

钍尘作业工人肺内钍沉积量与外周血象间量效关系的研究

程永娥¹, 陈兴安¹, 张桂琴², 王燕君¹, 刘德富², 邓芸辉²

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2006)04-0452-02

【摘要】目的 观察钍尘作业工人不同肺内钍活度与周围血象的关系。方法 呼出气中钍射气活度的测量是采用负高压条件下静电收集呼出气中钍射气的较长寿命的子体以确定呼出气中钍射气活度的装置进行的。根据 Stehney 提供的转换系数推算出的肺内²³²Th 的活度。外周血象各指标测定方法为临床常规测定。结果 多次调查结果表明矿工肺内钍活度平均值最高组为 3.76Bq, 最高值为 7.26Bq, 周围血象上述 4 项指标未出现异常。结论 通过 1983—2001 年间对白云鄂博铁矿接尘矿工肺内钍沉积量与血色素、白细胞、中性粒细胞和淋巴细胞 4 项指标的观察表明, 矿工肺内钍沉积量在一定水平内, 上述 4 项周围血象指标不会出现异常。

【关键词】肺内钍沉积量; 呼出气中钍射气活度; 含钍稀土粉尘; 外周血

位于包头的白云鄂博铁矿是世界上最大的稀土资源矿山, 其矿石中含有 0.04% 的放射性钍。国外在上世纪 60 年代以前, 关于二氧化钍生物学效应的报道主要是二氧化钍胶体溶液作为造影剂注入体内对人类健康的影响, 未见明确的吸入钍的剂量效应研究报道。国内上世纪 60 年代以来曾有报道该矿钍尘作业矿工长期吸入此类粉尘会引起周围血象的异常^[1,2]。然而这些报告中没有工人吸入钍后肺内钍负荷的资料, 无法观察到肺内钍沉积量与周围血象之间的相互关系。因此本研究分别于 1983 年至 1987 年、1994 年以及 2001 年在确定了工人呼出气中的钍射气活度基础上, 对这类接尘矿工肺内钍沉积量和周围血象的量效关系进行了研究。

1 调查对象

我们分别于 1983 年~1987 年期间、1994 年及 2001 年采用分层随机抽样方法从该矿抽取男性接尘矿工作为调查对象。1983 年~1987 年期间抽取的调查对象为破碎车间工人。其中将主要接尘工种(破碎工与皮带工)工人列为观察组, 其他工种青年工人列为对照组。并根据被检人员肺内钍沉积量将观察组进一步分为观察 1 组(< 0.74 Bq)、观察 2 组($0.74 \sim < 1.48$ Bq)和观察 3 组(≥ 1.48 Bq)。1994 年抽取 136 名矿工, 接尘组来自破碎车间 64 名矿工, 对照组来自空气中粉尘浓度较低的其他 6 个车间的 72 名矿工(西矿 17 人、主矿 20 人、运输 10 人、公路 7 人、工电 8 人与汽运 10 人)。根据接尘组每位工人肺内钍沉积量进一步将其分为接尘 1 组(< 1.48 Bq)、接尘 2 组($1.48 \sim < 2.22$ Bq)和接尘 3 组(≥ 2.22 Bq)。2001 年抽取 108 人, 接尘组为破碎车间 48 人, 对照组为来自空气中粉尘浓度较低的其他 7 个车间的 62 人(东矿 12 人、主矿 12 人、运输 8 人、公路 6 人、工电 6 人、供销 4 人与汽运 14 人)。

2 方法

2.1 呼出气中钍射气活度的测量 上述调查中分别对每位被检工人进行呼出气中钍射气活度的测量。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, 确定呼出气中钍射气活度^[3]。根据 Stehney^[4]提供的转换系数推算出的肺内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²³⁰Rn 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^[5]的经验, 在本研究中, 应将肺内钍沉积量的实测结果乘以系数 2。

2.2 内科一般检查和外周血象常规检查 每位被检矿工在结束呼出气中钍射气活度测定后 1 周时间内, 到该矿职工医院进行一般内科检查(包括身高、体重、血压、胸腹部及杵状指趾检查)与周围血象的检查(红、白细胞总数、嗜中性粒细胞、淋巴细胞分类与血红蛋白)。

3 结果

3.1 1983~1987 年破碎车间各观察组与对照组工人肺内钍沉积量与外周血象的比较 1983~1987 年期间调查对象基本背景资料如下。观察 1、2、3 组的平均年龄范围分别是 43.0~45.1 岁、43.0~46.1 岁、42.4~49.4 岁; 对照组是 25.7~27.0 岁。观察 1、2、3 组平均工龄范围分别是 22.3~25.2a、22.6~25.3a、21.5~27.3a; 对照组是 4.4~6.4a。我们在 1983 年~1987 年期间对破碎车间各观察组与对照组工人肺内钍沉积量与外周血象 5 项指标测定结果列于表 1。结果表明, 1983 年~1987 年期间观察组中第 III 组工人的肺内钍活度最高, 范围为 1.48~4.88Bq, 平均值分别接近或超过 ICRP 规定的一个调查水平(2.22 Bq)。3 个观察组与对照组周围血象的 5 项指标平均值经 t 检验, 其差别均无显著性($P > 0.05$)。说明当肺内钍沉积量在 4.88 Bq 以下, 周围血象的 5 项指标不会出现异常。

3.2 1994 年接尘组与对照组不同肺内钍沉积量与周围血象的相互关系比较 1994 年的调查中接尘组与对照组基本背景资料如下。接尘 1、2、3 组的平均年龄(岁)分别为 47.0 ± 7.2 、 50.7 ± 8.0 和 50.9 ± 3.3 ; 对照组为 48.0 ± 5.6 ; 接尘 1、2、3 组的平均工龄(a)分别为 25.8 ± 7.3 、 30.2 ± 7.6 和 30.2 ± 4.9 ; 对照组为 (27.0 ± 5.0) a。破碎车间的 3 个接尘组中第 3 组 18 人肺内钍沉积量范围为 2.380~7.26 Bq, 均超过 2.22 Bq(一个调查水平), 最高值为 7.26 Bq; 平均值为 3.76 Bq。对照组 72 名工人的肺内钍沉积量范围为 0.112~1.45 Bq, 平均值为 0.58 Bq。136 名矿工肺内钍沉积量和周围血象的结果见表 2。结果表明, 上述周围血象 4 项指标的平均值均在正常范围内, 其差别均无统计学意义($P > 0.05$)。调查结果还表明上述 4 项指标中未发现 1 例异常者。可以看出当矿工肺内钍活度不超过 7.26Bq(该年度被检工人肺内钍沉积量最高值)的条件下, 长期吸入含钍铁矿尘周围血象的上述 4 项指标不会受到不利影响。

表 1 1983 年~1987 年观察组与对照组肺内钍沉积量与外周血象相互关系的比较(均值±S. D)

组别	年份	人数	肺内钍沉积量(Bq)		血红蛋白 (g/dl)	红细胞 (万/mm ³)	白细胞 (个/mm ³)	中性粒细胞 (%)	淋巴细胞 (%)
			均值±S. D	范围					
观察 1	1983	5	0.49±0.18	0.23~0.73	10.7±1.8	468±40	5 960±1 137	54.0±14.6	44.4±14.8
	1984	18	0.51±0.18	0.12~0.73	15.7±2.4	453±58	5 758±1 346	61.8±10.6	37.7±10.5
	1985	23	0.49±0.15	0.16~0.66	15.1±1.3	455±51	5 745±1 387	59.5±8.2	38.5±6.6
	1986	10	0.55±0.1	0.34~0.69	16.4±1.3	477±31	8 390±1 972	61.6±4.4	37.2±7.1
	1987	4	0.5±0.22	0.07~0.70	14.5±1.4	447±47	6 633±2 068	63.0±7.9	34.0±7.5
观察 2	1983	12	1.16±0.25	0.79~1.82	17.58±1.98	470±33	5 179±1 289	55.8±10.9	42.0±9.9
	1984	20	1.06±0.22	0.79~1.44	15.7±2.1	483±40	5 604±1 297	61.0±6.9	37.9±6.9
	1985	20	1.06±0.19	0.76~1.45	14.8±1.3	470±44	5 607±2 035	64.6±8.0	34.9±7.7
	1986	11	1.09±0.19	0.75~1.42	16±1.2	469±44	6 878±1 828	64.4±8.9	33.8±7.9
	1987	5	1.09±0.23	0.82~1.45	14.2±1.2	439±61	6 120±1 364	64.5±9.4	33.5±9.2
观察 3	1983	8	2.44±0.49	2.05~3.60	16.3±1.7	456±22	5 338±1 274	59.0±9.6	39.4±9.0
	1984	17	2.26±0.75	1.49~4.43	15.3±1.2	475±76	5 664±1 509	62.7±6.2	36.3±6.0
	1985	22	2.10±0.60	1.48~3.64	15±1	464±49	5 520±1 209	58.9±9.3	39.6±11.6
	1986	12	2.26±0.73	1.52~4.88	16±1	448±43	7 344±2 469	63.5±7.0	35.2±7.1
	1987	6	2.06±0.64	1.52~3.92	14.8±1.1	479±49	6 577±1 490	65.1±6.3	33.6±6.5
对照组	1983	6	0.56±0.42	0.7~1.29	16.3±1.3	466±35	6 500±2 520	57.0±16.2	44.0±14.9
	1984	18	0.57±0.41	0.69~1.31	16.3±1.3	466±35	6 500±2 520	57.0±16.2	44.0±14.9
	1985	15	0.67±0.42	0.2~1.0	16.8±0.5	434±25	5 560±1 806	59.0±11.9	39.6±10.8
	1986	18	0.92±0.31	0.47~1.15	16.6±1.3	459±50	8 325±2 059	56.8±11.6	40.8±10.2
	1987	4	0.98±0.62	0.46~1.87	14.7±1.9	506±110	6 000±1 366	56.3±5.7	42.5±5.6

表 2 1994 年矿工不同肺内钍沉积量与周围血象的相互关系比较

组别	例数	肺内钍沉积量(Bq)		血红蛋白(g/L)	白细胞 (×10 ⁹ /L)	中性粒细胞	淋巴细胞
		范围	均值±S. D				
破碎 1	36	0.132~1.45	0.82±0.41	139±5	6.49±1.35	0.68±0.08	0.32±0.08
破碎 2	10	1.520~2.18	1.74±0.23	137±5	6.46±7.54	0.69±0.05	0.30±0.05
破碎 3	18	2.380~7.26	3.76±1.24	135±5	7.21±1.05	0.68±0.06	0.32±0.06
内对照	72	0.112~1.45	0.58±0.32	141±6	6.87±2.20	0.69±0.09	0.31±0.07

3.3 2001 年破碎车间和内对照组肺内钍活度与周围血象比较

2001 年破碎组 48 人和内对照组 62 人年龄范围分别为 30~59 岁和 28~59 岁;平均年龄分别为(46±8.1)和(42.1±8.1)岁;工龄范围分别为 11~39a 和 8~25a,平均工龄分别为(25.6±8.4)和(21.5±7.7)a。两组工人肺内钍活度的结果见表 3。结果表明,两组间肺内钍活度的平均值差别十分显著。上述 48 名破碎组矿工中肺内钍活度达到 1 个调查水平(2.22Bq)者为 15 人。最高值为 6.29 Bq;内对照组则无 1 人达到 2.22 Bq,最高值为 2.10 Bq。周围血象 4 项观察指标为血色素(gL⁻¹)、白细胞(×10⁹L⁻¹)、中性粒细胞(%)与淋巴细胞(%),均以均值±S. D 表示。统计结果表明,两组上述指标平均值间的差别,其 P 值全部>0.05,说明破碎组和内对照组之间差别不显著。

表 3 两组肺内钍活度的比较

组别	例数	肺内钍沉积量(Bq)		t	p
		范围	均值±S. D		
破碎	48	0~6.29	1.94±1.37	5.84	<0.001
内对照	62	0~2.10	0.85±0.53		

4 讨论与结论

动物实验表明,呼吸道吸入钍化合物,大部分被吸入的粒子沉积在肺并转移至淋巴结;停止吸入后,钍在体内再分布,最后沉积在骨、肝和其他软组织^[6,7]。对动物实验进行观察的最长时间为 6a,未见对周围血象的影响。然而,与动物实验不同之处在于矿工吸入含钍矿尘的时间则更长,对其随访的时间比动物实验要更长。由于上述理由,很有必要对吸入含钍矿尘对矿工周围血象各参数的影响进行量效关系的研究。本研究的特点是

在确定每名矿工肺内钍沉积量的基础上,对其外周血象不同指标进行了多次观察。尤其是 1994 年与 2001 年两次调查的接尘组共 112 名矿工中,其中 33 人肺内钍活度超过 2.22 Bq(一个调查水平),占这两次调查总人数的 30%;其中有 7 人肺内钍活度超过 4.44 Bq(二个调查水平),最高者达 7.26 Bq。笔者对上述工人不同肺内钍沉积量与血色素、白细胞、中性粒细胞和淋巴细胞 4 项指标的量效关系研究表明,矿工肺内钍沉积量在不超过 7.26Bq 情况下,上述 4 项周围血象指标不会出现异常。

参考文献:

[1] R. Albert, A. M. A. Arch. Industrial Health, 11, 234(1955).
[2] 陈兴安. 呼吸道吸入二氧化钍粉尘的生物效应及其肺内沾染量的估算[J]. 核防护, 1978, 60-66.
[3] 陈兴安, 肖慧娟, 董志华. 根据静电收集的钍射气子体确定人呼出气中钍射气活度[J]. 中华放射医学与防护杂志 1985, 5(2): 183.
[4] A. F. Stehney, A. P. Polednak, J. Rundo, et al. Health status and body radioactivity of Thorium workers[R]. Interim Rept. Argonne national laboratory report. NUREG/CR-1420, ANL-80-37(NTIS, Springfield, Virginia), 1980.
[5] Stebbings J. H. Personal factors affecting thoron exhalation from occupationally acquired thorium body burdens. In Environmental Research Division[R], Annual Report, Center for Human Radiobiology, July 1983-July 1984 Report No. ANL-84-103 pt. 2 Argonne National Laboratory IL, 1985 PP. 60-73.
[6] Boecker B. B. 1962. Thorium Inhalation Studies[R]. AEC Research Development Rep. UR 605, University of Rochester Atomic Energy Project.
[7] Clayton G. D., Clayton F. D. (Eds) 1986. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology[Z]. New York: Wiley.