

车间空气中硅藻土粉尘卫生标准制订依据

焦红岩 代鸿儒 陈光伟 赵 颖 朱桂芝 卢春光 陈 彬 孟 月

随着现代工业的发展, 硅藻土作为吸附剂、滤过剂、保温材料和耐火材料已被广泛地应用于化工、医药和食品等工业。在硅藻土的开采和加工利用等环节产生大量的硅藻土粉尘, 严重影响工人的身体健康。为了确保作业工人的身体健康, 使硅藻土粉尘控制在安全水平, 我们受卫生部标准技术委员会劳动卫生标准分委员会的委托, 对硅藻土粉尘进行了粉尘的大鼠致纤维化实验、兔红细胞溶血实验, 并对某硅藻土加工厂进行了流行病学调查, 旨在为制定我国车间空气中硅藻土粉尘最高容许浓度卫生标准提供科学的依据。

1 硅藻土的理化性质

硅藻土是无定型二氧化硅, 其化学成分: 二氧化硅 70%~75%; 三氧化二铝 12%~13%; 三氧化铁 3.5%~6%; 氧化钙 0.5%~3%, 一般呈白色或灰黄色, 其主要的工业用途为吸附剂、助滤剂、保温和耐火材料。天然硅藻土(生硅藻土)游离二氧化硅含量一般在 8%~9%, 生硅藻土经 1200℃ 煅烧, 使结合的二氧化硅变成游离状态, 游离二氧化硅含量可达 50%~60%, 甚至更高。

2 大白鼠致纤维化实验

将实验用硅藻土用玛瑙乳钵充分研磨后水洗, 使其分散度 95% 以上小于 $5 \times 10^{-6} \text{m}$, 其游离 SiO_2 含量为 9.45%。实验选用体重在 180~220g 的雄性 Wistar 大鼠, 在乙醚轻度麻醉下用非暴露气管注入法染尘。每只大鼠注入 1ml 生理盐水混悬液(内含 50mg 粉尘), 在染尘后 1、3、6、9、12 个月分别处死解剖, 每次处死 5~7 只取肺脏和淋巴结, 用 10% 甲醛固定, 石蜡包埋, 苏木素-伊红染色, 进行病理切片观察, 并测量全肺湿重、干重和肺胶原蛋白含量。结果表明, 硅藻土粉尘染尘的大白鼠肺湿重、肺干重和胶原蛋白含量均较低, 略高于对照组, 而与石英组比较差异具有显著意义 ($P < 0.05$)。

病理组织学观察: 用硅藻土粉尘染尘的肺组织增大不明显, 肺表面可见散在的灰黄色点片状病灶, 并可见广泛的气肿, 淋巴结增大不明显, 呈灰黄色, 质较软。镜下所见: 染尘 1 个月时可见有较多的尘细胞灶, 灶内有方形、圆形及扇形等各种晶状体的硅藻土。肺泡腔及肺间隔内有大量的吞噬硅藻土颗粒的尘细胞, 使肺泡间隔充血增厚; 染尘 3 个月时在尘灶内有数量不等的、体积较大的异物多核巨细胞, 有较多的细胞性结节形成, 以成纤维细胞和尘细胞为主, 此外还有淋巴细胞和浆细胞; 染尘 6 个月时, 细胞性结节增大, 出现少量的胶原纤维。随染尘时间的延长, 肺内粉尘含量逐渐减少纤维成分逐渐增多, 到 12 个月时, 出现纤维细胞性结节和细胞纤维性结节, 有整肺叶实变。淋巴结改变 3 个月时

不明显, 6 个月时有多数尘细胞组成的尘灶, 9 个月和 12 个月时出现轻度的弥漫性纤维化。

3 家兔红细胞溶血实验

以 2、5、6mg 三种剂量的硅藻土粉尘与同剂量的石英对兔红细胞溶血百分率的对照实验表明, 硅藻土粉尘的溶血率随染尘剂量的增大逐渐增强, 具有一定的细胞毒性, 但较石英的溶血作用差 ($P < 0.01$)。

4 劳动卫生学和尘肺流行病学调查

某硅藻土加工厂建于 1957 年, 主要产品为用硅藻土生产的保温砖, 其生产工艺为:

人工配料→立碾压料→皮带运输→搅拌机→制坯机→干燥车→焙烧窑→人工包装→出厂

该厂的粉尘浓度测定工作自 1964 年开始, 历年的测尘资料较完整。粉尘中游离 SiO_2 含量平均在 6.5%, 粒径在 $5 \times 10^{-6} \text{m}$ 以下者占 66.6%~82.4%。对建厂以来的单纯接触硅藻土粉尘的接尘工人进行详细的职业史登记, 有其他粉尘接触史者予以剔除, 最后登记 220 人。按 ILO 分类: I 期尘肺 11 例, $0^{+}14$ 例。11 例尘肺患者和 14 例 0^{+} 人员中, 肺门基本在 1.2~2.5cm 之间, 77.8% 尘肺患者肺门增大。肺纹理的改变较明显, 主要是纹理增多、增粗及扭曲变形, 并随病程进展而加重叶间胸膜病变形成的索条状阴影, 以及膈肌小范围的粘连。部分患者胸膜增厚并有粘连, 叶间胸膜增厚。网状纹理的增多是硅藻土尘肺的一个特征。11 例尘肺患者均有网织纹理出现, 但以小网影为多, 其密度随病程进展而加重。硅藻土尘肺的结节边缘模糊呈星芒状, 远视有结节感, 大小在 1~2mm, 多见于右肺中下部, 随病程进展, 阴影的数量增多范围扩大。其主要临床表现为胸痛、咳嗽、气短、胸闷、心悸。

5 最高容许浓度的估算

根据接尘人员的接尘史和作业环境粉尘浓度计算每个接尘人员的累计接尘量, 用累积接尘量-发病概率寿命表法计算, 结果表明: 若将发病率控制在 10% 以下, 连续接尘 30 年, 容许浓度值为 11.90mg/m^3 ; 发病率控制在 5%, 容许浓度为 10.46mg/m^3 。

6 国外有关情况

有关硅藻土粉尘的危害问题, 国内外学者早有报道, 较一致的认为熟硅藻土粉尘对人体危害较严重, 近乎石英, 部分国家对此制定了相应的卫生标准。日本将硅藻土粉尘列为第一种粉尘管理范畴之内, 可吸入性粉尘容许浓度卫生标准为 0.5mg/m^3 , 总粉尘为 1.5mg/m^3 ; 前苏联为 1mg/m^3 。而对生硅藻土粉尘, 尽管引起的病变进展缓慢, 但其危害也日益引起人们的重视, 美国将其定为 10mg/m^3 。

7 标准建议值的提出

作者单位: 130061 长春, 吉林省劳动卫生职业病防治研究所。

动物实验、流行病学和国内外有关研究表明:硅藻土粉尘对动物及人有一定的危害作用,甚至引起尘肺。根据寿命表法计算的结果并考虑到我国生产和经济的实际情况,建议车间空气中含游离二氧化硅在10%以下的硅藻土粉尘最高容许浓度的卫生标准为 $10\text{mg}/\text{m}^3$,含游离二氧化硅在10%以上的硅藻土粉尘最高容许浓度卫生标准为 $2\text{mg}/\text{m}^3$

8 建议标准的可行性

据我们调查生产和使用硅藻土的企业和征求企业主管部门的意见,他们一致认为:进行车间空气中硅藻土粉尘卫生标准的研究,很有现实意义,必将对改善劳动条件,保护工人健康起到推动作用。他们认为,此项研究在动物实验、现场流行病学调查研究等方面作了大量工作,方法是可靠的,结果是可信的,所用监测方法也是可行的。《标准》立足我国国情,充分考虑我国生产技术和防尘力量的现状,并参考国外标准。当前硅藻土在工业上使用面广、用量大、接触人数多,对工人健康有一定程度的危害作用。如果不加强治理,后果是严重的,从我国生产技术和防尘设备力量来看,

加强综合防尘措施,作业场所粉尘浓度是可以达到建议标准 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 的。

9 参考文献

- 1 田风调,刘占元,伦汉卿,等.粉尘容许浓度的现场调查研究方法.北京:人民卫生出版社,1985. 41
- 2 Rignor Beskow. Scand J Resp Dis. 1982, 59: 216
- 3 Dutra F. R and Valley C. Arch Environ Hlth, 1965, 11: 619
- 4 符绍昌.粉尘卫生标准及展望.全国首届“粉尘与尘肺”学术交流会. 1989.

(本课题为全国卫生标准技术委员会研究课题,已通过卫生部标准技术委员会劳动卫生标准分委员会的审查,并由国家技术监督局及卫生部发布为国家标准,标准代号为GB16206-1996.参加此项工作的还有:吉林省劳动卫生职业病防治研究所李涛、李淑香、杨军、高凤山、郭晓诗、席亚清、王渭、李本庆、孙淑云、徐雯、王玲安,通化市卫生防疫站王泽春、张鹏武,集安市卫生防疫站单继祥,吉林省卫生防疫站赵生有、邹梅。此项科研工作得到皇德威教授的大力支持,并作了大量的实际工作,在此谨表谢意。)

(收稿:1997-11-24 修回:1998-04-25)

尿HOP含量的测定及其对氟中毒诊断的意义

张树球 农 嵩 李朝敢 黄受宪

广西桂林和百色两地的两个化工厂,用萤石矿(含 CaF_2)作原料生产氟化盐(冰晶石),供电解铝厂等使用,一厂(第1组)投产6年,二厂(第2组)投产3年。在生产过程中,高温化学反应、制盐、干燥等车间,氟污染浓度超过环保标准($11\text{mg}/\text{m}^3$)。为调查接触者体内组织被氟毒害情况,我们于1998年5~6月抽检第1组生产车间(一线工人)31名、第2组35名,对照组(第3组)23名,用对二甲氨基苯甲醛比色法测定尿羟脯氨酸(HOP)含量和用氟离子电极法测定尿氟(F^-)含量。现将结果报道如下。

1 测定方法与取样

1.1 测定方法

尿液羟脯氨酸的测定,尿中羟脯氨酸主要以多肽形式存在,先用盐酸加热($124\sim 126^\circ\text{C}$)水解形成游离的羟脯氨酸,再用氯胺T氧化成吡咯类化合物,然后与对二甲氨基苯甲醛作用生成红色化合物(100°C , 2min显色),在560nm下比色测定^[1]。尿氟测定,用氟离子电极法测定^[2]。

1.2 样品

取晨尿作为测定样品(尿比重校正)。抽检两个生产氟化盐厂的车间一线工人,年龄22~40岁,从投产以来(一厂从1992年上半年、二厂1995年上半年)一直都在车间上班,每天三班制,每班接触车间空气8小时(宿舍区远离厂区7~8公里),第1组31人,第2组35人;另取当地某单位20~25

岁青年职工,不接触毒物,但食品供应、饮水等条件基本相同,作为对照组,第3组23人。

2 结果

2.1 三组工人HOP含量和尿氟含量测定

表1 三组工人尿HOP含量比较 $\mu\text{mol}/\text{L}$

组别	n	$\bar{x}\pm s$	P值
第1组	31	576.98 ± 303.22	(1); (2) $P<0.01$
第2组	35	386.00 ± 213.41	(2); (3) $P<0.01$
第3组	23	266.90 ± 93.85	(1); (3) $P<0.01$

表2 三组工人尿氟含量比较 $\mu\text{mol}/\text{L}$

组别	n	$\bar{x}\pm s$	P值
第1组	31	179.71 ± 151.60	(1); (2) $P<0.05$
第2组	35	116.86 ± 78.96	(2); (3) $P<0.01$
第3组	23	16.53 ± 8.95	(1); (3) $P<0.01$

表1所示,三组互相比,差异均有非常显著意义, $P<0.01$,且第1组尿羟脯氨酸明显高于第2组。表2所示,第1、第2组尿氟与正常组比较,差异有非常显著意义, $P<0.01$ 。第1组明显高于第2组, $P<0.05$ 。两种指标基本上成比例升高。

2.2 两组尿HOP高于正常者(266.89 ± 93.85) $\mu\text{mol}/\text{L}$ ^[3]和尿氟高于正常者($\geq 158.10\mu\text{mol}/\text{L}$)比较