

# 使用输尿管通路鞘在逆行肾内输尿管软镜碎石术中的收益

雷祥安<sup>1,2</sup>, 冷松<sup>1,2</sup>, 王晓宁<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>赣南医科大学第一临床医学院, 江西 赣州

<sup>2</sup>赣南医科大学泌尿外科研究所, 江西 赣州

<sup>3</sup>赣南医科大学第一附属医院泌尿外科, 江西 赣州

收稿日期: 2025年4月14日; 录用日期: 2025年5月7日; 发布日期: 2025年5月16日

## 摘要

逆行肾内输尿管软镜碎石术(Retrograde Intrarenal Surgery, RIRS)是一种通过输尿管软镜实施的微创碎石技术, 现已成为各类肾结石的一线或二线治疗方案, 包括>20 mm的结石。随着输尿管通路鞘(Ureteral Access Sheath, UAS)的持续改进, 其在RIRS中的应用价值日益凸显。UAS可通过辅助重复进入上尿路、降低肾内压力、保护输尿管镜、提升结石清除率等机制显著优化手术效果。尽管UAS的置入可能伴随输尿管损伤等风险, 但其临床收益仍备受泌尿外科医生及患者认可。本文系统综述UAS在RIRS中的应用优势及潜在风险, 以期为临床实践提供参考。

## 关键词

输尿管通路鞘, 逆行肾内手术, 输尿管镜

# Benefits of Ureteral Access Sheath in Retrograde Flexible Ureteroscopic Lithotripsy

Xiang'an Lei<sup>1,2</sup>, Song Leng<sup>1,2</sup>, Xiaoning Wang<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>First Clinical Medical College of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

<sup>2</sup>Institute of Urology, Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

<sup>3</sup>Department of Urology, First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: Apr. 14<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 7<sup>th</sup>, 2025; published: May 16<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 雷祥安, 冷松, 王晓宁. 使用输尿管通路鞘在逆行肾内输尿管软镜碎石术中的收益[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 804-809. DOI: 10.12677/acm.2025.1551437

## Abstract

Retrograde Intrarenal Surgery (RIRS) is a minimally invasive lithotripsy technique performed via a flexible ureteroscope, which has become a first- or second-line treatment for various kidney stones, including those > 20 mm in size. With continuous improvements in the Ureteral Access Sheath (UAS), its application value in RIRS has become increasingly prominent. UAS optimizes surgical outcomes through mechanisms such as facilitating repeated access to the upper urinary tract, reducing intrarenal pressure, protecting the ureteroscope, and enhancing stone clearance rates. Although UAS insertion may carry risks like ureteral injury, its clinical benefits are widely recognized by urologists and patients. This article systematically reviews the advantages and potential risks of UAS in RIRS to provide a reference for clinical practice.

## Keywords

UAS, RIRS, Ureteroscope

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. 导言

在过去几十年里,肾结石的外科治疗取得了巨大的技术进步,UAS的发展就是其中之一。使用UAS在RIRS期间可以辅助输尿管软镜进入上尿路。1974年Takayasu和Aso将第一个UAS描述为“导管”[1]。他们用UAS辅助刚性输尿管镜进入近端输尿管。现在,UAS已成为泌尿系统结石及疾病治疗中的关键辅助工具。虽然在UAS的放置过程中可能会导致输尿管血流量减少导致输尿管缺血或在手术过程中直接损伤输尿管,并且UAS可能引起一些围手术期和术后并发症[2]。但是UAS在RIRS期间具有许多不可否认的优点,在RIRS期间使用UAS可以方便反复进入上尿路,降低肾内压力,保护输尿管镜,以及在取出结石碎片时保护输尿管并增加结石清除率。

## 2. UAS辅助输尿管镜重复进入上尿路

与无UAS的RIRS相比使用UAS可以辅助输尿管镜重复进入上尿路,不使用UAS的标准RIRS要求将两根导线插入输尿管:一根作为工作导线通过输尿管镜,另一根作为安全导线,然后取出工作导线以便使用输尿管镜,每次将输尿管镜更换到输尿管中都需要更换第二根导线,操作繁琐且耗时[3]。虽然在不使用工作导线的时候输尿管软镜也可以直接通过膀胱和输尿管口进入输尿管,但是当只有一根安全导丝在没有UAS辅助的情况下进行RIRS的过程中插入输尿管软镜是有挑战性的。并且,在通过膀胱输尿管连接处或髂骨交叉等输尿管狭窄部分时可能会导致输尿管镜在膀胱内弯曲,从而阻碍输尿管软镜的逆行插入[4],并增加了手术成本。临床研究发现,在有UAS辅助的情况下,手术时间相比于没有UAS辅助减少10分钟,并且每例输尿管镜手术可节省350美元的手术室费用,而且若是球囊扩张器来辅助无鞘输尿管镜,与单独放置UAS的患者相比,患者的不良反应通常显著增加[5]。

## 3. UAS在RIRS中降低肾内压力

RIRS术中需依赖加压冲洗系统维持视野清晰,但过高的肾内压力可能导致肾盂静脉回流、肾实质损

伤甚至感染[6]。过高的肾内压还可能导致尿脓毒症或肾包膜下血肿。在生理情况下肾内压和肾盂静脉回流的阈值分别为 5~10 和 40~60 cmH<sub>2</sub>O (即 4~7 和 30~45 mmHg) [7]。一般认为, 术中肾内的安全压力为 <30 mmHg。实验研究证实, 肾内压在 13.6~27.2 cmH<sub>2</sub>O 时将会发生肾盂静脉回流, 并且在 40.8~68 cmH<sub>2</sub>O 肾盂静脉回流会变得明显[8] [9]。动物研究证明, 肾脏承受过高的压力会受到不可逆转的损害[10]。与肾内压低于 122.4 cmH<sub>2</sub>O 相比, 在肾内压高于 204 cmH<sub>2</sub>O 时已经被证明会在猪的肾脏中产生显著的病理变化, 在达到 448.8 cmH<sub>2</sub>O 时会出现到穹窿破裂, 并伴随肾周假性囊肿、腹膜后水肿、纤维脂肪瘤、肾周脓肿和肾周出血等出现, 并且过高的肾内压会导致肾盂尿路上皮剥脱、粘膜下水肿形成和充血[11]。在肾内压迅速增加期间, 肾小管出现明显的空泡化和变性, 以及化生和肾周血管炎的组织学迹象。肾内压过高导致的肾盂静脉回流的一个严重并发症是冲洗液的过度吸收, 并且可能导致液体过载、电解质失衡和心血管的损伤[12]。在 RIRS 期间的冲洗的吸收率通常较低, 这主要是由于仪器口径较小和冲洗通道较小。但是, 高压冲洗系统是通过增加冲洗流量以保持最佳视野, 这可能导致在发生壁面缺陷的情况下出现液体外渗[13]。肾内压过高可能会导致肾盂破裂或细菌入侵, 这也是术后发热、败血症、出血、血肿、尿脓和术后疼痛的危险因素。因此, 在 RIRS 期间需要将肾内压降低, 而在 RIRS 期间降低肾内压力的一种选择是在肾内压稳定的情况下使用 UAS 来增加冲洗流量。在对人类尸体和猪模型的实验室研究中表明, 在各种冲洗压力下与不使用 UAS 相比, 使用 UAS 能够有效降低肾内压[14]。在肾内压稳定的情况下, 与无 UAS 的输尿管镜相比, 有 UAS 的输尿管镜的冲洗流量增加了 35%~80% [15]。在使用输尿管软镜期间 UAS 可以将冲洗液送到肾盂并随后流到肾实质, 从而可以将冲洗的压力降低 57%到 75% [16]。当分别使用 12/14-F 和 10/12F UAS 时, 即使通过输尿管镜施加 200 cmH<sub>2</sub>O (即 147 mmHg)的冲洗压力, 肾内压仍然低于 20 和 30 cmH<sub>2</sub>O (即 15 和 22 mmHg)。肾内压与冲洗液的流入和流出有关, 而冲洗液的流入和流出本身取决于输尿管镜和 UAS 的直径。对于不同大小的 UAS, 使用直径最小的输尿管镜可以达到最低的肾内压和最高的冲洗流出量, 而在输尿管镜相同的情况下, 肾内压力随着 UAS 直径的减小而增加[17]。当 UAS 和输尿管镜的尖端接近时, 可以观察到最高的流入和流出量以及最低的肾内压力。根据病变部位选择合适的 UAS 长度可以降低肾内压力, 增加冲洗流入和流出量。综上所述, UAS 在 RIRS 期间降低肾内压有明显作用。

#### 4. UAS 在 RIRS 中保护输尿管软镜

输尿管软镜作为 RIRS 的核心器械, 输尿管软镜的技术革新已显著改善其操控性能与成像质量, 然而, 临床实践发现可重复使用输尿管软镜仍存在显著的器械损耗问题, 重复使用过程中持续升高的器械损坏率不仅导致维护成本呈指数级增长, 更因器械不可用状态引发的术中设备更换问题, 直接影响手术效率与操作安全性[18]。由于输尿管软镜的脆弱性, 购买和维护输尿管软镜需要花费大量的金钱和时间[19]。因此, 建立有效的器械保护策略以延长输尿管软镜使用寿命已成为泌尿外科领域的重要课题。

在 RIRS 中, 常规应用 UAS 的重要临床价值之一体现在其对输尿管软镜的保护作用。现有研究证实, UAS 的应用通过降低镜体置入过程中的机械阻力, 可有效减少器械尖端应力积累, 从而降低镜体结构性损伤风险并延长其使用寿命。此外, UAS 的使用策略避免了操作器械沿导丝直接推进对工作通道内壁的摩擦损伤, 从力学层面为镜体完整性提供了双重保障[20]。临床对照研究显示, 系统性应用包括 UAS、镍钛合金导引装置及小直径(200 微米)激光光纤在内的辅助工具组合, 可使 7.5F 输尿管软镜单镜使用次数较传统非 UAS 组提升 100% [21]。使用 UAS 避免偏转时的过度应力可能在延长输尿管软镜的使用寿命方面具有显著优势, 基于现有循证医学证据, 建议将 UAS 作为 RIRS 标准化操作流程的重要组成部分 [22]。

## 5. UAS 在 RIRS 中辅助取出结石碎片时保护输尿管并增加结石清除率

肾内手术(RIRS)是非下极肾结石 <20 mm 的首选微创治疗方式,与体外冲击波碎石术相比,该方法具有更高的结石清除率和有效性,同时与经皮肾镜取石术(PCNL)相比,其有着微创性和术后恢复快等优点。虽然所有肾结石患者治疗的主要目的都是完全清除结石,但是在钬激光碎石术后从泌尿系统中取出所有结石碎片是十分非常困难的[23]。一般认为,在 RIRS 中 $\leq 4$  mm 的结石碎片是“无关紧要”,但是结石碎片  $\leq 4$  mm 并不能预测是否需要再次手术,这意味着任何残留的结石碎片都有可能成为以后结石疾病的来源[24]。残留的肾结石碎片可能导致复发性肾绞痛、肾功能衰竭、尿路感染和新的结石形成[25]。使用 UAS 清除 RIRS 产生的结石碎片可以避免结石与输尿管紧密接触从而损伤输尿管。有研究表明,对于可以在输尿管管腔内看到(不嵌入输尿管粘膜内)且直径大于 UAS 直径的光滑残留结石可以结合 UAS 清除残留的结石[26]。使用同轴 UAS 作为冲洗通道可有效清除患者 RIRS 后的结石碎片,并有动物实验表明,结石清除在以下条件下进行了优化:sTFL 激光、14F 输尿管通路鞘和抽吸。这种组合导致 94% 的结石碎片被清除[27];剩余的 6%碎片均 $<2$  mm,可自行排出[28]。

## 6. UAS 在 RIRS 中的风险

虽然 UAS 在 RIRS 中有许多优点,但其带来的一系列风险也不可忽视。有研究表明,使用 UAS 将导致输尿管损伤,主要是输尿管粘膜糜烂并且有少部分人的平滑肌层受累,而男性和老年患者发生与 UAS 相关的严重输尿管损伤的风险更高,这可能与男性泌尿系统更长和老年患者泌尿系统相对脆弱有关。并且,使用 UAS 会引起的输尿管狭窄、腔内压迫可能影响输尿管血流,进而导致输尿管缺血和继发性狭窄[29]。这些问题为外科医生在 RIRS 中使用 UAS 带来了一些挑战。

## 7. 小结与展望

UAS 是泌尿外科医疗设备中一个十分重要的辅助工具,可以提升 RIRS 的手术效果,从而为患者提供更好的治疗。在 RIRS 中使用 UAS 的优点包括:允许输尿管镜重复通过上尿路,同时最大限度地降低肾内压,改善肾内冲洗液的流动和可视化,延长输尿管软镜的使用寿命,在取出结石碎片时保护输尿管并提高结石的清除率,可以获得更好的手术效果。但需注意其潜在的输尿管损伤风险及对较大结石清除率的争议。

未来我们需进一步推动 UAS 技术创新与临床应用优化。一方面,开发更细径、高顺应性且集成智能压力监测功能的 UAS,以平衡肾内压控制与输尿管损伤风险,同时探索可降解材料降低异物残留;另一方面,需建立基于患者解剖特征(如输尿管直径、弯曲度)和结石特性的个体化 UAS 选择标准,并制定循证置入指南。针对并发症防控,可结合影像学或生物标志物评估术后输尿管血供及纤维化风险,开发抗炎或抗瘢痕药物涂层 UAS 以减少远期狭窄。此外,整合 UAS 与新型碎石技术(如脉冲钬激光、抽吸碎石系统)的协同效应有望进一步提升结石清除效率,而长期随访研究则需明确 UAS 对输尿管功能及结石复发率的潜在影响。

## 参考文献

- [1] Takayasu, H. and Aso, Y. (1974) Recent Development for Pyeloureteroscopy: Guide Tube Method for Its Introduction into the Ureter. *Journal of Urology*, **112**, 176-178. [https://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)59675-5](https://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)59675-5)
- [2] Traxer, O. and Thomas, A. (2013) Prospective Evaluation and Classification of Ureteral Wall Injuries Resulting from Insertion of a Ureteral Access Sheath during Retrograde Intrarenal Surgery. *Journal of Urology*, **189**, 580-584. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.08.197>
- [3] Kaplan, A.G., Lipkin, M.E., Scales, C.D. and Preminger, G.M. (2015) Use of Ureteral Access Sheaths in Ureteroscopy.



- Nature Reviews Urology*, **13**, 135-140. <https://doi.org/10.1038/nrurol.2015.271>
- [4] Vanlangendonck, R. and Landman, J. (2004) Ureteral Access Strategies: Pro-Access Sheath. *Urologic Clinics of North America*, **31**, 71-81. [https://doi.org/10.1016/s0094-0143\(03\)00095-8](https://doi.org/10.1016/s0094-0143(03)00095-8)
- [5] Kourambas, J., Byrne, R.R. and Preminger, G.M. (2001) Dose a Ureteral Access Sheath Facilitate Ureteroscopy? *Journal of Urology*, **165**, 789-793. [https://doi.org/10.1016/s0022-5347\(05\)66527-5](https://doi.org/10.1016/s0022-5347(05)66527-5)
- [6] Sener, T.E., Cloutier, J., Villa, L., Marson, F., Buttice, S., Doizi, S., *et al.* (2016) Can We Provide Low Intrarenal Pressures with Good Irrigation Flow by Decreasing the Size of Ureteral Access Sheaths? *Journal of Endourology*, **30**, 49-55. <https://doi.org/10.1089/end.2015.0387>
- [7] Thomsen, H.S. (1984) Pyelorenal Backflow. Clinical and Experimental Investigations. Radiologic, Nuclear, Medical and Pathoanatomic Studies. *Danish Medical Bulletin*, **31**, 438-457.
- [8] Kukreja, R.A., Desai, M.R., Sabnis, R.B. and Patel, S.H. (2002) Fluid Absorption during Percutaneous Nephrolithotomy: Does It Matter? *Journal of Endourology*, **16**, 221-224. <https://doi.org/10.1089/089277902753752160>
- [9] Jung, H. and Osther, P.J.S. (2015) Intraluminal Pressure Profiles during Flexible Ureterorenoscopy. *SpringerPlus*, **4**, 373-377. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1114-4>
- [10] Jung, H.U., Frimodt-Møller, P.C., Osther, P.J. and Mortensen, J. (2006) Pharmacological Effect on Pyeloureteric Dynamics with a Clinical Perspective: A Review of the Literature. *Urological Research*, **34**, 341-350. <https://doi.org/10.1007/s00240-006-0069-x>
- [11] Tokas, T., Herrmann, T.R.W., Skolarikos, A. and Nagele, U. (2018) Pressure Matters: Intrarenal Pressures during Normal and Pathological Conditions, and Impact of Increased Values to Renal Physiology. *World Journal of Urology*, **37**, 125-131. <https://doi.org/10.1007/s00345-018-2378-4>
- [12] Schultz, R.E., Hanno, P.M., Wein, A.J., Levin, R.M., Pollack, H.M. and Van Arsdalen, K.N. (1983) Percutaneous Ultrasonic Lithotripsy: Choice of Irrigant. *Journal of Urology*, **130**, 858-860. [https://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)51533-5](https://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)51533-5)
- [13] Rao, P.N. (1987) Fluid Absorption during Urological Endoscopy. *British Journal of Urology*, **60**, 93-99. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.1987.tb04940.x>
- [14] Moody, T.E., Vaughn, E.D. and Gillenwater, J.Y. (1975) Relationship between Renal Blood Flow and Ureteral Pressure during 18 Hours of Total Unilateral Urethral Occlusion. Implications for Changing Sites of Increased Renal Resistance. *Investigative Urology*, **13**, 246-251.
- [15] Rehman, J., Monga, M., Landman, J., Lee, D.I., Felfela, T., Conradie, M.C., *et al.* (2003) Characterization of Intrapelvic Pressure during Ureteropyeloscopy with Ureteral Access Sheaths. *Urology*, **61**, 713-718. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(02\)02440-8](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(02)02440-8)
- [16] Auge, B.K., Pietrow, P.K., Lallas, C.D., Raj, G.V., Santa-Cruz, R.W. and Preminger, G.M. (2004) Ureteral Access Sheath Provides Protection against Elevated Renal Pressures during Routine Flexible Ureteroscopic Stone Manipulation. *Journal of Endourology*, **18**, 33-36. <https://doi.org/10.1089/089277904322836631>
- [17] De Coninck, V., Keller, E.X., Rodríguez-Monsalve, M., Audouin, M., Doizi, S. and Traxer, O. (2018) Systematic Review of Ureteral Access Sheaths: Facts and Myths. *BJU International*, **122**, 959-969. <https://doi.org/10.1111/bju.14389>
- [18] Al-Balushi, K., Martin, N., Loubon, H., Baboudjian, M., Michel, F., Sichez, P., *et al.* (2019) Comparative Medico-Economic Study of Reusable vs. Single-Use Flexible Ureteroscopes. *International Urology and Nephrology*, **51**, 1735-1741. <https://doi.org/10.1007/s11255-019-02230-1>
- [19] Sarica, K. and Yuruk, E. (2017) Re: The Economic Implications of a Reusable Flexible Digital Ureteroscope: A Cost-Benefit Analysis. *European Urology*, **72**, 652-653. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.05.047>
- [20] Traxer, O., Dubosq, F., Jamali, K., Gattegno, B. and Thibault, P. (2006) New-Generation Flexible Ureterorenoscopes Are More Durable than Previous Ones. *Urology*, **68**, 276-279. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2006.02.043>
- [21] Pietrow, P.K., Auge, B.K., Delvecchio, F.C., Silverstein, A.D., Weizer, A.Z., Albala, D.M., *et al.* (2002) Techniques to Maximize Flexible Ureteroscope Longevity. *Urology*, **60**, 784-788. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(02\)01948-9](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(02)01948-9)
- [22] Multescu, R., Geavlete, B., Georgescu, D. and Geavlete, P. (2014) Improved Durability of Flex-Xc Digital Flexible Ureteroscope: How Long Can You Expect It to Last? *Urology*, **84**, 32-35. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.01.021>
- [23] Danilovic, A., Cavalanti, A., Rocha, B.A., Traxer, O., Torricelli, F.C.M., Marchini, G.S., *et al.* (2018) Assessment of Residual Stone Fragments after Retrograde Intrarenal Surgery. *Journal of Endourology*, **32**, 1108-1113. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0529>
- [24] Chew, B.H., Brotherhood, H.L., Sur, R.L., Wang, A.Q., Knudsen, B.E., Yong, C., *et al.* (2016) Natural History, Complications and Re-Intervention Rates of Asymptomatic Residual Stone Fragments after Ureteroscopy: A Report from the EDGE Research Consortium. *Journal of Urology*, **195**, 982-986. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.11.009>
- [25] Atis, G., Pelit, E.S., Culpun, M., *et al.* (2019) The Fate of Residual Fragments after Retrograde Intrarenal Surgery in

- Long-Term Follow-Up. *Urology Journal*, **16**, 1-5.
- [26] Gur, U., Holland, R., Lask, D.M., Livne, P.M. and Lifshitz, D.A. (2007) Expanding Use of Ureteral Access Sheath for Stones Larger than Access Sheath's Internal Diameter. *Urology*, **69**, 170-172. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2006.09.049>
- [27] Sari, S., Cakici, M.C., Aykac, A., Baran, O., Selmi, V. and Karakoyunlu, A.N. (2020) Outcomes with Ureteral Access Sheath in Retrograde Intrarenal Surgery: A Retrospective Comparative Analysis. *Annals of Saudi Medicine*, **40**, 382-388. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2020.382>
- [28] Jiang, P., Peta, A., Brevik, A., Arada, R.B., Ayad, M., Afyouni, A.S., *et al.* (2022) *Ex Vivo* Renal Stone Dusting: Impact of Laser Modality, Ureteral Access Sheath, and Suction on Total Stone Clearance. *Journal of Endourology*, **36**, 499-507. <https://doi.org/10.1089/end.2021.0544>
- [29] Breda, A., Ogunyemi, O., Leppert, J.T. and Schulam, P.G. (2009) Flexible Ureteroscopy and Laser Lithotripsy for Multiple Unilateral Intrarenal Stones. *European Urology*, **55**, 1190-1197. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2008.06.019>