

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**15 MM'DEN KÜÇÜK AKCİĞER NODÜLLERİNDE PERKÜTAN
TRANSTORASİK BİYOPSİ SONUÇLARI**

Dr. Necmeddin Abdurrahimli

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

ANKARA

2023

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**15 MM'DEN KÜÇÜK AKCİĞER NODÜLLERİNDE PERKÜTAN
TRANSTORASİK BİYOPSİ SONUÇLARI**

Dr. Necmeddin Abdurrahimli

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Emre Ünal**

ANKARA

TEŞEKKÜR

Tez konusunu seçerken ve tezin oluşmasındaki tüm aşamalar süresince desteğini, sabrını ve bilgisini esirgemeyen tez danışmanım ve hocam Doç. Dr. Emre Ünal'a,

Çalışmam boyunca bana destek olan Non-vasküler Girişimsel Radyolojinin öğretim üyelerine,

Başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Mustafa Özmen olmak üzere asistanlık dönemimde engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Hacettepe Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyelerine,

Birlikte çalışmaktan zevk aldığım asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme, bu zorlu süreci benimle paylaşan ve manevi desteğini her an yanımda hissettiğim eşim ve arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimle...

ÖZET

Abdurrahimli. N, 15 mm'den küçük akciğer nodüllerinde perkütan transtorasik biyopsi sonuçları, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2023.

Amaç: Bu çalışmada, uzun aksı 15 mm'den küçük akciğer nodüllerinde, perkütan transtorasik akciğer biyopsi işleminin etkinliğinin ve güvenilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Giriş: Bilgisayarlı tomografi (BT) eşliğinde perkütan transtorasik akciğer biyopsi (PTB), akciğer lezyonlarının tanısında önemli yere sahiptir. İşlem sonrası düşük sıklıkla da olsa pnömotoraks, kanama veya nadiren hava embolisi gibi komplikasyonlar görülebilir. Akciğerdeki lezyonun küçük boyutlu oluşu, santral yerleşimli olması, ana bronş veya vasküler yapılarla yakın olması ve altta yata parankim hastalıkları, komplikasyon riskini arttıran esas etkenlerdir. Literatürde küçük boyutlu akciğer lezyonlarında PTB sonuçlarını bildiren yeterli sayıda yazı bulunmamaktadır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Ocak 2005 ve Haziran 2020 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Nonvasküler Girişimsel Radyoloji ünitesinde BT eşliğinde PTB yapılan erişkin hastalar dahil edilmiştir. Hastalara ait demografik veriler, altta yatan akciğer hastalığı, lezyon boyutu, yerleşimi, lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi, işlem sonrası komplikasyonlar ve histopatolojik tanıları retrospektif olarak incelenmiştir. Komplikasyonlarla ilişkili olabilecek faktörler istatistiksel yöntemlerle araştırılmıştır.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen toplam 97 hastanın (%56 erkek) yaş ortalaması $63\pm 9,9$ yıl idi. Biyopsi yapılan nodüllerin ortalama uzun aksı $12\pm 2,3$ mm idi. Nodüllerin %15'i (n=15) 1-9 mm, %41'i (n=40) 10-12 mm, ve %44'ü (n=42) ise 13-15 mm aralığında idi. Biyopsi yapılan hastalarda %94,8 oranında örnek tanısal değerlendirme için yeterli bulunmuştur. Toplam 5 (%5) hastada ise biyopsi ile tanı alınamamıştır. Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi 3 cm'den az olan hastalarda yetersiz örnekleme oranı, diğer gruplara (3-4,9 cm ve 5 cm üzeri) göre daha fazla görülmüştür (p=0,026). Komplikasyonların büyük çoğunluğu (%84) klinik önemi olmayan hemorajiler (51 hasta) ve tedavi gerektirmeyen pnömotorakslardı (14 hasta).

2 hastada pnömotoraks sonrası drenaj kateteri gerekmiştir. Grade 2 ve üzeri hemoraji 19 hastada (%19,6) görülmüştür. Hemoraji izlenen hastaların hiç birinde kan transfüzyonu veya kanama nedeni ile ek girişimsel müdahaleye gerek duyulmamıştır. Hemoptizi olan 2 hastada, ek müdahaleye gerek kalmadan spontan düzelme aynı gün içerisinde görülmüştür. Hastanede kalış süresinde uzamaya neden olan parankimal hemoraji ve hemoptizi olgusu izlenmemiştir. 61 hastaya (%63) işlem gününbirlik yatış yapılarak yapılmış olup hastalar aynı gün taburcu edilmiştir. 36 hastaya (%37) ise hastaneye yatışını takiben işlem yapılmıştır. Bu 36 hastanın 2'sinde drenaj gerektiren pnömotoraks olması nedeniyle yatışı takiben taburculuk 3. ve 5. günlerde olmuştur. Diğer 34 hastada ise taburculuk işlemi yatışı takiben ertesi gün olmuştur. Lezyon-plevra iğne mesafesi arttıkça parankimal hemoraji görülme sıklığının istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı görülmüştür ($p=0,008$). Benzer şekilde, lezyon ile en yakın pulmoner fissür arası mesafe <1 cm olan hastalarda hemoraji gelişimi diğer gruba göre daha yüksek görülmüştür ($p=0,019$).

Sonuç: Çalışmamızda 15 mm altındaki akciğer nodüllerinde, PTB'nin etkin, güvenilir ve yüksek tanısal doğruluğa sahip bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Küçük boyutlu nodüllerde, özellikle plevraya yakın yerleşimin veya geçilen akciğer parankim mesafesinin az olmasının, iğne manüplasyonunu kısıtlaması sonucu, yetersiz örnekleme ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir. Çalışmamızın bir sonucu olarak, hedeflenen nodüle ulaşmak için en kısa mesafenin değil, en uygun iğne manüplasyonu sağlayacak akciğer parankim trasesinin tercih edilmesini önermekteyiz.

Anahtar kelimeler: Akciğer, nodül, BT, perkütan transtorasik biyopsi.

ABSTRACT

Abdurrahimli. N, Percutaneous Transthoracic Biopsy Results in Pulmonary Nodules Smaller than 15 mm, Hacettepe University, Faculty of Medicine, Department of Radiology, Thesis In Radiology, Ankara, 2023.

Objective: To evaluate the safety and efficacy of percutaneous transthoracic lung biopsy (PTB) in nodules smaller than 15 mm.

Introduction: Computed tomography (CT) guided lung biopsy plays a significant role in the diagnosis of lung lesions. Pneumothorax, hemorrhage, and rarely air embolism may occur following the procedure. Factors such as small nodule size, central localization, proximity to major bronchi or vascular structures, and underlying parenchymal diseases may increase the risk of complications. There is limited literature regarding the efficacy of PTB in small-sized lung lesions.

Materials and Methods: Adult patients who underwent CT guided PTB at Hacettepe University Nonvascular Interventional Radiology unit between January 2005 and June 2020 were included in the study. Demographic data, underlying lung diseases, nodule size, localization, needle distance from the lesion to the pleura, post-procedural complications, and histopathological diagnoses were retrospectively reviewed. Factors potentially related to complications were investigated individually.

Results: The study included a total of 97 patients (56 % male) with a mean age of $63\pm 9,9$ years. The mean long axis of biopsied nodules was $12\pm 2,3$ mm. Nodules were 1-9 mm in size in 15% (n=15) of cases, 10-12 mm in 41% (n=40), and 13-15 mm in 44% (n=42). Diagnostic accuracy rate was 95%. In 5 of the patients (5%) specific diagnosis could not be achieved. Inadequate sampling rate was higher in patients with a needle distance from the lesion to the pleura of less than 3 cm compared to other groups (3-4.9 cm and 5 cm or more) ($p=0,026$). Most complications (84%) were clinically insignificant hemorrhages (51 patients) and pneumothoraxes that did not require drainage (14 patients). Two patients required drainage catheter placement following pneumothorax. Grade 2 or higher hemorrhage was observed in 19 patients (20%). None of the patients with hemorrhage required further intervention. Two patients with hemoptysis showed spontaneous resolution on the same day with the procedure. There were no cases of parenchymal

hemorrhage or hemoptysis that prolonged the hospital stay. Sixty-one patients (63%) were treated as an outpatient basis. Thirty six of the patients (37%) were managed as an inpatient. Among these 36 patients, two required delayed discharge on the 3rd and 5th days due to pneumothorax requiring drainage. The remaining 34 patients were discharged the day after biopsy.

The frequency of parenchymal hemorrhage was significantly higher in the setting of increased needle distance from the lesion to the pleura ($p=0,008$). Similarly, the risk of hemorrhage was higher in nodules adjacent to nearest pulmonary fissure (<1 cm) ($p=0,019$).

Conclusion: In this study, it has been demonstrated that PTB is an effective and safe method for lung nodules smaller than 15 mm. As a conclusion of our study, we recommend choosing the parenchymal access which enables higher manipulation capability of the needle to ensure accurate histopathological diagnosis. The shortest distance to nodule may result in an unsuccessful procedure.

Keywords: Lung, nodule, CT, percutaneous transthoracic biopsy.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2. 1. Akciğer nodülleri	3
2. 2. Perkutan biyopsi	3
2.3. Biyopsi iğneleri	5
2. 4. Biyopsi tekniği	6
2. 5. Komplikasyonlar	7
2. 5. 1. Pnömotoraks	8
2. 5. 2. İntraparankimal hemoraji	9
2. 5. 3. Hava embolisi	10
2. 5. 4. İğne traktına tümör ekilimi	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	11
3.1. Çalışma Dizaynı	11
3.2. Biyopsi işlemi	12
4. BULGULAR	20
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇ	39
7. KAYNAKLAR	40

KISALTMALAR DİZİNİ

BT	Bilgisayarlı Tomografi
CHEST	American College of Chest Physicians
CIRSE	Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe
FDG	Florodeoksiglukoz
İİAB	İnce İğne Aspirasyon Biyopsisi
KOAH	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
PET	Pozitron Emisyon Tomografi
PTB	Perkütan Transtorasik Biyopsi
ROC	Receiver Operating Characteristics
SF	Serum Fizyolojik
SIR	Society of Interventional Radiology
US	Ultrasonografi

TABLULAR

Tablo 2.1. Perkütan Transtorasik Biyopsi Komplikasyonları	8
Tablo 4.1. Hastaların bazal demografik ve klinik özellikleri.	21
Tablo 4.2. Lezyonların radyolojik özellikleri.....	22
Tablo 4.3. İşlem sonrası komplikasyonların dağılımı.	23
Tablo 4.4. CIRSE sınıflamasına göre girişimsel işlemler sonrası görülebilecek komplikasyonların sınıflandırılması.	23
Tablo 4.5. Nodül boyutlarına göre benign-malign lezyon dağılımı.	25
Tablo 4.6. Histopatolojik tanımlar.	26
Tablo 4.7. Yüksek gradeli hemorajinin (grade 2 ve üzeri) radyolojik ve demografik bulgularla ilişkisi.....	29
Tablo 4.8. Postoperatif komplikasyonlara göre demografik, klinik ve radyolojik özelliklerin karşılaştırılması.	30
Tablo 4.9. Tanısal yeterliliğin radyolojik özelliklere göre karşılaştırılması.....	32

ŞEKİLLER

- Şekil 3.1.** Koaksiyel iğne sistemi. 17G-10 cm dış kanül (okbaşı) ve 18G-15 cm yarı-otomatik kesici iğne (ok). (Geotec, Ankara, Türkiye) 14
- Şekil 3.2.** Koaksiyel iğne sisteminin kullanımı ve hava embolisini önlemek amacıyla steril serum fizyolojik (kısa ok) enjeksiyonu ile dış kanül mandreninin (uzun ok) çıkarılması ve kesici iğnenin (asteriks) yerleştirilmesi..... 15
- Şekil 3.3.** 61 yaşındaki erkek hastada sol akciğer üst lobdaki 10 mm nodülden koaksiyel sistem ile kesici iğne biyopsisi. 17G-10 cm dış kanül(uzun çift ok) ve 18G-15 cm kesici iğne ucu(kısa çift ok). Biyopsi sonucu prostat adenokarsinom metastazı gelmiştir. 16
- Şekil 3.4.** 64 yaşındaki kadın hastada biyopsi sırasında grade 2 hemoraji geliştiği izlenmektedir. Nodülün hemorajiye bağlı gelişen çevre dansite artışı sahasından ayırt edilmediği dikkati çekmektedir. Biyopsi sonucu meme kanseri metastazı gelmiştir. 17
- Şekil 3.5.** 45 yaşındaki kadın hastada sağ akciğer üst lobdaki 8 mm boyutlu nodülden kesici iğne ile biyopsi işleminde, nodül komşuluğunda klinik önemi olmayan grade 1 hemoraji izlenmektedir. Biyopsi sonucu malign melanom metastazı gelmiştir..... 18
- Şekil 3.6.** 70 yaşındaki kadın hastada, sol ana bronş posterioru ve azigos (yıldız) venine yakın komşuluktaki 8 mm nodüle (ok) koaksiyel sistem ile kesici iğne yerleştirilmiş ve biyopsi sonrası giriş traktı otolog pıhtı enjeksiyonu (çift ok) ile kapatılmıştır. Çift ok aynı zamanda iğne trasesinde plevra-lezyon mesafesini gösteriyor. Biyopsi sonucu meme kanseri metastazı gelmiştir. 19
- Şekil 4.1.** Akciğer lezyonlarının loblara göre yerleşim sıklığı. 21
- Şekil 4.2.** Histopatolojik tanı oranları..... 26
- Şekil 4.3.** Primer akciğer kanseri ve metastazların nodül boyutuna göre dağılımı. (Toplam 67 hasta)..... 27
- Şekil 4.4.** Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesine göre hemoraji sıklığı dağılımı. 28

Şekil 4.5. Lezyonun fissüre yakınlığı ile (lezyon-fissür arası mesafe <1 cm) hemoraji gelişme sıklığı karşılaştırılması.	28
Şekil 4.6. Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesine göre yetersiz örnekleme dağılımı.	31
Şekil 4.7. ROC eğrisi analizi.	33
Şekil 4.8. PET/BT sonuçlarına göre benign-malign lezyon dağılımı.	33
Şekil 4.9. PET/BT sonucuna göre histopatolojik patolojik tanı dağılımı.	34

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Akciğer kanseri, her iki cinsiyette kanser sebebiyle ölümlerin en sık nedeni olarak gösterilmektedir. 20. yüzyılın ortasından itibaren özellikle tütün kullanımının artması ile ilişkili olarak sıklığı belirgin olarak artmış ve dünyada en sık görülen kanser türlerinden biri haline gelmiştir (1,2). Akciğer kanseri tüm yaş ve cinsiyetlerde en sık görülen 2. kanserdir (%11,4) ve kanser nedenli ölümlerin en sık nedenidir (%18) (3).

Kanser hastalarındaki rutin taramalara ek olarak parankimal akciğer hastalığı araştırılan hastalar ve son dönemde COVID enfeksiyonuna bağlı parankimal değişikliklerin araştırılması için yapılan bilgisayarlı tomografi incelemeleri ile küçük boyutlu nodüllerin saptanma sıklığı da artış göstermektedir (4–6).

Akciğer nodüllerinin benign-malign ayrımında BT bulguları önemli bir yere sahip olsa da, tanı için histopatolojik örnekleme hemen her zaman gerekmektedir (7–9). Akciğer nodülünün boyutu malignite için bağımsız bir risk faktörü olsa da, yapılan çalışmalarda 20 mm altı nodüllerin yaklaşık olarak %64 ila %75'i malign olarak bildirilmiştir (10,11).

Histopatolojik tanıya ek olarak, doku örnekleme ile hedefe yönelik tedavilere yön veren mutasyon analizleri de çalışılabilmektedir. Bu nedenle günümüz koşullarında, boyuttan bağımsız olarak doku tanısı sıklıkla istenilmektedir (12). Geçmiş yıllarda, BT eşliğinde perkütan transtorasik akciğer biyopsisi (PTB) ile doku tanısı koymak ve tümörün derecesini (grade) belirlemek yeterli idi. Son yıllarda ise keşfedilen mutant kanser genleri EGFR, ALK ve KRAS küçük hücreli dışı akciğer adenokanserlerinde yeni gen spesifik tedavilerinin önünü açmış ve biyopsilerde genetik araştırma gerekliliğini de getirmiştir. Bu nedenle akciğer adenokanserlerinde moleküler inceleme için daha fazla biyopsi materyali gerekmektedir. Benzer şekilde meme, kolorektal, pankreas gibi primer tümörlerin akciğere metastazlarında da moleküler araştırmalardan faydalanılmakta, genetik mutasyona yönelik farklı tedaviler geliştirilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Genetik çalışmaların yapılabilmesi için belli sayıda hücre materyali gerekli olduğu için genetik laboratuvarına gönderilen örneğin yeterliliği de önemlidir (13–15).

Akciğer nodüllerinin doku tanısında farklı yöntemler kullanılabilir. Özellikle trakea ve ana bronşlara komşu lezyonlarda bronkospik (lavaj yıkama, endosonografi ile doku örnekleme gibi) örnekleme yapılabilir. Ancak bronskopiye tolere edemeyen hasta sayısı az değildir. Günümüzde cerrahi biyopsi nadir birkaç durum dışında kullanılmamaktadır. BT kılavuzluğunda perkutan transtorasik biyopsi, tolere edilebilirliği, hafif iv sedasyon altında yapılabilmesi ve yüksek tanısal doğruluğu nedeniyle akciğer nodüllerinin histopatolojik tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır (16,17). BT kılavuzluğunda PTB'nin küçük boyutlu (20 mm altı) akciğer nodüllerinin tanısında farklı çalışmalarda %83.7 (17), %92.2 (18) ve %92.7 (19) tanısal doğruluk oranları bildirilmiştir. Ancak, 15 mm ve daha küçük akciğer nodüllerinin, BT kılavuzluğunda biyopsi sonuçları ile ilgili, yeterli literatür bilgisi bulunmamaktadır.

İşlem sonrasında pnömotoraks en sık karşılaşılan komplikasyondur ve literatürde %8-60 oranında bildirilmiştir (20,21). Olguların büyük çoğunluğunda pnömotoraks kendiliğinden gerilemekte, %2-15 oranında ise plevral drenaj gerekmektedir (22). Amfizem, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), hedef lezyonun boyutu, fissürün geçilmesi, lezyonun plevraya olan uzaklığı, biyopsi iğnesinin boyutu, biyopsi sayısı, yaş, radyolog deneyimi pnömotoraks riskini etkileyen faktörlerdir (21). Pnömotoraksı takip eden ikinci sıklıkla görülen komplikasyon pulmoner hemorajidir. İşlem sırasında ortaya çıkan pulmoner opasite, buzlu cam ve konsolidasyon olarak görülür. Literatürde %15-65 hastada geliştiği bildirilmiş olup %4-5 oranında hemoptizi görüldüğü belirtilmiştir (23-25). Bronşektazi varlığı, lezyonun plevraya uzaklığı, lezyonun kaviteyi içermesi ve biyopsi iğnesinin çapı pulmoner hemoraji ile ilişkili bulunan sebeplerdir (26). Pnömotoraks ile karşılaştırıldığında pulmoner hemoraji büyük oranda klinik olarak sessizdir.

Literatürde küçük boyutlu akciğer lezyonlarında PTB'nin sonuçlarını araştıran yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada uzun aksı 15 mm'nin altında olan akciğer nodüllerinde PTB etkinliğinin ve güvenilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Akciğer nodülleri

Akciğer grafisine kıyasla, yüksek uzaysal ve geometrik çözünürlüğü sebebiyle BT, nodül şüphesi olan hastalarda veya kanser hastalarının taramasında sıklıkla kullanılmaktadır. Erken tanı amacıyla yapılan ve sıklığı artan incelemelerin sonucu olarak akciğerde daha küçük boyutlu nodüller saptanmaktadır. Saptanan nodüllerin bir kısmının klinik bir önemi yoktur. Ancak, bir kısmı ise özellikle primer malignitesi olan hastalarda ileri inceleme ihtiyacı doğurmaktadır.

Nodül boyutu en önemli kıstaslardan biridir. Bir çalışmada, 3 mm ve altındaki bir nodülün malign olma olasılığı %0,2 iken, 4-7 mm'lik bir nodül için bu oran %0,9'a, 8-20 boyutlu nodüllerde %18'e, 20 mm ve üzerindekilerde %64-82 olarak bildirilmiştir (27,28). BT'de nodüller dansitesine göre solid, buzlu cam dansitesinde ya da subsolid yapıda olabilirler (29,30). Belirsiz nodüllerin değerlendirilmesinde sonraki aşamanın ne olması gerektiği konusunda henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır. Amerikan göğüs hastalıkları uzman grubu, malignite olasılığı düşük-orta ve çapları 8-10 mm arasında olan bu tip nodüllerde FDG-PET'i önermektedir. Bir santimetreden küçük nodüllerde ise FDG-PET'in tanı değeri ile ilgili çok az veri bulunmaktadır. Yine de orta-düşük risk grubu hastalarda, çapı 8-10 mm arasında olan nodüllerde FDG-PET pozitifliğinin; en azından girişimsel tanı yöntemlerine öncelik vermede bir avantaj oluşturabileceği öne sürülmektedir (31). Ancak yalancı pozitif ve negatiflik PET-BT için önemli bir dezavantajdır (32-35).

2.2 Perkütan Biyopsiler

Görüntüleme kılavuzluğunda yapılan akciğer biyopsileri, rutin pratikte bronkoskopik ve cerrahi biyopsilere kıyasla daha sıklıkla tercih edilmektedir. Perkütan biyopsiler hastalar tarafından daha tolere edilebilir, daha ucuz, minimal invaziv, güvenli ve etkin bir yöntemdir. İnce iğne aspirasyon biyopsisi (İİAB) sitolojik örnekleme, kesici iğne biyopsisi ise histolojik örnekleme sağlamaktadır (36). Lezyondan ayrıca serolojik-doku kültürü örnekleme de yapılabilmektedir. Yöntem daha çok periferik lezyonlar için

tercih edilmekle beraber, santral ve mediastinal lezyonlarda da başarılı bir şekilde yapılabilmektedir.

Perkütan transtorasik akciğer biyopsisi (PTB) ilk kez 1883 yılında Leyden tarafından pnömonilerin tanısında bakteriyolojik örneklemede ve sonrasında Menetrier tarafından 1886 yılında akciğer kanserinin tanısında kullanılmıştır. Daha önceleri geniş kesici-delici iğneler ile yapılan akciğer biyopsisi için 1960 yılında Nordenstrom ince iğne biyopsisini tanımlamıştır (37).

Perkütan transtorasik biyopsi için en çok tercih edilen kılavuz yöntem bilgisayarlı tomografi (BT) dir. BT vücudun birçok bölgesinde güvenli bir şekilde uygulanan, yüksek doğruluk oranları bulunan, başarılı bir biyopsi kılavuz yöntemidir. Bronkoskopi ile ulaşılamayan periferik intraparakimal lezyonların, plevra ve göğüs duvarından kaynaklanan lezyonların, mediastinal ve hiler yerleşimli lezyonların, lenf nodlarının transtorasik biyopsilerinde kılavuz yöntem olarak kullanılabilir. Daha iyi uzaysal çözünürlük ve imaj kalitesinin sağlanması, fissür, bül ve vasküler yapıların daha iyi görülmesi nedeniyle güvenli erişim yolunun seçilebilmesi, iğnenin lezyon içerisinde olduğunun gösterilmesi yöntemin avantajlarından. Gerçek zamanlı görüntüleme yapılamaması, iğnenin tekrar konumlandırılmasına bağlı işlem süresinde uzama ve bununla ilişkili olarak komplikasyon riskinde artış ve yüksek maliyet ise yöntemin dezavantajlarından (38). Bununla birlikte plevra tabanlı lezyonlarda ultrasonografi (US) iyi bir rehber modalite olarak kullanılabilir. Nadiren BT floroskopi de, özellikle riskli konumda küçük boyutlu nodüllerin biyopsisi için kılavuz yöntem olarak kullanılabilir (39). Ancak yüksek radyasyon maruziyeti olmakla birlikte BT kılavuzluğunda yapılan işlem ile kıyaslandığında benzer başarı oranları olması nedeniyle son zamanlarda tercih edilmemektedir (40). Son zamanlarda tanıtılan anjiyografi ünitelerine kombine BT cihazlarının navigasyon sistemleri işlemin güvenli bir açı ve traktta yönlendirilmesini sağlar. Biyopsi iğnesi traktı sanal olarak ekrandan izlenerek belirlenir. Bu sistemler biyopsinin tanısız doğruluğunu artırırken, düşük dozda BT kullanımı ile hasta efektif dozu en aza indirilebilmekte ve komplikasyon oranı azaltılabilmektedir, ancak yüksek maliyet nedeniyle yaygın kullanımları kısıtlıdır (41).

Biyopsi sonrası tanısal doğruluk oranının yüksek olması önemlidir. Görüntüleme kılavuzluğunda yapılan biyopsilerin tanısal doğruluğu ile ilgili literatürde %85-95 düzeyinde oranlar bildirilmektedir (42–45). Tedavi planlanan hastalarda PTB zamanlaması önemlidir, işlemin radyoterapi veya kemoterapi sonrasında yapılması tanısal yeterliliği azaltabilir. Özellikle RT planlanıyorsa, biyopsinin RT öncesi yapılması gerekmektedir. Bir diğer tanısal yeterliliği kısıtlayan durum nekrotik lezyonlardır. Söz konusu kısıtlamaları engellemek için biyopsi öncesi elde edilmiş 18-Florodeoksiglukoz pozitron emisyon tomografi (18-FDG PET) görüntüleri rehber olarak kullanılması gereklidir. Nodül boyut ve karakteri de tanısal yeterlilik açısından önemli kriterler arasındadır. Özellikle fokal buzlu cam dansitesindeki nodüllerin biyopsi sırasında işleme bağlı oluşan fokal sınırlı hemoraji sonrası BT görüntülerinde seçilememesi önemli kısıtlamaların başında gelmektedir. Bir diğer kriter nodül boyutu olup, biyopsi iğnesi yerleştirilirken mümkün olduğu derecede uzun aksın hedeflenmesi ve kısmen daha solid kısmının örneklenmesi önerilir (46).

Perkütan transtorasik biyopsi için kontrendikasyonların çoğu “göreceli” dir. Göreceli kontraendikasyonlar pnömotoraks ve hemoraji risklerinin arttığı durumlar olup, düzeltilemeyen koagülasyon parametreleri olması mutlak kontraendikasyon olarak sayılabilir. Unilateral pnömonektomi, ileri deceredeki amfizematöz akciğer parankim bulguları, anitkoagülan kullanımı rölatif kontraendikasyonlar olarak sayılabilir. Antiagregan ve antikoagülan ilaçlar işlemde önce, kullanılan ajana göre uygun süre için kesilmesi gerekmektedir.

2.3 Biyopsi iğneleri

Biyopsi iğneleri 2 başlıkta incelenir:

1. **Aspirasyon iğneleri**, sitolojik aspirat almak veya kültür-serolojik örnekleme için kullanılır. Tümöral morfoloji incelenir. Küçük hücreli- küçük hücreli dışı kanser veya adenokanser-yassı hücreli kanser ayrımı genelde yapılabilir. Yayma hazırlanması dışında aspirasyon materyali ile hücre bloğu, hücre santrifüjü yapılabilir.

2. **Kesici iğneler**, histopatolojik doku örneği almak için kullanılır. Tümörün morfolojisi yanında yapısal özellikleri de incelenir. Bu teknikte elde edilen doku miktarı

daha fazla olduğu için materyalde tanısal özgüllüğü arttıran immünohistokimyasal çalışma, elektron mikroskop ve tümör yüzey belirleyicileri gibi birçok tanısal işlem uygulanabilir (47). Dezavantajı, hasta başı inceleme yapılamaması ve İİAB'ye göre artmış komplikasyon riskidir.

İnce iğne aspirasyonu malignite tanısında %95'e varan doğruluğa sahip olmasına rağmen ne yazık ki benign lezyonlarda güvenilirliği aynı oranda yüksek değildir. İnce iğne aspirasyon ve kesici iğne biyopsisi için tanısal doğruluk oranları malign epitelyal tümörler için benzer iken, malign nonepitelyal tümörler ve benign lezyonlar için kesici iğne biyopsisinin tanısal doğruluğu daha yüksek bulunmuştur. İnce iğne aspirasyon biyopsisi ve kesici iğne biyopsisinin birlikte kullanılması ise malign kitlelerde en yüksek doğruluk oranına (%95,2) ulaşılmasını sağlamıştır (43). Günümüz pratiğinde, ince iğne aspirasyon biyopsisi yukarıda tanımlanan limitasyonlar nedeniyle tek başına kullanılmamaktadır.

2.4 Biyopsi Tekniği

Biyopsi öncesi hastanın güncel BT incelemesi, varsa PET-BT görüntülerinin dikkatle incelenmesi, gerekirse yenilerinin temin edilip, öncekilerle karşılaştırılmalı değerlendirilmesi önerilmektedir. Vasküler yapıların değerlendirilebilmesi için kontrastlı tetkikler değerlendirilmelidir. Hastanın risk faktörleri ile birlikte değerlendirilmesi, hastalara işlemin risklerinin anlatılması ve yazılı onam alınması gerekmektedir.

Tüm hastalara periferik intravenöz damar yolu açılmalıdır. Hastanın 6-8 saat oral alımının kapalı olması önerilmektedir. Vital fonksiyonlar monitörize edilir ve saturasyon izlenir. Hastaya uygun pozisyon verildikten sonra cilt antiseptik solüsyon ile temizlenerek rutin steril şartlar sağlanmalıdır. Biyopsi masasında BT tetkiki yapılarak giriş yeri, kitleye ulaşım yolu ve uygun pozisyon belirlenmelidir. Gerektiğinde intravenöz kontrast madde verilerek komşu vasküler yapıların, nodül ve giriş yolu ile ilişkileri gösterilebilir.

Giriş yerine 22/23G iğne kullanılarak %2'lik prilokain (Priloc %2, VEM İlaç San. ve Tic. Ltd. Şti. /Ankara/ Türkiye) enjeksiyonu ile cilt-cilt altı dokuları etki edecek

şekilde lokal anestezi uygulanır. Pnömotoraks gelişme riski nedeniyle plevraya direkt olarak anestezi yapılmamalıdır.

Giriş yeri belirlenirken iğnenin geçiş trasesinde mümkün olduğunca bül, fissür, ana bronş ve vasküler yapıların olmamasına dikkat edilmelidir. Birden çok lezyon varsa komplikasyon riski düşük nodüller hedeflenmelidir. Subplevral nodüller örneklenmesi zor lezyonlar olup kısa mesafe giriş önerilmemektedir (48).

Biyopsi için koaksiyel iğne sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde 17G dış iğnenin hedeflenen nodüle yerleştirilmesini takiben, içerisinde 18G tru-cut ve 21/22G ince iğneler yerleştirilerek sırasıyla kalın ve ince iğne aspirasyon biyopsileri yapılmaktadır. Koaksiyel veya kılavuz iğneler; aspirasyon iğnesi veya kesici iğnelere kılavuzluk yapan, iç çeper çapı biyopsi iğnesinden biraz daha geniş, boyu daha kısa olan iğnelerdir. Koaksiyel iğne sistemi kullanılarak bir kez nodüle ulaşıldıktan sonra, çoklu biyopsi hızlı bir şekilde yapılabilir. En büyük avantajı, tek plevral geçiş ile çoklu örnek alınması ve işlem süresinin kısılmasıdır.

Biyopsi işlemi tamamlandıktan sonra komplikasyon olması durumunda müdahale edilir. Komplikasyon yok ise hasta gözlem ünitesinde 4 saat gözlenir. Ardışık 2 saat arayla elde edilen akciğer grafisinde geç dönem komplikasyon olmaması durumunda taburcu edilir.

2.5 Komplikasyonlar

Perkütan transtorasik akciğer biyopsisi düşük mortalite riski barındıran bir işlem olmakla beraber, literatürde mortalite oranları %0,15-0,47 arasında bildirilmiştir. Biyopsi nedeniyle ölüm genelde erken dönemde olmaktadır. Mortalite sebepleri akut masif hemoptizi veya pulmoner hemoraji, pulmoner venöz embolizme bağlı intraserebral ve koroner arterlerde hava ve hemotorakstır (49).

Perkütan transtorasik biyopsi işleminin komplikasyonları Tablo 1'de sunulmuştur. En sık görülen komplikasyonlar pnömotoraks ve parankimal hemorajidir (20,50).

Tablo 2.1. Perkütan Transtorasik Biyopsi Komplikasyonları

Pnömotoraks	%8-61
İntraparankimal hemoraji	%5-65
Hemotoraks	%1.5
Hava embolisi	%0.02-1.8
İğne traktında malign ekilme	% 0.01-4

2.5.1 Pnömotoraks

En sık komplikasyon %8-60 ile pnömotoraks gelişimidir. Yel pazenin bu kadar geniş olması riskli lezyon ve riskli hasta gruplarının dağılımının farkından kaynaklanabilir. %2-15 oranında drenaja gereksinim duyulmaktadır (22). Pnömotoraks riskini arttıran faktörler lezyon çapının 2 cm'den küçük olması, lezyon ile plevra arasındaki mesafenin 0.1 cm ile 2 cm arasında olması ve işlemi gerçekleştiren radyoloğun az deneyimli olması, ileri hasta yaşı, çoklu pleural geçiş, iğne kalınlığında artış, iğnenin plevra içerisindeki kalış süresinde artış, interlober fissürden geçiş, şiddetli amfizem ve iğne ile cilt arasındaki giriş açısında azalma olarak sayılabilir (24,51). Biyopsi sonrası pozisyonun pnömotoraks ile ilişkisi olmadığı gösterilmiştir (52). İğne traktında oluşan parankimal hemorajinin pnömotoraks riskini azaltan bir faktör olduğu bildirilmiştir (53). İğne kalınlığının artışı ise pnömotoraks riskini arttırmaktadır (54). Biyopsi bitiminde iğneyi çıkartırken hastanın ekspiryum yaparak bu şekilde nefes tutmasının pnömotoraks riskini neredeyse yarı yarıya azalttığı bildirilmiştir (55). Ototolog kan pıhtısı ile tıkaç oluşturma tekniğinin pnömotoraks riskini azalttığını bildiren çalışmalar mevcuttur. Bu teknikte biyopsi iğnesi çıkartılırken, iğne traktına otolog kan pıhtısından 6-8 cc verilmesi ile plevrada geçici bir tıkaç oluşturulmaktadır (56). Bazı çalışmalarda pnömotoraks riskinde anlamlı düşüş yaratmasa bile toraks tüpü takılma insidansını düşürdüğü bildirilmiştir. İğne traktını kapatmak için kullanılacak diğer bir materyal olan jelatin süngerlerde de benzer şekilde toraks tüpü takılma insidansı düştüğü için özellikle derin lezyonlarda ve amfizemli hastalarda kullanılabilir (57).

Pnömotoraks tedavisi kararı radyolojik bulgular yerine hastanın semptomlarına göre verilir. İşlem sonrası 2. ve 4. saat radyografilerde pnömotoraks stabil veya azalma eğiliminde ise takip edilir. Pnömotoraks boyutunda artma olursa veya hasta semptomatik (dispne, takipne, göğüs ağrısı) hale gelirse tedavi edilir. Pnömotoraks saptandığında iğne ile aspirasyon ilk tedavi yöntemi olarak önerilmektedir, ancak başarı oranı düşüktür (58,59). Standart geniş lümenli göğüs tüpü yerine küçük lümenli pigtail kateter ve pnömostatik valv-Heimlich valvi kullanımı veya sualtı drenaj sistemi genel olarak kullanılmaktadır. Bu metod hasta için daha az ağırlı ve uygulaması kolaydır (60). Pnömotoraks biyopsi sırasında olduysa kateter yerleştirme işlemi koaksiyel biyopsi iğnesi kullanılarak yapılabilir. Özellikle son 10 yılda çalışmalarda kullanılan kateter çapları genellikle 12 F altına inmiştir. Daha ince (5 F) kateter kullanımının da göğüs tüpü kullanımı ile benzer başarı oranına sahip olduğu bildirilmiştir (61). Bu nedenle biyopsi sırasında ve sonrasında gelişen pnömotoraks tedavisinin girişimsel radyoloji ünitesinde yapılması gerekmektedir.

2.5.2 İntraparankimal hemoraji

Pulmoner hemoraji genellikle işlem sırasında ve hemen sonra oluşmaktadır. Biyopsi sonrası görüntüde yeni ortaya çıkan konsolidasyon veya buzlu cam opasitesi şeklinde görülür. Geç evrede oluşması çok beklenmemektedir. Biyopsi sırasında lezyon çevresi veya iğne traktında kanama olma riski %5-65 iken hemoptizi riski %1,25-5'dir. Özellikle 2 cm'den derin lezyonlarda ve kalın iğne kullanımında risk artmaktadır (21). Lezyonun plevraya uzaklığı, lezyonun kavitasyon içermesi, bronşektazi varlığı ve biyopsi iğnesinin çapı pulmoner hemoraji ile ilişkili bulunan sebeplerdir (24). Pulmoner hemoraji gelişimi için diğer risk faktörleri koagülasyon bozukluğu ve pulmoner arteriyel hipertansiyondur. Amfizem varlığı da efektif tamponad sağlanamamasına neden olacağı için, risk faktörü olarak kabul edilebilir. İğne traktının majör santral damarlar ve sistemik arterlerden uzakta olmasına özen gösterilmelidir (62). Pulmoner hipertansiyonlu hastalarda PTB sırasında pulmoner hemoraji riskinin arttığı gösterilmiştir (63,64).

Öksürük ve hemoptizi meydana geldiğinde işlem mümkün olduğunca sonlandırılmalı ve hasta, iğne girişi dependan pozisyona gelecek şekilde yan yatırılarak bronşiyal aspirasyon ve kanamanın yayılması önlenmelidir.

Hemotoraks insidansı %1,5 civarındadır, en sık interkostal ve internal mammarian arter yaralanması sonucu meydana gelir.

2.5.3 Hava embolisi

Nadir (%0,02-1,8) fakat aspire edilen havanın koroner veya serebral arterlerde emboli oluşturması sonucu, ölümlle sonuçlanabilen bir komplikasyondur. İğnenin bronşiyal-venöz veya alveoler-venöz fistül oluşturması veya pulmoner vene doğrudan hava aspirasyonu sonucu olduğu tahmin edilmektedir. Hava embolisi iğnenin ucu pulmoner ven içerisinde ise, içteki kesici iğne çıkarıldığında, hastanın hızlı inspirasyonu sırasında atmosferik basıncın pulmoner venöz basıncı geçmesi sonucunda gelişir. Hastanın işlem sırasında öksürmesi hava embolisi riskini artırabilir. Özellikle 2 cm'in altındaki lezyonlardan kesici iğne biyopsi yapılması, normal parankimin de kesilmesine ve emboli riskine yol açabilir (65). Hava embolisinin semptomları arasında dispne, aritmi, hipotansiyon-kardiyovasküler kollaps ve inme sayılabilir. Emboli düşünüldüğünde hasta sol dekübit ve trendelenburg pozisyonuna alınarak %100 oksijen verilmesi ve intravenöz heparin tedavisi önerilmektedir. Hava embolisini önlemek için iğne giriş çıkışları sırasında koaksiyel iğne lümeni serum fizyolojik (SF) damlaları veya parmak ile kapatılmalıdır. Hastaya işlem süresince derin nefes almaması ve öksürmemesi için bilgilendirme yapılmalıdır. Ancak iv sedasyon alan hastalarda hava embolisini engellemek ve erken tanımak güçleşmektedir.

2.5.4 İğne traktından malign ekilme.

Özellikle mezotelyoma ve diğer malign plevral tümörlerin kesici iğne biyopsisinde malign ekilme insidansının yüksek olduğu bildirilmiştir (%4). Nadir olarak timoma sonrası bildirilen vakalar da vardır (66).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Dizaynı

Çalışmamız Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2020/16-16 karar numarası ile onaylanmıştır. Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Nonvasküler Girişimsel Radyoloji ünitesinde Ocak 2005 ve Haziran 2020 tarihleri arasında, BT eşliğinde transtorasik biyopsi yapılarak patoloji raporuna ulaşılabilen hastalar taranmış olup, biyopsi yapılan nodülün uzun aksı 15 mm ve altı olan 99 hastanın BT görüntüsü ve demografik bilgileri ayrı ayrı retrospektif olarak incelenmiştir.

Biyopsi sonucu benign olan hastalar, en az bir yıl takip edilmiş ve takipte nodüllerde büyüme olmadığı emin olunduktan sonra benign olarak kabul edilmiştir. Çalışma grubunda patoloji sonucu benign gelen ancak takipte ulaşılamayan 2 hasta çalışmadan dışlanmıştır. Tüm hastalara işlem sırasında hem İİAB hem de kalın iğne biyopsisi yapılmıştır. Tüm biyopsilerde koaksiyel sistem kullanılmış olup biyopsi sonrası dış kanül çekilmeden önce her hastaya otolog kan pıhtısı enjeksiyonu kullanılarak giriş traktı kapatılmıştır. Hastaların görüntüleri incelenip lezyon yerleşimi, boyutu ve özellikleri, komplikasyon gelişip gelişmediği, komplikasyon tipi, plevra-lezyon iğne mesafesi, nodülün fissürlerle ilişkisi (yakınlığı), amfizem varlığı ve derecesi, biyopsi öncesi PET-BT tetkiki yapılarak yapılmaması ve FDG tutulumu olup olmaması değerlendirilmiştir. Amfizem varsa Goddard sınıflamasına göre hafif, orta ve ileri olarak üç gruba ayrılmıştır (67). Lezyon boyutu 10 mm altı, 10- 12 mm ve 13-15 mm arası olmak üzere üç gruba ayrılmıştır ve boyut ölçümü yapılırken üç planda en uzun aks ölçülmüştür. İğne traktında plevra lezyon mesafesi de 3 cm altı, 3-4,9 cm ve 5 cm üzeri olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Hemoraji iğne trasesinden 2 cm ve altında genişlikte ise grade-1, iğne trasesinden 2 cm üstünde genişlikte ancak sublobar seviyede ise grade-2, tüm lob ve daha fazlasını tutuyorsa grade-3, hemotoraks varsa grade-4 kabul edilmiştir (68). Komplikasyonlar, Girişimsel Radyoloji Derneğinin (SIR) kılavuzlarına göre hafif ve ciddi olarak sınıflandırılmıştır. Müdahale gerektirmeyen ve klinik bulgu vermeyen pnömotoraks, biyopsi yapılan nodül komşuluğunda sınırlanmış pulmoner hemoraji ve hemostazı/oksijenizasyonu bozmayan hemoptizi hafif

komplifikasyonlar arasındadır. Müdahale gerektiren pnömotoraks ve/veya hemotoraks, hava embolisi ve ölüm ciddi komplifikasyonlardan birkaçıdır (69). Ayrıca komplifikasyonlar genel değerlendirilirken Avrupa Kardiyovasküler ve Girişimsel Radyoloji Derneği'nin (CIRSE) komplifikasyon derecelendirilmesi kullanılmıştır. Bu sınıflamaya göre; grade-1: işlem sırasında aynı seansta çözülebilen komplifikasyon (ek tedavi yok, işlem sonrası sekel yok, tedavi sonrası normal yaşamdan sapma yok), grade-2: uzun süreli gözlem (tedavi sonrası normal yaşamdan 48 saat) veya ek işlem sonrası tedavi (işlem sonrası sekel yok), grade-3: uzun süreli hastanede kalış süresi (>48 saat) veya ek işlem sonrası tedavi (işlem sonrası sekel yok), grade-4: kalıcı hafif sekele neden olan komplifikasyon (iş hayatına dönebilir, bağımsız yaşam sürdürebilir), grade-5: kalıcı ciddi sekele neden olan komplifikasyon (yardım almadan normal yaşamını sürdüremez), grade-6: ölüm olarak tanımlanmıştır (70). Komplifikasyonlarla ilişkili olabilecek faktörler istatistiksel yöntemlerle araştırılmıştır.

Hastaları demografik bilgileri, patoloji sonuçları, komplifikasyonları ve takipleri Girişimsel Radyoloji Ünitesi veri tabanından ve entegre hastane bilgi sisteminde yer alan elektronik hasta dosyasından elde olunarak retrospektif olarak değerlendirilmiştir.

3.2 Biyopsi işlemi

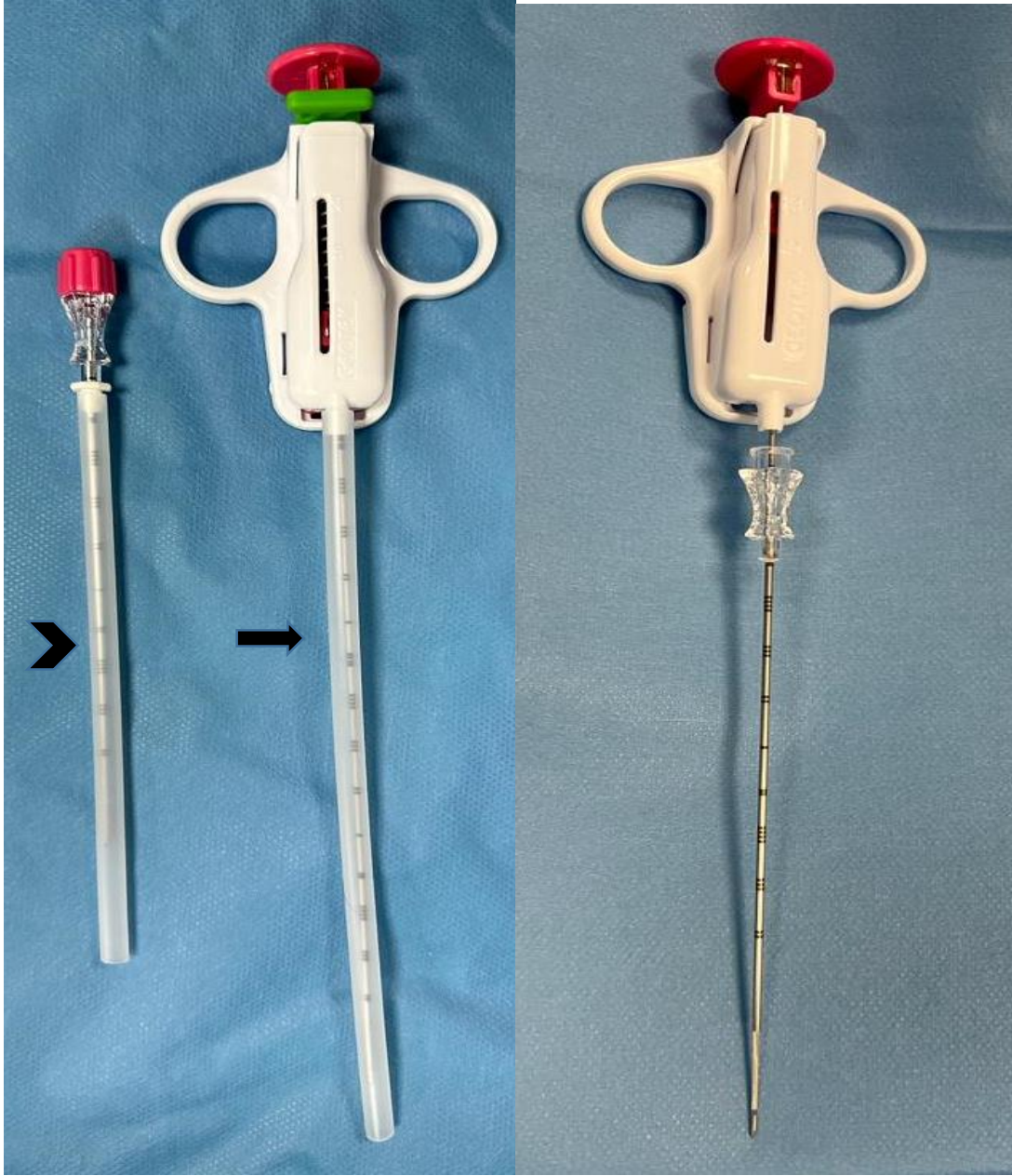
Biyopsi işlemi yapılmadan önce tüm hastaların kanama parametrelerinin normal olup olmadığı kontrol edilmiş, antiagregan ve antikoagülan kullanımları sorgulanmıştır. Tüm hastalara ve yakınlarına biyopsi tekniği, komplifikasyonlar hakkında detaylı bilgi verilip yazılı ve sözlü onam alınmıştır. İşlem öncesinde her hastaya periferik venöz damar yolu açılmıştır. Hastaların kan basıncı, elektrokardiyogram ve oksijen saturasyon ölçümleri yapıp, hastalar monitörize edilmiştir. Damar yolu açılırken her hasta için yaklaşık 8-10 cc periferik venöz kan alınmıştır. Alınan kanlar biyopsi işlemi sonrası giriş traktı kapatılması sırasında kullanılmak üzere işlem boyunca saklanmıştır.

Hastalara uygun pozisyon verilmeden önce yapılan eski tetkikler değerlendirilerek lezyona ulaşılabilecek en kısa veya en güvenli yol tercih edilmiştir. Biyopsi işlemleri 4-16 kesit BT (Emotion Duo, Siemens, Almanya), (Somatom Definition, Siemens, Almanya), (Somatom Sensation, Siemens, Almanya) cihazları ile

yapılmıştır. Giriş planlanan en uygun düzeye karar verildikten sonra cilt üzerine yan yana yerleştirilmiş metalik belirteçler (kapalı enjektör ucu) yerleştirilerek tekrar görüntü alınmış ve giriş trasesi belirlenmiştir. İğne trasesinde vasküler yapılar ve kemik bulunmamasına dikkat edilmiştir. Artmış pnömotoraks riski nedeniyle, fissürden geçilmemesine dikkat edilmiştir. Ancak 4 hastada fissür komşuluğundaki veya üzerindeki lezyonlara giriş yaparken başka akses olmadığı için fissürden geçilerek biyopsi yapılmıştır. Giriş noktası ve açısı belirlendikten sonra, cilt antiseptik solusyonla temizlenip delikli steril örtü ile giriş yeri dışarıda bırakılacak şekilde örtülmüştür. Standart steril şartlar sağlandıktan sonra, perkütan giriş noktasına cilt ve cilt altı dokulara etki edecek şekilde lokal anestetik ajan enjeksiyonu yapılmıştır (Priloc %2).

Tüm hastalarda koaksiyel (17G-10 cm, 18G-15 cm Geotec, Ankara, Türkiye) sistem kullanılmıştır (Şekil 1). Aralıklı görüntüleme ile iğne-lezyon traktı kontrol edilerek işleme devam edilmiştir. Koaksiyel sistemin dış kanülü (17G) biyopsi yapılacak nodüle yerleştirildikten sonra, çoklu kalın iğne (18G) biyopsiler alınmıştır. Örneklemeler arasında dışarıdan hava girişini önlemek amacıyla açık olan dış kanül lümeni SF enjeksiyonu ile kapatılmıştır (Şekil 2). Alınan doku örnekleri önceden hazırlanmış formol solüsyonu içerisine aktarılmıştır. Biyopsi işleminin son aşamasında yeterli doku örneği alındıktan sonra, koaksiyel sistemin dış kanülünden, hazırlanmış olan otolog kan yaması giriş trasesine enjekte edilerek otolog pıhtı ile giriş trasesi kapatılmıştır. Böylece pnömotoraksın önlenmesi ya da oluşmuş ise azaltılması amaçlanmıştır. Dış kanül çekildikten sonra son bir görüntüleme yapılarak pnömotoraks, hemoraji gibi komplikasyonların varlığı not edilmiştir. Ciddi pnömotoraks olması durumunda hasta gözlem odasına gönderilmeden önce BT kılavuzluğunda pleural drenaj kateteri yerleştirilip, pleural kavitedeki havanın drenaj sağlandıktan sonra hasta gözleme alınmıştır.

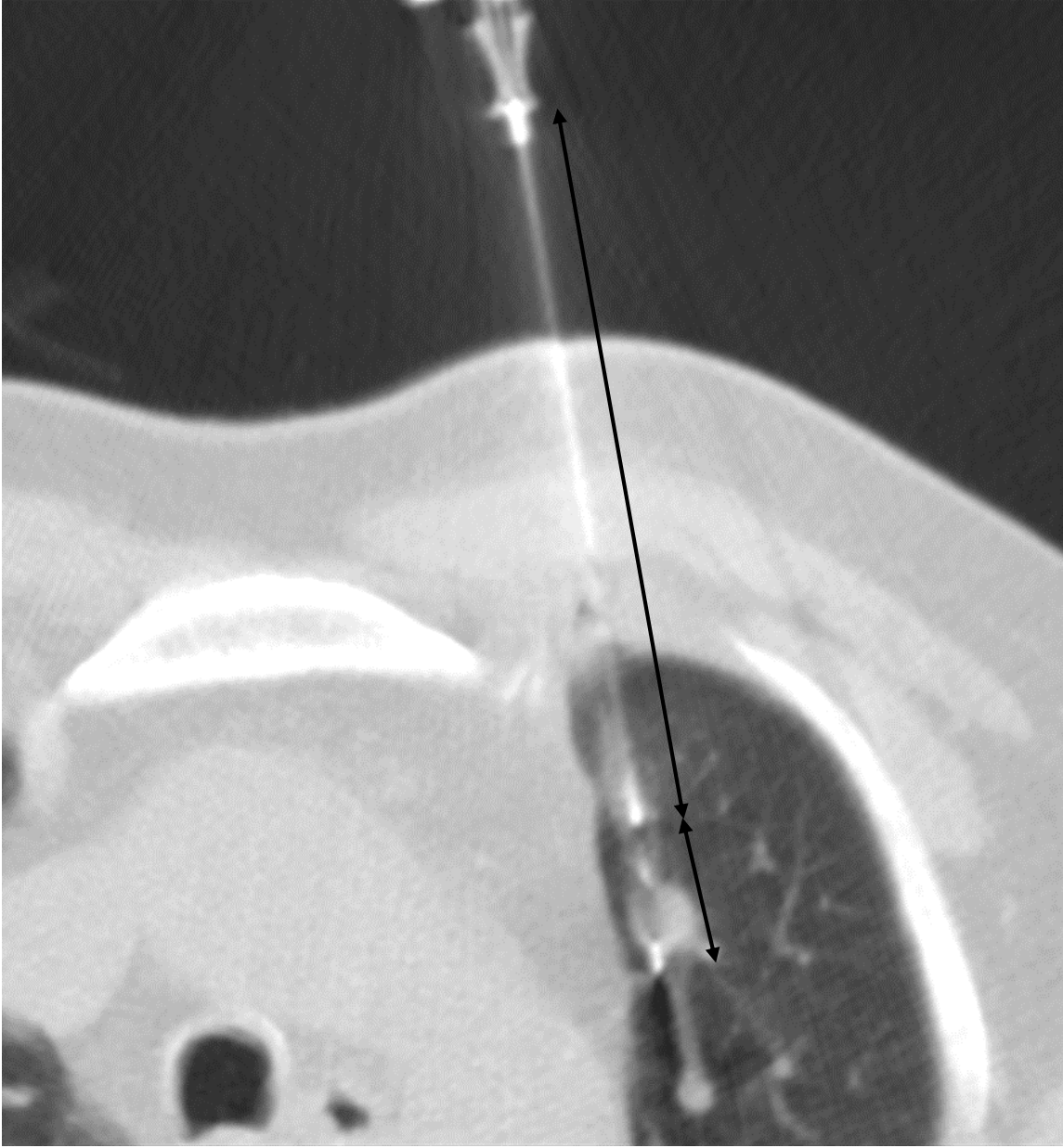
İşlem sonrası hastalar rutin 2. saat akciğer grafisi ile oluşabilecek komplikasyonlar açısından takip edilmiştir. Komplikasyon görülmeyen hastalar aynı gün taburcu edilmiştir.



Şekil 3.1. Koaksiyel iğne sistemi. 17G-10 cm dış kanül (okbaşı) ve 18G-15 cm yarı-otomatik kesici iğne (ok). (Geotec, Ankara, Türkiye)



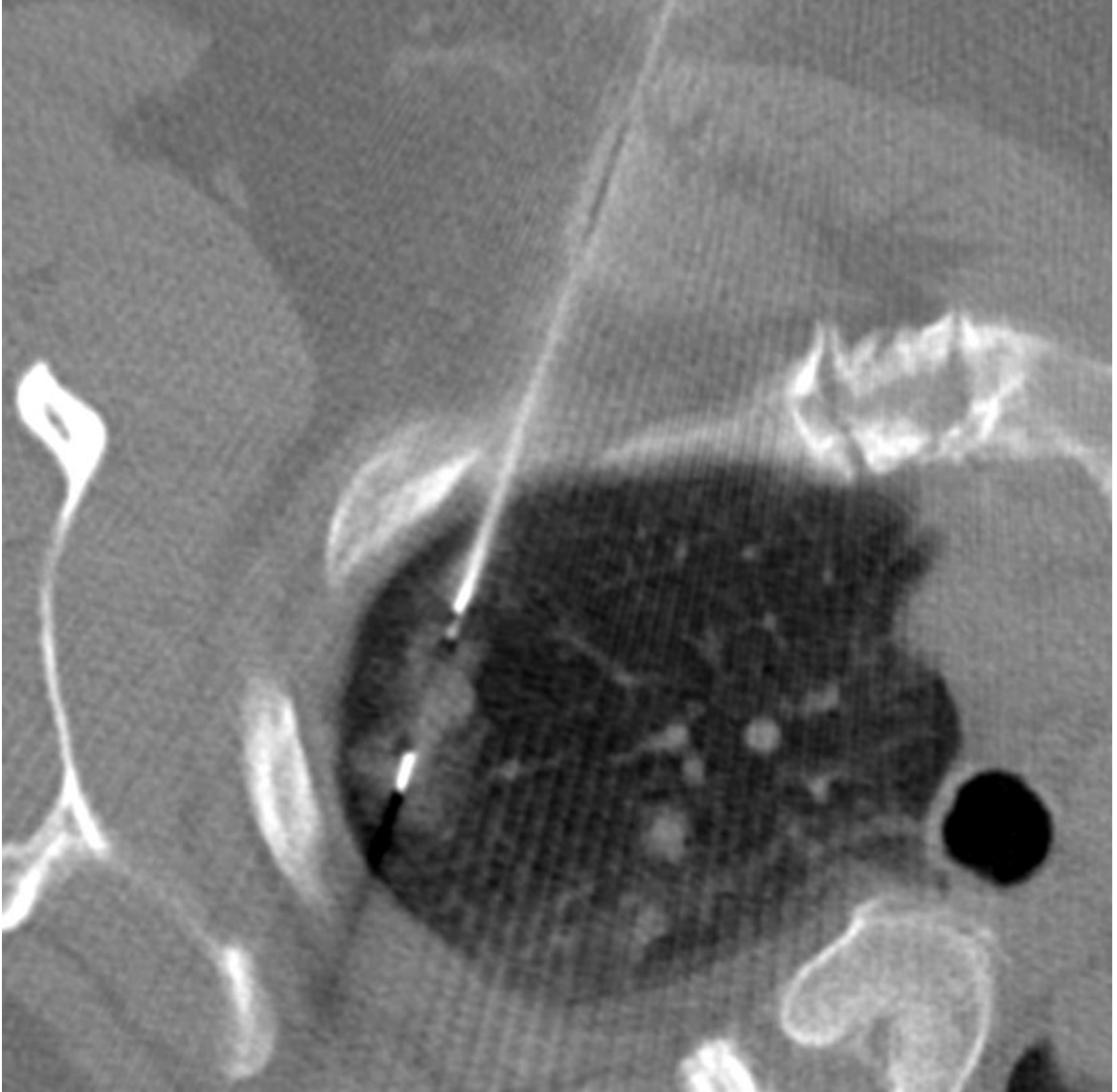
Şekil 3.2. Koaksiyel iğne sisteminin kullanımı ve hava embolisini önlemek amacıyla steril serum fizyolojik (kısa ok) enjeksiyonu ile dış kanül mandreninin (uzun ok) çıkarılması ve kesici iğnenin (asteriks) yerleştirilmesi.



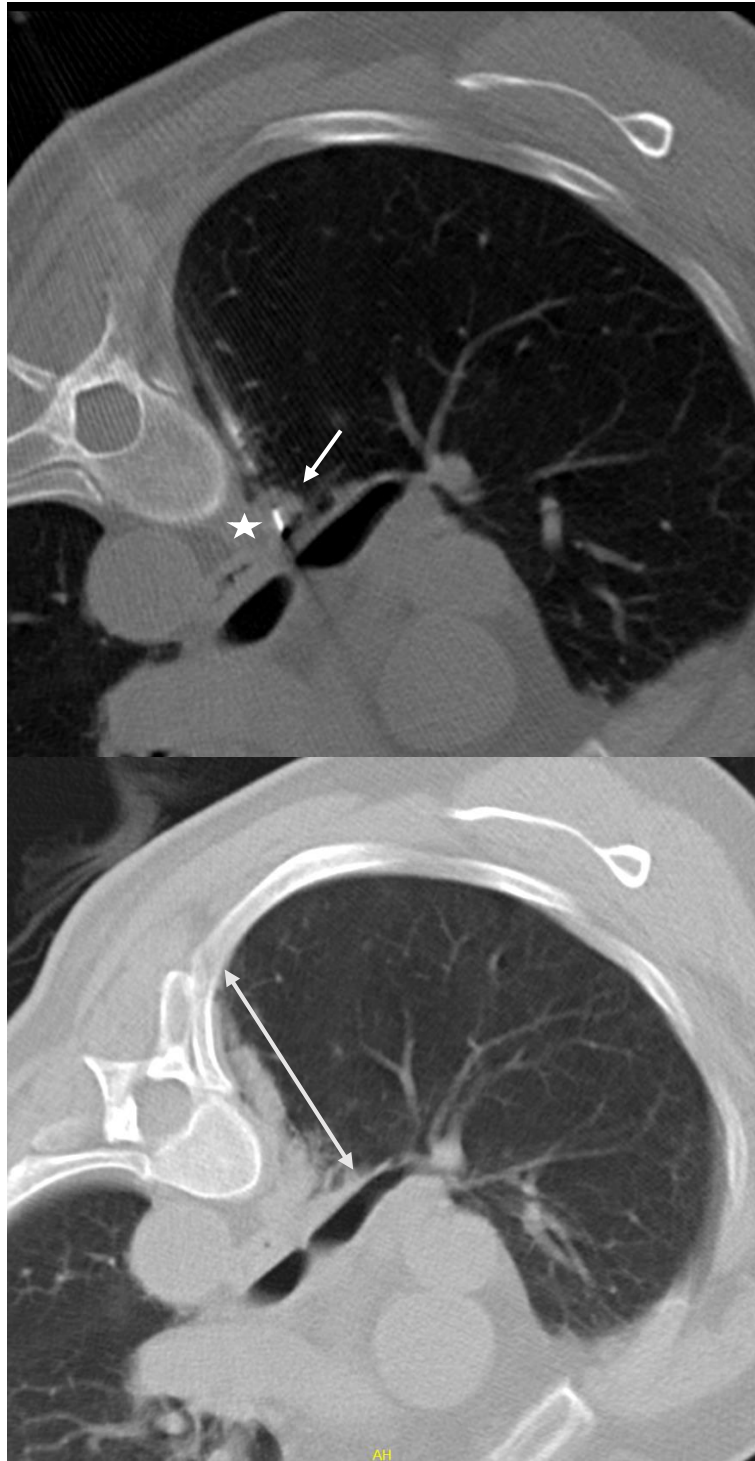
Şekil 1.3. 61 yaşındaki erkek hastada sol akciğer üst lobdaki 10 mm nodülden koaksiyel sistem ile kesici iğne biyopsisi. 17G-10 cm dış kanül (uzun çift ok) ve 18G-15 cm kesici iğne ucu (kısa çift ok). Biyopsi sonucu prostat adenokarsinom metastazı gelmiştir.



Şekil 3.4. 64 yaşındaki kadın hastada biyopsi sırasında grade 2 hemoraji geliştiği izlenmektedir. Nodülün hemorajiye bağlı gelişen çevre dansite artışı sahasından ayırt edilmediği dikkati çekmektedir. Biyopsi sonucu meme kanseri metastazı gelmiştir.



Şekil 3.5. 45 yaşındaki kadın hastada sağ akciğer üst lobdaki 8 mm boyutlu nodülden kesici iğne ile biyopsi işleminde, nodül komşuluğunda klinik önemi olmayan grade 1 hemoraji izlenmektedir. Biyopsi sonucu malign melanom metastazı gelmiştir.



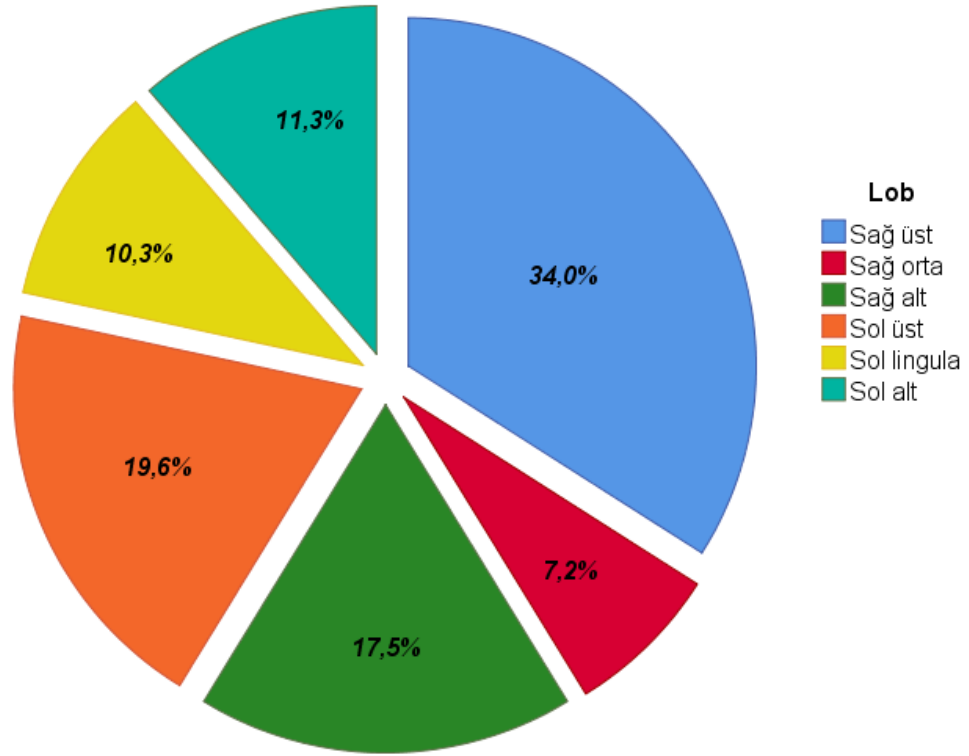
Şekil 3.6. 70 yaşındaki kadın hastada, sol ana bronş posterioru ve azigos (yıldız) venine yakın komşuluktaki 8 mm nodüle (ok) koaksiyel sistem ile kesici iğne yerleştirilmiş ve biyopsi sonrası giriş traktı otolog pıhtı enjeksiyonu (çift ok) ile kapatılmıştır. Çift ok aynı zamanda iğne trasesinde plevra-lezyon mesafesini gösteriyor. Biyopsi sonucu meme kanseri metastazı gelmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen toplam 97 hastanın [54 (%55,7) erkek ve 43 (%44,3) kadın] yaş ortalaması $63\pm 9,9$ yıl olup, 52 (%53,6) hasta 65 yaş altı, 45 (%46,4) hasta ise 65 yaş ve üzerinde idi. 61 hastaya (%62,9) işlem günübürlük yatış yapılarak yapılmıştır. 36 hastaya (%37) ise hastaneye yatışını takiben işlem yapılmıştır. Bu 36 hastanın 2'sinde drenaj gerektiren pnömotoraks olması nedeniyle yatışı takiben taburculuk 3. ve 5. günlerde olmuştur. Diğer 34 hastada ise taburculuk işlemi yatışı takiben ertesi gün olmuştur.

Goddard skalasına göre değerlendirildiğinde 22 (%22,7) hastada hafif, 3 (%3,1) hastada ise orta düzeyde amfizem mevcuttu (Tablo 2). Ağır ve çok ağır düzeyde amfizemli hasta yoktu.

Tespit edilen akciğer lezyonlarının ortalama boyutu $12\pm 2,3$ mm olup, 15 (%15,5) hastada 1-9 mm, 40 (%41,2) hastada 10-12 mm, 42 (%43,3) hastada ise 13-15 mm aralığında idi. 9 (%9,3) lezyon buzlu cam dansitesinde idi. Lezyonlar 57 (%58,8) hastada sağ, 40 (%41,2) hastada ise sol akciğer yerleşimli idi (Şekil 7).



Şekil 4.1. Akciğer lezyonlarının loblara göre yerleşim sıklığı.

Tablo 4.1. Hastaların bazal demografik ve klinik özellikleri.

Özellikler	Sıklık (%), n=97
Yaş, ortalama±SS, yıl 63±9,9	
<65 yaş	52 (54)
≥65 yaş	45 (46)
Cinsiyet	
Erkek	54 (56)
Kadın	43 (44)
Başvuru türü	
Ayaktan hasta	61 (63)
Yatan hasta	36 (37)
Amfizem düzeyi – <i>Goddard skalası</i>	
Amfizem yok	72 (74)
Hafif düzeyde amfizem	22 (23)
Orta düzeyde amfizem	3 (3)

SS: standart sapma.

Lezyondan plevraya kadar ortalama iğne mesafesi $4,4 \pm 1,6$ cm ölçülmüştür. Bu mesafe 16 (%16,5) hastada 3 cm altında, 48 (%19,5) hastada 3-4,9 cm, 33 (%34) hastada ise ≥ 5 cm aralığında idi. Biyopsi öncesi ^{18}F -FDG PET/BT görüntülemesi 66 hastaya yapılmış, bunlardan 49 (%74,2) hastada FDG tutulumu görülürken, 17 (%25,8) hastada ise FDG tutulumu yoktu. Toplam 18 (%18,6) hastada lezyonun (fissüre yakınlığı 1 cm altında) fissür ilişkisi mevcuttu (Tablo 3).

Tablo 4.2. Lezyonların radyolojik özellikleri.

Özellikler	Sıklık (%), n=97
Lezyon boyutu (ortalama \pm SS, mm: 12 \pm 2,3)	
10 mm altı	15 (15,5)
10-12 mm	40 (41,2)
13-15 mm	42 (43,3)
Lokalizasyon	
Sağ akciğer	57 (58,8)
Üst lob	33 (34)
Orta lob	7 (7,2)
Alt lob	17 (17,5)
Sol akciğer	40 (41,2)
Üst lob	19 (19,6)
Lingula	10 (10,3)
Alt lob	11 (11,3)
Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi (ortalama \pm SS, mm: 4,4 \pm 1,6)	
<3 cm	16 (16,5)
3-4,9 cm	48 (19,5)
≥ 5 cm	33 (34)
^{18}F -FDG PET/BT, n=66	
Pozitif	49 (74,2)
Negatif	17 (25,8)
Fissür ilişkisi(fissüre yakınlık 1 cm altında)	18 (18,6)
^{18}F -FDG PET/BT: Flor-18 işaretli florodeoksiglukoz ile pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi, SS: standart sapma.	

İşlem sonrasında 77 (%79,4) hastada komplikasyon gelişmiştir. 61 hastada hemoraji, 7 hastada pnömotoraks, 9 hastada ise hemoraji ve pnömotoraks birlikte gözlemlenmiştir. Komplikasyonların büyük çoğunluğu (%84) klinik önemi olmayan hemorajiler (51 hasta) ve tedavi gerektirmeyen pnömotorakslardı (14 hasta). Hemoraji 51 (%52,6) hastada 1. derece, 16 (%16,5) hastada 2. derece, 1 (%2) hastada 3. derece, 2 (%2,1) hastada ise 4. derece olarak değerlendirilmiştir. Yüksek grade hemoraji (grade 2 ve üstü) toplam 19 (%19,6) hastada görülmüştür. Bu 19 hastanın 10'u aynı gün taburcu edilmiştir. Kalan 9 hasta ise akciğer dışı komorbid hastalıklarının takibi açısından yatışı devam ettirilmiştir. Hemoraji izlenen hastaların hiç birinde kan transfüzyonu veya kanama nedeni ile ek girişimsel müdahaleye gerek duyulmamıştır. Pnömotoraks gelişen hastalardan sadece 2'sinde perkutan drenaj tedavisi uygulanması gerekmiştir. (Tablo 4).

Tablo 4.3. İşlem sonrası komplikasyonların dağılımı.

Komplikasyonlar	Sıklık (%), n=97
Komplikasyon varlığı	77 (79)
Hemoraji	70 (72)
1. Derece	51 (53)
2. Derece	16 (16)
3. Derece	1 (2)
4. Derece(hemotoraks)	2 (2)
Pnömotoraks	16 (16)
Göğüs tüpü gerektiren	2 (2)

Çalışmaya dahil olan hastalar Avrupa Kardiyovasküler ve Girişimsel Radyoloji Derneği'nin (CIRSE) 2017 yılında yapmış olduğu komplikasyon derecelendirmesine göre değerlendirilmiştir. 97 hastanın 77 sinde grade 1-3 komplikasyonlar izlenmiştir. Bu derecelendirmeye göre; grade-1 komplikasyon grubunda hastaların %74,2'si (n=72), grade 2 komplikasyon grubunda hastaların %3,1'i (n=3), grade 3 komplikasyon grubunda hastaların %2,1'i (n=2) gözlenmiştir. Grade 4, 5 ve grade 6 komplikasyon hiçbir hastada gözlenmemiştir. (Tablo 5).

Tablo 4.4. CIRSE sınıflamasına göre girişimsel işlemler sonrası görülebilecek komplikasyonların sınıflandırılması.

Grade	Açıklama	Hasta(n=97) sıklık(%)
1	İşlem sırasında aynı seansta çözülebilen komplikasyon (ek tedavi yok, işlem sonrası sekel yok, tedavi sonrası normal yaşamdan sapma yok)	72 (74)
2	Uzun süreli gözlem (tedavi sonrası normal yaşamdan <48 saat sapma, ek işlem sonrası tedavi yok, sekel yok)	3 (3)
3	Uzun süreli hastanede kalış süresi (>48 saat) veya ek işlem sonrası tedavi(işlem sonrası sekel yok)	2 (2)
4	Kalıcı hafif sekele neden olan komplikasyon (iş hayatına dönebilir, bağımsız yaşam sürdürebilir)	0 (0)
5	Kalıcı ciddi sekele neden olan komplikasyon (yardım almadan normal yaşamını sürdüremez)	0 (0)
6	Ölüm	0 (0)

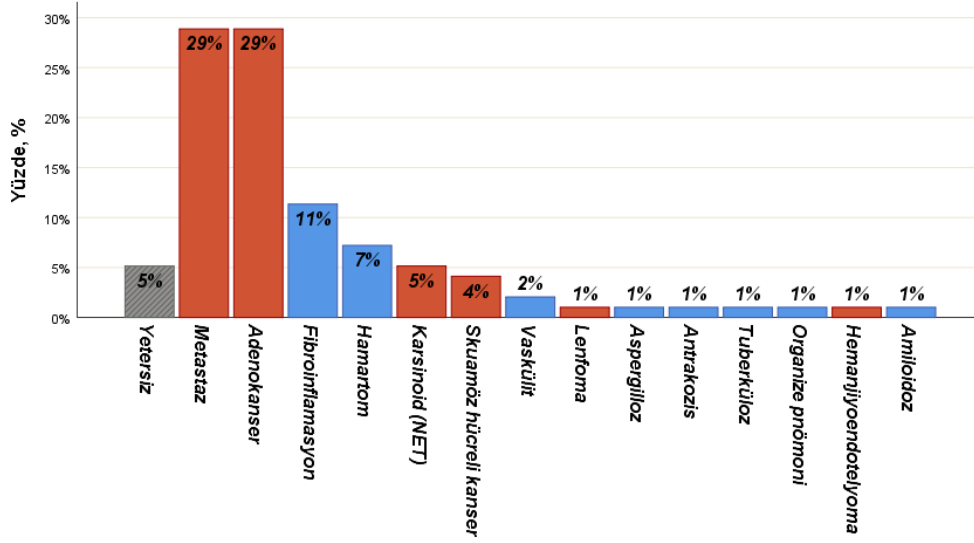
Biyopsi yapılan hastalarda %94,8 oranında örnek tanısal değerlendirme için yeterli bulunmuştur. Toplam 5 (%5) hastada ise biyopsi ile tanı alınamamıştır. Bu 5 hastanın 3'ünde nodüller buzlu cam dansitesinde idi. Çalışmada toplam 9 buzlu cam dansitesinde olan nodüle biyopsi yapıldı ve teknik başarı oranı %66,6 idi (n=6/9).

Teknik başarı 10 mm altı nodüllerde %100, 10-12 mm arası nodüllerde %95, 13-15 mm arası nodüllerde %92,9 oranında saptandı. Nodül boyutlarına göre benign ve malign sayıları tablo 6' da sunulmuştur.

Tablo 4.5. Nodül boyutlarına göre benign-malign lezyon dağılımı.

			Patoloji grup		Total
			Benign	Malign	
Nodül boyut	<10 mm	n	7	8	15
		%	46,7%	53,3%	100%
	10-12 mm	n	7	31	38
		%	18,4%	81,6%	100%
	13-15 mm	n	11	28	39
		%	28,2%	71,8%	100%
Total		n	25	67	92
		%	27,2%	72,8%	100%

Tanısal yeterlilik sağlanan 67 (%69,1) hastada malign, 25 (%25,8) hastada ise benign etiyoloji ortaya konuldu. Tanı konulan maligniteler arasında en sık görülenler metastaz (%28,9) ve adenokanser (%28,9) olup dağılımları sırasıyla şekil 8 ve tablo 7' de gösterilmiştir.

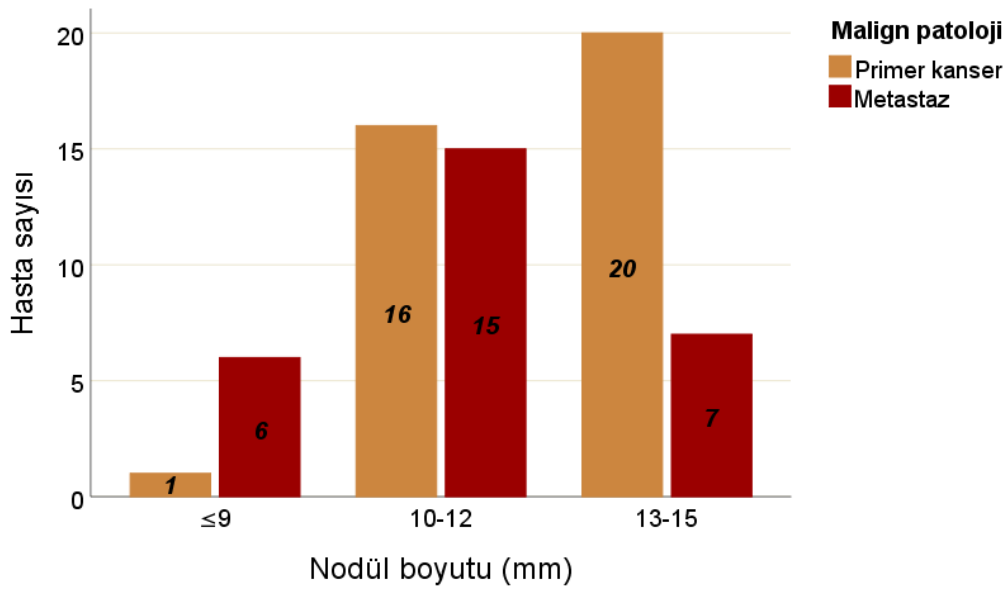


Şekil 4.2. Histopatolojik tanı oranları.

Tablo 4.6. Histopatolojik tanıları.

Tanı	n (%)
Yetersiz örnek	5 (5,2)
Tanısal biyopsi	92 (94,8)
Maligın	67 (69,1)
Adenokanser	28 (28,9)
Metastaz	28 (28,9)
Karsinoid tümör	5 (5,2)
Skvamöz hücreli kanser	4 (4,1)
Lenfoma	1 (1)
Hemanjiyoendotelyoma	1 (1)
Benign	25 (25,8)
Fibroinflamasyon	11 (11,3)
Hamartom	7 (7,2)
Vaskülit	2 (2,1)
Amiloidoz	1 (1)
Organize pnömoni	1 (1)
Tuberküloz	1 (1)
Antrakozis	1 (1)
Aspergilloz	1 (1)

Nodül boyutuna göre yapılan karşılaştırmada teknik başarı, komplikasyon, benign-malign ayırımında istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır. Ancak primer kanser ile metastaz arasında nodül boyutuna göre karşılaştırmada 1-9 mm nodüllerde metastaz oranının, 13-15 mm nodüllerde ise primer kanser oranının anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 9).

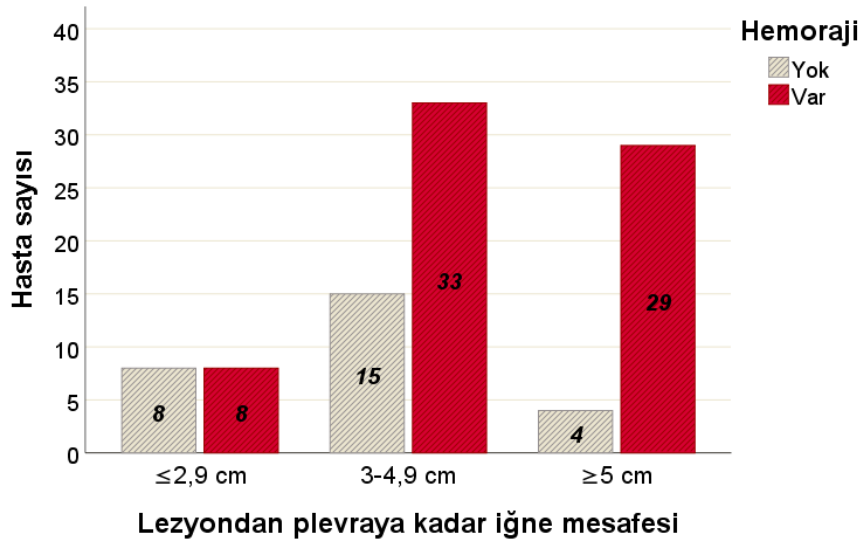


Şekil 4.3. Primer akciğer kanseri ve metastazların nodül boyutuna göre dağılımı. (Toplam 67 hasta)

Çalışmamızda işlem sonrası gelişen hemoraji ve pnömotoraks varlığı ile hastaların demografik, klinik ve radyolojik özellikleri karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde hemoraji gelişimi ile yaş (< ve ≥65 yaş, p=0,251), cinsiyet (p=0,354), başvuru türü (p=0,992), amfizem varlığı (p=0,619), lezyon boyutu (p=0,755), lezyon lokalizasyonu (sağ ve sol akciğer, p=0,951), PET/BT sonucu (negatif ve pozitif, p=0,525) ve patolojik tanı (malign ve benign, p=0,295) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir.

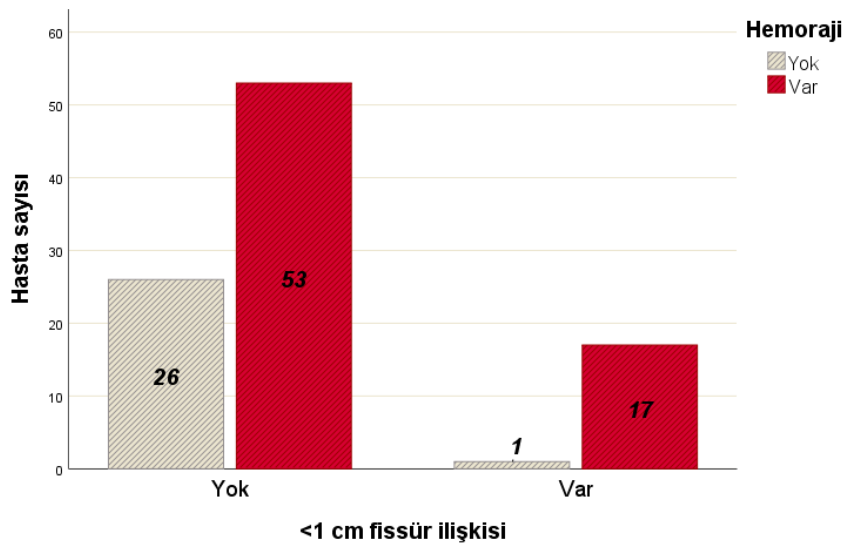
Bununla birlikte, hemoraji gelişen hastalarda lezyondan plevraya kadar ortalama iğne mesafesi hemoraji gelişmeyen hastalara göre anlamlı derecede yüksek saptanmıştır

($4,6 \pm 1,5$ ve $3,7 \pm 1,7$ cm, $p=0,008$). İğne mesafesi 3 cm altında olan hastalarda %50 oranında hemoraji görülürken, 3-4,9 cm olan hastalarda %68,8, ≥ 5 cm olan hastalarda ise %87,9 oranında hemoraji gelişmiştir ($p=0,016$, Şekil 10).



Şekil 4.4. Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesine göre hemoraji sıklığı dağılımı.

Benzer şekilde, hemoraji gelişen hastalarda 1 cm altında fissür yakınlığı oranı, hemoraji gelişmeyen gruba göre anlamlı derecede daha yüksek görülmüştür (%24,3 ve %3,7, $p=0,019$). Fissürle 1 cm altında ilişkiye sahip lezyonlarda hemoraji oranının %94,4 olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 11).



Şekil 4.5. Lezyonun fissüre yakınlığı ile (lezyon-fissür arası mesafe <1 cm) hemoraji gelişme sıklığı karşılaştırılması.

Çalışmamızda işleme bağlı yüksek gradeli hemoraji gelişimi ile yaş (< ve ≥ 65 yaş, $p=0,543$), başvuru türü ($p=0,302$), amfizem varlığı ($p=0,248$), lezyon boyutu ($p=1,000$), lezyon lokalizasyonu (sağ ve sol akciğer, $p=0,340$), lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi ($p=0,697$), PET/BT sonucu (negatif ve pozitif, $p=1,000$), <1 cm fissür ilişkisi varlığı ($p=0,113$), ve patolojik tanı (malign ve benign, $p=0,560$) arasında anlamlı farklılık olmadığı gösterilmiştir. Erkek hastalarda yüksek gradeli hemoraji görülme oranı kadın hastalara göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 4.7. Yüksek gradeli hemorajinin (grade 2 ve üzeri) radyolojik ve demografik bulgularla ilişkisi.

Parametreler	≥ 2 . Derece Hemoraji		
	Var, $n=19$	Yok, $n=78$	p değeri
≥ 65 yaş	10 (52,6)	35 (44,9)	0,543
Erkek cinsiyet	15 (78,9)	39 (50)	0,023
Başvuru türü			
Ayaktan hasta	10 (52,6)	51 (65,4)	0,302
Yatan hasta	9 (47,4)	27 (34,6)	
Amfizem varlığı	7 (36,8)	18 (23,1)	0,248
Lezyon boyutu			
1-9 mm	3 (15,8)	12 (15,4)	1,000
10-15 mm	16 (84,2)	66 (84,6)	
Lokalizasyon			
Sağ akciğer	13 (68,4)	44 (56,4)	0,340
Sol akciğer	6 (31,6)	34 (43,6)	
Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi			
<3 cm	3 (15,8)	13 (16,7)	0,697
3-4,9 cm	8 (42,1)	40 (51,3)	
≥ 5 cm	8 (42,1)	25 (32,1)	
Negatif PET/BT, $n=66$	4 (25)	13 (26)	1,000
1 cm altında fissür ilişkisi varlığı	6 (31,6)	12 (15,4)	0,113
Malign patoloji, $n=92$	12 (66,7)	55 (74,3)	0,560

Çalışmamızda işleme bağlı pnömotoraks gelişimi ile yaş (< ve ≥ 65 yaş, $p=0,387$), cinsiyet ($p=0,249$), başvuru türü ($p=0,083$), amfizem varlığı ($p=0,347$), lezyon boyutu ($p=0,508$), lezyon lokalizasyonu (sağ ve sol akciğer, $p=0,149$), lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi ($p=0,447$), PET/BT sonucu (negatif ve pozitif, $p=0,669$),

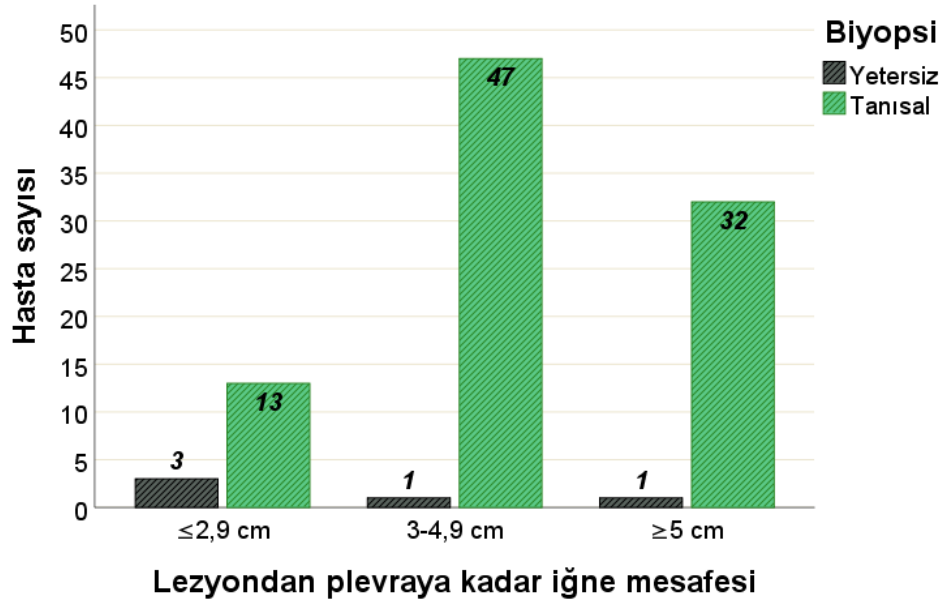
<1 cm fissür ilişkisi varlığı (p=0,728), ve patolojik tanı (malign ve benign, p=0,108) arasında anlamlı farklılık olmadığı gösterilmiştir (Tablo 9).

Tablo 4.8. Postoperatif komplikasyonlara göre demografik, klinik ve radyolojik özelliklerin karşılaştırılması.

Parametreler	Hemoraji			Pnömotoraks		
	Var, n=70 N (%)	Yok, n=27 N (%)	p değeri	Var, n=16 N (%)	Yok, n=81 N (%)	p değeri
≥65 yaş	35 (50)	10 (37)	0,251	9 (56,3)	36 (44,4)	0,387
Erkek cinsiyet	41 (58,6)	13 (48,1)	0,354	11 (68,8)	43 (53,1)	0,249
Başvuru türü						
Ayaktan hasta	44 (62,9)	17 (63)	0,992	7 (43,8)	54 (66,7)	0,083
Yatan hasta	26 (37,1)	10 (37)		9 (56,3)	27 (33,3)	
Amfizem varlığı	19 (27,1)	6 (22,2)	0,619	6 (37,5)	19 (23,5)	0,347
Lezyon boyutu, ortalama±SS, mm	11,9±2,2	12,1±2,5	0,702	12,3±2,5	11,9±2,2	0,508
1-9 mm	10 (14,3)	5 (18,5)		3 (18,8)	12 (14,8)	
10-15 mm	60 (85,7)	22 (81,5)	0,755	13 (81,3)	69 (85,2)	0,709
Lokalizasyon						
Sağ akciğer	41 (58,6)	16 (59,3)	0,951	12 (75)	45 (55,6)	0,149
Sol akciğer	29 (41,4)	11 (40,7)		4 (25)	36 (44,4)	
Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi, ortalama±SS, cm	4,6±1,5	3,7±1,7	0,008	4,1±2,1	4,6±1,5	0,447
<3 cm	8 (11,4)	8 (29,6)		5 (31,3)	11 (13,6)	
3-4,9 cm	33 (47,1)	15 (55,6)	0,016	6 (37,5)	42 (51,9)	0,209
≥5 cm	29 (41,4)	4 (14,8)		5 (31,1)	28 (34,6)	
Negatif PET/BT, n=66	14 (28,6)	3 (17,6)	0,525	1 (12,5)	16 (27,6)	0,669
1 cm altında fissür ilişkisi varlığı	17 (24,3)	1 (3,7)	0,019	2 (12,5)	16 (19,8)	0,728
Malign patoloji, n=92	51 (76,1)	16 (64)	0,295	8 (53,3)	59 (76,6)	0,108

PET/BT: pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi, SS: standart sapma.

Çalışmamızda yetersiz örnek alınan hastalar yeterli tanısal materyal elde edilen hastalarla karşılaştırıldığında gruplar arasında amfizem varlığı ($p=0,601$), lezyon boyutu ($p=0,524$), lokalizasyon (sağ ve sol akciğer, $p=0,646$), lezyondan plevraya kadar ortalama mesafe ($p=0,137$), PET/BT sonucu (pozitif ve negatif, $p=1,000$), <1 cm fissür ilişkisi ($p=0,580$), işleme bağlı hemoraji ($p=0,616$) veya pnömotoraks ($p=1,000$) açısından anlamlı farklılık izlenmemiştir. Bununla birlikte, lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi 3 cm altında olan hastalarda yetersiz örnekleme oranı %18,8 iken, 3-4,9 cm aralığında olanlarda %2,1, ≥ 5 cm olanlarda ise %3 saptanmıştır ($p=0,026$, Şekil 12, Tablo 10).

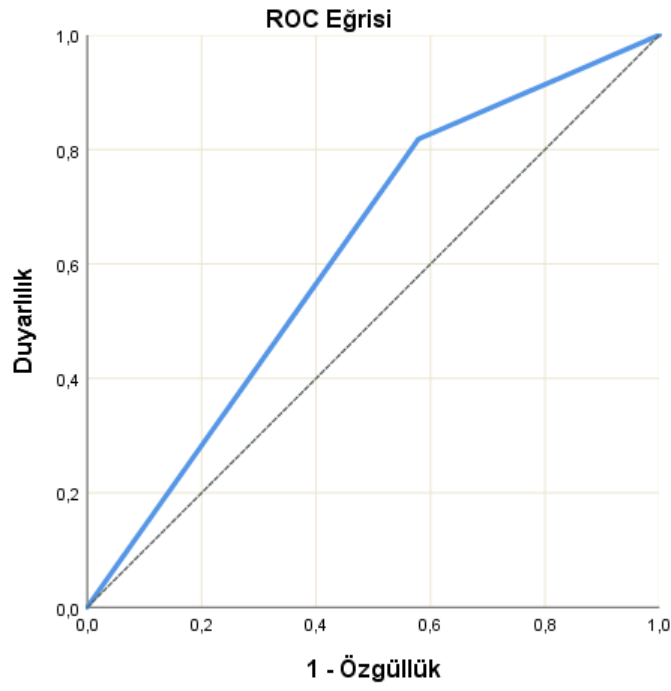


Şekil 4.6. Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesine göre yetersiz örnekleme dağılımı.

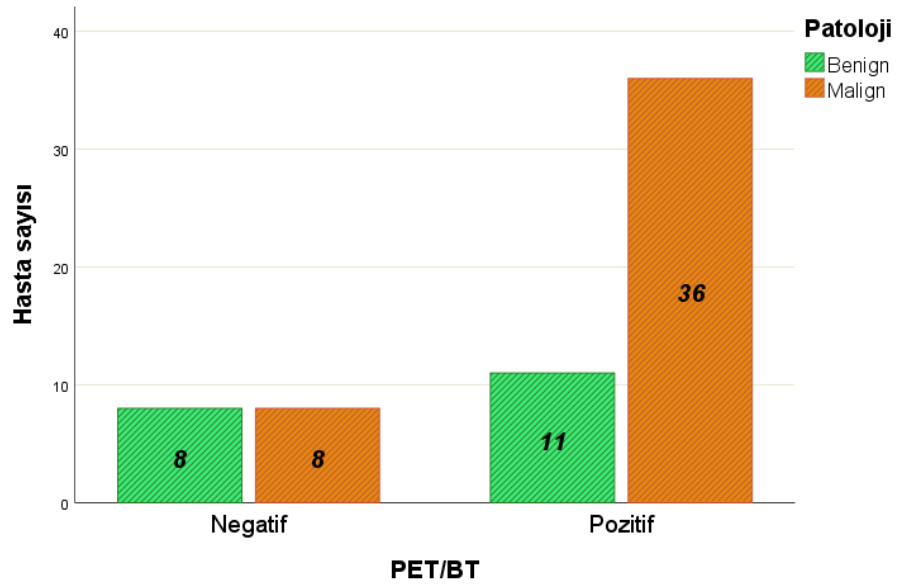
Tablo 4.9. Tanısal yeterliliğin radyolojik özelliklere göre karşılaştırılması.

Parametreler, <i>n</i> (%)	Yetersiz örnek, <i>n</i> =5	Tanısal biyopsi, <i>n</i> =92	<i>p</i> değeri
Amfizem varlığı	2 (40)	23 (25)	0,601
Lezyon boyutu, ortalama±SS, mm	12,6±2,4	11,9±2,2	0,524
1-9 mm	0 (0)	15 (16,3)	
10-15 mm	5 (100)	77 (83,7)	1,000
Lokalizasyon			
Sağ akciğer	4 (80)	53 (57,6)	0,646
Sol akciğer	1 (20)	39 (42,4)	
Lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi, ortalama±SS, mm	3,3±2	4,4±1,6	0,137
<3 cm	3 (60)	13 (14,1)	
3-4,9 cm	1 (20)	47 (51,1)	0,026
≥5 cm	1 (20)	32 (34,8)	
Negatif PET/BT, <i>n</i> =66	1 (33,3)	16 (25,4)	1,000
1 cm altında fissür ilişkisi varlığı	0 (0)	18 (19,6)	0,580
Postoperatif hemoraji	3 (60)	67 (72,8)	0,616
Postoperatif pnömotoraks	1 (20)	15 (16,3)	1,000

Ayrıca, çalışmamızda PET/BT görüntülemesinin malignite için tanısal güvenilirliği ROC analizi ile incelenmiştir. Malign hastalıkların hepsi ele alındığında 15 mm altındaki nodüllerde, PET/BT'nin anlamlı tanısal özelliğe sahip olmadığı gösterilmiştir (EAA:0,620, 95%GA: 0,462-0,777, *p*=0,134, Şekil 13). Testin duyarlılığı %81,8, özgüllüğü %42,1, pozitif prediktif değeri %76,6, negatif prediktif değeri ise %50 oranında saptanmıştır (Şekil 14).

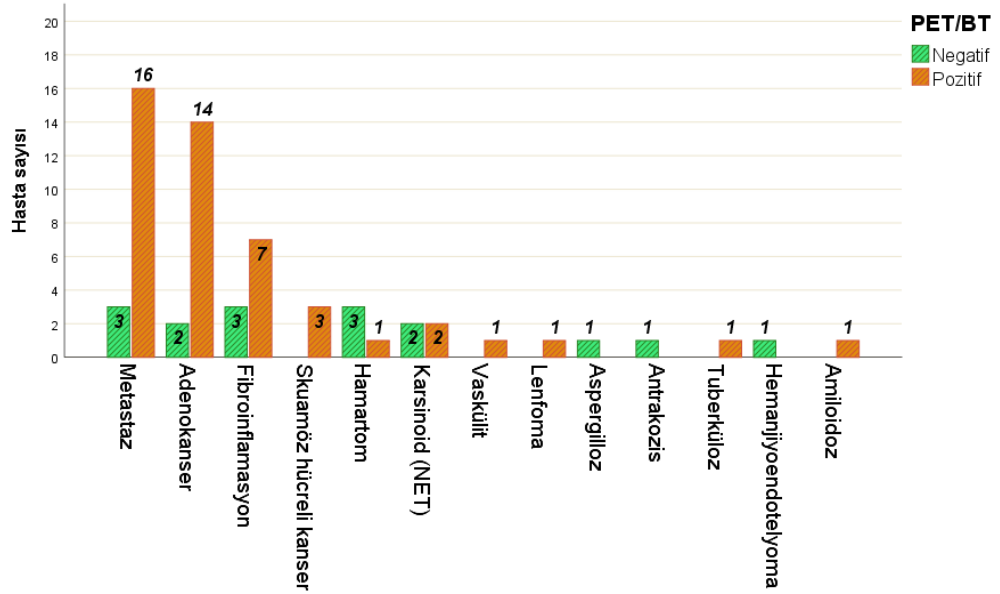


Şekil 4.7. ROC eğrisi analizi.



Şekil 4.8. PET/BT sonuçlarına göre benign-malign lezyon dağılımı.

Histopatolojik tanı alt gruplarına göre değerlendirildiğinde ise PET/BT nin metastazlarda %84,2, adenokanserde %87,5, fibroinflamasyonda %70, skuamöz hücreli kanserde %100, hamartomda %25, karsinoid tümörde ise %50 oranında pozitiflik gösterdiği ortaya konulmuştur (Şekil 15).



Şekil 4.9. PET/BT sonucuna göre histopatolojik patolojik tanı dağılımı.

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, 15 mm'den küçük akciğer nodüllerinde, BT kılavuzunda yapılan perkütan transtorasik biyopsi yönteminin uygulanabilirliğini, tanısal doğruluğunu ve komplikasyonlarla ilişkili faktörleri araştırılmıştır. Teknik başarı oranımız %94.8 olarak bulunmuştur. Biyopsi sonrası pnömotoraks oranı %16.5 (n=16) olarak bulunmuş olup işleme bağlı mortalite gözlenmemiştir. Pnömotoraks ile takip edilen 2 hastada kateter kalış süresi 1 ve 5 gün'dür. 61 hasta aynı gün taburcu edilmiş olup, geri kalan 34 hasta işlem sonrası ertesi gün taburcu edilmiştir. Pulmoner hemoraji ile izlenen hastaların hiç birinde kan transfüzyonu veya ek girişimsel müdahale gerekmemiştir. Çalışmaya dahil olan hastaların %40 (n=39) kadarında primer akciğer kanseri, %29 (n=28) 'da metastaz sonucu alınmış olup, komplikasyon oranları açısından aralarında anlamlı fark saptanmamıştır.

Perkütan transtorasik biyopside tanısal doğruluğu önemli ölçüde etkileyen faktörlerin başında nodül boyutu gelmektedir. Küçük nodüllerde başarı oranının düşük ve komplikasyon oranının yüksek olduğu farklı çalışmalarda gösterilmiştir (71-74). Literatürde küçük boyutlu akciğer nodüllerinde tanısal doğruluk araştıran az miktarda çalışma bulunmaktadır. Ohno ve arkadaşları, 10 mm ve daha küçük lezyonlar için %52, 11-15 mm aralığında olan lezyonlar için ise %74,4 teknik başarı bildirmişlerdir (10). Tosi ve arkadaşların yaptıkları çalışmada ise 10 mm ve daha küçük lezyonlar ile 11-15 mm aralığındaki lezyonlar arasında tanısal doğruluk açısından fark olmadığını (%72) bildirilmişlerdir (75). Bizim çalışmamızda da, 9 mm ve daha küçük lezyonlar ile, 10-12 mm aralığında ve 13-15 mm aralığındaki lezyonlarda teknik başarı oranları sırasıyla, %100, %95 ve %93 olarak bulunmuş olup gruplar arasında teknik başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Daha önce yapılan çalışmalarda PTB'nin tanısal doğruluğuna etki eden pek çok farklı parametre tanımlanmıştır (71,76,77). Çalışmamızda tanısal doğruluk ile, amfizem varlığı ve derecesi, lezyon boyutu ve lokalizasyonu, lezyondan plevraya kadar olan mesafe, PET/BT bulguları, <1cm fissür ilişkisi, işleme bağlı hemoraji veya pnömotoraks olması ile arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki izlenmemiştir. Bununla birlikte, lezyondan plevraya kadar iğne mesafesi az (3 cm altında) olan hastalarda yetersiz örnekleme oranı diğer gruplara (3-4.9 cm ve 5 cm üzeri) göre

daha fazla görüldü ($p=0,026$). Katedilen akciğer mesafesi azaldıkça, komplikasyon oranı azalmakla birlikte, iğne manüplasyonundaki kısıtlanmanın söz konusu teknik başarısızlığa etkisi olduğu düşünülmüştür. Tanısal doğruluğu etkileyen bir diğer faktör biyopsi yapılan lezyonun dansitesidir. Hur ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada lezyonun buzlu cam dansitesinde olması tanısal doğruluğu etkileyen bir faktör olarak belirtilmiş (78). Bizim çalışmamızda da teknik başarısız olunan, 5 lezyondan 3'ü (%60) buzlu cam dansitesindedir. Biyopsi yapılan tüm nodüller incelendiğinde, buzlu cam dansitesindeki nodüllerde tanısal doğruluk oranı diğer nodüller ile kıyaslandığında %66,6 ye karşı %97,7 daha az olduğu saptanmıştır. Lezyona komşu gelişen az miktardaki hemoraji, özellikle buzlu cam dansitesindeki nodüllerin işlem sırasındaki görüntülenebilirliğini azalttığı ve görülemez hale getirdiği için, bu tarz nodüllerde başarı oranı azalmaktadır.

Literatürde sık görülen akciğer kanseri tipleri; adenokarsinom, skuamöz hücreli karsinom, küçük hücreli karsinom, büyük hücreli karsinom, sarkomatoid karsinom, karsinoid tümör olarak sıralanabilir. Adenokarsinomun %50, skuamöz hücreli karsinomun %25 ve küçük hücreli karsinomun %15 sıklıkla görüldüğü bildirilmiştir (79,80). Metastazlar arasında en sık kolon karsinomu metastazı görülmüştür (81). Çalışmamızdaki hastaların %40'nın primer akciğer karsinomu, %29'nun metastaz olduğu görülmüştür. Primer akciğer karsinomları arasında en sık adenokarsinom (%29, $n=28$), metastazlarda ise en sık kolon karsinomu metastazı (%11, $n=11$) saptanmış olup literatür ile uyumludur. En sık lezyon sağ üst lobda olup literatür ile benzerdir (82).

Literatürde pnömotoraks en sık görülen komplikasyon olarak belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda ise en sık komplikasyon hemoraji oldu. Literatürde %30 ile %65,6 arasında pulmoner hemoraji oranları bildirilmiştir (17,24,25). Hemoraji oranlarındaki tutarsızlık, farklı skorlama sistemi kullanımına bağlı olabilir. Tai ve arkadaşları yaptıkları çalışmada BT eşliğinde PTB sonrasında oluşan hemorajileri 5 dereceye ayırmışlar ve hemoraji oranı %41, yüksek dereceli (grade 2 ve üzeri) hemoraji ise %17,1 olarak belirtmişlerdir (68). Bizim çalışmamızda da hemorajiler benzer kategoriye ayrılmış olup, hemoraji oranı %72, yüksek dereceli hemoraji %19,6 oranında görülmüştür. Bu hastalarda ek tedavi ve hastane gözlemi

gerekmemiş olup, bu nedenle ‘SIR’ kılavuzuna göre minör komplikasyon (69), ‘CIRSE’ sınıflamasına göre grade 1 komplikasyon olarak kabul edilmiştir (70). Çalışmamızda hemotoraks sadece 2 vakada (%2,1) görülmüştür ve literatürde belirtilen %0,1-0,2 oranlarına göre yüksektir (24,83). Bu durum, çalışmaya küçük boyutlu nodüllerin dahil edilmesinin bir sonucu olabilir. Hemoptizi literatürde %0,1 ile %1,6 oranında gösterilmiştir (83,84). Bizim çalışmamızda biyopsi sonrasında hemoptizi 2 hastada (%2,1) görülmüş olup, ek müdahaleye gerek kalmadan spontan düzelme aynı gün içerisinde olmuştur. Hasta cinsiyeti, yaşı, lezyon boyutu ve konumu, amfizem varlığı ve derecesi, fissür ilişkisi, PET/BT sonucu ve patolojik tanı gibi faktörlerin hemoraji ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi bulunmamıştır. Ancak, çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak, lezyon-plevra iğne mesafesi arttıkça parankimal hemoraji görülme sıklığının istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı görülmüştür (85,86).

Akciğer biyopsileri sonrası önemli ölçüde görülen komplikasyonlardan biri pnömotoraktır. Literatürde PTB sonrası pnömotraks oranı %8-64 olarak bildirilmiştir (17,23,26,75,87). Padrao ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada PTB sonrası pnömotraks oranını %17,8 (n=30) olarak bildirmişlerdir. Pnömotoraks gelişen 30 hastanın 9’unda (tüm hastaların %5,3’ü, pnömotoraks gelişen hastaların %30’u) plevral drenaj yapılması gerekmiştir (88). Bizim çalışmamızda 97 hastadan sadece 2 tanesinde (tüm hastaların %2’si, pnömotoraks gelişen hastaların %12,5’i) pnömotoraks nedeniyle plevral drenaj kateteri yerleştirilmesi gerekmiştir. Çalışmamızdaki düşük pnömotoraks oranı, tüm işlemlerin koaksiyel iğne sistemi ile yapılması ve giriş traktına otolog kan pıhtısı enjeksiyonu yapılması ile sağlandığı düşünülmüştür. Otolog kan pıhtı enjeksiyonunun, işlem sonrası pnömotoraks oranı ile birlikte göğüs tüpü gerektiren pnömotoraks oranında da azalma sağladığı literatürde gösterilmiştir (89). Literatürde hasta cinsiyeti, lezyon boyutu, lezyon yerleşim yeri ve lezyon karakteri gibi faktörlerin pnömotoraks ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (90). Bazı çalışmalarda lezyon lokalizasyonunun pnömotoraks ile ilişkili olmadığı gösterilmiştir (10,24). Bizim çalışmamızda da lezyonun alt veya üst loblarda, sağ veya sol akciğerde olması ile pnömotoraks arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Literatürde bazı çalışmalarda erkeklerde kadınlara oranla pnömotoraks istatistiksel olarak daha fazla bulunmuş (71,91), bazı çalışmalarda ise

anlamli farklılık görülmemiştir (86,92). Bizim çalışmamızda da erkek ve kadın cinsiyet grupları arasında pnömotoraks gelişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Literatürde nodül boyutu ile biyopsi sonrası pnömotoraks gelişme oranı arasındaki ilişki açısından farklı sonuçlar bildirilmiştir (71,86,92–95). Bizim çalışmamızda <9 mm, 10-12 mm ve 13-15 mm gruplar arasında pnömotoraks gelişmesi açısından istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Lezyona ulaşmak için katedilen akciğer parankim mesafesi ile pnömotoraks riski arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu birkaç çalışmada gösterilmiştir (92,96). Bununla birlikte bizim çalışmamızda pnömotoraks gelişimi ile lezyon-plevra arasındaki iğne mesafesi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır.

CHEST kılavuzlarına göre, duyarlılık ve sensitivitesi düşük olduğu için, 8 mm'den küçük olan akciğer nodüllerinde, PET-BT önerilmemektedir (97,98). Lowe ve arkadaşlarının (99) yapmış oldukları çalışmada, PET-BT'nin duyarlılığı 1,5 cm'den büyük nodüllerde %90 iken, 1,5 cm'den küçük nodüllerde ise %80 olarak bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da, PET-BT'nin duyarlılığı %81,8, özgüllüğü %42,1, pozitif prediktif değeri %76,6, negatif prediktif değeri ise %50 oranında saptanmıştır.

Çalışmamızın en önemli kısıtlılığı retrospektif olmasıdır. Diğer bir kısıtlılık ise perkütan transtorasik akciğer biyopsilerinin 3 farklı girişimsel radyolog tarafından yapılmış olmasıdır. Ancak, BT kılavuzluğunda PTB işlemi ile ilgili en az 7 yıllık işlem tecrübesi, söz konusu kısıtlılığın etkisini azaltmaktadır.

6. SONUÇ

Çalışmamızda 15 mm altındaki akciğer nodüllerinde, PTB'nin etkin, güvenilir ve yüksek tanısal doğruluğa sahip bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Çalışmaya dahil edilen nodüllerin boyutu göz önüne alındığında, oluşan komplikasyonlar büyük oranda, Girişimsel Radyoloji Derneğinin (SIR) kılavuzuna göre minör, CIRSE sınıflamasına göre ise grade 1 kategorisinde olup, 9 mm altı dahil küçük boyutlu nodüllerde, PTB'nin güvenli olarak yapılabildiği gösterilmiştir. Küçük boyutlu nodüllerde, özellikle plevraya yakın veya geçilen akciğer parankim mesafesinin az olmasının, iğne manüplasyonunu kısıtlaması sonucu, yetersiz örnekleme ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir. Çalışmamızın bir sonucu olarak, hedeflenen nodüle ulaşmak için en kısa mesafenin değil, uygun iğne manüplasyonu yapılabilecek akciğer parankim trasesinden geçilmesini önermekteyiz. Ayrıca buzlu cam dansitesindeki nodüllerde, biyopsi sırasında olabildiğince az iğne manüplasyonu ile biyopsi yapılmasını, fokal hemoraji ile lezyonun seçilemez hale gelmesinin engellenmesi nedeniyle, savunmaktayız.

7. KAYNAKLAR

1. Dunagan DP, Chin Jr R, Mc Cain TW, Case LD, Harkness BA, Oaks T, vd. Staging by positron emission tomography predicts survival in patients with non-small cell lung cancer. *Chest*. 2001;119(2):333-9.
2. Hurt RD, Ebbert JO, Hays JT, McFadden DD. Preventing lung cancer by treating tobacco dependence. *Clin Chest Med*. 2011;32(4):645-57.
3. Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, Parkin DM, Piñeros M, Znaor A, vd. Cancer statistics for the year 2020: An overview. *Int J Cancer*. 2021;149(4):778-89.
4. Henschke CI, McCauley DI, Yankelevitz DF, Naidich DP, McGuinness G, Libby DM. The Early Lung Cancer Action Program (ELCAP): Baseline results using low-dose screening CT for lung cancer. İçinde: *Radiology*. RADIOLOGICAL SOC NORTH AMER 20TH AND NORTHAMPTON STS, EASTON, PA 18042 USA; 1998. s. 222-222.
5. Diederich S, Wormmanns D, Semik M, Thomas M, Lenzen H, Roos N, vd. Screening for early lung cancer with low-dose spiral CT: prevalence in 817 asymptomatic smokers. *Radiology*. 2002;222(3):773-81.
6. Silva M, Ledda RE, Schiebler M, Balbi M, Sironi S, Milone F, vd. Frequency and characterization of ancillary chest CT findings in COVID-19 pneumonia. *Br J Radiol*. 2021;94(1118):20200716.
7. Zheng B, Zhou X, Chen J, Zheng W, Duan Q, Chen C. A modified model for preoperatively predicting malignancy of solitary pulmonary nodules: an Asia cohort study. *Ann Thorac Surg*. 2015;100(1):288-94.
8. Calcagni ML, Taralli S, Cardillo G, Graziano P, Ialongo P, Mattoli MV, vd. Diagnostic performance of 18F-Fluorodeoxyglucose in 162 small pulmonary nodules incidentally detected in subjects without a history of malignancy. *Ann Thorac Surg*. 2016;101(4):1303-9.
9. Schneider F, Smith MA, Lane MC, Pantanowitz L, Dacic S, Otori NP. Adequacy of core needle biopsy specimens and fine-needle aspirates for molecular testing of lung adenocarcinomas. *Am J Clin Pathol*. 2015;143(2):193-200.
10. Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D, Higashino T, Watanabe H, Ohbayashi C, vd. CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of small (≤ 20 mm) solitary pulmonary nodules. *Am J Roentgenol*. 2003;180(6):1665-9.
11. Capasso R, Nizzoli R, Tiseo M, Pedrazzi G, Brunese L, Rotondo A, vd. Extra-pleuric coaxial system for CT-guided percutaneous fine-needle aspiration biopsy (FNAB) of small (≤ 20 mm) lung nodules: a novel technique using multiplanar reconstruction (MPR) images. *Med Oncol*. 2017;34:1-10.
12. Lindeman NI, Cagle PT, Beasley MB, Chitale DA, Dacic S, Giaccone G, vd. Molecular testing guideline for selection of lung cancer patients for EGFR and ALK tyrosine kinase inhibitors: guideline from the College of American Pathologists, International Association for the Study of Lung Cancer, and Association for Molecular Pathology. *J Thorac Oncol Off Publ Int Assoc Study Lung Cancer*. Temmuz 2013;8(7):823-59.
13. Marin A, Murchison JT, Skwarski KM, Tavares AA, Fletcher A, Wallace WA, vd. Can dynamic imaging, using F-FDG PET/CT and CT perfusion differentiate between benign and malignant pulmonary nodules? *Radiol Oncol*. 2021;55(3):259-67.

14. Tao R, Cao W, Zhu F, Nie J, Wang H, Wang L, vd. Liquid biopsies to distinguish malignant from benign pulmonary nodules. *Thorac Cancer*. 2021;12(11):1647-55.
15. Marshall D, LaBerge JM, Firetag B, Miller T, Kerlan RK. The changing face of percutaneous image-guided biopsy: molecular profiling and genomic analysis in current practice. *J Vasc Interv Radiol*. 2013;24(8):1094-103.
16. Ocak S, Duplaquet F, Jamart J, Pirard L, Weynand B, Delos M, vd. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsies: 14-gauge versus 22-gauge needles. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(5):674-81.
17. Huang MD, Weng HH, Hsu SL, Hsu LS, Lin WM, Chen CW, vd. Accuracy and complications of CT-guided pulmonary core biopsy in small nodules: a single-center experience. *Cancer Imaging*. 2019;19:1-10.
18. Chen C, Xu L, Sun X, Liu X, Han Z, Li W. Safety and diagnostic accuracy of percutaneous CT-guided transthoracic biopsy of small lung nodules (≤ 20 mm) adjacent to the pericardium or great vessels. *Diagn Interv Radiol*. 2021;27(1):94.
19. Liu XL, Li W, Yang WX, Rui MP, Li Z, Lv L, vd. Computed tomography-guided biopsy of small lung nodules: diagnostic accuracy and analysis for true negatives. *J Int Med Res*. 2020;48(2):0300060519879006.
20. Poulou LS, Tsagouli P, Ziakas PD, Politi D, Trigidou R, Thanos L. Computed tomography-guided needle aspiration and biopsy of pulmonary lesions: a single-center experience in 1000 patients. *Acta Radiol*. 2013;54(6):640-5.
21. Li Y, Du Y, Yang HF, Yu JH, Xu XX. CT-guided percutaneous core needle biopsy for small (≤ 20 mm) pulmonary lesions. *Clin Radiol*. 2013;68(1):e43-8.
22. Kazeróoni EA, Lim FT, Mikhail A, Martinez FJ. Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung. *Radiology*. 1996;198(2):371-5.
23. Boiselle PM, Shepard JA, Mark EJ, Szyfelbein WM, Fan CM, Slanetz PJ, vd. Routine addition of an automated biopsy device to fine-needle aspiration of the lung: a prospective assessment. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;169(3):661-6.
24. Yeow KM, Su IH, Pan KT, Tsay PK, Lui KW, Cheung YC, vd. Risk factors of pneumothorax and bleeding: multivariate analysis of 660 CT-guided coaxial cutting needle lung biopsies. *Chest*. 2004;126(3):748-54.
25. Freund MC, Petersen J, Goder KC, Bunse T, Wiedermann F, Glodny B. Systemic air embolism during percutaneous core needle biopsy of the lung: frequency and risk factors. *BMC Pulm Med*. 2012;12(1):1-12.
26. Rizzo S, Preda L, Raimondi S, Meroni S, Belmonte M, Monfardini L, vd. Risk factors for complications of CT-guided lung biopsies. *Radiol Med (Torino)*. 2011;116(4):548-63.
27. Henschke CI, Yankelevitz DF, Naidich DP, McCauley DI, McGuinness G, Libby DM, vd. CT screening for lung cancer: suspiciousness of nodules according to size on baseline scans. *Radiology*. 2004;231(1):164-8.
28. MacMahon H, Austin JH, Gamsu G, Herold CJ, Jett JR, Naidich DP, vd. Guidelines for management of small pulmonary nodules detected on CT scans: a statement from the Fleischner Society. *Radiology*. 2005;237(2):395-400.
29. Hodnett PA, Ko JP. Evaluation and management of indeterminate pulmonary nodules. *Radiol Clin North Am*. 2012;50(5):895-914.

30. McWilliams A, Tammemagi MC, Mayo JR, Roberts H, Liu G, Soghrati K, vd. Probability of cancer in pulmonary nodules detected on first screening CT. *N Engl J Med*. 2013;369(10):910-9.
31. Edey AJ, Hansell DM. Incidentally detected small pulmonary nodules on CT. *Clin Radiol*. 2009;64(9):872-84.
32. Casali C, Cucca M, Rossi G, Barbieri F, Iacuzio L, Bagni B, vd. The variation of prognostic significance of Maximum Standardized Uptake Value of [18F]-fluoro-2-deoxy-glucose positron emission tomography in different histological subtypes and pathological stages of surgically resected Non-Small Cell Lung Carcinoma. *Lung Cancer*. 2010;69(2):187-93.
33. Naidich DP, Bankier AA, MacMahon H, Schaefer-Prokop CM, Pistolesi M, Goo JM, vd. Recommendations for the management of subsolid pulmonary nodules detected at CT: a statement from the Fleischner Society. *Radiology*. 2013;266(1):304-17.
34. Gould MK, Donington J, Lynch WR, Mazzone PJ, Midthun DE, Naidich DP, vd. Evaluation of individuals with pulmonary nodules: When is it lung cancer?: Diagnosis and management of lung cancer: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013;143(5):e93S-e120S.
35. Ünal E, Arslan S, Aghayeva G, Sarıkaya Y, Çiftçi T, Önder S, vd. Rare Pulmonary Tumors and Carcinoma Mimickers; Experience from an Interventional Radiology Unit with Radiologic-pathologic Correlation-A Pictorial Essay. *Curr Med Imaging*. 2021;17(10):1183-90.
36. Lillington GA. Laboratory tests and ancillary diagnostic techniques. A diagnostic approach to chest diseases. Chapter 3. Baltimore MD, USA: Williams & Wilkins; 1987.
37. Nordenström B. Transthoracic needle biopsy. *N Engl J Med*. 1967;276(19):1081-2.
38. Beall DP. *Radiology Sourcebook: A Practical Guide for Reference and Training*. Springer Science & Business Media; 2002.
39. Lal H, Neyaz Z, Nath A, Borah S. CT-guided percutaneous biopsy of intrathoracic lesions. *Korean J Radiol*. 2012;13(2):210-26.
40. Winokur RS, Pua BB, Sullivan BW, Madoff DC. Percutaneous lung biopsy: technique, efficacy, and complications. İçinde: *Seminars in interventional radiology*. Thieme Medical Publishers; 2013. s. 121-7.
41. Grasso RF, Cazzato RL, Luppi G, D'Agostino F, Schena E, Del Vescovo R, vd. Percutaneous lung biopsies: performance of an optical CT-based navigation system with a low-dose protocol. *Eur Radiol*. 2013;23:3071-6.
42. Yankelevitz DF, Vazquez M, Henschke CI. Special techniques in transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules. *Radiol Clin North Am*. 2000;38(2):267-79.
43. Gong Y, Sneige N, Guo M, Hicks ME, Moran CA. Transthoracic fine-needle aspiration vs concurrent core needle biopsy in diagnosis of intrathoracic lesions: a retrospective comparison of diagnostic accuracy. *Am J Clin Pathol*. 2006;125(3):438-44.
44. Solomon SB, Zakowski MF, Pao W, Thornton RH, Ladanyi M, Kris MG, vd. Core needle lung biopsy specimens: adequacy for EGFR and KRAS mutational analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194(1):266.

45. Yoon HJ, Lee HY, Lee KS, Choi YL, Ahn MJ, Park K, vd. Repeat biopsy for mutational analysis of non-small cell lung cancers resistant to previous chemotherapy: adequacy and complications. *Radiology*. 2012;265(3):939-48.
46. Jae LI, June IH, Miyeon Y, Kwansop L, Yul L, Hoon BS. Percutaneous core needle biopsy for small (≤ 10 mm) lung nodules: accurate diagnosis and complication rates. *Diagn Interv Radiol*. 2012;18(6):527-30.
47. Anderson JM, Murchison J, Patel D. CT-guided lung biopsy: factors influencing diagnostic yield and complication rate. *Clin Radiol*. 2003;58(10):791-7.
48. Wallace AB, Suh RD. Percutaneous transthoracic needle biopsy: special considerations and techniques used in lung transplant recipients. *İçinde: Seminars in Interventional Radiology*. Copyright\copyright 2004 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New ...; 2004. s. 247-58.
49. Kodama F, Ogawa T, Hashimoto M, Tanabe Y, Suto Y, Kato T. Fatal air embolism as a complication of CT-guided needle biopsy of the lung. *J Comput Assist Tomogr*. 1999;23(6):949-51.
50. Wiener RS, Wiener DC, Gould MK. Risks of transthoracic needle biopsy: how high? *Clin Pulm Med*. 2013;20(1):29.
51. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJ, Vliegenthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *Eur Radiol*. 2017;27:138-48.
52. Collings CL, Westcott JL, Banson NL, Lange RC. Pneumothorax and dependent versus nondependent patient position after needle biopsy of the lung. *Radiology*. 1999;210(1):59-64.
53. Topala U, Berkmanb YM. Effect of needle tract bleeding on occurrence of pneumothorax after transthoracic needle biopsy. *Eur J Radiol*. 2005;53(3):495-9.
54. Min L, Xu X, Song Y, Issahar BD, Wu J, Zhang L, vd. Breath-hold after forced expiration before removal of the biopsy needle decreased the rate of pneumothorax in CT-guided transthoracic lung biopsy. *Eur J Radiol*. 2013;82(1):187-90.
55. Malone LJ, Stanfill RM, Wang H, Fahey KM, Bertino RE. Effect of intraparenchymal blood patch on rates of pneumothorax and pneumothorax requiring chest tube placement after percutaneous lung biopsy. *Am J Roentgenol*. 2013;200(6):1238-43.
56. Wagner JM, Hinshaw JL, Lubner MG, Robbins JB, Kim DH, Pickhardt PJ, vd. CT-guided lung biopsies: pleural blood patching reduces the rate of chest tube placement for postbiopsy pneumothorax. *Am J Roentgenol*. 2011;197(4):783-8.
57. Tran AA, Brown SB, Rosenberg J, Hovsepian DM. Tract embolization with gelatin sponge slurry for prevention of pneumothorax after percutaneous computed tomography-guided lung biopsy. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2014;37:1546-53.
58. MacDuff A, Arnold A, Harvey J. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax*. 2010;65(Suppl 2):ii18-31.
59. Kulvatunyou N, Erickson L, Vijayasekaran A, Gries L, Joseph B, Friese RF, vd. Randomized clinical trial of pigtail catheter versus chest tube in injured patients with uncomplicated traumatic pneumothorax. *J Br Surg*. 2014;101(2):17-22.

60. Brims FJH, Maskell NA. Ambulatory treatment in the management of pneumothorax: a systematic review of the literature. *Thorax*. 2013;68(7):664-9.
61. Contou D, Razazi K, Katsahian S, Maitre B, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C, vd. Small-bore catheter versus chest tube drainage for pneumothorax. *Am J Emerg Med*. 2012;30(8):1407-13.
62. Wu CC, Maher MM, Shepard JAO. CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: preprocedural evaluation and technique. *AJR-Am J Roentgenol*. 2011;196(5):W511.
63. SARGENT EN, TURNER AF, GORDONSON J, Schwinn CP, PASHKY O. Percutaneous pulmonary needle biopsy report of 350 patients. *Am J Roentgenol*. 1974;122(4):758-68.
64. Khouri NF, Stitik FP, Erozan YS, Gupta PK, Kim WS, Scott Jr WW, vd. Transthoracic needle aspiration biopsy of benign and malignant lung lesions. *Am J Roentgenol*. 1985;144(2):281-8.
65. Ishii H, Hiraki T, Gobara H, Fujiwara H, Mimura H, Yasui K, vd. Risk factors for systemic air embolism as a complication of percutaneous CT-guided lung biopsy: multicenter case-control study. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2014;37:1312-20.
66. Wu CC, Maher MM, Shepard JAO. Complications of CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: prevention and management. *Am J Roentgenol*. 2011;196(6):W678-82.
67. Goddard PR, Nicholson EM, Laszlo G, Watt I. Computed tomography in pulmonary emphysema. *Clin Radiol*. 1982;33(4):379-87.
68. Tai R, Dunne RM, Trotman-Dickenson B, Jacobson FL, Madan R, Kumamaru KK, vd. Frequency and severity of pulmonary hemorrhage in patients undergoing percutaneous CT-guided transthoracic lung biopsy: single-institution experience of 1175 cases. *Radiology*. 2016;279(1):287-96.
69. Gupta S, Wallace MJ, Cardella JF, Kundu S, Miller DL, Rose SC. SIR Disclaimer. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;7(21):969-75.
70. Filippiadis DK, Binkert C, Pellerin O, Hoffmann RT, Krajina A, Pereira PL. Cirse quality assurance document and standards for classification of complications: the cirse classification system. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40:1141-6.
71. Laurent F, Latrabe V, Vergier B, Montaudon M, Vernejoux JM, Dubrez J. CT-guided transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules smaller than 20 mm: results with an automated 20-gauge coaxial cutting needle. *Clin Radiol*. 2000;55(4):281-7.
72. Tsukada H, Satou T, Iwashima A, Souma T. Diagnostic accuracy of CT-guided automated needle biopsy of lung nodules. *Am J Roentgenol*. 2000;175(1):239-43.
73. Hiraki T, Mimura H, Gobara H, Iguchi T, Fujiwara H, Sakurai J, vd. CT fluoroscopy-guided biopsy of 1,000 pulmonary lesions performed with 20-gauge coaxial cutting needles: diagnostic yield and risk factors for diagnostic failure. *Chest*. 2009;136(6):1612-7.
74. Takeshita J, Masago K, Kato R, Hata A, Kaji R, Fujita S, vd. CT-guided fine-needle aspiration and core needle biopsies of pulmonary lesions: a single-center experience with 750 biopsies in Japan. *Çinde: 15th World Conference on Lung Cancer*. 2014.

75. Tosi D, Mendogni P, Carrinola R, Palleschi A, Rosso L, Bonaparte E, vd. CT-guided fine-needle aspiration biopsy of solitary pulmonary nodules under 15 mm in diameter: time for an afterthought? *J Thorac Dis.* 2019;11(3):724.
76. Klein JS, Salomon G, Stewart EA. Transthoracic needle biopsy with a coaxially placed 20-gauge automated cutting needle: results in 122 patients. *Radiology.* 1996;198(3):715-20.
77. Montaudon M, Latrabe V, Pariente A, Corneloup O, Begueret H, Laurent F. Factors influencing accuracy of CT-guided percutaneous biopsies of pulmonary lesions. *Eur Radiol.* 2004;14:1234-40.
78. Hur J, Lee HJ, Nam JE, Kim YJ, Kim TH, Choe KO, vd. Diagnostic accuracy of CT fluoroscopy-guided needle aspiration biopsy of ground-glass opacity pulmonary lesions. *Am J Roentgenol.* 2009;192(3):629-34.
79. Shields TW. *General thoracic surgery.* C. 1. Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
80. Rubin E, Reisner HM. *Essentials of Rubin's pathology.* Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
81. Tamrazi A, Sundaresan S, Parvizi A, Eller A, Fujii J, Shaheen Z, vd. Clinical value of CT-guided biopsy of small (≤ 1.5 cm) suspicious lung nodules: Diagnostic accuracy, molecular characterization and long-term clinical outcomes. *Cancer Treat Res Commun.* 2022;33:100626.
82. Anzidei M, Sacconi B, Fraioli F, Saba L, Lucatelli P, Napoli A, vd. Development of a prediction model and risk score for procedure-related complications in patients undergoing percutaneous computed tomography-guided lung biopsy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48(1):e1-6.
83. Tomiyama N, Yasuhara Y, Nakajima Y, Adachi S, Arai Y, Kusumoto M, vd. CT-guided needle biopsy of lung lesions: a survey of severe complication based on 9783 biopsies in Japan. *Eur J Radiol.* 2006;59(1):60-4.
84. Song YS, Park CM, Park KW, Kim KG, Lee HJ, Shim MS, vd. Does antiplatelet therapy increase the risk of hemoptysis during percutaneous transthoracic needle biopsy of a pulmonary lesion? *Am J Roentgenol.* 2013;200(5):1014-9.
85. Khan MF, Straub R, Moghaddam SR, Maataoui A, Gurung J, Wagner TOF, vd. Variables affecting the risk of pneumothorax and intrapulmonary hemorrhage in CT-guided transthoracic biopsy. *Eur Radiol.* 2008;18:1356-63.
86. Nour-Eldin NEA, Alsubhi M, Emam A, Lehnert T, Beeres M, Jacobi V, vd. Pneumothorax complicating coaxial and non-coaxial CT-guided lung biopsy: comparative analysis of determining risk factors and management of pneumothorax in a retrospective review of 650 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39:261-70.
87. Westcott JL, Rao N, Colley DP. Transthoracic needle biopsy of small pulmonary nodules. *Radiology.* 1997;202(1):97-103.
88. Padrão E, Rodrigues M, Guimarães S, Caetano Mota P, Melo N, Souto Moura C, vd. Diagnostic yield of computed tomography-guided transthoracic lung biopsy in diffuse lung diseases. *Respiration.* 2018;96(5):455-63.

89. Zlevor AM, Mauch SC, Knott EA, Pickhardt PJ, Gettle LM, Mao L, vd. Percutaneous lung biopsy with pleural and parenchymal blood patching: results and complications from 1,112 core biopsies. *J Vasc Interv Radiol*. 2021;32(9):1319-27.
90. Huo YR, Chan MV, Habib AR, Lui I, Ridley L. Pneumothorax rates in CT-guided lung biopsies: a comprehensive systematic review and meta-analysis of risk factors. *Br J Radiol*. 2020;93(1108):20190866.
91. Kim JI, Park CM, Lee SM, Goo JM. Rapid needle-out patient-rollover approach after cone beam CT-guided lung biopsy: effect on pneumothorax rate in 1,191 consecutive patients. *Eur Radiol*. 2015;25:1845-53.
92. Hiraki T, Mimura H, Gobara H, Shibamoto K, Inoue D, Matsui Y, vd. Incidence of and risk factors for pneumothorax and chest tube placement after CT fluoroscopy-guided percutaneous lung biopsy: retrospective analysis of the procedures conducted over a 9-year period. *Am J Roentgenol*. 2010;194(3):809-14.
93. Leopardi CF, Patil VV. Gelatinous foam needle tract embolization during CT guided percutaneous transthoracic lung biopsy: A practical and cost effective approach in the community hospital setting. *Radiol Case Rep*. 2019;14(6):656-9.
94. Covey AM, Gandhi R, Brody LA, Getrajdman G, Thaler HT, Brown KT. Factors associated with pneumothorax and pneumothorax requiring treatment after percutaneous lung biopsy in 443 consecutive patients. *J Vasc Interv Radiol*. 2004;15(5):479-83.
95. Cox JE, Chiles C, McManus CM, Aquino SL, Choplin RH. Transthoracic needle aspiration biopsy: variables that affect risk of pneumothorax. *Radiology*. 1999;212(1):165-8.
96. Kuban JD, Tam AL, Huang SY, Ensor JE, Philip AS, Chen GJ, vd. The effect of needle gauge on the risk of pneumothorax and chest tube placement after percutaneous computed tomographic (CT)-guided lung biopsy. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38:1595-602.
97. Patel VK, Naik SK, Naidich DP, Travis WD, Weingarten JA, Lazzaro R, vd. A practical algorithmic approach to the diagnosis and management of solitary pulmonary nodules: part 1: radiologic characteristics and imaging modalities. *Chest*. 2013;143(3):825-39.
98. Patel VK, Naik SK, Naidich DP, Travis WD, Weingarten JA, Lazzaro R, vd. A practical algorithmic approach to the diagnosis and management of solitary pulmonary nodules: part 2: pretest probability and algorithm. *Chest*. 2013;143(3):840-6.
99. Lowe VJ, Fletcher JW, Gobar L, Lawson M, Kirchner P, Valk P, vd. Prospective investigation of positron emission tomography in lung nodules. *J Clin Oncol*. 1998;16(3):1075-84.

