

· 公共卫生与预防医学研究 ·

PM_{2.5}、PM₁₀短期暴露与流感样病例日门诊量的关联研究

赵 兴^{1,2}, 王思远¹, 张思懿^{3*}, 彭献镇^{1*}¹南京医科大学康达学院, 江苏 连云港 222000; ²连云港市疾病预防控制中心, 江苏 连云港 222000; ³南京医科大学公共卫生学院, 江苏 南京 211166

[摘要] 目的: 分析连云港市 PM_{2.5}、PM₁₀ 质量浓度对流感样病例日门诊量的短期影响。方法: 收集 2014—2016 年连云港市大气污染物日均数浓度、同期气象参数资料以及 8 家监测医院的流感样病例日门诊量, 采用广义相加模型分析 PM_{2.5}、PM₁₀ 对流感样病例日门诊量的影响以及剂量效应关系。结果: 单污染物模型显示, 在最佳滞后条件下, PM_{2.5} 或 PM₁₀ 每升高 1 个四分位间距值, 流感样病例日门诊量分别增加 2.3% (RR=1.023, 95% CI: 1.017~1.035) 和 3.8% (RR=1.038, 95% CI: 1.025~1.051)。双污染物及多污染物模型显示, 校正混杂因素后, PM_{2.5}、PM₁₀ 与流感样病例日门诊量仍呈正关联。剂量效应关系显示, 在低浓度时, 随着 PM_{2.5}、PM₁₀ 的增加, 流感样病例发生风险逐步升高。但当 PM_{2.5}、PM₁₀ 分别升高到 50、100 μg/m³ 之后, 流感样病例发生风险趋于稳定。结论: PM_{2.5}、PM₁₀ 质量浓度的增加可使流感样病例日门诊量升高, 并且存在剂量效应。

[关键词] PM_{2.5}; PM₁₀; 流感样病例; 广义相加模型; 剂量效应关系**[中图分类号]** R181.8**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2020)11-1718-07**doi:** 10.7655/NYDXBNS20201127

Correlation between short-term exposure of PM_{2.5}, PM₁₀ and daily outpatient number of influenza-like illness

ZHAO Xing^{1,2}, WANG Siyuan¹, ZHANG Simin^{3*}, PENG Xianzhen^{1*}¹Kangda College, Nanjing Medical University, Lianyungang 222000; ²Center of Disease Control and Prevention of Lianyungang, Lianyungang 222000; ³School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, China

[Abstract] **Objective:** This study aims to analyze the short-term effect of PM_{2.5} and PM₁₀ concentration on daily outpatient visits of influenza-like illness (ILI) in Lianyungang. **Methods:** The daily mean concentration of air pollutants, meteorological parameters and daily outpatient visits of ILI in 8 monitoring hospitals in Lianyungang from 2014 to 2016 were collected. The effects of PM_{2.5} and PM₁₀ on daily outpatient visits of ILI and exposure-response relations were analyzed by generalized additive model. **Results:** The single pollutant model showed that the daily outpatient visits of ILI increased by 2.3% (RR=1.023, 95% CI=1.017-1.035) and 3.8% (RR=1.038, 95% CI=1.025-1.051) respectively for each quartile interval of PM_{2.5} and PM₁₀ under the optimal lag condition. Dual-pollutant and multi-pollutant models showed that PM_{2.5} and PM₁₀ were positively correlated with daily outpatient visits of ILI after correction of confounding factors. Exposure-response relations showed that the risk of ILI increased gradually with the increase of PM_{2.5} and PM₁₀ at low concentrations. However, when PM_{2.5} and PM₁₀ increased to about 50 μg/m³ and 100 μg/m³ respectively, the risk of ILI tended to stabilize. **Conclusion:** The increase of PM_{2.5} and PM₁₀ concentration can increase the daily outpatient visits of ILI, and there is exposure-response relation.

[Key words] PM_{2.5}; PM₁₀; influenza-like illness; generalized additive model; exposure-response relation

[J Nanjing Med Univ, 2020, 40(00): 1718-1724]

[基金项目] 江苏省高等学校自然科学基金(17KJD330002); 南京医科大学科技发展基金(2017NJMUZD141)

*通信作者 (Corresponding author), E-mail: smzhang@njmu.edu.cn; xianzhenpeng@njmu.edu.cn

近几十年来, 随着中国的工业快速发展, 大气污染问题日益严峻^[1]。同时城市化的加快, 又促使人群聚集, 增加了人群暴露于大气污染的机会, 而大气污染物的暴露可能会增加人群健康风险。这

种风险包括短期暴露的急性健康效应与长期暴露的慢性健康效应。如大气中的持久性有机污染物和重金属具有毒性作用,并且这些毒性不仅影响自身,对子代的健康也可能产生不良作用^[2-3]。

目前我国城市大气污染物水平远高于发达国家,亦高于世界卫生组织制定的《全球空气质量指南》^[4]。我国的大气污染物以颗粒污染物为主,包括PM_{2.5}、PM₁₀等。大气颗粒污染物对人群健康的危害程度取决于颗粒物的化学成分、浓度以及暴露时间。细颗粒物表面积大、富含有毒物质,在大气中滞留时间长,传送距离大,暴露时间相对较长,对人体健康危害最为严重。同时颗粒物的滞留时间亦受到气象条件的影响。有研究指出,大气颗粒物浓度的增加与人群死亡风险、心血管疾病风险以及呼吸系统疾病死亡风险均有统计学关联^[5-6]。

流感样病例(influenza-like illness, ILI)是指发热,体温 $\geq 38\text{ }^{\circ}\text{C}$,伴咳嗽或咽痛之一,同时缺乏其他实验室诊断依据的病例。本研究采用适用于时间序列数据的广义相加模型(generalized additive models, GAM),分析2014—2016年连云港市大气污染物中的PM_{2.5}、PM₁₀对ILI日门诊量的影响,从而评估PM_{2.5}、PM₁₀对人群的健康风险,为制定环境保护、健康促进的策略与措施提供依据。

1 资料和方法

1.1 资料

2014—2016年连云港市主要大气污染物质量浓度的监测数据来源中国空气质量在线监测分析平台(<https://www.aqistudy.cn>),包括PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、CO、NO₂、O₃。2014—2016年连云港市日均气温、平均相对湿度、气压等气象学参数来源于中国气象数据网(<http://data.cma.cn/>)。2014—2016年连云港市ILI日门诊量来自连云港市8家监测医院(分别是连云港市第一人民医院、连云港市第二人民医院、连云港市第三人民医院、连云港市东方医院、赣榆区人民医院、灌云县人民医院、灌南县人民医院、东海县人民医院),患者病例记录由医院专业人员确诊、经连云港市疾病预防控制中心整理提供。ILI具体定义是指发热,伴咳嗽或咽痛之一者,同时缺乏其他实验室诊断依据。

1.2 方法

描述ILI日门诊量、大气污染物及气象学参数的分布情况,并利用Spearman分析各变量间的相关性。采用广义相加模型,在控制长期趋势、季节趋

势、星期几效应和气象学参数等混杂因素后,分析2014—2016年连云港市PM_{2.5}、PM₁₀与ILI日门诊量的关系。具体模型如下:

$$\text{Lg}[E(Y_k)] = \alpha + \beta X_k + \text{ns}(\text{time}, v) + \text{dow} + \text{season} + \text{ns}(Z_k, v)$$

公式中E(Y_k)为因变量Y在k日的ILI日门诊量的期望值, α 为截距, X_k 为k日的PM_{2.5}或PM₁₀浓度,ns为自然样条函数,time为日期,dow为星期的哑变量,season为季节的哑变量, Z_k 为k日的气象学参数(日均气温、平均相对湿度、气压)变量。其中v为自由度。在模型中使用自然样条函数调整time及气象学参数。通常time的自由度为7/年,收集2014—2016年数据,故time的自由度为21。根据气象学参数对人群健康影响的特点,它们的自由度为3^[7]。以此来控制滞后效应与混杂效应。

本研究中,分别引入PM_{2.5}、PM₁₀拟合单污染物模型,并考虑其滞后效应与累积效应,将当日及前1~5 d的滞后大气污染物浓度(lag0~lag5,稳定自回归AR)和当日至前1~5 d的大气污染物浓度移动平均值(lag01~lag05,移动平均MA)分别引入模型。其中lag0表示当日污染物浓度,lag1表示前1日污染物浓度,以此类推;lag01表示当日与前1日污染物浓度的平均值,lag02表示当日、前1日、前2日污染物浓度的平均值,以此类推。从而判断单污染物模型中对ILI日门诊量影响最强的滞后阶数。然后再根据最强滞后阶数进行双污染物模型拟合(PM_{2.5}+PM₁₀、PM_{2.5}+CO、PM_{2.5}+NO₂、PM_{2.5}+O₃、PM_{2.5}+SO₂、PM₁₀+CO、PM₁₀+NO₂、PM₁₀+O₃、PM₁₀+SO₂)以及多污染物模型拟合(PM_{2.5}+PM₁₀+CO+NO₂+O₃+SO₂),以分析PM_{2.5}、PM₁₀与ILI日门诊量关系的稳健性。

根据模型中的 β 值及其标准误计算出大气污染物每升高1个四分位间距时,ILI日门诊量的相对危险度及其95%可信区间(95%CI)。并对PM_{2.5}、PM₁₀与ILI日门诊量进行剂量效应关系分析。统计分析及绘图使用R3.5.2软件。

2 结果

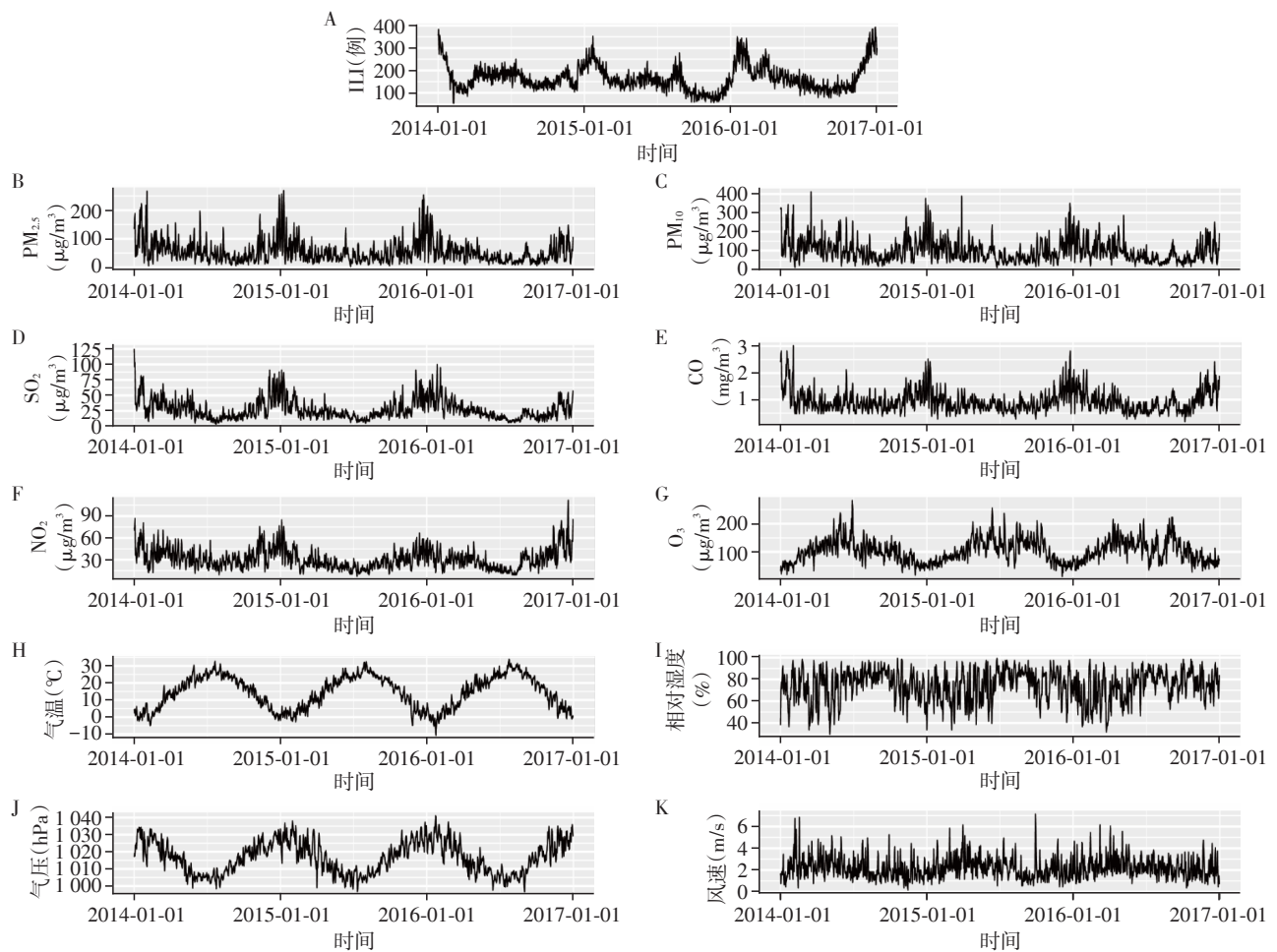
2.1 ILI及大气污染物、气象参数的分布

2014—2016年连云港市8家监测医院ILI日均门诊数为166.10例,大气污染物PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、CO、NO₂、O₃的平均浓度分别为54.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、98.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、27.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.94 mg/m^3 、31.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、102.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,气象参数气温、相对湿度、气压、风速的平均值分别为14.57 $^{\circ}\text{C}$ 、74.37%、1 016.60 hPa、2.22 m/s(表1)。

表1 2014—2016年连云港市哨点医院ILI及大气污染物、气象参数的分布

Table 1 Distribution of ILI cases, air pollutants and meteorological parameters in Lianyungang from 2014 to 2016

指标	数值($\bar{x} \pm s$)	最小值	P_{25}	P_{50}	P_{75}	最大值
ILI(例)	166.10 ± 57.46	56.00	127.00	156.50	194.20	391.00
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54.58 ± 40.36	4.00	27.00	45.00	71.00	267.00
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	98.30 ± 60.19	11.00	54.00	85.00	127.00	409.00
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27.06 ± 16.34	4.00	16.00	23.00	34.00	125.00
CO(mg/m^3)	0.94 ± 0.41	0.20	0.70	0.90	1.10	3.00
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31.27 ± 14.14	8.00	21.00	28.00	39.00	111.00
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	102.60 ± 41.41	14.00	70.00	98.50	130.00	281.00
气温(°C)	14.57 ± 9.53	-10.40	5.78	16.00	23.00	33.50
相对湿度(%)	74.37 ± 14.41	30.00	64.75	77.00	86.00	99.00
气压(hPa)	1 016.60 ± 9.36	996.90	1 008.30	1 016.60	1 024.10	1 040.70
风速(m/s)	2.22 ± 0.99	0.20	1.50	2.10	2.70	7.10



A:ILI门诊量的时间趋势;B:PM_{2.5}的时间趋势;C:PM₁₀的时间趋势;D:SO₂的时间趋势;E:CO的时间趋势;F:NO₂的时间趋势;G:O₃的时间趋势;H:气温的时间趋势;I:相对湿度的时间趋势;J:气压的时间趋势;K:风速的时间趋势。

图1 连云港市ILI门诊量及大气污染物、气象参数的时间趋势

Figure 1 Time trend of ILI cases, air pollutants and meteorological parameters in Lianyungang

图1显示各变量具有相对稳定的长期趋势及季节性。

2.2 ILI、大气污染物、气象参数间的相关性

由表2可见ILI病例数与PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、CO、

NO₂、气压均呈正相关($P < 0.05$),与O₃、气温、相对湿度呈负相关($P < 0.05$)。另外大气污染物、气象参数间也存在相关性。尤其是大气污染物间,除了O₃

表2 2014—2016年连云港市ILI、大气污染物、气象参数间相关性

Table 2 Correlations among ILI cases, air pollutants and meteorological parameters in Lianyungang from 2014 to 2016

因素	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	气温	相对湿度	气压	风速
ILI	0.250*	0.275*	0.265*	0.201*	0.200*	-0.148*	-0.304*	-0.201*	0.168*	0.029
PM _{2.5}		0.928*	0.698*	0.801*	0.704*	-0.027	-0.353*	-0.227*	0.268*	-0.266*
PM ₁₀			0.737*	0.740*	0.709*	0.015	-0.337*	-0.367*	0.266*	-0.211*
SO ₂				0.641*	0.760*	-0.218*	-0.650*	-0.538*	0.601*	-0.259*
CO					0.718*	-0.193*	-0.395*	-0.127*	0.335*	-0.338*
NO ₂						-0.254*	-0.497*	-0.273*	0.493*	-0.443*
O ₃							0.642*	-0.063	-0.594*	0.071
气温								0.293*	-0.885*	0.035
相对湿度									-0.330*	-0.081
气压										-0.133*

*: $P < 0.05$.

外,其他污染物间的相关系数均超过0.6。

2.3 拟合回归模型

2.3.1 单污染物模型

由图2可知PM_{2.5}、PM₁₀对ILI例数均产生一定的滞后效应。均为当日至前5 d(lag05)的移动平均值对ILI日门诊量的影响最为明显($P < 0.001$)。在表3中可见,在最佳滞后条件下,PM_{2.5}或PM₁₀每升高1个四分位间距值,ILI日门诊量分别增加2.3%(RR=1.023,95%CI:1.017~1.035)和3.8%(RR=1.038,95%CI:1.025~1.051)。

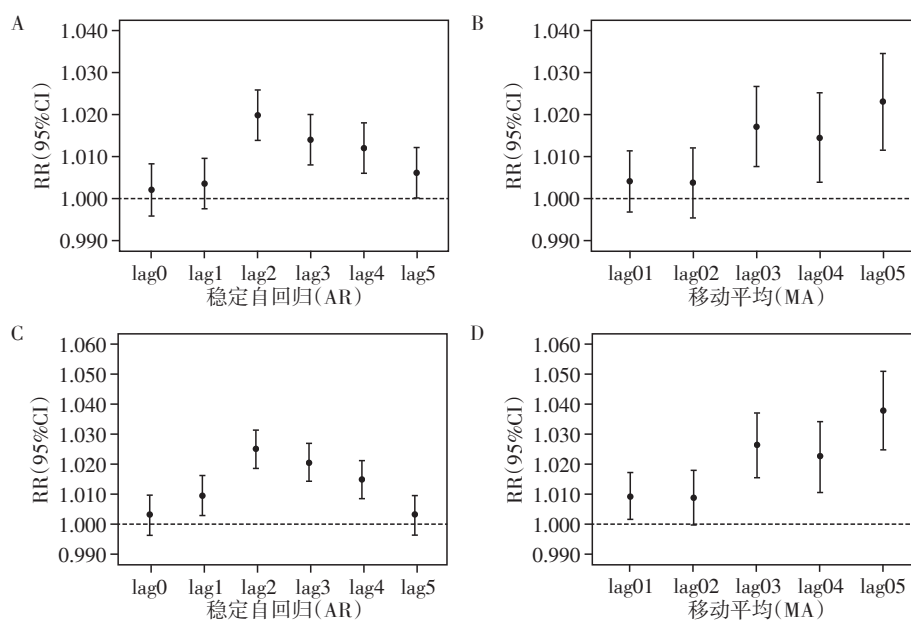
2.3.2 双污染物模型

根据最强滞后阶数进行双污染物模型拟合。

对于PM_{2.5}分别调整PM₁₀、SO₂、CO、NO₂、O₃,对于PM₁₀分别调整PM_{2.5}、SO₂、CO、NO₂、O₃。表3显示了调整后具体的RR值及其95%CI。发现在双污染物模型中,调整后的RR值未有明显下降(除了调整NO₂后RR微降外,其他污染物调整后RR值均上升)。另外为了说明结果的稳健性,拟合了多污染物模型,发现PM_{2.5}、PM₁₀的RR分别降低到1.016、1.018,但仍具有统计学意义($P < 0.001$ 、 $P=0.040$)。除此之外考虑到模型中存在多重共线性问题,将多重共线性变量时间、季节、气温剔除后重新拟合模型,结果见表3。

2.3.3 剂量效应关系

针对以上PM_{2.5}、PM₁₀所拟合的模型,进行剂量



A: 自回归AR模型分析PM_{2.5}对ILI日门诊量影响;B: 移动平均MA模型分析PM_{2.5}对ILI日门诊量影响;C: 自回归AR模型分析PM₁₀对ILI日门诊量影响;D: 移动平均MA模型分析PM₁₀对ILI日门诊量影响。

图2 PM_{2.5}、PM₁₀每升高1个四分位间距值对ILI日门诊量的影响

Figure 2 The influence of the interquartile interval of PM_{2.5} and PM₁₀ on the daily outpatient number of ILI

表3 2014—2016年大气污染物浓度与ILI日门诊量的双污染物模型分析

Table 3 Analysis of double pollutant model of air pollutant concentration and daily outpatient number of ILI cases from 2014 to 2016

污染物	调整因素	RR	95%CI	剔除后RR*	剔除后95%CI*
PM _{2.5}	无	1.023	1.017~1.035	1.140	1.131~1.149
	PM ₁₀	1.023	1.010~1.037	1.115	1.104~1.127
	SO ₂	1.027	1.014~1.039	1.323	1.122~1.143
	CO	1.030	1.017~1.043	1.103	1.092~1.114
	NO ₂	1.018	1.005~1.031	1.101	1.092~1.111
	O ₃	1.024	1.013~1.036	1.136	1.127~1.145
	所有污染物	1.016	1.009~1.024	1.019	1.012~1.026
PM ₁₀	无	1.038	1.025~1.051	1.193	1.183~1.204
	PM _{2.5}	1.045	1.030~1.060	1.189	1.175~1.204
	SO ₂	1.043	1.030~1.057	1.901	1.178~1.204
	CO	1.047	1.032~1.062	1.160	1.147~1.173
	NO ₂	1.034	1.021~1.049	1.154	1.142~1.167
	O ₃	1.040	1.027~1.054	1.923	1.182~1.204
	所有污染物	1.018	1.001~1.037	1.134	1.118~1.152

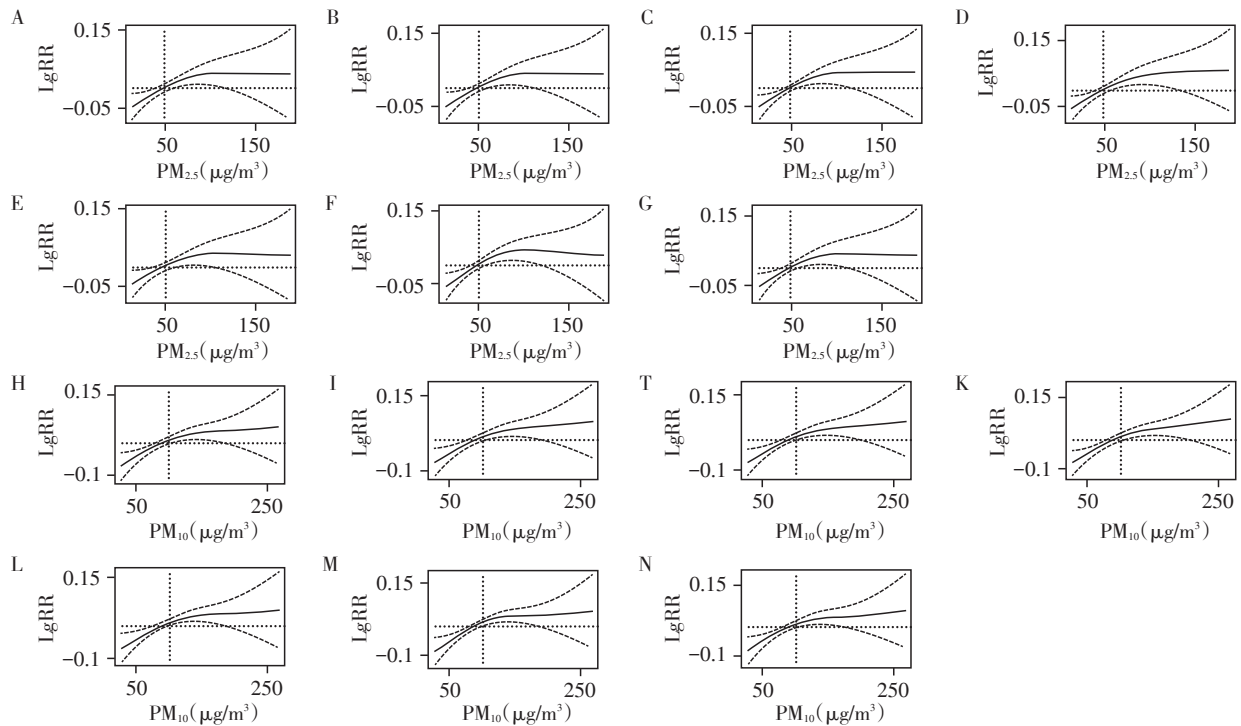
RR:每升高1个四分位间距值的风险;*表示剔除多重共线性变量后拟合模型结果。

效应分析(图3)。结果发现,无论是单污染物模型、双污染物模型还是所有污染物模型,PM_{2.5}、PM₁₀与ILI日门诊量均存在剂量效应关系,在低浓度时,随着PM_{2.5}、PM₁₀的增加,风险逐步升高。但在高浓度

(PM_{2.5} 50 μg/m³、PM₁₀ 100 μg/m³)时,呈现“平台期”。

3 讨论

PM₁₀、PM_{2.5}等可吸入颗粒物,被人吸入后可沉积



A~G:PM_{2.5}与ILI日门诊量的剂量效应关系。A:未调整;B:调整PM₁₀;C:调整SO₂;D:调整CO;E:调整NO₂;F:调整O₃;G:调整所有污染物。H~N:PM₁₀与ILI日门诊量的剂量效应关系。H:未调整;I:调整PM_{2.5};J:调整SO₂;K:调整CO;L:调整NO₂;M:调整O₃;N:调整所有污染物。

图3 PM_{2.5}、PM₁₀与ILI日门诊量的剂量效应关系

Figure 3 Dose effect relationship between PM_{2.5}, PM₁₀ and daily outpatient number of ILI cases

在呼吸系统中,进而可引发呼吸系统疾病。并且颗粒物直径愈小,进入呼吸道的部位愈深。粒径在10 μm以下可沉积在呼吸道上部,粒径在5 μm以下可进入呼吸道深部,而粒径在2 μm以下的可深入到细支气管和肺泡。另外随着颗粒物粒径的减小,其吸附的有毒有害物质的含量将不断增加^[8-9]。因而,粒径越小的颗粒物对人体的危害越大。其致病机制主要包括炎症作用、氧化应激反应、免疫毒性和致基因突变等^[10]。

在本研究中,单污染物模型提示:PM_{2.5}、PM₁₀的质量浓度均与ILI日门诊人数存在正关联,同时存在滞后效应,这与既往研究结果相似^[11-15]。但不同研究中最强滞后阶数存在不同。在本研究中,滞后效应随着滞后阶数改变有一定的变化趋势。在lag1~lag5中,均是在前2 d(lag2)PM_{2.5}、PM₁₀达到最大效应,然后滞后效应不断降低。而在lag01~lag05的情况下,均是当日至前5 d的移动平均值(lag05)达到最大效应,并且这个效应要高于lag2。因此本研究的最强滞后效应见于lag05。而廖青等^[16]关于PM_{2.5}、PM₁₀与ILI日门诊量的最强滞后效应是lag0,王思嘉等^[17-18]关于PM_{2.5}、PM₁₀与ILI的最强滞后效应是lag7。之所以出现这种现象,原因可能是各地疾病谱、污染物成分、人群特征、研究时间有所不同^[19-20]。另外上述两项研究均未考虑累积效应的移动平均值。

单污染物模型的最强滞后效应显示PM_{2.5}或PM₁₀每升高1个四分位间距值,ILI日门诊量分别增加2.3%和3.8%。在双污染物及多污染物模型中,校正了其他污染物所带来的混杂作用后,PM_{2.5}、PM₁₀的质量浓度对ILI日门诊量的影响仍然存在。以多污染物模型为例,PM_{2.5}、PM₁₀每升高1个四分位间距值,ILI日门诊量分别增加1.6%和1.8%。另外剂量效应关系说明随着PM_{2.5}、PM₁₀质量浓度的增加,ILI的发生风险也逐步增加,但当PM_{2.5}升高到50 μg/m³、PM₁₀升高到100 μg/m³之后,ILI发生风险趋于稳定。

本研究存在一定局限性。首先,本文所利用的数据均是基于群体,而不是个体的健康状况及大气污染物暴露情况,所以本质上是生态学研究,不可避免地可能会出现生态学谬误。其次,对于混杂因素的控制,本文只分析了常见的气候因素及其污染物带来的影响,而对于其他潜在的混杂因素,比如人群的社会人口学特征、病原体类型、污染物来源,由于研究条件以及研究者能力的限制,均未分析。再次,ILI日门诊量来源自监测医院,是否能较好地代表连云港市ILI总体仍值得商榷。最后,本文所

拟合的模型存在多重共线性问题,虽经尝试剔除多重共线性变量重新拟合模型,PM_{2.5}、PM₁₀对疾病的危害效应增强,但考虑到这些剔除变量可能存在的混杂作用,最终模型并没有剔除这些存在多重共线性问题的变量。

虽然如此,本研究的研究结论在制订健康政策、环境保护方面仍具有一定参考价值。

[参考文献]

- [1] 阙海东, 郭堂春. 我国大气污染对居民健康影响的回顾和展望[J]. 第二军医大学学报, 2013, 34(7): 7-9
- [2] MAJI K J, DIKSHIT A K, ARORA M, et al. Estimating premature mortality attributable to PM_{2.5} exposure and benefit of air pollution control policies in China for 2020 [J]. *Sci Total Environ*, 2018, 612: 683-693
- [3] 王艳萍, 洪琴, 郭凯, 等. 多氯联苯暴露对斑马鱼胚胎发育的毒性效应[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2010, 30(11): 1537-1541
- [4] 侯晓艳, 朱平, 马平, 等. 2011—2016年南通市流感监测结果分析[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2018, 38(11): 1582-1585
- [5] CHEN R, KAN H, CHEN B, et al. Association of particulate air pollution with daily mortality: the china air pollution and health effects study [J]. *Am J Epidemiol*, 2012, 175(11): 1173-1181
- [6] MA L, SHIM M, YODA Y, et al. Effects of airborne particulate matter on respiratory morbidity in asthmatic children [J]. *J Epidemiol*, 2018, 18(3): 97-110
- [7] 常倩, 叶云杰, 汪庆庆, 等. 南京市大气污染物与居民心脑血管疾病死亡的相关性[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(12): 1041-1045
- [8] 金春来. 应用尘粒分级采样器进行环境测尘的卫生学意义[J]. 环境污染与防治, 1983, 5(4): 40-43
- [9] SONG C, WU L, XIE Y, et al. Air pollution in China: status and spatiotemporal variations [J]. *Environ Pollut*, 2017, 227: 334-347
- [10] 黄智峰, 刘晓剑, 杨连朋, 等. 深圳市大气PM_{2.5}质量浓度与流感样病例发病的关联性分析[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(5): 421-425
- [11] 蒋琴琴, 施洁, 杨轶骞, 等. 广州市2015年大气PM_{2.5}与呼吸系统疾病日门诊量的关系[J]. 中国热带医学, 2017, 17(6): 594-597
- [12] 张洪轩, 厉丹, 孙亚慧, 等. 大连市大气污染物PM₁₀对呼吸科日均门诊量的影响[J]. 职业与健康, 2016, 32(16): 2258-2260
- [13] 彭朝琼, 余淑苑, 张振, 等. 深圳市大气PM₁₀浓度对呼吸系统疾病日门诊量的影响[J]. 卫生研究, 2011, 40(4): 73-76
- [14] 王宇红, 梁婷婷, 李盛, 等. 兰州市医院儿科呼吸系统

- 疾病日门诊量与空气污染的相关性研究[J]. 环境卫生学杂志, 2017, 7(5): 24-30
- [15] 李文静, 张美云, 万博宇, 等. 北京市大气PM_{2.5}污染对某医院儿科门诊量影响的时间序列研究[J]. 现代预防医学, 2018, 45(7): 1184-1188
- [16] 廖青, 胡雪姣, 薛琦, 等. 宜昌市大气污染物对流感样病例的短期效应[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(10): 13-18
- [17] 王思嘉, 廖青, 易波, 等. 宁波市大气颗粒物浓度与流感样病例的时间序列研究[J]. 中华疾病控制杂志, 2018, 22(5): 450-454
- [18] 关绮华, 梁自勉, 莫莹莹. 2017年佛山市大气PM_{2.5}污染对呼吸系统疾病门诊量影响的时间序列分析[J]. 华南预防医学, 2018, 44(5): 12-16
- [19] GRINESKI S E, HERRER J M, BULATHSINHALA P, et al. Is there a hispanic health paradox in sensitivity to air pollution? Hospital admissions for asthma, chronic obstructive pulmonary disease and congestive heart failure associated with NO₂ and PM_{2.5} in El Paso, TX, 2005-2010[J]. Atmos Environ, 2015, 119: 314-321
- [20] YAP PS, GILBREATH S, GARCIA C, et al. The influence of socioeconomic markers on the association between fine particulate matter and hospital admissions for respiratory conditions among children[J]. Am J Public Health, 2013, 103(4): 695-702
- [收稿日期] 2019-08-02

(上接第1712页)

79906-79913

- [109] ZHENG J X, GE L, CHEN H, et al. Disruption within brain default mode network in postpartum women without depression [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(18): e20045
- [110] CHE K, MAO N, LI Y, et al. Altered spontaneous neural activity in peripartum depression: a resting-state functional magnetic resonance imaging study [J]. Front Psychol, 2020, 11: 656
- [111] YANG W, LIU P, ZHUANG K, et al. Behavioral and neural correlates of memory suppression in subthreshold-depression [J]. Psychiatry Res Neuroimaging, 2020, 297: 111030
- [112] HURWITZ T A, HONEY C R, MCLEOD K R, et al. Hypoactivity in the paraterminalgyrus following bilateral anterior capsulotomy [J]. Can J Psychiatry, 2020, 65(1): 46-55
- [113] IM J J, JEONG H S, JONG-SIK P, et al. Changes in regional cerebral perfusion after nicergoline treatment in early alzheimer's disease: a pilot study [J]. Dement Neurocogn Disord, 2017, 16(4): 104-109
- [114] GHAVIDEL N, KHODAGHOLI F, AHMADIANI A, et al. Frontocingulate dysfunction is associated with depression and decreased serum PON1 in methamphetamine-dependent patients [J]. Neuropsychiatr Dis Treat, 2020, 16: 489-499
- [115] BERGGREN A, GUSTAFSON L, HÖGLUND P, et al. A long-term longitudinal follow-up of depressed patients treated with ECT with special focus on development of dementia [J]. J Affect Disord, 2016, 200: 15-24
- [116] VEGA J N, TAYLOR W D, GANDELMAN J A, et al. Persistent intrinsic functional network connectivity alterations in middle-aged and older women with remitted depression [J]. Front Psychiatry, 2020, 11: 62
- [117] MALEJKO K, BROWN R C, PLENER P L, et al. Differential neural processing of unpleasant sensory stimulation in patients with major depression [J/OL]. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci, 2020 [2020-09-04]. DOI: 10.1007/S00406-0200-01123-0
- [118] DEPPING M S, WOLF N D, VASIC N, et al. Aberrant resting-state cerebellar blood flow in major depression [J]. J Affect Disord, 2018, 226: 227-231
- [119] GAILLARD C, GUILLOD M, ERNST M, et al. Striatal reactivity to reward under threat-of-shock and working memory load in adults at increased familial risk for major depression: a preliminary study [J]. Neuro Image Clin, 2020, 26: 102193
- [120] AMIRI S, ARBABI M, KAZEMI K, et al. Resting-state functional connectivity in popular targets for deep brain stimulation in the treatment of major depression: an application of a graph theory [J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2019, 2019: 4334-4337
- [收稿日期] 2019-10-15