

## 云南南部地区某村居民室内氡、钍射气浓度调查

牟 胜<sup>1</sup>, 孙全富<sup>2</sup>, 武国亮<sup>1</sup>, 黄荣钦<sup>1</sup>, 樊 芳<sup>1</sup>, 徐文萍<sup>1</sup>

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)02-0194-02

**【摘要】** 目的 了解云南省南部地区某村居民室内氡、钍射气及其子体浓度及所致剂量。方法 用氡-钍射气鉴别探测器测量室内氡、钍射气浓度,用沉积率装置测量钍射气子体浓度,连续暴露 77 d。结果 调查的 48 户居民室内氡浓度为  $112 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 钍射气浓度为  $2.139 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 平衡当量钍射气子体浓度为  $8.8 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。氡、钍射气及其子体所致居民有效剂量为  $5.28 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 。结论 云南省南部地区某村居民室内氡的暴露水平较高,同时钍射气及其子体的暴露水平也较高。

**【关键词】** 氡; 钍射气; 钍射气子体; 有效剂量

环境中氡的危害已普遍被人们认识。但是对于钍射气,由于它的半衰期只有 55.6 s,在空气中的迁移距离不足 1 m,过去对于钍射气的危害被忽略了,因此对它的研究也很少。根据联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 2000 年报告书<sup>[1]</sup>所述,在天然辐射对公众的年有效剂量中,氡及其子体占总有效剂量的大约 50%,对钍射气及其子体的照射剂量占氡及其子体的照射剂量的比例进行了调整,从原来的小于 10% 提高到 20.5%。室内钍射气及其子体的危害重新引起了关注。为此我们对云南省南部地区农村典型住宅进行了氡、钍射气及其子体浓度调查。

### 1 对象与方法

1.1 对象 云南省南部地区头道水村。该村是一个经济欠发达、海拔较高的山区村庄,且靠近锡矿区。房屋类型有土房、石房和砖房 3 类。土房和石房建于上世纪 80 年代前,内墙壁用泥抹平后表面采用石灰涂料粉刷,泥土地面;砖房是 90 年代后建盖的,室内墙壁用水泥沙灰抹平后表面采用石灰涂料粉刷,水泥地面;尚有少数近几年建盖的混凝土楼房。房屋所用建材均为本地产。根据该村房屋类型的比例,以及在村庄内的空间分布情况布点。

1.2 测定方法 采用被动累积氡-钍射气鉴别探测器测量氡及钍射气浓度<sup>[2]</sup>,采用沉积率测定装置测量平衡当量钍射气子体浓度 (EECTn)<sup>[3]</sup>。均为固体核径迹探测器,用 CR-39 记录  $\alpha$  径迹。探测器由中国疾控中心辐射安全所提供,在日本放射线医学综合研究所进行刻度。探测器靠墙壁 (0~5 cm) 悬挂在居室内,距地面 1.75~2.1 m 处,暴露 77 d。用 JB4000 型 X- $\gamma$  辐射仪测量居室内 1 m 处  $\gamma$  辐射剂量,采用五点法即测量房屋四个角和中央,取其均值,仪器经上海市计量测试技术研究院检定。探测器回收密封后返回实验室进行蚀刻和测读。

### 2 结果与讨论

2.1 室内氡、钍射气及 EEC<sub>Tn</sub> 浓度 本次调查了 49 户,其中 1 户居民的房屋为新建混凝土楼房,测量结果见表 1。结果显示,氡浓度范围  $32 \sim 498 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,几何均值为  $112 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ;钍射气浓度范围  $39 \sim 7.908 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,几何均值为  $2.139 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。由表 1 可以看出,在调查的 3 类结构的房屋中,石房氡浓度几何均值最高为  $151 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,砖房最低为  $96 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ;砖房钍射气浓度几何均值最高为  $2.827 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,石房最低为  $1.138 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

氡浓度几何均值高于延安地区农村居室内几何均值  $67 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  和吕梁地区农村居室内几何均值  $45 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ <sup>[4]</sup>;钍射气浓度几何均值高于延安地区农村居室内几何均值  $171 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  和吕梁地区农村居室内几何均值  $128 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ <sup>[4]</sup>;EECTn 浓度范围在  $2.0 \sim 23.9 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,几何均值为  $8.8 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,高于延安地区农村居室内几何均值  $2.0 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  和吕梁地区农村居室内几何均值  $1.1 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ <sup>[4]</sup>。

因混凝土楼房为新建房,为与其他测量房屋类型的资料可比,将该楼房的数据排除在上面的分析外。该楼房于 1 层和 2 层卧室均放置了探测器,结果:1 层室内氡浓度为  $151 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,钍射气浓度为  $2.014 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,EECTn 为  $8.5 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ;2 层室内氡浓度为  $26 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,钍射气浓度为  $2.014 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,EECTn 为  $6.2 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。该混凝土楼房 1 层氡浓度明显高于 2 层,钍射气浓度相同;除了 2 层楼室内氡浓度较低外,氡、钍射气、EECTn 浓度均在 48 户测量值范围内。各类型房屋居室内氡的浓度:石房>土房>砖房;居室内钍射气的浓度与氡相反,砖房>土房>石房。由此可见,房屋类型对居室内氡、钍射气浓度影响差异有显著性 ( $P < 0.01$ )。居室内放射性主要来源于建筑材料中天然放射性核素,同时也来源于房基土壤及装饰材料中天然放射性核素。由于当地建房所用岩石和土壤都是就地取材,粘土砖为本村或周围其他村产,居室内未用其他建筑装饰材料,因此调查结果显示当地岩石、土壤中天然放射性本底较高,这有待于进一步研究证实。另外,当地海拔高,气候偏冷,开窗时间短,由于自然通风不良也导致室内放射性气体的蓄积。各类型房屋居室内氡浓度相差较大的原因,一方面由于所用建筑主体材料不同,即土房用土坯或土夯实,石房用岩石砌成,砖房是用粘土烧制成砖砌成;另一方面,虽然内墙壁表面都采用了石灰涂料粉刷,但由于内墙面抹灰材料不同,密闭性也不相同,即石房和土房内墙用泥土,砖房内墙用水泥沙灰,较泥土密实,因此砖房密闭性好于石房和土房;此外,石房和土房为泥土地面,而砖房为水泥,水泥地面的密闭性好于泥土地面,这也是导致居室内氡浓度差异的原因。一般而言,由于钍射气的半衰期很短,钍射气产生后扩散不了多远就衰变掉了,受室内通风率的影响不大,墙壁内产生的钍射气散发到室内空气中的量与墙壁的疏松程度有关,即墙壁越疏松,钍射气越容易从墙壁散发到室内,土房墙壁较砖房疏松,由此推断土房室内钍射气浓度应高于砖房,但本次调查却得出相反的结论。虽然砖房结构房屋室内墙壁用水泥沙灰、石灰等材料可以降低室内氡的浓度,但对于钍射气及其子体,墙壁粉刷没有明显效果,与孙全富等<sup>[4]</sup>调查结果相一致,预示氡、钍射气的扩散机制有所不同的可能。

作者单位: 1 云南省疾病预防控制中心 云南 昆明 650022

2 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所

作者简介: 牟胜 (1966~), 男, 主管医师, 从事放射卫生检测工作。

表 1 居民室内氡、钍射气及 EEC<sub>Tn</sub>浓度 (Bq· m<sup>-3</sup>)<sup>1)</sup>

类型	户数	氡			钍射气			EECTn		
		范围	G	S	范围	G	S	范围	G	S
石房	4	101~208	151	1.3	203~5705	1138	6.4	3.6~23.9	9.3	3.8
土房	32	36~498	115	1.9	39~7908	2084	3.9	2.0~23.2	8.7	1.8
砖房	12	32~416	96	2.1	882~5889	2827	1.7	5.4~20.2	9.0	1.5
合计	48 <sup>2)</sup>	32~498	112	1.9	39~7908	2139	3.5	2.0~23.9	8.8	1.8

注: 1)表中 G为几何均值, S为几何标准差; 2)新建混凝土楼房未纳入统计。

2.2 居室内年均有效剂量的估算 根据 UNSCEAR 2000年报告<sup>[1]</sup>, 氡的平衡因子为 0.4 氡子体剂量转换因子为 9mSv/Bq· h· m<sup>-3</sup>, EECTn剂量转换因子为 40 nSv/Bq· h· m<sup>-3</sup>, 1 a内停留时间 7 000 h 由测量结果计算出居民在室内吸入氡、钍射气子体产生的年均有效剂量为 5.28 mSv 其中, 居住石房所致有效剂量为 6.40 mSv· a<sup>-1</sup>; 居住土房所致有效剂量为 5.34 mSv· a<sup>-1</sup>; 居住砖房所致有效剂量为 4.94 mSv· a<sup>-1</sup>。当地居民由于吸入氡所致有效剂量为 2.82 mSv· a<sup>-1</sup>, 占 53.4%; 由于吸入钍射气及其子体所致有效剂量为 2.46 mSv· a<sup>-1</sup>, 占 46.6%。钍射气及其子体是构成当地居民有效剂量的一个非常重要的组成部分, 占内照射有效剂量近一半份额, 因此, 钍射气及其子体的测量显得尤为重要。

2.3 室内 γ 辐射水平 当地居民室内 1 m处 γ 辐射剂量率为 12~27×10<sup>-8</sup> Gy· h<sup>-1</sup>, 算术均值为 17×10<sup>-8</sup> Gy· h<sup>-1</sup>, 高于全国平均水平 9.9×10<sup>-8</sup> Gy· h<sup>-1</sup><sup>[5]</sup>。这是由于当地的房屋结构基本相似, 各个住宅之间的通风状况差别不是很大, 而室内空气中氡、钍射气主要源于建筑材料中的天然放射性核素, 室内 γ 外照射辐射水平也同样来源于建筑材料中的天然放射性核素。因此氡、钍射气浓度和 γ 辐射水平取决于放射性核素含量, 建筑材料中的天然放射性核素含量高, 居室内氡、钍射气浓度就

高, γ 辐射水平也高, 它们之间存在着某种相关性。

3 结论

通过本次调查, 在云南省南部地区某村居民室内测量到了较高的氡浓度, 尤其是距墙壁近处的钍射气及其子体浓度处于非常高的水平。当地居民氡、钍射气及其子体暴露水平较高。钍射气已成为当地居室中放射性气体的主要成分, 对它的危害程度应进行深入的研究。根据调查结果, 建议当地居民在防氡降氡的同时也要考虑钍射气及其子体的危害, 采取以下措施, 保护居民健康: ①在新建房屋时, 选用外地符合国家放射性标准的建筑材料。②对居住中的旧房, 室内墙壁尽可能使用防氡涂料, 装修要密致, 减少放射性气体的逸出。③延长开窗通风时间, 增加室内空气交换, 减少放射性气体在室内蓄积。

参考文献:

[ 1 ] UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation[ R]. UN New York 2000  
[ 2 ] Zhuo W, Tokonami S, Yonehara H, et al. A simple passive monitor for integrating measurements of indoor thoron concentration[ J]. Rev Sci Instrum 2002 73: 2877—2881.  
[ 3 ] Zhuo W, Lida W. Estimation of thoron progeny concentrations in dwellings with their deposition rate measurements[ J]. Health Phys 2000 35: 365—370  
[ 4 ] 孙全富, 床次真司, 侯长松, 等. 窑洞内氡、钍射气水平及致癌的危险评价[ J]. 中华放射医学与防护杂志, 2005 25 (1): 1—5  
[ 5 ] 张淑蓉, 潘京权, 李允兴, 等. 中国土壤中放射性核素水平及分布[ J]. 中华放射医学与防护杂志, 1988 8(增刊 2): 1.

(收稿日期: 2006—12—26 修回日期: 2007—04—03)

【工作报告】

硫化氢中毒致眼部病变临床分析

郭会越, 刘林刚, 王思红

中图分类号: R135.1<sup>+</sup>4 文献标识码: D

硫化氢可用作提炼金属, 一般为工业废气, 发生于人造纤维、炼油、制药、染料、制革工业中, 咸菜池、储粪池、下水道中也常发生, 为刺激性有毒气体。急性中毒时, 在眼部可造成急性结膜炎及突发性角膜上皮剥脱。慢性中毒时, 可见视乳头水肿、球后视神经炎, 继之发生视神经萎缩。在职业病临床病例中, 时有硫化氢中毒发生, 刚开始时, 病人自觉症状不明显。急性中毒时, 多数病人出现眼部异物感、畏光、流泪、疼痛, 睁眼困难, 眼睑痉挛。慢性中毒时, 病人双眼视力下降, 最终视野缩小, 甚而失明。笔者通过多年的临床观察和分析, 几乎所有的病人, 早期多出现可逆性眼底改变, 因此对硫化氢毒气接触者应按常规及时进行眼底检查, 这将对患者早期临床诊断原发病及继发病防治, 提供部分可靠的客观依据, 从而可避免或减少漏诊, 使患者得到及时的治疗。

典型病例: 吴××, 女, 25岁, 制革厂工人, 2003年 6月 26日 15时, 在现场工作时, 未戴防毒面具, 吸入了硫化氢气体, 出现晕厥 3至 5min分钟, 脱离后送至医院, 入院时全身尚可嗅到臭蛋气味, 自感头昏、胸闷、心悸、乏力。既往史、中毒史、个人史、家族史均无特殊。体检: 体温 37℃, 脉搏 106次/分、呼吸 21次/分、血压 15/11 kPa 咽喉部轻度充血, 心音正常、心律齐, 肺腹部及神经系统检查无异常。眼科检查: 眼睑无水肿,

睑球结膜轻度充血, 角膜上皮点状剥脱, 房水透明, 瞳孔对光反射灵敏, 晶体及玻璃体均透明。眼底见视乳头边缘清楚, 黄斑中心反射正常, 整个眼底未见出血及渗出, 动脉变细, 血柱变窄、粗细不均呈串珠状, 动静脉管径之比 1:3 示为血管痉挛。胸片及脑电图均正常。Hb12 g/L, RBC3.8×10<sup>12</sup>/L, WBC9.8×10<sup>9</sup>/L, N84%, L13%, E1%。入院后给予激素、能量合剂、维生素 E C B<sub>6</sub> 脑复康, 丹参滴丸等。吸氧, 高压氧治疗第 4 日眼底检查无改变, Hb108 g/L, WBC7.2×10<sup>9</sup>/L, N65%, L32%。至第 8 日眼底检查恢复正常。

讨论: 中枢神经系统耗氧量最大, 对缺氧最为敏感, 耐受性最小, 反映最剧烈, 当硫化氢吸入后机体产生应激反应时, 便出现反射性微血管痉挛, 导致脑血流量减少, 脑组织缺氧的后果, 临床上即可出现头晕、恶心、晕厥和早期出现视网膜血管痉挛等。由于眼底检查是直接反映机体内微循环的一面镜子, 也是窥探颅内病变的窗口, 所以它不仅对认识眼底本身病变, 而且对某些全身疾病和颅脑疾病有重要意义, 同时也对确定诊断、观察疗效和判断预后提供可靠线索及客观依据。再者眼底检查时间短、仪器轻小、经济方便, 对机体无伤害, 患者易接受。对接触硫化氢浓度较低的患者, 临床表现仅是轻微头晕、乏力, 体征又不明显, 检验血象, 查心电图、脑电图、胸片等多属正常范围, 但其眼底改变已早期迅速出现, 因此眼底 (下转第 198页)