论著·公共卫生智库

隔日温差与银屑病门诊就诊量的负向关联及人群异质性:一项时间序列分析与健康教育启示

卢务强[1*],刘 浩[1,2*],王科学[1],周雨萌[1],李倩倩[1],徐武薇[1],李月飞[1],王 艺[1],刘秋倩[1],蔡同建[1] [1]陆军军医大学(第三军医大学)大坪医院疾病预防控制科,创伤与化学中毒国家重点实验室,医院感染监测与控制重庆市高校重点实验室,重庆;[2]中国人民解放军94587部队全科医学科,江苏连云港

[**摘要**] **目的** 当前关于短期剧烈气温波动在银屑病领域的独立健康效应,相关证据仍十分匮乏。本研究旨在探究隔日温差(temperature change between neighboring days,TCN)与银屑病门诊就诊量的关联模式、滞后效应及人群异质性,为银屑病环境风险因素识别提供参考。**方法** 本研究采用回顾性时间序列设计。数据来源于重庆市2家综合性医院2013年12月1日至2019年12月31日的银屑病门诊就诊记录,共纳入24 324人次的患者数据,同期气象和空气污染物数据来源于当地气象局和中国环境监测总站。主要暴露指标为TCN,按性别(男性/女性)和年龄(<40岁/≥40岁)进行分层。采用分布滞后非线性模型(distributed Lag nonlinear model,DLNM)分析TCN与日就诊量的关联,以TCN的四分位间距(interquartile range,IQR)为变化单位,以第25百分位数为参考值,计算相对风险(relative risk,*RR*)及其95%*CI*。模型控制长期趋势、气象因素(风速、降水量、相对湿度)、$PM_{2.5}$、星期几及节假日效应等混杂变量。亚组间效应差异采用*Z*检验进行比较。**结果** 总人群中,TCN与银屑病门诊就诊量呈现负相关。当TCN每升高2.1 ℃时(即1个IQR),总人群单日滞后效应在Lag1~Lag2时显著,Lag2时RR为0.997(95%*CI*:0.995~0.999,*P*<0.001),累积效应在Lag01~Lag07均显著,Lag07时*RR*为0.986(95%*CI*:0.983~0.989,*P*<0.001)。分层分析显示,男性及≥40岁人群在单日滞后Lag0~Lag1及累积滞后Lag00~Lag07时效应显著,男性在Lag07时*RR*为0.983(95%*CI*:0.979~0.986,*P*<0.001),≥40岁人群Lag07时*RR*为0.981(95%*CI*:0.977~0.985,*P*<0.001)。女性与<40岁人群效应相对较弱,仅部分滞后天具有统计学意义。异质性检验显示,性别间效应差异在Lag0、Lag00及Lag07时差异具有统计学意义,年龄间效应差异在Lag7及Lag07时差异具有统计学意义,提示年龄≥40岁及男性银屑病患者在TCN升高时的就诊行为减少更为明显。**结论** TCN升高与银屑病门诊就诊量下降存在统计学关联。性别和年龄对效应存在提示性修饰作用,男性及年龄≥40岁人群的关联强度更高,但差异效应量极小。**对策** 未来可将气温剧烈波动监测纳入慢性皮肤病社区健康管理体系,依托气象预警建立分人群、分性别的环境暴露风险沟通机制,向银屑病患者精准推送户外活动时段建议,以此优化行为干预策略,指导患者就诊选择。

[**关键词**] 银屑病;温度;门诊患者;性别因素;年龄因素

[**中图法分类号**] R195.4;R363.123;R758.63 [**文献标志码**] A

[**基金项目**] 重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJZDK202412803);重庆市研究生科研创新项目(CYS21524,CYB25337)

* 同等贡献者

[**通信作者**] 蔡同建,E-mail:ctjcsl@netease.com

刘秋倩,E-mail:yoyoma127@163.com

2097-0927/Copyright © 2026, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

引用格式:卢务强,刘浩,王科学,等. 隔日温差与银屑病门诊就诊量的负向关联及人群异质性:一项时间序列分析与健康教育启示[J]. 陆军军医大学学报,2026,48(10):1409-1419. DOI:10.16016/j.2097-0927.202603109.

Citation:LU W Q, LIU H, WANG K X, *et al*. Negative association between day-to-day temperature difference and outpatient visits for psoriasis with population heterogeneity: a time-series analysis and implications for health education[J]. J Army Med Univ, 2026, 48(10): 1409-1419. DOI: 10.16016/j.2097-0927.202603109.

Negative association between day-to-day temperature difference and outpatient visits for psoriasis with population heterogeneity: a time-series analysis and implications for health education

LU Wuqiang[1], LIU Hao[1,2], WANG Kexue[1], ZHOU Yumeng[1], LI Qianqian[1], XU Wuwei[1], LI Yuefei[1], WANG Yi[1], LIU Qiuqian[1], CAI Tongjian[1] [1]Department of Disease Prevention and Control, Daping Hospital, State Key Laboratory of Trauma and Chemical Poisoning, Hospital Infection Monitoring and Control Key Laboratory of Chongqing Education Colleges and Universities, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing; [2]Department of General Practice, Troop 94587, Lianyungang, Jiangsu, China

[**Abstract**] Objective Evidence regarding the independent health effects of short-term, acute temperature fluctuations on psoriasis remains scarce. This study aimed to investigate the association pattern, Lagged effects, and population heterogeneity between the temperature change between neighboring days (TCN) and outpatient visits for psoriasis, providing a reference for identifying environmental risk factors for psoriasis. Methods This was a retrospective time-series study. Data on psoriasis outpatient visits were collected from 2 general hospitals in Chongqing between December 1, 2013 and December 31, 2019, encompassing 24 324 patient visits. Concurrent meteorological and air pollutant data were obtained from the local meteorological bureau and the China National Environmental Monitoring Centre. The primary exposure was TCN, with stratification by sex (male/female) and age (<40 years / ≥40 years). A distributed Lag nonlinear model (DLNM) was used to analyze the association between TCN and daily outpatient visits. Using the interquartile range (IQR) of TCN as the unit of change and the 25th percentile as the reference, the relative risk (*RR*) and its 95% confidence interval (*CI*) were calculated. Models were adjusted for long-term trends, meteorological factors (wind speed, rainfall, relative humidity), $PM_{2.5}$, day of the week, and public holidays. Differences in effects between subgroups were tested using the *Z*-test. Results In the total population, TCN was negatively associated with psoriasis outpatient visits. For each 2.1 ℃ increase in TCN (one IQR), significant single-day Lagged effects were observed at Lag1 and Lag2, with an *RR* of 0.997 (95%*CI*: 0.995 to 0.999, *P*<0.001) at Lag2; cumulative effects were significant from Lag01 to Lag07, with an *RR* of 0.986 (95%*CI*: 0.983 to 0.989, *P*<0.001) at Lag07. Stratified analyses showed significant effects in males and those aged ≥40 years at single-day Lags Lag0 and Lag1 and cumulative Lags from Lag00 to Lag07, with an RR of 0.983 (95%*CI*: 0.979 to 0.986, *P*<0.001) at Lag07 for males and an RR of 0.981 (95%*CI*: 0.977 to 0.985, *P*<0.001) at Lag07 for those aged ≥40 years. Effects were weaker in females and those aged <40 years, with statistical significance observed only for certain Lag days. Heterogeneity tests indicated significant differences between sexes at Lag0, Lag00, and Lag07, and between age groups at Lag7 and Lag07, suggesting that reductions in healthcare-seeking behavior associated with higher TCN were more pronounced in male patients and those aged ≥40 years. Conclusion Higher TCN is statistically associated with a reduction in psoriasis outpatient visits. Sex and age showed suggestive modifying effects, with stronger associations observed in males and individuals aged≥40 years, although the magnitude of the effect differences was very small. Countermeasures In the future, monitoring acute temperature fluctuations could be integrated into community-based health management systems for chronic skin diseases. Using meteorological warnings, an environmental exposure risk communication mechanism stratified by population and sex can be established to deliver precise recommendations regarding optimal times for outdoor activities to psoriasis patients, thereby optimizing behavioral intervention strategies and guiding patients' decisions on seeking medical care.

[**Key words**] psoriasis; temperature; outpatients; sex factors; age factors

LU Wuqiang and LIU Hao contributed equally to the article. Supported by the Scientific and Technological Research Program of Chongqing Education Commission (KJZDK202412803) and the Graduate Scientific Research and Innovation Project of Chongqing (CYS21524, CYB25337). Corresponding authors: CAI Tongjian, E-mail:ctjcsl@netease.com; LIU Qiuqian, E-mail:yoyoma127@163.com

自20世纪50年代,地球表面平均温度便不断升高。多项依托权威气象观测数据与气候模拟模型开展的研究指出,极端高温事件的发生频次、持续时长及影响强度均出现明显攀升,且演变速度有不断加快的迹象[1-4]。隔日温差(temperature change between neighboring days, TCN)能够反映相邻日期之间的气温波动情况,是评估短期气温变化的一个重要指标[5-6]。近年来,众多大规模、多中心的流行病学调查已确认,TCN是独立于温度的健康风险因素[7-8]。例如,一项针对美国106座城市开展的全国性时间序列分析表明,TCN与因心血管疾病、呼吸系统疾病、肺炎和慢性阻塞性肺疾病导致的死亡风险增加有关,其中老年群体和患有呼吸系统疾病的个体对TCN的敏感性最高[9]。韩国一项基于556万死亡样本数据的全国性研究进一步显示,TCN与全因及心肺疾病死亡风险增加相关,且在人口密集区域冬季的风险效应最强,提示城市地区在寒冷季节受气温骤变的影响很大[10]。国内研究同样揭示,居住于我国西北区域的农村居民,心血管疾病的住院率会因气温急剧下降而明显升高,相反,气温逐渐回升时则会产生一定的防护效果[6]。在其他地区开展的研究同样关注了TCN与健康效应的关联,上海地区的调查显示,温暖季节的TCN升高与儿童哮喘门诊就诊量的增加有关,而TCN降低则表现为保护作用[11]。同时,济南一项为期8年的随访研究也表明,夏季TCN升高与冬季TCN降低均会加重哮喘儿童的小气道功能损害[12]。然而,目前针对短期TCN变化与皮肤类疾病,特别是银屑病之间关联性研究,仍然处于较为匮乏的状态。

银屑病是一种慢性、易反复发作的炎症性皮肤病[13-14],全球患病率为2%~3%,但不同地区和种族人群差异明显[15]。多项全球疾病负担研究显示,1990至2021年间,全球银屑病患者数量接近翻倍,从1990年的2 306万增加到2021年的4 298万[16-17],说明其带来的疾病负担仍在上升[18]。它对个人生活的影响也很直接,皮损造成的外观改变常让患者感到尴尬和羞耻,在社交中可能遭遇误解或歧视[19],这些经历容易进一步引发患者焦虑、抑郁等心理问题[20]。同时,银屑病常与多种慢性疾病共存[21],导致治疗和管理成本随之增加[22]。环境因素会影响银屑病症状变化,这一点在临床上很常见[23],多数临床观察与患者反馈普遍显示,银屑病症状冬季更容易加重,夏季相对缓解,呈现一定季节性波动[24]。因此,如果短期内气温变化幅度较大,可能影响患者就医行为和模式的改变,进而导致患者就诊情况的变化。

TCN作为反映气温短期波动的指标,其与银屑病门诊就诊量的关联尚不明确。同时,既往研究多只关注气温高低对银屑病的影响,忽视了气温短期波动程度的独立效应,且银屑病的季节性发作特征提示环境温度波动可能参与疾病活动度的调节。识别气温波动的滞后效应模式可为银屑病的环境风险预警和个体化防护提供依据。因此,为探究短期气温变化对银屑病患者门诊就诊情况的影响,本研究采用时间序列分析方法,基于重庆市2家综合性医院2013年12月1日至2019年12月31日的银屑病门诊就诊数据,通过广义线性模型(generalized linear model, GLM)联合分布滞后非线性模型(distributed Lag nonlinear model, DLNM)评估TCN短期波动对银屑病门诊就诊量的影响。在此基础上,基于年龄和性别分层,筛选潜在易感人群,为银屑病患者环境因素干预与防护提供参考。

1 资料和方法

1.1 数据来源

1.1.1 银屑病门诊就诊数据 本研究的数据来源于陆军军医大学第一附属医院和第二附属医院的门诊记录,数据收集时间为2013年12月1日至2019年12月31日,收集的变量包括患者基本信息(如性别、年龄等)、就诊信息(如就诊日期、诊断结果等)。门诊就诊数据纳入标准:①主要诊断编码为国际疾病分类第十版(International Classification of Disease, Tenth Revision, ICD-10)中的L40;②患者常住地址位于重庆市9个中心城区;③就诊类型包括银屑病的新发、复发或常规复诊病例。排除标准:①个人信息(年龄、性别、住址)缺失或不完整;②就诊记录不完整(就诊日期、主要诊断等);③合并其他严重慢性疾病。初步获取银屑病相关门诊记录62 565人次,依据上述标准剔除不符合条件的记录后,最终纳入24 324人次用于后续统计分析。根据研究设计,将患者按性别(男性/女性)和年龄(<40岁,≥40岁[25-26])进行亚组划分。本研究已获得陆军军医大学伦理审查委员会批准(2024-35-01)。所有数据通过医院电子病历系统进行提取,并按照统一标准进行清洗与整理。

1.1.2 气象和空气污染物数据 气象数据来源于重庆市气象局,气象局的气象站分布在研究区域内,能够准确反映研究区域的气象状况。本研究收集了2013年12月1日至2019年12月31日重庆市主城区的气象实时监测数据,数据记录方式为每小时记录1次,再将其整理为日均值数据。空气污染物数据来源于中国环境监测总站全国城市空气质量实时发布平台。监测站点对空气污染物进行连续监测,监测频率为每

小时1次,本研究进一步将其整理为日均值数据。

1.2 变量定义

结局变量为每日银屑病门诊就诊人次,按性别(男性/女性)及年龄(<40岁,≥40岁)进行分层。暴露变量为TCN,其效应的量化以四分位间距(interquartile range,IQR)为单位,即以TCN的第25百分位数为参考值,计算TCN每增加1个IQR时(2.1 ℃)银屑病门诊就诊风险的相对风险(relative risk,RR)及其95%*CI*。

1.3 研究设计与模型选择

本研究为基于医院门诊数据的回顾性时间序列分析设计,通过纵向分析群体层面的时间序列数据,评估TCN与银屑病门诊量之间的关联。由于银屑病日门诊就诊量属于计数资料,在实际观测中常存在过度离散现象,若直接采用标准泊松回归,可能导致参数估计偏倚、标准误被低估、假阳性率升高等问题。因此,本研究在广义线性模型框架下引入准泊松分布族,并与DLNM结合。DLNM通过构建交叉基矩阵,能同时描述暴露因素的暴露风险及其在不同滞后维度的分布特征,可有效解析环境暴露的短期滞后健康效应。其中,单日滞后效应表示特定滞后天数的独立效应,反映该天暴露对当日就诊风险的独立贡献;累积效应表示从暴露当天至滞后l天累积暴露的总效应,即对滞后0~l天的效应系数进行求和,用以评估持续暴露的总体健康影响。

1.4 核心模型构建

参考既往类似研究[27-29],将滞后时长设置为7 d,以捕捉不同滞后时间窗TCN的健康效应。同时,模型中进一步调控了长期趋势、相对湿度、风速、降水量、星期几效应(dow)和节假日效应(ho)对结果的影响。此外,鉴于$PM_{2.5}$为重庆市主要的空气污染物[30],本研究在模型中进一步控制了其影响。具体公式[27-30]构建见式①:

$$Log\left[E(Y_t)\right] = a + cb\left(TCN_t,\ Lag = 7\right) + \sum_{j=1}^{m} ns\left(X_{jt},\ df_j\right) + \nu\, dow_t + \eta\, ho_t \qquad ①$$

由于暴露-反应关系近似线性,且线性函数便于解释TCN变化的效应,暴露维度采用线性函数;滞后维度采用自然样条函数,为平衡模型灵活性与稳定性,自由度(degree of freedom,df)为3,最大滞后天数设为7 d[27,31]。其中,Y_t为第t天银屑病门诊就诊人数,服从准泊松分布,$cb\left(TCN_t,\ lag = 7\right)$为温度的交叉基矩阵,由暴露维度与滞后维度的基函数张量积构成;X_{jt}为第j个混杂变量,均以自然样条函数控制其非线性混杂效应,模型中纳入气象变量降雨、风速、相对湿度及空气污染物$PM_{2.5}$的自由度依次为4、5、2和5,所有纳入变量的自由度由准赤池信息准则(Quasi-Akaike Information Criterion,QAIC)最小化原则[32]确定。a为截距项,ν和η分别为分类变量星期几效应和节假日效应系数。

1.5 亚组分析与异质性检验

为探索TCN对不同人群的效应差异,分别按性别和年龄进行亚组分析。研究中的亚组比较仅限于相同滞后日(如Lag0 *vs* Lag0、Lag1 *vs* Lag1)的点对点比较,而非对所有可能的滞后组合进行遍历性检验。具体来说,通过在各亚组中拟合相同的模型,获得各组别在不同滞后天数的效应估计值,然后采用Z检验进行比较,以标准正态分布计算双尾P值判断2亚组间的效应差异是否具有统计学意义,具体计算公式见式②和③:

$$Z = \frac{RR_A - RR_B}{\sqrt{SE_A^2 + SE_B^2}} \qquad ②$$

$$P = 2 \times [1 - \Phi(|Z|)] \qquad ③$$

其中,RR_A和RR_B分别为不同亚组不同滞后模式的相对风险估计值,SE_A和SE_B分别为对应风险估计值的标准误,P为组间效应差异的统计学显著性水平,Φ为标准正态分布函数。以性别亚组为例:RR_A表示在特定滞后模式下,TCN增加1个IQR时男性人群的健康风险,RR_B表示在相同滞后模式下,TCN增加1个IQR时女性人群的健康风险,SE_A和SE_B分别为男性和女性相对风险估计值的标准误,若P<0.05,则认为2组间TCN效应差异具有统计学意义。

1.6 敏感性分析

为检验模型结果的稳健性,本研究开展了多维度敏感性分析,从关键参数设定与核心假设这2个层面系统评估结果的稳定性,体现在以下4个方面:①在基础模型基础上,依次引入NO_2和O_3,分别构建双污染物模型,以评估空气污染物之间可能存在的共线性对TCN效应估计的干扰;②在主模型设定的自然样条自由度基础上,逐一将各混杂变量的自由度上调,观察TCN效应估计值及其置信区间的变化;③逐一将各混杂变量的自然样条自由度下调,以评估自由度选择偏倚对效应估计的潜在影响;④采用更为剧烈的温度变率指标,以气温日较差(diurnal temperature range,DTR)替代TCN,重新拟合模型,比较不同温度变化指标下效应估计的一致性,以验证TCN指标选择的稳健性。

1.7 统计学分析

统计分析在R软件(4.4.3版本)中“dlnm”和

“splines”程序包完成。银屑病日门诊就诊人次以$\bar{x}\pm s$描述,气象及污染物浓度等连续型变量以$\bar{x}\pm s$及$M(P_{25},P_{75})$位数描述。采用DLNM模型分析TCN与银屑病日门诊就诊量之间的关联。模型以准泊松分布连接,控制长期趋势、气象因素、$PM_{2.5}$、星期几效应及节假日效应等混杂变量。以TCN的IQR为变化单位,计算*RR*及其95%*CI*,同时报告其滞后效应。按性别和年龄进行亚组分层分析,亚组间效应差异采用*Z*检验进行比较。所有统计检验为双侧检验,以$P<0.05$表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 银屑病门诊就诊量、气象数据和空气污染物的统计描述

本研究收集了从2013年12月1日至2019年12月31日银屑病门诊就诊记录共24 324人次。银屑病门诊日均就诊人次为10.95人次,其中男性和女性的日均就诊人次分别为6.65人次和4.30人次。<40岁和≥40岁银屑病患者的日均就诊人次分别为5.35人次和5.60人次。研究期间日平均风速、环境温度、相对湿度及降水量分别为1.34 m/s、19.16 ℃、76.04%和3.64 mm,$PM_{2.5}$平均浓度为49.79 μg/m^3(表1)。

2.2 总人群中TCN短期改变与银屑病门诊就诊量下降有关

采用DLNM模型拟合TCN与银屑病门诊就诊量的关联,总人群分析显示TCN升高与银屑病门诊就诊量呈负相关(图1A)。从单日滞后看,TCN每增加2.1 ℃,在Lag1和Lag2时银屑病患者门诊就诊量明显下降:Lag1的*RR*为0.997(95%*CI*:0.995~0.999),Lag2的*RR*为0.998(95%*CI*:0.996~0.999)。Lag0和Lag3呈未达到统计学显著性,但*RR*值仍有下降趋势。从累积效应看,TCN变化与银屑病门诊就诊量在Lag01至Lag07均呈显著负相关,而且滞后时间越长,负相关强度越强,到累积滞后第7天时,*RR*降至0.986(95%*CI*:0.983~0.989)。同时,研究期间暴露-反应曲线和三维效应图显示在滞后早期,TCN的升高与银屑病门诊就诊量呈负相关(图1B、C)。提示TCN升高可在短期内降低银屑病门诊就诊量,该效应在累积滞后1~7 d内持续存在。

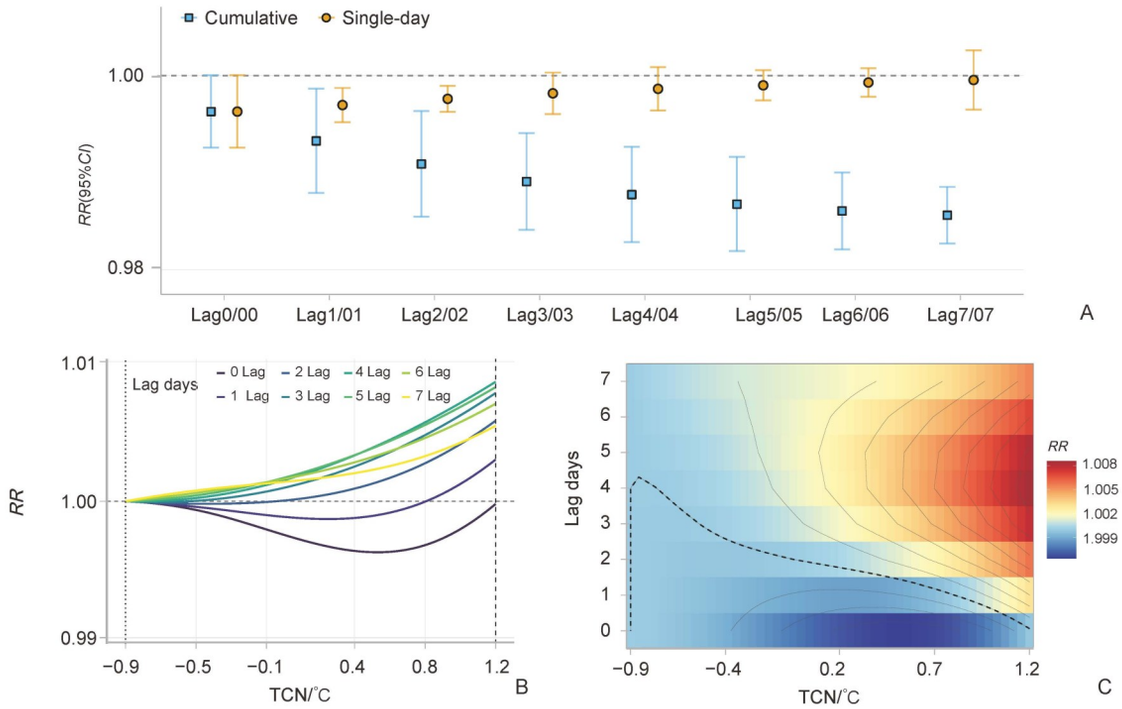
2.3 男性和≥40岁银屑病患者的门诊就诊行为在TCN变化时降幅更强

采用DLNM模型拟合TCN与不同性别患者门诊就诊量的关联,结果表明,按性别分层后TCN与银屑病患者门诊就诊量的关联效应在不同性别间存在明显差异(图2A)。男性人群中,单日滞后效应在暴露当天及滞后1 d即达显著水平,Lag0时*RR*为0.993(95%*CI*:0.989~0.998),Lag1时*RR*为0.996(95%*CI*:0.994~0.998),表明男性在TCN升高后当日及次日就诊人次显著减少。累积效应方面,男性人群在Lag00~Lag07时,各时间窗口均呈现显著负相关,且关联强度随滞后天数延长而增强,Lag07时*RR*降至0.983(95%*CI*:0.979~0.986)。女性人群中显著的负相关则出现得相对迟滞且强度较弱。女性单日滞后效应仅滞后2 d有显著意义(*RR*=0.997,95%*CI*:0.995~0.999),滞后0 d及滞后1 d均未显示显著关联。累积效应方面,女性自滞后4 d起呈现显著的负相关,Lag04时*RR*为0.990(95%*CI*:0.982~0.997),Lag07时

表1 银屑病门诊就诊量、空气污染物和气象数据的描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of outpatient visits for psoriasis, air pollutants, and meteorological data

Variables	Mean *SD*	Percentile		
		P_{25}	P_{50}	P_{75}
Number of outpatient visits per day				
Total	10.95±4.38	8.00	11.00	14.00
Gender				
Male	6.65±3.00	5.00	6.00	8.00
Female	4.30±2.44	3.00	4.00	6.00
Age/years				
≥40	5.35±2.69	4.00	5.00	7.00
<40	5.60±2.83	4.00	5.00	7.00
Meteorological data and pollutant concentrations				
Wind velocity/(m/s)	1.34±0.39	1.10	1.30	1.50
Temperature/℃	19.16±7.71	12.10	19.30	25.00
Relative humidity/%	76.04±11.26	68.50	77.30	84.80
Rainfall/mm	3.64±9.83	0.00	0.00	2.10
$PM_{2.5}$/(μg/m^3)	49.79±32.33	28.00	41.00	61.00



A: Lag-specific and cumulative relative risks with 95%*CI*; B: Exposure-response curve between temperature and outpatient visits for psoriasis; C: Three-dimensional heatmap of psoriasis outpatient visits risk-temperature-Lag effect

图1 总人群中TCN短期变化与银屑病门诊就诊量的关联

Figure 1 Association between short-term changes in TCN and outpatient visits for psoriasis in the total population

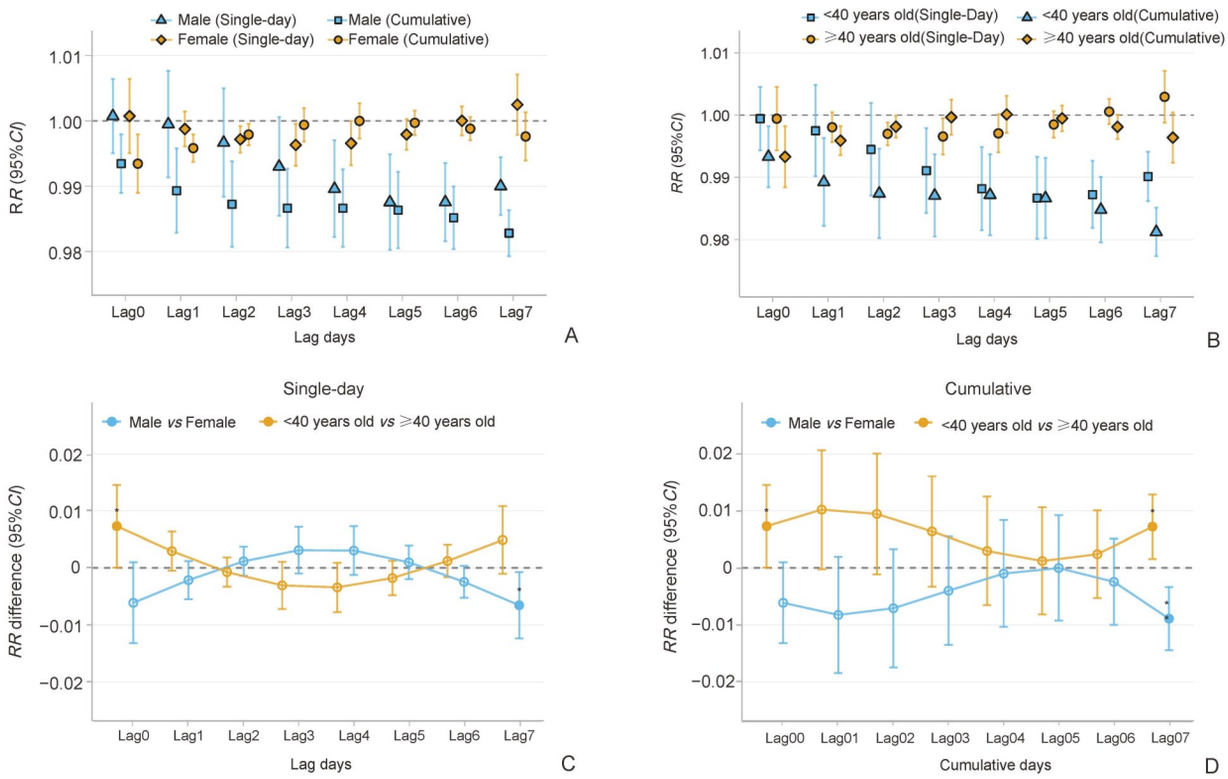
*RR*为0.990(95%*CI*:0.986~0.994),关联强度较男性弱且出现时间更晚。组间异质性检验结果显示,性别间效应差异在Lag7及Lag07这2个时间点达到统计学显著水平,提示男性与女性在TCN暴露后早期及累积效应后期存在统计学上的就诊差异(图2C、D)。上述结果表明,男性人群对TCN变化的反应更为迅速且强烈,而女性人群中显著的关联出现得相对迟滞且强度较弱。

按年龄分层后,TCN升高对不同年龄组银屑病患者门诊就诊量的影响存在明显的年龄异质性(图2B)。年龄≥40岁人群中,单日滞后效应在暴露当天及滞后1 d即有显著的统计学意义,Lag0时*RR*为0.993(95%*CI*:0.988~0.998),Lag1时*RR*为0.996(95%*CI*:0.994~0.998),提示年龄≥40岁人群在TCN升高后当日及次日就诊人次显著减少。累积效应方面,年龄≥40岁人群自Lag01起各时间窗内银屑病门诊就诊量显著降低,Lag07时*RR*降至0.981(95%*CI*:0.977~0.985),为所有亚组中关联强度最强。年龄<40岁人群中显著的负相关则出现得较晚且关联强度较弱,单日滞后效应仅在Lag2、Lag3达到显著,Lag2时*RR*为0.997(95%*CI*:0.995~0.999),Lag3时*RR*为0.997(95%*CI*:0.994~0.999)。累积效应方面,年龄<40岁人群自Lag03天起门诊就诊量显著降低,Lag03时*RR*为0.991(95%*CI*:0.984~0.998),Lag07时*RR*为0.990(95%*CI*:0.986~0.994),关联强度弱于年龄≥40岁人群,且显著关联滞后天推迟2~3 d。*Z*检验结果提示,年龄间效应差异在单日滞后Lag0、累积滞后Lag0、Lag07时呈现显著统计学差异(图2C、D),表明年龄≥40岁人群在TCN变化后,门诊就诊行为减少的情况出现更早、降幅更大。

2.4 不同敏感性分析结果表明模型结果稳健

为评估模型结果的稳健性,本研究从核心假设与关键参数设定2个维度开展了多项敏感性分析。结果显示,当依次引入NO_2与O_3分别构建双污染物模型后,TCN效应估计值未发生方向性改变,表明污染物间共线性未对TCN效应估计产生明显干扰(图3A)。当逐一上调及下调各混杂变量自然样条自由度后,TCN效应估计值及其置信区间保持稳定,未见因自由度选择偏倚导致的效应方向逆转或显著性突变(图3B)。

同时,为进一步检验TCN作为温度变化指标的可靠性,本研究采用DTR替代TCN,重新拟合模型。发现DTR变化与银屑病门诊就诊量呈负相关,显著的关联从Lag0持续至Lag2,累积效应从Lag00持续至Lag07,支持了主要结论,再次证明了模型的稳健性



A: Association between short-term change of TCN and outpatient visits for psoriasis in different age groups; B: Association between short-term change of TCN and outpatient visits for psoriasis in different age groups; C: Analysis of gender and age heterogeneity in the association between TCN and outpatient visits for psoriasis at single Lag days; D: Analysis of gender and age heterogenerty in the association between TCN and visits for prosriasis at cumulative days

图2 不同亚组人群中TCN短期变化与银屑病门诊就诊量的关联

Figure 2 Association between short-term change of TCN and outpatient visits for psoriasis in different groups

(图3C)。上述分析表明,本研究的模型设定具备良好稳健性,核心结论未受混杂变量选择、污染物共线性及自由度设定的显著影响。

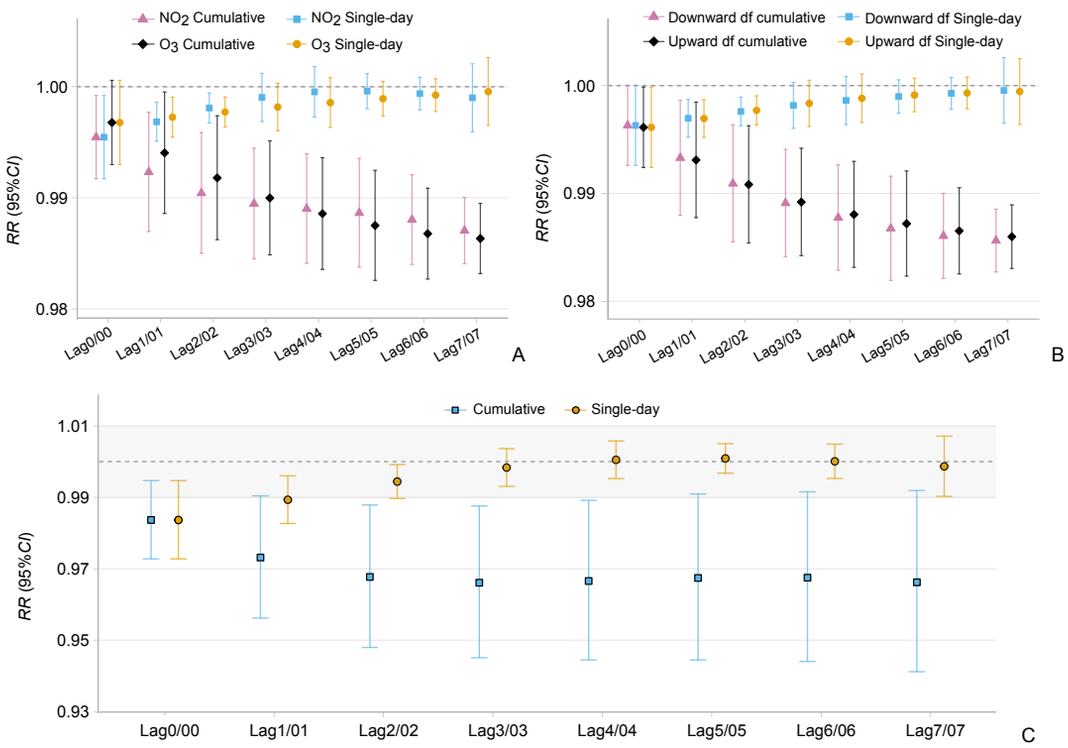
3 讨论

3.1 TCN短期内的升高与银屑病患者门诊就诊量降低显著相关

本研究利用2013年12月1日至2019年12月31日重庆市2家综合医院的银屑病门诊就诊数据,对短期TCN与银屑病门诊就诊量之间的暴露-滞后关系进行了探究,并进一步剖析了这种关联在不同性别和年龄亚组中的差异情况。与先前环境流行病学研究多关注温度高低或极端天气事件对银屑病的影响不同,本研究将研究焦点转向TCN这类具有动态特性的指标,从而扩展了温度波动与银屑病就诊行为关联性的研究范畴。研究结果表明,短期内TCN的升高会降低银屑病门诊就诊量。同时揭示了TCN短期变化与不同性别与年龄亚群中的门诊就诊量的关联存在明显的差异,即年龄≥40岁和男性患者对于短期内TCN升高的反应更强烈。在此基础上,开展了多项敏感性分析以验证结果的稳健性,为深入理解气温波动与银屑病就诊风险之间的关联提供了新的流行病学依据。

3.2 TCN短期波动影响银屑病门诊风险的潜在生物学机制

总人群中,TCN水平的升高与银屑病患者门诊就诊风险的降低存在统计学关联。既往临床观察及患者自述表明,银屑病症状在夏季或更温暖的环境下会有所缓解[33-34]。但有关短期温度变化与银屑病之间的研究仍相对有限。有研究表明温度波动可能影响角质形成细胞的生长和分化,使皮肤对机械摩擦、空气污染物暴露等的敏感性增强,同时减少经皮肤水分流失,缓解局部炎症[35-36]。动物实验发现,较高环境温度下皮肤弹性的增加更利于屏障结构修复,而低温则会抑制脂质合成,让屏障修复能力变弱[35]。而且,温度升高会影响皮肤免疫细胞活性,适当的温度波动可能抑制树突状细胞活化,从而减弱其介导的促炎因子释放[37-38],高温环境中调节性T细胞功能也会进一步增强,这可能会有助于缓解过强的免疫反应[37]。再



A: Sensitivity analysis after introducing NO_2 or O_3 into the two-pollutant model; B: Sensitivity analysis results after adjusting the df of confounding variables; C: Sensitivity analysis results using DTR as an alternative to TCN

图3 多模型场景下主结果的稳健性检验

Figure 3 Sensitivity analysis of the main results under multiple mode specifications

者,昼夜温差变化也被认为与外周组织中时钟基因表达改变有关,导致炎症介质节律性的变化[39-40],一定程度的升温可能有助于外周组织时钟基因的稳定表达,减少炎症介质的异常活化,促进银屑病患者症状的稳定。也有研究指出,环境温度波动会改变皮肤微生物群组成,抑制条件致病菌异常增殖,并降低继发感染和局部炎症发生概率[41-42],适度的升温可能有助于皮肤菌落结构的稳定,间接缓解银屑病患者症状,从而减少患者医疗就诊行为。然而,上述推论只是基于现有研究证据的外推,实际生物学机制需要结合具体实验进一步验证。

3.3 TCN短期波动影响人群异质性的可能原因和潜在机制

综合亚组分析结果来看,年龄≥40岁人群和男性银屑病患者在TCN变化的影响下,更容易出现就诊量的显著改变。潜在原因可能牵涉到激素水平差异和免疫功能随年龄的变化情况。一些研究认为,中老年男性的雄激素水平相对较高,而雄激素有一定抗炎作用,可抑制Th17细胞介导的自身免疫反应[43];相比之下,女性进入中老年后雌激素水平明显下降,面对外界环境刺激时,免疫调节能力可能更容易受影响[43]。另外,男女都会经历免疫衰老,但路径存在差异:有研究发现,女性B淋巴细胞及部分T细胞亚群下降更突出,而男性$CD4^+$T细胞与B淋巴细胞减少相对慢一些,且炎症因子整体上升幅度也小于女性[44]。从这个角度看,男性在气候波动面前可能呈现一种“更稳定”的状态,对短期急剧的温度变化的反应没有女性银屑病患者强烈,从而减少了不必要的医疗就诊和行为。同时,生活方式也可能起一定的作用,年长群体的户外活动往往较少、作息更规律,更容易维持稳定昼夜节律,也就减少了暴露于极端气候的机会,同时这类人群健康意识提升,会更注意防晒、保湿等皮肤防护,从而降低病情波动或加重的风险[45-46]。遗传与表观遗传证据表明,银屑病相关基因位点(如HLA-Cw6)在不同性别和年龄人群中的表达存在差别,这种差别会改变机体对环境刺激的敏感度,中老年男性在表观遗传调控方面可能更占优势,因此对可能的不良环境因素表现出更好的适应性[34]。社会心理因素同样不能忽视,中老年男性通常社会角色相对稳定,应对压力的方式也更成熟,不太容易因为情绪波动直接诱发或加重症状,而青少年与女性群体更易受到负面情绪影响,再叠加工作生活压力,可能使得气候变迁带来的

不利效应被放大[24, 47]。然而,研究观察到的关联可能只是因为温度波动干扰了患者正常的出行意愿、就诊决策及就医行为的改变,而非疾病生物学风险的降低。如在炎热的环境下,年龄较大的人群会采取更严格地避免高温行为与日晒措施,这在一定程度上减少了患者非必要的就医行为[48]。此外,相应指南普遍建议年长人群与重症患者采取留居室内、限制户外活动、加强社会支持等措施,以降低该人群与高温相关的发病率和死亡率[49]。

然而,由于数据可及性及生态学研究的性质影响,研究不可避免地存在一定局限性。第一,研究数据仅基于重庆市主城区,区域代表性有限,结果外推需要验证。第二,本研究为生态流行病学的时间序列设计,采用环境监测数据反映群体暴露水平,难以完全避免暴露误判带来的偏倚。第三,由于数据获取限制,模型未能纳入个体层面及卫生服务可及性等相关因素,医疗可及性偏差、暴雨、出行意愿变化、就诊延迟、线上问诊替代等混杂因素未纳入考虑。第四,本研究发现效应量较小,虽然在统计学上显著,但该效应幅度在临床实践中可能缺乏实际意义。同时极端温度环境下,极端温度的暴露也可能进一步影响患者就诊意向和行为,表现出就诊量下降的情况。因此,未来需要研究结合疾病严重度指标(如PASI评分)或真实发病率数据等进行验证。

3.4 温度波动应纳入银屑病环境健康管理的辅助监测维度

当前我国在银屑病管理方面的主要侧重于规范药物治疗与长期健康管理[50],而对环境因素的健康预警、相关健康教育等环节尚未形成系统、完善的政策支撑。虽然已有相关大气污染的健康预警体系[51],但针对温度变化的专项健康预警机制仍处于空白。基于本研究发现的TCN升高与门诊就诊量下降的关联,可从地方卫生行政部门与社区卫生服务机构2个实操层面,提出如下政策建议:第一,将温度波动监测嵌入社区慢性病环境健康管理。参考《"健康中国2030"规划纲要》关于"建立健全环境与健康监测、调查和风险评估制度"的要求,建议区县级卫生健康行政部门在现有慢性病管理信息系统中增设气象关联模块,将日温差、隔日温差等短期温度波动指标纳入监测范围。当预报出现TCN显著升高时段,通过现有家庭医生签约服务网络,向已建档的银屑病患者推送适度的户外活动建议,将被动诊疗转化为主动的环境暴露行为引导。第二,依托基本公共卫生服务强化患者环境健康素养。根据《国家基本公共卫生服务规范(第三版)》中关于健康教育的要求,建议社区卫生服务机构在面向银屑病患者的日常随访中,增加季节性气温波动与皮肤护理的健康宣教内容,指导患者科学调控户外活动的时段与频次,避免因过度规避温度变化而产生缺乏日照等新的健康风险。第三,审慎推进环境-健康数据互联试点。在《"十四五"全民健康信息化规划》所推动的医疗机构与公共卫生机构数据共享框架下,可选取有条件的区域开展小范围试点,将气象温度监测数据与居民电子健康档案进行有效联通,探索建立银屑病环境健康风险识别模型,为未来制定更精细化的慢病环境风险分层管理策略提供数据基础。

综上所述,基于重庆市2家综合医院银屑病门诊数据,本研究揭示了短期TCN升高与就诊量降低之间的负向关联,其中男性和≥40岁人群更为敏感。研究聚焦温度动态变化指标与银屑病的关联,并通过多污染物模型与参数调整验证了结论的稳健性。潜在机制涉及温度波动对皮肤屏障修复、免疫细胞活性及时钟基因表达的调控,亚组差异则可能与性激素水平、免疫衰老路径及行为模式相关。鉴于效应量较小,现阶段不建议据此采取强制性干预,但结果可为构建融合温度波动指标的环境健康预警体系提供科学线索,未来仍需更多的研究进一步验证结论的外推性。

致谢:感谢周来新研究员在数据获取方面给予的帮助。

利益冲突 本文所有作者声明不存在利益冲突

参考文献:

[1] LA SORTE F A, JOHNSTON A, AULT T R. Global trends in the frequency and duration of temperature extremes[J]. Clim Change, 2021, 166(1): 1. DOI:10.1007/s10584-021-03094-0.

[2] PERKINS-KIRKPATRICK S E, LEWIS S C. Increasing trends in regional heatwaves[J]. Nat Commun, 2020, 11: 3357. DOI:10.1038/s41467-020-16970-7.

[3] VAUTARD R, BARNES C, PHILIP S, *et al*. Heat extremes linearly shift with global warming, with frequency doubling per decade since 1979[J]. Environ Res Lett, 2024, 19(9): 094033. DOI:10.1088/1748-9326/ad63be.

[4] HAN Q M, SUN S, LIU Z, *et al*. Accelerated exacerbation of global extreme heatwaves under warming scenarios[J]. Int J Climatol, 2022, 42(11): 5430-5441. DOI:10.1002/joc.7541.

[5] YAMATO N, FUJIKAWA T. Effect of temperature changes between neighboring days on acute aortic dissection in non-heating periods[J]. Lancet Reg Health West Pac, 2023, 30: 100662. DOI:10.1016/j.lanwpc.2022.100662.

[6] ZHA Q W, CHAI G R, ZHANG Z G, *et al*. Impact of temperature changes between neighboring days on cardiovascular disease hospital admissions among suburban farmers in Qingyang, Northwest China[J]. Int J Biometeorol,

2022, 66(6): 1233-1245. DOI:10.1007/s00484-022-02271-9.
[7] CHEN J M, GAO Y, JIANG Y X, *et al*. Low ambient temperature and temperature drop between neighbouring days and acute aortic dissection: a case-crossover study[J]. Eur Heart J, 2022, 43(3): 228-235. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab803.
[8] WANG Y, YE D X, CHENG Y B, *et al*. Seasonal variation in association between temperature change and emergency department visits: a multi-site study in China[J]. Environ Res, 2022, 214: 113963. DOI:10.1016/j.envres. 2022.113963.
[9] ZHAN Z Y, ZHAO Y, PANG S J, *et al*. Temperature change between neighboring days and mortality in United States: a nationwide study[J]. Sci Total Environ, 2017, 584: 1152-1161. DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.01.177.
[10] PEHLIVAN N, KIM E, RA C K, *et al*. All-cause, cause-specific and age-specific mortality risks associated with temperature change between neighboring days in South Korea: Effects of season and population density (2000 - 2021)[J]. Environ Res, 2025, 282: 121982. DOI:10.1016/j.envres.2025.121982.
[11] LEI X N, LIU L J, CHEN R J, *et al*. Temperature changes between neighboring days and childhood asthma: a seasonal analysis in Shanghai, China[J]. Int J Biometeorol, 2021, 65(6): 827-836. DOI:10.1007/s00484-020-02057-x.
[12] XU J Y, LI J Y, WANG J Q, *et al*. The effects of temperature variation on obstructive pulmonary dysfunction and small airway dysfunction in asthmatic children: a continuous eight-year study in Jinan, China[J]. Environ Res, 2025, 272: 121096. DOI:10.1016/j.envres.2025.121096.
[13] NESTLE F O, KAPLAN D H, BARKER J. Psoriasis[J]. N Engl J Med, 2009, 361(5): 496-509. DOI: 10.1056/nejmra0804595.
[14] 张帅, 罗雯, 张莲, 等. 寻常型银屑病患者皮损组织中DNA去甲基化酶TET3过表达介导转录因子KLF4显著高表达[J]. 陆军军医大学学报, 2024, 46(6): 637-643. DOI:10.16016/j.2097-0927.202302004.
ZHANG S, LUO W, ZHANG L, *et al*. Overexpression of DNA demethylase ten-eleven translocation 3 mediates high expression of Krüppel-like factor 4 in the skin lesions of patients with psoriasis vulgaris[J]. J Army Med Univ, 2024, 46(6): 637-643. DOI:10.16016/j.2097-0927.202302004.
[15] PARISI R, ISKANDAR I Y K, KONTOPANTELIS E, *et al*. National, regional, and worldwide epidemiology of psoriasis: systematic analysis and modelling study[J]. BMJ, 2020: m1590. DOI:10.1136/bmj.m1590.
[16] WEI J H, WANG Y, CHEN Y X, *et al*. Global burden of psoriasis from 1990 to 2021 and potential factors: a systematic analysis[J]. J Investig Dermatol, 2026, 146(4): 1034-1045.e22. DOI:10.1016/j.jid.2025.08.038.
[17] XIONG J K, XUE T K, TONG M, *et al*. Dynamic trend analysis of global psoriasis burden from 1990 to 2021: a study of gender, age, and regional differences based on GBD 2021 data[J]. Front Public Health, 2025, 13: 1518681. DOI:10.3389/fpubh.2025.1518681.
[18] ARMSTRONG A W, SCHUPP C, WU J L, *et al*. Quality of life and work productivity impairment among psoriasis patients: findings from the national psoriasis foundation survey data 2003—2011[J]. PLoS One, 2012, 7(12): e52935. DOI:10.1371/journal.pone.0052935.
[19] MROWIETZ U, MEYER C, GROßSCHÄDL K, *et al*. Burden to partners of people with psoriasis: results from the FamilyPso international study[J]. Am J Clin Dermatol, 2025, 26(5): 819-827. DOI:10.1007/s40257-025-00944-w.
[20] LANGLEY R G, GHERARDI G, COLEMAN A, *et al*. The safety data of dupilumab for the treatment of moderate-to-severe atopic dermatitis in infants, children, adolescents, and adults[J]. Am J Clin Dermatol, 2025, 26(6): 981-1002. DOI:10.1007/s40257-025-00952-w.
[21] TAKESHITA J, GREWAL S, LANGAN S M, *et al*. Psoriasis and comorbid diseases: epidemiology[J]. J Am Acad Dermatol, 2017, 76(3): 377-390. DOI: 10.1016/j.jaad.2016.07.064.
[22] BREZINSKI E A, DHILLON J S, ARMSTRONG A W. Economic burden of psoriasis in the United States: a systematic review[J]. JAMA Dermatol, 2015, 151(6): 651. DOI:10.1001/jamadermatol.2014.3593.
[23] 孙亚楠, 周家红, 刘雅琴, 等. MAVS功能丧失性突变导致抗病毒免疫缺陷: 揭示病毒感染触发儿童泛发性脓疱性银屑病的新机制[J]. 陆军军医大学学报, 2025, 47(23): 2953-2962. DOI: 10.16016/j.2097-0927.202509092.
SUN Y N, ZHOU J H, LIU Y Q, *et al*. Loss-of-function MAVS mutation causes antiviral immunodeficiency: unveiling a novel mechanism linking viral infection to generalized pustular psoriasis in children[J]. J Army Med Univ, 2025, 47(23): 2953-2962. DOI: 10.16016/j.2097-0927.202509092.
[24] YANG J D, LI G H, YUE L X, *et al*. The impacts of seasonal factors on psoriasis[J]. Exp Dermatol, 2025, 34(3): e70078. DOI:10.1111/exd.70078.
[25] ALONSO S, TEJÓN P, SARASQUETA C, *et al*. Age at disease onset may help to further characterize the disease phenotype in psoriatic arthritis[J]. Jt Bone Spine, 2016, 83(5): 533-537. DOI:10.1016/j.jbspin.2015.09.004.
[26] PUCHE-LARRUBIA M Á, LADEHESA-PINEDA L, LÓPEZ-MONTILLA M D, *et al*. Differences between early *vs*. late-onset of psoriatic arthritis: Data from the RESPONDIA and REGISPONSER registries[J]. Joint Bone Spine, 2023, 90(4): 105563. DOI:10.1016/j.jbspin. 2023.105563.
[27] GASPARRINI A. Distributed Lag linear and non-linear models in *R*: the packaged lnm[J]. J Stat Soft, 2011, 43(8): 1-20. DOI:10.18637/jss.v043.i08.
[28] LI X, ZHANG Y M, TIAN Z B, *et al*. Lag effect of ambient temperature on respiratory emergency department visits in

Beijing: a time series and pooled analysis[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 1363. DOI: 10.1186/s12889-024-18839-6.

[29] QU F R, MA H R, WANG X B, *et al*. Association between short-term air pollutants and psoriasis outpatient visits: a time series study in Nanchang, China [J]. Int J Biometeorol, 2025, 69(10): 2601-2614. DOI: 10.1007/s00484-025-02977-6.

[30] ZHOU Y M, JI A L, TANG E J, *et al*. The role of extreme high humidex in depression in Chongqing, China: a time series-analysis[J]. Environ Res, 2023, 222: 115400. DOI: 10.1016/j.envres.2023.115400.

[31] GASPARRINI A, ARMSTRONG B, KENWARD M G. Distributed Lag non-linear models[J]. Stat Med, 2010, 29(21): 2224-2234. DOI:10.1002/sim.3940.

[32] JIANG Y X, YI S D, GAO C Y, *et al*. Cold spells and the onset of acute myocardial infarction: a nationwide case-crossover study in 323 Chinese Cities[J]. Environ Health Perspect, 2023, 131(8): 087016. DOI:10.1289/ehp11841.

[33] JENSEN K K, SERUP J, ALSING K K. Psoriasis and seasonal variation: a systematic review on reports from Northern and Central Europe: Little overall variation but distinctive subsets with improvement in summer or wintertime[J]. Skin Res Technol, 2022, 28(1): 180-186. DOI:10.1111/srt.13102.

[34] NIEDŹWIEDŹ M, SKIBIŃSKA M, CIĄŻYŃSKA M, *et al*. Psoriasis and seasonality: exploring the genetic and epigenetic interactions[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(21): 11670. DOI:10.3390/ijms252111670.

[35] ENGEBRETSEN K A, JOHANSEN J D, KEZIC S, *et al*. The effect of environmental humidity and temperature on skin barrier function and dermatitis [J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2016, 30(2): 223-249. DOI: 10.1111/jdv.13301.

[36] MONTERO-VILCHEZ T, SEGURA-FERNÁNDEZ-NOGUERAS M V, PÉREZ-RODRÍGUEZ I, *et al*. Skin barrier function in psoriasis and atopic dermatitis: transepidermal water loss and temperature as useful tools to assess disease severity [J]. J Clin Med, 2021, 10(2): 359. DOI: 10.3390/jcm10020359.

[37] SIEMINSKA I, PIENIAWSKA M, GRZYWA T M. The immunology of psoriasis: current concepts in pathogenesis [J]. Clin Rev Allergy Immunol, 2024, 66(2): 164-191. DOI:10.1007/s12016-024-08991-7.

[38] SINGH R, KOPPU S, PERCHE P O, *et al*. The cytokine mediated molecular pathophysiology of psoriasis and its clinical implications[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(23): 12793. DOI:10.3390/ijms222312793.

[39] DUAN J Y, GREENBERG E N, KARRI S S, *et al*. The circadian clock and diseases of the skin[J]. FEBS Lett, 2021, 595(19): 2413-2436. DOI:10.1002/1873-3468.14192.

[40] LUENGAS-MARTINEZ A, PAUS R, IQBAL M, *et al*. Circadian rhythms in psoriasis and the potential of chronotherapy in psoriasis management[J]. Exp Dermatol, 2022, 31(11): 1800-1809. DOI:10.1111/exd.14649.

[41] ISLER M F, COATES S J, BOOS M D. Climate change, the cutaneous microbiome and skin disease: implications for a warming world[J]. Int J Dermatol, 2023, 62(3): 337-345. DOI:10.1111/ijd.16297.

[42] BELZER A, PARKER E R. Climate change, skin health, and dermatologic disease: a guide for the dermatologist[J]. Am J Clin Dermatol, 2023, 24(4): 577-593. DOI:10.1007/s40257-023-00770-y.

[43] KLEIN S L, FLANAGAN K L. Sex differences in immune responses[J]. Nat Rev Immunol, 2016, 16(10): 626-638. DOI:10.1038/nri.2016.90.

[44] FORSYTH K S, JIWRAJKA N, LOVELL C D, *et al*. The conneXion between sex and immune responses[J]. Nat Rev Immunol, 2024, 24(7): 487-502. DOI: 10.1038/s41577-024-00996-9.

[45] SUN H X, WANG X S, ZHANG X Y, *et al*. The association between apparent temperature and psoriasis outpatient visits: a time-series study in Hefei, China[J]. Environ Res Commun, 2023, 5(3): 035003. DOI:10.1088/2515-7620/acc013.

[46] ISKANDAR I Y K, PARISI R, GRIFFITHS C E M, *et al*. Systematic review examining changes over time and variation in the incidence and prevalence of psoriasis by age and gender[J]. Br J Dermatol, 2021, 184(2): 243-258. DOI:10.1111/bjd.19169.

[47] NORDGREN M, DUVETORP A. Psychosocial impact of climatotherapy in young patients with psoriasis: a 3-month cohort study [J]. Front Med, 2024, 11: 1458394. DOI: 10.3389/fmed.2024.1458394.

[48] SANTODOMINGO M, CASTILLO E M, SCHWARZ L, *et al*. Extreme heat events and emergency department visits among older adults in California from 2012—2019[J]. Medicina, 2024, 60(10): 1593. DOI:10.3390/medicina 60101593.

[49] VU A, RUTHERFORD S, PHUNG D. Heat health prevention measures and adaptation in older populations: a systematic review [J]. Int J Environ Res Public Health, 2019, 16(22): 4370. DOI:10.3390/ijerph16224370.

[50] ARMSTRONG A W, BLAUVELT A, CALLIS DUFFIN K, *et al*. Psoriasis [J]. Nat Rev Dis Primers, 2025, 11(1): 45. DOI:10.1038/s41572-025-00630-5.

[51] CARVALHO H. New WHO global air quality guidelines: more pressure on nations to reduce air pollution levels[J]. Lancet Planet Health, 2021, 5(11): e760-e761. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00287-4.

(收稿:2026-03-25;修回:2026-04-07)

(编辑 栾 嘉)