

·论著·

# da Vinci 机器人辅助胸腔镜下小儿肺叶切除术的初步经验



全文二维码 开放科学码

李 帅 汤绍涛 曹国庆 杨德华 张 茜  
刘彦君 曹丹红 涂靖荣 池水清 常晓盼

**【摘要】 目的** 介绍 da Vinci 机器人辅助胸腔镜下小儿肺叶切除术的初步经验。**方法** 2018—2019 年华中科技大学同济医学院附属协和医院小儿外科实施了 2 例 da Vinci 机器人辅助胸腔镜小儿肺叶切除术,患儿年龄分别为 4 岁和 10 岁,体重分别为 17 kg 和 30 kg。术后病理诊断:一例为左下肺叶叶内型隔离肺,一例为右下肺叶先天性肺气道畸形。**结果** 2 例均顺利完成手术。机器人连接时间分别为 30 min 和 10 min;机器人操作时间分别为 120 min 和 90 min;术中出血量分别为 20 mL 和 50 mL;术后拔除胸管时间均为 5 d,术后住院时间均为 7 d。随访时间分别为 12 个月和 8 个月,无气胸、血胸,支气管胸膜瘘及肺不张等并发症。**结论** da Vinci 机器人辅助胸腔镜进行小儿肺叶切除术安全可行。三维显像系统、灵活的机器人器械及过滤抖动功能更加有利于肺动、静脉及支气管游离,但缺乏触觉反馈易使术中牵拉肺致出血。

**【关键词】** 肺切除术;机器人;胸腔镜检查;儿童

**【中图分类号】** R616 R729

**Preliminary experience of thoracoscopic pulmonary lobectomy using da Vinci robotic-system in children.** Li Shuai, Tang Shaotao, Cao Guoqing, Yang Dehua, Zhang Xi, Liu Yanjun, Cao Danhong, Tu Jingrong, Chi Shuiqing, Chang Xiaopan. Department of Pediatric Surgery, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430022, China. Corresponding author: Tang Shaotao, Email: tshaotao83@126.com

**【Abstract】 Objective** To summarize the preliminary experience of using da Vinci robotic-assisted thoracoscopic pulmonary lobectomy in children using da Vinci system. **Methods** From 2018 to 2019, clinical data were retrospectively reviewed for 2 children undergoing robotic-assisted thoracoscopic pulmonary lobectomy. The operative age was 4 and 10 years and the body weight 17 and 30 kg respectively. And the pathologic diagnosis was intralobar pulmonary sequestration and congenital pulmonary airway malformation respectively. **Results** Both cases underwent robotic-assisted thoracoscopic pulmonary lobectomy successfully. The robotic docking time was 30 and 15 min, the console operating time 120 and 90 min and the volume of intraoperative blood loss 20 and 50 ml respectively. The drainage tube was removed at Day 5 post-operation and discharge occurred at Day 7 post-operation. No instance of pneumothorax, hemothorax, bronchopleural fistula or atelectasis occurred during a follow-up period of 12 and 8 month. **Conclusion** Robotic-assisted thoracoscopic pulmonary lobectomy is both safe and feasible in children with a body weight of over 15 kg. And 3-D visualization, articulating robotic instruments and tremor filtration facilitate the dissections of pulmonary vein, artery and bronchus. However, retraction of lung without tactile feedback may cause more blood loss.

**【Key words】** Pneumonectomy; Robotics; Thoracoscopy; Child

2000 年 Rothenberg<sup>[1]</sup>报道了胸腔镜小儿肺叶切

除术,2008 年该研究者再次对近十年胸腔镜小儿肺叶切除取得的成果进行了回顾性总结<sup>[2]</sup>,并认为这是一项安全有效的技术。2008 年,Meenan 首次报道应用机器人进行了肺叶切除手术,认为其具有分离血管更精准及 3D 成像视野等优势<sup>[3]</sup>。而国内尚无机器人应用于小儿肺叶切除的专门报道。华中

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.07.011

作者单位:华中科技大学同济医学院附属协和医院小儿外科(湖北省武汉市,430022)

通信作者:汤绍涛,Email:tshaotao83@126.com

科技大学同济医学院附属协和医院小儿外科于 2015 年引进 da Vinci 机器人系统,在开展了机器人纵隔肿瘤切除术积累了机器人胸腔镜手术经验后,我们应用机器人辅助在胸腔镜下完成小儿肺叶切除 2 例,现报道如下。

## 材料与方法

### 一、临床资料

2018 年 11 月和 2019 年 3 月,分别进行机器人辅助胸腔镜下肺叶切除术 2 例,病例纳入标准:体重 > 15 kg,近两周未发作呼吸道感染;CT 诊断的先天性肺气道畸形或隔离肺;未合并复杂先天性心脏病。2 例均为女性,年龄分别为 4 岁和 10 岁,体重分别为 17 kg 和 30 kg,术前 CT 检查分别为左下肺叶内型隔离肺(供血动脉来自胸主动脉)和右下肺先天性肺气道畸形,术后病检均予以证实。观察手术过程各阶段的时间,术中出血情况,各器械使用情况,术后拔管时间,住院时间及并发症。

### 二、手术方法

1. 麻醉和体位 常规气管插管,双肺通气,静吸复

合麻醉;体位采用健侧卧位,前趴 15°,下胸部垫高。

2. 切口设计 腋中线第 7 肋间 12 mm 切口(进镜口),腋后线第 8 肋间 8 mm 切口(机器人抓钳),腋前线第 5 肋间 8 mm 切口(机器人电钩);肩胛线第 8 肋间 12 mm 切口作为辅助孔。保证各切口之间至少 5 cm 间距,辅助操作孔与其他机械臂不干扰。

3. 手术步骤 采用机器人三臂法,一个操作孔使用双极电凝抓钳及另一个操作孔使用电凝钩或超声刀;外加一个辅助孔以便使用吸引器、施夹器等。 $\text{CO}_2$  人工气胸,压力 6 mmHg。Trocars 进入并固定后,机器人手术系统自头端往背侧斜 30° 进入并连接;探查胸腔;左手器械向前上牵拉下肺叶,暴露松解下肺韧带,结扎隔离肺供应血管(图 1);继续游离下肺静脉,后纵隔胸膜至斜裂起始处;打开下肺叶间裂,显露肺动脉,游离显露基底干及背段动脉,一起或分别双重夹闭,离断(图 2);离断下肺静脉(图 3)后进一步解剖肺实质,显露游离下肺支气管, Hem-o-lock 双重夹闭、离断(图 4)或直线切割器离断。胸腔冲洗并注水鼓肺检测是否漏气。取物袋取出标本,并放置胸腔闭式引流,去除人工气胸,关闭切口。再次鼓肺排气。

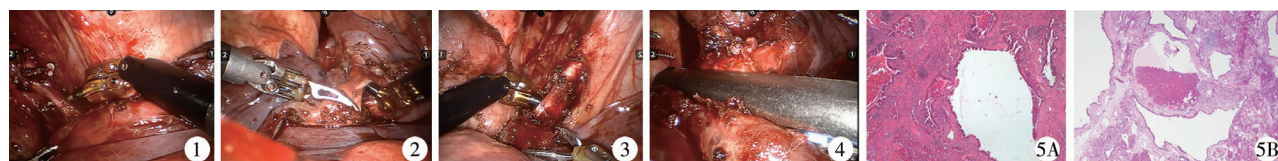


图 1 结扎供应血管 图 2 游离、结扎下肺动脉 图 3 游离结扎下肺静脉 图 4 直线切缝器处理下肺支气管 图 5A (左肺下叶)叶内型隔离肺 图 5B (右肺下叶)先天性肺气道畸形

Fig. 1 Ligating blood vessels Fig. 2 Liberating and ligating lower pulmonary artery Fig. 3 Liberating and ligating lower pulmonary vein Fig. 4 Handling lower pulmonary bronchi with a linear splitter Fig. 5A (Left lower lobe) intralobular isolated lung Fig. 5B (Right lower lobe) congenital pulmonary airway malformation

## 结 果

2 例均顺利完成手术。Trocars 设计及机器人连接时间分别为 30 min 和 10 min;机器人操作时间分别为 120 min 和 90 min;术中出血量分别为 20 mL 和 50 mL;2 例均在术后 5 d 拔除胸管。术后住院时间均为 7 d。术后病理诊断分别为(左肺下叶)叶内型隔离肺和(右肺下叶)先天性囊性腺瘤样畸形(图 5A,图 5B)。两例随访时间分别为 12 m 和 8 m,无气胸、血胸,支气管胸膜瘘及肺不张等并发症。

## 讨 论

肺叶切除术是叶内型隔离肺及先天性肺气道

畸形的标准治疗方式<sup>[4]</sup>。随着微创技术的进步,胸腔镜下肺叶切除术因其切口小、疼痛轻、恢复快等优点受到医生和家长的推崇。传统腔镜存在 2D 平面视野、胸廓的非顺应性及器械等局限性,往往需要医生精心设计切口位置才能克服上述缺点,否则手术难度会大大增加,甚至无法完成手术<sup>[1]</sup>。机器人手术系统具备 3D 视觉系统,且器械灵活性更强,很好地弥补了上述缺陷。成人中机器人肺叶切除已有报道<sup>[5]</sup>,但小儿胸腔空间狭小、解剖结构细小,手术难度大,直到 2008 年美国西雅图儿童医院 Meehan 教授才首次报道<sup>[3]</sup>。2012 年,国外总共报道机器人肺叶切除术 18 例<sup>[6]</sup>,而国内目前尚无相关报道。2015 年 5 月我院引进机器人手术系统,在积累了小儿肝胆、肛肠手术经验后,我们开始尝试进行胸腔手术<sup>[7-9]</sup>。此两例患者均顺利完成了肺叶切

除术。

与国内报道的传统胸腔镜肺叶切除手术相比,本报道手术时间偏长<sup>[10]</sup>;但与国际上 Rothenberg<sup>[11]</sup>(35~240 min,平均115 min)和 Lieber<sup>[12]</sup>的报道(85~237 min,平均146 min)相比并没有延长。因机器人手术有机器连接、手术和撤机三个步骤,程序上较普通手术略显复杂,因此总手术时间偏长。本报道中2例患者手术时间与 Meehan<sup>[3]</sup>最初6例机器人肺叶切除的手术时间相近(66~280 min,平均160 min)。

小儿胸腔空间较成人小,因此机器人小儿肺叶切除术的 trocar 放置非常关键。我中心现在应用的 da Vinci Si 系统,镜头的 Trocar 直径为12 mm,操作孔 Trocar 直径为8 mm;操作手册要求操作孔之间及操作孔跟镜头孔之间的距离均不应小于8 cm,但这跟手术操作和术者的经验有关<sup>[13]</sup>。我中心在机器人腹腔镜手术中可以在最小间距5.5 cm的情况下完成手术,但由于胸腔的顺应性较腹腔差,因此肩胛下角线及腋后线的 Trocar 尽量向下放置,更有助于手术顺利完成。

机器人肺叶切除术手术步骤与经典手术一致。一般都是先处理动脉,再处理静脉,最后处理支气管。但机器人手术系统具备以下优势:第一,机器人的3D视野使得结构关系更接近真实,克服了普通胸腔镜2D视野所致的解剖层面难以分辨的问题,特别是对初学者意义重大;第二,机器人的转弯器械有七个自由度,可以从不同角度游离血管及支气管;第三,切口设计除了照顾机械臂相互之间不干扰外,理论上讲已经不很重要。但在开展初期,仍应遵循传统腔镜手术原则。另外,机械臂特殊的过滤抖动功能使得医生在做精细解剖时动作更加稳定精准,减少损伤概率。

当然,根据国外文献<sup>[14]</sup>和本团队的应用体验,机器人手术系统尚不够完善(如手术器械触觉反馈较传统腔镜更少),本报道中2例患者术中出血量较普通胸腔镜手术偏多,可能与手术中牵拉力量偏大、创面止血不彻底有关。这与我们在早期的机器人胆总管囊肿手术中的经验类似,触觉反馈的不足可以通过经验积累和视觉反馈来弥补<sup>[7]</sup>;此外,手术器械对小儿来讲偏大,Ballouhey 的经验显示机器人胸腔镜手术操作更适合于体重>20 kg的患者<sup>[14]</sup>。但随着操作的娴熟及器械的改进,机器人肺叶切除手术患者的体重下限会有所突破。另外,目前大部分地区的机器人手术需要另外加收机器使

用及器械使用费用,这一定程度上限制了机器人手术的推广。

总之,我们的经验显示,对体重大于15 kg的患者实施机器人辅助肺叶切除术是安全可行的。机器人的3D视觉系统、7个自由度的器械及过滤抖动功能较传统腔镜有一定优势。随着器械的改进和技术的娴熟(特别是单孔机器人及柔性器械的临床使用)、人工智能及信息传输技术的进步,机器人手术的优势会越来越明显。不久的将来,适合低龄患者甚至新生儿的手术机器人也必将诞生。

## 参考文献

- 1 Rothenberg SS. Thoracoscopic lung resection in children[J]. J Pediatr Surg, 2000, 35(2): 271-274. DOI: 10. 1016/s0022-3468(00)90023-x.
- 2 Rothenberg SS. First decades experience with thoracoscopic lobectomy in infants and children[J]. J Pediatr Surg, 2008, 43(1): 40-45. DOI: 10. 1016/j. jpedsurg. 2007. 09. 015.
- 3 Meehan JJ, Phearman L, Sandler A. Robotic pulmonary resections in children: series report and introduction of a new robotic instrument[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2008, 18(2): 293-295. DOI: 10. 1089/lap. 2007. 0078.
- 4 Tovar JA. Congenital cystic adenomatoid malformations[M]. Pediatric Thoracic Surgery. Springer Milan, 2013.
- 5 Zhao X, Qian L, Lin H, et al. Robot-assisted lobectomy for non-small cell lung cancer in China: initial experience and techniques[J]. J Thorac Dis, 2010, 2(1): 26-28.
- 6 TP Cundy, K Shetty, J Clark, et al. The first decade of robotic surgery in children[J]. J Pediatr Surg, 2013, 48(4): 858-865. DOI: 10. 1016/j. jpedsurg. 2013. 01. 031.
- 7 张茜,曹国庆,汤绍涛,等. da Vinci 机器人腹腔镜治疗小儿先天性胆总管囊肿[J]. 临床小儿外科杂志, 2016, 15(2): 137-139. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2016. 02. 011.  
Zhang X, Cao GQ, Tang ST, et al. da Vinci robotic system for choledochal cysts in children[J]. J Clin Ped Sur, 2016, 15(2): 137-139. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2016. 02. 011.
- 8 张茜,汤绍涛,曹国庆,等. da Vinci 机器人辅助腹腔镜 Soave 拖出术治疗先天性巨结肠症[J]. 中国微创外科杂志, 2016, 16(2): 165-167. DOI: 10. 3969/j. issn. 1009-6604. 2016. 02. 019.  
Zhang X, Tang ST, Cao GQ, et al. Robotic-assisted Soave pull-through for Hirschsprung's disease in infants[J]. Chin J Min Inv Surg, 2016, 16(2): 165-167. DOI: 10. 3969/j. issn. 1009-6604. 2016. 02. 019.

(下转第647页)



- aortic surgery: experience in 1011 cases[J]. Journal of Cardiology, 2009, 54 (2): 282-288. DOI: 10. 1016/j. jjcc. 2009. 06. 001.
- 18 Monette A, Ceccaldi C, Assaad E, et al. Chitosan thermogels for local expansion and delivery of tumor-specific T lymphocytes towards enhanced cancer immunotherapies[J]. Biomaterials, 2015, 75: 237-249. DOI: 10. 1016/j. biomaterials. 2015. 10. 021.
  - 19 Gallerano D, Ndlovu P, Makupe I, et al. Comparison of the specificities of IgG, IgG-subclass, IgA and IgM reactivities in African and European HIV-infected individuals with an HIV-1 clade C proteome-based array[J]. Plos One, 2015, 10(2): 1127-1136. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0117204.
  - 20 王瑛, 张建丰. 腹腔镜手术对复杂性阑尾炎患儿炎症因子和免疫指标的影响[J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(9): 1097-1100. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-8552. 2019. 09. 031.  
Wang Y, Zhang JF. Effects of laparoscopy upon inflammatory factors and immunological parameters in complicated appendicitis children[J]. Chinese Journal for Clinicians, 2019, 47(9): 1097-1100. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-8552. 2019. 09. 031.
- 
- (上接第 621 页)
- 9 王勇, 汤绍涛. 达芬奇机器人辅助胸腔镜手术治疗小儿纵隔肿瘤 1 例[J]. 临床小儿外科杂志, 2017, 16(5): 518-519. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2017. 05. 024.  
Wang Y, Tang ST. da Vinci robotic assisted thoracoscopy for mediastinal tumor in children: one case report[J]. J Clin Ped Sur, 2017, 16(5): 518-519. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2017. 05. 024.
  - 10 袁森, 徐畅, 杨纲, 等. 加速康复外科在胸腔镜肺切除治疗儿童先天性肺疾病中的应用[J]. 中华小儿外科杂志, 2019, 9(4): 797-800. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2019. 09. 006.  
Yuan S, Xu C, Yang G, et al. Application of enhanced recovery after surgery during thoracoscopic pneumonectomy for congenital lung diseases in children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2019, 9(4): 797-800. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2019. 09. 006.
  - 11 Rothenberg SS, Middlesworth W, Kadanne-Chiweshe A, et al. Two decades of experience with thoracoscopic lobectomy in infants and children: standardizing techniques for advanced thoracoscopic surgery[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2015, 25(5): 423-428. DOI: 10. 1089/lap. 2014. 0350.
  - 12 Lieber J, Urla CI, Baden W, et al. Experiences and challenges of thoracoscopic lung surgery in the pediatric age group[J]. Int J Surg, 2015, 23(part A): 169-175. DOI: 10. 1016/j. ijsu. 2015. 10. 005.
  - 13 黄格元, 蓝传亮, 刘雪来, 等. 达芬奇机器人在小儿外科手术中的应用(附 20 例报告)[J]. 中国微创外科杂志, 2013, 13(1): 4-8. DOI: 10. 3969/j. issn. 1009-6604. 2013. 01. 002.  
Huang GY, Lan CL, Liu XL, et al. Da Vinci robotic system for pediatric surgery: a report of 20 cases[J]. Chin J Min Inv Surg, 2013, 13(1): 4-8. DOI: 10. 3969/j. issn. 1009-6604. 2013. 01. 002.
  - 14 Ballouhey Q, Villemagne T, Cros J, et al. Assessment of paediatric thoracic robotic surgery[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2015, 20(3): 300-303. DOI: 10. 1093/icvts/ivu406.
- (收稿日期: 2019-12-14)

**本文引用格式:** 耿建磊, 牛会忠, 樊艳辉, 等. 超声可视化技术在急性阑尾炎腹腔镜手术患儿围手术期的应用[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(7): 641-647. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 07. 016.

**Citing this article as:** Geng JL, Niu HZ, Fan YH, et al. Effects of visible precision operation on inflammatory stress responses and immune functions in children undergoing laparoscopy for acute appendicitis[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(7): 641-647. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 07. 016.

**本文引用格式:** 李帅, 汤绍涛, 曹国庆, 等. da Vinci 机器人辅助胸腔镜下小儿肺叶切除术的初步经验[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(7): 619-621, 647. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 07. 011.

**Citing this article as:** Li S, Tang ST, Cao GQ, et al. Preliminary experience of thoracoscopic pulmonary lobectomy using da Vinci robotic-system in children[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(7): 619-621, 647. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 07. 011.