

## 达芬奇机器人辅助动脉导管未闭结扎术： 海南省首例报道（附视频）



扫码观看视频

苏云天<sup>1</sup>，艾力夏提·阿里甫<sup>1</sup>，王海凡<sup>1</sup>，孟小慧<sup>2</sup>，陈仁伟<sup>1</sup>

(1. 海南省妇女儿童医学中心心胸外科 海南 海口 570100; 2. 海南省妇女儿童医学中心超声科  
海南 海口 570100)

**摘要** 海南省妇女儿童医学中心于2023年2月收治1例动脉导管未闭患儿。本中心应用达芬奇机器人手术Xi系统完成动脉导管未闭结扎术，这是海南省首例机器人辅助动脉导管未闭结扎术，也是海南省首例机器人辅助先天性心脏病手术。机器人手术系统对接时间10 min，手术操作时间45 min，出血量1 ml，手术过程顺利，未见术后并发症发生。

**关键词** 动脉导管未闭结扎术；先天性心脏病；机器人辅助手术

**中图分类号** R726.1 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2024)02-0249-05

## Da Vinci robot-assisted patent ductus arteriosus ligation: the first case report in Hainan Province (with video)

SU Yuntian<sup>1</sup>, AILIXIATI Alifu<sup>1</sup>, WANG Haifan<sup>1</sup>, MENG Xiaohui<sup>2</sup>, CHEN Renwei<sup>1</sup>

(1. Department of Cardiothoracic Surgery, Hainan Women and Children's Medical Center, Haikou 570100, China;  
2. Department of Ultrasound, Hainan Women and Children's Medical Center, Haikou 570100, China)

**Abstract** In February 2023, a child diagnosed with patent ductus arteriosus was admitted to Hainan Women and Children's Medical Center. The patent ductus arteriosus ligation was completed using the Da Vinci Xi robotic surgical system, which was the first robot-assisted congenital heart surgery in Hainan province. The docking time of the robotic surgical system was 10 min, the operative time was 45 min, the blood loss was 1 ml. The operation was successful and no postoperative complications were observed.

**Key words** Ligation of Patent Ductus Arteriosus; Congenital Heart Disease; Robot-assisted Surgery

收稿日期: 2023-05-15 录用日期: 2023-06-23

Received Date: 2023-05-15 Accepted Date: 2023-06-23

基金项目: 海南省临床医学中心建设项目(QWYH202175); 海南省科技专项(ZDYF2022SHFZ121)

Foundation Item: Construction Project of Clinical Medical Center of Hainan Province (QWYH202175); Science and Technology Special Fund of Hainan Province (ZDYF2022SHFZ121)

通讯作者: 陈仁伟, Email: chenrenwei@sina.com

Corresponding Author: CHEN Renwei, Email: chenrenwei@sina.com

引用格式: 苏云天, 艾力夏提·阿里甫, 王海凡, 等. 达芬奇机器人辅助动脉导管未闭结扎术: 海南省首例报道(附视频)[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2024, 5(2): 249-253.

Citation: SU Y T, AILIXIATI A, WANG H F, et al. Da Vinci robot-assisted patent ductus arteriosus ligation: the first case report in Hainan Province (with video)[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(2): 249-253.

随着内镜技术的不断发展,胸腔镜微创手术技术已被广泛应用于小儿心胸外科等领域。因手术机器人具有视野立体、操作灵活等特点,相比传统腔镜手术,以达芬奇手术机器人 Xi 系统为代表的机器人在外科手术中体现出较大的优势。浙江大学医学院附属儿童医院已有关于机器人辅助动脉导管未闭结扎术的报道<sup>[1]</sup>,但海南省尚未有此术式报道。2023年2月21日,本中心采用达芬奇手术机器人 Xi 系统完成海南省首例动脉导管未闭结扎术1例,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 患儿,男性,1岁3个月,因发现“心脏杂音1年余”收入院。患儿易患呼吸道感染,因“肺炎”住院共2次。平素无发绀、无呼吸困难、无喂养困难、无生长发育落后等表现。定期门诊,随访心脏彩超提示动脉导管无自行关闭倾向。既往无外伤史、手术史、过敏史等。个人史:孕周37<sup>+</sup><sub>6</sub>出生,出生时无缺氧发生。查体:脉率136次/min,血压85/46 mmHg,呼吸频率27次/min,体重11 kg。口唇无发绀,胸骨左缘2~3肋间可闻及Ⅲ级连续性机器样杂音,未扪及水冲脉征象。辅助检查:实验室检查BNP(B型脑钠肽)561 pg/ml(正常参考值0~125 pg/ml),肌酸肌酶同工酶37 U/L(正常参考值0~25 U/L)。血、尿、粪便三大常规,肝肾功能以及电解质正常。胸部DR提示:心影饱满、两肺少许渗出可能。心脏彩超提示:动脉导管未闭,肺动脉端内径约3.75 mm,二尖瓣轻度反流,左心增大(如图1)。心电图提示:窦性心律,双侧心室肥大。根据以上情况及检查结果,考虑患儿有行机器人辅助动脉导管未闭结扎术指征,术前医患充分沟通后,家属表示理解患儿病情,要求手术并签署手术知情同意书,遂完善术前准备,在全身麻醉下行机器人辅助动脉导管未闭结扎术。

## 1.2 方法

**1.2.1 机器人手术系统** 本例手术采用的是达

芬奇机器人手术 Xi 系统,该系统的临床应用已通过海南省妇女儿童医学中心伦理委员会审批。

**1.2.2 手术体位与入路选择** 常规消毒铺巾,予右侧单肺通气,评估血氧、心率稳定,取右侧卧位,胸部适当垫高。取左侧腋中线第5肋间切口作观察孔,即2号孔,置入8 mm镜头套管,放入30°腔镜,在腔镜下分别取腋前线第4肋间(1号孔)、肩胛下角线第6肋间切口(3号孔)作机器人操作孔,置8 mm机器人套管,腋前线第6肋间作辅助孔(A孔)置入5 mm胸腔镜套管(如图2)。机器人套管分别连接达芬

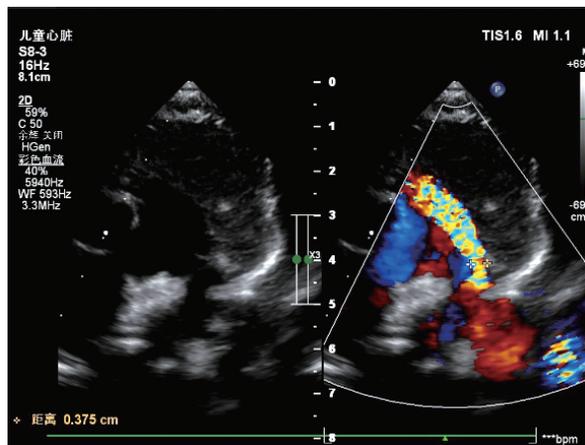


图1 术前心脏彩超

Figure 1 Preoperative echocardiography



图2 达芬奇机器人辅助动脉导管未闭结扎术 Trocar 布局  
Figure 2 Trocar layout in Da Vinci robot-assisted ligation of patent ductus arteriosus

注:1孔. Cadiere 镊套管;2孔. 镜头套管;3孔. Maryland 双极镊套管;A孔. 辅助钳套管

奇机械臂, 1号和3号操作孔分别置入Cadiere镊、Maryland 双极镊。

**1.2.3 动脉导管未闭结扎** 胸腔镜探查后于降主动脉表面切开纵隔胸膜, 上至左锁骨下动脉, 下至动脉导管下窗 2 cm 处, 辅助镊牵引术野左侧胸膜, 暴露动脉导管外径约 4 mm, 钝性游离其下窗, 避免损伤迷走神经喉返支, 再分离上窗, Maryland 镊由下窗钝性游离动脉导管背面至上窗, 予 4 号丝线三重结扎动脉导管, 手术机器人操作完毕 (如图 3)。

## 2 结果

本例手术顺利完成, 手术机器人系统对接时间 10 min, 机器人操作时间 45 min, 出血量 1ml, 未放置胸腔引流管。结扎后, 术中经食道心脏彩超监测提示主-肺动脉间分流消失。血压由结扎前的 60/26 mmHg 上升至结扎后的

84/58 mmHg, 提示脉压明显减小。术后患者在心脏监护室停留 16 h, 术后血压波动于 100~128 mmHg/62~78 mmHg, 予卡托普利控制血压后维持在正常范围。术后第 2 d 患儿正常进食、二便如常, 完善心脏彩超未见残余分流 (如图 4A), 胸部 DR 片未见胸腔积液、气胸等发生, 顺利出院。术后 1 个月复查心脏彩超未见残余分流 (如图 4B)。

## 3 讨论

动脉导管未闭是一种常见的先天性心脏病, 孤立性动脉导管未闭发病率约为 1/2000, 约占先天性心脏病总数的 5%~10%<sup>[2-3]</sup>。新生儿出生后, 由于血氧分压增高等因素, 动脉导管收缩并自发关闭。然而, 部分新生儿的动脉导管未在出生后 72 h 内关闭, 可诊断为动脉导管未闭。由于动脉导管持续开放, 新生儿会有过

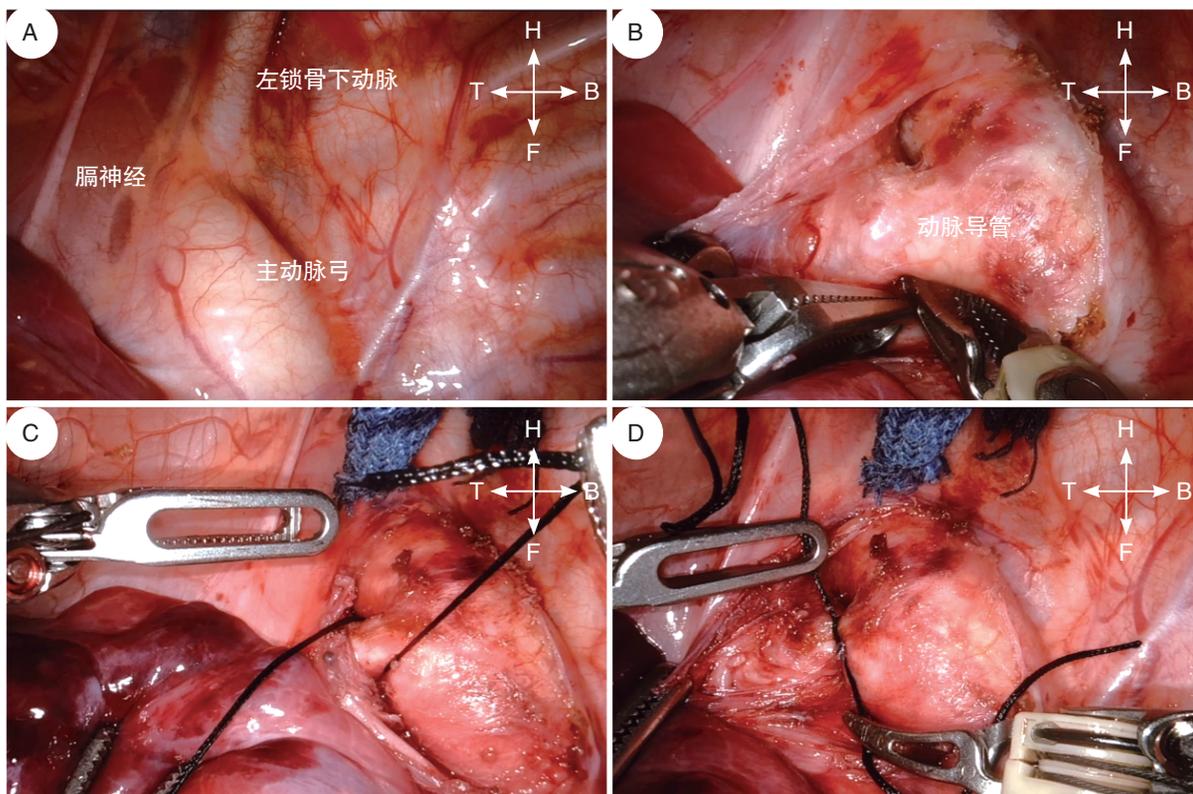


图3 达芬奇机器人辅助动脉导管未闭结扎手术步骤

Figure 3 Procedures of Da Vinci robot-assisted ligation of patent ductus arteriosus

注: A. 胸腔镜探查术野, 可见主动脉弓、膈神经等组织; B. 打开纵隔胸膜后游离、暴露动脉导管; C. 丝线穿过动脉导管背面; D. 结扎动脉导管。指向图: H. 头侧; F. 足侧; T. 胸侧; B. 背侧

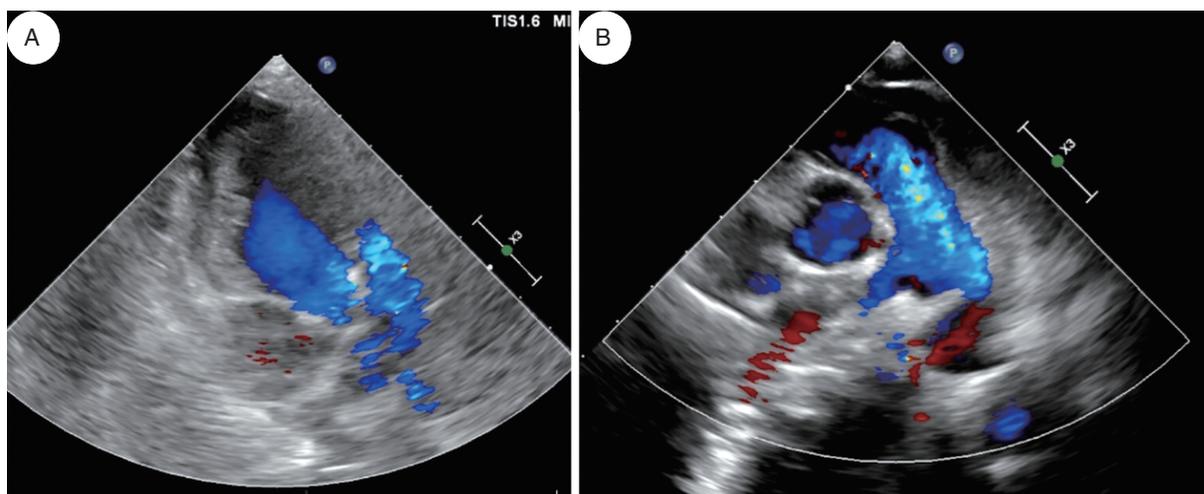


图4 术后心脏彩超

Figure 4 Postoperative echocardiography

注：A. 术后第2 d 心脏彩超提示主 - 肺动脉间无残余分流；B. 术后1个月心脏彩超提示主 - 肺动脉间无残余分流

多的血液流入肺部，可能导致肺水肿或肺部顺应性下降，甚至可能导致呼吸衰竭、肺动脉高压等严重并发症的发生。因此，若闻及胸骨左缘第2~3肋间连续性机器样杂音，且心脏彩超确诊为动脉导管未闭，此类患儿即具有干预指征。部分早产儿可尝试药物关闭<sup>[4]</sup>，但对于较大的动脉导管未闭（大于主动脉直径的1/2或5 mm），通常需在18月龄前对患儿进行手术关闭<sup>[5-6]</sup>。

手术治疗可以阻断主 - 肺动脉血液分流、改善肺动脉高压和心功能，是动脉导管未闭的首选治疗方式。手术方式包括开胸手术和胸腔镜手术，胸腔镜下动脉导管未闭结扎术具有创伤小、切口美观等优势，最早在1993年由Laborde F等人<sup>[7]</sup>报道，并逐步改进。但是婴幼儿胸腔狭小，胸腔镜操作空间有限。随着手术机器人技术的发展，机器人辅助腔镜手术展现出三维立体视野、操作灵活、精确等优势，已逐渐应用于小儿外科各类疾病，如儿童泌尿外科、神经外科、肝胆外科等领域<sup>[8-17]</sup>，并逐步在儿童心胸外科有所应用<sup>[18]</sup>。2002年，国外已有关于机器人辅助动脉导管未闭结扎术的报道<sup>[19]</sup>。谭征等人<sup>[20]</sup>认为，小儿机器人手术的适宜条件为：患儿年龄

>6个月、体重>7.5 kg，可降低麻醉风险、具有较大的胸腔空间。本例患儿1岁3月龄，体重11 kg，应用达芬奇手术机器人Xi系统顺利完成动脉导管未闭结扎术，本研究进一步证实了手术机器人系统在术中精细游离、结扎血管的安全性及有效性。相比于侧开胸手术，达芬奇机器人辅助手术在治疗动脉导管未闭方面具有创伤小、切口美观等优势；相比于胸腔镜手术，达芬奇机器人辅助手术的机械臂操作更灵活，能更好地完成血管周围的游离及丝线环套、打结等操作。

本研究为海南省首例达芬奇机器人辅助动脉导管未闭结扎术，再次论证了该术式在临床应用中的安全有效、微创美观的，但手术费用较昂贵，或对患儿家庭造成较大的经济负担。本研究仅为个案，具有一定局限性，其远期疗效仍需更多临床样本进一步研究。

**利益冲突声明：** 本文不存在任何利益冲突。

**作者贡献声明：** ①苏云天负责设计论文框架，起草论文；②艾力夏提·阿里甫负责论文修改和图片收集；③王海凡负责文献收集、整理；④孟小慧负责彩超检查与图片整理；⑤陈仁伟负责拟定写作思路，指导撰写文章并最后定稿。

## 参考文献

- [1] 应力阳, 刘喜旺, 谭征, 等. 达芬奇机器人手术在儿童动脉导管未闭中的应用研究 [J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(12): 1179-1182.
- [2] Forsey J T, Elmasry O A, Martin R P. Patent arterial duct[J]. Orphanet J Rare Dis, 2009. DOI: 10.1186/1750-1172-4-17.
- [3] Park J, Yoon S J, Han J, et al. Patent ductus arteriosus treatment trends and associated morbidities in neonates[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 10689.
- [4] Hundscheid T, Onland W, Kooi EMW, et al. Expectant management or early ibuprofen for patent ductus arteriosus[J]. N Engl J Med, 2023, 388(11): 980-990.
- [5] Jain A, Shah P S. Diagnosis, evaluation, and management of patent ductus arteriosus in preterm neonates[J]. JAMA Pediatr, 2015, 169(9): 863-872.
- [6] Sullivan I D. Patent arterial duct: when should it be closed?[J]. Arch Dis Child, 1998, 78(3): 285-287.
- [7] Laborde F, Noirhomme P, Karam J, et al. A new video-assisted thoracoscopic surgical technique for interruption of patent ductus arteriosus in infants and children[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 1993, 105(2): 278-280.
- [8] Subramaniam R. Current use of and indications for robot-assisted surgery in paediatric urology[J]. Eur Urol Focus, 2018, 4(5): 662-664.
- [9] ZHANG M X, CHI S Q, CAO G Q, et al. Comparison of efficacy and safety of robotic surgery and laparoscopic surgery for choledochal cyst in children: a systematic review and proportional meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2023, 37(1): 31-47.
- [10] De Benedictis A, Trezza A, Carai A, et al. Robot-assisted procedures in pediatric neurosurgery[J]. Neurosurg Focus, 2017, 42(5): E7.
- [11] Fuchs M E, DaJusta D G. Robotics in pediatric urology[J]. Int Braz J Urol, 2020, 46(3): 322-327.
- [12] Lombardo A M, Gundeti M S. Review of robot-assisted laparoscopic surgery in management of infant congenital urology: advances and limitations in utilization and learning[J]. Int J Urol, 2023, 30(3): 250-257.
- [13] HUANG J, HUANG Z, MEI H, et al. Cost-effectiveness analysis of robot-assisted laparoscopic surgery for complex pediatric surgical conditions[J]. Surg Endosc, 2023, 37(11): 8404-8420.
- [14] Satyanarayan A, Peters C A. Advances in robotic surgery for pediatric ureteropelvic junction obstruction and vesicoureteral reflux: history, present, and future[J]. World J Urol, 2020, 38(8): 1821-1826.
- [15] LI C, GAO Y, ZHOU P, et al. Comparison of the robotic bilateral axillo-breast approach and conventional open thyroidectomy in pediatric patients: a retrospective cohort study[J]. Thyroid, 2022, 32(10): 1211-1219.
- [16] RONG L, LI Y, TANG J, et al. Robotic-assisted choledochal cyst excision with Roux-en-Y hepaticojejunostomy in children: does age matter?[J]. Surg Endosc, 2023, 37(1): 274-281.
- [17] Anand S, Adgudwar S, Jadhav B R, et al. An audit of robot-assisted minimally invasive surgeries in children: early experience from a Tertiary Care Center in India[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2021, 31(11): 1337-1340.
- [18] 陈天, 陈诚豪, 曾骐. 达芬奇机器人手术系统在儿童胸外科的应用 [J]. 中华小儿外科杂志, 2022, 43(1): 83-87.
- [19] Le Bret E, Papadatos S, Folliguet T, et al. Interruption of patent ductus arteriosus in children: robotically assisted versus videothoracoscopic surgery[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2002, 123(5): 973-976.
- [20] 谭征, 俞建根, 梁靓, 等. 达芬奇机器人辅助腹腔镜技术在小儿胸科手术中的应用 [J]. 中华小儿外科杂志, 2022, 43(3): 206-209.

编辑：魏小艳

## 郑重声明

近期有不法分子利用虚假非法网站借本刊编辑部名义进行诈骗活动，发送组稿、录用通知和期刊订阅等信息，请各位作者认清本刊唯一官方网站 [www.jqrwxzz.com](http://www.jqrwxzz.com)，邮箱：[jqrwxzz@163.com](mailto:jqrwxzz@163.com)，以避免给您造成不必要的麻烦。咨询电话：029-87286478。

本刊编辑部