

OWAS 方法在评价汽车 4S 店售后维修工人肌肉骨骼疾患中的应用

李小平¹, 王忠旭², 王小哲¹, 邓华欣¹, 陈凤琼¹, 张华东¹, 曹磊¹

(1. 重庆市疾病预防控制中心, 重庆 404000; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所)

摘要: 目的 探讨汽车 4S 店售后维修工人不良工作姿势对肌肉骨骼疾患的影响。方法 采用整群抽样方法, 选择重庆市 23 家汽车 4S 店的 171 名售后维修工人作为研究对象, 应用工作姿势分析系统 (OWAS) 方法对其不良工作姿势、负荷、姿势出现的百分比等进行现场调查和观测。结果 不良工作姿势集中在腿部, 其次为背部。腿部以站立为主, 其次为双腿屈曲站立; 背部以前弯为主, 其次为弯曲且扭转。研究对象需改善的行动等级占比达到 84.2%, 工种和身高对行动等级有影响。结论 汽车 4S 店绝大部分售后维修工人需改善不良工作姿势, 部分工作姿势为严重危害行动等级, 需立即采取相关改善措施。

关键词: 工作姿势分析系统 (OWAS); 职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 汽车 4S 店; 工效学

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)03-0201-05 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.03.002

Application of OWAS in evaluation of musculoskeletal disorders among after-sales maintenance workers in automobile 4S shops

LI Xiao-ping*, WANG Zhong-xu, WANG Xiao-xi, DENG Hua-xin, CHEN Feng-qiong, ZHANG Hua-dong, CAO Lei

(* Chongqing Municipal Center for Disease Control and Prevention, Chongqing 404000, China)

Abstract: **Objective** To investigate the influence of bad working posture on musculoskeletal disorders among after-sales maintenance workers in automobile 4S shops. **Methods** 171 after-sales maintenance workers in 23 automobile 4S shops were selected as the research objects using cluster sampling method in Chongqing city, and Ovako working posture analysis system (OWAS) method was used for observing the poor working posture, work load and their percentages of occurrence. **Results** The results showed that the bad working postures were concentrated in the legs, followed by the back; the bad working postures of legs was mainly standing, followed by standing with legs bent; and the back were mainly bent forward, followed by bending and twisting. 84.2% of the subjects needed to improve their action level, and work type and height had impact on the action level. **Conclusion** The results suggested that most of the after-sales maintenance workers of automobile 4S shops need to improve their poor working postures, and few working postures have seriously harmful and need immediate action.

Key words: Ovako working posture analysis system (OWAS); work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); automobile 4S shops; ergonomics

据 2017 年统计数据, 重庆市汽车产能位居全国第二位, 高达 565 万辆^[1]。随着汽车保有量的持续增加, 汽车 4S 店及售后服务企业得到快速发展, 且多为小微企业, 作业方式以人工为主, 工作任务繁重且内容复杂, 广泛存在负荷重、强度大、强迫体位、高重复性等不良工效学因素, 由此导致的汽车 4S 店售后维修工人职业性肌肉骨骼疾患 (work-related musculoskeletal disorders, WMSDs) 的问题很

少得到重视, 目前罕见相关文献报道。有研究显示, 汽车制造业工人 WMSDs 的患病率较高, 患病部位主要表现在下背部 (47.0%)、肩臂部 (42.9%) 和手腕部 (41.3%)^[2,3], 且呈现多发部位特征^[4]。工作姿势分析系统 (Ovako working posture analysis system, OWAS) 由芬兰 Karhu 等于上世纪 70 年代首次提出, 最早用于识别和评估钢铁作业的不良作业姿势, 现已用于钢铁、采矿、清洗、汽车修理、建筑、造纸、铁路、制造、农业和护理业, 如金属加工、蔬菜大棚、选煤作业、公交车驾驶、羊毛衫整烫等作业活动^[5-9], 但在汽车 4S 店售后维修工人中的应用较为罕见。为此, 本文采用 OWAS 方法对重庆市汽车 4S 店售后维修工人的 WMSDs 负荷风险进行应用研究, 为预防该作业人群 WMSDs 的发生提供科学依据。

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 (项目编号: 131031109000150003); 重庆市制造业职业性肌肉骨骼损伤风险评估及工效学预防措施研究 (项目编号: 2018MSXM016)

作者简介: 李小平 (1981—), 女, 副主任医师, 从事职业卫生工作。

(通信作者: 王忠旭, 研究员, E-mail: wangzx@nictp.chinacdc.cn; 王小哲, 主管医师, E-mail: 492193494@qq.com)

© Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 对象与方法

1.1 对象 采用整群抽样方法,选择重庆市主城区23家汽车4S店的售后维修工人,以企业当日在班且所有符合纳入标准的售后维修工人作为研究对象,包括机电、钣金和油漆车间,涉及的工种有机电工、钣金工、油漆工。纳入标准:研究对象知情同意,年龄>18岁,工龄>1年的在职工人。排除标准:既往有外伤、先天性肌肉骨骼疾患以及因其他疾患累及导致肌肉骨骼损伤者。最终获得研究对象200人,得到有效数据171人,观察有效率为85.5%。

1.2 方法

1.2.1 现场观测与评估 采用OWAS方法对研究对象的作业活动和背、手臂、腿等身体部位的工作姿势和负荷进行观测与评估^[5,10,11]。对研究对象的工作过程进行一般情况和负荷调查,并全方位采集作业活动视频,通过视频资料分析各部位作业姿势,对各部位的工作姿势和负荷进行OWAS编码(见表1)。依据编码结果确定各工作姿势所对应的行动等级,分为AC1、AC2、AC3和AC4四个等级(见图1)。各行动等级的处理方案见表2。

表1 姿势分析编码表

编码	背部	手臂	腿部	负荷 (kg)
1	挺直	双手位肩下方	位于座椅下方坐立	<10
2	前弯	单手位肩下方	站立	10~20
3	扭转	双手位肩上方	单脚直站立	>10
4	弯曲且扭转		双脚弯站立	
5			单脚弯站立	
6			跪姿	
7			走动	

表2 各行动等级的危害及处理方案

等级	姿势危害	处理方案
AC1	正常	不需处理
AC2	轻微危害	近期采取改善措施
AC3	明显危害	尽快采取改善措施
AC4	严重危害	立即采取改善措施

1.2.2 调查与视频采集 现场调查与视频录制前,对所有参与人员统一进行方法学培训,掌握具体实施步骤以及注意事项,规范调查和视频录制方法、进度及使用工具。现场调查与视频录制时,向作业工人说明此次工效学调查的目的和意义,征得被调查和录制者的理解和有效配合,填写《视频采集基本信息表》并进行作业动作的视频录制。工人按照正常生产情况进行作业活动,视频录制人员在作业人员的左、右及正面3个角度进行录制,每个作业活动至少录制5个周期。

1.2.3 质量控制 视频录制完成后,对视频观察员进行视频OWAS方法学培训,统一视频分析方法和标准,为避免个体差异,培训结束后对视频资料进行集中观察与分析。

1.3 统计分析 采用Excel进行统计分析。

2 结果

2.1 基本情况 171名研究对象均为男性,平均年龄(29.6±6.9)岁,平均身高(169.1±5.4)cm,平均体重(63.8±12.5)kg,从事当前工作的平均工龄(7.7±5.6)年,文化程度多集中在中专、高中及以下。详见表3。

表3 研究对象基本情况

特征	人数 (%)	特征	人数 (%)
年龄 (岁)		工种	
<20	7(4.1)	机电工	80(46.8)
20~29	86(50.3)	钣金工	45(26.3)
30~39	59(34.5)	喷漆工	46(26.9)
≥40	19(11.1)	工龄 (年)	
文化程度		<5	62(36.3)
中专、高中及以下	144(84.2)	5~10	48(28.1)
大专、本科及以上	27(15.8)	>10	61(35.7)

2.2 不同工种工作姿势分析 由表4可见,背部不良姿势占比81.9%,机电工、钣金工、喷漆工的背部不良姿势分别占比70.0%、97.8%和87.0%,均以前弯为主(>50%),其次为弯曲且扭转;不良姿势

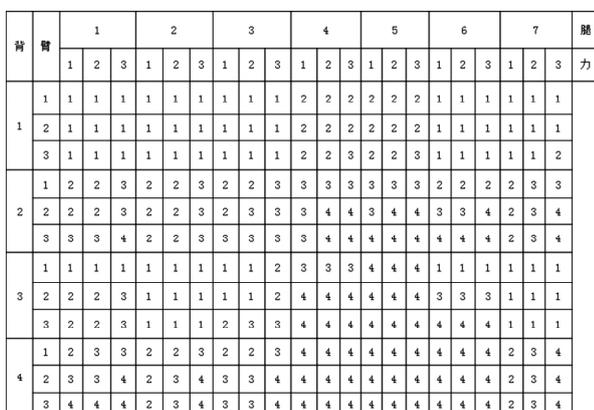


图1 AC等级的分类依据

在各工种间的差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 22.623, P < 0.01$)。由表5可见,各工种手臂姿势均以双手位于肩下方为主,其差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 25.819, P < 0.01$)。由表6可见,腿部不良姿势中站立占50.9%,双脚弯站立占比33.3%;机电工和钣金工腿

部不良姿势均以站立为主,其次为双脚弯站立;喷漆工不良姿势以双脚弯站立为主,其次为站立。不良姿势在各工种间差异无统计学意义 ($\chi^2 = 17.107, P = 0.07$)。由表7可见,3个工种负荷均以<10 kg为主,其差异无统计学意义 ($\chi^2 = 6.757, P = 0.15$)。

表4 不同工种背部姿势构成情况

例数 (%)

工种	样本量	正常姿势		不良姿势		合计
		挺直	前弯	扭转	弯曲且扭转	
机电工	80	24 (30.0)	42 (52.5)	1 (1.3)	13 (16.3)	56 (70.0)
钣金工	45	1 (2.2)	24 (53.3)	2 (4.4)	18 (40.0)	44 (97.8)
喷漆工	46	6 (13.0)	27 (58.7)	0	13 (28.3)	40 (87.0)
合计	171	31 (18.1)	93 (54.4)	3 (1.8)	44 (25.7)	140 (81.9)

表5 不同工种手臂姿势构成情况

例数 (%)

工种	样本量	正常姿势		不良姿势		合计
		双手位肩下方	单手位肩下方	双手位肩上方		
机电工	80	45 (56.3)	10 (12.5)	25 (31.3)		35 (43.8)
钣金工	45	34 (75.6)	8 (17.8)	3 (6.7)		11 (24.4)
喷漆工	46	40 (87.0)	6 (13.0)	0		6 (13.0)
合计	171	119 (69.6)	24 (14.0)	28 (16.4)		52 (30.4)

表6 不同工种腿部姿势构成情况

例数 (%)

工种	样本量	正常姿势			不良姿势			合计
		于座椅下方坐立	站立	双脚弯站立	单脚弯站立	跪姿	走动	
机电工	80	1 (1.3)	49 (61.3)	19 (23.8)	7 (8.8)	2 (2.5)	2 (2.5)	79 (98.8)
钣金工	45	0	23 (51.1)	15 (33.3)	6 (13.3)	1 (2.2)	0	45 (100.0)
喷漆工	46	0	15 (32.6)	23 (50.0)	8 (17.4)	0	0	46 (100.0)
合计	171	1 (0.6)	87 (50.9)	57 (33.3)	21 (12.3)	3 (1.8)	2 (1.2)	170 (99.4)

表7 不同工种负荷构成情况 例数 (%)

工种	样本量	正常负荷 (<10 kg)	异常负荷 (≥10 kg)
机电工	80	75 (93.8)	5 (6.2)
钣金工	45	39 (86.7)	6 (13.3)
喷漆工	46	46 (100.0)	0
合计	171	160 (93.6)	11 (6.4)

2.3 不同工种身体各部位危险度分级 根据身体各部位姿势及负荷情况,统计分析各姿势出现的百分比,对不同工种身体各部位危险度进行分级,危险度等级≥2级占比最高的部位均为腿部,其次为背部。见表8。

2.4 不同特征的行动等级 171名研究对象需改善的行动等级占比达到84.2%,按不同特征进行行动等级及其构成统计分析,工种、身高差异有统计学意

义。提示工种和身高对行动级别有影响。结果见表9。

3 讨论

有调查显示,汽车厂工人下背痛发生的危险因素中,影响最大的是工作姿势不舒适,如几乎一直长时间站立^[12-14];民航搬运作业肌肉骨骼疾患的主要危险部位为手腕、背、肩和手肘部,其危险主要来自相关部位的高度重复或持续性的不良姿势和动作^[15];半导体制造行业工作中的不良姿势增加了颈、肩、手和腿部伤害的患病风险^[16]。

本研究显示,汽车4S店售后维修工人各工种行动等级AC2级以上的占比>70%,喷漆工甚至高达97.8%,提示绝大部分工人需要改善不良工作姿势。特别是钣金工和喷漆工行动等级AC4级占比分别

表8 不同工种身体各部位危险度等级构成情况

例数 (%)

工种	样本量	身体部位	1级	2级	3级	4级	≥2级合计
机电工	80	背部	27(33.8)	31(38.8)	20(25.0)	2(2.5)	53(66.3)
		手臂	50(62.5)	20(25.0)	10(12.5)	0	30(37.5)
		腿部	13(16.3)	47(58.8)	9(11.3)	11(13.8)	67(83.8)
钣金工	45	背部	2(4.4)	15(33.3)	16(35.6)	12(26.7)	43(95.6)
		手臂	40(88.9)	5(11.1)	0	0	5(11.1)
		腿部	1(2.2)	26(57.8)	8(17.8)	10(22.2)	44(97.8)
喷漆工	46	背部	7(15.2)	16(34.8)	17(37.0)	6(13.0)	39(84.8)
		手臂	44(95.7)	2(4.3)	0	0	2(4.3)
		腿部	4(8.7)	15(32.6)	11(23.9)	16(34.8)	42(91.3)
合计	171	背部	36(21.1)	62(36.3)	53(31.0)	20(11.7)	135(78.9)
		手臂	134(78.4)	27(15.8)	10(5.8)	0	37(21.6)
		腿部	18(10.5)	88(51.5)	28(16.4)	37(21.6)	153(89.5)

表9 不同特征的行动等级及其构成情况

例数 (%)

特征	样本量	不需处理		需要改善			χ^2 值	P 值
		AC1	AC2	AC3	AC4	合计		
年龄 (岁)							9.542	0.14
<20	7	2(28.6)	3(42.9)	1(14.3)	1(14.3)	5(71.4)		
20~29	86	14(16.3)	33(38.4)	22(25.6)	17(19.8)	72(83.7)		
30~39	59	10(16.9)	24(40.7)	14(23.7)	11(18.6)	49(83.1)		
≥40	19	1(5.3)	8(42.1)	7(36.8)	3(15.8)	18(94.7)		
工种							26.714	<0.01
机电工	80	24(30.0)	30(37.5)	17(21.3)	9(11.3)	56(70.0)		
钣金工	45	2(4.4)	19(42.2)	11(24.4)	13(28.9)	43(95.6)		
喷漆工	46	1(2.2)	19(41.3)	16(34.8)	10(21.7)	45(97.8)		
工龄 (年)							3.790	0.92
<5	62	8(12.9)	21(33.9)	19(30.6)	14(22.6)	54(87.1)		
5~10	48	13(27.1)	17(35.4)	10(20.8)	8(16.7)	35(72.9)		
>10	61	6(9.8)	30(49.2)	15(24.6)	10(16.4)	55(90.2)		
身高 (cm)							20.454	<0.05
<160	3	0	2(66.7)	1(33.3)	0	3(100.0)		
160~169	75	17(22.7)	21(28.0)	25(33.3)	12(16.0)	58(77.3)		
170~179	86	9(10.5)	43(50.0)	14(16.3)	20(23.3)	77(89.5)		
≥180	7	1(14.3)	2(28.6)	4(57.1)	0	6(85.7)		
合计	171	27(15.8)	68(39.8)	44(25.7)	32(18.7)	144(84.2)		

达到 28.9%和 21.7%，为严重危害姿势，需要立即采取改善措施。由此可见，汽车 4S 店售后维修工人比蔬菜大棚内作业人员、选煤厂工人、公交车司机、羊毛衫整烫作业工人、汽车厂滤清器转运工人等的行动等级和占比均高^[6-9,17]，有更高的 WMSDs 患病风险。

根据 OWAS 分析，汽车 4S 店售后维修工人不良工作姿势集中在腿部，主要是站立和双脚弯站立，其

次为背部前弯和弯曲且扭转。其可能原因为 (1) 工作模式的限制，汽车 4S 店一般规模较小，机械化、自动化程度低，以人工作业方式为主，劳动负荷较大，且工作内容复杂多变，难以实现坐姿作业，大多数工人每天需从事同样的工作，每分钟做多次重复性操作；(2) 缺乏有效的工位器具，工位器具与身高不匹配，除机电岗位车底维修检查时设置有调节车辆高度的装置可挺直腰背作业外，机电工的其

他工作以及钣金工和喷漆工绝大多数操作均需根据维修部位高度的限制而不同程度的弯腰作业,同时存放维修工具的工位器具普遍与工人身高不匹配,拿取工具时产生不良姿势;(3)企业的职业卫生培训内容中普遍未涉及工效学有关知识,作业工人对工效学知识了解甚微,工效学防护更无从谈起。

针对以上原因,现提出如下改善措施并进行探讨,以期降低发生WMSDs的风险。(1)改善现有工作模式。应尽可能提高机械化、自动化水平,从此方面着手有很大难度,但却是解决问题的根本;同时,在不影响工作的前提下设置工作座椅,减少站姿作业;针对重复性工作和重复性操作,可考虑在一定范围内采取轮岗作业,减轻疲劳和局部肌肉酸痛的症状。(2)增加或改善现有工位器具。有研究显示,运用工业工程、人因工程的理论和方法对现有工位器具进行改善,可减少作业人员不良工作姿势和降低劳动强度^[17]。如机电工背部不良姿势构成低于钣金工和喷漆工,原因之一可能是机电工维修车辆操作时可根据情况调节高度,喷漆和钣金时若能增设调节维修车辆高度的工位器具,或可减少背部不良工作姿势和双脚或单脚弯站立;此外,将维修工具放置于合理高度且便于取放的工位器具中,可减少取放过程中不良姿势的发生。(3)加强健康教育。企业应增加工效学知识的培训,使工人了解到发生WMSDs的原因和防护知识,形成工效学防护意识^[18];提供职业技能培训和规范作业姿势,使劳动者掌握正确的作业方法和工作姿势,帮助工人尤其是新员工减少不良工作习惯;提倡工间操,以缓解长时间站姿或弯腰等不良工作姿势带来的危害;促进工人加强锻炼,增强机体耐受力 and 抵抗力。(4)充分考虑人口学特征。根据调查,汽车4S店售后维修工人几乎为男性,因此工位器具的设计高度可不考虑女性的身高;本次研究对象的平均工龄为7.7年,工龄 ≥ 5 年者占63.8%,不良工作姿势或许已经固化,因而在采取改善措施的同时应予足够的时间和耐心;研究对象的文化程度普遍在中专、高中以下,在制作工效学培训材料时应尽力做到通俗易懂,以保证培训效果。

本研究仅考虑了汽车4S店售后维修工人背部、手臂、腿部3个身体部位以及负荷,未能将颈部列入分析。现已有学者将颈部纳入研究,并将编码扩充为了五码^[6,8,9,17]。根据现场调查情况看,汽车4S店售后维修工人的颈部前倾、后仰、侧弯等不良工作姿势

也较常见,对WMSDs的影响应引起关注,在以后的研究中加以考虑。

(志谢:感谢本次调查研究过程中给予帮助与支持的参与者和调查员)

参考文献

- [1] 吴敬静,贺正楚,王姣. 中国汽车制造业的整体发展状况及主要省市的产业发展态势 [J]. 经济数学, 2018, 35 (3): 21-29.
- [2] 吴琳,周浩,肖吕武,等. 职业因素对汽车制造业工人肌肉骨骼疾患影响的研究 [J]. 华南预防医学, 2012, 38 (6): 21-25.
- [3] 王忠旭,秦汝莉,李玉珍,等. 汽车装配作业工人肌肉骨骼损伤的流行病学调查研究 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2011, 29 (8): 572-578.
- [4] 吴家兵,凌瑞杰,王正伦,等. 某汽车公司工人多部位肌肉骨骼疾患及危险因素 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2013, 31 (5): 356-360.
- [5] 高贺云,王霄,王艳. 基于OWAS的立式加工中心工人疲劳作业分析 [J]. 民营科技, 2018 (7): 61.
- [6] 蔡耀章,蒋帆,肖国兵,等. 蔬菜大棚内作业人员作业的姿势负荷分析 [J]. 浙江预防医学, 2010, 22 (3): 1-3, 16.
- [7] 孙瑜,孙林辉,袁晓芳,等. 基于OWAS方法的选煤厂工人肌肉骨骼损伤分析 [J]. 工业工程, 2015, 18 (6): 32-36.
- [8] 刘琴,孙林岩,刘军峰. 公交司机肌肉骨骼损伤风险的工效学分析 [J]. 工业工程与管理, 2012, 17 (2): 118-122.
- [9] 曹咏,薛剑豪. 基于OWAS的羊毛衫整理烫作业工人MSDs分析 [J]. 价值工程, 2018, 37 (26): 209-210.
- [10] Karhu O, Härkönen R, Sorvali P, et al. Observing working postures in industry: Examples of OWAS application [J]. Appl Ergon, 1981, 12 (1): 13-17.
- [11] 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): 887-891.
- [12] 杨敬林,贾光,余善法. 职业性肌肉骨骼损伤的流行现状及预防策略 [J]. 中华预防医学杂志, 2013, 47 (5): 403-406.
- [13] 彭邦来,吴家兵,祁成,等. 某汽车厂工人下背痛患病率及其影响因素 [J]. 中国公共卫生, 2017, 33 (4): 663-666.
- [14] 陈斯琦,丁柯晗,叶舒怡,等. 汽车制造厂工人下背痛影响因素调查 [J]. 中国职业医学, 2018, 45 (6): 735-739.
- [15] 唐丽华,王忠旭,张蔚,等. BRIEF和PLIBEL方法在评价造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): 248-251.
- [16] Kai WL, Yau WH, Tsai CH. Applying the BRIEF survey in Taiwan's high-tech industries [J]. International Journal of the Computer, The Internet and Management, 2003, 11 (2): 78-86.
- [17] 黄放,陈菊红,何志,等. 工作姿势分析法在汽车零部件工位器具改善中的应用 [J]. 人类工效学, 2016, 22 (5): 38-44.
- [18] 周杰,王生,唐仕川,等. 职业性肌肉骨骼损伤的危险因素与工效学预防措施 [J]. 伤害医学(电子版), 2014, 3 (4): 26-29.

(收稿日期: 2020-02-21; 修回日期: 2020-04-16)