

· 论 著 ·

# 基于 BRIEF、PLIBEL 和 RULA 方法的制鞋工人工作相关肌肉骨骼疾患工效学危险评估

沈波<sup>1</sup>, 许旭艳<sup>1</sup>, 刘佩芳<sup>1</sup>, 王忠旭<sup>2</sup>, 贾宁<sup>2</sup>, 陈建超<sup>3</sup>, 刘珍兴<sup>3</sup>, 李晓莉<sup>3</sup>, 陈凤琼<sup>4</sup>

(1. 福州市疾病预防控制中心, 福建 福州 350004; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所; 3. 福建省职业病与化学中毒预防控制中心; 4. 重庆市疾病预防控制中心)

**摘要:** **目的** 对制鞋生产中存在的工作相关肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 工效学危害因素进行识别和危险评估。**方法** 选择 18 家制鞋企业 53 个重点岗位 884 名工人作为研究对象, 采用美国工效学基本因素检查表 (BRIEF) 和瑞典工效学因素识别表 (PLIBEL) 两种方法识别作业人员作业过程中 WMSDs 罹患部位及不良工效学危害因素, 并采用快速上肢评估 (RULA) 法进行 WMSDs 危险等级评估。**结果** BRIEF 识别结果显示, 作业工种/岗位普遍存在手/腕部、肘部、颈部、肩部和背部的 WMSDs 危害因素, 52 个工种/岗位 (98.11%) 存在颈部和右腕部 WMSDs 危害因素; PLIBEL 识别发现, 存在  $\geq 6$  个 WMSDs 危害因素的工种/岗位有 18 个 (33.96%)、有 5 个危害因素的 14 个 (26.42%)、4 个危害因素的有 16 个 (30.19%)、3 个危害因素的有 5 个 (9.43%); RULA 评估制鞋业生产工人 WMSDs 危险等级为 II~IV 级, 其中, II 级工种/岗位 14 个 (26.42%)、III 级 37 个 (69.81%)、IV 级 2 个 (3.78%), 其主要得分源为不良姿势。**结论** 制鞋作业普遍存在中高风险的不良工效学危害因素, 集中在颈部、手/腕部、肩部和下背部; 对于 RULA 评估为危险等级极高和高的工种/岗位, 必须通过降低或消除不良工效学因素等综合措施降低 WMSDs 发生率。

**关键词:** 工作相关肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 制鞋业; 工效学负荷; 危险评估

中图分类号: R135; R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2022)04-0291-05 DOI: 10.13631/j.cnki.zgggvyx.2022.04.001

## Ergonomic hazard assessment of work-related musculoskeletal disorders for shoemaking workers based on BRIEF, PLIBEL and RULA methods

SHEN Bo\*, XU Xu-yan, LIU Pei-fang, WANG Zhong-xu, JIA Ning, CHEN Jian-chao, LIU Zhen-xing, LI Xiao-li, CHEN Feng-qiong  
(\* Fuzhou Municipal Center for Diseases Control and Prevention, Fuzhou 350004, China)

**Abstract:** **Objective** The purpose of the survey is to identify and evaluate the ergonomic hazards of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in shoe production. **Methods** Eight hundred and eighty-four workers in 53 key positions in 18 shoe-making enterprises were selected as the research objects, BRIEF and PLIBEL were used to identify the location of WMSDs and the adverse ergonomic hazards during the operation, and the risk level of WMSDs was evaluated by RULA method. **Results** BRIEF identification results showed that WMSDs hazard factors at hand/wrist, elbow, neck, shoulder and back were quite common in all the types of works/posts, of which 52 types of works/posts (98.11%) had WMSDs hazard factors at neck and right wrist; PLIBEL identified that there were 18 types of works/posts with  $\geq 6$  WMSDs hazard factors (33.96%), 14 with 5 hazard factors (26.42%), 16 with 4 hazard factors (30.19%), and 5 with 3 hazard factors (9.43%); the WMSDs risk level of workers in shoemaking industry assessed by RULA was level II—level IV, of which 14 works/posts were level II (26.42%), 37 were level III (69.81%), and 2 were level IV (3.78%), the main score source of RULA was poor posture. **Conclusion** The results suggested that there were generally medium and high-risk adverse ergonomic hazards in shoemaking operations, which were concentrated in necks, hands/wrists, shoulders and lower back. For the posts with extremely high risk evaluated by RULA method, the comprehensive measures such as reducing or eliminating adverse ergonomic factors must be taken to reduce the incidence of WMSDs.

**Keywords:** work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); shoemaking industry; ergonomic load; hazard assessment

**基金项目:** 原国家卫生计生委工作项目 (131031109000160004); 福建省自然科学基金项目 (面上项目: 2020J01915); 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:** 沈波 (1974—), 男, 主任医师, 研究方向: WMSDs 和工效学。

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

有调查发现,制鞋作业工人存在不同程度的工作相关肌肉骨骼疾患(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs),高发部位多为颈部、手腕、下背部和肩部<sup>[1-4]</sup>。我国制鞋业劳动者 WMSDs 发生率为 40.3%~69.6%,已逐渐成为该行业职业健康重点关注问题之一<sup>[5-7]</sup>。不良工效学因素是导致 WMSDs 发生的主要原因。目前对制鞋生产过程中存在的工效学危害因素进行识别与接触危险评估的文献并不多见,且多为单一企业的调查结果分析,因此,有必要开展这方面的系统研究,为该行业职业人群 WMSDs 的预防提供参考。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 选取福建、浙江、湖北和重庆等 4 个地区的 18 家制鞋企业,其中大型企业 4 家、中型 6 家、小型 8 家,涉及 7 106 名作业工人;选择其中具有代表性、涵盖 53 个重点作业工种/岗位的 884 名岗位工龄 $\geq 1$  年且既往无外伤与肌肉骨骼损伤相关病史的工人作为研究对象。本研究经福州市疾病预防控制中心伦理委员会审查批准,研究对象均知情同意。

**1.2 方法** 按照工艺相同、任务相同、用力相同、工作活动和工作姿势类似的原则,将 884 名观察对象划分成不同的相似接触组(SEG),以每个 SEG 中与 WMSDs 关联性较强、负荷最重、持续时间最长的主要作业活动作为拟重点观察的作业活动,共划分成覆盖 53 个工种/岗位的重点作业活动。采用现场调查和视频录制的方法收集 884 名作业人员基本信息和重点作业活动信息。基本信息包括性别、年龄、身高、体重、工作岗位、动作描述等。重点作业活动信息由经过培训的调查者分别于观察对象左、右侧面以及正面录制其从事作业活动过程视频,每个方位至少 5 个完整的活动周期,即录像从 1 个周期活动的起点开始连续至 5 个完整周期结束。

采用国际通用的美国工效学基本因素检查表(baseline risk identification of ergonomic factors, BRIEF)和瑞典工效学因素识别表(method for the identification of musculoskeletal stress factors which may have injurious effects, PLIBEL)两种方法识别制鞋工人作业过程中的危险部位和可能的工效学危害因素;采用快速上肢评估(rapid upper limb assessment, RULA)方法对工人的 WMSDs 接触危险等级进行评估。

**1.2.1 BRIEF 方法<sup>[8]</sup>** 内容包括(1)劳动者的基本信息;(2)6 个身体部位观察区域:颈、背、腿和手/腕、手肘、肩(左右分别观察);(3)针对 6 个部位

的姿势、力量、持续时间和频率 4 项指标进行测量,每个测量指标只要存在即赋值 1 分,4 项指标共计 4 分。4 项指标合计分值 $\geq 2$  分,即作为 WMSDs 危险部位。

**1.2.2 PLIBEL 方法<sup>[9]</sup>** 分别观察(1)颈、肩和上背,(2)肘、前臂和手/腕,(3)足,(4)膝和臀部,(5)下背部 5 个身体识别区域,涉及 17 个方面的工效学危害因素相关问题。在对重点作业活动视频检查过程中,识别不同身体区域可能存在的工效学危害因素。**1.2.3 RULA 方法<sup>[10]</sup>** 将身体分为 A 组(上臂、前臂、手腕)和 B 组(躯干、颈部、腿部)。依据评分表对不同姿势得到对应的 A 和 B 值;再根据肌肉使用和用力量分别附加到 A 和 B 分值,获得新分值 C 和 D,最后通过查表获得 RULA 总分值。按照分值(1~7 分)划分为 4 个危险等级:Ⅰ级—1~2 分,几乎无风险,不需要采取行动;Ⅱ级—3~4 分,低风险,必要时改进;Ⅲ级—5~6 分,中度风险,进一步调查,尽快改善;Ⅳ级—7 分,非常高风险,立即改善。操作者因身高差异和操作习惯等影响因素,会得到不同的 RULA 评分。为更全面评价不同操作岗位的工效学危险,需要考虑不同的个体影响因素,通过计算多名工人平均得分,以中位数和数值区间表示每个岗位的得分和危险等级。

**1.3 质量控制** 本调查严格按照中国疾病预防控制中心制定的研究方案执行,使用的调查量表经过国内多个研究课题组的信度和效度检验,符合要求。对调查人员进行严格培训,统一调查方法;视频和资料收集前由调查员向调查对象说明意图,取得配合;调查数据由专人编码、核对与录入,并设置逻辑查错,发现错误及时纠正,确保数据无误后进行统计分析处理。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 884 名研究对象中男 310 人、女 574 人,平均年龄(36.6 $\pm$ 4.9)岁,平均工龄(5.46 $\pm$ 4.52)年;文化程度初中 676 人、高中 177 人、高中以上 31 人;男性平均工龄(5.71 $\pm$ 3.58)年,平均身高(168.51 $\pm$ 13.32)cm,平均体重(64.16 $\pm$ 16.68)kg;女性平均工龄(8.11 $\pm$ 5.17)年,平均身高(157.61 $\pm$ 8.58)cm,平均体重(56.59 $\pm$ 8.58)kg。

**2.2 生产工艺** 制鞋作业常见的工艺流程分为裁断、鞋面、底加工和成型等 4 道工序。裁断工序通过机器将制鞋材料裁剪成所需要的部件,常见工种/岗位包括备料、领料、备刀、裁断等;鞋面工序常见岗位有领料、裁断、针车、手工等;底加工工序有打粗、调漆、喷漆、清洗等岗位;成型工序是将鞋面和

鞋底的半成品通过一系列加工处理，生产出最终的产品并进行检查包装，包括刷胶、贴底、清洗、拉帮、压机、检验、包装等岗位。

### 2.3 工效学危害因素识别

**2.3.1 BRIEF方法** 对53个制鞋工种/岗位的作业活动进行分析，各部位存在危险因素的工种/岗位以颈部最多，达52个(98.11%)；腿部最少，为5个(9.43%)。4项危害因素的来源以不良姿势分布最多，几乎涉及所有岗位，其中颈部和手/腕部数量最多，说明不良姿势是最大的危害因素；其次为持续时间，存在该危害因素的工种/岗位基本为持续保持某种工作姿势；频率危害因素主要为工人需要频繁手部的操作；力量危害因素较少，仅分布在裁断车间的备刀、备料等需要用力的工种/岗位。见表1。

表1 BRIEF方法识别制鞋作业工效学危害情况

部位	危险岗位 (个)	分值 区间	危害因素岗位分布(个)			
			姿势	力量	持续时间	频率
颈	52	1~3	52	0	50	31
腕(左/右)	52(43/52)	1~3	52	1	50	50
肘(左/右)	32(29/32)	0~2	32	0	32	20
肩(左/右)	25(21/25)	0~2	25	2	25	20
背	23	0~2	23	2	23	16
腿	5	0~1	5	2	5	2

注：姿势危害因素，手腕包含把握、指压、桡侧偏移、尺侧偏移、弯曲 $\geq 45^\circ$ 和延伸 $\geq 45^\circ$ ，腿部包含单腿站立、蹲和跪的姿势；力量(kg)危害因素，手肘 $\geq 4.5$ ，背部 $\geq 9$ ，足 $\geq 4.5$ ；持续时间(s)危害因素，颈、背和左右手腕、肩4个部位 $\geq 10$ ；频率(次/min)危害因素，手腕 $\geq 30$ ，其余5个部位 $\geq 2$ 。

几乎所有的工种/岗位均存在颈部和手/腕部的危害因素。肘部和肩部存在危害因素的重点工种/岗位为裁断车间的大车、小车、削皮，成型车间的中帮、后帮、压机、刷胶，鞋面车间的针车、锤鞋、打孔，底加工车间的打磨和压底。背部存在危害因素的工种/岗位主要为裁断车间的备料、备刀、大车、小车，成型车间的配料、压机、拔钉，鞋面车间的针车、锤鞋、打孔，底加工车间的打磨和压底等。

**2.3.2 PLIBEL方法** 在5个识别部位区域中，颈、肩和上背部及肘、前臂和手/腕部识别区在53个工种/岗位均存在不良工效学因素；下背部在46个工种/岗位存在不良工效学因素；足部9个工种/岗位、膝和臀部有8个工种/岗位存在“无坐和支撑的站姿作业”不良因素。

从不良工效学因素分布情况来看，以存在颈部前屈(10a)作业的工种/岗位最多(47个, 88.67%)，其次是肘、前臂和手/腕部存在重复性作业(14a)(46个, 86.79%)，第三为存在完成重复性或持续性工作，背部轻微前屈(9a)作业(34个, 64.15%)。存在 $\geq 6$ 个危害因素的工种/岗位有18个(33.96%)，备刀、备料和配料岗位存在的危害因素数量最多，达14个(表2)，存在5个危害因素的有14个(26.42%)、存在4个危害因素的有16个(30.19%)、存在3个危害因素的有5个(9.43%)。

表2 危害因素 $\geq 6$ 个工种/岗位及各识别部位区域危害因素分布

车间	工种/岗位	危害因素 (个)	危害因素识别				
			颈、肩和上背部	肘、前臂和手/腕部	足部	膝和臀部	下背部
裁断	备料	14	9a, 10a	11a, 11b, 11c, 11d, 11g, 14a, 17a, 17b	6	6	6, 9b
裁断	备刀	14	9a, 10a	11a, 11b, 11c, 11d, 11g, 14a, 17a, 17b	6	6	6, 9b
成型	配料	14	9a, 10a	11a, 11b, 11c, 11d, 12, 14a, 17a, 17b	6	6	6, 9b
裁断	小车	11	4, 9a	12, 15b, 17b	6	6	4, 6, 9a
裁断	大车	9	9a, 10a	14a, 17a, 17d	6	6	6, 9c
成型	拔钉	7	9a, 10a, 14a	14a, 17a	无	无	9c
成型	前帮	7	9a, 14a	14a, 17a	无	6	9c, 11a
成型	刷胶/药水	7	9a, 14a	14a, 14b	无	无	9a
鞋面	锤鞋	7	9a, 10a	14a, 17a	6	无	9a
成型	后帮	6	9a	14a, 17a	无	6	9c, 11a
成型	贴底	6	9a, 10a, 14a	14a, 17b	无	无	11g
成型	拔植	6	9a, 10a, 14a	14a, 17a	无	无	9c
成型	中帮	6	9a, 14a	17a	无	6	9a, 9c, 11a
成型	打粗	6	9a, 14a	14a, 17a	无	无	9c
底加工	刷胶/药水	6	9a, 14a	14a, 14b	无	无	9a
底加工	印刷	6	9a, 14a	14a, 17a, 17c	无	无	9a

续表

车间	工种/岗位	危害因素 (个)	危害因素识别				
			颈、肩和上背部	肘、前臂和手/腕部	足部	膝和臀部	下背部
鞋面	修边	6	9a, 10a, 14a	14a, 17a	无	无	9a
鞋面	打孔	6	9a, 10a, 14a	14a, 17a	无	无	9a

注：4—工作时未调整到最佳高度；6—无坐和支撑的站姿作业；9—背部重复或持续性工作；a—温和前屈，c—侧弯或温和扭转；10—颈部重复性或持续性工作；a—前屈；11—手部负荷提举：a—重复性持续提举，b—重负荷，c—困难抓握，d—提举开始或终止时处于不合适位置，g—肩高度以上；12—重复支撑重物或不适宜的负荷搬运和推拉活动；14—存在下列活动：a—重复性作业，b—超过舒适伸展范围的重复性作业；17—手和前臂完成重复性工作：a—扭转，b—用力，c—手部不适姿势，d—按键或敲键盘。

2.4 工效学危害危险评估 制鞋业 53 个工种/岗位 RULA 得分 3~7 分，对应的危险等级为 II~IV 级，其中 II 级 14 个工种/岗位 (26.42%)、III 级 37 个 (69.81%)、IV 级 2 个 (3.78%)。RULA 得分部位集

集中在颈、手/腕和下背部，工效学危害因素来自不良姿势，肌肉使用和用力量危害因素仅存在于裁断车间的备料、备刀和成型车间的配料 3 个岗位。主要工种/岗位 RULA 得分和危险分级见表 3。

表 3 制鞋作业主要工种/岗位 RULA 得分和危险等级

车间	工种/岗位	观察人数	A 分值	B 分值	C 分值	D 分值	总得分	危险等级
裁断	备料	20	7 (5~7)	4 (4~4)	8 (6~8)	5 (5~5)	7 (6~7)	IV (III~IV)
	备刀	18	7 (5~7)	5 (4~6)	7 (6~8)	6 (5~7)	7 (6~7)	IV (III~IV)
	大车	21	7 (5~7)	3 (2~7)	5 (3~9)	5 (5~7)	5 (4~6)	III (III~IV)
	小车	21	4 (2~5)	4 (2~7)	4 (3~6)	5 (3~7)	5 (3~6)	III (II~III)
	手工	25	4 (2~8)	3 (2~7)	5 (3~9)	4 (2~8)	6 (3~7)	III (II~IV)
	削皮	22	3 (2~6)	3 (1~5)	4 (3~7)	4 (2~6)	5 (3~6)	III (II~III)
底加工	打磨	18	4 (2~5)	4 (2~7)	4 (3~5)	5 (3~8)	5 (3~6)	III (II~III)
	修边	20	4 (2~5)	4 (2~7)	4 (3~5)	5 (3~7)	5 (3~6)	III (II~III)
	贴底	17	3 (3~5)	2 (2~7)	4 (4~6)	3 (3~7)	3 (3~7)	II (II~IV)
	压底	18	4 (1~6)	4 (2~5)	5 (1~7)	4 (3~6)	5 (3~7)	III (II~IV)
	吹粉	22	3 (3~3)	2 (2~4)	4 (4~4)	3 (3~5)	3 (3~5)	II (II~III)
鞋面	打孔	25	3 (3~4)	3 (1~6)	4 (4~5)	4 (2~7)	5 (3~6)	III (II~III)
	手工	25	4 (2~8)	3 (2~7)	5 (3~9)	4 (2~8)	6 (3~7)	III (II~IV)
	针车	24	3 (1~6)	3 (1~7)	4 (1~7)	4 (2~8)	4 (3~7)	II (II~IV)
	烘线	22	3 (3~5)	2 (2~7)	4 (4~6)	3 (3~7)	3 (3~7)	II (II~IV)
成型	上钉	23	3 (1~7)	4 (2~8)	4 (1~8)	5 (3~9)	5 (3~7)	III (II~IV)
	拔钉	21	3 (3~5)	4 (4~6)	4 (4~6)	5 (5~7)	5 (5~7)	III (III~IV)
	拔楦	23	4 (3~5)	4 (3~7)	4 (4~7)	5 (3~8)	6 (3~7)	III (II~IV)
	前帮	20	3 (3~4)	3.5 (2~4)	3 (3~5)	4 (2~5)	4 (3~5)	II (II~III)
	中帮	21	4 (2~7)	4 (2~7)	5 (3~9)	4.5 (2~8)	5 (3~7)	III (II~IV)
	后帮	23	3 (3~4)	3.5 (2~4)	3 (3~5)	4 (2~5)	5 (3~7)	III (II~IV)
	喷漆	22	3 (3~3)	2 (2~4)	4 (4~4)	3 (3~5)	3 (3~5)	II (II~III)
	清洗	28	3 (2~7)	5 (2~7)	4 (3~8)	6 (3~8)	6 (3~7)	III (II~IV)
	手工	27	4 (1~6)	3 (1~8)	4 (1~7)	4 (2~9)	5 (3~7)	III (II~IV)
	刷胶/刷药水	32	3 (3~4)	3 (1~4)	4 (4~5)	3 (1~4)	5 (3~5)	III (II~IV)
	贴底	24	4 (2~5)	3 (2~8)	4.5 (3~6)	4 (3~9)	5 (3~7)	III (II~IV)
	压机	18	4 (1~6)	4 (2~7)	4 (1~7)	5 (2~8)	5 (3~7)	III (II~IV)
	质检	10	3 (1~4)	4 (2~6)	3 (1~5)	5 (3~5)	4 (3~5)	II (II~III)
包装	8	4 (3~5)	3 (2~5)	4 (3~5)	4 (3~6)	4 (3~5)	II (II~III)	

### 3 讨论

工效学危害因素与劳动者的身高、工作姿势和习惯等个体因素密切相关,目前尚无有效的测量仪器设备,大多通过观察和询问的方法来逐个进行识别和测量。为了对制鞋生产过程中的WMSDs工效学危害因素进行识别和危险评估,本文采用了国际通用的测量和评估方法。

BRIEF和PLIBEL两种识别危害因素的方法有所差异,但都能同时识别出大多数岗位存在不良作业姿势的工效学危害因素,且识别出的部位、岗位和危害因素高度一致,与国内报道的WMSDs多发部位和发病率顺位基本符合<sup>[6,7]</sup>。本研究显示,制鞋工人颈部和手/腕部的WMSDs工效学危害最为普遍,几乎涉及所有的操作岗位。通过BRIEF发现普遍存在姿势、持续时间和频率危险负荷来源;PLIBEL发现主要存在“颈部前屈(10a)”,“肘、前臂和手/腕部重复性作业(14a)”,“重复性或持续性工作,背部温和前屈(9a)”等危害因素。两种方法均发现仅裁断车间备料、备刀和成型车间配料3个岗位存在腿部的工效学危险及用力负荷。上述情况与制鞋业生产的工艺特征有关:(1)制鞋业为劳动密集型轻工业,较少涉及机器的使用,大多数存在重复性的手工操作,作业者工作面高度大部分低于头部位置,部分工人有保持低头完成工作任务的不良操作习惯;(2)颈部的姿势和身高密切相关,大多数工种/岗位采用坐位状态,用人单位只提供统一高度的工作椅和操作台,身材偏高或偏矮的工人容易出现颈部弯曲的姿势;(3)流水线生产密度高,劳动者颈部和手部需要持续保持同一紧张状态,存在频繁操作和长时间持续状态等不良因素。对应上述情况建议采取的工效学改进措施包括:(1)对工人进行规范培训,培养正确的工作姿势习惯;(2)提供可以调节高度的工作椅,调整操作对象的摆放位置,确保正面直视操作或取物;(3)调整流水线的高度,通过良好的工效学设计减少或消除颈部和下背部的不良工效学负荷;(4)合理安排工间休息,组织工人做工间操等。

RULA评估结果提示,制鞋业多数工种/岗位存在中高程度WMSDs危险等级,RULA得分来源以颈部和手部的不良姿势为主,肌肉使用和负荷贡献不明显,与BRIEF和PLIBEL两种方法识别的结果基本一致。对评估危险等级较高,尤其是接触人数多的工种/岗位需要采取综合措施降低WMSDs发生风险。如,

工效学危害涉及身体5个评估部位、危害因素高达14个的备刀岗位,备刀操作者需从高处取下刀具,并反复大幅度弯腰或下蹲将取下的刀具放入装货篮,再将装满刀具的装货篮搬至有一定距离的各个裁断机台,存在手高过肩部的负重动作,手腕、肩、手臂和腰背多个部位的肌肉负重。建议为该岗位提供高度可调节的装货小推车,减少作业人员手高过肩部的动作、弯腰的幅度和身体多部位的负重操作,这些工效学改进措施也同样适用于备料岗位。

本研究显示,制鞋业普遍存在中高风险的不良工效学危害因素,应通过工效学技术改进和正确的操作培训等措施从根本上降低或消除工效学风险,以减少制鞋工人WMSDs的发生率。

### 参考文献

- [1] Guimarães LB de M, Ribeiro JLD, Renner JS. Cost-benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company [J]. *Applied Ergonomics*, 2012, 43 (5): 948-957.
- [2] Aghili MM, Asilian H, Poursafa P. Evaluation of musculoskeletal disorders in sewing machine operators of a shoe manufacturing factory in Iran [J]. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 2012, 62 (3 Suppl 2): S20-S25.
- [3] Leite WKS, Araújo AJDS, Norte da SJM, et al. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders among workers in the footwear industry: A cross-sectional study [J]. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2021, 27 (2): 393-409.
- [4] De Almeida LB, Vieira ER, Zaia JE, et al. Musculoskeletal disorders and stress among footwear industry workers [J]. *Work*, 2017, 56 (1): 67-73.
- [5] Jia N, Zhang HD, Ling RJ, et al. Preplanned studies: Epidemiological data of work-related musculoskeletal disorders—China, 2018—2020 [J]. *China CDC Weekly*, 2021, 3 (18): 383-389.
- [6] 沈波, 许旭艳, 罗秀凤, 等. 制鞋业生产工人肌肉骨骼疾患的流行病学调查 [J]. *中国工业医学杂志*, 2016, 29 (5): 329-332.
- [7] 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.
- [8] Kemmlert K. A method assigned for the identification of ergonomic hazards—PLIBEL [J]. *Applied Ergonomics*, 1995, 26 (3): 199-211.
- [9] 王忠旭, 陈西峰, 张蔚, 等. BRIEF和PLIBEL方法在评价造船修船作业工人肌肉骨骼疾患中的应用 [J]. *中国工业医学杂志*, 2016, 29 (4): 244-248.
- [10] Micheletti CM, Giustetto A, Caffaro F, et al. Risk assessment for musculoskeletal disorders in forestry: A comparison between RULA and REBA in the manual feeding of a wood-chipper [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16 (5): 793-806.

(收稿日期: 2022-04-04; 修回日期: 2022-07-13)