

## 新疆伊犁哈萨克族食管癌高发区饮用水“三氮”含量分析\*

刘真群, 张慧霞, 陈艳

**摘要:**目的 探讨新疆伊犁哈萨克族食管癌高发区新源县居民饮用水中氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮含量与伊犁地区哈萨克族食管癌高发的关系,为新疆哈萨克族食管癌的防治工作提供科学依据。方法 采集伊犁地区哈萨克族食管癌高发区新源县和相对低发区巩留县的居民饮用水各 60 份,按照国家标准方法,采用紫外可见分光光度计对饮用水中氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮含量进行检测。结果 新疆新源县居民饮用水河水氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮含量分别为 0.549、0.038、15.633 mg/L,均高于巩留县的 0.359、0.029、10.786 mg/L,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),且氨氮和硝酸盐氮含量超标;新源县和巩留县饮用水中“三氮”含量均在夏、秋两季相对较高,新源县饮用水中氨氮在四季的含量分别为 0.224、0.473、0.328、0.105 mg/L,巩留县分别为 0.187、0.310、0.203、0.111 mg/L;新源县饮用水中亚硝酸盐氮在四季的含量分别为 0.018、0.031、0.024、0.013 mg/L,巩留县分别为 0.015、0.021、0.020、0.018 mg/L;新源县饮用水中硝酸盐氮在四季的含量分别为 8.436、14.152、9.547、7.542 mg/L,巩留县分别为 7.753、10.260、7.953、5.466 mg/L。结论 新疆伊犁哈萨克族食管癌高发区新源县饮用水中较高的“三氮”含量,可能与新疆伊犁哈萨克族食管癌高发有关。

**关键词:**氨氮;亚硝酸盐氮;硝酸盐氮;食管癌;哈萨克族

中图分类号:R 195.4 文献标志码:A 文章编号:1001-0580(2014)07-0940-04 DOI:10.11847/zgggws2014-30-07-28

### Ammonia, nitrite and nitrate nitrogen levels in drinking water from area with high incidence of esophageal cancer among Kazakh residents in Yili prefecture of Xinjiang

LIU Zhen-qun, ZHANG Hui-xia, CHEN Yan (Department of Hygienic Toxicology, School of Public Health, Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang Uygur Autonomous Region 830011, China)

**Abstract: Objective** To explore the relationship between the contents of ammonia, nitrite and nitrate nitrogen in drinking water and the high incidence of esophageal cancer among Kazakh residents in Yili, Xinjiang Uygur Autonomous Region, and to provide evidences for the prevention of esophageal cancer in the population. **Methods** Ammonia, nitrite and nitrate nitrogen in drinking water were detected by using ultraviolet and visible spectrophotometer according to the national standard method. **Results** The contents of ammonia, nitrite and nitrate nitrogen in river water of Xinyuan county were 0.549, 0.038 and 15.633 mg/kg, and were significantly higher than those of Gongliu county (0.359, 0.029 and 10.786 mg/kg) ( $P < 0.05$ ); the contents of ammonia and nitrate nitrogen exceeded those of national standard (GB5749-2006). Ammonia, nitrite and nitrate nitrogen in drinking water of Xinyuan county and Gongliu county in summer and autumn were relatively higher than those of other seasons. For the four seasons (spring, summer, autumn and winter) contents of ammonia nitrogen were 0.224, 0.473, 0.328, and 0.105 mg/kg and 0.187, 0.310, 0.203, and 0.111 mg/kg; the contents of nitrite nitrogen were 0.018, 0.031, 0.024, and 0.013 mg/kg and 0.015, 0.021, 0.020, and 0.018 mg/kg; and the contents of nitrate nitrogen were 8.436, 14.152, 9.547, and 7.542 mg/kg and 7.753, 10.260, 7.953, and 5.466 mg/kg in the drinking water from Xinyuan and Gongliu county, respectively. **Conclusion** Levels of ammonia, nitrite and nitrate nitrogen in drinking water from Xinyuan county are relatively high, which might be correlated with high-incidence of esophageal cancer among Kazakh residents in Yili of Xinjiang.

**Key words:** ammonia nitrogen; nitrite nitrogen; nitrate nitrogen; esophageal cancer; Kazakh nationality

食管癌的发生率存在着明显的地域性差异,新疆哈萨克族(以下简称哈族)聚集区是中国食管癌的高发区之一,新疆伊犁为哈萨克族自治州,在对新疆伊犁地区食管癌发病情况的流行病学调查显示,1983年新疆伊犁新源县哈族食管癌死亡率为77.7/10万,远高于该县汉族(9.3/10万)<sup>[1]</sup>。王秀梅等<sup>[2]</sup>于2000—

2005年对该县进行全死因调查发现,哈族食管癌死亡率为41.1/10万,是当地汉族(8.8/10万)的4.7倍,表明食管癌严重威胁着伊犁哈族人民的健康和生命。水是生命之源,与人体健康有着密切的关系。水在维持人类健康的同时,也可成为传播致病因素的重要介质。国内外许多学者认为饮用水污染是引

\* 基金项目:国家自然科学基金(81060240)

作者单位:新疆医科大学公共卫生学院卫生毒理教研室,新疆 乌鲁木齐 830011

作者简介:刘真群(1985—),女,四川人,硕士在读,研究方向:环境毒理学。

通讯作者:陈艳, E-mail: ychen88@sina.com

数字出版日期:2014-6-5 9:54

数字出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20140605.0954.033.html>

发食管癌的主导因素<sup>[3]</sup>。为此,本研究于 2011 年 12 月—2012 年 9 月按 4 个季度定时定点采集伊犁地区哈族食管癌高发区新源县与相对低发区巩留县居民公共饮水点水样各 60 份,检测其中的“三氮”含量,探讨饮用水中“三氮”含量与伊犁地区哈族食管癌的关系,为新疆哈族食管癌的防治工作提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 水样采集** 于 2011 年 12 月及 2012 年 3、6、9 月分 4 个季节定时定点采集哈族新源县阿热勒托别镇与巩留县阿克图别克乡两地居民饮用水各 60 份,其中,每个季节 15 份(均包括河水 6 份、井水 6 份和自来水 3 份)。河水采集时,将流经该区域的河流分为上、中、下游进行采集,上、中、下游各采集 2 份;井水和自来水为哈族居民公共饮水点水样。采样容器均为无菌采样瓶,每次河水、井水和自来水各采集 1 000 mL,采集完毕时,立即密封,4 ℃下冷藏,24 h 内送检。

**1.2 分析检测** 氨氮和亚硝酸盐氮是水中 N 代谢的中间产物,在现行(GB 5749-2006)国家生活饮用水卫生标准<sup>[4]</sup>中,氨氮作为水质非常规指标,规

定其含量应 ≤0.5 mg/L;对亚硝酸盐氮含量未作要求;硝酸盐氮(以 N 计)作为水质常规指标,规定其含量应 <10 mg/L<sup>[4]</sup>。采集的水样于 24 h 内送往乌鲁木齐市疾病预防控制中心实验室进行检测,参照国家标准方法(GB/T 5750.5-2006)<sup>[5]</sup>,采用 Blue Star 紫外可见分光光度计测定饮用水中氨氮(纳氏试剂光度法)、亚硝酸盐氮(重氮偶合分光光度法)和硝酸盐氮(酚二磺酸光度法)的含量。

**1.3 试剂仪器** 优级纯氯化铵、亚硝酸钠、硝酸钠,均购自上海恒远生物科技有限公司。

**1.4 统计分析** 采用 SPSS 11.0 软件对原始数据进行正态性及方差齐性检验,数据呈正态分布,计算均值( $\bar{x}$ )、标准差( $s$ ),进行两独立样本  $t$  检验及方差分析, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两地居民饮用水中“三氮”含量检测结果(表 1)** 新源县哈族居民饮用水河水中氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮含量均高于巩留县( $P < 0.05$ ),且氨氮和硝酸盐氮含量均超标,其中巩留县的部分河水中硝酸盐氮含量也超标,但低于新源县;两地部分井水中硝酸盐氮含量超标。

表 1 新源县与巩留县不同类型饮用水中“三氮”含量比较( $\bar{x} \pm s$ , mg/L)

水源类型	样本量	氨氮	$t$ 值	$P$ 值	亚硝酸盐氮	$t$ 值	$P$ 值	硝酸盐氮	$t$ 值	$P$ 值
河水										
新源县	24	0.549 ± 0.304	2.746	0.010	0.038 ± 0.013	3.115	0.004	15.633 ± 4.595	4.106	0.000
巩留县	24	0.359 ± 0.150			0.029 ± 0.007			10.786 ± 3.511		
井水										
新源县	24	0.258 ± 0.131	1.343	0.186	0.025 ± 0.005	-0.502	0.619	10.531 ± 3.443	1.631	0.112
巩留县	24	0.213 ± 0.099			0.023 ± 0.013			9.254 ± 1.685		
自来水										
新源县	12	0.041 ± 0.007	1.702	0.103	0.003 ± 0.001	1.753	0.094	3.593 ± 1.223	0.127	0.900
巩留县	12	0.036 ± 0.001			0.003 ± 0.001			3.534 ± 1.067		

**2.2 两地不同类型居民饮用水中“三氮”含量分析结果(表 2)** 新源县居民饮用水河水与井水、井水与自来水和河水与自来水中“三氮”含量进行两两比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。将巩留县

居民饮用水河水与井水、井水与自来水和河水与自来水中“三氮”含量进行两两比较,除河水与井水中硝酸盐氮含量差异无统计学意义( $P > 0.05$ )外,其余差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。

表 2 新源县与巩留县不同类型饮用水中“三氮”含量比较( $\bar{x} \pm s$ , mg/L)

饮水类型	新源县( $n=60$ )			巩留县( $n=60$ )		
	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮
河水( $n=24$ )	0.549 ± 0.304 <sup>a</sup>	0.038 ± 0.013 <sup>a</sup>	15.633 ± 4.595 <sup>a</sup>	0.359 ± 0.150 <sup>a</sup>	0.029 ± 0.007 <sup>a</sup>	10.786 ± 3.511
井水( $n=24$ )	0.258 ± 0.131 <sup>b</sup>	0.023 ± 0.013 <sup>b</sup>	10.531 ± 3.443 <sup>b</sup>	0.213 ± 0.099 <sup>b</sup>	0.025 ± 0.005 <sup>b</sup>	9.254 ± 1.685 <sup>b</sup>
自来水( $n=12$ )	0.041 ± 0.007 <sup>c</sup>	0.003 ± 0.001 <sup>c</sup>	3.593 ± 1.223 <sup>c</sup>	0.036 ± 0.004 <sup>c</sup>	0.003 ± 0.001 <sup>c</sup>	3.534 ± 1.067 <sup>c</sup>
$F$ 值	25.732	66.353	43.285	32.633	33.508	34.076
$P$ 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注:a 同一地区居民饮用水河水与井水比较, $P < 0.05$ ; b 同一地区居民饮用水井水与自来水比较, $P < 0.05$ ; c 同一地区居民饮用水河水与自来水比较, $P < 0.05$ 。

2.3 两地居民饮用水中不同季节“三氮”含量分布情况比较

2.3.1 氨氮含量在四季的分布情况(表3) 新源县河水中四季氨氮含量从高到低依次为夏季、秋季、春季、冬季( $P < 0.05$ );新源县井水中夏季的氨氮含

量均高于其他季节,秋季高于冬季( $P < 0.05$ )。巩留县河水中夏季的氨氮含量均高于其他季节,春季和秋季均高于冬季( $P < 0.05$ );巩留县井水中夏季的氨氮含量均高于秋季和冬季。新源县、巩留县自来水四季氨氮含量差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表3 两地不同类型饮用水中氨氮含量在不同季节变化分布情况(mg/L,  $\bar{x} \pm s$ )

季节	河水(n=48)		井水(n=48)		自来水(n=24)		饮用水(n=120)	
	新源县	巩留县	新源县	巩留县	新源县	巩留县	新源县	巩留县
春季	0.439 ± 0.076	0.313 ± 0.063	0.188 ± 0.044	0.213 ± 0.091	0.044 ± 0.007	0.034 ± 0.003	0.224 ± 0.174	0.217 ± 0.124
夏季	0.935 ± 0.140 <sup>a</sup>	0.557 ± 0.063 <sup>a</sup>	0.437 ± 0.056 <sup>a</sup>	0.334 ± 0.077	0.047 ± 0.009	0.039 ± 0.005	0.558 ± 0.362 <sup>a</sup>	0.365 ± 0.206 <sup>a</sup>
秋季	0.656 ± 0.080 <sup>ab</sup>	0.389 ± 0.043 <sup>b</sup>	0.292 ± 0.049 <sup>b</sup>	0.183 ± 0.031 <sup>b</sup>	0.036 ± 0.005	0.038 ± 0.006	0.386 ± 0.254	0.236 ± 0.144
冬季	0.164 ± 0.097 <sup>abc</sup>	0.175 ± 0.044 <sup>abc</sup>	0.117 ± 0.037 <sup>bc</sup>	0.124 ± 0.043 <sup>b</sup>	0.035 ± 0.002	0.034 ± 0.003	0.120 ± 0.079 <sup>abc</sup>	0.126 ± 0.065 <sup>abc</sup>
F 值	62.430	52.213	52.100	11.084	2.242	1.146	9.049	6.982
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.161	0.388	0.000	0.000

注:与春季比较, a  $P < 0.05$ ;与夏季比较, b  $P < 0.05$ ;与秋季比较, c  $P < 0.05$ 。

2.3.2 亚硝酸盐氮含量在四季的分布情况(表4) 新源县河水中夏季的亚硝酸盐氮含量均高于其他季节,秋季高于冬季( $P < 0.05$ );新源县井水中夏季的亚硝

酸盐氮含量均高于其他季节( $P < 0.05$ )。巩留县夏季的亚硝酸盐氮含量均高于其他季节;巩留县井水中秋季的亚硝酸盐氮含量高于冬季( $P < 0.05$ )。

表4 两地不同类型饮用水中亚硝酸盐氮含量在不同季节变化分布情况(mg/L,  $\bar{x} \pm s$ )

季节	河水(n=48)		井水(n=48)		自来水(n=24)		饮用水(n=120)	
	新源县	巩留县	新源县	巩留县	新源县	巩留县	新源县	巩留县
春季	0.027 ± 0.006	0.020 ± 0.003	0.023 ± 0.011	0.024 ± 0.005	0.003 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.018 ± 0.012	0.018 ± 0.011
夏季	0.055 ± 0.011 <sup>a</sup>	0.036 ± 0.003 <sup>a</sup>	0.035 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.023 ± 0.002	0.004 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0.032 ± 0.022	0.027 ± 0.013 <sup>a</sup>
秋季	0.041 ± 0.005 <sup>b</sup>	0.029 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.029 ± 0.007 <sup>b</sup>	0.030 ± 0.004	0.003 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.029 ± 0.015	0.026 ± 0.013
冬季	0.030 ± 0.002 <sup>bc</sup>	0.031 ± 0.002 <sup>b</sup>	0.005 ± 0.002 <sup>b</sup>	0.021 ± 0.003 <sup>c</sup>	0.003 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.021 ± 0.011	0.015 ± 0.013 <sup>b</sup>
F 值	18.812	26.570	75.567	22.414	3.428	3.270	2.061	3.500
P 值	0.000	0.000	0.001	0.000	0.073	0.080	0.116	0.021

注:与春季比较, a  $P < 0.05$ ;与夏季比较, b  $P < 0.05$ ;与秋季比较, c  $P < 0.05$ 。

2.3.3 硝酸盐氮含量在四季的分布情况(表5) 新源县河水中夏季的硝酸盐氮含量均高于其他季节( $P < 0.05$ );新源县井水中夏季的硝酸盐氮含量均高于其他季节,秋季高于冬季( $P < 0.05$ );新源县自来水中夏季的硝酸盐氮含量高于春季( $P < 0.05$ )。

巩留县河水中夏季的硝酸盐氮含量均高于其他季节,秋季高于冬季( $P < 0.05$ );巩留县井水中夏季的硝酸盐氮含量高于冬季( $P < 0.05$ );巩留县自来水中春季和夏季的硝酸盐氮含量均高于冬季( $P < 0.05$ )。

表5 两地不同类型饮用水中硝酸盐氮含量在不同季节变化分布情况(mg/L,  $\bar{x} \pm s$ )

季节	河水(n=48)		井水(n=48)		自来水(n=24)		饮用水(n=120)	
	新源县	巩留县	新源县	巩留县	新源县	巩留县	新源县	巩留县
春季	12.835 ± 2.252	10.560 ± 1.168	9.261 ± 2.933	8.900 ± 1.257	3.212 ± 1.104	3.800 ± 0.373	8.676 ± 4.349	8.689 ± 2.777
夏季	21.968 ± 2.733 <sup>a</sup>	15.175 ± 1.617 <sup>a</sup>	15.184 ± 1.742 <sup>a</sup>	11.091 ± 1.500	5.305 ± 0.491 <sup>a</sup>	4.513 ± 0.589	15.372 ± 7.591 <sup>a</sup>	11.409 ± 4.254
秋季	15.692 ± 1.853 <sup>b</sup>	10.755 ± 2.611 <sup>b</sup>	10.389 ± 1.015 <sup>b</sup>	9.261 ± 1.113	2.559 ± 0.495	3.844 ± 0.580	11.075 ± 4.960	8.631 ± 3.058
冬季	12.038 ± 2.721 <sup>b</sup>	6.654 ± 1.410 <sup>bc</sup>	7.290 ± 1.150 <sup>bc</sup>	7.766 ± 1.061 <sup>b</sup>	3.297 ± 0.420	1.979 ± 0.354 <sup>ab</sup>	8.390 ± 3.863 <sup>b</sup>	6.164 ± 2.467 <sup>abc</sup>
F 值	20.238	22.304	19.320	7.383	9.005	14.942	4.890	6.572
P 值	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.001	0.004	0.001

注:与春季比较, a  $P < 0.05$ ;与夏季比较, b  $P < 0.05$ ;与秋季比较, c  $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

饮用水水质与人体健康关系密切。许多学者从不同角度对饮用水水质与食管癌关系的研究中发现,饮用水中“三氮”含量高与食管癌高发有关<sup>[6-7]</sup>。大量的实验研究证明,饮用水中硝酸盐含量过高会对人体造成严重危害,硝酸盐在胃肠道细菌的作用下,可还原成亚硝酸盐,而亚硝酸盐可与仲胺类物质作用转化生成具有较强致癌作用的亚硝胺类化合物,该类化合物可引起多种动物多脏器肿瘤。因此,饮用水中过高的硝酸盐、亚硝酸盐含量可经食物链作用蓄积于当地动、植物及农作物机体中,这就为动、植物合成亚硝胺类化合物提供了原料<sup>[8]</sup>。国内、外关于饮用水与肿瘤关系的研究较多,美国、日本及我国江苏、河南等地的研究表明,饮用水类型、水质与胃食管癌的发生发展有一定的关系<sup>[9-15]</sup>。

本研究结果还显示,食管癌高发区新源县居民饮用水中“三氮”含量高于相对低发区巩留县,并且两地区的“三氮”含量在夏秋两季相对较高,尤其是部分饮用水中还存在氨氮、硝酸盐氮污染,含量超标的情况。分析其原因:新疆哈族世代以游牧为生,常年居住于山上,当地卫生设施落后,自来水普及范围较窄,交通不便。因此,牧民多以流经牧区的河水及少部分井水作为饮用水,人与牧畜几乎饮用同一水源。在水源匮乏季节,牧民所用饮用水仅经简单沉淀,无其他任何卫生处理措施,还多为储备用水。另外,饮用水在夏、秋两季较容易受到含氮化合物的污染。由于食管癌是多因素、多步骤及多途径长期相互作用的结果,该研究区域近些年在国家的大力扶持与帮助下,生活水平得到了极大改善,生活方式也发生了变化,不再以单一的游牧为生,而是农牧并举。现在,只有少部分的哈族牧民常年居住于山上,大部分均已半定居于山下丘陵平原区域,卫生设施逐步健全。虽然如此,在本次对伊犁哈族食管癌高发区居民饮用水的研究中发现,该区的饮用水水质仍不符合国家生活饮用水卫生标准。可想而知,过去的 20 多年前,该地区哈族食管癌的高发与水中较高含量的“三氮”有着不可或缺的关系。

综上所述,新疆伊犁哈族食管癌高、低发区居民

饮用水中“三氮”含量可能与新疆伊犁哈族食管癌高发有关。为此,该地区应进一步加大卫生管理力度,将自来水普及到户,从饮用水上防止为亚硝胺在体内的合成提供条件。

### 参考文献

- [1] 居来提·艾尼瓦尔,李德生,张力为. 新疆 2005—2008 年伊犁地区食管癌患病情况调查研究[J]. 新疆医学,2011,41(10): 112-114.
- [2] 王秀梅,杰恩斯,马彦清,等. 新疆哈萨克族食管癌危险因素病例对照研究[J]. 中国公共卫生,2007,23(6):737-738.
- [3] 陈坤,焦登鳌,沈永洲,等. 不同饮水类型的若干癌症发病率研究[J]. 中国公共卫生学报,1994,12(3):146-149.
- [4] 中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会. GB 5749-2006 中华人民共和国国家标准生活饮用水卫生标准[S]. 北京:中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会,2006.
- [5] 中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会. GB/T 5750.5-2006 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标[S]. 北京:中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会,2006.
- [6] 曹玉,梁索原,赤泽宏平,等. 河北省肿瘤高、低发地区饮用水中“三氮”含量与食管癌发病相关性研究[J]. 临床荟萃,2011,26(23):2036-2038.
- [7] 梁索原,曹玉,赤泽宏平. 磁县食管癌高发区农村饮用水中“三氮”含量的调查研究[J]. 中国肿瘤防治杂志,2012,19(9): 649-651.
- [8] 徐国平,宋圃菊. 胃癌的病因学预防[J]. 国外医学:卫生学分册,1989(6):354-359.
- [9] 李文杰,陆维权,朱明君,等. 食管癌高发区粮食中铜、锌、铁、钙及饮用水中“三氮”含量测定[J]. 卫生研究,1998,27(1): 69-70.
- [10] 曾瑶池,胡敏予. 食物中 N-亚硝基化合物与肿瘤关系的研究进展[J]. 中华肿瘤防治杂志,2008,15(2):151-155.
- [11] 韩建英,徐致祥,邢海平,等. 我国 966 个食管癌高发县产生的原因及预防措施探讨[J]. 河南预防医学杂志,2009,20(1): 1-4.
- [12] 李文杰,陆维权,朱明君,等. 食管癌高发区粮食中铜、锌、铁、钙及饮用水中“三氮”含量测定[J]. 卫生研究,1998,27(1): 69-71.
- [13] 陆维权,陈俊玲,李文杰,等. 食管癌高低发区居民饮用水“三氮”含量分析[J]. 中国肿瘤,2000,9(5):227.
- [14] 张秀兰,李学东,梁索元,等. 河北省食管癌高低发区饮用水“三氮”含量的监测[J]. 微量元素与健康研究,1996,13(1): 48-50.
- [15] 彭仙娥,周紫荆,史习舜,等. 安溪县食管癌发病影响因素病例对照调查[J]. 中国公共卫生,2005,21(1):10-12.

收稿日期:2013-01-08

(张翠编辑 郭薇校对)