

# PLEVRAL PROSEDÜRLER VE TORAKS ULTRASONU: BRİTANYA TORAKS DERNEĞİ PLEVRAL HASTALIKLAR REHBERİ 2010

Tom Havelock<sup>1</sup>, Richard Teoh<sup>2</sup>, Diane Laws<sup>3</sup>, Fergus Gleeson<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Wellcome Trust Clinical Research Facility, Southampton General Hospital, Southampton, UK

<sup>2</sup>Department of Respiratory Medicine, Castle Hill Hospital, Cottingham, East Yorkshire, UK

<sup>3</sup>Department of Thoracic Medicine, Royal Bournemouth Hospital, Bournemouth, UK

<sup>4</sup>Radiology Department, Churchill Hospital, Oxford, UK

**e-posta:** t.havelock@soton.ac.uk

doi:10.5152/pb.2011.07

## Genel Bilgiler

Hastane pratiğinde, farklı kliniklerde ve çeşitli endikasyonlarda plevral aspirasyon yapılması (torasentez) ve göğüs tüpü yerleştirilmesi gerekebilir. Çeşitli uzmanlık alanlarındaki doktorlar plevral drenaj gerektiren hastalarla karşılaşacaklardır ve güvenli teknikleri bilmeleri gerekir. Büyük kalibreli göğüs drenlerinin tehlikelerine ilişkin pek çok rapor bulunmaktadır ve daha önce yayınlanan kılavuzlar, daha iyi eğitim ve küçük-kalibreli Seldinger göğüs tüplerinin gelişi ile bu durumda bir düzelme olması beklenmiştir. Ne yazık ki hala ciddi komplikasyonlar tanımlanmaya devam etmektedir ve 2008'de Ulusal Hasta Güvenliği Ajansı (National Patient Safety Agency-NPSA) daha güvenli bir uygulama için önerilerde bulunan bir rapor yayınlamıştır (1). Güncellenmiş olan bu kılavuzlar, bu raporda dile getirilen önerileri göz önüne almaktadır ve plevral aspirasyon ve Seldinger göğüs dreni yerleştirilmesi tekniklerini ve ultrason kılavuzluğunu tanımlamaktadır. Bu rehberin büyük bir bölümü bu prosedürlerin nasıl yapılacağını tanımlamaktadır, ama olanaklı olduğunda kanıtların mevcut olduğu durumlarda tavsiyelerde de bulunmaktadır.

## Eğitim

**\*\* Göğüs dreni takması beklenen bütün doktorlar yetkin olduklarına karar verinceye dek didaktik ders, simülasyonlu uygulama ve denetim altında uygulama kombinasyonu ile eğitilmelidir. ✓**

İnvaziv bir plevra prosedürünü gerçekleştirmeden önce bütün operatörler uygun bir şekilde eğitilmeli ve başlangıçta kendilerine deneyimli bir eğitimci nezaret etmelidir. NPSA raporunda belirtilen komplikasyonların büyük bir kısmı yetersiz eğitim ve denetim eksikliğinin sonucudur. BK NHS (Ulusal Sağlık Hizmetleri) Vakfının yaptığı yeni bir araştırma 2008'de büyük çoğunluğun göğüs dreni takmak için resmi bir eğitim politikasına sahip olmadığını gösterdi (2). Klinik uygulamalara ilişkin çalışmalar göğüs dreni takan doktorların bilgileri ve becerileri arasında büyük bir farklılık olduğunu göstermiştir. Doktorlara göğüs drenini nereye yerleştireceklerinin sorulduğu yayınlanmış bir çalışmada (3), %45'i göğüs drenini güvenli üçgenin dışında bir yere taktıklarını belirtti. Yanlış yanıtların büyük çoğunluğunda yer çok aşağıdaydı. Göğüs-kalp cerrahisi deneyimi olan grupta ve denetimsiz olarak dren yerleştirme yet-

kinliğine sahip olan doktorlarda doğru pozisyon bilgisi daha fazlaydı. Manken üzerinde uygulamaya geçilmesinden önce, eğitimin bu belgede de özetlenen riskleri ve teknikleri anlatan teorik bir bileşene sahip olması gerekir ve son olarak da uygulayan kişinin yetkin olduğuna karar verilmeye kadar prosedürler denetim altında uygulanmalıdır. BK'da bu günümüzde çekirdek tıp eğitimi müfredatının bir parçasıdır ve stajyerlerin bir sınavda bu prosedürü ve komplikasyonlarını tanımlamaları beklenmektedir. Stajyerler her prosedürün kayıt defterlerinde belgelenmiş ve eğitmen tarafından imzalanmış olduğundan emin olmalıdır. Bunu desteklemek için doğrudan gözlemlenen bir uygulama değerlendirilmesi (DOP) yapılmalıdır.

Didaktik dersleri, manken üzerinde pratik yapmayı ve sedasyon ve anestezi kullanımı gibi daha sonraki protokolleri kapsayan eğitimler üzerinde yapılan araştırmalar komplikasyon risklerinin ve hastanın ağrısının ve endişesinin azaltılabileceğini (4) ve stajyerlerin bu işleme ilişkin bilgilerinin ve kendilerine olan güvenlerinin artırılabilceğini (5) göstermiştir.

ATLS (Advanced Trauma Life-Support- İleri Travma Yaşam Desteği) eğitiminin bir parçası olarak simülatör kullanımı ile künt diseksiyon için hayvan modellerinin kullanılması kıyaslanmıştır. Kırk bir stajyerdan ve 21 uzmandan hayvan modeli ile simülatörü kıyaslamaları istenmiş ve pek çok alanda bu ikisinin eş değer olduğu bulunmuştur, ancak anatomik referans noktaları için simülatörler ve künt diseksiyon içinse hayvan modelleri daha üstün olarak değerlendirilmiştir (6).

Toraks ultrasonu eğitimi Kraliyet Radyologlar Kolejinin (Royal College of Radiologists) koyduğu ve bu belgede daha sonra daha ayrıntılı olarak betimlenecek olan ilkeleri izlemelidir.

Bu kılavuzlar genç doktorların bu prosedürler konusunda eğitilmesine yardımcı olacak ve plevral aspirasyon veya göğüs tüpü yerleştirme olasılığı olan bütün doktorların konsültasyonu için el altında bulunacaktır. Göğüs dreni yerleştirilmesi konusunda bir algoritma Şekil 1'de gösterilmiştir.

## Prosedür Öncesi Hazırlık

### Prosedürlerin zamanlaması

**\*\* Plevral prosedürler acil durumlar haricinde mesai saatleri dışında uygulanmamalıdır.**√

Cerrahi prosedürlerin çoğunda komplikasyon oranı gece yarısından sonra uygulandıklarında artmaktadır. Plevral prosedürlerin çoğunun acil olarak uygulanması

gerekmez ve bu nedenle belirgin solunum veya kardiyovasküler yetmezlik durumları dışında geceye yapılmamalıdır. Bu tür durumlarda plevral aspirasyonun göğüs dreni takılmasından daha güvenli olduğu düşünülebilir.

### Steril teknik

**\*\* Plevra aspirasyonları ve göğüs tüpü yerleştirilmesi temiz bir alanda bütün aseptik teknikleri kullanılarak yapılmalıdır.**√

Ampiyem ve yara yeri enfeksiyonları plevral prosedürlerin önemli komplikasyonlarından.

Alkol-bazlı deri dezenfektanları (veya yerel enfeksiyon ekibi tarafından tavsiye edilmişse bir başka dezenfektan) iki kez kullanılarak geniş bir deri yüzeyi temizlenmeli, uygulamalar arasında kurummasına izin verilmelidir. Prosedür bu tür prosedürler için uygun olan temiz bir alanda gerçekleştirilmelidir.

### Pıhtılaşma bozuklukları ve antikoagülasyon

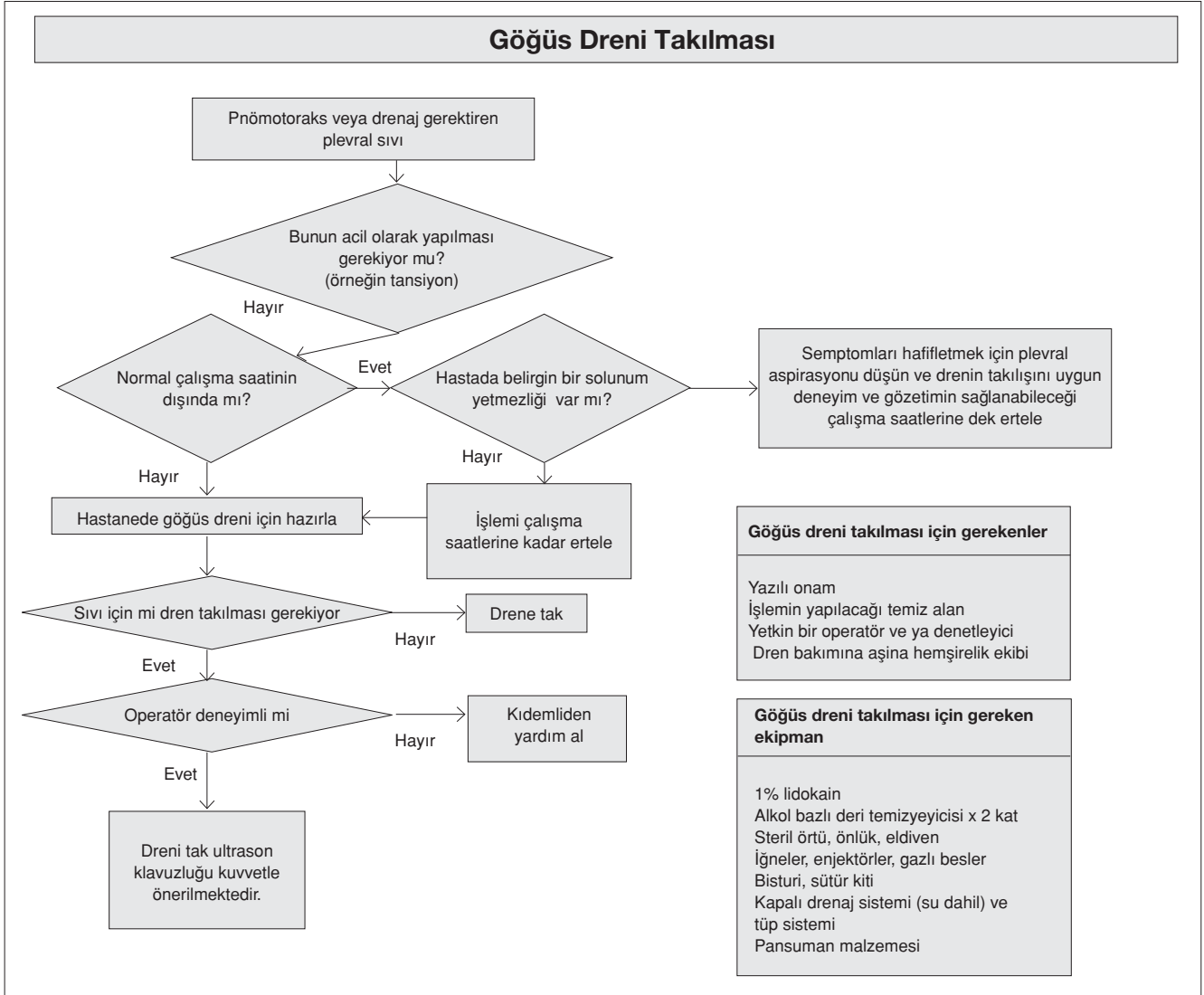
**\*\* Uluslararası normalleştirilmiş oran (international normalised ratio -INR) <1.5 olmadığı sürece antikoagülan alan hastalarda acil olmayan plevra aspirasyonlarından ve göğüs dreni takılmasından kaçınılmalıdır (C).**

Antikoagülan aldığı bilinen hastaların veya koagülopatiden (örneğin karaciğer yetmezliği) kuşku edilen hastaların acil olmayan plevra prosedürlerinden önce protrombin zamanları (PT) veya uluslararası normalleştirilmiş oranları (INR) ölçülmelidir. Tansiyon pnömotoraksı durumunda anormal INR'nin düzeltilmesinden önce dren takılması gerekebilir. McVay ve arkadaşları (7) parasentez veya plevral aspirasyon uygulanan 608 olguyu retrospektif olarak gözden geçirdiler ve INR<1.5 veya trombosit sayısı 50-99 10<sup>9</sup>/L olarak tanımlanan hafif koagülopatinin kanama riskini olumsuz yönde etkilemediğini, hastaların yalnızca %3.1'inde hemoglobinde 2g/dl düşüşün meydana geldiğini ve %0.2'sinin transfüzyon gerektirdiğini buldular.

Eğer hastanın koagülasyonu normal değilse ve invaziv bir plevral prosedürün uygulanması gerekiyorsa pıhtılaşmayı normalleştirmek için gereken önlemlerin alınabilmesi için yerel hematoloğun önerileri istenmelidir.

## Plevral Aspirasyon (Torakosentez)

Plevral aspirasyon, plevral boşluğa geçici olarak sokulan bir sistem aracılığı ile plevral sıvı yada havanın



**Şekil 1.** Göğüs dreni takılması için algoritma

aspire edilmesi işlemini tanımlar. Bu tanı amaçlı (genellikle 20-50ml sıvının alındığı) yada semptomları gidermek için tedavi amaçlı olabilir. Literatürde buna torakosentez, torasentez yada plevral aspirasyon gibi çeşitli isimler verilmiştir.

### Endikasyonları

Plevral aspirasyon endikasyonları Kutu 1'de gösterilmektedir.

### Hazırlık ve onam

Bir plevral aspirasyon yapılmadan önce operatörler belgelenmiş bir onam alındığından ve kendilerinin plevral aspirasyon için yetkinliğe sahip olduğundan veya denetim altında yaptıklarından emin olmalıdırlar. Prosedürün endikasyonunun ne olduğunun, tanı amaçlı

mı tedavi amaçlı mı olduğunun ve bütün gereçlerin hazır olup olmadığına farkında olmalıdırlar. Onam işlemi bu prosedürün endikasyonunu, prosedürün alternatiflerini ve sık görülen ciddi komplikasyonları kapsamalıdır.

### Komplikasyonlar

**\*\* Plevral aspirasyonların en sık karşılaşılan komplikasyonları pnömotoraks, işlemin başarısız olması, ağrı ve hemorajidir. En ciddi komplikasyon viseral yaralanmadır. Bu komplikasyonlar her onam işlemine dahil edilmelidir.**√

Plevral aspirasyonu takiben komplikasyonların görülme sıklığını arttıran bir dizi faktör bildirilmiştir. İncelenen çalışmalar arasında en büyük uzlaşma nok-

**Kutu 1.** Plevral aspirasyon endikasyonları

## Pnömotoraks\*

- Spontan primer pnömotoraks (her boyutta)
- 50 yaşın altındaki hastalarda küçük sekonder spontan pnömotoraks

## Malign Plevral Efüzyonlar\*

- Tanı için küçük hacimlerin aspirasyonu
- Dispne semptomlarının giderilmesi için büyük hacimlerin aspirasyonu

## Sepsis ile bağlantılı plevral efüzyonlar( ampiyem şüphesi)

- Dren kararı için tanısız

\*Daha ayrıntılı bilgi için ilgili rehberlere bakınız

**Tablo 1.** Operatöre ve görüntü kılavuzluğuna göre plevral aspirasyonların komplikasyon oranları

Ultrason kılavuzluğu	Operatör	İşlem sonrası pnömotoraks sıklığı	İşlem sonrası göğüs dreni gerekme sıklığı	Akmayan musluk (dry tap)/ işlem başarısızlığı sıklığı
Evet	Eğitim görmekte olan radyolog	%2.7	%1.8	%2.7
Evet	Kıdemli hekim	%3.6	%0.9	%3.2
Evet	Radyolog	%2.7	%0.5	
Hayır	Eğitim görmekte olan hekim	%15.0	%4.7	%12.9
Hayır	Kıdemli hekim	%5.7	%1.4	%1.6

Bu tabloda kullanılan hesaplamalar ve referanslar online ilave'de ek 1'de gösterilmiştir (132-134).

tası operatör deneyiminin artmasının ve görüntü kılavuzluğundan yararlanmanın komplikasyon görülme sıklığını azalttığıdır. İncelenen bütün çalışmalarda bu iki faktöre göre komplikasyon görülme sıklığının sabit etki meta analiz hesaplamaları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Kullanılan iğnenin boyutu ve aspire edilen sıvının hacmi gibi diğer faktörlerin de bir etkisi olduğu birkaç çalışmada gösterilmiştir ve aşağıda tartışılacaktır. Zeminde kronik obstrüktif akciğer hastalığının bulunması (8), daha önce radyoterapi uygulanmış olması (9) ve daha önce plevral aspirasyon yapılmış olması (10) da bazı çalışmalarda birer risk faktörü olarak tanımlanmıştır ve bu konularda önerilerde bulunabilmek için daha fazla kanıt gerekmektedir.

Pek çok çalışmada plevral aspirasyonu takiben en sık görülen komplikasyon pnömotorakstır, ama post-aspirasyon pnömotoraksının fizyopatolojisi olasılıkla çok faktörlüdür. Bazı pnömotorakslara hiç kuşkusuz akciğer yaralanması veya işlem sırasında plevral boşluğa hava girmesi neden olmaktadır. Ancak, Boland ve arkadaşları 512 plevral sıvı aspirasyonunu kapsayan retrospektif çalışmalarında kateter drenajı gerektiren 29 pnömotoraks olgusundan 17'sinin drenaj ile çözümlenmediğini saptadılar. Onlar buna 'ex vacuo' pnömo-

toraks adını verdiler. Bu 17 hastanın hepsinde de malign parankimal akciğer hastalığı vardı. İlginç bir şekilde, ex vacuo pnömotoraksın varlığına rağmen 14 hastanın dispnesi plevral efüzyonlarının aspire edilmesinden sonra düzelme gösterdi (11).

Yazarlar bu pnömotoraksların plevral efüzyonun altında yer alan ekspansiyon olamayan akciğere-pek çok kaynağın "hapsolmuş akciğer" (trapped lung) adını verdiği olguya- bağlı olduğu sonucuna varmıştır. Bu durumda plevral sıvının aspire edilmesi plevral boşlukta çok düşük basınçlara neden olmakta ve hava da içeriye çekilmektedir. Bunun hangi mekanizma ile oluştuğu tam olarak belirlenmemiştir. Başka yazarlar da bu görüşü desteklemektedir (12).

Ponrartana ve arkadaşları ex vacuo pnömotoraksta tedavi amacıyla göğüs dreni takılmasının pnömotoraks boyutunu azaltmada yardımcı olmadığı bulgusunu doğruladılar. Ayrıca malign hastalıklar ile birlikte ex vacuo pnömotoraksın bulunmasının kötü prognoz ile ilişkili olduğunu da saptadılar (13).

Biz, plevral efüzyon drenajını takiben ekspansiyon olamayan akciğer veya hapsolmuş akciğer nedeniyle ex vacuo pnömotoraks ortaya çıkmışsa, pnömotoraksın rutin olarak drene edilmemesi gerektiği sonucuna ulaş-

tık. Eğer nüksedirse plevral efüzyonun drene edilmesi semptomatik rahatlama sağlayabilir. Bu durumda kalıcı plevral kateterler yararlı olabilir.

Bir kohort veya olgu serisi bağlamında yalnızca bir solid organ yaralanması olgusu saptanmıştır (14), oysa olgu raporlarında pek çok başka viseral yaralanma örnekleri yayınlanmıştır. Düşük görülme sıklığına rağmen, klinikte kullanılan plevral aspirasyon yerlerinin doğruluğuna ilişkin çalışmalar viseral yaralanma potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir (15, 16) ve bu daha sonra görüntü kılavuzluğu bölümünde tartışılacaktır (aşağıya bakınız).

### Görüntü kılavuzluğu

- \*\* **Bir plevral aspirasyon yapılmadan önce yeni çekilmiş bir göğüs radyografisi olmalıdır.**√
- \*\* **Plevral sıvı için yapılacak bütün plevral prosedürlerin toraks ultrasonu kılavuzluğunda yapılması kuvvetle önerilmektedir. (B)**
- \*\* **Büyük plevra efüzyonları haricinde daha sonra yapılacak bir aspirasyon veya göğüs tüpü yerleştirilmesi için toraks ultrasonu kullanılarak işaretleme yapılması önerilmemektedir. (C)**

Prosedürün endikasyonunu ve patolojinin yerini doğrulamak için yeni çekilmiş bir göğüs grafisi gereklidir. Bu klinik bulgularla uyum göstermelidir. Bunun tek istisnası tansiyon pnömotoraksının varlığı olabilir.

Ultrason kılavuzluğunda yapılan plevral aspirasyonların başarısızlık oranları ve komplikasyon oranları daha düşüktür (Tablo 1'e bakınız). İşlemin başarısız olması veya 'akmayan musluklar'(dry taps) kendileri viseral yaralanmalar gibi klinik açıdan önemli komplikasyonlara neden olabilirler (14). Bazı araştırmalar ehil ellerde yapılan plevral aspirasyonlarda, görüntü kılavuzluğunda olmasa bile düşük komplikasyon oranlarının elde dlebileceğini göstermektedir (17, 18). Tablo 1 aynı zamanda görüntü kılavuzluğunun kullanılmasının yetkin operatörler de bile işlem sonrası komplikasyonları azaltabileceğini göstermektedir ve plevral aspirasyon yerlerine ilişkin klinik uygulamaları gösteren büyük bir çalışma yanlış yer seçiminin operatörün deneyiminden bağımsız olduğunu saptamıştır (15).

Körlemesine plevra aspirasyonları ultrason kılavuzluğunda yapılan işlemlerle doğrudan karşılaştıran dört çalışma bulunmaktadır. Küçük bir randomize kontrollü çalışmada (n=52) körlemesine prosedür ile başarısızlık oranı (susuz musluk(dry tap) ve pnömotoraks birlikte) %33 iken ultrason kılavuzluğunda hiç başarısızlık saptanmamıştı (19). Daha büyük retrospektif bir kohort çalışmasında (n=342) (20) klinik olarak lokalize edilmiş

plevra aspirasyonu grubunda pnömotoraks oranı %18 iken, ultrason kılavuzluğundaki grupta %3 idi. Giriş yeri klinik olarak belirlenen grup içerisinde radyoloji bölümünde önceden ultrason ile yer belirlemesi yapılan ama plevra aspirasyonu serviste yapılan 48 hasta da bulunmaktaydı (yani X uygulama yerini gösterir); bu grubun alt analizlerinde yalnızca klinik lokalizasyon yapılanlara kıyasla komplikasyon oranlarında bir farklılık görülmedi. Benzer şekilde, Kohan ve arkadaşları klinik olarak belirlenen yerlere kıyasla ileriye yönelik ultrason kılavuzluğunun (X uygulama yerini gösterir) komplikasyonlarda bir farklılık göstermediğini buldu (21). Bir başka retrospektif kohort çalışmasında (n=523) körlemesine prosedür grubunda %10.3 pnömotoraks oranı (%4.9'u dren gerektiren) saptanırken bu oranın ultrason kılavuzluğundaki grupta %4.9 (%0.7'si dren gerektiren) olduğunu gösterildi (22).

Başarısız olan bu körlemesine plevra prosedürlerinin büyük bir bölümü olasılıkla klinik giriş yerinin yanlış seçilmesine bağlıydı. Diacon ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (15) klinisyenler plevral efüzyonu olan hastaların ancak %67'sinde bir plevral aspirasyon yeri belirlemeyi başarmıştır. Bir giriş yerinin belirlendiği kohortta, %15'i yanlıştı ve akciğer, karaciğer veya dalağın delinmesi ile sonuçlanabilirdi. Klinisyenlerin aspirasyon için bir yer belirleyemediğinde, olguların %54'ünde ultrason aspirasyon için uygun bir yer belirleyebilmiştir. Bir bütün olarak bakıldığında ultrason prosedürlerin %10'unda potansiyel organ delinmelerini önlemiş ve doğru yer seçimini %26 oranında arttırmıştır.

Körlemesine bir plevra aspirasyonunun başarısız olmasından sonra toraks ultrasonu veya diğer görüntüleme yöntemleri çok önemli bir hale gelmektedir. Klinik-kılavuzluğunda yapılan plevral aspirasyonun başarısız olduğu 26 hastalık bir çalışmada, prosedürlerin %38'i yanlış yerde uygulanmıştı, %31'inde plevral sıvı bulunmuyordu, %11'inde lokülasyonlar vardı ve %11'inde araya giren parankimal konsolidasyon veya tümör bulunmaktaydı. Başarısızlık ile ilişkili faktörler plevra efüzyonlarının miktarının az olması, lokülasyonlar ve göğüs grafisinde keskin bir kostofrenik sinüsün varlığıydı. Operatörün deneyimsizliği başarısızlık ile ilişkili değildi. Daha sonra yapılan ultrason kılavuzluğundaki plevral aspirasyon uygulandığı 17 kişiden 15'inde başarılı olmuştu (16). Benzer şekilde, Kohan ve arkadaşları klinik prosedürlerin başarısız olmasından sonra uygulanan ultrason kılavuzluğundaki plevral aspirasyonların etkili olduğunu gösterdi (21). Bu nedenle, klinik olarak belirlenmiş bir plevral aspirasyon başarısız olursa başka klinik girişimlerde bulunulmamalı ve

işlem ultrason kılavuzluğunda yapılmalıdır. Toraks ultrasonları aynı zamanda göğüs grafilerinde tek taraflı olarak hiçbir şey görülmediğinde ya da opak hemitoraksın varlığında da yararlıdır. 50 hastayı kapsayan prospektif bir araştırmada, hastaların dokuzunda ultrason ile plevra efüzyonu olmadığı saptandı (23) ve böylece uygun olmayan bir plevral aspirasyon girişiminden ve prosedürle ilişkili yaralanma olasılığından kaçınılmış oldu. Bir hemitoraksın tam olarak opaklaşmasına neden olmayan büyük plevral efüzyonların aspire edilmesinde ultrason kılavuzluğunun gerekli olmayabileceği düşüncesi tartışılabilir. Körlemesine plevral aspirasyonları ultrason kılavuzluğunda yapılanlarla karşılaştırılan randomize kontrollü bir çalışmada, küçük plevral efüzyonlarda (hemidiyafragmanın yarısından daha azını kaplayan) ve lokülasyonlu plevra efüzyonlarında susuz musluk (dry tap) insidansı belirgin bir şekilde yüksekti. Büyük plevra efüzyonlarının varlığında susuz musluk (dry tap) oranında bir farklılık yoktu (21). Ancak, bu durumda bile görüntü kılavuzluğu düz film radyolojisinde görünür olmayan kalp büyümesi veya yer değiştirmesi, yükselmiş bir diyafram veya yapışık akciğer gibi altta yatan anormallikleri açığa çıkaracaktır.

Genel olarak bakıldığında, ultrason kılavuzluğunun plevral aspirasyonun verimini arttırdığı ve başta pnömotoraks ve yanlılıkla yapılan organ yaralanmaları olmak üzere komplikasyon riskini azalttığı gösterilmiştir. Ancak ultrasonda görülmediği için, ultrasonun interkostal damar yırtılmaları riskini azaltmayabileceği akılda tutulmalıdır (24). Bu bulgular bizi bütün plevral aspirasyonlar için yer seçiminin, olanaklı olduğunda ultrason kılavuzluğunda yapılması kararına götürmektedir. Bir plevral efüzyonun aspire edilmesine kalkışıldığında ultrason kılavuzluğundan yararlanılması kuvvetle önerilmektedir. Bu az miktarda sıvının veya lokülasyonlu plevra efüzyonların aspirasyonunda, neredeyse tamamen veya tamamen opak bir hemitoraksın varlığında, özellikle de mediastende karşı tarafa doğru bir kayma görülmediğinde ya da klinik olarak belirlenmiş bir plevra aspirasyonu girişimi başarısız olduğunda daha da önem kazanmaktadır. Ancak, özellikle iğnenin interkostal aralığa sokulması sırasında görüntü kılavuzluğunun kullanılması klinik değerlendirme gereksiniminin yerine geçemez. Ayrıca ultrason kullanımı bu belgede daha sonra betimleneceği üzere eğitim ve deneyim gerektirir.

### Hastanın pozisyonu ve uygulama yeri

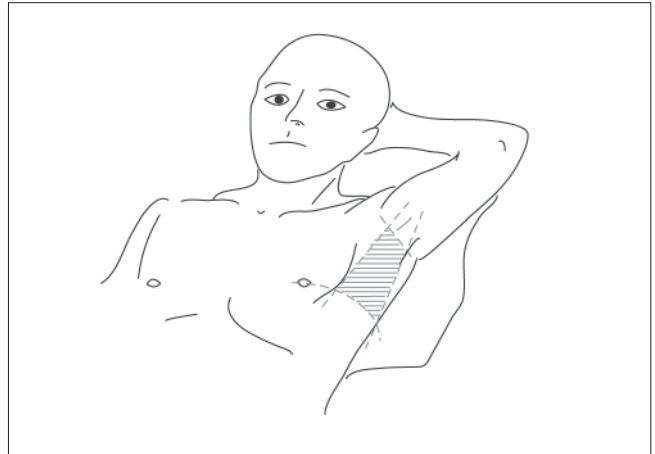
**\*\* Plevral aspirasyonda iğnenin sokulması için tercih edilen yer güvenli üçgen olmalıdır.**√

Doğru hasta pozisyonunun ve giriş yerinin belirlenmesinde operatörün toraksın normal anatomisini ve hastanın patolojisini bilmesi önemlidir. Hastanın pozisyonu operatörün tercihinin ve hastanın patolojisine bağlıdır. Arkada uzanan bir lokülün varlığında, sıvının elde edilme olasılığı daha yüksek olan yer görüntü kılavuzluğunda spesifik olarak belirlenebilir. Buna karşın, olguların çoğunda iğnenin giriş yeri ya güvenli üçgen (Şekil 2) ya da orta klaviküler hatta ikinci interkostal aralık olacaktır. Bu nedenle hasta ya kolları yukarıda, ama bir masaya veya yatağa dayalı, öne doğru eğik vaziyette dik pozisyonda oturabilir ve böylece aksillayı ortaya çıkarabilir ya da aşağıda göğüs dreni takılması için anlatılana benzer bir pozisyonda yatakta yatabilir. Sinir-damar paketlerine zarar vermemek için iğne bir kaburganın hemen üzerinden plevral boşluğa sokulmalıdır. Bir plevral aspirasyon için iğnenin daha posterior dan sokulması sık görülen bir uygulamadır, ama bu pozisyonda sinir-damar paketinin kaburganın alt kenarı tarafından örtülmüş olmayabileceği akılda bulundurulmalıdır (25) ve daha ön veya lateral giriş yeri daha güvenli olarak kabul edilmektedir.

### Ekipman

Plevral aspirasyon aseptik olmalıdır ve bu nedenle steril eldivenler, steril bir alan, deriyi sterilize edecek sıvı ve temiz bir kıyafet gereklidir.

Tanı amaçlı basit bir aspirasyonda 21G (yeşil) iğne ve 50 ml'lik bir enjektör örnek almak için yeterlidir. Eğer havanın veya daha büyük miktarlarda sıvının boşaltılması gerekiyorsa (tedavi amaçlı boşaltma), plevral aspirasyonun gerçekleştirilebileceği çok sayıda ticari kit mevcuttur, ama BK'da genellikle amaca



**Şekil 2.** 'Güvenli üçgen'. Bu üçgenin sınırlarını önde pektoralis major kasının lateral kenarı, lateralde latissimus dorsi'nin lateral kenarı, aşağıda beşinci interkostal aralık hattı ve yukarıda aksilla tabanı oluşturmaktadır

uygun kolay bulunan ekipmanlar kullanılarak yapılmaktadır. Çoğunlukla bu üçlü musluğa ve bir boru sisteminde/enjektöre bağlanmış bir intravenöz kanülden oluşmaktadır. Daha sonra borunun ucu örnek almak veya boşaltmak için uygun kaba yönlendirilir ya da eğer gerekiyorsa kapalı su altı drenajı uygulanır.

### Aseptik teknik

**\*\* Plevral aspirasyon temiz bir alanda tamamen aseptik teknik kullanılarak yapılmalıdır.√**

Ampiyem plevral aspirasyonun ciddi ve önlenebilir bir komplikasyonudur, çok sayıda girişimde bulunulduğunda risk artar. Katı asepsi kurallarının uygulanması önerilmektedir, özellikle de tedaviye yönelik aspirasyonlar gerçekleştirirken buna çok dikkat edilmelidir.

### İğnenin boyutu

**\*\* Büyük kalibreli iğnelerle plevral aspirasyon yapılmasından kaçınılmalıdır. (C)**

Plevral aspirasyon için büyük kalibreli iğnelerin kullanılması olasılıkla işlem sonrasında pnömotoraks gelişmesi riskini arttırmaktadır. Bunlara ek olarak, kazara damarsal veya viseral bir zedelenme olursa, büyük kalibreli bir iğnenin kullanılması ile oluşan hasar olasılıkla küçük kalibrelinin neden olduğundan daha büyük olacaktır.

Her ne kadar iğne boyutu her hangi bir çalışmanın birincil odak noktası olmasa da, pek çok çalışma büyük kalibreli iğne kullanımı ile işlem sonrası pnömotoraks oranında artışı birbirine bağlamaktadır. Hem büyük retrospektif bir çalışma hem de küçük prospektif bir çalışma 20G'den daha büyük iğnelerle yapılan plevral aspirasyonlardan sonra belirgin şekilde yüksek pnömotoraks oranları göstermiştir (19, 20). Ancak, farklı boyutlardaki üç farklı iğne tipi ile yapılan randomize olmayan prospektif bir çalışmada işleme bağlı pnömotoraks oranları arasında hiçbir fark saptanmıştır (10).

Başka iki çalışmada da büyük kalibreli iğneler kullanıldığında işlem sonrası pnömotoraks oranlarında artma olduğu saptanmıştır. Ancak, bu çalışmaların ikisi de kafa karıştırmaktadır, çünkü daha büyük iğneler kendisi de komplikasyon oranını arttıracak olan daha büyük plevral sıvı hacimlerini aspire etmek için kullanılmıştır (12, 26). İğne boyu seçiminin toraks duvarları kalın olan hastalarda yeniden ayarlanması gerekebilir. 53 İskoç hasta üzerinde yapılan BT bazlı bir çalışmada olguların %13.2'sinde orta hemitoraks hattında, ikinci interkostal aralıkta ve %47.2'sinde orta-aksiller hatta, beşinci interkostal aralıkta plevranın

derinliğinin >4.5 cm olduğu saptanmıştır (27). Bu sonuçların dikkatle yorumlanması gerekir çünkü yatar pozisyonda yumuşak dokuların yer çekimi nedeniyle yana doğru sarkması sonucunda orta-aksiller hattaki doku kalınlığı artabilir. Bunlara ek olarak, yumuşak doku çoğunlukla sıkıştırılabilir yapıdadır ve bu nedenle BT görüntülerinde derinlik >4.5 cm bile olsa standart bir iğne plevraya erişmek için yeterli olabilir. İki çalışma BT taramalarında göğüs duvarı kalınlıklarını ölçmüş ve bazı hastalarda ikinci interkostal aralıkta plevra boşluğuna ulaşmak için standart 40mm'lik iğnenin yeterli olacağını saptamıştır. Bir çalışma Amerikan askeri personelinde (28) ve diğeri de Kanada popülasyonunda (29) yapılmıştı.

İğne ve göğüs dreni boyutlarına ilişkin bir referans online ilavedeki Ek 2'de bulunabilir.

### Teknik

Plevral aspirasyon yapılmadan önce toraks ultrasonu uygulanmalıdır. Tanı amaçlı plevral aspirasyon durumunda yeşil bir iğneye takılmış bir enjektör aşağıda anlatılan teknik kullanılarak plevral boşluğa sokulur ve 20-50 ml sıvı çekilir ve plevral efüzyonların tetkiki kılavuzunda tartışıldığı şekilde gerekli tetkiklerin yapılması için gönderilir. Basit bir işlem için lokal anestezi gerekmez ama plevral boşluğa ulaşmada güçlük yaşanması olasılığı varsa (deneyimsiz bir uygulayıcı ya da hastanın göğüs duvarının kalın olması gibi) lokal anestezi uygulanması düşünülmelidir. Deri temizliği ve aseptik bir teknik kullanılmalıdır. Tedavi amaçlı aspirasyonlarda aşağıda göğüs drenleri bölümünde betimlendiği gibi lokal anestezik verilmelidir. Lokal anestezi vermek için kullanılan iğne ile plevral boşluk aspire edilmelidir ve plevral boşluğun derinliği ancak ondan sonra doğrulanabilir. Bundan sonra aspirasyon iğnesi veya kanülü sürekli aspire edilerek plevra aşılınca ve hava veya sıvı aspire edilene kadar göğse doğru ilerletilmelidir, plevral boşluğun derinliğine çok dikkat edilmelidir. Daha sonra kanül bir üçlü musluğa bağlanır ve sıvı/hava bir enjektöre çekilir ve üçlü musluğun serbest girişi aracılığıyla dışarıya atılır. Sıvı için bir torba veya kap kullanılabilir veya havaya verilebilir ya da havanın içeri girmesini önlemek için tek taraflı bir valf işlevi görmesi için bir tüp kapalı bir kaptaki su içine daldırılabilir. Bu süreç prosedür sonlanıncaya kadar tekrarlanmalı ve devam etmelidir. Bundan sonra kanül çıkarılır ve basit bir pansuman ile kapatılır.

### Boşaltılacak hacim, re-ekspansiyon pulmoner ödemi ve plevral manometre kullanımı

**\*\* Daha fazla sıvı veya hava aspire edilemediğinde, hastada öksürük, göğüste rahatsızlık hissi gibi**

### **semptomlar ortaya çıktığında veya 1.5 L boşaltıldığında prosedür durdurulmalıdır. (C)**

Aspire edilebilecek maksimum hacim tartışma konusudur; daha fazla miktarda sıvı boşaltılırsa re-ekspansiyon pulmoner ödem (RPÖ) gelişebileceğinden endişelenilmektedir ve işlem sonrası pnömotoraks görülme sıklığı da daha fazla sıvı çekilmesi durumunda artabilir.

RPÖ için önerilen oranlar %0.2 ile %14 arasında bir yerde yer almaktadır. Daha yeni çalışmalarda (30-32) klinik RPÖ insidansı <%1 idi ama radyolojik olarak görülen asemptomatik RPÖ biraz daha sık ortaya çıkabilir. <1 L boşaltılacak olursa ortaya çıkması pek olası değildir, ama daha yüksek hacimlerde RPÖ riski altında olan hastaların önceden nasıl belirlenebileceği konusu açık değildir.

Bir seferde güvenli bir şekilde boşaltılabilecek sıvı miktarı tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir ve pek çok çalışmada 3L'ye dek sıvı güvenli bir şekilde aspire edilmiştir. Komplikasyon olmadan 6.5L'ye varan sıvının aspire edildiği bildirilmiştir (30). RPÖ ile ilişkili morbidite ve %20'lere varan mortalite oranları nedeniyle tavsiyeler genellikle konservatif olmaktadır (33).

Josephson ve arkadaşları 735 plevral aspirasyonu retrospektif olarak incelediklerinde 1.8-2.2 L sıvı drene edilmesinin işlem sonrası pnömotoraks görülme sıklığında 0.8-1.2 L drenaja göre üç kat artış ile bağlantılı olduğunu saptadılar. Ayrıca >2.3 L drene edilmesinin yaklaşık altı kat artışla ilişkili olduğunu gördüler, ama bu grup yalnızca 21 işlemi kapsamaktaydı (34). Diğer retrospektif çalışmalarda da benzer bulgular saptandı (12, 20, 26). ancak bir başka çalışma her hangi bir farklılık olduğunu gösteremedi (10).

Drene edilen sıvı hacmi ile işlem sonrası pnömotoraks oluşumu arasındaki ilişkinin kısmen altta yatan hapsolmuş akciğere bağlı olması mümkündür. Eğer daha büyük hacimde sıvı drene edilirse, altta yatan hapsolmuş akciğerin açığa çıkması olasılığı da daha yüksek olacaktır. Aspirasyon sonrası pnömotoraksının bu mekanizması daha önce komplikasyonlar bölümünde tartışılmıştır.

Her ne kadar çok daha büyük hacimlerin güvenli bir şekilde aspire edildiği belgelenmişse de, <1.5 L sıvı aspire edildiğinde komplikasyonların nadiren görüldüğü de açıktır. Bu nedenle bu bir seferde aspire edilmesi önerilen hacim olmuştur.

Eğer semptomatik bir RPÖ oluşursa, tedavinin ana unsuru yakın kardiyovasküler ve solunumsal monitörizasyon ve oksijen tedavisi olmalıdır ve bu pek çok olguda yeterli olmaktadır (35, 36). Bir grup olguda sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP) başarıyla kulla-

nılmıştır (37, 38). Eğer CPAP kullanılıyorsa, pnömotoraksın tekrarlamasından ve bir pnömotoraksın aspire edilmesini takiben RPÖ oluşmuşsa ve takılı bir plevra dreni yoksa potansiyel tansiyon pnömotoraksının gelişmesinde kaçınmak için çok dikkatli olunmalıdır. Diüretiklerin (30, 39) ve steroidlerin (39) kullanıldığı da belirtilmiştir, ancak bunu destekleyecek pek az kanıt bulunmaktadır ve bazı yazarlar bunların kullanımına karşı çıkmaktadır (36).

Plevral manometre üçlü musluk aracılığı ile torakosentez yapılan katetere bir sulu manometre veya elektriksel transdüser bağlanarak plevral basıncın ölçüldüğü bir tekniktir. Bu sistem prosedürün başlangıcında ve torakosentez sırasında aralıklarla plevra basıncının ölçülmesine olanak sağlar. Başlangıçta ölçülen basınç sıvının patolojisini öngöremezse de, hapsolmuş akciğer olgularında basınç çoğunlukla negatiftir. Bu prosedürü betimleyen makalelerde plevral basıncın -20cm H<sub>2</sub>O basıncının altına düşmesi durumunda torakosentezin sonlandırılması önerilmektedir; çünkü hayvan modellerine dayanan bu değer RPÖ riskini önceden haber verebilmektedir. Bunu doğrulayacak randomize kontrollü bir çalışma bulunmazken, betimlenen olgu serilerinde bu metodun kullanıldığı ve >6 L sıvı boşaltılan hastalarda hiç RPÖ olgusu saptanmamıştır (40).

Plevral monometre günümüzde BK'da klinik uygulamada kullanılmamaktadır, bu konuda karşılaştırmalı çalışmalar yoktur ve bu işlem için özel olarak tasarlanmış bir ticari cihaz bulunmamaktadır.

### **İzlem**

**\*\* Hava çekilmediği, işlem zorlu olmadığı, birden fazla girişim gerekmediği veya hasta semptomatik hale gelmediği sürece basit bir plevral aspirasyondan sonra göğüs grafisi çekilmesi gerekli değildir. (C)**

Plevral aspirasyondan sonra pnömotoraks dışlamak amacıyla göğüs grafisi istenmesi güncel bir uygulamadır. Petersen ve arkadaşları 278 plevral aspirasyon olgusunu kapsayan bir çalışmada hekimlerin aspirasyon sonrası belirgin pnömotoraksı saptayabilme yeteneklerini değerlendirdi. Hekimin işlem sonrası pnömotorakstan kuşkulandığı 15 hastadan dokuzunda pnömotoraks gelişmiş olduğu bulundu. Dokuzunda da hava işlem sırasında serbestçe aspire edilmişti. Pnömotorakstan kuşkulanan olguların yalnızca %2.3-3.3'ünde pnömotoraks olduğu saptandı ve bu olguların hepsinde plevral efüzyonu aspire etmek için vakumlu şişe kullanılmıştı (41). Bir başka çalışma (9) 174 plevral aspirasyonda ortaya çıkan sekiz pnömotorakstan beşinin beklendiğini ve kuşkulanan olgulardan hiç birinin girişim gerektirmediğini gösterdi. Pnömotorakslı beş olgudan

ikisine çok sayıda işlem uygulanmıştı (9). Capizzi ve arkadaşları ayaktan tedavide sıvı için yapılan plevral aspirasyondan sonra çekilen 54 göğüs grafisinden beşinde pnömotoraks olduğunu saptadılar ve göğüs grafisi çekilmemiş olan diğer 50 olguda da semptomatik bir komplikasyon saptamadılar (42).

Biz aspirasyonu yapan hekimin klinik açıdan önemli işlem sonrası pnömotoraksın varlığını ya da yokluğunu genellikle önceden tahmin edebildiği ve bu nedenle aspirasyon sonrası göğüs grafisinin rutin olarak gerekli olmadığı sonucuna ulaştık. Aspirasyon sırasında vakumlu şişelerin kullanılması hekimin kazara aspire edilen havayı saptamasına engel olabilir.

## Göğüs Drenlerinin Takılması

Göğüs dreni, içindekileri (sıvı veya hava) boşaltmak amacı ile plevral boşluğa yerleştirilen ve drenaj tamamlandıncaya kadar yerinde kalan bir tüptür.

### Endikasyonları

Göğüs dreni takılması için endikasyonlar Kutu 2'de gösterilmektedir.

### Onam

**\*\* Acil durumlar dışında göğüs dreni takılması için yazılı onam alınmalıdır.**

Genel Tıp Konseyinin (General Medical Council - GMC) 'Onam: Hastalar ve Doktorlar Birlikte Karar Veriyorlar' kılavuzunda (43) bir işlemin yapısını ve onunla ilişkili komplikasyonları anlayabileceği bir dilde hastaya anlatma sorumluluğunun bu işlemi uygulayan doktora veya bu işlem konusunda yeterli bilgisi olan uygun şekilde eğitilmiş bir kişiye ait olduğu belirtilmektedir. Yasal yeterliliğe sahip bir birey bu tür bir tedaviyi reddetme hakkına da sahiptir ve mental yeterliliği

olmayan hastalar da GMC kılavuzunda verilen uygun öneriler izlenerek tedavi edilmelidir. Göğüs dreni takılması önemli risklerle ilişkili olabilecek bir prosedür olduğundan onam yazılı olarak alınmalı ve aşağıda özetlenen en sık görülen ve en ciddi komplikasyonları ve tedavinin başarısız olma olasılığını da kapsamalıdır. Hastanın bilincinin kapalı ve tedavinin yaşam kurtarıcı olduğu acil durumlarda tedavi uygulanabilir ama hasta anlayabilecek kadar iyileşir iyileşmez bu durum kendisine açıklanmalıdır. Olanaklı olduğunda prosedürden önce bilgilendirici bir broşür verilmelidir (online ilavedeki 3.eke bakınız).

### Komplikasyonlar

- \*\* Ağrı, intraplevral enfeksiyon, yara enfeksiyonu, drenin yerinden oynaması ve drenin tıkanması küçük kalibreli göğüs dreni takılması esnasında en sık görülen komplikasyonlardır. Viseral yaralanmalar en ciddi komplikasyondur. Bu olası sekellerin hepsi onam işlemi sırasında ayrıntılı bir şekilde anlatılmalıdır. ✓**
- \*\* Ağrı, intraplevral enfeksiyon, yara enfeksiyonu, drene bağlı viseral yaralanma ve drenin tıkanması büyük kalibreli göğüs dreni takılması esnasında en sık görülen komplikasyonlardır. Bu olası sekellerin hepsi onam işlemi sırasında ayrıntılı bir şekilde anlatılmalıdır. ✓**

Çok sayıda olgu raporu göğüs dreni ile bağlantılı olarak arasında viseral delinmeler ve ciddi kanamaların da bulunduğu çok sayıda ciddi komplikasyon bildirmiştir; bereket versin bunlar nadiren görülmektedir. Ayrıca tüpün takılması esnasında interkostal sinirlerde ve drenin kendisine bağlı olarak toraks boşluğu içerisinde yer alan sinir demetlerinde sinir zedelenmeleri olduğunu bildiren raporlar da bulunmaktadır (Horner sendromu en sık kaydedilenlerden biridir) ama bunlar

### Kutu 2. Göğüs dreni yerleştirilmesi endikasyonları

#### Pnömotoraks\*

- Mekanik ventilasyon uygulanan bütün hastalarda
- İğne ile acil bir rahatlama sağlandıktan sonra tansiyon pnömotorakslarında
- Basit aspirasyondan sonra inat eden veya tekrarlayan pnömotorakslarda
- >50 yaşındaki hastalarda büyük sekonder spontan pnömotorakslarda

#### Malign plevral efüzyonlar ± plöredex\*

#### Ampiyem ve komplike parapnömonik plevral efüzyon

#### Travmatik hemopnömotoraks

#### Ameliyat sonrası (örneğin torakotomi, özofajektomi, kalp ameliyatları)

\*Daha ayrıntılı bilgi için ilgili rehberlere bakınız

da sporadik olgular halinde görülmektedir. BK NHS Vakfının yaptığı bir araştırma hekimlerin çoğunun 2003 ve 2008 yılları arasında göğüs dreni takılmasını takiben bir majör komplikasyon yaşadığını saptamıştır. Bu dönemde 17 ölüm bildirilmişti ve bunlar esas olarak drenin yanlış yere takılmasına bağlıydı (2). Komplikasyonların en fazla trokar tekniği kullanılarak büyük kalibreli göğüs drenleri takılan travma hastalarında görüldüğü bildirilmişti. Bildirilen en düşük komplikasyon oranları konsültan radyolog tarafından küçük kalibreli göğüs drenleri takıldığında görülmüştür. Ultrason kılavuzluğunun kullanılması ile komplikasyonların azalması mümkündür ve bu NPSA tarafından önerilmektedir (1).

İncelenen çalışmalarda en sık ortaya çıkan komplikasyonlar Tablo 2 ve 3'de gösterilmektedir. Pnömotoraks da sık olarak bildirilmiştir, ama etyolojisi çok faktörlüdür; akciğer yaralanmaları ve içeriye hava girmesinden işleme bağlı bir komplikasyon olarak nitelendirilemeyecek olan 'hapsolmuş akciğere'(trapped lung) kadar uzanan farklı nedenleri vardır (plevral aspirasyon bölümüne bakınız). Basit pnömotoraks eğer olanaklı ise, göğüs dreninin kendisi ile kolayca iyileştirilebilir; biz akciğer yaralanmalarını Tablo 2 ve 3'de 'yaralanmalar' sütununu altında bildirdik. Liu ve arkadaşları (44) pnömotoraks tedavisini incelediler ve komplikasyon olarak üç hemotoraks olgusu bildirdiler; bunlar da 'yaralanma' sütununda bildirilmiştir.

Tablo 2 ve 3 başvuru açısından kolaylık oluşturması için küçük ve büyük kalibreli göğüs drenleri olarak ayrılmıştır, ancak bunlar uygulama tekniklerinde,

görüntü kılavuzluğunun kullanılmasında ve dren takılması endikasyonlarında önemli farklılıklar gösterdikleri için birbirleriyle doğrudan kıyaslanamazlar. Bu farklılıklar online ilavedeki Ek 4'de yer alan tabloda daha ayrıntılı olarak betimlenmektedir. Çalışmalar arasında uygulayıcı deneyimleri de farklılık göstermektedir, görüntü kılavuzluğunda küçük kalibreli drenler daha çok kıdemli operatörler tarafından takılma eğilimindedir; bu faktörler olasılıkla iki dren tipi için farklı yanlış pozisyon oranlarını açıklayabilir.

#### Antibiyotik profilaksisi

- \*\* Göğüs dreni gerektiren ve travma hastası olmayan kişilere antibiyotik profilaksisi önerilmemektedir.√
- \*\* Göğüs dreni gerektiren travma hastalarında özellikle de penetran yaralanmaları olanlarda antibiyotik profilaksisi düşünülmelidir. (A)

Travma olgularında ampiyem ve yara enfeksiyonu oranlarının %5.8-13'e kadar yükselebildiği bildirilmiştir. Göğüs dreni takılmasını gerektiren 507 toraks travması olgusunu kapsayan ve ampirik antibiyotik tedavini plasebo ile karşılaştıran bir meta-analizi (69, 70) de içeren bir grup çalışma (62-68) tedavi grubunda enfeksiyon ve ampiyemde %5.5'lik (OR 5.27 antibiyotik verilen grubun lehine) mutlak bir azalma olduğunu göstermiştir. Ancak, bu çalışmaların farklı toraks travması tiplerine ilişkin olduğu (künt ve penetran) ve grupların çoğunda özellikle genç erkeklerde meydana geldiği de akılda tutulmalıdır. Bunlara ek olarak, göğüs dreninin takıldığı

**Tablo 2.** Küçük drenlerde yerleştirme sonrası komplikasyon görülme sıklığı ( ≤ 16 F)

Komplikasyon	Toplam sayı*	Hesaplanan görülme sıklığı	Değişim aralığı	Çalışmalar
Yaralanma	582	%0.2	%0-2	44-51
Yanlış pozisyon	593	%0.6	%0-9	45-52
Ampiyem	395	%0.2	%0-2	45, 48-51
Drenin tıkanması	341	%8.1	%2-18	45, 48-52

Çalışmalarda yapılan ve bu komplikasyonun görüldüğü belirtilen toplam işlem sayısı

**Tablo 3.** Büyük drenlerde yerleştirme sonrası komplikasyon görülme sıklığı ( >16 F)

Komplikasyon	Toplam sayı*	Hesaplanan görülme sıklığı	Değişim aralığı	Çalışmalar
Yaralanma	1572	%1.4	%0-7.9	44, 52-60
Yanlış pozisyon	1778	%6.5	%1.1-31	53-61
Ampiyem	1778	%1.4	%0-2	53-61
Drenin tıkanması	115	%5.2	%5.2	52

Çalışmalarda yapılan ve bu komplikasyonun görüldüğü belirtilen toplam işlem sayısı

ortam bazı durumlarda tamamen aseptik olmayabilirdi. Kullanılan antibiyotikler çalışmadan çalışmaya farklılık göstermektedir, ama hepsi de enfeksiyon oranlarını azaltmıştır. Bu çalışmalar [www.brit-thoracic.org.uk](http://www.brit-thoracic.org.uk) adresindeki BTS web sitesinde yer alan kanıt tablosunda özetlenmektedir.

Tıbbi nedenlerle göğüs dreni takılan kişilerde antibiyotik profilaksisi araştırılmamıştır, ama enfeksiyon oranlarının ve Clostridium difficile gibi hastane kökenli enfeksiyon riskinin düşük olduğu ve bu hastaların genellikle daha yaşlı olduğu göz önüne alındığında günümüzde önerilmemektedir.

### Ekipman

Gereken ekipman Kutu 3'te gösterilmektedir.

### Drenin boyutu

**\*\* Pnömotoraks, serbestçe akan plevral efüzyonlar ve plevral enfeksiyonlarda ilk seçenek tedavi olarak küçük kalibreli drenler kullanılmalıdır. (C)**

Geleneksel olarak büyük kalibreli drenler önerilmiş ve künt diseksiyon teknikleri kullanılarak yerleştirilmiştir. Küçük drenler, giderek daha kolay bulunmaları ve Seldinger tekniğinin kullanılması ile günümüzde göğüs dreni takılmasının en yaygın modeli haline gelmiştir. Öyle ki ATLS eğitimi alan acil doktorları ve cerrahlar dışında staj gören doktorların pek çoğu büyük kalibreli göğüs drenlerini takmamaktadır.

Küçük kalibreli göğüs drenlerinde ciddi komplikasyon riski Tablo 2'de gösterildiği gibi düşüktür. Küçük

kalibreli kateterler ile, aynı endikasyon nedeniyle büyük kalibreli kateter takılmış olan hastalara kıyasla belirgin bir şekilde daha düşük ağrı skorları, daha az analjezik gereksinimi ve daha fazla rahatlama elde edilmişti (71, 72). Davies ve arkadaşları küçük çaplı drenler ile yüksek bir tümsel komplikasyon oranı bildirdiler (%42), ama bunların büyük kısmı drenin yerinden oynaması (%21), blokajı (%9) veya ağrıydı (%5) (51). Collop ve arkadaşları da küçük kalibreli kateterler ile (%36) büyük kalibreli kateterlere göre (%9) daha yüksek komplikasyon oranları bildirdi. Ancak bu çalışmada küçük kalibreli dren grubu belirgin bir şekilde küçüktü (11 hastaya karşı 115 hasta) ve komplikasyonlar daha az ciddiydi (küçük kalibreli grubundaki yanlış pozisyon, tıkanma ve kıvrılmaya karşı büyük kalibreli grubunda bir olası akciğer laserasyonu ve giriş yeri enfeksiyonu ve diğer komplikasyonlar görüldü) (52).

Seldinger tekniği kullanılarak takılan küçük kalibreli göğüs drenlerinde komplikasyon oranının görece daha düşük olduğu genellikle kabul edilmektedir, buna karşın farklı klinik durumlarda küçük kalibreli drenlerin etkili olup olmadığı daha fazla tartışılmaktadır. Daha büyük drenlerin kullanılması lehine öne sürülen argümanlardan birisi bunların Poiseuille yasasının öngördüğü üzere daha büyük sıvı akışına olanak sağlayacağıdır. Ancak, bir drenin sağlayabileceği maksimum drenaj hızının, akış hızının özellikle kontrol altında tutulduğu plevral efüzyon drenajında önemli olması olanaksızdır. Teorik olarak, akış hızı kalıcı yüksek hacimli hava kaçacağı olan bir pnömotoraksın drenajında daha fazla önem arz edebilir. Bu teorik avantajın doğruluğu,

### Kutu 3. Ekipmanlar

- Steril eldiven ve önlük
- Deri için antiseptik solüsyon (örneğin iodine veya alkol içerisinde klorheksidin)
- Steril örtüler
- Gazlı bez
- Bir seri iğne ve enjektör (21-25 gauge)
- Lokal anestetikler (örneğin lidokain %1)
- Bisturi ve bıçak
- Sütür (örneğin 0 veya 1-0 ipek)
- Eğer gerekiyorsa künt diseksiyon için gereçler (örneğin kıvrık klemp)
- Seldinger tekniği için kılavuz teli ve dilatörler
- Göğüs tüpü
- Bağlantı tüpü
- Kapalı drenaj sistemleri (eğer kapalı sualtı drenajı uygulanacaksa steril su)
- Pansuman malzemesi

Ekipmanlar kit şeklinde de bulunabilir

küçük dren kullanımının ( $\leq 14$  F) (44-46, 48, 50, 73) pnömotoraksın büyük drenlerle boşaltılmasıyla (44, 45, 61) benzer başarı oranlarına sahip olduğunu gösteren klinik çalışmaların çoğunluğu tarafından doğrulanmamıştır. Liu ve arkadaşları uygulamalarında meydana gelen değişiklikleri gösteren retrospektif bir derlemede spontan pnömotoraksın tedavisinde konvansiyonel göğüs tüplerini küçük kalibreli (8-10F) drenlerle karşılaştırdılar ve başarı oranlarının benzer olduğunu saptadılar. Küçük kalibreli dren grubunda bulunan ve daha ileri tedavi gerektiren 15 hastalarından hepsine konvansiyonel göğüs tüpü takıldı; 4'ü (%27) bu tedavi ile iyileşti ve 11'i (%73) cerrahi tedavi gerektirdi (44). Küçük ve büyük drenleri karşılaştıran diğer küçük retrospektif çalışmalar onların primer spontan pnömotoraksın akut tedavisinde eş değer olduğunu göstermektedir. Bir çalışma küçük kalibreli dren kullanımının daha yüksek nüks oranları ile bağlantılı olduğunu ileri sürdü, (74) ancak bu diğer çalışmalar tarafından doğrulanmadı (44, 75).

Bu nedenle spontan pnömotoraksların ve iyatrojenik pnömotoraksların ilk seçenek tedavisi olarak Seldinger tekniği ile küçük kalibreli göğüs drenlerinin takılması önerilmektedir; ancak, çok büyük hava kaçaklarının varlığında, özellikle postoperatif dönemde büyük kalibreli drenlerin takılması gerekebilir.

Basit plevral efüzyonların drenajı da küçük kalibreli kateterler ile etkin bir şekilde yapılabilir (45-49, 61) Küçük kalibreli bir göğüs dreni kullanımını olasılıkla kısıtlayan faktörlerden biri ikili ya da üçlü muslukların bağlanmasıdır, çünkü bunlar drenden daha dar bir çapa sahiptir (76).

Parulekar ve arkadaşları ve Clementsen ve arkadaşları malign plevral sıvıların drene edilmesinde ve skleroterapi uygulanmasında küçük ve büyük kalibreli drenleri karşılaştırdılar (71, 77). Skleroterapiden önce efüzyonun boşaltılması için gereken zaman açısından veya skleroterapinin etkinliği açısından iki grup arasında bir fark olmadığını saptadılar. Clementsen ve arkadaşları aynı zamanda küçük kalibreli dren grubunun dren takılmasını ve drenin varlığını büyük kalibreli dren takılan gruba göre daha az rahatsızlık verici bulunduğunu da gösterdi (71).

Biz plevral efüzyonların drene edilmesinde küçük kalibreli drenlerin ilk seçenek olmasını öneriyoruz.

Ampiyemin drene edilmesinde küçük kalibreli dren kullanımına ilişkin başarı oranları çalışmalar arasında çok değişkenlik göstermektedir (45-47, 78-81). En sık karşılaşılan sorun drenin tıkanması (45, 46) ve drenin yerinden oynamasıdır (51). Küçük kalibreli bir göğüs dreni kullanımını olasılıkla kısıtlayan faktörlerden biri ikili

ya da üçlü muslukların bağlanmasıdır, çünkü bunlar drenden daha dar bir çapa sahiptir (76). Davies ve arkadaşları düzenli yıkamanın dren tıkanması oranını azaltacağını ileri sürmüştür (51) ve drenlerin salin ya da fibrinolitik ilaçlarla düzenli olarak yıkandığı çalışmalar daha yüksek tedavi başarı oranlarına sahiptir (78-81).

Bu nedenle biz ampiyem tedavisinde ilk seçenek olarak görüntü kılavuzluğunda küçük kalibreli göğüs dreni takılmasını öneriyoruz. Düzenli yıkama olasılıkla yararlıdır ama daha fazla araştırılması gerekmektedir. Başarılı bir drenaj için birden fazla dren takılması gerekebilir. Sonraki drenler ayrı lokülasyonları drene etmek ya da tıkanan drenleri değiştirmek için gerekli olabilir (46, 79, 80).

Küçük kalibreli drenler başarılı olamadığında büyük kalibreli drenler yararlı olabilir, ama aynı şekilde büyük kalibreli drenin başarısız olduğu durumlarda görüntü kılavuzluğunda yapılan küçük kalibreli drenaj da terapötik açıdan başarılı olabilir (80, 82, 83)

#### **Analjezi ve sedasyon**

**\*\* Göğüs drenine bağlı ağrıyı azaltmak için premedikasyon olarak analjezi düşünülmelidir ve göğüs tüpü taşıyan bütün hastalara da reçete edilmelidir.√**

**\*\* Eğer prosedür esnasında formal sedasyon kullanılıyorsa, bu Kraliyet Kolejleri Akademisinin (Academy of Royal Colleges) bilinçli sedasyon için önerilerine uygun bir şekilde verilmelidir ve prosedür boyunca oksimetre kayıtları yapılmalıdır.√**

Göğüs dreni takılmasının ağrılı bir işlem olduğu bildirilmiştir, bir çalışmada hastaların %50'si 10'luk bir skalada 9-10 düzeyinde bir ağrı yaşadıklarını bildirmiştir (4) ve bu nedenle premedikasyon yapılması düşünülmelidir. Bu yaklaşımın açıkça sağduyulu olmasına karşın, bu ilaçların etkisi pek az çalışmayla kanıtlanmıştır ve güvenli sedasyon tekniklerine yabancı olan operatörlerin elinde bu yaklaşımın güvenli olmayacağından endişelenilmektedir. Kraliyet Kolejleri Akademisi (Academy of Royal Colleges) ile birlikte Kraliyet Anestezistler Koleji (Royal College of Anaesthetists) bilinçli sedasyona ilişkin kılavuzlar yayınlamıştır ve doktorlar bu tekniği kullanmadan önce bu kılavuzlara aşina olmalıdırlar (84).

Premedikasyon intravenöz bir anksiyolitik (örneğin yeterli sedasyon elde etmek üzere titre edilen midazolam 1-2 mg) veya bir analjezik (örneğin işlemden hemen önce verilen 2.5 mg morfin ya da işlemden 1

saat önce 10mg oromorph) verilerek yapılabilir. Açıkça üstün olduğu gösterilen bir teknik bulunmamaktadır. Bu ilaç sınıflarının her ikisi de solunum depresyonuna neden olabilirler ve verilen bütün hastalar yakından izlenmelidir. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı bulunan hastalar özellikle risk altındadır ve bu ilaçlar kullanıldığında daha fazla dikkat edilmesi gerekir. Geri döndüren ajanlar (örneğin naloxone ve flumazenil) nadiren gerekir ve intravenöz opiatlar ya da benzodiazepinler kullanıldığında daima el altında bulundurulmalıdır. İşlem boyunca damar yolu açık olmalı ve oksijen saturasyonu dikkatle gözlenmelidir. Sedasyon işlem sırasında hastanın bilinçli kalmasına izin verecektir ve işlem sırasında hassas açıklamalar yapılarak hastaya güven verilmelidir. Fiber optik bronkoskopi premedikasyonunun bir parçası olarak atropin kullanımı araştırılmışsa da, onun göğüs tüpü yerleştirilmesinde kullanımına ilişkin kontrollü çalışmalar bulunmamaktadır ancak bazı merkezlerde bu desteklenmektedir. Vazovagal reaksiyonlara ilişkin olgu raporları ve tüp yerleştirilmesini takiben vagal uyarılmaya bağlı bir ölüm olgusu onun premedikasyonda kullanımını destekleyebilir.

#### Hastanın pozisyonu ve drenin giriş yeri

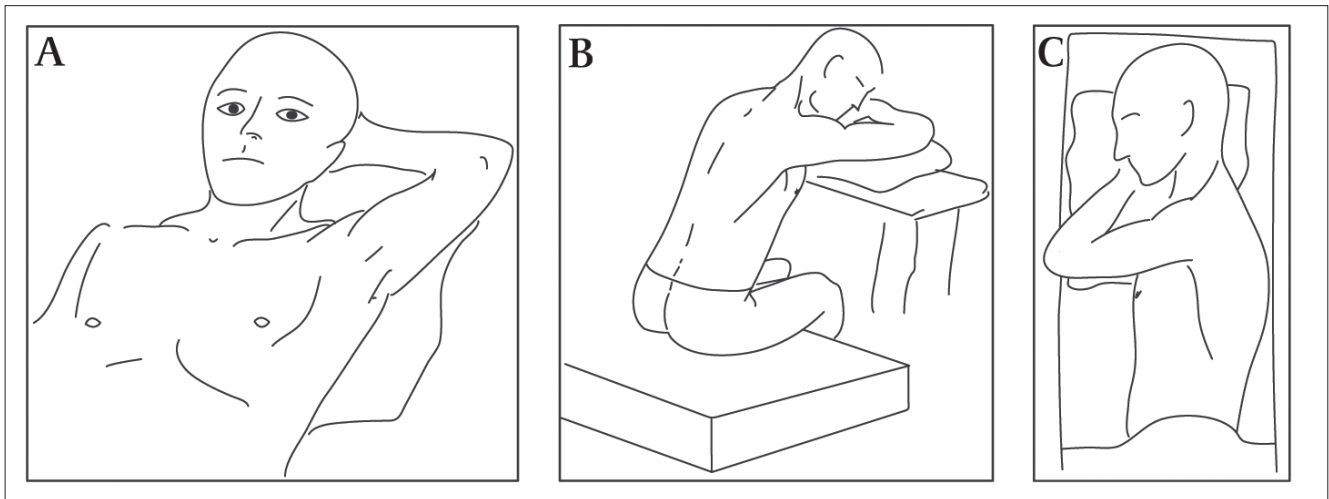
Standart bir drenin takılması için tercih edilen pozisyon yatakta, hafifçe yan dönmüş ve aksiller alanı meydana çıkarmak için lezyon tarafındaki kol hastanın başının altında (Şekil 3A) veya kalçalarının üzerinde olduğu pozisyonudur ya da lateral dekübitus pozisyonudur (Şekil 3C). Bir diğer alternatifte de hasta bir masaya yaslanmak üzere öne doğru eğilmiş bir şekilde oturur, kollarının altına bir yastık konulur (Şekil 3B).

Giriş yeri Şekil 2'de gösterilmiş olan 'güvenli üçgen' olmalıdır. Bu latissimus dorsi'nin dış kenarı, pectoralis major kasının dış sınırı tarafından sınırları çizilen ve beşinci interkostal aralığın horizontal düzleminin üst tarafında yer alan bir alandır. Bu pozisyon altta yer alan yapılara (örneğin internal mammarial artere) gelebilecek riskleri en aza indirir ve kas dokusunda ve meme dokusunda çirkin görünümlü skarlar oluşmasına neden olan zedelenmelerin önüne geçer. Apikal pnömotorakslarda bazen orta klaviküler hatta ikinci interkostal aralık seçilir ama rutin olarak kullanılması önerilmemektedir. Bu pozisyon hastaya rahatsızlık verebilir ve eğer dren yeri çirkin bir skar oluşturursa daha görünür bir yerdedir. Ayakta dolaşılacak bir sisteme sahip küçük bir dren kullanılacaksa tercih edilen yer olabilir. Lokülasyonlu apikal pnömotorakslar torakotomiye takiben nadir olmayarak görülür ve posterior yerleşimli (supraskapul) bir apikal tüp kullanılarak drene edilebilir. Ancak bu teknik ya görüntü kılavuzluğunda ya da göğüs cerrahisi gibi bu teknikte deneyim kazanmış bir operatör tarafından uygulanmalıdır. Eğer dren loküle bir plevral sıvıya yerleştirilecekse, hastanın pozisyonu görüntüleme yöntemleriyle saptanan bu lokülün yeri tarafından belirlenecektir.

#### Giriş yerinin doğrulanması

**\*\* Göğüs dreni takılması esnasında küçük bir iğne ile plevral materyalin aspire edilmesine çalışılmalıdır. Eğer bu mümkün olmazsa göğüs dreni takılmasına devam edilmemelidir.**

İşlemden hemen önce hastanın kimliği kontrol edilmeli ve göğüs tüpünün takılacağı yer ve taraf klinik



**Şekil 3.** Göğüs dreni yerleştirmek için sıklıkla kullanılan hasta pozisyonları. (A) Yarı-yatar pozisyonda, el başın arkasında; (B) Oturur durumda, üzerine yastık konmuş bir masaya doğru hafifçe öne eğilmiş pozisyonda; (C) Lateral dekübitus pozisyonu

bulgular ve göğüs grafileri gözden geçirilerek doğrulanmalıdır. Göğüs dreni takılması için güvenli bir yer belirlendiğinde ve drenin takılmasından hemen önce genellikle lokal anestezi verilirken küçük bir iğne ile plevra boşluğunda bulunması beklenen materyal (hava veya sıvı) aspire edilmelidir. Eğer hiçbir şey gelmiyorsa daha ileri görüntülemeler gerekir.

### Görüntü kılavuzluğu

**\*\* Sıvı için takılacak bütün drenlerin görüntü kılavuzluğu altında yerleştirilmesi kuvvetle önerilmektedir (B).**

Göğüs tüpü yerleştirilmesinde ultrason kılavuzluğunu klinik kılavuzluk ile karşılaştıran bulgular, plevral aspirasyona ilişkin bulgulara göre pek azdır. Plevral aspirasyon bölümünde tanımlanan doğru yer seçimine ilişkin veriler plevral aspirasyon için doğru olduğu kadar göğüs dreni yerleştirilmesi için de doğru olabileceğinden, sezgisel olarak, toraks ultrasonunun kullanılması yanlış dren pozisyonu riskini ve komplikasyonları azaltacaktır.

Pek çok çalışma ultrason kılavuzluğunda yerleştirilen küçük kalibreli drenleri pnömotoraks, (46, 73) plevral enfeksiyon (46, 47, 78-80) ve plevral efüzyonların (46, 47) tedavisinde yüksek etkililik düzeyleri ve düşük komplikasyon oranları ile başarıyla kullanmıştır. Ancak, bu çalışmalar genellikle BT ve fluoroskopiye de içeren karışık görüntüleme araçları kullandıkları için ultrasonun gerçek katkısını belirlemek zordur.

Ultrason bir göğüs dreninin serbest akan plevral sıvıya doğru yerleştirilmesine kılavuzluk yaparken yararlıdır. Keeling (47) 30 hastadan oluşan bir alt grupta görüntü kılavuzluğunda yerleştirilen göğüs drenlerinin basit enfekte olmayan plevral efüzyonların tedavisinde %100 başarılı olduğunu gösterdi. Drenlerin çoğu ultrason kılavuzluğunda yerleştirilmişti. Ancak, bir hastada göğüs dreni yanlış olarak deri altı dokusu içerisine yerleştirilmiş ve bu daha sonra BT kılavuzluğu kullanılarak doğru bir şekilde yeniden takılmıştı. Hiçbir ciddi komplikasyon saptanmamıştı.

Pek çok çalışma görüntü kılavuzluğunda takılan küçük kalibreli drenlerin plevral enfeksiyonların tedavisinde, özellikle de bu efüzyonlar lokülasyonlu olduğunda, etkili olduğunu göstermektedir. Görüntü kılavuzluğunda drenajı, görüntü kılavuzluğunda yapılmayan küçük kalibreli veya büyük kalibreli drenajlar gibi diğer yöntemlerle doğrudan karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Moulton ve arkadaşları (79), Keeling ve arkadaşları (47), Cantin ve arkadaşları (85), Silverman

ve arkadaşları (80) ve Akhan ve arkadaşlarının (78) hepsi de plevral enfeksiyonların tedavisinde ultrason kılavuzluğunda yerleştirilen küçük kalibreli drenleri kullanmışlardır; başarı oranları %73 ile %94 arasında yer almaktadır. Göğüs drenlerini en büyük lokülasyona veya çok lokülasyonlu bir efüzyon tedavi ediliyorsa iki ya da daha fazla ayrı sıvı birikintisine başarı ile yöneltmede ultrason kullanılabilir. Eğer anormallikler ultrasonda iyi görüntülenemiyorsa BT kullanılmalıdır (80). Van Sonnenberg ve arkadaşları (83) konvansiyonel göğüs tüpü drenajı ile tedavide başarı elde edilemeyen ampiyemli hastaları başarılı bir şekilde tedavi etmek için daha büyük bir pozisyon doğruluğuna sahip olan görüntü kılavuzluğundaki küçük kalibreli kateterleri kullanmıştır. Çalışmaya dahil edilen 17 kateterden 13'ü standart göğüs tüpü drenajının başarısız olmasından sonra takılmıştır (bunlardan 10'u yanlış pozisyondaydı ve 2'si küçük loküllerdeydi). Bir bütün olarak ele alındığında, görüntü kılavuzluğunda takılan küçük kalibreli drenler olguların 13'ünde başarılıydı (%76.5).

Pnömotoraks varlığında göğüs dreni yerleştirilmesine kılavuzluk yapmada toraks ultrasonunun katkısı sınırlıdır, çünkü ses dalgalarının hava içerisindeki iletiminin kötü olması nedeniyle yararlı görüntülerin elde edilmesinde zorluk yaşanmaktadır.

### Aseptik teknik

**\*\* Göğüs drenleri giysi, örtü, steril eldiven ve deri temizliği gibi tam asepsi teknikleri uygulanarak temiz bir alanda takılmalıdır. (C)**

Çok sık görülmemekteyse de, dren takılmasını takiben oluşan ampiyem oranının resmi çalışmalarda medikal olarak yerleştirilen drenler için yaklaşık olarak %0.2-2.4 arasında olduğu hesaplanmaktadır (Tablo 2 ve 3), ancak rutin uygulamada bu daha yüksek olabilir. Çünkü komplikasyon oranlarını araştıran yayınlanmış çalışmalarda drenler bu işe ayrılmış acil odalarında veya ameliyathanelerde tam aseptik teknikler kullanılarak yerleştirilmiştir.

Göğüs dreni takılmasını takiben deride veya plevral boşlukta ortaya çıkan enfeksiyon bu işlemin önlenilebilir bir komplikasyondur ve bu nedenle biz steril eldiven, örtüler ve giysileri de kapsayan tüm aseptik tekniklerin uygulanmasını öneriyoruz.

Aynı zamanda göğüs drenlerinin kontaminasyon kaynaklarından uzakta temiz bir alanda ve steril alanın korunabileceği genişlikte bir yerde yerleştirilmesini öneriyoruz. Bu alan genel koğu alanının dışında bir yerde olmalıdır.

### Lokal anestezi

- \*\* İşlemden önce %1'lik lidokain enjeksiyonu yapılmalı, özellikle deri, periost ve plevraya önem verilmelidir.√**

Göğüs dreni takılması hastalar tarafından çok ağrılı bir işlem olarak tanımlanmaktadır ve bu durum daha iyi bir eğitim, sedasyon uygulanması (yukarıya bakınız) ve lokal anestetiklerin cömertçe kullanılması ile daha iyi bir hale getirilebilir. Medikal torakoskopi uygulanan merkezlerde bunun görece olarak daha ağrısız bir prosedür olabileceği fark edilmiştir ve bu nedenle benzer bir tekniğin göğüs dreni takılmasında uygulanması başarılı olabilir ancak bunu doğrulayacak bir kanıt bulunmamaktadır.

Uzmanların görüşü drenin gireceği yerin lokal anestezi alanı oluşturulması şeklindedir. İnterkostal kaslara ve plevraya doğru daha derin bir enjeksiyon yapmadan önce küçük bir iğne kullanılarak deride bir bleb oluşturulur. Derinin yanı sıra periost ve plevra da en duyarlı alanlardır, anestetik maddelerin çoğunun enjekte edilmesi gereken yerler buralarıdır. Kalın bir göğüs duvarı ile karşılaşıldığında spinal iğne gerekebilir, ama yeşil bir iğne ile plevraya ulaşılması halinde doğru yerin seçildiğinden emin olmak için görüntü kılavuzluğundan yararlanılması kuvvetle tavsiye edilmektedir.

Genellikle lidokain (3 mg/kg'a kadar) gibi bir lokal anestetik enjekte edilir. Yüksek dozlar toksik düzeylere ulaşabilir. 3 mg/kg lidokainin intraplevral olarak verildiği hastaların %85'inde lidokainin doruk konsantrasyonlarının <3 mg/ml olduğu (yani nörotoksik etkilere yol açacak konsantrasyondan daha düşük olduğu) saptanmıştır. Etkili bir anestezi alanı oluşturulmasında verilen hacmin dozdan daha önemli olduğu düşünülmektedir ve bu nedenle seyreltilmiş bir preparat (%2'den ziyade %1) tercih edilmektedir. Hemostaza yardımcı olmak ve anesteziyi lokalize etmek için epinefrin bazı merkezlerde kullanılmıştır ama bu bağlamda henüz araştırılmamıştır. Epinefrin kullanımı 5mg/kg'a dek lidokainin enjekte edilmesine izin vermektedir.

### Dren takma tekniği

- \*\* Drenler asla önemli bir güç kullanılarak takılmamalıdır.√**
- \*\* Dilatör hiçbir zaman deriden plevraya kadar olan mesafeyi 1cm'den daha fazla geçecek şekilde sokulmamalıdır.√**
- \*\* Travma olgularında veya büyük kalibreli drenlerin takılması durumunda künt diseksiyon uygulanmalıdır.(C)**

### Küçük kalibreli Seldinger tekniği

Göğüs tüpü takmak için kullanılan Seldinger tekniği 2003'te bir önceki kılavuzun yayınlanmasından bu yana en yaygın dren takma yöntemi haline gelmiştir. Pek çok merkezde tıbbi servislerde dren takmanın tek yöntemidir ve pek çok doktor bir başka yöntemle dren takma konusunda hiç eğitim almamıştır. Bu teknik takdim edildiğinde, özellikle ultrason kılavuzluğunda bunu yerleştiren radyologların ilk deneyimlerine dayanılarak, dren takmanın daha kolay ve daha güvenli bir yolu olacağı düşünülmüştür. Uygun bir eğitim almış olmaları ve hastanelerinde kullanılan ekipmana aşina olmaları halinde, bu teknik diğer doktorlar tarafından da güvenli bir şekilde uygulanabilir.

Plevral boşluğa bir iğne sokulur ve iğne ucunun plevral boşlukta doğru yerde olduğunda emin olmak için bu aşamada plevranın içindeki materyal aspire edilmelidir. İğnenin plevral boşluğa girdiğindeki boyu kaydedilir. İğnenin içerisinden bir kılavuz teli geçirilir ve gereksinime göre plevral kavitenin apikal veya bazal bölümlerine doğru tele nazikçe kılavuzluk etmekte kullanılır. Daha sonra kılavuz teli yerinde bırakılarak iğne çıkarılır ve küçük bir deri insizyonu yapılır. Daha sonra hafif bir bükme hareketi kullanılarak dilatör nazikçe kılavuz telinin üzerinden geçirilir. Göğüs dreni takılmasının sonucu olarak bildirilen yaralanmaların çoğu dilatörün neden olduğu viseral delinmelere bağlıdır. Güç uygulanması gereksizdir ve dilatörün, uygulama iğnesi ile ölçülmüş olduğu gibi, plevra boşluğuna yalnızca 1 cm girmesi yeterlidir. Dilatörü bu derinlikte sabit tutarak veya bazı kitlerde bulunan belirteçler kullanılarak dren takılırken aşırı bir derinliğe ulaşılmamasından kaçınılabilir.

Daha sonra drenin boyutuna ulaşmaya dek farklı boyutlarda dilatörler kullanılarak dren yolu genişletilir. Bundan sonra dren pnömotoraks için yukarı bölümler veya drene edilecek sıvı için uygun bölümler hedeflenerek kılavuz telinin üzerinden nazikçe içeriye sokulur. Derinlik en son drenaj deliğinin plevral boşluk içerisinde olduğundan emin olacak kadar fazla olmalıdır (yaklaşık 5-10 cm) ama sapına kadar itilmesi gerekmez. Daha sonra dren içeride bırakılarak kılavuz teli çıkarılır. Ayarlanana kadar drenin ağzı kapalı tutulmalıdır ve daha sonra da bir drenaj sistemine bağlanmalıdır.

### Büyük kalibreli künt diseksiyon

- \*\* Cerrahi olarak takılan göğüs drenleri künt diseksiyon ile takılmalıdır. Trokar kullanılmamalıdır. (C)**

Anestezi etkisini göstermeye başladığında kaburganın hemen üzerinden ve ona paralel olarak bir inzis-

yon yapılmalıdır. Bu operatörün parmağından ve tüpün biraz daha büyükçe olmalıdır. Büyük kalibreli göğüs tüpü yerleştirirken trokar kullanılmasını takiben önemli intratorasik yapılarda hasar olduğu bildirilen pek çok olgu vardır. Bir göğüs tüpü yerleştirilmesine kılavuzluk etmek üzere trokar kullanılması en yüksek komplikasyon oranları ile ilişkilidir (58) ve hatalı pozisyona sahip göğüs tüplerini inceleyen yeni bir çalışmada bunların hepsi trokar tekniği ile takılmıştı (86). Bu nedenle asla bir trokar kullanılmamalıdır.

Bu nedenle derialtı dokusunun ve kasların plevraya ulaşmaya dek künt diseksiyonu evrensel hale gelmiştir ve önemlidir. Retrospektif bir çalışmada (87) künt diseksiyonun kullanıldığı 447 olguda yalnızca dört teknik komplikasyon görülmüştür. Spencere Wells klemp veya benzerleri kullanılarak ve kas liflerini birbirinden ayırmak için klemp açılarak göğüs duvarı boyunca bir yol oluşturulur. Geniş bir göğüs dreninde (>24 F), altta yatan ve tüp takılması sırasında hasar görebilecek bir organ bulunmadığından emin olmak için bu yol toraks kavitesine dek bir parmak ile muayene edilmelidir. Bu, iç organların yer değiştirmesinin dren takılmasını özellikle tehlikeli hale getirebileceği toraks travması olgularında zorunludur. Dren takılması sırasında asla aşırı güç kullanılması gerekmez.

### Sütürler ve drenin sağlamaştırılması

Dren takılmasının sık karşılaşılan bir komplikasyonu genellikle yetersiz sağlamaştırma tekniklerinin bir sonucu olarak drenin kaza ile yerinden çıkmasıdır. Takıldıktan sonra düşmesini engellemek için drenin kendisi sağlamaştırılmalıdır. Çeşitli teknikler tanımlanmıştır ancak tüpün sabitlenmesiyle ilgili her hangi bir teknik kontrollü bir çalışmanın konusu olmamıştır. Seçilecek sütür parçalanmanın önlenmesi için sağlam ve absorbe edilemez bir sütür olmalıdır (örneğin '0' veya '1-0' ipek) ve güvenli olduğundan emin olmak için yeterli deri ve deri altı dokusunu kapsamalıdır. Ayrıca deriyi fikse eden ve daha sonrada drene tutturulan ticari olarak bulunabilen pansuman malzemeleri de kullanılabilir. Ancak bu pansuman malzemelerinin dreni sabitleştirmede ve deri yüzeyindeki bükülmeleri önlemede yararlı olmasına karşın, drenin yerine sıkıca dikişler ile sabitlenmesi gereksiniminin yerini alamayacağı vurgulanmalıdır.

Giriş yerinde çok miktarda flaster ve ped kullanılması gereksizdir ve bunların göğüs duvarı hareketini kısıtlayabileceği veya nemliliği arttırabileceği konusundaki endişeler dile getirilmiştir. Şeffaf bir pansuman hemşirelerin sızıntı veya enfeksiyon açısından yara yerini gözlemlenmelerine olanak sağlar. Tüpün kıvrılmasını önlemek ve giriş yerindeki basıyı azaltmak için

tüpün göğüs duvarından biraz uzakta tutulmasını sağlamak üzere flasterlerle bir askı (omental tag of tape) yapılmaktadır (Şekil 4).

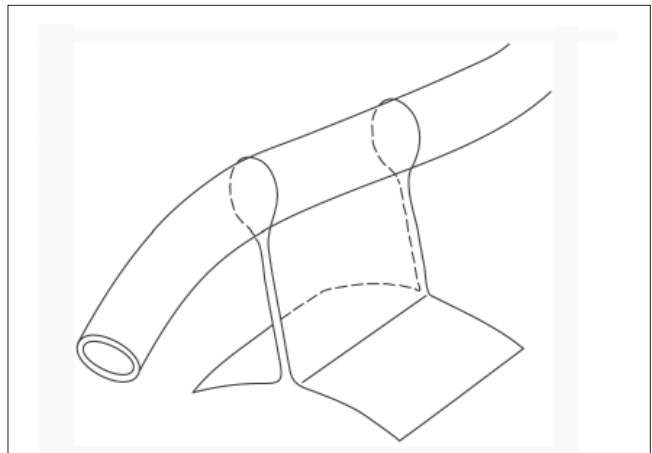
Geniş kalibreli bir dren takıldığında dren yerleştirilmesi sırasında yaranın kapatılması için bir sütür konulmalıdır. Genellikle bir matris sütür veya inzisyon boyunca sütürler kullanılır ve hangi kapatma tekniği kullanılmış olursa olsun dikiş çizgisel bir insizyona uygun bir tipte olmalıdır. Komplike 'purse-string' sütürü (kese dikişi) kullanılmamalıdır, çünkü çizgisel bir yarayı hastaya acı verecek ve çirkin görünümlü bir yara izi bırakabilecek dairesel bir yara haline getirirler. Küçük kalibreli drenlerde yarayı kapatmak için sütür kullanılması genellikle gerekmez.

### Dren pozisyonu

- \*\* Eğer bir drenin pozisyonunun yanlış olduğundan kuşulanılıyorsa bunun varlığını doğrulayacak ya da dışlayacak en iyi yöntem BT taramasıdır.(C)
- \*\* Bir göğüs dreni yanlış pozisyonunda düzeltilebilmesi için dışarıya doğru çekilebilir ama enfeksiyon riski nedeniyle asla içeriye doğru itilmemelidir.√
- \*\* Enfeksiyona neden olabileceği için asla bir önceki dren ile aynı delikten yeni bir dren takılmamalıdır.√

Eğer olanaklı ise, tüpün ucu pnömotoraksi boşaltmak için apekse ve sıvıyı drene etmek için bazale doğru yönlendirilmelidir. Ancak dren ideal pozisyonda olmasa bile başarılı bir drenaj elde edilebilir ve bu nedenle etkin bir şekilde çalışan tüplerin yeri yalnızca ideal radyolojik görünümde olmadıkları için değiştirilmemelidir.

Düz göğüs grafisinde kabul edilebilir bir pozisyonda görünmesine karşın başarısız olan drenlerde bir BT taraması yapılarak bunun nedeni gösterilebilir. Bir göğüs tüpü parankim içerisinde veya ekstraplevral alanda



Şekil 4. Flaster ile askı tekniği (omental tape)

olabilir ve göğüs grafisi onun pozisyonun yanlış olduğuna dair bir ipucu vermeyebilir (55, 56, 88).

### **Drenaj sistemleri**

**\*\* Göğüs dreni havanın veya sıvının plevral boşluğa girmesini engelleyecek bir valf mekanizmasına sahip olan bir drenaj sistemine bağlanmalıdır. Bu bir sualtı sistemi, flutter valf veya bilinen diğer mekanizmalar olabilir.√**

Pek çok drenaj sistemi bulunmaktadır. En yaygını kapalı sualtı drenajı şişeleridir ama flutter torbaları ve Heimlich valfleri de ambulatuvar drenaj elde etmek için başarıyla kullanılmıştır, ayrıca pek çok başka mekanizma da tanımlanmıştır. Bütün drenaj sistemleri akımın tek bir yöne gitmesine izin verirler.

Kapalı sualtı drenajı şişeleri yanda havanın kaçmasına izin veren bir valfi bulunan bir tüpün yaklaşık 3 cm derinlikte suya batırıldığı veya bir aspiratör pompasına bağlanabildiği bir sistemdir. Bu operatörün pnömotoraks olgularında akciğer re-ekspanse olurken dışarıya çıkan hava kabarcıklarını veya ampiyemlerde, plevral efüzyonlarda veya hemotoraksta sıvı boşalma hızını görmesine olanak sağlar. Hava kabarcıklarının devam etmesi viseral plevradan devam eden hava kaçağını düşündürür ama bu aynı zamanda aspiratöre bağlı olan hastalarda dren kısmen toraksın dışında ise ve tüpün deliklerinden biri hava alacak durumda ise de görülebilir. Tüpteki inspiratuvar osilasyonlar tüpün açık olduğunu göstermede yararlıdır ve tüpün plevral kavite içerisinde olduğunu da doğrular. Kapalı sualtı sisteminin dezavantajları zorunlu olarak hastanede kalmayı gerektirmesi, hastanın mobilizasyonunun zor olması ve şişenin devrilmesi riskidir.

Pnömotoraks olgularında, özellikle ambulatuvar hasta ve hatta dışarıdan hasta takibine izin verdikleri için, Heimlich flutter valflerinin kullanılması desteklenmiştir ve bunların başarı oranları da %85-95 arasındadır. Küçük göğüs tüpleri ve Heimlich valfi ile tedavi edilen 176 pnömotoraks olgusundan yalnızca sekizinde başarısız olunmuştur (tüpün fonksiyonları veya yerleştirilmesindeki sorunlar nedeniyle hastaneye yatış) (89). Ortalama hastanede kalış süresinin toraks valfi ile 5 saat ve kapalı sualtı sistemi ile 144 saat olduğu ve 5660 ABD \$ tasarruf sağladığı bildirilmiştir (90). Ancak, bu tür valflerin yanlış kullanımına (akım yönünün yanlış olması) ve bunun sonucunda tansiyon pnömotoraksı gelişmesine ilişkin olgu raporları bildirilmiştir. Flutter valfleri tıkanma eğilimi gösterdikleri için sıvı drenajında kullanılamazlar. Ancak, BK'da pnömotoraksın ilk aspirasyonu ile hastane yatış sürelerinin benzer biçim-

de kısaldığı görülmüştür (pnömotoraks kılavuzuna bakınız).

Flutter valfi ve havalandırma deliği ile birleştirilmiş bir drenaj torbası post-operatif olarak başarı ile kullanılmıştır ama aynı zamanda klinik uygulamalarda da başarı ile kullanılmaktadır. Malign plevral efüzyonların drenajında palyatif tedaviye ve dışarıdan hasta takibine yardımcı olmak için drenaj torbası içeren kapalı bir sistem veya üçlü musluk aracılığı ile aspirasyon kullanıldığı belirtilmektedir. Kalıcı tünelli plevral kateterlerdeki en son gelişmeler bunların yerini alacak gibi görünmektedir.

### **Göğüs dreninin bakımı**

- \*\* Göğüs dreni olan bütün hastalar tedavilerinde deneyimli bir medikal veya cerrahi ekibin bakımı altında olmalıdır ve serviste bakımlarına aşına bir hemşire tarafından izlenmelidir.√**
- Sıvı drenajının oranı ve drenin klempenmesi**
- \*\* Hava kabarcıklarının çıktığı bir dren asla klempenmemelidir (C).**
- \*\* Drenin takılmasından sonraki ilk 1 saat içerisinde maksimum 1.5 L drene edilmelidir (C).**
- \*\* Büyük plevral efüzyonların drenajı re-ekspansiyon pulmoner ödemi komplikasyonunu önlemek için kontrollü bir şekilde yapılmalıdır (C).**

Devam eden bir hava kaçağının varlığında göğüs dreninin klempenmesi bazen potansiyel olarak ölümcül olabilecek bir komplikasyon olan tansiyon pnömotoraksına yol açabilir. Bu nedenle hava kabarcıkları gelen bir dren asla klempenmemelidir.

Drenlerin daha deneyimsiz klinisyenler tarafından uygunsuz bir şekilde klempenmesini önlemek için "bir dreni klempleme" şeklindeki genel kuralın pek çok durumda güvenli bir yaklaşım olduğu düşünülmüştür. Ancak, pek çok deneyimli klinisyen yatak başında fark edilemeyen küçük hava kaçaklarını saptayabilmek için göğüs drenlerinin çıkarılmadan önce klempenmesini desteklemektedir. Bir göğüs dreninin saatlerce klempenmesi ve sonrasında bir göğüs grafisi çekilmesi ile pnömotoraks nüksü olasılığı dışlanabilir. Genellikle önerilmese de, böyle bir stratejinin deneyimli uzmanlar tarafından kullanılması kabul edilebilir. Klempenmiş dren göğüs drenleri konusunda deneyimli olan ve klinik bozulduğu anda klempeni açabilecek olan bir hemşire ekibi tarafından yakından gözlenmelidir.

Plevral efüzyon olgularında, ilk bir saat içerisinde drene edilecek sıvı miktarı maksimum 1.5 L olmalıdır. Bir saat sonra sıvının geri kalanı yavaş yavaş drene edilebilir. Bu durumda RPÖ riskini önlemek için sıvı

volümü kontrol altında tutulmalıdır (daha önceki bölümlere bakınız).

### **Aspiratör ile aspire edilmesi**

Medikal bir senaryoda aspiratör ile aspirasyon işleminin kullanılmasını öneren veya karşı çıkan bir kanıt bulunmamaktadır, ancak bir türlü rezolüsyon göstermeyen pnömotoraksların tedavisi başta olmak üzere yaygın olarak kullanılmaktadır. Travma hastalarında ve post-operatif hastalarda aspirasyon işleminin pnömotoraksın rezolüsyon süresini veya göğüs tüpünün kalma süresini azaltmadığı (91, 92) ve bazı olgularda potansiyel olarak daha fazla zarar verebileceği gösterilmiştir (93, 94) yine de, bu bulguların göğüs drenlerinin medikal uygulamalarına ekstrapolasyonu zordur. Spontan pnömotorakslı hastaları kapsayan bir çalışmada da aspiratör ile aspire etme işleminin kullanılmasının tedavi sonuçlarını değiştirmede gösterildi, ama buradaki hasta sayısı azdı (95).

Eğer aspiratör kullanımı gerekli olursa, bu kapalı sualtı sisteminde ve 10-20cm H<sub>2</sub>O düzeyinde yapılmalıdır. Büyük bir kaçakla başa çıkabilmek için yüksek hacimli düşük basınçlı bir sistem (örneğin Vernon-Thompson) gereklidir. Hızlı hava akışı ile başa çıkamayacağı için düşük hacimli, yüksek basınçlı bir sistemin (örneğin Roberts pompası) kullanılması uygun değildir; çünkü bu klemplemeye benzer bir etki gösterir ve tansiyon pnömotoraks oluşması riskine yol açabilir. Bir duvar aspiratörü adaptörü de uygun olabilir, ancak göğüs drenlerinin özel bir toraks aspirasyon regülatörüne bağlanması ve başka amaçlarla kullanılan yüksek negatif basınç regülatörlerine doğrudan bağlanmaması gerekir.

### **Göğüs drenlerinde hemşire bakımı**

- \*\* Göğüs drenleri, göğüs drenlerine ve tedavisine aşına olan servislerde tedavi edilmelidir.√
- \*\* Drenler yara enfeksiyonu, drene edilen sıvı hacmi ve sıvıda osilasyon veya hava kabarcıklarının görülüp görülmediğinin saptanması için her gün kontrol edilmelidir.√

Hastalar göğüs tüplerine aşına olan bir serviste tedavi edilmelidir. Hemşire personelin uygun bir eğitim almış olması zorunludur ve göğüs dreni ile ilgili olarak medikal ve hemşirelik ekiplerinin birbiriyle iletişim içerisinde olması yaşamsal önemdedir. Eğer kapalı sualtı drenajı kullanılmışsa şişenin her zaman giriş yerinden daha aşağıda tutulması, şişenin dik durduğundan ve sistemde tüpün alt ucunu örtmeye yetecek kadar su bulunduğu emin olunması konusunda direktifler

verilmelidir. Drenaj/hava kabarcıkları miktarına ve suda solunuma bağlı osilasyonun varlığına ilişkin günlük değerlendirmeler tercihan bu işe ayrılmış bir dren çizelgesine kaydedilmelidir. Göğüs dreni klemplenmesine ilişkin direktifler verilmeli ve bunlar kaydedilmelidir. Hastaların kendi göğüs tüplerinin ve drenaj sistemlerinin sorumluluğunu almaları özendirilmelidir. Onlara kapalı sualtı drenaj şişelerini göğüslerinden daha aşağıda tutmaları ve örneğin dren giriş yerinde çekilme gibi her hangi bir sorunla karşılaştıklarında bunu bildirmeleri öğretilmelidir. Servislerde hastalar ve hemşireler için eğitim materyalleri (örneğin broşürler) bulunmalıdır.

### **Drenin çıkarılması**

Drene edilen sıvı miktarı günde 200 ml'nin altına indiğinde, pnömotoraks rezolüsyona uğradığında (konuya ilişkin özel kılavuza bakınız) veya dren artık iş görmediğinde göğüs tüpü çıkarılmalıdır. Tüp, bir asistan daha önceden yerleştirilmiş matris dikişini bağlar-ken hızlı ve kesin bir hareketle çıkarılır. Tüpün inspirasyonda veya Valsalva manevrası ile ekspirasyonda çıkarılmasını karşılaştıran bir çalışmada hemen veya kısa sürede pnömotoraks görülme riskinde bir farklılık saptanamamıştır (96).

Pnömotoraks olgularında tüp genellikle hava kabarcıklarının çıkışı kesilinceye kadar çıkarılmaz; bu durumda da tüpün yerinde olduğundan emin olunmalı ve akciğerlerin re-ekspansiyonu göğüs grafisi ile gösterilmiş olmalıdır. Çıkarılmadan önce drenin klemplenmesi genellikle gereksizdir. Aspiratör kullanılan drenlerde, travma hastalarında drenin çıkarılmasından önce bir süre yalnızca kapalı sualtı drenajının uygulanması olasılıkla ciddi pnömotoraksların nüks oranlarını azaltmaktadır (97), ancak küçük bir çalışmanın sonuçları bu görüşle uyuşmamaktadır (98). Medikal uygulamalara yön verecek çalışmalar bulunmamaktadır, ama genel uygulama aspiratör ile aspire işleminden sonra bir süre yalnızca kapalı sualtı drenajının uygulanmasına izin vermek ve dren çıkarılmadan önce aspiratörsüz olarak geçirilen dönemde pnömotoraks oluşmadığını kontrol etmek şeklindedir.

## **Toraks Ultrasonu**

### **Ultrason fiziği**

Medikal ultrasonlar dokuları araştırmak için bir transdüser tarafından oluşturulan 2.5 ve 12 MHz arasındaki ses dalgalarını kullanır. Ses dalgaları doku içerisindeki yolculukları boyunca zayıflarlar. Bu dalgaların bir bölümü ya da hepsi doku empedansları arasında farklılıkların bulunduğu doku ara yüzeylerinde yansıtılırlar. Geri

dönen dalgalar bir transdüser tarafından saptanır ve bir görüntüye dönüştürülür.

Ses dalgalarının katılardan ve sıvılardan geçişini yönlendiren fizik yasalarının anlaşılması, elde edilen görüntülerin anlaşılmasını ve tarama tekniklerinin en uygun hale getirilmesini sağlayacaktır.

Sıvılar ses dalgaları için mükemmel bir iletken ve ultrasonda siyah olarak görülürler, oysa hava ses iletimini etkin bir şekilde bloke eder ve düzensiz bir kar fırtınası görüntüsü oluşturur. Karaciğer ve dalak gibi iç organlar ise bu yapılar tarafından yansıtılan ses dalgalarının oranına bağlı olarak farklı ekojenitelere sahiptirler.

Ultrason görüntülerinin maksimum derinliği ve çözünürlüğü ses dalgalarının frekansı ile ilişkilidir. Düşük frekanslar daha uzun dalga boylarına sahiptir ve bu nedenle doku penetrasyonları daha iyi ama çözünürlükleri daha düşüktür. Yüksek frekanslar daha yüksek görüntü tazeleme hızlarında yüksek görüntü çözünürlükleri sağlayan ama doku penetrasyonları düşük olan, daha kısa dalga boylarına sahiptir.

### Normal toraks ultrason görünümü

Toraksın ultrason ile muayenesi akciğerlerdeki ses dalgalarını iyi iletemeyen hava ve toraksı çevreleyen skapula ve kaburgalar gibi kemik yapıların akustik gölgeleri nedeniyle sınırlıdır. Ancak, akustik pencere konsepti (99) bir plevral efüzyon veya plevraya bitişik pulmoner konsolidasyon ya da tümör gibi plevral patolojilerin varlığında toraksın etkin bir ultrason incelemesine izin vermektedir.

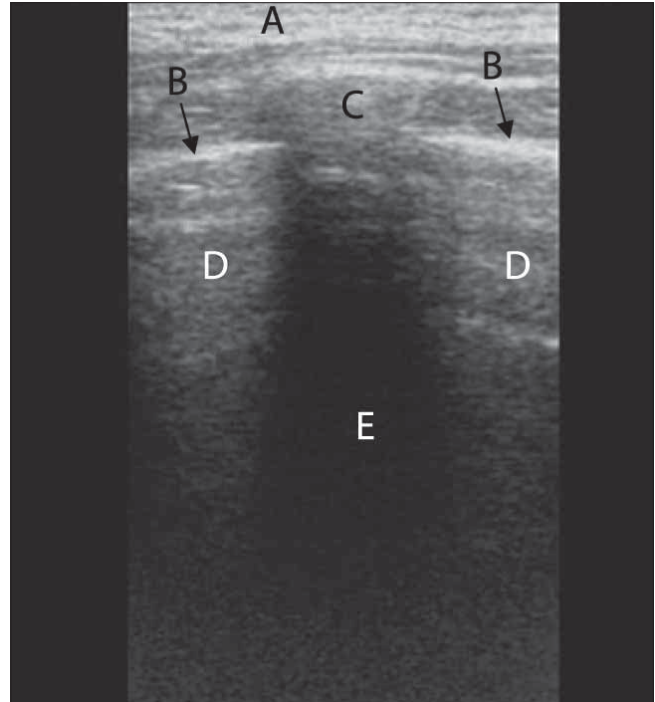
Normal bir toraksın ultrason görünümü iyi tanımlanmıştır (100-104). Transdüserin longitudinal planda tutulması ile kaburgalar ultrasonda posterior akustik gölgeleri olan birbirini izleyen kıvrık yapılar olarak görülür (Şekil 5). Bunları örten kaslar ve fasya yumuşak doku ekojenitesine sahip lineer gölgeler ile temsil edilir. Pariyetal ve viseral plevralar düşük frekanslı bir transdüser kullanıldığında genellikle kaburgaların altında, soluk alıp verme ile 'kayan' ya da 'süzülen', 2 mm'den daha kalın olmayan, tek bir ekojenik çizgi olarak görülür. Yüksek frekanslı bir transdüser kullanıldığında iki ayrı çizgi görülebilir. Havalanması normal olan bir akciğer ses dalgalarının ilerlemesini engeller ve gelişigüzel bir kar fırtınası görünümü ile karakterize olur; bu görünüme transdüserden uzaklaşıldıkça yoğunluğu azalan yankı (reverberation) artefaktlarına neden olur. Plevradaki bozukluklara bağlı olarak kuyruklu yıldız (comet-tail) artefaktları da görülebilir ve bunlar en iyi akciğer kaidelerinde görülürler. Diyafragmalar solunum hareketi ile yukarı çıkıp aşağıya inen parlak eğri yapılar olarak görülür. Karaciğer ve dalak diyafragmanın sağ

ve sol taraflarındaki karakteristik ultrason görünümleri ile kolayca tanınırlar.

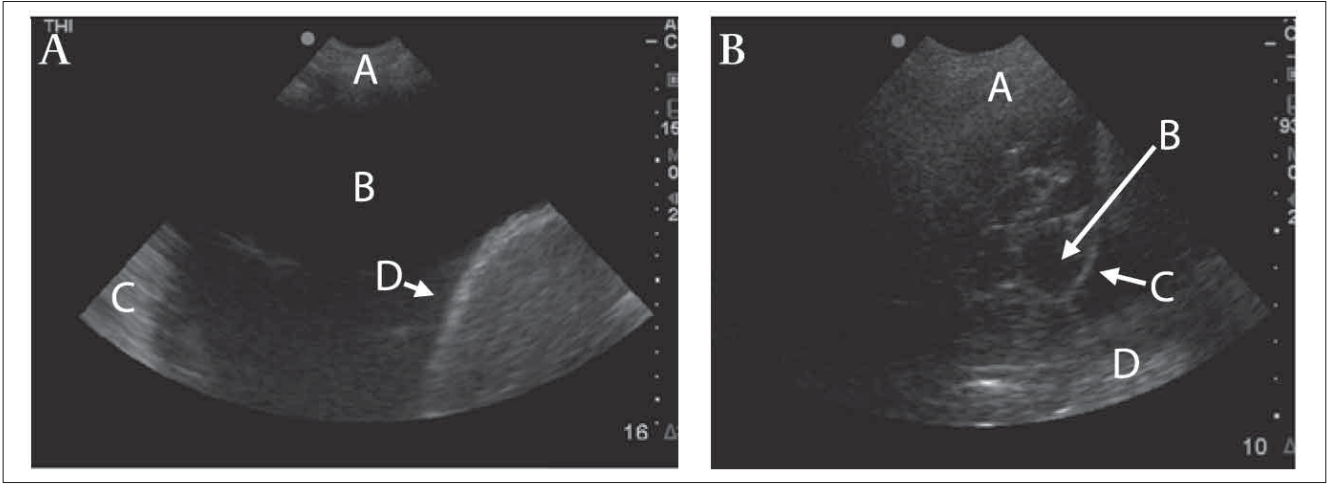
### Anormal toraks ultrason görünümleri Plevral efüzyon

Ultrason plevral sıvının saptanmasında lateral dekübitus grafileri de dahil olmak üzere göğüs grafilerinden ve klinik muayenelerden daha büyük bir duyarlılığa sahiptir (105). Bir plevral efüzyon ultrasonda solunum ile şekilleri değişen pariyetal ve viseral plevra yaprakları arasında anekoik veya hipoekoik bir alan olarak görülür (Şekil 6A) (106, 107). Plevral sıvının diğer ultrasonik özellikleri arasında altta yatan akciğer dokularının sıkışma ateletazisi ve hareket edebilen septalar nedeniyle ortaya çıkan türbülant eko dansiteler, çırpınan veya sallanan 'dile benzer' yapılar da yer almaktadır (106). İç ekojenitesine ve septasyonların varlığına bağlı olarak plevral efüzyonlar sınıflandırılabilir; eğer tamamen ekosuz ise anekoik, eğer ekojenik türbülant dansiteler varsa septasyonsuz kompleks ya da eğer sıvı içerisinde ince telcikler varsa septasyonlu kompleks olarak sınıflandırılabilirler (Şekil 6B) (103 108). Anekoik efüzyonlar transüda ya da eksüde olabilir, ama kompleks efüzyonlar her zaman eksüdadır (103).

Sıvının hacmi çeşitli formüller kullanılarak hesaplanabilir, ama bunlar esas olarak mekanik ventilasyon almakta olan hastalara uygulanır (109, 110) ve bunların



Şekil 5. Akustik kaburga gölgelerinin olduğu normal akciğer: A, yumuşak dokular; B, plevra; C, kaburga; D, normal akciğer; E, akustik kaburga gölgesi



**Şekil 6.** Plevral efüzyonlar. (A) Büyük anekoik plevral efüzyon: a, toraks duvarı; B, plevral efüzyon; C, akciğer; D, diyafragma. (B) Lokülasyonlu plevral efüzyon: A, toraks duvarı; B, bir lokül içerisindeki plevral sıvı; C, lokülün duvarı; D, akciğer

pratikte ventile edilemeyen hastalara uygulanması zordur. Tsai ve arkadaşları tarafından alternatif bir sınıflandırma önerilmiştir (111): (1) eğer ekosuz alan kostafrenik sinüste ise ise minimal; (2) eğer ekosuz alan kostofrenik sinüsü aşmış ama hala tek bir prob alanı içinde kalıyorsa az; (3) eğer ekosuz alanın büyüklüğü bir ila iki prob alanı arasında ise orta; ve (4) eğer alan 2 prob alanından daha geniş ise fazla olarak sınıflandırılmalıdır. Ayrıca, eğer plevral efüzyonun derinliği <1cm ise genellikle sıvı alınmayacak kadar az olarak değerlendirilir (106).

#### Plevral kalınlaşma

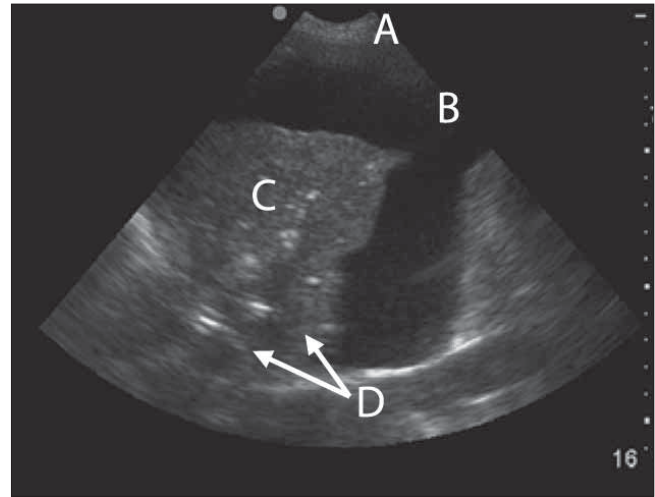
Bazen minimal bir plevral efüzyonu, anekoik veya hipoeoik bir çizgi şeklinde ortaya çıkabilecek plevral kalınlaşmadan ayırt etmek zor olabilir. Renkli Doppler kullanıldığında viseral ve parietal plevra arasında kaotik çizgisel renkli bir bandın görülmesi plevral sıvının saptanmasında yalnızca gri skalalı ultrasonlara kıyasla daha yüksek bir duyarlılığa sahiptir ve bu 'renkli sıvı bulgusu' olarak bilinir (112, 113). Ancak, bunun rutin olarak uygulanması ve yorumlanması olasılıkla radyolog olmayanların uzmanlığı dışında kalmaktadır.

#### Malign plevral efüzyon

Toraks ultrasonu malign plevra efüzyonlarının tanısını kolaylaştırabilir. Plevral veya diyafragmatik kalınlaşmanın veya nodüleritenin (99, 114) veya malignitesi olduğu bilinen hastalarda ekojenik türbülans paterninin (115) bulunması büyük ölçüde malign plevral efüzyonu düşündürür.

#### Pulmoner konsolidasyon

Pulmoner konsolidasyon komşuluğunda akustik bir pencere olarak işlev gören bir plevra efüzyonu varsa



**Şekil 7.** Plevral efüzyonla beraber akciğer konsolidasyonu. A, toraks duvarı; B, plevral efüzyon; C, konsolide akciğer; D, hava bronkogramları

veya doğrudan plevraya bitişikse sonografik olarak görülebilir (Şekil 7). İçinde hava veya sıvı bronkogramları bulunan, kama şeklinde, düzensiz ekojenik alan olarak görünür (116, 117). Renkli doppler ultrasonunda renkli akım ile dallanan tübüler yapılar görülebilir (113).

#### Parapnömonik efüzyon ve ampiyem

Parapnömonik efüzyonlar genellikle hiperekoiktir ve septasyonlar gösterir ama hiperekoik ve septasyonsuz ve hatta anekoik bile olabilir (118). Ultrason septasyonları göstermede BT'den daha iyidir (118). Ancak, loküle plevral sıvı toplanmaları arasındaki ilişkiyi, parankimal konsolidasyonu ve mediasteni daha iyi tanımladıkları için kompleks plöroparankimal hastalıklarda BT tercih edilir (119). Septumların varlığı mutlaka lokülasyon

olduğunu göstermez, sıvı hemitoraks içerisinde serbestçe dolaşabilir (118).

Kanıtlanmış parapnömonik efüzyonları veya ampiyemleri olan 36 hastayı kapsayan bir çalışmada Kearney ve arkadaşları ultrason görüntüleri ile Ampiyemin Light kriterleri, pü varlığı veya cerrahi girişim gerekliliği arasında bir korelasyon saptayamadı (118). Bunun aksine, başka iki çalışma septasyonlu parapnömonik efüzyonların daha kötü sonuçlara sahip olduğunu göstermiştir (120, 121). Chen ve arkadaşları sonografik olarak görülebilen septasyonların daha uzun süre hastanede kalma, daha uzun süren göğüs tüpü drenajı, daha yüksek fibrinolitik tedavi ve cerrahi girişim olasılıkları ile ilişkili olduğunu gösterdi (120). Shankar ve arkadaşları kompleks septasyonlu parapnömonik efüzyonların göğüs tüpü drenajı ile %62.5 rezolüsyon oranına sahip olmasına karşın kompleks septasyonsuz parapnömonik efüzyonların %81.5 rezolüsyon oranına sahip olduğunu saptadı (121).

Yeterli antibiyotik tedavisine karşın devam eden plevral enfeksiyon genellikle yerleştirilen göğüs dreninin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır, bu özellikle lokülasyonların varlığında görülür (122). İki çalışma parapnömonik efüzyonların ve ampiyemin esas tedavisinde ultrason kılavuzluğunda göğüs drenajı yapılmasının yararlı olduğunu %78 (121) ve %72'lik (80) tümsel başarı oranları ile göstermiştir. Başarısızlık ile ilişkili faktörler küçük kalibreli göğüs tüplerinin tıkanması, inatçı pnömotoraks veya plevral kabuk oluşumu idi (80).

### **Pnömotoraks**

Pnömotoraks veya hidropnömotoraksın varlığı ultrasonografik olarak plevral 'hareketin' olmaması ve yankı (reverberation) artefaktlarının varlığı ile gösterilebilir (123, 124). Bir hastane ortamında pnömotoraks tanısında toraks ultrasonunun yararı, göğüs grafilerinin kolayca elde edilebilecek durumda olması ve yayınlanan raporların verilerinin çelişkili olması nedeniyle sınırlıdır. 53 hastada transbronşiyal biyopsiyi veya bir göğüs dreninin çıkarılmasını takiben işlem sonrasında oluşan pnömotoraksları saptamak amacıyla yapılan ve bir göğüs grafisi veya BT taraması ile karşılaştırılan yüksek frekanslı transdüser ile uygulanan toraks ultrasonu ve apikal taramalar %100'lük bir duyarlılığa sahipti (124). Ultrasonu BT taraması ile kıyaslayan daha eski bir rapor akciğer biyopsisini takiben daha düşük bir duyarlılık gösterdi (125) ve yeni yayınlanan bir rapor da ultrasonun ampiyemde daha az duyarlı ve daha az özgül olduğunu ileri sürmekteydi (126).

### **Toraks ultrasonu tekniği**

Toraks ultrasonu için kullanılan teknik pek çok derleme makalesinde (102, 104, 111) ve Koh ve arkadaş-

larının görüntüler ve video da içeren online makalesinde (127) gayet iyi tanımlanmaktadır. Hasta ya oturur pozisyonda ya da çok hasta ise lateral dekübitus pozisyonunda olmalıdır. Ultrason incelemesinden önce göğüs grafisi gözden geçirilmelidir.

Ekran kontrastını en üst düzeye çıkarabilmek için ortam aydınlatması azaltılmalıdır. Genellikle 3.5-5 MHz'lik bir sektör transdüseri plevral sıvı da dahil olmak üzere intratorasik ve üst abdominal yapılarla ilişkin iyi görüntüler sağlar. Plevranın ayrıntılı tetkiki içinse 5-10 MHz'lik lineer transdüser seçilmelidir. Transdüser ile incelenecek alan arasında akustik jel uygulanmalıdır. El ayasının medial tarafı göğüs üzerinde dayanmış dururken, transdüser akustik bağlaşımı maksimize etmek için belirli bir basınç uygulanarak bir kalem gibi tutulmalıdır. Derinlik, kazanç (gain) ve odak ayarlamaları yapılarak görüntü en uygun hale getirilmelidir. İlgilenilen alan bütün ekranı dolduruncaya dek derinlik ayarlaması yapılmalıdır, kazanç (gain) ise farklı dokular arasındaki kontrastı en üst düzeye çıkarmak için artırılabilir veya azaltılabilir.

Muayeneye transdüserin posterior göğüs duvarının ilgili tarafında ara maddeye yerleştirilmesi ile başlanmalıdır. Transdüser bu ara madde boyunca hem yatay hem de dikey düzlemlerde oblik olarak hareket ettirilmelidir (Kaburgalar tarafından ultrasonun yansıtılmasının neden olacağı akustik gölgelerden kaçınılmalıdır); böylece kaburgaların akustik gölgesinin etkisi en aza indirgenir. Her hangi bir invaziv girişimden önce istenmeyen karın içi yaralanmalarını önlemek için diyafragmaların kesin olarak belirlenmesi zorunludur. Toraks özellikle loküle plevral efüzyonlardan kuşkulandığında arka, yan ve ön yüzlerinden muayene edilmelidir.

Toraks gri-skalalı gerçek-zamanlı bir ultrason kullanılarak incelenmelidir, sonografik görüntülerin lokalizasyonuna ve ekojenitesine özel bir dikkat gösterilmelidir (111). Bir lezyonun ekojenitesi izoekoik olduğu kabul edilen karaciğere göre belirlenir. Bilateral patolojinin bulunması haricinde karşı hemotoraks kontrol olarak kullanılabilir.

### **Ultrason kılavuzluğunda plevral aspirasyon ve göğüs tüpü yerleştirilmesi**

Fazla miktarda serbest dolaşan sıvının varlığında fizik muayene yöntemlerini kullanarak plevral aspirasyon yerinin belirlenmesi doğru bir yöntem olabilir, ama yukarıda tartışıldığı gibi bütün prosedürlerin görüntü kılavuzluğunda yapılması önerilmektedir. Plevral efüzyon aspirasyonu için yer belirlerken ultrason kullanıldığında, seçilen yer şu özelliklere sahip olmalıdır: (1) plevral sıvı yeterli derinlikte olmalı (en azından 10 mm),

(2) maksimum inspirasyonda araya akciğer girmemeli, ve (3) kalp, karaciğer, dalak gibi diğer yapıların delinme riski en az olmalıdır. Ultrasonun interkostal sinir-damar demetinin istenmeyen laserasyonlarına, özellikle de bunlar interkostal aralıkta kaburganın köşesinin medialinden seyrediyorsa, engel olamayacağı akılda tutulmalıdır (24).

Bir yer belirlendiğinde, bu bir çentik ile ya da sabit mürekkep ile işaretlenmeli ve mevcut sıvının maksimum derinliğine ve iğne sokulurken gereken açığa ilişkin zihinsel notlar alınmalıdır. Daha sonraki bir aspirasyon için işaret konmasındansa aspirasyonun ultrason ile aynı anda yapılması tercih edilir (20), çünkü hastanın pozisyonundaki her hangi bir değişiklik derideki işaret ile alttaki plevra sıvısı arasındaki ilişkiyi önemli ölçüde değiştirebilir (20, 21, 102). Küçük veya lokülasyonlu plevra efüzyonlarında serbest el tekniği kullanılarak gerçek zamanlı ultrason kılavuzluğu gerekli olabilir.

Ultrason kılavuzluğunda göğüs dreni yerleştirilmesi tekniği plevral aspirasyonunki ile aynıdır. Ultrasonun esas amacı sıvının aspirasyonu ve bunu takiben göğüs dreninin yerleştirilmesi için güvenli bir yer belirlemektir. Prosedür nadiren gerçek-zamanlı kılavuzlukla uygulanmaktadır.

### **Yoğun bakım ünitelerinde yapılan plevral prosedürler**

**\*\* Ultrason kılavuzluğu, yoğun bakım ünitelerinde yapılan plevral prosedürlerle ilişkili komplikasyonları azaltır ve rutin olarak kullanılması önerilmektedir. (C)**

Yoğun bakım ünitelerinde toraks ultrasonunun kullanılması, ekipman taşınabilir olduğundan, özellikle nispeten hareketsiz hastaların tanı ve tedavisinde yararlı olmaktadır. Ayakta ve daha ender olarak da dekübitus pozisyonunda göğüs grafileri plevral efüzyon tanısında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, kritik hastalarda bu görüntüleri elde etmek nadiren mümkün olmaktadır. Yatar durumda çekilen grafilerde plevral efüzyon tanısı çok daha zordur ve çoğunlukla yetersizdir (128). Uygun eğitimi almış yoğun bakım uzmanları tarafından yatak başında ultrasonun kullanılmasının mekanik ventilasyon uygulanmakta olan hastalarda plevral efüzyonun yerini güvenli bir şekilde belirlediği ve sıvının alınmasına kılavuzluk ettiği gösterilmiştir (129). Bu çalışma sırasında aspire edilen 44 efüzyondan 17'sinde plevral efüzyon yatar durumda çekilen göğüs grafilerinde belirgin değildi. Yalnızca plevral efüzyon tanısı zor olduğu için değil, aynı zamanda komplikasyonların sonuçları çok daha ciddi olacağı

için yoğun bakım servislerinde ultrason kılavuzluğundan yararlanılması kuvvetle önerilmektedir. Ultrason kılavuzluğundaki prosedürlerin komplikasyon oranları başka servislerde uygulanan prosedürlerle aynıdır (101, 102).

### **Toraks ultrasonu eğitimi**

**\*\* Bağımsız olarak güvenli bir toraks ultrasonu yapmak için en azından düzey 1 yeterliliğe sahip olmak gereklidir. √**

Görüntülerin elde edilmesinin ve yorumlanmasının eş zamanlı olarak yapıldığı toraks ultrasonu uygulayıcıya çok fazla bağımlı olan bir prosedürdür. Radyolog olmayan bir kişinin temel toraks ultrasonunda yetkin bir hale gelmesi için gereken eğitim süresini belirten pek az kanıt bulunmaktadır (130). BK'da Kraliyet Radyologlar Koleji (Royal College of Radiologists) toraks ultrasonunda temel veya düzey 1 yeterlilik düzeyine erişmek için gereken minimum standartları ortaya koyan kılavuzlar yayınlamıştır (131). Her ne kadar bu kılavuz gözetim altında yapılması gereken minimum ultrason sayısını belirtse de, bazı bireylerin toraks ultrasonunda yetkinliğe ulaşabilmek için daha fazla gözetim gerektirebileceği akılda tutulmalıdır. Düzey 2'ye ulaşabilmek için ilave 100 ultrason daha yapılması veya 2 yıl daha deneyim kazanılması bu bireylerin diğer kişileri 1. Düzey toraks ultrason standartları konusunda eğitmesine izin verecektir.

Pratikte, toraks ultrasonunda makul bir yetkinlik düzeyine erişebilmek için, düzey 1 yeterliliği için gerekenden çok daha fazla ultrason yapılması gerekir; bu özellikle lokülasyonlu plevral sıvılar için geçerlidir. Yeni başlayanların kompleks plevral veya plöroplevral hastalıkları olan hastalardan önce basit serbestçe akan plevral sıvısı olan hastalarla başlamaları tavsiye edilmektedir (102). eğer birey elde edilen görüntüleri yorumlayamıyorsa görüntüler toraks BT taramaları ile korele edilmeli veya bir radyoloğun önerileri alınmalıdır.

### **Çıkar çatışması**

Rehber Grubunun hiçbir üyesi bilinçli olarak herhangi bir çıkar çatışmasında değildir

### **Kaynaklar ve yayın öncesi gözden geçirme**

Taslak kılavuz online olarak kamuoyu görüşlerine açılmıştır (Temmuz/Ağustos 2009) ve BTS kiş toplantısında sunulmuştur (Aralık 2009). Çeşitli hak sahibi kurumlardan geri bildirim istenmiştir (giriş bölümüne bakınız). Taslak kılavuz BTA Tedavi Standartları Komitesi tarafından gözden geçirilmiştir (Eylül 2009)=

## Kaynaklar

- National Patient Safety Agency. Risks of chest drain insertion. NPSA/2008/ RRR003, 2008 May 15.
- Harris A, O'Driscoll B, Turkington P. Survey of major complications of intercostal chest drain insertion in the UK. *Postgrad Med J* 2010;86:68-72. (4).
- Griffiths JR, Roberts N. Do junior doctors know where to insert chest drains safely? *Postgrad Med J* 2005;81:456-8. (2L).
- Luketich JD, Kiss M, Hershey J, et al. Chest tube insertion: a prospective evaluation of pain management. *Clin J Pain* 1998;14:152-4. (2+).
- Wayne DB, Barsuk JH, O'Leary KJ, et al. Mastery learning of thoracentesis skills by internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *J Hosp Med* 2008;3:48-54.
- Berkenstadt H, Munz Y, Trodler G, et al. Evaluation of the trauma-man simulator for training in chest drain insertion. *Eur J Trauma* 2006;32:523-6.
- McVay PA, Toy PT. Lack of increased bleeding after paracentesis and thoracentesis in patients with mild coagulation abnormalities. *Transfusion* 1991;31:164-71. (2e).
- Brandstetter RD, Karetzky M, Rastogi R, et al. Pneumothorax after thoracentesis in chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung* 1994;23:67-70. (2L).
- Doyle JJ, Hnatiuk OW, Torrington KG, et al. Necessity of routine chest roentgenography after thoracentesis. *Ann Intern Med* 1996;124:816-20. (2+).
- Colt HG, Brewer N, Barbur E. Evaluation of patient-related and procedure-related factors contributing to pneumothorax following thoracentesis. *Chest* 1999;116:134-8. (2L).
- Boland GW, Gazelle GS, Girard MJ, et al. Asymptomatic hydropneumothorax after therapeutic thoracentesis for malignant pleural effusions. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:943-6. (3).
- Heidecker J, Huggins JT, Sahn SA, et al. Pathophysiology of pneumothorax following ultrasound-guided thoracentesis. *Chest* 2006;130:1173-84. (3).
- Ponrartana S, Laberge JM, Kerlan RK, et al. Management of patients with "ex vacuo" pneumothorax after thoracentesis. *Acad Radiol* 2005;12: 980-6. (3).
- Seneff MG, Corwin RW, Gold LH, et al. Complications associated with thoracocentesis. *Chest* 1986;90:97-100. (2L).
- Diacon AH, Brutsche MH, Soler M. Accuracy of pleural puncture sites: a prospective comparison of clinical examination with ultrasound. *Chest* 2003;123:436-41. (2+).
- Weingardt JP, Guico RR, Nemcek AA Jr, et al. Ultrasound findings following failed, clinically directed thoracenteses. *J Clin Ultrasound* 1994;22:419-26. (2).
- Bartter T, Mayo PD, Pratter MR, et al. Lower risk and higher yield for thoracentesis when performed by experienced operators. *Chest* 1993;103:1873-6. (3).
- Aelony Y. Thoracentesis without ultrasonic guidance infrequent complications when performed by an experienced pulmonologist. *J Bronchol* 2005;12:200-2. (2L).
- Grogan DR, Irwin RS, Channick R, et al. Complications associated with thoracentesis. A prospective, randomized study comparing three different methods. *Arch Intern Med* 1990;150:873-7. (1L).
- Raptopoulos V, Davis LM, Lee G, et al. Factors affecting the development of pneumothorax associated with thoracentesis. *AJR Am J Roentgenol* 1991;156:917-20. (2L).
- Kohan JM, Poe RH, Israel RH, et al. Value of chest ultrasonography versus decubitus roentgenography for thoracentesis. *Am Rev Respir Dis* 1986;133:1124-6. (1).
- Barnes TW, Morgenthaler TI, Olson EJ, et al. Sonographically guided thoracentesis and rate of pneumothorax. *J Clin Ultrasound* 2005;33:442-6. (2L).
- Yu CJ, Yang PC, Wu HD, et al. Ultrasound study in unilateral hemithorax opacification. Image comparison with computed tomography. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:430-4. (2L).
- Doelken P, Strange C. Chest ultrasound for "dummies". *Chest* 2003;123:332-3. (4).
- Carney M, Ravin CE. Intercostal artery laceration during thoracocentesis: increased risk in elderly patients. *Chest* 1979;75:520-2. (3).
- Pihlajamaa K, Bode MK, Puumalainen T, et al. Pneumothorax and the value of chest radiography after ultrasound-guided thoracocentesis. *Acta Radiol* 2004;45:828-32. (2L).
- MacDuff A, MacDuff R. Pleural depth in medical patients. *Chest* 2009;136:948e9. (3).
- Harcke HT, Pearse LA, Levy AD, et al. Chest wall thickness in military personnel: implications for needle thoracentesis in tension pneumothorax. *Mil Med* 2007;172:1260-3. (3).
- Zengerink I, Brink PR, Laupland KB, et al. Needle thoracostomy in the treatment of a tension pneumothorax in trauma patients: what size needle? *J Trauma* 2008;64:111-14. (3).
- Feller-Kopman D, Berkowitz D, Boiselle P, et al. Large-volume thoracentesis and the risk of reexpansion pulmonary edema. *Ann Thorac Surg* 2007;84:1656-61. (2L).
- Mynarek G, Brabrand K, Jakobsen JA, et al. Complications following ultrasound-guided thoracocentesis. *Acta Radiol* 2004;45:519-22. (3).
- Jones PW, Moyers JP, Rogers JT, et al. Ultrasound-guided thoracentesis: is it a safer method? *Chest* 2003;123:418-23. (2).
- Mahfood S, Hix WR, Aaron BL, et al. Reexpansion pulmonary edema. *Ann Thorac Surg* 1988;45:340-5. (3).
- Josephson T, Nordenskjold CA, Larsson J, et al. Amount drained at ultrasound-guided thoracentesis and risk of pneumothorax. *Acta Radiol* 2009;50:42-7. (2L).
- Conen A, Joos L, Bingisser R. Ipsilateral reexpansion pulmonary edema after drainage of a spontaneous pneumothorax: a case report. *J Med Case Reports (Electronic Resource)* 2007;1:107. (3).
- Rozenman J, Yellin A, Simansky DA, et al. Re-expansion pulmonary oedema following spontaneous pneumothorax. *Respir Med* 1996;90:235-8. (3).
- Tariq SM, Sadaf T. Reexpansion pulmonary edema after treatment of pneumothorax. *N Engl J Med* 2006;354:2046. (3).
- Iqbal M, Multz AS, Rossoff LJ, et al. Reexpansion pulmonary edema after VATS successfully treated with continuous positive airway pressure. *Ann Thorac Surg* 2000;70:669-71. (3).
- Matsuura Y, Nomimura T, Murakami H, et al. Clinical analysis of reexpansion pulmonary edema. *Chest* 1991;100:1562-6. (3).

40. Feller-Kopman D, Walkey A, Berkowitz D, et al. The relationship of pleural pressure to symptom development during therapeutic thoracentesis. *Chest* 2006;129:1556-60. (2L).
41. Petersen WG, Zimmerman R. Limited utility of chest radiograph after thoracentesis. *Chest* 2000;117:1038-42. (2L).
42. Capizzi SA, Prakash UB. Chest roentgenography after outpatient thoracentesis. *Mayo Clin Proc* 1998;73:948-50. (3).
43. General Medical Council. Consent: patients and doctors making decisions together. London: General Medical Council, 2008.
44. Liu CM, Hang LW, Chen WK, et al. Pigtail tube drainage in the treatment of spontaneous pneumothorax. *Am J Emerg Med* 2003;21:241-4. (3).
45. Horsley A, Jones L, White J, et al. Efficacy and complications of small-bore, wireguided chest drains. *Chest* 2006;130:1857-63. (2L).
46. Crouch JD, Keagy BA, Delany DJ. "Pigtail" catheter drainage in thoracic surgery. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:174-5. (3).
47. Keeling AN, Leong S, Logan PM, et al. Empyema and effusion: outcome of image-guided small-bore catheter drainage. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2008;31:135-41. (3).
48. Gammie JS, Banks MC, Fuhrman CR, et al. The pigtail catheter for pleural drainage: a less invasive alternative to tube thoracostomy. *JLS* 1999;3:57-61. (3).
49. Jain S, Deoskar RB, Barthwal MS, et al. Study of pigtail catheters for tube thoracostomy. *Armed Forces Med J India* 2006;62:40e1. (3).
50. Conces DJ Jr, Tarver RD, Gray WC, et al. Treatment of pneumothoraces utilizing small caliber chest tubes. *Chest* 1988;94:55-7. (3).
51. Davies HE, Merchant S, McGown A. A study of the complications of small bore 'Seldinger' intercostal chest drains. *Respirology* 2008;13:603-7. (3).
52. Collop NA, Kim S, Sahn SA. Analysis of tube thoracostomy performed by pulmonologists at a teaching hospital. *Chest* 1997;112:709-13. (2L).
53. Aylwin CJ, Brohi K, Davies GD, et al. Pre-hospital and in-hospital thoracostomy: indications and complications. *Ann R Coll Surg Engl* 2008;90:54-7. (2L).
54. Bailey RC. Complications of tube thoracostomy in trauma. *J Accid Emerg Med* 2000;17:111-14. (3).
55. Baldt MM, Bankier AA, Germann PS, et al. Complications after emergency tube thoracostomy: assessment with CT. *Radiology* 1995;195:539-43. (3).
56. Ball CG, Lord J, Laupland KB, et al. Chest tube complications: how well are we training our residents? *Can J Surg* 2007;50:450-8. (3).
57. Daly RC, Mucha P, Pairolero PC, et al. The risk of percutaneous chest tube thoracostomy for blunt thoracic trauma. *Ann Emerg Med* 1985;14:865-70. (3).
58. Deneville M. Morbidity of percutaneous tube thoracostomy in trauma patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:673-8. (2+).
59. Etoch SW, Bar-Natan MF, Miller FB, et al. Tube thoracostomy. Factors related to complications. *Arch Surg* 1995;130:521-5. (3).
60. Heng K, Bystrzycki A, Fitzgerald M, et al. Complications of intercostal catheter insertion using EMST techniques for chest trauma. *Aust NZ J Surg* 2004;74:420-3. (3).
61. Chan L, Reilly KM, Henderson C, et al. Complication rates of tube thoracostomy. *Am J Emerg Med* 1997;15:368-70. (3).
62. Maxwell RA, Campbell DJ, Fabian TC, et al. Use of presumptive antibiotics following tube thoracostomy for traumatic hemothorax in the prevention of empyema and pneumonia: a multi-center trial. *J Trauma* 2004;57:742-8. (1L).
63. Stone HH, Symbas PN, Hooper CA. Cefamandole for prophylaxis against infection in closed tube thoracostomy. *J Trauma* 1981;21:975-7. (1+).
64. Aguilar MM, Battistella FD, Owings JT, et al. Posttraumatic empyema. Risk factor analysis. *Arch Surg* 1997;132:647-50. (2L).
65. Cant PJ, Smyth S, Smart DO. Antibiotic prophylaxis is indicated for chest stab wounds requiring closed tube thoracostomy. *Br J Surg* 1993;80:464-6. (1+).
66. Demetriades D, Breckon V, Breckon C, et al. Antibiotic prophylaxis in penetrating injuries of the chest. *Ann R Coll Surg Engl* 1991;73:348-51. (1L).
67. Nichols RL, Smith JW, Muzik AC, et al. Preventive antibiotic usage in traumatic thoracic injuries requiring closed tube thoracostomy. *Chest* 1994;106:1493-8. (1+).
68. Gonzalez RP, Holevar MR. Role of prophylactic antibiotics for tube thoracostomy in chest trauma. *Am Surg* 1998;64:617-20. (1+).
69. Fallon WF Jr, Wears RL. Prophylactic antibiotics for the prevention of infectious complications including empyema following tube thoracostomy for trauma: results of meta-analysis. *J Trauma* 1992;33:110-16. (1+).
70. Evans JT, Green JD, Carlin PE, et al. Meta-analysis of antibiotics in tube thoracostomy. *Am Surg* 1995;61:215-19. (1L).
71. Clementsen P, Ewald T, Grode G, et al. Treatment of malignant pleural effusion: pleurodesis using a small percutaneous catheter. A prospective randomized study. *Respir Med* 1998;92:593-6. (1L).
72. Chetty GK, Battula NR, Govindaswamy R, et al. Comparative analysis of the Bonanno catheter and tube thoracostomy in effective aspiration of pleural effusion. *Heart Surg Forum* 2006;9:E7314. (2L).
73. Casola G, vanSonnenberg E, Keightley A, et al. Pneumothorax: radiologic treatment with small catheters. *Radiology* 1988;166:89-91. (2L).
74. Vedam H, Barnes DJ. Comparison of large- and small-bore intercostal catheters in the management of spontaneous pneumothorax. *Intern Med J* 2003;33:495-9. (2L).
75. Benton IJ, Benfield GF. Comparison of a large and small-calibre tube drain for managing spontaneous pneumothorax. *Respir Med* 2009;103:1436-40. (3).
76. Macha DB, Thomas J, Nelson RC. Pigtail catheters used for percutaneous fluid drainage: comparison of performance characteristics. *Radiology* 2006;238:1057-63. (2).
77. Parulekar W, Di PG, Matzinger F, et al. Use of small-bore vs large-bore chest tubes for treatment of malignant pleural effusions. *Chest* 2001;120: 19-25. (3).
78. Akhan O, Ozkan O, Akinci D, et al. Image-guided catheter drainage of infected pleural effusions. *Diagn Interv Radiol* 2007;13:204-9. (3).
79. Moulton JS, Benkert RE, Weisiger KH, et al. Treatment of complicated pleural fluid collections with image-guided drainage and intracavitary urokinase. *Chest* 1995;108:1252-9. (3).
80. Silverman SG, Mueller PR, Saini S, et al. Thoracic empyema: management with image-guided catheter drainage. *Radiology* 1988;169:5-9. (3).

81. Maskell NA, Davies CW, Nunn AJ, et al. Controlled trial of intrapleural streptokinase for pleural infection. *N Engl J Med* 2005;352:865-74. (3).
82. Levinson GM, Pennington DW. Intrapleural fibrinolytics combined with image-guided chest tube drainage for pleural infection. *Mayo Clin Proc* 2007;82:407-13. (3).
83. vanSonnenberg E, Nakamoto SK, Mueller PR, et al. CT- and ultrasound-guided catheter drainage of empyemas after chest-tube failure. *Radiology* 1984;151:349-53. (3).
84. Academy of Medical Royal Colleges. Implementing ensuring safe sedation practice for healthcare procedures in adults. London: Academy of Medical Royal Colleges, 2001.
85. Cantin L, Chartrand-Lefebvre C, Lepanto L, et al. Chest tube drainage under radiological guidance for pleural effusion and pneumothorax in a tertiary care university teaching hospital: review of 51 cases. *Can Respir J* 2005;12:29-33. (3).
86. Remerand F, Luce V, Badachi Y, et al. Incidence of chest tube malposition in the critically ill: a prospective computed tomography study. *Anesthesiology* 2007;106:1112-19. (2+).
87. Millikan JS, Moore EE, Steiner E, et al. Complications of tube thoracostomy for acute trauma. *Am J Surg* 1980;140:738-41. (3).
88. Lim KE, Tai SC, Chan CY, et al. Diagnosis of malpositioned chest tubes after emergency tube thoracostomy: is computed tomography more accurate than chest radiograph? *Clin Imaging* 2005;29:401-5. (3).
89. Ponn RB, Silverman HJ, Federico JA. Outpatient chest tube management. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1437-40. (3).
90. Roeggla M, Roeggla G, Muellner M, et al. The cost of treatment of spontaneous pneumothorax with the thoracic vent compared with conventional thoracic drainage. *Chest* 1996;110:303. (3).
91. Alphonso N, Tan C, Utley M, et al. A prospective randomized controlled trial of suction versus non-suction to the under-water seal drains following lung resection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;27:391-4. (1+).
92. Marshall MB, Deeb ME, Bleier JI, et al. Suction vs water seal after pulmonary resection: a randomized prospective study. *Chest* 2002;121:831-5. (1L).
93. Bar-El Y, Ross A, Kablawi A, et al. Potentially dangerous negative intrapleural pressures generated by ordinary pleural drainage systems. *Chest* 2001;119:511-14.
94. Ayed AK. Suction versus water seal after thoracoscopy for primary spontaneous pneumothorax: prospective randomized study. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1593-6. (1L).
95. Reed MF, Lyons JM, Luchette FA, et al. Preliminary report of a prospective, randomized trial of underwater seal for spontaneous and iatrogenic pneumothorax. *J Am Coll Surg* 2007;204:84-90. (1L).
96. Bell RL, Ovadia P, Abdullah F, et al. Chest tube removal: end-inspiration or endexpiration? *J Trauma* 2001;50:674-7. (1L).
97. Martino K, Merrit S, Boyakye K, et al. Prospective randomized trial of thoracostomy removal algorithms. *J Trauma* 1999;46:369-71. (1L).
98. Davis JW, Mackersie RC, Hoyt DB, et al. Randomized study of algorithms for discontinuing tube thoracostomy drainage. *J Am Coll Surg* 1994;179:553-7. (1L).
99. Goerg C, Schwert WB, Goerg K, et al. Pleural effusion: an "acoustic window" for sonography of pleural metastases. *J Clin Ultrasound* 1991;19:93-7. (3).
100. Warakulle DR, Traill ZC. Imaging of pleural disease. *Imaging* 2004;16:10-21. (4).
101. Herth FJ, Becker HD. Transthoracic ultrasound. *Respiration* 2003;70:87-94. (4).
102. Diacon AH, Theron J, Bolliger CT. Transthoracic ultrasound for the pulmonologist. *Curr Opin Pulm Med* 2005;11:307-12. (4).
103. Tsai TH, Yang PC. Ultrasound in the diagnosis and management of pleural disease. *Curr Opin Pulm Med* 2003;9:282-90. (4).
104. Beckh S, Bolcskei PL, Lessnau KD. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. *Chest* 2002;122:1759-73. (4).
105. Eibenberger KL, Dock WI, Ammann ME, et al. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology* 1994;191:681-4. (2L).
106. Lomas DJ, Padley SG, Flower CD. The sonographic appearances of pleural fluid. *Br J Radiol* 1993;66:619-24. (3).
107. Ellis JR, Gleeson FV. Non-traumatic thoracic emergencies: imaging and treatment of thoracic fluid collections (including pneumothorax). *Eur Radiol* 2002;12:1922-30. (4).
108. Yang PC, Luh KT, Chang DB, et al. Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. *AJR Am J Roentgenol* 1992;159:29-33. (2+).
109. Roch A, Bojan M, Michelet P, et al. Usefulness of ultrasonography in predicting pleural effusions >500 mL in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2005;127:224-32. (2L).
110. Vignon P, Chastagner C, Berkane V, et al. Quantitative assessment of pleural effusion in critically ill patients by means of ultrasonography. *Crit Care Med* 2005;33:1757-63. (2L).
111. Tsai TH, Jerng J-S, Yang P-C. Clinical applications of transthoracic ultrasound in chest medicine. *J Med Ultrasound* 2008;16:7-25. (4).
112. Wu RG, Yuan A, Liaw YS, et al. Image comparison of real-time gray-scale ultrasound and color Doppler ultrasound for use in diagnosis of minimal pleural effusion. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:510-14. (2+).
113. Yang PC. Color doppler ultrasound of pulmonary consolidation. *Eur J Ultrasound* 1996;3:169-78. (4).
114. Qureshi NR, Rahman NM, Gleeson FV. Thoracic ultrasound in the diagnosis of malignant pleural effusion. *Thorax* 2009;64:139-43. (2+).
115. Chian CF, Su WL, Soh LH, et al. Echogenic swirling pattern as a predictor of malignant pleural effusions in patients with malignancies. *Chest* 2004;126:129-34. (2L).
116. Yang PC, Luh KT, Chang DB, et al. Ultrasonographic evaluation of pulmonary consolidation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:757-62. (2L).
117. Mathis G. ThoraxsonographyePart II: Peripheral pulmonary consolidation. *Ultrasound Med Biol* 1997;23:1141-53. (4).
118. Kearney SE, Davies CW, Davies RJ, et al. Computed tomography and ultrasound in parapneumonic effusions and empyema. *Clin Radiol* 2000;55:542-7. (3).
119. Heffner JE. Diagnosis and management of thoracic empyemas. *Curr Opin Pulm Med* 1996;2:198-205. (4).
120. Chen KY, Liaw YS, Wang HC, et al. Sonographic septation: a useful prognostic indicator of acute thoracic empyema. *J Ultrasound Med* 2000;19:837-43. (2).

121. Shankar S, Gulati M, Kang M, et al. Image-guided percutaneous drainage of thoracic empyema: can sonography predict the outcome? *Eur Radiol* 2000;10:495-9. (2).
122. vanSonnenberg E, Wittich GR, Goodacre BW, et al. Percutaneous drainage of thoracic collections. *J Thorac Imaging* 1998;13:74-82. (4).
123. Targhetta R, Bourgeois JM, Chavagneux R, et al. Ultrasonographic approach to diagnosing hydropneumothorax. *Chest* 1992;101:931-4. (3).
124. Reissig A, Kroegel C. Accuracy of transthoracic sonography in excluding postinterventional pneumothorax and hydropneumothorax. Comparison to chest radiography. *Eur J Radiol* 2005;53:463-70. (2).
125. Goodman TR, Traill ZC, Phillips AJ, et al. Ultrasound detection of pneumothorax. *Clin Radiol* 1999;54:736-9. (2L).
126. Slater A, Goodwin M, Anderson KE, et al. COPD can mimic the appearance of pneumothorax on thoracic ultrasound. *Chest* 2006;129:545-50. (2).
127. Koh DM, Burke S, Davies N, et al. Transthoracic US of the chest: clinical uses and applications. *Radiographics* 2002;22:-1. (4).
128. Emamian SA, Kaasbol MA, Olsen JF, et al. Accuracy of the diagnosis of pleural effusion on supine chest x-ray. *Eur Radiol* 1997;7:57-60. (2).
129. Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, et al. Feasibility and safety of ultrasoundaided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 1999;25:955-8. (2L).
130. Mayo PH, Goltz HR, Tafreshi M, et al. Safety of ultrasound-guided thoracentesis in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2004;125:1059-62. (2+).
131. Faculty of Clinical Radiology. Ultrasound training recommendations for medical and surgical specialities. London: Royal College of Radiologists, 2005.
132. Harnsberger HR, Lee TG, Mukuno DH. Rapid, inexpensive real-time directed thoracentesis. *Radiology* 1983;146:545-6. (3).
133. Collins TR, Sahn SA. Thoracocentesis. Clinical value, complications, technical problems, and patient experience. *Chest* 1987;91:817-22. (2+).
134. Grodzin CJ, Balk RA. Indwelling small pleural catheter needle thoracentesis in the management of large pleural effusions. *Chest* 1997;111:981-8. (3).