

PLIBEL 和 RULA 对静脉药物配置作业不良工效学因素的识别与评估

沈波¹, 罗秀凤¹, 陈惠², 许旭艳¹, 陈曦¹, 王忠旭³

(1. 福州市疾病预防控制中心, 福建 福州 350004; 2. 福建省肿瘤医院静脉药物配置中心; 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** 探讨静脉药物配置中心 (PIVAS) 工作人员发生职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 的工效学因素, 为预防和控制 WMSDs 发生提供依据。**方法** 使用瑞典工效学危害识别法 (PLIBEL) 分析 PIVAS 工作过程中的工效学危害因素, 并采用快速上肢评估 (RULA) 进行危害等级评估。**结果** PIVAS 操作中颈、肩和上背部工效学危害最为突出, 进仓和出仓操作时下背部受危害最显著, 膝和臀部、足部的危害因素较少。RULA 得分手腕部 (手腕+手腕旋转) 最高, 其次为上臂, 躯干居第三, 腿部最低。RULA 风险评估等级, 进仓和出仓操作为 4 级, 分类装篮和装车操作为 3 级, 贴标签、摆药和混合调配操作为 2 级。中风险级别岗位操作时间占总工作时间的 76.9%。**结论** PIVAS 操作过程以颈部、手/腕部危害特别突出, 进仓和出仓操作发生 WMSDs 的风险极高, 应加强对重点工效学危险因素的管理与控制。

关键词: 瑞典工效学危害识别法 (PLIBEL); 快速上肢评估 (RULA); 职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 静脉药物配置中心 (PIVAS)

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)04-0300-04 DOI: 10.13631/j.cnki.zgggxyx.2020.04.003

Application of PLIBEL and RULA in identification and assessment of adverse ergonomic factor in pharmacy intravenous admixture services

SHEN Bo*, LUO Xiu-feng, CHEN Hui, XU Xu-yan, CHEN Xi, WANG Zhong-xu

(* Fuzhou Municipal Center for Disease Control and Prevention, Fuzhou 350004, China)

Abstract: Objective To investigate the ergonomic factors of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in pharmacy intravenous admixture services (PIVAS) and provide some basis for the prevention and control of WMSDs. **Methods** The Swedish ergonomic hazard identification method (PLIBEL) was used to identify the ergonomic hazards and the rapid upper limb assessment (RULA) was used to assess the level of hazard during operation process of PIVAS. **Results** The results of PLIBEL showed that neck, shoulder and upper back were the most prominent parts in PIVAS operation process, lower back was the most damaged part during entering and leaving warehouse, while knees, hips and foot had less hazards. The wrist (wrist + wrist rotation) had highest RULA score, followed by upper arm, rank, and the leg. The RULA risk assessment levels was as follows: entering warehouse and leaving warehouse were at level 4, classified basketing and loading were at level 3, and labelling, drug dispensing and mixed dispensing were at level 2; the middle-risk level operation accounted for about 76.9% of the total working time in PIVAS. **Conclusion** The results suggested that neck and hand/wrist were the highest risk parts of WMSDs in PIVAS workers, entering warehouse and leaving warehouse also had higher risk. Therefore, it is necessary to strengthen the management and control on key ergonomic risk factors.

Key words: Swedish ergonomic hazard identification method (PLIBEL); rapid upper limb assessment (RULA); work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); pharmacy intravenous admixture services (PIVAS)

自 1991 年以来, 中国已建立 1 000 多个静脉药物配置中心 (pharmacy intravenous admixture services, PIVAS), 从而大大降低了受污染或混合不正确静脉

输液所致药源性疾病的发病率和死亡率^[1]。PIVAS 在医院发挥着重要作用, 从事药物配置的工作人员大量增加, 但关于 PIVAS 人员工效学负荷的研究少有报道。本项目组前期调查发现, PIVAS 操作人员职业性肌肉骨骼疾患 (work-related musculoskeletal disorders, WMSDs) 患病率为 40.5%, 好发部位颈部、手/腕部、肩部和上背部的患病率分别为 36.5%、28.6%、23.8% 和 17.5%, 患病率随工效学负荷水平的增加而增高^[2]。工

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 (131031109000150003); 2018 年福建省卫生计生青年科研课题 (2018-2-36)

作者简介: 沈波 (1974—), 男, 副主任医师, 研究方向: 职业性肌肉骨骼疾患和工效学。

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

效学负荷会降低劳动者工作注意力,产生生物力学负荷并增加事故发生频率,导致 WMSDs。为减少 WMSDs 发生,国内外相继发布了关于工效学负荷评估的标准化方法和工具^[3-5]。本研究将采用相关评估方法识别 PIVAS 作业存在的不良工效学因素,为预防 PIVAS 人员 WMSDs 的发生提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象 选择某三级甲等医院 34 名 PIVAS 配药人员为研究对象,男 6 名、女 28 名,年龄 (32.7±1.3) 岁,配药工龄 (5.5±2.0) 年。观察从药库摆药到药物调配完毕出仓整个流程的主要 7 个作业活动,代表

了 PIVAS 配药人员操作全过程。每个作业活动观测 3 个活动周期,随机选择 3 名进行观测和动作视频录像。

1.2 内容与方法 采用现场调查与观测方法,使用瑞典工效学危害识别法 (Swedish ergonomic hazard identification method, PLIBEL)^[6,7] 分析 PIVAS 工作过程中的工效学危害因素,采用快速上肢评估 (rapid upper limb assessment, RULA)^[8,9] 评估工效学危害等级。

PLIBEL 方法通过 PIVAS 人员回答的关于颈、肩和上背部,肘、前臂和手部,足部,膝和臀部,下背部 5 个部位的 17 个问题进行判定识别,PLIBEL 识别代码见表 1。如果调查对象认为超过 80% 存在危害情况,即被认为存在不良工效学因素。

表 1 PLIBEL 识别代码

					Kemmlert K and Kilbom A. (1986) National Board of Occupational Safety and Health, Research Department, Work Physiology Unit, 17184 Solna, Sweden
颈、肩和上背部	肘、前臂和手部	足部	膝和臀部	下背部	
		1. ☐	1. ☐	1. ☐	1. 工作路面不平、倾斜、光滑或无弹性
2. ☐	2. ☐	2. ☐	2. ☐	2. ☐	2. 工作活动或工作物料空间受限
3. ☐	3. ☐	3. ☐	3. ☐	3. ☐	3. 使用工具和设备设计不当
4. ☐				4. ☐	4. 工作高度调整不佳
5. ☐				5. ☐	5. 工作座椅设计不舒适或调整不佳
		6. ☐	6. ☐	6. ☐	6. 无坐和支撑的站姿作业
		7. ☐	7. ☐		7. 易疲劳的脚踏工作
		8. a ☐ b ☐ c ☐	8. a ☐ b ☐ c ☐	8. a ☐ b ☐ c ☐	8. 腿部易疲劳的工作,如: a. 重复攀梯、迈步工作 b. 重复跳跃、持续蹲姿或跪姿作业 c. 经常性单腿支撑的工作
9. a ☐ c ☐ b ☐ d ☐	应用方法 - 找出受伤害的身体部位 - 与右侧问题联系 - 完成含有需注意的重要因素的工作任务 - 适宜空格做标记			9. a ☐ c ☐ b ☐ d ☐	9. 背部重复或持续性工作,如: a. 温和前屈 c. 侧弯或温和扭转 b. 严重前屈 d. 严重扭转
10. a ☐ c ☐ b ☐ d ☐					10. 颈部重复或持续性工作,如: a. 前屈 c. 严重扭转 b. 侧屈或温和扭转 d. 背屈(向后伸屈)
11. a ☐ e ☐ b ☐ f ☐ c ☐ g ☐ d ☐				11. a ☐ e ☐ b ☐ f ☐ c ☐ g ☐ d ☐	11. 手部负荷提举,如: a. 重复性持续提举 e. 超过前臂长度 b. 重负荷 f. 膝高度以下 c. 困难抓握 g. 肩高度以上 d. 持续处于不适位置
12. ☐	12. ☐			12. ☐	12. 重复支撑重物或不适的负荷搬运和推拉活动
13. ☐	13. ☐	需要同时考虑的因素: a. 作业活动不能自主终止 b. 无法选择任务类型、空间类型和作业顺序 c. 作业要求在规定时间内或心理紧张情况下完成 d. 工作存在异常或不期望情况 e. 存在冷、热、干燥、噪声或麻烦的工作条件 f. 存在急促、振动作业			13. 单臂无支撑前伸或侧伸作业活动
14. a ☐ b ☐	14. a ☐ b ☐				14. 存在下列作业: a. 重复性作业 b. 超过舒适伸展范围的重复性作业
15. a ☐ b ☐	15. a ☐ b ☐				15. 手部重复或有支撑作业,如: a. 工作材料和工具重量负荷 b. 工作材料和工具不舒适抓握
16. ☐					16. 对视觉能力有无较高要求
	17. a ☐ c ☐ b ☐ d ☐				17. 手和前臂完成重复性工作,如: a. 扭转工作 c. 手部不适姿势 b. 用力工作 d. 按键或敲键盘

RULA 评估方法是将身体按部位分为 A 组（上臂、前臂和手/腕）和 B 组（躯干、颈部、腿部）两部分。依据作业姿势为每个肢体部位分配 1 个分数，并通过数字表格获得 A、B 分值。这些分数或分值代表肌肉骨骼系统的姿势负荷水平，由身体姿势的整个组合确定。然后将肌肉使用和力量得分附加到 A 分值和 B 分值上，获得考虑了肌肉使用和用力情况的两组新分值，即 C 值和 D 值，再通过查表获得最终总分值（范围为 1~7 分）。根据分值大小对应四个接触风险等级和相应的行动水平。风险级别 1（低风险）：总分值 1 或 2 分，表示工作姿势保持或重复时间不长，可以接受；风险级别 2（中等风险）：总分值 3~4 分，表示需要进一步调查，且可能需要进行更改；风险级别 3（高风险）：总分值 5~6 分，表示需要尽快进行调查和更改；风险级别 4（极高风险）：总分值 7 分，表示需要立即进行调查和更改^[8,9]。

1.3 统计分析 将所有观察对象得分先进行平均后取整数，结果分析应用 SPSS20.0 软件，采用配对样本的 *t* 检验。

2 结 果

表 2 PLIBEL 对不同部位工效学危害因素的识别

操作任务	工作时间 (h/d)	颈、肩和上背部	肘、前臂和手部	足部	膝和臀部	下背部
贴标签	1.0	9a,10a,14a,16	14a,17d	6	6	6
摆药	0.5	9a,10a,14a,16	14a,17d	6	6	6
分类装篮	0.5	9a,10a,14a,16	14a,17d	6	6	6
装车	0.5	9a,9b,11f	14a	6,8b	6,8b	6,9b,11a,
进仓	0.3	9b,11f	14a	6,8b	6,8b	6,9b,11a,11f,12
混合调配	3.5	9a,9c,10a,14a,16	14a,17b	—	—	9d
出仓	0.2	9a,11f	14a	6,8b	6,8b	6,9b,11a,11b,11f,12

2.3 PIVAS 操作任务的 RULA 得分 PIVAS 操作人员不同部位的 RULA 得分情况：按照算数平均分以手腕部（手/腕+手腕旋转=2.3+1.6）得分最高（3.9 分），其次为上臂（3.6 分），躯干（2.8 分）居第三，腿部（1.0 分）最低；按照操作时间加权则排序与各部位的算数平均分相同。算数平均分均高于时间加权平均分，但差异无统计学意义（*t*=1.362，*P*=0.196）。风险等级依次为进仓和出仓 4 级，分类装篮和装车 3 级，贴标签、摆药和混合调配 2 级。7 个操作中有 4 个岗位风险等级为高、极高，但中等风险级别的岗位操作任务时间占日工作总时间的 76.9%。

2.1 PIVAS 工作情况 PIVAS 的工作流程：临床医生开具静脉输液医嘱→药师审核医嘱→打标签→贴标签→摆药→核对→分类装篮→进仓→混合调配→成品核对→成品包装→分病区置于密闭容器中→出仓→送至病区→使用科室核对→患者静脉滴注用药。

PIVAS 操作人员上午 2 次、下午 1 次间休，时间均为 30 min，工作总时间 6.5 h/d。不同操作任务的工作时间分布见表 2。混合调配任务操作时间最长（3.5 h，占总时间 53.8%），出仓操作时间最短（0.2 h）。

2.2 PIVAS 不同操作任务的 PLIBEL 识别 PIVAS 操作过程中不同部位存在的主要工效学危害因素识别情况见表 2。以颈、肩和上背部工效学危害最突出，危害因素≥4 个的操作任务有 4 项；进仓和出仓操作对下背部危害最显著；膝和臀部、足部的工效学危害因素较少。所有操作任务均存在手部重复性作业和颈部温和前屈，混合调配操作对视觉能力有较高要求和存在腰部严重扭转，出仓操作存在手部重负荷提举和不适的负荷搬运等。识别出的工效学风险部位以颈部和手腕部最显著；操作任务以出仓最严重，达 13 个危害因素。

见表 3。

3 讨 论

本文采用 PLIBEL 方法对 PIVAS 人员不同操作任务过程中 5 个部位存在的不良工效学因素的识别结果显示，PIVAS 操作人员存在不良工效学因素以颈部、手/腕部危害特别突出（9a，10a，14a，17d），进仓和出仓操作任务下背部存在 6 个危害因素（6，9b，11a，11b，11f，12），与前期调查发现 PIVAS 操作人员 WMSDs 的患病部位以颈部和手/腕部为主的结果一致^[2]。

表 3 PIVAS 操作任务的 RULA 得分和风险分级

操作 任务	上臂	前臂	手腕	手腕 旋转	A 组用力 /负荷	A 组肌肉 使用情况	颈部	躯干	腿部	B 组用力 /负荷	B 组肌肉 使用情况	总分值	风险 等级
贴标签	2.0	1+1	2.0	1.0	0	1.0	2.0	2.0	1.0	0	0	3.0	2
摆药	2.0	1+1	2.0	1.0	0	1.0	2.0	2.0	1.0	0	0	3.0	2
分类装篮	3.0	1.0	2.0	2.0	0	1.0	3.0	2.0	1.0	0	0	5.0	3
装车	4+1	2+1	1.0	0	0	0	2.0	4.0	1.0	0	0	6.0	3
进仓	4+1	2+1	1.0	0	2.0	0	2.0	3+1	1.0	2.0	0	7.0	4
混合调配	2+1	1+1	2.0	2.0	0	1.0	2.0	2+1	1.0	0	0	4.0	2
出仓	4+1	2+1	1.0	0	2.0	0	2.0	4.0	1.0	2.0	0	7.0	4
算术平均分	3.6	2.3	1.6	0.9	0.6	0.6	2.1	2.8	1.0	0.6	0	5.0	2.9
时间加权平均分	3.1	2.1	1.8	1.5	0.2	0.8	2.1	2.8	1.0	0.2	0	4.2	2.3

注：“+”为姿势分值+修正值。

采用 RULA 方法对 PIVAS 操作任务工效学危害等级评估显示, 7 项操作任务中有 4 个为高或极高风险级别, 但中等风险级别的操作时间占总工作时间的 76.9%。提示 PIVAS 管理者只要控制好几个短时间的操作任务, 即可大大降低 WMSDs 发生风险。但操作时间短, 有时可能造成 PIVAS 管理者对该操作任务的关注度下降, 从而忽略不良工效学的危害。RULA 评估出仓为极高风险级别, 操作时工作人员需把重达 20 kg 装满成品的箱子从地面搬到进出仓窗台; PLIBEL 法识别该操作任务存在重复性持续、膝高度以下的手部负荷提举、不适的负荷搬运等 13 个工效学危害因素; 该操作任务虽然时间短, 但对于以女性为主的工作岗位是极为严重的不良工作姿势, 易造成 WMSDs。RULA 法评估分类装篮和装车为高风险级别操作, 提示需尽快调查和进行更改; PLIBEL 法对此识别出 9 个不良工效学危害因素; 该操作过程中工作人员需把工作台上的各种药袋分类放入不同类别的药篮, 再把药篮重叠摆放在推车上, 即需要双手外展抓取药袋, 弯腰把药篮放置于推车架的底层。建议通过工效学的改进, 采用包括针对进仓和出仓工效学危害特别严重的操作开设专门的进出仓通道, 把手工高举搬运改为推车搬运; 根据 PIVAS 整体操作流程, 参考工业生产的流水线方式, 通过传输带的移动, 减少频繁的手工物品搬运, 消除手腕、前臂抬举, 躯干弯腰、扭转等多个不良工效学危害因素; 并降低摆药、分类装篮、进仓和出仓等操作时间, 提高工作效率。

本次研究结果提示, PIVAS 操作过程存在比较严重的工效学危害因素, 工作人员发生 WMSDs 的风险不容忽视, 在 PIVAS 场所和操作设计上, 应注重考

虑工效学因素, 采取合理手段和控制措施, 预防 PIVAS 作业人员 WMSDs 的发生并提高工作效率。

参考文献

[1] Mi WJ, Li L, Zhang Y, *et al.* Chinese centralised intravenous admixture service (CIVAS), an emerging pharmaceutical industry: Survey of the recent advances of CIVAS in China [J]. *Eur J Hosp Pharm*, 2018, 25: 165-168.

[2] 陈惠, 郑秀娟, 王萍霞, 等. 医院静脉药物配置中心配药人员工作相关肌肉骨骼损伤与工效学负荷水平关系分析 [J]. *职业卫生与应急救援*, 2016, 34 (5): 355-358.

[3] Occhipinti E, Colombini D. IEA/WHO toolkit for WMSDs prevention: Criteria and practical tools for astep by step approach [J]. *Work*, 2012, 41 (6): 3937-3944.

[4] Vujica HN, Harih G. Decision support system for designing and assigning ergonomic workplaces to workers with disabilities [J]. *Ergonomics*, 2019, 12 (62): 1-12.

[5] 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.

[6] Kristina K. A method assigned for the identification of ergonomic hazards——PLIBEL [J]. *Applied Ergonomics*, 1995, 26 (3): 199-211.

[7] 唐历华, 王忠旭, 张蔚, 等. BRIEF 和 PLIBEL 方法在评价空中交通管制员肌肉骨骼疾患中的应用 [J]. *中国工业医学杂志*, 2017, 30 (3): 196-198.

[8] McAtamney L, Nigel CE. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders [J]. *Appl Ergon*, 1993, 24 (2): 91-99.

[9] 沈波, 罗秀凤, 陈惠, 等. 快速上肢评估法在制鞋业生产过程工效学风险分析中的应用 [J]. *工业卫生与职业病*, 2018, 44 (5): 321-324.

(收稿日期: 2020-02-10; 修回日期: 2020-04-01)