



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Bilgisayarlı tomografi eşliğinde yapılan perkütan transtorasik biyopsinin tanı doğruluğu ve olası komplikasyonlarının değerlendirilmesi

Evaluation of diagnostic accuracy and possible complications of computed tomography guided percutaneous transthoracic biopsy

Sarhun Zirek¹, Kaan Esen², Rabia Bozdoğan Arpacı³, Gurbet Yanarates⁴

¹Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Bölümü, Mersin, Turkey

²Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, ³Patoloji Anabilim Dalı, Mersin, Turkey

⁴Hitit Üniversitesi Erol Olkoç Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çorum, Turkey

Cukurova Medical Journal 2021;46(1):11-21

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to determine the diagnostic accuracy, the complication rates and the factors affecting the complications of computed tomography (CT) guided percutaneous transthoracic lung biopsy (PTB).

Materials and Methods: We retrospectively evaluated 153 patients who underwent transthoracic CT-guided biopsy. Re-biopsy were performed in 10 patients so that 163 transthoracic CT-guided biopsy were included in this study.

Results: Diagnostic results were achieved in 142 of 163 biopsy procedure (87.1%). During or after a biopsy procedure pneumothorax, parenchymal hemorrhage and hemoptysis were developed in 30 (18.4%), 21 (12.8%) and 2 (1.2%) patients respectively. A significant relationship was found between development of pneumothorax with the age of patient, the necrosis inclusion of the lesion, the size of the lesion and the parenchymal distance that was passed. There was a statistically significant correlation between parenchymal hemorrhage with the size of the lesion and the passed parenchymal distance.

Conclusion: Computed tomography-guided PTB is a reliable method that reduces the need of invasive surgical procedures with high accuracy and low complication rates in the histopathological diagnosis of thoracic masses.

Keywords: Computed tomography-guided, transthoracic biopsy, complication

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı, bilgisayarlı tomografi kılavuzluğunda yapılan perkütan transtorasik biyopsinin (PTB) komplikasyon oranlarını, tanı doğruluğunu ve komplikasyon oluşumunu etkileyen faktörlerin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Bilgisayarlı tomografi eşliğinde biyopsi işlemi yapılan 153 hastayı retrospektif olarak değerlendirdik. On hastaya tekrar biyopsi yapıldığı için çalışmaya 163 PTB işlemi dahil edilmiştir.

Bulgular: Çalışmada 163 PTB işleminin 142'sinde (%87,1) tanılal sonuç sağlanmıştır. Biyopsi işlemi sırasında ve sonrasında 30 (%18,4) hastada pnömotoraks, 21 (%12,8) hastada parankimal kanama, 2 (%1,2) hastada hemoptizi gerçekleşmiştir. Pnömotoraks gelişimi ile hastanın yaşı, lezyonun nekroz içermesi, lezyon boyutu ve geçilen parankim mesafesi arasında anlamlı ilişki saptanmıştır. Parankimal kanama ile lezyon boyutu ve geçilen parankim mesafesi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır.

Sonuç: Bilgisayarlı tomografi kılavuzluğunda uygulanan PTB, toraks kitlelerinin histopatolojik tanısını elde etmede etkili, yüksek doğruluk ve düşük komplikasyon oranlarına sahip, invaziv olan cerrahi işlemlere duyulan ihtiyacı azaltan güvenilir bir yöntemdir.

Anahtar kelimeler: Bilgisayarlı tomografi eşliğinde, transtorasik biyopsi, komplikasyon

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Sarhun Zirek, Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Mersin, Turkey E-mail: sarhun.zirek@hotmail.com

Geliş tarihi/Received: 26.08.2020 Kabul tarihi/Accepted: 31.10.2020 Çevrimiçi yayın/Published online: 10.01.2021

GİRİŞ

Akciğer kanseri sıklığı giderek artan ve mortalitesi yüksek bir kanser türüdür^{1,2}. Toraks kitle-lezyonlarının tedavi planında klinik ve radyolojik bulguların yanısıra histopatolojik tanı gerekli olup doku tanısı için cerrahi, endobronşiyal biyopsi ve perkutan biyopsiler kullanılmaktadır. Cerrahiye göre daha az invaziv olan endobronşiyal ve perkütan yöntemler tercih edilen tanı yöntemleri haline gelmiş olup endoskopik girişimlere uygun olmayan hastalarda ise genellikle perkütan transtorasik biyopsi (PTB) tercih edilmektedir.

Perkütan transtorasik biyopsi genellikle periferik lezyonlar için yapılmakla birlikte görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelerle birlikte artık uygun olan olgularda mediastinal ve santral lezyonlarda da güvenle kullanılabilir. Görüntüleme rehberliğinde lezyona yönlendirilen iğne ile patolojik doku parçaları elde edilmektedir. Perkütan transtorasik biyopsi ince iğne aspirasyon biyopsisi ve tru-cut biyopsi şeklinde yapılabilmektedir. Tru-cut biyopside histolojik tanı için lezyondan doku parçası alınırken ince iğne aspirasyon biyopsisinde ise sitolojik inceleme için aspirasyon materyali elde edilir^{3,4}. Tru-cut biyopside daha fazla doku elde edilebilmesi nedeniyle tanısız özgüllüğü artıran birçok inceleme yapılabilmektedir.

Doku örneği alındıktan hemen sonra elde edilen kontrol görüntüler ile komplikasyonlar hızlı bir şekilde tespit edilebilir. Komplikasyonları engellemek için lezyona ulaşılacak mümkün olan en kısa ve güvenli yol seçilmeli ve mümkün olduğunca bül, fissür ve vasküler yapıların olmamasına özen gösterilmelidir. İşlem sırasında ortaya çıkabilecek olası komplikasyonların bilinmesi uygulama sonrası hastaların takip ve yönetimi için önemlidir. Bu komplikasyonların en sık görülenleri ise pnömotoraks, parankimal kanama ve hemotoraks olarak sıralanabilir⁵. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışın BT, BT floroskopi ve ultrasonografi gibi farklı görüntüleme yöntemleri eşliğinde PTB yapılabilmektedir. Bilgisayarlı tomografi sıklıkla kullanılan görüntüleme yöntemi olup BT kılavuzluğunda bu işlemin yapılmasının en önemli avantajları komplikasyona neden olabilecek durumların işlem öncesi görüntülenebilmesi ve oluşan komplikasyonların hızlı bir şekilde tespit edilebilmesidir.

Perkütan transtorasik biyopsi yaygın olarak gerçekleştirilen, güvenilir, komplikasyon oranı düşük,

tanı değeri yüksek bir işlemdir^{3,6}. Bu çalışmanın amacı, BT kılavuzluğunda yapılan PTB'nin, komplikasyon oranlarının, tanı doğruluğunun ve komplikasyon oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. Literatürde lezyon için geçilen parankim mesafesi, lezyon boyutu ile tanı doğruluğu ve komplikasyon ilişkisi birçok çalışmada değerlendirilmiş olup farklı sonuçlar bildirilmiştir^{7,8,9}. Geniş biyopsi sayısıyla gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın tartışmalı olan konularda literatüre katkıda bulunacağını düşünmekteyiz.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma öncesi Mersin Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 27/11/2015 ve 2015/361 sayılı kurul kararı ile onay alındı. Çalışma Helsinki deklarasyon kriterlerine uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada 01/2013 ve 11/2015 tarihleri arasında Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda BT eşliğinde PTB yapılan hastalar retrospektif olarak incelendi. BT eşliğinde PTB yapılan hastalardan hastane PACS ve bilgi sisteminden görüntülerine ve patoloji sonuçlarına ulaşamayanlar çalışma dışı bırakılmış olup diğer tüm hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Bunun dışında bir dışlama kriteri kullanılmamıştır. Çalışma grubunu, 124'ü erkek ve 29'u kadın olan 153 hasta oluşturdu. Dokuzu erkek, 1'i kadın hastaya 2 kez biyopsi yapılması nedeniyle toplamda 163 BT eşliğinde transtorasik biyopsi çalışmaya dahil edildi.

İşlem

İşlem öncesi hastalardan aydınlatılmış onam alınmış olup işlemin faydaları, endikasyon gerekçeleri ve olası komplikasyon riskleri anlatıldı. İşlem öncesi hastanın özgeçmiş, kullandığı ilaçlar sorgulandı ve tam kan sayımı ile kanama parametreleri (aPTT, INR) tetkikleri yapıldı. Perkütan transtorasik biyopsi orta kategoride kanama riski olan bir biyopsi işlemi olup; platelet değeri >50000, INR değeri <1,5 olan hastalarda işlem yapılmıştır⁶. Hastanın kullandığı antikoagulan ve antiplatelet ilaçlar sorgulanıp işlemden 5 gün önce kesilebilmesi için ilgili klinisyene konsülte edilmiştir. İşlemden önce hastaya olası komplikasyon yönetimi amacıyla venöz damar yolu açıldı. Perkütan biyopsi steril şartlarda yapılan ve düşük kontaminasyon riski olan bir yöntem olup işlem öncesi ya da sonrası antibiyotik kullanımı gerekli görülmedi. İşlem öncesi hastaların 6-8 saat aç kalmaları istendi.

Biyopsi işlemleri 64 kesitli (Toshiba Aquilion 64,

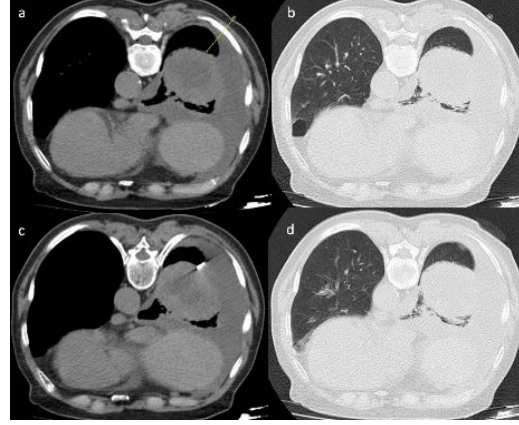
Toshiba MedicalSystems, Tokyo, Japan) BT cihazında gerçekleştirilmiştir. Lezyonun lokalizasyonuna göre en güvenli ve kısa yolun belirlenmesinin ardından uygun pozisyonda yatırılan hastadan sınırlı sayıda aksiyel BT kesitleri alındı. Belirlenen en uygun kesitte cilt üzerine konulan opak belirteçler ile aynı düzeyden tekrar görüntü alınmasının ardından iğne giriş yeri belirlendi ve cilt üzerinde işaretlendi. Lokal anestezi uygulanmasını takiben, enjeksiyon iğnesi yerinde bırakılarak aksiyel BT kesitler tekrar alındı ve iğne pozisyonu doğrulandı. İğne giriş yerine küçük insizyon yapılarak önceden belirlenen rotaya uygun olacak şekilde, tru-cut iğne cilt içerisinde "cilt-plevra" mesafesi kadar ilerletildi ve kontrol görüntüleri alındı. Alınan görüntülerde iğne rotası planlanan rota dışında ise yönlendirmeler yapılarak düzeltildi. İğne uygun pozisyonda ise, hastanın nefes tutması istenerek tek seferde ilerletilen iğne plevradan hızla geçirildi. Daha önce belirlenen açı doğrultusunda lezyon derinliği kadar iğnenin ilerletilmesinin ardından kontrol görüntüleri alınarak uygun lokalizasyonda olduğu doğrulandı. İğnenin otomatik biyopsi tabancasına yerleştirilmesi sonrası tru-cut biyopsi ile alınan materyaller daha önceden hazırlanmış %10'luk steril formol solüsyonuna bırakıldı.

Pnömotoraks riskini azaltmak amacıyla hasta işlem sonrası iğne giriş bölgesi alta kalacak şekilde 1 saat yatırıldı^{6,10}. Komplikasyon kontrolü için işlem sonrası ardışık kontrol görüntüleri alındı (Resim 1, 2, 3, 4). Ayrıca işlem sonrası yaklaşık 2-3 saat sonra kontrol akciğer grafileri elde edildi. Biyopsiler deneyimleri 4 ve 13 sene olan iki radyolog tarafından gerçekleştirilmiştir.

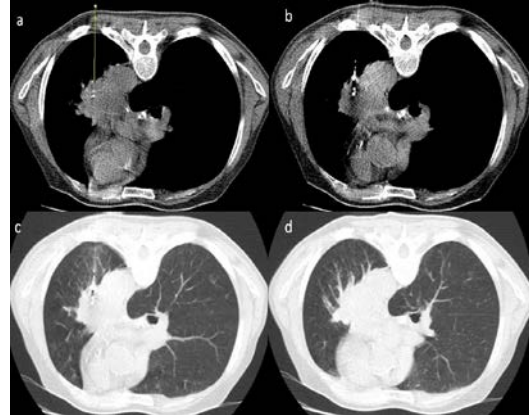
Kontrol görüntülerde plevral aralıkta serbest hava bulunması pnömotoraks, plevral aralıkta sıvı dansitesi bulunması hemotoraks, lezyon çevresinde yeni gelişmiş parankimal buzlu cam alanlarının bulunması parankimal kanama olarak yorumlandı¹¹. Tanımlanan olası komplikasyonlar işlem öncesi ve sonrası alınan kontrol görüntüleri karşılaştırılarak değerlendirildi. Önceki kesitlerde olmayıp yeni gelişmiş olan veya işlem öncesinde de mevcut olup kontrolde artmış olan plevral sıvı, parankimal buzlu cam alanları kayıt edildi.

Biyopsi işlemlerini de gerçekleştiren iki radyolog tarafından lezyonların iç yapı özellikleri homojen, nekroz içeren, kaviter ve hava bronkogramı içeren olarak dört grupta değerlendirilmiştir. Tüm kesitlerde aynı yumuşak doku dansitesinde izlenen lezyonlar homojen olarak yorumlandı. Lezyon içerisinde düşük

densitede olan alanlar nekroz olarak değerlendirildi. Santralinde hava dansitesi bulunan lezyonlar kaviter lezyon, içerisinde hava dolu bronşlar olanlar ise hava bronkogramı içeren lezyon olarak kabul edildi¹¹.



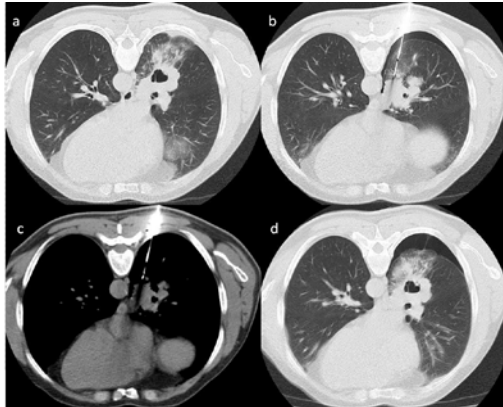
Resim 1. Sağ akciğerde nekroz içeren lezyon bulunan 78 yaşında erkek hasta. (a, b) Pron pozisyonunda, mediasten ve parankim penceresinde uygun giriş yerinin ciltte işaretlenmesi. (c) Mediasten penceresinde lezyon içerisinde iğne ucuna ait görünüm. (d) İşlem sonrası pnömotoraks gelişmediğini gösteren kontrol görüntü (Patolojik tanı: Küçük hücreli akciğer karsinomu).



Resim 2. Sol akciğerde mediastene yakın yerleşimli kitle bulunan 65 yaşında erkek hasta. (a) Pron pozisyonunda, mediasten penceresinde uygun giriş yerinin ciltte işaretlenmesi. (b) Mediasten penceresinde kitle içinde iğneye ait görünüm. (c) İğne trasesinde parankimal kanama izlenmekte. (d) Kontrol görüntülerde pnömotoraks izlenmiyor (Patolojik tanı: Adenokarsinom).



Resim 3. Sağ akciğer üst lobda kitle bulunan 74 yaşında erkek hasta. (a,b) Supin pozisyonunda, mediasten ve parankim penceresinde uygun giriş yerinin ciltte işaretlenmesi. (c) Parankim penceresinde kitle komşuluğunda iğne ucuna ait görünüm. (d) İşlem sonrası pnömotoraks gelişmediğini gösteren kontrol görüntü (Patolojik tanı: Küçük hücre dışı akciğer karsinomu).



Resim 4. (a) Sağ akciğer alt lobda kaviter lezyonu bulunan 55 yaşında erkek hasta. (b,c) Parankim ve mediasten penceresinde izlenen iğne ucu kaviter lezyonun medial kesimdeki kalın duvarına doğru uzanmakta. (d) Parankim penceresinde biyopsi sırasında oluşan pnömotoraks görüntüsü (Patolojik tanı: Kronik enflamasyon).

İstatistiksel analiz

Nominal ve ordinal gibi kategorik parametrelerin (Hastanın cinsiyeti, biyopsi iğne kalınlığı, lezyonun iç yapı özellikleri, lezyon sınır özellikleri, lezyonun lokalizasyonu gibi) patolojik tanı doğruluğuna ve olası komplikasyonlara (pnömotoraks, parankimal kanama gibi) etkisini anlamak için Ki kare testi kullanıldı. Ki

kare testi iki bağımsız niteliksel kriteri test etmek için kullanılır.

Nicel yapıdaki parametreler (Hastanın yaşı, lezyon boyutu, geçilen parankim mesafesi) ile patolojik tanı doğruluğu ve olası komplikasyonlar arasındaki ilişkiyi karşılaştırmak için student t testi uygulandı. İstatistiksel analiz için SPSS 21.0 Windows 7 bilgisayar programı kullanıldı. İstatistik anlamlılıktta $p < 0,05$ değeri kabul edildi

Kategorik yapıdaki parametreler için sayı ve yüzde değerleri verildi. Nicel yapıdaki parametreler için ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Kategorik parametreler arasındaki ilişkilerin analizinde ki kare testi, iki grup ortalama değerlerinin karşılaştırılmasında ise student t testi kullanıldı. İstatistik anlamlılıktta $p < 0,05$ alındı. İstatistiksel analiz için SPSS 21.0 Windows 7 bilgisayar programı kullanıldı.

BULGULAR

Olguların yaş ortalaması $63,9 \pm 10,2$ olup en genç hasta 21, en yaşlı hasta 88 yaşındaydı. Lezyon boyutları değerlendirilirken lezyonun en uzun çapı dikkate alındı. En küçük lezyon çapı 1,1 cm, en büyük lezyon çapı 15,2 cm ve ortalama lezyon çapı $5,5 \pm 2,6$ cm ölçüldü. Doksan dokuz (%60,7) lezyonun pleural tabanlı, 64 (%39,3) lezyonun ise pleural tabanlı olmadığı tespit edildi. Lezyon için geçilen parankim mesafesi en uzun 15 cm iken, ortalama $2,4 \pm 0,9$ cm olarak ölçüldü.

Lezyonların 46'sı (%28,2) sağ akciğer üst lob, 4'ü (%2,5) sağ akciğer orta lob, 44'ü (%27) sağ akciğer alt lob, 34'ü (%20,9) sol akciğer üst lob, 35'i (%21,5) sol akciğer alt lobda tespit edildi. Lezyonların 89'u (%54,6) düzenli sınırlı, 74'ü (%45,4) ise düzensiz sınırlıydı. Lezyonların 128'i (%78,5) homojen iç yapıdaydı. Lezyonların 15'inin (%9,2) nekroz, 11'inin (%6,7) kavite, 9'unun (%5,5) hava bronkogramı içerdiği saptandı. Yapılan girişimlerde 2 adet (%1,2) 14G, 103 adet (%63,2) 16G, 58 adet (%35,6) 18G kalınlıkta iğne kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen PTB'lerde tek iğne ponksiyonu ile lezyona ulaşıldığı tespit edildi.

Perkutan transtorasik biyopsi uygulamalarının 45'inde (%27,6) komplikasyon gelişmiş olup, 7'sinde birden fazla komplikasyon görüldü. Pnömotoraks en sık karşılaşılan komplikasyon olup komplikasyon dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Pnömotoraks gelişen hastalarda pnömotoraks kalınlığı en az 0,2 cm en fazla

6,6 cm olarak ölçüldü. Pnömotoraks kalınlığına göre hafif (<2cm), orta (2-4 cm), ciddi (>6cm) olarak sınıflandırılabilir⁸. Altı hasta göğüs cerrahisi tarafından toraks tüpü takılarak tedavi edilmiştir. Hafif dereceli pnömotorakslarda konservatif yaklaşım yapıldığı gözlemlendi.

Tablo 1. Komplikasyon dağılımı

Komplikasyon	Sayı (%)
Pnömotoraks	30 (18,4)
Parankimal kanama	21 (12,8)
Hemoptizi	2 (1,2)
Toplam	53

Perkutan transtorasik biyopsilerin 142'sinde (114'ü malin, 28'i benin) patolojik tanı konulabilmiş iken, 21'inde alınan örneğin tanısal olmadığı tespit edildi. Tanı doğruluk oranı %87,1 olarak hesaplanmıştır. Histopatolojik sonuçların dağılımı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Patolojik tanıların dağılımı

Tanı	Sayı	%
Küçük hücre dışı karsinom	43	26,4
Adenokarsinom	27	16,6
Skuamöz hücreli karsinom	15	9,2
Enflamasyon	12	7,4
Küçük hücreli karsinom	9	5,5
Malin şüphesi	9	5,5
Nekroz	7	4,3
Nöroendokrin tümör	5	3,1
Granülomatöz enflamasyon	5	3,1
Pnömoni	3	1,8
Nonspesifik malin	2	1,2
Mezenkimal neoplazm	1	0,6
Malin mezotelyoma	1	0,6
Kondrosarkom	1	0,6
Liposarkom	1	0,6
Nonspesifik benin	1	0,6
Yetersiz materyal	21	12,9
Toplam	163	

Tanı doğruluğu ile hastanın cinsiyeti arasındaki ilişki değerlendirildiğinde erkek olguların %87,9'unda, kadın olguların ise %83,3'ünde patolojik tanı konulabilmiş olduğu gözlemlendi. Cinsiyet ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,494). Çalışma grubuna alınan lezyonlarda sağ akciğer üst lobda bulunanların 39'unda (%84,7), sağ akciğer orta lobda bulunanların 2'sinde (%50), sağ

akciğer alt lobda bulunanların 40'ında (%90,9), sol akciğer üst lobda bulunanların 30'unda (%91,1), sol akciğer alt lobda bulunanların 30'unda (%85,7) patolojik tanıya ulaşıldığı tespit edildi. Lezyonun lokalizasyonu ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,181).

Radyolojik iç özelliği homojen olanların 110'unda (%86,7), nekroz içerenlerin 13'ünde (%86,6), kaviter lezyonların 9'unda (%81,8) ve hava bronkogramı içeren lezyonların hepsinde patolojik tanıya ulaşıldığı tespit edildi. Lezyonun iç yapı özellikleri ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,653).

Düzenli kenarlı lezyonların 77'sinde (%86,5), düzensiz kenarlı lezyonların 65'inde (%87,8) patolojik tanıya ulaşıldığı tespit edildi. Lezyonun kenar özellikleri ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,802).

Çalışmaya dahil edilen olgulardan 14G iğne kullanılanların hepsinde, 16G iğne kullanılanların 92'sinde (%89,3), 18G iğne kullanılanların 48'inde (%82,7) patolojik tanı konulabilmiştir. Kullanılan iğne kalınlığı ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,423).

Plevra ile komşuluğu bulunan lezyonların 87'sinde (%87,8), plevra ile komşuluğu bulunmayan lezyonların 55'inde (%85,9) patolojik tanı konulabilmiştir. Lezyonların plevra ile olan ilişkisi ve tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,719) (Tablo 3).

Hasta yaşı, lezyon boyutu ve lezyon için geçilen parankim mesafesi ile örnek yeterliliği arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi için bağımsız örneklem T-testi uygulandı. Hastaların yaş ortalamaları ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,177). Ortalama lezyon boyutu ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadı (p:0,842). Lezyon için geçilen ortalama parankim mesafesi ile tanısalık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadı (p: 0,621) (Tablo 4).

Perkutan transtorasik biyopsilerin 30'unda (%18,4) pnömotoraks geliştiği tespit edilmiştir. Pnömotoraks ile hastanın cinsiyeti değerlendirildiğinde erkek olguların 26'sında (%19,5), kadın olguların 4'ünde (%13,3) pnömotoraks geliştiği tespit edilmiş olup cinsiyet ile pnömotoraks gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,427).

Tablo 3. Tanısal doğruluğu etkileyen faktörlerin istatistiksel ilişkisi

		Tanısal olan	Tanısal olmayan	Toplam	p
Cinsiyet	Erkek	117	16	133	0,494
	Kadın	25	5	30	
Lezyon lokalizasyonu	Sağ üst lob	39	7	46	0,181
	Sağ orta lob	2	2	4	
	Sağ alt lob	40	4	44	
	Sol üst lob	30	4	34	
	Sol alt lob	30	5	35	
İç yapı özelliği	Homojen	110	18	128	0,653
	Nekroz	13	2	15	
	Kaviter	9	2	11	
	Hava bronkogramı	9	0	9	
Kenar düzen özelliği	Düzenli	77	12	89	0,802
	Düzensiz	65	9	74	
İğne kalınlığı	14G	2	2	4	0,423
	16G	92	11	103	
	18G	48	10	58	
Plevra ile ilişki	Plevra tabanlı	87	22	99	0,719
	Plevradan mesafeli	55	9	64	

Tablo 4. Hasta yaşı, lezyon boyutu, lezyon için geçilen parankim mesafesi ve tanısal doğruluk ilişkisi

	Tanısal olan	Tanısal olmayan	P
Biyopsi Sayısı	142	21	
Ortalama yaş±SS	63,85±10,2	64,67±12,1	0,177
Ortalama Lezyon Boyutu±SS (cm)	5,5±2,6	4,9±2,5	0,842
Ortalama Lezyon Boyutu±SS (cm)	5,5±2,6	4,9±2,5	0,842
Geçilen Ortalama Parankim Mesafesi ±SS (cm)	0,99±1,7	0,96±1,3	0,621

SS:Standart sapma

Sağ akciğer üst lobda bulunan lezyonların 8'inde (%17,3), sağ akciğer alt lobda bulunanların 8'inde (%18,1), sol akciğer üst lobda bulunanların 3'ünde (%8,8), sol akciğer alt lobda bulunanların 10'unda (%31,4) pnömotoraks gelişmiştir. Sağ akciğer orta lobda bulunan lezyonlarda pnömotoraks gelişmemiştir. Lezyonun lokalizasyonu ile pnömotoraks gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,138).

Çalışma grubuna dahil olan lezyonların radyolojik iç özelliği homojen olanların 25'inde (%19,6), kaviter lezyonların 6'sında (%54,5), hava bronkogramı içeren lezyonların 1'inde (%11,1) pnömotoraks gelişmiştir. Nekroz içeren lezyonların hiçbirinde pnömotoraks gelişmemiştir. Lezyonun iç yapı özellikleri ile pnömotoraks gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı (p:0,003).

Düzenli kenarlı lezyonların 12'sinde (%13,4), düzensiz kenarlı lezyonların 18'inde (%24,3) pnömotoraks geliştiği gözlenmiş olup lezyonun sınır

özellikleri ile pnömotoraks gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,075).

Çalışmaya dahil edilen biyopsilerden 14G iğne kullanılanların hiçbirinde pnömotoraks saptanmamış olup 16G iğne kullanılanların 22'sinde (%21,3), 18G iğne kullanılanların ise 8'inde (%13,7) pnömotoraks geliştiği tespit edilmiştir. Kullanılan iğne kalınlığı ile pnömotoraks gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,392). Plevra ile komşuluğu bulunan lezyonların 6'sında (%6), plevra ile komşuluğu bulunmayan lezyonların 24'ünde (%37,5) pnömotoraks geliştiği tespit edildi. Lezyonların plevra ile ilişkisi ve pnömotoraks gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı (p:0,002) (Tablo 5).

Hasta yaşı, lezyon boyutu ve lezyon için geçilen parankim mesafesi ile pnömotoraks gelişimi arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi için bağımsız örneklem T-testi uygulandı. Hastaların yaş ortalamaları ile pnömotoraks gelişimi arasında

istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı (p:0,021). Lezyon boyutlarının ortalamaları ile pnömotoraks arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı

(p:0,031). Lezyon için geçilen parankim mesafesi ortalamaları ile pnömotoraks arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu (p:0,003) (Tablo 6).

Tablo 5. Pnömotoraks gelişimini etkileyen faktörlerin istatistikî ilişkisi

		Pnömotoraks		Toplam	p
		Var	Yok		
Cinsiyet	Erkek	26	107	133	0,427
	Kadın	4	26	30	
Lezyon lokalizasyonu	Sağ üst lob	8	38	46	0,138
	Sağ orta lob	0	4	4	
	Sağ alt lob	8	36	44	
	Sol üst lob	3	31	34	
	Sol alt lob	10	25	35	
İç yapı özelliği	Homojen	25	103	128	0,003
	Nekroz	0	15	15	
	Kaviter	6	5	11	
Kenar düzen özelliği	Hava bronkogramı	1	8	9	
	Düzenli	12	77	89	0,075
	Düzensiz	18	56	74	
İğne kalınlığı	14G	0	4	4	0,392
	16G	22	81	103	
	18G	8	50	58	
Plevra ile ilişki	Plevra tabanlı	6	93	99	0,002
	Plevradan mesafeli	24	40	64	

Tablo 6. Hasta yaşı, lezyon boyutu, lezyon için geçilen parankim mesafesi ile pnömotoraks gelişimi ilişkisi

Değişken	Pnömotoraks		p
	Var	Yok	
Biyopsi Sayısı	30	133	
Ortalama yaş±SS	64,23±10,8	62,77±6,9	0,021
Ortalama Lezyon Boyutu±SS (cm)	4,9±1,7	5,6±2,7	0,031
Ortalama Lezyon Boyutu±SS (cm)	4,9±1,7	5,6±2,7	0,031
Geçilen Ortalama Parankim Mesafesi±SS (cm)	1,98±1,5	0,76±1,7	0,003

SS:standart sapma

Çalışma grubundaki PTB'lerin 21'inde (%12,8) parankimal kanama izlendi. Parankimal kanama ile hastanın cinsiyeti değerlendirildiğinde erkek olguların 16'sında (%12,2), kadın olguların 6'sında (%20) parankimal kanama izlenmiş olup cinsiyet ile parankimal kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,198).

Çalışma grubuna dahil olan ve sağ akciğer üst lobda bulunan lezyonların 7'sinde (%15,2), sağ akciğer orta lobda bulunanların 1'inde (%25), sağ akciğer alt lobda bulunanların 5'inde (%11,3), sol akciğer üst lobda bulunanların 5'inde (%14,7), sol akciğer alt lobda bulunanların 4'ünde (%11,4) parankimal kanama gelişti. Lezyonun lokalizasyonu ile parankimal

kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,899).

Çalışma grubuna alınan lezyonların radyolojik iç özelliği homojen olanların 19'unda (%14,8), kaviter lezyonların 1'inde (%9), hava bronkogramı içeren lezyonların 1'inde (%11,1) parankimal kanama gelişti. Nekroz içeren lezyonlarda parankimal kanama gelişmedi. Lezyonun içyapı özellikleri ile parankimal kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,420). Kenarı düzenli olan lezyonların 17'sinde (%19,1), düzensiz kenarlı lezyonların 8'inde (%10,4) parankimal kanama gelişti. Lezyonun kenar özellikleri ile parankimal kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,769).

Çalışmaya dahil edilen biyopsilerden 16G iğne kullanılan işlemlerin 15'inde (%14,5), 18G iğne kullanılan işlemlerin 6'sında (%10,3) parankimal kanama gelişti. 14G iğne kullanılan işlemlerin hiçbirinde parankimal kanama gelişmedi. Kullanılan iğne kalınlığı ile parankimal kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,642).

Plevra ile komşuluğu bulunan lezyonların hiçbirinde parankimal kanama izlenmemiş olup plevra ile komşuluğu bulunmayan lezyonların 21'inde (%32,8) parankimal kanama tespit edildi. Lezyonların plevra ile ilişkisi ve parankimal kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı (p:0,003) (Tablo 7).

Tablo 7. Parankimal kanama gelişimini etkileyen faktörlerin istatistiksel ilişkisi

		Parankimal kanama		Toplam	p
		Var	Yok		
Cinsiyet	Erkek	16	117	133	0,198
	Kadın	6	24	30	
Lezyon lokalizasyonu	Sağ üst lob	7	39	46	0,899
	Sağ orta lob	1	3	4	
	Sağ alt lob	5	39	44	
	Sol üst lob	5	29	34	
	Sol alt lob	4	31	35	
İç yapı özelliği	Homojen	19	109	128	0,420
	Nekroz	0	15	15	
	Kaviter	1	10	11	
	Hava bronkogramı	1	8	9	
Kenar düzen özelliği	Düzenli	17	72	89	0,769
	Düzensiz	8	66	74	
İğne kalınlığı	14G	0	4	4	0,642
	16G	15	88	103	
	18G	6	52	58	
Plevra ile ilişki	Plevra tabanlı	0	99	99	0,003
	Plevradan mesafeli	21	43	64	

Hasta yaşı, lezyon boyutu ve lezyon için geçilen parankim mesafesi ile parankimal kanama gelişimi arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi için bağımsız örneklem T-testi uygulandı. Hastaların yaş ortalamaları ile parankimal kanama gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p:0,713).

Lezyon boyutları ortalamaları ile parankimal kanama arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu (p:0,013). Lezyon için geçilen parankim mesafesi ortalamaları ile parankimal kanama arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu (p:0,004) (Tablo 8).

Tablo 8. Hasta yaşı, lezyon boyutu, lezyon için geçilen parankim mesafesi ile parankimal kanama gelişimi ilişkisi

Değişken	Parankimal kanama		p
	Var	Yok	
Biyopsi Sayısı	21	142	
Ortalama yaş±SS	64,67±10,3	63,85±9,7	0,713
Ortalama Lezyon Boyutu±SS (cm)	4,9±1,7	5,6±2,7	0,031
Ortalama Lezyon Boyutu±SS (cm)	4±1,5	5,7±2,6	0,013
Geçilen Ortalama Parankim Mesafesi±SS (cm)	3,8±2,7	0,6±0,9	0,004

SS: standart sapma

TARTIŞMA

Bilgisayarlı tomografi rehberliğinde, tru-cut iğne ile yapılan PTB'nin düşük komplikasyon oranlarıyla,

spesifik histolojik tanı elde etmek için güvenli ve doğru bir yöntem olduğu bildirilmiştir⁵. Perkütan transtorasik biyopsinin en sık görülen komplikasyonları pnömotoraks ve parankimal

kanamadır. Daha az sıklıkta görülen komplikasyonlar hemotoraks, toraks duvarında hematoma ve vazovagal reaksiyonlardır. Nadir komplikasyonları ise hava embolisi, hemoptizi, kardiyak tamponad, biyopsi trasesinde malign ekim olarak sıralanabilir^{3, 5,12,13}. En sık görülen komplikasyon olan pnömotoraksın literatürde %0–61 arasında olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmada da en sık karşılaşılan komplikasyon (%18,4) olup literatür ile benzerdir^{3,12,13}.

Literatürde, PTB'de gelişebilen pnömotoraksın çeşitli risk faktörleriyle ilişkisi birçok çalışmada ortaya konmuştur. Yeow ve arkadaşları BT rehberliğinde koaksiyel kesici iğne biyopsisi yapılan 660 olguda yaptıkları retrospektif çalışmada pnömotoraks için en önemli risk faktörlerinin lezyon boyutu, biyopsi trakt mesafesi ve işlemi uygulayan radyologun deneyimi olduğunu vurgulamışlardır¹⁴. Yaş ile pnömotoraks gelişimi arasında istatistikî açıdan anlamlı bir ilişki saptanmış olup bu ilişkinin görülmesinde yaş ile birlikte akciğerin kompliyansının azalması ve amfizemin yaş ile artış göstermesi başlıca faktör olarak değerlendirilmektedir¹⁵. Geçilen akciğer parankim mesafesindeki artışın pnömotoraks gelişim riskini arttırdığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır^{12,16,17}. Buna karşın, Cox ve arkadaşları 331 biyopsiyi içeren; Zhao ve arkadaşlarının 864 biyopsiyi içeren çalışmasında, geçilen parankim mesafesinin pnömotoraks riskinde anlamlı bir artışa neden olmadığını saptamıştır^{8,9}. Çalışmamızda plevral tabanlı olmayan lezyonlarda pnömotoraks gelişimi plevral tabanlı lezyonlara göre daha yüksek oranda saptanmış olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Lezyona ulaşmak için geçilen parankim mesafesi ile pnömotoraks oranları kendi aralarında irdelendiğinde daha uzun mesafe geçilen olgularda pnömotoraks gelişiminin oransal olarak fazla görüldüğü tespit edilmiş olup geçilen parankim mesafesinin her 1 cm artışında pnömotoraks gelişme riskinin 1,431 kat arttığı lojistik regresyon testi ile hesaplanmıştır

Çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak lezyon boyutları küçüldükçe pnömotoraks oranının arttığı gözlemlenmiştir^{8,12,14}. Küçük boyutlu lezyonlarda biyopsi işleminin teknik olarak zor olması nedeniyle, lezyona ulaşmak için daha fazla sayıda iğne rotası düzeltilmesi ve birden fazla plevral geçiş gerekmekte olup işlem süresinin uzaması ve pnömotoraks oranlarının artması ile sonuçlanmaktadır¹⁸. Bir başka görüş ise küçük lezyonlarda otomatik biyopsi tabancalarının 1,5-2 cm'lik biyopsi örnekleme elde etmesi nedeniyle lezyonu geçen iğnenin normal

akciğer parankimine de hasar verdiği ve bunun pnömotoraks riskini arttıran bir faktör olduğudur¹⁹.

Biyopside kullanılan iğne çapı ve pnömotoraks sıklığı ile ilgili farklı sonuçlar bildiren yayınlar mevcuttur. Bazı çalışmalarda iğne çapındaki artışın pnömotoraks sıklığını arttırdığı bildirilmektedir^{15,17}. Buna karşın, çalışmamızda olduğu gibi, bazı çalışmalarda da iğne çapı değişikliği ile pnömotoraks oranı arasında belirgin bir fark olmadığı gösterilmiştir^{13,16}.

Çalışmamızda lezyon iç yapı özellikleri homojen, nekroz içeren, kaviter, hava bronkogramı içeren şeklinde gruplandırılmış olup pnömotoraks gelişimi ile ilişkisi irdelenmiştir. Nekroz içeren lezyonların hiçbirinde pnömotoraks gelişmemiş olup nekroz varlığı ile pnömotoraks gelişmemesi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır. Nekrotik lezyonlarda pnömotoraks oranlarındaki azalmanın, nekrotik komponenti bulunan lezyonların büyük boyutlu olması ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür²⁰.

Literatürde pnömotoraks gelişen hastaların %0-53'üne, tüm biyopsilerin ise %0-15'ine toraks tüpü yerleştirilerek tedavi uygulandığı belirtilmiş olup bizim çalışmamızda da literatür ile benzer oranlarda (Pnömotoraks gelişen hastaların %20'si; tüm biyopsilerin %3,7'si) toraks tüpü ile tedavi uygulandığı tespit edildi^{14,21,22}. Literatürde tanımlandığı gibi çalışmamızda da orta ve ciddi seviyedeki pnömotoraks ve ilerleyici pnömotorakslara toraks tüpü ile tedavi uygulandığı tespit edilmiştir²³.

Parankimal kanama, PTB'nin ikinci sıklıkta görülen komplikasyonudur. Biyopsi sırasında lezyon çevresi veya iğne traktında kanama olma riskinin %5-17 arasında olduğu bildirilmektedir^{16,24,25}. Parankimal kanama gelişme riskini etkileyen değişkenlerin değerlendirildiği bir çok çalışmada, lezyon boyutunun, intrapulmoner biyopsi traktının uzunluğunun ve plevral geçiş sayısının kanamayı etkileyen faktörler olduğu vurgulanmıştır^{10,17,26,27}. Çalışmamızda lezyon boyutunun küçülmesi ve geçilen parankim mesafesinin artmasıyla parankimal kanama oranı artmaktadır. Geçilen parankim mesafesi 1 cm arttığında parankimal kanama gelişme riskinin 5,022 kat arttığı lojistik regresyon analizi ile tespit edilmiştir.

Literatürde hemoptizinin sıklığı %1,1-5 arasında bildirilmiş olup sadece 2 biyopside hemoptizi ile karşılaştık²⁰. PTB sonrasında daha az sıklıkla gelişebilecek olan hava embolisi, kardiyak tamponad,

bronkoplevral fistül, akciğer torsiyonu, vazovagal reaksiyon gibi komplikasyonlardan hiçbiri olgularımızda görülmemiştir.

Tsukada ve arkadaşları 138 hasta ile yaptıkları çalışmada lezyon boyutunun örnek yeterliliğini etkileyen önemli bir faktör olduğunu ve lezyon boyutunun azalmasıyla orantılı olarak örnek yeterliliğinin düştüğünü bildirmişlerdir²⁸. Çalışmamızda lezyon boyutları ile örnek yeterliliği arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır. Bu uyumsuzluğun lezyona eşlik eden konsolidasyon, fibrozis ve ateletazi durumunda lezyon boyutlarının sağlıklı ölçülemediği ve uygun yerden örnek alınamamış olmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Yaptığımız çalışmanın bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. Perkütan transtorasik biyopsi, deneyim ve el alışkanlığı gerektiren, kullanıcı bağımlı bir yöntemdir. Çalışmamızda girişimlerin farklı deneyim ve el becerisine sahip birden fazla radyolog tarafından gerçekleştirilmesi sonuçları etkilemiş olabilir. Olgu sayısının literatürdeki çalışmalara göre az olması da bir kısıtlama olarak kabul edilebilir. Ayrıca retrospektif olarak yaptığımız çalışmamızda değerlendirilecek parametrelerin önceden planlanamaması da diğer bir kısıtlamadır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen PTB işlemlerinin %87,1'inde tanısal sonuç elde edilmiş olup literatür ile uyumludur²⁹. Hastaların hiçbirinde ölümcül bir komplikasyon gelişmemiştir. Tartışmalı bir konu olan pnömotoraksın gelişiminde geçilen parankim mesafesinin etkisi ile ilgili olarak ise bu çalışmada akciğer parankiminde kat edilen her cm için pnömotoraks riskinin 1,431 kat arttığı gösterilmiştir. Sonuç olarak, deneyimli merkezlerde gerçekleştirilen PTB akciğer lezyonlarında tanı doğruluğu yüksek, güvenli ve düşük komplikasyon oranına sahip bir tanı yöntemi olup değerlendirilecek parametrelerin planlanarak, daha geniş hasta serileriyle prospektif çalışmalar yapılmasının, PTB'nin tanı başarısı ve olası komplikasyonlarını tahmin etmede ve önlemede daha faydalı bilgiler vereceği düşüncesindeyiz.

Yazar Katkıları: Çalışma konsepti/Tasarımı: SZ; Veri toplama: RBA; Veri analizi ve yorumlama: KE; Yazı taslağı: SZ; İçerğin eleştirel incelenmesi: KE; Son onay ve sorumluluk: SZ, KE, RBA, GY; Teknik ve malzeme desteği: GY; Süpervizyon: KE; Fon sağlama (mevcut ise): yok.

Etik Onay: Bu çalışma için Mersin Üniversitesi Rektörlüğü Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 26.11.2015 tarih ve 2015/361 sayılı kararı ile etik onay alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Author Contributions: Concept/Design : SZ; Data acquisition:RBA; Data analysis and interpretation: KE; Drafting manuscript: SZ; Critical revision of manuscript: KE; Final approval and accountability: SZ, KE, RBA, GY; Technical or material support: GY; Supervision: KE; Securing funding (if available): n/a.

Ethical Approval: Ethical approval was obtained for this study from Mersin University Rectorate Clinical Research Ethics Committee with the decision dated 26.11.2015 and numbered 2015/361.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support

KAYNAKLAR

1. Janssen-Heijnen MLG, Coebergh JW. The changing epidemiology of lung cancer in Europe. *Lung Cancer*. 2003;41:245-58.
2. Huhti E, Sutinen S, Reinila A, Poukkula A, Saloheimo M. Lung cancer in a defined geographical area: History and histological types. *Thorax*. 1980;35:660-7.
3. Manhire A, Charig M, Clelland C, Gleeson F, Miller R, Moss H, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax*. 2003;58:920-36.
4. Zhou Q, Dong J, He J, Liu D, Tian DH, Gao S et al. The Society for Translational Medicine: indications and methods of percutaneous transthoracic needle biopsy for diagnosis of lung cancer. *J Thorac Dis*. 2018;10:5538-44.
5. Loubeyre P, Copercini M, Dietrich PY. Percutaneous CT-Guided multisampling core needle biopsy of thoracic lesions. *AJR Am J Roentgenol*. 2005;185:1294-8.
6. Veltri A, Bargellini I, Giorgi L, Almeida PAMS, Akhan O. CIRSE guidelines on percutaneous needle biopsy (PNB). *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40:1501-13.
7. Laurent F, Montaudon M, Latrabe V, Bégueret H. Percutaneous biopsy in lung cancer. *Eur J Radiol*. 2003;45:60-8.
8. Cox JE, Chiles C, McManus CM, Aquino SL, Choplin RH. Transthoracic needle aspiration biopsy: variables that affect risk of pneumothorax. *Radiology*. 1999;212:165-8.
9. Zhao Y, Wang X, Wang Y, Zhu Z. Logistic regression analysis and a risk prediction model of pneumothorax after CT-guided needle biopsy. *J Thorac Dis*. 2017;9:4750-7.
10. Li Y, Dua Y, Yang HF, Yu JH, Xu XX. CT-guided percutaneous core needle biopsy for small (<20 mm) pulmonary lesions. *Clin Radiol*. 2013;68:43-8.
11. Webb WR, Higgins CB. *Thoracic Imaging, Pulmonary and Cardiovascular Radiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2011.
12. Kazerooni EA, Lim FT, Mikhail A, Martinez FJ. Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung. *Radiology*. 1996;198:371-5.
13. Topal U, Berkman YM. Effect of needle tract bleeding on occurrence of pneumothorax after transthoracic needle biopsy. *Eur J Radiol*. 2005;53:495-9.

14. Yeow KM, Su IH, Pan KT, Tsay PK, Lui KW, Cheung YC et al. Risk factors of pneumothorax and bleeding: multivariate analysis of 660 CT-guided coaxial cutting needle lung biopsies. *Chest*. 2004;126:748-54.
15. Geraghty PR, Kee ST, McFarlane G, Razavi MK, Sze DY, Dake MD. CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of pulmonary nodules: needle size and pneumothorax rate. *Radiology*. 2003;229:475-81.
16. Topal U, Ediz B. Transthoracic needle biopsy: factors effecting risk of pneumothorax. *Eur J Radiol*. 2003;48:263-7.
17. 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.
18. Miller KS, Fish GB, Stanely JH, Schabel SI. Prediction of pneumothorax rate in percutaneous needle aspiration of the lung. *Chest*. 1988;93:742-5.
19. Anderson JM, Murchison J, Patel D. CT-guided Lung Biopsy: factors influencing diagnostic yield and complication rate. *Clin Radiol*. 2003;58:791-7.
20. Aktas AR, Gozlek E, Yazkan R, Yilmaz O, Kayan M, Demirtas H et al. Transthoracic biopsy of lung masses: Non technical factors affecting complication occurrence. *Thorac cancer*. 2015;6:151-8.
21. Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D, Higashino T, Watanabe H, Ohbayashi C et al. CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of small (≤ 20 mm) solitary pulmonary nodules. *AJR Am J Roentgenol*. 2003;180:1665-9.
22. Kuban JD, Tam AL, Huang SY, Ensor JE, Philip AS, Chen GJ, et al. 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.
23. Guo Z, Shi H, Li W, Lin D, Wang C, Liu C et al. Chinese multidisciplinary expert consensus: Guidelines on percutaneous transthoracic needle biopsy. *Thorac Cancer*. 2018;9:1530-43.
24. Gümüştas S, Çiftçi E. Akciğer kanseri tanısında perkütan biyopsiler. *Trd Sem*. 2014; 2:354-63.
25. Satoh S, Ohdama S, Matsubara O, Okochi Y, Tanaka R, Kimula Y. CT-guided automated cutting needle biopsy by a combined method for accurate specific diagnosis of focal lung lesions. *Radiat Med*. 2005;23:30-6.
26. Khan MF, Straub R, Moghaddam SR, Maataoui A, Gurung J, Wagner TO et al. Variables affecting the risk of pneumothorax and intrapulmonal hemorrhage in CT-guided transthoracic biopsy. *Eur Radiol*. 2008;18:1356-63.
27. Loh SE, Wu DD, Venkatesh SK, Ong CK, Liu E, Seto KY et al. CT-guided thoracic biopsy: evaluating diagnostic yield and complications. *Ann Acad Med Singap*. 2013;42:285-90.
28. Tsukada H, Satou T, Iwashima A, Souma T. Diagnostic accuracy of CT-guided automated needle biopsy of lung nodules. *AJR Am J Roentgenol*. 2000;175:239-43.
29. Lee KH, Lim KY, Suh YJ, Hur J, Han DH, Kang MJ et al. Diagnostic accuracy of percutaneous transthoracic needle lung biopsies: a multicenter study. *Korean J Radiol*. 2019;20:1300-10.