

# 气温变化与心脑血管疾病急诊关系的病例交叉研究

郭玉明 王佳佳 李国星 郑亚安 Wichmann HE 潘小川

**【摘要】** 目的 探讨北京市日平均气温与心脑血管疾病急诊(ICD-10: I00~I99)的关系,研究气温变化对心脑血管疾病的影响。方法 收集北京大学第三医院急诊科心脑血管疾病急诊资料、北京市气象资料和北京市大气污染物数据,应用时间分层的病例交叉设计研究方法分析春季(3~5月)、夏季(6~8月)、秋季(9~11月)、冬季(12~2月)日平均气温与心脑血管疾病急诊的关系。结果 在控制二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)及大气可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)影响的情况下,春季、夏季、秋季、冬季当日平均气温对心脑血管疾病急诊的影响最大,平均气温每升高1℃与心脑血管疾病急诊的OR值分别为1.282(95%CI: 1.250~1.315)、1.027(95%CI: 1.001~1.055)、0.661(95%CI: 0.637~0.687)、0.960(95%CI: 0.937~0.984),关联有统计学意义( $P < 0.05$ )。当同时调整相对湿度、风速、大气压强的影响时,春季、夏季、秋季、冬季平均气温与心脑血管疾病急诊的OR值分别为1.423(95%CI: 1.377~1.471)、1.082(95%CI: 1.041~1.124)、0.633(95%CI: 0.607~0.660)、0.971(95%CI: 0.944~1.000),关联有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 春季、夏季日平均气温升高可以导致心脑血管疾病急诊人次增加,说明春夏季气温升高对心脑血管疾病患者是危险因素,应注意防暑;秋季、冬季气温升高可以导致心脑血管疾病急诊减少,说明秋冬季气温升高对心脑血管疾病患者是保护性因素,应注意保暖。

**【关键词】** 心脑血管疾病; 急诊; 平均气温; 病例交叉研究

**Association between ambient temperature and hospital emergency room visits for cardiovascular diseases: a case-crossover study** GUO Yu-ming\*, WANG Jia-jia, LI Guo-xing, ZHENG Ya-an, Wichmann HE, PAN Xiao-chuan. *Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China*  
Corresponding author: PAN Xiao-chuan, Email: xcpan@bjmu.edu.cn

**【Abstract】** **Objective** To explore the association between ambient average temperature and hospital emergency room visits for cardiovascular diseases (International Classification of Diseases, Tenth Revision ICD-10: I00-I99) in Beijing, China. **Methods** Data was collected on daily hospital emergency room visits for cardiovascular diseases from Peking University Third Hospital, including meteorological data (daily average temperature, relative humidity, wind speed, and atmospheric pressure) from the China Meteorological Data Sharing Service System, and on air pollution from the Beijing Municipal Environmental Monitoring Center. Time-stratified case-crossover design was used to analyze data on 4 seasons. **Results** After adjusting data on air pollution, 1 degree (°C) increase of ambient average temperature would associate with the emergency room visits of odds ratio (ORs) as 1.282 (95%CI: 1.250-1.315), 1.027 (95%CI: 1.001-1.055), 0.661 (95%CI: 0.637-0.687), and 0.960 (95%CI: 0.937-0.984) in spring, summer, autumn, and winter respectively. After controlling the influence of relative humidity, wind speed, and atmospheric pressure, 1°C increase in the ambient average temperature would be associated with the emergency room visits on ORs value as 1.423 (95%CI: 1.377-1.471), 1.082 (95%CI: 1.041-1.124), 0.633 (95%CI: 0.607-0.660) and 0.971 (95%CI: 0.944-1.000) in spring, summer, autumn, and winter respectively. **Conclusion** These data on outcomes suggested that the elevated level of ambient temperature would increase the hospital emergency room visits for cardiovascular diseases in spring and summer while the elevated level of ambient temperature would decrease the hospital emergency room visits for the cardiovascular diseases in autumn and winter, suggesting that patients with cardiovascular diseases should pay attention to the climate change.

**【Key words】** Cardiovascular disease; Emergency room visit; Ambient average temperature; Case-crossover study

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2009.08.012

基金项目: 国家自然科学基金(20637026)

作者单位: 100191 北京大学公共卫生学院劳动卫生与环境卫生学系(郭玉明、王佳佳、李国星、潘小川); 北京大学第三医院急诊科(郑亚安); GSF-National Research Centre for Environment and Health, Munich (Wichmann HE)

通信作者: 潘小川, Email: xcpan@bjmu.edu.cn

近年来,国内外研究显示气候变化与发病率、死亡率有关<sup>[1-5]</sup>,尤其气温、相对湿度与心脑血管疾病的死亡率和发病率有关<sup>[6,7]</sup>。台湾地区的一项研究发现<sup>[4]</sup>,气温对65岁以上老年人脑梗死的危险性在32℃时比27~29℃时高66%,27~29℃时气温每下降1℃,危险性升高3%;冠心病死亡在32℃时的危险性比26~29℃时高22%,在26~29℃时,气温每下降1℃危险性升高2.8%;气温每增加1℃脑出血死亡的危险性降低3.3%。刘方等<sup>[5]</sup>应用时间序列方法研究发现,当周平均气温低于6℃时,急性冠心病发病率随气温的降低而升高( $RR=2.09$ )。美国Barnett<sup>[8]</sup>采用病例交叉设计研究发现夏天气温每升高10°F,心血管疾病的死亡率升高4.7%,春季、秋季、冬季随着气温的升高,心血管病死亡的危险性减低。

我国死因统计资料较为准确,但气温变化与人群死因的相关分析仍然存在一定局限性,如死亡数据提交的及时性,病例的真实死亡时间和上报的死亡时间存在不一致,且目前我国中、小医院的就诊环境又不能吸引更多的患者前往就医,因此住院率研究难以准确反映短期气温变化的相关健康效应。相比之下,选择急诊数据相对于死亡数据可能更敏感。因此,医院急诊可能是气温导致健康效应合适的健康终点之一,且急诊资料容易获取。本研究采用时间分层病例交叉设计分析平均气温与北京大学第三医院心脑血管疾病急诊的相关关系,以探讨气温对心脑血管疾病的影响。

## 资料与方法

### 1. 资料来源:

(1)心脑血管疾病急诊数据:心脑血管疾病急诊资料来源于2004年1月1日至2006年12月31日北京大学第三医院病案记录。急诊病案内容:急诊就诊者急诊病历号、急诊就诊科室、病例来源(海淀区或其他区、外省市、外国)、性别、出生日期、年龄、身份证号、职业、住址、电话、来诊日期、来诊时间、初步诊断。疾病分类采用国际统一的疾病分类方法(ICD-10)。以心脑血管疾病(ICD-10: I00~I99)作为分析的健康效应终点。北京大学第三医院位于海淀区,为三级甲等医院,其95%的心脑血管疾病急诊为该地区居民。

(2)气象资料:来源于中国气象科学数据共享服务网,为其日常监测收集的北京市气象数据,包括2004年1月1日至2006年12月31日的每日平均气温、每日平均相对湿度、每日平均风速及每日平均气

压。

(3)大气污染数据:大气二氧化硫( $SO_2$ )、二氧化氮( $NO_2$ )、可吸入颗粒物( $PM_{10}$ )浓度资料来源于北京市环境监测中心,包括2004年1月1日至2006年12月31日的日平均浓度。其中2005—2006年的日平均浓度是根据API指数换算所得。

2. 统计学分析:病例交叉设计是一种新型的病例对照研究方法<sup>[9]</sup>,每个病例就是自己的对照,其基本思想就是比较同一研究对象在事件发生前(时)的暴露情况和未发生事件的某段时间内的暴露情况。由于是自身对照,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。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。因此,本研究采用配对设计的病例交叉分析方法(条件logistic回归)分析日平均气温对心脑血管疾病急诊的影响。本研究采用单向回顾性病例交叉设计,选择疾病发生前1周的时间作为对照分析日平均气温对心脑血管疾病急诊的影响。选择以周的倍数作为时间间隔,可以控制“星期几效应”(day of the week)。同时,考虑到气温变化对心脑血管疾病急诊影响的滞后效应,分别观察滞后0~3 d的心脑血管疾病急诊的变化。

统计分析采用条件logistic回归模型,以每日心脑血管疾病急诊人次作为权重,应用SPSS 13.0软件的Cox回归进行拟合<sup>[10]</sup>,分析心脑血管疾病每日急诊病例在病例期与对照期日平均气温暴露的OR值。考虑到所选平均气温当日的污染物因素( $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $PM_{10}$ )对心脑血管疾病发病的影响<sup>[11-13]</sup>,将 $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $PM_{10}$ 作为协变量与日平均气温同时引入回归模型。首先根据平均气温单因素模型的最大OR值确定最佳滞后期;在最佳滞后期的基础上,把相对湿度、风速、气压分别以及同时引入模型,分析多气象因素条件下平均气温对心脑血管疾病急诊的影响。

## 结果

1. 气象因素、大气污染物浓度:研究期间北京市春季 $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $PM_{10}$ 浓度及平均气温、相对湿度、风速、气压的平均值分别为45.26、64.21、174.26  $\mu g/m^3$ 及14.34℃、38.70%、2.85 m/s、100.95 kPa(表1)。其中 $SO_2$ 和 $NO_2$ 年均浓度均符合国家空气质量二级标准(60  $\mu g/m^3$ 和80  $\mu g/m^3$ )的要求, $PM_{10}$ 年均浓度则超过国家二级标准(100  $\mu g/m^3$ )约70%<sup>[14]</sup>;夏季 $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $PM_{10}$ 浓度及平均气温、相对湿度、风速、气压的平均值分别为15.53、58.30、118.88  $\mu g/m^3$ 及25.97℃、

表 1 2004—2006 年北京市每日气象因素、大气污染物浓度和北京大学第三医院心脑血管病急诊病例

季节	指标	频率分布			最小值	最大值	$\bar{x} \pm s$
		P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>			
春	大气污染物浓度						
	SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	22.57	37.00	60.21	8.00	189.00	45.26±31.31
	NO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	49.57	62.49	75.69	16.00	179.00	64.21±22.68
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	102.43	144.00	218.18	30.00	600.00	174.26±107.93
	气象因素						
	气温(℃)	9.80	15.05	19.78	-1.50	26.70	14.34±6.56
	相对湿度(%)	24.00	37.00	50.00	8.00	86.00	38.70±17.64
	风速(m/s)	2.10	2.80	3.40	0.90	6.00	2.85±0.96
	气压(kPa)	100.39	100.86	101.47	98.88	103.08	100.95±0.76
	总心脑血管疾病	8.00	10.00	12.75	2.00	26.00	10.05±3.60
夏	大气污染物浓度						
	SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	9.29	13.00	19.00	5.00	49.00	15.53±8.24
	NO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	49.60	59.15	67.19	29.00	115.00	58.30±12.62
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	78.21	112.00	147.82	10.00	295.00	118.88±53.80
	气象因素						
	气温(℃)	24.20	26.20	27.70	19.10	32.10	25.97±2.54
	相对湿度(%)	56.00	67.00	75.00	19.00	92.00	64.54±14.87
	风速(m/s)	1.70	2.00	2.40	1.00	5.00	2.12±0.60
	气压(kPa)	99.76	100.14	100.53	98.78	101.46	100.15±0.47
	总心脑血管疾病	5.00	8.00	9.00	0.00	17.00	7.48±3.21
秋	大气污染物浓度						
	SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	21.50	31.00	48.00	7.00	163.00	40.47±29.40
	NO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	59.36	75.20	92.83	14.00	214.00	79.48±28.97
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	96.00	146.00	218.00	12.00	573.00	165.47±96.08
	气象因素						
	气温(℃)	9.15	14.80	20.35	1.00	26.30	14.55±6.71
	相对湿度(%)	42.00	54.00	67.00	12.00	93.00	53.75±16.79
	风速(m/s)	1.40	1.80	2.30	0.60	5.20	1.97±0.82
	气压(kPa)	101.18	101.53	101.96	100.14	103.68	101.57±0.59
	总心脑血管疾病	7.00	9.00	12.00	2.00	22.00	9.43±4.10
冬	大气污染物浓度						
	SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	55.46	99.36	149.50	14.00	293.00	109.04±62.93
	NO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	48.00	66.37	88.60	18.00	167.00	69.86±29.73
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	61.46	123.60	190.00	14.00	600.00	142.00±99.96
	气象因素						
	气温(℃)	-3.80	-1.90	0.30	-10.10	8.20	-1.43±3.30
	相对湿度(%)	27.25	41.50	59.75	12.00	92.00	44.48±20.20
	风速(m/s)	1.60	2.10	3.00	1.00	7.00	2.47±1.22
	气压(kPa)	102.00	102.44	102.84	100.69	104.30	102.39±0.60
	总心脑血管疾病	7.00	9.00	12.00	1.00	23.00	9.47±3.99

64.54%、2.12 m/s、100.15 kPa。其中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 年均浓度均符合国家空气质量二级标准, PM<sub>10</sub> 年均浓度则超过国家二级标准约 12%。秋季 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 浓度及平均气温、相对湿度、风速、气压的平均值分别为 40.47、79.48、165.47 μg/m<sup>3</sup> 及 14.55℃、53.75%、1.97 m/s、101.57 kPa。其中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 年均浓度均符合国家空气质量二级标准, PM<sub>10</sub> 年均浓度则超过国家二级标准约 65%。冬季 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 浓度及平均气

温、相对湿度、风速、气压的平均值分别为 109.04、69.86、142.00 μg/m<sup>3</sup> 及 -1.43℃、44.48%、2.47 m/s、102.39 kPa。其中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 年均浓度均符合国家空气质量二级标准, PM<sub>10</sub> 年均浓度则超过国家二级标准约 12%。

2. 心脑血管病急诊病例: 研究期间春季、夏季、秋季、冬季各有 2774、2065、2574、2500 例心脑血管疾病急诊病例, 各季节每天的平均病例数为 10.05、

7.48、9.43、9.47 例,其中春季病例数最多,夏季病例数最少。

3. 气象因素与大气污染物之间的 Spearman 相关分析: 如表 2 所示, 研究期间北京市春季日平均气温与 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub> 浓度及相对湿度之间存在正相关 ( $P < 0.05$ ), 与 SO<sub>2</sub> 浓度、气压之间存在负相关 ( $P < 0.05$ ), 与风速的相关性无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 夏季日平均气温与 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub> 浓度之间存在正相关 ( $P < 0.05$ ), 与相对湿度、气压之间存在负相关 ( $P < 0.05$ ), 与 SO<sub>2</sub> 浓度、风速的相关性无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 秋季日平均气温与相对湿度之间存在正相关 ( $P < 0.05$ ), 与 SO<sub>2</sub> 浓度、气压之间存在负相关 ( $P < 0.05$ ), 与 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub> 浓度及风速的相关性无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 冬季日平均气温与 SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub> 浓度之间存在正相关 ( $P < 0.05$ ), 与气压之间存在负相关 ( $P < 0.05$ ), 与相对湿度、风速的相关性无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 2 2004—2006 年北京市气象因素、大气污染物之间的 Spearman 相关分析

季节	指标	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	日均气温	相对湿度	风速	日均气压
春	SO <sub>2</sub>	1.000						
	NO <sub>2</sub>	0.646*	1.000					
	PM <sub>10</sub>	0.486*	0.498*	1.000				
	日均气温	-0.298*	0.179*	0.155*	1.000			
	相对湿度	0.028	0.323*	0.068	0.196*	1.000		
	风速	-0.267*	-0.519*	-0.056	-0.043	-0.417*	1.000	
	日均气压	0.113	-0.286*	-0.342*	-0.728*	-0.336*	0.192*	1.000
夏	SO <sub>2</sub>	1.000						
	NO <sub>2</sub>	0.470*	1.000					
	PM <sub>10</sub>	0.332*	0.507*	1.000				
	日均气温	-0.039	0.077	0.347*	1.000			
	相对湿度	-0.599*	-0.331*	-0.018	-0.271*	1.000		
	风速	0.150*	-0.196*	0.032	0.061	-0.189*	1.000	
	日均气压	0.132*	-0.013	-0.001	-0.239*	0.052	-0.161*	1.000
秋	SO <sub>2</sub>	1.000						
	NO <sub>2</sub>	0.589*	1.000					
	PM <sub>10</sub>	0.542*	0.876*	1.000				
	日均气温	-0.573*	-0.080	-0.025	1.000			
	相对湿度	0.096	0.452*	0.527*	0.198*	1.000		
	风速	-0.311*	-0.498*	-0.375*	0.020	-0.438*	1.000	
	日均气压	0.247*	-0.105	-0.228*	-0.640*	-0.284*	0.037	1.000
冬	SO <sub>2</sub>	1.000						
	NO <sub>2</sub>	0.918*	1.000					
	PM <sub>10</sub>	0.831*	0.879*	1.000				
	日均气温	0.165*	0.334*	0.384*	1.000			
	相对湿度	0.607*	0.682*	0.650*	0.117	1.000		
	风速	-0.616*	-0.621*	-0.475*	-0.034	-0.560*	1.000	
	日均气压	-0.311*	-0.366*	-0.417*	-0.590*	-0.213*	0.121*	1.000

注: \* $P < 0.05$

4. 平均气温对心脑血管疾病急诊影响的滞后效应: 在控制所选平均气温当日 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 浓度影响的情况下, 单向回顾性 1:1 配对病例交叉设计分析的结果如表 3 所示, 春季、夏季当日平均气温对心脑血管疾病急诊的影响最大, 每升高 1℃ 其 OR 值分别为 1.282 (95% CI: 1.250 ~ 1.315)、1.027 (95% CI: 1.001 ~ 1.055), 关联有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 提示春季、夏季气温升高是心脑血管疾病发病的危险因素; 秋季、冬季当日平均气温对心脑血管疾病急诊的影响最大, 每升高 1℃ 其 OR 值分别是 0.661 (95% CI: 0.637 ~ 0.687)、0.960 (95% CI: 0.937 ~ 0.984), 关联有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 提示秋季、冬季气温升高是心脑血管疾病发病的保护性因素。

表 3 研究期间北京市日平均气温与心脑血管疾病急诊的关系 (每增加 1℃ 的 OR 值)<sup>a</sup>

滞后天数	OR 值 (95% CI)			
	春季	夏季	秋季	冬季
0	1.282 (1.250 ~ 1.315) <sup>a</sup>	1.027 (1.001 ~ 1.055) <sup>b</sup>	0.661 (0.637 ~ 0.687) <sup>b</sup>	0.960 (0.937 ~ 0.984) <sup>b</sup>
1	1.254 (1.224 ~ 1.286) <sup>a</sup>	1.011 (0.985 ~ 1.037)	0.685 (0.661 ~ 0.711) <sup>b</sup>	0.975 (0.951 ~ 0.999) <sup>b</sup>
2	1.218 (1.189 ~ 1.247) <sup>a</sup>	1.002 (0.977 ~ 1.028)	0.700 (0.675 ~ 0.726) <sup>b</sup>	0.958 (0.934 ~ 0.983) <sup>b</sup>
3	1.197 (1.168 ~ 1.226) <sup>a</sup>	1.004 (0.978 ~ 1.031)	0.746 (0.721 ~ 0.773) <sup>b</sup>	0.959 (0.934 ~ 0.985) <sup>b</sup>

注: <sup>a</sup> 纳入模型的变量为滞后 0 ~ 3 d 的值, 控制当日 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 的影响, 应用单向回顾性 1:1 配对设计; <sup>b</sup> OR 值具有统计学意义,  $P < 0.05$

5. 多气象因素模型平均气温对心脑血管疾病急诊的影响: 本研究选择滞后 0 d 的平均气温分析气温对心脑血管疾病急诊的影响。运用单向回顾性 1:1 配对病例交叉设计, 控制所选平均气温当日 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 浓度的影响, 结果见表 4。在分别控制相对湿度、风速、气压影响的情况下, 春季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 1.368 (95% CI: 1.328 ~ 1.410)、1.299 (95% CI: 1.266 ~ 1.333)、1.303 (95% CI: 1.268 ~ 1.338), 关联有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 夏季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 1.087 (95% CI: 1.048 ~ 1.127)、1.028 (95% CI: 1.001 ~ 1.056)、1.031 (95% CI: 1.003 ~ 1.060), 关联有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 秋季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 0.651 (95% CI: 0.626 ~ 0.676)、0.662 (95% CI: 0.638 ~ 0.688)、0.654 (95% CI: 0.628 ~ 0.681), 关联有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 冬季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 0.965 (95% CI: 0.941 ~ 0.989)、0.960 (95% CI: 0.937 ~ 0.984)、0.963 (95% CI:

表 4 研究期间多气象因素模型中平均气温与心脑血管疾病急诊的关系(每增加 1℃的 OR 值)<sup>a</sup>

气象因素	OR 值 (95%CI)			
	春季	夏季	秋季	冬季
气温				
+相对湿度	1.368(1.328 ~ 1.410) <sup>†</sup>	1.087(1.048 ~ 1.127) <sup>†</sup>	0.651(0.626 ~ 0.676) <sup>†</sup>	0.965(0.941 ~ 0.989) <sup>†</sup>
+风速	1.299(1.266 ~ 1.333) <sup>†</sup>	1.028(1.001 ~ 1.056) <sup>†</sup>	0.662(0.638 ~ 0.688) <sup>†</sup>	0.960(0.937 ~ 0.984) <sup>†</sup>
+气压	1.303(1.268 ~ 1.338) <sup>†</sup>	1.031(1.003 ~ 1.060) <sup>†</sup>	0.654(0.628 ~ 0.681) <sup>†</sup>	0.963(0.937 ~ 0.991) <sup>†</sup>
+相对湿度+风速	1.375(1.334 ~ 1.417) <sup>†</sup>	1.076(1.037 ~ 1.116) <sup>†</sup>	0.649(0.624 ~ 0.674) <sup>†</sup>	0.966(0.942 ~ 0.990) <sup>†</sup>
+相对湿度+气压	1.412(1.367 ~ 1.459) <sup>†</sup>	1.093(1.053 ~ 1.135) <sup>†</sup>	0.635(0.609 ~ 0.662) <sup>†</sup>	0.970(0.943 ~ 0.998) <sup>†</sup>
+风速+气压	1.326(1.289 ~ 1.364) <sup>†</sup>	1.032(1.004 ~ 1.061) <sup>†</sup>	0.654(0.629 ~ 0.681) <sup>†</sup>	0.963(0.937 ~ 0.991) <sup>†</sup>
+相对湿度+风速+气压	1.423(1.377 ~ 1.471) <sup>†</sup>	1.082(1.041 ~ 1.124) <sup>†</sup>	0.633(0.607 ~ 0.660) <sup>†</sup>	0.971(0.944 ~ 1.000) <sup>†</sup>

注:<sup>a</sup>纳入模型的变量为滞后 0 d 的值,控制当日 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>的影响,应用单向回顾性 1:1 配对设计;<sup>b</sup> OR 值具有统计学意义, P < 0.05

0.937 ~ 0.991), 关联有统计学意义 (P < 0.05)。

分别控制相对湿度和风速、相对湿度和气压、风速和气压的情况下, 春季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 1.375 (95% CI: 1.334 ~ 1.417)、1.412 (95% CI: 1.367 ~ 1.459)、1.326 (95% CI: 1.289 ~ 1.364), 关联有统计学意义 (P < 0.05); 夏季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 1.076 (95% CI: 1.037 ~ 1.116)、1.093 (95% CI: 1.053 ~ 1.135)、1.032 (95% CI: 1.004 ~ 1.061), 关联有统计学意义 (P < 0.05); 秋季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 0.649 (95% CI: 0.624 ~ 0.674)、0.635 (95% CI: 0.609 ~ 0.662)、0.654 (95% CI: 0.629 ~ 0.681), 关联有统计学意义 (P < 0.05); 冬季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 0.966 (95% CI: 0.942 ~ 0.990)、0.970 (95% CI: 0.943 ~ 0.998)、0.963 (95% CI: 0.937 ~ 0.991), 关联有统计学意义 (P < 0.05)。

同时控制相对湿度、风速、气压的情况下, 春季、夏季、秋季、冬季平均气温每升高 1℃ 与心脑血管疾病急诊的 OR 值分别是 1.423 (95% CI: 1.377 ~ 1.471)、1.082 (95% CI: 1.041 ~ 1.124)、0.633 (95% CI: 0.607 ~ 0.660)、0.971 (95% CI: 0.944 ~ 1.000), 关联有统计学意义 (P < 0.05)。

## 讨 论

本次研究结果显示, 北京地区春季、夏季平均气温升高可以导致心脑血管疾病急诊人次增加, 秋季、冬季室外平均气温降低可以导致心脑血管疾病急诊人次增加。四季室外平均气温与心脑血管疾病急诊关联有统计学意义 (P < 0.05)。单因素模型中, 春季、夏季当日气温变化对心脑血管疾病急诊的影响最大, 并且春季时在滞后 1 ~ 3 d 的情况下, 气温对心脑血管疾病急诊的影响也有统计学意义, 提示春季的气温变化对心脑血管疾病的影响有滞后性。春季

气温对心脑血管疾病急诊的影响大于夏季, 这可能是因为春季气温变化无常、夏季使用空调所致。春季、夏季气温升高将会导致心脑血管疾病急诊人次增加, 提示春夏季节气温升高是心脑血管疾病发病的危险因素。

秋冬季同样也是当日气温变化对心脑血管疾病急诊的影响最大, 并且两季中在滞后 1 ~ 3 d 的情况下, 气温变化对心脑血管疾病急诊的影响也有统计学意义, 提示秋冬季节气温变化对心脑血管疾病的影响存在一定的滞后性。秋季气温变化对心脑血管疾病急诊的影响大于冬季, 这同样可能因为秋季气温变化不规律、冬季使用采暖设备所致。秋冬季气温降低将会导致心脑血管疾病急诊人次增加, 提示秋冬季节气温升高是心脑血管疾病发病的保护性因素。

研究中发现多气象因素模型时可以调整相对湿度、风速、气压对心脑血管疾病急诊的影响。春、夏、秋季在分别控制相对湿度、气压时, 气温对心脑血管疾病急诊的影响大于单因素模型, 说明相对湿度、气压可以增强气温对心脑血管疾病的影响。控制风速时, 气温对心脑血管疾病急诊的影响基本没有变化。当同时控制相对湿度、风速、气压时, 气温对心脑血管疾病急诊的影响与同时控制相对湿度、气压时基本相同, 说明春、夏、秋季气温、相对湿度、气压对心脑血管疾病的影响具有联合作用, 而气温、风速对心脑血管疾病的影响是独立的。冬季在控制相对湿度、气压时, 气温对心脑血管疾病急诊的影响小于单因素模型, 说明相对湿度、气压可以降低气温对心脑血管疾病的影响, 控制风速时, 气温对心脑血管疾病急诊的影响基本没有变化。当同时控制相对湿度、风速、气压时, 气温对心脑血管疾病急诊的影响与同时控制相对湿度、气压时基本相同, 说明冬季气温、风速对心脑血管疾病的影响具有独立作用。

本研究结果与国内外研究结果也趋于一致。Basu 和 Ostro<sup>[15]</sup> 有关环境高温与死亡率的研究发现,

环境平均气温每升高 10°F 心脑血管疾病死亡率升高 2.6% (95%CI: 1.3~3.9), 65 岁以上年龄组升高 2.2% (95%CI: 0.04~4.0)。Liang 等<sup>[16]</sup>运用泊松回归并控制空气污染、节假日、季节等因素后研究发现日平均气温低于 26.2°C 时急性冠状动脉综合征急诊住院增加 30%~70%。当气温日差高于 8.3°C 时急诊住院增加 15%。在气温对心脑血管疾病影响的机制性方面 Schneider 等<sup>[17]</sup>研究发现心肌梗死患者取血前 5 d 的气温平均值每增加 10°C 会导致血液 C-反应蛋白含量增加 4.3% (95%CI: 0.2%~8.1%)、白细胞介素-6 增加 3.3% (95%CI: 0.1%~6.3%)、纤维蛋白原增加 1.3% (95%CI: 0.2%~2.4%)。有研究发现体表温度变化会对心率变异产生影响<sup>[18]</sup>, 体表温度升高, 心率变异的低频功率会降低, 并且低频功率与高频功率之比也降低。张志雄等<sup>[19]</sup>研究发现冷应急导致交感神经兴奋性增加, 但是迷走神经的兴奋性变化不明显。动物实验研究发现温度变化可以导致心率的变化, 气温从 38°C 升高至 41°C 时成年大鼠的心率每分钟约增加 120 次<sup>[20]</sup>。Overton 等<sup>[21]</sup>研究发现气温升高缓慢时成年大鼠的心率每分钟约降低 50 次。

本研究采用心脑血管疾病急诊作为研究对象评价室外平均气温对心脑血管疾病的影响有优点也有局限。优点表现为, 当人们感觉不适, 尤其是心脑血管疾病发作时, 患者会选择立即到医院急诊科就诊, 因此能够很好反映短期健康效应; 目前我国医院病床比较紧张, 特别是三甲医院的病床基本保持在 100% 使用率, 因此我国医院住院情况不能够反映气温对心脑血管疾病影响的急性效应; 而急诊可以更有效评价空气污染对疾病发作的短期效应。局限表现为, 病例急诊资料不完整, 年龄、性别、职业等一般情况容易缺失, 导致分析资料时不能分层分析; 有的病例初步诊断不明确, 造成这种病例不能被利用, 导致样本量减少, 影响研究效率。

尽管如此, 本研究结果仍提示气温变化与心脑血管疾病急诊变化密切相关, 说明气温变化与心脑血管疾病的发病有关联。

(感谢北京大学第三医院病案室陈建民主任在资料收集和整理中提供的大力帮助)

#### 参 考 文 献

- [1] Hajat S, Kovats RS, Atkinson RW, et al. Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *J Epidemiol Community Health*, 2002, 56(5):367-372.
- [2] McMichael AJ. The urban environment and health in a world of increasing globalization: issues for developing countries. *Bull*

WHO, 2000, 78(9):1117-1126.

- [3] Colwell RR, Epstein PR, Gubler D, et al. Climate change and human health. *Science*, 1998, 279(5353):968-969.
- [4] Pan WH, Li LA, Tsai MJ. Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. *Lancet*, 1995, 345(8946):353-355.
- [5] 刘方, 张金良, 陆晨. 北京地区气温与急性冠心病的时间序列研究. *环境与健康杂志*, 2005, 22(4):252-255.
- [6] Barnett AG, Dobson AJ, McElduff P, et al. Cold periods and coronary events: an analysis of populations worldwide. *J Epidemiol Community Health*, 2005, 59(7):551-557.
- [7] Koken PJ, Piver WT, Ye F, et al. Temperature, air pollution, and hospitalization for cardiovascular diseases among elderly people in Denver. *Environ Health Perspect*, 2003, 111(10):1312-1317.
- [8] Barnett AG. Temperature and cardiovascular deaths in the US elderly: changes over time. *Epidemiology*, 2007, 18(3):369-372.
- [9] Maclure M. The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events. *Am J Epidemiol*, 1991, 133(2):144-153.
- [10] 张文彤. SPSS 11 统计分析教程(高级篇). 北京:北京希望电子出版社, 2002:313-315.
- [11] Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. The time course of weather-related deaths. *Epidemiology*, 2001, 12(6):662-667.
- [12] Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, et al. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiol*, 2002, 155(1):80-87.
- [13] Ren C, Williams GM, Tong S. Does particulate matter modify the association between temperature and cardiorespiratory diseases? *Environ Health Perspect*, 2006, 114(11):1690-1696.
- [14] GB 3095-1996. 国家环境空气质量标准[S].
- [15] Basu R, Ostro BD. A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California. *Am J Epidemiol*, 2008, 168(6):632-637.
- [16] Liang WM, Liu WP, Chou SY, et al. Ambient temperature and emergency room admissions for acute coronary syndrome in Taiwan. *Int J Biometeorol*, 2008, 52(3):223-229.
- [17] Schneider A, Panagiotakos D, Picciotto S, et al. Air temperature and inflammatory responses in myocardial infarction survivors. *Epidemiology*, 2008, 19(3):391-400.
- [18] Kinugasa H, Hirayanagi K. Effects of skin surface cooling and heating on autonomic nervous activity and baroreflex sensitivity in humans. *Exp Physiol*, 1999, 84(2):369-377.
- [19] 张志雄, 梁列新, 侯晓华. 冷应激对健康人直肠动力及自主神经功能的影响. *胃肠病学和肝病杂志*, 2004, 23(4):394-399.
- [20] Kenney MJ, Fels RJ. Sympathetic nerve regulation to heating is altered in senescent rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2002, 283(2):R513-520.
- [21] Overton JM, Williams TD, Chambers JB, et al. Cardiovascular and metabolic responses to fasting and thermoneutrality are conserved in obese Zucker rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2001, 280(4):R1007-1015.

(收稿日期:2009-02-23)

(本文编辑:张林东)