

机器人在结直肠癌手术中的应用进展及思考

颜培栋 崔敏^{通讯作者}

暨南大学 珠海临床医学院 珠海市人民医院 北京理工大学附属医院, 广东珠海, 519000;

摘要: 结直肠癌, 作为同时具备高发病率和高死亡率的消化道恶性肿瘤, 一直严重威胁着人民的生命和健康。手术治疗是目前结直肠癌的主要治疗方式之一, 随着科学技术的发展及微创观念的深入, 机器人辅助手术系统应运而生, 为外科领域带来了新的变革。本文就机器人手术系统发展、其在普外科结直肠癌治疗中的应用现状及前景做一综述。

关键词: 机器人手术; 腹腔镜; 结直肠癌

The Progress and Reflections on the Application of Robots in Colorectal Cancer Surgery

YAN Peidong, CUI Min

Zhuhai City People's Hospital Affiliated to Jinan University, Gastrointestinal surgery, Zhuhai City 519000, China

Abstract: Colorectal malignancies are the most common types of gastrointestinal cancers, and their high incidence and mortality seriously threaten people's health and lives. Surgical treatment is one of the main therapeutic approaches for colorectal cancer. With the advancement of science and technology and the deepening of minimally invasive concepts, robotic-assisted surgical systems have emerged, bringing new transformations to the field of surgery. This article provides an overview of the development of robotic surgical systems, their current applications in general surgery for the treatment of colorectal cancer, and the future prospects in this area.

Keywords: Robotic surgery; Laparoscopy; Colorectal cancer

DOI: 10. 69979/3029-2808. 25. 03. 039

结直肠癌是最常见的消化道恶性肿瘤之一, 且有着患病率持续增长和发病年轻化的趋势。国际癌症研究机构(International Agency for Research on Cancer, IARC) 2022 年进行的全球癌症的统计结果显示, 结直肠癌的发病率为 9.6%, 在总癌症发病率中排名第三, 死亡率则位居第二^[1]。近年来, 中国已成为全球结直肠癌每年新发病例数和死亡病例数最多的国家^[2]。以提高结直肠癌手术的精细化操作和安全性来提高手术成功率及预后是大势所趋。

1 结直肠癌及其治疗

结直肠癌是起源于结直肠上皮细胞的恶性肿瘤, 其病因尚未明确。排便习惯及排便性状的改变是结直肠癌患者最常见的临床症状。早期的结直肠癌多选择内镜下治疗, 进行切除与局部剔除; 中期结直肠癌的治疗方式以手术为主, 辅以放化学治疗; 晚期伴多处转移的患者则根据其转移情况行多学科联合治疗^[2]。腹腔镜手术历经多年发展, 从多孔腹腔镜到单孔腹腔镜, 再到经自然腔道的“无孔”内镜技术, 最后是如今的机器人手术系统, 给患者和术者提供了较多选择。

2 机器人发展与在结直肠癌中的应用

随着科学技术的发展, 医疗设备及手术操作向着更清晰, 更精细, 更科学方向发展。达芬奇机器人手术系统主要包含外科医生操控平台、床旁机械臂和视频成像平台, 是当前被认为发展最成熟, 国内外应用最广泛的机器人手术系统。手术过程当中, 术者通过双手操作杆精细控制机械臂及器械; 通过足部踏板控制, 借助成像平台, 系统可提供放大 10-15 倍的高清立体视野。

杜晓辉等^[3]于 2009 年引入达芬奇机器人手术系统, 并进行了我国第一例低位直肠癌切除术, 术后效果良好。近期, Zhang 等^[4]运用国产机器人“Toumai®腹腔镜手术机器人”进行了 12 例胃切除及 9 例结直肠切除手术, 手术成功率为 100%, 为国产手术机器人系统在胃和结直肠手术中的安全性和有效性提供了有力证据。

3 可行性与安全性

目前, 在安全性和可行性方面, 机器人辅助手术系统已基本得到共识。Geitenbeek 等^[5]在一项综述和荟萃分析中纳入了 2495 名患者, 结果显示, 术后三个月的排尿功能方面, 机器人组表现更优, 性或排便功能以及生活质量均没有显著差异, Van Eetvelde 等^[6]进行了一项多中心回顾性分析, 对血管事件发生率、肠系膜上静

脉损伤率、中转开腹率、吻合口漏发生率、排气/软食恢复时间等观察指标进行统计学分析。结果表明,机器人手术患者 30 天内均未出现严重并发症。

疗效方面,很多研究认为,机器人与腹腔镜手术治疗结直肠癌的疗效相似。短期疗效方面,Li 等^[7]回顾了 2019–2021 年间南京医科大学附属苏北医院 525 名接受机器人和腹腔镜直肠癌手术患者的临床资料,机器人组术后 6 个月的生活质量得分更高;在未接受回肠造口术的患者中,术后 6 个月机器人组的肛门功能优于腹腔镜组。远期疗效方面,Ishii 等^[8]认为接受机器人手术对直肠癌晚期患者有更好的淋巴结清扫率,在降低局部复发率方面更优于腹腔镜手术组。

4 优势与不足

同传统腹腔镜相比,机器人具有如下优势:(1)高清 3D 影像提供立体的手术视野图像,更加真实、清晰,降低传统 2D 视野下的腔镜内操作的难度;(2)术者通过操纵仿真手腕,可 7 个自由度 540° 方向旋转,术中可操作的区域变广;(3)操作系统将术者的大幅度操作等比缩小,并可滤除手部颤动,手术过程更加平顺,减少误操作误损伤;(4)术者不必着手术衣,远离手术台,采取坐姿进行手术操作,降低术者疲劳感;(5)学习曲线短于传统腹腔镜,有丰富腹腔镜经验的外科医生可通过极少例数手术掌握达芬奇机器人操作。

然而,机器人手术系统限制整体移动范围,机械臂的调试和移动往往会耗费更多的时间;机器人手术系统造价高昂,使用成本增加,意味着接受机器人手术的患者需要承担更多的手术费用,影响了其在发展中国家的普及。

参考文献

[1]Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2018 Nov;68(6):394–424. doi: 10.3322/caac.21492. Epub 2018 Sep 12.

[2]中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中国结直肠癌诊疗规范(2020 年版) [S]. 中华外科杂志, 2020, 58(8):561–585.

[3]杜晓辉, 沈笛, 夏绍友等. 应用达芬奇机器人手术系统治疗低位直肠癌 [J]. 中华消化外科杂志, 2010, 9(2):116–118.

[4]Zhang Z, Zhan W, Tian H, Hu M, Ma Y, Jing W, Huang X, Guo J, Deng Y, Fang W, Chen D, Miao C, Yang J, Ma Y. An initial exploratory clinical study and outcome assessment of gastrointestinal surgeries using advanced robotic-assisted techniques. *Surg Endosc*. 2025 Feb;39(2):766–775. doi: 10.1007/s00464-024-11398-2. Epub 2024 Nov 21. PMID: 39572427.

[5]Geitenbeek RTJ, Burghgraef TA, Moes CA, Hompes R, Ranchor AV, Consten ECJ; MIRECA study group. Functional outcomes and quality of life following open versus laparoscopic versus robot-assisted versus transanal total mesorectal excision in rectal cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2024 Aug;38(8):4431–4444. doi: 10.1007/s00464-024-10934-4. Epub 2024 Jun 19. PMID: 38898341; PMCID: PMC11289076.

[6]Van Eetvelde E, Duhoky R, Piozzi GN, Perez D, Jacobs-Tulleneers-Thevissen D, Khan J, Bianchi PP, Ruiz MG. European multicentre analysis of the implementation of robotic complete mesocolic excision for right-sided colon tumours. *Colorectal Dis*. 2025 Jan;27(1):e17287. doi: 10.1111/codi.17287. PMID: 39760189.

[7]Li RQ, Zhou JJ, Zhao S, Wang DR. [Comparison of short-term outcomes of robotic and laparoscopic surgery for mid-low rectal cancer: a propensity matched analysis]. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi*. 2024 Dec 25;27(12):1261–1268. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.cn441530-20240130-00050. PMID: 39710453.

[8]Ishii M, Tominaga T, Nonaka T, Takamura Y, Oishi K, Hashimoto S, Shiraishi T, Noda K, Ono R, Hisanaga M, Takeshita H, Fukuoka H, Oyama S, Sawai T, Matsumoto K. Comparison of robotic and laparoscopic approaches in short- and long-term outcomes of lateral pelvic lymph node dissection for advanced rectal cancer: a Japanese multicenter study. *Langenbecks Arch Surg*. 2024 Dec 27;410(1):18. doi: 10.1007/s00423-024-03596-2. PMID: 39729145.