



8. Konveks Prob EBUS ve Mediasten Ultrasonografi

Prof. Dr. Ersin GÜNAY¹, Doç. Dr. Sibel GÜNAY²

¹ T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Etlik Şehir Hastanesi Göğüs Hastalıkları Kliniği, Ankara

² T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Kliniği, Ankara

ÖZET

Konveks prob endobronşiyal ultrasonografi (cp-EBUS), bronkoskopi ile eş zamanlı olarak mediastinal ve peribronşiyal yapıların yüksek çözünürlüklü ultrasonografik değerlendirilmesine olanak tanıyan minimal invazif bir yöntemdir. Fiberoptik bronkoskopiye eklenen konveks ultrason probu sayesinde, hava yolu duvarı ve komşu lenf nodları gerçek zamanlı olarak görüntülenebilmekte ve transbronşiyal iğne aspirasyonu (EBUS-TBİA) ile örnekleme yapılabilmektedir. Bu teknik, mediastinal lezyonların ve lenf nodlarının tanısında, evrelemede ve gerektiğinde tedaviye rehberlik etmede yüksek başarı oranı sağlamaktadır. İşlem sırasında Doppler görüntüleme, vasküler yapıların tanımlanmasına olanak tanıyarak komplikasyon riskini azaltır. EBUS-TBİA, akciğer kanserinin mediastinal evrelemede altın standart yöntem olarak kabul edilmekte; ayrıca sarkoidoz, tüberküloz, lenfoma gibi granülomatöz hastalıkların tanısında da etkinliği kanıtlanmıştır. Pulmoner emboli, mediastinal kistik lezyonlar, perikardiyal efüzyon ve mediastinal tiroid nodüllerinin değerlendirilmesinde de kullanım alanı giderek genişlemektedir. Düşük komplikasyon oranı, yüksek tanısal verimliliği ve geniş uygulama yelpazesiyle EBUS, girişimsel pulmonolojide devrim niteliğinde bir yenilik olarak kabul edilmektedir. Gelecekte gelişmiş biyopsi teknikleri, robotik sistemler ve yapay zeka entegrasyonu ile EBUS'un tanısal ve terapötik potansiyelinin daha da artması beklenmektedir.

Fiberoptik bronkoskopi (FOB), alt solunum sistemi lümeni içerisinde incelenmesine, gerekli görüldüğünde tanısal veya terapötik işlemlerin kullanılmasına olanak sağlayan endoskopik bir tanı yöntemidir. Ancak hava yolu duvarının yapısını ve buna komşu organların (damarsal yapılar, lenfatik sistem ve komşu mediastinal lezyonlar) özelliklerini FOB ile değerlendirmek mümkün olamamaktadır. Endobronşiyal ultrasonografi (EBUS), fiberoptik bronkoskopi sırasında görüntülenemeyen yapıların ultrasonografik olarak değerlendirilebilmesine olanak sağlar. (1-3). EBUS ile tüm hava yolu duvarına komşu patolojileri (örneğin; tümöral invazyonun derinliği) hakkında bilgi alına-

bilmekte, ayrıca elde edilen ultrasonografik görüntüler eşliğinde patolojik yapılardan (kitle veya lenf nodu) transbronşiyal iğne aspirasyonu (TBİA) yapılabilmektedir (1,2). Bu işlemler farklı EBUS çeşitlerinin kullanımı ile yapılabilmektedir. Bu bölümde özellikle konveks prob EBUS (cp-EBUS) eşliğinde uygulanabilecek endobronşiyal işlemlerden bahsedilecektir.

Konveks prob EBUS'ta (cp-EBUS) gerçek zamanlı görüntüleme ve örneklemenin sağlanabilmesi amacıyla 1 cm uzunluğundaki konveks ultrason probu bronkoskopun ucuna eklenmiş şekilde üretilmiştir (Resim 1A). Bu nedenle cp-EBUS, gerçek zamanlı EBUS probu olarak da adlandırılır. Bronkoskopik görüntüleme

işlemi ile eş zamanlı olarak peribronşiyal sisteme ait ultrasonografik görüntüler elde edilebilmektedir. Görüntülenen lezyonlardan, işlem kanalından gönderilen özel iğneler ile ultrasonografi gerçek zamanlı iğne aspirasyonu işlemi gerçekleştirilebilmektedir (1-3). Ultrasonografik olarak penetrasyon derinliği cihaz üzerindeki frekans ile değiştirilebilmekte ve 20-50 mm derinliğe kadar net görüntüler alınabilmektedir. cp-EBUS skoplarının teknik özelliklerinde üretici firmalar arasında değişiklik olabilmektedir. Problar, genel olarak 6.9 mm dış çap (6.7-7.4 mm) ve 2.0 mm işlem kanalı çapına sahiptir. Skop optiğinin oblik görüntü açısı da firmadan firmaya değişiklik göstermekte ve 10-45° arasında değişmektedir. cp-EBUS bronş ile bronş duvarında longitudinal aks boyunca 80-120°'lik açıyla ultrasonik görüş alanı elde edilmektedir. Prob ucuna takılan ultrasonografi balonu sayesinde artefakt içeren ve görüntü kalitesi kötü olan durumlarda görüntü kalitesi artırılabilir (Resim 1B) (Video 1) (1,3,4). Tüm işlemlerde balonun işlem öncesinde takılı olması balon kanalının tıkanmaması ve cihazın uzun süreli kullanılabilmesi için üretici firmalar tarafından önerilmektedir. Bu özelliklerin yanında renkli Doppler özelliği sayesinde bronş duvarına komşu vasküler yapılar rahatlıkla ayırt edilebilmekte ve işlem esnasında oluşabilecek komplikasyonlar azaltılabilmektedir (1,3,5,6).

EBUS HAZIRLIK

Endobronşiyal Ultrasonografi işlemi ayaktan hasta ünitelerinde yapılabildiği gibi ameliyathane ortamında da uygulanabilmektedir. İşlem öncesi hazırlık rutin bronkoskopi öncesi ile aynı olmakla beraber

ameliyathanede uygulanacaksa veya bronkoskopi ünitesinde sedasyon ile uygulanacaksa preoperatif hazırlık aşaması gerekmektedir. Anestezi altında uygulanan bronkoskopik işlemlerin preoperatif değerlendirilmesinde Amerikan Anestezi Derneğinin (ASA) sınıflamasının kullanılması önerilmektedir (7). EBUS işlemi öncesinde belirlenen ASA skoru ile işlem sonrası yatış süresi ve postoperatif yoğun bakım ihtiyacı arasında korelasyon olmadığını belirten çalışmalarında olduğunu unutmamak gerekir (8). Halihazırda EBUS öncesi komplikasyon riskinin değerlendirilmesi için farklı parametrelere ve geniş çalışmalara ihtiyaç vardır.

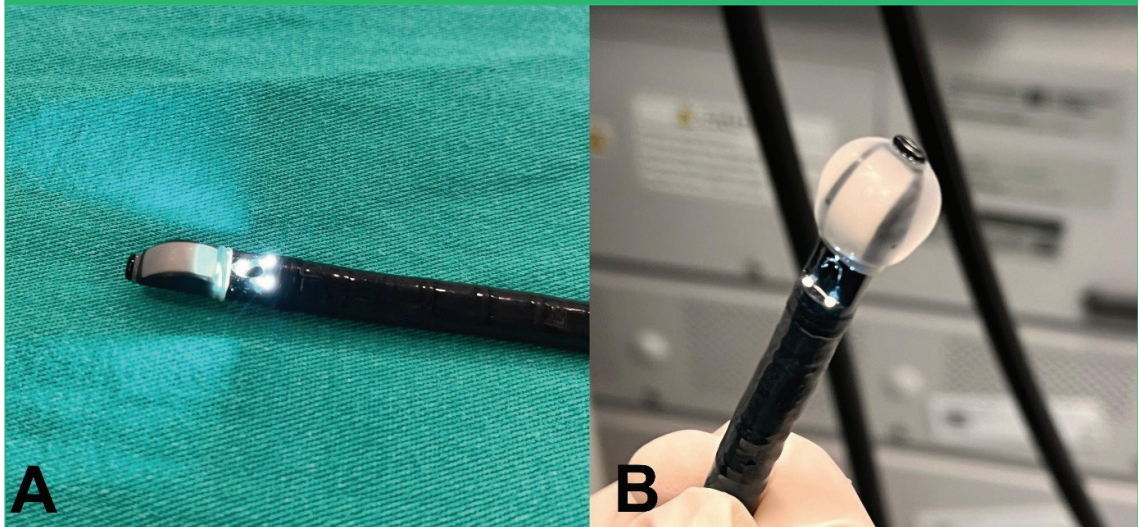
Bronkoskopi öncesi komplikasyon öngörüsü için; kanama parametreleri (INR, aPTT), hemogram (hemoglobin değeri ve kanama riski yüksek hastada platelet sayısı), böbrek fonksiyon testleri, elektrolit düzeyleri, nabız oksimetresi ile hipokseminin değerlendirilmesi ve gerekirse kan gazı alınması işlem öncesi yapılması gereken tetkikler arasındadır.

EBUS öncesi hastaların toraks tomografisi, mümkünse solunum fonksiyon testleri ve pozitron emisyon tomografisi (PET-BT) değerlendirilmelidir.

Hastaların postoperatif kardiyak risklerinin değerlendirilmesi için elektrokardiyogram (EKG), tropoin ve kalp yetmezliği varsa Brain Natriüretik Peptid (BNP) düzeyleri ve kardiyoloji konsültasyonu gerekir.

Hastalar mutlaka işlem öncesi bilgilendirilmeli ve yazılı onamları alınmalıdır. İşlem sırasında hastalar vital takipleri (tansiyon, oksijen saturasyonları ve EKG takibi) devamlı olarak takip edilmelidir. EBUS

Resim 1. EBUS probunun uç kısmının yakından görünümü (A), Balon serum fizyolojik ile şişirildiğinde EBUS probunun ucundaki balonun yakından görünümü (B).



süresince hastanın oksijen saturasyonu %90 üzerinde olacak şekilde oksijen desteği verilmelidir.

EBUS-TBNA işlemleri için aspirin kullanımı kontrendike değildir. Tromboz açısından kardiyak riski yüksek olan hastalarda klopidoğrel kullanımına devam edilebilir. Antikoagülan kullanan hastalarda da kesilmesi mümkünse ilaç kesilerek işlem yapılması önerilmektedir (9).

İşlemler ağızlık veya nazal yoldan yapılabildiği gibi, derin sedasyon ile entübasyon tüpü veya laringeal maske (LMA) içerisinden de yapılabilmektedir. Bu esnada, olası solunum ve kardiyak arrest durumu için defibrilatör, laringoskop ve entübasyon malzemelerini içeren acil arabası üniteye ulaşılabilir bir yerde bulundurulmalıdır.

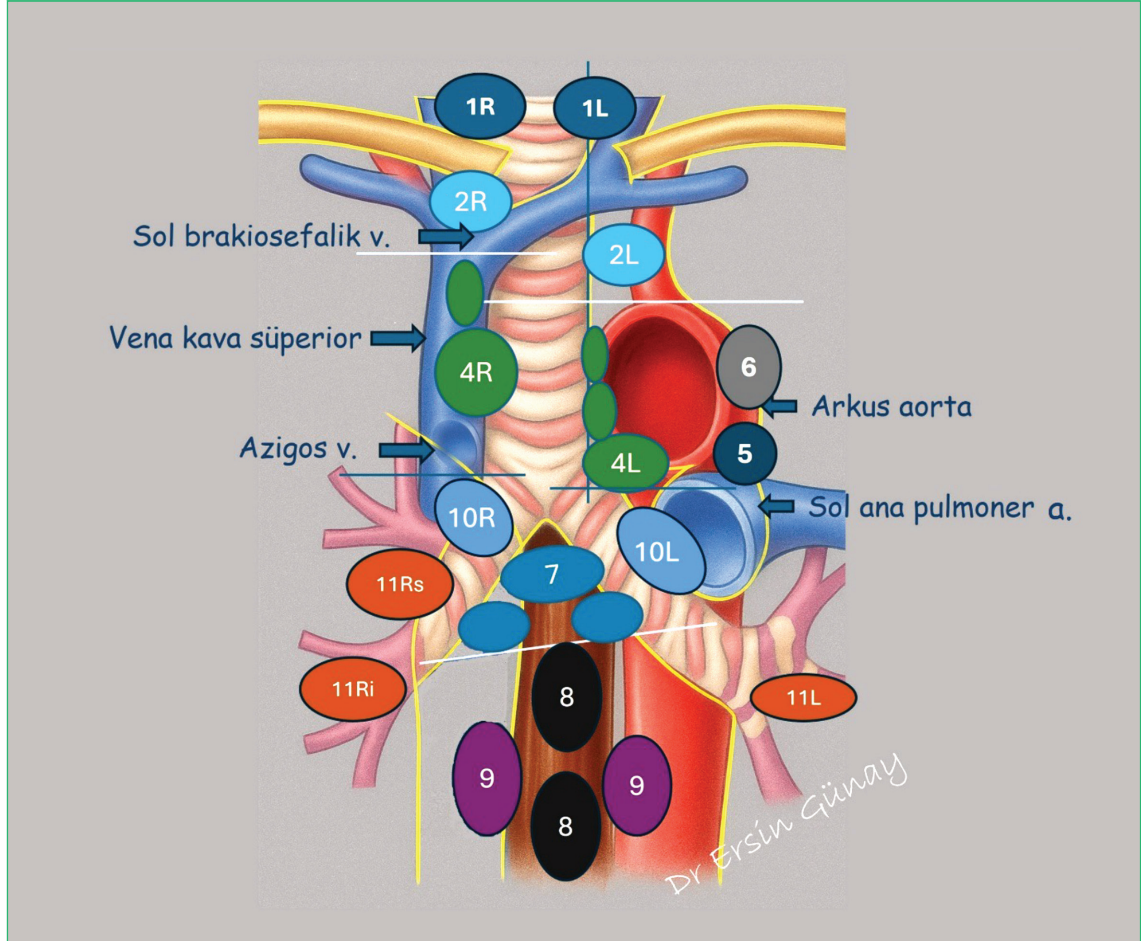
Genelde orta düzeyde sedasyon işlem için yeterlidir, ancak bazı çalışmalarda genel anestezi altında EBUS işlemi yapılması da önerilmektedir (9,10). Genellikle propofol, etomidate, ketamine, midazolam, dexmedetomidin ve fentanil anestezi esnasında kullanılan

ajanlardır (10). Genel anestezi ile yapılacak EBUS işlemlerinde LMA kullanımı veya en az 8.5-9 numaralı endotrakeal tüp ile entübasyon yapılması önerilmektedir.

HANGİ İSTASYONLAR EBUS İLE GÖRÜNTÜLENEBİLİR?

Lenf nodu haritaları nodal metastazların yerini tanımlamak için kullanılmaktadır (11). Lenf nodlarının tanımlanması için evrensel olarak kabul edilen ve en yaygın kullanılan haritalama sistemi, Uluslararası Akciğer Kanseri Araştırma Derneği (IASLC) lenf nodu haritasıdır (Şekil 1) (12). Bu haritada belirtilen lenf nodlarından EBUS ve endoskopik ultrasonografi (EUS) ile örneklenebilen lenf nodları Tablo 1'de gösterilmiştir. Genelde 7, 11R ve 11L lenf nodları balon şişirilmeden rahatlıkla görüntülenebilirken, diğer istasyonların (2, 4 ve 10 numaralı) görüntülenmesinde bazen balon kullanılması görüntüleme başarısını arttırmaktadır (3,13). cp-EBUS ile lenf nodu istasyonlarının görüntülenmesi Video 2'de detaylı olarak

Şekil 1. Mediastinal lenf nodu haritası.



Tablo 1. Konveks prob EBUS (cp-EBUS), endoskopik ultrasonografi (EUS) ve EUS-B (EBUS probu ile EUS ve EBUS) ile örneklenebilen mediastinal lenf nodları.

Lenf Nodu İstasyonları	Konveks Prob EBUS	Endoskopik Ultrasonografi (EUS)	EUS-B (EBUS probu ile EBUS ve EUS)
2R	✓		✓
2L	✓	✓	✓
3A	-	-	-
3P	✓	✓	✓
4R	✓	✓	✓
4L	✓	✓	✓
5	-/✓	✓	✓
6	-/✓	✓	✓
7	✓	✓	✓
8		✓	✓
9		✓	✓
10R-10L	✓		✓
11R-11L	✓		✓
12	✓		✓

verilmiştir. EBUS balonu, ultrasonografik görüntü kalitesini arttırmak ve balon kanalının temiz kalmasını sağlamak için kullanılması üretici firmalarca önerilmektedir. Mevcut iki cihaz için EBUS balonu takılması ile ilgili eğitim videosu Video 1’de gösterilmiştir.

EBUS İLE LENF NODU VE KİTLELERDEN ÖRNEKLEME YAPILMASI

Örnekleme esnasında transbronşiyal iğne aspirasyonu (TBİA) uygulama basamaklarını şu şekilde sıralayabiliriz (Video 3).

- **Basamak 1:** Biyopsi iğnesi işlem kanalından ilerletilir (Bu esnadan bronkoskopun nötr pozisyonda olduğundan emin olunmalıdır).
- **Basamak 2:** İğne bronkoskopa sabitlenir/kilitlenir (kullanılan iğnelere göre değişmekle beraber iğne döndürülerek veya kilit mekanizması kullanarak cihaza sabitleme yapılabilir).
- **Basamak 3:** Alttaki vida çevrilerek “kılıf” serbestleştirilir ve işlem kanalından dışarıya çıkartılır. Kılıf görüntülendiğinde vidası yeniden sıkıştırılır. Böylece örnekleme yapılması için iğne çıkarıldığında işlem kanalına zarar vermesi engellenmiş olur.
- **Basamak 4:** “İğne boyunu ayarlamaya” yarayan vida/kilit serbestleştirilir ve iğne uzunluğu ayarlanır

(genelde 2 cm ayarlamak yeterli olur, ancak daha geniş çaplı lenf nodu ve kitlelerde derinlik daha da artırılabilir).

• **Basamak 5:** İğnenin en üst kısmında yer alan stilette ait bölüm birkaç milimetre geri çekilir (Bu şekilde iğne ucunun daha keskin ve sivri olması ve dokuya daha kolay saplanabilmesi sağlanır).

• **Basamak 6:** Hedef lezyon ultrasonografik olarak yeniden görüntülenir.

• **Basamak 7:** İğne hedef lezyona nazıkçe saplanır (Dikkat! Sert ve hızlı bir şekilde saplamak cihaza ve/veya iğneye zarar verebilir.)

• **Basamak 8:** Stilet ileri ve geri hareket ettirilir, bronşiyal duvara ait iğne içerisindeki kalıntılar (bronşiyal epitel, kıkırdak gibi) iğneden çıkarılmış ve iğne içerisinde tıkalı, aspirasyonu engelleyici ve patolojik incelemede artefakt oluşturacak materyal böylece iğne içerisinde kalmamış olur.

• **Basamak 9:** İğne içerisinde stilet tamamen çıkarılır.

• **Basamak 10:** Aspirasyon sağlamak amacıyla vakum özelliği olan enjektör genelde 20 mL vakuma ayarlanarak iğnenin en üst kısmına sabitlenir ve arasındaki vana kısmı açılır, aspirasyonun başladığı ultrasonografik olarak da görüntülenebilir.

• **Basamak 11:** İğne lenf nodu/kitle içerisinde bir uçtan diğer uca hareket etmek koşuluyla 15-20 kez hareket ettirilir.

• **Basamak 12:** Örneklem bittiğinde aspirasyon/vakum enjektörünün vanası kapatılır ve iğneden ayrılır

• **Basamak 13:** İğne lenf nodu/kitle içerisinden geri çekilir ve tamamen kılıf içerisine geri çekildiğinden emin olunur (aksi halde iğne EBUS'un işlem kanalına zarar verip kaçığa neden olabilir). İğne uzunluk ayar düğmesi açılır ve "0" konumuna geri çekilir.

• **Basamak 14:** İğnenin proba sabitleme kilidi açılır ve bronkoskop içerisinden geri çıkarılır

• **Basamak 15:** Enjektör yardımıyla hava verilerek püskürtme şeklinde veya stilet iğne içerisine tekrar geri yerleştirilerek yaymalar ve hücre bloğu hazırlanır.

Örneklem esnasında, EBUS iğnesi ile lenf noduna giriş yapıldıktan sonra stiletin iğne ucuna kadar çıkarılması ile bronşiyal duvar kalıntısı (debris iğnenin ucundan dışarıya çıkarılarak işlem kanalı temizlenir. Ultrasonografik olarak debrisin görüntüsü Resim 2'de görülmektedir.

EBUS-TBİA İLE YAPILAN ÖRNEKLEMELER YETELİ Mİ?

EBUS-TBİA sitoloji örneğinde, açıkça malign hücreler, granülomlar veya lenfositler, lenfoid doku ya da antrakotik pigment yüklü makrofaj kümelerinin bulunması durumunda yeterli veya lenf nodunu

temsil edici örnekleme olduğu kabul edilir. Nodülün periferik (kenar) kısımlarından aspirat alınması, daha yüksek verim sağlar (14). Örneklem, hücresel bileşen içermiyorsa, yetersiz sayıda lenfosit içeriyorsa (yüksek büyütmede alan başına < 40 hücre), sadece kanlı ise, yalnızca kıkırdak ya da bronşiyal epitel hücreleri içeriyorsa, yetersiz veya temsil edici değil olarak değerlendirilir (15). Bazı uzmanlar tarafından, lenfositlerden oluşan en az %30 hücresellik içeren örnekler için nicel bir eşik değeri önerilmiştir (16). Ancak EBUS-TBİA sırasında tanısal verimlilik, ortalama üç aspirasyondan sonra yeterlilik düzeyine ulaşır. Yani her bir lenf nodu istasyonu için üç aspirasyonla optimal sonuç elde edilebilir. Bu nedenle üç kez örneklem yapılması önerilir. Tabii ki moleküler inceleme yapıldığında yeterli materyal kalabilmesi için daha fazla (en az dört kez) örneklem yapılması önerilmektedir (15,17,18).

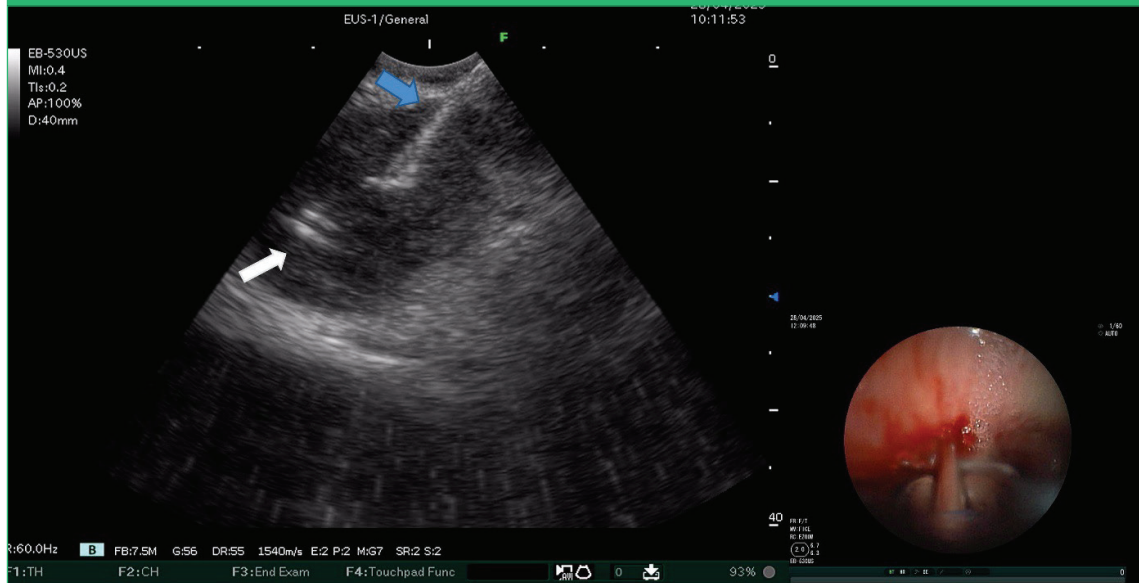
EBUS ENDİKASYONLARI VE UYGULAMA ALANLARI

Endobronşiyal Ultrason (EBUS) özellikle mediastinal alandaki lenf nodlarının metastaz açısından değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Tablo 2'de EBUS'un kullanım alanları detaylı olarak belirtilmektedir.

KOMPLİKASYONLAR

EBUS işlemi oldukça güvenilir bir tanı yöntemidir. Komplikasyonlar daha çok vaka bazında bildirilmiştir. Bildirilen komplikasyonlar arasında; Biyopsi iğnesinin kırılması, kanama, pnömotoraks, perikardit,

Resim 2. TBİA iğnesinin ultrasonorafik olarak lenf nodu içerisindeki görünümü (Mavi ok), Stilet ile temizlenen ve lenf nodu içerisinde kalan bronşiyal epitel kalıntılarının (debris) ultrasonografik görünümü (beyaz ok).



Tablo 2. EBUS işlemi için yaygın ve nadir kullanım alanları.

Kullanım Alanları	Açıklama
Malign Hastalıklarda Kullanımı (1,15,17,19-30)	1. Akciğer kanserinde evreleme için EBUS-TBİA kullanılması önerilmektedir. TBİA yapılırken en uzak şüpheli lezyondan veya lenf nodundan başlanmak üzere M1-N3-N2-N1 sırasıyla örneklemeye yapılması önerilmektedir. TBİA işleminin özellikle moleküler inceleme olasılığı nedeniyle en az dört kez aynı lenf nodunun örneklenmesi şeklinde yapılması gerekmektedir. ROSE (rapid on-site evaluation) yapılması mümkünse işlem esnasında bir patoloğun yaymaları incelemesinin tanı oranını arttırdığı, işlem süresini kısalttığı belirtilmektedir, ancak mümkün değilse önerilen prosedürler çerçevesinde işlemin tamamlanması gerekmektedir. 2. Onkolojik tedavi veya cerrahi tedaviler sonrasında yeniden evreleme gerektiğinde minimal invazif bir yöntem olarak EBUS kullanımı önerilmektedir. 3. Diğer yöntemlerle tanısı konulamayan malignite şüpheli vakalarda EBUS-TBİA tanı amacıyla da kullanılmaktadır 4. Mediastene yakın veya mediasten yerleşimli kitlelerin tanısında EBUS-TBİA kullanılabilir. 5. Ekstratorasik malignitelerin mediastene metastazının incelenmesi ve şüpheli lezyonların TBİA ile örneklenmesi mümkündür. 6. Nontrombotik endo-vasküler lezyonların tanısı EBUS-TBİA ile alınan örneklerden konulabilmektedir (pulmoner arter sarkomları, vena kava tümörleri vb.). 7. Periferik lezyonların tanısı (navigasyon ve robotik bronkoskopi eşliğinde radial prob (rp) EBUS kullanımı ile) konulabilmektedir. 8. Santral hava yolu tümörlerinde bronş duvar invazyon derinliğinin tespiti (rp-EBUS) 9. İntranodal (lenf nodu içerisine) kemoterapi, immünoterapi, steroid uygulamaları konusunda çalışmalar mevcuttur. 10. Radyoterapiye rehberlik edilmesi konusunda EBUS ile işaretlemeler (fiducial marker ile) yapılabilmektedir.
Granülatöz Hastalıkların Tanısı (1, 31-40)	1. <i>Sarkoidoz</i> 2. <i>Tüberküloz</i> (granülatöz lezyon şüphesi olduğunda mutlaka tüberküloz için mikrobiyolojik örneklemeler (yayma, kültür ve PCR) yapılmalıdır). 3. <i>Lenfoma</i> (klasik EBUS TBNA ile tanısı güçtür, bu nedenle yeni geliştirilmiş core biyopsi iğneleri, transbronşiyal lenf nodu forseps biyopsileri ve mediastinal kryobiopsilerin kullanılması tanı verimliliğini arttıracaktır).
Pulmoner Tromboemboli (41-46)	1. Emboli Tanısı: Özellikle kontrast alerjisi, böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, radyolojik inceleme için tetkik yapılması güç olan yoğun bakım hastalarında ve gebe hastalarda santral yerleşimli pulmoner emboli tanısında EBUS kullanılabilir. 2. Emboli Tedavisi: Emboli tedavisinde kullanımı konusunda henüz veri yoktur. Ancak hayvan deneyi şeklinde EBUS eşliğinde trombolitik kullanımı konusunda çalışmalar mevcuttur.
Pulmoner Hipertansiyon (47)	Literatürde EBUS ile pulmoner akselerasyon zamanı değerlendirilerek pulmoner hipertansiyon öngörülebileceği konusunda bir çalışma mevcuttur. İleride pulmoner vasküler hastalıkların tanı ve tedavisinde EBUS'un da kullanılabileceği konusunda ufuk açıcı bir çalışma olarak görülmektedir.
Mediastinal Kistik Lezyonlar (48-51)	Mediastinal kistik lezyonların tanısında ve tedavisinde EBUS kullanılabilir. Ancak nöks gelişmesi ve enfeksiyon riski nedeniyle ilk seçenek tedavi yöntemi olarak cerrahinin kullanılması gerektiği akılda tutulmalıdır.
Mediastinal Tiroid Nodülleri (52,53)	Perkütan örneklenmesi güç ve malignite şüphesi olan tiroid nodüllerinin örneklenmesinde EBUS kullanılabilir.
Perikardiyosentez (54-56)	Özellikle posteriorda loküle olan perikardiyal efüzyon örneklemesinde EBUS'un kullanılabileceği konusunda vaka sunumları mevcuttur. Ancak bakteriyel perikardit, perikardiyal hematom ve ölümcül komplikasyonlar gibi risklerin olduğu akılda tutulmalıdır.

Tablo 3. EBUS işleminde kontrendikasyon oluşturan durumlar.

Kesin Kontrendikasyonlar	Rölatif Kontrendikasyonlar
Bilgilendirilmiş onamın olmaması	Refrakter hipoksemi
Ciddi kardiyopulmoner yetmezlik	Kontrol edilemeyen ciddi hipertansiyon
Ciddi-düzeltililemez kanama diyezeti	
Anstabil kardiyak aritmi	

mediastinit, intramural hematoma ve pnömomedias-tinum yer almaktadır. 14.075 EUS ve 2675 EBUS işleminin kayıtlarına göre yedi hasta işlem sonrası ölmüş (beş hasta EUS sonrası, iki hasta EBUS sonrası) ve mortalite oranı %0,04 olarak bulunmuştur. Yirmibeş hastada ciddi komplikasyon gelişmiş (22 EUS %0.15 ve 3 EBUS %0.11). Ciddi komplikasyonların %64'ü enfeksiyon kaynaklı olarak bildirilmiştir (59). 1299 hastanın değerlendirildiği meta-analizde komplikasyon oranı %0.07 olarak saptanmıştır (43). Çağlayan ve ark yapmış oldukları çok merkezli retrospektif bir çalışmada da 3123 EBUS işlemi yapılan hastada komplikasyon oranı %0.16 olarak bulunmuş. Görülen komplikasyonların hepsi enfeksiyon kaynaklı olarak saptanmıştır (60).

KONTRENDİKASYONLAR

Genel olarak bronkoskopi işlemi için kontrendikasyon durumları EBUS için de kontrendikasyon olarak kabul edilmektedir. İşlem için kontrendikasyonlar Tablo 3'te belirtilmiştir.

SONUÇ

EBUS son yıllarda göğüs hastalıkları alanında tanı yaklaşımını kökten değiştiren teknolojik yeniliklerden biridir. 2000 yılından sonra EBUS'un kullanıma girmesi ile girişimsel pulmonolojide tanı ve tedavi endikasyonları genişlemiş ve aynı zamanda başarı oranları da artmıştır. Girişimsel pulmonolojide yeni bir devrim yaratan EBUS sayesinde artık mediasten lezyonlarına, bronş komşuluğundaki patolojilere, periferik lezyonlara daha kolay ulaşılabilen ve bu sayede bu bölgelere daha çok hâkim olunabilmektedir. Bütün rehberlerde KHDAK mediastinal evrelemesinde EBUS-TBİA altın standart olarak kabul edilmektedir. Gelecekteki teknolojik ilerlemelerle birlikte, daha da gelişmiş biyopsi teknikleri ve yapay zeka entegrasyonu gibi yeniliklerle etkinliğinin artması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Çetinkaya E, Sökücü SN. Endobronşiyal Ultrason Uygulamaları. In: Metintaş M, ed. Bronkoskopi. Ankara: Poyraz Tıbbi Yayıncılık;2008;p.235-48.
2. Cameron SE, Andrade RS, Pambuccian SE. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration cytology: a state of the art review. *Cytopathology* 2010;21(1):6-26.
3. Medford AR, Bennett JA, Free CM, Agrawal S. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA): applications in chest disease. *Respirology* 2010;15(1):71-9.
4. Herth FJ, Ernst A, Becker HD. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial lung biopsy in solitary pulmonary nodules and peripheral lesions. *Eur Respir J* 2002; 20: 972-974.
5. Tay JH, Irving L, Antippa P, Steinfors DP. Radial Probe Endobronchial Ultrasound: Factors Influencing Visualisation Yield of Peripheral Pulmonary Lesions. *Respirology* 2013;18(1):185-90.
6. Kurimoto N, Murayama M, Yoshioka S, Nishisaka T, Inai K, Dohi K. Assessment of usefulness of endobronchial ultrasonography in determination of depth of tracheobronchial tumor invasion. *Chest* 1999;115(6):1500-6.
7. Eisen GM, de Garmo P, Brodner R, Lieberman DA. Can the ASA grade predict the risk of endoscopic complications? *Gastrointestendosc.* 2000;51(4):446-4A.
8. Özbudak Ö, Dirol H, Öngüç İ, Kahraman H. Is ASA Classification Useful in Risk Stratification for EBUS-TBNA? *Turk Thorac J.* 2021 Sep;22(5):364-368.
9. Mohan A, Madan K, Hadda V, Mittal S, Suri T, Shekh I, et al. Guidelines for endobronchial ultrasound-transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA): Joint Indian Chest Society (ICS)/Indian Association for Bronchology (IAB) recommendations. *Lung India.* 2023; 40(4): 368-400.
10. Ciriaco P. Impact of different sedation modalities on endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA). *Mediastinum.* 2020;4:20.
11. Rusch VW, Asamura H, Watanabe H, Giroux DJ, Rami-Porta R, Goldstraw P; Members of IASLC Staging Committee. The IASLC lung cancer staging project: a proposal for a new international lymph node map in the forthcoming seventh edition of the TNM classification for lung cancer. *J Thorac Oncol* 2009;4:568-77.
12. Mountain CF, Dresler CM. Regional lymph node classification for lung cancer staging. *Chest* 1997;111:1718-1723.

13. Dietrich CF, Annema JT, Clementsen P, Cui XW, Borst MM, Jenssen C. Ultrasound techniques in the evaluation of the mediastinum, part I: endoscopic ultrasound (EUS), endobronchial ultrasound (EBUS) and transcutaneous mediastinal ultrasound (TMUS), introduction into ultrasound techniques. *J Thorac Dis.* 2015 Sep;7(9):E311-25. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.09.40.
14. Alsharif M, Andrade RS, Groth SS et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial fine needle aspiration: the University of Minnesota experience, with emphasis on usefulness, adequacy assessment, and diagnostic difficulties. *Am J Clin Pathol* 2008; 130 (3): 434-443.
15. Lee HS, Lee GK, Lee HS, Kim MS, Lee JM, Kim HY, Nam BH, Zo JI, Hwangbo B. Real-time endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in mediastinal staging of non-small cell lung cancer: how many aspirations per target lymph node station? *Chest.* 2008;134(2):368-374.
16. Trisolini R, Lazzari A, Patelli. Conventional vs endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration of the mediastinum. *Chest* 2004; 126(3): 1005-1006.
17. Gilbert CR, Dust C, Argento AC, Feller-Kopman D, Gonzalez AV, Herth F, Iaccarino JM, Illei P, O'Neil K, Pastis N, Rivera MP, Sholl L, Silvestri GA, Thiboutot J, Wahidi MM, Yasafuku K, Yarmus LB. Acquisition and Handling of Endobronchial Ultrasound Transbronchial Needle Samples: An American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline. *Chest.* 2025 Mar;167(3):899-909.
18. Yarmus L, Akulian J, Gilbert C, Feller-Kopman D, Lee HJ, Zarogoulidis P, Lechtzin N, Ali SZ, Sathiyamoorthy V. Optimizing endobronchial ultrasound for molecular analysis. How many passes are needed? *Ann Am Thorac Soc.* 2013;10(6):636-43.
19. Silvestri GA, Gonzalez AV, Jantz MA, Margolis ML, Gould MK, Tanoue LT, et al. Methods for staging non-small cell lung cancer: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2013;143(5 Suppl):e211S-e250S.
20. Counts SJ, Kim AW. Diagnostic Imaging and Newer Modalities for Thoracic Diseases: PET/Computed Tomographic Imaging and Endobronchial Ultrasound for Staging and Its Implication for Lung Cancer. *Surg Clin North Am.* 2017;97(4):733-750.
21. Sanz-Santos J, Serra P, Torky M, Andreo F, Centeno C, Mendiluce L, Martínez-Barenys C, López de Castro P, Ruiz-Manzano J. Systematic Compared With Targeted Staging With Endobronchial Ultrasound in Patients With Lung Cancer. *Ann Thorac Surg.* 2018; 106(2):398-403.
22. Günay E, Günay S, Demirciler Yavas B. Epithelioid Heman-gioendothelioma of the Superior Vena Cava Diagnosed With EBUS-TBNA. *Arch Bronconeumol.* 2022 Jan;58(1):84.
23. Oki M, Saka H, Kitagawa C, Kogure Y, Murata N, Adachi T, Ando M. Rapid on-site cytologic evaluation during endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for diagnosing lung cancer: A randomized study. *Respiration.* 2013;85(6):486-92.
24. Righi L, Franzi F, Montarolo F, Gatti G, Bongiovanni M, Sessa F, La Rosa S. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA)-from morphology to molecular testing. *J Thorac Dis.* 2017;9 (Suppl 5):S395-S404.
25. Sung S, Crapanzano JP, DiBardino D, Swinarski D, Bulman WA, Saqi A. Molecular testing on endobronchial ultrasound (EBUS) fine needle aspirates (FNA): Impact of triage. *Diagn Cytopathol.* 2018 Feb;46(2):122-130.
26. Erer OF, Anar C, Erol S, Özkan S. The utility of EBUS-TBNA in mediastinal or hilar lymph node evaluation in extrapulmonary malignancy. *Turk J Med Sci.* 2016 Jan 5;46(1):112-9.
27. Shingyoji M, Ikebe D, Itakura M, Nakajima T, Itami M, Kimura H, Iizasa T. Pulmonary artery sarcoma diagnosed by endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(2):e33-5.
28. Hohenforst-Schmidt W, Zarogoulidis P, Darwiche K, et al. Intratumoral chemotherapy for lung cancer: re-challenge current targeted therapies. *Drug Des Devel Ther.* 2013;7:571-83.
29. Khan F, Anker CJ, Garrison G, Kinsey CM. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle injection for local control of recurrent non-small cell lung cancer. *Ann Am Thorac Soc.* 2015;12(1):101-4.
30. Harley DP, Krinsky WS, Sarkar S, Highfield D, Aygun C, Gurses B. Fiducial marker placement using endobronchial ultrasound and navigational bronchoscopy for stereotactic radiosurgery: an alternative strategy. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(2):368-73.
31. Senturk A, Babaoglu E, Kilic H, Hezer H, Dogan HT, Hasanoglu HC, Bilaceroglu S. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in the diagnosis of lymphoma. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2014;15(10):4169-73.
32. Grosu HB, Iliesiu M, Caraway NP, et al. Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration for the Diagnosis and Subtyping of Lymphoma. *Ann Am Thorac Soc* 2015;12:1336-44
33. Cheng G, Mahajan A, Oh S, Benzaquen S, Chen A. Endobronchial ultrasound-guided intranodal forceps biopsy (EBUS-IFB)-technical review. *J Thorac Dis.* 2019;11(9):4049-4058.
34. Wahidi MM, Herth F, Yasufuku K, et al. Technical Aspects of Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration: CHEST Guideline and Expert Panel Report. *Chest.* 2016;149(3):816-35.
35. Kiral N, Caglayan B, Salepci B, et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in diagnosing intrathoracic tuberculous lymphadenitis. *Med Ultrason.* 2015;17(3):333-8.
36. Erer OF, Erol S, Anar C, Biçmen C, Aydoğdu Z, Aktoğlu S. The diagnostic accuracy of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA) in mediastinal tuberculous lymphadenitis. *Turk J Med Sci.* 2017;47(6):1874-1879.
37. Senturk A, Arguder E, Hezer H, et al. Rapid diagnosis of mediastinal tuberculosis with polymerase chain reaction evaluation of aspirated material taken by endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *J Investig Med.* 2014;62(6):885-9.
38. Oki M, Saka H, Kitagawa C, et al. Prospective study of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration of lymph nodes versus transbronchial lung biopsy of lung tissue for diagnosis of sarcoidosis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143(6):1324-9.

39. Navani N, Booth HL, Kocjan G, et al. Combination of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration with standard bronchoscopic techniques for the diagnosis of stage I and stage II pulmonary sarcoidosis. *Respirology*. 2011;16(3):467-72.
40. Ozgul MA, Cetinkaya E, Kirkil G, et al. Lymph node characteristics of sarcoidosis with endobronchial ultrasound. *Endosc Ultrasound*. 2014;3(4):232-7.
41. Sariaydin M, Günay S, Günay E, Sarinc Ulasli S. Endobronchial ultrasound: an unusual diagnostic tool for pulmonary embolism. *Am J Emerg Med*. 2016 Mar;34(3):684.e1-2. doi: 10.1016/j.ajem.2015.07.081.
42. Günay E, Kaya F, Günay S. Enlarged lymph node or what else? A rare case of pulmonary artery aneurysm. *Tuberk Toraks*. 2018 Sep;66(3):268-270.
43. Şentürk A, Argüder E, Babaoğlu E, Hezer H, Hasanoğlu HC. Diagnostic imaging of pulmonary embolism using endobronchial ultrasound. *Arch Bronconeumol*. 2013;49(6):268-71.
44. Cetinkaya E, Yılmaz A, Özgül A, Onur S, Gençoğlu A, Altın S. A case of pulmonary embolism confirmed by endobronchial ultrasound. *Tuberk Toraks*. 2011;59(3):318-20.
45. Joshi S, Talwar D, Dogra V. Endobronchial ultrasound: beyond nodes and masses. *Respirol Case Rep*. 2015;3(4):141-4.
46. Sata Y, Aragaki M, Inage T, Bernards N, Gregor A, Kitazawa S, Yokote F, Koga T, Ogawa H, Hiraishi Y, Ishiwata T, Effat A, Kazlovich K, Chan H, Yoshino I, Yasufuku K. Assessment of effectiveness and safety of thrombolytic therapy to pulmonary emboli by endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle injection. *JTCVS Tech*. 2023 Sep 20;22:292-304.
47. Deboever N, Eapen GA, Casal RF, Durand JB, Eisenberg MA, Feldman H, May C, Ali Z, Rice DC, Mehran RJ. Endobronchial ultrasound: A novel screening test for pulmonary hypertension prior to major pulmonary surgery. *JTCVS Tech*. 2023 Dec 15;23:146-153. doi: 10.1016/j.xjtc.2023.10.030.
48. Twehues A, Islam S. Cystic lesions of the thorax: role of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *J Bronchology Interv Pulmonol*. 2011;18(3):265-8.
49. Grosu HB, Morice RC, Ost D, Eapen GA, Jimenez CA. A watery mediastinal mass. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(10):1135-6.
50. Hong G, Song J, Lee KJ, et al. Bronchogenic cyst rupture and pneumonia after endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: a case report. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*. 2013;74(4):177-80.
51. Onuki T, Kuramochi M, Inagaki M. Mediastinitis of bronchogenic cyst caused by endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *Respirol Case Rep*. 2014;2(2):73-5.
52. Hu J, Li M, Xu L. Ectopic thyroid cancer diagnosed by endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *Thorac Cancer*. 2017 Nov;8(6):703-705.
53. Madan K, Mittal S, Hadda V, Jain D, Mohan A, Guleria R. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration of thyroid: Report of two cases and systematic review of literature. *Lung India*. 2016 Nov-Dec;33(6):682-687.
54. Sharma RK, Khanna A, Talwar D. Endobronchial Ultrasound: A New Technique of Pericardiocentesis in Posterior Loculated Pericardial Effusion. *Chest*. 2016 Nov;150(5):e121-e123. doi: 10.1016/j.chest.2016.03.013.
55. Lee HY, Kim J, Jo YS, Park YS. Bacterial pericarditis as a fatal complication after endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015 Oct;48(4):630-2.
56. Hohenforst-Schmidt W, Zarogoulidis P, Steinheimer M, Rupprecht H, Vogl T, Turner JF, Browning R, Tsakiridis K, Huang H. A New Endobronchial Ultrasound (EBUS) Application for Benign and Malignant Pericardial Effusion (PE) Aspiration: Transbronchial Pericardial Effusion Aspiration (TPEA) with a Regular EBUS Transbronchial (TBNA) Needle under Apneic Nasal Jet-Catheter Ventilation. *J Biomed* 2016; 1:9-25.
57. Fouad Algyar M, Torky M, Mohamed Ibrahim A, Abdelbadie M, Almohasseb M, Ahmed Moharam S, Abdelraheem T. Dexmedetomidine Moderate Sedation Versus General Anesthesia on the Diagnostic Yield of Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration: A Randomized Controlled Study. *Anesth Pain Med*. 2024;14(3):e146646.
58. von Bartheld MB, Annema JT. Endosonography-related mortality and morbidity for pulmonary indications: a nationwide survey in the Netherlands. *Gastrointest Endosc*. 2015 Dec;82(6):1009-15.
59. Gu P, Zhao YZ, Jiang LY, Zhang W, Xin Y, Han BH. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for staging of lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cancer*. 2009;45(8):1389-96.
60. Çağlayan B, Yılmaz A, Bilaçeroğlu S, Cömert SŞ, Demirci NY, Salepci B. Complications of Convex-Probe Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration: A Multi-Center Retrospective Study. *Respir Care*. 2016;61(2):243-8.