

DOI:10.13350/j.cjpb.260115

• 调查研究 •

糖尿病患者泌尿系统结石感染的影响因素调查

陈军君, 王琼, 张文龙, 李若蕾, 齐珊*

(徐州医科大学附属医院, 江苏徐州 221000)

【摘要】 **目的** 探讨糖尿病患者泌尿系统结石合并感染的病原菌分布特点及感染的影响因素,为临床防治提供参考依据。**方法** 选取2022年2月至2024年12月本院泌尿外科收治的212例糖尿病泌尿系统结石患者为研究对象,根据是否合并感染分为感染组(112例)和非感染组(100例)。采集感染组患者中段尿标本进行病原菌分离鉴定,收集两组患者临床资料(一般资料、实验室指标、结石相关指标等),采用单因素分析及多因素 Logistic 回归模型分析糖尿病患者泌尿系统结石感染的影响因素。**结果** 112例感染患者共检出病原菌121株,其中革兰阴性菌占75.21%(91/121),以大肠埃希菌为主(52.07%,63/121);革兰阳性菌占20.66%(25/121),以粪肠球菌为主(14.88%,18/121);真菌占4.13%(5/121),均为白色假丝酵母菌。感染组与非感染组在性别、年龄、BMI方面差异有统计学意义($P<0.05$),男性、年龄 ≥ 60 岁、BMI ≥ 25 kg/m²患者感染率更高。感染组白细胞计数、C反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、空腹血糖、血肌酐及尿素氮水平均显著高于非感染组($P<0.05$)。单因素分析显示,糖尿病患者泌尿系统结石感染与糖尿病病程、糖化血红蛋白(HbA1c)水平、结石直径、结石成分及是否合并神经源性膀胱相关($P<0.05$);多因素 Logistic 回归分析显示,糖尿病病程 ≥ 10 年(OR=0.082,95% CI:0.009~0.738)、HbA1c $\geq 7.0\%$ (OR=20.503,95% CI:2.594~162.059)、草酸钙结石(OR=2.747,95% CI:1.456~5.183)及合并神经源性膀胱(OR=3.116,95% CI:1.140~8.519)是感染的独立危险因素($P<0.05$)。**结论** 糖尿病患者泌尿系统结石感染以革兰阴性菌为主,且受多种因素影响,临床应针对糖尿病病程较长、血糖控制不佳、草酸钙结石及合并神经源性膀胱的患者加强干预,以降低感染风险。

【关键词】 糖尿病;泌尿系统结石;病原菌;影响因素

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2026)01-0077-05

[Journal of Pathogen Biology. 2026 Jan.;21(01):77-81.]

Analysis of influencing factors for urinary calculi infection in diabetic patients

CHEN Junjun, WANG Qiong, ZHANG Wenlong, LI Ruolei, QI Shan (Xuzhou Medical University Affiliated Hospital, Xuzhou 221000, Jiangsu, China)*

【Abstract】 **Objective** To explore the distribution characteristics of pathogenic bacteria and influencing factors of urinary calculi complicated with infection in diabetic patients, so as to provide reference for clinical prevention and treatment. **Methods** A total of 212 diabetic patients with urinary calculi admitted to the Department of Urology in our hospital from February 2022 to December 2024 were selected as the research objects. They were divided into the infection group (112 cases) and the non-infection group (100 cases) according to whether they were complicated with infection. Midstream urine samples from the infection group were collected for pathogenic bacteria isolation and identification. Clinical data (general data, laboratory indicators, calculus-related indicators, etc.) of patients in both groups were collected. Univariate analysis and multivariate Logistic regression model were used to analyze the influencing factors of urinary calculi infection in diabetic patients. **Results** A total of 121 strains of pathogenic bacteria were detected in 112 infected patients, among which gram-negative bacteria accounted for 75.21% (91/121), mainly *Escherichia coli* (52.07%,63/121); gram-positive bacteria accounted for 20.66% (25/121), mainly *Enterococcus faecalis* (14.88%,18/121); fungi accounted for 4.13% (5/121), all of which were *Candida albicans*. There were statistically significant differences in gender, age and BMI between the infection group and the non-infection group ($P<0.05$). The infection rates were higher in male patients, patients aged ≥ 60 years and patients with BMI ≥ 25 kg/m². The levels of white blood cell count, C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT), fasting blood glucose, serum creatinine and urea nitrogen in the infection group were significantly higher than those in the non-infection group ($P<0.05$). Univariate analysis showed that urinary calculi infection in diabetic patients was related to the course of diabetes, glycosylated hemoglobin (HbA1c) level, calculus diameter, calculus composition and whether complicated with neurogenic bladder ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that diabetes course ≥ 10 years (OR=0.082,95% CI:0.009-0.738), HbA1c $\geq 7.0\%$

* **【通信作者】** 齐珊, E-mail:13685158955@163.com

【作者简介】 陈军君(1990-),女,江苏连云港人,本科,主管护师。主要从事泌尿外科临床护理工作。E-mail:15162157877@163.com

(OR=20.503, 95% CI: 2.594-162.059), calcium oxalate calculi (OR=2.747, 95% CI: 1.456-5.183) and complicated with neurogenic bladder (OR=3.116, 95% CI: 1.140-8.519) were independent risk factors for infection ($P<0.05$).

Conclusion Urinary calculi infection in diabetic patients was mainly caused by gram-negative bacteria, and was affected by many factors. Clinically, intervention should be strengthened for patients with long course of diabetes, poor blood glucose control, calcium oxalate calculi and complicated with neurogenic bladder to reduce the risk of infection.

【Keywords】 diabetes mellitus; urinary calculi; pathogenic bacteria; influencing factors

泌尿系统结石是泌尿外科临床常见疾病,其发病率在全球范围内呈逐年上升趋势,我国成年人群发病率已达6.5%~10.2%^[1]。结石形成后可导致尿路梗阻、黏膜损伤,显著增加感染风险,而感染又会进一步促进结石生长,形成“结石-感染”恶性循环,严重时可引发肾盂肾炎、尿脓毒症等致命性并发症,病死率高达20%~30%^[2]。糖尿病作为一种以糖代谢紊乱为核心的慢性代谢性疾病,我国成人患病率已达11.9%,患病人数超过1.4亿^[3-4]。研究证实,糖尿病患者泌尿系统结石的发病率是非糖尿病患者的1.8~2.5倍,且合并感染的概率显著升高,其机制可能与高血糖状态下尿糖升高、免疫功能受损、自主神经病变导致的膀胱排空障碍等因素相关^[5-6]。目前,关于泌尿系统结石感染的研究多集中于普通人群,针对糖尿病患者这一特殊群体的研究尚存在不足:一方面,糖尿病患者病原菌谱是否具有特殊性仍不明确,现有研究样本量较小且结论不一致;另一方面,对糖尿病患者泌尿系统结石感染的影响因素缺乏系统分析,尤其是多因素交互作用的研究较为匮乏^[7]。本研究选取2022年2月至2024年12月本院收治的糖尿病泌尿系统结石患者为研究对象,重点分析糖尿病患者合并感染的病原菌分布特征及相关危险因素,旨在为临床糖尿病患者泌尿系统结石感染的精准防治提供理论依据。

对象与方法

1 研究对象

1.1 研究设计与时间范围 本研究为回顾性队列研究,收集2022年2月至2024年12月本院泌尿外科收治的糖尿病泌尿系统结石病人212例为研究对象,根据是否合并感染分为感染组(112例)和非感染组(100例)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①泌尿系统结石诊断明确:参照《中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南(2022版)》,经腹部超声(Philips EPIQ7)、计算机断层扫描(CT, Siemens Somatom Force)或静脉肾盂造影(IVP)证实存在肾脏、输尿管或膀胱结石;②年龄 ≥ 18 岁;③临床资料完整(包括病史、实验室检查、影像学资料及病原菌检测结果等);④感染组需同时满足感染诊断标准:

(1)存在感染相关症状;(2)中段尿培养菌落计数 $\geq 10^5$ CFU/ml;(3)血常规白细胞计数 $> 9.5 \times 10^9$ /L或C反应蛋白(CRP) > 10 mg/L。

1.2.2 排除标准 ①合并其他部位严重感染;②患有恶性肿瘤、血液系统疾病或免疫缺陷病;③严重肝肾功能衰竭;④妊娠或哺乳期女性;⑤近1个月内有泌尿系统手术史;⑥临床资料不全或病原菌检测失败。

2 研究方法

2.1 标本采集与病原菌检测 感染组患者入院后24 h内,严格按照无菌操作规范留取中段尿标本:男性患者清洁尿道口后留取中段尿,女性患者清洁外阴后留取中段尿,标本收集于无菌试管(5~10 mL),2 h内送至微生物实验室检测。分离培养:取0.01 mL尿液标本,分别接种于血琼脂平板(含5%绵羊血)和麦康凯琼脂平板(郑州安图生物工程股份有限公司),置于35℃、5%CO₂培养箱培养18~24 h,观察菌落形态(大小、颜色、边缘、溶血情况等)。鉴定方法:挑取单个可疑菌落进行革兰染色,根据染色结果及氧化酶试验初步分类;采用VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定系统(法国生物梅里埃公司)进行菌种鉴定,革兰阴性菌选用GN鉴定卡,革兰阳性菌选用GP鉴定卡,真菌选用YST鉴定卡。

2.2 临床资料收集 通过医院电子病历系统提取所有研究对象的临床资料,包括:(1)一般资料:年龄、性别、身高、体重[计算体重指数(BMI)=体重(kg)/身高²(m²)];(2)病史信息:糖尿病病程(根据确诊时间计算,以年为单位)、是否合并神经源性膀胱(根据病史、尿动力学检查或影像学证实的膀胱排空障碍诊断);(3)实验室指标:入院次日空腹采集静脉血5 mL,检测白细胞计数、CRP、降钙素原(PCT)、空腹血糖、肌酐、尿素氮及糖化血红蛋白(HbA1c);(4)结石相关指标:通过超声或CT测量结石最大直径(精确至0.1 mm),术后收集结石标本进行成分分析。

2.3 实验室指标检测

2.3.1 血常规检测 采用Sysmex XN-1000全自动血液细胞分析仪(日本Sysmex公司),通过电阻抗法联合流式细胞术检测白细胞计数,试剂为仪器配套原装试剂,每日进行室内质控(质控品为Sysmex XN系列质控品),质控在控。

2.3.2 生化指标检测 (1)CRP:采用 Beckman Coulter AU5800 全自动生化分析仪(美国贝克曼库尔特公司),免疫比浊法检测,试剂为贝克曼库尔特原装试剂(批号:CRP2205),检测范围 0.1~300 mg/L,批内变异系数(CV)<2%,批间 CV<3%。(2)PCT:采用 Roche cobas e601 电化学发光分析仪(瑞士罗氏公司),电化学发光免疫分析法检测,试剂为罗氏原装试剂(批号:09827585),检测范围 0.02~100 ng/mL,最低检测限 0.02 ng/mL,批内 CV<5%,批间 CV<8%。(3)空腹血糖、血肌酐、尿素氮:采用 Hitachi 7600 全自动生化分析仪(日本日立公司)检测,空腹血糖采用己糖激酶法(试剂批号:GLU2301),血肌酐采用肌氨酸氧化酶法(试剂批号:CRE2303),尿素氮采用尿素酶法(试剂批号:URE2302),检测范围分别为 0.56~27.8 mmol/L、20~1200 μ mol/L、1.7~36 mmol/L,批内 CV 均<2%,批间 CV 均<3%。(4)HbA1c:采用 Bio-Rad D-10 高效液相色谱仪(美国伯乐公司),离子交换色谱法检测,试剂为伯乐原装试剂(批号:10167739),检测范围 3.8%~17.0%,批内 CV<1%,批间 CV<2%,符合美国国家糖化血红蛋白标准化计划(NGSP)认证标准。

2.4 结石成分分析 术后收集结石标本,用生理盐清水洗 3 次以去除血迹及杂质,37 $^{\circ}$ C 恒温干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)烘干 24 h,玛瑙研钵研磨成粉末(粒径<100 μ m),取 1 mg 粉末与溴化钾(光谱纯)按 1:100 比例混合压片,采用 Thermo Scientific Nicolet iS50 傅里叶变换红外光谱仪(美国赛默飞世尔公司)进行成分分析。扫描参数:波长范围 4000~400 cm^{-1} ,分辨率 4 cm^{-1} ,扫描次数 32 次,通过 OMNIC 9.2 软件与标准谱库(Thermo Scientific)比对,匹配度 \geq 85%判定为主要成分,将结石分为草酸钙结石及其他成分结石(包括磷酸钙、尿酸、胱氨酸等)。

3 统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计量资料先经 Shapiro-Wilk 检验判断正态性,符合正态分布以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,分类资料以频数(百分比)[n(%)]表示。计量资料采用独立样本 *t* 检验,分类资料采用 χ^2 检验。以是否感染为因变量(感染=1,非感染=0),将单因素分析中 $P<0.05$ 的变量作为自变量,纳入多因素 Logistic 回归模型(前进法),分析感染的独立危险因素,计算比值比(OR)及 95% 置信区间(95% CI), $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1 病原菌分布特点

112 例泌尿系统结石感染患者,共检出病原菌 121

株,革兰阴性菌 91 株(占 75.21%),革兰阳性菌 25 株(占 20.66%),真菌 5 株(占 4.13%)。革兰阴性菌中,大肠埃希菌 63 株(占 52.07%),肺炎克雷伯菌 16 株(占 13.22%),铜绿假单胞菌 12 株(9.92%);革兰阳性菌中,粪肠球菌 18 株(占 14.88%),金黄色葡萄球菌 7 株(占 5.79%);5 株真菌均为白色假丝酵母菌。

2 患者临床特征与感染的相关性分析

感染组与非感染组在年龄、性别、BMI 方面比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。男性患者感染率(59.06%,88/149)高于女性(38.10%,24/63);年龄 \geq 60 岁患者感染率(62.18%,74/119)高于<60 岁患者(40.86%,38/93);BMI \geq 25 kg/m^2 患者感染率(63.29%,50/79)高于 BMI<25 kg/m^2 患者(46.62%,62/133)。见表 1。

表 1 患者临床特征与感染的相关性分析
Table 1 Analysis of the correlation between patients' clinical characteristics and infection

临床特征	感染组 (n=112)	非感染组 (n=100)	χ^2 值	P 值
性别	男	88	7.810	0.005
	女	24		
年龄(岁)	\geq 60	74	9.526	0.002
	<60	38		
BMI(kg/m^2)	\geq 25	50	5.530	0.019
	<25	62		

3 感染组与非感染组实验室指标差异

感染组患者白细胞计数为(11.14 ± 1.83) $\times 10^9/\text{L}$,CRP 为(47.24 ± 11.35)mg/L,PCT 为(0.85 ± 0.27)ng/ml,空腹血糖为(9.94 ± 1.62)mmol/L,血肌酐为(89.42 ± 12.15) μ mol/L,尿素氮为(6.39 ± 0.81) μ mol/L。非感染组患者白细胞计数为(7.12 ± 1.36) $\times 10^9/\text{L}$,CRP 为(11.92 ± 5.87)mg/L,PCT 为(0.14 ± 0.05)ng/ml,空腹血糖为(7.93 ± 1.26)mmol/L,血肌酐为(85.95 ± 11.86) μ mol/L,尿素氮为(6.11 ± 1.03) μ mol/L。感染组患者白细胞计数、CRP、PCT、空腹血糖、血肌酐、尿素氮水平方面显著高于非感染组患者($t=18.245,27.264,27.544,10.156,2.101,2.208$,均 $P<0.05$)。

4 糖尿病患者泌尿系统结石感染的影响因素分析

4.1 糖尿病患者泌尿系统结石感染的单因素分析

对比两组患者资料,单因素分析结果显示,两组患者在糖尿病病程、HbA1c、结石直径、结石成分、合并神经源性膀胱方面差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

4.2 糖尿病患者泌尿系统结石感染的多因素分析

以感染为因变量,单因素分析有统计学意义的变量为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,糖尿病病程 ≥ 10 年(OR=0.082,95% CI:0.009~

0.738)、HbA1c $\geq 7.0\%$ (OR=20.503,95% CI:2.594~162.059)、草酸钙结石(OR=2.747,95% CI:1.456~5.183)、合并神经源性膀胱(OR=3.116,95% CI:1.140~8.519)是感染的独立危险因素($P < 0.05$)。见表3。

表2 糖尿病患者泌尿系统结石感染的单因素分析
Table 2 Univariate analysis of urinary calculi infection in diabetic patients

影响因素		感染组 (n=112)	非感染组 (n=100)	χ^2	P 值
糖尿病病程(年)	<10	55	66	6.154	0.013
	≥ 10	57	34		
HbA1c 水平(%)	<7.0	37	66	22.981	0.000
	≥ 7.0	75	34		
结石直径(mm)	<10	57	72	9.880	0.002
	≥ 10	55	28		
结石成分	草酸钙结石	83	40	25.232	0.000
	其他成分	29	60		
合并神经源性膀胱	无	82	93	14.355	0.000
	有	30	7		

表3 糖尿病患者泌尿系统结石感染的多因素分析
Table 3 Multivariate analysis of urinary calculi infection in diabetic patients

相关因素	β	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	OR 95% CI
糖尿病病程 ≥ 10 年	-2.498	1.119	4.981	0.026	0.082	(0.009~0.738)
HbA1c 水平 $\geq 7.0\%$	3.021	1.055	8.200	0.004	20.503	(2.594~162.059)
草酸钙结石	1.011	0.324	9.738	0.002	2.747	(1.456~5.183)
合并神经源性膀胱	1.137	0.513	4.906	0.027	3.116	(1.140~8.519)

讨 论

本研究结果显示,112例糖尿病合并泌尿系统结石感染患者共检出病原菌121株,其中革兰阴性菌占75.21%,以大肠埃希菌为主(52.07%),其次为肺炎克雷伯菌(13.22%)和铜绿假单胞菌(9.92%);革兰阳性菌占20.66%,主要为粪肠球菌(14.88%);真菌占4.13%,均为白色假丝酵母菌。这一分布特征与国内多数研究结果基本一致^[8-9],提示革兰阴性菌仍是糖尿病患者泌尿系统结石感染的主要致病菌。大肠埃希菌作为肠道正常菌群,其高检出率可能与以下因素相关:一是糖尿病患者尿糖水平升高,为细菌定植和繁殖提供了良好的营养环境;二是女性尿道短而直,男性前列腺增生发生率随年龄增加而升高,均易导致肠道菌群逆行感染。肺炎克雷伯菌和铜绿假单胞菌作为条件致病菌,其感染率升高可能与糖尿病患者长期高血糖状态导致的免疫功能低下、黏膜屏障损伤有关,且此类细菌易形成生物膜,增加临床治疗难度^[10]。粪肠球菌作为革兰阳性菌的主要致病菌,其检出率较高可能与糖尿病患者尿液中枸橼酸浓度降低、钙离子排泄增加,促进细菌黏附于结石表面有关^[11]。白色假丝酵母菌感染虽占比不高,但提示在长期使用抗生素或血糖控

制极差的患者中,需警惕真菌感染的可能性^[12]。

本研究发现,感染组与非感染组在年龄、性别、BMI方面差异有统计学意义($P < 0.05$)。男性感染率高于女性,这与男性泌尿系统解剖结构特点有关:男性尿道较长,但前列腺分泌物可抑制部分细菌生长,然而糖尿病男性患者常合并前列腺增生,导致尿流不畅,细菌易滞留引发感染^[13]。年龄 ≥ 60 岁患者感染率显著高于 < 60 岁患者,老年糖尿病患者常存在血管病变,导致肾脏及尿路供血不足,黏膜修复能力下降,更易发生感染^[14]。BMI ≥ 25 kg/m²患者感染率高于BMI < 25 kg/m²患者,提示肥胖是泌尿系统结石感染的危险因素之一。肥胖可导致胰岛素抵抗,加重糖代谢紊乱,同时肥胖患者常存在脂代谢异常,尿液中尿酸、草酸等排泄增加,促进结石形成和细菌黏附^[15]。

感染组患者白细胞计数、CRP、PCT、空腹血糖、血肌酐、尿素氮均明显高于非感染组($P < 0.05$),这与感染的病理生理反应密切相关。白细胞计数升高的作用是机体感染应激反应的表现,提示机体免疫被启动;CRP是一种急性时相蛋白,可以较客观地反映患者的感染程度,PCT仅在细菌感染时发生明显升高,而在病毒感染或非感染性炎症时则不会升高;血肌酐和尿素氮升高提示感染可能造成一定程度的肾功能损伤,感染引起的炎症反应可导致肾小球滤过率降低,结石梗阻可能进一步加重肾脏的损伤^[16]。因此,监测以上实验室指标对于早期识别感染、评估疾病严重性及预后具有重要的临床意义。

本研究多因素分析显示,糖尿病病程 ≥ 10 年(OR=0.082)、HbA1c $\geq 7.0\%$ (OR=20.503)、草酸钙结石(OR=2.747)、合并神经源性膀胱(OR=3.116)是感染的独立危险因素($P < 0.05$)。HbA1c $\geq 7.0\%$ 的OR值最高,提示血糖控制不佳是糖尿病患者泌尿系统结石感染最重要的危险因素。严格控制血糖可改善免疫功能,减少尿糖排泄,从而降低感染风险。糖尿病病程 ≥ 10 年作为独立危险因素,可能是由于长期高血糖对泌尿系统的慢性损伤累积效应所致,随着病程延长,神经病变、血管病变发生率增加,感染风险随之升高^[17]。草酸钙结石作为独立危险因素,提示在临床治疗中,对于草酸钙结石患者,除了常规碎石取石外,还需加强抗感染治疗和预防措施。合并神经源性膀胱患者感染风险较高,临床应重视尿动力学检查,及时采取间歇性导尿或膀胱造瘘等措施,减少残余尿量,降低感染发生率^[18]。

综上所述,本研究通过分析112例糖尿病患者泌尿系统结石感染病原菌的分布特征及独立危险因素,为临床防治提供了依据。临床医师可根据病原菌的分布情况选择合理的抗生素,对于革兰阴性菌感染可选用

喹诺酮类或头孢类抗生素,对于粪肠球菌感染可选用青霉素类或万古霉素,同时应注意有无真菌感染。针对独立危险因素,应有针对性的进行干预;对于病程较长的糖尿病患者加强血糖监测控制,定期检测泌尿系情况;对于HbA_{1c}≥7.0%的患者要积极调整治疗方案,将HbA_{1c}控制在7.0%以内;对于草酸钙结石患者,要注意调整饮食结构,减少草酸摄入,鼓励多饮水;对于合并神经源性膀胱患者要及时干预调整膀胱功能。

【参考文献】

- [1] Lang J, Narendru La A, El-Zawahry A, et al. Global trends in incidence and burden of urolithiasis from 1990 to 2019: An analysis of Global Burden of Disease Study data[J]. Eur Urol, 2021, 80(3): 327-335.
- [2] Kamei J, Sugihara T, Yasunaga H, et al. Impact of early ureteral drainage on mortality in obstructive pyelonephritis with urolithiasis: An analysis of the Japanese National Database[J]. World J Urol, 2023, 41(12): 3475-3483.
- [3] 李艳红, 邹慧兰, 卢曰文, 等. 糖尿病肾病并发泌尿系统感染的病原菌分布特点及相关影响因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(12): 1501-1505.
- [4] Liu J, Liu M, Chai ZL, et al. Projected rapid growth in diabetes disease burden and economic burden in China: A spatio-temporal study from 2020 to 2030[J]. Lancet Regional Health-Western Pacific, 2023, 33(1): 100-107.
- [5] Saswade K, Tom M, Hareendran L, et al. Intrinsic factors affecting incidence of urolithiasis in diabetic patients-A preliminary case-control study[J]. Global J Urol Nephrol, 2020, 3(12): 1506-1510.
- [6] Almuhanha NR, Al Hussain AM, Aldamanhori RB, et al. Association of chronic hyperglycemia with the risk of urolithiasis[J]. Cureus, 2023, 15(10): 738-744.
- [7] Mohanty S, Kamolvit W, Chick AS, et al. Diabetes downregulates the antimicrobial peptide psoriasin and increases *E. coli* burden in the urinary bladder[J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 122-125.
- [8] Kumar R, Kumar R, Perswani P, et al. Clinical and microbiological profile of urinary tract infections in diabetic

versus non-diabetic individuals[J]. Cureus, 2019, 11(8): 852-859.

- [9] Ramrakhia S, Raja K, Dev K, et al. Comparison of incidence of urinary tract infection in diabetic vs non-diabetic and associated pathogens[J]. Cureus, 2020, 12(9): 925-929.
- [10] Bed WA, Al-Shawk RS, Jassim KA. The role of insulin level on the biofilm-forming capacity in diabetes-related urinary tract infection[J]. Mustansiriya Med J, 2021, 20(2): 66-70.
- [11] Kumar R, Gupta S, Singh S, et al. Role of calcium ions in *Enterococcus faecalis* biofilm formation on urinary stone surfaces in diabetic nephropathy[J]. J Diabetes Complicat, 2022, 36(10): 108-125.
- [12] Singh R, Gupta S, Sharma S. *Candida albicans* biofilm formation on urinary stones; Role of hyperglycemia and antibiotic exposure[J]. J Diabetes Complicat, 2021, 35(8): 796-802.
- [13] Ahmed A, Abdelkarim S, Zenida M, et al. Prevalence and associated risk factors of urinary tract infection among diabetic patients: A cross-sectional study[J]. Healthcare, 2023, 11(6): 861-866.
- [14] Singh R, Gupta S, Sharma S. Impact of vascular complications on urinary tract infection outcomes in elderly diabetics[J]. J Diabetes Complicat, 2021, 35(8): 119-122.
- [15] Wood K, Knight J, Assimos D, et al. Increased urinary excretion of glycolate and oxalate in obese and diabetic mice models[J]. J Urol, 2025, 207(3): 535-542.
- [16] Lee J, Park S, Kim Y, et al. Impact of urinary tract infection on renal function in patients with urolithiasis: A retrospective cohort study[J]. Urology, 2022, 167(2): 208-214.
- [17] Desouky DE, Gabr HM, Helbawy ME, et al. Urinary tract infection: Prevalence, risk factors, bacterial etiologies and antimicrobial resistance profile among Egyptian Diabetic Patients[J]. Eur J Med Heal Scis, 2020, 2(4): 390-395.
- [18] Welk B, Lenherr S, Santiago-Lastra Y, et al. Differences in the incidence of urinary tract infections between neurogenic and non-neurogenic bladder dysfunction individuals performing intermittent catheterization[J]. NeuroUrol Urodynamics, 2022, 41(4): 1002-1011.

【收稿日期】 2025-07-14 【修回日期】 2025-10-04

(上接 76 页)

- [16] 连学雄, 李锋, 赵仕佳, 等. 复杂性肾结石患者经皮肾镜碎石术后并发尿路感染危险因素分析[J]. 微创泌尿外科杂志, 2021, 10(4): 221-225.
- [17] Matsumoto T, Kondo K, Tsukamoto T, et al. Impact of comorbidities on postoperative outcomes in elderly patients undergoing urological surgery[J]. World J Urol, 2023, 41(4): 1013-1022.
- [18] Huang X, Wang Y, Li X, et al. Prevalence and risk factors of extended-spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in urinary tract infections: A

multicenter study in China[J]. J Antimicrob Chemother, 2021, 76(5): 1234-1243.

- [19] Gultekinoglu M, Tunc Sarisozen Y, Erdogdu C, et al. Designing of dynamic polyethyleneimine (PEI) brushes on polyurethane (PU) ureteral stents to prevent infections[J]. Acta Biomater, 2023, 21(1): 44-54.
- [20] 林玮键, 罗彦斌, 龙永福, 等. 经皮肾镜取石术治疗复杂性肾结石术后感染性并发症的危险因素及其预测指标分析[J]. 国际泌尿系统杂志, 2020, 40(6): 1027-1030.

【收稿日期】 2025-07-11 【修回日期】 2025-10-06