

DOI:10.16781/j.0258-879x.2016.09.1159

机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术(附230例报告)

汪洋¹, 吕晨¹, 吴震杰², 盛佳雁¹, 程超³, 左长京³, 王林辉², 孙颖浩¹, 叶华茂^{1*}

1. 第二军医大学长海医院泌尿外科, 上海 200433

2. 第二军医大学长征医院泌尿外科, 上海 200003

3. 第二军医大学长海医院核医学科, 上海 200433

[摘要] **目的** 总结机器人辅助腹腔镜肾部分切除术(robotic-assisted partial nephrectomy, RAPN)的手术经验,探讨该术式的疗效及安全性。**方法** 回顾分析第二军医大学长海医院2012年3月至2015年6月实施RAPN的230例患者的临床资料,其中男性161例、女性69例,年龄19~78岁,平均年龄(51.1±12.1)岁。左侧111例,右侧118例,双侧1例。肾门部肿瘤13例,完全内生性肿瘤8例,大肿瘤(直径>4 cm)54例;孤立性肾肿瘤3例。术前肾小球滤过率(GFR)均正常。肾脏CTA检查提示肾动脉单支211例,2支16例,3支3例。**结果** 本组手术均成功完成。经腹腔入路198例,其中中线布局191例,旁侧布局6例,混合布局1例;腹膜后入路32例。手术时间平均(196±59)min。2例患者术中出血量≥1 000 mL,其余患者术中失血量平均(148.3±126.5)mL。术中输血3例,中转开放手术1例。热缺血时间平均(20.7±9.1)min,术后住院天数平均(8.9±3.3)d。术后出现严重肉眼血尿3例,其中1例行保守治疗、2例行数字减影血管造影(DSA)肾动脉分支栓塞术后痊愈;术后出现尿漏1例,经充分引流痊愈;术后发生脑栓塞1例。术后病理:恶性肿瘤195例,其中肾透明细胞癌179例、嫌色细胞癌11例、乳头状肾细胞癌5例,分期T₁N₀M₀ 154例、T_{2a}N₀M₀ 41例;血管平滑肌脂肪瘤等良性病变35例。肿瘤直径为1.3~9.0 cm,平均(3.41±1.57)cm,肿瘤切缘均阴性。**结论** RAPN是一种安全、有效的治疗局限性肾脏肿瘤的手术术式,该术式在肾脏肿瘤的完整切除及肾脏创面的缝合上有明显优势。

[关键词] 肾肿瘤;机器人;腹腔镜检查;肾部分切除术

[中图分类号] R 737.11

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2016)09-1159-06

Experience of robot-assisted partial nephrectomy: a report of 230 cases

WANG Yang¹, LÜ Chen¹, WU Zhen-jie², SHENG Jia-yan¹, CHENG Chao³, ZUO Chang-jing³, WANG Lin-hui², SUN Ying-hao¹, YE Hua-mao^{1*}

1. Department of Urology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

2. Department of Urology, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China

3. Department of Nuclear Medicine, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To investigate the efficacy and safety of robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) by summarizing the surgical experience **Methods** The clinical data of 230 patients who underwent RAPN in Changhai Hospital from March 2012 to June 2015 were analyzed. The patients included 161 males and 69 females, with an average age of (51.1±12.1) years old. There were 111 tumors in the left kidney and 118 in the right, with 1 case having tumors in bilateral kidneys. There were 13 hilar tumors and 8 endophytic tumors. There were 54 large tumors (>4 cm in diameter) and 3 tumors in solitary kidney. Preoperative glomerular filtration rate (GFR) test was normal in all cases. Kidney CTA scan showed single branch of the renal artery in 211 cases, two branches in 16 cases, and three branches in 3 cases. **Results** The surgery was successfully completed in all the 230 cases. A total of 198 cases were via transperitoneal approach, including 191 cases with medial camera port placement, 6 with lateral camera port placement and 1 with mix port placement; and 32 cases were via retroperitoneal approach. The mean surgery duration was (196±59) min and the mean blood loss was (148.3±126.5) mL, despite 2 cases having a blood loss of more than 1 000 mL. There were 3 intraoperative blood transfusion cases and one conversion to open surgery. The mean warm ischemia time was (20.7±9.1) min. The mean postoperative hospital stay was (8.9±3.3) days. Serious gross hematuria occurred in 3 patients after the surgery, which was relieved by conservative treatment in one patient and

[收稿日期] 2015-10-18 **[接受日期]** 2016-04-21

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(81272818). Supported by National Natural Science Foundation of China (81272818).

[作者简介] 汪洋, 硕士, 住院医师. E-mail: oceansayhello@126.com

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-31161719, E-mail: changhaimiwai@qq.com

DSA super-selective bleeding artery embolization in 2 patients. Urinary leakage occurred in one case and was cured by complete drainage. Cerebral embolism occurred in one case. Postoperative pathology reported malignant tumor in 195 cases, including renal clear cell carcinoma in 179 cases, chromophobe cell carcinoma in 11 cases and papillary renal cell carcinoma in 5 cases. T₁N₀M₀ tumor was found in 154 cases and T_{2a}N₀M₀ tumor was found in 41 cases; angiomyolipoma and other benign tumors were found in 35 cases. The maximum diameter of the tumor ranged from 1.3 to 9.0 cm, averaging (3.41±1.57) cm. There were no positive surgery margins in our cohort. **Conclusion** RAPN is a safe and effective surgery for local renal tumors, and it has significant advantages in complete resection of the renal tumors and the reconstruction of the kidney.

[Key words] kidney neoplasms; robotics; laparoscopy; partial nephrectomy

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2016, 37(9): 1159-1164]

近年来,机器人外科手术系统辅助腹腔镜技术凭借其更加高清的手术视觉体验、更加灵活的操作模式,在前列腺癌根治术、肾脏部分切除术、肾盂输尿管离断成形术等操作空间狭小、缝合重建要求更为精准的术式中体现出更加显著的优势。2004年,美国 Mayo Clinic 泌尿外科医生 Gettman 等^[1]率先报道了 13 例机器人辅助腹腔镜肾部分切除术(robot-assisted partial nephrectomy, RAPN)的经验,此后该技术逐渐得到推广应用。第二军医大学长海医院泌尿外科于 2012 年报道了应用达芬奇机器人 Si 完成的 12 例 RAPN 的初步经验^[2],至 2015 年 6 月已实施 RAPN 230 例。现对上述 230 例患者的临床资料进行总结分析,探讨 RAPN 的临床价值及其对保留肾功能带来的意义。

1 资料和方法

1.1 临床资料 2012 年 3 月至 2015 年 6 月第二军医大学长海医院泌尿外科共 230 例患者接受了 RAPN。其中男性 161 例,女性 69 例;年龄 19~78 岁,平均年龄(51.1±12.1)岁。左侧 111 例,右侧 118 例,双侧 1 例。复杂性肾肿瘤 75 例,其中肾门部肿瘤 13 例,完全内生性肿瘤 8 例,大肿瘤(直径>4 cm)54 例。孤立性肾肿瘤 3 例。因腰部胀痛等症状而就诊 16 例,其他患者均系体格检查时发现。既往有腹部手术史 42 例。所有患者术前均行血常规、胸部 X 线片、心电图、血糖、肝功能和肾功能等常规

检查,检查结果均正常。既往无手术史及重大基础疾病史,且均无手术禁忌证。术前常规行肾小球滤过率(GFR)检查,结果均正常。肾脏 CT 血管造影(CTA)检查显示肾动脉单支 211 例,2 支 16 例,3 支 3 例。

1.2 手术方法

1.2.1 麻醉方式及体位 采用全身麻醉,经腹腔途径取健侧 70°斜卧位,经腹膜后途径取健侧 90°卧位,腰部均抬高。

1.2.2 Trocar 位置 (1)经腹腔途径分为两种布局方式。①中线布局(图 1A):12 mm 镜头孔 Trocar 置于脐上 2 cm 腹直肌旁,一 8 mm 机器人专用 Trocar 置于镜头孔头侧,距离肋缘大于 3 cm;另一 8 mm 机器人专用 Trocar 置于镜头孔尾侧,距离髂嵴大于 3 cm,三者之间距离应大于 8 cm。一 12 mm 辅助 Trocar 置于腹直肌旁下腹部。一 5 mm 辅助 Trocar 置于剑突下腹正中线。镜头设置呈向下 30°。②旁侧布局(图 1B):12 mm 镜头孔 Trocar 置于锁骨中线和腋前线之间距离肋缘 3~4 cm,机器人专用 Trocar 位置同中线布局。一 12 mm 辅助 Trocar 置于肚脐上。一 5 mm 辅助 Trocar 置于剑突下腹正中线。镜头设置呈向上 30°。(2)经腹膜后途径布局方式(图 1C):与普通腹腔镜腹膜后途径布局方式相同,但镜头孔 Trocar 和机器人专用 Trocar 之间距离要大于 8 cm,在镜头孔腹侧下腹部需增加一 12 mm 辅助 Trocar。

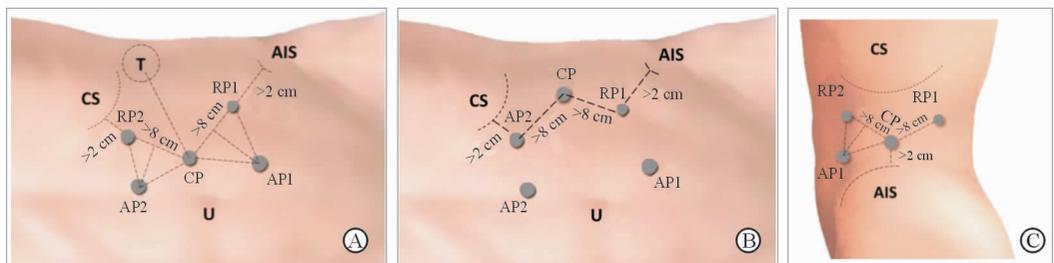


图 1 RAPN 的途径和布局方式

A: RAPN 经腹途径 Trocar 中线布局; B: RAPN 经腹途径 Trocar 旁侧布局; C: RAPN 经腹膜后 Trocar 布局. RAPN: 机器人辅助腹腔镜肾部分切除术; U: 脐; CS: 肋缘; AIS: 髂前上棘; CP: 机器人镜头 Port, 12 mm Trocar; RP1: 机器人 1 号臂 Port, 8 mm Trocar; RP2: 机器人 2 号臂 Port, 8 mm Trocar; AP1, AP2: 辅助孔 Port, 12 mm Trocar

1.2.3 达芬奇 Si 机器人外科手术系统定位 经腹腔途径床旁机械臂手术系统的中心柱与患者背部成 15° 角,中心柱与脐孔、患肾呈一直线;经腹膜后途径床旁机械臂手术系统位于患者头侧正上方。3个机械臂与上述相应的 Trocar 连接,并分别置入镜头、单极电剪(第1机械臂)、双极马里兰电凝镊子(第2机械臂),辅助孔内置入辅助器械如吸引器或扇形牵开器等。

1.2.4 手术步骤 通过上述描述的体位、Trocar 布局及床旁机械臂手术系统定位完成连接,腹腔内手术操作步骤与普通腹腔镜肾部分切除手术基本相同(详见前期研究报告^[2])。腹腔内手术操作完毕后解除机械臂与 Trocar 连接,移走机器人床旁系统,留置引流管,取出标本,缝合各切口。

1.3 观察指标 观察并统计术中情况,包括手术时间、术中失血量、输血情况、热缺血时间等;记录术后住院天数、禁食天数、引流管留置天数;记录术后并发症发生情况。术后标本均送病理。随访3~43个月,观察术后复发情况,比较术后与术前肾功能的变化。

1.4 统计学处理 运用 SPSS 17.0 进行统计分析。对于连续变量采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验。检验水准(α)为 0.05。

2 结果

2.1 手术情况 所有手术在达芬奇 Si 机器人外科手术系统下施行,均获成功。其中经腹腔入路 198 例,布局方式包括中线布局 191 例,旁侧布局 6 例,混合布局 1 例;腹膜后入路 32 例。本组手术时间为 75~540 min,平均(196 ± 59) min;术中失血量为 20~2 000 mL,除 2 例术中分别失血 1 000 mL、2 000 mL 外,平均失血(148.3 ± 126.5) mL,术中输血 3 例;热缺血时间 6~50 min,平均(20.7 ± 9.1) min;术中 1 例因缝合创面出血中转开放手术。术后住院天数为 5~31 d,平均(8.9 ± 3.3) d;术后禁食天数 1~5 d,平均(2.5 ± 0.9) d;术后引流管留置天数 1~20 d,平均(4.3 ± 2.1) d。其中复杂性肾肿瘤 RAPN 75 例,平均手术时间(222.7 ± 58.5) min,平均热缺血时间(26.1 ± 8.8) min。

2.2 术后并发症 3 例术后出现严重肉眼血尿(均为复杂性肾肿瘤),其中 1 例经膀胱冲洗及止血保守

治疗后治愈,2 例行数字减影血管造影(DSA)肾动脉出血分支栓塞术后治愈。1 例重复肾畸形上半肾切除患者术后出现尿漏,经充分引流后痊愈。1 例术后发生急性脑血管栓塞,致一侧肢体偏瘫(该患者术前患有脑动脉狭窄基础病)。

2.3 术后病理 恶性肿瘤 195 例,包括肾透明细胞癌 179 例,嫌色细胞癌 11 例,乳头状肾细胞癌 5 例,分期 $T_1N_0M_0$ 154 例、 $T_{2a}N_0M_0$ 41 例;良性病变 35 例,包括血管平滑肌脂肪瘤 21 例,囊肿性病变 4 例,嗜酸细胞腺瘤 4 例,重复肾 2 例,后肾腺瘤 1 例,混合性上皮间质肿瘤 1 例,肾脏炎性病变 1 例,瘢痕样组织增生 1 例。肿瘤直径 1.3~9.0 cm,平均为(3.41 ± 1.57) cm,肿瘤切缘均阴性。

2.4 术后随访 术后随访 3~43 个月,未见术后复发病例。术后对 125 例患者进行肾功能随访,125 例 RAPN 患者术后 GFR 较术前平均下降(22.8 ± 22.0)%,其中复杂性肾肿瘤患者 RAPN 术后 GFR 平均下降(32.5 ± 21.0)%,普通肾肿瘤患者 RAPN 术后 GFR 平均下降(17.3 ± 20.6)%,两组差异有统计学意义($P < 0.01$,表 1)。复杂性肾肿瘤中肾门部肿瘤、完全内生性肿瘤、大肿瘤患者术后 GFR 分别平均下降 30.6%、42.2%、31.1%。

表 1 125 例机器人辅助腹腔镜肾部分切除术患者手术前后 GFR 随访情况

N=125, $\bar{x} \pm s$

指标	复杂性肾肿瘤 n=45	普通肾肿瘤 n=80	P 值
术前患肾平均 GFR($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$)	45.0 \pm 8.6	45.6 \pm 8.5	0.747
术后患肾平均 GFR($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$)	29.8 \pm 9.1	37.4 \pm 10.8	<0.01
术后患肾平均 GFR 下降百分比(%)	32.5 \pm 21.0	17.3 \pm 20.6	<0.01
术前双肾总体 GFR($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$)	91.0 \pm 15.9	91.5 \pm 14.3	0.850
术后双肾总体 GFR($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$)	82.3 \pm 15.5	88.3 \pm 17.0	0.055
术后双肾总体平均 GFR 下降百分比(%)	7.5 \pm 20.4	3.1 \pm 14.6	0.201

GFR: 肾小球滤过率

3 讨论

2004年,美国 Mayo Clinic 泌尿外科医生 Gettman 等^[1]率先报道了 13 例 RAPN 的经验,均为可选择适应证,平均肿瘤大小 3.5 cm(2~6 cm)。虽然达芬奇 Si 机器人手术系统大大提高了肾部分切除术的操作精准性和手术安全性,但 RAPN 的手术量并未在短期内剧增,手术适应证多局限于外生型且直径<4 cm 的肾肿瘤,这可能跟达芬奇 Si 机器人手术高昂的费用以及传统腹腔镜肾癌根治术的冲击有关^[3-4]。但是随着手术经验的积累,以及保留肾单位手术较根治性肾切除术的优势进一步阐明,报道的 RAPN 手术量逐渐增多。基于全美 2008 年 10 月至 2010 年 12 月的数据显示,肾部分切除术中机器人辅助腹腔镜手术的比例快速上升,2010 年开放手术、普通腹腔镜手术和机器人手术的年度增长率分别为 7.9%、6.1%和 45.4%,RAPN 从总手术量上来说也已经远远超过普通腹腔镜手术^[5]。

Tanagho 等^[6]报道了 2007 至 2011 年美国 5 个中心 886 例 RAPN 的临床疗效,平均肿瘤大小 3.0 cm,其中孤立性肾肿瘤 18 例(2%);术中阻断肾蒂的比例为 92.1%,平均热缺血时间为 20.3 min,术中中位出血量为 100 mL;术中并发症发生率为 2.6%,无死亡并发症病例;总体输血率 4.6%,其中 10 例(1.1%)患者行 DSA 下动脉栓塞止血。本组共完成 RAPN 230 例,平均肿瘤大小(3.41±1.57) cm,其中孤立性肾肿瘤 3 例(1.7%);术中阻断肾蒂的比例为 96.9%,平均热缺血时间为(20.7±9.1) min;除 2 例患者术中出血量≥1 000 mL,其余术中失血量平均(148.3±126.5) mL;术中并发症发生率为 2.2%(5/230),无死亡并发症病例;总体输血率为 1.3%(3/230),其中 2 例(0.8%)患者行 DSA 下动脉栓塞止血。与国外大样本 RAPN 资料相比,本组在平均热缺血时间、肿瘤大小等方面与国外报道相仿,术中、术后并发症方面相对较低。

RAPN 手术数量增加的同时,RAPN 的手术适应证逐渐扩展到高难度、高风险的复杂性肾肿瘤[肾门部肿瘤^[7-9]、内生性肿瘤^[10]、多发肾肿瘤^[11-12]、大肿瘤(直径>4 cm)^[13-15]]。Gong 等^[16]对 29 例复杂性肾肿瘤患者实施了 RAPN,平均手术时间 197 min,平均热缺血时间 25 min,平均术中失血量

220 mL,平均肿瘤直径 3.1 cm,未出现主要的相关并发症及术中输血。本组完成复杂性肾肿瘤 RAPN 75 例,其中肾门部肿瘤 13 例,完全内生性肿瘤 8 例,大肿瘤 54 例;平均手术时间(222.7±58.5) min,平均热缺血时间(26.1±8.8) min,3 例术后出现明显肉眼血尿。从本组及相关报道数据可以看出,对复杂性肾肿瘤实施 RAPN 总手术时间及热缺血时间相对普通肾肿瘤延长,但在术中及术后并发症方面并没有明显增加。因此,RAPN 治疗复杂性肾肿瘤是安全有效的。

国内外文献多采用估算肾小球滤过率(eGFR)对肾部分切除手术前后的肾功能进行评估比较。eGFR 代表双侧总体肾功能的情况,一般来说肾部分切除术后患侧肾脏功能受到影响的同时健侧肾脏会发挥一定的代偿作用,因此 eGFR 并不能准确代表患侧肾脏手术前后的肾功能变化。本组资料着重分析患侧肾脏 RAPN 手术前后的肾功能变化,对复杂性肾肿瘤与普通肾肿瘤 RAPN 后双肾总体及单侧患肾 GFR 的变化进行统计分析。结果显示双肾总体 GFR 变化评估两组间差异无统计学意义,而仅以单侧患肾 GFR 变化进行比较,复杂性肾肿瘤 RAPN 术后患肾 GFR 平均下降(32.5±21.0)%,普通肾肿瘤 RAPN 术后患肾 GFR 平均下降(17.3±20.6)%,普通肾肿瘤术后 GFR 的降低程度明显小于复杂性肾肿瘤。分析认为与以下因素有关:(1)大肿瘤增加切除与缝合时间导致热缺血时间延长;(2)完全内生性肿瘤切除过程中寻找肿瘤困难导致阻断时间延长或因定位困难、远离肾肿瘤而切除过多周围正常肾脏组织;(3)完全内生性肿瘤位置较深,或肾门部肿瘤紧贴肾蒂血管,缝合时入针过深导致基底较大血管被缝合,术后实际肾单位因缺血而丧失。本研究同时也说明了单侧患肾 GFR 的检测评估更能够反应手术本身对患侧肾功能的影响程度。

本组资料中肾门部肿瘤、完全内生性肿瘤、大肿瘤术后 GFR 分别平均下降 30.6%、42.2%、31.1%。随着 RAPN 技术的不断发展与推广,复杂性肾肿瘤行 RAPN 必然成为保肾手术的首选,相信以上数据能够为复杂性肾肿瘤术后肾功能的预测起到一定的参考作用。

充分的术前准备是十分必要的,包括实验室检查和影像学检查。术前的影像学检查可以让术者详

详细了解肾肿瘤的位置、大小、深度和血管及集合系统的关系。其中术前肾动脉重建是对肾部分切除手术至关重要的检查,以此来判断肾动脉的位置、数量及解剖变异,从而帮助术者在术中更为迅速、准确地分离出肾动脉。对于要进行选择性阻断的病例,其可以帮助术者判断供应肿瘤的相应动脉分支。近年国外已有更为先进的近红外显影技术,帮助术者寻找动脉及其血供范围^[17-18]。

RAPN 最为合适的手术入路是经腹腔入路,原因在于腹腔空间较大,有充足的空间放置镜头和机械臂,以防止三者的干扰。本组有 198 例(86.1%)为经腹腔入路,此入路适用于绝大多数部位的肾肿瘤。但是对于肾脏上极,尤其是上极背侧的肾肿瘤,该路有一定的视野盲区。本组 1 例术中中转开放病例即为右肾上极背侧肿瘤,缝合时因无法窥及背侧切缘,从而未完全缝合,导致开放血流后出血。经腹膜后入路则对此位置的肿瘤有极佳的视角, Hughes-Hallett 等^[19]和 Tanaka 等^[20]认为严格把控适应证,经腹膜后途径也是 RAPN 的一种安全可行、疗效相当的方法,其明显缺点是操作空间小,机械臂之间相互干扰明显。本组有 32 例(13.9%)肾脏上极肿瘤选择经腹膜后途径,均有良好的视角。

Trocar 的布局方式对于手术是否能顺利进行至关重要。经腹途径有两种布局方式^[21-22]:中线布局和旁侧布局。中线布局方式窥镜位置接近肚脐,更接近普通腹腔镜经腹途径的视野,对于有普通腹腔镜手术经验的术者更为合适,适用于绝大多数部位的肾肿瘤;但对于肾脏上极背侧的肾肿瘤视野不佳,有盲区。而旁侧布局对于这类肾脏肿瘤有良好的视角,且助手有更充足的操作空间,但其缺点在于视野范围相对较小。针对两种布局方式的优缺点,我们首创了混合布局方式,即针对需要经腹途径实施手术的肾脏上极背侧的肿瘤,分离肾脏肿瘤及血管用中线布局,切除肿瘤及缝合创面用旁侧布局。布局方式的改变只需转换镜头位置,机器臂位置不变。对于肥胖患者,整个 Trocar 布局的方式需要向腹外侧移动,以避免侧卧位后堆积于腹部的脂肪。既往有腹部手术史的患者, Trocar 布局要尽量远离原有的手术瘢痕。

RAPN 已被证实为一种有效、安全的局限性肾脏肿瘤的手术方式。它拥有更大的放大倍数、更为

清晰的三位视野以及灵活的腕臂设计等特性,使该术式的学习曲线更短,术者也更容易掌握腹腔镜下肾脏肿瘤切除及创面血管、集合系统及切缘缝合等关键的腹腔镜肾部分切除技术。目前该术式的研究进展主要集中在如何减少肾脏热缺血的时间和程度,从而使患者能够得到更加理想的术后肾脏功能。有理由相信, RAPN 将逐渐被更多的医生及患者所接受。

[参考文献]

- [1] GETTMAN M T, BLUTE M L, CHOW G K, NEURURER R, BARTSCH G, PESCHEL R. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system[J]. *Urology*, 2004, 64: 914-918.
- [2] 王林辉,叶华茂,徐斌,刘冰,纪家涛,肖亮,等. 机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术 12 例报告[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2012, 33: 814-817.
- [3] HOLLENBECK B K, TAUB D A, MILLER D C, DUNN R L, WEI J T. National utilization trends of partial nephrectomy for renal cell carcinoma: a case of underutilization? [J]. *Urology*, 2006, 67: 254-259.
- [4] ABOUASSALY R, ALIBHAI S M, TOMLINSON G, TIMILSHINA N, FINELLI A. Unintended consequences of laparoscopic surgery on partial nephrectomy for kidney cancer[J]. *J Urol*, 2010, 183: 467-472.
- [5] GHANI K R, SUKUMAR S, SAMMON J D, ROGERS C G, TRINH Q D, MENON M. Practice patterns and outcomes of open and minimally invasive partial nephrectomy since the introduction of robotic partial nephrectomy: results from the nationwide inpatient sample[J]. *J Urol*, 2014, 191: 907-912.
- [6] TANAGHO Y S, KAOUK J H, ALLAF M E, ROGERS C G, STIFELMAN M D, KACZMAREK B F, et al. Perioperative complications of robot-assisted partial nephrectomy: analysis of 886 patients at 5 United States centers[J]. *Urology*, 2013, 81: 573-579.
- [7] ROGERS C G, METWALLI A, BLATT A M, BRATSLAVSKY G, MENON M, LINEHAN W M, et al. Robotic partial nephrectomy for renal hilar tumors: a multi-institutional analysis [J]. *J Urol*, 2008, 180: 2353-2356.

- [8] DULABON L M, KAOUK J H, HABER G P, BERKMAN D S, ROGERS C G, PETROS F, et al. Multi-institutional analysis of robotic partial nephrectomy for hilar versus nonhilar lesions in 446 consecutive cases[J]. *Eur Urol*, 2011, 59: 325-330.
- [9] KHALIFEH A, AUTORINO R, HILLYER S P, KAOUK J H. V-hilar suture renorrhaphy during robotic partial nephrectomy for renal hilar tumors; preliminary outcomes of a novel surgical technique[J]. *Urology*, 2012, 80: 466-471.
- [10] AUTORINO R, KHALIFEH A, LAYDNER H, SAMARASEKERA D, RIZKALA E, EYRAUD R, et al. Robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) for completely endophytic renal masses; a single institution experience[J]. *BJU Int*, 2014, 113: 762-768.
- [11] BORIS R, PROANO M, LINEHAN W M, PINTO P A, BRATSLAVSKY G. Initial experience with robot assisted partial nephrectomy for multiple renal masses [J]. *J Urol*, 2009, 182: 1280-1286.
- [12] LAYDNER H, AUTORINO R, SPANA G, ALTUNRENDE F, YANG B, KHANNA R, et al. Robot-assisted partial nephrectomy for sporadic ipsilateral multifocal renal tumours [J]. *BJU Int*, 2012, 109: 274-280.
- [13] BI L, ZHANG C, LI K, FAN X, XU K, HAN J, et al. Robotic partial nephrectomy for renal tumors larger than 4 cm; a systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2013, 8: e75050.
- [14] PATEL M N, KRANE L S, BHANDARI A, LAUNGANI R G, SHRIVASTAVA A, SIDDIQUI S A, et al. Robotic partial nephrectomy for renal tumors larger than 4 cm[J]. *Eur Urol*, 2010, 57: 310-316.
- [15] FICARRA V, BHAYANI S, PORTER J, BUFFI N, LEE R, CESTARI A, et al. Robot-assisted partial nephrectomy for renal tumors larger than 4 cm; results of a multicenter, international series [J]. *World J Urol*, 2012, 30: 665-670.
- [16] GONG Y, DU C, JOSEPHSON D Y, WILSON T G, NELSON R. Four-arm robotic partial nephrectomy for complex renal cell carcinoma[J]. *World J Urol*, 2010, 28: 111-115.
- [17] BJURLIN M A, GAN M, MCCLINTOCK T R, VOLPE A, BOROFKY M S, MOTTRIE A, et al. Near-infrared fluorescence imaging; emerging applications in robotic upper urinary tract surgery[J]. *Eur Urol*, 2014, 65: 793-801.
- [18] BJURLIN M A, MCCLINTOCK T R, STIFELMAN M D. Near-infrared fluorescence imaging with intraoperative administration of indocyanine green for robotic partial nephrectomy[J]. *Curr Urol Rep*, 2015, 16: 20.
- [19] HUGHES-HALLETT A, PATKI P, PATEL N, BARBER N J, SULLIVAN M, THILAGARAJAH R. Robot-assisted partial nephrectomy; a comparison of the transperitoneal and retroperitoneal approaches [J]. *J Endourol*, 2013, 27: 869-874.
- [20] TANAKA K, SHIGEMURA K, FURUKAWA J, ISHIMURA T, MURAMAKI M, MIYAKE H, et al. Comparison of the transperitoneal and retroperitoneal approach in robot-assisted partial nephrectomy in an initial case series in Japan[J]. *J Endourol*, 2013, 27: 1384-1388.
- [21] CABELO J M, BHAYANI S B, FIGENSHAU R S, BENWAY B M. Camera and trocar placement for robot-assisted radical and partial nephrectomy; which configuration provides optimal visualization and instrument mobility ? [J]. *J Robotic Surg*, 2009, 3: 155-159.
- [22] BENWAY B M, BHAYANI S B, ROGERS C G, PORTER J R, BUFFI N M, FIGENSHAU R S, et al. Robot-assisted partial nephrectomy; an international experience[J]. *Eur Urol*, 2010, 57: 815-820.

[本文编辑] 孙岩