

论著·临床研究

重庆市主城区大气污染对学龄儿童 呼吸系统健康的影响

范明月¹ 唐旭¹ 黄为² 代华¹ 刘星灿¹ 夏茵茵¹
孟盼¹ 张瑞源¹ 郭玉明³ 程淑群¹

(1. 重庆医科大学公共卫生与管理学院, 重庆 400016;

2. 重庆市疾病预防控制中心, 重庆 400016;

3. 澳大利亚昆士兰大学公共卫生学院, 昆士兰州 澳大利亚)

【摘要】 目的 了解重庆市主城区大气污染对学龄儿童呼吸系统健康的影响。**方法** 根据2010~2015年重庆市环保局网站的大气污染数据划分重庆市主城区为污染区和清洁区。按照整群抽样的方法, 选择分别位于清洁区、污染区的2所小学3~4年级的儿童共695人为研究对象, 其中清洁区313名, 污染区382名。对两区儿童进行肺功能检测, 并采用美国流行病学标准问卷(AST-DLD-78-C)对两区儿童呼吸系统疾病和症状发生情况进行调查。**结果** 在春夏秋冬四个季节污染区环境大气污染物可吸入颗粒物(PM_{10})、细颗粒物($PM_{2.5}$)、氮氧化物(NO_x)浓度均高于清洁区($P<0.05$)。运用多因素logistic回归模型控制混杂因素后, 污染区儿童咳嗽($OR=1.644$)、感冒时咳嗽($OR=1.596$)、感冒时咯痰($OR=2.196$)、持续性咯痰($OR=1.802$)、喘鸣($OR=2.415$)的发生的危险性高于清洁区儿童($P<0.05$)。清洁区女童和男童的用力肺活量、1s用力呼气容积均高于污染区($P<0.05$)。**结论** 重庆市主城区大气污染与学龄儿童一些呼吸系统症状的发生增加有关, 并对儿童肺功能有一定的影响。

【中国当代儿科杂志, 2017, 19(4): 436-440】

【关键词】 空气污染; 呼吸系统疾病; 症状; 肺功能; 学龄儿童

Effect of air pollution on respiratory health in school-aged children in the main urban area of Chongqing, China

FAN Ming-Yue, TANG Xu, HUANG Wei, DAI Hua, LIU Xing-Can, XIA Yin-Yin, MENG Pan, ZHANG Rui-Yuan, GUO Yu-Ming, CHENG Shu-Qun. School of Public Health and Management, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China (Cheng S-Q, Email: 871222238@qq.com)

Abstract: Objective To investigate the effect of air pollution on respiratory health in school-aged children in the main urban area of Chongqing, China. **Methods** The main urban area of Chongqing was divided into polluted area and clean area according to the air pollution data shown on the Environmental Protection Agency Website of Chongqing between 2010 and 2015. A cluster sampling method was used to select 695 third- or fourth-grade children from 2 primary schools in the clean or polluted area as study subjects, with 313 children from the clean area and 382 children from the polluted area. Pulmonary function was examined for all children and a standard American epidemiological questionnaire (ATS-DLD-78-C) was used to investigate the prevalence of respiratory diseases and symptoms. **Results** Compared with the clean area, the polluted area had significantly higher concentrations of inhalable particles (PM_{10}), fine particulate matter ($PM_{2.5}$), and nitric oxide (NO_x) ($P<0.05$). The multivariate logistic regression analysis was performed after adjustment for confounding factors, and the results showed that compared with those in the clean area, the children in the polluted area had significantly higher risks of cough ($OR=1.644$), cough during cold ($OR=1.596$), expectoration during cold ($OR=2.196$), persistent expectoration ($OR=1.802$), and wheezing ($OR=2.415$). The boys and girls in the clean area

【收稿日期】2016-11-01; 【接受日期】2017-01-10

【基金项目】国家自然科学基金项目(81502777); 重庆市科委自然科学基金计划资助项目(cstc2015jcyjA10032); 重庆市教委科学技术研究项目(KJ1400231); 重庆市卫生计生委科研项目(20142109); 重庆市渝中区科技计划项目(20130126)。

【作者简介】范明月, 女, 硕士研究生。

【通信作者】程淑群, 女, 副教授。

had significantly higher forced vital capacity and forced expiratory volume in one second than those in the polluted area ($P<0.05$). **Conclusions** Air pollution in the main urban area of Chongqing is associated with the increased prevalence of respiratory symptoms in school-aged children and has certain effect on children's pulmonary function.

[Chin J Contemp Pediatr, 2017, 19(4): 436-440]

Key words: Air pollution; Respiratory disease; Symptom; Pulmonary function; School-aged child

近年来,环境大气污染与健康效应问题逐渐引起人们的广泛关注。流行病学和动物实验研究均表明,空气污染对机体的呼吸系统产生急性或者慢性不良影响^[1-2]。学龄儿童免疫系统功能尚未发育完全,对外界不良因素抵抗能力较弱^[3],因其处于生长发育期,未受到吸烟、职业因素等其他干扰因素影响,呼吸系统及肺功能状况可较好反映大气污染的影响水平。重庆由于其群山环绕,两江交汇的特殊地理环境和气象条件,造成污染物向远处输送、扩散都极其不利,易致地区局部污染严重,对儿童健康造成特异性的影响^[4]。目前大多相关研究仅针对经济发达地区和以煤烟型污染为主的地区,而针对如重庆一类有特殊地理情况与气象条件的地区的研究还未见报道,并且大多研究探讨的是环境大气污染对儿童呼吸系统疾病的影响,而同时探讨儿童肺功能与大气污染之间关系的研究较少。因此开展重庆主城区大气污染物及对儿童呼吸系统和肺功能的影响研究,可为提高城市空气质量,减轻城市大气环境污染提供理论基础,为保护儿童健康提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究地点

根据2010~2015年重庆市环保局网站(<http://www.cepb.gov.cn>)的大气污染数据,结合空气污染指数(API),选取南岸区、北碚区为清洁区($API<100$),渝中区、江北区($API\geq 100$)为污染区。空气污染物浓度数据来自于2015年重庆市环保局网站,因部分数据缺失,实际监测天数为325 d。

1.2 研究对象

采用随机整群抽样的方法,选取空气监测站半径500 m内的学校为调查点,可以较好地反映被调查学校的空气质量状况。在清洁区和污染区分别选取2所小学3~4年级的儿童(8~10岁)为调查对象进行问卷调查,共调查695名学生,其

中清洁区313名,污染区382名。

1.3 儿童呼吸系统疾病问卷调查

问卷采用美国胸科协会(American Thoracic Society, ATS)和美国国立心、肺和血液研究所肺部疾病部门(NHLI-DLD)共同研制的ATS-DLD-78-C自填式调查问卷进行调查。问卷内容包括儿童的一般情况、儿童的家庭情况、儿童父母的情况以及儿童呼吸系统疾病和症状流行情况等。呼吸系统疾病以县级及以上医院的诊断书为准。本研究开始前经重庆医科大学医学伦理委员会审查批准,学生家长在填写问卷前由培训合格的调查员现场培训,并签署知情同意书。

1.4 儿童肺功能检测

排除有先天发育异常和缺陷、先天性心肺疾病、哮喘、特异质等可能影响肺功能的儿童,在测量时排除有呼吸道症状的儿童。每次测量均严格按照医师示范操作进行,记录用力肺活量(FVC)(Micro Loop ML3535肺功能仪,德国)、1 s用力呼气容积(FEV1)(Micro Loop ML3535肺功能仪,德国)、最大呼气中期流量(MMEF)(Micro Loop ML3535肺功能仪,德国)、呼气中期瞬间流速(V50)(便携式多普勒流速仪,美国)、呼气后期瞬间流速(V75)(便携式多普勒流速仪,美国)5个参数。

1.5 质量控制

被调查地区的大气质量状况和API通过重庆市环保局网站获得,该数据可靠,可以较好地反映被调查地区的环境污染状况。在调查前对调查员进行培训,问卷收回后进行质量审核,不合格的要求重新填写,进行电话回访。在资料整理录入时采用EpiData 3.1软件进行逻辑纠错。

1.6 统计学分析

采用SPSS 18.0统计软件进行分析。利用logistic回归模型,以呼吸系统疾病或症状的发生情况为因变量,以清洁区为参照,在模型中调整可能的影响因素,比较两区儿童呼吸系统疾病及症状发生风险。计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)

表示, 组间两两比较采用两样本 t 检验; 计数资料用百分率 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 清洁区和污染区各季节大气质量状况及比较

由表1可知, 清洁区和污染区冬季环境大气中污染物浓度较高, 春、秋季次之, 夏季较低。

污染区大气污染物可吸入颗粒物 (PM_{10})、细颗粒物 ($PM_{2.5}$)、氮氧化物 (NO_x)、二氧化硫 (SO_2) 在四个季节的平均浓度均高于国家环境空气质量标准 (GB3095-2012) 二级标准^[5], 是该标准浓度限值的 1.54~4.03 倍不等。污染区大气环境中 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、 NO_x 四季浓度均显著高于清洁区 ($P < 0.05$)。与清洁区相比, 污染区 SO_2 浓度在春、夏、秋季差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但冬季 SO_2 浓度在两区之间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表1 2015年清洁区和污染区环境大气中污染物平均浓度 ($\bar{x} \pm s$, $\mu g/m^3$)

组别	PM_{10}				$PM_{2.5}$				NO_x			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
清洁区	78 ± 23	69 ± 8	45 ± 22	154 ± 21	53 ± 22	27 ± 5	46 ± 15	83 ± 21	80.3 ± 14.9	65.3 ± 2.5	69.6 ± 6.4	122.1 ± 21.3
污染区	146 ± 36	109 ± 13	126 ± 28	206 ± 20	94 ± 27	62 ± 7	87 ± 14	141 ± 23	102.7 ± 22.5	77.4 ± 5.3	82.3 ± 14.5	144.4 ± 23.8
t 值	-14.32	-23.58	-20.47	-13.37	-12.41	-36.61	-17.33	-16.49	-7.45	-20.05	-7.34	-6.27
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

续表1

组别	SO_2			
	春	夏	秋	冬
清洁区	75 ± 20	64 ± 3	73 ± 10	103 ± 25
污染区	98 ± 25	69 ± 5	79 ± 13	141 ± 31
t 值	-0.629	-6.51	-3.21	-8.41
P 值	0.41	0.35	0.17	<0.001

注: [PM_{10}] 可吸入颗粒物; [$PM_{2.5}$] 细颗粒物; [NO_x] 氮氧化物; [SO_2] 二氧化硫。

2.2 两区儿童基本情况的比较

本调查纳入 8~10 岁儿童共 695 人, 清洁区和污染区男女比例均接近 1:1。卡方检验显示, 两区厨房使用排烟系统、家庭成员吸烟及养猫、狗、鸟等宠物的构成情况不同, 差异具有统计学意义 ($P < 0.01$), 见表2。

表2 清洁区和污染区两区儿童基本情况 [n (%)]

变量	清洁区 ($n=313$)	污染区 ($n=382$)	χ^2 值	P 值
性别				
男	146(46.6)	187(49.0)	0.36	0.54
女	167(53.4)	195(51.0)		
年龄 (岁)				
8~	87(27.8)	112(29.3)	1.16	0.559
9~	123(39.3)	135(35.3)		
10	103(32.9)	135(35.3)		

续表2

变量	清洁区 ($n=313$)	污染区 ($n=382$)	χ^2 值	P 值
家庭月收入 (元)				
<5000	78(24.9)	110(28.8)	5.31	0.071
5000~10000	198(63.3)	210(55.0)		
>10000	37(11.8)	62(16.2)		
家庭采暖方式				
电热膜及点热导体	118(37.7)	134(35.1)	5.24	0.154
燃油、燃气、燃煤	12(3.8)	23(6.0)		
空调	156(49.8)	176(46.1)		
其他	27(8.6)	49(12.8)		
厨房使用排烟系统				
抽油烟机	80(25.6)	82(21.5)	48.04	<0.001
排气扇	189(60.4)	165(43.2)		
无	33(10.5)	120(31.4)		
不清楚	11(3.5)	15(3.9)		
家庭成员是否吸烟				
是	244(78.0)	312(81.7)	27.52	<0.001
否	65(20.8)	68(17.8)		
不清楚	4(1.3)	2(0.5)		
养猫、狗、鸟				
1种	123(39.3)	105(27.5)	13.28	0.004
2种	23(7.4)	45(11.8)		
≥3种	12(3.8)	23(6.0)		
无	150(47.9)	207(54.2)		
不清楚	5(1.6)	2(0.5)	0.38	0.53
房屋1年内装修				
是	23(7.3)	33(8.6)		
否	290(92.7)	349(91.4)		

2.3 两区儿童呼吸系统疾病和症状发生情况及危险性的比较

采用多因素 logistic 回归模型,调整了性别、年龄、家庭月收入、家庭采暖方式、厨房使用排烟系统、家庭成员吸烟情况、养宠物、房屋 1 年

内装修等可能的影响因素,以清洁区为参照,分析污染区儿童呼吸系统疾病及症状发生危险性的高低,结果显示,与清洁区相比,污染区儿童咳嗽、感冒时咳嗽、感冒时咯痰、持续性咯痰、喘鸣的发生风险增加 ($P<0.05$),见表 3。

表 3 污染区与清洁区儿童呼吸系统疾病及症状发生的危险性比较 [n (%)]

疾病或症状	清洁区 (n=313)	污染区 (n=382)	OR	95%CI	P 值
咳嗽	119(38.0)	176(46.1)	1.644	1.115~2.402	0.023
感冒时咳嗽	144(46.0)	255(66.8)	1.596	1.093~2.354	<0.001
不感冒时咳嗽	14(4.5)	16(4.2)	1.324	0.975~1.699	0.065
持续性咳嗽	8(2.6)	20(5.2)	2.106	0.382~2.954	0.156
咯痰	71(22.7)	175(45.8)	2.327	0.923~3.540	0.078
感冒时咯痰	72(23.0)	164(42.9)	2.196	1.457~3.376	0.032
不感冒时咯痰	8(2.6)	14(3.7)	1.667	0.878~3.045	0.096
持续性咯痰	6(1.9)	12(3.1)	1.802	1.166~2.014	<0.001
咳嗽咯痰	33(10.5)	88(23.0)	2.577	0.893~3.378	0.176
持续性咳嗽咯痰	7(2.2)	13(3.4)	1.540	0.765~1.786	0.067
哮喘	8(2.6)	20(5.2)	2.106	0.436~3.098	0.256
喘鸣	7(2.2)	20(5.2)	2.415	1.634~3.165	0.014
呼吸困难	7(2.2)	11(2.9)	1.296	0.794~1.898	0.087
支气管炎	45(14.4)	92(24.1)	1.916	0.897~3.141	0.073
慢性支气管炎	1(0.3)	3(0.8)	2.469	0.515~3.402	0.114

2.4 污染区和清洁区儿童肺功能指标的比较

污染区男儿童 FVC、FEV1 均低于清洁区,差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 两区男儿童

MMEF、V50、V75 比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 4。

表 4 污染区与清洁区男儿童肺功能指标的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	男童 (清洁区 n=125, 污染区 n=152)					女童 (清洁区 n=154, 污染区 n=184)				
	FVC (L)	FEV1 (L)	MMEF (L/s)	V75 (L/s)	V50 (L/s)	FVC (L)	FEV1 (L)	MMEF (L/s)	V75 (L/s)	V50 (L/s)
清洁区	2.31 ± 0.29	2.10 ± 0.35	2.25 ± 0.55	3.74 ± 0.19	2.72 ± 0.54	2.16 ± 2.16	1.95 ± 0.35	2.25 ± 0.72	3.28 ± 0.38	2.79 ± 0.58
污染区	2.13 ± 0.22	1.79 ± 0.30	2.19 ± 0.49	3.36 ± 0.68	2.71 ± 0.47	1.95 ± 0.25	1.71 ± 0.34	2.19 ± 0.60	3.10 ± 0.56	3.10 ± 0.56
t 值	6.44	8.69	1.05	1.24	1.09	0.224	6.309	0.829	1.78	1.18
P 值	<0.001	<0.001	0.147	0.214	0.224	0.002	<0.001	0.203	0.240	0.117

注: [FVC] 用力肺活量; [FEV1] 1 s 用力呼气容积; [MMEF] 最大呼气中期流量; [V75] 呼气后期瞬间流速; [V50] 呼气中期瞬间流速。

3 讨论

城市大气中的污染物进入人体可能会导致气道炎性反应,引起机体呼吸系统疾病和呼吸系统症状的发生。本研究显示,清洁区和污染区两区大气污染物浓度总体变化趋势是冬季最高,春秋季节稍低,夏季最低,与重庆市以前大气污染物浓

度变化报道大体一致^[6-7]。污染区四个季节大气环境中 PM₁₀、PM_{2.5} 和 NO_x 浓度均高于清洁区,提示污染区的大气污染情况比较严重。重庆污染区 PM₁₀、PM_{2.5}、NO_x 的浓度高于北京^[8],分析原因为重庆四面环山的地形使逆温现象和城市热岛效应十分严重,致使污染物上升不到大的系统风层;由于山脉的阻碍,没有足够的新鲜冷空气流入,

使空气对流减弱,加重了重庆主城区的空气污染。两个区除冬季外的其他季节 SO_2 浓度差异无统计学意义,且与以煤烟型污染为主的城市^[9]相比, SO_2 浓度有明显下降,分析原因可能是重庆开展“蓝天行动”后煤烟型大气污染治理取得了显著效果。

两区儿童基本情况调查中,清洁区家庭使用燃煤供暖及家庭成员吸烟百分比低于污染区,而厨房使用抽油烟机和排气扇的比例高于污染区。有研究表明,家庭燃煤和二手烟是室内污染的重要来源^[10];使用抽油烟机可降低儿童患呼吸系统疾病的风险^[11]。李盛等^[12]在兰州的研究调查发现,厨房排烟系统和采暖方式、儿童长期暴露于二手烟环境中、宠物的毛发和螨虫均与呼吸系统疾病症状发生有关,并且易引发肺炎、支气管炎、哮喘等疾病。另外,年龄、性别等因素也有一定影响^[13]。本研究采用多因素 logistic 回归分析调整了年龄、性别、厨房排烟系统使用情况、家庭成员吸烟情况等因素,结果发现,与清洁区相比污染区儿童患咳嗽、感冒时咳嗽、感冒时咯痰、持续性咯痰、喘鸣的风险会增加,并且可能在感冒时加重症状。胡衡生等^[14]在南宁进行的研究也提示大气污染物是学龄儿童患支气管炎和哮喘的危险因素。

本研究发现,污染区男童和女童大气道通气功能的指标 FVC、FEV1 均低于清洁区,提示儿童长期生活在空气污染环境中,机体健康易受到不良影响,其肺通气功能有明显改变。反映小气道通气功能的指标 MMEF、V75、V50 在不同污染水平地区变化没有明显改变,与王欣等^[15]研究结果基本一致。分析原因可能是大气污染物因机体鼻黏膜的屏障作用^[16]、呼吸道黏液纤毛摆动作用^[17]、巨噬细胞吞噬作用^[18]等原因被人体自身的保护机制阻留以及清除,故大气污染物对小气道功能损害作用不明显。本研究的局限性在于是横断面调查,易发生回忆偏倚;儿童肺功能数据反映其短期健康效应,并且呼吸系统疾病与大气道通气功能之间的因果联系目前还不清楚,研究结果只是为其提供一些线索。

综上所述,重庆市主城区大气污染与学龄儿童一些呼吸系统症状的发生增加有关,并对儿童肺功能有一定的影响。因此,需进一步加大治理

大气污染的力度,保护易感人群,促进儿童健康成长。

[参 考 文 献]

- [1] 董凤鸣,莫运政,李国星,等. 大气颗粒物 ($\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$) 与人群循环系统疾病死亡关系的病例交叉研究 [J]. 北京大学学报 (医学版), 2013, 45(3): 398-404.
- [2] 杨凌,马琼锦,李莉珊,等. $\text{PM}_{2.5}$ 亚慢性染毒对小鼠肺部炎症及 Th17/Treg 的影响 [J]. 卫生研究, 2014, 12(3): 387-392.
- [3] 付晓娟,邵龙义,刘昌凤,等. 可吸入颗粒物与心血管系统疾病关系研究进展 [J]. 中国现代医药杂志, 2008, 10(12): 139-141.
- [4] 程淑群,杨天蓉,韩令力,等. 重庆市主要交通干道机动车尾气污染状况 [J]. 现代预防医学杂志, 2006, 33(3): 409-410.
- [5] 中国环境保护部. GB 3095-2012《环境空气质量标准》[S]. (2012-2-29). <http://kjs.mep.gov.cn>.
- [6] 陈敏. 重庆市主城区大气 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 中 PAHs 分布规律解析 [D]. 重庆:西南大学, 2013.
- [7] 孟小峰. 重庆主城区空气质量时空分布及其影响因素研究 [D]. 重庆:西南大学, 2011.
- [8] 朱一丹,魏建荣,黄露,等. 不同大气污染程度地区学龄儿童呼吸系统疾病及症状发生的比较 [J]. 北京大学学报 (医学版), 2015, 47(3): 395-399.
- [9] 廖德全,傅淮跃,刘元福,等. 重庆市区主干道交通警察作业环境污染状况的调查及评估 [J]. 职业卫生与病伤, 1999, 14(4): 193-197.
- [10] 艾勇. 烟气暴露对儿童呼吸系统影响的调查研究 [J]. 现代预防医学, 2012, 39(9): 2177-2178.
- [11] 李盛,王金玉,李守禹,等. 兰州市西固区大气污染对儿童呼吸系统疾病和症状的影响 [J]. 环境与健康杂志, 2015, 32(9): 816-819.
- [12] 李盛,王金玉,王宇红. 兰州市城关区大气污染对儿童呼吸系统疾病和症状的影响 [J]. 环境与健康杂志, 2015, 32(1): 46-48.
- [13] 王振全,李盛,魏学玲,等. 兰州市住宅空气污染对儿童呼吸系统健康的影响 [J]. 环境与健康杂志, 2008, 25(10): 873-876.
- [14] 胡衡生,黄励,张新英,等. 大气环境质量对学龄儿童呼吸健康的影响 [J]. 环境与健康杂志, 2004, 11(21): 385-387.
- [15] 王欣,邓芙蓉,吴少伟,等. 北京市某区大气可吸入颗粒物和细颗粒物对儿童肺功能的短期影响 [J]. 北京大学学报 (医学版), 2010, 42(3): 340-344.
- [16] 从馨. PPAR γ 增强人呼吸道鼻黏膜的屏障功能 [J]. 生理科学进展, 2011, 85(2): 113-115.
- [17] 董胜璋,张志勇,蔡承铿,等. 工业区大气污染对儿童肺功能影响研究 [J]. 环境与健康杂志, 1999, 16(2): 71-73.
- [18] McConnell R, Berhane K, Gilliland F, et al. Air pollution and bronchitic symptoms in Southern California children with asthma [J]. Environ Health Perspect, 1999, 107(9): 757-760.

(本文编辑: 邓芳明)