

DOI:10.16781/j.0258-879x.2017.02.0239

• 短篇论著 •

行3D腹腔镜与2D腹腔镜肾部分切除术的临床比较

谭海颂¹, 汤晓晖², 吴震杰¹, 鲍一¹, 时佳子¹, 刘冰¹, 何屹³, 王林辉^{1*}

1. 第二军医大学长征医院泌尿外科, 上海 200003

2. 上海市宝山区罗店医院泌尿外科, 上海 201908

3. 浙江省嘉兴市第一医院泌尿外科, 嘉兴 314000

[摘要] **目的** 比较行3D腹腔镜与2D腹腔镜下肾部分切除术的临床疗效, 探讨3D腹腔镜手术治疗肾肿瘤的优缺点。**方法** 回顾性分析2013年8月至2016年3月第二军医大学长征医院、长海医院同一手术组完成的134例行腹腔镜下肾部分切除术肾肿瘤患者的临床资料, 其中3D腹腔镜组53例, 2D腹腔镜组81例。比较两组患者的围手术期指标及随访资料, 包括手术时间、术中出血量、术中输血量、肾动脉阻断热缺血时间、术后肠道恢复时间、术后住院时间、围手术期并发症及术前、术后双侧肾小球滤过率(GFR)。**结果** 两组手术均顺利完成, 无中转开放或根治性肾切除手术病例, 手术切缘均为阴性。3D腹腔镜组患者的手术时间 $[(193.40 \pm 45.14) \text{ vs } (217.00 \pm 59.19) \text{ min}, P=0.015]$ 、肾动脉阻断热缺血时间 $[(23.70 \pm 6.96) \text{ vs } (26.60 \pm 8.10) \text{ min}, P=0.032]$ 及经手术的患侧肾GFR下降值 $[(12.70 \pm 6.49) \text{ vs } (15.10 \pm 6.45) \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}, P=0.036]$ 均优于2D腹腔镜组, 而两组患者的术中出血量、术中输血量、术后肠道恢复时间、术后住院时间及围手术期并发症发生率差异均无统计学意义($P>0.05$)。所有发生并发症患者予以保守对症治疗均好转出院。术后随访1~32个月, 无患者发生急、慢性肾功能不全, 无患者出现局部肿瘤复发、远处转移或死亡。**结论** 与传统2D腹腔镜相比, 行3D腹腔镜下肾部分切除术能够缩短手术时间和肾动脉阻断热缺血时间, 有助于更好地保留肾功能。

[关键词] 3D腹腔镜手术; 肾部分切除术; 肾肿瘤; 肾功能**[中图分类号]** R 737.11 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2017)02-0239-05

Clinical comparative analysis of 3D and 2D laparoscopic partial nephrectomy for renal tumors

TAN Hai-song¹, TANG Xiao-hui², WU Zhen-jie¹, BAO Yi¹, SHI Jia-zi¹, LIU Bing¹, HE Yi³, WANG Lin-hui^{1*}

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

2. Department of Urology, Shanghai Baoshan Luo dian Hospital, Shanghai 201908, China

3. Department of Urology, Jiaying First Hospital, Jiaying 314000, Zhejiang, China

[Abstract] **Objective** To compare the clinical efficacies of 3D and 2D laparoscopic partial nephrectomy for renal tumors and to investigate the pros and cons of 3D laparoscopic partial nephrectomy. **Methods** We retrospectively analyzed the clinical data of 134 patients with renal tumors; they underwent laparoscopic partial nephrectomy between Aug. 2013 and Mar. 2016 by the same surgical group in Changhai Hospital and Changzheng Hospital, Second Military Medical University. Fifty-three cases were included in the 3D laparoscopic partial nephrectomy group and 81 cases in the 2D laparoscopic partial nephrectomy group. The perioperative and follow-up data subjected to comparison and analysis included operative time, estimated blood loss, intraoperative transfusion, warm ischemic time, recovery time of bowel function, length of hospitalization, perioperative complications, and pre- and post-operative glomerular filtration rate (GFR). **Results** All operation procedures of this study were completed uneventfully without conversion to open surgery or radical nephrectomy, and surgical margins were negative in all cases. The operative time $[(193.40 \pm 45.14) \text{ vs } (217.00 \pm 59.19) \text{ min}, P=0.015]$, warm ischemic time $[(23.70 \pm 6.96) \text{ vs } (26.60 \pm 8.10) \text{ min}, P=0.032]$ and

[收稿日期] 2016-09-28 **[接受日期]** 2016-12-07**[基金项目]** 上海市“领军人才”计划项目(2013046), 上海市青年科技英才扬帆计划(16YF1403600). Supported by the “Leading Talent” Project of Shanghai (2013046) and Yangfan Plan of Young Science and Technology Talent of Shanghai (16YF1403600).**[作者简介]** 谭海颂, 博士生. E-mail: tanhaisong1983@foxmail.com

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81885732, E-mail: wanglinhuicz@163.com

decrease of GFR of the operated kidney ($[12.70 \pm 6.49]$ vs $[15.10 \pm 6.45]$ $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^2$, $P=0.036$) in the 3D group were significantly improved compared with those in the 2D group. However, the estimated blood loss, intraoperative transfusion, recovery time of bowel function, length of hospitalization and perioperative complications were not significantly different between the two groups ($P>0.05$). All the patients with complications were discharged from the hospital after conservative therapy. During a follow-up of 1-32 months, no patients had acute or chronic renal failure, local recurrence or distant metastasis, and there was no death case. **Conclusion** Compared with 2D laparoscopic partial nephrectomy, 3D laparoscopic technology can reduce operative time and warm ischemic time, which can help to better conserve renal function.

[Key words] 3D laparoscopic surgery; partial nephrectomy; kidney neoplasms; kidney function

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2017, 38(2): 239-243]

近年来,肾肿瘤的发病率呈逐年上升趋势,并且随着超声、CT等医学影像技术的进步和普及,早期局限性肾肿瘤的检出率不断提高^[1-2]。研究证实与肾根治性切除术相比,肾部分切除术在取得相似治疗效果的同时能够保留一定的肾功能,降低患者发生术后急慢性肾功能不全的风险,因此肾部分切除术已成为局限性肾肿瘤的推荐治疗方式^[3-6]。与开放术式相比,腹腔镜肾部分切除术可以有效减少损伤、减轻术后疼痛,有利于患者的恢复。传统的2D腹腔镜系统提供的术野仅为平面视野,无法还原真实的三维空间,导致术者镜下手术操作困难^[7]。而在欧美国家逐渐普及的机器人辅助腹腔镜的关键技术之一就是3D成像系统,从而有利于术者进行精细的手术操作。机器人辅助手术设备价格昂贵,目前在我国无法普及,因此3D腹腔镜系统的应用就显得更加重要^[8]。本研究回顾性分析了134例行腹腔镜肾部分切除术患者的临床资料,其中3D腹腔镜手术53例、2D腹腔镜手术81例,初步探讨3D腹腔镜下肾部分切除术治疗肾肿瘤的疗效及安全性。

1 资料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析2013年8月到2016年3月在第二军医大学长征医院、长海医院由同一手术组完成的134例行腹腔镜肾部分切除术患者的临床资料,其中3D腹腔镜组53例、2D腹腔镜组81例。手术组医师均具有丰富的腹腔镜操作经验,入组病例排除孤立肾肿瘤、多发肿瘤、复发肿瘤及同时行其他手术的病例。所有入组患者均为体检发现,无其他伴发症状,经术前影像学(胸片、B超、CT或MRI)检查排除局部浸润或远处转移,诊断均为单发肾肿瘤。本研究经第二军医大学医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。男94例、女40

例,年龄23~85岁,平均(52.8±12.1)岁。肿瘤位于左侧67例、右侧67例,肿瘤直径1~11 cm,平均(3.4±1.5) cm;肾肿瘤R. E. N. A. L.评分^[9]平均为7.2±2.4。两组患者的一般资料和肿瘤的临床数据见表1,各项参数组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

表1 肾肿瘤患者的一般资料及肿瘤临床数据

临床资料	3D腹腔镜组 N=53	2D腹腔镜组 N=81	P值
年龄(岁), $\bar{x} \pm s$	51.1±12.6	53.9±11.8	0.191 ^a
性别 n(%)			0.649 ^b
男	36(67.9)	58(71.6)	
女	17(32.1)	23(28.4)	
BMI ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), $\bar{x} \pm s$	23.9±2.5	23.8±2.3	0.835 ^a
肿瘤位置 n(%)			0.860 ^b
左	26(49.1)	41(50.6)	
右	27(50.9)	40(49.4)	
肿瘤直径 d/cm, $\bar{x} \pm s$	3.3±1.5	3.4±1.5	0.853 ^a
R. E. N. A. L. 评分 $\bar{x} \pm s$	7.2±2.4	7.2±2.2	0.956 ^a

^a: t检验; ^b: χ^2 检验。BMI: 体质量指数; R. E. N. A. L.: 肿瘤最大径、肿瘤内外生比例、肿瘤与集合系统或肾窦距离、肿瘤位于腹侧或背侧、肿瘤在冠状位上与上下极线及中线的位置关系

1.2 手术设备

3D腹腔镜组所选用的高清3D腹腔镜系统包括美国Viking公司生产的30°侧视180°可翻转3D腹腔镜和日本Olympus公司生产的末端可弯3D腹腔镜。2D腹腔镜组所选用的腹腔镜为日本Olympus公司生产的30°高清2D腹腔镜手术系统。手术器械均使用传统腹腔镜手术器械。

1.3 手术方法

1.3.1 经腹腔镜肾部分切除术

患者全麻后,取健侧卧位,消毒铺巾后于脐外上约2 cm作腹直肌切口,用veress气腹针建立气腹后,置入10 mm Trocar及观察镜,再分别于肋缘下锁骨中线位和腋前线髂前上棘上约2 cm处置入10 mm Trocar,置入腹腔镜手术器械。切开患侧的Toldt's间隙,进入后腹腔,

打开肾周筋膜游离并暴露肾蒂及肾脏肿瘤。用Bulldog血管夹阻断肾动脉,在距离肿瘤约0.5~1.0 cm处冷刀切除肾肿瘤。用2-0可吸收线缝合内层并打结,再用1-0可吸收线全层连续缝合肾实质,线首尾处以Hem-o-lok夹防止滑脱。开放肾动脉血供后,观察缝合创面出血情况,根据需要以1-0可吸收线加固缝合肾实质。用标本袋取出肿瘤,放置引流后关闭切口,术后绝对卧床。

1.3.2 经后腹腔镜肾部分切除术 患者全麻后,取健侧卧位,消毒铺巾后于12肋下腋后线做约2 cm的切口,置入气囊,充入约800 mL空气扩张,再用手手指钝性游离建立后腹腔间隙,分别于12肋下腋前线及腋中线腋前上棘上约2 cm处置入Trocar,建立气腹后置入腹腔镜手术器械。剔除部分腹膜外脂肪,打开肾周筋膜后游离并暴露肾蒂及肾脏肿瘤,其余操作同经腹腔入路操作。

1.4 检测指标 记录两组患者围手术期数据,包括手术时间(从开始建立腹腔镜手术入路至手术结束切口缝合完毕为止的时间)、肾动脉阻断热缺血时间(从动脉夹阻断肾动脉至松开动脉夹恢复肾动脉血供的时间)、术中出血量(手术结束时吸引器引流量)、术中输血率(各组中术中输血的患者数与组内总患者数之比)、术后肠道恢复时间(手术结束至肛

门排气的时间,以天计算)、术后住院时间(手术结束至患者出院的时间,以天计算)、围手术期并发症(根据Clavien系统分级)^[10],术前和术后(以随访时的最新检查结果为准)分别采用^{99m}Tc-DTPA(上海欣科药业有限公司生产,检测采用西门子Symbia T16 SPECT/CT仪)测定两组患者的双侧肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)。

1.5 统计学处理 使用SPSS 21.0软件进行数据处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用成组 t 检验;计数资料以百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 两组患者的围手术期临床指标 134例手术均顺利完成,无因手术设备原因或其他原因导致的中转开放、根治性肾切除的病例。3D腹腔镜组和2D腹腔镜组患者的围手术期临床指标及术后双肾GFR值见表2。3D腹腔镜组的手术时间($P=0.015$)、肾动脉阻断热缺血时间($P=0.032$)及经手术的患侧肾GFR值($P=0.036$)均优于2D腹腔镜组,但术中出血量、术中输血率、术后肠道恢复时间、术后住院时间、围手术期并发症发生率等指标与2D腹腔镜组相比差异均无统计学意义。

表2 3D及2D腹腔镜组围手术期参数的比较

临床资料	3D腹腔镜组 N=53	2D腹腔镜组 N=81	P值
手术方式 n			0.142 ^b
经腹腔途径	15	33	
经后腹腔途径	38	48	
手术时间 t/min , $\bar{x} \pm s$	193.40 ± 45.14	217.00 ± 59.19	0.015 ^a
热缺血时间 t/min , $\bar{x} \pm s$	23.70 ± 6.96	26.60 ± 8.10	0.032 ^a
术中出血量 V/mL , $\bar{x} \pm s$	160.90 ± 135.74	168.90 ± 123.46	0.727 ^a
术中输血率 $n(\%)$	0(0.0)	2(2.5)	0.518 ^c
术后肠道恢复时间 t/d , $\bar{x} \pm s$	2.50 ± 0.89	2.50 ± 0.92	0.714 ^a
术后住院时间 t/d , $\bar{x} \pm s$	7.80 ± 2.46	8.30 ± 1.68	0.219 ^a
围手术期并发症 $n(\%)$	7(13.2)	15(18.5)	0.417 ^b
对侧肾GFR增加水平 ($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$), $\bar{x} \pm s$	5.20 ± 6.06	5.70 ± 6.91	0.689 ^a
患侧肾GFR降低水平 ($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$), $\bar{x} \pm s$	12.70 ± 6.49	15.10 ± 6.45	0.036 ^a

a: t 检验; b: χ^2 检验; c: Fisher精确检验。GFR: 肾小球滤过率

2.2 两组患者的术后并发症情况 3D腹腔镜组患者术后发生肺栓塞1例(Clavien II级),局部出血3例(Clavien II级),术后肺部感染3例(Clavien I级);2D腹腔镜组患者术后发生局部出血5例(Clavien II级),术后肺部感染7例(Clavien I级),伤口延迟愈合2例(Clavien I级),漏尿1例(Clavien II级)。所有患者请专科医师会诊、保守对症处理后均好转,无严重围手术期并发症发生。

2.3 两组患者术后病理及随访结果 全部患者术后病理提示均无切缘阳性病例,3D腹腔镜组透明细胞癌31例,肾血管平滑肌瘤9例,嫌色细胞癌4例,乳头状细胞癌6例,肾嗜酸细胞瘤3例;2D腹腔镜组透明细胞癌58例,肾血管平滑肌瘤13例,嫌色细胞癌5例,乳头状细胞癌2例,多房囊性肾癌2例,肾嗜酸细胞瘤1例。术后随访1~32个月,平均(16.00 ± 9.37)个月,随访期内无患者发生急、慢性

肾功能不全,无肿瘤复发、切口种植、远处转移或死亡病例发生。

3 讨论

腹腔镜肾部分切除术治疗局限性肾肿瘤可以达到与开放性肾部分切除术等同的肿瘤学与功能学疗效,同时具有手术创伤小、患者恢复快的优点,已在临床上得到广泛应用^[3-6]。在肾部分切除术治疗肾肿瘤的过程中,手术的首要原则是完整切除肿瘤,避免术中切破肿瘤包膜;其次,在多数肾部分切除术手术过程中,切除肾肿瘤和进行残肾缝合时需阻断肾动脉,避免导致缺血再灌注损伤而损害残肾功能^[11]。既往研究表明,肾动脉阻断后热缺血时间 > 25 min 会导致肾功能损害加重,并且热缺血时间每增加 1 min,患者术后发生急性肾衰的风险增加 5%,患肾发生 IV 期慢性肾功能不全的风险将增加 6%^[12-13]。因此在完整切除肾肿瘤的基础上,还应尽量保留正常肾实质并缩短术中肾动脉阻断的热缺血时间,最大可能地保护残肾功能。此外,术中还应避免损伤毗邻组织器官或血管,确切缝合残肾止血,保证手术的安全性,减少手术并发症。行腹腔镜下肾部分切除术时,术者需根据经验、腹腔内的解剖标志以及精确判断组织器官与器械的距离进行手术操作,但传统 2D 腹腔镜仅提供平面术野,要求术者具有丰富的腹腔镜手术经验以及熟练的手术技巧,所以学习曲线较长。

近年来逐渐兴起的机器人辅助手术系统的一个重要优点就是能够提供更大、更为清晰的三维立体术野,但机器人辅助手术系统的价格昂贵,并且后期使用与维护成本高,目前难以在我国进一步普及。3D 腹腔镜手术系统既能提供类似机器人辅助手术系统的三维立体术野,又具有传统 2D 腹腔镜的使用和维护成本相对较低的优点,在我国推广潜力较大^[8]。3D 腹腔镜手术系统能够提供高清三维立体图像,总结其优点有以下几个方面:(1)在切除肾肿瘤的过程中,3D 腹腔镜手术系统能帮助术者更加立体、全面地判断肿瘤与正常肾组织的边界,从而降低切破肿瘤的风险,并可以保留更多的正常肾实质;(2)在 3D 术野下进行残肾缝合时,能更快速地在腹腔镜下调整针的角度,准确判断进针、出针的位置,从而有助于快速缝合,减少肾动脉阻断热缺血时间,有利于保护肾功能^[14];(3)3D 腹腔镜下的术野更清楚,能更精确地观察血管的走行和周围组织的毗邻关系,从而降低在分离暴露过程中意外损伤周围组

织脏器的风险^[15-16];(4)3D 腹腔镜系统能够提供更接近于真实视觉的图像感受,降低初学者学习腹腔镜操作的难度,缩短学习曲线^[17-18]。

本研究结果表明使用 3D 腹腔镜三维成像系统,在腹腔镜下进行抓持、切割等精确操作更为准确迅速,3D 腹腔镜组的手术时间、肾动脉阻断热缺血时间也均优于 2D 腹腔镜组,与其他相关报道结果相近^[15-16]。对患者双肾 GFR 功能进行术后随访发现,相较于 2D 腹腔镜,3D 腹腔镜肾部分切除术能够更好地保留手术后患侧残肾功能,可能是肾动脉阻断热缺血时间缩短所致。术后两组患者对侧肾功能均代偿性升高,在随访期内均无患者发生急、慢性肾功能不全。在围手术期并发症发生情况方面,3D 腹腔镜组为 7 例(13.2%),而 2D 腹腔镜组 15 例(18.5%);所有患者经保守对症治疗后均好转出院,无严重围手术期并发症发生。既往研究报道肾部分切除术的围手术期并发症主要包括出血、动静脉瘘、尿瘘、感染以及肾功能不全,发生率约为 13%~19%^[19-20],可见 3D 腹腔镜下行肾部分切除术安全可靠。

熟练应用 3D 腹腔镜系统也需要一定的适应过程,在行 3D 腹腔镜肾部分切除术的过程中需注意以下几个方面:(1)因手术全程术者需佩戴 3D 眼镜,初期接触 3D 腹腔镜手术时,如时间较长可能会出现不适感,需要学习适应;(2)3D 手术系统图像的景深加深,手术器械与组织器官间的距离不同于传统 2D 腹腔镜,术者手术时应小心操作,确保手术的安全性;(3)手术过程中,助手需保持 3D 镜头的稳定,避免因镜头晃动或旋转而造成术者的不适感;(4)在处理肾脏上极肿瘤过程中,使用美国 Viking 公司 30° 镜头时,如术野受限可将镜头翻转 180° 再观察术野;(5)助手在使用日本 Olympus 公司末端可弯 3D 镜头时,术中应避免与术者手术器械发生“打架”,导致视野旋转偏移。

本研究的不足和局限:入组病例数尚显不足,今后的研究需进一步扩大样本量证实本研究结果;本研究属于回顾性研究,研究结论还需前瞻性分组研究进一步证实;随访时间较短,手术疗效特别是功能及肿瘤治疗方面的疗效尚需更长时间的确认。

综上所述,与传统 2D 腹腔镜相比,3D 腹腔镜肾部分切除术治疗肾肿瘤是一种安全有效的手术方式。3D 腹腔镜能够提供更清晰的三维立体术野,有利于提高肾部分切除术中肿瘤切除和残肾缝合的精细程度,缩短手术时间及肾动脉阻断热缺血时间,更

好地保留手术患侧残肾功能,表明3D腹腔镜手术应用优势明显,值得在我国大部分地区推广。

[参考文献]

- [1] KANE C J, MALLIN K, RITCHEY J, COOPERBERG M R, CARROLL P R. Renal cell cancer stage migration: analysis of the National Cancer Data Base[J]. *Cancer*, 2008, 113: 78-83.
- [2] COOPERBERG M R, MALLIN K, RITCHEY J, VILLALTA J D, CARROLL P R, KANE C J. Decreasing size at diagnosis of stage 1 renal cell carcinoma: analysis from the National Cancer Data Base, 1993 to 2004 [J]. *J Urol*, 2008, 179: 2131-2135.
- [3] LJUNGBERG B, BENSALAH K, CANFIELD S, DABESTANI S, HOFMANN F, HORA M, et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update [J]. *Eur Urol*, 2015, 67: 913-924.
- [4] GILL I S, KAVOUSSI L R, LANE B R, BLUTE M L, BABINEAU D, COLOMBO J R, et al. Comparison of 1,800 laparoscopic and open partial nephrectomies for single renal tumors[J]. *J Urol*, 2007, 178: 41-46.
- [5] CAMPBELL S C, NOVICK A C, BELLDEGRUN A, BLUTE M L, CHOW G K, DERWEESH I H, et al. Guideline for management of the clinical T1 renal mass [J]. *J Urol*, 2009, 182: 1271-1279.
- [6] SUN M, ABDOLLAH F, BIANCHI M, TRINH Q D, JELDRES C, THURET R, et al. Treatment management of small renal masses in the 21st century: a paradigm shift[J]. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19: 2380-2387.
- [7] MARSZALEK M, MEIXL H, POLAJNAR M, RAUCHENWALD M, JESCHKE K, MADERSBACHER S. Laparoscopic and open partial nephrectomy: a matched-pair comparison of 200 patients[J]. *Eur Urol*, 2009, 55: 1171-1178.
- [8] 黄健. 跟进国际微创技术发展,积极开展3D腹腔镜手术[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2013, 34: 725-726.
- [9] SIMMONS M N, HILLYER S P, LEE B H, FERGANY A F, KAOUK J, CAMPBELL S C. Diameter-axial-polar nephrometry: integration and optimization of R. E. N. A. L. and centrality index scoring systems[J]. *J Urol*, 2012, 188: 384-390.
- [10] DINDO D, DEMARTINES N, CLAVIEN P A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6 336 patients and results of a survey[J]. *Ann Surg*, 2004, 240: 205-213.
- [11] TOUIJER K, JACQMIN D, KAVOUSSI L R, MONTORSI F, PATARD J J, ROGERS C G, et al. The expanding role of partial nephrectomy: a critical analysis of indications, results, and complications[J]. *Eur Urol*, 2010, 57: 214-222.
- [12] THOMPSON R H, LANE B R, LOHSE C M, LEIBOVICH B C, FERGANY A, FRANK I, et al. Every minute counts when the renal hilum is clamped during partial nephrectomy[J]. *Eur Urol*, 2010, 58: 340-345.
- [13] FUNAHASHI Y, HATTORI R, YAMAMOTO T, KAMIHIRA O, KATO K, GOTOH M. Ischemic renal damage after nephron-sparing surgery in patients with normal contralateral kidney[J]. *Eur Urol*, 2009, 55: 209-215.
- [14] KUNERT W, STORZ P, KIRSCHNIAK A. For 3D laparoscopy: a step toward advanced surgical navigation: how to get maximum benefit from 3D vision[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27: 696-699.
- [15] 徐维锋,李汉忠,张玉石,张学斌,严维刚,纪志刚,等. 3D腹腔镜与2D腹腔镜下保留肾单位手术的对照研究[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2014, 35: 410-413.
- [16] 吴国辉,梁朝朝,周骏,郝宗耀,张力,杨诚,等. 机器人辅助、3D及传统腹腔镜在保留肾单位手术中的对比研究[J]. *中国内镜杂志*, 2015, 21: 1121-1125.
- [17] SORENSEN S M, SAVRAN M M, KONGE L, BJERRUM F. Three-dimensional versus two-dimensional vision in laparoscopy: a systematic review [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30: 11-23.
- [18] COLOGNE K G, ZEHETNER J, LIWANAG L, CASH C, SENAGORE A J, LIPHAM J C. Three-dimensional laparoscopy: does improved visualization decrease the learning curve among trainees in advanced procedures? [J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2015, 25: 321-323.
- [19] SORBELLINI M, KATTAN M W, SNYDER M E, HAKIMI A A, SARASOHN D M, RUSSO P. Prognostic nomogram for renal insufficiency after radical or partial nephrectomy[J]. *J Urol*, 2006, 176: 472-476.
- [20] SARANCHUK J W, TOUIJER A K, HAKIMIAN P, SNYDER M E, RUSSO P. Partial nephrectomy for patients with a solitary kidney: the Memorial Sloan-Kettering experience[J]. *BJU Int*, 2004, 94: 1323-1328.