· 论 著 ·

2015—2024年嘉兴市手足口病流行特征及超额发病分析

李睿，富小飞，王远航，刘杨

嘉兴市疾病预防控制中心（嘉兴市卫生监督所），浙江 嘉兴 314050

摘要：目的 分析2015—2024年浙江省嘉兴市手足口病流行期和超额病例数，为优化手足口病防控策略提供依据。**方法** 通过中国疾病预防控制信息系统传染病报告信息管理系统收集2015—2024年嘉兴市手足口病病例资料，描述性分析手足口病的人群分布和时间分布。采用2015—2024年嘉兴市手足口病周病例数构建调整Serfling回归模型，拟合手足口病发病例数基线值和流行阈值；实际病例数大于流行阈值且持续时间超过2周、间隔时间不超过1周的时期为流行期，流行期内报告病例数与发病例数基线值的差值为超额病例数。**结果** 2015—2024年嘉兴市共报告手足口病病例91 859例，年均报告发病率为183.90/10万。男性54 064例，占58.86%；女性37 795例，占41.14%。年龄以0～<5岁为主，71 505例占77.84%；职业以散居儿童为主，47 387例占51.59%。手足口病发病呈双峰分布，发病高峰为5—7月和9—11月，分别为44 578、23 434例，占48.53%、25.51%。调整Serfling回归模型分析结果显示，剔除2017年（肠道病毒71型灭活疫苗推广接种）和2020—2022年（新型冠状病毒感染防控）数据后，模型拟合效果较好（R^2=0.740）。2015—2024年出现6个流行期，分别为2016年6月、2018年5—7月和9—10月、2023年6—8月和9—10月、2024年6—7月，累计流行周数为28周，流行期内超额病例数为16 772例。**结论** 2015—2024年嘉兴市手足口病发病呈双峰分布，0～<5岁儿童、散居儿童高发；调整Serfling回归模型识别出6个手足口病流行期，需重点关注春夏季高峰和高发人群的早期预警。

关键词： 手足口病；调整Serfling回归模型；流行期；超额病例数

中图分类号： R512.5 **文献标识码：** A **文章编号：** 2096-5087（2026）09-0900-04

Epidemiological characteristics and excess incidence of hand, foot and mouth disease in Jiaxing City from 2015 to 2024

LI Rui, FU Xiaofei, WANG Yuanhang, LIU Yang

Jiaxing Center for Disease Control and Prevention (Jiaxing Institute of Public Health Supervision), Jiaxing, Zhejiang 314050, China

Abstract: Objective To analyze the epidemic periods and excess cases of hand, foot and mouth disease (HFMD) in Jiaxing City, Zhejiang Province from 2015 to 2024, so as to provide evidence for optimizing prevention and control strategies for HFMD. **Methods** Data on HFMD cases in Jiaxing City from 2015 to 2024 were collected through the Infectious Disease Reporting Information System of China Disease Prevention and Control Information System. Descriptive analyze demographic and temporal distributions of HFMD. The adjusted Serfling regression model was constructed based on the weekly number of HFMD cases reported in Jiaxing City from 2015 to 2024 to estimate the baseline and epidemic threshold of HFMD incidence. An epidemic period was defined as a period during which the actual number of cases exceeded the epidemic threshold for more than 2 consecutive weeks, with an interval of no more than 1 week between epidemic periods. Excess cases were defined as the difference between the reported number of cases and the baseline number of cases during the epidemic periods. **Results** A total of 91 859 HFMD cases were reported in Jiaxing City from 2015 to 2024, with an average annual reported incidence of 183.90/10^5. There were 54 064 male cases (58.86%) and 37 795 female cases (41.14%). The majority of cases were aged 0–<5 years and scattered-living children, with 71 505 cases

DOI： 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.09.008

基金项目： 嘉兴市科技计划项目（2024AD30127，2024AD30118）

作者简介： 李睿，硕士，医师，主要从事传染病监测工作

通信作者： 刘杨，E-mail：l593171699@163.com

(77.84%) and 47 387 cases (51.59%). The temporal distribution of HFMD presented a bimodal pattern, with two peaks from May to July and September to November, with 44 578 cases (48.53%) and 23 434 cases (25.51%), respectively. After excluding data of 2017 (promotional vaccination of inactivated enterovirus 71 vaccine) and 2020-2022 (COVID-19 prevention and control), the adjusted Serfling regression model achieved good fitting performance (R^2=0.740). Six epidemic periods were identified from 2015 to 2024, including June 2016, May to July and September to October 2018, June to August and September to October 2023, and June to July 2024, with a cumulative epidemic duration of 28 weeks, and 16 772 excess cases accumulated in these periods. **Conclusions** HFMD in Jiaxing City showed a bimodal temporal distribution from 2015 to 2024, with high incidence among children aged 0-<5 years and scattered-living children. Six epidemic periods were identified by the adjusted Serfling regression model. Early warning should be strengthened for spring and summer peaks and high-risk populations.

Keywords: hand, foot and mouth disease; adjusted Serfling regression model; epidemic period; excess case

手足口病（hand, foot and mouth disease, HFMD）是由多种肠道病毒引发的急性传染病，好发于5岁以下儿童[1]，临床表现主要为发热、口腔黏膜疱疹或溃疡、手或足等部位皮疹，部分病例可发展为重症甚至死亡[2]。该病传染性较强，易在托幼机构、学校等集体场所暴发流行，是影响儿童健康的重要公共卫生问题[3]。超额病例数是指特定时段内报告病例数与模型估算的非流行期基线发病例数的差值，可量化疾病流行带来的超额疾病负担。调整Serfling回归模型是估算传染病流行期和超额病例数的常用方法，能够自动拟合发病例数基线值与流行阈值，可用于疫情早期预警[4]。2016—2019年浙江省嘉兴市HFMD年均报告发病率为254.77/10万，高于全省平均水平[5]。本研究收集2015—2024年嘉兴市HFMD病例资料，构建调整Serfling回归模型，分析流行期和超额病例数，为优化HFMD防控策略提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2015—2024年嘉兴市HFMD病例资料来源于中国疾病预防控制信息系统传染病报告信息管理系统。人口资料来源于中国疾病预防控制信息系统基本信息系统。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

收集发病时间为2015年1月1日—2024年12月31日嘉兴市HFMD病例的性别、年龄、职业和发病日期等资料，描述性分析HFMD的人群分布和时间分布。

1.2.2 调整Serfling回归模型构建

以HFMD周病例数为因变量，周次为自变量，构建调整Serfling回归模型，拟合HFMD发病例数基线值和流行阈值。模型表达式：$Y_t=\beta_0+\beta_1 t+\beta_2 t^2+\beta_3\sin(2\pi t/52)+\beta_4\cos(2\pi t/52)+\beta_5\sin(4\pi t/52)+\beta_6\cos(4\pi t/52)+\varepsilon_t$。式中：$Y_t$为第$t$周HFMD发病例数，$t$为周次（1、2、3……520），$\beta_0$为截距，$\beta_1$~$\beta_6$为模型各项系数，$\varepsilon_t$为误差项。模型中纳入$\beta_0+\beta_1 t+\beta_2 t^2$拟合HFMD发病的长期趋势，$\beta_3\sin(2\pi t/52)+\beta_4\cos(2\pi t/52)$拟合HFMD发病的年周期，$\beta_5\sin(4\pi t/52)+\beta_6\cos(4\pi t/52)$拟合HFMD发病的半年周期。

具体步骤：首先纳入全部HFMD周病例数完成第1轮模型拟合，剔除报告病例数超出第1轮模型拟合值的周次数据，剩余数据进行第2轮模型拟合；第2轮模型拟合后，剔除报告病例数超出当前模型95%预测上限的周次数据，剩余数据进行第3轮模型拟合。重复上述的迭代流程，直至模型决定系数（R^2）不再升高。R^2最大时的模型为最终模型，流行阈值为该模型HFMD发病例数基线值95%*CI*的上限。调整Serfling回归模型检验采用单因素方差分析。

1.2.3 相关定义

HFMD报告病例数大于流行阈值且持续时间超过2周、间隔时间不超过1周的时期为流行期[6]。流行期内报告病例数与发病例数基线值的差值为超额病例数。平均超额病例数为流行期内单周超额病例数均值。超额占比为超额病例数占同期报告病例数的比例。

1.3 统计分析

采用Excel 2021软件建立数据库，采用R 4.4.0软件统计分析。定性资料采用相对数描述，组间比较采用χ^2检验。检验水准α=0.05。

2 结 果

2.1 2015—2024年嘉兴市HFMD流行情况

2015—2024年嘉兴市累积报告HFMD病例91 859例，年均报告发病率为183.90/10万。男性

54 064 例，占 58.86%；女性 37 795 例，占 41.14%。男性 HFMD 年均报告发病率为 211.37/10 万，高于女性的 155.07/10 万（χ^2=2 155.549，P<0.001）。年龄以 0～<5 岁为主，71 505 例占 77.84%。职业以散居儿童为主，47 387 例占 51.59%。HFMD 发病呈双峰分布，发病高峰为 5—7 月和 9—11 月，分别为 44 578、23 434 例，占 48.53%、25.51%。

2.2　2015—2024 年嘉兴市 HFMD 流行期和超额病例数分析

经 2 次调整 Serfling 回归模型拟合后，最大 R^2 为 0.579（F=62.086，P<0.001），模型拟合效果较差。考虑 2016 年嘉兴市推广接种肠道病毒 71 型灭活疫苗、2020—2022 年新型冠状病毒感染防控措施对 HFMD 发病的影响，剔除 2017 年和 2020—2022 年数据后，采用剩余 313 周 HFMD 发病数据重新拟合调整 Serfling 回归模型。结果显示，最大 R^2 为 0.740（F=75.810，P<0.001），模型拟合效果较好。

2015—2024 年嘉兴市 HFMD 有 6 个流行期，分别为 2016 年 6 月、2018 年 5—7 月和 9—10 月、2023 年 6—8 月和 9—10 月、2024 年 6—7 月，累计流行周数为 28 周，占 8.95%。流行期内报告病例数为 23 506 例，超额病例数为 16 772 例，平均超额病例数为 599 例，超额占比为 71.35%。见表 1。

表 1　2015—2024 年嘉兴市 HFMD 流行期和超额病例数

Table 1　Epidemic periods and excess cases of HFMD in Jiaxing City from 2015 to 2024

年份	周次	流行持续周数	报告病例数	超额病例数	平均超额病例数	超额占比/%
2016	24—25	2	1 543	880	440	57.03
2018	21—29	9	7 993	5 164	574	64.61
2018	38—40	3	2 248	1 822	607	81.05
2023	25—32	8	7 317	5 496	687	75.11
2023	39—40	2	997	849	425	85.16
2024	24—27	4	3 408	2 561	640	75.15

3　讨　论

2015—2024 年嘉兴市 HFMD 年均报告发病率为 183.90/10 万，高于浙江省湖州市[7]和全国平均水平[8]。男性 HFMD 年均报告发病率高于女性，可能与男性活动范围较大，接触病毒机会较多有关[9]。0～<5 岁儿童和散居儿童高发，可能是由于低龄儿童免疫系统尚未发育成熟[10]、卫生习惯尚未养成[11]，提示该群体是 HFMD 防控重点对象。HFMD 发病呈双峰分布，发病高峰为 5—7 月和 9—11 月，与其他研究结果[12]相近，提示有关部门应提前部署 HFMD 防控工作，强化重点场所的晨午检、消毒通风与健康教育，落实病例早发现、早报告和早隔离措施，同时加强病原学监测，降低聚集性疫情发生风险。

自 2016 年肠道病毒 71 型灭活疫苗投入使用后，适龄儿童特异性免疫屏障逐步建立。但由于肠道病毒 71 型疫苗对柯萨奇病毒 A16 型等其他致病肠道病毒无交叉免疫保护作用[13-14]，易感人群持续蓄积，可能导致 2018 年出现流行期。2023—2024 年出现 HFMD 流行期可能与 2020—2022 年新型冠状病毒感染防控措施影响有关，群体免疫负债，在长期低流行环境下，缺乏自然抗原刺激，人群易感性升高[15]。

流行期 5—8 月与 5—7 月的发病高峰有重合，可能主要与肠道病毒的生存传播特性、自然环境条件和人群活动模式等因素密切相关[7]。5—8 月气温回暖、雨水充沛和环境湿度较高，有利于肠道病毒长时间存活[16]，病毒经环境传播的可能性增加。模型识别出 2 个 9—10 月流行期，与 9—11 月的发病高峰有重合，可能与夏秋交替时节气温仍较高、肠道病毒存活能力尚未明显减弱，以及新学期开学后托幼机构和学校人群聚集、易感儿童病毒接触机会增加有关。夏秋季流行强度虽低于春夏季，但在开学季等特定节点可能存在聚集性疫情发生风险，提示在 5—8 月核心防控窗口期的基础上，仍需警惕 9—10 月发病高峰。

综上所述，2015—2024 年嘉兴市 HFMD 发病呈双峰分布，0～<5 岁儿童、散居儿童高发；调整 Serfling 回归模型识别出 6 个 HFMD 流行期，需重点关注春夏季高峰和高发人群的早期预警。建议嘉兴市每年提前启动 HFMD 针对性干预措施，通过强化重点人群防护、重点场所消毒和疫情监测等手段降低 HFMD 发病风险。本研究未根据病毒种类、年龄等分层估算超额病例数，未考虑气象、人口和经济等因素，后续研究可进一步纳入相关因素，以提高模型可信度与研究结论可靠性。

参考文献

[1]　李兰娟 . 传染病学［M］.10 版 . 北京：人民卫生出版社，2024.
[2]　《手足口病诊疗指南（2018 版）》编写专家委员会 . 手足口病诊疗指南（2018 年版）［J］. 中华传染病杂志，2018，36（5）：257-263.
[3]　王颖 . 手足口病聚集性疫情的病原学特征及流行病学调查［J］. 医学信息，2022，35（7）：162-164.

（下转第 906 页）

［2026-08-04］.http://doi.org/10.1186/s12889-023-15841-2.

［9］ Zhang C Y, Liu Y S, Yao Y X, et al.Tuberculosis infection among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis in China: a population-based, multicentered study［J］.Clin Microbiol Infect, 2024, 30（9）: 1176-1182.

［10］ Fox G J, Nhung N V, Sy D N, et al.Household-contact investigation for detection of tuberculosis in Vietnam［J］.N Engl J Med, 2018, 378（3）: 221-229.

［11］ Shah L, Rojas M, Mori O, et al.Cost-effectiveness of active case-finding of household contacts of pulmonary tuberculosis patients in a low HIV, tuberculosis-endemic urban area of Lima, Peru［J］. Epidemiol Infect, 2017, 145（6）: 1107-1117.

［12］ Caraux-Paz P, Diamantis S, de Wazières B, et al.Tuberculosis in the elderly［J/OL］.J Clin Med, 2021, 10（24）［2026-08-04］.http://doi.org/10.3390/jcm10245888.

［13］ Zhang C Y, Ruan Y Z, Cheng J, et al.Comparing yield and relative costs of WHO TB screening algorithms in selected risk groups among people aged 65 years and over in China, 2013［J/OL］. PLoS One, 2017, 12（6）［2026-08-04］.http://doi.org/10.1371/journal.pone.0176581.

［14］ Zhang C Y, Xia L, Rainey J J, et al.Findings from a pilot project to assess the feasibility of active tuberculosis case finding among seniors in rural Sichuan Province, China, 2017［J/OL］.PLoS One, 2019, 14（3）［2026-08-04］.http://doi.org/10.1371/journal.pone.0214761.

［15］ 郭美芳, 徐雅斐 .2014—2024 年洛阳市肺结核合并症患者流行病学特征与治疗转归分析［J］. 现代疾病预防控制, 2026, 37（7）: 512-517, 540.

［16］ Alsdurf H, Empringham B, Miller C, et al.Tuberculosis screening costs and cost-effectiveness in high-risk groups: a systematic review［J/OL］.BMC Infect Dis, 2021, 21（1）［2026-08-04］. http://doi.org/10.1186/s12879-021-06633-3.

［17］ Zwerling A A, Sahu M, Ngwira L G, et al.Screening for tuberculosis among adults newly diagnosed with HIV in sub-Saharan Africa: a cost-effectiveness analysis［J］.J Acquir Immune Defic Syndr, 2015, 70（1）: 83-90.

［18］ Ji Y, Cao H F, Liu Q, et al.Screening for pulmonary tuberculosis in high-risk groups of diabetic patients［J］. Int J Infect Dis, 2020, 93: 84-89.

［19］ Machekera S M, Wilkinson E, Hinderaker S G, et al.A comparison of the yield and relative cost of active tuberculosis case-finding algorithms in Zimbabwe［J］.Public Health Action, 2019, 9（2）: 63-68.

［20］ 陈卉, 张灿有, 张慧, 等 .2004—2021 年全国学校肺结核疫情分析［J］. 中国防痨杂志, 2022, 44（8）: 768-776.

［21］ Hutton M D, Cauthen G M, Bloch A B.Results of a 29-state survey of tuberculosis in nursing homes and correctional facilities［J］.Public Health Rep, 1993, 108（3）: 305-314.

［22］ Vinkeles Melchers N V, van Elsland S L, Lange J M, et al.State of affairs of tuberculosis in prison facilities: a systematic review of screening practices and recommendations for best TB control［J/OL］. PLoS One, 2013, 8（1）［2026-08-04］. http://doi. org/10.1371/journal.pone.0053644.

［23］ Liu Y E, Bampi J V B, Arthur R F, et al.Comparative impacts and cost-effectiveness of tuberculosis systematic screening strategies in prisons in Brazil, Colombia, and Peru: a mathematical modeling study［J/OL］.PLoS Med, 2026, 23（6）［2026-08-04］.http://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004739.

收稿日期：2026-03-12 **修回日期**：2026-08-04 **本文编辑**：刘颖颖

（上接第902页）

［4］ 卢文海, 宋丽霞, 陈霓璇, 等 . 运用调整 Serfling 回归模型估计深圳市 2015—2024 年手足口病超额发病数［J］. 现代预防医学, 2026, 53（7）: 1195-1201.

［5］ 庞孟涛, 李傅冬, 林君芬, 等 .2016—2019 年浙江省手足口病流行特征［J］. 预防医学, 2022, 34（3）: 307-310.

［6］ 董晓春, 李佳萌, 李琳 . 应用调整 Serfling 回归模型估计天津市 2010—2016 年手足口病超额病例数［J］. 现代预防医学, 2018, 45（14）: 2497-2500.

［7］ 刘艳, 张子喆, 王雨达, 等 .2013—2023 年湖州市手足口病流行特征［J］. 预防医学, 2025, 37（7）: 718-721.

［8］ 王雅婷, 朋文佳, 苏华林, 等 .2011—2018 年中国手足口病发病的时空特征及影响因素研究［J］. 中华流行病学杂志, 2022, 43（10）: 1562-1567.

［9］ Wang W W, Rosenberg M W, Chen H Y, et al.Epidemiological characteristics and spatiotemporal patterns of hand, foot, and mouth disease in Hubei, China from 2009 to 2019［J/OL］.PLoS One, 2023, 18（6）［2026-07-24］. http://doi. org / 10.1371/journal.pone.0287539.

［10］ 马智静, 武金娟, 吴海岚, 等 . 中国手足口病流行病学特征的回顾性分析［J］. 中国生物制品学杂志, 2025, 38（2）: 155-160.

［11］ 刘选, 赵建全, 杨晓忠, 等 .2014—2023 年丽江市手足口病流行特征与病原学分析［J］. 应用预防医学, 2026, 32（2）: 156-160.

［12］ 顾明明, 张雪晴, 程强 .2014—2023 年台州市手足口病流行特征及长期变化趋势分析［J］. 中国公共卫生管理, 2026, 42（1）: 128-132.

［13］ 华瑞珏, 黄瑾, 张小娟, 等 . 肠道病毒 71 型疫苗上市后疫苗保护效果和免疫原性分析［J］. 中华流行病学杂志, 2020, 41（9）: 1518-1521.

［14］ 史曼丽, 郭伟杰, 任丽君, 等 . 北京市石景山区肠道病毒 71 型疫苗接种前后手足口病发病趋势与接种相关性分析［J］. 中国生物制品学杂志, 2025, 38（3）: 318-322, 329.

［15］ Cohen R, Levy C, Rybak A, et al.Immune debt: recrudescence of disease and confirmation of a contested concept［J/OL］.Infect Dis Now, 2023, 53（2）［2026-07-24］.http://doi.org/10.1016/j.idnow.2022.12.003.

［16］ 李明阳, 程晓庆, 魏叶, 等 .2010—2022 年江苏省手足口病暴发疫情流行病学特征及其影响因素分析［J］. 中国公共卫生, 2024, 40（3）: 336-341.

收稿日期：2026-05-19 **修回日期**：2026-07-24 **本文编辑**：刘颖颖