

基于季节性Mann-Kendall趋势检验的药品用量动态监测研究^Δ

余子珩*, 陈 辰, 杨香瑜, 李璐璐, 张韶辉[#](武汉市第一医院药学部, 武汉 430022)

中图分类号 R952 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2026)03-0377-06

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2026.03.18



摘要 目的 探索构建基于季节性Mann-Kendall趋势检验的药品用量动态监测(DMDC)模型,为高效、宏观地监测药品使用提供科学依据。方法 基于2024年10月门诊药房销售额排名前20%的药品建立门诊重点药物监控目录。以门诊重点药物2021年11月—2024年10月的月度用量数据建立Mann-Kendall趋势检验的DMDC模型,消除季节性波动的影响,分析药品用量随时间的变化趋势。以黏液溶解性祛痰药、皮肤真菌病用三唑类衍生物、单方羟甲基戊二酸单酰辅酶A(HMG-CoA)还原酶抑制剂为例,展示DMDC模型的监测效果,并与传统的环比增长率排序法的监测效能进行比较。结果 门诊重点药物监控目录共纳入215个品种,其均成功建立DMDC模型。其中,具有显著上升趋势的品种119个($P<0.05, S'>0$)。所建模型成功监测了黏液溶解性祛痰药、皮肤真菌病用三唑类衍生物、单方HMG-CoA还原酶抑制剂等药品的月度用量。DMDC模型识别潜在异动药品的精确率和召回率分别为60.7%、85.0%,均显著高于环比增长率排序法(8.3%、15.0%)($\chi^2=20.114, P<0.001; \chi^2=19.600, P<0.001$)。结论 基于季节性Mann-Kendall趋势检验的DMDC模型能够有效识别药品用量的长期趋势,排除季节性干扰,提升监测精准性与管理效率,适用于对药品用量进行动态监测。

关键词 药品用量;动态监测;季节性Mann-Kendall趋势检验;季节性波动

Research on dynamic monitoring of drug consumption based on seasonal Mann-Kendall trend test

YU Ziheng, CHEN Chen, YANG Xiangyu, LI Lulu, ZHANG Shaohui (Dept. of Pharmacy, Wuhan No. 1 Hospital, Wuhan 430022, China)

ABSTRACT OBJECTIVE To investigate a dynamic monitoring of drug consumption (DMDC) model based on the seasonal Mann-Kendall trend test, aiming to provide scientific evidence for the efficient and macroscopic monitoring of drug use. **METHODS** A monitoring list of key outpatient drugs was established based on the top 20% of drugs ranked by sales volume in the outpatient pharmacy in October 2024. A DMDC model based on the Mann-Kendall trend test was constructed using the monthly usage data of key outpatient drugs from November 2021 to October 2024, aiming to eliminate the impact of seasonal fluctuations and analyze the temporal trends in drug consumption. Taking mucolytic expectorants, triazole derivatives for dermatophytosis, and single-agent hydroxymethylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase inhibitors as examples, the monitoring effectiveness of the DMDC model was demonstrated, and its performance was compared with that achieved by the traditional sequential growth rate ranking method. **RESULTS** A total of 215 drug varieties were included in the monitoring list, and DMDC models were successfully established for all of them. Among these, 119 showed a significant increasing trend ($P<0.05, S'>0$). The model successfully monitored the monthly consumption of mucolytic expectorants, triazole derivatives for dermatophytosis, and single-agent HMG-CoA reductase inhibitors. The precision and recall rates of the DMDC model for identifying abnormal drug use were 60.7% and 85.0%, respectively, both significantly higher than those of the sequential growth rate ranking method (8.3% and 15.0%, respectively) ($\chi^2=20.114, P<0.001; \chi^2=19.600, P<0.001$). **CONCLUSIONS** DMDC model based on the seasonal Mann-Kendall trend test can effectively identify long-term trends in drug consumption, eliminate seasonal interference, enhance monitoring accuracy and management efficiency, and is suitable for the dynamic monitoring of drug consumption.

KEYWORDS drug consumption; dynamic monitoring; seasonal Mann-Kendall trend test; seasonal fluctuations

^Δ基金项目 武汉市卫生健康委课题(No.S202406050039)

*第一作者 中药师,硕士。研究方向:医院药学、天然药物化学。

E-mail: yuziheng0728@163.com

[#]通信作者 副主任药师,博士。研究方向:临床药学、医院药学。

E-mail: zshjimu@hotmail.com

随着门诊统筹和医疗大数据的发展,医院药品使用动态监测与预警已经成为医院药事管理的重要组成部分,其在保障药品合理使用、健全药品供应等环节上为患者健康权益提供支撑^[1]。国家卫生健康委在《关于开展药品使用监测与临床综合评价工作的通知》中指明了

医疗卫生机构推动信息智能化监测的方向,这使得如何在保证监测效率的前提下进行药品使用的精细化管理已成为医院高质量发展的必经之路^[2]。目前,广泛使用的药品动态监测方法如环比增长率排序法^[3],存在一定主观性且工作量较大。随着医院智能化发展的进程,一些新的监测方法随之出现,如基于统计过程控制的动态监测法,其通过统计学建模可有效识别药品使用数据的异常波动^[4]。但该模型只适用于对用量较稳定的药品品种进行监测,无法适应医疗行业快速发展的需求。

目前药品动态监测的核心问题在于:(1)在增长趋势的定量判定层面,如何选择合适的增幅阈值,挑选出有分析价值的品种;(2)药品用量受诊疗需求的季节性波动影响,如何过滤季节性干扰因素,筛选出存在真实增长趋势的品种。以往解决以上问题多凭经验判断,且各个医疗机构之间的判断标准并不相同。

本研究针对上述问题,以药品月度用量为监测对象,使用季节性 Mann-Kendall 趋势检验法,并通过 P 值定量判断该趋势是否显著,建立药品用量动态监测(dynamic monitoring of drug consumption, DMDC)模型,为高效、宏观地监测药品使用提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

药品月度使用数据均来源于我院的医院信息系统(hospital information system, HIS),数据字段包括药品代码、药品名称、使用数量、计数单位、金额。数据采集频率为每月1次,采集的时间段为2021年11月—2024年10月。

1.2 门诊重点药物监控目录的建立

我院前期已建立基于药品消耗指数的疾病诊断相关分组(diagnosis related groups, DRG)数据分析方法,用于住院患者药品使用情况的监测与管理^[5]。本研究在此基础上针对门诊药房药品用量变化建立细化监测工作方法。

本研究根据帕累托法则(80/20法则)^[6],采用 Python 3.9 环境下的第三方库 pandas 筛选 2024 年 10 月门诊药房销售额排名前 20% 的药品,纳入门诊重点药物监控目录。

1.3 基于 Mann-Kendall 趋势检验构建 DMDC 模型

1.3.1 Mann-Kendall 趋势检验的定义及应用

Mann-Kendall 趋势检验是一种广泛应用于气象学的非参数统计检验方法,用于检测时间序列是否存在显著的单调趋势^[7-8]。该方法的统计结果是基于观察值排序而非数值本身,适用于检测呈现偏态分布且可能包含异常值的时间序列趋势,具有检测范围宽、定量化程度高的特点,已在医疗数据分析中广泛应用^[9-10]。Hirsch

等^[11]针对季节性数据,基于 Mann-Kendall 趋势检验构建了变体模型,即季节性 Mann-Kendall 趋势检验。其通过将时间序列分解为多个季节性子序列,分别计算每个子序列的趋势检验统计量,然后将这些统计量合并为一个整体的检验统计量,从而在保留原方法非参数特性与抗异常值能力的基础上排除了季节性因素影响。这使得季节性 Mann-Kendall 趋势检验更适配带有周期性变化规律的药品使用波动的数据。

季节性 Mann-Kendall 趋势检验的零假设(H_0)为:时间序列允许存在季节性波动(各季节子样本分别服从独立同分布),但无长期单调趋势。

备选假设(H_1)为:存在至少 1 个月的子样本非同分布。

将各药品的月度使用数量时间序列记为 X ,将数据采集周期(年)记为 n (本研究中 $n=3$),本研究中周期为 12(1—12月),则有:

$$X=(X_1, X_2, \dots, X_{12}) \dots \dots \dots \text{公式(1)}$$

$$X_i=(X_{i,1}, X_{i,2}, \dots, X_{i,n}) \dots \dots \dots \text{公式(2)}$$

首先对第 i 个月($i=1, 2, \dots, 12$, 分别对应 1—12 月)的子样本 X_i 中每一对样本 $X_{i,m}$ 和 $X_{i,k}$ ($m > k$), 计算差值 $X_{i,m} - X_{i,k}$, 随后对每对差值使用符号函数(sgn)进行计算:

$$\text{sgn}(X_{i,m} - X_{i,k}) = \begin{cases} +1, & X_{i,m} - X_{i,k} > 0 \\ 0, & X_{i,m} - X_{i,k} = 0 \\ -1, & X_{i,m} - X_{i,k} < 0 \end{cases} \dots \dots \dots \text{公式(3)}$$

对趋势统计变量 S_i 和总趋势统计量 S' , 则有:

$$S_i = \text{sgn}(X_{i,m} - X_{i,k}) \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{m=k+1}^n \dots \dots \dots \text{公式(4)}$$

$$S' = \sum_{i=1}^{12} S_i \dots \dots \dots \text{公式(5)}$$

当 $n \geq 3$ 时, S' 近似服从正态分布,通过标准化得到 Z 统计量,用于显著性判断:

$$Z = \begin{cases} \frac{S' - 1}{\sqrt{\text{Var}(S')}} , & S' > 0 \\ 0, & S' = 0 \\ \frac{S' + 1}{\sqrt{\text{Var}(S')}} , & S' < 0 \end{cases} \dots \dots \dots \text{公式(6)}$$

本研究中设定检验水准 $\alpha=0.05$, 对应双侧临界值 $Z=1.96$ 。 $|Z| > 1.96$ 时 ($P < 0.05$), 拒绝 H_0 假设, 接受 H_1 假设。用 S' 统计值判断时间序列的变化趋势: $S' > 0$ 时, 时间序列呈增加趋势; $S' < 0$ 时, 时间序列呈减少趋势。当 $S' > 0$ 且 $P < 0.05$ 时, 序列呈显著上升趋势; 当 $S' < 0$ 且 $P < 0.05$ 时, 序列呈显著下降趋势; 当 $P \geq 0.05$ 时, 序列无显著变化趋势。

1.3.2 DMDC模型的构建及分级预警策略

本研究选取门诊重点监控药物的近3年(2021年11月—2024年10月)的月度用量,数据构建基于季节性Mann-Kendall趋势检验的DMDC模型。采用Python 3.9计算各药物的季节性Mann-Kendall趋势检验统计值,使用matplotlib库绘制各药品的月度用量图,使用scipy库对存在显著趋势的药品拟合参考趋势线。

DMDC模型提供的 P 及 S' 统计值支持基于趋势显著性和强度的分级预警。从门诊重点药物监控目录中筛选出具有显著上升趋势的药品($P<0.05$ 且 $S'>0$)纳入当月“重点关注药品池”。以历史 S' 值的90%分位数设置预警阈值(预警阈值可在实际工作中根据监测效果进行动态调整),本研究中预警阈值为30。根据 S' 值大小实施分级预警: $S'\geq 30$ 的药品纳入预警品种; $0<S'<30$ 的药品纳入关注品种。

1.4 DMDC模型的应用

我院药学部从2024年10月起每月更新当前月份的门诊重点药物监控目录,运行当月DMDC模型。并针对模型结果中的预警品种($S'\geq 30$),结合诊断、用法用量、疗程等进一步分析药品使用量显著增长的原因,以排除疾病谱变化等客观因素导致的药品消耗增长。

1.5 DMDC模型与传统环比增长率排序法的效果对比

本研究采用回顾性分析,选取药品用量波动显著的2024年第四季度作为观测窗口,以规避政策调整等中长期混杂因素影响,实现复杂场景下的监测效能对比。本研究采用环比增长率排序法(逐月筛选环比增长率排名前20位的药品)、DMDC模型两种监测方法同步开展月度药品用量分析,分别得到各自的预警品种目录。将两种方法得到的预警品种目录合并并去重,形成待评审的预警品种目录。

由我院药学部药事管理组的3名药师组成评审小组,对预警品种逐一进行盲法评议。潜在异动品种的“金标准”定义为:经处方点评确认,其用量异常增长缺乏合理临床依据的品种。

计算以下指标以量化评价两种方法的效能:精确率=模型预警的确属潜在异动品种的数量/模型预警品种总数 $\times 100\%$;召回率=模型预警的确属潜在异动品种的数量/评审小组确认的潜在异动品种总数 $\times 100\%$ 。

需要注意的是,假设所有存在不合理用药的潜在异动品种,都已被两种监测方法中的至少一种所预警,并纳入了本次评审范围。该假设可能会导致召回率偏高,此偏差对两种监测方法的评估产生同等影响,故不影响其相对效能的比较。

使用SPSS 25.0软件对两种方法的分类效能数据进行统计分析。组间比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 门诊重点药物监控目录建立结果

2024年10月的门诊药房销售额排名前20%的药品共225个,其累计金额占比为80.07%。由于在院使用时间小于6个月的品种暂无监控必要,排除这些品种后共215个品种纳入我院当月的重点药物监控目录。

2.2 DMDC模型构建结果

根据当月门诊重点药物监控目录成功构建DMDC模型215个,具体情况见表1。其中,具有显著上升趋势的品种119个($P<0.05, S'>0$)、无显著变化趋势的品种83个($P\geq 0.05$)、显著下降趋势的品种13个($P<0.05, S'<0$)。代表性样品的示例见图1(图1A、B、C分别为显著上升、无显著变化趋势、显著下降的代表品种)。

表1 DMDC模型在2021年11月—2024年10月的建模结果

趋势类型	统计学参数	品种个数	药品分类(品种个数)
显著上升	$P<0.05, S'>0$	119	内科用药(中成药)(25)、消化道和代谢方面的药物(18)、皮肤病用药(16)、心血管系统用药(9)、血液和造血器官用药(7)、其他(7)、呼吸系统用药(6)、抗肿瘤药及免疫调节剂(6)、神经系统药物(6)、皮肤科用药(中成药)(4)、雌性激素和胰岛素外的全身激素制剂(3)、感觉器官药物(3)、肌肉-骨骼系统药物(3)、全身用抗感染药(2)、妇科用药(中成药)(1)、抗寄生虫药、杀虫药和驱虫药(1)、泌尿生殖系统药和性激素(1)、肿瘤用药(中成药)(1)
无显著变化趋势	$P\geq 0.05$	83	内科用药(中成药)(16)、皮肤病用药(14)、消化道和代谢方面的药物(14)、血液和造血器官用药(8)、抗肿瘤药及免疫调节剂(5)、呼吸系统用药(4)、其他(4)、肌肉-骨骼系统药物(3)、泌尿生殖系统药和性激素(3)、心血管系统用药(3)、全身用抗感染药(2)、神经系统药物(2)、肿瘤用药(中成药)(2)、感觉器官药物(1)、抗寄生虫药、杀虫药和驱虫药(1)、皮肤科用药(中成药)(1)
显著下降	$P<0.05, S'<0$	13	血液和造血器官药(3)、皮肤病用药(2)、消化道和代谢方面的药物(2)、心血管系统用药(2)、呼吸系统用药(1)、抗肿瘤药及免疫调节剂(1)、神经系统药物(1)、肿瘤用药(中成药)(1)

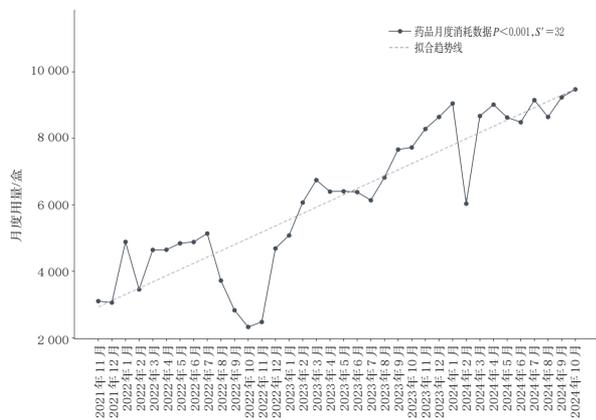
2.3 DMDC模型的应用案例分析

本研究以3个具有代表性的药品组[黏液溶解性祛痰药、皮肤真菌病用三唑类衍生物、单方羟甲基戊二酰单酰辅酶A(hydroxymethylglutaryl coenzyme A, HMG-CoA)还原酶抑制剂]进行案例分析,介绍基于季节性Mann-Kendall趋势检验的DMDC模型对药品用量的监测实践效果。

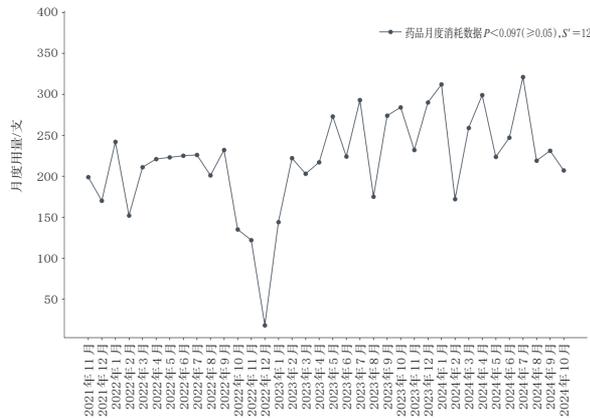
2.3.1 黏液溶解性祛痰药的用量监测

黏液溶解性祛痰药使用情况如图2所示。冬季呼吸道感染及慢性阻塞性肺疾病急性加重高发^[12],可见黏液溶解性祛痰药存在较明显季节性变化趋势,每年11月到次年3月用量较大。

我院使用的黏液溶解性祛痰药口服制剂中,桉柠蒎肠溶胶囊($P<0.001, S'=36$)、乙酰半胱氨酸泡腾片($P<0.001, S'=24$)、福多司坦片($P<0.001, S'=23$)存在显著增长趋势,盐酸氨溴索片($P=1.000, S'=0$)无显著变化趋势(图2)。其中,桉柠蒎肠溶胶囊为国家基本药物,



A. 硫酸氢氯吡格雷片的季节性Mann-Kendall趋势检验图示例 ($P<0.001, S'=32$)



B. 扎贝葡胺注射液的季节性Mann-Kendall趋势检验图示例 ($P<0.097, S'=12$)



C. 人表皮生长因子(LR截短型)凝胶的季节性Mann-Kendall趋势检验图示例 ($P<0.001, S'=-24$)

图1 代表性样品的DMDC模型示例

日治疗费用存在较大优势,且服用方式较简单,是我院使用较多的临床口服祛痰药;乙酰半胱氨酸泡腾片需要溶解服用,因其具有黏液溶解、直接抗氧化的双重作用机制优势,临床使用也较多;福多司坦片及盐酸氨溴索片进院时间不长,临床使用较少。经处方点评,4种药品的临床使用均无明显不合理。

2.3.2 皮肤真菌病用三唑类衍生物的用量监测

伊曲康唑分散片在我院主要用于皮肤真菌病,如体股癣、手足癣等,故将伊曲康唑分散片(图3中“圆点”标记曲线)及其同类品种伊曲康唑胶囊(图3中“三角”标记

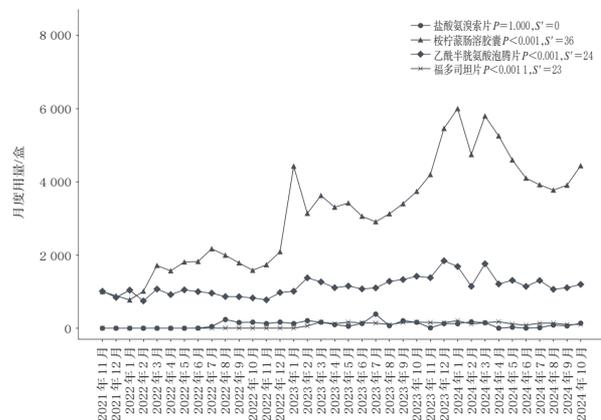


图2 黏液溶解性祛痰药的DMDC模型

曲线)共同纳入皮肤真菌病用三唑类衍生物组进行药品使用监测。该组药品用量均呈现季节性变化趋势,在每年夏季出现用药高峰,这与在杭州市开展的皮肤真菌病流行病学研究中5—7月皮肤真菌病高发的情况匹配^[13]。

由图3可以发现,伊曲康唑胶囊呈不显著的轻微下降趋势($P=0.451, S'=-6$),而伊曲康唑分散片呈显著上升趋势($P<0.001, S'=30$)。由此可以推断,在皮肤真菌病的临床实践中,伊曲康唑胶囊正逐步被伊曲康唑分散片取代。这种替代趋势符合临床用药优化的一般导向;相较于伊曲康唑胶囊,伊曲康唑分散片起效更快、日治疗费用更低,更符合临床用药的有效性、安全性与经济性原则。经处方点评,2种药品的临床使用均无明显不合理。

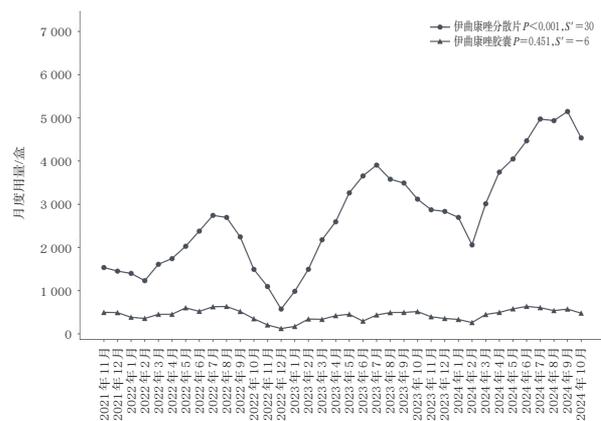


图3 皮肤真菌病用三唑类衍生物的DMDC模型

2.3.3 单方HMG-CoA还原酶抑制剂的用量监测

单方HMG-CoA还原酶抑制剂属无明显季节性趋势的慢性病药物。该组药品共有7个品种:阿托伐他汀钙片2个品种(国家集采中选药品、同通用名非国家集采中选药品),瑞舒伐他汀钙片2个品种(国家集采中选药品、同通用名非国家集采中选药品),匹伐他汀钙片2个品种(省级集采中选药品、同通用名非省级集采中选药品),普伐他汀钠片1个品种。

由图4可以看出,该组所有药品的用量均无明显季节性变化趋势。其中,阿托伐他汀钙片(国家集采中选药品)用量呈现显著上升趋势($P<0.001, S'=32$),阿托伐他汀钙片(同通用名非中选药品)用量呈不显著的下降趋势($P=0.097, S'=-12$)。瑞舒伐他汀钙片(国家集采中选药品、同通用名非中选药品)用量均呈显著上升趋势($P=0.002, S'=22; P=0.004, S'=20$),瑞舒伐他汀钙片(国家集采中选药品)的用量高于其同通用名非中选药品。匹伐他汀钙片(省级集采中选药品)用量呈现显著上升趋势($P<0.001, S'=28$),匹伐他汀钙片(同通用名非中选药品)用量呈显著的下降趋势($P=0.004, S'=-20$)。普伐他汀钠片用量呈显著的上升趋势($P<0.001, S'=28$)。可以推断,在调节血脂的临床实践中,医生普遍倾向于使用日治疗费用更低的集中带量采购中选品种。经处方点评,7种药品的临床使用均无明显不合理。

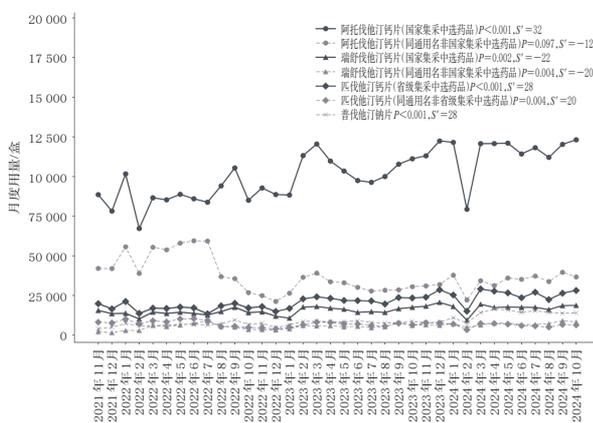


图4 单方HMG-CoA还原酶抑制剂的用量监测结果

2.4 DMDC模型与环比增长率排序法应用成效对比

为评估DMDC模型的应用成效,本研究以评审小组处方点评结果为标准,对DMDC模型与环比增长率排序法的监测效能进行了定量对比,结果见表2。

表2 DMDC模型与环比增长率排序法的应用成效比较

人工评议结果	方法(预警品种总数)	
	DMDC模型(28种)	环比增长率排序法(36种)
人工评议潜在异动品种($n=20$)	17个品种:皮肤科用药(6),内科用 药(中成药)(5),其他(2),消化道和 代谢方面的药物(1),感觉器官药物 (1),肌肉-骨骼系统药物(1),泌尿 生殖系统药和性激素(1)	3个品种:神经系统药物(1),消化道和代谢方 面的药物(1),心血管系统用药(1)
人工评议非潜在异动品种($n=44$)	11个品种:合理增长品种——心血 管系统用药(3),呼吸系统用药(2), 消化道和代谢方面的药物(2),神经 系统药物(1),除性激素和胰岛素外 的全身激素制剂(1),血液和造血器 官药(1),皮肤病用药(1)	33个品种:合理增长品种——神经系统药物 (4),呼吸系统用药(2),泌尿生殖系统药和性 激素(2),消化道和代谢方面的药物(2),抗肿 瘤药及免疫调节剂(1),外科用药(中成药) (1),心血管系统用药(1),血液和造血器官药 (1);误判趋势品种——呼吸系统用药(3),消 化道和代谢方面的药物(4),皮肤病用药(3), 感觉器官药物(2),泌尿生殖系统药和性激素 (2),其他(2),神经系统药物(2),血液和造血 器官药(1)

结果显示,DMDC模型的精确率(60.7%,17/28)显著高于环比增长率排序法(8.3%,3/36),差异具有统计学意义($\chi^2=20.114, P<0.001$);同时,其召回率(85.0%,17/20)也显著高于环比增长率排序法(15.0%,3/20),差异具有统计学意义($\chi^2=19.600, P<0.001$)。由此可见,DMDC模型在预警的准确性和敏感性方面均优于环比增长率排序法。

值得注意的是,环比增长率排序法的33个误报品种中,有19个品种实际呈显著下降或无显著趋势(3个呼吸系统用药因季节性波动而误判),表明传统方法无法排除季节性等短期波动,导致大量针对用量无增长药品的无效预警。相较而言,DMDC模型凭借其统计趋势检验功能,从根本上避免了对显著下降或无显著变化趋势品种的误判。该模型所预警的28个品种经确认均呈用量上升趋势,预警价值显著提升。

3 讨论

对临床用药合理性进行宏观监测是医院药事管理的关键环节,其核心目标不仅是识别潜在的用药异常,更在于为用药优化、资源配置提供合理依据。传统采用的环比增长率排序法虽能捕获短期波动,但其预警信号易受季节性、偶然性因素干扰,导致大量无效预警,难以精准识别具有临床意义的长期用药趋势。

3.1 DMDC模型为药品使用预测提出了新的解决思路

为解决药事管理的实际需求,本研究构建了基于季节性Mann-Kendall趋势检验的药品动态监测模型。DMDC模型通过拆分季节子序列、合并趋势统计量,有效排除季节干扰,实现了对长期趋势的量化识别与显著性评估。效能评估表明,DMDC模型的精确率(60.7%)与召回率(85.0%)均显著优于环比增长率排序法(精确率8.3%,召回率15.0%)。

进一步分析两种方法的预警差异发现,二者筛选的潜在异动品种并不重合。环比增长率排序法识别的3个呼吸系统用药的用量在研究时段中有较大增长,但在长周期中表现为无显著变化趋势或呈现显著下降趋势,未被DMDC模型纳入。这一结果揭示了两种方法的内在差异:环比增长率排序法作为一种短期波动监测工具,易受季节性与偶然因素影响;而DMDC模型的核心优势是专注于识别具有统计学意义的长期单调趋势,其可消除季节性波动影响,使预警结果更能反映潜在的、持续性的用药行为改变。以桉柠蒎肠溶胶囊为例,该药呈现明显的冬季高、夏季低的用量特征。传统方法易将季节峰值误判为异常增长或因夏季用量回落忽略其整体上升趋势。而DMDC模型可成功排除季节性干扰,准确识别出其显著上升趋势,避免了趋势误判或漏判。与此同时,该模型可输出P值和S'值的模型,这有助于建立基于

趋势显著性和强度的分级预警机制,使得药学管理人员能够将干预资源集中在真正重要的、存在潜在异常波动的品种上,为药事管理提供了客观、量化的决策依据。

3.2 DMDC模型为药品精细化管理提供了新的视角

在合理用药管理工作中,药品使用情况往往受到多种因素的影响,同时不同药品之间也存在使用关联。如“2.3”项下的3个案例所示,相同通用名下的一品多规药品、疗效近似药品的用量之间,往往存在此消彼长的复杂关联。药品用量监测实践中可以考虑将这类药品纳入同组进行整体分析,这将有助于药事管理者洞察不同药品间的替代使用关系,从而在处方点评与干预中科学引导临床选用更符合临床价值导向的品种。此举可有效避免“此消彼长”问题的发生——仅针对某一用量异常增长的药品进行干预,致使另一可替代的品种出现非预期的用量激增,形成新的管理漏洞,由此实现从孤立药品监测向治疗路径管理的转变。

3.3 本研究的局限性和下一步的探索方向

需要指出的是,DMDC模型仍存在一定的局限性:季节性Mann-Kendall趋势检验主要用于检测长期单调趋势,对于突发性、非周期性的剧烈变化(如突发性药品短缺)反应可能不足;此外,模型识别的是显著增长的趋势,必须通过人工二次甄别区分显著上升的具体原因。尽管如此,与传统方法中药师需耗费大量精力筛查无效警报相比,DMDC模型通过提供客观、量化的预警依据,显著提高了管理效率。

从适用场景来看,DMDC模型与传统的环比增长率排序法之间并非替代关系,而是形成场景互补。DMDC模型尤其适用于两类场景:一是存在显著季节性波动的药品监测(如“2.3”项下的黏液溶解性祛痰药、皮肤真菌病用三唑类衍生物),需要排除周期干扰识别长期趋势;二是需长期追踪的慢性病用药管理(如“2.3”项下单方HMG-CoA还原酶抑制剂),需通过趋势检验评估用药行为的持续改变。而传统环比增长率排序法则更适合短期突发波动的快速初筛,二者可形成监测协同以实现用药行为全面、立体的管理。未来可以探索将季节性Mann-Kendall趋势检验作为长期趋势监测的基础工具,结合环比增长率排序法等短期波动监测方法,共同构建多层次、多维度的药品使用监测与预警体系。

综上,本研究构建了基于季节性Mann-Kendall趋势检验的DMDC模型,并在药品用量监测中验证了其适用

性和有效性。这项创新性的研究为药品使用监测提供了新颖的视角和方法,为医疗机构探索药事管理持续化、常态化、精细化工作模式提供了参考。

参考文献

- [1] 张晶晶, 缪丽燕, 甄健存, 等. 《药品使用监测与评价标准》制订与解析[J]. 医药导报, 2024, 43(8): 1212-1216.
- [2] 国家卫生健康委. 国家卫生健康委关于开展药品使用监测和临床综合评价工作的通知[EB/OL]. [2025-03-13]. <http://www.nhc.gov.cn/yaozs/pqt/201904/31149bb1845e-4c019a04f30c0d69c2c9.shtml>.
- [3] 冯霞, 叶丽卡, 王若伦, 等. 医院药品使用动态监测及超常预警模式研究[J]. 今日药学, 2010, 20(10): 40-42.
- [4] 陈杨, 淡重辉, 徐美玲, 等. 基于统计过程控制的药品用量动态监测研究[J]. 中国药房, 2024, 35(19): 2328-2334.
- [5] 杨香瑜, 李璐璐, 余子珩, 等. 某院药品消耗指数与DRG超支的相关性及阈值效应分析[J]. 中国药房, 2025, 36(1): 113-116.
- [6] CHEN C N, LAI C H, LU G W, et al. Applying simulation optimization to minimize drug inventory costs: a study of a case outpatient pharmacy[J]. Healthcare, 2022, 10(3): 556.
- [7] HAMED K H. Trend detection in hydrologic data: the Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis[J]. J Hydrol, 2008, 349(3/4): 350-363.
- [8] MANN H B. Nonparametric tests against trend[J]. Econometrica, 1945, 13(3): 245-259.
- [9] 马远珠, 吴颖芳, 武丽, 等. 基于Mann-Kendall的广东省长效避孕服务利用和人工流产的趋势与突变分析[J]. 中国生育健康杂志, 2024, 35(5): 416-423.
- [10] 高风华, 张世清, 丁宋军, 等. 基于Mann-Kendall检验的2004—2023年安徽省有螺面积变化趋势分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2024, 36(5): 460-465.
- [11] HIRSCH R M, SLACK J R, SMITH R A. Techniques of trend analysis for monthly water quality data[J]. Water Resour Res, 1982, 18(1): 107-121.
- [12] 刘博, 段丽瑶, 樊文雁, 等. 天津市气象因素和大气污染物对慢性阻塞性肺疾病就诊人次的影响及其交互效应[J]. 中国慢性病预防与控制, 2024, 32(5): 358-363.
- [13] LI Q, LI J, ZHI H, et al. Epidemiological survey of 32 786 culture-positive dermatophytosis cases in Hangzhou from 2018 to 2023[J]. Mycopathologia, 2024: 189(6): 98.

(收稿日期: 2025-07-24 修回日期: 2026-01-21)

(编辑: 刘明伟)