

钬激光联合末端可弯曲负压鞘治疗 1 ~ 3 cm 肾结石的疗效及术后感染的危险因素

鲍安^{1,2}, 杜乾³, 庞昆^{1,2}, 史晓如^{1,2}, 周荣升^{1,2}

(1. 徐州医科大学徐州临床医学院, 江苏 徐州 221004; 2. 徐州市中心医院泌尿外科, 江苏 徐州 221009; 3. 沛县国泰医院泌尿外科, 江苏 徐州 221699)

【摘要】目的: 探究钬激光联合末端可弯曲负压鞘治疗 1 ~ 3 cm 肾结石的疗效, 并分析术后感染的危险因素。**方法:** 回顾性分析 156 例 1 ~ 3 cm 肾结石患者的资料, 其中观察组 76 例(钬激光联合末端可弯曲鞘治疗); 对照组 80 例(钬激光联合负压吸引鞘治疗), 比较两组患者围术期指标与结石清除率(SFR), 并分析术后感染的危险因素。**结果:** 与对照组相比, 观察组患者手术时间更短、术后 1 d SFR 更高、术后并发症发生率更低($P < 0.05$), 两组患者住院当天及术后 1 个月的 SFR 无统计学差异($P > 0.05$)。术后, 两组患者白细胞、降钙素原、白细胞介素 6 水平均升高($P < 0.05$), 但观察组低于对照组($P < 0.05$)。多元 Logistic 回归分析显示, 手术时间长, 结石 > 2 cm 和术后 1 d 结石残留是术后感染的独立危险因素($P < 0.05$)。**结论:** 使用钬激光联合末端可弯曲负压鞘, 可提高近期 SFR, 降低手术时间, 且术后并发症少。手术时间长, 结石 > 2 cm 和术后 1 d 结石残留是术后发生感染的独立危险因素。

【关键词】 可弯曲负压吸引鞘; 钬激光; 输尿管软镜; 肾结石

【中图分类号】 R692.4 **【文献标志码】** A

Effects of thulium laser combined with tip-bendable suction ureteral access sheath in treating 1 ~ 3 cm kidney stones and the risk factors for postoperative infection

BAO An^{1,2}, DU Qian³, PANG Kun^{1,2}, SHI Xiao-ru^{1,2}, ZHOU Rong-sheng^{1,2}

(1. Xuzhou Clinical College, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004; 2. Department of Urology, Xuzhou Central Hospital, Xuzhou 221009; 3. Department of Urology, Peixian Guotai Hospital, Xuzhou 221699, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective: To investigate the efficacy of thulium laser combined with tip-bendable suction ureteral access sheath in the treatment of 1 ~ 3 cm kidney stones, and analyze the risk factors for postoperative infection. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the data of 156 patients with 1 ~ 3 cm kidney stones, including an observation group ($n = 76$, treated with thulium laser combined with tip-bendable suction ureteral access sheath) and a control group ($n = 80$, treated with thulium laser combined with traditional negative pressure sheath). The perioperative indicators and stone clearance rate (SFR) of the two groups of patients were compared and analyzed to explore the risk factors for postoperative infection. **Results:** Compared with the control group, the observation group had shorter surgery time, higher postoperative 1-day SFR, and lower incidence of postoperative complications ($P < 0.05$), while there was no difference in hospitalization days and postoperative 1-month SFR ($P > 0.05$). Both groups showed an increase in white blood cells, procalcitonin, and interleukin-6 after surgery ($P < 0.05$), but the observation group was lower than the control group ($P < 0.05$). Multiple Logistic regression showed that surgical time, stone size > 2 cm, and residual stone size on the first day after surgery were independent risk factors for postoperative infection ($P < 0.05$). **Conclusion:** The use of thulium laser combined with a tip-flexible terminal suction ureteral access sheath can improve short-term SFR, reduce surgical time, and have fewer postoperative complications. Surgical time, stones larger than 2 cm, and residual stones on the first day after surgery are independent risk factors for postoperative infection.

【Key words】 Tip-flexible terminal suction ureteral access sheath; Thulium laser; Flexible ureteroscope; Renal calculus

尿路结石是一种常见的泌尿外科疾病, 在我国 有约 5.8% 的患病率^[1]。对于上尿路结石, 特别是

肾结石,输尿管软镜碎石术(flexible ureteroscopy, FURL)已成为 1~2 cm 肾结石的一线治疗方法,经过谨慎的评估,也可用于治疗 2~3 cm 的肾结石^[2]。输尿管软镜鞘(ureteral access sheath, UAS)常被用于 FURL 术中,其可以维持视野清晰,降低肾盂内压以及减少输尿管黏膜损伤,但其末端无法进入肾盏,现常用于可外接负压吸引装置的负压吸引鞘(negative pressure ureteral access sheath, NPUAS),通过主动吸引来增加清石效率及控制肾盂内压,但两种鞘的末端均无法进入肾盂。Deng 等^[3]改良现有的 NPUAS,推出了末端可弯曲负压吸引鞘(tip-bendable suction ureteral access sheath, S-UAS),这种软镜鞘的末端 10 cm 可随软镜弯曲并进入目标肾盏。近年来,钬激光因其优异的粉末化能力与较低的结石回推力,逐步在临床获得推广应用^[4],将钬激光与 S-UAS 联合应用于肾结石的治疗,有望进一步提升治疗效果。本研究比较分析了钬激光联合 S-UAS 与 NPUAS 治疗 1~3 cm 肾结石的疗效,并分析发生术后感染的危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 8 月至 2024 年 11 月沛县国泰医院收治的 156 例 1~3 cm 肾结石患者的临床资料,其中钬激光联合 S-UAS 76 例设为观察组;钬激光联合 NPUAS 80 例设为对照组。纳入标准:(1)影像学检查明确 1~3 cm 肾结石;(2)无泌尿系感染或感染经治疗得到控制;(3)患侧肾脏及输尿管无明显解剖结构异常;(4)无心、脑、肺等严重伴随疾病;(5)病例资料完整。排除标准:(1)无法控制的严重尿路感染;(2)严重尿路梗阻;(3)凝血功能障碍;(4)既往同侧肾或输尿管手术史;(5)合并泌尿系统肿瘤。

1.2 方法

观察组:所有手术均由同两名泌尿外科医生进行操作,患者于全身麻醉下取头低脚高位进行手术。将生理盐水接输液器低压灌注,用 Wolf F8.0/9.8 输尿管镜沿导丝进入输尿管,行输尿管镜检查及扩张,沿导丝置入 F11/13S-UAS(若输尿管略狭窄,则置入 F10/12 S-UAS),暂时将其末端置于肾盂输尿管连接处,外接医用负压吸引装置持续吸引。置入软镜进入肾盂或肾盏,找到结石后,上推并调节 S-UAS 跟随软镜镜头至结石附近,连接 272 μm 钬激光光纤(Raykeen,上海,型号 SRM-T2F),调节参数(左脚踏:0.4 J \times 37.5 Hz,右脚踏:1.5 J \times 10 Hz)。术中先将结石碎块化,再对碎块进行粉末化,S-UAS

末端随软镜镜头靠近碎块,及时吸出粉末,必要时使用套石篮。检查无明显 >4 mm 的结石碎片后,常规留置双 J 管及导尿管,结束手术。

对照组:术前准备同观察组。使用 Wolf F8.0/9.8 输尿管镜沿导丝进镜行输尿管镜检查及扩张,并沿导丝置入 F11/13 NPUAS 至肾盂输尿管连接处(若输尿管略狭窄,则置入 F10/12 NPUAS),外接医用负压吸引装置持续吸引。置入软镜,进入肾盂或肾盏找到结石,连接 272 μm 钬激光光纤,调节激光参数。术中先将结石碎块化,再对碎块进行粉末化,必要时使用套石篮。术中检查无明显 >4 mm 的结石碎片后,常规留置双 J 管及导尿管,结束手术。

两组患者于术前 1 d 及术后 1 d 复查泌尿系统 CT。术后 1~3 d 若尿色转清且无并发症,则拔除尿管准予出院;发生并发症则治愈后拔除尿管予以出院。术后 1 个月,拔除双 J 管后复查泌尿系统 CT。

1.3 观察指标

1.3.1 实验室指标 术前 1 d 及术后 2 h 的白细胞、肌酐、尿素氮、尿常规、血白细胞介素 6、血降钙素原等指标变化情况。

1.3.2 手术情况 手术时间、术后住院当天、术后并发症发生情况(发热:术后 2 d 内体温 \geq 38.0 $^{\circ}\text{C}$;术后感染:发热合并临床症状或白细胞、降钙素原、白细胞介素 6 等炎症指标明显升高)、术后并发症发生率。

1.3.3 结石清除率(stone free rate, SFR) 术后 1 d 的 SFR 和术后 1 个月的 SFR(结石体积 \leq 4 mm^3 为无意义残石)^[2]。

1.4 统计学分析

数据分析采用 SPSS 26.0 软件。正态分布的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;计数资料以 [$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料的比较

共纳入 156 例患者的临床资料,术中使用 S-UAS 为观察组,共 76 例,使用 NPUAS 为对照组,共 80 例。两组患者一般资料比较,无统计学差异($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者炎症指标比较

术前,两组患者炎症指标比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);术后 2 h,两组患者的白细胞、白细胞介素 6、降钙素原均较术前升高($P < 0.05$),但观察组低于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 两组患者肾功能指标比较

术前, 两组患者肾功能指标比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 术后, 两组患者的血清尿素氮和肌酐均较术前升高 ($P < 0.05$), 但组间无统计学差异 ($P > 0.05$)。见表 3。

2.4 两组患者围术期指标的比较

与对照组相比, 观察组手术时间更短、术后 1 d SFR 更高、术后并发症总发生率更低 ($P < 0.05$), 两组患者在术后住院时间、术后 1 个月 SFR、术后感染率等方面无统计学差异 ($P > 0.05$)。见表 4。

表 1 两组患者一般资料比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

资料	观察组 ($n=76$)	对照组 ($n=80$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	52.16 ± 14.09	54.18 ± 14.23	-0.889	0.375
性别			0.013	0.909
男	51(67.11)	53(66.25)		
女	25(32.89)	27(33.75)		
体质量指数(kg/m ²)	25.10 ± 3.60	25.93 ± 3.91	-1.382	0.169
结石位置			1.689	0.190
左	44(57.89)	38(47.50)		
右	32(42.11)	42(52.50)		
结石长径(mm)	17.03 ± 4.27	16.70 ± 4.56	0.460	0.646
结石 CT 值(Hu)	876.86 ± 315.60	852.47 ± 327.09	0.474	0.636

表 2 两组患者术前术后炎症指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	白细胞 ($\times 10^9/L$)		白细胞介素 6 (pg/mL)		降钙素原 (ng/mL)	
	术前	术后 2 h	术前	术后 2 h	术前	术后 2 h
观察组 ($n=76$)	6.62 ± 1.29	8.70 ± 2.09 ^①	3.30 ± 1.73	5.25 ± 2.28 ^①	0.013 ± 0.009	0.239 ± 0.174 ^①
对照组 ($n=80$)	6.85 ± 1.38	9.74 ± 2.26 ^①	3.07 ± 1.53	6.78 ± 1.16 ^①	0.014 ± 0.010	0.388 ± 0.274 ^①
t 值	-1.308	-2.968	0.900	-5.308	-0.335	-4.037
P 值	0.301	0.003	0.369	<0.001	0.738	<0.001

① $P < 0.05$, 与同组术前比较。

表 3 两组患者术前术后肾功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	尿素氮 (mmol/L)		肌酐 ($\mu\text{mol/L}$)	
	术前	术后 2 h	术前	术后 2 h
观察组 ($n=76$)	5.75 ± 2.54	7.44 ± 2.53 ^①	74.77 ± 17.87	90.59 ± 9.35 ^①
对照组 ($n=80$)	5.18 ± 1.73	8.27 ± 2.99 ^①	75.89 ± 10.71	88.90 ± 9.82 ^①
t 值	1.643	-1.870	-0.481	1.098
P 值	0.103	0.063	0.631	0.274

① $P < 0.05$, 与同组术前比较。

表 4 两组患者围术期指标比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

指标	观察组 ($n=76$)	对照组 ($n=80$)	t/χ^2 值	P 值
手术时间(min)	49.87 ± 11.77	56.69 ± 10.85	3.764	<0.001
术后住院时间(d)	3.20 ± 1.13	3.09 ± 1.19	0.590	0.556
术后并发症发生率(%)	8(10.53)	20(25.0)	5.543	0.013
发热	1(1.31)	3(3.75)	0.207	0.647
持续性血尿	2(2.62)	4(5.00)	0.124	0.723
感染	5(6.58)	13(16.25)	3.571	0.054
SFR(%)				
术后 1 d	64(84.2)	52(65.00)	7.543	0.001
术后 1 个月	70(92.11)	72(90.00)	0.212	0.644

2.5 影响 FURL 治疗肾结石术后感染的多因素 Logistic 回归分析

将 FURL 治疗肾结石术后是否发生术后感染分为感染组 ($n=18$) (7.97%) 和未感染组 ($n=138$), 感染组术后结石残留率 (83.33%) 高于未感染组 ($\chi^2 = 59.800, P < 0.001$)。见表 5。

手术时间长, 结石 > 2 cm 和术后 1 d 结石残留是影响 S-UAS 联合钬激光软镜治疗肾结石术后感

染的独立危险因素 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 影响 FURL 治疗肾结石术后感染的多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
手术时间长	0.078	0.033	5.624	0.018	1.081	1.014 ~ 1.154
结石 > 2 cm	2.769	0.845	10.758	0.001	15.947	3.045 ~ 83.509
术后 1 d 残石	3.297	0.866	14.477	<0.001	27.035	4.947 ~ 147.753
常量	-9.158	2.337	15.360	<0.001	0.000	-

3 讨论

对于 1 ~ 2 cm 的肾结石, 主要采用的手术方式为 FURL。FURL 通过人体的自然腔道进入体内, 对周围组织及器官的损伤风险小。术中所采用的软镜, 具有管径细、柔韧性好及可弯曲的特性, 能够抵达输尿管上段, 具有微创、出血量少、术后恢复快以及安全性高等诸多优势^[5]。UAS 在 FURL 术中往常规使用, 较为常见的是 NPUAS。但是, 由于 NPUAS 通常难以跨过肾盂输尿管连接处, 无法进入肾盂和肾盏, 故吸引效率不高, 术中可能导致“暴风雪”影响手术视野^[6]。而近年来出现的 S-UAS 则可以更好地应对上述问题。相较于 NPUAS, 在使用 S-UAS 时, 手术医师能直接将其末端置入结石所在肾盂或肾盏, 在靠近结石后“边打边吸”以提升碎石排石效率, 而排石效率的提升有助于维持术野的清晰, 减少较大残石的遗漏, 减少结石残留与复发^[7]。对部分较小的残石, 则可调整软镜末端后直接吸入鞘内并随着退镜而排出^[8]。

Matlaga 等^[9]分析显示,在 FURL 手术中,碎块化与粉末化的碎石策略均具有较高的安全性,其中,粉末化较碎块化手术时间短,碎块化较粉末化 SFR 高。国外的多项研究^[10-12]结果表明,钺激光的粉末化效率是钹激光的 2~5 倍,兼有较低的碎石能量阈值和较高的脉冲频率,钺激光正展现出作为新一代碎石工具的潜力。刘成等^[4]开展了一项前瞻性研究评价超脉冲钺激光腔内碎石术治疗尿路结石的疗效和安全性,结果表明在钺激光输尿管镜碎石术中的并发症发生率低,安全有效。此外,在体外实验^[13]中已经证实,同等参数下使用钺激光碎石会产生更多的结石粉末。因此,S-UAS 结合钺激光进行粉末化可减少手术时间的同时提高清石率 SFR。

在本研究中,观察组患者的手术时间,术后并发症发生率均低于对照组,术后 1 dSFR 高于对照组 ($P < 0.05$)。术中,使用钺激光击碎并粉末化结石,S-UAS 可快速地对碎石区域的粉末进行吸引,减少了反复调节进出水来清晰视野的时间,也减少了粉末遮挡部分碎块导致的结石残留。尽管使用了 S-UAS,两组患者在术后住院当天、术后 1 个月 SFR 等方面的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。无论是 S-UAS 还是 NPUAS,术中置鞘及术后置入双 J 管,都对尿路黏膜产生了损伤^[14],术后都可能出现不同程度的一过性血尿,故两组患者术后住院当天并不一定能体现出差异。而 S-UAS 与输尿管反复摩擦,有可能进一步加重输尿管损伤,但暂未见相关报导。此外,两组患者术后 1 个月 SFR 无显著差异 ($P > 0.05$),结合两组患者影像资料,部分患者术后 1 d 输尿管 CT 所显示的 > 4 mm 的残石可能是由结石粉末堆积所形成的^[15],患者改变体位、饮水、适当活动后仍可排出,故对照组部分术后 1 d 存在残石的患者在术后 1 个月复查时未见明显结石残留。

术后两组患者的炎症和肾功能相关指标比较,术后 2 h 两组患者的白细胞、白细胞介素 6、降钙素原、尿素氮和肌酐均较术前存在不同程度的升高 ($P < 0.05$),但观察组上述指标低于对照组 ($P < 0.05$)。术后血尿素氮和血肌酐的升高提示患者的术后肾功能受到了一定的影响,这可能是因为 NPUAS 和 S-UAS 都连接了负压吸引装置,若负压过大,为了保持肾盂和肾盏充盈,术者反而需要增加灌注液流量,反而使肾盂内压力升高^[16]。朱贤鑫等^[17]设计了具有压力反馈控制功能的医用灌注吸引平台和配套的可测压 UAS,可将术中的肾盂内压

控制在 20 mmHg 以内,取得了较好的疗效。孙大开等^[18]则进行了对照试验,发现控压组术后尿素氮、肌酐、白细胞、降钙素原等指标较术前无明显升高,而对照组则均有明显升高。这提示本研究中观察组患者术后炎症指标的升高及两组肾功能指标的升高可能因为肾盂内压过高,需要平衡灌注压和负压来维持合适的肾盂内压。

本研究中,对发生术后感染的危险因素进行了进一步的探究。以术后感染为分组依据,分为感染组 ($n = 18$) 和非感染组 ($n = 138$),先行单因素分析,排除年龄、体质量指数等混杂因素,再行多因素 Logistic 回归,手术时间,结石直径 > 2 cm,术后 1 d 结石残留是术后发生感染的独立危险因素 ($P < 0.05$)。其中,手术时间及结石直径在多项研究中被提及,是术后感染常见的危险因素^[19]。考虑到观察组术后 1 dSFR 更高 ($P < 0.05$),故将术中是否使用 S-UAS 作为影响因素再次进行分析,Spearman 相关性分析示可弯曲鞘与手术时间、术后 1 d 结石残留相关性显著 ($P < 0.01$),但与术后是否感染的相关性不显著 ($P = 0.059 > 0.05$)。考虑到感染组的样本数量较少 ($n = 18$),放宽检验水准 $\alpha = 0.10$ 后行进一步分析,行单因素 Logistic 分析,使用可弯曲鞘具有显著性 ($P = 0.067 < 0.10$),行多因素 Logistic 分析,不具有显著性 ($P > 0.10$),这提示在现有的样本量下并不能得到使用 S-UAS 可以直接降低术后感染发生率的结论。但 S-UAS 可以减少手术时间、提高术后 1 d SFR,从而间接地降低 FURL 术后发生感染的概率。

综上,钺激光联合末端可弯曲负压吸引鞘,可以减少手术时间,提高术后近期 SFR,减少套石篮的使用,降低手术费用,可作为治疗 1~3 cm 肾结石的一种有效、安全的手术方式。

参考文献

- [1] Zeng G, Mai Z, Xia S, et al. Prevalence of kidney stones in China: an ultrasonography based cross-sectional study [J]. *BJU International*, 2017, 120(1): 109-116.
- [2] 黄健. 中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南: 2019 版 [M]. 北京: 科学出版社, 2020.
- [3] Deng X, Song L, Xie D, et al. A novel flexible ureteroscopy with intelligent control of renal pelvic pressure: an initial experience of 93 cases [J]. *Journal of Endourology*, 2016, 30(10): 1067-1072.

(下转第 844 页)