

河北平山温泉氡水平与剂量贡献

赵孟奇¹, 崔宏星², 尚兵², 刘建香², 刘中林¹, 薛伟华¹中图分类号: TL75⁺1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)01-0030-02

【摘要】 目的 了解平山温塘镇温泉水和自来水中氡的水平,用水过程室内氡浓度的变化,为开展含氡温泉氡水平调查与剂量评价提供有效方案。方法 选取典型住宅和宾馆,采集温泉水和自来水样品,用连续测氡仪(RAD7)进行现场测量水中氡浓度。采用 α 径迹探测器(ATDs)、氡气测量仪(EQF3120)和工作水平测量仪(WLx)测量大气氡和氡子体浓度。结果 温塘镇温泉水和自来水中氡的浓度分别是(102 ± 11.4) Bq/l 和 (8.2 ± 9.6) Bq/L; 室内氡浓度 6 个月均值为 41.9 ± 18.6 Bq/m³, 平衡因子的典型值为 0.61。结论 平山温塘镇温泉含有较高水平的氡浓度,一些场所的泉水已达到医疗温泉和氡泉规定的水平。用水过程浴室里的氡浓度有所增加,所造成的附加年有效剂量约为 0.09mSv,尚未造成明显污染。

【关键词】 温泉; 氡; 平衡因子; 有效剂量

平山温泉位于平山县温塘镇,泉水含有氡、氯、硫等 30 多种化学物质,是地质部门定义的国内外罕见的高温弱碱化硫酸盐氡泉。泉水温高达 60~90℃,其医疗价值显著,是全国重点温泉之一,也是河北省著名的温泉疗养和旅游地。温塘镇距石家庄市 60km,距平山县城 20km,交通十分方便,每年有大量人员来此疗养、治疗和旅游。随着对温泉保健价值的认识,该地区房地产业发展迅速,近年来在该区域修建了大量住宅、宾馆和疗养院,形成了很多新的住宅区。全镇 2007 年有人口 20 801 人^[1]。

氡是天然辐射照射的重要来源,也是医疗温泉的重要成分。温塘镇目前有泉眼 7 个,其中 50% 住户引入温泉洗浴,日用水量 7 t。水中氡是氡照射的重要来源,一般情况饮用水中氡来源占 2%~5%^[2]。将温泉引入室内,在料理和洗浴过程是否会造室内氡的污染。因此,有必要了解温塘镇使用温泉过程室内氡的变化和居民吸入氡及其子体受到的辐射剂量。

1 材料与方法

1.1 水中氡浓度测量 采用静电收集法^[3]测量水中氡的浓度。将采集的水样与氡气连续测量装置连接,在泵的作用下将

样品中氡气抽入仪器的电离室,进行氡气测量。样品中氡浓度的计算公式如下:

$$R_{n_{\text{水}}} = [R_{n_{\text{仪器}}} (V_{\text{系统}} - V_{\text{样品}}) / V_{\text{样品}} - R_{n_0}] / 1000$$

式中: $R_{n_{\text{水}}}$: 水中氡浓度 (Bq/L); $R_{n_{\text{仪器}}}$: 仪器显示氡浓度 (Bq/m³); R_{n_0} : 测量前系统中的氡浓度 (Bq/m³); $V_{\text{系统}}$: 系统中干空气体积 (ml); $V_{\text{样品}}$: 样品的体积 (ml);

该方法的与闪烁室法进行了比对,符合率 > 97%。

1.2 室内氡浓度测量 采用 LIH 固体核径迹探测器测量室内累积氡浓度,探测器对²²²Rn 的灵敏度为 4.13~4.81 (Tr/cm²) / (kBq/m³),氡浓度测量范围为 6~2 000 Bqm⁻³。采用 RAD7、EQF3120 和 WLx 测量氡和氡子体的瞬时浓度。上述仪器均经南华大学标准氡实验室刻度与校正。

2 结果与讨论

2.1 水中氡浓度 采集生活用自来水和洗浴用温泉水各 5 份,测量水中氡浓度,结果如表 1 所示。自来水氡浓度在 2.6~22.5 Bq/L,均值为 (8.2 ± 9.6) Bq/L,与我国水氡均值 8.3 Bq/L 接近^[4],在正常本底范围。温泉水氡浓度在 93.6~121 Bq/L,均值 (102 ± 11.4) Bq/L,是自来水的 12.3 倍。我国

表 1 温泉水中氡浓度

类型	样品数	范围 (Bq/L)	平均值 (Bq/L)	> 37 Bq/L ^[5]
温泉水	5	93.6~121	102 ± 11.4	5
自来水	5	2.6~22.5	8.2 ± 9.6	-

基金项目: 中国疾病预防控制中心青年科研基金 (2009A201)

作者单位: 1 平山县疾病预防控制中心, 河北 平山 050400; 2 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全所, 北京 100088

作者简介: 赵孟奇, 从事放射卫生工作。

发的进程中, 一定会有更大的收益。

志谢: 我们要感谢陆世鑫、王振华、吴水龙、刘世明、戈立新、郭一飞、苏琼等诸位教授和老师, 对他们热情帮助和卓有成效的工作表示衷心的感谢; 感谢郑成法教授、卓维海教授对本工作给予的指导, 谢谢。

参考文献:

- [1] 张培善, 陶克捷, 杨主明, 等. 中国稀土矿物学 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 198-201, 218-222.
- [2] 《稀土》编写组. 稀土 上册 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1978: 51, 244.
- [3] UNSCEAR 2000 Report. Volume 1: SOURCES, P117.
- [4] 环境放射性监测方法编写组. 环境放射性监测方法 [M]. 北京: 原子能出版社, 1977: 158.
- [5] 赵淑权, 江俭玲, 陈正国, 等. 用 Ge (Li) γ 谱仪测定稀土产品中的²²⁷Ac [J]. 稀土, 1987 (4): 14-19.
- [6] 张伟坪, 姜让荣. 稀土矿中的天然放射性核素¹³⁸La 和¹⁷⁶Lu

[J]. 核技术, 1993, 16 (9): 540.

- [7] 赵淑权, 李福生, 陈英民, 等. 稀土富集物及部分纯氧化物中²²⁷Ac 的分析 [J]. 中国辐射卫生, 2000, 9 (2): 80.
- [8] Kuroda PK. The Origin of the Chemical Elements and the Oklo Phenomenon, Springer-Verlag [M]. Berlin Heidelberg New York, 1982.
- [9] Cowan GA. A natural fission reactor [J]. Sci. Am, 1976, 235, 36-47.
- [10] 赵淑权, 李福生, 陈英民, 等. 离子吸附型稀土富集物的放射性分析 [J]. 中国辐射卫生, 2002, 11 (1): 1-3.
- [11] 赵淑权, 李福生, 陈英民, 等. 稀土产品放射性的分析与思考 [J]. 中国辐射卫生, 2003, 12 (1): 53.
- [12] 池汝安, 田君著. 风化壳淋积型稀土矿化工冶金 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [13] 赵淑权, 李福生, 谈明光, 等. 稀土放射性分析的比对研究 [J]. 中国辐射卫生, 2007, 16 (2): 147-149.

(收稿日期: 2011-09-17)

规定的有医疗价值温泉氡浓度为 37Bq/L^[5],测量的 5 份水样均超过规定值 其中 1 处超过 111Bq/L 的医疗氡水平^[6]。

2.2 室内氡浓度 对长期生活在温塘镇的居民进行累积氡浓度测量,选择 33 户 其中有 11 户采用的是温泉水,有 20 户是自来水。氡探测器分别布放在停留时间较长的卧室和用水较多的厨房,布放时间 2010 年 4 月 26 日~2010 年 11 月 15 日,共得到有效数据 63 个。

表 2 是累积氡探测器测量结果。卧室和厨房的氡浓度分别在 (48.3±19.9) Bq/m³ 和 (37.3±16.3) Bq/m³,卧室氡浓度高于厨房,这可能与卧室比较密闭,通风次数比厨房少有关。采用温泉水和自来水的厨房氡浓度均值未发现明显差异。温塘镇氡浓度均值为 (41.9±18.6) Bq/m³,与石家庄的年均结果 (42.4±20.2) Bq/m³^[7] 非常接近,略低于全国 (43.8±37.8) Bq/m³ 的典型值^[8]。

2.3 温泉水中氡水平及用水过程氡的贡献 用水过程氡会在水中释放到空气中,使室内氡浓度有所增高。图 1 是在采用温泉的浴室和厨房观测到的氡浓度的变化。可见宾馆和家庭浴

室用水过程里面的氡浓度有明显增加,氡浓度时测值超过 200Bq/m³^[9] (我国室内氡限值) 和 100Bq/m³^[10] (WHO 氡浓度限值)。通常浴室没有窗户,面积比较小,释放出来的氡难以稀释。图 1 是厨房持续用水 20min 的测量结果,可见用水量不大情况下,氡浓度的增高幅度并不大。实际的用水量还会更低,这与表 2 在厨房的测量结果是一致的。

表 2 室内氡测量结果

地区	样品数	范围(Bq/m ³)	平均值(Bq/m ³)
温塘镇	厨房(自来水)	20	22.0~86.8
	厨房(温泉水)	11	19.5~74.8
	厨房(总)	31	19.5~86.8
	卧室	32	18.5~107
	总计	63	18.5~107
石家庄 ^[8]	35	21.7~111	42.4±20.2
全国 ^[9]	3 098	6.6~596	43.8±37.8

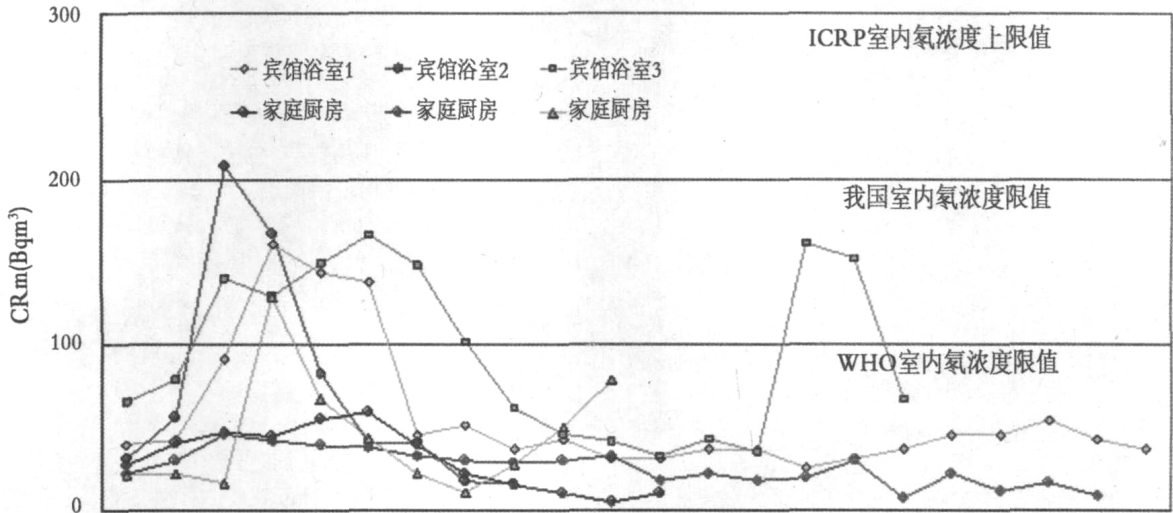


图 1 用水过程室内氡浓度的变化

2.4 氡的平衡因子 采用 RAD7、EQF3120 和 WLx 测量了温塘镇和县城室内氡浓度(C_{Rn}) 和氡子体浓度(C_{RnD}),由此计算出室内氡的平衡因子(F)。表 3 是温塘镇和平山县室内平衡因子的估算结果,均值分别是 0.61±0.07 (n=6, 0.52~0.74) 和 0.67 (n=1),明显高于 UNSCEAR 给出的室内 0.40 的典型值。这可能与测量在 11 月初,气温转冷,关闭门窗时间较长,室内通风率较低有关。另外,中原地区近年加速了房地产业开发,空气中可吸入颗粒物增高,也会导致 F 值增加,见表 3。

表 3 氡及氡子体浓度与平衡因子

地区	n	CRn(Bq/m ³)	CRnD(Bq/m ³)	F
温塘镇	6	(20.1~88.0)	(12.7~62.9)	(0.52~0.74)
		51.0±26.0	28.3±17.2	0.61±0.07
县城	1	29.6	18.4	0.67

注:括号中为范围值。

2.5 受照剂量估算 室内采用表 4 氡浓度累积测量结果,浴室采用图 1 家庭浴室开水后 2h 测量均值(98.5 Bq/m³),假设每周洗浴 3 次,年停留时间约 156h。假设厨房氡浓度与客厅相近,卧室和其他房间的停留时间分别是 (8h/d、10.8h/d) 和室外的停留因子取 0.2。根据 UNSCEAR 报告给出的剂量估算公式^[11] 计算了温塘镇居民吸入氡及子体的年有效剂量。从表 4 结果看,温塘镇居民吸入氡及子体的年有效剂量为 1.91mSv,低于 WHO 提出的 3~10 mSv 的剂量限值^[10]。洗浴造成的年有效剂量不到 0.01 mSv,温泉水利用过程没有造成明显的氡污

染。

表 4 温塘镇居民吸入氡及子体的年有效剂量(mSv)

地点	C _{Rn} (Bq/m ³)	停留时间(h/a)	F	E (mSv)
卧室	48.3	2 920	0.67	0.85
厨房	37.3	3 924		0.883
浴室	98.5	156	0.60	0.093
室外	10	1 526		0.082
总计				1.91

3 结论

平山温塘镇温泉中含有较高氡浓度,测量显示温泉水中氡浓度在 94~121Bq/L⁻¹,部分泉眼达到医疗温泉所规定的氡水平,在用水过程有氡气释放到环境中,除浴室外,对其他房间的影响不明显。

温塘镇室内氡浓度典型值为 (41.9±18.6) Bq/m³ (不包括冬季),与石家庄 2008 年测量的 42.4 Bq/m³ 年均值接近。氡的平衡因子为 0.67。

温塘镇居民吸入氡及子体的年有效剂量为 1.91mSv,低于 WHO 提出的 3~10 mSv 的剂量限值。洗浴造成的年有效剂量 <0.01 mSv,温泉水利用过程没有造成明显的氡污染。

参考文献:

[1] 温塘镇第五次人口普查数据 <http://ww.agri.com.cn/population/130131102000.htm>? 温塘镇。

医用 X 射线诊断受检者剂量控制方法探索

王兴安 陈新伟 黄丽华 翁振乾 吴德龙 郑森兴 郭进瑞

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)01-0032-02

【摘要】目的 探讨如何降低 X 射线诊断受检者剂量。方法 分析国家标准和地方指南中关于受检者防护的要求和意义。结果 X 射线诊断的过度服务和阳性率偏低导致受检者剂量增加。结论 医疗机构严格执行国家标准关于受检者的防护规定,放射卫生技术服务机构做好 X 射线影像质控检测,同时开展 X 射线检查及造影图像资料共享,可以大大降低受检者剂量。

【关键词】医疗机构;医用 X 射线诊断;受检者剂量

自 1895 年伦琴发现 X 射线后,首先就应用于医用领域。至今,全世界公众所受人工辐射源的照射,绝大部分来源于不断增加的医疗照射,而在医疗照射中,X 射线诊断占绝大多数^[1]。数据显示,单次诊断受检者剂量有降低的趋势,但公众年集体剂量当量一直处于上升状态^[2]。为了降低受检者剂量,各国际组织、国家和地区都在试图不断建立符合本地的放射诊断医疗照射指导水平(Diagnostic Reference Level, DRL),为降低受检者剂量提供参考^[3-6]。笔者结合放射卫生实际工作和新标准的要求,就如何降低受检者剂量进行探讨。

1 现状分析

随着社会经济和科学技术的发展,X 射线诊断检查的应用频率增加,且过度使用 X 射线诊断和 X 射线诊断阳性率偏低现象仍较普遍,而医疗机构对受检者的医学影像 X 线检查及造影图像资料互不认可,造成 X 射线诊断的滥用和资源浪费,也使得受检者剂量大大增加。随着放射卫生工作重心的转移,人们更加关注受检者剂量,必须加大力度合理降低受检者个体与公众群体的医疗照射剂量^[7]。因此,需要建立更加严格的辐射防护措施和质量控制方法,建立恰当的放射诊断医疗照射指导水平,让医疗照射更好地造福人类^[8]。

2 新标准和指南

2.1 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》 在受检者达到疾病诊断的目的、指导临床治疗的同时,尽可能的降低受检者剂量是放射防护工作的重点。为此,卫生部制定了《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》^[9] 2011 年 6 月 1 日开始实施。

作者单位:福建省职业病与化学中毒预防控制中心,福建 福州 350001

作者简介:王兴安(1985~),男,汉族,甘肃渭源人,硕士,助理工程师,从事放射性监测与评价工作。

新标准根据 GB18871-2002^[10] 提出了医用 X 射线受检者剂量指导水平,强调了许可证持有者的责任;增加了对 X 射线诊断工作的质量保证大纲要求,以及对诊断设备的质量控制检测要求;强调了对孕妇施行 X 射线检查前孕妇的知情权以及孕妇的此类检查必须经其本人或其直系亲属签字同意后才能实施。同时,标准附录 B 给出了典型成年受检者 X 射线摄影、X 射线 CT 检查、乳腺 X 射线摄影、X 射线透视的剂量指导水平。

表 1、2 分别列出了我国建立的成年受检者 X 射线摄影和 X 射线 CT 检查的剂量指导水平。从表 1 可见,我国建立的 DRLs 与国际组织 IAEA 和 CEC 建立的 DRLs 接近,中国在 2002 年建立的指导水平与国际组织在上世纪 90 年代建立的水平相等;从表 2 可见我国制定的成年受检者 X 射线 CT 检查剂量指导水平与国际基本安全标准(GB18871-2002)完全一致。

2.2 《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》 通过对 X 射线诊断设备的性能检测和维护,对 X 射线影像形成过程的监测和校正行动,保证诊断影像质量的技术。为获得稳定的高质量的 X 射线诊断影像,同时又使受检者剂量和所需费用达到合理的最低值所采取的有计划、有系统的行动。必须对 X 射线诊断影像进行质量保证,应按国家有关规定要求,建立质量保证组织,制定、实施并定期修订质量保证计划。

《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》^[14] 2011 年 9 月 30 日开始实施,对诊断设备的参数要求做了调整,包括修改辐射输出量稳定性检测要求的控制值和周期,增加了状态检测对辐射输出量的要求,增加了稳定性检测对辐射输出量重复性的要求。

2.3 《北京市医学影像 X 线检查及造影图像资料共享指南(2011 年版)》 北京市卫生局于 2011 年 5 月印发了《北京市卫生局关于印发〈北京市医学影像 X 线检查及造影图像共享指南(2011 年版)〉的通知》(京卫医字(2011)135 号)^[15],旨在提高临床医学影像检查质量,合理利用医疗资源,避免不必

[2] 赵亚民. 环境中氡来源与危害[M]. 北京:中国环境科学出版社,1990.

[3] U. S. EPA. "Methods, Occurrence and Monitoring Document for Radon in Drink (EPA Contract No. 68-C7-0005)" [Z], (1999).

[4] 陈以彬,陈代富,张波,等. 中国部分城市饮用水中氡的含量[J]. 中华放射医学与防护杂志,1994(6):366-369.

[5] GB11615-87 地热资源地质勘查规范[S].

[6] GB16367-1996 地热水应用中的放射卫生防护标准[S].

[7] 赵智慧,周开建,张京战,等. 石家庄市农村居室内氡浓度

调查[J]. 中国辐射卫生,2008,17(4):455-456.

[8] 尚兵. 中国典型地区室内氡水平的研究[J]. 工程兵勘探设计,2007,55(5):4-11.

[9] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].

[10] WHO, 2009. World Health Organisation (WHO). WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective [P]. WHO Press, Geneva, 2009.

[11] UNSCEAR 2000 年报告, Sources and Effects of Ionizing Radiation[R].