

# 2016—2018 年乌鲁木齐市日均气温对呼吸系统疾病的影响

滕婉莹<sup>1</sup>, 马龙<sup>1</sup>, 杨浩峰<sup>2</sup>

1. 新疆医科大学公共卫生学院, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 乌鲁木齐市疾病预防控制中心, 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** **目的** 了解乌鲁木齐市日均气温在不同滞后日对呼吸系统疾病急救风险的影响。 **方法** 收集该市 2016—2018 年呼吸系统疾病的急救人次、气象和大气污染物数据。气象数据包括日均气温、相对湿度和平均气压; 大气污染物数据包括细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳的日平均浓度和臭氧的日最大 8 h 平均值。急救数据来自乌鲁木齐市疾病预防控制中心, 气象及大气污染物数据来自乌鲁木齐市主城区的 6 个国控监测点(收费所、铁路局、三十一中学、监测站、七十四中学、米东区环保局)。采用分布滞后非线性模型, 分析日均气温与每日呼吸系统急救人数的关系。

**结果** 乌鲁木齐市日均气温对呼吸系统疾病急救风险影响的曲线为“N”形。在低温时, 随着滞后天数的增加, 呼吸系统疾病急救风险逐渐降低, 然后随之增加; 高温对呼吸系统疾病急救风险有一定的保护作用。在亚组分析中, 低温对男性呼吸系统疾病急救风险的影响略高于女性; 65 岁以下人群在低温时受影响的风险更大。 **结论** 低温可能会造成呼吸系统疾病急救风险增加; 而高温时会对呼吸系统疾病急救风险有一定的保护作用。不同年龄、性别对冷、热效应敏感性存在差异。

**关键词:** 呼吸系统疾病; 急救; 日均气温; 分布滞后非线性模型

**中图分类号:** R56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-3110(2021)08-0937-06 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2021.08.011

**作者简介:** 滕婉莹(1995-), 女, 山东济南人, 硕士在读, 研究方向: 公共卫生。

**通信作者:** 杨浩峰, E-mail: 4255085@qq.com。

病例比重症病例的血液抗体阳性率更高, 可能与普通病例比重症病例的免疫力更强有关; 另外, 血液标本中新冠病毒核酸检测结果均为阴性, 提示血液中病毒含量很低, 在检测过程中, 生物安全的风险比呼吸道标本更低, 这点对病人的治疗有指导意义。所以血液标本因其采集、保存和检测方法简单易行, 且抗体在血清标本中的稳定性也很好, 对核酸检测漏检的样本是很好的互补。

新冠病毒的传染源除了病人以外, 无症状感染者也是传染源, 近来有些地区出现了一些无症状感染者, 为疫情防控带来更多的挑战。早监测、早发现、早报告、早治疗是我国强有力的防控策略<sup>[9]</sup>, 所以, 必须建立一套敏感高效的监测体系, 尽早发现传染源、切断传播途径。核酸检测灵敏度高, 自动化程度高, 且可以定量, 是新冠病毒确诊的主要方法; 血清学检测不仅可以用于病例诊断, 对于聚集性疫情的溯源也有非常大的作用<sup>[10]</sup>, 血清抗体检测具有样本采集方便、操作简便快速的优点, 可作为新冠病毒核酸检测的有效补充<sup>[11]</sup>; 血液常规检测简洁方便, 且稳定性好, 对于早期诊断和疗效观察具有重要价值, 将多种检测方法灵活运用、有机结合, 可以更加高效地防控新冠肺炎疫情。

## 参考文献

- [1] 国家卫生健康委员会办公厅. 新型冠状病毒感染的肺炎防控方案(第二版)[Z]. 2020-01-22.
- [2] 国家卫生健康委员会办公厅. 新型冠状病毒肺炎防控方案(第五版)[Z]. 2020-02-21.
- [3] 国家卫生和计划生育委员会医政医管局. 全国临床检验操作规程(第四版)[Z]. 2015-03.
- [4] Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019[J]. N Engl J Med, 2020, 382(8): 727-733.
- [5] Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China[J]. Lancet, 2020, 395(10223): 497-506.
- [6] 莫茜, 秦炜, 傅启华, 等. 正确认识新型冠状病毒核酸检测的影响因素[J]. 中华检验医学杂志, 2020, 43(3): 214-216.
- [7] 国家卫生健康委员会办公厅, 国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第六版)[Z]. 2020-02-19.
- [8] 徐万洲, 李娟, 何晓云, 等. 血清 2019 新型冠状病毒 IgM 和 IgG 抗体联合检测在新型冠状病毒感染中的诊断价值[J]. 中华检验医学杂志, 2020, 43(3): 231-233.
- [9] 国家卫生健康委员会办公厅. 新型冠状病毒肺炎防控方案(第六版)[Z]. 2020-03-07.
- [10] 李芳彩, 戴志辉, 贺子翔, 等. ELISA 法与胶体金法在检测新型冠状病毒血清抗体中的应用探讨[J]. 实用预防医学, 2020, 27(7): 780-783.
- [11] 郑培明, 崔发财, 张福明, 等. 新型冠状病毒 IgM 和 IgG 抗体不同检测方法在新型冠状病毒感染中的临床应用评价[J]. 检验医学, 2020, 35(4): 291-294.

收稿日期: 2020-10-10

# Effect of daily mean temperature on respiratory diseases in Urumqi, 2016–2018

TENG Wan-ying<sup>1</sup>, MA Long<sup>1</sup>, YANG Hao-feng<sup>2</sup>

1. School of Public Health, Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Urumqi Center for Disease Control and Prevention, Urumqi, Xinjiang 830000, China

Corresponding author: YANG Hao-feng, E-mail: 4255085@qq.com

**Abstract:** **Objective** To understand the impact of daily mean temperature at different lag days on emergency risk of respiratory diseases in Urumqi. **Methods** We collected the data concerning the number of daily emergency ambulance dispatches due to respiratory diseases, meteorological and atmospheric pollutants in Urumqi from 2016 to 2018. Meteorological data included the daily mean temperature, relative humidity and average air pressure. Atmospheric pollution data included the mean daily concentration of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and CO and the mean daily concentration of maximum 8-hour O<sub>3</sub>. The emergency data came from Urumqi Center for Disease Control and Prevention. The meteorological and atmospheric pollution data came from the six monitoring sites (including toll collection, railway bureau, the 31st middle school, monitoring stations, the 74th middle school and Midong District Environmental Protection Bureau) in the main urban areas of Urumqi. Distributed lag non-linear model was used to assess the relationship of daily mean temperature with the number of daily emergency ambulance dispatches due to respiratory diseases.

**Results** An N-shaped relationship was found between daily mean temperature and emergency risk of respiratory diseases. When the temperature was relatively low, the risk of first aid due to respiratory diseases gradually decreased with the increase of lag days, and then increased. High temperatures had a protective effect against respiratory diseases. In a subgroup analysis, men were slightly more likely than women to be affected by respiratory diseases. People younger than 65 years of age were at greater risk of being affected by cold temperatures. **Conclusion** Low temperatures may increase the risk of first aid due to respiratory diseases, while high temperatures have protective effects against respiratory diseases. The sensitivities of cold and heat effects vary with different ages and gender.

**Keywords:** respiratory disease; first aid; daily mean temperature; distributed lag non-linear model

气温是与人体接触最敏感的气象要素之一,当气温变化过大时会使人体的热平衡被打乱,产生不适或引发疾病<sup>[1]</sup>。许多流行病学研究显示,气温不仅可能增加脑卒中的发病风险<sup>[2]</sup>,极端温度与呼吸系统疾病急诊人数也有一定联系<sup>[3-4]</sup>。曾在北美<sup>[5-6]</sup>,欧洲<sup>[7]</sup>,澳大利亚<sup>[8]</sup>和中国的北京<sup>[9]</sup>,上海<sup>[10]</sup>,广州<sup>[11]</sup>进行的研究均证明极端温度可能会对健康产生影响。结果发现,低温和高温都会对人群死亡产生影响,温度和死亡率之间的暴露-反应曲线通常是“U”形,“J”形或“V”形;而对于呼吸系统疾病的发病风险来说,低温的效应更加明显<sup>[8,12]</sup>,且效应的影响可能会延迟数周<sup>[13]</sup>。不同国家和地区气温、人群和生活方式均有差异性。目前相关研究主要以国外和中国东部地区为主<sup>[4-10]</sup>,缺少对中国西北地区的相关研究,因此本文收集了2016—2018年乌鲁木齐市急救、气象和大气污染物数据,采用基于时间序列分析方法的分布滞后非线性模型,分析日均气温对呼吸系统疾病急诊风险的影响特点与规律,为进一步评估气温对健康效应的影响提供科学依据。

## 1 资料与方法

1.1 资料来源 急救数据来自乌鲁木齐市疾病预防控制中心,包括2016—2018年该市常住人口的急救医

疗数据;按照世界卫生组织国际疾病分类(ICD-10)对初诊疾病分类,统计每日呼吸系统疾病(J00~J99)的急救人次;气象和大气污染物数据来自分布于乌鲁木齐市主城区的6个国控监测点(收费所、铁路局、三十一中学、监测站、七十四中学、米东区环保局),气象数据包括日均气温、相对湿度和平均气压;大气污染物数据包括PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO的日平均浓度和O<sub>3</sub>的日最大8h平均值。

### 1.2 统计学分析

1.2.1 数据描述 由于气象、大气污染物和急救数据均为偏态分布,故采用中位数、最小值、最大值、上四分位数以及下四分位数进行描述。

1.2.2 相关性分析 采用Spearman相关分析污染物和气象指标之间的相关性。

1.2.3 时间序列分析 气象因素引起的健康效应存在一定的持续性和滞后性,同时暴露-反应关系一般呈现非线性关系。因此,广义线性模型等大多数的研究方法分析气象因素与健康效应的关联均存在不足之处,而分布滞后非线性模型有效地解决了这些不足<sup>[14]</sup>。在分布滞后非线性模型中可以通过给暴露-效应关系添加一个滞后维度,从而得到双维度暴露-滞后-效应关系函数,这样就可以同时描述因变量在自变量维度与滞后维度的分布,评估出暴露因素的非线

性效应和滞后效应<sup>[7]</sup>。在本研究中,分布滞后非线性模型用于评估气温和呼吸系统疾病急救人次之间的暴露剂量-效应关系,探究气温对呼吸系统疾病急救风险影响是否存在即时效应和滞后效应。基础模型选择广义线性模型,经过度离散检验发现  $P$  值小于 0.05,表明急救数据存在过度离势,因此模型中的连接函数选择类 Poisson 分布(quasi-Poisson)函数中的 log 连接<sup>[7]</sup>。本研究中的混杂因素包括长期时间趋势、其他气象因素、污染物因素和“星期几效应”(day of the week,DOW)。使用模型时首先分别建立呼吸系统疾病急救人次和日均气温交叉基矩阵;然后通过自然平滑样函数拟合长期时间趋势、污染物、相对湿度和平均气压;再采用哑变量来控制 DOW;最后利用 quasi-Poisson 连接函数进行拟合。基本模型如下:

$$Y_t \sim \text{Poisson}(\mu_t)$$
$$\text{Log}(\mu_t) = \alpha + \gamma \text{Temp}_{t,n} + \text{ns}(\text{time}, v) + \text{ns}(\text{rh}, v) + \text{ns}(\text{qy}, v) + \text{ns}(\text{pollutant}, v) + \text{DOW} + \text{COVs}$$

式中,t 指观测的时期;Y<sub>t</sub> 指 t 观测时期的因呼吸系统疾病急救的人次;α 指截距;γ 指温度矩阵的回归系数;Temp<sub>t,n</sub> 指温度滞后 n 天的矩阵;n 为平均气温的最大滞后天数;ns 指自然平滑函数;time 指时间变量;v 指自由度;rh 指相对湿度;qy 指平均气压;pollutant 指与气温相关性较大的污染物的日平均浓度或日最大 8 h 平均值;DOW 指工作日效应;COVs 指其他混杂效应。

根据基础模型残差的偏自相关绝对值之和最小的原则选取自由度<sup>[9]</sup>。同时将日均气温 P<sub>10</sub>、P<sub>25</sub> 百分位数数值相对于日均气温的中位数(P<sub>50</sub>)的 RR 值来估算低温效应,将日均气温 P<sub>75</sub>、P<sub>90</sub> 百分位数数值相对于 P<sub>50</sub> 的 RR 值来估算高温效应。另外考虑到气温对健康影响的滞后效应,将最大滞后时间定为 14 d。本文以日均气温的 P<sub>50</sub> 作为参照值,计算与参照水平相比计算在不同滞后期不同极端天气下(P<sub>10</sub>、P<sub>25</sub>、P<sub>75</sub>、P<sub>90</sub>)呼吸系统疾病急救的风险大小,即在不同的滞后时间下的 RR 值。研究中主要统计分析采用 R 软件(3.5.3 版)实施,运用 R 软件中的“DLNM”包,检验水准为 0.05。

2 结果

2.1 描述性分析 本研究收集到乌鲁木齐市呼吸系统急救病例共 6 173 例,2016—2018 年乌鲁木齐市日均气温为 7.88 ℃,最低温为-25.8 ℃,平均每天男性病例 3.58 例,女性有 2.36 例,男女比为 1.52 : 1,见表 1。2016—2018 年乌鲁木齐市呼吸系统疾病急救人次前 3 位疾病依次为流行性感冒和肺炎 2 517 例

(40.80%)、慢性下呼吸道疾病 1 872 例(30.30%)、呼吸系统的其他疾病 909 例(14.70%),共占 85.8%,见表 2。

表 1 2016—2018 年乌鲁木齐市每日呼吸系统疾病急救人次与相关气象和污染指标

指标	Mean	Min	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	Max
气象因素						
日均气温(℃)	7.88	-25.80	-5.28	10.20	20.60	32.10
相对湿度(%)	57.96	10.00	39.00	60.00	77.00	97.00
平均气压(hpa)	912.44	896.70	906.90	912.25	917.40	935.20
大气污染物						
PM <sub>2.5</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )	66.06	0.00	21.00	32.00	91.00	397.00
PM <sub>10</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )	108.75	0.00	57.00	85.00	131.00	655.30
SO <sub>2</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )	12.70	3.00	8.00	10.00	14.00	58.00
NO <sub>2</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )	48.47	14.00	33.00	44.00	59.00	141.00
CO(mg·m <sup>-3</sup> )	1.38	0.40	0.70	0.90	1.90	5.40
O <sub>3</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )	69.18	0.00	37.00	68.00	99.00	162.00
呼吸系统疾病急救人次						
男性	3.58	0.00	2.00	3.00	5.00	13.00
女性	2.36	0.00	1.00	2.00	3.00	10.00
<65 岁组	1.55	0.00	1.00	1.00	2.00	9.00
≥65 岁组	4.31	0.00	2.00	4.00	6.00	14.00

表 2 2016—2018 年乌鲁木齐市呼吸系统疾病急救人次构成分布

编码	呼吸系统疾病分类(分节)	例数	构成比(%)	顺位
J09~J18	流行性感冒和肺炎	2 517	40.80	1
J40~J47	慢性下呼吸道疾病	1 872	30.30	2
J95~J99	呼吸系统的其他疾病	909	14.70	3
J30~J39	上呼吸道的其他疾病	562	9.10	4
J00~J06	急性上呼吸道感染	224	3.60	5
J90~J94	胸膜的其他疾病	75	1.20	6
J80~J84	主要影响间质的其他呼吸性疾病	14	0.20	7

2.2 相关性分析 经检验大气污染物与气象因素数据均非正态分布,因此采用了 Spearman 相关分析两者的相关性。日均气温与相对湿度、平均气压、CO、PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>2</sub>、和 PM<sub>10</sub> 均呈负相关( $P<0.01$ );平均气温与 O<sub>3</sub> 呈正相关( $P<0.01$ ),见表 3。

表 3 2016—2018 年乌鲁木齐市大气污染物与气象因素的相关系数(R)

指标	日均气温	相对湿度	平均气压	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
日均气温	1.000	-0.818 <sup>a</sup>	-0.829 <sup>a</sup>	-0.720 <sup>a</sup>	0.478 <sup>a</sup>	-0.543 <sup>a</sup>	-0.786 <sup>a</sup>	-0.608 <sup>a</sup>	0.858 <sup>a</sup>
相对湿度		1.000	0.641 <sup>a</sup>	0.520 <sup>a</sup>	0.213 <sup>a</sup>	0.284 <sup>a</sup>	0.610 <sup>a</sup>	0.363 <sup>a</sup>	-0.768 <sup>a</sup>
平均气压			1.000	0.515 <sup>a</sup>	0.305 <sup>a</sup>	0.422 <sup>a</sup>	0.615 <sup>a</sup>	0.481 <sup>a</sup>	-0.721 <sup>a</sup>
PM <sub>2.5</sub>				1.000	0.854 <sup>a</sup>	0.773 <sup>a</sup>	0.855 <sup>a</sup>	0.843 <sup>a</sup>	-0.674 <sup>a</sup>
PM <sub>10</sub>					1.000	0.717 <sup>a</sup>	0.693 <sup>a</sup>	0.765 <sup>a</sup>	-0.458 <sup>a</sup>
SO <sub>2</sub>						1.000	0.763 <sup>a</sup>	0.811 <sup>a</sup>	-0.478 <sup>a</sup>
CO							1.000	0.821 <sup>a</sup>	-0.693 <sup>a</sup>
NO <sub>2</sub>								1.000	-0.563 <sup>a</sup>
O <sub>3</sub>									1.000

注 a 为  $P<0.01$ 。

2.3 时间序列分析

2.3.1 不同滞后时间平均气温对呼吸系统疾病急救



人次的影响 图 1 和图 2 说明了研究期间呼吸系统疾病急救人次和温度变化的分布。从图中可以看出两者均有周期性变化。急救人次的高峰期为 11 月至次年 3 月,具体发病高峰期每年略有不同。

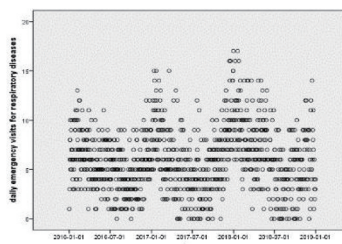


图 1 2016—2018 年乌鲁木齐市每日呼吸系统疾病急救人次的时间序列图

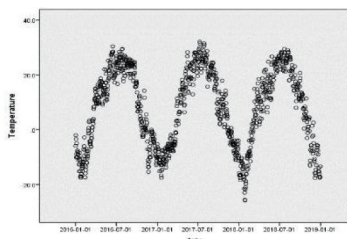


图 2 2016—2018 年乌鲁木齐日均气温时间序列图

2.3.2 日均气温与呼吸系统疾病急救风险的关系 以 7.88 ℃ (日均气温  $P_{50}$ ) 作为参照值,计算平均气温对呼吸系统疾病急救人次的相对危险度,结果见图 3。该图显示了呼吸系统疾病急救风险和日均气温之间关系的滞后 14 d 的三维图。总体而言,温度对呼吸系统疾病急救风险的影响是非线性的。在低温条件下呼吸系统疾病急救风险和日均气温之间关系呈正相关,在当天和滞后 7~12 d 时的危害效应更为显著。当温度为 -11.5 ℃ 时,滞后 11 d 危害显著 ( $RR = 1.072$ ,  $95\%CI: 1.115 \sim 1.030$ )。在高温条件下,RR 值随日均气温的升高而波动。在高温当天危害最为显著,随着滞后天数的增加,高温对呼吸系统疾病急救风险的影响逐渐减弱。

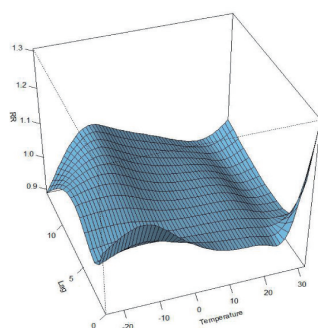


图 3 呼吸系统疾病急救的相对危险度随日均气温与滞后时间变化图

2.3.3 日均气温与呼吸系统疾病急救风险的总体关系 图 4 展示了日均气温在滞后 14 d 里对呼吸系统

疾病急救风险总体影响的暴露-反应曲线呈不规则的“N”型。当日均气温在 -20 ℃ ~ 7.9 ℃ 时,气温会使呼吸系统疾病的急救风险增加,其中在 -12.6 ℃ 时,产生的危害效应最大 ( $RR = 2.287$ ,  $95\%CI: 1.547 \sim 3.383$ )。当日均气温在 21.1 ℃ ~ 26.6 ℃ 时,日均气温可能会降低呼吸系统疾病的急救风险,在 24.9 ℃ 时,保护作用最大 ( $RR = 0.596$ ,  $95\%CI: 0.389 \sim 0.914$ )。

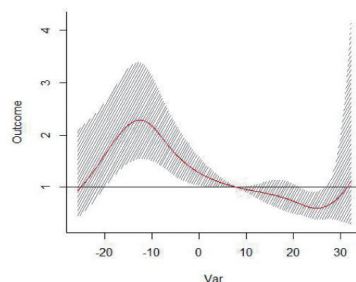


图 4 日均气温与呼吸系统疾病急救风险关联剂量反应图

2.3.4 不同滞后天数和冷、热效应对人群的滞后效应 图 5 描述了呼吸系统疾病急救风险在特定滞后天 (0、5、10 和 14 d) 和温度 (-11.4 ℃、-5.3 ℃、20.6 ℃、25.2 ℃) 的相对风险,这与温度分布的第 10、25、75 和 90 百分位数相对应。在图中,红色实线代表 RR 的点估计值之间的联系,阴影区域是其 95% 的置信区间。

不同气温在不同滞后时间下对呼吸系统疾病急救风险呈不同效应。在滞后维度看,当滞后 10 d 时,呼吸系统疾病急救的风险随日均气温的变化而不断波动。在低温条件下,RR 值随温度的升高先逐渐升高再降低,在 -13.2 ℃ 时风险达到最大 ( $RR = 1.072$ ,  $95\%CI: 1.026 \sim 1.121$ )。在温度变化的维度看,当气温为 -11.4 ( $P_{10}$ ) 和 -5.3 ℃ ( $P_{25}$ ) 时,呼吸系统疾病急救风险变化趋势相似。随着滞后天数的增加,呼吸系统疾病急救风险逐渐降低,而后再随之增加。气温为 -11.4 ℃ 时,在滞后 10 d 危害效应最大 ( $RR = 1.071$ ,  $95\%CI: 1.026 \sim 1.119$ )。而气温为 -5.5 ℃ 时,风险在滞后 12 d 时达到最大值 ( $RR = 1.048$ ,  $95\%CI: 1.018 \sim 1.095$ )。从整体趋势来看,低温和高温对呼吸系统疾病急救风险的影响不同,低温可能会使呼吸系统疾病急救风险增大。

2.3.5 日均气温对不同人群呼吸系统疾病急救风险的影响 图 6 显示了日均气温与不同性别和年龄段呼吸系统疾病急救相对风险的暴露反应曲线。日均气温对男性呼吸系统疾病急救风险的关系与总体特征基本一致,且低温对男性的不良影响略大于女性。在 -13.1 ℃ 时,日均气温对男性的呼吸系统疾病急救风险的影响最大 ( $RR = 2.742$ ,  $95\%CI: 1.679 \sim 4.475$ )。在不同年龄组中,日均气温对 ≥ 65 岁组的影响与总体

相似,其危害效应应在低温期显著,高温期无统计学意义( $P>0.05$ )。当温度为 $-12.6^{\circ}\text{C}$ ,日均气温对该年龄组呼吸系统疾病急救风险的影响最大( $RR=2.328$ ,  $95\%CI:1.480\sim3.662$ )。日均气温对 $<65$ 岁组急救风险影响的变化趋势与 $\geq 65$ 岁组的趋势类似;而在高温时,急救风险影响随着气温的上升逐渐下降。根据上

述分析结果,日均气温对呼吸系统疾病急救风险的不利影响在低温期更为显著。不同性别中,温度对男性和女性的不良影响趋势基本相同,但在低温期男性的不良影响略大于女性。不同年龄组中, $<65$ 岁组与 $\geq 65$ 岁组的不良影响都仅在低温时有统计学意义,明显受低温影响。

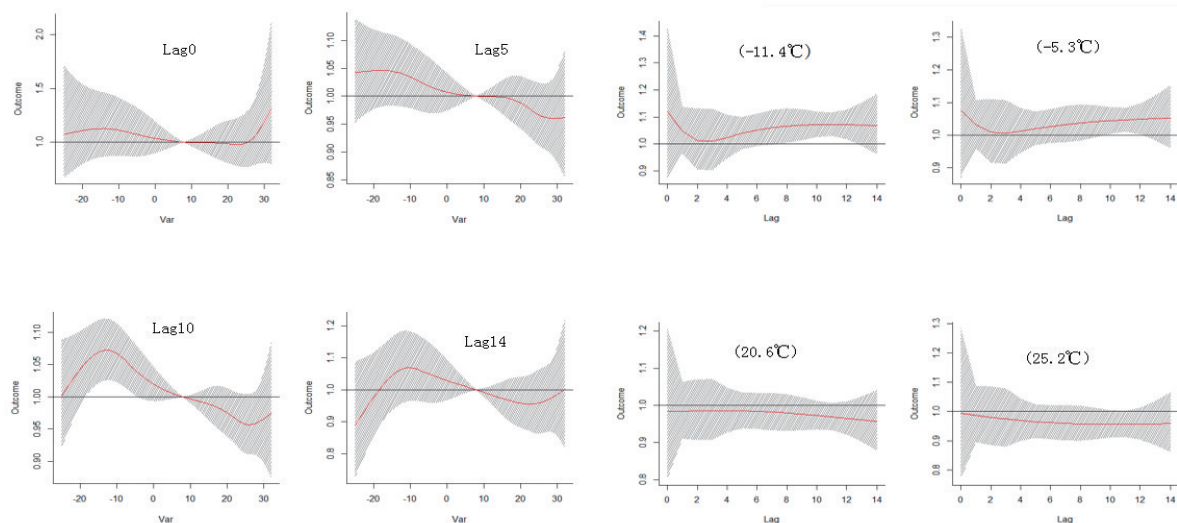


图5 不同滞后时间和日均气温对呼吸系统疾病急救风险的影响

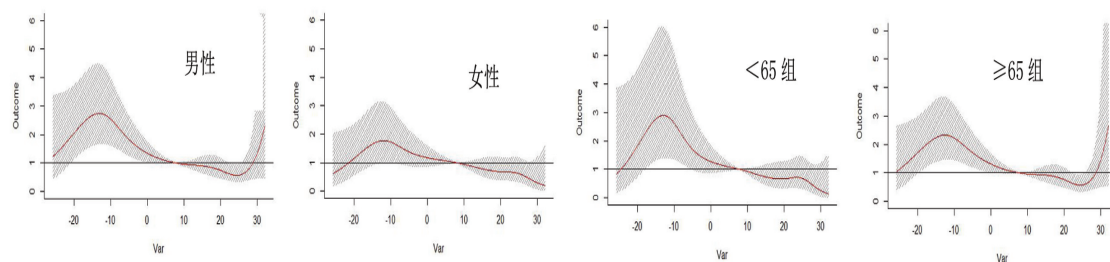


图6 气温与不同分组人群呼吸系统疾病急救风险的关系

### 3 讨论

本研究使用分布滞后非线性模型对乌鲁木齐市日均气温对呼吸系统疾病急救风险影响进行了研究。结果表明日均气温与呼吸系统疾病急救风险呈非线性关系。日均温度和呼吸系统疾病急救风险之间的关联是不规则的“N”形。低温时,随着滞后天数的增加呼吸系统疾病急救风险逐渐降低,而后随之增加;温度较高时则会对呼吸系统疾病急救风险有一定的保护作用。研究还发现在低温时,气温对呼吸系统疾病急救风险的影响并不是一成不变的。当温度在 $-20^{\circ}\text{C}\sim-12.6^{\circ}\text{C}$ 时,随着温度的上升,呼吸系统疾病急救风险也不断增强;当温度在 $-12.6^{\circ}\text{C}\sim7.9^{\circ}\text{C}$ 时,呼吸系统疾病急救风险随着温度逐渐降低。本研究的结果与之前在北京<sup>[15]</sup>的倒“W”和宁夏<sup>[16]</sup>的“J”均不一致。这

可能与乌鲁木齐市气候和以往研究城市的气候存在差异有关。乌鲁木齐市地处主要陆地腹地,远离海洋。由于地形的阻碍,湿空气团难以到达,导致乌鲁木齐地区形成雨水较少的中温带大陆性干旱气候,年平均气温为 $7^{\circ}\text{C}$ 左右,冬季最低温为 $-25.8^{\circ}\text{C}$ ,多年平均降水量为 $250\text{ mm}$ 。而现有地区的最低温一般在 $-10^{\circ}\text{C}$ 左右,可能无法观察到极低温对呼吸系统疾病影响趋势。而已有研究发现寒冷刺激可能影响呼吸道局部黏膜的免疫反应,导致局部上呼吸道感染,能诱发呼吸系统疾病<sup>[17]</sup>。除此之外,乌鲁木齐市冬季采暖期长、风速低、空气稳定性强、容易产生逆温层,使得该市大气污染物的水平和垂直扩散能力非常低,为大气污染物积累提供了条件<sup>[18]</sup>。大气污染可能会与温度之间存在相互作用,共同影响呼吸系统疾病。

从性别分层来说,低温对男性呼吸系统疾病急救风险的影响略高于女性。相对于 7.88℃(日均气温  $P_{50}$ ),在-13.1℃时,气温对男性呼吸系统疾病急救风险的影响最大( $RR=2.742$ ,95%  $CI$ :1.679~4.475)。结果表明,不同性别对温度变化有不同的适应性,这一方面可能与男女不同的生理特征和活动习惯有关;另一方面也可能与男性对温度变化更为敏感有关。这与在济南和宁夏的研究结果一致<sup>[16,19]</sup>。

从年龄分层来说,低温对呼吸系统疾病急救风险影响的特征不同。结果发现,相对于 65 岁以上人群来说,65 岁以下在低温时受影响的风险更大,在温度为-12.9℃( $RR=2.899$ ,95%  $CI$ :1.404~5.984),能产生影响的气温范围较窄(-18.1℃~-5.1℃);而对 65 岁以上人群来说,在温度-19.8℃~3.2℃时均能对急救风险造成影响。其中温度为-12.6℃效应达到最大( $RR=2.328$ ,95%  $CI$ :1.480~3.662)。这可能是因为随着年龄的增长,65 岁以上老年人的各种器官功能、身体抵抗力和体质逐渐恶化,他们自身的体温调节机能比年轻人差,导致他们对低温比较敏感。此外,慢性基础疾病和并发症在老年人中的积累也可能增加老年人在低温下呼吸系统疾病的急救风险。

综上所述,本研究以乌鲁木齐市 2016—2018 年呼吸系统疾病急救为基础,分析乌鲁木齐市 2016—2018 年日均气温对呼吸系统疾病急救风险的影响。研究发现呼吸系统疾病急救人次出现的高峰期为 11 月至次年 3 月,低温可增加呼吸系统疾病急救风险,高温对呼吸系统疾病急救风险有一定的保护作用。不同年龄组和性别组的温度效应存在差异。低温对男性的危害性略大于女性,而且低温全年龄段的人群都有不利影响,但产生效应的特征不同。研究结果为气温对呼吸系统疾病的影响提供了证据,提示呼吸系统疾病防控策略应根据地区经济发展状况、人口老龄化程度、空气污染水平、卫生服务可及程度和人群疾病谱进行制定。

## 参考文献

- [1] 周建丁.北京市大气污染和气温对呼吸系统疾病的影响研究[D].兰州:兰州大学,2019.
- [2] 何晓定,周迎春.气象因素对上海市长宁区脑卒中死亡的影响[J].实用预防医学,2020,27(3):274-277.
- [3] Wang CC,Chen RJ,Kuang XY,et al. Temperature and daily mortality in Suzhou, China: a time series analysis[J]. Sci Total Environ, 2014, 466(1):985-990.
- [4] 罗焕金,曾四清,胡梦珏,等.极端低温对呼吸系统疾病住院人数影响的时间序列分析[J].华南预防医学,2014,40(6):504-511.
- [5] Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, et al. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits[J]. Environ Health Perspect, 2009, 117(1):61-67.
- [6] Lin S, Luo M, Walker RJ, et al. Extreme high temperatures and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases[J]. Epidemiology, 2009, 20:738.
- [7] Curtis S, Fair A, Wistow J, et al. Impact of extreme weather events and climate change for health and social care systems[J]. Environmental Health, 2017, 128:24-32.
- [8] Huang C,Barnett AG,Wang X,et al. Effects of extreme temperatures on years of life lost for cardiovascular deaths: a time series study in Brisbane, Australia[J]. Circ Cardiovas Qual Outcomes, 2012, 5(5):609-614.
- [9] Song X, Wang S, Li T, et al. The impact of heat waves and cold spells on respiratory emergency department visits in Beijing, China[J]. Sci Total Environ,2018,615:1499-1505.
- [10] Ma WJ, Chen RJ, Kan HD. Temperature-related mortality in 17 large Chinese cities: how heat and cold affect mortality in China[J]. Environ Res, 2014, 134:127-133.
- [11] Yang J, Liu HZ, Ou CQ, et al. Impact of heat wave in 2005 on mortality in Guangzhou, China[J]. Biomed Environ Sci, 2013, 26:647-654.
- [12] Healy JD. Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors[J]. J Epidemiol Community Health, 2003, 57(10):784-789.
- [13] Goldberg MS, Gasparrini A, Armstrong B, et al. The short-term influence of temperature on daily mortality in the temperate climate of Montreal, Canada[J]. Environ Res, 2011, 111(6):853-860.
- [14] 黄仁发,李如,李建华,等.分布滞后非线性模型评估气温对赣州市流感发病的影响[J].实用预防医学,2019,26(5):525-527.
- [15] 章峰.空气污染及气象因素对呼吸系统疾病就诊人次的影响[D].兰州:兰州大学,2018.
- [16] 张慧玲.宁夏部分农村地区气温变化与呼吸及循环系统疾病门诊就诊人次的时间序列研究[D].银川:宁夏医科大学,2018.
- [17] Chai G, He H, Su Y, et al. Lag effect of air temperature on the incidence of respiratory diseases in Lanzhou, China[J]. Int J Biometeorol, 2020, 64(1):83-93.
- [18] Mamtimin B, Meixner FX. Air pollution and meteorological processes in the growing dryland city of Urumqi (Xinjiang, China)[J]. Sci Total Environ, 2011, 409(7):1277-1290.
- [19] Han J, Liu S, Zhang J, et al. The impact of temperature extremes on mortality: a time-series study in Jinan, China[J]. BMI Open, 2017, 7(4):155.

收稿日期:2020-09-10