

陕西省 2018 年农村学校饮用水微生物污染现状

雷佩玉, 丁勇, 郑晶利, 常锋

陕西省疾病预防控制中心环境健康研究与评价所, 西安 710054

【摘要】 目的 了解陕西省 2018 年农村学校供水工程水质消毒和微生物指标污染情况, 为改善农村学校饮用水水质提供依据。**方法** 收集 2018 年陕西省农村学校供水工程水质监测数据, 参照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006) 对消毒剂余量和微生物指标达标率进行分析。**结果** 陕西省农村学校供水工程微生物指标整体达标率为 68.09%, 地下水微生物指标整体达标率(71.97%) 高于地面水(61.42%) ($\chi^2 = 15.68, P < 0.01$); 丰水期微生物指标整体达标率(71.85%) 高于枯水期(64.34%) ($\chi^2 = 7.44, P < 0.01$); 消毒剂余量达标率为 77.27%, 有消毒措施水样微生物指标达标率高于未采取消毒措施的水样($\chi^2 = 31.88, P < 0.01$), 消毒剂余量达标的水样微生物指标达标率(88.89%) 高于不达标的水样(44.44%) ($\chi^2 = 12.28, P < 0.01$)。**结论** 陕西省农村学校饮用水受微生物污染的主要原因是供水工程消毒设备配备不足或未按要求使用。建议学校、教育和卫生部门多措并举加强水厂监督管理, 确保消毒设备正常使用。

【关键词】 饮水; 水微生物学; 水污染; 学生; 农村卫生

【中图分类号】 R 123.1 R 187 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2019)11-1715-03

Microbial contamination of drinking water in rural schools in Shaanxi in 2018/LEI Peiyu, DING Yong, ZHENG Jingli, CHANG Feng. Institute of Environment and Assessment, Shaanxi Provincial Center for Disease Control and Prevention, Xi'an (710054), China

【Abstract】 Objective To understand the disinfection status and microbial pollution of water supply project in rural schools in Shaanxi Province in 2018, and to provide basis for improving drinking water quality in rural schools. **Methods** Data of water quality of water supply project in rural schools of Shaanxi Province in 2018 was collected, and the disinfectant surplus and microbial index compliance rate were analyzed according to "Sanitary Standard for Drinking Water" (GB 5749-2006). **Results** The overall compliance rate of microbial indicators of water supply projects in rural schools in Shaanxi Province was 68.09%, and that of groundwater microbial indicators(71.97%) was higher than that of surface water(61.42%) ($\chi^2 = 15.68, P < 0.01$); The overall compliance rate of microbial indicators in flood season(71.85%) was higher than that in dry season(64.34%) ($\chi^2 = 7.44, P < 0.01$); The rate of reaching the standard of disinfectant residue was 77.27%. The rate of reaching the standard of microbial index of water samples with disinfection measures was higher than that of water samples without disinfection measures ($\chi^2 = 31.88, P < 0.01$), The rate of reaching the standard of microbial index of water samples with disinfectant residue(88.89%) was higher than that of water samples with disinfectant residue(44.44%) ($\chi^2 = 12.28, P < 0.01$). **Conclusion** The main cause of microbial contamination of drinking water in rural schools in Shaanxi Province is inadequate equipment of disinfection equipment in water supply projects or not being used as required. It is suggested that schools, education and health departments should take measures to strengthen supervision and management of water plants to ensure the normal use of disinfection equipment.

【Key words】 Drinking; Water microbiology; Water pollution; Students; Rural health

学校饮水安全是学校安全的重要组成部分, 近几年关于饮用水污染导致的肠道传染病暴发事件屡见不鲜^[1-3], 通常因规模较大、波及面广和危害性大而备

受社会各方关注, 而肠道传染病又与微生物污染程度密切相关^[4]。为了解陕西省农村学校生活饮用水中微生物污染情况, 笔者整理分析了 2018 年陕西省农村学校水相关指标的监测结果, 现分析报道如下。

【基金项目】 陕西省公共卫生检测监测服务平台项目(2016FWPT-12)。

【作者简介】 雷佩玉(1985-), 女, 陕西渭南人, 硕士, 主管医师, 主要从事环境卫生工作。

【通讯作者】 常锋, E-mail: laochang521@163.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2019.11.033

1 资料来源与方法

1.1 资料来源 资料来源于“全国饮用水水质卫生监测信息系统”中陕西省 2018 年农村学校供水工程水质监测数据。2018 年陕西省共监测农村学校供水工

程 319 个,其中农村饮水安全工程覆盖的学校 265 所,自建设施供水的学校 54 所。采集分析有效水样 1 144 份,丰水期和枯水期各 572 份。大型水厂 60 个,其中有卫生许可的 26 个,占 43.33%;小型水厂 259 个,其中有卫生许可的 32 个,占 12.36%。

1.2 方法 对水厂基本情况,包括供水规模、卫生许可状况、水源类型、水处理工艺、消毒设备使用情况和消毒方式进行分析,对微生物指标中总大肠菌群和菌落总数及消毒剂余量指标中游离余氯和二氧化氯等 4 项指标达标率进行分析。

参照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)^[5]进行评价,小型集中式供水是指供水规模为日产水 1 000 m³(或供水人口 1 万人)以下的集中式供水;农村小型集中式供水的菌落总数按 500 CFU 执行;将总大肠菌群、菌落总数纳入微生物整体达标率的计算,有 1 项指标不达标即判定该水样微生物指标不达标。

1.3 统计分析 通过 Excel 2013 对数据进行整理,使用 SPSS 25.0 进行统计分析。计数资料用百分率或构成比表示,采用 χ^2 检验进行组间比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 水质消毒情况

2.1.1 消毒设备使用情况 319 个供水工程中,有消毒设备的水厂数为 109 个,占 34.17%,其中按要求使用的占 45.87%,偶尔使用的占 38.53%,不使用的占 11.93%,无消毒设备的占 3.67%。见表 1。

表 1 陕西省 2018 年农村学校供水工程消毒设备使用情况分布

水处理工艺	水厂数	按要求使用	偶尔使用	不使用	无消毒设备
常规处理	70	39(55.71)	25(35.72)	4(5.71)	2(2.86)
仅消毒	39	11(28.21)	17(43.59)	9(23.08)	2(5.13)
合计	109	50(45.87)	42(38.53)	13(11.93)	4(3.67)

注:()内数字为构成比/%。

2.1.2 消毒方式构成 在有消毒设施的农村学校供水工程中,消毒方式主要为高纯二氧化氯消毒,占 60.55%(66/109);其余常见的消毒剂包括漂白粉 19.27%(21/109)、其他 8.25%(9/109)和次氯酸钠 4.59%(5/109)等。

2.2 监测结果

2.2.1 不同水期微生物指标达标情况 2018 年陕西省农村学校供水微生物指标整体达标率为 68.09%,丰水期总大肠菌群及微生物指标整体达标率均高于枯水期(P 值均 < 0.05)。菌落总数在不同水期间的达标率差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.2.2 不同水源类型微生物指标达标率 地下水总大肠菌群、微生物指标整体达标率均高于地面水,菌落总数地面水的达标率高于地下水,差异均有统计学意义(P 值均 < 0.01)。见表 2。

2.2.3 不同水处理工艺微生物指标达标率 不同水处理工艺微生物指标整体达标率差异有统计学意义($P < 0.01$),有消毒措施的(常规处理和仅消毒)微生物指标达标率(73.67%,361/490)明显高于未采取消毒措施的(沉淀过滤、未处理)微生物指标达标率(63.91%,418/654)($\chi^2 = 12.28, P < 0.01$)。见表 2。

表 2 陕西省 2018 年农村学校供水工程不同水期水源类型及处理工艺微生物指标达标率比较

组别	水样数	统计值	总大肠	菌落	微生物	
			菌群	总数	指标整体	
水期	丰水期	572	433(75.70)	530(92.66)	411(71.85)	
	枯水期	572	104(70.10)	520(90.91)	368(64.34)	
			χ^2 值	4.53	1.16	7.44
			P 值	0.03	0.28	0.01
水源类型	地面水	384	233(60.68)	367(95.57)	232(61.42)	
	地下水	760	601(79.08)	683(89.87)	547(71.97)	
			χ^2 值	43.73	11.01	15.68
			P 值	0.00	0.00	0.00
水处理工艺	常规处理	346	281(81.21)	304(87.86)	255(73.70)	
	沉淀过滤	222	139(62.61)	211(95.05)	131(59.01)	
	仅消毒	144	118(81.94)	130(90.28)	106(73.61)	
	未处理	432	296(68.52)	405(93.75)	287(66.44)	
			χ^2 值	34.16	11.83	16.00
			P 值	0.00	0.01	0.00
合计	1 144		834(72.90)	1 050(91.78)	779(68.09)	

注:()内数字为达标率/%。

2.2.4 不同供水规模消毒剂余量达标率 大型水厂消毒剂余量达标率为 83.93%(54/68),高于小型水厂消毒剂余量达标率(68.60%,69/108)($\chi^2 = 6.51, P = 0.01$)。

2.2.5 不同消毒方式消毒剂余量达标率 109 个采取消毒措施的水厂中,消毒设备按要求使用的水厂数为 50 个,消毒剂余量达标率为 77.27%。不同消毒方式消毒剂余量达标率差异有统计学意义($\chi^2 = 16.00, P = 0.01$),从主要使用的消毒方式来看,高纯二氧化氯、漂白粉、其他和次氯酸钠消毒剂余量达标率分别为 82.81%(106/128),50.00%(9/18),60.00%(12/20)和 88.89%(16/18)。

2.2.6 消毒剂余量与微生物指标达标情况 消毒剂余量达标的水厂微生物指标整体达标率(88.89%,136/153)明显高于消毒剂余量不达标的水厂(44.44%,20/45)($\chi^2 = 31.88, P < 0.01$)。消毒剂余量达标的水厂总大肠菌群达标率(90.20%,138/153)高于消毒剂余量不达标的水厂(44.44%,20/45)($\chi^2 = 45.15, P < 0.01$),而菌落总数达标率的差异在消毒剂

余量达标与否的组间差异无统计学意义($\chi^2 = 1.35, P = 0.14$)。

3 讨论

学校和托幼机构是介水传染病和急慢性中毒等事件的多发地、易发地^[6-7]。解决学生的饮水安全关系到学生的生命健康和今后的可持续发展,具有重要的现实意义。本次调查结果显示,陕西省农村学校饮用水水质总大肠菌群达标率为 72.90%,提示存在饮水卫生安全风险,容易因人畜粪便污染而引起介水传染病的传播。本次调查的 319 处农村学校供水工程以小型、无卫生许可的水厂为主,水源类型以地下水为主。地下水微生物指标整体达标率高于地面水,说明水质受自然环境影响相对较少,更主要的影响因素来自水源周围环境^[8],由于水源防护措施不当而导致的微生物污染是其中一个原因,提示应做好水源防护措施。丰水期微生物指标整体达标率高于枯水期,与有关报道不一致^[9],可能与丰水期是肠道传染病的高发季节,卫生监督部门加强管理,水厂采取消毒措施有关。大型水厂无论从水处理设备配置、人员素质和技术培训方面均优于小型水厂,消毒剂余量达标率也随之提高。提示应加强小型水厂的监督监管,完善硬件设施建设,提高从业人员专业素质。

生活饮用水卫生标准中规定生活饮用水应经消毒处理^[5]。水质经过消毒处理,可以起到防御微生物污染的作用,增加安全性^[10]。本次调查结果显示,陕西省农村学校供水工程消毒剂余量达标率为 77.27%,消毒设备配备不足和未按要求使用是造成学校饮用水受微生物污染的主要原因。农村学校供水工程中未采取任何处理工艺的水厂所占比例最大,有消毒设备的水厂仅占 34.17%,有消毒设备且按要求使用的占比不足一半,部分水厂虽然配备了消毒设备并能正常使用,但仍存在消毒不规范、消毒剂投放量不准确、消毒设备落后等问题。调查发现,采取消毒措施的水厂微生物指标达标率明显高于未采取消毒措施的水厂,且消毒剂余量达标的水厂微生物指标达标率明显高于不达标的水厂,尤其对于总大肠菌群来说,消毒剂余量达标可明显降低水质受其污染。表明加强水质净化消毒,给水厂配置消毒设施并正常使用能够明显提升水质达标率,同时也说明水处理工艺越完善越有利于提高微生物指标达标率。本次调查结果显示,二氧化氯作为一种广谱、高效、低毒的消毒剂已逐渐取代传统的氯化消毒,成为陕西省农村学校饮用水消

毒的主要方式。氯化消毒后会在水中生成有机卤代物,其致癌问题仍受关注^[11-12],而二氧化氯可减少水中三卤甲烷等氯化副产物的形成,且消毒后水中余氯稳定持久,防止再污染能力强^[4]。

为了保障学生饮水安全,必须提高学校的饮水水安全意识^[13]。一方面要加强农村学校饮用水卫生管理的宣传工作,学校、教育和卫生部门建立联防联控机制^[14],加大对卫生知识的宣传,培养学生良好饮水习惯,不喝生水,加强枯水期水质监测和学校饮水及周围环境卫生管理;另一方面,卫生监督部门应加大学校供水工程的监督管理,督促水厂完善水处理工艺、规范水消毒程序等措施,确保消毒设备正常使用^[15]。

4 参考文献

- [1] 王岩,贾永华,汪峰,等.一起学校饮用水污染造成群体性腹泻的调查[J].中国学校卫生,2018,39(6):940-941.
- [2] 郭长山,宋健,郭卫东,等.一起因饮用水污染导致的学校胃肠炎暴发调查[J].现代预防医学,2017,44(7):1324-1326.
- [3] 吴丹,周柏林.关于一起由于水污染引起的食物中毒事件调查分析[J].临床医药文献电子杂志,2017,4(95):18774-18775.
- [4] 杨克敌.环境卫生学[M].北京:人民卫生出版社,2007:1-494.
- [5] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.生活饮用水卫生标准 GB 5749—2006[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [6] 陈国强,邵先宁,张真真.青岛市学校自备供水卫生现状及监管对策[J].中国公共卫生管理,2016,32(6):813-814.
- [7] 杨裔,张红,龙丽,等.浏阳市 2016 年学校生活饮用水卫生现状及影响因素分析[J].实用预防医学,2018,25(10):1202-1206.
- [8] 任虹云,睢振江,魏颖,等.滦县 133 所学校生活饮用水卫生状况分析[J].现代预防医学,2017,44(3):444-445,450.
- [9] 李继芳,崔仲明,纪忠义,等.辽宁农村学校自建设施供水微生物学调查[J].环境与健康杂志,2016,33(4):342-344.
- [10] 金银龙.GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》释义[M].北京:中国标准出版社,2007:1-272.
- [11] 员建,夏佰钦,罗小平,等.紫外光/H2O2 对氯化消毒副产物三溴甲烷、二溴一氯甲烷的去除效果[J].环境污染与防治,2018,40(9):965-969.
- [12] 林立旺,陈路瑶,刘丽菁,等.二氧化氯消毒液性能及对饮用水消毒效果和卫生安全实验研究[J].海峡预防医学杂志,2018,24(4):51-54.
- [13] 郭时印,李治伟,石琢,等.农村学校饮用水水质安全影响因素及其改善对策[J].中国公共卫生,2019,35(3):355-357.
- [14] 杨宇鹏,刘敏.天津沿海地区学校生活饮用水卫生调查分析[J].河南预防医学杂志,2018,29(9):721-722.
- [15] 李晓刚,李建云,张旭辉,等.2017 年云南农村地区中小学校饮用水卫生安全现状调查[J].现代预防医学,2018,45(19):3625-3628.