

# 坐位作业工人腰部疲劳现场及模拟现场研究

牛云彤 王 生 王起恩 何丽华

**摘 要** 为了探讨坐位作业工人腰部疲劳与作业时间及躯干角的关系,对 242名坐位作业工人进行了现场调查。结果显示,工人一次连续工作时间多为 3~4小时;躯干角以  $10^{\circ}$ ~ $20^{\circ}$  为多,腰部症状以酸痛为主,并与躯干角显著相关。选 10名受试者在实验室模拟现场操作 3小时,躯干角分别为  $0^{\circ}$ 、 $15^{\circ}$ 、 $30^{\circ}$ 。结果肌电图积分(IEMG)值在早期上升,达到最大值后下降。躯干角越大,值下降越明显,疲劳出现越快。提示 IEMG 值可作为反应肌肉疲劳的敏感指标。

**关键词** 疲劳 坐位作业 肌电图积分 躯干角

**Field and Simulation Studies on Low Back Fatigue in Sedentary Workers** Niu Yuntong\*, Wang Sheng, Wang Qien, et al.\* Chinese People's Armed Police Force Medical College Tianjin 300162

**Abstract** Low back fatigue and its relationship with length of employment and workers' trunk angle during their operation were studied in the working fields for 242 sedentary employees. Results revealed that most of the employees worked for three to four hours in a row and their trunk angle in operation was  $10^{\circ}$  to  $20^{\circ}$ . Their low back symptoms correlated with their trunk angles significantly in the field study. Ten employees were selected for simulation operation for three hours in the laboratory, with their trunk angles of zero degree,  $15^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , respectively. Integral value of electromyogram (IEMG) rose during the earlier time, then decreased after reaching its peak. The larger the trunk angles, the more obvious the decrease of its integral values and the more rapidly the occurrence of fatigue. It suggests that IEMG can be used as a sensitive indicator reflecting muscular fatigue.

**Key words** Fatigue Sedentary work Integral electromyograph Trunk angles

已知国外用表面肌电图研究肌肉疲劳和损伤<sup>[1]</sup>,为了将现场实际情况同实验室研究结合起来,更准确地评价局部肌肉疲劳,我们选择北京市三个服装厂进行了现场调查,并在实验室进行了模拟操作和 IEMG 研究,结果如下。

## 1 对象和方法

### 1.1 现场调查

1.1.1 调查对象:选择北京市三个服装厂的编织、包缝、检验工种职工 242 名为调查对象。平均年龄 27.4 岁。调查对象需符合以下条件:(1)工龄  $\geq 1$  年;(2)年龄  $\leq 50$  岁;(3)坐位作业;(4)从事本工种前无其他强迫体位作业

史;(5)脊柱无畸形。

1.1.2 调查方法:采用问卷及现场测量的方法对工人进行调查。问卷调查内容包括一般情况、腰背部症状持续三天以上。现场测量作业时的躯干角、一次连续工作持续时间。

### 1.2 模拟现场实验观察

1.2.1 实验对象:选择北京医科大学学生 10 名,平均年龄 28.9 岁,平均身高 171.8 厘米,平均体重 66.70 公斤。受试者既往无腰部病史及外伤史,脊椎无畸形。

1.2.2 仪器:美国 DASA4600 型多导生理仪一台,IBM PC/AT 微机一台。

1.2.3 方法:实验前,将表面电极放置在脊柱右侧旁开 3cm 的竖脊肌肌腹上,肌电信号从表面电极进入前置放大器,然后进入多导生理

作者单位:300162 天津 武警医学院(牛云彤),北京医科大学(王生、王起恩、何丽华)

仪的通用放大器和积分器通道,最后进入 IBM PC/AT微机进行储存、分析。结果用 EMG 的时间积分 (IEMG) 表示。

由于服装行业工作性质的精确性,工人采取前倾的强迫体位,躯干角主要为 0°~ 30°之间,且手部有一定的负荷。根据这些特点,让受试者采取坐位,通过调节椅子的高度维持大腿呈水平面位置。实验时,头部保持在躯干的延长线上,双手在桌面上进行拼装操作 (使用南京高保有限公司生产的拼装文具)。本实验共取三个姿势,即躯干角分别为 0°、15°、30°左右,受试者保持操作姿势同时进行手部模拟操作 3 小时,每隔半小时采样一次,每次实验采样七次,记录不同时间的 IEMG 值及主诉。每种姿势的实验间隔为 2~ 3 天。

1. 2. 4 统计分析方法: 将资料输入 Epi Info 5. 0 及 SPSS 软件进行的配对 *T* 检验等统计分析。

2 结果

2. 1 现场部分

2. 1. 1 一次连续工作持续时间: 工人一次连

续工作持续时间多为 3~ 4 小时及 > 4 小时,分别为调查工人总数的 44. 1% 和 37. 9%,此外, < 2 小时者占 5. 48%, 2~ 3 小时者占 12%。

2. 1. 2 腰部症状发生情况: 在所有被调查者中有腰部症状的占 59. 3%, 其中腰酸痛 56. 2%, 麻木 0. 4%, 无力 0. 4%, 感觉异常 2. 3%, 无症状 40. 5%。

2. 1. 3 不同躯干角工人所占比例及腰部症状发生情况: 从表 1 可知,坐位作业工人随着躯干角的增加,腰部症状发生率增加 ( $\chi^2 = 11. 78, P < 0. 01$ ), 躯干角以 10°~ 20°的作业人数最多。

表 1 不同躯干角腰部症状发生情况

| 躯干角<br>(度) | 例数  | 构成比<br>(%) | 有症状<br>例 数 | 有症状<br>百分率 (%) |
|------------|-----|------------|------------|----------------|
| 0°~ 10°    | 50  | 20. 7      | 24         | 48. 0          |
| 10°~ 20°   | 141 | 58. 3      | 80         | 56. 7          |
| 20°~ 30°   | 51  | 21. 1      | 40         | 78. 4          |
| 合计         | 242 | 100        | 144        | 59. 5          |

2. 2 模拟现场研究

表 2 不同躯干角时 IEMG 均值随时间的变化

| 时间<br>(小时) | 0°           | 15°          | 30°           |
|------------|--------------|--------------|---------------|
| 0. 0       | 4. 46± 1. 38 | 6. 79± 2. 70 | 9. 74± 2. 20  |
| 0. 5       | 6. 60± 2. 51 | 8. 95± 2. 91 | 10. 79± 2. 75 |
| 1. 0       | 6. 51± 2. 60 | 8. 04± 1. 89 | 8. 11± 2. 22  |
| 1. 5       | 6. 05± 1. 67 | 7. 35± 2. 47 | 7. 53± 2. 04  |
| 2. 0       | 5. 69± 1. 62 | 6. 20± 1. 72 | 7. 24± 2. 37  |
| 2. 5       | 4. 54± 1. 10 | 5. 92± 1. 63 | 5. 76± 1. 05* |
| 3. 0       | 4. 57± 1. 11 | 5. 44± 1. 34 | 5. 80± 1. 62* |

\*\* 与实验开始时比  $P < 0. 01$ , \* 与实验开始时比  $P < 0. 05$

从表 2 可以看出,不论何种躯干角,随时间变化,IEMG 值在实验开始一段时间内上升,约在开始后半小时达到最大值,此时 15°的 IEMG 值与实验开始时存在显著性差异;半小时以后,IEMG 值开始下降,到实验结束时降

到最低值。躯干角为 30°的一组实验开始 1. 5 小时以后的 IEMG 值均较实验前显著性降低,而腰部症状发生率随时间延长及躯干角增加上升,结束时 0°、15°和 30°腰部症状发生率分别为 50%、60% 和 90%。

### 3 讨论

#### 3.1 现场调查

调查结果表明,服装行业有以下特点:

(1) 手部负荷不大; (2) 每次作业持续时间长; (3) 以躯干角  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$  范围内作业者多 (58.3%)。国外有学者认为腰部酸痛为腰部疲劳的主要症状,工业缝纫工腰背痛患病率约为 30.8% ~ 53.4%<sup>[2,3]</sup>。本次调查发现腰部症状者占有调查对象的 59.5%,与上述报道相近

现场工人坐位作业时,随着躯干角的增大,腰部症状的发生率增加,二者存在明显的正相关。原因是坐位作业时随躯干角增大,腰部肌肉紧张度增高,易造成局部肌肉疲劳,长时间则形成慢性肌肉骨骼损伤。有研究发现坐位作业时腰背痛的发生与躯干角增加有关,尤其是长时间或带有强迫体位的坐位作业<sup>[4,5,6]</sup>。当躯干角前倾时,重力向量在脊柱处产生的力矩增大,如再加上长时间静力作业,可加重肌肉疲劳<sup>[7]</sup>,肌肉疲劳对引发损伤是非常重要的<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 模拟现场研究

研究表明, IEMG 的变化趋势为早期 IEMG 值上升,达到最大值后开始下降。在表面肌电图研究中, IEMG 被认为是反映肌肉张力的一个重要指标。但 IEMG 能否作为评价疲劳的指标,目前仍存在一些争议。早期,一些学者认为肌肉疲劳时 IEMG 值增加<sup>[8,9]</sup>,而后来的研究却表明疲劳时 IEMG 值下降<sup>[10]</sup>。在本实验中发现,无论何种躯干角,随坐位持续时间延长,腰肌 IEMG 均出现早期略上升,随后开始下降的规律,症状发生率随时间延长及躯干角增加而上升,提示 IEMG 的上升和下降是疲劳发生发展过程中不同阶段的表现。其原因可能是在早期由于运动单位逐渐募集,参与肌肉收缩的运动单位逐渐增加导致 IEMG 增加,但随持续时间延长,肌肉中某些运动单位(尤其是快运动单位)开始出现疲劳,因此参加

收缩的运动单位减少,频率也下降,导致 IEMG 值降低。本研究看到,  $0^{\circ}$  躯干角时,至实验结束 IEMG 值仍未低于初始值,而  $15^{\circ}$  时,在开始后 2 小时, IEMG 低于初始值,而  $30^{\circ}$  躯干角时, IEMG 值于开始后 1 小时低于初始值。这可能是开始产生疲劳的时间,但从现场调查结果来看,工人作业时躯干角大多在  $20^{\circ}$  以内,因此,建议工人在从事坐位作业时,一次连续工作时间不能超过两小时,即工作两小时后应安排一次工间暂歇,以避免肌肉疲劳的蓄积,保护工人健康。

(本工作得到北京市劳动卫生与职业病研究所朗燕英研究员、张锡辉和赵捷同志的协助,谨在此致以诚挚的谢意!)

### 4 参考文献

- 1 R. G. Cpper and M. J. Stokes. Load-induced inflexion of the surface electromyographic signal during isometric fatiguing activity of normal human paraspinal muscle. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 1994, 34: 177
- 2 Rowe M L. Preliminary statistical study of low back pain. *JOM*, 1963, 5 (7): 336
- 3 Rowe M L. Low back pain in industry. A position paper. *JOM*, 1969, 11 (4): 161
- 4 Adam M A and Hutton W C. The effect of posture on the fluid content of lumbar intervertebral discs. *Spine*, 1983, 8 (6): 665
- 5 Tak-Sun Y, et al. Low-back pain in industry—an old problem revisited. *JOM*, 1984, 26 (7): 517
- 6 Oxenburgh M. Musculoskeletal injuries occurring in word processor operators. *Proceeding of the 21st annual conference of the Ergonomic Society of Australia and New ealand*. 1984. 137
- 7 Magnusson M, et al. Measurement of time-dependent height-loss during sitting. *Clin Biomech*, 1990, 5: 137
- 8 De Vries H. A. Efficiency of electrical activity as a physiological measure of the functional state of muscle tissue. *Amer. J. Physical Med*, 1968, 47: 10
- 9 Currier D. P. measurement of muscle fatigue. *J. Amer. Physical Therapy Assoc*, 1969, 49: 724
- 10 Lind A. et al. Amplitude of the surface electromyogram during fatiguing isometric contractions. *Muscle Nerve*, 1979, 2: 257

(收稿: 1996-07-11 修回: 1996-10-11)