

- [4] Eltayeb S M, Staal J B, Hassan A A, *et al.* Complaints of the arm neck and shoulder among computer office workers in Sudan: a prevalence study with validation of an Arabic risk factors questionnaire [J]. *Environ Health*, 2008, 7 (1): 33.
- [5] Judith Heinrich, Johannes R Anema, Ernest M M de Vroome, *et al.* Effectiveness of physical training for self-employed persons with musculoskeletal disorders: a randomized controlled trial [J]. *BMC Public Health*, 2009, 9 (1): 200.
- [6] 曹磊. 我国几种典型作业人员的工效学负荷评价及分析 [D]. 北京大学. 2010.
- [7] Shunaha Kim-fine, Sandra M Woolley, Amy L Weaver, *et al.* Work-related musculoskeletal disorders among vaginal surgeons [J]. *Int Urogynecol*, 2013, 24 (7): 1191-1200.
- [8] 杨磊, Hildebrand V H, 余善法, 等. 肌肉骨骼疾患调查表介绍 (附调查表) [J]. *工业卫生与职业病*, 2009, 35 (1): 25-31.
- [9] 杜巍巍, 王生, 王建新, 等. 肌肉骨骼疾患问卷的信度与效度评价 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2012, 30 (5): 335-338.
- [10] Tiina Freimann, David Coggon, Eda Merisalu, *et al.* Risk factors for musculoskeletal pain among nurses in Estonia: a cross-sectional study [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2013, 14 (1): 334-341.
- [11] Karen M Oude Hengel, Bart Visser, Judith K Sluiter. The prevalence and incidence of musculoskeletal symptoms among hospital physicians: a systematic review [J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2011, 84 (2): 115-119.
- [12] Cote P, Cassidy J P, Carroll L J, *et al.* The annual incidence and course of neck, and shoulder pain in the general population: a population based cohort study [J]. *Pain*, 2004, 112 (3): 267-273.
- [13] 王敏. 视频终端作业对寻呼员健康状况的影响 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2004, 22 (6): 51.
- [14] Serranbeira Florentino, Sousa-Uva Mafalda, Sousa-Uva, *et al.* Hospital nurses tasks and work-related musculoskeletal disorders symptoms: A detailed analysis [J]. *Galley Proof*, 2014, 8: 1-9.
- [15] 莫文娟, 张平. 护士肌肉骨骼损伤职业影响因素的调查分析 [J]. *护理学杂志*, 2009, 24 (19): 54-57.
- [16] 陈蕾, 曾娜芬, 陈华英. 手术室护士职业性肌肉骨骼损伤状况及其影响因素分析 [J]. *现代临床护理*, 2013, 12 (12): 6-11.

机场搬运作业人员下背痛工效学因素分析

曹扬¹, 唐丽华², 张蔚³, 王菁菁¹, 袁志伟¹, 凌瑞杰⁴, 张雪艳³, 王忠旭³, 何丽华¹

(1. 北京大学劳动卫生与环境卫生学系, 北京 100191; 2. 中国民航管理干部学院, 北京 100102; 3. 中国疾病预防控制中心中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050; 4. 湖北省职业病医院, 湖北 武汉 430015)

摘要: **目的** 调查某机场行李货物搬运作业人员肌肉骨骼疾患患病情况, 探讨影响机场搬运作业人员下背痛 (LBP) 的工效学因素。 **方法** 选取某机场在行李货物搬运作业人员 383 人为研究对象, 采用自主研发的《肌肉骨骼损伤问卷》调查损伤情况, 职业紧张调查参考工作内容量表 (JCQ) 中的部分内容, 采取横断面调查, 对可能影响作业人员下背痛的不同因素进行单因素 χ^2 检验和多因素 Logistic 回归分析。 **结果** 机场行李货物搬运作业人员下背痛的总患病率为 62.7%。按 $\alpha=0.05$ 水平, Logistic 回归分析结果显示影响机场行李货物搬运作业人员下背痛患病风险的 6 个因素均有统计学意义, 其中 5 个危险因素: 背部弯曲幅度、经常转身、弯腰同时转身、劳动强度和吸烟; 1 个保护因素: 经常锻炼身体。 **结论** 不良工作姿势、劳动强度和不良生活习惯对下背痛的患病均有不同程度的影响。减少吸烟行为, 增加体育锻炼次数, 能够降低搬运作业人员下背痛发病的风险。

关键词: 工作相关肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 下背痛; 搬运作业人员; 工作姿势; 危险因素

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2016)04-0262-04 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2016.04.007

Analysis of ergonomic factors for low back pain among airport baggage handlers

CAO Yang*, TANG Li-hua, ZHANG Wei, WANG Jing-jing, YUAN Zhi-wei, LING Rui-jie, ZHANG Xue-yan, WANG Zhong-xv, HE Li-hua

(* . Department of Occupational and Environmental Health, Peking University, Beijing 100191, China)

Abstract: Objective To investigate the prevalence of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) of baggage handlers working in airports, and to explore the ergonomic factors which can affect the low back pain (LBP) among the baggage handlers, providing basis for them to reduce occupational injuries. **Methods** 383 baggage handlers working in airport were enrolled to this cross-sectional study. The prevalence of WMSDs was assessed using self-developed questionnaire, while information on occupational stress was collected with job content questionnaire (JCQ), and finally, chi-square test and multivariate non-conditional Logistic regression was used to analyze various factors affecting LBP among baggage handlers. **Results** The inci-

收稿日期: 2016-05-02; 修回日期: 2016-06-27

基金项目: 国家“十二·五”科技支撑项目——职业性噪声聋与骨骼肌肉损伤防治关键技术研究 (编号: 2014BAI12B03)

作者简介: 曹扬 (1991—), 男, 硕士在读, 研究方向: 职业工效学。

通讯作者: 何丽华, E-mail: alihe2009@126.com。

dence rate of LBP among the airport baggage handlers was 62.7%. According to the level $\alpha=0.05$, the result of Logistic regression showed that all 6 factors, which can affect the risk of LBP among airport baggage handlers, have statistical significance. They are the bending of the back, regular turning, bending while turning around, labor intensity and smoking, as well as one protective factor, regular exercises. **Conclusion** Poor working postures, labor intensity and unhealthy habits exert certain influence on the risk of LBP. Less smoking, more exercises, thus, might lower the risk of LBP.

Key words: work-related musculoskeletal disorders; low back pain; baggage handler; working posture; risk factors

工作相关肌肉骨骼疾患 (work-related musculoskeletal disorders, WMSDs) 是指职业活动中因接触不良工效学因素所致的肌肉、神经、肌腱、韧带、关节、软骨和椎间盘等的损伤或疾病, 包括下背痛、腕管综合征、颈肩腕综合征、扭伤等肌肉骨骼系统或结缔组织疾病。WMSDs 在许多欧美国家的发病率很高, 严重影响工人的工作效率和健康^[1]。美国因 WMSDs 而损失的赔偿费用可高达百亿美元^[2]。下背、颈肩和腕部为 WMSDs 的好发部位, 受到普遍关注。最典型的 WMSDs 是以下背部疼痛 (low back pain, LBP) 为代表的一组症状群或症状综合征, 可伴有或不伴有下肢症状^[3,4]。由于负荷量大、不良体位和不正确的搬运姿势等工效学因素, 搬运作业人员 LBP 患病率较高^[5]。Bern 等对哥本哈根机场搬运作业人员 WMSDs 影响因素进行了 20 年的队列研究, 发现有 32% 的职业暴露人群患有 LBP^[6]。Stålhammar 等问卷调查报告中主诉患有 LBP 的机场搬运作业人员超过 50%, 且工龄 < 5 年的工人患病率达到 59%^[7]。Dell 随机选取了 156 名来自不同国家和地区多家航空公司的机场搬运作业人员进行结构式访谈, 70% 的访谈对象认为窄体飞机行李舱是可能发生背部损伤的工作场所^[8]。本研究为探究不良工作姿势、劳动强度和等不良生活习惯等因素对搬运作业人员 LBP 患病的影响, 对机场行李货物搬运作业人群进行了流行病学调查。

1 对象及方法

1.1 对象

采用整群抽样方法, 随机选取国内某机场在职行李货物搬运作业人员共 550 人进行问卷调查, 回收问卷 541 份, 回收率 98.4%; 其中, 有效问卷 523 份, 有效率 96.7%。由于搬运作业人员职业流动性较大, 故选取在该岗位上工作 > 1.0 年, 排除已确诊的严重内科疾病或其他外伤的作业人员, 列入本文统计的调查对象共计 383 人。其中行李拖运车司机兼窄体客机搬运工 85 人、单纯窄体客机搬运工 218 人、宽体客机搬运工 39 人、行李分拣工 41 人, 搬运作业人员的年龄和 BMI 呈正态分布。由于机场搬运作业的职业特殊性, 所有研究对象均为男性。见表 1。

表 1 机场搬运作业人员基本情况

岗位	例数	年龄 (岁, $\bar{x}\pm 2s$)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x}\pm 2s$)	工龄 (年, 范围)
行李拖车司机	85	35.6 $\pm$ 13.0	24.6 $\pm$ 6.2	4.3(1.0~17.0)
窄体搬运工人	218	34.2 $\pm$ 12.9	24.2 $\pm$ 5.8	2.5(1.0~14.0)
宽体搬运工人	39	34.9 $\pm$ 13.3	24.4 $\pm$ 6.7	2.3(1.0~13.0)
行李分拣工人	41	30.7 $\pm$ 12.2	25.0 $\pm$ 8.6	4.9(1.0~11.0)
合计	383	34.2 $\pm$ 13.1	24.4 $\pm$ 6.3	3.1(1.0~17.0)

1.2 方法

问卷调查选择流行病学横断面和回顾性调查的方法, 采用课题组自主研发的《肌肉骨骼损伤情况调查问卷》, 调查研究对象的一般情况、个人习惯、职业接触、WMSDs 发生情况。以班组为单位在搬运作业人员上下班交接时间进行整群抽样, 由经过充分培训的调查员辅导工人填写, 统一审核后回收问卷。WMSDs 患病情况的调查, 以工人自诉过去一年身体部位曾患有疼痛、麻木、活动受限等症状, 且症状持续时间超过 24 h, 休息后未能缓解判定其患病情况, 问卷的信度和效度已获得检验^[9]。职业应激因素根据搬运作业人员日常工作心理、社会和环境需求, 采用工作内含量表 (JCQ) 中以工作要求、工作自主和社会环境支持为背景的 17 个条目^[10]。此外, 以跟班调查形式了解搬运作业人员的轮班制度和工作内容, 对搬运作业人员工作姿势和工作环境进行简单测量和现场录像。

问卷调查内容: (1) 性别、年龄、身高、体重、生活习惯和健康状况等一般情况, 以及工种、工龄、轮班制度和既往工作内容等工作基本情况; (2) 过去一年身体各部位 WMSDs 患病情况, 包括症状出现的总时间和缺勤情况; (3) 询问具体工作情况, 包括不良工作姿势、搬举重物、反复性操作、作业空间及环境和职业应激因素。

1.3 统计学处理

采用 EpiData3.1 数据库进行录入, 所有调查资料数据采用 SPSS20.0 建立数据库。统计方法包括 χ^2 检验, Logistic 回归分析, 无特殊说明, 检验水准均为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 轮班制度

机场行李货物搬运作业人员的轮班制度为“白夜双休制”, 即工人分成 4 个班组, 每班连续工作 12 h、休息 24 h, 交替白班和夜班, 不分周末和节假日轮转工作和休息。

2.2 肌肉骨骼疾患患病情况

机场行李货物搬运作业人员 WMSDs 发生部位, 按患病率从高到低排序, 前四位的部位分别为下背/腰部、颈部、手/腕部和肩部, 患病率分别 62.7%、38.1%、35.2% 和 32.4%。

分别对 4 个部位不同工种搬运作业人员的患病情况进行 χ^2 检验, 结果显示, 不同工种之间, 颈部、手/手腕和下背/腰部 WMSDs 患病率均有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 2。因下背/腰部患病最为严重, 故选择 LBP 作为目标疾病, 考虑到个人生活习惯、工作姿势、工作环境和职业应激等 WMSDs 可能危险因素, 对其患病风险进行单因素和多因素 Logistic 回归分析。

表 2 各工种搬运作业人员 WMSDs 患病情况 人数 (%)

工种	调查 人数	WMSDs 部位			
		颈	肩	手/手腕	下背/腰
行李托车司机	85	30 (35.3)	25 (29.4)	21 (24.7)	47 (55.3)
窄体搬运	218	82 (37.6)	75 (34.4)	85 (39.0)	154 (70.6)
宽体搬运	39	10 (25.6)	8 (20.5)	6 (15.4)	10 (25.6)
行李分拣	41	24 (58.5)	16 (39.0)	23 (56.1)	29 (70.7)
Pearson χ^2 值		10.13	4.09	20.03	31.89
P 值		0.017	0.252	<0.001	<0.001

2.3 搬运作业人员 LBP 单因素 Logistic 回归分析

选取个人体育锻炼情况、吸烟、工作时腰背部动作及职业应激因素等共 24 个变量进行单因素 Logistic 回归分析。结果显示,吸烟、下班后缺乏体育锻炼、背部弯曲幅度、经常转身、

经常弯腰同时转身、腰背部经常重复同一动作、劳动强度大、工作内容重复、工作压力大、人员短缺、岗前培训不充分、不满薪酬水平和晋升制度是可能导致 LBP 患病增加的潜在危险因素。见表 3。

2.4 搬运作业人员 LBP 多因素 Logistic 回归分析

将单因素 Logistic 回归分析得到的 13 个可能影响搬运工人 LBP 患病的因素作为自变量,以搬运作业人员过去一年內是否患 LBP 为因变量进行多因素 Logistic 回归分析。为尽可能多的保留相关变量,拟合更好的回归模型,采用后退法,自变量筛选的纳入标准和剔除标准分别为 $\alpha_{入}=0.05$, $\alpha_{出}=0.1$, 回归模型筛选出 5 个危险因素:吸烟、背部弯曲幅度、经常转身、弯腰同时转身和劳动强度,1 个保护因素:经常体育锻炼。见表 4。

表 3 搬运作业人员 LBP 患病情况单因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	OR 值 95%CI
吸烟	0.356	7.311	0.007	1.428	1.103~1.848
体育锻炼	-0.246	6.357	0.012	0.782	0.646~0.947
背部弯曲幅度	0.763	18.382	<0.001	2.146	1.514~3.042
搬举重量	0.080	0.403	0.526	1.084	0.845~1.389
经常转身	1.775	9.297	0.002	5.900	1.885~18.465
弯腰同时转身	1.491	17.847	<0.001	4.442	2.224~8.872
腰背重复同一动作	1.024	10.728	0.001	2.786	1.509~5.142
经常加班	-0.261	1.454	0.228	0.770	0.504~1.177
经常同事替换班	-0.391	1.521	0.217	0.676	0.363~1.259
按规定时间休息	-0.168	0.612	0.434	0.845	0.555~1.288
劳动强度	1.140	18.303	<0.001	3.128	1.855~5.274
主观工作姿势舒适度	-0.349	1.376	0.241	0.706	0.394~1.263
工作环境空间大小	-0.327	2.241	0.134	0.721	0.470~1.106
工作内容重复	0.938	7.287	0.007	2.555	1.293~5.049
自主控制工作进度	-0.261	1.485	0.221	0.770	0.507~1.171
工作压力	0.682	8.460	0.004	1.978	1.249~3.132
工作节奏	0.021	0.009	0.922	1.021	0.674~1.547
工作人员充足	-0.597	4.829	0.028	0.551	0.323~0.938
同事相处融洽	0.286	0.586	0.444	1.331	0.640~2.766
社会责任感	0.641	2.731	0.098	1.898	0.888~4.059
岗前培训充分	0.946	4.472	0.034	2.575	1.072~6.189
薪酬水平满意	-0.742	7.084	0.008	0.476	0.276~0.822
晋升制度满意	-0.536	6.260	0.012	0.585	0.385~0.890
工作涉及气温变化	-0.081	0.083	0.773	0.922	0.533~1.597

表 4 搬运作业人员 LBP 患病多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	OR 值 95%CI
吸烟	0.530	12.284	<0.001	1.699	1.263~2.286
体育锻炼	-0.272	6.559	0.010	0.762	0.618~0.938
背部弯曲幅度	0.540	7.784	0.005	1.716	1.174~2.507
经常转身	2.112	6.620	0.010	8.267	1.654~41.318
弯腰同时转身	1.293	10.314	0.001	3.645	1.655~8.025
劳动强度	0.919	9.933	0.002	2.508	1.416~4.441

3 讨论

本研究显示,窄体客机搬运和行李分拣工人的 LBP 患病率较高,分别为 70.6%和 70.7%。常见的窄体客机机型,如空客 A319 和空客 A320 货舱内高均为 123 cm,波音 B737 和 B738 则不足 90 cm,狭窄的作业空间强迫货舱内部搬运工人长时间大幅度弯腰工作。分拣作业车间的传送带高度在膝盖以下,强迫作业人员工作时频繁弯腰和转身。宽体客机搬运工人常使用机械化的大型行李集装箱或传送带运送货物,作业空间较为宽敞,工作时弯腰和转身的动作频次较其他工种

少, LBP 患病率较其他工种低, 仅为 25.6%。行李拖车司机 LBP 患病率为 55.3%。该工种长时间保持坐姿, 且日常兼职窄体搬运的部分工作, 搬运作业过程中弯腰和转身的重复性动作可能增加 LBP 患病风险。刘璐等研究发现, 不良心理因素也可导致坐位人群 LBP 患病风险增加^[11], 该因素对行李拖车司机 LBP 患病的影响仍待进一步研究。有文献指出^[12,13], 反复或长时间转身、弯腰等姿势易使机体处于疲劳状态而得不到恢复, 使 LBP 患病风险增加。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 背部弯曲幅度、经常转身、弯腰同时转身等工作姿势是导致搬运作业人员 LBP 的危险因素, 其 OR 值分别为 1.716 (95% CI = 1.174 ~ 2.507), 8.267 (95% CI = 1.654 ~ 41.318) 和 3.645 (95% CI = 1.655 ~ 8.025)。弯腰的频率越高、持续时间越长, 患下背部疾病的风险越大, 与杨磊等研究结果相符^[14]。

劳动强度大是我国机场搬运行业的特点。刘鹤云等研究发现^[15], I 级劳动强度时 LBP 患病率已经很高。机场每个航班装卸行李货物的作业人员有 4~6 人, 分为两组装卸前舱和后舱的行李货物。为避免航班延误, 托运行李和货物要求在尽可能短的时间内装卸完毕。分拣作业要求每辆行李拖车 2~3 人, 按照与航班号对应一致的指示标签分拣行李和货物, 不能错放。飞机航班每天进港和出港有 2~3 个高峰时段, 这段时间是行李货物搬运工作的高峰期。本研究中劳动强度的 OR 值为 2.508 (95% CI = 1.416 ~ 4.441), 结果有统计学意义。劳动强度会增加搬运作业人员的职业紧张和工作负荷, 导致患 LBP 的风险增加。搬运作业除了旅客托运的行李箱, 还有部分物流货物, 物件尺寸不合理或重量过大都会增加人体负荷, 其对搬运作业人员 LBP 患病的影响仍需进一步研究。

现场调查搬运作业人员工作生活情况得知, 由于体力负荷较大, 工作时出汗较多, 搬运工人工作休息时常通过吸烟放松身体。但是, 经常吸烟会影响睡眠质量, 使体力得不到充足的恢复, 从而降低工作效率^[16]。本研究表明, 吸烟是 LBP 患病的危险因素, 其 OR 值为 1.699 (95% CI = 1.263 ~ 2.286)。白夜双休的轮班制度导致工人生活作息不规律, 相比于体育锻炼, 工人下班回家后更倾向于通过看电视或多睡觉等生活方式放松休息。本研究发现, 下班后进行适当的体育锻炼能够有效降低搬运作业人员 LBP 的患病, 是 LBP 的保护因素, 其 OR 值为 0.762 (95% CI = 0.618 ~ 0.938)。

因此, 建议搬运作业人员应增强保护自身健康的意识, 日常工作生活中减少吸烟, 适当增加体育锻炼, 可有效降低 LBP 发病的风险。白夜双休制的轮班制度导致搬运作业人群生活作息不规律, 建议管理人员尽可能固定工人的工作时段, 如白班和夜班各 12 h, 同一时段 2 个班组轮班工作, 每个月进行一次白班和夜班班组的交换调整, 保障工人规律的生活作息时间。不良工作姿势和劳动强度对搬运作业人员 LBP 的影响可以使用其他工效学方法进一步评估^[17], 劳动强度可以根据我国国家标准《体力劳动强度分级》(GB3869—1997) 进行评定, 并通过相应的干预措施有计划的减轻体力劳动强度, 改善工作环境, 纠正错误的工作姿势, 降低不良工效学因素

对 LBP 患病的影响。

参考文献:

- [1] 鲁锡荣. 职业性慢性肌肉骨骼损伤 [J]. 国外医学: 卫生学分册, 1990, 17 (4): 196-199.
- [2] Badley E M. The economic burden of musculoskeletal disorders in Canada is similar to that for cancer and may be higher [J]. J Rheumatol, 1995, 22 (2): 204-206.
- [3] Barr K P, Harrast M A. Low back pain. In: Braddom RL (ed). Physical medicine & rehabilitation [M]. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007: 883-927.
- [4] Haig A J. Low back pain. Physical medicine & rehabilitation: The complete approach [M]. Massachusetts: Blackwell Science, Inc. 2000: 1036-1049.
- [5] 孙伟, 张殿平, 王生, 等. 搬运作业的工效学研究 [J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 1995, 4: 246-249.
- [6] Bern S H, Brauer C, Moller K L, et al. Baggage handler seniority and musculoskeletal symptoms: is heavy lifting in awkward positions associated with the risk of pain? [J]. BMJ Open, 2013, 3 (11): e004055.
- [7] Stålhammar H R, Leskinen T P, Kuorinka I A, et al. Postural, epidemiological and biomechanical analysis of luggage handling in an aircraft luggage compartment [J]. Appl Ergon, 1986, 17: 177-183.
- [8] Dell G. Airline baggage handler back injuries: A survey of baggage handler opinion on causes and prevention [J]. Safety Science Monitor, 1998, 2 (2): 1-12.
- [9] 杜巍巍, 王生, 王建新, 等. 肌肉骨骼疾患问卷的信度与效度评价 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30 (5): 21-30.
- [10] Karasek R, Brisson C, Kawakami N, et al. The Job Content Questionnaire (JCQ): An instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics [J]. J Occup Health Psychol, 1998, 3 (4): 322-355.
- [11] 刘璐, 唐仕川, 王生, 等. 心理因素对坐位人群下背痛的影响分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2015, 41 (4): 254-257, 262.
- [12] Alcouffe J, Maniller P, Brehier M, et al. Analysis by sex of low back pain among workers from small companies in the Paris area: severity and occupational consequences [J]. Occup Environ Med, 1999, 56 (10): 696-701.
- [13] Barrero L H, Hsu Y H, Terwedow H, et al. Prevalence and physical determinants of low back pain in a rural Chinese population [J]. Spine, 2006, 31 (23): 2728-2734.
- [14] 杨磊, 蔡荣泰, 徐红先, 等. 职业性下背痛的病因学研究——病例-对照调查 [J]. 工业卫生与职业病, 1993, 19 (5): 265-269.
- [15] 刘鹤云, 杨磊, 蔡荣泰. 汽车生产工人的劳动负荷与肌肉骨骼疾患的关系研究 [J]. 同济医科大学学报, 1999, 28 (5): 397-398, 404.
- [16] Sabanayagam C, Shankar A. The association between active smoking, smokeless tobacco, second-hand smoke exposure and insufficient sleep [J]. Sleep Med, 2011, 12 (1): 7-11.
- [17] 袁志伟, 唐仕川, 王生, 等. 工效学负荷评价方法研究进展 [J]. 环境与职业医学, 2015, 32 (9): 887-890.