04~2.08  |
| 轻松(Relaxed)                                   | —    | 0.001  | 1     | —          |
| 有点辛苦(A little hard)                           | 0.65 | 0.038  | 1.92  | 1.04~3.54  |
| 辛苦(Hard)                                      | 1.08 | 0.001  | 2.95  | 1.56~5.57  |
| 非常辛苦(Very hard)                               | 1.28 | <0.001 | 3.60  | 1.81~7.16  |
| 筋疲力尽(Exhausted)                               | 0.96 | 0.012  | 2.61  | 1.24~5.50  |

[注] 依据频率“从不”“偶尔”“有时”“经常”“总是”分别赋值 1、2、3、4、5。  
[Note] "Never", "occasionally", "sometimes", "often", and "always" are assigned 1, 2, 3, 4, and 5 respectively.

### 3 讨论

WMSDs 已经成为世界范围内的职业卫生问题,也是我国需要面对的重大职业健康挑战之一。该类疾患不仅会降低职业人群的工作能力,还会对个人、家庭、企业以及社会造成沉重的负担,包括 WMSDs 引起的直接疾病经济负担和其导致的间接负担如生产力损失、工资损失以及税收损失等<sup>[12]</sup>。本研究中,制造业装配作业人员 WMSDs 症状发生率为 54.9%,其中颈部、肩部及腕/手部的症状发生比率较高,分别为 41.14%、30.7%及 25.1%;与既往国内研究显示下背部为制造业作业人员肌肉骨骼疾患高发部位的结果有所不同<sup>[7]</sup>,可能与不同制造业企业的工作方式、工作环境、工作负荷等因素不同有关。有研究结果表明制造业作业人员在颈部、肩部有较高的 WMSDs 症状发生率,与本研究所得结果相近<sup>[13]</sup>。本研究中,制造业装配作业人员腕/手部 WMSDs 症状发生率仅次于颈部和肩部,略高于下背部和上背部,与国外部分在制造业工作人员中开展的研究结果一致<sup>[14-15]</sup>,一项针对 21 世纪欧洲第二产业作业人员 WMSDs 发生情况开展的 meta 分析也提示腕/手部有较高症状发生率<sup>[16]</sup>。本研究中多部位 WMSDs 症状发生率为 41.9%,低于 Leite 等<sup>[17]</sup>报告的某巴西制鞋公司工人 2 个及以上部位 WMSDs 症状发生率 78.65%,高于 Rita 等<sup>[18]</sup>报道的巴西 1 070 名制造业工人和城市清洁工人多部位 WMSDs 症状发生率 30%。客车装配和铆焊作业人员多部位 WMSDs 症状发生率高于电子配件和玻璃制造作业人员,可能与各工种作业人员工作条件和任务过程等有关,客车装配和铆焊作业人员工作强度大,工作场所环境恶劣,而电子配件作业人员主要采用流水线作业,玻璃制造作业人员主要进行机械数控操作,环境相对稳定,无重体力劳动,劳动强度相对较小。

WMSDs 是一类多致病因素疾患,影响因素众多,包括个体因素、工作组织因素、工作环境因素、生物力学因素和社会心理因素等<sup>[17, 19]</sup>。既往研究显示多部位 WMSDs 的影响因素与单部位 WMSDs 类似<sup>[5, 7, 20]</sup>。个体因素中,多部位 WMSDs 通常与性别相关,且女性患病风险更高<sup>[5]</sup>。本研究结果显示,女性制造业装配作业人员患多部位 WMSDs 风险高于男性作业人员,在各工种中电子配件女性作业人员多部位 WMSDs 症状发生率高于男性,可能与电子配件作业人员中女性占比较大(51.7%, 362/700),并且男女性在运动控制方式上存在差异,在完成相同疲劳任务时,女性工作强度更高有关<sup>[21]</sup>。本研究结果显示饮酒者多部位 WMSDs

的发生风险升高至 1.52 倍,与 Thetkathuek 等<sup>[22]</sup>在冷冻食品加工工人中的研究结果一致。本研究中,电子配件、客车装配以及铆焊作业人员发生多部位 WMSDs 的风险均高于玻璃制造作业人员,可能与玻璃制造行业以数控为主要作业方式,机械化、数字化程度更高,其他工种作业方式以人力为主有关。

本研究中生物力学因素即工作姿势、振动、负重均纳入调查,而最终进入模型的主要为工作姿势,其中差异具有统计学意义的包括长时间低头、频繁弯腰和手臂保持举起,与 Veisi 等<sup>[23]</sup>和 Celik 等<sup>[24]</sup>的研究结果一致。Wami 等<sup>[25]</sup>的研究也提示从事需要重复弯腰的工作是腰痛的危险因素。这些不良的工作姿势会对相应部位的肌肉、骨骼以及关节软组织造成更大的压力负荷,长时间处于该工作状态会引起肌肉骨骼的损伤,从而增加制造业作业人员患 WMSDs 的风险<sup>[26]</sup>。在四个工种中,转头、低头、手臂举起、手臂扭转、弯腰、肘部弯曲、腕手部弯曲等大部分工作姿势与多部位 WMSDs 发生相关,这可能也与各工种的工作特征有关,例如:电子配件作业人员需要站立弯腰低头进行手部的精细操作;客车装配作业人员需要仰头抬手进行高处的配件组装,并且经常使用电钻等工具;铆焊作业人员需要频繁低头抬头弯腰侧身并使用铆焊设备进行焊接;玻璃制造作业人员需要操作数控设备进行切割组装,弯腰低头查看设备等。但上述工作姿势并未全部纳入多因素 logistic 回归模型,也提示部分工作姿势可能不是多部位 WMSDs 的独立风险因素。

许多研究表明高工作需求、低工作控制、低社会支持等社会心理因素是 WMSDs 的危险因素<sup>[27-28]</sup>。本研究在社会心理因素方面有工作需求和班后疲劳最终纳入模型,回归结果显示高工作需求相较于低工作需求的 OR 值为 1.47,说明高工作需求的作业人员发生多部位 WMSDs 的风险增加,与 Cantley 等<sup>[27]</sup>的研究结果相近。班后疲劳的作业人员发生多部位 WMSDs 的风险也有所升高,与 Yamada 等<sup>[29]</sup>研究表明疲劳与 WMSDs 症状相关的结果一致。Snekkevik 等<sup>[30]</sup>的随机对照试验结果显示肌肉骨骼疼痛与严重疲劳独立相关,严重疲劳可增加 WMSDs 的长期残疾风险。

在既往的制造业作业人员 WMSDs 症状发生情况影响因素分析中,研究者们更多地关注个体因素、工作组织因素以及生物力学因素与 WMSDs 之间的关系,仅有少数研究关注作业人员的作业环境对于 WMSDs 症状发生的影响<sup>[22, 31]</sup>。一项在海产品加工工人中开展的研究显示寒冷、潮湿与 WMSDs 发生相关,提示在寒

冷的工作中工作会使颈部发生 WMSDs 风险增加 4.96 倍<sup>[19]</sup>,本研究结果显示感觉环境温度有点冷的作业人员相较于感觉温度舒适的作业人员多部位 WMSDs 症状发生风险升高 3.84 倍。除此以外,噪声也纳入最终的回归模型,提示相较于噪声无影响的作业人员,噪声严重影响工作的作业人员多部位 WMSDs 症状发生风险增加。Maniscalco 等<sup>[32]</sup>研究发现男性暴露于 87 dB 水平的噪声增加了报告 WMSDs 药物治疗的概率,间接提示噪声与 WMSDs 患病相关。而在各工种中,客车装配、铆焊以及玻璃制造作业人员的工作环境中均存在噪声,客车装配作业人员使用电动设备时,铆焊作业人员使用焊接设备时以及玻璃制造作业人员进行玻璃切割时均会产生噪声,对作业人员的肌肉骨骼健康产生影响。

本研究为横断面问卷调查,存在回忆偏倚,并且本研究采用方便抽样的方式选取样本,样本对于总体的代表性相对较差,需要进行更多的调查进行补充验证;本研究中关于不良工效学因素发生频率的划分采用“从不”“有时”等较为模糊的划分,没有明确的定义,调查对象在填写时较为主观,不利于与其他研究横向比较;本研究采用问卷为自评问卷,对于 WMSDs 的定义也是依据本课题组既往研究进行定义,还需要更多客观手段辅助确定标准。

综上,本研究显示四家企业装配作业人员 WMSDs 症状发生率较高,以颈部最多,肩部和腕/手/肘次之,多部位 WMSDs 症状发生率也较高,女性、饮酒、工种为电子配件/客车装配和铆焊、长时间低头/频繁弯腰/手臂保持举起频率高、高工作需求、班后疲劳以及环境温度有点冷、噪声严重影响工作是多部位 WMSDs 的危险因素,研究者以及用人单位需予以重视。

## 参考文献

- [1] KOK J D, VROONHOF P, SNIJDERS J, et al. Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU [R]. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, 2020.
- [2] RUSSO F, DI TECCO C, FONTANA L, et al. Prevalence of work related musculoskeletal disorders in Italian workers: is there an underestimation of the related occupational risk factors? [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 738.
- [3] DIEZ-CABALLERO B R, ALFONSO-BELTRÁN J, BAUTISTA I J, et al. Occupational risk factors for shoulder chronic tendinous pathology in the Spanish automotive manufacturing sector: a case-control study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 818.
- [4] 王富江, 张忠彬, 何丽华. 我国职业工效学研究历程和进展 [J]. *工业卫生与职业病*, 2019, 45(6): 485-488.  
WANG F J, ZHANG Z B, HE L H. Research progress and advance on

- occupational ergonomics of China[J]. *Ind Health Occup Dis*, 2019, 45(6): 485-488.
- [5] 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.  
ZHANG DY, LU LT, HU H, et al. Analysis of risk factors of multi-site work-related musculoskeletal disorders among workers in the industry of electronic equipment manufacturing[J]. *China Occup Med*, 2020, 47(3): 253-259.
- [6] 国家统计局. 中国统计年鉴[EB/OL]. [2021-11-12]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2021/indexch.htm>.  
National Bureau of Statistics. China statistical yearbook[EB/OL]. [2021-11-12]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2021/indexch.htm>.
- [7] 金宪宁, 娜扎开提·买买提, 王世娟, 等. 某轨道客车制造企业作业人员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*, 2019, 46(2): 144-151.  
JIN XN, MAMAT N, WANG SJ, et al. Analyzing the influencing factors of multisite work-related musculoskeletal disorders among workers in a railway vehicle manufacturing enterprise[J]. *China Occup Med*, 2019, 46(2): 144-151.
- [8] 董一丹, 娜扎开提·买买提, 王富江, 等. 中国肌肉骨骼疾患问卷编制与验证——附调查问卷[J]. *中国职业医学*, 2020, 47(1): 8-18.  
DONG YD, MAMAT N, WANG FJ, et al. Establishment and verification of the Chinese Musculoskeletal Questionnaire—The questionnaire is attached in the attachment[J]. *China Occup Med*, 2020, 47(1): 8-18.
- [9] WANG J J, CAO Y, JIN X N, et al. Work-related musculoskeletal disorders and risk factors: a cross-sectional study among Chinese flight baggage handlers[C]//IEA. Proceedings of the 20 th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018). Florence: Springer, 2019: 212-218.
- [10] MCATAMNEY L, CORLETT E N. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders[J]. *Appl Ergon*, 1993, 24(2): 91-99.
- [11] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重与肥胖症预防与控制指南(节录)[J]. *营养学报*, 2004, 26(1): 1-4.  
China Obesity Working Group. Guidelines for prevention and control of overweight and obesity in Chinese adults (excerpt)[J]. *Acta Nutr Sin*, 2004, 26(1): 1-4.
- [12] CHANG YF, YEH CM, HUANG SL, et al. Work ability and quality of life in patients with work-related musculoskeletal disorders[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(9): 3310.
- [13] VAN L, CHAIEAR N, SUMANANONT C, et al. Prevalence of musculoskeletal symptoms among garment workers in Kandal province, Cambodia[J]. *J Occup Health*, 2016, 58(1): 107-117.
- [14] VEISI H, CHOUBINEH A, GHAEM H, et al. Upper extremity musculoskeletal symptoms among Iranian hand-woven shoe workers[J]. *Work*, 2020, 67(1): 129-139.
- [15] CHEN YL, ZHONG YT, LIOU BN, et al. Musculoskeletal disorders symptoms among Taiwanese bakery workers[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(8): 2960.
- [16] GOVAERTS R, TASSIGNON B, GHILLEBERT J, et al. Prevalence and incidence of work-related musculoskeletal disorders in secondary industries of 21 st century Europe: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 751.
- [17] DOS SANTOS LEITE WK, DA SILVA ARAÚJO AJ, DA SILVA JM N, et al. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders among workers in the footwear industry: a cross-sectional study[J]. *Int J Occup Saf Ergon*, 2021, 27(2): 393-409.
- [18] DE CÁSSIA PEREIRA FERNANDES R, DA SILVA PATARO SM, DE CARVALHO RB, et al. The concurrence of musculoskeletal pain and associated work-related factors: a cross sectional study[J]. *BMC Public Health*, 2016, 16(1): 628.
- [19] TRAN TT T, PHAN CT T, PHAM TC, et al. After-shift musculoskeletal disorder symptoms in female workers and work-related factors: a cross-sectional study in a seafood processing factory in Vietnam[J]. *AIMS Public Health*, 2016, 3(4): 733-749.
- [20] MAHFOUDH A, FENNANI K, AKROUT M, et al. Determinants of occupational multisite musculoskeletal disorders: a cross sectional study among 254 patients[J]. *Reumatismo*, 2018, 70(2): 92-99.
- [21] SLOPECKI M, MESSING K, CÔTÉ JN. Is sex a proxy for mechanical variables during an upper limb repetitive movement task? An investigation of the effects of sex and of anthropometric load on muscle fatigue[J]. *Biol Sex Differ*, 2020, 11(1): 60.
- [22] THETKATHUEK A, MEEPRADIT P, JAIDEE W. Factors affecting the musculoskeletal disorders of workers in the frozen food manufacturing factories in Thailand[J]. *Int J Occup Saf Ergon*, 2016, 22(1): 49-56.
- [23] VEISI H, CHOUBINEH A R, GHAEM H. Musculoskeletal problems in Iranian hand-woven shoe-sole making operation and developing guidelines for workstation design[J]. *Int J Occup Environ Med*, 2016, 7(2): 87-97.
- [24] CELIK S, CELIK K, DIRIMESE E, et al. Determination of pain in musculoskeletal system reported by office workers and the pain risk factors[J]. *Int J Occup Med Environ Health*, 2018, 31(1): 91-111.
- [25] WAMI SD, ABERE G, DESSIE A, et al. Work-related risk factors and the prevalence of low back pain among low wage workers: results from a cross-sectional study[J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1): 1072.
- [26] DAS D, KUMAR A, SHARMA M. Risk factors associated with musculoskeletal disorders among gemstone polishers in Jaipur, India[J]. *Int J Occup Saf Ergon*, 2021, 27(1): 95-105.
- [27] CANTLEY LF, TESSIER-SHERMAN B, SLADE MD, et al. Expert ratings of job demand and job control as predictors of injury and musculoskeletal disorder risk in a manufacturing cohort[J]. *Occup Environ Med*, 2016, 73(4): 229-236.
- [28] GERR F, FETHKE NB, ANTON D, et al. A prospective study of musculoskeletal outcomes among manufacturing workers: II. Effects of psychosocial stress and work organization factors[J]. *Hum Factors*, 2014, 56(1): 178-190.
- [29] YAMADA K, ADAMS H, ELLIS T, et al. Reductions in fatigue predict occupational re-engagement in individuals with work-related musculoskeletal disorders[J]. *J Occup Rehabil*, 2020, 30(1): 135-145.
- [30] SNEKKEVIK H, ERIKSEN HR, TANGEN T, et al. Fatigue and depression in sick-listed chronic low back pain patients[J]. *Pain Med*, 2014, 15(7): 1163-1170.
- [31] PAL A, DASGUPTA A, SADHUKHAN SK, et al. How common are aches and pains among garment factory workers? A work-related musculoskeletal disorder assessment study in three factories of south 24 Parganas district, West Bengal[J]. *J Family Med Prim Care*, 2021, 10(2): 917-921.
- [32] MANISCALCO L, SCHOUTEDEN M, BOON J, et al. The impact of a change in employment on three work-related diseases: a retrospective longitudinal study of 10, 530 Belgian employees[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(20): 7477.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 王晓宇)