

达芬奇机器人辅助下巨大子宫切除的研究进展

田宇航^{1,2}, 朱晓明¹

(1. 解放军总医院海南医院妇产科 海南 三亚 572013; 2. 空军军医大学基础医学院学员队 陕西 西安 710032)

摘要 本文从达芬奇机器人的组成、工作原理及其应用等入手,并引用部分典型巨大子宫疾病病例,介绍了现阶段达芬奇机器人手术系统在切除巨大子宫手术方面的应用进展,梳理了机器人手术在该手术应用中的优势和不足,并对未来机器人手术的发展和广泛普及提出展望。

关键词 机器人手术系统; 微创手术; 巨大子宫; 子宫切除

中图分类号 R608 R713.4+2 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2021)02-0128-05

Advances in the study of Da Vinci robot-assisted surgery on resection of enlarged uterus

TIAN Yuhang^{1,2}, ZHU Xiaoming¹

(1. Department of Obstetrics and Gynecology, Hainan Hospital of PLA General Hospital, Sanya 572013, China;

2. Cadet Team, School of Basic Medical, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China)

Abstract To introduce the application progress of Da Vinci surgical system on resection of enlarged uterus. The components, working principle and its application in treating diseases caused by enlarged uterus are illustrated. Typical cases are cited to explain the superiority and shortcomings of Da Vinci surgical system. Finally, the applications of Da Vinci surgical system in the future are conceived.

Key words Robotic surgical system; Minimally invasive surgery; Enlarged uterus; Hysterectomy

收稿日期: 2020-11-09 录用日期: 2021-01-16

Received Date: 2020-11-09 Accepted Date: 2021-01-16

基金项目: 唐都医院创新基金(2018LCYJ015)

Foundation Item: Innovation Fund of Tangdu Hospital(2018LCYJ015)

通讯作者: 朱晓明, Email: rao_yu_zxm@163.com

Corresponding Author: ZHU Xiaoming, Email: rao_yu_zxm@163.com

引用格式: 田宇航, 朱晓明. 达芬奇机器人辅助下巨大子宫切除的研究进展[J]. 机器人外科学杂志, 2021, 2(2): 128-132.

Citation: TIAN Y H, ZHU X M. Advances in the study of Da Vinci robot-assisted surgery on resection of enlarged uterus[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2021,2(2):128-132.

科学技术作为第一生产力，在医疗领域中推动着各种医疗技术和设备的更新换代。以子宫切除手术操作为例，先后经历了开腹手术、腹腔镜手术、机器人手术。随着科技创新，从整体到局部，在设备更新、无菌环境、适应证、并发症发生率等方面的改善，达芬奇机器人手术系统展现出其独特的优势和广阔的发展空间。本综述即以妇科应用——巨大子宫切除为例，介绍达芬奇机器人手术系统在巨大子宫疾病中应用的进展情况。

1 达芬奇机器人手术系统

1.1 发展历程

作为现如今全球最被广泛接受和应用的手术机器人，达芬奇机器人手术系统以麻省理工学院自主开发的以机器人为媒介的外科手术技术为基础，由美国 Intuitive Surgical (ISRG) 公司联合 Heartport 公司、麻省理工学院和 IBM 进一步开发和制造。达芬奇手术系统在 1999 年获得欧盟 CE (Conformite Europeenne) 的市场认证，并于 2000 年被美国食品药品监督管理局 (FDA) 正式批准投入使用，迅速应用于临床。它也被称为高级腹腔镜系统，最开始主要被应用于泌尿外科，随后逐渐发展至妇科和心胸外科等^[1]。

1.2 工作原理

1.2.1 医生控制平台

此模块由主刀医生操作，位于无菌区之外。它的主要功能是借助机器人的高智能内窥镜成像系统，使医生通过控制平台完成对手术视野内病灶的切除、治疗。此平台靠人力操纵的部分主要是两个主控制器和脚踏板，由主刀医生双手和脚协同控制机械臂器械和内窥镜完成手术操作。

1.2.2 床旁机械臂组

床旁机械臂组直接与患者接触，位于无菌区内。它的主要功能是为医生控制平台提供支撑和操作媒介。以第四代达芬奇机器人^[2]为例，一般情况下手术机械臂组包括一个镜头臂和三个器械臂，后者口径多只有 8mm 左右。此模块需要同样位于无菌区的一名助手医生来协助主刀医生进行器械更换等工作，而且因其是距离患者最近的医务人员，当系统发生故障时，为了患者安危，助手医生对此手术系统拥有比主刀医生更优先的控制权。

1.2.3 视频成像系统

此系统是整个达芬奇机器人手术系统的核心部分，也是必不可少的环节，它主要服务于医生控制台内的内窥镜成像过程。与以往的腔镜系统二维成像不同，它给主刀医生提供的是高分辨率三维成像，目前放大倍数可达到 10~15 倍，使得主刀医生可以更精确地把握手术过程，从而减少并发症。同时也可外接二维成像系统为助手医生提供帮助，二维成像系统一般位于可移动手术车上，被称为成像车，位于无菌区外^[3]。

1.3 临床应用

达芬奇机器人手术系统最开始应用于泌尿外科，进行一些泌尿系器官腺体和肿瘤的切除手术。自诞生 20 多年以来，其逐渐应用于心胸外科和妇科，可以说病灶位于颈、胸、腹部的几乎所有手术都可以通过达芬奇机器人来完成。通过随机大量的临床数据统计证明，达芬奇机器人在手术疗效和预后、创伤出血、并发症发生率、人力和物力使用等方面都具有明显优势^[4-5]。

2 巨大子宫疾病

2.1 巨大子宫

关于判断巨大子宫的临床标准，医学上并无规范化和统一的定义。近些年来，临床学术研究者以孕周子宫大小作为衡量标准，通常将孕 12~16 周子宫（子宫底到达或小于耻骨联合上 3 横指处）称为大子宫，将孕周超过 16 周子宫（子宫底到达或低于脐耻中点）称为超大子宫^[6-7]，而继发巨大子宫体征的疾病就是巨大子宫疾病。

可以造成巨大子宫的疾病有许多种，子宫肿瘤占据了其中的绝大多数，主要包括子宫肌瘤、子宫内膜癌、子宫肉瘤等。子宫肌瘤是女性生殖系统最常见的良性肿瘤^[8]，在肌壁间、浆膜下和黏膜下生发、生长，其一旦发生，经常为多个，各种类型的子宫肌瘤可发生在同一子宫。子宫内膜癌以原发于子宫内膜腺体的腺癌最为常见，是一组上皮性质的恶性肿瘤，它通常发生于子宫内膜。子宫肉瘤一般包括平滑肌肉瘤、内膜间质肉瘤和腺肉瘤，它们比较少见，但恶性程度高。除上述各种子宫肿瘤外，子宫腺肌病同样也可造成巨大子宫，其少数病灶可呈局限性生长，并最终形成子宫腺肌瘤^[7]。

2.2 常规腹腔镜巨大子宫切除手术一般过程

对于常规腹腔镜巨大子宫切除手术操作，一般先进行术前评估。各项结果指标指示可以进行手术后，患者进行气管插管和全身麻醉，完成后将体位摆为膀胱截石位，助手医生消毒铺单。准备工作完成后，主刀医生和助手医生协同制造人工气腹，在脐上 2~3 横指处穿刺置入镜头臂，其左侧每隔 4~5 横指穿刺两个操作孔，其右侧同样每隔 4~5 横指穿刺助手孔位。助手孔可以是一个或两个，由主刀医生根据具体病

情需要决定。在穿孔完成后，借助阴道拉钩置入合适大小的举宫杯^[9]。

正式开始手术后，要首先探查盆腹腔内部的情况，观察有无组织器官粘连。然后自右侧（可根据主刀医生习惯和经验决定左右侧先后顺序）输卵管伞端用超声刀电凝切断输卵管系膜至适当位置，随后切断、保留并固定卵巢固有韧带（如果患者已切除卵巢，则需结扎切断骨盆漏斗韧带）。用双极电刀电凝并切断子宫阔韧带和子宫圆韧带。同理，采用类似方法处理另一侧输卵管系膜、卵巢固有韧带（骨盆漏斗韧带）、子宫阔韧带和子宫圆韧带。用超声刀分离并打开腹膜的膀胱反折处；分离子宫旁的疏松结缔组织，并用双极电刀电凝切断子宫双侧动静脉；随后再依次电凝并切断子宫双侧主韧带和骶韧带。沿阴道穹窿，在举宫杯协助下用超声刀切开阴道壁，沿阴道暴露子宫颈，用组织钳钳夹子宫颈并将游离的子宫牵出阴道。对于巨大子宫，需要在阴道外通过手术刀切割逐步将子宫解离，到合适大小后经阴道牵出子宫的病理标本^[10-11]。某些特殊的巨大子宫标本在牵出时还有可能造成阴道壁损伤，必要时可以在耻骨联合上方做横切口辅助取出标本^[12]。最后依次缝合残端和切口，检查有无出血等各项问题后，进行后续处理。

3 机器人手术系统在巨大子宫疾病手术操作中的优劣

3.1 优势

3.1.1 三维视觉影像

与传统腹腔镜二维成像效果不同，三维内窥镜成像可以使主刀医生更精确地把握手术切除过程、控制手术节奏，有利于深部或复杂位置的解剖。随着设备的更新换代，机器人越来越

注重手眼协调功能，即手部动作、机械臂操作和视觉反馈相同步。

3.1.2 灵活机械臂组

机器人机械臂拥有 7 个自由度，比人手腕的 5 个自由度更加灵活，可 540° 旋转操作，且本身体积较小，这就使得机械臂在有限空间内比传统手术的操作空间更大。

3.1.3 降低并发症

在表面切口创伤上，机器人与腹腔镜开口数量基本相同，优势不明显，但机器人机械臂具有先进的震颤滤过系统装置，在体内可有效缩减主刀医生手部震动，减少因人为因素发生意外的风险^[13]。

3.1.4 减少人力和物力成本

相较于高昂的资金成本，机器人手术缩减了人力和物力的规模。通常情况下，完成一台手术只需要主刀医生、助手医生和护士，最多 3 人。而传统腹腔镜切除巨大子宫手术通常需要主刀医生、助手医生 2~3 人、麻醉师和器械护士，至少 5~6 人。除此之外，主刀医生可全程坐位完成手术，有效避免了因手术时间长造成体力不支而替换医生的情况。无菌区内只有一名助手医生，同样也减少了手术衣和手套等无菌物品的耗费。从另一方面来讲，其创伤预后效果较好、术后恢复速度快、手术风险极大降低等优势可一定程度弥补其高昂的经济成本。

3.2 局限性

3.2.1 资金成本昂贵

因机器人手术可以更有效地缩短手术时间，减少术中和术后创伤，对复杂解剖位置手术更有利，手术费用比常规的微创手术多 2~3 万。医院一台机器人的购买成本也在 200 万英镑，约合人民币 2 000 万，如此高昂的价格决定了它无法惠及所有人。

3.2.2 维修保养困难

达芬奇机器人作为全球高智能手术系统，核心技术仍然掌握在 ISRG 公司，如果出现故障，有能力维修保养的工程师很有限，使得其维修保养费用同样高昂。以上两点是有条件开展机器人手术的医院不选择机器人方式的最重要原因。因无法负担起日常维护费用而改变手术相关政策，有些医院甚至出现买而不用情况。

3.2.3 系统力学缺陷

作为世界领先的医疗电子机械产品，达芬奇机器人尽管具有三维视觉影像和机械臂震颤滤过装置，但缺乏有效的力学反馈系统，在手术过程中依旧有损伤神经血管等结构的可能。根据临床报告，达芬奇机器人手术系统不良事件造成的后果主要有设备故障、组织器官损伤甚至死亡，而缺乏力学反馈就是造成不良事件的重要原因之一^[5, 14]。

3.2.4 缺乏系统培训

达芬奇手术机器人比传统手术操作更为精细，但操作难度也较大。为减少对患者的损伤和对设备的损坏，主刀医生必须经过系统培训，合格之后才可上台操作。由于经济成本高昂，并不是所有医院都有能力装备手术机器人，往往只有大型三级甲等医院才有可能具备条件。多数情况下，一家医院也只是一台，而手术操作和人员培训都要使用，权衡利弊之后往往会压缩培训时间而先实施手术。

4 前景展望

达芬奇机器人是在科技出现巨大进步的大环境下，人们追求高品质医疗和高质量生活出现的产物，在一定程度上将人类思想和行动整合起来。尽管目前来说，机器人手术已经具备传统腹腔镜手术不可比拟的优势，但其还是有许

多可以开发和发展的空间。

今后的更新一代机器人可以从目前的局限性入手,着力解决影响其广泛普及和治疗效果的因素。比如,通过研究增加机器人的力学反馈系统,可更有利于术者对整个操作过程力度的把控,减少术中损伤。还可以通过 AI 技术赋予机器人独立的思想,也可以称之为自动识别规避系统。人体和思维的承受能力是有限度的,会出现疲乏,疲劳手术有可能导致不良后果,这时机器人手术系统本身规避系统发挥作用,解除其与手术操作者原本的协调行动,避免不必要的损伤发生。现阶段的机器人手术还需要专门的孔位和额外的人力制动来控制镜头臂。同样,通过 AI 技术可以将体内镜头画面和术者头部甚至眼部动作相一致,结合三维成像,使术者手眼协调,达到真正的人机合一,这样的手术效果无疑是更好的^[15]。

诚然,达芬奇手术机器人的出现更好地帮助医生处理了手术操作中的疑难杂症,但它仅仅是作为工具,并不会取代主刀医生,两者一起为患者病情的好转和恢复出力。相信未来的机器人会更加智能化、微型化、协调化、大众化,在手术操作领域惠及更多人。

参考文献

- [1] 密田,高丽丽.达芬奇机器人在手术中的应用[J].世界最新医学信息文摘,2019,19(96):132,134.
- [2] 郭潇雅.第四代达芬奇机器人来了[J].中国医院院长,2020,(4):23.
- [3] 李军,房爱玲.达芬奇智能手术机器人的概况及临床应用[J].中国医疗器械信息,2019,25(16):32-33.
- [4] 饶兰,张培茗,柴岗,等.基于真实世界数据的达芬奇机器人手术系统安全性研究[J].中国医学物理学杂志,2020,37(3):326-331.
- [5] 黄宇.达芬奇机器人与传统腹腔镜手术治疗子宫内膜癌的临床疗效比较[J].实用医院临床杂志,2020,17(4):48-51.
- [6] 张海艳,范文生,王军童,等.机器人手术巨大子宫切除62例临床经验分析研究[J].华西医学,2020,35(2):187-191.
- [7] 孙继青.机器人手术系统在妇科肿瘤手术中应用价值分析[J].中国医疗器械信息,2017,23(17):114-115.
- [8] 张珺,杨菁.多发巨大子宫肌瘤3例报告与文献复习[J].中国性科学,2020,29(5):126-131.
- [9] 张海艳,王楠,范文生,等.机器人手术大子宫切除的临床对比研究[J].现代妇产科进展,2020,29(1):55-57,61.
- [10] Feuer G, Benigno B, Krige L, et al. Comparison of a novel surgical approach for radical hysterectomy: robotic assistance versus open surgery[J]. Journal of Robotic Surgery, 2009, 3(3): 179.
- [11] WANG H, LI P, LI X, et al. Total laparoscopic hysterectomy in patients with large uteri: Comparison of uterine removal by transvaginal and uterine morcellation approaches[J]. Biomed Res Int, 2016. DOI: 10.1155/2016/8784601.
- [12] Akazawa M, Lee S L, Liu W M. Impact of uterine weight on robotic hysterectomy: Analysis of 500 cases in a single institute[J]. International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery, 2019, 15(5): e2026.
- [13] 刘迎春,范文生,李立安,等.达芬奇机器人手术与腹腔镜手术在子宫内膜癌治疗中的应用比较[J].山东医药,2020,60(11):71-73.
- [14] Boggess J F, Gehrig P A, Cantrell L, et al. A case-control study of robot-assisted type III radical hysterectomy with pelvic lymph node dissection compared with open radical hysterectomy[J]. American Journal of Obstetrics & Gynecology, 2008, 199(4): 357.e1-7.
- [15] 安芳芳,荆朝侠,彭燕,等.达芬奇机器人的“前世、今生、来世”[J].中国医疗设备,2020,35(7):148-151,168.