

3. Radyolojik Segment Anatomisi

Uzm. Dr. İlhan Nahit MUTLU, Prof. Dr. Özgür KILIÇKESMEZ

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Radyoloji Kliniği/Girişimsel Radyoloji, İstanbul

ANATOMİ

İnterlobar fissürler, çift kat visseral plevra tarafından oluşturulmuş, akciğerleri loblara ayıran derin yarıklar olarak tanımlanabilirler. Sağ akciğer horizontal (minör) ve oblik (majör) fissürler tarafından üst, orta ve alt loblara ayrılır, horizontal fissür üst lobu orta lobdan ayırırken, oblik fissür alt lobu orta ve üst loblardan ayırır. Sol akciğer sağa oranla hafifçe küçük olup, sadece bir oblik fissüre sahiptir. Sol lobdaki oblik fissür, akciğeri üst ve alt olmak üzere iki loba ayrılır. Fissürlerin inkomplet olması oldukça sık rastlanan bir durum olup, loblar arasında hava geçişine ve patoloji yayılımına neden olabilmektedir.

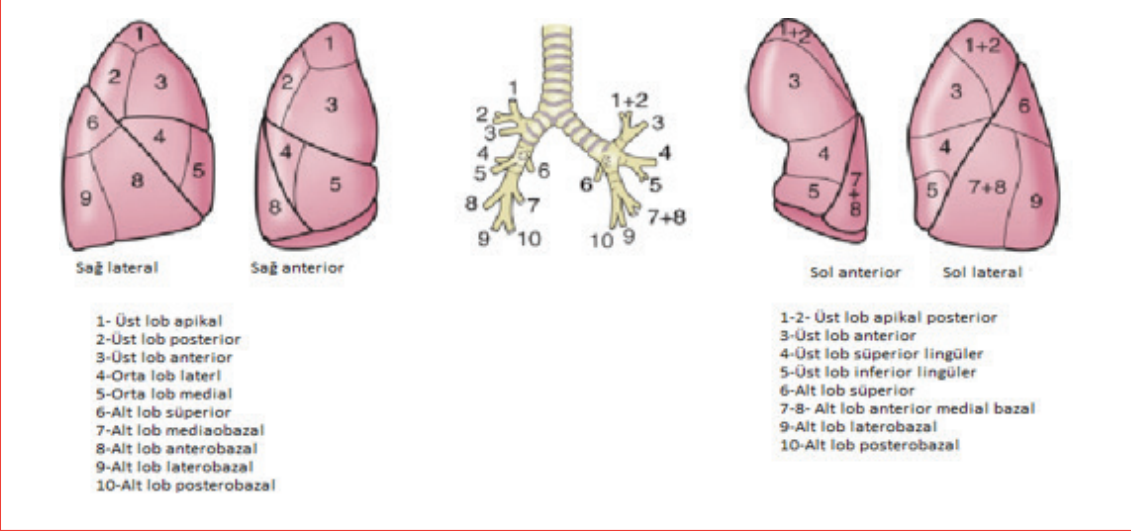
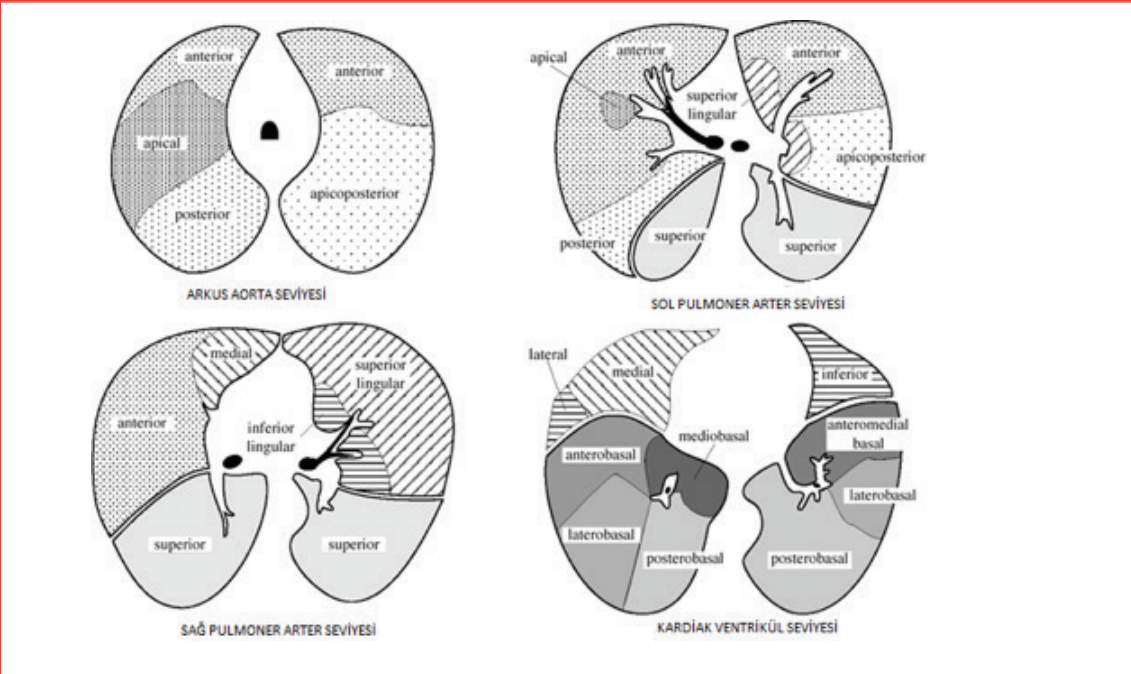
Bronkopulmoner segment, kendine ait bronş ve segmental bir arter tarafından beslenen, tabanı plevraya, tepesi hilusa doğru bakan piramid şekilli, lobun daha küçük bir alt birimidir (1,2). Segmentler kendilerini besleyen tersiyer bronşlara göre isimlendirilirler. Segmentlerin kendilerine ait segmental arterleri mevcuttur. Sınırlarını ise pulmoner venler belirler. Her bir segment fonksiyonel ve anatomik olarak diğerlerinden bağımsız olduklarından komşu segmentleri etkilemeden cerrahi olarak çıkarılabilir. Sağ akciğerde 10 adet, solda ise 8 adet bronkopulmoner segment bulunur. Sağ akciğer üst lob; anterior, apikal ve posterior olmak üzere 3 segmente ayrılır. Sağ akciğer orta lobun ise medial ve lateral olmak üzere iki segmenti mevcuttur. Alt lob segmentleri superior, mediobazal, laterobazal, anterobazal ve posterobazal segmentlerdir. Sol akciğer 4 adet üst lob 4 adet de alt lob segmentinden oluşur. Üst lob segmentleri apikoposterior, anterior, superior linguler ve inferior linguler segmentlerdir. Alt lob segmentleri ise superior, anteromedibazal, laterobazal ve posterobazal olarak

sayılabılır (Şekil 1). Segmental anatomi klinisyen ve cerrahlar açısından oldukça önemlidir. Bronkopulmoner segmentler cerrahi birimler olduklarından komşu akciğer dokusunun korunmasına olanak verecek şekilde rezekt edilebilirler. Bronkopnömoni, mikobakteriyel enfeksiyonlar, tümörler, aspirasyon, pulmoner infarkt ve sekestrasyon gibi birçok patoloji de segmental tutulum gösterdiğinden segment anatomisine hakimiyet klinik açıdan önem arz etmektedir. Kesitsel görüntülemelerde segmentlerin lokalizasyonu Şekil 2'de gösterilmiştir.

AKSESUAR FİSSÜRLER

Aksesuar fissürler, bronkopulmoner segmentler arasında görülürler. Anatomik olarak visseral plevra ile oluşmuş farklı derinliklerde yarıklar mevcuttur. Aksesuar fissürler embriyolojik pulmoner gelişim sırasında çok yaygın görülen varyantlar olup, fetal ve neonatal specimenlerde sık karşılaşırlar (3). Aksesuar fissür tarafından ayrılan akciğer bölümü aksesuar lob olarak adlandırılır. Aslında bu terminoloji doğru olmasına rağmen yanlış anlamalara yol açabilir çünkü herhangi bir ekstra lob veya segment bulunmamasıdır. Bronkopulmoner segmentler, bronşiyal ve arteriyel anatomi tamamen normal olup, sadece fissür sayısında fazlalık vardır. En yaygın aksesuar fissürler superior aksesuar, inferior aksesuar ve sol minör fissürlerdir (3,4). Diğer nadir fissürler ise anterobazal ve laterobazal segmentleri, orta lobun medial ve lateral segmentleri ve lingulanın superior ve inferior segmentleri arasında yer alan aksesuar fissürlerdir.

Sol minör fissür lingulayı sol akciğer üst lobun diğer kısımlarından ayırır (Şekil 3). Radyolojik incelemelerde %8-9, otopsi specimenlerinde %8-18 oranında rapor edilmiştir.

Şekil 1. Akciğerlerin fissür ve segmentleri.**Şekil 2. Kesitsel görüntülemelerde akciğer segmentleri.**

Süperior aksesuar fissür minör fissürle aynı seviyede veya hemen altında, majör fissüre posterior yerleşimli olarak bulunur. Alt lobun süperior ve bazal segmentlerini ayırır (Şekil 4). Yaklaşık %5 oranında görülür. Sağ akciğerde sola oranla iki kat fazla görülür (5).

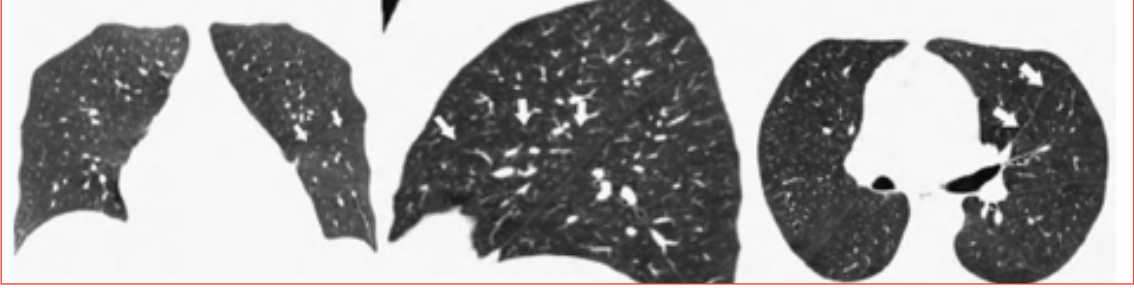
İnferior aksesuar fissür medial bazal segmenti diğer alt lob segmentlerinden ayırır (Şekil 5). Otopsi spesmenlerinde yaygın olmasına rağmen BT görüntülemesinde saptanması zordur.

Sağ orta lobun medial ve lateral segmentleri arasındaki aksesuar fissür, orta lobun kostal yüzünde, plevral yüzeyden hilusa doğru vertikal seyirli düz veya hafif eğimli bir çizgi olarak görülür (Şekil 6) (4).

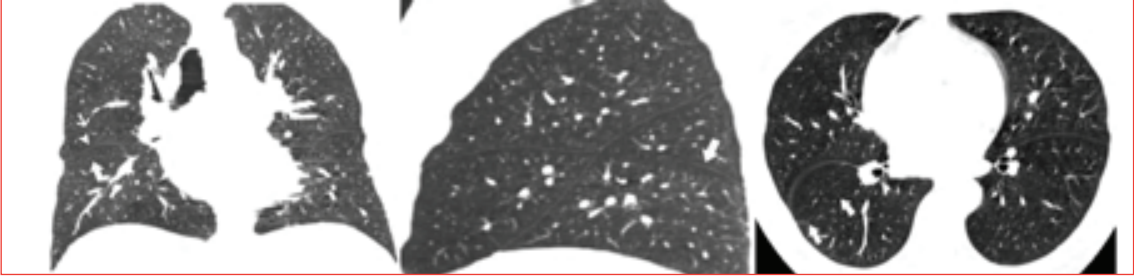
Lingulanın süperior ve inferior segmentlerini ayıran aksesuar fissür nadir olarak saptanır (yaklaşık %1) (Şekil 7) (4).

Azigos fissürü, otopsi spesmenlerinin %1'inde radyolojik incelemelerin %0,5'inde görülür (4,6). Azigos

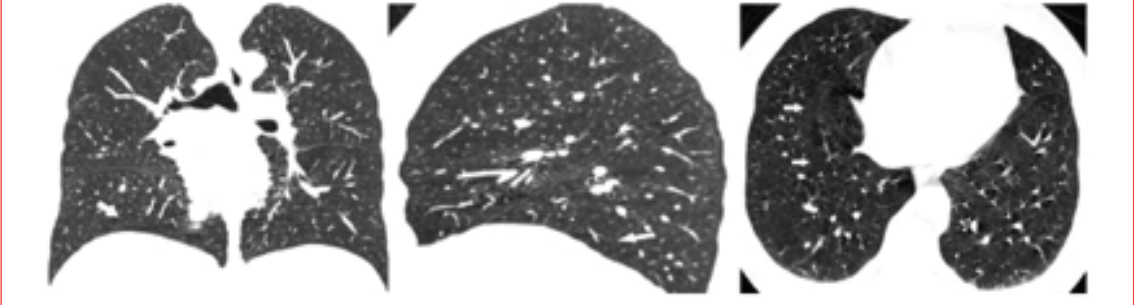
Şekil 3. Koronal sagittal ve aksiyel görüntülerde sol minör fissür oklarla işaret edilmiştir. (Normal and accessory fissures of the lung: Evaluation with contiguous volumetric thin-section multidetector CT. Cronin P, et al.)



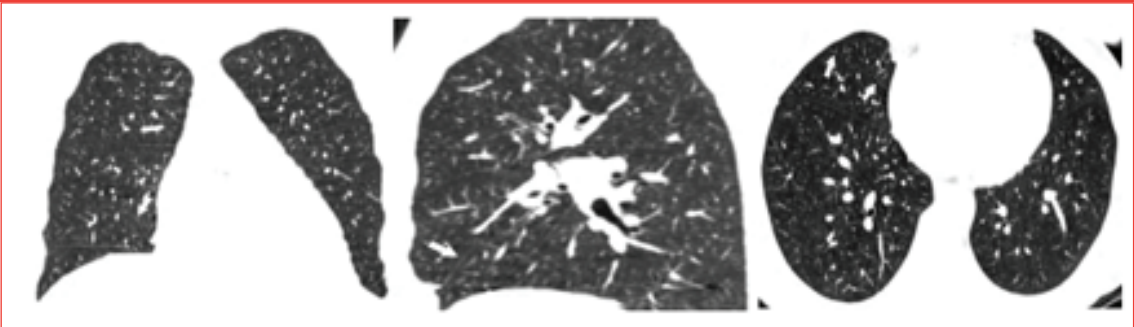
Şekil 4. Koronal sagittal ve aksiyel görüntülerde superior aksesuar fissür oklarla işaret edilmiştir. (Normal and accessory fissures of the lung: Evaluation with contiguous volumetric thin-section multidetector CT. Cronin P, et al.)



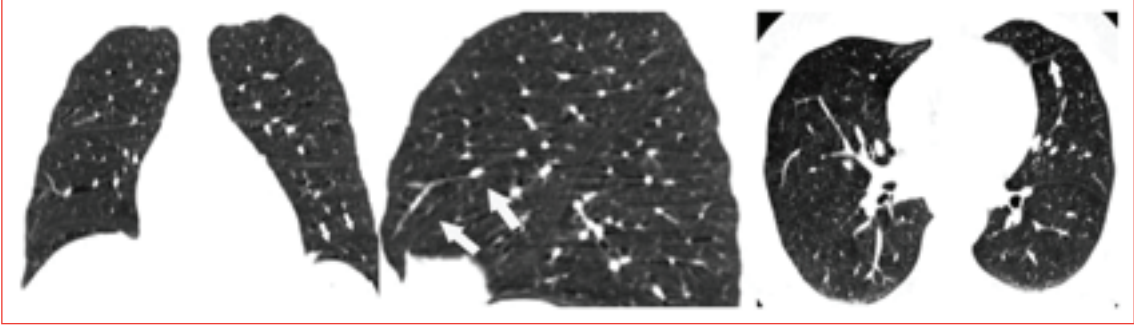
Şekil 5. Koronal sagittal ve aksiyel görüntülerde inferior aksesuar fissür oklarla işaret edilmiştir. (Normal and accessory fissures of the lung: Evaluation with contiguous volumetric thin-section multidetector CT. Cronin P, et al.)



Şekil 6. Koronal sagittal ve aksiyel görüntülerde orta lobun medial ve lateral segmentleri arasındaki aksesuar fissür oklarla işaret edilmiştir. (Normal and accessory fissures of the lung: Evaluation with contiguous volumetric thin-section multidetector CT. Cronin P, et al.)



Şekil 7. Koronal sagittal ve aksiyel görüntülerde lingulanın superior ve inferior segmentleri arasındaki aksesuar fissür oklarla işaret edilmiştir. (Normal and accessory fissures of the lung: Evaluation with contiguous volumetric thin-section multidetector. Cronin P, et al.)



lobu, intrauterin dönemde azygos veninin akciğerin önünden geçmesi ve sağ üst lob apikal veya posterior segmentinin bu venin arkasında kalması sonucu oluşur (Şekil 8).

Otomatik Segmentasyon

Bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojisindeki gelişmeler torasik kavitenin bir saniyeden daha kısa sürede görüntülenebilmesine ve submilimetrik uzaysal rezolüsyonla rekonstrükte edilmesine olanak tanımaktadır. Bu yüzden BT görüntüleme akciğerlerin incelenmesinde standart modalite olarak kabul edilmekte ve tanı, tedavi planlamada ve post operatif takipte yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 9).

Akciğer loblarının segmentasyonu, tedavi planlaması da dahil olmak üzere klinik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Pulmoner patolojinin lokalizasyonu ve yayılımı uygun tedavinin belirlenmesindeki ana parametrelerdendir.

Rutin bir akciğer BT incelemesinde her bir planda 400'ün üzerinde kesit olabileceği düşünülürse, segmentasyonun manuel olarak yapılması hem çok

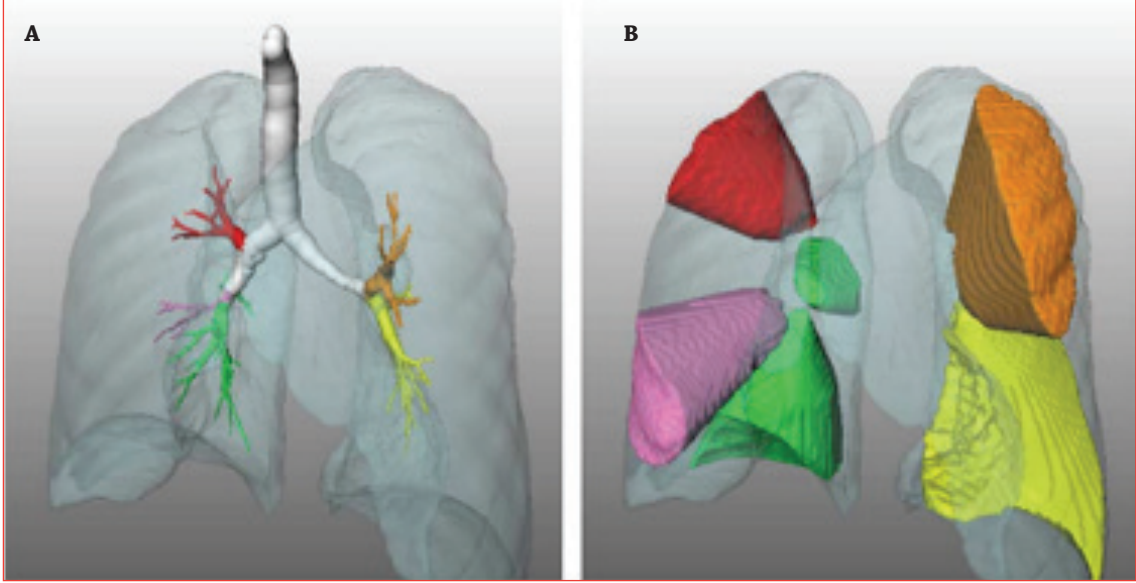
zahmetli hem de zaman kaybettirici olacaktır. Bu yüzden otomatik segmentasyon metodlarına ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca, fissürlerde sık olarak görülen anatomik varyasyonlar ve akciğer patolojileri manuel segmentasyonu zorlaştıran faktörlerdendir. Hatta bazı hastalarda fissürler inkomplet olabilmektedir (7). BT görüntülerde fissürlerin otomatik olarak tespit edilebilmesi için birkaç farklı teknik tanımlanmıştır (8,9). Van Rikxoort (10), Wiemker (11), Wang (12), Pu (13) ve Wei (14) BT ile lobar fissür segmentasyonunda her biri farklı teknikler önermişlerdir. Teknik anlamda değerlendirildiğinde pulmoner segmentasyon algoritmaları üç kategoriye ayrılabilir. İlk metod, fissürlerin şekil özellikleri ve gri skala bilgilerini kullanarak işlev görür. İkinci metod lobar sınırları belirlemek için hava yollarını, damarları ve fissürleri kullanır. Üçüncü metodda ise lob sınırlarını belirleme amacıyla pulmoner atlaslar oluşturulur. Bunlar dışında da yeni metodlar ortaya konulmaktaysa da henüz standart bir model oluşturulmamıştır (15).

Pulmoner segmentlerin otomatik rekonstrüksiyonu, akciğer kanserinin cerrahi tedavisinde uygun rezek-

Şekil 8. Koronal sagittal ve aksiyel görüntülerde azigos fissür oklarla işaret edilmiştir. (Normal and accessory fissures of the lung: Evaluation with contiguous thin-section multidetector. Cronin P, et al.)



Şekil 9. Lobar bronş analiziyle ortaya çıkan bronş segmentasyonu (A) ve lobar konular (B). (Lassen B, et al. Automatic segmentation of the pulmonary lobes from chest CT scans based on fissures vessels and bronchi. IEEE Trans. Med. Imaging. 2013;32(2):210-222. doi: 10.1109/TMI.2012.2219881.)



siyon yönteminin seçilmesine yardım eder. Erken dönem akciğer kanserinde lobektomi ve segmentektomi iki ana majör rezeksiyon yöntemidir. Segmentektomi benzer rekürrens ve sağkalım oranlarıyla, pulmoner fonksiyonu koruması, operasyon süresini kısaltması ve kan kaybını azaltması gibi avantajları nedeniyle standart tedavi olan lobektomiye tercih edilmeye başlamıştır (16-20).

Açık torakotomi sırasında tümör direkt olarak palpe edilebildiğinden yeterli bir marjın sağlayarak künt diseksiyon sağlanabilmektedir. Ancak torakoskopik işlemlerde cerrahın eli torasik kavite içerisine giremeyeceğinden operasyon öncesi mükemmel bir anatomik tanımlama çok önem kazanmaktadır (21-23).

3D BT ANJİYOGRAFİ VE BRONKOGRAFİ (3D-BTAB)

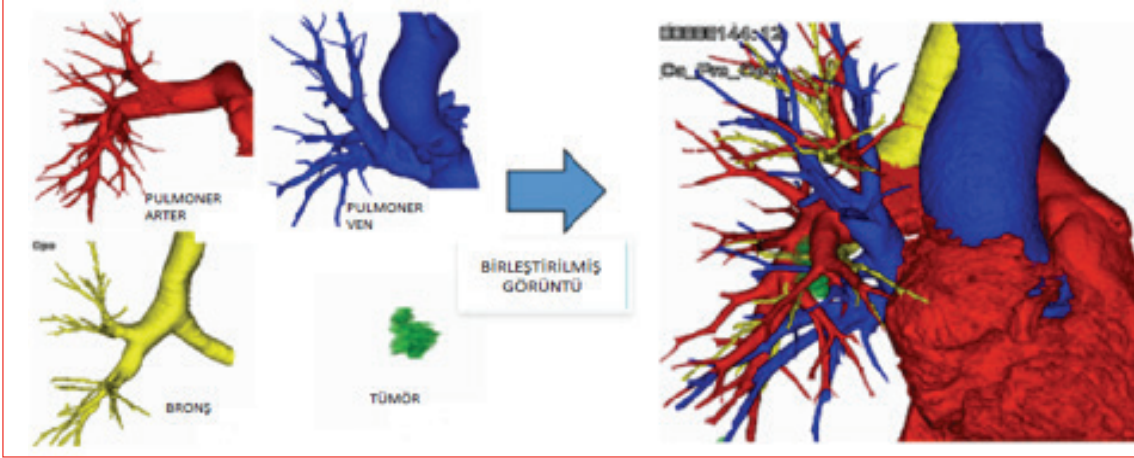
Akciğer segmentektomisi, göğüs cerrahisi alanında yaygın bir prosedür haline gelmiştir. Özellikle küçük boyutlu akciğer tümörlerinde ve standart lobektomiye gidemeyecek hastalarda alternatif bir yöntem olmuştur. Segmentektomi için Video-Assisted Thoracoscopic Surgery (VATS) ve robotik cerrahi gibi yöntemler kullanılabilir (24-27). Segmentektomi, akciğer kanseri dışında kolon kanseri metastazı gibi bazı malignitelerin yayılımında da kullanılabilir (28,29). Segmentektominin, enflamatuvar psödötü-

mör, pulmoner arteriovenöz malformasyon, konjenital bronşial atrezi, intralober pulmoner sekestrasyon ve ciddi hemoptizi gibi benign hastalıklarda da kullanımını bildiren çalışmalar mevcuttur (30-34).

Segmentektomi öncesi, her bir hastanın toraks anatomisinin, özellikle periferik intersegmental venlerin çok ayrıntılı değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak pulmoner anatomideki yaygın varyasyon ve anomaliler bu işlemi oldukça güçleştirmektedir. Günümüzde multidetektör BT (MDBT) teknolojisindeki ve yazılımlardaki inanılmaz ilerlemeler sayesinde üstün kalitede 3D rekonstrüksiyonlu görüntüler elde edilebilmektedir (35). Cerrahlar bu kaliteli, yüksek çözünürlüklü 3D görüntüler sayesinde, her hastada işlem öncesi ve sırasında çok daha iyi bir anatomi hakimiyeti sağlayabilmektedirler (Şekil 10) (36-38).

3D-BTAB teknolojisindeki ilerlemeler akciğer kanseri tedavisinde VATS prosedürünün de daha iyi bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yöntemle cerrah, pulmoner nodülle çevreleyen yapıların anatomik ilişkisini net bir şekilde değerlendirebilir. VATS ve 3D-BTAB kombinasyonu erken dönem akciğer kanseri tedavisinde hasta ve cerrah açısından oldukça iyi bir gelecek vaad etmektedir (39).

Şekil 10. 3D-BTAB görüntüsü. Pulmoner arter kırmızı, pulmoner ven mavi, bronşlar sarı, tümör yeşil renkte gösterilmiştir. Birleştirilmiş 3D-BTAB görüntülerde her yönden görüntüyü inceleyerek anatomi ortaya konabilmektedir. (Shimizu K, Nakazawa S, Nagashima T, et al. 3D-CT anatomy for VATS segmentectomy. J Vis Surg 2017; 3:88.)



KAYNAKLAR

1. Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. (2017). *Clinically oriented anatomy* (8th ed.). Lippincott Williams and Wilkins.
2. Ugalde, P., Camargo, J., & Deslauriers, J. (2007). Lobes, fissures, and bronchopulmonary segments. *Thoracic surgery clinics*, 17(4), 587-599.
3. Godwin JD, Tarver RD. Accessory fissures of the lung. *Am J Roentgenol* 1985;144(1):39-47.
4. Ariyurek OM, Gulsun M, Demirkazik FB. Accessory fissures of the lung: evaluation by high-resolution computed tomography. *Eur Radiol* 2001;11(12):2449-53.
5. Davis SD, Yu LS, Hentel KD. Obliquely oriented superior accessory fissure of the lower lobe of the lung: CT evaluation of the normal appearance and effect on the distribution of parenchymal and pleural opacities. *Radiology* 2000; 216: 97-106.
6. Speckman JM, Gamsu G, Webb WR. Alterations in CT mediastinal anatomy produced by an azygos lobe. *Am J Roentgenol* 1981;137(July (1)):47-50.
7. M. Gülsün, O. Ariyürek, R. Cömert, and N. Karabulut, "Variability of the pulmonary oblique fissures presented by high-resolution computed tomography," *Surg. Radiol. Anat.*, vol. 28, pp. 293-299, 2006.
8. B. Lassen, E. M. van Rikxoort, M. Schmidt, S. Kerkstra, B. van Ginneken, and J.-M. Kuhnigk, "Automatic segmentation of the pulmonary lobes from chest CT scans based on fissures, vessels, and bronchi," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 32, no. 2, pp. 210-222, 2013.
9. Y. Sato, S. Nakajima, N. Shiraga, H. Atsumi, S. Yoshida, T. Koller, G. Gerig, and R. Kikinis, "Three-dimensional multi-scale line filter for segmentation and visualization of curvilinear structures in medical images," *Medical Image Analysis*, vol. 2, no. 2, pp. 143-168, 1998.
10. E. van Rikxoort, B. van Ginneken, M. Klik, and M. Prokop, "Supervised enhancement filters: Application to fissure detection in chest CT scans," *IEEE Trans. Med. Imag.*, vol. 27, no. 1, pp. 1-10, Jan. 2008.
11. R. Wiemker, T. Buelow, and T. Blaffert, "Unsupervised extraction of the pulmonary interlobar fissures from high resolution thoracic CT data," *Comput. Assist. Radiol. Surg.*, vol. 1281, pp. 1121-1126, 2005.
12. J. Wang, M. Betke, and J. P. Ko, "Pulmonary fissure segmentation on CT," *Med. Image Anal.*, vol. 10, no. 4, pp. 530-47, 2006.
13. J. Pu, J. Leader, B. Zheng, F. Knollmann, C. Fuhrman, F. Sciruba, and D. Gur, "A computational geometry approach to automated pulmonary fissure segmentation in CT examinations," *IEEE Trans. Med. Imag.*, vol. 28, no. 5, pp. 710-719, May 2009.
14. Q. Wei, Y. Hu, J. MacGregor, and G. Gelfand, "Automatic recognition of major fissures in human lungs," *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.*, vol. 7, no. 1, pp. 111-123, 2012.
15. T. Doel, D. J. Gavaghan, and V. Grau, "Review of automatic pulmonary lobe segmentation methods from CT," *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 40, pp. 14-29, 2015.
16. Frick, A.E., Raemdonck, D.V.: *Segmentectomies*. Shanghai Chest 1, 28-28 (2017).
17. Handa, Y., Tsutani, Y., Mimae, T., Miyata, Y., Okada, M.: *Postoperative pulmonary function after complex segmentectomy*. *Annals of Surgical Oncology* 28, 8347-8355 (2021)
18. Harada, H., Okada, M., Sakamoto, T., Matsuoka, H., Tsubota, N.: *Functional advantage after radical segmentectomy versus lobectomy for lung cancer*. *Annals of Thoracic Surgery* 80, 2041-2045 (12 2005).
19. Schuchert, M.J., Pettiford, B.L., Keeley, S., et al.: *Anatomic segmentectomy in the treatment of stage I non-small cell lung cancer*. *Annals of Thoracic Surgery* 84, 926-933 (9 2007)
20. Wisnivesky, J.P., Henschke, C.I., Swanson, S., Yankelevitz, D.F., Zulueta, J., Marcus, S., Halm, E.A.: *Limited resection for the treatment of patients with stage I lung cancer*. *Annals of Surgery* 251, 550-554 (3 2010).
21. Oizumi H, Kanauchi N, Kato H, et al. Total thoracoscopic pulmonary segmentectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36: 374-7; discussion 377.

22. Oizumi H, Endoh M, Takeda S, et al. Anatomical lung segmentectomy simulated by computed tomographic angiography. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1382-3.
23. Oizumi H, Kanauchi N, Kato H, et al. Anatomic thorascopic pulmonary segmentectomy under 3-dimensional multidetector computed tomography simulation: a report of 52 consecutive cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141:678-82.
24. Yang C-FJ, D'Amico TA. Open, thorascopic and robotic segmentectomy for lung cancer. *Ann Cardiothorac Surg* 2014;3:142-52.
25. Linden D, Linden K, Oparka J. In patients with resectable non-small-cell lung cancer, is video-assisted thorascopic segmentectomy a suitable alternative to thoracotomy and segmentectomy in terms of morbidity and equivalence of resection? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014;19:107-10.
26. Ghaly G, Kamel M, Nasar A, et al. Video-Assisted Thorascopic Surgery Is a Safe and Effective Alternative to Thoracotomy for Anatomical Segmentectomy in Patients With Clinical Stage I Non-Small Cell Lung Cancer. *Ann Thorac Surg* 2016;101:465-72; discussion 72.
27. Veronesi G. Robotic lobectomy and segmentectomy for lung cancer: results and operating technique. *J Thorac Dis* 2015;7:S122-30.
28. Shiono S, Okumura T, Boku N, et al. Outcomes of segmentectomy and wedge resection for pulmonary metastases from colorectal cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016.
29. Berry MF. Role of segmentectomy for pulmonary metastases. *Ann Cardiothorac Surg* 2014;3:176-82.
30. Melloni G, Carretta A, Ciriaco P, et al. Inflammatory pseudotumor of the lung in adults. *Ann Thorac Surg* 2005;79:426-32.
31. Nakamura H, Miwa K, Haruki T, et al. Pulmonary arteriovenous fistula with cerebral infarction successfully treated by video-assisted thoracic surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2008;14:35-7.
32. Igai H, Kamiyoshihara M, Nagashima T, et al. Anatomical segmentectomy for pneumothorax associated with congenital bronchial atresia. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013;43:198.
33. Inoue T, Oizumi H, Nakamura M, et al. Port-access thorascopic anatomical segmentectomy for pediatric intralobar pulmonary sequestration. *Thorac Cardiovasc Surg Rep* 2014;3:42-4.
34. Kiral H, Evman S, Tezel C, et al. Pulmonary resection in the treatment of life-threatening hemoptysis. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2015;21:125-31.
35. Rubin GD. 3-D imaging with MDCT. *Eur J Radiol* 2003;45 Suppl 1:S37-41.
36. Shimizu K, Nakano T, Kamiyoshihara M, et al. Segmentectomy guided by three-dimensional computed tomography angiography and bronchography. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012;15:194-6.
37. Ikeda N, Yoshimura A, Hagiwara M, et al. Three dimensional computed tomography lung modeling is useful in simulation and navigation of lung cancer surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2013;19:1-5.
38. Akiba T. Utility of three-dimensional computed tomography in general thoracic surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2013;61:676-84.
39. Wu YJ, Shi QT, Zhang Y, Wang YL. Thorascopic segmentectomy and lobectomy assisted by three-dimensional computed-tomography bronchography and angiography for the treatment of primary lung cancer. *World J Clin Cases.* (2021) 9:10494-506.