

银川市某区15所幼儿园室内空气质量调查

德小明¹, 郭大为¹, 虎明明², 张亚娟¹, 李玲¹, 李宏辉¹, 李丽萍¹

摘要: [目的] 通过对银川市某区15所幼儿园室内空气中一氧化碳(CO)、挥发性有机物(VOCs)、甲醛(HCHO)、二氧化碳(CO₂)及细菌总数进行检测分析,为银川市幼儿园室内空气质量现状提供基础数据。[方法] 于2014年4月—6月采用随机抽样的方法抽取银川市某区15所幼儿园45间教室,采用GXH-3010/3011便携式红外线CO、CO₂仪、RAE systems Inc挥发性有机化合物检测仪、4160-19.99型HCHO分析仪分别检测幼儿园室内空气中CO、CO₂、VOCs、HCHO含量;采用柯赫沉降法测定幼儿园室内空气中细菌总数,并依据GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》对检测数据进行评价。[结果] 银川市某区15所幼儿园45间教室室内空气中CO₂极大值为0.122%,是GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》($<0.1\%$)的1.22倍;HCHO极大值为0.107 mg/m³,是国家标准(<0.1 mg/m³)的1.07倍。CO极大值为1.000 mg/m³(国家标准 <1.0 mg/m³);VOCs极大值为0.125 mg/m³(国家标准 <0.6 mg/m³);细菌总数极大值为7.4 cfu/皿(国家标准 <45 cfu/皿)。公办幼儿园室内VOCs含量[$M(P_{25}\sim P_{75})$]为0.016(0.008~0.044) mg/m³,与民办幼儿园[0.003(0.000~0.007) mg/m³]比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。[结论] 银川市部分幼儿园室内空气质量较好,但极少数幼儿园室内HCHO、CO₂含量超标,应引起重视并采取综合控制措施。

关键词: 幼儿园;室内空气质量;甲醛;挥发性有机物;一氧化碳;二氧化碳;细菌总数

Indoor Air Quality of 15 Kindergartens in a District of Yinchuan DE Xiao-ming¹, GUO Da-wei¹, HU Ming-ming², ZHANG Ya-juan¹, LI Ling¹, LI Hong-hui¹, LI Li-ping¹ (1. Labor Hygiene and Environment Hygiene Department, School of Public Health, Ningxia Medical University, Ningxia 750004, China; 2. Public Health Division, Yinchuan Center for Disease Control and Prevention, Ningxia 750021, China) · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To provide basic data of kindergarten indoor air quality in Yinchuan City through the detection and analysis of carbon oxide (CO), carbon dioxide (CO₂), formaldehyde (HCHO), volatile organic compounds (VOCs), and total bacteria count in 15 kindergartens in a district of Yinchuan. [Methods] From April to June 2014, we selected 45 classrooms of 15 kindergartens in Yinchuan by random sampling method. CO, CO₂, VOCs, HCHO in air were measured using portable infrared CO/CO₂ analyzer (Model GXH-3010/3011), VOC detector (RAE systems Inc), and HCHO analyzer (Model 4160-19.99), respectively. Koch's settlement method was used to estimate total bacteria count in indoor air. The test results were evaluated according to the *Indoor Air Quality Standard* (GB/T 18883-2002). [Results] In the 45 selected classrooms of 15 kindergartens in Yinchuan City, the maximum of CO₂ was 0.122%, 1.22 folds of the CO₂ limit by the *Indoor Air Quality Standard* (GB/T 18883-2002) ($<0.1\%$); the maximum of HCHO was 0.107 mg/m³, 1.07 folds of the national HCHO limit (<0.1 mg/m³); the CO maximum was 1.000 mg/m³ (national standard limit, <1.0 mg/m³); the VOCs maximum was 0.125 mg/m³ (national standard limit, <0.6 mg/m³); the maximum of total bacteria count was 7.4 cfu/plate (national standard limit, <45 cfu/plate). Statistical difference in indoor VOCs was identified between state-run [$M(P_{25}\sim P_{75})$, 0.016(0.008-0.044) mg/m³] and private kindergartens [0.003(0.000-0.007) mg/m³] ($P<0.05$). [Conclusion] The indoor air quality of selected kindergartens in Yinchuan City is generally good, but the levels of HCHO and CO₂ exceed the national standards in a few kindergartens, which requires more attention and comprehensive control measures.

Key Words: kindergarten; indoor air quality; formaldehyde; volatile organic compound; carbon monoxide; carbon dioxide; total bacteria count

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14685

[作者简介] 德小明(1965—),男,硕士,副教授;研究方向:环境有害因素对健康的影响;E-mail: dexm1965@163.com

[作者单位] 1. 宁夏医科大学公共卫生学院劳动卫生与环境卫生学系,宁夏 750004; 2. 银川市疾病预防控制中心公共卫生科,宁夏 750021

目前,室内空气污染问题在世界各地均较普遍,在发展中国家尤为突出。室内空气污染物包括4类:物理性污染物(噪声、非电离辐射)、化学性污染物[一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)],生物性污染物(细菌、

真菌、尘螨)以及放射性污染物(氡)。国内相关研究表明,室内空气中的挥发性有机化合物(volatile organic compounds, VOCs)是造成儿童哮喘、儿童白血病、儿童后天心脏疾患的重要原因之一^[1-4];甲醛(HCHO)对人类健康的影响在室内环境中最为突出,是不良建筑物综合征(sick building syndrome, SBS)明确的危险因素之一, HCHO暴露与中枢神经系统反应,眼、鼻、喉刺激症状及皮肤过敏反应的发生有关联性^[5]。长期接触CO、CO₂会使人体神经系统及心血管系统发生异常,表现为头晕、头痛、心律不齐等^[6]。

儿童正处于生长和肺功能发育的关键时期,是对空气污染最敏感的人群。国内外研究显示,幼儿园是儿童学习生活的主要场所,学龄前儿童在幼儿园度过的时间约8h/d,幼儿园室内空气质量与儿童健康息息相关。迄今为止,关于幼儿园室内空气质量状况的调查国内鲜有报道,本研究对银川市某区15所幼儿园室内的空气质量进行了调查,为幼儿园室内空气质量状况提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

采用随机抽样的方法从银川市某区70所幼儿园中抽取15所(民办9所,公办6所),大班教室15间,中班教室15间,小班教室15间,共45个班级的教室。

1.2 检测指标

对幼儿园室内CO、VOCs、HCHO、CO₂及细菌总数进行测定。

1.3 检测方法

1.3.1 检测点的设置 参照GB/T 17220—1998《公共场所卫生监测技术规范》,按教室实际面积大小和布局设置监测点。采样点的数量根据监测的室内面积大小和现场情况确定, <50 m²的房间设置1~3个点; 50~100 m²设3~5个点; 100 m²以上至少设5个点。在对角线上或梅花式均匀分布。

1.3.2 室内空气污染物的测定 采用挥发性有机化合物检测仪(英国RAE Systems Inc)现场检测幼儿园室内空气中VOCs, GXH-3010/3011便携式红外线CO/CO₂分析仪(北京市华云分析仪器研究所有限公司)测定CO、CO₂水平; 采用4160-19.99型HCHO分析仪(美国Interscan公司)测定幼儿园室内空气HCHO的

污染水平。

根据柯赫沉降法对微生物进行采样,在离地1.0m(儿童呼吸带高度)打开皿盖,暴露培养基5 min,培养皿呈对角线布点分布。细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基, 37℃恒温培养48 h。根据平皿中的细菌菌落数,计算出平均菌落数。

1.4 评价方法

依据GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》对幼儿园室内空气中CO、VOCs、HCHO、CO₂、细菌总数的污染水平进行评价。

1.5 统计学分析

运用SPSS 17.0软件进行录入与统计分析。服从正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两样本 t 检验;不服从正态分布的计量资料用中位数 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示,组间比较采用成组设计两样本比较的秩和检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 幼儿园的室内空气质量状况

由表1可见,CO₂极大值为0.122%,是国家标准(<0.1%)的1.22倍;HCHO极大值为0.107 mg/m³,是国家标准(<0.1 mg/m³)的1.07倍。CO极大值为1.000 mg/m³(国家标准<10 mg/m³);VOCs极大值为0.125 mg/m³(国家标准<0.6 mg/m³);细菌总数极大值为7.4 cfu/皿(国家标准<45 cfu/皿),均符合国家标准。

表1 银川市某区幼儿园室内空气污染物检测结果($n=15$)

检测指标	极小值	极大值	测定值 [$M(P_{25} \sim P_{75})$ 或 $\bar{x} \pm s$]	GB/T 18883—2002 标准限值
CO(mg/m ³)	0.000	1.000	0.043(0.006~0.433)	10.00
VOCs(mg/m ³)	0.000	0.125	0.005(0.000~0.020)	0.60
HCHO(mg/m ³)	0.000	0.107	0.000(0.000~0.005)	0.10
CO ₂ (%)	0.007	0.122	0.061 ± 0.028	0.10
细菌总数(cfu/皿)	0.600	7.400	4.480 ± 1.899	45.00

2.2 幼儿园不同班级室内空气质量的比较

由表2可见,经统计学分析,大、中、小班教室的各项指标差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.3 公办幼儿园与民办幼儿园室内空气质量的比较

公办幼儿园室内VOCs含量高于民办幼儿园,差异有统计学意义($P<0.05$)。公办幼儿园与民办幼儿园室内CO、CO₂、HCHO、细菌总数比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表3。

表2 银川市某区幼儿园不同班级室内空气污染物检测结果比较($n=15$)

检测指标	小班	中班	大班	F/χ^2	P
CO[$M(P_{25}\sim P_{75})$, mg/m^3]	0.043(0.003~0.633)	0.074(0.003~0.433)	0.020(0.007~0.40)	0.141	0.932
VOCs[$M(P_{25}\sim P_{75})$, mg/m^3]	0.010(0.000~0.037)	0.003(0.000~0.020)	0.005(0.003~0.016)	0.803	0.669
HCHO[$M(P_{25}\sim P_{75})$, mg/m^3]	0.000(0.000~0.003)	0.000(0.000~0.007)	0.000(0.000~0.007)	0.088	0.957
CO ₂ ($\bar{x} \pm s$, %)	0.062 ± 0.028	0.058 ± 0.025	0.064 ± 0.038	0.125	0.883
细菌总数($\bar{x} \pm s$, cfu/皿)	4.578 ± 2.486	4.467 ± 3.177	4.244 ± 3.110	0.050	0.951

表3 银川市某区公办幼儿园与民办幼儿园室内空气质量比较($n=15$)

检测指标	公办幼儿园($n=6$)	民办幼儿园($n=9$)	Z/t	P
CO[$M(P_{25}\sim P_{75})$, mg/m^3]	0.037(0.002~0.233)	0.167(0.007~0.667)	-1.358	0.174
VOCs[$M(P_{25}\sim P_{75})$, mg/m^3]	0.016(0.008~0.044)	0.003(0.000~0.007)	-3.075	0.002
HCHO[$M(P_{25}\sim P_{75})$, mg/m^3]	0.000(0.000~0.000)	0.000(0.000~0.010)	-1.779	0.075
CO ₂ ($\bar{x} \pm s$, %)	0.069 ± 0.026	0.056 ± 0.029	0.813	0.372
细菌总数($\bar{x} \pm s$, cfu/皿)	3.741 ± 3.283	4.926 ± 2.269	2.427	0.127

3 讨论

本次调查银川市某区15所幼儿园45间教室空气中CO、VOCs、HCHO、CO₂含量以及细菌总数发现,某幼儿园小班CO₂含量为0.122mg/m³,是国家标准的1.22倍,其原因为教室室内面积过小,教室内儿童较多导致CO₂蓄积。某幼儿园小班HCHO含量为0.107mg/m³,是国家标准的1.07倍,其原因是该幼儿园近1年内为教室购置大量木质家具,使其在教室空气中释放大量HCHO。不同班级室内空气质量的比较中,各班教室空气中的CO、VOCs、HCHO、CO₂、细菌总数差异均无统计学意义。

本次研究的局限性主要有以下两方面:(1)本次研究监测的污染物主要来源是室内,未考虑大气污染物浓度及其时空变异性对研究结果的影响。(2)由于监测仪器及监测人员等监测条件的限制,本次研究现场监测无法同步实施,造成室内污染物浓度可能受室内温度、湿度的影响,导致研究结果存在一定的误差。为此,本项目实施过程中,对室内污染物的监测与取样均在同一季节(春季)同一时间(上午10时左右)进行,以尽可能降低其室内温、湿度对结果的影响。

儿童处于一个生长特殊阶段,对空气中各种污染物更为敏感,无论是公办幼儿园还是民办幼儿园,都

应重视幼儿园的室内空气质量,以保证儿童在幼儿园内健康成长。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] 丁文清,王泽清,马彦燕,等.室内挥发性有机化合物污染与儿童哮喘关系的研究[J].环境与健康杂志,2012,29(7):632-634.
- [2] 刘岚.室内环境污染对人体健康的危害与防护[J].职业与健康,2007,23(5):370.
- [3] 孙晓东,柴忆欢,邓海贞,等.儿童白血病发病因素调查研究[J].中国航天医药杂志,2003,5(6):1-3.
- [4] 董小艳,徐东群.室内空气中挥发性有机化合物的污染现状及监测和评价方法[J].国外医学:卫生学分册,2007,34(3):149.
- [5] 邵玉普.甲醛污染及毒性研究进展[J].河南职工医学院学报,2013,24(4):534.
- [6] 余秉良,张恒太,牟晓非,等.低浓度一氧化碳对人体生理功能的影响[J].航天医学与医学工程,1997,10(5):328-332.

(收稿日期:2014-10-21)

(英文编辑:汪源;编辑:张晶;校对:洪琪)