

造船作业工人工作相关肌肉骨骼疾患 与工效学因素负荷关系

曲颖¹, 陈西峰², 张蔚¹, 郑成彬³, 张雪艳¹, 贾宁¹, 钟思武¹, 徐擎¹, 张曦¹, 王忠旭¹

1. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050; 2. 大连中远船务工程有限公司, 辽宁 大连 116113;

3. 大连市安全生产监督管理局, 辽宁 大连 116011

摘要: 目的 评估造船作业工人的工效学因素负荷对其工作相关肌肉骨骼疾患(WMSDs)的影响。方法 采用判断抽样方法,选择751名造船作业工人作为研究对象,采用快速接触评估方法和本课题组修订的《肌肉骨骼疾患调查问卷》调查其不良工效学因素接触水平和WMSDs患病情况,分析两者关系。结果 造船作业工人在颈部、背部、肩部和手部的劳动负荷处于高级或极高级接触水平的构成比由高到低依次为66.4%、63.5%、59.8%和43.7% ($P < 0.01$);在职业紧张、驾驶、振动、工作节奏的负荷处于高级或极高级接触水平的构成比分别为20.0%、4.1%、22.9%、3.2%。造船作业工人4个部位WMSDs患病率由高到低依次为背部、颈部、手部和肩部(患病率依次为44.2%、31.2%、26.9%、26.6% $P < 0.01$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,排除混杂因素的影响后,劳动负荷接触等级越高,振动工具使用时间越长,罹患肩部WMSDs的风险越高[比值比(OR)及其95%可信区间(CI)依次为1.25(1.04~1.51)、1.33(1.05~1.69), $P < 0.05$];职业紧张水平越高,罹患背部和颈部WMSDs的风险越高[OR(95% CI)依次为1.29(1.05~1.58)、1.42(1.15~1.77), $P < 0.05$]。结论 造船作业人员肩部劳动负荷接触水平、振动工具使用时间均与其罹患肩部WMSDs存在剂量-效应关系,职业紧张水平与其罹患背部和颈部WMSDs存在剂量-效应关系。

关键词: 工作相关肌肉骨骼疾患; 工效学; 劳动负荷; 职业紧张; 振动; 剂量-效应关系

中图分类号: R135.99

文献标志码: B

文章编号: 2095-2619(2020)03-0260-08

Relationship between work-related musculoskeletal disorders and ergonomic factor load in shipyard workers

QU Ying*, CHEN Xifeng, ZHANG Wei, ZHENG Chengbin, ZHANG Xueyan,
JIA Ning, ZHONG Siwu, XU Qing, ZHANG Xi, WANG Zhongxu

* National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

Abstract: Objective To assess the effect of ergonomic factor load on work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in shipyard workers. **Methods** A total of 751 shipyard workers were selected as the research subjects using judgment sampling method. The exposure level of adverse ergonomic factors was assessed using the Quick Exposure Check method. The prevalence of WMSDs was investigated using the revised Musculoskeletal Disorders Investigating Questionnaire of our research group, and the relationship between them was analyzed. **Results** The proportions of high or very high level of work load exposure to the neck, back, shoulder and hand in shipyard workers from high to low were 66.4%, 63.5%, 59.8% and 43.7% ($P < 0.01$) respectively. The proportions of occupational stress, driving, vibration and working rhythm at high or very high exposure level were 20.0%, 4.1%, 22.9% and 3.2%, respectively. The prevalence of WMSDs in four body parts of shipyard workers from high to low was the back, neck, hand and shoulder (the prevalence were 44.2%, 31.2%, 26.9% and 26.6%, respectively, $P < 0.01$). After excluding the influence of confounding factors, multiple logistic regression analysis showed that the higher the labor load exposure level and longer of the vibration tool using, the higher the risk of shoulder WMSDs [odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) were 1.25(1.04-1.51) and 1.33(1.05-1.69), respectively, $P < 0.05$]. The higher the level of occupational stress, the higher the risk of back and neck WMSDs [OR (95% CI) was 1.29(1.05-1.58) and 1.42(1.15-1.77), respectively, $P < 0.05$]. **Conclusion** There was a dose-effect relationship between the exposure level of shoulder load, the time of using vibration

基金项目: 中国疾病预防控制中心职业卫生所中央财政项目(131031109000150003)

作者简介: 曲颖(1985—),女,理学博士,助理研究员,主要从事职业卫生工作

通信作者: 王忠旭主任医师, E-mail: wangzhongxu2003@163.com

tools and the shoulder WMSDs, and there was a dose-effect relationship between the occupational stress level and the WMSDs in the back and neck.

Key words: Work-related musculoskeletal disorders; Ergonomics; Work load; Occupational stress; Vibration; Dose-response relationship

工作相关肌肉骨骼疾患(work related musculoskeletal disorders, WMSDs)在职业人群中是一类患病率高、危害严重的疾患,其不但导致劳动者中断职业,增加其痛苦与负担,影响其生活质量;还导致企业经济成本、疾病负担增加^[1-2];因此,WMSDs在世界各国的职业卫生领域获得广泛的关注;欧美发达国家已将其列入职业病范畴,并将之作为工作健康的优先事项^[2-4]。我国造船行业工人WMSDs的患病率高,高发部位包括下背部、肩部、颈部和手部等^[5];但造船作业活动中不良工效学因素的接触水平与WMSDs间的关系尚不明确。本研究采用快速接触评估方法(Quick Exposure Check, QEC)对北方某造船企业重点工种作业人员开展劳动负荷水平评估,分析其与WMSDs患病的关系,为制定防治造船业职业活动所致WMSDs的工效学解决方案、减少工作场所潜在WMSDs的建议提供基础数据。

1 对象和方法

1.1 对象 采用判断抽样方法,于2018年8—11月选择我国辽宁省某造船企业在岗作业工人为研究对象。调查工种涵盖打磨、焊接、管加工、铆接、涂装和装配6大主要工种。纳入标准:年龄 ≥ 18 岁;当前工种工龄 > 1.0 年;排除先天性或其他内外科急症所致的肌肉骨骼疾患;知情同意且自愿参与调查。本研究经中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所医学伦理委员会审查批准。

1.2 方法

1.2.1 QEC评估工效学因素负荷 采用LI等^[6]开发并于2003年修订的QEC评估工具,调查研究对象身体不同部位工效学因素负荷。QEC是一种快速、简便的观察性工效学评估工具,具有良好的信度和效度,适用于实地评估^[7-8];目前已被翻译为中文版QEC,应用于不同部位WMSDs影响因素的研究^[9-11]。该量表评估的身体部位包括颈部、背部、肩部和手部,评估的内容涵盖姿势负荷、作业频率、持续时间、搬运物体质量、职业紧张(指工作中感受到职业紧张的水平)、驾驶(指工作中驾驶车辆的时间)、振动(指工作中振动工具的使用时间)、工作节奏(指在一段时间内完成工作是否有困难)等因素。量表评分包括观察者

评估与工人自填2部分;其中,观察者评估由调查人员现场观察并根据工人在职业活动中身体各部位的活动情况进行评分;工人自填部分由工人本人根据其在职业活动中的自身感受进行评分。将观察者的评分与工人自评的结果相结合,得到QEC总分及相应的不良工效学因素接触水平信息。参照文献[10],对研究对象身体不同部位工效学因素负荷进行分级(表1)。本研究中,QEC问卷的Cronbach's α 系数为0.75。

表1 不同身体部位与工效学因素的QEC问卷得分对应接触等级(分)^[10]

身体部位与工效学因素	低级	中级	高级	极高级
背部静态	8~14	16~22	24~28	30~40
背部动态、肩部、手部	10~20	22~30	32~40	42~56
颈部	4~6	8~10	12~14	16~18
职业紧张	1	4	9	16
驾驶、振动、工作节奏	1	4	9	—

注:驾驶、振动、工作节奏因素接触等级均无极高级,“—”为无该项数据。

1.2.2 WMSDs患病及相关情况调查 本课题组以杨磊等^[12]编制的中文版《肌肉骨骼疾患调查问卷》为基础,根据造船行业特点对部分条目进行适当的增减后,对研究对象的WMSDs患病情况进行评估。中文版《肌肉骨骼疾患调查问卷》目前在造船、汽车制造、手工搬运、风电企业运检人员等多个行业中进行过应用,信度和效度良好^[13-16]。问卷调查内容包括基本信息(包括性别、年龄、工龄、身高、体质量)和职业史,以及在颈部、背部、肩部和手部4个身体部位出现的肌肉骨骼不适情况。参照文献[14],计算体质指数(body mass index, BMI)。本研究采用美国国家职业安全与健康研究所的定义确定WMSDs阳性病例,即:工人自诉过去1年内调查部位曾患有疼痛、麻木、活动受限等症状,持续时间超过24h,休息后未能缓解,且排除其他内外科急症所致的身体残疾或肌肉骨骼损伤^[17]。WMSDs阳性病例需要满足以下所有条件:①在过去1年内发生相应不适;②从事目前工作后开始出现相应不适;③此前未发生过事故或突然的伤害(影响不适的身体的重点区域);④每月都发生相应的不适情况或发生的不适持续时间超过1周。本研究中,问卷的Cronbach's α 系数为0.86。

1.3 质量控制 开展现场调查前集中培训调查人员。QEC观察评估由调查人员在研究对象正常工作情况下完成评估,且在观察过程中不告知其观察的开

始时间,以避免其职业活动表现不自然。研究对象于调查人员统一讲解 WMSDs 调查问卷后集中填写。回收问卷后由专人统一编号和复查,发现误填、遗漏等及时纠正或补充;剔除不合格问卷。采用 EpiData 3.1 软件建立数据库,设置界值并进行逻辑查错。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。计量资料经正态性检验符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 描述;不符合正态分布者以中位数 (M) 和第 0~100 百分位数 ($P_0 \sim P_{100}$) 或四分位数间距 (Q) 描述。多组组间 M 比较采用 Kruskal-Wallis H 检验。计数资料率或构成比的比较用 Pearson χ^2 检验或趋势性 χ^2 检验。WMSDs 患病的影响因素分析采用二元 Logistic 回归分析(强迫进入法,自变量引入标准为 0.05,剔除标准为 0.10)。检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 基本情况 共发放问卷 785 份,收回有效问卷 751 份,有效问卷回收率为 95.7%。751 名研究对象年龄 $M(P_0 \sim P_{100})$ 为 34(20~63) 岁,本工种工龄 $M(P_0 \sim P_{100})$ 为 3.0(1.0~47.0) 年,BMI 的 $M(P_0 \sim P_{100})$ 为 22.9(16.6~44.6) kg/m^2 。不同工种工人的年龄、工龄和 BMI 比较结果见表 2。

2.2 工效学因素负荷分布特征

2.2.1 4 个部位劳动负荷接触等级工种分布 按照“高级+极高级”的构成比从高到低排列,颈部、背部、肩部和手部 4 个部位的劳动负荷、职业紧张、驾驶、振

动和工作节奏负荷分布的工种顺序不一致,差异均有统计学意义 (P 值均 < 0.05)。其中,对于高级+极高级劳动负荷接触等级构成比,颈部和背部均以管加工工种最高,肩部和手部均以铆接工种最高。见表 3、4。

2.2.2 6 个工种人群不同部位劳动负荷接触等级分布 将 4 个部位劳动负荷接触等级按照“高级+极高级”的构成比从高到低排列,在总人群依次为颈部、背部、肩部、手部,差异有统计学意义 (趋势性 $\chi^2 = 80.157, P < 0.001$);在打磨、装配工种人群依次为颈部、背部、肩部、手部,焊接、管加工工种人群依次为背部、颈部、肩部、手部,铆接工种人群依次为背部、肩部、颈部、手部,涂装工种人群依次为肩部、颈部、手部、背部,差异均有统计学意义 (趋势性 χ^2 值依次为 16.823、10.167、41.924、18.118、3.877、13.696, P 值依次为 < 0.001 、 < 0.001 、 < 0.001 、 < 0.001 、0.049、 < 0.001)。

表 2 不同工种工人基本情况比较 [M(Q)]

工种	人数	构成比 (%)	年龄 (岁)	工龄 (年)	BMI (kg/m^2)
打磨	135	18.0	31(10)	6.0(5.0)	22.5(4.0)
焊接	264	35.2	43(10) ^a	4.0(5.0) ^a	23.0(2.2)
管加工	104	13.8	31(10) ^a	6.0(5.7) ^a	23.2(4.1)
铆接	72	9.6	33(12) ^a	3.0(3.0) ^a	23.1(4.2)
涂装	53	7.0	42(9) ^{abcd}	1.0(4.0) ^{abcd}	22.5(3.4)
装配	123	16.4	31(11) ^{ae}	3.0(2.0) ^{abe}	23.4(4.0)
合计	751	100.0	34(14)	3.0(2.0)	22.9(3.9)
H 值			141.82	58.63	6.90
P 值			< 0.01	< 0.01	0.23

注:与打磨比较,^a $P < 0.05$;与焊接比较,^b $P < 0.05$;与管加工比较,^c $P < 0.05$;与铆接比较,^d $P < 0.05$;与涂装比较,^e $P < 0.05$ 。

表 3 4 个部位不同工种人群劳动负荷接触等级分布比较

工种	总人数	低级		中级		高级		极高级		高级+极高级		χ^2 值	P 值	趋势性 χ^2 值	P_1 值
		人数	构成比 (%)	人数	构成比 (%)	人数	构成比 (%)	人数	构成比 (%)	人数	构成比 (%)				
颈部															
管加工	104	16	15.4	13	12.5	29	27.9	46	44.2	75	72.1	6.574	0.254	5.547	0.019
铆接	72	13	17.1	9	11.8	28	36.8	22	28.9	50	69.4				
装配	123	17	13.7	22	17.7	42	33.9	42	33.9	84	68.3				
焊接	264	43	16.7	44	17.1	71	27.6	106	41.2	177	67.0				
涂装	53	10	18.5	8	14.8	20	37.0	15	27.8	35	66.0				
打磨	135	23	17.0	34	25.2	51	37.8	27	20.0	78	57.8				
合计	751	122	16.2	130	17.3	241	32.1	258	34.4	499	66.4				
背部															
管加工	104	5	4.8	18	17.3	28	26.9	53	51.0	81	77.9	60.241	< 0.001	50.414	< 0.001
铆接	72	4	5.6	16	22.2	17	23.6	35	48.6	52	72.2				
焊接	264	29	11.0	50	18.9	59	22.3	126	47.7	185	70.1				
装配	123	17	13.8	25	20.3	38	30.9	43	35.0	81	65.9				
打磨	135	23	17.0	50	37.0	49	36.3	13	9.6	62	45.9				
涂装	53	16	30.2	21	39.6	10	18.9	6	11.3	16	30.2				
合计	751	94	12.5	180	24.0	201	26.8	276	36.8	477	63.5				

续表

工种	总人数	低级		中级		高级		极高级		高级+极高级		χ^2 值	P值	趋势性 χ^2 值	P ₁ 值
		人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)				
肩部												38.570	<0.001	32.669	<0.001
铆接	72	6	8.3	14	19.4	28	38.9	24	33.3	52	72.2				
管加工	104	8	7.7	22	21.2	42	40.4	32	30.8	74	71.2				
装配	123	15	12.2	29	23.6	42	34.1	37	30.1	79	64.2				
焊接	264	39	14.8	59	22.3	89	33.7	77	29.2	166	62.9				
涂装	53	9	17.0	21	39.6	16	30.2	7	13.2	23	43.4				
打磨	135	27	20.0	53	39.3	45	33.3	10	7.4	55	40.7				
合计	751	104	13.8	198	26.4	262	34.9	187	24.9	449	59.8				
手部												14.088	0.015	13.748	<0.001
铆接	72	10	13.9	21	29.2	32	44.4	9	12.5	41	56.9				
管加工	104	14	13.5	39	37.5	35	33.7	16	15.4	51	49.0				
装配	123	22	17.9	42	34.1	46	37.4	13	10.6	59	48.0				
焊接	264	56	21.2	96	36.4	89	33.7	23	8.7	112	42.4				
涂装	53	12	22.6	21	39.6	17	32.1	3	5.7	20	37.7				
打磨	135	30	22.2	60	44.4	36	26.7	9	6.7	45	33.3				
合计	751	144	19.2	279	37.2	255	34.0	73	9.7	328	43.7				

注： χ^2 值和P值为Pearson χ^2 检验结果；趋势性 χ^2 值和P₁值为将每个部位不同工种人群劳动负荷按照“高级+极高级”构成比按照工种从高到低排序后进行趋势性 χ^2 检验的结果。

表4 职业紧张、驾驶、振动和工作节奏在不同工种人群中接触等级分布比较

工种	总人数	低级		中级		高级		极高级		高级+极高级		χ^2 值	P值	趋势性 χ^2 值	P ₁ 值
		人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)				
职业紧张												4.791	0.442	4.534	0.033
铆接	72	25	34.7	28	38.9	15	20.8	4	5.6	19	26.4				
管加工	104	45	43.3	35	33.7	23	22.1	1	1.0	24	23.1				
装配	123	36	29.3	62	50.4	18	14.6	7	5.7	25	20.3				
焊接	264	92	34.8	120	45.5	39	14.8	13	4.9	52	19.7				
涂装	53	24	45.3	19	35.8	9	17.0	1	1.9	10	18.9				
打磨	135	61	45.2	54	40.0	18	13.3	2	1.5	20	14.8				
合计	751	283	37.7	318	42.3	122	16.2	28	3.7	150	20.0				
驾驶												5.797	0.326	5.256	0.022
铆接	72	59	77.6	8	10.5	5	6.9	—	—	5	6.9				
装配	123	103	83.7	13	10.6	7	5.7	—	—	7	5.7				
打磨	135	120	88.9	9	6.7	6	4.4	—	—	6	4.4				
焊接	264	235	89.0	18	6.8	11	4.2	—	—	11	4.2				
管加工	104	102	98.1	0	0.0	2	1.9	—	—	2	1.9				
涂装	53	49	92.5	4	7.5	0	0.0	—	—	0	0.0				
合计	751	668	88.9	52	6.9	31	4.1	—	—	31	4.1				
振动												148.220	<0.001	86.210	<0.001
打磨	135	31	23.0	20	14.8	84	62.2	—	—	84	62.2				
管加工	104	61	58.7	26	25.0	17	16.3	—	—	17	16.3				
焊接	264	183	69.3	39	14.8	42	15.9	—	—	42	15.9				
铆接	72	39	54.2	22	30.6	11	15.3	—	—	11	15.3				
装配	123	84	68.3	23	18.7	16	13.0	—	—	16	13.0				
涂装	53	43	81.1	8	15.1	2	3.8	—	—	2	3.8				
合计	751	441	58.7	138	18.4	172	22.9	—	—	172	22.9				
工作节奏												7.546	0.183	6.929	0.008
装配	123	45	36.6	71	57.7	7	5.7	—	—	7	5.7				
铆接	72	33	45.8	35	48.6	4	5.6	—	—	4	5.6				
焊接	264	122	46.2	134	50.8	8	3.0	—	—	8	3.0				
打磨	135	73	54.1	58	43.0	4	3.0	—	—	4	3.0				
涂装	53	24	45.3	28	52.8	1	1.9	—	—	1	1.9				
管加工	104	61	58.7	43	41.3	0	0.0	—	—	0	0.0				
合计	751	358	47.7	369	49.1	24	3.2	—	—	24	3.2				

注： χ^2 值和P值为Pearson χ^2 检验结果；趋势性 χ^2 值和P₁值为将每个部位不同工种人群职业紧张、驾驶、振动或工作节奏的负荷按照“高级+极高级”构成比从高到低排序后进行趋势性 χ^2 检验的结果；“—”为相应接触等级无极高级 无该项数据。

2.3 不同工种人群和身体部位 WMSDs 患病情况
按照不同部位 WMSDs 患病率由高至低排列依次为背部、颈部、手部和肩部,差异有统计学意义(趋势性 $\chi^2 = 55.82, P < 0.001$)。按照各工种人群 WMSDs 患病率由高至低排列后进行趋势性 χ^2 检验,结果均有统计学意义(P 值均 < 0.001)。见表 5。

2.4 研究对象 WMSDs 患病影响因素分析 以各部

位是否 WMSDs 患病为因变量,以表 2 中的工种和工人个体特征、该部位相应的工效学负荷为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,劳动负荷接触等级越高,振动工具使用时间越长,罹患肩部 WMSDs 的风险均越高($P < 0.05$);职业紧张水平越高,罹患背部和颈部 WMSDs 的风险越高($P < 0.05$)。见表 6。

表 5 不同工种人群 4 个部位 WMSDs 患病情况

工种	总人数	背部		颈部		手部		肩部	
		患病人数	患病率(%)	患病人数	患病率(%)	患病人数	患病率(%)	患病人数	患病率(%)
涂装	53	32	60.4	24	45.3	25	47.2	20	37.7
管加工	104	60	57.7	32	30.8	19	18.3	30	28.8
装配	123	55	44.7	36	29.3	33	26.8	24	19.5
焊接	264	116	43.9	90	34.1	73	27.7	73	27.6
铆接	72	30	41.7	25	34.7	21	29.2	24	33.3
打磨	135	39	28.9	27	20.0	31	23.0	29	21.5
合计	751	332	44.2	234	31.2	202	26.9	200	26.6
χ^2 值			26.339		14.463		16.343		10.425
P 值			< 0.001		0.013		< 0.001		0.064
趋势性 χ^2 值			24.110		12.952		12.387		9.997
P_1 值			< 0.001		< 0.001		< 0.001		0.002

注: χ^2 值和 P 值为 Pearson χ^2 检验结果;趋势性 χ^2 值和 P 值为将有关患病率按照工种从高到低排序后进行趋势性 χ^2 检验的结果。

表 6 研究对象不同部位 WMSDs 患病影响因素的多因素 Logistic 回归分析结果

影响因素	偏回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P 值	优势比及其 95% 可信区间
背部					
年龄	0.008	0.011	0.541	0.462	1.01(0.99 ~ 1.03)
工龄	0.028	0.016	3.014	0.083	1.03(1.00 ~ 1.03)
BMI	0.003	0.026	0.013	0.910	1.00(0.95 ~ 1.06)
工种					
焊接	—	—	—	—	1.00
打磨	-0.830	0.335	6.136	0.013	0.44(0.23 ~ 0.84)
装配	-1.426	0.367	15.083	< 0.001	0.24(0.12 ~ 0.49)
管加工	-0.820	0.356	5.305	0.021	0.44(0.22 ~ 0.89)
铆接	-0.198	0.377	0.275	0.600	0.82(0.39 ~ 1.72)
涂装	-0.987	0.395	6.230	0.013	0.37(0.17 ~ 0.81)
劳动负荷	0.076	0.080	0.911	0.340	1.08(0.92 ~ 1.26)
职业紧张	0.251	0.106	5.627	0.018	1.29(1.05 ~ 1.58)
驾驶	0.284	0.175	2.626	0.105	1.33(0.94 ~ 1.88)
振动	0.001	0.111	0.001	1.000	1.00(0.84 ~ 1.24)
工作节奏	0.186	0.157	1.406	0.236	1.20(0.89 ~ 1.64)
颈部					
年龄	-0.005	0.012	0.174	0.676	1.00(0.97 ~ 1.02)
BMI	-0.015	0.028	0.304	0.582	0.98(0.93 ~ 1.04)
工龄	0.024	0.017	2.076	0.150	1.02(0.99 ~ 1.06)
工种					
焊接	—	—	—	—	1.00
打磨	-0.699	0.331	4.457	0.035	0.50(0.26 ~ 0.95)
装配	-1.509	0.387	15.224	< 0.001	0.22(0.10 ~ 0.47)
管加工	-0.966	0.363	7.070	0.008	0.38(0.19 ~ 0.78)
铆接	-0.780	0.380	4.209	0.040	0.46(0.22 ~ 0.97)
涂装	-0.753	0.397	3.602	0.058	0.47(0.22 ~ 1.02)

续表

影响因素	偏回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P 值	优势比及其 95% 可信区间
劳动负荷	-0.130	0.078	2.768	0.096	0.88(0.75~1.02)
职业紧张	0.353	0.111	10.119	0.001	1.42(1.15~1.77)
驾驶	0.214	0.180	1.415	0.234	1.24(0.87~1.76)
振动	0.194	0.119	2.662	0.103	1.21(0.96~1.53)
工作节奏	0.216	0.167	1.658	0.198	1.24(0.89~1.72)
手部					
年龄	0.006	0.012	0.259	0.611	1.00(0.98~1.03)
工龄	-0.025	0.021	1.437	0.231	0.98(0.94~1.02)
BMI	0.002	0.029	0.004	0.950	1.00(0.95~1.06)
工种					
焊接	—	—	—	—	1.00
打磨	-0.810	0.333	5.908	0.015	0.46(0.23~0.86)
装配	-1.028	0.375	7.534	0.006	0.36(0.17~0.75)
管加工	-0.941	0.363	6.727	0.009	0.39(0.19~0.79)
铆接	-1.297	0.404	10.322	0.001	0.27(0.12~0.60)
涂装	-0.825	0.401	4.233	0.040	0.44(0.20~0.96)
劳动负荷	0.170	0.100	2.914	0.088	1.18(0.98~1.44)
职业紧张	0.209	0.116	3.258	0.071	1.23(0.98~1.55)
驾驶	0.262	0.181	2.086	0.149	1.30(0.91~1.85)
振动	-0.059	0.123	0.227	0.634	0.94(0.74~1.20)
工作节奏	0.126	0.173	0.525	0.469	1.13(0.81~1.59)
肩部					
年龄	-0.012	0.012	0.970	0.325	0.99(0.96~1.10)
工龄	0.016	0.018	0.793	0.373	1.02(0.98~1.05)
BMI	-0.037	0.030	1.585	0.208	0.96(0.91~1.02)
工种					
焊接	—	—	—	—	1.00
打磨	-0.835	0.343	5.919	0.015	0.43(0.22~0.85)
装配	-1.148	0.389	8.689	0.003	0.32(0.15~0.68)
管加工	-1.312	0.390	11.325	0.001	0.27(0.13~0.58)
铆接	-0.795	0.393	4.089	0.043	0.45(0.21~0.98)
涂装	-0.652	0.406	2.583	0.108	0.52(0.24~1.15)
劳动负荷	0.226	0.095	5.655	0.017	1.25(1.04~1.51)
职业紧张	0.170	0.116	2.159	0.142	1.18(0.94~1.49)
驾驶	0.195	0.182	1.155	0.282	1.22(0.85~1.74)
振动	0.283	0.123	5.487	0.019	1.33(1.05~1.69)
工作节奏	0.041	0.174	0.057	0.812	1.04(0.74~1.46)

注: 因变量赋值: 非 WMSDs = 0, WMSDs = 1。自变量赋值: 工种(哑变量): 焊接 = 1(参照) 打磨 = 2 装配 = 3 管加工 = 4 铆接 = 5 涂装 = 6; 劳动负荷、职业紧张: 低级 = 1, 中级 = 2, 高级 = 3 极高级 = 4; 驾驶、振动、工作节奏: 低级 = 1, 中级 = 2, 高级 = 3。年龄、工龄、BMI 为连续变量, 未赋值; “—”为无该项数据。

3 讨论

WMSDs 常由接触工作中的不良工效学因素(如重复操作、不良姿势、负荷过重、振动等)所致^[18-21];

但工效学因素接触水平与 WMSDs 发生之间的相关性仍有待进一步阐明。此外, 对不同工种工人的 WMSDs 患病率和不良工效学因素接触水平差异的研究也有限。因此, 评估不同工种作业人员的劳动负荷对 WMSDs 的影响, 可为提出工效学干预措施提供依据。

我国已经开展的多种行业作业工人 WMSDs 的流行病学研究数据表明,职业人群中 WMSDs 的患病率为 20.0 ~ 90.0%^[4]。目前,造船作业工人 WMSDs 是造船业最常见和导致经济损失最严重的职业健康问题之一,其有效防治不容忽视。美国职业安全与健康管理局基于国外造船企业现有的工效学实践所提出的《造船作业 WMSDs 预防工效学指南》指出,长时间蹲姿、站姿和其他静态姿势及单调重复性作业是造船作业工人的主要作业活动特点,极易导致 WMSDs^[22]。我国造船行业属于劳动密集型行业,存在大量的手工作业,且常采取不良姿势工作,如在不可调节的工作站、脚手架以及封闭或狭窄的空间中工作。因此,对造船作业的重点活动进行调查与评估是预防造船作业工人免受 WMSDs 危害的关键环节。

WMSDs 患病部位主要取决于重点作业活动涉及到的部位。造船过程的主要作业包括打磨、焊接、管加工、铆接、涂装和装配作业等工种;其中工人的颈部、上肢和背部是最主要的 WMSDs 患病部位^[5]。QEC 是目前国内外评估重复性负荷作业导致 WMSDs 危险较为常用的一种工具,旨在评估影响背部、肩膀/手臂、手腕/手和颈部的 WMSDs 危险因素接触情况^[7]。本研究基于 QEC 对造船企业主要工种的 WMSDs 危险因素接触水平进行评估,结果显示,造船作业工人在颈部、背部和肩部的劳动负荷接触水平较高,有 59.8% ~ 66.4% 的工人处于高级或极高级接触水平;提示该 3 个部位为该行业工人危险因素接触的高危部位,劳动负荷水平较高,需要立刻调整。本研究结果显示,该企业工人手部的劳动负荷接触等级主要为中等水平;提示该部位的工效学接触尚可接受,但仍需调整。在其他危险因素方面,在职业紧张、驾驶、振动和工作节奏的高级或极高级接触水平为 3.2% ~ 22.9%,尚可接受。本研究结果显示,总人群中“高级 + 极高级”劳动负荷百分比从高至低依次为颈部、背部、肩部和手部($P < 0.01$);但不同工种工人上述 4 个部位“高级 + 极高级”劳动负荷百分比的高低顺序亦存在差异($P < 0.01$)。究其原因,可能是由于不同工种工人的工作内容不同,因而在评估接触等级时也体现出了对 WMSDs 影响的区别。例如,管加工工人颈部和背部“高级 + 极高级”劳动负荷占比均最高,而铆接工人肩部和手部“高级 + 极高级”劳动负荷占比均最高;提示有关工人面临更加复杂的工作条件和更大的劳动负荷接触机会,应引起重视。不良工作姿势的影响因素既可能是个人因素所致,也可能是由于工作场所的设计导致,使得部分工人不得不采取背部弯曲等不良姿势。因此,应当重视调整长期静态姿势,特别是蹲位、

背部弯曲、重复或延长到达肩高以上,向前弯曲或向侧面弯曲、扭曲等与 WMSDs 相关的影响因素。

本研究结果显示,造船企业工人罹患 WMSDs 较为常见,4 个常见身体部位的 WMSDs 患病率由高到低依次为背部、颈部、手部和肩部,依次为 44.2%、31.2%、26.9% 和 26.6%;远低于 PARK 等^[23]报道的韩国某造船厂工人身体各部位的 WMSDs 阳性率高达 77.2% 以上的结果;但与贾宁等^[5]报道的国内某造船厂工人颈部、背部、肩部和手部 WMSDs 患病率为 26.3% ~ 36.4% 的结果相近。这可能与不同国家 WMSDs 阳性病例采用标准上的差异有关,也可能与我国造船厂近年来为降低 WMSDs 所作出的努力有关。本研究结果显示,工种是造船作业工人罹患颈部、背部、肩部和手部 WMSDs 的独立影响因素($P < 0.05$),以焊接工种的罹患风险较高。这可能与不同工种的工作类型、工作组织、工作姿势不同有关。例如:焊接工种可能涉及振动、重负荷和不良姿势的组合,而打磨工作则可能涉及不良姿势的重复和振动工具的使用。

WMSDs 是与个人和职业风险因素(例如生物力学、心理社会、与工作组织有关的因素)相关的多因素疾病^[2, 24-26]。本研究结果显示,对于造船作业工人,劳动负荷接触水平和振动工具使用时间均是其罹患肩部 WMSDs 的危险因素($P < 0.05$),职业紧张水平是其罹患背部和颈部 WMSDs 的危险因素($P < 0.05$);除此以外,未发现劳动负荷接触水平、职业紧张、驾驶、振动、工作节奏等因素与其余部位罹患 WMSDs 有关联($P > 0.05$)。原因可能是 QEC 法对在上述 4 个部位的劳动负荷、职业紧张、驾驶、振动、工作节奏等影响因素的评估不够精细;而 WMSDs 阳性判定主要依靠患者自述,导致 WMSDs 患病率较高,因而有可能导致上述影响因素与 WMSDs 的相关性不易被检出。WMSDs 是可预防的^[27]。但目前职业流行病学研究中尚未就 WMSDs 阳性病例判定形成共识,缺乏客观的 WMSDs 定义或操作诊断标准,这对 WMSDs 的防治造成了较大的困扰;因此,有待进一步研究客观的 WMSDs 判定方法,并研究针对颈部、背部、肩部和手部等不同部位的工效学评估方法,以量化作业工人的职业因素风险水平^[28],为分析 WMSDs 的影响因素提供方法学支撑。

综上所述,造船作业工人的 WMSDs 问题较严重,其背部、肩部、颈部和手部的 WMSDs 患病率相对较高,且工种间存在差异,劳动负荷、职业紧张和振动等不良工效学因素接触水平是其 WMSDs 的影响因素,需要进行有针对性的调整与干预,以预防控制 WMSDs 的发生。由于本研究是横断面研究,因此无法建立因

果推论。在后续研究中,拟开展纵向队列研究以阐明有关影响因素与后果之间的因果关系。

参考文献

- [1] CHANG Y F, YE H C M, HUANG S L, et al. Work ability and quality of life in patients with work-related musculoskeletal disorders [J]. *Int J Environ Res Public Health* 2020, 17(9): 3310.
- [2] ROQUELAURE Y, BODIN J, DESCATHA A, et al. Work-related musculoskeletal disorders [J]. *Rev Prat* 2018, 68(1): 84-90.
- [3] 金宪宁, 王生, 张忠彬, 等. 工作相关肌肉骨骼疾患经济负担研究现状 [J]. *中国职业医学* 2019, 46(1): 117-120.
- [4] 王忠旭. 工作相关肌肉骨骼疾患及其评估方法的研究进展 [J]. *中国工业医学杂志* 2016, 29(4): 243-243.
- [5] 贾宁, 陈西峰, 郑成彬, 等. 某船舶制造厂工人工作相关肌肉骨骼疾患的发生情况及危险因素 [J]. *环境与职业医学* 2018, 35(5): 377-383.
- [6] LI G Y, BUCKLE P. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods [J]. *Ergonomics* 1999, 42(5): 674-695.
- [7] OLIV S, GUSTAFSSON E, BALOCH A N, et al. The Quick Exposure Check (QEC)—Inter-rater reliability in total score and individual items [J]. *Appl Ergon* 2019, 76: 32-37.
- [8] MOMENI Z, CHOUBINEH A, RAZEGHI M, et al. Work-related musculoskeletal symptoms among agricultural workers: a cross-sectional study in Iran [J]. *J Agromedicine* 2020: 1-10.
- [9] CHENG A S K, SO P C W. Development of the Chinese version of the Quick Exposure Check (CQEC) [J]. *Work* 2014, 48(4): 503-510.
- [10] 陈涛, 曲颖, 张丹, 等. 快速接触评估方法在评价供电企业运检人员工效学负荷中的应用 [J]. *中国工业医学杂志* 2018, 31(6): 411-414.
- [11] 沈波, 刘佩芳, 许旭艳, 等. 肌肉骨骼紧张因素识别法联合快速暴露检查法识别制鞋工人工作相关肌肉骨骼疾患 [J]. *中国职业医学* 2018, 45(2): 101-104.
- [12] 杨磊, V H. HILDEBRANDT, 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.
- [13] 张蔚, 陈西峰, 张雪艳, 等. 肌肉骨骼疾患问卷(中文版)应用于造船行业的信效度 [J]. *环境与职业医学* 2017, 34(1): 27-31.
- [14] 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.
- [15] 王菁菁, 曹扬, 金宪宁, 等. 某机场搬运人员颈部肌肉骨骼疾患影响因素分析 [J]. *中国职业医学* 2018, 45(2): 168-172.
- [16] JIA N, LI T, HU S, et al. Prevalence and its risk factors for low back pain among operation and maintenance personnel in wind farms [J]. *BMC Musculoskele Disor* 2016, 17: 314.
- [17] STANTON N A, HEDGE A, BROOKHUIS K, et al. Handbook of human factors and ergonomics methods [M]. Boca Raton, Florida: CRC Press 2004: 4-5.
- [18] OAKMAN J, de WIND A, van den HEUVEL S G, et al. Work characteristics predict the development of multi-site musculoskeletal pain [J]. *Int Arch Occup Environ Health* 2017, 90(7): 653-661.
- [19] DAS D, KUMAR A, SHARMA M. A systematic review of work-related musculoskeletal disorders among handicraft workers [J]. *Int J Occup Saf Ergon* 2020, 26(1): 55-70.
- [20] 张丹英, 聂新强, 贾宁, 等. 某造船厂员工下背/腰部工作相关肌肉骨骼疾患影响因素分析 [J]. *中国职业医学* 2020, 47(1): 41-47.
- [21] SOARES C O, PEREIRA B F, PEREIRA GOMES M V, et al. Preventive factors against work-related musculoskeletal disorders: narrative review [J]. *Rev Bras Med Trab* 2020, 17(3): 415-430.
- [22] Occupational Safety and Health Administration. OSHA guidelines for shipyards: ergonomics for the prevention of musculoskeletal disorders [S]. Washington: OSHA 2008.
- [23] PARK B C, CHEONG H K, KIM E A, et al. Risk factors of work-related upper extremity musculoskeletal disorders in male shipyard workers: structural equation model analysis [J]. *Saf Health Work*, 2010, 1(2): 124-133.
- [24] AMIN N A, QUEK K F, OXLEY J A, et al. Emotional distress as a predictor of work-related musculoskeletal disorders in Malaysian nursing professionals [J]. *Int J Occup Environ Med* 2018, 9(2): 69-78.
- [25] FALAHATI M, DEGHANI F, MALAKOUTIKHAH M, et al. Using fuzzy logic approach to predict work-related musculoskeletal disorders among automotive assembly workers [J]. *Med J Islam Repub Iran*, 2019, 33: 136.
- [26] PRADEEPKUMAR H, SAKTHIVEL G, SHANKAR S. Prevalence of work related musculoskeletal disorders among occupational bus drivers of Karnataka, South India [J]. *Work* 2020, 66(1): 73-84.
- [27] GRANT K M K, VO T, TIONG L U. The painful truth: work-related musculoskeletal disorders in Australian surgeons [J]. *Occup Med (Lond)* 2020, 70(1): 60-63.
- [28] BAO S, HOWARD N, LIN J H. Are work-related musculoskeletal disorders claims related to risk factors in workplaces of the manufacturing industry? [J]. *Ann Work Expo Health* 2020, 64(2): 152-164.

收稿日期: 2020-04-06 修回日期: 2020-06-10 责任编辑: 郑倩玲