

# 亚肺叶切除术后迟发性纵隔气肿机制

傅林海 赵俊俊 丁剑毅 杨露萍 王彬 魏德胜 喻光懋

**【摘要】 目的** 探讨亚肺叶切除术且拔除胸腔闭式引流管后迟发性纵隔气肿的发生机制，并提供预防和处理经验。**方法** 回顾分析2021至2022年期间绍兴市人民医院4例经亚肺叶切除术，且拔管出院后再次出现迟发性纵隔气肿的病例资料。**结果** 大范围楔形切除和不完全的肺段切除术可能产生累及肺段/亚肺段支气管的高危肺切割创面，术后迟发性纵隔气肿发生率相对较高。迟发性纵隔气肿常由肺泡压力突然升高诱发，常表现为快速进展的纵隔和皮下气肿，易导致患者焦虑和恐惧。胸腔闭式引流术是有效的治疗方法，一般无须手术干预。对闭合张力较高且可能涉及细小支气管的高危肺切割创面，术中采用连续往返缝合加固，可以防迟发性纵隔气肿的发生。**结论** 亚肺叶切除术后的迟发性纵隔气肿有其独特的发生机制，可能与大范围楔形切除和不完全的肺段切除术产生的高危肺切割创面有关，术中对上述高危肺切割创面缝合加固，可以防迟发性纵隔气肿的发生。

**【关键词】** 亚肺叶切除； 继发性纵隔气肿； 迟发性； 高危肺切割创面

**Mechanism of delayed pneumomediastinum after sublobectomy** Fu Linhai, Zhao Junjun, Ding Jianyi, Yang Luping, Wang Bin, Wei Desheng, Yu Guangmao. Department of Thoracic Surgery, Shaoxing People's Hospital, Shaoxing 312000, China

Corresponding author: Yu Guangmao, Email: sxygmys@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the unique mechanism and provide clinical experience in the prevention and management of delayed pneumomediastinum occurring after sublobectomy and extubation of thoracic closed drainage tube. **Methods** Four clinical cases with delayed pneumomediastinum that occurred after sublobectomy, extubation and discharge from 2021 to 2022 at the Shaoxing People's Hospital were retrospectively analyzed. **Results** High-risk lung incision involving segmental/subsegmental bronchi, which might cause extensive wedge resection and substandard segmentectomy, increase the incidence of postoperative delayed pneumomediastinum. Delayed pneumomediastinum were often induced by a sudden increase in alveolar pressure, with a typical manifestation of rapidly progressive mediastinal and subcutaneous emphysema, and resulted in anxiety and fear in patients easily. Delayed pneumomediastinum generally does not require surgical intervention, and thoracic closed drainage is an effective treatment. For high-risk lung incision with high closure tension and possibly involving small bronchi, continuous back-and-forth suture reinforcement during the operation may prevent the occurrence of delayed pneumomediastinum. **Conclusions** Delayed pneumomediastinum after sublobectomy has its own unique mechanism, which may be related to the high-risk lung incision caused by extensive wedge resection and substandard segmentectomy. Intraoperative suture reinforcement of the above-mentioned high-risk lung incision might reduce or even prevent the occurrence of delayed pneumomediastinum.

**【Key words】** Sublobectomy; Secondary pneumomediastinum; Delayed; High-risk lung incision

国际癌症机构最新公布的数据显示：2020年全球恶性肿瘤新发病例中，肺癌排名第二，肺癌所致死亡在所有肿瘤死亡中位居第一<sup>[1]</sup>。2015年

中国肿瘤登记数据显示，中国肺癌的发病率和死亡率在所有恶性肿瘤中均居首位<sup>[2]</sup>。随着低剂量计算机断层扫描（computed tomography, CT）技术的普及，早期肺癌检出率提高，及时治疗有利于改善患者预后<sup>[3]</sup>。以肺段切除术和楔形切除术为代表的亚肺叶切除术，在早期肺癌手术治疗中取得不亚于肺叶切除术的中远期治疗效果<sup>[4-5]</sup>，

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-8773.2024.01.07

基金项目：浙江省卫生健康科技计划项目（2021RC033）

作者单位：312000 绍兴，绍兴市人民医院胸外科

通讯作者：喻光懋，Email: sxygmys@163.com

在临床上已被广泛应用。由于亚肺叶切除术涉及肺组织内部的游离和切割，漏气风险较肺叶切除更高，JCOG0802研究显示，与肺叶切除相比，虽然术后置管时间相同，但亚肺叶切除拔管后再置管率更高（3.8% vs. 1.4%， $P=0.015$ ）<sup>[4]</sup>，提示亚肺叶切除术后迟发性漏气相关并发症风险较高。

纵隔气肿指纵隔内空气或其他气体异常存在。纵隔和颈部是由连续的筋膜平面连接，内含疏松结缔组织，允许内部的气体扩散到其他地方<sup>[6]</sup>，这构成了纵隔和皮下气肿的解剖学基础。而壁层胸膜通过肺门处的翻折包绕气管和肺血管及远处的肺泡结构，形成脏层胸膜。

麦克林效应是目前被普遍接受且经典的纵隔气肿发生机制：因为肺泡压大于周围的肺血管，造成血管周围肺泡破裂，沿着血管鞘和结缔组织逸出的气体到肺间质引起纵隔气肿，肺间质压力高于纵隔内压，所以气体沿支气管鞘经过肺门到达纵隔，形成纵隔气肿<sup>[7]</sup>。纵隔气肿分为自发性纵隔气肿（原发性纵隔气肿）和继发性纵隔气肿<sup>[8]</sup>。医源性纵隔气肿可由气管插管机械通气<sup>[9]</sup>、气管切开<sup>[10]</sup>、气管镜检查<sup>[11]</sup>、口腔及鼻腔手术<sup>[12-13]</sup>、腹腔镜手术<sup>[14]</sup>等引起，肺手术也是医源性纵隔气肿的重要诱因，一般术后胸腔闭式引流留置状态下早期发生的纵隔气肿与持续存在的气胸、胸管引流不畅、胸腔内压力突然升高等因素有关，但胸腔闭式引流管拔除后迟发性的纵隔气肿较少见，尤其是仅伴发少量气胸的迟发性纵隔气肿，文献报

道较少。

## 资料与方法

回顾性分析绍兴市人民医院2021年1月至2022年12月期间发生的亚肺叶切除术后，拔管出院后再次出现伴发少量气胸的迟发性纵隔气肿病例4例，分析患者基本情况、手术方式、影像特征等资料，探讨肺术后迟发性纵隔气肿可能产生机制、病因诱因，预防和处理措施等。

## 结果

4例患者平均年龄51岁，术前均无肺部基础疾病，手术切除部位包括右上叶、右下叶、左下叶，切除方式均为亚肺叶切除，包括3例楔形切除（其中2例为“流域法”亚肺叶切除，即离断目标病灶所在区域供血或回流血管后，通过充气萎陷法明确切除范围），1例为肺段切除联合周围肺段的部分肺组织切除。以切割闭合器行肺组织切割闭合后，均未对上述4例患者的切割面进行缝合加固。4例患者均接受了淋巴结采样，其中2例为单纯肺门淋巴结采样，1例为单纯纵隔淋巴结采样，1例为肺门和纵隔淋巴结系统采样，因淋巴结采样需要，对相应区域纵隔或肺门处胸膜进行切开处理。患者术后均未发生持续漏气及其他术后并发症，术后平均留置胸管4.5天，拔管后顺利出院（表1）。

表1 患者手术及术后恢复情况

病例	年龄(岁)	性别	部位	切除方式	段门结构处理	切缘加固	淋巴结采样范围	术后胸管留置(天)
1	45	男	右上肺	“流域法”楔形切除	离断肺动脉	否	肺门	4
2	48	男	右上肺、右下肺	楔形切除	未处理	否	纵隔	5
3	54	女	右上肺	前段及部分尖端切除	离断肺动静脉	否	肺门	6
4	57	男	左下肺	“流域法”楔形切除	离断肺动脉	否	肺门+纵隔	3

4例患者在术后纵隔气肿发生后或治疗改善后均复查了胸部CT（图1），其中病例1于再次胸腔闭式引流后复查，病例2于再次胸腔闭式引流拔除后复查，病例3和病例4均于再发纵隔气肿行胸腔闭式引流治疗前复查。由于手术导致的肺组织缺失，术后初期手术野周围存在空腔，也为肺组织快速膨胀和支气管相对回缩创造了条件（图1C），而经过较长时间的肺顺应性改变后，上述空腔才能被完全吸收（图1B）。

4例患者发生迟发性纵隔气肿前均有明确诱因，其中1例为剧烈的屏气活动，3例为剧烈咳嗽，一般认为剧烈屏气或咳嗽易引起肺泡内压力剧烈升高，易引起后续结构破损及漏气的发生。平均发病时间为拔管后7.25天，首发症状均为显著进展的弥

漫性皮下气肿，可伴有体表的高张力性疼痛，易引发患者焦虑与恐惧情绪。首次影像检查结果显示肺平均压缩程度为21.3%，表现为少量的气胸，说明发作时漏气量较大，且大部分气体直接进入纵隔及皮下而较少通过肺膜破损进入负压状态的胸膜腔。但随着病情的进展，除初次确诊即予以胸腔闭式引流的2例患者外，另外2例患者均在4天内有气胸进展表现，最终4例患者均予以留置胸腔闭式引流。经引流治疗后，4例患者病情均缓解。除1例患者因管道意外滑脱导致反复置管外，其余3例患者平均置管时长为7天。纵隔气肿发生后相关实验室检查提示无明显严重感染征象，所有患者均未因迟发性纵隔气肿再次手术，后续随访复查所有患者均未再发漏气相关并发症（表2）。

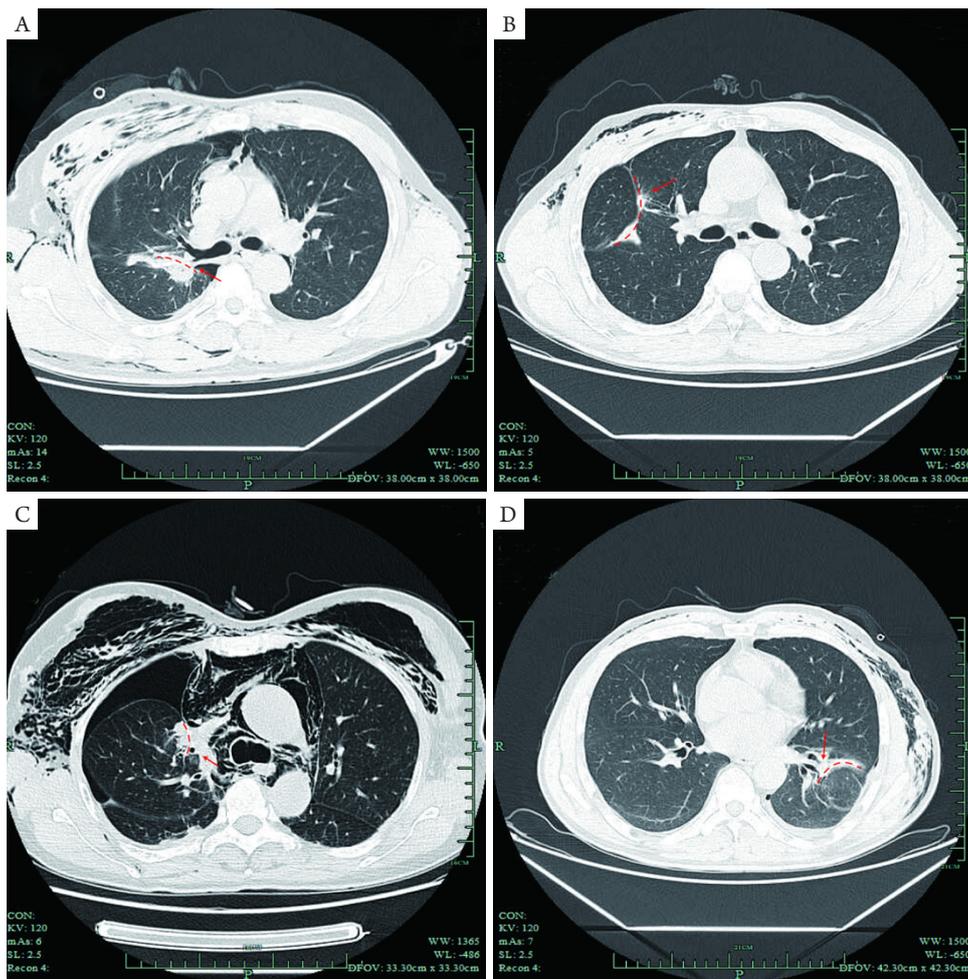


图1 患者术后复查胸部CT影像，可见肺组织切割创面（虚线示）均经过肺段/亚肺段支气管（箭头示），并将支气管残端与肺组织一并切割闭合。A, B, C, D分别表示病例1、2、3、4

表2 患者迟发性纵隔气肿及治疗情况

病例	拔管后发 作间隔时 间(天)	诱因	皮下 气肿	发作后首次检验		首次影像确 诊时肺压缩 比例(%)	首次影像确 诊至气胸加 重间隔时间 (天)	首次影像确 诊至胸腔闭 式引流间隔 时间(天)	胸管留 置天数 (天)	再次 手术
				白细胞 ( $10^9/L$ )	超敏C反 应蛋白 (mg/L)					
1	15	剧烈 咳嗽	是	7.42	5.68	40	/ <sup>b</sup>	0	27 <sup>a</sup>	否
2	5	剧烈 咳嗽	是	8.08	50.05	20	/ <sup>b</sup>	0	8	否
3	2	剧烈 咳嗽	是	4.98	8.34	20	1	1	6	否
4	7	剧烈 屏气	是	6.85	16.9	5	4	5	7	否

a: 因患者置管后管道意外滑脱, 导致再次重新置管; b: 患者首次影像确诊后即予以留置胸腔闭式引流, 遂无法统计加重时间间隔

## 讨 论

气胸是肺术后常见的肺部并发症, 目前尚无肺术后气胸发生率的权威统计数据。笔者统计2021年1月至2022年12月期间本院早期肺癌行手术治疗的患者拔管出院后复查的胸部影像数据, 发现本中心肺术后拔管后迟发性气胸总体发生率为23.0%, 其中肺叶切除术后迟发性气胸发生率为32.2%, 亚肺叶切除术后迟发性气胸发生率为16.6%。其中大部分术后气胸仅为术后常规复查影像发现, 表现为少量气胸, 患者无临床不适表现, 考虑与肺组织切除缺损导致胸腔残腔有关, 未予特殊处理。仅19例(1.3%)患者发生中等量以上(>40%)的迟发性气胸, 后续进行胸腔闭式引流术处理。另外, 影像提示6.9%的患者存在气胸伴发纵隔或皮下积气, 追溯影像发现大部分患者术后未拔管期间即存在纵隔或皮下气肿, 考虑与纵隔或皮下气肿吸收较慢有关, 无须特殊处理。其中4例表现为中等量以上(>40%)的迟发性气胸伴发纵隔或皮下积气, 考虑由气胸继发纵隔气肿, 后续进行胸腔闭式引流术处理。另外4例表现为迟发性少量气胸伴发明显的纵隔或皮下积气, 推测明显加重的纵隔或皮下积气但气胸却表现为少量, 与一般的术后漏气发生有所不同, 应有其独特的发病机制。

对于深部或肺组织平面处病灶的大范围楔形切除, 或者不完全的肺段切除(如“流域法”亚肺叶切除), 易导致以下结果: ①由于切割面跨

越肺段间平面, 会导致切割闭合器直接离断肺段/亚肺段支气管, 并与周围肺组织一起闭合, 但细小支气管不易被切割闭合器确切钉合; ②切除区域肺组织缺损较大, 同时切割闭合创面张力较大, 术后局部膨胀欠佳导致残存空腔。在术中麻醉鼓肺检测或术后初期轻声咳嗽时, 并不会引起漏气。但当发生剧烈咳嗽、屏气用力等动作诱发肺泡内压力陡增时, 肺组织瞬间膨胀而内部的支气管壁缺乏弹性, 引起闭合创面处支气管残端相对回缩而脱离创面, 最终继发漏气, 由于支气管残端回缩导致漏气发生于肺组织内部, 初期一般不会导致气胸显著加重, 而表现为类似麦克林效应的纵隔及皮下气肿, 随着病情的进展, 部分患者纵隔内的积气又会随着纵隔胸膜破损处进入负压状态的胸腔内, 导致术侧气胸的进展。

保守治疗以卧床休息、吸氧、控制疼痛、必要时止咳治疗, 以减少气体的进一步漏出, 促进积气重吸收。由于患者通常表现为出院后突发的胸痛或皮下气肿, 常常伴随着强烈的不安和恐惧心理, 因此积极地沟通与安慰是非常必要的。动态复查胸部影像, 若发现气胸进展, 及时行胸腔闭式引流术及持续负压吸引能有效缓解病情。因漏气靶病灶位于回缩的远端细支气管, 周围仍有肺组织和脏层胸膜包裹, 因此与普通的支气管胸膜瘘不同, 保守治疗可以得到比较好的治疗效果, 一般不需要再次手术治疗。

对于较深部的病灶, 大范围的楔形切除易导致闭合创面张力较高, 且易离断细小支气管, 存

在迟发性纵膈气肿风险，因此建议准确游离并单独处理肺段或亚段支气管，行标准肺段或联合亚段切除术。另外，对于上述高危肺切割创面，缝合加固是有必要的。针对这种情况，本团队目前常规予以聚丙烯不可吸收缝合线连续往返缝合加固高危肺切割创面，安全有效，后续未发生术后迟发性纵膈气肿。

综上所述，亚肺叶切除术在早期肺癌治疗中具有重要意义，但同时存在术后漏气相关风险增加可能。亚肺叶切除术后伴发少量气胸的发性纵膈气肿有其独特的发生机制，可能与大范围楔形切除和不完全的肺段切除术产生累及肺段或亚肺段的高危肺切割创面有关。迟发性纵膈气肿一般由剧烈屏气、咳嗽等行为诱发，常表现为快速进展的纵膈或皮下气肿，可伴发不同程度的气胸加重，易引发患者焦虑和恐惧。胸腔闭式引流术是迟发性纵膈气肿有效的治疗措施，一般不需要再次手术治疗。术中对上述高危肺切割创面缝合加固，可以预防迟发性纵膈气肿的发生。

### 参 考 文 献

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71 (3) : 209-249.
- 郑荣寿, 孙可欣, 张思维, 等. 2015年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. *中华肿瘤杂志*, 2019, 41 (1) : 19-28.
- Henschke CI, Shaham D, Yankelevitz DF, et al. CT screening for lung cancer: past and ongoing studies[J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, 17 (2) : 99-106.
- Saji H, Okada M, Tsuboi M, et al. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial[J]. *Lancet*, 2022, 399 (10335) : 1607-1617.
- Yoshimura M. Radical segmentectomy and wedge resection for good-risk patients with peripheral ct1an0m0 lung cancer[J]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*, 2016, 117 (4) : 278-282.
- Man DW, Donell ST, Raafat F, et al. Congenital obstructive emphysema of the left lung associated with a mediastinal lymphatic cyst[J]. *Thorax*, 1984, 39 (3) : 211-212.
- Macklin MT, Macklin CC. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions an interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment[J]. *Medicine*, 1944, 23 (4) : 281-358.
- Steele A, Jabbour J, Fischer PD, et al. A Case of Pneumomediastinum Due to Blunt Neck Trauma in a 23-Year-Old Male Rugby Player[J]. *Am J Case Rep*, 2018, 19: 1279-1282.
- Aljehani Y, Alkhunaizi AA, Othman SA, et al. Surgical and mediastinal emphysema in critically ill COVID-19 patients: A multicentric experience[J]. *Ann Thorac Med*, 2022, 17 (1): 51-58.
- 孔维佳, 黄选兆, 汪吉宝. 实用耳鼻喉头颈外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- Eguchi Y, Sugitani A, Nishida K, et al. Iatrogenic Mediastinal Emphysema and Subcutaneous Emphysema Induced by Bronchoscopic Examination[J]. *Indian J Chest Dis Allied Sci*, 2016, 58 (3) : 185-187.
- Brauer HU. Unusual complications associated with third molar surgery: a systematic review[J]. *Quintessence Int*, 2009, 40 (7) : 565-572.
- Bakker J, van Kersen F, Bellaar Spruyt J. Pneumopericardium and pneumomediastinum after polypectomy[J]. *Endoscopy*, 1991, 23 (1) : 46-47.
- Ott DE. Subcutaneous emphysema—beyond the pneumoperitoneum[J]. *JLSLS*, 2014, 18 (1): 1-7.

(收稿: 2023-09-03; 修回: 2023-09-29; 接受: 2023-12-14)  
(本文编辑: 丁玮)

傅林海, 赵俊俊, 丁剑毅, 等. 亚肺叶切除术后迟发性纵膈气肿机制[J/OL]. *中华胸部外科电子杂志*, 2024, 11 (1) : 62-66.