

PM_{2.5} 暴露对急诊就诊量和救护车派遣量影响的 meta 分析

王亚芹^{1a}, 王裕², 梁璐^{1b}, 白凤霞^{1a}, 陈洁^{1a}, 张丽美^{1a}

1. 河北大学附属医院 a. 临床医学院 b. 急诊科, 河北 保定 071000
2. 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 102206

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20604

摘要:

[背景] 我国细颗粒物 (PM_{2.5}) 污染严重, 对人体健康造成严重威胁。

[目的] 利用 meta 分析定量评估我国 PM_{2.5} 暴露与急诊就诊量和救护车派遣量的暴露-反应关系。

[方法] 以空气污染、大气污染、颗粒物、急诊、急救、救护车、PM_{2.5} 等为关键词, 检索中国知网、万方数据知识服务平台 (万方数据库)、维普数据库, 以 PM、PM_{2.5}、air pollution、particulate、particle、emergency、ambulance 等为关键词检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library、Embase 数据库, 纳入方法为时间序列研究或病例交叉研究的文献。检索时间设置为从建库至 2020 年 7 月 30 日, 并追加至 2021 年 3 月 1 日。利用 Stata 12.0 软件进行统计分析, 使用纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa Scale, NOS) 进行文献质量评价, 利用随机或固定效应 meta 分析模型合并效应值, 若存在异质性则进行亚组分析和 meta 回归, 对结果进行敏感性分析、发表偏倚检测及校正。

[结果] 本研究共纳入 25 篇文献, 涉及 26 项数据, meta 分析显示大气中 PM_{2.5} 浓度每升高 10 μg·m⁻³, 急诊就诊量和救护车派遣量的 RR 值分别为 1.007 (95% CI: 1.005~1.008) 和 1.004 (95% CI: 1.002~1.007)。分别对急诊就诊量和救护车派遣量进行亚组分析, 结果均显示病例交叉研究的合并效应值高于时间序列的研究。敏感性分析结果未发生明显改变, 说明此次 meta 分析结果较稳健。Egger 法检验结果提示 PM_{2.5} 暴露对急诊就诊量和救护车派遣量的影响不存在发表偏倚 ($t=1.53, P>0.1$; $t=1.80, P>0.1$)。

[结论] PM_{2.5} 暴露可能与急诊就诊量和救护车派遣量增加有关。

关键词: PM_{2.5}; 急诊; 救护车; 暴露-反应关系

Effect of PM_{2.5} exposure on emergency department visits and ambulance dispatches: A meta-analysis WANG Yaqin^{1a}, WANG Yu², LIANG Lu^{1b}, BAI Fengxia^{1a}, CHEN Jie^{1a}, ZHANG Limei^{1a} (1.a.Clinical Medical College b.Emergency Department, Affiliated Hospital of Hebei University, Baoding, Hebei 071000, China; 2.National Institute of Environmental Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China)

Abstract:

[Background] Fine particulate matter (PM_{2.5}) pollution is serious in China and poses a serious threat to human health.

[Objective] This meta-analysis is conducted to quantitatively evaluate the association between PM_{2.5} exposure and both emergency department visits and ambulance dispatches in China.

[Methods] Air pollution, atmospheric pollution, particulate matter, emergency, first aid, ambulance, PM_{2.5} in Chinese were used as keywords to search on CNKI, Wanfang Data Knowledge Service Platform (Wanfang Database), VIP database, and keywords like PM, PM_{2.5}, air pollution, particulate, particle, emergency, ambulance in English were used to search on PubMed, Web of Science, Cochrane Library, Embase database. The literature with time series design or case-crossover design were included. The publication time was set from the establishment of the database to July 30, 2021, and finally to March 1, 2021. Stata 12.0 was used for statistical analysis. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) was used for quality evaluation of the included literature. Random or fixed effect meta-analysis was used to merge effects from different studies. Subgroup analysis and meta-regression were further conducted to explore sources of heterogeneity among these

基金项目

国家科技基础资源调查专项 (2017FY101200)

作者简介

王亚芹 (1989—), 女, 硕士生;
E-mail: 1099586145@qq.com

通信作者

梁璐, E-mail: lianglu1974@163.com

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2020-12-28

录用日期 2021-06-28

文章编号 2095-9982(2021)08-0894-07

中图分类号 R122.2

文献标志码 A

引用

王亚芹, 王裕, 梁璐, 等. PM_{2.5} 暴露对急诊就诊量和救护车派遣量影响的 meta 分析 [J]. 环境与职业医学, 2021, 38 (8): 894-900.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20604

Funding

This study was funded.

Correspondence to

LIANG Lu, E-mail: lianglu1974@163.com

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2020-12-28

Accepted 2021-06-28

To cite

WANG Yaqin, WANG Yu, LIANG Lu, et al. Effect of PM_{2.5} exposure on emergency department visits and ambulance dispatches: A meta-analysis[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(8): 894-900.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20604

studies. Sensitivity analysis, publication bias assessment, and adjustment were also performed.

[Results] A total of 25 literature were included, consisting of 26 sources of data. The results of meta-analysis showed that an increase of $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{PM}_{2.5}$ was associated with an estimated relative risk (*RR*) of 1.007 (95% *CI*: 1.005-1.008) for emergency department visits and 1.004 (95% *CI*: 1.002-1.007) for ambulances dispatches respectively. The results of subgroup analysis of emergency visits and ambulance dispatches showed that the combination effect value of case-crossover studies was higher than that of time-series studies. The sensitivity test results showed the estimated associations were stable. The Egger test results showed no publication bias ($t=1.53, P>0.1$; $t=1.80, P>0.1$).

[Conclusion] $\text{PM}_{2.5}$ exposure could be associated with an increase of emergency department visits and ambulance dispatches.

Keywords: $\text{PM}_{2.5}$; emergency department visit; ambulance dispatch; exposure-response relationship

空气动力学当量直径小于或等于 $2.5 \mu\text{m}$ 的颗粒物称为细颗粒物 (fine particulate matter, $\text{PM}_{2.5}$), 是全球第五大死亡危险因素, 每年导致 420 万人死亡和超 1 亿的伤残调整生命年损失^[1]。我国自 2012 年起开始监测 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度 (简称浓度), 2018 年生态环境状况公报显示, 我国空气污染的超标天数占 30%, 其中 $\text{PM}_{2.5}$ 的超标天数占总超标天数的 50% 以上, 可见我国 $\text{PM}_{2.5}$ 污染情况不容乐观。 $\text{PM}_{2.5}$ 暴露对人群健康的影响已有许多研究, 但健康结局以死亡为主^[2-3]。针对 $\text{PM}_{2.5}$ 暴露与人群急性健康 (急诊就诊量和救护车派遣量) 的研究较少, 且多集中在欧美等国家^[4-5]。目前我国 $\text{PM}_{2.5}$ 暴露与急诊就诊量和救护车派遣量的研究多局限于单个城市, 且具体健康效应不一致, 因此运用 meta 分析方法, 研究 $\text{PM}_{2.5}$ 暴露与急诊就诊量和救护车派遣量的关系, 对了解我国 $\text{PM}_{2.5}$ 的急性健康效应, 保护人群健康有重要意义。

1 材料与方法

1.1 文献检索策略

以空气污染、大气污染、颗粒物、急诊、急救、救护车、 $\text{PM}_{2.5}$ 等为关键词, 检索中国知网、万方数据知识服务平台 (万方数据库)、维普数据库, 以 PM 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、air pollution、particulate、particle、emergency、ambulance 等为关键词检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library、Embase 数据库。检索时间设置为从建库至 2020 年 7 月 30 日, 并追加至 2021 年 3 月 1 日。文献语言限制为中文和英文。

1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准: ①研究对象为全人群, 无年龄、性别限制, 研究结局包括全因急诊就诊量和救护车派遣量; ②结果以暴露剂量-反应关系效应值表示, 即 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度每增高 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 急诊就诊量和救护车派遣量的相对危险度 (*RR*) 或超额危险度 (*ER*) 及 95% 可信区间 (95% *CI*); ③研究方法主要为时间序列研究或

病例交叉研究。排除标准: ①研究结果不能转化为 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度每增高 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 发生风险 (*RR* 或 *ER*) 的文献; ②系统综述; ③重复报告、数据缺失的文献; ④动物实验、细胞实验; ⑤非中国地区的研究。

1.3 效应值提取与转换

采用大气 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度每上升 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 时急诊就诊量和救护车派遣量的 *RR*、*ER* 为效应值。*ER* 与 *RR* 的转换公式: $ER = (RR - 1) \times 100\%$ ^[6]; 如果效应量不是以 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 表示, 则计算出 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 对应的 *RR* 标准, 计算公式^[7]: $RR_{\text{标准}} = RR^{10/a}$, *a* 表示纳入文献中 *RR* 对应的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度上升梯度。

1.4 文献信息提取及质量控制

文章摘录信息包括作者和发表年份, 研究地点、类型、结局, $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度, 效应值 (如 *RR*、*ER* 值) 及 95% *CI*。文中统一采用单污染物模型的研究结果, 对于不同滞后期的选择, 参照文献 [8]: ①文献中若只分析或报告了一个滞后天数的效应值, 则直接选择; ②文献中有多个滞后天数的效应值时, 则使用文献中首先描述的滞后天数对应的效应值, 并且以单天滞后优于多天平均滞后为原则; 同时, 对每篇纳入文献按照纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa Scale, NOS) (量表满分 9 分) 文献质量评价量表进行质量评分^[9]。以上过程均由两人独立平行完成, 若意见不一致则由第三人裁决。

1.5 统计学分析

采用 Stata 12.0 软件进行统计分析。 I^2 统计量为纳入研究异质性结果的检验指标, 若 $I^2 < 50\%$ 或 $P > 0.10$, 认为各研究同质, 使用固定效应模型进行 meta 效应值的合并, 否则选择随机效应模型。将 $\text{PM}_{2.5}$ 按照浓度高低分为 $\geq 75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 $< 75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 两组, 采用亚组分析和 meta 回归进行异质性分析, 采用逐一剔除单个研究的方法进行敏感性分析以检验结果稳定性。采用 Egger 线性回归法检验发表偏倚, 若存在发表偏倚则使用剪补法进行校正。异质性分析和发表偏倚分析检

验水准 $\alpha=0.10$, 其他检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 纳入文献基本情况

根据纳入标准及排除标准, 最终纳入文献 25 篇, 其中中文文献 8 篇, 英文文献 17 篇, 发表时间跨度为 2013—2021 年, 研究地点涉及北京、上海、深圳、台北等城市, 因其中 1 篇文献含有 2 个独立的研究, 共计 26 项数据, 具体文献基本特征见表 1。

2.2 总体合并效应量

2.2.1 急诊就诊量 以急诊就诊量为研究结局的文章共 16 篇, 数据 17 项, meta 分析结果显示 $I^2=94.2\%$, $P<0.10$, 提示各研究间存在异质性, 因此选用随机效应模型计算合并效应值。结果显示, $PM_{2.5}$ 浓度每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 我国急诊就诊量的 $RR=1.007$ (95% CI :

1.005~1.008)。

2.2.2 救护车派遣量 以救护车派遣量为研究结局的文章 9 篇, meta 分析结果显示 $I^2=85.4\%$, $P<0.10$, 提示各研究间存在异质性, 因此选用随机效应模型计算合并效应值。结果显示, $PM_{2.5}$ 浓度每增加 $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 救护车派遣量的 $RR=1.004$ (95% CI : 1.002~1.007)。见图 1。

2.3 异质性分析

2.3.1 亚组分析 结果显示, 研究类型为病例交叉的研究合并效应值高于研究类型为时间序列的研究, 见表 2、表 3。

2.3.2 meta 回归分析 根据纳入文献的资料信息, 对急诊就诊量的异质性因素进行 meta 回归分析, 提示不同研究类型的合并效应值可能存在不同 ($Z=2.97$, $P=0.012$)。 $PM_{2.5}$ 暴露对救护车派遣量的影响因纳入文献较少不做 meta 回归分析。

表 1 纳入文献的基本特征

Table 1 Basic characteristics of included literature

第一作者 (发表年份)	研究时间	研究地点	研究类型	$PM_{2.5}$ 浓度 / ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	研究结局	RR 值	95% CI	文献质量评分
狄娟 (2019) ^[10]	2015—2017 年	昆明	时间序列	27.70±12.20	救护车派遣量	1.0077	1.0005~1.0149	7
步犁 (2019) ^[11]	2017 年	广州	时间序列	34.94±18.83	救护车派遣量	1.0042	0.9989~1.0095	7
芦静 (2019) ^[12]	2015—2017 年	包头	时间序列	46.97±33.94	救护车派遣量	1.0051	1.0024~1.0078	7
胥芹 (2015) ^[13]	2012 年	北京	时间序列	90.60±51.90	救护车派遣量	0.9960	0.9910~0.9996	7
范传刚 (2019) ^[14]	2014—2017 年	宜昌	时间序列	72.20±50.70	救护车派遣量	1.0041	1.0010~1.0072	7
Chen TT (2020) ^[15]	2013—2016 年	深圳	病例交叉	32.10±20.60	救护车派遣量	1.0144	1.0070~1.0219	8
Liu R (2017) ^[16]	2013—2015 年	成都	时间序列	78.10±53.30	救护车派遣量	1.0012	1.0002~1.0022	8
Wang X (2020) ^[17]	2014—2018 年	广州	时间序列	36.00±19.00	救护车派遣量	1.0098	1.0067~1.0128	7
Ai S (2019) ^[18]	2014—2016 年	洛阳	时间序列	73.9±60.25	救护车派遣量	1.0019	1.0003~1.0035	8
王旭英 (2016) ^[19]	2012—2013 年	北京	时间序列	90.90±62.60	急诊就诊量	1.0025	1.0007~1.0043	7
牛越 (2019) ^[20]	2013—2015 年	3 个城市	时间序列	/	急诊就诊量	1.0056	1.0014~1.0099	7
陈诗琪 (2019) ^[21]	2014—2016 年	成都	时间序列	66.47±45.42	急诊就诊量	1.0063	1.0027~1.0100	7
Zhang Y (2020) ^[22]	2015—2016 年	广州	病例交叉	31.00±15.60	急诊就诊量	1.0200	1.0170~1.0240	7
Zhang Y (2020) ^[22]	2015—2016 年	深圳	病例交叉	22.70±12.80	急诊就诊量	1.0120	1.0060~1.0180	7
Wang X (2013) ^[23]	2007—2008 年	上海	时间序列	53.90±31.40	急诊就诊量	1.0044	1.0016~1.0072	7
Chen G (2017) ^[24]	2013—2014 年	31 个城市	时间序列	/	急诊就诊量	1.0060	1.0020~1.0090	6
Chen D (2019) ^[25]	2015—2018 年	深圳	病例交叉	27.30±15.90	急诊就诊量	1.0072	1.0033~1.0112	7
Qiao L (2014) ^[26]	2011—2012 年	上海	时间序列	54.94±37.04	急诊就诊量	1.0016	1.0004~1.0028	8
Zhu Y (2020) ^[27]	2014—2016 年	成都	时间序列	66.43±45.41	急诊就诊量	1.0060	1.0008~1.0112	7
Ferreri J M (2018) ^[28]	2013 年	北京	病例交叉	101.00	急诊就诊量	1.0129	1.0113~1.0146	8
Chen G (2017) ^[29]	2013—2014 年	26 个城市	时间序列	51.90±41.50	急诊就诊量	1.0100	1.0050~1.0160	7
Jiao A (2020) ^[30]	2015—2018 年	深圳	病例交叉	32.00±18.30	急诊就诊量	1.0028	1.0010~1.0054	7
Lin Y K (2016) ^[31]	2005—2008 年	台北	时间序列	29.20	急诊就诊量	1.0046	1.0043~1.0049	8
Wang Y C (2016) ^[32]	2004—2010 年	台北	时间序列	28.20±14.80	急诊就诊量	1.0045	1.0042~1.0051	8
Liu L (2021) ^[33]	2015—2016 年	广州	病例交叉	31.00±18.30	急诊就诊量	1.0139	1.0112~1.0166	8
Wang H (2021) ^[34]	2016—2017 年	北京	时间序列	61.00±56.00	急诊就诊量	1.0027	1.0015~1.0035	8

[注] / : 表示文中未提及。

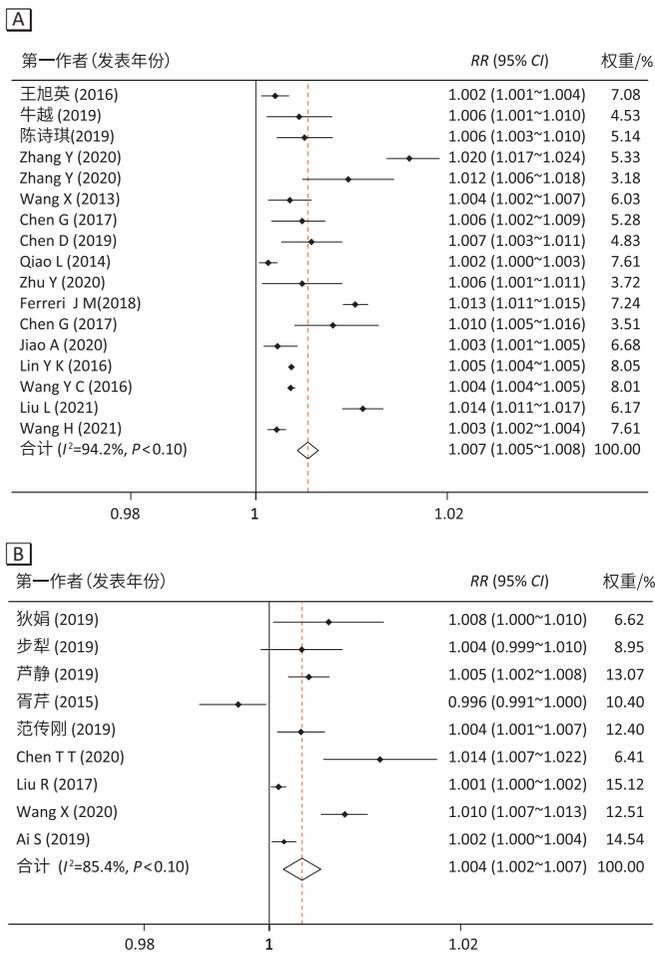


图1 PM_{2.5}暴露与急诊就诊量(A)和救护车派遣量(B)发生风险的meta分析森林图

Figure 1 Forest plot of PM_{2.5} exposure and risk of emergency visits (A) or ambulance dispatches (B)

表2 PM_{2.5}暴露与急诊就诊量的亚组分析

Table 2 Subgroup analysis on PM_{2.5} exposure and emergency department visits

分组	文献数量	RR	95% CI	I^2	P
研究类型					
时间序列	11	1.004	1.003~1.005	75.7	<0.001
病例交叉	6	1.011	1.006~1.016	94.6	<0.001
PM _{2.5} 浓度 / ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)					
<75	13	1.006	1.005~1.008	92.9	<0.001
≥75	2	1.008	0.998~1.018	98.6	<0.001

表3 PM_{2.5}暴露与救护车派遣量的亚组分析

Table 3 Subgroup analysis on PM_{2.5} exposure and ambulance dispatches

分组	文献数量	RR	95% CI	I^2	P
研究类型					
时间序列	8	1.004	1.001~1.006	84.3	<0.001
病例交叉	1	1.014	1.007~1.022	/	<0.001
PM _{2.5} 浓度 / ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)					
<75	7	1.006	1.003~1.009	79.7	<0.001
≥75	2	0.999	0.994~1.004	81.1	<0.001

2.4 敏感性分析

对急诊就诊量的数据进行观察,剔除王旭英^[19]、Zhang^[22]、Qiao^[26]、Ferreri^[28]、Jiao^[30]、Lin^[31]、Wang^[32]、Liu^[33]、Wang^[34]共9项数据后,异质性检验 $P=0.39$,说明其余8组数据具有同质性。具有同质性的8组数据采用固定效应模型合并效应值,结果显示,PM_{2.5}浓度每升高 $10\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 时,RR=1.006 (95% CI: 1.005~1.008),与未剔除前数据变化不大,异质性检验统计量 I^2 由原来的93.6%降低为4.6%。

对救护车派遣量的数据进行观察,剔除胥芹^[13]、Chen^[15]、Liu^[16]、Wang^[17]、Ai^[18]共5项数据后,异质性检验 $P=0.82$,说明其余4组数据具有同质性。具有同质性的4组数据采用固定效应模型合并效应量,结果显示,PM_{2.5}每升高 $10\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 时,RR=1.005 (95% CI: 1.003~1.007),与未剔除前数据变化不大,异质性检验统计量 I^2 由原来的85.4%降低为0。

2.5 发表偏倚

以急诊就诊量为研究结局, Egger直线回归法定量检验发表偏倚,结果提示PM_{2.5}暴露对急诊就诊量影响的相关文献不存在发表偏倚($t=1.53$, $P=0.147$);以救护车派遣量为研究结局,结果提示PM_{2.5}暴露对救护车派遣量影响的相关文献不存在发表偏倚($t=1.80$, $P=0.116$)。

3 讨论

我国已成为世界上空气污染最严重的国家之一,空气污染造成的健康危害备受关注。近年来许多学者研究空气污染对人体健康的急性效应,研究内容普遍集中在呼吸系统^[35]、神经精神系统^[36]以及人群死亡^[37]等方面,关于全因急诊就诊量和救护车派遣量的研究少,加之PM_{2.5}是近年才备受关注,对人体的健康造成了巨大的威胁,有必要阐述两者之间的关系。

本研究纳入的队列研究和病例交叉研究采用NOS评分评估文献质量,25篇文献中有24篇文献得分≥7分,本研究文献质量高。本研究结果显示,PM_{2.5}浓度每增加 $10\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 时我国急诊就诊量的RR为1.007 (95% CI: 1.005~1.008),救护车派遣量的RR为1.004 (95% CI: 1.002~1.007),说明大气PM_{2.5}短期暴露可能增加人群急诊就诊量和救护车派遣量。受空气污染影响最明显的呼吸系统及心脑血管系统,均显示出了与PM_{2.5}的相关性,随着PM_{2.5}浓度的升高,对应的急诊就诊量随之增加^[38-39]。不仅是国内,国外许

多研究也显示类似的结果。Haikerwal 等^[40]在 PM_{2.5} 与哮喘急诊就诊量的关系中发现, PM_{2.5} 在四分位范围内增加 8.6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 哮喘急诊就诊增加 1.96% (95% CI : 0.02%~3.94%), 多个单一病种的增加, 在很大程度上增加了全因急诊就诊量。尽管目前国内尚无类似 meta 分析支持本研究结果, 但我国的一项纳入 3 个城市 5 家医院的多中心研究表明, PM_{2.5} 浓度每升高 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 急诊就诊的 RR 值为 1.0056 (95% CI : 1.0014~1.0099)^[20], 进一步支持了本研究结果。关于救护车派遣量, 本研究结果略高于李曼等^[41]的研究结果 (RR=1.003, 95% CI : 1.001~1.005), 但基本保持一致。急诊就诊量在一定程度上包含了救护车派遣量, 但目前关于 PM_{2.5} 对我国急诊就诊量和救护车派遣量的多中心或类似 meta 分析极少, 两者之间的关联分析仍需要进一步研究确认。

本研究亚组分析显示, 无论急诊就诊量还是救护车派遣量, 病例交叉研究的效应值均高于时间序列研究。至于两者效应值能否合并, 尚存争议。虽然有研究显示, PM_{2.5} 的效应值在病例交叉和时间序列研究中无明显差异^[42], 但是许多项研究认为病例交叉研究的效应值高于时间序列研究^[41], 与本研究一致。因此, 两种方法的文献同时收集纳入可能对 meta 分析结果产生一定影响。

本研究发现, 各地区 PM_{2.5} 浓度差异较大, 影响其浓度高低的因素众多: 一方面, 与 PM_{2.5} 的来源有关。PM_{2.5} 主要来源于煤炭燃烧及机动车尾气, 北方冬季取暖, 增加了煤炭的燃烧, 导致北方 PM_{2.5} 浓度明显增高。除了人为因素外, 气候因素也会相互影响, 南方相对潮湿, 部分地区位于盆地, 使得 PM_{2.5} 扩散能力减弱, 导致 PM_{2.5} 的浓度增高。另一方面, 风速、气温等均会对 PM_{2.5} 造成一定影响。

无论是急诊就诊量还是救护车派遣量, 均无明显发表偏倚。将研究文献分别逐个剔除后, 将剔除后的效应值与原效应值比较, 敏感性分析显示, 大气 PM_{2.5} 对急诊就诊量影响的合并效应值相对稳健。本研究也有一定的局限性: 各研究异质性较大, 可能与不同的地理环境、生活方式、人群易感性有关; 语言种类限定为中文和英文文献, 可能存在一定的文献偏倚。

探索 PM_{2.5} 暴露对急诊就诊量和救护车派遣量的急性效应, 有助于人们充分认识到 PM_{2.5} 对人体健康的影响。在 PM_{2.5} 污染较重的情况下, 主动做好预防措施, 非必要不外出、出行戴口罩等方式减少暴露; 医院科室及 120 急救系统在空气污染严重的情况下, 应

做好急救人员及救护车的应急储备能力, 更好地应对空气污染带来的就诊人数增多及突发意外情况。

参考文献

- [1] COHEN AJ, BRAUER M, BURNETT R, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution : an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015 [J]. *Lancet*, 2017, 389 (10082) : 1907-1918.
- [2] BOWE B, XIE Y, YAN Y, et al. Burden of cause-specific mortality associated with PM_{2.5} air pollution in the United States [J]. *JAMA Netw Open*, 2019, 2 (11) : e1915834.
- [3] HAYES RB, LIM C, ZHANG Y, et al. PM_{2.5} air pollution and cause-specific cardiovascular disease mortality [J]. *Int J Epidemiol*, 2020, 49 (1) : 25-35.
- [4] STRICKLAND MJ, HAO H, HU X, et al. Pediatric emergency visits and short-term changes in PM_{2.5} concentrations in the U.S. State of Georgia [J]. *Environ Health Perspect*, 2016, 124 (5) : 690-696.
- [5] HUTCHINSON JA, VARGO J, MILET M, et al. The San Diego 2007 wildfires and Medi-Cal emergency department presentations, inpatient hospitalizations, and outpatient visits : an observational study of smoke exposure periods and a bidirectional case-crossover analysis [J]. *PLoS Med*, 2018, 15 (7) : e1002601.
- [6] 王欣, 张星光, 高成花, 等. 中国大气 PM_{2.5} 短期暴露对心血管疾病死亡率影响的 meta 分析 [J]. *环境与职业医学*, 2021, 38 (1) : 17-22.
WANG X, ZHANG XG, GAO CH, et al. Effect of short-term atmospheric PM_{2.5} exposure on cardiovascular mortality in China : a meta analysis [J]. *J Environ Occup Med*, 2021, 38 (1) : 17-22.
- [7] SHAH AS, LANGRISH JP, NAIR H, et al. Global association of air pollution and heart failure : a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet*, 2013, 382 (9897) : 1039-1048.
- [8] ATKINSON RW, COHEN A, MEHTA S, et al. Systematic review and meta-analysis of epidemiological time-series studies on outdoor air pollution and health in Asia [J]. *Air Qual, Atmos Health*, 2012, 5 (4) : 383-391.
- [9] STANG A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses [J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25 (9) : 603-605.

- [10] 狄娟, 熊庆, 杨建斌, 等. 2015—2017年昆明市大气颗粒物与救护车出诊次数的时间序列分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2019, 35 (8) : 806-811.
DI J, XIONG Q, YANG J B, et al. Time-series analysis on association between ambient particulate matter concentrations and the number of emergency ambulance dispatches in Kunming in Yunnan province [J]. J Prev Med Inf, 2019, 35 (8) : 806-811.
- [11] 步犁, 江思力, 吕嘉韵, 等. 2017年广州市空气污染物对急救人数的影响分析 [J]. 华南预防医学, 2019, 45 (2) : 119-123.
BU L, JIANG S L, LV J Y, et al. Impact of air pollutants on emergency department visits due to first aid in Guangzhou, 2017 [J]. South China J Prev Med, 2019, 45 (2) : 119-123.
- [12] 芦静, 冯晓冬, 张晓梅. 包头市大气污染对居民急救人次影响的时间序列分析 [J]. 环境与健康杂志, 2019, 36 (2) : 130-134.
LU J, FENG X D, ZHANG X M. Effects of atmospheric pollutants on emergency ambulance dispatches for residents in Baotou : a time-series analysis [J]. J Environ Health, 2019, 36 (2) : 130-134.
- [13] 胥芹, 王超, 潘蕾, 等. 广义相加模型在北京市PM_{2.5}与救护车出车次数关联性研究中的应用 [J]. 中国卫生统计, 2015, 32 (5) : 738-740.
XU Q, WANG C, PAN L, et al. The application of generalized additive model in the association study of PM_{2.5} concentrations change with daily ambulance dispatches in Beijing [J]. Chin J Health Stat, 2015, 32 (5) : 738-740.
- [14] 范传刚, 明小燕, 王婧, 等. 宜昌市大气颗粒物对急救人次急性影响 [J]. 中国公共卫生, 2020, 36 (10) : 1455-1458.
FAN C G, MING X Y, WANG J, et al. Acute effect of ambient air particulate matter on hospital emergency room visits in Yichang city [J]. Chin J Public Health, 2020, 36 (10) : 1455-1458.
- [15] CHEN T T, ZHAN Z Y, YU Y M, et al. Effects of hourly levels of ambient air pollution on ambulance emergency call-outs in Shenzhen, China [J]. Environ Sci Pollut Res, 2020, 27 (20) : 24880-24888.
- [16] LIU R, ZENG J, JIANG X, et al. The relationship between airborne fine particle matter and emergency ambulance dispatches in a southwestern city in Chengdu, China [J]. Environ Pollut, 2017, 229 : 661-667.
- [17] WANG X, TIAN J, LI Z, et al. Relationship between different particle size fractions and all-cause and cause-specific emergency ambulance dispatches [J]. Environ Health, 2020, 19 (1) : 69.
- [18] AI S, WANG C, QIAN Z, et al. Hourly associations between ambient air pollution and emergency ambulance calls in one central Chinese city : implications for hourly air quality standards [J]. Sci Total Environ, 2019, 696 : 133956.
- [19] 王旭英, 李国星, 金晓滨, 等. 2012—2013年北京市大气PM_{2.5}浓度与某三级甲等医院急诊人次相关性研究 [J]. 中华预防医学杂志, 2016, 50 (1) : 73-78.
WANG X Y, LI G X, JIN X B, et al. Study of relationship between atmospheric fine particulate matter concentration and one grade a tertiary hospital emergency room visits during 2012 and 2013 in Beijing [J]. Chin J Prev Med, 2016, 50 (1) : 73-78.
- [20] 牛越, 陈仁杰, 林之靖, 等. 2013—2015年大气PM_{2.5}暴露对中国3个城市5家医院每日急诊及门诊人次的影响 [J]. 中华预防医学杂志, 2019, 53 (1) : 81-85.
NIU Y, CHEN R J, LIN Z J, et al. Impact of fine particulate matters on the daily number of emergency visits and outpatient visits of 5 hospitals in Beijing, Shanghai, and Guangzhou, 2013—2015 [J]. Chin J Prev Med, 2019, 53 (1) : 81-85.
- [21] 陈诗琪, 王艳艳, 郭冰, 等. 大气颗粒物质量浓度与四川大学华西医院非意外创伤急诊人次的时间序列研究 [J]. 四川大学学报(医学版), 2019, 50 (1) : 71-76.
CHEN S Q, WANG Y Y, GUO B, et al. Particulate matters and non-accidental emergency visits in West China hospital : a time-series study [J]. J Sichuan Univ (Med Sci Ed), 2019, 50 (1) : 71-76.
- [22] ZHANG Y, FANG J, MAO F, et al. Age- and season-specific effects of ambient particles (PM₁, PM_{2.5}, and PM₁₀) on daily emergency department visits among two Chinese metropolitan populations [J]. Chemosphere, 2020, 246 : 125723.
- [23] WANG X, CHEN R, MENG X, et al. Associations between fine particle, coarse particle, black carbon and hospital visits in a Chinese city [J]. Sci Total Environ, 2013, 458-460 : 1-6.
- [24] CHEN G, ZHANG Y, ZHANG W, et al. Attributable risks of

- emergency hospital visits due to air pollutants in China : a multi-city study [J] . Environ Pollut, 2017, 228 : 43-49.
- [25] CHEN D, ZHANG F, YU C, et al. Hourly associations between exposure to ambient particulate matter and emergency department visits in an urban population of Shenzhen, China [J] . Atmos Environ, 2019, 209 : 78-85.
- [26] QIAO L, CAI J, WANG H, et al. PM_{2.5} constituents and hospital emergency-room visits in Shanghai, China [J] . Environ Sci Technol, 2014, 48 (17) : 10406-10414.
- [27] ZHU Y, WANG Y, XU H, et al. Joint effect of multiple air pollutants on daily emergency department visits in Chengdu, China [J] . Environ Pollut, 2020, 257 : 113548.
- [28] FERRERI JM, PENG RD, BELL ML, et al. The January 2013 Beijing "Airpocalypse" and its acute effects on emergency and outpatient visits at a Beijing Hospital [J] . Air Qual, Atmos, Health, 2018, 11 (3) : 301-309.
- [29] CHEN G, LI S, ZHANG Y, et al. Effects of ambient PM₁ air pollution on daily emergency hospital visits in China : an epidemiological study [J] . Lancet Planet Health, 2017, 1 (6) : e221-e229.
- [30] JIAO A, XIANG Q, DING Z, et al. Short-term impacts of ambient fine particulate matter on emergency department visits : comparative analysis of three exposure metrics [J] . Chemosphere, 2020, 241 : 125012.
- [31] LIN YK, CHEN CF, YEH HC, et al. Emergency room visits associated with particulate concentration and Asian dust storms in metropolitan Taipei [J] . J Expo Sci Environ Epidemiol, 2016, 26 (2) : 189-196.
- [32] WANG YC, LIN YK. Mortality and emergency room visits associated with ambient particulate matter constituents in metropolitan Taipei [J] . Sci Total Environ, 2016, 569-570 : 1427-1434.
- [33] LIU L, SONG F, FANG J, et al. Intraday effects of ambient PM₁ on emergency department visits in Guangzhou, China : a case-crossover study [J] . Sci Total Environ, 2021, 750 : 142347.
- [34] WANG H, LU F, GUO M, et al. Associations between PM₁ exposure and daily emergency department visits in 19 hospitals, Beijing [J] . Sci Total Environ, 2021, 755 : 142507.
- [35] ORELLANO P, QUARANTA N, REYNOSO J, et al. Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults : systematic review and multilevel meta-analysis [J] . PLoS One, 2017, 12 (3) : e0174050.
- [36] BRAITHWAITE I, ZHANG S, KIRKBRIDE JB, et al. Air Pollution (Particulate Matter) exposure and associations with depression, anxiety, bipolar, psychosis and suicide risk : a systematic review and meta-analysis [J] . Environ Health Perspect, 2019, 127 (12) : 126002.
- [37] LI T, ZHANG Y, WANG J, et al. All-cause mortality risk associated with long-term exposure to ambient PM (2.5) in China : a cohort study [J] . Lancet Public Health, 2018, 3 (10) : e470-e477.
- [38] FAN J, LI S, FAN C, et al. The impact of PM_{2.5} on asthma emergency department visits : a systematic review and meta-analysis [J] . Environ Sci Pollut Res, 2016, 23 (1) : 843-850.
- [39] YE X, PENG L, KAN H, et al. Acute effects of particulate air pollution on the incidence of coronary heart disease in Shanghai, China [J] . PLoS One, 2016, 11 (3) : e0151119.
- [40] HAIKERWAL A, AKRAM M, SIM MR, et al. Fine particulate matter (PM_{2.5}) exposure during a prolonged wildfire period and emergency department visits for asthma [J] . Respirology, 2016, 21 (1) : 88-94.
- [41] 李曼, 吴瑶, 田耀华, 等. PM_{2.5}短期暴露对我国死亡和急诊量影响的Meta分析 [J] . 中华流行病学杂志, 2018, 39 (10) : 1394-1401.
- LI M, WU Y, TIAN YH, et al. A Meta-analysis on the relations between short-term exposure to PM_{2.5} and both mortality and related emergency visits in China [J] . Chin J Epidemiol, 2018, 39 (10) : 1394-1401.
- [42] TONG S, WANG XY, GUO Y. Assessing the short-term effects of heatwaves on mortality and morbidity in Brisbane, Australia : comparison of case-crossover and time series analyses [J] . PLoS One, 2012, 7 (5) : e37500.

(英文编辑 : 汪源 ; 责任编辑 : 陈姣)