机器人外科学杂志
CJRS
Chinese Journal of Robotic Surgery
病案报道·Case report
Vol. 5 No. 2 Apr. 2024
DOI: 10.12180/j.issn.2096-7721.2024.02.020

机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术：全球首例报道（附视频）

扫码观看视频

沈百欣，倪斌，张俊麒，郑明，魏勇，薛珺，杨昕，朱清毅，顾民

（南京医科大学第二附属医院泌尿外科　江苏　南京　210011）

摘　要　南京医科大学第二附属医院泌尿外科于2023年5月收治1例“左侧供肾”患者，完成了首例机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术，该术式国内外尚无相关报道。手术顺利完成，未增加额外切口，术前机器人定位时间8 min，手术时间83 min，术中出血20 ml，热缺血时间3 min，冷缺血时间131 min。供肾动脉长3.5 cm，静脉长5.1 cm，输尿管长15 cm。皮肤切口长度为6 cm。供者术后复查肾功能正常，无任何围手术期并发症，术后3 d出院。肾移植术中再通血流后，移植肾色泽良好，张力正常，30 s后即有尿液流出，受者术后2 d血肌酐降至正常，未出现移植肾功能延迟恢复。结果表明，机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术具有安全、可靠、创伤小、恢复快、体表切口美观等优势，具有良好的临床应用前景。

关键词　单孔腹腔镜手术；机器人辅助手术；供肾切取术；活体供肾；肾移植

中图分类号　R608　R692　**文献标识码**　A　**文章编号**　2096-7721（2024）02-0233-05

Robot-assisted laparoendoscopic single-site retroperitoneal living donor nephrectomy: the first case report (with video)

SHEN Baixin, NI Bin, ZHANG Junqi, ZHENG Ming, WEI Yong, XUE Jun, YANG Xin, ZHU Qingyi, GU Min

(Department of Urology, the Second Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210011, China)

Abstract　A case of left living kidney donor was admitted to the Department of Urology of the Second Affiliated Hospital of Nanjing Medical University in May 2023. The first case of robot-assisted laparoendoscopic single-site retroperitoneal living donor nephrectomy was performed in our hospital, which has not been reported at home and abroad. The procedure was carried out effectively without extra incision. The surgery was completed successfully with the estimated blood loss of 20 ml, total operative time of 83 min, warm ischemia of 3 min and cold ischemia of 131 min. Preoperative robotic positioning took 8 min. The ureter was 15 cm long, with the renal artery of 3.5 cm and vein of 5.1 cm. The skin incision was 6 cm in length. The donor had

收稿日期：2023-11-02　**录用日期：**2023-12-26

Received Date: 2023-11-02　**Accepted Date:** 2023-12-26

基金项目：国家自然科学基金面上项目（82170769）；江苏省卫生健康委科研项目（ZD2021028）

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China (82170769), Scientific Research Project of Jiangsu Provincial Health Commission (ZD2021028)

通讯作者：顾民，Email：lancetgu@aliyun.com；朱清毅，Email：drzhuqingy@126.com

Corresponding Author: GU Min, Email: lancetgu@aliyun.com; ZHU Qingyi, Email: drzhuqingy@126.com

引用格式：沈百欣，倪斌，张俊麒，等. 机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术：全球首例报道（附视频）[J]. 机器人外科学杂志（中英文），2024，5（2）：233-237.

Citation: SHEN B X, NI B, ZHANG J Q, et al. Robot-assisted laparoendoscopic single-site retroperitoneal living donor nephrectomy: the first case report (with video) [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(2): 233-237.

注：沈百欣，倪斌为共同第一作者

Co-first Author: SHEN Baixin, NI Bin

normal renal function on postoperative review without perioperative complications, with the length of hospital stay of 3 d. During kidney transplant, the graft was well perfused and normotonic after refilling of blood, and urine began to flow after 30 s. 2 days after the surgery, the recipient's serum creatinine returned to normal level without delayed graft function. The results showed that robot-assisted laparoendoscopic single-site retroperitoneal living donor nephrectomy is superior in surgical safety, dependability, minimal trauma, quick recovery, and aesthetic incision, which has good clinical prospects.

Key words Laparoendoscopic Single-site Surgery; Robot-assisted Surgery; Donor Nephrectomy; Living Donor Kidney; Kidney Transplantation

肾移植是治疗终末期肾病最有效的方法，但供体器官来源短缺是肾移植面临的最大难题之一[1]。活体器官移植有效地补充了器官来源，同时也可以获得良好的移植效果，但供者需面临手术损伤的风险且无任何获益。腹腔镜下活体供肾切取术相较于传统开放手术具有创伤小、术后恢复快等优势，而单孔多通道腹腔镜手术进一步增强了上述优势，同时并发症更少、疼痛更轻、术后伤口更美观。机器人手术系统具有高清三维视野、生理性抖动自动过滤等优势，一定程度上降低了腹腔镜下活体供肾切取的操作难度[2]。目前，国内外尚无机器人联合单孔腹腔镜活体供肾切取的相关报道。本中心积累了丰富的机器人和单孔腹腔镜操作经验，率先完成全球首例机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术（查新号：NJMUCX2024034），现报道如下。

1 资料与方法

1.1 供受者一般资料 供受者为母女关系。供者，女，61岁，平素体健，O型血型，Rh（+）。淋巴细胞毒试验：阴性。术前血肌酐为51.4 μmol/L。术前泌尿系彩超示左肾10.1 cm×4.5 cm，CT血管造影示双肾单支动静脉血管且走行正常。受者，女，40岁，O型血型，Rh（+）。因“尿检异常18余年，规律血液透析1年”，以“慢性肾脏病5期，血液透析状态，高血压3级”入院。术前血肌酐为890 μmol/L。总PRA：Ⅰ类阴性，Ⅱ类阴性。本研究经江苏省人体器官捐献与移植伦理审查委员会及南京医科大学第二附属医院医学伦理委员会批准。

1.2 机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术手术操作

1.2.1 单孔通道的建立与机械臂的摆放 采用达芬奇机器人Xi系统并使用镜头臂、1号臂和3号臂。患者全身麻醉后，取右侧卧位，留置胃管及尿管。常规消毒后于腰部肋缘下2 cm做5 cm横行皮肤切口，尽量避免离断肌纤维。通过自制气囊扩张腹膜后间隙，随后放置四通道单孔端口（由1个8 mm改良套管和3个12 mm套管组成），正确摆放机械臂（如图1）。

1.2.2 手术过程 打开Gerota's筋膜，沿腰大肌充分游离左肾门周围脂肪及淋巴结缔组织暴露出肾动脉，随后游离肾动脉至汇入腹主动脉处，然后暴露肾静脉并分离至下腔静脉汇入处。于腰大肌前方肾下极平面寻及输尿管，向下游离输尿管至与髂血管相交处，注意保护输尿管血供，保留部分输尿管周围组织，此时不离断输尿管。在肾上极将肾周筋膜前后层离断，保留肾上腺组织，分离肾上腺与肾脏之间组织，并沿肾包膜表面将肾脏充分游离，在输尿管与髂血管相交处离断输尿管，随后分别在肾动脉及肾静脉的近心端用2枚Hem-o-lock夹闭后离断（如图2）。立即停止气腹，通过单孔切口小心取出供肾交由灌注组进行体外灌注。彻底止血，留置引流管，从皮肤切口引出，逐层关闭，缝合皮肤切口。

1.2.3 供肾修剪并行肾移植术 修剪供肾并测量肾脏动静脉长度和输尿管长度，保存于UW液中。立即行肾移植术，术中血流再通后移植肾色泽良好，张力正常，30 s后便有尿液流出。术后密切监测供受者一般状况及生命体征，包

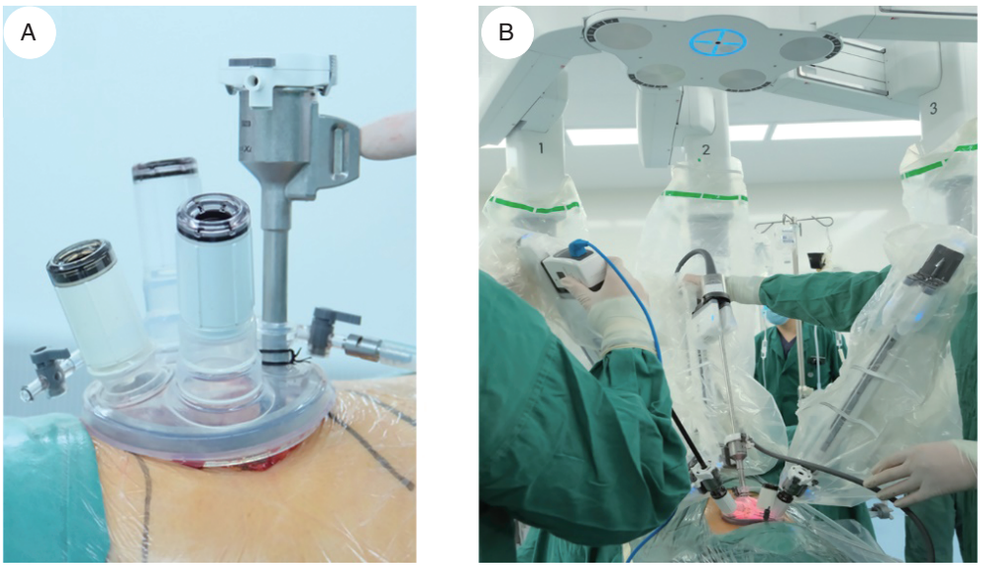

图 1　单孔通道的建立与机械臂的摆放

Figure 1　Establishment of single port and the placement of robotic arms

注：A. 单孔 Port；B. 机器人机械臂的摆放位置

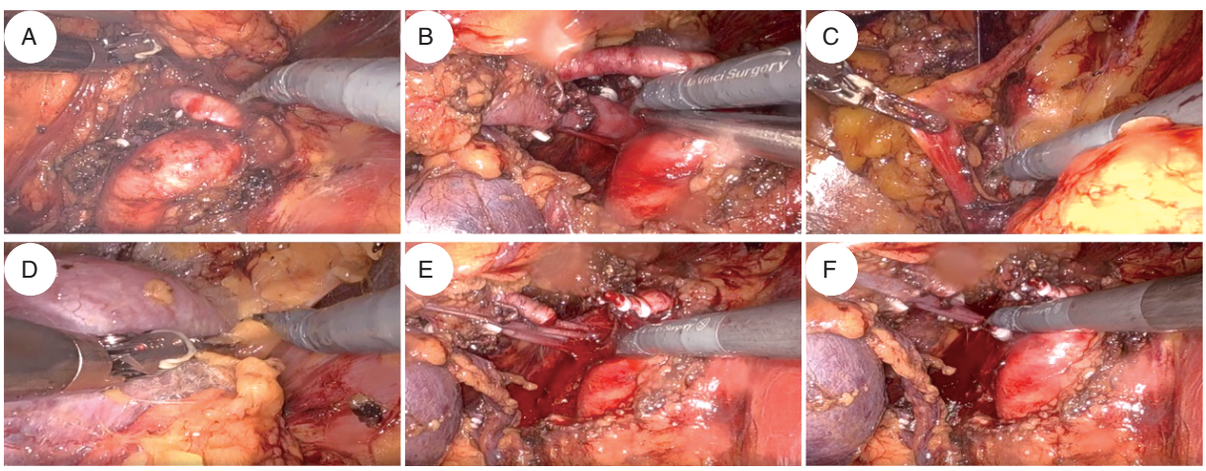

图 2　关键手术步骤

Figure 2　Key surgical procedures

注：A. 游离肾动脉；B. 游离肾静脉并离断性腺静脉、腰静脉及肾上腺中央静脉；C. 游离输尿管；D. 剥离肾周脂肪囊游离肾脏；E. 离断肾动脉；F. 离断肾静脉

括肾功能、引流量、体温、血压及其他手术相关并发症等。

2　结果

2.1　供者手术情况　左侧供肾切取手术顺利完成，未额外增加辅助切口，手术总时长 83 min，术中出血 20 ml，热缺血时间 3 min。供肾动脉长 3.5 cm，静脉长 5.1 cm，输尿管长 15 cm。皮肤切口长度为 6 cm（如图 3）。术后 3 d 视觉模拟疼痛评分（Visual Analogue Scale，VAS）分别为 3 分，1 分，0 分，术后未使用任何止痛药物，无任何围手术期并发症，术后第 3 d 出院。随访 3 个月，复查肾功能正常。

2.2　供肾移植术中及受者术后恢复情况　冷缺血时间为 131 min，肾移植术中开放血流后可见移植肾色泽良好，张力正常，30 s 后即有尿液排

图3　切口长度
Figure 3　Length of incision

出。受者术后24 h尿量5679 ml，24~48 h尿量4865 ml，48~72 h尿量4726 ml。受者术后恢复顺利，无围手术期并发症，无急性排斥反应，无移植肾功能延迟恢复，受者术后24 h血肌酐降至正常，术后1个月血肌酐83.6 mmol/L。随访3个月，未出现排斥反应，复查肾功能未见异常。

3　讨论

同种异体肾移植是治疗终末期肾病的有效手段，然而其最大的阻碍为尸体供肾短缺，活体供肾移植有效地补充了这一缺口。此外，活体供肾移植对于受者而言，具有更好的效果、更高的患者生存率及移植肾生存率，但供者在捐献肾脏的同时还需面临一定的手术创伤，这导致活体供肾的数量较少。随着腹腔镜技术的发展以及外科医师手术技巧的提高，腹腔镜下活体供肾切取术已逐渐替代开放手术。相应的临床结果证明，与传统开放手术相比，腹腔镜下活体供肾切取术更加安全、手术切口更小且术后恢复更快，已成为活体供肾切取的常规术式。腹腔镜下亲属供肾切取术亦分为经腹腔入路和经腹膜后入路。一项Meta分析结果显示：与经腹膜组相比，经腹膜后入路组的并发症明显较少，主要是血管损伤和肠道损伤等[3]。与经腹膜入路相比，腹膜后的解剖特点为现代泌尿外科医生所熟悉，腹膜后入路可以更加快速、清楚地显露肾门血管，且手术操作时不易受腹腔内脏器干扰。本中心既往报道经腹膜入路单孔腹腔镜肾部分切除术手术时间明显长于经腹膜后入路[4]，说明通过专业训练和经验积累可以有效地克服腹膜后入路的空间限制及解剖标记缺乏等不利条件。

自单孔多通道腹腔镜在泌尿外科领域首次应用以后[5]，已有较多的研究证实了应用单孔腹腔镜技术进行活体供肾切取术具有术后疼痛轻、伤口更为美观、相关并发症少且康复更快等优势。但其也存在明显的缺点，如操作复杂、二维视野、术者易疲劳、器械活动度小易碰撞、学习曲线长等。Stamatakis L等人[6]报道的100多例单孔腹腔镜活体供肾切取术中，发现与该中心既往普通腹腔镜取肾相比，患者的术中失血量明显减少，热缺血时间更短，但手术时间更长。然而，另一组研究表明两组间估计失血量、热缺血时间、住院时间、VAS评分和并发症差异无统计学意义，但单孔腹腔镜活体供肾切取术组手术切口较小，供体完全恢复时间更快[7]。

机器人手术系统的出现是微创手术领域的一次重要变革，它可以更加精细而有效地进行分离止血、更容易地完成缝合、打结等操作。Horgan S等人[8]于2002年首次报道了应用达芬奇机器人手术系统切取活体供肾，并进一步发现机器人辅助腹腔镜供肾切取较普通腹腔镜有着更快的学习曲线。由于机器人手术系统具有高清三维视野以及灵活的可转腕手术器械，可有效规避传统单孔腹腔镜手术中器械平行操作的“筷子效应”，且术者不必持续站立在手术台旁，避免了被动体位，减轻了术者的疲劳程度，有助于提高手术质量。Olumba F C等人[9]报道的其中心的机器人辅助腹腔镜供肾切取的学习曲线约为30例。此外，Monn M F等人[10]的Meta分析对4163例腹腔镜取肾和142例机器人辅助腹腔镜取肾进行了对比，结果发现差异无统计学意义，但机器人辅助手术有减少并发症发生的趋势。

本中心在机器人辅助腹腔镜手术和单孔腹

腔镜手术的基础上，对机器人辅助单孔腹腔镜手术进行了大量探索，完成了机器人辅助单孔腹腔镜下全膀胱全尿道切除术、经腹膜后入路机器人辅助单孔腹腔镜肾部分切除及肾癌根治术等机器人辅助单孔腹腔镜手术逾 600 例[11]，积累了一定的手术经验，首次实施了国内外首例机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术，以期探讨该术式的优缺点、安全性和有效性。

对本例报道的体会如下：①该术式充分展示了机器人辅助手术、单孔通道、经腹膜后入路结合在一起的技术优势；②单孔机器人手术克服了以往手术方式的局限性，如传统单孔腹腔镜手术的被动体位及器械平行操作的“筷子效应”；③经腹膜后入路对于血管的暴露与处理更有优势；④供肾切取时可在体修整，这样能够有效减少术中肾门出血及术后淋巴漏发生；⑤单孔切口有利于减少热缺血时间；⑥该术式学习曲线较长，对团队协作有较高要求，良好的团队协作可显著缩短总手术时间及供肾冷缺血时间。

综上所述，机器人辅助经腹膜后入路单孔腹腔镜下活体供肾切取术具有安全可行、创伤小、恢复快和体表切口美观等优势，具有良好临床应用前景，但对于供者的安全和供肾质量问题有待于更大样本的病例研究进一步证实。此外，仍需增加对照组并对患者进行长期随访，以明确该术式对移植肾的远期功能及存活率的影响。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：①顾民、朱清毅和沈百欣负责设计论文框架，起草论文；②顾民、朱清毅、沈百欣、倪斌、张俊麒、郑明、薛珺负责实验操作，研究过程的实施；③倪斌、张俊麒、郑明、薛珺和杨昕负责数据收集，统计学分析、绘制图表；④沈百欣、倪斌、张俊麒、郑明和魏勇负责论文修改；⑤顾民、朱清毅、沈百欣和杨昕负责拟定写作思路，指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

[1] Didsbury M, Mcgee R G, Tong A, et al. Exercise training in solid organ transplant recipients: a systematic review and meta-analysis [J]. Transplantation, 2013, 95(5): 679–687.

[2] 肖建生，鄢业鸿，张成，等 . 完全机器人腹腔镜腹膜后入路活体供肾切取术的临床应用 [J]. 中国内镜杂志，2018, 24(11): 97–101.

[3] Ozdemir-van Brunschot D M, Koning G G, Van Laarhoven K C, et al. A comparison of technique modifications in laparoscopic donor nephrectomy: a systematic review and meta-analysis [J]. PLoS One, 2015, 10(3): e0121131.

[4] 杨健，魏勇，沈露明，等 . 经脐和经腹膜后入路行单孔腹腔镜肾部分切除术的围手术期疗效分析 [J]. 临床泌尿外科杂志，2022, 37(9): 676–679.

[5] 王林辉，杨庆，刘冰，等 . 中国首例单孔多通道经腹腹腔镜活体供肾切取术 [J]. 第二军医大学学报，2011, 32(12): 1329–1334.

[6] Stamatakis L, Mercado M A, Choi J M, et al. Comparison of laparoendoscopic single site (LESS) and conventional laparoscopic donor nephrectomy at a single institution [J]. BJU Int, 2013, 112(2): 198–206.

[7] Afaneh C, Aull M J, Gimenez E, et al. Comparison of laparoendoscopic single-site donor nephrectomy and conventional laparoscopic donor nephrectomy: donor and recipient outcomes [J]. Urology, 2011, 78(6): 1332–1337.

[8] Horgan S, Vanuno D, Benedetti E. Early experience with robotically assisted laparoscopic donor nephrectomy [J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2002, 12(1): 64–70.

[9] Olumba F C, Vachharajani N, Yu J, et al. Robotic donor nephrectomy: optimizing outcomes beyond the limitations of laparoscopy [J]. Surg Endosc, 2023, 37(10):7511–7519.

[10] Monn M F, Gramm A R, Bahler C D, et al. Economic and utilization analysis of robot-assisted versus laparoscopic live donor nephrectomy [J]. J Endourol, 2014, 28(7): 780–783.

[11] 魏勇，王省博，左文仁，等 . 经腹膜后入路机器人辅助单孔腹腔镜肾部分切除治疗孤立肾肾癌合并双肾盂双输尿管畸形一例报道 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2023, 4(1): 79–84.

编辑：刘静凯