

# 肾移植术后尿路感染 209 例的临床特点及危险因素分析

王培宇 丁汉东 钟金彪 廖贵益 梁朝朝

**【摘要】** **目的** 探讨肾移植术后不同时期尿路感染的特点及其相关危险因素。**方法** 回顾性分析 209 例肾移植受者的临床资料,按照术后随访时间分为 3 个时期,第一时期为移植术后 1 个月内,第二时期为术后 1~6 个月,第三时期为术后 7~12 个月。分析肾移植术后不同时期尿路感染的发生情况,发生尿路感染受者的尿培养结果及常见病原菌耐药特点。分析反复尿路感染者的菌群,分析尿路感染的危险因素及尿路感染对移植肾功能的影响。**结果** 第一时期尿路感染率为 90.0%,第二时期尿路感染率为 49.3%,第三时期尿路感染率为 22.5%。第二时期、第三时期亲属活体器官捐献男性受者的尿路感染率低于女性受者(均为  $P<0.05$ )。尿培养结果阳性 60 例,共检出病原菌 84 株,以革兰阴性菌为主,其中肺炎克雷伯菌占比最高。66 例受者反复发生尿路感染,检出病原菌包括肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌、光滑假丝酵母菌和其他。单因素分析结果显示,术后使用抗胸腺细胞球蛋白是第一时期发生尿路感染的危险因素,术前尿路感染、供者类型是第二时期发生尿路感染组的危险因素,受者性别、年龄是第三时期发生尿路感染的危险因素;多因素分析结果显示,术后使用抗胸腺细胞球蛋白是第一时期发生尿路感染的危险因素,受者性别、年龄是第三时期发生尿路感染的危险因素(均为  $P<0.05$ )。第三时期治愈 65 例,未治愈 38 例,治愈患者治疗后血清肌酐及白细胞水平较治疗前下降(均为  $P<0.05$ )。**结论** 肾移植受者尿路感染以革兰阴性菌为主,其耐药性较高;术后使用抗胸腺细胞球蛋白、女性和高龄是肾移植受者发生尿路感染的危险因素。

**【关键词】** 肾移植; 尿路感染; 革兰阴性菌; 肺炎克雷伯菌; 大肠埃希菌; 抗胸腺细胞球蛋白; 血清肌酐; 白细胞

**【中图分类号】** R617, R691 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445 (2024) 04-0014-08

**Clinical characteristics and risk factors of 209 cases of urinary tract infection after kidney transplantation** Wang Peiyu, Ding Handong, Zhong Jinbiao, Liao Guiyi, Liang Chaozhao. Department of Urology, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Institute of Urology, Anhui Medical University, Anhui Province Key Laboratory of Urological and Andrological Diseases Research and Medical Transformation, Hefei 230022, China  
Corresponding author: Liang Chaozhao, Email: liang\_chaozhao@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate clinical characteristics and risk factors of different stages of urinary tract infection after kidney transplantation. **Methods** Clinical data of 209 kidney transplant recipients were retrospectively analyzed. According to time points of postoperative follow-up, all recipients were divided into 3 stages: within 1 month

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2024095

基金项目: 国家自然科学基金(82170787); 安徽省泌尿外科临床医学研究中心项目(2019)

作者单位: 230022 合肥, 安徽医科大学第一附属医院泌尿外科 安徽医科大学泌尿外科研究所 泌尿男科疾病研究与医学转化安徽省重点实验室

作者简介: 王培宇 (ORCID 0009-0004-1171-1702), 硕士研究生, 主治医师, 研究方向为微创泌尿外科, Email: wang\_peiyu@163.com

通信作者: 梁朝朝 (ORCID 0000-0003-2317-1323), 博士研究生导师, 主任医师, 研究方向为微创泌尿外科, Email: liang\_chaozhao@163.com

post-kidney transplantation, 1-6 months post-kidney transplantation, and 7-12 months post-kidney transplantation. The incidence of urinary tract infection, urine culture results of recipients with urinary tract infection and drug resistance characteristics of common pathogens during different stages after kidney transplantation were analyzed. The strains of patients with recurrent urinary tract infection were identified. The risk factors of urinary tract infection and the effect of urinary tract infection on renal allograft function were analyzed. **Results** The urinary tract infection rate was 90.0% in the first stage, 49.3% in the second stage and 22.5% in the third stage. The urinary tract infection rates of male recipients undergoing living-related organ donation in the second and third stages were lower than those of female recipients (both  $P < 0.05$ ). Urine culture test yielded positive results in 60 cases, and 84 strains of pathogenic bacteria were detected, mainly Gram-negative bacteria, among which *Klebsiella pneumoniae* accounted for the highest proportion. Sixty-six recipients had recurrent urinary tract infection, and the detected pathogens included *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* and *Candida glabrata*, etc. Univariate analysis showed that postoperative use of antithymocyte globulin was the risk factor for urinary tract infection in the first stage. Preoperative urinary tract infection and donor type were the risk factors for urinary tract infection in the second stage. Gender and age of the recipients were the risk factors for urinary tract infection in the third stage. Multivariate analysis revealed that postoperative use of antithymocyte globulin was the risk factor for urinary tract infection in the first stage. Gender and age of the recipients were the risk factors for urinary tract infection in the third stage (all  $P < 0.05$ ). In the third stage, 65 cases were cured and 38 cases were not cured. In the treated recipients, the serum creatinine level and white blood cell count were decreased after corresponding treatment than those before treatment (both  $P < 0.05$ ). **Conclusions** Gram-negative bacteria are the main pathogens of urinary tract infection in kidney transplant recipients, and drug resistance is relatively high. Postoperative use of antithymocyte globulin, female and old age are the risk factors for urinary tract infection in kidney transplant recipients.

**【 Key words 】** Kidney transplantation; Urinary tract infection; Gram-negative bacteria; *Klebsiella pneumoniae*; *Escherichia coli*; Antithymocyte globulin; Serum creatinine; White blood cell

肾移植是治疗终末期肾病最有效的方法。尿路感染在肾移植术后很常见，其发生率明显高于正常人群，影响受者及移植肾的存活<sup>[1]</sup>。目前欧美指南对于术后2个月后的无症状性细菌尿不建议常规筛查或诊治。而术后2个月内的无症状性细菌尿是否需要针对病原菌进行针对性治疗尚存争议。对于复发性尿路感染，其经验性治疗是在本地流行病学资料的基础上，及早进行抗菌治疗<sup>[2]</sup>。因此，本文回顾性分析了肾移植受者术后尿路感染的临床特点、危险因素以及病原菌类型、耐药性和随访结果，并将术后随访时间分为3个时期，分析不同时间段的临床特点，以期对临床治疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2019年6月至2020年12月在安徽医科大学第一附属医院接受肾移植的209例受者的临床资料。纳入标准：实施公民逝世后器官捐献肾移植或亲属活体器官捐献肾移植受者；排除标准：异地随访资料不全者，术后因肺部感染、脑卒中或围手术期重症胰腺炎等原因死亡者。209例受者中，男

146例，女63例，年龄 $(36 \pm 10)$ 岁。其中公民逝世后器官捐献肾移植115例，亲属活体器官捐献肾移植94例。本研究通过安徽医科大学第一附属医院医学伦理会批准（批号：PJ2024-03-27）。

### 1.2 治疗方案

免疫诱导方案为术中及术后1~2 d使用抗胸腺细胞球蛋白（antithymocyte globulin, ATG）治疗。术后免疫维持方案为糖皮质激素+吗替麦考酚酯+他克莫司或环孢素三联免疫抑制方案，他克莫司目标谷浓度为第1个月7.5~9.5 ng/mL，第2~3个月7.5~8.5 ng/mL，第4~6个月7.0~8.0 ng/mL，第6个月后4~7 ng/mL，环孢素目标谷浓度为第1个月150~300 ng/mL，第2~3个月150~250 ng/mL，第4~12个月120~250 ng/mL，第12个月后80~120 ng/mL，根据患者免疫学检查结果调整免疫抑制治疗方案。

部分受者术后考虑移植物功能延迟恢复，予ATG治疗以促进肾功能恢复。亲属活体器官捐献肾移植受者予美洛西林/舒巴坦、公民逝世后器官捐献肾移植受者予美罗培南预防感染治疗。同时加抗真菌药物预防感染，根据药敏结果调整抗生素使用方案。根据患者病情，术后尿路感染治疗选择头孢地尼或左氧氟沙

星抗感染治疗,并根据尿细菌培养结果调整抗生素使用方案。

术后 3 个月内每周随访 1 次,4~6 个月每 2 周随访 1 次,7~12 个月每月随访 1 次。根据患者病情,可适当调整随访时间。

### 1.3 诊断标准

受者术后均行尿培养检查,尿路感染诊断标准为尿培养结果阳性( $\geq 10^5$  CFU/mL)或尿白细胞 $>10/\text{mm}^3$ 。反复尿路感染为 1 年内发生至少 3 次尿路感染。

### 1.4 研究内容

收集患者住院期间的临床病历资料和患者术后 1 年的随访尿常规、尿细菌培养及药敏结果。患者术后随访时间分为 3 个时期,第一时期为移植术后 1 个月内,第二时期为术后 1~6 个月,第三时期为术后 7~12 个月。分析肾移植术后不同时期尿路感染的发生情况,发生尿路感染受者的尿培养结果及常见病原菌耐药特点。分析反复尿路感染者的菌群,分析尿路感染的危险因素及尿路感染对移植肾功能的影响。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,比较采用配对样本  $t$  检验;非正态分布的计量资料以中位数(下四分位数,上四分位数)表示,比较采用非参数检验;计数资料以率表示,比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。将  $P<0.05$  的变量纳入 logistic 多因素回归分析。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 肾移植术后尿路感染发生情况

第一时期尿路感染率最高,达到 90.0%,随时间延长,其感染率逐渐下降,第二时期、第三时期的感染率分别为 49.3%、22.5%。其中第二时期、第三时期亲属活体器官捐献男性受者的尿路感染率低于女性受者,差异均有统计学意义(均为  $P<0.05$ ,表 1)。术后 1 年随访期内未发生因尿路感染导致移植物失功及死亡事件。

表 1 肾移植术后不同时期尿路感染率

Table 1 Urinary tract infection rates at different periods after kidney transplantation

时期	供者类型	总体 (N=209)		男性 (n=146)		女性 (n=63)		P值
		n	感染[n (%) ]	n	感染[n (%) ]	n	感染[n (%) ]	
第一时期	公民逝世后器官捐献	115	102 (89)	76	66 (87)	39	36 (92)	0.572 <sup>b</sup>
	亲属活体器官捐献	94	86 (91)	70	62 (89)	24	24 (100)	0.191 <sup>b</sup>
第二时期	公民逝世后器官捐献	115	49 (43)	76	31 (41)	39	18 (46)	0.303 <sup>a</sup>
	亲属活体器官捐献	94	54 (57)	70	36 (51)	24	18 (75)	0.044 <sup>a</sup>
第三时期	公民逝世后器官捐献	115	28 (24)	76	15 (20)	39	13 (33)	0.108 <sup>a</sup>
	亲属活体器官捐献	94	19 (20)	70	10 (14)	24	9 (38)	0.032 <sup>b</sup>

注:<sup>a</sup>为 $\chi^2$ 检验,<sup>b</sup>为连续性修正 $\chi^2$ 检验。

### 2.2 肾移植术后尿培养结果

209 例受者中,尿培养结果阳性 60 例,其中 16 例检出多种细菌及真菌。共检出病原菌 84 株,其中革兰阴性菌 42 株,以肺炎克雷伯菌、恶臭假单胞菌和大肠埃希菌为主;革兰阳性菌 19 株,以屎肠球菌为主;真菌 23 株,以光滑假丝酵母为主。

### 2.3 常见病原菌耐药特点

共检出肺炎克雷伯菌 15 株,其中耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌 12 株,对替加环素、米诺环素、头孢他啶/阿维巴坦敏感。大肠埃希菌 5 株,均为产超广谱  $\beta$

内酰胺酶菌大肠埃希菌,对阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦、亚胺培南、磷霉素敏感。恶臭假单胞菌 6 株,其中耐碳青霉烯类恶臭假单胞菌 2 株,均对阿米卡星和妥布霉素敏感。屎肠球菌 12 株,主要对利奈唑胺、万古霉素敏感,对红霉素及左氧氟沙星均耐药。产吡啶金杆菌 4 株,均为多重耐药菌,其中 3 株对复方新诺明敏感。真菌感染对常用抗真菌药物基本上敏感,光滑假丝酵母对两性霉素 B、5-氟胞嘧啶敏感。

### 2.4 反复尿路感染菌群分析

术后随访中,66 例(31.6%)受者反复发生尿路

感染, 检出的病原菌依次为肺炎克雷伯菌 12 株、大肠埃希菌 5 株、光滑假丝酵母 5 株、热带假丝酵母 3 株、屎肠球菌 3 株、产吡啶金黄杆菌 2 株、恶臭假单胞菌 2 株、溶血葡萄球菌 2 株, 余为其他菌。

## 2.5 尿路感染危险因素分析

第一时期, 单因素和多因素分析结果显示尿路感染组与非尿路感染组术后 ATG 使用情况差异有统计

学意义 (均为  $P < 0.05$ , 表 2)。第二时期, 单因素分析结果显示尿路感染组与非尿路感染组合术前尿路感染、供者类型差异有统计学意义 (均为  $P < 0.05$ ), 多因素分析结果显示两组差异无统计学意义 (表 3)。第三时期, 单因素和多因素分析结果均显示尿路感染组与非尿路感染组性别、年龄的差异有统计学意义 (均为  $P < 0.05$ , 表 4)。

表 2 第一时期受者发生尿路感染的危险因素分析

Table 2 Analysis of risk factors for urinary tract infection in recipients at the first period

项目	非尿路感染组 (n=21)	尿路感染组 (n=188)	单因素分析		多因素分析	
			$\chi^2/t$	P值	OR <sup>①</sup> (95% CI <sup>②</sup> )	P值
性别[n (%)]			2.788	0.095		
男	18 (86)	128 (68)				
女	3 (14)	60 (32)				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	34±10	36±10	0.868	0.386		
合并高血压[n (%)]	18 (86)	151 (80)		0.771		
合并糖尿病[n (%)]	0	2 (1)		1.000		
术前血清肌酐 ( $\bar{x} \pm s$ , $\mu\text{mol/L}$ )	987±278	885±276				
合并术前尿路感染[n (%)]	2 (10)	29 (15)		0.746		
透析方式[n (%)]				0.113		
血液透析	16 (76)	142 (76)				
腹膜透析	3 (14)	42 (22)				
供者类型[n (%)]			0.447	0.504		
公民逝世后器官捐献	13 (62)	102 (54)				
亲属活体器官捐献	8 (38)	86 (46)				
术后使用ATG[n (%)]	13 (62)	70 (37)	4.802	0.028	0.37 (0.14~0.93)	0.034

注: ①OR为比值比。

②CI为可信区间。

## 2.6 尿路感染对移植肾功能的影响

第二时期尿路感染患者 103 例, 第三时期治愈 65 例, 未治愈 38 例。治愈患者治疗后血清肌酐及白细胞水平较治疗前下降 (均为  $P < 0.05$ )。未治愈患者治疗前后血清肌酐及白细胞水平差异无统计学意义 (均为  $P > 0.05$ , 表 5)。

## 3 讨论

尿路感染是肾移植术后最常见的感染<sup>[3-6]</sup>, 会引起肾移植术后多种并发症, 降低患者生活质量<sup>[7-11]</sup>。

有研究报道, 肾移植术后 1 个月内, 主要为院内感染, 包括供者来源性感染、手术来源感染、导管相关感染等; 术后 1~6 个月, 主要为机会性感染, 这一时期半数以上患者会发生尿路感染, 并以细菌性感染为主, 导管的留置、外科手术影响以及排斥反应, 可能会导致感染加重; 术后 6 个月后, 感染发生接近于普通人群, 主要来源于社区获得性感染<sup>[12]</sup>。本研究中, 第一时期为围手术期住院治疗时期, 尿路感染率较高, 受院内感染因素以及自身免疫因素影响较大, 第二时期和第三时期患者处于免疫调节时期, 第二时

表 3 第二时期受者发生尿路感染的危险因素分析

Table 3 Analysis of risk factors for urinary tract infection in recipients at the second period

项目	非尿路感染组 (n=106)	尿路感染组 (n=103)	单因素分析		多因素分析	
			$\chi^2/t$	P值	OR <sup>①</sup> (95% CI <sup>②</sup> )	P值
性别[n (%)]			2.229	0.135		
男	79 (75)	67 (65)				
女	27 (25)	36 (35)				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	37±10	36±10	0.456	0.649		
合并高血压[n (%)]	88 (83)	81 (79)	0.647	0.421		
合并糖尿病[n (%)]	1 (1)	1 (1)		1.000		
术前血清肌酐 ( $\bar{x} \pm s$ , $\mu\text{mol/L}$ )	919±275	871±280				
合并术前尿路感染[n (%)]	10 (9)	21 (20)	4.962	0.026	2.05 (0.88~4.75)	0.096
透析方式[n (%)]				0.115		
血液透析	80 (75)	78 (76)				
腹膜透析	25 (24)	20 (19)				
供者类型[n (%)]			4.556	0.033	0.63 (0.36~1.13)	0.121
公民逝世后器官捐献	66 (62)	49 (48)				
亲属活体器官捐献	40 (38)	54 (52)				
术后使用ATG[n (%)]	41 (39)	42 (41)	0.096	0.757		

注：①OR为比值比。

②CI为可信区间。

期患者尿路感染率较第一时期下降，第三时期尿路感染率最低，这一时期机体自身免疫功能逐渐调整适应，并且围手术期相关危险因素的影响作用降低。

肾移植术后尿路感染的危险因素可分为供者因素、受者因素以及围手术期相关危险因素<sup>[13-19]</sup>。李明霞等<sup>[20]</sup>等研究认为女性受者尿路感染与尸体供肾移植，留置双J管以及术前长时间透析有关，而与受者年龄、糖尿病病史、术前是否透析、术后是否发生急性排斥反应、二次肾移植、免疫抑制药的使用等因素并无明显相关性。本研究发现，在第一时期，术后使用ATG者更易患尿路感染。ATG是一种T细胞耗竭剂，可抑制人体T细胞免疫，因此短期内使用可减轻移植肾缺血-再灌注损伤，降低移植物功能延迟恢复的发生率，但是其对人体的免疫抑制作用较强，患者更易发生尿路感染。随时间延长，这种影响作用减弱，因此在第二及第三时期未观察到明显相关性。在第三时期中，女性及年长者更易患尿路感染。

对于肾移植受者尿路感染病原菌及其耐药性的监测，有助于掌握耐药菌的变化规律，针对性经验用药以及合理使用抗生素<sup>[21-22]</sup>。以往多认为大肠埃希菌是肾移植术后尿路感染的最常见细菌，其次为肠球菌属和克雷伯菌属<sup>[2,23-28]</sup>。有学者认为，引起肾盂肾炎的大肠埃希菌细菌毒性更强<sup>[29]</sup>。肾移植术后大部分急性肾盂肾炎是由携带P菌毛的大肠埃希菌引起，携带P菌毛的大肠埃希菌明显增加患者肾损伤的发生率<sup>[30]</sup>。产超广谱 $\beta$ 超内酰胺酶菌大肠埃希菌引起的尿路感染更容易复发<sup>[31-32]</sup>。本研究中检出的大肠埃希菌均为产超广谱 $\beta$ 超内酰胺酶菌大肠埃希菌，但是对碳青霉烯类抗生素均敏感。近期国内也有研究显示肺炎克雷伯菌成为肾移植术后感染最常见细菌，其次为大肠埃希菌<sup>[33]</sup>。本研究也观察到相似结果，尿培养检出的病原菌以革兰阴性菌为主，其中肺炎克雷伯菌占比明显高于大肠埃希菌。可能与供者捐献前在重症监护室住院期间，应用了大剂量抗生素，治疗期间感染多

表4 第三时期患者发生尿路感染的危险因素分析

Table 4 Analysis of risk factors for urinary tract infection in recipients at the third period

项目	非尿路感染组 (n=162)	尿路感染组 (n=47)	单因素分析		多因素分析	
			$\chi^2/t$	P值	OR <sup>①</sup> (95% CI <sup>②</sup> )	P值
性别[n (%)]			7.997	0.005	2.70 (1.36~5.36)	0.004
男	121 (75)	25 (53)				
女	41 (25)	22 (47)				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	35±10	39±10	2.044	0.042	1.04 (1.00~1.07)	0.035
合并高血压[n (%)]	133 (82)	36 (77)	0.713	0.398		
合并糖尿病[n (%)]	2 (1)	0		1.000		
术前血清肌酐 ( $\bar{x} \pm s$ , $\mu\text{mol/L}$ )	901±282	874±261				
合并术前尿路感染[n (%)]	21 (13)	10 (21)	1.993	0.158		
透析方式[n (%)]				1.000		
血液透析	127 (78)	31 (66)				
腹膜透析	30 (19)	15 (32)				
供者类型[n (%)]			0.507	0.476		
公民逝世后器官捐献	87 (54)	28 (60)				
亲属活体器官捐献	75 (46)	19 (40)				
术后使用ATG[n (%)]	64 (40)	19 (40)	0.013	0.910		

注: ①OR为比值比。

②CI为可信区间。

表5 尿路感染治疗对肾功能影响

Table 5 The impact of urinary tract infection treatment on renal function[M ( $P_{25}$ ,  $P_{75}$ )]

组别	n	血清肌酐 ( $\mu\text{mol/L}$ )	白细胞 ( $\times 10^9/\text{L}$ )
治愈	65		
治疗前		134 (112, 174)	8 (7, 10)
治疗后		122 (107, 145) <sup>a</sup>	7 (6, 9) <sup>a</sup>
未治愈	38		
治疗前		142 (102, 347)	7 (5, 10)
治疗后		128 (99, 181)	7 (5, 10)

注: 与治疗前比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

重耐药菌, 这些耐药菌随着供者传播到受体内并大量增殖有关。而随着治疗经验不断完善, 碳青霉烯类抗生素的使用降低了大肠埃希菌感染的发生。本研究中 66 例在肾移植术后 1 年内发生至少 3 次尿路感染

的受者中, 检出主要病原菌包括肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌, 可能与受者术后免疫功能受到抑制以及肺炎克雷伯菌在尿道黏膜定植有关。

以往研究发现, 供者来源的耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌会引起移植肾无功能及受者死亡<sup>[34-35]</sup>。朱兰等<sup>[36]</sup>认为这种供者来源的细菌, 在移植早期其载量较低, 及时治疗不会进展为感染。高血糖状态、免疫抑制药大量使用以及抗生素的不合理使用, 会引起细菌快速增殖并在 1~2 周内形成感染。感染既可以表现为移植肾周感染、细菌侵犯肾动脉引起移植肾动脉出血; 也可表现为血行感染、菌血症及败血症, 以及细菌播散引起肺部感染; 此外, 细菌在移植肾内增殖可表现为泌尿道感染。吴佳晋等<sup>[37]</sup>分享了 9 例肾移植术后供肾来源耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌感染的治疗经验, 8 例患者经头孢他啶/阿维巴坦治疗效果确切, 全部存活, 仅 1 例患者行移植肾切除。本研究中, 肺炎克雷伯菌检出率最高, 因此, 对肺炎克雷伯菌所致感

染的治疗需要引起临床医师的足够重视, 早期、足量以及联合应用抗生素对其治疗具有重要意义。根据药敏结果, 目前临床上药物治疗考虑头孢他啶/阿维巴坦或者替加环素联合碳青霉烯类抗生素, 但是需要警惕严重药物不良反应的发生<sup>[38]</sup>。

综上所述, 尿路感染是肾移植术后最常见的并发症, 尿培养检出最多的细菌为肺炎克雷伯菌和屎肠球菌, 提示多重耐药菌感染需得到临床的足够重视。术后使用 ATG、女性、高龄是肾移植术后尿路感染的危险因素, 对于尿路感染的治疗和预防, 有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] BRUNE JE, DICKENMANN M, WEHMEIER C, et al. Impact of different urinary tract infection phenotypes within the first year post-transplant on renal allograft outcomes[J]. *Am J Transplant*, 2022, 22(7): 1823-1833. DOI: 10.1111/ajt.17026.
- [2] 龚丽英, 张鲁伟, 刘晓立, 等. 肾移植术后泌尿系感染的研究进展[J/OL]. *实用器官移植电子杂志*, 2021, 9(4): 327-332. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2021.04.016.  
GONG LY, ZHANG LW, LIU XL, et al. Research progress on urinary tract infections after kidney transplantation[J/OL]. *Pract J Organ Transplant (Electr Vers)*, 2021, 9(4): 327-332. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2021.04.016.
- [3] AGRAWAL A, ISON MG, DANZIGER-ISAKOV L. Long-term infectious complications of kidney transplantation[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2022, 17(2): 286-295. DOI: 10.2215/CJN.15971020.
- [4] HOSSEINPOUR M, PEZESHGI A, MAHDIABADI MZ, et al. Prevalence and risk factors of urinary tract infection in kidney recipients: a meta-analysis study[J]. *BMC Nephrol*, 2023, 24(1): 284. DOI: 10.1186/s12882-023-03338-4.
- [5] NASCIMENTO EHG, NASCIMENTO E, LASMAR MF, et al. Effects of bacterial urinary tract infection on clinical outcome and survival of kidney transplant patients[J]. *Transplant Proc*, 2022, 54(5): 1262-1269. DOI: 10.1016/j.transproceed.2022.03.031.
- [6] MOEIN M, GARN RM, SETTINERI J, et al. Urinary tract infection 1 year after kidney transplant: effect on kidney transplant outcomes[J]. *Exp Clin Transplant*, 2023, 21(7): 556-561. DOI: 10.6002/ect.2023.0057.
- [7] DUPONT PJ, PSIMENOU E, LORD R, et al. Late recurrent urinary tract infections may produce renal allograft scarring even in the absence of symptoms or vesicoureteric reflux[J]. *Transplantation*, 2007, 84(3): 351-355. DOI: 10.1097/01.tp.0000275377.09660.fa.
- [8] COUSSEMENT J, ARGUDÍN MA, HEINRICHS A, et al. Host and microbial factors in kidney transplant recipients with *Escherichia coli* acute pyelonephritis or asymptomatic bacteriuria: a prospective study using whole-genome sequencing[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2019, 34(5): 878-885. DOI: 10.1093/ndt/gfy292.
- [9] KRÓLICKI T, BARDOWSKA K, KUDLA T, et al. Acute kidney injury secondary to urinary tract infection in kidney transplant recipients[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 10858. DOI: 10.1038/s41598-022-15035-7.
- [10] JAMIL S, ZAFAR MN, SIDDIQUI S, et al. Recurrent urinary tract infections in renal transplant recipients: risk factors and outcomes in low-resource settings[J]. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 2022, 33(6): 761-773. DOI: 10.4103/1319-2442.390256.
- [11] ZGOURA P, WALDECKER C, BAUER F, et al. Vaccination against urinary tract infection after renal transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2020, 52(10): 3192-3196. DOI: 10.1016/j.transproceed.2020.06.018.
- [12] SAAD EJ, FERNÁNDEZ P, CARDOZO AZUA AE, et al. Infections in the first year after renal transplant[J]. *Medicina (B Aires)*, 2020, 80(6): 611-621.
- [13] 张艺舰, 何龙, 杨宏伟, 等. 脑死亡后器官捐献肾移植术后泌尿系感染危险因素的单中心临床研究[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2023, 28(2): 141-144. DOI: 10.3969/j.issn.1009-8291.2023.02.013.  
ZHANG YJ, HE L, YANG HW, et al. Risk factors of urinary tract infection after renal transplantation[J]. *J Mod Urol*, 2023, 28(2): 141-144. DOI: 10.3969/j.issn.1009-8291.2023.02.013.
- [14] GAD MM, RASMUSSEN MK, LADEFOGED HB, et al. The phenomenon of urinary tract infection experienced by women with a kidney transplant[J]. *J Ren Care*, 2024, 50(2): 159-167. DOI: 10.1111/jorc.12467.
- [15] EVANS S, SILSKI L. The evaluation of technical urinary tract complications in kidney transplantation recipients with a prolonged dialysis history[J]. *Surgery*, 2023, 174(2): 142-143. DOI: 10.1016/j.surg.2023.03.015.
- [16] MARTIN SP, LUM C, KUSHWAHA K, et al. Evaluation of technical urinary tract complications in kidney transplantation recipients with a prolonged dialysis history[J]. *Surgery*, 2023, 174(2): 136-141. DOI: 10.1016/j.surg.2023.02.013.
- [17] KLEINOVA P, BELIANCINOVA M, VNUCAK M, et al. Urinary tract infection in the context of mini-invasive procedures after kidney transplantation[J]. *Bratisl Lek Listy*, 2023, 124(10): 727-732. DOI: 10.4149/BLL\_2023\_110.
- [18] SHARMA S, SHARMA N. Urinary tract infection in renal transplant recipients: incidence, microbiological profile and predisposing factors in India[J]. *Transplant Proc*, 2023, 55(5): 1310-1311. DOI: 10.1016/j.transproceed.2023.04.025.
- [19] HALSKOV ACL, DAGNÆS-HANSEN J, STROOMBERG HV, et al. Incidence of and risk factors for recurrent urinary tract infections in renal transplant recipients[J]. *Eur Urol Open Sci*, 2023, 52: 115-122. DOI: 10.1016/j.euros.2023.04.001.
- [20] 李明霞, 彭贵主, 曾宪鹏, 等. 肾移植后尿路感染危险因素荟萃分析[J]. *中华器官移植杂志*, 2016, 37(3): 159-164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2016.03.007.  
LI MX, PENG GZ, ZENG XP, et al. Meta-analysis of the risk factors of urinary tract infection after renal transplantation[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2016, 37(3): 159-164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2016.03.007.

- [21] EL HENNAWY HM, SAFAR O, AL FAIFI AS, et al. Recurrent urinary tract infection in living donor renal transplant recipients and the role of behavioral education program in management: a single-center experience[J]. *Transplant Proc*, 2023, 55(1): 103-108. DOI: 10.1016/j.transproceed.2022.09.032.
- [22] FIORENTINO M, PESCE F, SCHENA A, et al. Updates on urinary tract infections in kidney transplantation[J]. *J Nephrol*, 2019, 32(5): 751-761. DOI: 10.1007/s40620-019-00585-3.
- [23] WANG Q, ZHAO K, GUO C, et al. Antibiotic resistance and virulence genes of *Escherichia coli* isolated from patients with urinary tract infections after kidney transplantation from deceased donors[J]. *Infect Drug Resist*, 2021, 14: 4039-4046. DOI: 10.2147/IDR.S332897.
- [24] ALGHORAIBI H, ASIDAN A, ALJAWAIED R, et al. Recurrent urinary tract infection in adult patients, risk factors, and efficacy of low dose prophylactic antibiotics therapy[J]. *J Epidemiol Glob Health*, 2023, 13(2): 200-211. DOI: 10.1007/s44197-023-00105-4.
- [25] NEJAD MK, HASANI A, SOOFIYANI SR, et al. Aptitude of uropathogenic *Escherichia coli* in renal transplant recipients: a comprehensive review on characteristic features, and production of extended spectrum  $\beta$ -lactamase[J]. *Curr Microbiol*, 2023, 80(12): 382. DOI: 10.1007/s00284-023-03476-w.
- [26] JAWORSKA MM, PECYNA P, JASKIEWICZ K, et al. Differences in the composition of the bacterial element of the urinary tract microbiome in patients undergoing dialysis and patients after kidney transplantation[J]. *Front Microbiol*, 2023, 14: 1187625. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1187625.
- [27] ARIZA-HEREDIA EJ, BEAM EN, LESNICK TG, et al. Impact of urinary tract infection on allograft function after kidney transplantation[J]. *Clin Transplant*, 2014, 28(6): 683-690. DOI: 10.1111/ctr.12366.
- [28] KHATRI B, MAHARJAN S, LAMSAL J, et al. Urinary tract infection among post-renal transplant patients in the department of nephrology of a tertiary care centre: a descriptive cross-sectional study[J]. *JNMA J Nepal Med Assoc*, 2022, 60(250): 507-510. DOI: 10.31729/jnma.7496.
- [29] SILIANO PR, ROCHA LA, MEDINA-PESTANA JO, et al. The role of host factors and bacterial virulence genes in the development of pyelonephritis caused by *Escherichia coli* in renal transplant recipients[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2010, 5(7): 1290-1297. DOI: 10.2215/CJN.06740909.
- [30] RICE JC, PENG T, KUO YF, et al. Renal allograft injury is associated with urinary tract infection caused by *Escherichia coli* bearing adherence factors[J]. *Am J Transplant*, 2006, 6(10): 2375-2383. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2006.01471.x.
- [31] 王晓丹, 王媛, 崔向宇, 等. 上尿路结石内镜手术后尿源性脓毒血症病原菌耐药及死亡高危因素分析[J/OL]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2023, 17(6): 611-615. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3253.2023.06.013. WANG XD, WANG Y, CUI XY, et al. Analysis of pathogenic bacteria resistance of drug and high risk factors of death in urogenic sepsis after endoscopic surgery for upper urinary tract stones[J/OL]. *Chin J Endourol (Electr Edit)*, 2023, 17(6): 611-615. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3253.2023.06.013.
- [32] LEE JR, SATLIN MJ. Case commentary: unlocking the potential of bacteriophage to prevent recurrent urinary tract infections after kidney transplantation[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2023, 67(6): e0044923. DOI: 10.1128/aac.00449-23.
- [33] 胡亚会, 周鹏飞, 杨国强, 等. 肾脏移植术后感染患者病原菌分布及耐药性分析[J]. *中国抗生素杂志*, 2021, 46(1): 81-86. DOI: 10.3969/j.issn.1001-8689.2021.01.013. HU YH, ZHOU PF, YANG GQ, et al. Analysis of pathogen distribution and drug resistance in patients infected after renal transplantation[J]. *Chin J Antibiotics*, 2021, 46(1): 81-86. DOI: 10.3969/j.issn.1001-8689.2021.01.013.
- [34] WANG Y, LEI H, ZHANG Y, et al. Epidemiology of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infections after renal transplantation from donation after cardiac death in a Chinese hospital: a case series analysis[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2018, 7: 66. DOI: 10.1186/s13756-018-0355-8.
- [35] PERDIGÃO NETO LV, MACHADO AS, DA SILVA RG, et al. Case report: successful treatment of recurrent urinary tract infection due to extensively drug-resistant *Klebsiella pneumoniae* in a kidney transplant recipient using chloramphenicol[J]. *Transplant Proc*, 2023, 55(3): 654-659. DOI: 10.1016/j.transproceed.2023.02.019.
- [36] 朱兰, 王志强, 马科, 等. 肾移植术后供肾来源CRKP感染13例成功防治的临床经验[J]. *中华器官移植杂志*, 2019, 40(6): 328-333. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2019.06.003. ZHU L, WANG ZQ, MA K, et al. Prevention and treatment of graft-carried carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infection after kidney transplantation: a report of 13 cases[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2019, 40(6): 328-333. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2019.06.003.
- [37] 吴佳晋, 李大伟, 张明, 等. 肾移植术后供肾来源耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌感染九例诊疗经验[J]. *中华器官移植杂志*, 2019, 40(6): 334-338. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2019.06.004. WU JJ, LI DW, ZHANG M, et al. Diagnosis and treatment in 9 cases of donor-derived carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infection after kidney transplantation[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2019, 40(6): 334-338. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2019.06.004.
- [38] WANG Q, LIAO G, XIA Q, et al. Safety and effectiveness of tigecycline combination therapy in renal transplant patients with infection due to carbapenem-resistant Gram-negative bacteria[J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2023, 13: 1215288. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1215288.

(收稿日期: 2024-03-15)

(本文编辑: 方引超 吴秋玲)