DOI:10.3785/syzlzz.2026.043

· 结直肠肿瘤 ·

结直肠癌住院患者术后感染的病原菌分布特征及风险因素分析

梁涯[1]，刘道利[1]，蔡大可[2]，曾萍[1]，梁慧玲[1]
1. 广州医科大学附属中医医院检验科，广东 广州 510130；2. 广东省人民医院药学部，广东 广州 510080
通信作者：刘道利，Email：dl07105@163.com

摘要：目的　分析结直肠癌（colorectal cancer, CRC）住院患者术后感染的病原菌分布及耐药情况，探讨术后感染的风险因素，为抗菌药物合理使用和感染防控提供参考。**方法**　回顾性收集 2018 年 1 月至 2024 年 12 月广州医科大学附属中医医院确诊 CRC 并接受手术治疗的 1 200 例患者，其中术后发生感染 179 例（术后感染组），采用近邻匹配法选取同期未发生术后感染患者 179 例作为对照组。分析术后感染组病原菌种类及药物敏感结果，并比较两组临床资料。采用单因素和多因素 logistic 回归分析筛选术后感染的独立风险因素。**结果**　179 例术后感染患者中，泌尿道感染 67 例（37.43%），血流感染 60 例（33.52%），共分离出 179 株病原菌。其中，大肠埃希菌 81 株（45.25%）[产超广谱 β- 内酰胺酶（extended-spectrum β-lactamases, ESBLs）菌株 49 株（60.49%）]，肺炎克雷伯菌 21 株（11.73%），铜绿假单胞菌 18 株（10.06%），金黄色葡萄球菌和其他球菌 23 株（12.84%），真菌 20 株（11.17%）。药物敏感试验结果显示，大肠埃希菌对亚胺培南［4 株（4.94%）］和哌拉西林 / 他唑巴坦［5 株（6.17%）］的耐药率较低。产 ESBLs 菌株对头孢菌素类和氨曲南等药物的耐药率均高于非产 ESBLs 菌株（均 $P<0.05$）。肺炎克雷伯菌和铜绿假单胞菌对部分头孢菌素的耐药率较高。革兰氏阳性菌对四环素［17 株（73.91%）］和青霉素 G［14 株（60.87%）］的耐药率较高。单因素分析显示，体质量指数（body mass index, BMI）、合并糖尿病与高血压、术前白蛋白水平、手术时间、术中出血量、肿瘤位置、病理分化程度、淋巴结转移和肿瘤分期均与术后感染相关（均 $P<0.05$）。多因

基金项目：广东省基础与应用基础研究基金自然科学基金项目（2024A1515012131）；广州市科技计划项目（2023A03J0314）

[17] 林振宇, 钟彬, 张建新, 等. 直肠癌术后吻合口漏的术前危险因素分析及预测模型构建[J]. 中国实用外科杂志, 2022, 42(7): 810-814.
[18] Ishii M, Hamabe A, Okita K, et al. Efficacy of indocyanine green fluorescence angiography in preventing anastomotic leakage after laparoscopic colorectal cancer surgery[J]. Int J Colorectal Dis, 2020, 35(2): 269-275.
[19] 宋志, 熊欢, 谈运长, 等. 腹腔镜直肠全系膜切除术后出现吻合口瘘的相关危险因素分析[J]. 中国医学创新, 2022, 19(7): 151-154.
[20] 曾祥岳, 孙振强, 王海江. 734 例直肠癌术后吻合口瘘的影响因素分析[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2016, 23(5): 322-325.
[21] 陈琪, 张顺涛, 高雨辰, 等. 可崩解支架联合薄膜套粪便隔绝术预防低位直肠癌术后吻合口漏的效果分析[J]. 陆军军医大学学报, 2024, 46(5): 467-476.
[22] 童院生, 姜宝, 郑涛, 等. 2015年~2020 年老年直肠癌患者术后吻合口漏的高危因素分析[J]. 中华普外科手术学杂志（电子版）, 2022, 16(1): 56-58.
[23] Alhussain A, Alhathlol HA, Alsharif AA, et al. Assessing the influence of obesity on rotator cuff repair surgical and functional outcomes: a meta-analysis[J]. JSES Int, 2025, 9(3): 683-690.
[24] Matsui K, Sakuramoto S, Furube T, et al. Clinical benefits including the postoperative inflammatory status of robot-assisted distal gastrectomy for gastric cancer compared with laparoscopic distal gastrectomy in patients with obesity[J]. J Rob Surg, 2025, 19(1): 143.
[25] Li XR, Yuan D, Zhang P, et al. A neuron-mast cell axis regulates skin microcirculation in diabetes[J]. Diabetes, 2024, 73(10): 1728-1741.
[26] Luo XD, Wen XH, Zhou MC, et al. Decision-tree-initialized dendritic neuron model for fast and accurate data classification[J]. IEEE Trans Neural Netw Learn Syst, 2022, 33(9): 4173-4183.

（收稿日期：2025-02-25）

素 logistic 回归分析显示，BMI（*OR*=1.091，*P*=0.002）、合并糖尿病（*OR*=3.435，*P*<0.01）、手术时间（*OR*=1.012，*P*=0.003）和肿瘤分期Ⅲ~Ⅳ期（*OR*=4.289，*P*<0.01）均为 CRC 患者术后感染的独立危险因素，而术前白蛋白水平为保护因素（*OR*=0.883，*P*<0.01）。**结论** CRC 术后感染以血液和泌尿道感染为主；病原菌以大肠埃希菌为主，且耐药性复杂。CRC 术后感染与代谢状态、手术创伤和肿瘤进展密切相关，需结合病原菌监测与风险因素管理优化抗菌药物的使用。
关键词：结直肠癌；术后感染；病原菌；耐药性；风险因素

Pathogen distribution and risk factors for postoperative infection in hospitalized colorectal cancer patients

Liang Ya[1], Liu Daoli[1], Cai Dake[2], Zeng Ping[1], Liang Huiling[1]
1. Department of Clinical Laboratory, the Affiliated Traditional Chinese Medicine Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510130, China; 2. Department of Pharmacy, Guangdong Provincial People's Hospital, Guangzhou 510080, China
Corresponding to: Liu Daoli, Email: dl07105@163.com

Abstract: Objective To analyze the distribution and drug resistance of pathogens causing postoperative infection among hospitalized colorectal cancer (CRC) patients and the risk factors for postoperative infection, providing reference for rational use of antibiotics and infection control. **Methods** A retrospective analysis was conducted among 1 200 patients diagnosed with CRC and treated surgically at the Affiliated Traditional Chinese Medicine Hospital of Guangzhou Medical University from January 2018 to December 2024. A total of 179 patients with postoperative infection were included in the infection group, and 179 patients without postoperative infection were selected as the control group by nearest-neighbor matching. Pathogen species and antimicrobial susceptibility results in the infection group were analyzed. Clinical data were compared between the two groups. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to identify independent risk factors. **Results** In the infection group, urinary tract infection occurred in 67 cases (37.43%) and bloodstream infection in 60 cases (33.52%). A total of 179 pathogen strains were isolated. *Escherichia coli* was the most common pathogen (81 strains, 45.25%), including 49 extended-spectrum β-lactamase (ESBL)-producing strains (60.49%). Other pathogens included *Klebsiella pneumoniae* (21 strains, 11.73%), *Pseudomonas aeruginosa* (18 strains, 10.06%), *Staphylococcus aureus* and other cocci (23 strains, 12.84%), and fungi (20 strains, 11.17%). Antimicrobial susceptibility testing showed that *Escherichia coli* had lower rates of resistance to imipenem (4 strains, 4.94%) and piperacillin/tazobactam (5 strains, 6.17%). ESBL-producing strains showed higher rates of resistance to cephalosporins and aztreonam than non-ESBL-producing strains (all *P*<0.05). *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa* showed relatively high rates of resistance to some cephalosporins. Gram-positive bacteria showed high rates of resistance to tetracycline (17 strains, 73.91%) and penicillin G (14 strains, 60.87%). Univariate analysis showed that body mass index (BMI), diabetes/hypertension, preoperative albumin level, surgical duration, intraoperative blood loss, tumor location, histological differentiation, lymph node metastasis, and tumor stage were associated with postoperative infection (all *P*<0.05). Multivariate logistic regression showed that BMI (*OR*=1.091, *P*=0.002), diabetes (*OR*=3.435, *P*<0.01), surgical duration (*OR*=1.012, *P*=0.003), and stage Ⅲ-Ⅳ tumor (*OR*=4.289, *P*<0.01) were independent risk factors for postoperative infection in CRC patients, whereas preoperative albumin level was a protective factor (*OR*=0.883, *P*<0.01). **Conclusions** Postoperative infections in CRC patients are primarily bloodstream and urinary tract infections, with *Escherichia coli* being the dominant pathogen showing complex resistance patterns. Postoperative infection is closely related to metabolic status, surgical trauma, and tumor progression. Optimizing antimicrobial use requires integrating pathogen surveillance with effective management of identified risk factors.
Key words: colorectal cancer; postoperative infection; pathogens; drug resistance; risk factors

结直肠癌（colorectal cancer, CRC）是我国常见的消化道恶性肿瘤。CRC 具体病因尚未明确，可能与遗传、生活方式、饮食习惯和肠道慢性炎性反应等有关[1-2]。CRC 患者术后机体抵抗力下降，胃肠道黏膜屏障功能易受损，因此术后感染风险较高。加强患者术后感染的预防工作对提高治疗效果和延长患者生存期很重要。随着抗菌药物的广泛应用，耐药菌种不断增多，细菌耐药程度也逐渐加重[3-4]。抗生素是治疗感染最重要的手段。不合理的抗生素使用会导致细菌耐药风险增高。多项研究证实，术后感染风险与患者自身基础状态（如糖尿病和营养状况）、手术相关因素（如手术时间和出血量）及肿瘤生物学特征（如分期和转移情况）密切相关[5-8]。目前，关于 CRC 患者术后感染独

立风险因素的研究结论尚不一致[9-10]。本研究回顾性分析 CRC 术后感染患者的临床特征和病原学数据，旨在阐明 CRC 术后感染的病原菌分布和耐药模式，为经验性用药提供依据；同时，筛选术后感染的独立风险因素，以助力高危患者的早期识别与干预。本研究结果可为优化感染防控策略和减少抗菌药物滥用提供参考。

1　资料与方法

1.1　研究对象

选择广州医科大学附属中医医院 2018 年 1 月至 2024 年 12 月确诊 CRC 并接受手术治疗的 1 200 例患者。其中，术后感染 179 例（感染率为 14.92%），归为术后感染组。术后感染组纳入标准：（1）符合《医院感染诊断标准（试行）》[11] 中相应感染部位的诊断标准，结合感染部位相关微生物学检查结果，综合判定为术后感染；（2）术后留取感染部位标本（静脉血、中段尿、痰液、伤口分泌物和腹腔积液等），并对标本进行细菌培养和药物敏感检测；（3）排除术前存在感染或合并其他恶性肿瘤者。同期按 1∶1 比例选取未发生术后感染的接受 CRC 手术的患者作为对照组。采用近邻匹配法，设定严格匹配容差：（1）手术时间间隔≤30 d；（2）肿瘤部位（左半结肠、右半结肠和直肠）完全匹配；（3）年龄差异≤5 岁。最终匹配成功 179 对。术后感染组年龄 35~89 岁，（62.43 ± 12.34）岁；男性 98 例，女性 81 例。对照组年龄 36~88 岁，（61.72 ± 11.82）岁；男性 102 例，女性 77 例。两组在年龄（t=0.556，P=0.579）和性别（χ^2=0.181，P=0.671）方面比较，差异均无统计学意义，具有可比性。采用 WHONET 5.0 软件进行数据分析和导出，无同一患者重复分析株。本研究已获得广州医科大学附属中医医院伦理委员会的批准（审批号：2025NK082），并豁免患者知情同意。

1.2　临床指标收集

收集患者临床资料：（1）一般特征，包括年龄和性别；（2）身体指标，包括体质量指数（body mass index, BMI）；（3）基础疾病，包括是否合并糖尿病和高血压；（4）术前指标，包括术前白蛋白水平；（5）手术相关情况，包括手术时间和术中出血量；（6）肿瘤特征，包括肿瘤位置（左半结肠、右半结肠和直肠）、病理分化程度（高、中和低）、淋巴结转移情况（有和无）和肿瘤分期（Ⅰ~Ⅱ期和Ⅲ~Ⅳ期）等；（7）手术方式（开腹手术和腹腔镜辅助手术）；（8）具体感染类型（切口感染、腹腔感染、血流感染、泌尿道感染和呼吸道感染等）。

1.3　细菌鉴定

临床标本按常规方法接种培养，培养后挑取纯化的单个菌落进行革兰氏染色，并结合菌落形态及触酶试验、氧化酶试验和凝固酶试验等进行初步鉴定，并采用 VITEK® 2 COMPACT 全自动微生物鉴定及药物敏感分析系统（bioMérieux，法国）进行分析鉴定。

1.4　药物敏感试验

药物敏感试验采用最低抑菌浓度（minimum inhibitory concentration, MIC）稀释法。其结果判断标准参考美国临床和实验室标准协会（Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI）2018 年发布的 M100 第 28 版标准[12]。药物敏感试验所用 VITEK® 2 AST-GN13、VITEK® 2 AST-GN09 和 VITEK® 2 AST-GP67 药物敏感卡均购自法国 bioMérieux 公司，其中大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌选择 VITEK® 2 AST-GN13 卡，铜绿假单胞菌和鲍曼不动杆菌选择 VITEK® 2 AST-GN09 卡，金黄色葡萄球菌和其他球菌选择 VITEK® 2 AST-GP67 卡。细菌药物敏感试验按 VITEK® 2 COMPACT 系统操作规程进行，挑取纯培养菌落制备规定浊度的菌悬液，接种相应 AST 卡后上机培养并自动判读，获得各抗菌药物的 MIC 及敏感、中介或耐药结果。真菌的药物敏感试验采用酵母样真菌药物敏感试剂盒 ATB™ FUNGUS 3（bioMérieux，法国）。采用微量稀释法，按说明书制备待测酵母样真菌悬液，将其转移至配套培养基并接种于试条各反应孔中。孵育后，根据试条各反应孔中酵母样真菌的生长情况进行肉眼判读，获得两性霉素 B、氟康唑、伊曲康唑、伏立康唑和氟胞嘧啶的 MIC，并按相应判定标准将其判定为敏感、中介或耐药。

1.5　统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。计量资料采用均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料采用频数（百分比）表示，组间比较采用 χ^2 检验。以术后感染（是和否）为因变量，将单因素分析中 P<0.05 的变量作为自变量，采用输入法（Enter）纳入多因素 logistic 回归模型，通过 Wald χ^2 检验评估变量显著性。以 P<0.05 为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 CRC 术后感染的病原菌在各类标本中的检出情况

179 例术后感染的患者中，泌尿道感染 67 例（37.43%），血流感染 60 例（33.52%），手术部位 / 切口感染 26 例（14.53%），呼吸道感染 13 例（7.26%），腹腔感染 13 例（7.26%）。

感染的病原菌数为 179 株，在静脉血和中段尿标本中的检出比例最高，分别占 33.52%（60/179）和 37.43%（67/179）。检出菌种占比依次为大肠埃希菌 45.25%（81/179）、金黄色葡萄球菌及其他球菌 12.84%（23/179）、肺炎克雷伯菌 11.73%（21/179）、真菌 11.17%（20/179）和铜绿假单胞菌 10.06%（18/179）。

2.2 CRC 术后感染的主要流行菌株药物敏感试验分析

CRC 术后感染患者主要检出的革兰氏阴性菌为大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌和铜绿假单胞菌。药物敏感试验显示，大肠埃希菌对氨苄西林（79.01%）、头孢唑林（77.78%）和头孢曲松（70.37%）的耐药率较高，对亚胺培南（4.94%）和哌拉西林 / 他唑巴坦（6.17%）的耐药率较低；铜绿假单胞菌对头孢唑林（66.67%）等少数药物耐药，对其他药物普遍敏感（表 1）。产超广谱 β- 内酰胺酶（extended-spectrum β-lactamases, ESBLs）大肠埃希菌对头孢唑林、头孢曲松和氨曲南的耐药率均高于非产 ESBLs 株（均 $P<0.05$，表 2）。

大肠埃希菌在血流感染和泌尿道感染中检出较多，分别为 53.33%（32/60）和 44.78%（30/67）。大肠埃希菌是这 2 类感染的主要病原菌。这 2 种来源的菌株的药敏谱总体相似，仅头孢吡肟在血标本中的耐药率高于尿标本（34.38% *vs* 10.00%，$P=0.018$；表 3）。革兰氏阳性菌以肠球菌和金黄色葡萄球菌为主，对四环素（73.91%）和青霉素 G（60.87%）的耐药率较高；真菌以白念珠菌为主，对所测 5 种抗真菌药均 100% 敏感。

2.3 CRC 患者术后感染的风险因素分析

单因素分析显示，术后感染组在 BMI、糖尿病和高血压合并率、手术时间和术中出血量以及低位直肠肿瘤、低分化、淋巴结转移和晚期（Ⅲ~Ⅳ期）患者占比方面均高于对照组，而术前白蛋白水平则低于对照组（均 $P<0.05$，表 4）。

多因素 logistic 回归分析显示，BMI、合并糖尿病、手术时间和Ⅲ~Ⅳ期肿瘤分期均为 CRC 患者术后感染的独立危险因素，术前白蛋白水平升高则是独立保护因素（均 $P<0.01$，表 5）。

3 讨 论

CRC 病因多与结直肠慢性炎性反应、高脂饮食和遗传等有关[13]。术后感染是影响 CRC 患者恢复与生活质量的常见并发症。本研究回顾性分析 2018—2024 年本院 CRC 患者术后中医调理期间感染的病原菌分布、药敏结果和风险因素，旨在为临床分层防控提供依据。

本研究显示，CRC 术后感染率为 14.92%，略高于既往研究报道的 10% 左右[6-8]。较高的感染率已排除院感爆发因素，主要与本院晚期患者占比高（Ⅲ~Ⅳ期占 64.25%）、免疫功能差、中医调理延长住院时间和急诊手术多等中医医院肿瘤科收治特点有关。感染部位以尿道（37.43%）和血液（33.52%）为主。尿道感染高发与高龄、插尿管污染和肿瘤侵犯泌尿道有关；血流感染则为高龄、

表 1 CRC 术后感染患者主要革兰氏阴性菌的药物敏感分析

Table 1 Antimicrobial susceptibility analysis of major Gram-negative bacteria in CRC patients with postoperative infection

抗生素	耐药株数（%）		
	大肠埃希菌（n=81）	肺炎克雷伯菌（n=21）	铜绿假单胞菌（n=18）
氨苄西林 / 舒巴坦	45（55.56）	9（42.86）	0（0.00）
哌拉西林 / 他唑巴坦	5（6.17）	4（19.05）	2（11.11）
头孢他啶	27（33.33）	8（38.10）	2（11.11）
头孢曲松	57（70.37）	8（38.10）	0（0.00）
头孢唑林	63（77.78）	11（52.38）	12（66.67）
头孢吡肟	27（33.33）	6（28.57）	1（5.56）
头孢替坦	2（2.47）	2（9.52）	/
氨曲南	35（43.21）	7（33.33）	0（0.00）
厄他培南	5（6.17）	3（14.29）	/
亚胺培南	4（4.94）	3（14.29）	1（5.56）
美罗培南	/	/	2（11.11）
阿米卡星	5（6.17）	4（19.05）	0（0.00）
庆大霉素	30（37.04）	6（28.57）	0（0.00）
妥布霉素	14（17.28）	5（23.81）	0（0.00）
环丙沙星	43（53.09）	7（33.33）	1（5.56）
左旋氧氟沙星	45（55.56）	6（28.57）	1（5.56）
复方新诺明	43（53.09）	6（28.57）	2（11.11）
氨苄西林	64（79.01）	16（76.19）	/
哌拉西林	/	/	2（11.11）

注 /：无药物敏感试验结果。

术后体质差、合并慢性病导致胃肠黏膜屏障受损和细菌入血所致[14]。伤口感染占 14.53%，与 Calu 等[15]的报道一致；腹腔感染占 7.26%，多由肠道菌群复杂和内容物溢出引发，易致腹膜炎甚至败血症[16]。

病原菌以大肠埃希菌为主，在静脉血和中段尿中检出率最高。药物敏感试验结果显示，大肠埃希菌耐药严重，对氨苄西林、头孢唑林和头孢曲松的耐药率分别高达 79.01%、77.78% 和 70.37%。近年来，头孢菌素的广泛使用导致大肠埃希菌对第 3 代头孢菌素的耐药率升高[17]。头孢曲松已不宜作为经验性用药。病原菌多经质粒传递产生 β- 内酰胺酶致耐药[18]，对氨苄西林 / 舒巴坦的耐药率达 55.56%。值得注意的是，大肠埃希菌对哌拉西林 / 他唑巴坦的敏感率高达 93.83%，在产 ESBLs 菌株增多背景下可优先考虑经验性使用；其对亚胺培南的敏感率为 95.06%，但亚胺培南作为二线药物应限用于重度感染[19]。

其他革兰氏阴性菌中，肺炎克雷伯菌头孢耐药率与大肠埃希菌相近，可能与肺炎克雷伯菌中产 ESBLs 菌株介导的多重耐药有关[20]；铜绿假单胞菌易入侵泌尿与血液系统[21]，头孢唑林耐药率达 66.67%，建议选用碳青霉烯类或氨基糖苷类作经验性用药。革兰氏阳性菌以肠球菌和金黄色葡萄球菌为主，对四环素和青霉素 G 的耐药率分别为 73.91%（17/23）和 60.87%（14/23），提示革兰氏阳性菌的耐药水平较高，因此临床应根据药物敏感试验结果合理选择抗菌药物。本组仅检出 1 株万古霉素耐药菌株，但临床仍应加强革兰氏阳性菌对糖肽类抗菌药物耐药性的动态监测，警惕万古霉素耐药菌株的出现和传播。此外，本组患者对青霉素的耐药率高，提示青霉素不宜作为经验性使用药物。本研究中真菌样本量较少，存在一定局限，待后续扩大样本量进行深入探讨。

多因素分析显示，BMI、合并糖尿病、手术时间、术前白蛋白水平和肿瘤分期是术后感染的独立影响因素。BMI 与肥胖患者脂肪血供差、手术暴露困难和切口愈合延迟有关[22]。合并糖尿病患者术

表 2　CRC 术后感染患者中产 ESBLs 与非产 ESBLs 大肠埃希菌的耐药率比较

Table 2　Comparison of resistance rates between ESBL-producing and non-ESBL-producing *Escherichia coli* in CRC patients with postoperative infection

抗生素	耐药株数（%）		χ^2 值	*P* 值
	产 ESBLs 大肠埃希菌（*n*=49）	非产 ESBLs 大肠埃希菌（*n*=32）		
氨苄西林 / 舒巴坦	32（65.31）	13（40.63）	4.776	0.029
哌拉西林 / 他唑巴坦	1（2.04）	4（12.50）	2.073	0.149
头孢他啶	20（40.82）	7（21.88）	3.125	0.077
头孢曲松	49（100.00）	8（25.00）	52.224	0.001
头孢唑林	48（97.96）	15（46.88）	29.228	0.001
头孢吡肟	20（40.82）	7（21.88）	3.125	0.077
头孢替坦	0（0.00）	2（6.25）	1.081	0.001
氨曲南	32（65.31）	3（9.38）	24.678	0.001
厄他培南	1（2.04）	4（12.50）	2.073	0.149
亚胺培南	0（0.00）	4（12.50）	4.056	0.044
阿米卡星	1（2.04）	4（12.50）	2.073	0.149
庆大霉素	25（51.02）	5（15.63）	10.400	0.001
妥布霉素	10（20.41）	4（12.50）	0.847	0.358
环丙沙星	29（59.18）	14（43.75）	1.852	0.174
左旋氧氟沙星	30（61.22）	14（43.75）	2.382	0.123
复方新诺明	29（59.18）	14（43.75）	1.852	0.174
氨苄西林	43（87.76）	21（65.63）	5.717	0.017

表 3　CRC 术后感染患者中段尿与静脉血中大肠埃希菌的耐药率比较

Table 3　Comparison of the rates of resistance to *Escherichia coli* isolated from the midstream urine and venous blood of CRC patients with postoperative infection

抗生素	大肠埃希菌耐药株数（%）		χ^2 值	*P* 值
	中段尿（*n*=30）	静脉血（*n*=32）		
氨苄西林 / 舒巴坦	17（56.67）	17（53.13）	0.063	0.804
哌拉西林 / 他唑巴坦	3（10.00）	1（3.13）	0.896	0.346
头孢他啶	13（43.33）	11（34.38）	0.268	0.603
头孢曲松	22（73.33）	23（71.88）	0.015	1.000
头孢唑林	21（70.00）	25（78.13）	0.435	0.566
头孢吡肟	3（10.00）	11（34.38）	5.625	0.018
头孢替坦	1（3.33）	1（3.13）	<0.001	1.000
氨曲南	11（36.67）	16（50.00）	0.988	0.317
厄他培南	2（6.67）	1（3.13）	0.268	0.607
亚胺培南	3（10.00）	1（3.13）	0.896	0.346
阿米卡星	2（6.67）	1（3.13）	0.268	0.607
庆大霉素	12（40.00）	10（31.25）	0.281	0.597
妥布霉素	6（20.00）	5（15.63）	0.089	0.746
环丙沙星	17（56.67）	14（43.75）	0.590	0.446
左旋氧氟沙星	13（43.33）	18（56.25）	0.590	0.446
复方新诺明	20（66.67）	14（43.75）	2.812	0.094
氨苄西林	23（76.67）	24（75.00）	0.015	1.000

表 4 CRC 患者术后感染风险因素的单因素分析 [例（%）]

Table 4 Univariate analysis of risk factors for postoperative infection in CRC patients [*n*(%)]

变量	术后感染组（*n*=179）	对照组（*n*=179）	t/χ^2 值	*P* 值
年龄（岁，$\bar{x}\pm s$）	62.43 ± 12.34	61.72 ± 11.82	0.556	0.579
性别			0.181	0.671
男性	98（54.75）	102（56.98）		
女性	81（45.25）	77（43.02）		
手术方式			0.416	0.519
腹腔镜	76（42.46）	70（39.11）		
开腹	103（57.54）	109（60.89）		
体质量指数（kg/m^2，$\bar{x}\pm s$）	24.52 ± 3.22	23.15 ± 2.83	4.276	<0.01
合并糖尿病			8.787	0.003
是	45（25.14）	23（12.85）		
否	134（74.86）	156（87.15）		
合并高血压			6.917	0.009
是	52（29.05）	31（17.32）		
否	127（70.95）	148（82.68）		
术前白蛋白（g/L，$\bar{x}\pm s$）	35.62 ± 4.21	38.91 ± 4.53	7.118	<0.01
手术时间（min，$\bar{x}\pm s$）	158.71 ± 56.32	132.42 ± 48.71	4.724	<0.01
术中出血量（mL，$\bar{x}\pm s$）	210.51 ± 105.82	156.72 ± 89.31	5.197	<0.01
肿瘤位置			6.789	0.034
左半结肠	42（23.46）	54（30.17）		
右半结肠	38（21.23）	46（25.70）		
直肠	99（55.31）	79（44.13）		
病理分化程度			8.901	0.012
高	32（17.88）	54（30.17）		
中	76（42.46）	88（49.16）		
低	71（39.66）	37（20.67）		
淋巴结转移			9.472	0.002
有	96（53.63）	67（37.43）		
无	83（46.37）	112（62.57）		
肿瘤分期			12.266	<0.01
Ⅰ~Ⅱ期	65（36.31）	98（54.75）		
Ⅲ~Ⅳ期	114（63.69）	81（45.25）		

后感染风险高是因为高血糖抑制中性粒细胞功能，并为细菌繁殖提供环境[23]。手术时间的影响源于创面暴露与机体应激加剧[22]。低蛋白血症会导致免疫球蛋白合成减少和黏膜屏障受损[24]。Ⅲ~Ⅳ期患者感染风险与晚期全身炎性反应和手术创伤大相关[24]。

上述风险因素与病原菌分布存在潜在关联：

表 5 CRC 患者术后感染的多因素 logistic 回归分析

Table 5 Multivariate logistic regression analysis of risk factors for postoperative infection in CRC patients

变量	β 值	标准误	Wald χ^2 值	*OR*（95% *CI*）	*P* 值
体质量指数	0.087	0.028	9.876	1.091（1.033~1.152）	0.002
合并糖尿病	1.234	0.321	14.657	3.435（1.687~7.000）	<0.01
手术时间	0.012	0.004	8.765	1.012（1.004~1.021）	0.003
术前白蛋白	–0.123	0.034	13.245	0.883（0.823~0.948）	<0.01
肿瘤分期（Ⅲ~Ⅳ期）	1.456	0.345	17.890	4.289（2.134~8.625）	<0.01
合并高血压	0.452	0.287	2.478	1.571（0.892~2.767）	0.116
术中出血量	0.001	0.001	1.892	1.001（0.999~1.003）	0.169
肿瘤位置（直肠 *vs* 结肠）	0.321	0.254	1.598	1.379（0.832~2.284）	0.206
病理分化程度（低 *vs* 中高）	0.287	0.261	1.210	1.332（0.792~2.241）	0.272
淋巴结转移	0.254	0.278	0.835	1.289（0.756~2.198）	0.356

合并糖尿病患者更易发生泌尿道感染，因尿糖升高为大肠埃希菌提供适宜生存环境；手术时间延长增加腹腔污染风险，促使肠源性细菌入血（静脉血检出率 33.52%）[25]；低白蛋白血症患者以血流感染为主，与肠道黏膜屏障减弱致细菌易位有关[26]；Ⅲ~Ⅳ期患者因免疫抑制及菌群失调，加剧多重耐药菌（如产 ESBLs 大肠埃希菌）的定植与感染[27]。单因素分析显示，手术方式对 CRC 术后感染无影响，表明感染风险更多源自患者自身代谢状态与肿瘤晚期消耗。基于此，临床应建立“术前 – 术中 – 术后”链式干预策略：术前对高 BMI 和低白蛋白水平者强化营养支持以改善免疫屏障，对糖尿病患者实施围术期血糖闭环管理；术中优化流程以缩短手术时间；对晚期患者，术后警惕肠源性细菌易位，尽早给予目标性营养与免疫支持，以打破“易感网络”，从而降低感染率。

本研究的局限性在于：未采用倾向评分匹配（propensity score matching, PSM）对 BMI 和糖尿病等混杂因素进行多维度校准，可能存在残余混杂偏倚；作为单中心回顾性设计，本研究的样本为区域性中医医院晚期患者，具有中医介入等的特殊性，因此研究结果向综合性西医医院外推时需谨慎。

综上所述，CRC 术后感染以大肠埃希菌（尤其产 ESBLs 菌株）为主，耐药形势严峻。高 BMI、合并糖尿病、长手术时间、低术前白蛋白水平和晚期肿瘤分期是独立风险因素，且与特定病原菌易位定植密切相关。临床应重视上述因素的早期识别与

链式干预，以改善患者预后，未来需进一步扩大样本量加以研究，应关注真菌和少见病原菌的防控。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参考文献：

[1] Wu YJ, He SY, Cao MD, et al. Comparative analysis of cancer statistics in China and the United States in 2024[J]. Chin Med J (Engl), 2024, 137(24): 3093–3100.

[2] 马学莹, 李娜, 赵航, 等. 1990 年和 2021 年中国结直肠癌发病和死亡分析及其危险因素研究[J]. 实用肿瘤杂志, 2025, 40(2): 114–119.

[3] Naghavi M, Vollset SE, Ikuta KS, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050[J]. Lancet, 2024, 404(10459): 1199–1226.

[4] 许世伟, 唐密密, 刘秋爽, 等. 结直肠癌围手术期药学监护专家共识 [J/OL]. 今日药学, 2025–01–02. https://link.cnki.net/urlid/44.1650.R.20250102.1329.004.

[5] 石召强, 成敏敏, 于晓卫, 等. 结直肠癌术后腹腔感染的危险因素及风险模型建立 [J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(9): 1366–1369.

[6] 梁海峰, 刘新艳, 梁译心, 等. 结直肠癌患者术后腹腔感染病原菌及其危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(20): 3099–3103.

[7] 王长峰, 黄汇, 司呈帅, 等. 结直肠癌术后切口感染危险因素及 Logistic 回归模型[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(20): 3104–3107.

[8] Jia L, Zhao HC, Liu J. Meta-analysis of postoperative incision infection risk factors in colorectal cancer surgery[J]. Front Surg, 2024, 11: 1415357.

[9] 曲龙嘉 , 郑亚迪 , 罗姿麟 , 等 . 2000—2019 年中国早发型癌症疾病负担及危险因素变化趋势 [J]. 实用肿瘤杂志 , 2024, 39(2): 97–103.

[10] 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会. 结直肠癌腹膜转移诊治中国专家共识（2025 版）[J]. 实用肿瘤杂志, 2025, 40(3): 193–202.

[11] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准（试行）[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 314–320.

[12] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing[M]. 28th ed. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2018.

[13] 赵优冬, 柏愚. 2022 年中国结直肠癌发病与死亡特征分析[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(1): 48–52.

[14] 余秋雨, 崔伯塔. 肠道菌群在结直肠癌发病、早诊及防治中的研究进展[J]. 中华消化杂志, 2023, 43(5): 348–351.

[15] Calu V, Enciu O, Toma EA, et al. Surgical site infections in colorectal cancer surgeries[J]. Life, 2024, 14(7): 850.

[16] 李兆龙, 刘大勇, 陈锁艳, 等. 腹腔镜结直肠癌根治术后腹腔感染病原菌分布及耐药性[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(10): 1519–1523.

[17] Chen Y. Retrospective analysis of the impact of pathogen spectrum and antibiotic resistance on the treatment efficacy of respiratory tract infections from 2012 to 2022[J]. Am J Transl Res, 2025, 17(1): 480–488.

[18] Wang QQ, Wei SD, Silva AF, et al. Cooperative antibiotic resistance facilitates horizontal gene transfer[J]. ISME J, 2023, 17(6): 846–854.

[19] Tamma PD, Heil EL, Justo JA, et al. Infectious Diseases Society of America 2024 guidance on the treatment of antimicrobial-resistant gram-negative infections[J/OL]. Clin Infect Dis, 2024–08–07. https://doi.org/10.1093/cid/ciae403.

[20] Siame A, Yamba K, Samutela M, et al. Carriage and antimicrobial susceptibility patterns of rectal ESBL *E. coli* in surgical patients at the University Teaching Hospitals in Lusaka, Zambia[J]. JAC Antimicrob Resist, 2024, 6(5): dlae159.

[21] Sanya DRA, Onésime D, Vizzarro G, et al. Recent advances in therapeutic targets identification and development of treatment strategies towards *Pseudomonas aeruginosa* infections[J]. BMC Microbiol, 2023, 23(1): 86.

[22] 孙文轩, 于淼, 孟昕晶, 等. 内脏肥胖指数与结直肠癌手术疗效、预后及早期炎症性肠梗阻的关联[J]. 中国肿瘤外科杂志, 2025, 17(2): 120–124.

[23] Hostetter MK. Handicaps to host defense. Effects of hyperglycemia on C3 and *Candida albicans*[J]. Diabetes, 1990, 39(3): 271–275.

[24] Shen XF, Zhou CM, Hua Q, et al. Impact of operation duration on short-term and long-term prognosis in patients undergoing radical colorectal surgery[J]. J Cancer, 2022, 13(4): 1160–1167.

[25] 王倩, 王秋平. 急性肠梗阻急诊术后切口感染的病原菌及危险因素分析[J]. 中国肛肠病杂志, 2024, 44(5): 46–48.

[26] Li ZY, Li Z, Xu C, et al. Hypoalbuminemia is highly prevalent in patients with periprosthetic joint infection and strongly associated with treatment failure[J]. Orthop Surg, 2024, 16(10): 2419–2427.

[27] Greathouse KL, Stone JK, Vargas AJ, et al. Co-enrichment of cancer-associated bacterial taxa is correlated with immune cell infiltrates in esophageal tumor tissue[J]. Sci Rep, 2024, 14: 2574.

（收稿日期：2025–11–03）