

日照市 2013—2015 年农村学校饮用水卫生监测结果分析

凌在朝, 胡为强, 杨玉凤

摘要: [目的] 了解日照市农村学校生活饮用水卫生状况, 探讨农村学校饮用水卫生管理措施。[方法] 以该市全部农村学校为调查对象, 进行丰水期和枯水期水质常规监测。2013 年随机抽取全市农村学校总数的 1/3 进行水质卫生监测, 2014 年在 2013 年剩余未监测农村学校中按 1/2 比例随机抽取农村学校进行饮用水监测, 2015 年对前两年剩余未监测的农村学校进行饮用水监测。[结果] 使用消毒措施的农村学校占本市农村学校总数的 30.77%; 192 份使用消毒处理措施的水样合格率为 90.10%, 432 份未使用消毒处理措施的水样合格率为 53.01%, 差别具有统计学意义($\chi^2=30.40$, $P<0.05$); 消毒剂指标检测合格的水样中其微生物指标合格率为 98.33%, 消毒剂指标检测不合格的水样中其微生物指标检测合格率为 25%, 差别具有统计学意义($\chi^2=91.12$, $P<0.05$)。[结论] 该市农村学校饮用水存在的主要问题是配备使用消毒处理措施的供水工程比例偏低, 未使用消毒处理措施的农村学校饮用水水质合格率偏低, 农村学校供水工程消毒处理方式需进一步完善, 以保证学生的饮水健康。

关键词: 农村; 学校; 饮用水; 合格率

Analysis on Hygienic Monitoring Results of Drinking Water in Rural Schools in Rizhao City, 2013–2015
LING Zai-chao, HU Wei-qiang, YANG Yu-feng (Department of Food, Environment and School Health Monitoring, Rizhao Center for Disease Control and Prevention, Rizhao, Shandong 276826, China). Address correspondence to LING Zai-chao, E-mail: lingdao54@126.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To understand the hygienic status of drinking water in rural schools in Rizhao City, and to discuss the management measures of drinking water for rural schools. [Methods] The drinking water samples of all rural schools in Rizhao City were collected for regular monitoring in wet and dry seasons. In 2013, 1/3 of the rural schools were randomly selected to test drinking water quality; in 2014, 1/2 of the rural schools not enrolled last year were randomly selected for the test; in 2015, the rest of the rural schools were tested. [Results] There were 30.77% of the rural schools taking disinfection measures in drinking water systems. The qualification rate of water quality of the 192 drinking water samples with disinfection measures was 90.10%, and the rate of the 432 drinking water samples without disinfection measures was 53.01% ($\chi^2=30.40$, $P<0.05$). The qualification rate of microbial index of drinking water samples with qualified and disqualified disinfectant indexes was 98.33% and 25% respectively, and the difference was statistically significant ($\chi^2=91.12$, $P<0.05$). [Conclusion] The findings indicate a low rate of drinking water systems equipped with disinfection devices and a low rate of qualified water quality in rural schools without disinfection measures. Therefore, the rural schools should take improved disinfection measures to ensure the hygiene of students' drinking water.

Key Words: rural; school; drinking water; qualification rate

学校饮用水安全对学生的健康成长起着至关重要的作用, 从疾病控制的角度而言, 保障学校饮用水卫生也是预防和控制学生肠道传染病的根本途径之一^[1]。近年来, 日照市各级政府在城乡教育一体化发展思路的指引下, 不断加大投入力度, 持续改善农

村学校饮用水供水设施, 使得该市农村学校饮用水监测合格率逐年提高。本研究旨在了解日照市农村学校饮用水卫生状况, 为政府相关部门改善农村学校供水设施提供科学的数据支持。

1 材料与方法

1.1 调查对象

将日照市现有 312 所农村中小学及幼儿园作为调查对象。2013 年随机抽取全市 1/3 的农村学校, 于枯水期和丰水期各采集一次水样进行监测, 2014 年在

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.16105

[作者简介] 凌在朝 (1985—), 男, 学士, 主管医师; 研究方向: 环境卫生; E-mail: lingdao54@126.com

[作者单位] 日照市疾病预防控制中心食品、环境与学校卫生监测科, 山东 日照 276826

2013年剩余未监测的农村学校中随机抽取1/2的农村学校开展饮用水监测,2015年对前两年剩余未监测的农村学校开展饮用水监测。

1.2 调查方法

按照GB/T 5750—2006《生活饮用水标准检验方法》^[2]检测水质常规指标32项、氨氮指标及消毒剂常规指标(放射性指标不作要求)。因本次调查覆盖的所有农村学校供水工程日供水能力都在1 000 m³以下(或供水人口在1万人以下),故水质常规检测指标中的菌落总数、砷、氟化物、硝酸盐(以N计)、色度、浑浊度、pH、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、铁、锰、氯化物、硫酸盐等项目按照GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》^[3]“小型集中式供水和分散式供水部分水质指标及限值”进行评价,其他水质常规检测指标和氨氮检测指标以及消毒剂常规指标分别按照GB 5749—2006“常规指标及限值”“水质非常规指标及限值”和“饮用水中消毒剂常规指标及要求”进行评价,全部检测指标均合格的水样为合格水样。

1.3 统计学分析

数据采用SAS 8.0软件进行统计分析,用合格率描述水质卫生状况,小于检测方法检出限的检测值以检出限的半量进行数据统计,因部分项目检出率较低,所以检测值取中位数表示平均值。采用 χ^2 检验方法,检验水准 $\alpha=0.05$;对于4组卡方比较有统计学差异后进行两两比较,检验水准 $\alpha=0.0083(0.05/6)$;对于3组卡方比较有统计学差异后进行两两比较,检验水准 $\alpha=0.017(0.05/3)$ 。

2 结果

2.1 基本情况

2013—2015年,共监测日照市农村中小学及幼儿园312所(其中幼儿园、小学及中学分别为36、184和92所),学生总数为136 356人(幼儿园、小学、中学分别为4 320、78 024和54 012人)。采用集中式供水的学校208所(其中使用二氧化氯发生器消毒方式的学校78所,使用漂白粉加氯消毒方式的学校7所,未做消毒处理的学校123所)。自备供水学校104所(其中使用漂白粉加氯消毒方式的学校11所,未做消毒处理的学校93所)。本次调查中农村学校对水源水采用完全处理、沉淀过滤、仅消毒、未处理的分别为49、39、47和177所,使用消毒措施的农村学校占该市农村学校总数的30.77%(96/312)。完全处理——水源水经过物理法

混凝沉淀、机械过滤和消毒处理后,通过输配水管网送往学校使用;沉淀过滤——学校对水源水仅进行简单的混凝沉淀和机械过滤,未进行消毒处理即送往学校使用;仅消毒——学校未进行混凝沉淀和机械过滤,仅对水源水进行消毒处理即使用;未处理——学校对水源水未做任何处理。2013—2015年共监测水样624份(2013、2014、2015年分别监测188、218和218份水样)。不同水源类型的学校数、使用消毒设施的比例及覆盖学生数见表1,浅井水作为水源水的学校最多(169所,占54.2%);水库和江河水作为水源水的学校使用消毒设施的比例高,分别为100.00%和77.78%。

表1 2013—2015年不同水源类型的学校数、使用消毒设施的比例、覆盖学生数及水样合格情况

水源类型	农村学校数 (所)	使用消毒设施 的比例(%)	覆盖学生数 (人)	水样合格 数(份)	水样合格 率(%)
水库	11	100.00	4 785	21	95.45
江河	9	77.78	3 937	13	72.22
浅井	169	28.40	73 514	197	58.28
深井	123	33.33	54 120	171	69.51
合计	312	30.77	136 356	402	64.42

2.2 水质监测结果

2013—2015年共采集并检测水样624份,合格402份,合格率为64.42%(见表1)。2013、2014及2015年农村学校水样合格率分别为62.23%(117/188)、63.76%(139/218)及66.97%(146/218),差异无统计学意义($\chi^2=1.05, P=0.59$);枯水期水样比丰水期合格率高($\chi^2=13.54, P<0.01$),分别为71.47%(223/312)和57.37%(179/312)。

2.2.1 不同水源类型水质监测合格情况 由表1可见,2013—2015年监测学校水源类型为水库、江河、浅井及深井的水样合格率分别为95.45%、72.22%、58.28%及69.51%,差异具有统计学意义($\chi^2=18.06, P<0.05$)。4组不同水源类型水样合格率经两两比较,水库水合格率高于浅井水($\chi^2=10.44, P<0.0083$)、深井水合格率高于浅井($\chi^2=7.70, P<0.0083$)。水库与江河($\chi^2=2.57, P=0.11$)、江河与浅井($\chi^2=0.86, P=0.35$)、江河与深井($\chi^2=0.01, P=0.98$)、水库与深井($\chi^2=5.47, P=0.019$)差异未见统计学意义。

2.2.2 不同供水规模、水处理方式的水质合格情况 由表2可见,2013—2015年采用集中式供水的学校水样合格率为68.03%,采用自备供水的学校水样合格率为57.21%,差异具有统计学意义($\chi^2=7.08, P<0.05$);采用完全处理、仅消毒、沉淀过滤及未处理的学校水

样合格率分别为 79.59%、72.34%、69.23% 及 57.06%，差异具有统计学意义($\chi^2=46.47$, $P<0.05$)。4 组不同水处理方式水样合格率经两两比较，完全处理水样合格率高于未处理水样($\chi^2=16.53$, $P<0.0083$)、仅消毒水样高于未处理水样($\chi^2=7.24$, $P<0.0083$)，其他组间差异未见统计学意义。

表 2 2013—2015 年不同供水规模、水处理方式的水样监测合格情况

水处理方式	集中式供水			自备供水			合计		
	水样数(份)	合格数(份)	合格率(%)	水样数(份)	合格数(份)	合格率(%)	水样数(份)	合格数(份)	合格率(%)
完全处理	65	52	80.00	33	26	78.79	98	78	79.59
沉淀过滤	52	38	73.08	26	16	61.54	78	54	69.23
仅消毒	63	49	77.78	31	19	61.29	94	68	72.34
未处理	236	144	60.10	118	58	49.51	354	202	57.06
合计	416	283	68.03	208	119	57.21	624	402	64.42

2.2.3 不同消毒方法水质监测合格情况 192 份使用消毒处理措施的水样合格率为 90.10%(173/192)，432 份未使用消毒处理措施的水样合格率为 53.01%(229/432)，差异具有统计学意义($\chi^2=30.40$, $P<0.05$)。监测学校使用二氧化氯发生器消毒、漂白粉加氯消毒及未消毒的监测水样合格率分别为 91.03%(142/156)、86.11%(31/36) 及 53.01%(229/432)，差异具有统计学意义($\chi^2=80.11$, $P<0.05$)。3 组不同消毒方法水样合格率经两两比较，使用二氧化氯发生器消毒水样与未消毒水样($\chi^2=71.14$, $P<0.017$)、使用漂白粉加氯消毒与未消毒水样($\chi^2=14.75$, $P<0.017$) 差异有统计学意义，使用二氧化氯发生器消毒水样与使用漂白粉加氯消毒水样差异无统计学意义($\chi^2=0.34$, $P=0.56$)。

2.2.4 水质监测不同指标的合格情况 色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、pH 值、铝、铁、铜、锌、氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、砷、镉、铬(六价)、铅、汞、硒、氰化物、氟化物、三氯甲烷、四氯化碳、亚氯酸盐、氨氮等指标合格率均为 100%，检测合格率低于 100% 的相关指标合格情况见表 3。合格率较低的指标主要有微生物、消毒剂、硝酸盐氮、耗氧量等。监测学校中配备使用消毒设施的水样消毒剂指标检测合格率为 93.75%(180/192)，而消毒剂指标检测合格的水样中其微生物指标检测合格率为 98.33%(177/180)，消毒剂指标检测不合格的水样其微生物指标检测合格率为 25.00%(3/12)，差异具有统计学意义($\chi^2=91.12$, $P<0.05$)。624 份监测水样中耗氧量指标合格率为 95.67%(597/624)，耗氧量超标的 27 份水样中有 24 份水样同时伴有微生物指标超标。

表 3 合格率低于 100% 的相关检测指标合格情况

监测指标	水样数(份)	检测值范围	中位数	合格率(%)
微生物指标	624	—	—	—
菌落总数(CFU/mL)	624	0~4200	85	72.59
总大肠菌群(MPN/100mL)	624	0~4	0	88.67
耐热大肠菌群(MPN/100mL)		0~4	0	86.80
理化与毒理指标	624	—	—	—
硝酸盐(mg/L)	624	1.69~43.88	7.12	88.78
消毒剂指标	192	—	—	—
二氧化氯(mg/L)	156	0~0.13	0.04	94.23
游离余氯(mg/L)	36	0~0.38	0.07	91.67
感官性状与一般化学指标	624	—	—	—
锰(mg/L)	624	0~0.33	0.05	99.36
总硬度(mg/L)	624	111.5~588.6	172.3	99.36
耗氧量(COD _{Mn} 法,以O ₂ 计)(mg/L)	624	0.34~5.48	0.97	95.67

3 讨论

本次调查覆盖日照市全部农村学校，监测结果的分析显示：(1) 从不同年份水样监测合格率看，2013—2015 年日照市农村学校水样合格率变化不明显，这提示该市政府相关部门仍需不断加大投入，精准施策，有针对性地改善农村学校供水设施，不断提升农村学校饮用水卫生管理水平。(2) 从不同水期水样监测合格率看，枯水期监测水样合格率高于丰水期水样合格率，结合现场卫生学调查情况，这可能与供水设施卫生防护不到位，丰水期自备水井更容易受到农业生产废水和生活污水倒灌污染，因而导致丰水期水样合格率比枯水期低，建议有关供水单位积极查找隐患，杜绝此类情况对供水水质的不良影响。(3) 从不同供水规模看，集中式供水类型水样合格率高于自备供水类型水样合格率，经卫生学调查，集中式供水配备消毒处理措施的比例达到 40.87%，而自备供水

配备消毒处理措施的比例仅为10.58%,因而,应积极推广集中式供水。(4)4组不同水处理方式水样合格率经两两比较,差异具有统计学意义的分别为完全处理水样与未处理水样、仅消毒水样与未处理水样,可以看出,水处理工艺能在一定程度上改善水质^[4],但水处理工艺需要同消毒设施配合使用,才能有效提高水质合格率。(5)从不同供水水源类型看,不同水源类型水样监测合格率由高到低依次为水库、江河、深井、浅井。4组不同水源类型水样合格率经两两比较,差异有统计学意义的分别为水库与浅井、深井与浅井水样,结合现场卫生学调查情况,水源类型为水库的水样配备使用消毒设施的比例为100.00%,而水源类型为浅井的水样配备使用消毒设施的比例仅占28.40%。而深井水样合格率高于浅井,结合现场卫生学调查,水源类型为浅井的水样配备使用消毒设施的占28.40%,而深井配备使用消毒设施的占33.33%,这说明消毒处理措施在一定程度上提高了水源类型为深井的水样监测合格率。(6)从不同消毒方式看,使用二氧化氯发生器消毒和漂白粉加氯消毒的学校水样合格率差异无统计学意义,而未做消毒处理的学校水样合格率普遍偏低,且与使用消毒措施的水样合格率之间差异有统计学意义。这从一定程度上反映出使用消毒措施能提高水样监测合格率。建议政府部门要继续加大投入,制定相应的学校供水管理规范,加强水质消毒管理,不断提高农村学生饮水卫生监测合格率。(7)从水质监测不同指标的合格情况看,合格率较低的指标主要有微生物、消毒剂、硝酸盐氮、耗氧量等。要重视硝酸盐氮、耗氧量等指标超标问题。硝酸盐增高,表示水体过去或者新近受过有机污染,此次调查学校部分水样硝酸盐氮偏高的具体原因还需结合现场卫生学调查、土壤采样监测作进一步分析。耗氧量是反映水质受到污染(特别是有机物污染)的替代水质指标之一,耗氧量不仅反映水受到有机物污染的程度,而且反映水的净化程度,一般水处理工艺对源水的耗氧量去除率在40%以下^[5],难以有效去除有机物污染,受污染的水或净化不良的水都会导致疾病。从监测的原始数据分析看,耗氧量超标的监测水

样为89%(24/27)同时伴随微生物指标超标,这提示水体受到污染,污染具体原因还应结合现场卫生学调查作进一步分析。(8)从水样消毒剂指标和微生物指标检测合格情况分析看,消毒剂指标检测合格的水样其微生物指标合格率为98.33%,消毒剂指标检测不合格的水样其微生物指标检测合格率为25%,差异具有统计学意义,说明有效的消毒处理措施能明显提高水样微生物指标的合格率,建议农村学校供水工程配备使用相应的消毒设施,解决农村学校饮用水微生物超标问题。

2013—2015年连续三年的农村学校饮用水水质卫生监测结果表明,日照市农村学校饮水工程存在配备使用消毒设施比例偏低和水样微生物检测指标超标等问题。饮用水微生物超标严重时可能造成学生群体性呕吐、腹泻等聚集性突发公共卫生事件,学校需要与教育局、卫生监督机构密切协作,规范学校饮用水管理,保障学生在校期间饮用水水质卫生,使其健康快乐地成长。

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] 宫志敏, 应圣洁, 何丹丹, 等. 上海市闵行区2012年学生饮用水微生物污染状况分析[J]. 环境与职业医学, 2013, 30(12): 924-927.
- [2] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 生活饮用水标准检验方法: GB/T 5750—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [3] 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.
- [4] 毛洁, 周艳琴, 周晓鹏, 等. 水源水和水处理工艺对上海市生活饮用水水质的影响[J]. 环境与职业医学, 2013, 30(12): 928-930.
- [5] 乐林生, 吴今明, 鲍士荣, 等. 上海市安全饮用水保障技术[J]. 给水排水, 2005, 31(9): 5-10.

(收稿日期: 2016-01-06)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 陈姣)