

临床研究前列腺癌根治术后并发尿路感染病原菌分布与压力性尿失禁及炎症因子变化的相关性分析

刘正道, 王鸿, 王志, 李保安, 张磊, 齐振阳

河南大学附属南阳市第一人民医院泌尿外科 河南南阳 473000

[中图分类号] R699 [文献标志码] A [DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.0126.0402

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 刘正道,王鸿,王志等.临床研究前列腺癌根治术后并发尿路感染病原菌分布与压力性尿失禁及炎症因子变化的相关性分析[J].解放军医学杂志,DOI.

[收稿日期] 2025-01-20 [录用日期] 2026-03-14 [上线日期] 2026-04-02

[摘要] **目的** 探究前列腺癌(PCa)根治术后并发尿路感染病原菌分布与压力性尿失禁(SUI)及炎症因子变化的相关性。**方法** 回顾性选取2021年1月—2024年1月在河南大学附属南阳市第一人民医院就诊的行机器人辅助PCa根治术的前列腺癌患者213例作为研究对象。根据术后是否并发尿路感染分为感染组($n=66$)和未感染组($n=147$),术后三个月是否出现SUI分为SUI组($n=61$)与正常排尿组($n=152$)。对术后尿路感染患者检出的病原菌进行培养、分离与菌种鉴定,并分析其病原菌构成(革兰氏阴性菌、革兰氏阳性菌、真菌),比较感染组与未感染组、SUI组与正常排尿组一般资料、白细胞介素(IL)-1、IL-6、前列腺素E2(PGE2)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、前列腺体积、术前尿道长度。比较未感染+正常排尿组($n=136$)、未感染+SUI组($n=11$)、感染+正常排尿组($n=16$)、感染+SUI组($n=50$)的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平。采用多元线性回归分析IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与膀胱功能的相关性。通过多因素Logistic回归分析影响术后SUI的危险因素。采用限制性立方样条模型分析IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与尿路感染发生风险的剂量反应关系。采用Hayes Process程序分析IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 对术后合并尿路感染与膀胱功能之间的中介效应。**结果** 66名患者术后合并尿路感染患者共检出85株病原菌,以大肠埃希菌与金黄色葡萄球菌为主要病原菌。感染组年龄、有术前SUI史与经尿道留置尿管及术后有尿潴留人数比例、术后留置导尿管时间、住院天数、IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 、膀胱残余尿量明显高于未感染组($P<0.05$),术前有预防性使用抗菌药物的人数比例与膀胱压力明显低于未感染组患者($P<0.05$)。SUI组年龄、BMI、前列腺体积、术前尿道长度、手术时长、有腹部手术史与有术前SUI史及有尿路感染人数比例、IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 均明显高于正常排尿组($P<0.05$)。IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与膀胱压力呈负相关($P<0.05$),与膀胱残余尿量呈正相关($P<0.05$)。年龄 ≥ 58 岁、BMI ≥ 24.69 kg/m²、前列腺体积 ≥ 50.06 cm³、术前尿道长度 <14.08 mm、有腹部手术史、有术前SUI史、有尿路感染、IL-1 ≥ 2.05 pg/mL、IL-6 ≥ 16.43 pg/mL、PGE2 ≥ 116.91 pg/mL、TNF- α ≥ 1.03 ng/mL是患者术后发生SUI的独立危险因素($P<0.05$)。未感染+SUI组、感染+正常排尿组患者的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平明显高于未感染+正常排尿组($P<0.05$);感染+正常排尿组IL-1水平明显高于未感染+SUI组($P<0.05$);感染+SUI组的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平明显高于其他三组($P<0.05$)。IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与尿路感染发生风险均存在非线性剂量反应关系,当IL-1 >2.09 pg/mL、IL-6 >16.51 pg/mL、PGE2 >117.02 pg/mL、TNF- α >0.97 ng/mL时,尿路感染的发生风险随其水平的上升而增加(非线性 $P<0.05$,总 $P<0.05$)。IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱压力和膀胱残余尿量之间具有显著的中介调控作用($P<0.001$)。**结论** PCa根治术后并发尿路感染的病原菌主要为大肠埃希菌与金黄色葡萄球菌,术后尿路感染与SUI均与全身炎症反应增强独立相关,且二者并存时呈现协同效应。IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱功能之间具有显著的中介调控作用。

[关键词] 前列腺癌; 尿路感染; 病原菌分布; 压力性尿失禁; 炎症因子

Analysis of the distribution of pathogens causing urinary tract infections after radical prostatectomy and their relationship with urinary incontinence and changes in inflammatory factors

[作者简介] 刘正道, 主治医师, 硕士研究生, 主要从事泌尿系肿瘤、结石及前列腺增生等疾病的诊治和研究

[通信作者] 王鸿, Email: dr_whong@126.com

Liu Zhengdao, WANG Hong*, Wang Zhi, LI Baoan, ZHANG Lei, QI Zhenyang

Department of Urology, Nanyang First People's Hospital Affiliated to Henan University, Nanyang Henan, 473000, China

*Corresponding author, E-mail: dr_whong@126.com

[Abstract] **Objective** To explore the correlation between the distribution of pathogenic bacteria causing urinary tract infections after radical prostatectomy for prostate cancer (PCa), and the occurrence of stress urinary incontinence (SUI) as well as changes in inflammatory factors. **Methods** A total of 213 patients with prostate cancer who underwent robot-assisted radical prostatectomy in Nanyang First People's Hospital Affiliated to Henan University from January 2021 to January 2024 were retrospectively selected as the research objects. The patients were divided into the infection group ($n=66$) and the non-infection group ($n=147$) according to whether they had a urinary tract infection after surgery. The patients were divided into the SUI group ($n=61$) and the normal urination group ($n=152$) according to whether SUI occurred three months after surgery. The pathogenic bacteria detected in patients with postoperative urinary tract infections were cultured, isolated, and identified, and the composition of the infection group and the non-infection group, the SUI group, and the normal urination group was compared. The levels of interleukin (IL)-1, IL-6, prostaglandin E2 (PGE2), tumor necrosis factor- α (TNF- α), prostate volume, preoperative urethral length of the uninfected+normal urination group ($n=136$), uninfected+SUI group ($n=11$), infected+normal urination group ($n=16$), and infected+SUI group ($n=50$) were compared. Multivariate linear regression analysis was used to analyze the correlation between IL-1, IL-6, PGE2, TNF- α and bladder function. Multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the risk factors affecting postoperative SUI. The restricted cubic spline model was used to analyze the dose-response relationship between IL-1, IL-6, PGE2, TNF- α and the risk of urinary tract infection occurrence. The Hayes Process program was used to analyze the mediating effect of IL-1, IL-6, PGE2, and TNF- α on the relationship between postoperative combined urinary tract infection and bladder function. **Results** Among the 66 patients who developed urinary tract infections after surgery, a total of 85 pathogenic bacteria were detected. The main pathogens were *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The age of the infection group, the proportion of patients with a history of preoperative stress urinary incontinence and those who had a urinary catheter inserted through the urethra and had postoperative urinary retention, the duration of postoperative urinary catheter placement, the length of hospital stay, IL-1, IL-6, PGE2, TNF- α , and the residual urine volume in the bladder were significantly higher than those in the non-infection group ($P<0.05$). The proportion of patients who had preventive use of antibacterial drugs before surgery and the bladder pressure were significantly lower than those in the non-infection group ($P<0.05$). The SUI group had significantly higher ages, BMIs, prostate volumes, preoperative urethral lengths, operation durations, the proportions of those with abdominal surgery history and preoperative SUI history, as well as those with urinary tract infections compared to the normal voiding group ($P<0.05$). IL-1, IL-6, PGE2, and TNF- α were negatively correlated with bladder pressure ($P<0.05$) and positively correlated with residual urine volume in the bladder ($P<0.05$). Age ≥ 58 years old, BMI ≥ 24.69 kg/m², prostate volume ≥ 50.06 cm³, preoperative urethral length < 14.08 mm, abdominal surgery history, preoperative SUI history, urinary tract infection, IL-1 ≥ 2.05 pg/ml, IL-6 ≥ 16.43 pg/ml, PGE2 ≥ 116.91 pg/ml, and TNF- α ≥ 1.03 ng/ml were independent risk factors for postoperative SUI in patients ($P<0.05$). The levels of IL-1, IL-6, PGE2, and TNF- α in patients of the "uninfected+SUI" group and the "infected+normal urination" group were significantly higher than those in the "uninfected+normal urination" group ($P<0.05$); the level of IL-1 in the "infected+normal urination" group was significantly higher than that in the "uninfected+SUI" group ($P<0.05$); the levels of IL-1, IL-6, PGE2, and TNF- α in the "infected+SUI" group were significantly higher than those in the other three groups ($P<0.05$). There was a non-linear dose-response relationship between IL-1, IL-6, PGE2, TNF- α and the risk of urinary tract infection. When IL-1 > 2.09 pg/ml, IL-6 > 16.51 pg/ml, PGE2 > 117.02 pg/ml, and TNF- α > 0.97 ng/ml, the risk of urinary tract infection increased with the increase of their levels (non-linear $P<0.05$, total $P<0.05$). IL-1, IL-6, PGE2, and TNF- α had significant mediating regulatory effects between postoperative combined urinary tract infection and bladder pressure and bladder residual urine volume ($P<0.001$). **Conclusion** The main pathogenic bacteria causing urinary tract infections after radical prostatectomy are *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Postoperative urinary tract infections and stress urinary incontinence are both independently associated with enhanced systemic inflammatory response, and their coexistence shows a synergistic effect. IL-1, IL-6, PGE2, and TNF- α have significant mediating regulatory roles between postoperative urinary tract infections and bladder function.

[Key words] prostate cancer; urinary tract infection; bacterial distribution; stress urinary incontinence; inflammatory factor

前列腺癌(prostate cancer, PCa)作为泌尿系统常见的恶性肿瘤之一,发病率呈逐年上升趋势,目前已成为仅次于肺癌的第二大男性恶性肿瘤^[1]。早期PCa患者无明显症状,但随着肿瘤体积增大,后期

可出现尿道受压、排尿困难等症状,存在局部或向远处转移的风险,对患者的生命健康和生活质量构成严重影响^[2]。PCa根治术通过手术切除前列腺及其周围可能受累的组织进行治疗^[3],但当切除前列腺

及其周围组织,特别是尿道括约肌和与排尿相关的神经时,往往会降低对尿液的控制^[5],出现压力性尿失禁(stress urinary incontinence, SUI)等,且患者术后尿路感染发生率较高,病原菌种类多样^[4],可加剧患者炎症反应,炎症因子的变化不仅反映了人体的免疫状态,还可作为预测并发症发生的重要指标^[6]。因此,本研究通过探讨术后并发尿路感染的病原菌分布特点、SUI及与炎症因子变化的相关性,旨在为PCa根治术后并发症的预防与治疗探索新的策略与途径,以期提升患者的生活质量,减少并发症发生几率。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性选取213例于2021年1月—2024年1月在河南大学附属南阳市第一人民医院就诊的行机器人辅助PCa根治术的患者作为研究对象。根据术后是否并发尿路感染将其分为感染组($n=66$)与未感染组($n=147$),尿路感染诊断标准参照《中华人民共和国卫生行业标准》,尿液标本临床微生物实验室检验操作指南(WS/T 489-2024)^[7]。根据术后三个月是否仍存在由于用力、体力活动、打喷嚏或咳嗽等腹胀增大等情况下导致的非自愿排尿及国际尿失禁咨询委员会尿失禁问卷简表中的每日使用两片以上尿垫的情况^[8],将其分为SUI组($n=61$)与正常排尿组($n=152$)。纳入标准:(1)病理检查确诊为PCa;(2)预计生存期半年及以上;(3)术后随访90 d以上;(4)临床及随访资料完整。排除标准:(1)术后随访失联;(2)术后三个月尿常规白细胞阳性但尿培养阴性;(3)严重心肝肾功能不全;(4)自身免疫性疾病;(5)合并严重感染。

1.2 研究方法

1.2.1 一般资料收集 收集患者的一般资料,包括年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、手术时长、糖尿病史、高血压史、腹部手术史、术前SUI史、吸烟史、饮酒史、术前预防性使用抗菌药物、留置尿管方法、术后镇痛泵使用时间、留置导尿管时间、尿潴留、疼痛持续天数、住院天数、病理分期。

病理分期参考最新国际抗癌协会制定的采取CT检查辅助确定的pTNM分期标准, T1期:肿瘤局限于前列腺内,直肠指检无法触及; T2期:肿瘤在前列腺内,直肠指检可触及; T3期:肿瘤超过前列腺包膜,但未见转移; T4期:肿瘤有转移。

1.2.2 临床指标检测 (1)细菌培养检测:患者于术后三个月进行尿液细菌培养检测。细菌培养均采用双份尿液标本,接种于血琼脂平板和巧克力平板两种培养基,于37℃培养箱中培养三天至一周,按照

全国临床检验操作规程(第三版)进行培养、分离、鉴定^[9]。(2)抽取患者术前血液标本,离心10 min (3000 r/min),分离血清。采用酶联免疫吸附法测定白细胞介素(interleukin, IL)-1、IL-6、前列腺素E₂(prostaglandin E₂, PGE₂)、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)。(3)膀胱功能:采用DELPHIS系统(加拿大莱博瑞医疗技术公司)监测并记录患者的膀胱压力情况。同时,利用超声设备(型号:GEL-E9)测量病人的膀胱残余尿量并记录。(4)前列腺体积、术前尿道长度检测:使用Philips IU 22彩色多普勒超声诊断仪(美国Philip公司),端射式C9-Sec腔内探头在膀胱适度充盈状态下探查前列腺,正中矢状切面清晰显示尿道、射精管、精阜,术前尿道长度为前列腺尖端到球部尿道水平的距离,前列腺体积=0.52 \times (左右径 \times 上下径 \times 前后径)。

1.2.3 观察指标 分析术后合并尿路感染患者的病原菌分布情况。比较感染组与未感染组、SUI组与正常排尿组一般资料(年龄、BMI、手术时长、糖尿病史、高血压史、腹部手术史、术前SUI史、吸烟史、饮酒史、术前预防性使用抗菌药物、留置尿管方法、术后镇痛泵使用时间、术后留置导尿管时间、术后尿潴留、术后疼痛持续天数、住院天数、病理分期)、前列腺体积、术前尿道长度、IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 水平、膀胱功能(压力情况、残余尿量);比较未感染+正常排尿组($n=136$)、未感染+SUI组($n=11$)、感染+正常排尿组($n=16$)、感染+SUI组($n=50$)的IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 水平。使用多元线性回归分析IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 与膀胱功能的相关性。通过多因素logistic回归分析影响术后SUI的危险因素。采用限制性立方样条模型分析IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 与尿路感染发生风险的剂量反应关系。采用Hayes Process程序分析IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱功能之间的中介效应,分析方法如下:(1)变量定义:自变量为“术后合并尿路感染”,按是否发生尿路感染进行赋值(未感染=0,感染=1);中介变量为IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 水平,因变量为膀胱压力与膀胱残余尿量,混杂变量为年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、手术时长、病理分期。(2)模型构建:采用Hayes开发的PROCESS宏程序(Model 4,即简单中介模型),在SPSS中执行。该模型基于三步回归分析:1)检验自变量对中介变量的影响(路径a);2)检验自变量和中介变量对因变量的联合影响(路径c'为直接效应,路径b为中介变量对因变量的影响);3)计算间接效应($a \times b$)和总效应($c = c' + a \times b$)。(3)显著性检验:采用偏差校正的Bootstrap法重复抽样5000次,计算间接效应的95% CI,若95% CI不包

含0, 则中介效应具有统计学显著性($P<0.05$)。(4)效应占比: 中介效应比例定义为间接效应占总效应的百分比, 计算公式为: 中介效应比例= $(\beta_{\text{中介}}/\beta_{\text{总}})\times 100\%$ 。该指标量化了自变量通过中介变量影响因变量的程度, 比例越高提示中介变量在自变量与因变量之间的传导作用越强。

1.3 统计学处理 采用SPSS 23.0软件进行统计分析, 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以例(%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者病原菌分布情况 66例术后合并尿路感染患者共检测出85株病原菌, 49例均检测出细菌(68株, 79.76%), 其中28例为革兰氏阴性菌(38株, 44.71%), 以大肠埃希菌最为多见; 21例为革兰氏阳性菌(30株, 35.29%), 以金黄色葡萄球菌最为多见。17例检测出真菌(17株, 20.24%), 以白色假丝酵母菌最为多见。部分患者存在多重感染现象, 即主要病原菌感染的同时合并其他病原体(如真菌与细菌混合感染), 导致统计出病原菌株数超过实际独立病例数(表1)。

表1 术后合并尿路感染患者病原菌分布情况

Tab. 1 Distribution of pathogenic bacteria in patients with postoperative urinary tract infection

病原菌	n	株数	病原菌构成比(%)
细菌	49	68	80.00
革兰氏阴性菌	28	38	44.71
大肠埃希菌	11	15	17.65
肺炎克雷伯菌	6	8	9.41
铜绿假单胞菌	4	6	7.06
变形杆菌	3	4	4.71
鲍曼不动杆菌	2	3	3.53
沙门氏菌	2	2	2.35
革兰氏阳性菌	21	30	35.29
金黄色葡萄球菌	10	13	15.29
粪肠球菌	5	7	8.24
链球菌	4	6	7.06
表皮葡萄球菌	2	4	4.71
真菌	17	17	20.00
白色假丝酵母菌	11	11	12.94
热带假丝酵母菌	2	2	2.35
光滑假丝酵母菌	2	2	2.35
近平滑假丝酵母菌	1	1	1.18
其他酵母菌	1	1	1.18

2.2 感染组与未感染组临床资料比较 感染组年龄、有术前SUI史、术后经尿道留置尿管时间、有尿潴留、住院天数、IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 、膀胱残余尿量明显高于未感染组($P<0.05$), 术前有预防性使用抗菌药物、膀胱压力明显低于未感染组($P<0.05$), 两组在BMI、手术时长、糖尿病史、高血压史、腹部手术史、吸烟史、饮酒史、术后镇痛泵使用时间、术后疼痛持续天数、病理分期方面的差异无统计学意义($P>0.05$)(表2)。

2.3 行机器人辅助PCa根治术患者的IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 与膀胱功能相关性分析 采用多元线性回归分析IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 与膀胱功能的相关性, 结果显示调整因素前后, IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 均与膀胱压力呈负相关($P<0.05$), 与膀胱残余尿量呈正相关($P<0.05$)(表3)。

2.4 SUI组与正常排尿组一般资料比较 SUI组年龄、BMI、前列腺体积、术前尿道长度、手术时长、有腹部手术史与有术前SUI史及有尿路感染人数比例、IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 均明显高于正常排尿组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。两组在糖尿病史、高血压史、吸烟史、饮酒史、病理分期、术前预防性使用抗菌药物、留置尿管方法、术后镇痛泵使用时间、术后留置导尿管时间、术后尿潴留、术后疼痛持续天数、住院天数方面无统计学意义($P>0.05$)(表4)。

2.5 影响术后SUI的多因素Logistic回归分析 分析术后SUI的独立危险因素, 以是否发生SUI为因变量进行多因素Logistic回归分析。将连续变量依据中位数进行二分类, 并将表5中 $P<0.05$ 的变量(年龄、BMI、前列腺体积、术前尿道长度、腹部手术史、术前SUI史)作为自变量, 纳入多因素Logistic回归模型(模型一)。结果显示, 年龄 ≥ 58 岁、BMI ≥ 24.69 kg/m²、前列腺体积 ≥ 50.06 cm³、术前尿道长度 < 14.08 mm、有腹部手术史、有术前SUI史均为术后发生SUI的独立危险因素($P<0.05$)。为进一步探究尿路感染及炎症状态的影响, 在模型一的基础上, 将尿路感染状态IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 纳入, 构建模型二。结果显示, 年龄 ≥ 58 岁、BMI ≥ 24.69 kg/m²、前列腺体积 ≥ 50.06 cm³、术前尿道长度 < 14.08 mm、有腹部手术史、有术前SUI史、有尿路感染、IL-1 ≥ 2.05 pg/ml、IL-6 ≥ 16.43 pg/ml、PGE₂ ≥ 116.91 pg/ml、TNF- α ≥ 1.03 ng/ml均为术后SUI的独立危险因素($P<0.05$, 表5)。

对患者术后发生SUI预测模型一的Hosmer-Lemeshow检验, 结果显示, χ^2 值=3.892, 自由度为9, $P=0.519$, 提示拟合优度良好; 对预测模型二的Hosmer-Lemeshow检验, 结果显示, χ^2 值=8.575, 自

表2 术后尿路感染与未感染患者的临床资料比较

Tab. 2 Comparison of clinical data between patients with and without postoperative urinary tract infection

指标	感染组(n=66)	未感染组(n=147)	t/ χ^2 /Z	P
年龄(岁, %)	62.6±3.0	55.5±3.0	15.973	<0.001
BMI (kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	23.47±1.55	23.64±1.60	0.724	0.470
前列腺体积(cm ³ , $\bar{x}\pm s$)	49.52±4.21	48.98±4.40	0.839	0.402
术前尿道长度(mm, $\bar{x}\pm s$)	13.59±1.77	14.02±1.86	1.583	0.115
手术时长(min, M(Q ₁ , Q ₃))	148.91(134.86, 175.67)	145.28(130.35, 171.54)	-0.416	0.682
糖尿病史(%)			1.077	0.299
有	44(66.67)	87(59.18)		
无	22(33.33)	60(40.82)		
高血压史(%)			0.568	0.451
有	47(71.21)	97(65.99)		
无	19(28.79)	50(34.01)		
腹部手术史(%)			0.644	0.422
有	32(48.48)	80(54.42)		
无	34(51.52)	67(45.58)		
术前SUI史(%)			12.757	<0.001
有	23(34.85)	20(13.61)		
无	43(65.15)	127(86.39)		
吸烟史(%)			1.021	0.312
有	49(74.24)	99(67.35)		
无	17(25.76)	48(32.65)		
饮酒史(%)			0.047	0.829
有	56(84.85)	123(83.67)		
无	10(15.15)	24(16.33)		
病理分期(%)			0.111	0.739
T ₁₋₂	29(43.94)	61(41.50)		
T ₃₋₄	37(56.06)	86(58.50)		
术前预防性使用抗菌药物(%)			75.800	<0.001
有	12(18.18)	119(80.95)		
无	54(81.82)	28(19.05)		
留置尿管方法			16.261	<0.001
经尿道留置尿管(%)	41(62.12)	48(32.65)		
膀胱造瘘管(%)	25(37.88)	99(67.35)		
术后镇痛泵使用时间(h, $\bar{x}\pm s$)	25.17±2.15	24.62±1.84	1.913	0.057
术后留置导尿管时间(d, $\bar{x}\pm s$)	9.28±2.70	8.03±2.12	3.645	<0.001
术后尿潴留(%)			12.759	<0.001
有	60(90.91)	100(68.03)		
无	6(9.09)	47(31.97)		
术后疼痛持续天数[d, M(Q ₁ , Q ₃)]	3.19(2.64, 3.71)	3.14(2.58, 3.64)	0.703	0.481
住院天数(d, $\bar{x}\pm s$)	22.79±2.25	20.05±1.86	9.301	<0.001
IL-1(pg/ml)	2.71±0.39	1.25±0.23	34.108	<0.001
IL-6(pg/ml)	22.64±6.30	11.22±3.17	16.546	<0.001
PGE ₂ (pg/ml)	144.12±14.92	104.61±11.05	21.553	<0.001
TNF- α (ng/ml)	1.29±0.18	0.84±0.11	22.418	<0.001
膀胱压力(分)	9.56±1.10	12.35±1.38	14.482	<0.001
膀胱残余尿量(ml)	318.89±31.12	160.08±15.41	49.830	<0.001

BMI. 身体质量指数; SUI. 压力性尿失禁; T_{1,2}. 病理分期1~2期; T_{3,4}. 病理分期3~4期; IL-1. 白细胞介素1; IL-6. 白细胞介素6; PGE₂. 前列腺素E₂; TNF- α . 肿瘤坏死因子- α 。

表3 IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与膀胱功能的相关性分析
Tab. 3 Correlation analysis between IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α and bladder function

模型	膀胱压力		膀胱残余尿量	
	β (95%CI)	P	β (95%CI)	P
未调整模型				
IL-1	-0.537(-0.732~-0.312)	<0.001	1.869(1.531~2.124)	<0.001
IL-6	-0.518(-0.711~-0.304)	<0.001	1.872(1.546~2.135)	<0.001
PGE2	-0.624(-0.761~-0.325)	<0.001	1.783(1.612~2.086)	<0.001
TNF- α	-0.651(-0.784~-0.349)	<0.001	1.901(1.723~2.237)	<0.001
模型1				
IL-1	-0.578(-0.796~-0.365)	<0.001	1.877(1.528~2.230)	<0.001
IL-6	-0.596(-0.734~-0.355)	<0.001	1.898(1.564~2.227)	<0.001
PGE2	-0.641(-0.752~-0.382)	<0.001	1.810(1.571~2.241)	<0.001
TNF- α	-0.663(-0.766~-0.399)	<0.001	1.945(1.597~2.216)	<0.001
模型2				
IL-1	-0.592(-0.784~-0.364)	<0.001	1.886(1.519~2.243)	<0.001
IL-6	-0.604(-0.743~-0.387)	<0.001	1.912(1.558~2.218)	<0.001
PGE2	-0.655(-0.789~-0.393)	<0.001	1.815(1.572~2.324)	<0.001
TNF- α	-0.679(-0.791~-0.376)	<0.001	1.964(1.587~2.362)	<0.001

IL-1. 白细胞介素1; IL-6. 白细胞介素6; PGE2. 前列腺素E2; TNF- α . 肿瘤坏死因子- α 。模型1: 调整年龄、BMI; 模型2: 基于模型1调整吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、手术时长、病理分期。

表4 术后SUI与正常排尿患者的临床资料比较 [$\bar{x}\pm s$, 例(%)]

(续表)

Tab. 4 Comparison of clinical data between patients with postoperative SUI and those with normal urination [$\bar{x}\pm s$, n(%)]

指标	SUI组 (n=61)	正常排尿组 (n=152)	t/χ^2	P
年龄(岁)	61.8 \pm 2.6	54.2 \pm 3.1	16.904	<0.001
BMI(kg/m ²)	26.75 \pm 3.29	23.58 \pm 2.35	7.888	<0.001
前列腺体积(cm ³)	50.56 \pm 3.79	47.52 \pm 4.21	4.898	<0.001
术前尿道长度(mm)	12.47 \pm 1.71	14.11 \pm 2.03	5.565	<0.001
手术时长(min)	151.21 \pm 22.73	142.13 \pm 20.27	2.853	0.005
糖尿病史			0.598	0.439
有	40(65.57)	91(59.87)		
无	21(34.43)	61(40.13)		
高血压史			0.006	0.938
有	41(67.21)	103(67.76)		
无	20(32.79)	49(32.24)		
腹部手术史			15.391	<0.001
有	45(73.77)	67(44.08)		
无	16(26.23)	85(55.92)		
术前SUI史			117.320	<0.001
有	41(67.21)	2(1.32)		
无	20(32.79)	150(98.68)		
吸烟史			1.416	0.234
有	46(75.41)	102(67.11)		
无	15(24.59)	50(32.89)		
饮酒史			1.283	0.257
有	54(88.52)	125(82.24)		
无	7(11.48)	27(17.76)		

指标	SUI组 (n=61)	正常排尿组 (n=152)	t/χ^2	P
病理分期			0.056	0.812
T ₁₋₂	25(40.98)	65(42.76)		
T ₃₋₄	36(59.02)	87(57.24)		
术前预防性使用抗菌药物			0.598	0.439
有	40(65.57)	91(59.87)		
无	21(34.43)	61(40.13)		
留置尿管方法			0.585	0.444
经尿道留置尿管	23(37.70)	66(43.42)		
膀胱造瘘管	38(62.30)	86(56.58)		
术后镇痛泵使用时间(h)	24.83 \pm 2.10	25.06 \pm 1.94	0.764	0.446
术后留置导尿管时间(d)	8.74 \pm 2.25	8.41 \pm 2.19	0.986	0.325
术后尿潴留			0.978	0.323
有	43(70.49)	117(76.97)		
无	18(29.51)	35(23.03)		
术后疼痛持续天数(d)	3.16 \pm 0.85	3.04 \pm 0.82	0.955	0.340
住院天数(d)	21.42 \pm 3.73	21.01 \pm 2.81	0.873	0.384
尿路感染			106.717	<0.001
有	50(81.97)	15(9.87)		
无	11(18.03)	137(90.13)		
IL-1(pg/ml)	2.74 \pm 0.36	1.28 \pm 0.20	37.644	<0.001
IL-6(pg/ml)	22.79 \pm 6.16	11.35 \pm 3.04	18.093	<0.001
PGE2(pg/ml)	143.71 \pm 15.67	106.49 \pm 9.50	21.181	<0.001

(续表)

指标	SUI组 (n=61)	正常排尿组 (n=152)	t/χ^2	P
TNF- α (ng/ml)	1.30 \pm 0.17	0.86 \pm 0.09	24.522	<0.001

BMI. 身体质量指数; SUI. 压力性尿失禁; T_{1,2}. 病理分期1~2期; T_{3,4}. 病理分期3~4期; IL-1. 白细胞介素1; IL-6. 白细胞介素6; PGE2. 前列腺素E2; TNF- α . 肿瘤坏死因子- α

由度为10, $P=0.874$, 显示有拟合优度更优。

2.6 四组患者的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平比较 四组患者的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平比较差异具有统计学意义($P<0.05$)。未感染+SUI组、感染+正常排尿组患者的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平明显高于未感染+正常排尿组($P<0.05$); 感染+正常排尿组IL-1水平明显高于未感染+SUI组($P<0.05$); 感染+SUI组的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平明显高于其他三组($P<0.05$)(表6)。

表5 术后SUI的多因素Logistic分析

Tab. 5 Multivariate Logistic analysis of postoperative SUI

变量	临床模型一			临床模型二		
	OR	95% CI	P	OR	95% CI	P
年龄 \geq 58(岁)	2.724	2.410~3.178	<0.001	2.768	2.403~3.172	<0.001
BMI \geq 24.69 kg/m ²	2.792	2.418~3.247	<0.001	2.801	2.431~3.264	<0.001
前列腺体积 \geq 50.06 cm ³	2.753	2.407~3.172	<0.001	2.736	2.412~3.156	<0.001
术前尿道长度<14.08 mm	2.890	2.456~3.270	<0.001	2.895	2.474~3.287	<0.001
手术时长 \geq 148.52 min	1.568	1.123~1.795	0.097	1.596	1.132~1.831	0.089
有腹部手术史	3.107	2.774~3.535	<0.001	3.124	2.785~3.568	<0.001
有术前SUI史	3.404	3.001~3.813	<0.001	3.410	3.012~3.849	<0.001
有尿路感染				3.845	3.628~4.103	<0.001
IL-1 \geq 2.05 pg/ml				2.869	2.326~3.527	<0.001
IL-6 \geq 16.43 pg/ml				3.158	2.783~3.562	<0.001
PGE2 \geq 116.91 pg/ml				3.347	2.894~3.712	<0.001
TNF- α \geq 1.03 ng/ml				3.401	3.011~3.865	<0.001

BMI. 身体质量指数; SUI. 压力性尿失禁; T_{1,2}. 病理分期1~2期; T_{3,4}. 病理分期3~4期; IL-1. 白细胞介素1; IL-6. 白细胞介素6; PGE2. 前列腺素E2; TNF- α . 肿瘤坏死因子- α . 预测模型一包括: 年龄、BMI、前列腺体积、术前尿道长度、腹部手术史、术前SUI史; 预测模型二包括: 年龄、BMI、前列腺体积、术前尿道长度、腹部手术史、术前SUI史、尿路感染、IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 。

表6 感染组与未感染组中是否发生SUI患者的IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 比较($\bar{x}\pm s$)Tab. 6 Comparison of IL-1, IL-6, PGE2, TNF- α between SUI patients with and without urinary tract infection ($\bar{x}\pm s$)

指标	未感染+正常排尿组 (n=136)	未感染+SUI组 (n=11)	感染+正常排尿组 (n=16)	感染+SUI组 (n=50)	F	P
IL-1(pg/ml)	1.37 \pm 0.24	2.23 \pm 0.31 ^a	1.89 \pm 0.28 ^{ab}	2.58 \pm 0.33 ^{abc}	259.944	<0.001
IL-6(pg/ml)	12.13 \pm 4.15	15.58 \pm 4.77 ^a	16.83 \pm 5.64 ^a	20.61 \pm 6.17 ^{abc}	38.786	<0.001
PGE2(pg/ml)	98.31 \pm 11.04	130.13 \pm 12.72 ^a	131.56 \pm 14.21 ^a	141.05 \pm 15.10 ^{abc}	167.016	<0.001
TNF- α (ng/ml)	0.82 \pm 0.13	1.19 \pm 0.16 ^a	1.12 \pm 0.16 ^a	1.38 \pm 0.21 ^{abc}	167.830	<0.001

SUI. 压力性尿失禁; IL-1. 白细胞介素1; IL-6. 白细胞介素6; PGE2. 前列腺素E2; TNF- α . 肿瘤坏死因子- α 。与未感染+正常排尿组相比, ^a $P<0.05$; 与未感染+SUI相比, ^b $P<0.05$; 与感染+正常排尿相比, ^c $P<0.05$

2.7 IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与尿路感染发生风险的剂量反应关系 结果表明IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与尿路感染发生风险均存在非线性剂量反应关系, 当IL-1 $>$ 2.09 pg/ml、IL-6 $>$ 16.51 pg/ml、PGE2 $>$ 117.02 pg/ml、TNF- α $>$ 0.97 ng/ml时, 尿路感染的发生风险随IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平的上升而增加(非线性 $P<0.05$, 总 $P<0.05$, 图1)。

2.8 IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱功能之间的中介效应分析 为进一步明确

IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 在术后合并尿路感染对膀胱压力、膀胱残余尿量的影响, 以术后合并尿路感染为自变量, 膀胱压力、膀胱残余尿量为因变量, IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 水平为中介变量, 并控制年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、手术时长、病理分期混杂变量, 构建中介效应模型。结果显示, 术后合并尿路感染可直接影响膀胱压力、膀胱残余尿量($P<0.001$), IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 对术后合并尿路感染与膀胱压力、膀

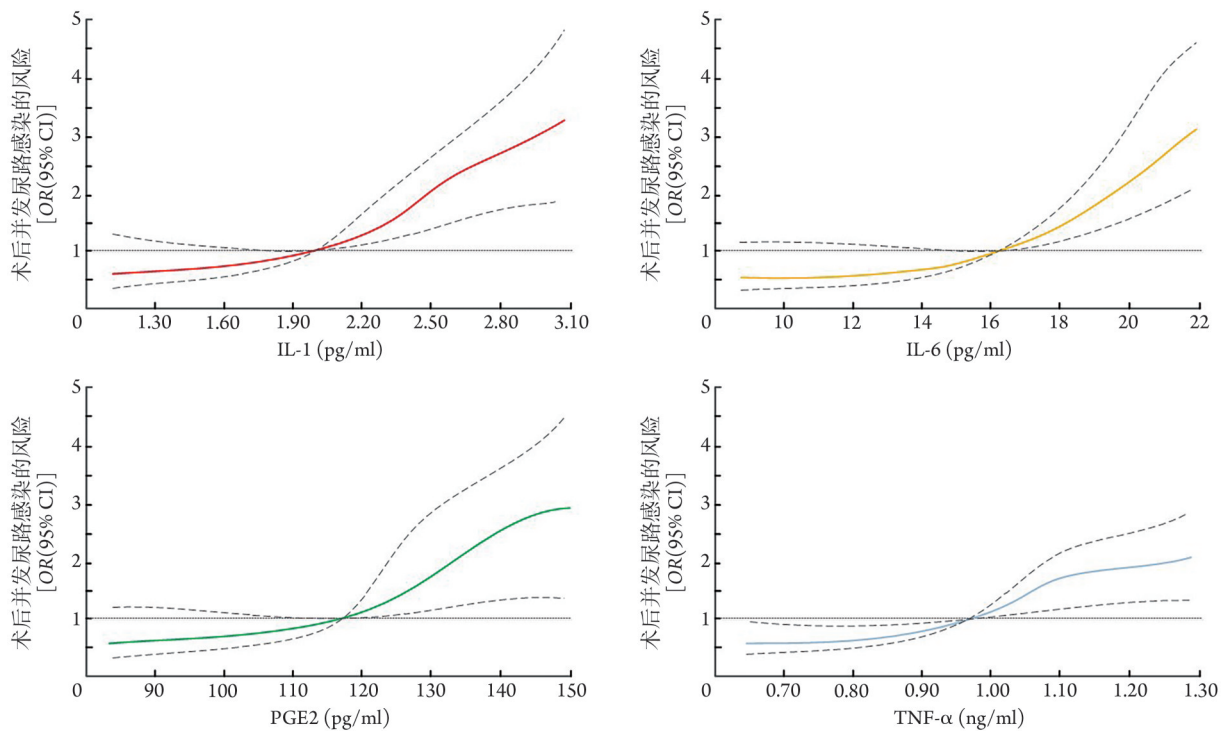


图1 IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 与尿路感染发生风险的剂量反应关系

Fig. 1 Dose-response relationship between IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α and the risk of developing urinary tract infections
彩色实线表示术后尿路感染发生风险的OR值，黑色虚线代表95%CI

胱残余尿量具有中介效应($P < 0.001$)。膀胱压力总效应值 $\beta_{\text{总}}$ 分别为0.726、0.786、0.783、0.847，中介效应比例分别为40.63%、48.47%、47.25%、50.18%。膀胱残余尿量总效应值 $\beta_{\text{总}}$ 分别为0.778、0.805、0.842、0.843，中介效应比例分别为46.02%、48.20%、48.93%、49.35%(表7、图2)。

3 讨论

PCa作为威胁男性健康的重大疾病，其发病率在全球范围内居高不下。PCa根治术作为该病的主要治疗手段，可有效切除肿瘤，但术后患者常面临多种并发症的困扰，其中尿路感染、SUI及炎症反

应尤为显著^[10]。尿路感染可能引发败血症等严重后果^[11]。SUI亦是PCa根治术后的另一难题，不仅给患者带来极大的心理和生活压力，还可引发皮肤感染等一系列并发症^[12]。此外，PCa根治术后炎症反应可能影响术后创口的愈合和并发症的发生^[13]。因此，深入分析PCa根治术后并发尿路感染的病原菌分布特点、SUI及IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 之间的关联具有重要临床意义。

一项关于PCa根治术后感染的研究发现^[14]，革兰氏阴性菌占比高达60%以上，其中大肠埃希菌占比最多。革兰氏阳性菌占比近40%，最主要菌株为金黄色葡萄球菌。大肠埃希菌感染不仅会导致患者

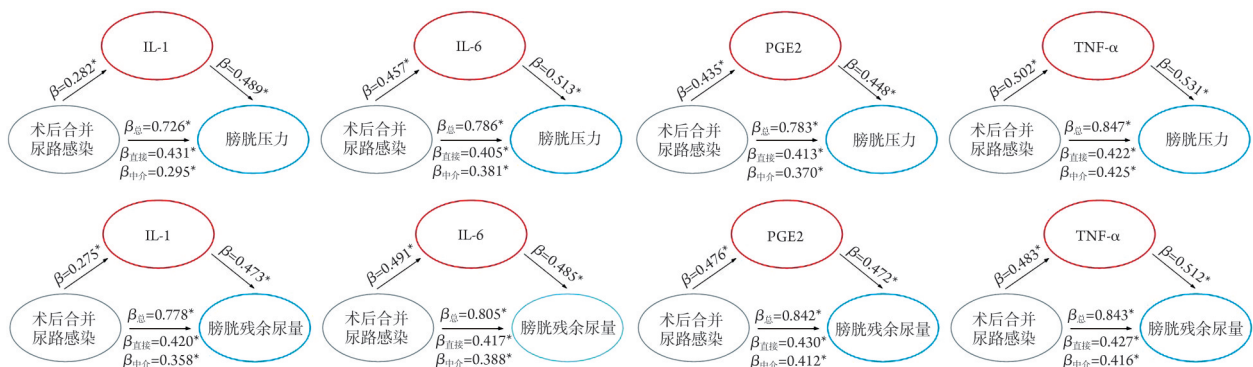


图2 IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱功能之间的中介效应

Fig. 2 Mediating effects of IL-1、IL-6、PGE2、TNF- α between postoperative urinary tract infection and bladder function
* $P < 0.001$ 。中介效应比例： $(\beta_{\text{中介}}/\beta_{\text{总}}) \times 100\%$

表7 IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱功能之间的中介效应

Tab. 7 Mediating effects of IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α between postoperative urinary tract infection and bladder function

指标	术后合并尿路感染与膀胱压力	术后合并尿路感染与膀胱残余尿量
IL-1 (pg/ml)		
β 直接效应 (95%CI)	0.431 (0.324~0.528)	0.420 (0.308~0.517)
P	<0.001	<0.001
β 中介效应 (95%CI)	0.295 (0.216~0.324)	0.358 (0.304~0.389)
P	<0.001	<0.001
IL-6 (pg/ml)		
β 直接效应 (95%CI)	0.405 (0.304~0.516)	0.381 (0.310~0.422)
P	<0.001	<0.001
β 中介效应 (95%CI)	0.417 (0.302~0.513)	0.388 (0.331~0.432)
P	<0.001	<0.001
PGE ₂ (pg/ml)		
β 直接效应 (95%CI)	0.413 (0.310~0.520)	0.370 (0.329~0.410)
P	<0.001	<0.001
β 中介效应 (95%CI)	0.430 (0.319~0.532)	0.412 (0.372~0.457)
P	<0.001	<0.001
TNF- α (ng/ml)		
β 直接效应 (95%CI)	0.422 (0.316~0.523)	0.425 (0.367~0.468)
P	<0.001	<0.001
β 中介效应 (95%CI)	0.427 (0.315~0.526)	0.416 (0.379~0.464)
P	<0.001	<0.001

IL-1. 白细胞介素1; IL-6. 白细胞介素6; PGE₂. 前列腺素E₂; TNF- α . 肿瘤坏死因子- α

出现尿频、尿急、尿痛等典型症状,还可能引发败血症和感染性休克等严重后果。金黄色葡萄球菌具有强大的耐药性,且易产生毒素,导致感染难以控制。研究显示^[15],宫颈癌术后尿路感染患者的病原菌仍以大肠埃希菌为主要感染菌株。本研究结果表明,PCa根治术后并发尿路感染患者的病原菌分布为革兰氏阴性病原菌,以大肠埃希菌最为多见,这可能与手术过程中尿道受损及长期留置导管相关,且革兰氏阳性病原菌以金黄色葡萄球菌最为多见,真菌病原菌以白色假丝酵母菌最为多见。与上述研究结果一致,提示PCa术后的泌尿系感染率较高,需根据药敏试验结果合理进行抗菌治疗,从而有利于疾病预后。

在尿路感染中,大肠埃希菌等菌种可利用其菌毛粘附于特定的上皮细胞受体,促使黏膜上皮细胞释放IL-6,进而引发上皮细胞的凋亡及脱落过程^[16]。而IL-6作为一种多功能细胞因子,在炎症反应中发挥重要作用,IL-6水平异常通常认为是并发尿路感染的可能机制之一^[17]。尿路感染时由于细菌入侵和炎症反应的发生,关键性促炎因子IL-1、IL-6、TNF-

α 、PGE₂水平可明显升高,通过定期监测其水平,可预测患者发生尿路感染的风险,降低感染发生率^[18、19]。既往研究显示^[20],膀胱癌患者术后尿路感染者的IL-1 β 、IL-6、TNF- α 、PGE₂水平明显高于未感染者。本研究显示,尿路感染患者中IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 明显高于未感染者,提示感染后存在明确的全身性炎症反应激活。IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 与PCa根治术后尿路感染发生风险均呈正相关非线性关系,提示应注意对术前或术后早期炎症因子水平偏高的患者加强术后尿路感染的防控及监测。

本研究发现高龄、术前存在SUI史、经尿道留置尿管、有术后尿潴留、长时间术后留置导尿管、术前未服用预防性抗菌药物的患者更易出现术后尿路感染。有研究发现高龄是发生尿路感染的重要风险因素^[21]。可能由于高龄患者通常伴有免疫系统功能下降,更易受到细菌和其他病原体感染。且膀胱和尿道肌肉、黏膜松弛,增加尿路感染发生风险。术前存在SUI史的患者尿道与膀胱可能已经受到一定程度的损伤或功能障碍,术后更易出现尿潴留和尿路感染。且有研究表明术前存在SUI史与术后尿路感染的发生率之间存在正相关关系^[22]。留置导尿管时间过长会增加尿路感染的风险,尿管对尿道黏膜的刺激和损伤也随之加剧^[23]。临床建议留置导尿管的时间为3~7天,且需定期更换以减少感染风险。术后尿潴留可导致尿液在膀胱内滞留时间过长,为细菌提供繁殖机会;还可增加膀胱壁的压力,进一步损害膀胱和尿道的健康,为术后尿路感染的危险因素^[24]。术前采用抗菌药物预防可降低手术后尿路感染的可能性,但过度使用可能出现耐药菌。因此,应密切关注此类高风险患者,采取适当的预防措施和治疗策略,减少术后尿路感染的风险。

本研究显示年龄 ≥ 58 岁、BMI ≥ 24.69 kg/m²、前列腺体积 ≥ 50.06 cm³、术前尿道长度 < 14.08 mm、有腹部手术史、有术前SUI史、有尿路感染、IL-1 ≥ 2.05 pg/ml、IL-6 ≥ 16.43 pg/ml、PGE₂ ≥ 116.91 pg/ml、TNF- $\alpha \geq 1.03$ ng/ml均为患者术后发生SUI的独立危险因素。术后SUI的独立危险因素。感染组膀胱残余尿量高于未感染组,膀胱压力低于未感染组。炎症刺激可增加膀胱敏感性,不自主收缩,出现尿急甚至SUI。严重时还可影响尿道括约肌的功能,控尿能力下降,从而引发尿失禁^[25]。既往研究显示^[26]尿道周围炎症反应,尤其是术后1、3个月的TNF- α 过度表达可能是机器人辅助PCa根治术后早期尿失禁状态的预测参数。本研究与上述研究一致。研究报道^[27],BMI、腹部手术史、术前SUI史、尿路感染均为SUI的危险因素。肥胖所致的长期高腹压可慢性

牵拉并削弱盆底支撑结构。而既往腹部手术则可能造成支配尿控的神经或盆底肌肉的直接损伤,两者皆可影响膀胱和尿道的正常功能。尿道长度指的是从前列腺尖端的尿道至海绵体球部尿道的距离,该段尿道富含平滑肌纤维并由横纹肌括约肌包绕,其结构完整性对维持尿道闭合压及控尿功能至关重要^[27]。该研究进一步证实^[27],术前尿道长度较短(≤ 14 mm)或前列腺体积较大(≥ 50 ml)均是导致术后尿失禁风险升高、控尿功能恢复延迟的独立危险因素。

本研究发现IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 与膀胱压力呈负相关,与膀胱残余尿量呈正相关。膀胱压力的增加通常与膀胱炎症、梗阻等因素相关,往往伴随着细胞因子的释放和调控,并可能与膀胱残余尿量的增加有关^[28]。此外,本研究显示,IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 对术后合并尿路感染与膀胱压力、膀胱残余尿量之间具有中介效应。尿路感染时,膀胱黏膜在炎症刺激下处于充血、敏感的状态,影响膀胱正常功能。尿路感染可通过多种炎症介质共同影响膀胱功能。一方面,感染状态下膀胱黏膜上皮细胞分泌的IL-6以及局部生成的PGE₂等因子,可通过直接或间接途径干扰膀胱平滑肌的收缩与舒张,破坏其正常的储尿与排尿调节^[34,35]。另一方面,TNF- α 等促炎因子的升高会加剧膀胱组织的炎症反应,若炎症持续存在,长期刺激可能导致膀胱逼尿肌功能受损、顺应性下降,进而造成膀胱扩张与收缩功能障碍^[36]。肌肉功能异常还可进一步加重排尿异常的情况,增加SUI发生的可能性。尿路感染不仅影响膀胱的局部功能,还可能引发全身免疫系统的异常反应,进一步促进炎症因子的释放,加重膀胱功能的损害,形成恶性循环。

综上所述,PCa根治术后并发尿路感染的病原菌主要为大肠埃希菌与金黄色葡萄球菌,术后尿路感染与SUI均与全身炎症反应增强独立相关,且二者并存时呈现协同效应。IL-1、IL-6、PGE₂、TNF- α 在术后合并尿路感染与膀胱功能之间具有显著的中介调控作用。本研究为单中心、小样本研究,在样本选择和信息收集过程中可能存在一定的偏差,且研究结果需更大样本量的研究予以证实。本研究未对患者术后不同时间点的炎症反应进行分析。因此,未来研究需联合多中心扩大样本量、对术后不同时间点的数据进行前瞻性研究来进一步验证结果的有效性。

【参考文献】

- [1] 潘妮妮,李静,赵建新,等.磁共振影像组学联合临床指标对前列腺癌系统穿刺阳性针数的预测价值[J].解放军医学杂志,2024,49(12):1350-1359.
- [2] Santos FR, Rossetto IMU, Montico F, et al. Differential temporal effects in prostatic cancer: angiogenesis and short- and long-term treatments[J]. J Mol Histol, 2024, 55(3): 253-264.
- [3] Nabavizadeh R, Karnes RJ. Salvage radical prostatectomy[J]. Curr Opin Urol, 2023, 33(2): 163-167.
- [4] Zi H, Liu MY, Luo LS, et al. Global burden of benign prostatic hyperplasia, urinary tract infections, urolithiasis, bladder cancer, kidney cancer, and prostate cancer from 1990 to 2021[J]. Mil Med Res, 2024, 11(1): 64-71.
- [5] Baumann FT, Reimer N, Gockeln T, et al. Supervised pelvic floor muscle exercise is more effective than unsupervised pelvic floor muscle exercise at improving urinary incontinence in prostate cancer patients following radical prostatectomy—a systematic review and meta-analysis[J]. Disabil Rehabil, 2022, 44(19): S374-S385.
- [6] Li N, Liu Q, Han Y, et al. ARID1A loss induces polymorphonuclear myeloid-derived suppressor cell chemotaxis and promotes prostate cancer progression[J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 7281-7289.
- [7] WS/T 489-2024. 尿液标本临床微生物实验室检验操作指南. 中华人民共和国卫生行业标准, 2024.
- [8] D'Ancona C, Haylen B, Oelke M, et al. The International Continence Society (ICS) report on the terminology for adult male lower urinary tract and pelvic floor symptoms and dysfunction[J]. Neurourol Urodyn, 2019, 38(2): 433-477.
- [9] 尚红,王毓三,申子瑜.全国临床检验操作规程[M].4版.北京:人民卫生出版社,2015.
- [10] Nagatani S, Tsumura H, Kanehiro T, et al. Inguinal hernia associated with radical prostatectomy[J]. Surg Today, 2021, 51(5): 792-797.
- [11] Hari P, Meena J, Kumar M, et al. Evidence-based clinical practice guideline for management of urinary tract infection and primary vesicoureteric reflux[J]. Pediatr Nephrol, 2024, 39(5): 1639-1668.
- [12] 王思琦,高瞻,王忠,等.中医药治疗前列腺癌根治术后尿失禁的研究进展[J].中国医药导报,2023,20(24):56-58.
- [13] Gultekin A, Sahin A, Akgul M, et al. The effect of epidural analgesia added to general anesthesia on systemic immune-inflammation index in radical prostatectomy surgery: a retrospective study[J]. Niger J Clin Pract, 2022, 25(6): 855-860.
- [14] 凌超,邹国庆,张晓峰,等.前列腺癌根治术后留置尿管所致感染的病原菌分布及危险因素分析[J].临床泌尿外科杂志,2024,39(7):623-628.
- [15] 于游游,李秋梅,闫婷,等.宫颈癌患者术后尿路感染的病原体种类及免疫反应变化分析[J].中国病原生物学杂志,2022,17(3):333-336.
- [16] Krawczyk B, Wityk P. The role of escherichia coli autotransporters in urinary tract infections and urosepsis[J]. Int J Mol Sci, 2025, 26(19): 9760-9768.
- [17] Darogha SN, Azeez SH, Abdullah ZG. Evaluation of procalcitonin and interleukin-6 as a marker of bacterial urinary tract infection[J]. Cell Mol Biol (Noisy-le-grand), 2022, 67(4): 203-213.
- [18] 陈怡,陈沛林,吕晓磊,等.膀胱癌尿路感染患者免疫和炎症因子的表达及临床诊断价值[J].中华医院感染学杂志,2022,32(1):80-84.
- [19] Jhang JF, Jiang YH, Lin TY, et al. The tumor necrosis factor- α level in platelet-rich plasma might be associated with treatment outcome in patients with interstitial cystitis/bladder pain syndrome or recurrent urinary tract infection[J]. Int J Mol Sci, 2023, 25(1): 163-170.

- [20] 操作亮, 刘双林, 袁劲东, 等. 膀胱癌患者术后尿路感染免疫状态与炎症介质[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(11): 1697-1700.
- [21] Tuddenham SA, Gearhart SL, Wright Iii EJ, *et al.* Frailty and postoperative urinary tract infection[J]. *BMC Geriatr*, 2022, 22(1): 828-835.
- [22] Crouss T, Kim Y, Lai E, *et al.* Urinary tract infection following intradetrusor onabotulinumtoxin injection for non-neurogenic urgency incontinence: Single- vs. multi-dose prophylactic antibiotic treatment regimens[J]. *Int Urogynecol J*, 2023, 34(3): 729-736.
- [23] Venkataraman R, Yadav U. Catheter-associated urinary tract infection: an overview[J]. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 2022, 34(1): 5-10.
- [24] de Rooij FPW, Ronkes BL, Groenman FA, *et al.* The effect of colpectomy on lower urinary tract function in transgender men[J]. *Int J Transgend Health*, 2022, 24(4): 510-518.
- [25] Doumouchtsis SK, Loganathan J, Pergialiotis V. The role of obesity on urinary incontinence and anal incontinence in women: a review [J]. *BJOG*, 2022, 129(1): 162-170.
- [26] Momozono H, Miyake H, Fujisawa M. Impact of periurethral inflammation on continence status early after robot-assisted radical prostatectomy[J]. *J Endourol*, 2016, 30(11): 1207-1213.
- [27] 吴海葵, 邢少玲, 宁文凤, 等. 老年直肠癌患者术后发生尿失禁影响因素分析及列线图预测模型的构建[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(17): 1854-1858.
- [28] 赵跃华, 袁敬环, 杨金强, 等. 良性前列腺增生患者前列腺剜除术后发生尿失禁的相关因素[J]. 中国性科学, 2022, 31(10): 42-46.
- [29] Boellaard TN, van Dijk-de Haan MC, Heijmink SWTPJ, *et al.* Membranous urethral length measurement on preoperative MRI to predict incontinence after radical prostatectomy: a literature review towards a proposal for measurement standardization[J]. *Eur Radiol*, 2024, 34(4): 2621-2640.
- [30] Kohjimoto Y, Yamashita S, Kikkawa K, *et al.* The association of length of the resected membranous urethra with urinary incontinence after radical prostatectomy[J]. *Urol J*, 2020, 17(2): 146-151.
- [31] Nakanishi Y, Matsumoto S, Okubo N, *et al.* Significance of postoperative membranous urethral length and position of vesicourethral anastomosis for short-term continence recovery following robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy[J]. *BMC Urol*, 2022, 22(1): 145-150.
- [32] 马佳伟, 马森, 潘飞飞, 等. 膜性尿道长度变化与经尿道前列腺汽化电切术后尿失禁发生的关系[J]. 中国男科学杂志, 2024, 38(1): 75-84, 88.
- [33] Tsubouchi K, Arima H, Abe M, *et al.* Effect of pharmacotherapy for overactive bladder on the incidence of and factors related to urinary tract infection: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Urol*, 2023, 209(4): 665-674.
- [34] Belko NA, Pohl HG. Pediatric urinary tract infections[J]. *Urol Clin North Am*, 2024, 51(4): 537-549.
- [35] Ouyang Y, Zhong W, Xu P, *et al.* Tumor-associated neutrophils suppress CD8⁺ T cell immunity in urothelial bladder carcinoma through the COX-2/PGE2/IDO1 Axis[J]. *Br J Cancer*, 2024, 130(5): 880-891.
- [36] Elsayy AA, Abol-Enein H, Laymon M, *et al.* Predictive value of immunological markers after bacille Calmette-Guérin induction in bladder cancer[J]. *BJU Int*, 2022, 130(4): 444-453.

(责任编辑: 郭蕊)



解放军医学杂志®