

DOI:10.13350/j.cjpb.250418

• 临床研究 •

# 泌尿结石感染发生危险因素及病原菌感染分布特点和耐药性分析

李晓石\*, 张慧明, 李世宾

(新乡市中心医院, 新乡医学院第四临床学院泌尿外科, 河南新乡 453000)

**【摘要】** **目的** 系统性探究泌尿结石感染发生危险因素,同时分析病原菌感染分布特点和耐药性。**方法** 选取2022年1月-2024年5月期间本院泌尿外科收治的行手术治疗且术后感染的泌尿系统结石患者35例作为研究组,另选取同期于本院行手术治疗但术后未感染的泌尿系统结石患者200例作为对照组。对研究组患者行细菌鉴定和药敏试验。单因素分析研究组和对照组临床资料差异;Logistic回归分析泌尿结石患者术后感染的独立危险因素;分析泌尿结石患者术后感染患者病原菌分布特点;分析泌尿结石患者术后感染患者常见病原菌耐药性。**结果** 研究组年龄 $\geq 60$ 岁、饮酒史和留置导管时间 $\geq 1$ 周占比均明显高于对照组(均 $P < 0.05$ );Logistic回归结果显示年龄( $OR = 3.331$ )、吸烟( $OR = 3.766$ )和留置导管时间( $OR = 4.268$ )是尿结石患者术后感染的独立危险因素(均 $P < 0.05$ );35例泌尿结石患者术后感染患者共检出80例病原菌,分别为革兰阴性菌(73.75%)、革兰阳性菌(22.50%)和真菌(3.75%);革兰阴性菌中大肠埃希菌对头孢哌酮、美洛西林、阿莫西林、氨苄西林耐药性较高,肺炎克雷伯菌对头孢哌酮和氨苄西林耐药率较高,铜绿假单胞菌对头孢呋辛、阿莫西林、氨曲南和氨苄西林有较强的耐药性(耐药率均 $\geq 80\%$ );革兰阳性菌中粪肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和氨苄西林有较强的耐药性,尿肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松、苯唑西林和氨苄西林有较强的耐药性;金黄色葡萄球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和红霉素有较强的耐药性(耐药率均 $\geq 80\%$ )。**结论** 年龄 $\geq 60$ 岁、吸烟和留置导管时间 $\geq 1$ 周是泌尿结石患者术后感染的独立危险因素。而感染患者检出的病原菌以革兰阴性菌为主,其次为革兰阳性菌和真菌。不同病原菌对多种抗菌药物存在较强耐药性,临床应重视相关危险因素,合理选择抗菌药物,以降低泌尿结石患者术后感染风险,提高治疗效果。

**【关键词】** 泌尿结石;术后感染;危险因素;病原菌;耐药性

**【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-5234(2025)04-0499-04

[Journal of Pathogen Biology. 2025 Apr.;20(04):499-502,507.]

## Analysis of the risk factors of urinary stone infection and the distribution characteristics and drug resistance of pathogenic bacteria

LI Xiaoshi, ZHANG Huiming, LI Shibin (Department of Urology, the Fourth Clinical College of Xinxiang Medical College, Xinxiang Central Hospital, Xinxiang 453000, Henan, China)\*

**【Abstract】** **Objective** To systematically explore the risk factors of urinary stone infection, and analyze the distribution characteristics and drug resistance of pathogenic bacteria. **Methods** Thirty-five patients with urinary calculi who underwent surgical treatment and were infected after surgery from January 2022 to May 2024 in the Department of Urology of our hospital were selected as the study group. Another 200 patients with urinary calculi who underwent surgical treatment in our hospital during the same period but were not infected after surgery were selected as the control group. The patients in the study group were subjected to bacterial identification and drug susceptibility tests. The difference of clinical data between study group and control group was analyzed by single factor. The independent risk factors of postoperative infection in patients with urinary stones were analyzed by Logistic regression. The distribution characteristics of pathogenic bacteria in postoperative infection patients with urinary calculi were analyzed. The drug resistance of common pathogenic bacteria in postoperative infection of urinary calculus patients was analyzed. **Results** The proportion of age  $\geq 60$  years old, drinking history and catheter retention time  $\geq 1$  week in study group were significantly higher than those in control group (all  $P < 0.05$ ). Logistic regression results showed that age ( $OR = 3.331$ ), smoking ( $OR = 3.766$ ) and catheter indentation time ( $OR = 4.268$ ) were independent risk factors for postoperative infection in patients with urinary calculus (all  $P < 0.05$ ). A total of 80 pathogens were detected in 35 patients with urinary calculi, including gram-negative bacteria (73.75%), gram-positive bacteria (22.50%) and fungi

\* **【通信作者(简介)】** 李晓石(1984-),男,河南新乡人,硕士研究生,主治医师,主要从事泌尿系肿瘤的相关临床诊疗和科研工作。E-mail: xxszxyylxs@163.com

(3.75%)。Among gram-negative bacteria, *Escherichia coli* had high resistance to cefoperazone, melocillin, amoxicillin and ampicillin, *Klebsiella pneumoniae* had high resistance rate to cefoperazone and ampicillin, and *Pseudomonas aeruginosa* had strong resistance to cefuroxime, amoxicillin, amronam and ampicillin (resistance rate  $\geq 80\%$ ). *Enterococcus faecalis* had strong resistance to cefixime, cefoperazone, ceftriaxone and ampicillin in gram-positive bacteria, while *Enterococcus faecium* had strong resistance to cefixime, cefoperazone, ceftriaxone, oxacillin and ampicillin. *Staphylococcus aureus* had strong resistance to cefixime, cefoperazone, ceftriaxone and erythromycin (resistance rate  $\geq 80\%$ ). **Conclusion** Age  $\geq 60$  years, smoking and catheter retention time  $\geq 1$  week were independent risk factors for postoperative infection in patients with urinary stones. The pathogens detected in infected patients were mainly gram-negative bacteria, followed by gram-positive bacteria and fungi. Different pathogens have strong resistance to a variety of antibiotics. Clinical attention should be paid to related risk factors and rational selection of antibiotics to reduce the risk of postoperative infection in patients with urinary stones and improve the therapeutic effect.

**【Keywords】** urinary calculus; postoperative infection; risk factors; pathogenic bacteria; drug resistance

随着医疗技术的不断进步,泌尿系统结石手术治疗取得显著成效,但术后感染问题却始终困扰着临床医生和患者<sup>[1]</sup>。术后感染不仅会延长患者的住院时间、增加医疗费用,还可能导致严重的并发症,甚至危及患者生命<sup>[2]</sup>。已有研究发现,患者自身的因素如年龄、基础疾病等可能增加感染的风险<sup>[3]</sup>。近年来,临床研究发现病原菌的种类逐渐增多,并且随着抗生素的广泛使用,病原菌的耐药性问题日益严重,不合理使用抗生素不仅会导致治疗失败,还会加剧病原菌的耐药性,给临床治疗带来极大的挑战<sup>[4]</sup>。因此,研究病原菌的耐药性并分析其耐药机制,对于合理使用抗生素、提高治疗效果至关重要。

本研究通过选取泌尿结石感染患者作为研究对象,探究其术后感染发生的危险因素,同时分析病原菌感染分布特点和耐药性,旨在降低泌尿结石患者术后感染的发生率、提高治疗效果、改善患者预后奠定基础,结果报告如下。

## 对象与方法

### 1 研究对象

选取2022年1月-2024年5月期间本院泌尿外科收治的行手术治疗且术后感染的泌尿系统结石患者35例作为研究组。

所有纳入本研究的患者均明确研究意义并签订同意书,已获得本院医学伦理委员会批准。

纳入标准:(1)经影像学超声、CT等检查确诊为泌尿系统结石,且有手术指征;(2)年龄在18岁及以上;(3)结石引起明显的临床症状,包括疼痛、血尿、尿路梗阻等;(4)肾功能基本正常或仅有轻度受损,可耐受手术治疗;(5)无严重的心肺等重要脏器功能障碍,可承受手术风险;(6)患者及家属对研究内容知情同意,并签署知情同意书。

排除标准:(1)合并其他严重泌尿系统疾病;(2)有凝血功能障碍或正在使用抗凝药物,手术风险较高;

(3)患有严重的全身性疾病;(4)妊娠或哺乳期妇女;(5)精神疾病患者或无法配合治疗及随访者;(6)近期有泌尿系统手术史或其他重大手术史;(7)对手术所需的麻醉药物或其他相关药物有过敏史者。另选取同期于本院行手术治疗术后未感染的泌尿系统结石患者200例作为对照组。

### 2 资料收集

①通过查阅患者的住院病历档案,获取患者的基本信息,包括年龄、性别、合并疾病史(糖尿病、高血压);②与患者交流及询问家属的过程中,记录患者的吸烟史和饮酒史;③在患者住院期间,准确记录其住院时间,自入院登记时间开始到出院时间结束;④密切观察并记录导管留置时间。

### 3 尿路感染的判定

①行尿液常规检查,高倍视野下尿沉渣白细胞计数 $>5$ 个;②行尿液细菌培养,若培养结果阳性且中段尿细菌定量培养菌落计数 $\geq 10$  CFU/mL;③合并尿频、尿急、尿痛等尿路刺激症状且结合尿液检查结果,也可辅助判断为尿路感染;④伴有发热(体温超过 $38^{\circ}\text{C}$ )、腰痛、肾区叩击痛等全身或局部症状,且尿液检查有异常<sup>[5]</sup>。

### 4 细菌鉴定和药敏试验

细菌鉴定:①样本采集:在严格的无菌操作下,收集清洁中段尿或通过导尿管获取尿液;②接种培养:将尿液样本接种到适宜的培养基上(麦康凯平板),将培养基放置 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ 温度下培养;③观察菌落特征:经过24 h培养后,观察培养基上生长的菌落形态、颜色、大小、边缘特征等;④生化试验:根据菌落特征,选择进行氧化酶试验;⑤分子生物学鉴定:采用分子生物学PCR法对细菌进行鉴定。

药敏试验:①菌液制备:从培养出的菌落中挑选典型菌落并制备菌液;②药敏纸片扩散法(K-B法):将菌液均匀涂布在培养基上后贴上含有不同抗生素的药敏纸片,培养后测量药敏纸片周围抑菌圈的直径,根据抑

菌圈的大小,判断细菌对不同抗生素的敏感性,分为敏感和耐药。

## 5 统计学方法

采用 SPSS26.0 处理数据,计量资料经方差齐性检验呈正态分布,以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,独立样本  $t$  检验,计数资料以(%)表示, $\chi^2$  检验;泌尿结石感染发生的影响因素采用 Logistic 回归分析; $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1 单因素分析研究组和对照组临床资料差异

单因素结果显示对照组和研究组年龄、饮酒史和留置导管时间存在显著差异( $P < 0.05$ );两组其他资料对比无显著差异( $P > 0.05$ ),详见表 1。

表 1 单因素分析感染组和未感染组临床资料差异  
Table 1 Univariate analysis of clinical data differences between infected and uninfected groups

因素	对照组 (n=200)	研究组 (n=35)	$\chi^2$	P
性别	男	128	0.038	0.845
	女	72		
年龄(岁)	$\geq 60$	40	47.721	$< 0.001$
	$< 60$ 岁	160		
糖尿病	是	20	1.545	0.241
	否	180		
高血压	是	32	0.344	0.557
	否	168		
饮酒史	是	112	0.016	0.900
	否	88		
吸烟史	是	56	18.986	$< 0.001$
	否	144		
住院时间(d)	$< 7$	136	1.573	0.210
	$\geq 7$	64		
留置导管时间(n)	$\geq 1$ 周	35	69.271	$< 0.001$
	$< 1$ 周	165		

### 2 Logistic 回归分析泌尿结石患者术后感染的独立危险因素

将表 1 中  $P < 0.05$  的因素作为自变量,尿结石患者术后感染(发生=1;未发生=0)作为因变量,进行 Logistic 回归分析。自变量赋值情况:年龄: $\geq 60$ 岁=1, $< 60$ 岁=0;吸烟史:是=1,否=0;留置导管时间: $\geq 1$ 周=1, $< 1$ 周=0。Logistic 结果显示:年龄、吸烟和留置导管时间是尿结石患者术后感染的独立危险因素( $OR = 3.331, 3.766, 4.268$ ,均  $P < 0.05$ )(表 2)。

表 2 Logistic 回归分析泌尿结石患者术后感染的独立危险因素  
Table 2 Logistic regression analysis of independent risk factors for postoperative infection in patients with urinary stones

变量	多因素分析结果					
	$\beta$	SE	Wald	OR	95%CI	P 值
年龄	1.203	0.403	8.914	3.331	1.224~9.388	$< 0.001$
吸烟	1.326	0.351	13.627	3.766	1.418~10.028	$< 0.001$
留置导管时间	1.451	0.372	14.983	4.268	1.443~12.572	$< 0.001$

### 3 泌尿结石患者术后感染患者病原菌分布特点

35 例泌尿结石患者术后感染患者共检出 80 例病原菌。革兰阴性菌 59 株,占 73.75%,其中大肠埃希菌 26 株(32.50%),肺炎克雷伯菌 18 株(22.50%),铜绿假单胞菌 12 株(15.00%),其他 3 株(3.75%)。革兰阳性菌 18 株,占 22.50%,其中粪肠球菌 11 株(13.75%),屎肠球菌 5 株(6.25%),金黄色葡萄球菌 2 株(2.50%)。真菌 3 株,占 3.75%。

### 4 泌尿结石患者术后感染患者病原菌耐药性分析

4.1 革兰阴性菌耐药性分析 26 株大肠埃希菌对头孢哌酮、美洛西林、阿莫西林、氨苄西林有较强的耐药性,耐药率分别为 84.62%(22/26)、80.77%(21/26)、92.31%(24/26)、96.15%(25/26),对头孢呋辛、头孢他啶、氨曲南、克拉维酸、哌拉西林耐药率分别为 46.15%(12/26)、26.92%(7/26)、57.69%(15/26)、65.38%(17/26)、11.54%(3/26)。

18 株肺炎克雷伯菌对头孢哌酮和氨苄西林有较强的耐药性,耐药率均为 94.44%(17/18),对头孢呋辛、头孢他啶、阿莫西林、美洛西林、氨曲南、克拉维酸、哌拉西林耐药率分别为 55.56%(10/18)、38.89%(7/18)、50.00%(9/18)、50.00%(9/18)、44.44%(8/18)、44.44%(8/18)、16.67%(3/18)。

12 株铜绿假单胞菌对头孢呋辛、阿莫西林、氨曲南和氨苄西林有较强的耐药性,耐药率分别为 83.33%(10/12)、83.33%(10/12)、91.67%(11/12)、91.67%(11/12),对头孢哌酮、头孢他啶、美洛西林、克拉维酸、哌拉西林耐药率分别为 16.67%(2/12)、33.33%(4/12)、0.00%(0/12)、41.67%(5/12)、33.33%(4/12)。

4.2 革兰阳性菌耐药性分析 11 株粪肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和氨苄西林有较强的耐药性,耐药率分别为 100.00%、90.91%、100.00%和 90.91%,对苯唑西林、哌拉西林、克拉维酸、红霉素耐药率分别为 72.73%、72.73%、72.73%、63.64%。

5 株屎肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松、苯唑西林和氨苄西林有较强的耐药性,耐药率均  $\geq 80.00\%$ 。

## 讨 论

已有研究指出,泌尿结石手术患者面临着术后感染的风险,而明确感染发生的危险因素,可以为临床医生在术前评估患者情况提供依据,采取针对性的预防措施<sup>[6]</sup>。本研究不仅分析影响泌尿结石患者术后感染的独立危险因素,还通过了解病原菌感染分布特点,有助于帮助医生在患者感染发生时可以快速准确地判断致病菌,进而选择合适的抗菌药物进行及时有效的治

疗,避免因盲目用药而延误病情。

本研究通过选取可能影响泌尿结石患者术后感染发生的因素, Logistic 回归分析发现年龄、吸烟和留置导管时间是尿结石患者术后感染的独立危险因素,分析机制如下:首先年龄作为危险因素之一的原因与患者自身的各项生理机能密切相关,因随着年龄的增长,机体免疫系统功能随之减弱,进而导致患者面临手术创伤时身体防御能力随之下降,术后恢复时间减慢,活动量随之降低,泌尿系统感染随之升高<sup>[7]</sup>。此外,吸烟也是不可忽视的独立危险因素之一,因烟草中含有诸多有害物质,对人体的血液循环造成不良影响,进一步加重血管收缩,减弱局部组织的血液供应,进而对手术伤口愈合带来不良影响,使患者更易遭受病原菌的侵害<sup>[8]</sup>。此外,留置导管时间 $\geq 1$ 周也是术后感染的危险因素之一。Zhang 等<sup>[9]</sup>研究发现,随着留置导管时间的延长,细菌在导管表面的定植机会增加,对粘膜带来严重损伤,进而对泌尿系统的屏障造成损害,引发尿滞留的发生,对细菌的生长极其有利。

此外,本研究通过对 35 例泌尿结石患者术后感染患者进行病原菌检验,发现共检出 80 例病原菌,其中占比最高的为革兰阴性菌(73.75%)、其次为革兰阳性菌(22.50%)、占比最低的是真菌(3.75%),提示在泌尿结石患者术后感染中,革兰阴性菌是主要的病原菌类型,临床在防治该类患者术后感染时,应重点关注革兰阴性菌的感染风险。同时,由于革兰阳性菌也有一定比例的存在,不可忽视其潜在威胁。而真菌占比较低,但也需警惕在特定情况下可能引发的感染<sup>[10]</sup>。本研究还进一步分析了病原菌的耐药性情况,发现革兰阴性菌中大肠埃希菌对头孢哌酮、美洛西林、阿莫西林、氨苄西林耐药性较高,肺炎克雷伯菌对头孢哌酮和氨苄西林耐药性较高,铜绿假单胞菌对头孢呋辛、阿莫西林、氨曲南和氨苄西林耐药性较高,分析其机制可能如下:革兰阴性菌中,大肠埃希菌对氨苄西林和阿莫西林耐药性高可能是因其产生多种  $\beta$ -内酰胺酶,进而水解药物的  $\beta$ -内酰胺环,使其失去抗菌活性。肺炎克雷伯菌对头孢哌酮、阿莫西林、美洛西林和氨苄西林耐药,可能是由于其获得耐药基因,编码出可以对抗药物的蛋白质<sup>[11]</sup>。而铜绿假单胞菌对头孢呋辛、阿莫西林、氨曲南和氨苄西林耐药,一方面是其外膜通透性低,阻碍药物进入菌体内部<sup>[12]</sup>;另一方面,该菌可主动外排泵系统,将药物排出菌体,从而降低药物在菌体内的浓度,使其无法发挥抗菌作用<sup>[13]</sup>。而革兰阳性菌中粪肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和氨苄西林有较强的耐药性,屎肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松、苯唑西林和氨苄西林有较强的耐药性;金黄色葡萄球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和红霉素有较强

的耐药性的原因包括以下方面:①粪肠球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和氨苄西林耐药,其原因是因其改变药物作用靶点,使其失去与青霉素结合蛋白的结构,进而使药物无法与其结合<sup>[14]</sup>。②屎肠球菌的耐药机制包括产生灭活酶、改变细胞膜通透性以及外排泵系统的作用等<sup>[15]</sup>。③金黄色葡萄球菌对头孢克肟、头孢哌酮、头孢曲松和红霉素耐药,其原因是产生编码  $\beta$ -内酰胺酶基因、对大环内酯类药物 erm 等耐药基因,此外金黄色葡萄球菌还可通过改变自身代谢途径或形成生物膜等方式来抵抗药物的作用<sup>[16]</sup>。

综上所述,本研究通过对泌尿结石患者的分析,明确年龄 $\geq 60$ 岁、吸烟和留置导管时间 $\geq 1$ 周为术后感染的独立危险因素。在病原菌分布方面,术后感染患者以革兰阴性菌为主,其次是革兰阳性菌和真菌。不同病原菌对多种抗菌药物表现出较强耐药性,提示临床应重点关注高危因素人群,合理选择抗菌药物,以降低术后感染风险,提高治疗效果。同时,应加强病原菌监测,为临床治疗提供更准确的依据,改善患者预后。但本研究由于样本量有限,可能存在一定的偏倚,仅针对单一医院的患者进行研究,结果的普遍性可能受到一定影响。此外,未对患者的其他潜在因素如基础疾病、手术方式等进行深入分析,可能在一定程度上会忽略一些潜在的影响因素。因此在今后的研究中,应采用大样本量、多中心研究,并进一步探讨其他相关因素对泌尿结石感染的影响。

#### 【参考文献】

- [1] Sforza S, Muto G, Lambertini L, et al. Robotic surgery for ureteropelvic junction obstruction and urolithiasis[J]. *Minerva Urol Nephrol*, 2022, 74(3): 384-386.
- [2] 梁昌卫, 潘惟昕, 蔡志康, 等. 老年泌尿系结石患者微创手术后结石残留影响因素[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(16): 3956-3958.
- [3] 宁文君, 王永锋. 肾结石术后尿路感染的影响因素及血清 RBP4、Cys C 检测的预测价值[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2024, 44(4): 597-601.
- [4] 叶秀芹, 李映, 陈文芳, 等. 2020-2022 年泌尿外科尿路感染患者病原菌分布及耐药性分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2024, 19(7): 850-854.
- [5] Griffiths L, Aro T, Samson P, et al. Prospective randomized trial of antibiotic prophylaxis duration for percutaneous nephrolithotomy in low-risk patients[J]. *J Endourol*, 2023, 37(10): 1075-1080.
- [6] Chugh S, Pietropaolo A, Montanari E, et al. Predictors of urinary infections and urosepsis after ureteroscopy for stone disease: A systematic review from EAU section of urolithiasis(EULIS)[J]. *Curr Urol Rep*, 2020, 21(4): 16.
- [7] 李超群, 吴利兵, 刘磊, 等. 输尿管结石术后泌尿系统感染影响因素及 TGF- $\beta 1$ , Smads 表达[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(10): 1522-1525.

(下转 507 页)

