

## 饮用淡化海水的海岛居民慢性病患病情况

张永利<sup>1</sup>, 费军良<sup>2</sup>, 袁东<sup>3</sup>

**摘要:** [目的] 研究海岛居民长期饮用淡化海水的安全性, 揭示饮用淡化海水人群慢性病的患病情况。[方法] 以嵊泗县菜园镇饮用淡化海水居民为观察组, 饮用水库水和其他水源水的居民为对照组, 通过当地居民健康档案电子化信息系统, 进行慢性病患率及慢性病发病变化的调查分析。[结果] 饮用淡化海水组的人群高血压患病率为 16.87%, 与混合水源组患病率 10.90% 及淡水组患病率 9.52% 比较, 差异有统计学意义 ( $\chi^2=14.571$ ,  $P=0.001$ ); 饮用淡化海水组的人群冠心病患病率为 3.50%, 与混合水源组患病率 1.37% 及淡水组患病率 0.67% 比较, 差异有统计学意义 ( $\chi^2=10.775$ ,  $P=0.005$ ); 淡水组、混合水源组、淡化海水组慢性病患率分别为 10.68%、10.54% 和 17.10%, 差异有统计学意义 ( $\chi^2=12.387$ ,  $P=0.002$ ); 淡水组、混合水源组、淡化海水组慢性病 5 年发病率分别为 3.92%、5.98% 和 8.90%, 差异有统计学意义 ( $\chi^2=13.779$ ,  $P=0.001$ )。[结论] 居民长期饮用淡化海水与慢性病的相关性仍需进一步验证。

**关键词:** 海水淡化; 混合水源; 水硬度; 慢性病; 潜在风险

**Prevalence of Chronic Diseases in Islanders Drinking Desalinated Seawater** ZHANG Yong-li<sup>1</sup>, FEI Jun-liang<sup>2</sup>, YUAN Dong<sup>3</sup> (1.Key Laboratory of Health Risk Factors for Seafood of Zhejiang Province, Zhoushan Municipal Center for Disease Control and Prevention, Zhejiang 316021, China; 2.Shengsi County Center for Disease Control and Prevention, Zhejiang 202400, China; 3.Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

**Abstract:** [Objective] To assess the safety of long-term drinking desalinated seawater for island residents, and reveal the prevalence of chronic diseases in populations consuming desalinated seawater. [Methods] Residents drinking desalinated seawater in Caiyuan Township of Shengsi County were selected as observation group, and residents drinking water from local reservoir and other water sources as control group. Prevalence rates of selected chronic diseases and their changes over time were retrieved from local residents' electronic health record system. [Results] The prevalence rate of hypertension was 16.87% for the desalinated seawater group, 10.90% for the mixed water sources group, and 9.52% for the fresh water group. The prevalence rates of coronary heart disease of residents of the above three groups were 3.50%, 1.37%, and 0.67%, respectively; the prevalence rates of chronic diseases were 10.68%, 10.54%, and 17.10%, respectively; and the 5-year incidence rates of chronic diseases were 3.92%, 5.98%, and 8.90%, respectively. Statistical differences of hypertension prevalence rate were identified ( $\chi^2=14.571$ ,  $P=0.001$ ), so were the coronary heart disease ( $\chi^2=10.775$ ,  $P=0.005$ ), chronic diseases ( $\chi^2=12.387$ ,  $P=0.002$ ), and 5-year incidence rate of chronic diseases ( $\chi^2=13.779$ ,  $P=0.001$ ) in those three groups. [Conclusion] Relationship between residents' long-term desalinated seawater consumption and chronic disease occurrence should not be identified.

**Key Words:** seawater desalination; mixed water source; water hardness; chronic disease; potential risk

随着海水淡化饮用水在部分严重缺水海岛的推广应用, 海水淡化饮用水的安全及与人群的健康关系问题越来越受到人们的关注。费军良、毛君娜等<sup>[1-2]</sup>研究

表明, 嵊泗不同饮用水来源的心血管疾病患病率存在差异; 多因素分析结果显示, 年龄、动物海产品摄入量、饮水来源是心血管疾病的主要影响因素。本研究拟以嵊泗县菜园镇社区居民高血压、糖尿病综合管理及浙江省慢性病网络直报数据为依据, 研究饮用淡化海水人群慢性病的患病情况。

### 1 对象与方法

#### 1.1 对象

随机选择 2007 年在“饮用淡化海水与人群健康关系的研究”项目(浙江省科学技术厅重点科研社会发

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14359

[基金项目] 浙江省科技计划项目(编号: 2012C33071); 舟山市科技计划项目(编号: 2011C32003)

[作者简介] 张永利(1963—), 男, 学士, 主任药师; 研究方向: 公共卫生和药学; E-mail: zhangcdc@139.com

[作者单位] 1. 浙江省海产品健康危害因素关键技术研究重点实验室, 舟山市疾病预防控制中心, 浙江 316021; 2. 嵊泗县疾病预防控制中心, 浙江 202400; 3. 上海市疾病预防控制中心, 上海 200336

展项目, 编号: 2006C23043)中已经过问卷调查的嵊泗菜园镇居民为对象, 饮用淡化海水居民为观察组, 饮用水库水和其他水源水的居民为对照组。

1.2 方法

通过当地居民健康档案电子化信息系统, 调阅上述调查对象2012年的健康档案, 了解其冠心病、高血压、糖尿病、恶性肿瘤等慢性病患者及发病情况, 探讨不同的饮用水水源对人群慢性病发病的影响。

1.3 诊断标准

①冠心病: 按人民卫生出版社《内科学》第7版所定标准诊断。②高血压: 参照《中国高血压防治指南》, 以收缩压 $\geq 140$  mmHg和(或)舒张压 $\geq 90$  mmHg为标准。③糖尿病: 根据WHO推荐的标准, 有典型糖尿病症状者, 任意血糖 $\geq 11.1$  mmol/L, 或空腹血糖(FPG) $\geq 7.0$  mmol/L, 口服糖耐量试验(OGTT)2h血糖 $\geq 11.1$  mmol/L。④恶性肿瘤: 按各种恶性肿瘤诊断指南, 以县级以上综合性医院病理诊断报告为依据。

1.4 统计学分析

采用EpiDada软件进行数据录入和整理。用SPSS 18.0软件包进行统计分析。检测数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用卡方检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象基本情况

本次研究共选取嵊泗菜园镇居民1696人, 其中男性831人, 女性865人, 男女比例0.96:1, 年龄(49.10 $\pm$ 18.74)岁, 以是否饮用淡化海水及其程度把研究对象分为淡水组、混合水源组、淡化海水组。经调查分析, 饮用淡化海水组居民427人, 其中男性219

人, 女性208人, 男女性比例1.05:1, 年龄(52.10 $\pm$ 18.17)岁; 饮用混合水源组居民351人, 其中男性174人, 女性177人, 男女性比例0.98:1, 年龄(44.09 $\pm$ 18.12)岁; 饮用淡水组居民918人, 其中男性438人, 女性480人, 男女性比例0.91:1, 年龄(49.91 $\pm$ 18.77)岁。饮用不同水源人群的性别分布差异无统计学意义( $\chi^2=1.550$ ,  $P=0.461$ ); 而年龄分布差异有统计学意义( $\chi^2=70.894$ ,  $P=0.000$ )。嵊泗菜园镇地处海岛, 属于无工业污染、空气质量优良的原生态地区, 本次研究所选取的居民都是当地原居民, 饮食结构、生活习惯及生活工作环境相似, 生活习惯与环境对慢性病的影响比较小。具体不同水源的年龄性别分布见表1。

表1 饮用不同水源水人群年龄、性别分布

| 年龄<br>(岁) | 淡水组 |      |     |      | 混合水源组 |      |     |      | 淡化海水组 |      |     |      |
|-----------|-----|------|-----|------|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
|           | 男   |      | 女   |      | 男     |      | 女   |      | 男     |      | 女   |      |
|           | n   | %    | n   | %    | n     | %    | n   | %    | n     | %    | n   | %    |
| <18       | 26  | 38.8 | 41  | 61.2 | 17    | 43.6 | 22  | 56.4 | 14    | 58.3 | 10  | 41.7 |
| 18~       | 27  | 50.0 | 27  | 50.0 | 14    | 45.2 | 17  | 54.8 | 10    | 41.7 | 14  | 58.3 |
| 25~       | 25  | 39.7 | 38  | 60.3 | 16    | 48.5 | 17  | 51.5 | 18    | 69.2 | 8   | 30.8 |
| 35~       | 62  | 44.6 | 77  | 55.4 | 28    | 48.3 | 30  | 51.7 | 32    | 47.8 | 35  | 52.2 |
| 45~       | 92  | 52.9 | 82  | 47.1 | 44    | 53.0 | 39  | 47.0 | 38    | 52.8 | 34  | 47.2 |
| 55~       | 104 | 46.8 | 118 | 53.2 | 35    | 50.0 | 35  | 50.0 | 51    | 55.4 | 41  | 44.6 |
| 65~       | 102 | 51.3 | 97  | 48.7 | 20    | 54.1 | 17  | 45.9 | 56    | 45.9 | 66  | 54.1 |
| 合计        | 438 | 47.7 | 480 | 52.3 | 174   | 49.6 | 177 | 50.4 | 219   | 51.3 | 208 | 48.7 |

2.2 不同水源水质检测结果

淡化海水的硬度均值约为20.0 mg/L, 低于其他水源水的硬度; 硼检测数据均值约0.8 mg/L, 高于国家GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》0.5 mg/L的标准, 但WHO(2011版)饮用水水质导则最新推荐, 硼检测限值从0.5 mg/L提高到2.4 mg/L<sup>[3]</sup>。具体不同水源水相关水质检测结果见表2。

表2 不同水源水检测结果分析( $\bar{x} \pm s$ , mg/L)

| 项目     | 中国国家<br>标准限值 | 淡水(生活饮用水) |                    | 混合水源 |                   | 淡化海水 |                    |
|--------|--------------|-----------|--------------------|------|-------------------|------|--------------------|
|        |              | 样本数       | 检测值                | 样本数  | 检测值               | 样本数  | 检测值                |
| 总硬度    | $\leq 450$   | 6         | 130.01 $\pm$ 14.08 | 4    | 76.83 $\pm$ 4.54  | 4    | 19.23 $\pm$ 4.52   |
| 氯化物    | $\leq 250$   | 6         | 37.05 $\pm$ 4.88   | 4    | 110.32 $\pm$ 9.31 | 4    | 131.31 $\pm$ 11.89 |
| 硼*     | $\leq 0.5$   | 6         | 0.02 $\pm$ 0.01    | 4    | 0.38 $\pm$ 0.05   | 4    | 0.79 $\pm$ 0.08    |
| 钠      | $\leq 200$   | 6         | 71.01 $\pm$ 5.70   | 4    | 86.97 $\pm$ 5.73  | 4    | 143.97 $\pm$ 5.96  |
| 铁      | $\leq 0.3$   | 6         | 0.20 $\pm$ 0.03    | 4    | 0.16 $\pm$ 0.04   | 4    | $\leq 0.005$       |
| 硫酸盐    | $\leq 250$   | 6         | 38.01 $\pm$ 1.97   | 4    | 15.95 $\pm$ 1.79  | 4    | 4.34 $\pm$ 0.82    |
| 溶解性总固体 | $\leq 1000$  | 6         | 328.01 $\pm$ 19.70 | 4    | 185.41 $\pm$ 7.79 | 4    | 103.82 $\pm$ 4.72  |

[注]\*: WHO(2011版)饮用水水质导则中为2.4 mg/L。

2.3 饮用不同水源水人群高血压患病情况

饮用淡化海水组的调查对象中, 高血压患病率为

16.87%, 与混合水源组患病率10.90%及淡水组患病率9.52%比较, 差异有统计学意义( $\chi^2=14.571$ ,  $P=0.001$ )。

35岁及以上调查对象饮用淡化海水、混合水源和淡水水源的高血压患病率分别为18.98%、13.71%和10.90%，其中35岁以上淡化海水组调查对象高血压患病率与其他两组比较，差异无统计学意义( $\chi^2=4.445$ ,  $P=0.108$ )；45岁以上淡化海水组调查对象高血压患病率与其他两组比较，差异无统计学意义( $\chi^2=4.342$ ,

$P=0.114$ )；55~64岁淡化海水组调查对象高血压患病率与其他两组比较，差异有统计学意义( $\chi^2=6.906$ ,  $P=0.032$ )；65岁及以上淡化海水组调查对象高血压患病率与其他两组比较，差异有统计学意义( $\chi^2=7.616$ ,  $P=0.022$ )；35岁后，随着年龄的增长高血压患病率有明显上升的趋势( $\chi^2=141.800$ ,  $P=0.000$ )，见表3。

表3 饮用不同水源水人群高血压患病率

| 年龄组        | 淡水组 |     |        | 混合水源组 |     |        | 淡化海水组 |     |                      |
|------------|-----|-----|--------|-------|-----|--------|-------|-----|----------------------|
|            | 人数  | 病例数 | 患病率(%) | 人数    | 病例数 | 患病率(%) | 人数    | 病例数 | 患病率(%)               |
| 18~        | 54  | 0   | 0.00   | 31    | 0   | 0.00   | 24    | 0   | 0.00                 |
| 25~        | 63  | 1   | 1.59   | 33    | 0   | 0.00   | 26    | 0   | 0.00                 |
| 35~        | 139 | 1   | 0.72   | 58    | 3   | 5.17   | 67    | 1   | 1.49                 |
| 45~        | 174 | 6   | 3.45   | 83    | 5   | 6.02   | 72    | 0   | 0.00                 |
| 55~        | 222 | 25  | 11.26  | 70    | 14  | 20.00  | 92    | 20  | 21.74 <sup>##</sup>  |
| 65~        | 199 | 48  | 24.12  | 37    | 12  | 32.43  | 122   | 47  | 38.52 <sup>##</sup>  |
| 合计         | 851 | 81  | 9.52   | 312   | 34  | 10.90  | 403   | 68  | 16.87 <sup>***</sup> |
| 35岁及以上人群合计 | 734 | 80  | 10.90  | 248   | 34  | 13.71  | 353   | 67  | 18.98                |

[注]与淡水组比较，\*： $P<0.05$ ；\*\*： $P<0.01$ 。与混合水源组比较，#： $P<0.05$ ；##： $P<0.01$ 。

2.4 饮用不同水源水人群冠心病患病情况

在本次研究的调查对象中，45岁年龄前均没有发现冠心病患者，不同水源人群45岁以上冠心病患者饮用淡水水源、混合水源和淡化海水的患病率分别为0.67%、1.37%和3.50%，饮用淡化海水组与混合水源组及淡水组患病率比较，差异有统计学意义( $\chi^2=10.775$ ,  $P=0.005$ )。55~64岁淡化海水组调查对象冠心病患病率与其他两组比较，差异无统计学意义( $\chi^2=0.146$ ,  $P=0.93$ )；65岁及以上淡化海水组调查对象冠心病患病率与其他两组比较，差异有统计学意义( $\chi^2=9.533$ ,  $P=0.009$ )。45岁后，随着年龄的增长冠心病患病率有明显上升的趋势( $\chi^2=13.922$ ,  $P=0.001$ )，见表4。

表4 饮用不同水源水人群冠心病患病率

| 年龄组 | 淡水组 |     |        | 混合水源组 |     |        | 淡化海水组 |     |                     |
|-----|-----|-----|--------|-------|-----|--------|-------|-----|---------------------|
|     | 人数  | 病例数 | 患病率(%) | 人数    | 病例数 | 患病率(%) | 人数    | 病例数 | 患病率(%)              |
| 45~ | 174 | 0   | 0.00   | 83    | 0   | 0.00   | 72    | 0   | 0.00                |
| 55~ | 222 | 2   | 0.90   | 70    | 1   | 1.43   | 92    | 1   | 1.09                |
| 65~ | 199 | 2   | 1.01   | 37    | 1   | 2.70   | 122   | 9   | 7.38 <sup>***</sup> |
| 合计  | 595 | 4   | 0.67   | 190   | 2   | 1.37   | 286   | 10  | 3.50 <sup>***</sup> |

[注]\*\*：与淡水组比较， $P<0.01$ 。\*\*\*：与混合水源组比较， $P<0.01$ 。

2.5 饮用不同水源水人群慢性病发病情况

本次研究除了对“饮用淡化海水与人群健康关系的研究”项目已有初步结果，将饮用不同水源有相关性的高血压、冠心病进行对照研究外，还对饮用

不同水源水人群的慢性病(包括糖尿病、肿瘤等)患病率、5年发病率及原有慢性病患者的病种变化进行了分析研究。结果显示，淡水组、混合水源组、淡化海水组慢性病患者率分别为10.68%、10.54%和17.10%，差异有统计学意义( $\chi^2=12.387$ ,  $P=0.002$ )；淡水组、混合水源组、淡化海水组慢性病5年发病率分别为3.92%、5.98%和8.90%，差异有统计学意义( $\chi^2=13.779$ ,  $P=0.001$ )，见表5。

表5 饮用不同水源水人群慢性病患病率及5年发病率

| 分类       | 人群患病情况 |     |        | 5年发病情况 |       |        |
|----------|--------|-----|--------|--------|-------|--------|
|          | 人数     | 病例数 | 患病率(%) | 人数     | 新增病例数 | 发病率(%) |
| 淡水组      | 918    | 98  | 10.68  | 918    | 36    | 3.92   |
| 混合水源组    | 351    | 37  | 10.54  | 351    | 21    | 5.98   |
| 淡化海水组    | 427    | 73  | 17.10  | 427    | 38    | 8.90   |
| 合计       | 1696   | 208 | 12.26  | 1696   | 95    | 5.60   |
| $\chi^2$ | 12.387 |     |        | 13.779 |       |        |
| $P$      | 0.002  |     |        | 0.001  |       |        |

3 讨论

本研究发现，全人群及35岁以上人群饮用不同水源水的高血压患病率差异有统计学意义，与相关研究<sup>[1-2]</sup>报道相似。35岁后随着年龄的增长高血压患病率有明显上升的趋势。45岁以上人群饮用不同水源水的冠心病患病率差异有统计学意义，45岁后随着年龄的增长冠心病患病率有上升趋势。全人群饮用不同水源水的慢性病患者率、5年发病率差异有统计学意义。

由于水质的硬度与心血管疾病存在相关性<sup>[4-6]</sup>，

本次研究对不同水源的相关水质进行了检测,检测结果与张永利等<sup>[7-8]</sup>报道的结果基本相符。海水淡化饮用水对人群健康影响研究还处于起步阶段,相关的研究资料和报道很少,饮用水对人群健康的影响也是个长期的过程,冠心病、高血压等心血管系统慢性病发病与病情发展是多因素综合影响的结果,个人的饮食习惯、精神因素、遗传基因都是心血管疾病发病的主要影响因素,也有研究表明,居民对淡化海水的水质安全性存在一定的疑虑<sup>[9]</sup>。本次研究和前期在嵊泗开展的“饮用淡化海水与人群健康关系的研究”项目所得到的结论,也不足以证明饮用淡化海水和人群健康之间有着必然的相关性,但课题研究的结果与结论,应引起政府和相关职能部门的高度重视,百姓健康无小事,各级政府及相关部门要增加投入,切实解决海水淡化饮用水目前存在的一些技术问题及潜在的风险,开展长期的海水淡化饮用水水质监测和饮用水与人群健康关系的队列研究,以证明海水淡化饮用水与人群健康的关系。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

#### 参考文献

- [1] 费军良, 楼伟, 郑伟达. 居民饮用淡化海水与心血管疾病预防关系的比较研究[J]. 浙江预防医学, 2012, 24(4): 6-9.
- [2] 毛君娜, 费军良, 周密康, 等. 嵊泗列岛居民饮用淡化海水与冠心病患病关系[J]. 中国预防医学杂志, 2010, 11(3):

235-238.

- [3] WHO. WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, fourth edition [M]. Geneva: WHO Publications Centre USA, 2011: 178.
- [4] 张永利, 倪惠君, 陈阿苟, 等. 海水淡化对环境及人体健康影响的研究进展[J]. 环境与职业医学, 2010, 27(5): 317-318.
- [5] Kousa A, Mohchanova E, Viik-Kajander M, et al. Geochemistry of ground water and the incidence of acute myocardial infarction in Finland [J]. J Epidemiol Community Health, 2004, 58(2): 136-139.
- [6] Nerbrand C, Agréus L, Lenner RA, et al. The influence of calcium and magnesium in drinking water and diet on cardiovascular risk factors in individuals living in hard and soft water areas with differences in cardiovascular mortality [J]. BMC Public Health, 2003, 3: 21.
- [7] 张永利, 姜智海, 袁东, 等. 嵊泗县海岛海水淡化饮用水水质监测分析[J]. 中国公共卫生, 2008, 24(10): 1160.
- [8] 张永利, 应年华, 郑伟达, 等. 嵊泗县淡化海水水质研究与分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2007, 17(2): 371-372; 384.
- [9] 赵欣, 徐赐贤, 周密康, 等. 嵊泗县居民淡化海水知信行调查[J]. 环境卫生学杂志, 2013, 3(3): 214-217.

(收稿日期: 2014-05-16)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 张晶; 校对: 丁瑾瑜)

(上接第 654 页)

性氟中毒危害。2008—2012年我市常见介水传染病发病率整体呈下降趋势,同期饮用水水质合格率总体呈上升趋势,这说明水质合格率的提高对降低介水传染病的发病率有重要意义。

本研究的特色与创新之处在于以“水质-疾病-控制”为主线,全面掌握全市农村饮用水安全状况、水质地域分布特点、介水疾病发生及危害因素水平,为预防控制饮水污染健康危害和介水疾病的发生、保证饮用水卫生安全提供科学数据。其次是基于GIS技术建立全市农村地区饮用水卫生安全数据信息库和电子地理信息系统,多层次、全方位认识和掌控饮用水卫生状况,真正实现饮用水卫生安全管理科学化、系统化。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部, 国家标准化管理委员会. GB/T

5750—2006 生活饮用水标准检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.

- [2] 中华人民共和国卫生部, 国家标准化管理委员会. GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [3] 石峰, 江媛媛, 黄东海. 2004年山东省部分农村生活饮用水卫生现状调查[J]. 预防医学论坛, 2005, 11(6): 678-680.
- [4] 张殿平, 翟慎永, 薛付忠, 等. 基于GIS的淄博市饮用水卫生安全信息管理与应用[J]. 现代预防医学, 2013, 40(22): 4134-4138.
- [5] 张殿平, 张启光, 李平, 等. 高青县农村供水市政化管理模式对饮用水卫生的影响调查[J]. 环境卫生学杂志, 2012, 2(1): 17-20.

(收稿日期: 2014-07-14)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 张晶)