

煤矿尘肺的防治

《煤矿尘肺的防治》编写组

煤炭工业出版社

煤矿尘肺的防治

《煤矿尘肺的防治》编写组

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是煤矿尘肺防治专业实用参考书。取材以国内资料为主，适当参考一些国外资料。全书共分十二章：对病理、防尘、劳动卫生学调查、医疗预防措施、X线检查、临床处理、尘肺结核、肺功能测验等均作专章讨论；关于机体对粉尘的反应和发病原理等有关理论问题，作了适当的阐述；为便于基层医务人员实际应用，对有关尘肺防治工作的卫生统计方法也予以扼要的介绍。

全书附有病理照片29幅，胸部X线照片81幅，供阅读参考。

本书读者对象主要为从事煤矿尘肺防治工作的医疗卫生人员，也可供其它有关医务人员参考。

煤 矿 尘 肺 的 防 治

《煤矿尘肺的防治》编写组

(限 国 内 发 行)

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092 1/32 印张 14 1/2 插页 13

字数 315,000 印数 1—11,600

1977年9月第1版 1977年9月第1次印刷

书号15035·2076 定价 2.15元

目 录

绪 论	1
第一章 生产性粉尘对机体的影响	3
第一节 粉尘与尘肺	3
一、生产性粉尘的来源	3
二、生产性粉尘的特性	4
三、粉尘在肺脏的蓄积	5
四、矽尘和煤尘的致病作用	8
五、煤矿尘肺的类型	10
第二节 尘肺的发病原理	11
一、肺对粉尘的反应	11
二、关于尘肺的发病原理	12
第二章 防尘措施	14
第一节 组织措施	14
一、加强党对防尘工作的领导	15
二、大搞群众性的防尘运动	15
三、建立健全防尘组织和规章制度	16
第二节 技术措施	16
一、湿式作业	17
二、通风除尘	23
三、个人防护	24
第三章 生产环境的卫生学调查	26
第一节 目的和内容	26
一、目的	26
二、内容	26
第二节 粉尘测定方法	27
一、生产环境空气中粉尘浓度测定	27
二、粉尘颗粒分散度测定	31
三、粉尘中游离二氧化矽测定	33
第四章 医疗预防措施	36
第一节 粉尘作业工人健康检查	36
一、就业健康检查	36
二、定期健康检查	37
三、粉尘作业工人尘肺的抽样检查和重点检查	39
四、尘肺患者的复查	40
五、粉尘作业工人健康档案的建立和资料保管	40
第二节 尘肺患者的劳动能力鉴定	48

一、影响尘肺患者劳动能力的因素	48
二、尘肺患者劳动能力鉴定方法	48
第三节 尘肺患者的调离、安置和疗养	50
第四节 个人卫生与药物预防	51
第五章 病理	53
第一节 正常肺的解剖和组织	53
一、肺的导管部分	53
二、肺的呼吸部分	54
三、肺的血管、淋巴管及神经分布	56
第二节 尘肺的基本病理改变	58
一、矽肺	58
二、煤肺	60
三、煤矽肺	63
四、尘肺的病理类型	66
第三节 尘肺并发肺结核	66
一、矽肺结核	66
二、煤肺结核	67
三、煤矽肺结核	67
第六章 X线检查	68
第一节 胸片投照	68
一、投照技术	68
二、摄影操作	70
三、暗室工作	70
四、像片整理工作	73
附1 中心线加集线筒投照法	73
附2 特殊X线检查	73
第二节 正常胸部X线影像分析	76
一、胸壁(胸廓)	77
二、肺及胸膜	78
三、横膈	84
四、纵隔、心脏及大血管	85
第三节 X线检查在煤矿尘肺诊断中的作用	87
第四节 矽肺的X线分期及其诊断标准	88
一、我国矽肺诊断标准的制定和修改过程	88
二、矽肺的X线诊断及其分期标准	88
附 尘肺X线表现的国际分类	91
第五节 煤矿尘肺的主要X线表现与次要X线表现	96
一、煤矿尘肺的主要X线表现	96
二、煤矿尘肺的次要X线表现	100
第六节 煤矿尘肺的分期和分型	102
一、煤矿尘肺的分期	102
二、煤矿尘肺的分型	105
第七节 煤矿矽肺、煤肺、煤矽肺X线表现的比较	105

第七章 临床表现和化验室检查	108
第一节 临床表现	108
一、症状	108
二、体征	110
第二节 化验室检查	110
一、一般检查	111
二、血清蛋白	111
三、粘蛋白	111
四、血蓝蛋白	111
五、溶菌酶	111
六、尿羟脯氨酸	112
七、免疫血清反应	112
附1 血蓝蛋白的测定方法	112
附2 溶菌酶的测定方法	113
第八章 诊断和鉴别诊断	114
第一节 诊断	114
第二节 鉴别诊断	115
一、支气管扩张症	115
二、含铁血黄素沉着症	115
三、胶原性疾病	116
四、血吸虫病	116
五、肺泡微石症	116
六、转移瘤	116
七、原发性癌	116
八、肺脓肿	117
九、支原体性肺炎	118
十、肺不张	118
十一、煤矿尘肺与其他尘肺的鉴别	118
第九章 尘肺及其合并症的治疗	120
第一节 尘肺的治疗	120
一、一般治疗	120
二、中医治疗	120
三、克矽平治疗	122
四、其他有关药物	124
五、对症治疗	125
第二节 合并症的诊断和治疗	126
一、呼吸道感染	126
二、自发性气胸	128
三、肺原性心脏病	130
四、类风湿性尘肺	133
第三节 呼吸衰竭的诊断和治疗	135
一、发病原理	135
二、临床表现	136

三、诊断	137
四、治疗	138
第十章 尘肺与肺结核	145
第一节 关于尘肺并发结核的问题	145
第二节 尘肺结核的发病形式与临床特点	146
一、尘肺结核的发病形式	146
二、尘肺结核的临床特点	146
第三节 尘肺的防痨	147
一、防痨组织措施	147
二、防痨宣传教育	147
三、控制传染源	147
四、切断传染途径	148
五、增强机体抵抗力	148
六、药物预防	149
第四节 尘肺结核的诊断	149
一、临床表现和化验室检查	149
二、尘肺结核的X线表现	150
第五节 尘肺与尘肺结核的鉴别诊断	150
一、尘肺早期融合与渗出性肺结核病变的鉴别	151
二、二期尘肺与血行播散型肺结核的鉴别	151
三、先从上肺野出现的尘肺病变与肺结核的鉴别	151
四、尘肺融合团块与结核球的鉴别	152
五、尘肺空洞与肺结核空洞、尘肺结核空洞的鉴别	152
六、单纯三期尘肺与三期尘肺合并结核的鉴别	152
第六节 尘肺结核的治疗	154
一、抗痨药物治疗	154
二、中西医结合治疗	156
三、外科手术治疗	156
第十一章 肺功能测验	158
第一节 肺功能的含义和常用测验项目	158
第二节 肺容量的组成和肺通气量	159
一、肺容量的组成	159
二、肺通气量	159
第三节 肺容量和通气功能测验	160
一、仪器和使用方法	160
二、肺活量、最大通气量和时间肺活量的常值和临床意义	164
三、肺残气、功能残气和肺总量	169
四、肺通气功能的综合指标	171
五、肺功能测验在劳动能力鉴定工作中的应用	172
第四节 气体分布及通气-血流比率(V/Q 值)	178
第五节 弥散功能	179
第六节 换气功能	179
第十二章 有关的统计方法	183

第一节	“率”和“比”的计算和应用	183
一、	“率”	183
二、	“比”	186
	应用“率”和“比”时可能出现的差错及其纠正方法	187
第二节	平均数、标准差、标准误、可信界、可信限和变异系数	188
一、	计算和应用举例	188
二、	尘肺平均发病工龄和平均病程年限	192
第三节	差异的显著性测验	193
一、	两个百分率差异的显著性测验	194
二、	两个或多个率差异的显著性测验 (X^2 测验)	194
三、	两均数差异的显著性测验 (t 测验)	195
第四节	统计表和统计图	198
一、	统计表	198
二、	统计图	198
附录		200
	国务院关于防止厂、矿企业中矽尘危害的决定	200
	矽尘作业工人医疗预防措施实施办法	200
	矿山防止矽尘危害技术措施暂行办法	210
	产生矽尘的厂矿企业防痨工作暂行办法	218

绪 论

在矿山和某些工厂的生产过程中常产生粉尘，这种矿物粉尘人体对它有一定的防御能力，如果不采取有效的防尘措施，工人在生产劳动中长期吸入高浓度矿物粉尘，当粉尘对机体损害作用超越了人体抵抗疾病的能力时，就有引起尘肺病的可能。尘肺患者两肺可产生进行性、弥漫性的纤维组织增生，逐渐影响呼吸功能以及其它器官的功能，这是危害工人身体健康的一种职业病。

不同粉尘所引起的尘肺病，其病情也有所不同。本书所述煤矿尘肺包括三种：即矽肺、煤肺和煤矽肺。从事岩巷掘进工种工人患的尘肺称矽肺；从事采煤工种患的尘肺称煤肺，既从事岩巷掘进，又从事采煤的混合工种工人患的尘肺称煤矽肺。

但必须指出，不是煤矿井下工人接触粉尘就有患尘肺的可能性。粉尘对人体的危害，这只是反映了事物发展规律的一个方面，应当指出，只要我们采取有效的防尘措施，使生产场所空气中的粉尘浓度降低到国家卫生标准要求，那末，尘肺病是完全可以防止发生的。

解放前的旧中国，工人阶级受尽了资本家的压迫和剥削，工人们在极端恶劣的条件下从事劳动，没有任何劳动保护措施，生命都没有保障，那里谈得上尘肺病的预防和治疗呢？

新中国成立以来，情况发生了根本变化。全国各地厂、矿企业在伟大领袖毛主席和中国共产党的领导下，工人阶级做了新社会的主人，企业的尘肺防治工作受到了应有的重视。国务院和有关部门对尘肺的预防和治疗，从政策上、组织上以及具体措施上，作了一系列重要指示和规定。例如，1950年在全国第一次卫生工作会议上，提出了“预防为主，面向工农兵”的方针；1952年又提出了“卫生工作与群众运动相结合”的方针；1956年国务院颁发了《关于防止厂矿企业中矽尘危害的决定》。1957年召开了全国第一次防尘工作会议，交流了经验，制定了实施办法。不久，全国各地厂矿企业在各级党委的领导下，坚持无产阶级政治挂帅，大搞群众运动，认真采取了各种防尘措施，使许多厂矿生产场所的粉尘浓度降了下来，达到或接近国家卫生标准要求。特别是无产阶级文化大革命以来，全国厂矿企业的广大职工在毛主席和党中央的领导下，在各级党委的领导下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，狠批刘少奇、林彪的反革命修正主义路线，认真贯彻执行毛主席的“六·二六”指示，派出医疗队，深入基层，深入群众，自力更生，土洋结合，大力开展群防群治，创造了很多行之有效的综合防尘措施，消除粉尘危害，使尘肺防治工作取得了很大成绩。许多厂矿的生产场所干干净净，粉尘浓度不超过国家卫生标准要求。如开滦等矿区从1958年以来，连年普查没有发现新的尘肺病患者。事实证明，只要我们以肯登攀的革命精神作好防尘工作，粉尘并不可怕，尘肺病是完全可以防止发生的。

在尘肺的治疗方面，党和国家也是非常重视的。1958年公布了我国矽肺诊断标准，经过广泛征求意见和修改，于1963年由劳动部、卫生部和全国总工会颁布实行。这一标准适用于石棉肺以外的一切尘肺，包括煤矿尘肺。现在全国许多省、市以及矿区成立了“矽肺诊断组”和“尘肺研究协作组”，举办了多期防治尘肺病的学习班，总结交流工作经验，使尘肺及其并发症的治疗工作大大地向前推进了一步。许多单位还通过大协作研制出抑制尘肺病变

发展的药物。如我国自己合成的克矽平及一些中草药，已应用于临床治疗。中西医结合治疗尘肺及其并发症，也逐步推广应用。近年来，不少厂矿企业对接触粉尘的工人进行“动态观察”，积累了很多生产场所粉尘浓度与尘肺发病关系方面的资料，为进一步开展尘肺防治工作创造了有利条件。许多矿区因地制宜自办疗养院，取得很大成绩。例如广西合山矿务局自力更生，勤俭节约，自办尘肺工人疗养院，自己筛选中草药，使在旧社会患了尘肺的老工人，都能得到定期疗养，有的病人十多年来病情不再发展，有的病人已经七十多岁，仍能从事革命工作。这就有力地说明了得了尘肺病的工人经过治疗，病情可以控制，可以继续为社会主义革命和社会主义建设服务。

随着生产建设的迅猛发展，对尘肺的防治工作提出了更高的要求。我们要紧紧抓住阶级斗争这个纲，坚持党的基本路线，继续走毛主席指引的与工农相结合的道路，认真总结经验，大力开展科学实验，大搞群防群治，使尘肺预防和治疗工作不断有所发现，有所发明，有所创造，有所前进，更好地为工人健康服务，为社会主义生产建设服务。

第一章 生产性粉尘对机体的影响

第一节 粉尘与尘肺

人们日常生活和工作环境的空气中，总是或多或少地飞扬着一些粉尘和烟雾。有人曾测定：在乡村洁净的空气中，每立方米仍可含有约 0.2 毫克的粉尘。城市大气中粉尘量可达到每立方米 0.5 毫克左右。大量粉尘和烟雾对人体肯定是有危害的，有时甚至可以引起呼吸道的病理变化，但是，这类粉尘和烟雾并不会引起尘肺，能引起尘肺的只是某些工业生产过程中产生的粉尘。本书所提到的粉尘，都是指煤矿生产性粉尘而言的。

任何事物的发展都有它们各自的规律，尘肺的发生、发展自然也不会例外，只有认识和掌握了它的发生、发展规律，才能够有效地防止和控制它。尘肺是由于工人长期吸入了作业环境中的粉尘而引起的一种肺部纤维性疾病。如果没有粉尘这个外来的因素，自然就不会得尘肺。因此，生产环境的粉尘，是尘肺产生的必不可少的条件。但是，在同一工作环境，接触同类粉尘的工人，并不一定都得尘肺，一般情况下得尘肺的只占少数或很少数，而且他们发病的时间迟早不同，病变的程度也不一致，这是因为每个人的身体对粉尘侵袭的防御功能不同的缘故。粉尘是外因，人的身体抵抗力是内因，尘肺的发生、发展过程也可以说是身体防御功能与粉尘斗争的过程。当人体防御功能占主导地位时，粉尘的致病毒性作用被抑制，工人便不得尘肺。当人体防御功能降低时，或者肺内吸入了过于大量的粉尘，使粉尘的致病毒性作用超越了人体防御功能时，工人就会发生尘肺。

一、生产性粉尘的来源

煤矿开采主要有井下和露天两种，我国煤矿多半是井下开采，露天开采的只占少数。井下开采主要有巷道掘进和采煤两个工序。

巷道掘进的生产过程主要有：凿岩（凿岩机凿岩或风钻打眼）→爆破→装渣运输等工序。

采煤的生产过程主要有：采煤机采煤或电钻打眼→爆破→支柱→运输等工序。被运到地面的原煤，还要经过选煤、洗煤等工序然后进入煤仓或装车外运。

露天开采有剥离、电铲掘煤和运输等工序。

在煤矿生产过程中，不论是井下或露天开采，都能产生很多粉尘，其中以井下凿岩和采煤工序产生的粉尘最多。随着机械化程度的提高，粉尘的产生量也随之增多。在没有防尘措施的生产条件下，干式风钻凿岩时，工作面粉尘浓度每立方米可达 800~1400 毫克。爆破后在爆破区中心及其附近的粉尘浓度亦可达 1000 毫克左右。湿式作业时，工作面粉尘浓度可明显降低。粉尘的产生与作业方式以及工序有关。根据井下的几个主要工序粉尘产生比例的测定资料如(表 1—1)：

作业环境的粉尘除含有矿物质外，尚有极少量的金属微粒和爆破时产生的其他物质，如

表 1—1 不同作业方式粉尘产生的比例

作 业 方 式	凿 岩 %	爆 破 %	其 他 工 序 %
干 式 作 业	80~85	10~15	5~10
湿 式 作 业	40~50	35~45	10~20

钢钎头磨损产生的粉末和炮烟属于这一类，但和尘肺的发生没有明显的关系。

二、生产性粉尘的特性

煤是古代植物经过亿万年的地壳运动逐渐变质形成的。我们开采的煤炭大都是埋藏在地下的沉积岩层里。由于煤矿所在地的地质构造不同，在煤矿生产过程中所产生的粉尘，其理化特性亦各不相同。同一煤矿，岩石掘进工作面 and 采煤工作面粉尘的性质就不相同，前者产生岩石粉尘，后者主要产生煤尘。不同煤矿，即使是同一工种，所产生粉尘的性质也不完全相同。仅就煤矿生产性粉尘的一般理化特性，概略地介绍如下：

1. 粉尘的分散度和悬浮性 煤矿生产性粉尘的颗粒一般都比较小，很多粉尘颗粒肉眼看不到。肉眼能看到的粉尘叫可见尘粒，直径都在10微米以上。通过显微镜能看到的粉尘叫显微尘粒，直径在0.1~10微米。直径小于0.1微米的粉尘，用普通光学显微镜已无法辨别，要用超显微镜或电子显微镜才能看清楚，叫超显微尘粒。生产环境空气中悬浮粉尘颗粒大小的百分比叫分散度。分散度高表示粉尘中微细颗粒所占的比例大；分散度低表示粉尘中粗大颗粒所占的比例大。煤矿岩石掘进工作面风钻凿岩时所产生的粉尘分散度是比较高的。干式凿岩时，直径5微米以下的尘粒占35%；湿式凿岩时可达90%以上。湿式作业时粉尘浓度虽明显下降，但粉尘的分散度增高，是值得注意的事（表1—2）。

表 1—2 煤矿湿式凿岩时作业环境粉尘的分散度

粉 尘 直 径 (微米)	%
2.5以下	61.5
2.6~5.0	28.0
5.1~10.0	6.0
10.0以上	4.5
计	100.0

分散度低的粉尘颗粒重量大，在空气中容易降落，分散度高的粉尘颗粒重量轻，可以较长时间在空气中悬浮（或叫飘浮），不易降落，这是微细粉尘的一种物理特性，叫悬浮性。有时在细小粉尘颗粒的周围形成一层空气薄膜，阻碍粉尘的凝聚，更增加了粉尘在空气中悬浮的时间。粉尘由于自身的重量关系，可以逐渐沉降。直径大于10微米的尘粒，在静止的空气中呈加速度下降；直径0.1到10微米的显微尘粒，在静止的空气中呈等速下降，下降的速度与尘粒直径及重率的平方呈正比；直径小于0.1微米的超显微尘粒，在静止的空气中可以看做基本是不降落的（表1—3）。粉尘的沉降速度除了和尘粒的直径大小、比重有密切关

表 1—3 在静止的空气中不同直径石英尘粒的沉降速度

尘 粒 直 径 (微米)	沉 降 速 度	
	毫米/秒	米/时
100	786	2829
10	7.86	28.3
1	0.0786	0.283
0.1	0.00786	0.0028

系外, 还和气流速度以及空气的湿度有关。直径10微米尘粒的重量较直径1微米尘粒大1000倍。在空气流动的环境中, 直径10微米以上的尘粒, 很快就会沉降下来; 直径10微米的尘粒, 半小时后仍可能有一部分没有降落; 直径1微米的尘粒, 可以在工人整天的劳动时间里不降落。这种在生产环境里能够长时间悬浮的粉尘, 对尘肺的发生最有意义, 因为工人在整天劳动的时间里都持续地吸入这种粉尘。

2. 粉尘的表面积和吸附性 粉尘颗粒的表面积和粉尘的分散度有密切关系。分散度越高, 粉尘的表面积越大。即相同重量的粉尘, 分散度高的要比分散度低的表面积大很多倍。表面积大的粉尘自然接触面大, 其溶解性、化学活性以及吸附能力也随之增大。微细粉尘在肺泡及细小支气管引起广泛纤维化病变, 是和粉尘的表面积大、吸附能力强有密切的关系。

3. 粉尘的吸湿性和电荷 空气中细小的粉尘颗粒有时相互碰撞而凝聚在一起, 增加了粉尘的直径和重量, 使其沉降速度加快。空气湿润或有水雾时能增加粉尘颗粒的相互凝聚, 有利于微细粉尘的降落, 工作面喷雾洒水降尘就是利用这个道理。机械凿岩或采煤所产生的微细粉尘颗粒多带有电荷。在矿井里, 带正电荷的尘粒和带负电荷的尘粒多半同时存在, 带异性电荷的粉尘互相吸引, 凝聚而易于降落。据实验, 带电荷的粉尘容易被阻留在呼吸道中, 而且有可能影响吞噬细胞对这类粉尘的吞噬, 增加粉尘的危害性。

4. 粉尘的化学成分 要了解煤矿生产性粉尘的化学特性, 必须先知道产生粉尘的基础物质——岩石和煤的化学组成。不同煤矿, 由于煤系(含煤建造)不同, 它们的化学组成亦不一样。煤层是夹埋在沉积岩层中的, 常见的煤系沉积岩有页岩、砂岩、砾岩、石灰岩等, 其中砂岩和砾岩中游离二氧化矽含量较高(二氧化矽化学名应为二氧化硅, 在叙述矽肺病时仍沿用二氧化矽一词, 如矽尘系指含有游离二氧化矽的粉尘)页岩中含量较低。煤矿的岩石巷道掘进工人所接触的大抵是这些岩石粉尘, 这些粉尘中游离二氧化矽含量自18~80%不等, 通常多在30~50%左右。粉尘中游离二氧化矽的含量和所在工作面岩石中的游离二氧化矽含量基本上是一致的。煤层中以煤为主, 也有时夹杂些半煤半岩、矸石等物质。煤由有机物质碳、氢、氧、氮等元素构成, 其中以碳为主, 此外还有少量的矿物质及硫、磷等物质。不同种类的煤, 其化学组成亦有不少差别。煤中少量的矿物质主要是游离二氧化矽和矽酸盐。游离二氧化矽的含量自1~5%不等, 很少有超过5%的。无烟煤的游离二氧化矽含量一般较烟煤高, 不同种类煤的工业分析见表1—4。

三、粉尘在肺脏的蓄积

(一) 粉尘在肺脏的阻留方式

关于空气中粉尘如何进入肺内并沉积在细小的呼吸性支气管和肺泡问题, 已有很多实验研究。通过模型、动物实验以及人体的观察, 对粉尘在肺内阻留及沉积情况有了比较详细的

表 1—4 不同种类煤的工业分析

煤 种 类	固 定 炭 %	水 分 %	挥 发 分 %	灰 分 (矿物质) %
泥 煤	10~30	40~50	40以上	3~12
褐 煤	45~55	10~40	20~40	4~20
烟 煤	65~90	1~8	10~26	2~10
无 烟 煤	90以上	1~2	少于 8	2~10

了解,特别是同位素标记方法的应用,给这一研究工作带来了便利条件。粉尘进入并阻留在肺脏,主要有以下几种方式:

1. 惯性碰撞作用 空气中悬浮的粉尘随着人的吸气气流进入呼吸道。鼻腔和大气管的气流速度较快,相当多量的粉尘碰撞并粘附在鼻腔、咽部及大气管的粘膜上。这种方式阻留的粉尘量(或称阻留率)和粉尘的沉降速度成正比。直径较大的尘粒重量大,沉降速度快,阻留的机会就多。在上呼吸道一般多阻留直径10微米以上的较粗大的尘粒,大约可以阻留吸入粉尘重量的95%以上。由于被阻留的粉尘多数是粗大的尘粒,而直径1微米左右的尘粒却大部分可以通过鼻腔、大气管进入肺脏的深部。

2. 重力沉降作用 粉尘随着吸气进入中、小支气管后,由于支气管的分叉的增多,气流速度逐渐减慢。只有气流中心部流速较快,部分粉尘可以依靠碰撞作用阻留在中、小气管的分歧部;大部分粉尘颗粒依靠粉尘的重力沉降作用沉积在中、小支气管(3~5级支气管)的粘膜及肺泡壁上。重力沉降作用是粉尘在肺脏深部阻留的主要方式。

3. 扩散作用 非常微细的粉尘,例如直径在1微米以下的尘粒,特别是0.5微米以下的尘粒,沉降速度非常缓慢,大部分仍随呼气呼出体外,只有一部分依靠粉尘的勃郎氏运动接近并粘附在肺泡壁或呼吸性支气管壁上。

直接观察人体吸入粉尘后在肺内的阻留或沉积情况有不少困难,近年来有人用同位素标记的粉尘或X线能显影的金属钛粉尘给人吸入,观察不同大小尘粒到达肺脏深部的情况,得到一些结果。还有人按照人体支气管解剖形态制成支气管及肺泡模型,用不同的“呼吸频率”观察不同大小尘粒在各级支气管及肺泡的阻留情况,并计算其阻留率。这一实验结果和人体吸入同位素标记粉尘及动物吸入粉尘的实验结果颇为一致。这一实验同图表示如下:

气管——高度集中阻留直径大于60微米的尘粒,直径小于6微米的尘粒阻留率较低。

一级支气管——直径小于2微米的尘粒一般不会阻留在这一区域。

二级支气管——开始阻留直径小于2微米的尘粒。

三级支气管——直径小于0.6微米尘粒很少在这一部位阻留。

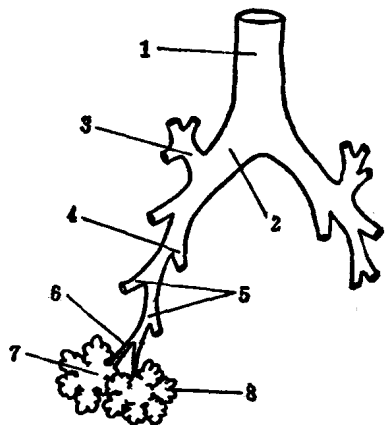


图 1—1 粉尘在肺内各部分阻留模式图

1—气管; 2—一级支气管; 3—二级支气管;

4—三级支气管; 5—四级及五级支气管; 6—呼吸性支气管; 7—肺泡管; 8—肺泡囊

四及五级支气管——开始阻留直径0.2微米的尘粒。

呼吸性支气管——直径大于20微米的尘粒不会进入这一区域。

肺泡管——直径大于6微米的尘粒一般不会进入，主要集中阻留直径2微米的尘粒。

肺泡囊——直径大于2微米的尘粒不容易进入肺泡囊。

根据不同作者实验，不同粒度的粉尘在肺内阻留或沉着的曲线基本是一致的。阻留率最高的是直径1~2微米的粉尘，随着粉尘颗粒的增大，阻留率逐渐降低，直径5微米以上的粉尘在肺内就很少见了。

上呼吸道粉尘的阻留情况恰好相反，阻留率较高的是直径10微米以上的尘粒，直径小于3微米的尘粒阻留率很低（图1—2）。

以上实验表明，粗大的尘粒多半阻留在鼻腔和较大的气管，只有微细的尘粒才能随着呼吸的气流进入终末支气管、呼吸性支气管和肺泡，这和煤矿尘肺患者肺内粉尘的分析，结果完全一致。近来报道因其它疾病死亡的炭黑尘肺患者肺标本粉尘的分析，发现肺部沉积的炭黑粉尘绝大多数是直径只有0.1微米左右的超显微尘粒，和工人生产作业场所接触的粉尘粒度大小是一致的，这点说明超显微的粉尘同样可以沉积在肺部并引起尘肺。

（二）肺内粉尘的蓄积量和尘肺发病关系

煤矿尘肺患者多半是曾在粉尘浓度较高的作业环境里工作了很长时期的老工人，他们的发病工龄一般在20年左右，或者更长，但也有很少数工龄不太长的工人得了尘肺，这些工人则都是曾在岩石掘进工作面进行干式作业，接触非常高浓度的矽尘引起的。这些情况说明尘肺的发生和工人接触粉尘的工龄和粉尘浓度有密切关系，换句话说和工人接触粉尘的累积值（粉尘浓度×时间）有密切关系，煤矿工人肺部标本粉尘分析研究资料也证明，尘肺的发生以及尘肺病变的程度和肺内蓄积的粉尘量有很密切关系。据报道，英国南威尔士煤矿工人肺部蓄积的粉尘量较当地居民平均高十倍以上。尘肺病变的程度也和病人肺部粉尘的蓄积量

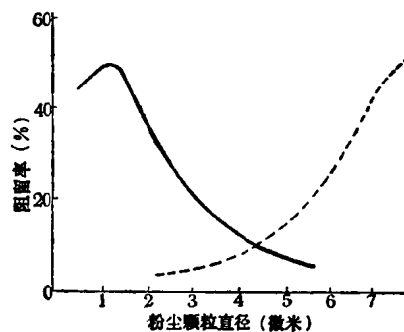


图1—2 肺内粉尘阻留与尘粒大小的关系

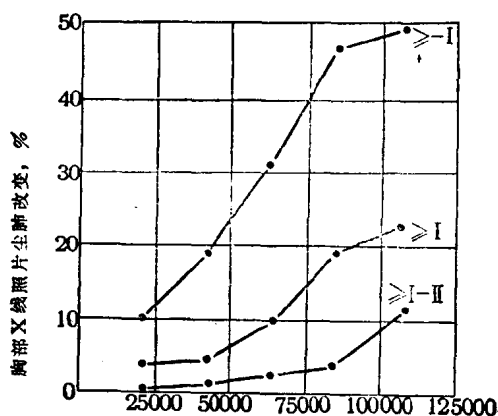
——肺内粉尘阻留曲线
上呼吸道粉尘阻留曲线

表1—5 煤矿工人右肺粉尘蓄积量和尘肺病变关系

尘肺X线分期*	0	1	2	3	该地区城镇居民
例数	17	9	10	9	26
平均右肺粉尘总量(克)	4.3	10.5	14.5	26.7	0.4
范围	1.4~14.2	5.3~19.2	4.5~30.8	17.0~44	0.12~0.66

* 尘肺X线分期系指国际分类小阴影的分期。

成正比（表1—5）。西德有人用煤矿井下工作面粉尘浓度和工人工作时间的乘积（粉尘浓度×工作时间或工作日）研究尘肺发病和接触粉尘的累积值关系，发现二者有明显相关。随着矿工接触粉尘累积值的增长，胸部X线尘肺的表现也逐渐增多（图1—3）。用这种方法研



接触粉尘累积值 = 粉尘浓度 × 工作时间

图 1—3 煤矿工人胸部X线尘肺病变与接触粉尘累积值关系

≥ - I 为X线胸部照片有极轻微的尘肺病变
 ≥ I 为X线胸部照片有轻微的尘肺病变
 ≥ I - II 为X线胸部照片有轻到中度的尘肺病变

四、矽尘和煤尘的致病作用

(一) 矽尘 所谓矽尘一般是指含游离二氧化矽10%以上的岩石粉尘而言。煤矿工人由于所接触粉尘的游离二氧化矽含量不同,尘肺患病率有很大区别。接触游离二氧化矽含量高的粉尘,尘肺患病率高,接触游离二氧化矽含量低的粉尘,则尘肺患病率低。从煤矿尘肺患者肺脏标本的粉尘分析中得知,肺内粉尘的化学组成成分和工人生前接触粉尘的情况是一致的(表1—6)。

表 1—6 不同工种的煤矿尘肺病人肺内粉尘的化学组成成分*

工 种	煤 尘 %	石 英 %	矽 酸 盐 %
凿岩工	25	20	55
采煤工	86	2	12
采煤工作面支柱工	95	1	4

* 根据英国报道资料。

这些资料也间接说明,凿岩工尘肺是由于肺内吸入了矽尘而引起的;采煤工尘肺则是由于肺内吸入了煤尘所引起的。我国煤矿工人的工种多半不固定,特别是一些中、小煤矿,工人工种变动频繁,既接触矽尘,也接触煤尘,如果发生尘肺,其致病原因是矽尘?还是煤尘?矽尘在这类尘肺的发病中起多大作用?这是长期以来争论的焦点。

有人在动物实验中证明,用5毫克石英粉尘给大鼠染尘后约半年,动物肺部的纤维性病变已较用100毫克煤尘染尘动物的纤维性病变程度严重。有人用从矿工肺部分离出来的粉尘给动物染尘,这些粉尘中的游离二氧化矽含量不同,实验结果发现,用含有30%游离二氧化矽粉尘染尘的一组动物,肺部纤维性病变严重,有典型的矽肺胶原结节;而用含有0.5~2%游离二氧化矽粉尘染尘的一组动物,肺部没有典型的矽结节,纤维性病变的程度亦轻。用煤尘分别混有不同比例的石英粉尘给动物染尘,发现动物肺部产生的纤维性病变程度,是随着石英粉尘比例的增加而逐渐加重的。从煤矿尘肺患者肺脏标本粉尘的组成成分和尘肺病变程

究尘肺发病和接触粉尘的关系,较单独用接触粉尘工龄的方法更为确切,可避免用接触粉尘工龄研究尘肺发病时所出现的缺陷。因为即使同一工龄,由于他们接触粉尘的浓度不同,肺内粉尘的蓄积量也必然不一样,尘肺的发生也就可能有差异。根据工人接触粉尘的累积值,可以大致估算肺部粉尘的蓄积量。这一研究方法对于制定合理的现场粉尘最高容许浓度,预防尘肺的发生以及早期调离粉尘作业等,都可提供很多线索。

度的研究中亦看到,尘肺病变的严重程度也是随着石英粉尘含量的增加而逐渐加重(表1—7)。煤矿尘肺纤维性病变程度和工人工种以及所接触粉尘的性质有关。生前主要从事岩石

表1—7 煤矿尘肺病人肺内粉尘的化学组成和尘肺病变程度的关系*

尘肺病变程度的病理分级	病 例 数	平均工龄	粉 尘 占 干 肺 重 量 的 %			
			总 计	煤 尘	岩 尘	石 英
1	6	32	2.31	1.51	0.77	0.08
2	16	36	4.15	2.26	1.89	0.23
3	5	30	6.28	3.75	2.53	0.23
5	6	32	7.41	1.34	6.06	1.33

* 根据英国报道资料。

掘进的工人,粉尘浓度高时,尘肺病理改变最严重,按照尘肺病理上纤维化程度的五级分类法衡量,他们肺部纤维性病变都是最高的“5级”;生前为采煤和掘进混合工种的工人,肺部纤维性病变程度次之,平均“3.2级”;生前主要从事采煤的工人,肺部纤维性病变程度最轻,平均只有“1.9级”。上述研究资料表明,矽尘在煤矿尘肺的致病作用中占很重要地位。

(二) 煤尘 关于煤尘的致病作用历来争论较多,直到目前认识尚未完全一致。最初有人看到煤矿尘肺的发病率较金属矿山低,认为煤矿工人接触矽尘也接触煤尘,煤尘可能有延缓或抑制矽尘的致纤维化作用。推测矽尘表面包围或吸附了煤尘,降低了矽尘对组织细胞的毒性作用,因而使矽尘的致纤维化能力减弱。这种说法并没有足够的理论和实验根据。近半个世纪以来,关于煤尘致病作用的动物实验报道是很多的,实验的结果多半是类似的。用中等度或小剂量的煤尘给动物吸入或气管注入染尘,看到实验动物肺脏内吞噬细胞对煤尘的吞噬活动非常活跃,在相当长时期内并不引起明显的纤维化,当增大染尘剂量时,才能看到实验动物肺部发生轻度纤维化,但其程度远较用相同剂量的石英粉尘染尘者为轻,有人认为煤尘之所以能够引起肺部纤维性病变是由于煤尘中含有少量的游离二氧化矽的缘故。近年来有很多关于接触炭黑、石墨粉尘的工人发生尘肺的报道(图1—4)。炭黑和石墨的成分接近纯炭。和煤相近,游离二氧化矽的含量比煤更少,不到1%,但却能导致尘肺。根据动物实验,这样微量的游离二氧化矽是不会产生尘肺病变的,导致尘肺的物质可能是炭黑或石墨中的炭。煤尘中少量游离二氧化矽是引起尘肺主要原因的说法在这里未能得到证实。有人用2毫克石英粉尘给动物染尘,经过365天未发现实验动物肺部有纤维性病变;但用2毫克石英粉尘加98毫克石墨粉尘给动物染尘时,经过290天即可发现实验动物肺部有2级纤维性病变。这一实验说明,游离二氧化矽含量极微的石墨粉尘可以引起肺部纤维性病变,至少说可以增强石英粉尘的致纤维化作用,而不是减少或抑制石英粉尘的致病作用。

煤尘和矽尘的理化性质有很大不同,矽尘中主要

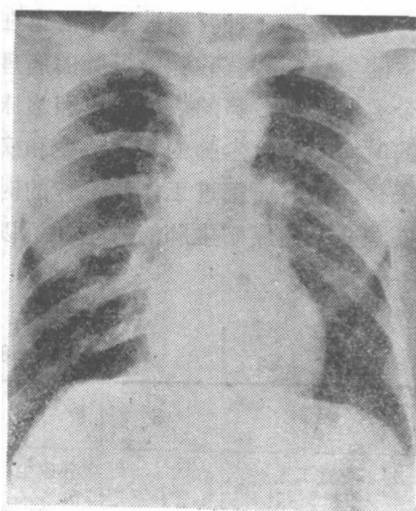


图1—4 炭黑尘肺