

新疆维吾尔自治区 2001 ~ 2004 年饮用水放射性水平测定及卫生学评价

孙小娜, 张聚敬, 王玉文

中图分类号: R144; R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)02-0120-02

【摘要】 目的 测定新疆饮用水中总α和总β放射性,对2001~2004年间新疆饮用水放射性水平作出卫生学评价。方法 采集自治区各地水样144份,采用直接蒸干厚层法测定水中总α和总β放射性活度浓度,依据国家标准并将4a的数值进行比较。结果 经比较,4年间总α和总β测定结果没有明显变化($P>0.05$)。有70.4%的水样总α放射性活度浓度符合国家标准限值,总β放射性活度浓度均在国家标准限值以内。结论 新疆饮用水中总放射性水平处于相对稳定状态。未发现明显的人工污染。对于总α放射性活度浓度超过国家生活饮用水卫生限值的水样,建议进行进一步的放射性核素分析。

【关键词】 总α; 总β; 饮用水; 卫生标准

近年来,由于核能与核技术的开发和应用,水体的放射性污染问题受到普遍关注,我国1986年颁布的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85)中增加了总α和总β放射性的检验指标^[1],2001年6月中华人民共和国卫生部卫生法制与监督司颁布《生活饮用水规范》中提供了生活饮用水中总α、总β的放射性的参考水平^[2]。新疆远离海洋,气候干燥,降水量少,蒸发量大,水的矿化度高。加之新疆地区花岗岩出露地质带分布较广,水中可能含有较高的天然放射性物质。笔者对4年来所取得的监测资料做系统性统计分析,并从放射卫生学角度给予评价,供日常及核应急情况下饮水放射性监测与处理参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集 采取送样方式,由各集中供水单位、打井工程队送样和瓶装饮用水抽检,也有少量自取水库水样。2001~2004年间收集到144份水样。

1.2 检测项目 按常规测定标准项目,检测总α放射性活度浓度(mBq/L)和总β放射性活度浓度(mBq/L)。

1.3 检测仪器 BH-1227型四路低本底α、β检测装置,北京核仪器厂产,α本底计数率为1.30~1.83 cph,β本底计数率为0.55~0.86 cpm。

1.4 总α放射性测定 采用直接蒸干厚层法。在2000 ml烧杯中用多次加入法将4 L水样加入烧杯,缓慢加热,蒸发浓缩至少量,移入已称重的坩埚内,红外线烘干,450℃灼烧,冷却,准确称取残渣物质粉末,研细,混匀,均匀铺在样品盘内,制成厚度大于有效厚度的样品源在BH-1227型四路低本底α、β测量装置上测量总α放射性,仪器用²⁴¹Am标准粉末(由中国原子能科学研究院生产)校正。

1.5 总β放射性测定 样品制备同总α直接测量法,称取小于最大取样量的样品粉末,均匀铺在样品盘内,制成样品源,在BH-1227型四路低本底α、β测量装置上测量总β放射性,仪器经KCl源(由中国原子能科学研究院生产)校正。

1.6 质量控制 在每一批样品的测量前先进行本底测定,用标准源校正仪器,本底和效率达到要求后再进行样品测定。

1.7 统计分析 采用SPSS10.0各年间作单因素方差分析。

2 结果

2.1 总α、总β放射性水平年度变化(表1、2) 经统计分析,2001~2004年间总α、总β测定结果没有明显变化($P>0.05$)。

作者单位:新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心,新疆 乌鲁木齐 830011
作者简介:孙小娜(1979~),女,辽宁宽甸人,医师,硕士在读,研究方向:生物样品的放射性与健康。

表1 不同年份饮用水中总α放射性活度浓度(mBq/L)

年份	样品数(个)	最大值	最小值	$\bar{x} \pm s$
2001	45	400	18	87.4±101.8
2002	38	430	26	116.8±120.0
2003	41	430	15	94.0±108.1
2004	18	590	13	61.2±140.3
合计	142	590	13	93.9±114.0

表2 不同年份饮用水总β放射性活度浓度(mBq/L)

年份	样品数(个)	最大值	最小值	$\bar{x} \pm s$
2001	46	700	17	153.4±136.3
2002	36	740	15	216.3±211.9
2003	43	740	8	130.2±156.6
2004	19	650	30	122.6±185.7
合计	144	740	8	158.1±172.1

2.2 总α、总β放射性活度浓度构成比(表3) 我国生活饮用水卫生标准(GB5749-85)提出,总α放射性的限值为100 mBq/L,总β放射性的限值为1000 mBq/L,142份水样中总α的均值为93.9 mBq/L,144份水样中总β的均值为158.1 mBq/L,将测量数据从低到高排列,可见70.4%的水样总α放射性比活度符合国家标准限值,且86.1%的水样总β放射性比活度仅为限值的3/10。

表3 饮用水中总α和总β放射性活度浓度构成比

总α (mBq/L)	样品 (个)	累积 频数 (个)	累积 频率 (%)	总β (mBq/L)	样品 (个)	累积 频数 (个)	累积 频率 (%)
0~100	100	100	70.4	0~100	84	84	58.3
100~200	25	125	88	100~200	21	105	72.9
200~300	5	130	91.5	200~300	19	124	86.1
300~400	9	139	97.9	300~400	8	132	91.7
400~500	2	141	99.3	400~600	4	136	94.4
500~600	1	142	100	600~800	8	144	100

3 讨论

α辐射是天然核素和人造核素的特性,β辐射是大多数人造核素的特性^[3]。天然核素的来源:一方面从自然界存在的矿石中提取;另一方面从长寿命的天然放射性核素分子离子体核素,自然界存在三个天然放射系,即钍系;铀系;锕系。由于人工放射性核素制备方法的发展,后来又发现了镥系。2001~

2004 年间, 144 份饮用水中总 α 、总 β 放射性的测定结果没有明显变化 ($P > 0.05$), 表明在存在多种影响因素的条件下, 新疆维吾尔自治区饮用水总放射性水平处于相对稳定状态。我国现行的《生活饮用水卫生标准》采用 WHO《饮用水水质准则》(第 1 版, 1984) 提出的放射性水平建议值, 即 α 活度浓度为 100 mBq/L, 总 β 比活度为 1 000 mBq/L^[1,4]。所测样品中有 29.6% 的水样总 α 活度浓度超过国家生活饮用水卫生限值, 水样中总 β 活度浓度均在国家生活饮用水卫生限值范围内, 说明此次调查的饮用水中, 未发现人工放射性核素的污染。所测样品的天然本底值较高, 这可能与新疆气候干燥, 降水量少, 蒸发量大, 水的矿化度高有关, 同时受新疆地区花岗岩出露地质带分布较广的影响, 水中可能含有较高的天然放射性物质。当饮用水中总 α 活度浓度大于 100 mBq/L 时, 应进一步进行放射性核素分析, 一般认为总 α 放射性主要组成成分为天然放射性铀、钍、镭-226^[5]。再通过测定各种放射性核素活度浓度, 可进一步对饮用水的放射性作出卫生学评价。

从这次新疆维吾尔自治区饮用水放射性测定及其他省市相关报道^[6,7]看出: 水中总 α 限值 100 mBq/L 的标准是可行的, 但显得有些严格, 尤其鉴于象新疆这样的干旱地理环境, 普遍缺水的状况, 以 2001 年 6 月中华人民共和国卫生部卫生法制

与监督司颁布的《生活饮用水规范》中提供饮用水中总 α 参考水平 500 mBq/L 为参考, 具有一定可操作性。因此建议以国家生活饮用水标准规定的限值作为饮用水初筛水平比较合理, 当超过该值时应进行进一步的放射性核素分析。

参考文献:

- [1] GB5749-85, 生活饮用水标准[S].
- [2] 中华人民共和国卫生部卫生法制与监督司, 生活饮用水规范, 2001.
- [3] 约翰. H. 哈利. 环境放射性监测技术手册[M]. 程荣林, 王作元, 朱昌寿等译. 北京: 原子能出版社, 1977, 2.
- [4] WHO. Guidelines for drinking water quality[S]. Geneva, 1984.
- [5] Richard L. Rolf MA, Bernd K, et al. Radiological sampling and analytical methods for national primary drinking water regulations[J]. Health Phys. 1985; 48: 587.
- [6] 郭义曹, 黄嘉麟, 刘小莲. 广东省矿泉水总 α 总 β 放射性水平[J]. 中国辐射卫生, 1999, 8(1): 41-43.
- [7] 李炳, 李生莹, 海广范. 新乡市饮用水放射性调查与卫生学评价[J]. 新乡医学院学报, 2000, 17(1): 35-36.

(收稿日期: 2004-10-20)

(上接第 119 页)

辐射剂量为 65.5 mGy, 而 100 mAs 组、50 mAs 组及 40 mAs 组的辐射剂量分别为 16.4 mGy、8.2 mGy 及 6.5 mGy, 与 300 mAs 辐射剂量比较, 100 mAs 50 mAs 及 40 mAs 图像的辐射剂量分别下降了 75%、87.5% 和 91%。

4 讨论

CT 检查占有 X 射线检查的 4%, 但其辐射剂量却占 X 射线检查的 35%, 随着 CT 的性能逐步改进与新的用途, CT 检查的数量及辐射剂量将进一步增加, 因此很多学者倡导儿童及成人均有必要进行低剂量 CT 扫描。目前已有头部、胸部及副鼻窦低剂量扫描的报道^[4-9]。由于副鼻窦具有天然的高对比结构(骨、空气及黏膜), 特别适合低剂量 CT 扫描; CT 的辐射剂量与 mAs 成正比, 因此降低 mAs 可降低辐射剂量。本组研究表明, 在 120 kVp 的条件下, 40 mAs 扫描图像质量与 300 mAs 图像质量比较, 虽图像噪声略有增加, 但图像质量差异无显著性, 能够清楚地显示出鼻窦黏膜增厚、窦腔内的软组织影及气液平面影, 与国外学者的研究结果相似^[4,7], 与国内 370 mAs 的标准扫描剂量比较, 其辐射剂量显著降低^[8]。

最近, Hagtvedt 等^[9]使用改良低剂量副鼻窦 CT 扫描方法, 对副鼻窦炎的诊断进行研究, 使用 120 kV, 40 mAs 1 mm 层厚, 扫描间隔为 5~10 mm, 在眼晶状体前方扫描 1 层额窦, 然后间隔 15 mm 避开晶状体继续扫描, 使总有效剂量相当于标准剂量的 3% (0.02 mSv), 晶状体吸收剂量为标准剂量的 2% (0.4 mGy), 而对副鼻窦炎的诊断质量没有明显影响。这种低剂量扫描方法检查的一个病人的有效剂量较年天然本底剂量 (1 mSv)^[10] 还低。

在头部及副鼻窦 CT 扫描中不可避免的对眼角膜引起辐射, 一般认为 0.2~2 Gy 的辐射剂量可至角膜混浊, 大于 5 Gy 引起白内障, 虽然普通剂量副鼻窦 CT 扫描对眼眶的辐射剂量远低于这个水平, 但其所至的累积效应不应忽视。

Schib 等^[4]研究表明, 使用 50 mAs 低剂量 CT 副鼻窦扫描, 在不影响图像质量的前提下, 病人的眼眶所接受的辐射剂量平均仅为 3 mGy。本组研究中未进行眼眶辐射剂量的测量, 但 40 mAs 扫描, 其辐射剂量一定是明显低于标准扫描的辐射剂量。最近已有作者报道低剂量副鼻窦 CT 扫描同时应用含铋剂的乳胶薄膜罩在眼眶上对眼角膜进行辐射保护^[11]。

本组研究使用观察解剖结构的清晰度对影象质量评分, 有以下几个原因, 首先详细的解剖结构的显示对功能性鼻内镜外科至关重要, 其次, 显示出正常的解剖结构, 也是发现病变的必

须的前提, 本研究的缺点是未对不同毫安秒对特定疾病诊断精确性的比较研究, 尤其是低剂量 CT 在显示副鼻窦骨壁破坏的能力是否与常规剂量 CT 相同尚需进一步研究。

低剂量 CT 扫描虽然对图像质量没有明显影响, 但因图像噪声在轻度增加, 对颅骨较厚的病人及汞充填牙齿的病人低剂量 CT 更容易出现伪影, 也应适当增加扫描条件。

参考文献:

- [1] Mamolya G, Wiesen EJ, Yagan R, et al. Paranasal sinuses: Low-dose CT[J]. Radiology, 1991, 181: 689-691.
- [2] Duvoisin B, Landy M, Chapuis L, et al. Low-dose CT and inflammatory disease of paranasal sinuses[J]. Neuroradiology, 1991, 33: 403-406.
- [3] Shankar L, Evans K, Hawke M, et al. An atlas of imaging of the paranasal sinuses[J]. Dunitz, London, 25.
- [4] Sohaib SA, Horrocks JA, Keene MA et al. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus CT[J]. The British journal of Radiology 2001, 74: 157-161.
- [5] Widberger JE, Mahnken AH, Schmitz-rodle T, et al. Individually adapted examination protocols for reduction of radiation exposure in chest CT[J]. Investigative Radiology 2001, 36(10): 601-611.
- [6] Schmidt T. A few remarks on radiation exposure in CT; In: Nagel HD, ed. Radiation Exposure in Computerized Tomography[J]. Hamberg, Germany: European Coordination Committee on the Radiological and Electromedical Industries (COCIR); 2000, 1-4.
- [7] Kearney SE, Jones B, Meakin K, et al. CT Scanning of the paranasal sinuses-The effect of decreasing mAs[J]. The British Journal of Radiology 1997, 70: 1071-1074.
- [8] 周康荣. 胸部颈面部 CT[M]. 上海: 上海医科大学出版社, 1996, 325-326.
- [9] Hagtvedt T, Aalokken T, Notthellen J, et al. A new low-dose CT examination compared with standard-dose CT in the diagnosis of acute sinusitis[J]. Eur Radiol 2003, 13: 976-980.
- [10] Johns HE, Cunningham JR. The physics of radiology[M]. Thomas Springfield, 535.
- [11] Hein E, Rogalla B, Klingebiel R, et al. Low-dose CT of the paranasal sinuses with eye lens protection: effect on image quality and radiation dose[J]. Eur Radiol 2002, 12: 1693-1696.

(收稿日期: 2004-09-01)