

用 CR-39 探测器测量有氡泉洗浴间 房屋内氡浓度

孟文斌 秦长珠* 毕志英** 冯玉冰***

(辽宁省放射卫生防护所, 沈阳, 110035)

用 CR-39 固体核径迹探测器测量带有氡泉洗浴间房屋内氡浓度, 同时测量了疗养院医护人员办公室和住宅内氡浓度, 估算了氡暴露所致患者和医护人员的辐射剂量, 探讨了有关防护问题。

关键词 CR-39 氡浓度测量 氡水平与剂量

氡水浴的医疗保健作用倍受青睐, 一些疗养病房内增设了氡泉洗浴间, 一般与卫生间设计在一起, 并与卧室相通。在一些有条件的氡泉地区, 已将氡泉洗浴间引入住宅室内。随着人们对氡及其子体可诱发肺癌的认识的深入^[1,2], 氡泉水对室内氡的贡献和危害受到人们的关注。调查表明, 温泉浴室内氡浓度大于 $1100 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 的约占 7.5%^[3]。这一浓度已超过了国际辐射防护委员会(ICRP)65号出版物对住宅和工作场所推荐的行动水平($200\text{--}600 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 $1000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)^[4]。为了解氡泉洗浴间引入病房和家庭住宅后居室内氡的水平, 用 CR-39 固体核径迹探测器(SSNTD)测量带有氡泉洗浴间居室内氡浓度, 估算由氡暴露所致的剂量, 探讨有关防护问题。

1 材料和方法

1.1 测量地点

选择辽宁省水氡浓度均达到氡泉标准($111 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$)的 3 家温泉疗养院作为测试对象。测量点主要选择带有氡泉洗浴间的疗养病房卧室, 并注意在浴室和相关的办公室、家属住宅选点。

1.2 探测器及其布放

为获得有代表性结果, 采用由国防科工委防化研究院生产的 SY-I 型($20 \text{ mm}\times 15 \text{ mm}$) CR-39 固体核径迹探测器和与文献[5]相同尺寸的扩散杯, 测量室内氡浓度, 所用渗透膜为国产聚乙烯膜, 厚约为 $20 \mu\text{m}$, 直径为 60 mm 。探测器布放应避开墙角和门窗, 以不易受到干扰的呼吸带高度为宜。从 1991 年底到 1992 年末, 按不同季节分 4 批布放, 每点放 2 只 SSNTD, 每批布放时间 30—105 d 不等。共布放 84 只, 回收 72 只, 回收率 86%。

* 辽宁省职业病院, 沈阳, 110005 ** 辽宁省劳动卫生职业病防治所, 沈阳, 110005

*** 卫生部工业卫生实验所, 北京, 100088

收稿日期: 1995-08-28 收到修改稿日期: 1995-12-11

1.3 测量方法

收回的 SSNTD 密封在箔袋内,及时带回实验室测试。蚀刻条件:6.25 mol/l KOH 溶液, 75 ℃, 6 h。刻度系数(3.50 ± 0.42) $\text{cm}^{-2}/(\text{kBq} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h})$, 测量下限 $3.3 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ^[5]。

用 FD-3016 闪烁测氡仪测量水中氡浓度。

为测量氡浓度和氡子体浓度间的平衡因子,用双滤膜法和三段法测量了空气中氡及其子体浓度。

2 结果与分析

2.1 病房内氡浓度

测得的带有氡泉洗浴间的疗养病房卧室内的氡浓度列于表 1, 表 1 同时列出了相关浴室室内空气氡浓度和用水中氡含量。

表 1 病房卧室内及相关浴室和用水中氡浓度

Table 1 Rn concentration in bedrooms of wards and bathrooms and related water

疗养院	病房卧室内氡浓度 / $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$					浴室氡浓度	用水氡浓度
	冬	春	夏	秋	平均	/ $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$	/ $\text{kBq} \cdot \text{m}^{-3}$
A	70.5	510.7	116.6	91.4	197.3	743.2	1.60
B	-	32.0	46.0	65.0	47.7	56.0	0.14
C	267.0	154.0	136.0	-	174.3	300.3	1.70

2.2 住宅内氡浓度

测得的某疗养院住宅室内的氡浓度列于表 2。这些住宅多数在卫生间引进氡泉水洗浴设施。其年均值($56.7 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$)与瞬时法测得的结果($54.3 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$)^[6]非常接近。

表 2 住宅内不同季节氡浓度

Table 2 Radon concentration in housing

春	夏	秋	冬	平均
91.8	27.8	40.8 ¹⁾	66.5	56.7 ± 28.4

注:1) 5 户住宅室内均值

2.3 办公室内氡浓度

测量了某疗养院医护人员办公室(A)内氡浓度,并于某管理局设在氡泉水浴室(浴室氡浓度为 $393.7 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$, 浴室用水氡含量为 $230 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$)上面(第 2 层)的办公室(B)进行了测量,其结果列于表 3。

表 3 办公室内不同季节氡浓度

Table 3 Radon concentration in offices

	春	夏	秋	冬	平均
办公室 A	68.4	70.3	50.3 ¹⁾	102.3	72.8 ± 21.8
办公室 B	64.8	-	-	80.3	72.6 ± 11.0

注:1) 3 个办公室的平均值

3 剂量估算

为进行剂量估算,测得住宅、病房卧室和办公室内氡及其子体平衡因子分别为 0.57、0.4 和 0.4。假设住宅、病房卧室和办公室的停留时间分别为 7000 h、2000 h (病房卧室按疗养 3 个月,每天在室内停留因子为 0.9)和 2000 h,按联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR) 1988 年报告推荐的剂量换算因子,室内外均为 $10 \text{ nSv}/(\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h})$,估算的氡的平衡当量浓度(EC_{Rn})、年暴露量(E)和年有效剂量当量(H_E)示于表 4。

表 4 估算的 E 和 H_E
Table 4 Estimated E and H_E

		$EC_{Rn}/\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$	$E/\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$	H_E/mSv
住宅		32.3	226.1	2.26
卧室	A	78.9	157.8	1.58
	B	19.1	38.2	0.38
	C	69.7	139.4	1.39
办公室	A	29.1	58.2	0.58
	B	29.0	58.1	0.58

4 讨论

4.1 室内氡浓度的变化

关于室内氡浓度的变化,作者已另文报道^[7],地表大气中氡浓度随时间的变化依赖于氡的析出量年变化和氡的垂直和水平方向的弥散^[7]。而浴室内的氡浓度与用水方式、用水量、水氡浓度、水温、房间体积,通风状况、人为活动等许多因素^[3]有关。表 1 中 A、B 疗养院冬、春季氡浓度较低的原因可能与该季节洗浴人次较少、通风较多有关。

尽管有一些模式可预示某一空间或某一时期(季节)的氡浓度变化的趋势,但不能根据这些模式和条件参数来预测某一空间或场所的氡浓度,有不少实际情况与理想模式和参数是不一致的,因此仍应以实测结果为依据。

4.2 氡泉浴所致剂量估算与辐射防护

本次测量结果表明,带有氡泉洗浴间的疗养病房卧室内氡平均浓度为 $47.7\text{—}197.3 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$,最大值已接近 ICRP 65 号出版物对住宅建议的行动水平的下限值($200 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$),相应的年有效剂量限值为 3 mSv ^[4]。若在病房疗养 3 个月,可致年有效剂量为 $0.38\text{—}1.58 \text{ mSv}$ 。若疗养时间增加,所受剂量亦随之增加,为减少受照剂量,疗养时间不宜超过半年。

将氡泉洗浴间引入住宅内可使室内氡浓度增加 1 倍以上。某疗养院住宅引入氡泉水浴间后,室内氡浓度可致居民剂量为 2.26 mSv ,比全省本底值^[6]高 1 倍左右。建议洗浴后增加室内通风换气,以减少室内氡浓度及其所致剂量。

与氡泉水浴相关的办公室内氡浓度也因水氡的释放而增加。一些与氡泉水浴相关或相通的办公室和走廊也应加强定时通风,以减少室内氡浓度。建在氡泉水浴浴室上层的办公室,应从设计上予以避免。建议氡泉水浴或含氡较高用水,最好设在单独的建筑物内,使办公室与其

隔离,以避免不必要的照射。

参 考 文 献

- 1 BEIR IV. Health Risks of Radon and Other Internally Deposited Alpha Emitters. Washington DC: National Academy Press, 1988. 451.
- 2 ICRP Publication No. 50. Lung Cancer Risk From Indoor Exposures to Radon Daughters. Oxford: Pergamon Press, 1987.
- 3 孟文斌, 秦长珠, 石二为. 辽宁省温泉放射卫生测试与评价. 中华放射医学与防护杂志, 1995, 15(1):43.
- 4 ICRP Publication No. 65. Protection Against Radon-222 at Home and at Work. Oxford Pergamon Press, 1993.
- 5 Yushui F, Wenbin M, Changzhu Q. Evaluation of Solid State Nuclear Track Detector for Radon Measurement. Nucl Tracks Radiat Meas, 1993, 22(1-4):335.
- 6 孟文斌, 蒋 衍, 秦长珠. 辽宁省环境氡及其子体水平与所致剂量. 中华放射医学与防护杂志, 1990, 10(3): 159.
- 7 孟文斌, 张伟通, 崔培超. 环境氡浓度的昼夜与季节变化. 环境与健康杂志, 1987, 4(1):17.

MEASUREMENT OF RADON CONCENTRATION IN HOUSINGS CONNECTING RADON SPRING BATHROOM WITH CR-39 DETECTOR

Meng Wenbin Qin Changzhu* Bi Zhiying** Feng Yushui***

(Liaoning Institute of Radiation Hygiene, Shenyang, 110005)

ABSTRACT

The measurements of radon concentrations in medical wards with radon spring, in offices and houses of sanatorium occupation personnel, are carried out by CR-39 solid state nuclear track detector (SSNTD). Estimation is made on doses of patients and medical occupation personnel from radon exposure. Discussions are given to the problems on radiation protection.

Key words CR-39 Measurement of radon concentration Level and dose of radon

* Liaoning Province Occupation Hospital, Shenyang, 110005

** Liaping Institute of labour Hygiene and Occupation Diseases Prevention, Shenyang, 110005

*** Laboratory of Industrial Hygiene of Public Health, Beijing, 100088