

# 生物制药企业员工肌肉骨骼疾患及其危险因素研究

王娜<sup>1</sup>, 曲颖<sup>2</sup>, 徐擎<sup>2</sup>, 钟思武<sup>2</sup>, 张曦<sup>2</sup>, 张雪艳<sup>2</sup>, 王忠旭<sup>2</sup>, 贾宁<sup>2</sup>

[1. 诺和诺德(中国)制药有限公司, 天津 300457; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所]

**摘要:** **目的** 探讨生物药品制造企业员工职业性肌肉骨骼疾患(WMSDs)发生状况及可能的影响因素。**方法** 采用流行病学横断面调查方法, 选用《中文版肌肉骨骼疾患调查表》电子问卷系统对某生物制药厂部分车间286名员工近1年肌肉骨骼疾患的发生情况进行调查。**结果** 该企业员工WMSDs的年发生率为66.4%, 各部位肌肉骨骼疾患年发生率6.3%~45.8%, 发病部位居前三位的依次是颈部(45.8%)、肩部(33.2%)和上背部(28.7%), 下背部、手腕部、腿部、膝部和踝/足部WMSDs的发生率在不同工种之间的差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。多因素Logistic回归分析显示, 长时间保持低头姿势和背部弯曲分别是导致颈部和上背部WMSDs的危险因素( $P<0.05$ ), 休息时间充足和经常体育锻炼分别是预防颈部和上背部WMSDs的保护因素( $P<0.05$ )。**结论** 生物制药企业员工WMSDs年发生率较高, 亟需制定有针对性的干预措施, 以降低WMSDs对员工健康的影响, 如搬运过程中缩短手臂与身体的水平距离, 调整不良作业姿势, 减少重复性作业, 合理安排工作时间等。

**关键词:** 生物制药; 职业性肌肉骨骼疾患(WMSDs); 危险因素

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)02-0115-05 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.02.004

## Research on musculoskeletal disorders and risk factors in workers of a biopharmaceutical factory

WANG Na\*, QU Ying, XU Qing, ZHONG Si-wu, ZHANG Xi, ZHANG Xue-yan, WANG Zhong-xu, JIA Ning

[\* Novo Nordisk (China) Pharmaceutical Co., Ltd, Tianjin 300457, China]

**Abstract:** **Objective** To investigate the incidence and its risk factors of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in biopharmaceutical factory. **Methods** A cross-sectional study was conducted using electronic questionnaire system of Chinese version musculoskeletal disorders questionnaire to investigate the prevalence of musculoskeletal disorders in 286 employees in some workshops of a biological pharmaceutical factory in China during past 1 year. **Results** The results showed that the annual general incidence rate of WMSDs in these employees was 66.4%, the incidence rates for different parts of body fluctuated between 6.3% to 45.8%, the top three parts were neck (45.8%), shoulders (33.2%) and upper back (28.7%), there were some statistical difference in the incidence rates of WMSDs among different types of work in those parts as low back, wrists, legs, knees and ankles ( $P<0.05$ ). Furthermore, the multivariate Logistic regression analysis showed that keeping head down and back bent for a long time were the risk factors of WMSDs for neck and upper back, respectively ( $P<0.05$ ), while enough rest time and regular physical exercise were the protective factors for those parts mentioned above, respectively ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The results suggested that the employees of biopharmaceutical factories had higher incidence rate of WMSDs, therefore, it is urgent to formulate targeted intervention measures to reduce the impact of such diseases on employees, such as shortening the horizontal distance between arm and body during transportation, adjusting bad operation posture, reducing repetitive operations, and reasonably arranging working hours, etc.

**Key words:** biopharmaceuticals; work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); risk factor

2002年国际劳工组织(ILO)明确将肌肉骨骼疾病列入国际职业病名单(第194号建议书),并在2010年批准生效的最新版职业病名单中进一步细化了该类疾病<sup>[1]</sup>。由于该类疾患呈现不断增加趋势,

引起了社会的普遍关注。随着制药行业的迅速发展,所带来的职业危害愈加凸显。既往的研究报道多集中在有毒化学物及噪声等传统职业病危害因素,而对不良工效学因素所致的WMSDs危害研究甚少。因此,本研究旨在摸清生物制药企业WMSDs的发病及分布情况,探讨可能的危险因素,为防控WMSDs、减少经济损失提供对策与措施。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 采用整群抽样的方法,选择某生物制药

**基金项目:**“十二五”科技支撑项目(编号:2014BAI12B03);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(项目号:131031109000150003)

**作者简介:**王娜(1981—),女,硕士,研究方向:环境健康安全。

**通信作者:**贾宁,副研究员, E-mail: jianing@niohp.chinacdc.cn

厂耐用器械车间、无菌生产车间和成品部车间工龄>1年的286名员工作为研究对象。排除标准：先天性脊柱畸形者，因外伤、感染性疾病、恶性肿瘤等非工作有关因素导致的肌肉骨骼疾患患者。本研究已通过中国疾病预防控制中心伦理审查委员会的批准，调查对象均知情同意。

**1.2 方法** 采用流行病学横断面调查方法，选择《中文版肌肉骨骼疾患调查表》电子问卷系统。该问卷整合了《北欧肌肉骨骼系统疾患问卷》和《荷兰肌肉骨骼症状调查问卷》的相关内容，经修订和验证适用于我国职业人群。问卷由三部分组成，第一部分为一般情况调查，包括工龄、身高、体重、吸烟、饮酒、体育锻炼等；第二部分为身体各部位WMSDs的发生情况；第三部分为工作情况调查，包括工作类型、工作姿势和劳动组织等内容。调查采用1:N的问卷方式，调查对象通过扫描二维码的形式参与答题，调查人员全程负责监控，确保所有信息均来自调查对象本人。电子问卷系统设置了逻辑纠错和无空白项设置，待调查对象输入全部信息后方可成功提交问卷。

**1.3 WMSDs的判定** 依据美国NIOSH对肌肉骨骼损伤的判定标准，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）每月都有不适发生或持续时间超过1周，则判定为该部位肌

肉骨骼疾患。

**1.4 统计分析** 采用SPSS20.0统计软件对资料进行统计学处理。计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示；对WMSDs单因素分析采用 $\chi^2$ 检验方法，多因素分析采用非条件Logistic回归模型。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 本次调查提交电子问卷286份。其中，女168人、男118人，工种包括灌装、配方、消毒、检查、装配、操作和技术管理人员，研究对象年龄（ $32.4\pm 6.4$ ）岁，本工种工龄（ $5.6\pm 3.6$ ）年，身高（ $167.9\pm 11.16$ ）cm，体重（ $69.2\pm 22.0$ ）kg，BMI  $24.3\pm 6.4$ ，文化程度高中及以下、大学、大学及以上分别为48人（16.8%）、233人（81.5%）和5人（1.7%）。

**2.2 WMSDs发生情况** 近1年内，生物制药厂员工WMSDs总发生率（只要任一部位发生WMSDs均视为1例）为66.4%。各部位WMSDs年发生率6.3%~45.8%，发生率较高的前三个部位依次为颈部（45.8%）、肩部（33.2%）和上背部（28.7%）。

**2.3 不同工种WMSDs发生率** 下背部、手腕部、腿部、膝部和足踝部WMSDs的发生率在不同工种之间的差异具有统计学意义（ $P<0.05$ ）。下背部、手腕部、腿部和膝部4个部位WMSDs发生率排在前三位的工种均为装配工、灌装工和配方工；踝/足部略微不同，依次为装配工、配方工和检查工。详见表1。

表1 不同工种各部位WMSDs的年发生率

例（%）

工种	人数	颈部	肩部	上背部	下背部	肘部	手腕部	腿部	膝部	踝/足部
灌装	60	34(56.7)	23(38.3)	19(31.7)	18(30.0)	3(5.0)	11(18.3)	14(23.3)	10(16.7)	18(30.0)
配方	30	14(46.7)	8(26.7)	9(30.0)	9(30.0)	1(3.3)	7(23.3)	7(23.3)	7(23.3)	12(40.0)
检查	16	5(31.3)	6(37.5)	3(18.8)	2(12.5)	2(12.5)	1(6.2)	2(12.5)	0	5(31.3)
消毒	26	12(46.2)	5(19.2)	6(23.1)	7(26.9)	1(3.8)	3(11.5)	3(11.5)	2(7.7)	7(26.9)
装配	42	21(50.0)	18(42.9)	17(40.5)	21(50.0)	5(11.9)	17(40.5)	15(35.7)	13(31.0)	29(69.0)
操作	89	35(39.3)	29(32.6)	22(24.7)	13(14.6)	6(6.7)	8(9.0)	8(9.0)	8(9.0)	7(7.9)
技术管理人员	23	10(43.5)	6(26.1)	6(26.1)	4(17.4)	0	4(17.4)	2(8.7)	2(8.7)	3(13.0)
合计	286	131(45.8)	95(33.2)	82(28.7)	74(25.9)	18(6.3)	51(17.8)	51(17.8)	42(14.7)	81(28.3)
$\chi^2$ 值		6.080	6.016	5.074	21.806	5.742	22.249	18.099	17.582	57.497
$P$ 值		0.414	0.421	0.534	0.001	0.453	0.001	0.006	0.007	0.000

**2.4 颈部、肩部和上背部WMSDs的单因素分析** 以患病严重的颈部、肩部和上背部WMSDs为例，对其可能影响的职业因素进行了单因素分析（表2）。结果显示，每天从事同样的工作、休息时间和长时间

保持低头姿势与颈部WMSDs的发生相关（ $P<0.05$ ）；休息时间与肩部WMSDs的发生相关（ $P<0.05$ ）；搬运>5 kg重物、背部弯曲和长时间保持低头姿势与上背部WMSDs的发生相关（ $P<0.05$ ）。

表2 颈部、肩部和上背部 WMSDs 的单因素分析

影响因素	人数	颈部		肩部		上背部		
		例数	OR (95%CI)	例数	OR (95%CI)	例数	OR (95%CI)	
身高(cm)	<160	33	13	1	8	1	11	1
	160~169	124	55	1.23 (0.56~2.68)	39	1.43 (0.59~3.46)	39	0.92 (0.41~2.08)
	≥170	129	63	1.47 (0.67~3.20)	48	1.85 (0.78~4.43)	32	0.66 (0.29~1.51)
工龄(年)	<5	66	30	1	21	1	15	1
	5~9	65	30	1.03 (0.52~2.05)	22	1.10 (0.52~2.27)	17	1.20 (0.54~2.68)
	10~14	104	55	1.34 (0.73~2.50)	39	1.29 (0.67~2.47)	37	1.88 (0.93~3.79)
	≥15	51	16	0.55 (0.26~1.18)	13	0.73 (0.32~1.66)	13	1.16 (0.50~2.73)
吸烟	否	229	107	1	74	1	66	1
	是	57	24	0.829 (0.46~1.49)	21	1.22 (0.67~2.24)	16	0.96 (0.51~1.84)
体育锻炼	无	109	51	1	41	1	40	1
	有	177	80	0.94 (0.58~1.51)	54	0.73 (0.44~1.20)	42	0.58 (0.32~0.90)
长时间站姿作业	否	65	24	1	21	1	14	1
	是	221	107	1.60 (0.90~2.83)	74	1.06 (0.59~1.90)	68	1.62 (0.84~3.12)
长时间坐姿作业	否	99	44	1	32	1	30	1
	是	187	87	1.088 (0.67~1.78)	63	1.06 (0.63~1.79)	52	0.89 (0.52~1.51)
搬运>5 kg 重物	否	16	8	1	6	1	10	1
	是	270	123	0.84 (0.31~2.30)	76	0.65 (0.23~1.86)	85	1.08 (1.10~1.78) <sup>a</sup>
每分钟做多次重复性操作	否	23	10	1	5	1	7	1
	是	263	109	1.11 (0.47~2.62)	90	1.87 (0.67~5.21)	75	0.91 (0.36~2.31)
每天从事同样的工作	否	63	22	1	19	1	18	1
	是	223	109	1.78 (1.00~3.19) <sup>a</sup>	76	1.20 (0.65~2.19)	64	1.01 (0.54~1.87)
经常加班	否	279	126	1	92	1	80	1
	是	7	5	3.04 (0.58~15.9)	3	1.52 (0.33~6.95)	2	1.00 (0.19~5.23)
休息时间充足	否	201	102	1	75	1	62	1
	是	85	29	0.50 (0.30~0.85) <sup>a</sup>	20	0.52 (0.29~0.92) <sup>a</sup>	20	0.69 (0.39~1.24)
人员缺乏	否	130	56	1	45	1	38	1
	是	156	75	1.22 (0.77~1.95)	50	0.89 (0.54~1.46)	44	0.95 (0.57~1.59)
背部弯曲	否	97	40	1	25	1	18	1
	是	189	91	1.32 (0.81~2.17)	70	1.69 (0.99~2.91)	64	2.25 (1.24~4.07) <sup>a</sup>
背部经常转身	否	93	35	1	28	1	23	1
	是	193	96	1.64 (0.99~2.72)	67	1.23 (0.72~2.10)	59	1.34 (0.76~2.35)
弯腰同时转身	否	187	81	1	61	1	50	1
	是	99	50	1.34 (0.82~2.18)	34	1.08 (0.65~1.81)	32	1.31 (0.77~2.23)
颈部长时间保持同一姿势	否	86	32	1	30	1	23	1
	是	200	99	1.65 (0.97~2.78)	65	0.90 (0.53~1.53)	59	1.15 (0.65~2.02)
长时间保持低头姿势	否	108	39	1	33	1	22	1
	是	178	92	1.89 (1.16~3.09) <sup>a</sup>	62	1.22 (0.73~2.03)	60	1.99 (1.13~3.49) <sup>a</sup>

注：a，各因素是与否相比， $P<0.05$ 。

**2.5 颈部、肩部和上背部 WMSDs 多因素 Logistic 回归分析** 以个体因素（身高、工龄、吸烟、体育锻炼）、职业因素（工作类型、劳动组织、工作姿势等）作为自变量，以过去一年内员工颈部、肩部和上背部 WMSDs 是否患病为因变量，采用多因素 Logistic 回归模型对可

能的危险因素进行筛选。结果显示，颈部 WMSDs 进入模型的因素为长时间保持低头姿势和休息时间充足，后者为保护因素；肩部 WMSDs 的因素为休息时间充足，为保护因素；上背部 WMSDs 进入模型的因素为背部弯曲和经常体育锻炼，后者为保护因素。见表 3。

表3 WMSDs多因素 Logistic 回归分析

因素	颈部		肩部		上背部	
	B 值	OR (95%CI) 值	B 值	OR (95%CI) 值	B 值	OR (95%CI) 值
长时间保持低头姿势	0.54	1.72 (1.04~2.85)				
休息时间充足	-0.62	0.54 (0.31~0.92)	-0.66	0.52 (0.29~0.93)		
背部弯曲					0.89	2.43 (1.33~4.44)
经常体育锻炼					-0.71	0.49 (0.29~0.84)

注：空白处为未进入的变量。

### 3 讨论

本研究结果显示,该生物制药厂员工 WMSDs 的好发部位集中在颈部、肩部和上背部,与以坐姿为主的流水线作业的其他行业类似,但发生率略高(66.4%)。肖吕武等<sup>[2]</sup>调查发现,某电子设备制造厂 WMSDs 发生率较高的部位依次为颈部(11.6%)、肩部(9.7%)、下背部(8.5%)和手腕部(5.8%)。沈波等<sup>[3]</sup>调查发现制鞋业工人 WMSDs 发生率为 49.8%,发生部位同样集中在颈部(29.1%)、肩部(27.0%)和下背部(25.6%)。Dianat 等<sup>[4]</sup>对手工缝纫作业工人的调查显示, WMSDs 发生率最高的部位依然是颈部(57.9%)、腰背部(51.6%)和肩部(40.5%)。本研究的生物制药厂员工下背部、手腕部、腿部、膝部和踝/足部 WMSDs 的发生率在不同工种之间的差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),发生率最高的工种均为装配工,因装配工相对其他工种坐姿作业时间更长。长时间坐位工作易引发颈、肩部酸痛不适。Kang 等指出<sup>[5]</sup>,为了维持颈部前倾状态,颈、肩部肌肉长期处于紧张状态,不仅加重了软组织负担,而且对脊柱关节造成影响。

发生 WMSDs 的危险因素可分为职业因素和非职业因素。职业因素方面,重体力负荷、不良作业姿势、单调重复性作业和不合理的劳动组织均与 WMSDs 的发生相关。本研究结果表明,搬运>5 kg 重物与上背部 WMSDs 的发生相关( $P < 0.05$ )。生物制药企业为了保证药品的安全和品质,需要防止各种途径的污染。因此,配方工和灌装工搬运物料时,为了避免工作服污染物料,需要伸出 3/4 手臂,增加了手与身体的水平距离。根据 NIOSH 提出的提举公式<sup>[6]</sup>,手部距离身体的水平距离为搬举作业工效学负荷的影响因素,若搬运的物体重心远离躯干,力矩加大,则加重了搬运时的身体负荷,增加了发生 WMSDs 的风险<sup>[7]</sup>。

本研究显示,每天从事同样的工作可能与颈部 WMSDs 的发生密切相关,长时间低头作业的员工患颈部 WMSDs 的风险是对照人群的 1.72 倍( $P <$

0.05),背部弯曲的员工患上背部 WMSDs 的风险是对照人群的 2.43 倍( $P < 0.05$ )。Kim<sup>[8]</sup>等研究发现,果农于相对狭小的果园工作空间重复采摘、过秤、分拣、装箱等操作,采取颈部前倾、后仰、侧弯和腰背部前倾和弯曲等不良姿势作业,重复性的上肢操作及不良作业姿势易导致颈、肩部肌肉处于紧张状态,导致肌肉疲劳甚至损伤。张丹等<sup>[9]</sup>研究发现,供电企业运检人员经常徒手攀爬至杆塔顶端,维护保养和排除线路故障,颈部长时间保持同一姿势,成为颈部和肩部 WMSDs 的危险因素( $P < 0.05$ )。还有研究表明<sup>[10]</sup>,定期休息可以放松肌肉组织,减轻腰椎间盘压力,防止 WMSDs 的发生。因此,建议保证充足的工间休息时间以减少 WMSDs 的发生。本研究显示,充足的休息时间和体育锻炼分别是防止员工颈肩部、上背部发生 WMSDs 的保护因素( $P < 0.05$ )。

针对制药企业员工 WMSDs 发生率高的实际情况,建议:(1)企业定期开展工效学知识培训,使员工了解 WMSDs 的早期症状、原因及预防干预措施;(2)尽量让员工将手臂贴近身体,搬运过程中缩短手臂与身体的水平距离;(3)改善厂房布局,调整不良作业姿势,避免弯腰同时转身、长时间手腕部弯曲等姿势;(4)避免长时间重复同一动作,减少动作持续时间与动作频率;(5)合理安排工作组织和工作时间,适当增加工间休息次数,放松疲劳部位。

### 参考文献

- [1] 牛胜利. 2010年版国际职业病名单的修订背景和意义[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2010, 28(8): 599-604.
- [2] 肖吕武, 张喜标, 周浩, 等. 电子制造业作业工人肌肉骨骼损伤与工效学负荷水平相关性研究[J]. 职业卫生与应急救援, 2019, 37(2): 159-162.
- [3] 沈波, 许旭艳, 罗秀凤, 等. 制鞋业生产工人肌肉骨骼疾患的流行病学调查[J]. 中国工业医学杂志, 2016, 29(5): 329-332.
- [4] Dianat I, Karimi MA. Musculoskeletal symptoms among handicraft workers engaged in hand sewing tasks [J]. J Occup Health, 2016, 58(6): 644-652.

(下转第 171 页)

《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2—2002)从《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79)分离出来,2007年分别修订为GBZ2.1—2007和GBZ2.2—2007,其中大部分是参照美国政府工业卫生家会议(ACGIH)的接触限值,并结合我国国情,完善了标准的内容<sup>[4]</sup>。

GBZ2.1—2007标准中相关的粉尘接触限值内容应用广泛,并频繁地应用于职业卫生工作中。本研究针对已经颁布并实施10年的GBZ2.1—2007中粉尘相关接触限值开展科学、合理地调查,符合我国WS/T 536—2017对拟跟踪评价标准的选取原则。卫生标准从制订到实施,再到修订是一个动态、连续的过程,跟踪评价是掌握国家卫生标准执行情况和发现问题的必需途径。

本次调查对象来自广州市开展职业卫生检测、监测和评价的甲、乙两级职业卫生技术服务机构,既含省级职业病防治机构,亦有民营的技术服务机构,具有较好的代表性。调查对象中本科及以上学历人员超过95%,提示广州地区职业卫生服务机构的人员大多接受了高等教育,具有较高文化水平,绝大多数调查对象(95.7%)能够较好地理解标准术语和定义。工龄≥5年的调查对象占60%以上,每周使用GBZ 2.1进行接触粉尘评价的超过50%,说明纳入的调查对象有一定的工作经验和标准使用经历,可以更加准确地反馈调查问卷的信息。

进行工作场所粉尘浓度评价工作时,由于对监测粉尘的分类、所用粉尘标准的适用范围、粉尘标准理解、检验方法等存在差异,出现评价结论与所委托(监测)企业结论不一致的情况,均与该标准的内容有关。例如,粉尘的分类、粉尘鉴别方法的规定,以及“其他粉尘”的界定等,均可影响标准使用者作出判定;标准中粉尘分类不明确易导致判断结果不一致。标准规定了47种(类)粉尘的职业接触限值,但是由于工作场所实际存在的粉尘种类繁多,情况复

杂,难以找到完全对应的标准值。此外,人造矿物质粉尘、纳米粉尘、催化剂粉尘等新粉尘屡见不鲜,目前缺乏对这些粉尘毒性及职业危害的全面了解<sup>[5]</sup>。调查还显示,60%以上调查对象遇到工作场所空气中电焊烟尘、矽尘等浓度超过卫生标准限值的情况,与广东省职业性尘肺以矽肺和电焊工尘肺为主的报告相一致<sup>[6]</sup>。因此,针对现行的粉尘浓度限值标准相关内容存在粉尘种类范围不全、新粉尘危害研究和标准制定延滞、“其他粉尘”规定不明确、缺乏对混合粉尘危害的规范评价等问题,调查对象建议增加粉尘种类、明确“其他粉尘”范围,将新识别的粉尘纳入标准管理。

本次研究的样本量较小,且仅局限于广州市,所得到的结果并不能代表其他省市的标准使用情况。此外,本次调查失访对象较多,可能对信息收集产生一定的影响。问卷信息填写主观性较强,纳入的调查对象提供信息较为可靠。为了解全国的使用情况,有必要扩大调查范围和增加样本含量,进一步论证亟待修订的内容。

#### 参考文献

- [1] 张敏,李涛,杜雯祎,等.我国职业卫生标准体系研究[J].中国卫生监督杂志,2009,16(3):225-231.
- [2] 汪永忠,王青,耿全,等.生产性粉尘职业接触限值应用问题探讨[J].中国职业医学,2016,43(2):237-240.
- [3] 张敏.广泛动员社会资源 贯彻职业卫生标准 促进体面劳动——职业卫生标准宣贯的实践与思考[J].中国卫生标准管理,2012,3(3):13-16.
- [4] 郭强之,李新鸾.我国有害因素职业接触限值与采样规范沿革与应用[J].安全、健康和环境,2017,17(7):24-27.
- [5] 杨乐华.工作场所粉尘职业接触限值标准解读与问题探讨[J].实用预防医学,2011,18(5):967.
- [6] 周珊宇,温贤忠,李旭东,等.广东省2006—2016年新报告职业性尘肺病的流行病学特征[J].环境与职业医学,2017,34(12):1046-1053.

(收稿日期:2018-09-20;修回日期:2018-11-11)

(上接第118页)

- [5] Kang JH, Park RY, Lee SJ, et al. The effect of the forward head posture on postural balance in long time computer based worker [J]. Ann Rehabil Med, 2012, 36(1): 98-104.
- [6] Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks [J]. Ergonomics, 36(7): 749-776.
- [7] 薄亚莉,黄德寅,张倩,等.某电子加工企业手工提举作业的工效学评价[J].中国工业医学杂志,2018,31(6):449-450.
- [8] Kim M, Yoo JI, Kim MJ, et al. Prevalence of upper extremity muscu-

loskeletal diseases and disability among fruit tree farmers in Korea; Cross-sectional study [J]. Yonsei Med J, 2019, 60(9): 870-875.

- [9] 张丹,陈涛,孙成勋,等.某供电企业运检人员工作相关肌肉骨骼疾患及其危险因素研究[J].中国工业医学杂志,2018,31(6):403-407.
- [10] Sheahan PJ, Diesbourg TL, Fischer SL. The effect of rest break schedule on acute low back pain development in pain and non-pain developers during seated work [J]. Appl Ergon, 2016(53 Pt A): 64-70.

(收稿日期:2020-03-10)