

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20256642

· 论 著 ·

湖南省带量采购和分级管理政策对碳青霉烯类抗生素利用的影响

吴泽华¹, 陈君宇¹, 许林勇², 明煜鑫¹, 周宇松¹, 黄 勋³, 付陈超³, 王朝晖⁴, 刘世坤¹, 李佐军¹

(1. 中南大学湘雅三医院药学部, 湖南 长沙 410013; 2. 中南大学湘雅口腔医学院, 湖南 长沙 410031; 3. 中南大学湘雅医院医院感染控制中心, 湖南 长沙 410028; 4. 湖南省公共资源交易中心, 湖南 长沙 410116)

[摘要] **目的** 探索抗菌药物带量采购和分级管理政策对碳青霉烯类抗生素利用的影响。**方法** 采用 *Mann-Kendall* 趋势检验分析各级医疗机构碳青霉烯类抗生素用药频度 (DDDs)、采购金额 (Cost)、药品日均费用 (DDDc)、每天每 1 000 居民用药频度 (DID) 的变化趋势, 以 2020 年 5 月 1 日为带量采购政策的干预分界点, 以 2021 年 9 月作为分级管理目录的干预分界点, 采用间断时间序列分析法研究带量采购和分级管理政策对碳青霉烯类抗生素临床用药的影响。**结果** 在带量采购政策执行后, 碳青霉烯类抗生素 DDDs、DID 明显上升, 但长期趋势变化不显著; 与政策执行前相比, 碳青霉烯类抗生素的 Cost 和 DDDc 瞬时下降, DDDc 长期趋势变化显著, 但 Cost 长期趋势变化不显著。分级管理目录更新后, 碳青霉烯类抗生素 DDDs、Cost 瞬时下降, 但长期下降趋势不显著, 并且 DDDc 呈长期上升趋势。**结论** 带量采购政策降低了碳青霉烯类抗生素 DDDc, 短期内降低了 Cost; 但对 DDDs、Cost、DID 的长期影响有限; 分级管理对医疗机构碳青霉烯类抗生素的利用影响有限。

[关键词] 碳青霉烯类抗生素; 抗菌药物带量采购; 抗菌药物分级管理; 药物利用评价; *Mann-Kendall* 趋势检验; 间断时间序列分析

[中图分类号] R197.323.4

Impact of antimicrobial volume-based procurement and classification management policy on the use of carbapenem antibiotics in Hunan Province

WU Zehua¹, CHEN Junyu¹, XU Linyong², MING Yuxing¹, ZHOU Yusong¹, HUANG Xun³, FU Chenchao³, WANG Zhaohui⁴, LIU Shikun¹, LI Zuojun¹ (1. Department of Pharmacy, The Third Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410013, China; 2. Xiangya School of Stomatology, Central South University, Changsha 410031, China; 3. Center for Healthcare-associated Infection Control, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410028, China; 4. Hunan Public Resources Trading Center, Changsha 410116, China)

[Abstract] **Objective** To explore the impact of antimicrobial volume-based procurement (VBP) and classification management policy on the clinical use of carbapenem antibiotics. **Methods** Changing trend in defined daily doses (DDDs), procurement cost (Cost), defined daily dose cost (DDDc), and DDDs per 1 000 inhabitants daily (DID) of carbapenem antibiotics in all levels of medical institutions were analyzed by *Mann-Kendall* trend test. May 1, 2020 was taken as the intervention cut-off point of VBP policy. September 2021 was as intervention cut-off point of classification management list. The impact of VBP and classification management policy on the clinical use of carbapenem antibiotics were studied by interrupted time series analysis. **Results** After implementing VBP policy, the DDDs and DID of carbapenem antibiotics increased obviously, but the long-term trend didn't change significantly. Compared with before the implementation of the policy, the cost and DDDc of carbapenem antibiotics decreased immediately, the long-term trend of DDDc changed significantly, but the long-term trend of cost didn't change signifi-

[收稿日期] 2024-06-20

[作者简介] 吴泽华 (1998-), 女 (汉族), 广东省潮州市人, 硕士研究生在读, 主要从事临床药学药物评价研究。

[通信作者] 李佐军 E-mail: lzjy119@163.com

cantly. The DDDs and Cost of carbapenem antibiotics decreased immediately after the update of classification management list, but the long-term downward trend was not significant, and DDDc presented a long-term upward trend. **Conclusion** VBP policy reduces the DDDc and short-term cost of carbapenem antibiotics, but its long-term impact on DDDs, cost and DID is limited. Classification management has limited impact on the use of carbapenem antibiotics in medical institutions.

[Key words] carbapenem antibiotics; antimicrobial volume-based procurement; antimicrobial classification management; evaluation of drug utilization; *Mann-Kendall* trend test; interrupted time series analysis

碳青霉烯类抗生素是临床常用的广谱非典型 β -内酰胺类抗生素,抗菌活性强,特别是对多重耐药革兰阴性杆菌,如产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)肠杆菌目细菌具有很强抗菌活性。碳青霉烯类抗生素对患者的治疗效果也得到临床认可,这类药物的临床应用也越来越广泛,但是依据 2022 年全国细菌耐药监测网(CARSS)和湖南省细菌耐药监测网细菌耐药性监测报告,湖南省耐碳青霉烯类革兰阴性杆菌(CRO)的检出率持续攀升,细菌对抗菌药物的耐药形势加剧,尤其是耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)与耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB)的耐药率在近 20 年持续攀升^[1-2]。研究^[3-4]表明,在特定地理区域抗菌药物使用的增加与 CRO 耐药率相关。为遏制细菌耐药率上升,湖南省于 2011 年开始开展抗菌药物整治和分级管理,并于 2020 年 5 月实行抗菌药物集中带量采购^[5],2021 年 9 月更新抗菌药物分级管理目录^[6]。本研究统计湖南省药品招标采购网碳青霉烯类抗生素采购数据,分析评估两项政策的执行对碳青霉烯类抗生素利用指数的影响。

1 资料与方法

1.1 资料来源 采集湖南省公共资源交易平台中 2018 年 1 月—2022 年 9 月湖南省公立医疗机构碳青霉烯类抗生素(我省在网采购的碳青霉烯类抗生素有 5 个品种:亚胺培南、美罗培南、帕尼培南、比阿培南和厄他培南)实际采购记录,并按月对数据进行初步整理。每条数据的采集信息主要包括医院名称、医院级别、药品通用名、规格、包装数量、入库数量、入库金额等。湖南省居民人口数量由湖南省人民政府网站(<http://www.hunan.gov.cn/hnszf/zfsj/zfsj.html>)查询获取。

1.2 研究方法 首先核查采购数据的可靠性、完整性,并剔除数据条目上报不全单位的碳青霉烯类抗生素采购记录,因碳青霉烯类未纳入湖南省基层医疗机构管理目录,且采购数据的样本量太小,因此基

层医疗机构不列入本次研究。为保证研究数据样本的一致性,将采购网数据齐全的医疗机构纳入研究样本,共纳入二级医疗机构 416 所,三级医疗机构 109 所。统一所有药品规格的单位,以便于后续计算药物采购量。分别按医院级别、药物类别、药品通用名称等不同字段统计碳青霉烯类抗生素采购金额和采购量。本研究以 2020 年 5 月作为带量采购政策的干预分界点,2018 年 1 月—2020 年 4 月 28 个月为带量采购政策(AVBP)执行前,2020 年 5 月—2021 年 8 月共 16 个月为 AVBP 执行后;以 2021 年 9 月作为分级管理目录的干预分界点,2020 年 5 月—2021 年 8 月共 16 个月为分级管理目录更新前,2021 年 9 月—2022 年 9 月共 13 个月为分级管理目录更新后,应用 EXCEL 2013 计算以下指标。①用药频度(DDD_s)^[7]:指药物累计消耗量;②每天每 1 000 居民用药频度(DDD_s per 1 000 inhabitants daily, DID):可反映全人群中该药物的使用情况;③采购金额(Cost);④药品日均费用(defined daily dose cost, DDD_c):主要反映药品整体价格水平,表示该药品每天所消耗的金额,DDD_c = 药品采购金额/该药品的 DDD_s。

1.3 统计学方法 本研究将数据运用 R 语言进行 *Mann-Kendall* 趋势检验和间断时间序列建模,趋势检验参数意义:*Tau* 是一种非参数的相关系数,*Tau* 值的范围为 -1~1,用于衡量两个变量之间的相关性和趋势的强度;*S* 为变量关系差的和,正值代表增加,负值代表减少,绝对值表示相差的数值大小;*Z*>0,表示呈上升趋势,*Z*<0,表示呈下降趋势,*P*≤0.05 表示差异有统计学意义。以 DDD_s、Cost、DDD_c、DID 四个指标作为因变量(分析指标),干预前后时间点为自变量分段构建回归方程,模拟间断时间序列模型,模型的方程表达式如下: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 \times \text{time} + \beta_2 \times \text{intervention} + \beta_3 \times \text{time after intervention} + \varepsilon_t$ 。其中 Y_t 是指以上 4 个分析指标在时间点 t 月的平均水平;time 是指研究观察期间以月度表示的连续时间变量,取值范围为 0~56,依次与

观察时间点对应;intervention 是虚拟的分类变量, β_0 是指 4 个分析指标初始水平($t = 0$ 时)的估计值; β_1 为干预政策执行前 4 个分析指标随时间变化的趋势,即带量采购政策或分级管理目前执行前,抗菌药物月度 DDDs、Cost、DID 或 DDDc 的变化趋势的斜率; β_2 表示干预政策执行时 4 个分析指标的瞬时变化,即带量采购政策或分级管理目录执行后抗菌药物月度 DDDs、Cost、DID 或 DDDc 的瞬间水平变化; β_3 表示干预政策执行后 4 个分析指标趋势变化的改变量,即政策干预前后两段斜率的差值; $\beta_1 + \beta_3$ 表示干预政策执行后抗菌药物月度 DDDs、Cost、DID 或 DDDc 的变化趋势的斜率。

2 结果

2.1 碳青霉烯类 DDDs、Cost、DID、DDDc 统计结果 DDDs、DID 逐年上升;Cost 在 2020 年后下降,但 2022 年或将上升超过 2019 年水平;DDDc 在 2020 年后下降,2022 年出现反弹,见表 1。

2.2 碳青霉烯类药物利用指数趋势分析 湖南省所有医疗机构的 DDDs、DID 呈上升趋势(均 $P < 0.05$), DDDc 呈下降趋势($P < 0.05$);Cost 整体变化差异

表 1 不同年份碳青霉烯类 DDDs、Cost、DID、DDDc 统计结果
Table 1 Statistics of DDDs, Cost, DID and DDDc of carbapenems in different years

药物利用指数	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年 1—9 月
DDD _s	3.96×10^5	4.81×10^5	6.64×10^5	8.74×10^5	6.79×10^5
Cost	2.06×10^8	2.61×10^8	1.80×10^8	1.67×10^8	2.27×10^8
DID	0.19	0.30	0.33	0.44	0.34
DDD _c	6 235.00	6 525.15	3 886.14	2 308.62	3 041.27

无统计学意义($P > 0.05$)。Mann-Kendall 趋势检验参数见表 2, Mann-Kendall 趋势检验见图 1。湖南省所有医疗机构 DDDs、DID 的突变点在 2020 年 5 月[UF>UB, 在 95% CI(-1.96~1.96)内];且 Cost 突变检验有三个交叉点,分别是 2018 年 12 月、2019 年 12 月和 2022 年 6 月,后两个突变点的置信度>95%,Cost 在 2019 年 12 月和 2022 年 6 月之间下降明显,2022 年 7 月呈上升趋势。湖南省所有医疗机构和三级医疗机构的 DDDc 突变点在 2020 年 9 月,其中二级医疗机构的突变点在 2021 年 11 月。Mann-Kendall 突变检验见图 2。

表 2 湖南省医疗机构 Mann-Kendall 趋势检验主要参数值

Table 2 The main parameter values of Mann-Kendall trend test for medical institutions in Hunan Province

指标	所有医疗机构				二级医疗机构				三级医疗机构			
	DDD _s	Cost	DID	DDD _c	DDD _s	Cost	DID	DDD _c	DDD _s	Cost	DID	DDD _c
Z	6.670	0.296	6.753	-2.953	6.987	1.342	7.070	-4.633	6.450	0.255	6.560	-2.843
P	<0.001	0.767	<0.001	0.003	<0.001	0.179	<0.001	<0.001	<0.001	0.799	<0.001	0.005
S	970	44	982	-430	1 016	196	1 028	-674	938	38	954	-414
Tau	0.608	0.028	0.615	-0.269	0.637	0.123	0.644	-0.422	0.588	0.024	0.598	-0.259

注:共 57 个时间点。

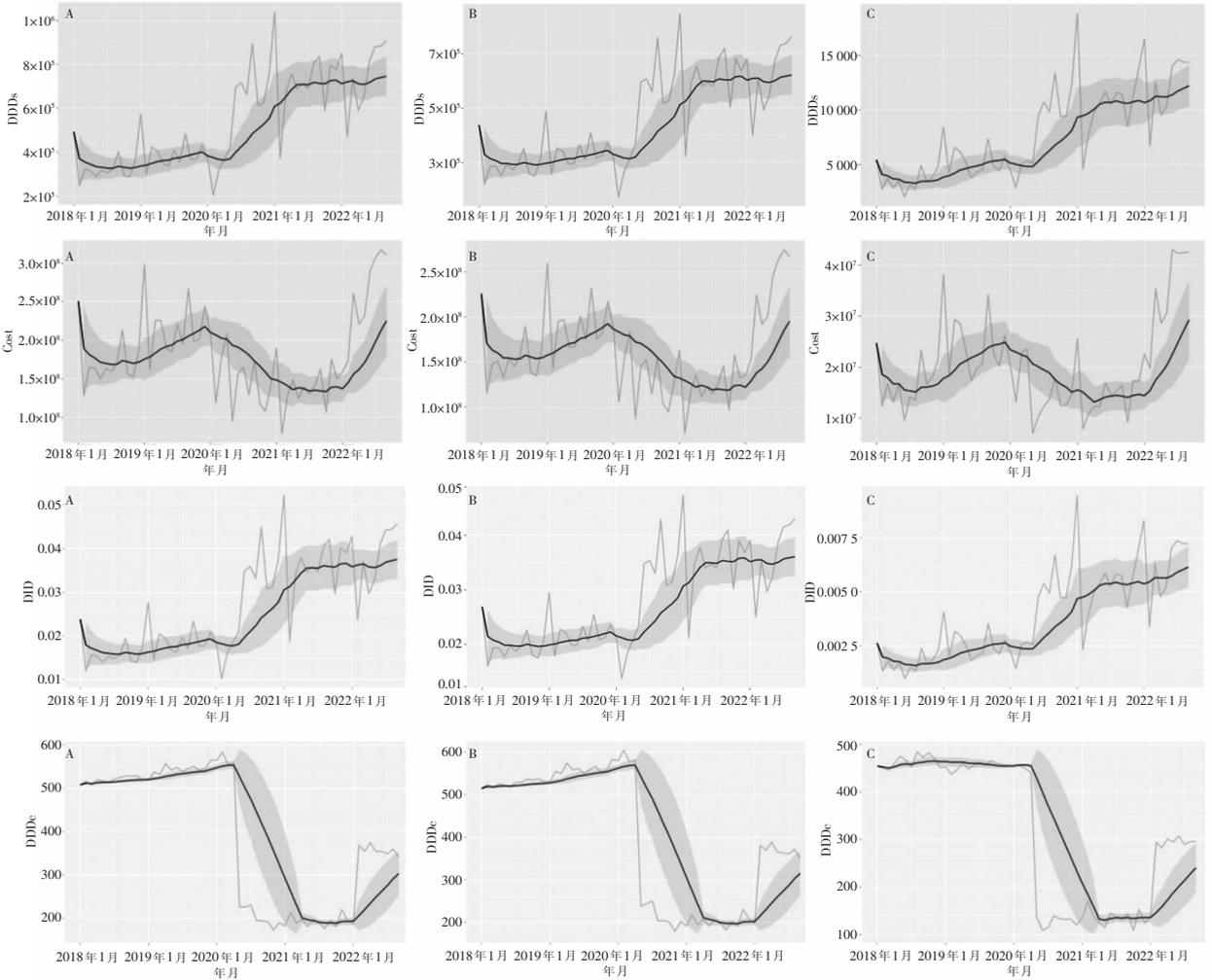
2.3 碳青霉烯类药物利用指数间断时间序列分析 因 DID 的变化趋势与 DDDs 一致,因此间断时间序列分析采用碳青霉烯类其他 3 项指标,间断时间序列模型结果见图 3,分段回归模型具体参数见表 3。

2.3.1 带量采购政策对药物利用指数的间断时间序列分析 数据统计周期内,在带量采购政策执行后,全省医疗机构碳青霉烯类 DDDs 瞬时上升,差异有统计学意义($P < 0.001$);相比于带量采购政策执行前,所有医疗机构碳青霉烯类 DDDs 的瞬时变化显著($P < 0.01$),碳青霉烯类 DDDs 的长期趋势变

化无统计学意义($P > 0.05$);二级和三级医疗机构也表现出了同样的瞬时变化趋势;且在该政策执行前,二级医疗机构碳青霉烯类 DDDs 表现出上升趋势($P < 0.05$)。在该政策执行前,二级医疗机构碳青霉烯类 Cost 呈上升趋势($P < 0.05$),在带量采购政策执行后,所有医疗机构、三级医疗机构、二级医疗机构 Cost 瞬时下降明显,差异有统计学意义($P < 0.005$),但碳青霉烯类 Cost 的长期下降趋势变化与政策执行前相比,差异无统计学意义($P > 0.05$)。所有医疗机构及三级医疗机构碳青霉烯类 DDDc 在干预前有显著上升趋势($P < 0.001$);在带量采购

后,所有医疗机构、三级医疗机构、二级医疗机构碳青霉烯类 DDDc 瞬时下降明显($P < 0.001$);与该政策执行前相比,所有医疗机构、三级医疗机构碳青霉

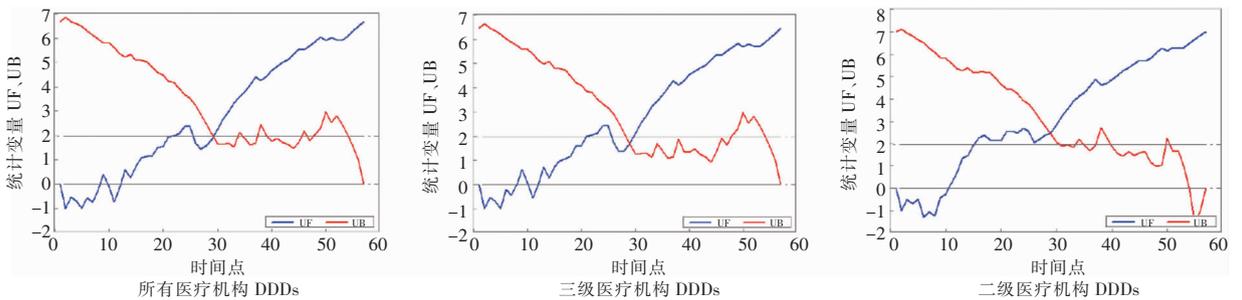
烯类 DDDc 呈长期下降趋势($P < 0.001$),但是二级医疗机构碳青霉烯类 DDDc 在带量采购政策后差异无统计学意义($P > 0.05$)。



注: A 为所有医疗机构; B 为三级医疗机构; C 为二级医疗机构。

图 1 湖南省医疗机构碳青霉烯类抗生素 DDDs、Cost、DID、DDDc 的 MK 趋势检验

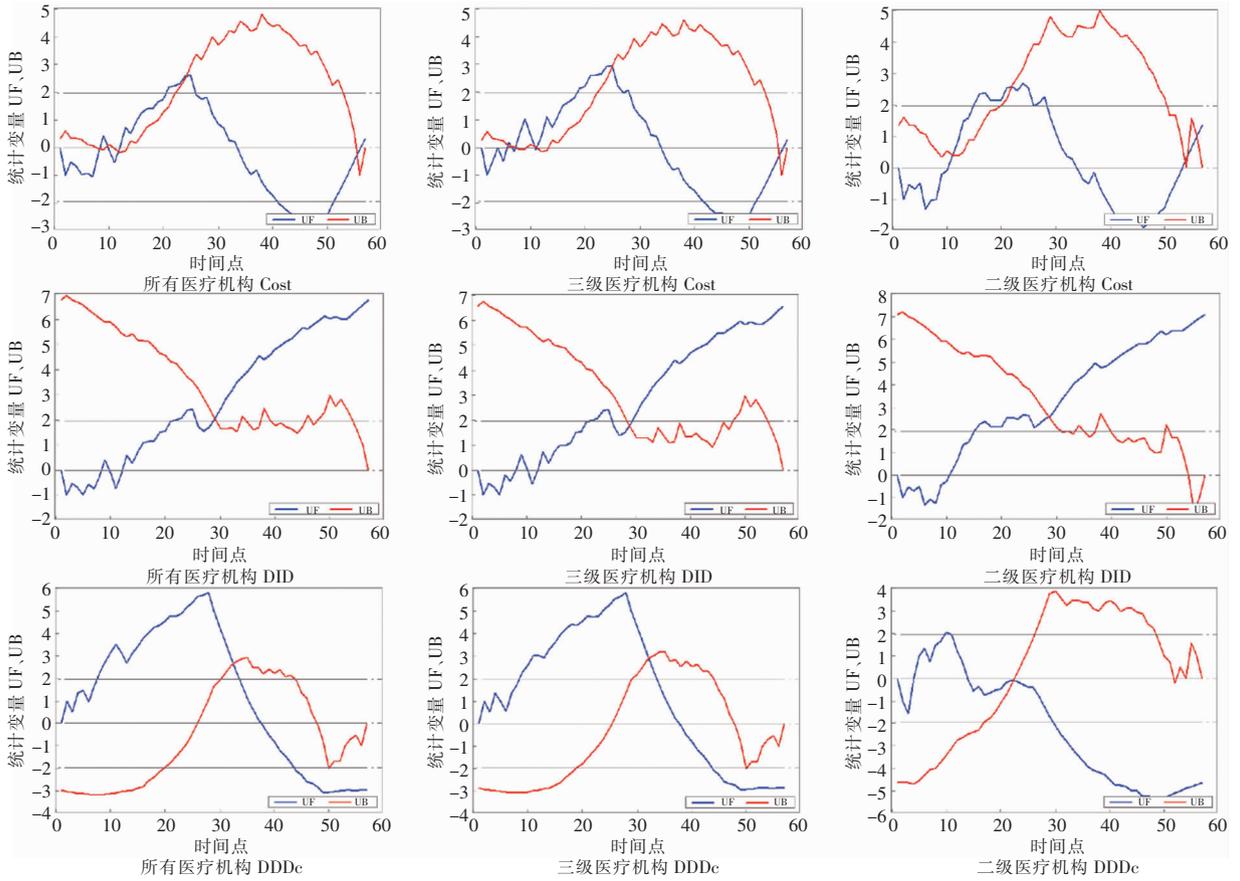
Figure 1 MK trend test of DDDs, Cost, DID, DDDc of carbapenem antibiotics in medical institutions in Hunan Province



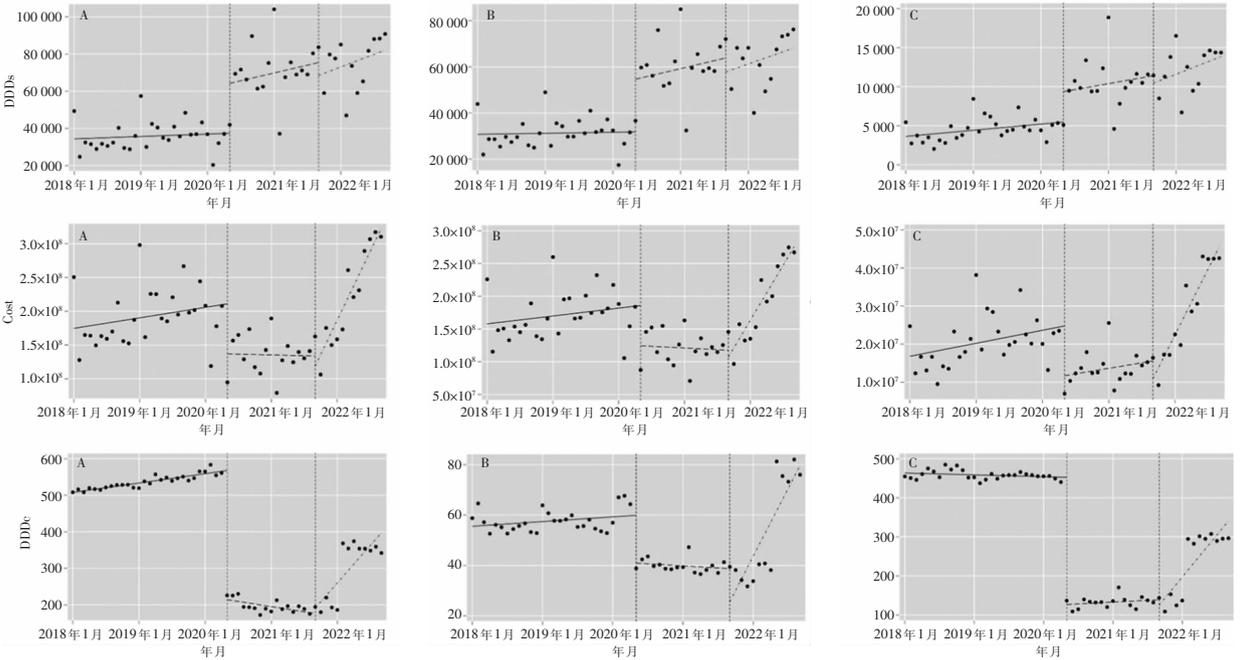
注:横坐标 1~57 代表 2018 年 1 月—2022 年 9 月,纵坐标为统计变量 UF、UB 值,UF 和 UB 曲线的交点在 95%CI(-1.96~1.96)内,可确定交点具体时间,说明该时间点参数呈现突变状态。

图 2 湖南省医疗机构碳青霉烯类抗生素 DDDs、Cost、DID、DDDc 的 MK 突变检验

Figure 2 MK mutation test of DDDs, Cost, DID, and DDDc of carbapenem antibiotics in medical institutions in Hunan Province



续图 2 (Figure 2, Continued)



注: A 为所有医疗机构; B 为三级医疗机构; C 为二级医疗机构。

图 3 医疗机构碳青霉烯类抗生素 3 项指标(DDD_s、Cost、DDD_c)间断时间序列分析

Figure 3 Interrupted time series analysis of 3 indicators (DDD_s, Cost, DDD_c) of carbapenem antibiotics in medical institutions

2.3.2 分级管理政策对药物利用指数的间断时间序列分析
在 2021 年 9 月分级管理目录执行后,全省

所有医疗机构碳青霉烯类 DDD_s 变化差异无统计学意义($P>0.05$)。与分级管理目录执行前相比,二级

医疗机构的碳青霉烯类 DDDs 瞬时增长 ($P < 0.05$)。全省医疗机构碳青霉烯类 Cost 变化差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与分级管理目录执行前相比,全省所

有医疗机构和三级、二级医疗机构碳青霉烯类 DDDc 变化均无统计学意义 ($P > 0.05$);但全省医疗机构碳青霉烯类 DDDc 呈长期上升趋势 ($P < 0.001$)。

表 3 医疗机构碳青霉烯类抗生素 3 项指标的分段回归分析

Table 3 Segmented regression analysis of 3 indicators of carbapenem antibiotics in medical institutions

参数	所有医疗机构	P	二级医疗机构	P	三级医疗机构	P
DDDs						
常数 ($t = 0$)	3.44×10^4	<0.001	3.63×10^3	<0.001	3.08×10^4	<0.001
β_0 干预前趋势	106.45	0.550	65.40	0.027	37.02	0.804
带量采购政策干预						
β_1 干预时的水平变化	2.68×10^4	<0.001	3.90×10^3	0.007	2.28×10^4	<0.001
β_2 干预后趋势	698.92	0.124	126.95	0.282	575.85	0.109
β_3 干预后的趋势变化	592.46	0.278	61.55	0.611	538.83	0.219
分级管理目录干预						
β_1 干预时的水平变化	-6.94×10^3	0.285	-944.20	0.586	-6.03×10^3	0.290
β_2 干预后趋势	1.13×10^3	0.166	282.83	0.024	859.15	0.247
β_3 干预后的趋势变化	438.78	0.642	155.88	0.359	283.30	0.734
Cost						
常数 ($t = 0$)	1.75×10^7	<0.001	1.68×10^6	<0.001	1.58×10^7	<0.001
β_0 干预前趋势	1.30×10^5	0.216	2.84×10^4	0.035	1.00×10^5	0.282
带量采购政策干预						
β_1 干预时的水平变化	-7.42×10^6	0.002	-1.31×10^6	<0.001	-6.14×10^6	0.003
β_2 干预后趋势	-1.87×10^4	0.888	2.42×10^4	0.108	-4.33×10^4	0.725
β_3 干预后的趋势变化	-1.48×10^5	0.380	-4.27×10^3	0.830	-1.43×10^5	0.353
分级管理目录干预						
β_1 干预时的水平变化	-1.51×10^6	0.462	-4.66×10^6	0.097	-1.03×10^6	0.569
β_2 干预后趋势	1.69×10^6	<0.001	2.89×10^5	<0.001	1.40×10^6	<0.001
β_3 干预后的趋势变化	1.71×10^6	<0.001	2.65×10^5	<0.001	1.45×10^6	<0.001
DDDc						
常数 ($t = 0$)	507.72	<0.001	463.26	<0.001	512.32	<0.001
β_0 干预前趋势	2.14	<0.001	-0.39	0.191	2.68	<0.001
带量采购政策干预						
β_1 干预时的水平变化	-353.30	<0.001	-325.70	<0.001	-358.84	<0.001
β_2 干预后趋势	-2.36	0.003	0.76	0.238	-2.86	0.003
β_3 干预后的趋势变化	-4.50	<0.001	1.15	0.100	-5.54	<0.001
分级管理目录干预						
β_1 干预时的水平变化	15.27	0.529	-13.71	0.564	20.78	0.400
β_2 干预后趋势	17.14	<0.001	17.96	<0.001	17.13	<0.001
β_3 干预后的趋势变化	19.51	<0.001	17.19	<0.001	19.99	<0.001

3 讨论

碳青霉烯类抗生素 DDDs 出现瞬时上升和长期上升趋势,可能原因有:(1)碳青霉烯类抗生素在带

量采购后价格下降明显,临床医生经验性选择增多,或者为完成集采任务量,优先选择碳青霉烯类,碳青霉烯类抗生素 DDDs 瞬时上升,此结果与陕西^[8]、深圳^[9]的研究结果相似。(2)多重耐药菌感染患者、免疫抑制剂治疗患者增多,临床医生对低

价药物的信任度不够,为达到最低抑菌浓度,加大给药剂量或给药频次,可能与新型冠状病毒感染疫情的暴发导致重症患者增加相关^[10]。(3)临床的不合理用药,带量采购前二级医疗机构碳青霉烯类抗生素 DDDs 为上升趋势,与相关研究^[11-12]结果基本一致。

碳青霉烯类抗生素的 Cost 瞬时下降显著,但 Cost 长期下降趋势变化与政策执行前相比不显著。原因可能是:(1)碳青霉烯类抗生素在目录调整前后都属于特殊使用级抗菌药物,用量变化不显著时,价格下降导致 Cost 瞬时下降。(2)统计期内碳青霉烯类抗生素国家集采价格的变化,尤其是美罗培南两次集采的中标价格上涨,2020 年 5 月湖南省抗菌药物专项集中采购美罗培南(0.25、0.5 g/支)的中标价格分别为 4.98、9.48 元/支,续标的中标价格分别为 26.47、45.00 元/支。(3)碳青霉烯类抗生素用量增加,可能原因有经验性用药选择增加,常用日剂量增加,疗程变长等。

碳青霉烯类 DDDs 上升可能导致碳青霉烯类或第三代头孢菌素耐药率上升。研究^[4,13]表明碳青霉烯类消耗量与革兰阴性杆菌耐药率之间存在正相关,向左娟等^[14]研究显示,多个 β -内酰胺类药物/ β -内酰胺酶抑制剂(BL/BLIs)和第三代头孢菌素耐药率与碳青霉烯类使用强度成正相关。据湖南省细菌耐药监测网统计分析,CRKP 在近 5 年的检出率从 2018 年的 8.9% 上升到 2022 年的 12.6%^[15-16],耐药菌检出率上升将增加卫生经济负担^[17-18]。

碳青霉烯类抗生素的管理模式需要进一步探索,抗菌药物管理小组将发挥多学科优势,促进抗菌药物合理应用。四川省人民医院刘雨晴等^[19]构建“三医(医疗、医药、医保)联动”的管理模式降低了碳青霉烯类抗生素的使用率和 DDDs。研究^[20]表明抗菌药物科学化管理(AMS)在减少抗菌药物使用和外科抗菌药物预防使用方面具有重要作用。抗菌药物评价指标不能仅限于 DDDs、Cost 等,应该转向关注管理项目的临床影响,而不是只考虑财政影响。抗菌药物目录需要根据药物利用指标和耐药监测数据及时调整。在集采政策推动下,苏北地区医院分级管理目录更新及时,有效规范目录结构,保证药品合理使用^[21]。

本研究存在一定的局限性:(1)本研究的立项时间与原始数据的可获得性导致政策执行时间节点前后的数据点数量不一致,政策时间节点前后数据的一致性设置欠严谨。(2)在研究中数据未及时更新,

可能会影响数据的时效性,但不影响数据的可靠性,结论的可信度。(3)抗菌药物利用的评价还不够全面。抗菌药物利用除了受到管理政策的影响之外,可能还受到自然灾害、人为选择、医院感染防控等多因素的影响。本课题组将进一步深挖数据,改进评价方法,为抗菌药物管理优化决策提供依据。

带量采购政策的执行降低了碳青霉烯类抗生素 DDDc,短期内降低了 Cost,但带量采购政策对 Cost、DID 长期影响不显著,且碳青霉烯类抗生素 DDDs 呈上升趋势。分级管理对碳青霉烯类抗生素的应用影响有限,尤其是对碳青霉烯类抗生素 DDDs、Cost 长期影响有限。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 全国细菌耐药监测网. 2022 年全国细菌耐药监测报告(简年版)[EB/OL]. (2023-11-20)[2024-06-18]. <https://www.carss.cn/Report/Details/917>.
China Antimicrobial Resistance Surveillance System. 2022 China Antimicrobial Resistance Surveillance System report (Brief version)[EB/OL]. (2023-11-20)[2024-06-18]. <https://www.carss.cn/Report/Details/917>.
- [2] 郑铭,陈丽华,付陈超,等. 湖南省细菌耐药监测网 2012—2021 年细菌耐药性监测报告[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(12): 1425-1437.
Zheng M, Chen LH, Fu CC, et al. Antimicrobial resistance of bacteria: surveillance report from Hunan Provincial Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012-2021[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(12): 1425-1437.
- [3] Goossens H, Ferech M, Vander Stichele R, et al. Outpatient antibiotic use in Europe and association with resistance: a cross-national database study[J]. Lancet, 2005, 365(9459): 579-587.
- [4] Yang P, Chen YB, Jiang SP, et al. Association between antibiotic consumption and the rate of carbapenem-resistant Gram-negative bacteria from China based on 153 tertiary hospitals data in 2014[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2018, 7: 137.
- [5] 湖南省医疗保障局. 关于印发《湖南省 2019 年公立医疗机构抗菌药物专项集中采购实施方案》的通知:湘医保发[2019]29 号[EB/OL]. (2019-11-11)[2024-06-18]. http://ybj.hunan.gov.cn/ybj/first113541/firstF/f2113606/201911/t20191111_5494224.html.
Hunan Healthcare Security Administration. Notice on issuing the implementation plan for the special centralized procurement of antimicrobial agents in public medical institutions in Hunan Province in 2019: Xiangyibao Fa [2019] No. 29[EB/OL].

- (2019-11-11)[2024-06-18]. http://ybj.hunan.gov.cn/ybj/first113541/firstF/f2113606/201911/t20191111_5494224.html.
- [6] 湖南省卫生健康委员会. 湖南省卫生健康委关于印发湖南省抗菌药物临床应用分级管理目录(2021年版)的通知:湘卫医发[2021]44号[EB/OL]. (2021-10-09)[2024-06-18]. https://wjw.hunan.gov.cn/wjw/xxgk/zcfg/gfxwj/202110/t20211009_20736703.html. Health Commission of Hunan Province. Notice from the Health Commission of Hunan Province on issuing the classification management catalogue for clinical application of antibiotics in Hunan Province (2021 edition): Xiang Wei Yi Fa [2021] No. 44[EB/OL]. (2021-10-09)[2024-06-18]. https://wjw.hunan.gov.cn/wjw/xxgk/zcfg/gfxwj/202110/t20211009_20736703.html.
- [7] Norwegian Institute of Public Health. ATC/DDD index[EB/OL]. (2023-08-22)[2024-06-18]. https://atcddd.fhi.no/atc_ddd_.
- [8] Hu SC, Chen C, Yuan SF, et al. The effects of a new public medicine procurement policy on medicine price in Shaanxi province, western China: an interrupted time series analysis[J]. *Front Pharmacol*, 2019, 10: 950.
- [9] Yang Y, Chen L, Ke XF, et al. The impacts of Chinese drug volume-based procurement policy on the use of policy-related antibiotic drugs in Shenzhen, 2018 - 2019: an interrupted time-series analysis[J]. *BMC Health Serv Res*, 2021, 21(1): 668.
- [10] O'Toole RF. The interface between COVID-19 and bacterial healthcare-associated infections [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2021, 27(12): 1772 - 1776.
- [11] 谢铭. 碳青霉烯类抗菌药物的 DUE 研究[J]. *北方药学*, 2021, 18(4): 106 - 107.
Xie M. DUE study of carbapenem antibiotics[J]. *Journal of North Pharmacy*, 2021, 18(4): 106 - 107.
- [12] Wang J, Wang P, Wang XH, et al. Use and prescription of antibiotics in primary health care settings in China[J]. *JAMA Intern Med*, 2014, 174(12): 1914 - 1920.
- [13] He YZ, Dou GS, Huang QY, et al. Does the leading pharmaceutical reform in China really solve the issue of overly expensive healthcare services? Evidence from an empirical study[J]. *PLoS One*, 2018, 13(1): e0190320.
- [14] 向左娟, 陈小娟, 胡晓杰, 等. 药品集中带量采购后某院抗菌药物使用及细菌耐药率变迁情况[J]. *中南药学*, 2022, 20(11): 2678 - 2683.
Xiang ZJ, Chen XJ, Hu XJ, et al. Antibacterial drug use and drug resistance rate in a hospital after drug centralized volume-based procurement[J]. *Central South Pharmacy*, 2022, 20(11): 2678 - 2683.
- [15] 豆清娅, 陈丽华, 付陈超, 等. 湖南省细菌耐药监测网 2012—2021 年克雷伯菌属细菌的耐药性变迁[J]. *中国感染控制杂志*, 2024, 23(4): 421 - 428.
- Dou QY, Chen LH, Fu CC, et al. Changes in antimicrobial resistance of *Klebsiella spp.*, Hunan Province Antimicrobial Resistance Surveillance System, 2012 - 2021 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2024, 23(4): 421 - 428.
- [16] Hsu LY, Tan TY, Tam VH, et al. Surveillance and correlation of antibiotic prescription and resistance of Gram-negative bacteria in Singaporean hospitals[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2010, 54(3): 1173 - 1178.
- [17] Zhen XM, Stålsby Lundborg C, Sun XS, et al. Economic burden of antibiotic resistance in China: a national level estimate for inpatients[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2021, 10(1): 5.
- [18] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis [J]. *Lancet*, 2022, 399(10325): 629 - 655.
- [19] 刘雨晴, 杨勇, 崔小娇, 等. 基于“三医联动”的管理模式对碳青霉烯类抗菌药物及替加环素的管理成效分析[J]. *医药导报*, 2021, 40(8): 1036 - 1041.
Liu YQ, Yang Y, Cui XJ, et al. Effect analysis of “tripartite medical system reform” management mode on the management of carbapenems and tigecycline[J]. *Herald of Medicine*, 2021, 40(8): 1036 - 1041.
- [20] Wang HG, Wang H, Yu XJ, et al. Impact of antimicrobial stewardship managed by clinical pharmacists on antibiotic use and drug resistance in a Chinese hospital, 2010 - 2016: a retrospective observational study[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(8): e026072.
- [21] 庞婕, 胡明月, 高山, 等. 药品集中带量采购背景下苏北 13 家公立医院抗菌药物分级管理目录分析[J]. *中国医院药学杂志*, 2023, 43(17): 1980 - 1984.
Pang J, Hu MY, Gao S, et al. Analysis of antibiotic classification management lists in 13 public hospitals in northern Jiangsu under the background of drug centralized volume-based procurement[J]. *Chinese Journal of Hospital Pharmacy*, 2023, 43(17): 1980 - 1984.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:吴泽华,陈君宇,许林勇,等. 湖南省带量采购和分级管理政策对碳青霉烯类抗生素利用的影响[J]. *中国感染控制杂志*, 2025, 24(1): 105 - 112. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20256642.

Cite this article as: WU Zehua, CHEN Junyu, XU Linyong, et al. Impact of antimicrobial volume-based procurement and classification management policy on the use of carbapenem antibiotics in Hunan Province[J]. *Chin J Infect Control*, 2025, 24(1): 105 - 112. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20256642.