

车间空气中聚丙烯腈纤维粉尘卫生标准的研制

张宏¹, 张维德¹, 于锡山¹, 王瑞¹, 张维东¹, 蒋绪亮², 付爱玲², 王桂凤²

(1. 山东省劳动卫生职业病防治研究所, 山东 济南 250062; 2. 淄博市卫生防疫站, 山东 淄博 255026)

摘要: 目的 探讨聚丙烯腈纤维粉尘的致病作用, 制订车间空气中聚丙烯腈纤维粉尘卫生标准。方法 大鼠经气管注入粉尘 80mg, 分别于染尘后的 12、18 个月剖检, 观察肺部病理改变。发现聚丙烯腈纤维粉尘可致肺组织轻度纤维化改变。对 103 名平均接尘工龄 5.4 年(1~14.6 年)接尘女工的健康状况进行了调查分析。结果 呼吸系统症状检出率、胸部 X 线异常改变和肺通气功能损伤程度, 接尘组均明显高于对照组 ($P < 0.01$)。结论 聚丙烯腈纤维粉尘对人体有一定的致病作用。提出车间空气中聚丙烯腈纤维粉尘最高容许浓度为 $4\text{mg}/\text{m}^3$, 时间加权平均容许浓度为 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

关键词: 聚丙烯腈纤维粉尘; 卫生标准

中图分类号: R135.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X (2000)06-0335-02

Studies on formulating national hygienic standards for polyacrylonitrile fiber dust in the workplace air

ZHANG Hong¹, ZHANG Wei-de¹, YU Xi-shan¹, WANG Rui¹, ZHANG Wei-dong², JIANG Xu-liang², Fu Ai-ling², WANG Gui-feng²

(1. Shandong Provincial Institute for Occupational Health, Jinan 250062 China; 2. Sanitation and Anti-epidemic Station of Zibo City, Zibo 255026, China)

Abstract: **Objective** To formulate national hygienic standards for polyacrylonitrile (PAN) fiber dust in the workplace air and to study its pathogenic effects. **Methods** Rats were administered with PAN dust suspension 80 mg via intratracheal instillation. The animals were killed 12 and 18 months after exposure. Biopsy showed that PAN could cause mild fibrosis in pulmonary tissues of the rats. Health status were investigated and analysis for 103 women workers with an average duration exposed to PAN for 5.4 years. **Results** Detection rates of respiratory symptoms, abnormal chest X-ray and impaired pulmonary ventilation function were significantly higher in the exposed workers than those in the controls ($P < 0.01$), which suggested certain pathogenic effects of PAN on human bodies. **Conclusion** National hygienic standards for PAN in the workplace air——4 mg per cubic meter for maximum allowable concentration and 2 mg per cubic meter for time-weighted average concentration——were set, based on the results of animal experiments and epidemiological studies, as well as the data from other studies at home and abroad.

Key words: Polyacrylonitrile; Dust; Hygienic standard for workplace air

聚丙烯腈纤维系指以丙烯腈为主的三元共聚物, 经纺丝而制得聚丙烯腈纤维 (Polyacrylonitrile Fiber)^[1], 相对密度为 1.17, 比棉花轻 20%^[2], 对一般溶剂和浓度低的酸具有良好的抵抗力, 耐碱能力较差。我国聚丙烯腈纤维商品名称为腈纶。聚丙烯腈纤维的用途广泛, 就产品而言约 90% 为民用, 在民用中主要用于服饰, 仅有少量用于工业及军用, 这些聚丙烯腈纤维多需按特殊要求专门制造; 还可经预氧化、碳化和石墨化制造碳纤维。

1 动物实验研究

大鼠分 2 次 (间隔 1 周) 气管内注入腈纶粉尘, 分别为 50mg 和 30mg, 染尘后 12 个月时, 肺间质网

织纤维增生, 尘细胞增多并有灶周肺气肿。到 18 个月时, 纤维细胞性结节形成, 少数病灶中胶原纤维明显增加, 肺泡隔增厚, 肺泡腔变小, 病灶趋于融合, 间质中也可见较多的胶原纤维, 呈间质纤维化改变。从染尘量与染尘后肺病理改变时间上看, 聚丙烯腈纤维粉尘是属于致肺组织纤维化较弱的一种粉尘。

大鼠 1 次经口和 1 次吸入较大剂量聚丙烯腈粉尘时, 无明显作用。而重复吸入浓度为 $1300\text{mg}/\text{m}^3$, 每日 1 小时, 历时 45 日, 经 14~20 天染毒, 出现蛋白尿, 且渐趋严重。表明多次重复作用时, 具有蓄积毒性^[3]。

2 职业卫生与流行病学调查

山东淄博合成纤维厂车间空气中腈纶粉尘浓度, 旧生产线 4 个工种共监测样品 33 个, 粉尘平均浓度为 $5.87\text{mg}/\text{m}^3$ ($1.00 \sim 24.00\text{mg}/\text{m}^3$), 新生产线 5 个工种共监测样品 37 个, 粉尘平均浓度为 $2.74\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.10 \sim 10.17\text{mg}/\text{m}^3$)。粉尘分散度 $< 5\mu\text{m}$ 的占 92%。

收稿日期: 2000-05-26

作者简介: 张宏 (1964—), 男, 山东济南人, 副主任医师, 主要从事劳动卫生研究。

新生产线的工人多为新入厂的工人。以接触腈纶粉尘的103名女工为调查组,平均接尘工龄5.4年(1~14.6年)。平均年龄26.2岁(18~43岁)。另选90名女工为对照组,平均年龄28.8岁(20~48岁)。两组均无吸烟史。调查组工人呼吸系统症状检出率,咳嗽(34.95%)、咯痰(36.89%)、胸部紧束感(69.90%)明显高于对照组,差异有极显著意义($P < 0.01$)。慢性支气管炎检出率调查组为25.24%,明显高于对照组(2.22%),有极显著意义($P < 0.01$)。调查组胸部X线表现,肺纹理增多和紊乱分别为15例(14.56%)和20例(19.42%);肺纹理增粗和伸展的7例(6.80%);接尘工龄长的工人肺野呈毛玻璃样感;有的工人在中或下肺区出现密集I级的不规则形小阴影“s”,在此背景上有的有散在的“p”小阴影,其中4例可见不足诊断为尘肺的小阴影,检出率为3.88%,均发生在不吸烟的女性工人中,其接触腈纶粉尘工龄平均为12.3年(9.8~14.7年)。肺通气功能测定结果,用实测值占预计值的百分比,对调查组与对照组8项肺功能测定指标进行了比较,其结果除 $FEV_{1.0}/FVC\%$ 两组间差异无显著意义($P > 0.05$)外, FEF_{25-75} 两组间差异有显著意义($P < 0.05$),其他6项($FEV_{1.0}$ 、 FVC 、 PEF 、 \dot{V}_{75} 、 \dot{V}_{50} 、 \dot{V}_{25})两组间差异有极显著意义($P < 0.01$),表明调查组的肺通气功能受到明显的损伤。

兰州化学纤维厂车间空气中腈纶粉尘浓度,用CC-1型快速测尘仪(只能测 $10\mu m$ 以内的尘粒)每岗位采3个样品,在主要生产岗位共采得144个样品,范围在 $0.1 \sim 8.40 mg/m^3$ 之间。粉尘分散度 $1 \sim 2\mu m$ 尘粒占86.96%。接尘组和对照组人数分别为185人和150人。接尘组呼吸系统症状检出率:胸闷(44.32%)、气短(44.32%)、咳嗽(29.19%)、咯痰(28.10%)、呼吸音粗(27.03%)均高于对照组,差异有极显著意义($P < 0.01$)。慢性咽炎检出率接尘组为22.16%,明显高于对照组(9.30%),两组间差异有极显著意义($P < 0.01$)。X线胸片表现,接尘组检出率细网状影(7.56%)、肺纹理增多(48.10%)、结节样改变(6.48%)、小片状影(1.08%)、点状阴影(1.62%)、毛玻璃状改变(6.48%)、局限性肺气肿(3.78%)与对照组比较均有极显著意义($P < 0.01$)。肺通气功能测定,对照组测定50人,平均年龄为32.2岁,接尘组测定88人,按接尘工龄(年)分为3组,1、2、3组的人数分别为54、15、19。3组的接尘工龄(年)平均分别为 (6.19 ± 3.82) 、 (13.67 ± 1.33) 、 $(17.05 \pm$

2.95)。3组年龄平均为32.1岁。测定指标为 FVC 、 $FEV_{1.0}$ 及计算 $FEV_{1.0}/FVC\%$,3组与对照组比较,差异均有极显著意义($P < 0.01$)^[4]。

3 车间空气中聚丙烯腈纤维粉尘卫生标准的建议

1992年日本产业卫生学会建议的粉尘容许浓度。谷尘、棉尘、木尘、革尘、软木尘、酚醛料(属第二种粉尘),呼吸性粉尘为 $1 mg/m^3$,总尘为 $4 mg/m^3$;其他无机和有机粉尘(属第三种粉尘),呼吸性粉尘为 $2 mg/m^3$,总粉尘为 $8 mg/m^3$ 。

根据职业卫生与流行病学调查,长期接触聚丙烯腈纤维粉尘可使接尘工人呼吸道症状发生率明显增高;咽炎、慢性支气管炎等上呼吸道炎症检出率增加,同时对肺功能有较明显的损伤,胸部X线形态有明显改变。

聚丙烯腈纤维粉尘浓度在 $6 mg/m^3$ 左右时,接尘工人呼吸道症状明显高于对照组($P < 0.01$),慢性支气管炎检出率(25.24%),也明显高于对照组(2.22%)有极显著意义($P < 0.01$),肺通气功能也有一定程度的损伤,胸部X线形态有明显改变。用大鼠进行实验,腈纶粉尘具有轻度致肺组织纤维化的作用。参考国外有关标准,建议聚丙烯腈纤维粉尘最高容许浓度为 $4 mg/m^3$,时间加权平均容许浓度为 $2 mg/m^3$ 。

4 实现建议标准的可行性

对山东淄博合成纤维厂等3个工厂的10个工种共采样品71个,总粉尘平均浓度为 $1.65 mg/m^3$ ($0.04 \sim 8.88 mg/m^3$);同时对3个厂的6个工种(二道针梳成球、切断、烘干、成球打包、细纱、捻线)共监测聚丙烯腈纤维粉尘的时间加权平均容许浓度样品18个,平均值为 $1.28 mg/m^3$ ($0.30 \sim 4.24 mg/m^3$)。

根据上述情况,只要采取有效的防尘措施,车间空气中聚丙烯腈纤维粉尘的最高容许浓度可以达到 $4 mg/m^3$ 以下,时间加权平均容许浓度可以达到 $2 mg/m^3$ 以下。

(本标准于1997年10月已通过全国卫生标准技术委员会评审。)

参考文献:

- [1] FJ508-82. 中华人民共和国纺织工业部标准. 腈纶短纤维[S].
- [2] 任铃子. 腈纶生产技术问答[M]. 北京:纺织工业出版社,1992.
- [3] 上海市化工局职业病防治所. 工业毒理学. 下册[M]. 上海:上海人民出版社,1977. 786-787.
- [4] 高应龙、蔡建芳. 腈纶纤维尘对人体危害调查分析[J]. 中国工业医学杂志,1993, 77-78.
- [5] 日本产业卫生学会. 容许浓度的劝告(1992)[J]. 产业医学,1992 34(4): 371.