

胸腔镜肺段切除术中非计划性扩大手术原因分析

陈旭 综述 葛明建* 审校

(重庆医科大学附属第一医院胸外科,重庆 400016)

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2022)04-0338-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2022.04.011

肺癌是死亡率最高的恶性肿瘤^[1],手术是早期肺癌的首选治疗方式。虽然肺叶切除术目前仍是早期肺癌的标准术式,但多个研究显示,肺段切除治疗 I A 期肺癌的围术期并发症及远期生存率等与肺叶切除术类似。如 Kamel 等^[2]的研究中,将 362 例肺叶切除与 52 例肺段切除进行 4:1 倾向性匹配,比较肺叶切除 156 例和肺段切除 46 例结果,中位随访时间 34 个月,二者 5 年无复发率(72% vs. 69%, $P = 0.679$)及肿瘤特异性生存率(92% vs. 83%, $P = 0.557$)差异均无统计学意义;Onaitis 等^[3]的研究中,对 2009~2015 年肺段切除与肺叶切除倾向性匹配后各 1177 例进行比较,术后 1、2、3、4、5 年生存率分别为 93.6% vs. 93.3%、86.0% vs. 86.8%、79.2% vs. 80.7%、72.9% vs. 74.2%、67.5% vs. 66.1%,认为二者术后生存率相仿;Suzuki 等^[4]的研究中,肺段切除与肺叶切除术后并发症发生率分别为 27.4% (151/552) 和 26.2% (145/554);Stamatis 等^[5]的研究中,肺段切除与肺叶切除术后并发症发生率分别为 11.1% (6/54) 和 14.8% (8/54)。对比肺叶切除,肺段切除有利于保护肺功能,术后缺氧等情况改善更快,生活质量更高^[6-8]。但由于肺段支气管、血管解剖变异多,对段间平面需准确显示辨认与裁剪等原因,肺段切除较肺叶切除更加复杂^[9],常因各种原因导致术中非计划性扩大切除范围,未能达到术前预期目的。本文总结胸腔镜下解剖性肺段切除术中非计划扩大手术范围的常见原因,以期

为开展精准的肺段切除提供帮助。

1 段门结构误断

段门结构主要包括肺段支气管、动脉、静脉。解剖性肺段切除术中需要准确地离断靶段动脉、支气管,同时离断走行于靶段内的段内静脉,保留走行于靶段与保留肺段之间的段间静脉^[10]。因此,肺段切除术中靶段血管、支气管的准确辨认与处理是完成精准肺段切除的必需步骤。首先,由于段门结构先天性解剖变异较大,术中辨识困难,需术前结合三维 CT 支气管血管成像(three-dimensional computed tomography bronchography and angiography, 3D-CTBA)。Boyden 三联征^[11]指 3 个联合变异:右肺上叶前段支气管发自右肺中叶,由上叶支气管本身发出的段支气管只有 2 支;中叶动脉共有 3 个独立分支;右肺上叶和中叶完全融合,叶间裂完全消失。包括右肺上叶前段支气管部分下移型、标准下移型和过下移型。其次,术中牵拉和肺萎陷导致段门结构位置变化,出血影响视野等,都将导致段门结构处理时难以准确辨认靶段段门结构,误认靶段肺支气管或者血管。再次,分离血管及支气管应由肺门向肺实质内推进,直至段门结构的分支显露清晰,术中应尽可能向远心端游离,避免误判,但也不能游离过多,因为段支气管的管壁相比于叶支气管质地更脆弱,操作不够细致、过度牵拉和游离致密粘连的淋巴结时容易造成误伤而被动误断段门结构。段门结构误断势必会影响相应肺段肺组织通气血流比值而影

* 通讯作者, E-mail: mingjian_ge@126.com

响肺功能,导致需切除的靶段与保留段的段间平面错误显示,从而影响段间平面的准确裁剪,出现多切、漏切等情况。徐凯等^[12]报道 47 例单操作孔胸腔镜解剖性肺段切除,其中 1 例因解剖段间粘连致密淋巴结时误伤段支气管,切除后导致支气管残端漏气,缝合修补失败,扩大手术方式为肺叶切除,1 例行左肺下叶基底段切除后见背段静脉细小,预计可能导致术后回流不畅,转行左下肺叶切除。王君等^[13]报道 118 例单孔胸腔镜肺段切除术,其中 1 例左肺背段切除时损伤左下肺静脉,更改为左肺下叶切除。

因此,对于肺段切除,我们推荐术前常规行高分辨率 CT (high resolution computed tomography, HRCT) 及 3D-CTBA^[14]。3D-CTBA 是通过软件(如 mimics)重建肺血管、支气管、肺结节,将二维的 CT 影像变成三维立体的直观解剖,帮助术者术前准确识别血管、支气管的解剖变异,以及确定结节的肺段归属和安全切缘,制定手术方案,可以在一定程度上减少靶段结构的误认、误断,提高手术的准确性和安全性,从而达到精准肺段切除的目的。Xue 等^[15]报道 68 例解剖性肺段切除术,其中 36 例术前三维重建,32 例未行三维重建,三维重建组均有足够的切缘距离,非三维重建组 4 例(13%)因切缘距离不足而楔形切除更多的肺组织,二者具有统计学差异($P=0.04$)。

2 段间平面显示不清

肺段隔膜又称段间平面,是 2 个或多个肺段之间的一层薄膜,是脏层胸膜表面向内的延伸^[16],由相邻肺段的肺泡壁和其间的纤维结缔组织共同组成,在容纳段间静脉、神经和淋巴管的同时起到分隔相邻肺段的作用,但是由于其外观上没有形成类似于水平裂和斜裂一样较深的裂纹,故正常状态下段间间隔无法在胸腔镜下呈现^[17,18]。肺段切除术中如何使段间平面准确显示一直是困扰术者的难题。

关于段间平面的显示目前常用的方法如下:

①改良膨胀-萎陷法^[19],靶段肺血管及支气管离断后,正压纯氧通气,直至患侧肺完全膨胀后再改为健侧单肺通气,待保留段完全萎陷呈暗红色,靶段肺组织仍处于膨胀状态呈粉红色,出现肉眼可识别的膨

胀萎陷分界线,即为靶段和保留段的段间分界线。该方法等待段间平面的时间较长(约 8 min),且合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)及胸腔粘连者可能显示欠清^[20]。②荧光染色法,包括支气管荧光染色和静脉荧光染色等。支气管荧光染色^[21]是通过支气管镜向靶段支气管注入吲哚菁绿(ICG),向靶段支气管注入气体以促进 ICG 在靶段肺组织肺泡腔内均匀分布,以 5 cm H₂O 呼气末正压(positive end expiratory pressure, PEEP)维持通气直至手术开始,术中以荧光胸腔镜辨识靶段肺组织分界线并予离断。此法因染色剂可能从靶段支气管回流至保留段支气管,影响段间平面的准确显示与识别、裁剪。静脉荧光染色^[22]是在靶段肺动脉分支被结扎以后,从静脉注射 ICG(3 mg/kg)并于荧光胸腔镜下观看,以电刀标记脏层胸膜白染与蓝染分界线。此法存在显示时间较短,导致段间平面标记不准确,尤其是纵隔面段间平面准确度较差的缺点。二者均需要价格昂贵的荧光胸腔镜。

以上段间平面显示方法各有优劣,但无论采用哪种显示方式,都应保证段间平面清晰而准确的显示,以保证靶段的准确切除。错误的段间平面显示,如显示过多,则将损失更多的肺组织,不利于肺功能保护;显示过少,则不能保证足够的切缘,甚至导致病变漏切,为保证手术效果,需要扩大切除范围。

我们团队提出一种新的段间平面显示方法,即肺循环单向阻断法^[23]辨识段间平面,根据靶段的解剖结构特点,先离断肺动脉分支或静脉的属支,在靶段支气管离断之前行纯氧正压张肺,根据靶段与保留段肺循环通畅与否的差异所形成的富氧与乏氧界限来判断段间平面。该方法不需要额外的设备,有利于残存段门结构归属的准确判断,有效减少误断的几率,可在一定程度上避免非计划性扩大手术切除范围,是一种安全、准确、可行的段间平面显示方法,其与传统段间平面显示方法的对比研究正在进行。

3 淋巴结钙化融合

淋巴结钙化融合是肺切除术中导致中转开胸的重要原因之一。Sezen 等^[24]报道 129 例胸腔镜肺叶切除术,18 例中转开胸,其中淋巴结干扰 4 例。苏

鹏等^[25]回顾性分析 1350 例胸腔镜肺叶切除术,中转开胸 83 例(6.1%),其中 21 例因淋巴结嵌顿无法分离导致开胸。郭昆亮等^[26]报道 90 例胸腔镜肺段切除术,其中 3 例因靶段肺动脉周围门钉淋巴结无法分离,开胸完成手术。

淋巴结干扰导致手术时间延长,术中出血增加,术后恢复延迟,也是肺段切除不能避免的难题,是导致非计划性扩大切除范围的重要原因之一。淋巴结出现钙化的原因主要是淋巴结炎性疾病,特别是慢性炎症性疾病,与周围组织发生粘连,融合成团。淋巴结位于肺门的血管或支气管周围,淋巴结发生钙化粘连时,这类钙化淋巴结不仅质地硬,且与周围血管或支气管紧密融合,导致处理血管、支气管时难以清晰显示分离层次,唯有采用非常规方法处理肺门结构。徐凯等^[12]报道的 47 例解剖性肺段切除中,1 例因淋巴结粘连紧密,分离时误伤支气管,切除后支气管残端漏气,修补失败,转行肺叶切除。

肺段切除术中,我们观察到,淋巴结主要分布在肺动脉分支处,静脉很少受累,少数情况因肿大淋巴结侵及静脉,致使粘连紧密难以分离。大多数情况是淋巴结紧密粘连血管鞘膜,但不累及血管鞘内,因此打开血管鞘膜来处理血管能有效避开粘连的淋巴结。如淋巴结已经累及血管鞘内,打开血管鞘仍不能充分分离血管时,通常需要采取非解剖性方式如缝扎来处理肺门血管。有时钙化融合淋巴结质地极硬,若强行使用直线切割缝合器,可能导致切割缝合器成钉失败,必要时需中转开胸和扩大切除范围来处理,或者避开这些与段门血管或支气管融合的钙化淋巴结。

4 术中冰冻病理不满意或升级

根据美国国立综合癌症网络(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)指南^[27],解剖性肺段切除术主要适于 I A 期周围型肺癌,包括肿瘤直径 ≤ 2 cm,影像学表现为磨玻璃结节(ground-glass nodule, GGN),病理学诊断为原位腺癌、微浸润性腺癌,或者肺功能差或伴其他合并症而不适合行肺叶切除者。因此,解剖性肺段切除术需基于术前准确分期和术中快速冰冻病理诊断,除常规送检肺结节确定性质外,术中还应送检肺切缘、支气管切

缘、前哨淋巴结^[28],以确定手术范围是否足够,其中肺切缘应 ≥ 2 cm 或大于肿瘤直径^[29]。然而术中肺组织充分萎陷后,肺内较小或纯 GGN,特别是位置远离脏层胸膜者,往往难以找到病变,无法精确定位,需要切除后通过肺组织颜色和质地等改变判断结节位置。部分纯 GGN 在开胸或离体标本等情况下依然难以准确找到病灶,术后无明确病理结果。陶绍霖等^[30]报道 122 例肺段切除中 13 例(10.7%)未能在术中找到结节,均为较小、纯 GGN,或距离脏层胸膜较远,其中 9 例(7.4%)行扩大肺叶切除术,术后标本固定后找到结节。如结节位于两相邻段之间,若行独立肺段切除,切缘不能达到肿瘤治疗的安全距离,也可能导致结节切掉部分被切缘所掩盖,或者保留段肺组织内残留部分结节,而不得不行扩大肺叶切除等^[31]。NCCN 指南^[27]提出,术中应常规进行纵隔、肺门、肺叶间、肺内及肺段间淋巴结采样,并术中送快速冰冻病理学检查。如冰冻病理提示淋巴结转移,除非需要行妥协性肺段切除,否则应更改手术方式为肺叶切除+系统性淋巴结清扫^[32]。对于早期非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC),需要保证切缘 ≥ 2 cm 或大于肿瘤直径^[33],若不能保证足够切缘,术中冰冻提示切缘肿瘤残留,或者病变组织以实性成分或微乳头成分为主,则需要扩大手术范围(如行肺叶切除)^[34-36]。

而对于影像学表现为混合 GGN,术中冰冻提示浸润性腺癌,或术后病理升级为浸润性腺癌,是否需要行肺叶切除尚有争议。Zhang 等^[37]报道 3031 例术中冰冻为非典型腺瘤样增生(atypical adenomatous hyperplasia, AAH)/原位腺癌(adenocarcinoma in situ, AIS)/微浸润性腺癌(minimally invasive adenocarcinoma, MIA)行亚肺叶切除,其中 192 例(6.3%)术后病理升级为浸润性腺癌,这些患者中 106 例(55.2%)行肺段切除术(其中 1 例二次手术行肺叶切除加淋巴结清扫),86 例行楔形切除术(3 例二次手术行肺叶切除加淋巴结清扫),5 年无复发生存率为 100%,因此认为术中冰冻误诊为 AAH/AIS/MIA 的浸润性腺癌行局限性切除术预后良好,亚肺叶切除是足够的,不需要术中扩大切除范围或者二次手术行肺叶切除。这类患者亚肺叶切除是否足够尚需更多研究证明。

5 小结

手术方式总是向着损伤小、疗效确切、术后肺功能保护更好的方向发展。解剖性肺段切除在满足最大限度切除病变的同时保留更多健康且有功能的肺组织的前提下,更加适应技术日益更新的微创时代。但是相比于肺叶切除,肺段切除技术难度更高,学习曲线更长,常因为各种原因偏离预期的手术方案,达不到预期的手术效果,因此适应证的严格把控、充分的术前规划、准确的段门结构离断、精准的段间平面辨认与裁剪等都是手术成功必不可少的步骤。相信随着经验的积累和技术的更新,更多的精准肺段切除得以实施,让早期肺癌的治疗向着对患者更有益的方向发展。

参考文献

- Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, et al. Cancer statistics, 2021. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(1): 7 - 33.
- Kamel MK, Rahouma M, Lee B, et al. Segmentectomy is equivalent to lobectomy in hypermetabolic clinical stage IA lung adenocarcinomas. *Ann Thorac Surg*, 2019, 107(1): 217 - 223.
- Onaitis MW, Furnary AP, Kosinski AS, et al. Equivalent survival between lobectomy and segmentectomy for clinical stage IA lung cancer. *Ann Thorac Surg*, 2020, 110(6): 1882 - 1891.
- Suzuki K, Saji H, Aokage K, et al. Comparison of pulmonary segmentectomy and lobectomy: safety results of a randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 158(3): 895 - 907.
- Stamatis G, Leschber G, Schwarz B, et al. Perioperative course and quality of life in a prospective randomized multicenter phase III trial, comparing standard lobectomy versus anatomical segmentectomy in patients with non-small cell lung cancer up to 2 cm, stage IA (7th edition of TNM staging system). *Lung Cancer*, 2019, 138: 19 - 26.
- Tane S, Nishio W, Nishioka Y, et al. Evaluation of the residual lung function after thoracoscopic segmentectomy compared with lobectomy. *Ann Thorac Surg*, 2019, 108(5): 1543 - 1550.
- D'andrilli A, Rendina EA. POINT: should segmentectomy rather than lobectomy be the operation of choice for early-stage non-small cell lung cancer? *Chest*, 2018, 153(3): 590 - 592.
- Nomori H, Shiraiishi A, Cong Y, et al. Differences in postoperative changes in pulmonary functions following segmentectomy compared with lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(3): 640 - 647.
- Eguchi T, Sato T, Shimizu K. Technical advances in segmentectomy for lung cancer: a minimally invasive strategy for deep, small, and impalpable tumors. *Cancers (Basel)*, 2021, 13(13): 3137.
- 陈亮, 王俊, 吴卫兵, 等. 胸腔镜精准肺段切除术技术流程和质控. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2019, 26(1): 21 - 28.
- Zhang M, Mao N, Wu Q, et al. Boyden's triad: the past, present and future. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2021 Nov 13. Online ahead of print.
- 徐凯, 谢宏亚, 马海涛, 等. 单操作孔电视胸腔镜解剖性肺段切除术 47 例报告. *中国微创外科杂志*, 2015, 15(11): 995 - 997.
- 王君, 张天赐, 魏大中. 单孔胸腔镜肺段切除术治疗肺结节 118 例. *中国微创外科杂志*, 2020, 20(11): 991 - 994.
- Wu WB, Xu XF, Wen W, et al. Three-dimensional computed tomography bronchography and angiography in the preoperative evaluation of thoracoscopic segmentectomy and subsegmentectomy. *J Thorac Dis*, 2016, 8(Suppl 9): S710 - S715.
- Xue L, Fan H, Shi W, et al. Preoperative 3-dimensional computed tomography lung simulation before video-assisted thoracoscopic anatomic segmentectomy for ground glass opacity in lung. *J Thorac Dis*, 2018, 10(12): 6598 - 6605.
- Zuo YZ, Liu C, Liu SW. Pulmonary intersegmental planes: imaging appearance and possible reasons leading to their visualization. *Radiology*, 2013, 267(1): 267 - 275.
- Chicco P, Magnussen JS, Vu DH, et al. Determining the cross-sectional segmental anatomy of cadaveric human lungs. *Clin Anat*, 2001, 14(1): 10 - 14.
- Zuo Y, Li L, Liu S. Kohn's pores are not responsible for collateral ventilation between inflated and deflated segments: a microscopic study of pulmonary intersegmental septa in the human lung. *J Anat*, 2015, 226(4): 381 - 385.
- Wang J, Xu X, Wen W, et al. Modified method for distinguishing the intersegmental border for lung segmentectomy. *Thorac Cancer*, 2018, 9(2): 330 - 333.
- 翟荣, 徐心峰, 王俊, 等. 肺段切除术中改良膨胀萎陷法影响因素研究. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2018, 38(8): 1136 - 1139.
- Sekine Y, Ko E, Oishi H, et al. A simple and effective technique for identification of intersegmental planes by infrared thoracoscopy after transbronchial injection of indocyanine green. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 143(6): 1330 - 1335.
- Misaki N, Chang SS, Igai H, et al. New clinically applicable method for visualizing adjacent lung segments using an infrared thoracoscopy system. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 140(4): 752 - 756.
- Zhang M, Mao N, Wu QC, et al. A novel method for distinguishing the intersegmental plane: pulmonary circulation single-blocking. *J Thorac Dis*, 2021, 13(1): 362 - 365.
- Sezen CB, Bilen S, Kalafat CE, et al. Unexpected conversion to thoracotomy during thoracoscopic lobectomy: a single-center analysis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 67(11): 969 - 975.

25 苏 鹏,温士旺,王明博,等. 胸腔镜肺叶切除术中转开胸 83 例原因分析:单手术组连续 1350 例手术总结. 中国肺癌杂志, 2021,24(7):475-482.

26 郭昆亮,陈 剑,詹必成,等. 胸腔镜肺段切除术的临床结果分析. 中国胸心血管外科临床杂志,2021,28(3):319-324.

27 Ettinger DS, Wood DE, Aisner DL, et al. Non-small cell lung cancer, version 5. 2017, NCCN clinical practice guidelines in oncology. J Natl Compr Canc Netw,2017,15(4):504-535.

28 Moroga T, Yamashita S, Tokushi K, et al. Thoracoscopic segmentectomy with intraoperative evaluation of sentinel nodes for stage I non-small cell lung cancer. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2012,18(2):89-94.

29 中华医学会,中华医学会肿瘤学分会,中华医学会杂志社. 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2019 版). 中华肿瘤杂志,2020,42(4):257-287.

30 陶绍霖,康珀铭,李青元,等. 三维 CT 支气管血管成像在机器人肺段切除术中的临床应用. 中国胸心血管外科临床杂志,2020,27(10):1155-1160.

31 姜格宁,陈 昶,朱余明,等. 上海市肺科医院磨玻璃结节早期肺腺癌的诊疗共识(第一版). 中国肺癌杂志,2018,21(3):147-159.

32 陈 亮,吴卫兵. 胸腔镜解剖性肺段切除术技术要点. 中国肺癌杂志,2016,19(6):377-381.

33 Sawabata N, Ohta M, Matsumura A, et al. Optimal distance of malignant negative margin in excision of nonsmall cell lung cancer;a multicenter prospective study. Ann Thorac Surg,2004,77(2):415-420.

34 Mohiuddin K, Haneuse S, Sofer T, et al. Relationship between margin distance and local recurrence among patients undergoing wedge resection for small (≤ 2 cm) non-small cell lung cancer. J Thorac Cardiovasc Surg,2014,147(4):1169-1175.

35 Smith CB, Swanson SJ, Mhango G, et al. Survival after segmentectomy and wedge resection in stage I non-small-cell lung cancer. J Thorac Oncol,2013,8(1):73-78.

36 北京医学会胸外科分会,中国医疗保健国际交流促进会胸外科分会. 基于高分辨 CT 影像学指导 ≤ 2 cm 磨玻璃结节肺癌手术方式胸外科专家共识(2019 版). 中国胸心血管外科临床杂志,2020,27(4):395-400.

37 Zhang Y, Deng C, Fu F, et al. Excellent prognosis of patients with invasive lung adenocarcinomas during surgery misdiagnosed as atypical adenomatous hyperplasia, adenocarcinoma in situ, or minimally invasive adenocarcinoma by frozen section. Chest,2021,159(3):1265-1272.

(收稿日期:2021-09-28)

(修回日期:2022-02-05)

(责任编辑:王惠群)