

论 著

基于CT征象的输尿管镜激光碎石后继发尿路感染的多因素分析*

李 劲^{1,*} 陈向志² 赵 超¹

1. 联勤保障部队第九八三医院泌尿外科

2. 联勤保障部队第九八三医院医学影像科

(天津 300142)

【摘要】目的 探讨经输尿管镜激光碎石手术后发生尿路感染的术前CT影像学特征及相关因素,为临床防治提供依据。**方法** 选取2022年5月至2024年5月在我院实施经输尿管镜激光碎石手术的输尿管结石患者进行回顾性研究,其中87例患者在手术后出现发热并被确诊为继发性尿路感染(感染组),90例患者术后未出现尿路感染症状(对照组),对患者手术前的CT影像学资料、一般资料、各项实验室指标进行对比分析,探讨引起继发性尿路感染的危险因素。**结果** 感染组的糖尿病患病率显著的高于对照组,经统计学对比两组之间差异明显($P<0.05$);感染组患者术前的结石大小测定值大于对照组,感染组的肾积水率、输尿管积水率、输尿管周围脂肪粘连率、组织边缘征检出率、肾周浸润率显著的高于对照组,经统计学对比分析差异显著($P<0.05$);感染组患者和对照组的手术时间、结石清除率、术前BUN、尿白细胞、结石位置、结石患侧分布、既往接受尿路结石手术情况比较,两组之间差异经统计学分析差异不明显($P>0.05$)。多因素分析结果显示:合并糖尿病、尿路结石越大、伴有肾积水、合并输尿管周围脂肪粘连、合并组织边缘征检出率、合并肾周浸润会增大经输尿管镜激光碎石手术后发生尿路感染的风险($P<0.05$)。**结论** 在手术之前对输尿管结石患者进行CT检查,根据CT特征可对患者术后发生尿路感染风险进行评估,及时采取针对性干预措施予以预防,降低感染发生率。

【关键词】 输尿管镜激光碎石手术; 尿路感染; 发热; CT影像学特征; 相关因素

【中图分类号】 R441.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 2021年天津中医中西医结合

科研课题项目(2021ZY00174)]

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.09.046

Multivariate Analysis of Secondary Urinary Tract Infection after Ureteroscopic Laser Lithotripsy Based on CT Signs*

Li Jin^{1,*}, CHEN Xiang-zhi², ZHAO Chao¹.

1. Department of Urology, the No.983 Hospital of the Joint Logistics Support Force, Tianjin 300142, China

2. Department of Medical Imaging, the No.983 Hospital of the Joint Logistics Support Force, Tianjin 300142, China

ABSTRACT

Objective Exploring the preoperative CT imaging characteristics and related factors of urinary tract infection after ureteroscopic laser lithotripsy surgery, and providing reference for clinical prevention and treatment. **Methods** A retrospective study was conducted on patients with ureteral calculi who underwent transurethral ureteroscopic laser lithotripsy in our hospital from May 2022 to May 2024. Among them, 87 patients developed fever postoperatively and were diagnosed with secondary urinary tract infections (infection group), while 90 patients did not exhibit symptoms of urinary tract infection after surgery (control group). Comparative analysis was performed on preoperative CT imaging data, general patient information. **Results** The prevalence of diabetes mellitus in the infection group was significantly higher than that in the control group, with a statistically significant difference between the two groups ($P<0.05$). The preoperative stone size measurements in the infection group were larger than those in the control group. The rates of hydronephrosis, periureteral fatty adhesion, tissue rim sign detection, and perinephric infiltration were significantly higher in the infection group compared to the control group, with statistically significant differences ($P<0.05$). There were no statistically significant differences between the infection group and the control group in terms of operative duration, stone clearance rate, preoperative blood urea nitrogen (BUN) levels, urinary leukocytes, stone location, distribution of the affected side, and history of previous urinary tract stone surgery ($P>0.05$). Multivariate analysis results showed that the presence of diabetes mellitus, larger urinary tract stones, accompanying hydronephrosis, periureteral fatty adhesion, detection of tissue rim sign, and perinephric infiltration increased the risk of postoperative urinary tract infections following transurethral ureteroscopic laser lithotripsy ($P<0.05$). **Conclusion** CT examination of patients with ureteral calculi before operation can evaluate the risk of postoperative urinary tract infection according to CT characteristics, and take timely targeted intervention measures to prevent and reduce the incidence of infection.

Keywords: Ureteroscopy Laser Lithotripsy Surgery; Urinary Tract Infection; Fever; CT Imaging Features; Related Factors

尿路结石是泌尿外科领域常见疾病,伴随现代社会生活模式的变迁及饮食习惯的改变,其患病率呈现出逐年增长的趋势^[1]。输尿管结石不仅可导致肾绞痛、血尿等症状,若未及时处理,还可能引发肾功能受损、感染甚至败血症等严重并发症^[2]。经输尿管镜激光碎石术(URSL)凭借其微创、高碎石效率等优势,已成为治疗输尿管结石的主要手段之一。较传统手术,URSL对机体干扰更小,患者住院时间明显缩短,术后舒适度更高^[3]。然而,任何手术操作均可能带来潜在风险和并发症,其中尿路感染是URSL术后常见的并发症之一。据报道,输尿管镜操作过程中器械对尿路黏膜的刺激或损伤、压力灌洗液的使用以及激光碎石产生的碎石粉末或小碎片滞留等因素均可能增加术后感染的风险^[4]。近年研究发现,除了一般临床资料和围手术期常规实验室指标外,术前CT影像学表现对判断结石性质与合并情况具有重要的参考价值^[5]。尤其是CT可较为准确地显示输尿管结石大小、部位、形态以及肾盂肾盏积液、肾实质性病变等,若能结合影像特点对感染风险进行综合评估,将有助于个体化地制定治疗方案并采取相应预防措施。本研究通过探讨经输尿管镜激光碎石手术后发生尿路感染的术前CT影像学特征及相关因素,为临床防治提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年5月至2024年5月在我院实施经输尿管镜激光碎石手术的输尿管结石患者进行回顾性研究,其中87例患者在手术后出现发热并被确诊为继发性尿路感染(感染组),90例患者术后未出现尿路感染症状(对照组)。

诊断标准: 术后并发尿路感染患者的临床确诊依据《中国泌尿外科疾病诊断治疗指南》^[6],患者于手术后出现发热,尿培养病原菌阳性。

纳入标准: 患者的年龄 ≥ 19 岁;所有患者由同一组医护人员实施经输尿管镜激光碎石手术;患者手术前泌尿系统CT影像学检查资料完整;患者手术前后各项实验室资料保存完整;患者具有正常的听、说及沟通能力。排除标准:泌尿系统肿瘤;既往具有肾移植手术史;手术前伴有泌尿系统感染疾病;免疫系统疾病患者;长期使用糖皮质激素患者。

【第一作者】 李 劲,男,副主任医师,主要研究方向:泌尿系肿瘤发生发展机制、泌尿系结石基础与临床研究。E-mail: 13821810591@163.com

【通讯作者】 李 劲

1.2 术前CT检查 采用西门子16层螺旋CT(SOMATOM Emotion)进行检查,轴位图像层厚5mm,冠状位3mm。结石尺寸基于术前CT影像,通过测量肾脏轴向图像上最大区域的最长轴来评估。肾周脂肪链和输尿管周围脂肪链分别指肾周间隙和输尿管周围间隙脂肪密度增高。组织边缘征为结石周围输尿管壁水肿所致环形软组织密度降低(20~40 HU)。肾积水CT值测量在肾盂或输尿管内尿液最大横截面及其上下各5mm层面进行三次,取平均值,排除肾组织及结石干扰。

1.3 病原菌培养分离 采集感染患者的中段尿样本,使用MA120美华微生物鉴定与药敏分析系统(济南爱来宝仪器设备有限公司提供)鉴定病原微生物。质控菌株为大肠埃希菌ATCC25922和金黄色葡萄球菌ATCC25923(中国微生物菌种中心提供)。

1.4 基础资料收集 通过查阅病历资料的方式收集患者各项病案基础资料,内容包含患者的年龄、体质指数(BMI)、患者的性别构成情况、具有吸烟史的患者数量、具有饮酒史患者数量、患者合并疾病情况、患者手术所需要的平均时间、患者手术后达到的结石清除率、术前血尿素氮(BUN)、尿白细胞、结石位置、患侧分布、既往尿路结石手术。

1.5 统计学方法 数据使用统计软件SPSS 21.0进行分析,本研究收集的结石CT值、结石数量、结石大小等计量指标且均符合正态分布要求,采用($\bar{x} \pm s$)方式表达,两组之间比较采用t检验;输尿管积水率、输尿管周围脂肪粘连率、组织边缘征检出率、肾周浸润率等属于计数资料,组间比较统计学方法采用行列表 χ^2 检验或秩和检验;患者在接受输尿管镜激光碎石手术后发生尿路感染

的风险因素研究数学模型采用Logistic回归分析法;本研究的统计学判断标准为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 87例继发尿路感染患者的病原菌培养结果 进行尿培养分析,其中革兰氏阴性细菌感染患者62例(占比为71.26%),其中主要为大肠埃希菌感染患者29例(占比为33.33%),革兰氏阳性菌感染患者21例(占比为24.14%),主要为金葡菌,感染率为14.94%,见表1。

2.2 感染组和对照组的一般资料比较 对感染组和对照组患者的各项一般资料进行比较,感染组的糖尿病患病率与对照组患者比较,明显的更高($P < 0.05$),见表2。

2.3 感染组和对照组术前CT特征比较 感染组患者术前的结石大小测定值大于对照组,感染组的肾积水率、输尿管积水率、输尿管周围脂肪粘连率、组织边缘征检出率、肾周浸润率显著的高于对照组,经统计学分析差异有显著性($P < 0.05$),见表3。

图1为感染组患者与对照组患者术前CT影像。图1A患者术前CT影像显示肾积水、输尿管积水,输尿管周围脂肪粘连,边缘模糊,肾周浸润,输尿管扩张。图1B患者术前CT影像显示边缘清晰,未见肾周浸润,未见输尿管周围脂肪粘连。

2.4 感染组和对照组病情资料比较 感染组患者和对照组的手术时间、结石清除率、术前BUN、尿白细胞、结石位置、结石患侧分布、既往接受尿路结石手术情况比较,两组患者上述指标对比差异不具有显著性($P > 0.05$),见表4。

表1 87例继发尿路感染患者的病原菌培养结果

病原菌	株数	构成比(%)
革兰氏阴性菌	62	71.26%
大肠埃希菌	29	33.33%
肺炎克雷伯菌	13	14.94%
铜绿假单胞菌	9	10.34%
鲍氏不动杆菌	7	8.05%
其他	4	4.60%
革兰氏阳性菌	21	24.14%
金葡菌	13	14.94%
粪肠球菌	5	5.75%
其他	3	3.45%

表2 感染组和对照组的一般资料比较

一般资料	感染组(n=87)	对照组(n=90)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	57.5±8.2	55.0±8.7	1.966	0.051
BMI(kg/m ²)	23.26±2.09	23.65±2.07	-1.247	0.214
性别(%)			1.382	0.240
男	54(62.07)	48(53.33)		
女	33(37.93)	42(46.67)		
吸烟(%)			1.039	0.308
是	34(39.08)	42(46.67)		
否	53(60.92)	48(53.33)		
饮酒(%)			1.221	0.269
是	38(43.68)	32(35.56)		
否	49(56.32)	58(64.44)		
合并疾病(%)				
高血压	22(25.29)	14(15.56)	2.586	0.108
糖尿病	19(21.84)	7(7.78)	6.980	0.008
高血脂	37(42.53)	46(51.11)	1.308	0.253

表3 感染组和对照组术前CT特征比较

CT影像学特征	感染组(n=87)	对照组(n=90)	t/ χ^2	P
结石CT值(HU)	1098.6±198.3	1140.6±207.1	-1.377	0.170
结石数量(个)	1.43±0.47	1.33±0.43	1.478	0.141
结石大小(mm)	12.65±3.10	10.40±2.85	5.029	0.000
肾积水			9.654	0.002
是	57	38		
否	30	52		
输尿管积水			11.402	0.001
是	53	32		
否	34	58		
输尿管周围脂肪粘连			18.329	0.000
是	54	27		
否	33	63		
组织边缘征			17.611	0.000
是	47	21		
否	40	69		
肾周浸润			10.688	0.001
是	44	24		
否	43	66		

表4 感染组和对照组病情资料比较

病情资料	感染组(n=87)	对照组(n=90)	t/ χ^2	P
手术时间(min)	67.4±9.4	64.7±9.2	1.931	0.055
结石清除率(%)	96.3±5.2	95.2±4.8	1.463	0.145
术前BUN(mmol/L)	7.41±1.88	7.20±1.65	0.791	0.430
尿白细胞(个/μL)	9.34±3.10	8.91±2.96	0.944	0.346
结石位置(%)			0.940	0.625
上段	32(36.78)	27(30)		
中段	15(17.24)	18(20)		
下段	40(45.98)	45(50)		
患侧分布(%)			1.147	0.284
单侧	76(87.36)	83(92.22)		
双侧	11(12.64)	7(7.78)		
既往尿路结石手术(%)			1.164	0.281
是	6(6.90)	3(3.33)		
否	81(93.10)	87(96.67)		

2.5 发生尿路感染的多因素模型分析结果 经建立Logistic多因素回归模型对各项危险因素进行筛选,结果显示:合并糖尿病、尿路结石越大、伴有肾积水、合并输尿管周围脂肪粘连、合并组

织边缘征检出率、合并肾周浸润会增大经输尿管镜激光碎石手术后发生尿路感染发生的风险($P<0.05$),见表5。

表5 多因素分析结果

因素	β	SE	Walds	P	OR	95%CI
糖尿病	0.440	0.208	4.475	0.044	1.553	1.033 2.334
结石大小	0.613	0.199	9.489	0.000	1.846	1.250 2.727
肾积水	0.611	0.301	4.120	0.048	1.842	1.021 3.323
输尿管积水	0.583	0.366	2.537	0.195	1.791	0.874 3.671
输尿管周围脂肪粘连	0.611	0.277	4.865	0.034	1.842	1.070 3.171
组织边缘征	0.397	0.153	6.733	0.000	1.487	1.102 2.007
肾周浸润	0.442	0.184	5.770	0.005	1.556	1.085 2.231
指标	1.408	0.778	3.275	0.098	4.088	0.890 18.782

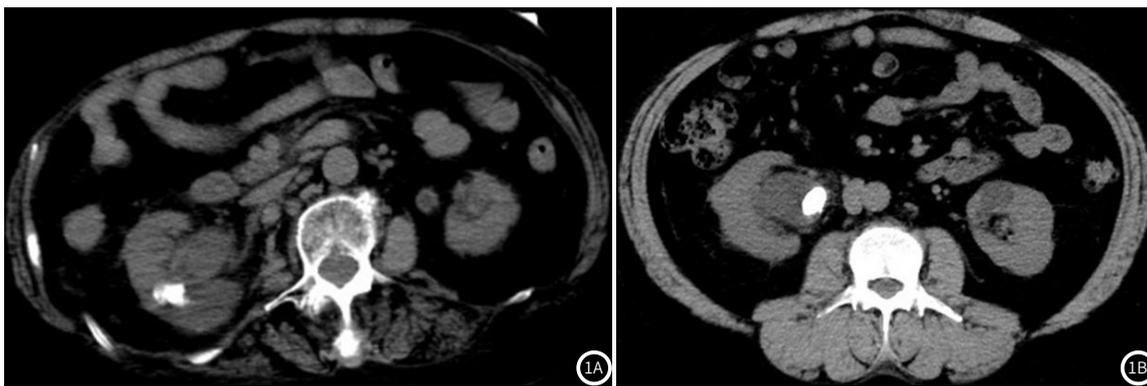


图1 感染组和对照组术前CT影像。图1A患者女,73岁,肾结石伴积水、输尿管结石伴积水,术后继发尿路感染;图1B患者男,49岁,肾盂输尿管连接处结石伴积水,术后未继发尿路感染。

3 讨论

据相关临床统计数据,在接受经输尿管镜激光碎石手术的患者中,术后尿路感染的发生率达20.63%,这对患者的预后构成了潜在威胁^[7]。本研究中经病原菌培养结果分析显示,革兰氏阴性细菌感染71.26%,其中主要为大肠埃希菌感染率,革兰氏阳性菌感染24.14%,主要为金黄色葡萄球菌感染率,这与张宇^[8]等人的研究结果一致。Suzhaeva LV等人^[9]的研究也指出,随着近年来,青霉素、头孢类等抗菌药物的过量使用,易使病原菌存活率提高,繁殖能力增强,进而导致感染发生率上升,这与本研究结果一致。

本研究感染组糖尿病患者病率明显高于对照组,同时多因素分析显示,合并糖尿病是经输尿管镜激光碎石手术后发生尿路感染发生的风险之一。糖尿病患者其血糖处于高水平,尿液中的糖分含量也随之增加,使其成为了真菌的天然培养基^[10-11]。此外,糖尿病患者通常伴随免疫细胞活性降低和免疫球蛋白产生减少等,这使得患者对真菌感染的抵抗力减弱。同时,糖尿病患者常伴有肾脏组织损伤,尿液逆行会致使肾盂真菌感染^[12]。王帅等^[13]的研究表明,肾结石患者合并糖尿病时,血糖水平升高,内分泌功能紊乱,易受病原菌侵袭,从而增加感染风险,这与本研究结果相符。

CT特征方面,感染组患者术前的结石大小测定值大于对照组,感染组的肾积水率、输尿管积水率、输尿管周围脂肪粘连率、组织边缘征检出率、肾周浸润率显著的高于对照组。而多因素分析结果则显示,尿路结石越大、伴有肾积水、合并输尿管周围脂肪粘连、合并组织边缘征检出率、合并肾周浸润会增大经输

尿管镜激光碎石手术后出现尿路感染发生风险。分析原因为,较大的结石更容易导致尿路的梗阻和扩张,从而为细菌提供了更多的藏身之处和繁殖空间,增加了感染的可能性。张焱的等人^[14]的研究通过在输尿管镜激光碎石术后感染性并发症的多因素分析中发现,结石大小与术后发生全身炎症反应存在密切相关性,这进一步印证了本研究结果的准确性。在肾积水方面,结石易引发尿路梗阻,导致肾积水,导致细菌感染^[15]。Wang等人^[16]在鹿角形肾结石患者经皮肾镜取石术后肾功能恶化的危险因素分析中显示,肾积水可使肾功能恶化,这不仅损伤了肾功能,还增加了感染风险。

输尿管结石形成通常指示肾周脂肪组织密度升高,输尿管结石形成后,会增加淋巴管内压力,促使肾周脂肪桥接间隔液体外泄^[17]。组织边缘征提示结石对输尿管壁产生压迫性梗阻,常伴随输尿管壁炎症反应及水肿^[18]。组织边缘征表现为结石周围因输尿管壁水肿而引起的软组织密度降低(20-40 HU),其形成与输尿管结石引起的梗阻有关,进而引发输尿管壁的炎症和水肿反应。卢扬柏等^[19]的研究发现,术前CT中该征象的出现与经尿道输尿管镜碎石术术后发热症状的发生相关。Tanizaki R等^[20]的研究指出,肾周脂肪链的形成源于急性尿路梗阻引发的肾盏穹窿微小撕裂,进而导致尿液外渗,使肾周脂肪组织密度呈线性升高,该现象亦

(下转第178页)

