

# Akciğer Amfizemi Tanısında Ekspiratuar Yüksek Rezolüsyonlu Bilgisayarlı Tomografinin Yeri<sup>1</sup>

## EXPIRATORY HIGH-RESOLUTION COMPUTED TOMOGRAPHY FOR DIAGNOSIS OF PULMONARY EMPHYSEMA

Şehnaz DURMUŞ\*, Lale DAMGACI\*, Serpil ARIKAN\*\*, Selda YILDIZ\*\*\*, Enis YÜKSEL\*

\* Dr., Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Bölümü,

\*\* Dr., Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göğüs Hastalıkları Kliniği,

\*\*\*Dr., Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Radyoloji Bölümü, ANKARA

### Özet

**Amaç:** Çalışmamızda ekspiratuar yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi bulgularının amfizem tanısındaki yerinin saptanması amaçlandı.

**Gereç ve Yöntem:** Klinik olarak amfizem ön tanılı 35 hasta ve kontrol grubu olarak seçilen 10 normal olguya, solunum fonksiyon testleri yapıldıktan sonra, önceden belirlenmiş düzeylerden, inspiratuar ve ekspiratuar yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi incelemesi yapıldı. Ortalama tüm akciğer dansite değerleri inspirasyon ve ekspirasyonda ayrı ayrı hesaplanıp birbirine oranlandı (E/I). -900 ile -1024HU arasındaki pikseller bulundu. Bu piksellerin toplam alanı bulunup, akciğer alanına yüzdesi hesaplandı (ekspiratuar ve inspiratuar piksel indeksi). İspirasyon ve ekspirasyonda elde edilen dansite ve piksel indeks değerleri solunum fonksiyon testleri ve birbirleriyle karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Çalışmamızda hasta ve kontrol grubu arasında ortalama inspiratuar dansite değerlerine göre anlamlı farklılık bulunmazken, ortalama ekspiratuar dansite ve ortalama ekspiratuar piksel indeks değerleri açısından  $p<0.001$  düzeyinde anlamlı fark bulundu. Kontrol grubunda inspiratuar ve ekspiratuar dansite değerleri arasında belirgin bir fark bulunurken, hasta grubunda bu farkın azaldığı görüldü. Hasta grubunda ekspiratuar piksel indeks ve E/I oranı ile FEV1 ( $r=-0.518$ ;  $p<0.001$ ), ( $r=-0.528$ ;  $p<0.001$ ), FEV1/FVC ( $r=-0.487$ ;  $p<0.01$ ), ( $r=-0.498$   $p<0.01$ ) parametreleri arasında anlamlı ilişki bulundu. Ekspiratuar piksel indeks ile FEV1, FEV1/FVC değerleri arasında, inspiratuar piksel indekse göre daha kuvvetli anlamlı ilişki saptandı.

**Sonuç:** Ekspiratuar yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi, amfizem tanısında inspiratuar incelemeye göre daha güvenilir bir yöntem olup, amfizemin varlığı ve yaygınlığı konusunda bulguları tamamlayarak daha duyarlı sonuçlar vermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Amfizem, akciğerler, YRBT

T Klin Tıp Bilimleri 2002, 22:162-167

### Summary

**Purpose:** We aimed to determine the role of expiratory high-resolution computed tomography findings for the diagnosis of pulmonary emphysema.

**Materials and Methods:** On the basis of the clinical information thirty five patients with emphysema and 10 healthy persons underwent inspiratory and expiratory high-resolution CT scans at three levels after pulmonary function tests. We calculated the average ratio of CT numbers of the lung fields at full inspiration and expiration for three levels (E/I). The percentage of pixels in the range -900 to -1024 HU was determined for each subject at full inspiration and expiration for each level (expiratory and inspiratory pixel index). The acquired values were then correlated with the results of the pulmonary function tests.

**Results:** Although there was no valuable difference for mean inspiratory density, we found significant difference for mean expiratory density and expiratory pixel index values between control group and emphysema patients. The mean lung density difference between full inspiration and expiration was higher in the control group comparing with the emphysema patients. Expiratory pixel index and E/I ratio showed strong correlation with FEV1 ( $r=-0.518$ ;  $p<0.001$ ), ( $r=-0.528$ ;  $p<0.001$ ) and FEV1/FVC ( $r=-0.487$ ;  $p<0.01$ ), ( $r=-0.498$   $p<0.01$ ). Compared with the inspiratory pixel index, expiratory pixel index showed higher correlation with FEV1 and FEV1/FEC.

**Conclusion:** We concluded that expiratory HRCT technique is more sensitive than inspiratory HRCT for the diagnosis of emphysema as it provides more information about the presence and severity of the disease.

**Key Words:** Emphysema, Lungs, HRCT

T Klin J Med Sci 2002, 22:162-167

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 (1-4). Amfizem tanısı, klinik,

radyografik bulgular ve solunum fonksiyon testlerine (SFT) dayanır. Düşük riskli ve kolay uygulanabilir bir metod olan yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) invivo amfizem tanısında ve yaygınlığının saptanmasında en iyi metod olarak kabul edilmekte olup

vizüel değerlendirme ve dansite ölçümüne dayanan kantitatif değerlendirme bulguları sıklıkla kullanılmaktadır (5-12).

YRBT ile akciğer dansitesinin ölçümü; objektif kantitatif değerlendirme ve erken tanı olanağı vermektedir. Amfizemin erken evrede ve hafif olgularda saptanabilmesi halen tanıdaki en büyük güçlüğü oluşturmaktadır. Amfizemin erken tanısı ve hafif amfizemli olguların tespiti YRBT ile yapılabilmektedir (5).

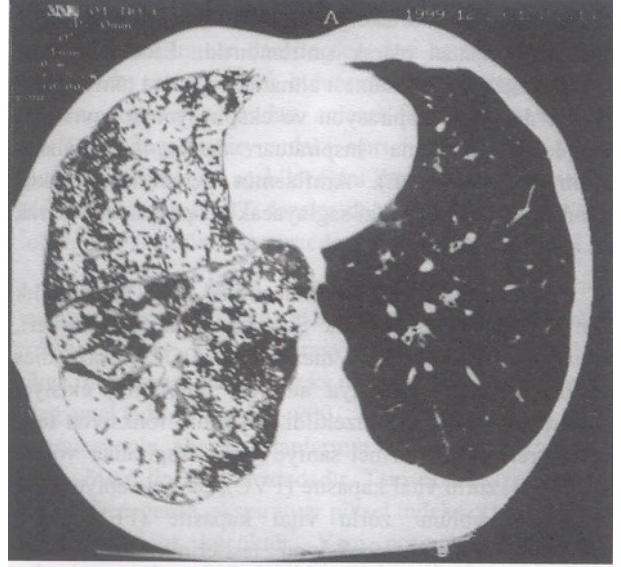
Çalışmamızda; klinik olarak amfizem ön tanılı hastalarda, YRBT tekniği kullanılarak inspiryum ve ekspiryumda alınan kesitlerde elde edilen ortalama dansite ve piksel indeks değerlerinin, solunum fonksiyon testleri ile karşılaştırılması ve ekspiratuar YRBT'nin bu hastalığın tanısındaki yerinin saptanması amaçlanmıştır.

### Gereç ve Yöntem

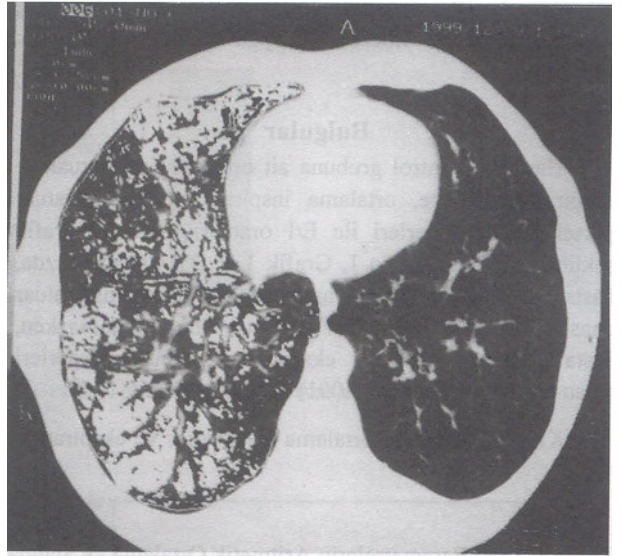
Çalışmamızda; öykü, fizik muayene, akciğer grafileri ve solunum fonksiyon testleri ile amfizem ön tanısı alan 35 hasta ile klinik yakınması olmayan 10 normal olgu incelendi. Hasta grubundaki 35 olgunun 34'ü erkek, 1'i kadındı. Yaşları 33-75 arasında değişmekte olup yaş ortalaması 58 idi. Hastaların 30'u halen 540 paket/yıl sigara kullanmakta olup 5 hasta değişik süreler önce sigarayı bırakmıştı. Kontrol grubu olarak seçilen, klinik şikayeti olmayan, sigara kullanmayan ve solunum fonksiyon testleri normal olan 10 olgunun tümü erkekti. Yaşları 23-75 arasında değişmekte olup yaş ortalaması 41 idi.

Hasta ve kontrol grubundaki tüm olgulara, kontrast madde verilmeden, önceden belirlenmiş üç ayrı kesit düzeyinde, zorlu inspirasyonda ve zorlu ekspirasyonda YRBT incelemesi yapıldı. Kesitler arkus aorta, karına ve diafragmanın 2 cm üstünden alındı. YRBT incelemesi GE SYTEC SRI cihazı ile supine pozisyonda, aksiyel planda yapıldı. İncelemelerde 512x512 matriks, 120 kilovolt (kV), 160 miliamper (mA), 2 saniye tarama zamanı, 1 mm kesit kalınlığı ve kemik algoritması kullanıldı. Çalışmaya alınan hastalarda konsolidasyon, plevral effüzyon, atelettazi, kitle lezyonu ve belirgin interstisyel patoloji yoktu.

Çalışmaya alınan tüm hastalarda aynı düzeyden elde edilen inspirasyon ve ekspirasyon sonrası kesitlerde, ortalama tüm akciğer dansitesi ve "Density Mask" olarak bilinen software programı kullanılarak piksel indeks değerleri bulundu. "Density Mask" yöntemi belli dansitedeki piksellerin tespit edilmesi esasına dayanır (3,5). Akciğer parankimindeki düşük attenuasyon alanlarına ait -900 ile -1024HU arasındaki pikseller saptanarak amfizematöz alanlar belirlenir. Çalışmamızda sağ ve sol akciğer alanları santral yapılar dışarıda kalacak şekilde manuel olarak sınırlandırıldı. GE Sytec SRI cihazındaki software programı kullanılarak -900 ile -1024 HU arasındaki düşük atenuasyon alanlarına ait pikseller her



Şekil 1a.



Şekil 1b.

bir kesit düzeyinde sağ ve sol akciğerde ayrı ayrı bulundu (Şekil 1a, b). Ölçümler ekspiryum ve inspiryumda tekrarlandı. Bu düşük attenuasyon alanlarının yüzey alanları bulundu. -900 ile -1024 HU aralığındaki akciğer alanlarının, aynı kesitteki tüm akciğer alanına yüzdesi hesaplandı (İnspiratuar Piksel İndeks , Ekspiratuar Piksel İndeks). Tüm olgularda üç kesit düzeyinden elde edilen inspiratuar ve ekspiratuar piksel indeks değerlerinin ortalaması hesaplandı (ortalama inspiratuar piksel indeks=İPİ, ortalama ekspiratuar piksel indeks=EPI). Ortalama tüm akciğer dansitesi belirlenirken her bir kesit

düzeyinde sağ ve sol akciğer alanları, dens santral yapılar dışlanarak manuel olarak sınırlandırıldı. Elde edilen 6 dansite değerinin ortalaması alınarak ortalama tüm akciğer dansite değerleri inspirasyon ve ekspirasyonda ayrı ayrı hesaplandı (ortalama inspiratuar dansite=İ, ortalama ekspiratuar dansite=E). Amfizemin derecesini objektif olarak değerlendirmemizi sağlayacak bir parametre olarak E/İ oranları bulundu.

Tüm olgulara BT incelemesinden önce bir haftalık süre içinde SFT uygulandı. Solunum fonksiyon testleri, Autospiro Pal Minato ve Vmax Series 20C–Sensormedics cihazı ile yapıldı. Hastaya ait yaş, boy, kilo, cinsiyet kaydedilerek sonuçlar düzeltildi. Solunum fonksiyon testi parametrelerinden; birinci saniye zorlu ekspiratuar volüm (FEV1 %), zorlu vital kapasite (FVC), birinci saniye zorlu ekspiratuar volüm/ zorlu vital kapasite (FEV1/FVC) kullanıldı. Solunum fonksiyon testlerinin sonuçlarının değerlendirilmesinde normal değer olarak American Thorax Society'nin kriterleri esas alındı (13).

İstatistiksel inceleme; SPSS windows release programında Pearson momentler korelasyon katsayıları, student t testi ve lineer regresyon analizi kullanılarak yapıldı.

### Bulgular

Hasta ve kontrol grubuna ait ortalama inspiratuar ve ekspiratuar dansite, ortalama inspiratuar ve ekspiratuar piksel indeks değerleri ile E/İ oranları tablo ve grafik şeklinde sunuldu (Tablo 1, Grafik 1, 2, 3). Çalışmamızda, hasta ve kontrol grubu arasında ortalama inspiratuar dansite değerleri açısından anlamlı fark bulunmazken, hasta grubunda ortalama ekspiratuar dansite değerleri anlamlı artış gösterdi ( $p<0.001$ ) (Tablo 1, Grafik 1).

Kontrol grubunda ortalama inspiratuar ve ekspiratuar

dansite değerleri arasında belirgin fark bulunurken, hasta grubunda bu farkın azaldığı görüldü (Grafik 1).

Hasta grubunda E/İ oranları, kontrol grubuna göre anlamlı artış gösterdi ( $p<0.001$ ) (Grafik 2).

Hasta grubunda ortalama inspiratuar ve ekspiratuar piksel indeks değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p<0.01$ ) (Grafik 3).

Tüm olguların SFT ortalama değerleri Tablo 2’de verilmiştir (Tablo 2).

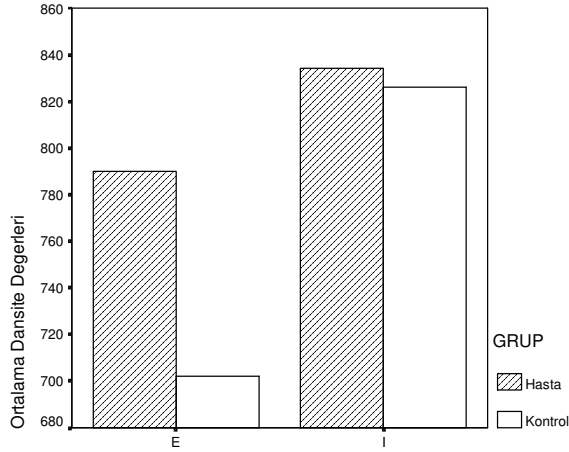
Hasta grubunda ortalama ekspiratuar piksel indeks ve E/İ oranı ile FEV1, FEV1/FVC arasında anlamlı ilişki bulundu. Ortalama ekspiratuar piksel indeks ile; FEV1 ( $r = -0.518$ ;  $p<0.001$ ), FEV1/FVC ( $r = -0.487$ ;  $p<0.01$ ) arasında anlamlı negatif korelasyon saptandı. FEV1, FEV1/FVC değerleri azalırken ekspiratuar piksel indeks değerlerinde artış izlendi. Ortalama inspiratuar piksel indeks ile FEV1 ( $r = -0.458$ ;  $p<0.01$ ) ve FEV1/FVC ( $r = -0.406$ ;  $p<0.01$ ) arasında da anlamlı negatif ilişki bulundu. Ancak inspiratuar piksel indeks parametresinde r değeri daha küçük olup ortalama ekspiratuar piksel indeks ile FEV1, FEV1/FVC arasında, ortalama inspiratuar piksel indeks değerlerine göre daha kuvvetli anlamlı ilişki saptandı (Tablo 3).

### Tartışma

Amfizem tanısında ve ağırlığının belirlenmesinde BT akciğer dansite ölçümü esas alınarak yapılan birçok çalışma yayınlanmıştır (5-12,14-16). Hayhurst ve arkadaşları SFT ile ayırım yapılamayan, amfizem morfolojisine göre normal ve hafif amfizemli olgulardan oluşmuş iki grubun BT akciğer dansitelerini anlamlı olarak farklı buldular (14). Sanders ve arkadaşları BT ve SFT’lerini değerlendirdikleri 60 hastalık bir çalışmada, SFT’leri normal olan 35 hastanın 24’ünde (%69) BT’de

**Tablo 1.** İlgili Parametrelerin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapmaları

	Hasta Grubu (n=35)	Kontrol Grubu (n=10)	Bütün Örneklem (n=45)
E/İ	X = 0.937 s.s.= 0.037	X = 0.840 s.s.= 0.042	X = 0.915 s.s.= 0.055
Eİİ	X = 19.411 s.s.= 19.119	X = 0.689 s.s.= 0.602	X = 15.250 s.s.= 18.561
E	X = 790.115 s.s.= 61.840	X = 702.260 s.s.= 36.843	X = 770.591 s.s.= 67.802
İ	X = 834.035 s.s.= 44.921	X = 826.310 s.s.= 23.834	X = 832.318 s.s.= 41.061
İİİ	X = 30.542 s.s.= 20.070	X = 17.106 s.s.= 10.546	X = 27.556 s.s.= 19.129
Yaş	X = 58.228 s.s.= 12.022	X = 41.800 s.s.= 17.918	X = 54.577 s.s.= 15.002



**Grafik 1.** Hasta ve kontrol grubuna ait ortalama inspiratuvar (I) ve ekspiratuvar (E) dansite değerleri.

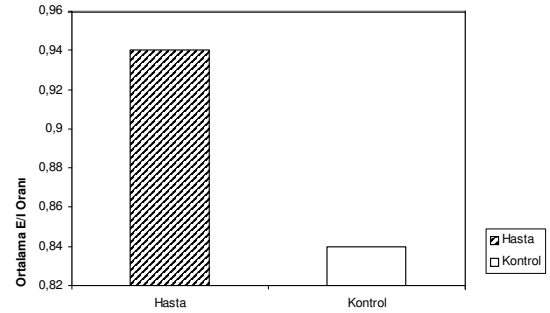
amfizem alanları saptadılar (6). BT'nin amfizemdeki küçük destrüksiyon alanlarını gösterebildiği ve akciğer grafisi bulguları ile SFT sonuçlarının tanısal olmadığı olgularda bile duyarlı olduğu gösterildi (9).

Amfizemin en güvenilir BT kriteri, anormal olarak düşük attenuasyon alanlarının varlığıdır (17). Bu alanların vizuel olarak değerlendirilmesindeki dezavantaj yöntemin subjektif oluşudur. Vizuel değerlendirmedeki bu dezavantajı ortadan kaldırmak için panel veya grid metodları kullanılmıştır (4,9,18). Ancak bu yöntemlerde değerlendirme için gerekli zaman çok fazladır. Bu nedenle objektif, basit, kısa zamanda yapılabilen bir metod olarak akciğer parankim dansitesinin BT ile tayini yoluna gidilmiştir. Müller ve arkadaşlarının tanımladığı 'Density Mask' yönteminde, amfizematöz akciğer alanlarındaki dansite azalması görünür hale getirilir (17). Çalışmamızda da bu yöntem kullanılarak inspiratuvar ve ekspiratuvar piksel indeks değerleri bulunmuştur.

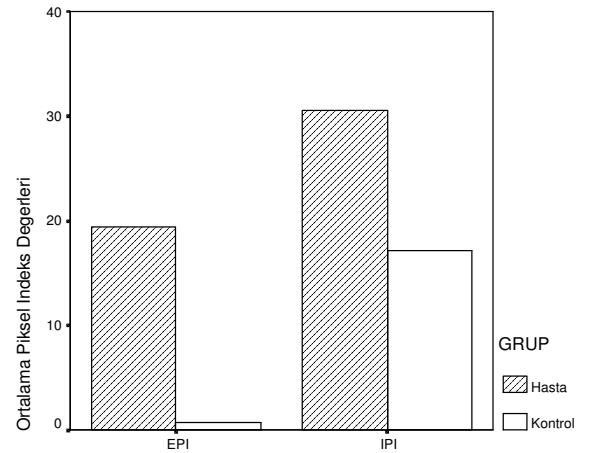
Normalde tam inspirasyonda akciğer attenuasyonu -700 ile -900 HU arasında olup relatif olarak homojendir. Ekspirasyonda akciğerde gaz volümünün azalmasına bağlı olarak akciğer dansitesi ve attenuasyonu artar. Tam inspirasyon ve ekspirasyon arasında ortalama attenuasyon farkı 150-300 HU arasında değişir (19-22). Normalde ekspirasyon sonrasında akciğer dansitesi ve attenuasyonu artarken amfizemli hastalarda hava hapsine bağlı olarak ekspirasyonda akciğer attenuasyonunda beklenen artış gerçekleşmez. Çalışmamızda kontrol grubunda ortalama inspiratuvar ve ekspiratuvar dansite değerleri arasında belirgin bir fark görülürken, hasta grubunda bu farkın belirgin derecede azaldığı görüldü (Grafik 1). Bu, hasta olgularda çok daha az havanın akciğerlerden içeri ve dışarı hareket ettiğini göstermektedir.

Çalışmamızda hasta ve kontrol grubu arasında ortalama ekspiratuvar dansite değerleri açısından  $p < 0,001$  düzeyinde anlamlı fark bulunurken, ortalama inspiratuvar dansite değerleri açısından anlamlı fark bulunmadı (Tablo 1). Bu sonuç, inspiyumdaki aşırı havalanmanın yalnızca pozitif tanılara yol açabileceğini ileri süren ve bu nedenle de ekspiryumdaki BT dansite değerlerinin daha güvenilir olduğunu ileri süren araştırmacıları desteklemektedir (1,23).

İnspiratuvar piksel indeks, geniş bir normal aralığa sahip olmasına rağmen, ekspiratuvar piksel indeks rölatif olarak sabittir. Tam inspirasyonda eşik değeri -900 HU iken, inspiratuvar piksel indeks normalde 0.6 ile 58 arasında değişmektedir. Yani -900 HU'dan daha düşük attenuasyonlu akciğer alanlarının toplam akciğer alanına oranı %0.6 ile %58 arasındadır. Tam ekspirasyonda -900 HU eşik değerinde, ekspiratuvar piksel indeks ortalama olarak 1.04'den daha küçüktür. Yani normal olgularda tam ekspirasyonda, -900 HU'dan daha düşük attenuasyona



**Grafik 2.** Hasta ve kontrol grubuna ait E/I oranları.



**Grafik 3.** Hasta ve kontrol grubuna ait ortalama inspiratuvar (IPI) ve ekspiratuvar piksel indeks (EPI) değerleri.

**Tablo 2.** Olguların SFT ortalama değerleri ve standart sapmaları

	Hasta grubu (n=35)	Kontrol Grubu (n=10)	Bütün örneklem (n=45)
FEV1	X = 43.780 s.s.= 20.110	X = 83.400 s.s.= 5.581	X = 52.584 s.s.= 24.420
FEV1/FVC	X = 77.340 s.s.= 16.356	X = 93.050 s.s.= 7.771	X = 80.831 s.s.=16.208
FVC	X = 45.868 s.s.= 16.803	X = 77.590 s.s.= 11.195	X =52.917 s.s.=20.535

**Tablo 3.** Amfizemli olgularda Pearson Momentler Korelasyon Katsayıları

	E/İ	Eİİ	E.	FEV1	FEV1/FVC	FVC	İ.	İİİ
E/İ	1.000							
Eİİ	0.619***	1.000						
E.	0.743***	0.850***	1.000					
FEV1	-0.528***	-0.518***	-0.451**	1.000				
FEV1/FVC	-0.498**	-0.487**	-0.452**	0.532***	1.000			
FVC	-0.414**	-0.350*	-0.321	0.865***	0.101	1.000		
İ.	0.333*	0.739***	0.877***	-0.256	-0.271	-0.157	1.000	
İİİ	0.534***	0.937***	0.899***	-0.458**	-0.406**	-0.320	0.877***	1.000

\*\*\*p<0.001 \*\*p<0.01 \*p<0.05

sahip akciğer alanı, genel olarak %1'den azdır (5). Bizim çalışmamızda inspiratuar piksel indeks değeri 35 hastadan 5'inde (%14.3) yukarıda belirtilen sınır değerinin üstündeydi. Oysa ekspiratuar piksel indeks değeri 35 hastadan 32'sinde patolojik olarak yüksek bulundu (%91.4).

Knudson ve arkadaşları amfizemli hastalarda ekspiratuar piksel indeks değerlerinin, inspiratuar piksel indekse göre amfizemin spesifik solunum fonksiyon test bulguları ile daha yüksek korelasyon gösterdiğini buldular (23). Çalışmamızda hasta grubunda ekspiratuar piksel indeks ile FEV1, FEV1/FVC arasındaki anlamlı negatif ilişki bulundu ( $r = -0.518$ ;  $p < 0.001$  ve  $r = -0.487$ ;  $p < 0.01$ ). Inspiratuar piksel indeks ile FEV1 ve FEV1/FVC arasında  $r = -0.458$ ;  $p < 0.01$  ve  $r = -0.406$ ;  $p < 0.01$  bulunmuş olup ekspiratuar piksel indeks ile FEV1, FEV1/FVC değerleri arasında, inspiratuar piksel indekse göre daha kuvvetli anlamlı ilişki saptandı. Bu sonuç Knudson ve arkadaşlarının çalışması ile uyumludur.

Çalışmamızda ekspiratuar piksel indeksi 15'in üzerinde olan 10 hastada FEV1 ve FVC değerleri oldukça düşük bulunmuş olup bu, orta ve ileri derecede obstrüktif tip bozukluğu göstermektedir. Bu hastaların FEV1/FVC oranları normal sınırlarda görünürken bu durum kombine (obstrüktif+restriktif tip) solunum hastalığı lehine değerlendirildi.

Seiichirou ve arkadaşlarının çalışmasında E/İ oranı ile FEV1, FEV1/FVC, RV, RV/TLC arasında güçlü bir korelasyon bulundu (24). Bizim çalışmamızda da hasta grubunda E/İ oranı ile FEV1, FEV1/FVC arasında negatif yönde anlamlı ilişki saptandı.

Hasta grubunda ortalama ekspiratuar piksel indeks ve ortalama inspiratuar piksel indeks değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p < 0.01$ ). Hasta grubundaki 35 hastanın 30'unda (%85.7) ortalama inspiratuar piksel indeks literatürde belirtilen normal sınırlar arasındayken, ortalama ekspiratuar piksel indeks 35 hastanın 32'sinde (%91.4) normal olarak kabul edilen %1'den büyük bulundu. Bu sonuç ekspiratuar YRBT'nin hava yolu obstrüksiyonunu göstermede, inspiratuar YRBT'ye göre daha duyarlı olduğunu göstermekte olup Miniati ve arkadaşlarının çalışması ile uyumludur (25).

Çalışmamızda; YRBT tekniği kullanılarak, ekspiryum sonrasında elde edilen dansite ölçümlerinin ve density mask tekniği kullanılarak elde edilen ekspiratuar piksel indeks değerlerinin, solunum fonksiyon testi parametreleri ile anlamlı ilişki gösterdiğini bulduk. Sonuç olarak ekspiratuar yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi amfizem tanısında inspiratuar incelemeye göre daha güvenilir bir yöntem olup, amfizemin varlığı ve yaygınlığı konusunda bulguları tamamlayarak daha duyarlı sonuçlar vermektedir.

#### KAYNAKLAR

- 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; 4:791-8.
- Wakayama K, Kurihara N, Fujimoto S, Hata M, Takeda T. Relationship between exercise capacity and the severity of emphysema as determined by high resolution CT. Eur Respir J 1993; 6:1362-67.

3. Kinsella M, Müller NL, h.D , 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.
4. Miller RR, Müller NL, Sverre V, Morrison NJ; Catherina AS. Limitations of computed tomography in the assessment of emphysema. Am Rev Respir Dis 1989; 139: 980-3.
5. Imaging of obstructive pulmonary disease. Radiol Clin North Am. 1998; 36(1): 189-209.
6. Sanders C. The radiographic diagnosis of emphysema. Radiol Clin North Am. 1991; 29: 1019-30.
7. Stern EJ, Mark SF. CT of the lung in patients with pulmonary emphysema: Diagnosis, quantification, and correlation with pathologic and physiologic findings. AJR 1994; 162: 791-8.
8. Thurlbeck WM, Müller NL. Emphysema : definition, imaging and quantification . AJR 1994; 163: 1017-25.
9. 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.
10. Bayramoğlu S, Çetinkaya E, Taşyürek O, Unat A, Özcan M, Kaya L. Akciğer amfizeminin tanısında inspiratuar ve ekspiratuar BT bulguları: kalitatif ve kantitatif değerlendirme. Türk Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Dergisi 2000; 6:309-13.
11. Morgan MD. Detection and quantification of pulmonary emphysema by computed tomography: a window of opportunity Thorax 1992; 47(12):1001-04.
12. Sakai N, Mishima M, Nishimura K, Itoh H, Kuno K. An automated method to assess the distribution of low attenuation areas on chest CT scans in chronic pulmonary emphysema patients. Chest 1994; 206: 1319-25.
13. Numanoğlu N. Klinik solunum sistemi ve hastalıkları 1997 Ankara. 183-200.
14. Hayhurst MD, Mac Nee W, Flenley DC, Wright D. Diagnosis of pulmonary emphysema by computerised tomography. The Lancet. 1984; 11: 220-2.
15. Gould G.A, Redpath AT, Ryan M, Warren PM, Best JJK, Cameron EJW, MacNee W. Parenchymal emphysema measured by CT lung density correlates with lung function in patients with bullous disease. Eur Respir J 1993; 6: 698-704.
16. Heremans A, Vershakelen JA, Frayenhoven LV, Demedts M. Measurement of lung density by means of quantitative CT scanning Chest 1992; 102 :805-11.
17. Müller NL, Staples CA, Miller RR, About RT. "Density Mask" An objective method to quantitative emphysema using computed tomography .Chest 1988; 94: 782-7.
18. Sakai F, Gamsu G, Jung -Gi Im, Ray CS. Pulmonary function abnormalities in patients with CT-determined emphysema. J Comput Assist Tomogr 1987; 6: 963-8.
19. Zerhouni EA, Naidich DP, Stitik FP. Computed tomography of the pulmonary parenchyma: Part 2. Interstitial disease. J Thorac Imaging 1985; 1:54.
20. Verschakelen JA, Van Fraeyenhoven L, Laureys G. Differences in CT density between dependent and nondependent portions of the lung: Influence of lung volume. AJR 1993; 161: 713.
21. Vock P, Malanowski D, Tschaepeler H. Computed tomographic lung density in children. Invest Radiol 1987; 22: 627.
22. Webb WR, Stern EJ, Kanth N. Dynamic pulmonary CT: Findings in normal adult men. Radiology 1993; 186: 117.
23. Knudson RJ, Standen JR, Kaltenborn WT, Knudson DE, Rehm K. Expiratory computed tomography for assessment of suspected pulmonary emphysema. Chest 1991; 99:1357-66.
24. Seiichirou Eda, Keishi Kubo, Keisaku Fujimoto, Yukinori Matsuzawa, Morie Sekiguchi. The relations between expiratory chest CT using helical CT and pulmonary function tests in emphysema. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155 :1290-94.
25. Miniati M, Filippi E, Falaschi F, Carrozzini L, Milne ENC. Radiologic evaluation of emphysema in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1995; 151: 1359-67.

---

**Geliş Tarihi:** 03.08.2001

**Yazışma Adresi:** Dr.Şehnaz DURMUŞ

Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Radyoloji Bölümü, ANKARA

<sup>§</sup>17. Türk Radyoloji Kongresi'nde ( 27-31 Ekim 2000 İstanbul) poster olarak sunulmuştur.