

太原市大气可吸入颗粒物对心脑血管疾病死亡的影响

张晓平, 张燕萍, 封宝琴, 史建平, 李海萍

摘要: **目的** 应用病例交叉研究方法,探讨大气可吸入颗粒物(PM₁₀)对长期高暴露环境下居民每日心脑血管疾病死亡率的影响。**方法** 采用病例交叉设计方法和 SAS 9.0 中的条件 Logistic 回归模型分析太原市 2003–2004 年太原市大气可吸入颗粒物与太原市 65 岁以上城市居民心脑血管疾病每日死亡的关系,同时比较双向对照设计和单向回顾性对照设计研究结果的差异。**结果** PM₁₀ 72 h 累积影响最大,平均浓度每增加 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,对心脑血管疾病总死亡影响的 OR 值为 1.126、心脏病 OR 值为 1.305、缺血性心脏病 OR 值为 1.296、心肌梗死 OR 值为 1.080、心衰 OR 值为 1.136、心律失常 OR 值为 1.133、中风 OR 值为 1.228;不同空气污染特征下,污染物对心脑血管疾病死亡的影响不同。污染上升期,PM₁₀ 对心脑血管疾病死亡影响高于其他污染特征期。单、双向对照设计比较,污染上升期,单向对照设计 PM₁₀ 对死亡影响的估计值高于双向对照设计,污染下降期则呈现出相反的趋势。**结论** 太原市的 PM₁₀ 空气污染已对 65 岁以上居民心脑血管疾病死亡产生一定影响,应采取严格的空气污染措施以降低 PM₁₀ 污染水平,减少太原市居民心脑血管疾病死亡率。

关键词: 大气污染;病例交叉设计;心脑血管疾病

中图分类号: R743

文献标识码: A

文章编号: 1003–9961(2007)08–0556–04

Effects of PM₁₀ on the mortality of cerebrocardiovascular diseases in Taiyuan ZHANG Xiao-ping, ZHANG Yan-ping, FENG Bao-qing, SHI Jian-ping, et al. Taiyuan Municipal CDC of Shanxi Province, Taiyuan 030001, China

Corresponding Author: ZHANG Xiao-ping, Email: sxtzyxp@sina.com

Abstract: **Objective** The present case cross–study was conducted to explore the effect of inhalable particulate matters (PM₁₀) on the daily mortality of cerebrocardiovascular diseases among highly and long–term exposed residents. **Methods** The relationship of PM₁₀ and daily deaths of cerebrocardiovascular diseases among residents over 65 years old in Taiyuan was analyzed by case cross–study and conditional Logistic regression in SAS 9.0. Meanwhile, the difference of results between the two–way contrast and one–way retrospective contrast study was compared. **Results** The 72 h accumulated PM₁₀ had the most significant effect. For each 100ppb increase in the average PM₁₀ concentration, the corresponding OR of the effect on the total deaths of cerebrocardiovascular diseases was 1.126, and cardiac diseases 1.305, ischemic heart diseases 1.296, myocardial infarctions 1.080, cardiac failure 1.136, arrhythmia 1.133, stroke 1.228. Under different air–pollution conditions, pollutant presented different effects on deaths of cerebrocardiovascular diseases. The effect of PM₁₀ on deaths of cerebrocardiovascular diseases was higher at the rise period of pollution than others. Comparing the one– and two–way contrast study, higher estimated value of OR was found in one–way contrast study than in two–way contrast study at the rise period, vice versa. **Conclusion** The current PM₁₀ pollution has caused certain effect on the cerebrocardiovascular mortality among residents older than 65 in Taiyuan. More stringent measures should be taken to control the air pollution and lower the PM₁₀ level, and thus reduce the mortality of cerebrocardiovascular diseases for Taiyuan residents.

Key words: air pollution; case–cross study; cerebrocardiovascular diseases

CLC: R743

Document code: A

Article ID: 1003–9961(2007)08–0556–04

作者单位:山西省太原市疾病预防控制中心,山西太原 030001

作者简介:张晓平(1966–),女,山西省太原市人,副主任医师,主要从事慢性病防治工作

通讯作者:张晓平, Tel: 0351–7232515, Email: sxtzyxp@sina.com

收稿日期:2006–09–29

大量的流行病学研究表明,颗粒物污染可增加心脑血管疾病死亡危险性^[1]。PM₁₀ 浓度增加可使急性心肌梗塞危险度增加,并可造成心血管手术病人植入体内的复率器和除颤器异常放电等^[2],对心血

管疾病死亡率有一定的影响^[1],美国东部6城市综合分析表明^[2],PM₁₀每增加10 μg/m³,可导致缺血性心脏病死亡率增加2.1%。研究同时证实,颗粒物的健康效应独立于其他污染物。但多数报道限于对心血管病总死亡影响的研究,本次研究探讨了PM₁₀对心脑血管疾病各病种的影响。

太原是中国环境问题最为严重的城市之一,燃煤是该城市的主要污染源,颗粒物是主要污染物。太原市死因监测结果显示,心脑血管疾病死亡为太原市居民第1位死因,已成为主要的社会公共卫生问题和医疗费用过度增长的主要原因。为了解特定的高暴露条件下空气污染对心脑血管疾病死亡率造成的急性影响,本研究应用病例交叉设计分析了太原市不同空气污染特征下大气可吸入颗粒物(PM₁₀)对居民心脑血管疾病死亡率的急性影响。

1 材料与方法

1.1 资料来源

1.1.1 气象资料 来自于太原市气象局气象监测数据,包括逐日平均气温和相对湿度。

1.1.2 大气可吸入颗粒物(PM₁₀)资料 来源于太原市环境监测中心全球环境监测点实测资料,包括6个监测点,所提供数据为2003-2004年PM₁₀逐日平均浓度。

1.1.3 死亡资料 来自于太原市死因监测系统,依据《国际疾病分类ICD-10》进行分类,根本死因分为心律失常、心脏病、心衰、缺血性心脏病(包括猝死)、心肌梗死、中风以及心血管疾病总数,共计7个变量。

1.2 方法 病例交叉设计是比较同一研究对象在急性效应发生前一段时间的暴露情况与未发生该效应的某段时间内的暴露情况。由于是自身对照,该设计成功地控制了与个体特征有关的混杂因素,如:年龄、性别、吸烟情况及营养状况等。与此同时,因为研究对象的病例期与对照期相隔很近,从设计上控制了季节的混杂作用。对称性双向病例交叉设计研究事件发生前、后的暴露情况,从而使因暴露的时间趋势带来的混杂亦得以控制。

本研究以死亡当天及前1 d(48 h)为病例期,选择单向回顾性对照和双向对照病例交叉设计,观察不同空气污染特征对心脑血管疾病死亡的影响。在单向回顾性对照中,选择死亡3 d前时段作为对照;在双向对照设计中,选择死亡3 d前后时间作为对照。以往的研究显示,大气污染对死亡的影响存在滞后效应^[4],因此分别观察了24、48、72 h PM₁₀平均浓度

每升高100 μg/m³对居民心脑血管疾病死亡的影响。

应用SAS 9.0进行条件logistic回归分析同一死亡病例在病例期与对照期大气污染暴露的OR值。考虑到气象因素对心脑血管疾病死亡率的影响^[5,6],将湿度和气温作为协变量与PM₁₀同时引入回归模型。

在本研究中根据太原市大气污染物的变化趋势,将研究期分为四个阶段:上升期(10~11月)、高峰期(12~3月)、下降期(4~5月)、低谷期(6~9月)

2 结果

2.1 研究期内太原市大气可吸入颗粒物(PM₁₀)浓度和气象资料的频率分布 结果见表1。PM₁₀均值为170.91 μg/m³,超过国家二级质量标准。2003年至2004年,太原市65岁城市居民共发生心脑血管疾病死亡3113例,平均每天死亡4.3例。

2.2 大气可吸入颗粒物(PM₁₀)和气象条件的变化特征 太原市大气可吸入颗粒物(PM₁₀)浓度呈现明显的季节性变化特征。秋冬季污染较重,夏季较轻,这可能与太原市气象条件及生产生活活动有关。

2.3 大气可吸入颗粒物(PM₁₀)浓度与居民每日心脑血管疾病死亡发生的关系

2.3.1 心脑血管疾病与PM₁₀暴露水平显著相关

比较24、48、72 h PM₁₀平均浓度每增加100 μg/m³,PM₁₀对心脑血管疾病死亡的影响,结果表明,PM₁₀72 h累积影响最大,平均浓度每增加100 μg/m³,对心脑血管疾病总死亡影响的OR值为1.126、心脏病OR值为1.305。分病种分析结果表明,PM₁₀72 h平均浓度每增加100 μg/m³对心衰死亡影响最为严重,OR值为1.136(95%CI:1.064~1.213),见表2。

2.3.2 季节分析结果显示,不同空气污染特征下,污染物对心脑血管疾病死亡的影响不同,见表3。

分析结果表明PM₁₀对心脑血管疾病总死亡、缺血性心脏病、心衰春夏秋冬季有影响,秋季最为显著,48 h危险度最高;心脏病、心律失常、中风春夏秋冬季有影响,春季最明显,72 h累积效应最为显著;心梗为春秋季节有影响,春季明显,72 h危险度最高。

春季对心脑血管疾病总死亡、心脏病、缺血性心脏病、心肌梗死、心衰、心律失常、中风死亡有影响。24、48、72 h均有关联,心脏病24 h危险度最高,其他均为72 h危险度最高。

夏季无显著性。

秋季对心脑血管疾病总死亡、心脏病、缺血性心脏病、心肌梗死、心衰、心律失常、中风死亡有影响。

表 1 太原市城区气象和大气可吸入颗粒物 (PM₁₀) 浓度频率分布, 2003-2004

Table 1 Concentration frequency of PM₁₀ in atmosphere and meteorological state in the urban area of Taiyuan from 2003 to 2004

变量	频率分布 (%)					最小值	最大值	均数	标准差
	10	25	50	75	90				
大气污染物浓度									
PM ₁₀ (μg/m ³)	77.33	112.60	153.50	208.67	294.50	26.80	562.40	170.91	86.75
气象条件									
T(°C)	-3.50	1.60	11.60	19.80	23.20	-14.30	28.40	10.55	10.27
H(%)	39.00	49.00	63.00	75.00	83.00	20.00	96.00	61.48	16.86

表 2 72 h 大气可吸入颗粒物 (PM₁₀) 浓度每增加 100 μg/m³ 与居民每日心脑血管疾病死亡发生的联系

Table 2 Correlation between Residents' Daily Deaths of Cerebrocardiovascular diseases and each 100μg/m³ Increase in PM₁₀ concentration in 72 hours

模型	缺血性心脏病		心肌梗塞		心衰		心律失常		心脏病		中风		心脑血管疾病	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
24 h UCC	1.166	1.026~1.325	1.040	0.869~1.245	0.462	0.298~0.717	7.109	3.762~13.435	1.340	1.215~1.478	0.882	0.813~0.958	1.106	1.041~1.175
BC C	1.035	0.945~1.134	1.020	0.972~1.071	1.039	0.993~1.088	1.017	0.971~1.064	1.127	1.048~1.211	1.116	1.045~1.191	1.019	0.973~1.066
48h UCC	1.465	1.264~1.698	1.575	1.284~1.933	1.184	0.733~1.912	6.261	2.880~13.611	1.587	1.413~1.782	1.045	0.937~1.166	1.308	1.213~1.410
BCC	1.120	1.005~1.249	1.024	0.965~1.087	1.055	0.998~1.116	1.053	0.996~1.113	1.199	1.101~1.305	1.150	1.065~1.241	1.048	0.992~1.108
72 h UCC	1.903	1.603~2.260	2.185	1.727~2.764	0.754	0.426~1.333	2.548	1.043~6.227	1.891	1.653~2.164	1.212	1.061~1.384	1.532	1.400~1.675
BCC	1.296	1.144~1.469	1.080	1.007~1.157	1.136	1.064~1.213	1.133	1.062~1.209	1.305	1.183~1.440	1.228	1.124~1.341	1.126	1.056~1.201

表 3 分季节 72 h 大气可吸入颗粒物 (PM₁₀) 浓度每增加 100 μg/m³ 与居民每日心脑血管疾病死亡发生的联系

Table 3 Correlation between residents' daily deaths of cerebrocardiovascular diseases and each 100μg/m³ increase in PM₁₀ concentration in 72 hours of Different Season

季节	模型	缺血性心脏病		心肌梗塞		心衰		心律失常		心脏病		中风		心脑血管疾病	
		OR	95%CI	OR	96%CI	OR	95%CI	OR	98%CI	OR	99%CI	OR	99%CI	OR	99%CI
春 24h	UCC	0.748	0.523~1.070	0.217	0.112~0.419	3.313	0.768~14.291	0.583	0.115~2.958	1.299	0.987~1.711	0.390	0.300~0.507	0.735	0.616~0.877
	BCC	1.333	1.039~1.711	1.203	1.045~1.386	1.114	0.975~1.272	1.158	1.013~1.322	1.839	1.490~2.270	1.682	1.395~2.028	1.142	1.002~1.302
48h	UCC	0.659	0.436~0.998	0.065	0.030~0.145	0.365	0.095~1.397	0.080	0.017~0.383	1.088	0.798~1.484	0.455	0.334~0.620	0.728	0.594~0.892
	BCC	1.357	1.016~1.812	1.412	1.201~1.660	1.275	1.093~1.488	1.360	1.166~1.586	1.734	1.374~2.188	1.651	1.341~2.032	1.303	1.120~1.514
72h	UCC	0.438	0.254~0.756	0.022	0.008~0.062	2.135	0.590~7.734	0.020	0.003~0.122	0.679	0.455~1.014	0.563	0.382~0.829	0.690	0.532~0.895
	BCC	1.689	1.192~2.394	1.615	1.333~1.956	1.506	1.254~1.808	1.608	1.339~1.930	1.786	1.364~2.338	1.771	1.389~2.257	1.518	1.270~1.815
夏 24h	UCC	0.242	0.149~0.394	0.048	0.022~0.105	4.109	0.273~61.809	22.379	2.144~233.546	0.221	0.154~0.315	0.639	0.458~0.891	0.476	0.378~0.600
	BCC	0.627	0.446~0.881	0.772	0.646~0.923	0.690	0.581~0.820	0.631	0.532~0.749	0.515	0.399~0.666	0.698	0.553~0.882	0.654	0.552~0.775
48h	UCC	0.233	0.127~0.430	0.094	0.038~0.230	0.141	0.005~3.828	9.492	0.704~128.058	0.278	0.182~0.426	0.356	0.236~0.539	0.384	0.289~0.509
	BCC	0.775	0.512~1.173	0.632	0.510~0.785	0.615	0.500~0.755	0.545	0.444~0.669	0.551	0.406~0.748	0.683	0.516~0.905	0.564	0.460~0.691
72h	UCC	0.873	0.437~1.747	0.488	0.174~1.369			0.116	0.008~1.596	0.255	0.156~0.416	0.133	0.082~0.215	0.231	0.167~0.320
	BCC	1.377	0.849~2.234	0.562	0.440~0.717	0.627	0.496~0.791	0.567	0.450~0.716	0.742	0.526~1.046	0.836	0.608~1.149	0.565	0.448~0.711
秋 24h	UCC	2.412	1.813~3.210	2.604	1.793~3.781	0.261	0.081~0.840			1.135	0.913~1.409	1.229	1.011~1.494	1.371	1.192~1.576
	BCC	1.918	1.566~2.349	1.210	1.092~1.341	1.326	1.204~1.460	1.287	1.170~1.416	1.245	1.078~1.439	1.422	1.242~1.629	1.289	1.173~1.418
48h	UCC	3.196	2.313~4.418	5.514	3.495~8.701	0.920	0.375~2.258			1.832	1.439~2.331	1.817	1.442~2.291	1.959	1.671~2.297
	BCC	1.966	1.556~2.484	1.333	1.188~1.495	1.425	1.277~1.590	1.432	1.285~1.595	1.525	1.293~1.799	1.652	1.418~1.925	1.437	1.290~1.600
72h	UCC	2.767	1.886~4.059	4.528	2.699~7.596	31.054	8.021~120.225			2.268	1.712~3.006	2.581	1.955~3.407	2.444	2.025~2.949
	BCC	1.552	1.181~2.038	1.315	1.153~1.500	1.323	1.167~1.501	1.374	1.214~1.556	1.500	1.241~1.814	1.563	1.311~1.863	1.379	1.219~1.560
冬 24h	UCC	0.866	0.712~1.052	1.083	0.812~1.445	0.026	0.009~0.079	0.261	0.077~0.887	1.466	1.256~1.711	0.715	0.638~0.801	0.933	0.856~1.017
	BCC	0.805	0.701~0.924	0.884	0.824~0.948	0.926	0.867~0.989	0.903	0.845~0.965	1.050	0.940~1.173	0.932	0.845~1.029	0.895	0.838~0.956
48h	UCC	0.926	0.728~1.179	1.631	1.169~2.276	0.113	0.027~0.486			1.920	1.567~2.351	0.854	0.720~1.012	1.119	0.990~1.265
	BCC	0.893	0.751~1.064	0.897	0.815~0.988	0.965	0.882~1.056	0.955	0.873~1.045	1.187	1.029~1.370	1.002	0.883~1.138	0.943	0.862~1.031
72h	UCC	1.402	1.054~1.864	2.809	1.898~4.156	0.168	0.042~0.679			3.024	2.378~3.847	0.928	0.744~1.159	1.460	1.255~1.699
	BCC	1.369	1.117~1.677	1.115	0.990~1.256	1.256	1.125~1.403	1.214	1.087~1.355	1.771	1.489~2.107	1.418	1.219~1.649	1.213	1.088~1.354

24、48、72 h 均有关联, 均为 48 h 危险度最高。

冬季对心脑血管疾病总死亡、心脏病、缺血性心脏

病、心衰、心律失常、中风死亡有影响。心脏病与 48 h、

72 h 有关联, 其他只与 72 h 有关联。72 h 危险度最高。

2.3.3 单、双向对照设计比较 单、双向对照设计比较,污染上升期,单向对照设计 PM_{10} 对死亡影响的估计值高于双向对照设计,污染下降期则呈现出相反的趋势。

3 讨论

欧洲、韩国汉城以及我国台湾的研究表明,大气颗粒物浓度增加可引起缺血性心脏病、中风发病率升高^[7-9]。美国癌症协会(ASC)最近的研究表明, $PM_{2.5}$ 每增加 $10 \mu g/m^3$, 心血管疾病死亡率升高的 RR 为 $1.18(95\%CI:1.14\sim1.23)$,其中以缺血性心脏病最为明显。心律不齐、心衰、心跳骤停的危险度也升高($RR=1.13, 95\%CI:1.05\sim1.21$)^[10],常桂秋等对北京市1998-2000年每日大气污染与居民每日因病死亡率(ICD-9作为疾病分类标准)的相关性运用时间序列方法进行定量分析^[11],表明 PM_{10} 每升高 $100 \mu g/m^3$, 心脑血管疾病的死亡率增加 4.98% 。

本次研究结果显示了与国内外同类研究的相似性,太原市的 PM_{10} 污染水平对心脑血管疾病死亡影响显著。 PM_{10} 72 h 平均浓度每增加 $100 \mu g/m^3$, 对心脑血管疾病总死亡影响的 OR 值为 1.126 、心脏病 OR 值为 1.305 、缺血性心脏病 OR 值为 1.296 、心肌梗死 OR 值为 1.080 、心衰 OR 值为 1.136 、心律失常 OR 值为 1.133 、中风 OR 值为 1.228 。

太原市四季分明,采暖期从11月至次年3月,延续5个月,采暖期污染物的水平明显高于非采暖期污染物水平,全年污染物的波动呈现出明显的季节性循环。为了研究不同特征(高峰期、低谷期、上升期、下降期)下健康的影响,分别分析了四个污染特征期的影响。研究表明,在不同的污染特征期,空气污染导致的健康危险度不同,污染的上升期呈现出较高的危险度,其次为下降期。污染的高峰期急性健康的影响与低谷期相比差异不明显。

与被广泛采用的时间序列研究相比,病例交叉设计的巧妙之处在于它是靠新颖合理的设计,而不是统计学模型来控制许多潜在的混杂因素。病例交叉设计通过病例自身对照控制个体易感性,不需要对照。双向的病例交叉设计,选择事件发生前后2种暴露水平延伸了单向的病例交叉研究,较好地控制了事件依赖变量的影响。在病例交叉设计中危险期的长度应与暴露的效应期长度相等,其长短可根据研究者过去的经验进行推断。对该期长短的估计非常重要,因为相对危险度(RR)的估计值直接取决于效应期的持续时间(即危险期长短)。如果过长估计

了该期,许多假暴露变成了暴露因子;如果过短估计了该期,一些真实的暴露就会被排除在外。无论哪种情况发生,都会导致错分,从而降低事件与暴露的关联程度,使事件与暴露的关联不能得到正确评价^[12]。本次研究采用3 d前后为对照时间,分别选择1 d、2 d、3 d的暴露评价空气污染对心脑血管疾病死亡的影响。与其他的研究相比,本研究选择较短的对照时间,这一设计有利于控制时间依赖变量带来的影响。

太原市死因监测系统成立于2004年5月,由于时间较短,因此用于本次研究的数据只限于2004年5月以后的同期监测资料和2003年至2004年4月的回顾性调查资料(15 174例),特别是2003年的监测资料,数据不够完整。由于采用病例交叉设计,对数据完整性的要求放宽,避免了数据不完整带来的影响。

参考文献

- [1] Burnett R, Brook J, Yung W, et al. Association between ambient carbon monoxide levels and hospitalizations for congestive heart failure in the elderly in 10 Canadian cities [J]. *Epidemiology*, 1997,8:162-167.
- [2] Peters A, Liu E, Verrier RL, et al. Air pollution and cardiac arrhythmia[J]. *Epidemiology*, 2000,11:11-17.
- [3] Schwartz J, Zanobetti A. Using meta-smoothing to estimate dose-response trends across multiple studies,with application to air pollution and daily death[J]. *Epidemiology*, 2000, 11:666-672.
- [4] Schwartz J.The distributed lag between air pollution and daily deaths[J].*J Epidemiology*,2000,11:320-326.
- [5] Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. The time course of weather-related deaths[J]. *Epidemiol*,2001,12:662-667.
- [6] Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, et al. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern united states [J]. *Am J Epidemiol*, 2002, 155:80-87.
- [7] Ibald MA, Stieber J, Wichmann HE, et al. Effects of air pollution on blood pressure: a population-based approach [J]. *Am J Pub Health*, 2001, 91:571-577.
- [8] Hong YC, Lee JT, Kim H, et al. Air pollution: a new risk factor in ischemic stroke mortality[J]. *Stroke*, 2002, 33:2165-2169.
- [9] Tsai SS, Goggins WB, Chiu HF, et al. Evidence for an association between air pollution and daily stroke admissions in Kaohsiung, Taiwan[J]. *Stroke*, 2003, 34:2612-2616.
- [10] Peop CA, Burnett RT, Thurston GD, et al. Cardiovascular mortality and long-time exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease[J]. *Circulation*,2004,109:71-77.
- [11] 常桂秋,潘小川,谢学琴,等.北京市大气污染与城区居死亡率关系的时间序列分析[J]. *卫生研究*,2003,32(6):565-568.
- [12] 张政,詹思延.病例交叉设计 [J]. *中华流行病学杂志*,2001,22(4):304-306.