

输尿管软镜技术处理泌尿系结石的研究进展

孙一乐

复旦大学医学院, 上海

收稿日期: 2023年3月19日; 录用日期: 2023年4月15日; 发布日期: 2023年4月23日

摘要

输尿管软镜(FURS)技术在最近10年有了长足的发展,其适应症也在不断变化。本文就输尿管软镜技术的发展进程进行概述,介绍了输尿管软镜的分类及其技术优势,同时将输尿管软镜技术与其他碎石技术进行了比较,总结了各自的优缺点,并对不同类型输尿管软镜在泌尿系结石中的应用做了归纳,最后讨论了可能出现的并发症。通过复习文献,我们认为随着时代发展和科技进步,输尿管软镜技术在泌尿外科微创治疗的应用前景一定会越来越广阔。

关键词

泌尿系结石, 输尿管软镜, 碎石技术

Progress in the Treatment of Urinary Calculi with Ureteroscopic Technique

Yile Sun

School of Medicine, Fudan University, Shanghai

Received: Mar. 19th, 2023; accepted: Apr. 15th, 2023; published: Apr. 23rd, 2023

Abstract

The technology of flexible ureteroscope (FURS) has made great progress in the past 10 years, and its indications are also changing. This paper summarizes the development process of flexible ureteroscope technology, introduces the classification and technical advantages of flexible ureteroscope, compares the flexible ureteroscope technology with other lithotripsy technologies, summarizes their advantages and disadvantages, and summarizes the application of different types of flexible ureteroscope in urinary calculi, and finally discusses the possible complications. Through reviewing the literature, we believe that with the development of the times and the progress of science and technology, the application prospect of ureteroscopic technique in minimally invasive treatment of urology will be broader.

Keywords

Urinary Calculus, Ureteroscope, Gravel Technology

Copyright © 2023 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

泌尿系结石是泌尿外科常见的疾病之一，其高发病率和复发率严重影响人们的生活质量。根据相关文献报道[1] [2] [3]，泌尿系结石的发病率在北美地区为 7%~13%，欧洲地区为 5%~9%，亚洲地区为 1%~5%，而其复发率更是高达 34%~50% [4]。由于技术限制，以前的治疗手段主要是体外冲击波碎石(Extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)和经皮肾镜碎石取石术(Percutaneous nephrolithotripsy, PCNL)来治疗输尿管上段结石及肾结石，但其有效性及安全性还有待提高[5]。近年来得益于科学技术的进步，泌尿系结石的微创治疗飞速发展，输尿管软镜(FURS)技术被临床上广泛应用。本文就输尿管软镜技术处理泌尿系结石的相关文献进行了回顾，对输尿管软镜的分类及其技术优势、现有治疗方法与输尿管软镜碎石的比较、不同类型输尿管软镜在泌尿系结石中的应用、输尿管软镜的相关并发症进行了综述。

2. 输尿管软镜的分类及其技术优势

目前，FURS 按照成像原理不同主要分为两类：纤维软镜和电子软镜[6]，它们根据工作通道的不同又可分为单通道输尿管软镜和双通道输尿管软镜。同时，根据输尿管软镜是否可以重复使用分为一次性输尿管软镜和可重复使用输尿管软镜。在当前手术微创化的背景下，输尿管软镜技术治疗上尿路结石越来越受到泌尿外科医生的青睐，其是通过人体的自然腔道(尿道、膀胱及输尿管等)到达结石所在位置，联合钬激光进行碎石从而达到治疗的效果。该项技术具有微创、给患者造成的创伤较小以及术后恢复较快等优点，可以直视下对患者进行操作，安全性较高，同时也具有较好的临床疗效[7]。

3. 现有治疗方法与输尿管软镜碎石的比较

3.1. FURS 与 ESWL 比较

随着 FURS 不断应用于临床，其安全性高、有效性好等特点逐渐显现[8]，而 ESWL 具有非侵入性、不需要麻醉等优点。两种技术都是治疗直径小于 2 cm 结石常见的方法，但哪一种是最优治疗方法仍有争议。在一项单中心的随机对照实验中[9]，作者共纳入了 138 名患者(70 例 FURS、68 例 SWL)，与 SWL 相比，排石情况 1 个月时更高(结石 \leq 4 mm: 70.0% vs 45.6%; $p = 0.004$; 无结石残余: 50.0% vs 26.5%; $p = 0.004$)和 6 个月时(结石 \leq 4 mm: 79.7% vs 63.6%; $p = 0.038$; 无结石残余: 59.4% vs 40.9%; $p = 0.032$)。1 年时两组的 SFR 测量值无差异(结石 \leq 4 mm, $p = 0.322$; 无结石残余, $p = 0.392$)。总体并发症具有可比性($p = 0.207$)，但 SWL 组结石 >10 mm 的并发症发生率更高($p = 0.021$)。FURS 具有更好的清除率，但在术后一年两者的清除率没有差异；对于大于 1 cm 的结石，FURS 则具有更低的并发症。LV 等人[10]对两种碎石技术进行系统回顾和荟萃分析发现，对于 1~2 cm 的上尿路结石，相比 ESWL，FURS 有更高的清除率，并且降低了再次手术的几率；但对于 <1 cm 的上尿路结石，FURS 与 ESWL 的治疗效果差异无统计学意义。目前，指南也不再将 SWL 作为治疗直径小于 2 cm 结石的必须首选。考虑到 SWL 大

多作为门诊手术进行，而 FURS 则需要住院治疗；同时 SWL 总手术时间和总住院时间均短于 FURS。因此，对于直径 < 1 cm 的结石，可以考虑优先选择 ESWL 进行治疗，如无效，再采用 FURS 进行处理；结石直径 > 1 cm 时优先选择 FURS 治疗。

3.2. FURS 与 MINI-PCNL 比较

Min-PCNL 作为 PCNL 的微创化体现，具有相当的清除率，但具有出血减少，术后疼痛减轻，住院时间缩短等优点[11]。在 FURS 与 Min-PCNL 治疗上尿路结石疗效的相关研究中[12]，学者对结石直径大于 2 cm 的患者研究发现，FURS 组与 Min-PCNL 组的清除率分别为 81.1% 与 89.5%，差异无统计学意义，但是 Min-PCNL 组的住院时间明显高于 FURS 组。同样的，在另外一项研究中[13]也表明对于 2~2.5 cm 的肾结石，FURS 可达到同 Mini-PCNL 类似的清除率，但可以缩短住院时间，减少并发症；但是对于更大的结石(大于 2.5 cm)，Mini-PCNL 将会是更好的选择。因此，虽然指南上推荐 FURS 来处理 2 cm 以下的结石，但对于一些结石直径大于 2 cm 的患者也可行 FURS 治疗。而针对那些较大直径以及较大质量的结石[14]，还是推荐使用 Mini-PCNL 进行处理。未来仍需要大样本、证据等级更高的临床研究来比较两者的安全性与有效性。

4. 不同类型输尿管软镜在泌尿系结石中的应用

4.1. 双工作通道输尿管软镜

目前在临床上常使用的双工作通道输尿管软镜为 Wolf Cobra 软镜，在使用双通道操作时，一个通道可以用器械套住结石，另一个通道进行碎石，防止了在碎石过程中不断跳动的问题。Bach 及其同事进行的体外研究首次证实了双通道的优势，同单通道输尿管软镜相比，双通道的冲洗流量增加；并且随着工作通道直径的增加，其冲洗流量得到进一步提升[15]。除了由冲洗流量增加而提升的内镜可见度，Haberman 等人的研究表明，同时使用两种器械减少了器械的交换和输尿管镜进入肾脏的次数[16]。最近的一项前瞻性随机研究对比了双通道输尿管软镜和单通道输尿管软镜的安全性和有效性，研究表明同单通道相比，对于肾结石和输尿管近端结石 < 2 cm 的患者，使用双通道输尿管软镜可以缩短碎石时间，提高结石清除率[17]。

4.2. 一次性输尿管软镜

由于可重复使用输尿管镜的购买价格昂贵、后期需要不断维护以及消毒下的脆弱性，一次性输尿管软镜由此而诞生。一次输尿管软镜中的各项参数性能都是完好的，而可重复使用的输尿管镜在多次使用后原有的性能可能会由不同程度下降，导致手术图像质量方面不如一次性输尿管软镜；除此之外也导致了术中需要更多的透视来进行定位导致手术时间延长。但目前许多研究都表明一次性输尿管软镜在安全性、有效性及结石清除率上都和可重复使用输尿管软镜相当[18] [19]。因此，对于本地机构手术量不大以及当地可重复使用输尿管软镜维护成本高的，一次性输尿管软镜是不错的选择。

4.3. 机器人辅助输尿管软镜

在治疗结石时，医务工作者面临的辐射暴露一直是一个严峻的问题，促使着不断寻找减少辐射暴露的方法，机器人辅助输尿管软镜手术是减少辐射暴露的一种有效方法。2008 年 Desai 等将此技术首次在猪模型上进行了动物实验[20]，展现了其良好的实用性。手术者坐在工作台远程控制输尿管软镜鞘来活动内置镜身。在 2011 年一项应用该技术的临床试验中，纳入了 18 例肾结石患者(结石直径 5~15 mm，平均 11.9 mm)，通过远程遥控软镜鞘将结石粉碎，平均机器人操作 41.4 min。但此设计还存在一定缺陷，如过

大的 14F 镜鞘, 过短的进/退镜距离, 缺乏触觉反馈系统等, 需要在后续的研究中继续完善和改进。最近, Shu 等人报道了他们的机器人系统, 该系统基于神经网络的力反馈。在他们的原型系统中, 如果交互轴向力或扭矩分别超过 1.2 N 或 15.6 mN·m, 操作人员可以准确地感受到障碍物[21]。相信不久, 大多数机器人都会具有使用触觉的力反馈系统。Shu 等人的研究标志着提高机器人辅助输尿管软镜手术安全性的最新技术诞生。

5. 并发症

尽管输尿管软镜技术是一种安全、创伤小的技术, 但其存在的并发症仍不可忽视。常见的并发症有出血、感染、输尿管损伤等。该技术常报道的死亡原因是严重的尿源性脓毒症导致的感染性休克[22], 其他常见原因包括多器官衰竭、心律失常、心源性死亡和肺血栓栓塞。这些并发症通常是由于术前准备不充分和对严重情况的处理不当引起的, 例如在没有有效抗感染的情况下处理感染性结石。

据 Geavlete 等人报道[23], 2735 例输尿管镜术后有两例出现膀胱输尿管返流, 但他们没有报道发生这种并发症的机制, 通常认为尿液返流发生与输尿管膀胱开口扩张有关。研究发现, 输尿管膀胱开口扩张至 13.5 F 和 24 F 时, 可能分别导致 10% 和 20% 的病例发生返流。输尿管软镜术后出现膀胱输尿管返流大多数情况下是暂时性的, 如果持续存在, 可以使用粘膜下胶原注射。

6. 小结与展望

近十年来, 随着泌尿外科微创技术的进步和改进, 输尿管软镜技术已在临床上得到广泛应用, 深受泌尿外科医生的喜爱。它在治疗泌尿系结石方面具有疗效好和并发症发生率低的特点, 目前已成为泌尿系结石治疗的一种重要选择。相信在不久的将来, 输尿管软镜技术能进一步的完善, 达到更好的疗效同时进一步降低并发症, 并不断扩大适应症, 造福于患者。

参考文献

- [1] Doizi, S. and Traxer, O. (2018) Flexible Ureteroscopy: Technique, TIPS and Tricks. *Urolithiasis*, **46**, 47-58. <https://doi.org/10.1007/s00240-017-1030-x>
- [2] De Coninck, V., Keller, E.X., Somani, B., et al. (2020) Complications of Ureteroscopy: A Complete Overview. *World Journal of Urology*, **38**, 2147-2166. <https://doi.org/10.1007/s00345-019-03012-1>
- [3] Reis Santos, J.M. (2018) Ureteroscopy from the Recent Past to the Near Future. *Urolithiasis*, **46**, 31-37. <https://doi.org/10.1007/s00240-017-1016-8>
- [4] Giusti, G., Proietti, S., Villa, L., et al. (2016) Current Standard Technique for Modern Flexible Ureteroscopy: Tips and Tricks. *European Urology*, **70**, 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.03.035>
- [5] Secker, A., Rassweiler, J. and Neisius, A. (2019) Future Perspectives of Flexible Ureteroscopy. *Current Opinion in Urology*, **29**, 113-117. <https://doi.org/10.1097/MOU.0000000000000575>
- [6] 夏雨. 输尿管软镜技术进展[J]. 中国微创外科杂志, 2016, 16(2): 168-171. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-6604.2016.02.020>
- [7] Tao, W., Ming, X., Zang, Y., et al. (2022) The Clinical Outcomes of Flexible Ureteroscopy and Laser Lithotripsy (FURSL) for Treatment of the Upper Urinary Tract Calculi. *Journal of X-Ray Science and Technology*, **30**, 123-133. <https://doi.org/10.3233/XST-210992>
- [8] Bagley, D.H. (1987) Flexible Ureteropyeloscopy with Modular, "Disposable" Endo-Scope. *Urology*, **29**, 296-300. [https://doi.org/10.1016/0090-4295\(87\)90074-4](https://doi.org/10.1016/0090-4295(87)90074-4)
- [9] Bosio, A., Alessandria, E., Dalmaso, E., et al. (2022) Flexible Ureterorenoscopy versus Shockwave Lithotripsy for Kidney Stones ≤ 2 cm: A Randomized Controlled Trial. *European Urology Focus*, **8**, 1816-1822. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2022.04.004>
- [10] Lv, G., Qi, W., Gao, H., et al. (2022) Safety and Efficacy of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy vs. Flexible Ureteroscopy in the Treatment of Urinary Calculi: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Surgery*, **9**, Article ID: 925481. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.925481>

- [11] Zeng, G., Cai, C., Duan, X., *et al.* (2021) Mini Percutaneous Nephrolithotomy Is a Noninferior Modality to Standard Percutaneous Nephrolithotomy for the Management of 20-40 mm Renal Calculi: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *European Urology*, **79**, 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2020.09.026>
- [12] Xuan, H., Du, Z., Xia, L., *et al.* (2022) Comparison of Outcomes between Flexible Ureteroscopy and Mini-Percutaneous Nephrolithotomy in the Management of Upper Calyceal Calculi Larger than 2 cm. *BMC Urology*, **22**, 183. <https://doi.org/10.1186/s12894-022-01142-0>
- [13] Lv, G., Wang, K., Zhang, Z., *et al.* (2022) Comparison of Flexible Ureteroscopy and Mini-Percutaneous Nephrolithotomy in the Treatment for Renal Calculi Larger than 2 cm: A Matched-Pair Analysis. *Urolithiasis*, **50**, 501-507. <https://doi.org/10.1007/s00240-022-01336-z>
- [14] Zhang, Y., Li, J., Jiao, J.W., *et al.* (2021) Comparative Outcomes of Flexible Ureteroscopy and Mini-Percutaneous Nephrolithotomy for Pediatric Kidney Stones Larger than 2 cm. *International Journal of Urology: Official Journal of the Japanese Urological Association*, **28**, 650-655. <https://doi.org/10.1111/iju.14532>
- [15] Bach, T., Netsch, C., Herrmann, T.R., *et al.* (2011) Objective Assessment of Working Tool Impact on Irrigation Flow and Visibility in Flexible Ureterorenoscopes. *Journal of Endourology*, **25**, 1125-1129. <https://doi.org/10.1089/end.2010.0739>
- [16] Haberman, K., Ortiz-Alvarado, O., Chotikawanich, E., *et al.* (2011) A Dual-Channel Flexible Ureteroscope: Evaluation of Deflection, Flow, Illumination, and Optics. *Journal of Endourology*, **25**, 1411-1414. <https://doi.org/10.1089/end.2010.0642>
- [17] Brevik, A., Peta, A., Okhunov, Z., *et al.* (2022) Prospective, Randomized Comparison of Dual-Lumen vs Single-Lumen Flexible Ureteroscopes in Proximal Ureteral and Renal Stone Management. *Journal of Endourology*, **36**, 921-926. <https://doi.org/10.1089/end.2022.0037>
- [18] Qi, S., Yang, E., Bao, J., *et al.* (2020) Single-Use versus Reusable Digital Flexible Ureteroscopes for the Treatment of Renal Calculi: A Prospective Multicenter Randomized Controlled Trial. *Journal of Endourology*, **34**, 18-24. <https://doi.org/10.1089/end.2019.0473>
- [19] Jun, D.Y., Cho, K.S., Jeong, J.Y., *et al.* (2022) Comparison of Surgical Outcomes between Single-Use and Reusable Flexible Ureteroscopes for Renal Stone Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, **58**, 1388. <https://doi.org/10.3390/medicina58101388>
- [20] Proietti, S., Dragos, L., Emiliani, E., *et al.* (2017) Ureteroscopic Skills with and without Roboflex Avicenna in the K-Box((R)) Simulator. *Central European Journal of Urology*, **70**, 76-80.
- [21] Shu, X., Hua, P., Wang, S., *et al.* (2022) Safety Enhanced Surgical Robot for Flexible Ureteroscopy Based on Force Feedback. *The International Journal of Medical Robotics + Computer Assisted Surgery: MRCAS*, **18**, e2410. <https://doi.org/10.1002/rcs.2410>
- [22] Hennessey, D.B., Fojecki, G.L., Papa, N.P., *et al.* (2018) Single-Use Disposable Digital Flexible Ureteroscopes: An *ex Vivo* Assessment and Cost Analysis. *BJU International*, **121**, 55-61. <https://doi.org/10.1111/bju.14235>
- [23] Mager, R., Kurosch, M., Hofner, T., *et al.* (2018) Clinical Outcomes and Costs of Reusable and Single-Use Flexible Ureterorenoscopes: A Prospective Cohort Study. *Urolithiasis*, **46**, 587-593. <https://doi.org/10.1007/s00240-018-1042-1>