

## 三维影像重建技术辅助机器人手术系统在宫颈癌根治术中的应用

张琦玲, 杨蕾, 张智, 付振华, 蔡丽萍

(南昌大学第一附属医院妇产科 江西 南昌 330000)

**摘要** **目的:** 探讨三维重建技术在机器人宫颈癌手术中的应用价值。**方法:** 回顾性分析 2019 年 1 月~2019 年 9 月南昌大学第一附属医院妇产科收治的 23 例行宫颈癌 (IB<sub>1</sub>~IIA<sub>2</sub>) 根治术患者的临床资料, 其中三维影像重建技术辅助机器人手术系统行宫颈癌根治术 10 例 (干预组), 单纯机器人腹腔镜宫颈癌根治术 13 例 (对照组)。对比两组手术时间、术中出血量、淋巴结切除数目、胃肠道功能恢复时间, 术后拔除尿管时间、手术并发症发生率等。**结果:** 23 例患者均顺利完成手术, 无中转开腹及输血。干预组和对照组手术时间分别为 (155.30 ± 12.22) min 和 (182.77 ± 6.83) min, 术中出血量分别为 (67.80 ± 9.39) ml 和 (76.92 ± 6.18) ml。术中无膀胱、输尿管及肠管损伤。术后胃肠道功能恢复时间分别为 (29.50 ± 5.56) h 和 (42.31 ± 4.70) h, 术后拔除尿管时间分别为 (15.60 ± 2.12) d 和 (22.38 ± 3.86) d, 两组手术并发症发生率分别为 10.00% 和 30.77%。以上指标比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。但两组的淋巴结切除数目分别为 (24.60 ± 2.50) 枚和 (22.62 ± 2.26) 枚, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后病理诊断均与术前相符, 阴道和宫旁切缘均为阴性, 均未进行放化疗, 且随访研究发现恢复良好。**结论:** 在宫颈癌根治术中, 三维影像重建技术辅助机器人手术系统优势较为明显, 相关并发症发生率低, 且术中组织和器官损伤减轻。

**关键词** 三维影像重建技术; 机器人手术; 宫颈癌根治术

**中图分类号** R713.4 R737.7 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2020) 02-0117-07

## Application of 3D image reconstruction technology in robot-assisted radical hysterectomy

ZHANG Qiling, YANG Lei, ZHANG Zhi, FU Zhenhua, CAI Liping

(Department of Gynecologic Oncology, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330000, China)

**Abstract Objective:** To explore the application value of 3D reconstruction technology in robot-assisted radical

收稿日期: 2020-02-18 录用日期: 2020-04-14

Received Date: 2020-02-18 Accepted Date: 2020-04-14

通讯作者: 蔡丽萍, Email: cailiping2550@163.com

Corresponding Author: CAI Liping, Email: cailiping2550@163.com

引用格式: 张琦玲, 杨蕾, 张智, 等. 三维影像重建技术辅助机器人手术系统在宫颈癌根治术中的应用 [J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1 (2): 117-123.

Citation: ZHANG Q L, YANG L, ZHANG Z, et al. Application of 3D image reconstruction technology in robot-assisted radical hysterectomy [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 1 (2): 117-123.

hysterectomy. **Methods:** The clinical data of 23 patients underwent radical hysterectomy (IB<sub>1</sub>-IIA<sub>2</sub>) in Obstetrics and Gynecology Department of the First Affiliated Hospital of Nanchang University from January 2019 to September 2019, among which 10 cases underwent robot-assisted radical hysterectomy supported by 3D image reconstruction technology (intervention group) and 13 cases underwent robot-assisted laparoscopic radical hysterectomy (control group). The operation time, intraoperative blood loss, number of dissected lymph nodes, gastrointestinal function recovery time, catheter removing time, incidence of operative complications of the two groups were compared. **Results:** 23 patients were all successfully completed the operation without conversion to laparotomy or blood transfusion. The operative time of intervention group and control group were (155.30 ± 12.22) min and (182.77 ± 6.83) min respectively with an intraoperative bleeding volume of (67.80 ± 9.39) ml and (76.92 ± 6.18) ml. No injury of bladder, ureter and intestine were found. The gastrointestinal function recovery time of intervention group and control group were (29.50 ± 5.56) h and (42.31 ± 4.70) h respectively, and the catheter removing time were (15.60 ± 2.12) d and (22.38 ± 3.86) d. The incidence of operative complications in intervention group and control group were 10.00% and 30.77% respectively. All the above indexes were statistically significant ( $P < 0.05$ ). However, the number of dissected lymph nodes in intervention group and control group were (24.60 ± 2.50) and (22.62 ± 2.26) respectively, which has no significant difference ( $P > 0.05$ ). The postoperative pathological diagnosis was consistent with preoperative diagnosis. The vaginal and parametrial margins were all negative and no radiotherapy or chemotherapy was performed. The patients were well recovered in follow-up study. **Conclusion:** Robotic surgery system assisted by 3D image reconstruction technology brings advantages in radical hysterectomy, such as less surgical complications, less tissue and organ damages and shortened recovery time etc., which is more safe and feasible in radical hysterectomy.

**Key words** 3D image reconstruction technology; Robotic surgery system; Radical hysterectomy

宫颈癌在全球属于一种发生率较高的妇科恶性肿瘤<sup>[1]</sup>。在治疗过程中可选择不同的方案,如手术、放化疗和生物疗法等。在早期宫颈癌治疗中,全子宫切除术+盆腔淋巴结清扫术有较高的应用价值<sup>[2]</sup>。手术范围广、出血量多,且在手术过程中极易出现输尿管、肠管、膀胱、神经损伤,进而引发其它并发症,这将为患者带来更大的痛苦。近年来,随着计算机技术的迅猛发展,人工智能在医学领域开始大量的应用<sup>[3-4]</sup>,其中三维影像重建<sup>[5-6]</sup>就是将计算机技术与医学影像相结合的实例。这种技术主要是将CT或MRI影像数据适当地处理分析,然后建立目标区域的三维数字模型,从而实现精准定位,减少术前临床分期偏差。术者有的放矢,可在术中和术后有效防止损伤患者的其他脏器及神经,大大减少出血量。目前,三维影像重建技术在肝胆外科、胃肠外科、心胸外科、泌尿外科等领域已开展使用,但在妇产科的应用报道较少。

为探讨三维重建辅助机器人手术系统在妇科宫颈癌根治手术的应用价值,回顾性分析2019年1月~2019年9月南昌大学第一附属医院妇产科收治的23例行宫颈癌(ⅠB<sub>1</sub>~ⅡA<sub>2</sub>)根治术患者的临床资料,以对比分析三维影像重建技术辅助机器人手术系统与单纯机器人腹腔镜手术行宫颈癌根治术的治疗效果,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

研究对象共23例,其中三维影像重建技术辅助机器人手术系统行宫颈癌根治术10例(干预组),年龄(44.90 ± 5.15)岁;单纯机器人腹腔镜宫颈癌根治术13例(对照组),年龄(44.77 ± 3.58)岁。所有患者术前均经过阴道镜病理活检确诊为宫颈癌,根据国际妇产科联盟(FIGO)2009年版确定临床分期标准。两

组患者在年龄、体质量指数（Body mass index, BMI）、肿瘤直径等方面差别均无统计学意义（ $P>0.05$ ），资料具有可比性（见表1）。

表1 两组患者术前基本资料

Table 1 General data before operation

组别	例数	年龄 (岁)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	肿瘤直径 (cm)	
				<4	>4
干预组	10	44.90 ± 5.15	26.06 ± 1.67	8	2
对照组	13	44.77 ± 3.58	25.10 ± 2.25	10	3

## 1.2 方法

### 1.2.1 干预组

在术前影像学检查过程中，西门子64排双能CT对入选的研究对象采用四期增强扫描，包括平扫期、动脉期、静脉期、延迟期，由南昌大学第一附属医院影像科医生对所得结果进行分析。对采集的数据通过DICOM格式保存后发送到英库3D分析规划系统，然后安排同一位专业人员进行三维重建（建立起相应的三维模型）。在应用过程中可对这种模型进行旋转、缩放、透明化处理及拆分组合等功能，以反映出器官、病灶和附近组织的相关性。手术前可通过该模型分析肿瘤位置与宫旁组织的关系，并对病灶各附近血管连接关系情况进行高效分析，从而确定出肿瘤大小、肿瘤与子宫及宫旁组织的关系、输尿管走行、淋巴结与血管等情况。评估肿瘤与直肠、输尿管、血管的关系（是否存在粘连），是否会损伤血管、输尿管、直肠（如图1）。根据患者术前CT或MRI检查相关的信息，且综合考虑到三维模型结果而确定出适当的手术方案。再行常规术前准备、麻醉及手术操作。

### 1.2.2 对照组

常规术前准备、麻醉和体位与干预组相同，手术步骤与干预组相似。

## 1.3 研究指标

比较两组手术时间、术中出血量、淋巴结切除数目、胃肠道功能恢复时间、术后拔除尿管时间、手术并发症发生率等。

## 1.4 统计学方法

所有数据采用SPSS 19.0统计学软件进行处理。计量资料使用均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，采用 $t$ 检验对比；计数资料用 $n$  (%)表示，用 $\chi^2$ 检验对比。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 手术情况

两组患者都顺利完成手术，均无术中中转开腹及输血。统计发现，两组患者均顺利完成手术且术中无更改手术方式。干预组手术时间明显短于对照组、术中出血量明显少于对照组，差异具有统计学意义（ $P<0.05$ ），两组淋巴结切除数目差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），见表2。术中均无膀胱输尿管及肠管损伤。

### 2.2 术后情况

术后干预组胃肠道功能恢复时间、术后拔除尿管时间明显早于对照组（ $P<0.05$ ）。干预组术后未出现盆腹腔脏器损伤如阴道断裂、出血、输尿管瘘及膀胱瘘等，出现盆腔感染1例。对照组术后发生尿潴留2例、淋巴囊肿1例，输尿管瘘1例，两组在术后并发症发生率比较差异有统计学意义（见表3）。术后病理诊断均与术前相符，阴道和宫旁切缘均为阴性，两组患者均未进行放化疗。

### 2.3 随访

两组随访结果表明恢复良好，目前均无复发、转移，随访仍在继续。

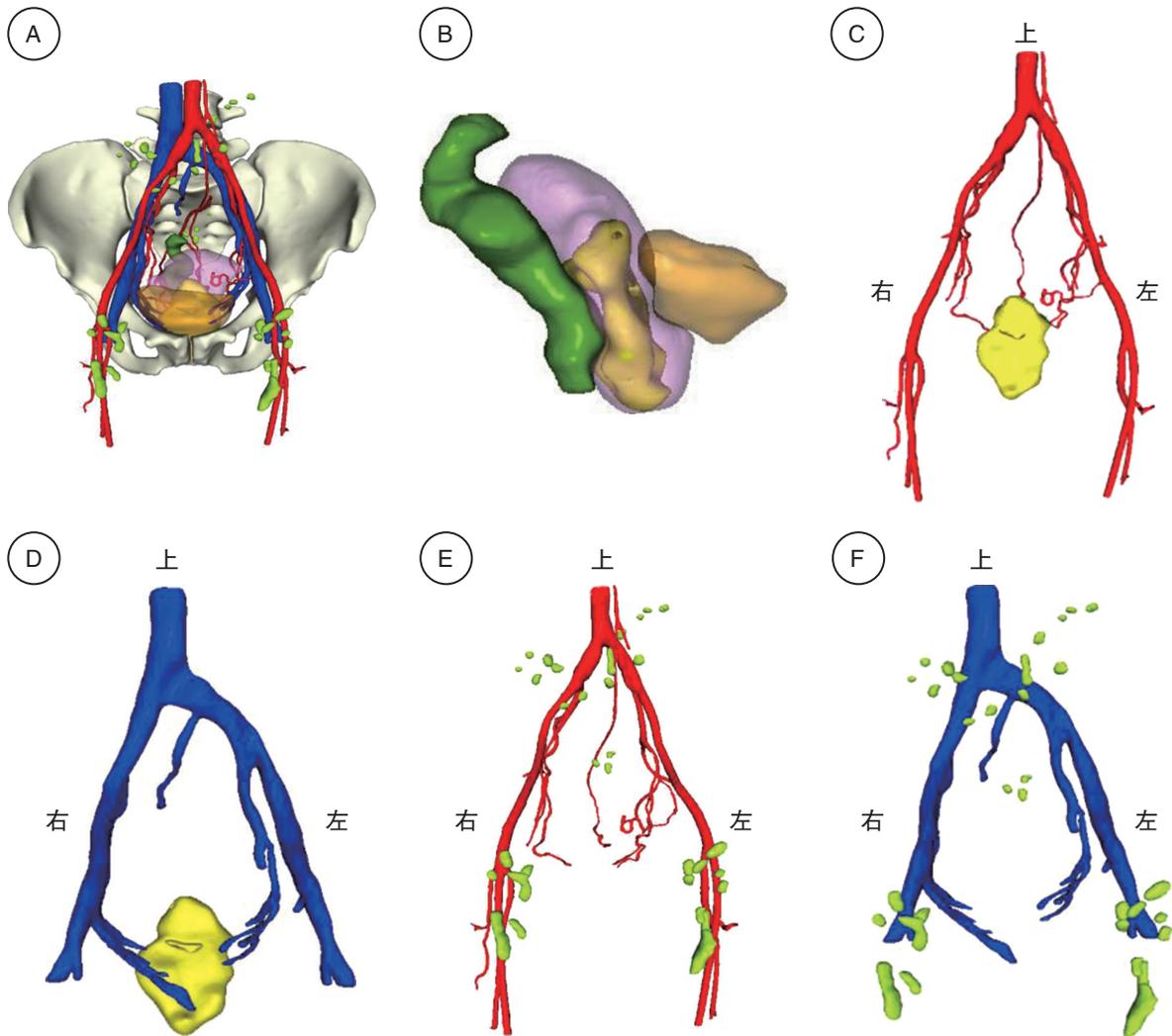


图1 盆腔三维重建图

Figure 1 3D reconstruction model of pelvic cavity

注：A. 整体观前视图；B. 子宫阴道及附件、膀胱、占位、直肠右视图；C. 动脉与占位的关系前视图；D. 静脉与占位的关系前视图；E. 动脉与淋巴结的关系；F. 静脉与淋巴结的关系。

### 3 讨论

20世纪70年代，随着计算机断层技术、核磁共振成像等医学影像技术的应用，已经可以实现病变区域的平面断层图像。通过二维图像高效地分析病变部位状况，有利于提高手术效果，促进医学诊断技术发展。但上述影像技术也存在局限性，其只能获得人体内部二维图像，在诊断过程中单纯得到病灶区某一界面情况，

再结合经验来确定出病灶的大小及其和周围组织相关性情况，所得结果的准确性不高，限制了其应用。即使放疗过程中单纯基于二维断层图像相关结果，也无法给出准确的三维影像，造成病变定位的失真和畸变。根据中华医学会统计显示，中国临床医疗总误诊率为27.8%，其中恶性肿瘤平均误诊率达到40%。手术严重依赖医生的个人经验，极易出现误判、误查，影像资料难保存，青年医生人体解剖结构学习曲

表 2 两组患者术中情况 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2 Intraoperative data ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	手术时间 (min)	出血量 (ml)	淋巴结 (枚)
干预组	10	155.30 ± 12.22	67.80 ± 9.39	24.60 ± 2.50
对照组	13	182.77 ± 6.83 <sup>a</sup>	76.92 ± 6.18 <sup>a</sup>	22.62 ± 2.26

注：与干预组比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

表 3 两组患者术后情况  
Table 2 Postoperative data

组别	例数	胃肠道功能恢复时间 (h)	术后拔除尿管时间 (d)	手术并发症发生率 (%)
干预组	10	29.50 ± 5.56	15.60 ± 2.12	10.00
对照组	13	42.31 ± 4.70 <sup>a</sup>	22.38 ± 3.86 <sup>a</sup>	30.77 <sup>a</sup>

注：与干预组比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

线过长、医患沟通存在专业知识壁垒、术前有效沟通困难等医疗行业痛点问题。

三维影像重建过程即对采集的 CT 或 MRI 影像信息通过计算机适当的处理后，在一定虚拟现实技术帮助下对影像信息排列组合，在此基础上进行器官轮廓识别、融合配准，然后通过计算机显示技术显示出三维影像重建结果<sup>[7]</sup>。本研究中干预组手术时间明显短于对照组、术中出血量也明显少于对照组，正是因为三维影像重建技术真实再现了肿瘤大小、肿瘤与子宫及宫旁组织直肠等的关系，以及输尿管走行、淋巴结与血管等重要结构。这种条件下手术人员可全方位、多功能立体、直观地观察肿瘤及其和附近血管的相关性，而为手术提供更强大的帮助。在应用过程中可对三维模型缩放、旋转、任意组合显示，而更好地满足手术方案设计要求<sup>[8]</sup>。另外干预组的术后胃肠道恢复时间及拔除尿管时间也明显短于对照组，由于宫颈癌手术操作范围广，盆腔解剖复杂，手术操作应更为精细，避免损伤。其中，对照组中发生 2 例尿潴留并发症，分析其原因主要是在手术过程中

切断或损伤盆腔自主神经<sup>[9]</sup>。依靠三维影像强大的模拟功能，在术前能够制定多方案手术规划，从而进行病变部位的精准切除并可达到手术伤害最小化，大幅提升手术的精准度和诊断的准确性，可更好的提供手术成功率。

相关研究发现宫颈癌手术时，输尿管损伤率 0.7%~1.7%，这对患者的泌尿系统功能产生较大影响，严重降低了患者的生活质量。输尿管位于腹部后上起肾盂，下达膀胱三角区，为肌肉黏膜组织，相关统计结果表明，一般情况下其长度为 25~28cm。而在临床中一般将输尿管分为腹段、盆端、膀胱段三部分。而在宫颈癌手术过程中主要出现损伤的为子宫与膀胱结合处的输尿管，于骨盆韧带上越盆缘处，此处在进行宫颈癌根治术时最易损伤<sup>[10-11]</sup>。而这种损伤的原因主要是进行分离子宫动脉及打开输尿管隧道口时易碰触输尿管，输尿管下端的鞘膜营养血管在术后同样会出现一定程度的损伤。研究发现卵巢高位血管结扎过程中，盆端输尿管损伤的可能性也很高<sup>[12-14]</sup>。因此，利用三维重建进行模拟分析，进而确定出其精确走行，有利于

减少手术过程中的损伤,具有较高的应用价值。

达芬奇机器人可有效地避免一些误伤操作,为腹腔镜手术打下可靠的基础。根据实际应用结果发现,其特征表现在如下方面<sup>[15-17]</sup>:①在使用过程中可从7个方向进行手术,提高了操作的灵活性,降低了术中误伤血管的概率,从而术中出血量和输血率得到了一定的控制,相应的精确度也明显的提高,且使常规腹腔镜下的缝合更容易进行,降低了操作难度;②具备一定的自动滤除颤抖功能,可以有效避免传统操作模式下,长时间操作引起的手部颤抖问题,避免了对手术的影响,更好地满足安全性要求;③在操作过程中可将手术视野放大至20倍,清晰地显示了盆、腹腔组织血管,从而显著地提高了手术精确度;④达芬奇机器人系统表现出智能化及人性特征,放松的坐姿使术者压力大幅度地减轻。此外,达芬奇机器人手术系统具有一定的学习曲线<sup>[18]</sup>,通过三维重建技术的引导作用,在一定程度上可以有效缩短学习曲线。

传统腹腔镜行宫颈癌根治手术过程中由于解剖位置较深,手术难度大,在操作过程中出现神经损伤的可能性大大增加,同时进行癌症切除时,淋巴结清扫创伤较大。立体视觉系统可有效地避免以上问题:展示其深度觉,在操作过程中可直观、清晰地辨认神经,可以更好地在显露后游离、切断,可显著降低相应的损伤发生率,更灵活地进行复杂操作,更好地满足应用要求,使得术中出血量减少<sup>[19]</sup>。尤其是针对局部晚期患者,宫旁组织周围血供异常丰富<sup>[20]</sup>,在三维重建技术辅助下,术前已知解剖关系并明确病灶情况,可有效降低术中探查带来的风险,减少手术时间,避免术中损伤血管导致大出血等相关问题。从而大大提高手术的安全性及应用价值。

手术质量及安全性是宫颈癌根治术中最重

要的,也是肿瘤局部控制和总体生存率的重要因素<sup>[21]</sup>。三维重建技术辅助机器人手术系统在宫颈癌根治术中具有优越性,能精准展示肿瘤与子宫及宫旁组织血管、输尿管等的关系,可规划个体化的手术方案,显著降低了手术复杂性,提高了术中解剖定位能力,可更好地满足精确操作相关要求,并大幅提高手术速度,有效地减少相应的相关并发症发生率,大大提高手术质量。由于本研究病例数较少,所得结果的应用价值很有限,且是初步回顾性研究,因而在以后的研究过程中应该适当的增加纳入病例进行研究,从而进一步验证此技术的应用价值。此外,通过三维重建的个体化宫颈癌手术模型,医生可更好的跟病人及其家属进行沟通,减少纠纷的发生。

## 参考文献

- [1] 刘嵘,李天,何泓.宫颈癌患者化疗前后 uPA、VEGF 和 Ki.37 的表达及临床意义 [J]. 华中科技大学学报 (医学版), 2013, 42 (6): 712-714.
- [2] Schmeler K M, Frumovitz M, Ramirez P T. Conservative management of early stage cervical cancer: is there a role for less radical surgery? [J]. Gynecol Oncol, 2011, 120 (3): 321-325.
- [3] 谢立平,郑祥义,工潇,等.人工智能超声 CT 检查在前列腺癌早期诊断中的价值 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36 (11): 822-825.
- [4] 朱贤鑫,宋乐明,杜传策,等.智能控压输尿管软镜吸引取石术的疗效分析 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2018, 39 (4): 256-260.
- [5] 冯超,申玉兰,陈磊,等.多模态三维影像重建技术在尿道狭窄诊断中的应用 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2018, 39 (5): 367-371.
- [6] 王振龙,李晓会,李和程,等.3D 打印模型或 CT 三维重建指导下的肿瘤四点定位法在完全内生型肾癌腹腔镜下肾部分切除术中的应用 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2016, 37 (10): 735-739.
- [7] 张凯,朱刚,李鸿波,等.三维影像重建在泌尿外科

- 机器人手术中的应用[J]. 中华泌尿外科杂志, 2018, 39 (9): 690-693.
- [8] 方驰华, 祝文. 数字医学技术对腹腔血管三维重建和胰腺肿瘤可切除性评估价值[J]. 中国实用外科杂志, 2013, 33 (1): 51-54.
- [9] 王倩青, 郭祥翠. 宫颈癌根治术中保留盆腔自主神经的临床研究[J]. 肿瘤学杂志, 2016, 22 (9): 768-770.
- [10] 霍乃晨. 预置双J管在宫颈癌根治术中对输尿管损伤的保护作用[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2015, 7 (5): 106-108.
- [11] 胡克邦, 郑国有, 温岩, 等. 预置双J管在妇科宫颈癌手术中的作用[J]. 中国妇幼保健, 2014, 29 (27): 4509-4510.
- [12] 孙华宾, 刘燕, 杨光伟, 等. 预置双J管对宫颈癌手术及放疗中输尿管的保护作用[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2011, 5 (4): 298-300.
- [13] 宋之光. 腹腔镜宫颈癌根治术预置双“J”管的临床价值评价[C]. 2016全国慢性病诊疗论坛, 2016.
- [14] 陈箫, 刘季馨, 陈沂. 对行腹腔镜宫颈癌根治术的患者在手术前预置双“J”管的效果分析[J]. 当代医药论丛, 2015, 13 (23): 245-246.
- [15] Poon M W, JIANG D, QIN P, et al. Inhibition of NUCKS facilitates corneal recovery following alkali burn [J]. Sci Rep, 2017, 7 (41224): 1-12.
- [16] Grundt K, Thiede B, Ostvold A C. Identification of kinases phosphorylating 13 sites in the nuclear, DNA-binding protein NUCKS [J]. Biochimica et Biophysica Acta-Proteins and Proteomics, 2017, 1865 (3): 359-369.
- [17] 龙瑜, 肖琳, 史迪, 等. 机器人与腹腔镜子宫癌根治术的临床比较研究[J]. 实用妇产科杂志, 2018, 34 (12): 947-950.
- [18] Mcvey R, Goldenberg M, Bernardini M, et al. Baseline Laparoscopic skill may predict baseline robotic skill and early robotic surgery learning curve[J]. J Endourol, 2016, 30 (5): 588-592.
- [19] 齐金红, 袁勇, 冯文娟, 等. 达芬奇机器人宫颈癌根治术 24 例临床分析[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2017, 10 (1): 29-33.
- [20] 印存思, 华克勤, 张英, 等. 机器人手术系统在局部晚期宫颈癌手术中的临床应用[J]. 复旦学报(医学版), 2018, 45 (6): 858-862.
- [21] 赵恩慧, 李立安, 范文生, 等. 机器人宫颈癌根治术 201 例临床价值分析[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2015, 8 (6): 9-12.

## 《机器人心脏外科学》购书信息

《机器人心脏外科学》是来自中国最优秀的机器人心脏外科团队的实践，系统讲解了机器人心脏手术的方法，包含精湛的手术技巧和丰富的治疗经验。详尽地阐述了机器人内乳动脉游离、机器人辅助下冠状动脉旁路移植术或全机器人下的冠状动脉旁路移植术，以及机器人冠状动脉旁路移植术联合支架植入的分站式杂交手术等，并对机器人左心室外膜起搏导线植入技术做了介绍，书中所有章节都有精美手术配图。原书是高长青院士团队编写的英文版，由施普林格（Springer）出版社出版，此次中文版是作者团队在原著基础上对部分内容做了更新，为安全有效地开展机器人外科手术提供了全面的指导，适合本领域内所有专业人士阅读，同时也适合其他相关学科的医生和医学生使用。

