

机器人手术在胸外科的应用进展

方学森, 李少军, 陈平, 夏晖

(中国人民解放军总医院第四医学中心胸外科 北京 100000)

摘要 随着微创理念与技术的发展, 达芬奇机器人在外科领域的应用越来越普遍。2009年中国第1例达芬奇机器人胸外科手术开始, 至今已有12年。目前, 在胸外科常见的肺癌、食管癌、纵隔肿物等手术治疗方面, 达芬奇机器人手术的独特优势逐渐凸显出来。本文主要对达芬奇机器人在胸外科手术中的应用、优缺点进行阐述, 同时对达芬奇机器人的未来发展进行展望。

关键词 手术机器人; 肺癌; 食管癌; 纵隔肿物

中图分类号 R655 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2022)03-0235-05

Application progress of surgical robot in thoracic surgery

FANG Xuesen, LI Shaojun, CHEN Ping, XIA Hui

(Department of Thoracic Surgery, Fourth Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100000, China)

Abstract With the development of minimally invasive technologies, Da Vinci robotic surgery is becoming more and more common in the field of surgery. The first Da Vinci robotic thoracic surgery of China was performed in 2009, and it has been 12 years now. At present, unique advantages of Da Vinci robotic surgery in treating common lung cancer, esophageal cancer and mediastinal masses in thoracic surgery have been highlighted. In this article, the application, advantages and disadvantages of Da Vinci robotic surgical system in thoracic surgery was discussed, and the future development of Da Vinci robot was prospected.

Key words Surgical robot; Lung cancer; Esophageal cancer; Mediastinal mass

收稿日期: 2021-09-09 录用日期: 2021-11-25

Received Date: 2021-09-09 Accepted Date: 2021-11-25

基金项目: 解放军总医院临床扶持基金(2014FC-ZHCG-107)

Foundation Item: Clinical Supporting Foundation of PLA General Hospital (2014FC-ZHCG-107)

通讯作者: 夏晖, Email: xiah304@163.com

Corresponding Author: XIA Hui, Email: xiah304@163.com

引用格式: 方学森, 李少军, 陈平, 等. 机器人手术在胸外科中的应用进展[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2022, 3(3): 235-239.

Citation: FANG X S, LI S J, CHEN P, et al. Application progress of surgical robot in thoracic surgery[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2022, 3(3): 235-239.

美国 Intuitive Surgical 公司研发的达芬奇手术机器人,是目前应用最为广泛的手术机器人^[1],其于 1999 年投入临床使用,最初主要应用于泌尿外科领域。经过多年来的多学科探索,机器人手术已在更多的外科领域中发挥着重要作用。目前,达芬奇机器人系统分为 S 和 Xi 两种系统。相比于 S 系统, Xi 系统有着装机时间更短、手术视野更广阔、烟雾沾染进一步减少等诸多优势,更加方便了术者的操作,进一步缩短了手术时间^[2]。截止 2020 年 8 月,我国达芬奇机器人系统的装机量已达 170 余台,而且其数量逐年增加^[3]。中国自 2009 年开展第一例达芬奇机器人胸外科手术开始^[4],至今已有 12 年,其在治疗肺癌、食管癌、纵隔肿物等胸外科常见疾病方面逐渐突显出独特的优势。

1 机器人手术在肺癌治疗中的应用

世界卫生组织国际癌症研究机构发布的 2020 年全球最新癌症负担数据显示,虽然乳腺癌已取代肺癌成为全球第一大癌,但肺癌的死亡率仍是全球第一,远超其他癌症类型^[5]。由于高发病率和高死亡率,肺癌已成为公共卫生的沉重负担。但是,随着低剂量计算机断层扫描的广泛使用,可以在早期诊断出更多可手术治疗的肺癌患者(IA~IIIA 期)。随着微创技术的不断发展,肺癌的手术方式由传统的开胸手术逐渐被微创手术所代替。美国国家综合癌症网络(National comprehensive cancer network, NCCN)已将微创手术技术设立为肺癌手术治疗的金标准^[6]。现阶段微创手术技术的应用主要包括电视胸腔镜辅助胸外科手术(Video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)和机器人辅助胸外科手术(Robot-assisted thoracoscopic surgery, RATS)两种。VATS 在进行绝大多数肺叶切除或亚肺叶切除,无论是在围手术期还是肿瘤远

期生存方面均优于传统开胸手术。但 VATS 仍是 2D 视野,且因缺少灵活的关节活动,难以在狭小空间中进行精细操作,RATS 的出现就很好地弥补了这一缺陷。VATS 肺癌手术由起初的 3 孔手术方式,发展到了目前的单操作孔就,但目前 RATS 手术仍是多孔入路为主,比如肺部手术经典的“8857 孔”。随着对 RATS 手术发展和单孔手术机器人的出现,很多学者也在积极尝试和探索不同的手术入路,如单孔、全孔及辅助切口等。

LI J T 等^[4]回顾性收集并分析了同一手术团队 2013 年 5 月-2016 年 4 月收治的 1 075 例 I 期 NSCLC 患者的数据,包括 237 例三臂机器人辅助肺叶切除术(Three-arm robotic-assisted lobectomy, RAL3)和 838 例胸腔镜肺叶切除术(Video-assisted lobectomy, VAL),发现与 VAL 组相比,RAL3 组清除的淋巴结数目更多,胸腔引流量更少,胸腔引流管放置时间和住院时间均减少,但费用较高。ZHOU Q 等^[7]收集了从 2011 年 11 月-2018 年 1 月 130 例接受 RATS(20 例)和 VATS(80 例)肺段切除术的 IA 期非小细胞肺癌(NSCLC)患者的数据,结果表明 RATS 组和 VATS 组之间相比,5 年无复发生存率无显著差异。CHENG X H 等^[8]回顾分析了其中心接受电视胸腔镜或机器人肺叶切除术的临床 II B~ III A 期 NSCLC 患者的数据,发现对于部分淋巴结受累的 NSCLC 患者,与电视胸腔镜肺叶切除术相比,机器人肺叶切除术安全有效,并发症发生率低,长期预后相似。目前机器人手术治疗肺癌的安全性和有效性已得到证实。在淋巴及清扫方面,部分研究及统计结果显示 RATS 和 VATS 无明显差别,但仍有较多文献确证明 RATS 无论是在清扫范围、数目及操作方面更具有优势^[9-11]。RATS 的术中出血和术后引流量较 VATS 均更少^[9, 11],其可能与 RATS 的操作更加精细、对周

围组织及器官的损伤更小有关。但机器人手术费用高、手术准备时间长仍是目前最大的缺点及争议焦点。

2 机器人手术在纵隔肿瘤治疗中的应用

纵隔肿瘤作为胸外科常见疾病，主要包括胸腺瘤、畸胎瘤、神经源性肿瘤及淋巴瘤等，临床上首选手术治疗。最早纵隔肿瘤切除术主要以经典的正中开胸术式为主。随着微创技术的快速发展，微创手术以创伤小、切口小、并发症少、术后恢复快等优势广泛应用于纵隔肿瘤的诊断及治疗。蒋彬等^[12]对机器人与胸腔镜手术治疗前纵隔肿物的近期疗效进行了对比，结果发现两组患者在手术时间、中转开胸率、术后引流量、术后胸引天数、术后住院日、并发症发生率上无明显差别，与胸腔镜手术相比，机器人辅助前纵隔肿物切除术出血更少，在大血管周围和深部狭小空间内操作有一定优势，对直径较大或有明显外侵需联合大血管切除的前纵隔肿瘤更为适用。杨煜等^[13]的回顾性研究发现，达芬奇机器人手术系统行纵隔肿瘤切除术安全可行，相比于常规胸腔镜手术，机器人手术缩短了手术时间、减少了术后住院时间。以上两位学者均证实了达芬奇机器人手术系统在纵隔肿瘤切除中的安全性和可行性，但手术时间有差异，这可能与术者的学习曲线、手术量及熟练程度有关，相信随着达芬奇机器人系统的逐渐普及，在保证手术安全顺利的前提下手术时间会进一步缩短。CHEN K 等^[14]回顾性分析了 2015 年 6 月 -2019 年 4 月行 RATS 切除纵隔肿物的 84 例患者的数据，根据病变的位置和手术切除的范围确定手术方法和选择外侧卧位、半卧位、垂头仰卧位 (Trendelenburg) 等体位。对于不同的 RATS 手术方法对于纵隔肿块切除术

是安全可行的。Leow O Q Y^[15]等在 2018 年 1 月 -2019 年 1 月共进行了 20 例经剑突下机器人前纵隔肿物切除术，结果显示 RATS 比 VATS 具有明显优势，且安全、可行。目前达芬奇机器人手术量逐年增加，但仍未像胸腔镜手术那么成熟，暂无统一的规范，达芬奇机器人手术系统在纵隔肿瘤切除中更好地发挥了其优势，但仍需在切口、体位的选择等方面进一步探索。

3 机器人手术在食管癌治疗中的应用

食管癌是我国高发的消化道恶性肿瘤，其 5 年生存率不足 30%^[16]。食管癌因早期无明显症状，大多数被确诊时已处于中晚期。我国在食管癌高发区实行早期筛查后，其诊治取得了较好的成效。目前，根治性手术治疗仍是治疗食管癌最核心的方式。因食管癌的解剖位置特殊，传统的开胸手术操作难度大、创伤大、术后并发症较多。1991 年，Collard J M^[17]成功开展了首例胸腔镜下食管癌切除术，拉开了食管癌微创治疗的帷幕。经过数十年的探索及实践，已证实微创食管癌手术具有创伤小、术后恢复快、术后并发症少、淋巴结清扫更广泛及长期生存结果更好等优势，但微创食管癌手术学习曲线较长，而开放手术比较成熟，所以国内腔镜食管癌手术仍未完全普及。

达芬奇机器人的出现为微创食管癌手术带来了新的挑战。微创食管癌手术主要的两种术式为：① Ivor-Lewis 术式为右胸 + 上腹部两切口，在右胸内吻合；② McKeown 手术则为右胸 + 上腹部 + 颈部三切口，在颈部吻合。McKeown 术式具有淋巴结清扫广泛、彻底的优势，而 Ivor-Lewis 术式在食管中段及下段的食管癌治疗中具有一定的优势^[18-19]。李刚等^[20]收集的 14 篇纳入 1 160 例患者的研究发现，通过 Meta 分析比较达

芬奇机器人食管癌切除术与腔镜食管癌切除术在手术时间、淋巴结清扫数目、术中出血量、术后并发症等方面的差异,结果发现达芬奇机器人食管癌切除术与腔镜食管癌切除术在手术时间及出血量等方面的差异无统计学意义。同时,达芬奇机器人食管癌切除术可清扫更多的淋巴结,尤其是左侧喉返神经旁淋巴结,同时可减少清扫左侧喉返神经旁淋巴结时对左喉返神经造成的损伤,从而降低术后声音嘶哑的发生率。段晓峰等^[21]回顾性分析了121例行达芬奇机器人McKeown食管癌切除术患者的资料,发现术后并发症、围手术期死亡率均较低,并且淋巴结清扫彻底,尤其是在喉返神经旁淋巴结清扫方面,其术式安全可行。XU Y等^[22]研究分析了机器人辅助与胸腹腔镜McKeown食管切除术治疗食管癌的远期效果,发现与腔镜食管癌切除术相比,机器人食管癌切除术可能是治疗食管癌的另一有效方法,其淋巴结清扫数目更多,而长期生存结果相似。

4 未来展望

当今科技发展迅速,随着人工智能、5G技术的发展,达芬奇机器人手术系统应时而生。正如现在的腔镜技术逐步替代传统的开胸手术一样,达芬奇机器人手术最终也将慢慢成为外科领域中的常规手术。回顾目前的研究可以发现,达芬奇机器人手术与腔镜手术的治疗效果差异不大,特别是在早期恶性肿瘤的治疗方面,达芬奇机器人并未体现出明显的优势。笔者认为,达芬奇机器人清晰的3D视野、灵活的机械臂、精准的操作等优势,在进行血管、气管及食管的游离或吻合、更广泛淋巴结的清扫和狭小空间中的操作中更加有利。因此,应用达芬奇机器人手术系统进行气管袖式吻合、胸上段食管癌切除等恶性肿瘤的治疗,更能体现出其优势。

达芬奇机器人手术系统的镜头及手术器械均由术者一人控制,能够确保术中随时达到术者所需的角度、视野,降低了对助手的要求,缩短了助手与术者的磨合时间。同时,术者由传统手术的站立手术,改为术者无需洗手上手术台,而是坐在机器人操控台旁完成手术,这大大降低了术者的工作强度,也延长了专家教授们的职业寿命。但所有的新技术都有其学习曲线,达芬奇机器人手术的治疗费用昂贵、触觉反馈缺乏、设备体积大且笨重、机器的核心技术及维护严重依赖国外等,均制约着达芬奇机器人在临床中的应用。相信随着我国科技创新的不断强大,我国自主研发的、更灵巧、更智能的手术机器人将在不久的将来投入临床实践,为更多患者带来福音。

参考文献

- [1] Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 years of robotic surgery[J]. *World Journal of Surgery*, 2016, 40(10): 2550-2557.
- [2] 王刚,潘华峰,刘江,等.达芬奇 Xi 系统在完全机器人根治性远端胃大部切除术中的应用[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2020, 58(5): 51-55.
- [3] 张琥,曾昭宇,程弓,等.达芬奇手术机器人从引进到使用过程中的科学管理[J]. *北京生物医学工程*, 2021, 40(1): 101-104.
- [4] LI J T, LIU P Y, HUANG J, et al. Perioperative outcomes of radical lobectomies using robotic-assisted thoracoscopic technique vs. video-assisted thoracoscopic technique: retrospective study of 1, 075 consecutive p-stage I non-small cell lung cancer cases[J]. *Journal of Thoracic Disease*, 2019, 11(3): 882-891.
- [5] Siegel R L, Miller K D, Jemal A. Cancer statistics, 2020[J]. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 2020, 70(1): 7-30.
- [6] Terra R M, Bibas B J, Haddad R, et al. Robotic thoracic surgery for non-small cell lung cancer: initial experience in Brazil[J]. *J Bras Pneumol*, 2019, 46(1): e20190003.

- [7] ZHOU Q, HUANG J, PAN F, et al. Operative outcomes and long-term survival of robotic-assisted segmentectomy for stage IA lung cancer compared with video-assisted thoracoscopic segmentectomy[J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2020, 9(2): 306–315.
- [8] CHENG X H, LI C W, HUANG J, et al. Three-arm robot-assisted thoracoscopic surgery for locally advanced N2 non-small cell lung cancer[J]. *Journal of Thoracic Disease*, 2018, 10(12): 7009–7013.
- [9] LIU X, XU S, LIU B, et al. Survival analysis of stage I non-small cell lung cancer patients treated with Da Vinci robot-assisted thoracic surgery[J]. *Chinese Journal of Lung Cancer*, 2018, 21(11): 849–856.
- [10] YANG S, GUO W, CHEN X, et al. Early outcomes of robotic versus uniportal video-assisted thoracic surgery for lung cancer: a propensity score-matched study [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(2): 348–352.
- [11] 林杰. 基于倾向性评分匹配法的机器人与胸腔镜辅助肺叶切除术对早期非小细胞肺癌的近期和远期疗效比较 [D]. 大连医科大学, 2019.
- [12] 蒋彬, 康珀铭, 陶绍霖, 等. 机器人与胸腔镜手术治疗前纵隔肿物的近期疗效对比 [J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(16): 1578–1582.
- [13] 杨煜, 章雪飞, 茅腾, 等. 达芬奇机器人辅助纵隔肿瘤切除术 339 例近期疗效分析: 一项单中心回顾性病例对照研究 [J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2020, 36(11): 660–663.
- [14] CHEN K, ZHANG X, JIN R, et al. Robot-assisted thoracoscopic surgery for mediastinal masses: a single-institution experience[J]. *J Thorac Dis*, 2020, 12(2): 105–113.
- [15] Leow O Q Y, Cheng C, Chao Y K. Trans-subxiphoid robotic surgery for anterior mediastinal disease: an initial case series[J]. *J Thorac Dis*, 2020, 12(2): 82–88.
- [16] Malhotra G K, Yanala U, Ravipati A, et al. Global trends in esophageal cancer[J]. *J Surg Oncol*, 2017, 115(5): 564–579.
- [17] Collard J M. Role of videoassisted surgery in the treatment of oesophageal cancer[J]. *Ann Chir Gynaecol*, 1995, 84(2): 209–214.
- [18] Kernstine K H, DeArmond D T, Karimi M, et al. The robotic, 2-stage, 3-field esophagolymphadenectomy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, 127(6): 1847–1849.
- [19] de la Fuente S G, Weber J, Hoffe S E, et al. Initial experience from a large referral center with robotic-assisted Ivor Lewis esophagogastrectomy for oncologic purposes[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(9): 3339–3347.
- [20] 李刚, 沈旭, 阿来古哈, 等. 达芬奇机器人辅助食管癌切除术与胸腹腔镜联合食管癌切除术临床效果比较的系统评价与 Meta 分析 [J/OL]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2021. DOI: 10.7507/1007-4848.202009098.
- [21] 段晓峰, 岳杰, 陈传贵, 等. 机器人辅助 McKeown 食管癌切除术近期疗效分析 [J]. *机器人外科学杂志 (中英文)*, 2020, 1(5): 355–363.
- [22] XU Y, LI X K, CONG Z Z, et al. Long-term outcomes of robotic-assisted versus thoraco-laparoscopic McKeown esophagectomy for esophageal cancer: a propensity score-matched study [J]. *Dis Esophagus*, 2020. DOI: 10.1093/dote/daaa114.

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎指导