

# 应用集中度与圆形分布法分析 2012—2018 年长沙市手足口病季节性特征

段陈林,周银柱,陈水连,邱劲松,刘如春,赵锦,杨栋,肖回回,胡伟红,李叶兰,王智宇,石凌,张锡兴

长沙市疾病预防控制中心,湖南 长沙 410004

**摘要:** **目的** 探讨长沙市 2012—2018 年手足口病季节性特征,为制定手足口病防控措施提供科学依据。 **方法** 对长沙市 2012—2018 年手足口病监测数据进行统计分析,采用集中度和圆形分布法分析其季节性特征。 **结果** 2012—2018 年长沙市共报告 205 988 例病例,年均报告发病率是 389.91/10 万。发病人群以 <4 岁儿童 (83.34%) 为主,以散居儿童 (75.29%) 和幼托儿童 (21.71%) 为主。发病集中度  $M = 0.32$  具有一定的季节性;圆形分布  $r = 0.31$ ,  $\alpha = 175.82^\circ$  ( $87.02^\circ, 264.62^\circ$ ) ( $Z = 18\ 648.533, P < 0.001$ ),发病高峰日为 6 月 27 日,流行的高峰期为 3 月 29 日—9 月 25 日。 **结论** 2012—2018 年长沙市手足口病发病具有一定的季节性,应在该疾病流行期前和流行期间加强重点人群防控。

**关键词:** 手足口病;季节性分布;集中度;圆形分布法

**中图分类号:** R512.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-3110(2023)01-0030-04 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2023.01.008

## Concentration and circular distribution-based analyses of seasonal characteristics of hand-foot-and-mouth disease in Changsha City, 2012–2018

DUAN Chen-lin, ZHOU Yin-zhu, CHEN Shui-lian, QIU Jin-song, LIU Ru-chun, ZHAO Jin, YANG Dong,

XIAO hui-hui, HU Wei-hong, LI Ye-lan, WANG Zhi-yu, SHI Ling, ZHANG Xi-xing

Changsha Municipal Center for Disease Control and Prevention, Changsha, Hunan 410004, China

Corresponding author: ZHANG Xi-xing, E-mail: zxxscdc@ 126.com

**Abstract:** **Objective** To explore the seasonal characteristics of hand-foot-and-mouth disease (HFMD) in Changsha City from 2012 to 2018, and to provide a scientific basis for developing prevention and control measures against HFMD. **Methods** The surveillance data of HFMD in Changsha from 2012 to 2018 were statistically analyzed. Concentration and circular distribution methods were used to analyze the seasonal features. **Results** A total of 205,988 cases were reported in Changsha from 2012 to 2018, with an annual average reported incidence rate of 389.91/100,000. The cases were mainly concentrated in children under 4

**基金项目:** 湖南省卫生健康委科研计划项目 (202112051105, 基于人口流动-气象耦合动力学模型的传染病建模及应用分析)

**作者简介:** 段陈林 (1990-), 男, 湖南株洲人, 硕士, 医师, 研究方向: 传染病预防控制。

**通信作者:** 张锡兴, E-mail: zxxscdc@ 126.com。

- [13] 黄健元. 基于 Leslie 方程预测的江苏省人口老龄化特征分析[J]. 南京师大学报(社会科学版), 2010, 56(3): 46-50.
- [14] 胡文斌, 秦威, 张婷, 等. 江苏省昆山市 1981—2014 年肝癌死亡趋势及差别分解分析[J]. 中国公共卫生, 2016, 32(3): 338-342.
- [15] 曾柳苑, 程正倩, 刘东华, 等. 广州市 2020 年糖尿病流行现状及影响因素分析[J]. 实用预防医学, 2022, 29(1): 119-121.
- [16] Carrasco-Tenezaca F, Barrera-Guarderas F, De la Torre-Cisneros K, et al. Time to develop chronic kidney disease in an Ecuadorian Type 2 Diabetes Mellitus cohort: survival analysis in primary care[J]. J Diabetes Complicat, 2022, 36(2): 108108.
- [17] Bramlage P, Lanzinger S, van Mark G, et al. Patient and disease characteristics of type-2 diabetes patients with or without chronic kidney disease: an analysis of the German DPV and DIVE databases[J]. Cardiovasc Diabetol, 2019, 18(1): 33.
- [18] Ke C, Liang J, Liu M, et al. Burden of chronic kidney disease and its risk - attributable burden in 137 low - and middle - income countries, 1990—2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019[J]. BMC Nephrol, 2022, 23(1): 17.
- [19] Brar A, Markell M. Impact of gender and gender disparities in patients with kidney disease[J]. Curr Opin Nephrol Hypertens, 2019, 28(2): 178-182.
- [20] 李建华. 青岛市城阳区居民死因及疾病负担性别差异研究[D]. 济南: 山东大学, 2014.
- [21] 江苏省卫生健康委员会. 《江苏省老龄事业发展报告(2020 年)》正式发布[EB/OL]. (2020-10-30) [2022-04-04]. [http://wjw.jiangsu.gov.cn/art/2020/10/30/art\\_7290\\_9553542.html](http://wjw.jiangsu.gov.cn/art/2020/10/30/art_7290_9553542.html).
- [22] 孔令敏. 150 例老年糖尿病并发症临床总结分析[J]. 中华全科医学, 2012, 10(6): 847-849.

years old (83.34%), in which scattered children and kindergarten children accounted for 75.29% and 21.71%, respectively. The concentration ratio  $M$ -value was 0.32, indicating seasonality existed. The concentration trend of HFMD circular distribution was  $r=0.31, \alpha=175.82^\circ (87.02^\circ, 264.62^\circ) (Z=18,648.533, P<0.001)$ . The incidence was mainly reported between March 29 and September 25 and peaked on June 27. **Conclusion** The incidence of HFMD in Changsha City in 2012–2018 had a certain seasonal character. HFMD prevention and control should be strengthened among the key population before and during the epidemic period.

**Keywords:** hand-foot-and-mouth disease; seasonal distribution; concentration; circular distribution method

疾病的季节性特征是描述疾病时间分布的基本内容之一,根据传染病的季节性分布特征,可以针对其高发季节制定预防策略和措施,达到预防与控制传染病流行的目的。近年来集中度和圆形分布被应用于传染病季节性特征分析<sup>[1-2]</sup>,可准确分析疾病的高峰时间和流行期。准确判断疾病流行期,在流行前采取控制措施,对于疾病的防控工作有重要意义。本研究应用集中度和圆形分布法对长沙市 2012—2018 年手足口病每月发病数据进行分析,阐明其季节分布特征。

## 1 资料与方法

1.1 资料来源 病例资料来源于“中国传染病报告信息管理系统”中 2012—2018 年湖南长沙地区报告的手足口病病例信息,各年数据按月汇总。人口学资料来源于 2012—2018 年《长沙市统计年鉴》。

### 1.2 研究方法

1.2.1 集中度值法 集中度计算各月份病例数占总病例数的百分比,可以用来分析传染性疾病发病时间季节性强弱,相关计算公式如下:

$$M = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$R_x = \frac{r_2 + r_6 - r_8 - r_{12}}{2} + \frac{\sqrt{3}(r_3 + r_5 - r_9 - r_{11})}{2} + (r_4 - r_{10})$$

$$R_y = \frac{r_3 - r_5 - r_9 + r_{11}}{2} + \frac{\sqrt{3}(r_2 - r_6 - r_8 + r_{12})}{2} + (r_1 - r_7)$$

其中  $R$  表示离散度,表示某病月发病数与全年发病总数之比, $i$  为月份, $M$  为集中度。 $M$  取值范围为 0~1,>0.9 表示疾病有严格的季节性;0.7~0.9 表示疾病有很强的季节性;0.5~0.7 表示疾病有较强的季节性;0.3~0.5 表示疾病有一定的季节性;<0.3 表示疾病无明显的季节性。

1.2.2 圆形分布法 圆形分布法是将具有周期性的数据经三角函数变换,转化为线性数据的统计分析方法。一组圆形分布资料如果有集中分布的倾向,这一倾向性可以用平均角表示。将 1 年 365 d 转化为 360°,1 d 则对应 0.986°,以每月中间 1 d 为组中值,换

算成对应的角度,如 1 月 16 日对应  $16 \times 0.986^\circ = 15.78^\circ$ ,2 月 14 日对应  $(31+14) \times 0.986^\circ = 44.37^\circ$ ,余此类推。通过以下公式求得平均角,换算成对应的月日即为集中发病倾向时间,即发病高峰日。计算公式如下:

$$x = \sum f \cos \alpha / n, y = \sum f \sin \alpha / n, r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\bar{\cos \alpha} = x/r, \bar{\sin \alpha} = y/r, s = 180/\pi \sqrt{-2 \ln r}$$

其中  $f$  为月发病数, $\alpha$  为组中值对应的角度,即月中位角, $r$  为圆形分布集中趋势, $s$  为平均角的标准差。当样本量足够大(如  $n>100$ )时,圆形分布的值符合 Rayleigh 分布,对平均角的检验可采用 Rayleigh's 检验,统计量为  $Z=nr^2$ 。可计算平均角的 95%可信区间: $\bar{\alpha} \pm s$ ,通过角度反推其对应的日期,即发病高峰区间。

1.3 统计学分析 采用 Microsoft Excel 2007 软件进行数据整理、统计分析,检验水准=0.05。

## 2 结果

2.1 手足口病疫情流行概况 2012—2018 年长沙市累计报告 205 988 例手足口病例,报告发病率波动在 271.06/10 万~483.54/10 万之间,年均报告发病率为 389.91/10 万,发病总体呈现“锯齿状”发展趋势,有 4 个发病高峰,分别为 2012 年(355.93/10 万)、2014 年(476.90/10 万)、2016 年(440.99/10 万)、2018 年(483.54/10 万)。长沙市手足口病全年均有发病,发病高峰为 4—7 月份。累计报告重症病例数为 104 例,占发病总数的 0.05%,重症发生率为 0.19/10 万;累计死亡 19 例,死亡率为 0.03/10 万,见图 1。

2.2 人群特征 205 988 例病例中,男性 121 374 例,女性 84 614 例,男女性别比为 1.43:1。发病年龄以 <4 岁为主,占总病例数的 83.34%。发病人群主要以散居儿童和幼托儿童为主,分别占总病例数的 75.29%、21.71%;其次是学生,占总病例数的 2.56%;其他职业人群占比为 0.44%,见表 1。

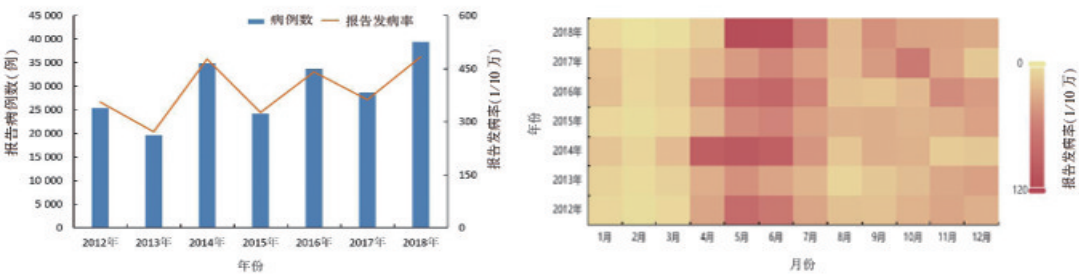


图 1 2012—2018 年长沙市手足口病时间分布趋势图

表 1 2012—2018 年长沙市手足口病病例人口学特征

| 人群特征   | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 合计      | 构成比(%) |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| 性别     |        |        |        |        |        |        |        |         |        |
| 男      | 15 516 | 11 752 | 20 484 | 14 472 | 19 783 | 16 617 | 22 750 | 121 374 | 58.92  |
| 女      | 9 922  | 7 821  | 14 387 | 9 766  | 13 931 | 12 104 | 16 683 | 84 614  | 41.08  |
| 年龄组(岁) |        |        |        |        |        |        |        |         |        |
| 0~     | 2 712  | 2 482  | 3 060  | 3 204  | 2 965  | 3 475  | 3 477  | 21 375  | 10.38  |
| 1~     | 8 211  | 7 563  | 11 913 | 9 100  | 10 268 | 9 889  | 12 763 | 69 707  | 33.84  |
| 2~     | 6 175  | 4 200  | 8 377  | 5 130  | 7 113  | 5 889  | 8 093  | 44 977  | 21.83  |
| 3~     | 4 497  | 3 031  | 6 028  | 3 990  | 6 566  | 4 582  | 6 923  | 35 617  | 17.29  |
| 4~     | 2 005  | 1 191  | 3 077  | 1 458  | 3 699  | 2 540  | 3 971  | 17 941  | 8.71   |
| 5~     | 893    | 474    | 1 113  | 602    | 1 501  | 1 144  | 1 805  | 7 532   | 3.66   |
| ≥6     | 945    | 632    | 1 303  | 754    | 1 602  | 1 202  | 2 401  | 8 839   | 4.29   |
| 职业     |        |        |        |        |        |        |        |         |        |
| 托幼儿童   | 4 915  | 3 221  | 6 003  | 3 697  | 8 736  | 6 497  | 11 647 | 44 716  | 21.71  |
| 散居儿童   | 19 747 | 15 853 | 28 015 | 19 961 | 23 967 | 21 393 | 26 160 | 155 096 | 75.29  |
| 学生     | 657    | 400    | 733    | 471    | 894    | 708    | 1 408  | 5 271   | 2.56   |
| 其他     | 119    | 99     | 120    | 109    | 117    | 123    | 218    | 905     | 0.44   |

2.3 集中度分析手足口病的季节性分布强度 根据手足口病发病例数及集中度计算公式得出  $R_x = -0.13$ ,  $R_y = -0.24$ , 2012—2018 年手足口病集中度  $M = 0.32$ , 提示手足口病发病具有一定的季节性。病例主要集中在 4—7 月占全年 57.58%, 其中 4 月占 9.38%、5 月占 18.80%、6 月占 18.57%、7 月占 10.76%。

2.4 圆形分布法分析手足口病发病高峰 圆形分布显示,  $r = 0.31$ , 经 Rayleigh 检验, 差异有统计学意义 ( $Z = 18\,648.533, P < 0.001$ ), 即平均角存在, 可采用圆形分布推断发病高峰日和流行高峰期。7 年的  $\sin\alpha = 0.07$ ,  $\cos\alpha = -0.99$ , 平均角  $\alpha = 175.82^\circ$ , 即手足口病发病高峰日为 6 月 27 日, 平均角标准差为  $88.80^\circ$  ( $87.02^\circ, 264.62^\circ$ ), 即流行高峰期为 3 月 29 日—9 月 25 日, 见表 2、表 3。

表 2 2012—2018 年长沙市手足口病发病平均角

| 月份 | 月发病数 f | 月中值 | sina | cosa  | f. sina   | f. cosa   |
|----|--------|-----|------|-------|-----------|-----------|
| 1  | 5 858  | 15  | 0.26 | 0.97  | 1 516.16  | 5 658.39  |
| 2  | 2 439  | 45  | 0.71 | 0.71  | 1 724.63  | 1 724.63  |
| 3  | 5 081  | 75  | 0.97 | 0.26  | 4 907.87  | 1 315.06  |
| 4  | 19 319 | 105 | 0.97 | -0.26 | 18 660.72 | -5 000.13 |

续表 2

| 月份 | 月发病数 f | 月中值 | sina  | cosa  | f. sina    | f. cosa    |
|----|--------|-----|-------|-------|------------|------------|
| 5  | 38 728 | 135 | 0.71  | -0.71 | 27 384.83  | -27 384.83 |
| 6  | 38 251 | 165 | 0.26  | -0.97 | 9 900.09   | -36 947.63 |
| 7  | 22 172 | 195 | -0.26 | -0.97 | -5 738.54  | -21 416.51 |
| 8  | 9 958  | 225 | -0.71 | -0.71 | -7 041.37  | -7 041.37  |
| 9  | 14 945 | 255 | -0.97 | -0.26 | -14 435.76 | -3 868.05  |
| 10 | 17 018 | 285 | -0.97 | 0.26  | -16 438.13 | 4 404.58   |
| 11 | 16 920 | 315 | -0.71 | 0.71  | -11 964.25 | 11 964.25  |
| 12 | 15 299 | 345 | -0.26 | 0.97  | -3 959.67  | 14 777.70  |

表 3 2012—2018 年长沙市手足口病发病圆形分布结果

| 年份    | 平均角度 (°) | 角离差 (°) | 发病高峰日    | 流行高峰期              | r 值   | Z 值        | P 值    |
|-------|----------|---------|----------|--------------------|-------|------------|--------|
| 2012  | 169.84   | 86.60   | 6 月 21 日 | 3 月 25 日—9 月 17 日  | 0.319 | 2 590.934  | <0.001 |
| 2013  | 170.55   | 121.32  | 6 月 22 日 | 2 月 19 日—10 月 24 日 | 0.106 | 221.058    | <0.001 |
| 2014  | 145.99   | 69.42   | 5 月 29 日 | 3 月 19 日—8 月 7 日   | 0.480 | 8 034.619  | <0.001 |
| 2015  | 197.67   | 91.43   | 7 月 20 日 | 4 月 18 日—10 月 21 日 | 0.280 | 1 899.523  | <0.001 |
| 2016  | 166.13   | 93.19   | 6 月 17 日 | 3 月 14 日—9 月 20 日  | 0.266 | 2 392.326  | <0.001 |
| 2017  | 224.23   | 92.62   | 8 月 16 日 | 5 月 14 日—11 月 18 日 | 0.271 | 2 105.027  | <0.001 |
| 2018  | 184.30   | 73.84   | 7 月 6 日  | 4 月 23 日—9 月 19 日  | 0.436 | 7 491.576  | <0.001 |
| 8 年平均 | 175.82   | 88.80   | 6 月 27 日 | 3 月 29 日—9 月 25 日  | 0.309 | 18 648.453 | <0.001 |

### 3 讨论

长沙市 2012—2018 年手足口病年均报告发病率为 389.91/10 万,高于全省的平均水平,可能是由于长沙市作为湖南省会城市人口集中、流动人口较多,便于手足口病传入、传播<sup>[3-4]</sup>。长沙市手足口病发病每两年为一流行周期,与国内其他地区每隔一年高发现象类似<sup>[5-6]</sup>。原因可能是感染后患者能够产生一定的抗体,但是抗体持续时间比较短,与国内其他地区研究结果一致<sup>[1,7]</sup>。也可能是由于非流行期间新生儿逐渐累积,导致易感人群增加,当达到一定阈值时为再一次流行提供了先决条件<sup>[6-8]</sup>。

手足口病的时间分布特征传统方法是用发病绝对数或发病率绘制流行曲线,这只能粗略的定性描述,无法准确计算出疾病发病高峰日及发病高峰时间段,也无法系统探讨疾病的季节性分布。本研究采用集中度和圆形分布法探讨手足口病的季节性分布,在定性判断季节性强度的基础上,还能定量计算出高峰日和高峰期,克服了定性描述的弱点,近年来在传染病防治方面得到了广泛的应用<sup>[1-2,9]</sup>。本研究集中度指标表明长沙市手足口病发病具有一定季节性,但因全年每个月份都有一定数量的报告病例,集中度指标不高。圆形分布计算表明,长沙市手足口病发病高峰日主要在 6—7 月,流行期从 3 月 29 日—9 月 25 日,这与气候因素有关,夏季温度湿度较高,有利于病毒的传播和流行<sup>[6,10-11]</sup>。由于暑假假期效应和气候等因素引起聚集性病例的减少,长沙市手足口病报告病例均在 7—8 月份开始减少,导致报告病例在 4—7 月出现明显高峰,9—10 月出现小高峰,与国内研究结果相似<sup>[12-13]</sup>。提示在流行前期,即 3 月底及 9 月开学后应采取相应的预防措施,特别是托幼机构,需加强学校晨、午检和消毒隔离等工作,以降低手足口病的流行高峰,缩短流行期。手足口病的流行期长,应持续采取各种防控干预措施,降低疾病的发生与传播。

综上所述,采用集中度和圆形分布法较好地揭示了手足口病发病的时间分布情况,为防控相关部门在高峰期到来提早采取措施,遏制疫情蔓延提供了科学参考。但在现实工作中,影响手足口病发病的因素复杂,气候变化、病原谱改变、疫苗接种、环境卫生条件改善等都有可能对手足口病发病趋势造成影响<sup>[14-15]</sup>。

因此,实际防控工作还需结合流行病学、社会学理论知识综合考虑和具体分析,使模型应用在手足口病防控工作中发挥更大价值。

### 参考文献

- [1] 张樱樱,王艳玲,刘颖,等. 2009—2018 年内蒙古自治区手足口病流行病学及季节性特征[J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25(1):60-65.
- [2] 毛龙飞,何茶清. 集中度和圆形分布法在传染病季节性特征分析中的应用[J]. 中国卫生统计, 2014, 31(2):251-253.
- [3] 魏剑晖,伍蓉,邢德秀,等. 2008—2019 年湖南省手足口病流行特征及空间流行病学分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2021, 23(11):1141-1148.
- [4] 张斯钰,董瑞,赵善露,等. 2019—2020 年湖南省手足口病流行特征和病原学特征研究[J]. 实用预防医学, 2022, 29(1):22-26.
- [5] 刘莹莹,于秋丽,苏通,等. 2011—2015 年河北省手足口病流行特征及病原特征分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(2):151-155.
- [6] 刘洋,李刚,高燕琳,等. 北京市手足口病流行特征分析及气象因素对其发病的影响[J]. 公共卫生与预防医学, 2021, 32(4):12-17.
- [7] 李秋虹,高志勇,李洪军,等. 2009—2017 年北京市通州区手足口病流行病学特征及病原监测分析[J]. 疾病监测, 2019, 34(3):241-245.
- [8] 韩江涛. 石家庄市手足口病流行规律研究与趋势预测[D]. 石家庄:河北医科大学, 2013.
- [9] 徐涛,万传君,崔海燕,等. 2014—2018 年河南省驻马店市手足口病流行特征[J]. 河南预防医学杂志, 2021, 32(5):404-406.
- [10] 魏建军,曹磊,陈飒,等. 2014—2017 年陕西汉中气象因素对手足口病的发病影响[J]. 公共卫生与预防医学, 2019, 30(3):25-29.
- [11] Zhao Q, Li S, Cao W, et al. Modeling the present and future incidence of pediatric hand, foot, and mouth disease associated with ambient temperature in Mainland China[J]. Environ Health Persp, 2018, 126(4):1-11.
- [12] 罗晓风,肖晓玲,湛柳华,等. 应用集中度与圆形分布法及气象因素分析 2009—2013 年广州市越秀区手足口病季节性特征[J]. 中国卫生统计, 2015, 32(5):823-824,828.
- [13] 栾博,赵庆龙,沈博,等. 吉林省 2008—2018 年手足口病流行特征分析[J]. 实用预防医学, 2020, 27(1):65-68.
- [14] 高琦. 气象因素对手足口病发病的影响及预测预警研究[D]. 济南:山东大学, 2021.
- [15] 白尧,王骥,杨凡,等. 西安市儿童手足口病发病影响因素病例对照研究[J]. 预防医学情报杂志, 2021, 37(1):104-108.

收稿日期:2022-03-14