CMI校正抗菌药物使用强度管理模型的构建与应用

李伟娟，麦露丝*，严远梅，肖诚胤，邓欣，常惠礼[广州医科大学附属清远医院（清远市人民医院）药学部，广东 清远，511518]

摘要：目的 研究病例组合指数（CMI）与抗菌药物使用强度（AUD）的关系，构建AUD分档管理模型，优化全院抗菌药物管理，提升管理质量。**方法** 收集某三甲综合医院2023年41个科室的CMI、AUD等抗菌药物使用相关指标。通过线性回归模型和多变量回归分析，探讨CMI与AUD等指标的关系。利用秩和比（RSR）确定最佳模型，并据此进行AUD分档管理。**结果** CMI×抗菌药物使用率×AUD模型拟合系数（R^2）为0.522，显著优于其他模型（$P<0.05$）。基于此模型计算RSR，建立直线回归方程：$y=0.120\ 3x-0.102\ 6$，$R^2=0.899$，方差分析显示$F=357.112$，$P<0.001$，表明模型构建良好，差异有统计学意义。引入CMI和抗菌药物使用率调整AUD后，10个科室（24.40%）的分档结果发生变化，其中5个科室管控级别上调，5个科室下调。实施AUD分档管理后，全院2024年抗菌药物使用强度较2023年下降4.22%，8个严格管控科室AUD平均降幅达5.89%，管控效果显著。**结论** 结合CMI和抗菌药物使用率校正AUD，可提高抗菌药物使用评价的准确性，为医院抗菌药物管理提供科学依据。

关键词：病例组合指数；抗菌药物使用强度；秩和比法；分档评价

中图分类号：R95　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1674-229X（2026）02-0131-05

Doi：10.12048/j.issn.1674-229X.2026.02.008

Construction and Application of a Management Model for Antibiotic Usage Intensity Corrected by CMI

LI Weijuan, MAI Lusi*, YAN Yuanmei, XIAO Chengyin, DENG Xin, CHANG Huili (*Department of Pharmacy, Affiliated Qingyuan Hospital, Guangzhou Medical University, Qingyuan People's Hospital, Qingyuan, Guangdong* 511518, *China*)

ABSTRACT: OBJECTIVE To explore the correlation between Case Mix Index (CMI) and Antimicrobial Usage Density (AUD), construct a tiered management model for AUD, optimize the management of antimicrobial agents in the entire hospital, and improve the quality of antimicrobial management. **METHODS** Data on CMI, AUD, and other antimicrobial usage-related indicators from 41 clinical departments of a tertiary general hospital in 2023 were collected. Linear regression models and multivariate regression analysis were used to investigate the relationship between CMI and AUD and other antimicrobial usage indicators. The optimal model was determined using the Rank Sum Ratio (RSR), and tiered management of AUD was implemented based on the this optimal model. **RESULTS** The fitting coefficient (R^2) of the CMI×Antimicrobial Usage Rate×AUD model was 0.522, which was significantly higher than that of other AUD linear regression models ($P<0.05$), indicating a superior fit. Using this model, the RSR was calculated, and a linear regression equation was established: $y=0.120\ 3x-0.102\ 6$, with $R^2=0.899$. Analysis of variance showed $F=357.112$ and $P<0.001$, indicating that the regression equation constructed with the RSR based on this model was well-established and statistically significant. After adjusting AUD with CMI and antimicrobial usage rate, the tiered results of 10 departments (24.40%) changed, with 5 departments being upgraded and 5 downgraded in management level. Following the implementation of tiered AUD management, the overall antimicrobial usage intensity in the hospital decreased by 4.22% in 2024 compared to 2023. The 8 strictly controlled departments showed an average AUD reduction of 5.89%, indicating a satisfactory overall management effect. **CONCLUSION** Adjusting AUD with CMI and antimicrobial usage rate can enhance the accuracy of antimicrobial usage evaluation and provide a scientific basis for hospital antimicrobial management.

KEYWORDS: case mix index; antimicrobial usage density; rank sum ratio method; tiered evaluation

近年来，抗菌药物的不合理使用致使耐药性问题愈发严峻，对公共卫生造成重大威胁，不仅会导致治疗失败，还会使患者住院时间延长以及医疗成本增加[1,2]。合理使用抗菌药物可有效降低细菌耐

基金项目：广东省药学会科学研究基金（2024ERAS07），清远市科技计划项目（221105157684654）

作者简介：李伟娟，主管药师，研究方向：临床药学　　***通信作者：**麦露丝，副主任药师，研究方向：临床药学，E-mail：mylusi@126.com

药性[3-5]。抗菌药物使用强度（AUD）是衡量抗菌药物合理使用的关键指标[6]。2019年《关于加强三级公立医院绩效考核工作的意见》等国家文件将AUD纳入抗菌药物合理用药考核指标范畴[7,8]。然而，抗菌药物的使用受到诸多因素的综合影响，仅凭AUD指标难以充分考量不同科室收治患者疾病的复杂程度，不同医院及科室之间若直接利用AUD进行比较，其说服力也相对较弱。

病例组合指数（CMI）作为衡量疾病复杂程度的关键指标，已被广泛应用于医院管理领域的指标校正与分析工作中。例如，通过利用CMI调整不同科室多重耐药菌感染发生率，能够精准识别出多重耐药菌感染的高风险科室[9]；基于CMI还可建立科学有效的临床科室平均住院日考核标准值评估体系[10]。因此，如何借助CMI推进抗菌药物合理、科学且精细化的管理模式，已成为当前研究的热点[11,12]。

本研究拟收集广东省某三甲医院2023年的CMI与AUD等相关指标，深入探讨CMI与AUD等抗菌药物使用指标之间的内在关联。同时，利用秩和比法构建AUD分档管理的最佳模型，并对其管理效果进行深入探讨，旨在为实现抗菌药物精细化管理模式提供切实可行的实践经验。

1 资料

收集2023年广东省某三级甲等综合医院各科室病CIM值[来源医院科室DRGs综合评价管理体系（塞思软件），由病案室提供]、出院人数和抗菌药物使用率（来源广东省医疗机构病案系统管理系统，由病案室提供），累计使用DDDs和抗菌药物使用强度（来源医院BI系统）。

2 研究方法

2.1 模型拟合

以AUD为因变量，采用线性回归模型、多变量回归分析模型探讨CMI、出院人数、累计使用DDDs、抗菌药物使用率与AUD之间的关系，通过决定系数（R^2）等指标评估模型的拟合效果。

2.2 秩和比法构建AUD分档管理模型

2.2.1 编秩 采用非整秩次秩和比编秩，引入不同指标对各科室的AUD值进行综合评价，CMI为高优指标，AUD值为低优指标，非整次法的编秩公式如下：

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

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

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。

2.2.2 计算RSR值和累计频数 $\Sigma fRSRi=\frac{1}{mn}\sum_{j=1}^{m}R_{ij}$

式中，i为行、j为列、m、n分别为总行数、总列数，R_{ij}为第i行第j列元素的秩。按照上述公式计算RSR值，根据RSR值从小到大进行排列，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（R/n×100%）。

2.2.3 确定Probit值和回归方程 根据“百分比与概率单位对照表”确定Probit值，以累计频率对应的Probit为自变量，RSR值为因变量，建立线性回归方程，并推算RSR估计值。

2.2.4 RSR/Probit值分档管理 依据累计频率对应的Probit值和RSR估计值分布，对各科室AUD值进行分档管理，分为下、中、上3档。其中，下档为严格管控科室，中档为常规管控科室，上档为宽松管控科室。

2.3 统计学处理方法

将各科室CMI、出院人数、累计DDDs、抗菌使用率和AUD数据录入Excel，建立数据库。通过秩和比法计算RSR值分布，以累计频率对应的Probit为自变量，RSR值为因变量，建立直线回归方程并计算拟合值。使用SPSS 29.0对RSR值进行方差分析，$P<0.05$为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 模型拟合

本研究通过线性回归模型分析了CMI、出院人数、累计使用DDDs、抗菌药物使用率与AUD的关联性，其拟合系数（R^2）分别为0.139、0.026、0.167、0.514，R^2越接近1，说明拟合效果越好，关联性越强，结果显示：抗菌药物使用率与AUD的R^2与1最接近，表明抗菌药物使用率与AUD的关联性更强（$P<0.05$），见表1。为进一步优化模型，研究引入多变量回归分析，构建了CMI与抗菌药物使用率的交互项模型。结果显示：交互项模型的拟合系数（$R^2=0.522$）显著提升，表明交互作用对AUD的解释能力更强（$P<0.05$），差异具有统计学意义，见表2。该结果提示，CMI与抗菌药物使用率联合调整ADU分档管理模型更佳。

表1　引入不同指标AUD线性回归模型拟合参数

引入指标	调整后R^2	F值	P值	β0	β1
CMI	0.139	7.47	0.09	13.0	4.758
出院人数	0.026	0.02	0.962	−0.012	0.26
累计使用DDDs	0.167	9.02	0.05	0.002	0.001
抗菌药物使用率	0.514	43.33	0.01	0.62	0.094

3.2　RSR、Probit值和回归方程

本研究基于模型拟合结果，选用RSR引入CMI×抗菌药物使用率×AUD模型进行分析。研究纳入41个科室的CMI、AUD和抗菌药物使用率数据，构建矩阵，并依据非整秩次编秩公式对3个变量进行编秩（m=3，n=41）。通过计算秩和比（RSR），将RSR值从小到大排序并计算累计频率P，依据《标准正态分布曲线下的面积值》表确定对应概率单位的Probit值（表3）。以累计频率对应的Probit值为自变量，RSR值为因变量，建立直线回归方程：y=0.120 3x−0.102 6，R^2=0.899，方差分析显示F=357.112，P<0.001，表明回归方程构建良好，差异具有统计学意义，该模型可有效指导抗菌药物使用优化。

3.3　RSR分档结果

本研究对RSR的拟合值范围（0.262~0.878）进行分档分析，依据对应的probit值将其分为上、中、下3档：上档（probit值≥6.5）、中档（4.5~6.5）、下档（≤4.5），见表2。下档科室被划分为严格管控，中档为常规管控，上档为宽松管理。CMI×抗菌药物使用率×AUD评价分档结果与单一AUD评价比较，

表2　CMI×AUD与其他指标的多变量回归分析模型拟合参数

引入指标	调整后R^2	F值	P值	β0	β1	β2
CMI×抗菌药物使用率×AUD	0.522	22.8	0.001	25.931	−0.191	0.858
CMI×累计使用DDDs×AUD	0.298	25.90	0.001	21.35	0.337	0.376
CMI×出院人数×AUD	0.124	3.83	0.03	31.92	0.417	−0.085

表3　科室2022年CMI指数、AUD强度及秩和比分布

科室名称	CMI秩次	使用率秩次	AUD秩次	RSR排名	R/n×100%	Probit	RSR拟合值
ICU三区	19.80	2.05	11.09	0.267 8	2.44	3.03	0.262
呼吸内科	10.43	7.64	18.06	0.293 7	4.88	3.34	0.299
泌尿外科一区	8.40	4.50	26.48	0.320 1	7.32	3.55	0.324
泌尿外科二区	7.83	4.50	27.66	0.325 1	9.76	3.70	0.343
妇科肿瘤	6.04	5.24	31.63	0.348 9	12.20	3.83	0.358
ICU二区	40.99	1.00	1.00	0.349 5	14.63	3.95	0.373
普通妇科	3.45	5.85	33.74	0.349 9	17.07	4.05	0.385
烧伤整形科	11.71	5.66	27.76	0.366 9	19.51	4.14	0.395
老年医学科	7.18	13.85	25.60	0.379 1	21.95	4.20	0.403
胃肠外科	10.73	8.73	27.93	0.385 3	24.39	4.31	0.416
感染科	6.19	19.60	22.15	0.389 8	26.83	4.38	0.424
肛肠外科	4.71	13.06	30.95	0.396 1	29.27	4.45	0.433
耳鼻喉科	3.62	14.00	32.31	0.405 9	31.71	4.52	0.441
ICU一区	38.86	4.77	8.43	0.423 3	34.15	4.58	0.448
口腔科	7.10	13.94	32.48	0.435 1	36.59	4.66	0.458
产科	2.60	17.70	33.79	0.439 7	39.02	4.73	0.466
骨科二区	9.86	13.78	31.03	0.444 5	41.46	4.79	0.474
骨科三区	6.40	15.16	33.27	0.445 7	43.90	4.84	0.480
肝胆外科	8.82	18.05	30.59	0.467 2	46.34	4.91	0.488
皮肤科	2.26	28.72	30.40	0.499 0	48.78	4.97	0.495
血液病科	8.40	25.79	28.01	0.505 7	51.22	5.03	0.503
胸外科	16.02	18.59	30.26	0.527 3	53.66	5.09	0.510
神经外科	17.34	20.82	31.30	0.564 7	56.10	5.16	0.518
骨科五区	17.44	17.88	34.79	0.570 0	58.54	5.21	0.524
全科医学科	3.77	30.66	36.35	0.575 4	60.98	5.27	0.531
消化内科	4.05	32.60	35.08	0.583 1	63.41	5.34	0.540

续表3

科室名称	CMI秩次	使用率秩次	AUD秩次	RSR排名	R/n×100%	Probit	RSR拟合值
内分泌科	4.21	33.32	35.79	0.596 1	65.85	5.42	0.549
神经内科	3.99	35.86	35.36	0.611 5	68.29	5.48	0.557
肾内科	12.55	27.87	35.50	0.617 2	70.73	5.55	0.565
心脏大血管外科	28.42	15.98	32.13	0.622 2	73.17	5.62	0.573
脑血管病科	11.68	33.04	33.46	0.635 6	75.61	5.69	0.582
康复医学科	10.16	30.78	38.08	0.642 5	78.05	5.80	0.595
风湿免疫科	4.55	36.90	38.15	0.647 2	80.49	5.86	0.602
肿瘤放疗科	9.87	35.31	35.92	0.659 4	82.93	5.95	0.613
骨科一区	13.99	31.92	35.20	0.659 5	85.37	6.05	0.625
肿瘤化疗科	5.26	37.80	38.49	0.663 0	87.80	6.17	0.640
眼科	1.00	40.12	40.52	0.663 7	90.24	6.30	0.655
心血管内科	11.23	34.69	35.94	0.665 5	92.68	6.45	0.673
中医科	2.29	41.00	41.00	0.685 3	95.12	6.660	0.699
介入治疗科	16.14	34.56	35.96	0.704 5	97.56	6.970	0.736
甲乳外科	7.36	39.76	39.72	0.705 9	100.00	8.150	0.878

10个(24.40%)科室的分档结果产生变化;19个科室结果相同;管控级别上调的科室有5个(普通妇科、妇科肿瘤、产科、口腔科、耳鼻喉科),管控级别下调的科室有5个(血液病科、胸外科、皮肤科、神经外科、介入治疗科),见表4。

3.4 加强管控后严控科室AUD完成情况

为加强抗菌药物临床管理,该院对重点科室实施以下措施:(1)制定单病种抗菌药物治疗路径;(2)驻科药师开展抗菌药物专题培训及路径培训;(3)强化医嘱审核与干预;(4)每月中旬实施抗菌药物使用强度预警;(5)对不合理使用抗菌药物的医嘱在质控通报会上公示并扣罚。通过实施AUD分档管理,2024年全院抗菌药物使用强度较2023年下降4.22%。其中,8个严格管控科室AUD平均降幅达5.89%(表5)。结果显示,AUD分档管理对重点科室抗菌药物使用的规范性提升具有显著效果,总体管控成效良好。

4 讨论

4.1 CMI联合抗菌药物使用率调整AUD分档管理的可行性及科学性

AUD作为衡量抗菌药物合理性的核心指标,受多重因素影响,包括患者病情复杂性、住院天数及抗菌药物使用人次等[13-15]。单纯依赖AUD数值评价医院或科室存在偏倚,可能导致管理决策的片面性。本研究引入CMI,通过校正病例复杂程度,探讨其在抗菌药物管理中的应用价值。

CMI作为衡量疾病疑难程度的标准化指标,已被广泛应用于医院管理领域,CMI校正床位效能可优化资源配置[16];校正住院患者次均药品费用可实现费用管控[17];在护理人力资源配置中,CMI模型显著提升护士满意度[18]。本研究结果表明CMI与抗菌药物使用强度存在关联,与已有的研究结果相似[19,20],但单一引入CMI对AUD的校正效果有限,其关联性较弱[21,22]。本研究创新性地结合CMI与抗菌药物使用率,构建联合校正模型。结果显示,联

表4 两种评价指标的评价结果对比

档次	probit	AUD	CMI×抗菌药物使用率×AUD
下	≤4.5	ICU二区、ICU一区、呼吸内科、感染科、老年医学科、泌尿外科一区、泌尿外科二区、胃肠外科、烧伤整形科、血液病科、胸外科、皮肤科、肝胆外科、肛肠外科、骨科二区、神经外科	肛肠外科、胃肠外科、老年医学科、烧伤整形科、普通妇科、妇科肿瘤,ICU二区、泌尿外科二区、泌尿外科一区、呼吸内科、ICU三区、产科、口腔科、ICU一区、耳鼻喉科
中	4.5~6.5	妇科肿瘤、心脏大血管外科、口腔科、耳鼻喉科、骨科三区、脑血管病科、普通妇科、产科、骨科五区、消化内科、骨科一区、神经内科、肾内科、内分泌科、肿瘤放疗科、心血管内科、介入治疗科、全科医学科、康复医学科、肿瘤化疗科、风湿免疫科	肝胆外科、皮肤科、骨科三区、骨科二区、心血管内科、眼科、肿瘤化疗科、风湿免疫科、康复医学科、脑血管病科、心脏大血管外科、肾内科、神经内科、内分泌科、消化内科、全科医学科、骨科五区、神经外科、胸外科、血液病科
上	≥6.5	甲乳外科、眼 科、中医科	甲乳外科、介入治疗科、中医科

表5　2023~2024年严格管控科室AUD的数值及增幅

科室	2023年AUD	2024年AUD	增幅/%
ICU三区	125.97	124.15	−1.47
呼吸内科	96.73	97.55	0.84
泌尿外科一区	61.40	55.95	−9.74
妇科肿瘤	39.75	38.72	−2.66
ICU二区	168.33	144.67	−16.35
烧伤整形科	56.00	49.50	−13.13
胃肠外科	55.31	45.31	−22.07
感染科	79.54	79.79	0.31
耳鼻喉科	36.90	37.12	0.59
ICU一区	137.13	113.67	−20.64
口腔科	36.19	36.56	1.01
产科	30.70	30.05	−2.16
全院	39.34	37.68	−4.41

合校正后的模型拟合系数显著优于单一指标模型，提示CMI与抗菌药物使用率的协同校正具有较高临床价值。

CMI为高优指标，其值越高表明科室收治病例的复杂程度越高，手术难度越大，创新技术应用越广泛。抗菌药物使用率为低优指标，其值越高对AUD的影响越显著。经CMI与抗菌药物使用率联合校正AUD管理模式下，高CMI科室放宽限制，对低CMI高使用率科室强化监管。在分档管理实践中，胸外科和神经外科因收治高复杂度患者（如颅内感染、心脏术后感染），CMI值较高且抗菌药物使用疗程延长，导致AUD超出管理目标值。引入CMI校正后，风险排序（RSR）分档从严格管控调整为常规管控，管理力度的适度放宽符合医院发展新技术理念，同时促进科室可持续发展。相反，妇科和产科因二类切口手术比例高，抗菌药物使用率高，联合校正后管理分档从常规管控上调为严格管控，加强监管对降低全院AUD具有重要意义。

4.2　未来CMI调整AUD管理的精细化方向

本研究通过CMI与抗菌药物使用率的联合校正，验证了其在抗菌药物管理中的科学性。尽管模型合理性有所提升，但动态调整机制的缺失限制了其适用性。未来研究可从以下方向优化：（1）多维度校正：纳入手术类型、并发症等临床变量，构建更全面的校正体系，减少模型偏差。（2）动态监测机制：引入实时数据反馈系统，动态反映抗菌药物使用变化，提升模型时效性。

综上所述，CMI联合抗菌药物使用率的校正模型可实现抗菌药物精细化管理，为医院提供科学的管理工具，推动抗菌药物合理使用与医疗质量提升。

参考文献

[1] Rawson T M, Moore L S P, Castro-Sanchez E, *et al*. COVID-19 and the potential long-term impact on antimicrobial resistance[J]. J Antimicrob Chemother, 2020, 75(7): 1681-1684. .

[2] Rawson T M, Ming D, Ahmad R, *et al*. Antimicrobial use, drug-resistant infections and COVID-19[J]. Nat Rev Microbiol, 2020, 18(8): 409-410.

[3] 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.

[4] 武华军，陈永刚，涂少辉，等. 基于疾病诊断相关分组的烧伤科抗菌药物精细化管理探索[J]. 中国药房，2022，33(15)：1901-1904.

[5] 邹妮，朱丹，王丹，等. 感染预防控制与抗菌药物管理协同降低细菌耐药水平的临床实践[J]. 中国感染控制杂志，2024，23(7)：860-867.

[6] 冯婷婷，朱丹，王丹，等. 基于精准感控的遏制细菌耐药管理体系的构建与评价[J]. 微生物与感染，2024，19(2)：96-103.

[7] 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.

[8] 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).

[9] 王雪玉，田芳英. 基于DRGs的多重耐药菌感染防控现状分析[J]. 暨南大学学报（自然科学与医学版），2023，44(1)：95-105.

[10] 宁世伟，张瑞迪，张丽华. 临床科室平均住院日目标值个性化调整路径探讨[J]. 中国医院管理，2022，42(1)：53-56.

[11] 张钰，周典，田帝，等. 基于病例组合指数校正抗菌药物使用强度的模型拟合研究[J]. 中国医院，2025，29(1)：65-68.

[12] 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.

[13] Kollef M H, Shorr A F, Bassetti M, *et al*. Timing of antibiotic therapy in the ICU[J]. Crit Care, 2021, 25(1): 360.

[14] 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.

[15] Leligdowicz A, Matthay M A. Heterogeneity in sepsis: new biological evidence with clinical applications[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 80.

[16] 田馨，刘同中，刘才华，等. 基于病例组合指数的临床科室床位利用评价[J]. 医院管理论坛，2025，42(1)：17-21.

[17] 周庆秋，杜松，冯飞飞，等. 基于病例组合指数与秩和比法的住院患者次均药品费用分档评价模型的建立与应用[J]. 中国当代医药，2024，31(34)：105-109.

[18] 杨艳英，何梅，陈熙. 基于病例组合指数和护理工时构建肝胆外科护理人力资源配置模型[J]. 中国卫生质量管理，2023，30(3)：64-67.

[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] 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.

[21] 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.

[22] 吴广杰，何艳，刘东. 病例组合指数与抗菌药物使用指标关系的探索研究[J]. 中国医院药学杂志，2023，43(16)：1781-1785.

（收稿日期：2025-04-23；在线出版日期：2025-12-29）