

基于常见病季节性变化及风险预测的健康管理改进

冉洪雨^{1,3}, 雷应朝², 彭浩³, 尹立⁴, 吴维学⁵, 冯鑫媛¹, 王式功^{1*}

1. 成都信息工程大学 大气科学学院 / 环境气象与健康研究院, 四川成都 610225

2. 攀枝花学院, 四川攀枝花 617000

3. 海南省第二人民医院, 海南五指山 572299

4. 攀枝花市中心医院气象医学研究中心, 四川攀枝花 617000

5. 海南省工人疗养院, 海南海口 570203

DOI:10.61369/MRP.2025110004

摘要 : 本文秉承“天人合一”中国古典哲学思想和“天人相应”中医实践理念,站在人与自然和谐共生的高度,审视人体常见疾病的发生、发展与四季气候等因素变化之间的密切关系。以与外界直连互通完成人体氧气与二氧化碳交换的呼吸系统,负责运输氧气、二氧化碳、营养物质及代谢废物的循环系统,以及通过一系列器官协同作用将食物转化为人体可利用的营养物质、同时排出废物的消化系统为例,阐述其随着季节的更替、相应气候和环境变化,所产生的一系列响应。首先,从避害层面归纳总结了国内外上述常见疾病季节性发病特征、诱发原因等相关研究;然后,提出将新兴疾病风险预测服务赋能传统健康管理,由静态转变为适应天气气候变化的动态健康管理,以便更好地服务全民大健康战略实施,助力不断提升民众的整体防病能力与健康水平。

关键词 : 常见疾病; 季节变化; 气象诱因; 疾病风险预测; 候鸟式旅居康养; 研究进展

Improving Health Management Based on Seasonal Variations and Risk Prediction of Common Diseases

Ran Hongyu^{1,3}, Lei Yingchao², Peng Hao³, Yin Li⁴, Wu Weixue⁵, Feng Xinyuan¹, Wang Shigong^{1*}

1. College of Atmospheric Sciences/Institute of Environmental Meteorology and Health, University of Information Science and Technology, Chengdu, Sichuan 610225

2. Panzhihua University, Panzhihua, Sichuan 617000

3. Second People's Hospital of Hainan Province, Wuzhishan, Hainan 572299

4. Meteorological Medicine Research Center, Panzhihua Central Hospital, Panzhihua, Sichuan 617000

5. Hainan Provincial Workers' Sanatorium, Haikou, Hainan 570203

Abstract : Guided by the classical Chinese philosophical concept of “unity of heaven and humanity” and the traditional Chinese medicine practice principle of “correspondence between heaven and humanity,” this paper examines the close relationship between the occurrence and progression of common human diseases and seasonal climatic variations from the perspective of harmonious coexistence between humans and nature. Taking the respiratory system—which directly connects with the external environment to facilitate oxygen and carbon dioxide exchange—the circulatory system—responsible for transporting oxygen, carbon dioxide, nutrients, and metabolic waste—and the digestive system—which converts food into usable nutrients through coordinated organ functions while expelling waste—as exemplars, this study elucidates their sequential responses to seasonal transitions

课题信息:

2024年度中国气象局气候变化专题项目 (QBZ202405)

2024年海南省重点研发项目 (ZDYF2024KJTPY023)

2025年海南省卫生健康科技创新联合项目 (WSJK2025MS185)

攀枝花市气象医学医工结合与应用转化创新团队建设项目 (2023ZD-C-1)

攀枝花市气象医学研究中心建设项目 (2025WSKJ-01)

作者简介:

1. 冉洪雨 (2000.07—), 女, 汉族, 重庆綦江人, 在读研究生, 成都信息工程大学大气科学专业就读, 主要从事于气象环境与健康研究。

2. 彭浩 (1982.09—), 男, 汉族, 海南海口人, 博士研究生, 海南省第二人民医院, 神经外科主任医师, 现任海南省第二人民医院院长、兼任气候医学临床研究中心主任。课题: 主持省级课题结题3项。

3. 雷应朝 (1966.11—), 男, 汉族, 四川攀枝花人, 研究生学历, 四川省工商管理学院, 攀枝花学院就职, 副研究员, 主要从事康养产业及相关的教学科研工作。《康养产业标准化研究》(独著)、《生态养老》合著、《攀枝花市康养产业发展报告(2022)》主编、《康养蓝皮书: 中国康养产业发展报告(2022—2023)》、《中国避寒型气候康养目的地发展研究》独撰分报告。《阳光之城攀枝花气候康养内涵、效应与机制研究》(2024年度四川省医学科技奖三等奖)。

4. 尹立 (1985.02—), 男, 汉族, 四川攀枝花人, 博士研究生, 攀枝花市中心医院, 副主任医师, 现任临床医学以及气象医学研究科技合作创新中心主任。课题: 主持省级课题结题3项, 市级课题结题3项。

5. 吴维学 (1969.12—), 男, 汉族, 海南海口人, 硕士研究生, 现任海南省工人疗养院院长、主任医师, 主要从事妇幼保健临床、科研与教学实践、业务管理与基层指导工作。课题: 主持省级课题结题3项。

6. 冯鑫媛 (1982.03—), 女, 汉族, 湖南湘乡人, 博士研究生, 成都信息工程大学, 副教授, 主要从事教学、科研工作。课题: 主持省级课题结题6项, 市级课题结题3项。

7. 王式功 (1955—), 男, 汉族, 山东安丘人, 硕士研究生, 目前就职(返聘)于成都信息工程大学, 二级教授、博导, 主要从事于气象环境与健康研究与教学工作, 主持完成国家与省部级科研项目30余项, 发表论文260余篇, 获国家“自然科学奖二等奖”等国家级和省部级科技奖11项, 培养博士和硕士研究生200余名。

and corresponding climatic and environmental shifts. First, this study synthesizes domestic and international research on the seasonal patterns and triggering factors of these common diseases from a harm-avoidance perspective. Subsequently, it proposes integrating emerging disease risk prediction services into traditional health management, transforming static approaches into dynamic health management that adapts to weather and climate variations. This evolution aims to better serve the implementation of national health strategies and enhance the public's overall disease prevention capabilities and health levels.

Keywords : common diseases; seasonal variations; meteorological triggers; disease risk prediction; migratory health tourism; research progress

天地之间阴阳之气消长变化而有春、夏、秋、冬四季，人体气血盛衰及疾病变化也随四季阴阳消长而呈现出一定的规律性变化^[1]。中国最早的医学典籍《黄帝内经》认为，人与自然息息相关，正所谓：“人以天地之气生，四时之法成”。《黄帝内经》内容除医学外，还囊括了部分天文学、气象学等与自然环境相关的内容，并将其与医学联系起来，依据“天人合一”的古典哲学思想，提出了“天人相应”中医实践理念^[2]。这与古希腊时期被誉为“医学之父”的希波克拉底的认知不谋而合，他撰写了一本著名的 Airs, Waters, Places 医学著作，论证了自然环境对人体健康的影响^[3]。事实上，气象和环境要素共同影响着人体呼吸系统、循环系统、消化系统等常见疾病^[4]，其疾病变化均具有季节性。

早在2016年《健康中国2030规划纲要》的发布，就强调了预防为主、全民参与的健康策略，旨在全面提升国民健康水平，推动健康服务、健康产业、健康管理等方面的发展。

2024年9月我国13个部委联合发布的《国家气候变化健康适应行动方案（2024—2030年）》指出，要加强气候变化对人群健康影响的科学的研究和监测预警，建立健全气候变化与健康的风险评估体系，通过监测、预警、干预等手段，旨在应对气候变化对人群健康带来的潜在风险。通过分析气候变化与呼吸道疾病、心脑血管疾病、过敏性等疾病发病率之间的关联，开展疾病发病气象风险预测，帮助易感人群提前采取预防措施，降低发病风险^[5,6]。实践表明，通过气象和疾病的监测，构建大数据疾病风险预警及服务系统，能够有效预防和遏制疾病风险^[7]，这也为传统健康管理模式提出了新的改进方向。与此同时，科学利用自然气候资源，进行健康调理和疾病预防，能够增强人体免疫力，达到人与自然的和谐共生，为实现“健康中国”的战略目标、构建美好生活奠定坚实基础。

一、常见疾病季节性变化的基本特征

本文拟以分别反映人体气体循环、血液循环和营养物质循环状况的呼吸系统、循环系统和消化系统这三大类气象敏感性疾病为例，详细阐述其季节性发病特征，这三大类疾病涉及人群最广、伴随生命周期时间最长，是发病率乃至死亡率最高的常见疾病。

（一）呼吸系统疾病的季节性发病特征

在各类疾病中，呼吸道感染是我们日常生活中最常见的疾病之一。呼吸系统肩负着将氧气摄入体内并排出二氧化碳的主要任务，主要包括气道和肺脏两大部分。

气温变化是气候季节变化的显著标志，直接影响呼吸系统健康^[7]。多项研究表明，低温和高温均可增加呼吸系统疾病风险。气温大幅度、快速下降也会损伤呼吸道黏膜，削弱人体免疫防御能力，加重如哮喘和支气管炎等疾病^[8]。通常气温的热胁迫效应具有即时性，而其冷胁迫效应则具有滞后性和持续性。日常少儿呼吸系统发病通常受热胁迫的影响较大，而中、老年人群则对冷胁迫的敏感性更高^[9]。一项研究表明，北京地区的平均气温与相对湿度分别对呼吸道疾病就诊人数的影响均呈现 U型的非线性分

布特征，其中，低温、低湿是诱发呼吸道疾病的重要环境因素。此外，相对湿度与平均气温的不同搭配会产生一定的协同作用，其影响强度依次为：低温干燥、低温高湿、高温高湿、高温干燥^[10]

流感作为呼吸道疾病之一，具有显著的季节性特征，其流行和传播模式因地理纬度而异^[11]。在温带地区，流感一般在冬、春季达到流行高峰^[12]。在热带和亚热带地区，流感的季节性并不明显，全年均可发生，不同年份的流行时段与方式有所不同，主要集中在秋冬季和夏季^[13]。其中，甲型流感主要流行于初夏（5月至6月），第二个高峰出现在隆冬（12月至次年1月）；而乙型流感通常在过渡季节暴发，尤其是在秋冬季。我国北方城市流感流行季节主要发生在冬春季，而南方则冬季和夏季两个发病高峰^[14]。虽然某些地区的气象部门与疾控中心联合对当地流感的流行趋势进行监测和分析，已有其发病气象风险预测模型应用于流感预警；但由于季节性流感的传播模式受到流感病毒的变异、气候条件、社会经济状况以及人口结构等多因素的复合影响，进一步提升其预测准确率仍然需要相关学科的密切合作与深入研究^[15]。

（二）循环系统疾病的季节性发病特征

循环系统是分布于全身各部的连续封闭管道系统，负责运输

氧气、二氧化碳、营养物质及代谢废物。循环系统常见疾病是以心脑血管疾病为主，包括心脏、动静脉血管、微血管疾病，如高血压、冠心病、脑卒中、心脑血管硬化等慢性疾病^[16]。

研究表明，气温、湿度、气压、风速等气象要素均与心脑血管疾病的发生率乃至死亡率密切相关。其中，心血管疾病发病及死亡多发于冬季，主要致病、致死因素为强降温与寒冷天气^[17]。

高血压是一种血液流动对血管壁的压力持续高于正常水平的现象，这会增加心脏、大脑、肾脏等器官患病的风险。人体血压的季节变化主要受气象要素及情绪与作息不规律的影响，其中气温变化导致的气压波动增加了高血压患者脑卒中的发生风险^[18]。Rose等^[19]1961年首次提出，环境气温与动脉收缩压和舒张压呈负相关，冬季收缩压/舒张压均值比夏季高出3~5mmHg；冬季白天血压升高，夏季夜间血压升高。温带地区季节性血压波动较为显著，而在热带和亚热带地区，气温变化较小，血压季节性波动也较小。由于高血压患者的动脉阻力较高，心脏的负荷也随之增加，长期下来会导致心肌重塑，造成不可逆转的心脏损害，最终可能导致心脏扩大，引发高血压性心脏病。高血压也是脑卒中的最主要危险要素之一，更是全球过早死亡的主要原因，在低收入和中等收入国家负担较重^[20]。另有研究表明，冬季寒冷时交感神经活性增强，导致血管收缩和外周阻力增加，血压较夏季显著升高。夏季湿度高时血压通常较低，冬季湿度降低则可能引发血压升高。老年人在冬季患高血压及其并发症的风险增加。北京地区老年人群中，心血管疾病的死亡率在冬季上升了30%到50%，以缺血性心脏病、心力衰竭和中风等亚型疾病受影响最大^[21]。

冠心病（Coronary Heart Disease, CHD）作为一种常见的心血管疾病，全称为冠状动脉粥样硬化性心脏病，是指冠状动脉粥样硬化导致心肌缺血、缺氧而引起的心脏病，在中老年人群中高发。该病不仅受季节及相应气象因素变化影响显著，还表现出日、月相节律。日节律在子时高发，月相节律在望月高发；冬季子时和夏季午时的发病率较高^[22]。

心脑血管疾病最易由极端天气诱发，尤其是低温寒潮或高温热浪等，它们会显著增加心脑血管疾病的发病率和死亡率，尤其对老年人、慢性病患者和低收入人群影响更大^[23]。相关研究表明，极端气温与死亡率之间存在密切关联，气温与死亡人数之间呈现近似“U”型、“V”型或反“J”型非线性关系，即冷效应占主导，这与当地气候要素、空气污染状况等因素的年内变化特点密切相关^[24]。许怀悦等^[25]，通过量化分析我国七大地理分区人群因非适宜气温引发的心血管疾病死亡风险，研究结果显示，低温导致的超额死亡占非适宜气温总死亡效应的62.8%；进一步研究发现，人口分布密度、气温暴露强度以及基础疾病死亡率，是影响非适宜气温相关心血管疾病负担的关键因素。由于我国幅员辽阔，不同地区在气候特征、人群冷、热适应能力及健康脆弱性方面均呈现显著差异。

（三）消化系统疾病的季节性发病特征

消化系统由消化道和消化腺两大部分组成，它的主要功能是通过相关器官的一系列协同作用将食物转化为人体可利用的营养物质，同时排出废物。消化系统疾病包括胃、肠、肝、胆等脏器

的疾病，基于临床实践观察，急性胃肠炎、肠炎痢疾、上消化道出血、消化性溃疡及慢性胃炎等病症具有较高的发病比例，患病人群涵盖各个年龄段。研究发现，这些疾病的主要致病诱因，以及病情的发生、反复与恶化，均与气候及天气变化存在紧密关联^[26]。

胃溃疡和十二指肠溃烂好发于秋冬季节。寒冷天气会导致胃壁更容易受到胃酸和胃蛋白酶的侵蚀，增加了溃疡发生风险^[27]。幽门螺旋杆菌活性在秋冬季节相对较高，而幽门螺旋杆菌感染是胃溃疡的重要诱因之一。另外，寒冷天气导致的消化性溃疡等疾病增加了消化道出血的风险。秋冬季节也是呼吸道疾病、心脑血管疾病的高发期，患者常期服用非甾体抗炎药和抗凝药，可导致胃黏膜损伤或出血风险增加^[28]。

胃肠炎在夏季和冬季高发。夏季胃肠炎主要与高温环境中细菌繁殖快，食物容易变质等有关。而冬季是诺如病毒引发胃肠炎的高发季节，诺如病毒作为一种重要的人畜共患病原体，可在全球范围内引发人类和多种动物急性肠胃炎，导致剧烈腹泻症状。该病毒呈现显著的季节性流行特征，因而被形象地称为“冬季呕吐病”。流行病学调查数据显示，2013年，全球约半数以上（52.7%）的感染病例和41.2%的疫情暴发集中于冬季（北半球为12月至次年2月，南半球对应6~8月（南半球的冬季时段））；而在凉爽季节（北半球10月至次年3月，南半球4~9月），更是出现78.9%的病例及71.0%的疫情集中暴发态势^[29]。夏季是胆囊炎和胆结石高发季节，因为高温会导致人体大量出汗，水分流失使胆汁浓缩，增加了胆结石形成风险。

二、常见疾病季节性变化的气象诱因

四季的形成是地球围绕太阳的公转和太阳照射关系共同作用的结果。太阳直射点的移动直接导致了地球不同纬度地区接收到的太阳热量差异，进而形成四季。在热带地区，由于太阳几乎直射，四季变化不明显；而在温带地区，四季变化则较为明显。其中，季节变化最显著的特征是气温的变化。除此之外，气压、风速、相对湿度等气象要素也随季节变化产生规律性波动。这些变化又与不同季节特有的大气环流形势和天气系统及其随四季的演变密切相关，构成了一年当中不同地区天气与气候季节性变化基本特征及其差异，尤其夏季高温或冬季低温都直接对相关人群呼吸系统、循环系统、消化系统等常见病产生不同程度的影响，而不同季节以气温为主导的不同气象要素之间的协同作用也会对上述常见疾病产生较为复杂的复合影响。

三、重视疾病风险预测，促进健康管理内涵改进

传统健康管理，是一种以预防为主的整体性健康维护理念和方法，源自于长期积累的医学经验和养生智慧。其核心理念包括“治未病”的预防思想、注重身体和心理及环境整体调节的整体观念，以及通过饮食调养、作息规律、情志调理等方法保持身心愉悦、内部平衡。然而，传统健康管理在实践中发现存在一定局

限性，即其预防与干预措施虽蕴含整体观，却缺乏对季节变化引发的疾病风险进行精准预测的动态依据，难以针对不同季节的气候环境特征（如气温波动、湿度变化、空气污染、冷热胁迫变化等）提供精细化的疾病预防和健康防护指导。

而基于气象医学理论和技术应用的疾病风险预测的健康管理新内涵，恰恰可填补这一传统健康管理的缺陷。它以常见疾病的气象敏感性特征为基础，以其发病的气象风险预测模型为支撑，通过动态监测与发病风险预测及其趋势分析为依据，实现更精准的动态化健康管理。这些风险预测模型的构建涉及到了统计模型（时间序列模型、多元线性回归模型、广义相加模型）、机器学习模型（随机森林、神经网络模型、支持向量机）、指数分布模型（泊松回归模型、负二项回归模型）、生物气象模型（气温-死亡曲线模型）、空气污染与气象联合模型（WRF-Chem模型、CMAQ模型）等^[30-32]。

可见，尤其针对气象敏感性疾病患者人群，基于疾病气象风险预测服务技术的应用，是对传统健康管理的赋能，弥补了传统健康管理在季节性疾病风险精准预测上的不足，由经验性的定性判断提高到定量风险预测。实践证明，将传统中医学的整体观、预防观与现代科学支撑的疾病风险预测相结合，能够实现更全面、精准、个性化的动态健康管理，让“治未病”获得新动能，

从理念走进现实，从个体化走向群体化、使健康管理从静态转为动态，助力进一步提升民众健康水平。

四、结语与展望

本文以《黄帝内经》等中医典籍以及古希腊医学之父希波克拉底的环境健康思想为指引，以气象医学理念为主线，系统归纳总结了国内外常见疾病季节性变化特征、形成原因及健康管理改进等研究，提出了传统防病与疾病风险预测相结合的新疾病预防理念，倡导因时、因地、因天气变化制宜的健康管理新内涵。通过建立疾病气象风险预测模型，充实健康管理新技术，进一步健全健康管理服务体系，更好地服务于我国大健康事业。

随着全球气候变化和环境等问题的日趋突出，人口老龄化的加剧，碳达峰与碳中和目标的逐步实现，常见疾病的季节性特征会发生新的变化。因此，如何有效利用现代科技手段，如大数据分析、人工智能和互联网等，以及新兴交叉学科（如气象医学等）的创新研究成果，不断提升对季节性疾病的监测、成因认知、预测预警和预防干预能力，将是未来疾病预防研究与健康管理服务创新的重点任务，任重道远。

参考文献

- [1]郝宇.北京地区临床常见疾病发病与干支运气及节气的关联性研究[D].北京中医药大学,2015.
- [2]王皓,张艳萍.人类增强的中医之思——以《黄帝内经》为例[J].科学技术哲学研究,2022,39(6):84-89.
- [3]吴俊,叶冬青.环境与疾病理论奠基人——希波克拉底[J].中华疾病控制杂志,2020,24(2):245-248.
- [4]郝宇,贺娟.北京地区10种常见疾病的发病节气规律分析[J].中华中医药杂志,2017,32(3):1001-1004.
- [5]Gasparrini A, Leone M. Attributable risk from distributed lag models[J]. BMC medical research methodology, 2014, 14: 1-8.
- [6]Soebiyanto R P, Adimi F, Kiang R K. Modeling and predicting seasonal influenza transmission in warm regions using climatological parameters[J]. PloS one, 2010, 5(3): e9450.
- [7]马盼,王馨梓,张莉,等.深圳流感发病的气象诱因及预测建模研究[J].气象学报,2022,80(3):421-432.
- [8]D' Amato M ,Molino A ,Calabrese G , et al.The impact of cold on the respiratory tract and its consequences to respiratory health[J].Clinical and Translational Allergy, 2018,8(1-2):1-8.
- [9]马盼,王式功,尚可政,等.气象舒适条件对呼吸系统疾病的影响[J].中国环境科学,2018,38(1):374-382.
- [10]王敏珍,郑山,王式功,等.气温与湿度的交互作用对呼吸系统疾病的影响[J].中国环境科学,2016,36(2):581-588.
- [11]López-Granero C, Polyanskaya L, Ruiz-Sobremazas D, et al. Particulate matter in human elderly: higher susceptibility to cognitive decline and age-related diseases. [J]. Biomolecules. 2023 Dec 26;14(1):35.
- [12]Soebiyanto RP, Kiang RK. Modeling and Predicting Influenza Circulations Using Earth Observing Data. InGeospatial Technology for Human Well-Being and Health 2022 Mar 22 (pp. 119-126). [J].Cham: Springer International Publishing.
- [13]Dina W ,Hao L ,Dayan W , et al.Association between Temperature and Influenza Activity across Different Regions of China during 2010 - 2017[J].Virus-es, 2023, 15(3):594-594.
- [14]Ye C ,Zhu W ,Yu J , et al.Understanding the complex seasonality of seasonal influenza A and B virus transmission: Evidence from six years of surveillance data in Shanghai, China[J].International Journal of Infectious Diseases, 2019,8157-65.
- [15]Ma P, Tang X, Zhang L, et al. Influenza A and B outbreaks differed in their associations with climate conditions in Shenzhen, China[J]. International journal of biometeorology. 2022 Jan;66(1):163-73.
- [16]魏晓钰,龙怀聪,尹立,等.气温对呼吸和循环系统疾病影响及未来变化预估研究综述[J].沙漠与绿洲气象,2023,17(06):15-22.
- [17]刘娟娟,张涵.气象要素变化对心血管疾病的影响[J].农业灾害研究,2015,5(6):38-3944.
- [18]Narita K, Hoshide S, Kario K. Seasonal variation in blood pressure: current evidence and recommendations for hypertension management. Hypertension Research[J]. 2021 Nov;44(11):1363-72.
- [19]Rose G. Seasonal variation in blood pressure in man[J]. Nature. 1961 Jan 21;189(4760):235-.
- [20]Saiz LC, Gorricho J, Garjón J, et al. Blood pressure targets for the treatment of people with hypertension and cardiovascular disease. [J].Cochrane Database of Systematic Reviews. 2022(11).

- [21]Schutte AE, Srinivasapura Venkateshmurthy N, Mohan S, et al. Hypertension in low-and middle-income countries. *Circulation research.* [J].2021 Apr 2;128(7):808–26.
- [22]刘博通 , 张明雪 . 浅谈冠心病的中医时间医学研究 [J]. 中华中医药杂志 ,2019,34(1):126–128.
- [23]Xu B, Liu H, Su N, et al. Association between winter season and risk of death from cardiovascular diseases: a study in more than half a million inpatients in Beijing, China[J]. *BMC cardiovascular disorders.* 2013 Oct 30;13(1):93.
- [24]胡梦珏 , 马文军 , 张永慧 , 等 . 中国城市气温与人群死亡暴露反应关系的 Meta 分析 [J]. 中华流行病学杂志 ,2013, 34(9): 922–926.
- [25]许怀悦 , 王情 , 马润美 , 等 . 我国各区域非适宜气温相关的心血管疾病的超额死亡风险评估 [J]. 环境卫生学杂志 ,2023, 13(1):1–944.
- [26]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.
- [27]罗晔 , 张声生 . 中医时间医学在消化系统疾病的应用 [J]. 中华中医药杂志 ,2022, 37(1):202–205.
- [28]Lanas A, Chan F K L. Peptic ulcer disease[J]. *The Lancet.* 2017, 390(10094): 613–624.
- [29]Ahmed S M, Lopman B A, Levy K. A systematic review and meta-analysis of the global seasonality of norovirus[J]. *PloS one.* 2013, 8(10): e75922.
- [30]Gasparrini A, Guo Y, Sera F, et al. Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios[J]. *The Lancet Planetary Health.* 2017 Dec 1;1(9):e360–7.
- [31]Yang X, Li Y, Liu L, et al. Prediction of respiratory diseases based on random forest model[J]. *Frontiers in Public Health.* 2025 Feb 14;13:1537238.
- [32]Lam HC, Li AM, Chan EY, et al. The short-term association between asthma hospitalisations, ambient temperature, other meteorological factors and air pollutants in Hong Kong: a time-series study[J]. *Thorax.* 2016 Dec 1;71(12):1097–109.