

大气颗粒物与上海市闵行区居民心脑血管疾病死亡的病例交叉研究

顾怡勤¹, 陈仁杰²

摘要:

[目的] 探讨大气颗粒物对上海市闵行区居民心脑血管系统疾病死亡的影响。

[方法] 收集上海市闵行区2013年1月1日至2014年12月31日的大气污染及当地居民死亡数据,采用时间分层的病例交叉设计,分析大气颗粒物与居民心脑血管疾病死亡的关系。

[结果] 研究期间,该区PM_{2.5}和PM₁₀的平均质量浓度分别为56 μg/m³和76 μg/m³。大气PM₁₀、PM_{2.5}当日浓度(lag 0)对心脑血管疾病日死亡率的影响最大,PM₁₀当日浓度每升高10 μg/m³导致的心脑血管疾病死亡率分别增加0.75%(95%CI: 0.05%~1.46%); PM_{2.5}当日浓度每升高10 μg/m³导致的心脑血管疾病死亡率增加0.87%(95%CI: 0.05%~1.69%)。在模型中控制SO₂和NO₂后,颗粒物的效应有所增强;在控制CO和O₃之后,颗粒物的效应有所减弱。

[结论] 大气颗粒物浓度升高可能导致上海市闵行区居民心脑血管系统疾病死亡增加,且在当日的影响最强。

关键词: 空气污染; 颗粒物; 心脑血管疾病; 病例交叉研究

引用: 顾怡勤, 陈仁杰. 大气颗粒物与上海市闵行区居民心脑血管疾病死亡的病例交叉研究[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(3): 220-223. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16483

A case-crossover study on particulate matter air pollution and residents' cardio-cerebrovascular mortality in Minhang District, Shanghai GU Yi-qin¹, CHEN Ren-jie² (1.Department of Environmental and Occupational Health, Minhang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201101, China; 2.Department of Environmental Health, School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China). Address correspondence to GU Yi-qin, E-mail: elinor_gu@126.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To explore the effect of particulate matter air pollution on residents' cardio-cerebrovascular mortality in Minhang District, Shanghai.

[Methods] Time-stratified case-crossover approach was used to assess the association between air particulate matters and cardio-cerebrovascular mortality from January 1, 2013 to December 31, 2014 in Minhang District, Shanghai.

[Results] The daily average concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ were 56 μg/m³ and 76 μg/m³, respectively. Effects of PM₁₀ and PM_{2.5} on cardiovascular and cerebrovascular mortality were statistically significant on the same day of pollution (lag 0). For PM₁₀, an increase of 10 μg/m³ was associated with 0.75% (95%CI: 0.05%-1.46%) increase in cardio-cerebrovascular mortality; For PM_{2.5}, an increase of 10 μg/m³ was associated with 0.87% (95%CI: 0.05%-1.69%) increase in cardio-cerebrovascular mortality. Multi-pollutant analysis suggested that particulate matter's effects were enhanced after adjustment for SO₂ and NO₂, while the effects were weakened after adjustment for CO and O₃.

[Conclusion] An increase of air particulate matter concentration may lead to an increase of cardio-cerebrovascular mortality of residents in Minhang District, and the effects are strongest on the same day of pollution.

Keywords: air pollution; particulate matter; cardio-cerebrovascular disease; case-crossover study

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[基金项目] 上海市闵行区自然科学研究课题(编号: 2015MHZ028)

[作者简介] 顾怡勤(1974—),女,硕士,副研究员;研究方向: 公共卫生管理、环境卫生、职业卫生等;E-mail: elinor_gu@126.com

[通信作者] 顾怡勤, E-mail: elinor_gu@126.com

[作者单位] 1. 上海市闵行区疾病预防控制中心环境与职业卫生科, 上海 201101; 2. 复旦大学公共卫生学院环境卫生教研室, 上海 200032

Citation: GU Yi-qin, CHEN Ren-jie. A case-crossover study on particulate matter air pollution and residents' cardio-cerebrovascular mortality in Minhang District, Shanghai[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(3): 220-223. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16483

近年来,大气污染对人体健康的影响已成为国内外环境卫生研究的热点^[1]。大气污染物种类繁多,其中颗粒物是对人体健康危害最为严重的污染物之一。研究表明大气颗粒物浓度上升与心血管疾病的发生率、死亡率密切相关,但各地研究发现的大气颗粒物健康效应往往存在一定的异质性^[2]。细颗粒物(指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物, $\text{PM}_{2.5}$)由于更易进入呼吸道深部,并吸附更多的有害物质,因而其毒性强于可吸入颗粒物(指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物, PM_{10})。上海作为我国经济最发达、人口最多的城市,其大气污染问题尤其受到关注。然而,上海地区自2013年以来才开始系统性地监测 $\text{PM}_{2.5}$,有关该地利用 $\text{PM}_{2.5}$ 系统性监测资料的流行病学研究报道尚少。本研究旨在探讨上海市闵行区大气颗粒物污染对当地居民心脑血管系统疾病死亡的影响。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2013年1月1日至2014年12月31日闵行区每日心脑血管疾病死亡人数来自上海市闵行区疾病预防控制中心,具体包括性别、出生日期、死亡日期、根本死因编码等。研究期间闵行区常住人口约为253万。心脑血管疾病死亡病例定义参照国际疾病分类第10版(ICD-10)。同时段的大气污染数据来源于上海市空气质量实时发布系统。除收集 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 外,还收集气体共存污染物的质量浓度(以下简称“浓度”)数据,包括二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)和臭氧(O_3)。 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的监测方法是微量震荡天平法, SO_2 、 NO_2 、CO和 O_3 的监测方法分别是紫外荧光法、化学发光法、光吸收法和紫外荧光法。除 O_3 为最大8h(10:00—18:00)平均浓度外,其余污染物均是24h平均浓度。由于监测站在选点时已避开交通干道、工业源等明显的大气污染源,因此监测浓度能较客观地反映上海市居民的一般暴露水平。上海市气象局收集的同期逐日平均气温及相对湿度,用于调整气象因素的混杂作用。

1.2 研究方法

采用时间分层的病例交叉设计来分析大气颗粒

污染物浓度与心脑血管系统疾病日死亡数之间的关系。其基本原理是将研究时间按月进行分层,在同一个时间层(月)内,以病例发生的当天(或前几天)为病例期,对照期为同一年、同一个月和同一个星期,这样一个病例期可以匹配层内多个(3~4个)对照期^[3]。在模型中纳入每日平均温度和相对湿度,以控制气象因素的混杂作用。考虑到气象与健康效应的非线性关系,以温度和湿度的自然平滑函数代入模型,自由度分别为6和3。

因为大气颗粒物短期暴露对心血管疾病的急性影响一般存在滞后,但多局限在前3天内,因而本项目拟研究当日(lag 0)、前一日(lag 1)、前二日(lag 2)的颗粒物暴露对心脑血管疾病死亡率的影响。另外,为评估共存气态污染物对颗粒物健康效应估计的影响,还拟合了双污染物模型,即在颗粒物的模型中,一次添加一个气态污染物。

应用R软件中的“season”软件包进行统计分析,选用Cox风险回归模型进行拟合。采用双侧检验,检验水准为0.05。效应估计结果表示为污染物浓度每升高 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$,导致心脑血管疾病日死亡率升高的百分比。

2 结果

2.1 一般情况

研究期间共731d,闵行区居民死于心脑血管疾病的人数为5785例,其中心血管疾病2696例,脑血管疾病3089例。如表1所示,研究期间上海市大气污染物 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、 O_3 的平均浓度分别为56、76、21、47和 $101\mu\text{g}/\text{m}^3$,CO的平均浓度为 $0.8\text{mg}/\text{m}^3$ 。 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 年均浓度超过GB 3095—2012《环境空气质量标准》二级浓度限值(35 和 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

2.2 大气污染物与气象条件之间的相关性分析

如表2所示, $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、CO之间存在较强的正相关(均 $r>0.7$, $P<0.01$),但它们与 O_3 之间呈较弱的正相关或负相关关系。 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、CO与温度呈相对较强的负相关(r 为 $-0.48\sim-0.28$, $P<0.01$),但 O_3 与温度存在较强的正相关关系($r=0.60$, $P<0.01$)。除 PM_{10} 、 SO_2 之外,其他各个污染物与湿度之间的关联较弱。

表1 2013—2014年上海市每日大气污染物及气象条件各指标的平均水平

指标	$\bar{x} \pm s$	最小值	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}	最大值
污染物浓度								
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56 ± 39	8	16	30	46	70	134	255
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	76 ± 47	6	28	45	61	95	174	305
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21 ± 14	6	8	12	16	23	51	103
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	47 ± 21	9	20	32	42	57	88	136
CO(mg/m^3)	0.8 ± 0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.4	2.3
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	101 ± 42	13	44	72	96	121	182	266
气象条件								
平均气温()	17 ± 9	-1	3	10	18	24	31	35
相对湿度(%)	71 ± 13	31	47	62	72	80	89	98

表2 2013—2014年上海市大气污染物及气象条件之间相关分析(r 值)

指标	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	平均气温()	相对湿度(%)
PM _{2.5}	0.90*	0.75*	0.74*	0.87*	0.03	-0.30*	-0.14*
PM ₁₀	—	0.82*	0.72*	0.78*	0.09*	-0.28*	-0.40*
SO ₂	—	—	0.77*	0.72*	-0.13*	-0.48*	-0.48*
NO ₂	—	—	—	0.78*	-0.23*	-0.47*	-0.17*
CO	—	—	—	—	-0.14*	-0.32*	-0.04
O ₃	—	—	—	—	—	0.60*	-0.23*
平均气温()	—	—	—	—	—	—	0.11*

[注]*: $P < 0.01$ 。

2.3 大气颗粒物对居民心脑血管疾病死亡率的影响

如表3所示,在调整气象等因素的混杂作用后,大气PM₁₀、PM_{2.5}的lag 0浓度对心脑血管疾病日死亡率的影响最大,lag 1和lag 2的影响无统计学意义。PM_{2.5}对心脑血管疾病的影响要强于PM₁₀。然而,无论是PM₁₀还是PM_{2.5},其对脑血管疾病死亡率的影响均无统计学意义。以lag 0为例,PM₁₀当日浓度每升高10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 导致的心脑血管疾病死亡率增加0.75%(95%CI: 0.05%~1.46%);对心血管疾病死亡率和脑血管疾病死亡率的影响不具有统计学意义。PM_{2.5}当日浓度每升高10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 导致的心脑血管疾病死亡率增加0.87%(95%CI: 0.05%~1.69%);心血管疾病死亡率增加1.27%(95%CI: 0.06%~2.48%),而对脑血管疾病死亡率的影响则无统计学意义。

2.4 双污染物模型中大气颗粒物对心脑血管疾病死亡率的影响

双污染物模型中,在调整了气象因素,逐个控制SO₂、NO₂、CO、O₃后,结果如表4所示,在控制SO₂和NO₂后,颗粒物的效应有所增强;然而,在控制CO和

O₃之后,颗粒物的效应有所减弱。

表3 心脑血管疾病的超额死亡率(%)

滞后天数	心脑血管疾病		心血管疾病		脑血管疾病	
	均值	95%CI	均值	95%CI	均值	95%CI
PM ₁₀						
lag 0	0.75	0.05~1.46	0.90	-0.12~1.93	0.62	-0.34~1.58
lag 1	0.34	-0.42~1.11	0.67	-0.44~1.78	0.05	-1.01~1.11
lag 2	-0.23	-1.02~0.57	0.23	-0.92~1.38	-0.63	-1.72~0.46
PM _{2.5}						
lag 0	0.87	0.05~1.69	1.27	0.06~2.48	0.52	-0.60~1.55
lag 1	0.38	-0.51~1.26	0.61	-0.68~1.90	0.17	-1.04~1.39
lag 2	-0.34	-1.28~0.60	0.08	-1.30~1.46	-1.71	-2.00~0.59

表4 心脑血管疾病的超额死亡率(%,双污染物模型)

污染物	心脑血管疾病		心血管疾病		脑血管疾病	
	均值	95%CI	均值	95%CI	均值	95%CI
PM _{2.5}	0.87	0.05~1.69	1.27	0.06~2.48	0.52	-0.60~1.55
+SO ₂	1.76	0.35~3.16	2.29	0.23~4.36	1.30	-0.62~3.22
+NO ₂	1.96	0.74~3.18	2.89	1.09~4.69	1.16	-0.50~2.83
+CO	1.41	-0.54~3.36	3.18	0.28~6.07	0.05	-2.59~2.69
+O ₃	0.68	-0.18~1.54	1.10	-0.17~2.36	0.32	-0.86~1.50
PM ₁₀	0.75	0.05~1.46	0.90	-0.12~1.93	0.62	-0.34~0.58
+SO ₂	1.48	0.31~2.65	1.37	-0.34~3.08	1.58	-0.03~3.19
+NO ₂	1.68	0.65~2.72	2.02	1.51~3.53	1.39	-0.03~2.81
+CO	1.01	-0.40~2.42	1.29	-0.76~3.34	0.77	-1.18~2.71
+O ₃	0.59	-0.14~1.31	0.75	-0.31~1.81	0.44	-0.55~1.44

3 讨论

本研究采用时间分层病例交叉设计的方法,结果显示大气颗粒物当日暴露可增加居民心脑血管疾病的死亡率,且PM_{2.5}的影响大于PM₁₀。

大气污染对人体健康的急性影响通常存在滞后效应。有研究用时间分层的病例交叉设计分析了杭州市2002—2004年大气PM₁₀短期日均浓度增加与人群每日心血管疾病死亡的关系,结果表明PM₁₀日均浓度每增加10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 与滞后2d的人群心血管疾病死亡的OR为1.006(95%CI: 1.003~1.009)^[4]。本研究发现大气颗粒污染物PM₁₀、PM_{2.5}的lag 0浓度对心脑血管疾病日死亡率的影响最大,PM₁₀的lag 0浓度每升高10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 导致的心脑血管疾病死亡率增加为0.75%(95%CI: 0.05%~1.46%),PM_{2.5}的lag 0浓度每升高10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 导致的心脑血管疾病死亡率增加为0.87%(95%CI: 0.05%~1.69%),说明大气PM₁₀、PM_{2.5}污染对人群心脑血管疾病死亡具有较强的急性效应。然

而,本研究没有发现大气颗粒物对脑血管疾病死亡率的影响,未来还需开展深入研究加以确认。心血管疾病死亡多发生在中老年人中,因而闵行区应加强对老年人的防护,减少大气颗粒物的暴露,减弱其危害效应。

很多时间序列研究也发现了大气污染的急性短期健康效应^[5]。与之相比,病例交叉设计的优越性体现在它是靠新颖合理的设计,而不是统计学模型来控制潜在的混杂因素。时间分层的病例交叉设计本质上是一种自身配对的病例对照研究,能有效控制短期内相对固定的混杂因素,如吸烟、饮食、遗传、经济等个体因素。同时由于采用的都是心脑血管疾病死亡病例,可避免伦理学问题或减少诊断偏倚的问题^[6]。同时,由于采用了时间分层的对照选择策略,可避免“双向”和“单向”设计的病例交叉研究中常出现的选择偏倚。

然而,本研究也存在一定的局限性。第一,本研究收集的大气污染物资料来源于上海市空气质量实时发布系统,是室外固定监测点的监测数据,难以真实反映研究对象的大气污染个体暴露情况,因而可能存在暴露测量误差。第二,本研究在群体而不是个体水平分析大气颗粒物与居民死亡的关系,因而可能存在生态学谬误,结果不能作为因果关系推断的依据,

只能提示闵行区大气颗粒物与当地居民死亡存在一定的关联性。

参考文献

- [1] 徐文体,李琳. PM₁₀和PM_{2.5}与人类健康效应关系的研究进展[J]. 职业与健康,2014,30(11): 1556-1559.
- [2] 赵珂,曹军骥,文湘闽. 西安市大气PM_{2.5}污染与城区居民死亡率的关系[J]. 预防医学情报杂志,2011,27(4): 257-262.
- [3] 吴俊,周连,徐斌,等. 大气PM₁₀污染与心脑血管疾病死亡的病例交叉研究[J]. 环境与健康杂志,2014,31(7): 569-571.
- [4] 任艳军,李秀央,金明娟,等. 大气颗粒物污染与心血管疾病死亡的病例交叉研究[J]. 中国环境科学,2007,27(5): 657-660.
- [5] 董凤鸣,莫运政,李国星,等. 大气颗粒物(PM₁₀/PM_{2.5})与人群循环系统疾病死亡关系的病例交叉研究[J]. 北京大学学报(医学版),2013,45(3): 398-404.
- [6] Maclure M. The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events[J]. Am J Epidemiol,1991,133(2): 144-153.

(收稿日期:2016-07-01;录用日期:2016-10-31)

(英文编辑:汪源;编辑:洪琪;校对:丁瑾瑜)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志发表论文可直接使用的英文缩写名单

本刊发表论文可直接使用的英文缩写如下。

常用名词: ICR、SD、AIDS、WHO、HE、SPF

培养基: RPMI-1640、DMEM/F12、DMEM、DEME、IMDM、MEM、OPTI

实验方法: ELISA、PCR、MTT、TUNEL、Bradford、Lowry

试剂: Tris、Tris-HCl、Triton X-100、EDTA、EDTA-2Na\EDTA-Na2、TBST、TBS、PBS、Annexin V、Annexin V-FITC、RNase、DNase

《环境与职业医学》编辑部