



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.001  
<http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.001>  
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(4):401-405.

· 述评 ·

## 机器人在结直肠癌手术中的应用

叶枫, 赵任

(上海交通大学医学院附属瑞金医院 普通外科, 上海 200025)



**专家介绍:** 赵任, 医学博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师。上海交通大学医学院附属瑞金医院北院常务副院长, 普外科主任。担任上海市医学会普外科专业委员会委员、肛肠学组副组长, 上海市抗癌协会大肠癌专业委员会副组长, 中国医师协会外科学分会结直肠专业委员会常委, 中国医师协会肛门直肠疾病分会常委, 中国抗癌协会大肠癌专业委员会委员, 上海医院协会理事, 等多个学术团体职务。担任国家自然科学基金和上海市科委基金评审专家。《中华胃肠外科杂志》、《外科理论与实践》等杂志编委, *Cancer Letters*, *Oncotarget* 等杂志审稿专家。法国巴黎 Paul-blouse 医疗中心、美国加州大学旧金山医院、北卡罗莱纳大学医学院、英国伦敦皇家医院访问学者。

从事结直肠恶性肿瘤临床与基础研究工作近 30 年, 年平均主刀各种结直肠恶性肿瘤手术 700 余例, 专注结直肠癌微创诊疗, 特别是单孔腹腔镜技术, 达芬奇手术机器人手术在结直肠外科应用, 已开展达芬奇机器人结直肠癌根治术处于国内先进水平。获国家科技进步三等奖 1 项, 上海市医学科技三等奖 1 项。主持国家自然科学基金面上项目 2 项, 省部级课题 4 项。近 5 年发表 SCI 收录学术论文 20 余篇。

### 摘要

机器人系统因应用于结直肠癌的手术治疗具有精准操作的优势, 但其也有花费高、装机费时、缺乏触觉反馈等问题。机器人结直肠癌手术技术的发展有助于促进其推广, 已有的研究表明机器人系统在保证手术安全可行的同时, 更好地保护了盆腔自主神经功能。但目前仍需多中心、前瞻性随机研究的临床数据证明其肿瘤根治性。

### 关键词

结直肠肿瘤; 机器人手术  
中图分类号: R735.3

## Application of robotic surgery for colorectal cancer

YE Feng, ZHAO Ren

(Department of General Surgery, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

### Abstract

Using robotic system in colorectal cancer surgery facilitates precise dissection. However, there are some disadvantages such as high cost, extra time needed to dock the cart, and lack of haptic feedback. The development of techniques in robotic colorectal surgery will promote its application. Previous studies have demonstrated that robotic system can ensure the safety and feasibility of surgery and, at the same time, better protect the function of the pelvic autonomic nerves. The oncological outcomes of robotic surgery still need to be evaluated by multicenter, perspective, randomized clinical trials.

### Key words

Colorectal Neoplasms; Robotic Surgical Procedures  
CLC number: R735.3

收稿日期: 2017-02-24; 修订日期: 2017-03-20。

通信作者: 赵任, Email: zhaorensurgeon@aliyun.com

2000年6月,达芬奇机器人手术系统在美国获FDA批准上市,原有手术模式随着机器人系统的推广,正在发生改变。2001年,Weber等<sup>[1]</sup>首次开展结肠良性疾病的机器人手术,2002年,Hashizume等<sup>[2]</sup>将机器人手术拓展至结肠恶性疾病,2006年起,Pigazzi等<sup>[3]</sup>开始开展直肠癌TME手术。十余年来,机器人手术系统因其先进的技术优势,在结直肠癌手术中的应用愈加广泛<sup>[4]</sup>。2008年7月,该系统通过了中国SFDA认证,落户至今,结直肠癌的机器人手术约占总我国机器人手术总量的10%,是普通外科领域开展最为广泛的机器人手术<sup>[5]</sup>。结合自身在机器人结直肠癌手术(Robotic Surgery for Colon and Rectal Cancer, RSCRC)中的临床实践,笔者将从其手术特点、手术技术的探索、手术可行性与根治性等方面对机器人结直肠癌手术的应用展开探讨。

## 1 机器人手术的特点

### 1.1 机器人结直肠癌手术的优势

由美国Intuitive Surgical公司推出的达芬奇机器人手术系统,主要由医生操作主控台、机械臂塔以及三维成像视频系统组成<sup>[6]</sup>。从目前报道RSCRC的实践来看,它的学习曲线非常短,以Park等<sup>[7-8]</sup>为代表开展了大量研究,结果显示RSCRC的学习曲线为25~44例,对于没有腹腔镜基础的医师同样容易学习,这主要归因于机器人系统的精准操作优势。首先,它能为术者提供清晰、协调、稳定、自主的三维视野:高清影像系统呈现手术野,可放大10~15倍,图像清晰;视野控制和操作手柄在同一方向,符合正常的手眼协调;机械臂控制镜头,避免画面抖动,保持稳定;术者自主调整镜头,直接看想看的范围<sup>[9]</sup>。其次,操作灵活、稳定、同向控制:仿真手腕(EndoWrist)设计,提供7个自由度,自由旋转;系统自动消除人手震颤,操作较传统手术更稳定;不同于腹腔镜中的镜面反向操作,仿真手腕完全模仿术者操作,实现同向控制<sup>[10]</sup>。再者,术者坐着完成手术,不同于腹腔镜手术带来的违背人体工学的诸多不适,这样的设计减低了术者的疲劳程度,利于完成更复杂、持续时间更长的手术<sup>[3]</sup>。这些设计都保证了RSCRC中的精准操作能顺利完成。

### 1.2 机器人结直肠癌手术的缺点

缺少触觉反馈和力反馈,这是机器人在解剖操作中的极大缺陷,初学者易造成腹腔脏器

损伤。术者仅能依靠视觉判断传统手术中“手感”,增加了手术难度,尤其是在病灶较小或内镜治疗后的补救手术中,由于缺少触感难于术中定位。这要求术者提高手眼配合,熟悉机械臂力度,并结合眼睛对组织的观察来校正触觉,形成“视觉力反馈”。此外,机器人结直肠癌手术前的装机时间,从10~60 min不等,耗时随着次数增加自然减少,但术中机位的调整依然会浪费时间,当出现出血等需要紧急中转的情况,机械臂的拆除增加了中转时间。当然,随着医护的磨合,这样的耗时也会有所改善<sup>[11-12]</sup>。另外,当机械臂集中于狭小的空间,相互易于碰撞,带来机械故障,同时也会阻碍手腕到达特定区域,影响操作<sup>[13]</sup>。此外,机器人较高的费用限制了它在部分结直肠癌患者中的应用,文献<sup>[4]</sup>资料显示,机器人系统售价45 000~1 875 000欧元,每年的维护费用75 000~127 500欧元,在不考虑售价和维护成本的情况下,单次开机的成本达1 425~3 900欧元。韩国Park等<sup>[8]</sup>学者的统计资料显示,机器人直肠癌手术费用是腹腔镜手术的2.34倍。

### 1.3 机器人结肠与直肠手术的差异

虽然直肠癌手术和结肠癌手术几乎同时引入机器人系统,但它在这两类手术间的发展并不平衡。机器人的技术特点决定其非常适合手术空间狭小、解剖复杂、操作困难的盆腔内规范的TME操作,它的视觉系统也有助于辨识解剖层次,很好的保留盆腔自主神经,因而,它在直肠癌根治术中推广迅速。Panteleimonitis等<sup>[14]</sup>研究显示,直肠癌术后机器人组比腹腔镜组的泌尿生殖功能评分差异有统计学意义( $P=0.003$ ),机器人直肠癌手术可改善泌尿与性功能的恢复。Xu等<sup>[15]</sup>发表的Meta分析显示,较腹腔镜,机器人右半结肠癌根治术手术时间差异有统计学意义( $MD=48.24$ ,  $95\% CI=28.82\sim67.66$ ,  $P<0.00001$ ),他们归因为结肠手术的术野变化多,增加了手术难度与调整机位的时间。此外,对于需要游离结肠脾曲的病例,术中改变体位,调整术野,需要人机分离,重新调整机位,增加手术难度<sup>[9]</sup>。

## 2 机器人结直肠癌手术技术的探索

### 2.1 不同手术方式的应用

目前主流的RSCRC手术方式有:机器人辅助和腹腔镜结合的“杂交”手术,全机器人手术,“杂交”手术、经自然腔道取标本手术(NOSE)等。

“杂交”手术指在直肠癌手术中先腹腔镜下处理肠系膜下血管,再由机器人系统完成规范的TME操作。“反杂交”方式,先由机器人完成盆腔内操作,再由腹腔镜经原有戳孔游离脾曲。这两种方式在遇到需要处理脾曲的情况时,均由腹腔镜完成脾曲游离,术中无需再调整患者体位及移位塔臂;对于腹腔镜先行的“杂交”方式,有时由腹腔镜完成必要的游离还可方便机械臂的置入<sup>[16]</sup>。全机器人技术也主要针对直肠癌手术,因为结肠手术需变换术野,调整机位。Choi等<sup>[17-18]</sup>研究显示,全机器人直肠癌手术检出淋巴结数量( $20.6 \pm 10.0$ )枚,完全超过所标准要求的检出淋巴结数;Tamhankar等<sup>[18]</sup>的研究同样证实了全机器人手术的可行性。然而Baik等<sup>[19]</sup>回顾了239例全机器人与131例杂交直肠癌手术,通过比较发现,全机器人的手术时间比杂交手术更长[( $363.3 \pm 94.8$ ) min vs. ( $215.0 \pm 69.7$ ) min,  $P < 0.001$ ],全机器人的检出淋巴结数比杂交手术少[( $14.8 \pm 8.7$ )枚 vs. ( $17.1 \pm 9.6$ )枚,  $P = 0.022$ ],全机器人的吻合口瘘发生率比杂交手术更高( $10.3\%$  vs.  $4.5\%$ ,  $P = 0.015$ )。机器人NOSE的应用,优势在于无需扩展腹部戳孔,方便取出标本,因此需要注意筛选标本易经阴道或肛门取出的病例,避免选择肿块较大的病例,Choi等<sup>[20]</sup>的实践证实了机器人辅助NOSE的安全可行。

## 2.2 新技术的探索与尝试

为辅助辨识腔内组织,机器人系统加入的近红外荧光显像定位影像系统(intraoperative near-infrared fluorescence imaging system, INIF)(Firefly<sup>TM</sup>, Intuitive Surgical Inc.)用于实时识别血管及淋巴管道,INIF使用红外技术观察吖啶菁绿在不同组织的染色分布,当术者从正常视野切换到INIF界面可以更好的辨识血管和淋巴结。Bae等<sup>[21]</sup>报道,荧光成像技术有利于识别左结肠血管,更精准的完成TME操作。机器人在狭窄盆腔内精准操作的优势有利于肛提肌外腹会阴联合直肠切除术(extralevator abdominoperineal resection, ELAPAR)的开展,该术式要求遵循TME原则并游离至盆底,同时切除部分肛提肌。Park等<sup>[8]</sup>报道了12例机器人ELAPAR手术,平均手术时间( $258.8 \pm 58.0$ ) min,平均检出淋巴结数( $17.4 \pm 10.9$ )枚,仅1例Clavien-Dindo-3级并发症,证实了机器人ELAPAR手术的可行;Bae等<sup>[22-23]</sup>认为机器人有助于肛提肌群切除及盆底重建的手术操作,Shin等<sup>[23]</sup>则率先开展了针对局部进展期直

肠癌的机器人辅助盆腔清扫术。近期单孔机器人直肠癌手术、减孔根治性左半结肠切除术均有报道,正是这些新技术的不断开展,促进了机器人在结直肠癌手术领域的推广应用<sup>[24]</sup>。

## 3 机器人结直肠癌手术的可行性

### 3.1 围术期的安全性

目前关于RSCRC短期预后的研究均显示机器人系统在结直肠癌手术中的应用具有安全可行性。在手术时间方面,多数研究显示RSCRC费时更长。Cho等<sup>[25]</sup>对278例机器人直肠癌手术的配对研究显示,机器人组手术时间较腹腔镜组长[( $361.6 \pm 91.9$ ) min vs. ( $272.4 \pm 83.8$ ) min,  $P < 0.001$ ]。Yoo等<sup>[26]</sup>回顾了44例机器人括约肌间切除术与26例腹腔镜手术的差异,结果同样显示机器人组手术时间更长[( $316.43 \pm 65.11$ ) min vs. ( $286.77 \pm 51.46$ ) min,  $P = 0.038$ ]。部分学者认为,RSCRC手术时间长主要归因于目前尚处于机器人技术学习的初期,另有学者认为在部分采用杂交手术的研究中,时间并无差异,而重新调整机位则是全机器人手术中费时的关键。在术中出血方面,Xiong等<sup>[27]</sup>发表的Meta分析共收录有554例机器人直肠癌手术与675例腹腔镜直肠癌手术,术中出血量相近,差异没有统计学意义( $P = 0.34$ )。就住院天数而言,大量研究<sup>[6,11]</sup>显示RSCRC与腹腔镜手术患者的住院时间相近或更短,平均5~7 d,RSCRC术后肠道功能恢复也往往更快,平均2 d左右排气。Feinberg等<sup>[12,16]</sup>的研究显示,RSCRC的中转开腹率在0~7.3%,与腹腔镜相似或更少,影响中转的主要因素有:高BMI、术中出血、粘连、解剖异常及肠道扩张等。吻合口瘘是RSCRC最常见的术后并发症,发生率在5%~11%<sup>[11,26]</sup>。

### 3.2 直肠癌术后泌尿生殖功能的保留

伴随着直肠癌治疗预后的改善,提高患者生活质量成为外科医师关心的问题。研究显示,机器人系统较腹腔镜,对直肠癌患者术后的泌尿生殖功能恢复有明显优势。D'Annibale等<sup>[28]</sup>采用国际前列腺症状(International Prostate Symptom Score, IPSS)评分和国际勃起功能(International Index of Erectile Function, IIEF)评分评价50例机器人直肠癌手术与50例腹腔镜手术,结果显示:在泌尿功能方面,机器人组和腹腔镜组均在术后1个月就有所改善,1年后均恢复正常;而性功能

在术后1个月均有影响,但机器人组1年后完全恢复,腹腔镜组仅部分恢复。Kim等<sup>[29]</sup>回顾了30例机器人直肠癌TME手术病例与39例腹腔镜术后病例,机器人组术后1个月IPSS评分改善,术后3个月恢复正常,而腹腔镜组则需要6个月;机器人组IIEF评分在术后6个月恢复正常,而腹腔镜组则需要12个月。虽然仍需要进一步的RCT研究证实机器人系统在保留泌尿生殖功能手术中的价值,但多数研究者均把这些功能的改善归因于机器人系统在狭小盆腔内精准解剖的优势,以及先进的影像系统方便重要组织的辨别,从而显著减少了盆腔自主神经的损伤<sup>[14, 28]</sup>。

#### 4 机器人结直肠癌手术的根治性

结直肠癌手术不同于一般良性疾病的治疗,了解机器人系统在结直肠癌手术中的肿瘤根治性,对于评价手术机器人在结直肠肿瘤外科的价值,进一步推广机器人系统在结直肠癌中的应用有重要的临床意义。

虽然机器人有更先进的技术优势,但目前研究均显示RSCRC与腔镜手术的肿瘤预后没有明显差异。Baek等<sup>[11]</sup>对RSCRC术后随访的结果显示:平均随访时间20.2个月,术后3年生存率为96.2%,无病生存率为73.7%。Park等<sup>[8]</sup>对133例机器人直肠癌低位前切除术与84例腔镜手术开展了前瞻性对比研究,结果显示,中位随访时间58个月,机器人组5年生存率与腔镜组相似(92.8% vs. 93.5%,  $P=0.829$ );机器人组与腔镜组5年无病生存率分别为81.9%与78.7% ( $P=0.547$ );局部复发率分别为2.3%与1.2%,差异同样无统计学意义( $P=0.649$ )。目前正在进行一项机器人与腹腔镜直肠癌手术的多中心、随机、前瞻、平行对照研究(Robotic Versus Laparoscopic Resection for Rectal Cancer, ROLARR),共入组471例患者,初步结果显示机器人组与腹腔镜组相比,在中转率、环周切缘阳性率、围术期相关短期预后等方面差异无统计学意义<sup>[4, 30]</sup>。这项研究的最终结果将为机器人直肠癌手术的应用提供I类证据。在国内,据《机器人结直肠癌手术专家共识(2015)》,机器人手术的检出淋巴结、局部复发以及远期生存与腔镜、开腹手术相似,它还具有降低环周切缘阳性率的潜在优势<sup>[31]</sup>。

#### 5 总结与展望

随着机器人系统的广泛应用,机器人结直肠癌手术的开展也会日渐增多,机器人系统因解剖精准、视野清晰、操作灵活、学习曲线较短以及符合人体工学的先进设计,正逐步改善结直肠癌原有的手术模式,实现更快的术后恢复,更完整的自主神经保护。但RSCRC也伴有自身的缺点,比如装机费时、费用昂贵、机械臂打架、手术时间较长等问题。机器人手术系统需要时间和更先进的技术来完善自己,机器人结直肠癌手术的技术也会随着系统的进步,加上外科医生的经验积累,逐步前进。在我国,机器人结直肠癌手术尚处于起步阶段,我们应该进一步探索和完善,提出更高级别的循证医学证据,全面客观的评价机器人在结直肠癌手术方面的肿瘤根治性,实现RSCRC的广泛认可和应用,使广大患者受益。

#### 参考文献

- [1] Weber PA, Merola S, Wasielewski A, et al. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease[J]. *Dis Colon Rectum*, 2002, 45(12):1689-1694.
- [2] Hashizume M, Shimada M, Tomikawa M, et al. Early experiences of endoscopic procedures in general surgery assisted by a computer-enhanced surgical system[J]. *Surg Endosc*, 2002, 16(8):1187-1191.
- [3] Pigazzi A, Ellenhorn JD, Ballantyne GH, et al. Robotic-assisted laparoscopic low anterior resection with total mesorectal excision for rectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2006, 20(10):1521-1525.
- [4] Jensen CC, Madoff RD. Value of robotic colorectal surgery[J]. *Br J Surg*, 2016, 103(1):12-13. doi: 10.1002/bjs.9935.
- [5] 冯青阳, 韦焯, 许剑民. 结直肠癌机器人手术的现在与未来[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2015, 18(6):544-546. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.06.007.
- [6] Feng QY, Wei Y, Xu JM. Robotic surgery in colorectal cancer: present and future[J]. *Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2015, 18(6):544-546. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.06.007.
- [7] Montroni I, Wexner SD. Robotic colorectal cancer surgery: Are data supporting the desire to innovate?[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2016, 42(8):1085-1087. doi: 10.1016/j.ejso.2016.05.002.
- [8] Park EJ, Kim CW, Cho MS, et al. Multidimensional analyses of the learning curve of robotic low anterior resection for rectal cancer: 3-phase learning process comparison[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28(10):2821-2831. doi: 10.1007/s00464-014-3569-8.
- [9] Park EJ, Cho MS, Baek SJ, et al. Long-term oncologic outcomes of robotic low anterior resection for rectal cancer: a comparative study with laparoscopic surgery[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(1):129-137. doi: 10.1097/SLA.0000000000000613.

- [9] Chand M, Heald R J, Parvaiz A. Robotic total mesorectal excision - precision surgery with even more precise tools[J]. *J R Soc Med*, 2016, 109(2):78-79. doi: 10.1177/0141076815617695.
- [10] Ozben V, Cengiz T B, Atasoy D, et al. Is da Vinci Xi Better than da Vinci Si in Robotic Rectal Cancer Surgery? Comparison of the 2 Generations of da Vinci Systems[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2016, 26(5):417-423.
- [11] Park EJ, Baik SH. Robotic Surgery for Colon and Rectal Cancer[J]. *Curr Oncol Rep*, 2016, 18(1):5. doi: 10.1007/s11912-015-0491-8.
- [12] Feinberg AE, Elnahas A, Bashir S, et al. Comparison of robotic and laparoscopic colorectal resections with respect to 30-day perioperative morbidity[J]. *Can J Surg*, 2016, 59(4):262-267. doi: 10.1503/cjs.016615.
- [13] Kim CW, Baik SH, Roh YH, et al. Cost-effectiveness of robotic surgery for rectal cancer focusing on short-term outcomes: a propensity score-matching analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(22):e823. doi: 10.1097/MD.0000000000000823.
- [14] Panteleimonitis S, Ahmed J, Ramachandra M, et al. Urogenital function in robotic vs laparoscopic rectal cancer surgery: a comparative study[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2017, 32(2):241-248. doi: 10.1007/s00384-016-2682-7.
- [15] Xu H, Li J, Sun Y, et al. Robotic versus laparoscopic right colectomy: a meta-analysis[J]. *World J Surg Oncol*, 2014, 12:274. doi: 10.1186/1477-7819-12-274.
- [16] Park IJ, You YN, Schlette E, et al. Reverse-hybrid robotic mesorectal excision for rectal cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2012, 55(2):228-233. doi: 10.1097/DCR.0b013e31823c0bd2.
- [17] Choi DJ, Kim SH, Lee PJ, et al. Single-stage totally robotic dissection for rectal cancer surgery: technique and short-term outcome in 50 consecutive patients[J]. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(11):1824-1830. doi: 10.1007/DCR.0b013e3181b13536.
- [18] Tamhankar AS, Jatal S, Saklani A. Total robotic radical rectal resection with da Vinci Xi system: single docking, single phase technique[J]. *Int J Med Robot*, 2016, 12(4):642-647. doi: 10.1002/rcs.1734.
- [19] Baik SH, Kim NK, Lim DR, et al. Oncologic outcomes and perioperative clinicopathologic results after robot-assisted tumor-specific mesorectal excision for rectal cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2013, 20(8):2625-2632. doi: 10.1245/s10434-013-2895-8.
- [20] Choi GS, Park IJ, Kang BM, et al. A novel approach of robotic-assisted anterior resection with transanal or transvaginal retrieval of the specimen for colorectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2009, 23(12):2831-2835. doi: 10.1007/s00464-009-0484-5.
- [21] Bae SU, Min BS, Kim NK. Robotic Low Ligation of the Inferior Mesenteric Artery for Rectal Cancer Using the Firefly Technique[J]. *Yonsei Med J*, 2015, 56(4):1028-1035. doi: 10.3349/ymj.2015.56.4.1028.
- [22] Bae SU, Saklani AP, Hur H, et al. Robotic interface for transabdominal division of the levators and pelvic floor reconstruction in abdominoperineal resection: a case report and technical description[J]. *Int J Med Robot*, 2014. doi: 10.1002/rcs.
- [23] Shin JW, Kim J, Kwak JM, et al. First report: Robotic pelvic exenteration for locally advanced rectal cancer[J]. *Colorectal Dis*, 2014, 16(1):O9-14. doi: 10.1111/codi.12446.
- [24] Bae SU, Jeong WK, Bae OS, et al. Reduced-port robotic anterior resection for left-sided colon cancer using the Da Vinci single-site(®) platform[J]. *Int J Med Robot*, 2016, 12(3):517-523. doi: 10.1002/rcs.1677.
- [25] Cho MS, Baek SJ, Hur H, et al. Short and long-term outcomes of robotic versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a case-matched retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(11):e522. doi: 10.1097/MD.0000000000000522.
- [26] Yoo BE, Cho JS, Shin JW, et al. Robotic versus laparoscopic intersphincteric resection for low rectal cancer: comparison of the operative, oncological, and functional outcomes[J]. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22(4):1219-1225. doi: 10.1245/s10434-014-4177-5.
- [27] Xiong B, Ma L, Zhang C, et al. Robotic versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a meta-analysis[J]. *J Surg Res*, 2014, 188(2):404-414. doi: 10.1016/j.jss.2014.01.027.
- [28] D'Annibale A, Pernazza G, Monsellato I, et al. Total mesorectal excision: a comparison of oncological and functional outcomes between robotic and laparoscopic surgery for rectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(6):1887-1895. doi: 10.1007/s00464-012-2731-4.
- [29] Kim JY, Kim NK, Lee KY, et al. A comparative study of voiding and sexual function after total mesorectal excision with autonomic nerve preservation for rectal cancer: laparoscopic versus robotic surgery[J]. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(8):2485-2493. doi: 10.1245/s10434-012-2262-1.
- [30] Collinson FJ, Jayne DG, Pigazzi A, et al. An international, multicentre, prospective, randomised, controlled, unblinded, parallel-group trial of robotic-assisted versus standard laparoscopic surgery for the curative treatment of rectal cancer[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2012, 27(2):233-241. doi: 10.1007/s00384-011-1313-6.
- [31] 中国医师协会外科医师分会结直肠外科医师委员会, 中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会. 机器人结直肠癌手术专家共识(2015版)[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2016, 19(1):1-6. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2016.01.001.
- Chinese Society of Colon and Rectal Surgeons, Robotic and Laparoscopic Surgery Committee of Chinese Research Hospital Association. Expert consensus on robotic surgery for colorectal cancer (2015 edition)[J]. *Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2016, 19(1):1-6. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2016.01.001.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 叶枫, 赵任. 机器人在结直肠癌手术中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2017, 26(4):401-405. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.001

Cite this article as: Ye F, Zhao R. Application of robotic surgery for colorectal cancer[J]. *Chin J Gen Surg*, 2017, 26(4):401-405. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.001