



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.021
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.021
Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(10):1494-1499.

· 文献综述 ·

达芬奇手术机器人：结直肠外科的新挑战

张旋, 沈焘 综述 李云峰 审校

(云南省肿瘤医院 / 昆明医科大学第三附属医院 结直肠外科 / 大肠癌临床研究中心, 云南昆明 650118)

摘要

精准化微创手术已成为结直肠外科医疗水平的象征。达芬奇手术机器人系统的应运而生, 开启了精准化微创手术的新纪元。该系统的优势在于: 可提供高清稳定的立体视觉、精准化的直觉式动作控制、滤除的手部震颤、缩短的手术曲线以及可远程控制性。但其局限性在于: 触觉反馈缺失, 手术时间延长和价格昂贵等。笔者就达芬奇手术机器人系统的构成、发展史及其在结直肠外科手术中的应用现状进行阐述, 并对这一先进智能技术的前景进行了些许思索。

关键词

结直肠外科手术; 机器人手术; 最小侵入性外科手术; 综述文献
中图分类号: R656.9

Da Vinci surgical robots: new challenges in colorectal surgery

ZHANG Xuan, SHEN Tao, LI Yunfeng

(Department of Colorectal Surgery/Clinical Research Center of Colorectal Cancer, Yunnan Provincial Tumor Hospital/third Affiliated Hospital, Kunming Medical University, Kunming 650118, China)

Abstract

Precise and minimally invasive surgery has become a yardstick that reflects the level of the technological advancement of colorectal surgery. As a result, the emergence of the da Vinci surgical system (DVSS) opened a new epoch for the precise and minimally invasive surgery. DVSS has the advantages of providing high definition and stable stereoscopic vision, accurate intuitive movement control, hand-tremor filtration, short learning curve and allowing remote manipulation, while, it also has shortcomings such as lack of force feedback, prolonged operative time and high cost. The authors, in this article, address the constitution and evolution of DVSS as well as its application state in colorectal surgery, and some considerations of the future prospects of advanced intelligent technology are also proposed.

Key words

Colorectal Surgery; Robotic Surgical Procedures; Minimally Invasive Surgical Procedures; Review
CLC number: R656.9

结直肠癌 (colorectal cancer, CRC) 是全球最高发的恶性肿瘤之一, 且发病率日益趋于年轻化, 然规范合理的根治性切除仍是治愈 CRC 的前

提和核心环节。迈入 21 世纪, 微创手术是结直肠外科领域发展的主旋律和必然趋势。传统腹腔镜系统由于存在二维成像技术的非立体性、学习曲线较长、“筷子效应”导致的“打架”现象、潜在的手部震颤和术者被动易疲劳的站姿等弊端受到禁锢, 而使得人工智能手术系统这一微创外科新技术得以突起; 其中, 达芬奇机器人外科手术系统 (da Vinci surgical system, DVSS) 为代表的手术机器

收稿日期: 2016-08-06; 修订日期: 2016-09-20。

作者简介: 张旋, 云南省肿瘤医院 / 昆明医科大学第三附属医院住院医师, 主要从事结直肠癌方面的研究。

通信作者: 李云峰, Email: liyunfeng@medmail.com.cn

人以其全新理念和先进技术优势克服了腹腔镜技术的固有缺陷而风靡全球。

1 手术机器人的发展史

手术机器人最早是由美国国防部高级研究局(DARPA)设计研发,目的在于为美国国家航空航天局(US NASA)和美军伤员进行远程医疗手术。1994年,第一台用于微创手术的最佳定位自动内窥镜系统(AESOP)——伊索系统,由美国Computer motion公司研发。1998年,Computer motion公司继而研制出了第二代宙斯(Zeus)系统。1999年,美国Intuitive Surgical公司收购Computer motion公司并在Zeus基础上开发出DVSS,经欧洲CE认证、美国FDA批准后正式应用于临床。

DVSS是目前全球唯一获得FDA批准应用于临床的先进人工智能手术系统。迄今为止已经更新换代了四代:由第一代达芬奇标准手术机器人系统(1999年)过渡到第二代达芬奇S手术机器人系统(2006年)、第三代达芬奇Si手术机器人系统(2009年,目前市场上应用最普遍),至第四代达芬奇Xi手术机器人系统(2014年第二季度发布)。日前,美国迈阿密大学Sylvester Cancer Center宣布成为首家使用第四代达芬奇Xi手术系统的医院。DVSS已开始在微创外科领域崭露头角,预示着外科手术时代“第三次革命”的即将到来。目前统计表明,全球共有3 000多台DVSS。截止2015年底,中国已有42台DVSS,去年共完成手术11 445例,历年总计完成手术22 917例,数据增长似乎正在跨入井喷。

2 DVSS工作原理与优势

2.1 工作原理

DVSS是目前全球最为精密的微创外科手术系统,主要由外科医生控制台(Surgeon Console),三维成像视频影像平台(Video Cart)和机械臂,摄像臂和手术器械组成的床旁机械臂系统(Patient Cart)3个部分组成。其中,机械臂由3支配备有EndoWrist仪器(具有7个自由度,180°关节运动和540°旋转功能)的仿真机械臂和1支扶镜臂组成^[1]。其基本理念是一种先进的主-仆式远距离操作模式,体现在术者不直接接触患者,而

是通过立体视觉系统和动作定标系统控制操作杆,再由机械臂和手术器械在患者体内模拟完成主刀医师的手术操作动作^[2]。

2.2 DVSS集立体高清视野、直觉式动作控制和灵活转腕机械臂三大优势于一身

仿真多自由度的机械臂可完全模拟人手腕关节动作,末端的钳子头能在Rx.Ry.Rz方向不受限制地自由转动,提高了操作的灵活性^[3];计算机系统能自动过滤术者手部颤抖,且特有的动作定标系统可确保器械更换时原操作位置不会移动,增强了手术操作稳定性,故即使在狭窄的空间内也能灵活精准地进行游离、止血和缝合等操作^[4]。稳定高清放大10~20倍的立体摄像视野,可保证对微细解剖层次明确的直视化以及手眼的协调性,提升了操作精准度^[5];有利于术者的空间定位,易于实现肠系膜血管的骨骼化,降低裸化低位肠管的难度以及保护盆腔自主神经^[6]。内窥镜的自由旋转避免了开腹或腹腔镜手术中存在的视觉盲区,有利于清扫密闭的盆腔,确保直肠系膜的完整切除以遵循全直肠系膜切除(total mesorectal excision, TME)原则,便于切除足够的超低位直肠癌组织残余量,并行结直肠吻合^[7]。符合人体工程学原理的设计使术者得以舒适地坐在控制台前进行操作,术者可更精神集中地进行复杂手术而不易疲劳,且可降低失误率^[8]。另外,扶镜臂代替了腹腔镜手术时扶镜手的劳动力,亦节约了人力资源。高速互联网和光缆信号等及时传送图像实现了远程可操作性,为远程手术和远程学习提供了技术平台,并打破了地区间医疗资源分布不均的格局^[9]。文献^[10]表明,DVSS学习曲线大约为20台。研究^[11-13]发现,即使没有腹腔镜手术经验的外科医生,在专业的结构化训练和技术精湛的导师辅导下可明显缩短学习曲线。

3 DVSS在结直肠外科中的应用进展

3.1 DVSS辅助结肠癌手术具有可行性及安全性

2001年,Weber等^[14]报道了首例机器人辅助结肠切除术。DVSS行结肠癌根治术时,由于立体视野下解剖层次的清晰呈现,相当于术者身临其境进入患者体内进行操作,术者能灵活准确地找到Toldt间隙,并能高效、安全地实现重要血管的裸化、离断^[15]。1篇专门针对右半结肠癌的RCT^[16]表明:35例DVSS和35例腹腔镜右半结肠根治术

相比, 两组在住院时间长短、术后并发症、术后疼痛评分、肿瘤切缘和淋巴结清扫数方面相似; 但 DVSS 组手术时间更长 (195 min vs. 130 min, $P<0.001$), 且住院总费用更高 (12 235 美元 vs. 10 320 美元, $P=0.013$)。Trastulli 等^[17]施行了 102 例机器人右半结肠根治术 (体内吻合), 94 例腹腔镜右半结肠根治术 (体外吻合) 和 40 例腹腔镜右半结肠根治术 (体内吻合)。结果表明, 3 组在中转开腹率、术中失血量、术后并发症、病死率、淋巴结清扫数目和其他病理学结果等方面差异无统计学意义。较体外吻合方式的腹腔镜组而言, DVSS 组术后住院时间更短; 而较体内吻合方式的腹腔镜组而言, DVSS 组术后首次排气时间更早。1 篇纳入了 8 篇右半结肠癌文章的 Meta 分析^[18]表明, 与腹腔镜组相比, DVSS 组具有更少的术中出血量和更早的术后首次排气时间, 然而也导致了更长的手术时间和更高的手术相关费用; 而两组在切口感染、术后出血、吻合口瘘等术后并发症、中转开腹率、住院时间长短及淋巴结清扫数目等方面无明显统计学差异。Lim 等^[19]报道了 34 例 DVSS 乙状结肠癌手术, 平均手术时间 (252.5 ± 94.9) min, 并发症率 10.3%, 3 年生存率 92.1%; 与同期 146 例腹腔镜乙状结肠癌手术比较, 平均手术时间 (217.6 ± 70.7) min, 并发症比例 5.9%, 3 年生存率 93.4%。

3.2 DVSS 辅助直肠癌手术具有可行性及安全性

TME 已成为直肠癌根治术中的金标准^[20-21]。国外相关报道^[22-23]认为, DVSS 行低位直肠癌 TME 手术优势尤其明显, 它通过立体放大的视野和在狭窄骨盆中的灵活操作可更加准确地选择盆筋膜脏层和壁层之间的疏松组织间隙的入路、更加便捷充分地游离乙状结肠系膜、离断肠系膜下血管以及辨认和保护盆底自主神经、输尿管等, 以及更加完整地切除含脏层盆筋膜的直肠系膜。Kim 等^[24]对比研究了机器人与腹腔镜在低位直肠癌 TME 中的运用, 其中 DVSS 组有 33 例且经过术前放化疗, 腹腔镜手术组 66 例。与腹腔镜组相比, DVSS 组平均手术时间较长 (441 min vs. 277 min, $P<0.001$); 而两组在术后首次排气时间, 住院时间和术后并发症等短期疗效方面相似; 且在平均淋巴结清除数目 (22.3 枚 vs. 21 枚, $P=0.82$)、环周切缘 (circumferential resection margin, CRM) 阳性率 (16.1% vs. 6.7%, $P=0.42$) 和完成 TME 质量 (97.0% vs. 91.0%, $P=0.41$) 等病理学结果

方面相比也无明显统计学差异。1 篇纳入了 8 篇直肠癌文章的 Meta 分析^[25]表明, 与腹腔镜组相比, DVSS 组具有更短的住院时间 ($P=0.007$)、更低的中转开腹率 ($P=0.0002$)、更少的术后并发症率 ($P=0.04$) 和更低的 CRM 阳性率 ($P=0.05$); 而两组在手术时间 ($P=0.08$)、淋巴结清除数目 ($P=0.38$) 及术后肠功能恢复时间 ($P=0.17$) 等方面差异无统计学意义。另 1 篇纳入了 1 229 例直肠癌 TME 手术的汇总分析^[26]表明: 与腹腔镜组相比, DVSS 直肠癌 TME 组具有更低的中转开腹率、CRM 阳性率和勃起功能障碍发生率。Kim 等^[27]表明: 与腹腔镜低位直肠癌根治术比较, DVSS 低位直肠癌根治术术后排尿功能 (3 个月 vs. 6 个月)、勃起功能 (6 个月 vs. 12 个月) 均恢复更早; 他们认为这是 DVSS 行低位直肠癌 TME 术时因灵活自如的机械手臂保证了足够的对抗牵引强度从而达到对盆腔自主神经保护的效果。

3.3 DVSS 在其他复杂手术中亦具有可行性

文献^[28]报道, DVSS 辅助肛管癌手术也获得了较低的中转开腹率、并发症率以及足够的淋巴结清扫等效果。机器人手术同样适用于多脏器的联合切除术^[29-30]。最近, 国外学者^[31]首次报道对 1 例直肠乙状结肠交界处癌伴孤立卵巢转移癌的患者成功实施了世界上首例 DVSS 辅助直肠前切除和卵巢切除术。Marwick 等^[32]实施了 5 例 DVSS 辅助低位直肠癌柱状腹会阴联合切除术 (CAPR/ELAPE)。结果表明, 无 1 例出现术后并发症, 所有直肠系膜完整、CRM 阴性, 初步证实了 DVSS 辅助 CAPR/ELAPE 术式的可行性。

本文作者^[33]最近发表在 Surg Endosc 的 1 篇大样本 Meta 分析, 对比分析了 1 466 例 (44.18%) DVSS 辅助 CRC 手术和 1 852 例 (55.82%) 腹腔镜 CRC 手术的疗效。结果表明, 与腹腔镜组相比, DVSS 组具有中转开腹率低、术中出血量少、住院时间短等优势, 但存在手术时间稍长、住院花费较高等劣势。而两组在术后并发症、近远切缘距离以及淋巴结清扫数目等方面不存在明显统计学差异。之前一篇纳入的全是 RCT 的 Meta 分析^[34]也得出类似的结果。以上文献和研究均表明了 DVSS 在结直肠外科领域中运用的可行性及安全性, 且近期疗效比较好, 但远期结局还尚待于多中心、大样本前瞻性临床对照研究 (如国际上正在进行的 ROLARR 研究) 以及长期随访来验证。因此, 应用 DVSS 施行 CRC 根治术有望成为国际规范,

特别是在直肠癌手术中的应用前景令人期待^[9]。

4 DVSS 的缺陷及挑战

DVSS 作为一种智能内窥镜微创手术系统,不可避免存在其自身局限性:(1) 体积庞大和移动性差,只能安放在大型手术室使用,且在体型瘦小患者身上操作时易受干扰,难以胜任多个部位或解剖范围大的手术^[35];(2) 触觉反馈缺乏,术者缺失了手感便无法感知操作器械的真实力度,操作轻重仅凭视觉且无法掌控抓持和牵拉的张力,这容易导致组织损伤或机械故障;且无疑增加了手术难度和束缚了术者的能动性^[1];(3) 性价比优势不明显:体现在购置设备价格高、预防性维护费用高以及手术费用高昂;亦不符合我国现阶段医疗体制改革目标;(4) 术前准备时间长, DVSS 术前架设过程复杂,这无疑延长了整体手术时间,降低了手术室的周转效率,亦增加了患者的创伤应激;手术过程中的无线通讯若受干扰,可导致手术时间延长;(5) 优势不突出,誉为“第二次革命”的腹腔镜手术现开展得如火如荼,而 DVSS 并未挖掘出全方面的术后优势^[35-36]。

5 DVSS 前景

综上所述, DVSS 这一革命性智能技术的出现促使结直肠外科进入精准微创时代。目前,国内许剑民教授牵头制定机器人结直肠癌手术专家共识^[37]: DVSS 辅助 CRC 手术确实有其优势、安全可行且近期疗效良好,但不可否认其仍有一些瓶颈尚未突破,例如触觉反馈缺失、术前装机时间长和性价比优势不明显等。但相信随着 CRC 微创理念的与时俱进、DVSS 设备日新月异的研发改进(包括动力反馈的融合,半刚性的手术器械,虚拟现实以及微型化的操作臂等)、术者操作技术的日臻成熟以及手术费用的逐渐下调,这些问题都能被逐步攻克。2014 年 3 月,中南大学湘雅三医院成功开展了中国首例[妙手 S]国产机器人直肠癌根治术,这暗示着[妙手 S]等具有自主知识产权国产机器人的问世有望加入竞争打破垄断而逐渐实现价格的平民化。

第 4 代达芬奇 Xi 机器人手术系统当之无愧是至今结直肠外科领域的最先进的微创技术,其代表着当今手术机器人的最高水平^[38]。它的与众不同

之处在于其 4 个可任意取出或植入体内的微创手术刀的设计,而其配置的可旋转支架能够旋转至体内的任何部位;同时,其独有的 FireFly 荧光显影系统可为术者提供包括肿瘤边界辨认、淋巴结和脉管系统显影等实时的视觉信息等;另外,它具备能为各种影像和器械技术提供无缝连接入口的扩展性^[39]。目前,“蛇形机械臂”、“纳米机器人”、“灵活多象限的单孔系统”等更多颠覆性技术还处于不断研制阶段。今年,首台处理软组织的自主机器人(STAR)问世,通过胃肠吻合实现了机器人自动缝合技术^[40];且不久前,AlphaGo 打败李世石。基于此,“全机器人手术化”是未来手术机器人研究领域的最大挑战,将有可能取代医生实现智能医疗而彻底改变人类疾病的诊疗模式。可以预见的是,立体视觉将成为未来微创外科手术操作的主流,而 DVSS 发展为根治 CRC 的先进微创术式是势在必行的,未来必将引领结直肠外科跨入下一个崭新时代和前沿水平。

参考文献

- [1] Zawadzki M, Rząca M, Czarnecki R, et al. Beginning robotic assisted colorectal surgery-it's harder than it looks![J]. *Videosurgery Miniinv*, 2014, 9(4):562-568.
- [2] Park S, Kim NK. The Role of Robotic Surgery for Rectal Cancer: Overcoming Technical Challenges in Laparoscopic Surgery by Advanced Techniques[J]. *J Korean Med Sci*, 2015, 30(7):837. doi: 10.3346/jkms.2015.30.7.837
- [3] 吉国锋,陶有茂,张涛,等.机器人与腹腔镜手术治疗胃癌的近期疗效对比Meta分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2015, 24(4):538-546. Ji GF, Tao YM, Zhang T, et al. Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a Meta-analysis of short term results[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2015, 24(4):538-546.
- [4] Marano A, Hyung WJ. Robotic gastrectomy: the current state of the art[J]. *J Gastric Cancer*, 2012, 12(2):63-72.
- [5] Aarons CB, Mahmoud NN. 现代结直肠癌外科治疗的思考[J]. *中国普通外科杂志*, 2015, 24(4):459-466. Aarons CB, Mahmoud NN. Current surgical considerations for colorectal cancer[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2015, 24(4):459-466.
- [6] Nishimura K. Current status of robotic surgery in Japan[J]. *Korean J Urol* 2015,56(3):170-178.
- [7] Papanikolaou IG. Robotic Surgery for Colorectal Cancer: Systematic Review of the Literature[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2014, 24(6):478-483.

- [8] Kim JC, Yang SS, Jang TY, et al. Open versus robot-assisted sphincter-saving operations in rectal cancer patients: techniques and comparison of outcomes between groups of 100 matched patients[J]. *Int J Med Robot*, 2012, 8(4):468-475.
- [9] Becker T, Egberts JE, Schafmayer C, et al. Robot-assisted rectal surgery: hype or progress?[J]. *Chirurg*, 2016, 87(7):567-572.
- [10] Kuo LJ, Lin YK, Chang CC, et al. Clinical outcomes of robot-assisted intersphincteric resection for low rectal cancer: comparison with conventional laparoscopy and multifactorial analysis of the learning curve for robotic surgery[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2014, 29(5):555-562.
- [11] Barrie J, Jayne DG, Wright J, et al. Attaining Surgical Competency and Its Implications in Surgical Clinical Trial Design: A Systematic Review of the Learning Curve in Laparoscopic and Robot-Assisted Laparoscopic Colorectal Cancer Surgery[J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21(3):829-840.
- [12] Sawada H, Egi H, Hattori M, et al. Initial experiences of robotic versus conventional laparoscopic surgery for colorectal cancer, focusing on short-term outcomes: a matched case-control study[J]. *World J Surg Oncol*, 2015, 13:103. doi:10.1186/s12957-015-0517-6
- [13] Kim HJ, Choi GS, Park JS, et al. Comparison of Surgical Skills in Laparoscopic and Robotic Tasks Between Experienced Surgeons and Novices in Laparoscopic Surgery: An Experimental Study[J]. *Ann Coloproctol*, 2014, 30(2):71-76.
- [14] 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):1689-1696.
- [15] Gladyshev DV, Kovalenko SA, Moiseev ME, et al. Comparative analysis of immediate results of surgery for colon cancer using laparoscopic and robot-assisted surgical interventions[J]. *Vopr Onkol*, 2015, 61(6):937-940.
- [16] Park JS, Choi GS, Park SY, et al. Randomized clinical trial of robot-assisted versus standard laparoscopic right colectomy[J]. *Br J Surg*, 2012, 99(9):1219-1226.
- [17] Trastulli S, Coratti A, Guarino S, et al. Robotic right colectomy with intracorporeal anastomosis in comparison with the laparoscopic approach with extracorporeal and intracorporeal anastomosis: a retrospective multicentre study[J]. *Surg Endosc*, 2015, 29(6):1512-1521.
- [18] Rondelli F, Balzarotti R, Villa F, et al. Is robot-assisted laparoscopic right colectomy more effective than the conventional laparoscopic procedure? A meta-analysis of short-term outcomes[J]. *Int J Surg*, 2015, 18:75-82. doi: 10.1016/j.ijssu.2015.04.044
- [19] Lim DR, Min BS, Kim MS, et al. Robotic versus laparoscopic anterior resection of sigmoid colon cancer: comparative study of long-term oncologic outcomes[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(4):1379-1385.
- [20] 熊懿. 腹腔镜直肠全系膜切除术治疗中、低位直肠癌的临床疗效分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2015, 24(4):616-618.
- Xiong Y. Laparoscopic total mesorectal excision for middle and low level rectal cancer: analysis of clinical outcomes[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2015, 24(4):616-618.
- [21] Pai A, Marecik SJ, Park JJ, et al. Oncologic and Clinicopathologic Outcomes of Robot-Assisted Total Mesorectal Excision for Rectal Cancer[J]. *Dis Colon Rectum*, 2015, 58(7):659-667.
- [22] de Souza AL, Prasad LM, Marecik SJ, et al. Total mesorectal excision for rectal cancer: the potential advantage of robotic assistance[J]. *Dis Colon Rectum*, 2010, 53(12):1611-1617.
- [23] Mirnezami AH, Mirnezami R, Venkatasubramanian AK, et al. Robotic colorectal surgery: hype or new hope? A systematic review of robotic in colorectal surgery[J]. *Colorectal Dis*, 2010, 12(11):1084-1093.
- [24] Kim YS, Kim MJ, Park SC, et al. Robotic Versus Laparoscopic Surgery for Rectal Cancer after Preoperative Chemoradiotherapy: Case-Matched Study of Short-term Outcomes[J]. *Cancer Res Treat*, 2016, 48(1):225-231.
- [25] Sun Y, Xu H, Li Z, et al. Robotic versus laparoscopic low anterior resection for rectal cancer: a meta-analysis[J]. *World J Surg Oncol*, 2016, 14:61. doi: 10.1186/s12957-016-0816-6
- [26] Wang Y, Zhao GH, Yang H, et al. A Pooled Analysis of Robotic Versus Laparoscopic Surgery for Total Mesorectal Excision for Rectal Cancer[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2016, 26(3):259-264.
- [27] 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.
- [28] Patel CB, Ramos-Valadez DI, Haas EM. Robotic-assisted laparoscopic abdominoperineal resection for anal cancer: feasibility and technical considerations[J]. *Int J Med Robot*, 2010, 6(4):399-404.
- [29] Giulianotti PC, Giacomoni A, Coratti A, et al. Minimally invasive sequential treatment of synchronous colorectal liver metastases by laparoscopic colectomy and robotic right hepatectomy[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2010, 25(12):1507-1511.
- [30] Xu JM, Wei Y, Wang XY, et al. Robot-assisted one-stage resection of rectal cancer with liver and lung metastases[J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21(9):2848-2853.
- [31] Bedirli A, Salman B. Robotic surgery for rectosigmoid junction tumor with ovarian metastases[J]. *J Minim Access Surg*, 2015, 11(1):99-102.
- [32] Marecik SJ, Zawadzki M, Desouza AL, et al. Robotic cylindrical abdominoperineal resection with transabdominal levator transection[J]. *Dis Colon Rectum*, 2011, 54(10):1320-1325.
- [33] Zhang X, Wei ZQ, Bie MJ, et al. Robot-assisted versus laparoscopic-assisted surgery for colorectal cancer: a meta-

- analysis[J]. Surg Endosc, 2016, [Epub ahead of print]
- [34] Liao, Zhao Z, Lin S, et al. Robotic-assisted versus laparoscopic colorectal surgery: a meta-analysis of four randomized controlled trials[J]. World J Surg Oncol, 2014, 12:122. doi: 10.1186/1477-7819-12-122.
- [35] Hara M, Sng K, Yoo BE, et al. Robotic-assisted surgery for rectal adenocarcinoma: short-term and midterm outcomes from 200 consecutive cases at a single institution[J]. Dis Colon Rectum, 2014, 57(5):570-557.
- [36] Yamaguchi T, Kinugasa Y, Shiomi A, et al. Learning curve for robotic-assisted surgery for rectal cancer: use of the cumulative sum method[J]. Surg Endosc, 2015, 29(7):1679-1685.
- [37] 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]. 中华消化外科杂志, 2015, 14(11):891-897.
Chinese Society of Colon & Rectal Surgeons, Specialized Committee of Robotic and Laparoscopic Surgery of Chinese Research Hospital Association. Expert consensus of robotic surgery in colorectal cancer (2015 edition)[J]. Chinese Journal of Digestive Surgery, 2015, 14(11):891-897.
- [38] Morelli L, Guadagni S, Di Franco G, Palmeri M. Use of the new da Vinci Xi® during robotic rectal resection for cancer: a pilot matched case comparison with the da Vinci Si®[J]. Int J Med Robot, 2016, [Epub ahead of print]
- [39] Wilson TG. Advancement of technology and its impact on urologists: release of the da Vinci Xi, a new surgical robot[J]. Eur Urol, 2014, 66(5):793-794.
- [40] Shademan A, Decker RS, Opfermann JD, et al. Supervised autonomous robotic soft tissue surgery[J]. Sci Transl Med, 2016, 8(337):337ra64.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式: 张旋, 沈焘, 李云峰. 达芬奇手术机器人: 结直肠外科的新挑战[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(10):1494-1499. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.021

Cite this article as: Zhang X, Shen T, Li YF. Da Vinci surgical robots: new challenges in colorectal surgery[J]. Chin J Gen Surg, 2016, 25(10):1494-1499. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.021

本刊对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计: 应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计 (分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计 (应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、正交设计等); 临床试验设计 (应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕 4 个基本原则 (随机、对照、重复、均衡) 概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M(QR)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于 20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备条件以分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散布图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单直线回归分析, 对具有重复实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理的解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性 (或非常显著性) 的差别; 应写明所用统计分析方法的具体名称 (如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 统计量的具体值 (如 $t=3.45$, $\chi^2=4.68$, $F=6.79$ 等) 应可能给出具体的 P 值 (如 $P=0.0238$); 当涉及到总体参数 (如总体均数、总体率等) 时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出 95% 置信区间。

中国普通外科杂志编辑部