

编者按 日间手术 (Day surgery) 又称非住院手术 (Ambulatory surgery), 在欧美发达国家开展已有十几年历史。其优点是能减少患者住院时间, 缩短患者手术等待时间, 减轻经济负担。近年来, 日间手术已成为我国落实医药卫生体制改革的重点工作, 是实行分级诊疗、急慢分治的重要抓手, 也是三级公立医院绩效考核的重要内容。随着相关理论和技术的不断发展, 日间手术在多方面取得了突破性进展, 其中机器人辅助手术的技术突破令诸多复杂外科手术的开展效率得到了飞跃性提升。近年来, 日间手术在国内引起了越来越广泛的关注, 但在胸外科领域的应用仍处于起步阶段。

本刊联合湘雅医院胸外科策划了本期“胸外科机器人日间手术专栏”, 从机器人胸外科日间手术的现状与展望, 手术体系的构建, 手术的麻醉、手术要点及护理等多个方面进行阐述, 为国内更多的医疗机构开展机器人胸外科日间手术提供参考, 同时欢迎广大同仁不吝赐教, 积极交流!

机器人胸外科日间手术的现状与展望

李曦哲, 高 阳, 程远大, 周燕武, 曾 俊, 张春芳

(中南大学湘雅医院胸外科 湖南 长沙 410008)

摘 要 术后加速康复理念的推广与普及令日间手术的实践成为目前外科诊疗模式发展的重要议题, 而胸外科手术的诸多特点使胸外科日间手术的推广面临诸多障碍。外科诊疗技术在近二十年的发展突飞猛进, 其中机器人辅助手术的技术突破使诸多复杂外科手术的开展效率得到了飞跃性提升。因此, 这一技术在胸外科日间手术的应用或将成为胸外科日间手术发展的新里程碑。本文结合已有研究成果, 梳理总结了胸外科日间手术与机器人辅助手术的发展历程, 并对两者未来的结合运用前景进行了展望。

关键词 胸外科; 手术机器人; 日间手术; 快速康复外科

中图分类号 R655 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2022) 02-0079-06

收稿日期: 2021-07-12 录用日期: 2021-11-01

Received Date: 2021-07-12 Accepted Date: 2021-11-01

基金项目: 国家自然科学基金 (82172655)

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China (82172655)

通讯作者: 张春芳, Email: zhcf3801@csu.edu.cn

Corresponding Author: ZHANG Chunfang, Email: zhcf3801@csu.edu.cn

引用格式: 李曦哲, 高阳, 程远大, 等. 机器人胸外科日间手术的现状与展望 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2022, 3 (2): 79-84.

Citation: LI X Z, GAO Y, CHENG Y D, et al. Current status and prospect of robot-assisted thoracic day surgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2022, 3 (2): 79-84.

Current status and prospect of robot-assisted thoracic day surgery

LI Xizhe, GAO Yang, CHENG Yuanda, ZHOU Yanwu, ZENG Jun, ZHANG Chunfang

(Department of Thoracic Surgery, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China)

Abstract With the development of enhanced recovery after surgery, the application of day surgery becomes a hot topic in surgery research. However, the practice of thoracic day surgery is difficult for its specificity. Surgical technology advanced rapidly in the past decades, the breakthrough of robot-assisted surgery made the complicated surgeries more effective. Thus, the application of this technique would accelerate the development of thoracic day surgery. In this review, the history of thoracic day surgery and robot-assisted thoracic surgery was discussed. Additionally, the future of robot-assisted thoracic day surgery was prospected.

Key words Thoracic surgery; Surgical robot; Day surgery; Enhanced recovery after surgery

随着人们对医疗服务质量需求的不断提升及外科诊疗技术的不断进步,快速康复外科(Enhanced recovery after surgery, ERAS)逐渐成为外科诊疗新的进步方向。在此基础上,日间手术(Day surgery)的概念逐渐兴起。日间手术模式于1909年由苏格兰学者 Nicoll 最先提出^[1]。1962年,美国洛杉矶加州大学建立了第一家日间手术中心。20世纪80年代,由于快速麻醉和外科微创技术的进步,日间手术模式被各位学者广泛接受并迅速发展。1995年,国际日间手术学会(International Association for Ambulatory Surgery, IAAS)在比利时注册。日间手术一般定义为患者在24h内完成入院、手术及出院的外科诊疗模式。在ERAS模式的基础上,日间手术可以进一步优化医疗资源配置、缩短手术前等待时间、控制患者住院时间、降低院感风险。

然而,相较于其他外科手术,大部分胸外科手术的创伤大,手术时间长,且手术部位多为重要的循环器官,这导致传统胸外科手术患者术后恢复缓慢,难以进行日间手术实践。随着机器人辅助胸腔镜手术的应用,胸外科手术

的精准性与手术效率有了质的飞跃。这一技术手段为胸外科日间手术的实践带来了新的契机。应用机器人辅助胸腔镜进行手术的患者术中胸腔内创伤更小,手术时间更短,术后恢复更快,更有机会达到日间手术的出院标准。因此,机器人辅助胸腔镜手术有潜力首先成为胸外科日间手术的主力手术方式。本文将结合胸外科日间手术与机器人胸腔镜手术在国内外的历史,总结相关领域的已有研究,并对未来胸外科日间手术的发展方向进行展望。

1 胸外科日间手术的发展现状

成熟规范的ERAS管理是胸外科日间手术开展的基础。在ERAS概念提出的早期,其应用范围多局限在泌尿外科、普外科等科室的一级或二级手术中。在开放手术时代,胸外科手术由于切口大、手术时间长,患者术后的康复速度受到严重制约。在切割缝合器与胸腔镜的应用逐渐推广后,胸外科手术的时间大大缩短,手术切口显著变小,这使胸外科的ERAS管理成

为可能^[2]。从 21 世纪初开始，胸外科手术患者的围手术期管理方法得到了普遍革新^[3]。在多学科专家的协作努力下，多篇可应用于胸外科的 ERAS 相关专家共识得以推出，极大地推动并规范了胸外科 ERAS 体系的建设与发展^[4-6]。

随着 ERAS 相关标准在胸外科的应用不断成熟，日间手术的开展成为可能。外国研究者针对这一命题在 20 世纪末就进行了相关研究。Tovar E A 等^[7]的团队在 1998 年就发表了日间手术应用于肺叶切除的研究，并证实了日间手术应用于胸外科的可行性。数年后，英国研究者针对 98 例胸外科日间手术的研究结果进一步确认了日间手术在胸外科应用的安全性及有效性^[8]。经过众多后续研究的不断探索，胸外科日间手术已经被证实具有与传统外科等效的治疗效果，并且患者术后满意度更高。

目前，国内针对胸外科日间手术的相关探索大多仍停留在良性疾病的外科治疗。在治疗手汗症的病例对照研究中，日间手术组的住院费用显著低于传统胸腔镜手术组，且手术效果与胸腔镜手术组相当^[9]。这一研究结果初步明确了日间手术在胸外科领域的广阔应用前景。随后，赵伟军等^[10]比较了日间手术与传统胸腔镜手术在治疗良性纵隔神经源肿瘤时的相关数据发现，日间手术组的麻醉准备时间、麻醉复苏时间、术后引流量、住院时间及咽喉不适比例均优于传统胸腔镜手术组，而两组的手术时间、术中出血量及术中血氧饱和度无显著差异。这提示了日间手术在胸外科复杂肿瘤疾病中的潜在应用前景。同时，日间手术在治疗原发性自发性气胸及肺结节的安全性也得到了证实^[11-12]。因此，利用日间手术模式进行肺部恶性肿瘤治疗的相关研究也已成为学界关注的热点^[13]。虽

然日间手术在胸外科疾病治疗中的应用不断拓展，但传统胸腔镜手术操作精细程度不足导致手术时间无法进一步缩减，这制约了日间手术在胸外科的拓展应用。

2 胸外科机器人手术的发展现状

微创外科是近二十年外科技术发展的主流课题。目前，电视胸腔镜的广泛应用已极大地缩小了胸外科手术的切口，并缩短了患者术后恢复时间。但传统胸腔镜手术现在也面临着发展瓶颈，其二维景深、狭小视野，以及手术器械缺乏灵活性等特点令胸腔镜手术在处理复杂胸外科手术情况时往往力不从心，而近年来手术机器人应用的逐步推广使胸外科的发展有了新的突破。

20 世纪 80 年代末，美国进行了机器人辅助外科手术操作的初步探索，但在最初的十几年间，机器人手术的临床应用并不广泛。无论是温哥华开发的 Arthrobot 系统，还是 ROBODOC 系统，其应用范围都十分受限，只能有针对性地进行某一类专科手术，无法在临床应用中大范围推广^[14]。直到 20 世纪 90 年代末，达芬奇机器人手术系统与 ZEUS 机器人系统的出现，泛用手术机器人的发展才驶入快车道。在吸收了 ZEUS 系统的技术后，达芬奇手术机器人系统于 2000 年获得了 FDA 批准，开始在普外科、心外科等学科进行广泛临床应用^[15]。

相较于传统胸腔镜手术，达芬奇机器人手术系统在视野和操作上具有显著优势。在视野方面，达芬奇机器人手术系统应用光学放大 10 倍的高清三维立体视野，主刀医生在判断组织距离及相对位置关系时较传统电视胸腔镜具有明显优势^[16]。操作方面，达芬奇机器人手术系统可通过智能识别有效消除人手的自然震颤，

提高患者端稳定性。同时,患者端操作器械应用的多关节 ENDO WRIST 仿真手腕器械系统提供多达 7 个自由度的灵活操作,可极大程度地提高操作的灵活性与准确度。同时,主刀医生操作时视野与器械伸展方向一致,符合自然手眼协调逻辑,更有助于操作的舒适与准确^[17]。结合以上特点,达芬奇机器人手术系统将给患者带来更加精准的外科手术操作,并减少不必要的组织创伤,最终加快患者术后康复。除此之外,达芬奇机器人手术系统的应用也使外科手术的远程操作成为可能。

达芬奇机器人手术系统进入市场不久后便开始了胸外科手术方向的应用。Melfi F M 等^[18]于 2002 年首先报道了机器人辅助肺叶切除术,初步证明了达芬奇机器人手术系统应用于胸外科手术的安全性与有效性。随后,达芬奇机器人手术系统的应用在美国胸外科全面铺开。数据显示,美国机器人肺叶切除术在所有肺叶切除手术中的占比在 2013 年达到 11%。从 2011—2015 年,全球开展机器人肺叶切除手术的医院数量增长 90%,机器人手术量增长 185%^[19]。

目前,应用达芬奇机器人手术系统进行的胸外科手术类型与传统胸腔镜手术的差异已越来越小,但针对肺结节与肺癌的应用仍以 I 期及 II 期的早期肺癌为主。同时,达芬奇机器人手术系统也在探索相对复杂的胸外科手术。Park B J 等^[20]的研究结果证实,针对局部晚期的非小细胞肺癌患者,机器人手术可以达到与传统腔镜手术相当的远期疗效,并且某些方面更有优势。这初步验证了达芬奇机器人手术系统在局部晚期非小细胞肺癌患者手术应用中的安全性与有效性。Cerfolio R J 等^[21]甚至在肿瘤直径 9.4cm 的肺部肿瘤患者中应用了达芬奇机器人辅助手术。虽然机器人手术系统在肺外科领域的应用范围不断扩大,但仍需要大样本多

中心的前瞻性研究进一步明确其相较于传统胸腔镜手术的优势。

同时,机器人辅助食管癌根治术的应用也在逐步走向成熟。食管癌根治术手术部位多,手术时间长,而影响食管癌术后生存的主要因素为淋巴结复发。因此,淋巴结清扫对食管癌手术十分重要。而机器人手术系统更加精细的操作为食管癌手术的淋巴结清扫带来了便利。在 21 世纪的最初几年,Horgan S 等^[22]和 Kernstine K H 等^[23]的研究初步证明了达芬奇机器人食管癌根治术的安全性与有效性。但由于食管癌手术步骤复杂,机器人食管癌手术的体位、入路等手术细节也在不断修正与改进。

在针对纵隔肿瘤的手术治疗中,机器人手术系统同样具备优势。机器人操作臂的关节较传统腔镜器械的灵活性大幅提升,而放大的视野也可以更好地分辨组织结构,这对于重要大血管与神经密布的纵隔空间(尤其是上纵隔区域)的相关手术尤为重要。2001 年,日本学者首先在胸腺瘤切除术中应用了达芬奇机器人系统^[24]。之后的多项研究证实,应用达芬奇机器人施行纵隔肿瘤切除术具有良好的安全性,且手术效果与传统腔镜手术相当^[25-26]。

达芬奇机器人手术系统在国内的起步较晚。2006 年底,解放军总医院引进了我国第一台达芬奇机器人手术系统,并于次年 1 月完成了国内首例机器人胸外科手术^[27]。2009 年,上海市胸科医院罗清泉团队完成了我国首例机器人胸外科手术。此后,达芬奇机器人在我国胸外科临床实践中的应用迅猛发展。目前,虽然我国达芬奇机器人手术系统的绝对装机量仍然不多,但单机使用频率已经处于领先水平,且积累了丰富的诊疗经验^[28-29]。为了打破达芬奇机器人手术系统的业界垄断地位,国产手术机器人系统也在不断发展完善。CRAS、妙手 S、NSRS 等

机器人手术系统的不断进步，有望在未来给机器人手术带来更多选择^[30-31]。

3 机器人日间手术的初步探索与展望

鉴于机器人辅助手术在操作精细程度上的进步，可以预见其在加速康复及日间手术中的广阔应用前景。但目前日间手术与机器人辅助手术的普及程度均有待提高，机器人辅助日间手术的临床实践尚处于起步阶段。目前，日间手术及门诊手术进行机器人手术实践的类型主要为泌尿外科相关手术。Dobbs R W 等^[32]的研究提示，在接受机器人辅助根治性前列腺切除术（Robot-assisted radical prostatectomy, RARP）后，近 2/3 的患者对第 2d 即时出院心存疑虑，导致这一结果的主要原因包括术后疼痛、留置尿管导致的不适、术后置管护理指导不足及术后恶心、呕吐等。而后续的多中心研究认为日间 RARP 是可行的，影响出院延迟的主要因素是淋巴结清扫^[33]。

湘雅医院胸外科是国内率先进行胸外科机器人日间手术实践的中心之一。本科室结合湘雅医院成熟的日间手术病房体系及优秀的手术护理团队与麻醉团队，积极拓展胸外科机器人日间手术的应用范围，提高患者的胸外科诊疗体验。至今，本科室已累计完成机器人日间手术 21 台，其中肺叶、肺段切除术 18 台，纵隔肿瘤切除术 1 台，日间完成率达到 95%。在临床实践中，本团队认为术后切口疼痛及术后咳嗽是影响胸外科机器人日间手术患者按时出院的主要因素，这与国外团队的经验相符^[32-33]。同时，本团队认为淋巴结清扫也是影响胸外科的机器人日间手术实践的重要因素。因此，针对淋巴结清扫患者的相关准入指征是未来胸外科机器人日间手术相关共识探讨的重要议题。本团队认为，机器人辅助手术

相对传统腹腔镜手术具有显著优势，这一技术的推广应用有助于胸外科日间手术的拓展应用，而机器人辅助手术与日间手术的结合应用将为胸外科患者带来更好的医疗体验。

参考文献

- [1] Mariani A, Peycelon M, Clermidi P, et al. Safety assessment for thoracoscopic day case surgery in children with congenital pulmonary malformation[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2018, 28(9): 1129-1134.
- [2] 郑娥, 沈诚, 王维, 等. 加速康复外科在中国大陆各区域医院胸外科的应用现状分析 [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2018, 25(8): 681-686.
- [3] 车国卫. 肺癌加速康复外科体系的建立及优化 [J]. *中国肺癌杂志*, 2017, 20(12): 795-799.
- [4] 多学科围手术期气道管理中国专家共识专家组. 多学科围手术期气道管理中国专家共识 (2018 版) [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2018, 25(7): 545-549.
- [5] 田孝东, 杨尹默. 理念更新引领行为进步: 《加速康复外科中国专家共识及路径管理指南 (2018 版)》外科部分解读 [J]. *协和医学杂志*, 2018, 9(6): 485-489.
- [6] 王天龙, 黄宇光. 推动麻醉学向围手术期医学转变: 《加速康复外科中国专家共识及路径管理指南 (2018 版)》麻醉部分解读 [J]. *协和医学杂志*, 2018, 9(6): 481-484.
- [7] Tovar E A, Roethe R A, Weissig M D, et al. One-day admission for lung lobectomy: an incidental result of a clinical pathway[J]. *Ann Thorac Surg*, 1998, 65(3): 803-806.
- [8] Ghosh-Dastidar M B, Deshpande R P, Rajagopal K, et al. Day surgery unit thoracic surgery: the first UK experience[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 39(6): 1047-1050.
- [9] 曹守强, 董庆, 韩敬泉, 等. 日间手术治疗手汗症的病例对照研究 [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2016, 23(6): 537-541.
- [10] 赵伟军, 周成伟, 朱勇刚, 等. 日间手术模式下治疗良性纵膈神经源性肿瘤的效果研究 [J]. *现代实用医学*, 2019, 31(2): 218-220.

- [11] 蒋丽莎, 詹丽莉, 沈诚, 等. 日间手术模式下胸腔镜手术治疗肺结节的安全性分析 [J]. 华西医学, 2020, 35(2): 152-155.
- [12] 张翔宇, 韩敬泉, 刘成, 等. 原发性自发性气胸的日间手术 [J]. 中国微创外科杂志, 2016, 16(2): 144-146.
- [13] 董映显, 朱道君, 车国卫, 等. 肺癌日间手术操作流程与临床应用效果分析 [J]. 中国肺癌杂志, 2020, 23(2): 77-83.
- [14] Ghezzi L T, Corleta O. 30 Years of robotic surgery[J]. World J Surg, 2016, 40(10): 2550-2557.
- [15] Dervaderics J. The beginnings of robotic surgery-from the roots up to the da Vinci telemanipulator system[J]. Orv Hetil, 2007, 148(49): 2307-2313.
- [16] Byrn J C, Schluender S, Divino C M, et al. Three-dimensional imaging improves surgical performance for both novice and experienced operators using the da Vinci robot system[J]. Am J Surg, 2007, 193(4): 519-522.
- [17] 喻本桐, 唐建. 达芬奇机器人系统在胸外科手术中的应用 [J]. 中国医师杂志, 2017, 19(7): 961-965.
- [18] Melfi F M, Menconi G F, Mariani A M, et al. Early experience with robotic technology for thoracoscopic surgery[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2002, 21(5): 864-868.
- [19] Rajaram R, Mohanty S, Bentrem D J, et al. Nationwide assessment of robotic lobectomy for non-small cell lung cancer[J]. Ann Thorac Surg, 2017, 103(4): 1092-1100.
- [20] Park B J. A complete video-atlas of five robotic-assisted lobectomies[J]. Ann Cardiothorac Surg, 2012, 1(1): 100-101.
- [21] Cerfolio R J, Bryant A S, Skylizard L, et al. Initial consecutive experience of completely portal robotic pulmonary resection with 4 arms[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 142(4): 740-746.
- [22] Horgan S, Berger R A, Elli E F, et al. Robotic-assisted minimally invasive transhiatal esophagectomy[J]. Am Surg, 2003, 69(7): 624-626.
- [23] 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.
- [24] Yoshino I, Hashizume M, Shimada M, et al. Video-assisted thoracoscopic extirpation of a posterior mediastinal mass using the da Vinci computer enhanced surgical system[J]. Ann Thorac Surg, 2002, 74(4): 1235-1237.
- [25] 黄佳, 罗清泉, 赵晓菁, 等. 胸腺瘤切除术中机器人辅助胸腔镜技术的应用 [J]. 肿瘤, 2009, 29(8): 796-798.
- [26] Kajiwarra N, Kakihana M, Kawate N, et al. Appropriate set-up of the da Vinci surgical system in relation to the location of anterior and middle mediastinal tumors[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2011, 12(2): 112-116.
- [27] WANG G, GAO C. Robotic cardiac surgery: an anaesthetic challenge[J]. Postgrad Med J, 2014, 90(1066): 467-474.
- [28] 罗清泉, 王述民, 李鹤成, 等. 机器人辅助肺癌手术中国临床专家共识 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(10): 1119-1126.
- [29] 中国医师协会医学机器人医师分会胸外科专业委员会筹备组. 机器人辅助纵隔肿瘤手术中国专家共识 (2019 版) [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(2): 117-125.
- [30] 王亚明, 于新, 田增民, 等. 无框架立体定向机器人引导的颈椎弓根螺钉植入的实验研究 [J]. 中华脑科疾病与康复杂志 (电子版). 2011, 1(2): 107-114.
- [31] 李爱民, 李进华, 李建民, 等. 国产机器人妙手 S 系统远程手术实验研究 [J]. 腹部外科, 2016, 29(6): 473-477.
- [32] Dobbs R W, Nguyen T T, Shahait M, et al. Outpatient robot-assisted radical prostatectomy: are patients ready for same-day discharge?[J]. J Endourol, 2020, 34(4): 450-455.
- [33] Ploussard G, Dumonceau O, Thomas L, et al. Multi-institutional assessment of routine same day discharge surgery for robot-assisted radical prostatectomy[J]. J Urol, 2020, 204(5): 956-961.

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎指导