

# 吸入钍尘对矿工肝功能影响是否存在阈值的研究

程永娥<sup>1</sup>, 陈兴安, 张桂琴<sup>2</sup>, 刘德富<sup>2</sup>, 邓芸辉<sup>2</sup>

中图分类号: R818.04 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2007)02-0153-02

**【摘要】** 目的 对长期吸入含钍稀土矿尘的矿工肺内钍的沉积量与肝功能 5 项指标之间是否存在阈值进行了初步研究。方法 用高灵敏度负高压人呼出气中钍射气子体收集测量系统对每名被检矿工测定其肺内钍的沉积量。结果 研究发现, 当接尘矿工肺内钍的沉积量不超过 7.26Bq, 其肝功能 5 项指标不会出现异常。结论 结合国外文献报道, 作者认为长期吸入含钍稀土矿尘矿工肺内钍沉积量与肝功能 5 项指标之间存在的阈值, 可能在 7.26Bq 至 74Bq 之间。

**【关键词】** 肺内钍沉积量, 含钍稀土粉尘, 肝功能

An Investigation on the Possible Threshold between the Inhaled Thorium Dusts and Its Effects on Hepatic Functions of the Miners CHENG Yong-e, CHEN Xing-an, ZHANG Gui-qin, et al National Institute for Radiological Protection, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100088 China

**【Abstract】** Objective To investigate the possible threshold between the thorium lung burden and the five hepatic parameters of the miners with long-term inhaled thorium containing ore dusts. Method By using high sensitive negative voltage exhaled thoron progeny collection and measurement system, the thorium lung burdens of each dust exposed miner was obtained. Results Our results showed that whenever the thorium lung burden is below 7.26Bq, the miners five hepatic parameters would be normal range. Conclusion By our own results and the data from literatures, the possible threshold existing between the thorium lung burden and its effects on five hepatic parameters will be from 7.26Bq~74Bq.

**【Key words】** Thorium Lung Burden, Thorium Containing Rare-earth Dusts, Hepatic Parameters

关于吸入钍对肝脏究竟有无影响, 曾有动物实验证明, 经呼吸道注入钍悬浮液后有少量钍出现在肝脏<sup>[1]</sup>。国外曾有报道, 独居石加工厂工人谷草转氨酶(GPT)与工人的肺体负荷显著相关<sup>[2]</sup>。国内也有过报道, 长期吸入含钍粉尘的作业工人肝脏肿大和肝功能异常<sup>[3]</sup>, 但尚未见到有关矿工长期吸入钍尘后对肝功能多项指标是否存在阈的报道(严格地讲为临床效应的阈)<sup>[4]</sup>。本研究从 1984 年起对白云鄂博稀土铁矿矿工肺内钍沉积量与肝功能进行了多年的观察, 旨在探讨吸入钍尘对肝组织的确定性效应是否存在阈这一既有学术意义又有实际意义的问题。

## 1 方法

1.1 呼出气中钍射气活度的测量 测定工人呼出气中钍射气较长寿命衰变产物的 α 粒子计数, 确定呼出气中钍射气活度, 用<sup>220</sup>Rn的母体口腔中游离<sup>224</sup>Ra的活度表示<sup>[5]</sup>。口腔中 1Bq 当量活度的放射性<sup>224</sup>Ra可换算为 10Bq的肺内<sup>232</sup>Th负荷量<sup>[6]</sup>。测量中当肺内<sup>232</sup>Th低于 18.5Bq时, 将肺内钍沉积量的实测结果均乘以系数 2<sup>[7]</sup>。测量系统对肺内钍沉积量最小可探测限为 0.08Bq<sup>[6]</sup>。

1.2 内科检查和肝功能常规检查 一般内科检查包括身高、体重、血压、胸腹部及杵状指趾检查; 肝功能指标包括: GPT(谷丙转氨酶), TTT(麝香草酚浊度试验), TFT(麝香草酚絮状反应), TBL(总胆红素)和 AKP(碱性磷酸酶)。

1.3 观察对象 我们分别于 1984 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。1984~1987 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)工人列为接尘组, 其他工种的青年工人列为对照组; 并根据被检人员肺内钍沉积量将接尘组进一步分为接尘 1 组(<0.74 Bq)、接尘 2 组(0.74

~<1.48 Bq)和接尘 3 组(≥1.48 Bq, 最高值为 4.88 Bq)。1994 年随机抽取 136 名矿工为调查对象。其中来自破碎车间 64 名矿工为接尘组, 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)为对照组。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~<2.22 Bq)、接尘 3 组(≥2.22 Bq, 最高值为 7.26 Bq)。2001 年随机抽取 108 名矿工为调查对象并将其分为两组。接尘组为破碎车间的 48 名矿工(肺内钍沉积量最高值为 6.29 Bq); 对照组为来自空气中粉尘浓度较低的其他 7 个车间的 62 名矿工(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 结果

2.1 1984 年~1987 年接尘各组 and 对照组肺内钍沉积量与肝功能 5 项指标的比较 1984 年—1987 年期间抽取的调查对象基本背景资料如下。接尘 1 组平均年龄(岁)范围为 43.0~44.9, 接尘 2 组为 43.0~44.3, 接尘 3 组为 42.4~47.9, 对照组为 25.7~27.0, 接尘 1 组平均工龄(年)范围为 22.3~25.2, 接尘 2 组为 22.6~25.1, 接尘 3 组为 21.5~27.3, 对照组为 4.4~6.4。现将接尘各组 and 对照组 3 项肝功能指标的结果列于表 1。

表 1 接尘组与对照组肝功能指标的比较(1984~1987 年)

组别	年份	人数	AKP(μg/L)	TTT(单位)	TBL(mg%)
接尘 1	1984	17	5.75±1.65	3.8±1.6	0.32±0.32
	1985	20	3.80±1.42	4.5±1.7	0.40±0.17
	1986	18	6.54±2.18	5.1±2.4	0.33±0.07
接尘 2	1987	18	7.40±2.51	5.2±1.7	0.40±0.14
	1984	22	7.15±2.69	3.5±1.5	0.29±0.22
	1985	20	4.36±2.15	3.6±1.4	0.37±0.15
接尘 3	1986	23	6.20±2.17	4.3±1.1	0.3±0.06
	1987	15	3.70±2.49	4.2±1.0	0.3±0.10
	1984	6	5.41±1.55	4.0±1.1	0.29±0.22
对照组	1985	5	3.90±1.16	4.3±1.8	0.37±0.22
	1986	4	7.40±3.03	4.3±0.1	0.30±0.08
	1987	4	7.90±4.85	4.7±1.9	0.33±0.20

作者单位: 1 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088 2 白云鄂博铁矿职工医院

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

续表 1

组别	年份	人数	AKP( $\mu$ g/L)	TTT(单位)	TBI(L(mg%))
对照	1984	6	6.97 $\pm$ 2.08	4.3 $\pm$ 1.0	0.26 $\pm$ 0.15
	1985	5	3.34 $\pm$ 0.79	4.3 $\pm$ 1.2	0.69 $\pm$ 0.51
	1986	4	11.20 $\pm$ 7.21	4.5 $\pm$ 1.3	0.28 $\pm$ 0.05
	1987	4	7.65 $\pm$ 1.89	4.0 $\pm$ 1.5	0.23 $\pm$ 0.10

这次调查中由于 TTT 全部阴性, GPT 全部正常故未列入表内。表 1 各组三项肝功能指标均值经 t 检验 P 值均 > 0.05 说明各组间的差别无显著意义。这就说明工人肺内钍量在不超过 4.88Bq 情况下, 未见到有确定性效应的发生。

表 2 矿工肺内钍活度与肝功能的比较(1994年)

组别	矿工数	肺内钍活度(Bq)		TTT (U/L)	GPT (U/L)	AKP (U/L)	TFT
		范围	$\bar{x} \pm s$				
破碎 1	36	0.13~1.45	0.82 $\pm$ 0.41	5.0 $\pm$ 2.8	16.8 $\pm$ 2.6	18 $\pm$ 4	(-)
破碎 2	10	1.52~2.18	1.74 $\pm$ 0.23	5.0 $\pm$ 1.6	19.6 $\pm$ 4.7	19 $\pm$ 7	(-)
破碎 3	18	2.38~7.26	3.76 $\pm$ 1.24	4.5 $\pm$ 0.9	17.8 $\pm$ 3.6	19 $\pm$ 6	(-)
内对照	72	0.11~1.45	0.58 $\pm$ 0.32	5.0 $\pm$ 1.0	16.0 $\pm$ 3.0	28 $\pm$ 13	(-)

由表 2 可见, 破碎车间的 3 个组中第 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 组平均值为 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。表 2 结果表明上述 4 个组矿工的肝功能指标均正常。各组之间差别经统计学检验无显著性 (P > 0.05)。这就说明工人肺内钍量在不超过 7.26 Bq 情况下, 未见到有确定性效应的发生。

2.3 2001 年破碎车间工人和对照组肺内钍活度与肝功能 4 项指标比较 2001 年破碎组 48 人和内对照组 62 人年龄(岁)范围分别为 30~59 和 28~59 平均年龄分别为 46 $\pm$ 8.1 和 42.1 $\pm$ 8.1; 工龄(年)范围分别为 11~39 和 8~25 平均工龄分别为 25.6 $\pm$ 8.4 和 21.5 $\pm$ 7.7。两组肺内钍活度的比较见表 3。

表 3 两组肺内钍活度的比较(2001)

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

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(2.22 Bq)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。肝功能指标有谷丙转氨酶(GPT)、总胆红素(TBI)、麝香草酚浊度试验(TTT)、黄疸指数。上述各指标均以均值  $\pm$  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。这又说明工人肺内钍量在不超过 6.29 Bq 情况下, 未见到对肝功能有不利影响。

### 3 讨论与结论

研究表明注射过钍造影剂(Thorotrast)的病人肝癌与肝硬化的发生率合计高达 85%<sup>[8]</sup>。肝癌为随机性效应, 肝硬化则属确定性效应。因此, 矿工吸入钍而引起的若干肝功能指标也应属于确定性效应。确定性效应的特点是存在剂量阈值(严格地讲为临床效应的阈)。从国内外文献看, 尚未见到吸入钍尘引起肝功能变化的剂量阈值。根据 Ibrahim Farid 的报道<sup>[2]</sup>, 195 名钍尘作业工人中其中 3 人肺内钍负荷高达 74 Bq 甚至更高的情况下, 谷草转氨酶(GOT)与工人肺负荷显著相关。

2.2 1994 年接尘各组与对照组肺内钍沉积量与肝功能 4 项指标的比较 为了进一步观察被检者肺内钍活度及其对肝功能的相互关系, 1994 年我们将随机抽取的 136 名矿工分成 4 组, 即破碎 1 组, 破碎 2 组, 破碎 3 组和对照组。上述 4 组基本背景资料如下。破碎 1、破碎 2、破碎 3 组的平均年龄(岁)分别为 47.0 $\pm$ 7.2, 50.7 $\pm$ 8.0 和 50.9 $\pm$ 3.3; 对照组为 48.0 $\pm$ 5.6。破碎 1、破碎 2、破碎 3 组的平均工龄(年)分别为 25.8 $\pm$ 7.3, 30.2 $\pm$ 7.6 和 30.2 $\pm$ 4.9; 对照组为 (27.0 $\pm$ 5.0)<sup>a</sup>。表 2 列出了上述 4 组工人的肺内钍的活度范围与均值与肝功能 4 项指标的比较。

我们的研究则表明, 矿工肺内钍只要不超过 7.26 Bq 肝功能就不会发生变化。由此我们初步认为肺内钍引起肝功能变化的阈值应该在 7.26 Bq 至 74 Bq 之间(根据计算天然钍在人肺内的最大允许负荷为: <sup>232</sup>Th 111.11 Bq, <sup>238</sup>Th 111.11 Bq<sup>[9]</sup>)。这就需要更多的这类调查, 才能真正发现阈值。

### 参考文献

- [1] Boecker B B, Thorium Inhalation Studies [A]. AEC Research and Development [C]. UR-605 The University of Rochester Atomic Energy Project Rochester NY 1962
- [2] Ibrahim Farid and Shirley A. Compare. Hepatic function in previously exposed thorium refinery workers as compared to normal controls from the Health and Nutrition Survey [J]. Health Physics Vol 44 Supplement No 1, 1983
- [3] 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
- [4] 李德平译, 国际放射防护委员会 1990 年建议书 [M]. 北京: 原子能出版社, 1993 21
- [5] Toohey R B. Measurement techniques for radium and the actinides in man at the center for human radiobiology [J]. Health Physics 1983 44(Supplement 1) 323-341
- [6] Stehney A F. Health status and body radioactivity of thorium workers [J]. Interim Report [J]. NUREG/CR-1420 1980 ANL-80-37 (NTIS Springfield Virginia)
- [7] Stebbings J H. Personal factors affecting thoron exhalation from occupationally acquired thorium body burdens. In Environmental Research Division Rpt. Annual Report Center for Human Radiobiology No ANL-84-103 Pt 2 Argonne National Laboratory IL 1985 60-73
- [8] Kaick G van and H W esch. The National Thorotrast Studies in Comparison [J]. Proceedings of the 9th International Conference on Health Effects of Incorporated Radionuclides Emphasis on Radium Thorium Uranium and their Daughter Products [C]. 2004 Germany 17
- [9] ICRP. 职业照射体内污染辐射剂量的估算 [J]. 北京: 原子能出版社, 1975 119