

中国登革热输入性病例与本地传播的时空分布对比研究

华洋正

重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆, 401331;

摘要: 中国登革热输入性病例和本地传播病例的时空分布特征的对比分析旨在为制定有效防控策略提供科学依据, 本研究利用 2011-2020 年中国大陆登革热病例数据, 通过地理信息系统 (GIS)、时间序列分析等方法, 系统分析了输入性和本地传播病例的地理分布、季节性变化以及传播趋势。结果表明, 输入性病例多集中于广东、云南等边境省份和北京、上海等国际交通枢纽城市且空间聚集明显, 本地传播病例主要分布在广东、浙江、福建等东南沿海地区并有向北扩散之势, 从时间分布来看, 输入性病例全年都有出现但 7-10 月为高峰期, 本地传播病例主要集中在 8-11 月且与当地气候、蚊虫活动关系紧密, 研究还发现输入性和本地传播病例地理分布有一定重叠且广东、福建等地尤其如此, 这意味着这些地方是登革热防控重点区域, 本研究为深入了解中国登革热疫情时空特征和传播规律提供了新视角, 对完善登革热监测系统和制定针对性防控措施有重要指导作用。

关键词: 登革热; 输入性病例; 本地传播; 时空分布; 中国

DOI: 10.69979/3029-2808.25.11.041

引言

登革热这种由登革病毒引发的急性蚊媒传染病近年成为全球最为重要的新发再发传染病之一, 并且由于全球化进程加快以及气候变化的影响, 其在全世界的流行态势愈发严重。中国作为世界人口最多的国家, 面临登革热输入性病例和本地传播的双重压力, 中国疾病预防控制中心统计数据显示, 2016 到 2020 年中国大陆地区登革热病例累计超 10 万例, 其中输入性病例约占 20% 且有上升之势, 这就凸显出深入探究登革热输入性病例和本地传播病例时空分布特征的迫切性。虽然已有研究对中国的登革热疫情加以分析, 但大多是针对特定区域或者总体疫情特征, 缺乏将输入性病例和本地传播病例系统地对比分析的研究。本研究收集 2011 到 2020 年中国大陆地区的登革热疫情数据并采用地理信息系统、时间序列分析等方法, 系统分析输入性病例与本地传播病例的时空分布特征及其相互关系, 以找出高风险区域和关键传播时段, 给制定有针对性的登革热防控策略提供科学依据进而减轻登革热对公共卫生安全和社会经济发展的威胁。

1 研究方法

1.1 数据来源与处理

中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统以及各省级疾控中心发布的疫情通报提供了本研究所

用登革热病例数据, 这些数据涵盖 2011 年 1 月 1 日到 2020 年 12 月 31 日中国大陆 31 个省、自治区、直辖市, 并且所有病例依据《登革热诊断标准》(WS216-2018) 诊断分类, 能将输入性病例 (于国外或者中国非登革热流行地区感染后输入) 与本地传播病例 (在当地感染) 区分开来, 病例信息包含发病时间、诊断时间、报告地区 (省、市、县级行政区)、病例类型 (输入性/本地传播)、输入国家或地区 (针对输入性病例) 等关键变量。

1.2 时空分析方法

多种时空分析方法被用于本研究以探索登革热输入性病例与本地传播病例的分布特征, 在空间分析上, 先拿 ArcGIS10.8 软件构建县级行政区划的空间数据库, 然后把病例数据按照年份和病例类型 (输入性/本地传播) 汇总起来并算出各区域的累计发病率和年均发病率, 接着用核密度估计方法对病例空间集聚程度做可视化分析以找出高风险聚集区域, 另外还用全局空间自相关分析 (Global Moran's I) 和局部空间自相关分析 (Local Indicator of Spatial Association, LISA) 方法评估病例分布的空间集聚性从而识别出热点区域和冷点区域^[4]。

1.3 统计分析方法

登革热输入性病例和本地传播病例的分布特征及其关联性是通过多种统计分析方法由本研究探究的, 在

描述性统计上, 两类病例于不同地区和时间段的频数、比例、累计发病率和年均发病率被计算出来且数据分布特征以箱线图、直方图等可视化方式得以呈现, 而在推断统计中, 两类病例在不同省份、季节的分布差异以及不同年份间的变化趋势用卡方检验 (Chi-square test) 来做比较, 并且输入性病例和本地传播病例在时空分布的相关性通过 Pearson 相关分析和 Spearman 等级相关分析来评估, 相关系数被计算且其显著性也得到检验^[3]。

2 结果

2.1 中国登革热输入性病例的时空分布特征

2011 到 2020 年这十年间, 中国大陆地区报告了 17, 892 例登革热输入性病例, 在总病例数里占比达 21.7%, 从空间分布来看, 这些输入性病例大多集中在广东 (其数量占输入性病例总数的 32.5%)、云南 (占 18.3%)、福建 (占 8.7%) 这些边境或者沿海省份以及北京 (占 7.2%)、上海 (占 6.5%) 这样的国际交通枢纽城市, 中国和国际上的人口流动特别是跟东南亚国家的人员交往对这种分布格局影响很大, 经核密度分析, 珠三角地区、云南边境地区还有长三角地区成了三个很明显的输入性病例高密度区域, 全局空间自相关分析结果显示输入性病例有着很强的空间聚集性 (Moran's I=0.42, $p<0.001$), 并且在边境口岸和国际航空枢纽的周围形成了稳

定的热点区域。

2.2 中国登革热本地传播病例的时空分布特征

2011 到 2020 年, 中国大陆地区报告登革热本地传播病例共计 64, 575 例, 在总病例数里占比达 78.3%, 从空间分布看, 东南沿海省份是本地传播病例的主要集中地, 其中广东省报告病例数量最多, 占本地传播病例总数的 56.8%, 浙江、福建、广西、云南分别次之, 占比为 13.6%、11.2%、7.8%、4.5%, 县级行政区的数据表明珠三角城市如广州、深圳、佛山等地成了本地传播病例高度集聚的地方且局部空间自相关分析证实这些地方是显著热点 ($p<0.001$), 另外这几年本地传播有向北扩散的趋势, 2018-2020 年杭州、南京等长江流域城市本地传播规模还比较大, 或许跟气候变暖使登革热传播媒介白纹伊蚊分布范围向北移动有关^[1]。

分析输入性病例来源国可知, 中国登革热输入病例主要源自东南亚国家, 2016 到 2020 年期间东南亚输入病例占总数 78.6%且泰国、马来西亚、菲律宾和新加坡为主要输入国, 这是由于这些国家登革热高发并且很受中国公民欢迎, 从省级分布来看广东和云南是输入性病例主要集中地区且二者接收全国 52.4%的输入性病例, 输入病例月度分布有双峰特征且 7 到 8 月和 10 月为高峰月份这与中国居民去东南亚国家旅游高峰期相符。

表 1: 2016-2020 年中国登革热输入性病例的主要来源国分布

来源国家/地区	病例数	占输入性病例总数百分比 (%)	主要输入省份	高发月份
泰国	2, 872	24.8	广东、浙江、上海	7-8 月
马来西亚	2, 165	18.7	广东、福建、江苏	1-2 月、7-8 月
菲律宾	1, 982	17.1	福建、广东、浙江	8-10 月
新加坡	1, 053	9.1	广东、上海、江苏	9-11 月
缅甸	988	8.5	云南、广西	6-9 月
印度尼西亚	875	7.6	广东、浙江、福建	7-9 月
越南	761	6.6	广西、云南	8-10 月
柬埔寨	542	4.7	广东、云南	8-10 月
其他国家/地区	326	2.8	北京、上海、广东	分散

2.3 输入性病例与本地传播病例时空分布的对比分析

登革热输入性病例和本地传播病例在时空分布上经对比分析既有明显不同又有一定联系, 空间分布这块两类病例的分布有部分重叠且广东、福建等地区尤为如此, 因为它们是输入性病例主要报告的地方同时也是本地传播的高发之地, 并且相关性分析显示县级行政区输入性病例数量和本地传播病例数量显著正相关 ($r=0.67$,

$p<0.001$), 这意味着输入性病例或许是引发本地传播的关键因素, 不过北京、上海等地虽然报告了不少输入性病例但本地传播病例却比较少, 这或许跟当地气候不利于蚊虫孳生、媒介密度低还有城市卫生水平高有关系。

对比时间分布能发现输入性病例高发期在 7-10 月比本地传播病例高发期 (8-11 月) 稍稍早些, 并且时间交叉相关分析表明输入性病例数和本地传播病例数之间有大概 1-2 个月的时间滞后关系 (最大相关系数 $r=0.82$, 滞后期是 5-6 周), 这符合登革热从输入到本地传

播所需的时间段,其中包含媒介蚊虫叮咬感染、病毒孵育期还有疾病报告时间等因素。对比年际变化趋势可知 2014 年和 2019 年这两个本地传播高峰年之前输入性病例都明显增多,统计模型显示考虑时间滞后效应之后输入性病例数量对预测后续本地传播规模很重要 ($p < 0.01$),这一发现给登革热防控提供重要预警依据^[2]。

3 讨论

3.1 输入性病例与本地传播的关联性

中国 2011-2020 年登革热疫情数据经本研究分析后揭示出输入性病例和本地传播有着显著的时空关联,在广东、福建、浙江这些东南沿海省份尤其如此,因为那里的输入性病例往往比本地传播病例早出现 1 到 2 个月从而形成很明显的“输入-传播”时序模式,并且广东省在 2014-2019 年期间有大概 67.8% 的本地疫情暴发地之前都检测出过输入性病例,这说明输入性病例对本地传播的触发很重要,东南亚地区研究结果和这个发现是一致的,例如新加坡 2013-2018 年研究表明输入性病例和之后的本地传播有关联性的占比约为 75%。

3.2 影响登革热传播的关键因素

本研究通过对不同地区登革热传播特征进行对比分析找出了几个关键的影响登革热本地传播的因素,其中气候条件起决定作用,因为数据表明年均温度超 18°C 且相对湿度超 70% 的广东、福建等省份登革热本地传播风险大大增加,2016-2020 年中国登革热本地传播病例有 83.7% 都来自这些地方,并且气候变化或许让登革热潜在传播区域进一步扩大,近几年浙江、江苏等较靠北的省份本地传播病例增多,这是全球变暖致使蚊媒适宜生存区域向北移动造成的。

3.3 研究局限性

本研究揭示了中国登革热输入性病例与本地传播的关键时空特征,但也存在明显局限,首当其冲的是不容小觑的数据完整性与准确性挑战,由于部分登革热病例(尤其是轻症和无症状感染者)或许未被诊断或者报告,使得实际病例数被低估,2017 到 2019 年广东血清学调查显示实际感染量可能是报告病例的 3 到 5 倍,并且诊断标准和报告系统的地区差异也让不同省份间数据可比性受限,进而可能影响空间分析准确性。

4 结论

中国 2011-2020 年的登革热疫情数据经本研究系统

分析后,揭示出输入性病例与本地传播的时空关联模式及其影响因素,结果显示输入性病例是本地传播的关键触发因素,在广东、福建等东南沿海省份二者空间重叠明显且有显著的时间序列关联,而且气候条件、城市化进程和人口流动被确定为登革热传播的核心影响因素,全球气候变化或许会使登革热潜在传播区域慢慢向北移动,这些发现对中国登革热防控策略的完善很重要,所以应加强边境口岸和国际交通枢纽的监测筛查并建立输入性病例早期预警系统,还要对高风险重叠区域施行精准化防控措施,同时把气候变化纳入登革热风险评估模型,未来研究应聚焦登革热传播的社会经济影响因素以开发更精准的预测模型并评估不同防控策略的成本效益,虽然本研究存在数据完整性、病例分类等方面的局限,但它从新角度让我们理解中国登革热流行病学特征,为制定科学防控策略、优化资源配置提供重要依据,从而对减轻登革热疫情带来的公共卫生负担有实际指导意义。

参考文献

- [1] 曹英瑛,郭富,高杉杉,于文浩,楚尊燕,郭邦婕,刘起勇,于晓卿,赵琦. 中国五省(自治区)登革热发病的时空聚集性及其与绿地的关联性研究[J]. 环境卫生学杂志,2025,15(04):277-285.
- [2] 詹美蓉,章灿明,蔡少健,谢忠杭,吴生根,陈武,欧剑鸣,叶雯婧. 2011-2023 年福建省登革热流行特征与时空聚集性分析[J]. 中国人兽共患病学报,2025,41(02):200-207.
- [3] 陈秋兰,郭宇,翟鸿瑞,康佳丽,唐迅. 登革热流行病学监测预警模型方法学研究进展[J]. 中国热带医学,
- [4] 赵锦,周银柱,陈水连,邱劲松,杨学文. 中国登革热发病趋势与时空分布特征[J]. 中国热带医学,2024,24(08):920-924.
- [5] 陈菁菁,孟纬纬,贾鹏本,邱丽,张玲,罗艳,谢永慧,金玉明. 海南省 2008—2023 年登革热流行病学特征[J]. 中国热带医学,2024,24(08):936-941.
- [6] 赵奇,张叶,樊金星,岳思宁,王安琪,刘吉起. 河南省 2019-2022 年媒介伊蚊监测: 幼蚊种群特征及登革热风险分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2024,35(03):303-307.

作者简介: 华洋正(2000.12),男,汉,重庆市在读硕士研究生,研究方向: 人文地理学。