

# 基于空间分析的我国麻疹流行病学特征及防控策略研究

张睿哲<sup>1</sup> 胡晨阳<sup>1</sup>

(1.杭州师范大学, 浙江 杭州 103436)

**摘要:** 流行性麻疹是一种由麻疹病毒引起的高度传染性的急性呼吸道疾病。患者通常会出现发热、咳嗽、流涕、眼结膜炎和皮疹等症状。流行性麻疹作为急性呼吸道传染类疾病,其传染性强,症状较为严重,流行性麻疹在过去曾是一种非常常见的儿童疾病,但随着疫苗接种计划的推广,麻疹的发病率已经大大降低。麻疹疫苗是防治流行性麻疹的重要方式,根据相关疫苗数据,来分析麻疹的流行病特征和防治方法。

**关键词:** 流行性麻疹; 流行病学特征; 空间分析; 时空扫描; 疫苗接种; 防控策略

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1469

## 1. 流行性麻疹简介

流行性麻疹是一种由麻疹病毒引起的高度传染性病毒性疾病。麻疹病毒属于副黏病毒科,是单链RNA病毒。麻疹的典型症状包括高烧、咳嗽、流涕、红眼、红疹以及口腔内侧的白色斑点(Koplik斑)。患者通常会出现发热、咳嗽、流涕、眼结膜炎和皮疹等症状。

麻疹病毒主要通过空气传播,也可以通过接触被病毒污染的表面间接传播。麻疹的潜伏期大约为7到21天,平均为10到14天。感染后病毒会在呼吸道内繁殖,然后进入血液,最终导致全身性感染。

流行性麻疹在人类历史上已经有很长的历史。早在公元9世纪,波斯医生鲁法斯就描述了类似麻疹的病例。麻疹的预防主要依赖于疫苗接种。麻疹疫苗是一种非常有效的预防措施,可以提供长期的免疫保护。麻疹的潜伏期大约为7到21天,平均为10到14天。随着疫苗接种计划的推广,麻疹的发病率已经大大降低。然而,由于一些地区接种率不足或接种计划不完善,流行性麻疹仍然可能在一些地方引发疫情。因此,及时接种麻疹疫苗是预防这种疾病传播的关键措施之一。

### 1.1 临床特征与传播机制

患者感染后,通常经历10-14天的潜伏期(短至1周左右)。典型临床病程可分为三期:

**前驱期(2-4天):** 突发高热(39-40℃以上),伴有类似“重感冒”的卡他症状(如剧烈咳嗽、流涕、结膜充血、畏光等)。此期最关键的诊断标志是出现柯氏斑(Koplik's spots)——即口腔颊黏膜上针尖大小、周围绕有红晕的灰白色斑点,此为麻疹的早期金标准。

**出疹期:** 发热后3-5天开始出现皮疹。红色斑丘疹通常首先从耳后、发际开始,在1-2天内逐渐蔓延至面部、躯干、四肢,直至手心脚心。皮疹可融合成片,此时体温常升至峰值。

**恢复期:** 皮疹按出疹顺序逐渐消退,随后伴有糠麸样脱屑和褐色色素沉着,此过程通常持续1-2周。

麻疹病毒主要通过空气飞沫传播(如咳嗽、打喷嚏),在密闭空间内还可通过气溶胶传播。患者是唯一的传染源,在出疹前4天至出疹后5天均具有传染性;若并发肺炎或脑炎,传染期可延长至出疹后10天。

**作者简介:** 张睿哲(2003-),男,本科在读,研究方向为循证护理,针灸学;

胡晨阳(2003-),男,本科在读,研究方向为循证护理,内科护理。

**通讯作者:** 张睿哲, E-mail:965052331@qq.com

## 2.材料与方法

### 2.1 资料来源

来自 中国疾病预防控制中心免疫规划中心 2001--2020 的中国麻疹暴发疫情流行数据, 以及参考知网、超星等学术论文网站查询到的相关文献。资料来自 2001 年到 2016 年, 我国有关疾病预防控制中心所得知的数据, 以及 2016 年之后的来自相关政府部门的材料。

### 2.2 方法

本研究主要使用传统的数据汇总分析方法, 通过使用 Microsoft Excel 2019 软件建立 2001-2020 年中国流行性麻疹病例报告数据库, 分析流行性麻疹的发病情况和特点以及病例时空分布和空间聚集性特征, 使用 ArcGIS 10.2 软件来得到整个局面和部分局面的空间分析, 采取 SaTScan 9.6 软件来做跨多个年份的扫描。

## 3.文献结果分析

### 3.1 流行概况

2001-2016 年全国共报告麻疹 1 012 537 例, 年发病率整体呈下降趋势。2001-2004、2005-2008 和 2009-2012 年的麻疹发病存在全局空间聚集性, 其 Moran's I 值分别为 0.29、0.26 和 0.31。局部空间自相关分析结果显示, 麻疹在各时间阶段均存在高-高聚集区域并主要集中在西部地区, 同时 2005-2008 年广东省是一个单独的高-低离散区域, 未检测到低-低聚集区域。时空扫描结果显示, 2001-2008 年我国的流行性麻疹病例主要集中在西部地区、华北地区和中部, 包括山西省和广西两块区域在内。2016-2020 年中国报告麻疹暴发疫情 344 起, 共涉及麻疹病例 1 886 例, 暴发首例病例发病距暴发疫情报告时间 M 范围为 4~10 天, 涉及病例 M 范围为 2~3 人, 疫情持续天数 M 范围为 8~13 天, 2016-2020 年每年最长疫情持续时间分别为 65、44、28、63、13 天; 报告暴发数位于前三的省(直辖市)为甘肃、北京、山东; 在居民小区/村发生共 115 起, 所占比例最高; 2016 年暴发病例基因型鉴定结果 100.00% 为 H1 基因型, 此后 H1 基因型占比逐年下降, 2017 年 H1 基因型所占比例为 88.57%(31/35), 2018 年为 85.00%(17/20), 2019 年为 15.79%(3/19), 2020 年无 H1 基因型报告。

### 3.2 季节分布

流行性麻疹通常显示出一定的季节性变化, 尽管这种变化可能因地区和年份而异。一般来说, 流行性麻疹在温暖季节(春夏季)往往更容易传播和流行, 而在寒冷季节(秋冬季)传播可能减缓。

这种季节性变化的原因可能与人们在不同季节的行为和活动模式有关。在温暖季节, 人们更容易聚集在一起, 参加各种活动, 这有助于病毒的传播。此外, 温暖的气候条件可能对病毒的存活和传播有所影响。相比之下, 寒冷季节人们更多时间在室内, 接触面积较小, 可能减少了传播风险。

然而, 需要注意的是, 随着疫苗接种率的提高和控制措施的实施, 流行性麻疹的季节性变化可能会受到影响。疫苗接种可以有效预防麻疹, 降低疾病传播的风险, 从而减少季节性的波动。

### 3.3 传播途径和特点

#### (1) 传播途径

流行性麻疹主要通过空气中飞沫传播。当患者咳嗽、打喷嚏或说话时, 病毒会进入空气中, 他人吸入这些含有病毒的飞沫后就可能感染麻疹。

接触传播, 麻疹病毒也可以通过直接接触患者的口腔、鼻腔分泌物或皮疹等体液而传播。

#### (2) 流行特点

传染性强, 一个患者可以轻松传播给 90% 以上未接种疫苗的接触者

潜伏期短, 麻疹的潜伏期大约为 7 到 21 天, 平均为 10 到 14 天。这意味着从感染病毒到出现症状的时间大约为 7 到 21 天。

麻疹患者在出现症状前 2 到 4 天开始具有传染性, 并且在皮疹出现后的 4 到 5 天内传染性最强。因此, 麻疹患者在出现症状前 2 到 4 天到皮疹出现后的 4 到 5 天内, 需要进行隔离, 以防止病毒传播。

病毒变异, 麻疹病毒有很多不同的变异型。

### 3.4 人群分布

#### (1) 年龄分布

根据查询到的文献报告显示,任何年龄段的人都可以被流行性麻疹影响,不同年龄段的麻疹患者的特征可能会有所不同。

婴幼儿和幼儿是流行性麻疹的高风险人群之一。他们通常更容易受感染,因为他们的免疫系统尚未完全发育,且可能还未接种完整的疫苗剂量。麻疹在这个年龄段的患者中可能表现为高热、皮疹、咳嗽等症状。

在儿童和青少年中,麻疹的症状可能会更加明显,包括高热、皮疹、眼结膜炎等。这个年龄段的患者可能会出现并发症,如中耳炎、肺炎等。

成人也可能感染流行性麻疹,尤其是那些未接种过疫苗或只接种过一剂疫苗的人,但是总的来说风险较。在成人中,麻疹可能表现为更严重的症状,包括肺炎、脑炎等并发症。

老年人可能面临更高的并发症风险,尤其是那些免疫系统功能较弱的人。他们可能需要更密切的监测和护理。

#### (2) 人口密集度

人口密集度越高的地区,通常流行性疾病如麻疹传播的风险也越大。人们之间的接触越频繁,空气中病毒的传播风险越高。

#### (3) 经济发展情况

从参考的文献当中可以得知,流行性麻疹的传播情况和当地的经济水平发展状况也有很大的联系,经济发展越好的地方,相应的医疗资源越丰富,防疫工作也越加完善,能够有效降低麻疹疫情的发生。

#### (4) 疫苗的接种情况

疫苗的接种情况也会直接影响流行性麻疹的传播情况,因为我们当下预防流行性麻疹最主要的手段还是通过注射疫苗,该手段可以有效的减少患病率,因此一个地区的疫苗接种率也将直接影响流行性麻疹的传播。

### 4. 流行病学总结

总体来说,流行性麻疹属于呼吸道系统传染病且传染性强,发病群体以儿童和青少年为主,但是各个年龄段的人群发病后的症状也有所不同,但是都以高热,皮疹为主,也会伴随着一些其余并发症,典型症状有,高烧、流涕、咳嗽、红疹等。主要发病季节为春季和夏季,到了秋季或者是冬季,麻疹的传播性明显降低,可能和气温有关,较低的气温也会降低病毒的活性,从而使感染率降低。

从人群从发病的人群来看,流行性麻疹在人口密集,密度高的区域,流行的概率远大于密度低的区域;同时和医疗资源的分布也密切相关,医疗资源水平更高的区域,在限制麻疹流行这一方面做的也明显更好,经济水平相对高的地方,拿广东广西两省举例,明显广东在麻疹预防方面会更加突出,疫情的防疫要优于广西省。

根据《中国麻疹防控历史回顾》一文当中查询到的资料显示,从时间角度看,我国的麻疹防疫已经越来越好。在上世纪建国初期,我国的麻疹死亡率高达根据《中国麻疹防控历史回顾》一文当中查询到的资料显示,从时间角度看,我国的麻疹防疫已经越来越好。在上世纪建国初期,我国的麻疹死亡率高达39.7/10的数次,有过多的大爆发。逐渐到2000年前后,只以局部小规模爆发为主,发病率降低到5.72/10的数次,死亡率大幅下降。到2010年之后,死亡率进一步下降,在2019年首次做到全年无死亡病例,2017年发病率仅为0.43/10。有过多的大爆发。逐渐到2000年前后,只以局部小规模爆发为主,发病率降低到5.72/10,死亡率大幅下降。到2010年之后,死亡率进一步下降,在2019年首次做到全年无死亡病例,2017年发病率仅为0.43/10的数次。

我国儿童麻疹防控工作从1950—2020年的70年间,取得了巨大的成就,从高发病率和死亡率的严重流行状态,下降到发病率低于1/10<sup>6</sup>的WHO防控目标,以及年死亡零报告,基本消除了麻疹对我国儿童生存和健康的威胁。2000年以来,通过强化免疫、检漏补种、加强监测、快速处理等措施,控制了不断发生的局部地区小流行。

随着疫情防控的进展,麻疹的临床诊疗技术水平也不断提高,每年麻疹的死亡率和病死率迅速下

降。1965年死亡率和病死率分别为9.19/105和0.73%，1990年降为0.02/108和0.22%，2010年死亡率 $<0.01/10^5$ ，病死率为0.07%。2010-2016年中国麻疹死亡人数减少到最低水平，报告死亡人数保持在每年20~30例之间，2017年降至5例，2018年为1例，2019年首次实现死亡零报告，至2022年连续3年保持零报告。

## 5. 防控策略

### 5.1 巩固与优化免疫屏障，消除免疫空白

维持高水平常规免疫接种率：继续严格执行两剂次麻疹腮腺炎风疹联合减毒活疫苗（MMR）的免疫程序，确保以省为单位，两剂次接种率持续维持在95%以上。这是建立牢固人群免疫屏障、阻断病毒传播的基石。

深入开展“查漏补种”工作：将查漏补种工作常态化、制度化。重点针对流动儿童、边远地区儿童、留守儿童以及因疫情等原因延迟接种的儿童，建立动态管理台账，定期开展入托、入学儿童预防接种证查验工作，及时发现并补齐免疫空白。

探索特殊人群免疫策略：

育龄期妇女：建议在婚前检查、孕前保健等环节开展麻疹抗体筛查，对抗体水平不足的育龄期妇女在怀孕前接种MMR疫苗，以提高其母传抗体水平，间接保护3-8月龄婴儿[5]。

医务人员：将麻疹抗体水平检测纳入新入职医务人员体检项目，确保全体医务人员对麻疹具有免疫力，防止医院内感染和传播。

### 5.2 加强多维度监测预警与应急处置

提升监测系统敏感性与特异性：优化和完善麻疹监测系统（MSS）。所有发热出疹性病例（Rash and Fever Illness）均应立即报告，并尽可能采集血清学和病原学标本（如咽拭子、尿液）。推广使用逆转录聚合酶链反应（RT-PCR）进行病毒核酸检测和基因分型，这是鉴别麻疹病毒、追踪传播链、发现输入性病例的关键[6, 7]。

建立多部门协作与风险预警机制：加强疾控、海关、边防、教育等部门的信息互通与协作，密切关注全球特别是周边国家的麻疹疫情动态，及时评估输入风险。利用大数据和时空分析技术，对高风险地区和高风险人群发布预警信息。

强化暴发疫情应急响应：一旦确认暴发疫情，应立即启动应急响应。措施包括：快速开展流行病学调查，查明传染源和传播范围；在重点区域和人群中开展应急接种；对病例进行隔离治疗（隔离期至出疹后5天）；对密切接触者进行医学观察等[8]。

### 5.3 深化健康教育，提升公众防病意识

针对不同人群开展形式多样的健康教育活动。利用新媒体平台，向公众普及麻疹的危害、疫苗接种的重要性和安全性，消除疫苗犹豫。尤其要加强对流动人口聚居区的宣传，提高其主动接种疫苗的意愿。

### 5.4 推动科学研究，应对未来挑战

鼓励开展相关科学研究，例如：开发更加热稳定的疫苗以适应偏远地区的运输和储存条件；研究早期免疫策略的可行性（如为6-8月龄婴儿接种一剂疫苗）；持续开展麻疹病毒病原学监测，追踪病毒变异情况，为防控策略的调整提供永恒的科学依据。

## 6. 总结

通过对全国麻疹流行病学数据的系统分析，本研究得出以下主要结论：

### 6.1 主要研究成果

流行趋势显著改善：我国麻疹发病率呈现持续下降趋势，2017年发病率降至0.43/10万，2019年首次实现全年无死亡病例，麻疹相关死亡人数从建国初期的高位水平降至接近零报告

空间分布特征明显：麻疹发病存在明显的空间聚集性，西部地区（如新疆、青海、西藏）持续呈现“高-高”聚集特征，成为疫情防控的重点区域

人群分布发生变化：呈现"双向移位"现象，婴幼儿（<8月龄）和成人（≥20岁）病例构成比增加，反映免疫策略需要针对性调整

病毒基因型变迁：H1基因型主导地位逐渐被其他基因型取代，提示本土传播链得到有效阻断，但需警惕输入性风险

## 6.2 防控成效与挑战

我国麻疹防控工作通过实施计划免疫、强化免疫接种、加强疫情监测和提高诊疗水平等措施，取得了显著成效。然而，当前仍面临以下挑战：

西部地区防控薄弱：地理环境复杂、医疗资源相对不足、接种率不均等因素导致西部地区疫情持续高发

特殊人群保护不足：3-8月龄婴儿存在免疫空白期，育龄期妇女抗体水平不足，流动人口接种率偏低

输入性疫情风险：全球麻疹疫情复杂多变，境外输入风险持续存在

## 6.3 未来防控建议

基于研究结果，提出以下针对性建议：

实施精准免疫策略：重点加强西部地区和流动人口的接种服务，探索特殊人群免疫方案

完善监测预警体系：加强病原学监测和基因分型，建立多部门协作机制

推进防控科研创新：开展疫苗免疫策略研究，开发新型检测技术和防控工具

综上所述，我国麻疹防控工作取得了显著成效，但仍需要持续完善防控策略，加强重点地区和人群的防控工作，最终实现消除麻疹的目标。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 预防接种工作规范（2023年版）[Z]. 2023.
- [2] 中国疾病预防控制中心. 全国麻疹监测方案[J]. 中国疫苗和免疫, 2022, 28(4): 455-460.
- [3] 王华庆, 安志杰, 温宁. 我国消除麻疹的进展与挑战[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(2): 135-140.
- [4] 李兰娟, 高福, 冯子健. 传染病学[M]. 第10版. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 245-268.
- [5] 刘斯宇, 刘倩倩, 李玖洪, 等. 中国2021-2022年麻疹流行病学特征[J]. 中国疫苗和免疫, 2024, 30(01): 29-33.
- [6] 朱宗涵, 申昆玲, 李涛, 等. 中国麻疹防控历史回顾[J]. 中国儿童保健杂志, 2024, 32(04): 359-361.
- [7] 黎祺, 李媛秋, 马超, 等. 2016-2020年中国麻疹暴发疫情流行特征与处置情况分析[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(10): 1817-1822.
- [8] 段晓健, 赵建楠, 牛丹丹, 等. 中国不同人群麻疹抗体水平分析[J]. 病毒学报, 2022, 38(02): 305-312.
- [9] 郑泽扬, 王众楷, 王连珂, 等. 2004-2018年中国主要呼吸道传染病的流行趋势及特征[J]. 中华疾病控制杂志, 2022, 26(06): 624-630.
- [10] 周武略. 麻疹在中国的空间传播[D]. 青岛大学, 2022.
- [11] World Health Organization. Measles vaccines: WHO position paper[J]. Weekly Epidemiological Record, 2023, 98(15): 161-180.
- [12] O'Connor P, Jankovic D, Muscat M, et al. Measles elimination: progress, challenges and the way forward[J]. Expert Review of Vaccines, 2023, 22(1): 1-12.
- [13] 孙倩, 曹艳丽, 崔宏亮, 等. 麻疹防控实施策略探讨——基于2006-2019年麻疹疫情特点[J]. 医学动物防制, 2022, 38(12): 1162-1165.
- [14] 王禹, 王斯同, 蔡妙甜, 等. 儿童麻疹合并肺炎的临床特征分析[J]. 中国医药导报, 2023, 20(35): 70-73.

[15] 黄玉莲, 舒先定. 麻疹流行特征及其发病影响因素的研究进展[J]. 婚育与健康, 2023, 29(13): 89-92.

## **Study on Epidemiological Characteristics and Prevention and Control Strategies of Measles in China Based on Spatial Analysis**

**Zhang Ruizhe<sup>1</sup>, Hu Chenyang<sup>1</sup>**

*(<sup>1</sup> Hangzhou Normal University, Hangzhou, China)*

**Abstract:** Epidemic measles is a highly contagious acute respiratory disease caused by the measles virus. Patients typically present with symptoms such as fever, cough, runny nose, conjunctivitis, and rash. As an acute infectious respiratory disease, epidemic measles is highly contagious and causes severe symptoms. It was once a very common childhood disease in the past; however, with the implementation and promotion of vaccination programs, the incidence rate of measles has been significantly reduced. Therefore, vaccination is an important approach for the prevention and control of epidemic measles. Based on relevant vaccination data, this study analyzes the epidemiological characteristics and prevention and control methods of measles.

**Keywords:** Epidemic Measles; Epidemiological Characteristics; Spatial Analysis; Spatiotemporal Scanning; Vaccination; Prevention and Control Strategies