

# AHP-TOPSIS 法量化评价我院骨科 I 类切口手术预防性使用抗菌药物的合理性<sup>Δ</sup>

刘 一<sup>1\*</sup>, 梁馨玉<sup>1</sup>, 宋佳伟<sup>2</sup>, 刘 悦<sup>1</sup>, 胡 蕾<sup>1</sup>, 侯珂露<sup>1</sup>, 司 霞<sup>1</sup>, 赵 美<sup>1</sup>, 王文沛<sup>1</sup>, 刘思鲁<sup>1</sup>, 黄 琳<sup>1#</sup>, 刘 盈<sup>3</sup>, 封宇飞<sup>1</sup>(1. 北京大学人民医院药剂科, 北京 100044; 2. 亳州市人民医院临床药学中心, 安徽亳州 236800; 3. 北京大学人民医院医务处, 北京 100044)

中图分类号 R978.1;R969.3 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2021)05-0623-07

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2021.05.20

**摘要** 目的:建立骨科 I 类切口手术预防性使用抗菌药物的量化评价体系,为科学评价该类手术抗菌药物预防使用的合理性提供参考。方法:以《抗菌药物临床应用指导原则(2015 版)》、相关药品说明书、相关指南与文献为依据,由相关科室专家共同商讨制定骨科 I 类切口手术预防性使用抗菌药物合理性评价标准。采用层次分析法(AHP)对评价标准的各项指标进行赋权,并运用加权逼近理想解排序法(TOPSIS)对北京大学人民医院 2019 年 9 月 1—30 日的 3 个骨科科室的 120 例 I 类切口手术患者的归档病例进行回顾性分析和合理性评价。结果:建立的评价体系包括 4 个一级指标(用药指征、用法用量、给药时机、其他因素)和 12 个二级指标,二级指标中权重占比较高的有适应证、药品选择及术前给药时机(权重分别为 0.209、0.140、0.117)。在纳入的 120 份病例中,用药合理的占 30.83%,基本合理的占 47.50%,不合理的占 21.67%。采用 AHP-TOPSIS 法所得评价结果与实际情况相符。结论:基于 AHP-TOPSIS 法建立的 I 类切口手术预防使用抗菌药物合理性评价的方法,可将多个指标结合起来对用药合理性进行量化评估。该方法切实可行、操作性强、评价结果可量化,具有较广泛的适用范围。

**关键词** I 类切口手术;骨科;抗菌药物;合理用药;层次分析法;逼近理想解排序法

## 参考文献

- [1] 张相林, 缪丽燕, 陈文倩. 治疗药物监测工作规范专家共识: 2019 版[J]. 中国医院用药评价与分析, 2019, 19(8): 897-899.
- [2] 李沐, 张倩, 张爽, 等. 2018 年中国医院治疗药物监测开展状况调查[J]. 中国药理学杂志, 2019, 54(24): 2087-2092.
- [3] 刘剑敏, 董俊丽, 黄鹤归, 等. 基于 ISO 15189:2012 个体化学实验室质量管控实践[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(9): 1142-1147.
- [4] 国家卫生和计划生育委员会. 临床实验室质量指标: WS/T 496-2017[S]. 北京: 国家卫生和计划生育委员会, 2017: 2-3.
- [5] 国家卫生健康委员会. 临床化学检验血液标本的收集与处理: WS/T 225-2002[S]. 北京: 国家卫生健康委员会, 2002: 2-4.
- [6] ZHANG Y, WANG T, ZHANG D, et al. Therapeutic drug monitoring coupled with bayesian forecasting could prevent vancomycin-associated nephrotoxicity in renal insufficiency patients: a prospective study and pharmaco-economic analysis[J]. Ther Drug Monit, 2020, 42(4): 600-609.
- [7] YODOSHI M, IWASAKI N, SATOH K, et al. TDM ma-
- [8] HIEMKE C, BERGEMANN N, CLEMENT HW. Consensus guidelines for therapeutic drug monitoring in neuropsychopharmacology: update 2017[J]. Pharmacopsychiatry, 2018, 51(1/2): 9-62.
- [9] CHAN JO, BAYSARI MT, CARLAND JE, et al. Barriers and facilitators of appropriate vancomycin use: prescribing context is key[J]. Eur J Clin Pharmacol, 2018, 74(11): 1523-1529.
- [10] SWARTLING M, GUPTA R, DUDAS V, et al. Short term impact of guidelines on vancomycin dosing and therapeutic drug monitoring[J]. Int J Clin Pharm, 2012, 34(2): 282-285.
- [11] 李欢, 罗云婷, 邓蓉, 等. 医药护一体化药物监管模式在伏立康唑治疗中的应用[J]. 护理学杂志, 2019, 34(17): 98-100.
- [12] 缪丽燕, 肇丽梅, 张伶俐, 等. 治疗药物监测结果解读专家共识[J]. 中国医院药学杂志, 2020, 40(23): 2389-2395.
- [13] ALHAMEED AF, KHANSA SA, HASAN H, et al. Bridging the gap between theory and practice: the active role of inpatient pharmacists in therapeutic drug monitoring[J]. Pharmacy (Basel), 2019, 7(1): 20-27.

Δ 基金项目:北京市自然科学基金资助项目(No.7192218);北京大学人民医院研究与发展基金资助项目(No.RDY2019-39)

\* 副主任药师, 硕士。研究方向: 临床药理学。电话: 010-88325749。E-mail: lyi1267@126.com

# 通信作者: 主任药师, 博士。研究方向: 临床药理学。电话: 010-88325749。E-mail: 49279097@qq.com

(收稿日期: 2020-09-18 修回日期: 2021-02-01)

(编辑: 罗 瑞)

# Quantitative Evaluation of the Prophylactic Use Rationality of Antibiotics in Orthopedic Type I Incision Surgery of Our Hospital Based on AHP-TOPSIS

LIU Yi<sup>1</sup>, LIANG Xinyu<sup>1</sup>, SONG Jiawei<sup>2</sup>, LIU Yue<sup>1</sup>, HU Lei<sup>1</sup>, HOU Kelu<sup>1</sup>, SI Xia<sup>1</sup>, ZHAO Mei<sup>1</sup>, WANG Wenpei<sup>1</sup>, LIU Silu<sup>1</sup>, HUANG Lin<sup>1</sup>, LIU Ying<sup>3</sup>, FENG Yufei<sup>1</sup> (1. Dept. of Pharmacy, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China; 2. Clinical Pharmacy Center, Bozhou Municipal People's Hospital, Anhui Bozhou 236800, China; 3. Dept. of Medical Affairs, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To establish quantitative evaluation system of the prophylactic use of antibiotics in orthopedic type I incision surgery, and to provide reference for evaluating the rational prevention use of antibiotics in this type surgery scientifically. METHODS: Based on the *Guidelines of Clinical Use of Antimicrobial Agents (2015 edition)*, drug instructions, related guidelines and references, experts from relevant departments jointly discussed and formulated the evaluation criteria for the rationality of the use of antibiotics in type I incision in orthopedic surgery. AHP method was used to assign the weights for various indexes of evaluation criteria; TOPSIS method was used to retrospectively analyze and evaluate the rationality of 120 cases of type I incision surgery from 3 orthopedic departments in Peking University People's Hospital during Sept. 1st-30th, 2019. RESULTS: Established evaluation system included 4 primary indicators (medication indication, usage and dosage, medication timing, other factors) and 12 secondary indicators. Among the secondary indicators, indications, drug selection and timing of preoperative administration were the most important (weights were 0.209, 0.140, 0.117). Among 120 cases, 30.83% of drug use were reasonable, 47.50% were basically reasonable and 21.67% were unreasonable. Evaluation results obtained by AHP-TOPSIS were consistent with the actual situation. CONCLUSIONS: The rationality evaluation method of prophylactic use of antibiotics in type I incision surgery based on AHP-TOPSIS method can quantitatively evaluate the rationality of drug use by combining multiple indicators. The method is feasible, operable, and the evaluation results can be quantified, which has a wide range of application.

**KEYWORDS** Type I incision; Orthopedic department; Antibiotics; Rational drug use; Analytic hierarchy process; TOPSIS

手术部位感染(SSI)是医疗保健相关感染的常见原因<sup>[1]</sup>。在手术患者中,SSI占医院感染的38%<sup>[2]</sup>。据估计,每年接受手术的患者超过3 000万例,其中SSI的发生率为2%~5%<sup>[2]</sup>。预防使用抗菌药物的目标是通过降低手术操作期间手术部位的微生物负荷来预防SSI的发生,对降低SSI的有效性已得到明确证实<sup>[3]</sup>。然而,I类切口手术多为无菌部位,局部无炎症、无损伤,也不涉及呼吸道、消化道、泌尿生殖道等人体与外界相通的器官,手术部位无污染,故通常不需要预防使用抗菌药物。但在手术范围大、手术时间长、手术涉及重要脏器、异物植入、有感染等高危因素的情况时,可考虑预防用药。为此,在原卫生部抗菌药物专项整治方案中,明确规定I类切口手术患者预防使用抗菌药物比例不应超过30%<sup>[4]</sup>,旨在引导医疗机构规范该类手术抗菌药物的预防性使用。

对于接受脊椎手术、髋部及其他闭合性骨折修复术、置入内固定装置(螺钉、钉、板和针)和全关节置换术的I类切口手术患者,由于存在异物植入的情况,常需要给予抗菌药物预防SSI<sup>[5]</sup>。因此,骨科I类切口手术患者预防性使用抗菌药物的比例相对较高,不能以原卫生部相关规定( $\leq 30\%$ )来判断抗菌药物使用的合理性<sup>[4]</sup>。为量化评价我院骨科I类切口手术抗菌药物预防使用现状和存在问题,本文采用逼近理想解排序法<sup>[6]</sup>(Technique for order preference by similarity to an ideal solu-

tion, TOPSIS)和层次分析法<sup>[7]</sup>(Analytical hierarchy process, AHP)。目前尚未见到将上述两种方法用于骨科I类切口手术预防性使用抗菌药物合理性评价的相关研究。因此,本研究首先通过医院信息系统(HIS)选择预防使用抗菌药物比例较高的骨科科室,并随机抽取相关病例;接着,建立骨科I类切口手术预防使用抗菌药物的评价指标体系,按照AHP法对各评价指标进行赋权;然后,对各病例按照符合评价指标的程度进行打分,并运用已经赋权的TOPSIS公式对打分结果进行计算,得出最优方案与最劣方案;最后,根据每份病例与最优方案的接近程度进行整体分层评价,以期为骨科I类切口手术预防使用抗菌药物的合理性评价提供参考。

## 1 资料来源

通过HIS系统提取北京大学人民医院2019年9月1—30日所有行I类切口手术的归档病例,通过信息系统初步统计后,发现I类切口手术预防使用抗菌药物比例(预防使用抗菌药物的例数/手术总例数 $\times 100\%$ )排名前5位的科室中有3个骨科科室:脊柱外科(100%)、创伤骨科(69.27%)、骨关节科(68.66%)。本研究选取这3个骨科科室为研究对象,按照如下纳入与排除标准筛选病例。纳入标准:临床资料完整者;术前无感染症状者。排除标准:术前持续使用抗菌药物治疗的感染者。从符合筛选条件的病例中,采用随机抽样的方法从3个科室各选取病例40例,最终纳入归档病例共120例,分

别用 $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{120}$ 表示。从电子病例系统中收集相关临床资料,包括性别、年龄、体质量、身高、出院诊断、药物过敏史、基础疾病、手术名称、是否预防用药、预防用药品名称、溶剂选择、溶剂量、给药剂量、给药途径、滴注时间、术前抗菌药物使用时间、手术开始时间、手术结束时间、术前用药时机、手术时长、失血量、术中用药、使用抗菌药物天数、是否发生药物不良反应等,运用Microsoft Excel 2016和Mathworks Matlab Release 2016b软件进行数据统计。部分信息详见表1。

## 2 研究方法

### 2.1 构建骨科 I 类切口手术预防性使用抗菌药物评价指标体系

以《抗菌药物临床应用指导原则(2015版)》(以下简称“《指导原则》”)、药品说明书为基础,参照相关指南及文献[8-9],并结合我院临床实际情况及外科、药剂科、医务处专家意见,综合考虑预防使用抗菌药物的指征、过程和结果3个方面,确定本研究的评价指标体系。依据AHP法的基本原理,将确定的评价指标进行分类,按目标层、准则层、指标层排列起来,构造一个各指标间相互连结的层次递进结构,形成一个多目标、多层次的模型。最上层为目标层,只有1项指标,即骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物合理性A;中间层为准则层,包括4项指标,分别为用药指征 $B_1$ 、用法用量 $B_2$ 、给药时机 $B_3$ 和其他因素 $B_4$ ;最底层为指标层,共12项指标,分别为适应

证 $C_1$ 、药品选择 $C_2$ 、给药剂量 $C_3$ 、给药途径 $C_4$ 、溶剂选择 $C_5$ 、滴注时间 $C_6$ 、术前用药时机 $C_7$ 、术中用药 $C_8$ 、术后用药 $C_9$ 、不良反应的发生与处理 $C_{10}$ 、联合用药 $C_{11}$ 、更换药物品种 $C_{12}$ ,详见表2。

### 2.2 基于AHP-TOPSIS法的综合评价模型构建

根据本文的研究目的,构建基于AHP-TOPSIS法的骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物综合评价模型,体系构建过程见图1。

2.2.1 运用AHP法确定评价指标权重 基于AHP原理设计指标权重问卷,按照Satty等<sup>[10]</sup>的1~9标度法,邀请临床、药学和管理领域的10位专家分别对目标层、准则层及指标层内各项指标进行两两比较和重要性评价,建立判断矩阵。对10位专家的评价数据进行集结,将各要素求均值,得到均值判断矩阵后,再计算并排序权重。设定每个专家所占权重相同,并采用各专家判断矩阵数值加权算术平均法计算。采用方根法计算评价指标的权重向量,通过一致性检验、认可无逻辑错误后,得到 I 类切口手术预防使用抗菌药物的评价指标权重,计算过程如下。

建立判断矩阵 $X$ :

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

其中, $x_{ij}(i, j=1, 2, \dots, n)$ 表示指标 $\mu_i$ 相比指标 $\mu_j$ 的重

表1 纳入归档病历的120例患者的一般资料

Tab 1 General information of 120 patients included in the study

患者基本信息	创伤骨科	骨关节科	脊柱外科
性别(男性/女性),例	19/21	12/28	24/16
年龄[范围( $\bar{x} \pm s$ )],岁	23~85(54.85 ± 19.19)	24~89(60.13 ± 16.33)	5~88(56.05 ± 18.51)
体质量[范围( $\bar{x} \pm s$ )],kg	48.5~102(65.74 ± 13.99)	40~95(67.51 ± 13.37)	14.5~115(68.3 ± 17.63)
既往有青霉素/头孢菌素过敏史,例次	4/40	2/40	2/40
手术类型(例)	股骨骨折闭合复位螺钉内固定术(5) 髌骨骨折切开复位术(3) 锁骨骨折切开复位钢板内固定术(3) 桡骨骨折切开复位钢板内固定术(3) 跖骨楔形截骨术+趾骨楔形截骨术(3) 尺骨骨折切开复位钢板内固定术(2) 人工股骨头置换术(2) 踝关节韧带修补术(2) 椎间孔镜下髓核摘除术(2) 肩关节镜下滑膜切除术(2) 尺神经松解术(2) 右髌关节置换术(1) 左髌关节置换术(1) 股骨骨折切开复位钢板内固定术(1) 肩关节镜下肩缝成形术(1) 胫骨骨折切开复位钢板内固定术(1) 锁骨骨折切开复位钢板内固定术(1) 指骨骨折切开复位钢板内固定术(1) 膝关节镜下半月板部分切除术(1) 椎体成形术(1) 膝关节镜下滑膜切除术(1) 踝关节骨折切开复位钢板内固定术(1)	膝关节三间室置换术(9) 全髋关节置换术(8) 膝关节镜下半月板成形术(5) 膝关节单间室置换术(3) 肩关节修补术(2) 盆骨楔形截骨术(2) 人工股骨头置换术(2) 膝关节部分置换术(2) 股骨头坏死钻孔减压术(1) 胫骨骨折切开复位钢钉内固定术(1) 膝关节镜下后十字韧带重建术(1) 膝关节镜下前十字韧带重建术(1) 膝关节镜下外侧半月板部分切除术(1) 膝关节镜下外侧半月板切除术(1) 膝关节双间室置换术(1)	胸腰椎后路融合术+腰椎植骨术(5) 颈椎前路椎管减压术(5) 腰椎后路全椎板切除术+腰椎植骨术(3) 腰椎植骨术+椎弓根钉内固定术(3) 腰椎滑脱切开复位内固定术(3) 腰椎后路全椎板切除术(2) 颈椎后路单开门椎管减压术(2) 椎间盘镜下后入路腰椎间盘切除术(2) 腰椎后路翻修术+腰椎植骨术(2) 腰骶椎后路融合术+腰椎植骨术(2) 脊柱侧弯矫形术(2) 腰椎后路部分椎板切除术(2) 腰椎后路翻修术(2) 腰椎植骨术(1) 颅骨牵引(1) 全髋关节置换术(1) 胸椎骨骨折切开复位内固定术+胸椎植骨术(1) 腰椎骨骨折切开复位内固定术(1)

表2 骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物评价指标体系

Tab 2 Evaluation index system of prophylactic use of antibiotics in type I incision surgery in orthopedic department

目标层	准则层	指标层	指标说明	
I类切口手术预防使用抗菌药物合理性A	用药指征B: 适应证C <sub>1</sub>	通常不需要预防用药,仅在有以下特定指征时使用:		
		① I类切口手术范围大、时间长		
		② I类切口手术涉及重要器官		
		③ I类切口手术有异物植入		
		④ I类切口手术患者年龄>70岁		
		⑤ I类切口手术患者糖尿病控制不佳		
		⑥ I类切口手术患者恶性肿瘤放、化疗中		
	药品选择C <sub>2</sub>	⑦ I类切口手术患者免疫缺陷或营养不良		
		用药选择符合《指导原则》及相关管理规定:		
	用法用量B: 给药剂量C <sub>3</sub>	给药剂量的C <sub>3</sub>	①有循证医学证据的第一代头孢菌素主要为头孢唑啉,第二代头孢菌素主要为头孢呋辛	
②头孢菌素过敏者,可选用克林霉素、万古霉素预防葡萄球菌、链球菌等感染				
单次剂量正确,每日给药频次符合药品说明书:				
①头孢唑啉1~2g单剂或每8h给药1次				
②头孢呋辛1.5g单剂或每8~12h给药1次				
③万古霉素1g单剂或每12h给药1次				
④克林霉素600~900mg单剂或每8~12h给药1次				
⑤需注意特殊人群,如老年人、婴幼儿、肝肾功能异常者、孕妇、肥胖患者等的用药剂量调整				
给药途径C <sub>4</sub>			静脉输注	
			溶剂选择C <sub>5</sub>	按照药品说明书执行:
滴注时间C <sub>6</sub>	①头孢唑啉及头孢呋辛选择0.9%氯化钠注射液,溶剂量100mL			
	②万古霉素可选择0.9%氯化钠注射液或5%葡萄糖注射液,溶剂量200~250mL			
	③克林霉素可选择0.9%氯化钠注射液或5%葡萄糖注射液,溶剂量100~150mL			
给药时机B: 术前用药时机C <sub>7</sub>	术前用药C <sub>7</sub>	按照药品说明书执行:		
		①头孢唑啉及头孢呋辛应在30min内滴入,不宜缓慢滴注		
		②万古霉素的滴注时间应在60min以上		
术中用药C <sub>8</sub>	术后用药C <sub>9</sub>	③克林霉素的滴注时间应在20~45min以内		
		用药时间符合《指导原则》:		
		①皮肤、黏膜切开前0.5~1h给药		
其他因素B: 不良反应的发生与处理C <sub>10</sub>	联合用药C <sub>11</sub>	②万古霉素在术前1~2h给药		
		③手术时间>3h或超过所用药物半衰期的2倍以上时追加		
更换药物品种C <sub>12</sub>	④失血>1500mL时追加			
	⑤不用			
⑥≤24h,必要时延长至48h				
⑦无不良反应发生				
⑧发生不良反应停药并作相应处理				
⑨应选择单一抗菌药物预防用药,避免不必要的联合使用				
⑩无更换药物依据时,不可更换药物				
⑪有更换药物依据时(如患者不耐受等),方可更换				

要程度数值。

$$p_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x_{ij}} \dots\dots\dots (2)$$

由此得到向量P, P=(p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, ..., p<sub>n</sub>)<sup>T</sup>。对P作归一化处理,得到权重向量W, W=(W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, ..., W<sub>n</sub>)<sup>T</sup>,其中T为矩阵的转置符号,W<sub>i</sub>即为归一化的权重向量:

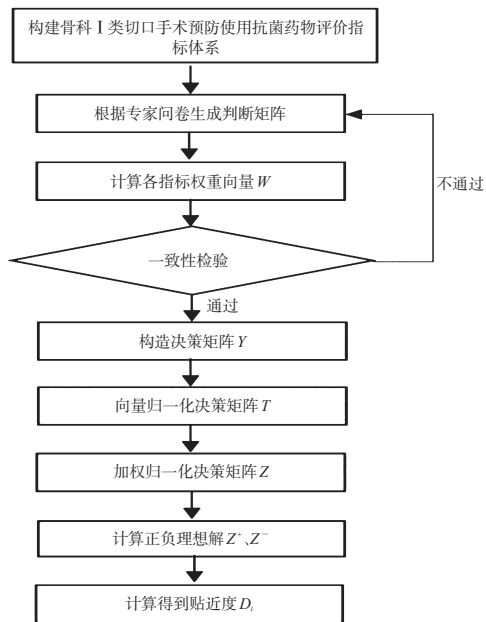


图1 基于AHP-TOPSIS法的骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物量化评价体系构建过程

Fig 1 Construction of quantitative evaluation system for prophylactic use of antibiotics in orthopedic type I incision surgery based on AHP-TOPSIS method

$$W_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \dots\dots\dots (3)$$

为避免误差过大造成的影响,需进行一致性检验:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(X \cdot W)_i}{W_i} \dots\dots\dots (4)$$

计算判断矩阵X的最大特征根λ<sub>max</sub>,再计算一致性比

率R<sub>CR</sub>, R<sub>CR</sub>=R<sub>CI</sub>/R<sub>RI</sub>,其中R<sub>CI</sub>为一致性指标,R<sub>CI</sub>= $\frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ;

R<sub>RI</sub>为随机一致性指标。若R<sub>CR</sub><0.1,表示一致性检验通过,否则需要重新构建判断矩阵<sup>[10]</sup>。

2.2.2 运用AHP-TOPSIS法综合评价骨科 I 类切口手术预防性使用抗菌药物的合理性 对120例纳入病例按照评价标准进行打分,完全符合评价标准的指标打分为10分,不符合的打分为0分,将打分结果进行趋同化与归一化处理,以归一化后的数据建立数据矩阵。运用已经赋权的TOPSIS公式进行计算,找出理想状态下的最优方案和最劣方案,再分别计算每份病例与最优方案和最劣方案的差值。计算120份病例与理想解的相对接近程度D<sub>i</sub>,D<sub>i</sub>越接近1,则表示评价指标越优,I类切口手术预防使用抗菌药物合理性越好。根据文献[11],设定D<sub>i</sub>=1.0为用药完全合理,D<sub>i</sub>≥0.8评价为用药合理,0.6≤D<sub>i</sub><0.8评价为用药基本合理,D<sub>i</sub><0.6评价为用药不合理。对每一个病例的合理性作分层评价,计算过程如下。

建立决策矩阵  $Y$ :

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5)$$

其中,  $y_{ij}(i=1,2,\dots,m;j=1,2,\dots,n)$  表示不同病例  $i$  对应评价指标  $j$  的数值。对数据进行归一化处理, 得矩阵  $T: T=(t_{ij})_{mn}(i=1,2,\dots,m;j=1,2,\dots,n)$ 。

$$t_{ij} = y_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m (y_{ij})^2} \dots\dots\dots (6)$$

将权重向量  $W$  引入归一化决策矩阵  $T$ , 以反映指标间的不同权重, 从而得到规范化的加权决策矩阵  $Z$ :

$$Z = \begin{bmatrix} w_1 t_{11} & w_2 t_{12} & \cdots & w_n t_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 t_{m1} & w_2 t_{m2} & \cdots & w_n t_{mn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (7)$$

基于加权决策矩阵, 可得到正负理想解。其中, 正理想解为:  $Z^+ = (\max Z_{i1}, \max Z_{i2}, \dots, \max Z_{in})$ ; 负理想解为:  $Z^- = (\min Z_{i1}, \min Z_{i2}, \dots, \min Z_{in})$ 。利用欧几里德公式计算评价指标值与最优值和最劣值之间的距离:

$$E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{ij} - Z_j^+)^2} \dots\dots\dots (8)$$

$$E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{ij} - Z_j^-)^2} \dots\dots\dots (9)$$

其中  $E_i^+$  为第  $i$  个方案对应正理想解  $Z^+$  的距离,  $E_i^-$  为第  $i$  个方案对应负理想解  $Z^-$  的距离。进而计算得到各病例  $i$  评价指标值的贴近度  $D_i: D_i = \frac{E_i^-}{E_i^+ + E_i^-}$ 。

### 3 结果

#### 3.1 指标层权重的计算结果

共收集到 10 位专家根据标度法对骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物评价指标体系的每一层内各项指标进行两两比较的打分表, 均为有效数据。分别计算准则层对目标层判断矩阵的权重向量  $W_a$  及指标层对准则层各因素的权重向量  $W_b^1, W_b^2, W_b^3$  及  $W_b^4$ 。结果显示, 一致性比率  $R_{CR}$  均小于 0.1, 这表明通过了一致性检验。I 类切口手术预防使用抗菌药物指标层权重见表 3。从表 3 可知, 指标层中适应证  $C_1$ 、药品选择  $C_2$ 、术前给药时机  $C_7$  占有较高权重, 分别为 0.209、0.140、0.117, 这几个指标是评价 I 类切口手术抗菌药物预防使用合理性的重要指标, 与临床实际情况相符。

#### 3.2 骨科 I 类切口手术预防性使用抗菌药物合理性的评价结果

对 120 份纳入病例按照评价标准进行打分后, 运用已经赋权的 TOPSIS 公式计算出最优解  $Z^+$ 、最劣解  $Z^-$ , 结果见表 3。

#### 3.3 结果分析

根据每个病例与最优值和最劣值之间的距离, 计算每个点评病例的贴近度  $D_i$ , 120 份病例中相对接近度  $D_i$  最高为 1.0、最低为 0.41, 结果详见表 4。由表 4 可见, 用

表 3 各指标层的相对权重、最优解、最劣解

Tab 3 Relative weight, optimal solution and worst solution of the target layer

指标层	相对权重	最优解 $Z^+$	最劣解 $Z^-$
适应证 $C_1$	0.209	0.019 2	0.000 0
药品选择 $C_2$	0.140	0.013 4	0.000 0
给药剂量 $C_3$	0.061	0.005 6	0.000 0
给药途径 $C_4$	0.057	0.005 2	0.005 2
溶剂选择 $C_5$	0.045	0.004 1	0.004 1
滴注时间 $C_6$	0.038	0.003 5	0.003 5
术前用药时机 $C_7$	0.117	0.017 3	0.000 0
术中用药 $C_8$	0.089	0.008 4	0.000 0
术后用药 $C_9$	0.073	0.007 7	0.000 0
不良反应的发生与处理 $C_{10}$	0.060	0.005 5	0.005 5
联合用药 $C_{11}$	0.066	0.006 0	0.006 0
更换药物品种 $C_{12}$	0.044	0.005 1	0.000 0

药合理 ( $D_i \geq 0.8$ ) 的有 37 例 (占 30.83%), 其中用药完全合理 ( $D_i = 1$ ) 的有 18 例 (占 15.00%); 用药基本合理 ( $0.6 \leq D_i < 0.8$ ) 有 57 例 (占 47.50%); 用药不合理 ( $D_i < 0.6$ ) 的有 26 例 (占 21.67%)。这说明我院骨科 I 类切口手术抗菌药物的预防使用仍存在一些问題。根据上述分层结果对 120 例病例的实际用药情况进行分析, 具体以分层结果进行汇总。

表 4 骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物评价指标值的贴近度  $D_i$  统计结果

Tab 4 Statistical results of closeness  $D_i$  of evaluation index values of prophylactic use of antibiotics in orthopedic type I incision surgery

$D_i$	例数			占比, %	用药评价结果	
	创伤骨科	骨关节科	脊柱外科			
1.0	9	9	0	18	15.00	合理
0.9~<1.0	0	0	0	0	0	合理
0.8~<0.9	10	0	9	19	15.83	合理
0.7~<0.8	0	0	5	5	4.17	基本合理
0.6~<0.7	13	26	13	52	43.33	基本合理
<0.6	8	5	13	26	21.67	不合理

3.3.1 用药合理的病例 具体来看, 用药合理的 37 例中, 除 18 例为完全合理外, 其余 19 例的问题主要集中在指标层更换药物品种  $C_{12}$  或术后用药  $C_9$ , 每份病例均涉及 1 个指标层问题。其中有 10 例患者术后无指征将头孢呋辛更换为头孢美唑 (脊柱外科 9 例、创伤骨科 1 例)。骨科 I 类切口手术常见引起手术部位感染的病原菌 80% 以上是革兰氏阳性菌, 包括金黄色葡萄球菌、凝固酶阴性葡萄球菌、链球菌等, 应选用第一、二代头孢菌素。而头孢美唑属于头霉素类抗菌药物, 对多数革兰氏阳性球菌及革兰氏阴性杆菌具有抗菌活性, 同时对  $\beta$ -内酰胺酶作用相对稳定, 兼具抗厌氧菌的作用, 因此选择头孢美唑的合理性有待商榷。还有 9 例患者术后用药时长超过 48 h (均为创伤骨科病例), 《指导原则》指出, 过度延长用药时间并不能进一步提高预防效果, 且预防用药时间超过 48 h, 耐药菌感染机会增加<sup>[9]</sup>。一项针对随

机试验的系统评价也显示,与持续24 h以上或24 h以内多次给药的方案相比,单次给药方案的SSI发生率并无显著差异[比值比(OR)=1.04,95%置信区间(CI)(0.86, 1.25), $P>0.05$ ]<sup>[12]</sup>。

3.3.2 用药基本合理病例 用药基本合理的57例中,主要问题集中在指标层术前用药时机 $C_7$ ,其次为更换药物品种 $C_{12}$ ,个别病例涉及术后用药 $C_9$ 及术中用药 $C_8$ ,每份病例涉及1~3个二级指标问题。其中有49例患者术前用药均未在皮肤或黏膜切开前0.5~1 h(脊柱外科12例、创伤骨科12例、骨关节科25例),有20例患者术后无指征将头孢唑啉更换为头孢美唑或头孢哌酮舒巴坦钠(脊柱外科17例、创伤骨科3例),有6例患者术后用药时长超过48 h(均为脊柱外科病例),有4例患者手术时长超过3 h但术中未及及时追加(均为脊柱外科病例),还有3例术前未用抗菌药物而在术后使用(3个科室各1例)。

3.3.3 用药不合理病例 用药不合理的26例中,主要是累计不合理项目过多或者多个权重占比较大的指标不合理导致 $D_i$ 低。用药不合理病例的问题主要集中在指标层术前用药时机 $C_7$ ,其次为更换药物品种 $C_{12}$ 及术后用药 $C_9$ ,在药品选择 $C_2$ 、术中用药 $C_8$ 、适应证 $C_1$ 及给药剂量 $C_3$ 上也有不合理问题,每份病例涉及1~4个二级指标问题。其中有25例患者术前给药时机存在问题,未在皮肤、黏膜切开前0.5~1 h给药(脊柱外科13例、创伤骨科8例、骨关节科4例),有17例在术后更换药物为头孢美唑或头孢哌酮舒巴坦(脊柱外科13例、创伤骨科2例、骨关节科2例),有16例术后用药超过48 h(脊柱外科9例、创伤骨科6例、骨关节科1例),有8例患者在药品选择上存在问题(如未提及青霉素或头孢菌素过敏史就使用克林霉素、术前未预防使用抗菌药物等),有4例患者手术时长超过3 h但术中未及及时追加药物,有2例患者无预防用药指征但使用了抗菌药物,还有1例患者给药剂量存在问题(该患者体质量指数为 $36.30 \text{ kg/m}^2$ ,头孢唑啉术前使用4 g,剂量可能过高)。虽然头孢唑啉被广泛推荐用于围手术期外科SSI预防,但《指导原则》并未给出具体用药方案,对于肥胖患者的用药方案也不清楚。黄书佳等<sup>[13]</sup>采用蒙特卡罗模拟的方法评价了头孢唑啉不同的给药方案预防SSI的效果,结果表明对各目标菌群,肥胖患者使用头孢唑啉1.5 g仅在给药后3 h内达到 $\geq 90\%$ 的累计反应分数。笔者认为要达到理想预防效果,肥胖患者术后可能需采用每3 h给药1.5 g的方案。

3.3.4 各骨科科室的横向对比 通过将3个骨科科室各40例纳入病例的 $D_i$ 分别求均值,可以对各科室预防用药的合理性进行横向对比。脊柱外科、创伤骨科和骨关节科的 $D_i$ 均值分别为0.65、0.74、0.69,这表明3个科室中,创伤骨科在I类切口手术预防使用抗菌药物的合理性上相对较佳,其次为骨关节科,脊柱外科排在最后。

## 4 讨论

### 4.1 基于AHP-TOPSIS法的用药合理性定量评价体系的建立

为了量化评价我院骨科I类切口手术抗菌药物预防使用现状和存在问题,本文采用一种可量化的合理用药评价方法——TOPSIS。该法是根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的方法,常用于医疗质量综合评价的决策分析<sup>[6]</sup>。该法不仅可以用于建立评价体系,还可以对评价对象的整体合理性作出量化评价。在此基础上,结合AHP法求得各评价指标的权重系数,可减少人为赋权的随意性,使评价结果有更高的可信度<sup>[7]</sup>。

围手术期预防使用抗菌药物是控制SSI的一项重要措施,其合理使用可保障患者的生命安全、节约医疗资源、减轻患者经济负担,反之则会导致耐药风险的增加。I类切口手术是医疗质量管控的重点,围手术期抗菌药物的预防性使用涉及术前、术中、术后多个环节,影响合理使用的因素较多,因此评价方法的选择尤为重要。传统的合理性评价方法虽然也建立了评价标准,但不足之处在于其仅能对评价对象的单一指标作出评价(如I类切口预防使用抗菌药物的比例,术前0.5~1 h给药的比例等),无法对评价对象的整体合理性作出判断<sup>[14]</sup>。本研究的评价标准综合考虑预防使用抗菌药物的指征、过程和结果3个方面,涵盖围手术期抗菌药物预防使用的全过程,有利于临床资料收集的规范化和临床用药过程评价的量化。

此外,传统的评价方法,默认所有指标的重要性一致,或者直接赋分,指标权重缺乏统计检验,难以保持一致,可能导致点评工作不符合实际、主观性太强<sup>[15]</sup>。本研究采用AHP法,把评价问题分解为若干因素,构建多因素的递阶层次结构,之后通过两两比较的方式确定各因素的相对重要性,利用一致性检验确保一致性和权重计算结果的合理性。基于AHP原理,不仅可从层次化、系统化的角度归纳重要因素指标,亦可得到各指标的重要程度<sup>[10]</sup>。TOPSIS法是目前多目标决策中的常用方法,其基于归一化的原始数据矩阵,从有限方案中找出最优和最劣方案,计算各评价方案与最优及最劣方案间的距离,获得评价方案与最优方案的接近程度,以此评价方案的优劣<sup>[16]</sup>。

因此,本研究基于AHP-TOPSIS法对3个骨科科室I类切口手术抗菌药物的预防性使用进行合理性评价,在评价方案中引入各指标权重的重要性评价,既考虑了各评价指标重要性的不同,又体现了TOPSIS法充分利用数据处理的特点。该方法降低了主观随意性,可使分层评价结果更直观、全面,并将点评结果转化为可以比较的数值,也使得评价结果更加合理、可信,更适用于临

床合理用药的质量管理和质量改进<sup>[16]</sup>。

## 4.2 AHP-TOPSIS 法在骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物合理性量化评价中的应用

本研究首先由专家评分后经过矩阵判断,通过计算得出了指标层的相对权重,结果发现在指标层中适应证  $C_1$ 、药品选择  $C_2$ 、术前给药时机  $C_7$  具有较高权重,对病例用药是否合理具有决定性意义,这与 I 类切口手术的实际点评工作及抗菌药物管理的目的是是一致的。接着,对 120 例骨科 I 类切口手术的抗菌药物使用合理性进行了定量评价,并按照合理性进行了分层评价和分析。选择 3 个骨科科室,主要是因为经 HIS 初步统计后发现这 3 个科室预防使用抗菌药物的比例较高,同时手术例数较多,且骨科是医院感染的高危科室。

通过对  $D_i \geq 0.8$  的用药合理病例的点评发现,存在的共性问题是更换药物品种  $C_{12}$  或术后用药  $C_9$ ; 对  $0.6 \leq D_i < 0.8$  的用药基本合理病例的点评发现,存在的主要问题是术前用药时机  $C_7$ 、更换药物品种  $C_{12}$ , 个别病例涉及术后用药  $C_9$  及术中用药  $C_8$ ; 针对  $D_i < 0.6$  的用药不合理病例,主要是累计不合理项目过多或者多个权重占比较大的二级指标不合理导致  $D_i$  低,具体问题包括术前用药时机  $C_7$ , 其次为更换药物品种  $C_{12}$  及术后用药  $C_9$ , 在药品选择  $C_2$ 、术中用药  $C_8$ 、适应证  $C_1$  及给药剂量  $C_3$  上也有不合理问题。这提示我院骨科 I 类切口手术预防使用抗菌药物仍存在一些不规范之处。在开展 I 类切口手术预防使用抗菌药物的合理性评价工作时,将病例点评结果进行量化处理,分层进行点评分析,可发现临床实际用药过程中最易发生问题的环节,及时反馈至临床科室,进一步可通过对相应科室或医师有针对性地进行抗菌药物合理使用培训,加强围手术期预防用抗菌药物合理使用的持续改进。后续本课题组还会针对 3 个骨科科室的持续改进情况,进行量化分析和总结。

综上所述,本研究建立了基于 AHP-TOPSIS 法的 I 类切口手术预防使用抗菌药物定量评价体系,可用于评价我院 3 个骨科科室该类手术抗菌药物预防使用的合理性,其操作性强、结果可量化,经过改进后也可用于其他药物的合理性评价。

### 参考文献

[1] BERRÍOS-TORRES SI, UMSCHIED CA, BRATZLER DW, et al. Centers for disease control and prevention guideline for the prevention of surgical site infection, 2017[J]. JAMA Surg, 2017, 152(8): 784-791.

[2] ZIMLICHMAN E, HENDERSON D, TAMIR O, et al. Health care-associated infections: a meta-analysis of costs and financial impact on the US health care system[J]. JAMA Intern Med, 2013, 173(22): 2039-2046.

[3] BRATZLER DW, HUNT DR. The surgical infection pre-

vention and surgical care improvement projects: national initiatives to improve outcomes for patients having surgery[J]. Clin Infect Dis, 2006, 43(3): 322-330.

[4] 卫生部办公厅.关于继续深入开展全国抗菌药物临床使用专项整治活动的通知[Z]. 2012-03-06.

[5] BRATZLER DW, DELLINGER EP, OLSEN KM, et al. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery[J]. Surg Infect(Larchmt), 2013, 14(1): 73-156.

[6] CHEN RC, JIANG HQ, HUANG CY, et al. Clinical decision support system for diabetes based on ontology reasoning and TOPSIS analysis[J/OL]. J Healthc Eng, 2017[2020-09-01]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29312655>.

[7] 崔彤彤,王霞,张瑶,等.基于层次分析法的一员青年人才岗前培训评价体系研究初探[J].中华医学科研管理杂志, 2018, 31(3): 215-218.

[8] LEAPER DJ, EDMISTON CE. World Health Organization: global guidelines for the prevention of surgical site infection[J]. J Hosp Infect, 2017, 95(2): 135-136.

[9] 李燕,沈爱宗,朱鹏里,等.分层加权 TOPSIS 法在某院沙格列汀合理用药评价中的应用[J].中国药房, 2020, 31(5): 627-632.

[10] SATTY TL. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation[M]. New York: McGraw-Hill, 1980: 1-25.

[11] 宋佳伟,李春贤,施朕善,等.基于加权 TOPSIS 法评价与药学干预对癌痛治疗效果的分析[J].中南药学, 2019, 17(2): 281-285.

[12] MCDONALD M, GRABSCH E, MARSHALL C, et al. Single-versus multiple-dose antimicrobial prophylaxis for major surgery: a systematic review[J]. Aust N Z J Surg, 1998, 68(6): 388-396.

[13] 黄书佳,许雍峰,苏敏.美国外科手术抗菌药物预防使用临床实践指南推荐的一、二代头孢菌素方案预防外科手术部位感染效果研究[J].中国药师, 2019, 22(3): 499-503.

[14] 赵明琴,粟珊,汪明群,等.我院神经外科 I 类切口手术围手术期抗菌药物预防使用情况调查及合理性评价[J].中国药房, 2018, 29(10): 1412-1415.

[15] 吴柳婷,白敦耀,黄艳芳,等.应用属性层次分析法加权 TOPSIS 法评价我院头孢西丁用药合理性[J].中国药房, 2017, 28(20): 2759-2763.

[16] AGHAJANI MIR M, TAHEREI GHAZVINEI P, SULAIMAN NM, et al. Application of TOPSIS and VIKOR improved versions in a multi criteria decision analysis to develop an optimized municipal solid waste management model[J]. J Environ Manage, 2016, 166: 109-115.

(收稿日期:2020-10-20 修回日期:2021-01-22)

(编辑:刘明伟)