

达芬奇机器人手术系统在结直肠癌根治术中的应用

许剑民 陈竞文

【摘要】 达芬奇机器人手术系统行结直肠癌根治术在许多国家和地区已经得到了开展。该系统的优势在于:三维显示图像,具有高度稳定性和清晰度,医师学习曲线较短,操作便利,可远程操控等。其劣势在于:价格昂贵,尚无力反馈,手术时间长等。目前,达芬奇机器人手术系统与腹腔镜手术比较,在结直肠癌根治术中尚未体现出足够的优势,但随着临床数据的积累和达芬奇机器人手术系统的更新换代,运用该系统行结直肠癌根治术的未来令人期待。

【关键词】 结直肠肿瘤; 达芬奇机器人手术系统

Application of da Vinci robotic surgical system in the radical resection of colorectal cancer XU Jian-min, CHEN Jing-wen. Department of General Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China
Corresponding author: XU Jian-min, Email: xujmin@yahoo.com.cn

【Abstract】 The da Vinci robotic surgical system assisted colorectal radical resection has been widely applied in many countries and regions. The advantages of the da Vinci robotic surgical system include stable and distinct stereoscopic vision, short learning curve, convenient operation and feasibility of remote manipulation, while its disadvantages are expensive cost, lack of tremor and prolonged operation time. The advantage of da Vinci robotic surgical system is not distinct when compared with traditional laparoscope in radical resection of colorectal cancer. With the accumulation of clinical data and the update of the system, the prospect of da Vinci robotic surgical system assisted colorectal radical resection is promising.

【Key words】 Colorectal neoplasms; Da Vinci robotic surgical system

微创是未来外科手术发展方向,多数学者认为腹腔镜结直肠癌手术与传统的开腹手术比较,虽然并不能提高患者的长期生存率,但确实能加快患者术后的胃肠道功能恢复,缩短其住院时间^[1]。腹腔镜手术也是快速通道外科的一个重要组成部分^[2]。

目前,除低位直肠癌和横结肠癌根治术外,腹腔镜辅助结直肠癌根治手术已纳入美国国立综合癌症网络(NCCN)治疗指南。近年来,达芬奇机器人手术系统的引入,给微创外科带来了革命性的变化。本文就达芬奇机器人手术系统在结直肠癌根治术中的应用经验、优势与缺陷进行介绍。

1 机器人手术系统的发展历程

机器人手术系统源于 20 世纪 90 年代,IBM 公司发明了 Robdoc 手术系统,但该系统几乎没有实际的临床应用价值,只能算是启蒙阶段。最早具有现代意义的机器人手术系统是由 Computer Motion 公司发明的 AESOP(伊索)机器人手术系统。该系统由医师通过语音或脚踏板来控制镜头,调整视野,可以克服扶镜手疲劳所带来的镜头不稳定,但功能单一,未能实现机械手进入手术区域操作。上海中山医院也曾使用过该系统,当时仅应用于心脏手术。1998 年,Computer Motion 公司研发了 Zeus(宙斯)机器人手术系统,该系统具有独立的外科操作平台和手术操作机械臂,是具有现代意义的机器人手术系统。2001 年 9 月,Marescaux 医师在美国纽约应用宙斯机器人手术系统进行远程操作,为远在法国的患者施行了代号为“Lindbergh”的胆囊切除手术,这是机器人手术系统里程碑式的临床应用^[3]。国内数家医疗机构也曾引进过该系统并运用于临床。2001 年,Intuitive Surgical 公司收购 Computer Motion 公司后,在宙斯机器人手术系统基础上成功研制了 da Vinci(达芬奇)机器人手术系统^[4]。目前,最新款的达芬奇机器人手术系统是 da Vinci Si(全称为达芬奇机器人辅助内窥镜手术操作系统)。它具有体积更紧凑、控制更容易、操作更舒适等特点。截至 2012 年 6 月 30 日,达芬奇机器人手术系统全球共装机 2341 台,其中美国 1707 台、欧洲 389 台、亚洲 159 台(包括中国内地 14 台),其他地区 86 台,这一数字仍在上升之中。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2013.05.004

基金项目:卫生部部属临床重点学科项目(2010-2012)

作者单位:200032 上海,复旦大学附属中山医院普通外科

通信作者:许剑民,Email: xujmin@yahoo.com.cn

2 达芬奇机器人手术系统在结直肠癌手术中的应用

早在伊索机器人手术系统时代就有使用机器人手术系统辅助外科手术的尝试。随着技术较为成熟的达芬奇机器人手术系统的问世,该系统辅助手术被广泛应用于泌尿外科、妇产科、心胸外科、肝胆外科和胃肠外科等多个领域^[5]。2001 年,达芬奇机器人手术系统第 1 次被应用于结直肠疾病的治疗,由 Weber 教授使用该系统完成了 2 例结肠良性疾病的手术。

目前,达芬奇机器人手术系统辅助结直肠癌手术已经在多个国家和地区得到了开展。Yang 等^[6]荟萃分析了 16 个临床研究结果,对比了 564 例达芬奇机器人手术系统辅助手术和 929 例腹腔镜手术。该研究结果显示:与腹腔镜结直肠手术比较,达芬奇机器人手术系统辅助结直肠手术具有术中出血量少、中转开腹率低等优点,但是手术时间较长,住院花费较高。Memon 等^[7]的荟萃研究纳入 7 个结直肠癌手术的临床研究,对比分析了 353 例达芬奇机器人手术系统和 401 例腹腔镜手术的疗效。该研究结果显示:与腹腔镜手术比较,达芬奇机器人手术系统的优势在于中转开腹率下降;而在术后并发症、环周及远端切缘阳性率、淋巴结清扫数目以及住院时间等方面,两种手术方式比较,差异无统计学意义。

Park 等^[8]前瞻性地对比分析了 35 例达芬奇机器人手术系统和 35 例腹腔镜右半结肠癌手术的疗效。研究结果显示:两组患者中转开腹率、术后并发症发生率、住院时间、远端切缘阳性率和淋巴结清扫数目比较,差异无统计学意义,而达芬奇机器人手术系统的手术时间和费用却明显提高。因此, Park 等^[8]认为达芬奇机器人手术系统在右半结肠癌治疗方面并无优势。Deutsch 等^[9]的研究结果显示:与腹腔镜手术比较,达芬奇机器人手术系统的优势仅表现在减少了 50 ml 的手术出血量,而在手术并发症、住院时间等方面并无特别优势。D'Annibale 等^[10]对 50 例采用达芬奇机器人手术系统行右半结肠癌手术的研究结果显示:手术相关死亡率为 2%,平均淋巴结清扫数目为 14 枚,无一例中转开腹,短期生存率达 92%,但平均手术时间长达 223 min,明显长于开腹或腹腔镜右半结肠癌根治术。

国内的 Du 等^[11]报道了 22 例机器人辅助直肠癌根治手术,平均手术时间为 220 min,淋巴结清扫的数目达 14.6 枚,远端切缘距离为 2.6 cm,无一例中转开腹,住院时间为 7.8 d。Choi 等^[12]对 50 例采用达芬奇机器人手术系统行直肠癌手术研究的结果

显示:无一例患者发生手术死亡,无一例中转开腹,平均淋巴结清扫数目为 20 枚,吻合口瘘发生率为 8.3%,环周切缘阳性率为 2%,与开腹或腹腔镜手术效果相似,但平均手术时间长达 304 min,明显长于开腹或腹腔镜直肠癌根治术。韩国的 Baek 等^[13]重点分析了 154 例采用达芬奇机器人手术系统行直肠癌手术和 150 例腹腔镜直肠癌手术的疗效。在术后恢复时间和并发症发生率接近的情况下,达芬奇机器人手术系统平均手术时间增加了 66 min,平均住院费用增加了 4669 美元。2012 年发起的国际多中心、前瞻性、随机对照研究(ROLARR 试验),将 400 例患者纳入研究,对比采用达芬奇机器人手术系统行结直肠癌手术和腹腔镜结直肠癌手术的疗效^[14]。该项研究有望对达芬奇机器人手术系统的优缺点提供有利的循证医学证据。

达芬奇机器人手术系统一个显著的优势,就是在狭小的空间中可以获得灵活的操作和清晰的视野。但是该项优势能否在低位直肠癌根治手术中达到保护盆底自主神经的效果,目前尚缺少大量的前瞻性研究结果支持。Kim 等^[15]对比分析了达芬奇机器人手术系统辅助低位直肠癌手术和腹腔镜辅助低位直肠癌手术,机器人组患者的排尿功能和性功能恢复时间较腹腔镜组有明显的提前,术后排尿功能恢复从 6 个月(腹腔镜组)提前到了 3 个月(机器人组),勃起功能恢复从 12 个月(腹腔镜组)提前到了 6 个月(机器人组),但是明确的结论还有待于大样本前瞻性临床研究验证。目前在 Clinical Trail 中注册登记的还有两项在研的临床研究,主要都是关注达芬奇机器人手术系统在中低位直肠癌治疗中的优势,判断其对保护盆底自主神经功能方面的优势,评估排尿功能、性功能等指标。

对于结直肠癌合并肝转移的患者,应用达芬奇机器人手术系统对原发灶和肝转移灶进行同步切除,在技术上同样可行。Giulianotti 等^[16]采用达芬奇机器人手术系统对伴有可切除肝转移的结肠癌患者实施了同步切除手术。

达芬奇机器人手术系统的眼手同向协调和三维高清视野,使其具有接近于开腹手术的直观效果,因此,学习曲线短,特别适合没有腹腔镜基础的外科医师。从手术效果而言,达芬奇机器人手术系统的安全性与可行性得到了全面的肯定,术后恢复时间与腹腔镜手术相似,同时中转开腹率比腹腔镜手术更低,但住院花费高昂、手术时间长等劣势,很大程度上限制了该技术的普及。达芬奇机器人手

术系统临床应用仅有 10 余年时间,临床报道多为回顾性研究,随着前瞻性研究结果和长期随访数据的更新,该系统对结直肠癌手术治疗的效果将有更进一步的认识。

3 复旦大学附属中山医院普通外科的经验

2010 年 9 月,笔者单位开展了第 1 例达芬奇机器人手术系统辅助乙状结肠癌根治术,截止 2012 年 1 月,共施行达芬奇机器人手术系统辅助结直肠手术 132 例。其中男 87 例,女 45 例;年龄 31~81 岁,平均年龄 58.9 岁。术前肠镜检查发现肿瘤距肛门距离为 10~70 cm,肿瘤距肛门平均距离为 21.2 cm。肿瘤直径 1~10 cm,平均肿瘤直径为 5.3 cm。

肿瘤部位:脾曲及降结肠肿瘤共 8 例(其中良性 2 例)、乙状结肠肿瘤 94 例(其中良性 1 例)、直肠癌 30 例。有 1 例乙状结肠癌患者因达芬奇机器人手术系统操作困难而中转开腹,中转开腹率为 0.76%(1/132)。本组患者中伴有肝转移 29 例,7 例行同步肝转移灶切除术(其中 2 例行腹腔镜肝转移灶切除术),术后恢复良好。

手术操作主要分 3 个步骤:第 1 步是腹腔镜探查,常规的腔镜探查可以明确肿瘤分期,指导进一步的治疗方案,若判断为适合行机器人辅助手术病例,则行第 2 步的操作。第 2 步是机械臂的摆放,达芬奇机器人手术系统可以搭配 4 个机械臂(1 个镜头臂和 3 个器械臂)。第 3 步是机器人手术系统下的手术操作,主刀医师在机器人操作平台上操作,助手在床旁腹腔镜下协助完成手术,手术操作顺序类似腹腔镜手术。其中机械臂的摆放时间随着操作者熟练程度增加而逐渐缩短,手术操作时间也有所缩短。本组患者平均手术时间为 134 min。

手术并发症:发热 2 例,伤口感染 1 例,阴囊肿胀 1 例,胃潴留 1 例,术后肠粘连、不全梗阻 3 例,脑梗死 1 例,术后 1 d 腹腔出血 1 例行剖腹探查止血,最严重的并发症为 1 例患者发生肺梗死并最后导致患者死亡。术后 30 d 内的并发症 Dindo 分期中 I~II 期 8 例、III~IV 期 2 例、V 期 1 例。

术后病理检查结果显示:良性肿瘤 3 例,恶性肿瘤 129 例。129 例恶性肿瘤患者 TNM 分期:I 期 21 例、II 期 34 例、III 期 44 例、IV 期 30 例。肿瘤 T 分期:T1 期 15 例、T2 期 14 例、T3 期 33 例、T4 期 67 例。平均淋巴结清扫数目为 13.3 枚。

术后恢复情况:术后肛门排气时间为 1~8 d,平均术后肛门排气时间为 2.3 d。住院时间为 5~10 d,

平均住院时间为 7 d。

目前,笔者单位已经开展的 100 余例达芬奇机器人手术系统结直肠癌手术的临床疗效证明这类手术是安全可行的,对比传统开腹手术,其创伤更小、术后恢复快;对比腹腔镜手术,其操作更易上手、在狭小空间操作性更佳。

4 达芬奇机器人手术系统的缺陷

相对于腹腔镜手术,达芬奇机器人手术系统优点突出,但是同样有其突出的缺点。

(1) 价格昂贵:达芬奇机器人手术系统目前还无法得到广泛的应用,最主要的原因是价格昂贵,体现在两方面:一是使用成本高,达芬奇机器人手术系统的售价高达 1700 万元,与该系统配套的器械及无菌套等的费用是每把器械 500 美元/次,即使不计算机器的折旧费,每台手术也必需增加 2 万元左右耗材费用,使得手术成本大增;二是维修费用高,为防止达芬奇机器人手术系统出现问题,每 4 个月需进行一次预防性维修,每年的维修保养费约是购置费用的 10%。

(2) 触觉反馈缺失:目前的达芬奇机器人手术系统无法提供触觉反馈,术者只能通过视觉观察来弥补触觉反馈的不足。外科医师缺少了“手感”,对于手术中抓持和牵拉的力度、器械打结时缝线的松紧度判断都增加了难度,术者必须经过反复的训练来掌握。另外对于较小的肿瘤,特别是没有侵犯浆膜的肿瘤,术中难以定位,但可以借助术中肠镜或荧光显影等技术进行辅助定位。

(3) 机械故障:越是复杂的系统,其发生故障的几率就越高。虽然目前达芬奇机器人手术系统还没有在使用过程中发生机械故障导致危险的报道,但该系统一旦发生重大的错误,其后果将是灾难性的。特别是达芬奇机器人手术系统的远程手术应用更需要一个高效且绝对安全的网络保障。

(4) 手术时间长:达芬奇机器人手术系统需要装配机械臂,装配时间大约为 30~45 min,因而延长了手术时间,增加了患者的创伤应激。

(5) 优势不明显:在腹腔镜手术广泛开展并得到良好应用的同时,达芬奇机器人手术系统并未表现出足够的优势,其远期疗效仍需要进一步的随访数据。目前还没有任何国家的医疗管理机构发布达芬奇机器人手术系统相关的临床应用指南。临床上,医师对于复杂手术还是首选传统手术。

5 结语

目前,制约达芬奇机器人手术系统广泛开展主要原因是该系统高昂的费用。然而,医学技术的发展有目共睹,随着科技的进步,达芬奇机器人手术系统的费用将会逐渐下调。而运用达芬奇机器人手术系统实施单孔手术则为我们描绘了一幅未来微创外科的蓝图:利用机械臂的灵活性在单孔中完成相对复杂的结直肠癌手术,将更充分体现该手术系统的优势^[17]。

参考文献

- [1] Martel G, Crawford A, Barkun JS, et al. Expert opinion on laparoscopic surgery for colorectal cancer parallels evidence from a cumulative meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*, 2012, 7(4):e35292.
- [2] Patel SS, Floyd A, Doorly MG, et al. Current controversies in the management of colon cancer. *Curr Probl Surg*, 2012, 49(7):398-460.
- [3] Park JW, Lee DH, Kim YW, et al. Lapabot: a compact telesurgical robot system for minimally invasive surgery: part II. Telesurgery evaluation. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2012, 21(3):195-200.
- [4] Ponnusamy K, Mohr C, Curet MJ. Clinical outcomes with robotic surgery. *Curr Probl Surg*, 2011, 48(9):577-656.
- [5] Alasari S, Min BS. Robotic colorectal surgery: a systematic review. *ISRN Surg*, 2012, 2012:293894.
- [6] Yang Y, Wang F, Zhang P, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic surgery for colorectal disease, focusing on rectal cancer: a meta-analysis. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(12):3727-36.
- [7] Memon S, Heriot AG, Murphy DG, et al. Robotic versus laparoscopic proctectomy for rectal cancer: a meta-analysis. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(7):2095-2101.
- [8] Park JS, Choi GS, Park SY, et al. Randomized clinical trial of robot-assisted versus standard laparoscopic right colectomy. *Br J Surg*, 2012, 99(9):1219-1226.
- [9] Deutsch GB, Sathyanarayana SA, Gunabushanam V, et al. Robotic vs. laparoscopic colorectal surgery: an institutional experience. *Surg Endosc*, 2012, 26(4):956-963.
- [10] D'Annibale A, Pernazza G, Morpurgo E, et al. Robotic right colon resection: evaluation of first 50 consecutive cases for malignant disease. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17(11):2856-2862.
- [11] Du XH, Shen D, Li R, et al. Robotic anterior resection of rectal cancer: technique and early outcome. *Chin Med J (Engl)*, 2013, 126(1):51-54.
- [12] 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. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(11):1824-1830.
- [13] Baek SJ, Kim SH, Cho JS, et al. Robotic versus conventional laparoscopic surgery for rectal cancer: a cost analysis from a single institute in Korea. *World J Surg*, 2012, 36(11):2722-2729.
- [14] 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. *Int J Colorectal Dis*, 2012, 27(2):233-241.
- [15] 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. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(8):2485-2493.
- [16] Giulianotti PC, Giacomoni A, Coratti A, et al. Minimally invasive sequential treatment of synchronous colorectal liver metastases by laparoscopic colectomy and robotic right hepatectomy. *Int J Colorectal Dis*, 2010, 25(12):1507-1511.
- [17] Autorino R, Kaouk JH, Stolzenburg JU, et al. Current status and future directions of robotic single-site surgery: a systematic review. *Eur Urol*, 2013, 63(2):266-280.

(收稿日期: 2013-03-15)

(本文编辑: 张玉琳)

• 读者 • 作者 • 编者 •

本刊特色栏目介绍

外科天地: 文章内容应突出具体的手术操作及技巧,并配以术前、术后影像学检查结果和术中关键操作步骤的图片说明(请在图中关键解剖部位标注箭头,并在图题中予以说明)。论文字数 5000 字左右,包括 350 字的非结构式中英文摘要。

影像集锦: 文章以影像学图片为主(请在图中关键解剖部位标注箭头,并在图题中予以说明),文字为辅,突出疾病的影像学表现,以及影像学在疾病诊断及指导治疗中的作用。论文字数 5000 字左右,包括 350 字的非结构式中英文摘要。

大巡诊: 文章以三级医师对疑难病症的讨论及诊治效果为主要内容,突出该疾病的诊治体会及对临床工作的指导意义。论文字数 2000 字左右,包括 350 字的非结构式中英文摘要。