

论著 DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2024.02.003

• 专稿:工作相关肌肉骨骼疾患研究 •

# 制鞋作业人员局部肌肉骨骼疲劳与肌肉骨骼疾患相关性研究

刘佩芳<sup>1</sup>, 沈波<sup>1</sup>, 刘建华<sup>1</sup>, 许旭艳<sup>1</sup>, 王忠旭<sup>2</sup>, 贾宁<sup>2</sup>

1. 福州市疾病预防控制中心, 福建 福州 350200; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050

**摘要:**目的 分析制鞋作业人员工作相关肌肉骨骼疾患(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)和局部肌肉骨骼疲劳现状,探讨两者的关系。方法 2018 年 11 月—2019 年 12 月,采用分层整群抽样,抽取福建省 7 家制鞋企业的全部作业人员作为研究对象,采用《中文版肌肉骨骼疾患调查表》调查研究对象 WMSDs、作业疲劳和肌肉骨骼疼痛情况,并进行相关性分析。结果 共调查制鞋作业人员 4 139 人,回收有效问卷 3 565 份。制鞋作业人员不分部位的 WMSDs 发生率为 56.3%,各部位从高到低依次为颈(39.6%)、肩(33.0%)、腕/手(24.7%)、下背(21.5%)、上背(20.0%)、足踝(14.2%)、腿(13.2%)、膝(11.9%)、肘(10.7%)。制鞋作业人员不分部位的肌肉骨骼疾患疼痛分值(VAS 分值)为(4.3 ± 1.6)分,疼痛程度为轻中度。以主观疲劳等级(rating of perceived exertion, RPE)得分为横坐标,分值对应的发生 WMSDs 的风险性(OR 值)为纵坐标,拟合模型,结果显示 S 型函数模型拟合效果更好( $R^2 = 0.872$ )。随着 RPE 得分的增加,WMSDs 发生风险呈现先平缓上升,至 RPE 分值 12 分后急速上升,最后趋于平缓的趋势。调整混杂因素性别和工龄后,各部位疲劳组 WMSDs 发生风险的 OR(95%CI)值分别为:颈 9.597(8.168 ~ 11.275),肩 8.258(7.031 ~ 9.699),上背 10.225(8.487 ~ 12.391),下背 5.287(4.263 ~ 6.557),肘 2.544(2.015 ~ 3.211),腕/手 10.432(8.753 ~ 12.433),腿 11.631(9.305 ~ 14.538),膝 10.770(8.450 ~ 13.728),足踝 14.589(11.683 ~ 18.218),以上  $P$  均  $< 0.05$ 。各部位肌肉骨骼疲劳对 WMSDs 的归因危险度(AR)为 10.9% ~ 50.3%,归因危险度百分比(AR%)为 55.6% ~ 86.0%。各部位作业疲劳与疼痛分值的相关系数由高到低依次为:颈(0.532)、足踝(0.512)、肩部(0.490)、腕/手(0.487)、上背(0.461)、腿(0.442)、膝(0.433)、下背(0.328)和肘部(0.160)( $P < 0.05$ )。结论 制鞋作业人员局部肌肉骨骼疲劳与 WMSDs 具有较强的相关性,降低疲劳程度对于 WMSDs 的预防作用大。

**关键词:**工作相关;肌肉骨骼疾患;制鞋作业;作业疲劳;肌肉骨骼疼痛

**中图分类号:** R135 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2024)02-0154-05

**引用:**刘佩芳,沈波,刘建华,等. 制鞋作业人员局部肌肉骨骼疲劳与肌肉骨骼疾患相关性研究[J]. 职业卫生与应急救援,2024,42(2):154-158.

**Correlation between local musculoskeletal fatigue and WMSDs of workers in footwear industry** LIU Peifang<sup>1</sup>, SHEN Bo<sup>1</sup>, LIU Jianhua<sup>1</sup>, XU Xuyan<sup>1</sup>, WANG Zhongxu<sup>2</sup>, JIA Ning<sup>2</sup> (1. Fuzhou Center for Disease Control and Prevention, Fuzhou, Fujian 350200, China; 2. National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

**Abstract: Objective** To analyze the current status of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) and local musculoskeletal fatigue of workers in the footwear industry, and to explore the correlation among them. **Methods** All workers from seven shoe-making enterprises in Fujian Province were surveyed using the stratified cluster sampling method from November 2018 to December 2019. The incidences of WMSDs, work fatigue, and musculoskeletal pain were investigated using the Chinese version of the Musculoskeletal Disorders Questionnaire, and correlation analysis was conducted. **Results** Among the total of 4 139 workers, 3 565 valid questionnaires were collected. The overall incidence rate of WMSDs among shoemaking workers was 56.3%, mainly occurring in the neck (39.6%), shoulders (33.0%), hands/wrist (24.7%), lower back (21.5%), upper back (20.0%), ankle (14.2%), leg (13.2%), knee (11.9%), and elbow (10.7%). The pain score (VAS score) of musculoskeletal diseases in shoemakers regardless of location was (4.3 ± 1.6) points, and the pain degree was mild to moderate. Taking the rating of perceived exertion (RPE) score as the horizontal coordinate and the risk of WMSDs (OR value) corresponding to the score as the vertical coordinate, the model was fitted,

**基金项目:**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(131031109000160004);福建省医学创新课题(2020CXB039);福州市卫生健康科研创新团队培育项目(2020-S-wt9)

**作者简介:**刘佩芳(1990—),女,大学本科,主管医师

**通信作者:**王忠旭,主任医师,E-mail:wangzhongxu2003@163.com;许旭艳,主任医师,E-mail:xyxdc001@163.com

and the results showed that the S-shaped function model fit better ( $R^2 = 0.872$ ). With increasing RPE scores, the risk of WMSDs occurrence initially increased gradually, then sharply increased after an RPE score of 12, and finally leveled off. After adjusting for confounding factors such as gender and working time, the OR values (95%CI) for the risk of WMSDs in various body parts were: neck 9.597 (8.168 – 11.275), shoulders 8.258 (7.031 – 9.699), upper back 10.225 (8.487 – 12.391), lower back 5.287 (4.263 – 6.557), elbow 2.544 (2.015 – 3.211), wrist/hand 10.432 (8.753 – 12.433), leg 11.631 (9.305 – 14.538), knee 10.770 (8.450 – 13.728), ankle 14.589 (11.683 – 18.218)(all  $P < 0.05$ ). The attribution risk (AR) of musculoskeletal fatigue in various body parts ranged from 10.9% to 50.3%, with an attribution risk percentage (AR%) ranging from 55.6% to 86.0%. The correlation coefficients between work fatigue and pain scores by body parts, in order from highest to lowest, were for neck (0.532), ankle (0.512), shoulders (0.490), wrist/hand (0.487), upper back (0.461), leg (0.442), knee (0.433), lower back (0.328), and elbow (0.160)(all  $P < 0.05$ ). **Conclusions** There was a strong correlation between local musculoskeletal fatigue and WMSDs in shoemaking workers, which indicated that reducing fatigue levels is a significant preventive measure against WMSDs.

**Keywords:** WMSDs; footwear industry; work fatigue; musculoskeletal pain

工作相关肌肉骨骼疾患(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)是职业活动中,因从事用力负荷、重复操作、不良姿势、振动等不良工效学因素作业所致或加重的肌肉、肌腱、骨骼、软骨、韧带和神经等运动器官的健康问题,它包括从轻微、短暂损伤到不可逆、能力丧失性伤害所有形式的健康-疾病状态。临床常表现为肌肉酸痛、麻木、运动障碍等,是一种常见的工作相关性疾患<sup>[1-2]</sup>。制鞋业是典型的劳动密集型产业,广泛存在不良姿势、重复性操作、工作节奏快、持续时间长等不良工效学因素作业,成为 WMSDs 的好发职业<sup>[3]</sup>。我国制鞋作业人员 WMSDs 发生率波动在 40.3% ~ 69.9% 之间,以颈、肩、腕/手部最为常见<sup>[4-5]</sup>。WMSDs 的形成可能是因职业活动中从事不良工效学因素作业,引发了局部肌肉长期持续性疲劳,导致肌肉、软骨、肌腱或神经组织或系统的损伤<sup>[6]</sup>。目前文献研究多集中在 WMSDs 及其相关因素研究,对于制鞋作业局部肌肉疲劳和损伤的研究并不多见。本研究以中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所牵头开展的福建省制鞋作业人员流行病学横断面调查数据为基础,分析制鞋作业人员作业疲劳与 WMSDs 的相关性,以期制订 WMSDs 的防治策略提供科学依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

本研究于 2018 年 11 月—2019 年 12 月,采用分层整群抽样方法,选择福建省不同规模制鞋企业,按大、中、小微型企业进行分层,抽取 7 家制鞋企业(包括大型 2 家、中型 2 家和小微型 3 家),以 7 家企业全部作业人员作为研究对象。纳入标准:(1) 年龄  $\geq 18$  岁,工龄  $\geq 1$  年,同意参与此研究并签署知情同意书者;(2) 既往无肌肉骨骼系统外伤、

类风湿性关节炎、肿瘤、结核和感染等其他可能影响肌肉骨骼系统的疾病。7 家企业符合上述条件的作业人员共计 4 139 人,全部作为调查对象。本次研究已经中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所医学伦理委员会批准。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 WMSDs 调查

采用流行病学横断面调查方法,选择中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所提供的《中文版肌肉骨骼疾患调查表》电子问卷系统作为调查工具,对上述调查对象的基本情况、肌肉骨骼疲劳情况、疼痛症状发生情况等进行全面调查,并对其疼痛感进行评价。该问卷具有良好的信效度,适用于中国职业人群<sup>[7]</sup>。研究对象使用手机扫描二维码后在线填写,整个填写过程均在调查人员指导下完成。

**WMSDs 判定标准:**在过去 1 年中,身体某部位出现疼痛、麻木、不适和活动受限等症状,持续时间超过 1 周或持续时间低于 1 周但至少要有 2 个月出现,同时排除肌肉骨骼系统外伤、类风湿性关节炎、肿瘤、结核和感染等其他影响肌肉骨骼系统症状的疾病。

#### 1.2.2 肌肉骨骼疼痛感评价

采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)法按部位对研究对象近 1 年肌肉骨骼疼痛程度进行评估,以研究对象评估有疼痛的部位的平均分值得作为不分部位的疼痛分值。VAS 法采用 0 ~ 10 分的等距标尺进行疼痛评估,0 分为无痛苦,1 ~ 4 分为轻度疼痛,5 ~ 6 分为中度疼痛,7 ~ 9 分为严重疼痛,10 分为疼痛难以忍受<sup>[8]</sup>。

#### 1.2.3 作业疲劳评价

采用《Borg 6-20 主观疲劳等级量表》(简称“Borg 量表”)研究对象整体肌肉骨骼疲劳程度进行评估:主观疲劳等级(rating of perceived exertion,

RPE) 分值 6 分为无疲劳, 12 分以下为主观感觉尚轻松, 13 分及以上为主观感受有累感<sup>[9]</sup>, 即自觉疲劳。通过问卷的方式获得各部位连续工作数小时后自觉感到疲劳的情况。

#### 1.2.4 质量控制

现场调查前对调查人员进行严格、统一的培训, 使其充分理解调查的目的和意义, 掌握调查方法, 统一调查标准, 保证收集信息的真实性、准确性和完整性。本研究使用的问卷具有逻辑纠错功能, 通过设置题目为必答项, 设置答案属性等方法最大限度地避免不合理信息的录入, 问卷有缺项、不完整将无法提交, 问卷填写期间被调查者不得互相交流, 保证文件填写的完整性和准确性。数据提交后直接上传到云数据库。问卷收集后进行人工审查, 排除不符合逻辑和纳入标准的问卷。

#### 1.2.5 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量资料经正态性检验, 符合正态分布者采用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 描述, 不符合正态分布者采用中位数和四分位数间距 [ $M(P_{25} \sim P_{75})$ ] 描述。肌肉骨骼疲劳程度与 WMSDs 发生风险的关系以 RPE 得分为 6 分的人群作为参比, 采用 logistic 回归计算各 RPE 得分的人群 WMSDs 发生风险的 OR 值, 以 RPE 得分为横坐标, 对应的 OR 值为纵坐标绘制散点图, 拟合线性和 S 型曲线数学模型, 计算决定系数 ( $R^2$ ),  $R^2$  越接近 1, 模型拟合效果越好。疲劳组和非疲劳组 WMSDs 症状发生情况的分布差异采用  $\chi^2$  检验, 计算相对危险度 (OR)、归因危险度 (AR) 和归因危险度百分比 (AR%)。疲劳组和非疲劳组 VAS 得分的均数比较采用完全随机设计的  $t$  检验。各部位作业疲劳情况与疼痛的相关性分析采用某部位是否自觉疲劳与该部位的疼痛分值进行 Spearman 线性相关分析。检验水准  $\alpha = 0.05$  (双侧)。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

本研究共调查制鞋作业人员 4 139 人, 回收问卷 3 736 份, 应答率 90.3%, 其中有效问卷 3 565 份, 有效率 95.4%。3 565 名研究对象中, 男性 822 人 (占 23.1%), 女性 2 743 人 (占 76.9%); 平均年龄 ( $38.5 \pm 8.2$ ) 岁; 平均身高 ( $159.7 \pm 11.0$ ) cm; 平均体重 ( $59.6 \pm 15.2$ ) kg; 工龄  $M(P_{25} \sim P_{75})$  为 6 (2 ~ 10) 年; 初中及以下文化程度 2 892 人 (占 81.1%), 高中及中专 588 人 (占 16.5%), 大专及以上 85 人 (占 2.4%); 婚姻状况: 未婚 433 人 (占 12.1%), 已婚

2 976 人 (占 83.5%), 其他 156 人 (占 4.4%)。

### 2.2 WMSDs 和局部肌肉骨骼疼痛情况

制鞋作业人员 WMSDs 不分部位的症状发生率为 56.3%, 各部位从高到低依次为颈 (39.6%)、肩 (33.0%)、腕/手 (24.7%)、下背 (21.5%)、上背 (20.0%)、足踝 (14.2%)、腿 (13.2%)、膝 (11.9%)、肘 (10.7%)。制鞋作业人员不分部位的肌肉骨骼疾患疼痛分值 (VAS 分值) 为 ( $4.3 \pm 1.6$ ) 分。各部位肌肉骨骼疼痛分值为: 颈 ( $4.6 \pm 2.0$ ) 分、肩 ( $4.5 \pm 2.0$ ) 分、上背 ( $4.4 \pm 2.2$ ) 分、下背 ( $4.7 \pm 2.0$ ) 分、肘 ( $4.4 \pm 2.3$ ) 分、腕/手 ( $4.2 \pm 2.1$ ) 分、腿 ( $4.5 \pm 2.3$ ) 分、膝 ( $4.5 \pm 2.1$ ) 分和足踝 ( $4.6 \pm 2.2$ ) 分, 处于轻中度疼痛水平。

### 2.3 作业疲劳与 WMSDs 的关系

3 565 名制鞋作业人员 RPE 分值的  $M(P_{25} \sim P_{75})$  为 13.0 (13.0 ~ 15.0) 分, 对应主观感受“有累感”。各 RPE 分值 WMSDs 发生情况及 OR 值见表 1。作业疲劳程度与 WMSDs 发生风险进行线性和 S 型曲线拟合, 线性模型  $R^2 = 0.812$ , S 型曲线模型  $R^2 = 0.872$ , S 型曲线模型拟合效果更好, 见图 1。图中可见, S 型拟合曲线随着 RPE 得分的增加, WMSDs 发生风险呈现先平缓上升, 至 RPE 分值 12 分后急速上升, 17 分后曲线趋于平缓的趋势。

表 1 各 RPE 分值 WMSDs 发生情况及 OR 值

RPE 分值	总人数	WMSDs 发生人数 (发生率/%)	OR 值
6	61	7 (11.5)	1.000
7	69	13 (18.8)	1.791
8	46	9 (19.6)	1.876
11	230	45 (19.6)	1.876
13	1 826	1 033 (56.6)	10.049
15	683	441 (64.6)	14.058
17	439	305 (69.5)	17.559
19	102	80 (78.4)	28.052
20	109	73 (67.0)	15.643

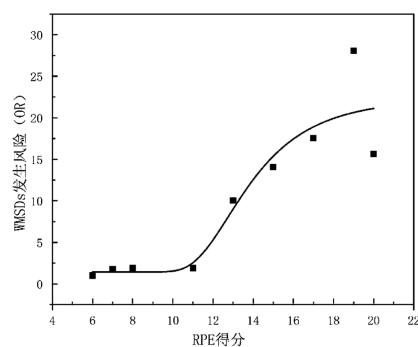


图 1 作业疲劳程度与 WMSDs 发生风险的 S 型函数拟合结果

75.5% 的制鞋作业人员 (2 691 人) 主诉连续工作数小时后会感到疲劳, 平均在工作 ( $4.7 \pm 3.4$ ) h 后感到疲劳。主诉疲劳发生的主要部位为颈



(46.6%)、肩(35.3%)、腕/手(26.4%)、上背(20.5%)、肘(18.2%)。根据各部位是否感到疲劳分为疲劳组和非疲劳组,调整混杂因素性别和工龄后,各部位发生 WMSDs 风险的可能性(OR 值)由高到低依次为:足踝(14.589)、腿(11.631)、膝(10.770)、腕/手(10.432)、上背(10.225)、颈(9.597)、肩(8.258)、下背(5.287)和肘(2.544)( $P < 0.05$ ),见表 1。各部位肌肉骨骼疲劳对 WMSDs 的 AR 为 10.9%~50.3%,AR%为 55.6%~86.0%。见表 2。

表 2 不同部位疲劳组和非疲劳组 WMSDs 发生情况及发生风险

部位	是否疲劳	人数(占比/%)	WMSDs 发生人数(发生率/%)	调整 OR(95%CI) <sup>①</sup>	P 值	AR/%	AR%/%
颈	否	1 903(53.4)	308(16.2)	1.000			
	是	1 662(46.6)	1 105(66.5)	9.597(8.168 ~ 11.275)	< 0.01	50.3	75.6
肩	否	2 305(64.7)	380(16.5)	1.000			
	是	1 260(35.3)	797(63.3)	8.258(7.031 ~ 9.699)	< 0.01	46.8	73.9
上背	否	2 834(79.5)	306(10.8)	1.000			
	是	731(20.5)	406(55.5)	10.225(8.487 ~ 12.391)	< 0.01	44.7	80.5
下背	否	3 148(88.3)	545(17.3)	1.000			
	是	417(11.7)	223(53.5)	5.287(4.263 ~ 6.557)	< 0.01	36.2	67.7
肘	否	2 917(81.8)	254(8.7)	1.000			
	是	648(18.2)	127(19.6)	2.544(2.015 ~ 3.211)	< 0.01	10.9	55.6
腕/手	否	2 623(73.6)	322(12.3)	1.000			
	是	942(26.4)	560(59.4)	10.432(8.753 ~ 12.433)	< 0.01	47.1	79.3
腿	否	3 076(86.3)	233(7.6)	1.000			
	是	489(13.7)	238(48.7)	11.631(9.305 ~ 14.538)	< 0.01	41.1	84.4
膝	否	3 195(89.6)	248(7.8)	1.000			
	是	370(10.4)	178(48.1)	10.770(8.450 ~ 13.728)	< 0.01	40.3	83.7
足踝	否	3 075(86.3)	238(7.7)	1.000			
	是	490(13.7)	270(55.1)	14.589(11.683 ~ 18.218)	< 0.01	47.4	86.0

注:① 表示调整性别和工龄。

表 3 不同部位疲劳组和非疲劳组 VAS 得分比较结果

部位	疲劳组		非疲劳组		t 值	P 值
	人数	VAS 得分	人数	VAS 得分		
颈	1 662	3.6 ± 2.5	1 903	1.0 ± 2.0	34.302	< 0.01
肩	1 260	3.4 ± 2.7	2 305	1.0 ± 2.0	28.784	< 0.01
上背	731	3.1 ± 2.9	2 834	0.6 ± 1.7	22.211	< 0.01
下背	417	3.2 ± 3.0	3 148	0.9 ± 2.0	15.267	< 0.01
肘	648	1.3 ± 2.5	2 917	0.5 ± 1.6	7.621	< 0.01
腕/手	942	3.2 ± 2.7	2 623	0.6 ± 1.7	27.216	< 0.01
腿	489	2.8 ± 3.0	3 076	0.4 ± 1.5	17.178	< 0.01
膝	370	3.1 ± 3.0	3 195	0.5 ± 1.5	16.693	< 0.01
足踝	490	3.3 ± 2.9	3 075	0.4 ± 1.5	21.235	< 0.01

3 讨论

本研究中,制鞋作业人员不分部位 WMSDs 发生率为 56.3%,各部位的发生率波动在 10.7%~39.6%之间,从高到低依次为颈、肩、腕/手、下背、上背,这些部位也正是制鞋作业人员不良工效学因素的主要发生部位。制鞋作业作为劳动密集产业(流水线作业),作业人员多从事单调的重复性作业,生产密度高,作业时间长,作业姿势以长时间坐姿或

2.4 作业疲劳与局部肌肉疼痛关联分析

比较各部位疲劳组和非疲劳组的 VAS 得分(见表 3),疲劳组 VAS 得分均高于非疲劳组( $P < 0.01$ )。各部位自觉存在作业疲劳与疼痛分值的相关系数由高到低依次为:颈(0.532)、足踝(0.512)、肩(0.490)、腕/手(0.487)、上背(0.461)、腿(0.442)、膝(0.433)、下背(0.328)和肘(0.160)(均  $P < 0.05$ ),除下背和肘部外,其他部位均具有中度正相关。

立姿为主,常常伴随有长时间低头、弯腰等不良作业姿势。制鞋作业岗位多为手工操作,须频繁取物、翻转手腕、捏握工具、托拿重物(如鞋楦)等,对手腕、手指及肩关节的负荷较高。制鞋作业 WMSDs 阳性人员 VAS 分值均值 4~5 分,处于轻中度疼痛水平,说明制鞋作业人员 WMSDs 的严重程度虽不是十分严重,但发生率较高,须提高警惕。

作业疲劳是指机体在高负荷或持续性的体力或脑力劳动后,出现工作能力衰退、身体功能和精神状态下降的状态,是机体应对外界变化的一种防御机制<sup>[10]</sup>。本研究中,颈、肩、腕/手和上背是作业疲劳的主要发生部位,与肌肉骨骼疼痛和 WMSDs 好发部位基本一致。下背部的疲劳率较低,可能与人体对下背部疲劳的敏感度较低有关。已有研究<sup>[11]</sup>显示,性别和工龄是 WMSDs 的重要影响因素,调整性别和工龄因素的混杂后,各部位作业疲劳的 OR 值为 2.544~14.589,各部位疲劳组的 VAS 得分均高于非疲劳组,提示作业疲劳可能增加制鞋作业人员 WMSDs 的发生风险。既往研究<sup>[12-13]</sup>也显示,作业疲劳是 WMSDs 的危险因素之一,作业人员长期接触

不良工效学因素,可引起局部肌肉疲劳,长期慢性积累最终可能导致 WMSDs。

本研究结果显示,随着疲劳得分的增高,制鞋作业人员 WMSDs 的发生风险也随之增高,呈现先缓慢升高后快速增高最后趋于平稳的 S 型趋势,提示制鞋作业人员作业疲劳程度与 WMSDs 发生风险呈正相关,发生风险先缓慢升高后快速增高可能与机体的代偿机制有关,在一定的疲劳限度内,机体能够代偿疲劳产生的病理效应,是机体的一种自我保护机制,随着疲劳的长期、慢性积累,一旦超出限度,机体将无法代偿疲劳产生的效应,WMSDs 的发生风险就会急剧上升。因此作业疲劳是 WMSDs 的重要前期阶段,早期发现作业疲劳对于预防 WMSDs 具有重大的公共卫生学意义。制鞋作业人员局部肌肉疲劳对 WMSDs 的 AR 为 10.9% ~ 50.3%,AR% 为 55.6% ~ 86.0%,说明 WMSDs 归因于疲劳的程度高,疲劳对 WMSDs 的发生起着重要作用,降低疲劳程度对于 WMSDs 的预防作用大。而制鞋作业人员作业疲劳 RPE 得分中位数为 13 分,刚好对应 WMSDs 发生风险大幅增加的分值,因此须关注制鞋作业人员的疲劳状态,及时采取措施缓解疲劳,预防其发展为 WMSDs。本研究中疲劳分值 20 分的 OR 值明显下降,可能是由于疼痛达到难以忍受的程度后,作业人员大多会选择休息或请假就医,因这部分人群的缺失而导致发生风险的降低。

“工效学负荷-肌肉反应-疲劳-损伤”是国际公认的 WMSDs 致病模型<sup>[10]</sup>。疲劳作为致病模型中的一环,在 WMSDs 的进展中发挥着重要作用。在职业活动中,长期持续、重复性负荷会导致局部血液流动障碍,造成局部缺氧、乳酸堆积,从而引起局部肌肉疲劳,进而引发肌细胞结构和功能的改变,诱发肌细胞结构损伤,导致关节软骨及椎间盘细胞外基质中特定分子发生改变,影响代谢产物的合成与降解,破坏软骨组织再生过程,进而导致肌肉骨骼损伤,直至发生病理学改变<sup>[14]</sup>。能量代谢产物、氧化应激反应、部分炎症反应中的生物标志物与肌肉疲劳具有较好的相关性,其中,血清乳酸、白细胞介素-6、硫代巴比妥酸反应物、氧化嘌呤标志物均是反映肌肉疲劳较好的生物标志物<sup>[15]</sup>,可用于肌肉疲劳的识别。

综上所述,制鞋作业人员局部肌肉骨骼疲劳可增加 WMSDs 的发生风险,降低疲劳程度对于 WMSDs 的预防作用大。作业疲劳作为 WMSDs 的早期阶段,可以通过主观评价和生物标志物相结合的方式进行识别,及早发现作业疲劳并采取相应的预防和干预措施,如合理安排作息时间,优化生产布

局,消除或减少不良工效学因素,设置工间活动等,减少制鞋作业人员的不良作业姿势和工效学负荷,从而预防 WMSDs 的发生。

**作者声明** 本文无实际或潜在的利益冲突

## 参考文献

- [1] LIANG J, JIA N, ZHANG F, et al. Shoulder work-related musculoskeletal disorders and related factors of workers in 15 industries of China: a cross-sectional study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1): 952.
- [2] BERNARD B P. Musculoskeletal disorders and workplace factors [M]. Washington: National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1997.
- [3] 沈波, 刘佩芳, 许旭艳, 等. 肌肉骨骼紧张因素识别法联合快速暴露检查法识别制鞋工人工作相关肌肉骨骼疾患[J]. 中国职业医学, 2018, 45(2): 227-230.
- [4] 崔鹏, 于碧鲲, 陈浩, 等. 制鞋工人工效学负荷水平与颈肩腕损伤的关系[J]. 职业与健康, 2016, 32(1): 41-44.
- [5] 李晓莉, 陈建超, 刘珍兴, 等. 某鞋厂工人职业性肌肉骨骼疾患发病状况及危险因素分析[J]. 中国工业医学杂志, 2020, 33(4): 334-336.
- [6] 钟思武, 曲颖, 王忠旭. 工作相关肌肉骨骼疲劳与损伤相关生物标志物研究进展[J]. 职业与健康, 2018, 34(21): 3012-3018.
- [7] JIA N, ZHANG H, LING R, et al. Epidemiological data of work-related musculoskeletal disorders - China, 2018-2020[J]. China CDC Wkly, 2021, 3(18): 383-389.
- [8] 万丽, 赵晴, 陈军, 等. 疼痛评估量表应用的中国专家共识(2020 版)[J]. 中华疼痛学杂志, 2020, 16(3): 177-187.
- [9] DING W, YOU T, GONA N P, et al. Validity and reliability of a Chinese rating of perceived exertion scale in young Mandarin speaking adults[J]. Sports Med Health Sci, 2020, 2(3): 153-158.
- [10] 许旭艳, 沈波, 陈艳, 等. BRIEF 和 QEC 在制鞋作业工人肌肉骨骼疾患研究中的应用[J]. 中国工业医学杂志, 2017, 30(5): 328-331.
- [11] 徐擎, 张华东, 凌瑞杰, 等. 中国职业人群作业疲劳与工作相关肌肉骨骼疼痛及损伤关联性分析[J]. 中国职业医学, 2023, 50(2): 133-139.
- [12] ZHANG H, JIA N, RAN R, et al. Epidemiological study of multi-site WMSDs in the footwear industry in China[J]. Int J Occup Saf Ergon, 2024, 30(1): 56-63.
- [13] YANG F, DI N, GUO W W, et al. The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China[J]. BMC public health, 2023, 23(1): 10.
- [14] LEE Y C, HONG X, MAN S S. Prevalence and associated factors of work-related musculoskeletal disorders symptoms among construction workers: a cross-sectional study in south China[J]. Int J Environ Res Public Health, 2023, 20(5): 4653.
- [15] 曲颖, 王忠旭. 工作相关肌肉骨骼损伤生物标志物的研究进展[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(9): 817-825.

收稿日期: 2023-12-18