

文章编号: 2096-1618(2024)03-0300-08

兰州市最低气温及气温日较差对消化系统疾病的影响

杨 杨¹, 訾倩倩², 周 宁³, 马晓璐¹, 马 盼¹

(1. 成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225; 2. 鄂尔多斯市气象局, 内蒙古 鄂尔多斯 017010; 3. 兰州市第一人民医院, 甘肃 兰州 730000)

摘要:为研究兰州市日最低气温(T_{\min})与气温日较差(DTR)对当地消化系统疾病入院的影响,利用 Spearman 相关系数定性分析兰州市 2016 年 3 月至 2021 年 5 月消化道病患者人数与同期气象要素关系,通过广义相加模型和分布滞后非线性模型定量分析 T_{\min} 、DTR 对患病人数的影响。结果表明:(1)夏半年 T_{\min} 适中偏低($6^{\circ}\text{C} \sim 11^{\circ}\text{C}$)时相关疾病风险升高($T_{\min}=10.3^{\circ}\text{C}$, $\text{RR}=1.215$, 95% CI: 1.118 ~ 1.319, RR 表示相对危险度,95% CI 表示 95% 置信区间),且累积滞后风险突出、高于该阶段极端低温影响;极低 T_{\min} 与偏大 DTR 共存时,综合效应可显著增加入院风险。(2)冬半年低温($T_{\min}<-10^{\circ}\text{C}$)仅产生弱影响; T_{\min} 偏高($>5^{\circ}\text{C}$)时对入院当日危险度的影响较大($T_{\min}=9^{\circ}\text{C}$, $\text{RR}=1.28$, 95% CI: 1.11 ~ 1.48),且与剧烈的日内温差(DTR $>20^{\circ}\text{C}$)共存时入院风险最高,上述情形多见于秋冬过渡时期。简言之,年内不同阶段气温对消化系统疾病的影响差异明显,气温变幅大亦可增加消化道脆弱性。

关键词:消化系统疾病;最低气温;气温日较差;协同效应;半干旱区

中图分类号:P49

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcu.2024.03.006

0 引言

全球气候变暖引起的生态环境急剧变化,对人类健康的影响不可忽视^[1-2]。世界气候模型对影响人类健康的极端气候事件预测显示,2030–2050 年因气候变化引起的营养不良、腹泻和热应激等疾病,将导致每年新增死亡人数约 25 万人^[3]。

消化系统疾病包括食管、胃十二指肠、小肠、大肠、肝胆胰的疾病等。中国卫生健康统计年鉴显示,2021 年消化系统疾病占有疾病的构成比在城市中为 2.17% ~ 2.55%^[4],在农村为 1.18% ~ 2.40%^[5]。即使消化道溃疡发病率在全球为下降趋势,但在 36 个经济合作与发展组织国家总体住院率为 42.4%^[6]。在中国西北地区某部队医院的疾病谱中,消化道疾病位居前三^[7]。

与呼吸系统或心脑血管疾病类似,消化系统具有高度的气象敏感性。在北京^[8]、吉林^[9]、福建^[10]、广州^[11]、台湾^[12-15]等地的研究普遍揭示,消化性溃疡、慢性胃炎、胃十二指肠溃疡急性穿孔、消化道出血等疾病均在寒冷季节或气温骤变时发病率最高,相关症候表现出明显的季节性差异^[16]。韩国^[17]与德国^[18]的相关研究也显示,消化性溃疡及出血发病人数在冬季较高,而美国 2000–2011 年的消化道溃疡出血发病率在春季最高^[19]。

在温带及部分亚热带大陆性气候地区,普遍认为寒冷环境更易发生消化道出血^[20]。也有研究发现慢性胃炎四季均可发病,且多见于夏季^[21];消化道出血在吉林松原市多发于春、夏、秋季,而冬季相对少发^[22]。北京市食管胃静脉曲张出血(EGVB)在 2 月达到峰值,8–9 月最低且与最低温度无明显关联,与上述结论有所差异^[23]。

鉴于目前针对西北内陆地区消化系统的气象诱因研究较少、认识尚浅。本研究采用非线性生物统计学模型,探究兰州市消化系统疾病入院风险与典型气象因子的关系,重点评估日最低气温影响及其与气温日较差的协同效应。

1 资料与方法

1.1 研究区域

研究区域如图1所示,兰州地处西北内陆黄河河

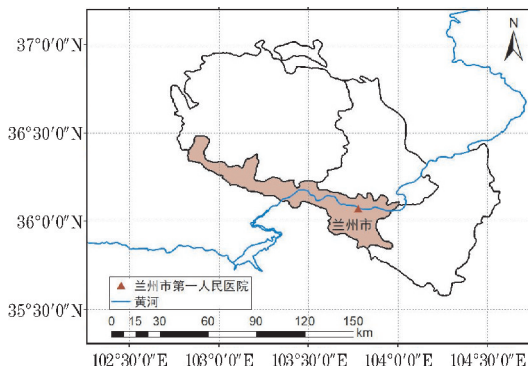


图1 研究区域

收稿日期:2023-03-11

基金项目:国家自然科学基金资助项目(42205185);甘肃省重点研发计划资助项目(21YF5FA169);中国气象局“气候生态产品价值实现研究”青年创新团队资助项目(CMA2024QN15)

通信作者:马盼. E-mail: mapan@cuit.edu.cn.

谷盆地,属典型的温带半干旱季风气候,市区平均海拔 1520 m。冬季漫长,春、秋短促;夏季较短,日温差大。

1.2 资料概况

兰州市第一人民医院 2016 年 3 月至 2021 年 5 月的消化科和感染科入院数据合计 10944 例,包含入院/出院时间、性别、年龄、诊断等信息,根据入院时间整理成为消化系统疾病逐日发病人数序列。

同期兰州市地面气象观测数据来自甘肃省气象局,包括日最高、日最低、日平均气温、风速、露点、相对湿度、气压等要素,对缺测值进行平滑处理。气温日较差由每日最高、最低气温之差求得。

1.3 研究方法

利用分布滞后非线性模型(distributed lag non-linear model, DLNM)结合广义相加模型(generalized additive model, GAM)实现泊松回归过程,量化气象因子对院人数的影响。模型通过对暴露—反应和暴露—滞后效应两个维度选择合适的基函数,将两个基函数的张力求积得到交叉基函数,将交叉基纳入模型可同时评估暴露因素的滞后效应和非线性效应^[24]。

首先建单个气象因子的交叉基函数,调整 T_{min} 、DTR 夏半年的最大滞后时间为 12 d,冬半年的最大滞后时间分别为 20 d、14 d,使函数相对稳定。

第二步,控制长期趋势(Time)、星期效应(Dow)、节假日效应(Holiday)的影响,建立 GAM 模型,进而得到气象因子在整个滞后期的相对危险度及累积危险度。

模型框架如下:
 $\ln E(Y_t) = s(\text{Time}, df) + \sum \text{cb}(X, \text{lag}) + s(e, df) + s(v, df) + \text{Dow} + \text{Holiday}$

式中: Y_t 表示第 t 日的入院人数, $E(Y_t)$ 表示模型预估第 t 日的入院人数期望值; $\text{cb}(*)$ 表示气象因子(X)的二维交叉基矩阵, lag 表示滞后时间; $s(*)$ 表示样条函数; df 表示自由度,根据 AIC(赤池信息准则)确定,Time、 e 、 v 的 df 分别为 12、4、4;DOW、holiday 哑元形式引入。

以 RR(relative risk) 表征消化系统疾病与气象因子关联性强弱,即气象因子单位变化量导致的消化系统疾病危险度与参考条件下($RR=1$)的比值。

基于以上研究,建立非参数二元响应模型,讨论两个气象因子(X_i 、 X_j)对疾病风险的综合效:

$$\ln E(Y_t) = s(\text{Time}, df) + s(X_i, X_j) + s(X_i, df) + s(X_j, df) + s(e, df) + s(v, df) + \text{Dow} + \text{Holiday}$$

2 研究结果

2.1 基本统计特征

表 1 对入及气象因子的描述性统计,可见单日消化道疾病入院人数为 0~25 人,男性发病人数略高于女性(3.2 V. s. 2.6),以 60 岁为分界的年龄组间差异不大。

兰州年平均气温为 11.4℃,年内温差大于 40℃(−12.4℃~30.8℃),湿度偏低(48.3%),风速很小(1.1 m/s),气温日温差偏大(11.3℃)。

入院人数的逐月分布如图 2 所示。11–1 月、4–8 月平均入院人数偏多,而 2 月、9 月的入院人数低于年均值。

考虑到不同季节、同一气象因子可能存在截然相反的影响,本研究后续分别在夏半年(4–9 月)、冬半年(10–3 月)构造模型。

表 1 2016–2021 年兰州市消化科入院人数及气象要素的描述性统计

指标	平均值	标准差	最小值	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	最大值
总数	5.8	4.8	0.0	1.0	2.0	5.0	9.0	12.6	25.0
0~60 岁	3.0	2.8	0.0	0.0	1.0	2.0	5.0	7.0	14.0
>60 岁	2.8	2.6	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	6.0	14.0
男性	3.2	2.9	0.0	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	18.0
女性	2.6	2.4	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	6.0	14.0
日平均气温/℃	11.4	9.8	−12.4	−2.6	2.7	12.6	19.9	23.6	30.8
日最高气温/℃	17.7	10.2	7.6	3.2	9.1	18.9	26.2	30.7	37.7
日最低气温/℃	6.4	9.3	−15.7	−6.8	−1.5	7.2	14.1	18.1	25.4
气温日较差/℃	11.3	4.4	0.9	5.3	8.0	11.4	14.4	17.2	25.8
风速/(m/s)	1.1	0.4	0.0	0.7	1.0	1.0	1.3	1.5	3.2
相对湿度/%	48.3	16.0	11.0	27.4	35.7	48.1	59.8	69.7	95.8
气压/hPa	1012.7	48.6	0.0	999.0	1005.8	1015.8	1024.8	1031.4	1044.8

注:P₁₀、P₂₅、P₅₀、P₇₅、P₉₀ 分别表示第 10、25、50、75、90 百分位数。

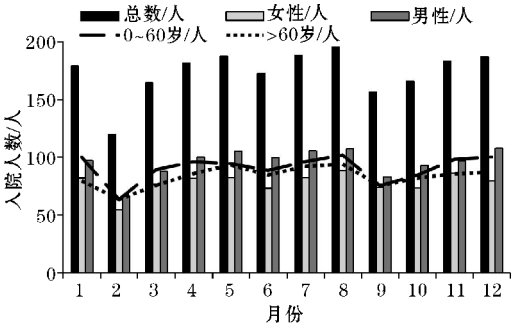


图2 兰州市 2016~2021 年消化科入院人数逐月分布

2.2 夏半年对发病的影响

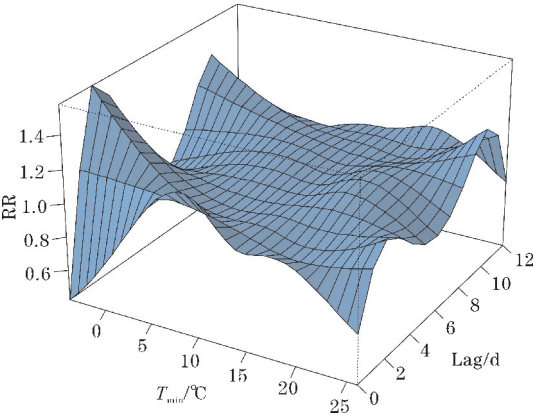
2.2.1 日最低气温

夏半年 T_{\min} 在 $-4\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, 以中位数 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为基准值, 计算 RR。

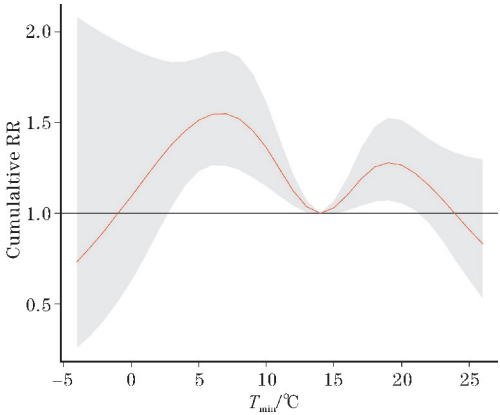
图 3(a) 显示, 夏半年极低的 $T_{\min} < 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 存在较强滞后效应, 滞后 2 d 时 RR 最高, 如 $T_{\min} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 滞后 2 d 的 RR 达 1.12 (95% CI: 1.06~1.19), 且在 6~10 d 时危险度再次上升; 此外, 适中偏低的 T_{\min} ($6\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 11\text{ }^{\circ}\text{C}$) 在就诊当日关联的危险度最大, 此后迅速下降。

图 3(b) 为 T_{\min} 在 0~12 d 的累积影响。可知累积风险呈双峰型, 低温侧危险度更高, $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 11\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为高风险区间; 此外在 $T_{\min} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 附近存在小高峰。而极高和极低值累积风险并不显著, 与极端情况出现频次少有关。

图 4 为选取的 T_{\min} 典型分位数及其滞后影响, 各典型分位数的相对危险度及 95% 置信区间如表 2 所示。总体上偏低的气温为即时效应; 偏高的 T_{\min} 的影响均在滞后 4~8 d 产生。

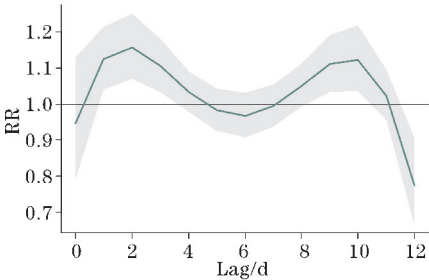


(a) T_{\min} -发病风险的滞后关联性

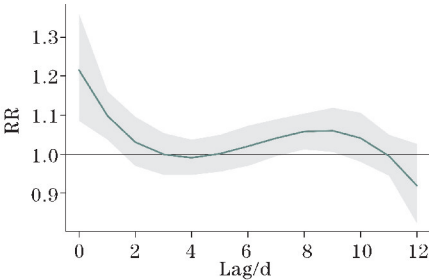


(b) T_{\min} 的累积影响

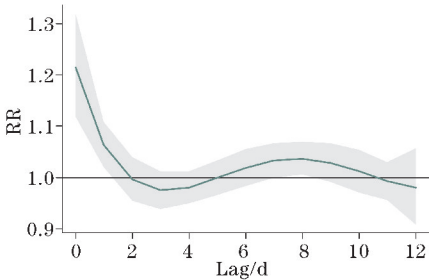
图3 夏半年日最低温对入院风险的滞后影响及其累积影响



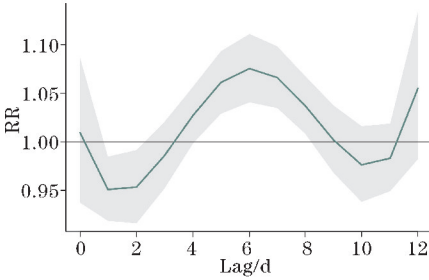
(a) 第1分位数 ($T_{\min}=2.6\text{ }^{\circ}\text{C}$)



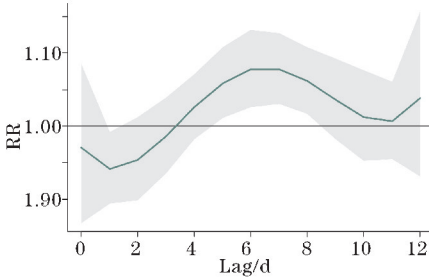
(b) 第10分位数 ($T_{\min}=6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$)



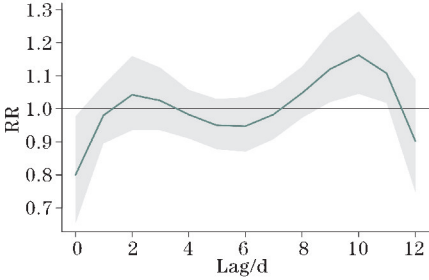
(c) 第25分位数 ($T_{\min}=10.3\text{ }^{\circ}\text{C}$)



(d) 第75分位数 ($T_{\min}=17.3\text{ }^{\circ}\text{C}$)



(e) 第90分位数 ($T_{\min}=19.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)



(f) 第99分位数 ($T_{\min}=23.6\text{ }^{\circ}\text{C}$)

图4 夏半年日最低气温各典型值影响的滞后效应

表2 T_{\min} 各典型分位数的相对危险度及95%置信区间

	$T_{\min}/^{\circ}\text{C}$	Lag 0d	Lag 2d	Lag 6d	Lag 10d
夏半年	P_1 2.6	0.95 (95% CI: 0.79–1.13)	1.16 (95% CI: 1.07–1.25)	0.97 (95% CI: 0.91–1.03)	1.12 (95% CI: 1.04–1.22)
	P_5 5.1	1.10 (95% CI: 0.97–1.26)	1.08 (95% CI: 1.01–1.16)	1.00 (95% CI: 0.95–1.06)	1.08 (95% CI: 1.00–1.15)
	P_{10} 6.7	1.22 (95% CI: 1.08–1.36)	1.03 (95% CI: 0.97–1.10)	1.02 (95% CI: 0.97–1.07)	1.04 (95% CI: 0.98–1.11)
	P_{25} 10.3	1.21 (95% CI: 1.12–1.32)	1.00 (95% CI: 0.95–1.04)	1.02 (95% CI: 0.98–1.06)	1.01 (95% CI: 0.97–1.06)
	P_{75} 17.3	1.01 (95% CI: 0.94–1.09)	0.95 (95% CI: 0.92–0.99)	1.08 (95% CI: 1.04–1.11)	0.98 (95% CI: 0.94–1.02)
	P_{90} 19.9	0.97 (95% CI: 0.87–1.09)	0.95 (95% CI: 0.90–1.01)	1.08 (95% CI: 1.03–1.13)	1.01 (95% CI: 0.95–1.08)
	P_{95} 21.7	0.89 (95% CI: 0.77–1.03)	0.99 (95% CI: 0.92–1.07)	1.02 (95% CI: 0.9601.09)	1.08 (95% CI: 1.00–1.16)
	P_{99} 23.7	0.80 (95% CI: 0.65–0.98)	1.04 (95% CI: 0.94–1.16)	0.95 (95% CI: 0.87–1.03)	1.16 (95% CI: 1.04–1.29)
冬半年	P_1 -12.1	0.98 (95% CI: 0.84–1.13)	0.96 (95% CI: 0.90–1.01)	1.04 (95% CI: 0.99–1.09)	1.07 (95% CI: 1.01–1.12)
	P_5 -9.6	0.99 (95% CI: 0.88–1.11)	0.96 (95% CI: 0.91–1.00)	0.99 (95% CI: 0.96–1.03)	1.03 (95% CI: 0.99–1.07)
	P_{10} -8.3	0.99 (95% CI: 0.90–1.09)	0.96 (95% CI: 0.92–1.00)	0.97 (95% CI: 0.94–1.00)	1.00 (95% CI: 0.97–1.03)
	P_{25} -6.1	0.99 (95% CI: 0.92–1.07)	0.97 (95% CI: 0.94–1.00)	0.96 (95% CI: 0.94–0.99)	0.99 (95% CI: 0.96–1.02)
	P_{75} 3	1.11 (95% CI: 1.01–1.22)	1.02 (95% CI: 0.98–1.05)	0.95 (95% CI: 0.92–0.98)	0.97 (95% CI: 0.94–1.00)
	P_{90} 6.9	1.22 (95% CI: 1.08–1.39)	1.04 (95% CI: 1.00–1.09)	0.95 (95% CI: 0.91–0.99)	0.98 (95% CI: 0.94–1.02)
	P_{95} 8.7	1.28 (95% CI: 1.11–1.48)	1.06 (95% CI: 1.01–1.12)	0.97 (95% CI: 0.93–1.01)	1.00 (95% CI: 0.96–1.05)
	P_{99} 11.5	1.34 (95% CI: 1.12–1.61)	1.09 (95% CI: 1.01–1.16)	0.99 (95% CI: 0.94–1.04)	1.04 (95% CI: 0.99–1.09)

注:加粗文本表示相对危险度在95%置信区间内显著。

2.2.2 协同效应

为探究 T_{\min} 和 DTR 二者的协同效应,图5(a)、(b)分别为不考虑 T_{\min} 的滞后效应、以及 T_{\min} 滑动滞后9 d时的交叉效应图。图5(a)揭示,适中偏低的 T_{\min} (5℃~10℃)与极高DTR(>20℃)、极低DTR

(<5℃)共存时,对入院人数的即时影响最大。即极低的 T_{\min} 与偏大的DTR综合效应极强,显著增加入院风险(图5b)。结合兰州市的气象条件,春季(4–5月)日最低气温偏低,冷暖气团交绥频繁,气温日较差大,属高风险阶段。

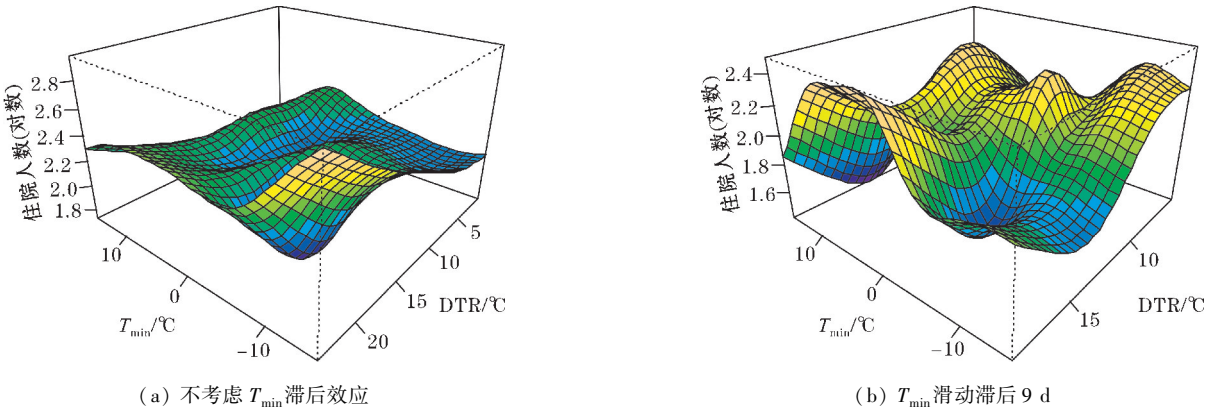


图5 夏半年日最低气温与气温日较差对消化系统疾病风险的综合效应

2.3 冬半年气温及气温日较差对发病的影响

2.3.1 日最低气温

冬半年, T_{\min} 在-16℃~16℃,中位数为-2℃。图6(a)显示,极低的 T_{\min} <-12℃对消化科入院有显著的滞后影响, T_{\min} =-12℃,RR=1.21(95% CI: 1.08,1.28)。 T_{\min} >0℃时多为即时影响,如 T_{\min} =9℃

时,当天的RR可达1.28(95% CI:1.11,1.48)。结合 T_{\min} 的典型分位数其影响的滞后变化(图7)及各典型分位数的相对危险度及95%置信区间(表2)。可见,冬半年偏低的 T_{\min} 影响均不显著, T_{\min} >0℃多为即时性影响, T_{\min} >10℃时,累积风险较高, T_{\min} <5℃时,累积风险均不显著(图6b)。

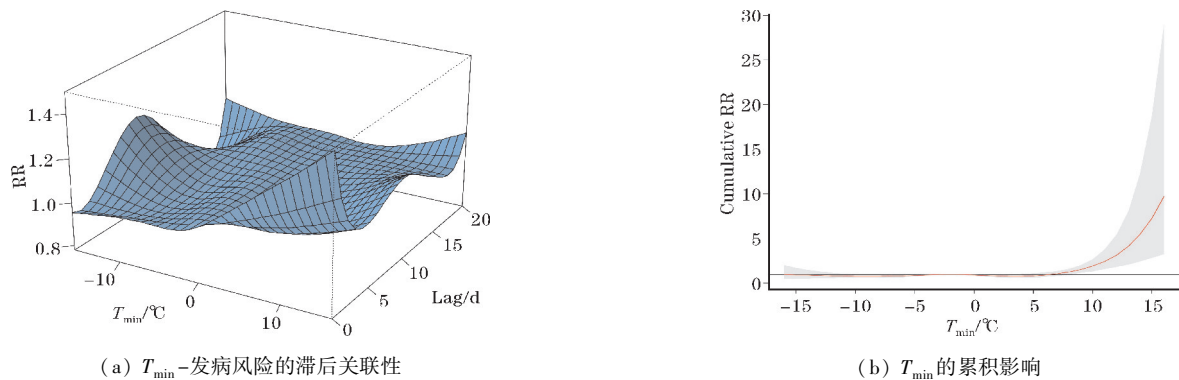


图6 冬半年日最低温对入院风险的滞后性影响及在整个滞后期的累积影响

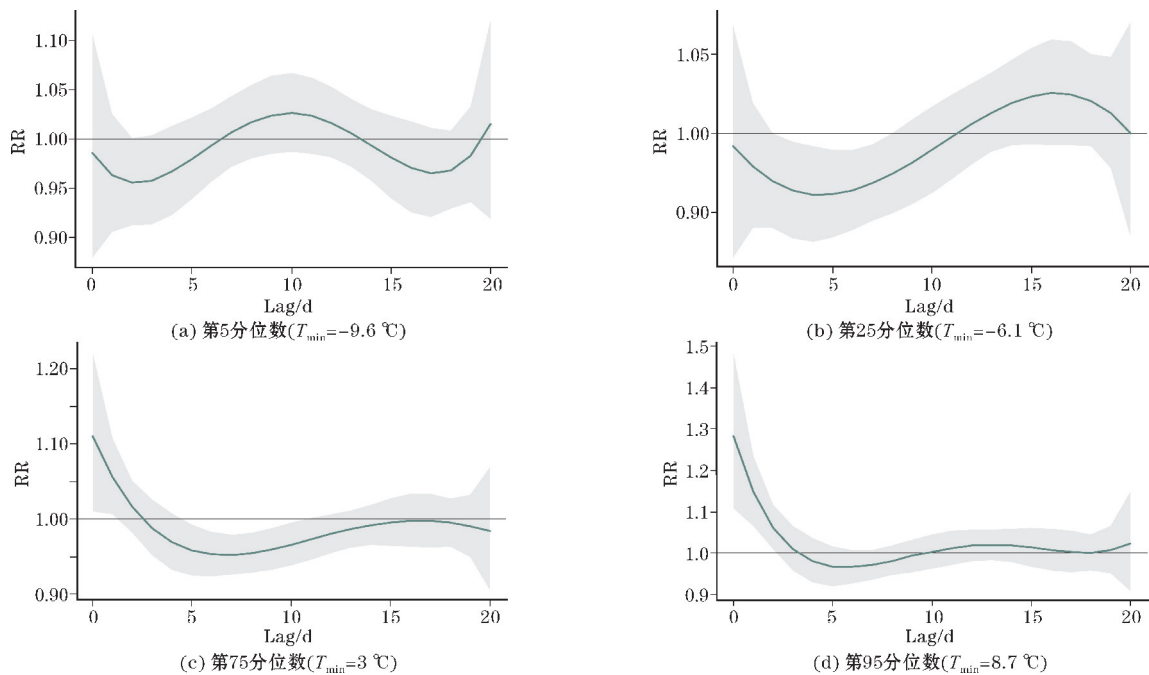


图7 冬半年日最低气温各典型值影响的滞后效应

2.3.2 协同效应

图8为不考虑 T_{\min} 的滞后效应以及 T_{\min} 滑动滞后9 d时的交叉效应图。就诊当天(图8a),在DTR偏大

和 T_{\min} 偏低一侧有弱的增加。考虑 T_{\min} 滞后效应时,偏高的 $T_{\min}>5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与DTR偏大协同、以及 T_{\min} 极低时均会明显增加发病风险(图8b)。

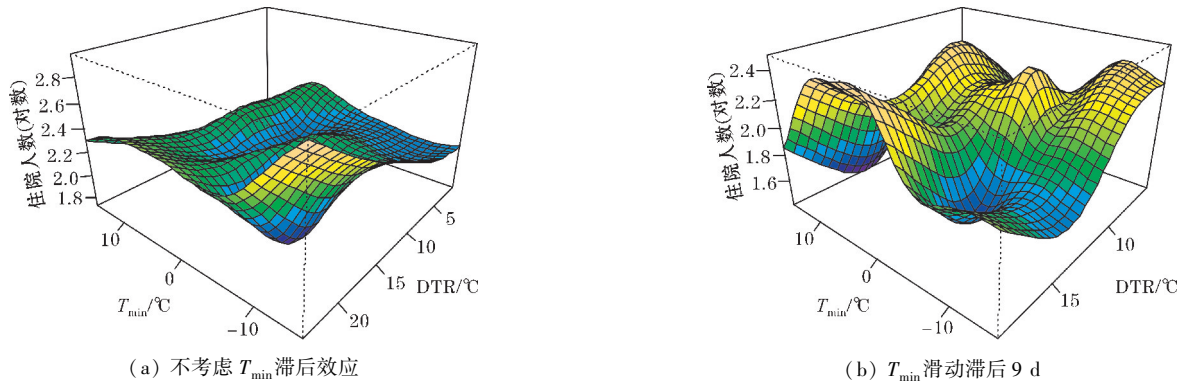


图8 冬半年日最低气温与气温日较差对消化系统疾病的综合效应

3 结果与讨论

本文主要探讨了兰州市消化系统发病入院人数与

最低气温与气温日较差的关联性,结论如下:
(1)兰州市消化系统发病入院人数在年内呈现双高峰,分别位于盛夏和初冬,夏季高温干燥的天气,中医认为生冷饮食会加重对脾胃功能的损害,导致慢性

消化系统疾病发生^[25]。2月和6月的发病数最少,受春节(节假日效应和外地人口返乡)的影响显著。

(2)夏半年(4-9月)适度偏低的 T_{\min} 造成的消化科入院累积风险最高。极高($>22\text{ }^{\circ}\text{C}$)和极低($<0\text{ }^{\circ}\text{C}$)总体上无影响,可能与出现频次少、测站气温无法准确表示个人实际暴露等因素有关。夏半年低 T_{\min} ($5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 11\text{ }^{\circ}\text{C}$)和气温日变化剧烈时($\text{DTR}>20\text{ }^{\circ}\text{C}$)的冬、春过渡季节,二者共同影响可能导致人体内消化系统调节机制短时间内失调,对发病风险即时影响显著。故在冬-春、夏-秋过渡季节的温带地区居民,无论是患者还是健康群体都应该掌握天气、气候的变化,适时增减衣物,增加对天气变化的适应能力。

(3)冬半年(10-3月)消化道疾病的气候诱因并非单一的低温所致,日最低气温介于累积风险最高,对应秋冬过渡季节。兰州位居西北内陆、冷空气必经路径,常受到寒潮大风天气侵袭,气温变幅大、日内温差进一步增大^[26-27]。大部分研究认为极端低温的影响最强^[17,19,28-32],本研究与之存在差异。其原因大致包括两方面:一方面,由于极端低温频次较低,模型稳定性受一定影响;另一方面,极端低温下多种混杂因子作用突出,如集中供暖、减少外出等,降低了低温的暴露度。协同分析发现,极低气温与大的气温波动共存时风险较高。此时容易导致内分泌失调、胃酸分泌增多、消化道黏膜受损,在一段时间内持续造成发病风险升高。再者,人为因素如饮用过热液体,也容易造成消化道热损伤^[33]。

(4)胃肠道疾病的发生与各地区人们的饮食习惯、幽门螺旋杆菌感染情况、肠道病毒感染情况等相关^[34-38]。过度节食以及食用咸味、过加工或熏制肉类等均为不利因素;长期服用某些药物(NSAIDs、口服抗凝血药)也会加发病风险^[39-40]。研究还发现,非工作日急性发病人数显著增多,可能与饮酒、吸烟、用药等个人行为有关^[26,37,39]。

由于研究仅收集兰州市第一人民医院的数据,样本量和覆盖人口相对有限,且未纳入门诊患者,结果可能存在一定偏差。尚需更大范围的研究验证本研究结果。本研究只针对性讨论了日最低气温与气温日较差的影响,气温是否与人体幽门螺旋杆菌的感染及毒力、炎症因子水平、激素分泌等相关,进而影响到消化道系统疾病的发病,也值得进一步探讨。最后,由于将有限的气象观测数据作为暴露指标,与个体真实暴露可能出现一定偏差。

致谢:感谢成都信息工程大学教育教学研究与改革项目(JYJG2023066);成都信息工程大学大学生创新创业项目(202010621007)对本文的资助

参考文献:

- [1] Report Sharina, Abdul Halim. WGII Sixth Assessment[M]. 6th edition, IPCC, 2021.
- [2] 周晓农, 杨国静. 气候变化影响人体健康和社会安全[EB/OL]. 气候变化影响人体健康和社会安全(cma.gov.cn), 2009-09-21.
- [3] WHO. Climate change and health[EB/OL]. Climate change and health(who.int), 2021-10-30.
- [4] 中国卫生健康统计年鉴委员会. 2022 中国卫生健康统计年鉴[EB/OL]. 2022 中国卫生健康统计年鉴_11-1-5 2021 年城市居民主要疾病死亡率及构成 - 统计年鉴分享平台(year-bookchina.com), 2022-09-01.
- [5] 中国卫生健康统计年鉴委员会. 2022 中国卫生健康统计年鉴[EB/OL]. 2022 中国卫生健康统计年鉴_11-3-5 2021 年农村居民主要疾病死亡率及死因构成 - 统计年鉴分享平台(year-bookchina.com), 2022-09-01.
- [6] Azhari H, King J A, Coward S, et al. The Global Incidence of Peptic Ulcer Disease Is Decreasing Since the Turn of the 21st Century: A Study of the Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) [J]. Am J Gastroenterol, 2022, 117(9): 1419-1427.
- [7] 徐莉, 史润泽, 毋琳, 等. 西北地区高原某医院住院官兵疾病谱调查分析[J]. 解放军预防医学杂志, 2018, 36(11): 1469-1470.
- [8] 张声生, 吴兵, 牧童, 等. 960 例慢性浅表性胃炎患者中医证候分布与发病季节、幽门螺杆菌感染、黏膜糜烂的关系研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2007(4).
- [9] 谢静芳, 秦元明, 叶琳, 等. 消化系统疾病的气象影响分析和预报[J]. 气象科技, 2003, 31(6): 393-396.
- [10] 林平, 黄小燕, 张强, 等. 气温与节气对上消化道出血影响的临床再分析[J]. 广州中医药大学学报, 2012, 29(1): 14.
- [11] 李哲, 卢秀姗, 黄绪琼, 等. 季节及气象因素对广州市花都区上消化道出血患者发病的影响[J]. 实用预防医学, 2019, 26(5): 546-549.
- [12] Wu WC, Chen YT, Chen PH, et al. Low air temperature increases the risk of oesophageal variceal bleeding: a population and hospital-based case-

- crossover study in Taiwan [J]. *Liver Int*, 2016, 36(6): 856–864.
- [13] Zimmerman J, Arnon R, Beeri R, et al. Seasonal fluctuations in acute upper gastrointestinal bleeding: lack of effect of nonsteroidal anti-inflammatory drugs [J]. *Am J Gastroenterol*, 1992, 87(11): 1587–1590.
- [14] Nomura T, Ohkusa T, Araki A, et al. Influence of climatic factors in the incidence of upper gastrointestinal bleeding [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2001, 16(6): 619–623.
- [15] Tahri N, Amouri A, Fekih H, et al. Conditions météorologiques et ruptures de varices œsophagiennes (Meteorologic conditions and esophageal varices rupture) [J]. *Ann Med Interne (Paris)*, 2003, 154(8): 509–514.
- [16] Yuan XG, Xie C, Chen J, et al. Seasonal changes in gastric mucosal factors associated with peptic ulcer bleeding [J]. *Exp Ther Med*, 2015, 9(1): 125–130.
- [17] Yoon JY, Cha JM, Kim HI, et al. Seasonal variation of peptic ulcer disease, peptic ulcer bleeding, and acute pancreatitis: A nationwide population-based study using a common data model [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(21): e25820.
- [18] Lenzen H, Musmann E, Kottas M, et al. Acute gastrointestinal bleeding cases presenting to the emergency department are associated with age, sex and seasonal and circadian factors [J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2017, 29(1): 78–83.
- [19] Kanotra R, Ahmed M, Patel N, et al. Seasonal Variations and Trends in Hospitalization for Peptic Ulcer Disease in the United States: A 12-Year Analysis of the Nationwide Inpatient Sample [J]. *Cureus*, 2016, 8(10): e854.
- [20] 袁玥, 郝建宇, 刘心娟. 影响上消化道出血的相关危险因素 [J]. *临床与病理杂志*, 2021, 41(7): 1709–1714.
- [21] 汪寿鹏, 许亚娜. 四季气候变化对慢性胃炎及 HP 的影响 [J]. *江苏中医*, 1999(3): 12–13.
- [22] 赵立民, 王黎黎. 天气、气候变化对消化道疾病影响分析 [J]. *吉林气象*, 2003(S1): 3.
- [23] Chen J, Wu Z, Gao H, et al. Association between air temperature and emergency admission for esophagogastric variceal bleeding: a case-cross-over study in Beijing, China [J]. *BMC Gastroenterol*, 2023, 23(1): 52.
- [24] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models [J]. *Stat Med*, 2010, 29(21): 2224–2234.
- [25] 邱莎, 赵林华, 逢冰, 等. 浅谈风寒湿邪气对胃肠道黏膜的影响 [J]. *中华中医药杂志*, 2018, 33(5): 1947–1950.
- [26] Thorsen K, Søreide JA, Kvaløy JT, et al. Epidemiology of perforated peptic ulcer: age- and gender-adjusted analysis of incidence and mortality [J]. *World J Gastroenterol*, 2013, 19(3): 347–354.
- [27] Yamanouchi S, Ogawa S, Kusunoki R, et al. Seasonal variation in occurrence of ischemic colitis: a retrospective study [J]. *J Int Med Res*, 2017, 45(1): 340–351.
- [28] Fu Z, Xi X, Zhang B, et al. Establishment and Evaluation of a Time Series Model for Predicting the Seasonality of Acute Upper Gastrointestinal Bleeding [J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14: 2079–2086.
- [29] Yuan XG, Xie C, Chen J, et al. Seasonal changes in gastric mucosal factors associated with peptic ulcer bleeding [J]. *Exp Ther Med*, 2015, 9(1): 125–130.
- [30] Tsai CJ, Lin CY. Seasonal changes in symptomatic duodenal ulcer activity in Taiwan: a comparison between subjects with and without haemorrhage [J]. *J Intern Med*, 1998, 244(5): 405–410.
- [31] Shih SC, Lin TH, Kao CR. Seasonal variation of peptic ulcer hemorrhage [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 1993, 52(4): 258–261.
- [32] Gang Yang. *Endocrinophysiology and Pathophysiology* [M]. Tianjin: Tianjin Science Book Press, 2000: 771–926.
- [33] Pearson RC, McCloy RF. Preference for hot drinks is associated with peptic disease [J]. *Gut*, 1989, 30(9): 1201–1205.
- [34] Siddiqui MT, Bilal M, Haq KF, et al. Seasonal Impacts on the Incidence of Esophageal Variceal Hemorrhage: A Nationwide Analysis across a Decade [J]. *Clin Endosc*, 2020, 53(2): 189–195.
- [35] Moshkowitz M, Konikoff FM, Arber N, et al. Seasonal variation in the frequency of *Helicobacter pylori* infection: a possible cause of the seasonal occurrence of peptic ulcer disease [J]. *Am J Gas-*

- troenterol,1994,89(5):731-733.
- [36] Vilcu AM, Sabatte L, Blanchon T, et al. Association Between Acute Gastroenteritis and Continuous Use of Proton Pump Inhibitors During Winter Periods of Highest Circulation of Enteric Viruses [J]. JAMA Netw Open,2019,2(11):e1916205.
- [37] Lu C, Yu Y, Li L, et al. Systematic review of the relationship of Helicobacter pylori infection with geographical latitude, average annual temperature and average daily sunshine [J]. BMC Gastroenterol,2018,18(1):50.
- [38] Kao LT, Tsai MC, Lin HC, et al. Weekly pattern of emergency room admissions for peptic ulcers: a population-based study [J]. World J Gastroenterol,2015,21(11):3344-3350.
- [39] Alexander SM, Retnakumar RJ, Chouhan D, et al. Helicobacter pylori in Human Stomach: The Inconsistencies in Clinical Outcomes and the Probable Causes [J]. Front Microbiol, 2021, 12: 713955.
- [40] Li Y, Su Z, Li P, et al. Association of Symptoms with Eating Habits and Food Preferences in Chronic Gastritis Patients: A Cross-Sectional Study. Evid Based Complement Alternat Med [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2020, 2020: 5197201.

Effects of Minimum Temperature and Daily Temperature Range on Risk of Digestive Disease in Lanzhou, China

YANG Yang¹, ZI Qianqian², ZHOU Ning³, MA Xiaolu¹, MA Pan¹

(1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Ordos Meteorological Bureau, Ordos 017010, China; 3. Lanzhou First People's Hospital, Lanzhou 730000, China)

Abstract: This study aimed to estimate the effects of daily minimum temperature (T_{\min}) and Diurnal temperature range (DTR) on local hospital admissions for digestive diseases in Lanzhou City, China. The spearman correlation coefficient was employed to analyze the association between the number of patients with digestive tract diseases and meteorological factors from March 2016 to May 2021, and the effects of T_{\min} and DTR on morbidity were studied quantitatively by using Generalized Additive Model (GAM) and Distributed Lag Non-linear Model (DLNM). The results showed that: (1) The diseases risk increased when T_{\min} was moderately low ($6\text{ }^{\circ}\text{C}-11\text{ }^{\circ}\text{C}$) in the summer half-year ($T_{\min}=10.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{RR}=1.215$, 95% CI: 1.118-1.319, RR represents a relative risk, 95% CI represents 95% confidence interval), and the cumulative lag risk was prominent, even higher than the extremely low-temperature effect at this stage. The combined effects of low T_{\min} and large DTR added to the risk of admission significantly. (2) Low-temperature ($T_{\min}<-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) had only a weak effect in the winter half-year. High T_{\min} ($>5\text{ }^{\circ}\text{C}$) had a considerable impact on the risk of onset on lag 0 d ($T_{\min}=9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{RR}=1.28$, 95% CI: 1.11-1.48), and cooperated with great intra-day temperature variation (DTR $>20\text{ }^{\circ}\text{C}$), which was more common in the transitional period from the autumn to winter. In short, the influence of temperature on digestive system diseases at different stages of the year was obviously different, and large diurnal temperature variations could also enlarge digestive tract vulnerability.

Keywords: digestive system diseases; minimum temperature; diurnal temperature range; synergistic effect; semi-arid area