

# 输尿管镜 U100 激光碎石术和气压弹道碎石术 治疗输尿管上段结石的疗效比较

覃庆平<sup>1</sup>, 文斌<sup>2</sup>, 王伟<sup>2</sup>

(1. 柳州市中医医院泌尿外科, 广西 柳州 545001;

2. 柳州市人民医院泌尿外科, 广西 柳州 545006)

**摘要:**目的 比较输尿管镜下 U100 激光碎石术和气压弹道碎石术治疗输尿管上段结石的疗效及安全性。方法 选取 2013 年 12 月—2018 年 9 月柳州市人民医院收治的输尿管上段结石患者 100 例作为研究对象, 按照随机数字表法分为观察组和对照组, 各 50 例。对照组行输尿管镜下气压弹道碎石术, 观察组行输尿管镜下 U100 激光碎石术, 比较两组手术时间、单次碎石成功率、结石彻底清除率、手术并发症发生率, 并分析单次碎石失败原因。结果 观察组单次碎石成功率及结石清除率为 90.00%、86.00%, 高于对照组的 68.00%、60.00% ( $P < 0.05$ ); 观察组手术时间为  $(35.84 \pm 5.34)$  min, 短于对照组的  $(55.08 \pm 9.78)$  min ( $P < 0.05$ ); 观察组并发症发生率为 12.00%, 低于对照组的 30.00% ( $P < 0.05$ ); 两组碎石失败的主要原因是碎石过程中结石上移至肾脏, 术中未能找到结石所致。结论 输尿管镜下 U100 激光碎石具有手术时间短、高效、安全及并发症少等优点, 是治疗输尿管上段结石的有效手段。

**关键词:** 输尿管镜; U100 激光碎石术; 气压弹道碎石术; 输尿管上段结石

中图分类号: R693

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2023.06.019

文章编号: 1006-1959(2023)06-0089-04

## Comparison of the Efficacy of Ureteroscopic U100 Laser Lithotripsy and Pneumatic Lithotripsy in the Treatment of Upper Ureteral Calculi

QIN Qing-ping<sup>1</sup>, WEN Bin<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>2</sup>

(1. Department of Urinary Surgery, Liuzhou Traditional Chinese Medical Hospital, Liuzhou 545001, Guangxi, China;

2. Department of Urinary Surgery, the People's Hospital of Liuzhou, Liuzhou 545006, Guangxi, China)

**Abstract: Objective** To compare the efficacy and safety of ureteroscopic U100 laser lithotripsy and pneumatic lithotripsy in the treatment of upper ureteral calculi. **Methods** A total of 100 patients with upper ureteral calculi admitted to the People's Hospital of Liuzhou from December 2013 to September 2018 were selected as the research objects and divided into observation group and control group according to the random number table method, with 50 cases in each group. The control group was treated with ureteroscopic pneumatic ballistic lithotripsy, and the observation group was treated with ureteroscopic U100 laser lithotripsy. The operation time, single lithotripsy success rate, stone clearance rate and incidence of surgical complications were compared between the two groups, and the causes of single lithotripsy failure were analyzed. **Results** The success rate of single lithotripsy and stone clearance rate in the observation group were 90.00% and 86.00%, which were higher than 68.00% and 60.00% in the control group ( $P < 0.05$ ). The operation time of the observation group was  $(35.84 \pm 5.34)$  min, which was shorter than  $(55.08 \pm 9.78)$  min of the control group ( $P < 0.05$ ). The incidence of complications in the observation group was 12.00%, which was lower than 30.00% in the control group ( $P < 0.05$ ). The main reason for the failure of crushed stone in the two groups was that the stones moved up to the kidney during the lithotripsy, and the stones were not found during the operation. **Conclusion** The ureteroscopic U100 laser lithotripsy has the advantages of short operation time, high efficiency, safety and few complications, which is an effective method for the treatment of upper ureteral calculi.

**Key words:** Ureteroscopy; U100 laser lithotripsy; Pneumatic ballistic lithotripsy; Upper ureteral calculi

输尿管上段结石 (upper ureteral calculi) 是泌尿外科常见疾病, 肾结石排出过程受阻而嵌顿滞留于输尿管上段是其主要病因, 临床主要表现为运动后血尿、肾绞痛, 伴或不伴恶心、呕吐甚至发热等全身

症状, 部分患者可并发肾功能损害。输尿管上段结石因其独特的空间位置结构等因素, 现代微创治疗有多种选择方式, 主要包括体外冲击波碎石术、经尿道输尿管镜碎石术、微通道经皮肾镜碎石取石术和腹腔镜下输尿管切开取石术等, 每种方法均有利有弊<sup>[1]</sup>。近年来, U100Plus 双频双脉冲激光碎石术因其高效碎石且对人体组织损伤小的优点已广泛应用于临床<sup>[2,3]</sup>。本研究旨在比较输尿管镜下 U100 激光碎石术与气压弹道碎石术治疗输尿管上段结石的疗效及

基金项目: 广西壮族自治区卫健委科研课题 (编号: Z2010059)

作者简介: 覃庆平 (1973.2-), 男, 广西象州县人, 本科, 副主任医师, 主要从事泌尿外科研究

安全性,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2013 年 12 月-2018 年 9 月柳州市人民医院收治的输尿管上段结石患者 100 例作为研究对象。纳入标准:①术前经泌尿系 B 超及 KUB+IVP 和/或泌尿系 CT 平扫确诊;②单侧单发且同侧未合并肾结石;③结石最大径 $<2$  cm。排除标准:①严重的凝血功能障碍,如血友病、长期使用抗凝药物等;②严重心肺功能障碍不能耐受麻醉或手术者;③妊娠期或严重畸形无法摆截石位者;④患肾重度积水、ECT 提示肾功能近乎丧失者;⑤尿路狭窄或输尿管畸形导致输尿管镜进镜失败,或输尿管镜到达结石部位但尚未开始碎石结石即冲入肾内而改行其它治疗方式者。采用随机数字表法将研究对象分为观察组和对照组,每组 50 例。观察组中男 31 例,女 19 例;年龄 25~68 岁,平均年龄(43.92±9.82)岁;结石位置:左侧 30 例,右侧 20 例;结石最大径 0.6~1.8 cm,平均结石最大径(1.34±0.26)cm。对照组中男 35 例,女 15 例;年龄 19~75 岁,平均年龄(44.65±10.26)岁;左侧 28 例,右侧 22 例;结石最大径 0.7~1.6 cm,平均结石最大径(1.26±0.31)cm。两组性别、年龄、结石位置、结石最大径比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),可对比。本研究已通过医院伦理委员会审查,研究对象术前均已知情同意并自愿签署知情同意书。

### 1.2 方法

1.2.1 观察组 予以输尿管镜下 U100 激光碎石术:采用硬膜外麻醉或全身麻醉,截石位,WOLF(F8/9.8)输尿管硬镜在摄像系统直视下经尿道进入膀胱,寻到患侧输尿管开口后插入斑马导丝作引导,输尿管镜通过壁间段后即减小灌注液压力以避免结石上移,缓缓进镜达结石部位。经工作通道置入激光光纤(直径 0.42 mm),激光脉冲能量设置 120~150 mJ,频率调整为 3~5 Hz,间断适量冲水保持视野清晰,直

视下将光纤顶端抵住结石中央,采用连续脉冲间断发射法,将大块结石击碎成小块,再逐个粉碎至 3 mm 以下的碎石屑。必要时使用套石篮,防止手术过程中结石漂移。当结石表面完全被息肉包裹时,可将光纤直接插入结石处进行“盲打”,待结石被击碎,输尿管腔道开放后再进一步碎石。

1.2.2 对照组 予以输尿管镜下气压弹道碎石术:麻醉、手术体位及操作步骤同观察组一致。窥见结石后置入 0.8~1.2 mm 碎石杆,气压弹道碎石机设置为 1.5~2.5 个大气压,将结石轻轻抵于输尿管内壁,应用空气压缩机,连续脉冲式击碎结石。

两组患者术后均常规留置 F5 双 J 管 1 根,导尿管留置 1~3 d 拔除。所有患者术后 4 周返院复查泌尿系 CT 平扫,决定拔除双 J 管或者进一步治疗。

1.3 观察指标 比较两组治疗情况[手术时间、单次碎石成功率(术中输尿管镜能到达结石部位并完成碎石即为碎石成功)及结石彻底清除率(手术后 4 周随访并复查 CT 平扫显示无泌尿系结石或结石直径 3 mm 以下作为结石彻底清除的判定标准<sup>[4]</sup>,术后残留结石直径 $\geq 4$  mm 认为是有临床意义的残留结石,结石直径 $\geq 5$  mm 的患者需进一步结合 ESWL 治疗<sup>[5]</sup>],并发症发生情况(指碎石过程输尿管穿孔、撕脱或断裂及术后出现发热、肾绞痛)及单次碎石失败原因。

1.4 统计学方法 以 Excel 建立数据库,利用 SPSS 24.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,采用  $t$  检验;计数资料以[ $n(\%)$ ]表示,采用  $\chi^2$  检验。以  $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组治疗情况比较 观察组单次碎石成功率及结石清除率高于对照组,而手术时间短于对照组( $P<0.05$ ),见表 1。

2.2 两组并发症发生情况比较 观察组并发症发生率低于对照组( $P<0.05$ ),见表 2。

表 1 两组治疗情况比较[ $\bar{x}\pm s, n(\%)$ ]

组别	$n$	手术时间(min)	单次碎石成功率	结石彻底清除率
对照组	50	55.08±9.78	34(68.00)	30(60.00)
观察组	50	35.84±5.34	45(90.00)	43(86.00)
统计值		$t=12.215$	$\chi^2=4.574$	$\chi^2=7.844$
$P$		0.000	0.032	0.015

表 2 两组并发症发生情况比较[n(%)]

组别	n	输尿管穿孔	发热	肾绞痛	发生率
对照组	50	2(4.00)	7(14.00)	6(12.00)	15(30.00)
观察组	50	1(2.00)	3(6.00)	2(4.00)	6(12.00)*

注:\*与对照组比较,  $\chi^2=4.882, P=0.027$

2.3 两组单次碎石失败原因比较 观察组碎石过程中有 7 例患者出现结石上移至肾盂或肾盏, 其中 3 例通过改变体位后输尿管镜在肾盂找到结石并通过激光一次碎石成功; 另 4 例滑落入肾盏的结石未能找到; 碎石过程输尿管穿孔改后腹腔镜切开取石 1 例。对照组碎石过程中有 15 例结石上移, 其中 1 例通过改变体位在肾盂找到结石并碎石成功; 另 14 例未能找到而导致手术失败; 2 例穿孔改腹腔镜切开取石 1 例、开放手术 1 例。两组输尿管穿孔多发生于结石表面被大量息肉包裹者。

### 3 讨论

输尿管上段结石需外科干预者多以微创治疗为主, 及时清除结石并解除输尿管梗阻是其治疗的关键。传统开放手术因出血较多、创伤性大、术后恢复慢、感染发生率高弊端已逐渐被微创手术所取代<sup>[6,7]</sup>。而手术精准高效、创伤小、术后恢复快等优点促使输尿管镜激光碎石术成为该疾病的主要治疗方式, 也是目前主要的研究方向<sup>[8]</sup>。然而, 在输尿管镜碎石术治疗输尿管上段结石方面, 激光碎石与气压弹道碎石何种方式效果更优尚无明确定论。

临床上激光碎石机主要分为钬激光和 U100 激光 2 类, 其中 U100 激光碎石机能发出 2 种波长的光, 一种为波长 532 nm 的绿光, 另一种为波长 1064 nm 的红外光, 因此又称为双频双脉冲激光机, 而绿光为可见光, 约占激光能量的 20%, 其被输尿管结石表面吸收后形成等离子体; 红外光为不可见光, 约占激光能量的 80%, 结石表面的等离子体在足够均匀的条件下, 即可充分吸收红外光的能量, 并在瞬间转化为机械冲击波。由于 U100 激光碎石机的冲击波峰值功率极高, 因此可在极短时间内精准高效地崩解结石。同时, 它包含的绿光和红外光的波长并不在人体组织吸收的范围内, 而且作用于软组织的时间很短, 因此 U100 激光不会使软组织产生热效应<sup>[9]</sup>, 属于一种“冷激光”, 不会损伤泌尿道正常的管壁。有动物实验证明<sup>[10]</sup>, 当激光频率调整为 10 Hz, 能量设置 120 mJ, 持续发射 1500 个激光脉

冲作用于动物膀胱黏膜, 只造成接触部位的膀胱黏膜轻度充血、水肿, 电子显微镜下未见膀胱肌层的损伤及穿孔。由于绿光在镜头表面无法形成等离子体, 所以对镜头的损耗也较小<sup>[11]</sup>。U100 激光的作用原理充分保障了碎石过程的安全性, 通过输尿管镜直视下碎石精准度高, 不易发生管腔穿孔<sup>[12]</sup>。本研究中观察组并发症发生率低于对照组 ( $P<0.05$ ), 进一步验证了 U100 激光的安全性。但 U100 激光碎石术也存在一定不足, 即无法同时处理结石合并的息肉及输尿管狭窄, 且对于硬度较高的胱氨酸结石, 因绿光无法在结石表面形成等离子体, 故 U100 激光对胱氨酸结石碎石效果差<sup>[13,14]</sup>。

气压弹道碎石自 90 年代初开始应用于临床, 其原理是通过压缩空气驱动密闭盒中的弹丸驱动金属杆做机械运动, 导致结石被击碎<sup>[15]</sup>。气压弹道碎石具有操作简单、无石率较高、价格低廉等优点, 但手术过程中结石上移至肾脏的风险相对较高<sup>[16]</sup>。另外, 在处理输尿管结石时, 频繁的使用气压弹道对固定在局部黏膜上的同一块结石进行碎石, 可促使该结石进一步嵌入输尿管黏膜从而影响结石的排出。而 U100 激光碎石机采用双频和双脉冲激光使碎石能量成倍数增加, 效率更高, 疗效更显著, 结石碎片更小<sup>[17]</sup>, 加上激光光纤柔软纤细, 而且在碎石过程中产生的冲击对结石的推动力很小<sup>[18]</sup>。本研究结果显示, 观察组单次碎石成功率及结石清除率高于对照组, 而手术时间短于对照组 ( $P<0.05$ ), 与既往研究报道基本一致<sup>[19]</sup>。碎石失败的主要原因是碎石过程中结石上移至肾脏, 术中未能找到结石所致, 观察组结石上移发生率低于对照组, 也证实 U100 激光碎石术的高效性。此外, 观察组中结石上移后仍能成功碎石占比高于对照组。分析认为, 碎石过程中, 当结石上移入肾盂、肾盏隐约可见时, 碎石杆往往无法触及, 而激光光纤却可以到达, 并根据光纤与结石之间产生的摩擦感和碎石声响来判定是否接触、击碎结石<sup>[20]</sup>。鉴于本研究纳入样本量少, 且受到随访时间短等因素的制约, 所得结论还有待大样本研究进

一步验证。

U100 激光碎石虽有许多优势,但操作过程仍需要注意以下几点:①光纤到位率要高,光纤与结石的距离应 $\leq 3$  mm,碎石效果较好<sup>[9]</sup>;②虽然波长为 532 nm 的绿光在镜头表面无法形成等离子体,不会对镜头造成直接损害,但瞬间崩裂的碎石片仍可能损伤镜头,故碎石时光纤应伸出足够的距离;③由于纤细的光纤有可能损伤肾盂及输尿管黏膜,在盲目碎石的情况下仍需谨慎;④U100 激光的绿光对眼睛有一定的刺激,可佩戴滤光片眼罩保护眼睛;⑤碎石过程若结石漂移入肾,尤其是肾积水不显著者,可进镜至肾盂,反复适量冲水、放水并配合变换体位,结石有可能再次出现在视野内而被激光光纤成功击碎<sup>[21]</sup>。

综上所述,输尿管镜下 U100 激光碎石术具有手术时间短、高效、并发症少及结石清除率高等优点,是治疗输尿管上段结石的有效手段。

#### 参考文献:

- [1]梅骅,陈凌武,高新.泌尿外科手术学[M].北京:人民卫生出版社,2008:761.
- [2]张亮,梁高照,汪清.输尿管软镜在输尿管上段及肾结石疾病中的临床应用价值[J].中国医师杂志,2016,18(1):125-127.
- [3]许嘉骏,周伟民,谭剑敏,等.双频双脉冲激光碎石术与钬激光碎石术治疗输尿管结石的比较[J].临床泌尿外科杂志,2012,27(8):605-607.
- [4]那彦群,叶章群,孙颖浩,等.中华泌尿外科疾病诊断治疗指南[M].北京:人民卫生出版社,2014:137.
- [5]张鹏,种铁,杨小杰,等.组合式输尿管软镜联合 U100plus 激光治疗上尿路结石临床疗效及安全性分析[J].陕西医学杂志,2015,44(7):816-818.
- [6]鲁成军,王亦农,田金波,等.三种微创碎石术治疗复杂性输尿管上段结石的临床对比研究[J].腹腔镜外科杂志,2017,22(7):501-504.
- [7]张建忠,张军晖,邢念增.输尿管软镜在复杂性上尿路结石治疗中的应用[J].微创泌尿外科杂志,2015,4(2):88-91.
- [8]Takasawa R, Kitayama S, Kobayashi S, et al. Transurethral lithotripsy with rigid and flexible ureteroscopy for renal and Ureteral stones: results of the first 100 procedures [J]. Hinyokika Kyo, 2011, 57(8):411.
- [9]Fuh E, Haleblan GE, Norris RD, et al. The effect of frequency doubled double pulse Nd:YAG laser fiber proximity to the target stone on transient cavitation and acoustic emission [J]. J Urol, 2007, 177(4):1542-1545.
- [10]Bevan JM, Lulich JP, Albasan H, et al. Comparison of laser lithotripsy and cystotomy for the management of dogs with urolithiasis [J]. J Am Vet Med Assoc, 2009, 234(10):1286-1294.
- [11]徐巍,黄晨,赖德辉,等.电子输尿管软镜联合 U100Plus 激光治疗上尿路 2~3 cm 结石的疗效研究[J].中华腔镜泌尿外科杂志(电子版),2020,14(3):200-203.
- [12]刘莺,桂亚平,吴登龙,等.ESWL 与输尿管镜激光碎石治疗输尿管下段结石的前瞻性研究[J].同济大学学报(医学版),2015,36(1):96-100.
- [13]Ebert A, Stangl J, Kuhn R, et al. The frequency-doubled double-pulse Neodymium:YAG laser lithotripter (FREDDY) in lithotripsy of urinary stones. First clinical experience [J]. Urologe A, 2003, 42(6):825-833.
- [14]Marguet CG, Sung JC, Springhart WP, et al. In vitro comparison of stone retropulsion and fragmentation of the frequency doubled, double pulse nd:yag laser and the holmium:yag laser [J]. J Urol, 2005, 173(5):1797-1800.
- [15]陶宏平,赵伟平,朱扬进,等.经输尿管硬镜钬激光碎石术与气压弹道碎石术治疗输尿管多发结石的临床研究[J].中国内镜杂志,2016,22(4):39-42.
- [16]Chen LC, Chiu AW, Lin WR, et al. Comparison of pneumatic and Holmium laser ureteroscopic lithotripsy for upper third ureteral stones [J]. Urological Science, 2017, 28(2):101-104.
- [17]张国华,章钟,阳王磊,等.微通道经皮肾镜双频激光碎石术治疗上尿路结石的体会[J].安徽卫生职业技术学院学报,2018,17(3):60-61.
- [18]Zorcher T, Hochberger J, Schrott KM, et al. In vitro study concerning the efficiency of the frequency-doubled double pulse Neodymium:YAG laser (FREDDY) for lithotripsy of calculi in the urinary tract [J]. Lasers Surg Med, 1999, 25(1):38-42.
- [19]祝丹,唐曦,汪益民.不同微创手术治疗老年膀胱结石的效果比较[J].山东医药,2016,56(41):96-98.
- [20]刘东,和军,李凯,等.输尿管镜下 U-100 激光碎石术治疗婴幼儿输尿管结石[J].国际泌尿系统杂志,2015,35(4):490-493.
- [21]赵学军.经尿道前列腺切除联合 U100 激光碎石术对前列腺增生症合并膀胱结石患者的疗效[J].河南医学研究,2020,29(28):5262-5264.

收稿日期:2022-07-06;修回日期:2022-12-08

编辑/杜帆