

沙尘天气细颗粒物对高血压日门诊人数的影响

孟紫强, 张剑, 卢彬

摘要: [目的] 研究沙尘天气细颗粒物(PM_{2.5})与高血压每日门诊人数的联系。[方法] 采用半参数广义相加泊松回归模型(GAM)在控制了时间长期趋势、季节趋势、气象因素、日历效应等混杂因素影响的基础上, 分析 2004 年 3 月 1 日至 5 月 31 日沙尘暴频发区——甘肃省武威市大气 PM_{2.5} 与 7 所大中型医院高血压每日门诊人数的关系。[结果] 在单污染模型和多污染模型下, PM_{2.5} 与男、女性居民高血压门诊人数均有联系, 但只有与滞后 1d 的男性门诊人数间的联系有统计学意义。根据不同天气将 PM_{2.5} 分为 4 个水平并进行 GAM 分析: $\leq 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (美国 EPA 空气质量标准)、 $65.1\sim 95.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (非沙尘天气但高于美国 EPA 空气质量标准)、 $95.4\sim 167.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (扬沙天气水平)、 $167.6\sim 192.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (沙尘暴天气水平)。分析表明, 男性高血压每日门诊人数在扬沙水平即急剧增加, 而女性门诊人数直到沙尘暴水平才急剧增加。[结论] 沙尘天气 PM_{2.5} 与男、女性居民高血压日门诊人数的增加有联系, 且沙尘暴的影响比扬沙天气更为严重。沙尘天气对男性高血压门诊人数的影响大于女性。

关键词: PM_{2.5}; 高血压; 日门诊人数; 沙尘暴; 扬沙天气; GAM 模型

Association of PM_{2.5} in Dust and Sand Events with Hypertension Outpatient Number MENG Zi-qiang, ZHANG Jian, LU Bin (Institute of Environmental Medicine and Toxicology, Center of Environmental Science and Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: [Objective] To explore the association between particulate matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ in average aerodynamic diameter (PM_{2.5}) and daily outpatient number for hypertension. [Methods] Seven good-sized hospitals in Wuwei city of Gansu province in northwest of China, where blowing sands and dust storm frequently took place in whole, were selected as the objects of this study. During the period from March 1st through May 31st in 2004 when dust and sand events occurred frequently, an investigation of daily outpatient number for hypertension was conducted. A semi-parametric generalized additive Poisson regressions model (GAM) was fitted to the logarithm of the expected values of daily outpatient number for hypertension, controlling for smooth functions of long time trends, season, meteorological variables, and calendar effect. [Results] PM_{2.5} was positively associated with male and female hypertension outpatient visits, but only the effect of PM_{2.5} on male was statistically significant. GAM analyses were performed taking categories of PM_{2.5} into account according to different weather: $\leq 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (US EPA ambient air quality criterion), $65.1\sim 95.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (non-dust events but exceeded US EPA ambient air quality criterion), $95.4\sim 167.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (level of blowing sands), $167.6\sim 192.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (level of dust storms). These results indicated that male hypertension outpatient number sharply increased at PM_{2.5} level in blowing sands, but female outpatient did not remarkably increased until level of PM_{2.5} reached the dust storms. [Conclusion] PM_{2.5} was positively associated with increasing of male and female hypertension outpatient visits, and the influence of dust storms was much greater than that of blowing sands. The effect of dust and sand events on the male subjects with hypertension was higher than those on the females.

Key Words: PM_{2.5}; hypertension; daily outpatient number; dust storms; blowing sands; semi-parametric generalized additive model (GAM)

高血压是世界最常见的心血管疾病, 由于它常引起心、脑、肾等脏器的并发症, 严重危害人类健康, 因此是全球范围内的重大公共卫生问题。除了不良的生活习惯以外, 环境污染物,

特别是细颗粒物也是人们患高血压的一个重要诱因。文献报道, 大气细颗粒物浓度增高与血黏度、血浆纤维蛋白原水平、c-反应蛋白(CRP)、内皮素水平、血压等一些心血管系统因素密切相关^[1]。流行病学研究表明, 除了人群总死亡率和呼吸系统疾病发病率外, 循环系统疾病的病死率也与大气 PM_{2.5} 浓度之间存在着正相关关系^[2]。然而, 关于扬沙天气和沙尘暴 PM_{2.5} 对心血管系统健康影响的流行病学研究很少。本项目将对我国西北沙尘天气高发区——甘肃省武威市 2004 年扬沙天气和沙尘暴高发时期(3~5 月)的 PM_{2.5} 与大中型医院高血压日门诊人数的关系进行研究。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(编号: 30230310); 山西省自然科学基金资助项目(编号: 20031092)

作者简介: 孟紫强(1939-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向: 环境医学与毒理学

作者单位: 山西大学 环境科学与工程学院、环境医学与毒理学研究所, 山西 太原 030006

1 材料与方法

1.1 研究地点及时段选择

武威市地处我国西北地区沙尘天气高频区——甘肃省河西走廊的东端,海拔 1020~4874 m,属典型的大陆性气候,年均气温 7.8℃,年降水量 60~610 mm、蒸发量 1400~3100 mm,气候干旱,每年 3~5 月,尤其是 4~5 月^[3]扬沙天气和沙尘暴频繁,在此条件下研究沙尘天气对人群健康的影响具有一定代表性。因此本项目选择每年 3~5 月作为研究时段。

1.2 研究对象

2004 年 3 月 1 日至 5 月 31 日高血压的门诊病例资料,由武威市人民医院等 7 所大中型医院提供。高血压的统计,根据国际疾病分类标准(第 10 版,ICD-10)^[4]进行。同时,2004 年 3 月 1 日至 5 月 31 日逐日地面气象资料(如气温、相对湿度、大气压等)由武威市气象局提供,逐日气态污染物检测数据(SO₂、NO₂)来自武威市环境监测站。采用 PM_{2.5} 大流量大气采样器(Thermo Andersen)24 h 连续现场采样,并计算 PM_{2.5} 24 h 平均浓度。

1.3 统计方法

居民每日高血压门诊对居民总体来说是小概率事件,其统计学分布近似于泊松分布,因此本项目采用对数线性模型基础上的半参数广义相加泊松回归模型(GAM),在排除了长期趋势、日历效应、气象因素等混杂因素影响的基础上,将逐日 PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 浓度作为线性变量引入模型,分析大气污染物对高血压日门诊人数的影响。具体模型为:

$$\log[E(Y_k)] = \alpha + DOW + \beta X_k + s(time) + s(Z_k)$$

式中: $E(Y_k)$ 为响应变量 Y 在 k 日的高血压门诊人数预期值; α 为截距; DOW 为反映日历效应(calendar effect)的虚拟变量(dummy variable); βX_k 为 GAM 模型中的参数部分, β 为回归系数, X_k 为在 k 日大气污染物浓度,包括 PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 日平均浓度; s 为非参数平滑样条函数(smoothing spline

function); $time$ 指日期; Z_k 为在 k 日的气象因素变量,包括日平均气温、日平均气压、日平均相对湿度、日平均风速。

为了分析大气污染物暴露对每日高血压门诊人数的定量影响,同时考虑了单污染及多污染模型,并按性别的不同分层建立模型。在模型建立的过程中,也考虑了大气污染物暴露对居民门诊的滞后效应。采用 Akaike 信息标准(AIC)进行模型拟合优度检验^[5]。

根据模型估算出大气污染物的回归系数 β , 计算当污染物变化单位浓度[四分位间距(IQR)]时,居民每日高血压门诊人数自然对数的相对改变量。 $RR = \exp(\beta \times IQR)$, 并在此基础上计算 RR 的 95% 的可信区间(95%CI)^[6]。污染物每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 医院日平均门诊人数变化的百分比为 $10/IQR \times (RR - 1) \times 100\%$ 。

此外,为了比较不同沙尘天气 PM_{2.5} 浓度与正常天气 PM_{2.5} 浓度对高血压门诊人数的影响,本研究根据当地实际情况将 PM_{2.5} 的浓度分成 38.8~65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (美国 EPA 空气质量标准)、65.1~95.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (高于 EPA 空气质量标准的非沙尘天气)、95.4~167.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (扬沙天气 PM_{2.5} 水平)、167.6~192.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (沙尘暴天气 PM_{2.5} 水平) 4 个水平,并将其作为分类变量引入 GAM 模型重新估计,以此来检验是否存在剂量-效应关系^[7]。

研究采用 S-Plus 6.2 软件进行统计过程的处理。

2 结果

2.1 描述性统计

表 1 描述了 2004 年 3 月 1 日至 5 月 31 日武威市气象条件、大气污染物浓度以及武威市高血压每日门诊人数的频数分布。从表 1 可知:主要气态大气污染物中 SO₂、NO₂ 的日均浓度均低于国家空气质量二级标准^[8]。PM_{2.5} 日均值高于美国 EPA 的空气质量标准(PM_{2.5} 日均值 $\leq 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$)。研究期间武威市 7 所大中型医院高血压门诊总数为 734 人次,男女性别比为 1:1.28。

表 1 2004 年 3 月至 5 月武威市高血压每日门诊人数、气象和大气污染物浓度频数分布(24 h 均值)

Table 1 Description of daily hypertension outpatient number, daily averages of environmental levels and meteorologic factors from March 1st through May 31st in 2004, Wuwei city, Gansu province, China (average of 24 h)

指标 (Index)		$\bar{x} \pm s$	最小值 (Min)	P_{25}	中位数 (M)	P_{75}	最大值 (Max)	IQR
气象条件 Meteorologic level	风速 (m/s)	6.28 \pm 3.60	2.62	3.51	5.05	7.78	20.48	4.27
	气温 (℃)	11.86 \pm 6.66	-4.20	6.65	12.90	17.43	23.00	10.78
	相对湿度 (%)	33.83 \pm 13.44	14.00	25.00	29.50	38.75	84.00	13.75
	大气压 (kPa)	84.56 \pm 0.48	83.43	84.20	84.54	84.86	85.63	0.66
大气污染物浓度 Atmosphere pollutant concentration	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	84.67 \pm 35.67	38.8	60.53	72.33	99.02	192.8	38.49
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	87.89 \pm 80.08	22.88	45.05	80.08	118.35	297.44	73.30
	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26.14 \pm 9.72	7.22	19.70	26.08	34.30	53.87	14.60
高血压每日门诊人数 Daily hypertension outpatient number	男 (Male)	3.48 \pm 2.18	0	2	3	5	9	3
	女 (Female)	4.48 \pm 3.02	0	2	4	6	16	4

表 2 可知,与非沙尘天气相比,风速与 PM_{2.5} 在扬沙和沙尘暴发生时均显著增高,而其余气象因素、SO₂ 和 NO₂ 差异均无统计学意义。PM_{2.5} 在非沙尘天气和沙尘天气下均高于美国 EPA 的空气质量标准(PM_{2.5} 日均值 $\leq 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$),且扬沙和沙尘暴发生日 PM_{2.5} 日均值分别为该标准上限值的 2 倍和 2.6 倍。

表 3 总结了研究期间气象条件和大气污染物每日浓度的相关分析。结果显示:PM_{2.5} 与 SO₂ 之间存在正相关($P < 0.05$)。

2.2 GAM 模型拟合结果

表 4 显示了在单污染模型下大气 PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 日平均浓度每上升 1 个 IQR 时,居民高血压日门诊 RR 及其 95%CI 结果。PM_{2.5} 与男、女高血压门诊人数有正向联系且滞后时间较短,但只有与滞后 1 d 的男性门诊人数联系有统计学意义。PM_{2.5} 日均浓度每上升 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,男性高血压门诊人数上升了 7.4% (95%CI: 2.3%, 13.5%)。SO₂、NO₂ 与男、女高血压门诊人数的

联系均没有统计学意义。

从表 4 和表 5 可知,在双污染模型中,当分别以 NO₂、SO₂ 作为协同污染物时,PM_{2.5}对男性门诊 RR 值比单污染模型时

RR 值分别降低了 9.1%、5.8%;而在多污染模型中,即以 SO₂ 和 NO₂ 共同作为协同污染物,PM_{2.5}对男性门诊 RR 值比单污染模型 RR 值降低了 6.0%。

表 2 2004 年 3 月至 5 月武威市沙尘天气与非沙尘天气气象和大气污染物指标的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of daily averages of atmospheric pollution levels and meteorologic factors between dust events and non-dust events form March 1st through May 31st in 2004 in Wuwei city, Gansu province, China(Mean \pm SD)

天气状况 Variables	持续时间 Duration (d)	大气压 Barometric pressure (kPa)	气温 Temperature($^{\circ}$ C)	相对湿度 Relative humidity(%)	风速 Wind speed(m/s)	PM _{2.5} (μ g/m ³)	SO ₂ (μ g/m ³)	NO ₂ (μ g/m ³)
非沙尘天气 Non-dust event	79	84.57 \pm 0.49	12.1 \pm 6.5	34.5 \pm 13.7	5.8 \pm 3.0	75.8 \pm 26.9	94.38 \pm 56.63	26.24 \pm 9.84
扬尘 Blowing sand	11	84.43 \pm 0.46	12.2 \pm 8.0	31.3 \pm 13.5	12.4 \pm 5.3*	131.4 \pm 36.1**	135.85 \pm 58.63	23.58 \pm 9.43
沙尘暴 Dust storm	2	84.62 \pm 0.19	5.4 \pm 5.7	28.0 \pm 1.4	13.6 \pm 6.1*	171.3 \pm 16.6**	144.72 \pm 42.04	32.60 \pm 0.21

[注] ①表内数据为 24 h 均值(Average of 24 h); ②与非沙尘天气(对照)相比,单因素方差分析(Compare with non-dust event, One-way ANOVA), * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

表 3 2004 年 3 月至 5 月武威市气象条件和大气污染物浓度 Pearson 相关系数

Table 3 Analysis on pearson correlation coefficients among daily averages of atmospheric pollution levels and meteorologic factors form March 1st through May 31st in 2004, Wuwei city, Gansu province, China

指标(Index)	大气压(Barometric pressure)	气温(Temperature)	相对湿度(Relative humidity)	风速(Wind speed)	PM _{2.5}	SO ₂	NO ₂
大气压(Barometric pressure)	1	-	-	-	-	-	-
气温(Temperature)	-0.63**	1	-	-	-	-	-
相对湿度(Relative humidity)	0.46**	-0.18	1	-	-	-	-
风速(Wind speed)	0.38**	-0.38**	0.28*	1	-	-	-
PM _{2.5}	-0.20	0.17	-0.23*	-0.09	1	-	-
SO ₂	0.03	-0.31**	-0.16	0.09	0.26*	1	-
NO ₂	-0.01	-0.22*	-0.06	-0.01	-0.17	-0.09	1

[注] * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

表 4 单污染模型下高血压病门诊 RR (95%CI)

Table 4 Relative risks of the association between PM_{2.5}, NO₂, SO₂ and daily hypertension outpatient number in single-pollutant model

污染物	性别	滞后天数(Lag days, d)					
Pollutants	Gender	0	1	2	3	4	5
PM _{2.5}	男(Male)	1.042(0.873, 1.243)	1.285(1.089, 1.518)*	0.879(0.734, 1.051)	1.158(0.99, 1.354)	1.005(0.847, 1.192)	1.096(0.916, 1.312)
	女(Female)	0.872(0.737, 1.031)	1.018(0.866, 1.198)	1.120(0.963, 1.304)	1.117(0.968, 1.289)	0.850(0.721, 1.001)	0.865(0.723, 1.034)
NO ₂	男(Male)	1.185(0.883, 1.591)	0.842(0.627, 1.129)	1.099(0.834, 1.448)	1.009(0.761, 1.338)	1.171(0.896, 1.530)	0.927(0.708, 1.213)
	女(Female)	0.996(0.980, 1.012)	0.985(0.970, 1.000)	1.010(0.995, 1.025)	0.996(0.980, 1.011)	0.992(0.977, 1.007)	0.988(0.972, 1.003)
SO ₂	男(Male)	1.179(0.851, 1.633)	0.873(0.621, 1.228)	1.061(0.774, 1.455)	1.269(0.912, 1.765)	0.917(0.639, 1.314)	1.146(0.800, 1.641)
	女(Female)	0.966(0.734, 1.273)	0.784(0.584, 1.054)	1.037(0.791, 1.361)	0.966(0.723, 1.291)	0.699(0.509, 0.959)	1.050(0.761, 1.448)

[注] * : 表示该天 RR 有统计学意义(Significant in expected direction for RR), $P < 0.05$

表 5 双污染模型与多污染模型下高血压门诊 RR (95%CI)

Table 5 Relative risks of the association between PM_{2.5}, NO₂, SO₂ and daily hypertension outpatient number in co-pollutant model and multi-pollutant model

性别(Gender)	污染物及滞后天数 (Pollutant, Lag days)	双污染模型(Co-pollutant model)			多污染模型 Multi-pollutant model
		PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂	
男(Male)	PM _{2.5} (lag1)	-	1.168(1.019, 1.337)*	1.210(1.046, 1.399)*	1.208(1.042, 1.402)*
	NO ₂ (lag0)	0.997(0.930, 1.07)	-	0.987(0.918, 1.06)	0.994(0.924, 1.070)
	SO ₂ (lag3)	0.889(0.668, 1.182)	0.989(0.785, 1.247)	-	0.879(0.659, 1.172)
女(Female)	PM _{2.5} (lag2)	-	1.010(0.882, 1.156)	1.061(0.923, 1.221)	1.060(0.917, 1.224)
	NO ₂ (lag2)	0.983(0.925, 1.046)	-	0.975(0.914, 1.041)	0.827(0.447, 1.529)
	SO ₂ (lag5)	0.893(0.507, 1.573)	0.866(0.683, 1.097)	-	0.674(0.361, 1.260)

[注] * : 表示 RR 有统计学意义(Significant in expected direction for RR), $P < 0.05$

图 1 显示了男女高血压门诊 RR_L(不同 PM_{2.5} 水平下高血压门诊 RR)在不同 PM_{2.5} 水平下的变化情况,可以看出,PM_{2.5} 在 38.8~65 μ g/m³、65.1~95.3 μ g/m³ 水平下男性 RR_L 无显著变化,而在 95.4~167.5 μ g/m³、167.6~192.8 μ g/m³ 水平下男性 RR

急剧增加,且表现出了一定的剂量-效应关系;而女性 RR_L 在 167.6~192.8 μ g/m³ 水平下才急剧增加,表明导致女性 RR 上升的 PM_{2.5} 阈值水平较男性高,在一定程度上反映了武威市沙尘天气对男、女高血压门诊人数影响的效应差异。

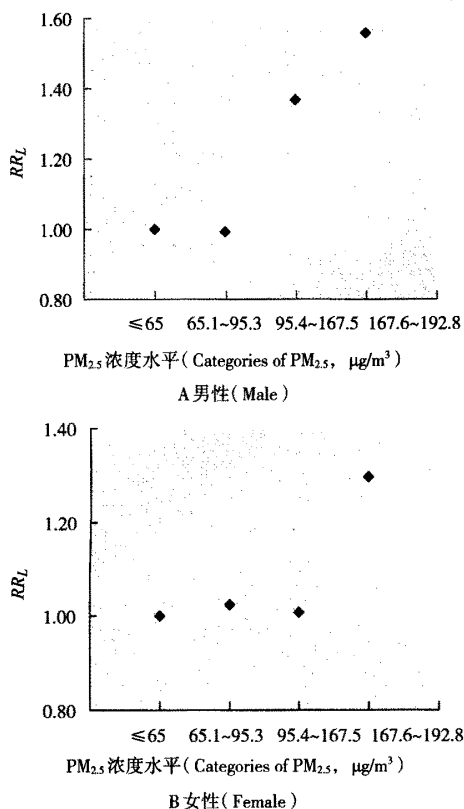


图1 不同沙尘天气 $PM_{2.5}$ 水平下的男女性居民高血压门诊 RR_L

Figure 1 RR_L of male and female hypertension outpatient according to categories of $PM_{2.5}$ owing to dust events respectively

3 讨论

本项目研究探讨了甘肃省武威市沙尘细颗粒物对居民高血压病的影响,发现沙尘细颗粒物对高血压每日门诊人数存在正向联系且滞后时间较短,其中对男性门诊人数的影响有统计学意义。

居民每日门诊人数作为一个时间序列变量,易受许多随时间变化的混杂因子的影响,如果不控制这些因素对日门诊人数的影响,就很容易产生混杂、偏倚甚至生态学谬误。由于这些因素多是随时间变化的,或呈现长期趋势,或呈现季节变化,所以在 GAM 分析中通过利用时间的非参数平滑样条函数以达到控制这些与时间相关的混杂因素的目的,从而最大限度地减少了混杂偏倚和生态学谬误的发生。引入 DOW 变量是为了控制短期波动的影响。气象因素对居民每日门诊有着显著的影响,且这种影响的暴露-反应关系并非一定是直线关系,因此本研究也采用非参数平滑样条函数对其进行处理。

近年来,我国西北、华北地区沙尘天气的发生日趋频繁。从表 2 可知,扬沙和沙尘暴发生均会导致 $PM_{2.5}$ 污染水平的急剧上升。国外研究发现在无风沙扬尘时 $PM_{2.5}$ 占总悬浮颗粒物 (TSP) 的 28%,有风沙时占 51%^[9]。北京春季沙尘天气期间 $PM_{2.5}$ 污染水平明显高于无沙尘天气,沙尘暴对 $PM_{2.5}$ 的贡献率 >50%^[10]。 $PM_{2.5}$ 由于其比表面积较大而易成为其他有毒有害物

质的载体或反应体,其表面吸附大量的有毒有害物质(有毒重金属、酸性氧化物、有机污染物、细菌和病毒等),且能较长时间停留在空气中通过呼吸沉积于肺泡并进入血液。沙尘暴细颗粒物在大气中停留时间更长、输送距离更远、且可能途经污染严重的地区,使 $PM_{2.5}$ 随迁移而增高,危害更加严重。

本研究表明, $PM_{2.5}$ 对高血压门诊 RR 的影响存在性别差异。虽然 $PM_{2.5}$ 与男女居民高血压门诊人数都有联系,但只有对男性的影响有统计学意义。从滞后天数来看,男性在滞后 1 d 达到 RR 最大,而女性在滞后 2 d RR 才达到最大,略迟于男性。根据不同天气 $PM_{2.5}$ 浓度水平进行分类研究发现,男性居民高血压门诊 RR 在 $PM_{2.5}$ 浓度达到扬沙水平 ($95.4 \sim 167.5 \mu g/m^3$) 时急剧增加(图 1A),而女性则要在 $PM_{2.5}$ 浓度达到沙尘暴水平 ($167.6 \sim 192.8 \mu g/m^3$) 时才急剧增加(图 1B)。这可能是由于当地女性在发生沙尘天气时常呆在室内,而男性由于大多在户外劳作,加之劳动强度也较大,使男性对沙尘天气不良因素的暴露时间长、剂量高,受到的危害也较严重。

目前国内外关于沙尘天气细颗粒物与高血压联系的研究甚少。一些关于大气 $PM_{2.5}$ 对心血管系统影响的流行病学研究指出,加拿大的多伦多 $PM_{2.5}$ 每上升 $1.0 \mu g/m^3$,因呼吸系统及心血管系统疾病入院人数上升 3.3%;每上升 $10 \mu g/m^3$,心律失常的入院人数增加 4.33%;每上升 $3.0 \mu g/m^3$,缺血性心脏病和心衰的入院人数分别增加 5.73% 及 4.70%^[11]。HOLGUIN 等在墨西哥城调查了 $PM_{2.5}$ 对老年人心率可变性 (HRV) 的影响,发现当地 $PM_{2.5}$ 日平均浓度每上升 $10 \mu g/m^3$ 会引起 HRV 高频部分明显下降 (5%),患高血压者下降幅度更大 (7.1%)^[12]。本研究表明沙尘天气 $PM_{2.5}$ 每上升 $10 \mu g/m^3$,男性高血压门诊人数增加 7.4%,对女性高血压门诊人数虽然未达到统计学显著水平但也有增加的趋势。据此推测沙尘天气 $PM_{2.5}$ 使血压增高的机制可能是由于:① $PM_{2.5}$ 可以通过氧化损伤途径致血管内皮细胞死亡,引起血管重塑,使血管变得僵硬,压力负荷增加,促进高血压病的发生等^[13]。② 沙尘天气 $PM_{2.5}$ 可引起肺泡巨噬细胞死亡,膜流动性改变,对 Ca^{2+} 通透性增高,细胞内 Ca^{2+} 含量增加^[14-16],从而引起血管平滑肌张力增高,导致血压升高。

高血压的致病过程是一个长期积累的过程,可能要几年甚至几十年。它的致病因素很多,已知的就有吸烟、酗酒、遗传、生活习惯等,本研究表明沙尘天气细颗粒物污染也是其中的重要因素之一。

参考文献:

- [1] ZANOBETTI A, SCHWARTZ J, DOCKERY DW. Airborne Particles Are a Risk Factor for Hospital Admissions for Heart and Lung Disease [J]. Environ Health Perspect, 2000, 108(11): 1071-1078.
- [2] POPE CA, BATES DV, RAIZENNE ME. Health effects of particulate air pollution: Time for reassessment [J]. Environ Health Perspect, 1995, 103(5): 472-480.
- [3] WANG SG, WANG JY, ZHOU ZJ. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China [J]. Atmos Environ, 2005, 39(3): 509-520.

(下转第 480 页)

78977-78989.

- [2] ICHIHARA G, KITO H, YU X. 1-Bromopropane, an alternative to ozone layer depleting solvents, is dose-dependently neurotoxic to rats in long-term inhalation exposure [J]. *Toxicol Sci*, 2000 May, 55(1): 116-123.
- [3] SCLAR G. Encephalomyeloradiculoneuropathy following exposure to an industrial solvent [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 1999, 101: 199-202.
- [4] ICHIHARA G, MILLER JK, ZIOLKOWSKA A. Neurological disorders in three workers exposed to 1-bromopropane [J]. *J Occup Health*, 2002, 44: 1-7.
- [5] GARNER CE, SUMNER SC, DAVIS JG. Metabolism and disposition of 1-bromopropane in rats and mice following inhalation or intravenous administration [J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2006, 215(1): 23-36.
- [6] UENO S, YOSHIDA Y, FUETA Y. Changes in the function of the inhibitory neurotransmitter system in the rat brain following subchronic inhalation exposure to 1-bromopropane [J]. *Neurotoxicology*, 2007, 28(2): 415-420.
- [7] ROWS JD, NIEVES E, LISTOWSKY I. Subunit diversity and tissue distribution of human glutathione S-transferases: interpretations based on electrospray ionization-MS and peptide sequence-specific antisera [J]. *Biochem J*, 1997, 325(2): 481-486.
- [8] WANG H, ICHIHARA G, ITO H. Dose-dependent biochemical changes in rat central nervous system after 12-week exposure to 1-bromopropane [J]. *Neurotoxicology*, 2003, 24(2): 199-206.
- [9] 冷曙光, 宋文佳, 王雅文, 等. 中国汉族人口三种谷胱甘肽S-转移酶基因多态性分析 [J]. *中华预防医学杂志*, 2001, 35(3): 159-162.

(收稿日期: 2006-12-08)

(校对: 洪琪)

(上接第 476 页)

- [4] 卫生部卫生统计信息中心, 北京协和医院世界卫生组织疾病分类合作中心. 国际疾病分类 (ICD-10) 应用指导手册 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2001: 187-229.
- [5] AKAIKE H. Factor Analysis and AIC [J]. *Psychometric*, 1987, 52(3): 317-332.
- [6] ISAAC NL, KAREN YF, KEVIN MG. Association of ambient air pollution with respiratory hospitalization in a government-designated "area of concern": the case of Windsor, Ontario [J]. *Environ Health Perspect*, 2005, 113(3): 290-296.
- [7] LIN CA, AMADOR PEREIRA LA, DE SOUZA CONCEICAO GM, et al. Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits [J]. *Environ Res*, 2003, 92(1): 57-63.
- [8] 国家环境保护局. GB 3095-1996 环境空气质量标准 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.
- [9] CLAIBORN CS, FINN D, LARSON TV, et al. Windblown dust contributes to high PM_{2.5} concentrations [J]. *Air Waste Man Assoc*, 2000, 50(8): 1440-1445.
- [10] 张文丽, 崔九思, 戚其平, 等. 细颗粒物污染及对炎性因子 IL-6 表达的影响 [J]. *卫生研究*, 2003, 32(6): 548-552.
- [11] BURNETT RT, SMITH DM, STIEB D, et al. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations [J]. *Arch Environ Health*, 1999, 54(2): 130-139.
- [12] HOLGUIN F, TELLEZ-ROJO MM, HERNANDEZ M, et al. Air pollution and heart rate variability among the elderly in Mexico City [J]. *Epidemiology*, 2003, 14(5): 521-527.
- [13] 董晨, 宋伟民, 施烨闻. PM_{2.5} 颗粒物引起血管内皮细胞氧化损伤的研究 [J]. *卫生研究*, 2005, 34(2): 169-171.
- [14] 耿红, 孟紫强, 张全喜. 沙尘暴 PM_{2.5} 水溶和有机成分对巨噬细胞的损伤 [J]. *中国环境科学*, 2006, 26(1): 20-24.
- [15] 耿红, 孟紫强, 张全喜. 沙尘暴细颗粒物对大鼠肺泡巨噬细胞钙水平和脂质过氧化的影响 [J]. *环境科学学报*, 2005, 25(26): 845-850.
- [16] GENG H, MENG ZQ, ZHANG QX. Effects of blowing sand fine particles on plasma membrane permeability and fluidity, and intracellular calcium levels of rat alveolar macrophages [J]. *Toxicol Let*, 2005, 157(2): 129-137.

(收稿日期: 2006-09-14)

(校对: 徐新春)

本刊荣获 2005 ~ 2006 年度中华预防医学系列杂志 优秀期刊二等奖

中华预防医学会根据国家新闻出版总署、国家科技部的有关规定和《中国医药卫生期刊质量管理规范》的具体要求, 组织专家评审组, 从参评期刊 (2005 ~ 2006 年度) 的政治、学术、编辑、出版质量等方面进行审读和评定, 按评定分数排序, 评出 6 个一等奖、9 个二等奖和 12 个三等奖。评选结果, 《环境与职业医学》杂志名列二等奖首位。

本刊编辑部