

趋势季节模型法在预测医院感染发病例次率中的应用分析

叶冰 郭秋 井劲云* 王燕

北京大学第一医院宁夏妇女儿童医院(宁夏回族自治区妇幼保健院) 宁夏 银川 750001

摘要: **目的:** 建立能够准确预测医院感染发病例次率趋势季节模型,为院感防控措施的精准落实提供科学依据。**方法:** 通过2020年-2023年各季度的医院感染发病率数据建立趋势季节模型,并对2024年第一季度的感染发病例次率进行预测,根据预测结果确定高风险科室及高风险环节,提高临床高风险环节的感控意识,做到早期干预,以降低医院感染的发生对患者及家庭带来的不良后果。**结果:** 基于季节指数的趋势季节模型,建立医院感染发病例次率预测模型。 $Y_t = (0.568 - 0.018t) \times S_t$,根据模型预测出2024年1-4季度预测感染发病例次率分别是0.25%、0.25%、0.19%、0.24%,2024年第一季度我院实际医院感染发病例次率为0.28%,季度相对误差为-10.71%,表明趋势季节预测法对医院感染预测是可行的;并且通过统计分析得出季节序号t为自变量,与感染发病率Y为因变量之间存在中度正相关($r = 0.574$), $P < 0.05$,有统计学意义。**结论:** 趋势季节模型在医院感染发病率的预测中,模型拟合度较高,能够较好地预测医院感染发病例次率的变化,值得在医院感染的预测中推广应用。

关键词: 医院感染发病例次率;趋势季节模型;预测模型

医院感染是一个全球性的公共卫生问题,其发病率的高低不仅直接关系到患者的安全和医疗质量,而且是反映医院质量控制的重要指标。医院感染的发生不仅影响患者的康复,还可能导致医疗资源的浪费和医疗纠纷的产生。^[1]在公立医院大力推进DRG支付方式改革的进程中,助力医院高质量发展,提高医院感染管理质量显得尤为重要。^[2]欧洲疾病预防控制中心(ECDC)在2010年建立了医疗保健相关感染监测网(HAI-Net),^[3]建立监测网被认为是有效预防医院感染的重要内容,也是追踪医院感染防控措施有效性的重要工具。健康监测数据持续系统的收集、分析是医院感染防控的关键措施。因此,将医院感染预防与控制措施关口前移,对医院感染发病率进行前瞻性预测和研究分析,对于医院感控管理者和卫生部门的管理具有重要意义。

趋势季节模型预测法^[4]是一种基于时间序列数据的预测方法,通过对时间序列各种变化的分解、整理,既

能消除长期趋势变动,又能消除周期变动和不规则随机变动,更准确地反映季节变化情况,能同时兼顾趋势性和季节性的影响,使其预测结果更有实际意义和参考价值,在预测工作中有较强的适应性。趋势季节模型预测法是预测季度指标时常用的统计学方法。医院感染存在季节性的特点,选用趋势季节模型法既能兼顾季节性,又能兼顾趋势性的预测模型,为医院感染发病率的预测提供一种有效的工具。本研究通过构建趋势季节预测模型,对医院感染发病例次率进行预测分析,以期为医院感染防控工作提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

院感专职人员通过医院感染实时监测系统和病案系统查阅相结合的方式,回顾性收集2020年1月-2023年12月期间入住该医院后 > 48小时发生的医院感染病例,临床医师根据2001年国家卫生部颁发的《医院感染诊断标准》^[5]对院感病例进行核查确认,整理分析数据。

1.2 模型构建

基于季节指数的趋势季节模型,建立医院感染发病率预测模型: $Y_t = Y_t^1 \times S_t$,^[6]其中, Y_t 为考虑季节影响因素的医院感染发病例次率预测值, Y_t^1 为不考虑季节影响因素的医院感染发病例次率趋势值, S_t 为调整后的季节指数。应用趋势剔除法求调整后的季节指数,最后代入线性方差求得趋势预测值。

基金项目: 北京大学第一医院宁夏妇女儿童医院院级科研项目-YJKY-2023-04

作者单位: 北京大学第一医院宁夏妇女儿童医院(宁夏回族自治区妇幼保健院)

第一作者: 叶冰,女,主管护师,amybing2024@163.com

通讯作者: 井劲云,女,公卫医师,博士研究生jingjinyun2013@163.com

1.3 统计学方法

采用SPSS25.0统计软件分析,计数资料用率(%)表示。两组间率比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 趋势季节模型结果

以该院2020-2023年医院感染各季度发病例次率为基础,通过折线图观察数据规律,发现医院感染存在季节性的特点,故选择兼顾季节性与趋势性的趋势季节模型对医院感染发病例次率进行预测,见图1。



图1 各季度医院感染发病趋势图

2.2 应用趋势直线方程预测法,以季节序号 t 为自变量,观察值(感染发病率) Y 为因变量,求得直线方程式中的 a 、 b 两值。得: $a = 0.568$, $b = -0.018$, $Y_t^1 = 0.568 -$

$0.018t$ 。并计算出 $t = 1, 2, \dots, 16$ 的2020-2023年各季度观察值相应的趋势值,用 Y_t^1 表示,即为每个季度剔除趋势后的值(见表1)。

表1 趋势值与季节指数

年度	季度	季度序号 t	发病例次率 $Y(\%)$	趋势值 Y_t^1	季节指数 S_t^1
2020	1	1	0.40	0.55	0.73
	2	2	0.75	0.53	1.41
	3	3	0.29	0.51	0.56
	4	4	0.56	0.50	1.13
2021	1	5	0.58	0.48	1.21
	2	6	0.40	0.46	0.87
	3	7	0.45	0.44	1.02
	4	8	0.67	0.42	1.58
2022	1	9	0.37	0.41	0.91
	2	10	0.24	0.39	0.62
	3	11	0.35	0.37	0.95
	4	12	0.31	0.35	0.88
2023	1	13	0.32	0.33	0.96
	2	14	0.38	0.32	1.20
	3	15	0.26	0.30	0.87
	4	16	0.28	0.28	1.00

2.3 应用趋势剔除法,计算2020-2023年第1-4季度各季节指数的平均值,求得1-4季度平均调整季节指数。每季度的季节指数为: $S_t^1 = Y/Y_t^1$,^[6]调整季节指数 S_t 为各年度同一季度季节指数的平均值。见表2。

根据直线回归方程和调整季节指数 S_t 建立趋势季节模型: $Y_t = (0.568 - 0.018t) \times S_t^1$,其中, Y_t 为预测季度的医院感染发病例次率, t 为预测季度的序号, S_t^1 为预测季度对应的调整后季节指数。

2.4 2024年1-4季度医院感染发病率的预测

应用直线方程求2024年第一季度趋势值，将所求得各季度平均调整季节指数趋势值带入预测模型，即得2024年1-4季度预测感染发病例次率分别是0.25%、0.25%、0.19%、0.24%（见表2）为了检验趋势季节模型预测医院感染的可靠性，我们查证了2024年第一季度我院实际医院感染发病例次率为0.28%，季度相对误差为-10.71%，表明趋势季节预测法对医院感染预测是可行的。

表2 趋势季节模型预测表

年度	季度	季度 序号t	趋势预测 值 Y_t^1	趋势季节模型预测值	
				调整季节指数 S_t	预测值 $Y_t = S_t * Y_t^1$
2024	1	17	0.26	0.95	0.25
	2	18	0.24	1.03	0.25
	3	19	0.23	0.85	0.19
	4	20	0.21	1.15	0.24

3 讨论

3.1 研究主要发现：

回顾性分析结果显示，从整体上看2020-2023年全院出院患者人数呈上升趋势，而医院感染发病例次率总体呈下降趋势。分析其原因，提示经历疫情后，医务人员院感防控意识随着疫情的个人经历和社会各界的重视逐渐增强，再通过院内的感控知识强化培训掌握扎实，医院感染防控管理体系逐步成熟，防控措施落实成效显著。

通过对2020-2023年医院感染发病例次率的趋势季节预测分析，医院感染发病率存在季节性波动，第二季度和第四季度感染发病率存在较大的波动。从构建出的模型可以看出医院感染发病率是整体呈下降趋势，由于季节性疾病高发导致第二季度和第四季度的调整季节指数值会偏高，符合实际情况。

3.2 模型的有效性和适用性：

从数据上看，根据模型预测出的2024年1-4季度预测感染发病率分别是0.25%、0.25%、0.19%、0.24%，2024年第一季度我院实际医院感染发病例次率为0.28%，季度相对误差为-10.71%，表明趋势季节预测法对医院感染预测是可行的。通过分析得出季节显著性 $P < 0.05$ ，有统计学意义， $r = 0.574$ 表示因变量和所有自变量之间的线性关系是正向的，说明模型拟合度较高，趋势季节预测模型能够较好地预测医院感染发病例次率的变化，为医院感染防控管理工作提供科学依据。

趋势季节模型法用于出入院人数和门诊量以及传染病发病率方面的预测较多，用在医院感染发病率上的预测并不多见。我们运用该模型对医院2020-2023年医院感染发病率进行模型预测时，因考虑到医院感染具有明显

的时间高峰，针对时间序列资料中的季节变动特点，运用季节指数消除了季节因素的影响，使2024年预测值比较接近实际值，表明趋势季节模型同样适用于医院内感染发病率的预测。

3.3 与现有研究的比较：

以本院的数据为基础，在进行众多时间序列模型的拟合中，趋势季节模型法适配度最高。在实际应用中，确定时间序列数据的趋势成分可能需要尝试多种不同的模型和方法，并使用统计检验来确定最佳拟合。此外，随着新数据的不断收集，趋势模型可能需要定期更新以反映最新的数据特征。

3.4 模型的意义和实际应用：

根据医院历年的感染发病例次率构建出来的趋势季节模型是有特异性的，可以预测未来的感染发病率的趋势，根据预测出的感染发病率绘制出的趋势图可以展示在哪个时间段可能会出现感染高峰。这种预测在管理复杂的医院内能够帮助管理者节省人力和时间，并精准的提高院感管理水平，通过模型识别出感染高风险时段，医院可以针对性地加强感染控制措施，如增加手卫生监督、强化病房消毒频率、加强人员针对性的培训等；制定详细的防控预案，包括预防措施、应急响应等。设定具体的感染控制目标，如降低特定类型感染的发病例次率等，以提高管理效能，摆脱广撒网捞小鱼的感控工作模式。

通过比较模型预测与实际感染数据，医院可以评估采取的感染控制措施的有效性，及时调整策略。通过精确预测，医院可以避免在非高峰时段过度储备资源，从而节约成本。有效的感染控制可以减少患者的住院时间，降低治疗成本。通过有效的感染控制，降低医院内感染率，可以提升患者的就医体验和满意度。控制医院内感染是保障医疗安全的重要措施，趋势季节模型的应用有助于医院持续改进感染控制工作。在传染病爆发时，趋势季节模型可以帮助医院快速识别异常趋势，及时响应并采取行动。

3.5 局限性和不足：

由于医院在不断地发展和进步，感控的管理水平和医务人员的感控意识也在不断地增强，模型的构建要根据实际情况的人为干预的改变及时更新，有研究表明，应用趋势季节模型时构建数据最好利用4年以上连续完整的数据，构建出的模型较为稳定。

3.6 未来研究方向：

趋势季节预测模型在医院感染发病例次率中的应用分析表明，该方法能够有效地预测医院感染发病例次率的趋势和季节性变化，为医院感染防控工作提供有力支

持。在实际工作中,医疗机构应根据预测结果,合理安排防控措施,降低医院感染风险,保障患者安全。但在实际应用趋势季节模型时,若人为干预措施有效可根据实际干预落实情况及感染情况及时根据最新数据更新模型。本研究仅对医院感染发病率的数据进行了分析,在实际应用时可以结合临床数据、环境监测数据、社会经济数据等多源信息,为模型提供更全面的输入。利用模型研究特定病原体的生物学特征如何影响医院感染的传播和季节性模式。也可以探索医院环境因素(如空气质量、温度、湿度)对感染发病例次率的影响;以及对不同的感染防控措施进行成本效益分析,以找到最经济有效的防控策略。也可以利用模型研究基于患者特异性的个性化感染防控策略。利用大数据技术和云计算平台,提高数据处理和分析的效率。开发交互式决策支持系统,帮助决策者更好地理解 and 利用模型结果。

4 结论

本文所引用的趋势季节模型预测法,对于有连续性、周期性和具有一定规律的数据进行分析,同时可兼顾趋势性和季节性的影响。它对医院管理及统计工作是一种可引用的、有效的预测方法。它既可统计过去,又可预测未来,既可掌握季节变动规律,又可掌握全年情况,既兼顾了长期趋势,又对近期季节变动产生了影响,为医院感染控制部门的院感管理工作节省时间、人力,并能针对性精细化的制定控制计划及防控方案。为

实现前瞻性的医院感染管理提供科学依据,因而此方法值得在医院感染的预测中推广应用。

参考文献

- [1]刘茜,张洁,施红鑫.医院感染对患者住院日和直接经济负担的影响[J].中华医院感染学杂志,2020,30(1):125-129. DOI:10.11816/cn.ni.2020-196029.
- [2]陈明波,梁沛枫.DRG支付方式改革对公立医院高质量发展的影响及对策分析[J].中国医院,2024,28(1):12-14. DOI:10.19660/j.issn.1671-0592.2024.1.03.
- [3]Briassoulis, Panagiotis, Briassoulis, George, Christakou, Eleni, Machaira, Maria, Kassimis, Athanasios, Barbaressou, Chariklia, Nikolaou, Filippia, Sdougka, Maria, Gikas, Achilleas, Iliia, Stavroula. Active Surveillance of Healthcare-associated Infections in Pediatric Intensive Care Units Multicenter ECDC HAI-net ICU Protocol (v2.2) Implementation, Antimicrobial Resistance and Challenges[J]. The Pediatric infectious disease journal, 2021, 40(3): 231-237.
- [4]牛森.某医院院内感染影响因素及预测模型研究[D].第三军医大学,2015.
- [5]中华人民共和国卫生部.医院感染诊断标准(试行)[J].中华医学杂志,2001,81(5):314-320. DOI:10.3760/j.issn:0376-2491.2001.05.027.
- [6]严金燕与徐勇勇,医院感染的趋势季节模型预测及动态分析.中国医院统计,2004. 11(2): 第117-119页.