

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2015.08.015

北京市大气细颗粒污染物与老年呼吸系统疾病急诊就医关系的病例交叉研究*

翟文慧¹ 黄志刚¹ 路晶凯¹ 王伟¹ 李勇^{2△}

(1 解放军 305 医院急诊科 北京 100017; 2 总参谋部军训部北京第八干休所门诊部 北京 100044)

摘要 目的:探讨北京市大气细颗粒污染物对呼吸系统疾病急诊的影响。**方法:**收集 2013 年 3 月-2014 年 3 月解放军 305 医院以及西三环的总参军训部北京第八干休所门诊部的临床病例急诊数据、北京市环境监测中心的大气细颗粒污染物和气象条件数据资料,应用病例交叉设计研究方法进行分析。**结果:**在控制气温、相对湿度的影响后,单向回顾性 1:1 配对病例交叉分析结果显示,滞后 0 天细颗粒物污染对慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊影响的 OR 值最大,细颗粒物日平均浓度每升高 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,对应的 OR 值分别为 1.032、1.033、1.035。**结论:**该研究区域内大气细颗粒污染物浓度升高可以导致呼吸系统疾病相关的慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病疾病的急诊增加。

关键词:细颗粒物;大气污染;呼吸系统疾病;病例交叉研究;北京市

中图分类号:R56;R122.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2015)08-1461-04

Association between Particulate Matters in the Ambient air Pollution and Hospital Emergency Treatment for Elderly Respiratory Diseases in Beijing: A Case Crossover Study*

ZHAI Wen-hui¹, HUANG Zhi-gang¹, LU Jing-kai¹, WANG Wei¹, LI Yong^{2△}

(1 Department of Emergency, The 305 Hospital of PLA, Beijing, 100017, China;

2 Department of outpatient, Department of Beijing eighth military retired cadres of General Staff, Beijing, 100044, China)

ABSTRACT Objective: To explore the effect of particles matters in the ambient air pollution on the hospital emergency treatment for respiratory diseases in Beijing. **Methods:** The data of the daily hospital emergency treatment for respiratory diseases from the PLA 305 Hospital and the clinic of eighth military cadres department of the West Third Ring general staff department, and the data of air and meteorological conditions from Beijing Municipal Environmental Monitoring Center were collected. The case-crossover design was used to analyse the data. **Results:** In the control of temperature and relative humidity, the results from unidirectional retrospective 1:1 matched case-crossover analysis showed that the fine particulates pollution of lag 0 days affected chronic bronchitis, asthma, chronic obstructive pulmonary disease, the OR values of the hospital emergency room visits for those diseases were 1.032, 1.033, 1.035 with each increased 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ increment of particulate matters respectively. **Conclusion:** The elevated level of fine particulates pollution in atmospheric concentration can increase the hospital emergency treatment for the respiratory disease associated with chronic bronchitis, asthma, and chronic obstructive pulmonary disease in Beijing.

Key words: Particulate matters; Air pollution; Respiratory diseases; Case-crossover study; Beijing City

Chinese Library Classification(CLC): R56; R122.2 **Document code:** A

Article ID:1673-6273(2015)08-1461-04

前言

近年来,随着工业化和城市化的快速发展,北京市的空气质量逐渐恶化,雾霾现象非常严重,直接影响到北京市居民的身体健康和生活质量,而雾霾的形成与大气细颗粒物的污染有关^[1]。细颗粒物(PM_{2.5})是指空气动力学直径 $\leq 2.5 \mu\text{m}$ 的液体或固体微粒均匀地分散在气体中形成的相对稳定的悬浮体系,由于其粒径小,表面积大,含有多种有毒有害物质,可以深入并沉

淀在呼吸性支气管和肺泡,其中更细小成分甚至可穿透肺泡,进入血液循环,是危害人体健康的最主要的空气污染物之一^[2-4]。如果长期吸入细颗粒物污染的空气,可造成呼吸系统结构和功能的损害。本研究旨在研究北京市大气细颗粒污染物对呼吸系统疾病急诊的影响,以探讨大气细颗粒物对呼吸系统疾病的影响。

1 资料与方法

* 基金项目:总参军事医学和老年病科研基金课题(ZCWS14C23)

作者简介:翟文慧(1979-),女,博士,主治医师,从事急诊医学的方面的研究, E-mail:Zhaiwenhui1223@126.com

△ 通讯作者:李勇(1961-),男,本科,副主任医师,从事老年医学的方面的研究

(收稿日期:2014-07-09 接受日期:2014-07-30)

1.1 资料来源

1.1.1 病例数据 选取 2013 年 3 月 -2014 年 3 月解放军 305 医院以及西三环的总参军训部北京第八干休所门诊部的临床病例急诊数据资料,具体内容包括:病历号、急诊就诊科室、性别、年龄、出生日期、职业、住址、电话、来诊日期、来诊时间、初步诊断。对疾病的分类按照国际统一的疾病分类(ICD-10)进行编码,以慢性支气管炎(ICD10:J40-J42)、哮喘(ICD10:J45-J46)、慢性阻塞性肺病(ICD10:J44)急性发作的急诊人次作为分析的健康效应终点。

1.1.2 气象资料 气象资料来源于国家气象中心公布的其日常监测收集的气象数据构成的地面气候资料数据库,包括 2013 年 3 月 -2014 年 3 月的北京市日均相对湿度及日均气温。日均值的计算方法为收集每天 24 个小时整点数据值计算其算术平均值。

1.1.3 大气污染物数据 采用北京市环境监测中心大气提供的 SO₂、NO₂、PM_{2.5} 浓度资料,所有资料整理为 2013 年 3 月 -2014 年 3 月的日平均浓度。

1.2 统计学方法

1991 年,美国学者 Maclure^[9]首次提出病例交叉设计研究的概念,近年来,已被广泛应用于研究大气污染的短期健康效应^[9]。本研究采用单向回顾性病例交叉研究,以疾病发生前 1-5 周作为细颗粒物污染水平的对照,选择以周的倍数作为时间间隔,从而控制 " 星期几效应 "。此外,由于大气污染对呼吸系统疾病急诊影响的滞后效应,采用大气污染浓度当天和滞后 0-3 d 的呼吸系统疾病急诊就诊的变化进行分析。采用 SPSS 21.0 进行统计分析,采用条件 logistic 回归模型进行多因素分析,以每日呼吸系统疾病及相关疾病急诊人次作为权重。依据单污染物模型的最大效应值(OR 值)确定最佳滞后期。

2 结果

2.1 一般情况

2013 年 3 月 -2014 年 3 月,北京市大气中 SO₂、NO₂、PM_{2.5} 的年平均浓度分别为 53.75、59.32、89.61 μg/m³,年平均气温为 (15.39± 11.26)℃,最高、最低气温分别是 36. 80℃、-8.7℃,年均相对湿度为 51.72%。

表 1 北京市大气每日大气污染物浓度、气象因素和某院呼吸系统急诊病例分布(μg/m³)

Table 1 The distribution of concentration of daily atmospheric pollutants, meteorological factors and cases of hospital respiratory emergency (μg/m³)

指标 Indexes		P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	范围 Range	($\bar{x} \pm s$)
大气污染物浓度 (μg/m ³)	PM _{2.5}	43.96	78.57	115.24	8.51~506.93	89.61± 63.72
The concentration of atmospheric pollutants(μg/m ³)	SO ₂	21.01	43.79	69.07	4.21~302.05	53.75± 45.26
	NO ₂	47.85	66.23	90.14	15.3~240.60	59.32± 31.52
气象因素	气温(℃)	4.30	16.50	25.70	-8.70~36.80	15.39± 11.26
Meteorological factors	Air temperature(℃)					
	相对湿度(%)	33.00	53.00	68.00	9.00~95.00	51.72± 18.91
	Relative humidity(%)					
慢性支气管炎(人次 /d)Chronic bronchitis (People /d)		7	13	20	0-82	20.3±7.62
哮喘(人次 /d)Asthma(People /d)		7	12	18	0-71	13.42±6.51
慢性阻塞性肺病(人次 /d)COPD(People /d)		3	5	8	0-32	5.16±3.47

注:P25 为下四分位数;P50 为中位数;P75 为上四分位数。

Note:P25 was lower quartile; P50 was median; P75 was upper-quartile.

2.2 大气污染物与气象条件之间的相关分析

如表 2 所示,SO₂、NO₂ 和 PM_{2.5} 之间存在明显正相关(P<0.05);PM_{2.5} 与日均气温、相对湿度为正相关;NO₂ 与气温之间为负相关(P<0.05),而与相对湿度之间呈正相关(P<0.05);SO₂ 与气温和相对湿度之间均为负相关(P<0.05);提示颗粒物作用于呼吸系统疾病的过程并不是独立存在的,是受多因素的影响,研究过程中应控制其他污染物以及气象因素的影响。

2.3 大气颗粒物污染对呼吸系统疾病急诊影响的滞后效应

在调整控制当日气温、相对湿度的影响后,单向回顾性 1:1 配对病例交叉分析的结果如表 3,滞后 0d PM_{2.5} 污染对慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊影响的 OR 值最大,PM_{2.5} 5 日平均浓度每升高 10 μg/m³,对应的 OR 值分别为 1.032、1.033、1.035。SO₂ 也是滞后 0d 污染浓度对慢性支气管炎、哮

喘、慢性阻塞性肺病急诊影响的 OR 值最大,日平均浓度每升高 10 μg/m³,OR 值分别为 1.038、1.038、1.037。对于 NO₂,在滞后 2 d 时达最大,日均浓度每升高 10 μg/m³,OR 值分别为 1.049、1.051、1.050。根据 OR 值最大原则进行确定最佳滞后期,在下面的研究中,选择滞后 0d 的 PM_{2.5}、SO₂ 浓度以及滞后 2 d 的 NO₂ 浓度分析大气颗粒污染物对呼吸系统疾病慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊的影响。

2.4 大气 PM_{2.5} 浓度对呼吸系统疾病的多污染物模型

由于气态污染物 SO₂、NO₂ 与 PM_{2.5} 颗粒物的健康效应可能相互影响,故拟用多污染物模型进行调整。由表 4 可见,分别控制 SO₂、NO₂ 和 SO₂+NO₂ 后,PM_{2.5} 浓度每升高 10 μg/m³ 与慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病所对应的 OR 值均有统计学意义(P<0.05)。

表 2 年北京市大气污染物、气象因素之间的 Pearson 相关性分析

Table 2 Pearson correlation analysis of annual atmospheric pollutants and meteorological factors

指标 Indexes	SO ₂	NO ₂	PM _{2.5}	气温 Air temperature	相对湿度 Relative humidity
SO ₂	1.000				
NO ₂	0.584*	1.000			
PM _{2.5}	0.392*	0.753*	1.000		
气温 Air temperature	-0.595*	-0.153*	0.192*	1.000	
相对湿度 Relative humidity	-0.125*	0.159*	0.520*	0.356*	1.000

注:* 表示 $P < 0.05$ 。Note:* $P < 0.05$.表 3 不同滞后天数大气 PM_{2.5} 浓度每升高 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 与呼吸系统疾病急诊的关系Table 3 Relationship between each increased 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ atmospheric PM_{2.5} concentration and the respiratory diseases emergency at different lag time

滞后时间(d) Lag time(d)	指标 Indexes	慢性支气管炎 Chronic bronchitis		哮喘 Asthma		慢性阻塞性肺病 COPD	
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
0	PM _{2.5}	1.032	1.027-1.036	1.033	1.029-1.037	1.035	1.031-1.039
	SO ₂	1.038	1.031-1.045	1.038	1.030-1.046	1.037	1.029-1.045
	NO ₂	1.045	1.036-1.053	1.049	1.040-1.058	1.047	1.038-1.059
1	PM _{2.5}	1.030	1.023-1.038	1.026	1.020-1.035	1.028	1.020-1.039
	SO ₂	1.033	1.021-1.045	1.032	1.021-1.041	1.030	1.020-1.041
	NO ₂	1.046	1.032-1.058	1.048	1.035-1.060	1.047	1.036-1.059
2	PM _{2.5}	1.027	1.021-1.035	1.030	1.020-1.039	1.028	1.019-1.037
	SO ₂	1.030	1.019-1.039	1.033	1.022-1.041	1.031	1.021-1.042
	NO ₂	1.049	1.035-1.058	1.051	1.04-1.060	1.050	1.039-1.061
3	PM _{2.5}	1.012	1.001-1.021	1.013	1.002-1.025	1.012	1.003-1.024
	SO ₂	1.008	0.995-1.020	1.010	1.000-1.021	1.009	0.998-1.020
	NO ₂	1.015	1.003-1.028	1.016	1.005-1.027	1.015	1.004-1.028

表 4 多污染物模型中大气 PM_{2.5} 日均浓度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 与呼吸系统疾病急诊的关系Table 4 Relationship between each increased 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of atmospheric PM_{2.5} concentration in multi pollutant model and respiratory diseases emergency

污染物 Atmospheric pollutants	慢性支气管炎 Chronic bronchitis		哮喘 Asthma		慢性阻塞性肺病 COPD	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
PM _{2.5} + SO ₂	1.035*	1.026-1.044	1.037*	1.026-1.048	1.036*	1.027-1.045
PM _{2.5} + NO ₂	1.037*	1.028-1.049	1.038*	1.029-1.049	1.037*	1.026-1.048
PM _{2.5} + SO ₂ + NO ₂	1.037*	1.027-1.048	1.037*	1.025-1.048	1.036*	1.025-1.047

注:* 表示 $P < 0.05$ 。Note:* $P < 0.05$.

3 讨论

本研究结果显示,北京市大气中 SO₂、NO₂ 年均浓度分别为,53.75、59.32,均符合国家空气质量二级标准(60 和 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)的要求,而 PM_{2.5} 的年平均浓度为 89.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,远超过国家《环境空气质量标准》(GB3095-2012)对居住区环境空气年平均浓度限值(PM_{2.5}:0.03 mg/m^3)的要求。有相关数据表明^[7],北京 PM_{2.5} 出现恶化的趋势,每年约增加 3 到 4 倍,2012 年 8 月 30

日,全市长时间受到大范围污染,PM_{2.5} 超标 2 倍,可见,北京 PM_{2.5} 空气污染形势不容乐观。机动车数量日益增加,机动车尾气中的重要污染物 PM_{2.5} 成为城市大气污染的主要来源。国内外大量空气 PM_{2.5} 的流行病学和毒理学研究表明^[8-10],流行病学研究表明,PM_{2.5} 对机体心肺疾病发生率、死亡率存在明显影响^[11]。

本研究采用单向回顾性病例交叉研究分析了北京市大气细颗粒物污染物对居民呼吸系统疾病急诊的影响,结果显

示,大气 PM_{2.5} 浓度升高可以导致慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊人次的增加,其中大气 PM_{2.5} 浓度与慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊的关联均有统计学意义(均 $P < 0.05$),PM_{2.5} 日均浓度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 对应的 OR 值分别为 1.032、1.033、1.035。相关研究表明^[12-14],大气颗粒物污染与呼吸系统疾病发生密切相关。本研究结果显示,在控制当日气象因素的情况下,单向回顾性病例交叉分析结果表明,PM_{2.5} 以及 SO₂ 滞后当天对慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊影响的 OR 值最大,而 NO₂,在滞后 2 d 时达最大。Schwartz^[15]采用分布滞后模型结合时间序列分析研究首次提出存在统计学意义的最佳滞后期。苏畅^[16]等人指出大气污染对人体健康的急性影响存在滞后效应,即大气污染物的急性效应会持续 1 d 以上才完全显现。研究中多污染物模型结果显示,大气细颗粒物 PM_{2.5} 污染对慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病急诊的影响高于单污染物模型,分别控制 SO₂、NO₂ 和 SO₂+NO₂ 后,PM_{2.5} 浓度每升高 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 与慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病所对应的 OR 值均有统计学意义 ($P < 0.05$)。这可能是由于 PM_{2.5} 与 SO₂ 和 NO₂ 之间对慢性支气管炎、哮喘、慢性阻塞性肺病的影响存在联合作用,SO₂ 与 NO₂ 的存在能增强 PM_{2.5} 这些病急诊的影响。

目前,大气污染对呼吸系统产生不良效应的生物学机制尚未完全阐明,一些研究者认为^[17],大气污染物可以作为刺激物引起呼吸道的防御性反应,例如刺激其黏液分泌增多以及引起支气管的高反应性,加重气道不完全可逆性阻塞。细颗粒物(PM_{2.5})导致肺组织的氧化损伤,引起肺部炎症和免疫反应,促进与哮喘相关的细胞因子释放^[18,19],降低对刺激的反应阈值而导致哮喘发作。大气细颗粒物的毒性作用机制比较复杂,某些颗粒物不单本身具有自由基活性作用,还可以作用于巨噬细胞和上皮细胞,导致它们释放活性氧或活性氮^[20]。已有研究证实^[21],颗粒物进入肺组织后,可引起体内的脂质过氧化反应,令体内氧化与抗氧化系统平衡紊乱,从而造成脂质过氧化酶(LPO)增高及体内的抗氧化系统耗竭,导致上皮细胞受损、细胞膜通透性增加而引起肺疾病(表现为如呼吸功能改变、慢支等)。PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 都可以作为潜在的氧化剂而产生自由基引发氧化应激反应从而造成肺细胞的损伤。

参考文献(References)

- [1] 朱先磊,张远航,曾立民,等.北京市大气细颗粒物 PM(2.5)的来源研究[J].环境科学研究,2005,5: 1-5
Zhu Xian-lei, Zhang Yuan-hang, Zeng Li-min, et al. Study on sources of Atmospheric fine particles of PM (2.5) in Beijing[J]. Research of Environmental Science, 2005, 5: 1-5
- [2] Ren Z, Xiao X, Chen D, et al. Halogenated organic pollutants in particulate matters emitted during recycling of waste printed circuit boards in a typical e-waste workshop of Southern China [J]. Chemosphere, 2014, 94: 143-150
- [3] Shi Y T, Du Q, Gao J M, et al. Hazard evaluation modeling of particulate matters emitted by coal-fired boilers and case analysis[J]. Environmental science, 2014, 35(2): 470-474
- [4] Ma Y, Chen R, Pan G, et al. Fine particulate air pollution and daily mortality in Shenyang, China [J]. Sci Total Environ, 2011, 409 (13): 2473-2477
- [5] Maclure M. The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events [J]. Am J Epidemiol, 1991, 133: 144-153
- [6] Jaakkola JJ. Case-crossover design in air pollution epidemiology [J]. Eur ResPirJ, 2003, 21: 81-85
- [7] 于钧泓.北京市 PM_{2.5} 污染治理法律对策研究[D].首都经济贸易大学,2013
Yu Jun-hong. Study on Legal Countermeasures of PM_{2.5} pollution control in Beijing[D]. Capital University of Economics and Business, 2013
- [8] Dominici F, Peng RD, Bell ML, et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases[J]. JAMA, 2006, 295(10): 1127-1134
- [9] Ostro B, Broadwin R, Green S, et al. Fine particulate air pollution and mortality in nine California counties: results from CALFINE [J]. Environ Health Perspect, 2006, 114: 29-33
- [10] Parker J D, Akinbami LJ, Woodruff TJ. Air Pollution and Childhood Respiratory Allergies in the United States [J]. Environ Health Perspect, 2009, 117: 140-147
- [11] Zhao C X, Wang Y Q, Wang Y J, et al. Temporal and spatial distribution of PM_{2.5} and PM₁₀ pollution status and the correlation of particulate matters and meteorological factors during winter and spring in Beijing[J]. Environmental science, 2014, 35(2): 418-427
- [12] Dominici F, Greenstone M, Sunstein C R. Science and regulation. Particulate matter matters[J]. Science, 2014, 344(6181): 257-259
- [13] Fongmoon D, Pongnikorn S, Chaisena A, et al. Particulate matters collected from ceramic factories in Lampang Province affecting rat lungs[J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2014, 15(1): 75-83
- [14] Zhang J, Ouyang Z Y, Miao H, et al. Characteristic comparative study of particulate matters in Beijing before and during the Olympics[J]. Environmental science, 2013, 34(7): 2512-2518
- [15] Schwartz J. The distributed lag between air pollution and daily deaths[J]. Epidemiology, 2000, 11(3): 320-326
- [16] 苏畅,郭玉明,Ulrich Franck,等.大气污染物与呼吸系统疾病急诊就诊关系的病例交叉研究[J].中华流行病学杂志,2010,31(8):845-849
Su Chang, Guo Yu-ming, Ulrich Franck, et al. Association between ambient air pollution and hospital emergency room visits for respiratory diseases: a case-crossover study [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2010, 31(8): 845-849
- [17] Yu X L, Shen F, Zhang J F. Influencing factors in measuring absorption coefficient of suspended particulate matters [J]. Environmental science, 2013, 34(5): 1745-1753
- [18] Guo Y, Tong S, Li S, et al. Gaseous air pollution and emergency hospital visits for hypertension in Beijing, China: a time-stratified case-crossover study[J]. Environ Health, 2010, 9: 57
- [19] Batmunkh T, Kim Y J, Jung J S, et al. Chemical characteristics of fine particulate matters measured during severe winter haze events in Ulaanbaatar, Mongolia[J]. J Air Waste Manag Assoc, 2013, 63(6):659-670
- [20] Li X R, Du XQ, Wang Y F, et al. Pollution characteristics and source identification of atmospheric particulate matters n-alkanes in Baoding City[J]. Environmental science, 2013, 34(2): 441-447
- [21] Ren Z, Bi X, Huang B, et al. Hydroxylated PBDEs and brominated phenolic compounds in particulate matters emitted during recycling of waste printed circuit boards in a typical e-waste workshop of South China[J]. Environ Pollut, 2013, 177: 71-77