· 调查报告与分析 ·

中国西部某市室内环境因素及 $PM_{2.5}$ 对肺功能影响*

李克彬,许洁,唐寅,杨雪松,俞捷

摘 要:目的 了解中国西南部高频用煤地区酸雨城市室内环境危险因素对肺功能的影响。**方法** 于 2011 年 11 月—2012 年 3 月采用简单随机抽样方法对贵州省遵义市城区 215 名成年人进行问卷调查,并检测用力肺活量(FVC)、1 s 用力呼气量(FEV1)及 FEV1/FVC;此外,检测室内、外 $PM_{2.5}$ 浓度。**结果** 冬季暴露于燃煤、烹饪油烟、吸烟等危险因素与肺功能(FVC、FEV1)呈负相关。厨房与客厅或卧室隔开者 FVC、FEV1、FEV1/FVC 值(3.5、3.4、93.4)高于未隔开者(3.4、3.2、93.9),室内无老鼠和蟑螂者(3.5、3.4、93.2)高于暴露者(3.0、2.8、92.1),未吸烟者(3.6、3.5、93.4)高于吸烟者(3.4、3.2、93.2)和戒烟者(3.2、3、93.2)(除 FVC、FEV1 外,均 $P<0.05$),同卧室居住人数 <3 人者(3.5、3.4、93.4)高于≥3 人者(2.7、2.5、91.8)(3 项指标均 $P<0.05$);对 21 户厨房、卧室和室外 $PM_{2.5}$ 浓度进行检测,其中位数(P_{25} ~ P_{75})结果分别为 517.0(483.5 ~ 616.0)、484.0(462.5 ~ 602.0)及 398.0(378.5 ~ 411.5)CPM($P<0.05$);厨房、卧室 $PM_{2.5}$ 与 FEV_1/FVC 呈负相关($P<0.05$)。**结论** 冬季室内环境因素燃煤、吸烟、宠物过敏源等是成人肺功能降低的危险因素。

关键词:肺功能;室内环境污染;成人;$PM_{2.5}$

中图分类号:R 195.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0580(2017)05-0755-05 DOI:10.11847/zgggws2017-33-05-18

Effect of indoor environment on pulmonary function in adults living in a city with acid rain contamination

LI Ke-bin, XU Jie, TANG Yin, et al (*School of Public Health, Zunyi Medical College, Zunyi, Guizhou Province* 563099, China)

Abstract: Objective To investigate the influence of indoor environment risk factors on pulmonary function in adults living in a city with acid rain contamination due to heavy coal-burning pollution in southwest China. **Methods** Totally 215 residents aged 18 – 63 years and without respiratory diseases were selected with random sampling from 11 urban communities in Zunyi city of Guizhou province and surveyed with a questionnaire interview and measurements of forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV1) between November 2011 and March 2012; indoor and outdoor concentration of airborne particulate matter less than 2.5 microns in aerodynamic diameter ($PM_{2.5}$) were detected simultaneously. **Results** The participants' FVC and FEV1 were inversely correlated with coal-burning smoke and cooking fume exposure and smoking. The participants living in a house with a kitchen separated from other rooms had higher FVC (3.5 L vs. 3.0 L), FEV1 (3.4 L vs. 2.8 L) and a lower FEV1/FVC ratio (93.4% vs. 93.9%) compared to those without a separated kitchen; the participants living in a house without mouse and cockroach had higher FVC (3.5 L vs. 3.4 L), FEV1 (3.4 L vs. 3.2 L) and FEV1/FVC ratio (93.2% vs. 92.1%) compared to those with the exposure to mouse and cockroach at home; compared to the smokers/ex-smokers, the non-smokers had higher FVC (3.6 L vs. 3.4 L/3.2 L), FEV1 (3.5 L vs. 3.2 L/3.0 L), and FEV1/FVC ratio (93.4% vs. 93.2%/93.2%) (all $P<0.05$ except for FEV1/FVC ratio); the participants using a bedroom with only one other person had significantly higher FVC (3.5 L vs. 2.7 L), FEV1 (3.4 L vs. 2.5 L), and FEV1/FVC ratio (93.4% vs. 91.8%) compared to those with two or more other persons ($P<0.05$ for all). The results of airborne $PM_{2.5}$ measurement for kitchens and bedrooms and their outdoor ambient air of 21 participants' houses revealed the means of $PM_{2.5}$ counts per minute (CPM) of 517 (25 percent point – 75 percent point: 483.5 – 616.0) for the kitchens, 484 (462.5 – 602.0) for the bedrooms, and 398 (378.5 – 411.5) for the outdoor ambient air samples. The FEV1/FVC ratio was inversely correlated with the CPM value of kitchen and bedroom $PM_{2.5}$. **Conclusion** Coal burning, smoking, pet allergen are indoor risk factors of pulmonary function reduction in urban adults during winter time.

Key words: pulmonary function; indoor air pollution; adults; particulate matter less than 2.5 microns in aerodynamic diameter

室内空气污染物是成人呼吸道病变和肺功能降低的重要危险因素,发展中国家因为室内空气污染而致病的发病率约为 2.6%,死亡人数约 150 万[1]。室内空气污染物主要包括:空气颗粒物,被动吸烟和

* **基金项目:** 2015 年遵义医学院重点学科建设项目(0996034)
作者单位: 遵义医学院公共卫生学院,贵州 遵义 563099
作者简介: 李克彬(1988 –),男,贵州遵义人,硕士在读,研究方向:环境毒理学。
通讯作者: 俞捷,E-mail:xujie360@hotmail.com
数字出版日期:2016 – 5 – 19 16:30
数字出版网址:http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20160519.1630.062.html

空气中的动物源性过敏原[2]。目前有关室内环境危险因素对成人肺功能影响研究报道较少。本研究于 2011 年 11 月—2012 年 3 月,在贵州省遵义市城区抽取≥18 岁居民进行问卷调查并检测其肺功能,旨在了解酸雨地区冬季室内环境危险因素对成人肺功能影响,为其防治提供参考。

1　对象与方法

1.1　对象　采用简单随机抽样方法,遵义市中心城区共 11 个街道办事处,红花岗区 8 个街道办事处、汇川区 3 个街道办事处,在这 11 个街道办事处中,从每个街道办随机抽取 1 个社区,每个社区随机抽取了 1 个门牌号,按门牌顺序依次抽取 10 户,共抽取 65 户,每户 1 ~4 人不等,共抽取 215 人进行调查。调查街道办无工厂座落,调查者为在遵义长期居住 >3 年且无肺气肿、慢性支气管炎等呼吸道疾病的成年人。调查对象年龄为 28 ~63 岁,平均年龄 45.3 岁。

1.2　方法

1.2.1　调查方法　由经过统一培训的调查员上门对调查者进行面对面询问调查并填写问卷,本次调查问卷参考欧洲社区呼吸健康调查表(European Community Respiratory Health Survey II, ECRHS II)[3],结合本地情况加以修改,问卷内容包括:(1)基本信息及社会信息:包括性别、年龄、身高、体重及教育程度。年龄分为 3 个阶段(18 ~39、40 ~59、≥60 岁),观察对不同年龄阶段肺功能的影响;根据调查对象的身高和体重计算出体质指数(body mass index, BMI),根据世界卫生组织标准划分为偏瘦(BMI <18.5 kg/m^2),正常体重(18.5 ≤ BMI < 23 kg/m^2),超重(BMI ≥23 kg/m^2)[4]。教育情况分为是否接受义务教育,中国政府规定义务教育包括小学教育和初级中学教育;非义务教育包括高中,大学,综合性大学。(2)去年冬天哮喘及哮喘相关症状信息:其包括喘息伴呼吸困难、排除感冒引起的喘息、胸闷、咳嗽等。Q1:这个冬天你有过气喘或气促的感觉吗? Q2:这个冬天在你早上醒来的时候有感觉过胸闷吗? Q3:这个冬天你有由于胸闷而早醒的情况吗? Q4:这个冬天你有因剧烈咳嗽而惊醒的情况吗? Q5:在过去的 12 个月里,你得过慢性支气管炎吗? Q6:在过去的 12 个月里,你患过肺气肿吗? Q7:你曾经患过哮喘吗? Q8:你在这个冬天有发作过哮喘吗? 如果他或者她对于问题 4、5 或者 6 的回答是"是",那么就会在此研究队列中剔除。(3)室内环境危险因素调查:参照文献[3,5-6]制定问卷,内容主要包括厨房和卧室的基本信息、主动吸烟与被动吸烟情况、职业情况、取暖、烧水及做饭所用的燃料情况等。Q1:冬天你用哪种炉子进行烹饪、Q2:做饭时有油烟吗? Q3:你房间里有蟑螂或老鼠吗? Q4:这个冬天你养宠物了吗(如猫、狗或鸟等)? Q5:你曾经有吸烟长达 6 个月吗? 你现在抽烟吗? 你到目前吸了至少 100 支烟吗? Q6:你在这个冬天经常和吸烟的人同住一个房间且每次接触二手烟时间 >15 min 且每周≥3 次吗? Q7:在你工作岗位上有过粉尘或有害气体的暴露吗? 该问卷曾在欧洲进行了不同国家间几万人的调查[3].

1.2.2　肺功能检测　调查员填写问卷时同时检测调查对象的肺功能。对调查对象肺功能的检测包括用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、1s 钟用力呼气量(forced expiratory volume in one second, FEV1)、FEV1/FVC。检测仪器为 FGC - A + 肺活量计(安徽电子科学研究所)。

1.2.3　$PM_{2.5}$浓度检测　由调查员进行检测,主要检测室内(厨房和卧室)和室外(调查家庭外面 <20 m 距离)。采用 LD-3K 便携式数字粉尘检测仪(Sibata Scientific Technology Inc., Tokyo, Japan)进行检测,LD - 3K 能够分析浓度的水平(高或低),也就是相对比较(用于筛查)以及分析污染物浓度随时间变化的情况。相对浓度按每分钟计数(counts per minute, CPM),CPM = 计数值/计数时间。每 1 min 读一次数,读 3 次,计算其平均浓度作为检测浓度,particulate matter less than 2.5 microns in aerodynamic diameter($PM_{2.5}$)国家规定标准为 75 μg/m^3[7]。

1.3　统计分析　采用 SPSS 20.0 软件进行分析,检验水准为 0.05。运用非参数检验(U 检验或 H 检验)分析影响成人肺功能的多种室内暴露危险因素,多元线性回归分析相关危险因素对肺功能的影响。

2　结　果

2.1　社会人口学特征　215 名受访者中≥60 岁 47 人,占 21.9%, <39 岁 93 人,占 43.3%,40 ~59 岁 75 人,占 34.9%,平均年龄为 45.3 岁;男性 106 人,占 49.3%,女性 109 人,占 51.7%;汉族 205 人,占 95.3%,少数民族 10 人,占 4.7%;已婚 185 人,占 86.0%;高中以上文化程度 141 人,占 65.5%;BMI 正常者 142 人,占 66%,超重 41 人,占 19.1%,偏瘦 32 人,占 14.9%;童年时有支气管哮喘症状者 51 人,占 23.7%;有家族史及相关症状者 62 人,占 28.8%;低收入家庭(<1 753 元)为 42 人,占 19.5%;42 人有粉尘和有害气体职业接触史,占 19.5%。

2.2　个人和环境危险因素对成人肺功能水平影响(表 1)　肺功能多元线性回归模型分析表明,除职业情况与 FEV1/FVC 呈正相关外,其他室内危险因素与 FVC、FEV1,、FEV1/FVC 均呈负相关。

表 1 多元线性回归预测冬季成人肺功能(FVC、FEV1、FEV1/FVC)

肺功能	因素	B	$S_{\bar{x}}$	B'	t 值	P 值
FVC						
	常数项	7.151	0.082		86.543	0.000
	年龄	−0.070	0.001	−0.963	−71.829	0.001
	吸烟情况	−0.063	0.019	−0.046	−3.391	0.001
	童年哮喘症状	−0.121	0.038	−0.043	−3.180	0.002
	二手烟	−0.111	0.042	−0.035	−2.649	0.009
	每日烹饪时间	−0.065	0.025	−0.036	−2.630	0.009
	是否使用炉子做饭或烹饪	−0.050	0.019	−0.036	−2.698	0.008
	使用炉子做饭的频率	−0.023	0.011	−0.028	−2.216	0.035
FEV1						
	常数项	6.865	0.069		98.913	0.000
	年龄	−0.070	0.001	−0.971	−86.753	0.000
	吸烟情况	−0.120	0.032	−0.042	−3.776	0.000
	童年时哮喘症状	−0.074	0.021	−0.041	−3.584	0.000
	二手烟	−0.053	0.016	−0.039	−3.420	0.001
	每日烹饪时间	−0.086	0.035	−0.027	−2.437	0.016
	是否使用炉子做饭或烹饪	−0.038	0.016	−0.027	−2.428	0.016
	使用炉子做饭的频率	−0.020	0.009	−0.025	−2.250	0.026
FEV1/FVC						
	常数项	103.537	1.211		84.483	0.000
	年龄	−0.283	0.015	−0.766	−18.303	0.001
	BMI	−0.788	0.328	−0.100	−2.404	0.017
	用炉子取暖或做饭	−0.555	0.305	0.077	1.818	0.071
	床垫使用情况	−1.097	0.422	−0.111	−2.602	0.010
	新家具	−1.706	0.843	−0.084	−2.025	0.044
	职业	1.358	0.680	0.086	1.996	0.047

2.3 冬季室内因素及吸烟对成人肺功能影响(表 2) 厨房与客厅或卧室的位置关系、厨房开窗频率、是否接触油烟、同卧室居住人数、是否喂养宠物、是否吸烟对 FVC 与 FEV1 的影响差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

表 2 冬季室内因素及吸烟对成人肺功能影响

因素	人数	FVC(L)		FEV1(L)		FEV1/FVC	
		M	$P_{25}\sim P_{75}$	M	$P_{25}\sim P_{75}$	M	$P_{25}\sim P_{75}$
厨房位置							
与其他房间分开	205	3.5	2.7~4.3	3.4	2.5~4.0	93.4	91.1~94.5
与其他房间未分开	10	3.4	2.9~4.3	3.2	2.7~4.0	93.9	93.4~94.5
z 值		−2.842		−2.842		−1.278	
P 值		0.004		0.004		0.201	
开窗频率							
偶尔或从不	5	2.3	2.0~3.6	2.0	1.7~3.4	87.1	81.7~93.4
有时	27	3.1	2.1~4.5	2.9	1.8~4.2	92.7	82.6~93.9
大部分时间	22	2.7	2.2~3.5	2.4	1.8~3.4	90.4	83.4~93.5
一直打开	161	3.5	2.8~4.4	3.4	2.6~4.1	93.4	91.9~94.5
z 值		11.651		11.46		9.82	
P 值		0.009		0.009		0.02	

中国公共卫生 CPH

续表 2

因素	人数	FVC(L)		FEV1(L)		FEV1/FVC	
		M	$P_{25} \sim P_{75}$	*M*	$P_{25} \sim P_{75}$	*M*	$P_{25} \sim P_{75}$
烹饪油烟							
无	154	3.6	2.7 ~ 4.6	3.4	2.5 ~ 4.3	93.3	91.7 ~ 94.4
有	61	3.1	2.3 ~ 3.9	3.0	1.9 ~ 3.6	92.5	84.1 ~ 94.4
z 值		−2.962		−2.984		−1.131	
P 值		0.003		0.003		0.258	
老鼠和蟑螂							
没有	190	3.5	2.7 ~ 4.5	3.4	2.4 ~ 4.2	93.2	90.6 ~ 94.5
有	25	3.0	2.2 ~ 3.8	2.8	1.9 ~ 3.6	92.1	83.9 ~ 94.2
z 值		−2.204		−2.25		−1.414	
P 值		0.028		0.024		0.157	
同卧室居住人数							
≥3 人	35	2.7	2.2 ~ 4.0	2.5	1.8 ~ 3.8	91.8	83.3 ~ 93.5
<3 人	180	3.5	2.8 ~ 4.4	3.4	2.5 ~ 4.1	93.4	92.0 ~ 94.5
t 值		−2.699		−2.729		−3.133	
P 值		0.007		0.006		0.002	
养宠物情况							
无	156	3.5	2.7 ~ 4.6	3.4	2.4 ~ 4.3	93.2	89.1 ~ 94.4
有	59	3.2	2.4 ~ 3.8	3.0	2.1 ~ 3.5	93.2	87.2 ~ 94.4
z 值		−2.677		−2.726		−0.595	
P 值		0.007		0.006		0.552	
吸烟情况							
从不吸烟	52	3.6	2.8 ~ 4.6	3.5	2.6 ~ 4.2	93.4	91.9 ~ 94.8
已经戒烟	85	3.2	2.5 ~ 3.9	3.0	2.2 ~ 3.7	93.2	87.9 ~ 94.6
正在吸烟	73	3.4	2.6 ~ 4.1	3.2	2.4 ~ 3.8	93.2	89.6 ~ 94.4
z 值		15.02		15.06		2.28	
P 值		0.001		0.001		0.32	

2.4　室内及室外 $PM_{2.5}$ 浓度对成人肺功能的影响(表 3)　对 21 家厨房、卧室及户外进行检测，测得其 $PM_{2.5}$ 浓度中位数($P_{25} \sim P_{75}$)分别为 517.0(483.5 ~ 616.0)、484.0(462.5 ~ 602.0)及 398.0(378.5 ~ 411.5)CPM，厨房、卧室 $PM_{2.5}$ 浓度均于高室外，差异有统计学意义($z = -4.268$、-3.637，均 $P < 0.001$)，厨房与卧室间差异无统计学意义($z = -1.334$，$P = 0.182$)。表 3 可见，厨房、卧室 $PM_{2.5}$ 浓度与 FEV1/FVC 呈负相关，卧室及室外 $PM_{2.5}$ 浓度与肺功能其他检测指标无关联。

表 3　冬季室内及室外 $PM_{2.5}$ 浓度对成人肺功能影响($n = 42$)

$PM_{2.5}$ 浓度	FVC		FEV1		FEV1/FVC	
	r 值	*P* 值	*r* 值	*P* 值	*r* 值	*P* 值
厨房	−0.127	0.421	−0.127	0.421	−0.324	0.036
卧室	−0.130	0.413	−0.130	0.413	−0.316	0.042
室外	0.148	0.351	0.148	0.351	0.147	0.353

3　讨　论

本研究结果表明煤炉使用及使用频率与成人肺功能呈负相关，暴露者肺功能降低。Saha[8] 对印度西部一个小村庄用煤和生物燃料的妇女肺功能进行检测，结果表明燃煤及生物燃料烟雾暴露对肺功能有损伤作用，FEV1，FEV1% 与未暴露者相比有统计学差异。煤炉的使用是肺功能降低的危险因素，有研究者认为煤烟的暴露有致肺组织的炎症损伤作用，也有人认为是氧化损伤导致肺功能降低，尤其是下呼吸道[9-10]。燃煤对肺功能的影响主要是燃烧时有一定数量和浓度的毒性气体和颗粒物排放损伤了肺组织的通气功能。

本研究调查结果表明，主动吸烟或被动吸烟与成人肺功能呈负相关，吸烟是导致肺功能降低的危险因素[11-12]，本次调查结果与其一致。有研究报道，妇女因吸烟致阻塞性肺通气功能改变，FEV1 降低[13]。吸烟增加血小板的粘滞性，降低高密度脂蛋白胆固醇，大动脉血管的扩展性和顺应性降低等对病理生化的改变可能会对肺换气功能产生影响[14]。吸烟是成人肺功能降低的危险因素，尤其是对患有哮喘症状的人，Apostol[15] 研究表明，哮喘患者吸烟能加速成人 FEV1 降低。本次调查与该研究结论相似，吸烟者 FVC，FEV1 均低于非吸烟者。吸烟者对哮喘患者确切损伤机制尚不能确定，但目前认为吸烟能增加气道炎症反应和降低糖皮质激素受体的敏感性[16]。吸烟对呼吸道的损伤可能是因为其含有的有害物质对气道的刺激产生炎症反应或是对肺泡表面活性物质影响，其具体机制需进一步的动物实验研究。本次调查戒烟者的肺功能低于目前正在吸

中国公共卫生 CPH

烟者,其原因可能是戒烟者是因为呼吸道症状或身体其他原因被迫戒烟,而未戒烟者身体还处于能耐受阶段。

食用油油烟对呼吸道有不同程度的影响,迄今为止,有关室内油烟对肺功能的暴露损伤方面研究较少。Adewole[17]通过对从事烹饪工作前、后的人群肺功能进行对比表明,从事烹饪前、后 FEV1(3.16L ± 0.51、2.7L ± 0.7,$P = 0.04$)、FVC(3.02 ± 0.51、2.5L/s ± 0.55,$P = 0.007$)差异均有统计学意义,从事后低于从事前。该研究与此次调查一致,肺功能 FVC,FEV1 与每天烹饪时间呈负相关,可能是烹饪过程中产生的油烟刺激呼吸道黏膜而导致肺功能降低。

室内过敏原是导致成人肺功能降低及肺组织病变的危险因子。室内过敏原如链格孢属真菌、宠物过敏原等与 FEV1 降低、气管病变相关,气道高反应性相对与未暴露组更为严重[18]。本调查中养宠物者 FVC、FEV1 低于未养宠物者,宠物致敏原微粒比尘螨致敏原更小[19],来自宠物的过敏原可以积集在尘埃中通过空气传播,遵义居民居住的主要是公寓,宠物与饲养者生活在同一房间里,该生活方式相对于庭院居住者其暴露于过敏原的危险较高。

监测 $PM_{2.5}$浓度发现,厨房和卧室的浓度高于室外,主要来源可能是煤炉燃烧、吸烟等[20-21]。中老年人急性呼吸道症状与可吸入颗粒物的浓度相关,家中高浓度的可吸入颗粒物或吸烟均与肺功能降低有关[22]。室内 $PM_{2.5}$浓度均超过国家标准,冬季室内 $PM_{2.5}$浓度偏高可能与窗户关闭、室内空气流通不足有关,也可能与遵义冬天空气相对干燥有关。PM 2.5 浓度增加对机体心肺疾病发病率存在明显影响,大气 PM 2.5 对数浓度每增加 1 个单位,呼吸系统症状出现的危险性增加 1.79 倍[23]。相关分析结果表明,冬季室内 $PM_{2.5}$浓度与 FEV1/FVC 呈负相关,成人的可逆性气流受限及慢性呼吸道症状与室内高浓度细颗粒物暴露有关。高浓度的 $PM_{2.5}$刺激肺组织中炎症细胞释放组胺、白三烯等介质,导致气道反应性升高,通气功能降低

本研究控制了年龄、性别、BMI、同卧室居住人数、童年哮喘疾病史等影响,并将室内环境危险因素与成人肺功进行相关性分析,直接将室内污染对肺功能影响表示出来,但也有局限性:一是横断面研究限制因果推论,如未对过去暴露于室内危险因素而最近改善室内环境的情况进行分析;二是因条件限制未对调查对象进行长期的健康跟踪,只进行了短期调查。

本研究调查表明,室内环境危险因素主要包括室内燃煤,烹饪油烟,室内过敏源,蟑螂、老鼠的存在,吸烟等,目前中国主要对吸烟制定了相对的防治措施,其他危险因素认知情况较低,需有相对的公共措施和政策进行防治。

参考文献

[1] World Health Organization. Fuel for life[M]// World Health Organization. Household energy and health, New York: 2006.
[2] 俞捷,张龙举,许洁. 室内空气污染对亚洲儿童呼吸系统的影响[J]. 遵义医学院学报,2014,37(2):223-234.
[3] European Community Respiratory Health Survey II Steering Committee. The European Community Respiratory Health Survey II[J]. Eur Respir J,2002,20(5):1071-1079.
[4] 何英剑,陶秋山,李晓婷,等. 性别、年龄对成人 BMI 超重与肥胖诊断标准影响[J]. 中国公共卫生. 2009. 25(4):441-443.
[5] 钱华;戴海夏. 室内空气污染与人体健康的关系[J]. 环境与职业医学,2007,24(4):426-430.
[6] 张金良,帕拉沙提,刘玲,等. 中国农村室内空气污染及其对健康的危害[J]. 环境与职业医学,2007,24(4):412-416.
[7] 马利英,董泽琴,吴可嘉,等. 贵州农村地区冬季典型燃料产生的室内空气 $PM_{2.5}$和 CO 排放污染特征研究[J]. 地球与环境. 2013,41(6):638-645.
[8] Saha A,Rao NM,Kulkarni PK,et al. Pulmonary function and fuel use:a population survey[Z],2005:127.
[9] Lan Q,Mumford JL,Shen M,et al. Oxidative damage-related genes AKR1C3 and OGG1 modulate risks for lung cancer due to exposure to PAH-rich coal combustion emissions[J]. Carcinogenesis,2004,25(11):2177-2181.
[10] Padhy PK,Padhi BK. Effects of biomass combustion smoke on hemato-logical and antioxidant profile among children(8-13 years)in India[J]. Inhal Toxicol,2009,21(8):705-711.
[11] Skogstad M,Kjaerheim K,Fladseth G,et al. Cross shift changes in lung function among bar and restaurant workers before and after implementation of a smoking ban[J]. Occup Environ Med,2006,63(7):482-487.
[12] Eisner MD,Wang Y,Haight TJ,et al. Secondhand smoke exposure,pulmonary function,and cardiovascular mortality[J]. Annals of Epidemiology,2007,17(5):364-373.
[13] Downs SH,Brändli O,Zellweger JP,et al. Accelerated decline in lung function in smoking women with airway obstruction:SAPALDIA 2 cohort study[J]. Respir Res,2005,26(6):45.
[14] 俞捷,罗果,龚磊,等. 遵义市心脑血管疾病现况调查[J]. 遵义医学院学报,2011,34(4):420-422.
[15] Apostol GG,Jacobs DR,Tsai AW,et al. Early life factors contribute to the decrease in lung function between ages 18 and 40:the Coronary Artery Risk Development in Young Adults Study[J]. Am J Respir Crit Care Med,2002,166(2):166-172.
[16] Thomson NC,Chaudhuri R. Asthma in smokers:challenges and opportunities[J]. Curr Opin Pulm Med,2009,15(1):39-45.
[17] Adewole O,Desalu O,Nwogu K,et al. Respiratory symptoms and lung function patterns in workers exposed to wood smoke and cooking oil fumes(Mai Suya)in Nigeria[J]. Ann Med Health Sci Res,2013,3(1):38-42.
[18] Sunyer J,Soriano J,Antó JM,et al. Sensitization to individual allergens as risk factors for lower FEV1 in young adults. Int J[J]. Environment Epidemiology,2000,29(1):125-130.
[19] De BF,Heyman PW,Chapman MD,et al. Airborne dust mite allergens:comparison of group II mite allergens with group I mite allergens and cat allergen Fel d 1[J]. J Allergy Clin Immunol,1991,88(6):919-926.
[20] Nandasena S,Wickremasinghe AR,Lee K,et al. Indoor fine particle($PM_{2.5}$)pollution exposure due to secondhand smoke in selected public places of Sri Lanka[J]. Am J Ind Med,2012;55(12):1129-1136.
[21] Allen RW,Gombojav E,Barkhasragchaa B,et al. An assessment of air pollution and its attributable mortality in Ulaanbaatar[J]. Air Qual Atmos Health,2013,6(1):137-150.
[22] Simoni M,Jaakkola MS,Carrozzi L,et al. Indoor air pollution and respiratory health in the elderly[J]. European Respiratory Journal,2003,21(40):15S-20S.
[23] 崔国权,康真,吕嵩,等. 哈尔滨市 $PM_{2.5}$污染水平对人群呼吸系统疾病影响[J]. 中国公共卫生,2013,29(7):1046-1048.

收稿日期:2015-11-13　（郑新编辑　韩仰欢校对）