

造型作业体力负荷接触评估

雷玲¹, 肖国兵², 徐建国³, 吴玉霞¹, 葛林娜¹, 梁友信¹

(1. 复旦大学公共卫生学院劳动卫生教研室, 上海 200032; 2. 宁波市疾病预防控制中心, 浙江 宁波 315000; 3. 慈溪市疾病预防控制中心, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 目的 以姿势观察和表面肌电分析相结合, 分析造型作业体力负荷暴露特征。方法 以 OWAS 方法观察造型作业姿势 5 074 人次, 并分析 5 个造型作业周期 4 对躯干肌的表面肌电信号的周期间变异性、躯干肌活动协调性、双侧对称性和典型动作肌电活动。结果 姿势观察表明背部非正中姿势占 87.7%, 其中 14.7% 为扭腰姿势; 13.2% 的时间承受 10 kg 以上的负荷; 手工作业成分如铲、压、搬、推拉和放物合计 55.2%。不同造型周期间平均肌电活动变异性很小, 而双侧不对称性 (约 60%) 很高; 相对其他躯干肌, 竖脊肌肌电活动最高, 平均超过 20% MVC, 某些动作时高达 50% MVC。结论 躯干肌活动不协调、竖脊肌过劳和不对称用力是造型作业躯干肌活动的主要特征, 造型作业工腰背痛高发与其有关。

关键词: 造型作业; 表面肌电; 劳动姿势与负荷分析系统; 体力负荷评估

中图分类号: R598 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2005)06-0321-03

Assessment on the features of physical load in moulding workers

LEI Ling¹, XIAO Guo-bing², XU Jian-guo³, WU Yu-xia¹, GE Lin-na¹, LIANG You-xin¹

(1. Department of Occupational Health, FUDAN University School of Public Health, Shanghai 200032, China; 2. Ningbo Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315000, China; 3. Cixi Center for Disease Control and Prevention, Cixi 315300, China)

Abstract: **Objective** To analyze the physical load characteristics of moulding workers by combining posture observation and surface electromyography (sEMG). **Method** Using Ovako working posture analysis system (OWAS), 5 074 persons/ times working postures in moulding workers were observed, meanwhile, the surface myoelectric potentials of 4 pairs of trunk muscles such as the variability, concordance, symmetry and some typical myoelectric activities during 5 different working postures were also analyzed by sEMG. **Result** The observation on working postures showed that nearly 87.7% were un-upright, 14.7% were hip-twisting postures among them; 13.2% of the working time received 10 kg or more loads; and 55.2% of working postures were produced by manual work including shoveling, pressing, lifting, pushing and pulling etc. The sEMG showed quite small variabilities and higher asymmetries (60%); compared with other trunk muscles, the myoelectric activities of erector spinal muscles were the highest one with an average potential that might be over 20% MVC and even reached 50% MVC during some typical motions. **Conclusion** It may be concluded as that the poor coordination of trunk muscles, overstrain of erector spinal muscles and asymmetrical exertion are the main characteristics of moulding workers, which may be related to the high prevalence of low back pain in these workers.

Key words: Moulding performance; Surface electromyography (sEMG); Ovako working posture analysis system (OWAS); Physical load assessment

造型作业为传统的重体力作业, 存在多种腰背损伤的危险因素, 如腰部前屈和扭转以及超负荷搬举等; 流行病学调查已表明造型工人腰背压痛体征阳性率显著高于其他人群, 并与作业时脊柱力学负荷高度相关, 提示其背部有肌肉损伤, 并与职业因素有关^[1,2]。定量分析其作业姿势, 有利于探讨其腰背损伤的原因和提出改进措施, 但目前尚未见此方面报道。本研究拟

以观察法对造型作业进行劳动姿势和负荷分析, 并以表面肌电技术进行案例分析, 作为深入的探讨。

1 对象与方法

1.1 调查对象

对某铸造厂 284 名造型工人进行作业姿势分析, 另选取一名工龄 3 年、年龄 33 岁的男性熟练造型作业工人作为案例, 进行表面肌电活动分析。

1.2 造型作业过程描述

将制好的泥芯和备好的型砂在模具中混合并造型, 再以熔化的金属浇注, 冷却后除去表面的砂, 制成铸件。

1.3 作业姿势分析

收稿日期: 2005-02-02; 修回日期: 2005-07-13

基金项目: 国家自然科学基金资助 (项目批准号: 30471438); 美国利宝-复旦互助职业安全研究中心资助

作者简介: 雷玲 (1962-), 女, 博士, 副教授, 从事职业工效学研究。

8位经培训的观察员于造型作业车间共观察作业姿势5 074人次。采用劳动姿势与负荷分析系统(ovako working posture analysis system, OWAS)进行姿势编码^[3], 背部编码1、2、3、4、5, 分别代表直立<20°、前倾20°~45°、弯腰>45°、侧屈或扭转>20°和弯腰加扭转>20°; 负荷编码1、2、3, 分别代表<10 kg、10~50 kg和>50 kg; 劳动相编码1、2、3、4、5分别代表铲、压、搬、推拉和放物; 其他动作编码为0。首先通过对摄像资料反复预编码进行培训, 直到对同一姿势的编码观察员之间符合率达90%以上。

1.4 表面肌电分析

以8频道遥测表面肌电仪(Noraxon Telemetry 8-Channel System)记录造型工双侧腹直肌、竖脊肌、腹外斜肌和腰侧肌的最大随意收缩(maximum voluntary contraction, MVC)和5个造型作业周期的表面肌电活动, 并以数码摄像机同步摄影, 进行对比分析。以波形校正, 10~350 Hz带通滤波器滤波, 每50 s求均方根(RMS), 进行个体间或不同肌肉的比较时, 再以MVC的肌电值进行校准。当记录点的双侧竖脊肌肌电值比值≥2时, 定义为不对称动作。

1.5 统计学分析

表2 造型作业周期各躯干肌的肌电活动度(%MVC)

肌肉	$\bar{x} \pm s$	周期间变异系数	搬运 300 N	搬举 300 N	搬动 300 N	搬举 200 N	铲 100 N	重夯 50 N	轻夯 25 N
左腹直肌	3.0±0.2	6.7	1.8	2.4	1.1	2.7	2.2	7.6	5.2
右腹直肌	3.5±0.3	8.6	2.1	3.1	1.5	2.5	2.9	8.4	5.9
左竖脊肌	25.6±1.7*	6.6	58.9	56.1	34.8	30.9	23.2	30.8	24.2
右竖脊肌	22.1±1.8*	8.1	43.5	55.6	26.9	34.2	50.0	35.3	22.3
左腹外斜肌	11.1±0.7	6.3	8.7	11.4	5.1	7.6	13.8	19.3	15.7
右腹外斜肌	11.7±0.3	2.6	15.2	12.3	5.3	12.1	14.3	12.2	13.1
左腰侧肌	14.9±0.7*	4.7	28.8	22.6	19.8	20.4	12.7	18.0	16.1
右腰侧肌	10.8±0.5	4.6	9.3	10.3	6.4	9.7	35.2	18.8	14.7

* F检验, 与其他肌肉比较, $P < 0.05$

2.3 限定作业动作的肌电分析

各种动作均以腹直肌肌电值最低, 竖脊肌最高, 其中又以搬举和搬运300 N时肌电值最高, 大于50% MVC; 铲的动作明显不对称, 左侧20% MVC, 而右侧近50% MVC; 夯动作时, 腹直肌肌电值增加, 但仍小于10% MVC, 重夯动作肌电值高于轻夯动作。以上动作均超过20%的MVC。见表2。

2.4 不对称性

双侧不对称性肌电活动共占约60%, 平均不对称强度为5倍, 最高达100倍以上。见表3。

3 讨论

常见体力负荷评价方法有自我报告法、观察法和测量法等。观察法适合现场调查, 但细致性低; 测量

用SPSS10.0软件建立数据库, 并进行方差分析等。

2 结果

2.1 姿势分析

背部非正中姿势占87.7%, 其中14.7%为扭转; 13.2%的时间承受10 kg以上的负荷; 手工操作成分如铲、压、搬、推拉和放物占55.2%。见表1。

表1 造型作业姿势构成分析($n=5\ 074$)

背部姿势		负荷		劳动相	
分类	构成(%)	分类	构成(%)	分类	构成(%)
正中	12.3	<10 kg	86.8	铲	17.4
前倾	36.0	10~50 kg	11.4	压	15.9
弯曲	27.6	>50 kg	1.9	搬	8.8
侧屈	9.4			推拉	3.0
弯曲扭转	14.7			放	10.2
				其他	44.8

2.2 躯干肌肌电活动比较

5个造型周期时间均在3 min左右, 相同躯干肌在各造型周期期间肌电活动变异性很小, 但肌肉间肌电活动差异有显著性($P < 0.05$), 以竖脊肌肌电值最高, 超过20%的MVC, 且左侧大于右侧; 腹外斜肌和腰侧肌居中, 左腰侧肌较高; 腹直肌最低, 不足10%, 左右两侧无差异。见表2。

表3 造型作业不对称动作分析结果

造型 周期	记录时间 (s)	不对称强度M(范围)		不对称动作 构成比(%)
		左侧	右侧	
1	182.2	5.0(2.0, 57.8)	7.0(2.0, 98.5)	58.3
2	179.9	4.9(2.0, 114.9)	4.2(2.0, 100.0)	60.3
3	163.1	4.8(2.0, 60.0)	4.6(2.0, 46.2)	61.0
4	159.7	4.8(2.0, 59.0)	4.5(2.0, 74.7)	60.5
5	173.7	4.8(2.0, 52.4)	5.8(2.0, 54.6)	65.1
$\bar{x} \pm s$	171.7±10.0	4.8±0.1	5.2±1.2	61.0±2.5

法如表面肌电和角度测量等可以提供准确信息^[4,5], 但耗时费力, 不宜做大量人群分析。本次调查将姿势分析与表面肌电相结合, 意在较全面和深入地反映造型作业的姿势和负荷情况。

观察法显示躯干姿势构成, 如背部有14.7%的

扭转, 以及各种动作的构成, 其结果较为直观; 而表面肌电分析则定量到肌肉活动的大小, 更为细化, 如竖脊肌肌电活动超过 20%MVC, 同时, 可评价各躯干肌活动的协调性和导致危险姿势的作业内容, 如在相同负荷下, 重夯和铲动作的肌电活动最高, 搬举和搬运次之, 搬动较低, 按照生物力学理论分析, 认为搬举和搬运在起始时有加速度, 产生的力较大, 而夯实有反复加速过程, 平均肌电活动较高, 且竖脊肌双侧用力不对称主要来源于不对称性搬举和铲动作; 此外, 造型作业时, 不同周期躯干肌肌电活动极其相似, 说明工人已经动力定型, 观察 5 个作业周期是有代表性的。

躯干肌在维持脊柱的稳定和平衡的过程中起主导作用, 其收缩和松弛使脊柱达到静态和动态的稳定, 随时处于适应性变位状态中, 当其不能发挥正常功能或本身不正常时会导致脊柱的不稳定状态, 从而产生疼痛、功能障碍和外形异常等症状或疾病^[6]。从表面肌电结果来看, 作业时伸肌竖脊肌的平均肌电活动超过 20%MVC, 最高时达到 50%, 而屈肌腹直肌仅有 10%MVC 以下的活动, 这提示造型作业躯干肌用力

不均, 竖脊肌为参与肌肉, 长期作业可影响脊柱的稳定性。

综上所述, 进行作业体力负荷评估时, 可在观察法的基础上, 进行个别表面肌电分析, 有助于深入了解肌肉活动情况; 躯干肌用力不均、竖脊肌过劳和不对称用力是造型作业躯干肌活动的主要特征, 造型作业工人腰背痛高发与其有关。

参考文献:

- [1] 雷玲, 徐建国, 葛林娜, 等. 铸造工人腰背痛调查与脊柱力学负荷评定 [J]. 中国职业医学, 2002, 29: 9-11.
- [2] 徐建国, 施南峰, 冯惠根, 等. 铸造工人腰背痛流行病学特征 [J]. 环境与职业医学, 2002, 19: 146-149.
- [3] Veikko L, Timo S. OWAS: a method for the evaluation of postural load during work [M]. Helsinki: Institute of Occupational Health Centre for Occupational Safety, 1992. 1-23.
- [4] Kamal K, Berman K. Workplace layout for seated manual handling tasks: an electromyography study [J]. Int J Ind Ergon, 2001, 27: 19-32.
- [5] Sporrang H, Sands jo L, Kadefors R, et al. Assessment of workload and arm position during different work sequences: a study with portable devices on construction workers [J]. Appl Ergon, 1999, 30: 495-503.
- [6] NIOSH. National occupational research agenda for musculoskeletal disorders [M]. Cincinnati: NIOSH, 2001. 2.

· 讯 息 ·

中华预防医学会自由基预防医学专业委员会成立

根据民政部批准通知《民社登 [2005] 第 096 号社会团体分支机构登记通知书》, 中华预防医学会自由基预防专业委员会于 2005 年 10 月 19~21 日在北京香山饭店举行了成立大会暨第一届学术交流会。来自中国大陆和台湾地区共 100 多位专家学者参加了这次盛会。会议首先在中华预防医学会学术会务部组织、监察和中华预防医学会副会长兼秘书长蔡纪明同志主持下, 以无记名投票方式进行了专委会的选举。赵金垣教授当选为第一届主任委员, 郑荣梁教授、刘凯勋教授、刘亚宁研究员、李思惠主任医师当选为副主任委员; 王世俊教授、方允中教授被专委会推举为名誉主任委员。

成立典礼由中华预防医学会副会长阚学贵教授主持, 全国人大副委员长韩启德院士、中国医学科学院刘耕陶院士、中国军事医学科学院方允中教授、国际自由基学会中国理事忻文娟教授、台湾自由基细胞生物学创始人林仁混教授暨夫人台湾大学医学院萧水银教授、台湾自由基医学会现任主席刘璨荣教授、台湾长庚大学医技学院院长赵崇义教授、中国生物物理学会自由基生物专业委员会主任委员赵保路教授、中国生物物理学会秘书长沈恂教授等 30 余位嘉宾应邀出席大会。韩启德副委员长对自由基预防医学专业委员会的成立给予了极大的关心和支持, 他在百忙之中不仅为专委会的成立题词: “加强学科交叉, 整合研究力量。”而且专程到会并作了重要指示, 指出“今后应力戒浮躁, 潜心钻研, 要以踏实的工作推进学科发展, 推进研究成果向防治疾病、增进健康实践的转化过程。”卫生部副部长、中华预防医学会会长王陇德同志为专委会的成立题词祝贺: “努力将前沿理论与疾病防治实践紧密结合, 为人民健康事业作出新的贡献!”使与会代表深受鼓舞。大陆和台湾共 15 位知名学者在学术交流会上作了主题发言, 受到与会代表的热烈欢迎。

会议宣布, 将于 2006 年下半年与中国生物物理学会自由基生物专业委员会、台湾自由基医学会联手在台湾召开第二次自由基生物学和医学学术交流会。

(贾光 供稿)