

DOI:10.13350/j.cjpb.260214

• 调查研究 •

# 膝关节骨性关节炎术后感染的病原菌分布 及危险因素调查

王小燕,叶帆,胡泊,闫理想,孙培阳,刘强,张丽平\*

(南阳医学高等专科学校第一附属医院骨科,河南南阳 473000)

**【摘要】** 目的 探讨膝关节骨性关节炎术后感染的病原菌分布及危险因素,为预防和治疗术后感染提供科学依据。

**方法** 选取2020年3月至2024年7月期间53例膝关节骨性关节炎术后感染患者作为研究对象,同期53例膝关节骨性关节炎术后非感染者作为对照组。对感染组患者的病原菌进行分离鉴定及耐药性分析,并采用单因素分析和多因素回归分析探讨感染的危险因素。通过ROC曲线分析评估各危险因素对感染的预测价值,并比较两组患者的预后情况。

**结果** 感染组中革兰阳性菌为主(32株,60.38%),主要为金黄色葡萄球菌(18株,33.96%)和表皮葡萄球菌(10株,18.87%);革兰阴性菌18株(占33.96%),主要为大肠埃希菌(8株,15.09%)和铜绿假单胞菌(6株,11.32%);真菌3株(5.66%),均为白色念珠菌。革兰阳性菌对青霉素和苯唑西林的耐药率较高,但对万古霉素未出现耐药;革兰阴性菌对环丙沙星和头孢曲松的耐药率较高。单因素分析显示年龄 $\geq 65$ 岁、手术时间 $\geq 2$ h、合并糖尿病、长期应用激素等因素与术后感染显著相关( $P < 0.05$ )。多因素回归分析表明,年龄 $\geq 65$ 岁(OR=2.843,95% CI:1.023-7.865, $P = 0.016$ )、手术时间 $\geq 2$ h(OR=3.314,95% CI:1.432-7.654, $P < 0.01$ )、合并糖尿病(OR=2.685,95% CI:1.076-6.687, $P = 0.030$ )、长期应用激素(OR=3.432,95% CI:1.432-8.234, $P < 0.01$ )是术后感染的独立危险因素。ROC曲线分析:综合模型的AUC值为0.867(95% CI:0.811-0.923, $P < 0.01$ ),约登指数为0.667,敏感性为81.13%,特异性为85.12%。预后分析:感染组患者的住院时间、术后疼痛评分显著高于非感染组( $P < 0.01$ ),术后3个月的膝关节功能评分和日常生活能力评分显著低于非感染组( $P < 0.05$ )。 **结论** 膝关节骨性关节炎术后感染的主要病原菌为革兰阳性菌,且存在较高的耐药性。年龄 $\geq 65$ 岁、手术时间 $\geq 2$ h、合并糖尿病、长期应用激素是术后感染的独立危险因素。综合模型对术后感染具有较高的预测价值,感染显著影响患者的预后和功能恢复。

**【关键词】** 膝关节骨性关节炎;术后感染;病原菌分布;危险因素;预后分析

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1673-5234(2026)02-0211-05

[Journal of Pathogen Biology. 2026 Feb.;21(02):211-215,210.]

## Investigation of pathogenic bacteria distribution and risk factors for postoperative infection in osteoarthritis of the knee

WANG Xiaoyan, YE Fan, HU Bo, YAN Lixiang, SUN Peiyang, LIU Qiang, ZHANG Liping

(Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Nanyang Medical College, Nanyang, Henan 473000, China)\*

**【Abstract】** **Objective** To investigate the distribution of pathogenic bacteria and risk factors for postoperative infection following osteoarthritis surgery of the knee, providing scientific basis for prevention and treatment. **Methods** A total of 53 patients with postoperative infections from March 2020 to July 2024 were selected as the study group, alongside 53 non-infected patients as controls. Pathogenic bacteria from infected patients were isolated, identified, and analyzed for antibiotic resistance. Univariate analysis and multivariate regression analysis were used to explore risk factors. ROC curve analysis was employed to evaluate the predictive value of each risk factor on infection and compare prognoses between groups. **Results** Gram-positive bacteria dominated (32 strains, 60.38%), primarily *Staphylococcus aureus* (18 strains, 33.96%) and *Staphylococcus epidermidis* (10 strains, 18.87%); Gram-negative bacteria accounted for 33.96% (18 strains), mainly *Escherichia coli* (8 strains, 15.09%) and *Pseudomonas aeruginosa* (6 strains, 11.32%); Fungi were present in 3 cases (5.66%), all *Candida albicans*. High resistance rates were found against Penicillin and Oxacillin in Gram-positive bacteria, but not Vancomycin; high resistance rates against Ciprofloxacin and Ceftriaxone in Gram-negative bacteria. Univariate analysis showed significant correlations with postoperative infection for age  $\geq 65$  years, operation time  $\geq 2$  hours, diabetes mellitus, and long-term steroid use ( $P < 0.05$ ). Multivariate regression indicated that age  $\geq 65$  years

\* **【通信作者】** 张丽平, E-mail: xsyhxwh369258@163.com

**【作者简介】** 王小燕(1979-),女,河南南阳人,本科,主管护师,研究方向:骨科方面护理工作。E-mail:000.wangxiaoyan@163.com

(OR=2.843, 95% CI: 1.023-7.865,  $P=0.016$ ), operation time  $\geq 2$  hours (OR=3.314, 95% CI: 1.432-7.654,  $P<0.01$ ), diabetes mellitus (OR=2.685, 95% CI: 1.076-6.687,  $P=0.030$ ), and long-term steroid use (OR=3.432, 95% CI: 1.432-8.234,  $P<0.01$ ) are independent risk factors. The ROC curve analysis revealed an AUC of 0.867 (95% CI: 0.811-0.923,  $P<0.01$ ) for the combined model, with a Youden index of 0.667, sensitivity of 81.13%, and specificity of 85.12%. Prognosis analysis showed significantly longer hospital stays and higher postoperative pain scores in the infection group compared to the non-infection group ( $P<0.01$ ), and lower knee function and daily living ability scores at 3 months postoperatively ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Gram-positive bacteria are the primary pathogens causing postoperative infections after knee osteoarthritis surgery, with notable antibiotic resistance. Age  $\geq 65$  years, operation time  $\geq 2$  hours, diabetes mellitus, and long-term steroid use are independent risk factors for postoperative infection. The combined model has a high predictive value for postoperative infection, which significantly impacts patient prognosis and functional recovery.

**【Keywords】** knee osteoarthritis; postoperative infection; pathogen distribution; risk factors; prognostic analysis

膝关节骨性关节炎是一种常见的慢性退行性关节疾病,主要表现为膝关节疼痛、活动受限和关节功能障碍<sup>[1]</sup>。随着人口老龄化的加剧,膝关节骨性关节炎的发病率逐年上升,严重影响患者的生活质量和日常活动能力。手术治疗如膝关节置换术和关节镜手术已成为治疗严重膝关节骨性关节炎的重要手段<sup>[2-3]</sup>。然而,术后感染是膝关节手术后较为严重的并发症之一,不仅延长患者的住院时间,增加医疗费用,还可能导致关节功能障碍甚至需要再次手术干预。研究表明术后感染的发生与多种因素相关,包括患者自身的免疫状态、手术操作的复杂性、病原菌的种类及耐药性等<sup>[4-6]</sup>。近年来,随着抗生素的广泛使用,病原菌的耐药性问题日益突出,给术后感染的预防和治疗带来了新的挑战。此外,不同地区、不同医疗中心的研究报道中,膝关节骨性关节炎术后感染的病原菌种类及耐药情况存在差异,相关危险因素也尚未完全明确统一<sup>[7-9]</sup>。这使得临床医生在预防和治疗术后感染时面临挑战,缺乏精准有效的策略。

本研究选取2020年3月至2024年7月53例膝关节骨性关节炎术后感染患者作为研究对象,并同期选取53例术后未发生感染的患者作为对照组。通过分析病原菌的分布及其耐药性,筛选术后感染的独立危险因素,并利用ROC曲线评估各指标的预测价值,同时比较两组患者的预后情况。研究旨在为膝关节骨性关节炎术后感染的预防和治疗提供科学依据,改善患者的预后和生活质量。

## 对象与方法

### 1 研究对象

选择2020年3月至2024年7月在本院接受膝关节手术治疗的患者。纳入标准如下:年龄 $\geq 18$ 岁;临床诊断为膝关节骨性关节炎;接受膝关节置换术或关节镜手术;术后住院时间 $\geq 3$  d;有完整的临床资料和随访数据。排除标准如下:合并有其他类型的关节炎

(如类风湿性关节炎、痛风性关节炎等);术前已存在感染症状或体征;术后30 d内死亡或失访;临床资料不完整。根据术后是否发生感染,将患者分为感染组和非感染组。感染组包括53例术后发生感染的患者,非感染组包括53例术后未发生感染的患者。

### 2 样本收集

对于感染组患者,收集术后感染部位的分泌物、血液、关节液等样本,进行病原菌培养和药敏试验。同时收集两组患者的临床资料,包括:基本特征(年龄、性别、BMI等);手术相关因素(手术时间、手术类型等);术后并发症(感染、疼痛等);术前和术后实验室指标(白细胞计数、C反应蛋白、血沉等)。

### 3 实验室检测

病原菌分离与鉴定采用常规的微生物培养和鉴定方法,对临床样本进行病原菌分离和鉴定。革兰染色初步分类后,使用自动化微生物鉴定系统(如VITEK 2 Compact)进行菌种鉴定。药敏试验采用琼脂稀释法或纸片扩散法进行药敏试验,按照CLSI(Clinical and laboratory standards institute)标准判断病原菌对抗菌药物的敏感性、中介性和耐药性。

### 4 术后治疗和预后

对于感染组患者,术后治疗主要包括感染的诊断、处理以及疼痛管理等方面。感染的诊断依据包括临床症状(如红肿、疼痛、渗出等)、实验室检查(如白细胞计数、C反应蛋白、血培养等)以及影像学检查。一旦确诊感染,立即启动抗感染治疗,根据病原菌的药敏试验结果选择合适的抗生素。对于轻度感染,可采用口服或静脉注射抗生素;对于重度感染,可能需要联合用药或延长治疗疗程。此外,定期更换敷料、伤口护理也是治疗的重要组成部分。

疼痛管理方面,采用世界卫生组织推荐的三阶梯止痛原则,根据疼痛程度选择合适的止痛药物。轻度疼痛可使用非甾体抗炎药(如布洛芬、塞来昔布等);中度疼痛可联合弱阿片类药物(如曲马多);重度疼痛则

使用强阿片类药物(如吗啡)。疼痛程度采用视觉模拟评分法进行评估,评分范围为0~10分,分数越高表示疼痛越严重。

预后评估方面,住院时间是指从手术到出院的实际天数,反映了患者在院内的恢复情况。膝关节功能评分采用美国特种外科医院(Hospital for special surgery, HSS)膝关节评分标准,总分为100分,包括疼痛、功能、活动度、肌力等指标,分数越高表示膝关节功能越好。日常生活能力评分采用Barthel指数,评估患者在进食、洗澡、穿衣、转移、行走等方面的自理能力,总分为100分,分数越高表示日常生活能力越强。

## 5 统计分析

使用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。计量资料以均值±标准差表示,组间比较采用 $t$ 检验;计数资料以例数(%)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。对两组患者的临床资料进行单因素分析,筛选出与术后感染相关的危险因素。将单因素分析中 $P < 0.05$ 的因素纳入多因素回归模型,计算各因素的OR值(Odds Ratio)及其95%CI,确定术后感染的独立危险因素。利用ROC曲线分析各指标对术后感染预测价值,计算AUC值(Area Under the Curve)、约登指数、敏感性和特异性等指标。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1 病原菌分布及耐药情况

本研究共纳入2020年3月至2024年7月期间的膝关节骨性关节炎术后患者106例,其中感染组53例,非感染组53例。感染组中共检出病原菌53株,其中革兰阳性菌32株(占60.38%),主要包括金黄色葡萄球菌(18株,占33.96%)、表皮葡萄球菌(10株,占18.87%)和肠球菌(4株,占7.55%)。革兰阴性菌18株(占33.96%),以大肠埃希菌(8株,占15.09%)、铜绿假单胞菌(6株,占11.32%)和肺炎克雷伯菌(4株,占7.55%)为主。此外,还检出真菌3株(占5.66%),均为白色念珠菌。

耐药性分析结果显示,革兰阳性菌对青霉素和苯唑西林的耐药率较高,其中金黄色葡萄球菌对青霉素的耐药率为94.42%,对苯唑西林的耐药率为61.13%;表皮葡萄球菌对苯唑西林的耐药率为60.05%。革兰阴性菌中,大肠埃希菌对环丙沙星和头孢曲松的耐药率分别为75.03%和62.52%;铜绿假单胞菌对亚胺培南的耐药率为16.73%,对哌拉西林/他唑巴坦的耐药率为33.33%;肺炎克雷伯菌对美罗培南的耐药率为25.03%。真菌中,白色念珠菌对氟康唑的耐药率为33.33%。

### 2 单因素分析

单因素分析结果显示,感染组与非感染组在年龄 $\geq 65$ 岁、手术时间 $\geq 2$ h、合并糖尿病、长期应用激素、术前住院时间 $\geq 7$ d、术前C反应蛋白 $\geq 10$ mg/L、术前血沉 $\geq 20$ mm/h、术后引流时间 $\geq 3$ d以及术后疼痛评分 $\geq 7$ 分等方面存在统计学差异( $P < 0.05$ )。其中,年龄 $\geq 65$ 岁、手术时间 $\geq 2$ h、合并糖尿病和长期应用激素是感染风险较高的因素。见表1。

表1 膝关节骨性关节炎术后感染的单因素分析  
Table 1 Single-factor analysis of postoperative infection in knee osteoarthritis

危险因素	感染组 (n=53)	非感染组 (n=53)	$\chi^2$	P值
年龄 $\geq 65$ 岁	32(60.38%)	20(37.74%)	5.436	0.02
手术时间 $\geq 2$ h	28(52.83%)	15(28.30%)	6.613	0.01
合并糖尿病	18(33.96%)	8(15.09%)	5.096	0.024
长期应用激素	15(28.30%)	5(9.43%)	6.163	0.013
术前住院时间 $\geq 7$ d	25(47.17%)	12(22.64%)	7.017	0.008
术前使用抗生素	32(60.38%)	40(75.47%)	2.771	0.096
术前白细胞计数 $\geq 10 \times 10^9/L$	15(28.30%)	8(15.09%)	2.721	0.099
术前C反应蛋白 $\geq 10$ mg/L	20(37.74%)	10(18.87%)	4.649	0.031
术前血沉 $\geq 20$ mm/h	22(41.51%)	12(22.64%)	4.33	0.037
术后引流时间 $\geq 3$ d	28(52.83%)	15(28.30%)	6.613	0.01
术后疼痛评分 $\geq 7$ 分	25(47.17%)	12(22.64%)	7.017	0.008

### 3 多因素回归分析

多因素回归分析进一步确认年龄 $\geq 65$ 岁(OR=2.843,95%CI:1.023-7.865, $P=0.016$ )、手术时间 $\geq 2$ h(OR=3.314,95%CI:1.432-7.654, $P < 0.01$ )、合并糖尿病(OR=2.685,95%CI:1.076-6.687, $P=0.030$ )和长期应用激素(OR=3.432,95%CI:1.432-8.234, $P < 0.01$ )为膝关节骨性关节炎术后感染的独立危险因素。见表2。

表2 膝关节骨性关节炎术后感染的多因素回归分析  
Table 2 Multivariate logistic regression analysis of postoperative infection in knee osteoarthritis

危险因素	B值	标准误	Wald值	OR值	95%CI	P值
年龄 $\geq 65$ 岁	1.045	0.423	5.876	2.843	1.023-7.865	0.016
手术时间 $\geq 2$ h	1.198	0.387	9.234	3.314	1.432-7.654	0.002
合并糖尿病	0.987	0.412	5.678	2.685	1.076-6.687	0.03
长期应用激素	1.234	0.405	9.321	3.432	1.432-8.234	0.002

### 4 ROC曲线分析预测价值

ROC曲线分析结果显示,手术时间对是否感染的预测价值最高(AUC=0.823,95%CI:0.761-0.885, $P < 0.01$ ),其最佳截断值为118.52min,此时敏感性为75.52%,特异性为77.43%。年龄、合并糖尿病和长期应用激素的AUC值分别为0.687(95%CI:0.600-0.774, $P < 0.01$ )、0.645(95%CI:0.545-0.745, $P=0.023$ )和0.712(95%CI:0.618-0.806, $P < 0.01$ ),也具有一定的预测价值。综合模型的AUC值为0.867(95%CI:0.811-0.923, $P < 0.01$ ),预测效果最佳。见表3及图1。

### 5 两组预后情况分析

感染组的住院时间、术后疼痛评分均高于非感染组,而术后3个月膝关节功能评分和日常生活能力评分均低于非感染组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表4。

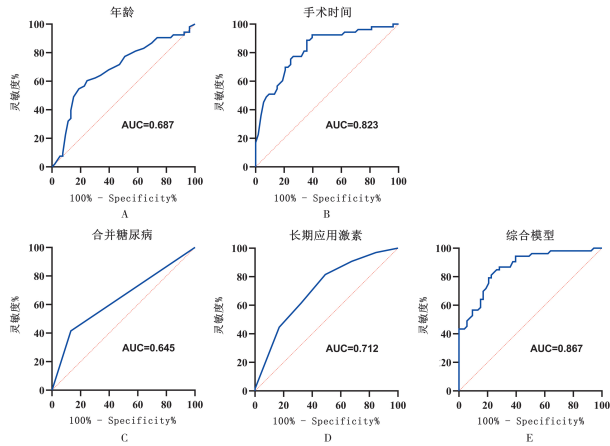


图1 预测术后是否发生感染的ROC曲线

Fig. 1 ROC curve for predicting postoperative infection

表3 ROC曲线分析是否感染的预测价值

Table 3 ROC curve analysis of the predictive value for infection

指标	AUC值	95% CI	P值	约登指数	敏感性 (%)	特异性 (%)	截断值
年龄	0.687	0.600-0.774	<0.01	0.287	60.41	62.32	65.21
手术时间	0.823	0.761-0.885	<0.01	0.523	75.52	77.43	118.52
合并糖尿病	0.645	0.545-0.745	0.023	0.245	34.05	84.91	1
长期应用激素	0.712	0.618-0.806	<0.01	0.312	28.32	90.63	1
综合模型	0.867	0.811-0.923	<0.01	0.667	81.13	85.12	0.53

表4 两组预后情况分析

Table 4 Analysis of prognostic conditions in two groups

预后指标	感染组 (n=53)	非感染组 (n=53)	t	P值
住院时间(d)	14.23±3.51	10.53±2.82	5.983	<0.01
术后疼痛评分	3.21±1.15	2.13±0.82	5.567	<0.01
术后3个月膝关节功能评分	78.52±12.31	85.23±10.42	3.029	<0.01
术后3个月日常生活能力评分	72.33±15.41	81.51±12.73	3.344	<0.01

### 讨论

本研究聚焦膝关节骨性关节炎术后感染,对病原菌分布、耐药性、危险因素及预后展开系统分析,为临床防治提供了重要依据。在病原菌分布方面,本研究显示革兰阳性菌是膝关节骨性关节炎术后感染的主要病原菌,其中金黄色葡萄球菌最为常见,这与多数相关研究结果一致<sup>[10-12]</sup>。金黄色葡萄球菌广泛存在于自然界和人体皮肤、鼻腔等部位,手术过程中极易污染创口进而引发感染<sup>[13]</sup>。表皮葡萄球菌作为条件致病菌,在机体免疫力下降或皮肤黏膜屏障受损时也易导致感染<sup>[14]</sup>,其在本研究感染组中占比18.87%,不容忽视。革兰阴性菌中,大肠埃希菌、铜绿假单胞菌和肺炎克雷伯菌是主要菌种,共占33.96%。随着医疗环境中抗

菌药物的广泛使用,革兰阴性菌感染率呈上升趋势,这与医院内感染防控难度增加、患者基础疾病导致抵抗力下降等因素相关。真菌性感染虽占比相对较低(5.66%),但白色念珠菌等真菌感染治疗棘手,且易在长期使用抗生素、免疫抑制剂或合并糖尿病等患者中发生,同样需要临床关注。

耐药性分析结果表明,不同病原菌对各类抗菌药物的耐药情况严峻。金黄色葡萄球菌对青霉素和苯唑西林高度耐药,耐药率分别达94.42%和61.13%,这与青霉素类药物长期广泛使用,诱导细菌产生耐药基因密切相关。值得庆幸的是,本研究中未发现对万古霉素耐药的金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌,但随着抗菌药物使用模式的变化需持续监测其耐药趋势。革兰阴性菌方面,大肠埃希菌对环丙沙星和头孢曲松耐药率较高,分别为75.03%和62.52%,这与喹诺酮类和头孢菌素类药物在临床的大量应用有关。铜绿假单胞菌对亚胺培南和哌拉西林/他唑巴坦也存在一定耐药性,临床治疗时需谨慎选择药物。真菌中的白色念珠菌对氟康唑耐药率为33.33%,提示在抗真菌治疗中不能盲目使用氟康唑,应根据药敏结果合理用药。

单因素和多因素分析确定了多个膝关节骨性关节炎术后感染的危险因素。年龄≥65岁是独立危险因素之一。老年人身体机能衰退,免疫功能下降,对手术创伤的修复能力减弱,感染风险显著增加。目前关于年龄≥65岁与术后感染风险的关联性研究显示,不同研究结果存在一定的矛盾和复杂性。多项研究表明,65岁以上患者发生手术部位感染的风险显著高于65岁以下患者,但当年龄作为连续变量分析时,65岁后感染风险逐渐降低<sup>[15-17]</sup>。另有研究发现,年龄≥65岁的患者术后感染率显著增加,尤其是在深部切口感染方面,这可能与高龄患者整体健康状况较差有关<sup>[18]</sup>。然而某些研究指出,尽管年龄≥65岁在早期阶段会增加感染风险,但随着年龄的增长感染风险逐渐下降。例如,一项研究显示,年龄达到65岁后感染风险每年下降1.1%~1.2%,这可能与“强壮的幸存者”效应有关<sup>[19]</sup>。本研究还发现手术时间≥2h同样增加感染风险。手术时间越长创口暴露时间越久,细菌污染机会增多,同时长时间手术对患者身体的应激影响更大导致机体免疫力进一步降低<sup>[20-21]</sup>。相关研究也发现,手术时间超过2h的患者术后感染率显著高于手术时间少于2h的患者<sup>[22-23]</sup>。本研究发现合并糖尿病也是独立危险因素之一。高血糖环境有利于细菌生长繁殖,且糖尿病患者常伴有微血管病变和神经病变,影响组织血液供应和修复,使感染易感性增加<sup>[24]</sup>。多项研究表明,糖尿病患者术后感染的病理生理基础包括免疫功能受损、高血糖对微生物杀伤的抑制、微循环障碍、

炎症反应异常、应激性高血糖以及营养不良等多方面因素的综合作用。这些因素共同导致了糖尿病患者术后感染率的显著升高,并增加了治疗的复杂性和成本<sup>[25-27]</sup>。此外,本研究还发现长期应用激素也是独立危险因素之一。分析原因可能由于激素会抑制机体免疫功能,削弱机体对病原菌的防御能力从而增加术后感染风险。相关的研究也发现,激素的长期使用可能导致骨质疏松、感染、高血糖等副作用<sup>[28]</sup>。以上这些结果提示临床医生在围手术期应重点关注老年患者、合并糖尿病患者以及长期使用激素患者的感染预防,优化手术流程,尽量缩短手术时间。

ROC曲线分析显示手术时间和综合模型对术后感染具有较好的预测价值。手术时间的AUC值为0.823,综合模型的AUC值高达0.867。通过监测手术时间等关键指标结合其他危险因素构建综合预测模型,有助于临床医生早期识别高风险患者,提前采取预防措施如加强术前准备、优化手术操作、合理使用预防性抗菌药物等,降低术后感染发生率。预后分析表明术后感染严重影响患者的康复进程和生活质量。感染组患者住院时间显著延长,这不仅增加了患者的经济负担还可能因长时间住院增加院内感染的其他风险。感染组术后疼痛评分更高,膝关节功能评分和日常生活能力评分更低,说明术后感染阻碍了膝关节功能的恢复,降低了患者的日常生活自理能力。因此,积极预防和控制术后感染对于改善患者预后至关重要。

本研究也存在一定局限性。样本量相对较小可能影响研究结果的普遍性,后续研究可扩大样本量进行验证。此外,本研究为单中心研究存在地域局限性,不同地区的病原菌分布和危险因素可能存在差异,未来需开展多中心研究进一步明确。

综上所述,膝关节骨性关节炎术后感染的病原菌分布广泛且耐药情况复杂,多个因素影响术后感染的发生,术后感染严重影响患者预后。临床应重视病原菌监测和耐药性分析,针对高危因素采取有效预防措施,合理使用抗菌药物以降低术后感染风险进而提高患者的治疗效果和生活质量。

#### 【参考文献】

[1] 晏润祺. 中西医结合治疗膝关节炎的研究进展[J]. 临床医学研究与实践, 2025, 10(2): 193-198.  
[2] 胡雯, 江贵秀, 曹铨, 等. 周期性阶段性康复训练对老年膝骨性关节炎置换术后患者下肢肌力和膝关节功能的影响[J]. 浙江医学, 2024, 46(22): 2426-2429, 2439.  
[3] 郁少林, 李宏宇, 匡萃琳, 等. 关节镜手术和体外冲击波治疗膝关节炎的疗效比较[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(4): 334-337.  
[4] 贾芝和, 何敏, 胡华平, 等. 膝关节炎老年患者人工关节置换术后切口感染的危险因素[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43

(11): 2642-2644.  
[5] 邓婕婕, 金长辉. 膝关节炎性关节置换术后切口感染病原菌分布及术后护理效果分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(3): 324-327, 332.  
[6] 黄燕红, 张兰霞, 雷美红. 髌膝关节炎人工关节置换术后切口感染的危险因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(2): 191-193.  
[7] Zhang B, Meng H, Zhang H, et al. Influencing factors of chronic pain after total knee replacement in osteoarthritis patients: a nomogram prediction model[J]. Am J Transl Res, 2024, 16(9): 4479-4491.  
[8] Fuchs M, Effenberger B, Märdian S, et al. Mid-term survival of total knee arthroplasty in patients with posttraumatic osteoarthritis[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2018, 85(5): 319-324.  
[9] 柴靖, 王豆豆, 王蛟, 等. 膝关节炎患者术后感染病原菌分布耐药性以及影响因素分析[J]. 河北医学, 2023, 29(4): 617-622.  
[10] Weinstein EJ, Stephens-Shields AJ, Newcomb CW, et al. Incidence, microbiological studies, and factors associated with prosthetic joint infection after total knee arthroplasty[J]. JAMA Netw Open, 2023, 6(10): e2340457.  
[11] Fusini F, Colo G, Rava A, et al. Candida periprosthetic infection of the knee: A systematic review of surgical treatments and clinical outcomes[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2023, 33(4): 899-907.  
[12] Frschen FS, Randau TM, Franz A, et al. Microbiological profiles of patients with periprosthetic joint infection of the hip or knee[J]. Diagnostics (Basel), 2022, 12(7): 1654.  
[13] Troeman DPR, Kluytmans JAJW. From Nares to Wound: Exploring the mechanisms for Staphylococcal surgical site infections, implications for infection prevention [J]. Antimicrob Steward Healthc Epidemiol, 2023, 3(1): e130.  
[14] Nguyen TH, Park MD, Otto M. Host response to *Staphylococcus epidermidis* colonization and infections[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2017, 7: 90.  
[15] 李智浩, 张绍安, 吴大龙, 等. 老年股骨颈骨折患者髌关节置换术后手术部位感染的危险因素分析[J]. 中国实验诊断学, 2024, 28(7): 824-828.  
[16] 贾辰, 吴恩放, 曹丹, 等. 老年骨折患者术后手术部位感染病原学及危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(21): 3275-3278.  
[17] 刘强, 叶帆, 刘锴. 骨科患者术后感染的病原学特征及危险因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(3): 357-360.  
[18] 韩冰, 张晟, 张智, 等. 老年患者手术部位感染的危险因素分析[J]. 老年医学与保健, 2022, 28(5): 1142-1146.  
[19] Bischoff P, Kramer TS, Schroder C, et al. Age as a risk factor for surgical site infections; German surveillance data on total hip replacement and total knee replacement procedures 2009 to 2018[J]. Euro Surveill, 2023, 28(9): 2200535.  
[20] Immohr MB, Sugimura Y, Hartmann M, et al. Circadian rhythm and daytime variation do not affect intraoperative bacterial sternal contamination and postoperative wound infections following cardiac surgery[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 26695.

增加氧气从血管向组织细胞扩散的距离,使组织细胞获得的氧气减少,进一步降低组织氧饱和度。因此,通过近红外光谱技术监测肠道氧饱和度,可为早产儿 NEC 的发生提供临床预判依据。

综上所述,NEC 患儿肠道病原菌分布具有特定特征性,病原菌以大肠埃希菌与肺炎克雷伯菌为主,且其数量与肠道氧饱和度的动态变化相关性较大。肠道氧饱和度监测可为病情评估提供辅助性的参考信息,根据 NEC 的病情和 NIRS 的判断有利于临床的治疗方案优化,从而为改善患儿预后提供借鉴。

#### 【参考文献】

- [1] 李娜,张睿,戴士俊,等. 早期补充维生素 D 对早产儿免疫功能指标的干预效果分析[J]. 中国病原生物学杂志,2025,20(8):1005-1009,1015.
- [2] Yu D, Yang H, Zhong C, et al. Pneumonia, lymphocytes and C-reactive protein are valuable tests for predicting surgical intervention in necrotizing enterocolitis[J]. *Front Pediatr*, 2023, 11(10):1123-1127.
- [3] Jones I, Hall NJ. Contemporary outcomes for infants with necrotizing enterocolitis—a systematic review[J]. *J Pediatr*, 2020, 220(1):86-92.
- [4] Klerk DH, Pl sch T, Verkaik-Schakel RN, et al. DNA methylation of TLR4, VEGFA, and DEFA5 is associated with necrotizing enterocolitis in preterm infants[J]. *Front Pediatr*, 2021, 9(6):630-638.
- [5] Remon J, Kampanatkosol R, Kaul RR, et al. Acute drop in blood monocyte count differentiates NEC from other causes of feeding intolerance[J]. *J Perinatol*, 2014, 34(7):549-554.
- [6] Nanthakumar NN, Fusunyan RD, Sanderson IR, et al. Neonatal necrotizing enterocolitis: An update on pathophysiology, treatment, and prevention[J]. *Front Pediatr*, 2024, 12(3):385-389.
- [7] oze JC, Leclercq A, Salleron J, et al. Rapid standardized enteral feeding strategy in preterm infants: association with necrotizing enterocolitis risk[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2022, 75(2):163-171.
- [8] 陈嘉雯,谢伊玲,杨勇. 新生儿坏死性小肠结肠炎患儿的临床特点及早发型患儿的危险因素分析[J]. *中国妇幼保健*, 2024, 39(12):2248-2251.
- [9] Wadhawan R, Hintz SR, Blakely ML, et al. Neurodevelopmental outcomes of extremely low birth weight infants with spontaneous intestinal perforation or surgical necrotizing enterocolitis[J]. *J Perinatol*, 2014, 34(1):64-70.
- [10] Guthrie RL, Balish E, Warner BB. The role of the intestinal microbiome in necrotizing enterocolitis[J]. *Semin Perinatol*, 2024, 49(3):312-318.
- [11] Berseth CL, Abrams SA, Baker RD, et al. Pathogenesis of necrotizing enterocolitis: A multifactorial perspective [J]. *J Pediatr*, 2023(1):16-23.
- [12] Sodhi CP, Bhandari V, Puthalia S, et al. Necrotizing enterocolitis and the microbiome: current Status and future directions[J]. *J Infect Dis*, 2020, 223(3):257-265.
- [13] Martin CR, Walsh MC. Necrotizing enterocolitis: Recent advances in pathogenesis and management[J]. *Semin Perinatol*, 2020, 44(1):103-123.
- [14] Akotia E, Thayyil S, Sollano JD, et al. Early cerebral and intestinal oxygenation in the risk assessment of necrotizing enterocolitis in preterm infants[J]. *Early Hum Dev*, 2022, 5(10):1055-1059.
- [15] 李拓,张倩,陈道芒. 儿童急性肠系膜淋巴结炎超声诊断与肠道病原体感染的病原学分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2025, 20(2):225-229.
- [16] Palleri E, Wackernagel D, Wester T. Low splanchnic oxygenation and risk for necrotizing enterocolitis in extremely preterm newborns[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nut*, 2020, 71(3):401-406.
- [21] Yu X, Tang W, Bai C, et al. A predictive model for intraabdominal infection after radical gastrectomy in elderly patients[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(11):e37489.
- [22] Seidelman JL, Mantyh CR, Anderson DJ. Surgical site infection prevention: A review[J]. *JAMA*, 2023, 329(3):244-252.
- [23] Alelign D, Tena T, Tadesse D, et al. Bacteriological profiles, antimicrobial susceptibility patterns, and associated factors in patients undergoing orthopedic surgery with suspicion of surgical site infection at arba minch general hospital in Southern Ethiopia [J]. *Infect Drug Resist*, 2022, 15:2427-2443.
- [24] Aghayants S, Zhu J, Yu J, et al. The emerging modulators of non-coding RNAs in diabetic wound healing [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024, 15:1465975.
- [25] Huang L, Yin Y, Liao Y, et al. Risk factors for postoperative urinary retention in patients undergoing colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2022, 37(12):2409-2420.
- [26] 涂丽香,王凤玲,朱晓松,等. 后外侧入路腰椎融合手术部位感染的危险因素和干预措施研究[J]. *重庆医学*, 2025, 54(3):625-629,634.
- [27] 赵晓勇,刘弘扬,任原. 老年股骨转子间骨折手术部位感染的风险预测[J]. *安徽医学*, 2024, 45(12):1523-1527.
- [28] Takayasu S, Kageyama K, Daimon M. Advances in molecular pathophysiology and targeted therapy for cushing's disease[J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(2):496.

【收稿日期】 2025-08-18 【修回日期】 2025-11-06

【收稿日期】 2025-07-16 【修回日期】 2025-10-04

(上接 215 页)