

冬季雾霾天气对某市小学生肺功能的影响

王丽茹, 高利华, 阙菡雅

河南省郑州市疾病预防控制中心, 450007

【摘要】 目的 了解冬季雾霾天气对某市小学生肺功能影响, 为防治小学生呼吸系统疾病提供依据。方法 根据中国空气质量在线监测分析平台 2016 年数据, 在某市选取 PM_{2.5} 污染相对较轻和污染相对较重监测点, 在监测点附近 2 km 范围内各选择 1 所小学, 每所小学随机抽取三~五年级各 1 个班, 于供暖期前非雾霾天气和供暖期间雾霾天气分别进行 1 次肺功能测试。第 1 次肺功能测试调查 362 名学生, 第 2 次 359 名, 其中完成 2 次肺功能测试者 338 名。结果 2 所学校学生身高、体重差异均无统计学意义 (P 值均 < 0.05)。非雾霾日, 轻污染区小学男生 FVC 低于重污染区小学男生 ($P < 0.05$), 轻污染区小学女生 PEF 高于重污染区小学女生 ($P < 0.05$), 轻污染区小学总体 FEF₇₅ 高于重污染区小学 ($P < 0.05$)。轻污染区小学男生的 FVC 非雾霾日高于雾霾日 ($P < 0.05$), 女生 FEV₁, PEF, FEF₂₅, FEF₇₅ 在非雾霾日均高于雾霾日 (P 值均 < 0.05); 重污染区小学男生和总体 FVC 非雾霾日高于雾霾日, FEF₇₅ 非雾霾日低于雾霾日 (P 值均 < 0.05)。结论 雾霾天气对小学生肺功能有一定影响。应加大空气污染治理力度, 保证小学生健康成长。

【关键词】 烟雾; 空气污染; 肺; 学生

【中图分类号】 O 648.18 R 816.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2017)11-1697-04

Influence of winter haze weather on lung function of primary school students in a city/WANG Liru, GAO Lihua, QUE Hanyu. Zhengzhou Center for Disease Control and Prevention, Zhengzhou(450007), China

【Abstract】 Objective To understand the influence of winter haze weather on lung function of primary school students, and to provide a reference for preventing and controlling their respiratory diseases. **Methods** According to the China Air Quality Online Monitoring and Analysis Platform 2016 data, two primary schools were selected in the city, one nearby PM_{2.5} relatively light pollution monitoring points and the other nearby PM_{2.5} relatively heavy pollution monitoring points, and one class of grade three to five was randomly selected from each primary school, all the students had a lung function test in a non-haze day before the heating period and a haze day during the heating period. **Results** The first lung function test was conducted among 362 students, and the second one among 359 students. A total of 338 students completed two lung function tests. There was no statistically significant difference in height and weight between the students of two schools ($P < 0.05$); In non-haze day, the FVC of primary school boys in light pollution area was lower than that of heavily pollution area ($P < 0.05$), the PEF of primary school girls in light pollution area was higher than that of heavily pollution area, and the FEF₇₅ of primary school in light pollution area was higher than that of heavily pollution area ($P < 0.05$); in the lightly polluted area, the boys' FVC in non-haze day was higher than that in haze day ($P < 0.05$), and the girls' FEV₁, PEF, FEF₂₅, FEF₇₅ were higher in non-haze day than in haze day ($P < 0.05$); the boys' FVC in heavily polluted area and overall FVC were higher in non-haze day and the FEF₇₅ was lower in non-haze day ($P < 0.05$). **Conclusion** The haze weather has influenced the lung function of primary school students in some city, and the government should make more efforts in controlling air pollution to ensure the health growth of students.

【Key words】 Smog; Air pollution; Lung; Students

有文献报道, 雾霾天气能够对呼吸系统造成不良影响, 出现呼吸道症状及患病风险增加^[1-2]。小学生作为敏感人群, 更易受到雾霾天气的影响^[3-4]。为了解雾霾天气对某市小学生肺功能影响情况, 笔者于 2016 年冬季对该市 2 所小学三~五年级学生进行了肺功能测试, 报道如下。

1 对象与方法

1.1 对象 根据中国空气质量在线监测分析平台 2016 年数据 (<https://www.aqistudy.cn/>), 选取某市空气污染 (PM_{2.5}) 相对较轻监测点和污染相对较严重的监测点, 在监测点附近 2 km 范围内各选择小学 1 所, 每个小学选择三~五年级, 每个年级随机抽取 1 个班进行肺功能测试。

第一次共调查学生 362 名, 其中轻污染区小学生 209 名, 重污染区小学生 153 名; 第二次共调查学生 359 名, 其中轻污染区小学生 202 名, 重污染区小学生

【作者简介】 王丽茹 (1974-), 女, 河南郑州人, 硕士, 主管医师, 主要从事公共卫生工作。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2017.11.028

157 名。轻污染区小学生身高(142.78±8.09)cm,重污染区小学生身高(142.37±8.05)cm;轻污染区小学生体重(38.65±11.13)kg,重污染区小学生体重(39.44±10.26)kg,2 所学校学生身高、体重差异均无统计学意义(t 值分别为-0.487,0.687, P 值均>0.05)。完成 2 次肺功能监测的轻污染区小学学生 188 名,重污染区小学学生 150 名。

1.2 方法 在室温 20℃左右时,利用 CHEST HI-801 肺功能仪进行肺功能测试,测量指标包括用力肺活量(FVC)、第 1 秒用力呼气量(FEV1)、呼气流量峰值(PEF)、用力呼气 25%肺活量(FEF25)、用力呼气 75%肺活量(FEF75)。为保证肺功能测试的准确性,由技术人员对测试人员进行培训,严格按照肺功能使用说明进行测试,测试前对仪器进行校准,每个学生测量之前进行测试指导,以准确完成测量,每个班选取 3~5 名学生进行复测,保证测量过程的准确性。

第 1 次肺功能测试在 10 月底、11 月初(11 月 15 日前)选取非雾霾日[查看当日环保预报,空气质量指数(air quality index,AQI)<200 为非雾霾日]进行,第 2 次肺功能测试在 12 月选取雾霾日(查看当日环保预报,AQI≥200 为雾霾日)进行。

1.3 统计分析 采用 EpiData 3.1 进行数据双录入,

采用 SPSS 18.0 进行统计分析。非雾霾日两学校肺功能比较采用协方差分析,调控身高、体重对肺功能的影响,非雾霾日/雾霾日肺功能比较采用配对资料的 t 检验,两学校肺功能差值比较采用两独立样本 t 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 空气污染情况 选取的某市轻污染点 PM_{2.5} 日均质量体积浓度为 75.91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,重污染点 PM_{2.5} 日均质量体积浓度为 82.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。根据国家《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)^[5],均超过国家环境空气质量二级标准限值,超标天数分别为 120 和 128 d。

2.2 肺功能监测情况

2.2.1 非雾霾日 2 所小学学生肺功能比较 轻污染区小学男生 FVC 低于重污染区小学男生($P<0.05$),FEV1,PEF,FEF25,FEF75 2 所学校男生之间差异均无统计学意义(P 值均>0.05);轻污染区小学女生 PEF 高于重污染区小学女生($P<0.05$),FVC,FEV1,FEF25,FEF75 两所学校女生之间差异均无统计学意义(P 值均>0.05);轻污染区小学生 FEF75 高于重污染区小学生($P<0.05$),FVC,FEV1,PEF,FEF25 两所学校之间差异均无统计学意义(P 值均>0.05)。见表 1。

表 1 非雾霾日不同学校男女生肺功能指标比较($\bar{x}\pm s$)

性别	区域	人数	统计值	FVC/L	FEV1/L	PEF/(L·s ⁻¹)	FEF25/(L·s ⁻¹)	FEF75/(L·s ⁻¹)
男	轻污染区	118		2.10±0.45	1.90±0.39	3.14±0.88	2.99±0.92	1.59±0.48
	重污染区	80		2.18±0.45	1.92±0.40	3.20±1.06	3.03±1.04	1.48±0.47
			t 值	4.209	0.820	0.120	0.053	1.049
			P 值	0.042	0.366	0.729	0.818	0.307
女	轻污染区	91		1.86±0.41	1.71±0.37	2.87±0.98	2.69±0.96	1.50±0.42
	重污染区	73		1.90±0.38	1.66±0.40	2.66±0.98	2.53±0.99	1.40±0.51
			t 值	0.046	2.621	4.309	2.811	3.209
			P 值	0.831	0.107	0.040	0.096	0.075
合计	轻污染区	209		2.00±0.45	1.82±0.39	3.02±0.93	2.86±0.95	1.55±0.46
	重污染区	153		2.05±0.44	1.80±0.42	2.94±1.06	2.79±1.04	1.44±0.49
			t 值	2.317	0.316	1.014	0.734	4.209
			P 值	0.129	0.574	0.315	0.392	0.041

2.2.2 两小学学生雾霾日和非雾霾日肺功能比较 轻污染区小学生按性别分层,男生的 FVC 非雾霾日高于雾霾日($t=2.397,P<0.05$),FEV1,PEF,FEF25 和 FEF75 在非雾霾日与雾霾日间差异无统计学意义(t 值分别为 1.697,0.184,0.118,-1.652, P 值均>0.05);女生 FEV1,PEF,FEF25,FEF75 非雾霾日均高于雾霾日(t 值分别为 2.774,2.361,2.348,1.993, P 值均<0.05),FVC 差异无统计学意义($t=1.973,P>0.05$)。总体水平上相比,轻污染区小学生在 FVC 和 FEV1 在非雾霾日均高于雾霾日(t 值分别为 3.045,2.970, P 值均<0.05),PEF,FEF25 和 FEF75 在非雾霾日与雾霾日间差异均无统计学意义(t 值分别为 1.686,1.588,0.055, P 值均>0.05)。

重污染区小学生按性别分层分析,男生 FVC 非雾霾日高于雾霾日,FEF75 非雾霾日低于雾霾日(t 值分别为 2.224,-3.189, P 值均<0.05),FEV1,PEF,FEF25 差异均无统计学意义(t 值分别为 0.190,0.569,0.716, P 值均>0.05);女生的 FVC,FEV1,PEF,FEF25 和 FEF75 等 5 项指标在非雾霾日与雾霾日间差异均无统计学意义(t 值分别为 1.206,0.033,1.823,1.790,-0.581, P 值均>0.05)。总体水平上相比,重污染区小学生的 FVC 非雾霾日高于雾霾日,FEF75 非雾霾日低于雾霾日(t 值分别为 2.448,-2.567, P 值均>0.05),FEV1,PEF,FEF25 差异均无统计学意义(t 值分别为 0.141,1.717,1.820, P 值均>0.05)。见表 2。

表 2 雾霾日不同学校男女生肺功能指标比较($\bar{x}\pm s$)

性别	区域	人数	统计值	FVC	FEV1	PEF	FEF25	FEF75
男	轻污染区	117		2.02±0.44	1.84±0.39	3.06±0.89	2.91±0.93	1.63±0.53
	重污染区	81		2.07±0.40	1.87±0.40	3.08±1.08	2.91±1.13	1.59±0.59
			<i>t</i> 值 <i>P</i> 值	4.910 0.028	2.564 0.111	0.083 0.774	0.014 0.907	0.017 0.897
女	轻污染区	85		1.77±0.37	1.61±0.34	2.56±0.87	2.37±0.93	1.39±0.40
	重污染区	76		1.87±0.41	1.67±0.48	2.51±1.13	2.36±1.12	1.44±0.59
			<i>t</i> 值 <i>P</i> 值	0.461 0.498	0.000 0.984	0.813 0.369	0.281 0.597	0.002 0.964
合计	轻污染区	202		1.91±0.43	1.74±0.39	2.85±0.91	2.68±0.96	1.53±0.49
	重污染区	157		1.97±0.42	1.78±0.45	2.81±1.14	2.64±1.16	1.52±0.59
			<i>t</i> 值 <i>P</i> 值	2.901 0.089	0.866 0.353	0.329 0.567	0.249 0.618	0.004 0.950

2.2.3 不同学校学生肺功能指标变化程度比较 对 2 所小学学生非雾霾日与雾霾日肺功能指标差值进行比较,总体上,重污染区小学学生 FEF75 差值低于轻污染区小学($t = -2.124, P < 0.05$), FVC, FEV1, PEF, FEF25 指标差值 2 所学校学生之间均无统计学意义(t 值分别为 $-0.132, -1.588, 0.360, 0.437, P$ 值均 >0.05); 不同学校男、女生肺功能各项指标差值均无统计学意义(P 值均 >0.05)。

3 讨论

随着空气污染的逐渐加剧,近些年的雾霾天气频繁出现,空气污染(雾霾)对人群健康影响已不容忽视,较重的雾霾会对人群的呼吸系统产生影响。儿童呼吸系统尚未完全发育,功能较成人弱,且无职业和吸烟等因素的影响,对空气污染反应较为敏感,通常是研究空气污染健康效应的敏感人群^[6]。肺功能检测是诊断疾病、判断疗效和推测预后的重要组成部分,儿童肺功能监测可为临床呼吸疾病的早期诊断与治疗提供可靠依据^[7-8]。肺功能检测中,小气道和大气道功能是常规检查的主要指标^[9],其中 FVC, FEV1, FEV1/FVC 是反应大气道功能的指标,最有意义的指标是 PEF^[7]。指标的数值和年龄、身高、体重及胸围等有关联,特别是和身高关系最为紧密^[9]。

非雾霾日,重污染区小学男生 FVC 高于轻污染区。有文献报道,轻污染区小学生 FVC 高于污染区 FVC^[10],与本次调查结果不同,原因有待进一步研究。轻污染区小学女生 PEF 高于重污染区,说明长期雾霾天气对女生气道通畅性及呼吸肌肉力量有一定的影响。而总体上,轻污染区小学学生 FEF75 高于重污染区,雾霾天气对呼吸后期影响较明显,而呼吸后期气流速度主要反映的是小气道情况。提示长期处于较高浓度雾霾天气对小学生的的小气道功能影响较为明显。

PM2.5 可降低儿童肺功能,对 FVC, PEF 均有不同程度的影响,且随着 PM2.5 浓度的增加影响逐渐显著^[11]。轻污染区小学男生 FVC,女生的 FEV1、PEF、FEF25、FEF75,总体 FVC、FEV1 雾霾日均较非雾霾日

低,说明雾霾天气对轻污染区小学女生急性影响较男生明显,女生长期处于相对较低浓度的雾霾,突然遇到重雾霾天气,对气道的通畅性、呼吸肌肉力量、呼气早期和后期气流均有影响;总体上 FVC 和 FEV1 降低,提示突然重雾霾天气可能对小学生气道通气性有一定影响。重污染区小学非雾霾日和雾霾日相比,雾霾日男生 FVC、总体 FVC 较非雾霾日有所下降,而男生的 FVC 下降程度较女生更为明显,可能是重雾霾天气对 FVC 抑制比较明显,且男、女生差异有统计学意义,男生 FVC 均值本身较女生高,在重雾霾天气下,男生 FVC 下降数值较女生更为明显;女生 5 项肺功能指标差异均无统计学意义,说明女生长期在雾霾天气影响下,肺功能状态可能受到了一定影响,所以不管是雾霾还是非雾霾天气,表现基本一致。男生和总体在雾霾日的 FEF75 较非霾日有所升高,原因尚不明确,有待进一步探讨。

雾霾天气对轻、重污染区小学学生肺功能 4 个指标影响差异均无统计学意义,说明较高浓度的雾霾对长期处于相对较高和较低浓度雾霾环境中的小学生肺功能急性影响程度基本一致。可能因为小学生肺功能尚未发育完全,代偿能力有限,易受到外界污染物的影响,遇到重雾霾天气时呼吸系统功能受到抑制,导致肺功能各项指标下降。有研究表明,雾霾天气对小学肺功能影响较为严重,经过冬季重雾霾天气后,到次年夏季非雾霾期,仅有部分指标回升^[12]。

本研究未对学生锻炼情况、家庭中可能存在对呼吸功能有影响的因素进行调查,存在一定的局限性。经常进行体育锻炼可增强肺功能,而家庭经济水平和饲养宠物可以对肺功能指标造成影响^[13],一些人为的造成室内空气污染的行为(被动吸烟、购置新家具、使用抽油烟机)也会对肺功能造成影响^[14]。小学生处于生长发育快速时期,肺功能对于环境污染影响甚为敏感。本次调查结果也反应出小学生肺功能受雾霾天气影响较为明显,应进一步加大空气污染治理力度,保障儿童呼吸系统健康。

(下转第 1703 页)

板更易挥发出内部含有的甲醛^[11]。总之,体育馆内甲醛源分布广泛,且这些甲醛的释放期长达 3~10 年之久,尤其是在起初和遇高温时挥发剧烈。调查中,甲醛浓度高达 0.21 mg/m³ 的学校,正是因为体育馆内重新装修不足 2 年。

可吸入颗粒物(PM_{2.5})直径越小,对人体造成的危害越大^[12]。造成银川市中小学体育馆可吸入颗粒物浓度增高的原因:一方面是体育馆环境卫生清扫的不彻底,地面原本滞留的灰尘较多,学生大量涌入进行运动时,灰尘随之扬起,充斥到空气中;另一方面则是体育馆通风不利,颗粒物难以流出;再加上银川市地处西北内陆的黄土高原,空气干燥,颗粒物浓度较高,故体育馆可吸入颗粒浓度超标。对于浓度超出《标准》最高限值规定 148% 的学校,主要由于体育馆上风口 200 m 外有在建工程所致。为此,应请求监管部门作为,责令其每日做好降尘工作。

温度、相对湿度的过高、过低对人体亦有不利。银川市中小学体育馆温度符合标准值(≥16℃),不存在过高、过低的问题,当继续保持。造成其相对湿度较低的原因主要在于:一方面受地理位置影响,银川市地处北方,冬季干燥、少雨,空气湿度本就不高;另一方面是体育馆主要采用集中供暖,热量较高,水汽难以保留。

银川市中小学体育馆空气卫生质量存在的问题,应有针对性地予以解决和预防。通过采取加装新风设备、换气扇等,在夜晚定时开放,加强体育馆内空气对流,预防 CO₂、甲醛的浓度升高。体育馆应勤打扫卫生,每日闭馆后擦拭地板、窗台、墙壁等地方的灰尘,做好定期消毒;同时,在角落、空闲位置搁置活性炭或摆放植物,净化空气^[13],尽可能减少可吸入颗粒物数量及其危害。严格控制大班额情况,合理分配体育馆同时上课班级数量,避免人群高度集中。新建体育馆应严格把关建筑、装修材料,选择合理建筑位置,有条件的学校可建设气膜体育馆^[14-15]。可加装空气加湿

器,提高体育馆使用中相对湿度。最后,体育馆日常管理中还应做到相关设备的勤检查、修缮,提高体育馆空气质量。

4 参考文献

- [1] 国家技术监督局.体育馆卫生标准 GB 9668-1996[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [2] 李泓冰,朱琳,崔国权,等.哈尔滨市空气污染对小学生呼吸系统疾病的影响[J].中国学校卫生,2015,36(6):884-886.
- [3] 高瑞红,马利刚,凌小凤,等.太原市空气污染对小学生呼吸系统症状的急性影响[J].环境与健康杂志,2013,30(7):587-592.
- [4] 夏循礼.生物氧化 CO₂ 释放与氧化磷酸化生成 ATP 的相关性[J].生物学杂志,2014,31(2):104-108.
- [5] 安丽红.室内空气污染物对人体健康的危害及防治[J].环境与健康杂志,2007,24(4):271-273.
- [6] AO C H, LEE S C, YU J C. Photo catalyst TiO₂ supported on glass fiber for indoor air purification: effect of NO on the photo degradation of CO and NO₂[J]. J Photochem Photobiol A Chem, 2003, 156(1): 171-177.
- [7] 梁晓军, 张建新, 孙强, 等. 昆山市公共场所空气甲醛暴露及健康风险评估[J]. 环境卫生学杂志, 2016, 6(4): 275-279.
- [8] 张学军, 禹娟红. 商业健身房(馆)空气质量调查分析[J]. 环境卫生学杂志, 2016, 6(2): 114-118.
- [9] 陆大江, 沈逸蕾. 健身房运动环境的研究与分析[J]. 体育与科学, 2012, 33(3): 9-17.
- [10] 陈金鳌, 周祖宝, 陆阿明. 体育健身场(馆)室内空气质量现状调查研究[J]. 中国体育科技, 2014, 50(2): 140-144.
- [11] 王武康, 陈曦曦, 王国琴, 等. 地暖环境下地板甲醛释放特征研究[J]. 林产工业, 2016, 43(9): 49-51.
- [12] 徐映如, 王丹侠, 张建新, 等. PM₁₀ 和 PM_{2.5} 危害、治理及标准体系的概况[J]. 职业与健康, 2013, 29(1): 117-119.
- [13] 孟国忠, 季孔庶. 室内空气污染的植物净化研究概述[J]. 林业工程学报(林业科技开发), 2013, 27(4): 1-6.
- [14] 王永为, 张海霞. 雾霾天气下体育场馆活动对策研究[J]. 体育文化导刊, 2016(1): 20-22, 56.
- [15] 郑祥. 气膜体育馆及其发展的建设性研究[J]. 新型建筑材料, 2016, 43(5): 84-86.

收稿日期:2017-06-23;修回日期:2017-08-28

(上接第 1699 页)

4 参考文献

- [1] 吴家刚,何启强,杜琳,等.空气污染与广州市儿童呼吸系统健康关联的横断面研究[J].华南预防医学,2012,38(1):1-5.
- [2] LINARES B, GUIZAR J M, AMADOR N, et al. Impact of air pollution on pulmonary function and respiratory symptoms in children. Longitudinal repeated-measures study[J]. BMC Pulmon Med, 2010, 10: 62.
- [3] 颜玲,王静,苏丽娅.济南市不同空气污染区小学生肺功能分析[J].中国公共卫生管理,2016,32(2):180-182.
- [4] 李盛,王金玉,王宇红,等.大气污染对兰州市城关区小学生肺通气功能的影响[J].环境与健康杂志,2015,32(6):498-500.
- [5] 环境保护部.环境空气质量标准 GB 3095-2012[S].北京:中国环境科学出版社,2012.
- [6] 刘芳盈,王菲菲,崔慎永,等.淄博市城区儿童肺功能变化分析[J].预防医学论坛,2016,6(22):422-424.
- [7] 张皓.儿童肺功能检测的临床意义[J].中国实用儿科杂志,2010,25(4):365-367.

- [8] 吴乃许.肺功能检测在儿童呼吸系统疾病诊断中的意义[J].中外医疗,2014,33(22):182-183.
- [9] 曹菊英,杨希晨,刘桂华,等.支气管哮喘儿童肺功能检测与评价[J].临床肺科杂志,2011,16(11):1703-1704.
- [10] 乔莎,何平,张爱华.贵阳市大气污染对小学生肺功能及局部非特异性免疫功能的影响[J].环境卫生学杂志,2015,5(5):457.
- [11] GEHRING U, GRUZIIEVA O, AGIUS R M, et al. Air pollution exposure and lung function in children: the ESCAPE project[J]. Environ Health Perspect, 2013, 121(11/12):1357-1364.
- [12] 张莉君,郭常义,许慧慧,等.上海市冬季雾霾期两校小学生肺功能变化分析[J].环境与职业医学,2015,32(5):409-414.
- [13] 金大善,柳承道,苏畅,等.中韩儿童肺活量与影响因素的比较[J].环境与健康杂志,2011,28(3):256-259.
- [14] 刘宗伟,周彩丽,刘春兰,等.2015年潍坊市小学生呼吸功能现状及其影响因素[J].职业与健康,2016,32(22):3127-3130.

收稿日期:2017-05-29;修回日期:2017-08-18