

温度在北京市空气污染中对循环、呼吸系统疾病急诊影响的修饰效应

王玲玲 章琦 柏如海 米白冰 颜虹

710061 西安交通大学医学部公共卫生学院流行病与卫生统计教研室

通信作者: 颜虹, Email:yanhonge@mail.xjtu.edu.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.08.020

【摘要】目的 分析温度在空气污染短期暴露对循环、呼吸系统疾病急诊影响的修饰效应。**方法** 2010—2011年北京市循环系统和呼吸系统疾病逐日急诊资料,气象监测数据及空气污染指数(API)资料均来源于国家人口与健康科学数据共享平台。将日均温度进行分层,建立分层的时间序列模型。**结果** 循环系统、呼吸系统疾病急诊人数 P_{50} 分别为210和80例,API的 P_{50} 为76,日均温度 P_{50} 为14.2 ℃;空气污染对循环系统疾病急诊影响当天(lag0)即表现出效应最大值。空气污染对呼吸系统疾病急诊的影响在滞后第5天(lag5)时达到效应最高值。API对循环系统疾病急诊的影响在超低温(日均气温<-4.9 ℃)时效应出现最大值,即API每升高10个单位,RR值(95%CI)达到1.067(1.054~1.080);API对呼吸系统疾病急诊的影响在高温(日均气温为24.4~28.5 ℃)及超高温时(日均气温>28.5 ℃)有明显增加,API每升高10个单位,RR值分别为1.021(95%CI:1.015~1.028)、1.006(95%CI:1.003~1.008)。**结论** 温度在空气污染与循环系统、呼吸系统疾病的关系中存在修饰效应。

【关键词】 温度; 空气污染; 血液循环; 呼吸道疾病

基金项目: 国家自然科学基金(81230016)

Temperature that modifies the effect of air pollution on emergency room visits for circulatory and respiratory diseases in Beijing, China Wang Lingling, Zhang Qi, Bai Ruhai, Mi Baibing, Yan Hong

Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Health Science Center of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

Corresponding author: Yan Hong, Email: yanhonge@mail.xjtu.edu.cn

【Abstract】 Objective To analyze the temperature modification effect on emergency room visits for circulatory and respiratory diseases caused by air pollution, in Beijing. **Methods** Data on both circulatory and respiratory diseases in 2010 and 2011 were collected. Both meteorological and air pollutants related data were obtained from the National Scientific Data Sharing Platform for Population and Health. By using the stratified time-series models, we analyzed the effects of air pollution on emergency room visits for circulatory and respiratory diseases under different temperature zones, from 2010 to 2011, in Beijing. **Results** Low temperature (daily average temperature <-4.9 ℃) seemed to have obviously enhanced the effect of air pollution index (API) on emergency room visits for circulatory diseases. Under 10 units of API, the relative risks and confidence interval appeared as 1.067 (1.054~1.080). However, high (daily average temperature between 24.4 ℃ and 28.5 ℃) and extra-high temperature (daily average temperature >28.5 ℃) could enhance the effect of API on emergency room visits for respiratory diseases. Under 10 units of API, the relative risks and confidence interval were 1.021 (1.015~1.028) and 1.006 (1.003~1.008), respectively. **Conclusion** Temperature seemed to have modified the association between air pollution and both circulatory and respiratory diseases.

【Key words】 Temperature; Air pollution; Circulatory diseases; Respiratory diseases

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81230016)

空气污染可危害人群健康,如呼吸系统、循环系统疾病死亡率上升和心血管事件发生及疾病症状加

重等^[1]。据估计,仅2010年室外空气污染就导致我国123.4万人死亡及2 500万健康寿命年损失,处于

健康负担第4位^[2]。因此,空气污染与人类健康密切相关,少部分研究提示二者的关系会受到温度的影响^[3]。研究所关注的人体健康效应主要集中在死亡率、疾病住院人数、日门诊人次等,甚少有研究探讨不同温度条件下空气污染对疾病急诊人次的影响^[4-6]。因此,明确温度在空气污染对急诊人次影响中所起的作用,对全面评价污染物健康效应具有重要作用。本研究用北京市4家医院2010—2011年循环、呼吸系统疾病的急诊资料进行时间序列分析,定量评价温度在空气污染对循环、呼吸系统疾病急诊影响中的修饰效应,并以此探讨空气污染对循环、呼吸系统疾病的短期影响,为相关环境政策制定提供依据。

资料与方法

1. 资料来源:

(1) 急诊资料:2010年1月1日至2011年12月31日,收集北京市4家医院循环系统和呼吸系统疾病每天急诊数据,资料来源于国家人口与健康科学数据共享平台气象环境与健康专题服务急诊医学数据集(<http://www.ncmi.cn>),主要包括就诊日期、就诊人次、疾病诊断等。统计时根据国际疾病分类标准第10版(ICD-10)进行分类。纳入的对象均为当地常住人口,并剔除因意外、手术等原因造成的疾病。

(2) 气象因素及空气污染资料:2010年1月1日至2011年12月31日,北京市气象监测数据及空气污染资料均来源于国家人口与健康科学数据共享平台。其中,气象监测数据主要包括日均气压、气温、相对湿度、风速和降水量。同期空气污染资料主要包括逐日空气污染指数(air pollution index, API)。

2. 统计学分析:

(1) 数据基本情况描述:每天循环系统、呼吸系统急诊人数、气象因素及空气污染情况数据均为偏态分布,采用 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 、最小值和最大值等指标进行一般情况描述,并绘制2010—2011年北京市居民急诊人次、空气污染水平和气象因素的时间序列图。

(2) 广义相加模型:采用时间序列泊松回归模型,对居民来说,每天循环系统、呼吸系统疾病急诊人次是小概率事件,其统计学分布近似于泊松分布。首先采用非参数平滑函数的方法控制循环系统、呼吸系统疾病急诊人次的气象因素、时间趋势、季节趋势、星期几、节假日效应以建立不包含空气污染变量的基础模型,在上述模型基础上,逐步加入API数据,并考虑其滞后效应,采用分布滞后模型,将当天(lag0)、1 d前(lag1)、2 d前(lag2)、3 d前

(lag3)、4 d前(lag4)、5 d前(lag5)、6 d前(lag6)、7 d前(lag7)的API数据逐一引入模型,研究API每升高10个单位可能导致急诊人次的发生风险。最后选择效应最强滞后时间,分析温度在空气污染对循环、呼吸系统疾病急诊影响中的修饰效应。模型构建:

$$\log E(Y_t) = \beta API_t + s(time, df_1) + s(temperature, df_2) + s(rh, df_3) + as.factor(dow) + as.factor(holiday) + \alpha$$

其中, Y_t 表示第 t 天的急诊人次; $E(Y_t)$ 为第 t 天当天急诊人次的期望值; β 表示二者的回归系数; API_t 为第 t 天的空气污染指数; s 表示非参数平滑函数; df_1 为非参数函数中控制长期趋势和季节趋势的自由度; df_2 、 df_3 是非参数平滑函数中控制日平均气温、日平均相对湿度的自由度; dow 、 $holiday$ 表示星期几及节假日哑变量,用于控制每天急诊人次的短期波动; α 为残差项。根据AIC值和相关文献^[7-8]确定自由度。本研究中,循环系统和呼吸系统疾病急诊的时间趋势、温度、湿度自由度均为3。

为分析温度在空气污染对循环、呼吸系统疾病急诊影响中的修饰效应,本研究对日均温度进行分层,定量分析不同温度区间下,空气污染对急诊人次影响的效应值的变化。将温度的 P_5 、 P_{25} 、 P_{75} 、 P_{95} 作为截断点。将日均温度分为5层。 $P_0 \sim P_5$ (超低温), $P_5 \sim P_{25}$ (低温), $P_{25} \sim P_{75}$ (正常温度), $P_{75} \sim P_{95}$ (高温), $P_{95} \sim P_{100}$ (超高温)^[9]。

采用API每增加10个单位时急诊人次的相对危险度(RR)改变值来定量评估空气污染效应。所有统计分析均采用SAS 9.4软件完成。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般情况:北京市居民循环系统疾病急诊就诊人次共纳入对象163 707人,呼吸系统疾病急诊就诊人次共纳入57 563人。每天平均循环、呼吸系统疾病急诊人次的 P_{50} 分别为210、80。API的 P_{50} 为76,日均温度 P_{50} 为14.2℃,日均相对湿度 P_{50} 为51%。2010—2011年API基本呈平稳变化;循环系统疾病急诊人数在冬季显著升高;呼吸系统疾病急诊人数集中发生在夏、秋季;温、湿度呈周期性波动。见图1。

2. 空气污染的滞后效应:空气污染对循环系统疾病影响当天(lag0)即表现出急诊人次的升高,且为单天效应最大值,RR值为1.003(95%CI: 1.002~1.004);空气污染对呼吸系统疾病急诊人次的影响

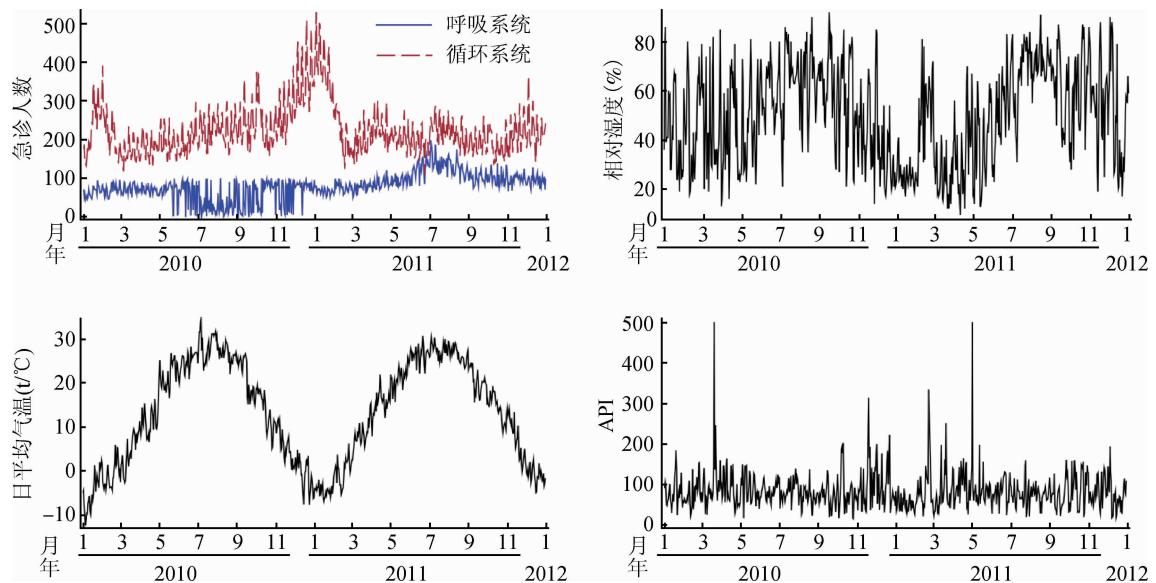


图1 北京市2010—2011年居民循环、呼吸系统疾病的急诊人次、空气污染指数、温度、湿度变化趋势

在滞后第5天(lag5)时达到效应最高值,RR值为1.005(95%CI:1.003~1.007)。见图2、3。

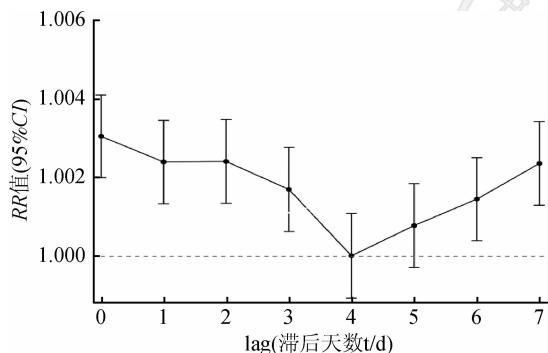


图2 空气污染指数每升高10个单位时的循环系统急诊人次相对危险度及95%CI

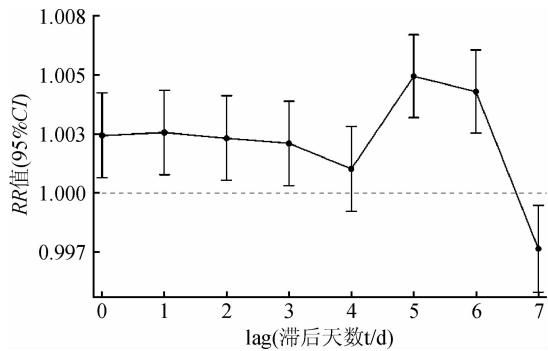


图3 空气污染指数每升高10个单位时的呼吸系统急诊人次相对危险度及95%CI

3. 温度在空气污染对疾病急诊影响中的修饰效应:选择效应最强滞后时间即当天(lag0)、滞后5 d(lag5)分别评价温度在空气污染对循环系统、呼吸系统疾病急诊影响中的修饰效应。以日均温度的百分位数进行分层后,API对循环系统、呼吸系统疾病

急诊人次的影响见表1。API对循环系统疾病急诊的影响在超低温时效应出现最大值,即API每升高10个单位,RR值为1.067(95%CI:1.054~1.080)。在超高温条件下,API对循环系统疾病急诊亦有影响,RR值1.005(95%CI:1.003~1.006);呼吸系统疾病急诊人次在高温及超高温条件下有明显增加,API每升高10个单位时,RR值分别为1.021(95%CI:1.015~1.028)、1.006(95%CI:1.003~1.008)。见表1。

表1 不同温度水平下空气污染指数对循环系统、呼吸系统疾病急诊人次的影响

温度百分位数区间	温度(℃)	RR值(95%CI)	
		循环系统疾病(lag0)	呼吸系统疾病(lag5)
$P_{95} \sim$	28.6~34.5	1.005(1.003~1.006) ^a	1.006(1.003~1.008) ^a
$P_{75} \sim$	24.4~28.5	0.999(0.994~1.004)	1.021(1.015~1.028) ^a
$P_{25} \sim$	2.1~24.3	0.989(0.979~0.998)	0.999(0.985~1.014)
$P_5 \sim$	-4.9~2.0	1.004(1.001~1.007) ^a	1.005(1.000~1.009)
$P_0 \sim$	-12.5~-4.8	1.067(1.054~1.080) ^a	0.989(0.977~1.001)

注:lag0表示当天;lag5表示滞后第5天;^aP<0.05

讨 论

近年来,空气污染已成为危害健康的重要因素之一。API是一种反映和评价空气质量的方法,是将不易理解的污染物浓度简化为单一的概念性数值形式,根据API值的升降可以近似反映空气污染水平^[10]。

本研究结果显示,API升高可以造成当天循环系统疾病急诊人次的增加,对于呼吸系统疾病急诊的影响则表现为滞后第5天效应最高,呈现明显的滞后效应。与以往研究结果相近^[11]。为分析各温度

分层下空气污染与疾病急诊人次之间的关系,本研究采用分层的时间序列模型发现了温度的效应修饰作用。关于温度在空气污染物所致健康效应中所起到的修饰作用,已经展开了大量的环境流行病学研究^[12-14]。Kovats等^[15]该伦敦居民展开的一项研究表明,高温天气时,日均气温每上升1℃,将导致75岁以上老年人呼吸系统疾病死亡率上升10.9%。Ren等^[16]研究证实,温度调节PM₁₀对1996—2001年澳大利亚呼吸系统急诊数、心血管系统急诊数、非意外死亡数的风险。

本研究结果显示,低温条件和超高温条件增强了API对每天循环系统疾病的影响,而在超高温水平下则增强了API对呼吸系统疾病的影响。朱耀辉等^[7]揭示了极端气温条件可使污染物对非意外、循环系统及呼吸系统死亡影响的发生风险增加。本研究与谷少华等^[11]研究结论相似。然而,Cheng和Kan^[17]在上海开展的研究则表明,寒冷条件下,可增加室外空气污染物对于呼吸系统疾病死亡的影响。各研究结论不一致的原因可能是不同地区、不同人群的身体条件、疾病类型、生活方式和习惯等存在差异。

目前,关于温度和空气污染物在循环系统、呼吸系统疾病中的交互作用的研究结果不尽相同,其具体作用机制尚待进一步研究。人体的体温调节主要包括汗腺分泌、血管扩张、增大呼吸量^[4]。而温度可直接或间接地激活这些关键环节;气温越低,空气对流活动越弱,抑制颗粒物的扩散,增加空气污染物的摄入量从而影响污染物的毒害作用,甚至诱发不良心血管事件、造成相关疾病死亡率增加。气温越高,活跃的光化学反应又会增加以PM_{2.5}为主的二次气溶胶,导致二次污染物如硝酸盐和硫酸盐的危害增加,使人体对空气污染物更敏感^[18]。

综上所述,温度影响空气污染物与循环系统、呼吸系统疾病发生的关系,因此,在评价空气污染所致人体健康效应时不能忽视温度的作用,注意环境温度变化对人群健康的影响,对于降低疾病的发生风险具有重要意义。

志谢 感谢国家人口与健康科学数据共享平台提供数据支持
利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] 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. DOI: 10.1001/jama.295.10.1127.
- [2] Yang GH, Wang Y, Zeng YX, et al. Rapid health transition in China, 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease study 2010 [J]. Lancet, 2013, 381 (9882) : 1987–2015. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61097-1.
- [3] Ren CZ, Williams GM, Tong SL. Does particulate matter modify the association between temperature and cardiorespiratory diseases? [J]. Environ Health Perspect, 2006, 114 (11) : 1690–1696. DOI: 10.1289/ehp.9266.
- [4] Xu Q, Wang S, Guo YM, et al. Acute exposure to fine particulate matter and cardiovascular hospital emergency room visits in Beijing, China [J]. Environ Poll, 2017, 220: 317–327. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.09.065.
- [5] 黄晓亮,戴灵真,卢萍,等.广州市2004—2008年大气污染对城区居民每日死亡率影响的时间序列分析[J].中华流行病学杂志,2012,33(2):210-214. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.02.019.
- [6] Huang XL, Dai LZ, Lu P, et al. Time-series analysis on the acute mortality affected by air pollution, in the city of Guangzhou, 2004–2008 [J]. Chin J Epidemiol, 2012, 33 (2) : 210–214. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.02.019.
- [7] 朱悦,杨小南,李宇斌.沈阳市某地区大气污染与儿童呼吸系统疾病门诊人次的关系[J].环境与健康杂志,2008,25(7):575-578. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5914.2008.07.004.
- [8] Zhu Y, Yang XN, Li YB. Relationship between air pollution and children respiratory diseases in a certain area in Shenyang [J]. J Environ Health, 2008, 25 (7) : 575–578. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5914.2008.07.004.
- [9] 朱耀辉,吴然,钟佩玲,等.武汉市江岸区温度在大气颗粒物短期暴露对居民死亡影响的修饰效应[J].中华预防医学杂志,2016,50(6):519-524. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.06.009.
- [10] Zhu YH, Wu R, Zhong PR, et al. Temperature modifies the acute effect of particulate air pollution on mortality in Jiang'an district of Wuhan [J]. Chin J Prev Med, 2016, 50 (6) : 519–524. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.06.009.
- [11] Hurvich CM, Simonoff JS, Tsai CL. Smoothing parameter selection in nonparametric regression using an improved Akaike information criterion [J]. J R Stat Soc, 1998, 60 (2) : 271–293. DOI: 10.1111/1467-9868.00125.
- [12] Kim SE, Lim YH, Kim H. Temperature modifies the association between particulate air pollution and mortality: a multi-city study in South Korea [J]. Sci Total Environ, 2015, 524–525: 376–383. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.137.
- [13] 严俊,王振全,胡泽楠,等.兰州城区大气污染对呼吸系统疾病日住院人数的影响[J].安全与环境学报,2010,10(5):212-216. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6094.2010.05.050.
- [14] Yan J, Wang ZQ, Hu ZN, et al. Impact of the ambient air pollution on the daily respiratory hospitalization in Lanzhou [J]. J Saf Environ, 2010, 10 (5) : 212–216. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6094.2010.05.050.
- [15] 谷少华,贾红英,李萌萌,等.济南市空气污染对呼吸系统疾病门诊量的影响[J].环境与健康杂志,2015,32(2):95-98. DOI: 10.1624/j.cnki.1001-5914.2015.02.001.
- [16] Gu SH, Jia HY, Li MM, et al. Effects of air pollution on hospital visits for respiratory diseases in Jinan city [J]. J Environ Health, 2015, 32 (2) : 95–98. DOI: 10.1624/j.cnki.1001-5914.2015.02.001.
- [17] Katsouyanni K, Pantazopoulou A, Touloumi G, et al. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality [J]. Arch Environ Health, 1993, 48 (4) : 235–242. DOI: 10.1080/00039896.1993.9940365.
- [18] Stafoggia M, Schwartz J, Forastiere F, et al. Does temperature modify the association between air pollution and mortality? A multicity case-crossover analysis in Italy [J]. Am J Epidemiol, 2008, 167 (12) : 1476–1485. DOI: 10.1093/aje/kwn074.
- [19] Qian ZM, He QC, Lin HM, et al. High temperatures enhanced acute mortality effects of ambient particle pollution in the “oven” city of Wuhan, China [J]. Environ Health Perspect, 2008, 116 (9) : 1172–1178. DOI: 10.1289/ehp.10847.
- [20] Kovats RS, Hajat S, Wilkinson P. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK [J]. Occup Environ Med, 2004, 61 (11) : 893–898. DOI: 10.1136/oem.2003.012047.
- [21] Ren CZ, Williams GM, Mengersen K, et al. Does temperature modify short-term effects of ozone on total mortality in 60 large eastern US communities? —An assessment using the NMMAPS data [J]. Environ Int, 2008, 34 (4) : 451–458. DOI: 10.1016/j.envint.2007.10.001.
- [22] Cheng YX, Kan HD. Effect of the interaction between outdoor air pollution and extreme temperature on daily mortality in Shanghai, China [J]. J Epidemiol, 2012, 22 (1) : 28–36. DOI: 10.2188/jea.JE20110049.
- [23] 罗斌,罗小峰,石红霞,等.气温与大气颗粒物对呼吸系统影响的交互作用研究进展[J].环境与健康杂志,2014,31(6):551-555.
- [24] Luo B, Luo XF, Shi HX, et al. Interactive effects of ambient temperature and ambient particulate matter on respiratory system: a review of recent studies [J]. J Environ Health, 2014, 31 (6) : 551–555.