

某电子加工企业手工提举作业的工效学评价

Ergonomic assessment of manual lifting operation in an electronic processing enterprise

薄亚莉, 黄德寅, 张倩, 李敏嫣

(天津渤海化工集团有限责任公司劳动卫生研究所, 天津 300051)

摘要: 提举作业工人下背痛发生与作业中接触不良工效学因素密切相关。本文以某电子加工企业中手工提举工种及其作业活动为研究对象, 采用根据我国人群生理特征等调整的NIOSH修正提举方程计算其提举指数, 实现对不良工效学负荷的定量评价, 对存在风险的岗位采取针对性的工效学改善措施, 有效地预防肌肉骨骼疾患。

关键词: 提举作业; 肌肉骨骼疾患 (MSDs); NIOSH修正提举方程; 工效学评价

中图分类号: R68 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2018)06-0449-02

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2018.06.018

合理的工效学评价和工作设计, 可以有效预防肌肉骨骼疾患 (musculoskeletal disorders, MSDs)。下背痛 (low back pain, LBP) 是最常见的工作相关 MSDs 之一^[1], 在我国职业人群中有很高的患病率^[2]。目前认为 LBP 的发生主要有 5 个方面的危险因素^[3]: 重力劳动、提举和移动重物、不良劳动姿势、全身振动及静态劳动姿势。因此, 对于提举作业进行工效学评价, 并对存在风险的岗位采取针对性的改善措施对控制 LBP 危险因素, 有效降低患病率具有重要意义。

1 对象与方法

1.1 对象

以某电子加工企业的聚合物化成、聚合物出荷等车间的充放电、包装等岗位作业人员及其作业活动为研究对象。员工主要从事手工搬运电池等物料在不同的设备、货架之间等流转。劳动者的劳动负荷逐渐增加, 并且伴随持续的现场物料搬运和生产节奏加快的频繁物料搬运, 作业人员的腰椎、颈关节、肩关节和四肢长期处于疲劳状态, 有可能引起 MSDs。

1.2 方法

目前国际上普遍采用 NIOSH 提举指数方法进行手工搬运、提举任务的工效学评价。NIOSH 提举公式及其提举指数 (LI) 的限值, 可用来预测提举重物劳动的负荷所在数值范围, 评价提举负荷安全性及应采取的改进措施。本文根据我国人群

生理特征等调整 NIOSH 修正提举方程^[4-6]并对其进行工效学评价。

$$\text{男性: } RWL_{\text{中国}} = 20 \text{ kg} \times \left[\frac{20}{H} \right] \times [1 - 0.0031|V - 74.11|] \times [0.82 + \frac{4.5}{D}] \times FM \times [1 - 0.0032 \times A] \times CM$$

$$\text{女性: } RWL_{\text{中国}} = 20 \text{ kg} \times \left[\frac{20}{H} \right] \times [1 - 0.0031|V - 70.41|] \times [0.82 + \frac{4.5}{D}] \times FM \times [1 - 0.0032 \times A] \times CM$$

其中: RWL (recommended weight limit) —推荐重量限值; H —提举起始或终止时手掌中心距两踝关节中间的水平距离, cm; V —提举起始或终止时手掌距地面的垂直距离, cm; D —提举起始与终止的垂直间距, cm; FM —搬动频率参数 (根据频率确定不同的系数); A —偏离矢状面的角度; CM —物体易抓参数 (根据难易确定为 0.1, 0.95 和 0.90)。

2 结果

2.1 接触变量识别

根据职业卫生现场调查, 聚合物出荷车间外观检查物流工种的作业人员主要作业方式为将平板小推车上的塑料筐装电池搬到外观检查作业台。电池筐分 8 层堆放, 工人搬运时手抓取电池筐上部, 每个电池筐由两位工人共同搬运, 搬运时不存在身体扭转。该工种每班 7 人, 每班工人负责搬举约 200 筐电池, 平均重量 30 kg/筐。包装岗位工人主要将传送带上电池成品搬至身旁托盘并分层码放整齐, 共码放 8 层。该工种每班 10 人, 工人平均搬运电池 8 盒/min, 平均重量 6 kg/盒。

聚合物化成车间充放电工种的作业人员主要将平板小推车上的塑料筐装电池搬至电池充电的设备中, 充电结束后再将电池搬回, 充电设备为 3 层。小推车上电池筐分层堆放, 共堆放 15 层, 工人搬运时手抓取电池筐上部, 存在身体扭转。该工种每班 25 人, 每班工人负责搬举约 600 筐电池, 平均重量 27 kg/筐。提举工种工人作业过程信息见表 1。

表 1 提举工种工人作业过程工效学信息

工种	班制	每班工作时间(h)	每次提举平均重量(kg)	提举频次(次/班)	每次持续时间(s)	弯腰频次(次/班)	转身频次(次/班)	手举过肩频次(次/班)	手举过头频次(次/班)	
聚合物出荷	包装	3	8	6	1 000	5	300	1 000	0	0
	物流	3	8	15	50	5	20	0	0	0
聚合物化成	充放电	3	8	13.5	48	5	32	48	16	16

2.2 LI 分析

根据 LI 计算结果, 聚合物出荷车间外观检查物流岗位工人不同作业位置时的 LI 为 0.76~0.98; 包装岗位工人为 0.52

~0.68, 均<1 (表 2)。说明现有作业环境诱发作业者搬举疲劳的风险较小, 但仍存在发生职业性 MSDs 的可能。建议企业定期进行作业人员的岗位培训, 提高自我保护意识, 尽量减轻和控制手工提举作业及站立作业等不良工效学负荷, 定期进行人体工效学评价, 降低搬举作业对工人造成职业性 MSDs 的风险。聚合物化成车间充放电岗位工人不同作业位置时 *LI* 为 0.87~1.17, 数值在 1 左右 (表 3), 说明现有作业环境存在诱发作业者搬举疲劳的风险因素, 但未达到 MSDs 发生风险

明显增加的程度。生产过程中, 电池搬运次数较多和时间较长, 且电池筐手柄便于抓握, 因此改善搬举作业环境的重点应有效改善作业者在搬举电池过程中的作业姿势, 且该工种主要可通过降低搬举电池时手的高度和搬举过程的垂直间距, 降低搬举作业对工人造成 MSDs 的风险。此外, 电池筐重量、搬举频率为 *LI* 直接影响因素, 降低重量、减少频率会大大降低工人患 MSDs 的风险。

表 2 聚合物出荷车间外观检查物流、包装工种 *LI* 分析结果

搬举位置	外观检查物流										包装										
	<i>H</i> (cm)	<i>V</i> (cm)	<i>D</i> (cm)	<i>A</i> (°)	<i>L</i> [*] (kg)	<i>FM</i>	<i>CM</i>	<i>RWL</i>	<i>LI</i> ^{**}	<i>H</i> (cm)	<i>V</i> (cm)	<i>D</i> (cm)	<i>A</i> (°)	<i>L</i> (kg)	<i>FM</i>	<i>CM</i>	<i>F/RWL</i>	<i>S/RWL</i>	<i>F/LI</i>	<i>S/LI</i>	
外观检查作业台	25	96	81	0	15	0.10	容易	16.36	0.92												
小推车																					
1 层	25	27	73	0	15	0.013	容易	15.24	0.98	40	16	54	0	6	1	容易	9.32	8.76	0.64	0.68	
2 层	25	40	60	0	15	0.013	容易	16.17	0.93	40	28.5	41.5	0	6	1	容易	10.02	9.42	0.60	0.64	
3 层	25	53	47	0	15	0.013	容易	17.27	0.87	40	41	29	0	6	1	容易	10.98	10.32	0.55	0.58	
4 层	25	66	34	0	15	0.013	容易	18.78	0.80	40	53.5	16.5	0	6	1	容易	11.73	11.02	0.51	0.54	
5 层	25	79	21	0	15	0.013	容易	19.80	0.76	40	66	4	0	6	1	容易	12.20	11.46	0.49	0.52	
6 层	25	92	8	0	15	0.013	容易	19.05	0.79	40	78.5	8.5	0	6	1	容易	12.34	11.59	0.49	0.52	
7 层	25	105	5	0	15	0.013	容易	18.30	0.82	40	91	21	0	6	1	容易	11.87	11.15	0.51	0.54	
8 层	25	118	18	0	15	0.013	容易	17.55	0.85	40	103.5	33.5	0	6	1	容易	10.88	10.22	0.55	0.59	

注: *, 物体平均重量; **, *LI=L/RWL*; *F/RWL* 为频率推荐重量限值, *S/RWL* 为独立任务推荐重量限值, *F/LI* 为频率搬运指数, *S/LI* 为独立任务搬运指数

表 3 聚合物化成车间充放电工种 *LI* 分析

搬举位置	<i>H</i> (cm)	<i>V</i> (cm)	<i>D</i> (cm)	<i>A</i> (°)	<i>L</i> (kg)	<i>FM</i>	<i>CM</i>	<i>RWL</i>	<i>LI</i>
电池									
1 层	13	65	50	40	13.5	0.03	容易	15.44	0.87
2 层	13	127	97	40	13.5	0.03	容易	12.71	1.06
3 层	13	150	120	40	13.5	0.03	容易	11.55	1.17
小推车									
1 层	13	30	120	40	13.5	0.02	容易	12.98	1.04
2 层	13	45	105	40	13.5	0.02	容易	13.73	0.98
3 层	13	60	90	40	13.5	0.02	容易	14.53	0.93
4 层	13	75	75	40	13.5	0.02	容易	15.31	0.88
5 层	13	90	60	40	13.5	0.02	容易	14.86	0.91
6 层	13	105	45	40	13.5	0.02	容易	14.56	0.93

3 讨论

LBP 是患病率较高的一类职业性 MSDs, 不仅影响工作效率, 且导致安全事故频发。因此, 正确综合评估工作场所工效学负荷的大小, 对预防、控制手工提举作业 LBP 等疾病的发生, 保证作业者在安全、健康、舒适的条件下工作, 具有积极重要的作用。对于重提举作业劳动者, 有效的工效学评价能够降低工人因 LBP 导致的缺勤率, 提高工作效率; 使设备管理者更好地选择或改进设备, 实现人一机一环境的和谐。安监等行政管理部门应建立工效学评价管理规定, 建立符合我国国情的手工提举作业劳动符合标准, 加强提举作业劳动者的职业健康监护, 提高劳动者职业生命质量。

本文以某电子加工企业为例, 对手工提举作业工效学评价方法的应用进行了研究。该方法简便可行, 易于在建设项职业危害评价工作中进行推广^[7], 希望能够为我国制定手工提举指南和重量限值及对提举作业开展工效学评价提供参考。

参考文献:

[1] 何丽华, 李静芸, 张龙连, 等. 职业人群下背痛影响因素的病例对照研究 [A]. 海峡两岸职业卫生学术交流研讨会论文集 [C]. 2011: 232-238.

[2] 吴家兵, 祁成, 凌瑞杰, 等. 我国职业人群下背痛患病率 Meta 分析 [J]. 中国工业医学杂志, 2016, 29 (6): 474-476.

[3] Garg A, Moore JS. Epidemiology of low-back pain in industry [J]. Occup Med, 1992, 7 (4): 593-608.

[4] 肖国兵. 手工操作的工效学评价及提举重量限值的研究 [D]. 复旦大学, 2004.

[5] 肖国兵, 梁友信. 手工搬运任务的工效学评价方法 [J]. 工业卫生与职业病, 2003, 29 (2): 125-128.

[6] 肖国兵, 雷玲, Patrick D, 等. NIOSH 提举指数在下背痛流行病学研究中的应用 [J]. 环境与职业医学, 2004, 21 (2): 131-134.

[7] 陈斐然, 黄德寅, 张倩, 等. 手工搬运作业人体工效学评价方法实例应用 [J]. 中国工业医学杂志, 2014, 27 (2): 83-86.