

## 分质供水对城市居民饮用水水价的影响

冯智田<sup>1</sup>, 杨曦伟<sup>2</sup>, 刘延丽<sup>3</sup>, 刘玉姝<sup>4</sup>

随着居民生活水平的不断提高, 自我保健意识的增强, 饮水卫生已成为人们当前普遍关注的热点。分质供水也成为争论的焦点问题之一, 这不仅涉及分质供水在多数城市的可行性, 也涉及到市民的经济承受能力。本文通过对使用桶装水家庭的用水情况及水费支出情况的调查, 比拟分质供水后的合理水价, 探讨在城市实施分质供水的可行性。

### 1 内容与方法

1.1 调查内容 以经常使用桶装水与市政自来水并存的大家庭, 作为实施分质供水后家庭用水和水费支出的参照系, 通过对国内城市居民生活饮水量及其用途构成比、全国部分大中型城市居民用水水价、市民对水价的经济承受能力的调查, 探讨水价对分质供水模式的影响。

1.2 调查与分析方法 根据国内外居民生活用水构成的部分统计数据, 参考居住区生活用水量标准, 确定居民实际生活饮水量及其用途构成比; 根据当前我国部分大中型城市的现行居民饮用水水价及分质供水后居民生活饮水量与相应的居民用水水价, 计算城市居民生活饮用水月支出, 并与估计的家庭月支出相比, 计算生活用水支出占家庭总收入的百分比。

### 2 结果

2.1 使用桶装水家庭的月用水量 根据居民生活用水量为 150 L/(人·日), 每户按 4 人计, 则每户每月市政自来水用水量为:  $4 \text{人/户} \times 30 \text{日/月} \times 150 \text{L/(人·日)} = 18\,000 \text{L/(月·户)} = 18 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$ 。再加上每户每月平均消耗桶装纯净水约 3 桶(约 18.5 L/桶), 即平均消耗 3 桶/(月·户), 每户每月桶装纯净水用水量为:  $3 \text{桶/月·户} \times 18.5 \text{L/桶} = 55.5 \text{L/(月·户)} = 0.0555 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$ 。则每户每月实际用水量为:  $18 \text{m}^3 \text{/(月·户)} + 0.0555 \text{m}^3 \text{/(月·户)} = 18.06 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$ 。

2.2 居民生活用水量的构成比 居民直接饮用的部分占日用水量的比例平均为 2%, 每户居民月生活饮水量(直接饮水部分)为:  $18 \text{m}^3 \text{/(月·户)} \times 2\% = 0.36 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$ , 而市政自来水(用水部分)的用量为  $18 \text{m}^3 \text{/(月·户)} \times 98\% = 17.64 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$ 。

2.3 使用桶装水家庭水费支出 部分大中型城市现行居民用水水价大约在 0.7~2.5 元/ $\text{m}^3$  之间。以哈尔滨市为例, 桶装纯净水水价为 10 元/桶; 分质供水后生活用水水价按现行自来水水价 1.8 元/ $\text{m}^3$  计; 家庭月收入以 2000 元计。使用桶装水居民市政自来水月支出:  $18 \text{m}^3 \text{/(月·户)} \times 1.8 \text{元/}\text{m}^3 = 32.4 \text{元/(月·户)}$ ; 桶装纯净水月支出:  $3 \text{桶/(月·户)} \times 10 \text{元/桶}$

桶 = 30 元/(月·户)。则每户居民每月总水费用为  $32.4 \text{元/(月·户)} + 30 \text{元/(月·户)} = 62.4 \text{元/(月·户)}$ 。故此时桶装纯净水费用占总水费用的比例为  $30 \text{元/(月·户)} / 62.4 \text{元/(月·户)} = 48.1\%$ , 市政自来水水费占总水费用的比例为  $32.4 \text{元/(月·户)} / 62.4 \text{元/(月·户)} = 51.9\%$ ; 总水费用占家庭月收入的比例为  $62.4 \text{元} / 2\,000 \text{元} = 3.12\%$ 。

2.4 分质供水后家庭水费支出 根据大庆分质供水的情况, 直饮水水价定为 0.07 元/L。当生活饮用水中直接饮水的部分所占比例为 2% 时, 每户居民生活饮水(直饮水部分)月支出:  $18\,000 \text{L/(月·户)} \times 2\% \times 0.07 \text{元/L} = 25.2 \text{元/(月·户)}$ ; 每户居民生活用水(用水部分)月支出:  $17.64 \text{m}^3 \text{/(月·户)} \times 1.8 \text{元/}\text{m}^3 = 31.8 \text{元/(月·户)}$ 。则每户居民每月总水费用为  $25.2 \text{元/(月·户)} + 31.8 \text{元/(月·户)} = 57.0 \text{元/(月·户)}$ 。可见, 分质供水后生活饮水费用占总水费用的比例为  $25.2 \text{元/(月·户)} / 57.0 \text{元/(月·户)} = 44.2\%$ , 生活用水水费占总水费用的比例为  $31.8 \text{元/(月·户)} / 57.0 \text{元/(月·户)} = 55.8\%$ ; 总水费用占家庭月收入的比例为  $57.0 \text{元} / 2\,000 \text{元} = 2.85\%$ 。

2.5 不同供水类型水量、水价相关指标(表 1) 由表 1 可见, 实施分质供水后, 当生活饮用水中直接饮水的部分所占比例为 2% 时, 比现行的用水费用占家庭月收入的百分比略低, 相对更为经济、实惠。

表 1 不同供水类型水量、水价相关指标

供水类型		用水量	水价	单项水费	水费构成	总水费	占家庭月支
		[ (月·户) ]	(元/ $\text{m}^3$ )	(元/月)	比(%)	(元/月)	出比(%)
桶装水家庭	桶装水	3 桶	540	30	48.1	62.4	3.12
	饮用水	18 $\text{m}^3$	1.8	32.4	51.9		
分质供水家庭	饮水(2%)	0.36 $\text{m}^3$	70	25.2	44.2	57.0	2.85
	用水(98%)	17.64 $\text{m}^3$	1.8	31.8	55.8		

2.6 分质供水后用水价格提高对居民水费的影响 参考全国部分大中型城市水价, 按照适当提高水价节约用水的原则, 拟定自来水用水部分为 2.2 元/ $\text{m}^3$ , 用水量仍按  $17.64 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$  计算, 每户居民生活用水月支出:  $17.64 \text{m}^3 \text{/(月·户)} \times 2.2 \text{元/}\text{m}^3 = 38.8 \text{元/(月·户)}$ ; 饮水部分仍按 0.07 元/L ( $70 \text{元/}\text{m}^3$ ), 饮水量仍按  $0.36 \text{m}^3 \text{/(月·户)}$  计算, 每户居民饮水月支出为  $25.2 \text{元/(月·户)}$  的。则每户居民每月总水费用为  $25.2 \text{元/(月·户)} + 38.8 \text{元/(月·户)} = 64.0 \text{元/(月·户)}$ 。此时总水费用占家庭月收入的比例为  $64.0 \text{元} / 2\,000 \text{元} = 3.20\%$ , 基本与现行使用桶装水的居民用水费用(3.12%)持平, 可以接受。

2.7 阶梯式水价实施方案的确立 根据分质供水后居民对水价的承受能力和可接受程度, 参照《城市供水价格管理办法》, 本文建议, 居民生活用水量每月每人 3.5  $\text{m}^3$  实行平价, 3.5~5  $\text{m}^3$  实行高价, 在平价基础上每  $\text{m}^3$  加收 0.5 元, 5  $\text{m}^3$  以上实行超额价, 在高价基础上每  $\text{m}^3$  加收水费 1 元。

作者单位: 1. 辽宁省卫生监督所, 沈阳 110005; 2. 山东大学公共卫生学院; 3. 厦门大学医学院; 4. 辽宁省辽阳市卫生监督所  
作者简介: 冯智田(1963-), 男, 沈阳人, 副主任医师, 大学, 研究方向: 环境卫生学。

### 3 结论

采用分质供水方式是城市供水的必然发展趋势。在实施分质供水后,当生活饮用水中直接饮水的部分所占比例为 2% 时,每户每月水总费用占家庭月收入的比例为 2.85%,比现行的供水水费更为经济;适度提高分质供水后生活用水的水价达到 70 元/m<sup>3</sup>,直饮部分 2.2 元/m<sup>3</sup>(用的部分)是可行的;当生活饮用水中直饮水的部分所占比例为 20% 乃至 48%

时,在一定程度上超出了当前居民的平均经济承受能力,但对于收入处于高水平的家庭鼓励其先行采用也是可以接受的。而且随着居民生活水平的继续提高以及分质供水直接饮用水水价的降低,必将取代生活饮用水中直接饮水部分所占比例为 2% 的分质供水,以全面实现真正意义上的分质供水。

收稿日期: 2003-12-02

(宋艳萍编辑 李溪莹校对)

文章编号: 1001-0580(2004)03-0355-02

中图分类号: R122.2

文献标识码: A

【论 著】

## 烹调油烟冷凝物对细胞的氧化损伤研究

张荣芳<sup>1</sup>, 陈锋<sup>1</sup>, 朱茂祥<sup>2</sup>, 杨陡华<sup>2</sup>

**摘要:** 目的 通过测定细胞内和细胞上清液中活性氧(reactive oxygen species, ROS)水平,以及细胞膜上 ATP 酶的含量,对烹调油烟冷凝物(COFC)诱发永生生化人支气管上皮细胞(BEAS-2B)产生 ROS 及其对细胞膜损伤进行研究。方法 采用分光光度法检测细胞外活性氧,荧光标记细胞内活性氧及 ATP 酶。结果 在烹调油烟染毒的细胞内 ROS 的产生与 ATP 酶的活性降低有关。结论 COF 引起细胞膜损伤时,ROS 的大量产生可能是 ATP 酶活性降低的主要因素, Ca<sup>2+</sup>-ATP 酶及 Mg<sup>2+</sup>-ATP 酶对 ROS 敏感性强。

**关键词:** 烹调油烟; 活性氧; ATP 酶; BEAS-2B 细胞

**Study on oxidative damage effects of cooking oil fume condensation on BEAS-2B cell** ZHANG Rong-fang, CHEN Feng, ZHU Mao-xiang, et al. Public Health College of Nan Hua University (Hengyang 421001, China)

**Abstract:** **Objective** The reactive oxygen species (ROS) production and ATPase in human bronchial epithelial cell line induced by cooking oil fume condensation were studied through measuring extra cellular and intracellular ROS levels including super oxide anions (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) and hydrogen peroxides (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), and ATPase contents. **Methods** Spectrometric method and fluorometric method were used to measure the ROS reduced by COFC. And the activities of ATPase assayed by biochemical method. **Results** The ROS correlated with the decrease of contents of ATPase. **Conclusion** Membrane ATPase activity was inhibited by ROS, especially Ca<sup>2+</sup>-ATPase and Mg<sup>2+</sup>-ATPase.

**Key words:** cooking oil fumes (COF); reactive oxygen species (ROS); ATPase, BEAS-2B cell

烹调油烟(COF)是一个值得引起重视的室内空气污染问题。由于生活习惯与饮食方式不同,国外关于烹调油烟的研究较少,国内烹调油烟的研究主要集中在体外致突变试验及肺癌的流行病学调查分析上。本研究用烹调油烟冷凝物染毒人永生生化支气管上皮细胞株 BEAS-2B 细胞进行实验,旨在为烹调油烟致人类肺癌提供实验依据。

### 1 材料和方法

1.1 烹调油烟冷凝物样品的制备 按文献<sup>[1]</sup>方法加以改进,收集在 270~280℃ 时产生的油烟样品,自然冷凝后,干燥,以无水乙醇溶解、灭菌,配成不同浓度的烹调油烟冷凝物乳液, -20℃ 保存备用。

1.2 试剂、药品 LHC-8 完全培养液(Biofluids Inc.); 2',7-二氯荧光黄双乙酸盐(DCFH, Molecular Probes, Eugene, OR)用无水乙醇溶解(20 mmol/L); 氩化乙锭(HE, Molecular Probes, Eugene, OR)用无水乙醇溶解(10 mmol/L); 过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 30% W/V)用去离子水稀释(10 mmol/L); 辣根过氧化

物酶(HRP, 1 000 U/mg, Sigma)、细胞色素 C (Sigma)、酚红(Sigma)和番红花红 T (北京东环联合化工厂)在使用前用 Hanks 液配制; 其他普通生物化学试剂均为市售商品。ATP 酶检测试剂盒(南京建成生物工程研究所提供)。

1.3 仪器 UV2102 紫外可见分光光度计, Fluoroskan Ascent FL 荧光化学发光仪。

1.4 细胞培养和收集 BEAS-2B 细胞用 LHC-8 完全培养液在 37℃、5% CO<sub>2</sub> 和 95% 湿度条件下培养。

1.5 细胞上清 ROS 测定<sup>[2]</sup> 指数生长的 BEAS-2B 细胞按 1.0 × 10<sup>5</sup>/孔接种 24 孔板培养 48 h。弃培养液,细胞用 Hanks 液洗涤 1~2 次,加入活性氧的捕获剂,并用 Hanks 液补充至 1 000 μl/孔,加入不同浓度的烹调油烟冷凝物后于 37℃ 培养 2 h。用分光光度计测定细胞上清 ROS。其中超氧阴离子(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)用终浓度为 50 μmol/L 的细胞色素 C 捕获,通过测定 550 nm 吸收值的增加进行定量; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 用终浓度 20 U/ml 的 HRP 和 10 μg/ml 的酚红捕获,通过测定 620 nm 吸收值增加,并用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的标准曲线进行定量。

1.6 细胞内 ROS 探测<sup>[3]</sup> 指数生长的 BEAS-2B 细胞分别用 DCFH(终浓度为 20 μmol/L)和/或 HE(终浓度为 10 μmol/L)标记, 37℃ 保温 5 min 进行染毒,继续保温 2 h 后,置冰浴

作者单位: 1. 南华大学公共卫生学院, 衡阳 421001;

2. 军事医学科学院

作者简介: 张荣芳(1977-), 山西永济人, 硕士, 研究方向: 环境化学致癌防治。

通讯作者: 陈锋