

# 输尿管镜碎石术后输尿管狭窄防治中国专家共识

中华医学会泌尿外科学分会结石学组

通信作者:高小峰:gxfdoc@sina.com;叶章群:zhangqun\_ye@163.com

基金项目:国家自然科学基金(82270805)

DOI:10.3760/cma.j.cn112330-20251029-00432

尿石症是一种全球性高发疾病,中国成人肾结石患病率高达 6.4%<sup>[1]</sup>。随着内镜技术的迅猛发展,输尿管镜碎石术(ureteroscopic lithotripsy, URL)已成为治疗上尿路结石的主要手段。然而,尽管内镜设备及辅助器械持续更新,URL 术后输尿管狭窄发生率却并未降低,反而呈显著上升趋势,近 5 年数据显示,其总体发生率已由 1.9% 升至 2.7%;尤其在嵌顿性结石患者中,输尿管狭窄发生率可高达 4.9%<sup>[2]</sup>。输尿管狭窄存在诊断滞后、治疗难度高、随访管理困难等挑战;若未及时干预,最终可导致同侧肾功能发生不可逆损伤,甚至完全丧失。本共识立足中国本土临床实践,旨在为降低 URL 术后输尿管狭窄风险提供系统性临床指导。

共识制订方法:围绕 URL 术后输尿管狭窄的高危因素、防控策略、随访管理和治疗方案等核心环节开展文献检索,完成系统性综述;随后,专家小组召开线上会议,明确临床关键问题并设计生成调查问卷;此后通过两轮改良德尔菲调查匿名征集专家意见,以意见同意率  $\geq 75\%$  作为共识达成标准。

## 一、高危因素

### (一) 结石和患者相关风险因素

1. 嵌顿性结石:嵌顿性结石为 URL 术后输尿管狭窄的独立高危因素。结合纳入 43 项研究的分析结果,嵌顿性结石患者腔内碎石治疗术后输尿管狭窄发生风险的比值比(odds ratios, OR)为 7.47( $P = 0.003$ ),是内镜干预术后输尿管狭窄的高危因素之一<sup>[2]</sup>。其风险机制包括结石长期压迫致输尿管慢性炎症和息肉增生、重度肾积水和输尿管扭曲增加术中操作损伤风险,以及黏膜下结石碎屑残留等<sup>[3]</sup>。

2. 结石部位:结石在输尿管的位置与 URL 术后输尿管狭窄发生风险相关。既往文献结果显示,输尿管近段结石行 URL 术后输尿管狭窄风险显著高于远段结石( $OR = 1.6, P = 0.05$ )<sup>[2]</sup>。此外,合并肾

结石和输尿管结石者较单纯部位结石患者术后发生输尿管狭窄的风险更高<sup>[4]</sup>。

3. 结石负荷:当输尿管内结石最大径  $> 2$  cm 时,URL 术后狭窄风险显著升高。2 项国内研究结果证实,结石最大径  $> 2$  cm 者 URL 术后输尿管狭窄风险显著升高<sup>[5-6]</sup>;1 项国际多中心研究结果显示,大结石负荷(结石最大径  $> 2$  cm)患者术后输尿管狭窄发生率达 4.4%,显著高于小结石负荷(结石最大径  $< 2$  cm)患者的 0.17%( $P < 0.001$ )<sup>[7]</sup>。

4. 患者自身相关危险因素(病史、解剖特征、合并症等):输尿管自身特性对 URL 预后具有重要影响,临床中当输尿管存在生理性或解剖性狭窄,导致常规尺寸输尿管镜或输尿管通路鞘(ureteral access sheath, UAS)无法顺利置入时即定义为“困难输尿管”,该情况发生率约为 16%,需通过球囊扩张或预置支架等待二期手术处理,显著增加了手术复杂度和操作风险<sup>[8]</sup>。除输尿管解剖结构外,术前肾脏病情状态也与 URL 手术风险相关,Shen 等<sup>[9]</sup>对 447 例输尿管软镜治疗患者的研究结果显示,术前中重度肾积水患者的 URL 术后输尿管狭窄和术中损伤风险均显著高于轻度肾积水患者。前期治疗史同样会影响 URL 手术的安全性,研究结果显示与直接接受 URL 的患者相比,先接受体外冲击波碎石术(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)但治疗失败、再进行补充性 URL 的患者,其嵌顿性结石发生率(54% 与 15.2%)和黏膜撕裂发生率(12.6% 与 3%)均显著升高,且差异均有统计学意义( $P < 0.0001, P = 0.028$ )<sup>[10]</sup>。此外,特定既往史也需纳入 URL 术后风险评估,盆腔/腹腔放疗史、腹部血管支架置入史等因素,虽目前支持其与 URL 术后输尿管狭窄存在相关性的循证医学证据仍较有限,但该相关性已在欧洲输尿管狭窄相关共识中经专家投票明确为推荐意见<sup>[11]</sup>。本共识经投票表决,同样认同此类因素属于 URL 术后输尿管狭窄的高危因素。

需注意的是,对于糖尿病、高血压病等可能影响肾功能的慢性疾病,其与 URL 术后输尿管狭窄发生风险的关联性,本次讨论尚未达成共识。

**【推荐意见】** ①嵌顿性结石是 URL 术后发生输尿管狭窄的独立高危因素。②输尿管结石的位置与 URL 术后发生输尿管狭窄的风险相关。③输尿管大体积结石(结石最大径 > 2 cm)患者 URL 术后发生输尿管狭窄的风险显著升高。④困难输尿管增加 URL 术后发生输尿管狭窄的风险。⑤下列病史可增加 URL 术后发生输尿管狭窄的风险:患侧既往输尿管手术史、患侧肾重度积水、反复发作的上尿路感染、输尿管结石术前多次 ESWL 治疗、可导致腹膜后纤维化的病史或手术史(如盆腔或腹腔放疗史、腹部血管支架置入史等)。

## (二)操作相关风险因素

1. 输尿管机械性损伤:术中输尿管镜、UAS 等器械操作引发的机械性损伤,是 URL 术后输尿管狭窄的重要危险因素。具体而言,粗径输尿管硬镜的输尿管损伤风险显著高于细径内镜,大口径 UAS 较小口径 UAS 更易增加输尿管重度损伤风险。具体证据如下:①输尿管穿孔和/或黏膜重度损伤,是嵌顿性结石 URL 术后输尿管狭窄重要预测因素<sup>[12]</sup>;②基于 2 461 例患者的临床数据显示,随着输尿管镜尺寸从 F10/10.5 逐步降至 F6/7.5,手术总体并发症发生率和 3 级并发症发生率均呈依次下降的趋势<sup>[13]</sup>;③ 1 项前瞻性随机对照研究结果显示,粗径鞘组输尿管高分级损伤率和总体损伤率均显著高于细径鞘组<sup>[14]</sup>;④动物实验结果表明,相比细径鞘,粗径鞘置入后输尿管血流下降更显著<sup>[15]</sup>。

2. 输尿管结石黏膜下/管壁外移位:结石迁移至输尿管黏膜下或穿透管壁全层,会显著增加输尿管狭窄风险。其具体机制为,移位的结石刺激输尿管局部组织产生炎症反应,进一步诱发结石肉芽肿,最终继发输尿管狭窄<sup>[16]</sup>。

3. 激光相关风险:激光通过直接组织切割和热损伤效应导致输尿管狭窄<sup>[17]</sup>。激光碎石术较气压弹道碎石术显著增加输尿管狭窄风险( $OR = 3.38$ ,  $P = 0.002$ )<sup>[18]</sup>。其风险受多重因素影响:①能量参数。激光功率与脉冲频率越高,输尿管热损伤风险越大,该规律适用于钬激光和铥激光<sup>[19]</sup>。研究结果证实,输尿管镜铥激光碎石术中采用高功率(16 ~ 20 W)、高频率(40 ~ 400 Hz)参数时,输尿管狭窄率

高达 11%,显著高于低功率参数组(平均功率  $\leq 6$  W、频率 5 ~ 15 Hz)的 1%,且两组结石清除率无差异<sup>[20]</sup>。②灌流冷却。激光碎石时释放的热量可致局部温度升高,若灌流不足使局部温度超过 43 °C 安全阈值,可引发输尿管热损伤<sup>[21]</sup>;③激光烧灼输尿管息肉。既往临床研究结果表明,嵌顿性结石常合并输尿管息肉,其中炎性息肉在结石去除后多可自发消退,纤维上皮息肉虽持续存在但通常不增加输尿管狭窄风险,但激光切除息肉会显著增加术后输尿管狭窄的发生风险<sup>[22]</sup>。

**【推荐意见】** ①相较于细径输尿管硬镜和小口径 UAS,粗径输尿管硬镜和大口径 UAS 会显著增加输尿管损伤风险。②结石发生输尿管黏膜下/管壁外移位时,需警惕输尿管狭窄风险的显著升高。③治疗输尿管结石时,激光碎石术较气压弹道碎石术显著增加输尿管狭窄风险;激光功率越高,输尿管热损伤风险越大,且碎石时灌流不足致局部温度超过 43 °C,也会显著增加输尿管狭窄风险。④嵌顿性结石被输尿管息肉包裹时,应避免激光烧灼贴近输尿管壁处息肉,以免增加输尿管狭窄风险。

## 二、防控策略

### (一)术前评估

为精准防控 URL 术后输尿管狭窄风险,需先全面采集患者病史,结合影像学检查完成术前综合评估。首选薄层非增强 CT 作为常规评估手段,若需进一步明确肾盂肾盏和输尿管的解剖细节,可联合增强 CT 或静脉尿路造影检查<sup>[23]</sup>。该影像学方案不仅能清晰呈现结石负荷、尿路解剖结构和肾积水程度,还可通过特定指标预判嵌顿性结石和困难输尿管两类高风险情况,为术中策略优化提供依据。

1. 嵌顿性结石:嵌顿性结石长期滞留于输尿管管腔内,可持续刺激管壁并诱发局部炎症反应,进而导致输尿管壁组织增厚。相关研究结果证实,术前通过薄层 CT 检查测得的输尿管壁厚度,是评估嵌顿性结石发生发展的独立预测因素<sup>[24]</sup>。此外,输尿管壁厚度亦被证实与 URL 的治疗预后具有相关性,能够为术后疗效评估提供参考。然而,目前临床中针对输尿管壁厚度的测量方法尚未形成统一标准,这在一定程度上限制了其临床应用价值,因此亟需建立标准化的测量方案以解决这一问题<sup>[2]</sup>。

2. 困难输尿管:对于困难输尿管患者,术前影像学检查可有效实现风险预判。具体而言,在 CT

尿路造影检查中,当输尿管显影长度不足 50% 时,患者碎石术前置入输尿管支架的风险将增加 4.4 倍<sup>[8]</sup>;另有研究结果表明,通过 CT 测量获得的输尿管远端、髂血管段和上段直径,是预测 UAS 放置困难的独立因素,且输尿管直径越小,UAS 放置困难的发生率越高<sup>[25]</sup>。

**【推荐意见】** ①术前需要对患者病史进行全面采集,从而评估患者 URL 术后输尿管狭窄风险。②推荐薄层非增强螺旋 CT 作为 URL 术前常规影像学评估手段;如需评估肾集合系统和输尿管解剖,建议联合增强 CTU 或静脉尿路造影检查。③术前薄层 CT 检查测量的输尿管壁厚度的有效预测输尿管结石嵌顿和治疗预后。

### (二)术前预处理策略

1. 术前置入输尿管支架管:术前置入输尿管支架管可降低 UAS 相关损伤风险,但会增加患者麻醉暴露次数和支架相关并发症风险。因此,URL 术前不推荐常规置入输尿管支架管,仅当患者存在明确输尿管狭窄,或术前评估预判可能为“困难输尿管”时,可考虑术前置管<sup>[26]</sup>。

2. 术前经皮肾造瘘:既往文献<sup>[27-29]</sup>结果表明,对于合并中重度肾积水的嵌顿性输尿管结石患者,术前经皮肾造瘘可减轻肾积水程度、缓解输尿管扭曲、维持肾内低压,进而降低碎石操作中输尿管损伤的风险,并提高结石清除率。但目前针对此类患者,术前经皮肾造瘘是否能降低 URL 术后输尿管狭窄的发生风险,尚未形成统一共识。

**【推荐意见】** URL 术前不推荐常规置入输尿管支架管;仅在明确输尿管狭窄或预判为“困难输尿管”时,可考虑术前置管。

### (三)URL 适应证评估

URL 虽为输尿管结石的一线治疗方式,但既往研究结果证实其治疗嵌顿性输尿管上段大体积结石时存在明显局限性。与经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)、腹腔镜输尿管切开取石术(laparoscopic ureterolithotomy, LU)相比,URL 治疗此类结石的输尿管狭窄风险显著升高、结石清除率明显降低。研究结果显示,针对输尿管上段最大径 > 1 cm 的结石,URL 的输尿管损伤风险显著高于 PCNL 和 LU<sup>[30]</sup>;同时 URL 的清石率更低、再手术需求更高<sup>[30]</sup>;尤其对于最大径 > 1.5 cm

的嵌顿性输尿管上段结石,URL 的清石率(83.7%)远低于微通道经皮肾镜取石术(97.4%)和 LU(97.5%)<sup>[31]</sup>。

**【推荐意见】** 嵌顿性输尿管上段大体积结石术后发生输尿管狭窄的风险高,术前选择治疗方案时,不应仅局限于 URL,综合评估后还可考虑 PCNL 或 LU。

### (四)核心操作技术

1. “困难输尿管”的处理:针对“困难输尿管”,超细输尿管镜(如 F4.5)在提高进镜成功率、降低球囊扩张需求和输尿管损伤风险方面具有优势。既往文献<sup>[32-33]</sup>结果证实,对于输尿管中下段结石,F4.5 超细输尿管镜相较于 F6 镜,在上述优势基础上还能显著提高清石率。

2. 输尿管硬镜碎石:对于输尿管嵌顿性结石,移位碎石可减少黏膜的直接损伤。若无法整体移位,可采用“剥离至推回”技术——先击碎结石核心使其松动,再用镜体或光纤将结石从结石床剥离,最后推回上段输尿管或肾盂,该操作可进一步降低黏膜直接损伤风险<sup>[34]</sup>。

3. 规范 UAS 应用:UAS 是输尿管软镜碎石术(flexible-URL, f-URL)的重要辅助器械,近年来推广的可弯曲导航负压输尿管鞘(flexible and navigable suction ureteral access sheath, FANS)进一步拓展了 f-URL 的手术适应证<sup>[35]</sup>。但 UAS 相关输尿管损伤需重点关注,具体操作要点如下:①采用输尿管硬镜治疗输尿管结石后,若拟续行输尿管软镜手术,置鞘前需明确输尿管内无结石碎屑残留,防止碎屑被挤压至输尿管黏膜下;针对不合并输尿管结石的肾结石患者,行 f-URL 置鞘前是否需通过输尿管硬镜检查输尿管全程,目前专家组尚未达成共识。②UAS 选择需遵循个体化原则,在保证合适镜鞘直径比的前提下,优先选择小口径以避免过度扩张输尿管。结合既往文献数据<sup>[36-37]</sup>,应用传统 UAS 时建议维持镜鞘直径比  $\leq 0.75$ ,应用 FANS 技术时建议维持镜鞘直径比  $\leq 0.85$ ,该参数设置可降低肾盂内压相关损伤风险。

4. 激光操作关键点:激光参数设置与操作方式显著影响输尿管狭窄风险,临床操作需注意。①能量设置,既往文献<sup>[38-39]</sup>结果建议,在输尿管中行钬激光碎石宜采用功率 10 W 以下的能量设置;钹激光碎石则建议采用最大功率  $\leq 6$  W 的参数设置<sup>[20]</sup>。鉴于不同医疗机构使用的激光碎石机的性能存在

差异,本专家共识未设定具体能量数值,建议在输尿管内碎石时采用低功率设置。②灌流维持,在f-URL术中,灌流维持是关键环节。使用输尿管软镜时需搭配UAS,同时要确保手术全程灌流充足,通过这一操作可避免因灌流不足引发手术区域局部温度急剧升高,从而降低热损伤风险。FANS较传统的UAS能更好地维持肾盂内的液体回流和手术视野清晰,从而降低因激光导致的输尿管损伤风险<sup>[40]</sup>。

5. 术后损伤评估:手术结束前需行输尿管系统性检查(硬镜退镜时直接评估,f-URL在退鞘时进行评估),以明确是否存在术中损伤。前瞻性研究结果表明,不同术式输尿管损伤部位有差异,输尿管硬镜损伤多见于输尿管下段,f-URL损伤好发于输尿管中段和上段<sup>[41-42]</sup>。

**【推荐意见】** ①针对“困难输尿管”,改用超细输尿管镜可提高进镜成功率,降低球囊扩张需求和输尿管损伤风险。②输尿管嵌顿结石建议先移位碎石,减少黏膜直接损伤。③输尿管硬镜术后拟续行软镜手术者,置鞘前需确保输尿管内无结石碎屑残留,防止挤压至黏膜下。④UAS选择需个体化,优先选小口径,以免过度扩张;传统UAS镜鞘直径比建议 $\leq 0.75$ ,采用FANS技术时建议 $\leq 0.85$ ,且FANS较传统UAS更利于维持肾盂液体回流和保持视野清晰,从而降低激光相关输尿管损伤风险。⑤输尿管内激光碎石应采用低功率设置。⑥手术结束前需行输尿管系统性检查,以明确是否存在术中损伤。

### 三、随访管理

URL术后患者的长期随访至关重要。既往研究结果显示,腔内碎石术后输尿管狭窄的发生率可能被严重低估,定期长期随访有助于早期诊断和处理输尿管狭窄,从而保护患者肾功能<sup>[43]</sup>。欧洲专家共识<sup>[11]</sup>建议,内镜碎石术后输尿管狭窄低风险患者至少在支架管拔除后6周进行首次超声随访,且最短随访时间不少于6个月;高风险患者(术前评估或术中操作提示输尿管狭窄风险高)则在支架管拔除后2周首次超声随访,若提示可疑狭窄需进一步行CT尿路造影或肾动态显像检查,并接受长期定期随访。基于临床实践需求,本共识专家更倾向于URL术后患者首次影像学评估统一在双J管拔除后2周内开展,以尽早发现术后输尿管狭窄。

**【推荐意见】** ①URL术后应在双J管拔除后2周内完成首次影像学随访。②URL术后需长期定期随访,以早期发现无症状输尿管狭窄、保护肾功能。③URL术后提示可疑输尿管狭窄时,需进一步行CT尿路造影或肾动态显像检查。

### 四、治疗方案

URL术后输尿管狭窄的治疗需结合输尿管损伤程度、狭窄特征和患者个体情况综合选择,临床常用方案分为内镜治疗、重建性手术和长期支架置入3类。

#### (一)内镜治疗

以球囊扩张术为主,具有操作简便、微创优势,但疗效差于重建手术。一项荟萃分析结果显示,球囊扩张术治疗良性输尿管狭窄的短期(3个月)、长期(6~12个月)成功率分别为60%、54%,狭窄长度 $> 2$  cm或病程 $> 3$ 个月时失败率显著升高<sup>[44]</sup>。针对URL术后输尿管狭窄治疗的相关研究结果也证实,内镜治疗的总体成功率仅为60.9%(狭窄 $\leq 1$  cm者为74.4%)<sup>[45]</sup>,且显著低于输尿管端端吻合术的96.2%( $P < 0.001$ )<sup>[46]</sup>。

#### (二)输尿管重建手术

是治疗长段输尿管狭窄(狭窄长度 $> 2$  cm)的公认金标准,需根据狭窄长度、部位个体化选择术式,常用术式包括输尿管端端吻合术、自体组织补片修复术、肠代输尿管术和输尿管膀胱再植术等<sup>[47-50]</sup>。单中心研究(71例URL术后狭窄患者,中位狭窄长度5.0 cm)结果显示,此类手术的总体成功率达97.2%<sup>[51]</sup>。

#### (三)长期支架置入

主要作为难治性输尿管狭窄的姑息性治疗选择。单中心研究结果显示,涂层金属支架用于URL相关难治性狭窄时,中位随访14个月的通畅率达90.3%,可显著改善肾功能和肾积水<sup>[52]</sup>。

**【推荐意见】** ①若狭窄段长度 $> 2$  cm,建议直接选择输尿管重建手术。②输尿管镜球囊扩张治疗失败1次后,建议不再尝试该方式,应改行输尿管重建手术。③不推荐长期放置支架管,仅在重建手术失败或手术风险较高时,可将其作为姑息性治疗手段。④当内镜治疗与重建手术均失败时,可考虑长期支架置入或经皮肾造瘘术作为姑息性治疗选择。

执笔专家:彭泳涵(海军军医大学第一附属医院)、余斌(华中科技大学同济医学院附属同济医院)、詹立同(海军军医大学第一附属

医院)、张东祥(海军军医大学第一附属医院)、高小峰(海军军医大学第一附属医院)

指导专家:叶章群(华中科技大学同济医学院附属同济医院)

参与讨论和审定专家(按姓氏汉语拼音字母排序):陈斌(厦门大学附属第一医院)、高小峰(海军军医大学第一附属医院)、郝宗耀(安徽医科大学第一附属医院)、李兵(武汉大学中南医院)、李建兴(北京清华长庚医院)、麦海星(解放军总医院)、彭泳涵(海军军医大学第一附属医院)、王刚(北京大学第一医院)、王坤杰(四川大学华西医院)、吴文起(广州医科大学附属第二医院)、许长宝(郑州大学第二附属医院)、许可慰(中山大学孙逸仙纪念医院)、叶章群(华中科技大学同济医学院附属同济医院)、俞蔚文(浙江省人民医院)、余斌(华中科技大学同济医学院附属同济医院)、曾国华(广州医科大学附属第一医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Zeng G, Mai Z, Xia S, et al. Prevalence of kidney stones in China: an ultrasonography based cross-sectional study [J]. *BJU Int*, 2017, 120: 109-116. DOI: 10.1111/bju.13828.
- [2] Moretto S, Saita A, Scoffone CM, et al. Ureteral stricture rate after endoscopic treatments for urolithiasis and related risk factors: systematic review and meta-analysis [J]. *World J Urol*, 2024, 42: 234. DOI: 10.1007/s00345-024-04933-2.
- [3] Dean NS, Millan B, Uy M, et al. Ureteral wall thickness is an effective predictor of ureteral stone impaction and management outcomes: a systematic review and Meta-analysis [J]. *J Urol*, 2023, 210: 430-437. DOI: 10.1097/JU.0000000000003561.
- [4] Sunaryo PL, May PC, Holt SK, et al. Ureteral strictures following ureteroscopy for kidney stone disease: a population-based assessment [J]. *J Urol*, 2022, 208: 1268-1275. DOI: 10.1097/JU.0000000000002929.
- [5] 吴佳成, 姜力, 陆雅君. 经尿道输尿管镜治疗输尿管结石后发生输尿管狭窄的危险因素分析 [J]. *国际泌尿系统杂志*, 2019, 39: 505-509. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4416.2019.03.034.
- [6] 张冠英, 徐云, 余泉峰, 等. 输尿管镜钬激光碎石术后输尿管狭窄的危险因素分析及再次手术的术式选择策略 [J]. *腹腔镜外科杂志*, 2023, 28: 859-866. DOI: 10.13499/j.cnki.fjwkzz.2023.11.859.
- [7] El-Abd AS, Suliman MG, Abo Farha MO, et al. The development of ureteric strictures after ureteroscopic treatment for ureteric calculi: A long-term study at two academic centres [J]. *Arab J Urol*, 2014, 12: 168-172. DOI: 10.1016/j.aju.2013.11.004.
- [8] Viers BR, Viers LD, Hull NC, et al. The difficult ureter: clinical and radiographic characteristics associated with upper urinary tract access at the time of ureteroscopic stone treatment [J]. *Urology*, 2015, 86: 878-884. DOI: 10.1016/j.urology.2015.08.007.
- [9] Shen Y, Xiang A, Shao S. Preoperative hydronephrosis is a predictive factor of ureteral stenosis after flexible ureteroscopy: a propensity scores matching analysis [J]. *BMC Urol*, 2021, 21: 153. DOI: 10.1186/s12894-021-00917-1.
- [10] Demirelli E, Ogreden E, Tok DS, et al. Complementary ureterorenoscopy after extracorporeal shock wave lithotripsy in proximal ureteral stones: success and complications [J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2022, 68: 1068-1072. DOI: 10.1590/1806-9282.20220237.
- [11] Moretto S, Saita A, Scoffone CM, et al. An international delphi survey and consensus meeting to define the risk factors for ureteral stricture after endoscopic treatment for urolithiasis [J]. *World J Urol*, 2024, 42: 412. DOI: 10.1007/s00345-024-05103-0.
- [12] Tonyali S, Yilmaz M, Tzelves L, et al. Predictors of ureteral strictures after retrograde ureteroscopic treatment of impacted ureteral stones: a systematic literature review [J]. *J Clin Med*, 2023, 12: 3603. DOI: 10.3390/jcm12103603.
- [13] Kilinc MF, Doluoglu OG, Karakan T, et al. The effect of ureteroscopy size in the treatment of ureteral stone: 15-year experience of an endoscopist [J]. *Turk J Urol*, 2016, 42: 64-69. DOI: 10.5152/tud.2016.84594.
- [14] Aykanat C, Balci M, Senel C, et al. The impact of ureteral access sheath size on perioperative parameters and postoperative ureteral stricture in retrograde intrarenal surgery [J]. *J Endourol*, 2022, 36: 1013-1017. DOI: 10.1089/end.2021.0751.
- [15] Lallas CD, Auge BK, Raj GV, et al. Laser doppler flowmetric determination of ureteral blood flow after ureteral access sheath placement [J]. *J Endourol*, 2002, 16: 583-590. DOI: 10.1089/089277902320913288.
- [16] Dretler SP, Young RH. Stone granuloma: a cause of ureteral stricture [J]. *J Urol*, 1993, 150: 1800-1802. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)35899-8.
- [17] 中华医学会泌尿外科学分会结石学组, 中华医学会泌尿外科学分会激光学组, 中国泌尿系结石联盟. 钬激光在尿路结石治疗中的规范应用中国专家共识 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2022, 43: 721-724. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20220909-00498.
- [18] Chen S, Zhou L, Wei T, et al. Comparison of holmium: YAG laser and pneumatic lithotripsy in the treatment of ureteral stones: an update meta-analysis [J]. *Urol Int*, 2017, 98: 125-133. DOI: 10.1159/000448692.
- [19] Sierra A, Corrales M, Kolvatzis M, et al. Thermal injury and laser efficiency with holmium yag and thulium fiber laser-an in vitro study [J]. *J Endourol*, 2022, 36: 1599-1606. DOI: 10.1089/end.2022.0216.
- [20] Villani R, Liernur TD, Windisch OL, et al. With great power comes great risk: High ureteral stricture rate after high-power, high-frequency Thulium fiber laser lithotripsy in ureteroscopy [J]. *World J Urol*, 2025, 43: 232. DOI: 10.1007/s00345-025-05553-0.
- [21] Gadzhiev N, Aloyan A, Gorgotsky I, et al. Temperature variations with Ho: YAG and thulium fiber lasers, including advanced fragmentation pulse (AFP) technology: an experimental analysis [J]. *World J Urol*, 2025, 43: 309. DOI: 10.1007/s00345-025-05675-5.
- [22] Cho SY, Oh KJ, Jung W, et al. The natural course of incidental ureteral polyp during ureteroscopic surgery: KSER research [J]. *BMC Urol*, 2023, 23: 101. DOI: 10.1186/s12894-023-01249-y.
- [23] Zeng G, Traxer O, Zhong W, et al. International Alliance of Urolithiasis guideline on retrograde intrarenal surgery [J]. *BJU Int*, 2023, 131: 153-164. DOI: 10.1111/bju.15836.
- [24] Wei H, Shi X, Xu C, et al. Predictive value of NCCT quantitative analysis for proximal and middle impacted ureteral stones [J]. *Urolithiasis*, 2024, 52: 120. DOI: 10.1007/s00240-024-01616-w.
- [25] Cakiroglu B, Avcı AE, Uyanık BS, et al. The role of preoperative ureteral diameter measurements in predicting difficult access during retrograde intrarenal surgery: a retrospective analysis of 234 patients [J]. *Urolithiasis*, 2025, 53: 104. DOI: 10.1007/s00240-025-01754-9.
- [26] 上海市医学会泌尿外科学分会结石学组, 中华医学会杂志社指南与标准研究中心指南评级泌尿外科学专委会, 高小峰. 上尿路结石相关输尿管支架管应用上海专家共识(2023版) [J]. *上海医学*, 2024, 47: 8-17. DOI: 10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2024.01.002.
- [27] 中华医学会泌尿外科学分会结石学组, 中国泌尿系结石联盟. 负压技术在输尿管镜治疗上尿路结石应用的中国专家共识(2023年) [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2023, 38: 565-568. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1420.2023.08.001.
- [28] Alhefnawy MA, Abdelrahman MFI, Abo-Elnasr HA, et al. Ureteral access sheath or percutaneous nephrostomy during flexible ureteroscopy: which is better? [J]. *Urolithiasis*, 2025, 53: 18. DOI: 10.1007/s00240-024-01683-z.

- [29] Anan G, Kudo D, Matsuoka T, et al. The impact of preoperative percutaneous nephrostomy as a treatment strategy before flexible ureteroscopy for impacted upper ureteral stones with hydronephrosis [J]. *Transl Androl Urol*, 2021, 10: 3756-3765. DOI: 10.21037/tau-21-547.
- [30] Lai S, Jiao B, Diao T, et al. Optimal management of large proximal ureteral stones (> 10 mm): a systematic review and meta-analysis of 12 randomized controlled trials [J]. *Int J Surg*, 2020, 80: 205-217. DOI: 10.1016/j.ijso.2020.06.025.
- [31] Guler Y, Erbin A. Comparative evaluation of retrograde intrarenal surgery, antegrade ureterorenoscopy and laparoscopic ureterolithotomy in the treatment of impacted proximal ureteral stones larger than 1.5 cm [J]. *Cent European J Urol*, 2021, 74: 57-63. DOI: 10.5173/ceju.2021.0174.R1.
- [32] Soylemez H, Yildirim K, Utangac MM, et al. A new alternative for difficult ureter in adult patients: no need to dilate ureter via a balloon or a stent with the aid of 4.5F semirigid ureteroscope [J]. *J Endourol*, 2016, 30: 650-654. DOI: 10.1089/end.2016.0118.
- [33] Omar M, Dorrah M, Khalifa A, et al. Randomized comparison of 4.5/6 Fr versus 6/7.5 Fr ureteroscopes for laser lithotripsy of lower/middle ureteral calculi: towards optimization of efficacy and safety of semirigid ureteroscopy [J]. *World J Urol*, 2022, 40: 3075-3081. DOI: 10.1007/s00345-022-04173-2.
- [34] Yamashita S, Inoue T, Kohjimoto Y, et al. Comprehensive endoscopic management of impacted ureteral stones: Literature review and expert opinions [J]. *Int J Urol*, 2022, 29: 799-806. DOI: 10.1111/iju.14908.
- [35] Zeng G, Jiang K, Liu S, et al. Flexible ureteroscopy with a flexible and navigable suction ureteral access sheath versus mini-percutaneous nephrolithotomy for treatment of 2-3 cm renal stones: an international, multicenter, randomized, noninferiority Trial [J]. *Eur Urol*, 2025, 88: S0302-2838 (25) 00343-4. DOI: 10.1016/j.eururo.2025.06.001.
- [36] Fang L, Xie G, Zheng Z, et al. The effect of ratio of endoscope-sheath diameter on intrapelvic pressure during flexible ureteroscopic lasertripsy [J]. *J Endourol*, 2019, 33: 132-139. DOI: 10.1089/end.2018.0774.
- [37] Shi J, Huang T, Song B, et al. The optimal ratio of endoscope-sheath diameter with negative-pressure ureteral access sheath: an in vitro research [J]. *World J Urol*, 2024, 42: 122. DOI: 10.1007/s00345-024-04815-7.
- [38] Juliebo-Jones P, Somani BK, Gjengsto P, et al. Holmium and thulium fiber laser safety in endourological practice: what does the clinician need to know? [J]. *Curr Urol Rep*, 2023, 24: 409-415. DOI: 10.1007/s11934-023-01168-3.
- [39] Liang H, Liang L, YU Y, et al. Thermal effect of holmium laser during ureteroscopic lithotripsy [J]. *BMC Urol*, 2020, 20: 69. DOI: 10.1186/s12894-020-00639-w.
- [40] 谢怡杰, 丁美旋, 龚赫, 等. 可弯曲负压吸引鞘与普通输尿管鞘联合输尿管软镜治疗上尿路结石疗效和安全性的荟萃分析 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2024, 45: 767-775. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20240827-00385.
- [41] Traxer O, Thomas A. Prospective evaluation and classification of ureteral wall injuries resulting from insertion of a ureteral access sheath during retrograde intrarenal surgery [J]. *J Urol*, 2013, 189: 580-584. DOI: 10.1016/j.juro.2012.08.197.
- [42] Simsek A, Duran MB, Aydin M, et al. Evaluation of ureteral injury using the PULS grading system in patients undergoing semi-rigid and flexible ureteroscopy [J]. *World J Urol*, 2025, 43: 176. DOI: 10.1007/s00345-025-05461-3.
- [43] Sutherland TN, Pearle MS, Lotan Y. How much is a kidney worth? Cost-effectiveness of routine imaging after ureteroscopy to prevent silent obstruction [J]. *J Urol*, 2013, 189: 2136-2141. DOI: 10.1016/j.juro.2012.12.059.
- [44] Lu C, Zhang W, Peng Y, et al. Endoscopic balloon dilatation in the treatment of benign ureteral strictures: a meta-analysis and systematic review [J]. *J Endourol*, 2019, 33: 255-262. DOI: 10.1089/end.2018.0797.
- [45] Xiong M, Zhu X, Chen D, et al. Post ureteroscopic stone surgery ureteral strictures management: a retrospective study [J]. *Int Urol Nephrol*, 2020, 52: 841-849. DOI: 10.1007/s11255-020-02375-4.
- [46] 廖文彪, 杨嗣星, 宋超, 等. 输尿管镜钬激光碎石术后输尿管狭窄的处理方法: 5 年单中心回顾性研究 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2021, 42: 910-914. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20200324-00224.
- [47] Liang C, Wang J, Hai B, et al. Lingual mucosal graft ureteroplasty for long proximal ureteral stricture: 6 years of experience with 41 cases [J]. *Eur Urol*, 2022, 82: 193-200. DOI: 10.1016/j.eururo.2022.05.006.
- [48] Morra I, Busacca G, Ornaghi PI, et al. Vesical mucosal graft for the treatment of ureteral strictures with a total robot-assisted approach [J]. *Eur Urol*, 2025, 88: 293-300. DOI: 10.1016/j.eururo.2025.04.016.
- [49] Yang K, Fan S, Wang J, et al. Robotic-assisted lingual mucosal graft ureteroplasty for the repair of complex ureteral strictures: technique description and the medium-term outcome [J]. *Eur Urol*, 2022, 81: 533-540. DOI: 10.1016/j.eururo.2022.01.007.
- [50] Yang K, Wang X, Xu C, et al. Totally intracorporeal robot-assisted unilateral or bilateral ileal ureter replacement for the treatment of ureteral strictures: technique and outcomes from a single center [J]. *Eur Urol*, 2023, 84: 561-570. DOI: 10.1016/j.eururo.2023.04.022.
- [51] 余霄腾, 黄奕瑄, 李新飞, 等. 结石相关输尿管狭窄的上尿路修复手术技术与临床结局 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2025, 57: 670-675. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2025.04.007.
- [52] 张春龙, 王明瑞, 王起, 等. 覆膜金属输尿管支架维持性治疗输尿管镜碎石术后难治性输尿管狭窄的远期疗效评价 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2022, 54: 674-679. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2022.04.015.

(收稿日期: 2025-10-29)

(本文编辑: 裴力雨)