

海南省生活饮用水中放射性水平调查研究

林 智,王川健,陈玉坤,李红环

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2001)03-0149-02

【摘要】 目的 掌握海南省生活饮用水中总α、总β放射性水平,为开发利用饮用水资源提供科学依据,以期提高全省居民生活饮用水的卫生质量。方法 根据自然和社会等因素确定采样点,采用国家《生活饮用水标准检验方法》检测。结果 海南省生活饮用水中总α、总β放射性水平分别是 $2.63\times 10^{-2}$ Bq/L和 $12.02\times 10^{-2}$ Bq/L。结论 海南省生活饮用水放射性水平符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85),与全国生活饮用水平均水平接近。

【关键词】 生活饮用水;总α;总β;放射性水平

为掌握全省生活饮用水中天然和人工放射性本底水平,科学地开发利用生活饮用水资源和加强生活饮用水卫生监督提供原始数据。我们于1997年至2001年在全省各县市全面开展此项大样本量的调查研究。

1 地理概况

- 1.1 地理位置 海南岛位于我国南端,地处北纬 $18^{\circ}10'$ 至 $20^{\circ}10'$ ,东经 $108^{\circ}37'$ 至 $111^{\circ}3'$ 之间,面积3.5万 $\text{km}^2$ ,属热带海岛<sup>[1]</sup>。
- 1.2 地貌特征 海南岛近似椭圆形,从东北向西南伸长,中部以五指山、鹦哥岭为隆起核心,向外周逐级递降,由山地、丘陵、台地、平原组成环形层状地貌,梯级结构明显,岛上岩层北部以玄武岩和凝灰岩为主,东西两部以石英岩、板岩和片岩为主,中南部则以花岗岩为主<sup>[1]</sup>。
- 1.3 水资源 海南岛雨量充沛,平均年降雨量在1640mm以上。地下水资源比较丰富,储量达143亿 $\text{m}^3$ <sup>[1]</sup>。

2 调查方法

- 2.1 样品采集 根据自然(主要指水文地质、地表γ照射量率)和社会(人口密度、居民饮用水类型)等因素确定生活饮用水采样的地点和数量,在全省19个市县采集504份水样,所占人口分布为全省总人口85%以上,每个水样点在旱季和雨季

- 基本各采样一次。采样时为防容器壁吸附加入适量硝酸,使水样保持在pH2~3。
- 2.2 样品处理 地面水取3.0L,地下水取2.0L,经蒸发浓缩、炭化、灰化、称重、研细、铺样等处理程序。
- 2.3 样品测量 按照《生活饮用水卫生标准检验方法》(GB5750-85)总α测量用直接测量法,测量仪器FJ-414低本底α闪烁探头加上HW-3203型定标签器经<sup>239</sup>Pu校正,其检测下限是 $0.38\times 10^{-2}$ Bq/L。总β则用薄样法,仪器FH-1914低本底β测量装置,其检测下限是 $0.35\times 10^{-2}$ Bq/L。所有样品均取双平行样分析测量,结果均符合平行样相对偏差要求。
- 2.4 数据处理 经W检验法检验,水样的总α、总β测量结果W值>W0.05,表明测量数据呈对数正态分布,故放射性水平用几何均数及几何标准差表示。

3 结果与讨论

(1)调查显示所有乡村和约68%城镇居民直接饮用地下水。从表1可见:各类生活饮用水的总α、β放射性水平波动范围极大,相差4~5个数量级,与全国饮用水中总α、总β经活度波动范围一致<sup>[3]</sup>。经统计学检验,全省地下水总α、总β放射性水平均显著地高于地面水,显然是地下水在地下特定地质形成和储藏环境中,与之接触的岩石溶解天然放射性核素。

表1 各类生活饮用水总放射性α、β浓度( $\times 10^{-2}$ Bq/L)

水源类型	样品数	总 α			总 β		
		范围	G	S	范围	G	S
地面水	113	<0.38~52.48	1.70	3.24	0.98~91.20	9.55	2.14
地下水	391	<0.38~89.13	2.95	3.72	<0.35~537.03	12.59	2.63
合计	504	<0.38~89.13	2.63	3.72	<0.35~537.03	12.02	2.57

(2)总α、总β浓度较高的点分别在东方市板桥镇井水(总α $89.13\times 10^{-2}$ Bq/L、总β $537.03\times 10^{-2}$ Bq/L,矿化度>1g/L)、文昌市中部和北部井水总α(22.91~83.05) $\times 10^{-2}$ Bq/L、总β(71.98~175.14) $\times 10^{-2}$ Bq/L,矿化度<0.5g/L。

(3)海南岛的水资源虽然地区分布差异大,年内分配不均,但比较丰富,河流水量丰沛,终年不冻结,以及海南省人口密度低,工业用水量少,使吸取地下水量与自然界水的补充基本持平。故表2中海南省雨季与旱季各类生活饮用水总α、总β放射性浓度虽有差异,但经t检验,均无显著性意义(P>0.05)。即全省生活饮用水总α、总β放射性水平未受雨季与旱季的影响,其变化无明显规律性。

(4)从表3可见:全省各地区生活饮用水总α放射性水平较高的是万宁市、陵水县、保亭县和东方市,总β放射性水平较

高的是东方市、乐东县、万宁市和文昌市,呈现出东部>西部>南部>北部>中部的趋势,其区域分布特点与海南天然γ辐照水平<sup>[3]</sup>及海南省垦区生活饮用水放射性水平<sup>[4]</sup>所显示的南部高于北部,中部山区高于四周平原,东西部波动略有不同。

表2 不同季节生活饮用水总α、总β放射性浓度( $\times 10^{-2}$ Bq/L)

时间	类型	样品数	总 α		总 β	
			G	S	G	S
雨季	地面	79	1.55	3.55	10.00	2.29
	地下	209	3.09	3.89	13.49	2.29
旱季	地面	34	2.04	2.45	9.55	2.40
	地下	182	2.82	3.55	11.75	3.02
合计		504	2.63	3.72	12.02	2.57

(5)全省生活饮用水中总α活度均值为 $2.63\times 10^{-2}$ Bq/L,约是国家限值标准的1/4,低于文献[5]报道的广东省均值 $4.12\times 10^{-2}$ Bq/L,与北京市 $4.0\times 10^{-2}$ Bq/L<sup>[6]</sup>较接近。总β12.02 $\times 10^{-2}$ Bq/L,约是国家限值标准的1/8,与全国饮用水总β放射

基金项目: 海南省卫生厅科研项目(9850号)  
作者单位: 海南省卫生防疫站, 海南 海口 570203  
作者简介: 林智(1960-),男,海南人,副主任医师,主要从事放射卫生监督监测工作。

性水平<sup>[7]</sup> ( $14.00 \times 10^{-2}$  Bq/L) 接近。

表 3 全省各地生活饮用水总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平 ( $\times 10^{-2}$  Bq/L)

地点	总 $\alpha$	总 $\beta$	地点	总 $\alpha$	总 $\beta$
琼海市	1.66	10.96	乐东县	2.63	19.50
琼中县	1.74	7.08	屯昌县	2.82	13.80
白沙县	1.82	7.24	定安县	3.31	9.77
临高县	1.95	7.76	通什市	3.80	12.30
三亚市	2.24	13.18	文昌市	3.89	17.78
昌江县	2.29	12.88	东方市	4.07	35.48
琼山市	2.29	8.71	保亭县	4.47	13.49
儋州市	2.40	10.47	陵水县	5.75	10.47
澄迈县	2.51	11.75	万宁市	6.92	19.05
海口市	2.57	10.00	全省	2.63	12.02

(6) 全省生活饮用水中总  $\alpha$  超过国家限制标准 ( $1.00 \times 10^{-2}$  Bq/L) 的水样有 66 份, 占总数的 11.90%, 应引起有关部门的重视, 经随机抽样 30 份饮用水分析天然放射性核素<sup>226</sup>Ra, 结果是  $1.99 \times 10^{-2}$  Bq/L, 范围为 ( $2.84 \sim 19.02$ )  $\times 10^{-4}$  Bq/L, 表明仍在标准限值之内。总  $\beta$  水样超标 ( $1.00$  Bq/L) 4 份, 检测天然放射性核素<sup>40</sup>K 平均活度  $> 7.08 \times 10^{-1}$  Bq/L, 且水样固体残渣量  $> 1.0$  g/L, 说明总  $\beta$  放射性与溶解性总固体灰量呈正相关, 在无人工  $\beta$  放射性核素污染的情况下, 饮用水中溶解性总固体灰量只要  $> 0.5$  mg/L, 总  $\beta$  放射性就有可能超标。

(7) 全省生活饮用水中总  $\alpha$ 、总  $\beta$  均值均低于 1992 年海南岛环境水源水中的天然放射性水平<sup>[8]</sup> (总  $\alpha$   $5.07 \times 10^{-2}$  Bq/L, 总  $\beta$   $16.22 \times 10^{-2}$  Bq/L), 说明自来水厂出厂水在凝集、沉淀、过滤等一系列环节中, 降低水中放射性水平, 改善了水质卫生状况。据国内文献 [5] 报道, 自来水厂放射性去污率: 总  $\alpha$  为 51.40%、总  $\beta$  为 23.10%。从历年检测数据和海南的地理位置及使用放射性核素的情况等因素分析, 海南省生活饮用水未受到明显的

人工放射性核素污染。

#### 4 小结

(1) 全省生活饮用水中总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性属正常天然本底水平, 其特点是东部  $>$  西部  $>$  南部  $>$  北部  $>$  中部、地下水源  $>$  地面水源和雨季与旱季无明显变化。

(2) 海南省生活饮用水中总  $\alpha$  均值为  $3.11 \times 10^{-2}$  Bq/L, 总  $\beta$   $13.25 \times 10^{-2}$  Bq/L, 符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85), 未受人工放射性核素的污染, 接近全国的平均水平。

(3) 水样中 11.90% 总  $\alpha$  和 0.70% 总  $\beta$  放射性超过国家限制标准, 因此, 为保障居民生活饮用水卫生安全, 应坚持定期对生活饮用水进行放射性检测。

#### 参考文献:

- [1] 海南百科全书编纂委员会. 海南百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1999. 12.
- [2] 刘英. 国家《生活饮用水卫生标准》中总  $\alpha$  和总  $\beta$  放射性标准适用性的探讨[J]. 中国公共卫生, 1997, 13(1): 34, 36.
- [3] 中华人民共和国卫生部. 中国环境电离辐射水平及居民受照剂量[M]. 北京: 卫生部工业卫生实验所, 1986.
- [4] 林智. 海南省垦区生活饮用水放射性水平及评价[J]. 实用预防医学, 1995, 2: 122.
- [5] 吴自香, 张瑞香. 1988—1993 年广东省自来水放射性水平与评价[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1995, 15(2): 129.
- [6] 金应龙. 北京地区饮用水中放射性水平测量[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1993, 13(2): 112.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 中国环境放射性水平与卫生评价[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992.
- [8] 林智. 海南岛环境中天然放射性水平[J]. 中国辐射卫生, 1995, 4: 97—98.

(收稿日期: 2001—03—16)

## 【工作报告】

### 母乳中<sup>40</sup>K 放射性水平

王 岍, 麻 莉<sup>2</sup>, 于文海<sup>3</sup>, 白国兴<sup>4</sup>, 杨丽薇<sup>2</sup>, 马 莹<sup>1</sup>

中图分类号: R146 文献标识码: D

母乳是婴儿生长发育的最佳食品, 奶粉及代乳品在婴儿喂养中也占一定比例。为了婴儿的健康, 保护、促进和支持母乳喂养工作, 从有害成分入手于 1999 年~2000 年对吉林省部分人群的母乳和市售婴儿奶粉中<sup>40</sup>K 放射性进行了对比监测。

#### 1 仪器与方法

使用 6400 型火焰光度计(上海分析仪器厂生产)。采用火焰光度法测定母乳及奶粉中天然钾。按照每 mg 天然钾含有  $0.028$  Bq <sup>40</sup>K 求取母乳与奶粉中<sup>40</sup>K 含量。

#### 2 结果与讨论

<sup>40</sup>K 是长半衰期 ( $1.26 \times 10^9$  a) 放射性物质, 并具有一定毒性。按照国家标准<sup>[1]</sup> 分类, 属低毒组。为了便于比较母乳与奶粉中<sup>40</sup>K 含量, 随机采集吉林省 18 位母亲的母乳中<sup>40</sup>K 含量为 ( $20.61 \pm 5.89$ ) Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>, 范围在  $12.59 \sim 38.14$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> 之间。市售婴儿奶粉成分主要有纯奶粉、补钙奶粉和速溶豆奶粉等。纯奶粉中<sup>40</sup>K 含量为 ( $64.53 \pm 18.33$ ) Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>, 最高值是  $77.02$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> (深圳晨光牌), 最低值是  $37.63$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> (广东今日牌)。补钙奶粉中<sup>40</sup>K 含量为 ( $40.22 \pm 10.89$ ) Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>, 最高值

是  $64.15$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> (黑龙江绿色牌), 最低值是  $26.76$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> (黑龙江正元牌), 速溶豆奶粉中<sup>40</sup>K 含量为 ( $26.40 \pm 8.16$ ) Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>, 最高值是  $31.44$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> (苏州佳格麦片豆奶粉), 最低值是  $16.98$  Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> (苏州佳格钙强化豆奶粉)。这三种奶粉中<sup>40</sup>K 含量为 ( $43.72 \pm 19.30$ ) Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>。

这与我国历年牛奶中<sup>40</sup>K 含量 ( $40.0 \pm 5.1$ ) Bq  $\cdot$  kg<sup>-1</sup><sup>[2]</sup> 一致。从<sup>40</sup>K 含量看, 各类乳状奶粉均高于母乳, 即纯奶粉  $>$  补钙奶粉  $>$  速溶豆奶粉  $>$  母乳。奶粉与母乳之间差别有非常显著性 ( $P < 0.01$ )。因此, 仅就<sup>40</sup>K 的危害而言, 婴儿食用母乳与食用奶粉有明显区别, 食用奶粉不如母乳喂养好。目前, 我国尚未有婴幼儿食品放射卫生防护标准, 但是从放射防护最优化原则考虑, 应当避免一切不必要的照射, 虽然奶粉与母乳都可以作为婴儿生长发育的食品, 可是母乳喂养能减少婴儿对<sup>40</sup>K 的摄入量, 从而减少<sup>40</sup>K 对婴儿的照射, 有利于婴儿的健康成长。

(本文承蒙杨文悦主任技师的指导和帮助, 特此致谢。)

#### 参考文献:

- [1] GB4792-84. 放射卫生防护基本标准[S].
- [2] 张景源, 诸洪达. 中国食品放射性及所致内剂量[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 59.

(收稿日期: 2000—07—14)