

# 快速上肢评估在制鞋作业职业性肌肉骨骼疾患评估中的信效度研究

方兴林<sup>1</sup>, 陈瑞生<sup>2</sup>, 邹华<sup>1</sup>, 周莉芳<sup>1</sup>, 贾宁<sup>3</sup>, 王忠旭<sup>3</sup>

(1. 浙江省疾病预防控制中心, 浙江 杭州 310051; 2. 温州市疾病预防控制中心; 3. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所)

**摘要:** 目的 研究快速上肢评估 (RULA) 在制鞋作业职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 评估中的信效度。方法 采用 RULA 评估方法对某制鞋厂具有代表性工艺流程的 375 名工人作业活动进行评分, 采用克隆巴哈  $\alpha$  系数 (Cronbach's  $\alpha$  系数)、折半信度、重测者信度和评价者间信度进行信度检验; 采用结构效度进行效度检验。结果 Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.807, 折半信度 Guttman Split-Half 系数为 0.640, RULA 总得分的重测者信度和评价者间信度的组内相关系数 (ICC) 分别为 0.708 和 0.645。因子分析中提取 4 个特征根 >1 的公因子, 累积方差贡献率 70.77%, 4 个公因子包含所有条目, 与量表完全吻合, 且公因子载荷均 >0.4。结论 RULA 评估法在制鞋业中有较好的信效度, 可在该行业应用。

**关键词:** 快速上肢评估 (RULA); 职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 信效度; 制鞋业

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)05-0397-03 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyx.2020.05.003

## Investigation on reliability and validity of rapid upper limb assessment applied in shoe-making industry

FANG Xing-lin\*, CHEN Rui-sheng, ZOU Hua, ZHOU Li-fang, JIA Ning, WANG Zhong-xu

(\* Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China)

**Abstract: Objective** To study the reliability and validity of rapid upper limb assessment (RULA) method applied in shoe-making industry. **Methods** The RULA method was used to score the work activities of 375 workers from the representative technological process in a shoe-making factory; the Cronbach's  $\alpha$  coefficient, half-reliability, retester reliability and interrater reliability were used for reliability test and the structural validity was used for validity test. **Results** The results showed that the Cronbach's  $\alpha$  coefficient, Guttman Split-Half coefficient (for half-reliability) was 0.807 and 0.640, respectively, and the RULA total scores of intra-group correlation coefficients (ICC) retester reliability and interrater reliability was 0.708 and 0.645, respectively. 4 common factors with characteristic root >1 were extracted from factor analysis, the cumulative variance contribution rate reached 70.77%, 4 common factors contained all items, which were completely consistent with the scale, and the common factor loadings were all >0.4. **Conclusion** The results suggested that RULA method showed good reliability and validity, and can be applied in shoe-making industry.

**Keywords:** rapid upper limb assessment (RULA); work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); reliability and validity; shoe-making industry

世界卫生组织 (WHO) 将职业性肌肉骨骼疾患 (work-related musculoskeletal disorders, WMSDs) 定义为由于职业活动 (重复性动作、不良姿势、力学负荷等) 所导致或加重的肌肉、肌腱、骨骼、软骨、韧带和神经等运动系统的健康问题, 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, 以下背痛、颈肩痛和腕管综合征最为常见<sup>[1]</sup>。大量调查显示, WMSDs 几乎发生在各行各业,

患病率 20%~90%, 严重影响工人的身心健康。我国是目前世界上最大的制鞋生产基地, 年产量超过 100 亿双, 占全球 70%。制鞋作业广泛存在不良姿势、重复性操作、用力负荷等不良工效学因素, 由此导致的 WMSDs 问题亟待研究。目前国内研究多为流行病学横断面调查研究<sup>[2]</sup> 或快速接触评估检查表 (QEC)<sup>[3,4]</sup>, 对于不良作业姿势或用力负荷较为详细的接触评估分析并不多见。快速上肢评估 (rapid upper limb assessment, RULA) 方法提供了计算简洁的用于评估颈部和上肢负荷作业的肌肉骨骼负荷分级工具, 国内外已广泛用于汽车制造业<sup>[5]</sup>、电商物流业<sup>[6]</sup>、口罩生产行业<sup>[7]</sup>、农业<sup>[8]</sup>等, 在制鞋业评估中鲜为使用。制鞋业属于劳动密集型产业, 作

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职业卫生标准制定项目 (项目编号: 131031109000150003); 浙江省医药卫生科技计划项目 (2019KY056)

作者简介: 方兴林 (1965—), 男, 主管技师, 主要从事职业卫生工作。

通信作者: 王忠旭, 主任医师, E-mail: wangzx@niohp.china.cn

业活动多为上肢重复性操作，较适合采用 RULA 对其局部肌肉负荷进行工效学评估，本研究拟对 RULA 方法在我国制鞋行业中的适用性进行信效度评估，为今后该行业作业人员 WMSDs 的研究提供参考。

### 1 对象与方法

1.1 对象 将某制鞋厂涵盖主要工艺流程的裁断、针车、制帮加工、制底加工和成型车间主要工种的重点作业活动作为研究对象。其中，裁断 63 人、针车 93 人、制帮加工 20 人、制底加工 18 人、成型 175 人、包装与检验 6 人，男性 213 人、女性 162 人，共计 375 人。

纳入标准：工龄>1 年，年龄>18 周岁，既往无外伤史及先天性肌肉骨骼疾患（如肱骨外髁炎、腕管综合征、腱鞘炎等），知情同意。

1.2 方法 采用现场视频录像实验室观测方法，选择常用信效度分析指标（包括内部一致性、折半信度、重测和评价者间信度、结构效度）对 RULA 检查表在制鞋业应用的适应性进行分析与检验。应用视频录像设备对研究对象的重点作业活动进行完整的视频录制，每个视频至少涵盖活动的正侧位和 3 个作业活动周期。现场视频录制完成后，采用 RULA 方法对身体不同部位作业姿势、用力负荷及肌肉使用情况进行评分，并进行信效度分析与检验。

1.2.1 RULA 评估方法及评分原则 RULA 评估方法是 1993 年由 McAtamney 和 Nigelt 两位博士首次提出<sup>[9]</sup>。此方法主要通过通过对作业人员工作中身体各部位的姿势角度、用力和肌肉负荷情况的评分，评估生产劳动过程中人体发生 WMSDs 的风险大小，并根据分值的高低提出相应对策。RULA 评分原则是首先对上臂、前臂和手腕角度及旋转情况进行评分，根据各部分评分查表获得得分 A；其次对颈部、躯干角度及腿部情况进行评分，根据各部分评分查表获得得分 B；然后将用力负荷及肌肉使用情况评分分别加入 A 和 B，得到得分 C 和得分 D；最后根据 C、D 得分查表获得总得分，总得分划分为 4 个风险等级（I~IV 级）<sup>[10]</sup>，得分越高，发生 WMSDs 的风险越大，更需要对作业活动进行调整。

1.2.2 信效度检验 将研究对象重点活动录制的视频按照 RULA 进行评分，再按照随机抽样原则在已完成评分的视频中，随机抽取 30 个视频进行重测信度检验。评估者间的信度分析采用交叉评分的方法进行。RULA 方法的信效度检验包括内部一致

性、折半信度、重测和评价者间信度、结构效度。

1.2.3 质量控制 调查前，严格按照标准统一方法对调查员进行培训，发放培训方案并说明此次调查目的和要求，保证收集资料方法和标准一致。规定视频录制要求，保证视频录制真实、准确和客观。评分过程中保证录入的准确性。严格遵守统计分析原则，选择合适的统计分析方法，减少偏倚。

1.3 统计分析 将 RULA 评估数据录入 Excel 表，采用 SPSS23.0 软件进行统计分析，信度检验采用 Cronbach's  $\alpha$  系数、组内相关系数(ICC) 等统计指标，效度检验采用因子分析相关指标。

### 2 结果

2.1 内部一致性 选择 Cronbach's  $\alpha$  系数作为判定指标。经统计分析，Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.807 ( $\geq 0.8$ )，提示该方法内部一致性非常好<sup>[11]</sup>。

2.2 折半信度 将评估表按奇偶项分为两部分，经折半信度检验，Guttman Split-Half 系数为 0.640 (0.6~0.8)，提示该方法的折半信度较为理想。

2.3 重测信度和评价者间信度 第一次评估两周后，对随机抽取的 30 个视频进行第二次评估，重测信度 ICC 0.636~0.785 (均>0.6)。另外 1 名调查员对随机抽取的 30 个已完成第一次评估的视频再次评估，评价者间信度 ICC 0.446~0.645。重测信度、评价者间信度 A 得分、B 得分、风险等级 ICC 均>0.4，总得分 ICC>0.6。详见表 1。

表 1 RULA 的重测信度和评价者间信度结果 [ICC (95%CI)]

得分	重测信度	评价者间信度
A 得分	0.636 (0.337, 0.894)	0.472 (-0.079, 0.801)
B 得分	0.785 (0.571, 0.923)	0.446 (0.079, 0.735)
总得分	0.708 (0.470, 0.906)	0.645 (0.386, 0.820)
风险等级	0.729 (0.430, 0.933)	0.494 (0.148, 0.734)

2.4 效度分析 分析结果显示，KMO 值为 0.635，Bartlett 球形检验结果具有统计学意义 ( $\chi^2 = 2596.22$ ,  $P = 0.000$ )，说明 RULA 评估表适合因子分析。提取 4 个特征根>1 的公因子，累积方差贡献率 70.77%。见表 2。

### 3 讨论

RULA 评估 WMSDs 发生风险在国外已经得到广泛使用，但由于其方法中多数条目为工作姿势中角度的观察，主观性较强，在我国的应用较为罕见，问卷的信效度研究尤为重要。此方法是否适用于制鞋行

表2 RULA的结构效度结果(旋转后的成分矩阵)

条目	条目编码	公因子			
		F1	F2	F3	F4
B组得分	X9	0.971			
总得分	X10	0.871			
风险等级	X11	0.848			
颈部得分	X6	0.786			
躯干得分	X7	0.604			
上臂得分	X1		0.880		
A组得分	X5		0.875		
手腕旋转得分	X4		0.413		
前臂得分	X2			0.799	
手腕得分	X3			0.530	
腿部得分	X8				0.858
特征值		3.470	2.074	1.174	1.067
累积方差贡献率(%)		31.546	50.400	61.071	70.768

注:表中仅显示>0.4的因子载荷;F1,颈部和躯干;F2,上臂和手腕旋转;F3,前臂和手腕;F4,腿部。

业,不同评价者间的差异是否在可接受的范围内,量表是否稳定等情况均需要做出检验。

量表的信度反映评估结果的稳定程度、一致性以及可靠性。信度分为内在信度和外在信度。内在信度常用Cronbach's  $\alpha$ 系数和折半信度衡量,外在信度常用重测信度和评价者间信度衡量。量表的效度指量表能够准确测出所需测量事物的程度,包含内容效度、效标效度和结构效度。本研究采用内部一致性、折半信度、重测和评价者间信度、结构效度等指标对RULA在我国制鞋行业的适用性进行了信度和效度检验。本次评估结果显示,Cronbach's  $\alpha$ 系数0.807(>0.8),认为该方法的内部一致性非常好;折半信度检验Guttman Split-Half系数为0.640,一般认为系数在0.6~0.8较为理想。评价者间信度和重测信度常用指标ICC>0.8表示非常好,0.6~0.8表示较好,0.4~0.6表示可接受值。本次评估结果显示,重测信度中A得分、B得分、总得分和风险等级的ICC均在0.6~0.8,说明该方法两次评估结果较为稳定,受时间的影响较小,提示RULA方法重测信度较好;评价者间信度中仅有总得分ICC>0.6,A得分、B得分、风险等级ICC均在0.4~0.6,其原因可能是评估中多以各部位姿势的角度进行评分,虽有规范化培训,但肉眼观察在主观评判时难免存在误差,同时作业人员操作熟练、完成动作较迅速也给评分带来了一定困难,但总体来看,评价者间信度在可接受的范围内。

效度主要有内容效度、校标效度和结构效度,内容效度一般为本领域专家经过专业判定所得出量表内

容的适合程度,是主观指标,在前期翻译过程中均有专家指导,在一定程度上保证了良好的内容效度。由于目前仍缺乏WMSDs评估风险的金标准,所以检验量表的效标效度较为困难。选择结构效度作为本次评估的衡量指标,结果显示,提取4个特征根>1的公因子,累积方差贡献率70.77%,远超过标准40%,4个公因子包含所有条目与量表完全吻合,且公因子载荷均>0.4,表明因子对条目的影响较强,RULA条目设计较为合理,结构效度较高。

综上,RULA评估表从结果的稳定性、可靠性和真实性等方面在制鞋行业研究中均有较为良好的信效度,加之其评估内容不涉及人体尺寸以及种族差异<sup>[12]</sup>,作为国外较为成熟且符合制造业需求的方法可以满足在我国制鞋行业中的应用。

参考文献

- [1] World Health Organization (WHO). Protecting workers' health series No.5 preventing musculoskeletal disorders in the workplace, 2003 [EB/OL].
- [2] 沈波,许旭艳,罗秀凤,等.制鞋业生产工作人员肌肉骨骼损伤流行病学调查分析[A].第十四届全国劳动卫生与职业病学术会议论文集[C].2016.
- [3] 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.
- [4] 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):328-331,347.
- [5] 贾宁,凌瑞杰,王伟,等.汽车装配工人工效学负荷与工作相关肌肉骨骼损伤的相关性研究[J].环境与职业医学,2017,34(10):858-863.
- [6] 马晶俊,黄河.基于OWAS和RULA法对电商物流自提点手工作业的风险分析[J].人类工效学,2018,24(3):49-56.
- [7] 刘哲.基于快速上肢评估(RULA)法对某口罩生产工人因工程学的风险分析[J].职业卫生与应急救援,2016,34(5):362-365,380.
- [8] 张广铨,邵艳君,颜晓媛.基于RULA的农业劳动者作业姿势分析[J].南方农机,2016,47(6):38,57.
- [9] Chowdury ML, Rahman. Study and analysis of work postures of workers working in ceramic industry through rapid upper limb assessment (RULA) [J]. In J Engin Appl Sci, 2014, 5(3): 14-20.
- [10] Stanton N, Hedge A, Brookhuis K, et al. Handbook of human factors and ergonomics methods [M]. New York: CRC Press LLC, 2004: 7-8.
- [11] 陈平雁,黄浙明. IBM SPSS19 统计软件应用教程 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 272.
- [12] 张立博,袁修干.飞机维修活动中的快速上肢评价[J].中国安全科学学报,2004,14(7):34-37.

(收稿日期:2020-07-04;修回日期:2020-08-28)