

## 达芬奇机器人在结直肠癌手术中的应用进展

李来元, 张维胜, 杨熊飞

(甘肃省人民医院肛肠科 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 达芬奇机器人结直肠癌手术的安全性和有效性在临床研究中已得到证实。机器人外科手术具有三维视野、操作灵活、视野稳定等优势,但也存在对接时间较长、触觉拉伸反馈缺失以及手术成本较高等不足。机器人与腹腔镜结直肠癌手术的术后并发症结果相似,因此,机器人在结直肠癌手术领域的应用仍存在争议。本文主要对达芬奇机器人结直肠癌根治手术的应用现状进行综述。

**关键词** 机器人手术;腹腔镜;结直肠癌

**中图分类号** R656.9 R657.1 R735.3 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2020)05-0338-07

## Application progress of Da Vinci robot in colorectal cancer surgery

LI Laiyuan, ZHANG Weisheng, YANG Xiongfei

(Department of Anorectal Surgery, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, China)

**Abstract** The safety and effectiveness of Da Vinci robotic surgery for colorectal cancer have been confirmed in many clinical studies. Robotic surgery has the advantages of three-dimensional vision, flexible operation and stable visual field. However, it also faces the shortcomings of long docking time, lacking of tactile feedback and high operation cost. The results of postoperative complications of robotic and laparoscopic colorectal surgery are similar in previous studies, so the application of robot in colorectal cancer surgery is still controversial. This paper mainly reviews the application progress of Da Vinci robot in colorectal cancer radical surgery.

**Key words** Robotic surgery; Laparoscopic; Colorectal cancer

收稿日期: 2020-03-24 录用日期: 2020-06-19

Received Date: 2020-03-24 Accepted Date: 2020-06-19

基金项目: 中央高校基本科研业务费 (lzujbky-2019-kb21, lzujbky-2020-kb22); 甘肃省自然科学基金 (18JR3RA055); 2020年度甘肃省人民医院科研基金项目 (20GSSY4-8)

Foundation Item: Fundamental Research Funds for the Central Universities (lzujbky-2019-kb21, lzujbky-2020-kb22); Natural Science Foundation of Gansu Province (18JR3RA055); Institute Scientific Research Fund Project in 2020(20GSSY4-8)

通讯作者: 杨熊飞, Email: xiongfeiyang2018@163.com

Corresponding Author: Yang Xiongfei, Email: xiongfeiyang2018@163.com

引用格式: 李来元, 张维胜, 杨熊飞. 达芬奇机器人在结直肠癌手术中的应用进展 [J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1(5): 338-344.

Citation: LI L Y, ZHANG W S, YANG X F. Application progress of Da Vinci robot in colorectal cancer surgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 1(5): 338-344.

随着外科手术器械的不断研发及微创理念的普及，机器人外科手术已在各个外科领域迅速发展。目前，达芬奇机器人系统是最受欢迎的机器人手术系统。在结直肠手术中，机器人手术系统的特点决定其在狭小空间能够精细灵活操作，这是传统开腹手术及腹腔镜手术无法比拟的，特别是对位于盆腔的侧方淋巴结清扫、盆壁神经的准确分离和对直杆器械可视而不可及部位的操作，达芬奇机器人展示出了一定的优势<sup>[1]</sup>。2002年，Weber P A等<sup>[2]</sup>首次报道了机器人手术系统辅助结肠良性病手术，同年Hashizume M等<sup>[3]</sup>也报道了机器人结直肠手术治疗恶性疾病。2004年，D'Annibale A等<sup>[4]</sup>报道了53例结直肠手术，2006年，Pigazzi A等<sup>[5]</sup>报道了直肠癌机器人全系膜切除术（Total mesorectal excision, TME）。笔者对达芬奇机器人在结直肠癌根治手术的应用现状进行综述。

## 1 学习曲线

学习曲线是初学者经历一定例数的操作实践，手术效果较前一阶段明显提高，其后达到一个较为稳定的状态<sup>[6]</sup>。在将一项新技术引入临床实践时，对学习过程的分析是非常重要的，这不仅是为了评估安全性和有效性，也是为了鼓励广泛接受这项新技术。临床研究表明，腹腔镜结、直肠癌手术分别需要50~60例和60~80例才能达到平台期<sup>[7-8]</sup>，而机器人手术学习曲线的初始阶段所需病例数为25~44例<sup>[9-10]</sup>。也有研究表明，这两种手术方式的学习曲线相似<sup>[11]</sup>。腹腔镜手术需要外科团队的配合，需要具备在狭小空间操控腹腔镜工具的能力，而机器人手术只需要做到机器人手臂不发生碰撞即可。腹腔镜手术经验在机器人手术中是可借鉴的，但腹腔镜手术经验或经验不足对熟练掌握直肠癌机器人手术能力的影响程度尚不明确<sup>[12]</sup>。

## 2 围手术期结果

达芬奇机器人手术系统视野更加开阔，视觉感受更真实，能够发现腹腔镜手术不易发现的微小血管和神经，安全性更高，可以带来良好的围手术期效果。研究表明，与腹腔镜结直肠癌手术相比，机器人手术时间更长<sup>[13-14]</sup>。D'Annibale A等<sup>[15]</sup>认为，装机熟练度和手术经验对手术时间有直接影响，而非机器人手术系统本身。关于机器人手术的术中出血量，包括本研究在内的多数临床研究表明，机器人手术的出血量与腹腔镜手术的出血量相似<sup>[16-18]</sup>。机器人TME的中转开腹率为0~8%<sup>[19]</sup>。一项国际多中心的前瞻性随机对照试验（ROLARR）比较了2种微创手术方法的中转开腹率，初步结果表明，与腹腔镜术相比，机器人手术并没有显著降低中转开腹率，而亚组分析表明机器人在男性患者中的中转开腹率更低<sup>[19]</sup>。也有临床研究表明，机器人手术与腹腔镜手术的中转开腹率相当<sup>[20-22]</sup>，我们的荟萃分析仅纳入RCT研究，其结果表明机器人手术的中转开腹率较低<sup>[23]</sup>。肥胖、术中出血、严重粘连、解剖困难和肠管扩张等因素是影响机器人手术中转开腹的主要因素。中转开腹与术后并发症及肿瘤复发相关，严格掌握手术适应证，降低中转开腹率对患者预后至关重要<sup>[24-25]</sup>。此外，机器人手术患者术后首次通气时间与腹腔镜手术类似<sup>[26-27]</sup>。接受机器人手术患者的住院天数更短或相似<sup>[28-29]</sup>，我们的研究结果也提示接受机器人手术患者的住院天数更短<sup>[30]</sup>。机器人结直肠癌手术的并发症发生率与腹腔镜手术相似或更低<sup>[16, 19, 23]</sup>。吻合口瘘是术后常见且比较严重的并发症。Baik S H等<sup>[28]</sup>研究表明，机器人手术后吻合口瘘的发生率为1.7%，而腹腔镜手术的吻合口瘘率为8.0%。总之，机器人结直肠癌手术不优于腹腔镜，具

有与腹腔镜结直肠癌手术相似的围手术期结果，是一种安全可行的手术方法。

### 3 泌尿功能和性功能

泌尿功能和性功能保护是直肠癌根治性手术的焦点问题，机器人手术可以帮助识别和保护自主神经，改善患者术后的泌尿和性功能，使患者的生活质量得到进一步改善。泌尿生殖系统和性功能障碍可通过国际前列腺症状评分（IPSS）和国际勃起功能指数（IIEF）问卷评估。D'Annibale A 等<sup>[15]</sup>研究发现，接受机器人和腹腔镜直肠癌手术的患者，术后1个月IPSS均显著增加，术后1年均基本恢复正常。但勃起功能机器人组术后1年完全恢复，而腹腔镜组部分恢复。另外，Park S Y 等<sup>[31]</sup>研究中，与腹腔镜组相比，机器人组在6个月时勃起功能恢复较早，IIEF评分明显更高。这表明机器人直肠癌手术在保护神经方面具有一定的优势。有两项随机对照试验研究了术后男性和女性性功能的恢复情况<sup>[19, 27]</sup>，其中一项研究显示机器人对性功能的保护明显好于腹腔镜<sup>[27]</sup>。机器人手术更精确、细致的解剖优势可能是患者术后泌尿系统和性功能获得短期良好结果的主要原因<sup>[32]</sup>。

### 4 肿瘤学结果

机器人全直肠系膜切除术（Total mesorectal resection, TME）手术视野广，且创伤小、恢复快，受到越来越多的结直肠外科医师的重视。TME的重要性在于保证直肠系膜完整地切除，相当于清扫第1站淋巴结，保证了手术切除的彻底性。关于肿瘤病理学结果，多项RCT研究已证明在淋巴结获取数目、环周切缘阳性率方面机器人和腹腔镜手术均无明显差异<sup>[16, 19, 27-28]</sup>。Baik S H 等<sup>[28]</sup>研究表明，与腹腔镜手术相比，机器人手

术直肠系膜完整性更好，从而降低了术后的局部复发率<sup>[33]</sup>。质量更高或更完整地切除标本提示机器人手术的潜在优势，机器人手术有望带来更好的长期肿瘤治疗效果。但由于机器人用于结直肠癌手术时间较短，关于其长期肿瘤学结果的报道较少。Pigazzi A 等<sup>[34]</sup>完成的一项多中心研究表明，接受机器人TME患者的3年总生存率（Overall survival, OS）为97%，3年无病生存率（Disease free survival, DFS）为77.6%，平均随访时间为17.4个月，随访期间无局部复发。Hara M 等<sup>[35]</sup>报道机器人直肠癌手术复发率为13.5%，其中局部复发率为3.5%，远处转移为9.5%，局部和远处转移均为1.0%，中位随访时间为29.8月。Park E J 等<sup>[36]</sup>研究表明，机器人与腹腔镜直肠癌手术的5年OS分别为92.8%和93.5%，5年DFS分别为81.9%和78.7%，局部复发率分别为2.3%和1.2%，平均随访时间为58（4~80）个月。目前研究多为回顾性研究，且样本量较小，不足以发现两种微创手术方式间的微小差异。机器人和腹腔镜结直肠癌手术之间具有相似的肿瘤学结果，但在作出任何明确的结论之前，需要进行多中心前瞻性的随机对照试验。

### 5 机器人结肠癌手术

机器人结肠癌根治性切除术的临床应用还处于探索阶段，实施多中心的RCT研究难度较大，目前临床研究多以非RCT研究为主。2002年，Weber P A 等<sup>[2]</sup>首次报道了机器人结肠良性疾病手术，同年机器人手术系统也开始应用于结肠癌手术<sup>[3]</sup>。Trastulli S 等<sup>[37]</sup>报道了机器人右结肠切除术与体内吻合术，结果表明机器人结肠癌手术是安全可行的。腹腔镜体内吻合操作困难且耗时，经小切口进行体外吻合。随访30个月的临床研究表明，接受腹腔镜体外吻合术的患者

中有4%发生了切口疝，而接受机器人体内吻合术的患者均未出现切口疝<sup>[38]</sup>。在结肠癌手术中，结肠癌全结肠系膜切除术（Complete mesocolic excision, CME）与直肠癌TME的概念相似。由于结肠系膜与结肠的血管和淋巴引流有关，因此CME能给患者的长期生存带来获益<sup>[39]</sup>。Cho M S等<sup>[40]</sup>报道了右半结肠癌患者接受改良全结肠系膜切除的长期生存结果，5年OS为84.0%，5年DFS为82.8%，5年局部复发和5年全身复发率分别为4.9%和13.7%，该研究平均随访时间（ $61.9 \pm 34.7$ ）个月。此外，Lim D R等<sup>[41]</sup>报道了机器人乙状结肠癌根治性切除术，与腹腔镜手术相比，机器人手术时间更长，术后总并发症发生率及3年OS相似。曹鸿峰等<sup>[42]</sup>自2014年11月~2014年12月开展达芬奇腹部手术58例，其中同期左半结肠切除术及肝脏转移瘤切除术3例。1例患者术后发生吻合口出血，保守治疗后自愈，无其他腹腔内出血、吻合口漏、吻合口狭窄等并发症发生。术后随访5~7个月，其中第2例患者肝脏术后6个月复查发现肝脏转移瘤，予以射频消融治疗。机器人结肠手术在围手术期临床和长期肿瘤预后方面显示了良好的安全性和可行性，对于机器人结肠手术是否比腹腔镜结肠手术具有潜在的优势，目前尚无明确结论。

## 6 优势与不足

达芬奇机器人手术系统视觉感受更真实，三维视野更加开阔，能够发现腹腔镜手术不易发现的微小血管和神经，滤除生理震颤，提高了术者手术操作的稳定性和精确性。机器人手术对血管周围的脂肪与淋巴结组织的清扫更为彻底，且不易损伤血管和神经，具有更高的安全性。其540°旋转的机械臂使术者更灵活地在狭小盆底空间进行操作<sup>[43-45]</sup>。另外，术者采取

坐姿即可完成手术操作，这样可以明显减轻主刀医生的疲劳感<sup>[5]</sup>。

近年来，机器人手术也能完成具有挑战性的病例，如低位直肠癌经括约肌外腹会阴联合切除和侧方淋巴结清扫手术<sup>[46-48]</sup>。另外，Shin J W等<sup>[49]</sup>报道了机器人手术治疗局部晚期直肠癌侵犯前列腺和精囊的病例，提示机器人手术在晚期直肠癌中具有潜在优势，机器人手术对受累器官的整块切除是安全可行的。机器人手术联合术中荧光成像系统已用于术中实时识别血管解剖结构，这样可以更好地识别血管解剖结构和进行淋巴结清扫，该技术使机器人在识别左结肠血管方面更有优势，使淋巴结清扫更加彻底<sup>[50-51]</sup>。

然而，与开腹手术相比，机器人外科手术的缺点是缺少触觉反馈和拉伸反馈，容易造成术中组织损伤。机器人直肠癌手术的总住院费用明显高于腹腔镜手术，限制了它的广泛使用，我们的研究也提示了这一点<sup>[52]</sup>。其他不足之处，如机械臂的装配费力费时、手术时机械臂之间可能存在相互干扰、术中如遇紧急出血需要紧急中转开腹，机器人移除可能在短时间内难以快速完成等。

## 7 在研项目

近年来，国内外已经开展了多项关于机器人对比腹腔镜结直肠癌根治性手术的临床研究。如丹麦Vejle医院开展的“扩大机器人右半结肠切除联合全结肠系膜切除术的单中心前瞻性临床研究”，该研究主要研究终点为结肠系膜完整性和淋巴结数目（NCT04190589）。由美国John Marks牵头的“单孔机器人手术在结直肠癌中的可行性和安全性的前瞻性临床研究”，该研究预计2年内纳入200例结直肠癌患者（NCT03700593）。REAL“机器人对比腹腔镜

手术治疗中低位直肠癌的多中心 RCT 研究”项目 (NCT02817126) 由复旦大学中山医院许剑明教授牵头, 该研究预计纳入 680 例直肠癌患者, 主要研究终点是 3 年 DFS。我们很期待这些临床研究的结果, 以进一步明确机器人手术在结直肠癌手术中的地位。

## 8 结论

目前, 机器人与标准腹腔镜结直肠癌手术在可行性和安全性方面相似, 接受机器人手术的患者也能获得长期的临床预后及功能预后。机器人结直肠癌手术的潜在优势仍存在争议, 需要大型的多中心随机临床试验来验证。

## 参考文献

- [1] Morelli L, Perutelli A, Palmeri M, et al. Robot-assisted surgery for the radical treatment of deep infiltrating endometriosis with colorectal involvement: short- and mid-term surgical and functional outcomes[J]. *International Journal of Colorectal Disease*, 2016, 31(3): 643–652.
- [2] Weber P A, Merola S, Wasielewski A, et al. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease[J]. *Diseases of the Colon and Rectum*, 2002, 45(12): 1689–1694, discussion 1695–1696.
- [3] Hashizume M, Shimada M, Tomikawa M, et al. Early experiences of endoscopic procedures in general surgery assisted by a computer-enhanced surgical system[J]. *Surgical Endoscopy*, 2002, 16(8): 1187–1191.
- [4] D'Annibale A, Morpurgo E, Fiscon V, et al. Robotic and laparoscopic surgery for treatment of colorectal diseases[J]. *Diseases of the Colon and Rectum*, 2004, 47(12): 2162–2168.
- [5] Pigazzi A, Ellenhorn J D, Ballantyne G H, et al. Robotic-assisted laparoscopic low anterior resection with total mesorectal excision for rectal cancer[J]. *Surgical Endoscopy*, 2006, 20(10): 1521–1525.
- [6] 兰远志, 曾冬竹, 张超, 等. 达芬奇机器人直肠癌根治术的学习曲线 [J]. *中国微创外科杂志*, 2014, 14(6): 490–493.
- [7] Schlachta C M, Mamazza J, Seshadri P A, et al. Defining a learning curve for laparoscopic colorectal resections[J]. *Diseases of the Colon and Rectum*, 2001, 44(2): 217–222.
- [8] Son G M, Kim J G, Lee J C, et al. Multidimensional analysis of the learning curve for laparoscopic rectal cancer surgery[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2010, 20(7): 609–617.
- [9] Park E J, Kim C W, Cho M S, et al. Multidimensional analyses of the learning curve of robotic low anterior resection for rectal cancer: 3-phase learning process comparison[J]. *Surgical Endoscopy*, 2014, 28(10): 2821–2831.
- [10] Kim H J, Choi G S, Park J S, et al. Multidimensional analysis of the learning curve for robotic total mesorectal excision for rectal cancer: lessons from a single surgeon's experience[J]. *Diseases of the Colon and Rectum*, 2014, 57(9): 1066–1074.
- [11] Park E J, Kim C W, Cho M S, et al. Is the learning curve of robotic low anterior resection shorter than laparoscopic low anterior resection for rectal cancer?: a comparative analysis of clinicopathologic outcomes between robotic and laparoscopic surgeries[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2014, 93(25): e109.
- [12] Ishihara S, Otani K, Yasuda K, et al. Recent advances in robotic surgery for rectal cancer[J]. *International Journal of Clinical Oncology*, 2015, 20(4): 633–640.
- [13] Cho M S, Baek S J, 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.
- [14] Yoo B E, Cho J S, Shin J W, 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.
- [15] 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]. *Surgical Endoscopy*, 2013,

- 27(6): 1887–1895.
- [16] Patriti A, Ceccarelli G, Bartoli A, et al. Short- and medium-term outcome of robot-assisted and traditional laparoscopic rectal resection[J]. *JSL: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*, 2009, 13(2): 176–183.
- [17] 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.
- [18] 李来元, 杨熊飞, 冯丽莉, 等. 机器人与腹腔镜经括约肌间切除治疗低位直肠癌疗效比较的 meta 分析[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2019, 26(12): 1445–1451.
- [19] Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, et al. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2017, 318(16): 1569–1580.
- [20] Park J S, Choi G S, Lim K H, et al. Robotic-assisted versus laparoscopic surgery for low rectal cancer: case-matched analysis of short-term outcomes[J]. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17(12): 3195–3202.
- [21] Bianchi P P, Ceriani C, Locatelli A, et al. Robotic versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a comparative analysis of oncological safety and short-term outcomes[J]. *Surgical Endoscopy*, 2010, 24(11): 2888–2894.
- [22] Baek J H, Pastor C, Pigazzi A. Robotic and laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a case-matched study[J]. *Surgical Endoscopy*, 2011, 25(2): 521–525.
- [23] LI L, ZHANG W, GUO Y, et al. Robotic Versus Laparoscopic Rectal Surgery for Rectal Cancer: A Meta-Analysis of 7 Randomized Controlled Trials[J]. *Surg Innov*, 2019, 26(4): 497–504.
- [24] Clancy C, O’Leary D P, Burke J P, et al. A meta-analysis to determine the oncological implications of conversion in laparoscopic colorectal cancer surgery[J]. *Colorectal disease: the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, 2015, 17(6): 482–490.
- [25] Chan A C, Poon J T, Fan J K, et al. Impact of conversion on the long-term outcome in laparoscopic resection of colorectal cancer[J]. *Surgical Endoscopy*, 2008, 22(12): 2625–2630.
- [26] Debakey Y, Zaghoul A, Farag A, et al. Robotic-Assisted versus Conventional Laparoscopic Approach for Rectal Cancer Surgery, First Egyptian Academic Center Experience, RCT[J]. *Minim Invasive Surg*, 2018. DOI: 10.1155/2018/5836562.
- [27] Kim M J, Park S C, Park J W, et al. Robot-assisted Versus Laparoscopic Surgery for Rectal Cancer: A Phase II Open Label Prospective Randomized Controlled Trial[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(2): 243–251.
- [28] Baik S H, Kwon H Y, Kim J S, et al. Robotic versus laparoscopic low anterior resection of rectal cancer: short-term outcome of a prospective comparative study[J]. *Ann Surg Oncol*, 2009, 16(6): 1480–1487.
- [29] Tolstrup R, Funder J A, Lundbech L, et al. Perioperative pain after robot-assisted versus laparoscopic rectal resection[J]. *International Journal of Colorectal Disease*, 2018, 33(3): 285–289.
- [30] 张维胜, 朱小龙, 刘文涵, 等. 肥胖患者行机器人和腹腔镜结直肠癌手术近期疗效的对比[J]. *中华普通外科杂志*, 2019, 34(7): 618–619.
- [31] Park S Y, Choi G S, Park J S, et al. Urinary and erectile function in men after total mesorectal excision by laparoscopic or robot-assisted methods for the treatment of rectal cancer: a case-matched comparison[J]. *World J Surg*, 2014, 38(7): 1834–1842.
- [32] Luca F, Craigg DK, Senthil M, et al. Sexual and urinary outcomes in robotic rectal surgery: review of the literature and technical considerations[J]. *Updates in Surgery*, 2018, 70(3): 415–421.
- [33] Nagtegaal I D, van de Velde C J, van der Worp E, et al. Macroscopic evaluation of rectal cancer resection specimen: clinical significance of the pathologist in quality control[J]. *J Clin Oncol*, 2002, 20(7): 1729–1734.
- [34] Pigazzi A, Luca F, Patriti A, et al. Multicentric study on robotic tumor-specific mesorectal excision for the treatment of rectal cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17(6): 1614–1620.

- [35] Hara M, Sng K, Yoo B E, et al. Robotic-assisted surgery for rectal adenocarcinoma: short-term and midterm outcomes from 200 consecutive cases at a single institution[J]. *Diseases of the Colon and Rectum*, 2014, 57(5): 570–577.
- [36] Park E J, Cho M S, Baek S J, 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.
- [37] Trastulli S, Desiderio J, Farinacci F, et al. Robotic right colectomy for cancer with intracorporeal anastomosis: short-term outcomes from a single institution[J]. *International Journal of Colorectal Disease*, 2013, 28(6): 807–814.
- [38] Lujan H J, Plasencia G, Rivera B X, et al. Advantages of robotic right colectomy with intracorporeal anastomosis[J]. *Surgical Laparoscopy, Endoscopy & Percutaneous Techniques*, 2018, 28(1): 36–41.
- [39] West N P, Hohenberger W, Weber K, et al. Complete mesocolic excision with central vascular ligation produces an oncologically superior specimen compared with standard surgery for carcinoma of the colon[J]. *J Clin Oncol*, 2010, 28(2): 272–278.
- [40] Cho M S, Baek S J, Hur H, et al. Modified complete mesocolic excision with central vascular ligation for the treatment of right-sided colon cancer: long-term outcomes and prognostic factors[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(4): 708–715.
- [41] Lim D R, Min B S, Kim M S, et al. Robotic versus laparoscopic anterior resection of sigmoid colon cancer: comparative study of long-term oncologic outcomes[J]. *Surgical Endoscopy*, 2013, 27(4): 1379–1385.
- [42] 曹鸿峰, 王知非, 屠世良, 等. 达芬奇机器人系统辅助同期左半结肠切除术及肝脏转移瘤切除术 [J]. *中华外科杂志*, 2015, 53(10): 781–783.
- [43] Baik S H. Robotic colorectal surgery[J]. *Yonsei Medical Journal*, 2008, 49(6): 891–896.
- [44] Mirnezami A H, Mirnezami R, Venkatasubramaniam A K, et al. Robotic colorectal surgery: hype or new hope? A systematic review of robotics in colorectal surgery[J]. *Colorectal disease: the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, 2010, 12(11): 1084–1093.
- [45] 王位, 徐慧荣, 李增军, 等. 机器人与传统腹腔镜右半结肠切除术比较的 Meta 分析 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2015, 18(5): 463–468.
- [46] Nakanishi R, Yamaguchi T, Akiyoshi T, et al. Laparoscopic and robotic lateral lymph node dissection for rectal cancer[J]. *Surgery Today*, 2020, 50 (6): 209–216.
- [47] Marecik S J, Zawadzki M, Desouza AL, et al. Robotic cylindrical abdominoperineal resection with transabdominal levator transection[J]. *Diseases of the Colon and Rectum*, 2011, 54(10): 1320–1325.
- [48] Maurissen J, Schoneveld M, Van Eetvelde E, et al. Robotic-assisted repair of perineal hernia after extralevator abdominoperineal resection[J]. *Techniques in coloproctology*, 2019, 23(5): 479–482.
- [49] Shin J W, Kim J, Kwak J M, et al. First report: Robotic pelvic exenteration for locally advanced rectal cancer[J]. *Colorectal disease: the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, 2014, 16(1): 9–14.
- [50] Bae S U, Min B S, Kim N K. Robotic low ligation of the inferior mesenteric artery for rectal cancer using the firefly technique[J]. *Yonsei Medical Journal*, 2015, 56(4): 1028–1035.
- [51] Bae S U, Baek S J, Hur H, et al. Intraoperative near infrared fluorescence imaging in robotic low anterior resection: three case reports[J]. *Yonsei Medical Journal*, 2013, 54(4): 1066–1069.
- [52] 刘文涵, 杜斌斌, 闫沛静, 等. 机器人与腹腔镜直肠癌根治术的近期疗效的回顾性队列研究 [J]. *当代医学*, 2019, 25(13): 1–6.