机器人外科学杂志
CJRS
Chinese Journal of Robotic Surgery
病案报道·Case report
Vol. 3 No. 2 Apr. 2022
DOI: 10.12180/j.issn.2096-7721.2022.02.011

机器人辅助单孔腹腔镜下小婴儿肾盂成形术一例：国内首例报道

刘一帆[1]，高贺云[1]，张　文[1]，黄光彬[1]，余山桢[1]，余　方[2]，卢　丹[3]，宋学敏[4]，赵国艳[5]，杨　琨[6]

（1. 武汉大学中南医院小儿外科　湖北　武汉　430071；2. 武汉大学中南医院病理科　湖北　武汉　430071；3. 武汉大学中南医院超声医学科妇产超声亚科　湖北　武汉　430071；4. 武汉大学中南医院麻醉科　湖北　武汉　430071；5. 武汉大学中南医院麻醉手术科　湖北　武汉　430071；6. 武汉大学中南医院泌尿外科　湖北　武汉　430071）

摘　要　本文报道 2021 年 11 月武汉大学中南医院小儿外科应用达芬奇 Xi 机器人手术系统治疗出生 53d 左肾积水并右侧睾丸鞘膜积液的小婴儿 1 例。手术方法采用经脐单孔入路，同时完成左肾盂成形术及右侧鞘状突高位结扎术。手术进展顺利，总手术时间 148min，术中出血量约 5ml，术后 8h 通气、32h 通便、65h 拔除腹膜后引流管，并于术后第 6d 拔除尿管，痊愈出院。

关键词　机器人辅助单孔腹腔镜手术；小婴儿；肾盂成形术；肾盂输尿管连接部梗阻

中图分类号　R692.2　**文献标识码**　A　**文章编号**　2096-7721（2022）02-0140-09

收稿日期：2021-11-30　**录用日期：**2022-01-03
Received Date: 2021-11-30　Accepted Date: 2022-01-03
基金项目：湖北省卫健委青年人才项目（WJ2019Q050）
Foundation Item: Youth Talent Project of the Health Commission of Hubei Province (WJ2019Q050)
通讯作者：张文，Email：wzhang115@163.com
Corresponding Author: ZHANG Wen, Email: wzhang115@163.com
引用格式：刘一帆，高贺云，张文，等．机器人辅助单孔腹腔镜下小婴儿肾盂成形术一例：国内首例报道 [J]. 机器人外科学杂志（中英文），2022，3（2）：140-148.
Citation: LIU Y F, GAO H Y, ZHANG W, et al. Robot-assisted laparoscopic single-port pyeloplasty in infant: the first case report in China [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2022, 3(2): 140-148.

Robot-assisted laparoscopic single-port pyeloplasty in infant: the first case report in China

LIU Yifan[1], GAO Heyun[1], ZHANG Wen[1], HUANG Guangbin[1], YU Shanzhen[1], YU Fang[2], LU Dan[3], SONG Xuemin[4], ZHAO Guoyan[5], YANG Kun[6]

(1. Department of Pediatric Surgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China; 2. Department of Pathology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China; 3. Department of Obstetrics and Gynecology Ultrasound Medicine, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China; 4. Department of Anesthesiology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China; 5. Department of Anesthesia and Operating Room, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China; 6. Department of Urology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China)

Abstract In November 2021, a 53-day old infant who underwent robot-assisted laparoscopic single-port pyeloplasty for left hydronephrosis and right hydrocele in Department of Pediatric Surgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University. The left pyeloplasty and high ligation of the right processus vaginalis were completed at the same time with the transumbilical single-port approach. The surgery was completed smoothly, with a total operation time of 148 min and blood loss of 5ml. Postoperative exhaust time was 8h, and time of defecation was 32h. The retroperitoneal drainage tube was removed 65h after surgery and the urinary catheter was removed on the 6th day after surgery, then the infant recovered and was discharged.

Key words Robot-assisted laparoscopic single-port surgery; Infant; Pyeloplasty; Uretero-pelvic junction obstruction

肾盂输尿管连接部梗阻（Uretero-pelvic junction obstruction，UPJO）是小儿肾积水最常见的原因[1]，Anderson 和 Hynes 描述的离断式肾盂输尿管成形术作为治疗 UPJO 的经典手术方式，从最初的传统开放式手术发展到腹腔镜手术和机器人辅助腹腔镜手术，其中腹腔镜手术，尤其是机器人辅助腹腔镜手术具有创伤小、术后疼痛少、住院时间短、恢复快等优势[2-3]。机器人辅助腹腔镜肾盂成形术（Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty，RALP）已逐渐应用于儿童患者，随着机器人辅助技术的发展，RALP 可应用于患儿的年龄也越来越小[4-5]。机器人辅助单孔腹腔镜技术（Robot-assisted laparoendoscopic single-site surgery，R-LESS）作为单孔腹腔镜与机器人手术系统的结合是微创手术领域的重大突破，由于其受操作空间的限制，目前仅局限应用于年龄较大的儿童患者[6-8]，查阅文献，对于小婴儿患者（<3 个月），国际尚无 R-LESS 的相关应用报道。2021 年 11 月本团队成功完成国内首例达芬奇 Xi 机器人辅助单孔腹腔镜肾盂成形术治疗小婴儿 UPJO，术中顺利，术后恢复良好，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　临床资料

患儿，男，出生 53d。孕 17 周产检发现双肾积水，左侧为著，后按期产检，出生前后泌尿系彩超显示肾脏积水（见表 1），出生后左肾积水情况一度稳定，后因左肾盂积水加重、肾盏扩张明显伴肾实质变薄（如图 1A），复查尿常规正常，于 2021 年 11 月以“左先天性肾积水”收入院。入院查体：体重 5.8kg，身长 56cm，腹

围（经脐）42cm。一般情况可，腹平软，左腰背部可触及大小约 5cm × 4cm × 3cm 质地中等的囊性包块，右侧阴囊肿大，睾丸不可及，透光试验（+），左侧睾丸阴囊内可及，大小正常。磁共振尿路成像（Magnetic resonance urography, MRU）：左肾增大，肾盂肾盏积水扩张，左侧肾盂 – 输尿管移行区以下未见显示，走行区未见异常信号；右肾未见明显异常；右睾丸鞘膜积液（如图 1B）。心脏彩超提示卵圆孔未闭。术前诊断：左先天性肾积水，肾盂输尿管连接部狭窄；右睾丸鞘膜积液；卵圆孔未闭。完善术前常规检查及术前准备后于出生 53d 在全身麻醉下行机器人辅助单孔腹腔镜左肾盂成形术 + 右鞘状突高位结扎术。

1.2　方法

1.2.1　术前准备

患儿人工喂养，术前 2d 开始行温盐水灌肠，1 次 /d；同时口服西甲硅油 0.5ml，2 次 /d，以减少肠道积气。术前 6h 禁食，术前 2.5h 口服清饮料 30ml 后禁饮，并于术晨留置 Fr14 肛管并固定。

1.2.2　手术体位与入路

气管插管麻醉后，患儿取平卧位，垫高腰桥，置入 Fr6 导尿管排空膀胱。常规消毒铺巾后，经脐下缘作 2.5cm 大小弧形切口（如图 2A），置入特制单孔腹腔镜装置，建立 CO_2 人工气腹，气腹压为 6~8mmHg（1mmHg=0.133kPa）。放置 30° 镜头，探查见右侧腹股沟内环口未闭（如图 2B），左侧闭合。

1.2.3　机器人一次对接与鞘状突高位结扎

机器人手术系统为第四代达芬奇 Xi。设置机器人模式为盆腔模式，取患儿右鞘状突开口处为机器人对接目标区域（如图 2C），以 2–0 不可吸收线避开输精管与精索血管环绕内环口做荷包缝合（如图 2D）。

1.2.4　机器人二次对接与肾盂成形

调整体位为头高脚低右倾 30° 卧位，机器人模式转换为肾脏模式，机器在患儿左侧完成对接。夹闭尿管使膀胱逐渐充盈。调整操作器械使镜头及两操作臂呈三角分布，镜头位于上方且镜面朝上（如图 3A）。手术入路采用结肠旁途径 [9]，辅助钳轻压结肠以排气，用电剪切开降

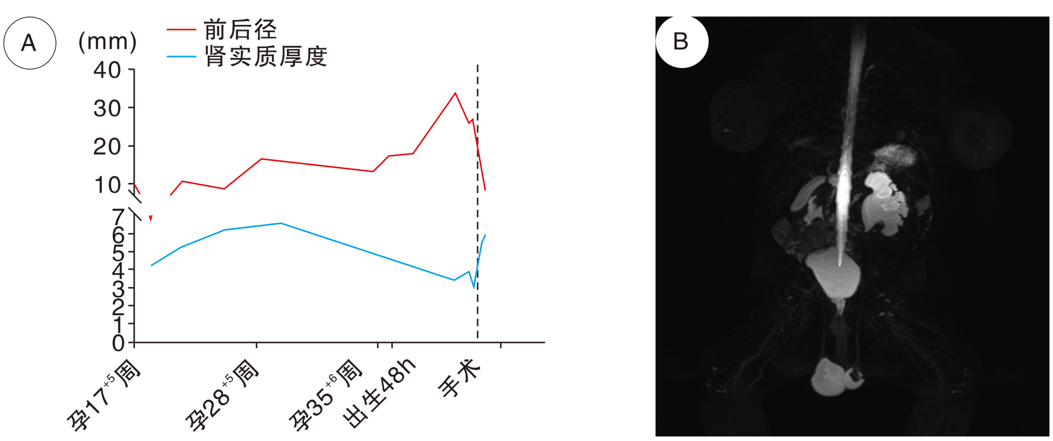

图 1　肾积水动态变化及磁共振尿路成像

Figure 1　Line chart of dynamic changes of hydronephrosis and MRU

注：A. 左肾集合系统分离前后径大小及左肾实质厚度动态变化折线图；B. 术前 MRU 提示左肾盂积水，肾盂输尿管连接处狭窄可能，睾丸鞘膜积液。

表 1　不同时期肾脏积水情况

Table 1　Hydronephrosis in different periods

时期	左肾（cm）					右肾（cm）				
	肾脏大小	实质厚度	皮质厚度	前后径	左右径	肾脏大小	实质厚度	皮质厚度	前后径	左右径
孕 17^{+5} 周				1.00					0.50	
孕 19^{+5} 周	2.50×1.20	0.42	0.15	0.69	1.17	2.30×0.90	0.35	0.14	0.37	0.46
孕 22^{+2} 周	3.07×1.67	0.53	0.32	1.06	1.82	2.81×1.51	0.60	0.31	0.70	1.47
孕 25^{+5} 周	4.40×1.80	0.62	0.27	0.88	2.11	3.70×1.70	0.61	0.24	0.70	1.01
孕 28^{+5} 周				1.68					0.93	
孕 30^{+3} 周	4.40×2.70	0.66	0.29	1.60	2.50	3.90×1.90	0.75	0.34	0.70	1.00
孕 34^{+5} 周				1.47					0.64	
孕 35^{+6} 周				1.31					0.80	
出生 48h				1.76					0.91	
出生 16d	5.33×3.01			1.78		4.97×2.34			1.01	
出生 40d	6.50×3.20	0.34		3.40		5.60×2.20			0.42	
出生 48d	7.40×4.00×3.70	0.39	0.15	2.60	3.70	5.80×2.90×2.80	1.25	0.39	0.56	1.78
术前 2d	7.60×2.90×3.80	0.20~0.40		2.70		6.10×2.50×2.30	1.10			
术后 1d	6.90×3.20×3.30	0.40~0.70		1.10		6.10×2.60×2.50	1.10		0.50	
术后 5d	6.80×2.50×3.00	0.60	0.40	0.80		60×2.60×2.80	1.10	0.40	0.30	

结肠中段外侧腹膜，将结肠向内侧游离，显露扩张的肾盂和输尿管上段，可见肾盂输尿管移行区管腔变窄，狭窄段长约 2cm（如图 3B）。用 5–0 单股线穿过输尿管狭窄部下方约 5mm 处正常输尿管外组织以标记前壁，并从腹壁穿出悬吊，同样，用 4–0 单股线悬吊牵引肾盂上角（如图 3C）。斜形剪开肾盂下角，于肾盂输尿管连接狭窄处离断输尿管，保留约 2mm 狭窄段，温生理盐水冲洗以清除陈尿及少许渗血。钳夹输尿管前壁标记线并纵行剖开远端输尿管后壁约 1.2cm，用 5–0 可吸收线将肾盂瓣下角与输尿管劈开处最低位缝合（如图 3D），留线结长度约 2cm 方便牵引，5–0 可吸收线间断缝合肾盂瓣与远端输尿管外侧壁（如图 3E）。经吻合口放置 Fr3 双 J 管，自尿管注入 50ml 生理盐水，见双 J 管腔内有液体流出，确认双 J 管位于膀胱内（如图 3F~G），开放尿管。用 5–0 可吸收线间断缝合肾盂与远端输尿管内侧壁，修剪扩张的肾盂，再次冲洗肾盂腔，以 4–0 可吸收线连续缝合肾盂开口（如图 3H）。检查无明显渗血，漏尿，于吻合口下方放置 Fr10 引流管，自脐部切口引出，逐层关腹并恢复脐部正常结构。

2　结果

手术过程顺利，总手术时间 148min（其中机器人对接时间 10min，机器人操作时间

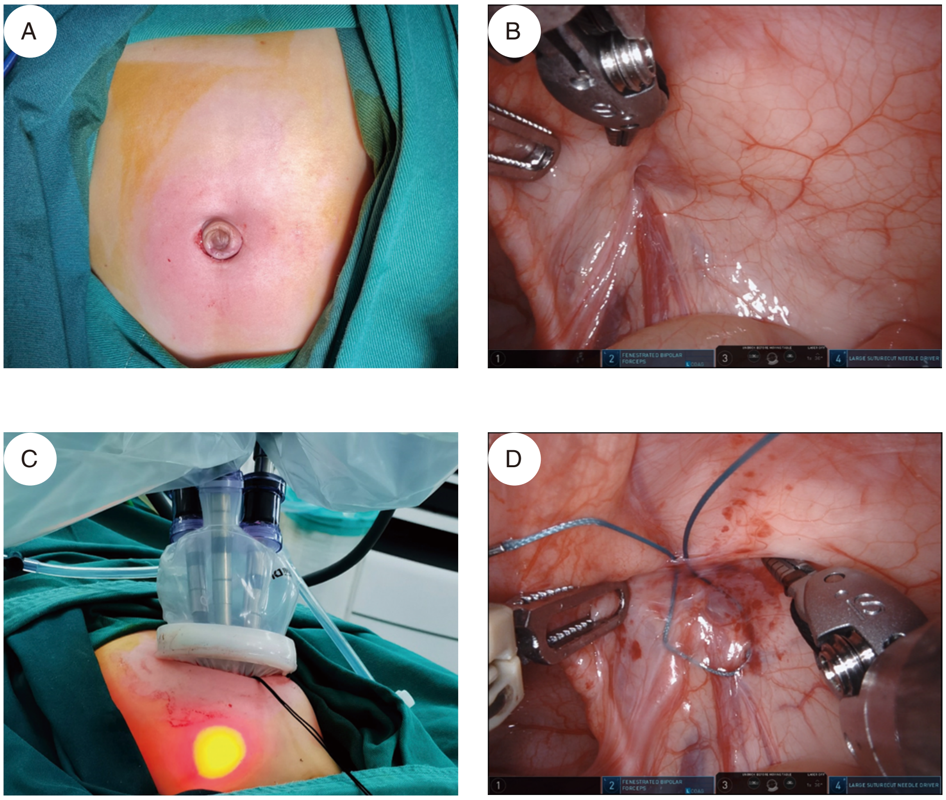

图 2　皮肤切口外观及鞘状突高位结扎

Figure 2　Appearance of incision and high ligation of processus vaginalis

注：A. 皮肤切口外观；B. 右侧腹股沟内环口未闭；C. 右鞘状突高位结扎术中器械外观；D. 高位环扎右侧鞘状突。

108min，腹腔外操作时间 30min），术中出血量约 5ml，术后患儿生命体征稳定，引流管无异常引流。术后 8h 通气，随后开始少量饮水，术后 16h 开始人工喂养并逐渐加量至每 3h 30ml，32h 自解黄绿色大便，引流管基本无引流，复查彩超提示左肾积水减轻、实质厚度增加，腹腔未见明显积液。引流管于术后 65h 拔除，术后第 6d 拔除尿管，患儿顺利出院。

切除的肾盂输尿管狭窄段长约 1.8cm（如图 4A），术后病理诊断：输尿管狭窄段管周最大径约 2mm（如图 4B~C），部分区域尿路上皮脱失，固有层明显纤维增生伴局部水肿，肌层增厚（如图 4B~D）；肾盂组织明显扩张，未见尿路上皮，固有层及肌层纤维化分界不清（如图 4E）。

3　讨论

离断式肾盂输尿管成形术作为 UPJO 的标准传统手术治疗方式，其成功率早已超过 90%，随后腹腔镜肾盂成形术逐渐被证明是一种安全有效的治疗 UPJO 的方法，现已广泛应用于儿童患者[10]。机器人辅助腹腔镜肾盂成形术则凭借达芬奇机器人良好的 3D 手术视野及操作精度逐渐在小儿泌尿外科中应用，在我国已开展 6 年余[11]。单孔腹腔镜技术作为传统腹腔镜技术的延伸，通过减少腹部皮肤切口，进一步贯彻了微创理念。然而单孔腹腔镜手术存在器械操作的“筷子效应”和操作三角受限等技术难点，难以广泛应用于复杂的重建手术。随着机器人辅助技术的发展，机器人辅助单孔腹腔镜的应用可以弥补这些缺陷，目

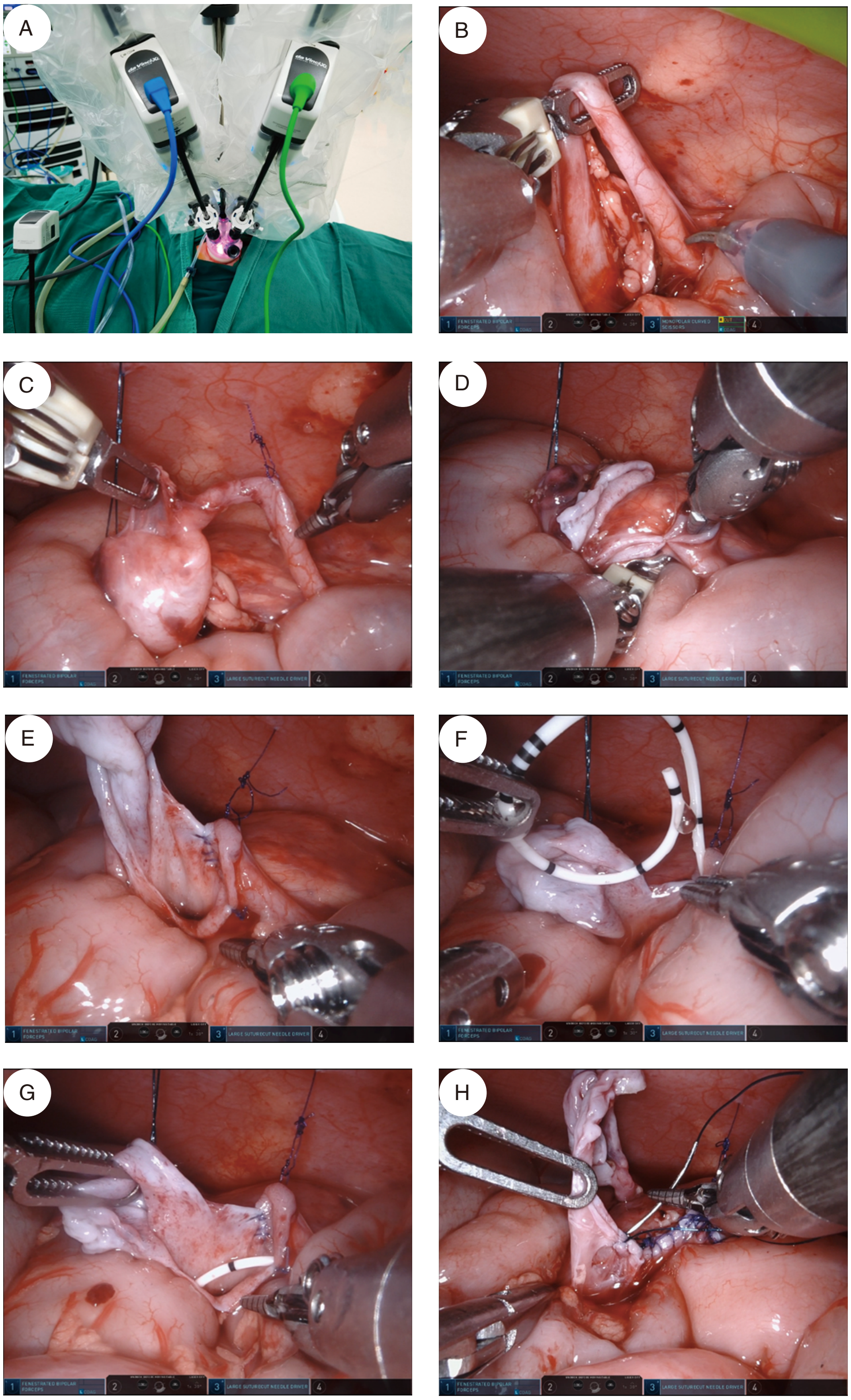

图 3　术中器械外观及肾盂成形术手术步骤

Figure 3　Intraoperative instrument appearance and surgical steps of pyeloplasty

注：A. 左肾盂成形术中器械外观；B. 显露肾盂输尿管连接部狭窄段；C. 牵引近端肾盂上角及远端输尿管前壁；D. 吻合肾盂瓣下角与输尿管劈开处最低点；E. 间断缝合肾盂瓣与远端输尿管外侧壁；F. 确认双 J 管位于膀胱内；G. 经吻合口置入双 J 管；H. 间断缝合肾盂瓣与远端输尿管内侧壁。

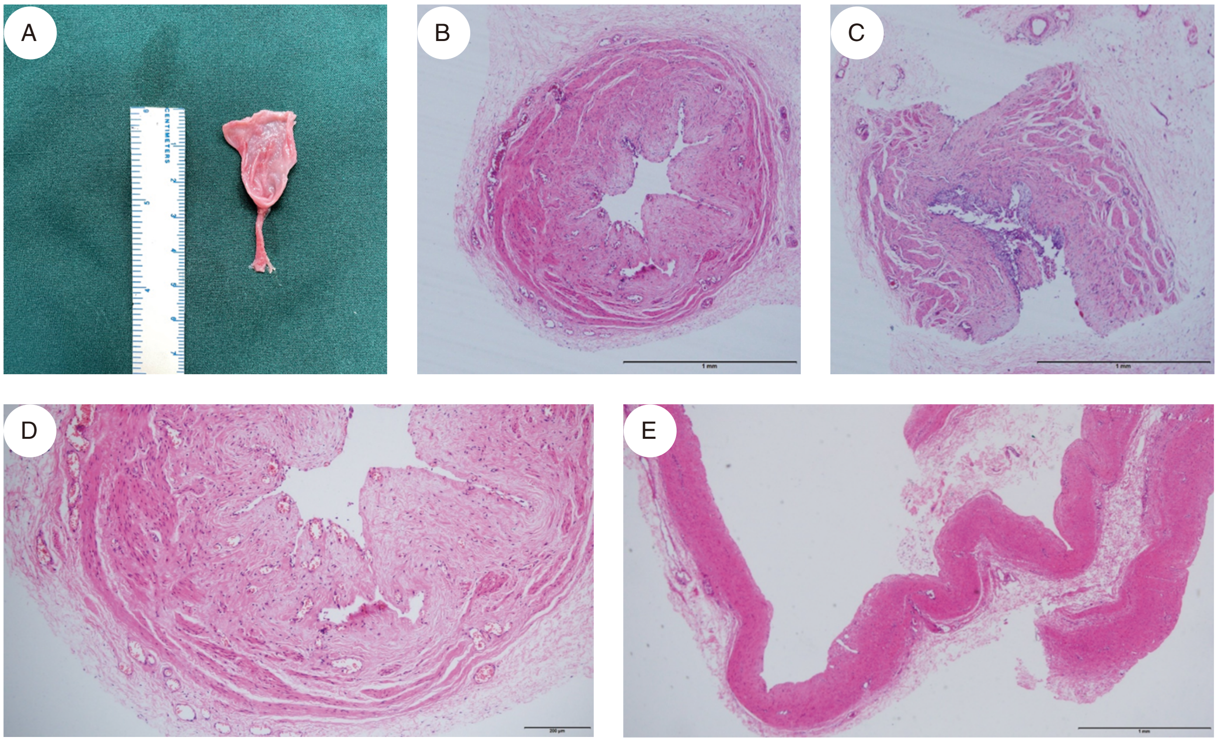

图 4 标本外观及石蜡切片 HE 染色

Figure 4 Specimen appearance and H&E staining of paraffin sections

注：A. 切除的肾盂输尿管连接部标本外观；B~D. 狭窄段输尿管横切面（HE 染色）；E. 扩张肾盂横切面（HE 染色）。

前已成功应用到诸如妇科、泌尿外科等多种学科[12-13]，小儿因其腹部空间小，器械操作难度增加，限制了机器人辅助单孔腹腔镜在小儿外科中的应用，尤其在小婴儿中的应用。2019 年，Kang S K 等[7]最先报道了使用达芬奇 SP 手术系统对一例 10 岁儿童行机器人辅助单孔腹腔镜肾盂成形术。本团队于近 2 年成功完成了多例小儿机器人辅助单孔腹腔镜手术，其中最小患儿年龄为 53d，即本例患儿。

目前对于小婴儿肾积水的治疗时机仍然存在争议。随着产前超声的普及，越来越多的无症状肾积水被检出。Onen A 等[14]认为只有在分肾功能下降或肾积水进行性发展时才需要手术治疗。然而 Tabari A K 及其团队[15]通过前瞻性研究发现，对 <1 岁的重度无症状肾积水患儿进行早期肾盂成形术的治疗效果优于保守治疗。人们普遍认为，不满 1 岁或 10kg 以下的婴儿进行肾盂成形术是一项具有挑战性的手术，它需要更复杂的技术来减少并发症的发生和手术时间，以减少麻醉产生的负面影响[16]。谢瑾瑾等[17]通过对 18 例重度肾积水新生儿实行离断式肾盂成形术，验证了在新生儿期进行手术的安全性、可行性。Li P 及其团队[16]报道了 9 例 RALP 治疗 3 个月以下婴儿严重 UPJO。本例患儿手术时日龄 53d，产前超声评估在不同医院进行，故具体数值有所偏差，但复查发现左肾积水加重趋势一致，伴肾皮质变薄、肾盏扩张，术前 MRU 也确诊其为 UPJO，且术后病理证实，送检肾盂组织纤维化增生，狭窄部输尿管存在不可逆转的组织病理变化，故手术时机选择合理。目前达成一致的肾积水手术指征为美国胎儿泌尿外科协会（Society for Fetal Urology，SFU）提出的

SFU 分级为 3 级、4 级，分肾功能 <40% 的患儿[18]，而新生儿及小婴儿肾脏功能不成熟，肾核素显像结果不可靠，故不纳入新生儿及小婴儿肾积水手术的绝对指征。本团队认为有丰富经验的临床医生辅以有经验的超声医生动态监测可保证肾积水新生儿及小婴儿获益最大。

本例患儿手术应用机器人单孔腹腔镜技术，运用快速康复外科（Enhanced recovery after surgery，ERAS）理念，使患儿手术切口最小化，肠道麻痹期短，早期即可经口进食，术后恢复快，住院时间短，从而减轻患儿心理及生理的创伤应激。此外，引流管自脐部切口引出并于术后 48h 后拔除兼顾了安全引流和不额外增加伤口的目的。

对本例报道的体会如下：①对于儿童 R-LESS 需要由有丰富的单孔腹腔镜及机器人操作经验的医师完成，本例主刀医生已积累了 6 年机器人辅助手术经验[19]，同时 R-LESS 治疗儿童 UPJO 也成功完成了 10 余例；②术前行充分肠道准备，放置肛管，可减少术中肠道遮挡手术视野或肠道损伤的几率；③小婴儿腹部空间小，本例患儿肚脐距左肾肠系膜区仅 4cm，采取常用的肠系膜入路手术难度较大，结肠旁入路能增加器械入口至目标区域的距离从而增加器械操作空间；④输尿管前壁、肾盂上角和肾盂输尿管吻合口留有的牵引线，加上远端输尿管上留有未切除的 2mm 狭窄段，均能在吻合过程中起到牵引作用从而避免正常肾盂及输尿管被钳夹而受损；⑤肾盂与输尿管吻合口采用间断缝合，可降低吻合口狭窄发生的几率；⑥三维立体成像和分辨率较高的手术视野是机器人辅助手术精确度高的基础，缝合吻合口时使用颜色不同的可吸收线较单色线能提高视野辨识度从而保证手术操作的精度；⑦囿于术者的经验和技术，使用 5-0 可吸收线缝合肾盂输尿管吻合口时，线结略显繁多，对于更小的婴儿甚至是新生儿，6-0 可吸收线缝合吻合口可获得更好的视觉效果。

综上所述，通过达芬奇 Xi 机器人辅助单孔腹腔镜肾盂成形术治疗小婴儿患者的 UPJO 是可行的，随着机器人辅助系统的发展，其手术适应证将逐步扩大，机器人辅助单孔腹腔镜技术在小儿外科，甚至是新生儿外科中的技术壁垒将会被逐步击破，应用越来越广泛。

参考文献

[1] HUANG Y, WU Y, SHAN W, et al. An updated meta-analysis of laparoscopic versus open pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(4): 4922–4931.

[2] Tasian G E, Casale P. The robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty: gateway to advanced reconstruction[J]. Urol Clin North Am, 2015, 42(1): 89–97.

[3] Andolfi C, Adamic B, Oommen J, et al. Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty in infants and children: is it superior to conventional laparoscopy?[J]. World J Urol, 2020, 38(8): 1827–1833.

[4] 刘德鸿，周辉霞，马立飞，等. 机器人辅助腹腔镜肾盂成形术治疗小婴儿肾积水的初步经验 [J]. 中华泌尿外科杂志，2019, 40(1): 2–7.

[5] Neheman A, Kord E, Zisman A, et al. Comparison of robotic pyeloplasty and standard laparoscopic pyeloplasty in infants: a bi-institutional study[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2018, 28(4): 467–470.

[6] Rosales-velderrain A, Alkhoury F. Single-port robotic cholecystectomy in pediatric patients: single institution experience[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2017, 27(4): 434–437.

[7] Kang S K, Jang W S, Kim S W, et al. Robot-assisted laparoscopic single-port pyeloplasty using the da Vinci SP(R) system: initial experience with a pediatric patient[J]. J Pediatr Urol, 2019, 15(5): 576–577.

[8] Parikh N, Findlay B, Boswell T, et al. Single-port robotic Mitrofanoff in a pediatric patient[J]. J Pediatr Urol, 2021, 17(3): 424–425.

[9] Gargollo P C. Hidden incision endoscopic surgery: description of technique, parental satisfaction and applications[J]. J Urol, 2011, 185(4): 1425–1431.
[10] MEI H, PU J, YANG C, et al. Laparoscopic versus open pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children: a systematic review and meta-analysis[J]. J Endourol, 2011, 25(5): 727–736.
[11] 吕逸清 , 谢华 , 黄轶晨 , 等 . 机器人辅助腹腔镜下儿童肾盂成形术的初步探讨 [J]. 中华泌尿外科杂志 , 2015, 36(10): 721–725.
[12] Matanes E, Lauterbach R, Boulus S, et al. Robotic laparoendoscopic single-site surgery in gynecology: a systematic review[J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2018. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2018.10.006.
[13] Barret E, Sanchez-salas R, Ercolani M, et al. Robotic-assisted laparoendoscopic single-site surgery (R-LESS) in urology: an evidence-based analysis[J]. Minerva Urol Nefrol, 2011, 63(2): 115–122.
[14] Onen A, Jayanthi V R, Koff S A. Long-term followup of prenatally detected severe bilateral newborn hydronephrosis initially managed nonoperatively[J]. J Urol, 2002, 168(3): 1118–1120.
[15] Tabari A K, Atqiaee K, Mohajerzadeh L, et al. Early pyeloplasty versus conservative management of severe ureteropelvic junction obstruction in asymptomatic infants[J]. J Pediatr Surg, 2020, 55(9): 1936–1940.
[16] LI P, ZHOU H, CAO H, et al. Early robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty for infants under 3 months with severe ureteropelvic junction obstruction[J]. Front Pediatr, 2021.DOI: 10.3389/fped.2021.590865.
[17] 谢谨谨 , 袁继炎 , 周学锋 , 等 . 新生儿重度肾积水的手术治疗及疗效观察 [J]. 中华小儿外科杂志 , 2010, 31(4): 241–244.
[18] Chiou Y Y, Chiu N T, Wang S T, et al. Factors associated with the outcomes of children with unilateral ureteropelvic junction obstruction[J]. J Urol, 2004, 171(1): 397–402, 402.
[19] 李宁 , 周学锋 , 袁继炎 , 等 . 达芬奇机器人在儿童肾盂成形术中的应用体会——附 9 例报告 [J]. 临床小儿外科杂志 , 2019, 18(4): 294–298.