

TÜRKÇE

SYNOPSIS OF
DISEASES
of the **CHEST**
Ü Ç Ü N C Ü B A S K I



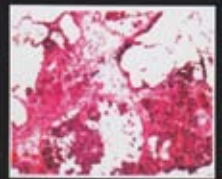
FRASER



COLMAN



MÜLLER



PARÉ

ÇEVİRİ EDITÖRÜ
HALUK TÜRKTAS



GÜNEŞ KİTABEVİ

ÖNSÖZ

"*Diagnosis of Diseases of the Chest*" kitabının önceki baskıları o kadar kapsamlıydı ki temel olarak referans kitabı olarak kullanılacağını düşünmüştük. Kitabın radyoloji asistanları tarafından daha kolay ulaşılır olmasını sağlamak için bir kısaltılmış versiyon ya da sinopsis oluşturmuştuk (*Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest*, 2001). Şimdi de bu kitap, *Synopsis of Diseases of the Chest*, ağırlıklı olarak göğüs hastalıklarının kısa-öz gözden geçirmesine gereksinim duyan göğüs hastalıkları ve göğüs cerrahisi asistan ve uzman hekimleri ve diğer branş hekimlerine yönelik olarak benzer bir gayretle hazırlanmıştır. Bu iki sinopsis bir miktar örtüşme gösterse de burada sunulan bilgiler radyolojik görüntüler ve bunların açıklamalarından çok hastalıkların klinik, patogenetik ve patolojik özelliklerine vurgu yapmaktadır. Ayrıca, büyük kitabın yayınlanmasının üzerinden 5 yıllık bir dönem geçtiğinden bilgiler büyük oranda güncellenmiştir.

Küçük istisnalar dışında, bu kitaptaki 23 bölüm *Diagnosis of Diseases of the Chest* kitabının dördüncü baskısındaki 79 bölümlle hemen hemen aynı sırayı ve aynı kapsamı içer-

mektedir. Kitabın ilk kısmında normal akciğerlerle ilgili açıklamalar, göğüs hastalıklarında kullanılan inceleme ve tanı teknikleri ve araştırmalar sırasında karşılaşılan temel radyolojik anormallikler sunulmuştur. Diğer bölümlerde kabaca etiyolojilerine göre organize edilmiş özel göğüs hastalıkları kapsanmıştır. Okuma ve anlama kolaylığı sağlaması için tartışmaların çoğu etiyoloji ve patogeneze, patolojik özellikler, radyolojik ve klinik belirtiler, laboratuvar bulguları ve prognoz ve doğal seyir başlıklarına ayrılmıştır. Radyografi ve bilgisayarlı tomografi tanıda çok önemli rol oynadığından dördüncü baskıdaki radyolojik görüntülerin önemli bir bölümü muhafaza edilmiştir: ancak birçoğu da kitabı kısa tutmak için kesilmiş ya da çıkartılmıştır. Hastalıkları daha iyi göstermek üzere bir seri renkli patolojik materyal görüntüsü de eklenmiştir. Sinopsis bir referans kitabı olmasa da çok sayıda kaynak gösterilerek okuyucu ilgi duyduğu konularda detaylı kaynaklara yönlendirilmiştir.

Önceki baskılarda olduğu gibi okuyucularımızı kitabın içeriği ve geliştirilmesi gerekli görülen alanları hakkında bizleri bilgilendirmeye davet ediyoruz.

RSF
NC
NLM
PDP

ÇEVİRİ EDITÖRÜ ÖNSÖZÜ

Ülkemizde göğüs hastalıklarında değişik hastalık gruplarını anlatan değerli eserler yazılmış olmakla birlikte, dilimizde tüm göğüs hastalıkları alanını kapsayan doyurucu bir başvuru kitabının eksikliği hissedilmektedir. Solunum sistemi hastalıklarının patogenezi, klinik bulguları ve tanısal girişimlerinin ayrıntılı incelendiği ve yıllardır bizler için önemli kaynak bir kitap olan *"Fraser-Diseases of the Chest"*'in üçüncü baskısının çevirisi olan bu kitabın göğüs hastalıkları hekimlerine yararlı bir kaynak olmasını diliyorum.

Kitabın çevirisinde yoğun emek harcayan tüm öğretim üyesi arkadaşlarıma ve kaliteli bir kitabın baskısını gerçekleştiren Güneş Kitabevi yetkililerine sonsuz teşekkür ediyorum.

Prof. Dr. Haluk Türkteş

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM BİR

Çeviri: Dr. I. Kırılcım Oğuzülgen

NORMAL AKCİĞER 1

- Havayolları ve Pulmoner Ventilasyon 1
- Pulmoner Vasküler Sistem 31
- Bronşiyal Dolaşım 49
- Akcüğerin Savunma Mekanizmaları ve Diğer Solunum Dışı Görevleri 50
- Akcüğerin Gelişimi ve Büyümesi 53
- Akcüğerin Innervasyonu 56
- Plevra 57
- Lenfatik Sistem 63
- Torasik İnlet 73
- Mediasten 73
- Solunumun Kontrolü 79
- Solunum Kasları 82
- Göğüs Duvarı 86
- Normal Akciğer: Radyolojisi 88
- Normal Akciğer: Bilgisayarlı Tomografi 89

BÖLÜM İKİ

Çeviri: Dr. Macit Arıyürek

RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME METODLARI 97

- Radyografi 97
- Bilgisayarlı Tomografi 99
- Manyetik Rezonans Görüntüleme 103
- Radyonüklid Görüntüleme 105
- Ultrasonografi 109

BÖLÜM ÜÇ

Çeviri: Dr. Meltem Tor

AKCİĞER HASTALIKLARINDA RADYOLOJİK BULGULAR 111

- Artmış Akciğer Dansitesi 111
- Azalmış Akciğer Dansitesi 130
- Atelektazi 134
- Plevral Anormallikler 144

BÖLÜM DÖRT

Çeviri: Dr. Adil Zamani

GÖĞÜS HASTALIKLARINDA TANI YÖNTEMLERİ 161

- Klinik Öykü 161
- Fizik Muayene 166
- Patolojik ve Endoskopik İncelemeler 169
- Fonksiyonel İnceleme 176

BÖLÜM BEŞ

Çeviri: Dr. Uğur Özçelik

GELİŞİMSEL METABOLİK AKCİĞER

HASTALIKLARI 188

- Bronkopulmoner Anomaliler 189
- Pulmoner Arter Anomalileri 199
- Pulmoner Venlerde Anomaliler 201
- Arter ve Venlerin İkisinde Birden Olan Anomaliler 202
- Pulmoner Lenfatiklerin Anomalileri 204
- Anomaliler 205
- Metabolik Pulmoner Hastalık 206

BÖLÜM ALTI

Çeviri: Dr. Yılmaz Bülül, Dr. Tefrik Özlü

AKCİĞERLERİN İNFEKSİYÖZ HASTALIKLARI 222

- Genel Bakış 223
- Aerobik ve Fakültatif Bakteriler 236
- Gram Negatif Bakteriler 240
- Spiroketler 247
- Anaerobik Bakteriler 248
- Mikobakteriler 249
- Funguslar ve Aktinomyesler 267
- Virüsler 292
- Mikoplazma, Klamidia ve Ricketziyalar 304
- Protozoalar 309
- Helmintler 312

BÖLÜM YEDİ

Çeviri: Dr. Can Öztürk, Dr. Ahmet Selim Yurdakul

PULMONER NEOPLAZMLAR 337

- Pulmoner Karsinom 338
- Nöroendokrin Neoplazmlar 366
- Diğer Epitelyal Tümörler 371
- Lenfoproliferatif Hastalıklar ve Lösemi 377
- Mezenkimal Neoplazmlar 393
- Histolojik Kökeni Tam Bilinemeyen Tümörler 400
- Tümör Benzeri Non-Neoplastik Lezyonlar 401
- Sekonder Neoplazmlar 402

BÖLÜM SEKİZ

Çeviri: Dr. Aykut Çilli

HIV İNFEKSİYONUNUN AKCİĞER**BULGULARI 423**

- Akciger Enfeksiyonu 423
- Akciger Tümörü 435
- Çeşitli Pulmoner Anormallikler 438

BÖLÜM DOKUZ

Çeviri: Dr. Haluk Türktaş

KRONİK İNTERSTİYEL AKCİĞER HASTALIĞI 445

- Sarkoidoz 445
- Langerhans Hücreli Histiositoz 456
- Lenfanjiyoleomyomatoz 459
- Nörofibromatoz 461
- İdiopatik İnterstiyel Pnömoni 462

BÖLÜM ON

Çeviri: Dr. Özlem Özdemir Kumbasar

İMMÜNOLOJİK AKCİĞER HASTALIKLARI 481

- Konnektif Doku Hastalığı 481
- Vaskülitler 495
- Organik Toza Bağlı Akciger Hastalığı 505
- Eozinofilik Akciger Hastalıkları 511
- Pulmoner Kanama 514

BÖLÜM ONBİR

Çeviri: Dr. Nurdan Köktürk

TRANSPLANTASYON 525

- Akciger ve Kalp-Akciger Transplantasyonu 525
- Kemik İliği Transplantasyonu 534
- Karaciğer-Transplantasyonu 537

BÖLÜM ONİKİ

Çeviri: Dr. Numan Ekim

AKCİĞERLERİN EMBOLİK VE TROMBOTİK**HASTALIKLARI 542**

- Pulmoner Tromboz 542
- Pulmoner Tromboembolizm 543
- Septik Tromboembolizm 564
- Orak Hücre Hastalığının Akciger Belirtileri 564
- Ekstravasküler Doku ve Sekresyonların Embolisi 565
- Yabancı Materyal Embolisi 569

BÖLÜM ONÜÇ

Çeviri: Dr. Gül Öngen

PULMONER HİPERTANSİYON 581

- Pulmoner Hipertansiyonun Genel Bulguları 581
- Pulmoner Arter Hipertansiyonu 587
- Pulmoner Venöz Hipertansiyon 592
- Solunum Sistemi Hastalıklarının ve /veya Hipokseminin Neden Olduğu Pulmoner Hipertansiyon 595
- Kronik Trombotik ve/veya Embolik Hastalığa Bağlı Pulmoner Hipertansiyon 596
- Pulmoner Damarları Doğrudan Etkileyen Hastalıklara Bağlı Pulmoner Hipertansiyon 598

BÖLÜM ONDÖRT

Çeviri: Dr. Gül Gürsel

AKCİĞER ÖDEMİ 603

- Genel Patogenez Özellikleri 603
- Mikrovasküler Basıncı Artışına Bağlı Akciger Ödemi 607
- Normal Mikrovasküler Basıncı Birlikte Olan Akciger Ödemi 614

BÖLÜM ONBEŞ

Çeviri: Dr. Arzu Yorgancıoğlu

HAVA YOLU HASTALIKLARI 627

- Üst Hava Yollarının Obstrüktif Hastalıkları 628
- Obstrüktif Uyku Apne 636
- Astım 643
- Kronik Obstrüktif Akciger Hastalığı 660
- Kistik Fibrozis 676
- Bronşektazi 680
- Bronkolithiasis 687
- Bronşiyal Fistüller 687
- Bronşiyolit 687

BÖLÜM ONALTI

Çeviri: Dr. İbrahim Akkurt

**İNORGANİK TOZLARA BAĞLI AKCİĞER
HASTALIKLARI 714**

- Silika 716
- Kömür ve Karbon 720
- Asbest 724
- Diğer Silikatlar 733
- Inert Radiopak Toz 735
- Değişik İnorganik Tozlar 736

BÖLÜM ONYEDİ

Çeviri: Dr. Nesrin Moğulkoç

**ASPIRASYONA VE GAZ İNHALASYONUNA BAĞLI AKCİĞER
HASTALIKLARI 744**

- Aspirasyon Akciğer Hasarı 744
- Toksik Gaz ve Aerosol ile Oluşan Akciğer
Hasarları 754
- Yanıklar ile ilişkili Bronkopulmoner Hastalıklar 759

BÖLÜM ONSEKİZ

Çeviri: Dr. Orhan Arseven

**İLAÇ, ZEHİR VE RADYASYON NEDENLİ AKCİĞER
HASTALIKLARI 764**

- İlaçlar 764
- Zehirler 780
- Radyasyon 782

BÖLÜM ONDOKUZ

Çeviri: Dr. Mustafa Yüksel

TRAVMATİK TORAKS YARALANMASI 792

- Künt Travmanın Akciğerlere Etkisi 792
- Künt Travmanın Plevraya Etkileri 795
- Künt Travmanın Mediastene Etkileri 796
- Nonpenetran Travmanın Göğüs Duvarı ve
Diafram Üzerine Etkileri 799
- Penetran Travmanın Toraksa Etkileri 802
- Toraks Cerrahinin Komplikasyonları 803
- Toraks Dışı Cerrahilerin Komplikasyonları 809
- Tedavi Edici Girişimlerin Komplikasyonları 810

BÖLÜM YİRMİ

Çeviri: Dr. Öğüz Köktürk

PLEVRA HASTALIKLARI 819

- Plevral Efüzyon 819
- Plevral Efüzyonun Spesifik Nedenleri 821
- Şilotoraks 828
- PNömotoraks 828
- Plevral Fibrozis 830
- Plevral Tümörler 835

BÖLÜM YİRMİBİR

Çeviri: Dr. Arzu Mirici

MEDİASTEN HASTALIKLARI 848

- Mediastinitler 848
- Mediastinal Hemoraji 856
- Mediastinal Kitleler 856

BÖLÜM YİRMİİKİ

Çeviri: Dr. Aylin Gülcü

**DIYAFRAGMA VE GÖĞÜS DUVARININ
HASTALIKLARI 897**

- Diyafragma 897
- Göğüs Duvarı 903

BÖLÜM YİRMİÜÇ

Çeviri: Dr. Tansu Ullukavak Çiftçi

**AKCİĞER GRAFİSİNİN NORMAL OLDUĞU SOLUNUM
SİSTEMİ HASTALIKLARI 912**

- Akciğer Grafisinin Normal Olduğu Parankim, Havayolu
ve Vasküler Hastalıklar 912
- Akciğer Grafisinin Normal Olduğu Plevral
Hastalıklar 913
- Alveolar Hipoventilasyon 913
- Alveolar Hiperventilasyon 921
- Methemoglobinemi 922
- Karbon Monoksit Zehirlenmesi 922

İNDEKS 925

RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME METODLARI

Çeviri: Dr. Macit Arıyürek

RADYOGRAFI	97
Projeksiyonlar	97
Temel Radyografik Teknikler	97
Konvansiyonel Radyografi	97
Dijital Radyografi	97
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFI	99
Teknik özellikler	99

Yüksek-Çözünürlüklü Bilgisayarlı Tomografi	100
Spiral Bilgisayarlı Tomografi	100
Endikasyonlar	102
MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME	103
Endikasyonlar	103

RADYONÜKLİD GÖRÜNTÜLEME	105
Ventilasyon-Perfüzyon Sintigrafisi	105
Pozitron Emisyon Tomografisi	106
ULTRASONOGRAFI	109
Endikasyonlar	109

Genel bir kural olarak, göğüs hastalıklarının radyolojik tanısında ilk basamak, radyografide hastalık süreci varlığının ortaya konmasıdır. Eğer radyografik inceleme ile anormallığın tipi ve yaygınlığı net olarak gösterilemezse, BT veya MRG gibi ek çalışmalar radyografiyi tamamlayıcı rol oynayabilir.

RADYOGRAFI

Projeksiyonlar

Toraksın değerlendirilmesinde en yeterli rutin radyografik görüntüler, hasta ayakta iken çekilen postero-anterior (PA) ve lateral projeksiyonlardır. Bu projeksiyonlar gerçek üç-boyutlu değerlendirme için gerekli bilgiyi sağlarlar. Ayakta duramayacak kadar hasta olan kişilerde, oturarak dik pozisyonda antero-posterior veya supin projeksiyonlar alternatif olarak kullanılabilir ancak görüntü yeterliliği bir hayli azdır. Kısa kaynak-film mesafesi, kalp magnifikasyonunun daha fazla olması ve çoğu hastanın nefesini tutamaması veya tam inspirasyon yapamaması nedeniyle, anteroposterior projeksiyon ile daha düşük kalitede görüntü elde edilir.

Rutin radyografinin hangi durumlarda ekonomik ve verimli olduğu pek çok çalışmanın ana konusudur.¹ Tablo 2-1'de literatürün gözden geçirilmesi ve Amerikan Radyoloji Birliği (American College of Radiology²) ile Amerikan Toraks Topluluğunun (American Thoracic Society³) önerileri göz önünde bulundurularak göğüs radyografisinin kullanımı hakkında önerilerimiz özetlenmiştir.

Temel Radyografik Teknikler

Göğüs hastalıklarının tanısındaki doğruluk, radyografik görüntülerin kalitesi ile ilişkili olup; kalitenin sağlanması için pek çok değişkene dikkat edilmesi gerekmektedir.

Hasta Pozisyonu. X-ışınının uygun santralizasyonu, hasta vücudunun dönük olmaması, skapulaların akciğerler üzerine süperpoze olmayacak şekilde anteriora rotasyonu; doğru hasta pozisyonu için gereklidir. Santralizasyonu uygun radyografilerde klavikuların medial uçları toraksik vertebra spinöz çıkıntılarına eşit uzaklıkta izlenirler.

Hasta Solunumu. Hastalara tercihen tam inspirasyonda olacak şekilde nefes tutturulmalıdır.

Ekspojur. PA radyografilerde, ekspojur faktörleri toraksik vertebral ve intervertebral disk aralıklarının silik biçimde görülecek şekilde ayarlanmalıdır, böylece kalp arkasındaki akciğer kesimleri net bir şekilde değerlendirilebilir. Yeterli kontrastı sağlamak için ekspojur süresi mümkün olduğunca kısa olmalıdır.

Kilovolt. PA ve lateral akciğer radyografilerinde film hızına uygun olarak yüksek kilovolt tekniği kullanılmalıdır²; biz 115-150kVp öneriyoruz (kVp: X-ışını tüpünde uygulanan pik voltaj).

Konvansiyonel Radyografi

Konvansiyonel akciğer radyografide, görüntü film üzerine kaydedilir. Film kolay kullanılabilir olması, yüksek sensitiviteye sahip olması ve iyi uniformiteye sahip olması gibi birçok avantaja sahiptir, ancak tanısal bilgiyi sağlayan ekspojur aralığı dardır. Çünkü toraksı oluşturan yapıların x-ışını atenüasyon değerleri; x-ışınının tama yakın geçirebilen akciğerler ile yüksek atenüasyon gösteren mediasten, omurga ve kostaların oluşturduğu geniş bir aralıktadır. Değişik atenüasyon değerlerindeki bu yapıların yeterli şekilde görüntülenmesi için birçok teknik geliştirilmiştir. Bu teknikler arasında; geniş-toleranslı film, hasta spesifik filtreler kullanımı,⁴ ve tarama eşitleyici radyografi^{5,6} sayılabilir. Bu son teknikte, hastanın vücut ölçülerine göre x-ışını demeti yoğunluğunu ayarlayan geri besleme mekanizması vardır.

Dijital Radyografi

Dijital radyografinin, konvansiyonel ekran-film sistemlere göre birçok avantajı vardır.^{7,8} En önemli avantajlarından biri, en geniş dinamik aralığı olan konvansiyonel ekran-film sistemlerinden bile 10-100 kat daha geniş ekspojur toleransına sahip olmasıdır. Dijital görüntünün işlenmesi sırasında, sistem otomatik olarak klinik değerlendirme için yeterli gri ton aralığını belirlemekte ve görüntü bu aralıkta oluşturulmaktadır. Sonuçta elde edilen görüntü, hemen hemen tamamen, mutlak x-ışını ekspojur seviyelerinden bağımsız olmaktadır (Potansiyel dezavantaj olarak hastalar gereksiz yüksek radyasyon dozlarına maruz kalabilirler, bu durum görüntü kalitesinde anlamlı değişikliğe yol açmadığından belirlenemeyebilir).

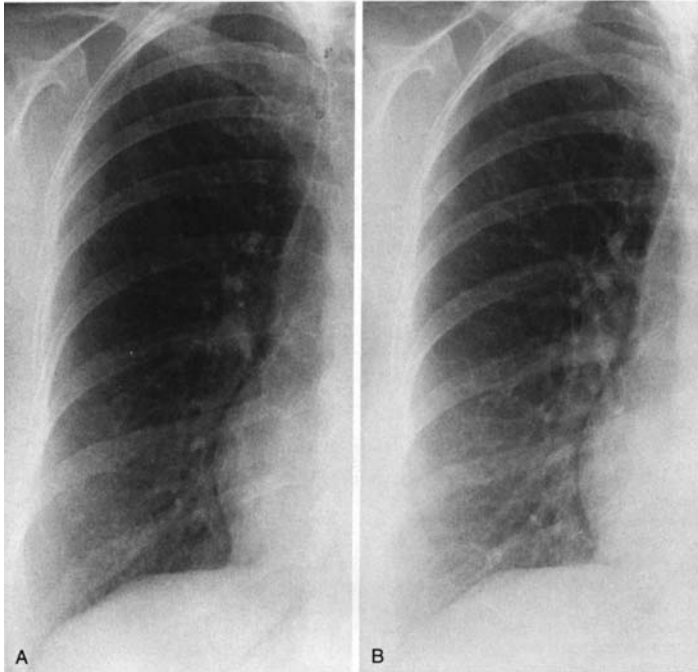
TABLO 2-1. Akciğer Radyografisi Kullanımında Öneriler

Akciğer radyografisi endikasyonları:
Respiratuvar ve kardiyovasküler sistem ile ilgili bulgu ve semptomlar
Önceden bilinen torasik hastalıkta iyileşme, rezolüsyon veya progresyonun değerlendirilmesinde takip görüntüleme
Toraks içi ve toraks dışı tümörlerin evrelemesi
Toraks içi cerrahi planlanan hastaların operasyon öncesi değerlendirilmesi
Operasyon öncesi değerlendirilen hastalardan solunum ya da kardiyak şikayeti olanlarda veya perioperatif morbidite veya mortalitede artmaya neden olabilecek torasik patoloji riski taşıyan hastalarda
Yaşam destek ünitelerine bağlı hastalar ile kardiyak veya torasik cerrahi veya diğer girişimsel işlemlerin uygulandığı hastaların yakın takibinde
Rutin akciğer grafisi aşağıdaki durumlarda endike değildir:
Seçili olmayan bir topluluğun rutin taramasında
Hastalık şüphesi olmadan tanı koymak için rutin prenatal akciğer radyografisi
Sadece hastaneye başvuru nedeniyle rutin radyografiler
İşe girmek için zorunlu radyografiler
Bakımevleri veya huzurevleri gibi uzun süre geçirilen yerlerde kalanlara tekrar tekrar çekilen grafiler

Based on recommendations from American College of Radiology: ACR Standart for the performance of Pediatric and Adult Chest Radiography. Reston, VA, American College of Radiology, 1997, p 27; and American Thoracic Society: Chest x-ray screening statements. Am Thorac News 10: 14, 1984.

Geniş tolerans, dijital sistemlerin konvansiyonel sistemlerden daha geniş ekspozur aralığında kullanılabilmelerini ve yatak başı radyografiler gibi ekspozürün çok değişken ve zor kontrol edilebildiği durumlarda ideal uygulama olmasını sağlar. Dijital radyografinin diğer bir avantajı elektronik görüntüler oluşturmaktır. Oluşturulan bu elektronik görüntüler farklı yerlere gönderilebilir, aynı anda farklı yerlerde gösterilebilir ve daha sonra referans olacak şekilde saklanabilir. Görüntüler, resim arşivleme ve iletişim sistemleri (picture archiving and communications systems; PACS) aracılığıyla geniş bir şekilde dağıtılabilir, video monitörlerinde gösterilebilir (soft copy) veya film/kağıda basılabilir (hard copy). Ticari olarak iki ana dijital radyografi sistemi mevcuttur: foto-uyarılabilir depo fosfor görüntü reseptörlerine dayalı sistemler ve selenyum kaplı reseptörlere dayalı sistemler.

Depo Fosfor Radyografisi. Depo fosfor görüntüleme (bilgisayarlı radyografi) geniş dinamik aralığı nedeniyle farklı x-ışını ekspozürlerinde bile istikrarlı görüntüler sağlaması nedeniyle esas olarak yatak başı akciğer radyografisi için kullanılır (Şekil 2-1).⁹ Standart filmlerdeki¹⁰ 1:100 dinamik aralık oranları ile karşılaştırıldığında depo fosfor sistemler yaklaşık 1:10000 dinamik aralığa sahiptir. Bu durum depo fosfor sistemlerle çok daha geniş ekspozur aralığında tanısal görüntüler elde edilmesini sağlar, böylece yatak başı radyografilerde tekrar oranı belirgin olarak azalır.¹¹

**ŞEKİL 2-1**

Depo fosfor ve konvansiyonel radyografi. 54 yaşındaki kadın hastada, normal sağ akciğerin depo fosfor teknolojisi (A) ve konvansiyonel radyografi (B) görüntülerinin parankimal detay açısından karşılaştırılması. (Miller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır.)

Depo fosfor teknolojisinde görüntü kaydı için film yeri-ne; tekrar kullanılabilir foto-uyarılabilir fosfor kullanılır. Fosfor kaplı plakalar, dıştan ekran-film kasetlerine benze-yen özel kasetlere yüklenir. Ekspozur sırasında, reseptör x-ışını enerjisini saklar ve daha sonra laser ışınıyla taranarak absorbe edilen x-ışını enerjisi ile orantılı yoğunlukta görü-nür veya infrared radyasyon elde edilir. Oluşan lüminesans dijital olarak ölçülür ve kaydedilir.¹²

Selenyum Dedektör Dijital Radyografi. Depo fos-for sistemlerde olduğu gibi selenyumlu akciğer görüntüle-me sistemleri de dijital görüntü oluşturmada reseptör kul-lanır ve işlem sonrası oluşturulan görüntü monitör veya film üzerinde gösterilebilir. Selenyum tabanlı dedektörlerin esas avantajı konvansiyonel ekran-film sistemleri veya foto-uyarılabilir fosfor dedektörlere göre çok daha yüksek kuan-tum verimliliğinin olmasıdır.^{13,14}

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

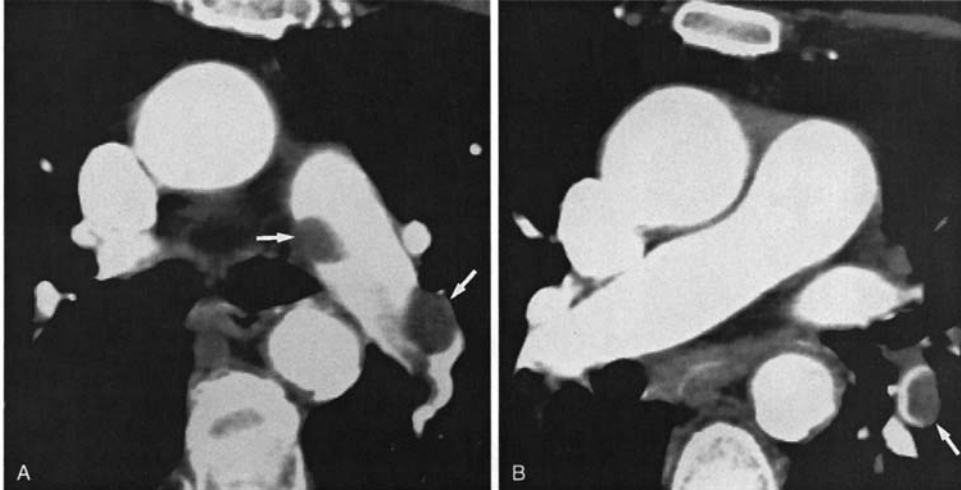
BT görüntüsü, üçüncü boyutu kesit kalınlığı olan üç boyut-lu bir hacmin iki boyutlu gösterimidir. BT görüntüsü piksel adı verilen çok sayıda resim elemanından (tipik olarak 512x512) oluşmuştur. Piksel, birimi alan(görüntü matrik-sindeki her kare) olup, birim hacimdeki dokunun(voksel) atenuasyonunu yansıtır. Voksel hacmi piksel alanının kesit kalınlığı ile çarpılmasıyla elde edilir. Herhangi bir voksel-deki yapıların x-ışını atenuasyon ortalaması alınarak gö-rüntü oluşturulur.

Teknik Özellikler

Birçok operatör bağımlı parametre, toraks BT ile elde edilen bilgiyi etkiler. En önemlileri arasında kesit kalınlığı, kesitler arası mesafe, görüntü alanı (field of view), rekonstrüksiyon algoritması ve görüntü gösterim ayarları (pencere genişliği ve seviyesi) sayılabilir. Seçilmiş vakalarda, damarsal yapı-ları yumuşak dokulardan ayırt etmede veya tromboemboli gibi intravasküler anomalilerin ortaya çıkarılmasında intra-venöz kontrast madde kullanılabilir (Şekil 2-2).

Uygun kesit kalınlığını, incelenecek yapıların boyutuna ve hastayı değerlendirmek için gerekli tarama sayısına gö-re belirlenir. Pulmoner parankim ve periferik bronşların ye-terli derecede değerlendirilmesi için ince kesit kalınlığı (1-1,5 mm kolimasyon) gereklidir.^{15,16} Diffüz interstisiyel has-talık ve hava yolu hastalıklarının yeterli şekilde değeri-ndirilmesinde bu kesitler arası mesafe 10mm olabilir. Bu şekil-de akciğer parankiminin %10-20'si örneklenmesine rağ-men, artmış uzaysal çözünürlük kalın kesitlerden daha iyi bir şekilde normal ve anormal bulguların değerlendirilme-sini sağlar.¹⁷ Ancak bu yaklaşım tüm durumlarda geçerli değildir. Örneğin, pulmoner metastaz aranırken tüm akci-ğerin değerlendirilmesi gereklidir, tercihen spiral BT ile 1-5 mm kalınlığında devamlı (volümetrik) kesitlerle tarama tercih edilir. Trakea ve santral bronşu tutan hastalıklarda, tek bir nefes tutmayla 1-3 mm kesit kalınlığında volümetrik tarama önerilmektedir. En uygun kesit kalınlığı BT endi-kasyonuna göre belirlenmelidir.

Torakstaki BT Hounsfield değerleri (HU), trakeadaki hava için yaklaşık-1000 HU ile dens kemik yapılar için 700



ŞEKİL 2-2

Pulmoner tromboembolide spiral BT. Akut nefes darlığı bulunan 84 yaşındaki kadın hastada; intravenöz kontrast madde verildikten sonra 3mm kesit kalınlığında yapılan spiral BT taramada (A ve B) sol ana ve interlobar arterlerde emboller izlenmektedir (oklar). (Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır.)

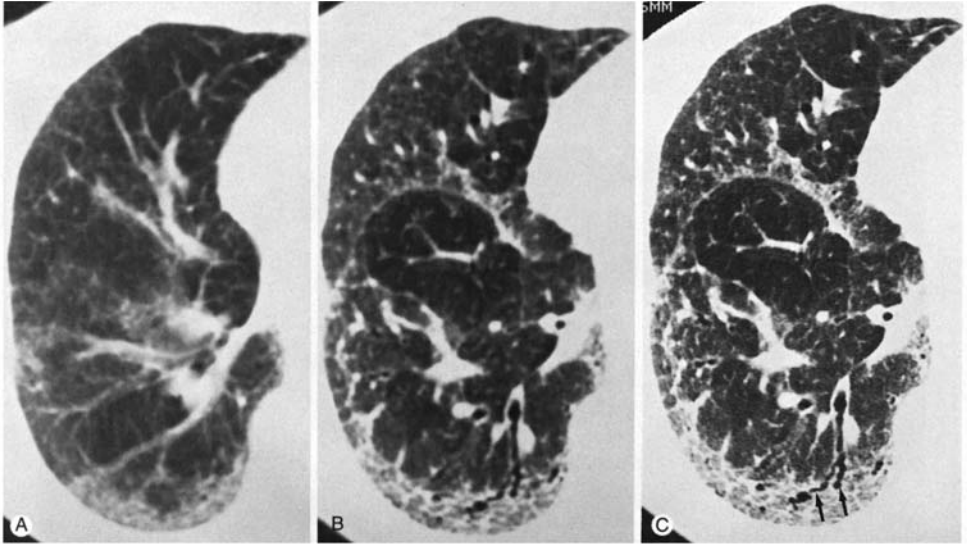
HU arasında değişmektedir. BT görüntüsünün monitörde (soft copy) veya filmde (hard copy) gösterimi 256 gri tonla sınırlı olup; tonlama, pencere genişliği ve seviyesi ile belirlenir. Akciğer BT ile elde edilen bilginin tümünün yeterli olarak tek bir pencere ayarında değerlendirilmesi mümkün değildir. Sınırlı sayıdaki gri tonla çok sayıdaki atenuasyon değerinin (HU) gösterilmesi için, incelenen dokunun ortalama atenuasyon değerine karşılık gelen BT değerinin seçilmesi gerekir. Bu merkez BT atenuasyon değeri *pencere seviyesi (window level)* olarak adlandırılır. Daha sonra bilgisayar tarafından, pencere seviyesinin üzerindeki ve altındaki belli sayıdaki atenuasyon değerlerine birer gri ton belirlenir. Pencere seviyesinin altındaki ve üstündeki BT değer aralığı, *pencere genişliği (window width)* olarak adlandırılır. Akciğerlerin yeterli şekilde değerlendirilebilmesi için pencere seviyesi -600 ile -700 HU arasında ve pencere genişliği 1000-1500 HU arasında olması en çok önerilen değer aralıklarıdır.¹⁸ 30-50 HU pencere seviyesi ve 350-500 HU pencere genişliği; genellikle mediasten, hiluslar ve plevra değerlendirmesi için en uygun şekilde yapılmasını sağlar. Bu değerler sadece kılavuzluk etmesi için verilmiştir ve akciğer parankimi veya mediasten için genel kabul görmüş ideal pencere ayarları mevcut değildir. Farklı pencere ayarları farklı hastalarda ve özellikle anormalliklerde daha uygun değerlendirme sağlayabilir.

Yüksek-Çözünürlüklü Bilgisayarlı Tomografi

Çoğu hastada BT tarama bilgisi; standart veya yumuşak dokü algoritması kullanılarak rekonstrükte edilir ve görülebilen görüntü gürültüsü azaltılır ve görüntü yumuşatılır. Bu algoritma daha çok mediasten ve göğüs duvarı anormalliklerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Ancak akciğer parankiminin en uygun şekilde değerlendirilmesi için yüksek uzaysal frekans rekonstrüksiyon algoritması gereklidir.^{19,20} Bu algoritma görüntü hatlarındaki yumuşamayı azaltarak uzaysal çözünürlüğü artırır, bu yüzden normal ve anormal parankim arayüzlerinin daha iyi ortaya konmasını sağlar ve küçük damarlar, havayolları ve belirgin olmayan interstisyel anormalliklerin daha iyi görüntülenmesine yardımcı olur.^{2,20} İnce kesit BT tarama (1mm kolimasyon) ile yüksek uzaysal frekans rekonstrüksiyon algoritması birlikte kullanıldığında, interstisyel ve hava yolu hastalıklarının en uygun şekilde değerlendirilmesi sağlanır ve bu YÇBT olarak adlandırılır (Şekil 2-3).^{15,18}

Spiral Bilgisayarlı Tomografi

Erken dönem (konvansiyonel) akciğer BT taramaları, hasta nefesini tutarken seri transvers kesitlerin alınması şeklinde



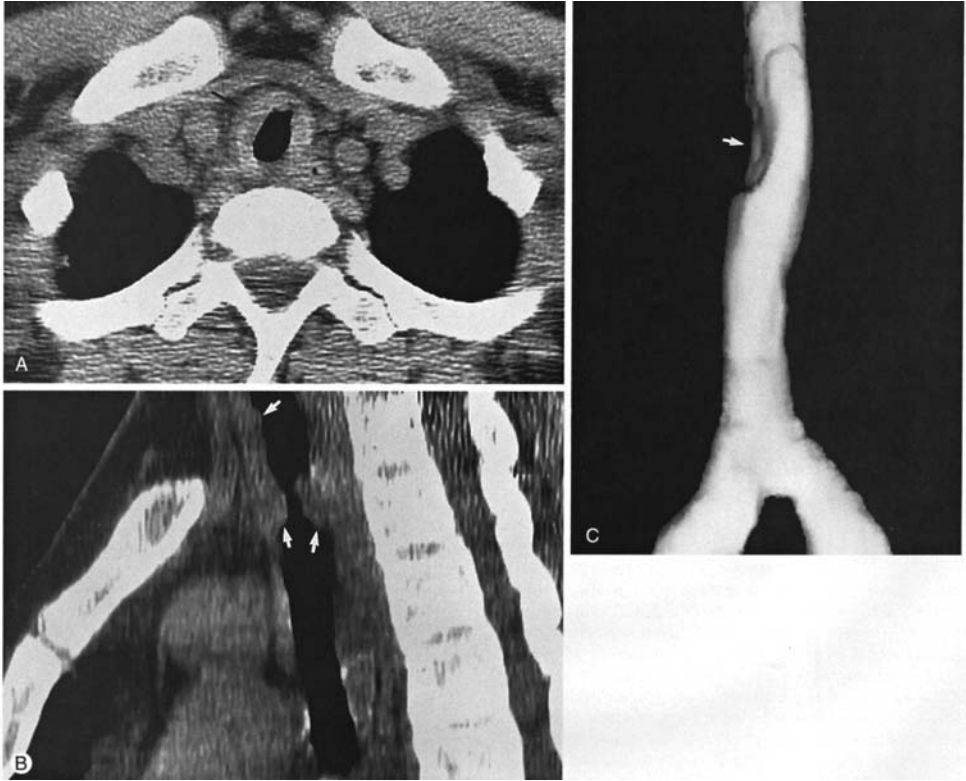
ŞEKİL 2-3

Kesit kalınlığı ve rekonstrüksiyon algoritmasının görüntü kalitesi üzerine. 71 yaşındaki hastada, 10mm kesit kalınlığında BT görüntüsünde (A) sağ akciğerde sınırları net seçilmeyen artmış atenuasyon alanları izlenmektedir. Anormalliklerin patern ve dağılımı 1,5mm kesit kalınlığındaki BT görüntüde daha iyi izlenmektedir (B). Her iki görüntü (A ve B) standart rekonstrüksiyon algoritması ile rekonstrükte edilmiştir. YÇBT tarama (1,5mm kolimasyonla BT tarama ve yüksek uzaysal frekans algoritmasıyla rekonstrüksiyon) (C) parankimal detayı daha iyi göstermektedir. Damar ve bronş sınırları, standart algoritmaya göre daha keskin olarak izlenmektedir. Anormallikler ince retiküler patern ve esas olarak subplevral bölgeleri tutan buzlu cam dansitelerini içermektedir. Fibrozis alanına giren sağ alt lob posterior bazal bronşundaki irregüler dilatasyona dikkat ediniz (traksiyon bronşiyektazisi [oklar]). Açık akciğer biyopsisi ile idiyopatik pulmoner fibrozis tanısı doğrulanmıştır. (Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır)

deydi. Her kesit elde edildikten sonra masa diğer tarama pozisyonu için hareket ederken hastanın solumasına izin verilirdi. Her kesit yaklaşık olarak 1 saniyede elde edilebilirken, kaydedilen görüntüler arasında 5-10 saniye gecikme olurdu. 1980'lerde spiral (helikal) BT'nin gelişmesi, hastanın BT gantry'si içinde hareket ederken devamlı tarama yapılabilmesine olanak tanıdı.²¹ Bu yöntemle, x-ışını demeti hastaya göre spiral veya helikal bir yol izler. Her kesit düzlemine ait bilgiler değerlendirildikten sonra, kesitsel görüntüler rekonstrükt edilir.²² Görüntülerin pozisyonu ve görüntüler arasındaki boşluk, isteğe göre seçilmiş masa pozisyonu ve küçük masa hareketleri ile retrospektif (geriye dönük olarak veya diğer bir anlatım ile hastaya tekrar x-ışını vermeden) olarak belirlenebilir.

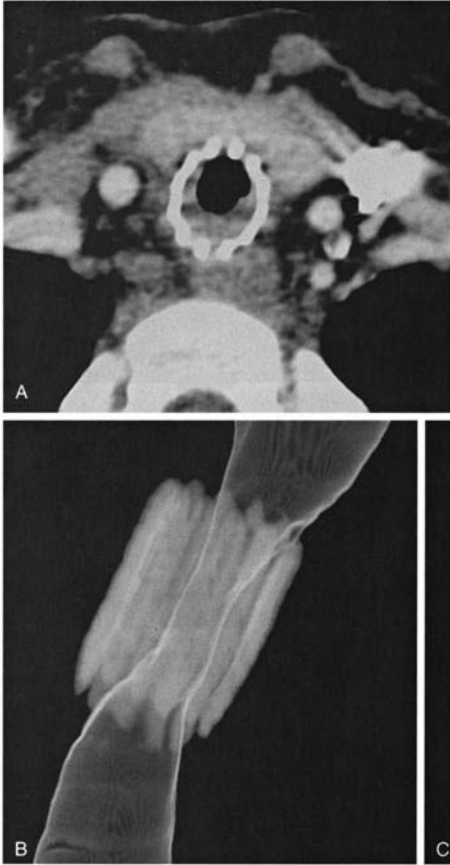
1990'lara kadar BT tarayıcılar sadece bir dizi detektör içermekteydi. Daha sonra bu cihazların yerini çoklu detek-

tör dizisi içeren tarayıcılar (multidetektör BT) almıştır. Bu şekilde detektör dizilimi aynı anda pek çok detektörün her birinden bilgi edinilmesine olanak vermekte ve temporal çözünürlükte, z ekseninde uzaysal çözünürlükte artışı, x-ışını tüpünün daha verimli kullanılmasını ve görüntüdeki gürültünün azalmasını sağlamaktadır.²³ Temporal çözünürlükteki artış, akciğerlerin tümünün tek bir nefes tutma periyodunda ince kesitlerle taranmasına imkan verir. Z-ekseninde (sefalo-kaudal düzlem) artmış uzaysal çözünürlük, ek radyasyon dozu vermeden multiplanar ve üç boyutlu reformat görüntülerin elde edilmesini sağlar (şekil 2-4). Grafik tabanlı software yazılımlar ve volume-rendering tekniklerin kullanımı hava yolları lümenlerinin bronkografide (BT bronkografi)^{24,25} veya bronkoskopide (sanal bronkopskopi)^{26,27} görülene benzer şekilde görüntülenmesini sağlar (Şekil 2-5).



ŞEKİL 2-4

Endotrakeal tüberkülozda spiral BT ile sagittal ve üç-boyutlu rekonstrüksiyon görüntüleri. 3mm kesit kalınlığında spiral BT görüntüde (A) trakeada çevresel kalınlaşma izlenmektedir (oklar). Sagittal rekonstrüksiyon görüntü (B) fokal kalınlaşmayı ve lümendeki daralmayı daha iyi göstermektedir (oklar). Lümendeki daralma, koronal üç-boyutlu rekonstrüksiyonda da net bir şekilde izlenmektedir (C'deki ok). Hasta 27 yaşında endotrakeal tüberkülozu olan bir kadındı. (Dr. Kyung Soo Lee, Department of Radiology, Samsung Medical Center, Seoul, South Korea. Kaynak: Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır)

**ŞEKİL 2-5**

BT trakeobronkografi. Daha önce post-trakeotomi stenozu nedeniyle trakeal endoprotez tedavisi uygulanmış hastada progresif nefes darlığı gelişmiştir. Spiral BT görüntüde (A) protez ve protez iç kesimindeki yumuşak dokuya bağlı rekürren darlık izlenmektedir. 'Volume-rendering' tekniğiyle elde edilmiş BT trakeobronkografi görüntüsünde (B) darlığın uzanımı ve protezle ilişkisi izlenmektedir. Protezin dijital ortamda çıkarılması ile (C) stenozun uzanımı daha iyi izlenmektedir. (Dr. Martine Remy-Jardin, Department of Radiology, Hôpital Calmette, Lille, France.)

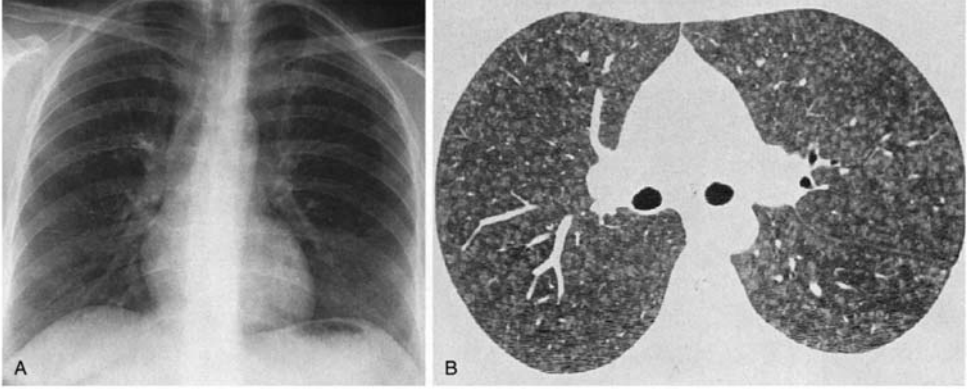
Endikasyonlar

Tablo 2-2'de, yayınlanmış bilgilere dayanılarak BT'nin en sık endikasyonları özetlenmiştir.^{28,29} YÇBT, bronşiyektazi tanısında tercih edilecek görüntüleme yöntemidir. Ayrıca parankimal akciğer hastalığını düşündürecek semptomları olan veya solunum fonksiyon testlerinde bozuklukla beraber akciğer radyografi bulguları normal veya şüpheli olan hastalarda da YÇBT kullanışlıdır (Şekil 2-6).^{15,18} YÇBT, klinik ve radyolojik bulguların kesin olarak tanıyı koyamadığı ve ileri radyolojik değerlendirmenin gerektiği olgularda da önerilmektedir. Bu endikasyon özellikle kronik interstisyel ve hava yolu hastalığı olan hastalar ile akut parankimal anormallikleri bulunan immünsüprese hastaları kapsar. Bu hastalarda radyolojik bulgular nonspesifik olduğunda, spesifik tanı veya ayırıcı tanıda en olası nedenlerin sıralanması sıklıkla YÇBT ile yapılır.

TABLO 2-2. Toraks Bilgisayarlı Tomografisi için En Sık Endikasyonlar

Standart göğüs radyografisinde belirlenen mediasten anormallığının değerlendirilmesi
Neoplastik hastalığın varlığının ve yayılımının belirlenmesi
Pulmoner nodülde yaygın veya santral kalsifikasyonun varlığının araştırılması
Pulmoner tromboemboli teşhisi
Mediastinal, plevril veya pulmoner nodül veya kitlelerin perkütan biyopsisine kılavuzluk
Plevral boşlukta yer alan sınırlı sıvı birikim yerleşimlerinin belirlenmesinde standart veya ultrasonografik tekniklerin yetersiz kaldığı durumlarda.
Toraksik aorta anormalliklerinin değerlendirilmesi
YÇBT ile bronşiyektazinin tanısı, interstisyel akciğer hastalığı, küçük hava yolu hastalığı ve amfizem tiplerinin ve yaygınlıklarının değerlendirilmesi

From Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: Radiologic Diagnosis of Diseases of Chest. Philadelphia, WB Saunders, 2001.



ŞEKİL 2-6

Kronik diffüz akciğer hastalığında YÇBT. Progresif nefes darlığı olan 35 yaşındaki kadın hastada, posteroanterior akciğer radyografide (A) bilateral belirgin olmayan opasiteler izlenmektedir. YÇBT görüntüde (B) sentrilobüler dağılım gösteren küçük yuvarlak opasiteler izlenmektedir. Radyografik bulgular nonspesifik olmasına rağmen, YÇBT görüntü hipersensitivite pnömonisini kuvvetle düşündürmektedir. Tanı açık akciğer biyopsisi ile doğrulanmıştır. (Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: *Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest*. Philadelphia, WB Saunders. 2001'den alınmıştır.)

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Bir atom nükleusu, manyetik alana yerleştirildiğinde ve belirli bir düzende ardışık radyo dalgaları ile uyarıldığında, absorbe ettiği enerjinin bir kısmını radyo sinyalleri şeklinde yayar. Günümüzde çoğu medikal MRG sistemleri, vücutta bol miktarda bulunduğu nükleus olarak hidrojen protonlarını kullanmaktadır. Hidrojen protonlarının sayısı arttıkça, elde edilen MR sinyali de artar. MR görüntüleme sırasında yayılan enerjiye birçok faktör etki eder ve en önemlileri relaksasyon zamanı ve hareketler.

MR görüntülemesinde sinyal gücü, karakteristik *relaksasyon zamanı* tarafından belirlenecek şekilde hızla azalır. Bu duruma nükleusun içinde bulunduğu genel çevrenin de etkisi bulunmaktadır. T1 ve T2 olarak adlandırılan iki relaksasyon zamanı vardır. Radyofrekans pulsu sonucu etkilenen eksternal manyetik alana paralel net manyetizasyon vektörünün ilk haline geri dönmesi için geçen süre T1'i gösterir. T1 relaksasyon zamanı sıvılar için uzundur (örneğin beyin-omurilik sıvısı veya kist hidatik içeriği) ve yağ için kısadır. Doku su içeriğini arttıran herhangi bir süreç (örneğin ödem) T1 zamanını uzatır.

Eksternal manyetik alana *dik* manyetizasyonun giderek bozulması T2 süresini belirler. Bu durum, rastgele moleküller hareket ile sinyalin faz birliğinin kaybolmasının bir sonucudur. Sinyalin defaze olması, lokal moleküler ortam ile ilişkilidir. Homojen ortamlar (örneğin sıvı) için T2 karakteristik olarak uzundur ve kompleks dokularda (örneğin kas) T2 kısadır. Konjestif kalp yetmezliği veya pulmoner neoplazi sonucu dokularda suyun artması, T2 relaksasyon zamanının uzamasıyla sonuçlanır.³⁰

MR sinyali, görüntüleme sırasındaki suyun veya kanın hareketinden etkilenir. Kan akımının hızına ve kullanılan görüntüleme sekansına göre; akan kandan elde edilen sinyal yüksek (beyaz kan, white blood), düşük (siyah kan, black

blood) veya ara intensitede olabilir. Çoğu özel MR puls sekansı, akıma özel sensitivite gösterecek şekilde planlanır ve bu akımın kantitatif değerlerinin belirlenmesini sağlar.^{31,32}

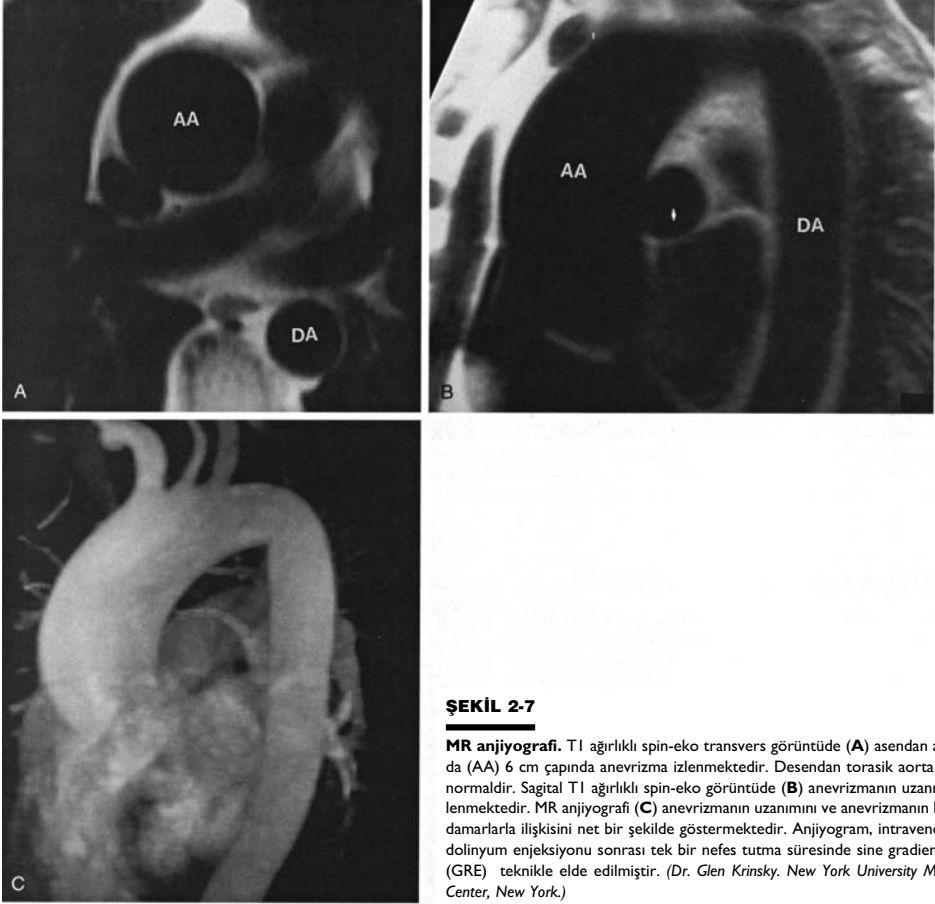
MRG'de gadolinyum kontrast maddesi kullanılarak (MR anjiyografi) veya özel MR sekansları ile kan damarları daha iyi gösterilebilir.^{33,34} Gadolinyum kullanımı ve yüksek hızlı görüntüleme gradientleri ile tek bir nefes tutma süresinde mediastinal ve pulmoner damarların üç boyutlu görüntülerinin elde edilmesi mümkün olmuştur.^{33,34} Bu görüntülerde akan kan yüksek intensitede izlenir (beyaz kan MR anjiyografi) (şekil 2-7). Akan kanın sinyalsiz izlendiği (siyah kan anjiyografi) sekanslarda, damar duvarı daha iyi değerlendirilir.²⁸

MR görüntüleme BT'ye göre birçok avantaja sahiptir. Bunlar: (1) İyonizan radyasyon kullanılmaz; (2) transvers görüntüleme yanında direkt olarak koronal, sagittal veya oblik görüntüleme yapılabilir; (3) akıma bağlı olarak damarlar içindeki kan intrinsik kontrast olarak kullanılabilir ve (4) BT'deki sadece elektron dansitesi kullanımı ile karşılaştırıldığında, çok sayıda MR parametresi ile yumuşak doku kontrastı artmıştır (şekil 2-8). MR görüntüleme ile göğüs hastalıklarının değerlendirilmesinde temel sınırlılık, görüntü kalitesini belirgin şekilde düşüren fizyolojik hareketler. Kardiyak tetikleme ve respiratuvar kompenzasyon (solumun düzeltilmesi) kullanılarak görüntü kalitesi büyük oranda artırılabilir ancak, akciğerlerdeki düşük proton dansitesi nedeniyle oluşan düşük sinyal-gürültü oranı ve hava ile su arasındaki diamagnetik hassasiyet farkının oluşturduğu manyetik alan inhomojenitesine bağlı sinyal kaybı nedeniyle MRG'de akciğerler parankiminin değerlendirilmesi zordur.

Endikasyonlar

Kalp ve Büyük Damarların Değerlendirilmesi.

Kalp ve büyük damarların konjenital anomalilerinin değerlendirilmesinde MR görüntüleme önemli rol oynar. Erişkin



ŞEKİL 2-7

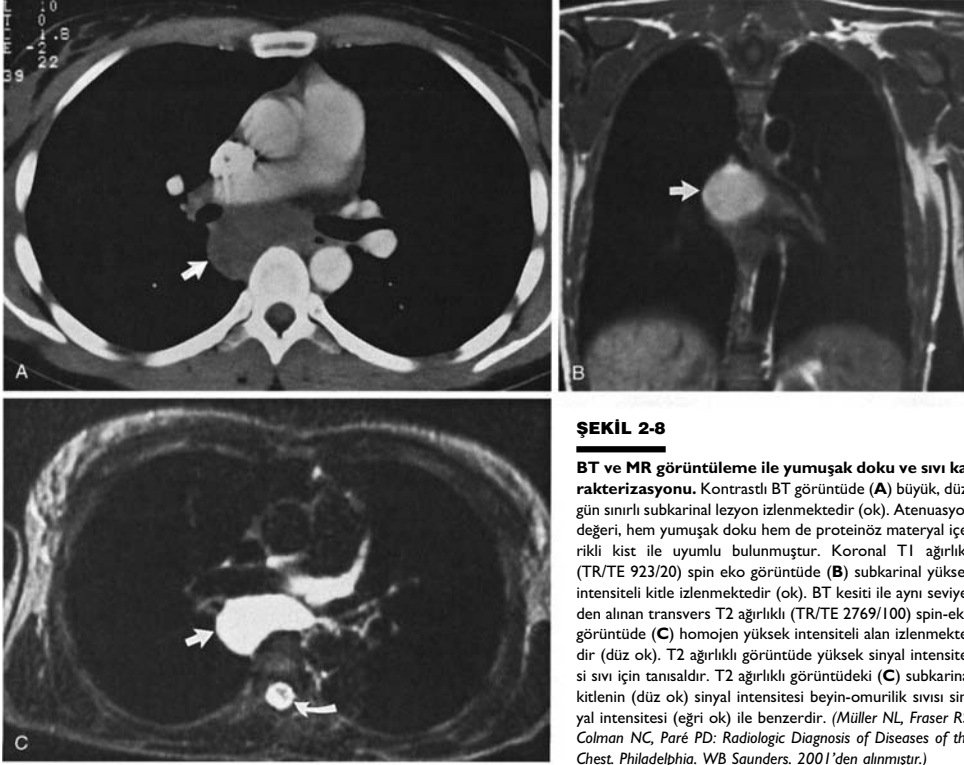
MR anjiyografi. T1 ağırlıklı spin-eko transvers görüntüde (A) asendan aortada (AA) 6 cm çapında anevrizma izlenmektedir. Desendan torasik aorta (DA) normaldir. Sagittal T1 ağırlıklı spin-eko görüntüde (B) anevrizmanın uzanımı izlenmektedir. MR anjiyografi (C) anevrizmanın uzanımını ve anevrizmanın büyük damarlarla ilişkisini net bir şekilde göstermektedir. Anjiyogram, intravenöz gadolinyum enjeksiyonu sonrası tek bir nefes tutma süresinde sine gradient-eko (GRE) tekniği elde edilmiştir. (Dr. Glen Krinsky, New York University Medical Center, New York.)

konjenital kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde ekokardiyografiden üstündür çünkü tüm atriyal, ventriküler ve büyük damar anomalilerinin doğrudan görüntülenmesine izin verir.^{35,36} Ancak genellikle ekokardiyografide tanı almayan ya da şüphede kalınan durumlarda kullanılır.³⁶ MR görüntüleme ayrıca santral pulmoner arter anormalliklerinin değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Sine gradient-eko sekanslar ile kardiyak duvar hareketi değerlendirilebilir ve ventriküler septal defekt, valvular yetmezlik veya fokal stenozlara bağlı yüksek hızlı jet akımlar tespit edilebilir.^{35,37} Hız-kodlamalı sine sekanslar ile kan akımı ölçülebilir.³⁸

Mediasten ve Hilusların Değerlendirilmesi. Günümüzde MR görüntüleme mediasten ve hilusların değerlendirilmesinde ikinci görüntüleme modalitesidir; temel olarak BT bulgularının şüpheli olduğu olgularda problem çözücü teknik olarak kullanılmaktadır.

Bununla birlikte, pulmoner karsinomun mediastinal ve vasküler invazyonunun değerlendirilmesinde BT'ye üstünlüğü gösterilmiştir.³⁹ Ayrıca BT bulgularının tanısal olmadığı bronkojenik kist olgularında tanıya yardımcı olabilir (Şekil 2-8).⁴⁰ Bu lezyonlar, sıvı içerikleri nedeniyle T2 ağırlıklı MR görüntülerde karakteristik olarak homojen yüksek sinyal intensitesinde izlenir.

Göğüs Duvarının Değerlendirilmesi. MR görüntüleme ile primer göğüs duvarı tümörleri,⁴¹ lenfomanın göğüs duvarı invazyonu,⁴² özellikle süperior sulkus bölgesine lokalize pulmoner karsinom invazyonu,^{43,44} çok iyi bir şekilde değerlendirilir. Ayrıca kitlenin doku karakteristiğinin ve intraspinal yayılım varlığının belirlenmesini sağladığından, nörojenik tümörler gibi paraspinal lezyonların değerlendirilmesinde tercih edilecek görüntüleme modalitesidir.^{45,46}



ŞEKİL 2-8

BT ve MR görüntüleme ile yumuşak doku ve sıvı karakterizasyonu. Kontrastlı BT görüntüde (A) büyük, düzgün sınırlı subkarinal lezyon izlenmektedir (ok). Atenuasyon değeri, hem yumuşak doku hem de proteinöz materyal içerebilir kist ile uyumlu bulunmuştur. Koronal T1 ağırlıklı (TR/TE 923/20) spin eko görüntüde (B) subkarinal yüksek intensiteli kitle izlenmektedir (ok). BT kesiti ile aynı seviyeden alınan transvers T2 ağırlıklı (TR/TE 2769/100) spin-eko görüntüde (C) homojen yüksek intensiteli alan izlenmektedir (düz ok). T2 ağırlıklı görüntüde yüksek sinyal intensitesi sıvı için tanısaldır. T2 ağırlıklı görüntüdeki (C) subkarinal kitlenin (düz ok) sinyal intensitesi beyin-omurilik sıvısı sinyal intensitesi (eğri ok) ile benzerdir. (Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: *Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest*. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır.)

RADYONÜKLİD GÖRÜNTÜLEME

Pulmoner nükleer tıpta en sık kullanılan sintigrafik teknik, ventilasyon-perfüzyon (V/Q) akciğer sintigrafisidir. 2-[¹⁸F]-floro-2-deoksi-D-glukoz (FDG) ile yapılan Pozitron emisyon tomografisi (PET); pulmoner karsinom ve diğer malign tümörlerin tanı ve evrelemesinde giderek daha önemli rol oynamaktadır.

Ventilasyon-Perfüzyon Sintigrafisi

Akciğer perfüzyon sintigrafisinde tercih edilen radyofarmasötik ajanlar; ^{99m}Tc-işaretili human albumin mikrosferleri (technetium Tc 99m HAM) ve makroagregat albumindir (technetium Tc 99m MAA). Ventilasyon görüntüleme ise en çok deneyim ksenon 133 ve teknesyum 99m aerosolleridir.

Perfüzyon sintigrafisi sensitif olmasına karşın pulmoner hastalık tanısında spesifik değildir. Neoplaziler, enfeksiyonlar, KOAH ve astma gibi parankim ve/veya hava yollarını etkileyen hemen hemen tüm durumlarda; etkilenen akciğer kesiminde pulmoner arteriyel kan akımında düşme izlenir. Tromboemboli karakteristik olarak anormal perfüzyon ile birlikte korunmuş ventilasyona neden olurken (mis-

matched -birbirine uymayan- defektler) (Şekil 2-9), pulmoner parankim hastalıkları sıklıkla aynı akciğer bölgesinde hem perfüzyon hem de ventilasyon anormalliklerine neden olur (matched -birbirine uyan- defektler). Tanısal spesifikiteyi arttırmak için ventilasyon ve perfüzyon sintigrafileri rutinde birlikte uygulanır.

V/Q akciğer sintigrafisi bölgesel pulmoner perfüzyon ve ventilasyonun değerlendirilmesinde noninvazif güvenilir bir metot olduğu gösterilmiş olup tromboemboliden şüphelenilen hastaların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Tablo 2-3 ve 2-4).⁴⁷⁻⁴⁸ Kantitatif V/Q akciğer sintigrafisinin pulmoner rezeksiyon veya akciğer transplantasyonuna gidecek hastalarda bölgesel akciğer fonksiyonlarının belirlenmesinde yararlı bir metot olduğu gösterilmiştir. Bu hastalarda temel kullanım amacı, lobektomiden veya pnömonektomiden sonra postoperatif fonksiyonun tahminidir. Bu işlemlerden sonra tahmini postoperatif FEV₁ değeri hesabı; preoperatif FEV₁ değerinin, cerrahiden sonra kalacak lob veya akciğerdeki radyonüklid aktivite yüzdesi ile çarpılmasıyla elde edilir. Tahmin edilen FEV₁ değeri 8.0 litreden veya öngörülen değerden %35 az ise, genellikle akciğer rezeksiyonu yapılmaz.

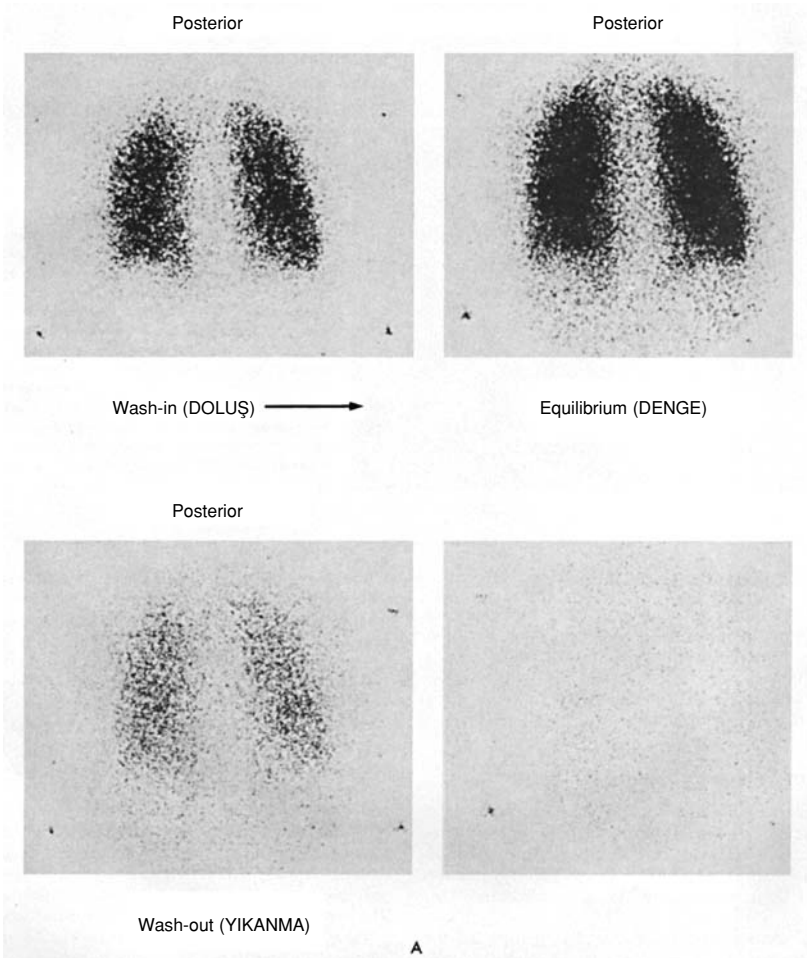
Pozitron Emisyon Tomografisi

PET, pozitron-yayan radyofarmasötiklerin verilmesinden sonra tomografik görüntülerin elde edilmesine dayanan bir fonksiyonel görüntüleme tekniğidir. BT ve MR görüntülemeye benzer şekilde, multipl anüler projeksiyonlardan (çok sayıda dairesel projeksiyonlardan) cismin üç boyutlu gösterilmesi prensibine dayanır. Ancak BT’de elde edilen anatomik bilgi yerine PET ile fonksiyonel bilgi elde edilir.

Malign hücrelerde, hızlı proliferasyon ve artmış mesajcı RNA miktarı nedeniyle glukoz transport ve metaboliz-

ması artmıştır.^{50,51} Bu biyokimyasal değişkenlikler; bir glukoz analogu olan FDG’nin verilmesinden sonra PET ile görüntülenebilir. FDG’nin tutulumu (uptake) ve ilk fosforilasyonu glukozu benzer. FDG fosforile edildiği zaman (FDG-6-fosfat) daha fazla metabolize edilemez ve hücre içinde kalır. Hücre içindeki FDG-6-fosfat miktarı PET ile belirlenir ve bu miktar glukoz alımı ve metabolizmasıyla orantılıdır.

Günümüzde FDG-PET endikasyonları; benign-malign pulmoner nodül ayrımı, bilinen pulmoner karsinom varlığında metastaz varlığının araştırılması ve pulmoner karsi-



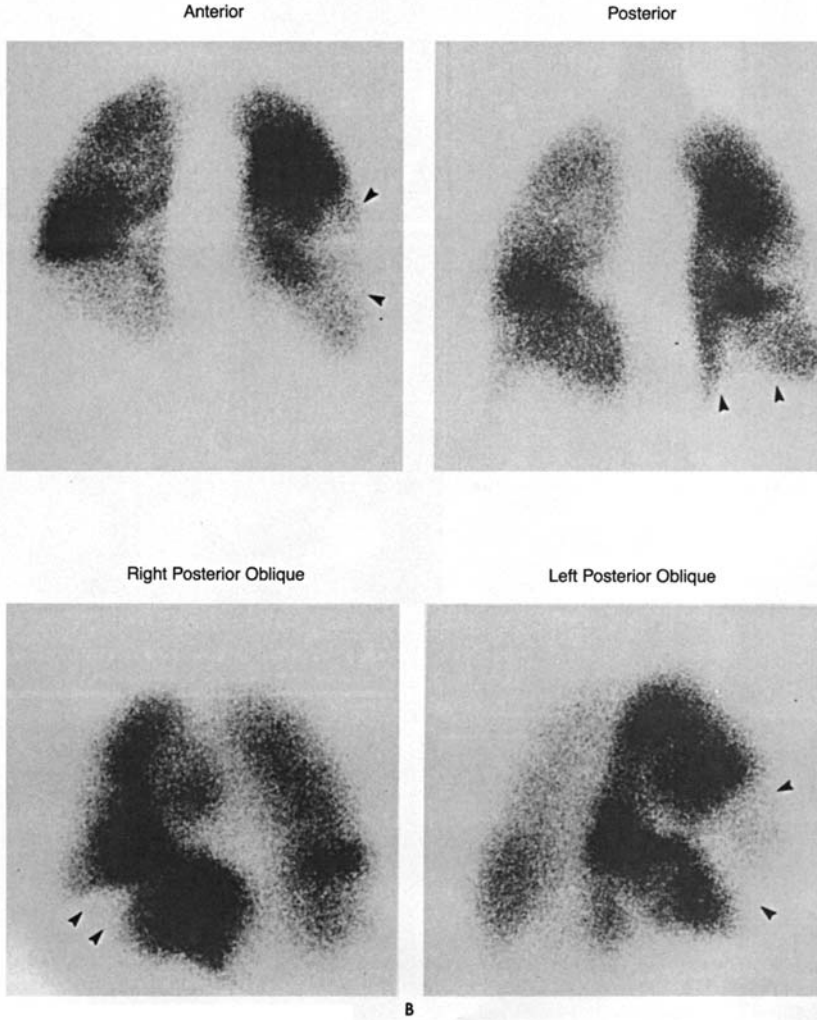
ŞEKİL 2-9

Tromboembolide ventilasyon-perfüzyon sintigrafisinin tanısal değeri. Ksenon inhalasyonu ile elde edilen akciğer sintigrafisinde (A) wash-in (doluş), equilibrium (denge) ve wash-out (yıkama) fazlarında normal ventilasyon parametreleriyle uyumlu görünüm vardır.

nom nedeniyle tedavi almış hastalarda parankimal skar-rekürren tümör ayırımı kapsamaktadır (Şekil 2-10).⁵²

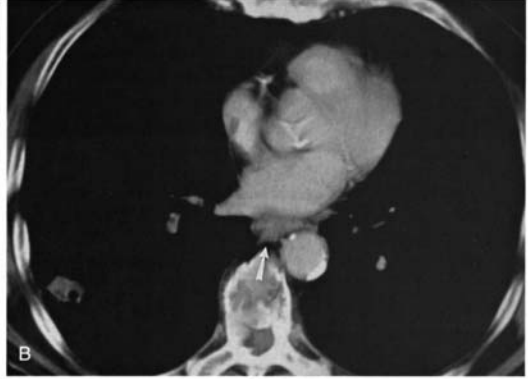
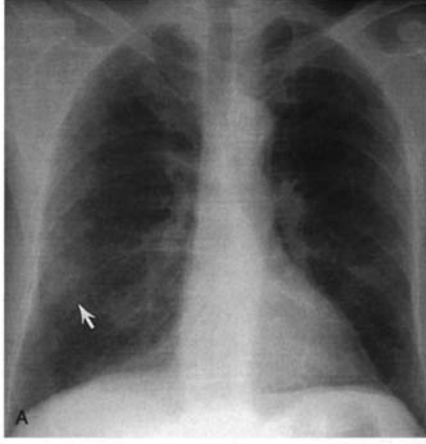
FDG-PET'in malign-benign lezyon ayırımında yayınlanmış sensitivite ve spesifitesi sırasıyla yaklaşık %80-100 ve %50-97'dir.^{53,54} Aspergillozis, tüberküloz ve sarkoidoz gibi aktif inflamasyon durumlarında yanlış pozitif sonuçlar bil-

dirilmiştir. Birçok çalışmada, küçük hücreli olmayan akciğer karsinomundaki mediastinal lenf nodu metastazlarının tespitinde, PET görüntülemenin BT'ye üstün olduğu gösterilmiştir.^{55,56} PET görüntüleme ile BT'nin karşılaştırıldığı bir meta-analitik çalışmada, mediastinal nodal metastazların tespitinde PET'in sensitivite ve spesifitesi sırasıyla %79,



ŞEKİL 2-9—devamı

Anterior, posterior ile sağ ve sol posterior oblik projeksiyonlarda Teknesyum 99m-işaretli makroagregat albümin perfüzyon akciğer sintigrafisinde (B) her iki akciğerde yaygın çok sayıda segmental dolun defektleri vardır (ok başları). Bu bulgular ventilasyon sintigrafisi ile beraber değerlendirildiğinde, pulmoner tromboemboli için tanı değeri çok yüksektir (yüksek olasılıkla). 65 yaşındaki erkek hastada akut dispne şikayeti vardı. (Miller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır.)



ŞEKİL 2-10

Pozitron emisyon tomografisi (PET). Posteroanterior akciğer radyografisinde (A) sağ alt lobda güçlükle seçilen nodül (ok) izlenmektedir. BT görüntüde (B) sağ alt lobdaki nodül varlığı doğrulanmakta ve paraözofageal büyümüş lenf nodu (ok) izlenmektedir. PET görüntüde (C) sağ alt lobdaki nodüde (düz ok) ve paraözofageal nodda (eğri ok) artmış 2-[¹⁸F]-floro-2-deoksi-D-glukoz (FDG) tutulumu izlenmektedir. Bu olgu biyopsi ile büyük hücreli karsinom tanısı almıştır. (Dr. Ned Patz. Duke University Medical Center, Durham, NC.)

TABLO 2-3. Orijinal PİOPED Yorumlama Kriterleri Kullanılarak Akut Pulmoner Tromboemboli Tespitinde Akciğer Ventilasyon-Perfüzyon Sintigrafisinin Sensitivitesi, Spesifitesi ve Pozitif Öngörü Değeri

Ventilasyon-Perfüzyon yorumlanması	Sensitivite %	Spesifite %	PÖD %
Yüksek	40	98	87
Yüksek, orta	82	64	49
Yüksek, orta, düşük	98	12	32

PİOPED, Pulmoner emboli tanısının prospektif araştırması; PÖD, Pozitif öngörü değeri. Veriler akut pulmoner tromboembolide ventilasyon/perfüzyon sintigrafilerinin elde edilmiştir.

Pulmoner emboli tanısının prospektif araştırması sonuçlarıdır (PİOPED).

%91; BT'nin sensitivite ve spesifitesi sırasıyla %60, %77 bulunmuştur.⁵⁶ Bazı çalışmalarda ayrıca toraks dışı metastazların tespitinde tüm vücut PET görüntülemenin, BT ve kemik sintigrafisine üstün olduğu gösterilmiştir.^{52,57,58}

PET görüntülemenin temel sınırlılıkları; düşük uzaysal çözünürlük ve tam lezyon lokalizasyonunun belirlenmesinde yardımcı olabilecek anatomik referans noktalarının ol-

TABLO 2-4. Pulmoner Tromboembolizm Prevalansı Üzerinde Seçilmiş Risk Faktörlerinin Etkileri

Ventilasyon-Perfüzyon	0 risk faktörü*	1 risk faktörü*	≥2 risk faktörü*
Yüksek	63/77 (%82)	41/49 (%84)	56/58 (%97)
Orta	52/207 (%25)	40/107 (%37)	77/173 (%45)
Düşük, çok düşük	14/315 (%4)	19/155 (%12)	37/179 (%21)

*Risk faktörleri: Son üç ay içindeki immobilizasyon, alt ekstremitre travması, cerrahi, santral venöz kateterizasyonu

Sonuçlar aşağıdaki makaleden alınmıştır.

Worsley DF, Alavi A, Palevsky HI. Comparison of diagnostic performance with ventilation-perfusion lung imaging in different patient populations. Radiology 199; 481, 1996

mayışıdır. Son zamanlarda aynı seansta PET ve BT görüntülerin elde edilmesine imkan veren tarayıcıların kullanıma girmesiyle bu problemin üstesinden gelinmiştir. Bu PET-BT tarayıcılarda, PET görüntülerle BT görüntüler birleştirilerek metabolik veya fonksiyonel bilgi (PET) ile anatomik bilginin (BT) aynı anda gösterilmesi sağlanmıştır.^{59,60} Bu şekilde yapılacak olan görüntüleme; primer tümör, mediastinal nodal tutulum ve ekstratorasik metastazların değerlendirilmesinde tek başına kullanılacak olan PET veya BT'ye üstündür.^{61,62}

ULTRASONOGRAFI

Toraks hastalıkları göz önüne alındığında; konjenital ve kazanılmış kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde; özellikle kapak deformitelerinin yapısı, kalp odacıklarının hacmi, duvar kalınlıkları, kardiyak kontraksiyon verimliliği (ejeksiyon fraksiyonu) ve sağdan sola şant varlığının tespitinde ultrason önemli rol oynar. Transözofageal ekokardiyografi-nin kullanıma girmesiyle, aort anormalliklerinin değerlendirilmesinde ultrasonun rolü önemli oranda artmıştır. Ayrıca bu prosedür, perikardiyal efüzyonun varlığının tespitinde, miktarının belirlenmesinde, kardiyomegaliden ayırımında çok yararlıdır ve pulmoner hava embolisi olgularında intravasküler havanın gösterilmesinde kullanılabilir.

Taşınabilir olması, iyonizan radyasyon içermemesi ve sıklıkla değerli bilgilerin elde edilmesi dolayısıyla ultrason plevral, diyafragmatik ve infradiyafragmatik anormalliklerin değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Bu uygulamalar dışında, intratoraks yapıların fiziksel özellikleri nedeniyle kardiyovasküler hastalıklar dışında yer alan göğüs hastalıklarında ultrasonun kullanımı sınırlıdır. Kemik de hava da sesi geçirmeyip yansıtır veya gelen ses enerjisini absorbe eder, sonuçta kosta ya da akciğer dokusu arkasındaki akustik arayüzeyler hakkında bilgi toplanması engellenir. Bu yüzden ultrasonun toraksta kullanımı; mediasten, göğüs duvarı veya diyaframa komşu plevral kitle veya pulmoner konsolidasyonların değerlendirilmesi, plevral sıvı varlığının ve niteliğinin belirlenmesi ile sınırlıdır.

Endikasyonları

Plevral Efüzyonun Değerlendirilmesi. Taşınabilir olması nedeniyle yatak başı sonografi, plevral sıvının varlığının tespiti ile aspirasyon ve drenaj prosedürlerine kılavuzluk etmede seçilecek görüntüleme yöntemidir.^{63,64} Çoğu plevral sıvı kolleksiyonu sonografide, havalanan ekojenik akciğerle sınırlanan anekoik veya hipoeoik alanlar şeklinde izlenir (Şekil 2-11). Transuda ve eksudalar benzer radyolojik görünümlere sahip olmasına karşın ultrasonda farklı özellikler gösterebilirler.^{65,66} 50 hastalık bir çalışmada, ultrasonda septa içeren 19 efüzyonun 15'i eksuda olarak tariflenmiştir.⁶⁵ 320 hastalık bir başka çalışmada; kompleks septalı, septa içermeyen kompleks ve homojen ekojenik efüzyon paternleri her zaman eksuda tanısı almıştır.⁶⁶ Eksudatif efüzyonu düşündürecek diğer bulgular; plevrada kalınlaşma veya eşlik eden pulmoner parankimal lezyondur. Bu bulgular tanıya yardımcı olmakla birlikte hipoeoik efüzyonlar eksuda veya transudadan herhangi biri olabilmektedir.^{65,66}

Diyaframın Değerlendirilmesi. Ultrason ile diyafragmatik ve peridiyafragmatik kitle ve sıvı kolleksiyonları çok iyi değerlendirilebilir. Küçük plevral efüzyonlar ile infradiyafragmatik sıvı kolleksiyonların ayırımı kolaylıkla yapılabilir. Karaciğer sağ hemidiyafram değerlendirmesi için uygun akustik pencere sağladığından, bu prosedür sağ diyaframın travmatik yırtığının gösterilmesine tanıya yardımcıdır.⁶⁷ Bağışırak gazı çoğu zaman sol hemidiyaframın sonografi ile değerlendirilmesini engeller.

Biopsi ve Kateter Yerleştirilmesinde Kılavuzluk. Göğüs duvarı veya diaframa komşuluğunda yer alan pulmoner, plevral ve mediastinal lezyonların gösterilmesinde ultrason çok faydalıdır ve ince-igne biyopsisi sırasın-



ŞEKİL 2-11

Ultrasonda plevral efüzyon. Ultrason görüntüsünde sağda anekoik plevral efüzyon izlenmektedir (düz ok). Ayrıca atelektatik akciğer alanı (eğri ok), diyafragma (D), inferior vena kava (IVK) ve karaciğer de izlenmektedir. İğne aspirasyonu sonucu efüzyonun transuda olduğu gösterilmiştir. (Müller NL, Fraser RS, Colman NC, Paré PD: *Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest*. Philadelphia. WB Saunders. 2001'den alınmıştır.)

da gerçek zamanlı görüntülemeye olanak sağlar.⁶⁸ Sıklıkla bu yöntem plevral skleroterapi veya ampiyem drenajı için kateter yerleştirilmesinde kılavuz olarak kullanılır.^{69,70} Ultrason ayrıca ağır hastalığı olan olgularda, plevral drenajın yatak başı yapılmasını sağlar.

Endoskopik Ultrasonografi Kılavuzluğunda Biyopsi. Transözofageal endoskopik ultrason, özellikle özofagus komşuluğu yerleşimli posterior mediasten kitlelerinin ve aortiko-pulmoner pencere yerleşimli patolojilerinin tanı ve karakterizasyonunda önemli rol oynar.^{71,72} Bu işlem, intramural veya ektramural tümör varlığı dahil, trakeobronşiyal duvarın değerlendirilmesinde de yararlıdır.^{73,74} İnce iğne aspirasyonu ile birlikte, mediastinal tümörlerin tanısında ve pulmoner karsinom evrelemesinde kullanımı giderek artmaktadır.^{72,75} Örneğin, N2 ve N3 nodal tutulumun belirlenmesiyle daha doğru tümör evrelemesinin yapılabil-diği gösterilmiştir.^{74,76} Bronş komşuluğundaki parankimal nodüllerin biyopsisinde de bu prosedür yardımcı olabilir.⁷³

KAYNAKLAR

1. Robin ED, Burke CM: Routine chest x-ray examinations. *Chest* 90:258-262, 1986.
2. American College of Radiology: ACR Standard for the Performance of Pediatric and Adult Chest Radiography. Reston, VA, American College of Radiology, 1997, p 27.
3. American Thoracic Society: Chest x-ray screening statements. *Am Thorac News* 10:14, 1984.
4. Hasegawa BH, Naimuddin S, Dobbins JT 3rd, et al: Digital beam attenuator technique for compensated chest radiography. *Radiology* 159:537-543, 1986.

5. Plewes DB: A scanning system for chest radiography with regional exposure control: Theoretical considerations. *Med Phys* 10:646-654, 1983.
6. Plewes DB, Vogelstein E: A scanning system for chest radiography with regional exposure control: Practical implementation. *Med Phys* 10:655-663, 1983.
7. MacMahon H, Vyborny C: Technical advances in chest radiography. *AJR Am J Roentgenol* 163:1049-1059, 1994.
8. Ravin CE, Chotas HG: Chest radiography. *Radiology* 204:593-600, 1997.
9. Wandtke JC: Bedside chest radiography. *Radiology* 190:1-10, 1994.
10. Schaefer CM, Greene R, Llewellyn HJ, et al: Interstitial lung disease: Impact of post-processing in digital storage phosphor imaging. *Radiology* 178:733-738, 1991.
11. Sagel SS, Jost RG, Glazer HS, et al: Digital mobile radiography. *J Thorac Imaging* 5:36-48, 1990.
12. Sonoda M, Takano M, Miyahara J, Kato H: Computed radiography utilizing scanning laser stimulated luminescence. *Radiology* 148:833-838, 1983.
13. Chotas HG, Floyd CE Jr, Ravin CE: Technical evaluation of a digital chest radiography system that uses a selenium detector. *Radiology* 195:264-270, 1995.
14. Garner M, Hennings SR, Jager HJ, et al: Digital radiography versus conventional radiography in chest imaging: Diagnostic performance of a large-area silicon flat-panel detector in a clinical CT-controlled study. *AJR Am J Roentgenol* 174:75-80, 2000.
15. Muller NL: Clinical value of high-resolution CT in chronic diffuse lung disease. *AJR Am J Roentgenol* 157:1163-1170, 1991.
16. McGuinness G, Naidich DP: Bronchiectasis: CT/clinical correlations. *Semin Ultrasound CT MR* 16:395-419, 1995.
17. Leung AN, Staples CA, Muller NL: Chronic diffuse infiltrative lung disease: Comparison of diagnostic accuracy of high-resolution and conventional CT. *AJR Am J Roentgenol* 157:693-696, 1991.
18. Webb W, Muller N, Naidich D (eds): *High Resolution CT of the Lung*. Philadelphia, Lippincott-Raven, 2001.
19. Mayo JR, Webb WR, Gould R, et al: High-resolution CT of the lungs: An optimal approach. *Radiology* 163:507-510, 1987.
20. Zwirchow CV, Terriff B, Muller NL: High-spatial-frequency (bone) algorithm improves quality of standard CT of the thorax. *AJR Am J Roentgenol* 153:1169-1173, 1989.
21. Kalender WA, Seissler W, Klotz E, Vock P: Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. *Radiology* 176:181-183, 1990.
22. Crawford CR, King KF: Computed tomography scanning with simultaneous patient translation. *Med Phys* 17:967-982, 1990.
23. Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, et al: Multislice CT: Scanning techniques and clinical applications. *Radiographics* 20:1787-1806, 2000.
24. Remy-Jardin M, Remy J, Artaud D, et al: Volume rendering of the tracheobronchial tree: Clinical evaluation of bronchographic images. *Radiology* 208:761-770, 1998.
25. Higgins WE, Ramaswamy K, Swift RD, et al: Virtual bronchoscopy for three-dimensional pulmonary image assessment: State of the art and future needs. *Radiographics* 18:761-778, 1998.
26. Johnson CD, Hara AK, Reed JE: Virtual endoscopy: What's in a name? *AJR Am J Roentgenol* 171:1201-1202, 1998.
27. Hopper KD, Iyriboz TA, Mahraj RP, et al: CT bronchoscopy: Optimization of imaging parameters. *Radiology* 209:872-877, 1998.
28. Naidich D, Webb W, Muller N, et al (eds): *Computed Tomography and Magnetic Resonance of the Thorax*. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1999.
29. Remy-Jardin M, Remy J: Spiral CT angiography of the pulmonary circulation. *Radiology* 212:615-636, 1999.
30. Mayo JR: Magnetic resonance imaging of the chest. Where we stand. *Radiol Clin North Am* 32:795-809, 1994.
31. Firmin DN, Naylor GL, Kilner PJ, Longmore DB: The application of phase shifts in NMR for flow measurement. *Magn Reson Med* 14:230-241, 1990.
32. Boxerman JL, Mosher TJ, McVeigh ER, et al: Advanced MR imaging techniques for evaluation of the heart and great vessels. *Radiographics* 18:543-564, 1998.
33. Ho VB, Prince MR: Thoracic MR aortography: Imaging techniques and strategies. *Radiographics* 18:287-309, 1998.
34. Alley MT, Shifrin RY, Pelc NJ, Herfkens RJ: Ultrafast contrast-enhanced three-dimensional MR angiography: State of the art. *Radiographics* 18:273-285, 1998.
35. Higgins CB, Sakuma H: Heart disease: Functional evaluation with MR imaging. *Radiology* 199:307-315, 1996.
36. Higgins CB, Caputo GR: Role of MR imaging in acquired and congenital cardiovascular disease. *AJR Am J Roentgenol* 161:13-22, 1993.
37. Sehtem U, Pflugfelder PW, White RD, et al: Cine MR imaging: Potential for the evaluation of cardiovascular function. *AJR Am J Roentgenol* 148:239-246, 1987.
38. Kondo C, Caputo GR, Semelka R, et al: Right and left ventricular stroke volume measurements with velocity-encoded cine MR imaging: In vitro and in vivo validation. *AJR Am J Roentgenol* 157:9-16, 1991.
39. Webb WR, Gatsonis C, Zerhouni EA, et al: CT and MR imaging in staging non-small cell bronchogenic carcinoma: Report of the radiologic diagnostic oncology group. *Radiology* 178:705, 1991.
40. Nakata H, Egashira K, Watanabe H, et al: MRI of bronchogenic cysts. *J Comput Assist Tomogr* 17:267-270, 1993.
41. Fortier M, Mayo JR, Swensen SJ, et al: MR imaging of chest wall lesions. *Radiographics* 14:597-606, 1994.
42. Bergin CJ, Healy MV, Zinzcone GE, Castellano RA: MR evaluation of chest wall involvement in malignant lymphoma. *J Comput Assist Tomogr* 14:928-932, 1990.
43. Heelan RT, Demas BE, Caravelli JF, et al: Superior sulcus tumors: CT and MR imaging. *Radiology* 170:637-641, 1989.
44. McLoud TC, Filion RB, Edelman RR, Shepard JA: MR imaging of superior sulcus carcinoma. *J Comput Assist Tomogr* 13:233-239, 1989.
45. Flickinger FW, Yuh WT, Behrendt DM: Magnetic resonance imaging of mediastinal paraneoplasia. *Chest* 94:652-654, 1988.
46. Siegel MJ, Jamroz GA, Glazer HS, Abramson CL: MR imaging of intraspinal extension of neuroblastoma. *J Comput Assist Tomogr* 10:593-595, 1986.
47. Value of the ventilation/perfusion scan in acute pulmonary embolism. Results of the Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis (PIOPED). The PIOPED Investigators. *JAMA* 263:2753-2759, 1990.
48. Hull RD, Raskob GE, Ginsberg JS, et al: A noninvasive strategy for the treatment of patients with suspected pulmonary embolism. *Arch Intern Med* 154:289-297, 1994.
49. Ali MK, Mountain CF, Ewer MS, et al: Predicting loss of pulmonary function after pulmonary resection for bronchogenic carcinoma. *Chest* 77:337-342, 1980.
50. Weber G: Enzymology of cancer cells (first of two parts). *N Engl J Med* 296:486-492, 1977.
51. Weber G: Enzymology of cancer cells (second of two parts). *N Engl J Med* 296:541-551, 1977.
52. Hagge RJ, Coleman RE: Positron emission tomography: Lung cancer. *Semin Roentgenol* 37:110-117, 2002.
53. Gupta NC, Frank AR, Dewan NA, et al: Solitary pulmonary nodules: Detection of malignancy with PET with 2-[F-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose. *Radiology* 184:441-444, 1992.
54. Sazon DA, Santiago SM, Soo Hoo GW, et al: Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography in the detection and staging of lung cancer. *Am J Respir Crit Care Med* 153:417-421, 1996.
55. Wahl RL, Quint LE, Greenough RL, et al: Staging of mediastinal non-small cell lung cancer with FDG PET, CT, and fusion images: Preliminary prospective evaluation. *Radiology* 191:371-377, 1994.
56. Dwamena BA, Sonnada SS, Angobaldo JO, Wahl RL: Metastases from non-small cell lung cancer: Mediastinal staging in the 1990s—meta-analytic comparison of PET and CT. *Radiology* 213:530-536, 1999.
57. Valk PE, Pounds TR, Hopkins DM, et al: Staging non-small cell lung cancer by whole-body positron emission tomographic imaging. *Ann Thorac Surg* 60:1573-1581, discussion 1581-1582, 1995.
58. Marom EM, McAdams HP, Erasmus JJ, et al: Staging non-small cell lung cancer with whole-body PET. *Radiology* 212:803-809, 1999.
59. Townsend DW: A combined PET/CT scanner: The choices. *J Nucl Med* 42:533-534, 2001.
60. Kluep PG, Meltzer CC, Villenagave VL, et al: Combined PET/CT imaging in oncology. Impact on patient management. *Clin Positron Imaging* 3:223-230, 2000.
61. Aquino SL, Azumath JC, Alpert NM, et al: Improved radiologic staging of lung cancer with 2-[F-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose-positron emission tomography and computed tomography registration. *J Comput Assist Tomogr* 27:479-484, 2003.
62. Lardinio D, Weder W, Han TY, et al: Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computed tomography. *N Engl J Med* 348:2500-2507, 2003.
63. Lipscomb DJ, Flower CD, Hadfield JW: Ultrasound of the pleura: An assessment of its clinical value. *Clin Radiol* 32:289-290, 1981.
64. O'Moore PV, Mueller PR, Simeone JE, et al: Sonographic guidance in diagnostic and therapeutic interventions in the pleural space. *AJR Am J Roentgenol* 149:1-5, 1987.
65. Hirsch JH, Rogers JV, Mac LA: Real-time sonography of pleural opacities. *AJR Am J Roentgenol* 136:297-301, 1981.
66. 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* 159:29-33, 1992.
67. Somers JM, Gleeson FV, Flower CD: Rupture of the right hemidiaphragm following blunt trauma: The use of ultrasound in diagnosis. *Clin Radiol* 42:97-101, 1990.
68. Ikezoe J, Morimoto S, Arisawa J, et al: Percutaneous biopsy of thoracic lesions: Value of sonography for needle guidance. *AJR Am J Roentgenol* 154:1181-1185, 1990.
69. Morrison MC, Mueller PR, Lee MJ, et al: Sclerotherapy of malignant pleural effusion through sonographically placed small-bore catheters. *AJR Am J Roentgenol* 158:41-43, 1992.
70. Klein JS, Schultz S, Heffner JE: Interventional radiology of the chest: Image-guided percutaneous drainage of pleural effusions, lung abscess, and pneumothorax. *AJR Am J Roentgenol* 164:581-588, 1995.
71. Catalano MF, Rosenblatt ML, Chak A, et al: Endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration in the diagnosis of mediastinal masses of unknown origin. *Am J Gastroenterol* 97:2559-2565, 2002.
72. Fritscher-Ravens A: Endoscopic ultrasound evaluation in the diagnosis and staging of lung cancer. *Lung Cancer* 41:259-267, 2003.
73. Falcone F, Foia G, Grosso D: Endobronchial ultrasound. *Respiration* 70:179-194, 2003.
74. Herth F, Ernst A, Schulz M, Becker H: Endobronchial ultrasound reliably differentiates between airway infiltration and compression by tumor. *Chest* 123:458-462, 2003.
75. LeBlanc JK, Espada R, Ergun G: Non-small cell lung cancer staging techniques and endoscopic ultrasound: Tissue is still the issue. *Chest* 123:1718-1725, 2003.
76. Herth FJ, Becker HD, Ernst A: Ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: An experience in 242 patients. *Chest* 123:604-607, 2003.