

成都市小学生雾霾天气因病缺课及影响因素分析

郭正梅, 刘艳, 高绪芳, 鹿茸, 杜楠

四川省成都市疾病预防控制中心环境与学校卫生科, 610041

【摘要】 目的 探索空气污染与小学生因病缺课之间的关系, 为定量评估空气污染相关指标对小学生因病缺课发生的影响提供参考。方法 在成都市选取重污染 A 区、轻污染 B 区和农村对照 C 区作为研究地点, 采用整群随机抽样方法, 选择 2 066 名三至五年级小学生为研究对象, 采用问卷对小学生健康影响因素和因病缺课情况进行调查。结果 A、B 和 C 区小学生雾霾期间因病缺课率分别为 2.64‰、5.32‰、0.73‰, 因病缺课发生率分别为 2.64%、2.61% 和 0.82%, 3 个监测点之间差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 39.02、7.88, P 值均 < 0.05)。以 12 月 20—25 日为高峰段, 经检验高峰前(4.4‰)、高峰段(4.8‰)和高峰后(1.3‰)的小学生因病缺课率差异有统计学意义($F = 3.46, P = 0.04$)。Logistic 回归模型显示, PM_{2.5} 质量体积浓度对因病缺课的效应在滞后 0 d(Lag0)时最大, PM_{2.5} 每升高 1 级, 对因病缺课的 OR 值为 1.38(95%CI = 1.07~1.79); 多污染物 Logistic 回归模型显示, PM_{2.5} 分级和自燃煤取暖是小学生因病缺课发生的危险因素, PM_{2.5} 分级越高, 小学生因病缺课发生的风险越高(OR = 1.44, 95%CI = 1.09~1.89); 与无取暖相比, 自燃煤取暖对是否因病缺课影响的 OR 值为 8.18(95%CI = 2.41~27.85)。结论 空气污染是小学生人群因病缺课发生的影响因素, 采取措施治理大气污染对保护学龄儿童身体健康发育至关重要。

【关键词】 环境污染; 疾病; 缺勤; 学生; 因素分析; 统计学

【中图分类号】 G 637.8 R 179 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)11-1678-04

Analysis of influential factors and absenteeism caused by diseases in the fog and haze weather among primary school students in Chengdu/GUO Zhengmei, LIU Yan, GAO Xufang, LU Rong, DU Nan. Chengdu Municipal Center for Disease Control and Prevention, Chengdu(610041), China

【Abstract】 Objective To explore the relationship between air pollution and the occurrence of absent because of illness in primary school students, and to quantitatively assess the impact of air pollution related indicators on the occurrence of absent because of illness in primary school students. **Methods** A cross-sectional study was conducted in area A, area B and rural control area C with different levels of air pollution in Chengdu. Using a cluster sampling method, we recruited 2 066 students in grades 3-5 from 1 primary schools in each area. The influential factors of primary school students' health and the occurrence of absent because of illness were investigated by using questionnaire. **Results** In area A, area B and area C, the rates of absent because of illness were 2.6‰, 5.3‰ and 0.7‰, respectively, and the incidences of absent because of illness were 2.64%, 2.61% and 0.82%, respectively, the differences were statistically significant among the three monitoring stations($P < 0.05$). Furthermore, the rate of absent because of illness before the peak, during the peak(between December 20 to 25) and after the peak was 4.4‰, 4.8‰ and 1.3‰, respectively, the differences were statistically significant among the three monitoring periods($F = 3.46, P = 0.04$). In single-pollutant model, the effect of PM_{2.5} concentration on the rate of absent because of illness was the strongest in lagged 0 day (lag 0), and OR was 1.38 (95%CI = 1.07-1.79) with rise of one level for PM_{2.5} classification. In multi-pollutant model, the PM_{2.5} classification and coal heating were the risk factors of primary school students absent from classes because of illness, the higher the level of PM_{2.5}, the greater the risk of being absent from classes among primary school students(OR = 1.44, 95%CI: 1.09-1.89). Compared with no heating, the effect of the coal heating on the rate of absent because of illness elevated, and the OR was 8.18 (95%CI = 2.41-27.85). **Conclusion** Air pollution affected the occurrence of absent because of illness in primary school students. Measures should be taken to control air pollution for the sake of the healthy development of school-age children.

【Key words】 Environment pollution; Disease; Absenteeism; Students; Factor analysis, statistical

近年来,PM_{2.5} 对人类健康,尤其是对呼吸系统的影响逐渐成为国内外的研究热点之一^[1-2]。与成年人相比,处于生长发育期的儿童所特有的生物学特性

(如肺和免疫系统尚未成熟、呼吸频率更高、呼吸道更狭窄)和行为(如在户外活动的时间和运动量更多),决定了他们暴露于被污染的空气时发生疾病的风险会更高,对环境污染物的损害也更为敏感^[3]。本研究收集了成都市雾霾期间每日的空气样品,通过 PM_{2.5} 切割采样器计算出空气样品 PM_{2.5} 质量体积浓度,探索空气污染相关指标与小学生因病缺课发生之间的关系,并定量评估其对小学生因病缺课发生的影响,

【基金项目】 安装新风系统后教室健康相关指标的综合评价项目(20170107)。

【作者简介】 郭正梅(1988-),女,贵州省人,硕士,中级医师,主要从事环境与学校卫生管理工作。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.11.021

报道如下。

1 资料来源与方法

1.1 资料来源 根据国家卫生计生委办公厅 2017 年 4 月 20 日印发的《关于做好 2017 年全国饮水和环境卫生监测工作的通知》(国卫办疾控函[2017]395 号)及四川省卫生计生委办公室 2017 年 2 月 15 日印发的《2017 年中央补助重点疾病预防控制项目资金实施方案的通知》(川卫办发[2017]33 号),按照国家空气污染对人群健康影响监测项目监测点选择条件,确定成都市设置 3 个监测点,分别为重污染区 A 区东城根小学、轻污染区 B 区中和小学和农村对照区 C 区太清博世九年制学校。在 2017 年 10—12 月期间,完成小学生健康调查表 1 次,共调查 2 066 人;2017 年 12 月 19 日至 2018 年 1 月 2 日期间,完成连续调查小学生因病缺课调查表 15 d,共 30 990 人(次)。经过数据清理,最终进入分析的小学生健康调查表 2 066 份,小学生因病缺课调查表 30 990 人(次)。被调查小学生平均年龄约 9 岁,男生占 51.16%,三年级学生较多(69.89%),年龄、年级分布在各监测点之间的差异有统计学意义(P 值均 <0.01)。

1.2 方法

1.2.1 监测点和监测方法 全市设置 3 个 PM_{2.5} 采样点。采样时间和频率为 2017 年 12 月 19 日至 2018 年 1 月 2 日期间,当某日 9:00 当地气象部门报告 AQI (Air Quality Index, 空气质量指数) >200 时,启动应急采样机制,采集霾日当天的空气样品,采样时间为每日 11:00 至次日 10:00,采样时间 23 h,每天采集 1 张石英纤维滤膜。通过 PM_{2.5} 切割采样器,以恒速抽取定量体积空气,使环境空气中 PM_{2.5} 被截留在已知质量的滤膜上,根据采样前后滤膜的重量差和采样体积,计算出 PM_{2.5} 质量体积浓度。

1.2.2 问卷调查 采用整群随机抽样方法,选择监测点学校三至五年级小学生进行问卷调查。小学生健康影响调查表主要内容为学生基本情况、生活居住环境相关情况和健康状况。调查采用自愿参加的原则,于调查开始时,在签署知情同意后,采用家长会的形式以班级为单位,由调查员统一讲解问卷,由学生和家長如实填写,调查员巡视指导,也可让学生将问卷带回家由家長填写。小学生因病缺课调查表主要条目内容为今天是否患过疾病[呼吸系统疾病、传染性疾病、其他(如过敏性皮炎)]和当日是否因病缺课。由学生在班主任的指导下,当被调查对象在调查期间出现疾病症状时,由被调查对象根据自己的症状和疾病情况如实填写。在开始调查前选择和培训调查员,进行 1 次预调查,在调查过程中,现场调查员检查核实每份问卷并签字,问卷审核员及时完成所做问卷的审核,对于出现缺项、漏项、错项等问题的问卷及时返回纠错和重填,复核人员负责全部问卷的督导检查

5%的复核。

1.2.3 相关定义 因病缺课率定义为因病缺课学生总人数/应授课学生总人数 $\times 10000\%$,因病缺课发生率定义为因病缺课学生总人数/应授课学生总人数 $\times 100\%$ 。

1.3 统计学分析 利用 EpiData 3.1 建立数据库,运用 SAS 9.4 软件进行统计分析。首先进行单污染物 Logistic 回归分析,考虑污染物 PM_{2.5} 的滞后(Lag)效应,选择滞后 1~3 d 进行分析,由此确定 PM_{2.5} 对因病缺课影响最强的滞后时间。然后将确定的效应最强滞后时间的 PM_{2.5} 纳入多污染物 Logistic 回归分析。定量资料的描述使用均数、标准差、中位数和四分位数间距,分类指标的描述用例数及百分数。定量资料的组间比较采用方差分析或 $K-W$ 秩和检验,分类数据采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法,检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 小学生基本情况 被试中,有 47.97% 的学生家周围 100 m 内存在环境污染,有近 50% 的学生住房与主要交通干道(双向四车道)相距在 150 m 以内,有 13.70% 现在居住的房屋最近 3 年之内装修过,14.57% 现在居住的房屋最近 1 年购置过床、衣柜等大件家具,被动吸烟者约占 20%,62.49% 的学生家庭主要取暖方式是电供暖(电炉/空调等),69.31% 家庭冬季做饭主要用天然气,75.36% 家庭做饭时使用排油烟机或排风扇,31.56% 家庭目前家里养宠物(指猫、狗、鸟类等),54.55% 家里使用跟空气污染有关的化学品,21.06% 的家庭有空气净化器;生活居住环境中,除最近 3 年内居住的房屋是否装修过各监测点之间的差异无统计学意义外,其他项目各监测点之间的分布差异均有统计学意义(P 值均 <0.01)。被调查的所有小学生中,有 34.41% 具有现病史,17.38% 具有过敏史(对食物、药物、花粉、尘埃、尘螨、日用化学品等物质过敏),32.67% 具有既往病史,43.27% 具有家族史,且各项目在监测点之间的差异均有统计学意义(P 值均 <0.01)。见表 1。

2.2 PM_{2.5} 质量体积浓度 2017 年 12 月 19—31 日期间的 PM_{2.5} 质量体积浓度基本均在 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上,与《环境空气质量标准(GB 3095—2012)》^[4] 环境空气功能区二类区适用二级 PM_{2.5} 质量体积浓度限值 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 比较,超标率 100%;2017 年 12 月 22 日出现 PM_{2.5} 质量体积浓度高峰,之后在 25 日出现次高峰,整体呈现多峰波动的形式,3 个不同区域 PM_{2.5} 质量体积浓度总体差异无统计学意义($F = 0.43, P = 0.66$)。以 12 月 20—25 日为高峰段,经检验,高峰前、高峰段和高峰后的 PM_{2.5} 质量体积浓度总体差异有统计学意义($F = 11.63, P < 0.01$)。见图 1。

表 1 不同监测点小学生各调查项目检出情况

监测点	人数	家周围		住房与主要		冬季做饭主要燃料					
		≥100 m 内存 在环境污染	交通干道相距<150 m	<20 m	20~<150 m	煤	天然气	液化气	管道煤气	电力	秸秆
A	683	368(53.88)	94(13.76)	353(51.68)	3(0.44)	623(91.22)	12(1.76)	28(4.10)	17(2.48)	0	
B	652	289(44.33)	98(15.03)	202(30.98)	1(0.15)	605(92.79)	9(1.39)	23(3.53)	13(1.99)	1(0.15)	
C	731	334(45.69)	126(17.24)	130(17.78)	35(4.79)	204(27.91)	150(20.52)	31(4.24)	194(26.54)	61(8.34)	
合计	2 066	992(47.97)	318(15.39)	685(33.16)	39(1.89)	1 432(69.31)	171(8.28)	82(3.97)	224(10.84)	62(3.00)	
χ^2 值		14.55		191.31					1 003.00		
P 值		<0.01		<0.01					<0.01		

监测点	人数	每周被动吸烟天数/d				主要取暖方式				做饭时使用排油 烟机或排风扇
		<1	1~2	3~5	>5	户式燃 气式暖气	自然煤取暖	电供暖	集中供暖	
A	683	37(5.42)	25(3.66)	59(8.64)	8(1.17)	33(4.83)	4(0.59)	536(78.48)	1(0.14)	670(98.10)
B	652	65(9.97)	42(6.44)	20(3.07)	18(2.76)	41(6.29)	5(0.77)	416(63.80)	6(0.92)	638(97.85)
C	731	100(13.68)	19(2.60)	19(2.60)	53(7.25)	62(8.48)	27(3.69)	339(46.37)	7(0.96)	249(34.06)
合计	2 066	202(9.78)	86(4.16)	98(4.74)	79(3.82)	136(6.58)	36(1.74)	1291(62.49)	14(0.68)	1557(75.36)
χ^2 值				175.47				171.07		1 039.27
P 值				<0.01				<0.01		<0.01

监测点	人数	房屋最近 3 年 之内装修过	房屋最近 1 年购置过 大件家具	家里养宠物	家里使用 跟空气污染 有关的化学品	家里有空 气净化器	现病史	过敏史	既往病史	家族史
B	652	75(11.50)	48(7.36)	103(15.80)	279(42.79)	170(26.07)	190(29.14)	129(19.79)	192(29.45)	277(42.48)
C	731	114(15.60)	163(22.30)	476(65.12)	438(59.92)	76(10.40)	138(18.88)	65(8.89)	98(13.41)	277(37.89)
合计	2 066	283(13.70)	301(14.57)	652(31.56)	1132(54.55)	435(21.06)	711(34.41)	359(17.38)	675(32.67)	894(43.27)
χ^2 值		4.89	63.36	593.85	53.13	77.83	228.196	61.17	300.78	20.57
P 值		0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

注:()内数字为检出率/%。

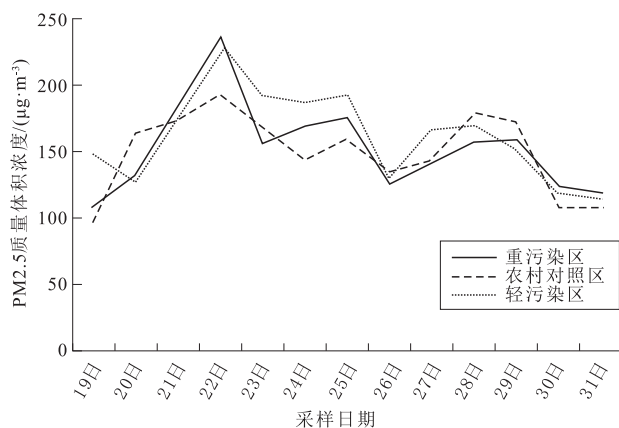


图 1 3 个采样点每日 PM2.5 质量体积浓度分布

2.3 不同区域雾霾期间小学生因病缺课发生情况

A、B 和 C 区小学生雾霾期间因病缺课率分别为 2.64%、5.32%、0.73%，各监测点之间差异有统计学意义($\chi^2 = 39.02, P < 0.01$)；因病缺课发生率分别为 2.64%、2.61% 和 0.82%，各监测点之间差异有统计学意义($\chi^2 = 7.88, P = 0.01$)。此外，以 12 月 20—25 日为高峰段，经检验高峰前(4.4%)、高峰段(4.8%)和高峰后(1.3%)的小学生因病缺课率差异有统计学意义($F = 3.46, P = 0.04$)。

2.4 空气污染对小学生因病缺课的影响

2.4.1 单污染物 Logistic 回归分析 将 PM2.5 质量体积浓度在 $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下时依据《环境空气质量标准(GB 3095—2012)》^[4] 分级, $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上时依据《成都市重污染天气卫生应急预案(2017 年 11 月修

订)》^[5] 分级, 共分成 0~35, 36~75, 76~115, 116~150, 151~250, 251~350 和 $>350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 个级别, 将 PM2.5 分级纳入以是否因病缺课为因变量的单污染物 Logistic 回归分析中, 考虑其不滞后或滞后 1~3 d 的效应, 结果显示, PM2.5 每升高 1 级, PM2.5 对不滞后、滞后 1~3 d 是否因病缺课影响的 OR 值分别为 1.51 (95% CI = 1.17~1.94)、1.21 (95% CI = 0.98~1.50)、1.01 (95% CI = 0.84~1.23) 和 1.12 (95% CI = 0.92~1.36), PM2.5 对是否因病缺课影响的最大效应呈现在 0 d 的效应。

2.4.2 多污染物 Logistic 回归分析 采用多元 Logistic 回归分析方法, 以是否因病缺课作为因变量(是赋值 1, 否赋值 0), 以性别(女=0, 男=1)、年龄(连续变量)(否=0, 是=1)、现病史(否=0, 是=1)、既往病史(否=0, 是=1)、家族史(否=0, 是=1)、过敏史(否=0, 是=1)、家里养宠物(否=0, 是=1)、家里使用和空气污染有关的化学品(否=0, 是=1)、每周被动吸烟(基本没有=1, <1 d=2, 1~2 d=3, 3~5 d=4, >5 d=5)、居住房屋周围 100 m 内存在环境污染、居住房屋与主要交通干道距离(<20 m=1, 20~150 m=2, >150 m=3)、现在居住的房屋最近 3 年是否装修过(否=0, 是=1)、现在居住的房屋最近 1 年是否购置过床或衣柜之类大件家具(否=0, 是=1)、做饭时是否使用排油烟机或排风扇(否=0, 是=1)、是否有空气净化器(否=0, 是=1)、取暖方式和燃料类型为自变量。其中, 取暖方式和燃料类型为多分类无序变量, 采用设置哑变量的方式进行分析, 将 Lag0 PM2.5 分级纳入上述模型分析。

模型总体检验结果有统计学意义 ($P < 0.01$), 年龄、居住房屋与主要交通干道距离、现在居住的房屋最近 1 年是否购置过大件家具是小学生因病缺课发生的保护因素, 其对因病缺课影响 OR 值分别为 0.52 ($95\% CI = 0.37 \sim 0.72$)、0.67 ($95\% CI = 0.49 \sim 0.92$) 和 0.29 ($95\% CI = 0.09 \sim 0.95$); $PM_{2.5}$ 分级和自燃煤取暖是小学生因病缺课发生的危险因素, $PM_{2.5}$ 分级每升高 1 级, 因病缺课发生的概率是不发生的 1.44 倍 ($OR = 1.44, 95\% CI = 1.09 \sim 1.89$); 与无取暖相比, 自燃煤取暖对因病缺课影响的 OR 值为 8.18 ($95\% CI = 2.41 \sim 27.85$)。

3 讨论

调查结果显示, 重污染区、轻污染区和农村对照区小学生雾霾期间因病缺课率分别为 2.64%、5.32%、0.73%, 污染区小学生雾霾期间因病缺课率 (3.9%) 大于熊华威等^[6] (1.2%)、钱红丹等^[7] (1.4%) 和李思齐等^[8] 的研究 (3.0%); 轻污染区小学生雾霾期间因病缺课率大于张玲玲等^[9] 在 2011—2015 学年发现的小学生因病缺课率 (4.2%、3.0%、3.7%、4.7% 和 4.4%)。可见雾霾对小学生因病缺课的发生有着至关重要的作用。

大量研究显示, 大气颗粒物特别是 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的污染对儿童呼吸系统和肺功能均可产生一定的健康影响^[10-12]。本研究发现, 在雾霾天气, $PM_{2.5}$ 分级越高, 小学生因病缺课发生的风险越高。究其原因, 一方面大气颗粒物特别是 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的污染已被证实可引发支气管痉挛, 使呼吸道阻力增加, 从而减缓肺部空气的流速, 致使肺通气功能下降, 发展到严重阶段可出现换气功能障碍, 甚至造成呼吸系统急慢性疾病^[10-11]; 钱红丹等^[13] 研究发现, $PM_{2.5}$ 质量体积浓度与学生缺课人次呈正相关, 与因呼吸系统疾病缺课的人次数之间也呈正相关; 而张喆等^[14] 研究发现, $PM_{2.5}$ 日均质量体积浓度每增加 $1 \mu g/m^3$, 小学生因呼吸系统症状缺课率上升 0.54%; 安凤妹等^[15] 研究发现, 在均衡小学生的个人生理因素、家庭因素和室内空气污染因素后, 工业区、商业区、交通区、清洁区因病缺课率分别为 32.6%、30.2%、40.1%、24.8%, 表明大气污染越重, 小学生因病缺课率越高。另一方面, 处于生长发育期的儿童具有的特定生物学特性和行为决定了他们暴露在污染空气中时, 发生疾病的风险会更高^[3]。

与无取暖相比, 自燃煤取暖对是否因病缺课影响的 OR 值为 8.18, 可能与自燃煤会产生大量的粉尘和烟雾有关; 此外, 年龄、家与主要交通干道距离、现在居住的房屋最近 1 年是否购置过大件家具是小学生因

病缺课发生的保护因素。究其可能原因如下: (1) 阶段年龄大一些的小学生抵抗力更强有关; (2) 家与主要交通干道相距越远, 接触汽车尾气的量越少, 所以家与主要交通干道距离是小学生因病缺课发生的保护因素; (3) 现在居住的房屋最近 1 年购置过大件家具是小学生因病缺课发生的保护因素, 可能与未将购置家具的环保性能、家庭经济因素等一些潜在混杂因素考虑进方案设计有关。建议进行更加深入的研究, 继续加强空气质量监测, 采取综合措施治理大气污染, 保障中小学生的身心健康。

4 参考文献

- [1] WEICHENTHAL S A, GODRI-POLLITT K, VILLENEUVE P J. $PM_{2.5}$ oxidant defence and cardiorespiratory health: a review [J]. Environ Health, 2013, 12(40): 1-8.
- [2] RODOPOULOU S, CHALBOT M C, SAMOLI E, et al. Air pollution and hospital emergency room and admissions for cardiovascular and respiratory diseases in Dona Ana County, New Mexico [J]. Environ Res, 2014, 2(129): 39-46.
- [3] SUWANWAIPHATTHANA W, RUANGDEJ K, TURNET-HENSON A. Outdoor air pollution and children's health [J]. Pediatr Nurs, 2010, 36(1): 25-32.
- [4] 成都市卫生和计划生育委员会. 成都市卫生和计划生育委员会关于印发《成都市重污染天气卫生应急预案(2017 年 11 月修订)》的通知 [EB/OL]. [2018-05-02]. http://www.cd-wjw.gov.cn/cd-wjw/wjcy/2018-05/02/content_223e4ea44a4f4fb5a524ce4ad624bd5a_shtml.
- [5] 环境保护部. 环境空气质量标准 GB 3095—2012 [EB/OL]. [2016-06-29]. <http://www.gb688.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=7129-D4B098DDF98D22A359991DA198B5>.
- [6] 熊华威, 王赞, 吴宇, 等. 深圳市 2014—2015 学年中小学生学习因病缺课监测情况分析 [J]. 实用预防医学, 2017, 24(11): 1374-1377.
- [7] 钱红丹. 2011—2014 学年无锡市中小学生学习因病缺课监测结果分析 [J]. 中国校医, 2016, 30(3): 167-169.
- [8] 李思齐, 温雅, 文艳群, 等. 2016 学年成都市成华区年中小学生学习因病缺课监测结果分析 [J]. 职业卫生与病伤, 2018, 33(1): 18-21.
- [9] 张玲玲, 宣国, 俞丹丹. 上海金山区中小学生学习因病缺课监测分析 [J]. 中国学校卫生, 2018, 39(6): 955-957.
- [10] 刘国红, 彭朝琼, 余淑苑, 等. 不同空气污染地区小学生肺功能分析 [J]. 卫生研究, 2010, 39(4): 459-461.
- [11] 刘国红, 彭朝琼, 黄广文, 等. 深圳市 2002—2005 年大气污染物浓度与气象因素的关系研究 [J]. 现代预防医学, 2008, 35(15): 2855-2857.
- [12] 计明红, 潘家华, 吕勇, 等. 合肥市 6~12 岁健康小学生肺功能指标及其相关因素的调查 [J]. 安徽医药, 2008, 12(1): 31-32.
- [13] 钱红丹, 朱迅, 张熙, 等. 2016 年江苏省无锡市空气中 $PM_{2.5}$ 浓度与学生缺课的相关关系 [J]. 医学动物防制, 2018, 34(6): 601-603.
- [14] 张喆, 虞瑾, 罗春燕, 等. 上海市中小学生学习因病缺课与大气污染物的关联 [J]. 环境与职业医学, 2018, 35(1): 29-32.
- [15] 安凤妹, 高红霞, 王茜, 等. 唐山市不同大气污染区中小学生学习因病缺课情况分析 [J]. 中国学校卫生, 2010, 31(7): 820-821.

收稿日期: 2018-07-06; 修回日期: 2018-09-17