

VOLÜM KÜÇÜLTÜCÜ YÖNTEMLERDE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Çağlar UZUN

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

e-mail: cuzun77@yahoo.com

Belirgin efor dispnesi ve kısmi geri dönüşümlü hava yolu obstrüksiyonu ilerlemiş kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) belirtileri arasındadır. KOAH'lı hastaların değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemlerinin yeri sınırlı olup tanı ve sınıflandırmada solunum fonksiyon testleri ile değerlendirilen hava yolu obstrüksiyonundaki reversibilitenin ciddiyeti ve derecesi önemlidir. Bunun için FEV₁ ve FEV₁/FVC değerlerini temel alan sistemler kullanılmaktadır (1).

Akciğerin havayı dışarıya atan elastik geri dönüş fonksiyonu ve buna bağlı olarak maksimum ekspiretuar akım azaldığından amfizem klinik olarak KOAH sınıfında yer alır (2). KOAH'da uygulanan tedaviler altta yatan patolojiye spesifik olmadığından klinik pratikte amfizemi diğer kronik hava yolu hastalıklarından ayırt etmenin çok önemi yoktur. Bunun yanında amfizemi olan seçilmiş hastaların volüm küçültücü girişimlerden fayda gördüğü bilinmektedir. Bu nedenle amfizem tanısının konması son yıllarda önem kazanmıştır. Amfizemi belirgin olmayan hastaların ise volüm küçültücü girişimlerden fayda görme olasılığının olmadığı düşünülmektedir (3,4). Ciddi hava yolu obstrüksiyonu olmadan belirgin amfizemi olan hastalar daha nadir görülmekte olup bu hastalarda volüm küçültücü cerrahi deneyimleri azdır (5).

Amfizem terminal bronşiolerin distalinde kalan hava boşluklarının anormal dilatasyonu ve eşlik eden alveol duvar destrüksiyonu olarak tanımlanır (6). Amfizemden etkilenen akciğer parankimi bilgisayarlı tomografide (BT) düşük dansiteli alanlar şeklinde izlenir (7,8). Morfolojik olarak iki ana subtipi vardır. Sentrilobuler (sentriasiyer) amfizem santral respiretuar bronşioler etrafındaki lobülleri etkiler ve sigara kullanımı ile ilişkilidir. Tipik olarak üst zonlarda yerleşim gösterir. BT'de normal akciğer ile çevrili düşük yoğunluk

alanları şeklinde izlenir (9-11). Panlobüler (panasiyer) amfizem sekonder pulmoner lobülün tümünde dilatasyon ya da destrüksiyon sonucu oluşur (12). Ağırlıklı olarak alt loblarda olmak üzere yaygın düşük dansiteli alanlar şeklinde izlenir (11). Etkilenen akciğer parankiminde damarların sayısı ve kalibreleri azalır. Tipik olarak α -1 antitripsin eksikliğine eşlik ettiği gibi ciddi sigara kullanımında da görülebilir. Paraseptal amfizem bir başka amfizem subtipidir. Sekonder pulmoner lobülün distal kısımlarını tutar ve interlobüler septa ya da visseral plevra komşuluğunda izlenir (13,14). Amfizem bülü 1 cm ya da daha büyük boyutta, 1 mm'den ince duvar yapısına sahip, keskin sınırlı, hava içerikli yapı olarak tanımlanır (15). Bazen çok büyük boyutlara ulaşarak solunum fonksiyonlarının bozulmasına neden olabilir (16).

Ciddi amfizemde bu subtiplerden biri daha baskın olabilir. Sentrilobüler tip, ciddi küçük hava yolu hastalığı ile birlikte görülebilir (17). Çok kuvvetli olmamakla birlikte sigara kullanım süresi ve günlük paket sayısı ile amfizemin şiddeti arasında ilişki vardır. Ağır sigara içicilerinin sadece %40'ında amfizem izlenmektedir. Diğer taraftan nadir de olsa normal akciğer fonksiyonu olan, hiç sigara içmemiş bireylerde de amfizem görülebilir (18).

Günümüzde amfizemin cerrahi tedavisinde bülektomi, akciğer transplantasyonu ve volüm küçültücü teknikler kullanılmaktadır. Her üç yöntemde de mortalite ve morbidite riskleri nedeniyle hasta seçimi önemlidir. İnhaler bronkodilatör tedavi ve pulmoner rehabilitasyondan oluşan medikal tedaviye rağmen semptomatik olan hastalarda cerrahi tedavi düşünülmelidir (16).

Volüm küçültücü cerrahide akciğerin üst loblardaki ciddi amfizematö kısmı çıkarılır. Bunun sonucunda hem amfi-

zemin diyafram ve göğüs duvarının mekanik fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkisi ortadan kalmış, hem de ventilasyon gaz değişiminin daha iyi olduğu alanlara yönlendirilmiş olur (3,19-22). Son çalışmalar volüm küçültücü cerrahi sonrası solunum fonksiyonlarındaki iyileşmeye diyaframın etkisi üzerindedir (23,24).

Volüm küçültücü girişimlerin başarısında hastanın anatomik ve fizyolojik özellikleri ve dikkatli hasta seçimi kritik rol oynamaktadır (25). Bu girişimler orta ve ciddi amfizemi olan hastalarda düşünülmelidir. Ciddi obstrüktif akciğer fonksiyonu olan fakat BT'de hafif düzeyde amfizemi olan hastalar için uygun değildir (26). Bunlara dayanarak amfizemin varlığı, yaygınlığı ve dağılımının saptanmasında kullanılan teknikler uygun hasta seçiminde önem kazanmıştır.

Volüm küçültücü cerrahi planlanan hastaların değerlendirilmesinde radyolojinin üç önemli görevi mevcuttur: (1) amfizemin anatomik tanısını koymak, (2) amfizemin yaygınlığını değerlendirmek ve (3) operasyon için kontrendikasyon oluşturacak ya da tedavi planını değiştirecek durumları saptamak. Radyolojik değerlendirme sıklıkla bilgisayarlı tomografi (BT) kullanılarak yapılır. Bazı klinisyenler amfizemin neden olduğu fonksiyonel hasarın heterojenitesi ve dağılımını konusunda ilave bilgi elde etmek amacıyla radyonüklid perfüzyon/ventilasyon sintigrafisi (V/Q) kullanmaktadır (5).

Direkt grafi

Volüm küçültücü cerrahi adaylarının değerlendirilmesinde direkt akciğer grafisinin kullanımı sınırlıdır. Thurlbeck ve Simon amfizemi saptamada akciğer grafisinin duyarlılığını %40 olarak bildirmişlerdir (27). Muller ve Coxon düşük özgüllük, amfizemin ciddiyetini saptamada yetersizlik ve saptanan bulguların gözlemciler arasında anlamı farklılık göstermesi nedeniyle direkt grafi kullanımının sınırlı olduğunu ortaya koymuşlardır (28). Bu hastaların daha önceden çekilmiş akciğer grafileri varsa belirgin plevral fibrozis, pulmoner nodül ve interstisyel hastalık varlığı açısından değerlendirilmelidir. Yine de volüm küçültücü cerrahi için mutlak kontrendike olan bir durumun atlanma olasılığı yüksektir ve değerlendirmeye BT'nin mutlaka dahil edilmesi gerekmektedir (5).

Bilgisayarlı tomografi (BT)

Amfizemi saptamada ve dağılımını değerlendirmede akciğer grafisinin duyarlılığının düşük olması volüm küçültücü cerrahi adaylarının preoperatif değerlendirmesinde BT'nin yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur. Volüm küçültücü girişim planlanan hastaların BT ile değerlendirilmesi hastanın tedaviden fayda görme olasılığının saptanmasında esastır. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki parankimal destrüksiyonun karakteristiği ve anatomik dağılımı operasyondan beklenen faydanın tahmininde kritik öneme sahiptir (29-31). Volüm küçültücü cerrahi adaylarının değerlendirmesinde BT, amfizemin saptanmasında,

amfizem yaygınlığının değerlendirilmesinde ve dağılımı karakterize etmede faydalıdır. Ayrıca eşlik eden ve cerrahi tedavi için kontrendikasyon oluşturabilecek diğer patolojilerin saptanmasında da BT'den yararlanılır (5).

Amfizem 5-8 mm kalınlıktaki herhangi bir konvansiyonel BT inceleme ile görüntülenebilir. Bununla birlikte 1-2 mm kalınlıkta akciğer algoritması ile elde olunmuş yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) kesitleri ile saptanması daha kolaydır (32). Çok kesitli BT'lerin kullanıma girmesiyle tüm akciğerin volümetrik yüksek rezolüsyonlu kesitleri elde olunabilmektedir (33). Hafif dereceli amfizemi, değerlendirmede minimum intensity projection (MinIP) tekniğinden yararlanılabilir. Bu program akciğerin en düşük yoğunluklu alanlarını belirginleştirirken kalan normal parankimi ve damarları daha az görünür hale getirir. Tekniğin temeli ardışık kesitleri birleştirerek kalın kesitler halinde göstermeye dayanmaktadır. Remy-Jardin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 1 mm kalınlıktaki YRBT kesitleri ile MinIP tekniğini karşılaştırmışlar ve MinIP tekniğinin gizli amfizemi saptamada daha duyarlı olduğunu göstermişlerdir (şekil 1) (34). Amfizemin varlığını ve dağılımını saptamada YRBT'nin doğruluğu birkaç çalışmada dokümanite edilmiştir (35-39). BT ile çapı 5 mm den küçük amfizem alanları atlanabilmekle birlikte bu orta ya da ciddi düzeyde amfizemi olan volüm küçültücü cerrahi adayları için çok önemli değildir (13).

Amfizemin kantitatif değerlendirmesi

BT ile doku hacimlerinin dansitesi her vokselde Hounsfield Units (HU) cinsinden hesaplanabilir. Bunlar, -1000 HU



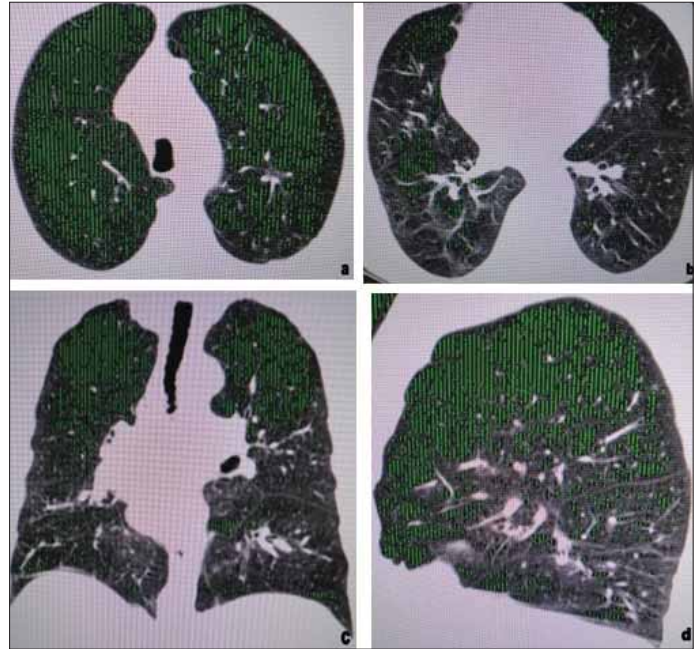
Şekil 1. Her iki akciğer alt lobda belirginleşen amfizem. 1,25 mm kalınlıkta koronal reformat görüntü (a), 10 mm kalınlıkta koronal MinIP görüntü, 1,25 mm kalınlıkta aksiyel kesit (c), 10 mm kalınlıkta aksiyel MinIP görüntü. Koronal ve aksiyel planda oluşturulan MinIP görüntülerde amfizem, normal akciğer parankiminden daha kolay ayırt edilebiliyor

hava, 0 HU su, +1000 HU kemik dansitesidir. Amfizemin kantitatif değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan iki yöntem mevcuttur. Bunlar gözlemci tarafından yapılan semikantitatif değerlendirme (40-42) ve bilgisayar yazılımları kullanarak yapılan kantitatif değerlendirme. Her iki yöntem de amfizemin ciddiyetini değerlendirmede patoloji sonuçları ile iyi korelasyon göstermektedir (13,37,39,43,44).

En sık kullanılan semikantitatif yöntemde gözlemci her akciğer için üç, toplam altı seviyede amfizemin şiddetini değerlendirir ve 0-4 arasında derecelendirir. Sıfırda amfizem yoktur. Amfizematö parankim oranı 1'de %1-25, 2'de %26-50, 3'de %51-75, 4'de %76-100 arasındadır. Total skor 0-24 arasında değişir. Bu yöntemle her seviye için amfizem heterojenitesinin kantitatif değerlendirmesi de yapılabilir. Semikantitatif değerlendirme tecrübeli radyologlar ya da akciğer konusunda uzman tecrübeli klinisyenler tarafından güvenle kullanılabilir (40,45).

Subjektif görsel değerlendirmenin sınırlamaları, amfizem morfolojisinin BT karakteristikleri ve BT verilerinin dijital özelliği, çeşitli otomatik programlar kullanarak yapılabilen objektif kantitatif değerlendirme yöntemlerine ilgiyi artırmaktadır (46). Objektif kantitatif değerlendirmede kullanılan program yazılımları akciğer parankimini matematiksel olarak göğüs duvarı, mediasten ve diğer anatomik yapılardan ayırarak tanımlar ve parankim alanlarındaki her vokselde dansite hesaplar. Elde edilen veriler, önceden belirlenen bir dansite aralığındaki akciğer parankim yüzdesini ortaya koyan histogram eğrisiyle ya da normal ve amfizematö parankimini ortaya koyan görüntüler şeklinde sunulabilir (5).

En sık kullanılan kantitatif değerlendirme yöntemi dansitometrik analizdir. Dansitometrik analizde kullanılan parametrelerden biri "relatif düşük yoğunluk alanı"dır. Daha önceden yapılmış çalışmalar baz alınarak belirlenen bir eşik değerinin altında dansiteye sahip amfizematö parankim alanlarının oranı olarak tanımlanır (33,39,40,44,47-51). Birçok eşik değeri belirlenmiş olsa da ince kesit 10 mm aralıkla taramış BT'lerde -950 HU ve altında piksel değerine sahip düşük yoğunluk alanları pulmoner fonksiyon test sonuçları ve patoloji sonuçları ile iyi korelasyon göstermektedir (39,47). Bu eşik değerleri kesit kalınlığı ve rekonstrüksiyon algoritması gibi tarama parametrelerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Son yapılan bir çalışmada -960 ve -970 arasında bir eşik değerinin, çok kesitli BT ile elde olunan volümetrik verilerden kantitatif değerlendirme yapabilmek için uygun olduğu gösterilmiştir (33). Eşik altında kalan alanlar normal akciğerden farklı renklerle kodlanabilir (şekil 2). Tüm akciğer için ya da sadece belirlenen düzeylerde eşik altında kalan dansitedeki amfizematö parankim yüzde olarak hesaplanır. Diğer parametre "frekans-dansite dağılım yüzdesi"dir.



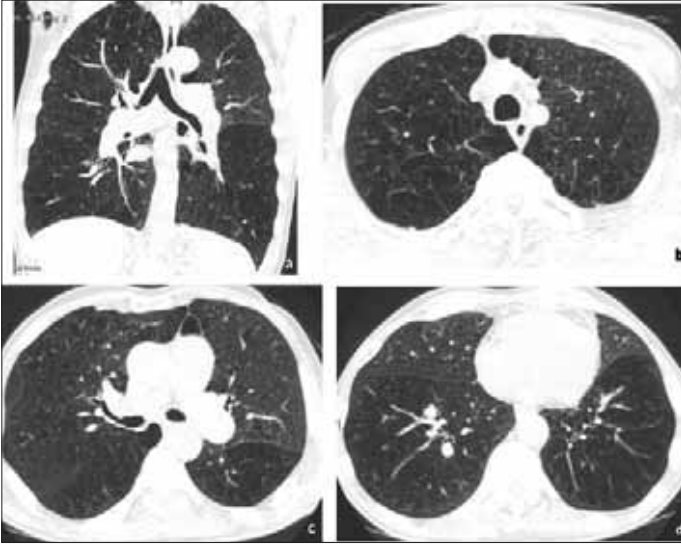
Şekil 2. Dansitometrik analiz. Üst (a) ve alt (b) zondan aksiyel kesitler, koronal reformat (c) ve sağ akciğerden geçen sagittal reformat (d) görüntüleri. -950 HU'nun altında dansiteye sahip parankim yeşil renkle kodlanmıştır. Amfizem üst lob predominansı göstermektedir

Verilerden dansite histogram eğrisi oluşturulur. En düşük dansiteye sahip %15'lik kısmın kalan en yüksek dansiteye sahip %85'lik kısımdan ayrıldığı HU değerini temsil eden "Perc15" en sık kullanılan parametredir. Amfizemin artışıyla "Perc15" negatif yönde artar (52).

Amfizemin kantitatif değerlendirmesinde otomatik sistemlerin kullanımı artmaktadır. Yine de volüm küçültücü cerrahiden beklenen faydanın tahmininde otomatik sistemlerle yapılan değerlendirmenin, tecrübeli gözlemcilerin semikantitatif skorlama kullanarak yaptıkları değerlendirmelere önemli katkı sağladığı henüz gösterilmemiştir (5).

Amfizem dağılımının ve heterojenitenin değerlendirilmesi

Kantitatif değerlendirmeye ek olarak gözlemci tabanlı subjektif yöntemlerle ya da bilgisayar programları kullanarak yapılan objektif değerlendirmelerle amfizemin anatomik dağılımı ve heterojenitesi saptanabilir. Volüm küçültücü cerrahi adaylarının değerlendirmesinde amfizemin üst lob predominansı gösterip göstermemesi önemlidir. Üst lob predominansı dışında amfizem alt lob predominansı ya da homojen dağılım gösterebilir (şekil 3). Gözlemci tabanlı değerlendirmelerde bu sınıflama subjektif olarak ya da semikantitatif bir skala kullanarak her iki akciğerin belli birkaç seviyede değerlendirilmesi ile yapılabilir. Otomatik sistemlerde üst zondaki ve alt zondaki amfizematö akciğer oranı karşılaştırılır. Üst lobun yüzdesi daha fazlaysa bu üst lob predominansı olarak kabul edilir (5). "National Emphysema Treatment Trial" (NETT)'da akciğer apekten



Şekil 3. Koronal reformat (a), üst zon (b), orta zon (b) ve alt zondan (c) geçen aksiyel kesitlerde homojen dağılım gösteren ve volüm küçültücü cerrahi için uygun olmayan amfizem izlenmektedir

bazale kadar üç eşit parçaya bölünmüş ve dağılımdaki orantısızlığa bakılarak üst lob predominansı tanımlanmıştır. Diğer otörler heterojenitenin kantitatif değerlendirmesinde BT dansitometri tekniği kullanmışlardır ve heterojen dağılımı olan hastaların volüm küçültücü girişimlerden daha fazla fayda gördüğünü ortaya koymuşlardır (31,53). NETT'den elde edilen verilere göre amfizem sınıflamasında kullanılan otomatik ve gözlemci tabanlı değerlendirmeler arasında üst lob predominansını saptama konusunda yüksek korelasyon mevcuttur. Bu sonuçlar amfizem sınıflamasında otomatik sistemler ve gözlemci tabanlı değerlendirmeleri karşılaştıran diğer çalışmaların sonuçları ile uyumludur (19).

Birçok çalışmada amfizem dağılımının volüm küçültücü cerrahi sonuçları üzerindeki etkileri araştırılmıştır (26,30,54-63). Volüm küçültücü cerrahiden beklenen fayda ve risklerin tahmininde BT ile heterojenite ve amfizemin dağılımı olmak üzere iki özellik değerlendirilebilir. İlki heterojen ya da hedef alanlara sahip olanlar şeklinde, ikincisi üst lob predominansı olanlar ve olmayanlar şeklinde sınıflandırılır (5). Volüm küçültücü cerrahinin medikal tedavi ile karşılaştırıldığı randomize bir çalışma olan NETT sonuçları da BT'deki amfizem dağılımının önemini vurgulamaktadır (29). Homojen ya da nonheterojen dağılım gösteren amfizem hastaları operasyondan daha az fayda görmektedir (20,21,29,30). NETT'te ciddi hava yolu obstrüksiyonunun olduğu FEV₁'i beklenenin %20'si ya da daha altında olan ve BT'de homojen amfizem dağılımı olan hastalarda operasyon sonrası mortalitenin arttığı gösterilmiştir (64). Üst lob predominansı olan ve geniş boyutta korunmuş normal akciğer parankimi olan heterojen hastalıkta operasyon sonuçlarının daha iyi olduğu gösterilmiştir (30). Weder ve

arkadaşları bilateral volüm küçültücü operasyon yapılmış 50 hastanın preoperatif BT görüntülerini görsel skorlama sistemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Amfizemi heterojen dağılım gösteren hastaların FEV₁ değerlerindeki düzelenin, homojen ya da intermediate hastalığı olanlara göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir (58). Flaherty ve arkadaşları üst lob ve alt lob amfizem oranının postoperatif FEV₁ ve 6 dakikalık yürüme mesafesindeki iyileşmeyi gösteren en iyi parametre olduğunu saptamışlardır (53). NETT'in sonuçları da bu görüşleri desteklemektedir.

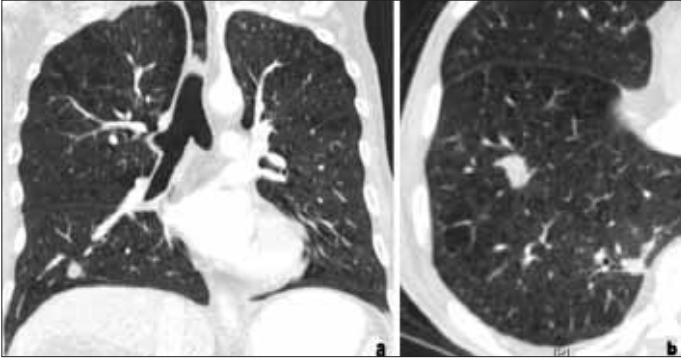
NETT volüm küçültücü cerrahi uygulanan hastalarda egzersiz kapasitesinde, 6 dakikalık yürüme mesafesinde, beklenen FEV₁ yüzdesinde, yaşam kalitesinde ve dispne derecesinde düzelmeye olduğunu göstermiştir. Yine de cerrahi ve medikal tedavi alanlar arasında sağkalımda anlamlı farklılık yoktur. Altta yatan hastalığın neden olduğu nispeten yüksek mortaliteye bağlı olarak cerrahi tedavi yapılmış düşük egzersiz kapasiteli ve üst lob predominansı olan hastalarda medikal tedavi alanlara göre mortalite daha düşüktür. Üst lob predominansı olmayan ve yüksek egzersiz kapasitesine sahip hastalarda operasyon sonrası mortalite riski medikal tedavi alanlara göre daha fazladır. Üst lob predominansı cerrahi sonrasında akciğer fonksiyonlarında ve egzersiz kapasitesinde belirgin iyileşme ile birlikte. Üst lob predominansı olmayan yüksek egzersiz kapasiteli hastalar dışında tüm hasta gruplarında operasyon sonrası yaşam kalitesi belirgin yükselmiştir.

Son zamanlarda heterojeniteyi değerlendirmede daha sofistike kantitatif teknikler kullanılmaktadır. Bunlar doku tabanlı analiz (65) ve dansite tabanlı fraktal analizdir (66,67). Mishima ve arkadaşları amfizematö alanların sayıları ve boyutlarını korele eden bir çalışma yapmışlardır (67). Coxon ve arkadaşlarının bu tekniği kullanarak yaptıkları çalışmada geniş boyutta ve üst lob yerleşimli amfizemi olan hastaların küçük ve uniform dağılımı olan hastalara göre operasyon sonuçlarının daha iyi olduğunu göstermişlerdir (68).

Eşlik eden diğer patolojilerin saptanması

Kronik hava yolu obstrüksiyonu (69,70) ve amfizem (71) sigara kullanımı ile birlikte akciğer kanseri gelişiminde bağımsız risk faktörleri arasındadır. Volüm küçültücü cerrahi açısından değerlendirilen hastalarda insidental olarak saptanan akciğer kanseri prevalansı %5 civarındadır (şekil 4). Nonkalsifiye nodül ve malignite açısından şüpheli nodül prevalansı daha da yüksektir (%11-26) (57,72). Nodül saptamada BT'nin duyarlılığı yüksek, özgüllüğü düşüktür. Saptanan nodülün boyutuna bağlı olarak biyopsi yapılabilir, nodül eksize edilebilir, PET ile ileri tetkik yapılabilir ya da BT takibi yapılabilir.

Nodülün yerleşimi önemlidir. Ciddi amfizematö alan içerisinde yerleşim gösteriyorsa volüm küçültücü prosedürünün bir parçası olarak rezeksiyon yapılabilir. Böyle kombi-



Şekil 4. Üst lob predominansı gösteren amfizem. Koronal reformat (a) ve aksiyel kesitte (b) sağ alt lobda düzensiz sınırlı, malign görümlü nodül izlenmektedir

ne operasyonlarda mortalite bir miktar artmaktadır (57,73). Küçük hücreli dışı akciğer kanserinin rezektabilitesi için kabul edilmiş kriterlere göre volüm küçültücü cerrahi adayları yüksek risk grubundadır ve akciğerde oluşabilecek fonksiyonel kayıp cerrahi tedavi için engel oluşturabilir. Operasyonun volüm küçültücü kısmı fonksiyonel yetersizliğe neden olabileceğinden, volüm küçültücü cerrahi ve nodül eksizyonunun birlikte yapıldığı kombine operasyonlar konusunda tecrübeler azdır (57,74). Henüz az sayıda olan klinik sonuçlar göstermektedir ki sadece iyi seçilmiş hastalar kombine prosedürleri tolere edebilmektedir (5).

Genel klinik pratikte kullanılan kriterlere dayanarak NETT klinik olarak belirgin bronşiektazi, plevral veya interstisyel hastalık ya da akciğerin 1/3'ünden fazlasını kaplayan bölü olan hastaları çalışma dışında bırakmıştır. NETT verilerine göre volüm küçültücü cerrahi adaylarının %25'inde bu patolojilerden biri görülmektedir.

Radyonüklid ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi

99mTc ile işaretli albumin kullanarak yapılan sintigrafi, amfizemin dağılımını yansıtan bölgesel perfüzyon farklılıklarını değerlendirmede güvenilir ve kantitatif değerlendirmeye olanak sağlayan bir yöntemdir. Volüm küçültücü cerrahi adayı hastaların preoperatif değerlendirmesinde ventilasyon-perfüzyon sintigrafisinin rolü heterojen hastalığı saptamaktır (75,76). Sintigrafide saptanan üst lob predominansı ve heterojenitenin volüm küçültücü cerrahiye yanıtın tutarlı göstergesi olduğunu ortaya koyulmuştur (76,77). Perfüzyon sintigrafisinde heterojenitesi fazla olan hastaların postoperatif FEV₁ değerlerindeki düzelleme heterojenite skoru düşük olanlara göre daha fazladır (78).

Cleverly ve arkadaşları YRBT ile değerlendirilen amfizem dağılımı ve sintigrafi ile değerlendirilen perfüzyon dağılımı arasında iyi korelasyon olduğunu göstermişlerdir (79). Ancak operasyon sonrası fonksiyonel iyileşme, BT 'de saptanan heterojenite ile sintigrafide saptanan heterojeniteye kıyasla daha fazla korelasyon göstermektedir (78,80). Yine de perfüzyon sintigrafisi volüm küçültücü cerrahi

planlanan hastalarda cerrahi planı yönlendiren ve BT ile karşılaştırılabilecek faydalı bir görüntüleme yöntemidir. Amfizem heterojenitesinin değerlendirmesinde sadece BT ya da BT ve sintigrafinin birlikte kullanılması konusu net değildir. Cederlund ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre BT ve sintigrafinin kombine kullanımı, bu tetkiklerden herhangi birinin tek başına kullanımına göre amfizem heterojenitesini değerlendirmede daha fazla bilgi vermektedir (81). Diğer bazı çalışmalarda da volüm küçültücü cerrahi öncesi değerlendirmede sintigrafinin BT'ye katkısının az olduğu ortaya konmuştur (20,78,79).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)

İnsanda helyum-3'ün inhaler kontrast madde olarak kullanıldığı hiperpolarize MR incelemesi ilk defa 1996'da yapılmıştır (82). Hiperpolarize He-3 MRG iyonizan radyasyon kullanmaksızın amfizemin yaygınlığı ve heterojenitesi hakkında bilgi verebilir. Statik ve dinamik ventilasyon haritaları oluşturulabilir. He-3 difüzyon ağırlıklı MR sekansları kullanılarak "apparent diffusion coefficient"(ADC) haritaları oluşturulabilir. ADC haritası akciğerde distal hava boşluklarının genişliğini gösterir ve amfizemli hastalarda normal popülasyona göre daha büyüktür (83).

Volüm küçültücü cerrahilerde postoperatif görüntüleme

Volüm küçültücü cerrahi sonrası akciğerlerin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Bae ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hastalar cerrahi öncesinde ve sonrasında BT ile değerlendirilmiştir. Ortalama akciğer hacimleri inspiryum sonunda 7.5 lt'den 5.6 lt'ye düşmüş olup azalma %25 oranındadır. Amfizem indeksleri inspiryum sonunda %60'dan %38'e, ekspiryum sonunda %60'dan %27'ye düşmüştür (84). Becker ve arkadaşları tek ya da çift taraflı volüm küçültücü cerrahi uygulanmış 28 hastayı cerrahi öncesi ve sonrasında BT ile kantitatif olarak değerlendirmiştir. Her akciğer için fonksiyonel akciğer (dansitesi -910 HU'nun üstündeki parankim) hacminde %9 artış saptamışlardır (85). Holbert ve arkadaşları 28 hastayı operasyon öncesi ve sonrasında BT ile değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada cerrahi sonrası ortalama akciğer hacimlerinin %22 azaldığı gösterilmiştir. Bu hastaların tümüne unilateral rezeksiyon yapılmış ve opere edilmeyen akciğer volümünde ortalama %4 artış olmuştur. Opere akciğerde amfizematö parankim alanı %14 azalırken opere edilmeyen akciğerde değişiklik olmamıştır. Ayrıca opere akciğerin ortalama dansitesi 26 HU artmış olup opere edilmeyen akciğer ortalama dansitesi aynı kalmıştır (86).

Volüm küçültücü cerrahi sonrası gelişen komplikasyonlar diğer torasik cerrahi girişimlere benzerdir. Değişen anatomi, stapler dansiteleri ve plevral tent kullanımı radyolojik olarak kafa karışıklığına neden olabilir (87). Rezeksiyon hattı hava kaçağı olasılığına karşı genellikle sığır perikardi

kullanılarak onarılır. Staplerler BT'de körvilineer hatlar şeklinde izlenir. Hava kaçağı olasılığını azaltmak için kullanılan plevral tentler cerrahiden sonra ilk birkaç gün içerisinde pnömotoraksı taklit edebilir (87).

NETT'de raporlanan komplikasyonlar arasında pnömoni, kardiyak aritmiler ve uzamış hava kaçağı yer alır (29,88). Hava kaçakları hastanede kalma süresini uzatabilir. Nadiren kalan akciğerin yeterince ekspansiyon olup hemitoraksı dolduramamasına bağlı olarak hava kaçağı olmaksızın pnömotoraks görülebilir.

SONUÇ

Amfizem dünya çapında önemli mortalite ve morbidite nedenlerindedir. Volüm küçültücü cerrahi ciddi amfizemi olan seçilmiş hasta grubunda fizyolojik ve fonksiyonel iyileşme sağlayabilmekte, yaşam süresini uzatabilmektedir. Prosedür önemli riskler taşıdığından hasta seçimi önemlidir. Preoperatif değerlendirmede radyoloji temel rolü oynamaktadır. Direkt grafiden elde edilebilecek bilgiler sınırlıdır. BT amfizemin varlığını, yaygınlığını ve dağılımını göstererek radyolojik değerlendirmenin esas kısmını oluşturur. Ayrıca BT ile akciğer kanseri ile ilişkili olabilecek nodüller ve volüm küçültücü cerrahi için kontrendikasyon oluşturabilecek bronşiektazi ve plevral fibrozis gibi diğer patolojiler de saptanabilir. Aralarında NETT'in de bulunduğu yayınlar göstermiştir ki üst lob predominansı ya da heterojen dağılım gösteren amfizem volüm küçültücü cerrahiden en çok fayda gören gruptur. Heterojenite ve dağılım radyonüklid ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi ile de değerlendirilebilir. Ancak BT'nin verdiği bilgiye katkısı azdır. Hiperpolarize He-3 MRI iyonizan radyasyon kullanmaksızın amfizemin yaygınlığı ve heterojenitesini değerlendirmeye olanak sağlamakla birlikte eşlik edebilecek olası akciğer kanseri ve cerrahi için kontrendikasyon oluşturabilecek diğer patolojilerin saptanmasında yetersiz kalmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176: 532-55.
2. MacNee W. Pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2005; 2: 258-66, discussion 290-1.
3. Ingenito EP, Loring SH, Moy ML, et al. Physiological characterization of variability in response to lung volume reduction surgery (LVRS). *J Appl Physiol* 2003; 94: 20-30.
4. Fessler HE, Permutt S. Lung volume reduction surgery and airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 715-22.
5. Washko GR, Hoffman E, Reilly JJ. Radiographic evaluation of the potential lung volume reduction surgery candidate. *Proc Am Thorac Soc* 2008; 5: 421-6.
6. The definition of emphysema. Report of a National Heart, Lung and Blood Institute, Division of Lung Diseases workshop. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 182-5.
7. Hruban RH, Mezziane MA, Zerhouni EA, et al. High resolution computed tomography of inflation fixed lungs: pathologic-radiologic correlation of centrilobular emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 935-40.
8. Webb WR, Stein MG, Finkbeiner WE, Im JG, Lynch D, Gamsu G. Normal and diseased isolated lungs: high-resolution CT. *Radiology* 1988; 166: 81-7.
9. Leopold JG, Gough J. The centrilobular form of hypertrophic emphysema and its relation to chronic bronchitis. *Thorax* 1957; 12: 219-35.
10. Heard BE. A pathological study of emphysema of the lungs with chronic bronchitis. *Thorax* 1958; 13: 136-49.
11. Thurlbeck WM. The incidence of pulmonary emphysema, with observations on the relative incidence and spatial distribution of various types of emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1963; 87: 206-15.
12. Wyatt JP, Fischer VW, Sweet HC. Panlobular emphysema: anatomy and pathodynamics. *Dis Chest* 1962; 41: 239-59.
13. Miller RR, Müller NL, Vedral S, Morrison NJ, Staples CA. Limitations of computed tomography in the assessment of emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 980-3.
14. Bergin CJ, Müller NL, Miller RR. CT in the qualitative assessment of emphysema. *J Thorac Imaging* 1986; 1: 94-103.
15. Austin JHM, Müller NL, Friedman PJ, et al. Glossary of terms for CT of the lungs: recommendations of the Fleischner Society. *Radiology* 1996; 200: 327-31.
16. Srean NJ, Reynolds JH. Lung volume reduction surgery for emphysema: What radiologist needs to know. *Clin Radiol* 2006; 61: 237-49.
17. Kim WD, Eidelman DH, Izquierdo JL, et al. Centrilobular and panlobular emphysema in smokers. Two distinct morphologic and functional entities. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1385-90.
18. Hogg JC. Pathophysiology of airflow limitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 2004; 364: 709-21.
19. Stavngaard T, Shaker SB, Bach KS, et al. Quantitative assessment of regional emphysema distribution in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Acta Radiol* 2006; 47: 914-21.
20. Berger RL, Wood KA, Cabral HJ, et al. Lung volume reduction surgery: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Treat Respir Med* 2005; 4: 201-9.
21. Teschler H, Thompson AB, Stamatis G. Short- and long-term functional results after lung volume reduction surgery for severe emphysema. *Eur Respir J* 1999; 13: 1170-6.
22. Cooper JD. The history of surgical procedures for emphysema. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 312-9.
23. Bellemare F, Cordeau M-P, Couture J, et al. Effects of lung volume reduction surgery on transdiaphragmatic pressure and diaphragm length. *Chest* 2002; 121: 1898-910.
24. Laghi F, Jubran A, Topeli A, et al. Effect of lung volume reduction surgery on diaphragmatic neuromechanical coupling at 2 years. *Chest* 2004; 125: 2188-95.
25. Meyers BF, Patterson GA. Chronic obstructive pulmonary disease 10: bullectomy, lung volume reduction surgery and transplantation for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2003; 58: 634-8.

26. Hunsaker A, Ingenito E, Topal U, et al. Preoperative screening for lung volume reduction surgery: usefulness of combining thin-section CT with physiologic assessment. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 170: 309-14.
27. Thurlbeck WM, Simon G. Radiographic appearance of the chest in emphysema. *AJR Am J Roentgenol* 1978; 130: 429-40.
28. Muller NL, Coxson H. Chronic obstructive pulmonary disease. 4: imaging the lungs in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002; 57: 982-5.
29. Fishman A, Martinez F, Naunheim K, et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003; 348: 2059-73.
30. Slone RM, Pilgram TK, Gierada DS, et al. Lung volume reduction surgery: comparison of preoperative radiologic features and clinical outcome. *Radiology* 1997; 204: 685-93.
31. Gierada DS, Slone RM, Bae KT, et al. Pulmonary emphysema: comparison of preoperative quantitative CT and physiologic index values with clinical outcome after lung-volume reduction surgery. *Radiology* 1997; 205: 235-42.
32. Aziz ZA, Wells AU, Desai SR, et al. Functional impairment in emphysema: contribution of airway abnormalities and distribution of parenchymal disease. *AJR Am J Roentgenol* 185: 1509-15.
33. Madani A, Zanen J, de Maertelaer V, Gevenois PA. Pulmonary emphysema: objective quantification at multi-detector row CT—comparison with macroscopic and microscopic morphometry. *Radiology* 2006; 238: 1036-43.
34. Remy-Jardin MR, Gosselin B, Copin MC, Wurtz A, et al. Sliding thin slab, minimum intensity projection technique in the diagnosis of emphysema: histopathologic-CT correlation. *Radiology* 1996; 200: 665-71.
35. Murata K, Itoh H, Todo G, et al. Centrilobular lesions of the lung: demonstration by high-resolution CT and pathologic correlation. *Radiology* 1986; 161: 641-5.
36. Murata K, Khan A, Herman PG. Pulmonary parenchymal disease: evaluation with high-resolution CT. *Radiology* 1989; 170: 629-35.
37. Kuwano K, Matsuba K, Ikeda T, et al. The diagnosis of mild emphysema. Correlation of computed tomography and pathology scores. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141: 169-78.
38. Gevenois PA, de Maertelaer V, Zanen J, et al. Comparison of computed density and microscopic morphometry in pulmonary emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 187-92.
39. Gevenois PA, de Maertelaer V, De Vuyst P, et al. Comparison of computed density and macroscopic morphometry in pulmonary emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 653-7.
40. Bankier AA, De Maertelaer V, Keyzer C, Gevenois PA. Pulmonary emphysema: subjective visual grading versus objective quantification with macroscopic morphometry and thin-section CT densitometry. *Radiology* 1999; 211: 851-8.
41. Bergin C, Muller N, Nichols DM, et al. The diagnosis of emphysema: a computed tomographic-pathologic correlation. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 541-6.
42. Goddard PR, Nicholson EM, Laszlo G, Watt I. Computed tomography in pulmonary emphysema. *Clin Radiol* 1982; 33: 379-87.
43. Gevenois PA, De Vuyst P, Sy M, et al. Pulmonary emphysema: quantitative CT during expiration. *Radiology* 1996; 199: 825-9.
44. Müller NL, Staples CA, Miller RR, Abboud RT. "Density mask": an objective method to quantitate emphysema using computed tomography. *Chest* 1988; 94: 782-7.
45. Hersh CP, Washko GR, Jacobson FL, et al. Interobserver variability in the determination of upper lobe-predominant emphysema. *Chest* 2007; 131: 424-31.
46. Gevenois PA, Yernault JC. Can computed tomography quantify pulmonary emphysema? *Eur Respir J* 1995; 8: 843-8.
47. Gevenois PA, De Vuyst P, de Maertelaer V, et al. Comparison of computed density and microscopic morphometry in pulmonary emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 187-92.
48. Kinsella M, Müller NL, Abboud RT, Morrison NJ, DyBuncio A. Quantitation of emphysema by computed tomography using a "density mask" program and correlation with pulmonary function tests. *Chest* 1990; 97: 315-21.
49. Gurney JW, Jones KK, Robbins RA, et al. Regional distribution of emphysema: correlation of high-resolution CT with pulmonary function tests in unselected smokers. *Radiology* 1992; 183: 457-63.
50. Lucidarme O, Coche E, Cluzel P, Mourey-Gerosa I, Howarth N, Grenier P. Expiratory CT scans for chronic airway disease: correlation with pulmonary function test results. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 170: 301-7.
51. Knudson RJ, Standen JR, Kaltenborn WT, et al. Expiratory computed tomography for assessment of suspected pulmonary emphysema. *Chest* 1991; 99: 1357-66.
52. Newell JD Jr, Hogg JC, Snider GL. Report of a workshop: quantitative computed tomography scanning in longitudinal studies of emphysema. *Eur Respir J* 2004; 23: 769-75.
53. Flaherty KR, Kazerooni EA, Curtis JL, et al. Short-term and long-term outcomes after bilateral lung volume reduction surgery: prediction by quantitative CT. *Chest* 2001; 119: 1337-46.
54. McKenna Jr RJ, Brenner M, Fischel RJ, et al. Patient selection criteria for lung volume reduction surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114: 964-7.
55. Rogers RM, Coxson HO, Sciruba FC, et al. Preoperative severity of emphysema predictive of improvement after lung volume reduction surgery: use of CT morphometry. *Chest* 2000; 118: 1240-7.
56. Brenner M, Kayaleh RA, Milne EN, et al. Thoracoscopic laser ablation of pulmonary bullae. Radiographic selection and treatment response. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107: 883-90.
57. McKenna Jr RJ, Fischel RJ, Brenner M, Gelb AF. Combined operations for lung volume reduction surgery and lung cancer. *Chest* 1996; 110: 885-8.
58. Weder W, Thurnheer R, Stammberger U, et al. Radiologic emphysema morphology is associated with outcome after surgical lung volume reduction. *Ann Thorac Surg* 1997; 64: 313-9.
59. Wisser W, Klepetko W, Kontrus M, et al. Morphologic grading of the emphysematous lung and its relation to improvement after lung volume reduction surgery. *Ann Thorac Surg* 1998; 65: 793-9.
60. Hamacher J, Bloch KE, Stammberger U, et al. Two years' outcome of lung volume reduction surgery in different morphologic emphysema types. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1792-8.
61. Wisser W, Senbakkavaci O, Ozpeker C, et al. Is long-term functional outcome after lung volume reduction surgery predictable? *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17: 666-72.
62. Pompeo E, Sergiacomi G, Nofroni I, et al. Morphologic grading of emphysema is useful in the selection of candidates for unilateral or bilateral reduction pneumoplasty. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17: 680-6.

63. Bloch KE, Georgescu CL, Russi EW, Weder W. Gain and subsequent loss of lung function after lung volume reduction surgery in cases of severe emphysema with different morphologic patterns. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123:8 45-54.
64. National Emphysema Treatment Trial Research Group. Patients at high risk of death after lung-volume-reduction surgery. *N Engl J Med* 2001; 345: 1075-83.
65. Uppaluri R, Mitsa T, Sonka M, et al. Quantification of pulmonary emphysema from lung computed tomography images. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 248-54.
66. Nagao M, Murase K, Yasuhara Y, Ikezoe J. Quantitative analysis of pulmonary emphysema: three-dimensional fractal analysis of single-photon emission computed tomography images obtained with a carbon particle radioaerosol. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171: 1657-63.
67. Mishima M, Hirai T, Itoh H, et al. Complexity of terminal air-space geometry assessed by lung computed tomography in normal subjects and patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999; 96: 8829-34.
68. Coxson HO, Whittall KP, Nakano Y, et al. Selection of patients for lung volume reduction surgery using a power law analysis of the computed tomographic scan. *Thorax* 2003; 58: 510-4.
69. Samet JM, Humble CG, Pathak DR. Personal and family history of respiratory disease and lung cancer risk. *Am Rev Respir Dis* 1986; 134: 466-70.
70. Schabath MB, Delclos GL, Martynowicz MM, et al. Opposing effects of emphysema, hay fever, and select genetic variants on lung cancer risk. *Am J Epidemiol* 2005; 161: 412-22.
71. de Torres JP, Bastarrika G, Wisnivesky JP, et al. Assessing the relationship between lung cancer risk and emphysema detected on low-dose ct of the chest. *Chest* 2007; 132: 1932-8.
72. Rozenshtein A, White CS, Austin JH, et al. Incidental lung carcinoma detected at CT in patients selected for lung volume reduction surgery to treat severe pulmonary emphysema. *Radiology* 1998; 207: 487-90.
73. Ojo TC, Martinez F, Paine III R, et al. Lung volume reduction surgery alters management of pulmonary nodules in patients with severe COPD. *Chest* 2005; 112: 1494-500.
74. Pompeo E, De Dominicis E, Ambrogi V, et al. Quality of life after tailored combined surgery for stage I non-smallcell lung cancer and severe emphysema. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 1821-7.
75. Jamadar DA, Kazerooni EA, Martinez FJ, Wahl RL. Semiquantitative ventilation/perfusion scintigraphy and singlephoton emission tomography for evaluation of lung volume reduction surgery candidates: description and prediction of clinical outcome. *Eur J Nucl Med* 1999; 26: 734-42.
76. Wang SC, Fischer KC, Slone RM, et al. Perfusion scintigraphy in the evaluation for lung volume reduction surgery: correlation with clinical outcome. *Radiology* 1997; 205: 243-8.
77. Kotloff RM, Hansen-Flaschen J, Lipson DA, et al. Apical perfusion fraction as a predictor of short-term functional outcome following bilateral lung volume reduction surgery. *Chest* 2001; 120: 1609-15.
78. Thurnheer R, Engel H, Weder W, et al. Role of lung perfusion scintigraphy in relation to chest computed tomography and pulmonary function in the evaluation of candidates for lung volume reduction surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 301-10.
79. Cleverley JR, Desai SR, Wells AU, et al. Evaluation of patients undergoing lung volume reduction surgery: ancillary information available from computed tomography. *Clin Radiol* 2000; 55: 45-50.
80. Hunsaker AR, Ingenito EP, Reilly JJ, Costello P. Lung volume reduction surgery for emphysema: correlation of CT and V/Q imaging with physiologic mechanisms of improvement in lung function. *Radiology* 2002; 222: 491-8.
81. Cederlund K, Hogberg S, Jorfeldt L, et al. Lung perfusion scintigraphy prior to lung volume reduction surgery. *Acta Radiol* 2003; 44: 246-51.
82. Kauczor HU, Hofmann D, Kreitner KF, et al. Normal and abnormal pulmonary ventilation: visualization at hyperpolarized He-3 MR imaging. *Radiology* 1996; 201: 564-8.
83. Salerno M. Emphysema: hyperpolarized helium 3 diffusion MR imaging of the lungs compared with spirometric indexes-initial experience. *Radiology* 2002; 222: 252-60.
84. Bae KT, Slone RM, Gierada DS, et al. Patients with emphysema: quantitative CT analysis before and after lung volume reduction surgery. *Work in progress. Radiology* 1997; 203: 705-14.
85. Becker MD, Berkman YM, Austin JHM, et al. Lung volumes before and after lung volume reduction surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 1593-9.
86. Holbert JM, Brown ML, Sciruba FC, et al. Changes in lung volume and volume of emphysema after unilateral lung reduction surgery: analysis with CT densitometry. *Radiology* 1996; 201: 793-7.
87. Slone RM, Gierada D, Yusen RM. Preoperative and postoperative imaging in the surgical management of pulmonary emphysema. *Radiol Clin North Am* 1998; 36: 57-89.
88. McKenna Jr RJ. Complications after lung volume reduction surgery. *Chest Surg Clin N Am* 2003; 13: 701-8.