

上海市某郊区学校儿童肺功能测定结果分析

许明佳¹, 程薇¹, 黑亚航¹, 周秀林¹, 张莉君²

摘要: [目的] 了解上海市某郊区学校儿童的肺功能基本情况。[方法] 对上海市某郊区小学的3~5年级学生进行肺功能检查。[结果] 男女生肺功能主要指标如用力肺活量(FVC)、一秒钟用力肺活量(FEV_{1.0})、峰值呼气流速(PEF)、用力呼气中段流速(FEF₂₅₇₅)、用力呼出25%肺活量的呼吸流速(FEF_{25%})、用力呼出50%肺活量的呼吸流速(FEF_{50%})、用力呼出75%肺活量的呼吸流速(FEF_{75%})等与身高、体重和年龄均呈密切正相关,且与身高的关系最为密切;男生FVC、FEV_{1.0}、PEF、FEF_{25%}高于女生;有17.9%者显示肺通气功能受损,另有6.6%者可能发生早期小气道病变。[结论] 肺功能测定是儿童呼吸系统的重要检测手段;儿童肺功能检测中,小气道指标对肺功能早期改变的意义尤其重要。
关键词: 肺功能; 儿童; 肺通气功能; 小气道功能

Pulmonary Function Analysis of Children in a Suburb School of Shanghai XU Ming-jia¹, CHENG Wei¹, HEI Ya-hang¹, ZHOU Xiu-lin¹, ZHANG Li-jun² (1.Department of Environmental Health, Jinshan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201599, China; 2.Department of Environmental Health, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To analyze the pulmonary function of children in a suburb school of Shanghai. [Methods] Pulmonary function tests were performed among children of grade 3 to 5 from a suburb primary school in Shanghai. [Results] The results of multiple regression analysis showed that forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV_{1.0}), peak expiratory flow (PEF), forced expiratory flow (FEF) between 25% and 75% of FVC (FEF₂₅₇₅), FEF at 25% of FVC (FEF_{25%}), FEF at 50% of FVC (FEF_{50%}), and FEF at 75% of FVC (FEF_{75%}) were positively correlated with weight and age, particularly with height, in both gender groups. Indicators such as FVC, FEV_{1.0}, PEF, and FEF_{25%} were remarkably higher in boys than in girls. The abnormal rate of pulmonary ventilation function was 17.9%, and 6.6% of the children had early small airway disorders. [Conclusion] Pulmonary function test is important in the evaluation of children's respiratory system, and the indicators of small airway are of great value to predict the abnormality of pulmonary function.

Key Words: pulmonary function; children; pulmonary ventilation function; small airway function

儿童肺功能是评价大气污染对儿童呼吸系统影响的主要健康效应指标。随着城市化及工业化的发展,日益突出的汽车尾气、工业废气等大气污染对儿童肺功能有一定影响。为了解上海市郊区某化工区周边儿童呼吸系统现状,本研究拟对该地小学生开展肺功能检查,为进一步间接评估该地区是否存在大气污染提供依据。

1 对象及方法

1.1 研究对象

某化工区附近下风向只有1所公立小学,绝大多数本地儿童在该学校就读。因低年龄段儿童对肺功能测试的依从性不佳,故选择该校3~5年级的学生。调查时间为2011年4月,入

选对象要求被调查时在该地区居住3年以上,无心肺发育异常、无胸廓畸形。

1.2 研究方法

测试仪器为Spirolab II型肺功能测试仪(意大利MIR公司),由专业医生负责测试。测试时要求先平静呼吸数次适应后,深吸气到肺总量位,然后以最大的力气、最快的速度呼气至残气位,重复测定3次,选择最佳结果进行分析。按标准方法测量身高和体重,同时调查是否有哮喘、支气管炎等病史,并检查呼吸道疾病现患情况。

1.3 测定项目

选用7项主要指标进行分析,包括:用力肺活量(FVC)、一秒钟用力肺活量(FEV_{1.0})、峰值呼气流速(PEF)、用力呼气中段流速(FEF₂₅₇₅)、用力呼出25%肺活量的呼吸流速(FEF_{25%})、用力呼出50%肺活量的呼吸流速(FEF_{50%})、用力呼出75%肺活量的呼吸流速(FEF_{75%})。

1.4 肺功能异常的判断

1.4.1 肺通气功能障碍 根据美国胸科协会/欧洲呼吸协会(ATS/ERS)2005年有关肺功能检查的联合指南建议,阻塞性、

[作者简介] 许明佳(1977—),女,硕士,医师;研究方向:环境卫生;
E-mail: mingjiayu@126.com

[作者单位] 1.上海市金山区疾病预防控制中心环境医学科,上海201599; 2.上海市疾病预防控制中心环境卫生科,上海200336

限制性或混合性通气功能障碍, 均可按照 FEV_{1.0} 占预计值的百分率 (FEV_{1.0}% pred) 来判断肺通气功能损害的程度^[1]。FEV_{1.0}% pred 为 70%~79% 时, 为轻度; 60%~69% 时, 为中度。

1.4.2 小气道功能异常 当 FEF₂₅₇₅、FEF_{50%}、FEF_{75%} 中至少 2 项低于 65% 预计值, 且 FVC 和 FEV_{1.0} 等通气功能指标均正常 (高于 80% 预计值) 时, 可诊断为小气道病变^[1-2]。

1.5 统计分析

数据录入采用 EpiData 数据库, 统计分析采用 SPSS 17.0。均数以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组均数比较用 *t* 检验, 相关分析和多元逐步回归分析用于探讨各项通气功能指标的影响因素, 率的比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

3~5 年级学生共 499 人, 符合本次入选条件者 485 人, 年龄为 8~11 岁。其中男生 267 人 (55.05%), 平均年龄 (9.71 ± 1.02) 岁, 平均身高 (139.46 ± 7.92) cm, 平均体重 (36.48 ± 10.03) kg; 女生

218 人 (44.95%), 平均年龄 (9.62 ± 0.96) 岁, 平均身高 (139.95 ± 8.76) cm, 平均体重 (34.00 ± 8.30) kg。男女生相比, 年龄和身高差异无统计学意义 ($P>0.05$), 男生体重高于女生 ($P<0.01$)。

2.2 肺功能检查结果

2.2.1 各年龄组肺功能实测均值 对肺功能 7 个主要指标的实测均值分年龄和性别进行统计, 结果见表 1。男生肺功能指标 FVC、FEV_{1.0}、PEF、FEF_{25%} 高于女生 ($P<0.05$); 同年龄不同性别学生之间比较, PEF 在各年龄内男生均高于女生 ($P<0.05$)。

对男女生各指标分别与身高、年龄、体重作相关分析, 结果表明男女生各指标与身高、年龄、体重密切正相关 ($P<0.01$), 且与身高的相关最为密切 (如 FVC, $r_{男}=0.792$, $r_{女}=0.737$, P 均 <0.001)。

以年龄、身高和体重作为自变量, 7 个指标作因变量, 采用多元逐步线性回归, 得出不同性别各指标的回归方程 (表 2、3), 可见其中大多数指标与身高密切相关, 而体重和年龄对肺功能的影响则因指标而异。

表 1 男女各年龄组肺功能指标实测均值 ($\bar{x} \pm s$)

年龄 (岁)	性别	FVC (L)	FEV _{1.0} (L)	PEF (L/s)	FEF _{25%} (L/s)	FEF _{50%} (L/s)	FEF _{75%} (L/s)	FEF ₂₅₇₅ (L/s)
8	男	1.68 ± 0.22*	1.57 ± 0.20	3.31 ± 0.62*	3.08 ± 0.61	2.26 ± 0.46	1.40 ± 0.45	2.26 ± 0.49
	女	1.65 ± 0.34	1.48 ± 0.29	2.82 ± 0.59	2.67 ± 0.56	1.99 ± 0.51	1.09 ± 0.40	1.94 ± 0.51
9	男	1.91 ± 0.28	1.74 ± 0.23*	3.62 ± 0.66*	3.33 ± 0.59	2.39 ± 0.49	1.36 ± 0.51	2.31 ± 0.45
	女	1.88 ± 0.34	1.70 ± 0.30	3.27 ± 0.70	3.05 ± 0.65	2.34 ± 0.57	1.29 ± 0.48	2.26 ± 0.56
10	男	2.14 ± 0.33	1.93 ± 0.28	3.85 ± 0.75*	3.53 ± 0.72	2.57 ± 0.65	1.51 ± 0.57**	2.51 ± 0.61
	女	1.98 ± 0.35	1.84 ± 0.31	3.60 ± 0.73	3.32 ± 0.65	2.50 ± 0.51	1.48 ± 0.39	2.46 ± 0.49
11	男	2.33 ± 0.38	2.09 ± 0.32	4.19 ± 0.80*	3.81 ± 0.71	2.76 ± 0.57	1.47 ± 0.41*	2.66 ± 0.52
	女	2.29 ± 0.35	2.07 ± 0.32	3.70 ± 0.66	3.46 ± 0.62	2.67 ± 0.61	1.61 ± 0.50	2.63 ± 0.60
合计	男	2.05 ± 0.37*	1.86 ± 0.31*	3.79 ± 0.76*	3.47 ± 0.70*	2.52 ± 0.58	1.44 ± 0.51	2.45 ± 0.55
	女	1.97 ± 0.39	1.79 ± 0.35	3.41 ± 0.74	3.17 ± 0.68	2.42 ± 0.58	1.39 ± 0.47	2.36 ± 0.57

[注]*: 与女生比较, $P<0.05$; **: $P<0.01$ 。

表 2 男生各指标实测值的多元线性回归分析

参数	逐步回归方程	F	P	R ²
FVC (L)	-2.404+0.025 × 身高+0.077 × 年+0.008 × 体重	177.392	<0.001	0.818
FEV _{1.0} (L)	-1.875+0.021 × 身高+0.062 × 年+0.006 × 体重	155.605	<0.001	0.800
PEF (L/s)	-2.644+0.038 × 身高+0.112 × 年龄	41.168	<0.001	0.488
FEF _{25%} (L/s)	-2.147+0.040 × 身高	69.257	<0.001	0.455
FEF _{50%} (L/s)	-1.751+0.031 × 身高	54.976	<0.001	0.415
FEF _{75%} (L/s)	-0.584+0.015 × 身高	14.308	<0.001	0.226
FEF ₂₅₇₅ (L/s)	-1.255+0.027 × 身高	45.694	<0.001	0.383

表 3 女生各指标实测值的多元线性回归分析

参数	逐步回归方程	F	P	R ²
FVC (L)	-2.073+0.027 × 身高+0.008 × 体重	132.922	<0.001	0.744
FEV _{1.0} (L)	-1.812+0.024 × 身高+0.007 × 体重	131.741	<0.001	0.742
PEF (L/s)	-1.960+0.038 × 身高	56.199	<0.001	0.454
FEF _{25%} (L/s)	-1.544+0.034 × 身高	50.938	<0.001	0.437
FEF _{50%} (L/s)	-0.329+0.016 × 身高+0.016 × 体重	25.942	<0.001	0.441
FEF _{75%} (L/s)	-0.160+0.099 × 年龄+0.018 × 体重	24.934	<0.001	0.434
FEF ₂₅₇₅ (L/s)	-0.439+0.113 × 年龄+0.025 × 体重	30.154	<0.001	0.468

2.2.2 肺通气功能障碍 根据 FEV_{1.0}% pred <80% 判断肺通气功能损害的程度, 见表 4。儿童肺通气功能总体异常率为 17.9%, 严重程度为轻度 (14.8%) 和中度 (3.1%); χ^2 检验显示女生肺通气功能异常率高于男生 ($P<0.01$)。

对儿童肺通气功能异常率 (FEV_{1.0}% pred <80%) 与年龄作统计分析, 结果显示, 肺通气功能异常率在各年龄间无明显差异; 按性别分析, 男生的肺通气功能异常率与年龄呈负相关 ($r=-0.132$, $P<0.05$), 女生异常率与年龄无明显相关性。

表 4 儿童肺通气功能损害发生率 [% (n)]

损害程度	男	女	合计
轻度	10.9 (29)	19.7 (43)	14.8 (72)
中度	1.9 (5)	4.6 (10)	3.1 (15)
合计	12.7 (34)	24.3 (53)	17.9 (87)

2.2.3 小气道病变 儿童小气道病变发生率为 6.6% (32 人), 其中男生 8.6% (23 人), 女生 4.1% (9 人), χ^2 检验显示男生小气道病变发生率高于女生 ($P<0.001$)。

2.3 呼吸系统疾病与肺功能

本次调查发现, 17.3% (84 人) 的儿童曾有哮喘或支气管炎

等呼吸系统疾病史(男女生之间差异无统计学意义),但经检查仅有 1.7%(8 人)的儿童有明显咳嗽、咳痰等呼吸系统症状。统计分析表明,有相关病史儿童的肺通气功能异常率和小气道功能病变率与无相关病史者相比,差异均无统计学意义;在有相关病史的儿童中,肺通气功能异常率和小气道功能病变率亦未显示出明显的性别差异。而 8 名现患疾病的儿童中,7 人存在肺通气功能异常,另 1 人则显示小气道病变。

3 讨论

一般认为儿童肺功能与身高、体重、年龄、性别关系非常密切^[3-4]。本次对儿童的肺功能分析表明,儿童肺功能与身高、体重、年龄、性别的关系确实非常密切,其中身高对肺功能的影响大于体重和年龄对其的影响,不同指标受影响的因素不全相同;男生 FVC、FEV_{1.0}、PEF、FEF_{25%} 等 4 个指标高于女生,这与相关文献研究一致^[5-6]。

肺功能是国内外学者公认的评价空气污染对呼吸系统不良影响的早期效应指标。儿童正处于生长发育期,其呼吸系统对大气污染特别敏感,因年龄小,可排除吸烟、饮酒等干扰因素,而且无职业接触史,所以儿童肺功能的改变能比较灵敏地反映空气污染对呼吸系统的危害^[7]。对多项研究的分析表明,大气污染与儿童肺功能的降低有关,大气中总悬浮颗粒物(TSP)、二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)浓度分别对儿童的通气及小气道功能造成影响^[8]。

随着城市化的发展,汽车尾气等交通污染日益突出;且该地区位于某化工区周边,大气环境也易受其影响。本次对该地区儿童的肺功能检测发现,儿童肺通气功能异常率为 17.9%,明显高于国内某地清洁区的水平,与工业区类似^[9];女生肺通气功能异常率高于男生,亦与相关研究一致^[6]。

小气道与肺泡弹性回缩力和周围阻力关系非常密切,而与测试者用力与否相关性小,此项检查较其他气道指标更客观^[4]。小气道病变是气道阻塞的早期表现,其病变部分是可逆的;某些因素影响小气道并发生早期改变时,FEV_{1.0}、FVC 等反映通气功能的指标正常,但 FEF_{25%}、FEF_{50%}、FEF_{75%} 等呼气中后期的流量指标下降^[1]。小气道病变情况在哮喘、慢性支气管炎等呼吸系统疾病中研究较多^[2, 10],而在正常儿童中少见描述。本调查对肺通气功能正常时小气道病变的发生率进行分

析,发现有 6.6% 的儿童可能存在早期小气道病变,其中男生小气道病变发生率高于女生,且差异有统计学意义,这与相关研究有一定差异^[10],其具体原因有待进一步调查和分析。

本次调查发现,呼吸系统疾病史与肺功能异常情况无明显相关性,这提示儿童肺功能可能与环境、营养状况、生活方式和遗传因素等有关,也进一步说明人体的适应性和调节能力。

本次调查提示,肺功能是儿童呼吸系统的重要检测手段;肺功能检测中,小气道指标的检测能发现早期的小气道功能异常。该地区可能存在儿童呼吸系统受影响的情况,应密切关注该地区儿童肺功能状况,及早发现问题分析原因,并寻找对策。

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 郑劲平,高怡.肺功能检查实用指南[M].北京:人民卫生出版社,2009:72-77.
- [2] 周明娟,许银姬,林琳.小气道病变对呼吸疾病的预测价值与年龄的关系[J].实用医学杂志,2011,27(7):1201-1203.
- [3] 黄建军,余嘉璐,曾强,等.广州市 280 例 6~12 岁正常儿童肺功能测定值及其意义[J].中国当代杂志,2005,7(5):455-458.
- [4] 郑劲平,李敏然,安嘉颖,等.少年儿童肺通气功能正常值与预计方程式[J].中华儿科杂志,2002,40(2):103-106.
- [5] 魏复盛,胡伟,吴国平,等.空气污染对儿童肺功能指标影响的初步分析[J].中国环境监测,2001,17(7):61-66.
- [6] 李仲铭,李静华,李泓,等.浙江省四地区正常青少年肺功能检测分析[J].实用预防医学,2010,17(1):17-20.
- [7] 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.
- [8] 刘玲,张金良.我国大气污染与儿童肺功能的关系[J].环境与健康杂志,2007,24(7):471-476.
- [9] 高红霞,孙淑丰,王艳茹,等.不同大气污染程度对小学生肺通气功能的影响[J].中国学校卫生,2004,25(5):564-565.
- [10] 周明娟,黄绮丹,林琳,等.慢性咳嗽患者小气道病变及气道高反应性对哮喘的预测价值[J].中国实用内科杂志,2007,27(17):1370-1372.

(收稿日期:2012-05-23)

(英文编审:黄建权;编辑:郭薇薇;校对:郑轻舟)