

上海市闵行区 2012 年学生饮用水微生物污染状况分析

宫志敏, 应圣洁, 何丹丹, 苏华林, 张鑫毅, 赵乾魁, 刘继倩

摘要: [目的] 了解闵行区学生饮用水的微生物污染状况, 探讨学生饮用水管理措施。[方法] 按照分层随机抽样法, 抽取闵行区内 36 所学校的学生饮用水水样和供水容器水龙头环节样品各 128 件开展检测, 并对学校饮用水管理现状开展调查。[结果] 该区学校供应的学生饮用水以桶装水为主(199/353, 56.37%), 学生饮用水细菌总数合格率仅为 53.91%, 最大检出值为 4480 cfu/mL。水龙头环节细菌总数合格率仅为 47.66%, 最大检出值为 6000 cfu/mL。1 个月内开展过消毒的供水容器水龙头环节样品细菌总数合格率优于清洗时间超过 1 个月的饮水机龙头($\chi^2=5.29$, $P<0.05$)。幼儿园饮水机环节合格率明显优于中小学校($\chi^2=6.18$, $P<0.05$), 但饮用水合格率却远不如中小学($\chi^2=60.27$, $P<0.05$)。[结论] 闵行区学校供应的学生饮用水污染严重, 应加强学校饮水微生物污染的监控管理。

关键词: 学校; 饮用水; 微生物; 桶装水

Microbial Contamination in Drinking Water Serving for Students in Minhang District, Shanghai, 2012
GONG Zhi-min, YING Sheng-jie, HE Dan-dan, SU Hua-lin, ZHANG Xin-yi, ZHAO Qian-kui, LIU Ji-qian
(Department of Environmental Health, Minhang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201100, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the microbial contamination situation in drinking water serving for students in Minhang District of Shanghai, and explore appropriate measures of drinking water hygiene management. [Methods] A total of 128 drinking water samples and 128 water tap wipe samples of water dispensers were collected from 36 schools in Minhang District of Shanghai by stratified random sampling to investigate the management of school drinking water. [Results] Of the 353 primary and secondary schools in Minhang District, 199 schools (56.37%) provided barreled water. The qualification rate of total bacterial count (TBC) in the school drinking water samples was only 53.91%, and the maximum value was 4480 cfu/mL; the qualification rate of TBC for the water tap wipe samples were 47.66%, and the maximum value was 6000 cfu/mL. The water taps of water dispensers showing disinfection records in the latest month reported a significantly higher qualification rate of TBC than those none ($\chi^2=5.29$, $P<0.05$). Compared with the samples from the primary and secondary schools, the qualification rate of TBC in the samples from the water taps in kindergartens was significantly higher ($\chi^2=6.18$, $P<0.05$), while that in the drinking water samples was significantly lower ($\chi^2=60.27$, $P<0.05$). [Conclusion] The findings indicate a serious microbial pollution issue in the drinking water serving schools of Minhang District, Shanghai. Monitoring and management of microbial contamination in school drinking water should be strengthened.

Key Words: school; drinking water; microbial; barreled water

学龄儿童每日在校停留 8 h, 在校期间运动量大, 水摄入需求远大于家庭。学校饮用水的安全对儿童的健康发育和社会可持续发展起着不可低估的影响^[1]。近年来闵行区加大投入, 改善学校饮用水设施。目前该区中小学为学生提供的饮用水以桶装水为主, 部分幼儿园使用桶装水。桶装水有效降低了水中氨氮、重金属等物质含量, 但各地调查中发现学校桶装水微生物指标合格率普遍不高, 细菌总数合格率低的仅 11%^[2], 最高也仅 75.72%^[3], 近年来学校桶装水细菌总数合格率大多在 40%~70% 之间^[4-6]。为了解闵行区学校提供的学生饮用水微生物污染状况, 寻找微生物污染的原因, 进一步提高饮用水微生物

合格率, 本研究拟对闵行区内 36 所幼儿园、中小学生学习饮用水微生物污染状况开展调查。

1 材料与方法

1.1 研究对象

闵行区有中小学 157 所, 其中中学 74 所。有幼儿园 196 所。于 2012 年 3 月在 12 个社区中按照分层抽样法, 随机抽取幼儿园、中学、小学各 1 所。在 36 家单位中, 每家单位随机抽取 1 个班级, 采集班级饮用水水样及供水容器的出水龙头内口环节样品。

1.2 采样方法

采样前不对龙头进行消毒。如饮用桶装水或分质供水, 分别直接从热水龙头、冷水龙头各采集水样 1 份; 如饮用烧开的自来水, 通过水龙头采集保温桶中水样 1 份。完成水样采集后,

[作者简介] 宫志敏(1975—), 女, 学士, 主管医师; 研究方向: 环境卫生; E-mail: mjkh01@hotmail.com

[作者单位] 闵行区疾病预防控制中心环境卫生科, 上海 201100

用无菌棉拭子沾取生理盐水, 擦拭水龙头内口 1 周, 采集环节样品。如是桶装水或分质供水, 分别采集热水龙头、冷水龙头各 1 份; 如是饮用烧开的水, 即采集保温桶水龙头样品 1 份。分别采集学校饮用水样品、供水容器样品各 128 份。

1.3 检测指标及评价标准

学校饮用水水质检测指标为: 菌落总数、大肠菌群、沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌。因该水样为直接饮用水, 不同于生活饮用水, 故依据 GB 17324—2003《瓶(桶)装饮用纯净水卫生标准》进行评价。即细菌总数不得超过 20 cfu/mL, 大肠菌群不得超过 0.03 MPN/mL, 沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌均不得检出。供水容器水龙头检测指标为: 细菌总数、总大肠菌群、蜡样芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、志贺氏菌。其中细菌总数、总大肠菌群参照 WS 205—2001《公

共场所用品卫生标准》茶具微生物标准进行评判, 细菌总数不得超过 5 cfu/mL, 大肠菌群不得检出。

1.4 统计分析

用 Excel 2007 及 SPSS 18.0 软件进行数据的整理和分析, 不同学校间合格率的比较以及煮沸自来水与桶装水合格率的比较用 Pearson χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 样品微生物污染状况

饮用水水样细菌总数合格率为 53.91%, 最大检出值为 4480 cfu/mL, 有 27% 的水样细菌总数超标 10 倍以上。1 所幼儿园和 1 所中学饮用水大肠菌群超标, 1 所小学水样检出金黄色葡萄球菌, 见表 1。

表 1 上海市闵行区学校饮用水微生物污染状况

学校类型	样品数	细菌总数			大肠菌群		金黄色葡萄球菌		沙门氏菌		志贺氏菌	
		合格数	合格率(%)	最大值(cfu/mL)	合格数	合格率(%)	合格数	合格率(%)	合格数	合格率(%)	合格数	合格率(%)
幼儿园	32	27	84.38	4480	31	96.88	32	100.00	32	100.00	32	100.00
小学	48	19	39.58	2688	48	100.00	47	97.92	48	100.00	48	100.00
中学	48	23	47.92	3200	47	97.92	48	100.00	48	100.00	48	100.00
合计	128	69	53.91	4480	126	98.44	127	99.22	128	100.00	128	100.00
χ^2		16.85			1.35		1.68		—		—	
P		<0.05			>0.05		>0.05		—		—	

水龙头环节, 细菌总数合格率仅为 47.66%, 最大检出值为 6000 cfu/mL, 有 37.50% 的样品细菌总数超标 10 倍以上, 有 93 件(72.66%)样品检出蜡样芽孢杆菌。样品总大肠菌群合格

率为 98.44%。不同类型学校供水容器水龙头环节, 细菌总数合格率差异有统计学意义, 其余指标均无差异, 见表 2。

表 2 上海市闵行区学校供水容器水龙头微生物污染状况

学校类型	样品数	细菌总数			大肠菌群		蜡样芽孢杆菌		金黄色葡萄球菌		沙门氏菌		志贺氏菌	
		合格数	合格率(%)	最大值(cfu/mL)	合格数	合格率(%)	检出数	检出率(%)	合格数	合格率(%)	合格数	合格率(%)	合格数	合格率(%)
幼儿园	32	24	75.00	4672	32	100.00	28	87.50	32	100.00	32	100.00	32	100.00
小学	48	17	35.42	6000	47	97.92	34	70.83	48	100.00	48	100.00	48	100.00
中学	48	20	41.67	5120	47	97.92	31	64.58	48	100.00	48	100.00	48	100.00
合计	128	61	47.66	6000	126	98.44	93	72.66	128	100.00	128	100.00	128	100.00
χ^2		13.16			0.68		5.20		—		—		—	
P		<0.05			>0.05		>0.05		—		—		—	

2.2 学校饮用水管理与水质环节合格率关系

闵行区 157 所中小学中有 154 所学校(98.09%)向学生提供桶装饮用水, 仅有 1 所学校提供分质供水、2 所学校提供沙滤水。196 所幼儿园中有 45 所(22.96%)提供桶装饮用水, 其余均提供煮沸后的自来水。本次随机抽取的 24 所中小学均向学生提供桶装饮用水; 12 所幼儿园中 9 所提供煮沸后的自来水, 3 所提供桶装饮用水(25%)。

9 所提供煮沸自来水的幼儿园对保温桶“每日清洗、每周消毒”。27 所提供桶装水的中小学幼儿园饮水机均由供水厂家在每学期开学初进行 1 次消毒, 其中 2 所幼儿园请供水厂家每月对饮水机消毒 1 次。除 12 所幼儿园及 2 所中小学每日有专人对饮水机、保温桶开展日常性清洗外, 其余学校或不做饮水机

日常性清洁工作, 或由学生“大扫除”时擦拭。每学期消毒 1 次的饮水机与消毒 1 次以上的饮水机水质与环节细菌总数合格率差异无统计学意义。

27 所学校提供的桶装水品牌涉及 9 种, 各品牌饮水机水质与环节细菌总数合格率无统计学差异。厂家消毒饮水机使用的消毒剂品牌繁多, 有文华泡腾片、文华 AB 片、中联牌消毒液、84 消毒液、洁思净、上消泡腾片。

采样时被调查单位中有 13 家在 1 个月内开展过供水容器消毒工作。调查显示, 1 个月内开展过消毒的供水容器, 其水龙头环节样品细菌总数合格率高于未开展消毒的容器, 水质细菌总数合格率和蜡样芽孢杆菌检出率差异均无统计学意义, 见表 3。

表3 上海市闵行区学校供水容器消毒时间与水质、环节微生物污染状况

消毒时间 间隔	样品 数	水质细菌总数			环节细菌总数			环节蜡样芽孢杆菌		
		合格 数	不合 格数	合格率 (%)	合格 数	不合 格数	合格率 (%)	检出 数	未检 出数	检出率 (%)
1个月以内	36	23	13	63.89	23	13	63.89	6	30	16.67
1个月以上	92	46	46	50.00	38	54	41.30	29	63	31.52
合计	128	69	59	53.91	61	67	47.66	35	93	27.34
χ^2			2.01			5.29				2.87
P			>0.05			<0.05				>0.05

2.3 煮沸自来水和桶装水微生物污染差异

提供的煮沸自来水水质及保温桶环节细菌总数合格率均高于桶装水水质和饮水机环节。与此同时,保温桶环节蜡样芽孢杆菌检出率也远低于饮水机环节。调查发现,供应煮沸自来水的均为幼儿园,自来水煮沸后微生物合格率可大幅度提高,且幼儿园对保温桶卫生管理要求为每日清洗每周消毒,就微生物指标而言,煮沸自来水和保温桶卫生状况远远优于桶装水和饮水机,两者差异有统计学意义,见表4。

表4 上海市闵行区学校桶装水和煮沸自来水微生物污染状况

水源种类	样品 数	水质细菌总数			环节细菌总数			环节蜡样芽孢杆菌	
		合格 数	合格率 (%)	最大 值	合格 数	合格率 (%)	最大 值	检出 数	检出率 (%)
煮沸自来水	20	17	85.00	4480	15	75.00	4672	1	5.00
桶装水	108	52	48.15	3200	46	42.59	6000	34	31.48
合计	128	69	53.91	4480	61	47.66	6000	35	27.34
χ^2			9.22			7.1			5.96
P			<0.05			<0.05			<0.05

2.4 不同类型学校桶装水微生物污染状况

调查中发现,幼儿园虽然每日均做好日常清洁,教室环境优于中小学,但幼儿园儿童饮水量小,1桶水要使用3d左右,而同时期中小学1桶水使用周期都在2d以内。因此,虽然幼儿园饮水机环节合格率明显优于中小学校,但饮用水合格率却远不如中小学,见表5。

不同类型学校饮用水环节蜡样芽孢杆菌检出率无明显统计学差异(表5),调查中发现,较多学校为饮水机安装了饮水机箱,箱内较为潮湿,通风状况不好,箱体上甚至存在霉斑。中小学除每学期清洗1次饮水机外,没有日常清洁饮水机,且较多饮水机周围有黑板、垃圾桶等,而幼儿园安放饮水机的环境相对清洁,并且开展日常消毒,但蜡样芽胞杆菌抵抗力较强,日常擦拭尚不足以杀灭,因此各类学校饮水机环节普遍存在污染。

表5 上海市闵行区学校桶装水微生物污染状况

学校 类型	样品 数	水质细菌总数		环节细菌总数		环节蜡样芽孢杆菌	
		合格数	合格率(%)	合格数	合格率(%)	检出数	检出率(%)
幼儿园	12	2	16.67	9	75.00	3	25.00
小学	48	27	56.25	17	35.42	14	29.17
中学	48	23	47.92	20	41.67	17	35.42
合计	108	52	48.15	46	42.59	34	31.48
χ^2			60.27		6.18		0.70
P			<0.05		<0.05		>0.05

3 讨论

文献显示,各地调查研究中学校桶装水细菌总数合格率低的仅11%,最高也仅75.72%,近年来学校桶装水细菌总数合格率大多在40%~70%之间^[1,4-6]。上海市闵行区学校提供的学生饮用水水样细菌总数合格率为53.91%,其中桶装水水样细菌总数合格率仅为48.15%,饮水机、保温桶水龙头环节细菌总数合格率仅47.66%。合格率与其他地区情况类似,且处于较低水平。调查中发现,有近1/3的水样和环节细菌总数检出值都在限值的10倍以上,有1/4的环节检出蜡样芽孢杆菌。除幼儿园环节合格率高于中小学外,其余检测指标在不同区域、不同类型学校间均无差异,可见该区学校饮用水微生物污染现象较为普遍,需开展全面治理。

36所学校中有27所提供桶装水,涉及的桶装水品牌达9种,各品牌饮用水微生物污染状况无差异。在根据监测结果开展干预管理时发现,牵涉厂家多不利于开展统一管理。建议开展集中招标,使闵行区供水厂家控制在2~3家。一方面便于从提供饮用水及饮水机消毒服务的厂家入手,对厂家开展集中管理,从源头上控制消毒方法、消毒剂的使用。同时也能构建闵行区学校饮用水应急体系。若遇一家水厂供水出现问题时,则能及时启动应急预案,明确要求其他厂家及时供水,从而顺利、稳定处理学校饮用水突发事件。

目前,各厂家均按常规方法对饮水机进行消毒,对机器内部清洗较为重视,但在对消毒厂家的调查中发现,各厂家均未重视饮水机水龙头消毒。饮水机周围有黑板、垃圾桶,水龙头直接与空气接触。调查时直接观察到部分孩子直接用手、用口接触龙头。水龙头是饮水机与外界接触的唯一环节。在日后管理过程中应加强对饮水机龙头的消毒。

调查中发现,多数饮水机清洗周期均为每学期1次,大部分学校仅在开学初对饮水机开展消毒。袁萍等^[7]调查发现,放上饮水机后桶装饮用水第1天至第9天各项指标均合格,第12至15天细菌总数超标。学校环境比实验室、办公室卫生状况差,每学期清洗1~2次根本无法保证饮用水卫生。监测数据提示,1个月内进行过消毒的饮水机龙头微生物污染程度轻于清洗间隔超1个月的饮水机,建议各校每月清洗饮水机。鉴于幼儿园饮水机环节合格率高,却由于桶装水使用时间较长,而造成饮用水微生物污染,故建议所有学校桶装水开封后应在2d内使用完毕。

本次调查从学校饮用水管理和水质关系获得的有效信息较少。对学校饮水机再消毒现场督导中发现,相关老师对饮水机消毒要求不了解。部分学校消毒当日老师并不在场,由厂家消毒后自行在消毒记录上签字,学校不掌握实际消毒的机器和使用的消毒剂。消毒方法不规范,存在交叉污染状况,可能实际使用的消毒片是不得使用的非涉水产品可用消毒剂,但提供给学校的消毒剂批件为涉水产品可使用消毒剂。学校有总消毒记录,却未掌握每台机器的消毒情况。需与教育局、卫生监督所密切协作,规范学校饮用水管理,加强饮水机消毒管理,关注细节管理,关注监测样品中不合格水样的追踪管理。逐步提高学校提供的学生饮用水水质。

尽管政府逐年加大投入,逐步采用桶装水、直饮水等作为学生饮用水。但近两年来的监测发现,桶装水细菌总数、亚硝

酸盐超标问题时有发生,严重时可能造成学生群体性呕吐、腹泻。虽然此次调查中煮沸自来水微生物指标优于桶装水,但日常监测中仍发现,自来水氨氮、耗氧量指标超标现象较为普遍,甚至偶尔出现铝等指标偏高现象。本次水质评价仅采用单因子评价方法,无法为政府提供决策性技术支持。需建立综合评价体系,对水质开展评价。综合指数法是国内外较常采用的一种水质评价方法^[8],综合性和可比性比较强^[9]。亟待引入综合评价法对闵行区饮用水的饮用安全进行评价,为闵行区饮用水监管和选择提供有力数据佐证。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1] 曾卫东, 翁创伟. 深圳坂田街道中小学校和托幼机构直饮水现状[J]. 中国当代医药, 2010, 17(22): 214-215.
[2] 文翥箫, 林爱, 朱修淋. 深圳市某街道学校、托幼机构饮用水卫生现况调查及分析[J]. 卫生软科学, 2011, 25(10): 709-711.

[3] 魏晓宏, 陈艳梅, 范爱梅. 学校饮水机水质微生物调查情况分析[J]. 医学动物防制, 2008, 24(10): 760-761.
[4] 施红, 李恩. 厦门市思明区学校直饮水卫生状况[J]. 中国学校卫生, 2010, 31(12): 1251-1252.
[5] 徐国和, 赵永胜. 天津市北辰区学校生活饮用水卫生学监测[J]. 环境与健康杂志, 2011, 28(6): 498.
[6] 许提森. 德州市学校内饮水机卫生状况调查[J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(5): 406.
[7] 袁萍, 周艳, 郭卫珍, 等. 衡阳市不同品牌桶装水卫生质量动态调查[J]. 微量元素与健康研究, 2011, 28(2): 35-37.
[8] 黄东亮. 我国饮用水水质评价的新方法[J]. 水文, 2001, 21(S): 62-64.
[9] 邱士保, 朱法华, 周国民, 等. 水质卫生综合指数在地下水评价中的应用[J]. 电力环境保护, 2001, 17(1): 45-46.

(收稿日期: 2013-02-20)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 王晓宇; 校对: 徐新春)

【告知栏】

《环境与职业医学》2013 年审稿专家名单 (按姓氏汉语拼音首字母排列)

白云	蔡美琴	曹厚德	常秀丽	陈波	陈健	陈良	陈卫红	崔留欣	戴继伟
戴俊明	邓芙蓉	丁钢强	丁锦春	丁克颖	丁振华	杜青	冯晴	傅华	高林峰
戈立新	顾乃谷	顾友直	郭新彪	韩春姬	何继亮	何云	洪峰	胡家瑜	胡天锡
黄金祥	黄雨舜	纪之莹	贾光	贾晓东	菅向东	江朝强	姜岳明	金克峙	金泰虞
金锡鹏	居丽雯	阚海东	康来仪	匡兴亚	兰亚佳	雷毅雄	李朝林	李德鸿	李枫
李健	李杰	李来玉	李锐	李思惠	李涛	李新建	李燕婷	厉曙光	连玉龙
梁戈玉	梁艺怀	林立	刘宝	刘宝英	刘继文	刘克俭	刘烈刚	刘敏	刘敏勇
刘冉	刘扬	柳启沛	鲁文清	陆荣柱	罗春燕	吕斌	毛丽君	毛翎	莫伟文
聂继盛	牛侨	潘希和	彭娟娟	浦跃朴	屈卫东	瞿涤	任爱国	单晓梅	单正军
邵静	沈伟	沈孝兵	史慧静	帅怡	宋宏	宋琦如	宋瑞金	宋伟民	苏敏
孙道远	孙桂菊	谈建国	汤乃军	唐焕文	田英	童建	万伟国	汪国权	汪作为
王德军	王海兰	王华	王焕强	王丽敏	王林	王美林	王守林	王文静	王忠旭
王祖兵	卫平民	吴寰宇	吴立明	吴南翔	吴庆	吴世达	吴水龙	吴炜	吴锡南
肖国兵	肖杭	肖萍	肖勇梅	谢吉民	徐德祥	徐望红	徐兆发	许慧慧	薛迪
闫永建	严非	颜崇淮	杨克敌	杨新村	杨旭	姚耿东	叶细标	殷浩文	尹立红
余金明	余善法	余晓丹	袁东	袁晶	袁萍	袁涛	翟成凯	詹绍康	张爱华
张娟	张胜年	张幸	张雪涛	张玉彬	张蕴晖	张正东	张遵真	章敏华	赵根明
赵金垣	赵一鸣	郑钧正	郑力行	郑频频	郑莹	郑玉新	周峰	周惠嘉	周宜开
周志俊	朱宝立	朱国英	朱仁义	朱素蓉	邹昌洪				