

Kronik obstrüktif akciğer hastalığının radyolojik değerlendirilmesinde yeni yaklaşımlar

Önder Öztürk*, Mert Köroğlu**, Duygu Zorlu Karayığit*, Mehmet Gündüz**.

*Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları A.D., Isparta.

**Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik A.D., Isparta.

Özet

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), amfizem veya havayolunun daralması, veya her ikisinin birlikteliği ile nitelenen havayolu obstrüksiyonudur. Akciğer grafisi, atak ile gelen KOAH'lı hastayı değerlendirmede önemli bir yöntemdir. Buna karşın tanı koydurucu olmak yerine daha çok tanıyı destekleyici bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden KOAH'ın değerlendirilmesi ve erken tanısı için yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük ve küçük havayolları çaplarının bilgisayarlı tomografi ile ölçümü KOAH'lı hastalarda ve sağlıklı sigara içicilerde akciğer fonksiyonlarını değerlendirmede yararlı bir yöntemdir. Yakın zamanda, yüksek çözünürlü bilgisayarlı tomografi (YÇBT) havayolu çaplarının ölçümü için kullanılmıştır. KOAH'ın morfolojik tiplerine sınıflandırılmasında YÇBT'nin kullanılması bronkodilatör veya inhale kortikosteroid tedavisine cevap verecek hastaların açığa çıkarılmasında faydalı olabilir. Gelecekte KOAH'ın patogenezinin, doğasının ve fenotiplerinin anlaşılmasında görüntüleme yöntemleri çok daha fazla katkıda bulunacaktır.

Anahtar kelimeler: kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), yüksek çözünürlü bilgisayarlı tomografi (YÇBT), radyoloji, kantitatif BT.

Abstract

The new approaches in radiological assessments of chronic obstructive pulmonary disease

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is characterized by airflow obstruction caused by emphysema or airway narrowing, or both. Chest radiography is an important tool in assessing patients with COPD presenting with worsening symptoms. Even so, it is accepted as a supportive method instead of being diagnostic. Thus, new approaches are required to diagnose and decide COPD early. The computed tomography measurements of large and small airway dimensions are useful for evaluating lung functions in patients with COPD and healthy current smokers. Recently, airway dimensions have been measured using high resolution computed tomography (HRCT). Classification of COPD into morphological phenotypes using HRCT may help in identifying those patients who will respond to selective therapy (bronchodilators or inhaled corticosteroid treatment). In the future, our understanding of the pathogenesis, natural history and phenotypes of COPD will be immensely promoted by imaging.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease (COPD), high-resolution computed tomography (HRCT), radiology, quantitative CT.

Giriş

İlk kez 1962 yılında Amerikan Toraks Derneği (ATS) tarafından ortaya atılan “Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)” tanımı, 2007’de yayınlanan “The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)” kılavuzunda; tam olarak geri dönüşlü olmayan hava akımı sınırlanması ile karakterize, akciğerlerin zararlı partikül ve gazlara karşı anormal inflamatuvar yanıtıyla ilişkili diye

tanımlanmaktadır (1). Tipik semptomlara (öksürük, balgam çıkarma, egzersiz dispnesi) ve hastalığa özgü risk faktörlerine (özellikle sigara içimi) maruz kalma öyküsü olan herkeste KOAH tanısı düşünülmeli ve uygun yöntemler ile tanı doğrulanmalıdır (2). Fakat KOAH tanısını koymada her zaman semptomun olması şart değildir. Önemli olan risk faktörleri ile karşılaşma ve akım kısıtlanmasının gösterilmesidir (3). Solunum fonksiyon testleri (SFT), arter kan gazı incelemeleri ve difüzyon kapasitesi (DLCO) ölçümü KOAH tanısını koymada etkili yöntemlerdir (2). KOAH tanısında akciğer radyografisi tanı koydurucu

Yazışma Adresi: Yrd.Doç. Dr. Önder Öztürk
S.D.Ü. Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları A.D. 4.kat Çünür 32260
Isparta/Türkiye
Tel:02462119332
E-posta:dronderozturk@gmail.com

Müracaat tarihi: 02.09.2009
Kabul tarihi: 28.12.2010

değil, tanıyı destekleyici bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Radyolojik değerlendirme benzer yakınmalara sebep olan hastalıkları (tüberküloz, bronşektazi) ayırmak, atak nedenini saptamak için gereklidir. Erken dönemde patoloji saptanmamaktadır (3). En sık kullanılan yöntemlerden biri de, çeşitli kısıtlamalarına karşın, akciğer grafisidir (4). Bu derlemede görüntüleme yöntemlerinin KOAH hastalığının değerlendirilmesindeki yerini, radyolojideki yeni yaklaşımları ve YÇBT'nin erken dönemde tanı koymadaki etkinliğini güncel literatürlerin ışığında tartışmak istedik.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığında Görüntüleme Yöntemleri:

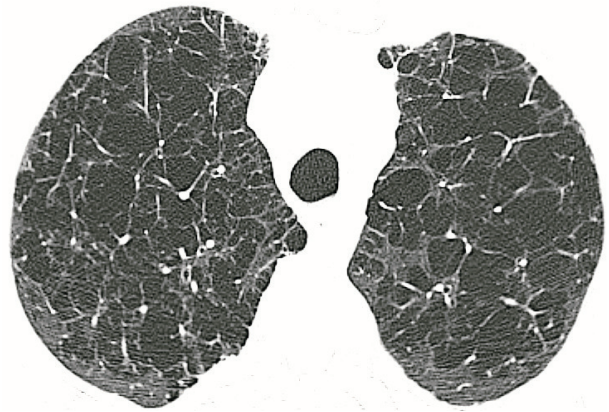
Akciğer radyografisi:

KOAH'lı hastalarda ek parankim patolojilerinin (enfeksiyon, soliter nodül, pulmoner emboli vb.) erken tanısı ve tedavisi için radyolojik incelemeler iyi bir seçenek oluşturmaktadır (5). Özellikle akut alevlenme dönemlerinde yeni bir enfeksiyonun varlığını saptamada ya da olası kalp yetmezliğini belirlemede, pnömotoraks gibi ani gelişen akciğer patolojilerini değerlendirmede yararlı ve ilk tercih edilecek radyolojik inceleme akciğer radyografisi olmakla beraber KOAH tanısında (özellikle amfizemde) özgülüğü ve duyarlılığı düşük bir inceleme yöntemidir (2, 5). Akciğer radyografisinde amfizem; alveoler septa ve damarsal yapılarıdaki hasar radyolojik olarak damarlanmanın azaldığı düşük yoğunluktaki alanlar olarak görülür. Damarsal değişiklikler ve hiperinflasyon amfizemin akciğer grafisindeki en önemli belirteçleridir. Hiperinflasyonun radyolojik olarak en güvenilir göstergesi ise diyagrafmanın düzleşmesidir. Bu bulgu hava yollarındaki daralmanın derecesi ile de korelasyon göstermektedir (6-8). Retrosternal alanın 2.5 cm üzerinde olması, akciğer uzunluğunun >30 cm olması, damla kalp ve geniş kostofrenik açı da amfizemin varlığını desteklemektedir. Hiperinflasyonun diğer bir belirteci ise kılıç kını (Saber-sheath) trakeadır (9). Akciğer radyografisinde kronik bronşit; halka ve/veya tren rayı şeklindeki opasiteler ile tanımlanır. Bu bulgular eşlik eden bronşektaziye de düşündürülebilir. "Kirlili akciğer" görünümü özellikle sigara kullanan kişilerin akciğer radyografisinde görülmektedir. Bu görünüm, kronik bronşiti desteklemesine karşın klinik ve patolojik çalışmalarla kanıtlanmamıştır (10). KOAH'ın komplikasyonu olarak gördüğümüz pulmoner hipertansiyon ve kor pulmonale, akciğer grafisinde sağ ventrikül ve santral pulmoner

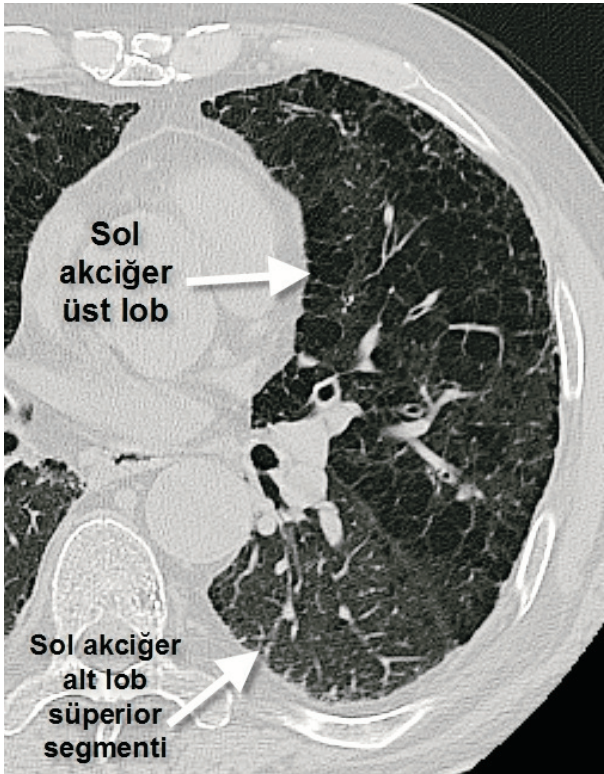
arterlerdeki büyüme ile tanımlanır (11). Bütün bunlara rağmen akciğer radyografisi tanı koydurucu olmak yerine daha çok tanıyı destekleyici bir yöntem olmaktadır. Toraks bilgisayarlı tomografi (BT) ve özellikle YÇBT standart göğüs radyografisine oranla çok daha duyarlı ve özgül yöntemlerdir (12).

Toraks BT:

Toraks BT'nin sensitivitesi amfizem tanısında %96'ya ulaşmakta ve oldukça küçük amfizematöz alanlarını saptayabilmektedir (13). BT'de amfizem tanısı için görsel yöntem ve kantitatif değerlendirme olmak üzere başlıca iki metod kullanılmaktadır. Görsel değerlendirmede düşük yoğunluk alanları, pulmoner damarlarda kesinti ve distorsiyon gibi BT kriterleri göz önüne alınır (Şekil 1A ve 1B). 80'li yıllarda görsel değerlendirme ile amfizemin patolojik değerlendirilmesi arasında korelasyon olduğu (korelasyon etkinliği 0.7-0.9) bir çok çalışma ile gösterilmiştir (14-16) Sakai ve arkadaşları bu kriterlere dayanarak yaptıkları çalışmada amfizemin yaygınlık ve şiddetine dayanan gözlem metodunu kullanmışlar ve görsel skorlama değerleri ile solunum fonksiyon testleri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir (17). Görsel skorlama yönteminin dezavantajı yöntemin subjektif oluşudur. Yorumlayan gözlemcinin deneyimi, %10'a varan gözlemcinin kendi içinde ve gözlemciler arasında değişkenliği, farklı pencere ayarlarının yorumu etkilemesi diğer dezavantajlar olarak bildirilmiştir (18).



Şekil 1A: 71 yaşındaki KOAH tanısı mevcut olan erkek olguya ait aksiyel YÇBT görüntüleri.



Şekil 1B: Her iki akciğer apeksinde çok sayıda düzensiz ve birleşme eğilimi gösteren lüsen alanlar şiddetli sentrilobüler amfizemi işaret etmektedir. (B) Sentrilobüler amfizemin özellikle üst lob yerleşimi gösterdiği dikkati çekmektedir. Sol akciğer alt lob superior segmentin bulunduğu gözlenmektedir.

Toraks BT'de kronik bronşite ait özgül bir belirti bulunmamaktadır (19, 20). Hava yollarının BT'de kantitatif değerlendirilmesi BT teknolojisindeki gelişmelere paralellik göstermektedir. 114 sigara içicisinde sağ akciğer üst lob segment bronş çaplarının ölçüldüğü bir çalışmada hava yollarının duvar kalınlığı ile hava yollarındaki daralma arasındaki korelasyon gösterilmiştir (21). Hava yollarının kalınlığı kronik bronşit semptomu bulunan KOAH'lı hastalarda, kronik bronşit semptomu olmayan fakat ciddi obstrüksiyonu olanlara göre artmaktadır (22). Küçük hava yollarının değerlendirilmesinde büyük hava yollarının ölçümünü öneren çalışmalar olmasına karşın, bronşların kantitatif değerlendirilmesi tartışmalı bir konudur. Çünkü KOAH küçük hava yollarını tutan bir hastalıktır. (21, 23). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, bilgisayarlı tomografide ölçülen duvar alanı yüzdesi ile % zorlu ekspiratuvar volüm 1. saniye (% FEV1) değeri arasında hava yolları küçüldükçe (3.dallanmadan–6.dallanmaya doğru) artış gösteren bir korelasyon saptanmıştır (24).

Akciğer parankiminin değerlendirilmesinde BT'de kullanılan yöntemler:

1. YÇBT: Spiral BT cihazları ile elde olunan ve akciğerde yaklaşık 2 cm aralıklarla 1 mm kalınlığında bir volümün tarandığı ve yüksek mili amper (mA) değerleri kullanılan yöntemdir.
2. Düşük doz YÇBT: Spiral BT ve özellikle de çok kesitli BT cihazları ile düşük mA değerlerinde alınan yöntemdir.
3. Volümetrik YÇBT: Çok kesitli BT ile alınabilen ve bir nefeslik sürede tüm toraksın tarandığı ve 1 mm'den daha ince kesitlerin oluşturulabildiği yöntemdir. Bu yeni cihazlarla hem küçük hem de büyük hava yollarına ait morfolojik değişiklikler kolaylıkla saptanabilmekte hatta ventilasyon ve perfüzyon gibi fonksiyonel değerlendirmelerde yapılabilmektedir.
4. Ekspiratuvar YÇBT: Son yıllarda tartışmaya açılan ekspiratuvar BT normal olgularda ekspiratuar sırasında akciğerlerin içindeki havanın normal olarak dışarıya hareket etmesi, hava yolu obstrüksiyonu olan hastalarda ise akciğerlere hapsolan havanın dışarı çıkamaması esasına dayanır. İlk durumda ekspiratuar akciğer dansitesi belirgin artış gösterirken ikinci durumda dansitede daha az değişiklik oluşur (25). Ekspiratuvar YÇBT, akciğerin küçük havayollarını ilgilendiren hastalıklarında alveol, pulmoner interstisyum ve pulmoner kan hacminin değerlendirilmesinde inspiratuvar YÇBT'ye göre daha etkili bir yöntemdir (26-30). İkincil pulmoner lobülde tutulan gazın birikimi sonucu, normal akciğere göre ekspiratuvar attenüasyondaki en düşük artış ekspiratuvar hava akımı obstrüksiyonunu gösteren hava hapsinin radyolojik bulgusudur. Astım, bronşektazi ve amfizem gibi birçok fizyolojik obstrüktif olayda görülmektedir (26,28). Ekspiratuvar hava hapsi mozaik perfüzyonla birlikte değilse sıklıkla astımı düşündürmektedir. Hava hapsinin sıklığı yaş ile birlikte artarken, şiddeti yaş, hastalık süresi ve sigara kullanımı ile artar. Hastalık süresi, hava hapsinin büyüklüğü ile ilişkili olan önemli bir belirteçtir (31,32).

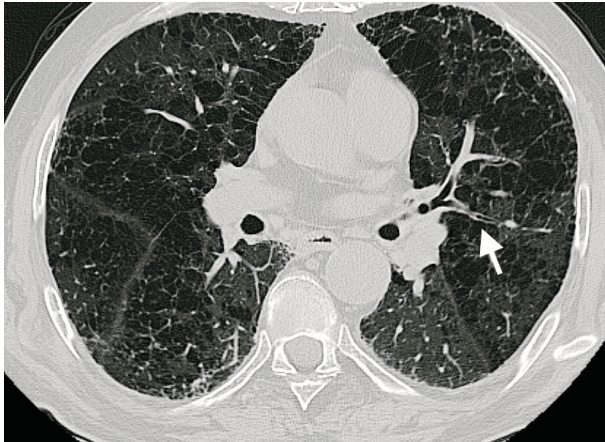
YÇBT:

YÇBT, ince kesit kalınlığı ve kontrast madde verilmeden alınan verilerin kemik algoritminde rekonstrüksiyonu ile yapılan BT tetkikidir. YÇBT'de amaç yüksek uzaysal ve kontrast çözünürlük sağlayarak küçük ve şüpheli lezyonların değerlendirilmesini sağlamaktır. Son yıllarda YÇBT ile akciğer parankim hasarının yaygınlığı ve anatomik dağılımı kolaylıkla değerlendirilmektedir. Akciğer radyografisinde ve solunum fonksiyon testlerinde

obstrüksiyon bulgusu ortaya çıkmadan KOAH tanısını koyabilmenin mümkün olduğu üzerinde durulmakta ve hafif düzeydeki amfizem alanlarını yüksek duyarlılıkla saptamanın mümkün olduğu belirtilmektedir (33-37).

YÇBT'de kronik obstrüktif akciğer hastalığının heterojenitesi :

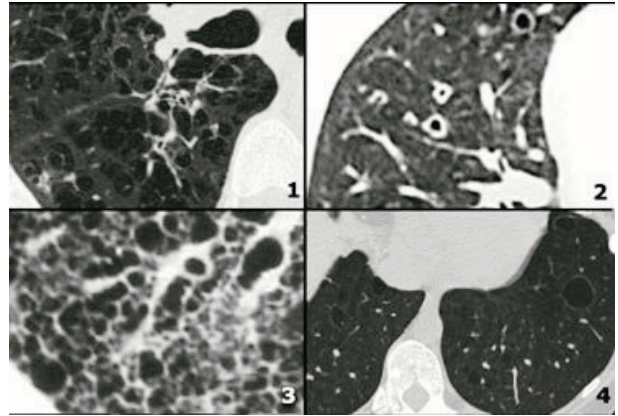
KOAH'ın amfizem, küçük havayolu hastalıkları ve kronik bronşitin değişen katkılarıyla kronik havayolu obstrüksiyonunun ortak özelliklerini paylaşan durumların heterojen bir grubunu kapsayan bir sendrom olduğu görünür hale gelmiştir. Sigara içimi KOAH gelişimi için bilinen en büyük risk faktörüdür ve küçük hava yollarındaki ilerleyici patolojik değişikliklerle ilişkilidir. Bu da sigara kullananlardaki havayolu daralmasının önemli sebeplerindendir (23,38,39). Ancak, sigara içenler arasında kronik havayolu obstrüksiyonu gelişimi belirgin şekilde değişkendir. Sigara kullananlarda kartilaginöz havayollarında kalınlaşma olduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir. Haraguchi ve ark KOAH'lı hastaların bronşlarında kontrol grubuna göre daha fazla hasarlı kartilaj ve perikondrial fibrozis olduğunu gösterdiler (40). Perikondrial fibrozis şiddeti ile epitelyal bazal membran kalınlığı arasında korelasyon mevcuttu (41). Sıkışık hastalarda sıkışık olmayanlara göre santral havayollarının duvar kalınlığı artmıştı. Kartilaginöz havayolları duvar kalınlığı ve periferik havayolu enflamasyonu arasında korelasyon vardı (42) (Şekil 2). Heremans ve ark.'da (43) büyük ve küçük havayollarındaki kalınlaşma ile akciğer fonksiyonu %FEV1 arasında ters yönde bir ilişkinin olduğunu gösterdiler.



Şekil 2. Şekil 1'deki hastanın peribronşiyal kalınlaşmaya (ok) ait değişiklikleri.

Amfizem; Amerikan Ulusal Kalp, Akciğer ve Kan Enstitüsü tarafından belirgin fibrozis olmaksızın duvar harabiyeti ile birlikte, terminal bronşiol distalindeki hava mesafelerinin anormal ve kalıcı genişlemesi olarak tanımlanmaktadır. Amfizem histopatolojik olarak dört sınıfa ayrılmaktadır; a) santrasiner (sentrilobüler) b) panasiner (panlobüler) c) distal asiner (paraseptal) d) irregüler amfizem (fibrozisin eşlik ettiği havayolu genişlemesi (44,45).

a) Sentrinasiner (sentrilobüler) amfizem: Bu amfizem tipinde asinusların santral ve proksimal kısımları tutulur, distal alveoller sağlamdır (46-48). Bu nedenle aynı lobülde hem amfizematöz hem de normal hava boşlukları görülür. Lezyonlar akciğerin üst loblarında daha sık ve şiddetlidir (46,48). Üst lobta sıklıkla posterior ve apikal segment, alt loblarda ise sıklıkla üst segment etkilenmiştir (47,48). Santrasiner amfizem karakteristik olarak ağır düzeyde sigara içenlerde ortaya çıkar. Hastaların çoğunda kronik bronşitle birliktelik gösterir (Şekil 3) (48,49).

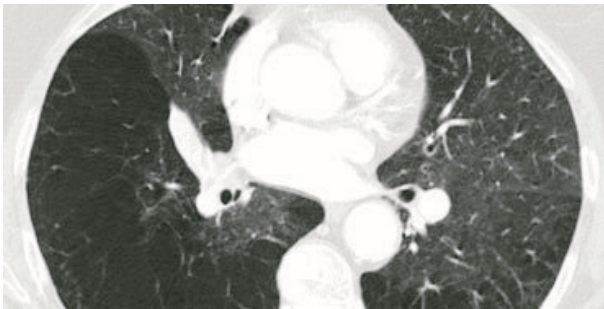


Şekil 3: Duvar yapılarının izlenmediği düşük atenuasyonlu sentrilobüler amfizem (49).

Semptomatik amfizemli olgularla yapılan bir çalışmada YÇBT yöntemi ile konvansiyonel BT karşılaştırılmış ve YÇBT'de amfizem saptanan 37 olgunun ancak 27'sinde (%80) konvansiyonel BT amfizemi gösterebilmiştir (50). Özellikle hafif derecedeki amfizem olgularının konvansiyonel BT'de saptanamaması parsiyel hacim etkisi nedeniyle sentrilobüler amfizemdeki küçük hipodens odakların görüntülenememesine bağlanmaktadır (5). Spouge ve ark. (51) amfizem tayininde YÇBT ile patolojik bulguları karşılaştırdıkları çalışmalarında, patolojik skorla YÇBT bulgularının anlamlı korelasyon gösterdiğini saptadılar. Remy-Jardin ve ark. (20) sigara içen olgularda amfizemin YÇBT bulguları ile

patolojik örneklerden elde edilen sonuçları karşılaştırdıkları çalışmalarında YÇBT'nin amfizemi saptamadaki duyarlılığını %100 ve özgüllüğünü %91 olarak buldular. Tylen ve ark. (52) YÇBT ile amfizeme ait lezyonları araştırdıkları çalışmalarında; sigara içen grupta %44 oranında amfizematöz lezyonlar saptanırken, sigara içmeyen grupta bu oran %3 olarak saptanmıştır ve gruplar arasındaki farklılık oldukça anlamlıdır ($p < 0.001$). Hiç sigara kullanmayan olgularda düşük attenüasyon gösteren alanlar saptanmamıştır. Yine bu çalışmada klinik olarak semptomu olmamasına rağmen sigara içenlerdeki amfizematöz lezyonlar YÇBT ile saptanabilmiştir. Yazarlar bu bulgulardan yola çıkarak YÇBT ile KOAH'ın (özellikle amfizem komponentinin) erken dönemde saptanabileceği görüşünü öne sürmüşlerdir.

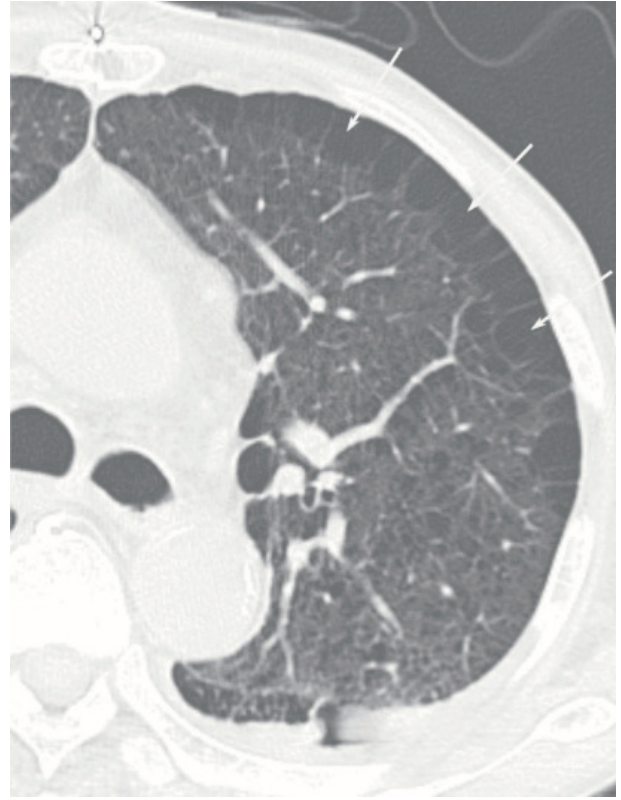
b) Panasiner (panlobüler) amfizem: Bu tipte, 'pan' ekinden de anlaşıldığı üzere asinuslardaki genişleme, respiratuar bronşiol düzeyinden alveollere kadar uzanır. Normal bir akciğerde küçük alveoller alveoler duktuslardan ve respiratuar bronşiolardan kolaylıkla ayrılır. Panlobüler amfizemde ise alveoller genişleyerek keskin açılarını kaybettiğinden duktuslarla olan boyut farkı azalır Akciğerin alt bölgelerinde daha sık, anterior sınırlarında daha yaygındır. En şiddetli tutulum akciğer bazalindedir. Bu amfizem tipi α -1 antitripsin eksikliği ile ilişkilidir (Şekil 4), (46-48,53). α -1 antitripsin eksikliği olan olgularda YÇBT hastalığın prognozunu gösteren duyarlı bir belirteçtir. Akciğer fonksiyonları ile YÇBY arasındaki ilişki KOAH'lı olguların aksine alt lob panlobüler amfizemli olgularda daha kuvvetlidir. Sağlık durumu anketleri ile tanımlanan kötüleşmeler, YÇBT ile ilişkili bulunmuştur (54).



Şekil 4: Panlobüler amfizem (53).

c) Distal asiner (paraseptal): Bu tipte asinüsün yalnızca distal kısmı etkilenmiştir. Amfizem, plevraya komşu alanlarda, lobüllerin kenarında ve septum boyunca daha çarpıcıdır. Akciğerin üst yarısında daha belirgin olup fibrozis, skarlaşma ve atelektazi alanlarına komşu

gelişir. Karakteristik bulgusu birbiriyle devamlılık gösteren, multipl ve 0.5-2 cm arasında değişen çapa sahip genişlemiş hava boşluklarıdır. Gençlerde görülen spontan pnömotoraks olgularının çoğunun altta yatan nedeni olan amfizem tipidir (Şekil 5), (47,48,55).



Şekil 5: Paraseptal amfizem: Subplevral havalı alanlar (ok ile gösterilen) (55).

Daha önce de söz edildiği gibi birçok çalışma amfizemin varlığı ve yaygınlığını konusunda BT'nin SFT'den daha iyi olduğunu göstermektedir (56,57). En güçlü ilişki % FEV1, Tiffeneau oranı (FEV1/FVC) ile tespit edilmiştir. DLCO ile de güçlü bir ilişkinin olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (58.). KOAH'lı olgularda YÇBT'nin kantitatif parametreleri (trakeal indeks, sterno-aortik mesafe, göğüs kafesi oranı, göğüs kesit alanı) ve kalitatif parametreleri (vasküler ve mozaik attenüasyon) ile yaş, hastalığın süresi, dispne skoru, paket-yıl, FEV1, FVC, FEV1/FVC, pik ekspiratuar akım hızı (PEFR) parametreleri arasında, kantitatif parametrelerle yaşam kalitesi skoru arasında korelasyon olduğu gösterildi. Buna karşın olguların stabil KOAH olması nedeni ile kantitatif parametreler ile oksijen saturasyon arasında ve vasküler distorsiyon ile yaş, hastalığın süresi, dispne skoru, paket-yıl, FEV1, FVC, FEV1/FVC, PEFR parametreleri arasında benzer korelasyonları

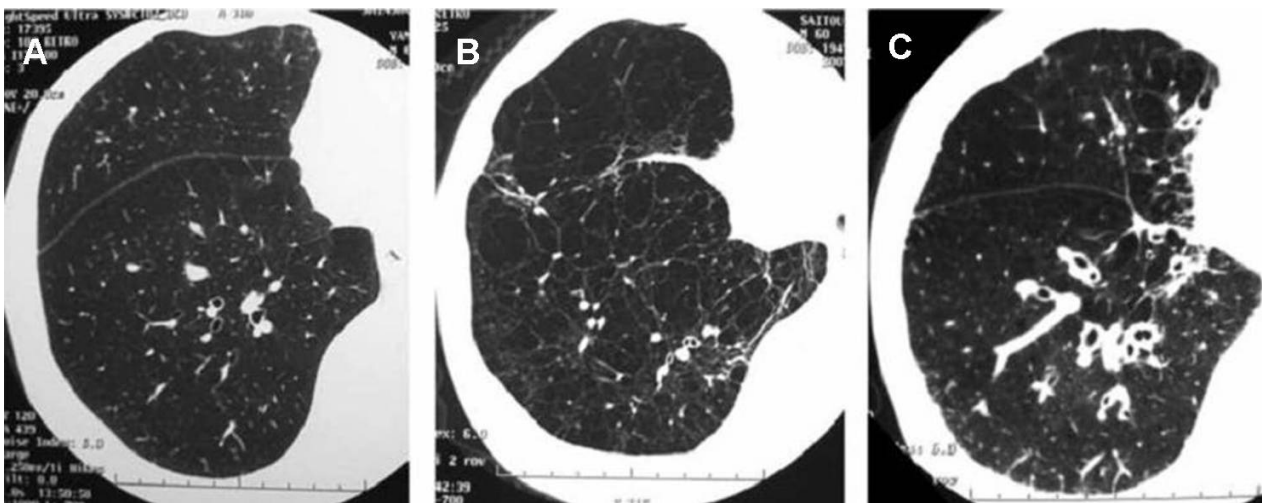
saptanamadı. Akciğerin aşırı havalanmasını gösteren inspiratuar kapasite (IC) / total akciğer kapasitesi (TLC) YÇBT ile amfizem tanısı konulan KOAH olgularında azalmıştır. Anormal SFT bulguları ile IC/TLC ve BODE indeksinin korelasyon gösterdiği, hastalığın şiddeti ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. (59-61) YÇBT'nin yalnızca amfizem tanısını koymada değil, KOAH'ın tanısı ve şiddetinin tahmininde faydalı bir yöntem olduğu belirtilmektedir (62-64). YÇBT ile hastalar görsel analize göre üç fenotipe ayrılmaktadır; bronşiyal duvar kalınlaşması ile birlikte olan veya olmayan çok az, hiç amfizem bulunmaması (havayolu fenotipi veya fenotip A), bronşiyal duvar kalınlaşması olmadan amfizem olması (amfizem fenotipi veya fenotip E) ve bronşiyal duvar kalınlaşması ile birlikte amfizem olması (karma fenotip veya fenotip M) (Şekil6), (65). Gu ve ark. (66) fenotip A'da IC/TLC ve vücut kitle indeksini diğer fenotiplere göre yüksek, hafif dispneyi ise daha az saptadılar. Balgam çıkımı da fenotip E'de diğer fenotiplere göre düşüktü. %FEV1 ve %FEV1/FVC fenotip M'de diğer fenotiplere göre, rezidual volümün/total akciğer kapasitesine (RV/TLC) oranı ise tüm fenotiplerde düşük bulundu. Kitaguchi ve ark. (67) brokodilatörlere ve inhale steroidlere cevapta havayolu kısıtlılığı parsiyel reversibilite gösteren hastaların oranının, bronşiyal duvar kalınlaşmasıyla birlikte olmayan fenotiple karşılaştırıldığında amfizem olmayan, bronşiyal duvar kalınlaşmasıyla birlikte olan veya olmayan hafif amfizem veya bronşiyal duvar kalınlaşmasıyla birlikte olan amfizem gösteren fenotiplerde daha yüksek olduğunu gösterdiler.

Amfizemin erken tanısının, KOAH'ın tedavi ve prognozunu etkileyen en önemli faktör olmasından dolayı tanıda en duyarlı yöntemi kullanmak gerekmektedir. YÇBT ile kantitatif olarak akciğer doku dansitesi ölçülerek hava hapsini göstermek mümkündür (68). Amfizem tanısında görsel skorlama yöntemi ve ekspiryum sırasında elde edilen dansite değerlerinin, amfizemin fonksiyonel ve anatomik bulgularını tamamlayarak yansıttığı için YÇBT diğer yöntemlere göre daha duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır (13, 69).

Düşük doz YÇBT- Volümetrik YÇBT-Ekspiratuar YÇBT:

BT teknolojisindeki yeni gelişmeler özellikle çok kesitli BT torasik değerlendirme ile çeşitli avantajlar elde edebilmektedir. Rutin 0.4 ya da 0.5 mm'ye inebilen submilimetrik tarama, akciğerin total volümetrik YÇBT'sinin alınabilmesi, respiratuar siklus boyunca dinamik BT değerlendirebilme, respiratuar siklusun istenilen fazlarına göre retrospektif spirometrik kapılama ile veri analizi ve bilgisayar destekli tanı imkanları bu avantajlar arasında sıralanabilir (69,70).

Kantitatif değerlendirmede akciğerin dansitesini ölçmeye dayalı yöntemler geliştirilmiştir. Direkt dansite ölçümüne dayanan yöntemler yanında belli bir akciğer dansitesinin altındaki alanların yüzdesini saptamaya yönelik "density mask" yöntemi kullanılmaktadır (13). "Density mask" yöntemini ilk kez Müller ve arkadaşları kullanmışlardır (71). Bu yöntemde, amfizematöz akciğer alanlarındaki dansite



Şekil 6: KOAH fenotipleri; (A) havayolu fenotipi (B) amfizem fenotipi (C) karma fenotip (65).

azalması görünür hale getirilir. Normalde tam inspirasyonda akciğer attenüasyonu -700 ile -900 Hounsfield Unit (HU) arasında olup relatif olarak homojendir. Ekspirasyon sonrasında akciğer dansitesi ve attenüasyonu artarken amfizemli hastalarda hava hapsine bağlı olarak ekspirasyonda akciğer attenüasyonunda beklenen artış gerçekleşmez. İnspiratuar piksel indeks, geniş bir normal aralığa sahip olmasına rağmen, ekspiratuar piksel indeks rölatif olarak sabittir. Tam inspirasyonda eşik değer -900 HU iken, inspiratuar piksel indeks normalde 0.6 ile 58 arasında değişmektedir. Yani -900 HU dan daha düşük attenüasyonlu akciğer alanlarının toplam akciğer alanına oranı %0.6 ile %58 arasındadır. Tam ekspirasyonda -900 HU eşik değerinde, ekspiratuar piksel indeks ortalama olarak 1.04'den daha küçüktür (71). Knudson ve arkadaşları amfizemli hastalarda ekspiratuar piksel indeks değerlerinin, inspiratuar piksel indekse göre amfizemin spesifik SFT bulguları ile daha yüksek korelasyon gösterdiğini bulmuşlar ve sonuçta ekspiratuar YÇBT'nin hava yolu obstrüksiyonunu göstermede, inspiratuar YÇBT'ye göre daha duyarlı olduğunu göstermişlerdir (72). Sonuç olarak; solunum fonksiyon testlerinde erken dönemde değişiklikler meydana gelmemektedir. Özellikle sigara bırakma polikliniğine başvuran hastaların birçoğunda SFT'de belirgin değişiklikler olmadığından sigara bırakma tedavisi de başlamadan bitmektedir. KOAH'lı hastalar YÇBT ile morfolojik görünümüne göre sınıflandırılabilir. Böylelikle KOAH tanısı erken dönemde konulduğu gibi, bronkodilatör ve inhale steroid tedavisinden kimlerin fayda göreceği veya göremeyeceğine karar verilebilir. Şu an YÇBT maliyetinin yüksek olması her hasta için istenilmesini zorlaştırmaktadır. Fakat erken dönemde kişinin sigarayı bırakması ve KOAH'ın erken tanısı ile elde edilecek yararlar düşünülürse maliyet etkinliği olan bir yöntemdir.

Kaynaklar

1. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;176(6):532-55.
2. American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(5 Pt 2):S77-121.
3. Yıldırım N. KOAH. Türk Toraks Derneği 1. Mesleki Gelişim Kursu Kitapçığı 2004;39-42.
4. Saryal SB. Kronik obstrüktif akciğer hastalığında tanı yöntemleri. In:Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı. Umut S. Ertürk E. (eds). Toraks Derneği Yayınları Sayı:2, İstanbul, Turgut Yayıncılık ve Tiç. A.Ş. 2000;63-82.
5. Lakadamyalı H, Alpar S, Lakadamyalı H, Ertürk H, Kurt B. Kronik obstrüktif Akciğer hastalığında yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi bulguları ile solunum fonksiyon testleri arasındaki korelasyon *Toraks Dergisi* 2006; 7(1):17-22.
6. Reid L, Millard FJC. Correlation between radiological diagnosis and structural lung changes in emphysema. *Clin Radiol* 1964; 15(4):307-11.
7. Nicklaus TM, Stowell DW, Christiansen WR, Renzetti AD, Jr. The accuracy of the roentgenologic diagnosis of chronic pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1966; 93(6):889-99.
8. Reich SB, Weinschelbaum A, Yee J. Correlation of radiographic measurements and pulmonary function tests in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Roentgenol* 1985; 144(4):695-9.
9. Greene R. "Saber-Sheath" trachea: Relation to chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Roentgenol* 1978; 130(3):441-5.
10. Fraser RG, Fraser RS, Renner JW, Bernard C, Fitzgerald PJ. The roentgenologic diagnosis of chronic bronchitis: A reassessment with emphasis on parahilar bronchi seen end-on. *Radiology* 1976; 120(1):1-9.
11. Matthay RA, Schwarz MI, Ellis JH, Jr. Steele PP, Siebert PE, Durrance JR, et al. Pulmonary artery hypertension in chronic obstructive pulmonary disease: determination by chest radiography. *Invest Radiol* 1981; 16(2):95-100.
12. Erdinç E, Erk M, Kocabaş A, Mirici A, Süerdem M, Tatlıcıoğlu T, ve ark. KOAH çalışma grubu. Toraks Derneği Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı Tanı ve Tedavi Rehberi. *Toraks Dergisi* 2000; 1(Ek 2):1-25.
13. Bayramoğlu S, Çetinkaya E, Taşyürek O, Unat A, Özcan M, Kaya L. Akciğer amfizeminin tanısında inspiratuar ve ekspiratuar BT bulguları: kalitatif ve kantitatif değerlendirme. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2000; 6(3):309-13.
14. Bergin C, Muller N, Nichols DM, Lillington G, Hogg JC, Mullen B, et al. The diagnosis of emphysema. A computed tomographic pathologic correlation. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133(4):541-6.
15. Hruban RH, Meziane MA, Zerhouni EA, Khouri NF, Fishman EK, Wheeler PS, et al. High resolution computed tomography of inflation-fixed lungs. Pathologic radiologic correlation of centrilobular emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136(4):935-40.
16. Kuwano K, Matsuba K, Ikeda T, Murakami J, Araki A, Nishitani H, et al. The diagnosis of mild emphysema. Correlation of computed tomography and pathology

- scores. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141(1):169–78.
17. Sakai F, Gamsu G, Im J, Ray CS. Pulmonary function abnormalities in patients with CT- determined emphysema. *J Comput Assist Tomogr* 1987; 11(6):963-8.
 18. Morgan MDL. Detection and quantification of pulmonary emphysema by computed tomography. A window of opportunity. *Thorax* 1992; 47(12):1001-4.
 19. Shaker SB, Dirksen A, Bach KS, Mortensen J. Imaging in chronic obstructive pulmonary disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2007; 4(2):143-61.
 20. Remy-Jardin M, Remy J, Boulenguez C, Sobaszek A, Edme JL, Furon D. Morphologic effects of cigarette smoking on airways and pulmonary parenchyma in healthy adult volunteers: CT evaluation and correlation with pulmonary function tests. *Radiology* 1993; 186(1):107–15.
 21. Nakano Y, Muro S, Sakai H, Hirai T, Chin K, Tsukino M, et al. Computed tomographic measurements of airway dimensions and emphysema in smokers. Correlation with lung function. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162(3 Pt 1):1102-8.
 22. Orlandi I, Moroni C, Camiciottoli G, Bartolucci M, Pistolesi M, Villari N, et al. Chronic obstructive pulmonary disease: thin-section CT measurement of airway wall thickness and lung attenuation. *Radiology* 2005; 234(2):604–10.
 23. Hogg JC, Chu F, Utokaparch S, Woods R, Elliott WM, Buzatu L, et al. The nature of small-airway obstruction in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004; 350(26):2645–53.
 24. Hasegawa M, Nasuhara Y, Onodera Y, Makita H, Nagai K, Fuke S, et al. Airflow limitation and airway dimensions in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173(12):1309–15.
 25. Bayramoğlu S, Çetinkaya E, Taşyürek O, Unat A, Özcan M, Kaya L. Akciğer amfizeminin tanısında inspiratuar ve ekspiratuar BT bulguları: kalitatif ve kantitatif değerlendirme. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2000; 6(3):309-13.
 26. Stern EJ, Webb WR, Warnock ML, Salmon CJ. Bronchopulmonary sequestration: dynamic, ultrafast, high-resolution CT evidence of air trapping. *Am J Roentgenol* 1991; 157(5): 947-9.
 27. Webb WR, Stern EJ, Kanth N, Gamsu G. Dynamic pulmonary CT: findings in healthy adult men. *Radiology* 1993; 186(1):117-24.
 28. Stern EJ, Webb WR, Gamsu G. Dynamic quantitative computed tomography. A predictor of pulmonary function in obstructive lung diseases. *Invest Radiol* 1994; 29(5):564-9.
 29. Arakawa H, Webb WR. Air trapping on expiratory high-resolution CT scans in the absence of inspiratory scan abnormalities: correlation with pulmonary function tests and differential diagnosis. *Am J Roentgenol* 1998; 170(5):1349-53.
 30. Arakawa H, Webb WR, McCowin M, Katsou G, Lee KN, Seitz RF. In homogeneous lung attenuation at thin-section CT: diagnostic value of expiratory scans. *Radiology* 1998; 206(1): 89-94.
 31. Mavili E, Büyükoğlan H, Çomu NB, Güleç M. Expiratory CT. Correlation with Pulmonary Function Tests and Value for Discriminating Lung Diseases *Eur J Gen Med* 2010; 7(1):56-62.
 32. Lee KW, Chung SY, Yang I, Lee Y, Ko YE, Park MJ. Correlation of aging and smoking with air trapping at thin section CT of the lung in asymptomatic subjects. *Radiology* 2000; 214(3):831-6.
 33. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS, the GOLD Scientific Committee. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163(5):1256–76.
 34. National Emphysema Treatment Trial Research Group. Patients at high risk of death after lung-volume-reduction surgery. *N Engl J Med* 2001; 345(15):1075–83
 35. de Torres JP, Bastarrika G, Wisnivesky JP, Alcaide AB, Campo A, Seijo LM, et al. Assessing the Relationship Between Lung Cancer Risk and Emphysema Detected on Low-Dose CT of the Chest *Chest* 2007; 132(6):1932-8
 36. Kohlhaufl M, Brand P, Rock C, Radons T, Scheuch G, Meyer T, et al. Noninvasive diagnosis of emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160(3):913-8.
 37. Irlon KL, Hochhegger B, Marchiori E, Porto NS, Baldisserotto SV, Santana PR. Chest X-ray and computed tomography in the evaluation of pulmonary emphysema. *J Bras Pneumol* 2007; 33(6):720-32.
 38. Celli BR. Chronic obstructive pulmonary disease phenotypes and their clinical relevance. *Proc Am Thorac Soc* 2006; 3(1):461–6.
 39. Coxson HO, Rogers RM. New concepts in the radiological assessment of COPD. *Semin Respir Crit Care Med*. 2005; 26(2):211-20.
 40. Haraguchi M, Shimura S, Shirato K. Morphometric analysis of bronchial cartilage in chronic obstructive pulmonary disease and bronchial asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159(3):1005-13.
 41. Tiddens HA, Pare PD, Hogg JC, Hop WC, Lambert R, de Jonghgate JC. Cartilaginous airway dimensions and airflow obstruction in human lungs. *Am J Respir Crit Care Med*; 1995; 152(1):260-6.
 42. Deveci F, Murat A, Turgut T, Altuntaş E, Muz MH. Airway wall thickness in patients with COPD and healthy current smokers and healthy non-smokers: Assessment with high resolution computed tomographic

- scanning. *Respiration* 2004; 71(6):602-10.
43. Heremans A, Verschakelen JA, Vanfraeyenhoven L, Demedts M. Measurement of lung density by means of quantitative CT scanning. *Chest* 1992; 10(3):805-11.
 44. Eric J. Stern, Mark S. Frank. CT of the lung in patients with pulmonary emphysema: diagnosis, quantification, and correlation with pathologic and physiologic findings. *American Journal of Roentgenology* 1994;162(4):791-8.
 45. Atasoy P.KOAH'ta Patoloji. *TTD Toraks Cerrahisi Bülteni* 2010; 1(2):119-23.
 46. Chung KF. The role of airway smooth muscle in the pathogenesis of airway wall remodelling in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2005; 2 (4): 347-54.
 47. Husein AN, Kumar V. The Lung.In Kumar AV, Abbas AK, Fausto N ed. *Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease*, 7th ed. Elsevier Saunders; 2005; 711-72.
 48. Wright JL, Churg A. Advances in the pathology of COPD. *Histopathology* 2006; 49(1): 1-9.
 49. <http://www.radiologyassistant.nl/en/42d94cd0c326b>.
 50. Koç Z, Bayram M, Ekinçi E. Semptomatik amfizem olgularında yüksek rezolüsyonlu BT. *Tanıs ve Girişimsel Radyoloji* 1994;1:132-37.
 51. Spouge D, Mayo JR, Cardoso W, Muller NL. Panaciner emphysema: CT and pathologic findings. *J Comput Assist Tomogr* 1993; 17(5):710-3.
 52. Tylén U, Boijesen M, Ekberg-Jansson A, Bake B, Lofdahl CG. Emphysematous lesions and lung function in healthy smokers 60 years of age. *Respir Med* 2000; 94(1):38-43.
 53. <http://www.mevis-research.de/~hlj/Lunge/xSammlCOPDFr.html>
 54. Dowson LJ, Guest PJ, Hill SL, Holder RL, Stockley RA. High-resolution computed tomography scanning in alpha1-antitrypsin deficiency: relationship to lung function and health status. *Eur Respir J* 2001;17(6):1097-104.
 55. Takahashi M, Fukuoka J, Nitta N, Takazakura R, Nagatani Y, Murakami Y, et al. Imaging of pulmonary emphysema: a pictorial review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2008;3(2):193-204.
 56. Thurlbeck WM, Muller NL. Emphysema: definition, imaging, and quantification. *Am J Roentgenol* 1994;163(5):1017-25.
 57. Hogg JC. Pathophysiology of airflow limitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 2004; 364(9435):709-21.
 58. Baldi S, Miniati M, Bellina CR, Battolla L, Catapano G, Begliomini E, et al. Relationship between extent of pulmonary emphysema by high-resolution computed tomography and lung elastic recoil in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164(4):585-9.
 59. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004;350 (10):1005-12.
 60. Welte T. Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: More a Functional than an Inflammatory Problem? *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;177(2):130-1.
 61. Boschetto P, Quintavalle S, Zeni E, Leprotti S, Potena A, Ballerin L, et al. *Thorax*. 2006;61(12):1037-42.
 62. Gupta PR, Yadav R, Verma M, Agarwal D, Kumar M. Correlation between high-resolution computed tomography features and patients' characteristics in chronic obstructive pulmonary disease. *Annals of Thoracic Medicine* 2008;3(3):87-93.
 63. Torres I, Allona M, Martínez M, Lores V, Rojo B, García-Río F. Severity-related differences in lung attenuation in men with COPD. *Arch Bronconeumol* 2010 Feb;46(2):56-63.
 64. Cerveri I, Dore R, Corsico A, Zoia MC, Pellegrino R, Brusasco V, et al. Assessment of emphysema in COPD: a functional and radiologic study. *Chest* 2004;125(5):1714-8.
 65. Fujimoto K, Kitaguchi Y, Kubo K, et al. Clinical analysis of chronic obstructive pulmonary disease phenotypes classified using high-resolution computed tomography. *Respirology* 2006;11(6):731-40
 66. Gu SY, Li QY, Wan HY, Ren L, Sun XW, Deng WW. Characteristics of chronic obstructive pulmonary disease phenotypes based on high-resolution CT and the relationship with interleukin-6. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi*. 2010;33(4):256-60.
 67. Kitaguchi Y, Fujimoto K, Kubo K, Honda T. Characteristics of COPD phenotypes classified according to the findings of HRCT. *Respir Med*. 2006;100(10):1742-52.
 68. Zompatori M, Sverzellati N, Poletti V, Bnà C, Ormitti F, Spaggiari E, et al. High-resolution CT in diagnosis of diffuse infiltrative lung disease. *Semin Ultrasound CT MR* 2005; 26(5): 332-47.
 69. Gotway MB, Reddy GP, Webb WR, Elicker BM, Leung JW. High-resolution CT of the lung: Patterns of disease and differential diagnoses. *Radiol Clin North Am* 2005; 43(5): 513-42.
 70. Müller NL, Staples CA, Miller RR, About RT. 'Density Mask' An objective method to quantitative emphysema using computed tomography. *Chest* 1988; 94(4): 782-7.
 71. Arakawa H, Webb RW. Expiratory high-resolution CT scan. *Radiol Clin North Am* 1998; 36(1):189-209.
 72. Knudson RJ, Standen JR, Kaltenborn WT, Knudson DE, Rehm K. Expiratory computed tomography for assessment of suspected pulmonary emphysema. *Chest* 1991; 99(6):1357-66.