

基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术 在早期周围型肺癌中的应用*

张楠 陈树兴 林铿强 陈新富 许添辉 陈星**

(福建省福州肺科医院胸外科, 福州 350000)

【摘要】 目的 探讨基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术在早期周围型肺癌治疗中的可行性。 **方法** 回顾性分析 2021 年 9 月 ~ 2022 年 3 月单治疗组 23 例胸腔镜下解剖性部分肺切除术资料。术前行三维重建,明确结节所在流域的动脉及切除范围,行单操作孔胸腔镜手术,离断靶动脉,无需处理支气管,然后行荧光反染,切除肺实质。 **结果** 23 例均顺利完成手术,无扩大切除,无中转肺叶切除。手术时间(138.4 ± 35.0) min,术中出血量(30.0 ± 19.7) ml,术后引流时间(2.3 ± 0.9) d,术后住院时间(4.6 ± 1.4) d,肿瘤最大直径(1.0 ± 0.3) cm。切除淋巴结(3.2 ± 1.3)枚,均未见肿瘤转移。术后并发症 3 例,无死亡。 **结论** 基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术对于早期周围型肺癌的切除安全、可行。

【关键词】 流域分析; 解剖性部分肺切除术; 早期周围型肺癌

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2023)01-0020-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2023.01.005

Application of the Anatomical Partial Lobectomy Based on “Watershed Analysis” in the Treatment of Early-stage Peripheral Lung Cancer Zhang Nan, Chen Shuxing, Lin Kengqiang, et al. Department of Thoracic Surgery, Fuzhou Pulmonary Hospital of Fujian, Fuzhou 350000, China

Corresponding author: Chen Xing, E-mail: 32780635@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the feasibility of the anatomical partial lobectomy based on “watershed analysis” in the treatment of early-stage peripheral lung cancer. **Methods** Clinical data of 23 patients with early-stage peripheral lung cancer who underwent anatomical partial lobectomy based on “watershed analysis” between September 2021 and March 2022 were retrospectively reviewed. Before operation, three-dimensional reconstruction was performed to identify the arteries in the range where the nodule was located and the scope of resection. The single utility port video-assisted thoracic surgery was performed. The target pulmonary artery was cut while preserving segmental bronchus, then a wedge resection was performed with indocyanine green fluorescence negative staining. **Results** All the patients underwent basal segmentectomy successfully with no conversion to multi-portal procedure or thoracotomy. The average operation time was (138.4 ± 35.0) min, the average intraoperative blood loss was (30.0 ± 19.7) ml, the average drainage time was (2.3 ± 0.9) d, and the average postoperative hospital stay was (4.6 ± 1.4) d. The average maximum diameter of the lesion in the resected basal segment was (1.0 ± 0.3) cm. The average number of resected lymph nodes was (3.2 ± 1.3). There was no evidence of nodal metastases. Three patient suffered postoperative complications. No perioperative death occurred. **Conclusion** The anatomical partial lobectomy based on “watershed analysis” in the treatment of early-stage peripheral lung cancer is safe and feasible.

【Key Words】 Watershed analysis; Anatomical partial lobectomy; Early-stage peripheral lung cancer

* 基金项目:福建省青年基金项目(2021QNA066);福州市重点专科项目(201912003)

** 通讯作者, E-mail: 32780635@qq.com

对于术前影像学诊断考虑为早期周围型肺癌的磨玻璃样结节 (ground-glass nodule, GGN), 若根据 CT 值判断病理为浸润前病变^[1]或微浸润腺癌可能性大, 手术方式多采用胸腔镜下楔形切除或肺段切除, 两种术式各有优缺点。“流域分析”为广东省人民医院提出的一种肺小结节术中定位方法^[2], 即术前行三维重建, 规划结节所属的流域动脉及切除范围, 术中使用阻断带暂时阻断靶动脉, 然后通过荧光反染确定切除范围, 再行楔形切除。根据临床工作经验, 我们对此做出改进, 提出基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术, 即术中需切断靶动脉, 酌情处理靶肺区静脉, 不切断段支气管, 在确保安全切缘的情况下行解剖性部分肺切除。该方法既弥补了楔形切除主观性强的不足, 又简化了肺段切除的流程, 是“简化的”肺段切除术, 可以作为部分肺叶切除的补充手段。2021 年 9 月 ~ 2022 年 3 月, 我们行 23 例基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术, 现报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 23 例, 男 5 例, 女 18 例。年龄 31 ~ 69 岁, (48.7 ± 12.1) 岁。均为体检 CT 发现肺部结节, 无不适症状。术前常规行胸部高分辨率 CT 或增强 CT 检查 (图 A), 结节均为周围型 (位于肺外野 1/3), 纯磨玻璃结节 16 例, 混杂密度磨玻璃样结节 7 例; 结节单发 16 例, 多发 7 例 (2 枚 4 例, 3 枚 3 例, 均为同侧); 位于左上叶 11 例, 左下叶 3 例, 右上叶 6 例, 右下叶 3 例; 直径 0.7 ~ 1.7 cm, (1.2 ± 0.3) cm (多发结节按最大结节计算)。术前均未确诊, 临床诊断怀疑早期肺癌。合并高血压 2 例, 糖尿病 1 例, 慢性阻塞性肺疾病 1 例。ASA 分级 I 级 19 例, II 级 4 例。术前均行血常规、生化常规、凝血常规、肿瘤标志物、D-二聚体、心电图、心脏彩超、肺功能、全腹彩超、头部 MRI 检查, 排除心、肺、肝、肾功能不全及远处转移。

基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术的指征: 位于肺外周 1/3 肺野的直径 ≤ 2 cm 的结节, 符合以下条件之一: ①术前穿刺病理表现为浸润前病变; ②磨玻璃成分 ≥ 50%; ③结节倍增时间 ≥ 400 d。

排除标准: ①高龄伴有多种内科疾病、心肺功能

差不能耐受肺段切除术; ②尘肺、结核病史估计支气管、血管周围粘连严重; ③肺裂未发育而又需处理肺裂间血管。

1.2 术前规划

术前应用高分辨率 CT 或增强 CT 及三维重建技术明确结节的位置、大小、CT 值, 并完成手术方案规划 (图 B、C), 包括: 了解肺段支气管、动脉和静脉有无变异、畸形; 显示结节与肺段支气管、动脉和静脉的关系, 并判断结节的肺段归属; 对结节所在位置进行流域分析, 确定结节所在靶区的靶动脉, 或可能需要处理的靶区静脉, 在保证安全切缘的前提下, 模拟解剖性部分肺切除。

1.3 手术方法

静脉吸入复合麻醉, 双腔气管插管单肺通气, 健侧卧位, 胸部予乳胶垫抬高。胸腔镜显示器置于患者头侧, 术者位于患者腹侧, 扶镜手位于患者背侧。采用单操作孔胸腔镜手术, 操作孔选取腋前线第 4 肋间, 长约 3 cm, 观察孔选取腋中线第 7 肋间, 长约 1.5 cm, 使用 10 mm 30° 近红外荧光胸腔镜 (欧谱曼迪, OPTO-CAM2100)。进入胸腔后先行探查, 对结节所在位置进行初步判断, 缝线标记 (图 D)。根据术前规划, 先游离出靶段血管, 使用美国强生 ECR45W 血管钉 (PSE45A 电动腔镜关节头直线型切割吻合器) 离断靶段肺动脉 (图 E), 动脉及支气管旁的肺内、段间淋巴结采样, 视肺静脉是否干扰肺动脉的暴露酌情给予处理, 靶段支气管则予保留。将吲哚菁绿 (indocyanine green, ICG) 25 mg 溶解在配套的 10 ml 灭菌注射用水中。将镜头标准白光模式转换成近红外荧光模式。外周静脉注射配好的 ICG 溶液约 3 ml, 约 10 s 后可见其余保留肺段呈荧光绿色 (靶区未显影) (图 F), 一般荧光显像持续 10 ~ 15 s (必要时可多次重复给药)。显影后立刻用氩气刀 (或电钩) 标记流域界限, 再次确认结节位置与靶区关系, 在确保切缘的情况下, 用美国强生 ECR45D 钉仓 (PSE45A 电动腔镜关节头直线型切割吻合器) 切除靶肺 (图 G)。

靶肺切除后, 肉眼或直尺测量判断切缘是否安全 (图 H), 切缘距离大于肿瘤直径, 或切缘 > 2 cm^[3]。病肺、切缘以及采样的动脉或支气管旁淋巴结常规送检冰冻病理。若冰冻确认病灶为浸润前病变、微浸润腺癌则手术结束, 适当采样纵隔及肺门

淋巴结;若为浸润性腺癌或其他类型肺癌,则行肺叶切除+系统性淋巴结清扫术。妥善止血,冲洗胸腔,鼓肺试漏,必要时予修补,留置引流管 2 根。术后肺复张良好、无漏气且每天引流量 < 200 ml,则拔除引流管。

2 结果

23 例均顺利完成手术,术中肉眼判断切缘均安全,无扩大切除,无中转肺叶切除,无中转开胸。肺切除部位及例数见表 1。5 例多发结节中,3 例为其他肺叶胸膜下病灶,同期行楔形切除;2 例为肺外周结节,1 例行 LS1 + 2b + c + LS6 切除,1 例行 RS2 + RS8 切除。手术时间 91 ~ 183 (138.4 ± 35.0) min,术中出血量 5 ~ 100 (30.0 ± 19.7) ml,术后引流时间 1 ~ 4 (2.3 ± 0.9) d,术后住院时间 3 ~ 7 (4.6 ± 1.3) d。

术后病理:不典型腺瘤样增生 1 例,原位腺癌 2

例,微浸润腺癌 17 例(图 1),浸润性腺癌(贴壁型为主)3 例。肿瘤最大直径 0.5 ~ 1.6 (1.0 ± 0.3) cm。切除淋巴结 1 ~ 9 (3.2 ± 1.4) 枚,均为阴性。

术后并发症:2 例老年患者术后肺部感染,经抗感染治疗治愈;1 例术后漏气 > 4 天,经对症治疗,术后第 6 天拔管。无住院期间死亡。

表 1 23 例肺切除部位及例数

切除部位	例数	切除部位	例数
LS1 + 2	1	RS1	3
LS1 + 2b + c	1	RS2	1
LS1 + 2c	2	RS3b	1
LS3	2	RS6	2
LS3b + c	1	RS8	1
LS4 + 5	2	RS2 + RS8	1
LS4	1		
LS6	2		
LS8	1		
LS1 + 2b + c + LS6	1		

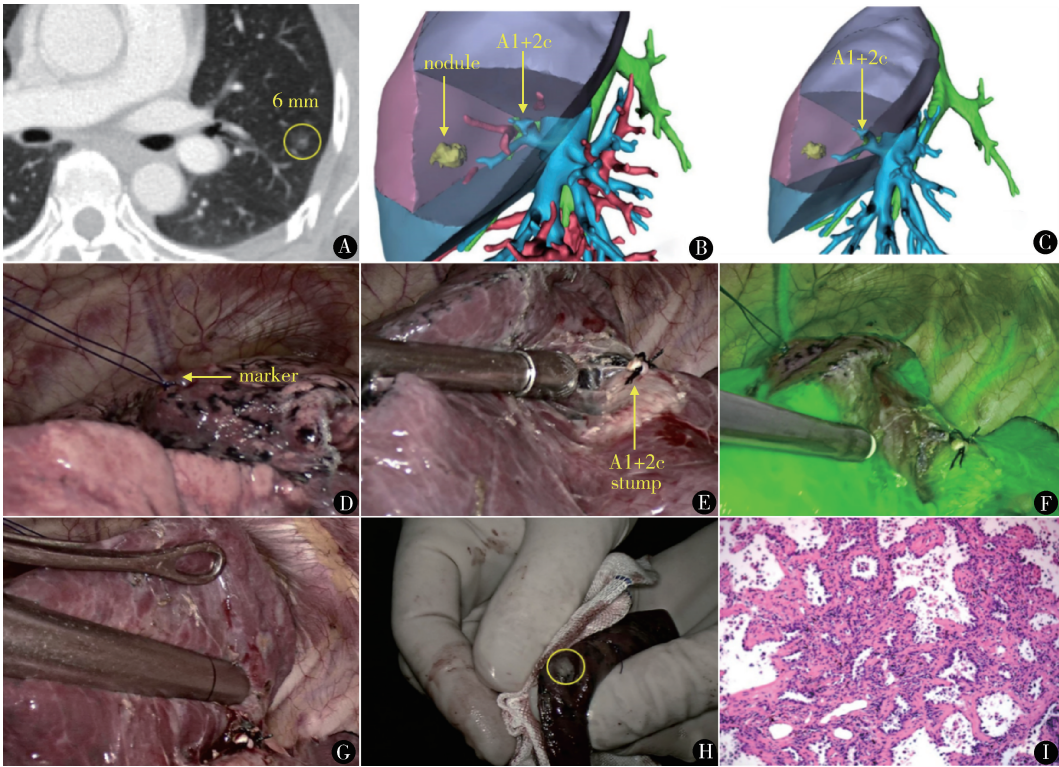


图 1 以左上叶尖后段 S1 + 2c 亚段切除为例:A. 术前增强 CT 提示左上叶尖后段大小约 6 mm 密度混杂磨玻璃样结节,CT 值约 - 550;B. 术前三维重建明确结节位于左上叶 S1 + 2c 亚段,行 LS1 + 2c 亚段切除,可保证安全切缘;C. 规划需处理的靶段动脉 A1 + 2c、靶段肺 S1 + 2c;D. 术中判断结节位置,缝线标记;E. 离断靶动脉 A1 + 2c,无需处理静脉及支气管;F. 荧光反染,靶区未显影,其余肺段均显示为绿色;G. 直线切割闭合器切除靶肺;H. 确认病灶,判断切缘安全;I. 病理为微浸润腺癌(HE 染色 × 400)

术后 1 个月复查胸片,术后 3 年内每半年门诊复诊一次,包括胸部 CT 及血清 CEA。截至 2022 年 4 月,随访 1 ~ 7 (4.2 ± 1.9) 月,均生活良好,无咯血、顽固性咳嗽症状。CT 提示术区余肺复张良好,无扭转、淤血表现,无肿瘤复发、转移征象。CEA 均在正常范围。

3 讨论

以 GGN 为主的早期周围型肺癌越来越多被检出,对诊断和治疗带来诸多挑战。研究认为,对于早期周围型肺癌,亚肺叶切除的远期疗效与肺叶切除相似,还可以保留更多的肺组织,减少肺功能损失,减轻手术创伤^[4,5]。JCOG0804^[6]研究、JCOG0802^[7]研究为直径 ≤ 2 cm 早期周围型肺癌行亚肺叶切除提供了有力证据。

亚肺叶切除术式主要包括肺楔形切除术和肺段切除术。楔形切除主观性较强,切除范围不够精准,与术者经验直接相关,大范围的楔形切除常伴有术后咯血、肺膨胀不全等并发症,且无法保证区域淋巴结采样,具有一定的局限性。肺段切除一定程度上弥补了楔形切除的不足,其中又以解剖性部分肺叶切除术(anatomic partial lobectomy, APL)^[8]为代表,该理念不仅仅包括标准的肺段/亚段切除,而且包括联合肺段/肺亚段切除,对术者要求较高,有较长的学习曲线,尤其是复杂的联合亚段/多亚段切除,需精准离断组织深部的血管及支气管,较难掌握,且增加术中出血、术后咯血、漏气的发生率。

在我们尝试的所有病例中,涉及了大部分常规肺段及亚段切除,其中左上叶尖后段及其亚段病例较多,分析可能与其解剖特点有关,对于斜裂发育良好的病例,后入路离断亚段动脉后即可荧光显影,操作简单;对于无变异的舌段及其亚段、背段、右上叶后段、中叶亚段、下叶前基底段肺切除,该思路同样适用;对于右上叶尖段及其亚段、右上叶前段及其亚段、左上叶尖后段尖亚段、左上叶前段切除,因静脉遮挡的原因,需视情况处理静脉后,方可暴露后方动脉再行离断;对于下叶后、外基底段结节,动脉需充分游离方可暴露,亦可使用单项式手术方法先从静脉入手;对于叶裂完全未发育者,则需视情况使用该方法。另外,对于多发病灶拟同期行多肺段切除者,该方法同样适用,但对于某些距胸膜较近

的小结节,我们还是建议采用楔形切除,以达到最小的肺损失。

对于淋巴结的处理,我们常规采样纵隔(N2)、肺门(第 10 组)、叶间(第 11 组)、肺内(第 12 组)、段间(第 13 组)淋巴结,尤其是结节所属肺内、段间的淋巴结予常规送检冰冻^[9],一旦提示阳性,除拟意向性肺段切除者,应考虑改为肺叶切除。第 12、13 组淋巴结的采样方法:因动脉与支气管伴行,在解剖靶段动脉时即可采样动脉旁第 12 组淋巴结;因靶肺切除范围基本等同于常规肺段,故亚段淋巴结得以完整保留,在靶肺离体后可解剖第 13 组淋巴结送冰冻检查,或部分结节视情况予石蜡固定后检查。

本组手术过程均顺利,安全切缘均能保证,无二次扩大切除及中转肺叶切除,无严重术中及术后并发症。正因为基于“流域分析”,术前无需有创定位,且靶肺切除的范围基本等同于解剖性肺段切除,较楔形切除更精准,切缘合理,术后并发症少;且能区域淋巴结采样,使术后分期科学、合理;由于简化手术流程,与常规解剖性肺段切除相比,手术时间、术中出血量、术后引流时间均有一定优势;另外,能够独立开展常规肺段切除的医师可迅速掌握该方法,对于初学者,难点主要在于靶段动脉的准确辨认,但较常规肺段手术更容易。

本方法也存在一定局限性,荧光胸腔镜尚未在基层医院广泛使用,使该技术的应用受到一定限制,但是在靶动脉精准离断后,同样可以通过“膨胀-萎陷”方法获得段间平面。根据段支气管流域划分的靶肺段区域容积小于靶段动脉划分肺段区域^[10],故具体操作时还需根据重建结果适当调整切割范围。另外,本文是回顾性研究,因技术开展时间短,病例数少,随访时间有限,该术式的优点仍有待与传统解剖性肺段切除进行随机对照研究进一步证实。

总之,基于“流域分析”的解剖性部分肺切除术,步骤简单,无需术前定位,术后并发症少,可适用于大部分拟行亚肺叶切除的早期周围型肺癌,初步研究结果认为该方法安全、可行。

参考文献

- 1 Kuhn E, Morbini P, Cancellieri A, et al. Adenocarcinoma classification patterns and prognosis. *Pathologica*, 2018, 110(1): 5 -

11.

2 Chu XP, Chen ZH, Lin SM, et al. Watershed analysis of the target pulmonary artery for real-time localization of non-palpable pulmonary nodules. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10(4): 1711 – 1719.

3 王宗凯, 葛明建. 亚肺叶切除术治疗早期非小细胞肺癌时肺切缘的研究进展. 中国肺癌杂志, 2018, 21(6): 498 – 502.

4 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.

5 Suzuki K, Watanabe SI, Wakabayashi M, et al. A single-arm study of sublobar resection for ground-glass opacity dominant peripheral lung cancer. J Thorac Cardiovasc Surg, 2022, 163: 289 – 301.

6 Aokage K, Yoshida J, Hishida T, et al. Limited resection for early-stage non-small cell lung cancer as function-preserving radical surgery; a review. Jpn J Clin Oncol, 2017, 47(1): 7 – 11.

7 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. Lancet, 2022, 399(10335): 1607 – 1617.

8 邱斌, 冀瑛, 白广宇, 等. 解剖性部分肺叶切除术治疗早期肺癌: 实践与发展. 中华胸部外科电子杂志, 2020, (4): 240 – 246.

9 于雷, 赵庆涛, 王志康, 等. 术中冰冻病理对肺结节胸腔镜手术切除范围的指导意义. 中国微创外科杂志, 2020, 20(3): 230 – 233.

10 Sarsam M, Glorion M, de Wolf J, et al. The role of three-dimensional reconstructions in understanding the intersegmental plane: an anatomical study of segment 6. Eur J Cardiothorac Surg, 2020, 58(4): 763 – 767.

(收稿日期: 2022 – 06 – 07)

(修回日期: 2022 – 11 – 04)

(责任编辑: 王惠群)