

· 疾病控制 ·

# 2015—2024年绍兴市流行性感冒时空聚集性分析

马珊珊, 赵棋锋, 马岩, 王吉玲, 陈海苗, 方益荣

绍兴市疾病预防控制中心, 浙江 绍兴 312000

**摘要:** 目的 了解2015—2024年浙江省绍兴市流行性感冒(流感)时空聚集特征, 为制定流感防控策略提供依据。方法 通过中国疾病预防控制信息系统传染病监测报告系统收集2015—2024年绍兴市流感病例资料, 描述性分析流感流行特征; 采用空间自相关和时空扫描分析流感时空聚集特征。结果 2015—2024年绍兴市报告流感病例328 759例, 年均报告发病率为639.90/10万, 总体呈上升趋势(AAPC=68.95%,  $P<0.05$ )。12月至次年2月为发病高峰, 193 051例占58.72%。男性165 408例, 女性163 351例, 男女比为1.01:1; 0~<15岁儿童青少年为高发人群; 职业以学生为主, 113 589例占34.55%。柯桥区、嵊州市和越城区流感年均报告发病率居前三位, 分别为995.64/10万、734.66/10万和687.44/10万。空间自相关分析结果显示, 2015—2024年绍兴市有155个高-高聚集区, 从嵊州市中部的局部聚集逐步扩大至柯桥区, 并向越城区蔓延。时空扫描分析结果显示, 2023年11月—2024年2月, 以柯桥区柯桥街道为中心, 覆盖越城区和柯桥区11个乡镇(街道)的流感时空聚集性最强; 2015—2018年流感I类聚集区集中在新昌县和嵊州市, 2019年后逐渐转向越城区和柯桥区, 聚集时间主要为11月至次年2月。**结论** 2015—2024年绍兴市流感发病呈上升趋势, 发病存在明显时空聚集性, 聚集地区从中部的嵊州市扩大至北部的柯桥区和越城区, 聚集时间主要为11月至次年2月。

**关键词:** 流行性感冒; 时空聚集性; 空间自相关; 时空扫描

中图分类号: R511.7 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087(2025)09-0945-05

## Spatio-temporal clustering analysis of influenza in Shaoxing City from 2015 to 2024

MA Shanshan, ZHAO Qifeng, MA Yan, WANG Jiling, CHEN Haimiao, FANG Yirong

Shaoxing Center for Disease Control and Prevention, Shaoxing, Zhejiang 312000, China

**Abstract: Objective** To investigate the spatio-temporal clustering characteristics of influenza in Shaoxing City, Zhejiang Province from 2015 to 2024, so as to provide the basis for formulating influenza prevention and control strategies. **Methods** Influenza case data in Shaoxing City from 2015 to 2024 were collected through the Infectious Disease Surveillance Reporting System of the Chinese Disease Prevention and Control Information System. Descriptive epidemiological methods analyses were used to analyze the epidemiological characteristics of influenza. Spatial autocorrelation and spatio-temporal scanning were used to analyze the spatio-temporal clustering characteristics of influenza. **Results** A total of 328 759 influenza cases were reported in Shaoxing City from 2015 to 2024, with an average annual reported incidence of  $639.90/10^5$ , which showed an upward trend (AAPC=68.95%,  $P<0.05$ ). The peak incidence period was from December to February of the following year, with 193 051 cases reported, accounting for 58.72%. There were 165 408 male cases and 163 351 female cases, with a male-to-female ratio of 1.01:1. Children and adolescents aged 0~<15 years constituted the high-incidence population, while students represented the predominant occupational category, comprising 113 589 cases (34.55%). Keqiao District, Shengzhou City, and Yuecheng District had the top three average annual reported incidence of influenza, at  $995.64/10^5$ ,  $734.66/10^5$ , and  $687.44/10^5$ , respectively. Spatial autocorrelation analysis showed that, there were 155 high-high aggregation areas in Shaoxing City from 2015 to 2024, which gradually expanded from the local aggregation in the central part of Shengzhou City to Keqiao District and then spread to Yuech-

**DOI:** 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2025.09.017

作者简介: 马珊珊, 本科, 主管医师, 主要从事呼吸道传染病防控

工作

通信作者: 方益荣, E-mail: fyr2015@126.com

eng District. Spatio-temporal scanning analysis showed that, from November 2023 to February 2024, the strongest spatio-temporal clustering of influenza centered on Keqiao Street in Keqiao District, covering 11 towns (streets) in Yuecheng District and Keqiao District. From 2015 to 2018, the primary-type clustering of influenza was mainly concentrated in Xinchang County and Shengzhou City. After 2019, they gradually shifted to Yuecheng District and Keqiao District, with the main clustering period being from November to February of the following year. **Conclusions** The incidence of influenza in Shaoxing City from 2015 to 2024 showed an upward trend, with obvious spatio-temporal clustering. The clustering area expanded from Shengzhou City in the central region to Keqiao District and Yuecheng District in the northern region, mainly clustering from November to February of the following year.

**Keywords:** influenza; spatio-temporal clustering; spatial autocorrelation; spatio-temporal scanning

流行性感冒（流感）是流感病毒引起的急性呼吸道传染病，据世界卫生组织估计，流感每年可导致全球 300 万~500 万例重症病例和 29 万~65 万例呼吸系统疾病相关死亡病例<sup>[1]</sup>，我国每年有 8.8 万例流感相关呼吸系统疾病超额死亡病例<sup>[2]</sup>。2016—2019 年浙江省流感超额死亡率为 18.67 (95%CI: 15.32~21.97) /10 万<sup>[3]</sup>，且流感超额死亡率随着流感强度的变化而变化。时空扫描分析可以分析疾病在时间、空间上的动态变化，识别聚集地区和高发时间，发现传染病的异常聚集区<sup>[4]</sup>，为疾病防控提供依据。本研究采用时空扫描分析了解 2015—2024 年浙江省绍兴市流感时空聚集特征，为制定流感防控策略提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

2015—2024 年绍兴市流感病例资料来源于中国疾病预防控制信息系统传染病监测报告系统。地理空间信息资料来源于绍兴市地理信息公共服务平台。经纬度坐标来源于百度地图拾取坐标系统。人口资料来源于绍兴市统计年鉴和浙江省卫生健康信息系统。流感暴发疫情资料来源于中国流感监测信息系统。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 资料收集

通过中国疾病预防控制信息系统传染病监测报告系统收集发病日期为 2015—2024 年、现住址为绍兴市的流感临床诊断病例和实验室确诊病例资料，包括性别、年龄、职业、发病日期和现住址等。通过中国流感监测信息系统收集 2015—2024 年绍兴市流感暴发疫情资料，包括暴发疫情发生时间、地区、发病例数和实验室检测结果等。描述性分析流感的时间分布、人群分布、地区分布和暴发疫情等特征。

#### 1.2.2 空间自相关分析

采用空间自相关分析流感的空间分布特征。采用全局空间自相关分析流感病例分布是否具有空间相关

性，采用 Moran's *I* 值评价空间聚集情况。Moran's *I* 值介于-1~1，正值表示空间正自相关，负值表示空间负自相关，0 表示空间随机分布；采用 Z 检验对全局 Moran's *I* 值进行统计分析，以  $P < 0.05$  为存在空间自相关。采用局部空间自相关分析相邻地区相互关系，可识别出高-高、高-低、低-低和低-高 4 种聚集类型，描述不同区域的空间关联特征。

#### 1.2.3 时空扫描分析

以月为时间单位，以绍兴市 103 个乡镇（街道）为空间单位进行时空扫描，分析流感的时空聚集特征。时空扫描是以 Poisson 分布模型为基础，参数设置：扫描时间范围为 2015—2024 年，最大空间聚集范围为总人口的 20%，步长为 1 个月，最大时间范围为研究时间的 50%，蒙特卡罗模拟次数为 999 次。采用对数似然比（log likelihood ratio, LLR）作为统计量，LLR 值最大的地区为 I 类聚集区。

### 1.3 统计分析

采用 Excel 2019 软件整理数据，采用 Joinpoint Regression Program 5.4.0 软件分析 2015—2024 年流感发病趋势。采用 ArcGIS 10.8.2 软件进行空间自相关分析，采用 SaTScan 10.1.3 软件进行时空扫描分析。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结 果

### 2.1 2015—2024 年绍兴市流感流行特征

#### 2.1.1 时间分布

2015—2024 年绍兴市报告流感病例 328 759 例，年均报告发病率为 639.90/10 万。各年份流感报告发病率依次为 17.88/10 万、24.48/10 万、27.39/10 万、84.75/10 万、542.96/10 万、286.00/10 万、44.00/10 万、466.54/10 万、2 876.63/10 万和 1 818.37/10 万，总体呈上升趋势 ( $AAPC=68.95\%$ ,  $t=4.753$ ,  $P < 0.001$ )。各月均有流感病例报告，呈明显的季节性、周期性特征，发病高峰为冬季（12 月至次年 2 月），193 051 例占 58.72%；2015 年、2017 年、2022 年和 2024

年还出现夏季高峰(6—8月)。

### 2.1.2 人群分布

男性 165 408 例,女性 163 351 例,男女比为 1.01:1。各年龄组均有流感病例报告,5~<10岁、0~<5岁和 10~<15岁组报告病例数居前三位,分别为 85 343、57 344 和 35 781 例,占 25.96%、17.44% 和 10.88%。职业以学生为主,113 589 例占 34.55%;其次为幼托儿童和散居儿童,分别为 47 069 和 37 956 例,占 14.32% 和 11.55%。

### 2.1.3 地区分布

各县(市、区)均有流感病例报告,年均报告发病率为 347.29/10 万~995.64/10 万。流感年均报告发病率前三位的县(市、区)为柯桥区、嵊州市和越城区,分别为 995.64/10 万、734.66/10 万和 687.44/10 万;225 746 例占 68.67%。流感年均报告发病率前三位的乡镇(街道)为柯桥区柯桥街道、嵊州市浦口街道和嵊州市三江街道,分别为 2 181.41/10 万、2 024.88/10 万和 1 499.14/10 万;54 837 例占 16.68%。除 2015—2018 年和 2021 年部分乡镇(街道)无流感病例报告,其他年份各乡镇(街道)均有流感病例报告。

## 2.2 2015—2024 年绍兴市流感暴发疫情

2015—2024 年绍兴市报告流感暴发疫情 64 起,涉及 35 977 人,其中发病 1 881 例,罹患率为 5.23%,无死亡病例报告。2023 年流感暴发疫情报告数最多,31 起占 48.44%;其次为 2019 年,11 起占 17.19%;其他年份呈低水平波动。报告时间集中在 11 月至次年 1 月,42 起占 65.63%。2015—2024 年绍兴市各县(市、区)均有流感暴发疫情报告,越城区、诸暨市和柯桥区报告数居前三位,分别为 22、13 和 10 起。报告场所前三位为小学、中学和大学,分别为 49、10 和 3 起。病原类型以甲型 H3N2 型和 B 型为主,分别为 25 和 23 起,占 39.06% 和 35.94%;其次为甲型 H1N1 型 10 起,占 15.63%;混合型 6 起,占 9.38%。

## 2.3 2015—2024 年绍兴市流感时空聚集性

### 2.3.1 空间自相关分析

全局空间自相关分析结果显示,2015—2024 年绍兴市流感病例分布呈空间正相关,Moran's *I* 值为 0.347~0.604, *Z* 值为 5.323~9.428(均 *P*<0.05),其中 2019 年空间自相关性最强(Moran's *I*=0.604),见表 1。局部空间自相关分析结果显示,2015—2024 年绍兴市有 155 个高-高聚集区,各年份分布数量依次为 13、9、15、11、16、14、13、16、23 和 25

个;高-高聚集区从嵊州市中部的局部聚集逐步扩大至柯桥区,并向越城区蔓延,见图 1。

表 1 2015—2024 年绍兴市流感全局空间自相关分析结果

Table 1 Global spatial autocorrelation analysis results of influenza in Shaoxing City from 2015 to 2024

年份	Moran's <i>I</i> 值	<i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
2015	0.347	5.323	<0.001
2016	0.460	7.364	<0.001
2017	0.496	7.530	<0.001
2018	0.491	7.832	<0.001
2019	0.604	9.428	<0.001
2020	0.455	7.132	<0.001
2021	0.542	9.346	<0.001
2022	0.547	8.489	<0.001
2023	0.480	7.441	<0.001
2024	0.461	6.970	<0.001

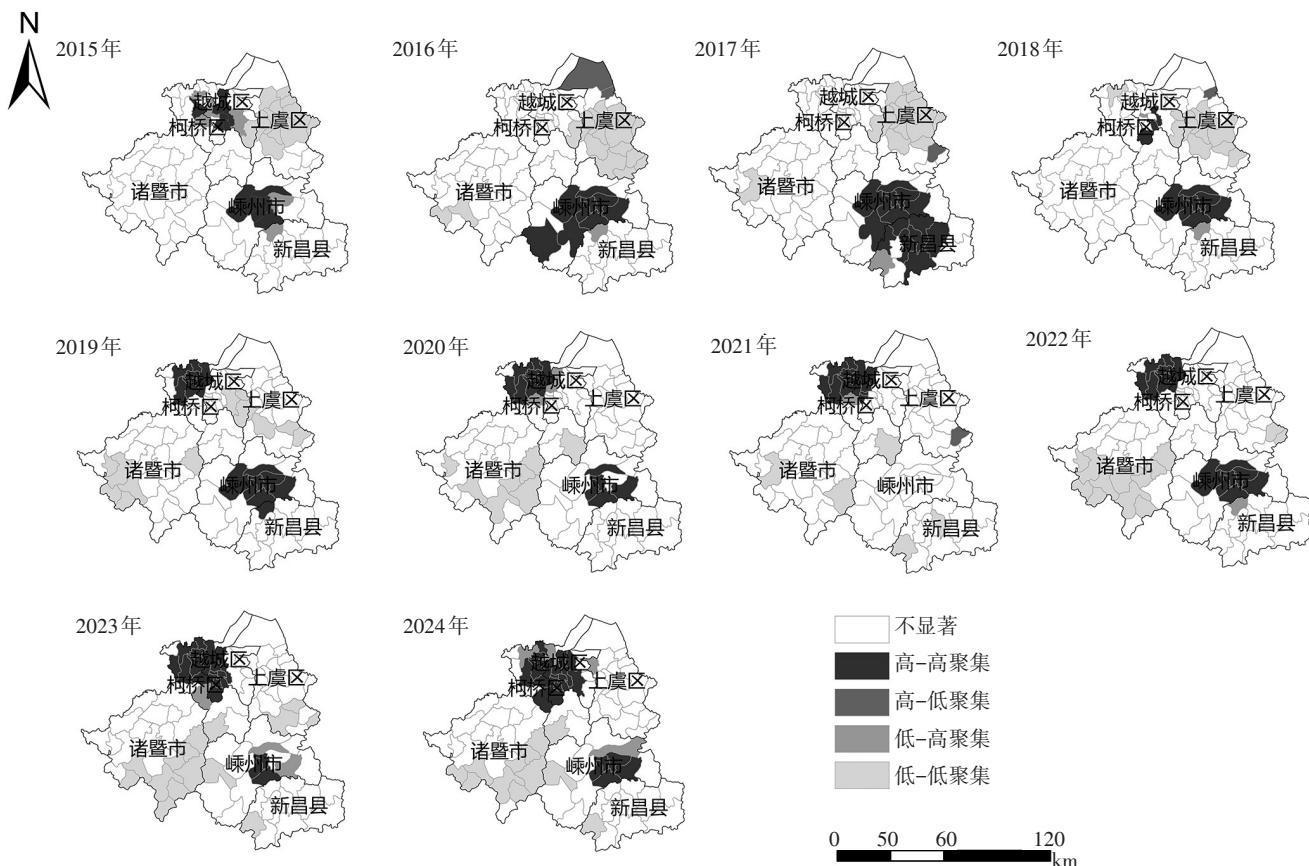
### 2.3.2 时空扫描分析

2023 年 11 月—2024 年 2 月,以柯桥区柯桥街道为中心,半径为 10.78 km 的区域,流感时空聚集性最强(*RR*=28.79, *LLR*=122 732.232, *P*<0.001),覆盖越城区和柯桥区 11 个乡镇(街道),聚集时间与流感发病高峰基本一致。2015—2018 年流感 I 类聚集区集中在新昌县和嵊州市,2019 年后逐渐转向越城区和柯桥区,聚集时间主要为冬季(11 月至次年 2 月),部分年份夏季(7—9 月)也出现聚集。见表 2。

## 3 讨论

本研究结果显示,2015—2024 年绍兴市流感报告发病率总体呈上升趋势,在 2023 年达峰值,与其他地区的流行趋势<sup>[5-6]</sup>类似。2015—2018 年流感报告发病率较低,从 2019 年开始,流感报告发病率明显上升,可能因为 2019 年国家卫生健康委员会发布了《流行性感冒诊疗方案(2019 年版)》<sup>[7]</sup>,将流感抗原检测阳性纳入确诊病例范围;同年绍兴市医疗机构流感快速检测试剂的推广使用导致报告病例数迅速增加。2020—2021 年流感报告发病率快速回落,可能因为新型冠状病毒感染疫情期间充分落实勤洗手、公共场所戴口罩和保持社交距离等防控措施,降低了流感等呼吸道传染病的发病率<sup>[8-9]</sup>。2022—2024 年流感发病率较高,与浙江省嘉兴市研究结果<sup>[6]</sup>一致。

从时间分布来看,绍兴市流感发病高峰为 12 月



注: 标准地图审图号为浙绍S(2021)9号。

图1 2015—2024年绍兴市流感局部空间自相关分析结果

Figure 1 Local spatial autocorrelation analysis results of influenza in Shaoxing City from 2015 to 2024

表2 2015—2024年绍兴市流感时空扫描分析I类聚集区

Table 2 Spatio-temporal scanning analysis of primary-type clustering of influenza in Shaoxing City from 2015 to 2024

年份	聚集中心	半径/km	聚集时间	覆盖乡镇(街道)	RR值	LLR值	P值
2015	嵊州市长乐镇	30.64	7月	新昌县8个, 诸暨市5个, 嵊州市10个	7.88	114.539	<0.001
2016	嵊州市石璜镇	26.54	1—3月	新昌县11个, 嵊州市7个	5.42	184.289	<0.001
2017	新昌县澄潭街道	27.00	8—9月	新昌县10个, 嵊州市12个	6.79	240.841	<0.001
2018	嵊州市三江街道	24.33	1—2月	新昌县9个, 嵊州市14个	17.89	2 693.332	<0.001
2019	柯桥区华舍街道	6.29	12月	柯桥区5个	22.79	9 231.162	<0.001
2020	柯桥区钱清街道	14.81	1月	越城区1个, 柯桥区9个	43.91	13 786.502	<0.001
2021	柯桥区华舍街道	10.19	10—12月	越城区2个, 柯桥区7个	25.95	2 325.932	<0.001
2022	柯桥区钱清街道	13.65	7月	柯桥区9个	24.72	12 236.091	<0.001
2023	柯桥区柯桥街道	10.78	11—12月	越城区4个, 柯桥区7个	7.62	33 942.462	<0.001
2024	柯桥区福泉街道	10.09	1—2月	越城区9个, 柯桥区5个	9.48	28 403.426	<0.001

至次年2月, 部分年份出现夏季小高峰(6—8月), 与福州市<sup>[10]</sup>相似。从人群分布来看, 男女发病无明显差异, 以0~<15岁儿童青少年为主, 可能与学校和托幼机构的流感聚集性感染暴发有关。儿童青少年免疫系统不成熟, 学校和托幼机构环境较为密闭, 人员相对密集、接触频繁, 增加了流感感染风险<sup>[11]</sup>; 此外, 家长对于儿童青少年的健康状况更为关注, 就诊意愿更强, 报告病例数增加。

2015—2024年绍兴市流感暴发疫情集中于11月至次年1月, 具有明显季节性, 其中2023年暴发疫情报告数最多, 与流感报告发病率变化一致。报告场所主要集中在小学和中学, 提示需积极开展中小学生流感疫苗的预防接种工作。接种流感疫苗是预防流感感染、降低症状严重程度的有效手段, 对中小学生预防流感具有一定保护效果<sup>[12]</sup>。

2015—2024年绍兴流感病例分布存在显著的空

间正相关性，且呈高发聚集性。局部空间自相关分析结果显示，高-高聚集区数量呈波动上升趋势，从 2015 年的 13 个增加至 2024 年的 25 个，且从嵊州市中部的局部聚集逐步扩大至柯桥区，并向越城区蔓延，这可能由于柯桥区与杭州市接壤，城市化进程加快，交通发达、人员往来密集，造成流感跨区域传播。时空扫描分析结果发现，2015—2018 年绍兴市流感 I 类聚集区主要集中在新昌县和嵊州市，2019—2024 年主要集中在柯桥区和越城区，且聚集时间与流感发病高峰基本一致。同样部分年份在夏季也出现了流感的时空聚集，这可能与高温环境下室内密闭空间活动增加有关<sup>[13]</sup>。流感时空聚集特征提示流感的传播可能受到区域人口密度、交通网络和医疗资源的影响。

综上所述，2015—2024 年绍兴市流感发病呈上升趋势，0~<15 岁儿童青少年和学生是重点人群；存在明显时空聚集性，聚集地区从绍兴市中部的嵊州市扩大至北部的柯桥区和越城区，聚集时间主要为 11 月至次年 2 月，流感暴发疫情发生场所集中在中小学。建议加强重点地区和重点人群的流感监测力度，完善防控措施；学校和托幼机构落实主体责任，做好晨午检和因病缺课登记，减少学校流感聚集性疫情发生；加强健康教育，提高公众对流感疫苗的认识和认可度，提高疫苗接种率。

## 参考文献

- [1] IULIANO A D, ROGUSKI K M, CHANG H H, et al. Estimates of global seasonal influenza-associated respiratory mortality: a modelling study [J]. *Lancet*, 2018, 391 (10127): 1285–1300.
- [2] LI L, LIU Y N, WU P, et al. Influenza-associated excess respiratory mortality in China, 2010–15: a population-based study [J]. *Lancet Public Health*, 2019, 4 (9): 473–481.
- [3] 程伟, 周晓燕, 余昭, 等. 2016—2019 年浙江省流行性感冒超额死亡率分析 [J]. 预防医学, 2022, 34 (9): 865–869.
- [4] 段玮, 周晓芳, 段丽忠, 等. 基于传染病症状监测数据的时间序列和时空聚集性 [J]. 中华疾病控制杂志, 2025, 29 (3): 332–339.
- [5] DUAN W, ZHOU X F, DUAN L Z, et al. Research on predictive analysis methods for symptom monitoring based on time series and spatio-temporal aggregation detection [J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2025, 29 (3): 332–339. (in Chinese)
- [6] 黄峥强, 蔡少健, 詹芙蓉, 等. 福建省 2010—2023 年流行性感冒的流行特征及时空特征 [J]. 中华疾病控制杂志, 2025, 29 (2): 193–198.
- [7] HUANG Z Q, CAI S J, ZHAN M R, et al. Epidemiological characteristics and spatiotemporal analysis of influenza in Fujian Province, from 2010 to 2023 [J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2025, 29 (2): 193–198. (in Chinese)
- [8] 王远航, 富小飞, 亓云鹏, 等. 嘉兴市流行性感冒时空聚集性分析 [J]. 预防医学, 2025, 37 (1): 55–58.
- [9] WANG Y H, FU X F, QI Y P, et al. Spatio-temporal clustering analysis of influenza in Jiaxing City [J]. *China Prev Med J*, 2025, 37 (1): 55–58. (in Chinese)
- [10] 国家卫生健康委办公厅, 国家中医药管理局办公室. 流行性感冒诊疗方案 (2019 年版) [J]. 中国病毒病杂志, 2020, 10 (3): 164–168.
- [11] General Office of the National Health Commission, Office of National Administration of Traditional Chinese Medicine. Guidelines for diagnosis and treatment of influenza (2019 version) [J]. *Chin J Viral Dis*, 2020, 10 (3): 164–168. (in Chinese)
- [12] 杜卓雯, 姚星妹, 周裕林. 非药物干预措施对呼吸道病毒感染影响研究进展 [J]. 中国公共卫生, 2023, 39 (12): 1585–1589.
- [13] DU Z W, YAO X M, ZHOU Y L. Effect of non-pharmaceutical interventions on respiratory tract virus infection: a review on research progress [J]. *Chin J Public Health*, 2023, 39 (12): 1585–1589. (in Chinese)
- [14] LEI H, XU M D, WANG X, et al. Nonpharmaceutical interventions used to control COVID-19 reduced seasonal influenza transmission in China [J]. *J Infect Dis*, 2020, 222 (11): 1780–1783.
- [15] 郑霄雁, 官陈平, 方海银, 等. 2017—2022 年福州市流行性感冒流行特征分析 [J]. 中国病毒病杂志, 2023, 13 (3): 221–225.
- [16] ZHENG X Y, GUAN C P, FANG H Y, et al. Epidemiological characteristics of influenza in Fuzhou city in 2017–2022 [J]. *Chin J Viral Dis*, 2023, 13 (3): 221–225. (in Chinese)
- [17] 王璇, 刘社兰, 曹艳丽, 等. 2013—2022 年浙江省流行性感冒暴发疫情流行特征 [J]. 预防医学, 2023, 35 (8): 645–648.
- [18] WANG X, LIU D L, CAO Y L, et al. Epidemiological characteristics of influenza outbreaks in Zhejiang Province from 2013 to 2022 [J]. *China Prev Med J*, 2023, 35 (8): 645–648. (in Chinese)
- [19] 魏柯雯, 刘海鹏, 赵耀, 等. 2022—2024 年流感流行季北京市房山区中小学生流感疫苗接种效果评价 [J]. 首都公共卫生, 2024, 18 (6): 352–355.
- [20] WEI K W, LIU H P, ZHAO Y, et al. Effectiveness evaluation of influenza vaccine among primary and secondary school students during 2022–2024 influenza season in Fangshan district of Beijing [J]. *Cap J Public Health*, 2024, 18 (6): 352–355. (in Chinese)
- [21] 奚天飞, 沈鹏, 平建明, 等. 2017—2021 年鄞州区流行性感冒时空聚集性分析 [J]. 预防医学, 2023, 35 (9): 741–745, 751.
- [22] YI F T, SHEN P, PING J M, et al. Spatial-temporal clustering analysis of influenza incidence in Yinzhou District from 2017 to 2021 [J]. *China Prev Med J*, 2023, 35 (9): 741–745, 751. (in Chinese)

收稿日期: 2025-05-22 修回日期: 2025-08-18 本文编辑: 徐亚慧