

中国中小学校日常室内空气质量监测和管理现状

戴洁¹, 胡佩瑾², 李艳辉², 陶然², 温勃², 赵海萍¹, 马军²

1.宁夏医科大学公共卫生学院, 银川 750004; 2.北京大学公共卫生学院/北京大学儿童青少年卫生研究所

【摘要】 目的 了解中国中小学校日常室内空气质量监测和管理现状, 为制定学习生活环境的卫生标准提供科学依据。**方法** 采用分层抽样的方法抽取中国 17 个省(区、市) 2 400 所学校, 通过问卷调查的方式对学校相关负责人进行日常通风换气情况的资料收集, 采用 χ^2 检验分析不同学校类型间通风换气情况。**结果** 317 所学校(占 13.2%) 检测过空气中 CO₂ 浓度。CO₂ 日常检测情况城区学校优于乡镇学校, 在寄宿/非寄宿分层中, 非寄宿学校优于寄宿学校, 差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 72.06, 21.89, P 值均 <0.01)。日常检测过 CO、可吸入颗粒物和可挥发性污染物的学校比例依次为 6.5%, 7.5%, 9.3%。在参与调查的学校中, 80.8% 有日常通风换气制度, 其中在寒冷季节每天换气累计时间在 90 min 以上的学校有 925 所, 占 38.5%; 少于 30 min 的学校有 331 所, 占 13.8%。**结论** 卫生和教育等相关部门应完善针对教室空气质量监测的规定和标准。建议由疾病预防控制中心等有资质的检测机构进行检测, 并加强学校管理力度, 为中小学生营造健康的学习生活环境。

【关键词】 空气; 质量指标; 卫生保健; 环境监测; 组织和管理

【中图分类号】 R 122.1 G 637.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2019)08-1224-03

Indoor air quality monitoring and management in primary and secondary schools in China/DAI Jie^{*}, HU Peijin, LI Yanhui, TAO Ran, WEN Bo, ZHAO Haiping, MA Jun.^{*} Department of Epidemiology & Health Statistics, Ningxia Medical University, Yinchuan(750004), China

【Abstract】 Objective To investigate indoor air quality monitoring and management in primary and secondary schools, so as to provide scientific basis for health protection of students and healthy school environment. **Methods** Stratified sampling method was adopted to select schools for investigation. Data of daily ventilation and ventilation was collected from relevant principals of schools through questionnaire survey. *Chi-square* test was used to analyze the difference of ventilation and ventilation among different types of schools. Results Daily indoor air quality testing indicators: 317 schools (13.2%) have tested the concentration of CO₂ in the air environment. Daily detection of CO₂ in urban schools was significantly better than that in township schools, and the difference is statistically significant($\chi^2 = 72.06$, $P < 0.01$); Non-boarding schools were superior than boarding schools($\chi^2 = 21.89$, $P < 0.01$). The proportion of schools that routinely tested for carbon monoxide, particulate matter and volatile pollutants was 6.5%, 7.5% and 9.3%, respectively. Of the schools that participated in the survey, 80.8% had a daily ventilation system. Among them, 925 schools (38.5%) had a cumulative daily ventilation time of more than 90 minutes in cold season, and 331 schools (13.8%) had a daily ventilation time of less than 30 minutes. **Conclusion** Regulations and standards for school air quality monitoring needs to be improved. The Center for Disease Control and Prevention or other qualified institutions are suggested to lead air quality monitoring in schools testing, creating a healthy learning and living environment for primary and secondary school students.

【Key words】 Air; Quality indicators, health care; Environmental monitoring; Organization and administration

教室是学生在校学习生活的主要场所, 良好的学习卫生环境是学生生长发育和学习效率提高的保障。研究表明, CO₂、尘埃颗粒数和 CO 是教室空气质量的主要影响因素^[1]。CO₂ 和可吸入颗粒物会引发各种呼吸道疾病; CO 含量超过室内空气质量标准会引起 CO 中毒; 而长期暴露在低浓度甲醛等可挥发性有机物中则会损害神经系统、免疫系统和血液系统^[2-5]。

长期暴露在污染的空气中, 会损害儿童青少年的脑组织, 引起认知障碍, 而合理的通风时间和通风次数可以有效减低室内空气污染指数, 是提高空气质量的有效措施^[6-8]。此次研究针对我国中小学校的日常室内空气质量监测和管理制度进行调查, 描述目前各中小学校日常通风换气和空气监测现状, 分析存在的问题并提出建议, 为保障学生健康学习生活环境的卫生标准制定提供科学依据。

【作者简介】 戴洁(1994—), 女, 陕西咸阳人, 在读硕士, 主要研究方向为儿童青少年生长发育及其影响因素, 学生疾病预防及学校卫生管理。

1 资料来源与方法

1.1 资料来源 调查开展时间为 2018 年 5—6 月, 于 2018 年 8 月前完成所有数据收集与录入。调查对象

选取北京、山西、内蒙古、辽宁、黑龙江、上海、江苏、福建、河南、湖北、湖南、广东、重庆、云南、甘肃、新疆、西藏,共 17 个省(区、市)中小學生体质健康监测站行政区域内中小學校。采用分层抽样的方法,监测机构行政区域内学校数量>100 所者,按城乡分层,各抽取 50 所;每层内若不足 50 所学校,则对该层内所有学校进行调查,行政区域内共抽取 100 所学校;监测机构行政区域内学校数量≤100 所者,对所有学校进行调查,并在调查表中根据学校所在地记录其城乡属性。本次研究由全国 27 个监测站进行调查,共调查 2 400 所学校。其中寄宿制学校 831 所,非寄宿制学校 1 569 所;城区 1 210 所,乡镇 1 190 所。

1.2 调查方法与内容 统一按照全国学生体质与健康监测中心提供的《学校教学和生活设施卫生情况监测调查表》收集数据资料,研究内容主要包括学校日常通风换气制度、寒冷季节通风换气累计时间及日常空气质量检测指标;并根据国家现行的各项标准计算合格率。

此次调查对调查员进行集中培训后,由各监测机构专业人员通过查阅学校文件档案、监测记录以及对

学校相关负责人进行访谈等方式获取数据并填写问卷,对收回的问卷和数据经由专业人员的审核后录入。

1.3 统计分析 数据的录入和逻辑检查应用 EpiData 3.0 软件,统计学分析应用 Excel 2016 软件和 SPSS 20.0 软件,分析方法采用 χ^2 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 日常空气质量指标检测情况

2.1.1 常见指标检测情况 在 2 400 所学校中,465 所学校不清楚 CO₂ 日常检测情况;仅有 317 所学校(13.2%)检测过教室、宿舍和图书馆等室内环境中 CO₂ 浓度。CO₂ 日常检测情况城区学校优于乡镇,非寄宿学校优于寄宿学校,差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 72.06, 21.89, P 值均<0.01)。多数学校(55.8%)采取不定期检查的方式。检测单位选择疾病预防控制中心的学校最多,占 45.7%;其次为卫生监督所(27.1%)和学校选定的第三方机构(15.8%)。见表 1。

表 1 不同类型学校二氧化碳日常检测情况

组别	学校数	检测		检测率 /%	检测频率					
		学校数	/%		每天 1 次	每周 2 次	每季 1 次	每学期 1 次	每年 1 次	不定期
区域	城区	1 210	227	18.8	1(0.4)	4(1.8)	0	21(9.3)	51(22.5)	140(61.7)
	乡镇	1 190	90	7.6	3(3.3)	3(3.3)	1(1.1)	12(13.3)	23(25.6)	37(41.1)
是否寄宿	是	831	77	9.3	2(2.6)	0	0	4(5.2)	16(20.8)	48(62.3)
	否	1 569	240	15.3	2(0.8)	7(2.9)	1(0.4)	29(12.1)	58(24.2)	129(53.8)
合计		2 400	317	13.2	4(1.3)	7(2.2)	1(0.3)	33(10.4)	74(23.3)	177(55.8)

注:()内数字为构成比/%。

有 479 所学校不清楚 CO 日常检测情况;CO 日常检测率总体为 6.5%,城区学校优于乡镇学校,非寄宿学校优于寄宿学校,差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 8.54,9.81, P 值均<0.05)。多数学校(54.1%)采取

不定期检查的方式。检测单位的选择依次为卫生监督所(29.9%)、学校选定的第三方机构(26.8%)和疾病预防控制中心(23.6%)。见表 2。

表 2 不同学校类型 CO 日常检测情况

组别	学校数	检测		检测率 /%	检测频率					
		学校数	/%		每天 1 次	每周 2 次	每季 1 次	每学期 1 次	每年 1 次	不定期
区域	城区	1 210	96	70.9	1(1.0)	3(3.1)	0	18(18.8)	12(12.5)	54(56.3)
	乡镇	1 190	61	5.1	1(1.6)	2(3.3)	1(1.6)	6(9.8)	11(18.0)	31(50.8)
是否寄宿	是	831	38	4.6	2(5.3)	0	0	4(10.5)	5(13.2)	23(60.5)
	否	1 569	119	7.6	0	5(4.2)	1(0.8)	20(16.8)	18(15.1)	62(52.1)
合计		2 400	157	6.5	2(1.3)	5(3.2)	1(0.6)	24(15.3)	23(14.6)	85(54.1)

注:()内数字为构成比/%。

2.1.2 其他指标检测情况 不清楚可吸入颗粒物和甲醛、苯等挥发性污染物日常检测情况的学校分别为 481 和 460 所,日常检测过 2 项指标的学校比例分别为 7.5%(179 所)和 9.3%(224 所)。

2.2 学校室内场所(教室、宿舍、图书馆等)日常通风换气情况

2.2.1 是否有日常通风换气制度 在 2 400 所学校中,80.8%有日常通风换气制度,其中城区学校(994 所,82.1%)多于乡镇学校(944 所,79.3%),差异无统计学意义($\chi^2=2.93, P>0.05$);非寄宿制学校(1 303 所,83.0%)多于寄宿制学校(735 所,76.4%),差异有统计学意义($\chi^2=14.96, P<0.01$)。

2.2.2 寒冷季节每天通风换气累计时间 有日常通风换气制度的学校中,寒冷季节每天换气累计时间在 $\geq 90\text{ min}$ 以上的学校最多,共有 925 所(占 38.5%);其次为 $30\sim <60\text{ min}$,共有 672 所(占 28.0%);有 331 所学校(占 13.8%)每天通风换气时间 $<30\text{ min}$ 。其中乡镇学校(208 所,17.5%)比例明显高于总体平均水平(331 所,13.8%)。见表 3。

表 3 不同类型学校寒冷季节室内场所每天通风换气时间

组别	学校数	<30 min	30~<60 min	60~<90 min	≥90 min	
区域	城区	1 210	123(10.2)	311(25.7)	268(22.1)	502(41.5)
	乡镇	1 190	208(17.5)	361(30.3)	197(16.6)	423(35.5)
是否寄宿	是	831	108(13.0)	243(29.2)	167(20.1)	307(36.9)
	否	1 569	223(14.2)	429(27.3)	298(19.0)	618(39.4)
合计	2 400	331(13.8)	672(28.0)	465(19.4)	925(38.5)	

注:()内数字为构成比/%。

3 讨论

调查结果显示,部分学校仍不清楚日常检测指标的具体情况,说明学校对相关卫生标准不够了解;从未检测过 CO_2 的学校占 67.1%,而从未检测过 CO 的学校占 93.5%,可能与现在很少有学校(0.4%)采用烧煤炭或煤气的供暖方式有关。多项研究结果显示, CO_2 浓度过高可引起学生胸闷、头晕、记忆力减弱和注意力不集中等一系列症状,降低学习效率^[3];高浓度的 CO 会引起一氧化碳中毒或引发多种慢性疾病^[9]。而针对 CO_2 和 CO 的调查显示,在检测过 2 项指标的学校中,检测单位的选择没有统一标准,且大部分学校没有开展定期检测。

《中小学校教室换气卫生标准》中要求,寒冷季节学校应有合理的通风换气制度,并由专人管理和监督,利用课前或课间 10 min 进行通风,以保证教室空气质量^[10];我国目前大多数学校课程安排为每天 6~7 节课,因此估算每日通风换气时间应在 60 min 以上。调查结果显示,2 400 所学校中有日常通风换气制度的学校有 1 938 所,合格率为 80.9%,而通风时间的合格率仅达 57.9%。

调查结果显示,我国中小学校室内空气质量监测和管理总体情况城区优于乡镇,非寄宿学校优于寄宿学校,分析原因可能与城乡经济状况、卫生资源分配和卫生管理制度的差异有关^[11];随着经济与科技的发展,学校基础设施建设和装修速度越来越快,从而引发更多的空气质量问题,对学生的血液系统、神经系统和免疫系统产生不同程度的损害。但目前有关教室等室内环境空气质量的监测仍以 CO_2 和 CO 为主。

通过文献查阅和标准梳理发现,针对空气环境的标准与管理要求中,《中小学校教室换气卫生标准》中对教室换气次数和必要换气量有规定,并未对换气累计时间做明确说明^[9];我国《室内空气质量标准》^[12]和《环境空气质量标准》^[13]中对室内 CO_2 、 CO 、 PM_{10}

和 $\text{PM}_{2.5}$ 以及可挥发性有机物均有限值的规定,但未明确针对中小学教室空气有关指标的限值进行规定^[14];《公共场所卫生管理条例》和《公共场所卫生管理条例实施细则》主要针对公共场所而非教室^[15]。现行的标准中,除 CO_2 外,均只涉及各项指标的限值,而未提及日常检测频率和对负责检测单位资质的要求。

因此,建议卫生、教育等相关部门完善针对教室等室内场所空气质量监测的相关标准和管理制度,内容包括:(1)在室内空气质量监测标准中增加检测指标种类、检测频率以及负责检测单位的资质要求,同时为了提高在实际工作中的可操作性,建议在日常通风制度中增加换气累计时长的要求;(2)建议卫生行政部门加强监管力度,制定针对中小学校教室的室内空气管理要求,加强日常通风换气和空气监测的执行与监督管理措施;(3)注意城乡卫生条件与经济差异,做好日常卫生监督工作和卫生学评价,制定切实可行的具体措施;(4)对学校相关负责人定期进行知识宣讲,普及学校卫生标准,培养日常通风换气和空气监测意识。通过科学合理的标准和管理,为中小學生营造健康学习生活的室内场所。

4 参考文献

[1] 潘庆仲,宋兴田.影响教室空气环境卫生质量的主成分分析[J].中国学校卫生,1999,20(2):151-152.

[2] 徐小冬,王智勇,袁玉,等.2009 年大连市城区高中学校教室二氧化碳浓度调查[J].预防医学论坛,2010(6):539-541.

[3] 易可华,汤海英,谢晓红,等.上海市奉贤区冬季部分中小学教室空气卫生学评价[J].中国学校卫生,2007,28(10):950-951.

[4] 李莎.美国学校室内空气品质管理政策研究[D].南京:南京师范大学,2014.

[5] 赵凯歌,张良.危害人类健康的“隐形杀手”:室内空气污染[J].甘肃高师学报,2018,23(6):138-140.

[6] 曹晓贞,余毅.通风换气时间对住宅自然通风效果影响的研究[J].制冷与空调,2014(11):80-84.

[7] 张东凯.重庆夜间通风对高校学生公寓环境的影响研究[D].重庆:重庆大学,2015.

[8] 顾红跃,曹毅然,杨建荣.夏热冬冷地区住宅室内换气次数探讨[J].住宅科技,2012(10):36-39.

[9] 李金秀,夏天,秦卫华,等.室内一氧化碳浓度与慢性疾病的相关性分析[J].国际检验医学杂志,2015(16):2326-2328.

[10] 中国国家标准化管理委员会.中小学校教室换气卫生标准 GB/T 17226—2017[S].北京:中国标准出版社,2017-11-01.

[11] 彭西英,张建华,李洪波,等.贵州省农村中小学教室卫生状况[J].中国学校卫生,2016,37(10):1596-1597.

[12] 国家环境保护总局.室内空气质量标准 GB/T 18883—2002[S].北京:中国标准出版社,2002-11-19.

[13] 国家质量监督检验检疫总局.环境空气质量标准 GB 3095—2012[S].北京:中国标准出版社,2012-06-29.

[14] 仲颖.建议为改善教室空气质量立法[J].检察风云,2017(19):40-41.

[15] 陈竺.公共场所卫生管理条例实施细则(卫生部令第 80 号)[J].首都公共卫生,2011,5(2):49-52.

收稿日期:2019-03-28;修回日期:2019-05-21