

汽车制造工人职业性肌肉骨骼疾患与 工作组织因素的相关性研究

杨凤¹, 丁文彬¹, 郭薇薇¹, 贾宁², 尹艳¹, 王忠旭²

(1. 上海市疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制科, 上海 200336; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所职业防护与工效学研究室)

摘要: **目的** 调查汽车制造工人职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 发生情况及其工作组织影响因素。**方法** 采用流行病学横断面调查方法, 选用经修订的《肌肉骨骼疾患调查问卷》和中文版《工作付出-回报失衡 (ERI) 量表问卷》, 对某汽车制造厂 554 名工人近 1 年内肌肉骨骼疾患患病与工作组织以及社会心理情况进行调查。**结果** 该厂工人 WMSDs 发生率为 66.1%; 不同部位的发生率为 11.4%~39.5%, 其中前四位的依次为颈部 (39.5%)、下背部 (34.8%)、肩部 (34.7%) 和踝/足部 (33.9%)。控制潜在混杂因素后发现, 休息时间充足 ($OR = 0.43$)、自主选择工作间休息 ($OR = 0.47$) 和与同事轮流完成工作 ($OR = 0.58$) 是下背部 WMSDs 的保护因素; 每天工作时长 (加班) ($OR = 2.65$) 和工作涉及寒冷/凉风或气温变化 ($OR = 1.77$) 是下背部 WMSDs 的危险因素; 工间休息时间充足 ($OR = 0.39$) 和休息次数 ($OR = 0.5$) 是踝/足部 WMSDs 的保护因素; 人员短缺 ($OR = 1.59$) 和工作每天重复 ($OR = 2.87$) 是肩部 WMSDs 的危险因素。**结论** 汽车制造工人 WMSDs 的发生率较高, 工作组织因素可能对工人 WMSDs 产生一定的影响。

关键词: 职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 工作组织; 危险因素; 汽车制造

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)02-0104-06 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyx.2020.02.002

Correlation between work-related musculoskeletal disorders and work organization factors in automobile workers

YANG Feng*, DING Wen-bin, GUO Wei-wei, JIA Ning, YIN Yan, WANG Zhong-xu

(*Department of Occupational Health and Poisoning Control, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

Abstract: **Objective** To investigate the prevalence of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) and its work organization factors in automobile workers. **Methods** A cross-sectional epidemiological survey was conducted using revised musculoskeletal disorders questionnaire and Chinese version effort-reward imbalance (C-ERI) to investigate the incidence of WMSDs, its work organization, and psychosocial situation in past year among 554 workers in an automobile factory. Chi-square test and Logistic regression models were used as well to analyze the work organization risk factors of WMSDs. **Results** The results showed that the general prevalence of WMSDs among the workers was 66.1%, the incidence rates of different parts of body were between 11.4% to 39.5%, the top four incidence rates were neck (39.5%), low back (34.8%), shoulder (34.7%), and ankle/foot (33.9%). It was found that after adjusting the potential confounding factors, enough rest time ($OR = 0.43$), can decide when to rest ($OR = 0.47$) and work with colleagues in turn ($OR = 0.58$) were protective factors for WMSDs in low back; frequent overtime work ($OR = 2.65$) and the work involved cold/cool wind or temperature changes ($OR = 1.77$) were risk factors of WMSDs in low back; sufficient rest time ($OR = 0.39$) and enough breaks ($OR = 0.5$) were protective factors for WMSDs in ankle/foot; while shortage of personnel ($OR = 1.59$) and the same work every day ($OR = 2.87$) were risk factors of WMSDs in shoulders. **Conclusion** The results suggested that the incidence rate of WMSDs in automobile workers is at a high level and the work organization seems to play a role for prevalence of WMSDs in neck, shoulder, low back and ankle/foot.

Key words: work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); work organization; risk factors; automobile factory

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)

作者简介: 杨凤 (1984—), 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 职业卫生。

通信作者: 尹艳, 副主任医师, E-mail: yinyan@scdc.sh.cn; 王忠旭, 研究员, E-mail: wangzhongxu2003@163.com

职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 是从事职业活动导致的以局部骨关节和肌肉系统疼痛及活动受限为主要临床表现的一种常见疾患。国内外大量职业流行病学调查显示, WMSDs 几乎可发生于各个行业。汽车制造业属于劳动密集型产业, 流水线作业工人因广泛存在低负荷、快节奏、高重复、强迫体位等不良工效学问题, 是 WMSDs 的高发人群^[1,2]。国内调查发现, 汽车制造工人 WMSDs 患病率为 28.5%~56.3%^[3-5], 且为多因素协同作用, 以生物力学因素为主, 用力过度、不良工作姿势、重复性操作等不良因素均可引发局部肌肉关节损伤。随着研究的深入, 发现工作组织不合理和生产管理不善也可影响 WMSDs 的发生, 包括工作负荷大、时间紧、轮班和作息时间不合理、从事不合适的工种等^[6,7], 但国内对工作组织和社会心理因素的影响关注较少。本研究针对汽车制造工人 WMSDs 情况开展调查, 探讨 WMSDs 发生可能的工作组织和心理危险因素, 为预防和控制 WMSDs 提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择某汽车制造公司一分厂的冲压、总装、油漆、发动机机加工、装配车间所有在岗员工进行问卷调查。纳入标准: 工龄>1 年的作业工人。排除标准: 先天性脊柱畸形者, 因外伤、感染性疾病、恶性肿瘤等非工作因素导致的肌肉骨骼疾患。

符合上述条件的研究对象共计 580 人。发放问卷 580 份, 回收有效问卷 554 份, 问卷有效率为 95.5%。

1.2 方法 采用流行病学横断面调查方法, 选用经过信效度检验适用于我国人群的《北欧肌肉骨骼疾患调查问卷(修改版)》电子版, 问卷由中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所提供。采用 1:N 的调查方式, 调查前由调查员讲解, 然后由被调查者填写问卷, 相互之间不能交流。

WMSDs 采用美国 NIOSH 对肌肉骨骼损伤的判定标准。即出现疼痛、僵硬、烧灼感、麻木或刺痛等不适症状, 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 (影响不适的局部区域); (4) 每月都会出现不适或持续时间超过 1 周; 则判定该部位为肌肉骨骼疾患。

心理社会因素评估采用德国 Siegrist^[8] 编制、由

李秀央等编译的付出-回报失衡量表 (effort-reward imbalance, ERI)。ERI $\leq$ 1 表明付出-回报处于平衡状态; ERI>1 则处于不平衡状态。超负荷维度中以条目得分的上 1/3 为超负荷高水平状况。该量表被国内外学者应用于工人、护士等多个群体^[9], 有着较高的信度与效度。

1.3 统计分析 采用 SPSS 19.0 统计软件对资料进行统计学处理。计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 进行描述性分析, 对 WMSDs 的相关危险因素采用 χ^2 检验进行单因素分析, 以多因素 Logistic 回归模型分析导致 WMSDs 发生的危险因素。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般情况 554 名研究对象中, 男性 545 人、女性 9 人, 年龄 (32.80 ± 6.78) 岁, 现工种工龄 (6.16 ± 5.47) 年, 身高 (174.54 ± 5.19) cm, 体重 (73.07 ± 12.90) kg。工种包括冲压工、焊装工、密封工、喷漆工、整理工、装配工、机加工等。近 1 年内只要有 1 个部位发生 WMSDs 即视为 1 例计算, 其 WMSDs 发生率为 66.1% (366/554), 不同部位 WMSDs 发生率 11.4%~39.5%, 由高至低依次为颈部 (39.5%)、下背部 (34.8%)、肩部 (34.7%)、踝/足部 (33.9%)、上背部 (26.4%)、膝部 (24.4%)、手腕部 (23.1%)、腿部 (17.1%)、上肘部 (11.4%)。本文针对发生率较高的前四位 WMSDs 部位进行单因素和多因素分析。

2.2 个体因素对 WMSDs 的影响 个体因素包括年龄、工龄、身高、BMI 指数、吸烟和体育锻炼。不同个体因素对 WMSDs 患病的影响情况见表 1。不同部位 WMSDs 的个体影响因素略有不同。颈部 WMSDs 中, 年龄、工龄、BMI 指数、吸烟四个因素在不同组别间差异存在统计学意义 ($P<0.05$); 肩部 WMSDs 中, 年龄、体育锻炼在不同组别间差异存在统计学意义 ($P<0.05$); 下背部和踝/足部 WMSDs 中, 年龄在不同组别间差异均存在统计学意义 ($P<0.05$)。

2.3 职业特征和社会心理因素对 WMSDs 的影响 职业特征中的不良工作姿势为 4 个部位 WMSDs 发生的危险因素, 搬运重物是肩部、下背部和踝/足部 WMSDs 发生的危险因素, 每分钟重复操作是颈部、肩部和下背部 WMSDs 发生的危险因素, 工作满意度低是肩部 WMSDs 发生的危险因素, 超负荷高水平是下背部 WMSDs 发生的危险因素。详见表 2。

表 1 个体因素对 WMSDs 患病的影响

影响因素	人数	颈部			肩部			下背部			踝/足部		
		发生率(%)	χ^2 值	<i>P</i> 值	发生率(%)	χ^2 值	<i>P</i> 值	发生率(%)	χ^2 值	<i>P</i> 值	发生率(%)	χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄 (岁)*			12.54	0		6.49	0.04					6.88	0.03
<25	51	17.65			19.61			27.45	5.95	0.05	31.37		
25~30	175	45.14			38.86			41.71			41.14		
>30	324	39.51			34.26			32.10			29.63		
工龄 (年)			5.11	0.02		0.04	0.85					0.18	0.67
≤2	118	30.51			33.90			35.59	0.04	0.85	35.59		
>2	436	41.97			34.86			34.63			33.49		
身高 (cm)			1.62	0.44		0.98	0.61		2.22	0.33		0.82	0.67
<170	145	42.07			37.93			31.03			36.55		
170~180	356	39.61			33.71			37.08			33.43		
>180	53	32.08			32.08			30.19			30.19		
BMI 指数			9.27	0.03		6.20	0.10		5.04	0.17		6.64	0.08
低体重	18	33.33			16.67			22.22			22.22		
正常体重	295	44.75			37.97			36.61			34.58		
超重	178	30.90			29.78			30.34			29.78		
肥胖	63	41.27			38.10			42.86			46.03		
吸烟			5.12	0.02		1.87	0.18		0.78	0.38		0.13	0.72
否	209	33.49			31.1			32.54			33.01		
是	345	43.19			36.81			36.23			34.49		
体育锻炼			1.07	0.3		4.82	0.03		0.22	0.64		1.89	0.17
无	208	42.31			40.38			36.06			37.50		
有	346	37.86			31.21			34.10			31.79		

注：*，缺失 4 人。BMI<18.5 kg/m²为低体重，18.5 kg/m²≤BMI<24.0 kg/m²为正常体重，24.0 kg/m²≤BMI<28.0 kg/m² 为超重，BMI≥28.0 kg/m²为肥胖。

表 2 职业特征和社会心理因素对 WMSDs 患病的影响

影响因素	人数	颈部		肩部		下背部		踝/足部	
		发生率(%)	OR 值(95%CI)	发生率(%)	OR 值(95%CI)	发生率(%)	OR 值(95%CI)	发生率(%)	OR 值(95%CI)
搬运重物(>5 kg)			1.34 (0.95~1.89)		2.15 (1.50~3.08)*		1.91 (1.34~2.73)*		1.84 (1.28~2.63)*
否	270	35.93		25.93		27.41		27.04	
是	284	42.96		42.96		41.90		40.49	
不良工作姿势			3.80 (2.45~5.89)*		2.74 (1.77~4.23)*		3.06 (1.96~4.77)*		2.38 (1.55~3.65)*
否	160	19.38		20.00		18.75		21.25	
是	394	47.72		40.61		41.37		39.09	
每分钟重复操作			1.84 (1.27~2.65)*		2.17 (1.47~3.20)*		1.75 (1.20~2.55)*		1.37 (0.94~1.99)
否	200	30.50		24.00		27.00		29.50	
是	354	44.63		40.68		39.27		36.44	
工作满意度▲			1.28 (0.90~1.82)		1.48 (1.03~2.12)*		1.41 (0.98~2.02)		1.18 (0.82~1.69)
满意	240	37.08		30.42		30.83		32.50	
不满意	293	43.00		39.25		38.57		36.18	
超负荷水平			1.29 (0.90~1.83)		1.25 (0.87~1.80)		1.68 (1.17~2.40)*		1.11 (0.77~1.60)
低	351	37.32		32.76		30.48		33.05	
高	203	43.35		37.93		42.36		35.47	
付出-回报失衡			1.15 (0.80~1.64)		1.01 (0.70~1.46)		1.15 (0.79~1.65)		0.98 (0.68~1.43)
否	367	38.42		34.60		33.79		34.06	
是	187	41.71		34.76		36.90		33.69	

注：▲，缺失 1 人；*，*P*<0.05。

2.4 工作组织因素对 WMSDs 的影响 根据企业组织实际情况,选择 14 种不同组织因素进行分析。由表 3 可见,如与同事轮流完成工作、每天工作时长、每周工作天数、经常加班、工间休息时间充足、自主选择工作间休息、人员短缺等因素在颈部、肩部、下

背部和踝/足部 WMSDs 的差异具有统计学意义。其中,工作与同事轮流完成、工间休息时间充足为四个部位 WMSDs 的保护因素,每周工作>5 天和人员短缺为四个部位 WMSDs 发生的危险因素。

表 3 工作组织特征因素对 WMSDs 的影响

影响因素	人数	颈部		肩部		下背部		踝/足部	
		发生率(%)	OR 值(95%CI)	发生率(%)	OR 值(95%CI)	发生率(%)	OR 值(95%CI)	发生率(%)	OR 值(95%CI)
工作每天重复			1.25 (0.72~2.16)		2.76 (1.40~5.43) *		1.82 (0.99~3.34)		0.88 (0.51~1.52)
否	63	34.92		17.46		23.81		36.51	
是	491	40.12		36.86		36.25		33.60	
与同事轮流完成工作			0.61 (0.43~0.88) *		0.64 (0.44~0.93) *		0.53 (0.36~0.77) *		0.65 (0.45~0.94) *
否	347	43.80		38.33		40.06		37.46	
是	207	32.37		28.50		26.09		28.02	
工作涉及寒冷/凉风或气温变化			1.56 (1.05~2.31) *		1.37 (0.91~2.04)		2.14 (1.43~3.19) *		1.20 (0.80~1.81)
否	422	36.97		32.94		30.57		32.94	
是	132	47.73		40.15		48.48		37.12	
每天工作时长 (h)			2.26 (1.14~4.49) *		1.98 (1.00~3.90) *		3.19 (1.59~6.39) *		1.61 (0.81~3.18) *
≤10	518	38.22		33.59		33.01		33.20	
>10	36	58.33		50.00		61.11		44.44	
工间休息时长 (min)			0.97 (0.69~1.36)		1.10 (0.78~1.57)		0.87 (0.61~1.23)		1.10 (0.77~1.56)
≤20	306	39.87		33.66		36.27		33.01	
>20	248	39.11		35.89		33.06		35.08	
工间休息次数			0.67 (0.45~1.01)		0.64 (0.42~0.97) *		0.85 (0.56~1.29)		0.47 (0.31~0.71) *
≤1	119	47.06		42.86		37.82		47.90	
>1	435	37.47		32.41		34.02		30.11	
每周工作天数			1.64 (1.01~2.67) *		1.36 (0.83~2.23) *		1.96 (1.20~3.19) *		1.70 (1.04~2.78) *
≤5	478	37.87		33.68		32.64		32.22	
>5	76	50.00		40.79		48.68		44.74	
经常加班			1.64 (1.12~2.40) *		1.49 (1.00~2.20) *		1.57 (1.06~2.32) *		1.26 (0.86~1.86) *
否	168	31.55		28.57		27.98		30.36	
是	386	43.01		37.31		37.82		35.49	
工间休息时间充足			0.43 (0.28~0.67) *		0.42 (0.27~0.66) *		0.29 (0.18~0.48) *		0.31 (0.19~0.50) *
否	417	44.12		39.09		40.77		39.57	
是	137	25.55		21.17		16.79		16.79	
休息后又开始工作			1.47 (0.68~3.17)		1.63 (0.72~3.71)		1.02 (0.48~2.17)		1.14 (0.53~2.46)
否	32	31.25		25.00		34.38		31.25	
是	522	40.04		35.25		34.87		34.10	
自主选择工作始末			0.50 (0.24~1.06)		0.72 (0.35~1.49)		0.63 (0.30~1.31)		0.56 (0.26~1.21)
否	515	40.58		35.15		35.53		34.76	
是	39	25.64		28.21		25.64		23.08	
自主选择工作间休息			0.58 (0.34~0.99) *		0.64 (0.37~1.09) *		0.34 (0.18~0.64) *		0.52 (0.29~0.92) *
否	478	41.21		35.98		37.66		35.77	
是	76	28.95		26.32		17.11		22.37	
人员短缺			1.73 (1.22~2.48) *		2.22 (1.54~3.19) *		2.27 (1.57~3.26) *		1.44 (1.00~2.08) *
否	361	34.90		28.25		28.25		31.02	
是	193	48.19		46.63		47.15		39.38	
经常帮同事工作			1.69 (1.04~2.75) *		1.32 (0.81~2.17)		1.68 (1.03~2.74) *		1.29 (0.78~2.12)
否	477	37.74		33.75		33.12		33.12	
是	77	50.65		40.26		45.45		38.96	

注: * P<0.05。

2.5 工作组织因素对 WMSDs 的多因素分析 以单因素分析有统计学意义的变量为自变量,以是否患 WMSDs 为应变量,对四个部位进行非条件 Logistic 回归分析(表 4)。结果显示,肩部 WMSDs 相关危险因素依次为工作每天重复($OR=2.87$)、人员短缺($OR=1.59$);下背部 WMSDs 相关危险因素依次为每天工作时长($OR=2.65$)、工作涉及寒冷/凉风或气温变

化($OR=1.77$),保护因素为休息时间充足($OR=0.43$)、自主选择工作间休息($OR=0.47$)、工作与同事轮流完成($OR=0.58$);踝/足部的保护因素为工间休息时间充足($OR=0.39$)和工间休息次数($OR=0.50$)。多因素 Logistic 回归分析时,与颈部患病相关职业组织因素均未纳入回归模型,提示该部分因素可能不是颈部 WMSDs 的独立危险因素,需进一步分析。

表 4 不同部位 WMSDs 的多因素 Logisite 回归分析

因素	肩部		下背部		踝/足部	
	B 值	OR (95%CI)	B 值	OR (95%CI)	B 值	OR (95%CI)
工间休息时间充足			-0.85	0.43(0.25~0.72)	-0.94	0.39(0.23~0.66)
工间休息次数			—	—	-0.69	0.50(0.32~0.78)
自主选择工作间休息	—	—	-0.75	0.47(0.24~0.93)		
每天工作时长			0.98	2.65(1.23~5.74)	—	—
人员短缺	0.46	1.59(1.06~2.37)				
工作每天重复	1.06	2.87(1.38~5.97)	—	—	—	—
工作涉及寒冷/凉风或气温变化	—	—	0.57	1.77(1.14~2.74)		
工作与同事轮流完成			-0.55	0.58(0.38~0.88)		

注:均控制个人特征、职业特征、社会心理等因素;空白处为未进入的变量;—,非该部位自变量。

3 讨论

WMSDs 的影响因素较多,主要有个体因素、不良工效学因素、不合理工作组织和社会心理因素等,其中不良工效学因素是影响 WMSDs 发生最主要的危险因素,受到国内外广泛关注^[2,10-12]。本研究中的汽车制造工人 WMSDs 的发生率为 66.1% (366/554),较国内近期调查稍高^[4],原因可能与所选人群的年龄、工龄以及 WMSDs 确认标准相关。本研究发现,不良姿势、工效学负荷、重复性作业是多个部位 WMSDs 的危险因素。付出-回报不平衡对该人群 WMSDs 发生未发现显著影响。韩凤等研究也提示 ERI 模式中社会心理因素与肌肉骨骼疼痛患病率的关联可能存在不确定性^[13,14],需进一步深入研究。

随着对 WMSDs 病因研究的深入和社会的发展,近来研究者更加关注组织管理对 WMSDs 的影响,主要集中在工作时长、休息时间安排、轮班作业、人员紧缺、工作节奏等因素^[15-18]。本研究控制劳动者个体因素(年龄、工龄、BMI 指数)、职业因素(不良姿势、搬运重物、重复操作)、工作满意度、付出-回报不平衡状态等混杂因素后发现,工作组织中相关因素可独立预测肩部、下背部、踝/足部患病情况,提示工作组织因素对汽车制造工人 WMSDs 的影响不容忽视,且对不同部位 WMSDs 的影响存在差异。Stephen 等^[19,20]在对工作轮换、加班、第二份工作和工作节奏等组织因素与腕管综

合征/肱骨外上髁炎患病的相关性研究中发现,工作组织与健康结果仅部分相关,不同的组织变量对不同部位的影响不同,与本研究观点基本一致。

Shin 等^[21]研究发现,每周工作>45 h 后背部有较高的 MSDs 患病风险。本研究也证实了这一结论,每天工作时长>10 h 是背部疼痛的危险因素($OR=2.65$)。彭邦来^[22]和 Li 等^[23]认为,休息时间充足为下背痛的保护因素。本研究多因素分析发现除了休息时间、自主选择工作间休息等保护因素外,与同事轮流完成工作也是下背痛的保护因素,轮流作业时额外提供休息的时间和次数,从而减轻工人的压力和疲劳。工作涉及寒冷/凉风或气温变化是下背痛的危险因素($OR=1.77$),经调查涉及这一危险因素的岗位主要集中在油漆车间,因为高温高湿环境,与外界环境温差大,应注意个体防护。

合理的工间休息计划是 WMSDs 的保护因素,不仅包括充足的休息时间,还需结合合适的工作休息日程(次数)。工间休息时间充足和工间休息次数同为踝/足部患病的保护因素。提示适当的工间休息可以缓解肌肉骨骼疲劳,避免累积性负荷所造成的损伤。Van 等^[24]在研究了 4 个工作休息日程[工作 60 min—休息 15 min (60—15)、45—15、30—15、30—30)]对站立工作引起背部和腿部身体运动负荷的急性影响后提出,应避免 60—15 的劳动安排,同时最佳工作休息时间表可能会涉及到频繁的短暂休息。

Traci 等^[25]对 51 名电脑操作员的跟踪研究发现, 补充性休息 (多频次短时休息) 可在不损害生产率的情况下有效减少多部位肌肉骨骼的不适感。

本研究发现工作每天重复的工人, 肩部疼痛的患病率是不同工作的 2.87 倍, 与靖惠超的研究结果相似^[26]。针对此种情况, 建议企业采用岗位轮换的方法降低患病率。同时, 人员短缺是肩部疼痛的危险因素 ($OR=1.59$), 故不提倡企业采取减员的方式降低成本, 导致作业工人短缺、工作节奏快、经常加班等情况, 增加患病风险。

综上, 汽车制造业中工人 WMSDs 发生率较高, 可能与工作组织因素有关, 且不同部位 WMSDs 与不同的工作组织因素特征有关。企业应依据不同岗位特征及工作组织条件, 构建合理作业工间休息制度, 适当调整休息时长和次数, 增加岗位人员, 减少加班现象, 以改善 WMSDs 对汽车制造工人的影响。

本研究只是一项基于现况调查的横断面研究, 仅能确定研究的工作组织变量与健康结果变量之间是否存在关联, 尚需进一步通过干预实验研究来确定影响因素及其因果关系。同时由于工作组织因素可能会对生物力学和心理社会变量产生一定的影响, 导致部分工作组织变量与 WMSDs 的相关性存在某些不确定性, 提示在今后的研究中应关注三者间相互关系。

参考文献

- [1] 白璐, 王建新, 岳朋朋. 职业性肌肉骨骼疾患研究现状 [J]. 中国工业医学杂志, 2009, 22 (5): 356-359.
- [2] Gold JE, d'Errico A, Katz JN, *et al.* Specific and non-specific upper extremity musculoskeletal disorder syndromes in automobile manufacturing workers [J]. *Am J Ind Med*, 2009, 52 (2): 124-132.
- [3] 王忠旭, 王伟, 贾宁, 等. 汽车制造男性作业工人多部位肌肉骨骼损伤的横断面研究 [J]. 环境与职业医学, 2017, 34 (1): 8-14.
- [4] 王帅. 汽车制造作业工人职业性肌肉骨骼疾患及影响因素调查分析 [D]. 武汉: 武汉科技大学, 2019.
- [5] 金宪宁, 娜扎开提·买买提, 王世娟, 等. 某轨道客车制造企业作业人员多部位工作相关肌肉骨骼疾患影响因素分析 [J]. 中国职业医学, 2019, 46 (2): 144-151.
- [6] 徐相蓉, 王生, 余善法, 等. 工作相关肌肉骨骼疾患的行业流行趋势及进展 [J]. 中国工业医学杂志, 2016, 29 (4): 278-282.
- [7] Stock R, Nektaria N. Are work organization interventions effective in preventing or reducing work-related musculoskeletal disorders? A systematic review of the literature [J]. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 2018, 44 (2): 113-133.
- [8] Siegrist J. Adverse health effects of high-effort low-reward [J]. *J Occup Health Psychol*, 1996, 1 (1): 27-41.
- [9] 李秀央, 郭永松, 张杨. 付出-获得不平衡量表中文版的信度和效度 [J]. 中华流行病学杂志, 2006, 27 (1): 25-28.
- [10] 贾宁, 凌瑞杰, 王伟, 等. 汽车装配工人工效学负荷与工作相关肌肉骨骼损伤的相关性研究 [J]. 环境与职业医学, 2017, 34 (10): 858-863.
- [11] Manghisi VM, Uva AE, Fiorentino M, *et al.* Real time RULA assessment using Kinect v2 sensor [J]. *Appl Ergon*, 2017, 65: 481-491.
- [12] 吴磊, 王帅, 廖浩然, 等. 职业性肌肉骨骼疾患危险因素量化分析方法 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2018, 36 (4): 318-320.
- [13] 韩凤, 王东升, 邹建芳. 职业紧张对工作相关肌肉骨骼疾患影响研究进展 [J]. 中国职业医学, 2017, 44 (1): 99-102.
- [14] Koch P, Schablon A, Latza U, *et al.* Musculoskeletal pain and effort-reward imbalance—A systematic review [J]. *BMC Public Health*, 2014 (14): 37.
- [15] Peyman Piranveyseh, Majid Motamedzade, Katerine Osatuke, *et al.* Association between psychosocial, organizational and personal factors and prevalence of musculoskeletal disorders in office workers [J]. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2016, 22 (2): 267-273.
- [16] Trinkoff AM, Le R, Geiger BJ, *et al.* Longitudinal relationship of work hours, mandatory overtime, and on-call to musculoskeletal problems in nurses [J]. *Am J Ind Med*, 2006 (49): 964-971.
- [17] 刘璐, 唐仕川, 王生, 等. 工作组织因素对职业性肌肉骨骼损伤患病影响的病例对照研究 [J]. 工业卫生与职业病, 2015, 41 (3): 170-173.
- [18] 颜萍, 王亚南, 张莉, 等. 工作相关因素对护理人员职业性肌肉骨骼疾患影响的研究 [J]. 新疆医科大学学报, 2019, 42 (8): 1073-1080, 1084.
- [19] Stephen SB, Jay MK, Andrew SM, *et al.* Relationships between job organizational factors, biomechanical and psychosocial exposures [J]. *Ergonomics*, 2016, 59 (2): 179-194.
- [20] Stephen SB, Jay MK, Andrew SM. Impact of work organizational factors on carpal tunnel syndrome and epicondylitis [J]. *J Occup Environ Med*, 2016, 58 (8): 760-764.
- [21] Shin KS, Chung YK, Lee HE. Prevalence and risk factors of work-related low back pain among operators and drivers of transportation vehicle [J]. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2012, 24 (1): 11-19.
- [22] 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): 663-667.
- [23] Li JY, Wang S, He LH. Risk factors of low back pain among the Chinese occupational population: A case-control study [J]. *Biomed Environ Sci*, 2012, 25 (4): 421-429.
- [24] Van Dieen JH, Oude Vrielink HH. Evaluation of work-rest schedules with respect to the effects of postural workload in standing work [J]. *Ergonomics*, 1998, 41 (12): 1832-1844.
- [25] Traci Galinsky, Naomi Swanson, Steven Sauter. Supplementary breaks and stretching exercises for data entry operators: A follow-up field study [J]. *Am J Ind Med*, 2007 (50): 519-527.
- [26] 靖惠超. 某汽车厂工人肩部肌肉骨骼疾患调查及危险因素分析 [D]. 武汉: 武汉科技大学, 2016.

(收稿日期: 2020-03-06)