原创精选
Selected article

甘肃省金昌市气温变化对高血压门急诊就诊人数影响的时间序列分析

韦性富[1]，郑山[1]，翁俊[1]，聂永红[2]，王敏珍[1]，米秀英[3]，孟祥燕[1]，李海燕[4]，白亚娜[1]

1. 兰州大学公共卫生学院流行病与卫生统计学研究所，甘肃 兰州 730000
2. 甘肃省金昌市疾病预防控制中心，甘肃 金昌 737100
3. 甘肃省金昌市气象局，甘肃 金昌 737100
4. 金川集团股份有限公司职工医院，甘肃 金昌 737100

摘要：

[背景] 高血压已经成为威胁我国居民健康的重要疾病，但其潜在危险因素还未完全明确。

[目的] 通过研究甘肃省金昌市温度变化与高血压门急诊人数的关系，探讨潜在的影响高血压门急诊人数的气象因素。

[方法] 收集2012年1月1日—2015年12月31日甘肃省金昌市3所综合医院每日门急诊高血压就诊信息（ICD-10：I10—I15），以及同期气象资料（包括日平均气温、相对湿度、气压、风速）和大气污染资料（PM_{10}、NO_2、SO_2）。采用准Poisson回归广义相加模型，在控制时间的长期趋势、星期几效应、节假日效应、气象因素、环境污染物等混杂因素后，分别建立24 h及48 h温度变化与高血压门急诊人数的暴露反应关系模型，估计效应值，拟合暴露反应关系图，并进行年龄、性别的分层分析。

[结果] 研究期间共纳入高血压门急诊患者61 438例。同期金昌市24 h平均负变温、正变温及48 h平均负变温、正变温分别为（-2.18±1.91）℃、（1.80±1.26）℃和（-2.98±2.56）℃、（2.66±1.98）℃。广义相加模型分析结果显示：24 h温度变化、48 h温度变化与每日高血压门急诊人数大致呈“U”型曲线。24 h温度变化、48 h温度变化对高血压门急诊人数均有影响，并存在滞后效应：24 h负变温在滞后1 d（*ER*=-1.25%，95%*CI*：-1.93%~-0.57%）、正变温在滞后5 d（*ER*=2.77%，95%*CI*：1.86%~3.69%）效应值最大；48 h负变温在滞后3 d（*ER*=-0.67%，95%*CI*：-1.14%~-0.21%）、正变温在滞后1 d（*ER*=1.53%，95%*CI*：0.94%~2.13%）效应值最大。24 h及48 h正变温对高血压门急诊人数的影响明显大于负变温。分层分析发现变温对女性和65~74岁人群的高血压门急诊人数影响更大。

[结论] 金昌市24 h及48 h温度变化对高血压门急诊人数影响的暴露反应关系大致呈“U”型，且正负变温均会影响高血压门急诊人数。相对负变温，正变温对高血压门急诊人数影响更大。女性及老年高血压患者门急诊人数更易受温度变化影响。

关键词：温度变化；高血压；门急诊人数；广义相加模型

Effects of temperature change on outpatient and emergency room visits for hypertension in Jinchang of Gansu Province: A time-series analysis

WEI Xing-fu[1], *ZHENG Shan*[1], *WENG Jun*[1], *NIE Yong-hong*[2], *WANG Min-zhen*[1], *MI Xiu-ying*[3], *MENG Xiang-yan*[1], *LI Hai-yan*[4], *BAI Ya-na*[1]

(1.*Institute of Epidemiology and Statistics, School of Public Health, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu* 730000, *China;* 2.*Gansu Jinchang Center for Disease Control and Prevention, Jinchang, Gansu* 737100, *China;* 3.*Gansu Jinchang Meteorological Bureau, Jinchang, Gansu* 737100, *China;* 4.*Workers' Hospital of Jinchuan Group Co. Ltd., Jinchang, Gansu* 737100, *China*)

Abstract:

[Background] At present, hypertension is an important disease threatening residents' health in China, but its potential risk factors have not been fully identified.

[Objective] The study aims to evaluate the relationship between temperature changes and visits to outpatient and emergency room for hypertension, and explore the potential meteorological factors of outpatient and emergency room visits for hypertension.

[Methods] Daily counts of outpatient and emergency room visits for hypertension (ICD-10:

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.18759

基金项目
国家自然科学基金（41505095，41705122）；兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金资助（lzujbky-2018-66，lzujbky-2018-69）

作者简介
韦性富（1994—），男，硕士生；
E-mail：719698645@qq.com

通信作者
郑山，Email：shanzhishi@163.com

伦理审批 已获取
利益冲突 无申报
收稿日期 2018-11-15
录用日期 2019-01-18

文章编号 2095-9982(2019)05-0452-07
中图分类号 R181.3+4
文献标志码 A

▸引用
韦性富，郑山，翁俊，等.甘肃省金昌市气温变化对高血压门急诊就诊人数影响的时间序列分析[J].环境与职业医学，2019，36(5)：452-458.

▸本文链接
www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18759

Funding
This study was funded.

Correspondence to
ZHENG Shan, E-mail: shanzhishi@163.com

Ethics approval Obtained
Competing interests None declared
Received 2018-11-15
Accepted 2019-01-18

▸To cite
WEI Xing-fu, ZHENG Shan, WENG Jun, et al. Effects of temperature change on outpatient and emergency room visits for hypertension in Jinchang of Gansu Province: A time-series analysis[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(5): 452-458.

▸Link to this article
www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18759

I10–I15) from three general hospitals, meteorological parameters (including daily average temperature, relative humidity, air pressure, and wind speed), and air pollution data (PM_{10}, NO_2, SO_2) in Jinchang of Gansu Province were collected from January 1, 2012 to December 31, 2015. A generalized additive model with quasi-Poisson regression was employed to establish the exposure-response relationship between 24-hour and 48-hour temperature changes and outpatient and emergency room visits for hypertension after controlling long-term trend, day-of-the-week effect, holiday effect, selected meteorological factors, and selected air pollutants. Based on the model, the effects of temperature change were estimated and exposure-response curves were fitted. Stratification analyses were conducted by gender and age.

[Results] During the study period, a total of 61 438 diagnosed hypertensive patients were included in the study. At the same time, the mean values of 24-hour negative temperature change, 24-hour positive temperature change, 48-hour negative temperature change, and 48-hour positive temperature change in Jinchang were (–2.18±1.91)℃ , (1.80±1.26)℃ , (–2.98±2.56)℃ , and (2.66±1.98)℃ , respectively. The results of generalized additive model showed a U-shaped relationship between the 24-hour and 48-hour temperature changes and outpatient and emergency room visits for hypertension. Both 24-hour and 48-hour temperature changes had significant lag effects on outpatient and emergency room visits for hypertension, and the largest excess risks were –1.25% (95%*CI*: –1.93%- –0.57%) for 24-hour negative temperature change at lag 1 day, 2.77% (95%*CI*: 1.86%-3.69%) for 24-hour positive temperature change at lag 5 day, –0.67% (95%*CI*: –1.14%- –0.21%) for 48-hour negative temperature change at lag 3 day, and 1.53% (95%*CI*: 0.94%-2.13%) for 48-hour positive temperature change at lag 1 day. The effects of 24-hour and 48-hour positive temperature changes on outpatient and emergency room visits were larger than the effects of negative temperature changes. The stratification analysis results showed that the effects of temperature changes in females and those aged 65-74 years were larger than the effects in males and those of other age groups.

[Conclusion] There is a U-shaped exposure-response curve between 24-hour and 48-hour temperature changes and visits to outpatient and emergency room for hypertension, and both positive and negative temperature changes have significant impacts on outpatient and emergency room visits due to hypertension. The effects of positive temperature change are larger than the effects of negative temperature change. Females and the elderly are more sensitive to temperature change than other groups.

Keywords: temperature change; hypertension; outpatient and emergency room visit; generalized additive model

室外环境温度（如每日平均温度、最低温度、最高温度）作为重要的气象环境要素，已被广泛报道与疾病发病或人群死亡呈“J”“V”或“U”型关系[1-3]。目前，在短期的温度变化研究中发现日间差对疾病的发病及死亡具有影响[4-5]。但大部分的暴露反应关系主要基于全人群及主要系统疾病，对具体病种如高血压的研究则相对较少。根据《中国心血管病报告2017》[6]，2012年我国18岁以上成人高血压患病率已达到25.2%，估计患病人数2.7亿人，而知晓率、治疗率、控制率却均低于50%，使之成为严重影响居民健康的重要疾病。在目前针对高血压的病因学研究中，90%以上的高血压属于病因不明的原发性高血压，气象环境因素则是潜在的重要危险因素。有研究显示，室外温度对人群高血压的发病及死亡有影响[7-8]，其影响机制可能与温度改变引起交感神经兴奋、肾素-血管紧张素激活、全身炎症反应而导致的血压升高有关[9]。另外，一些大规模人群的研究显示，室外平均温度的变化能有效影响人群血压的变化[10-11]。因此推测气温变化对高血压人群应具有一定的影响。

甘肃省金昌市地处河西走廊东部，全市总面积8 896 km^2，2016年有常住人口47.01万人。区域内多山地、戈壁、沙漠，属大陆性温带干旱气候，光照充足，干燥少雨，全年多西北风，昼夜、四季温差较大，全年7月最热，月平均温度为23.7℃，1月最冷，月平均温度为-6.2℃，温差可达29.9℃[12]。本研究以该市为研究现场，开展日间24 h和48 h气温变化对高血压门急诊人数影响的研究，探讨影响高血压急门诊人数的潜在敏感气温指标。

1 材料与方法

1.1 资料来源

1.1.1 疾病资料 根据金昌市综合医院门诊量及地理位置，选择电子病历系统完善的3家综合医院作为研究现场。收集2012年1月1日—2015年12月31日3家综合医院的高血压门急诊资料，病例信息主要包括就诊号、年龄、性别、就诊日期、医院诊断及国际疾病分类标准（ICD-10）编码等。根据ICD-10严格筛选出高血压病例（I10—I15）[6, 11]，删除定期取药、重复账号、诊断缺失及诊断不明的登记记录，最终纳入研究61 438例。本研究经兰州大学公共卫生学院伦理委员会批准（批准号：2015-01）。

1.1.2 气象和环境污染资料 每日气象观测资料来自金昌市气象局，包括2012年1月1日—2015年12月31日每日平均温度、最高温度、最低温度、平均气压、平均相对湿度、平均风速。同期环境污染监测数据来源于金昌市环境监测站，主要包括每日PM_{10}、SO_2、NO_2的质量浓度。

1.2 指标定义

24 h 温度变化，指当天平均温度与前 1 天平均温度之差；48 h 温度变化，指当天平均温度与前 2 天平均温度之差。正变温，指温度升高，变温大于零；负变温，指温度降低，变温小于零。

1.3 统计学分析

本研究采用广义相加模型（generalized additive model，GAM）拟合温度变化与高血压门急诊人数的关联性。由于每日高血压门急诊人数相对总人群来说是小概率事件，其实际分布近似服从准 Poisson 分布，因此将准 Poisson 回归引入广义相加模型。

第一步，建立只含时间因素的基本模型，使用非参数平滑样条函数控制时间的长期趋势，并以哑变量的形式控制“星期几效应”和“节假日效应”。模型为：

$$\lg[E(Yt|X)] = s(time, v) + DOW + Holiday \quad (1)$$

（1）式中 $(Yt|X)$ 为高血压门急诊人数；$E(Yt|X)$ 为高血压门急诊人数期望值；s 为非参数平滑样条函数；*time* 为日历时间；v 为自由度，时间长期趋势自由度 v 是根据滞后 1~30 d 的偏自相关和的绝对值最小的原则确定的[13]；*DOW* 为星期几效应；*Holiday* 为节假日效应。

第二步，将气象因素和环境污染物纳入模型（1）中，以非参数平滑样条函数控制当天的温度、相对湿度等气象混杂因素，并将当天 PM_{10}、SO_2、NO_2 等环境污染物作为线性变量直接引入。将 24 h 和 48 h 温度变化分为正变温和负变温两部分，分别建模分析其与高血压门急诊人数的关联性。考虑到温度变化对高血压门急诊人数具有滞后效应，分别计算正负变温滞后 0、1、3、5 d（表示为 lag0、lag1、lag3、lag5）的效应值，模型为：

$$\lg[E(Yt|X)] = s(time, v) + DOW + Holiday + s(temp, v_1) + s(rh, v_2) + PM_{10} + SO_2 + NO_2 + TC24/TC48 \quad (2)$$

（2）式中 *temp* 为日均温度，*rh* 为日均相对湿度，TC24 为 24 h 温度变化，TC48 为 48 h 温度变化。根据赤池信息量准则（Akaike information criterion，AIC）最小原则[14-15]确定进入模型变量的自由度 v_1、v_2 分别为 5 和 3。

第三步，在第二步建模的基础上分别筛选正负变温效应最明显的滞后天数，绘制该滞后天数下温度变化与高血压门急诊人数间的暴露反应关系曲线，并分年龄（≤64 岁、65~74 岁、≥75 岁）、性别（男、女）计算正变温和负变温对高血压门急诊人数的影响。

第四步，敏感度分析，考虑到气象混杂因素及污染物的滞后效应，在模型（1）的基础上，选择控制与变温相同滞后天数的温度、相对湿度、PM_{10}、SO_2、NO_2 等混杂因素后[16]，对模型进行敏感度分析，以判断混杂因素滞后效应对模型的影响。

根据 GAM 模型结果对温度变化的健康效应做出定量评价。计算当温度变化每增加或减少 1℃时相关疾病门急诊人数超额增加百分比（*ER*）及其 95% 可信区间（95%*CI*）。

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据的汇总管理，使用 R3.4.1 统计软件中的 mgcv 包进行数据统计分析，检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 基本情况

2012 年 1 月 1 日—2015 年 12 月 31 日金昌市高血压日均门急诊人数为 42 例，其中男性 23 例（占 54.76%），女性 19 例（占 45.24%）。同期平均气温、平均相对湿度、平均风速、平均气压、24 h 负变温、正变温和 48 h 负变温、正变温的日均值分别为 9.68℃、37.87%、1.77 m/s、848.62 hpa、-2.18 ℃、1.80 ℃和 -2.98 ℃、2.66 ℃，最大 24 h 和 48 h 负变温分别可达 -12.60℃和 -15.00℃，最大 24 h 和 48 h 正变温分别为 7.50℃和 10.90℃。PM_{10}、SO_2、NO_2 日均质量浓度的平均值分别为 103.47、55.25、22.30 μg/m^3。见表 1。

2.2 温度变化与高血压门急诊人数的关系

图 1 为 2012—2015 年金昌市 24 h 温度变化、48 h 温度变化在不同滞后天数与高血压门急诊人数的关系。结果显示，24 h 温度变化在正负变温情况下对高血压门急诊人数有影响，且存在明显的滞后效应：在正变温下，滞后 5 d 影响最大，其 *ER* 为 2.77%（95%*CI*：1.86%~3.69%）；在负变温下，滞后 1 d 的有影响，其 *ER* 为 -1.25%（95%*CI*：-1.93%~-0.57%）。48 h 温度变化在正负变温情况下对高血压门急诊人数也均有影响，且存在明显的滞后效应：在正变温下，滞后 1 d 有影响，*ER* 为 1.53%（95%*CI*：0.94%~2.13%）；在负变温下，滞后 3 d 的影响最大，其 *ER* 为 -0.67%（95%*CI*：-1.14%~-0.21%）。

在控制了时间的长期趋势、星期几效应、节假日效应、气象因素和环境污染物的影响后，拟合温度变化与高血压门急诊人数的暴露反应关系图显示，24 h 温度变化、48 h 温度变化与高血压门急诊人数之间呈现“U”型曲线，在 0℃附近为最低点，低于或者高于 0℃，高血压门急诊人数均呈上升趋势。见图 2。

表1 2012—2015年金昌市高血压门急诊就诊人数、气象因素及环境污染物描述性分析

Table 1 The descriptive analysis of outpatient and emergency room visits for hypertension, meteorological parameters, and air pollutants in Jinchang from 2012 to 2015

指标 (Item)	$\bar{x}\pm s$	最小值 (Min)	P_{25}	P_{50}	P_{75}	最大值 (Max)
门急诊例数 (Outpatient and emergency room visits)	42.05±26.02	0.00	22.00	41.00	57.00	233.00
男性 (Male)	23.24±15.02	0.00	12.00	22.00	31.00	124.00
女性 (Female)	18.81±11.92	0.00	10.00	18.00	26.00	122.00
年龄<65岁 (<60 years old)	24.18±15.25	0.00	13.00	24.00	33.00	195.00
年龄65~74岁 (65-74 years old)	11.26±8.17	0.00	5.00	10.00	15.00	68.00
年龄≥75岁 (≥75 years old)	6.62±4.76	0.00	3.00	6.00	9.00	50.00
气象因素 (Meteorological parameter)						
平均气温 (Average temperature，℃)	9.68±11.16	-18.70	-0.30	10.90	19.55	29.60
平均湿度 (Average humidity，%)	37.87±16.24	2.00	25.00	36.00	49.00	96.00
平均风速 (Average wind speed，m/s)	1.77±0.81	0.30	1.20	1.60	2.10	5.50
平均气压 (Average air pressure，hpa)	848.62±5.41	833.80	844.70	848.50	852.50	865.10
24 h负变温 (24-hour negative temperature change，℃)	-2.18±1.91	0.02	-0.80	-1.70	-3.00	-12.60
24 h正变温 (24-hour positive temperature change，℃)	1.80±1.26	0.10	0.90	1.60	2.50	7.50
48 h负变温 (48-hour negative temperature change，℃)	-2.98±2.56	-0.10	-1.10	-2.20	-4.20	-15.00
48 h正变温 (24-hour positive temperature change，℃)	2.66±1.98	0.10	1.10	2.30	3.80	10.90
大气污染物 (Air pollutant)						
PM_{10} (μg/m^3)	103.47±96.99	12.42	59.11	81.33	115.04	1180.67
SO_2 (μg/m^3)	55.25±38.32	2.00	31.00	48.00	70.00	329.67
NO_2 (μg/m^3)	22.30±8.38	3.35	16.00	22.33	27.67	62.00

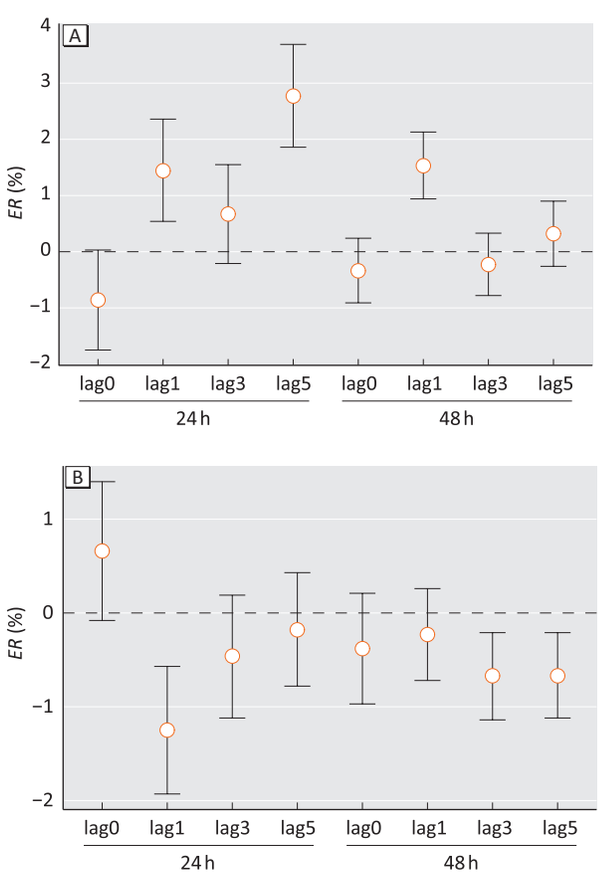
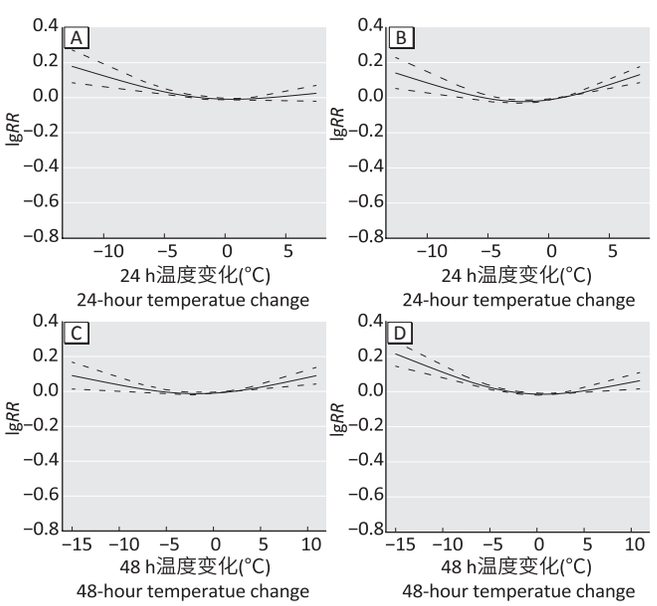


图1 2012—2015年金昌市24 h及48 h正 (A)、负 (B) 变温对高血压门急诊人数的影响

Figure 1 The effects of 24-hour and 48-hour positive (A) and negative (B) temperature changes on outpatient and emergency room visits for hypertension in Jinchang from 2012 to 2015



[注 (Note)] A：lag1；B：lag5；C：lag1；D：lag3。

图2 2012—2015年金昌市24 h温度变化、48 h温度变化对高血压门急诊人数影响的暴露-反应关系曲线

Figure 2 Exposure-response curves between 24-hour and 48-hour temperature changes and outpatient and emergency room visits for hypertension in Jinchang from 2012 to 2015

2.3 分层分析

24 h温度变化对女性门急诊人数影响更大，正变温对女性影响的*ER*可达3.38% (95%*CI*：2.05%~4.74%)，正变温对年龄<65岁、65~74岁的门急诊人数均有影响。48 h温度变化对男性和女性门急诊人数

均有影响，对女性的影响更大，负变温*ER*及其95%*CI*为-1.17%（-1.87%~-0.46%），正变温为1.60%（0.71%~2.49%）；48 h温度变化对年龄<65岁、65~74岁的门急诊人数均有影响，且对年龄在65~74岁人群的影响更大，负变温为-1.34%（-2.24%~-0.43%），正变温为2.07%（0.94%~3.22%）。见表2。

表2 2012—2015年金昌市24 h温度变化、48 h温度变化对不同性别、年龄别高血压门急诊人数的影响（%）

Table 2 The effects of 24-hour and 48-hour temperature changes on outpatient and emergency room visits for hypertension stratified by gender and age groups in Jinchang from 2012 to 2015

变量 Variable	负变温 Negative temperature change		正变温 Positive temperature change	
	ER	95%*CI*	*ER*	95%*CI*
24 h温度变化[a] 24-hour temperature change				
总（Total）	-1.25*	-1.93~-0.57	2.77*	1.86~3.69
总（模型调整后） Total（After adjustment）	-1.29*	-2.05~-0.53	2.41*	1.48~3.34
男性（Male）	0.32	-0.58~1.23	2.04*	0.83~3.27
女性（Female）	-1.46*	-2.41~-0.51	3.38*	2.05~4.74
年龄<65岁（<60 years old）	-0.52	-1.38~0.34	2.99*	1.81~4.18
年龄65~74岁（65-74 years old）	-0.45	-1.71~0.84	2.09*	0.36~3.85
年龄≥75岁（≥75 years old）	-0.24	-1.87~1.40	1.33	-0.91~3.61
48h温度变化[b] 48-hour temperature change				
总（Total）	-0.67*	-1.14~-0.21	1.53*	0.94~2.13
总（模型调整后） Total（After adjustment）	-0.64*	-1.16~-0.12	1.11*	0.52~1.71
男性（Male）	-0.89*	-1.52~-0.26	1.53*	0.73~2.34
女性（Female）	-1.17*	-1.87~-0.46	1.60*	0.71~2.49
年龄<65岁（<60 years old）	-1.17*	-1.78~-0.55	1.29*	0.51~2.07
年龄65~74岁（65-74 years old）	-1.34*	-2.24~-0.43	2.07*	0.94~3.22
年龄≥75岁（≥75 years old）	-0.20	-1.40~1.02	1.19	-0.30~2.70

[注] *：$P<0.05$；a：滞后1 d负变温，滞后5 d正变温；b：滞后3 d负变温，滞后1 d正变温。

[Note] *: $P<0.05$; a: Negative temperature change at lag1, and positive temperature change at lag5; b: Negative temperature change at lag3, and positive temperature change at lag1.

2.4 敏感度分析

考虑到温度、相对湿度、PM_{10}、NO_2、SO_2等混杂因素的滞后效应的结果，将与变温相同滞后天数的上述混杂因素纳入模型，在控制温度、相对湿度、PM_{10}、NO_2、SO_2等混杂因素后，24 h温度变化和48 h温度变化对高血压门急诊人数仍有影响，且与调整前变化不大，模型结果基本稳健，见表2（模型调整后数据）。

3 讨论

本研究探讨了地处西北内陆的金昌市温度变化对高血压门急诊人数的影响。本研究结果显示，24、48 h温度变化对高血压门急诊人数有明显的影响，并存在一定的滞后效应，它们之间的暴露反应关系大致为“U”型曲线。Guo等[16]研究发现澳大利亚布里斯班市24 h温度变化与人群非意外死亡、呼吸系统死亡之间呈“U”型曲线，且温度变化超过3℃可以明显增加人群死亡率，Kyobutungi等[17]研究表明24 h内温度变化超过5℃将急剧增加缺血性脑卒中的发病风险，国内也有研究报道24 h正、负变温都可以增加人群的死亡风险[18]。此外，一些研究也发现温度对人群死亡率的影响存在滞后效应，温度升高在当天和滞后1 d有统计学意义，主要表现为急性健康效应，温度降低在5~15 d有统计学意义，表现为明显的滞后效应[19-20]。本研究结果中24 h正变温及48 h负变温均在滞后5 d有统计学影响，表现出明显的滞后性。目前，温度剧烈变化增加高血压发病风险的确切机制尚不十分清楚，有研究表明温度变化的方向影响高血压发病的机制各不相同：突然降温可以引起交感神经系统和肾素血管紧张素系统兴奋，血管收缩因子升高，刺激心肌细胞兴奋，增强心肌收缩力，心率上升，心肌耗氧量增加，血压明显升高；突然升温易导致体温调节中枢热调节障碍，引起脱水、盐消耗增加、体表血液循环增加以及全身炎症反应[7, 21]。

本研究发现，正变温对高血压门急诊人数影响的效应值大于负变温，提示变温对高血压门急诊人数影响的程度可能与变温的方向和幅度有关。美国一项全国性的研究结果显示，相比极端负变温，24 h极端正变温可以明显增加人群死亡风险，其*RR*可高达1.46（95%*CI*：1.39~1.54）[22]，这与本研究结果类似，考虑可能是因为体温调节中枢无法适应短时间的巨幅升温。但国内一项涉及2个亚热带沿海城市的研究发现，负变温对夏季人口死亡率的影响明显大于正变温，且在当天效应值最大[18]。这种差异可能与不同地理气候、人口特征的差异有关。这说明需要在不同地理区域开展更大范围的类似研究，以进一步明确变温的方向和变幅对人群健康的影响。就本研究结果而言，提示从冬春季节向夏秋季节转换时，金昌市人民应格外注意保暖，加强防护措施。

变温对不同性别、年龄别高血压门急诊人数的影响不同。总体而言，24、48 h温度变化对高血压女性人群的影响要大于男性，国外有研究也表明温度变化更容易对女性人群产生影响[23-26]，考虑可能是因为男

女两性生理特征和生活习惯不同，女性对温度变化更加敏感[27]。另外，老年人群被广泛认为是温度变化的易感人群[22, 28-31]，Cheng等[30]研究表明年龄≥65岁者是变温的易感人群。这可能与老年人生理功能的衰退，对温度变化适应能力的降低有关。本研究结果显示，变温对年龄≥74岁人群无影响，对年龄≤64岁、65~74岁人群有影响，且对65~74岁年龄人群的影响更大。考虑可能原因有：年龄≥74岁人群病例数较少，不能形成有效的分析结果，而且此类人群多在室内活动，更不易受到变温的影响；而65~74岁人群身体机能下降，但退休不久，室外活动较多，因此对变温更加敏感。

目前，大部分此类研究均只考虑混杂因素当天的效应[11, 32-33]，本研究参照大部分研究只将当天的混杂因素纳入模型；也有研究考虑混杂因素的滞后效应，但纳入模型的混杂因素的滞后天数各不相同，本文的敏感度分析参考Guo等[16]的研究，将与变温相同滞后天数的温度、相对湿度、PM_{10}、SO_2、NO_2等混杂因素纳入模型，结果显示混杂因素的滞后效应对模型影响较小，模型结果基本稳健。

目前国内关于温度变化与高血压门急诊人数之间关系的研究相对有限。本项目在温度变化较大的西北地区开展，发现温度变化对高血压门急诊人数的增加具有影响，为该地区高血压疾病的防控措施提供了一定的科学依据。研究收集的数据包括金昌市3家综合医院的门急诊数据，总样本量达到180多万条，基本覆盖该市一区一县人口，代表性良好。同时本研究也存在一定的局限性：一是由于电子医疗信息记录未区分急诊与门诊类型，因此无法分析变温对门诊和急诊的各自效应，同时由于急诊的时效性更强，因此门急诊人数合在一起可能会低估温度变化的效应；二是使用大气观测数据与人群疾病数据进行生态学研究，可能存在生态学谬误，但基于大量国内外相关研究，本研究在很大程度上减少了可能的虚假关联；三是本研究使用门急诊数据进行分析，尽管在疾病的时效性方面具有明显的优势，但相比住院病例，其诊断也可能存在分类错误的可能。

综上，本研究结果提示，24 h温度变化和48 h温度变化都对高血压门急诊人数有明显的影响，并存在滞后效应。在变温过程中，需加强对高血压及其相关疾病人群的防护，尤其在正变温时女性、年龄在65~74岁的人群更应提前做好预防措施，注意增减衣物，及时服用降压药物，以控制血压，防止高血压及其相关并发症的发生。

参考文献

[1] 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 (1)：80-87.

[2] MA W，WANG L，LIN H，et al. The temperature-mortality relationship in China：an analysis from 66 Chinese communities [J]. Environ Res，2015，137：72-77.

[3] 张越，阚海东，彭丽，等. 日均气温与呼吸系统疾病日入院人次相关性的时间序列分析 [J]. 中华预防医学杂志，2014，48 (9)：795-799.

[4] KIM J，SHIN J，LIM YH，et al. Comprehensive approach to understand the association between diurnal temperature range and mortality in East Asia [J]. Sci Total Environ，2016，539：313-321.

[5] WANG MZ，ZHENG S，He SL，et al. The association between diurnal temperature range and emergency room admissions for cardiovascular，respiratory，digestive and genitourinary disease among the elderly：a time series study [J]. Sci Total Environ，2013，456-457：370-375.

[6] 陈伟伟，高润霖，刘力生，等.《中国心血管病报告2017》概要 [J]. 中国循环杂志，2018，33 (1)：1-8.

[7] 郑山. 天气变化对循环系统疾病影响的研究 [D]. 兰州：兰州大学，2013.

[8] 刘博. 脑卒中和冠心病对天气变化响应及预测模型研究 [D]. 兰州：兰州大学，2014.

[9] LIU C，YAVAR Z，SUN Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges [J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol，2015，309 (11)：H1793-H1812.

[10] CHEN Q，WANG J，TIAN J，et al. Association between ambient temperature and blood pressure and blood pressure regulators：1831 hypertensive patients followed up for three years [J]. PLoS One，2013，8 (12)：e84522.

[11] RADIN JM，NEEMS D，GOGLIA R，et al. Inverse correlation between daily outdoor temperature and blood pressure in six US cities [J]. Blood Press Monit，2018，23 (3)：148-152.

[12] 金昌市人民政府. 镍都文化 [EB/OL]. [2018-10-18]. http://www.jc.gansu.gov.cn/col/col22/index.html.

[13] 刘俊含，李戈莹，莫运政，等. 北京市某区居民死亡与大气表观温度的相关性研究 [J]. 环境与健康杂志，2011，

28（12）：1044-1047.

[14] LIU L，BREITNER S，PAN X，et al. Associations between air temperature and cardio-respiratory mortality in the urban area of Beijing，China：a time-series analysis [J]. Environ Health，2011，10：51.

[15] DOMINICI F，PENG R D，BELL M L，et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases [J]. JAMA，2006，295（10）：1127-1134.

[16] GUO Y，BARNETT A G，YU W，et al. A large change in temperature between neighbouring days increases the risk of mortality [J]. PLoS One，2011，6（2）：e16511.

[17] KYOBUTUNGI C，GRAU A，STIEGLBAUER G，et al. Absolute temperature，temperature changes and stroke risk：a case-crossover study [J]. Eur J Epidemiol，2005，20（8）：693-698.

[18] LIN H，ZHANG Y，XU Y，et al. Temperature changes between neighboring days and mortality in summer：a distributed lag non-linear time series analysis [J]. PLoS One，2013，8（6）：e66403.

[19] LIN Y K，HO T J，WANG Y C. Mortality risk associated with temperature and prolonged temperature extremes in elderly populations in Taiwan [J]. Environ Res，2011，111（8）：1156-1163.

[20] GUO Y，PUNNASIRI K，TONG S. Effects of temperature on mortality in Chiang Mai city，Thailand：a time series study [J]. Environ Health，2012，11：36.

[21] 况正中. 热浪期间突然强降温天气对高血压疾病影响的机理研究 [D]. 南京：南京信息工程大学，2016.

[22] ZHAN Z，ZHAO Y，PANG S，et al. Temperature change between neighboring days and mortality in United States：A nationwide study [J]. Sci Total Environ，2017，584-585：1152-1161.

[23] STAFOGGIA M，FORASTIERE F，AGOSTINI D，et al. Vulnerability to heat-related mortality：a multicity，population-based，case-crossover analysis [J]. Epidemiology，2006，17（3）：315-323.

[24] ISHIGAMI A，HAJAT S，KOVATS R S，et al. An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities [J]. Environ Health，2008，7：5.

[25] SCHNEIDER A，SCHUH A，MAETZEL F K，et al. Weather-induced ischemia and arrhythmia in patients undergoing cardiac rehabilitation：another difference between men and women [J]. Int J Biometeorol，2008，52（6）：535-547.

[26] VANECKOVA P，BEGGS P J，DE DEAR R J，et al. Effect of temperature on mortality during the six warmer months in Sydney，Australia，between 1993 and 2004 [J]. Environ Res，2008，108（3）：361-369.

[27] YU W，VANECKOVA P，MENGERSEN K，et al. Is the association between temperature and mortality modified by age，gender and socio-economic status? [J]. Sci Total Environ，2010，408（17）：3513-3518.

[28] PLAVCOVÁ E，KYSELÝ J. Relationships between sudden weather changes in summer and mortality in the Czech Republic，1986-2005 [J]. Int J Biometeorol，2010，54（5）：539-551.

[29] YU W，MENGERSEN K，WANG X，et al. Daily average temperature and mortality among the elderly：a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence [J]. Int J Biometeorol，2012，56（4）：569-581.

[30] CHENG J，ZHU R，XU Z，et al. Temperature variation between neighboring days and mortality：a distributed lag non-linear analysis [J]. Int J Public Health，2014，59（6）：923-931.

[31] DING Z，LI L，XIN L，et al. High diurnal temperature range and mortality：effect modification by individual characteristics and mortality causes in a case-only analysis [J]. Sci Total Environ，2016，544：627-634.

[32] LIU Y，GUO Y，WANG C，et al. Association between temperature change and outpatient visits for respiratory tract Infections among children in Guangzhou，China [J]. Int J Environ Res Public Health，2015，12（1）：439-454.

[33] 翁俊，韦性富，聂永红，等. 颗粒物污染对高血压门急诊就诊人数的影响-时间序列研究 [J]. 中国环境科学，2018，38（7）：2751-2757.

（**英文编辑**：汪源；**编辑**：王晓宇；**校对**：丁瑾瑜）