

汽车制造工人肌肉骨骼疾患及不良工效学因素的调查与分析

曹磊¹, 王忠旭², 贾宁², 陈凤琼¹, 李小平¹, 邓华欣¹, 赵奇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** 了解汽车制造企业工人职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 的患病情况及相关不良工效学因素。**方法** 采用流行病学横断面调查方法, 选择重庆市某汽车制造厂 523 名男性作业人员为研究对象; 选用电子版《北欧肌肉骨骼疾患调查问卷 (修改版)》(NMQ) 调查其 WMSDs 患病情况; 采用多因素 Logistic 回归分析其不良工效学因素。**结果** 523 名研究对象的 WMSDs 总发生率为 54.1%, 各部位 WMSDs 发生率由高到低依次为颈部 (29.6%)、足部 (27.7%)、肩部 (25.8%)、手部 (25.8%)、上背部 (20.1%)、膝部 (16.8%)、下背部 (15.5%)、腿部 (14.3%) 和肘部 (10.9%); 多部位 WMSDs 总发生率为 38.4%, ≥ 2 个部位 WMSDs 发生率最高的工种依次为钳工 (50.0%)、技术人员 (50.0%)、装配工 (42.7%)、焊工 (25.8%) 和操作工 (25.6%)。多因素 Logistic 回归分析显示, 颈部大幅前倾或头后仰、长时间保持同一姿势和长时间转头颈部 WMSDs 的主要风险因素 ($P < 0.05$); 肩部长时间保持同一姿势、手在肩部以上作业是肩部 WMSDs 的主要风险因素 ($P < 0.05$); 反复做同一动作和长时间站立是足部 WMSDs 的主要风险因素 ($P < 0.05$)。**结论** 汽车制造企业工人 WMSDs 高发, 各部位 WMSDs 与其存在的不良工效学因素密切相关, 应加强工效学干预, 降低作业工人 WMSDs 的发生。

关键词: 职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 汽车制造; 工效学因素

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)03-0206-05 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.03.003

Investigation and analysis of musculoskeletal disorders and adverse ergonomic factors automobile workers

CAO Lei*, WANG Zhong-xu, JIA Ning, CHEN Feng-qiong, LI Xiao-ping, DENG Hua-xin, ZHAO Qi

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

Abstract: **Objective** To investigate the prevalence of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) and related adverse ergonomic factors in automobile workers. **Methods** 523 male workers in a certain automobile factory were selected as the research object using epidemiological cross-sectional method; the electronic revised version of Nordic musculoskeletal questionnaire (NMQ), was applied to investigate the prevalence of WMSDs, and the multivariate Logistic regression analysis was used for analyzing adverse ergonomic factors. **Results** The results showed that the total prevalence of WMSDs in 523 research objects were 54.1%, the prevalence of WMSDs in different parts from high to low were: neck 29.6%, foot 27.7%, shoulder 25.8%, hand 25.8%, upper back 20.1%, knee 16.8%, lower back 15.5%, leg 14.3% and elbow 10.9%; the total prevalence rate of multisite WMSDs was 38.4%, the jobs with highest prevalence rates were fitters (50.0%), technicians (50.0%), followed by assemblers (42.7%), welders (25.8%) and operators (25.6%). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that the main risk factors of WMSDs in neck were large neck forward or head backward, keeping the same posture or turning head for a long time ($P < 0.05$); the main risk factors of WMSDs in shoulder were keeping the same posture for a long time and working with hands above shoulder ($P < 0.05$); while repeated foot movements and standing for a long time were the main risk factors of WMSDs in foot ($P < 0.05$). **Conclusion** The results suggested that the prevalence of WMSDs in automobile workers was high, WMSDs in all parts were closely related to the existing poor ergonomic factors, therefore, ergonomic intervention should be strengthened, thereby reduce the risk of WMSDs in workers.

Key words: work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); automobile manufacturing; ergonomic factors

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 (项目号: 2018MSXM016)

作者简介: 曹磊 (1984—), 男, 硕士, 主治医师, 从事职业卫生工作。

通信作者: 王忠旭, 研究员, E-mail: wangzx@niohp.chinacdc.cn; 赵奇, 主治医师, E-mail: zhaoxiaosen1986@163.com

职业性肌肉骨骼疾患 (work-related musculoskeletal disorders, WMSDs) 是因作业场所不良因素所致肌肉、骨骼、神经等系统的损伤, 主要表现为关节疼痛、不适或活动受限, 为常见的职业多发病^[1,2]。我国 WMSDs 呈高发态势, 患病率 20%~90%, 预防和控制 WMSDs 成为我国职业卫生工作的一个重点内容^[3-5]。汽车制造业作业人员工作中多从事中/低负荷、高重复、长时间的作业, 且工作环境和条件相对恶劣, 是 WMSDs 的高发行业^[6]。重庆市作为老工业基地, 汽车制造一直以来都是经济增长的主引擎。本研究选择重庆市汽车制造工人进行 WMSDs 及其相关工效学因素的横断面调查, 通过描述 WMSDs 的患病类型与流行特征, 分析工效学相关因素与汽车制造作业工人 WMSDs 的关系, 提出相应的工效学技术控制措施, 为预防汽车制造业工人 WMSDs 提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象 选择重庆市某汽车制造厂各车间所有在岗作业工人为研究对象, 包括车身、冲压和总装车间的装配工、操作工、焊工、钳工等。纳入标准: 研究对象知情同意, 年龄>18 周岁, 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。本次调查共发放问卷 660 份, 回收有效问卷 536 份, 有效率为 81.2%。

1.2 方法与内容 采用流行病学横断面调查方法, 选择由中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所提供并经过信效度检验的电子版《北欧肌肉骨骼疾患调查问卷 (修改版)》(NMQ) 对研究对象进行调查。调查内容包括一般情况 (性别、年龄、身高、体重、文化程度、生活习惯和健康状况及工种、工龄、每周工时等)、WMSDs 发生情况 (发生部位、发生频次、疼痛程度等)、工作情况 (工作类型、搬举重物、不良劳动姿势、反复性操作、劳动空间及工作组织情况等)。

WMSDs 判定采用美国 NIOSH 对肌肉骨骼损伤的判定标准, 当身体各肌肉关节部位出现疼、痛、僵硬、烧灼感、麻木或刺痛等不适症状, 且同时满足 (1) 过去 1 年内不适, (2) 从事当前工作后开始不适, (3) 既往无事故或突发伤害 (影响不适的部位), (4) 每月都出现不适症状或持续时间>7 d, 则可以判定该部位为肌肉骨骼疾患。

1.3 质量控制 调查前按照统一标准对调查员进行培训, 保证收集资料的方法和标准一致。调查员向调查对象详细讲解调查目的、手机端调查软件的使用方法和注意事项。问卷回收后由调查员进行复核。

1.4 统计分析 所有调查资料统一编码后采用 SPSS 22.0 建立数据库。单因素分析采用 χ^2 检验; 多因素分析采用非条件 Logistic 回归分析, 引入标准为 0.05, 剔除标准为 0.10。

2 结果

2.1 基本情况 本次共调查 536 名作业人员, 因女性仅 13 人, 故选择 523 名男性作为研究对象。研究对象平均年龄 (22.90 ± 3.74) 岁, 平均身高 (170.07 ± 11.06) cm, 平均体重 (62.74 ± 14.85) kg, 平均工龄 (2.81 ± 2.97) 年, 文化程度中专 (高中) 及以下 355 人 (67.9%)、大专及以上 168 人 (32.1%)。

2.2 WMSDs 发生情况 523 名研究对象的 WMSDs 发生率 (只要有 1 个部位发生 WMSDs 即作为 1 个病例) 为 54.1%。 χ^2 检验结果显示, 各部位 WMSDs 发生率差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。WMSDs 发生率由高到低的部位依次为颈部 (29.6%)、足部 (27.7%)、肩部 (25.8%)、手部 (25.8%)、上背部 (20.1%)、膝部 (16.8%)、下背部 (15.5%)、腿部 (14.3%) 和肘部 (10.9%)。

WMSDs 发生率排在前五位的工种依次为钳工 (75.0%)、技术人员 (64.7%)、装配工 (57.9%)、焊工 (42.4%) 和操作工 (41.0%)。不同工种 WMSDs 发生部位各有差异, 钳工 WMSDs 发生率居前三位的依次为颈部、足部和肩部, 技术人员依次为颈部、肩部和足部, 装配工依次为颈部、足部和手部, 焊工依次为手部、肩部和颈部。不同工种间 WMSDs 发生率差异具有统计学意义的部位为颈部、手部和足部。详见表 1。

2.3 多部位 WMSDs 发生情况 研究对象多部位 WMSDs 总发生率为 38.4%。 χ^2 检验不同工种间发生 WMSDs 的不同部位数差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。多部位 WMSDs 发生率由高到低依次为 ≥ 5 个部位、3 个部位、2 个部位及 4 个部位。 ≥ 2 个部位 WMSDs 发生率最高的 5 个工种依次为钳工、技术人员、装配工、焊工和操作工。详见表 2。

表 1 不同工种各部位 WMSDs 发生情况例数 (%)

工种	人数	WMSDs	颈部	肩部	上背部	下背部	肘部	手部	腿部	膝部	足部
操作工	39	16(41.0)	7(17.9)	6(15.4)	7(17.9)	5(12.8)	4(10.3)	3(7.7)	4(10.3)	5(12.8)	7(17.9)
焊工	66	28(42.4)	12(18.2)	13(19.7)	8(12.1)	8(12.1)	5(7.6)	14(21.2)	4(6.1)	5(7.6)	11(16.7)
技术人员	34	22(64.7)	17(50.0)	12(35.3)	7(20.6)	8(23.5)	3(8.8)	8(23.5)	8(23.5)	9(26.5)	11(32.4)
辅助工	21	8(38.1)	2(9.5)	4(19.0)	1(4.8)	3(14.3)	0	1(4.8)	1(4.8)	2(9.5)	2(9.5)
钳工	16	12(75.0)	9(56.3)	6(37.5)	4(25.0)	3(18.8)	2(12.5)	2(12.5)	2(12.5)	5(31.3)	7(43.8)
涂胶工	10	3(30.0)	2(20.0)	3(30.0)	0	0	1(10.0)	2(20.0)	0	0	2(20.0)
装配工	337	195(57.9)	106(31.5)	91(27.0)	78(23.1)	54(16.0)	42(12.5)	105(31.2)	56(16.6)	62(18.4)	105(31.2)
合计	523	284(54.3)	155(29.6)	135(25.8)	105(20.1)	81(15.5)	57(10.9)	135(25.8)	75(14.3)	88(16.8)	145(27.7)
χ^2 值		17.09	23.95	7.08	10.52	4.52	4.39	19.05	11.26	12.54	14.05
<i>P</i> 值		<0.01	<0.01	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.01	>0.05	>0.05	<0.05

表 2 不同工种间多部位 WMSDs 发生情况例数 (%)

工种	人数	多部位 WMSDs	1 个部位	2 个部位	3 个部位	4 个部位	≥5 个部位
操作工	39	10(25.6)	6(15.4)	3(7.7)	3(7.7)	0	4(10.3)
焊工	66	17(25.8)	11(16.7)	5(7.6)	6(9.1)	0	6(9.1)
技术人员	34	17(50.0)	5(14.7)	5(14.7)	4(11.8)	0	8(23.5)
辅助工	21	3(14.3)	5(23.8)	0	1(4.8)	2(9.5)	0
钳工	16	8(50.0)	4(25.0)	1(6.3)	2(12.5)	2(12.5)	3(18.8)
涂胶工	10	2(20.0)	1(10.0)	0	0	1(10.0)	1(10.0)
装配工	337	144(42.7)	51(15.1)	31(9.2)	33(9.8)	24(7.1)	56(16.6)
合计	523	201(38.4)	83(15.9)	45(8.6)	49(9.4)	29(5.5)	78(14.9)
χ^2 值		20.67	3.18	5.07	2.15	11.42	7.03
<i>P</i> 值		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

2.4 主要部位 WMSDs 的单因素分析 将 WMSDs 发生率位居前三位的颈部、肩部和足部进行单因素分析, 各部位具有统计学差异的 WMSDs 影响因素各有不同。详见表 3。

2.5 主要部位 WMSDs 的多因素分析 以颈部、肩部和足部 WMSDs 的发生作为因变量, 不良工效学因素为自变量(表 3 中筛选出 $P<0.05$ 的因素)进行多因素 Logistic 回归分析(引入标准为 0.05, 剔除标准为 0.10)。校正年龄混杂因素后多因素 Logistic 回归分析显示, 颈部大幅前倾或头后仰、长时间保持同一姿势和长时间转头是颈部 WMSDs 的主要风险因素($P<0.05$); 肩部长时间保持同一姿势、手在肩部以上作业是肩部 WMSDs 的主要风险因素($P<0.05$); 反复做同一动作和长时间站立是足部 WMSDs 的主要风险因素($P<0.05$)。见表 4。

3 讨 论

相关研究显示, 美国汽车制造业作业工人上肢肌

肉骨骼疾患发生率 36%~60%^[7-9]。国内相关研究报道汽车制造业作业工人 WMSDs 发生率 28.5%~76.9%, 发生率较高的部位主要是颈部(34.4%~50.3%)、肩部(35.8%~43.0%)、腰部(57.8%~60.3%)和背部(35.8%~61.8%)^[6,10-12]。本研究对象 WMSDs 总发生率为 54.1%, 其中颈部(29.6%)、肩部(25.8%)、上背部(20.1%)、下背部(15.5%)均低于相关研究报道, 主要原因可能是研究对象的平均工龄较短(2.81 年且工龄≤5 年者占 96.1%), 也可能与近年汽车制造企业进一步加强了工效学危害因素相关防护水平有关, 具体原因尚待进一步调查分析。

对不同工种 WMSDs 发生率的研究已有报道。刘鹤云等^[13]报道装配作业工人 WMSDs 阳性率从高到低依次为手腕、肩、背和颈部; 王忠旭等^[6]报道装配作业工人以下背/腰部 WMSDs 阳性率为最高, 其次为颈、肩和手腕部; 焊装作业工人以颈部为最高, 其次为下背/腰、手腕和肩部。本次调查显示装配工 WMSDs 发生率位居前三位的依次为颈部、足部和手部,

表 3 主要部位 WMSDs 的单因素分析

影响因素	人数	发生率(%)	P 值
颈部			
颈部姿势			<0. 01
直立	62	21. 0	
稍前倾	225	20. 0	
大幅前倾	172	37. 8	
头后仰	64	50. 0	
长时间保持同一姿势			<0. 01
是	341	35. 8	
否	182	18. 1	
长时间低头			0. 04
是	268	33. 6	
否	255	25. 5	
长时间转头			<0. 01
是	169	40. 8	
否	354	24. 3	
肩部			
颈部姿势			<0. 01
直立	62	24. 2	
稍前倾	225	19. 6	
大幅前倾	172	27. 3	
头后仰	64	45. 3	
长时间保持同一姿势			<0. 01
是	341	32. 0	
否	182	14. 3	
长时间低头			>0. 05
是	268	26. 5	
否	255	25. 1	
长时间转头			0. 03
是	169	32. 0	
否	354	22. 9	
作业手部位置			<0. 01
肩部以上	134	37. 3	
肩部及以下	389	21. 9	
经常使用工具			0. 02
是	463	27. 4	
否	60	13. 3	
足部			
长时间保持屈膝			0. 04
是	168	33. 3	
否	355	25. 1	
反复做同一动作			<0. 01
是	239	35. 1	
否	284	21. 5	
伸展改变腿部姿势			>0. 05
是	409	27. 4	
否	114	28. 9	
长时间站立			<0. 01
很少	25	20. 0	
有时	83	13. 3	
经常	175	23. 4	
频繁	240	36. 7	
长时间蹲姿作业			>0. 05
很少	301	27. 2	
有时	147	26. 5	
经常	39	33. 3	
频繁	36	30. 6	

表 4 主要部位 WMSDs 的多因素 Logistic 分析

部位	影响因素	β 值	Wald	P 值	OR 值	95%CI
颈部	颈部姿势	0. 481	15. 763	<0. 01	1. 618	1. 276~2. 052
	长时间保持同一姿势	0. 628	6. 542	0. 011	1. 873	1. 159~3. 033
	长时间转头	0. 507	5. 661	0. 017	1. 661	1. 094~2. 525
肩部	长时间保持同一姿势	0. 876	11. 984	<0. 01	2. 398	1. 462~3. 973
	作业手部位置	0. 581	6. 438	0. 011	1. 789	1. 141~2. 803
足部	反复做同一动作	0. 551	6. 069	<0. 01	1. 736	1. 120~2. 688
	长时间站立	0. 526	16. 300	<0. 01	1. 692	1. 311~2. 184

焊工为手部、肩部和颈部。王帅^[1]报道汽车制造厂中焊工(49.2%)、钳工(51.5%)、装配工(46.4%)及操作工(42.1%)WMSDs 发生率较高,提出可能与焊装、装配车间作业环境工效学设计有关,作业工人可能接触 WMSDs 较高的暴露风险;本次调查焊工(42.4%)、钳工(75.0%)、装配工(57.9%)和操作工(41.0%)WMSDs 发生率与其相近。本次调查还显示作业工人多部位 WMSDs 总发生率为 38.4%,与金宪宁等^[5]报道某轨道客车制造企业作业人员多部位 WMSDs 发生率(38.0%)相似,高于王忠旭等^[6]报道的汽车制造企业男性作业工人多部位 WMSDs 发生率(18.5%),也高于 Gold 等^[9]对 1 214 名汽车制造作业工人多部位 WMSDs 发生率(25.0%)的调查结果。提示不同研究中各工种作业人员 WMSDs 发生率或多部位 WMSDs 发生率均有不同,可能与不同研究的调查对象人口学特征、作业活动存在的不良作业姿势和接触危害暴露水平不同有关。

多个研究显示,WMSDs 与工作中不良工效学因素(如不良姿势、不良体位、重复性作业等)的接触密切相关^[14-16]。本调查显示颈部大幅前倾或头后仰、长时间保持同一姿势和长时间转头是颈部 WMSDs 的主要风险因素。Ariëns 等^[17]研究证明,颈部前倾角度大于 20°会显著增加上肢肌肉骨骼损伤的患病风险($RR=2.010$, 95%CI: 1.04~3.88)。长时间的颈部前倾角度过大,颈椎间压力增加,增大了颈椎周围的肌群张力,引起颈、肩部肌肉疲劳或损伤^[18,19]。Morse 等^[20]对牙科医生颈、肩部 WMSDs 的研究发现,工作时颈部弯曲与其损伤存在关联。国内有研究报道,护理工作中频繁的抬举、搬举患者等重体力劳动是引起护士颈、肩痛的危险因素^[21]。本次调查也发现肩部长时间保持同一姿势和作业时手部位置高于肩部是肩部 WMSDs 的主要风险因素。本调查还显示,反复做同一动作和长时间站立是足部 WMSDs 的主要风险因素,足部 WMSDs 发生率为

本刊编辑部