

# 机器人辅助腹腔镜肾动脉无阻断肾部分切除术与分支阻断肾部分切除术治疗 cT<sub>1</sub> 期肾癌的疗效比较

富智斌<sup>1</sup> 董凯<sup>1</sup> 顾迪<sup>1</sup> 江爱民<sup>1</sup> 臧婉婷<sup>1</sup> 吴震杰<sup>1</sup> 刘冰<sup>1</sup> 王林辉<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**比较肾动脉无阻断机器人辅助腹腔镜肾部分切除术与肾动脉分支阻断机器人辅助腹腔镜肾部分切除术治疗 cT<sub>1</sub> 期肾癌的临床疗效。**方法:**回顾性分析 2014 年 5 月—2018 年 9 月我院同一手术团队完成的机器人辅助腹腔镜肾动脉无阻断和分支阻断肾部分切除术治疗 58 例 cT<sub>1</sub> 期肾癌患者的临床资料。肾动脉无阻断组 31 例,男 19 例,女 12 例,平均年龄(56.3±9.2)岁,平均 BMI(24.3±3.3) kg/m<sup>2</sup>,平均美国麻醉师协会评分(ASA)(2.00±0.37)分,平均肿瘤最大径(2.7±1.6) cm,平均 R. E. N. A. L. 评分(5.7±1.6)分,经腹入路 17 例,经腹膜后入路 14 例,平均术前肾小球滤过率(eGFR)(94.0±13.7) mL/(min·1.73 m<sup>2</sup>);肾动脉分支阻断组 27 例,男 21 例,女 6 例,平均年龄(56.0±11.2)岁,平均 BMI(24.8±4.1) kg/m<sup>2</sup>,平均 ASA 评分(1.96±0.44)分,平均肿瘤最大径(3.4±1.3) cm,平均 R. E. N. A. L. 评分(6.7±1.3)分,经腹入路 16 例,经腹膜后入路 11 例,平均术前 eGFR(90.0±18.0) mL/(min·1.73 m<sup>2</sup>);以上指标两组比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。比较两组患者的围手术期和随访资料,包括手术时间、术中出血量、手术输血率、手术中转率、手术并发症、切缘阳性率、病理学结果、术后住院天数、术后 1 个月血肌酐升高百分比、术后 1 个月 eGFR 下降百分比、术后 1 个月发射型计算机断层扫描检查肾小球滤过率(ECT-GFR)下降百分比、术后 6 个月 ECT-GFR 下降百分比等。**结果:**两组患者均顺利完成手术,均无中转开放手术或肾根治性切除术患者。两组手术时间[(131.0±54.5) min vs. (165.67±57.6) min,  $P=0.022$ ]、术后并发症发生率[3.2%(1/31) vs. 22.2%(6/27),  $P=0.042$ ]比较,差异均有统计学意义。无阻断组与分支阻断组的术中出血量[(106.9±74.3) mL vs. (123.7±142.6) mL]、术后住院天数[(6.6±2.1) d vs. (6.7±3.5) d]、术后 1 个月血肌酐升高百分比[(2.6±19.4)% vs. (6.0±22.7)%]、术后 1 个月 eGFR 下降百分比[(0.1±13.6)% vs. (1.4±15.9)%]、术后 1 个月 ECT-GFR 下降百分比[(2.9±20.8)% vs. (3.4±25.0)%]、术后 6 个月 ECT-GFR 下降百分比[(4.5±12.8)% vs. (5.8±19.3)%]、术后病理恶性肿瘤比例[90.3%(28/31) vs. 92.6%(25/27)]、手术切缘阳性率(0 vs. 0)比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论:**对于外生比例较高的 cT<sub>1</sub> 期肾癌,机器人辅助腹腔镜肾动脉无阻断肾部分切除术与肾动脉分支阻断肾部分切除术相比,总体手术时间短,术后并发症发生率低,短期随访两者肾功能保护效果相当。

**[关键词]** 肾动脉无阻断;肾动脉分支阻断;肾肿瘤;机器人手术;肾部分切除术

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1420.2021.03.002

**[中图分类号]** R737.11 **[文献标志码]** A

## Comparative analysis of robot-assisted partial nephrectomy with off-clamp versus selective clamping in the management of cT<sub>1</sub> kidney cancer

FU Zhibin DONG Kai GU Di JIANG Aimin ZANG Wanting  
WU Zhenjie LIU Bin WANG Linhui

(Department of Urology, Changzheng Hospital, Naval Military Medical University, Shanghai, 200003, China)

Corresponding Author: WANG Linhui, E-mail: wanglinhui@smmu.edu.cn

**Abstract Objective:** To compare the clinical outcomes of off-clamp and selective renal artery clamping in robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) for patients with cT<sub>1</sub> kidney cancer. **Methods:** A total of 58 cT<sub>1</sub> renal mass patients receiving RAPN with off-clamp or selective renal artery clamping in our center between May 2014 and September 2018 were retrospectively analyzed. There were 19 males and 12 females in off-clamp group ( $n=31$ ), with a mean age of (56.3±9.2) years and a mean BMI of (24.3±3.3) kg/m<sup>2</sup>. The mean ASA score, tumor size, R. E. N. A. L. score and preoperative eGFR were (2.00±0.37), (2.7±1.6) cm, (5.7±1.6) and (94.0±13.7) mL/(min·1.73 m<sup>2</sup>). Seventeen procedures were performed via a transperitoneal approach and 14 procedures were performed via a retroperitoneal approach. There were 21 males and 6 females in selective clamping group ( $n=27$ ), with a mean age of (56.0±11.2) years and a mean BMI of (24.8±4.1) kg/m<sup>2</sup>. The mean ASA score, tumor size, R. E. N. A. L. score and preoperative eGFR were (1.96±0.44), (3.4±1.3) cm, (6.7±1.3) and (90.0±18.0) mL/(min·1.73 m<sup>2</sup>). Sixteen procedures were performed via a transperitoneal approach and 11 procedures were performed via a retroperitoneal approach. There was no statistical difference be-

<sup>1</sup> 海军军医大学长征医院泌尿外科(上海,200003)  
通信作者:王林辉, E-mail: wanglinhui@smmu.edu.cn

tween the two groups ( $P > 0.05$ ). Intraoperative parameters and postoperative outcomes were compared between the two groups. **Results:** All cases of partial nephrectomy were successfully accomplished without intraoperative conversion to open surgery or radical nephrectomy. In the off-clamp group and selective clamping group, there was significant difference in operating time [(131.0 ± 54.5) min vs. (165.67 ± 57.6) min,  $P = 0.022$ ] and incidence of postoperative complications [3.2% (1/31) vs. 22.2% (6/27),  $P = 0.042$ ]. There was no significant difference in estimated blood loss [(106.9 ± 74.3) mL vs. (123.7 ± 142.6) mL], postoperative hospital stay [(6.6 ± 2.1) d vs. (6.7 ± 3.5) d], 1<sup>st</sup> month postoperative serum creatinine increase [(2.6 ± 19.4)% vs. (6.0 ± 22.7)%], 1<sup>st</sup> month postoperative eGFR reduction [(0.1 ± 13.6)% vs. (1.4 ± 15.9)%], 1<sup>st</sup> month postoperative ECT-GFR reduction [(2.9 ± 20.8)% vs. (3.4 ± 25.0)%] or 6<sup>th</sup> month postoperative ECT-GFR reduction [(4.5 ± 12.8)% vs. (5.8 ± 19.3)%]. According to the pathology results, the two groups' malignant outcomes were 90.3% (28/31) and 92.6% (25/27), and there was no case of positive surgical margin. **Conclusion:** Robot-assisted partial nephrectomy for treating more exophytic cT<sub>1</sub> renal masses with off-clamp lead to shorter operating time, lower incidence of postoperative complications and comparative protective effects on short-term renal function compared with selective clamping RAPN.

**Key words** off-clamp; selective renal artery clamping; kidney cancer; robot-assisted surgery; partial nephrectomy

肾部分切除术在完整切除肾脏肿瘤的同时,有利于最大限度保留肾功能,降低术后慢性肾功能不全发生率和心血管事件死亡风险<sup>[1-2]</sup>,能够显著提高患者术后生活质量,是 cT<sub>1</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub> 期肾癌的推荐治疗方案<sup>[3]</sup>。行肾部分切除术常采用肾动脉主干阻断法以减少术中出血、保持术野清晰,但长时间阻断肾脏血供和肾脏缺血后再灌注损伤会对患者肾功能造成影响<sup>[4]</sup>,为了减小肾脏非肿瘤区域正常肾实质的缺血损伤,提高肾部分切除术的意义,国内外术者纷纷开展零缺血肾部分切除术,肾动脉无阻断法及肾动脉分支阻断法是最常见的零缺血手术方式<sup>[5-9]</sup>。

现有研究多热衷于将无阻断或分支阻断与主干阻断肾部分切除术进行比较,有学者发现行肾部分切除术采用肾动脉无阻断技术的患者术中出血量多于肾动脉主干阻断的患者<sup>[6,10-13]</sup>,术后血肌酐升高百分比、肾小球滤过率(eGFR)下降百分比或慢性肾功能不全发生率低于主干阻断组<sup>[6,10-11,14]</sup>。另有学者则发现行分支阻断相对于主干阻断,手术时间长或相当,术中出血量多或相当,术后 eGFR 下降百分比低<sup>[15-17]</sup>。本团队前期两项研究也分别发现肾动脉无阻断与分支阻断机器人辅助腹腔镜肾部分切除术(robot-assisted partial nephrectomy, RAPN)相对于主干阻断 RAPN 治疗 cT<sub>1</sub> 期肾癌,不仅没有增加手术风险,而且能更好地保护肾功能<sup>[18-19]</sup>,但肾动脉无阻断 RAPN 与肾动脉分支阻断 RAPN 治疗 cT<sub>1</sub> 期肾癌的临床疗效差异尚不得而知。本研究回顾性分析 2014 年 5 月—2018 年 9 月我院同一术者采用 RAPN 治疗的 cT<sub>1</sub> 期肾癌患者的临床资料,探讨肾动脉无阻断 RAPN 与肾动脉分支阻断 RAPN 的临床疗效差异。现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

根据患者术前影像学检查发现肾脏肿瘤最大

径  $< 7$  cm,术中采用肾动脉无阻断或分支阻断方式,排除孤立肾、单侧多发或双侧肾脏肿瘤,入组同一术者同期行 RAPN 手术治疗的患者 58 例。以年龄、性别、BMI、美国麻醉师协会评分(American Society of Anesthesiologists, ASA)、肿瘤侧别、肿瘤最大径、R. E. N. A. L. 评分、手术入路、术前血肌酐和术前估算 eGFR 资料进行匹配,其中 eGFR 是根据患者血肌酐采用 CKD-EPI 公式<sup>[20]</sup>计算而得,根据实际 RAPN 术中肾动脉阻断方式分为无阻断组 31 例和分支阻断组 27 例,共 58 例。两组患者一般资料比较见表 1。

### 1.2 方法

所有患者均采用全身静脉麻醉,气管插管。结合术前影像学检查选择合适手术入路,肿瘤位于肾脏上极或背侧选择经腹入路,位于肾脏下极或腹侧则选择经腹膜后入路,经腹入路取健侧 70°斜卧位,经腹膜后入路取健侧 90°卧位。手术均采用达芬奇 Si 机器人手术系统完成,经腹或经腹膜后入路 Trocar 位置和具体手术步骤参考文献<sup>[21]</sup>。无阻断组可先分离显露肾动脉并用吊带标记,结合术前影像学特点对肿瘤进行充分游离显露,在不阻断肾脏血供情况下完整切除肿瘤<sup>[18]</sup>;分支阻断组需根据术前影像学分析肾动脉及其分支走行特点,沿动脉主干逐步分离至二、三或四级目标分支动脉,或采用“蛙跳式”分离肾动脉主干和目标分支动脉,应用吲哚菁绿区域血流荧光可视化成像技术判断肾动脉分支阻断情况,具体手术方法参考文献<sup>[19]</sup>。

### 1.3 观察指标

包括手术时间、术中出血量、术中或术后输血、热缺血时间、手术中转情况、术中或术后并发症、切缘阳性率、病理结果,其中术后并发症采用 Clavien-Dindo 评分系统。术后短期随访主要指标包括血肌酐和发射型计算机断层扫描检查肾小球滤过率(emission computed tomography-glomerular

filtration rate, ECT-GFR) 等, 比较两组患者术后 1 个月血肌酐升高百分比、术后 1 个月 eGFR 下降百分比和术后 1 个月 ECT-GFR 的下降百分比差异。

#### 1.4 统计学方法

应用 SPSS 26.0 统计软件对数据进行分析, 计

量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用独立样本  $t$  检验或 Mann-Whitney  $U$  非参数检验; 计数资料和分类资料用频数或百分比表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

表 1 两组患者一般资料比较

例,  $\bar{x} \pm s$

指标	无阻断组 ( $n=31$ )	分支阻断组 ( $n=27$ )	$P$
年龄/岁	56.3±9.2	56.0±11.2	0.894
性别			0.256
男	19	21	
女	12	6	
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	24.3±3.3	24.8±4.1	0.568
ASA 评分/分	2.00±0.37	1.96±0.44	0.726
肿瘤侧别			0.797
左侧	15	12	
右侧	16	15	
肿瘤最大径/cm	2.7±1.8	3.4±1.3	0.122
T <sub>1b</sub> 期	4	6	0.489
R. E. N. A. L. 评分/分	5.7±1.6	6.7±1.3	0.066
肿瘤外凸率 (Exophytic /endophytic, E.)	1.2±0.4	1.5±0.5	0.022
肿瘤与肾窦及集合系统关系 (Nearness, N.)	1.5±0.8	1.9±0.8	0.071
肿瘤沿肾脏纵轴位置 (Location, L.)	1.8±0.7	2.0±0.7	0.281
手术入路			0.795
经腹	17	16	
经腹膜后	14	11	
术前血肌酐/(μmol·L <sup>-1</sup> )	71.6±17.0	78.7±21.9	0.170
术前 eGFR/(mL·min <sup>-1</sup> ·1.73m <sup>-2</sup> )	94.0±13.7	90.0±18.0	0.346

## 2 结果

两组患者均由同一术者完成无阻断 RAPN 或分支阻断 RAPN, 无中转根治性手术或开放手术, 两组患者围手术期指标及术后随访资料比较见表 2。与分支阻断组相比, 无阻断组的手术时间短 ( $P=0.022$ ), 术后并发症的发生率低 ( $P=0.042$ )。两组术中出血量、术中术后输血情况、术中并发症、切缘阳性率、病理学结果、术后住院天数、术后 1 个月血肌酐升高百分比、术后 1 个月 eGFR 下降百分比、术后 1 个月 ECT-GFR 下降百分比、术后 6 个月 ECT-GFR 下降百分比等指标比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

本研究回顾性分析行机器人无阻断或分支阻断肾部分切除术患者资料, 结果显示无阻断组相比分支阻断组, 手术时间短、术后并发症发生率低, 短期随访肾功能相当。

关于两组手术时间的差异, 与 Tawee-monkongsap 等<sup>[8]</sup>的研究结果相一致, 无阻断组的手术时间短。分析原因主要有 2 点: ① 2 种阻断方

式对肾脏血管游离的程度不同。本研究 31 例无阻断患者中, 27 例在游离肾主干动脉后使用吊带标记以备应急阻断, 4 例因肿瘤体积小、边界清晰及外生性程度高, 没有进行肾蒂血管的分离, 在游离肿瘤后直接行肿瘤区域的切除。而分支阻断患者肾脏血管游离的操作相对复杂, 术前根据肾脏 CT 三维重建评估肾脏血管走行, 术中需沿动脉主干逐步分离至二、三或四级分支动脉以进行阻断, 或采用“蛙跳式”分离法, 在分离肾动脉主干后直接寻及目标分支动脉以进行阻断, 并根据吲哚菁绿区域血流荧光可视化成像结果判断肾动脉分支阻断效果是否满意 (缺血范围覆盖  $>50\%$  的预切除区域), 对于肾脏动脉的精细游离和阻断效果验证等均增加了分支阻断患者的手术时间。② 两组患者肿瘤外生程度不同。本研究两组患者在肿瘤最大径和 R. E. N. A. L. 评分上比较差异无统计学意义, 进一步分析 R. E. N. A. L. 评分中的肿瘤外凸率、肿瘤与肾窦及集合系统关系和肿瘤沿肾脏纵轴位置的单项分后, 发现两组在肿瘤外凸率的单项分上比较差异有统计学意义 ( $P=0.022$ ), 无阻断组患者的肿

瘤外生程度高于分支阻断组。肿瘤外生程度低,导致术中判断肿瘤边界和范围的难度加大,有的完全

内生型肿瘤往往需要超声定位来确定肿瘤的边界和范围,增加了操作的复杂性和手术的时间。

表 2 两组患者围手术期及术后随访资料比较

例,  $\bar{x} \pm s$

指标	无阻断组( $n=31$ )	分支阻断组( $n=27$ )	$P$
手术时间/min	131.0±54.5	165.67±57.6	0.022
术中出血量/mL	106.9±74.3	123.7±142.6	0.568
术中术后输血	1	1	1.000
动脉阻断时间/min	0	23.5±8.9	<0.001
手术中转	0	0	—
术中并发症	0	0	—
术后并发症发生率/%	3.2(1/31)	22.2(6/27)	0.042
术后并发症	出血(1)	出血(2)、急性肝功能损伤(1)、尿漏(1)、高碳酸血症(1)、肺部感染(1)	
切缘阳性	0	0	—
病理结果			1.000
恶性	28	25	
良性	3	2	
术后住院天数/d	6.6±2.1	6.7±3.5	0.835
术后 1 个月血肌酐/ $(\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	72.0±16.5	82.0±24.1	0.068
术后 1 个月血肌酐升高百分比/%	2.6±19.4	6.0±22.7	0.542
术后 1 个月 eGFR/ $(\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73\text{m}^{-2})$	93.4±15.6	88.0±19.4	0.246
术后 1 个月 eGFR 下降百分比/%	0.1±13.6	1.4±15.9	0.748
术后 1 个月 ECT-GFR 下降百分比/%			
术侧肾脏	4.2±28.7	18.8±27.5	0.197
双侧肾脏	2.9±20.8	3.4±25.0	0.954
术后 6 个月 ECT-GFR 下降百分比/%			
术侧肾脏	2.8±20.4	17.5±17.5	0.111
双侧肾脏	4.5±12.8	5.8±19.3	0.867

关于两组术后并发症发生率存在的差异,与国外多项研究相一致<sup>[8,22]</sup>,无阻断组患者的并发症发生率低。分析原因主要有 3 点:①游离肾脏血管的难度和风险不同。与无阻断患者术中简单游离肾动脉主干后吊带标记相比,分支阻断患者术中需沿动脉主干逐步分离至二、三或四级分支动脉或“蛙跳式”寻及目标分支动脉,而短小的肾分支动脉和复杂的肾脏血管解剖结构等增加了血管游离的难度和发生出血、淋巴漏等并发症的风险,导致本研究分支阻断组发生出血等并发症的患者数多于无阻断组。②无阻断组患者肿瘤的外生程度高于分支阻断组。肿瘤外生程度低,与肾脏正常肾实质接触面积的占比大,肿瘤的边界和范围相对隐匿,与肾脏集合系统和血管毗邻不清,切除肿瘤区域时易损伤集合系统,而肾脏部分切除后的创面大、缝合困难、容易发生术后出血和漏尿等并发症。③手术时间的延长会增加并发症的风险<sup>[23]</sup>。本研究中分支阻断组的手术时间长于无阻断组,长时间的全身

麻醉和机械通气增加了肺部感染的风险,同时随着手术时间的增加,全身代谢物和麻醉药物的累积一定程度上会造成肝脏的损伤,是术后发生肺部感染和急性肝功能损伤的可能原因。

两组术后短期随访肾功能指标比较差异无统计学意义。一方面,术中采用无阻断与分支阻断均能实现在肾部分切除时肾脏的“零缺血”,无阻断在肾脏无缺血区域范围上具有优势。而通过术前肾脏 CT 三维重建、术中超声定位结合吲哚菁绿区域血流荧光可视化成像技术可以帮助术者更为精准地选择和游离分支动脉,使得分支阻断的肾脏无缺血区域范围接近于无阻断方式。另一方面,本研究所有患者的肿瘤体积较小,R. E. N. A. L. 评分不高,在肿瘤切除和创面缝合时较快,分支阻断组的平均阻断时间控制在 25 min 内,对患者肾功能造成的不可逆性损伤相对较小。

两组患者术后住院天数比较差异无统计学意义。一方面,无阻断与分支阻断 RAPN 均为微创

术式,手术创伤小,术后恢复快,而肾动脉阻断方式的不同对手术创伤和术后恢复的影响有限。另一方面,两组患者发生的术后并发症均属于 Clavien I ~ II 级,发生后处理及时和有效,患者恢复较快,其术后住院时间的增加不明显。

综上所述,对于外生比例较高的 cT<sub>1</sub> 期肾癌,机器人辅助腹腔镜肾动脉无阻断肾部分切除术与肾动脉分支阻断肾部分切除术相比,总体手术时间短,术后并发症发生率低,短期随访两者肾功能保护效果相当。因本研究为回顾性研究,样本量较少,临床资料存在一定程度偏倚,可能导致结果偏差,后期仍需大样本量和长期随访的研究加以验证。

### 参考文献

- [1] MacLennan S, Imamura M, Lapitan MC, et al. Systematic review of perioperative and quality-of-life outcomes following surgical management of localised renal cancer[J]. *Eur Urol*, 2012, 62(6):1097-1117.
- [2] MacLennan S, Imamura M, Lapitan MC, et al. Systematic review of oncological outcomes following surgical management of localised renal cancer[J]. *Eur Urol*, 2012, 61: 972-993.
- [3] Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update[J]. *Eur Urol*, 2015, 67(5):913-924.
- [4] Thompson RH, Lane BR, Lohse CM, et al. Renal function after partial nephrectomy: effect of warm ischemia relative to quantity and quality of preserved kidney[J]. *Urology*, 2012, 79(2): 356-360.
- [5] Gill IS, Patil MB, Abreu AL, et al. Zero ischemia anatomical partial nephrectomy: a novel approach[J]. *J Urol*, 2012, 187(3):807-814.
- [6] Kaczmarek BF, Tanagho YS, Hillyer SP, et al. Off-clamp robot-assisted partial nephrectomy preserves renal function: a multi-institutional propensity score analysis[J]. *Eur Urol*, 2013, 64(6):988-993.
- [7] Peña JA, Oliveira M, Ochoa DC, et al. The road to real zero ischemia for partial nephrectomy[J]. *J Endourol*, 2013, 27(7):936-942.
- [8] Taweemonkongsap T, Suk-Ouichai C, Chotikawanich E, et al. The Impact of Arterial Clamping Technique in Robot-Assisted Partial Nephrectomy on Renal Function and Surgical Outcomes: Six-Year Experience at Siriraj Hospital, Thailand[J]. *Urol Int*, 2018, 100(3):301-308.
- [9] Beksac AT, Okhawere KE, Rosen DC, et al. Do patients with Stage 3-5 chronic kidney disease benefit from ischaemia-sparing techniques during partial nephrectomy? [J]. *BJU Int*, 2020, 125(3):442-448.
- [10] Smith GL, Kenney PA, Lee Y, et al. Non-clamped partial nephrectomy: techniques and surgical outcomes[J]. *BJU Int*, 2011, 107(7):1054-1058.
- [11] Kopp RP, Mehrazin R, Palazzi K, et al. Factors affecting renal function after open partial nephrectomy—a comparison of clampless and clamped warm ischemic technique [J]. *Urology*, 2012, 80(4):865-870.
- [12] Rais-Bahrami S, George AK, Herati AS, et al. Off-clamp versus complete hilar control laparoscopic partial nephrectomy: comparison by clinical stage[J]. *BJU Int*, 2012, 109:1376-1381.
- [13] Wang HK, Qin XJ, Ma CG, et al. Nephrometry score-guided off-clamp laparoscopic partial nephrectomy: patient selection and short-time functional results[J]. *World J Surg Oncol*, 2016, 14(1):163.
- [14] Cacciamani GE, Medina LG, Gill TS, et al. Impact of Renal Hilar Control on Outcomes of Robotic Partial Nephrectomy: Systematic Review and Cumulative Meta-analysis[J]. *Eur Urol Focus*, 2019, 5(4):619-635.
- [15] Shao P, Qin C, Yin C, et al. Laparoscopic partial nephrectomy with segmental renal artery clamping: technique and clinical outcomes[J]. *Eur Urol*, 2011, 59(5):849-855.
- [16] Desai MM, de Castro Abreu AL, Leslie S, et al. Robotic partial nephrectomy with superselective versus main artery clamping: a retrospective comparison[J]. *Eur Urol*, 2014, 66(4):713-719.
- [17] Zhang L, Wu B, Zha Z, et al. Comparison of selective and main renal artery clamping in partial nephrectomy of renal cell cancer: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(34):e11856.
- [18] 董毅,何屹,王辉,等. 机器人腹腔镜零缺血与肾动脉主干阻断肾部分切除术治疗 T<sub>1a</sub> 期外生性肾脏肿瘤的临床研究[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2019, 34(1):22-26.
- [19] 吴震杰,张宗勤,徐红,等. 肾动脉分支阻断与主干阻断在机器人辅助腹腔镜肾部分切除术治疗早期肾癌中的疗效对比[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2019, 40(5):328-332.
- [20] Zhu Y, Ye X, Zhu B, et al. Comparisons between the 2012 new CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) equations and other four approved equations[J]. *PLoS One*, 2014, 9(1):e84688.
- [21] 汪洋,吕晨,吴震杰,等. 机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术(附 230 例报告)[J]. *第二军医大学学报*, 2016, 37(9):1159-1164.
- [22] Martin GL, Warner JN, Nateras RN, et al. Comparison of total, selective, and nonarterial clamping techniques during laparoscopic and robot-assisted partial nephrectomy[J]. *J Endourol*, 2012, 26(2):152-156.
- [23] Allan J, Goltsman D, Moradi P, et al. The effect of operative time on complication profile and length of hospital stay in autologous and implant-based breast reconstruction patients: An analysis of the 2007-2012 ACS-NSQIP database[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2020, 73(7):1292-1298.

(收稿日期:2020-09-03)