

# 达芬奇机器人手术系统——原理、系统组成及应用

张伟 青岛大学附属医院医学工程科 (青岛 266003)

文章编号: 1006-6586(2015)03-0024-03 中图分类号: TP242.6 文献标识码: A

收稿日期:  
2014-08-22

作者简介:  
张伟, 高级工程师

**内容提要:** 达芬奇机器人手术系统是一种机器人手术平台, 外科医生通过控制患者床边的机器手臂实现对内窥镜等手术器械的远程控制, 达到通过使用微创的方法实施复杂外科手术的目的。达芬奇机器人手术系统主要有3个子系统组成-医生操控台、床旁机械臂手术系统和3D成像系统。自从1998年第一台系统问世以来, 目前已有390余台应用于世界各地。国外达芬奇机器人手术系统已在心胸外科、泌尿外科、妇科和腹部外科等领域逐渐普及, 国内也有数家医疗单位陆续引进, 我院也引进了一台达芬奇机器人手术系统。本文简要介绍这一代表当今手术机器人最高水平的系统原理、组成及应用。

**关键词:** 达芬奇机器人手术系统  
DOI:10.15971/j.cnki.cmdi.2015.03.005

## Da Vincin Rototic Surgical System—Principle, Composition and Application of System

ZHANG Wei The Affiliated Hospital of Qingdao University (Qingdao 266003)

**Abstract:** Da Vincin Rototic Surgical System is a kind of rotot operation platform, the surgeon to remotely control the endoscope operation devices by controlling the patients bedside machine arm, to implement complex surgical operation by using minimally invasive purpose. Da Vincin Rototic Surgical System is composed of 3 subsystems doctor console, bedside manipulator operation system and 3D imaging system. Since 1998 since the advent of the first system, there are more than 390 units used in the world. Foreign Da Vincin robot operation system has been gradually popularized in cardiothoracic surgery, Department of Urology, gynecology and abdominal surgery and other fields, the domestic several medical units in the introduction, our hospital has introduced a Da Vincin robot operation system. This paper briefly introduces the representative of today's highest level operation robot system principle, composition and application, and to our readers.

**Key words:** Da Vincin rototic surgical system

## 1. 原理

达芬奇机器人手术系统以美国麻省理工学院研发的机器人外科手术技术为基础, 经过逐步开发而成为当今最先进的微创外科治疗平台, 它使外科手术的精度超越了人手的极限, 对整个外科手术观念来说是一次革命性的飞跃。简单地说, 达芬奇机器人手术系统就是高级的腔镜系统。

## 2. 系统组成

达芬奇机器人手术系统由三个部分组成：

(1) 医生控制系统：主刀医生坐在控制台中，位于手术室无菌区之外，使用双手（通过操作两个主控制器）及脚（通过脚踏板）来控制器械和一个三维高清内窥镜。正如在立体目镜中看到的那样，手术器械尖端与外科医生的双手同步运动。系统要求在病人身体开多达五个小型的切口，用于插入两个手术机械手臂和一个摄像头。放置在病人床边的配套推车将手术器械移动到病人身边，病人床边会有外科手术助手在。与此同时，医生可以坐到房间的控制台来操作系统，外科医生的所见和感受与开放式手术是相同的。外科医生通过对主控装置（用于将外科医生的动作翻译并传递给机械手臂）进行操纵来进行手术。外科医生用手抓住显示屏下方的主控装置，手腕相对其眼睛自然地动作。外科医生对主控装置的动作被转换成在患者体内进行的精确的、实时的机器手臂动作。通过外科医生的手腕、手和手指的运动来控制主刀的机器手臂，这和典型的开放式手术是一样的。

(2) 床旁机械臂系统：床旁机械臂系统是外科手术机器人的操作部件，其主要功能是为器械

臂和摄像臂提供支撑。助手医生在无菌区内的床旁机械臂系统边上工作，负责更换器械和内窥镜，协助主刀医生完成手术。病人旁边的推车用于容纳两个机器人手臂和一个内窥镜手臂，它们用来复制外科医生的动作。腹腔镜手臂以手术部位作为支枢，不用依靠患者的体腔壁来做支撑，这样就将对组织和神经的损伤降到了最低程度。外科医生的助手们安装好合适的手术器械，在患者身上准备合适的切口，并监管腹腔镜机械手臂和正在使用的工具。为了确保患者安全，助手医生比主刀医生对于床旁机械臂系统的运动具有更高的优先控制权。

(3) 立体成像系统：成像系统内装有外科手术机器人的核心处理器以及图像处理设备，在手术过程中位于无菌区外，可由巡回护士操作，并可放置各类辅助手术设备。外科手术机器人的内窥镜为高分辨率三维镜头，对手术视野具有10倍以上的放大倍数，能为主刀医生带来患者体腔内三维立体高清影像，使主刀医生较普通腹腔镜手术更能把握操作距离，更能辨认解剖结构，提升了手术精确度。

## 3. 临床应用

达芬奇机器人手术系统对传统的腔镜手术均能高效、高质量的完成，用于治疗泌尿外科、肝胆胰腺科、胸外科、肛肠科、妇科等多科室的相应疾病，尤其是一些普通手术没法做的，风险难度较高的，具体病种如肝胆胰腺外科的肝胆结石、肝胆肿瘤、胰腺肿瘤；妇产科的子宫肿瘤、卵巢

肿瘤；心外科的冠心病、先心病；泌尿外科的前列腺癌、肾肿瘤、膀胱肿瘤等。表1列出了达芬奇机器人手术系统与传统手术、腔镜手术的比较，相信随着医学、生物工程技术的发展，该系统会越来越完善，必将成为造福人类健康的利器。

(下转第33页)

表 1. 达芬奇机器人手术系统与传统手术、腔镜手术的比较

	传统开放手术	腹腔镜手术	达芬奇机器人手术
眼手协调	自然的眼手协调	眼手协调降低，视觉范围和操作器械的手不在同一个方向	图像和控制手柄在同一个方向，符合自然的眼手协调
手术控制	术者直接控制手术野，但不精细，有时受限制	术者须和持镜的助手配合，才能看到自己想看的视野	术者自行调整镜头，直接看到想看的视野
成像技术	直视三维立体图像，但细微结构难以看清	二维平面图像，分辨率不够高，图像易失真	直视三维立体高清图像，放大10~15倍，比人眼更清晰

膜增厚的病例中（8例不规则增厚、5例广泛增厚）病理检查以脱膜残留为主，绒毛组织少见，内膜下血流信号增多不明显，仔细检测仍能检出低阻力的动脉频谱。提示流血延长和增多的原因之一可能为残留的脱膜组织影响了子宫的收缩和内膜修复。

## 参考文献

- [1] 李颖, 等. 中国人工流产现状及产后计划生育服务进展. 中国妇幼保健, 2005, (2):243-245
- [2] 黄丽英, 王家宝. 经阴道彩色多普勒血流成像及能量血管造影对不全流产的诊断价值. 临床超声医学杂志, 2010,12(7):496-497.
- [3] 韩超, 王冬梅, 韩喆. 彩色多普勒超声对不全流产的分型与诊断. 泰山医学院学报, 2010,31(4):603-605.
- [4] 孙小妹, 方亚平, 费名红. 彩色多普勒及多普勒能量图对于不全不流产的诊断价值. 中国现代医药杂志, 2011,13(5):38-39.
- [5] 冯建, 李泉水, 李征毅, 等. 超声显像对宫内残留物的诊断价值. 中国超声医学杂志, 2005,6(1):32-34.
- [6] 谢红宁. 妇产科超声诊断学. 北京: 人民卫生出版社, 2005:234.
- [7] 唐军. 妇科疾病的超声诊断. 北京: 中国医药科技出版社, 2006:95
- [8] 鲁红, 俞净. 妇科超声诊断与鉴别诊断. 北京: 人民军医出版社, 2012:179.
- [9] 林礼务, 等. 直肠、阴道腔内超声与阴囊多普勒超声诊断. 厦门: 厦门大学出版社, 2001:104.

(上接第 25 页)

	传统开放手术	腹腔镜手术	达芬奇机器人手术
灵活性和精准程度	用手指和手腕控制器械, 直观、灵活, 但有时达不到理想的精度	器械只有4个自由度, 不如人手灵活、精确	仿真手腕器械有7个自由度, 比人手更灵活、准确
器械控制	直观的同向控制	套管逆转器械的动作, 医生需反向操作器械	器械完全模仿术者的动作, 直观的同向控制
稳定性	人手存在自然的颤抖	套管通过器械放大了人手的震颤	控制器自动滤除震颤, 使得器械比人手稳定
创伤性	创伤较大, 术后恢复慢	微创, 术后恢复较快	微创, 术后恢复较快
安全性	常规的手术风险	常规的手术风险外, 存在一些机械故障的可能	常规的手术风险外, 死机等机械故障的几率大于腹腔镜手术系统
术者姿势	术者站立完成手术	术者站立完成手术	术者采取坐姿, 利于完成长时间、复杂的手术

## 参考文献

- [1] Ismail M, Swierzy M, Ulrich M, Ruckert JC (2013) [Application of the da Vinci robotic system in thoracic surgery]. Chirurg 84: 643-650.
- [2] Al Kadah B, Siemer S, Schick B (2014) [First experience in the thyroid and parathyroid surgery using the da Vinci(R) system]. Laryngorhinootologie 93: 25-29.
- [3] Liu G, Qiao Y, Ma L, Ni L, Zeng S, et al. (2013) Totally thoracoscopic surgery for the treatment of atrial septal defect without of the robotic Da Vinci surgical system. J Cardiothorac Surg 8: 119.
- [4] Shen ZJ, Wang XJ (2012) [Application of Da Vinci surgical system in surgery]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi 92: 505-506.
- [5] Hassan M, Kerdok A, Engel A, Gersch K, Smith JM (2012) Near infrared fluorescence imaging with ICG in TECAB surgery using the da Vinci Si surgical system in a canine model. J Card Surg 27: 158-162.
- [6] Kajiwara N, Kakihana M, Usuda J, Uchida O, Ohira T, et al. (2011) Training in robotic surgery using the da Vinci(R) surgical system for left pneumonectomy and lymph node dissection in an animal model. Ann Thorac Cardiovasc Surg 17: 446-453.
- [7] Sait KH (2011) Early experience with the da Vinci surgical system robot in gynecological surgery at King Abdulaziz University Hospital. Int J Womens Health 3: 219-226.
- [8] Kroh M, El-Hayek K, Rosenblatt S, Chand B, Escobar P, et al. (2011) First human surgery with a novel single-port robotic system: cholecystectomy using the da Vinci Single-Site platform. Surg Endosc 25: 3566-3573.
- [9] Simon C, El-Baba B, Albrecht T, Holsinger FC, Plinkert PK (2011) [Initial experience with transoral robotic surgery using the da Vinci(R) surgical system]. HNO 59: 261-265.
- [10] Yang MS, Yoon DH, Kim KN, Kim H, Yang JW, et al. (2011) Robot-assisted anterior lumbar interbody fusion in a Swine model in vivo test of the da vinci surgical-assisted spinal surgery system. Spine (Phila Pa 1976) 36: E139-143.