

【论著】

肺内钍沉积量的测量系统在预防尘肺中的作用

程永娥, 陈兴安

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2009)02-0148-02

【摘要】 目的 探讨肺内钍沉积量的测定及其在预防尘肺中的作用。**方法** 负高压静电收集呼出气中钍射气子体法测定肺内钍沉积量;尘肺诊断采用双盲法。**结果** 通过 275 名矿工中 50 名 0⁺ 期可疑尘肺患者的 X 射线胸大片结果发现,当肺内钍尘沉积量达到 756mg,就有可能引起 0⁺ 期可疑尘肺。从 1 名 I 期尘肺矿工肺内钍沉积量连续 7 年的动态观察发现,其肺内 44% 的钍半排期为 112d,其余 56% 的钍半排期则接近 7 000a。**结论** 肺内钍沉积量的测定在含钍粉尘所致尘肺中可以起到积极的预防作用;I 期尘肺患者吸入肺内钍尘的一部分可以排出,但大部分将长期滞留在肺内。根据肺内钍沉积量进行岗位轮换,暂时调离接尘岗位,加强个人防护措施,均能起到防止尘肺发生发展的作用,达到保护工人健康的效果。

【关键词】 肺内钍沉积量;含钍稀土粉尘;尘肺预防;肺内钍廓清

The Measurement of Thorium Lung Burden and Its Preventive Function for Pneumoconiosis. Cheng Yong-e, Chen Xing-an. *National Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, Chinese Center for Disease Control Prevention, Beijing 100088 China.*

【Abstract】 Objective To discuss the measurement of thorium lung burden and its preventive function for pneumoconiosis. **Methods** Exhaled thoron activity was measured by a negative high voltage electrostatic collection and measurement system. Pneumoconiosis were diagnosed by double-blinded method. **Results** 50 out of 275 miners suffered from 0⁺ pneumoconiosis. The result showed that if one's thorium lung burden reached 756mg, the pneumoconiosis of stage 0⁺ would be induced. Meanwhile the result of 7 year-follow-up study on a miner suffered from pneumoconiosis stage I indicated that 44% of the residual lung burden was clearing with a half-time of 112 days. However, the half-time of the second phase was ~7 000 years. **Conclusion** The measurement of thorium lung burden could help the prevention from pneumoconiosis.

【Key words】 Thorium Lung Burden; Thorium containing rare-earth dusts, protection for pneumoconiosis, clearing of thorium.

白云鄂博铁稀土共生矿矿粉中含放射性钍 0.04%, 我们应用高灵敏度呼出气中钍射气子体测量系统,通过测定接尘矿工呼出气中钍活度,对其肺内含钍矿尘沉积量及其产生 0⁺ 期可疑尘肺相互关系以及对个人防护措施应用效果进行了观察和分析,并动态观察了一名矿工肺内钍量的排泄规律,现作如下介绍。

1 肺内钍沉积量的确定

接尘矿工吸入含钍矿尘后其肺内钍沉积量可以通过呼出气中钍射气收集测量系统进行确定。

该系统分为两部分,即钍射气子体收集部分和测量部分。其原理为在负高压条件下,用静电收集呼出气中钍射气的较长寿命的子体 Pb-212,其 85%~88% 带正电荷,以此确定呼出气中钍射气活度^[1]。之后根据 Stehney^[2] 提供的转换系数推算出肺内²³²Th 的活度。由于²³²Th 和²¹²Bi 之间不可能有足够的时间达到平衡,随着²²⁰Rn 的呼出在肺内可能有剩余的钍,所以实际测到的钍的滞留量均偏低。基于 Stebbings^[3] 的经验,在本研究中,已将肺内钍沉积量的实测结果乘以系数 2。

2 肺内含钍矿尘沉积量与 0⁺ 期可疑尘肺间的相互关系

1984 年至 1994 年期间^[4,5],通过采用双盲法对白云鄂博铁矿 275 名矿工的 X 射线胸大片进行分析,在诊断患 0⁺ 期可疑尘肺的 50 名矿工中,其肺内含钍矿尘沉积量的最低值为 756mg (见表 1)。换言之,当矿工肺内含钍矿尘沉积量达到这一数值时,就有可能引起 0⁺ 期可疑尘肺。这一发现为预防含钍矿尘尘肺的发生有一定的作用。因为这样一个数据,可以提醒被检

矿工注意防护,加强体育锻炼,以避免其肺内含钍矿尘沉积量超过这个数据。

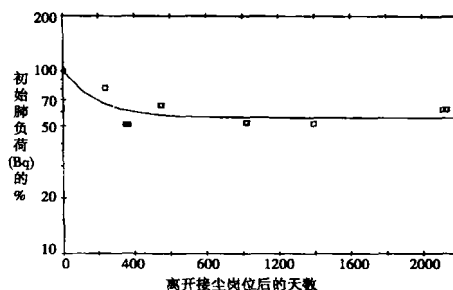
表 1 对诱发 0⁺ 期可疑尘肺的含钍矿尘可能阈值的观察

年份	车间	矿工数	0 ⁺ 期可疑 尘肺例数	肺内钍 沉积量 (Bq)	可能阈值 钍尘 (mg)
1984	破碎	31	8	1.52 ¹⁾	940
1987	破碎	94	26	1.30	803
1988	采矿	86	4	1.26	780
1994	破碎	64	12	1.22	756

注:1) 1mg 钍 = 4.037 Bq 钍, ∴ 1.52 Bq 钍 = 0.377mg 钍。由于矿尘中钍的含量为 0.04%, 0.377mg × 2 500 = 941.29mg 矿尘 (约 940mg)。

3 活体条件下对一名接尘矿工肺内钍排泄规律的 7a 动态观察

在 1983 年至 1990 年期间,我们对该矿一名患 I 期尘肺的接尘矿工肺内钍排泄规律进行了连续 7a 动态观察^[6],共测得 18 个数据。其中 3 个数据是在接尘岗位时得到的,其余 15 个是其在离开接尘岗位后得到的 (见表 2)。



注: □ 初始肺负荷 (Bq) %

图 1 在离开其接尘岗位后 ThO₂ 从一名矿工肺内的廓清。

作者单位: 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088

作者简介: 程永娥 (1954~), 女, 河北省人, 副主任技师, 从事辐射卫生。

在分析中,将该矿工离开接尘岗位时间段定为初始时间 0d (表 2),该时段肺内钍沉积量定为初始肺负荷 100%,并依此类推其余数据,通过使用下列二元负指数函数将这些数据拟合为图 1 曲线。

$$f(X) = A \exp(-0.693X/B) + (100 - A) \exp(-0.693X/D)$$

表 2 1 名矿工脱离接尘岗位前后肺内 ThO₂ 的廓清

日期	肺内钍沉积量		离岗 天数	离岗后肺钍量占 初始均值百分率
	实测值(Bq)	时段均值(pCi)		
1983-09-19	5.50	148.65		
1984-05-13	4.78	129.19		
1984-07-15	4.43	119.73		
1984-10-15	脱离粉尘作业 脱离粉尘作业			
1984-10-27	3.13	96.22	0	100.00
1984-10-30	3.56	96.22	0	100.00
1984-10-31	3.99	96.22	0	100.00
1985-06-23	2.88	77.84	239	80.90
1985-10-10	2.11	49.01	348	50.94
1985-10-15	1.78	49.01	353	50.94
1985-10-25	1.55	49.01	363	50.94
1986-04-23	2.41	62.70	543	65.17
1986-04-28	2.34	62.70	548	65.17
1986-04-30	2.21	62.70	550	65.17
1987-08-09	1.98	50.41	1 016	52.39
1987-08-14	1.75	50.41	1 021	52.39
1988-08-21	1.85	50.00	1 394	51.97
1990-08-13	2.31	60.41	2 116	62.78
1990-08-30	2.16	60.41	2 133	62.78

应用函数拟合计算程序,有关参数见表 3。其结果为:

$$44 \exp(-0.693X/112) + 56 \exp(-0.693X/2.55 \times 10^6)$$

表 3 参数表

参数	最终值(d)	S. E.	可信限	
			下限 95%	上限 95%
A	44	9.2	24	
B	112	75.1	- 52	
D	2.55×10^6	2.64×10^7	-5.51×10^7	6 016

结果发现,该名矿工肺内 44% 的钍半排期为 112d,其余 56% 则以半衰期 2.55×10^6 d (约 7 000a) 排出。这个结果启发我们对肺内钍达到 4.44Bq 者,建议将其调离接尘岗位,使其肺内钍不断排出,以避免尘肺发展。这一通过长达 7a 的动态观察案例所得到的数据对于保护此类职业人员的健康和探讨吸入钍尘的生物学效应,在学术上具有一定的参考价值。

4 个人防护措施实际效能的初步观察

当现场粉尘浓度较高,劳动条件一时不能从根本上得到改善的情况下,个人卫生防护措施究竟能在防尘上起多大作用?我们观察了在同为皮带工种的 G 和 T 两人。G 的工龄长,但由于经常戴口罩,其肺内天然钍的沉积量反而比工龄短而很少戴口罩的 T 低。这里值得一提的是,从事穿孔作业 9 年的 L,不仅经常戴口罩,还总结了在操纵穿孔机时,针对不同季节和时间粉尘飞扬的不同特点,依靠湿式清扫,堵严漏风的玻璃以及利用压缩空气流等综合措施,使其工作 9a 之后肺内天然钍的沉积量只有 3.03 pCi (见表 4)。总结这些工人的防尘经验,宣传防尘口罩的作用,加以推广,是能够起到一定防护作用的^[7]。

在预防尘肺过程中,环节较多。以上不同案例的观察结果说明,用肺内钍沉积量的实测数据证实了有效的个人防护从佩戴口罩开始;定期监测矿工肺内钍沉积量,采取工种轮换,对于肺内钍沉积量接近或超过 2 个调查水平(1 个调查水平为 2.22Bq 钍)者,建议调离粉尘作业,积极避免可疑尘肺发生发展;即使当钍尘作业工人胸片已确实显示为 I 期尘肺时,如上述该名 I 期尘肺工人肺内钍排出规律证明,及时脱离粉尘作

业,其肺内钍尘可部分随呼气排出,以阻止尘肺进一步发展。在当今对于尘肺尚无行之有效的治疗方法之际,切实地采取如上述不同环节的预防措施,对于降低粉尘作业工人的尘肺发病率,保护劳动者的健康具有积极的预防学意义。

表 4 个人防护措施实际效能的初步观察

姓名	工种	工龄 (a)	佩戴防尘 口罩情况 ¹⁾	吸烟史		肺内天然钍沉积量	
				吸烟龄 (a)	吸烟量 (支/d)	pCi	Bq
G ×	皮带	25	经常戴	20	10	19.07	0.71
T ×	皮带	16	很少戴	15	20	28.87	1.07
S ×	电铲	23	戴	23	20	12.83	0.48
D ×	电铲	24	不戴	12	7	24.41	0.90
L ×	穿孔	9	戴并结合 其他措施	23	15	3.03	0.11
W ×	穿孔	16	戴潮口罩	13	10	2.14	0.08
F ×	穿孔	23	防尘口罩	20	10	9.27	0.34
W ×	穿孔	17	普通纱布	15	10	42.23	1.56

注:1)常用的防尘口罩为武安 301 型,阻尘率为 98%~99.6%。

5 小结

(1)通过 1984 年至 1994 年期间对白云鄂博铁矿 275 名矿工的 X 射线胸大片结果发现,在活体条件下,当矿工肺内钍尘沉积量达到 756mg 时,有可能引起 O⁺ 期可疑尘肺。

(2)通过对 1 名 I 期尘肺工人连续 7a 的动态观察发现,脱离粉尘作业后,其初始肺内钍沉积量的 44% 的半排期为 112d,剩余 56% 的半排期大约为 7 000a。

(3)根据肺内钍沉积量进行岗位轮换,暂时调离接尘岗位,加强个人防护措施,均能起到防止尘肺发生发展的作用,达到保护工人健康的效果。

参考文献:

- [1] 陈兴安,肖慧娟,董智华. 根据静电收集的钍射气子体确定人呼出气中的钍射气活度[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1985,3(3):183-186.
- [2] Stehney A F, Polednak A P, Rundo J, et al. Health Status and body radioactivity of thorium workers[R]. Interim Report 1980. Argonne National Laboratory Report NUREG/CR-1420, ANL-80-30 (NTIS, Springfield, Virginia).
- [3] Stebbings J H. Personal factors affecting thoron exhalation from occupationally acquired thorium body burdens. In Environmental Research Division, Annual Report, Center for Human Radiobiology[R]. July 1983-July 1984 Report. No. ANL-84-103 pt. 2, Argonne National Laboratory IL, 1985. 60-73.
- [4] Chen Xing-an, Cheng Yong-e. Long-term monitoring of thorium inhaled by workers and assessment of thorium lung burden in China[J]. Radiation Protection Dosimetry, 1998. 79(1-4):92.
- [5] Chen Xing-an, Cheng Yong-e. A Series of Studies on the Health Effects and its Protection Measures of the Miners Inhaled Thorium Dusts[M]. Peking University Medical Press, Beijing. June 2008. p116.
- [6] Chen Xing-an, Xiao Hui-juan, Cheng Yong-e et al.: An observation on the clearance of thorium dioxide from the lung of a miner[J]. J. Radio. Prot. 1995,15(4):343-346.
- [6] 陈兴安. 吸入钍尘对矿工健康的影响与防治措施系列研究[M]. 北京:北京大学医学出版社,2007:105-106.

(收稿日期:2008-12-22)