

# 江西省 2017–2022 年其他感染性腹泻流行趋势和预测分析

杨富强 金媛 潘欢弘 宗俊

江西省疾病预防控制中心, 南昌 330029

通信作者: 宗俊, Email: zong0057079@126.com

**【摘要】** 目的 分析江西省 2017–2022 年其他感染性腹泻流行趋势, 探讨自回归移动平均 (ARIMA) 模型在江西省其他感染性腹泻发病预测中的应用, 为开展其他感染性腹泻预测和防控工作提供参考。方法 对江西省 2017–2022 年其他感染性腹泻病例进行描述性流行病学分析, 建立 ARIMA 模型对 2023 年其他感染性腹泻发病数进行预测。结果 2017–2022 年江西省累计报告其他感染性腹泻为 204 842 例, 年均报告发病率为 74.32/10 万。全年龄段均有病例报告, 发病呈明显的季节性特征, 存在冬春季 (1–3 月) 和夏秋季 (7–9 月) 两个发病高峰, 且冬春季峰值较高。ARIMA (0, 1, 2) (2, 1, 0)<sub>12</sub> 和 ARIMA (1, 0, 0) (2, 1, 0)<sub>12</sub> 模型的各项参数均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 且贝叶斯信息准则值最小分别为 13.83 和 9.12, 残差系列均为白噪声 ( $P > 0.05$ ); 模型预测值与实际值较为吻合, 预测趋势与实际趋势一致, 模型预测效果较好。结论 2017–2022 年其他感染性腹泻发病仍居江西省法定传染病发病前列, 防控形势不可忽视, 应在流行季加强对防控重点人群  $\leq 3$  岁儿童和散居儿童家庭的疾病监测和健康宣教工作。ARIMA 模型可用于江西省其他感染性腹泻发病的短期预测和趋势分析。

**【关键词】** 其他感染性腹泻; 流行趋势; 自回归移动平均模型; 预测

基金项目: 江西省卫生健康委员会科技计划 (202211291)

## Epidemic trends and predictive analysis of other infectious diarrhea in Jiangxi Province, 2017-2022

Yang Fuqiang, Jin Yuan, Pan Huanhong, Zong Jun

Jiangxi Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanchang 330029, China

Corresponding author: Zong Jun, Email: zong0057079@126.com

**【Abstract】 Objective** To analyze epidemic trends of other infectious diarrhea in Jiangxi Province from 2017 to 2022, and explore the application of autoregressive integrated moving average (ARIMA) model in the prediction of the incidence of other infectious diarrhea in Jiangxi Province, providing reference for the prediction and prevention and control of other infectious diarrhea. **Methods** To conduct a descriptive epidemiological analysis of other infectious diarrhea cases in Jiangxi Province from 2017 to 2022, and establish an ARIMA model to predict the number of other infectious diarrhea cases in 2023. **Results** From 2017 to 2022, Jiangxi Province reported 204 842 cases of other infectious diarrhea. The annual average reported incidence rate was 74.32/100 000. The cases were reported in each age group with obvious seasonal characteristics of the main peak. There were two peak periods of incidence in winter and spring (from January to March) and in summer and autumn (from July to September) and the peak value was higher in winter and spring. All parameters of the model ARIMA (0, 1, 2) (2, 1, 0)<sub>12</sub> and ARIMA (1, 0, 0) (2, 1, 0)<sub>12</sub> were statistically significant ( $P < 0.05$ ), and the minimum values of Bayesian information criterion were 13.83 and 9.12,

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230421-00259

收稿日期 2023-04-21 本文编辑 斗智

引用格式: 杨富强, 金媛, 潘欢弘, 等. 江西省 2017-2022 年其他感染性腹泻流行趋势和预测分析[J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(10): 1641-1645. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230421-00259.

Yang FQ, Jin Y, Pan HH, et al. Epidemic trends and predictive analysis of other infectious diarrhea in Jiangxi Province, 2017-2022[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(10): 1641-1645. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230421-00259.



respectively. The residual series were all white noise ( $P>0.05$ ); The predicted value of the model is in good agreement with the actual value, and the predicted trend is consistent with the actual trend. The model has a good prediction effect. **Conclusions** The other infectious diarrhea occurred in 2017-2022 was still the first case of notifiable disease in Jiangxi Province. The prevention and control situation cannot be ignored. Disease monitoring and health education for families of children under 3 years of age and scattered children among key populations for prevention and control should be strengthened during the epidemic season. The ARIMA model can be used for short-term prediction and trend analysis of other infectious diarrhea outbreaks in Jiangxi Province.

**【Key words】** Other infectious diarrhea; Epidemic trends; Autoregressive integrated moving average model; Prediction

**Fund program:** Science and Technology Plan of Jiangxi Provincial Health Commission (202211291)

其他感染性腹泻属于我国法定的丙类传染病,指除霍乱、痢疾、伤寒和副伤寒以外的感染性腹泻,以腹泻为主要临床特征的一组传染病<sup>[1]</sup>,具有流行范围广,发病率高和缺乏有效疫苗保护的基本特征,是全球重要的公共卫生问题之一<sup>[2]</sup>。江西省其他感染性腹泻报告发病率一直位居全省法定报告传染病发病前列,严重威胁全省人群健康,形势严峻。本研究针对 2017-2022 年江西省其他感染性腹泻流行特征及发病趋势进行分析和预测,旨在掌握其流行规律,科学预测发病趋势,为早期预测和防控工作提供依据。

## 资料与方法

1. 资料来源:中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统 2017 年 1 月至 2022 年 12 月江西省其他感染性腹泻资料,统计时间以发病日期为准。

2. 自回归移动平均 (ARIMA) 模型及构建步骤:ARIMA 模型是 20 世纪 70 年代提出的一种时间序列的预测方法<sup>[3]</sup>,其基本思想是用数学模型对一个随着时间推移而形成的随机数据序列进行描述,从而根据已发生的既往序列值来预测未来值<sup>[4]</sup>。因其他感染性腹泻发病存在季节性效应,适合采用乘积季节模型  $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$  模型对其流行趋势进行预测。模型中  $p$  和  $q$  分别为非季节自回归阶数和非季节移动平均阶数,  $d$  为非季节差分阶数,  $P$  和  $Q$  分别为季节自回归阶数和季节移动平均阶数,  $D$  为季节差分的阶数,  $s$  为季节长度。

(1) 数据预处理:通过原始序列图、自相关和偏自相关图初步判断数据序列的平稳性,用 Augment Dickey-Fuller (ADF) 检验来验证序列的平稳性,通过差分对原始时间序列进行平稳化处理。

(2) 模型识别:根据序列自相关系数 (ACF) 图和偏自相关系数 (PACF) 图对  $p$  和  $q$  值进行估计。参数  $P$  和  $Q$  的值较难判断,一般采用从低阶到高阶逐步尝试的方法,取值通常不超过 2<sup>[5]</sup>。

(3) 模型参数估计与诊断:用最大似然法估计模型参数,再对模型的残差序列进行白噪声检验 (Ljung-Box  $Q$  检验),若统计量显示差异无统计学意义,则表示残差为白噪声。在参数有统计学意义的基础条件下,选择贝叶斯准则 (BIC) 值最小的模型为最优 ARIMA 模型。

(4) 模型评价:用最优 ARIMA 模型拟合江西省 2017-2021 年其他感染性腹泻发病数据,比对 2022 年 1-12 月数据评价模型效果,并对 2023 年江西省其他感染性腹泻发病数进行预测。

3. 统计学分析:运用 Excel 2021 软件建立数据库,运用 SPSS 27.0 软件对数据进行建模、分析和预测,计算相对误差 (相对误差 = |实际值 - 预测值| / 实际值),评价模型拟合效果。双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 结 果

1. 发病情况:2017-2022 年江西省累计报告其他感染性腹泻为 204 842 例,年均报告发病数为 34 140 例,年均报告发病率为 74.32/10 万。报告发病率总体呈下降趋势 (趋势  $\chi^2=2 923.21, P<0.01$ ),波动范围为 59.98/10 万~87.22/10 万,2021 年上升达到了近年来峰值 (87.22/10 万)。

2. 流行特征:

(1) 人群分布:男女性别比为 1.29:1 (115 569:89 273); 年均报告发病率分别为 81.60/10 万、66.62/10 万。各年龄段均有病例报告,病例主要集中在  $\leq 3$  岁儿童,占病例总数的 45.28%。报告发病

数居前 5 位的分别为散居儿童(99 922 例, 48.78%)、农民(62 158 例, 30.34%)、学生(14 611 例, 7.13%)、幼托儿童(10 023 例, 4.89%)和家务及待业人员(6 365 例, 3.11%)。

(2)地区分布:2017–2022 年 11 个城市均有病例报告,报告发病数居前 3 位的分别为赣州市(66 257 例)、九江市(29 186 例)和鹰潭市(19 737 例);年均报告发病率居前 3 位的分别为鹰潭市(282.22/10 万)、赣州市(121.13/10 万)和九江市(101.44/10 万)。

3. 病原学特征分析:2017–2022 年有明确病原诊断的病例占报告发病总数的 2.70%(5 529/204 842),占报告确诊病例发病数的 15.50%(5 529/35 665),其中病毒性腹泻和细菌性腹泻报告发病率均呈缓慢上升趋势(趋势  $\chi^2$  分别为 1 347.53 和 53.58,均  $P < 0.01$ )。病毒性腹泻以轮状病毒感染为主,占 92.07%(4 586/4 981),其次为诺如病毒感染 6.56%(327/4 981)、腺病毒感染 0.98%(49/4 981);细菌性腹泻以未分型沙门菌感染为主,占 67.59%(367/543),其次为副溶血弧菌感染 15.10%(82/543)、大肠埃希菌感染 8.84%(48/543)。病毒性和细菌性腹泻的发病趋势与江西省其他感染性腹泻的季节发病特征相吻合,其中病毒性腹泻发病常见于冬春季(1–3 月),细菌性腹泻发病常见于夏秋季(7–9 月),且冬春季发病高于夏秋季(图 1)。不同人群感染的病原类型存在差异,其中散居儿童、幼托儿童和学生以病毒感染为主,农民和餐饮食品业人员以细菌感染为主。轮状病毒和腺病毒感染以散居儿童为主,其次为幼托儿童和学生;诺如病毒感染以学生和幼托儿童为主,其次是餐饮食品业人员;沙门菌等细菌性感染以散居儿童为主,其次为农民和学生。

4. ARIMA 模型预测:用 ARIMA 模型预测其他感染性腹泻和轮状病毒性腹泻的发病数和趋势,根据模型的拟合优度、Ljung-Box  $Q$  残差检验结果、模型参数估计值和 BIC 值最小原则确定最优模型。见表 1。以 2017 年 1 月至 2021 年 12 月发病数据进行拟合,用 2022 年 1–12 月的预测值和实际值相比较验证,2022 年各月实际发病数均在模型预测的 95%CI 内,拟合值和实际值相差较小,平均相对误差分别为 18.44% 和 7.44%,模型整体预测效果较好。2017 年 1 月至 2022 年 12 月的预测值与实际值比较,预测趋势与实际趋势一致(图 2, 3),预测 2023 年其他感染性腹泻发病数会略有下降,而轮状病毒性腹泻发病数会小幅度上升。

表 1 备选自回归移动平均模型(ARIMA 模型)及其参数值

ARIMA 模型	平稳 $R^2$ 值	Ljung-Box $Q$ 残差检验的 $P$ 值	BIC 值
其他感染性腹泻			
ARIMA(0, 1, 2)(2, 1, 0) <sub>12</sub>	0.54	0.889	13.83
ARIMA(0, 1, 0)(2, 1, 0) <sub>12</sub>	0.46	0.652	13.85
ARIMA(0, 1, 1)(2, 1, 0) <sub>12</sub>	0.48	0.435	13.88
轮状病毒性腹泻			
ARIMA(1, 0, 0)(2, 1, 0) <sub>12</sub>	0.62	0.977	9.12
ARIMA(1, 0, 0)(1, 1, 0) <sub>12</sub>	0.47	0.651	9.35
ARIMA(1, 1, 0)(2, 1, 0) <sub>12</sub>	0.58	0.835	9.39

注: BIC: 贝叶斯准则; 模型参数均  $P < 0.05$

## 讨 论

既往研究表明,其他感染性腹泻的发病和流行受气候、病原种类、饮食习惯以及个人卫生习惯等多种因素的影响<sup>[6-7]</sup>。本研究发现,2017–2022 年江西省其他感染性腹泻年均报告发病率

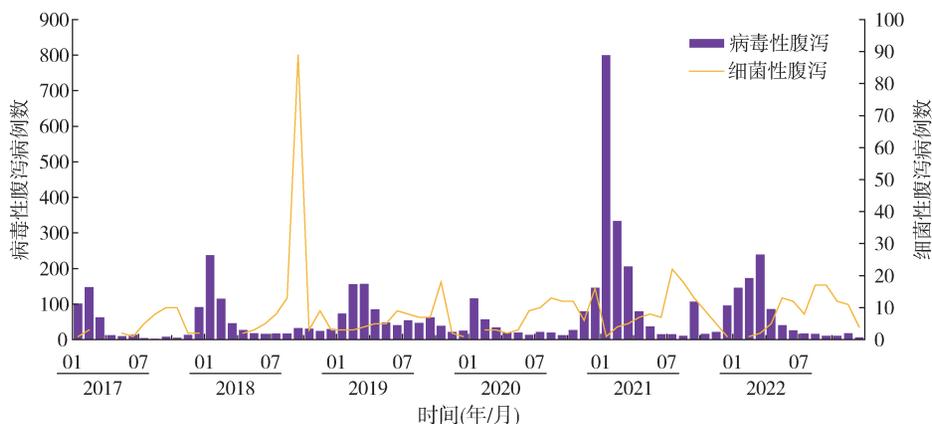
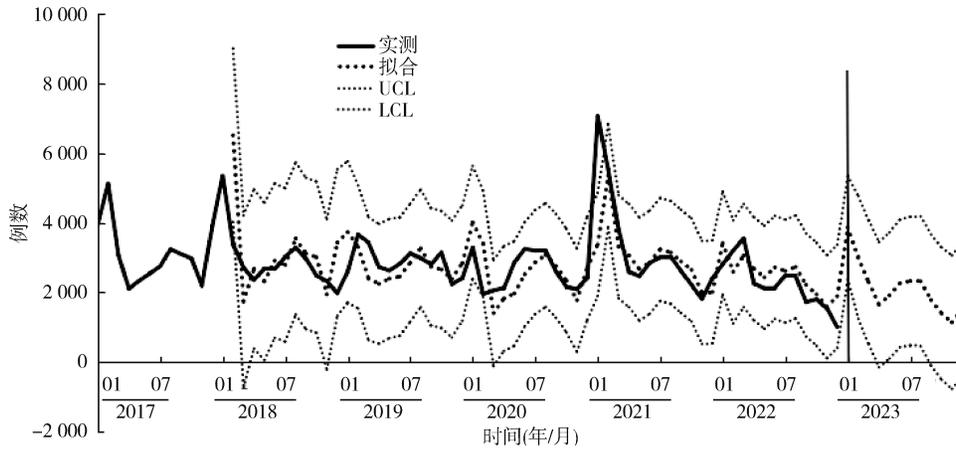
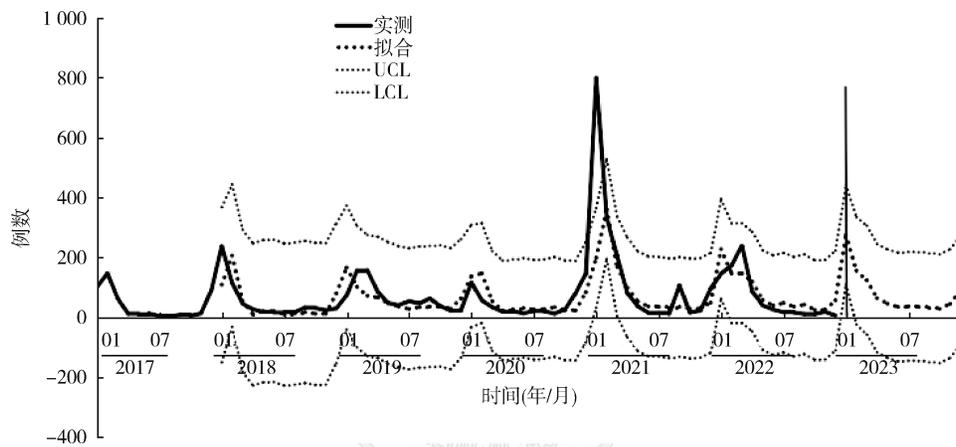


图 1 2017–2022 年江西省病毒性和细菌性腹泻确诊病例发病情况



注:UCL:预测值的95%CI上限;LCL:预测值的95%CI下限

图2 2017-2023年江西省其他感染性腹泻发病数预测



注:UCL:预测值的95%CI上限;LCL:预测值的95%CI下限

图3 2017-2023年江西省轮状病毒感染性腹泻发病数预测

74.32/10万,其中2017-2020年报告发病率逐步下降,2021年回升出现近年峰值,2022年下降出现近10年最低值,其发病趋势与四川省和成都市等地同期其他感染性腹泻发病情况不一致<sup>[8-9]</sup>,与西安市、广州市等地发病趋势较为一致<sup>[10-11]</sup>。由于医院诊断水平、传染病报告意识、实验室病原检测能力和网络直报质量的不断提高,确诊病例中明确病原比例逐年上升,以及自2017年以来腹泻病原谱未发现新的肠道病原体输入流行,故考虑2017-2019年发病呈下降趋势为江西省真实发病趋势;2020年进一步下降可能与年初新型冠状病毒(新冠)疫情防控导致江西省人员流动和聚集减少等因素有关;2021年出现较大幅度回升,可能与各地生产、生活和学习等社会活动得到恢复,人员流动和聚集增多,人群接触暴露的概率上升,以及人群预存免疫力下降有关;2022年报告发病率下降可能与人群活动和聚集减少有关。

从时间分布看,其他感染性腹泻全年均有发病,具有较明显的季节特征,报告发病数主要集中在

在冬春季(1-3月)和夏秋季(7-9月),呈双峰分布,这与全国的流行特征基本一致<sup>[12]</sup>,也与江西省内不同季节引起感染性腹泻的优势病原类型不一有关。从人群分布看,发病人群主要为儿童和农民,其中儿童发病年龄主要集中于≤3岁散居儿童。从病原特征来看,散居儿童、幼托儿童和学生以病毒感染为主,其中轮状病毒和腺病毒感染以散居儿童为主、诺如病毒感染以学生和幼托儿童为主;沙门菌等细菌性感染以散居儿童为主,其次为农民和学生。上述研究表明,在冬春季病毒性腹泻流行期,应针对性地加强儿童、学生及其监护人员等重点人群的健康宣传工作,倡导其养成健康生活方式,增强卫生防病意识,积极改善卫生习惯;幼托机构和中小学等重点机构要加强冬春季传染病健康宣教、校园卫生清洁、饮食、因病缺勤监测和晨午检等工作,控制和降低轮状病毒、诺如病毒等病毒性腹泻疫情的发生水平;在夏秋季细菌性腹泻流行期,要积极开展全民健康生活方式宣教工作,特别是提高农民和餐饮服务业工作人员的卫生生活习惯。此

外,轮状病毒感染为江西省冬春季腹泻感染的主要和优势病原,且通过 ARIMA 模型预测 2023 年轮状病毒发病数将出现小幅度增加,故可考虑在流行季节(1-3 月)有针对性地在儿童和幼托机构等重点人群和机构推广轮状病毒疫苗接种。

由于 2017-2022 年其他感染性腹泻确诊病例中有明确病原的病例占比仅为 15.50%,病原检测结果报告比例低,不能完全真实地反映江西省其他感染性腹泻的流行态势和发病趋势,在一定程度上影响了对不同病原实际感染发病情况的分析,因此在加强各级医疗机构感染性腹泻哨点监测工作和实验室检测能力建设的同时,也要加强和提高医疗机构病原检测结果的报告质量。

ARIMA 模型近来被广泛应用于传染病的预测分析,具有实用性强,精确度高的特点<sup>[13]</sup>。其他感染性腹泻受多种因素的影响,具有较明显的周期性和季节性,可借助 ARIMA 模型将影响发病的多种因素统一蕴含于时间变量中,对江西省其他感染性腹泻的发病流行水平和趋势进行预测预警。本研究用 ARIMA(0, 1, 2)(2, 1, 0)<sub>12</sub> 和 ARIMA(1, 0, 0)(2, 1, 0)<sub>12</sub> 模型对江西省 2022 年其他感染性腹泻月发病数进行拟合,模型预测值与实际值较为吻合,两者动态趋势一致性较高,可用于江西省其他感染性腹泻发病的短期预测,对其他感染性腹泻的预防控制工作具有参考价值。由于其他感染性腹泻的发病因素众多,而 ARIMA 模型主要考虑了时序的季节效应、周期变化、趋势变化和随机干扰,难以全面掌握其他感染性腹泻的流行规律,在短期预测中仍存在一定的误差。因此,在实际应用中,可根据疫情的变化及时纳入新的观察值对模型进行修正拟合,或引入其他模型组合预测,提高预测的准确性和效能。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 杨富强: 研究设计、论文撰写、数据分析、论文修改、结果解释;金媛、潘欢弘: 审阅文章、数据收集与整理;宗俊: 审阅文章、论文修改、结果解释、经费支持

### 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国卫生部. WS 271-2007 感染性腹泻诊断标准[S]. 北京:人民卫生出版社, 2007.  
Ministry of Health of the People's Republic of China. WS 271-2007 Diagnostic criteria for infections diarrhea[S]. Beijing:People's Medical Publishing House, 2007.
- [2] GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2018, 392(10159):1736-1788. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32203-7.
- [3] 方积乾, 陆盈. 现代医学统计学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2002.
- [4] Fang JQ, Lu Y. Advanced medical statistics[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2002.
- [5] 王燕. 应用时间序列分析[M]. 3 版. 北京:中国人民大学出版社, 2005.
- [6] Wang Y. Applied time series analysis[M]. 3<sup>rd</sup> ed. Beijing: China Renmin University Press, 2005.
- [7] 言晨绮, 王瑞白, 刘海灿, 等. ARIMA 模型预测 2018-2019 年我国肺结核发病趋势的应用[J]. 中华流行病学杂志, 2019, 40(6): 633-637. DOI: 10.3760/cma. j. issn.0254-6450.2019.06.006.
- [8] Yan CQ, Wang RB, Liu HC, et al. Application of ARIMA model in predicting the incidence of tuberculosis in China from 2018 to 2019[J]. Chin J Epidemiol, 2019, 40(6): 633-637. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2019. 06.006.
- [9] 方欣玉, 刘文东, 艾静, 等. 江苏省 2010-2017 年其他感染性腹泻病时空流行特征[J]. 中华流行病学杂志, 2019, 40(10): 1269-1273. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450. 2019.10.018.
- [10] Fang XY, Liu WD, Ai J, et al. Spatial-temporal characteristics of other infectious diarrhea in Jiangsu province, 2010-2017[J]. Chin J Epidemiol, 2019, 40(10): 1269-1273. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2019. 10.018.
- [11] 张静, 刘民. 广东、河南、甘肃三省 12 县区腹泻病例就诊模式调查[J]. 中华流行病学杂志, 2008, 29(10):989-993. DOI:10.3321/j.issn:0254-6450.2008.10.009.
- [12] Zhang J, Liu M. Current situation on the treatment modules of diarrhea cases in 12 counties/cities of Guangdong, Henan and Gansu provinces in China[J]. Chin J Epidemiol, 2008, 29(10): 989-993. DOI: 10.3321/j. issn: 0254-6450.2008.10.009.
- [13] 徐凯, 戴映雪, 王瑶, 等. 2011-2021 年成都市其他感染性腹泻流行特征及时空聚集性分析[J]. 热带病与寄生虫学, 2023, 21(1): 13-19. DOI: 10.3969/j. issn. 1672-2302.2023. 01.003.
- [14] Xu K, Dai YX, Wang Y, et al. Epidemiological characteristics and spatiotemporal clustering of other infectious diarrhea in Chengdu City from 2011 to 2021[J]. J Trop Dis Parasitol, 2023, 21(1): 13-19. DOI: 10.3969/j. issn.1672-2302.2023.01.003.
- [15] 郝彩霞, 刘雅琼, 廖雪春, 等. 2017-2021 年四川省其他感染性腹泻流行特征分析[J]. 热带病与寄生虫学, 2023, 21(1): 7-12, 24. DOI:10.3969/j.issn.1672-2302.2023.01.002.
- [16] Hao CX, Liu YQ, Liao XC, et al. Epidemiological characteristics of other infectious diarrhea in Sichuan Province from 2017 to 2021[J]. J Trop Dis Parasitol, 2023, 21(1): 7-12, 24. DOI: 10.3969/j. issn. 1672-2302.2023. 01.002.
- [17] 朱永海, 淮蓓, 胡飞燕, 等. 2016-2021 年西安市其他感染性腹泻流行特征及病原检测结果分析[J]. 现代预防医学, 2022, 49(17): 3090-3095, 3129. DOI: 10.20043/j. cnki. MPM.202203747.
- [18] Zhu YH, Huai B, Hu FY, et al. Epidemic and pathogenic characteristics of other infectious diarrhea in Xi'an City, 2016 to 2021[J]. Mod Prev Med, 2022, 49(17):3090-3095, 3129. DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202203747.
- [19] 蒋书琴, 汪慧, 罗雷, 等. 2015-2020 年广东省广州市其他感染性腹泻病原流行病学分析[J]. 疾病监测, 2022, 37(9): 1181-1186. DOI:10.3784/jbjc.202202140042.
- [20] Jiang SQ, Wang H, Luo L, et al. Etiological characteristics of the other infectious diarrhea in Guangzhou 2015-2020[J]. Dis Surveill, 2022, 37(9): 1181-1186. DOI: 10. 3784/jbjc.202202140042.
- [21] 骆洪梅. 2005-2019 年我国其他感染性腹泻病流行特征及变化趋势研究[D]. 北京:中国疾病预防控制中心, 2020.
- [22] Luo HM. A Study on the Epidemiological characteristics and trends of diarrhea of other infectious diseases in China from 2005 to 2019[D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2020.
- [23] 魏新刚, 曹桂芝, 李涵博, 等. ARIMA 模型在其他感染性腹泻发病预测中的应用[J]. 现代医药卫生, 2019, 35(21): 3281-3284. DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2019.21.012.
- [24] Wei XG, Cao GZ, Li HB, et al. Application of ARIMA model in the predicting incidence of other infectious diarrhea[J]. J Mod Med Health, 2019, 35(21): 3281-3284. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2019.21.012.