

DOI:10.13350/j.cjpb.250508

• 论著 •

基于两阶段模型探究平均温度和相对湿度与广西恙虫病的暴露滞后反应关系研究^{*}

倪志松¹, 李树芬¹, 席睿¹, 梁珂梦¹, 宋思豪¹, 程传龙¹, 左慧¹, 鲁亮^{2**}, 李秀君^{1**}

(1. 山东大学齐鲁医院公共卫生学院生物统计学系, 山东济南 250012;

2. 传染病溯源预警与智能决策全国重点实验室, 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所)

【摘要】 目的 探索平均温度及相对湿度对广西恙虫病发病的影响。方法 收集 2006-2021 年广西各城市的恙虫病发病资料、平均温度及相对湿度资料, 采用分布滞后非线性模型, 并结合多元 Meta 分析, 从各城市水平研究广西整体上平均温度及相对湿度对恙虫病发病的影响, 通过 Meta 回归探索不同年龄和性别人群受到的影响是否显著。结果 2006-2021 年间, 广西共报告恙虫病病例 23 792 例, 病例具有一定季节性和周期性, 主要发生在每年夏季 5~7 月, 且呈现逐年上升的趋势, 主要集中于广西中部地区; 各地市间温度和相对湿度效应存在差别, 温度和相对湿度对广西整体恙虫病发病都呈现出非线性关联。其中温度呈倒“V”型, 当温度处于第 61.83 百分位数即 25 °C 时发病风险最高 ($RR = 1.79, 95\%CI: 1.30-2.47$), 在滞后 0.6 个月时达到峰值 ($RR = 1.47, 95\%CI: 1.47-1.66$); 而相对湿度的效应呈现不断上升的趋势, 在第 99.10 百分位数即 88.20% 时出现最高发病风险 ($RR = 2.52, 95\%CI: 1.14-5.57$), 随着滞后时间增加, 危险性会持续上升, 在滞后 6 个月达到峰值 ($RR = 1.34, 95\%CI: 1.04-1.73$)。男性对相对湿度的敏感性更大, 但不同年龄和性别人群的效应差异无统计学意义。结论 高温和高湿均会增加广西整体恙虫病的发病风险, 提示有关部门应根据气候信号针对性地监测恙虫病的流行, 有效控制恙虫病的发生与传播。

【关键词】 恙虫病; 气象因素; 分布滞后非线性模型; 区域异质性

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2025)05-0587-05

[*Journal of Pathogen Biology*. 2025 May;20(05):587-591,596.]

Exploring the exposure-lag-response relationship between mean temperature, relative humidity and scrub typhus in Guangxi based on a two-stage model

NI Zhisong¹, LI Shufen¹, XI Rui¹, LIANG Kemeng¹, SONG Sihao¹, CHENG Chuanlong¹, ZUO Hui¹, LU Liang², LI Xiujun¹ (1. School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Jinan 250012, China; 2. National Key Laboratory of Intelligent Tracking and Forecasting for Infectious Diseases, National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention) ^{**}

【Abstract】 **Objective** To explore the impact of mean temperature and relative humidity on the incidence of scrub typhus in Guangxi. **Methods** Data on the incidence of scrub typhus, mean temperature and relative humidity were collected from various cities in Guangxi from 2006 to 2021, and distributed lag non-linear model with multivariate Meta-analysis was used to investigate the effects of mean temperature and relative humidity on the incidence of scrub typhus in Guangxi at the level of each city, and to explore the significance of the effects on populations of different ages and genders through Meta-regression. **Results** From 2006 to 2021, a total of 23 792 cases of Scrub typhus were reported in Guangxi, and the cases were seasonal and cyclical, mainly occurring in the summer months of May-July each year and showing a rising trend year by year. The incidence of scrub typhus in Guangxi was mostly concentrated in central regions of Guangxi; the effects of temperature and relative humidity varied among cities, and both temperature and relative humidity showed nonlinear associations on the incidence of scrub typhus in Guangxi. The effect of temperature showed an inverted "V" shape, with the highest risk of incidence at the 61.83rd percentile of 25 °C ($RR = 1.79, 95\% CI: 1.30-2.47$), and peaked at a lag of 0.6 months ($RR = 1.47, 95\% CI: 1.47-1.66$). However, the effect of relative humidity showed an increasing trend, with the highest risk of morbidity occurring at the 99.10th percentile of 88.2% ($RR = 2.52, 95\%CI: 1.14-5.57$), and the risk continued to increase with increasing lag time, peaking at a lag of 6 months ($RR = 1.34, 95\%CI: 1.04-1.73$). Men were more sensitive to relative humidity, but the differences in effects across age and

* **【基金项目】** 国家重点研发计划项目(No. 2023YFC2604401); 国家自然科学基金项目(No. 81673238)。

** **【通信作者】** 李秀君, E-mail: xjli@sdu.edu.cn; 鲁亮, E-mail: luliang@icdc.cn

【作者简介】 倪志松(1999-), 男, 四川人, 硕士研究生。研究方向: 流行病学与卫生统计学。E-mail: nzsqaq@163.com

sex groups were not statistically significant. **Conclusion** Both high temperature and high humidity increase the risk of scrub typhus, suggesting that the relevant departments should target the monitoring of the prevalence of scrub typhus according to climatic signals to effectively control the incidence and spread of scrub typhus.

【Keywords】 Scrub typhus; meteorological factors; distributed lag non-linear model; regional heterogeneity

恙虫病是一种由恙虫病东方体引起的自然疫源性传染病。在自然界中,恙螨幼虫叮咬宿主动物时感染病原体,然后通过经卵传播和经卵传播将病原体传播给下一代恙螨,下一代恙螨幼虫在叮咬鼠类宿主动物或人时,可以将病原体再传播给鼠类或人^[1]。感染者通常突然发病,以发热、焦痂和溃疡、淋巴结肿大及皮疹的临床症状居多^[2]。

恙虫病早在 125 年前开始出现在传统恙虫病流行区“恙虫病三角”中,到目前为止,每年约有 100 多万恙虫病病例^[3]。我国从 1948 年在广州分离出第一例恙虫病立克次体,之后恙虫病病例开始不断增多,感染范围开始不断扩大^[4],从 2006 年起,恙虫病被中国疾病预防控制中心列为要求报告的传染病,发现病例后要通过中国疾病预防控制中心的传染病监测系统进行上报。2006 年以来,年均发病率急剧上升,9 年间增长幅度超过 18 倍,年平均增长率达 33.00%^[5],且一直以来都是在沿海地区高发。广西壮族自治区位于我国南部,靠近南海,属于亚热带季风气候,全年温暖,潮湿多雨,发病率一直以来都位居我国前列^[6-7],近年来病例仍呈现上升趋势,给人群造成了巨大的疾病负担。

恙虫病的感染与啮齿动物和恙螨的生存繁殖有重要关系,而以温度和相对湿度为主的气象因素是影响啮齿动物和恙螨的生存繁殖的重要因素^[8-9]。既往我国大多研究都聚焦于云南、广东、福建、江苏等地恙虫病的风险因素^[10-13],广西的研究鲜有报道。因此本研究旨在探索广西温度和相对湿度与恙虫病之间的暴露滞后反应关系,为广西恙虫病防控提供依据。

材料与方法

1 材料来源

2006 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日的每月恙虫病病例数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统;同期月度气象数据来源于欧洲第五代天气预报中心(ECMWF; <https://cds.climate.copernicus.eu/>),包括平均温度(°C)、平均相对湿度(%),累积降雨量(mm)和平均风速(m/s);同期人口学资料来源于广西统计年鉴(<http://tjj.gxzf.gov.cn/>)。

2 方法

本研究采用两阶段分析来建立温度和相对湿度与恙虫病发病之间的暴露-反应关系。第一阶段,采用分布滞后非线性模型(Distributed Lag Non-linear

Model, DLNM)在地市水平上分析温度和相对湿度对恙虫病发病的累积与滞后效应^[14]。由于传染病发病数通常服从 Poisson 分布,且存在一定的离散现象^[15],所以本研究采用类泊松函数作为连接函数。以类赤池信息准则(Quasi-Akaike Information Criterion, QAIC)值最小来确定最优模型^[16]。模型如下所示:

$$\log(E(Y_t)) = a + cb(Temp, l) + cb(Hum, l) + ns(Weather, df) + ns(Year) + factor(season) + Y_{t-1}$$

其中, Y_t 表示第 t 个月恙虫病发病数; a 表示截距; $cb(Temp)$ 和 $cb(Hum)$ 分别表示 DLNM 所建立的平均温度和相对湿度的交叉基矩阵,自由度均设为 3; l 表示滞后时间,考虑到疾病发病中关键宿主恙螨和传播媒介鼠类的生命周期^[17],恙虫病受到气象因素影响的持续时间较长^[18-19],所以本文采用月度数据进行分析,并将最大滞后时长设为 6 个月; ns 表示 3 次自然立方样条函数; $Weather$ 表示其他可能起混杂作用的气象因素,包括降雨量和风速,自由度均设为 3; $Year$ 表示时间变量,设为每年 1 个自由度,用来控制长期趋势可能带来的影响; $season$ 表示季节性变量,选择将每年的四个季节作为因子型变量纳入以控制季节性带来的影响; Y_{t-1} 表示滞后 1 个月的恙虫病发病数,研究表明传染病的发病通常存在自相关现象^[20],因此纳入了滞后 1 个月的恙虫病数据以控制自相关可能带来的影响。

第二阶段,采用随机多元 Meta 分析从整体水平上合并各地市的效应,分析温度和相对湿度对广西整体恙虫病发病的影响。为控制所有地市效应结果的稳定性,研究采用了最优线性预测(Best Linear Unbiased Prediction, BLUP)来权衡每个地市的总体效应关系^[21]。最后采用 Cochran Q 和 I^2 检验来量化残差的异质性^[22]。

为识别影广西恙虫病发病的潜在脆弱人群,本研究结合了以上温度和相对湿度的效应,将研究人群按照年龄和性别分为不同亚组再次按照以上的两阶段策略进行分析,参照其他文献^[23],将年龄按照 0~59 岁和 60 岁以上进行分组,并通过 Meta 回归检验不同亚组间的效应是否显著^[24]。

本研究以各地市温度和相对湿度的中位数作为参考, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用 R 4.3.2 软件中的“dlnm”和“mvmeta”包完成所有分析过程。

结果

1 基本情况

2006-2021年间,广西共报告病例23 792例,占中国大陆恙虫病病例总数的10.44%,位于全中国第三位。广西恙虫病发病以女性为主,男女比例约为1:1.32;且以中老年人、农民居多。时间序列图(图1)显示恙虫病病例和气象因素都具有一定季节性和周期性,其中恙虫病主要发生在每年夏季5~7月,病例数呈现逐年上升的趋势。广西恙虫病从2013年开始在全省各市均有发生,这16年内,发病主要集中于中部的来宾市和贵港市,其次为西北部的百色市和东部的贺州市(图2)。2006-2021年广西恙虫病病例和气象因素基本特征见表1。

表1 2006-2021年广西省恙虫病病例及气象因素的基本描述
Table 1 Basic description of scrub typhus cases and meteorological factors in Guangxi province from 2006 to 2021

变量	最小值	P_{25}	P_{50}	P_{75}	最大值
月恙虫病病例(例)	0.00	0.00	1.00	8.00	281.00
月平均温度(°C)	4.44	16.62	22.53	26.70	30.46
月平均相对湿度(%)	44.15	73.19	79.29	83.38	91.06
月总降水量(mm)	0.98	59.53	126.42	154.42	223.97
月平均风速(m/s)	0.04	0.72	1.15	1.73	6.36

注: P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 分别表示第25、50和75百分位数

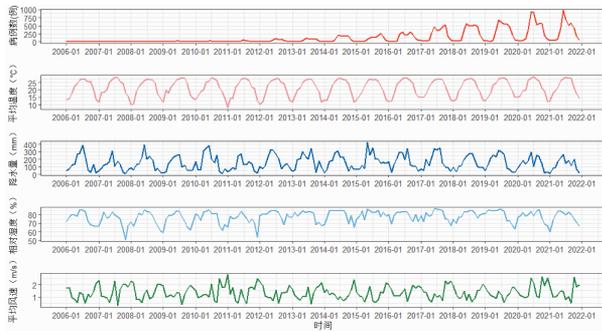


图1 2006-2021年广西恙虫病病例及气象因素的月度时间序列图
Fig. 1 Time series of scrub typhus incidence and meteorological factors in Guangxi from 2006 to 2021

2 温度和相对湿度与恙虫病发病之间的关系

图3显示了广西整体水平上温度与恙虫病发病的累积暴露-反应曲线可以看出,各地市效应存在一定差异,且具有异质性($I^2 = 52.9\%$, $P < 0.01$),故合并分析了广西整体的累积效应(图3),温度与恙虫病发病的暴露-反应曲线呈现倒“V”型,随着温度的上升,恙虫病的发病风险逐渐增大,当温度处于第61.83百分位数即25 °C时发病风险达到峰值($RR = 1.79$, $95\% CI: 1.30 - 2.47$)。进一步分析温度在25 °C时对恙虫病发病的滞后效应显示,该温度在发病当天便开始发生作用,随着时间增加,该温度的效应逐渐增大,在滞后0.6个月时,该温度的效应达到最高($RR = 1.47$, $95\% CI: 1.47 - 1.66$),随后下降,在滞后2个月后又开始逐渐上升。

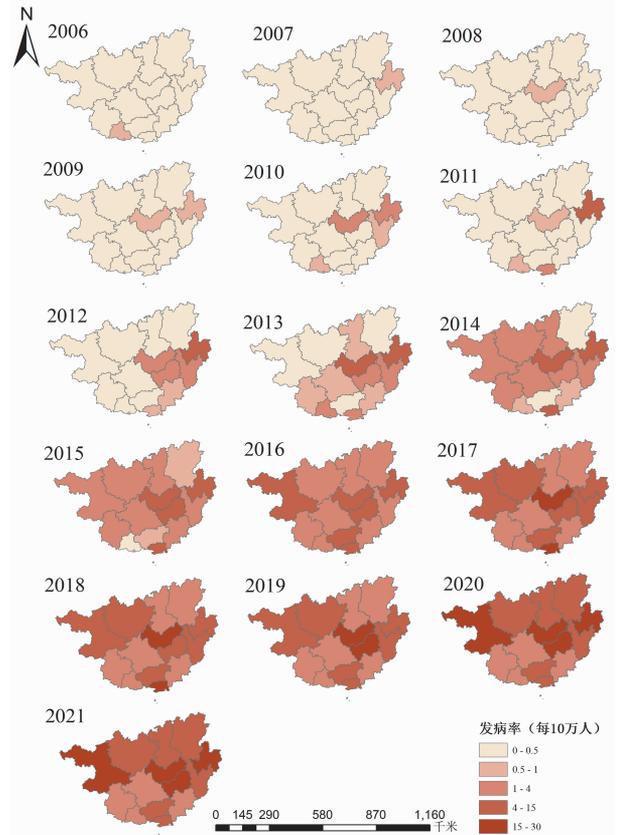


图2 2006-2021年广西各市恙虫病发病率空间分布图
Fig. 2 Spatial distribution of scrub typhus incidence in Guangxi from 2006 to 2021

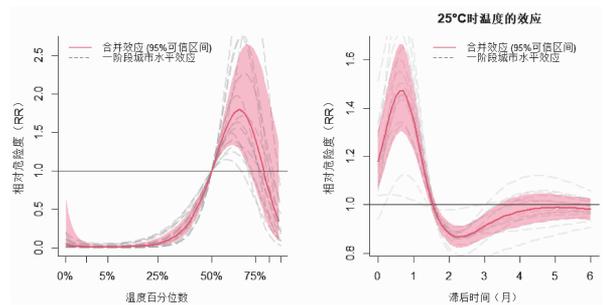


图3 平均温度对恙虫病发病的累积暴露-反应和滞后效应曲线
Fig. 3 Cumulative exposure-response and lag-effect curves of average temperature on the scrub typhus incidence

广西整体水平上相对湿度与恙虫病发病之间的累积暴露-反应曲线也可以看出,各地市之间效应同样存在一定差异,具有异质性($I^2 = 62.5\%$, $P < 0.01$),故合并分析了广西整体的累积效应(图4),相对湿度与恙虫病发病的暴露-反应曲线呈现逐步上升的趋势,表明随着相对湿度的增加,恙虫病的发病风险逐渐增加,当相对湿度处于第99.10百分位数即88.2%时,效应达到最大($RR = 2.52$, $95\% CI: 1.14 - 5.57$)。进一步分析在相对湿度88.2%时的滞后效应发现,随着滞后时间的增加,该相对湿度的效应不断增大,在滞后6个月时效应达到最高($RR = 1.34$, $95\% CI: 1.04 -$

1.73)。

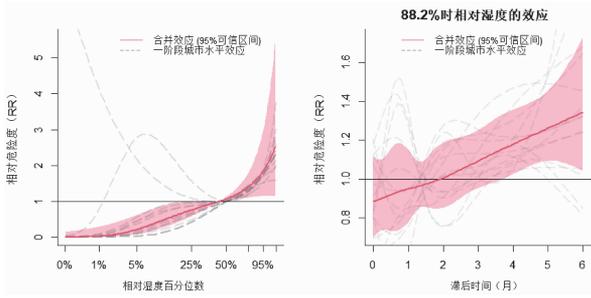


图 4 相对湿度对恙虫病发病的累积暴露-反应和滞后效应曲线

Fig. 4 Cumulative exposure-response and lag-effect curves of relative humidity on the scrub typhus incidence

3 亚组分析

亚组分析不同性别人群对温度的敏感性相似,差异没有统计学意义;而对湿度的敏感性有所不同,男性人群在湿度 88.2% 时的相对危险度为 3.19 (95% CI: 1.13-9.00),略高于女性在 88.2% 时的相对危险度,但两者差异同样无统计学意义(图 5、6)。不同年龄人群在温度和湿度的敏感性上并未发现明显差别。

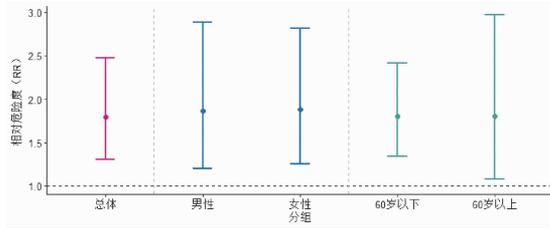


图 5 平均温度对不同亚组人群恙虫病的发病风险比较图
Fig. 5 Comparison of average temperature on the risk of scrub typhus in different subgroups

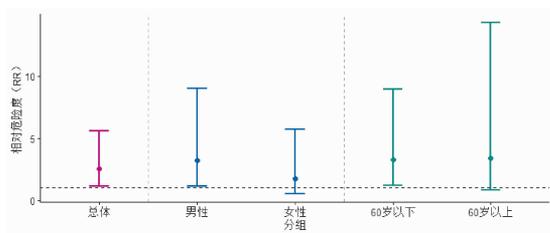


图 6 相对湿度对不同亚组人群恙虫病的发病风险比较图
Fig. 6 Comparison of relative humidity on the risk of scrub typhus in different subgroups

讨论

本研究利用两阶段策略探索了 2006-2021 年广西 14 个城市的温度和相对湿度对恙虫病发病的影响,量化了温度和相对湿度与广西恙虫病发病之间的关联,为恙虫病可能的流行机制和防控提供参考。

本研究发现广西各城市之间的恙虫病受到温度和相对湿度的效应都存在一定差别,且具有异质性。温度对恙虫病的影响呈现倒“V”型,在 25 °C 时,恙虫病

的发病风险达到最高。Lu 等^[25]通过 DLNM 模型发现温度在 29.6 °C 以下时,与广州市(同为南方沿海地区)的恙虫病病例呈正相关。全国的一项研究^[26]发现在南方地区,气温与恙虫病的发病同样呈现倒“V”型,在 24.5 °C 时,恙虫病的发病率可达到峰值。最高效应的温度峰值不同的原因可能是不同地区气象因素的特征存在差异。除此之外,相对湿度对恙虫病发病的影响是呈现非线性上升的趋势,在相对湿度最大即 88.2% 时,广西恙虫病的发病风险达到最高。Yang 等^[27]发现相对湿度对恙虫病发病存在正向影响,每增加 1%,恙虫病发病率增加 12.6%。Zheng 等^[28]研究发现我国南方恙虫病相对湿度与恙虫病之间呈现负相关,出现这种现象的原因可能是大多数选择户外活动的时间为旱季,使得接触和感染恙虫病的机会增加^[29]。

本研究还探索了温度和相对湿度对恙虫病的滞后效应,由于湿度效应的滞后时间一般较长,因此本文采用月度数据进行分析。另外,通过温度的滞后效应曲线也可以判断出温度在 0.6 个月(约 3 周)时会达到最高值,这与恙虫病 4~21 天的潜伏期相吻合,与 Huang 等^[18,30]的研究结果基本一致。温度的效应在滞后一月内最高,可能的原因是以广西为主的长江以南地区恙虫病属于夏季型病例,以地里纤恙螨为主要媒介^[31],18~28 °C 为其生长繁殖的最适温度^[32],并且其生活史较短,对温度引起作用的响应较快,所以温度产生的滞后性通常较短,一般为当月和一月内。而相对湿度的滞后效应是持续发生的,并且随着时间不断增加,与一项中国 10 省的研究结果类似^[19],这可能是由于 95%~100% 为地里纤恙螨的最适相对湿度^[32],恙螨在潮湿的环境中能够更有效地保持水分,从而提高了产卵率和活动范围,为恙螨繁殖和叮咬人群提供了有利的条件^[33]。

虽然亚组分析的结果显示不同人群的效应差异没有统计学意义,但是值得注意的是男性对相对湿度的敏感性会略高于女性,与其他省份研究得出恙虫病在女性的发病率略高不一致^[34-36],可能的原因是由于农民是恙虫病的高发人群,而广西作为我国农业占比较高的省份,男性是农业劳动力中的主要人群,且流行季节与农忙时间重合,长时间进行没有防护的户外作业,导致接触到携带病原体的恙螨风险显著上升^[37]。

本研究也存在一定的局限性,本研究采用的恙虫病病例数是医院的报告病例,可能会忽略由于无症状或症状较轻的患者;由于缺乏啮齿动物相关数据,没有考虑啮齿动物作为中间宿主产生的影响;恙虫病作为一种自然疫源性疾,还会受到经济卫生资源及社会因素的影响^[38-40],后续研究应该进一步考虑分析。

综上所述,温度和相对湿度对广西整体恙虫病发病呈现不同的非线性关联,温度呈倒“V”型,相对湿度呈现不断上升的趋势,并发现了广西恙虫病在温度 25℃和相对湿度 88.2%时有最高发病风险,可为广西恙虫病的防控提供理论依据和参考价值。

【参考文献】

- [1] Chaisiri K, Linsuwanon P, Makepeace BL. The chigger microbiome: big questions in a tiny world [J]. Trends Parasitol, 2023, 39(8): 696-707.
- [2] Zhang M, Zhao ZT, Wang XJ, et al. Scrub typhus: surveillance, clinical profile and diagnostic issues in Shandong, China [J]. Am J Trop Med Hyg, 2012, 87(6): 1099-1104.
- [3] Wongsantichon J, Jaiyen Y, Dittrich S, et al. Orientia tsutsugamushi [J]. Trends Microbiol, 2020, 28(9): 780-781.
- [4] Zhang WY, Wang LY, Ding F, et al. Scrub typhus in mainland China, 2006-2012: the need for targeted public health interventions [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2013, 7(12): e2493.
- [5] Bonell A, Lubell Y, Newton PN, et al. Estimating the burden of scrub typhus: A systematic review [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2017, 11(9): e0005838.
- [6] 彭培英, 徐蕾, 王谷仙, 等. 1952-1989年和2006-2017年中国大陆恙虫病流行及时空分布特征 [J]. 中国人兽共患病学报, 2022, 38(9): 818-823, 829.
- [7] 岳玉娟, 王玉姣, 李贵昌, 等. 2006-2018年中国大陆恙虫病高发区流行病学特征分析 [J]. 疾病监测, 2020, 35(4): 301-306.
- [8] Ding F, Wang Q, Hao M, et al. Climate drives the spatiotemporal dynamics of scrub typhus in China [J]. Glob Chang Bioly, 2022, 28(22): 6618-6628.
- [9] Wang YC, Li JH, Qin Y, et al. The Prevalence of rodents orientia tsutsugamushi in China during two decades: A systematic review and meta-analysis [J]. Vector Born Zoon Dis (Larchmont, NY), 2023, 23(12): 619-633.
- [10] Wei Y, Huang Y, Li X, et al. Climate variability, animal reservoir and transmission of scrub typhus in Southern China [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2017, 11(3): e0005447.
- [11] Li X, Wei X, Yin W, et al. Using ecological niche modeling to predict the potential distribution of scrub typhus in Fujian Province, China [J]. Parasit Vectors, 2023, 16(1): 44.
- [12] 陈胤忠, 李峰, 徐慧, 等. 江苏省盐城市沿海滩涂 2005-2014年恙虫病时空分布特征及影响因素分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(2): 232-237.
- [13] 李文, 牛彦麟, 赵哲, 等. 气象因素对云南省西南地区恙虫病流行的影响与滞后效应研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(7): 1235-1239.
- [14] Gasparrini A. Modeling exposure-lag-response associations with distributed lag non-linear models [J]. Stat Med, 2014, 33(5): 881-899.
- [15] Bhaskaran K, Gasparrini A, Hajat S, et al. Time series regression studies in environmental epidemiology [J]. Int J Epidemiol, 2013, 42(4): 1187-1195.
- [16] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward M. Distributed lag non-linear models [J]. Stat Med, 2010, 29(21): 2224-2234.
- [17] 黎家灿. 中国恙螨: 恙虫病媒介和病原体研究 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1997.
- [18] Huang X, Xie B, Long J, et al. Prediction of risk factors for scrub typhus from 2006 to 2019 based on random forest model in Guangzhou, China [J]. Trop Med Int Health, 2023, 28(7): 551-561.
- [19] Luo Y, Zhang L, Lv H, et al. How meteorological factors impacting on scrub typhus incidences in the main epidemic areas of 10 provinces, China, 2006-2018 [J]. Front Public Health, 2022, 10: 992555.
- [20] Imai C, Armstrong B, Chalabi Z, et al. Time series regression model for infectious disease and weather [J]. Environ Res, 2015, 142: 319-327.
- [21] Gasparrini A, Armstrong B. Reducing and meta-analysing estimates from distributed lag non-linear models [J]. BMC Med Res Methodol, 2013, 13: 1.
- [22] Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis [J]. Stat Med, 2002, 21(11): 1539-1558.
- [23] Li Z, Xin H, Sun J, et al. Epidemiologic changes of scrub typhus in China, 1952-2016 [J]. Emerg Infect Dis, 2020, 26(6): 1091-1101.
- [24] Li S, Zhou Y, Williams G, et al. Seasonality and temperature effects on fasting plasma glucose: A population-based longitudinal study in China [J]. Diabet Metab, 2016, 42(4): 267-275.
- [25] Lu J, Liu Y, Ma X, et al. Impact of meteorological factors and southern oscillation index on scrub typhus incidence in Guangzhou, Southern China, 2006-2018 [J]. Front Med (Lausanne), 2021, 8: 667549.
- [26] Han L, Sun Z, Li Z, et al. Impacts of meteorological factors on the risk of scrub typhus in China, from 2006 to 2020: A multicenter retrospective study [J]. Front Microbiol, 2023, 14: 1118001.
- [27] Yang LP, Liu J, Wang XJ, et al. Effects of meteorological factors on scrub typhus in a temperate region of China [J]. Epidemiol Infect, 2014, 142(10): 2217-2226.
- [28] Zheng C, Jiang D, Ding F, et al. Spatiotemporal patterns and risk factors for scrub typhus from 2007 to 2017 in Southern China [J]. Clin Infect Dis, 2019, 69(7): 1205-1211.
- [29] Kim DS, Acharya D, Lee K, et al. Awareness and work-related factors associated with scrub typhus: A case-control study from South Korea [J]. Int J Environ Res Public Health, 2018, 15(6): 1143.
- [30] 李文. 基于多模型的中国恙虫病高风险区流行风险因素分析 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2021.
- [31] Ding F, Jiang WL, Guo XG, et al. Infestation and related ecology of chigger mites on the asian house rat (Rattus tanezumi) in Yunnan Province, Southwest China [J]. Korean J Parasitol, 2021, 59(4): 377-392.
- [32] Lv Y, Guo XG, Jin DC. Research progress on lepto-trombidium deliense [J]. Korean J Parasitol, 2018, 56(4): 313-324.

1256-1258, 1280.

[4] 吕明闯, 曹睿, 丁旭青, 等. 食管癌术后并发肺部感染危险因素和预测模型构建[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(10): 1507-1511.

[5] 郭芳芳, 张晓霞, 杨长青, 等. 食管癌根治术后病原菌分布情况及发生肺部感染的影响因素分析[J]. 中华消化外科杂志, 2023, 22(S1): 7-12.

[6] Lorenzen S, Gotze TO, Thuss-Patience P, et al. Perioperative atezolizumab plus fluorouracil, leucovorin, oxaliplatin, and docetaxel for resectable esophagogastric cancer: Interim results from the randomized, multicenter, phase II/III DANTE/IKF-s633 trial[J]. J Clin Oncol. 2024, 42(4): 410-420.

[7] 张雅琪, 彭程程, 万鸿, 等. 食管癌放化疗期间并发肺部感染病原菌和 miRNAs 表达及危险因素模型构建[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(21): 3265-3269.

[8] 时佩君, 延佩, 营利华. 基于 Lasso-Nomogram 构建食管癌术后感染的风险预测模型[J]. 广西医科大学学报, 2023, 40(11): 1850-1856.

[9] 牛玲娟, 王玲玲, 吕东霞, 等. 食管癌术后肺部感染病原学及风险预测模型的构建[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(10): 1504-1507.

[10] 樊一听, 徐硕男, 刘悦, 等. 老年食管癌术后发生肺部感染的危险因素分析[J]. 老年医学与保健, 2023, 29(1): 49-53.

[11] 刘静, 刘芹, 黄梅. 基于 SMOTE 算法的食管癌放化疗患者肺部感染的预后模型构建[J]. 国际肿瘤学杂志, 2024, 51(5): 267-273.

[12] 李颖璐, 黄国胜, 时沛, 等. 放化疗食管癌患者肺部感染危险因素及其预测模型构建[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(17): 2585-2589.

[13] Shitara K, Rha SY, Wyrwicz LS, et al. Neoadjuvant and adjuvant pembrolizumab plus chemotherapy in locally advanced gastric or gastro-oesophageal cancer (KEYNOTE-585): an interim analysis of the multicentre, double-blind, randomised phase 3 study[J]. Lancet Oncol. 2024, 25(2): 212-224.

[14] 刘渊杰, 王帅奇. 肠道菌群特征与食管癌患者术后肺部感染的关系[J]. 中国微生态学杂志, 2023, 35(10): 1178-1181, 1186.

[15] 李春霖, 刘迪, 朱德奇, 等. 新辅助化疗后行胸腹腔镜联合食管癌根治术后肺部感染的危险因素分析[J]. 中国实验诊断学, 2023, 27(10): 1181-1184.

[16] Reynolds JV, Preston SR, O'Neill B, et al. Trimodality therapy versus perioperative chemotherapy in the management of locally advanced adenocarcinoma of the oesophagus and oesophagogastric junction (Neo-AEGIS): an open-label, randomised, phase 3 trial[J]. Lancet Gastroenterol Hepatol. 2023, 8(11): 1015-1027.

[17] 冯贵生, 艾正友, 付林. 胃癌根治术后合并肺部感染的风险模型构建及奥曲肽预防作用[J]. 安徽医药, 2023, 27(2): 350-353.

[18] Wang W, Xie JB, Yang TB, et al. Outcomes of early fiberoptic bronchoscopic sputum aspiration and lavage after thoracoscopic and laparoscopic esophageal cancer surgery: a randomized clinical trial[J]. J Cardiothorac Surg. 2023, 18(1): 268.

【收稿日期】 2024-12-26 【修回日期】 2025-03-15

(上接 586 页)

[19] Shearer AM, Wang Y, Fletcher EK, et al. PAR2 promotes impaired glucose uptake and insulin resistance in NAFLD through GLUT2 and Akt interference [J]. Hepatology, 2022, 76(6): 1778-1793.

[20] Zhu L, Du W, Liu Y, et al. Prolonged high-glucose exposure decreased SREBP-1/FASN/ACC in Schwann cells of diabetic mice via blocking PI3K/Akt pathway [J]. J Cell Biochem, 2019, 120(4): 5777-5789.

[21] Zhang C, Hu J, Sheng L, et al. Ellagic acid ameliorates AKT-driven hepatic steatosis in mice by suppressing de novo

lipogenesis via the AKT/SREBP-1/FASN pathway [J]. Food Funct, 2019, 10(6): 3410-3420.

[22] Morrow MR, Batchuluun B, Wu J, et al. Inhibition of ATP-citrate lyase improves NASH, liver fibrosis, and dyslipidemia [J]. Cell Metab, 2022, 34(6): 919-936, e8.

[23] Ferre P, Phan F, Foufelle F. SREBP-1c and lipogenesis in the liver: an update [J]. Biochem J, 2021, 478(20): 3723-3739.

[24] Fhu CW, Ali A. Fatty acid synthase: An emerging target in cancer [J]. Molecules, 2020, 25(17): 3935.

【收稿日期】 2024-12-15 【修回日期】 2025-03-01

(上接 591 页)

[33] Li T, Yang Z, Dong Z, et al. Meteorological factors and risk of scrub typhus in Guangzhou, southern China, 2006-2012[J]. BMC Infect Dis, 2014, 14: 139. [34] Wei Y, Guan X, Zhou S, et al. Epidemiological and clinical features of patients with scrub typhus - Guangzhou City, Guangdong Province, China, 2012-2018 [J]. China CDC Wkly, 2021, 3(51): 1079-1083.

[35] Yu H, Sun C, Liu W, et al. Scrub typhus in Jiangsu Province, China: epidemiologic features and spatial risk analysis[J]. BMC Infect Dis, 2018, 18(1): 372.

[36] 孙焯, 方立群, 曹务春. 山东、安徽、江苏省 2006-2013 年秋冬型恙虫病流行特征及影响因素研究[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(8): 1112-1116.

[37] Elliott I, Pearson I, Dahal P, et al. Scrub typhus ecology: a systematic review of Orientia in vectors and hosts[J]. Parasit

Vectors, 2019, 12(1): 513.

[38] Yao H, Wang Y, Mi X, et al. The scrub typhus in mainland China: spatiotemporal expansion and risk prediction underpinned by complex factors[J]. Emerg Microb Infect, 2019, 8(1): 909-919.

[39] Liu L, Xiao Y, Wei X, et al. Spatiotemporal epidemiology and risk factors of scrub typhus in Hainan Province, China, 2011-2020[J]. One Health (Amsterdam, Netherlands), 2023, 17: 100645.

[40] Qian J, Wu Y, Zhu C, et al. Spatiotemporal heterogeneity and long-term impact of meteorological, environmental, and socio-economic factors on scrub typhus in China from 2006 to 2018[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 538.

【收稿日期】 2024-12-08 【修回日期】 2025-02-20