

运用时间序列模型预测门诊患者抗菌药物使用率趋势

柳海环^{1*}, 柳海琛², 吴晨帆¹, 郑芳芳¹(1. 玉环市人民医院临床药学室, 浙江 玉环 317600; 2. 玉环市人民医院人事科, 浙江 玉环 317600)

中图分类号 R952 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)23-3197-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.23.08

摘要 目的: 加强抗菌药物门诊应用管理, 促进抗菌药物的合理使用, 为医院的科学管理决策提供参考。方法: 统计我院2008年1月—2016年6月的门诊患者使用抗菌药物例次占同期门诊总例次比例, 将2008—2015年的门诊患者抗菌药物使用率数据用于建立自回归移动平均模型(ARIMA), 2016年上半年数据用于验证所建立的模型, 并预测2016年下半年门诊患者抗菌药物使用率趋势; 采用SPSS 20.0软件进行统计分析。结果: 建立的ARIMA(2, 1, 0)(2, 1, 0)12模型具有较高的拟合度, 2016年上半年门诊患者抗菌药物使用率实际值与拟合值相差很小, 平均绝对误差为0.72%, 平均相对误差为4.20%, 且都在拟合值的95%置信区间内; 模型预测值的动态趋势与实际值基本一致。结论: ARIMA较好地模拟了医院门诊患者抗菌药物使用率趋势, 可用于门诊患者抗菌药物使用率趋势的短期预测和动态分析, 但在远期预测时, 还应综合多方面因素考虑。

关键词 抗菌药物; 时间序列; 自回归移动平均模型; 预测

Trend Prediction of Antibiotics Utilization Rate in Outpatients by Time Series Model

LIU Haihuan¹, LIU Haichen², WU Chenfan¹, ZHENG Fangfang¹(1. Dept. of Clinical Pharmacy, Yuhuan Municipal People's Hospital, Zhejiang Yuhuan 317600, China; 2. Dept. of Personnel, Yuhuan Municipal People's Hospital, Zhejiang Yuhuan 317600, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To strengthen application management of antibiotics in outpatients, promote rational use of antibiotics, and to provide reference for scientific management and decision-making in the hospital. METHODS: The proportion of outpatients receiving antibiotics in total outpatients was analyzed statistically during Jan. 2008-Jun. 2016. Utilization rate data of antibiotics in outpatients during 2008-2015 were used to establish Autoregressive integrated moving average model(ARIMA), and the data of the first half of 2016 was used to validate established model; the utilization rate trend of antibiotics in outpatients in the second half of 2016 was predicted. SPSS 20.0 statistical software was adopted for statistical analysis. RESULTS: Established ARIMA (2, 1, 0) (2, 1, 0) 12 model has higher fitting degree. There was a small difference between measured value and fitted value of utilization rate of antibiotics in outpatients in 2016. Average absolute error was 0.72%, and average relative error was 4.20%, within 95% confidence interval of fitted value. Dynamic trend of model predicted value was basically consistent with measured value. CONCLUSIONS: ARIMA model simulates utilization rate trend of antibiotics in outpatients well, can be used for short-term prediction and dynamic analysis of utilization rate trend of antibiotics. However, for long-term prediction, various factors should be considered.

KEYWORDS Antibiotics; Time series; Autoregressive integrated moving average model; Prediction

- [6] 汪济东. 癌痛治疗研究进展[J]. 临床医学研究与实践, 2016, 1(13):190-191.
- [7] 罗盛. 美国NCCN成人癌痛指南解读[J]. 中国处方药, 2014, 12(1):4-6.
- [8] 黄晓梅, 李晓璐. 我院癌痛规范化治疗示范病房麻醉性镇痛药品使用情况分析[J]. 中国执业药师, 2016, 13(8):8-14.
- [9] 张宏英. 芬太尼及其衍生物的临床应用及研究进展[J]. 医学理论与实践, 2007, 20(9):1028-1030.
- [10] 王胜. 我院住院病人麻醉药品临床应用与分析[J]. 海峡药学, 2014, 26(4):124-125.
- [11] 郭永谊, 吕维泽, 刘增香, 等. 氨酚羟考酮片与盐酸羟考酮缓释片在晚期癌痛治疗的药物经济学分析[J]. 中国医院药学杂志, 2012, 32(1):45-48.
- [12] 马莹, 张晖, 翟青, 等. 复旦大学附属肿瘤医院2008—2011年癌痛病人阿片类药物应用分析[J]. 药学服务与研究, 2014, 14(2):155-157.
- [13] 董志华. 瑞芬太尼和芬太尼应用于全身麻醉的比较分析[J]. 中国医药指南, 2016, 14(25):130-131.
- [14] 郭鸿雁. 瑞芬太尼麻醉在手术患者中的应用[J]. 临床合理用药杂志, 2016, 9(8A):93-94.
- [15] 高文学, 聂圣娜, 韩亚辉. 开封市第二中医院2013—2014年麻醉药品使用情况分析[J]. 临床合理用药杂志, 2016, 9(7C):50-52.
- [16] 肖瑛. 2013—2015年医院麻醉药品用药调查分析[J]. 中国药业, 2016, 25(20):72-74.

*副主任药师。研究方向: 医院药学。电话: 0576-87236030。E-mail: 454358129@qq.com

(收稿日期: 2017-04-24 修回日期: 2017-06-01)

(编辑: 晏妮)

门诊患者抗菌药物使用率是医院医疗管理中的一项重要内容,是抗菌药物临床应用的一项控制指标。本文尝试用时间序列模型之自回归移动平均模型(Autoregressive integrated moving average model, ARIMA)对医院门诊患者抗菌药物使用率趋势进行拟合预测,为医院加强门诊抗菌药物应用管理,实现门诊抗菌药物临床应用动态监测、评估和预警,促进门诊抗菌药物合理使用提供参考,从而为医院门诊的科学管理决策服务。

1 资料与方法

1.1 资料来源

利用我院的电子信息系统库,统计我院2008年1月—2016年6月的门诊患者使用抗菌药物的总例次及同期门诊总例次(均不含急诊例次)。收集2008年1月—2015年12月的每月门诊患者抗菌药物使用率(即门诊患者使用抗菌药物例次占同期门诊总例次的百分比)数据,用于建立ARIMA;收集2016年1—6月门诊患者抗菌药物使用率数据,用于验证所建立的模型,并预测2016年7—12月门诊患者抗菌药物使用率的数据变化趋势。

1.2 模型建立

时间序列分析是估算和研究某一时间序列在长期变动过程中所存在的统计规律性的方法,其主要目的是根据已有的历史数据对未来的数据趋势进行预测^[1]。Box and Jenkins的专著*Time Series Analysis: Forecasting and Control*提供了对时间序列进行分析、预测,以及对ARIMA进行识别、估计和诊断的系统方法,所以这种方法简称为B-J方法^[1]。标准的ARIMA为ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s,其中p, q分别表示自相关函数(ACF)、偏自相关函数(PACF)的阶, d表示差分的次数, P, Q分别表示季节性自相关、偏自相关的阶, D表示季节性差分的次数, s表示季节性的周期^[2]。在模型筛选过程中,选择拟合优度判定系数 R^2 和标准化(BIC)值来确定最优模型, R^2 值越大表示模型拟合程度越好, BIC值越小说明模型对数据的解释力越强^[3]。

1.3 统计学方法

利用Excel 2010软件建立数据库,采用SPSS 20.0软件对数据进行统计分析^[4]。计数资料以率表示,采用 χ^2 检验。将2008年1月—2015年12月门诊患者抗菌药物使用率数据建立ARIMA进行时间序列分析。

2 结果与分析

2.1 抗菌药物使用率

统计时间内门诊患者共计5 532 519例次,其中使用抗菌药物共计1 415 154例次,门诊患者抗菌药物使用率为25.58%,平均每月为26.39%,高于国家规定的综合医院不得高于20%的要求^[5]。各年度门诊患者抗菌药物使用率:2008年为33.83%,平均每月为33.93%;2009年为33.71%,平均每月为33.53%;2010年为31.66%,平均每月为31.76%;2011年为28.58%,平均每月为28.81%;2012年为24.87%,平均每月为24.95%;2013年为

22.31%,平均每月为22.34%;2014年为18.39%,平均每月为18.41%;2015年为17.22%,平均每月为17.31%。其中,2008—2011年的门诊患者抗菌药物使用率为31.79%,平均每年为31.95%,平均每月为32.02%;2012—2015年的门诊患者抗菌药物使用率为20.62%,平均每年为20.70%,平均每月为20.75%。经 χ^2 检查,两个时间段内的门诊患者抗菌药物使用率(含年/月平均使用率)比较,差异有统计学意义($P < 0.01$)。

2008年1月—2015年12月门诊患者抗菌药物使用率原始序列图见图1。由图1可见,门诊患者抗菌药物使用率呈明显的下降趋势,且以年为周期,每年的1—3月,门诊患者的抗菌药物使用率较高,均高于全年的平均水平,有明显的季节性变化。同时,笔者采用游程检验法对时间进行平稳性检验,得出游程数为6,检验统计量 $Z = -8.824$, $P < 0.001$,表明其为非平稳性时间序列。

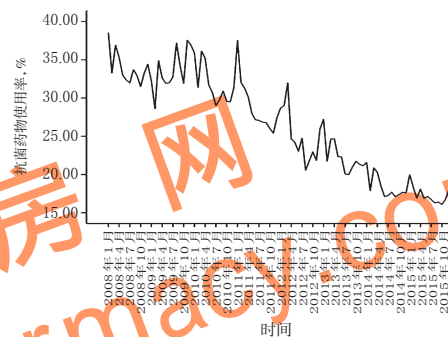


图1 门诊患者抗菌物使用率原始序列图

Fig 1 Original sequence diagram of utilization rate of antibiotics in outpatients

2.2 数据预处理

由原始序列图和游程检验结果可见,原始数据为随时间周期分布的非平稳序列;由原始数据自相关和偏自相关图(图2)可见,自相关图衰减较慢,呈以周期为12个月的季节性波动,由此确定 $s = 12$ 。因此,对序列进行自然对数转换、一阶非季节性和一阶季节性差分,以消除趋势和季节影响而达到平稳化,使序列呈现一组平稳的随机数据以符合时间序列分析的条件。由原始数据转换差分后的序列图及自相关和偏自相关图(图3、图4)可见,其自相关函数快速衰减,近似为平稳序列。

2.3 模型的筛选

通过ARIMA对时间序列数据进行分析,筛选出最优模型。通过筛选,由 R^2 最大、BIC最小得出ARIMA(2, 1, 0)(2, 1, 0)₁₂为最优模型, $R^2 = 0.898$, BIC = 1.751, Ljung-Box Q统计量均无统计学意义($P = 0.826$),因此,ARIMA(2, 1, 0)(2, 1, 0)₁₂模型拟合效果较好。同时模型的自相关和偏自相关函数与0差异无统计学意义,且均在95%的置信区间内,说明拟合效果较好,详见表1、表2、图5。

2.4 模型的预测

用ARIMA(2, 1, 0)(2, 1, 0)₁₂模型对我院2016年

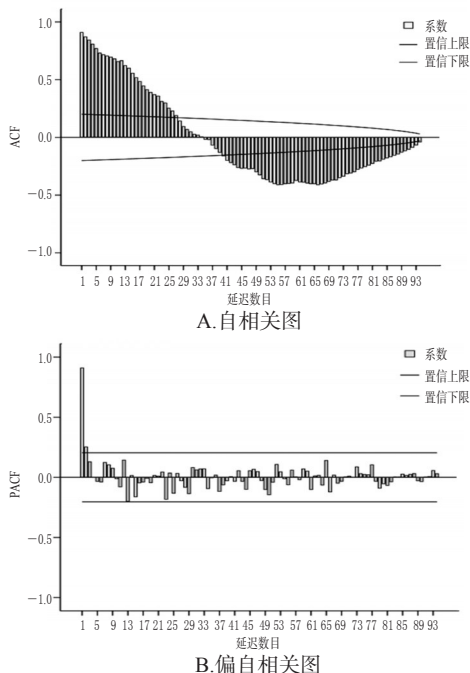


图2 门诊患者抗菌药物使用率序列的自相关和偏自相关图

Fig 2 Autocorrelation and partial autocorrelation diagram for utilization rate sequence of antibiotics in outpatients

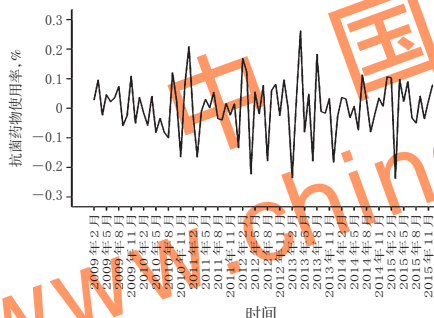


图3 差分后门诊患者抗菌药物使用率数据的序列图

1—12月门诊患者抗菌药物使用率趋势进行拟合,发现2016年1—6月份门诊患者抗菌药物使用率实际值与预测值相差很小,且都在预测值的95%置信区间内,模型预测值的动态趋势与实际值基本一致,详见表3。

3 讨论

目前,国内对门诊患者抗菌药物使用率趋势的预测研究报道较少,而本文证实了ARIMA可较好地用于基层医院门诊患者抗菌药物使用率趋势的预测,但应用时需注意时间序列方法应用条件。ARIMA季节乘积模型能充分考虑数据的基本趋势、周期性、季节性和残差相关性,在时间序列数据模型和预测中有广泛的应用。满足时间序列分析时要求等时间间隔采集、50个时间点或7~8个周期的数据^[6],本研究符合上述要求。

在对数据进行平稳化处理,筛选出ARIMA(2, 1,

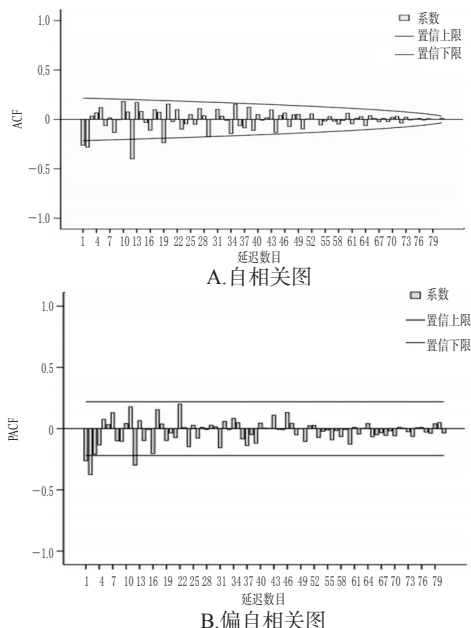


图4 季节性差分后门诊患者抗菌药物使用率序列的自相关和偏自相关图

Fig 4 Autocorrelation and partial autocorrelation diagram for utilization rate sequence of antibiotics in outpatients after seasonal differencing

表1 不同ARIMA的拟合优度比较

Tab 1 Comparison of goodness of fitting among different ARIMA

模型	R ²	均方根误差	平均绝对误差	BIC
ARIMA(2,1,0)(2,1,0)12	0.898	2.101	1.592	1.751
ARIMA(1,1,0)(2,1,0)12	0.879	2.267	1.601	1.850
ARIMA(0,1,0)(2,1,0)12	0.873	2.308	1.683	1.832
ARIMA(2,1,0)(1,1,0)12	0.890	2.168	1.678	1.761
ARIMA(1,1,0)(1,1,0)12	0.870	2.337	1.685	1.857
ARIMA(0,1,0)(1,1,0)12	0.864	2.375	1.783	1.836
ARIMA(2,1,0)(0,1,0)12	0.869	2.347	1.799	1.866
ARIMA(1,1,0)(0,1,0)12	0.839	2.586	1.863	2.007
ARIMA(0,1,0)(0,1,0)12	0.831	2.635	1.937	1.991

表2 不同ARIMA的检验结果

Tab 2 Test results of different ARIMA

模型	Ljung-Box Q		变量	系数	t	P
	统计量	P				
ARIMA(2,1,0)(2,1,0)12	9.073	0.826	AR(1)	0.105	-2.963	0.004
			AR(2)	0.105	-3.744	<0.001
			SAR(1)	0.114	-4.518	<0.001
ARIMA(1,1,0)(2,1,0)12	27.895	0.022	SAR(2)	0.113	-2.597	0.011
			AR(1)	0.112	-1.961	0.053
			SAR(1)	0.113	-4.971	<0.001
ARIMA(0,1,0)(2,1,0)12	26.479	0.048	SAR(2)	0.113	-2.668	0.009
			SAR(1)	0.113	-5.049	<0.001
			SAR(2)	0.112	-2.594	0.011
ARIMA(2,1,0)(1,1,0)12	15.874	0.390	AR(1)	0.103	-2.887	0.005
			AR(2)	0.104	-3.777	<0.001
			SAR(1)	0.105	-3.795	<0.001
ARIMA(1,1,0)(1,1,0)12	37.002	0.002	AR(1)	0.110	-1.893	0.062
			SAR(1)	0.103	-4.170	<0.001
			SAR(1)	0.101	-4.291	<0.001
ARIMA(2,1,0)(0,1,0)12	24.994	0.070	AR(1)	0.101	-3.162	0.002
			AR(2)	0.101	-4.290	<0.001
ARIMA(1,1,0)(0,1,0)12	62.420	<0.001	AR(1)	0.109	-2.017	0.047
ARIMA(0,1,0)(0,1,0)12	58.872	<0.001				

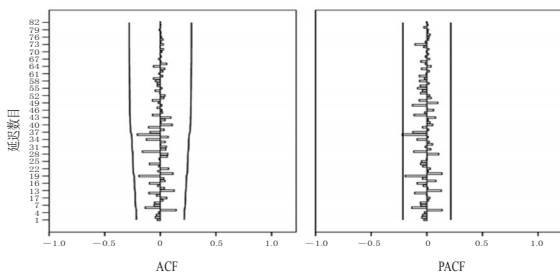


图5 残差ACF和残差PACF相关系数

Fig 5 Related coefficients of residual ACF and residual PACF

表3 我院2016年门诊患者抗菌药物使用率实际值(1—12月)与预测值及预测置信区间(%)

Tab 3 Measured value (Jan.-Dec.) and predicted value of utilization rate of antibiotics in outpatients and prediction confidence interval in our hospital in 2016(%)

月份	实际值	预测值	绝对误差	相对误差	预测值置信区间下限	预测值置信区间上限
1月	18.39	19.17	0.78	4.24	16.00	22.56
2月	16.79	15.81	0.98	5.85	12.93	18.89
3月	17.91	17.56	0.35	1.96	14.52	20.81
4月	17.14	17.76	0.62	3.59	14.70	21.02
5月	16.94	15.93	1.02	6.00	13.04	19.02
6月	16.20	16.78	0.57	3.53	13.81	19.95
7月		15.57			12.18	19.25
8月		15.62			12.06	19.51
9月		15.94			11.96	20.33
10月		15.95			11.60	20.80
11月		16.25			11.61	21.45
12月		16.86			11.86	22.47

注:置信区间宽度为95%

Note: the confidence interval width is 95%

0)(2,1,0)12模型在各方面的拟合度最优,且自相关和偏自相关函数的数值表现为随机分布,残差为白噪声。因此,在研究中选用此模型对2016年1—6月份门诊患者抗菌药物使用率数据进行预测,并和实际值进行比较。结果,预测的平均绝对误差为0.72%,平均相对误差为4.20%。该模型较好地拟合了我院每月门诊患者抗菌药物使用率趋势的变化规律,显示预测值和实际值具有较好的吻合程度,有着较好的预测精度。这说明利用ARIMA预测基层医院门诊患者抗菌药物使用率趋势变化是可行的。但实际值普遍高于预测值,因为ARIMA不是一成不变的,其受诸多未知的随机因素影响,适合短期内的预测,随着预测时间延长,其预测误差也会增大^[7]。在实际操作中我们还应综合多方面的因素,通过不断改进估计方法和修改/补充模型参数来提高模型的预测精度。

ARIMA建立的关键是对模型进行识别、确定模型的参数。由本研究数据可以看出,2008—2011年我院门

诊患者抗菌药物使用率变动趋势比较缓慢,从2012年以后下降趋势明显,这2个时间段内的门诊患者抗菌药物使用率差异有统计学意义($P < 0.01$)。2016年1—6月实测值月平均为17.23%,预测值月平均为17.17%,均低于国家规定的20%的要求。结合我院2016年的工作目标,利用此模型预测可以完成目标要求。这也说明我院自2012年以来持续开展抗菌药物专项整治活动和处方点评措施具有较明显的效果,这些活动措施必将对医师处方行为产生持续性的改变。

本文构建的ARIMA(2,1,0)(2,1,0)12模型预测效果较好,在今后的实际工作中可以对预测值和实际值进行比较,并根据每月的门诊抗菌药物的使用率进行预警,动态监测门诊抗菌药物使用情况,为医院临床药学管理者及时提供科学的决策依据。如果门诊患者抗菌药物使用率在预测值的95%置信区间内,则表明当月抗菌药物的使用在可控范围内,基本合理;如超出预测值的95%置信区间,则说明门诊抗菌药物处方使用存在不合理现象,应及时采取干预措施,加强处方点评力度和整治力度,对开具不合格抗菌药物处方的医师进行经济处罚,提高抗菌药物临床合理应用水平,确保合理用药。同时,该模型也有助于医院根据季节性的差异,合理采购、配置门诊抗菌药物,在一定程度上可以帮助医院有效地进行成本控制,充分合理地利用已有资源,走优质、低耗的发展道路,增强医院的综合竞争力^[8]。

参考文献

- [1] 王黎明,王连,杨楠.应用时间序列分析[M].上海:复旦大学出版社,2009:1-8.
- [2] 王涛,苑新海,杨俊英,等.运用时间序列模型对流行性腮腺炎流行趋势的预测[J].热带医学杂志,2014,12(14):1617-1620.
- [3] 黄利娟,梁学柱,查君敬.应用自回归移动平均模型预测医院出院人数[J].中国病案,2014,15(9):35-36.
- [4] 陈胜可.SPSS统计分析从入门到精通[M].2版.北京:清华大学出版社,2013.
- [5] 国家卫生计生委办公厅.2013年全国抗菌药物临床应用专项整治活动方案[S].2013-05-06.
- [6] 李红,梁沛枫,潘东峰,等.自回归滑动平均混合模型在医院感染发病率预测中的应用研究[J].中华医院感染学杂志,2013,23(11):2693-2695.
- [7] 叶孟良,李智涛,欧荣.ARIMA模型在预测重庆市医院日住院量中的应用[J].重庆医学,2012,41(13):1260-1261.
- [8] 王舟强,吴小琴.ARIMA乘积季节模型在出院人数预测中的应用[J].中国病案,2015,16(2):73-76.

(收稿日期:2016-08-24 修回日期:2016-11-08)

(编辑:晏妮)