DOI:10.16016/j.1000-5404.201503083

论著

重庆市区不同污染水平地区大气可吸入颗粒物对儿童呼吸系统影响的抽样调查

唐靖媛,夏茵茵,唐 旭,代 华,程淑群 (400016 重庆,重庆医科大学公共卫生与管理学院,医学与社会发展研究中心,健康领域社会风险预测治理协同创新中心)

[摘要] **目的** 了解重庆市大气可吸入颗粒物对儿童呼吸系统的影响,为改善重庆市大气环境质量,保护儿童健康提供科学依据。**方法** 采用分层整群抽样,选取位于污染区、相对污染区和清洁区各3所小学的3~4年级全体学生为纳入对象。按照相应的排除标准,选取男生317名、女生318名作为调查对象,进行肺功能测定和问卷调查。同时采集3个区空气中颗粒物(PM2.5)和可吸入颗粒物(PM10)浓度数据。**结果** 可吸入颗粒物呈冬春季浓度较高、夏秋季浓度稍低的趋势。清洁区的用力肺活量(forced vital capacity, FVC)与1 s用力呼气容积(forced expiratory volume in one second,FEV1)高于污染区与相对污染区($P<0.05$);最大呼气中期流量(maximal mid-expiratory flow curve,MMEF)、呼气后期瞬间流速(V75)、呼气中期瞬间流速(V50)则没有明显规律。污染区儿童咳嗽、感冒时咳嗽、咯痰、感冒时咯痰、咳嗽咯痰、支气管炎患病率要显著高于清洁区($P<0.05$)。**结论** 大气可吸入颗粒物可能是影响儿童呼吸系统健康的一个危险因素。

[关键词] 可吸入颗粒物;儿童;肺功能;呼吸系统疾患
[中图法分类号] R122.26; R725.6 [文献标志码] A

Effect of inhalable particulate matter on respiratory system diseases in children sampled from different polluted areas in Chongqing

Tang Jingyuan, Xia Yinyin, Tang Xu, Dai Hua, Cheng Shuqun (Research Center for Medicine and Social Development, Innovation Center for Social Risk Governance in Health, School of Public Health and Management, Chongqing Medical University, Chongqing, 400016, China)

[**Abstract**] **Objective** To determine the effect of inhalable particulate matter (PM) on respiratory system diseases in children living in Chongqing region in order to provide scientific basis for improving air quality and protecting children's health. **Methods** All pupils at Grade 3 – 4 from 3 different primarily schools which respectively located in heavy polluted area, relatively less polluted area and cleaning area in Chongqing were subjected by stratified cluster sampling. Based on our exclusion criteria, 317 male and 318 female students were finally enrolled to be respondents to measure pulmonary function and reply questionnaire. Then PM10 and PM2.5 data were collected from these areas respectively at the same time. **Results** The concentrations of inhalable PM were higher in winter and spring than in summer and fall. Forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV1) were higher in the pupils whose school located in cleaning area than those from the other 2 areas ($P<0.05$), but there were no obvious rules in the values of maximal mid-expiratory flow curve (MMEF), V75 and V50 among the 3 groups of pupils. Meanwhile, the incidences of cough, cold with cough, expectoration, cold with expectoration, cough with expectoration and bronchitis were obviously higher in the pupils from heavy polluted area than those from cleaning area ($P<$

[基金项目] 重庆市教委科学技术研究项目(KJ1400231);重庆市渝中区科技计划项目(20130126)
[通信作者] 程淑群,E-mail:871222238@qq.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20150722.0905.009.html(2015-07-22)

0.05). **Conclusion** Inhalable PM might be a risk factor for respiratory system diseases in children.

[**Key words**] inhalable particulate matter; children; pulmonary function; respiratory system diseases

Supported by the Project of Science and Technology of Chongqing Municipal Education Committee (KJ1400231) and the Project of Sci & Tech Research of Yuzhong District, Chongqing (20130126). Corresponding author: Cheng Shuqun, E-mail: 871222238@qq.com

随着汽车保有量的增加,汽车尾气排放的可吸入颗粒物对人体健康的影响日益严重。Vichit-Vadakan等[1]认为可吸入颗粒物(PM10)每增加10 μg/m^3,非事故性、心血管系统、呼吸系统、>65岁非事故性死亡率的超额危险度(excess risk,ER)分别增加1.3%、1.9%、1.0%、1.5%。正处于生长发育期的学龄儿童是对空气污染敏感的人群之一[2-3],因受其他干扰因素的影响小,其呼吸系统的健康状况可较好反应颗粒物的影响水平[4]。本研究主要探讨暴露于不同大气污染状况下,可吸入颗粒物对儿童呼吸系统的影响,以期为改善重庆市大气环境质量,保护儿童健康提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

根据重庆市环境检测资料,在3个不同大气污染水平选取3个区为研究地点,分别为污染区、相对清洁区、清洁区。各地区选取1所小学3~4年级的儿童(8~10岁),以班级为单位采用整群抽样,再选择家庭住址距离学校1 km以内、居住现住址3年以上的健康在学儿童,最后纳入男生317名、女生318名作为调查对象,进行肺功能测定。

1.2 颗粒物采集和测定

分别在春(3月)、夏(7月)、秋(10月)、冬(12月)4个季节采样,每次连续采样为3 d,每个采样点平行采样,3个点同时进行3次连续采样。

1.3 不同区划分标准

结合重庆市环境监测资料和前期大气采样数据,再根据空气质量指数(air quality index, AQI)级别的不同划分标准[5],选取AQI<100为清洁区、100≤AQI<150为相对污染区、AQI≥150为污染区。

1.4 检测指标

1.4.1 肺功能检测 采用电子捷斯特高级肺功能仪测定,测试前先了解学生身体健康状况,生病的同学不能参加肺功能测量。仪器由专人操作,每次测量前用标准容器进行校正。测定前对每位小学生进行正确呼、吸气方法训练。每次测量均严格按照质量控制方法进行,主要检测用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、1 s用力呼气容积(forced expiratory volume in one second,FEV1)、呼气中期瞬间流速(V50)、呼气后期瞬间流速(V75)、最大呼气中期流量(maximal mid-expiratory flow curve,MMEF)。

1.4.2 儿童呼吸系统疾病患病情况来源 采用问卷调查,使用北京大学修订的美国胸科协会和美国国立心脏、肺脏和血液研究所肺部疾病部门共同研制的ATS-DLD-78-C自填式问卷。内容主要包括儿童的一般状况、家庭情况、呼吸系统健康状况等。问卷由学生家长填写。

1.5 统计学分析

用Epidata 3.1、SPSS 18.0软件进行数据录入和分析,计量资料数据用$\bar{x} \pm s$表示。对肺功能指标进行方差分析,用χ^2检验计算不同呼吸系统疾患的*OR*值及其可信区间,*P*值取双侧概率,检验水准$\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 人群一般情况

选取3个不同大气污染区3~4年级的健康儿童,共635人。污染区209人(男性100人,女性109人),占32.91%;相对污染区211人(男性108人,女性103人),占33.23%;清洁区215人(男性109人,女性106人),占33.86%。

2.2 不同季节颗粒物浓度测定

不同季节,污染区组大气可吸入颗粒物浓度高于相对污染区组与清洁区组($P<0.05$),并且各组呈现冬春季浓度较高、夏秋季浓度稍低的趋势($P<0.05$,表1)。

表1 不同季节颗粒物平均浓度(mg/m^3)

季节	总悬浮颗粒物			可吸入颗粒物(PM10)			空气中颗粒物(PM2.5)		
	污染区组	相对污染区组	清洁区组	污染区组	相对污染区组	清洁区组	污染区组	相对污染区组	清洁区组
春	0.297^{ab}	0.197^{b}	0.131^{b}	0.146^{a}	0.089^{b}	0.078^{b}	0.094^{ab}	0.056^{b}	0.053^{b}
夏	0.256^{a}	0.136	0.098	0.109^{a}	0.064	0.069	0.062^{a}	0.045	0.027
秋	0.267^{a}	0.167	0.104	0.126^{a}	0.068	0.045	0.087^{ab}	0.053	0.046
冬	0.432^{ab}	0.38^{b}	0.207^{b}	0.206^{a}	0.172^{b}	0.154^{b}	0.141^{a}	0.127^{b}	0.083^{b}

a:$P<0.05$,与污染区组与清洁区组比较;b:$P<0.05$,与夏、秋季比较

2.3 不同区组儿童肺功能指标比较

污染区组儿童FVC、FEV1、V75、V50均低于清洁区组儿童($P<0.05$),污染区组儿童MMEF、FVC与相对污染区差异有统计学意义($P<0.05$),清洁区组儿童FVC、FEV1高于相对污染区($P<0.05$,表2)。

表2 不同区组儿童肺功能指标测定结果(L, $\bar{x}\pm s$)

指标	污染区组	相对污染区组	清洁区组	F值	P值
FVC	2.04±0.28[ab]	2.13±0.29[a]	2.25±0.32	26.590	<0.01
FEV1	1.75±0.36[a]	1.82±0.34[a]	2.05±0.40	37.568	<0.01
MMEF	2.20±0.62[b]	2.39±0.58	2.28±0.71	4.683	0.01
V75	3.14±0.70[a]	3.26±0.39	3.35±0.43	7.882	<0.01
V50	2.59±0.61[a]	2.74±0.71	2.78±0.63	5.221	0.006

a:$P<0.05$,与清洁区组儿童比较;b:$P<0.05$,与相对污染区组儿童比较

2.4 不同区组儿童呼吸系统疾病患病情况

污染区组儿童咳嗽、咯痰、感冒时咯痰、咳嗽咯痰、支气管炎患病率均高于相对污染区组儿童和清洁区组儿童,差异有统计学意义($P<0.05$);感冒时咳嗽患病率高于清洁区组儿童,差异有统计学意义($P<0.05$)。污染区组儿童咳嗽、感冒时咳嗽、咯痰、感冒时咯痰、咳嗽咯痰、支气管炎患病率分别是清洁区组的1.28、1.27、1.78、1.73、2.19、1.69倍,*OR*值分别是:1.636、1.604、2.322、2.218、2.557、1.916(表3),提示大气颗粒物可能会增加咳嗽、感冒时咳嗽、咯痰、感冒时咯痰、咳嗽咯痰、支气管炎的患病风险。

表3 儿童呼吸系统疾病分布情况

疾病或症状	患病率(%)			*OR*值	95% *CI*
	污染区组	相对清洁区组	清洁区组		
咳嗽	55.50[ab]	45.5	43.26	1.636	1.115~2.402
感冒时咳嗽	54.55[a]	45.02	42.80	1.604	1.093~2.354
不感冒时咳嗽	4.31	1.90	1.40		
持续性咳嗽	5.26	2.84	2.80		
咯痰	40.67[ab]	23.22	22.80	2.322	1.523~3.540
感冒时咯痰	40.20[ab]	28.91	23.26	2.218	1.457~3.376
不感冒时咯痰	4.31	2.37	1.40		
持续性咯痰	3.35	2.37	1.86		
咳嗽咯痰	23.44[ab]	13.74	10.70	2.557	1.493~4.378
持续性咳嗽咯痰	3.35	1.42	0.47		
哮喘	5.26	3.32	2.80		
喘鸣	5.26	3.32	2.33		
呼吸困难	2.87	2.37	2.33		
支气管炎	24.40[ab]	16.59	14.42	1.916	1.169~3.141
慢性支气管炎	0.93	0.47	0.48		

a:$P<0.05$,与清洁区组比较;b:$P<0.05$,与相对污染区组比较

3 讨论

根据我国灰霾监测点结果统计,2009年1月1日至12月13日,重庆发生霾的时间为133 d,占监测时间的36.44%[5],相应疾病的发生率逐步升高。现今,对大气污染的定量健康危险评价已成为世界卫生组织、欧盟等诸多国际机构关注及流行病学研究的热点[6]。

本次调查显示,清洁区组的PM2.5浓度在一级浓度限值与二级浓度限值[(0.035~0.075) mg/m^3]之间,污染区组的浓度远超过二级限值。清洁区组PM10浓度也在一级浓度限值与二级浓度限值[(0.05~0.15) mg/m^3][7]之间,污染区组的浓度远超二级限值。因为清洁区组位于重庆郊区,空气污染较轻;相对污染区组与污染区组分别位于市内非繁华与繁华地段,污染较重。但各组可吸入颗粒物浓度都高于国家一级限值,情况并不乐观。并且颗粒物浓度呈冬春季较高、夏秋季稍低的趋势,可能与重庆独特的地理环境有关(山谷、河流相间,气候湿润,易形成辐射雾,冬季尤其常见[8])。在这种气候条件下,颗粒物等有害因子不易扩散稀释,易凝聚形成雾霾。

如果长期吸入这种含高浓度可吸入颗粒物的空气,可能会对儿童身体健康产生不良影响,出现功能上的失代偿[9-10]。本次调查发现,清洁区组的FVC与FEV1(反应大气道功能)高于污染区组与相对污染区组($P<0.05$);污染区组的反应小气道功能的3个指标(V50、V75、MMEF),除MMEF与清洁区组差异无统计学意义,其余两个均低于清洁区组($P<0.05$)。提示大气中颗粒物浓度的变化,会引起儿童大气道通气功能的改变,却对小气道的影响不明显,该结果与王欣等[11]的研究结果一致。

近几年来的流行病学研究表明:空气污染细颗粒物与人体呼吸系统疾病的发病率和死亡率明显有关[12-16]。尤其是儿童,因其呼吸系统、免疫系统等发育尚不完善,更易受到环境污染物的影响[17]。魏复盛等[18]在中国4个城市(广州、兰州、重庆、武汉)的调查结果表明:PM2.5和PM10与儿童呼吸系统疾病患病率呈线性正相关关系。而本次调查也可以佐证这一说法,表1中污染区组大气中可吸入颗粒物浓度高于相对污染区组与清洁区组,而表4中各组儿童呼吸系统疾病患病率也呈相同的趋势。同时清洁区组与污染区组在咳嗽、感冒时咳嗽、咯痰、感冒时咯痰、咳嗽咯痰、支气管炎症状上差异有统计学意义,说明颗粒物可能

是影响儿童呼吸系统健康的一个危险因素，儿童长期生活于这种大气环境中，患咳嗽、咯痰、支气管炎的风险可能会增加。

虽然重庆自2005年实施“蓝天工程”以来，大气质量有所好转，但是随着居民收入的提高，重庆市机动车保有量以每年20%～25%的速度增长，汽车尾气中的碳氢化合物（HC）、甲醛（HCHO）、丙烯醛及多环芳烃等有机碳和燃烧不完全的炭黑都增加了城区大气中的总碳气溶胶浓度，而总碳气溶胶是PM10的重要组分[19]。重庆市以往的大气颗粒物研究都主要针对总悬浮颗粒（TSP），对可吸入颗粒物分析较少。本次调查根据新制定的环境空气质量标准，细分出了PM10及PM2.5，旨在研究其对儿童呼吸系统的影响。由于调查的局限所致，不能确定主要是由哪一种颗粒物的暴露引起了儿童呼吸系统通气功能的改变和疾病的发生，这是我们下阶段主要应对的问题。

本次调查结果表明，大气的可吸入颗粒物不仅会引起儿童大气道通气功能的下降，还会使咳嗽、咯痰、支气管炎等疾病的患病风险增加，其发生机制尚不清楚，还有待进一步研究。

参考文献：

[1] Vichit-Vadakan N, Vajanapoom N, Ostro B. The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Project: estimating the mortality effects of particulate matter in Bangkok, Thailand[J]. Environ Health Perspect, 2008, 116(9): 1179－1182.

[2] 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，2004，21(6)：386－388.

[3] 李宁，陈敏健，周连，等. 南京地区空气污染对小学生肺功能的影响[J]. 江苏预防医学，2014，25(5)：3－5.

[4] 张涛群，程淑群，何志民，等. 重庆市大气中IP、TSP对儿童肺功能的影响[J]. 重庆医科大学学报，1996，21(4)：333－336.

[5] 王宗爽. 环境空气质量指数（AQI）日报技术规定（二次征求意见稿）编制说明[R]. 北京：中国环境保护部，2011.

[6] 黄雯，王洪源，王旗. 我国大气可吸入颗粒物污染对人群死亡率的影响[J]. 中华预防医学杂志，2011，45(11)：1031－1035.

[7] 中国环境保护部. 环境空气质量标准 GB3095－2012[S]. 北京：中国环境科学出版社，2012.

[8] 向波，刘德，廖代强. 重庆雾的特点及其变化分析[J]. 气象，2003，29(2)：48－52.

[9] Zhang J J, Hu W, Wei F, *et al*. Children's respiratory morbidity prevalence in relation to air pollution in four Chinese cities[J]. Environ Health Perspect, 2002, 110(9): 961－967.

[10] Trenga C A, Sullivan J H, Schildcrout J S, *et al*. Effect of particulate air pollution on lung function in adult and pediatric subjects in a Seattle panel study[J]. Chest, 2006, 129(6): 1614－1622.

[11] 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.

[12] 刘吉福. 空气中悬浮颗粒物与呼吸系统疾病关系研究进展[J]. 环境与健康杂志，2007，24(11)：933－935.

[13] 滕博，王贺彬，汪雅芳，等. 细颗粒物（PM2.5）与呼吸系统疾病的关系及机制[J]. 中国实验诊断学，2014，18(2)：334－338.

[14] 丁飞红，白春学. 细颗粒物对呼吸系统疾病的影响[J]. 微生物与感染，2014，9(1)：2－5.

[15] Ling S H, van-Eeden S F. Particulate matter air pollution exposure: role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2009, 4: 233－243.

[16] 李代波，孙磊，王涛，等. 坦克射击时舱室内有害气体对乘员生理及神经行为能力的影响[J]. 第三军医大学学报，2013，35(3)：201－204.

[17] Salvi S. Health effects of ambient air pollution in children[J]. Paediatr Respir Rev, 2007, 8(4): 275－280.

[18] 魏复盛，胡伟，滕恩江，等. 空气污染与儿童呼吸系统患病率的相关分析[J]. 中国环境科学，2000，20(3)：220－224.

[19] 刘永祺，李大鹏，倪长健. 重庆市大气污染特征及其影响因素分析[J]. 四川环境，2009，28(3)：28－32.

（**收稿**：2015-03-13；**修回**：2015-04-29）

（编辑　王　红）