



中国临床医学

Chinese Journal of Clinical Medicine

ISSN 1008-6358

CN 31-1794/R

基于病例组合指数与秩和比法的抗菌药物使用强度分档评价模型的建立与应用

曹蕾, 孙湛, 丁, 锁涛, 张亚平, 陈璋璋, 李晓宇

引用本文:

曹蕾,孙湛,丁,锁涛,张亚平,陈璋璋,李晓宇. 基于病例组合指数与秩和比法的抗菌药物使用强度分档评价模型的建立与应用[J]. 中国临床医学, 2022, 29(6): 932-938.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220463>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

临床医生肿瘤诊断编码填写准确性影响因素分析:基于上海市某三级甲等综合性医院的实证研究

Analysis of influencing factors affecting the accuracy of clinician's tumor diagnosis code filling: an empirical study based on data of a tertiary general hospital in Shanghai

中国临床医学. 2020, 27(4): 662-665 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201823>

宏基因二代测序技术对非结核分枝杆菌感染病原学诊断的价值

Etiological diagnostic value of metagenomic next-generation sequencing in non-tuberculous mycobacteria infection

中国临床医学. 2020, 27(4): 559-562 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201289>

MALDI-TOF MS直接靶板微滴生长法对耐碳青霉烯类肠杆菌的快速鉴别诊断价值

Value of rapid identification of carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* using MALDI-TOF MS-based direct-on-target microdroplet growth assay

中国临床医学. 2020, 27(4): 549-553 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201138>

基于无创指标的IgA肾病诊断预测模型的建立与验证

Establishment and validation of diagnostic prediction model for IgA nephropathy based on noninvasive indicators

中国临床医学. 2022, 29(4): 603-609 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220377>

国产与进口超声设备高端机型腹部图像质量多中心对比研究

Multicenter study on comparison of abdominal image quality of domestic and imported advanced ultrasound equipments

中国临床医学. 2021, 28(2): 224-229 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20210284>

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220463

· 论 著 ·

基于病例组合指数与秩和比法的抗菌药物使用强度分档评价模型的建立与应用

曹 蕾¹, 孙 湛¹, 丁 昉¹, 锁 涛¹, 张亚平¹, 陈璋璋², 李晓宇^{2*}

1. 复旦大学附属中山医院医务处, 上海 200032

2. 复旦大学附属中山医院药剂科, 上海 200032

引用本文 曹 蕾, 孙 湛, 丁 昉, 等. 基于病例组合指数与秩和比法的抗菌药物使用强度分档评价模型的建立与应用[J]. 中国临床医学, 2022, 29(6): 932-938. CAO L, SUN Z, DING F, et al. Establishment and application of evaluation model of antibiotics use density based on CMI and rank-sum ratio[J]. Chin J Clin Med, 2022, 29(6): 932-938.

[摘要] **目的** 创新性引入相关关键指标计算抗菌药物使用强度 (AUD), 实现 AUD 分档评价。**方法** 基于华东地区某三级甲等综合医院 2021 年 1—6 月在 DIP 系统中的病例组合指数 (CMI)、抗菌药物使用率以及 HIS 系统中的 AUD 数据, 确立最优直线回归模型。通过非整秩次方法编秩、计算, 对基于 CMI 调整 AUD 的秩和比 (RSR) 分档与 AUD 单一评估进行的 RSR 分档进行比较。**结果** 医院 32 个科室的 AUD 引入 CMI 值的秩和比分档评价模型显示, 12 个科室的分档结果产生变化, 占 37.5%, 需要加强管控科室 (分档为下和中级别) 的总体数量有所上升; 引入 CMI 指数调整 AUD 后管控级别上调的科室 7 个, 管控级别下调的科室 5 个。**结论** 基于 CMI 与秩和比法的 AUD 分档评价模型调整各科室 AUD 指标并实行分层评价的方法可行、有效。

[关键词] 病例组合指数; 秩和比法; 分档评价模型; 抗菌药物使用强度

[中图分类号] R 978.1 **[文献标志码]** A

Establishment and application of evaluation model of antibiotics use density based on CMI and rank-sum ratio

CAO Lei¹, SUN Zhan¹, DING Fang¹, SUO Tao¹, ZHANG Ya-ping¹, CHENG Zhang-zhang², LI Xiao-yu^{2*}

1. Department of Medical, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

2. Department of Pharmacy, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

[Abstract] **Objective** To achieve refinement management of antibiotics by innovatively introducing relevant key indicators to control antibiotics use density (AUD). **Methods** Based on the data of case mix index (CMI), the utilization rate of antibiotics in DIP system, and AUD in HIS system in a Class III Grade A general hospital in East China from January to June 2021, the introduced key indicators were established and the optimal linear regression model was established. The non-integral rank method was used to rank and calculate. Rank-sum ratio (RSR) grading based on CMI adjusted AUD was compared with RSR grading based on AUD single assessment. **Results** The RSR classification of AUD of 32 departments in the hospital was studied by introducing CMI values. It was found that the classification results of 12 departments changed, accounting for 37.5%, and the overall number of departments (classified as lower and middle level) in need of strengthening control increased. After the introduction of CMI to adjust AUD, control level raised in 7 departments and fell in 5 departments. **Conclusions** The grading evaluation model of based on CMI and RSR is effective in the control of AUD in these departments.

[Key Words] case mix index; rank-sum ratio; grade evaluation model; antibiotics use density

自 20 世纪 40 年代抗菌药物被引入人类医学以来, 抗菌药物耐药性以惊人的速度出现, 并成为对公共卫生的一个重大威胁和挑战^[1]。合理的抗

菌药物使用方案有助于减弱抗菌药物耐药性^[2-4], 同时医院抗菌药物的合理使用一直以来都是国家合理用药管理中的重要内容^[5]。抗菌药物使用率、

[收稿日期] 2022-03-20 **[接受日期]** 2022-09-27

[基金项目] 上海市医院协会医院管理研究基金 (X2022072), 上海申康医院发展中心 (其他-011)。Supported by Hospital Management Research Fund of Shanghai Hospital Association (X2022072) and Shanghai Shengkang Hospital Development Center (Others-011).

[作者简介] 曹 蕾, 主管药师. E-mail: cao.lei@zs-hospital.sh.cn

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: li.xiaoyu@zs-hospital.sh.cn

抗菌药物使用强度 (antibiotics use density, AUD) 是监测抗菌药物应用的核心指标。

2019年1月国务院办公厅下发的国务院办公厅《关于加强三级公立医院绩效考核工作的意见》^[6]也将AUD纳入合理用药指标并作为重要的监测指标。2020年12月国家卫生健康委员会下发的《关于印发三级医院评审标准(2020年版)的通知》^[7]将门诊、住院抗菌药物使用率等也纳入了评审条款。虽然国家对AUD、门诊抗菌药物使用率、住院抗菌药物使用率有定量的控制指标,但抗菌药物的使用受到患者合并多种基础疾病、病种诊治难度以及患者年龄等多种因素的影响^[8-10]。

为使医院对各科室设定的AUD管理更具合理性,本研究收集华东地区某三级甲等综合医院大数据病种组合(big data diagnosis-intervention packet, DIP)^[11]系统中病例组合指数(case mix index, CMI)以及抗菌药物使用率2种指标的数据对AUD进行调整^[12-13],运用秩和比(rank-sum ratio, RSR)法来分档评价各科室AUD。

1 资料与方法

1.1 资料来源 收集2021年1月至6月某三级甲等综合医院出院病案首页数据,以及各科室AUD。

1.2 评价指标 (1) DIP病种分值(rw)=疾病组的次均费用/全部病例的次均费用;(2) 所有病种总量指数(RW)=Σ(所有出院患者对应的rw);(3) 住院CMI=全院总量指数/全院病例数;(4) 住院患者抗菌药物使用率=使用抗菌药物的出院患者数/同期出院总患者数×100%;(5) 住院患者AUD=累计用药频度(defined daily dose system, DDDs)×100/[同期出院患者人数×同期患者平均住院时间(d)],单位为DDDs/(100人·d)。DDDs依据WHO推荐的限定日剂量(defined daily dose, DDD)计算,DDDs=某药的总用量(g或mg)/该药的DDD。累计DDDs即为各抗菌药物DDDs之和。

1.3 研究方法

1.3.1 非整秩次秩和比法 非整秩次秩和比法用类似于线性插值的方式对指标值进行编秩,以改进RSR法编秩方法的不足。所编秩次与原指标值之

间存在定量的线性对应关系,从而克服了RSR法秩次化时易损失原指标值定量信息的缺点^[14]。运用DIP分组器计算病种分值、总量指数,最终按科室划分得到科室CMI,通过HIS系统计算各科室抗菌药物使用率和住院患者AUD值。采用非整秩次秩和比编秩,分别用CMI、抗菌药物使用率对各科室的AUD值进行综合评价。CMI为高优指标,抗菌药物使用率和AUD值为低优指标。

$$\text{高优指标: } R = 1 + (n-1) \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

$$\text{低优指标: } R = 1 + (n-1) \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}}$$

公式中的R为秩次,n为样本量,X为原始序列值, $X_{\max}$ 代表原始序列中的最大值、 $X_{\min}$ 代表原始序列中的最小值。从以上公式可以看出,高优指标最小值编秩为1,最大值编秩为n;低优指标则相反。

1.3.2 RSR 通过计算对应的概率单位Probit确定RSR值特定向下累计频率,列出各组频数f,计算累计频数Σf,确定各组的RSR的秩次范围(R)及平均秩次($\bar{R}$),计算累计频率($\bar{R}/N \times 100\%$),最后累计值按照 $1 - 1/4N$ 校正^[15]。

1.3.3 将百分率换算成概率单位 以累计频率所对应的概率单位值Probit为自变量,以RSR值为因变量,计算直线回归方程;按照回归方程推算对应的RSR估计值,对评价对象进行分档排序。分档标准为标准正态分布的分位数,-3~3最好。根据各分档情况下概率单位Probit值,按照回归方程推算对应的RSR估计值对评价对象进行分档排序,具体分档数根据实际情况而定。

1.4 统计学处理 共包含32个科室,不包含未设住院床位临床相关科室。其中外科手术科室15个,内科科室(包含介入操作科室)17个。将各科室数据录入Excel表,建立数据库,根据不同直线回归模型使用RSR处理数据。使用R 3.5.1统计软件对RSR值进行单因素方差分析,并根据相关标准选择更适合的模型进行RSR分档选择。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 建立线性回归模型 结果(图1)显示:4种

模型皆具有明显的直线线性关系,因此根据 AUD 以及不同的调整指标建立直线回归模型,利用拟合优度 R^2 来判断模型的拟合程度, R^2 越接近 1 证明

拟合程度越高。引入 AUD、CMI 和抗菌药物使用率对 RSR 分档的线性回归方程均具有统计学意义 ($P<0.05$, 表 1)。

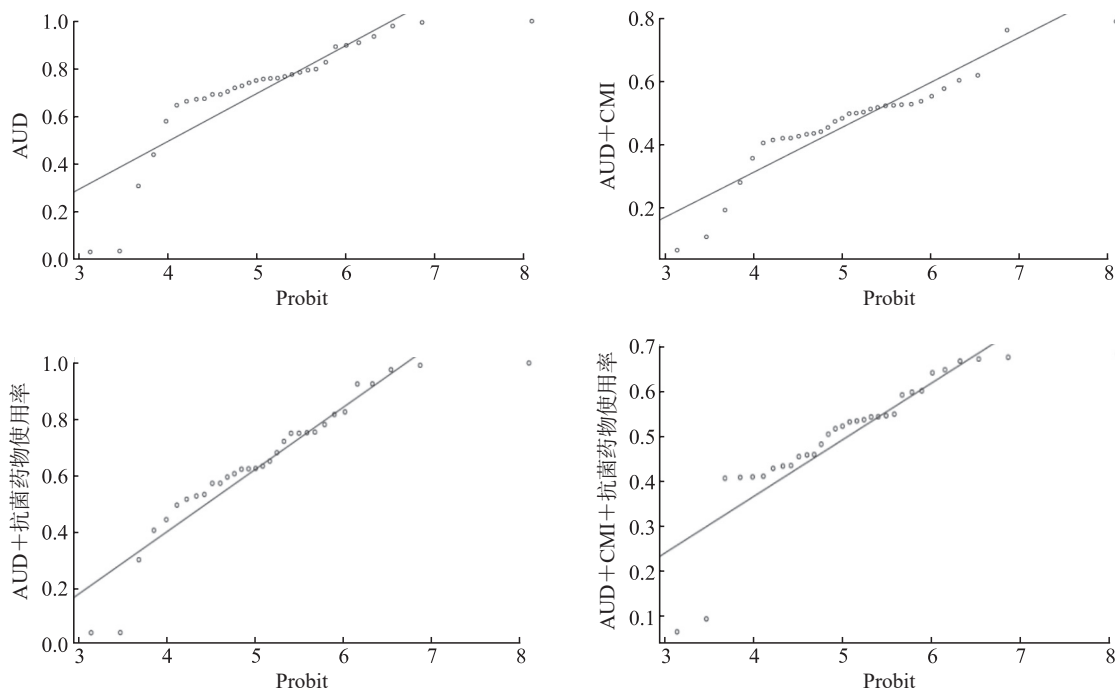


图 1 RSR 引入 AUD 直线回归图

结果 (表 1) 显示: 引入 CMI 或抗菌药物使用率后, 相较仅根据 AUD 建立的模型 ($R^2=0.7661$), R^2 (0.8847、0.9089) 更接近 1, 说明引入其他指标调整 AUD 有明确意义。但同时引入 CMI 和抗菌药物使用率后, R^2 (0.8007) 相对下降。

表 1 RSR 引入不同调整指标的模型拟合程度

引入指标	R^2 (调整后)	P 值
RSR 引入 AUD	0.7661	<0.05
RSR 引入 AUD 和 CMI	0.8847	<0.05
RSR 引入 AUD 和抗菌药物使用率	0.9089	<0.05
RSR 引入 AUD、抗菌药物使用率和 CMI	0.8007	<0.05

RSR: 秩和比; AUD: 抗菌药物使用强度; CMI: 病例组合指数。

2.2 确立线性回归模型 结果 (表 2) 显示: 因 RSR 引入 AUD 和 CMI 以及 RSR 引入 AUD 和抗菌药物使用率的 R^2 分别为 0.8847 和 0.9089, 两者非常接近, 故再进行 AUD、CMI 以及抗菌药物使用率三者之间相关性的分析, 并形成相关系数 (r)

矩阵图。CMI 与抗菌药物使用率负相关; 抗菌药物使用率与 AUD 接近于高度线性相关, 提示引入抗菌药物使用率对于 AUD 调整的 RSR 分档意义较小; CMI 与 AUD 低度线性相关。因此选择 RSR 引入 AUD 与 CMI 模型。

表 2 引入的 3 种调整指标相关系数 (r) 矩阵图

引入指标	AUD	CMI	抗菌药物使用率
AUD	1		
CMI	0.084	1	
抗菌药物使用率	0.685	-0.1	1

AUD: 抗菌药物使用强度; CMI: 病例组合指数。

2.3 AUD、CMI、秩次的 RSR 分布 结果 (表 3) 显示: 32 个临床科室数据根据 AUD 为低优指标, CMI 为高优指标, 非整秩次编秩后, 计算 RSR、累计频次, 根据“百分比与概率单位对照表”, 确定相应的 Probit 值。

2.4 RSR 分档结果 累计频率所对应的概率单位值 Probit 为自变量, 以 RSR 值为因变量, 拟合直线

回归方程为: $RSR = -0.2563 + 0.1422 \times \text{Probit}$ ($R^2 = 0.8847$, $F = 238.9$, $P < 0.05$), Probit 为 3.1393 ~ 8.0900。将 RSR 分为 (对应 Probit 值) 上 (>6.5)、中上 ($5.0 \sim 6.5$)、中 ($3.5 \sim 5.0$)、下 (<3.5) 4 档。

AUD 单一评估进行 RSR 分档与引入 CMI 调整 AUD 的 RSR 分档结果 (表 4~5) 显示, 12 个 (37.5%) 科室的分档结果产生变化; 20 个科室结果相同, 但需要加强管控科室 (分档为下和中级别) 的总体数量有所上升, 由 11 个科室增加到了 13 个。引入 CMI 调整 AUD 后, 管控级别上调的科室有 7 个 (妇产科、皮肤科、神经内科、消化科、风湿免疫科、全科、中医科); 引入 CMI 调整 AUD 后, 管控级别下调的科室有 5 个 (普外科、

骨科、胸外科、血管外科、心脏外科)。

2.5 加强管控后科室的 AUD 情况 引入 CMI 调整 AUD 后 RSR 分档为下和中级别的科室共 13 个, 在 2021 年 7—12 月分步推进行政职能科室干预、抗菌药物医嘱点评、临床药师下科室干预以及建立按手术方式建立标准的预防用药路线。干预后, 各科室 AUD 对比结果见表 6。分档级别为下的 3 个科室均达到 AUD 下调目的, 平均增幅为 -33.82%; 干预前后, 分档级别为中的 10 个科室中有 9 个达到 AUD 下调目的, 平均增幅为 -19.38%, 1 个上升 (增幅为 20.18%), 总体管控效果良好。

表 3 2021 年 1—6 月各科室 AUD、CMI 及 RSR 分布情况

科室	AUD	秩次 1	CMI	秩次 2	RSR	f	Σf	R	$\bar{R}$	$R/N \times 100\%$	Probit
A13	145.04	1.11	0.99	3.17	0.066 9	1	1	1	1	3.13	3.139 3
B2	145.57	1.00	1.52	5.96	0.108 8	1	2	2	2	6.25	3.465 9
A4	104.34	9.86	0.87	2.53	0.193 6	1	3	3	3	9.38	3.682 3
A17	84.74	14.07	1.13	3.90	0.280 8	1	4	4	4	12.50	3.849 7
B9	53.84	20.71	0.8	2.16	0.357 3	1	5	5	5	15.63	3.990 2
B3	37.48	24.22	0.72	1.74	0.405 7	1	6	6	6	18.75	4.112 9
B1	31.24	25.56	0.58	1.00	0.415 1	1	7	7	7	21.88	4.223 7
A7	38.41	24.02	0.94	2.90	0.420 7	1	8	8	8	25.00	4.325 5
B6	47.09	22.16	1.3	4.80	0.421 2	1	9	9	9	28.13	4.421 3
B4	47.11	22.15	1.37	5.17	0.427 0	1	10	10	10	31.25	4.511 2
A6	43.01	23.03	1.28	4.70	0.433 3	1	11	11	11	34.38	4.597 9
A12	41.71	23.31	1.26	4.59	0.436 0	1	12	12	12	37.50	4.681 4
A10	36.88	24.35	1.13	3.90	0.441 5	1	13	13	13	40.63	4.763 0
A11	34.66	24.83	1.2	4.27	0.454 7	1	14	14	14	43.75	4.842 7
A8	26.94	26.49	1.12	3.85	0.474 1	1	15	15	15	46.88	4.921 7
B7	51.39	21.23	2.23	9.71	0.483 6	1	16	16	16	50.00	5.000 0
B8	35.88	24.57	1.78	7.34	0.498 5	1	17	17	17	53.13	5.078 8
A16	14.76	29.10	0.94	2.90	0.500 1	1	18	18	18	56.25	5.157 3
A3	10.87	29.94	0.82	2.27	0.503 2	1	19	19	19	59.38	5.237 3
B10	2.06	31.83	0.58	1.00	0.513 0	1	20	20	20	62.50	5.318 6
B12	39.89	23.71	2.18	9.45	0.518 0	1	21	21	21	65.63	5.402 4
A15	31.90	25.42	1.92	8.08	0.523 4	1	22	22	22	68.75	5.488 8
A9	1.28	32.00	0.69	1.58	0.524 7	1	23	23	23	71.88	5.579 3
A14	4.32	31.35	0.84	2.37	0.526 9	1	24	24	24	75.00	5.674 5
A5	16.41	28.75	1.35	5.07	0.528 4	1	25	25	25	78.13	5.777 0
B15	49.76	21.58	2.82	12.83	0.537 7	1	26	26	26	81.25	5.887 1
A1	33.27	25.13	2.34	10.29	0.553 5	1	27	27	27	84.38	6.010 2
B13	50.14	21.50	3.32	15.47	0.577 7	1	28	28	28	87.50	6.150 3
B11	45.30	22.54	3.44	16.10	0.603 8	1	29	29	29	90.63	6.318 3
A2	17.25	28.57	2.49	11.09	0.619 6	1	30	30	30	93.75	6.534 1
B14	37.09	24.31	5.03	24.50	0.762 6	1	31	31	31	96.88	6.863 5
B5	63.87	18.55	6.45	32.00	0.789 9	1	32	32	32	100.00	8.090 0

A 代表内科, B 代表外科。

表4 CMI调整AUD的RSR分档结果

分档	Probit	RSR	分档结果
上	>6.5	>0.668 0	B14、B5
中上	5.0~6.5	0.454 7~0.668 0	A11、A8、B7、B8、A16、A3、B10、B12、A15、A9、A14、A5、B15、A1、B13、B11、A2
中	3.5~5.0	0.241 4~0.454 7	A17、B9、B3、B1、A7、B6、B4、A6、A12、A10
下	<3.5	<0.241 4	A13、B2、A4

A代表内科,B代表外科。

表5 AUD单一进行RSR分档结果

分档	Probit	RSR	分档结果
上	>6.5	>0.997 2	A9
中上	5.0~6.5	0.694 8~0.997 2	B11、A6、A12、B12、A7、B3、B14、A10、B8、A11、A1、A15、B1、A8、A2、A5、A16、A3、A14、B10
中	3.5~5.0	0.392 4~0.694 8	A17、B5、B9、B7、B13、B15、B4、B6
下	<3.5	<0.392 4	B2、A13、A4

A代表内科,B代表外科。

表6 2021年9月至2022年2月AUD数值及增幅

科室	2021年 1—6月	2021年 9月—2022年 2月	增幅/%	CMI调整AUD 的RSR分档管 控级别
B9	53.84	44.12	- 18.06	中
A12	41.71	32.50	- 22.09	中
B3	37.48	28.62	- 23.64	中
B4	47.11	35.93	- 23.73	中
B1	31.24	37.54	20.18	中
A10	36.88	32.93	- 10.72	中
A7	38.41	31.75	- 17.34	中
A6	43.01	41.64	- 3.18	中
A17	84.74	50.95	- 39.87	中
B6	47.09	39.66	- 15.77	中
A13	145.04	137.30	- 5.34	下
B2	145.57	31.59	- 78.30	下
A4	104.34	85.76	- 17.81	下

A代表内科,B代表外科。

3 讨论

3.1 CMI引入AUD管理具有积极意义 DIP是在疾病诊断与治疗方式组合穷举与聚类的基础上,确定稳定分组并纳入统一目录管理,建立病种分组资源消耗的比较关系、支撑分组应用常态化的应用体系。DIP系统中病种分值及CMI反映了不同病种组合资源程度消耗程度,是不同出院病例的标化单位,反映疾病的严重程度、治疗方式的复杂/疑难程度^[16-18]。医院级别不同、科室不同、收治的患者病情严重程度不同,医院与医院、科室与科室之间AUD的直接比较都是不具有说服力的。由于医院、科室结构和任务不同,在国内外均没有明确的抗菌药物使用基准,但CMI与AUD存在显著相

关性^[19-21]。所以引入CMI来调整各科室AUD指标并分层管控,对医院而言精细化管理的目标更具象化、有说服力;对科室而言,更能配合医院进行高质量的院、科两级管理。

3.2 CMI引入后管控科室变化带来的思考 引入CMI调整AUD后管控下调的科室中,普外科、血管外科、心脏外科均属于创新术式较多,收治的患者病情复杂/疑难程度非常高的科室,相对CMI也处于较高水平。此类科室根据CMI调整后,RSR分档属于可暂时不进行严格管控的类别。有研究^[22]发现,CMI与窄谱抗菌药物的比例之间存在相关性,CMI越高, β -内酰胺酶敏感青霉素的比例使用越小。究其原因,主要在于许多创新术式和医疗技术消耗资源较多,在实施过程中,往往由于没有国内外指南可借鉴,出于对患者手术安全的考虑,抗菌药物使用级别会略有调高、用药时长会加长,导致科室AUD目前超过了既往管控的目标,但引入CMI后,显示尚处于合理范围。今后需要与科室进一步沟通,在新技术实施过程中逐步加强抗菌药物使用规则。

3.3 管控下调科室AUD进一步管理措施 上述这类因CMI高而管控下调的科室中,依旧还有部分病种手术属于0类或I类切口,建议设定标准的用药路径,结合计算机决策支持系统(computerized decision support system, CDSS)^[23-24]严格管理,不使用抗菌药物或使用具有循证医学证据的第一、二代头孢菌素,并且给出相应剂量和用药时长。对于有明确的抗菌药物使用原则的病种,需要

加强干预。

3.4 AUD 分档评价模型后续优化方向 根据研究结果可以得出,根据 CMI 进行各科室 AUD 的分档评价是必要的,未来在本研究基础上纳入主要诊断、主要手术方式、侵入性操作、患者年龄、并发症等因素自然分类形成的病种组合,同时纳入更长时间的数据量,建立更系统的多因素拟合回归模型,进行科室内 AUD 的评价。

利益冲突: 所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] BOWLER P G. Antibiotic resistance and biofilm tolerance: a combined threat in the treatment of chronic infections[J]. *J Wound Care*, 2018, 27(5): 273-277.
- [2] CUNHA C B, OPAL S M. Antibiotic stewardship: strategies to minimize antibiotic resistance while maximizing antibiotic effectiveness[J]. *Med Clin North Am*, 2018, 102(5): 831-843.
- [3] CAMPION M, SCULLY G. Antibiotic use in the intensive care unit: optimization and de-escalation[J]. *J Intensive Care Med*, 2018, 33(12): 647-655.
- [4] KING L M, FLEMING-DUTRA K E, HICKS L A. Advances in optimizing the prescription of antibiotics in outpatient settings[J]. *BMJ*, 2018, 363: k3047.
- [5] 国家卫生健康委医院管理研究所. 关于印发“提高住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率”专项行动指导意见的函[S]. 国卫医函〔2021〕198号, 2021-10-29. National Institute of Hospital Administration. On the issuance of the special action guideline of “Improving the rate of pathogen detection in inpatients before antimicrobial treatment”[S]. *China Health Medical Research Letter*〔2021〕198, 2021-10-29.
- [6] 国务院办公厅. 关于加强三级公立医院绩效考核工作的意见[S]. 国办发〔2019〕4号, 2019-01-30. General Office of the State Council. Opinions on strengthening performance appraisal of tertiary public hospitals[S]. *State Administration and Development*〔2019〕4, 2019-01-30.
- [7] 国家卫生健康委员会. 关于印发三级医院评审标准(2020年版)的通知[S]. 国卫医发〔2020〕26号, 2020-12-21. National Health Commission. Notice on the issuance of evaluation standards for tertiary hospitals (2020 edition) [S]. *National Health Medical Development*〔2020〕26, 2020-12-21.
- [8] KOLLEF M H, SHORR A F, BASSETTI M, et al. Timing of antibiotic therapy in the ICU[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1): 360.
- [9] ABDULLA A, DIJKSTRA A, HUNFELD N G M, et al. Failure of target attainment of beta-lactam antibiotics in critically ill patients and associated risk factors: a two-center prospective study (EXPAT)[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 558.
- [10] LELIGDOWICZ A, MATTHAY M A. Heterogeneity in sepsis: new biological evidence with clinical applications[J]. *Crit Care*, 2019, 23(1): 80.
- [11] 国家医疗保障局. 关于印发按病种分值付费(DIP)医疗保障经办管理规程(试行)的通知[S]. 医保办发〔2021〕27号, 2021-07-15. National Healthcare Security Administration. Notice on printing and distributing the DIP-based medical insurance administration management rules (Trial) [S]. *National Healthcare Security Administration*〔2021〕27, 2021-07-15.
- [12] WATTIER R L, THURM C W, PARKER S K, et al. Indirect standardization as a case mix adjustment method to improve comparison of children’s hospitals’ antimicrobial use[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(5): 925-932.
- [13] YU K C, MOISAN E, TARTOF S Y, et al. Benchmarking inpatient antimicrobial use: a comparison of risk-adjusted observed-to-expected ratios[J]. *Clin Infect Dis*, 2018, 67(11): 1677-1685.
- [14] 沈惠, 宇传华. 基于TOPSIS法和非整秩次RSR法1998—2017年武汉市妇幼保健工作质量综合评价[J]. *公共卫生与预防医学*, 2019, 30(5): 20-24. SHEN H, YU C H. Comprehensive evaluation of maternal and child health care service based on TOPSIS and non-integral RSR methods in Wuhan, 1998-2017[J]. *J Public Health Prev Med*, 2019, 30(5): 20-24.
- [15] 吴文娟, 兰丽娜. 基于非整秩次秩和比法综合评价北京市社区卫生服务现状[J]. *中国卫生经济*, 2020, 39(7): 72-74. WU W J, LAN L N. Taking comprehensive evaluation on the current status of Beijing community health services by non-integral RSR[J]. *Chin Health Econ*, 2020, 39(7): 72-74.
- [16] 许速, 谢桦, 崔欣, 等. 基于大数据的病种分值付费的原理与方法[J]. *中国医疗保险*, 2020, (9): 23-28. XU S, XIE H, CUI X, et al. Principle and method of the big data diagnosis-intervention packet (DIP) payment system[J]. *China Health Insur*, 2020, (9): 23-28.
- [17] HYER J M, TSILIMIGRAS D I, DIAZ A, et al. A higher hospital case mix index increases the odds of achieving a textbook outcome after hepatopancreatic surgery in the Medicare population[J]. *Surgery*, 2021, 170(5): 1525-1531.

- [18] YIADOM M Y A B, BAUGH C W, BARRETT T W, et al. Measuring emergency department acuity[J]. *Acad Emerg Med*, 2018, 25(1): 65-75.
- [19] SINGH P, STEURER M A, CANTEY J B, et al. Hospital-level antibiotic use and complexity of care among neonates[J]. *J Pediatric Infect Dis Soc*, 2020, 9(6): 656-663.
- [20] 龚伟伟, 赵太宏, 肖雨龙, 等. 2017—2019年南京市第一医院CMI指数调整抗菌药物使用强度的秩和比法评价[J]. *中国抗生素杂志*, 2021, 46(10): 975-979. GONG W W, ZHAO T H, XIAO Y L, et al. RSR evaluation of CMI-index-adjusted antimicrobial use intensity in Nanjing First Hospital from 2017 to 2019[J]. *Chin J Antibiot*, 2021, 46(10): 975-979.
- [21] MOMATTIN H, AL-ALI A Y, MOHAMMED K, et al. Benchmarking of antibiotic usage: an adjustment to reflect antibiotic stewardship program outcome in a hospital in Saudi Arabia[J]. *J Infect Public Health*, 2018, 11(3): 310-313.
- [22] SCHRÖDER S, KLEIN M K, HEISING B, et al. Sustainable implementation of antibiotic stewardship on a surgical intensive care unit evaluated over a 10-year period[J]. *Infection*, 2020, 48(1): 117-124.
- [23] DELORY T, JEANMOUGIN P, LARIVEN S, et al. A computerized decision support system (CDSS) for antibiotic prescription in primary care—Antibioticlic: implementation, adoption and sustainable use in the era of extended antimicrobial resistance[J]. *J Antimicrob Chemother*, 2020, 75(8): 2353-2362.
- [24] DELORY T, JEANMOUGIN P, LARIVEN S, et al. A computerized decision support system (CDSS) for antibiotic prescription in primary care—Antibioticlic: implementation, adoption and sustainable use in the era of extended antimicrobial resistance[J]. *J Antimicrob Chemother*, 2020, 75(8): 2353-2362.

[本文编辑] 翟铨铨