

# Radyoterapi Uygulanan Akciğer Kanserli Olgularda Solunum Fonksiyon Testleri ve Arter Kan Gazları Değişiklikleri

Ergun Tozkoparan\*, Ömer Deniz\*, Sema Savcı\*\*, Faruk Çiftçi\*\*\*, Erdinç Çakır\*\*\*\*  
Hayati Bilgiç\*, Kudret Ekiz\*, Necmettin Demirci\*

\*Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı

\*\*Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu

\*\*\* Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göğüs Hastalıkları Servisi

\*\*\*\* Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Biyokimya Anabilim Dalı

## Özet

**Amaç:** Radyoterapi bir çok kanser hastasında ve torasik tümörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Torasik ışınlamanın değişik derecelerde akciğer zedelenmesine yol açtığı ve olumsuz etkisinin radyoterapi için kısıtlayıcı bir faktör olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir. Biz bu çalışmada küçük hücreli dışı akciğer kanserli (KHDAK) hastalarda radyoterapi sonrasında solunum fonksiyon testleri (SFT) ve arter kan gazları analizi (AKG) değişikliklerini araştırmayı amaçladık.

**Populasyon ve Yöntem:** Yirmi yedi inoperable KHDAK'li radikal radyoterapi adayı hasta çalışmaya alındı. SFT parametrelerinden vital kapasite (VC), zorlu vital kapasite (FVC), yarım ve bir saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm (FEV<sub>0.5</sub> ve FEV<sub>1</sub>), FEV<sub>1</sub>/FVC oranı, zirve akım hızı (PEF), ekspiryum ortası ortalama akım hızı (FEF<sub>25-75</sub>) FVC'nin %25, %50 ve %75'inde zorlu ekspiratuar akım hızı (FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub> ve FEF<sub>75</sub>), maksimum volunter ventilasyon (MVV), ayrıca diffüzyon kapasitesi ve AKG değerleri radyoterapiden önce, hemen sonra ve 3 ay sonra ölçüldü.

**Bulgular:** Radyoterapiden hemen sonra PEF, FEV<sub>0.5</sub>, FEF<sub>25-75</sub> ve FEF<sub>25</sub> değerlerinde kısmi bir iyileşme saptandı (sırasıyla radyoterapi öncesi: %52±21, %58±16, %44±22, %40±22, %40±19; radyoterapi sonrası: %57±20, %63±20, %50±23, %49±20). Radyoterapi sonrası 3. ayda başlangıca göre FEV<sub>1</sub> ve FVC sırasıyla % 7.5 ve 12 oranında azalma, parsiyel arteriyel oksijen basıncında hafif bir düşme (67,2±9,3 vs. 63,4±7,1) gözlemlendi.

**Son Söz:** Sonuç olarak, SFT ve AKG radyoterapiden sonra erken dönemde değişiklik göstermektedir. Biz sonuçlarımıza göre torasik ışınlama yapılan her hastada pulmoner toksisiteyi erken belirlemek amacıyla her 3 ayda bir SFT ile izlenmesini öneriyoruz.

Akciğer Arşivi: 2005; 6: 49-53

**Anahtar Kelimeler:** Radyoterapi, arter kan gazları, solunum fonksiyon testleri

## Summary

### Alterations of Pulmonary Function Tests and Arterial Blood Gas Analysis in Patients with Lung Cancer Underwent Radiotherapy

**Objective:** Radiotherapy is commonly used for many cancer patients and thoracic tumors as well. It has been previously reported that thoracic irradiation causes to lung injury in variable degrees and its damaging effect to lungs is a limitation for radiotherapy. In this study, we aimed to investigate the alterations of pulmonary function tests (PFT) and arterial blood gas analysis (ABG) in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC) after irradiation.

**Patients and Methods:** Twenty-seven inoperable NSCLC patients were included into the study who were candidates for radical radiotherapy. PFT parameters including vital capacity (VC), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in half and one second (FEV<sub>0.5</sub>, FEV<sub>1</sub>), peak expiratory flow rate (PEF), mean forced mid-expiratory flow rate (FEF<sub>25-75</sub>), forced expiratory flow rates at 25, 50 and 75% of expired FVC (FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub> and FEF<sub>75</sub>), diffusing capacity and ABG values were measured before, just after and 3 months after the radiotherapy.

**Results:** We detected a partial improvement in PEF, FEV<sub>0.5</sub>, FEF<sub>25-75</sub> and FEF<sub>25</sub> just after radiotherapy with respect to the baseline (before radiotherapy: %52±21, %58±16, %44±22, %40±22, %40±19; after radiotherapy: %57±20, %63±20, %50±23, %49±20 respectively). A decrease in partial arterial oxygen pressure, and FEV<sub>1</sub> and FVC by 7.5 and 12 % respectively was observed 3 months after radiotherapy.

**Conclusion:** PFT and ABG are variable in early period after radiotherapy. According to our results, we recommend that the patients who are subject to thoracic irradiation should be monitored with PFT in every 3 month to detect pulmonary toxicity earlier.

Archives of Lung: 2005; 6: 49-53

**Key Words:** Radiotherapy, arterial blood gases, pulmonary function tests

## Giriş

Tüm kanser hastalarının yaklaşık % 65'i tedavilerinin herhangi bir döneminde radyoterapi (RT) almaktadırlar (1). RT halen olduğu gibi görünür bir gelecekte de kanser tedavisinin önemli bir komponenti olmaya devam edecektir. RT ilk uygulandığı yıllarda doku içine daha az penetre olması nedeniyle başlıca komplikasyon ciltte olmaktadır. Bununla beraber iyonizan radyasyonun akciğerlere olumsuz etkisi 1920'lerden beri bilinmektedir. Radyasyon fiziğindeki gelişmelerle birlikte modern lineer akseleratörlerle doku içine daha yüksek dozlarda iyonizan radyasyon vermek olanaklı hale geldi. Bu gelişmeler radyasyon toksitesinin erken dönemde oluşan ağırlı cilt reaksiyonlarından geç dönemde gelişen çevre dokulardaki harabiyete dönüşmesine neden olmuştur. Böylelikle RT'deki gelişmelerle birlikte radyasyonun akciğerlerdeki etkisi artan bir önem kazanmıştır. Günümüzde toraksı tutan bir çok malign hastalık palyatif yada küratif amaçlı RT ile tedavi edilmektedir. RT'nin başarısı bir yandan tümöral dokuya optimal radyasyon verirken diğer yandan da normal dokuları olabildiğince korumaya bağlıdır.

Solunum fonksiyonlarındaki değişikliklerle radyolojik değişikliklerin oluşumu arasındaki zamansal ilişki kullanılan teste ve ışınlanan bölgenin genişliğine bağlıdır. Diffüzyon kapasitesi ve vital kapasite gibi konvansiyonel parametreler ancak belirgin radyolojik bulgular oluşuktan sonra bozulur.

Bu çalışmada radikal RT uygulanan KHDAK'de RT'den hemen ve üç ay sonra solunum fonksiyonları ve arter kan gazları analizindeki (AKG) değişiklikleri incelemeyi amaçladık.

## Gereç ve Yöntem

Temmuz 1994 ile Temmuz 1995 tarihleri arasında GATA Göğüs Hastalıkları AD kliniğinde KHDAK tanısı konan, inoperable kabul edilen ve radikal RT planlanan tüm hastalar ardışık olarak değerlendirildi. Cerrahi tedavi veya kemoterapi uygulanan olgular çalışma dışı bırakıldı. Yaşları 38 ile 76 arasında değişen 23 erkek, 4 kadın toplam 27 KHDAK'li hasta onayları alındıktan sonra çalışmaya alındı. Beş olgu adenokarsinom diğer 22 olgu epidermoid karsinom tanısı almıştı. Olguların özellikleri Tablo I de gösterilmiştir. Tüm olgular toraks, beyin, batin BT, tüm vücut kemik sintigrafisi, bronkoskopi incelemeleri ile evrelendirildi. Üç hasta Evre IIIa, 24 hasta Evre IIIb, olarak değerlendirildi. Evre IIIa olguların hepsi T1-3 düzeyinde tümöral invazyon ve N2 düzeyinde nodal tutulumu olan hastalardı. Bu olgulara, biri operasyon önerisini kabul etmediğinden; ikisi ise postoperatif solunum fonksiyonları hesaplamasında pnömonektomiye tolere edemeyeceği değerlendirilerek cerrahi tedavi uygulanmadı. Evre IIIb olguların 5'i N3, 19'u T4 tutulumluymdu. Hastaların hiç birisine çalışma öncesi ve çalışma sonlanıncaya kadar kemoterapi yapılmadı. Çalışma sonlandırıldıktan sonra olgular Tıbbi Onkoloji kliniğince takip edilerek gerekli görülenlere kemoterapi yapıldı. Olguların hepsine Co<sup>60</sup> teleterapi ön-arka alan tekniği ile

6x12 cm ile 14x20 cm arasında değişen alanlarda 5686 cGy eşdeğeri RT uygulandı.

Tüm olgularda AKG'de parsiyel arteriyel oksijen basıncı (PaO<sub>2</sub>), parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı (PaCO<sub>2</sub>), arteriyel oksijen saturasyonu (SaO<sub>2</sub>) ve pH ölçümleri ABL-500 (Kopenhag, Danimarka) cihazı ile; solunum fonksiyon testlerinde zorlu vital kapasite (FVC), 1. saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm (FEV<sub>1</sub>), 0.5 saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm (FEV<sub>0.5</sub>), FEV<sub>1</sub>/FVC, maksimum volunter ventilasyon (MVV), vital kapasite (VC), maksimum tepe akım hızı (PEF), zorlu ekspiratuar volümün ilk %25'indeki akım hızı (FEF<sub>25</sub>), zorlu ekspiratuar volümün %50'sindeki akım hızı (FEF<sub>50</sub>), zorlu ekspiratuar volümün %75'indeki akım hızı (FEF<sub>75</sub>), zorlu ekspiratuar volümün % 25-75'lik bölümündeki akım hızı (FEF<sub>25-75</sub>) ve karbonmonoksit diffüzyon testi (DLCO) ölçümleri ise Sormedics-2400 (Hollanda) cihazı ile yapıldı. SFT ölçümlerinde günlük kalibrasyonu takiben aynı teknisyen tarafından yapılan 3 zorlu zorlu ekspiratuar manevradan en yüksek FEV<sub>1</sub> değerini veren seçildi.

RT öncesi, sonrası ve tedavinin üçüncü ayındaki parametrelerde bağımlı grupların ortalamaları arasındaki farkların karşılaştırılması "Wilcoxon signed ranks matched-pairs" testi ile yapıldı.

## Bulgular

Bütün olgularda RT öncesinde rutin biyokimyasal incelemeler ve tam kan sayımı normal sınırlarda bulundu. Tedavi sonrasında 7 olguda ileri derecede regresyon, 10 olgu

**Tablo I: Çalışma grubundaki olguların karakteristikleri**

Yaş	
Ortalama	60.4
Aralık	38-76
Cinsiyet (n)	
Erkek	23
Kadın	4
Eşlik eden hastalık	
KOAH	12
Kardiyovasküler hastalıklar	5
Sigara içimi (paket-yıl)	
Ortalama	42
Aralık	15-68
Tümör histopatolojisi	
Skuamoz hücreli karsinom	22
Adenokarsinom	5
Tümör evresi	
IIIb	24
IIIa	3
Radyoterapi alanı (cm <sup>2</sup> )	
Ortalama	164.4
Aralık	72-280

da kısmi regresyon, 9 olguda stabil görünüm ve 1 olguda progresyon saptandı. RT den hemen sonra 8 olguda radyasyona bağlı dermatit saptandı. Bunun dışında herhangi bir yan etki gözlenmedi.

Çalışma grubumuzun RT öncesi, sonrası ve üçüncü aydaki spirometrik ve AKG değerleri Tablo II de gösterilmiştir. Yedi olguda exitus nedeniyle RT sonrası üçüncü ayda değerlendirme yapılamadı. RT öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında FEF<sub>25-75</sub>, FEF<sub>25</sub>, FEV<sub>0.5</sub>, PEF ve FEV<sub>1</sub>/FVC değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış saptandı. RT'nin hemen sonrası ile üçüncü ayındaki değerler karşılaştırıldığında MVV, PaO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub> değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlemlendi. RT öncesi ile RT sonrası üçüncü aydaki değerler karşılaştırıldığında FEV<sub>1</sub>, FVC, PaO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub> değerlerinde istatistiksel olarak azalma; FEV<sub>1</sub>/FVC değerinde ise anlamlı artma saptandı.

## Tartışma

Akciğer kanseri tedavi edilmediği takdirde ölümcül bir hastalıktır. Amerika Birleşik Devletleri ve batı Avrupa'da kolorektal, servikal ve meme kanserlerinden daha fazla ölüme yol açmaktadır (2). Anrezektable KHDAK'de kemoterapi ile birlikte RT standart yaklaşım olarak uygulanmaktadır. Ayrıca değişik nedenlerle opere edilemeyen erken evre olgularda da RT uygulaması yapılabilmektedir.

Akciğer kanserleri ile birlikte toraks içindeki veya çevresindeki tümörlere RT uygulamasında sıklıkla bir miktar akciğer dokusu da iyonizan radyasyona maruz kalır. Bir çok çalışmada meme kanseri (3), Hodgkin hastalığı (4-6), özofagus ve akciğer kanserlerinde (7-10) RT sonrasında akciğer harabiyeti olabileceği bildirilmiştir. Radyasyona bağlı

solunum sistemi toksisitesi asemptomatik akciğer fonksiyonlarındaki azalmadan yaşamı tehdit eden fibrozis ve pnömonite kadar geniş bir spektruma sahiptir (11). RT'nin amacı hedeflenen tümöral dokuya öngörülen radyasyonu verirken, sağlıklı çevre dokunun etkilenmesini en aza indirmektir.

Radyasyondan sonra akciğer kompliyansında doza bağımlı olarak bir azalma eğilimi gözlenir. Göğüs duvarı kompliyansı akciğer kompliyansına göre daha az etkilenir. Kompliyans akut pnömonitis evresinde düşmeye başlar ve bu düşüş subakut ve kronik fibrotik evre boyunca sürer. Kompliyansdaki bu azalma solunum işindeki artış ile beraber belirgin bir restriktif akciğer hastalığı paterni ortaya koyar. Solunum sayısı artar, tidal volüm azalır ve dakika ventilasyonunda artış gözlenir (12).

Torasik RT'nin akciğerler ve SFT üzerine etkisi değişik çalışmalarda geniş bir spektrumda farklı oranlarda bildirilmiştir (13,14). Bu farklılık radyasyon tekniğindeki ve standart olmayan klinik yorumlamadaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışmalarda hasta grupları farklı olduğu gibi (Meme kanseri, akciğer kanseri, lenfoma vb.) uygulanan toplam doz, dozun verilme hızı ve ışınlanan akciğer hacmi de farklı olmaktadır. Genel olarak radyasyona bağlı SFT değişiklikleri restriktif paternde olmaktadır. FVC ve total akciğer kapasitesindeki (TLC) azalma akciğer parankimindeki kaybı ve/veya göğüs duvarındaki sertleşmeye işaret eder. FEV<sub>1</sub>'deki azalma radyasyona bağlı hava yolu obstrüksiyonundan ziyade akciğerdeki hacim kaybını yansıtır. Her ne kadar radyasyona bağlı değişikliklerin ortaya çıkış sıklığı hakkında kesin bir hüküm olmasa da, Emami ve arkadaşları ışınlanan akciğer hacmi ve radyasyon dozuna göre radyasyon pnömoniti gelişme sıklığını tanımlamıştır (1).

Tablo II: RT öncesi, hemen sonrası ve üçüncü aydaki SFT ve kan gazları parametreleri

Parametre §	RT Öncesi (n=27)	RT Hemen Sonrası (n=27)	RT Sonrası 3. ay (n=20)	İstatistiksel Anlamlılık
FVC (%)	57±34*	54±34	50±29*	*p<0,05
FEV <sub>1</sub> (%)	66±21*	66±28	61±21*	*p<0,05
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	67±27*#	78±23*	75±25#	*p<0,001; #p<0,05
VC (%)	54±35	53±14	54±29	AD
PEF (%)	52±21*	57±20*	51±22	*p<0,05
FEV <sub>0.5</sub> (%)	58±16*	63±20*	60±17	*p<0,05
FEF <sub>25-75</sub> (%)	44±22*	50±23*	47±19	*p<0,05
FEF <sub>25</sub> (%)	40±19*	49±20*	51±21	*p<0,01
FEF <sub>50</sub> (%)	44±23	41±22	49±22	AD
FEF <sub>75</sub> (%)	40±75	45±20	40±15	AD
MVV (%)	54±27	58±27*	50±13*	*p<0,001
DLCO (%)	55±32	55±31	53±21	AD
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	67,2±9,3#	68,2±9,9*	63,4±7,1*#	*p<0,001; #p<0,05
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	31,3±5,8	32,9±4,2	33,0±2,7	AD
SaO <sub>2</sub> (%)	92,6±2,8	93,1±2,9	92,0±2,6	AD
PH	7,39±0,05	7,42±0,04	7,42±0,03	AD

§: Spirometrik değerler yaş, cins ve vücut ağırlığına göre beklenen değerlerin yüzdesi olarak verilmiştir.

\*#: Aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olan parametreler., AD: İstatistiksel olarak anlamlı değil

Örneğin akciğerin 1/3'üne 4500 cGy ışın verildiğinde olguların %5'inde radyasyon pnömoniti gelişirken doz 6500 cGy'e çıktığında bu oran % 65'e çıkmaktadır. Genellikle küçük bölgelerin ışınlamaları, apikal bölge ışınlamaları, fraksiyone edilmiş 2000 cGy altındaki ışınlamalar semptomatik radyasyon pnömoniti oluşturmazlar. Işınlanan bölge genişse veya verilen doz radyasyon pnömoniti oluşturacak kadar fazlaysa ilk bulgular klinik semptomlarla ortaya çıkabileceği gibi radyolojik olarak veya DLCO ve SFT parametreleri ile de karşımıza çıkabilir.

Olgularımızın RT öncesi bazal SFT değerleri incelendiğinde, tüm parametreler beklenen değerlerin altında olduğu görülmektedir. Bu düşük değerler kısmen tümörün kendisine, kısmen de bazı hastalarda tümöre eşlik eden KOAH ve olgulardaki yüksek orandaki ortalama sigara içim öyküsüne (42 paket-yıl) bağlı olabilir. Çalışma grubumuz yaş, cinsiyet, sigara içim öyküsü ve eşlik eden hastalıklara göre istatistiksel analiz için yeterli sayıda alt grup oluşturacak kadar olgu içermediğinden bu parametrelerin sonuçlara katkısı değerlendirilememiştir.

RT öncesi ve hemen sonrasındaki parametreler karşılaştırıldığında FEF<sub>25-75</sub>, FEF<sub>25</sub>, FEV<sub>0.5</sub>, PEF, ve FEV<sub>1</sub>/FVC gibi obstrüktif parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlendi. Bu artış tümör regresyonuna paralel olarak atelektazik segmentlerin yeniden havalanması ve mikroatelektaziler nedeniyle erken kapanmaya bağlı oluşan hava yolu obstrüksiyonunun kalkmasıyla açıklanabilir. RT'den hemen sonra gözlenen obstrüktif parametrelerdeki bu anlamlı artış üçüncü ayda devam etmemiştir. Bu durum radyasyonun yol açtığı epitelyal harabiyet ve bronşiyal hiperreaktivite ile açıklanabilir. Nitekim radyasyonun akciğerlerde hava yolu obstrüksiyonuna ve "wheezing" gibi astmatik semptomlara da yol açabileceği bildirilmiştir (15). Alveolar kapiller membran kalınlaşması ve kaybı radyasyona bağlı akciğer fonksiyon kaybından sorumlu en önemli fizyopatolojik mekanizma olduğundan, akciğer volümlerindeki değişikliklerin aksine DLCO radyasyona bağlı akciğer zedelenmesinin en duyarlı belirteçidir. Ancak biz ne RT'den hemen sonra ne de üçüncü ayda anlamlı DLCO azalması saptamadık. Yapılan çalışmalarda DLCO'da RT'den sonra altıncı aydan itibaren anlamlı azalma olduğu bildirilmiştir (14,16). Maalesef bizim olguları hasta uyumsuzluğu nedeniyle 3 aydan fazla izleme olanağımız olmadı.

RT'den sonra üçüncü aydaki parametreler karşılaştırıldığında FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV ve PaO<sub>2</sub>'de azalma, FEV<sub>1</sub>/FVC'de ise artma saptandı. Bazal değerlere göre FEV<sub>1</sub>/FVC'deki bu artış FVC'nin FEV<sub>1</sub>'e oranla daha fazla azalması nedeniyle ve bu durum restriktif bozukluğun artması olarak yorumlanabilir. MVV akciğerlerin performansının genel bir göstergesi olarak kabul edilebileceğinden bu parametredeki azalma dikkat çekicidir. PaO<sub>2</sub>'deki azalmanın restriktif bozukluğun bir sonucu olduğunu düşünmekteyiz.

Choi ve arkadaşları torasik RT'ye bağlı akciğer fonksiyon kaybının, RT öncesi pulmoner rezerv ile yakından ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (16). Bu araştırmacılar RT öncesi FEV<sub>1</sub> değerleri beklenenin %50'sinin üzerinde olan olgularda RT sonrası 10. ve 12. aylarda sırasıyla % 16 ve % 28'lik düşüş saptamışlardır. Bununla beraber, yüksek line-

er enerji transferi ve üstün doz lokalizasyonu nedeniyle konvansiyonel RT'ye üstün olan ağır-iyon ışınları kullanan RT'nin akciğer kanserlerinde daha yüksek kür oranı sağladığı ve daha az pulmoner morbiditeye yol açtığı ileri sürülmüştür (17). Nitekim Kadono ve arkadaşları bu yöntemle, RT sonrası 6. ve 12. aylarda % 8'in altında bir FEV<sub>1</sub> azalması saptamışlardır (18). Miller ve arkadaşları ise RT sonrası ilk 6 ayda SFT'de artış, 6. aydan sonra düşme eğilimi, 12. ayda stabil bir dönem sağlandıktan sonra az sayıda izleme olanağı bulunan olguda ise 2. yıldan sonra yeniden bir düşüş eğilimi olduğunu saptamışlardır (19). Biz olgularımızda RT'den sonra üçüncü ayda FEV<sub>1</sub> ve FVC'de sırasıyla ortalama % 7.5 ve % 12'lik bir azalma gözledik.

Bazı araştırmacılar tarafından radyasyona bağlı akciğer zedelenmesinin RT öncesinde tahmin edilmesi araştırılmıştır (20,21). "Single photon emission tomografi" (SPECT) ile akciğerin ışınlanan bölgesindeki perfüzyonun tüm perfüzyona oranı belirlenerek, pnömonektomi sonrası postoperatif FEV<sub>1</sub> hesaplamasına benzer bir yöntemle post-RT FEV<sub>1</sub> değerinin hesaplanabileceğini ileri sürülmüştür (20). Ancak RT sonrasındaki global akciğer fonksiyonu (gaz değişimi, fizyolojik ölü boşluk, şant, ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu, kan gazları analizi ve SFT parametreleri) bir çok faktörden etkilenen oldukça karmaşık bir mekanizmaya sahiptir ve hastadan hastaya değişkenlik göstermektedir. Maalesef sınırda akciğer fonksiyonu olan olgularda RT için tolerabl dozu belirleyecek bir test bulunmamaktadır. Bununla beraber RT öncesi FEV<sub>1</sub>'i 1 litrenin altında veya DLCO değeri beklenenin % 50'sinden az olan olgularda geniş hacimli ışınlamaların akciğer zedelenme riskini arttıracığı genel olarak kabul edilmektedir (1).

Sonuç olarak; akciğer kanserlerinde RT sonrasında SFT ve AKG parametreleri erken dönemde değişiklik göstermektedir. Bu testler hastaların RT sonrasında izlenmesinde önem taşımaktadır. Ayrıca RT öncesinde SFT parametrelerinde ileri derecede bozukluk saptanan akciğer kanserli hastalarda yüksek ışınlanan akciğer fonksiyonlarının daha çok bozabileceği unutulmamalıdır. Biz çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ve literatür bilgisi ışığında toraksa RT uygulanan tüm olguların, radyasyona bağlı pulmoner toksisitenin erken belirlenebilmesi ve tedavi olanağının sağlanabilmesi amacıyla RT öncesinde ve RT sonrasında her 3 ayda bir SFT ile izlenmesi ve gerekli görülen olgulara AKG yapılmasını öneriyoruz.

## Kaynaklar

1. Lynn TT. Radiation pneumonitis. In: Fishman AP (ed. In chief). Fishman's manual of pulmonary diseases and disorders. New York: McGraw-Hill, 2002: 381-9.
2. Landis SH, Murray T, Bolden S, et al. Cancer statistics. CA Cancer J Clin 1999; 49:8-31.
3. Taghian AG, Assaad SI, Niermierko A, et al. Risk of pneumonitis in breast cancer patients treated with radiation therapy and combination chemotherapy with paclitaxel. J Natl Cancer Inst 2001; 93: 1806-11.
4. Boersma LJ, Damen EM, de Boer RW, et al. Estimation of overall pulmonary function after irradiation using dose-effect relations for local functional injury. Radiother Oncol 1995; 36:15-23.
5. Theuws JC, Muller SH, Seppenwoolde Y, et al. Effect of radiotherapy and chemotherapy on pulmonary function after treat-

- ment for breast cancer and lymphoma: A follow-up study. *J Clin Oncol* 1999; 17:3091-100.
6. Theuws JC, Seppenwoolde Y, Kwa SL, et al. Changes in local pulmonary injury up to 48 months after irradiation for lymphoma and breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000; 47: 1201-8.
  7. Rubenstein JH, Richter MP, Moldofsky PJ, et al. Prospective prediction of post-radiation therapy lung function testing. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1988; 15:83-7.
  8. Curran WJ, jr. Moldofsky PJ, Solin LJ. Observations on predictive value of perfusion lung scans on post-irradiation pulmonary function among 210 patients bronchogenic carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1992; 24: 31-6.
  9. Choi NC, Kanarek DJ. Toxicity of thoracic radiotherapy on pulmonary function in lung cancer. *Lung Cancer* 1994; 10(Suppl. 1): S219-S30.
  10. Marks LB, Fan M, Clough R, et al. Radiation-induced pulmonary injury: Symptomatic versus subclinical endpoints. *Int J Radiat Biol* 2000; 76:469-75.
  11. McDonald S, Rubin P, Phillips TL, et al. Injury to the lung from cancer therapy: Clinical symptoms, measurable end-points and potential scoring systems. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 31:1187-203.
  12. Rosiello RA, Merrill WW. Radiation-induced lung injury. *Clin Chest Med.* 1990 Mar; 11(1): 65-71.
  13. Choi NC. Prospective prediction of postradiotherapy pulmonary function with regional pulmonary function data: promise and pitfalls. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1988; 15: 245-7.
  14. Abratt RP, Willcox PA, Smith JA. The effect of irradiation on lung function and perfusion in patients with lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 31: 915-9.
  15. Marwin CW. Radiation-induced lung disease. In: Richard AB, Kenneth MM (eds). *Manual of clinical problems in pulmonary medicine*. Boston: Little Brown and company, 1996: 389-93.
  16. Choi NC, Kanarek DJ, Kazemi H. Physiologic changes in pulmonary function after thoracic radiotherapy for patients with lung cancer and role of regional pulmonary function studies in predicting postradiotherapy pulmonary function before radiotherapy. *Cancer Treat Symp* 1985; 2:119-30.
  17. Kanai T, Endo M, Minohara S, et al. Biophysical characteristics of HIMAC clinical irradiation system for heavy-ion radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999; 44:201-10.
  18. Kadono K, Homma T, Kamahara K, et al. Effect of heavy-ion radiotherapy on pulmonary function in stage I non-small cell lung cancer patients. *Chest* 2002; 122 (6): 1925-32.
  19. Miller KL, Zhou SM, Barrier RC, et al. Long-term changes in pulmonary function tests after definitive radiotherapy for lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 56(3): 611-5.
  20. Jaeger K, Seppenwoolde Y, Boersma LJ, et al. Pulmonary function following high-dose radiotherapy of non-small-cell lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 55: 1331-40.
  21. Fan M, Marks LB, Hollis D, et al. Can we predict radiation-induced changes in pulmonary function based on the sum of predicted regional dysfunction? *J Clin Oncol* 2001; 19: 543-50.