

2005 — 2021 年湖北省细菌性痢疾流行特征分析及短期发病预测

蔡晶 黄淑琼 张鹏 张春晓 李明炎

430079 武汉,湖北省疾病预防控制中心预防医学信息研究所

通信作者:李明炎, E-mail:1823155815@qq.com

DOI:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.11.011

【摘要】 目的 分析湖北省细菌性痢疾分布特征,了解其流行规律,预测其发病趋势,为科学制定防控措施提供参考依据。方法 基于 2005 — 2021 年湖北省细菌性痢疾发病数据,采用 Spearman 秩相关检验、季节指数、K-均值聚类分析流行特征,运用自回归移动平均(auto-regressive integrated moving average, ARIMA)模型拟合数据并进行预测。结果 细菌性痢疾年均发病率为 14.07/10 万,发病呈逐年下降趋势($r_s = -0.985, P < 0.001$); K-均值聚类将 2005 — 2011 年分为一类,2012 — 2021 年分为另一类; 5 — 10 月季节指数大于 1, 7 月最大, 8 月次之; 武汉市、仙桃市、宜昌市为高发地区; 男女发病比值为 1.23 : 1, 比值随年龄组先下降后上升; 0 ~ < 5 岁组发病率最高, 其次是 ≥ 85 岁组; 病例以散居儿童、农民、学生为主; 拟合最优模型为 ARIMA(1, 0, 0)(0, 1, 1)₁₂, 预测 2022 年发病率为 1.61/10 万。结论 湖北省细菌性痢疾发病率与年份呈负相关; 2005 — 2011 年属于高流行水平期, 2012 — 2021 年属于低流行水平期, 两个时期的流行特征基本一致; 细菌性痢疾在夏季、男性、儿童及老年人群体、交通便利人口密集地区高发; 2022 年发病持续下降, 处于低流行水平。

【关键词】 细菌性痢疾; 流行特征; 发病趋势; 分析; 短期预测

【中图分类号】 R181 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3679(2022)11-1303-06

基金项目: 湖北省卫生健康科研基金(WJ2021M206)

Epidemiological analysis and short-term prediction of bacillary dysentery in Hubei Province from 2005 to 2021

CAI Jing, HUANG Shu-qiong, ZHANG Peng, ZHANG Chun-xiao, LI Ming-yan

Institute of Preventive Medicine Information of Hubei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Wuhan 430079, China

Corresponding author: LI Ming-yan, E-mail: 1823155815@qq.com

【Abstract】 Objective To analyze the epidemiological characteristics of bacillary dysentery and predict its incidence trend in Hubei Province, in order to provide a reference for a scientific formulation of prevention and control measures. **Methods** Based on the incidence data of bacillary dysentery in Hubei Province from 2005 to 2021, the Spearman rank correlation test, seasonal index and K-means cluster analysis were used to analyze its epidemiological characteristics, and the auto-regressive integrated moving average (ARIMA) model was used to fit the data and make predictions. **Results** The average annual incidence of bacillary dysentery was 14.07/per 100 000. The incidence showed a downward trend year by year, with the correlation coefficient between the incidence and the year was -0.985. K-means cluster analysis divided 2005–2011 into one category, and 2012–2021 into another. The seasonal index from May to October was greater than 1, and the largest index was in July, and the second index was in August. The city of Wuhan, Xiantao, and Yichang were the high-incidence areas. The male-female incidence ratio was 1.23 : 1. The ratio first decreased and then increased with age, with people aged 0–4 have the highest incidence, followed by those aged 85 and older. The cases were mainly scattered children, farmers and students. The best fitting model was ARIMA(1, 0, 0)(0, 1, 1)₁₂, and the predicted incidence rate in 2022 was 1.61/per 100 000. **Conclusions** The incidence of bacillary dysentery in Hubei Province was significantly negatively associated with the year. The 2005–2011 belonged to the high prevalence level pe-

riod, and 2012–2021 belonged to the low prevalence level period. The epidemiological characteristics of the two periods were basically the same. Bacillary dysentery has a high incidence in summer, males, children and elderly groups, and densely populated areas with convenient transportation. In 2022, the incidence will continue to decline, and it will be at a low prevalence level.

【Keywords】 Bacillary dysentery; Epidemiological characteristics; Incidence trend; Analysis; Short-term prediction

Fund program: Health Commission of Hubei Provincial Scientific Research Project (WJ2021M206)

(Chin J Dis Control Prev 2022, 26(11): 1303-1308)

细菌性痢疾是《中华人民共和国传染病防治法》规定报告的乙类传染病之一,是由志贺菌属感染引起的一种急性肠道传染病,表现为腹泻(可达 10~20 余次)、腹痛、里急后重、排黏液脓血便等,伴有畏寒、高热及全身毒血症状,严重可出现感染性休克和(或)中毒性脑病,是危及 5 岁以下儿童生命的主要疾病之一^[1-3]。随着经济水平的提高和居民卫生意识的增强,虽然近年来湖北省细菌性痢疾的发病率呈现逐年下降趋势,但是由于志贺菌属感染量低,传染性强,使得该病传播速度快、流行范围广,且志贺菌各组及各血清型之间无交叉免疫,愈后免疫力持续时间短,可反复感染^[4]。本研究拟基于 2005—2021 年湖北省细菌性痢疾监测数据,分析其流行规律,预测其发病趋势,为科学制定防控措施提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 2005—2021 年细菌性痢疾数据和人口数据分别来源于《中国疾病预防控制信息系统》中的“传染病监测系统”和“基本信息系统”。病例数据统计规则如下:发病日期为 2005 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日,现住址为湖北省,诊断类型为临床诊断病例和确诊病例。

1.2 研究方法

1.2.1 描述性分析 描述 2005—2021 年湖北省细菌性痢疾发病趋势,分析其三间分布特征。采用 Spearman 秩相关检验分析发病率随年份的变化规律,公式为:

$$\rho = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

采用季节指数计算各个月份的季节指数,公式为:

$$S_i = \frac{\bar{x}_i}{\bar{x}} \quad (2)$$

其中, \bar{x}_i 为第 i 个月份的月均发病率, \bar{x} 为所有月份的平均发病率, S_i 大于 1 表示为疾病高发月份,小于 1 则为低发月份。采用 K-均值聚类分析对年度发

病率和地区发病率进行分类。

K-均值聚类分析是一种迭代求解的聚类分析方法。其步骤如下:(1)随机选取 K 个对象作为初始的聚类中心;(2)计算每个对象与各个子聚类中心之间的距离,根据最近距离原则把每个对象分配给相应的聚类中心;(3)聚类中心以及分配给它们的对象就代表一个聚类;(4)根据聚类中的全部对象重新计算聚类中心;(5)重复以上步骤,直至满足某个终止条件。终止条件为以下三种情况中的任何一个:(1)没有(或最小数目)对象被重新分配给不同的聚类;(2)没有(或最小数目)聚类中心再发生变化;(3)误差平方和局部最小。

1.2.2 时间序列分析 自回归移动平均(auto-regressive integrated moving average, ARIMA)模型^[5]是一种最常见、最广泛应用的时间序列分析方法,它充分考虑数据序列的长期趋势和周期性规律,模型为 ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)₁₂,其中 p, d, q 为长期效应参数, P, D, Q 为周期效应参数。其建模步骤为:(1)平稳性检验:根据自相关函数(autocorrelation function, ACF)和偏自相关函数(partial autocorrelation function, PACF)判断数据序列的平稳性;(2)平稳化处理:对于不平稳序列,采用差分处理使数据序列平稳化;(3)模型识别:根据差分后数据序列的 ACF 和 PACF 的拖尾性和截尾性,初步识别模型;(4)模型参数估计及诊断:根据贝叶斯信息准则(Bayesian information criterion, BIC)判定模型阶数,利用最小二乘法估计模型参数,并检验模型的显著性;(5)模型预测检验:利用已知数据对模型的预测效果进行检验。

1.3 统计学方法 应用 Excel 2016 软件对数据进行汇总和整理,采用 R 4.0.2 软件进行 Spearman 秩相关和 K-均值聚类分析,建立 ARIMA 模型并进行预测。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 时间分布特征 2005—2021 年湖北省细菌性痢疾发病数为 137 364 例,年均发病率为 14.07/10 万。

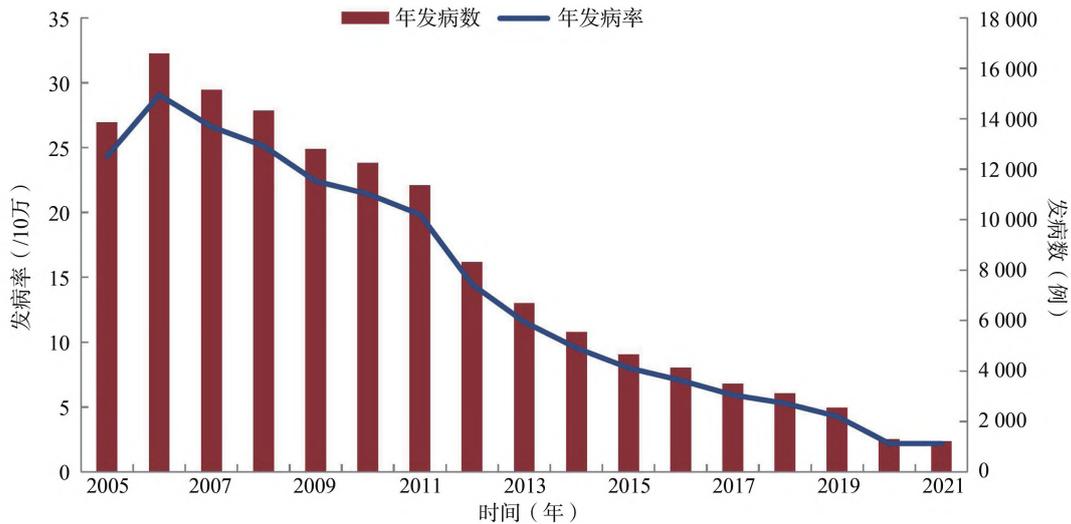


图 1 细菌性痢疾发病走势

Figure 1 Incidence trend of bacillary dysentery

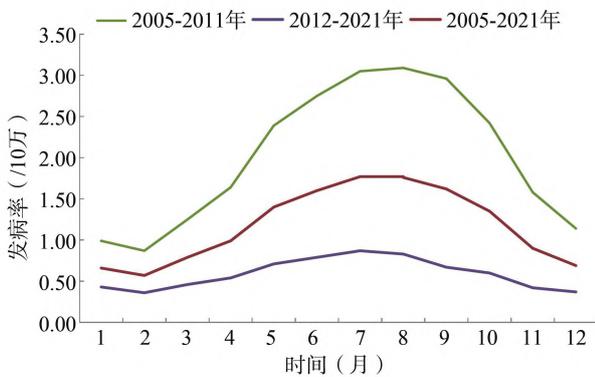


图 2 细菌性痢疾月平均发病率分布图

Figure 2 Distribution of the monthly average incidence of bacillary dysentery

从历年发病数和发病率走势来看,湖北省细菌性痢疾发病呈现逐年下降趋势 ($r_s = -0.985, P < 0.001$); 发病率最高年份为 2006 年 (29.06/10 万), 最低为 2021 年 (2.06/10 万), 下降幅度达 92.91%。见图 1。聚类分析将不同年份发病率进行分类, 设置分类数为 2, 得到 2005 — 2011 年被划分为第一类, 2012 — 2021 年被划分为第二类, 分类的统计学检验显示 $F = 88.76, P < 0.001$, 说明此分类有统计学意义。

月分布显示, 2005 — 2011 年、2012 — 2021 年月分布特征与 2005 — 2021 年基本一致。累计发病数显示, 2005 — 2021 年发病数最多的月份是 7 月 (17 231 例), 其次分别为 8 月 (17 146 例)、9 月 (15 758 例)、6 月 (15 592 例)、5 月 (13 684 例)、10 月 (13 127 例)。计算 1 — 12 月季节指数, 显示 5 — 10 月季节指数均大于 1, 其余月份小于 1, 最高的为 7 月 ($S_7 = 1.51$), 8 月次之 ($S_8 = 1.51$)。见图 2。

2.2 地区分布特征 2005 — 2021 年, 发病率居前五位的地区为武汉市 (42.67/10 万)、仙桃市 (23.64/10 万)、宜昌市 (18.93/10 万)、咸宁市 (16.22/10 万)、潜江市 (15.05/10 万), 发病率较低的地区为襄阳市 (6.28/10 万)、神农架 (6.47/10 万)、随州市 (7.04/10 万)。采用聚类分析对不同地区发病率严重程度进行分类, 设置分类数为 2 时, 武汉市被分为一类, 其余 16 个地区被分为另一类, 分类差异有统计学意义 ($F = 34.98, P < 0.001$)。2005 — 2011 年、2012 — 2021 年地区分布特征与 2005 — 2021 年基本一致。见表 1。

表 1 地区发病率及聚类分析结果

Table 1 Regional incidence and results of cluster analysis

地区	2005 — 2011 年		2012 — 2021 年		2005 — 2021 年	
	发病率 (/10 万)	分 2 类	发病率 (/10 万)	分 2 类	发病率 (/10 万)	分 2 类
武汉市	70.95	1	14.38	1	42.67	1
黄石市	17.87	2	5.89	2	11.88	2
十堰市	12.98	2	2.36	2	7.67	2
宜昌市	25.79	2	12.07	1	18.93	2
襄阳市	9.24	2	3.32	2	6.28	2
鄂州市	12.69	2	3.44	2	8.06	2
荆门市	13.37	2	3.66	2	8.51	2
孝感市	11.39	2	3.72	2	7.55	2
荆州市	18.61	2	6.25	2	12.43	2
黄冈市	11.88	2	3.20	2	7.54	2
咸宁市	24.43	2	8.00	2	16.22	2
随州市	11.85	2	2.24	2	7.04	2
恩施州	21.52	2	7.99	2	14.75	2
仙桃市	31.63	2	15.64	1	23.64	2
潜江市	22.72	2	7.39	2	15.05	2
天门市	20.69	2	5.39	2	13.04	2
神农架	10.32	2	2.61	2	6.47	2
F 值	62.30		51.09		34.98	
P 值	<0.001		<0.001		<0.001	

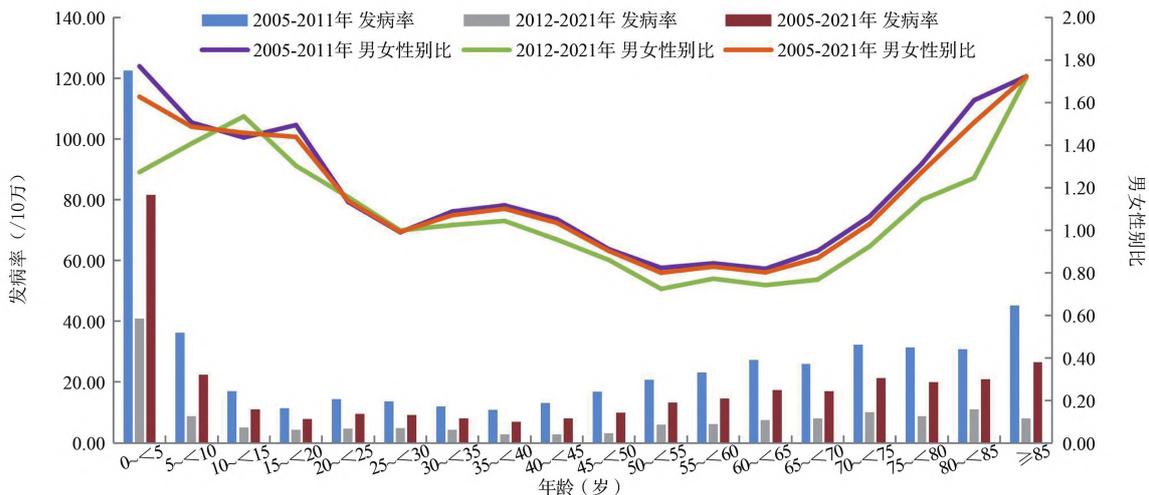


图 3 不同年龄段发病率及男女性别比

Figure 3 Incidence rates and sex ratio in different age groups

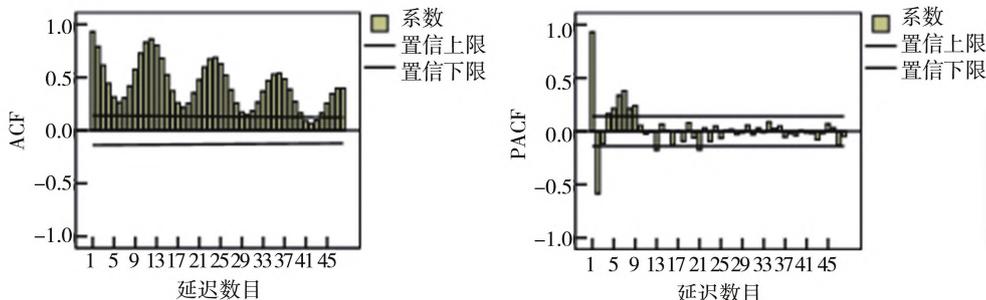


图 4 原始数据序列的 ACF 和 PACF

Figure 4 ACF and PACF of the original data sequence

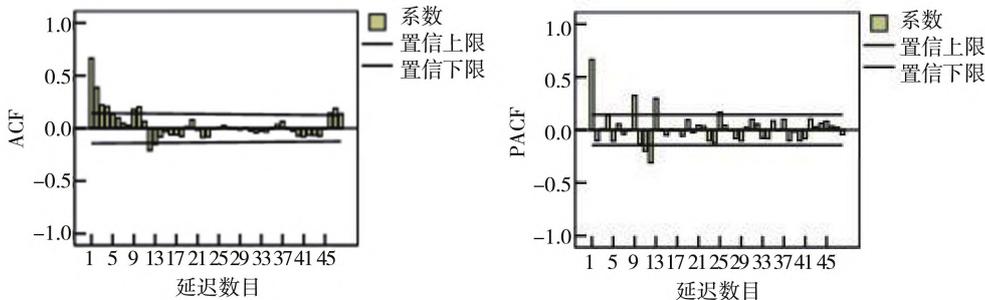


图 5 经季节差分处理后数据序列的 ACF 和 PACF

Figure 5 The ACF and PACF of the data sequence after seasonal differential processing

2.3 人群分布特征 2005—2021 年,男性平均发病率为 17.14/10 万,女性为 13.94/10 万,男女性别比为 1.23 : 1。<20 岁及 30~<40 岁,男性发病率高于女性;25~<30 岁、40~<45 岁,男性发病率与女性基本持平;45~<65 岁,男性发病率低于女性;70 岁开始,男性发病率又高于女性;男女发病率比值随着年龄组先下降后上升。

年龄分布方面,0~<5 岁组平均发病率最高(81.62/10 万),其次是 ≥85 岁组(26.57/10 万)、5~<10 岁组(22.46/10 万)、70~<75 岁组(21.21/10

万)、80~<85 岁组(20.89/10 万),较低的为 35~<40 岁组(6.84/10 万)、15~<20 岁组(7.87/10 万)、40~<45 岁组(7.95/10 万),发病率随着年龄组先下降后上升。职业分布方面,病例主要集中在散居儿童(40 604 例,占 29.54%)、农民(25 598 例,占 18.62%)、学生(18 489 例,占 13.45%)。

2005—2011 年、2012—2021 年的人群分布特征与 2005—2021 年基本一致。不同年龄段发病率及男女性别比特征。见图 3。

2.4 模型预测 2005—2021 年月发病率数据序列

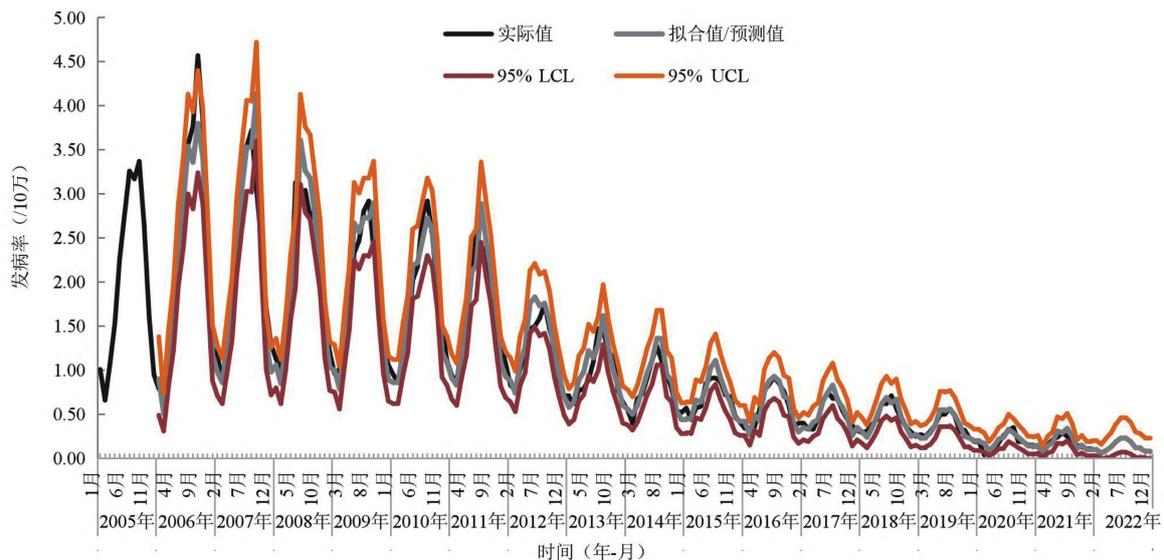


图 6 模型拟合和预测效果图

Figure 6 Model fitting and prediction effect diagram

显示具有明显的长期趋势和季节趋势。见图 1、图 2。且原始数据序列的 ACF 拖尾, PACF 截尾。经一阶季节差分处理后的 ACF 和 PACF 均截尾, 故而选用 ARIMA 模型对数据进行拟合和预测。见图 4、图 5。

根据 BIC 值越小, 模型越优的原则, 得到 ARIMA(1,0,0) (0,1,1)₁₂ 为最优模型。模型显著性检验 Ljung-Box $Q(18) = 28.72, P = 0.026$, 差异有统计学意义。模型参数估计显示, $AR = 0.782, MA = 0.511$, 显著性检验差异均有统计学意义 ($AR: t = 16.78, P < 0.001; MA: t = 7.52, P < 0.001$)。对数据进行拟合和预测, 显示拟合值与实际值基本吻合, 均方根误差 (root mean squared error, RMSE) = 0.185; 预测 2022 年发病数为 954 例, 发病率为 1.61/10 万, 1—12 月发病率分别为 0.10/10 万、0.06/10 万、0.09/10 万、0.13/10 万、0.19/10 万、0.23/10 万、0.23/10 万、0.19/10 万、0.12/10 万、0.11/10 万、0.08/10 万、0.08/10 万。见图 6。

3 讨论

2005—2021 年湖北省细菌性痢疾发病率与年份呈负相关 ($r_s = -0.985$), 由 2006 年发病率最高的 29.06/10 万逐年下降至 2021 年最低的 2.06/10 万, 下降幅度达 92.91%, 与全国及其他省份的报道^[1-2,4-6] 基本一致。聚类分析将 2005—2011 年分为一类, 属于高流行水平期; 2012—2021 年分为另一类, 属于低流行水平期。2005—2011 年、2012—2021 年的三间分布特征与 2005—2021 年基本一致。

在月份分布方面, 病例均主要集中在 5—10 月

(季节指数大于 1), 7—8 月为发病高峰期, 与全国及其他省份的研究^[2,7-8] 结果基本一致。

在地区分布方面, 武汉市、仙桃市、宜昌市等发病率高, 襄阳市、神农架、随州市等发病率低。K-均值聚类分析提示, 发病率高的市与其他市的相似程度低, 易被单独分为一类。地区分布的差异可能与当地交通便利、人口流动大、人员密集度高导致感染机会大有关, 也可能与当地医疗资源丰富, 患者就诊率高, 且医疗机构报告意识强有关^[4]。

人群分布方面, 男性发病率高于女性, 这主要与男性的社交活动广、外出就餐多、暴露机会大、卫生意识薄弱等有关^[4,9]。发病人群以 5 岁以下儿童为主, 5~10 岁及 ≥70 岁也属于高发年龄段人群, 这与职业分布主要为散居儿童、学生、农民相符。低年龄组高发可能与儿童消化系统发育不完全、抵抗力低、卫生习惯差等有关, 高龄组高发可能与老人免疫力下降、变质食物不舍得丢弃、行动不便洗手次数少等有关^[4]。

采用 ARIMA 模型对 2005—2021 年月发病率数据进行拟合, 建立模型对 2022 年发病趋势进行预测, 结果显示拟合的模型具有较好的适应性, 模型的拟合值与预测值的 RMSE = 0.185, 预测 2022 年发病持续下降, 发病率为 1.61/10 万, 处于低流行水平。

利益冲突 无

参考文献

- [1] 李普, 李守禹, 李盛, 等. 2006-2017 年兰州市细菌性痢疾流行特征 [J]. 环境卫生学杂志, 2019, 9(5): 450-454. DOI: 10.13421/j.cnki.hjwsxz.2019.05.008.
- Li P, Li SY, Li S, et al. Epidemiological characteristics of bacil-

- lary dysentery in Lanzhou City (2006-2017) [J]. Journal of Environmental Hygiene, 2019, 9(5): 450-454. DOI: 10.13421/j.cnki. hjwsxzz.2019.05.008.
- [2] 潘佳佳, 刘晓伟. 中国 2005-2017 年细菌性痢疾的流行特征分析 [J]. 中国卫生产业, 2021, 18(19): 166-172. DOI: 10.16659/j.cnki.1672-5654.2021.19.166.
- Pan JJ, Liu XW. Analysis of the epidemiological characteristics of bacillary dysentery in China from 2005 to 2017 [J]. China Health Industry, 2021, 18(19): 166-172. DOI: 10.16659/j.cnki.1672-5654.2021.19.166.
- [3] 王雪, 张燕, 幸奠国, 等. 2005-2015 年重庆市细菌性痢疾发病的流行病学特征及时空聚集性分析 [J]. 中华疾病控制杂志, 2018, 22(6): 594-598, 602. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2018.06.013.
- Wang X, Zhang Y, Xing DG, et al. Analysis on the epidemiological characteristics and temporal-spatial clusters of bacillary dysentery incidence in Chongqing from 2005 to 2015 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2018, 22(6): 594-598. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2018.06.013.
- [4] 段晶晶, 安戈, 刘江华, 等. 2004-2016 年郑州市细菌性痢疾流行特征及病原学分析 [J]. 天津医药, 2018, 46(5): 544-547. DOI: 10.11958/20180124.
- Duan JJ, An Y, Liu JH. Epidemiological characteristics and pathogenic analysis of bacillary dysentery in Zhengzhou City from 2004 to 2016 [J]. Tianjin Med J, 2018, 46(5): 544-547. DOI: 10.11958/20180124.
- [5] 凌曦, 张泽文, 赵鹏山, 等. 新疆生产建设兵团 2008-2020 年肺结核流行特征分析及发病预测 [J]. 中华疾病控制杂志, 2022, 26(4): 449-454, 472. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.04.015.
- Ling X, Zhang ZW, Zhao PS, et al. Analysis of the epidemiological characteristics and incidence prediction of tuberculosis in Xinjiang production and construction corps from 2008 to 2020 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2022, 26(4): 449-454, 472. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.04.015.
- [6] 谢冰艳, 孙传武. 江苏省徐州市 2006-2015 年细菌性痢疾流行病学特征分析 [J]. 实用预防医学, 2017, 24(4): 482-485. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2017.04.029.
- Xie BY, Sun CW. Epidemiological characteristics of bacillary dysentery in Xuzhou City, Jiangsu Province, 2006-2015 [J]. Pract Prev Med, 2017, 24(4): 482-485. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2017.04.029.
- [7] 艾静, 嵇红, 张雪峰, 等. 2013-2015 年江苏省细菌性痢疾流行病学特征及病原学监测分析 [J]. 江苏预防医学, 2018, 29(6): 619-622. DOI: 10.13668/j.issn.1006-9070.2018.06.004.
- Ai J, Ji H, Zhang XF. Epidemiological characteristics and etiological surveillance analysis of bacillary dysentery in Jiangsu Province from 2013 to 2015 [J]. Jiangsu J Prev Med, 2018, 29(6): 619-622. DOI: 10.13668/j.issn.1006-9070.2018.06.004.
- [8] 韩菲, 马晓玲, 赵永年, 等. 2006-2015 年新疆生产建设兵团细菌性痢疾流行特征分析 [J]. 传染病信息, 2017, 30(4): 227-229. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2017.04.011.
- Han F, Ma XL, Zhao YN, et al. Analysis on the epidemiological characteristics of bacillary dysentery in Xinjiang Production and Construction Corps from 2006 to 2015 [J]. Infect Dis Info, 2017, 30(4): 227-229. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2017.04.011.
- [9] 张钟, 程婷婷, 马涛, 等. 南京市 2005-2012 年细菌性痢疾流行特征分析 [J]. 中华疾病控制杂志, 2014, 18(11): 1047-1050.
- Zhang Z, Cheng TT, Ma T, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of bacillary dysentery in Nanjing City, 2005-2012 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2014, 18(11): 1047-1050.

(收稿日期: 2022-02-11)

(修回日期: 2022-04-17)

本文编辑: 石文茹 (中文)

方心宇 (英文)

(上接第 1302 页)

- [18] Saunders MJ, Evans CA. Fighting poverty to prevent tuberculosis [J]. Lancet Infect Dis, 2016, 16(4): 395-396. DOI: 10.1016/S1473-3099(15)00434-X.
- [19] Casha AR, Scarci M. The link between tuberculosis and body mass index [J]. J Thorac Dis, 2017, 9(3): E301-E303. DOI: 10.21037/jtd.2017.03.47.
- [20] Alipour Faye E, Moosavi SAJ, Kouranifar S, et al. The effect of smoking on latent tuberculosis infection susceptibility in high risk individuals in Iran [J]. J Immunoassay Immunochem, 2020, 41(5): 885-895. DOI: 10.1080/15321819.2020.1806075.
- [21] Chan ED, Bai XY. Further evidence that cigarette smoke and nicotine compromise host immunity against tuberculosis (invited editorial) [J]. Tuberculosis (Edinb), 2021, 127: 102035. DOI: 10.1016/j.tube.2020.102035.
- [22] 陈悦. 结核病多发家系中环境因素及 TAP 基因多态性与结核病相关性研究 [D]. 广州: 广东药科大学, 2021.
- Chen Y. Study on the relationship between environmental factors and TAP gene polymorphisms and susceptibility to tuberculosis based on tuberculosis families [D]. Guangzhou: Guangdong Pharmaceutical University, 2021.
- [23] Gomez LM, Camargo JF, Castiblanco J, et al. Analysis of IL1B, TAP1, TAP2 and IKBL polymorphisms on susceptibility to tuberculosis [J]. Tissue Antigens, 2006, 67(4): 290-296. DOI: 10.1111/j.1399-0039.2006.00566.x.
- [24] Du BZ, Hua DM, Droma C, et al. Association between TAP2 and SEC14L2 polymorphisms and pulmonary tuberculosis risk in the Tibetan Chinese population [J]. Int J Clin Exp Pathol, 2017, 10(11): 11188-11194.

(收稿日期: 2022-03-11)

(修回日期: 2022-06-10)

本文编辑: 赵岩 (中文)

李宝珠 (英文)