·综　述·

输尿管软镜碎石取石术中灌注相关问题及护理进展

张亚利[1]，　刘玲[1]，　李丽[2]

1. 四川大学华西天府医院泌尿外科，四川 成都 610000；

2. 四川大学华西医院泌尿外科，四川 成都 610041

摘要：输尿管软镜结石碎石取石术是目前治疗输尿管结石的主要微创手术方法，具有创伤小、住院时间短、手术风险低等优点。但手术过程中需要大量灌注液冲洗，灌注液的控制对术中保证术野清晰和防止周围尿路上皮和肾组织损伤以及术后感染等具有重要意义。本研究就近年关于灌注液控制的相关问题、灌注方法以及护理进展进行分析和总结。

关键词：输尿管结石；输尿管软镜；碎石取石术；钬激光碎石术；灌注液；护理进展

中图分类号：R699.4　R473.6　**文献标识码**：A　**文章编号**：1674-8182(2024)06-0965-04

Progress of perfusion related problems and nursing in flexible ureteroscopic lithotripsy

ZHANG Yali*, LIU Ling, LI Li

*Department of Urology, West China Tianfu Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610000, China

Corresponding author: LIU Ling, E-mail: liuling602008@163.com

Abstract: Flexible ureteroscopic lithotripsy is the main minimally invasive surgery in the treatment of ureteral calculi, with many advantages such as little trauma, short hospitalization time and low surgical risk. However, a large amount of perfusion fluid is required for irrigation during the surgery. The control of perfusion fluid was of great significance to ensure the clarity of the operative field, prevent surrounding urothelium and kidney tissue injury and postoperative infection. Therefore, this study has analyzed and summarized the problems related to perfusion fluid control, perfusion methods, and nursing progress in recent years.

Keywords: Ureteral calculi; Ureteroscopy; Lithotripsy and stone removal surgery; Di laser lithotripsyl; Perfusion fluid; Nursing progress

输尿管结石是泌尿系统的常见病，主要由原发性的肾结石因重力作用或尿道推动下降进入输尿管造成。输尿管软镜结石碎石取石术是目前治疗输尿管结石的主要微创术式之一，在泌尿外科临床应用中已有丰富经验，具有切口小、效率高、恢复快等优势[1]。但在手术过程中需要大量的灌注液进行冲洗，以保证术野的清晰和冲走结石碎屑，因而灌注液控制对保证手术效果具有重要意义。研究指出，输尿管结石碎石取石术后常出现感染、尿源性脓毒血症、肾功能损害、泌尿系统损伤等并发症，这些并发症与术后肾盂内压力增高相关[2-3]。本研究就输尿管软镜结石碎石取石术中灌注相关问题展开综述，并分析其护理进展，以期为临床应用提供新的线索。

1　灌注液流量和压力控制

在术中掌握合适的注水压力，提供清晰的视野以及降低灌注流量和压力至关重要。此外，术中应密切监控患者的呼吸、循环以及心电图情况，以避免冲水过多以及高压灌洗。术中通常需将灌注泵调节至较大压力，有助于输尿管的张开和取出结石。此外，当输尿管黏膜水肿或有息肉增生时也需调大灌注液压力以冲开息肉组织暴露结石。但灌注液流速过大可导致间断喷流影响术野，灌注液压力过高也可导致肾内压增高，含细菌及毒素的灌洗液被吸收，严重影响患者水、电解质内环境的平衡，导致感染、水中毒等并发症[4-5]。当以下两种情况发生时也需将灌注液的压力调整至较低水平：(1) 针对位置在输尿管中下部的结石，应降低灌注液的压力，以防止结石冲回肾脏，导致碎石失败；(2) 当发生感染性结石以及合并脓肾时，应调节灌注液的压力至较低水平，以防止感染扩散。

吊袋灌注是最简单的一种灌注液控制方法，主要通过将灌注液悬挂 1 m 以上高度，依靠液体重力灌注液体。但由于吊袋灌注不能及时排出灌洗液，且需不定时更换吊袋，其临床应用较少。研究发现，吊袋灌注法在体外测定时流量较其它方法最小，且随着液体的不断注入，其流量将进一步降低[6]。

手推注射器灌注法是临床使用最多的一种控制灌注液流量和压力的方法，其通过医师人工推注，以保证肾盂压相对稳

DOI：10.13429/j.cnki.cjcr.2024.06.031

通信作者：刘玲，E-mail：liuling602008@163.com

出版日期：2024-05-20

定和手术视野清晰，具有可控性强、安全性较高等优点。但手推注射器灌注法需不断更换注射器或重新注满注射器，容易进入空气，进而导致血管破损、空气栓塞。有研究报道了一种控制液体灌注的内腔清洗器，其可单手操作并自动充满注射器，从而提高其可操作性[7]。但该注射器是一次性使用产品，价格昂贵，无法推广使用。李武学等[8]报道一种“空气减压”注射器，其可利用压缩空气将灌注压维持在相对稳定的状态，并缓解助手频繁操作带来的手部疲劳。来成军等[9]报道了自制的一种软镜碎石手术用灌注设备及套石篮固定装置，其可实现人工推注、持续灌注及负压吸引等功能，并可由主刀医师一人独立操作完成手术，具有压力可控、调节迅速、高压持续时间短、成本低廉等优点。沈诞等[10]研究报道了一种新型连续灌注可调负压石鞘装置，其通过可变的外鞘长度调控肾盂内压力，有利于减少石块逃逸并快速吸除结石以及血凝块。但该装置无肾盂内压力监控装置，且对医师的熟练度要求较高，临床仍需进一步验证其安全性和可行性。

液压灌注泵是控制灌注液压力和流量最常用的机器，术中通过微电脑控制灌注液流量和压力，在保证视野清晰的同时也提高了碎石效果，特别是对于体积偏大的输尿管结石。灌注液的压力和灌注流速调节上限分别为 200～250 mmHg、300～400 mL/min，以避免间断喷流导致的术野不清晰以及灌注时间过长导致的尿道损伤以及排尿障碍[11-12]。多项研究报道了一种智能控压灌注吸引平台，其通过系统内的压力反馈控制系统智能控制吸引大小以及可测量压力的输尿管软镜鞘，以保证肾盂内压力维持在稳定的水平，解决了传统灌注流量不足、术野不清晰的问题[13-15]。输尿管软镜鞘的使用虽然在一定程度上降低肾内压，但与此同时也带来了更大的输尿管壁损伤风险[16]。因此，泌尿科医师在使用输尿管软镜鞘前应综合考虑其优缺点，以防止相关并发症发生，并最大限度地提高手术效率。

除了以上灌注方法，临床上还可在真空吸引辅助下通过压力调节孔控制肾集合系统内压力[17]。Wu 等[18]通过比较双鞘真空吸引和真空辅助鞘的效果，发现双鞘真空吸引可显著提高取石效率并减少感染并发症。

2　灌注液温度控制

钬激光碎石术是输尿管软镜碎石术中广泛应用的技术，其以钇铝石榴石为激活媒介所产生的能量可使光纤末端与结石之间的水汽化，形成微小的空泡，并将能量传至结石，使结石粉碎成粉末状[19-20]。并且，水吸收了大量的能量，减少手术对周围组织的损伤以达到碎石高效、创伤小、无后遗症、避免再次发作等效果。研究指出，理想的钬激光碎石术应根据患者的不同情况设置脉冲频率、脉冲能量以及脉冲宽度[21]。钬激光的光热机制在粉碎结石的同时，也可能会使周围尿路上皮和肾组织产生热损伤[22-23]。在 40 W 功率的钬激光装置激活仅 10 s 后温度可达到 60 ℃。肾内温度的升高不仅会破坏细胞的基因表达和细胞成分外，还可能导致蛋白质变性，造成不可逆的细胞损伤，进而演变为尿路上皮细胞死亡。一项在猪模型的实验表明，在 40～60 ℃的温度下短时间暴露可促进组织损伤和细胞死亡[24]。另有研究表明，钬激光碎石温度超过 43 ℃会导致细胞毒性作用呈指数级增加[25]。但常规室温下灌洗液可明显加剧患者的热量散失，引发寒战、躁动等不良反应，对于年老合并心血管疾病患者还可能增加不良心血管事件的发生风险[26]。因此，选择合适的灌洗温度，以保持患者体温在安全的范围内至关重要。

研究发现，开放式灌注系统可将温度保持在 45 ℃以下，而使用持续的生理盐水灌洗可充当“散热器”，吸收一部分的激光波长能量[27]。一项在猪模型中的研究证实，与室温或温热生理盐水冲洗相比，输尿管镜激光碎石术中使用 4 ℃的生理盐水冲洗可减缓温度升高，降低峰值温度，延长热损伤时间[28]。同时该研究也指出，低体灌洗液对核心体温没有显著影响，这一论点与以往的研究相悖。Wu 等[29]研究指出，在灌洗液温度为 25 ℃、灌注流速为 30 mL/min 或 60 mL/min 时，连续激活高达 40 W 的钬激光后，肾盂内的温度仍能维持在安全范围内。而在灌洗液温度为 37 ℃冲洗下，32 W 钬激光激活下超过 60 s 肾盂内温度接近甚至超过 43 ℃。

虽然灌洗液可显著抑制钬激光导致的温度升高，但在日常实践过程中输尿管镜的操作通道也会影响灌洗流量。此外，结石可能会随着灌洗液的流动而前后移动，激光对结石聚焦的难度会显著增加，这种情况下临床通常采取的策略为暂停灌洗液灌洗，而这一操作将导致局部温度在钬激光激活下急剧升高。因此，钬激光的连续激活不应超过时间限制，并应留有足够的时间间隔和充分的灌洗，以利于热量散发。到目前为止，没有证据支持输尿管通道鞘可降低肾内温度。但专家普遍认为，使用输尿管通道鞘可改善生理盐水的流入和流出，防止肾内压力进一步升高，从而将温度保持在安全水平[30-31]。

3　护理进展

目前，针对输尿管结石碎石取石术的护理主要集中在预防泌尿系统感染以及肾盂内损伤为主。其护理内容包括避免手术时间>90 min、减少多通道、避免灌洗液流速>500 mL/min 等[32-33]。对于发生输尿管损伤、血尿的患者，术后应保持导尿管通畅，密切关注患者尿液情况。国内一项研究通过在注入灌洗液之前先注入聚维酮碘于肾盏肾盂内，对肾集合系统进行消毒杀菌，进而预防泌尿系统感染[34]。Shabayek 等[35]研究指出，在膀胱内滴注氨茶碱既可使输尿管扩张（对输尿管黏膜造成最小或没有损伤），减少肾盂内压力，还可减少血尿以及疼痛感。

4　小　结

输尿管软镜结石碎石取石术中灌注液的控制在手术治疗效果以及术后并发症预防方面发挥着重要的作用。临床主要针对灌注液流量、压力以及温度进行控制，以保证术野的清晰、防止周围尿路上皮和肾组织损伤以及术后感染等。随着临床实践和理论技术的不断创新，一系列新型的灌注液灌注方法、压力和温度控制方法也在不断更新，其对输尿管软镜结石术后快速恢复具有重要意义。

利益冲突　无

参考文献

[1] Jung HD, Hong YN, Lee JY, et al. A systematic review on comparative analyses between ureteroscopic lithotripsy and shock-wave lithotripsy for ureter stone according to stone size[J]. Medicina, 2021, 57(12): 1369.

[2] 郭营利,俞健,沈俊文.输尿管软镜钬激光碎石术治疗输尿管结石伴肾积水的有效性及安全性分析[J].中华全科医学,2023,21(3):420-422,462.
Guo YL, Yu J, Shen JW. Efficacy and safety of flexible ureteroscopic holmium laser lithotripsy in the treatment of ureteral calculi with hydronephrosis[J]. Chin J Gen Pract, 2023, 21(3): 420-422, 462.

[3] Deng XL, Xie DH, Huang X, et al. Suctioning flexible ureteroscopy with automatic control of renal pelvic pressure versus mini PCNL for the treatment of 2-3-cm kidney stones in patients with a solitary kidney[J]. Urol Int, 2022, 106(12): 1293-1297.

[4] 马诗敏,黄亚胜,杨梅.输尿管软镜下钬激光碎石取石术后患者并发尿脓毒血症的影响因素分析[J].中国医药导报,2022,19(27):76-79.
Ma SM, Huang YS, Yang M. Analysis of influencing factor of urinary sepsis in patients undergoing retrograde intrarenal surgery under flexible ureteroscope[J]. China Med Her, 2022, 19(27): 76-79.

[5] Jarry É, Garot M, Marlière F, et al. Predictive factors of postoperative septic complications after flexible ureteroscopy for urinary stones [J]. Prog Urol, 2022, 32(2): 85-91.

[6] Neto LopesAC, Dall'Aqua V, Carrera RV, et al. Intra-renal pressure and temperature during ureteroscopy: does it matter? [J]. Int Braz J Urol, 2021, 47(2): 436-442.

[7] Tabei T, Ito H, Kobayashi K, et al. Comparison of outcomes between two methods to extract stone fragments during flexible ureteroscopic lithotripsy[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 4526721.

[8] 李武学,赵兴华,许长宝,等."空气减压"注射器注水法在输尿管软镜钬激光碎石术中的应用[J].中国全科医学,2017,20(29):3703-3706.
Li WX, Zhao XH, Xu CB, et al. Application of "air decompression" syringe irrigation in flexible ureteroscopic lithotripsy with holmium laser[J]. Chin Gen Pract, 2017, 20(29): 3703-3706.

[9] 来成军,熊晖,陈修德,等.自制的输尿管软镜碎石手术辅助器械[J].现代泌尿外科杂志,2021,26(1):75-79.
Lai CJ, Xiong H, Chen XD, et al. The self-resembled surgical devices used in retrograde intrarenal stone surgery[J]. J Mod Urol, 2021, 26(1): 75-79.

[10] 沈诞,朱大庆,单立松,等.新型连续灌注可调负压清石鞘装置在经皮肾镜取石术中的应用[J].中国内镜杂志,2022,28(9):7-12.
Shen D, Zhu DQ, Shan LS, et al. Application of a novel variable-mini-percutaneous nephrolithotomy system for percutaneous nephrolithotomy[J]. China J Endosc, 2022, 28(9): 7-12.

[11] Solano C, Chicaud M, Kutchukian S, et al. Optimizing outcomes in flexible ureteroscopy: anarrative review of suction techniques[J]. J Clin Med, 2023, 12(8): 2815.

[12] Chen H, Qiu XX, Du CC, et al. The comparison study of flexible ureteroscopic suctioning lithotripsy with intelligent pressure control versus minimally invasive percutaneous suctioning nephrolithotomy in treating renal calculi of 2 to 3 cm in size[J]. Surg Innov, 2019, 26(5): 528-535.

[13] Du CC, Song LM, Wu XY, et al. A study on the clinical application of a patented perfusion and suctioning platform and ureteral access sheath in the treatment of large ureteral stones below L4 level[J]. Int Urol Nephrol, 2019, 51(2): 207-213.

[14] Zhong YM, Xie DH, Luo CX, et al. Clinical application of flexible ureteroscopic sheath with controllable intraluminal pressure in treating ureteral stones[J]. Asian J Urol, 2023, 10(2): 166-171.

[15] Gao XJ, Zhang ZD, Li XW, et al. High stone-free rate immediately after suctioning flexible ureteroscopy with Intelligent pressure-control in treating upper urinary tract calculi[J]. BMC Urol, 2022, 22(1): 180.

[16] Villa L, Dioni P, Candela L, et al. Understanding the role of ureteral access sheath in preventing post-operative infectious complications in stone patients treated with ureteroscopy and Ho: YAG laser lithotripsy: results from a tertiary care referral center[J]. J Clin Med, 2023, 12(4): 1457.

[17] 陈玉军,匡仁锐,高亮,等.可弯曲真空辅助输尿管导引鞘在逆行肾内碎石术中的初步应用经验[J].中华泌尿外科杂志,2022,43(6):447-450.
Chen YJ, Kuang RR, Gao L, et al. Preliminary experience of flexible vacuum-assisted ureteral access sheath(FV-UAS) in retrograde intrarenal lithotripsy[J]. Chin J Urol, 2022, 43(6): 447-450.

[18] Wu ZH, Liu TZ, Wang XH, et al. Double-sheath vacuum suction versus vacuum-assisted sheath minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for management of large renal stones: single-center experience[J]. World J Urol, 2021, 39(11): 4255-4260.

[19] He Y, Feng YG, He J, et al. Effects of irrigation fluid temperature during flexible ureteroscopic holmium laser lithotripsy on postoperative fever and shivering: a randomized controlled trial[J]. BMC Urol, 2021, 21(1): 72.

[20] Petzold R, Miernik A, Suarez-Ibarrola R. *In vitro* dusting performance of a new solid state thulium laser compared to holmium laser lithotripsy[J]. J Endourol, 2021, 35(2): 221-225.

[21] Lopes AC Neto.Which is the best way to treat a stone on a flexible ureterorrenoscopy? Opinion: dusting[J]. Int Braz J Urol, 2017, 43(5): 802-804.

[22] Liu B, Fu LY, Lu TT, et al. Comparison of efficacy and safety of laparoscopic holmium laser lithotripsy and laparoscopic bile duct exploration for bile duct stones: a systematic review and meta-analysis. World J Surg, 2023, 47(7): 1809-1820.

[23] Belle JD, Chen R, Srikureja N, et al. Does the novel thulium fiber laser have a higher risk of urothelial thermal injury than the conventional holmium laser in an *in vitro* study? [J]. J Endourol, 2022, 36(9): 1249-1254.

[24] Aldoukhi AH, Hall TL, Ghani KR, et al. Caliceal fluid temperature during high-power holmium laser lithotripsy in an *in vivo* porcine model[J]. J Endourol, 2018, 32(8): 724-729.

（下转第 971 页）

2017-2022.
Zhang Q, Yan JZ, Ma XF, et al. Study on the implementation of American post-marketing re-evaluation of drugs legal system and its enlightenment to China[J]. China Pharm, 2019, 30(15): 2017-2022.

[5] 胡煜雯,胡济民.美国医疗器械"522 上市后监测研究"介绍与启示[J].中国医疗器械信息,2018,24(11):1-2,6.
Hu YW, Hu JM. Introduction and revelation of "522 postmarket surveillance studies" of medical device in the U.S[J]. China Med Device Inf, 2018, 24(11): 1-2, 6.

[6] 孙鑫,谭婧,唐立,等.基于真实世界证据的上市后药品评价技术框架体系:思考与建议[J].中国循证医学杂志,2018,18(4):277-283.
Sun X, Tan J, Tang L, et al. How to use real-world evidence to inform post-marketing drug evaluation: a proposal for conceptual framework[J]. Chin J Evid Based Med, 2018, 18(4): 277-283.

[7] 刘佳.上市后有效性研究科学指导原则[J].中国药物警戒,2017,14(8):507-512.
Liu J. Scientific guiding principles of post-marketing effectiveness research[J]. Chin J Pharmacovigil, 2017, 14(8): 507-512.

[8] 赵建中,谢松梅,杨进波,等.不同国家药品上市后研究管理现状比较[J].中国新药杂志,2014,23(22):2589-2592.
Zhao JZ, Xie SM, Yang JB, et al. Comparison of drug post-marketing studies among the different agencies[J]. Chin J N Drugs, 2014, 23(22): 2589-2592.

[9] 罗雪燕,赖寒,陈绍成,等.美国药品上市后研究的监管制度及其对我国的启示[J].中国药房,2017,28(31):4330-4334.
Luo XY, Lai H, Chen SC, et al. Supervision system on drug post-marketing research in America and its enlightenments to China[J]. China Pharm, 2017, 28(31): 4330-4334.

[10] 孟康康,孙楠,董铎.日本药品上市后监测与评价制度研究[J].中国药物警戒,2021,18(10):944-948.
Meng KK, Sun N, Dong D. Post-marketing monitoring and evaluation system in Japan[J]. Chin J Pharmacovigil, 2021, 18(10): 944-948.

[11] 任经天.浅谈我国药品上市后临床研究的监管[J].中国药物警戒,2007,4(2):68-74.
Ren JT. Discussion on monitoring of drug post-marketing clinical study in China[J]. Chin J Pharmacovigil, 2007, 4(2): 68-74.

[12] 陈玉欢,凌霄,李春晓,等.中药上市后临床再评价研究思路探讨[J].中国新药杂志,2021,30(24):2262-2267.
Chen YH, Ling X, Li CX, et al. Discussion on research ideas of post-marketing clinical re-evaluation of traditional Chinese medicine[J]. Chin J N Drugs, 2021, 30(24): 2262-2267.

[13] 吴晔,杜晓曦.药品上市后研究的方法学概述[J].药物流行病学杂志,2010,19(4):222-225.
Wu Y, Du XX. Methodological overview of post-marketing research of drugs[J]. Chin J Pharmacoepidemiol, 2010, 19(4): 222-225.

[14] 李洪,徐华,洪娜,等.医疗大数据与上市后临床研究的关系[J].中国药物经济学,2019,14(5):35-39.
Li H, Xu H, Hong N, et al. Relationship between big medical data and postmarketing clinical studies[J]. China J Pharm Econ, 2019, 14(5): 35-39.

收稿日期:2023-09-15　**修回日期**:2023-10-18　**编辑**:王宇

(上接第 967 页)

[25] Liang H, Liang LJ, Yu Y, et al. Thermal effect of holmium laser during ureteroscopic lithotripsy[J]. BMC Urol, 2020, 20(1): 69.

[26] Li YN, Liang HS, Feng Y. Prevalence and multivariable factors associated with inadvertent intraoperative hypothermia in video-assisted thoracoscopic surgery: a single-center retrospective study[J]. BMC Anesthesiol, 2020, 20(1): 25.

[27] Rice P, Somani BK, Nagele U, et al. Generated temperatures and thermal laser damage during upper tract endourological procedures using the holmium: yttrium-aluminum-garnet (Ho: YAG) laser: a systematic review of experimental studies[J]. World J Urol, 2022, 40(8): 1981-1992.

[28] Dau JJ, Rezakahn Khajeh N, Hall TL, et al. Chilled irrigation for control of temperature elevation during ureteroscopic laser lithotripsy: *in vivo* porcine model[J]. J Endourol, 2022, 36(3): 403-409.

[29] Wu ZY, Wei JC, Sun CF, et al. Temperature changes of renal calyx during high-power flexible ureteroscopic Moses holmium laser lithotripsy: a case analysis study[J]. Int Urol Nephrol, 2023, 55(7): 1685-1692.

[30] Patel RM, Jiang PB, Karani R, et al. Analysis of ureteral diameter and peristalsis in response to irrigant fluid temperature changes in an *in vivo* porcine model[J]. J Endourol, 2021, 35(8): 1236-1243.

[31] Kaler KS, Lama DJ, Safiullah S, et al. Ureteral access sheath deployment: how much force is too much? initial studies with a novel ureteral access sheath force sensor in the porcine ureter[J]. J Endourol, 2019, 33(9): 712-718.

[32] Peng C, Chen ZZ, Xu J. Risk factors for urinary infection after retrograde upper urinary lithotripsy: implication for nursing[J]. Medicine, 2021, 100(31): e26172.

[33] Mei GH, Jiang WY, Xu WD, et al. Effect of comfort care on pain degree and nursing satisfaction in patients undergoing kidney stone surgery[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(10): 11993-11998.

[34] 王新光,李瑞,夏丁,等.聚维酮碘灌注法经皮肾镜取石术联合负压吸引鞘一期处理结石合并肾积脓[J].临床外科杂志,2020,28(12):1167-1170.
Wang XG, Li R, Xia D, et al. One-stage treatment of calculous pyonephrosis with povidone iodine perfusion PCNL combined with negative pressure aspiration sheath[J]. J Clin Surg, 2020, 28(12): 1167-1170.

[35] Shabayek M, Osman T, Wahb M, et al. Intravesical aminophylline instillation as an alternative for balloon dilatation prior to semi-rigid ureteroscopic management of distal ureteral stones[J]. World J Urol, 2022, 40(7): 1805-1811.

收稿日期:2023-09-11　**修回日期**:2023-10-16　**编辑**:王宇