· 疾病预防控制 ·

重庆市渝北区 2005—2025 年百日咳流行病学特征及时空聚集分析

谭斌[1],喻林玲[1],肖玉春[1],李娆[1],张由[1],张帆[2],龙昊男[1]

1. 重庆市渝北区疾病预防控制中心,重庆 渝北 401120;2. 重庆医科大学公共卫生学院

摘要:目的 分析 2005—2025 年渝北区百日咳流行病学特征及时空聚集,为精准防控提供科学依据。**方法** 收集 2005—2025 年渝北区百日咳疫情数据和疫苗接种情况,采用 Joinpoint 回归模型分析发病趋势,使用 ArcGIS 10.8 分析发病空间相关性,采用 SaTScan 10.3.3 进行时空扫描分析。**结果** 2005—2025 年渝北区百日咳年均报告发病率 12.45/10 万,发病率呈上升趋势(AAPC = 21.86%,95% *CI*:7.82% ~ 36.94%,*P* = 0.004),发病高峰期为春夏季(4—8 月),发病以学生儿童为主,<1 岁组报告发病率最高(394.12/10 万),男女性别比为 1.05∶1。全局空间自相关分析显示,全区各镇(街道)报告发病具有空间聚集性(Moran *I* = 0.45,*Z* = 4.13,*P* < 0.001),局部空间自相关显示聚集区域主要集中在城区 8 个街道,时空扫描共检测到 8 个聚集区。**结论** 渝北区百日咳 2005—2025 年发病率呈上升趋势,发病以学生儿童为主,<1 岁组发病率最高,春夏季高发。病例分布存在时空聚集,聚集区域从城区向农村蔓延,方向从西南向东北延伸。建议应加强重点地区和人群防控,精准调整防控策略,并强化免疫效果评估。

关键词:百日咳;流行病学特征;时空聚集;免疫史

中图分类号:R181.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1003 - 8507(2026)18 - 3414 - 07

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202601390

Epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering analysis of pertussis in Yubei District of Chongqing, 2005 – 2025

TAN Bin*, YU Lin – ling, XIAO Yu – chun, LI Rao, ZHANG You, ZHANG Fan, LONG Hao – nan

* *Yubei District Center for Disease Control and Prevention, Yubei, Chongqing* 401120, *China*

Abstract: Objective To analyze the epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering of pertussis in Yubei District from 2005 to 2025, aiming to provide a scientific basis for targeted prevention and control measures. **Methods** Based on the surveillance data of pertussis and vaccination in Yubei District between 2005 and 2025, the Joinpoint regression model was employed to analyze the incidence trend, and ArcGIS 10.8 and SaTScan 10.3.3 were used to analyze the spatial autocorrelation and spatiotemporal clustering. **Results** The average annual reported pertussis incidence in Yubei District was 12.45 per 100 000 from 2005 to 2025, and there was a significant increasing trend (AAPC = 21.86%, 95% *CI*: 7.82% – 36.94%, *P* = 0.004). The epidemic peak occurred in spring and summer (April to August). The cases were mainly concentrated in children under – 1 – year – old (394.12 per 100 000), most of whom were students or children. The male – to – female ratio was 1.05 ∶1. Global spatial autocorrelation analysis showed that the incidence of pertussis among towns (sub – districts) exhibited a positive correlation and was characterized by spatial clustering (Moran *I* = 0.45, Z = 4.13, *P* < 0.001). Local spatial autocorrelation analysis showed that the pertussis clustering areas were mainly concentrated in eight sub – districts. And eight clusters were identified by the space – time scan statistic. **Conclusion** The incidence of pertussis in Yubei District increased significantly from 2005 to 2025. The cases were predominantly among students and children, with the highest incidence observed in the under – 1 – year – old ones, The seasonal peak occurred in spring and summer. Spatial – temporal clustering was evident in the case distribution. The clustering areas expanded from urban to rural, extending in a southwest – to – northeast direction. It is therefore imperative to strengthen the prevention and control efforts in key areas and target populations, adjust the prevention and control strategies with precision, and enhance the immunization effectiveness.

Keywords: Pertussis; Epidemiological characteristics; Spatial – temporal clustering; Immunization history

---

基金项目:渝北区科卫联合医学科研项目(2025YBKW03),重庆市自然科学基金(CSTB2022NSCQ – MSX0080)

作者简介:谭斌(1988—),男,硕士,副主任医师,研究方向:疫苗针对疾病预防控制

通信作者:龙昊男,E – mail:735635962@qq.com

百日咳(Pertussis)是一种由百日咳鲍特杆菌引起的具有较强传染力的呼吸道传染病,曾是全球婴幼儿发病和死亡的重要原因之一,自百白破疫苗广泛应用后,其发病率和病死率都明显下降,疫情也迅速得到了有效控制[1]。但近年来国外百日咳疫苗高覆盖率的国家发病率普遍上升,部分地区出现暴发,这种"百日咳再现"导致疾病负担逐渐从婴幼儿向青少年、成人转移[2-3]。我国 1978 年将百日咳纳入免疫规划,2007 年又扩大国家免疫规划进一步巩固了百日咳防控体系,全国报告发病率降至 2013 年的 0.13/10 万,自 2014 年报告发病率出现上升趋势[4-5],2024 年报告发病数大幅升高。重庆属于中国西部,百日咳报告发病率远超全国[6],而渝北区常住人口 300 余万,是重庆市人口第一大区,又是重庆北大门和出入境口岸城市,研究渝北区百日咳 20 余年流行特征和时空变化对防控工作具有参考价值。

1　资料与方法

1.1　*资料来源*　百日咳病例数据来源于中国疾病预防控制信息系统,疫苗接种信息来源于重庆市免疫规划信息管理系统。

1.2　*病例纳入排除标准*　病例按现住址浏览,发病日期为 2005 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日,诊断类别为实验室诊断和临床诊断病例。

1.3　*免疫史判定*　通过身份证号、姓名在重庆市免疫规划信息管理系统中匹配预防接种电子档案。至少有 1 剂次含百日咳成分疫苗接种记录视为有免疫史,接种记录为空视为无免疫史;未匹配到预防接种电子档案或仅有其他疫苗接种记录视为免疫史不详。

1.4　*分析方法*

1.4.1　趋势分析　采用 Joinpoint 回归模型中的对数线性模型,以年份为自变量,报告发病率为因变量,采用蒙特卡罗置换检验计算年度变化百分比(annual percent change, APC)、平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC)及其 95% *CI*。当 APC 或 AAPC >0,且 95% *CI* 不包含 0,表示在该阶段内发病率呈上升趋势;当 APC 或 AAPC <0,且 95% *CI* 不包含 0,表示在该阶段内发病率呈下降趋势;当 APC 或 AAPC =0,表示在该阶段内发病率无变化趋势。

1.4.2　空间分析　采用 ArcGIS10.8 分析百日咳分布情况,并通过全局空间自相关莫兰指数(Moran *I*)表示聚集性。当 Moran *I* <0,发病率呈空间负相关;当 Moran *I* >0,发病率呈空间正相关;当 Moran *I* =0,发病率无空间相关性。局部空间自相关分析采用局部空间关联指标(localindicators of spatial association, LISA),其聚集区分为"高 - 高(H - H)""低 - 低(L - L)""高 - 低(H - L)""低 - 高(L - H)",其中"H - H"即"热点"区域,"L - L"为"冷点"区域[7]。

1.4.3　时空扫描　应用 SaTScan 10.3.3 对百日咳发病率进行时空扫描,选择 Possion 分布模型,以年份为时间单位,镇(街道)为最小空间尺度进行回顾性时空聚集性分析。最大窗口风险人群占总人口的 20%,最大时间窗口占研究期限的 30%。根据实际发病数和实际人口数估算理论发病数,根据扫描窗口内外的实际发病数和理论发病数构建对数似然比(log - likelihood ratio, LLR),通过蒙特卡罗模拟进行统计学检验,LLR 值越大该扫描窗口的聚集性越强[8]。

1.5　*统计处理*　Excel 2019 建立数据库,用 R 4.5.1 软件数据分析,发病率比较采用 χ^2 检验。ArcGIS 10.8 进行空间聚集分析,SaTScan 10.3.3 进行时空扫描。检验水准 $\alpha = 0.05$,$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　*流行概况*　渝北区 2005—2025 年共报告百日咳 3 840 例(无死亡病例),其中临床诊断和实验室确诊病例各占 38.52% 和 61.48%,年均报告发病率 12.45/10 万,2009 年无报告病例,2024 年出现爆发式高峰(确诊病例占 67.68%),报告发病率 110.21/10 万(图 1)。

2.2　*时间趋势分析*　渝北区百日咳报告发病率呈上升趋势(AAPC = 21.86%, 95% *CI*: 7.82% ~ 36.94%, $P = 0.004$),在 2009 年、2018 年和 2021 年出现了转折点。下降阶段分别是 2005—2009 年(APC = -58.74, 95% *CI*: -90.60% ~ -11.08%, $P = 0.024$)和 2018—2021 年(APC = -63.02, 95% *CI*: -79.76% ~ 119.63%, $P = 0.088$);上升阶段分别是 2009—2018 年(APC = 127.42, 95% *CI*: 71.66% ~ 348.48%, $P = 0.013$)和 2021—2025 年(APC = 116.24, 95% *CI*: -5.34% ~ 862.45%, $P = 0.062$)(图 2)。月发病分析显示具有显著季节性,春夏季(4—8 月)为发病高峰(图 3)。

2.3　*地区分布*　结合 Joinpoint 结果和新冠肺炎疫情,各镇(街道)报告发病率分布按 2005—2009 年、2010—2014 年、2015—2019 年和 2020—2025 年四个阶段进行分析。分析显示,2005—2009 年全区百日咳发病呈散发,仅 5 个镇(街道)有病例报告,年平均报告发病率 0.16/10 万;2010—2014 年发病区域向东北略有扩张(年平均报告发病率 0.39/10 万),未形成发病聚集区域;2015—2019 年城区形成聚集区域,最北边的一个镇未报告百日咳病例,年均报告发病率 10.68/10 万;2020—2025 年高发病区域范围逐渐扩大,空间聚集的"连片性"增强,并以此向东北部延伸,

所有镇(街道)均有百日咳病例报告(平均发病率 27.23/10 万)(图 4)。

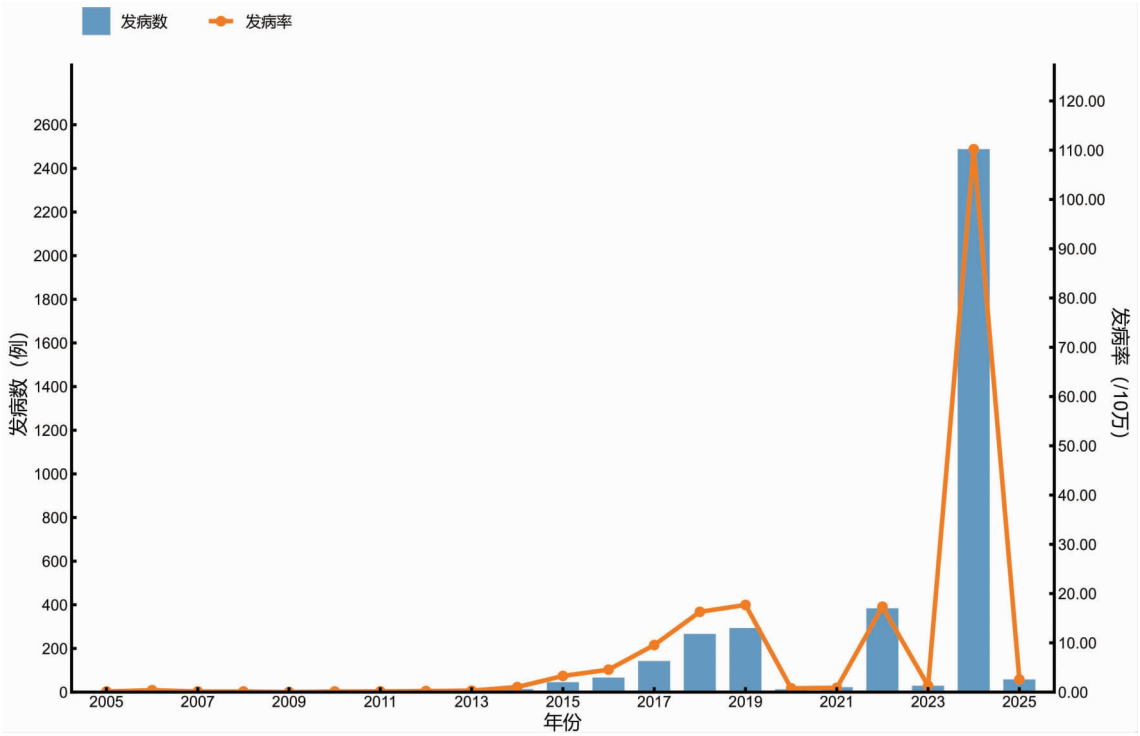
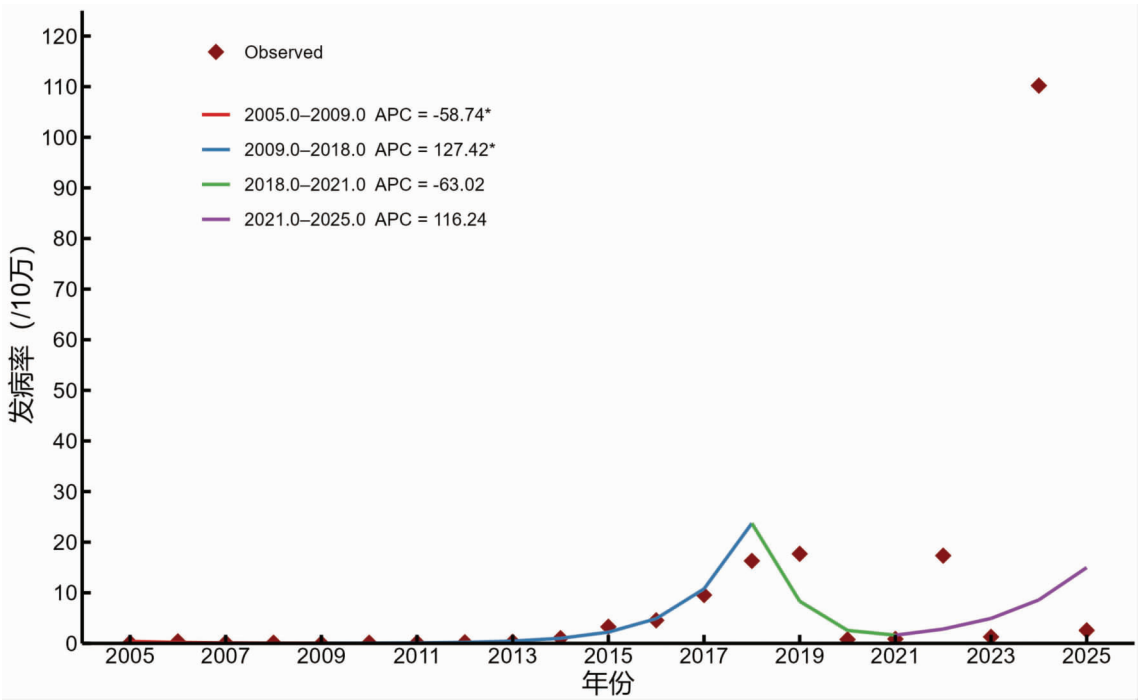


图 1 渝北区 2005—2025 年百日咳报告发病数和发病率

Fig. 1 Reported cases and incidence of Pertussis in Yubei District from 2005 to 2025



注:APC 年度变化百分比(%);* $P<0.05$。

图 2 渝北区 2005—2025 年百日咳报告发病率 Joinpoint 回归分析

Fig. 2 Joinpoint regression analysis of Pertussis incidence in Yubei District from 2005 to 2025

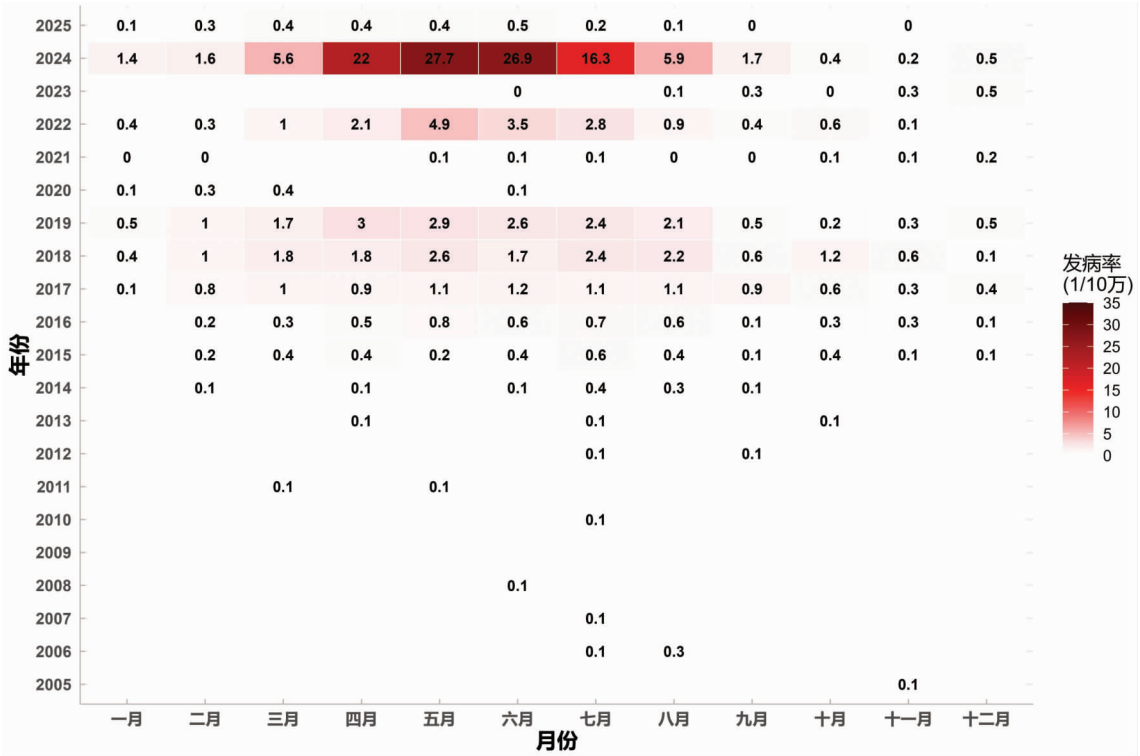


图 3　渝北区 2005—2025 年百日咳发病率月分布热图

Fig. 3　Monthly distribution heatmap of Pertussis incidence in Yubei District from 2005 to 2025

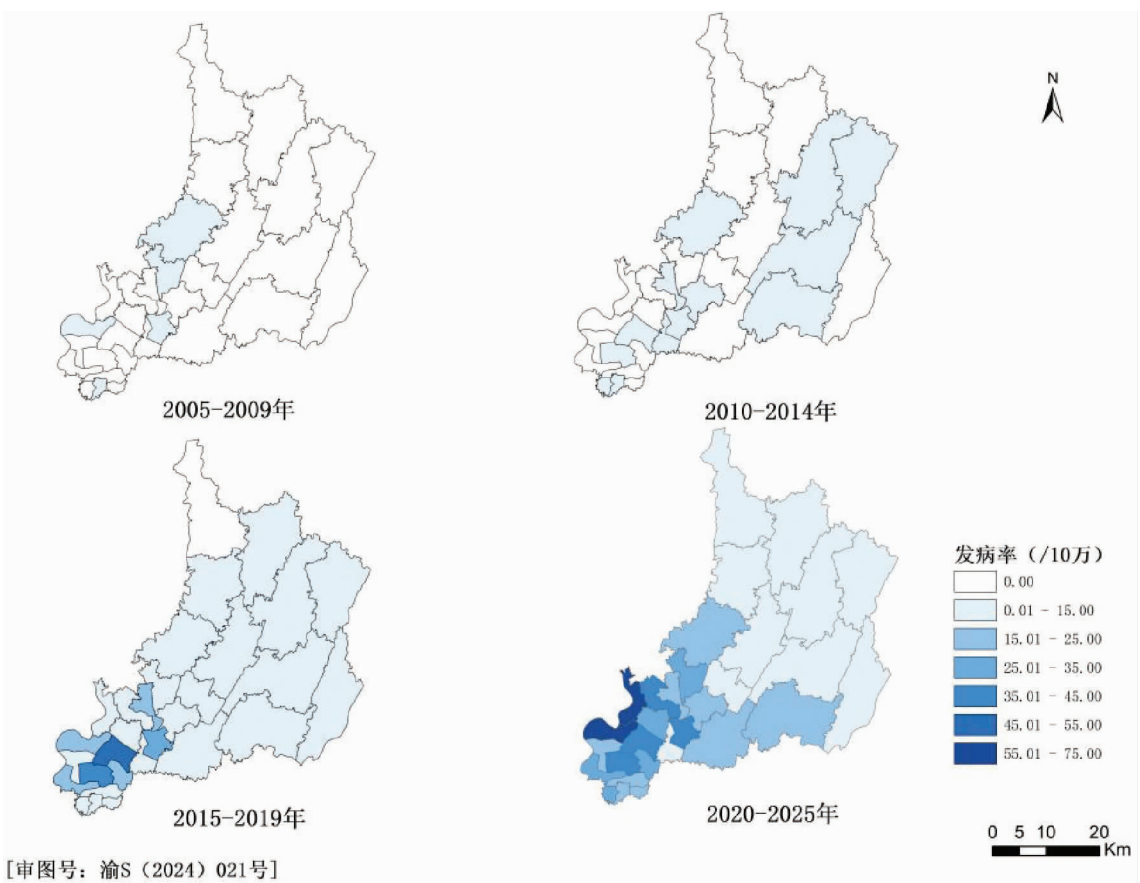


图 4　渝北区 2005—2025 年百日咳发病情况地图

Fig. 4　Spatial distribution map of Pertussis incidence in Yubei District from 2005 to 2025

2.4 人群分布　2005—2025 年百日咳病例男性 1 969例(年均报告发病率 12.61/10 万),女性 1 871 例(年均报告发病率 12.27/10 万),男女性别比 1.05 ∶ 1,差异无统计学意义(χ^2 = 0.04, P = 0.84)。发病年龄在 16 天 ~ 87 岁,其中 5 ~ 9 岁组病例最多 1 876 例(48.85%)。而 <1 岁组报告发病率最高(394.12/10 万),1 ~ 4 岁组、5 ~ 9 岁组、10 ~ 14 岁组、≥15 岁组报告发病率分别为 59.03/10 万、129.33/10 万、20.92/10 万和 0.35/10 万,各年龄组差异有统计学意义(χ^2 = 48 723.69, P < 0.001)。从职业分布看,学生占比最高 1 411 例(36.74%),其次为散居儿童1 352 例(35.21%)、幼托儿童 989 例(25.76%)和其他 88 例(2.29%)。

2.5 时空聚集　(1)全局空间自相关:渝北区 2005—2025 年发病 Moran I 值为 0.45(Z = 4.13, P < 0.001),表明百日咳报告发病呈现空间正相关,分布具有空间聚集性。(2)局部空间自相关:全区百日咳报告发病率存在明显高 - 高、低 - 高和低 - 低聚集区,总体呈现南高北低,城市高农村低。高 - 高聚集区主要分布在城区的大竹林、人和、金山、鸳鸯、礼嘉、翠云、悦来和仙桃等 8 个街道;低 - 低聚集区主要分布在农村的古路、统景、大湾和茨竹等 4 个镇;低 - 高聚集区主要分布在康美、天宫殿和宝圣湖三个街道(图 5)

2.6 时空扫描　时空扫描共检测到 8 个聚集区,其中 2017—2019 年有 2 个聚集区,分别以礼嘉街道(LLR = 127.49, P < 0.001)和回兴街道(LLR = 127.49, P < 0.001)为中心;2022 年有 2 个聚集区,分别以悦来街道(LLR = 12.39, P = 0.002)和回兴街道(LLR = 53.38, P < 0.001)为中心;2024 年聚集区扩散至全区大部分镇(街道),城区主要以礼嘉街道(LLR = 1 368.61, P < 0.001)、双龙湖街道(LLR = 820.62, P < 0.001)、龙溪街道(LLR = 325.23, P < 0.001)为中心,农村以石船镇(LLR = 114.18, P < 0.001)为中心(图 6)。

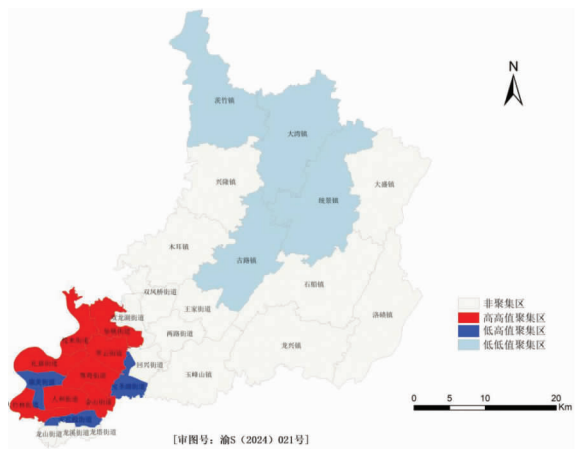


图 5　渝北区 2005—2025 年百日咳发病 LISA 聚集地图

Fig. 5　LISA cluster map of Pertussis incidence in Yubei District from 2005 to 2025

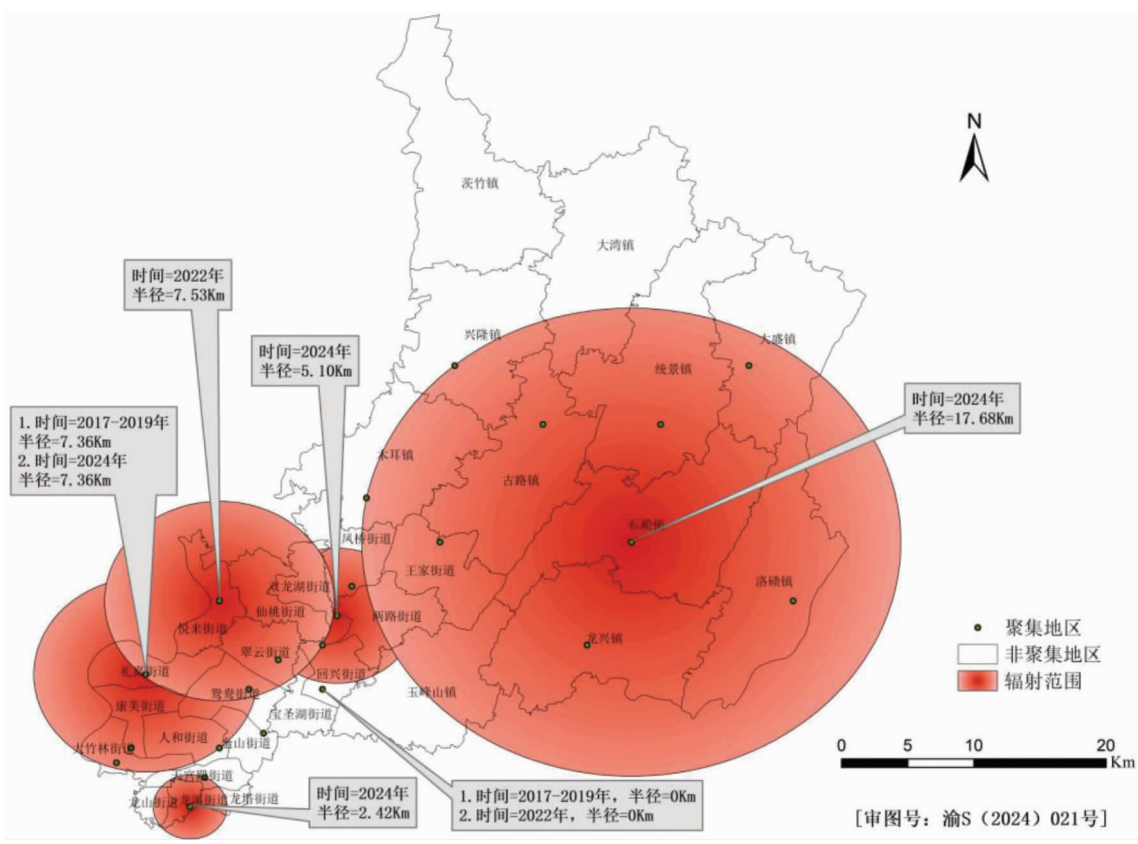


图 6　渝北区 2005—2025 年百日咳时空扫描地图

Fig. 6　Space - Time Scan map of Pertussis incidence in Yubei District from 2005 to 2025

2.7　免疫接种史　所有病例中无百日咳成分疫苗免疫史或不详 941 例(24.51%),有免疫史 2 899 例(75.49%),其中完成基础免疫第 1 剂次、第 2 剂次、第 3 剂次分别占 5.63%(163 例)、3.17%(92 例)、12.21%(354 例),全程接种 4 剂次的占 78.99%(2 290例)。

2.8　聚集疫情分析　共报告百日咳聚集性疫情 21 起(城区 20 起,农村 1 起),其中 2019 年 1 起,2022 年 5 起,2024 年 15 起,所有聚集性疫情均发生在幼儿园或小学。

3　讨　论

1978 年,中国将全细胞百白破联合疫苗(DTwP)纳入计划免疫,1995 年成功研制了无细胞百白破联合疫苗(DTaP),2007 年将 DTaP 纳入扩大国家免疫规划,出于 DTwP 接种不良反应考虑,要求 2012 年前逐渐完成 DTaP 替代 DTwP,渝北区于 2009 年完成了 DTaP 替代接种工作。本研究通过 Joinpoint 回归分析发现报告发病率呈上升趋势(AAPC = 21.86%)。2009 年以前呈散发状态,且发病呈下降趋势(APC = −58.74),2009 年 DTaP 替代接种后报告发病率逐年上升(APC = 127.42),这可能与 DTwP 向 DTaP 转换后,DTaP 不能诱导黏膜免疫,其免疫保护效果减弱有关[9]。2024 年发病达到了峰值(110.21/10 万),远超全国平均发病率[10],这主要与疫苗免疫水平衰减、百日咳周期性流行有关,同时 2023 年底《百日咳诊疗方案》将 PCR 纳入诊断标准,2024 年国家疾控局《百日咳防控方案》强化百日咳监测防控,也进一步增加了病例报告。研究发现从 2012 年开始,由于 PCR 检测方法应用和疾病诊断意识提升,全区报告实验室诊断病例占比逐渐增加(占比在 23.08% ~100%),这也是导致百日咳发病率回升的重要因素[11],证实了渝北区百日咳流行已达到国际上定义的“百日咳再现”条件[12]。监测发现 2020 年和 2021 年报告发病率下降,分别为 0.78/10 万和 0.88/10 万,可能与新冠肺炎疫情大流行期间全国严格落实防控隔离以及学校停课等措施有关[13],但警惕百日咳实际发病可能被低估。2024 年发病率最高(确诊病例占 67.68%),说明正处于百日咳流行周期高峰[14]。

本研究显示,渝北区百日咳发病春夏季高发,主要集中在 4—8 月,与山东省、湖北省、河南省和江苏省季节分布基本一致[15-18],可能是重庆温湿度较大,春季人群户外活动增加,夏季使用空调门窗封闭,增加了百日咳传播风险。提示需加强春夏季百日咳监测力度,做好居民健康提醒,加强个人防护。

分析显示 <1 岁组发病率最高,可能与 0 ~2 月龄尚未接种百日咳疫苗,胎传抗体减弱有关,同时 3 月龄至 1 岁正处于 3、4、5 月龄基础免疫接种阶段,体内缺乏足够的特异性抗体保护或受种者百日咳抗体水平较低有关[19],提示婴幼儿仍是百日咳防控的核心人群,需进一步强化新生儿疫苗接种管理。5 ~9 岁组病例构成比最高,且所有聚集性疫情均发生在幼儿园及小学,尽管该年龄组≥4 剂次百日咳疫苗接种率达 78.99%,其核心原因在于百日咳疫苗诱导的保护性抗体随时间衰减易再次感染[20-21]。同时,幼儿园与小学人群密集、接触频繁,呼吸道病原体易于快速传播,进一步放大了抗体衰减带来的感染风险。

空间分析发现渝北区百日咳发病率呈现由西南向东北方向连续蔓延,局部高集聚的演变特征,2005—2009 年仅西南方向 5 个镇(街道)有病例报告,后蔓延至全区所有镇(街道),且发病率呈现城市高、农村低的特征。为进一步明确聚集情况,全局空间自相关分析表明渝北区 2005—2025 年百日咳发病呈高度聚集(Moran $I = 0.45$)。局部空间自相关分析显示,高聚集区主要集中在城区 8 个街道,该区域覆盖机场、火车站等重要交通枢纽,人口流动和人口密度大,易于百日咳传播。同时,该区域医疗资源丰富,涵盖重庆医科大学附属儿童医院、重庆市妇幼保健院等专科医院,还包括较多市区大型综合医院,这些医疗机构诊疗水平和传染病报卡意识较高,报告发病率也相对较高。低聚集区主要集中在农村的 4 个镇,提示该区域医疗机构需要加强培训,提高百日咳发现、诊断和上报能力。

单纯空间聚集分析容易忽略百日咳在时间维度的聚集情况,本研究通过时空扫描检测到渝北区 21 年来有 8 个聚集区,时间从 2017 年开始,以礼嘉(半径 7.36 Km)和回兴街道为中心(半径 0 Km)开始聚集,随后 2022 年向北蔓延至悦来街道为中心(半径 7.53 Km 聚集),2024 年蔓延至农村地区(石船镇为中心,半径 17.68 Km 聚集)。时空扫描探测到的聚集区在局部空间自相关分析的基础上进一步探测到了聚集的时间和辐射的范围。建议百日咳聚集高发区应进一步合理分配资源,开展危险因素调查,从而完善防控策略减少发病率。

本研究也存在一定局限:一是对百日咳病例未开展主动监测,实际疫情水平可能被低估;二是未深入分析不同区域医疗水平、气象因素与百日咳发病的关系;三是未获得所有病例详细临床资料及医疗费用资料,无法评估疾病负担。

综上,渝北区 2005—2025 年百日咳报告发病率呈上升趋势,出现“百日咳再现”现象,发病以 <1 岁组、学生儿童为主,春夏季高发。2017—2019 年、2022 年和 2024 年存在时空聚集,高聚集地主要在城区,并呈现由西南向东北方向连续蔓延趋势。建议继续加强百日咳诊断和疫情监测,按照国家最新免疫程序推进百白破疫苗接种,同时评估免疫效果。针对高发人群和聚集地区开展百日咳发病危险因素调查,加强与教育部门联防联控,及时调整防控策略,有效阻断百

日咳疫情扩散。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 张倩,吴丹,郑徽,等. 中国 2022 年百日咳流行病学特征[J]. 中国疫苗和免疫,2024,30(1):34 - 38.
Zhang Q, Wu D, Zheng H, et al. Epidemiological characteristics of pertussis in China, 2022[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2024, 30(1): 34 - 38. (In Chinese)

[2] Aaninck T, Contreras V, Coutte L, et al. Intranasal inoculation with Bordetella pertussis confers protection without inducing classical whooping cough in baboons[J]. Curr Res Microb Sci, 2021, 2(1):100072.

[3] Barkoff AM, Gröndahl - Yli - Hannuksela K, He Q. Seroprevalence studies of pertussis: what have we learned from different immunized populations[J]. Pathog Dis, 2015, 73(7): ftv50.

[4] 宁桂军,高源,吴丹,等. 中国 2011—2017 年百日咳流行病学特征分析[J]. 中国疫苗和免疫,2018,24(3):264 - 267, 273.
Ning GJ, Gao Y, Wu D, et al. Epidemiology of pertussis in China, 2011 - 2017[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2018, 24(3): 264 - 267, 273. (In Chinese)

[5] 吴丹,郑徽,李明爽,等. 中国 2018 - 2021 年百日咳流行病学特征[J]. 中国疫苗和免疫,2022,28(6):638 - 643.
Wu D, Zheng H, Li MS, et al. Epidemiology of pertussis in China, 2018 - 2021[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2022, 28(6): 638 - 643. (In Chinese)

[6] 刘洋,游贤路,韩真明. 重庆市百日咳流行病学特征及影响因素分析[J]. 现代预防医学,2021,48(8):1372 - 1374, 1394.
Liu Y, You XL, Han ZM. Epidemiological characteristics of pertussis and influencing factors in Chongqing[J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(8): 1372 - 1374, 1394. (In Chinese)

[7] 李英梅,陆沛超,黄庆淼,等. 2006 - 2024 年玉林市百日咳流行病学特征及时空聚集性分析[J]. 应用预防医学,2025,31(3):227 - 232.
Li YM, Lu PC, Huang QM, et al. Epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering of pertussis in Yulin, 2006 - 2024: an analytic study[J]. Journal of Applied Preventive Medicine, 2025, 31(3): 227 - 232. (In Chinese)

[8] 李东,陈致飞,黄丽芳,等. 2014—2023 年福建省百日咳流行病学特征及时空聚集性分析[J]. 中国预防医学杂志,2024,25(11):1395 - 1399.
Li D, Chen ZF, Huang LF, et al. Epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering of pertussis in Fujian province, 2014 - 2023[J]. China Preventive Medicine, 2024, 25(11): 1395 - 1399. (In Chinese)

[9] 郑飞,孙印旗,张海霞,等. 河北省 2013—2022 年百日咳流行特征及时空聚集性[J]. 中华流行病学杂志,2024,45(2):213 - 219.
Zheng F, Sun YQ, Zhang HX, et al. Epidemiological and spatial - temporal clustering characteristics of pertussis in Hebei province from 2013 to 2022[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2024, 45(2): 213 - 219. (In Chinese)

[10] 中国疾病预防控制中心. 流行病学[EB/OL]. [2026 - 08 - 04]. https://www.chinacdc.cn/jkyj/mygh02/jbzt/xjxcrb/brk/202409/t20240925_300996.html.
Chinese Center for Disease Control and Prevention. Epidemiology [EB/OL]. [2026 - 08 - 04]. https://www.chinacdc.cn/jkyj/mygh02/jbzt/xjxcrb/brk/202409/t20240925_300996.html. (In Chinese)

[11] 张梦,吴丹,李艺星,等. 全球百日咳防控面临的挑战[J]. 中华流行病学杂志,2023,44(3):491 - 497.
Zhang M, Wu D, Li YX, et al. Challenges to global pertussis prevention and control[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2023, 44(3): 491 - 497. (In Chinese)

[12] WHO. Pertussis vaccines: WHO position paper, august 2015 - recommendations[J]. Vaccine, 2016, 34(12): 1423 - 1425.

[13] Belingheri M, Paladino ME, Piacenti S, et al. Effects of COVID - 19 lockdown on epidemic diseases of childhood[J]. Journal of Medical Virology, 2021, 93(1): 153 - 154.

[14] 李涛,候立娟,李清茹,等. 2016—2021 年安徽省百日咳空间自相关及时空聚集性[J]. 中华疾病控制杂志,2023,27(11):1247 - 1253.
Li T, Hou LJ, Li QR, et al. Spatial autocorrelation and spatial - temporal clustering analysis of pertussis in Anhui province from 2016 to 2021[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2023, 27(11): 1247 - 1253. (In Chinese)

[15] 向泉,刘娟,王雷,等. 2016—2021 年湖北省百日咳流行病学特征分析[J]. 公共卫生与预防医学,2024,35(2):87 - 90.
Xiang Q, Liu J, Wang L, et al. Epidemiological characteristics of pertussis in Hubei province in 2016 - 2021[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2024, 35(2): 87 - 90. (In Chinese)

[16] 许燕,孙翔,施秀芸,等. 2005—2021 年江苏省百日咳流行病学特征[J]. 中国疫苗和免疫,2022,28(5):529 - 533.
Xu Y, Sun X, Shi XY, et al. Epidemiological characteristics of pertussis in Jiangsu province, 2005 - 2021[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2022, 28(5): 529 - 533. (In Chinese)

[17] 李军,杜冰会,姬艳芳,等. 1950—2024 年河南省百日咳流行病学特征[J]. 现代疾病预防控制,2025,36(4):250 - 254.
Li J, Du BH, Ji YF, et al. Epidemiological characteristics of pertussis in Henan province from 1950 to 2024[J]. Modern Disease Control and Prevention, 2025, 36(4): 250 - 254. (In Chinese)

[18] 冯蕾,张岩,刘新民,等. 2007—2022 年山东省百日咳流行特征及临床特点分析[J]. 中华预防医学杂志,2024,58(1):33 - 39.
Feng L, Zhang Y, Liu XM, et al. Epidemiological characteristics and clinical features of pertussis in Shandong province from 2007 to 2022[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2024, 58(1): 33 - 39. (In Chinese)

[19] 段利娜,方琼,刘刚,等. 深圳市 334 例百日咳病例的疫苗免疫史回顾性调查[J]. 中华传染病杂志,2020,38(5):294 - 296.
Duan LN, Fang Q, Liu G, et al. Retrospective survey on vaccine immunization history of 334 pertussis cases in Shenzhen city[J]. Chinese Journal of Infectious Diseases, 2020, 38(5): 294 - 296. (In Chinese)

[20] Lee H, Cho UJ, Kim AR, et al. Resurgence of pertussis in the Gyeongnam region of South Korea in 2023 and 2024[J]. Vaccines (Basel), 2024, 12(11): 1261.

[21] 邬辉,郭世成,刘杰,等. 2020—2023 年江西省百日咳流行特征及免疫效果分析[J]. 中华流行病学杂志,2025,46(6):973 - 978.
Wu H, Guo SC, Liu J, et al. Epidemiological characteristics and immune effects of pertussis in Jiangxi province, 2020 - 2023[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2025, 46(6): 973 - 978. (In Chinese)

收稿日期:2026-01-23