

安徽省 2023—2025 年农村学校饮用水卫生状况及相关因素分析

郑莉, 马蕾, 随鑫淼, 李飞, 杨继翠, 徐艳龙

安徽省疾病预防控制中心环境与健康所, 合肥 230601

【摘要】 目的 了解安徽省 2023—2025 年农村学校饮用水的卫生状况及相关因素, 为学校饮用水管理提供参考。**方法** 2023 年 7 月至 2025 年 12 月, 采用分层随机抽样方法在安徽省全部 59 个县(市)中选取 920 份农村学校饮用水进行检测。依据《生活饮用水卫生标准》对检测结果进行评价, 采用 χ^2 检验、趋势 χ^2 检验和多因素 Logistic 回归进行统计分析。**结果** 2023—2025 年农村学校饮用水水质达标率分别为 79.06%, 84.10%, 87.15%, 总体达标率为 84.24%, 3 年水质达标率呈上升趋势($\chi^2_{趋势}=5.99, P<0.05$)。饮用水供水方式主要是常规处理(74.57%), 水厂类型主要是农村集中供水工程(83.70%)。单因素分析结果显示, 地表水、大型水厂、城市市政供水和农村集中供水工程、常规处理、具有卫生许可的水样达标率更高(χ^2 值分别为 94.52, 74.39, 253.69, 218.34, 113.34, P 值均 <0.05)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 调整监测年份后, 供水方式($OR=4.98, 95\%CI=2.55\sim 9.75$)、卫生许可($OR=2.36, 95\%CI=1.29\sim 4.31$)、水厂类型($OR=3.78, 95\%CI=2.04\sim 7.03$)均为饮用水达标率的相关因素(P 值均 <0.05)。**结论** 安徽省农村学校饮用水水质达标率有所提升, 但非常规处理供水、自建设施供水及无卫生许可供水的水样达标率仍较低。应完善水厂处理工艺, 加强卫生管理, 保障学校饮水安全。

【关键词】 饮水; 合格鉴定; 回归分析; 农村人口; 学生保健服务

【中图分类号】 G 478.2 R 123 G 627.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2026)09-1354-05

Analysis of drinking water quality and related factors in rural schools in Anhui Province from 2023 to 2025

ZHENG Li, MA Lei, SUI Xinmiao, LI Fei, YANG Jicui, XU Yanlong

*Institute of Environment and Health, Anhui Provincial Center for Disease Control and Prevention,
Hefei 230601, Anhui Province, China*

【Abstract】 Objective To assess the drinking water quality and its related factors in rural schools in Anhui Province from 2023 to 2025, so as to provide a basis for drinking water management of school. **Methods** From July 2023 to December 2025, a total of 920 drinking water samples from rural schools were collected and tested in all 59 counties in Anhui Province by using stratified random sampling. The results were evaluated based on the Standards for Drinking Water Quality. *Chi-square test, Chi-square trend test, and Logistic regression analysis* were used for statistical analysis. **Results** From 2023 to 2025, the compliance rates of drinking water quality in rural schools were 79.06%, 84.10%, 87.15% respectively, with an overall compliance rate of 84.24%. The water quality compliance rate showed an upward trend over the three years ($\chi^2_{trend}=5.99, P<0.05$). Conventional treatment was the predominant water supply mode (74.57%), and rural centralized projects accounted for most water supply facilities (83.70%). Univariate analysis indicated that water samples from surface water sources, large-scale water plants, municipal water supply, rural centralized water supply projects, conventional treatment processes and plants with sanitary licenses had significantly higher compliance rates ($\chi^2=94.52, 74.39, 253.69, 218.34, 113.34$, all $P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that after adjustment for survey year, water supply mode($OR=4.98, 95\%CI=2.55-9.75$), sanitary license($OR=2.36, 95\%CI=1.29-4.31$), and water plant type($OR=3.78, 95\%CI=2.04-7.03$) were factors associated with the compliance rate of drinking water (all $P<0.05$). **Conclusions** Drinking water quality in rural schools across Anhui Province has improved, but the compliance rates of water samples from supplies with unconventional treatment, self-supplied facilities, and supplies without health permits are relatively low. The water treatment of water plants should be improved, sanitation management should be strengthened, so as to ensure the safety of drinking water in schools.

【Keywords】 Drinking; Eligibility determination; Regression analysis; Rural population; Student health services

儿童青少年正处于生长发育的关键期, 对饮用水中病原微生物、重金属等有害物质的敏感性比成人更高^[1]。学校作为儿童青少年日常学习活动的重要场所, 其饮用水卫生直接关系到广大学生的健康。近年来, 学校饮用水污染引起的群体性腹泻事件时有发生^[2-5], 不仅损害学生健康, 更会造成不良社会影响。

【作者简介】 郑莉(1984—), 女, 安徽亳州人, 硕士, 副主任医师, 主要从事环境卫生工作。
【通信作者】 徐艳龙, E-mail: xuyanlong@ahcdc.com.cn

现有调查显示,农村学校供水存在大型水厂、常规处理以及按要求消毒的比例较低等问题,导致饮用水达不到国家标准^[6]。2023 年 4 月,我国新版《生活饮用水卫生标准》^[7](以下简称《标准》)开始实施,新标准统一了城乡饮用水水质评价限值,对农村供水提出了更高的要求。目前,安徽省义务教育阶段在校生数量超过 600 万,寄宿制学校比例达 44.58%^[8],学校饮用水安全风险尤为突出。基于此,本研究按照新版《标准》,在全省范围内开展农村学校饮用水调查监测,定量分析相关因素,为提高农村学校饮用水卫生状况和监督管理提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 2023 年 7 月至 2025 年 12 月,采用分层随机抽样方法从安徽省 59 个县(市)、1 235 个乡镇抽取调查对象。根据每个县(市)所辖乡镇的数量、经济水平和地理位置分层采用随机数字表法选择 2~3 个乡镇,每个县(市)所辖乡镇数量在 10 个及以下的抽取 2 个乡镇,10 个以上抽取 3 个乡镇。在抽取的每个乡镇中按照随机数字表法选取 1 所农村中小学校,采集 1 份末梢水进行检测。每年枯水期(1—4 月)和丰水期(7—10 月)各分别开展 1 次。本研究开展前,已向各调查学校告知调查目的、采样流程与检测指标等,经学校知情同意后开展现场调查与水样采集工作。全省共选取 920 所农村学校,采集末梢水样 920 份。其中小学 337 份,初中(含初级中学、九年一贯制学校) 506 份,高中(含高级中学、完全中学、十二年一贯制学校) 77 份;公办学校 891 份,民办学校 29 份。

1.2 方法

1.2.1 现场调查 采用《安徽省城乡饮用水水质监测工作方案》^[9]中的调查表,调查学校的基本信息和学校供水情况。学校基本信息包括学校类型(小学、初中和高中)、办学性质(公办和民办)等;学校供水情况包括水厂类型(自建设施供水、农村集中供水工程和城市市政供水)、水厂规模(大型和小型)、水源类型(地下水和地表水)、供水方式(常规处理、沉淀过滤、仅消毒和不处理)、消毒方式(氯消毒、二氧化氯消毒)、卫生许可(有和无)等。消毒方式在水样消毒时填写。

1.2.2 水样采集与检测 饮用水水样的采集和检测按照《生活饮用水标准检验方法》^[10]执行。每份水样按照《标准》^[7]检测 37 项水质常规指标(放射性指标除外)和 2 项消毒剂常规指标(按消毒方式选做)。

1.2.3 水质评价 根据《标准》^[7],小型水厂指设计日供水量在 1 000 m³ 以下或供水人口在 1 万人以下的集中式供水,反之为大型水厂。对来自不同规模水厂

的水样,分别按照大型水厂和小型水厂的标准限值评价单项水质指标是否达标。每份水样所有指标均达标判定为该水样达标,反之为不达标。

1.3 质量控制 研究方案经专家论证通过,实施前统一制定工作方案,对所有调查人员开展技术培训,统一调查表填写及水样采集、保存、运输与检测的操作规范。严格按照标准进行水样的采集与检测,设置平行样和空白样等质控措施。所有数据实行县级初审、市级复审、省级终审的三级审核制度,对异常值、缺失值及逻辑错误数据逐项进行核查、复核与清理,确认无误以后进行分析。

1.4 统计学分析 采用 R4.4.3 软件进行数据统计分析。计数资料采用频数和率描述,组间比较采用 χ^2 检验,不同年份比较采用 Cochran - Armitage 趋势 χ^2 检验,将有统计学意义的指标纳入多因素二元 Logistic 回归分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 安徽省 2023—2025 年农村学校供水情况 920 份农村学校饮用水中,不同地区、水源类型、水厂规模、水厂类型和有无卫生许可状况水样在供水方式构成上的差异均有统计学意义(P 值均 <0.01)。水样常规处理方式所占的比例中,皖南地区高于皖北地区,地表水高于地下水,大型水厂高于小型水厂,具有卫生许可的水样高于无卫生许可的水样。在水厂类型方面,城市市政供水水样全部采用常规处理,农村集中供水工程 83.64%采用常规处理,自建设施供水常规处理比例仅为 7.69%,43.59%的自建设施供水不对水样进行处理。见表 1。

2.2 安徽省 2023—2025 年农村水质总体达标情况 3 年水质总体达标率为 84.24%(775 份)。2023—2025 年安徽省农村学校饮用水水质达标率分别为 79.06%(151/191), 84.10%(312/371), 87.15%(312/358)。饮用水达标率逐年升高($\chi^2_{趋势}=5.99, P<0.05$)。

2.3 安徽省 2023—2025 年农村水质达标率单因素分析 结果显示,水源类型、水厂规模、水厂类型、供水方式以及卫生许可状况对水质达标率的影响均有统计学意义(P 值均 <0.05)。见表 2。

2.4 安徽省 2023—2025 年农村水质达标率多因素 Logistic 回归分析 以水质是否达标(0=不达标,1=达标)为因变量,将单因素分析结果中有统计学意义的 5 项指标和监测年份作为自变量纳入回归模型,进行多因素二元 Logistic 回归分析。结果显示,监测年份整体 Wald $\chi^2=3.72, P=0.16$;水厂类型整体 Wald $\chi^2=17.72(P$ 值均 <0.01)。调整监测年份后,供水方式、卫生许可以及水厂类型均是饮用水达标率的相关因素

(*P* 值均<0.05)。见表 3。

表 1 安徽省 2023—2025 年农村学校饮用水供水方式构成比较

Table 1 Comparison of drinking water supply mode composition in rural schools in Anhui Province from 2023 to 2025								
水样分类	选项	水样数	不处理	沉淀过滤	仅消毒	常规处理	χ^2 值	<i>P</i> 值
地区	皖北	427	48(11.24)	2(0.47)	98(22.95)	279(65.34)	58.98	<0.01
	皖南	493	21(4.26)	17(3.45)	48(9.74)	407(82.55)		
水源类型	地表	657	2(0.30)	12(1.83)	30(4.57)	613(93.30)	452.54	<0.01
	地下	263	67(25.48)	7(2.66)	116(44.11)	73(27.76)		
水厂规模	大型	510	8(1.57)	0	64(12.55)	438(85.88)	104.92	<0.01
	小型	410	61(14.88)	19(4.63)	82(20.00)	248(60.49)		
水厂类型	城市市政供水	33	0	0	0	33(100.00)	359.14	<0.01
	农村集中供水	770	18(2.34)	0	108(14.03)	644(83.64)		
卫生许可	自建设施供水	117	51(43.59)	19(16.24)	38(32.48)	9(7.69)	162.01	<0.01
	有	712	23(3.23)	2(0.28)	98(13.76)	589(82.72)		
	无	208	46(22.12)	17(8.17)	48(23.08)	97(46.63)		
合计		920	69(7.50)	19(2.07)	146(15.87)	686(74.57)		

注: () 内数字为构成比/%。

表 2 安徽省 2023—2025 年农村学校饮用水达标率单因素分析

Table 2 Univariate analysis of drinking water compliance rate in rural schools in Anhui Province from 2023 to 2025					
水样分类	选项	水样数	达标水样数	χ^2 值	<i>P</i> 值
地区	皖北	427	350(81.97)	3.10	0.08
	皖南	493	425(86.21)		
水期分类	丰水期	547	451(82.45)	3.25	0.07
	枯水期	373	324(86.86)		
水源类型	地表	657	602(91.63)	94.52	<0.01
	地下	263	173(65.78)		
水厂规模	大型	510	477(93.53)	74.39	<0.01
	小型	410	298(72.68)		
水厂类型	城市市政供水	33	32(96.97)	253.69	<0.01
	农村集中供水	770	703(91.30)		
供水方式	自建设施供水	117	40(34.19)	686	<0.01
	常规处理	686	649(94.61)		
消毒方式	其他处理	234	126(53.85)	0.61	0.43
	氯消毒	715	668(93.43)		
卫生许可	二氧化氯消毒	117	107(91.45)	113.34	<0.01
	有	712	649(91.15)		
	无	208	126(60.58)		

注: () 内数字为达标率/%; 消毒方式中仅 832 份水样进行了消毒。

表 3 安徽省 2023—2025 年农村学校饮用水水质达标率多因素 Logistic 回归分析(*n* = 920)

Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of drinking water compliance rate in rural schools in Anhui Province from 2023 to 2025 (<i>n</i> = 920)					
自变量	选项	β 值	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值(95% <i>CI</i>)
水源类型	地表	0.28	0.65	0.42	1.32(0.67~2.58)
水厂规模	大型	0.27	0.79	0.37	1.32(0.72~2.41)
水厂类型	农村集中供水	1.33	17.71	<0.01	3.78(2.04~7.03)
	城市市政供水	1.45	1.72	0.19	4.28(0.49~37.59)
供水方式	常规处理	1.61	22.00	<0.01	4.98(2.55~9.75)
卫生许可	有	0.86	7.74	<0.01	2.36(1.29~4.31)
监测年份	2024	0.42	2.15	0.14	1.52(0.87~2.66)
	2025	0.56	3.55	0.06	1.75(0.98~3.14)

注: 水源类型、水厂规模、水厂类型、供水方式、卫生许可、监测年份分别以地下水、小型水厂、自建设施供水、其他处理方式、无、2023 年为参照组。

3 讨论

本研究结果显示, 2023—2025 年安徽省农村学校饮用水水质达标率持续上升, 3 年总体达标率为

84.24%, 较 2017 年(64.20%)^[11] 明显上升, 高于河北省(74.29%)^[12]、哈尔滨市(75.63%)^[13], 低于山西省(89.20%)^[14] 的研究结果, 表明近年来安徽省农村学校饮水安全保障工作取得积极进展。但与同期全省农村总体的饮用水水质达标率(97.19%)^[15] 相比, 仍有不小的差距, 提示安徽省农村学校供水体系中仍存在部分影响水质的环节和因素。

安徽省农村学校饮用水的消毒方式主要是氯消毒, 二氧化氯消毒次之, 两者均是目前广泛使用的饮用水消毒剂, 规范使用情况下均能达到良好的消毒效果^[16], 本研究中 2 种消毒方式水质达标率差异无统计学意义的结果也验证了这一点。此外, 农村学校饮用水水质达标率在皖北地区低于皖南地区、丰水期低于枯水期, 尽管上述差异无统计学意义, 但其潜在风险不容忽视。皖北地区农村学校饮用水的常规处理比例明显低于皖南地区, 丰水期水量增加导致水源污染物增多, 处理负荷加大, 这些因素均可能影响饮用水水质。

本研究发现, 供水方式、卫生许可、水厂类型是农村学校饮用水达标率的相关因素。供水方式中常规处理工艺包括混凝、沉淀、过滤、消毒 4 步, 相比其他处理方式能够有效去除水中悬浮物和微生物, 降低原水的浑浊度, 保证消毒效果, 因而达标率更高^[17]。卫生许可制度作为一项准入门槛, 是规范水厂管理, 保证饮用水安全的重要手段。集中式供水单位申请卫生许可时必须具备合理的生产布局、完善的处理工艺、相应的检验能力、健全的管理制度等条件, 因此, 相较于无卫生许可的供水单位, 取得卫生许可证的水厂供水条件更好、管理更规范, 水质达标率也更高。目前, 安徽省有部分农村学校饮用水仍采用自建设施供水, 此类设施供水条件简陋、卫生防护差, 容易受到污染, 并且大部分自建设施供水均不进行消毒处理^[18], 导致其水质达标率偏低。

水源类型和水厂规模对水质达标率的影响作用

并不是单独存在,两者可能是通过供水方式、卫生许可等其他相关因素间接产生效应。陕西省对 192 所农村学校的调查同样显示,水源类型仅在单因素分析与水质合格率存在关联,但经多因素校正后关联不存在^[19]。提示地表水与大型水厂的水质达标率之所以较高,与其常规处理工艺完善,能够规范进行卫生管理密切相关。由此可见,提升农村学校饮水水质的关键不在于单纯更换水源或扩大水厂规模,而在于完善饮用水处理设施、落实供水卫生许可管理制度。

综上所述,在农村学校饮用水管理中,需要从水源到末梢水的全程管控措施,落实卫生许可制度,完善水厂处理工艺流程,规范合理消毒,推进农村集中供水和城乡一体化供水建设,逐步代替自建设施供水^[20],优先关注供水处理工艺的改进和日常监督管控措施的落实,切实保障师生饮水安全。

本研究存在一定的局限性:多因素分析结果显示,农村集中供水的达标率显著高于自建设施供水,而城市市政供水与自建设施供水相比,尽管 *OR* 值大于 1,但无统计学意义。出现这种结果可能与样本构成有关,本研究中城市市政供水水样仅 33 份,样本量相对较少,影响了统计检验效能,未来可以扩大样本量进一步进行验证。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 杨克敌,鲁文清.现代环境卫生学[M].3版.北京:人民卫生出版社,2019:1212-1221.
Yang K D, Lu W Q. Modern environmental hygiene[M]. 3rd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019: 1212-1221. (in Chinese)

[2] 邹砾晨,李杰.四川省某中学一起井水污染引起的细菌性痢疾暴发疫情调查[J].实用预防医学,2025,32(10):1232-1235.
Zou L C, Li J. Investigation on an outbreak of bacillary dysentery caused by well water contamination in a middle school in Sichuan Province[J]. Pract Prev Med, 2025, 32(10): 1232-1235. (in Chinese)

[3] 郭长山,李春艳,彩花,等.一起学校饮用水污染引起的群体性腹泻的调查分析[J].内蒙古医学杂志,2023,55(5):600-602.
Guo C S, Li C Y, Cai H, et al. Investigation of a group diarrhea incident caused by drinking water contamination in a school [J]. Inner Mongolia Med J, 2023, 55(5): 600-602. (in Chinese)

[4] 李锦阳,洪小冰,陈辉,等.厦门市某中学一起饮用水污染引起的胃肠炎聚集性事件调查[J].海峡预防医学杂志,2022,28(5):78-80.
Li J Y, Hong X B, Chen H, et al. Investigation of a gastroenteritis cluster event caused by drinking water contamination in a middle school in Xiamen City[J]. Strait J Prev Med, 2022, 28(5): 78-80. (in Chinese)

[5] 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.
Wang Y, Jia Y H, Wang F, et al. Investigation on a group diarrhea caused by drinking water pollution in school[J]. Chin J Sch Health, 2018, 39(6): 940-941. (in Chinese)

[6] 丁婷婷,王苏玮,王美琳,等.2018—2020年河北省农村学校饮用水卫生现状及风险评估分析[J].职业与健康,2024,40(4):509-512.
Ding T T, Wang S W, Wang M L, et al. Analysis on current situation and risk assessment of drinking water hygiene in rural schools in Hebei Province from 2018 to 2020[J]. Occup Health, 2024, 40(4): 509-512. (in Chinese)

[7] GB 5749—2022 生活饮用水卫生标准[S].
GB 5749-2022 Standards for drinking water quality [S]. (in Chinese)

[8] 安徽省教育厅.安徽省义务教育薄弱环节改善与能力提升工作项目规划(2019—2020年)[EB/OL].(2020-05-22)[2026-05-07].
<https://jyt.ah.gov.cn/public/7071/39977551.html>.

[9] 安徽省卫生健康委员会.关于印发2023年安徽省城乡饮用水水质监测工作方案等5个方案的通知 皖卫传〔2023〕103号[R].2023-03-13.

[10] GB/T 5750.1~5750.13—2023 生活饮用水标准检验方法(合订本)[S].
GB/T 5750.1-5750.13-2023 National standardization administration standard examination methods for drinking water[S].(in Chinese)

[11] 徐艳龙,王志强,李飞,等.安徽省2017年农村中小学校水质卫生状况[J].中国学校卫生,2018,39(12):1858-1860.
Xu Y L, Wang Z Q, Li F, et al. Water quality of rural primary and secondary schools in Anhui Province in 2017[J]. Chin J Sch Health, 2018, 39(12): 1858-1860. (in Chinese)

[12] 么净净,王燕,刘建,等.河北省2017—2021年学校生活饮用水水质监测结果分析[J].医学动物防制,2023,39(9):864-867.
Yao J J, Wang Y, Liu J, et al. Analysis of school drinking water quality monitoring results in Hebei Province from 2017 to 2021[J]. J Med Pest Control, 2023, 39(9): 864-867. (in Chinese)

[13] 于天一,洪千淇,刘宝圣,等.哈尔滨市2014—2018年农村学校饮用水卫生状况[J].中国学校卫生,2020,41(2):290-291,294.
Yu T Y, Hong Q Q, Liu B S, et al. Drinking water in rural schools in Harbin during 2014 to 2018[J]. Chin J Sch Health, 2020, 41(2): 290-291, 294. (in Chinese)

[14] 李青,任志刚,李峰,等.2021年山西省农村学校生活饮用水水质卫生现状调查[J].环境与健康杂志,2024,41(1):71-73.
Li Q, Ren Z G, Li F, et al. Survey of drinking water quality and sanitation in rural schools of Shanxi Province in 2021[J]. J Environ Health, 2024, 41(1): 71-73. (in Chinese)

[15] 马蕾,郑莉,冯晓亮,等.安徽省2022年农村生活饮用水水质监测结果分析[J].安徽预防医学杂志,2023,29(5):382-385,433.
Ma L, Zheng L, Feng X L, et al. Analysis of monitoring results of rural drinking water quality in Anhui Province in 2022[J]. Anhui J Prev Med, 2023, 29(5): 382-385, 433. (in Chinese)

[45] 欧阳一毅, 滕秋琳, 罗炯. 运动介入对改善注意缺陷多动障碍学
龄患儿身心适应研究状况[J]. 中国学校卫生, 2019, 40 (6) :
952-955.
Ouyang Y Y, Teng Q L, Luo J. Research status of physical
intervention on improving physical and mental adaptation of school-age
children with attention deficit hyperactivity disorder[J]. Chin J Sch
Health, 2019, 40 (6) : 952-955. (in Chinese)

[46] Arnsten A F . The emerging neurobiology of attention deficit
hyperactivity disorder; the key role of the prefrontal association cortex
[J]. J Pediatr, 2009, 154 (5) : I-S43.

[47] Chan Y S, Jang J T, Ho C S. Effects of physical exercise on children
with attention deficit hyperactivity disorder[J]. Biomed J, 2022, 45
(2) : 265-270.

[48] Chen L, Li Z, Wang W, et al. Adult hippocampal neurogenesis; new
avenues for treatment of brain disorders[J]. Stem Cell Rep, 2025, 20
(9) : 102600.

[49] Augusto-Oliveira M, Arrifano G P, Leal-Nazaré C G, et al. Exercise
reshapes the brain; molecular, cellular, and structural changes
associated with cognitive improvements[J]. Mol Neurobiol, 2023, 60
(12) : 6950-6974.

[50] Wang H , Chen Y , Xu L , et al . Cognitively engaging running
enhances inhibitory control and prefrontal activation in children with
ADHD; the moderating role of physical self-efficacy [J]. Sci Rep,
2025, 15 : 44313.

[51] Qiu H, Liang X, Wang P, et al. Efficacy of non-pharmacological
interventions on executive functions in children and adolescents with
ADHD; a systematic review and Meta-analysis [J]. Asian J
Psychiatry, 2023, 87 : 103692.

[52] Jiang K, Xu Y, Li Y, et al. How aerobic exercise improves executive
function in ADHD children; a resting-state fMRI study[J]. Int J Dev
Neurosci, 2022, 82 (4) : 295-302.

[53] Ko Y W, Kim S M, Kang K D, et al. Changes in functional
connectivity between default mode network and attention network in
response to changes in aerobic exercise intensity [J]. Psychiatry
Investig, 2023, 20 (1) : 27-34.

[54] Pan Q, Zheng S, He P. Beyond binary comparisons; a Bayesian dose-
response Meta-analysis of exercise on executive function in children
and adolescents with ADHD[J]. Pediatr Res, 2026, 99 (4) : 1296-
1305.

[55] Wang P, Rao F, Xu Z, et al. Effects of aerobic exercise on executive
function in children and adolescents with attention deficit hyperactivity
disorder; a systematic review and Meta-analysis of randomized
controlled trials[J]. BMC Sports Sci Med Rehabil, 2025, 17 (1) :
257.

[56] Ludyga S, Brand S, Gerber M, et al. An event-related potential
investigation of the acute effects of aerobic and coordinative exercise
on inhibitory control in children with ADHD[J]. Dev Cogn Neurosci,
2017, 28 : 21-28.

[57] Yu C L, Hsieh S S, Chueh T Y, et al. The effects of acute aerobic
exercise on inhibitory control and resting state heart rate variability in
children with ADHD[J]. Sci Rep, 2020, 10 (1) : 19958.

[58] Chang Y K, Liu S, Yu H H, et al. Effect of acute exercise on
executive function in children with attention deficit hyperactivity
disorder[J]. Arch Clin Neuropsychol, 2012, 27 (2) : 225-237.

[59] Wang P, Rao F, Xu Z, et al. Effects of aerobic exercise on executive
function in children and adolescents with attention deficit hyperactivity
disorder; a systematic review and Meta-analysis of randomized
controlled trials[J]. BMC Sports Sci Med Rehabil, 2025, 17 (1) :
257.

[60] Chaddock-Heyman L, Erickson K I, Kienzler C, et al. Physical
activity increases white matter microstructure in children [J]. Front
Neurosci, 2018, 12 : 950.

[61] Zhang Y, Che X, Dong Z, et al. Optimizing exercise interventions for
motor skills enhancement in attention deficit hyperactivity disorder;
evidence from Meta-analysis[J]. Clin Rehabil, 2026, 40 (9) : 1177-
1194.

收稿日期: 2026-04-14 修回日期: 2026-07-02 本文编辑: 王苗苗

(上接第 1357 页)

[16] 郭宇, 廖岩, 王丽. 饮用水消毒方式及其消毒副产物研究进展
[J]. 中国预防医学杂志, 2025, 26 (6) : 764-768.
Guo Y, Liao Y, Wang L. Advancements in drinking water
disinfection methods and their disinfection by-products[J]. Chin Prev
Med, 2025, 26 (6) : 764-768. (in Chinese)

[17] 孙芳, 刘慧蓉. 不同供水方式对生活饮用水的影响[J]. 中国公共
卫生管理, 2020, 36 (3) : 388-391.
Sun F, Liu H R. Influence of different water supply modes on
drinking water[J]. Chin J Public Health Manag, 2020, 36 (3) : 388-
391. (in Chinese)

[18] 王慧, 范尉尉, 牛玉杰, 等. 2021 年石家庄市农村中小学校自建
设施供水卫生状况调查[J]. 环境卫生学杂志, 2025, 15 (2) :
123-128.
Wang H, Fan W W, Niu Y J, et al. Investigation on sanitary
condition of drinking water in rural primary and secondary schools
with self-constructed water supply facilities in Shijiazhuang, China,
2021[J]. J Environ Hyg, 2025, 15 (2) : 123-128. (in Chinese)

[19] 丁勇, 雷佩玉, 孟昭伟, 等. 关中地区 2018 年农村中小学校饮用
水水质卫生现状[J]. 中国学校卫生, 2020, 41 (1) : 107-109.
Ding Y, Lei P Y, Meng Z W, et al. Drinking water current situation
among Guanzhong Area rural primary and secondary schools in 2018
[J]. Chin J Sch Health, 2020, 41 (1) : 107-109. (in Chinese)

[20] 宋晓霏, 徐静, 董淑琴, 等. 2022 年山东省学校饮用水基本状况
调查及卫生监管对策分析[J]. 预防医学论坛, 2025, 31 (1) :
61-66, 71.
Song X P, Xu J, Dong S Q, et al. Survey on basic status of school
drinking water and analysis of hygienic supervision countermeasures in
Shandong Province in 2022[J]. Prev Med Trib, 2025, 31 (1) : 61-
66, 71. (in Chinese)

收稿日期: 2026-05-19 修回日期: 2026-08-09 本文编辑: 孙曼莉