·专家笔谈·

局段金属输尿管支架的临床应用进展、热点、争议与未来展望

胡 浩△,边小龙,徐 涛
(北京大学人民医院泌尿外科,北京大学应用碎石技术研究所,北京 100044)

[摘 要] 输尿管狭窄是导致上尿路梗阻及进行性肾功能损害的常见泌尿系统疾病。近年来,局段金属输尿管支架凭借其长效留置与可靠引流优势,已逐渐成为输尿管狭窄的重要维持性治疗手段。然而,由于狭窄病因的高度异质性,不同类型支架在适应证精准选择、手术植入规范以及远期并发症的防治策略上仍存在显著争议与认知局限。本文结合国内外最新循证医学证据与本中心大样本诊疗经验,系统梳理了局段金属支架在各类输尿管狭窄中的临床应用现状,对目前临床存在的主要争议问题进行深入剖析,并针对各类导致支架失效的并发症提出临床处置策略。

[关键词] 输尿管狭窄;输尿管支架;维持性治疗;覆膜金属输尿管支架;温控记忆合金输尿管支架
[中图分类号] R693 [文献标志码] A [文章编号] 1671-167X(2026)04-0679-07
doi:10.19723/j.issn.1671-167X.2026.04.001

Clinical application progress, hot topics, controversies and future prospects of segmental metallic ureteral stents

HU Hao△, BIAN Xiaolong, XU Tao
(Department of Urology, Peking University People's Hospital; The Institute of Applied Lithotripsy Technology, Peking University, Beijing 100044, China)

SUMMARY Ureteral stricture (US) is a common urological disease with complex etiologies, including benign and malignant lesions, iatrogenic injuries, and idiopathic factors. Without timely intervention, it can lead to upper urinary tract obstruction and progressive, irreversible renal impairment. Traditional reconstructive surgeries are often limited by high technical demands, significant surgical risks, and strict requirements for patient fitness. To address these challenges, segmental metallic ureteral stents (SMUSs) have gained prominence in recent years. Featuring a non-full-length design for targeted support, excellent radial strength, and a large caliber, SMUSs provide reliable drainage and allow for long-term retention. They effectively overcome the common drawbacks of traditional double-J stents, such as frequent encrustation, the need for regular replacement, and severe bladder irritation. Consequently, SMUSs have become a vital maintenance therapy for patients with malignant obstructions or those unsuitable for reconstructive surgery. Moreover, they have shown curative potential by providing long-term efficacy for certain benign strictures. However, due to the high heterogeneity of stricture etiologies, significant controversies and knowledge gaps remain in clinical practice. These mainly pertain to the precise selection of stent types for specific indications, the standardization of surgical implantation, optimal indwelling durations, and strategies for preventing and managing long-term complications. Drawing upon the latest global evidence-based medicine and large-sample follow-up data from our center, this article systematically reviews the clinical application and efficacy differences of SMUSs across malignant, benign, and radiotherapy-induced ureteral strictures. We provide an in-depth analysis of major ongoing clinical controversies and propose practical management strategies for complications leading to stent failure, including stent obstruction, migration, encrustation, recurrent infections, and high-risk ureteral fistulas.
KEY WORDS Ureteral stricture; Ureteral stent; Maintenance therapy; Covered metallic ureteral stent; Thermo-expandable metallic ureteral stent

输尿管狭窄(ureteral stricture,US)是由多种病因导致的输尿管管腔变窄,进而引发以肾盂和输尿管扩张为影像学特征的上尿路梗阻[1]。US 的致病因素复杂多样,其中良性病变(如结石嵌顿、炎症、盆腔疾病等)约占 35%,医源性损伤占 35%,恶性肿瘤(如结直肠或妇科恶性病变)占 10%,而病因未明的特发性狭窄约占 20%[2]。若未获及时干预,持续梗阻可引发患侧腰腹痛、反复上尿路感染,甚至导致患肾功能不可逆受损。

△ Correponding author's e-mail, huhao509@163.com
网络出版时间:2026-06-11 11:12:07 网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20260610.1609.002.html

目前,修复重建手术被认为是US治疗的“金标准”,但除了初治的肾盂成形术及输尿管膀胱再植术等术式外,大多数该类手术操作复杂、技术门槛高,且围手术期风险相对较大[3]。在真实世界中,US的狭窄段部位和长度、局部组织缺血程度、输尿管周围解剖条件、尿路感染状态、上尿路动力学改变,以及原发疾病的进展过程和患者的预期寿命等因素,均呈现出高度的临床异质性与不确定性,这些因素都会影响修复重建手术的难度和失败率。此外,重建手术对患者的年龄及基础体质要求严苛,且部分患者对复杂手术的接受度较低。这些因素均显著限制了重建手术在US患者中的应用。

近年来,结合本中心临床诊疗经验,我们提出可根据治疗目标将US的治疗方式分为治愈性治疗和维持性治疗[4]。治愈性治疗旨在通过手术解除梗阻,使患者无需依赖输尿管支架或肾造瘘的长期留置即可长期保持尿路通畅;维持性治疗则是通过长期留置输尿管支架或肾造瘘,以维持尿液引流。双J管是临床中最常用的输尿管支架,然而,传统的聚合物材质双J管存在易结壳、继发尿路感染以及径向支撑力不足等缺陷,迫使患者必须每3至6个月更换支架。此外,带管期间常伴有明显的膀胱刺激症状,极大地降低了患者的生活质量[5]。针对这一临床痛点,局段金属输尿管支架(segmental metallic ureteral stents,SMUSs)的临床应用日益广泛。局段设计可精准支撑狭窄病灶,不仅避免了全长支架所引发的膀胱刺激症状与不适,还最大程度地减轻了对输尿管正常蠕动的抑制。相较于普通聚氨酯材料,金属材质赋予了其更卓越的径向支撑力,有效克服了易受压变形和留置时间短的弊端;同时,更为宽大的口径也为长期、可靠的尿液引流提供了充分保障。目前SMUSs主要包括两类:覆膜金属输尿管支架(采用镍钛合金管状骨架,具备大口径、自膨胀特性且表面覆盖聚合物薄膜,以Allium支架为代表[6])与温控记忆合金输尿管支架(由具备高生物相容性的镍钛合金丝制成,采用无覆膜设计,以Memokath 051支架为代表[7])。

本文旨在系统梳理SMUSs的临床应用现状,深入剖析当前亟待解决的临床争议与困境,并对未来的研究方向进行展望。

1 SMUSs的临床应用现状

1.1 在恶性输尿管梗阻中的应用

恶性输尿管梗阻(malignant ureteral obstruction,MUO)主要继发于盆腔肿瘤的直接侵犯或恶性肿瘤腹膜后淋巴结转移引发的外源性压迫[8-9]。一项针对MUO患者的大样本生存分析显示,此类患者的一年总体生存率仅为27.2%,中位生存时间仅209天[8]。鉴于MUO患者生存期有限,选择一种能减少二次手术、持久维持引流的方案,对提升生存质量及保障后续的肿瘤全身综合性治疗至关重要[10]。SMUSs凭借卓越的力学特性,已成为MUO维持性治疗的重要手段[11]。

在临床应用中,Allium支架在MUO的长期维持治疗中展现出了可靠的疗效[12]。本中心及多项独立队列研究显示,在长期随访(中位随访10~18个月,最长达3年)中,Allium支架的累积通畅率稳定,可达90.0%以上,并能显著减轻肾积水、改善患侧肾功能[9,13-14]。针对盆腔肿瘤所致的复杂梗阻,有学者采用了“斜跨位(斜仰卧-截石位)上下联通”的创新术式,不仅提高了极难病例的置入成功率,在术后平均(12.1±5.8)个月的随访中,其总体通畅率亦高达96.6%[15]。输尿管支架症状问卷(ureteral stent symptom questionnaire,USSQ)量表评估提示,Allium支架能显著缓解躯体疼痛及排尿症状,保证患者生活质量[9]。其特殊的覆膜设计有效阻挡了肿瘤或组织内生,并大幅降低了结壳发生率[16]。

与Allium支架不同,Memokath 051支架维持性治疗MUO的临床数据并不理想[17]。在MUO患者中,Memokath 051支架的中位有效随访时间为5.2个月,治疗失败率为64.6%[17]。其失效机制主要在于无覆膜结构的设计使线圈间缺乏物理屏障,肿瘤或增生组织极易穿透间隙长入管腔,进而引发管腔闭塞[18]。

1.2 在良性US中的应用

良性US的常见病因包括输尿管嵌顿性结石术后、腹盆腔手术等医源性损伤,以及特发性腹膜后纤维化、子宫内膜异位症、特异性感染和输尿管重建术后再狭窄等[19-21]。随着泌尿外科腔内微创技术的发展,医源性损伤导致的US发生率呈逐渐上升趋势[22]。与MUO侧重维持引流不同,良性病变的治疗核心在于尽可能永久解除梗阻并长效保护肾功能[23]。由于修复重建手术的治愈率更高,因此仍是有治愈可能患者的首选治疗方案,目前普遍共识还是将支架应用于不适合或不愿接受输尿管修复重建手术的患者。根据狭窄的复杂程度,国内学者将其分为简单性狭窄(单发、长度≤2 cm、无严重血运障碍)和复杂性狭窄(长度>2 cm的

长段或多节段狭窄、闭锁,以及合并腹膜后纤维化、放疗损伤等)[24]。

近年来,SMUSs 在实现短段、简单良性狭窄治愈性治疗的潜力备受关注。既往研究表明,Allium 支架留置 6 个月后拔除,经过 18 个月的随访治愈率可达 85.5%[25]。本中心近期大样本数据进一步证实了 Allium 支架在此方面的优势:拔除支架并随访逾 1 年,总体有 63.36% 的患者实现了无需额外干预的长期缓解[26]。Allium 支架凭借其较大口径,可能在留置期间促进了狭窄周围组织的良性重塑,从而有效抑制了过度瘢痕增生所致的再狭窄。

在良性 US 的维持性治疗中,Allium 支架亦展现出显著优势。针对腹膜后纤维化及医源性损伤,中位随访 44 个月的数据显示其累积通畅率高达 100%,可稳定改善肾功能及积水;且得益于非全长设计,患者术后几乎无中重度膀胱刺激征[27-28]。对于伴有严重纤维化、极易复发的输尿管镜碎石术后难治性 US,本中心在中位随访 14 个月中,证实支架置入后远期通畅率达 90.3%,并显著逆转患侧肾积水及血肌酐异常[29]。此外,针对复杂的肾移植术后 US,Allium 支架有效避免了长期造瘘或频繁更换支架,长期免手术干预率达 60%[30];大样本前瞻性研究亦证实其内镜干预的 1 年期成功率高达 90%,是安全、持久的新型替代方案[31]。

Memokath 051 支架在腹膜后纤维化及医源性损伤等良性狭窄中,已初步证实了其长达 18 个月以上的引流有效性[32]。前瞻性研究显示,针对长期依赖双 J 管的患者,该支架使 93% 的病例刺激症状显著缓解;平均有效留置期达 13 个月[33]。然而,支架移位与组织内生梗阻的高发生率,显著限制了其在良性狭窄长期维持治疗中的广泛应用[33]。

1.3　在放疗后 US 中的应用

放疗后 US(radiotherapy-induced US,RIUS)是盆腔放疗后常见的泌尿系统并发症[34-35],目前尚无最佳治疗共识[36]。尽管重建手术是治愈性手段,但放射线导致的局部微血管缺血、组织纤维化与严重粘连,极大增加了手术难度与失败风险[37-38]。此外,RIUS 多呈长段狭窄,且常合并放射性膀胱挛缩,导致吻合张力过高或膀胱容量不足,严重限制了端端吻合、再植及肌瓣成形(如 Boari 瓣)等传统术式的应用[39-40]。在自体尿路组织无法修复时,肠代输尿管术虽可作为替代方案[41],但其对患者体质要求严苛,且易并发肾功能恶化、肠代黏液梗阻、反复感染等问题[42]。因此,对于基础条件差、合并放射性肠炎或预期寿命有限的姑息治疗患者,该术式通常被视为相对禁忌或不宜采用[43]。

在 RIUS 的维持性治疗中,Allium 支架的总体疗效劣于其他病因导致的 US。尽管本中心既往数据显示,针对长段 RIUS(平均 15.9 cm),Allium 支架的中位 16.5 个月通畅率达 94.1%,显著改善了患肾的肾功能与积水[44]。然而,前瞻性多中心 3 年随访表明,RIUS 的远期通畅率骤降至 50.9%(显著低于非放疗狭窄的 69.1%)[14]。另一项研究也表明,对于放疗引起的继发性腹膜后纤维化,Allium 支架的失效风险显著高于其他病因[27]。更为严峻的是其远期严重并发症(Clavien-Dindo ≥ Ⅲb 级)风险。既往研究显示,放疗患者留置同类覆膜支架(Uventa)后中位随访 30.9 个月,严重并发症发生率高达 28.0%,多表现为输尿管髂动脉瘘、肠瘘和输尿管阴道瘘。多因素分析证实,宫颈癌病史、女性、长段狭窄(≥ 6.0 cm)及留置期过长(≥ 24.0 个月)是诱发输尿管瘘的独立危险因素[10]。进一步结合本中心最新随访的 89 例(共计 126 侧输尿管)RIUS 患者队列数据,在 25(15,41)个月的中位随访期间,输尿管瘘的实际发生率为 11.2%(10/89)[45]。多因素 Logistic 回归分析结果揭示,使用大口径支架(OR = 6.11,95% CI:1.73 ~ 21.62)及同侧置入多根覆膜支架(OR = 6.41,95% CI:1.75 ~ 23.46)是发生输尿管瘘的核心独立危险因素(均 P < 0.01)[45]。

相比大口径 Allium 支架(27F/30F,1F≈0.33 mm),直径相对更小的 Memokath 051 支架(10.5F)在 RIUS 治疗中展现出更优的安全性。一项针对妇科肿瘤 RIUS 的研究(27 例,33 侧)显示,中位随访 29 个月,其长期通畅率达 81.48%[46]。尽管约 18.5% 的患者出现远期并发症(主要为顽固性感染、疼痛及移位),但迄今临床报道中尚未见其引发输尿管动脉瘘或肠瘘等严重不良事件。

2　当前存在的争议与亟待解决的问题

2.1　SMUSs 置入的适应证与支架类型的精准优选策略有待建立

由于输尿管修复重建术有相对较高的治愈率,因此 SMUSs 的置入适应证应限定于不适合或不愿接受修复重建的 US 患者。但目前越来越多的数据证明,短段良性狭窄采用内镜下球囊扩张治疗联合覆膜支架置入,能够显著提高该类患者的治愈率,因此对于该类患者的首选方案仍存在争议。需要注意的是,首选覆膜

支架置入的患者,如果出现支架拔除后未达到治愈的结果,可能会增加后续重建手术的难度。

在支架选择方面,大样本长期随访证实,Allium 支架在处理复杂病因 US 中安全有效,术后 3 年通畅率可达 60% 以上,可持久改善肾积水[47-48]。在与 Memokath 051 支架的直接对比中,Allium 支架中位有效留置期更长(11.4 个月 *vs.* 5.5 个月),整体失败率更低(47.8% *vs.* 64.6%)[17]。本中心 meta 分析进一步证实,Allium 支架 1 年以上随访成功率高达 81%,远超 Memokath 051 支架的 53%($P<0.001$)[12]。这种显著的优势主要归因于两者的设计理念:一是覆膜,Allium 支架的聚合物覆膜有效阻断了组织内生,而无覆膜的 Memokath 051 支架极易因此梗阻;二是口径优势,Allium 支架具备全段自膨胀特性(管径可达 27F/30F),而 Memokath 051 支架则固定为较细的 8F。我们认为,充足的大口径支撑不仅是保障远期引流的关键,其带来的局部重塑作用甚至有望在特定狭窄中实现治愈性效果。

然而,对于 RIUS 患者而言,“大口径”往往是一把双刃剑。本中心随访 149 例 RIUS 患者(Allium 支架 89 例,Memokath 051 支架 60 例),在 25 个月的中位随访期间,尽管 Allium 支架的长期通畅率显著优于 Memokath 051 支架($P=0.001$),但其过大的口径与过高的径向支撑力,会加剧放疗血管损伤组织的压迫性缺血,进而诱发严重的输尿管瘘(如髂动脉瘘、肠瘘)[45]。该研究内部队列分析进一步明确了 Allium 支架引发输尿管瘘的高危因素:采用 30F 口径较 27F 的成瘘风险激增($OR=6.42$,$P<0.01$);此外,长段 RIUS 可能需多根支架重叠置入,同侧多根支架置入较单根明显具有更高风险($OR=4.37$,$P<0.05$)。相比之下,Memokath 051 支架虽总体引流效能受限,但在防范放射性脆弱组织缺血成瘘方面展现出更优的安全性,与既往文献一致[46]。

综合以上数据,我们认为,对于非 RIUS,由于覆膜支架有较高的通畅率,且有一定的狭窄治愈率,可以成为这类患者的首选;而对于放疗患者,由于覆膜支架存在输尿管瘘这一严重并发症的风险,因此可将温控记忆金属支架作为首选。针对不同类型的 SMUSs,目前尚缺乏直接对比其疗效与安全性的高质量前瞻性随机对照试验,未来仍需多中心、大样本的临床研究予以进一步探讨与验证。

2.2 SMUSs 置入手术操作尚未标准化

SMUSs 的置入不同于双 J 管,由于是局段支撑,所以需要准确地判断 US 的部位、长度,狭窄段上方输尿管扩张和迂曲情况,以及支架释放后的状态和引流效果,这些因素都是决定治疗效果及远期并发症的重要因素,因此,术中 X 线的使用是十分必要的。如果术中缺少 X 线条件,则需要采用双镜联合(逆行 + 顺行内镜)的方式进行置入。

支架置入的位置及长度目前也缺乏统一标准,这些因素也会影响术后的支架移位率及引流效果。例如,对于肾盂输尿管连接部狭窄,由于支架向上移位率较高,我们建议支架上端在肾盂内尽可能少,支架长度尽量选择 20 cm;另外,还需注意,单端膨大的温控记忆合金支架的移位率极高,因此,不建议将其应用于该部位狭窄。此外,由于狭窄段下方的输尿管相对较细,使用大口径支架容易在支架头端造成内膜增生,影响引流效果,结合观察到的大量患者随访结果,我们认为支架下端位于输尿管开口处能达到更好的引流效果。

针对 RIUS 患者,鉴于其局部组织重度缺血及脆性显著增加的病理特征,术中球囊直径与扩张的压力应受到严格控制。过大的球囊直径和过高的扩张压力易导致脆弱的输尿管壁发生机械性撕裂,进而诱发输尿管动脉瘘等严重并发症[38, 46]。

如前文所述,在 RIUS 的处理中,盲目追求大口径以期最大化引流的策略并非明智之举。采用 30F 大口径覆膜支架以及同侧多根支架的串联重叠置入,会显著加剧局部管壁的压迫性缺血,进而大幅增加治疗失败及输尿管成瘘的高危风险。近年来,随着 20 cm 长规格 27F 直径 Allium 支架的临床应用,我们建议对于长段狭窄病变,应尽可能采用单根长支架进行全程覆盖,以有效规避多根支架重叠部位因物理硬度叠加及过度摩擦所致的局部组织损伤风险。

2.3 支架留置时间及随访方案尚未统一

目前,覆膜金属输尿管支架在国内获批的体内留置时间是 1 年,但欧洲及中国台湾地区已将 Allium 支架的体内留置时间延长到 3 年;而且越来越多的研究已证明覆膜支架的长期通畅率较高。由于该类支架的置入和拔除相比双 J 管困难,且目前的价格较昂贵,因此患者留置 1 年时如随访结果理想,是否应该拔除并更换新支架仍存在争议。我们建议对于采用覆膜支架进行维持性治疗的患者,留置 1 年后医生应充分评估支架的通畅性,告知患者继续留置支架可能存在的风险,在医患双方充分沟通的前提下,选择继续留置支架

或拔除支架。

目前对于SMUSs的随访方案仍无统一标准,建议留置支架期间应至少每半年完善相关检查,以评估支架的通畅性、尿液感染情况及肾功能。

2.4　支架相关并发症与临床处置困境

2.4.1　支架梗阻　Allium支架梗阻机制不同于Memokath 051,主要源于支架末端的尿路上皮黏膜过度增生,且常发生于置入早期(meta分析与本中心数据显示,其≤1年的梗阻率约为9%~12.7%,>3年累积梗阻发生率为14.3%)。对于支架置入后引流效果欠佳且影像学排除移位的情况,应积极行输尿管镜探查,一旦明确头端增生,可采取原位追加或更换长规格支架[13]。相比之下,Memokath 051支架作为无覆膜支架,易因组织长入致管腔闭塞,不同于Allium支架,其梗阻风险呈显著的时间依赖性升高(≤1年仅2%,1~2年升至11%,>2年高达23%)[12]。针对此类组织内生性梗阻,我们建议尽早拔除、更换支架或采取其他干预措施。

2.4.2　支架移位　移位是Allium支架早期失效的主要原因之一(1年内移位率达17%),可能与覆膜光滑及初期锚定力不足有关[12]。移位的高危因素包括肾盂输尿管连接部或输尿管膀胱连接部狭窄、术中球囊扩张、高肾积水/皮质厚度比(≥10)及短段狭窄[49]。值得注意的是,部分移位患者拔除后并未行进一步干预,但其在随访期间病情仍保持稳定,提示局部已实现解剖重塑从而能够保持通畅。相比之下,Memokath 051支架依靠头端热膨胀锚定,早期移位率极低(2%),但随留置时间延长呈进行性升高(2年以上达30%),提示其长期锚定机制易失效[12]。针对移位的临床处置,我们建议:对于移位距离较短的支架,经内镜微调复位后大多能继续留置并获得良好效果;对于难以调整或反复移位者,应拔除后重新置入新支架或改用其他方案;对于拟置入覆膜支架的高危移位患者,可优先选择长规格支架(如20 cm)或采取双支架串联套叠置入的方式,以增加摩擦阻力,降低移位风险。

2.4.3　支架结壳　尽管金属材质使SMUSs的结壳率显著低于双J管,但该风险仍呈时间依赖性升高。其中,既往结石病史(结壳风险激增8.76倍)与慢性尿路感染是促进结壳的两大核心诱因[12,50-51]。Allium支架2年内的结壳率极低(≤2%),2年后升至13%;而Memokath 051支架的远期结壳问题更为严峻,2年后发生率高达26%[12]。在结壳的临床处置上存在一定争议。有文献报道,采用输尿管软镜联合激光及负压导引鞘,可安全实现原位碎石并保留原支架[52-53]。但我们基于大样本的诊治经验提示,结壳支架在原位碎石后短期内复发率极高。因此,对于重度结壳致引流失效者,不建议常规腔内保留,而应优先拔除失效支架,并综合评估患肾功能及感染状态后重新制定引流策略。

2.4.4　尿路感染　相比破坏了抗反流机制且存在膀胱端异物刺激的双J管,SMUSs的尿路感染(urinary tract infection,UTI)发生率显著降低[27],但其留置逾2年的远期UTI发生率仍达7%~16%[12]。针对带管合并UTI的患者,建议采取以下阶梯干预策略:先常规行影像学排查梗阻;若确诊支架堵塞,应果断拔除失效支架,改行普通双J管或经皮肾造瘘减压,并结合药物敏感性试验结果抗感染,严防尿源性脓毒血症;对于经规范抗感染治疗后UTI仍反复发作的患者,应考虑拔除金属支架,更换为传统双J管或肾造瘘过渡,待局部感染微环境改善后再制定后续治疗策略。

2.4.5　输尿管瘘　输尿管支架相关的输尿管瘘主要包括输尿管动脉瘘、输尿管肠瘘及输尿管阴道瘘。目前仅在RIUS患者中观察到这一严重并发症[10]。如前文所述,在放疗患者中置入多根覆膜支架串联或采用大口径(如30F)覆膜金属支架,会成倍增加输尿管瘘的高危风险。我们认为,输尿管动脉瘘病情极其凶险、进展迅速,一经确诊必须立即启动急诊干预。血管内覆膜支架植入术或超选择性血管栓塞术可迅速控制致死性大出血[54]。对于具有盆腔放疗史且计划行金属支架置入的高危患者,术前务必充分履行关于输尿管瘘风险的知情告知义务;在后续的支架拔除或更换的围手术期,必须做好充分的出血风险评估与血管介入应急预案。

3　总结与展望

SMUSs的广泛应用为复杂性及难治性US的临床管理带来了革命性的范式转变。相较于传统聚合物双J管,其在延长维持性引流时长、显著提升患者生活质量方面具有不可替代的临床价值;尤其在部分短段、简单性良性狭窄中,大口径覆膜金属支架甚至展现出了实现治愈性效果的巨大潜力。然而,必须清醒地认识

到,目前尚无任何一款金属支架能成为“一劳永逸”的完美治疗方案。无论是以 Allium 为代表的大口径覆膜支架,还是以 Memokath 051 为代表的无覆膜温控支架,在面临极为复杂的 US 时,仍不可避免地面临着支架移位、支架梗阻、严重结壳乃至输尿管瘘等棘手的并发症挑战。

鉴于当前存在的临床争议与干预困境,未来的 US 微创治疗亟需在以下几个维度实现突破:首先,应开展多中心、大样本的前瞻性随机对照研究,特别是在 RIUS 这一高危亚组中,亟待获取更高等级的循证医学证据,以指导不同类型支架的安全界限与精准优选。其次,期待临床医学与人工智能、影像组学等前沿技术的深度交叉,基于患者局部解剖特征及临床基线资料等信息,开发更为精准的个体化支架优选决策系统及并发症高危风险预测模型。最后,寄望于医用生物材料学的持续创新,未来有望研发出具备抗感染、抗组织增生及抗结壳的新一代 SMUSs,在保障卓越引流效能的同时最大程度地兼顾组织安全性,从而真正推动 US 的腔内治疗迈向精准化与个体化的新时代。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

[1] Skinner TAA, Ho L, Touma NJ. Study habits of Canadian urology residents: Implications for development of a competence by design curriculum [J]. Can Urol Assoc J, 2017, 11(3/4): 83.
[2] Tyritzis SI, Wiklund NP. Ureteral strictures revisited…trying to see the light at the end of the tunnel: A comprehensive review[J]. J Endourol, 2015, 29(2): 124 – 136.
[3] Yang K, Pang KH, Fan S, et al. Robotic ureteral reconstruction for benign ureteral strictures: A systematic review of surgical techniques, complications and outcomes: Robotic Ureteral Reconstruction for Ureteral Strictures[J]. BMC Urol, 2023, 23(1): 160.
[4] 徐涛, 唐鑫伟, 胡浩. 输尿管狭窄的内镜治疗: 现状与未来[J/OL]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2021, 15(3): 177 – 181. https://zhqjmnmwkzz.cma-cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1674 – 3253.2021.03.001.
[5] Lange D, Bidnur S, Hoag N, et al. Ureteral stent-associated complications—where we are and where we are going[J]. Nat Rev Urol, 2015, 12(1): 17 – 25.
[6] Moskovitz B, Halachmi S, Nativ O. A new self-expanding, large-caliber ureteral stent: Results of a multicenter experience[J]. J Endourol, 2012, 26(11): 1523 – 1527.
[7] Kulkarni R, Bellamy E. Nickel-titanium shape memory alloy Memokath 051 ureteral stent for managing long-term ureteral obstruction: 4-year experience[J]. J Urol, 2001, 166(5): 1750 – 1754.
[8] Nishi T, Nakazawa R, Morimoto Y, et al. Comparison of clinical outcomes between metallic and polymeric ureteral stents in malignant ureteral obstruction: A retrospective comparative study[J]. BMC Urol, 2026, 26(1): 53.
[9] Qing J, Hu K, Zhang X, et al. Allium covered metal stent for treatment of malignant ureteral obstruction[J]. Front Surg, 2024, 11: 1445808.
[10] Kim M, Hong B, Park HK. Long-term outcomes of double-layered polytetrafluoroethylene membrane-covered self-expandable segmental metallic stents (Uventa) in patients with chronic ureteral obstructions: Is it really safe? [J]. J Endourol, 2016, 30(12): 1339 – 1346.
[11] Pavlovic K, Lange D, Chew BH. Stents for malignant ureteral obstruction[J]. Asian J Urol, 2016, 3(3): 142 – 149.
[12] Bian X, Hu H, Tian C, et al. Comparison of different segmental metal ureteral stents as maintenance therapy across different years in ureteral stricture management: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Surg, 2025, 111(7): 4746 – 4755.
[13] Hu H, Wang M, Tang X, et al. Allium ureteral stent for the treatment of malignant ureteral obstruction: A Median term study[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(30): e34309.
[14] Wang M, Zhu R, Lai S, et al. Covered metal ureteral stents in the maintenance treatment of refractory ureteral stricture: A prospective, multicenter, and large-scale cohort study with 3-year outcomes[J]. J Endourol, 2025, 39(11): 1149 – 1157.
[15] 杨文刚, 赖义明, 黄浩, 等. 斜跨位上下联通置入 Allium 输尿管支架治疗盆腔肿瘤所致输尿管狭窄的效果分析[J]. 中华泌尿外科杂志, 2023, 44(7): 497 – 501.
[16] Wang W, Gao X, Chen J, et al. Metal stent for the ureteral stricture after surgery and/or radiation treatment for malignancy[J]. BMC Urol, 2021, 21(1): 146.
[17] Khoo CC, Ho C, Palaniappan V, et al. Single-center experience with three metallic ureteral stents (Allium® URS, Memokath™-051, and Resonance®) for chronic ureteral obstruction[J]. J Endourol, 2021, 35(12): 1829 – 1837.
[18] Kim KS, Choi S, Choi YS, et al. Comparison of efficacy and safety between a segmental thermo-expandable metal alloy spiral stent (Memokath 051) and a self-expandable covered metallic stent (UVENTA) in the management of ureteral obstructions[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2014, 24(8): 550 – 555.
[19] Asakawa J, Iguchi T, Tamada S, et al. Treatment outcomes of ureteral stenting for malignant extrinsic ureteral obstruction: A comparison between polymeric and metallic stents[J]. Cancer Manag Res, 2018, 10: 2977 – 2982.
[20] Cooper DM, Lines R, Shergill I. Cost-effectiveness of Resonance® metallic ureteral stent compared with standard polyurethane ureteral stents in malignant ureteric obstruction: A cost-utility analysis[J]. BJUI Compass, 2024, 5(5): 465 – 475.
[21] Khoo CC, Abboudi H, Cartwright R, et al. Metallic ureteric stents in malignant ureteric obstruction: A systematic review[J]. Urology, 2018, 118: 12 – 20.
[22] Avitan O, Bahouth Z, Shprits S, et al. Allium ureteral stent as a treatment for ureteral stricture: Results and concerns[J]. Urol Int, 2022, 106(5): 482 – 486.
[23] Wolf JS Jr., Elashry OM, Clayman RV. Long-term results of endoureterotomy for benign ureteral and ureteroenteric strictures[J]. J Urol, 1997, 158(3 Pt 1): 759 – 764.
[24] 张廷顺, 胡先国, 林基通. 输尿管狭窄的治疗进展[J]. 国际泌尿系统杂志, 2020, 40(2): 365 – 368.

[25] Salciccia S, De Marco F, Sciarra A, et al. Allium stent as a curative treatment for benign ureteral strictures: Preliminary experience, surgical technique, and functional results[J]. Front Urol, 2022, 2: 984719.
[26] Tian C, Wang Y, Bian X, et al. Therapeutic efficacy of allium stent combined with balloon dilation as a curative modality for benign ureteral strictures: A retrospective clinical outcomes analysis[J]. Int J Surg, 2026, 112(3): 7199 - 7205.
[27] Gao W, Xing T, Ou T. The Resonance and the Allium ureteral stents in the treatment of non-malignant refractory ureterostenosis[J]. BMC Urol, 2021, 21(1): 53.
[28] 赵国栋, 胡浩浦, 王明瑞, 等. Allium 覆膜金属输尿管支架置入维持性治疗特发性腹膜后纤维化所致输尿管狭窄的有效性和安全性研究[J]. 医学新知, 2025, 35(12): 1491 - 1495.
[29] 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(4): 674 - 679.
[30] Weinberger S, Hubatsch M, Klatte T, et al. The allium ureteral stent for the treatment of ureteral complications following renal transplantation: A single-center, single-surgeon series[J]. J Clin Med, 2023, 12(9): 3317.
[31] Gao X, Wang W, Li F, et al. A new technique for the treatment of ureteric stricture after kidney transplantation[J]. BJU Int, 2024, 134(3): 442 - 448.
[32] Arya M, Mostafid H, Patel HRH, et al. The self-expanding metallic ureteric stent in the long-term management of benign ureteric strictures[J]. BJU Int, 2001, 88(4): 339 - 342.
[33] Azizi A, Pasticier G, Bénard A, et al. Tolerance and effectiveness of Memokath® 051 ureteral stents: A prospective 3 year follow-up study[J]. Prog Urol, 2012, 22(5): 266 - 272.
[34] Beller HL, Rapp DE, Zillioux J, et al. Urologic complications requiring intervention following high-dose pelvic radiation for cervical cancer[J]. Urology, 2021, 151: 107 - 112.
[35] Siegel J, Simhan J, Tausch TJ, et al. Ureteral strictures and reconstruction in the cancer survivor[J]. Curr Opin Urol, 2014, 24(4): 421 - 426.
[36] Liu L, Yu C, Sun F, et al. Can preoperative ureteral stents reduce the incidence of ureteral stricture after radiotherapy in patients with cervical cancer?[J]. BMC Urol, 2022, 22(1): 106.
[37] Song SH, Pak S, Jeong IG, et al. Outcomes of stent-change therapy for bilateral malignancy-related ureteral obstruction[J]. Int Urol Nephrol, 2015, 47(1): 19 - 24.
[38] Sarwar A, Eminowicz G. Radiotherapy induced ureteric stenosis in locally advanced cervical cancer: A review of current evidence[J]. Brachytherapy, 2024, 23(4): 387 - 396.
[39] Wit EM, Horenblas S. Urological complications after treatment of cervical cancer[J]. Nat Rev Urol, 2014, 11(2): 110 - 117.
[40] Knight RB, Hudak SJ, Morey AF. Strategies for open reconstruction of upper ureteral strictures[J]. Urol Clin N Am, 2013, 40(3): 351 - 361.
[41] 王振兴, 杨昆林, 赵杨, 等. 肠代输尿管术治疗输尿管长段狭窄的应用经验和临床疗效[J]. 中华泌尿外科杂志, 2024, 45(2): 91 - 97.
[42] Launer BM, Redger KD, Koslov DS, et al. Long-term follow up of ileal ureteral replacement for complex ureteral strictures: Single institution study[J]. Urology, 2021, 157: 257 - 262.
[43] Cameron MG, Kersten C, Vistad I, et al. Palliative pelvic radiotherapy for symptomatic rectal cancer-a prospective multicenter study[J]. Acta Oncol, 2016, 55(12): 1400 - 1407.
[44] 王明瑞, 胡浩, 王起, 等. Allium 覆膜金属输尿管支架长期留置治疗放疗后输尿管狭窄的有效性和安全性[J]. 中华泌尿外科杂志, 2020, 41(12): 921 - 926.
[45] 边小龙, 田聪, 王辰龙, 等. 覆膜金属输尿管支架在放疗后输尿管狭窄维持性治疗中的远期安全性与有效性[J]. 中华泌尿外科杂志, 2026, 47(3): 212 - 218.
[46] Xu Y, Cai Z, Chen S, et al. Safety and efficacy of thermo-expandable metallic stent in ureteral stricture following gynecological malignancy surgery and radiotherapy: A single center experience with 33 cases[J]. BMC Urol, 2024, 24(1): 214.
[47] Su B, Hu W, Xiao B, et al. Long-term outcomes of Allium ureteral stent as a treatment for ureteral obstruction[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 21958.
[48] Gao X, Chen J, Chen G, et al. Self-expanding metal ureteral stent for treating ureteral strictures: 3-year follow-up results from 310 cases[J]. Int J Surg, 2025, 111(8): 4986 - 4992.
[49] Xu Y, Li X, Cai Z, et al. Risk factors for migration of retrievable covered expandable metallic stent in patients with persistent benign ureter strictures[J]. World J Urol, 2024, 42(1): 273.
[50] Sountoulides P, Kaplan A, Kaufmann OG, et al. Current status of metal stents for managing malignant ureteric obstruction[J]. BJU Int, 2010, 105(8): 1066 - 1072.
[51] Sighinolfi MC, Sighinolfi GP, Galli E, et al. Chemical and mineralogical analysis of ureteral stent encrustation and associated risk factors[J]. Urology, 2015, 86(4): 703 - 706.
[52] Wu YR, Chuang TY, Lai YH, et al. Allium ureteral stent for refractory ureteral stricture: A single-center study[J]. Urol Sci, 2024, 35(1): 31 - 35.
[53] Chen Y, Yang H, Yu Y, et al. Flexible ureteroscopy combined with novel ultra-flexible ureteral access sheaths for treating allium stent encrustation: Initial experience with 15 cases[J]. J Endourol, 2025, 39(2): 151 - 156.
[54] Kamphorst K, Lock TMTW, van den Bergh RCN, et al. Arterio-ureteral fistula: Systematic review of 445 patients[J]. J Urol, 2022, 207(1): 35 - 43.

(2026-04-30 收稿)
(本文编辑:赵　波)