

· 疾病控制 ·

2014—2023年宁夏流行性感冒时空聚集性分析

马莹，张文霞，马金宇，董军强，王秀琴，李文玉，赵立华

宁夏回族自治区疾病预防控制中心（宁夏回族自治区预防医学科学院），宁夏 银川 750001

摘要：目的 了解2014—2023年宁夏流行性感冒（流感）时空聚集特征，为加强流感防控工作提供参考。**方法** 通过中国疾病预防控制信息系统传染病监测信息报告管理系统收集2014—2023年宁夏流感病例资料，包括年龄、性别、现住址、发病日期和报告日期等，采用季节指数法分析流感季节特征；采用空间自相关和时空扫描分析流感时空聚集特征。**结果** 2014—2023年宁夏共报告流感病例20 377例，男女比为1.15:1，以<15岁儿童为主，10 950例占53.74%；1—3月和12月流感高发，季节指数分别为219.06%、111.00%、246.65%和366.24%；年均报告发病率为29.55/10万，其中彭阳县、金凤区、大武口区、西吉县和利通区年均报告发病率较高，分别为63.99/10万、55.71/10万、55.70/10万、49.49/10万和49.04/10万。空间自相关分析结果显示，2023年宁夏流感发病存在空间聚集性（Moran's $I=0.333$, $P<0.05$ ），高-高聚集区为泾源县，其他年份流感发病呈随机分布（均 $P>0.05$ ）。时空扫描分析结果显示，2014—2023年宁夏有4个时空聚集区，其中Ⅰ类聚集区1个，为吴忠市红寺堡区，聚集时间为2014年1月20—26日；Ⅱ类聚集区3个，为石嘴山市1个地区、固原市5个地区、中卫市1个地区、吴忠市3个地区和银川市4个地区，聚集时间主要为1—3月和12月。**结论** 2014—2023年宁夏流感高发人群为<15岁儿童，存在明显时空分布特征，发病高峰为冬春季，聚集地区主要为南部地区。

关键词：流行性感冒；流行特征；时空聚集

中图分类号：R511.7

文献标识码：A

文章编号：2096-5087（2025）06-0608-04

Spatio-temporal clustering analysis of influenza in Ningxia Hui Autonomous Region from 2014 to 2023

MA Ying, ZHANG Wenxia, MA Jinyu, DONG Junqiang, WANG Xiuqin, LI Wenyu, ZHAO Lihua

Ningxia Hui Autonomous Region Center for Disease Control and Prevention (Ningxia Hui Autonomous Region Academy of Preventive Medicine), Yinchuan, Ningxia 750001, China

Abstract: Objective To investigate the spatio-temporal clustering characteristics of influenza in Ningxia Hui Autonomous Region from 2014 to 2023, so as to provide the basis for strengthening influenza prevention and control. **Methods** Data pertaining to influenza cases reported in Ningxia Hui Autonomous Region from 2014 to 2023 were retrieved from the Infectious Disease Surveillance System of the Chinese Disease Prevention and Control Information System, including age, sex, current residence, onset date, and reporting date. The seasonal incidence of influenza was analyzed using seasonal index. The spatio-temporal clustering characteristics of influenza were identified using spatial autocorrelation analysis and spatio-temporal scan analysis. **Results** A total of 20 377 influenza cases were reported in Ningxia Hui Autonomous Region from 2014 to 2023, with a male-to-female ratio of 1.15:1. The majority were children under 15 years, with 10 950 cases accounting for 53.74%. Influenza was highly prevalent in January, February, March, and December, with seasonal indices of 219.06%, 111.00%, 246.65%, and 366.24%, respectively. The average annual reported incidence was 29.55/10⁵, among which彭阳县, 金凤区, 大武口区, 西吉县 and 利通区 had higher average annual reported incidence, at 63.99/10⁵, 55.71/10⁵, 55.70/10⁵, 49.49/10⁵, and 49.04/10⁵, respectively. Spatial autocorrelation analysis showed that in 2023, there was spatial clustering of influenza cases in Ning-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2025.06.014

作者简介：马莹，本科，副主任医师，主要从事流感等急性呼吸道传

染病监测与疫情处置工作

通信作者：赵立华，E-mail：13895648916@163.com

ia Hui Autonomous Region ($I=0.333$, $P<0.05$), with a high-high cluster in Jingyuan County, while in other years, the distribution of influenza cases was random (all $P>0.05$). Spatio-temporal scan analysis showed that from 2014 to 2023, there were four space-time clusters in Ningxia Hui Autonomous Region, including one type I cluster in Hong-sibao District of Wuzhong City, with the clustering period from January 20 to 26, 2014; and three type II clusters, mainly in January, February, March and December, covering one area in Shizuishan City, five areas in Guyuan City, one area in Zhongwei City, three areas in Wuzhong City, and four areas in Yinchuan City. **Conclusions** From 2014 to 2023, children under 15 years were the primary population affected by influenza in Ningxia Hui Autonomous Region, with distinct spatio-temporal distribution characteristics. The peak incidence occurred during the winter and spring seasons, and the main clustering areas were in the southern regions.

Keywords: influenza; epidemiological characteristics; spatio-temporal clustering

流行性感冒（流感）是由流感病毒引起的一种具有高度传染性的急性呼吸道传染病，可引起肺炎、神经损伤等并发症，严重可导致重症甚至死亡。研究显示，2004—2018 年我国流感发病率呈上升趋势，因流感引起的全因超额死亡率为 6.9/10 万~17.2/10 万，每年有 9.6 万~24.0 万例全因超额死亡病例可直接或间接归因为流感^[1-2]。流感还会增加经济负担，我国流感病例人均门诊费用约为 768~999.9 元，住院费用约为 9 832 元^[2]。宁夏流感报告发病率在丙类传染病中居前列^[3]，但目前研究集中于流感样病例及病原学监测的描述^[4-5]。本文收集 2014—2023 年宁夏流感病例资料，了解流感时空聚集特征，为加强流感防控工作提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2014—2023 年宁夏流感病例资料及地区编码来源于中国疾病预防控制信息系统传染病监测信息报告管理系统。人口数据来源于宁夏统计局。经纬度坐标来源于百度地图拾取坐标系统 (<https://api.map.baidu.com/lbsapi/getpoint>)。宁夏各县（市、区）矢量数据来源于国家基础地理信息中心。

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信息报告管理系统按现住址和发病日期收集 2014 年 1 月 1 日—2023 年 12 月 31 日宁夏流感临床诊断病例和确诊病例个案资料，包括年龄、性别、现住址、发病日期和报告日期。现住址根据宁夏行政区域划分，分为银川市（兴庆区、金凤区、西夏区、贺兰县、永宁县和灵武市）、石嘴山市（大武口区、惠农区和平罗县）、吴忠市（利通区、红寺堡区、盐池县、同心县和青铜峡市）、固原市（原州区、彭阳县、隆德县、西吉县和泾源县）和中卫市（沙坡头区、中宁县和海

原县）。

1.2.2 季节特征分析

采用季节指数（seasonal index, SI）法分析流感发病季节特征。SI 是一种以相对数表示的季节变动衡量指标，反映疾病在一年内各月份或季度的发病季节特征。 $SI (\%) = (A/B) \times 100\%$ ，其中，A 为各年同月份平均发病数，B 为各年所有月份平均发病数， $SI \geq 100\%$ 表示具有季节特征； $SI < 100\%$ 表示不具有季节特征。

1.2.3 空间自相关分析

采用 ArcGIS 10.8 软件，以“地区编码”关联病例数据库、经纬度坐标和地区人口数据库，建立流感病例地理数据库。采用 Moran's I 值评价流感空间分布是否存在全局空间自相关，Moran's I 值为 $-1 \sim 1$ ， > 0 表示空间呈正相关，越接近 1 表示空间相关性越明显； < 0 表示空间呈负相关，越接近于 -1 表示空间差异性越大； $=0$ 表示空间不相关，呈现随机性。采用聚类和异常值分析局部空间自相关性，分为高-高、高-低、低-低和低-高 4 种空间聚集类型。

1.2.4 时空扫描分析

采用 SaTScan 软件，以县（市、区）为单位，对 2014—2023 年宁夏流感病例数、地理经纬度和人口数进行时空聚集性扫描。以 Poisson 分布模型为基础进行分析，参数设置：扫描时间为 2014 年 1 月 1 日—2023 年 12 月 31 日，以 30% 总人口为空间尺度，以 50% 研究时间为时间尺度，步长为 7 d。采用扫描窗口内外的实际数、理论数分布差异的对数似然比（log likelihood ratio, LLR）描述聚集性程度，LLR 值最大的聚集区域为 I 类聚集区，其他有统计学意义的聚集区域为 II 类聚集区。

2 结 果

2.1 2014—2023 年宁夏流感发病概况

2014—2023 年宁夏共报告流感病例 20 377 例，

年均报告发病率为 29.55/10 万, 2014—2019 年流感报告发病率上升, 由 22.46/10 万上升至 43.13/10 万; 2020 年流感报告发病率下降至 12.88/10 万, 之后逐渐上升, 2023 年流感报告发病率最高, 为 97.30/10 万。男女比为 1.15:1, 男性年均报告发病率为 30.96/10 万, 女性为 28.07/10 万。以<15 岁儿童为主, 10 950 例占 53.74%。各县(市、区)均有病例报告, 彭阳县、金凤区、大武口区、西吉县和利通区年均报告发病率较高, 分别为 63.99/10 万、55.71/10 万、55.70/10 万、49.49/10 万和 49.04/10 万。

2.2 季节特征

2014—2023 年宁夏各月均有流感病例报告, SI 为 10.82%~366.24%。4—11 月的 SI 均<100%, 分别为 41.94%、36.53%、26.59%、12.65%、10.82%、23.18%、25.59% 和 78.41%, 表示 4—11 月是流感非流行季; 1—3 月和 12 月 SI 均>100%, 分别为 219.06%、111.00%、246.65% 和 366.24%, 表示冬春季是流感流行季。

2.3 空间聚集性

全局自相关分析结果显示, 2014—2022 年宁夏

流感发病呈随机分布, Moran's *I* 值分别为 -0.061($Z=-0.092, P=0.926$)、-0.107($Z=-0.428, P=0.668$)、-0.024($Z=0.167, P=0.867$)、0.001($Z=0.359, P=0.719$)、0.011($Z=0.425, P=0.670$)、-0.269($Z=-1.661, P=0.097$)、0.021($Z=0.514, P=0.607$)、0.134($Z=1.296, P=0.195$) 和 0.106($Z=1.144, P=0.252$); 2023 年宁夏流感发病存在空间聚集性, Moran's *I* 值为 0.333 ($Z=2.741, P=0.006$)。局部空间自相关分析结果显示, 2023 年宁夏流感发病存在 1 个高-高聚集区, 为泾源县; 1 个低-高聚集区, 为原州区。

2.4 时空聚集性

2014—2023 年宁夏流感发病存在时空聚集性, 有 4 个时空聚集区。I 类聚集区 1 个, 覆盖吴忠市红寺堡区, 聚集时间为 2014 年 1 月 20—26 日。II 类聚集区 3 个: 石嘴山市大武口区, 聚集时间为 2014 年 1 月 1—12 日; 固原市的原州区、彭阳县、隆德县、西吉县和泾源县, 中卫市的海原县和吴忠市的同心县, 聚集时间为 2023 年 11 月 27 日—12 月 31 日; 银川市的金凤区、西夏区、永宁县和灵武市, 吴忠市的利通区和青铜峡市, 聚集时间为 2023 年 2 月 20 日—3 月 19 日。见表 1。

表 1 2014—2023 年宁夏流感时空扫描分析结果

Table 1 Spatio-temporal scanning analysis of influenza in Ningxia Hui Autonomous Region from 2014 to 2023

聚集类型	聚集时间	聚集地区	实际病例数	理论病例数	RR 值	LLR 值	P 值
I 类	2014 年 1 月 20—26 日	红寺堡区	1 216	3.57	362.21	5 914.09	<0.001
II 类	2014 年 1 月 1—12 日	大武口区	1 312	6.36	220.59	5 729.39	<0.001
II 类	2023 年 11 月 27 日—12 月 31 日	原州区、彭阳县、隆德县、西吉县、泾源县、海原县、同心县	1 233	46.97	27.91	2 879.04	<0.001
II 类	2023 年 2 月 20 日—3 月 19 日	金凤区、西夏区、永宁县、灵武市、利通区、青铜峡市	1 125	22.05	23.30	2 435.45	<0.001

3 讨 论

本研究采用全局与局部空间自相关分析、时空扫描分析和流行病学相结合的方法分析 2014—2023 年宁夏流感时空分布特征及聚集规律, 突破了传统描述性流行病学研究的局限性, 为识别流感高风险地区, 完善流感防控措施提供依据。2014—2023 年宁夏流感呈典型的单峰流行, 冬春季为发病高峰, 与其他地区研究结果^[6-8]一致, 可能与冬季低温干燥的气候条件更利于病毒传播有关。高发人群为<15 岁儿童, 与既往研究结果^[9-10]类似, 可能与儿童免疫力较低及学校聚集性活动频繁等因素有关。2023 年宁夏流感报告发病率达到近 10 年峰值 (97.30/10 万), 可能

与新型冠状病毒感染疫情防控期间长期非药物干预(如佩戴口罩、社交限制)导致人群对流感的预存免疫力下降有关; 还可能与核酸检测技术普及和哨点医院监测能力提升, 提高了病例报告敏感性有关。

空间自相关分析结果显示, 宁夏流感病例的空间分布整体呈随机性, 仅 2023 年表现出明显聚集性, 高-高聚集区为宁夏南部的泾源县。结合时空扫描结果, 2023 年流感在固原市、中卫市海原县和吴忠市同心县形成大规模 II 类聚集区, 可能与人口密度较低、医疗资源相对匮乏和流感疫苗接种率不足等因素相关^[11-13]。此外, 红寺堡区是唯一的 I 类聚集区, 其高发聚集可能与早期监测体系不完善、聚集性疫情报告延迟有关。

综上所述, 2014—2023 年宁夏流感高发人群为<15 岁儿童, 存在明显时空分布特征, 发病高峰为冬春季, 聚集地区主要为固原市、中卫市和吴忠市等南部地区。为加强宁夏流感防控工作, 建议在冬春季高发期, 重点加强学校、托幼机构的晨检和病例隔离措施; 流感流行季来临前, 开展健康教育, 加强流感疫苗接种效果宣传, 增强居民自我防护意识; 借助各地民生项目, 推进流感疫苗免费接种项目, 提高儿童和老年人接种率^[14-15]; 开展多部门协同研究, 纳入气象、交通和经济数据, 制定流感分级预警标准, 建立动态预警系统, 实现疫情“早发现、早干预”^[16]。

参考文献

- [1] 刘云广, 黄茜, 张乐, 等. 2004—2018 年中国流行性感冒发病率的时空分析及其预测模型研究 [J]. 中华疾病控制杂志, 2023, 27 (2): 176-183, 190.
- [2] LIU Y G, HUANG Q, ZHANG L, et al. Spatiotemporal analysis and predictive modeling of influenza incidence in China from 2004 to 2018 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2023, 27 (2): 176-183, 190. (in Chinese)
- [3] 陈晨, 刘国恩, 曾光. 中国流感疾病负担现状、问题与挑战及应对策略 [J]. 中国公共卫生, 2022, 38 (11): 1494-1498.
- [4] CHEN C, LIU G E, ZENG G. Current status, challenges, and strategies for influenza disease burden in China [J]. Chin J Public Health, 2022, 38 (11): 1494-1498. (in Chinese)
- [5] 孙伟, 张银豪, 赵建华, 等. 1949—2018 年宁夏回族自治区传染病流行特征分析 [J]. 中华疾病控制杂志, 2022, 26 (1): 116-120.
- [6] SUN W, ZHANG Y H, ZHAO J H, et al. Epidemiological characteristics of infectious diseases in Ningxia Hui Autonomous Region from 1949 to 2018 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2022, 26 (1): 116-120. (in Chinese)
- [7] 孙伟, 高洁, 马莹, 等. 2009—2018 年宁夏流行性感冒流行特征 [J]. 中华疾病控制杂志, 2020, 24 (6): 691-695.
- [8] SUN W, GAO J, MA Y, et al. Epidemiological characteristics of influenza in Ningxia from 2009 to 2018 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2020, 24 (6): 691-695. (in Chinese)
- [9] 刘斌琳. 宁夏 2016 年—2021 年流感流行病学分析及预警模型评价 [D]. 银川: 宁夏医科大学, 2023.
- [10] LIU B L. Epidemiological analysis and early warning model evaluation of influenza in Ningxia from 2016 to 2021 [D]. Yinchuan: Ningxia Medical University, 2023. (in Chinese)
- [11] 刘海霞, 杨筱婷, 张宏, 等. 2016—2020 年甘肃省流行性感冒时间风险特征时空分布 [J]. 疾病监测, 2022, 37 (1): 62-66.
- [12] LIU H X, YANG X T, ZHANG H, et al. Spatiotemporal distribution of influenza risk characteristics in Gansu Province from 2016 to 2020 [J]. Dis Surveill, 2022, 37 (1): 62-66. (in Chinese)
- [13] 宋健, 跃华, 冯静, 等. 内蒙古自治区 2018—2022 年流行性感冒流行特征及时空聚集性分析 [J]. 中国热带医学, 2023, 23 (12): 1318-1322.
- [14] SONG J, YUE H, FENG J, et al. Epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering of influenza in Inner Mongolia Autonomous Region from 2018 to 2022 [J]. China Trop Med, 2023, 23 (12): 1318-1322. (in Chinese)
- [15] 杨亚丽, 纳丽, 龚瑞. 宁夏流感与气象条件关系研究 [J]. 气象科技进展, 2023, 13 (5): 45-50, 55.
- [16] YANG Y L, NA L, GONG R. Study on the relationship between influenza and meteorological conditions in Ningxia [J]. Adv Meteorol Sci Technol, 2023, 13 (5): 45-50, 55. (in Chinese)
- [17] 王栗菲, 孙明希, 鹿燕青, 等. 余杭区流行性感冒流行特征分析 [J]. 预防医学, 2024, 36 (7): 626-629.
- [18] WANG L F, SUN M X, LU Y Q, et al. Epidemiological characteristics of influenza in Yuhang District [J]. China Prev Med J, 2024, 36 (7): 626-629. (in Chinese)
- [19] 陈芸, 李淑娟, 李伟琴, 等. 2018—2021 年西安西城区流行性感冒流行病学分析 [J]. 山东医药, 2023, 63 (3): 78-80.
- [20] CHEN Y, LI S J, LI W Q, et al. Epidemiological analysis of influenza in Xicheng District, Xi'an from 2018 to 2021 [J]. Shandong Med J, 2023, 63 (3): 78-80. (in Chinese)
- [21] 王怡珺, 毛宇明, 沈福杰, 等. 上海市黄浦区流感病例的时空聚集分析 [J]. 江苏预防医学, 2020, 31 (3): 283-285.
- [22] WANG Y J, MAO Y M, SHEN F J, et al. Spatiotemporal clustering analysis of influenza cases in Huangpu District, Shanghai [J]. Jiangsu J Prev Med, 2020, 31 (3): 283-285. (in Chinese)
- [23] 黄智峰, 刘晓剑, 李烨, 等. 深圳市 2013—2015 年流感样病例时空聚集性分析研究 [J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21 (7): 655-659.
- [24] HUANG Z F, LIU X J, LI Y, et al. Spatiotemporal clustering analysis of influenza-like cases in Shenzhen from 2013 to 2015 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2017, 21 (7): 655-659. (in Chinese)
- [25] 傅伟杰. 江西省流感流行特征及时空聚集性研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2021.
- [26] FU W J. Study on the epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering of influenza in Jiangxi Province [D]. Nanchang: Nanchang University, 2021. (in Chinese)
- [27] 潘璠, 金正格, 王瑶, 等. 2005—2019 年六安市疫苗针对传染病突发公共卫生事件流行特征分析 [J]. 预防医学, 2021, 33 (7): 715-717.
- [28] PAN F, JIN Z G, WANG Y, et al. Epidemiological characteristics of vaccine-preventable infectious disease emergencies in Lu'an City from 2005 to 2019 [J]. China Prev Med J, 2021, 33 (7): 715-717. (in Chinese)
- [29] 李依窈, 李小菊, 申小颖, 等. 老年人接种流行性感冒疫苗的影响因素分析 [J]. 预防医学, 2025, 37 (1): 31-35.
- [30] LI Y Y, LI X J, SHEN X Y, et al. Influencing factors of influenza vaccination among the elderly [J]. China Prev Med J, 2025, 37 (1): 31-35. (in Chinese)
- [31] 吕晓丽, 朱一, 竹军伟. 纳入气象因素的 ARIMAX 模型预测流行性感冒流行趋势 [J]. 预防医学, 2021, 33 (8): 780-783.
- [32] LYU X L, ZHU Y, ZHU J W. Predicting influenza epidemic trends using ARIMAX model incorporating meteorological factors [J]. China Prev Med J, 2021, 33 (8): 780-783. (in Chinese)

收稿日期: 2024-11-26 修回日期: 2025-05-06 本文编辑: 徐亚慧