

机器人胸腔镜解剖性肺段切除术治疗 小儿肺疾病：5 例报告

李 帅 李 康 郑 芳^① 雷 萍^② 杨德华 曹国庆 毛永忠 王 勇 汤绍涛*

(华中科技大学同济医学院附属协和医院小儿外科, 武汉 430022)

【摘要】 目的 探讨机器人胸腔镜解剖性肺段切除术治疗小儿肺疾病的安全性。**方法** 2020 年 1 月~2021 年 12 月我们对 5 例小儿肺疾病采用三臂四孔法, 在机器人辅助胸腔镜下解剖并处理肺段级动脉、静脉及支气管, 精准切除病变。**结果** 5 例均顺利完成手术, 无中转开放手术。联机时间平均 17.8 min(12~23 min), 机器人手术时间平均 134.0 min(60~180 min), 术中出血量平均 25.0 ml(5~50 ml), 胸管保留时间平均 2.0 d(1~3 d), 术后住院时间平均 6.8 d(5~9 d)。1 例无症状性气胸, 无胸腔积液、肺部感染、病灶残留等并发症。5 例随访时间 9~19 个月, 平均 13 个月, 无胸腔积液、肺部感染、病灶残留等并发症。**结论** 机器人应用于 10 kg 以上体重的小儿解剖性肺段切除术是安全可行的。

【关键词】 胸腔镜; 肺段切除术; 机器人手术; 小儿

文献标识: B 文章编号: 1009-6604(2023)01-0066-05

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2023.01.014

Robot-assisted Thoracoscopic Anatomic Segmentectomy in Children With Pulmonary Anomaly: a Report of 5 Cases Li Shuai*, Li Kang*, Zheng Fang, et al. *Department of Pediatric Surgery, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China

Corresponding author: Tang Shaotao, E-mail: tshaotao83@126.com

【Abstract】 Objective To explore the safety of robotic thoracoscopic anatomical segmentectomy for congenital pulmonary anomalies in children. **Methods** From January 2020 to December 2021, we dissected the segmental pulmonary arteries, veins and bronchi under the robot-assisted thoracoscope so as to accurately removed the lesions, by using the “three arms, four ports” technique. **Results** All the operations were successfully completed in the 5 patients, and there was no conversion to open surgery. The docking time was 17.8 min (range, 12–23 min), the average robot operation time was 134.0 min (range, 60–180 min), and the average intraoperative bleeding was about 25.0 ml (range, 5–50 ml). The chest tube duration time was 2.0 d (range, 1–3 d), and the postoperative hospital stay was 6.8 d (range, 5–9 d). One case got asymptomatic pneumothorax without pleural effusion, pulmonary infection or residual lesions. All the 5 patients were followed up for 9–19 months (mean, 13 months) and there were no complications such as pleural effusion, pulmonary infection or residual lesions. **Conclusion** It is safe and feasible to apply robot for anatomical segmentectomy in children weighing more than 10 kg.

【Key Words】 Thoracoscope; Pulmonary segmentectomy; Robotic surgery; Pediatrics

小儿先天性肺发育畸形, 常见的有先天性肺气道畸形、肺隔离症、先天性大叶性肺气肿、肺实质血管畸形等, 总体发病率低, 约 1/10 000^[1]。除先天性大叶性肺气肿外, 大部分疾病的病灶集中在肺段水

* 通讯作者, E-mail: tshaotao83@126.com

① 儿科
② 放射科

平,随着手术器械的进步和手术经验的积累,胸腔镜小儿解剖性肺段切除已经被证实安全有效^[2]。2008 年 Meehan 等^[3]国际上首次报道机器人小儿肺切除,之后国内先后有机器人小儿肺手术的报道^[4,5],但解剖性肺段切除术技术细节和安全性报道较少。我们 2020 年 11 月报道 1 例机器人胸腔镜下解剖性背段切除术^[6],2020 年 11 月~2021 年 12 月我科采用机器人胸腔镜解剖性肺段切除术治疗小儿肺疾病 5 例,报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 5 例,男 2 例,女 3 例。平均年龄 5.5 岁(1~12 岁)。5 例一般情况见表 1。

病例选择标准:诊断为先天性肺气道畸形、叶内型隔离肺及肺实质脉管畸形,病灶范围局限于单个或相邻多个肺段内。排除标准:怀疑恶性病变;病变满布肺叶;胸腔严重粘连;多器官功能不全。

表 1 5 例一般情况

病例号	性别	年龄(岁)	体重(kg)	症状	影像学表现	临床诊断	切除病变位置
1	女	12	38	咳血	左下肺背段支气管及肺实质内类圆形实性肿物	气管内占位	LS6
2	女	4 岁 3 个月	17	无症状,体检发现	右下叶背段不规则囊状影	先天性肺气道畸形	RS6
3	男	1	10	无症状,体检发现	右中叶外侧段类圆形肿物,均匀强化	右中叶错构瘤	RS5
4	男	6 岁 5 个月	23	咳嗽、咳痰	右下叶团片影伴周边多囊泡影	先天性肺气道畸形	RS7~10
5	女	4	15	发热、咳嗽、咳痰	右下叶后外基底段透亮影,内可见条片影和增粗血管影,CTA 未见来自体循环分支供血	先天性肺气道畸形	RS9+10

LS6:左下叶背段;RS6:右下叶背段;RS5:右中叶外侧段;RS7~10:右下叶基底段;RS9+10:右下叶后、外基底段

1.2 方法

静吸复合全身麻醉+气管插管,12 岁以上采用双腔管单肺通气,12 岁以下单腔管,低潮气量双肺通气。人工气胸:压力 4~6 mm Hg,流量 2~4 L/min。常规操作孔布局(特殊位置可略有不同):采用前侧入路“5-7-8-9”三臂四孔技术,即腋前线第 7 肋间为辅助孔,锁骨中线第 5 肋间及肩胛线第 9 肋间为操作孔,腋后线第 8 肋间为观察孔。10 kg 以下患儿采用“4-6-9-10”(图 1)。机器人系统进入方向:自头侧从患者背后沿斜裂方向进入。血管离断方式:直径 10 mm 以下采用双重夹闭、剪刀离断;直径 10 mm 以上采用直线切割闭合器闭合离断。支气管闭合方式:支气管病变剪断后缝合;肺实质病变支气管直径 5 mm 以下夹闭后剪刀离断;支气管直径 5 mm 以上直线切割闭合器闭合离断。离断顺序:背段及后外基底段游离静脉-动脉-支气管,离断动脉-支气管-静脉;全基底段及内侧段游离静脉-动脉-支气管,离断动脉-静脉-支气管(图 2)。切割平面判断:鼓肺法或膨胀萎陷法。肺实质切割方式:电钩离断后创面缝合或直线切割闭合器离断。

1.3 随访

出院后第 1、3、6、12 个月门诊复查,之后每年门诊复查一次,第 3 个月和术后 1 年复查时行 CT 检查,其余拍胸片,6 岁以上患者术后半年进行肺功能检查。

2 结果

5 例均采用三臂加辅助孔的方法完成手术,无中转传统胸腔镜或开放手术。连机时间(切皮开始至机器人系统连接完成的时间)平均 17.8 min(12~23 min),手术时间(机器人连接后至机器人拆除的时间)平均 134.0 min(60~180 min),术中出血量(术后手术医生估计量)平均 25.0 ml(5~50 ml),胸管保留时间平均 2.0 d(1~3 d),术后住院时间平均 6.8 d(5~9 d)。第 5 例患儿拔胸管后复查胸片发现气胸,肺压缩 40%,无咳嗽、胸闷等症状,床边套管针刺抽吸气体约 100 ml,2 周后再次复查胸片,未见气胸。5 例随访时间平均 13 个月(9~19 个月),无胸腔积液、肺部感染、病灶残留等并发症。5 例术中、术后情况见表 2。

表 2 5 例术中、术后情况

病例号	连机时间 (min)	手术时间 (min)	出血量 (ml)	术后并发症	胸管保留时间 (d)	术后住院时间 (d)	随访时间 (月)	术后病理
1	18	180	50	无	2	7	19	硬化性肺泡细胞瘤
2	23	120	20	无	2	6	14	先天性肺气道畸形
3	12	60	5	无	1	5	13	肺血管瘤
4	20	150	30	无	3	7	10	先天性肺气道畸形
5	16	160	20	气胸	2	9	9	先天性肺气道畸形

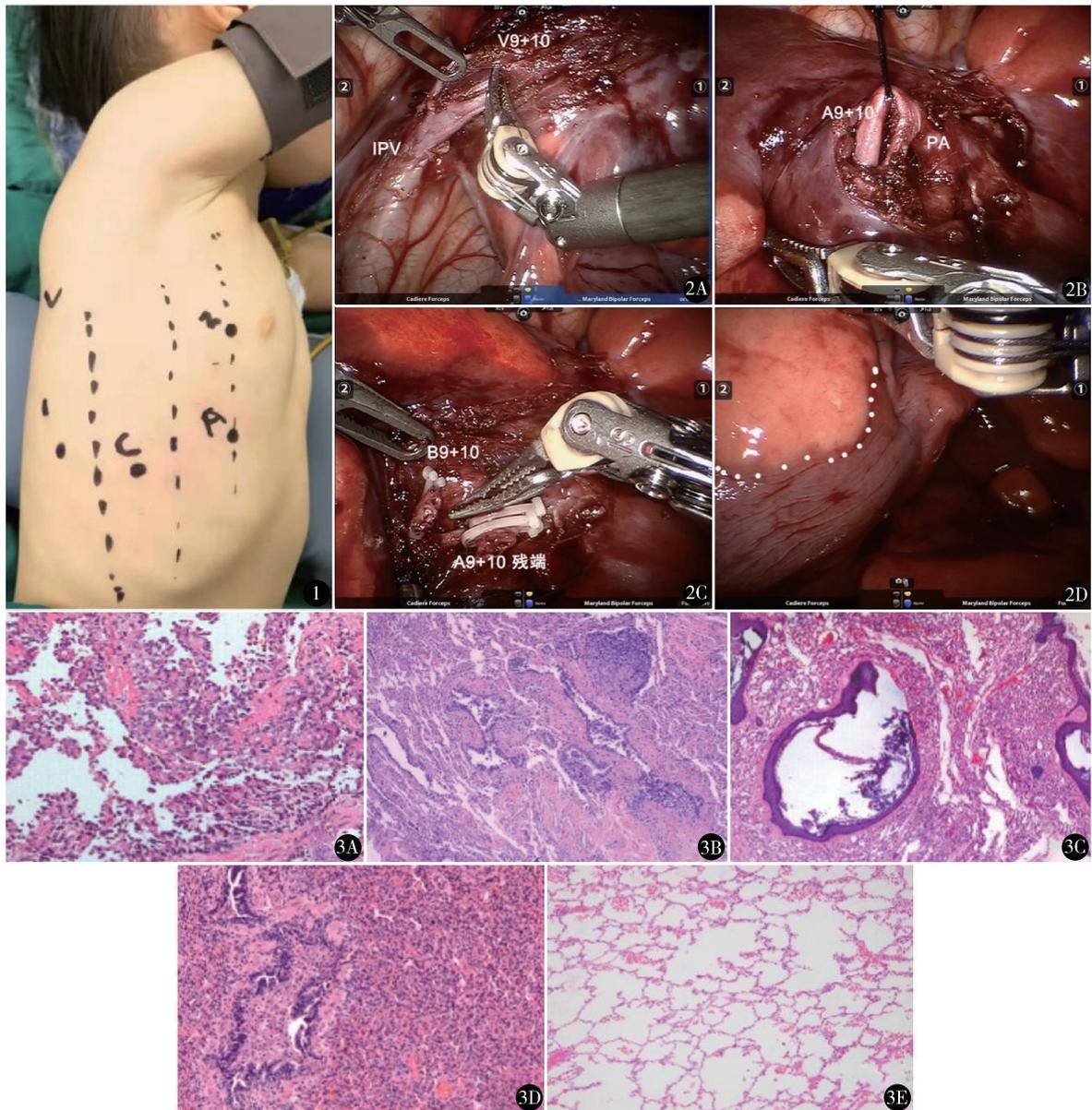


图 1 患儿体位及 trocar 布局 患儿健侧卧位, 标记腋前线、腋中线、腋后线及肩胛下角。C: 镜头孔; A: 辅助孔; 1: 机器人 1 臂孔; 2: 机器人 2 臂孔 图 2 机器人解剖性肺段切除主要步骤 (以 RS9 + 10 切除为例) A. 解剖下肺静脉, 游离 V9 + 10, IPV: 下肺静脉; B. 解剖斜裂, 游离 A9 + 10, PA: 肺动脉主干; C. 解剖肺实质, 游离 B9 + 10; D. 膨胀萎陷法确定段间平面 (虚线) 图 3 术后病理 (HE 染色 ×100) A. 病例 1: 纤维组织增生、肺泡内血管内皮嵌入; B. 病例 2: 肺组织蜂窝状、囊状改变; C. 病例 3: 肺组织内毛细血管瘤样改变; D. 病例 4: 慢性肉芽肿性炎症伴坏死, 周边多发囊腔; E. 病例 5: 肺泡腔扩张, 部分间隔断裂

3 讨论

胸腔镜解剖性肺段切除术治疗先天性肺疾病,如先天性气道畸形、叶内型隔离肺、肺血管畸形等良性病变的安全性及有效性已得到小儿普胸外科领域专家的认可,优势有微创、保肺、快速康复等^[2,7,8]。胸腔镜解剖性肺段切除术也被认为是非常有挑战性的手术,需要术者有丰富的处理经验,较强的术前影像与术中解剖结构的辨识能力,血管处理能力,手术操作的稳定及冷静。机器人手术系统具有放大倍数更大的 3D 视野,过滤操作抖动及器械可多自由度活动等优势^[9],理论上讲对于开展解剖性肺段切除极其有利。

相对于肺叶切除,肺段切除需要解剖更加深入^[10],段门结构游离出来后根据术前 CT 及相应的解剖知识判定各段所属的血管和支气管分支,分清需要保留和离断的结构;相对固定解剖的顺序对于提高手术效率,减少不必要反复翻动肺组织,减少术后肺水肿,加快术后康复极其重要。游离顺序与医生的个人偏好、病变位置和入路有关^[11,12]。我们的经验是静脉分支变异几率最大,且静脉主干的解剖位置相对固定,手术一般先从游离静脉开始。支气管的位置最深在,周围有供应血管、炎症增生组织和淋巴组织,易出血;支气管往往伴行于同名动脉深面,最后游离;动脉相对静脉位置较深,解剖位置也有一定变化,如右上叶动脉段级分支解剖一般自肺门开始,沿肺上沟向深面和后纵隔游离,右上叶动脉后段升支需要解剖右肺水平裂;左上叶动脉舌段分支需要解剖左肺斜裂。先天性疾病一般不考虑病变播散问题,因此,先离断动脉,不仅可以避免肺淤血,还使以后对肺的操作更安全。我们曾遇 1 例被迫中转:在离断肺动脉前先离断下肺静脉,后来翻动肺叶时下肺静脉远端止血夹脱落,出血无法控制,如果当时动脉已离断处理起来会更从容。至于静脉和支气管的离断顺序,根据手术时解剖的理想程度,如果支气管已经很清晰游离出来,可以直接离断;如果炎症组织增生明显,可先离断相应静脉,处理肺实质,最后再离断支气管。

段间平面的显示和离断是解剖性肺段切除的关键技术。肺段切除段间平面的解剖学基础是肺的换气功能、血液供应及肺泡间 Cohn 孔交通,由此延伸

的段间平面显示方法有膨肺法、膨胀萎陷法、缺血线法、荧光法及染色法等^[13,14],其中最常用的是膨肺法和膨胀萎陷法。膨肺法即手术医生夹闭计划切除的段支气管,麻醉师正压通气,膨胀的肺组织即需要保留的肺段,沿此线标记,结合段门解剖切除,该法简捷,在 Cohn 孔尚未开放的年龄较小患者中较为准确。膨胀萎陷法指离断动脉和支气管后纯氧鼓肺,10 min 以后,动脉和支气管完整的肺段氧气被静脉系统带走而萎陷,计划切除肺段保持膨胀状态,该法耗时较长但较为准确,年长患儿较常用。断面的处理器械有电钩、超声刀、LigaSure、Enseal、直线切割闭合器等^[13]。我们的经验是年龄 < 2 岁患儿,沿段门向标记线以电钩或超声刀精细切割,年长患儿采用直线切割闭合器自肺实质隧道离断,均未发生术后漏气、出血等并发症。

有关肺段切除还是肺叶切除的指征,目前尚无定论,讨论集中在病灶大小、完整切除、存在感染、手术时间、并发症、远期肺功能及病灶恶性变等方面^[15]。肺段切除与肺叶相比并发症似乎增加^[7],特别是术后气胸及病灶残留。2009 年 Stanton 等^[16] meta 分析显示,肺段切除发生病灶残留的几率为 15% (9/60)。2011 年 Johnson 等^[17] 报道单中心 15 例肺段手术后 3 例无症状气胸,1 例症状性气胸需要延长胸管放置时间,6.7% (1/15) 的病人因病灶残留行再次手术切除,这些病例为保肺手术而不是解剖性肺段切除。2014 年 Rothenberg 等^[2] 报道 23 例肺段切除,22 例解剖性切除,1 例术后气胸需要延长放置胸管,无病灶残留,1 例非解剖性切除病灶残留需要再次手术。本组 5 例均未发生术后漏气及病灶残留,1 例胸管拔除后发生无症状气胸,考虑拔出胸管时患儿不能配合鼓肺致空气进入胸腔。至于肺段与肺叶远期肺功能的影响,目前尚无统一认识,但两方面报道均有^[18-20],有待更科学的实验设计和引入更精准客观检查手段进一步观察。可见,在不增加并发症的前提下避免切除正常肺组织的考虑是值得提倡的。

本研究有一定局限性:病例数量较少,没有涵盖所有的肺段切除,且属于回顾性研究,随访时间偏短,数据质量有限。作为初期的探索性研究,手术步骤及技巧亦存在继续优化的空间。目前,国内机器人辅助下小儿解剖性肺段切除术尚处于起

步阶段,因费用、操作器械尺寸、流程等问题^[3],广泛应用尚存在争议,但机器人操作系统的技术改进和设计理念恰好解决了传统微创手术的部分桎梏,随着器械改进、医保覆盖范围等问题的解决,必将像现今的腔镜手术一样得到越来越多的推广和普及。

参考文献

- 1 Wong KKY, Flake AW, Tibboel D, et al. Congenital pulmonary airway malformation: advances and controversies. *Lancet Child Adolesc Health*,2018,2(4):290-297.
- 2 Rothenberg SS, Shipman K, Kay S, et al. Thoracoscopic segmentectomy for congenital and acquired pulmonary disease: a case for lung-sparing surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2014,24(1):50-54.
- 3 Meehan JJ, Phearman L, Sandler A. Robotic pulmonary resections in children: series report and introduction of a new robotic instrument. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*,2008,18(2):293-295.
- 4 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. *临床小儿外科杂志*,2020,19(7):619-621,647.
- 5 谭 征,俞建根,梁巍等. 机器人辅助胸腔镜技术治疗小儿先天性肺部疾病的单中心研究. *临床小儿外科杂志*,2021,20(8):708-711.
- 6 李 帅,冯建军,雷海等. 儿童硬化性肺泡细胞瘤行机器人胸腔镜解剖性肺段切除术一例报道. *机器人外科学杂志(中英文)*,2022,3(1):72-76.
- 7 Lee S, Kim DH, Lee SK. Efficacy of segmental resection in patients with prenatally diagnosed congenital lung malformations. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*,2017,24(3):425-429.
- 8 程凯昇,袁 森,徐 畅,等. 胸腔镜解剖性肺段切除治疗儿童先天性肺疾病临床分析. *四川大学学报:医学版*,2019,50(4):594-597.
- 9 Ballouhey Q, Villemagne T, Cros J, et al. Assessment of paediatric thoracic robotic surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*,2015,20(3):300-303.
- 10 Koga H, Nakamura H, Murakami H, et al. Thoracoscopic pulmonary lobectomy for densely fused pulmonary lobes in children with congenital pulmonary airway malformation: Technical tips. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*,2019,29(3):415-419.
- 11 Rothenberg SS, Middlesworth W, Kadenne-Chiweshe A, et al. Two decades of experience with thoracoscopic lobectomy in infants and children: standardizing techniques for advanced thoracoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*,2015,25(5):423-428.
- 12 Yamataka A, Koga H, Ochi T, et al. Pulmonary lobectomy techniques in infants and children. *Pediatr Surg Int*,2017,33(4):483-495.
- 13 陈醒狮,金润森. 肺段切除术中段间平面处理方式的研究进展. *中国微创外科杂志*,2019,19(2):190-192.
- 14 邵 丰,孙云刚,王 朝,等. 荧光法与膨胀萎陷法在胸腔镜解剖性肺段切除术中界定段间平面的对照研究. *中国胸心血管外科临床杂志*,2019,26(9):899-904.
- 15 李 帅,黄格元,汤绍涛. 胸腔镜解剖性肺段切除治疗先天性肺气道畸形国内外研究现状. *中华小儿外科杂志*,2021,42(2):177-180.
- 16 Stanton M, Njere I, Ade-Ajayi N, et al. Systematic review and meta-analysis of the postnatal management of congenital cystic lung lesions. *J Pediatr Surg*,2009,44(5):1027-1033.
- 17 Johnson SM, Grace N, Edwards MJ, et al. Thoracoscopic segmentectomy for treatment of congenital lung malformations. *J Pediatr Surg*,2011,46(12):2265-2269.
- 18 Komori K, Kamagata S, Hirobe S, et al. Radionuclide imaging study of long-term pulmonary function after lobectomy in children with congenital cystic lung disease. *J Pediatr Surg*,2009,44(11):2096-2100.
- 19 Sritippayawan S, Treerojanapon S, Sanguanrungririkul S, et al. Pulmonary function and exercise capacity in children following lung resection surgery. *Pediatr Surg Int*,2012,28(12):1183-1188.
- 20 Lau CT, Wong KKY. Long-term pulmonary function after lobectomy for congenital pulmonary airway malformation: is thoracoscopic approach really better than open? *J Pediatr Surg*,2018,53(12):2383-2385.

(收稿日期:2022-09-05)

(修回日期:2022-11-01)

(责任编辑:李贺琼)