

国产内窥镜手术机器人下输尿管膀胱再植联合卵巢囊肿剥除术一例：国内首例报道

韩冠鹏¹, 张箫薇¹, 樊书菠¹, 李志华¹, 代晓飞², 杨昆霖¹, 贾芃², 周利群¹, 张岩³, 李学松¹

(1. 北京大学第一医院泌尿外科·北京大学泌尿外科研究所·国家泌尿、男性生殖系肿瘤研究中心
北京 100034; 2. 民航总医院 北京 100123; 3. 北京大学第一医院妇科 北京 100034)

摘要 2022年2月北京大学第一医院收治1例盆腔子宫内异位症导致输尿管梗阻合并双侧卵巢囊肿患者。应用国产康多KD-SR-01型内窥镜手术机器人系统完成膀胱腰肌悬吊、右侧输尿管膀胱再植联合双侧卵巢囊肿剥除术。手术过程顺利, 机器人手术系统对接时间8min, 手术时间180min, 输尿管膀胱再植手术缝合时间16min, 出血量20ml, 未见术后并发症。

关键词 肾积水; 子宫内异位症; 机器人辅助手术; 输尿管膀胱再植术; 卵巢囊肿剥除术

中图分类号 R692.2 R713 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2023) 02-0160-07

Domestic robotic surgical system for ureteral reimplantation and ovarian cyst exfoliation: the first case report in China

HAN Guanpeng¹, ZHANG Xiaowei¹, FAN Shubo¹, LI Zhihua¹, DAI Xiaofei², YANG Kunlin¹, JIA Peng²,
ZHOU Liqun¹, ZHANG Yan³, LI Xuesong¹

(1. Department of Urology, Peking University First Hospital/Institute of Urologic Surgery of Peking University/National Urological Cancer Center, Beijing 100034, China; 2. Department of Urology, Civil Aviation General Hospital, Civil Aviation Medical College of Peking University, Beijing 100123, China; 3. Department of Gynecology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China)

Abstract A 35-year-old female was admitted to Peking University First Hospital diagnosed with ureteral obstruction caused by pelvic endometriosis and bilateral ovarian cysts. She underwent right-sided ureteral reimplantation with Psoas Hitch

收稿日期: 2022-04-15 录用日期: 2022-06-06

Received Date: 2022-04-15 Accepted Date: 2022-06-06

基金项目: 北京大学第一医院横向课题 (5001706)

Foundation Item: Horizontal Subject of Peking University First Hospital (5001706)

通讯作者: 李学松, Email: pineneedle@sina.com; 张岩, Email: shumruck@126.com

Corresponding Author: LI Xuesong, Email: pineneedle@sina.com; ZHANG Yan, Email: shumruck@126.com

引用格式: 韩冠鹏, 张箫薇, 樊书菠, 等. 国产内窥镜手术机器人下输尿管膀胱再植联合卵巢囊肿剥除术一例: 国内首例报道 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2023, 4 (2): 160-166.

Citation: HAN G P, ZHANG X W, FAN S B, et al. Domestic robotic surgical system for ureteral reimplantation and ovarian cyst exfoliation: the first case report in China[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2023, 4(2): 160-166.

and bilateral ovarian cyst exfoliation with the KangDuo robotic endoscopic system after signing the informed consent. The surgery was completed successfully, with the docking time of 8 minutes, the operative time of 180 minutes and the ureter-bladder suturing time of 16 minutes. The blood loss was 20 ml. No operative complications occurred.

Key words Hydronephrosis; Endometriosis; Robot-assisted surgery; Ureteral reimplantation; Ovarian cyst exfoliation

随着科学技术的不断发展，机器人手术技术已广泛应用于心胸外科、泌尿外科、妇科、普外科等领域。尤其对于盆腔内手术，由于操作空间狭小、解剖结构复杂，手术机器人因具有立体视野、精细操作等特点，相比传统腹腔镜手术体现出较大的优势。苏州康多机器人有限公司研发的KD-SR-01型内窥镜手术机器人系统，已探索完成动物实验^[1-2]，临床完成机器人辅助肾部分切除术、机器人辅助肾盂成型术等一系列术式^[3-4]。2022年2月13日，本中心采用该型手术机器人系统完成右侧输尿管膀胱再植联合卵巢囊肿剥除术1例，为国产机器人泌尿外科与妇科首例联合手术，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

患者，女性，35岁，以体检发现“右肾积水”收入院。患者无腰痛、腹痛、发热等症状。平素月经规律，有痛经史，孕1产1。既往腹腔镜双侧卵巢囊肿切除术后3年，病理检查示双侧卵巢子宫内膜异位囊肿。彩色多普勒超声检查提示右肾中度积水，肾盂分离宽度1.89cm，肾实质厚度1.59cm；子宫峡部后方低回声，考虑子宫内膜异位症；双侧卵巢囊肿，左侧最大径53mm，右侧最大径14mm，巧囊可能。计算机体层成像尿路造影（Computed Tomography Urography, CTU）提示右侧输尿管下段与子宫及右侧附件分界不清，病变上方输尿管及右侧肾盏、肾盂积水扩张（如图1A）。盆腔磁共振成像（Magnetic Resonance Image, MRI）提示：

子宫直肠陷凹内子宫内膜异位，右侧输尿管下段受累狭窄，继发右侧上尿路扩张积水（如图1B）；左侧附件区巧克力囊肿（如图1C~D）。利尿肾动态显像提示：右肾血流灌注及功能正常，右侧上尿路引流不畅，考虑为不全机械性梗阻。肾小球滤过率左侧42ml/min，右侧36ml/min。术前诊断：深部浸润性子宫内膜异位症，右侧输尿管子宫内膜异位症，右肾积水，双侧卵巢囊肿，子宫腺肌症，卵巢子宫内膜异位囊肿剥除术后。完善术前常规检查及术前准备后在全身麻醉下行机器人辅助腹腔镜右侧输尿管膀胱再植联合卵巢囊肿剥除术。

1.2 方法

1.2.1 内窥镜手术机器人系统

本例患者使用的是国产康多内窥镜手术机器人系统（型号：KD-SR-01），该系统临床应用已通过北京大学第一医院伦理委员会审批（伦理编号：2021科研338）。本研究在中国临床试验注册中心注册（注册号：ChiCTR2200056553）。告知患者该系统处于临床试验阶段并签署知情同意书。

1.2.2 手术体位与入路

常规消毒铺巾，取截石位，头低脚高。膀胱镜下于左侧输尿管内置入7F双猪尾管，预防术中损伤。膀胱留置三腔尿管一根，水囊注水15ml。脐上0.5cm气腹针建立气腹，置入12mm镜头套管，引入康多机器人3D影像系统。直视下平脐水平左右侧腹直肌旁置入8mm机器人套管，左侧置入12mm助手套管（如图2）。对接康多内窥镜手术机器人系统。

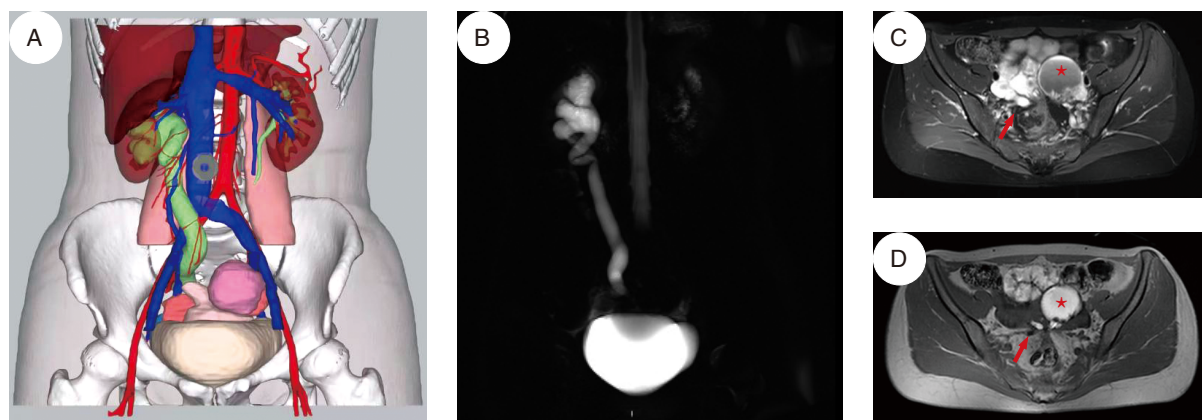


图1 术前影像学检查

Figure 1 Preoperative imaging examination

注: A. 基于CTU的三维重建模型; B. 术前MRI尿路造影, 可见右侧肾盏、肾盂、输尿管扩张, 输尿管下段“笔尖样”狭窄; C. 盆腔MRI平扫, T2WI见直肠子宫陷凹内条片状低信号; D. 盆腔MRI平扫, T1WI见直肠子宫陷凹内小囊状高信号, 与右输尿管下段粘连。“↑”示右侧输尿管, “*”示左侧卵巢囊肿

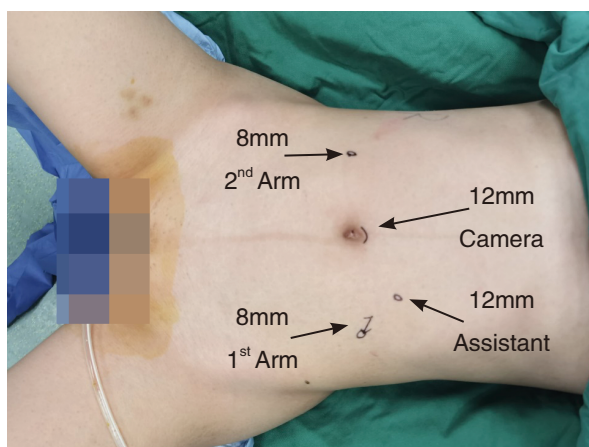


图2 KD-SR-01手术机器人系统输尿管膀胱再植术Trocar布局

Figure 2 Trocar layout of KD-SR-01 in ureteral reimplantation

注: Camera. 镜头套管; Assistant. 助手套管; 1st Arm. 第1机器人套管; 2nd Arm. 第2机器人套管

1.2.3 卵巢囊肿剥除

探查盆腔, 子宫前位, 大小约7cm×4cm×4cm, 双侧卵巢囊性增大, 左侧直径约5cm, 右侧直径约2.5cm, 与子宫后壁、盆侧壁致密粘连。后陷凹封闭明显, 直肠与子宫间粘连严重。于输卵管系膜对侧切开卵巢皮质, 可见巧克力颜

色液体流出。钝性分离卵巢皮质与囊肿的间隙, 尽量保留卵巢正常组织, 双极电凝仔细止血, 冲洗创面后填塞可吸收止血材料, 右侧缝合关闭卵巢缺损(如图3A~D)。

1.2.4 右侧输尿管膀胱再植

沿右侧髂血管表面分离右侧输尿管, 可见其下段约5cm狭窄, 与周围明显粘连, 狭窄段以上输尿管迂曲扩张。分离至狭窄处后离断输尿管, 可见尿液自动流出。膀胱内注水, 游离膀胱前壁、顶壁及左右侧壁, 0号倒刺线将膀胱悬吊于右侧腰肌腱弓, 行膀胱右侧腰肌悬吊术, 注意避免损伤生殖股神经。输尿管内置入7F双猪尾管, 外翻1~1.5cm, 4-0薇乔线间断缝合制作抗返流乳头, 乳头颜色红润。4-0薇乔线间断缝合将输尿管乳头法再植于膀胱右侧顶壁(如图3E~J)。

2 结果

手术顺利完成, 手术机器人系统对接(Docking)时间8min, 手术时间180min, 输尿管膀胱再植缝合时间16min, 出血量20ml。术

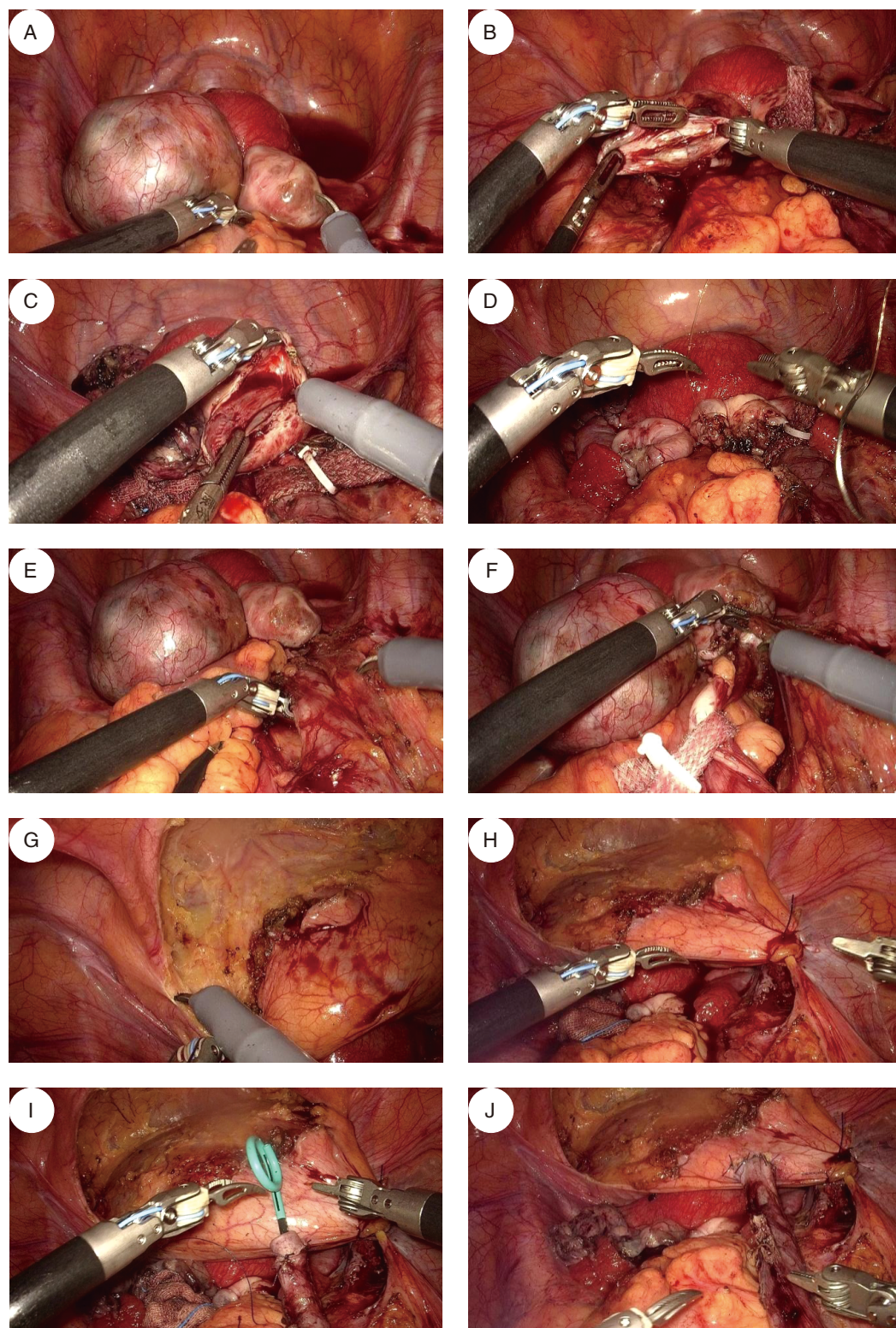


图3 输尿管膀胱再植联合卵巢囊肿剥除手术步骤

Figure 3 Surgical steps of ureteral reimplantation and ovarian cyst exfoliation

注：A. 探查腹腔；B. 钝性分离左侧卵巢囊肿与皮质的间隙；C. 钝性分离右侧卵巢囊肿与皮质的间隙；D. 缝合右侧卵巢缺损；E. 游离右侧输尿管；F. 分离右侧输尿管下段；G. 游离膀胱前壁、顶壁、左右侧壁；H. 膀胱悬吊于右侧腰肌；I. 右侧输尿管外翻缝合形成抗返流乳头；J. 使用4-0可吸收线将输尿管乳头吻合于膀胱顶壁

后住院 4d, 第 3d 拔除盆腔引流管, 2 周拔除尿管。术后未见围手术期并发症。手术 1 月后复查恢复良好, 目前在促性腺激素释放激素类似物 (GnRHa) 治疗中。术后病理诊断: 左侧卵巢囊肿为子宫内膜异位性囊肿, 右侧卵巢囊肿为黄体血肿。

3 讨论

子宫内膜异位症是育龄期女性的常见疾病, 患病率为 10%~15%^[5]。该病为良性疾病, 但具有局部侵袭性和复发性, 根据受累部位不同主要分为腹膜子宫内膜异位症、卵巢子宫内膜异位症和深部浸润型子宫内膜异位症。据估计 0.01%~1.7% 的患者合并输尿管受累^[6], 常单侧起病, 大部分位于左侧^[7-8]。该病多累及输尿管下段, 位于输尿管口以上 3~4cm 处^[9-10]。根据病变是否侵犯输尿管肌层可以分为外生型和内生型: 外生型发生较多, 为子宫内膜异位灶直接浸润输尿管周围组织及外膜, 继发输尿管及周围组织纤维化, 最终导致输尿管梗阻; 内生型可能来源于血行转移或淋巴转移; 同一病变中, 外生型和内生型可以同时存在^[11-12]。患者多无特异性症状, 如不及时诊断延误治疗可继发输尿管梗阻, 严重者可引起肾功能损伤^[13-14]。

手术治疗可以去除病变、解除梗阻、保护肾功能, 是输尿管子宫内膜异位症的首选治疗方式^[15]。术式选择目前尚存争议, 应依据病变位置、大小、肾积水程度、肾功能情况、患者年龄及生育要求等综合制定手术方案^[16]。对于病变范围小、肾积水较轻的患者可采用输尿管粘连松解; 如合并中重度肾积水, 考虑病变已累及输尿管肌层及黏膜层, 单纯输尿管粘连松解术复发率高^[17], 应切除病变输尿管行输尿管端端吻合术或输尿管膀胱再植术; 如肾功能严重受损, 必要时可采取肾输尿管全长切除术。本例患者输

尿管病变范围较长, 肾积水程度较重, 故采取输尿管膀胱再植术。本中心采用 IUPU (Insitue of Urology, Peking University) 改良技术制作输尿管末端抗返流乳头^[18], 全体内操作避免了体外构建乳头对输尿管的过度游离及牵拉, 避免输尿管缺血的发生^[19]; 采用腰肌悬吊技术^[20], 将膀胱悬吊于腰大肌, 输尿管远端再植于膀胱顶壁, 以保证无张力的吻合, 同时在理论上减少输尿管狭窄复发的风险^[21]。迄今为止, 未见同类手术报道。

输尿管子宫内膜异位症多合并其他盆腔内异症病灶, 如直肠阴道隔内异症、卵巢内异症等^[22-23], 手术中应同时彻底切除^[24]。对于无生育要求的患者可以采取子宫和患侧附件切除, 以减少复发风险^[25]。由于盆腔内空间狭窄, 解剖结构复杂, 且部分输尿管内异症患者既往合并其他内异症手术史、存在盆腔内粘连的情况^[22], 手术难度大, 应警惕直接损伤及热扩散损伤造成的输尿管瘘、输尿管瘢痕狭窄^[26], 可术前留置输尿管支架管预防损伤。

随着机器人手术技术的发展, 机器人辅助腹腔镜手术已逐渐应用于复杂输尿管子宫内膜异位症^[27-28]。例如达芬奇机器人手术系统, 具有三维立体视野, 术野可 10 倍放大, 有利于盆腔深部解剖结构的探查; 机械臂系统拥有 7 个方向自由度, 有利于术中分离粘连和精细切割、缝合, 缩短手术时间, 减少出血。本例患者应用的新型国产内窥镜手术机器人系统, 已先后探索完成肾部分切除术、肾盂成型术^[3-4], 证实该手术系统在术中精细切割、精细缝合的安全性及有效性。相比达芬奇机器人手术系统, 该系统拥有开放的医生控制台 (如图 4A), 可避免术者颈部长久维持屈曲的姿势, 缓解颈部僵硬感; 该系统的医生控制台拥有上下两块显示屏, 下方屏幕实时显示三维高清术中图像, 上

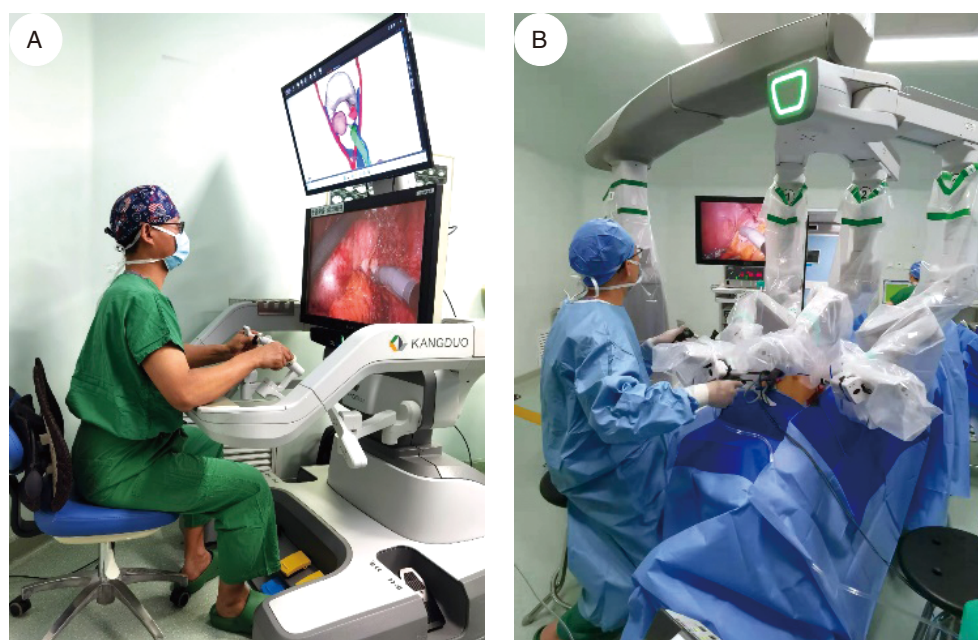


图4 KD-SR-01 机器人手术系统医生控制台及机械臂系统外观

Figure 4 Open console and manipulator arms of KD-SR-01

注：A. 开放医生控制台，下方屏幕提供术区实时高清 3D 立体视野，上方屏幕提供三维重建模型；B. 机械臂系统及助手位置，该设备可兼容传统 3D 腹腔镜系统

方屏幕显示动态三维重建模型，便于术者精准定位；该系统可以与现有 3D 腹腔镜系统兼容（如图 4B），大大提高了设备的通用性，降低成本，有利于机器人手术技术的普及。

综上所述，国产内窥镜机器人手术系统输尿管膀胱再植联合卵巢囊肿剥除术是安全有效的，可以为临床提供参考。但仍然需要大样本多中心数据进行验证。

参考文献

- [1] 刘艳燕, 易跃雄, 熊家强, 等. 国产机器人辅助腹腔镜系统手术动物实验研究 [J]. 中华实验外科杂志, 2022, 39(2): 280–283.
- [2] 刘荣, 赵国栋, 孙玉宁, 等. 5G 远程机器人手术动物实验研究 [J]. 中华腔镜外科杂志 (电子版), 2019, 12(1): 45–48.
- [3] FAN S B, DAI X F, YANG K L, et al. Robot-assisted pyeloplasty using a new robotic system, the KangDuo-Surgical Robot-01: a prospective, single-centre, single-arm clinical study[J]. BJU International, 2021, 128(2): 162–165.
- [4] WANG J, FAN S B, SHEN C, et al. Partial nephrectomy through retroperitoneal approach with a new surgical robot system, KD-SR-01[J]. Int J Med Robot, 2022, 18(2): e2352.
- [5] Taylor H S, Kotlyar A M, Flores V A. Endometriosis is a chronic systemic disease: clinical challenges and novel innovations[J]. Lancet, 2021, 397(10276): 839–852.
- [6] Barra F, Scala C, Biscaldi E, et al. Ureteral endometriosis: a systematic review of epidemiology, pathogenesis, diagnosis, treatment, risk of malignant transformation and fertility[J]. Human Reproduction Update, 2018, 24(6): 710–730.
- [7] Alves J, Puga M, Fernandes R, et al. Laparoscopic management of ureteral endometriosis and hydronephrosis associated with endometriosis[J]. Journal of Minimally Invasive Gynecology, 2017, 24(3): 466–472.
- [8] Uccella S, Cromi A, Agosti M, et al. Fertility rates, course of pregnancy and perinatal outcomes after laparoscopic ureterolysis for deep endometriosis: a long-

- term follow-up study[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2016, 36(6): 800–805.
- [9] Cavaco-Gomes J, Martinho M, Gilabert-Aguilar J, et al. Laparoscopic management of ureteral endometriosis: a systematic review[J]. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 2017. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2016.12.011.
- [10] Maccagnano C, Pellucchi F, Rocchini L, et al. Ureteral endometriosis: proposal for a diagnostic and therapeutic algorithm with a review of the literature[J]. *Urologia Internationalis*, 2013, 91(1): 1–9.
- [11] Fujita K. Endometriosis of the ureter[J]. *J Urol*, 1976, 116(5): 664.
- [12] Yohannes P. Ureteral endometriosis[J]. *Journal of Urology*, 2003, 170(1): 20–25.
- [13] Jadoul P, Feyaerts A, Squifflet J, et al. Combined laparoscopic and vaginal approach for nephrectomy, ureterectomy, and removal of a large rectovaginal endometriotic nodule causing loss of renal function[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2007, 14(2): 256–259.
- [14] Ota K, Sato K, Tanaka M. Ureteral stenosis due to DIE (deep infiltrating endometriosis) with difficulty in treatment: Case report and brief literature review[J]. *Gynecol Minim Invasive Ther*, 2017, 6(4): 214–216.
- [15] Knabben L, Imboden S, Fellmann B, et al. Urinary tract endometriosis in patients with deep infiltrating endometriosis: prevalence, symptoms, management, and proposal for a new clinical classification[J]. *Fertility and Sterility*, 2015, 103(1): 147–152.
- [16] 刘玉婷, 杨洁, 史宏晖, 等. 输尿管子宫内膜异位症的类型及诊治选择[J]. *生殖医学杂志*, 2017, 26(1): 77–81.
- [17] Ghezzi F, Cromi A, Bergamini V, et al. Management of ureteral endometriosis: areas of controversy[J]. *Curr Opin Obstet Gynecol*, 2007, 19(4): 319–324.
- [18] HE R, YU W, LI X S, et al. Laparoscopic ureteral reimplantation with extracorporeal tailoring and direct nipple ureteroneocystostomy for adult obstructed megaureter: a novel technique[J]. *Urology*, 2013, 82(5): 1171–1174.
- [19] ZHONG W L, YAO L, CUI H R, et al. Laparoscopic ureteral reimplantation with extracorporeal tailoring and direct nipple ureteroneocystostomy for adult obstructive megaureter: long-term outcomes and comparison to open procedure[J]. *International Urology and Nephrology*, 2017, 49(11): 1973–1978.
- [20] DING G P, CHENG S D, LI X F, et al. Experience managing distal ureteral strictures with Boari flap-psoas hitch and comparison of open and laparoscopic procedures[J]. *Translational Andrology and Urology*, 2021, 10(1): 56–65.
- [21] YANG K L, CHENG S D, CAI Y K, et al. Clinical characteristics and surgical treatment of ureteral endometriosis: our experience with 40 cases[J]. *BMC Women's Health*, 2021, 21(1): 206.
- [22] Seracchioli R, Raimondo D, Di Donato N, et al. Histological evaluation of ureteral involvement in women with deep infiltrating endometriosis: analysis of a large series[J]. *Human Reproduction*, 2015, 30(4): 833–839.
- [23] Raimondo D, Mabrouk M, Zannoni L, et al. Severe ureteral endometriosis: frequency and risk factors[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2018, 38(2): 257–260.
- [24] 郑玉梅, 彭超, 陆叶, 等. 深部浸润型子宫内膜异位症在盆腔子宫内膜异位症中的发生率及其临床病理特征分析[J]. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(6): 384–389.
- [25] 彭超, 张德玉, 周应芳, 等. 合并肾积水的输尿管子宫内膜异位症 92 例临床分析[J]. *中华妇产科杂志*, 2021, 56(12): 836–841.
- [26] Darwish B, Stochino-Loi E, Pasquier G, et al. Surgical outcomes of urinary tract deep infiltrating endometriosis[J]. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 2017, 24(6): 998–1006.
- [27] Nezhat C M D, Lewis M M D, Kotikela S M D, et al. Robotic versus standard laparoscopy for the treatment of endometriosis[J]. *Fertility and sterility*, 2010, 94(7): 2758–2760.
- [28] Brudie L A, Gaia G, Ahmad S, et al. Peri-operative outcomes of patients with stage IV endometriosis undergoing robotic-assisted laparoscopic surgery[J]. *Journal of Robotic Surgery*, 2012, 6(4): 317–322.