

汽车装配工人工作相关肌肉骨骼损伤危险暴露水平及发病调查研究

王忠旭¹, 李刚², 秦汝莉¹, 李玉珍¹, 张秋玲², 赵杰², 张雪艳¹, 李焕焕², 贾宁¹, 姜海强²

摘要: [目的] 评估汽车装配作业工人工作相关肌肉骨骼损伤(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)危险暴露水平, 探讨 WMSDs 暴露危险与损伤之间的关系。[方法] 采用英国快速暴露检查表(QEC)和北欧标准化肌肉骨骼症状调查问卷(NMQ)对 1465 名北方某汽车制造厂装配作业工人一般情况、暴露水平、WMSDs 发生等情况进行流行病学调查。[结果] 多数工人颈、背和肩(臂)3 个部位的 WMSDs 处于高或极高暴露水平, 不同工段作业工人风险暴露水平有差异。颈、背、肩(臂)和手(腕)4 个部位 WMSDs 的发生率范围为 4.98%~9.69%, WMSDs 的发生率有随暴露水平的增加而增加的趋势。[结论] 汽车装配作业工人存在 WMSDs 发生的暴露风险, 不同身体部位和不同工段其暴露风险各有不同, 颈、背、肩(臂)和手(腕)4 个部位存在暴露水平-反应关系。

关键词: 工作相关肌肉骨骼损伤; 汽车装配工人; 暴露水平-反应关系

Research on Exposure Risk Level and Occurrence of Musculoskeletal Disorders among Automobile Assembly Workers WANG Zhong-xu¹, LI Gang², QIN Ru-li¹, LI Yu-zhen¹, ZHANG Qiu-ling², ZHAO Jie², ZHANG Xue-yan¹, LI Huan-huan², JIA Ning¹, JIANG Hai-qiang² (1.Institute of Occupational Health and Poisoning Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; 2.Liaoning Province Occupational Disease Prevention Institute, Shenyang, Liaoning 110005, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To evaluate the exposure risk level of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) among automobile assembly workers and explore its relationship with occurrence. [Methods] British Quick Exposure Check (QEC) and Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) were used to conduct an epidemiology survey on general condition, level of exposure risk, WMSDs occurrence and others among 1465 assembly workers in an automobile factory in north China. [Results] The exposure levels of WMSDs at the body parts of neck, back, shoulder/arm, and hand/wrist of most workers were high or very high, and there were differences of exposure levels between the workers in different sections. The incidence of WMSDs at the four parts of neck, back, shoulder/arm, and hand/wrist ranged from 4.98% to 9.69%, and increased with the increasing level of exposure risk. [Conclusion] WMSDs exposure risk exists in the automobile assembly workers and varies with body part and working section. An exposure-response relationship is observed at the four parts of neck, back, shoulder/arm, and hand/wrist.

Key Words: work-related musculoskeletal disorders; automobile assembly workers; exposure-response relationship

工作相关肌肉骨骼损伤(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)已成为工业化国家职业经济赔偿和职业安全与健康亟待解决的主要问题^[1-3]。我国 WMSDs 也呈高发态势, 患病率高达 20% 至 90%^[4-7], 涉及电子、建筑、冶金、汽车和机械制造等行业。由于汽车装配业当下仍属劳动密集性产业, 其作业方式存在负荷低、节奏快、重复性高、强迫作业体位多等特点, 常致作业工人颈、肩、下背和腕等部位发生 WMSDs, 并均处于较高水平^[6, 8], 已成为影响其生命质量的重点疾病^[9-11]。英国 WMSDs 快速暴露检查表(Quick Exposure Check, QEC)

法是由 Surrey 大学 Robens 研究中心研制, 针对 WMSDs 的一种简单、快速的暴露评估方法, 用于汽车制造厂工人暴露风险研究, 其可信度和一致性比较高^[12], 北欧标准化肌肉骨骼症状调查问卷(Nordic Musculoskeletal Questionnaire, NMQ)用于对 WMSDs 发生状况的调查早已被国内外学者所接受, 采用上述两种方法同时用于 WMSDs 暴露风险与患病之间关系的研究国内外尚不多见。为此, 本研究拟对北方某汽车制造企业作业工人 WMSDs 采用上述两种方法开展暴露水平-反应关系的调查与研究。

[基金项目] 国家自然科学基金资助面上项目(编号: 81172643)

[作者简介] 王忠旭(1963—), 男, 硕士, 研究员; 研究方向: 劳动卫生与职业病; E-mail: wangzhongxu2003@163.com

[作者单位] 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. 辽宁省职业病防治研究院, 辽宁 沈阳 110005

1 对象与方法

1.1 对象

于 2009 年选择北方某汽车制造企业的总装、车身车间, 工龄至少 1 年以上的所有在岗人员作为研究对象, 共计 1508 名。

1.2 方法

应用职业流行病学横断面与回顾性调查方法,采用 QEC 方法^[13]和 NMQ 调查问卷^[14]对上述研究对象的一般情况、暴露风险、WMSDs 发生等情况进行调查,评估 WMSDs 发生风险的暴露水平,探讨 WMSDs 发生与暴露风险之间的关系。QEC 的问卷由工人自身填写完成,对个别有疑问的答卷进行核实。QEC 和 NMQ 为国际通用问卷,具有可信度。

调查采用 1:N 填表调查和现场观察相结合的方法。填表调查:由调查员按每次一个班组组织进行全面调查。调查前首先由调查员讲解,然后由被调查者分别同时填写,相互之间不能交流。

WMSDs 的确认:依据肌肉骨骼症状和疼痛问卷调查结果,将最近一个月内身体局部[背、肩(臂)、手(腕)和颈部]发生酸、麻或疼痛三种症状中的任意两种同时出现者,并排除外伤及其他急性慢性危害导致的疼痛,作为该部位的肌肉骨骼疾患。考虑现场实际暴露人员年龄较低,且岗位变动性较大,各症状出现的部位可能随岗位工作活动和姿势的改变而改变,因此将观察周期定在 1 个月内。

采用 SPSS 16.0 对调查数据进行整理与分析,对肌肉骨骼疾患暴露风险水平与损伤发生情况进行 χ^2 检验和趋势 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

1.3 内容

1.3.1 一般情况 包括姓名、性别、年龄、文化程度、工种(岗位)、身高、体重等。

1.3.2 WMSDs 发病风险暴露情况 包括观察评价和工人评价两

部分内容。观察评价由涵盖背、肩(臂)、手(腕)和颈部作业姿势和任务等方面的 7 个问题(A 至 G)组成;工人评价由涵盖工人作业活动等 10 个问题(H 至 Q)组成。

1.3.3 NMQ 调查 包括肌肉骨骼不适部位和症状发生情况等。

2 结果

2.1 一般情况

总装和车身两车间共有 1 508 名员工。总装车间包括车门、底盘、调试、技术、内饰、维修和尾线 7 个工段;车身车间包括材料、侧围、发动机舱、门盖、维修、下车身和主车身 7 个工段。本研究发放问卷 1 508 份,回收有效问卷 1 471 份,有效问卷回收率 97.5%。除总装车间的调试段和尾线段有效问卷回收率分别为 93.0% 和 94.9% 以外,其余各工段均超过 95%。研究对象中,女性工人较少(6 名),本研究仅对 1 465 名男性员工资料进行分析。1 465 名男性员工的平均年龄为(24.0±5.2)岁,平均工龄为(2.4±2.7)年,大学及以上文化程度者占 49.6%。

2.2 暴露水平

2.2.1 总人群暴露水平及构成 依照 QEC 方法,将暴露划分为颈部、肩(臂)部、手(腕)部、背部、驾驶、振动、工作节奏和紧张 8 种类型。由表 1 可见,调查人群中,多数工人的颈、背和肩(臂)3 个部位处于高或极高暴露水平,分别占总人群的 72.8%、65.3% 和 56.3%;多数工人的手(腕)部处于中、低暴露水平,占总人群的 55.9%;大多数工人的驾驶、振动、工作节奏处于低暴露水平,分别占总人群的 90.9%、61.6% 和 59.0%,多数工人的紧张处于中暴露水平,占总人群的 52.4%。

表 1 总人群暴露水平情况 (n=1465)
Table 1 Exposure level and composition of total population

暴露类型 Exposure type	暴露水平分级 (Exposure level)							
	低 (Low)		中 (Medium)		高 (High)		极高 (Very high)	
	人数 Number	构成比 (%) Percentage	人数 Number	构成比 (%) Percentage	人数 Number	构成比 (%) Percentage	人数 Number	构成比 (%) Percentage
颈部 (Neck)	204	13.9	195	13.3	551	37.6	515	35.2
肩(臂)部 (Shoulder/arm)	178	12.2	461	31.5	512	34.9	314	21.4
手(腕)部 (Hand/wrist)	272	18.6	547	37.3	576	39.3	70	4.8
背部 (Back)	167	11.4	340	23.2	572	39.0	386	26.3
驾驶 (Driving)	1 331	90.9	54	3.7	80	5.5	0	0.0
振动 (Vibration)	902	61.6	197	13.4	366	25.0	0	0.0
工作节奏 (Work pace)	865	59.0	571	39.0	29	2.0	0	0.0
紧张 (Strain)	419	28.6	767	52.4	237	16.2	42	2.9

2.2.2 不同工段工人暴露水平及构成 以总装车间(底盘段与内饰段)和车身车间(侧围段、发动机舱段)为例,两车间不同工段作业工人暴露水平各有差异。QEC 结果显示,在调查的工人中,高、极高暴露水平集中的车间和工段:颈部依次有,总装车间的底盘段、尾线段、内饰段、调试段和车身段(分别占总人群的 82.2%、75.0%、74.8%、55.9% 和 52.5%),车身车间的下车身段、发动机舱段、门盖段、主车身段、侧围段和材料段(分别占 92.3%、84.1%、80.0%、77.3%、72.6% 和 55.6%);肩(臂)部依次有,总装车间的维修段和底盘段(分别占 72.1% 和 60.3%),车身车间的门盖段、发动机舱段、下车身段、主车

身段、侧围段和维修段(分别占 68.5%、67.4%、64.6%、62.7%、56.8% 和 54.8%);手(腕)部依次有,车身车间的门盖段、下车身段和发动机舱段(分别占 62.5%、60.8% 和 52.3%);背部依次有,总装车间的尾线段、维修段、内饰段和底盘段(分别占 76.8%、74.4%、70.5% 和 63.8%);车身车间的门盖段、发动机舱段、维修段、下车身段、侧围段和主车身段(分别占 80.0%、75.8%、69.0%、68.5%、58.9% 和 53.3%)。

2.3 暴露水平与损伤发生情况

全部人群 4 个部位暴露水平及损伤发生情况见表 2。由表 2 可见,4 个部位 WMSDs 的发生率范围为 4.98%~9.69% 之间,各

暴露水平之间的发生率差异具有统计学意义 ($P<0.01$)。4 个部位 WMSDs 的发生有随暴露水平的增加而增加的趋势, 趋势 χ^2 检验均具有统计学意义 ($P<0.01$)。颈部高暴露水平的 WMSDs 发生率略低于中等暴露水平。

表 2 全部人群暴露水平与损伤发生率(%)
Table 2 Exposure level and incidence of WMSDs among total population

暴露水平分级 Exposure level	颈部 Neck			肩(臂)部 Shoulder/arm			手(腕)部 Hand/wrist			背部(上下背) Back		
	暴露人数 Number of exposure	发生人数 Number of occurrence	发生率 (%) Incidence	暴露人数 Number of exposure	发生人数 Number of occurrence	发生率 (%) Incidence	暴露人数 Number of exposure	发生人数 Number of occurrence	发生率 (%) Incidence	暴露人数 Number of exposure	发生人数 Number of occurrence	发生率 (%) Incidence
低(Low)	204	2	0.98	178	2	1.12	272	3	1.10	167	7	4.19
中(Medium)	195	11	5.64	461	17	3.69	547	22	4.02	340	22	6.47
高(High)	551	24	4.36	512	28	5.47	576	53	9.20	572	66	11.54
极高(Very high)	515	55	10.68	314	26	8.28	70	17	24.29	386	47	12.18
合计(Total)	1465	92	6.28	1465	73	4.98	1465	95	6.48	1465	142	9.69
χ^2 检验(χ^2 test)	$\chi^2=30.27, P<0.01$			$\chi^2=14.70, P<0.01$			$\chi^2=62.05, P<0.01$			$\chi^2=14.75, P<0.01$		
趋势 χ^2 检验(Trend χ^2 test)	$\chi^2=23.14, P<0.01$			$\chi^2=14.52, P<0.01$			$\chi^2=50.56, P<0.01$			$\chi^2=12.96, P<0.01$		

3 讨论

本研究以各暴露水平的人数占总人数的比例对总人群和不同工段人群的暴露水平进行评估, 采用 QEC 和 NMQ 对汽车装配作业工人 WMSDs 暴露风险及其与发生关系的调查与评估是可信的。

国内宋挺博等的研究结果显示, 汽车装配作业工人不同部位的暴露等级均处于高、极高水平, 振动、紧张、驾驶和工作节奏均处于低或中等暴露水平^[12]。国外有研究采用 QEC 和 NMQ 两种方法对橡胶生产作业工人 MSDs 的评估结果显示, QEC 危险水平同 MSDs 发生显著相关 ($P<0.01$)^[15]。本研究结果显示, WMSDs 暴露风险从高到低依次为颈、背、肩(臂)、手(腕)部、振动、紧张、驾驶和工作节奏, 处于高、极高暴露水平的人数占总人数的比例依次为 72.8%、65.3%、56.3%、44.1%、25.0%、19.1%、5.5% 和 2.0%, 这一结果同宋挺博等^[12]的研究结果一致。不同工段其暴露风险水平各有差异, 颈部暴露风险主要分布在下车身段、发动机舱段、底盘段、门盖段、主车身段、尾线段、内饰段和侧围段; 肩(臂)部暴露风险主要分布在维修段、门盖段、下车身段、发动机舱段、主车身段、底盘段、侧围段和维修段; 背部暴露风险主要分布在门盖段、尾线段、维修段、发动机舱段、内饰段、下车身段、底盘段、侧围段和主车身段; 手(腕)部暴露风险主要分布在门盖段、下车身段和发动机舱段。不同工段存在暴露风险差异的主要原因可能是由于各工段作业工人所从事可能导致 WMSDs 发生风险的作业活动的不同。从暴露风险水平与 WMSDs 患病之间关系来看, 两者之间在肩(臂)、背、手(腕)部和颈部均存在较明显的暴露水平-反应关系, 这一结果同 CHOUBINEH 等^[15]对伊朗橡胶生产作业工人的研究结果一致, 说明汽车装配作业工人 WMSDs 的发生同相应部位的暴露风险有关。本次调查 WMSDs 患病率波动在 4.98% 至 9.69% 之间, 明显低于其他研究的结果, 其原因可能与被调查对象的年龄、工龄分布及其发生时间有关, 本次被调查对象平均年龄仅为 24.0 岁, 平均工龄 2.4 年, 明显低于其他文献资料的报道, WMSDs 的调查仅为近 1 个月发生的阳性患者, 并非年患病率。研究内容仅说明该阳性症状

的发生率有随暴露风险水平而增加的趋势。

本研究显示, 汽车装配作业工人在肩(臂)、背、颈和手(腕)等部位存在高或极高暴露水平的 WMSDs 发生风险, 且呈现明显的暴露水平-反应关系, 不同工段的作业工人其暴露风险各有不同。不同部位的暴露风险与哪些具体作业活动相关, 存在那些影响因素尚待进一步研究。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1] COYTE PC, ASCHE CV, CROXFORD R, et al. The economic cost of musculoskeletal disorders in Canada[J]. Arthritis Care Res, 1998, 11(5): 315-325.

[2] PUNNETT L, WEGMAN DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2004, 14(1): 13-23.

[3] WHYSALL ZJ, HASLAM RA, HASLAM C. Processes, barriers, and outcomes described by ergonomics consultants in preventing work-related musculoskeletal disorders[J]. Appl Ergon, 2004, 35(4): 343-351.

[4] 何丽华, 王生, 黄因敏, 等. 电子行业肌肉骨骼损伤的调查[J]. 人类工效学, 1998, 4(4): 12-14.

[5] 张俐娜, 张红娣, 万松泉, 等. 三种行业工人职业性肌肉骨骼疾患调查分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2006, 17(2): 74-75.

[6] 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): 1-5.

[7] 余善法, 谷桂珍, 孙世义, 等. 制造业工人肌肉骨骼疾患和劳动负荷及工作姿势分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2011, 29(3): 184-189.

[8] 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.

[9] SADI J, MACDERMID JC, CHESWORTH B, et al. A 13-year cohort study of musculoskeletal disorders treated in an autoplant,

(下转第 12 页)

冬季提供生存所需的营养物。关机时地衣-藻类混合体越少,循环水不流动的时间越长,军团菌在循环水管道系统中度过冬季的可能性越少。结果提示,在关机前夕加足一定量的杀藻剂,使其运转与冷却塔盘底及循环水管道系统的管壁等构件有充分的接触时间。然后再关机并清扫冷却塔盘底,除去冷却塔盘中的周丛样生物体,使军团菌无处越冬,可能是阻断军团菌在空调冷却塔中生长繁殖的有效方法

另外,值得注意的是在现场调查冷却塔中采集到的水生枝角类动物隆线蚤的翅膀上有大量的与军团菌形态相似的杆状菌附着。由于循环水系统是中央空调唯一与外界相通的管道。因此外环境水体中的隆线蚤在军团菌生存和传播中的意义值得进一步研究。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 胡君生, 夏建英, 杨兰萍, 等. 应用简化和定量方法从空调冷却水中培养分离军团菌[J]. 中华流行病学杂志, 2001, 22(3): 226-228.
- [2] SANCHEZ JL, POLYAK CS, KOLAVIC SA, et al. Investigation of a cluster of *Legionella pneumophila* infections among staff at a federal research facility[J]. Mil Med, 2001, 166(9): 753-758.
- [3] SZÉNÁSI Z, ENDO T, YAGITA K, et al. Epidemiology and laboratory diagnostics of legionellae[J]. Orv Hetil, 2001, 142(20): 1035-1042.
- [4] TÜRETGEN I, SUNGUR EI, COTUK A. Enumeration of *Legionella pneumophila* in cooling tower water systems[J]. Environ Monit Assess, 2005, 100(1-3): 53-58.
- [5] BENTHAM RH. Routine sampling and the control of *Legionella spp.* in cooling tower water systems[J]. Curr Microbiol, 2000, 41(4): 271-275.
- [6] 郭常义, 苏瑾, 阮素云, 等. 空调冷却水军团菌微生态环境与繁殖传播研究[J]. 中国公共卫生, 2004, 20(5): 546-548.
- [7] TISON DL, POPE DH, CHERRY WB, et al. Growth of *Legionella pneumophila* in association with blue-green algae(cyanobacteria) [J]. Appl Environ Microbiol, 1980, 39(2): 456-459.
- (收稿日期: 2011-01-26)
- (英文编审: 黄建权; 编辑: 洪琪; 校对: 郭薇薇)
- (上接第8页)
- on-site physiotherapy clinic[J]. J Occup Rehabil, 2007, 17(4): 6106-6122.
- [10] ALIPOUR A, GHAFARI M, SHARIATI B, et al. Occupational neck and shoulder pain among automobile manufacturing workers in Iran[J]. Am J Ind Med, 2008, 51(5): 372-379.
- [11] TORP S, RIISE T, MOEN BE. The impact of psychosocial work factors on musculoskeletal pain: a prospective study[J]. J Occup Environ Med, 2001, 43(2): 120-126.
- [12] 宋挺博, 陈飙, 孙敬智, 等. 肌肉骨骼疾患危险因素在现场评价[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2011, 29(2): 112-115.
- [13] The Robens Centre for Health Ergonomics European Institute of Health and Medical Sciences University of Surrey. Quick Exposure Check (QEC) [EB/OL]. [2011-08-08]. <http://www.broadwayergonomics.com/resources/qec.pdf>
- [14] KUORINKA I, JONSSON B, KILBOM A, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms[J]. Appl Ergon, 1987, 18(3): 233-237.
- [15] CHOUBINEH A, TABATABAEI SH, MOKHTARZADEH A, et al. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian rubber factory [J]. J Occup Health, 2007, 49(5): 418-423.
- (收稿日期: 2011-08-08)
- (英文编审: 黄建权; 编辑: 洪琪; 校对: 郭薇薇)

【精彩预告】

银离子固相萃取-气相色谱法检测食品中的反式脂肪酸

王涛, 邱歆磊, 汪国权, 等

为了评价银离子固相萃取结合气相色谱法对市售加工食品中反式脂肪酸(TFA)定性和定量检测效果, 研究人员采用 Ag^+ -SPE 小柱预分离牛肉火腿、豆粉和巧克力威化中的脂肪酸甲酯, 按 GB/T 22110—2008 进行气相色谱检测。结果显示, 该方法对食品中 TFA 甲酯的回收率为 71.0%~90.5%, 相对标准偏差(RSD)均小于 13%; 对 TFA 单标的回收率为 84.1%~98.7%, RSD 均小于 5.6%; 最低检出限(按脂肪计)为 10 mg/100 g。牛肉火腿、豆粉和巧克力威化中 TFA 含量依次为 37.26、24.64、162.85 mg/100 g; 3 种食品中 t C18:1 含量最高, t C18:2 次之, t C18:3 较少; 均未检测到 t C16:1。可见, 该方法灵敏度较高、分离效果好、重现性好, 可以避免非脂成分的干扰, 适用于乳、肉、巧克力及其制品等食物中 TFA 含量的测定。

此文将于近期刊出, 敬请关注!