

# 四川省泸州市流行性腮腺炎时空流行病学特征

粟小燕<sup>1</sup>, 张瑶<sup>2</sup>, 邵丹<sup>3</sup>, 张孟媛<sup>2</sup>, 梁付琼<sup>1</sup>, 魏荣杰<sup>2</sup>, 熊雪峰<sup>1</sup>

1. 四川省泸县疾病预防控制中心, 四川 泸州 646100; 2. 四川省疾病预防控制中心, 四川 成都 610041;  
3. 四川省雅安市疾病预防控制中心, 四川 雅安 625000

**摘要:** 目的 描述 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎的时间和空间流行病学特征, 构建时间序列 ARIMA 模型进行短期预测, 为泸州市流行性腮腺炎的综合防控提供参考依据。方法 采用 Microsoft Excel 2020 整理疫情数据并绘制统计图, ArcGIS 10.6 构建空间分布地图并进行空间自相关分析, Eviews 10 构建月度发病数 ARIMA 时间序列模型, 对泸州市 2010—2020 年流行性腮腺炎进行时空流行病学特征分析和发病趋势短期预测。结果 2010—2020 年泸州市 7 个区县均有流行性腮腺炎病例报告, 每年的高发区县不相同, 各年份均不存在空间自相关性; 年均报告发病率 22.17/10 万, 高发年份为 2012 年 (37.51/10 万)、2013 年 (35.72/10 万) 和 2019 年 (31.80/10 万), 发病低谷在 2015 年 (10.90/10 万); 整体上有 4—7 月和 11 月至次年 1 月两个季节高峰, 以 4—7 月为主; 构建的 ARIMA(1,1,1)(1,1,2)<sub>12</sub> 模型是最佳模型, 预测 2021 年 4—12 月报告发病数稍低于 2020 年同期。结论 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病率总体呈下降趋势, 不存在空间聚集性, ARIMA(1,1,1)(1,1,2)<sub>12</sub> 模型能够较好地进行时间序列拟合和短期预测, 呈现的时空分布特征及其发病趋势能够为疾病预防控制工作提供参考。

**关键词:** 流行性腮腺炎; 时间序列分析; 空间分布; 趋势预测

**中图分类号:** R512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-3110(2022)04-0451-04 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2022.04.017

## Temporal and spatial epidemiological characteristics of mumps in Luzhou City, Sichuan Province

SU Xiao-yan<sup>1</sup>, ZHANG Yao<sup>2</sup>, SHAO Dan<sup>3</sup>, ZHANG Meng-yuan<sup>2</sup>, LIANG Fu-qiong<sup>1</sup>, WEI Rong-jie<sup>2</sup>, XIONG Xue-feng<sup>1</sup>

1. Lu County Center for Disease Control and Prevention, Luzhou, Sichuan 646100, China;  
2. Sichuan Provincial Center for Disease Control and Prevention, Chengdu, Sichuan 610041, China;  
3. Ya'an Municipal Center for Disease Control and Prevention, Ya'an, Sichuan 625000, China

Corresponding author: WEI Rong-jie, E-mail: www08www@163.com

**Abstract:** **Objective** To describe the temporal and spatial epidemiological characteristics of mumps in Luzhou City from 2010 to 2020, to construct the ARIMA time series model for short-term prediction, and to provide a reference basis for comprehensive prevention and control of mumps. **Methods** Microsoft Excel 2020 was used to sort the epidemic data and draw the statistical map. ArcGIS 10.6 was employed to construct a spatial distribution map, and the spatial autocorrelation was analyzed. Eviews 10 was applied to constructing the ARIMA time series model of monthly incidence. The temporal and spatial epidemiological characteristics of mumps in Luzhou City from 2010 to 2020 were analyzed, and the short-term incidence trend was predicted.

**Results** Mumps cases were reported in 7 districts and counties in Luzhou City from 2010 to 2020. Districts and counties with a high incidence of mumps were different in each year, and there was no spatial autocorrelation in each year. The annual average reported incidence rate was 22.17/100,000. A high incidence of mumps was found in 2012 (37.51/100,000), 2013 (35.72/100,000) and 2019 (31.80/100,000), but a low incidence was found in 2015 (10.90/100,000). On the whole, there were two seasonal peaks from April to July and from November to January of the following year, and the main onset months were from April to July. The ARIMA(1,1,1)(1,1,2)<sub>12</sub> model constructed was the best model, which predicted that the number of reported cases from April to December in 2021 was slightly lower than that of the corresponding period in 2020. **Conclusion** The incidence rates of mumps in Luzhou City from 2010 to 2020 generally showed a downward trend, and there was no spatial aggregation. The ARIMA(1,1,1)(1,1,2)<sub>12</sub> model can be used for time series fitting and short-term prediction. The presented spatiotemporal distribution characteristics and incidence trend can provide references for prevention and control of the disease.

**Keywords:** mumps; time series analysis; space distribution; trend prediction

**作者简介:** 粟小燕 (1993-), 女, 本科, 医师, 主要从事传染病预防控制工作。

**通信作者:** 魏荣杰, E-mail: www08www@163.com。

流行性腮腺炎是由腮腺炎病毒引起的急性呼吸道传染病,可引起病毒性脑炎、睾丸炎、胰腺炎等并发症,主要通过飞沫传播,全年均可发病,好发于儿童和青少年,易在学校引起聚集性疫情乃至暴发流行<sup>[1-2]</sup>。因此,及时进行疫情时空特征分析,早期预测其发病趋势,对疫情暴发流行有提示作用,为尽早进行风险沟通及防范措施提供依据,是防控应对策略之一<sup>[3]</sup>。近年来 ARIMA 时间序列预测模型广泛应用于疾病预测,指导疾病预防控制工作<sup>[4]</sup>,本研究利用 2010—2020 年四川省泸州市流行性腮腺炎分月疫情数据分析其在时间和空间上的流行病学分布特征,并建立 ARIMA 时间序列模型对流行趋势进行短期预测,为防控策略的制定提供新思路。

1 材料和方法

1.1 数据来源 流行性腮腺炎数据来源于《中国疾病预防控制中心信息系统》的子系统《传染病监测系统》,按发病日期导出四川省泸州市 2010 年 1 月—2020 年 12 月的疫情资料。

1.2 方法

1.2.1 疫情分析 采用描述性流行病学方法分析泸州市 2010—2020 年流行性腮腺炎时间和空间分布总特征。

1.2.2 空间分布分析 构建泸州市流行性腮腺炎发病年度空间分布专题地图,并以 Moran's I 指数进行全局空间自相关分析,探讨发病率的总体空间格局,分析是否存在流行性腮腺炎空间聚集<sup>[5]</sup>。

1.2.3 模型构建和趋势分析 利用 ARIMA 模型对 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病时间分布特征进行分析并对其短期趋势进行预测,首先对原始序列进行平稳性判断,若不平稳则进行数据变换和差分;然后通过自相关图和偏自相关图来识别和选择模型,并对所选模型进行参数估计与模型诊断,选择最优模型;最后利用建立的时间序列模型预测 2021 年 1—3 月发病数以验证预测效果,进一步对 2021 年 4—12 月发病数进行短期预测<sup>[6-7]</sup>。

1.3 统计学分析 使用 Microsoft Excel 2020 整理分析数据并绘制统计图;采用 ArcGIS 10.6 构建空间分布专题地图并进行空间自相关分析;运用 Eviews 10 构建 ARIMA 模型并进行时间序列短期预测。以  $\alpha = 0.05$  为检验水准, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 空间分布 2010—2020 年泸州市 7 个区县均有

流行性腮腺炎病例报告,每年的高发区县不尽相同,各区县年均发病率(16.46~29.61)/10 万,见图 1。对 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎进行全局 Moran's I 指数自相关分析,发现各年份均不存在空间自相关性,见表 1。

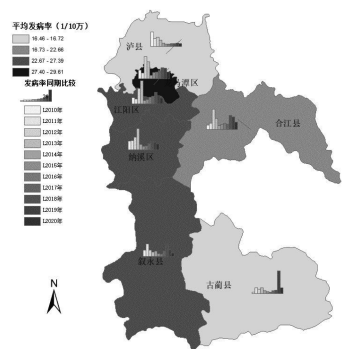


图 1 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病率地区分布

表 1 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病率  
全局自相关分析

年份	Moran's I	Z 值	P 值
2010	0.122	1.022	0.307
2011	-0.081	0.304	0.761
2012	0.103	0.913	0.361
2013	0.387	1.867	0.062
2014	-0.210	-0.146	0.884
2015	-0.103	0.220	0.826
2016	0.262	1.441	0.150
2017	0.071	0.806	0.420
2018	-0.235	-0.224	0.815
2019	-0.048	0.434	0.664
2020	-0.208	-0.143	0.887

2.2 时间分布

2.2.1 年度分布特征 2010—2020 年泸州市共计报告流行性腮腺炎病例 10 358 例,无死亡病例,年均报告发病率 22.17/10 万。绘制 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎年度报告发病数时间分布图可见 2010—2012 年发病率逐年升高,2012—2013 年处于较高水平,随后出现下降,至 2015 年达到最低,2016 年开始逐渐上升至 2019 年达到高峰,2020 年又开始下降,见图 2。

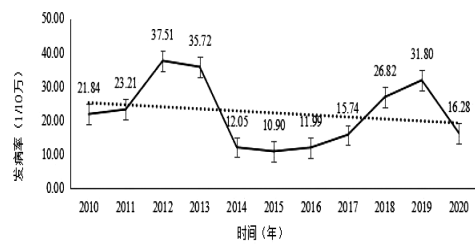


图 2 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病年度趋势

2.2.2 季节分布特征 从泸州市 2010—2020 年流行性腮腺炎分月发病数绘制的季节分布图可以看出泸州市流行性腮腺炎发病呈明显季节性,发病数从每年 3 月份开始逐渐增加,4—7 月达到高峰,再逐渐下降,大多数年份在 11 月至次年 1 月还有一个小高峰,见图 3。

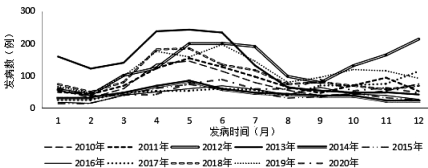


图 3 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病季节分布特征

2.3 ARIMA 模型构建

2.3.1 序列的平稳化 用四川省泸州市 2010 年 1 月—2020 年 12 月流行性腮腺炎月发病数作为建模基础数据,绘制月发病数原始序列图(图 4)。对原始序列进行 1 阶自然对数的非季节性差分 and 1 阶季节性差分,消除其长期趋势和季节的影响,ADF 检验结果  $t=-12.7858, P<0.001$ ,认为差分后的时间序列平稳,见图 5。

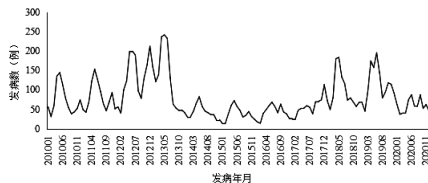


图 4 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎分月报告发病数序列图

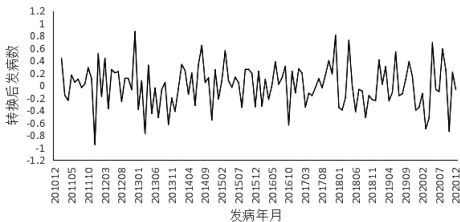


图 5 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎 1 阶自然对数和 1 阶季节性差分后发病序列图

2.3.2 模型的建立、识别与检验 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎分月发病数的时间序列经过 1 阶非季节性差分 and 1 阶季节性差分后达到平稳,据此构建  $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$  模型,并初步选择  $ARIMA(p, 1, q)(P, 1, Q)_{12}$  模型。通过观察差分后发病数时间序列的自相关和偏自相关函数图(见图 6)对  $p, q$  进行识别,根据文献<sup>[6-7]</sup>对模型进行多次尝试,最后选出最优模型  $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 2)_{12}, R^2 = 0.3587, AIC=0.4391, DW=1.9917$ 。对  $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 2)_{12}$  模型残差进行白噪声检验,从残差序列相关图上(见图 7)可以看出 ACF 和 PACF 均不超过

95%的可信区间,因此该模型残差序列不存在自相关,基本为白噪声序列,说明该模型能够较好地拟合泸州市流行性腮腺炎发病数时间序列数据。

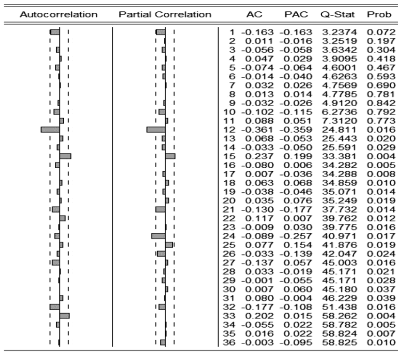


图 6 原序列经过差分后的序列自相关图和偏相关图

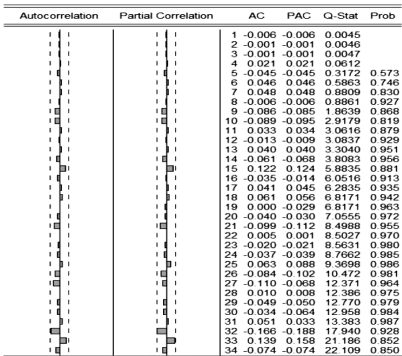


图 7 回归残差的白噪声检验

2.4 模型预测 运用  $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 2)_{12}$  预测泸州市 2021 年 1—3 月流行性腮腺炎的发病数并与实际值比较,可见流行性腮腺炎实际发病数均在预测发病的 95%置信区间内,预测效果可靠,见表 2。将 2021 年 1—3 月实际值加入原序列,拟合原序列并进一步预测 2021 年 4—12 月的流行性腮腺炎发病数,结果显示 2021 年 4—12 月发病数(506 例)稍低于去年同期(566 例),低于前 11 年平均发病水平,见图 8。

表 2 2021 年 1—3 月泸州市流行性腮腺炎模型预测效果比较

时间	实际值 (例)	预测值 (例)	95%置信 区间	绝对误差 (例)
1 月	20	35	20~62	15
2 月	24	26	12~56	2
3 月	45	44	17~112	-1

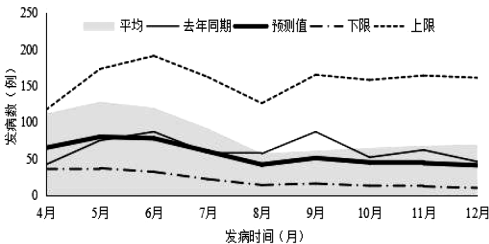


图 8 2021 年泸州市流行性腮腺炎发病趋势

### 3 讨论

流行性腮腺炎虽然属于丙类法定传染病,但具有传染性强,传播速度快以及并发症多等特点<sup>[1]</sup>。有关报道显示,2017—2019 年泸州市流行性腮腺炎发病率均高于全国平均水平<sup>[8-9]</sup>,其中 2018 年居四川省第五位<sup>[2]</sup>,可见泸州市流行性腮腺炎疫情形势仍然严峻,因此及时掌握该病流行规律,预测未来发病趋势对预防控制工作非常重要。

通过对泸州市 2010—2020 年的流行性腮腺炎疫情进行时空流行病学特征分析发现,流行性腮腺炎在泸州市 7 个区县普遍流行,高发地区分布不明显,未发现空间聚集性,可能与流行性腮腺炎自然流行时随机散发、人口聚集流动时引起暴发、传染病防控与疫苗接种工作的持续有效开展使各地发病率降低等原因有关,具体有待进一步研究。在时间分布上,泸州市流行性腮腺炎全年均有病例报告,但存在明显季节性特征,整体上有 4—7 月和 11 月至次年 1 月两个发病高峰,每年 2 月和 8—9 月是发病低谷,与全国多地流行性腮腺炎季节流行特征<sup>[2,8,10]</sup>基本一致。发病与学校开学和放假时间相吻合,提示流行性腮腺炎的发病和传播可能与学校学生聚集,接触较多,感染机会增加,易引起暴发流行相关,因此应继续加强学校流行性腮腺炎疫情综合防控工作。从年度趋势来看,2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病率整体呈下降趋势,2012、2013 年出现发病高峰,2014—2016 年处于发病低谷,2017 年后发病率又逐渐回升,与 2004—2019 年全国<sup>[8-9]</sup>年度流行趋势一致,符合流行性腮腺炎 3~5 年<sup>[9]</sup>流行周期的规律,发病率于 2019 年再次达到高峰,但高峰水平低于 2012、2013 年,进一步证明流行性腮腺炎防控工作取得较好成绩。

ARIMA 模型可以将影响流行性腮腺炎发病的各种因素考虑进去,经过反复修正确定最佳的模型,实现对时间序列的分析,从而实现在疾病发病高峰前的主动预测<sup>[11]</sup>。通过 2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎分月发病数建立的  $ARIMA(1,1,1)(1,1,2)_{12}$  模型拟合效果较好。利用此模型进行短期预测发现,2021 年 4—12 月泸州市流行性腮腺炎的发病波动情况基本与前 11 年平均水平相似,预测发病数较 2020 年同期稍有下降,但 5—6 月仍有一个高峰存在,不能排除有暴发流行的可能,仍然需要加大主动监测力度,及时做好疫情研判,防止疫情扩散蔓延。2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎疫情数据来源于信息系统,属于被动监测,结果可能低估,但科学合理的模型构建及预测仍有重要意义<sup>[12]</sup>。

综上所述,2010—2020 年泸州市流行性腮腺炎发病率整体呈下降趋势,且存在明显季节性,在空间上未发现聚集性,本次 ARIMA 模型构建较为理想,预测 2021 年 4—12 月泸州市流行性腮腺炎发病数稍低于去年同期。由于 ARIMA 模型适合于疾病的短期预测<sup>[13]</sup>,在实际工作中需要不断加入新的流行性腮腺炎监测数据,建立合理的模型,不断进行拟合与预测,同时加强生活方式、经济水平等多种社会环境影响因素的分析,从而进一步提高疫情趋势的预判和综合防控能力。

### 参考文献

- [1] 李兰娟,任红,高志良,等. 传染病学[M]. 第 8 版. 北京:人民卫生出版社,2013:73-76.
- [2] 刘宇,刘丽珺,杨庆,等. 2018 年四川省流行性腮腺炎流行特征和健康人群抗体水平[J]. 中国疫苗和免疫,2019,25(5):553-556,566.
- [3] 祝小平,刘伦光,陈秀伟,等. 2010—2018 年四川省流行性感冒时空流行特征分析及其短期预测[J]. 预防医学情报杂志,2020,36(9):1097-1102.
- [4] 孔德川,潘浩,郑雅旭,等. ARIMA 模型在上海市猩红热发病率预测中的应用[J]. 实用预防医学,2020,27(8):1011-1013.
- [5] Yang J, Zhang Y, Luo L, et al. Global mortality burden of cirrhosis and liver cancer attributable to injection drug use, 1990-2016: an age-period-cohort and spatial autocorrelation analysis[J]. Int J Environ Res Public Health, 2018, 15(1):170.
- [6] Box GEP, Jenkins GM, Reinsel GC. 时间序列分析:预测与控制[M]. 王成璋,尤梅芳,郝杨,译. 第 4 版. 北京:机械工业出版社,2011:116-244.
- [7] 马慧慧,郭庆然,丁翠翠. EViews 统计分析与应用[M]. 第 3 版. 北京:电子工业出版社,2016:286-296.
- [8] 王媛,朱贞,邓丽丽,等. 2018—2019 年中国流行性腮腺炎流行特征和病毒基因特征分析[J]. 病毒学报,2021,37(2):356-362.
- [9] 蒋蕊鞠,殷琼洲,徐明珏,等. 2004—2018 年全国流行性腮腺炎发病特征及重点防控人群分析[J]. 中国当代儿科杂志,2019,21(5):441-444.
- [10] 唐金芳,王佑新,农初师,等. 2020 年南宁市流行性腮腺炎 ARIMA 模型预测研究[J]. 实用预防医学,2021,28(3):313-316.
- [11] Zia UQ, Hassan S, Khan GM. Adaptive resource utilization prediction system for infrastructure as a service cloud[J]. Comput Intell Neurosci, 2017:4873459.
- [12] 凯丽比努尔·吾买尔,陈梦馨,马龙,等. 新疆兵团垦区 2010—2018 年流行性腮腺炎流行特征分析与趋势预测[J]. 新疆医科大学学报,2019,42(12):1635-1639.
- [13] 马晓薇,李晓宁,黄勇,等. 运用时间序列模型分析新发传染病网络舆情变化规律的研究[J]. 医学动物防制,2018,34(7):628-632.