

末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜碎石取石技术在肾结石中的应用

张 宇, 娄彦亭*, 项立波

安徽医科大学第四附属医院泌尿外科, 安徽 巢湖

收稿日期: 2025年4月12日; 录用日期: 2025年5月5日; 发布日期: 2025年5月13日

摘 要

目的: 探究末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜碎石取石技术在治疗肾结石上的疗效和安全性。方法: 选择2024年3月1日至2025年3月1日在安徽医科大学第四附属医院泌尿外科收治的100名肾结石患者, 根据手术方法将患者分为对照组和观察组, 其中对照组采用传统输尿管软镜碎石技术, 观察组采用末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜碎石取石技术, 比较两组患者的手术时间、结石尺寸、结石清除率、术后住院时间、术后感染发生率等情况。结果: 两组患者的手术时间、结石尺寸、术后住院时间大致相同, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。观察组的即时和4周后结石清除率均高于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。观察组的术后感染率低于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论: 末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜碎石取石技术在治疗肾结石上具有更高的结石清除率, 术后感染的发生率更低, 对于肾结石的治疗和预后更有利。

关键词

肾结石, 末端可弯负压吸引鞘, 输尿管软镜碎石术

Application of Distally Deflectable Negative Pressure Suction Sheath-Assisted Flexible Ureteroscopic Lithotripsy and Stone Extraction Technique in Renal Calculi

Yu Zhang, Yanting Lou*, Libo Xiang

Department of Urology, The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Chaohu Anhui

*通讯作者。

文章引用: 张宇, 娄彦亭, 项立波. 末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜碎石取石技术在肾结石中的应用[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 390-395. DOI: 10.12677/acm.2025.1551384

Abstract

Objective: To explore the efficacy and safety of flexible negative pressure suction sheath ureterolithotripsy in the treatment of kidney stones. **Methods:** choose on March 1, 2024 to March 1, 2025 in the Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University urology admitted 100 kidney stone patients, according to the operation method will be divided into the control group and observation group, the control group using the traditional ureteral lithotripsy technique, the observation group can end curved negative pressure suction sheath flexible lithotripsy technique, compare the two operation time of patients, stone size, stone clearance, postoperative hospital stay, postoperative infection incidence, etc. **Results:** The operation time, stone size, and postoperative hospitalization time were roughly the same in the two groups, and there was no statistically significant difference ($P > 0.05$). The stone clearance rate in the observation group was higher than that of the control group, which was significant ($P < 0.05$). The postoperative infection rate in the observation group was lower than the control group, which was significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** The terminal bending negative pressure suction sheath ureteral lithotripsy technique has higher stone clearance rate and lower incidence of postoperative infection, which is more favorable for the treatment and prognosis of kidney stones.

Keywords

Kidney Stones, Terminal Bending Negative Pressure Suction Sheath, Flexible Ureteral Lithotripsy

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肾结石是尿液中矿物质过饱和在肾脏内形成结石，进而导致患者出现一系列泌尿系统症状的疾病。该疾病在全球具有较高的发病率，目前临床常用的微创治疗方法包括输尿管软镜碎石术(RIRS)，该术式通过自然腔道入路，对患者具有损伤小，结石的清除率高等优点，常被用于处理直径 $< 2\text{ cm}$ 的肾结石[1]。然而近年来也有报道 RIRS 存在术中患者肾内压升高，致使肾盂静脉反流，引发脓毒血症，以及高灌注压冲刷出血导致手术视野模糊的情况。随着末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜技术的出现，通过“碎石-吸引一体化”设计，及时将术中击碎的结石取出，有效降低了肾内压力，末端可弯曲设计使肾端输尿管镜的灵敏性增强，方便其伸入至肾盏部位，提高了结石的清除率。本研究回顾性分析了 100 例患者的临床资料，比较末端可弯负压吸引鞘输尿管软镜碎石取石术和传统输尿管软镜碎石技术治疗肾结石疾病的疗效，报告如下。

2. 资料与方法

2.1. 临床资料

回顾性分析 2024 年 3 月 1 日至 2025 年 3 月 1 日在安徽医科大学第四附属医院泌尿外科行输尿管软镜进行肾结石治疗的 100 例患者，根据手术方式的不同分为对照组和观察组，每组患者各 50 例。纳入标

准：① 单侧肾结石；② 患者年纪在 18~75 岁；③ 排除手术禁忌症；④ 已签署知情同意书。排除标准：① 存在明显的患侧输尿管狭窄或其他原因无法置入输尿管镜的患者；② 术前存在泌尿系统感染；③ 凝血功能障碍；④ 手术资料不完整。所有患者肾结石诊断明确，两组患者的结石位置、结石成分、术前肌酐水平大致相同，术前采集患者尿液行药敏检查，手术当天患者体温正常，术前留置双 J 管 1~2 周。本研究已通过我院伦理委员会审批，所有患者均知情同意。

2.2. 方法

观察组采取气管插管方式进行全身麻醉，取膀胱截石位，肩部加垫防止术中滑动。使用亲水涂层超滑导丝，在膀胱镜直视下插入输尿管开口，遇阻力时旋转导丝通过狭窄段。沿导丝将 8/9.8Fr 输尿管硬镜置入膀胱，灌注压力 $< 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ ，确认输尿管无狭窄，息肉和畸形，找到输尿管开口处，拔出双 J 管，退镜。导丝引导下可弯负压吸引鞘精准置入，并根据术前 CT 调整鞘管前端弯曲角度，旋转鞘管通过输尿管壁内段，确认鞘尖达输尿管连结部后，继续推至目标肾盂内，取出内芯和导丝，连结负压泵，调整灌注流速与吸引流量平衡肾内压。输尿管软镜经鞘管导入时表面涂抹石蜡油减少摩擦，进入肾盂后动态调节灌注压力系统探查各肾盏，锁定结石部位。置入光纤，采用钬激光“蚕食法”粉碎：高密度结石以高频低能减少镜体抖动，易碎结石(如磷酸铵镁)以低频高能提升效率，同步启动脉冲式吸引清除 $>3 \text{ mm}$ 碎片，持续低负压引流粉末碎屑。肾下盏结石需调整鞘管至下盏颈，软镜呈“倒钩状”进入，激光光纤与结石呈 $30^\circ\sim 45^\circ$ 夹角利用重力排石。降低灌注压力至 $10 \text{ cmH}_2\text{O}$ 二次探查肾盏穹窿部，套石篮取出可疑残石。部分碎石较大无法进入鞘内，可以用手指遮挡末端缝隙以增加负压，使碎石在更强的吸引下从鞘内吸出。确认结石无残留后，留置导丝，缓慢复位软镜并旋转撤出鞘管，留置双 J 管及导尿管。对照组采用与观察组相同的麻醉方式和体位，治疗上采用末端不可弯曲，不带负压吸引的输尿管软镜取石术。术后监测两组患者生命体征和引流管颜色改变并记录，复查血尿常规，术后 4 周再次复查腹部平片评估清除率，拔除双 J 管，结石残留 $>3 \text{ mm}$ 需二次干预。

2.3. 统计学分析

采用 SPSS27.0 软件进行数据分析，符合正态分布的计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，采用两独立样本 t 检验，非正态分布计量资料用 $M, (Q_1, Q_3)$ 表示，采用秩和检验。计数资料以率表示，采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患者手术时间、结石尺寸和术后住院时间比较

观察组的手术时间、结石尺寸和住院时间差异无统计学意义($P > 0.05$)，见表 1。

Table 1. Comparison of operative time, stone size and postoperative hospital stay in 2 groups
表 1. 2 组患者手术时间、结石尺寸和术后住院时间比较

组别	例数	手术时间/min	结石尺寸/mm	术后住院时间/d
对照组	50	69.14 ± 22.263	11.21 ± 3.737	2.48 ± 1.074
观察组	50	63.42 ± 25.335	12.38 ± 4.169	2.22 ± 0.582
检验值		1.199	-1.483	1.506
P 值		0.233	0.141	0.136

3.2. 两组患者结石清除率比较

对照组和观察组的即时结石清除率分别是 54% (26/50), 80% (40/50), 4 周后的结石清除率分别为 82% (41/50), 96% (48/50), 均为观察组高于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

3.3. 两组患者术后感染发生率比较

对照组和观察组的术后感染发生率分别是 26% (13/50)和 10% (5/50), 对照组高于观察组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。两组患者术后均未出现严重败血症, 感染性休克等并发症。

Table 2. Comparison of stone clearance and incidence of postoperative infection in 2 groups

表 2. 2 组患者结石清除率和术后感染发生率的比较

组别	例数	即时结石清除	术后 4 周结石清除	术后感染
对照组	50	26 (54%)	41 (82%)	13 (26%)
观察组	50	40 (80%)	48 (96%)	5 (10%)
X ²		8.734	5.005	4.336
P 值		0.003	0.025	0.037

4. 讨论

RIRS 是一种安全、精准的微创手术, 适用于各种年龄段患者、多种结石类型以及几乎所有肾脏位置的肾结石, 尤其对于中小尺寸和复杂解剖部位的肾脏结石, 该术式存在显著的优势[2]。然而 RIRS 在临床应用上也存在诸多不足, 包括大结石的清除率较低和术后感染等。

传统的输尿管软镜处理肾结石时依赖于逆向灌注液流动使结石碎片排出, 由于解剖因素, 部分结石碎片易逃逸至肾盏部位, 往往导致手术难度的增大和结石碎片的清理不干净, 增加结石的复发风险。同时, 灌注液的增多也使肾脏压力变大, 进而导致手术风险的提高。一般来说, RIRS 的结石清除率取决于以下因素, 如结石尺寸、结石位置、激光功率和医生的碎石技术等[3]。对于小于 2 cm 的肾结石, RIRS 的清除率最高可超过 90%, 但对于大于 2 cm 的结石, 该术式常无法一次清除所有结石, 其清除率随着结石尺寸的增加而降低[4][5]。传统 RIRS 在处理大尺寸肾结石时可能需要多次手术, 从而增加肾损伤和感染等并发症的风险。可弯曲负压吸引鞘的出现扩大了尿路手术的适应症, 其末端使用薄膜样材料, 并用钢丝弹簧加固, 确保具备良好弯曲能力的同时不会坍塌, 使软镜可抵达传统 RIRS 手术难以抵达的下肾盏部位, 扩大了术中结石的清除范围, 在大于 2 cm 肾结石的处理上比传统 RIRS 具有更好的结果[6]。RIRS 中残余碎片的产生不可避免, 有研究表明直径小于 3 mm 和 2 mm 的结石碎片残留率分别在 10%~15% 和 16.1%, 而当结石碎片的直径小于 1 mm 时, 其残留率达到了惊人的 86%, 目前较为公认的观点将术后尺寸小于 3 mm 的结石残留认为是无意义结石[7][8]。鞘内负压将结石粉末和冲洗液一并吸收, 保障了手术视野的清晰度, 减轻“暴风雪效应”, 避免了术中结石的遗漏, 直径更小的结石碎片通过负压吸出鞘外, 提高结石清除率的同时也降低了手术器械与肾脏间的摩擦[9]。良好的手术视野减少了反复进出输尿管镜的次数, 负压吸引鞘的使用也取代了套石篮的作用, 理论上缩短了手术所需时间, 然而本研究中可负压吸引鞘的使用与传统 RIRS 相比手术时间差异不显著, 笔者在研究之后, 总结了以下几点: (1) 可负压吸引鞘技术运用前期, 外科医生需不断调节鞘管角度和吸引压力的平衡, 将肾脏内多余的灌注液吸出, 确保肾内压力不至于过大, 该操作增加了手术时间。(2) 传统 RIRS 术中部分结石在激光作用下粉末化, 无法使用取石钳夹取, 使手术时间减少, 但结石碎片残留在肾脏中, 导致了复发率的升高。(3) 可弯吸引

鞘方便了外科医生处理肾盏等部位的碎石,但尺寸较大的结石碎片无法通过软镜和导管鞘之间的空间吸出,外科医生往往需要频繁撤回输尿管镜来清除结石,以保证单次手术的无结石率,从而消耗了更多时间[10]。

传统 RIRS 使用的鞘头端较硬,置入肾脏过程中易损伤肾脏,患者术后常伴有血尿,而末端吸引鞘表面的柔性材料对黏膜的损伤作用小,一定程度上起到了对器官的保护作用[11]。传统 RIRS 的另一个主要并发症是感染,正常的生理肾内压为 10 mmHg,肾静脉和肾皮质回流的阈值为 30~45 mmHg,在 RIRS 手术期间,需要使用灌注液保持手术视野清晰,导致肾内压急剧增加至 300 mmHg,高灌注可能将感染性结石的细菌毒素挤压至血液循环,引起败血症风险的增加[12]。可负压吸引有助于在手术期间快速清除冲洗液,保持肾内低压状态,降低术后发热和尿路感染的发生率。但外科医生需及时撤回柔性输尿管镜,否则易导致回流不畅,术中肾内压上升,而在软镜和导管之间的缝隙里积聚的结石碎片过多,也会增加撤镜难度。最新推出的负压吸引鞘附带了灌注和压力监测装置,当鞘间存在结石碎片阻塞,导致肾内压升高时,该装置会立即向外科医生发出警报[13]。

在使用可弯负压吸引鞘联合输尿管软镜进行肾结石的治疗手术时存在一些注意事项:(1) 对于输尿管软镜的选择,是选择可重复性还是一次性的内窥镜,目前尚没有一个明确的指标。考虑到手术中内窥镜易出现磨损,笔者更倾向于使用一次性软镜,且一次性软镜能更大程度的允许导管进行偏转,在实际操作中的可用性更足[14]。(2) 鞘管直径的选择直径影响取石的效率,较小的鞘管直径限制了可回收碎石尺寸,鞘管直径过大则可能导致输尿管出现损伤,尤其是当鞘穿越肾盂输尿管交界处时[15]。本团队使用一次性输尿管软镜配套 9/11Fr 鞘管,和可重复软镜相比,镜体更细,镜鞘比更小,可以增加一期结石的清除率,减少损伤。(3) 负压吸引鞘的存在常常无法通过负压直接将结石吸出,手术中需要保持水流持续灌注,使其在肾脏内部形成涡流,进而利用水流作用将结石冲进鞘内。

可弯负压吸引鞘配合输尿管软镜的碎石技术在肾结石的清除上显出巨大优势,优化了手术效果,避免患者多次碎石手术,节约了医疗资源,增强了患者满意度。同时该技术所需医疗设备已完成国产化,与传统 RIRS 相比,没有增加额外费用。而传统 RIRS 术后结石的残留率高,双 J 管留置时间长,术后感染风险大,更容易产生医患纠纷。目前我们只关注到患者 4 周后的结石残留情况,缺乏更长的随访资料,但从其短期效果来看,可弯负压吸引技术在结石清除上具备更高的效率。可以预料,在未来可弯负压吸引鞘联合输尿管取石术将逐渐取代传统输尿管软镜取石术。

基金项目

安徽省教育厅高校科学研究项目(KJ2021A0335)。

参考文献

- [1] González-Padilla, D.A. (2023) International Alliance of Urolithiasis Guideline on Retrograde Intrarenal Surgery. *BJU International*, **131**, 262-262. <https://doi.org/10.1111/bju.15888>
- [2] Erkoç, M., Bozkurt, M., Sezgin, M.A., Özcan, L., Can, O., Danis, E., et al. (2024) Efficacy of Aspiration-Assisted Ureteral Access Sheath (ClearPETRA) in Retrograde Intrarenal Surgery. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, **34**, 420-424. <https://doi.org/10.1089/lap.2024.0076>
- [3] Shrestha, A., Traxer, O., Seitz, C., Corrales, M., Castellani, D., Chew, B.H., et al. (2024) Assessing Flexible Ureteroscopy Outcomes for Lower Pole versus Non Lower Pole Stones Using the Flexible and Navigable Suction Ureteric Access Sheath: A Prospective Multicenter Study by EAU Endourology and PEARLS Group. *World Journal of Urology*, **43**, Article No. 41. <https://doi.org/10.1007/s00345-024-05384-5>
- [4] Kwok, J., Somani, B., Sarica, K., Yuen, S.K.K., Zawadzki, M., Castellani, D., et al. (2024) Multicenter Outcome Analysis of Different Sheath Sizes for Flexible and Navigable Suction Ureteral Access Sheath (FANS) Ureteroscopy: An EAU Endourology Collaboration with the Global FANS Study Group. *Urolithiasis*, **52**, Article No. 162. <https://doi.org/10.1007/s00240-024-01662-4>

- [5] Zhang, J., Li, B., Li, G., Yang, Z., Ye, N., Liu, Y., *et al.* (2022) Rigid Ureteroscopic Lithotripsy in the Lateral Decubitus Position for Upper Urinary Tract Stones. *BMC Urology*, **22**, Article No. 24. <https://doi.org/10.1186/s12894-022-00977-x>
- [6] Inoue, T., Hamamoto, S., Okada, S., Imai, S., Yamamichi, F., Fujita, M., *et al.* (2022) Pelvicalyceal Anatomy on the Accessibility of Reusable Flexible Ureteroscopy to Lower Pole Calyx during Retrograde Intrarenal Surgery. *International Journal of Urology*, **30**, 220-225. <https://doi.org/10.1111/iju.15091>
- [7] Chen, Y., Li, C., Gao, L., Lin, L., Zheng, L., Ke, L., *et al.* (2022) Novel Flexible Vacuum-Assisted Ureteral Access Sheath Can Actively Control Intrarenal Pressure and Obtain a Complete Stone-Free Status. *Journal of Endourology*, **36**, 1143-1148. <https://doi.org/10.1089/end.2022.0004>
- [8] Wang, Z., Li, H., Zhang, Y., *et al.* (2022) Natural History of Small Residual Renal Stones Post-PCNL: A Prospective Cohort Study. *Urology*, **163**, 78-84.
- [9] 刘辉, 魏勇, 高海峰, 等. 一期输尿管软镜钬激光碎石术联合可弯曲负压吸引鞘治疗 > 2cm 肾结石合并尿路感染的疗效观察[J]. 临床泌尿外科杂志, 2025, 40(3): 284-288.
- [10] Chen, H., Xiao, J., Ge, J. and Liu, T. (2024) Clinical Efficacy Analysis of Tip-Flexible Suctioning Ureteral Access Sheath Combined with Disposable Flexible Ureteroscope to Treat 2-4 cm Renal Stones. *International Urology and Nephrology*, **56**, 3193-3199. <https://doi.org/10.1007/s11255-024-04072-y>
- [11] Fong, K.Y., Yuen, S.K.K., Somani, B.K., Malkhasyan, V., Tanidir, Y., Persaud, S., *et al.* (2025) Assessment of Outcomes and Anatomical Changes in the Upper Urinary Tract Following Flexible Ureteroscopy with a Flexible and Navigable Suction Ureteral Access Sheath: 3-Month Results from a Multicenter Study. *Urology*. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2025.01.029>
- [12] Yuen, S.K.K., Traxer, O., Wroclawski, M.L., Gadzhiev, N., Chai, C.A., Lim, E.J., *et al.* (2024) Scoping Review of Experimental and Clinical Evidence and Its Influence on Development of the Suction Ureteral Access Sheath. *Diagnostics*, **14**, Article 1034. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14101034>
- [13] Zhu, W., Liu, S., Cao, J., Wang, H., Liang, H., Jiang, K., *et al.* (2024) Tip Bendable Suction Ureteral Access Sheath versus Traditional Sheath in Retrograde Intrarenal Stone Surgery: An International Multicentre, Randomized, Parallel Group, Superiority Study. *eClinicalMedicine*, **74**, Article ID: 102724. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102724>
- [14] 朱进, 刘康, 周毅彬, 等. 末端可弯负压吸引鞘联合输尿管软镜碎石术治疗肾结石的疗效观察[J]. 微创泌尿外科杂志, 2024, 13(5): 301-312.
- [15] Fayad, M.K., Fahmy, O., Abulazayem, K.M. and Salama, N.M. (2021) Retrograde Intrarenal Surgery versus Percutaneous Nephrolithotomy for Treatment of Renal Pelvic Stone More than 2 Centimeters: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Urolithiasis*, **50**, 113-117. <https://doi.org/10.1007/s00240-021-01289-9>