

İstanbul CyberKnife koalisyonu merkezlerinde tedavi edilen hastaların retrospektif analizi

Retrospective analysis of patients treated in the Istanbul CyberKnife Coalition Centers

Banu ATALAR,¹ Mihriban KOÇAK,² Naciye ÖZŞEKER,² Nadir KÜÇÜK,³ Nergis DAĞOĞLU,⁴ Enis ÖZYAR,¹ Alpaslan MAYADAĞLI,² Kayıhan ENGİN,³ Ethem Nezh ORAL⁴

¹Acıbadem Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi, İstanbul;

²Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Kliniği, İstanbul;

³Anadolu Sağlık Merkezi, Radyasyon Onkolojisi Kliniği, İstanbul;

⁴İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi, İstanbul

AMAÇ

Robotik radyoterapi sistemi kullanan İstanbul'daki dört merkezde, 2010 yılında tedavi edilen hastalara ve uygulanan tedavilere ait özelliklerin (tanı, doz ve fraksiyon verileri) retrospektif analizi amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya 2010 yılında CyberKnife sistemi ile tedavi edilen toplam 593 hasta dahil edildi. Hastaları %59.9'u (355) erkek, % 40.1'i (238) kadın; medyan yaş 55 (8-87) olarak bulundu.

BULGULAR

CyberKnife 348 hastada primer, 209 hastada reirradiasyon, 26 hastada planlı ek doz, 10 hastada eski alan kenarında yineleme nedeniyle uygulandı. Tüm hastalar için toplam medyan doz 2100 cGy (800-7500 cGy), medyan fraksiyon dozu 800 cGy (200-3750) ve medyan fraksiyon sayısı 3 (1-10) olarak bulundu.

SONUÇ

CyberKnife ile tedavi edilen hastaların retrospektif analizi gelecekte ülkemizde yapılması planlanan ortak tedavi protokollerinin oluşturulması açısından yol gösterici olacaktır.

Anahtar sözcükler: Cyberknife; radyoterapi; stereotaktik radyoterapi.

OBJECTIVES

We aimed to evaluate the patient distribution according to diagnosis, dose and fraction data in four radiotherapy centers in Istanbul with a robotic system. The data of the patients treated in 2010 in these centers were analyzed retrospectively.

METHODS

Five hundred ninety-three patients treated with the CyberKnife (CK) system during 2010 were included in this study. The median age of the patients (355 male [59.9%], 238 female [40.1%]) was 55 years (range: 8-87).

RESULTS

CK was used as primary treatment in 348 patients, for reirradiation in 209 patients, planned boost in 26 patients, and for recurrence in previous field edge in 10 patients. Total median dose was 2100 cGy (800-7500 cGy), median dose per fraction was 800 cGy (200-3750), and median total fraction was 3 (1-10).

CONCLUSION

CK is preferred as a curative or palliative modality in the treatment of certain malignant and some benign lesions, with appropriate indications.

Key words: CyberKnife; radiotherapy; stereotactic radiotherapy.

İletişim (Correspondence): Dr. Banu ATALAR. Acıbadem Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi, İstanbul, Turkey.

Tel: +90 - 216 - 304 44 44 e-mail (e-posta): banu.atalar@gmail.com

© 2011 Onkoloji Derneği - © 2011 Association of Oncology.

Son yıllarda bilgisayar teknolojisi ve radyolojik görüntüleme alanındaki ilerlemeler, radyoterapinin (RT) uygulanmasında ciddi gelişme ve yeniliklere neden olmuştur. Lokal tümör tedavisinde önemli rol oynayan RT'nin tedavi edici özelliği, normal doku toleransı nedeni ile sınırlanmaktadır. Bu nedenle geliştirilen üç boyutlu konformal ve yoğunluk ayarlı RT gibi eksternal RT teknikleri ile tümörlere optimum tedavi dozu uygulanmasını ve çevredeki sağlam dokulara maksimum koruma hedeflenmiştir. Stereotaktik radyocerrahi ve RT bu sınırlamaları aşmak için geliştirilmiş etkin bir radyoterapi tekniğidir.

Radyocerrahi terimi ilk olarak 1951 de İsveçli bir beyin cerrahı olan Lars Leksell tarafından, kafatasını açmadan, kritik bir yerleşimde bulunan, küçük lezyonlara, tek fraksiyonda yüksek doz radyoterapi uygulamak için kullanılmıştır.^[1] Leksell, rijit metal fikse bir stereotaktik çerçeve kullanarak küçük intrakraniyal lezyonları lokalize etmiş ve ilk olarak 250 kV X-ışını kullanmıştır. 1967 yılında, 179 Cobalt 60 kaynağı kullanan ilk GammaKnife cihazı icat edilmiş ve milimetrenin altında sistem doğruluğu ile o günden günümüze kadar intrakraniyal lezyonların tedavisinde geniş bir kullanım alanı bulmuştur.^[2] Kullanımı intrakraniyal lezyonlarla sınırlı olan GammaKnife'tan sonra robotik ve linak tabanlı stereotaksi cihazları geliştirilmiş ve ekstrakraniyal tedavilerin yapılması da hedeflenmiştir.

Radyocerrahi terimi genellikle tek fraksiyonda uygulanan stereotaktik radyoterapi (SRT) için kullanılmaktadır. Ekstrakraniyal bölgelerde SRT'nin fraksiyone (1-5 fraksiyon) olarak kullanılması ise daha çok stereotaktik vücut radyoterapisi (SVRT) olarak adlandırılmaktadır. Bu fraksiyone form hem SRT'nin hem de konvansiyonel radyoterapinin karakteristiklerini taşımaktadır. Fraksiyon başına uygulanan yüksek dozlar ablatif bir tümör etkisi yaratırken, bunu birkaç fraksiyonda uygulamak sınırlı normal doku iyileşmesini sağlamaktadır.^[3]

CyberKnife (CK) (Accuray, Sunnyvale, CA, USA) yaklaşık 20 yıl önce stereotaktik radyoterapi uygulamaları için geliştirilmiş çerçevesiz yeni bir robotik radyocerrahi sistemidir.^[4] Cihaz 6 eklemli robotik kolu üzerine yerleştirilmiş bir 6 MV X enerjili linear akselaratör sayesinde ışınlama yap-

bilmektedir. Bu hareketli kol sayesinde ileri derecede konformal, non-izosentrik, nonkoplanar planlar yapılabilir. Ayrıca CK sisteminde odaya monte edilen 2 adet tanısal X-ışını kaynağı ile görüntü rehberliğinde tedavi yapılmaktadır. Tedavi sırasında görüntü kayıt algoritmaları sayesinde gerçek zamanlı tümör takibi (real-time tumor tracking) yapılabilmektedir. Bu algoritmalar, *6D-skull* (intrakraniyal lezyonlarda), *Xsight spine* (vertebraya yakın lezyonlarda), *Xsight lung* (akciğer lezyonlarında), *fiducial marker tracking* (altın işaretleyici) ve *Syncrony respiratory motion tracking* (senkron solunum takibi) olarak adlandırılmaktadırlar. CK cihazının teknik özellikleri ve 2010 yılı itibarı ile sistemde yapılan tüm geliştirmeler Kilby ve ark. tarafından daha önce ayrıntılı olarak yayınlanmıştır.^[5]

Bu teknoloji Türkiye'de ilk olarak 2005 yılında kullanılmaya başlanmış olup sağlık politikalarındaki değişikliklerle birlikte günümüzde 7 hastanede CK kuruluşu yapılmıştır. Özellikle 2010 yılı itibarı ile kullanım alanı artmıştır. İstanbul'da bulunan 4 merkez bir koalisyon oluşturarak, ortak tedavi protokolleri, eğitim toplantıları yapmak üzere bir araya gelmiştir. İlk olarak, burada sonuçları sunulan bir yıllık CK ile tedavi edilen hastaların analizinin yapılarak bir durum saptamasının yapılması kararı alınmıştır.

Bu çalışmada, 2010 yılında tedavi edilen 4 CK merkezinin 593 hastası retrospektif olarak incelenmiş ve hasta ve tedavi verilerinin dağılımı sunulmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya 2010 yılında CK ile tedavi edilen İstanbuldaki 4 merkezden toplam 593 hasta dahil edildi. Hastalar tanı, radyocerrahi endikasyonları (primer-reirradiasyon-alan kenarı nüksü- planlı boost), toplam tedavi dozları, fraksiyon dozları ve fraksiyon sayıları yönünden incelendi. Hasta grupları ayrı ayrı toplam tedavi ve fraksiyon dozları açısından incelendi. İstatistiksel analizler SPSS 13.0 bilgisayar programı ile yapıldı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların 186'sı Acıbadem Üniversitesi Maslak Hastanesi, 161'i Kartal Eğitim Araştırma Hastanesi, 145'i Anadolu Sağlık Merke-

Tablo 1

Hastaların tanı ve tedavi özellikleri

Tanı	Sayı	Yüzde	Toplam doz (Gy) Med (Aralık)	Fraksiyon dozu (Gy) Med (Aralık)	Fraksiyon sayısı Med (Aralık)
Beyin metastazı	217	36.6	20 (10-60)	14 (3-30)	1 (1-6)
Spinal-paraspinal tümörler	52	8.8	18 (8-30)	6 (3-18)	3 (1-6)
Primer akciğer tümörü	44	7.4	46.5 (12-72)	15 (4-37.5)	3 (1-8)
Baş-boyun tümörleri	36	6.1	30 (13.5-45)	6 (3-9)	5 (3-10)
Glial tümörler	35	5.9	24 (18-30)	6 (3.6-12)	4 (2-5)
Meningiom	32	5.4	24 (15-30)	6.5 (3-15)	3.5 (1-5)
Diğer malign beyin tümörleri	27	4.6	21 (15-51)	5 (2.7-18)	5 (1-10)
Akciğer metastazları	25	4.2	45 (24-75)	15 (6-25)	3 (3-5)
Akustik nörinom	23	3.9	18 (13-25)	6 (4-13)	3 (1-5)
Diğer intrakraniyal lezyonlar	23	3.9	20 (15-30)	13 (5-20)	2 (1-5)
İntraabdominal kitle-metastaz	17	2.9	25 (8-35)	6 (5-20)	4 (1-5)
Karaciğer tümör veya metastazları	14	2.4	30 (24-45)	10 (4-15)	3 (2-6)
Hipofiz adenomu	13	2.2	21 (15-25)	7 (4.2-20)	3 (1-5)
Sürrrenal metastazları	9	1.5	24 (10-40)	8 (2-10)	3 (3-5)
Uveal melanom	8	1.3	50 (21-50)	10 (7-13)	5 (3-5)
Prostat kanseri	7	1.2	36.25 (35-36.25)	7.25 (7-7.25)	5
Pankreas kanseri	3	0.5	21 (18-21)	7 (6-7)	3
Schwannom	3	0.5	21 (20-21)	7 (4-7)	3 (3-5)
Diğer	5	0.8	14 (8-21)	7 (5-14)	2 (1-3)

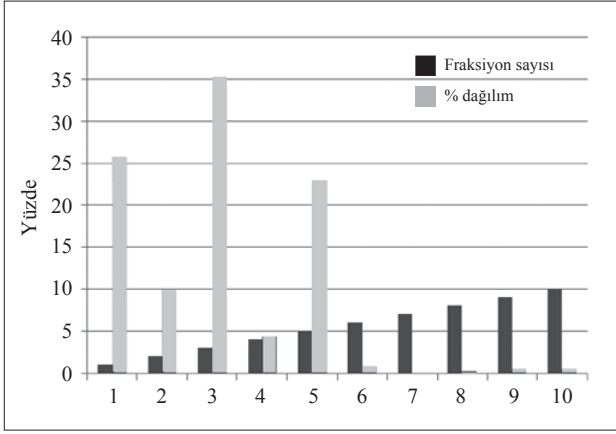
zi ve 101'i İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Bölümlerinde tedavi edildi. CK ile tedavi edilen toplam 593 hastanın %59.9'u (n=355) erkek, %40.1'i (n=238) kadındı. Medyan yaş 55 (dağılım 8-87 yaş) olarak bulundu.

Yaşı ≤ 16 olan toplam 10 hasta mevcut olup, bunların tamamı intrakraniyal lezyonlar nedeni ile tedavi edildi. Tüm hasta tanılarını incelendiğinde beyin metastazı %36.6 (n=217), spinal-paraspinal tümörler %8.8 (n=52), primer akciğer tümörleri %7.4 (n=44) ile CK ile tedavi edilen en sık 3 hastalık grubunu oluşturdu. Tanıların dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. CK 348 hastada primer tedavi, 209 hastada reirradiasyon, 26 hastada planlı boost, 10 hastada radyoterapi alan kenarı yinelemesi nedeni ile uygulandı. Beyin metastazı nedeni ile tedavi edilen hastaların %48.8'inde (n=106) CK primer tedavi, %42.9'unda (n=93) reirradiasyon, %8.3'ünde (n=18) tüm beyin RT'si sonrası planlı boost olarak kullanıldı. Baş-boyun tümörlerinin 23'ünde reirradiasyon, 5'inde primer, 5'inde alan kenarı nüksü, 3 hastada ise planlı boost olarak kullanıldı.

Tüm hasta grubu için incelendiğinde toplam doz medyan 2100 cGy (800-7500 cGy), fraksiyon dozu medyan 800 cGy (200-3750) ve fraksiyon sayısı medyan 3 (1-10) olarak bulundu. Hastaların sadece 11 tanesinde fraksiyon sayısı 5'in üzerinde idi, 3 hastada 10 fraksiyon kullanıldı. Fraksiyon dozu 18 hastada 400 cGy'in altında idi.

Fraksiyonasyon dağılımı, hastaların %25.6'sında (n=152) 1, %9.9'unda (n=59) 2, %35.2'sinde (n=209) 3, %4.4'ünde (n=26) 4, %22.8'inde (n=135) 5, %0.8'inde (n=5) 6, %0.2'sinde (n=1) 8, %0.5'inde (n=3) 9, %0.5'inde (n=3) ise 10 fraksiyon şeklinde idi (Şekil 1).

Hastaların büyük çoğunluğunda tümör takip sistemi olarak 6-D skull (366 hasta) kullanıldı. Altmış altı hastada X-Lung, 63 hastada senkroni, 44 hastada X-spine ve 24 hastada altın işaretleyici (gold marker) ile tümör takibi yapıldı. Primer akciğer tümörü ve akciğer metastazı nedeni ile CK kullanılan hastalarda tümör takibi için kullanılan metodlar Tablo 2'de yer almaktadır. Solunum ile senkron tümör takibi 41 hastada akciğer yerleşimli tümörler (27 primer akciğer, 14 akciğer metastazı) için,



Şekil 1. Hastaların uygulanan fraksiyon sayısına göre dağılımı.

22 hastada batın içi yerleşimli tümörlerde (11 karaciğer, 6 surrenal, 3 intraabdominal, 2 pankreas) kullanıldı. Fiducial yerleştirilen hastaların dağılımı ise; 7 prostat kanseri, 7 intraabdominal kitle, 3 akciğer kanseri, 3 karaciğer lezyonu, 3 surrenal metastazı ve 1 akciğer metastazı şeklinde idi.

TARTIŞMA

SRT yöntemlerinin günlük tedavi uygulamalarımıza girmesi, teknolojik gelişmelere paralel olarak hızla ilerlemiş ve kranium dışı vücut bölgelerinde kullanımı artmıştır. CK, tüm vücut SRT’de kullanılan, çerçevesiz radyocerrahi yapabilme imkanı sağlayan ve gerçek zamanlı tümör takibi yapabilen yeni bir cihazdır. İlk olarak 1999 da kullanıma girildiğinde dünyada 30 hasta bu cihaz ile tedavi edilmiş iken 2010 da bu sayı 90.000 hastanın üzerine çıkmıştır.^[5] Dünyada 200’e yakın cihaz bulunmakta olup bunların %75’i ABD’dedir. Avrupada bulunan 25 cihazın 7 tanesi Türkiye’de bulunmaktadır.

Genel olarak SRT uygulamalarının en önemli avantajlarından biri de az sayıda fraksiyon gerektirmesidir. Literatürde tümör büyüklüğü ve yerleşimi ile orantılı olarak 1-5 fraksiyon kullanılması önerilmiştir. Nitekim bizim serimiz de de hastaların %98’inde beş fraksiyonun altında tedavi tamamlanmıştır. Daha uzun süreli tedavi alan çok az sayıda hastanın özelliği nedeni ile klinisyenlerin takdirleri sonucunda tedavi edilen hastalar oluşturmaktadır.

Literatür taraması için Temmuz 2011’de PubMed web sitesinde “Cyberknife” sözcüğü girildiği zaman karşımıza toplam 403 makale çıkmaktadır. Bu makalelerin 58 tanesi derleme yazısıdır. CK kullanımını inceleyen derlemelerde bu teknolojinin en önemli avantajlarının; çerçevesiz kullanım olanağı, 1 mm ve altında doğruluk oranı, çoklu yöntemlerle imaj füzyon olanağı, gerçek zamanlı tümör takibi ve lineer akseleratör tabanlı tedavi olanakları olduğu belirtilmektedir.^[3,6,7] Diğer orijinal makalelerin büyük çoğunluğu retrospektif veriler olup kanıt dereceleri düşüktür. Az sayıda faz I ve faz II çalışma yer almaktadır. Dağılıma bakıldığında üzerinde en çok çalışılan konular genellikle intrakraniyal yerleşimli tümör ve lezyonlar ve takiben akciğer tümörleri olarak gözlenmektedir.

Çalışmamızdaki hastaların dağılımına bakıldığında tüm merkezlerde büyük çoğunluğu intrakraniyal yerleşimli tümörler (%63) oluşturmaktadır. Bunun nedeni ülkemizde ve dünyada uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan GammaKnife deneyimi ile açıklanabilir. GammaKnife ile gerek benign gerekse malign intrakraniyal tümörlerde edinilen deneyim CK’nın intrakraniyal kullanımında cesaretlendirici olmuştur. CK için tercih edilen dozlar

Tablo 2

Akciğer yerleşimli tümörlerde tümör takip metodları

	Primer akciğer tümörü		Akciğer metastazları	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
X-lung	28	63.6	9	36
Senkroni	27	61.4	14	56
X-spine	5	11.4	4	16
Fiducial	3	6.8	1	4

GammaKnife deneyimlerinden yansımıştır. Bu seride çoğunlukla beyin metastazları (%36.6) tedaviye alınırken bunları takiben spinal-paraspinal tümörler (%8.8) ve primer akciğer tümörleri de (%7.4) sıklıkla tercih edilen kullanım alanlarıdır. Diğer tedavi endikasyonları %10'un altında bulunmaktadır.

Radyocerrahinin beyin metastazlarında, arteriyovenöz malformasyonlarda (AVM), vestibüler schwannomlarda ve meningiomlardaki etkin rolü çalışmalarda gösterilmiştir.^[8-12] Beyin metastazlarında radyocerrahi tüm beyin RT'si ile öncesi, sonrası veya tek başına kullanılabilir. Retrospektif^[13-16] ve prospektif^[17,18] çalışmalarda tüm beyin RT'si ve radyocerrahinin, tek başına radyocerrahiye oranla sağkalım avantajı gösterilememiştir. Bir-üç beyin metastazlı hastalarda tüm beyin RT'si ile radyocerrahinin kombine kullanımını araştıran faz III randomize RTOG 9508 çalışmasında radyocerrahinin eklenmesinin tüm hastalarda fonksiyonel otonomiye artırdığı, soliter inoperabl beyin metastazlarında ise istatistiksel anlamlı olarak genel sağkalımı artırdığı bulunmuştur.^[19] Ancak son yıllarda yapılan 132 hasta sayılı prospektif diğer bir randomize çalışmada ise multipl beyin metastazlarında tüm beyin ışınlanması ile beraber yapılan radyocerrahiye oranla tek başına yapılan radyocerrahi arasında lokal nükste artış ve lokal kontrolde düşüş saptanmıştır.^[20] EORTC 22952-26001 çalışmasında 1-3 beyin metastazlı hastalarda radyocerrahi veya cerrahi sonrasında tüm beyin radyoterapi eklenmesinin intrakraniyal nüksleri ve nörolojik ölümleri azalttığı ancak fonksiyonel bağımsızlık süresini ve genel sağkalım süresini arttırmadığı görülmüştür.^[21] Bu çalışmanın sonuçlarında performansı iyi, stabil hastalığı olan ve sınırlı sayıda beyin metastazlı olan hastalarda seri görüntüleme eşliğinde tüm beyin RT'sinin ertelenebileceğini önermişlerdir.^[21] Bizim çalışma grubumuzda da beyin metastazlarının %48.8'inde tek başına SRT tercih edilirken, diğer hastalara tüm beyin RT'si ile beraber radyocerrahi uygulanmıştır.

CK kullanan merkezlerin en önemli avantajı, çerçevesiz tasarım sayesinde fraksiyone tedavi yapabilme olanağıdır. Bu özellikle kritik organlara yakın olan tümörlerde avantaj sağlamaktadır. An-

terior optik sinire birkaç milimetreden yakın olan tümörlerde tek fraksiyon radyocerrahi önerilmez iken, perioptik tümörler ile yapılan bir çalışmada medyan 49 ay takipte %94 oranında görmenin korunduğu belirtilmiştir.^[22] Aynı şekilde akustik nöronlarda radyocerrahi hem lokal kontrol hem de duymanın korunması için tercih edilmektedir.^[23,24]

Spinal ve paraspinal yerleşimli tümörler özellikle spinal kanalın tolerans açısından özellikle 2. seri ışınlamalarda dikkat gösterilmesi gereken bir bölgedir. Bu nedenle radyocerrahinin serimizde 2. sıklıkla uygulandığı endikasyonu oluşturmaktadır. Spinal metastazlarda CK kullanımı ile ilgili literatürdeki en geniş seri Gerszten ve ark.^[25] tarafından rapor edilmiştir. Toplam 393 hastada 500 lezyona CK uygulanmış ve median 53 ay takipte %86 uzun dönem ağrı palyasyonu sağlanmıştır.

Baş-boyun kanserlerinde radyocerrahinin rolü ümit vericidir.^[26,27] Radyocerrahi gerek nükseden tümörlerde, gerekse planlı boost olarak uygun hastalarda kullanılabilir. Bizim serimizde de baş-boyun tümörleri %6.1 ile 4. sıklıkla radyocerrahi uygulanan bölgeler arasındadır.

Erken evre medikal inoperabl primer akciğer tümörlerinde SRT uygulamaları son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konulardandır. Bu konuda ilk çalışmada Japonya'dan, hareket kontrol sistemleri ve fraksiyonasyon açısından oldukça heterojen bir hasta grubu retrospektif olarak incelenmiştir. Tamamı evre I olan, ancak medikal nedenlerle ameliyat edilemeyen veya operasyonu reddeden hastalar SRT ile tedavi edilmiş ve sonuçta beş yıllık sağkalımının %84 olduğunu bildirilmiştir.^[28] Bu cerrahi ile karşılaştırılabilir sonuçlar sonrasında RTOG 0236 faz II çalışmayı düzenlemiştir.^[29] RTOG 0236 sonuçlarında yüksek oranda primer tümör kontrolü (üç yılda %97.6) sağlandığı, median toplam sağkalım hızının ise üç yılda %55.8 olduğu hesaplanmıştır. RTOG'nin yeni başlattığı RTOG 0813 çalışması ile santral yerleşimli akciğer tümörleri için güvenli ve etkin dozların belirlenmesi; RTOG 0915 çalışması ile de periferik akciğer tümörlerinde SBRT dozlarının ayarlanması ve SBRT öncesi ve sonrası hipoksi belirteçleri ile lokal kontrol arasındaki ilişki belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmalar optimum doz ve fraksiyonas-

yon şemalarının belirlenmesinde gelecekte önemli yol göstericiler olacaktır. Akciğere yönelik yapılan tüm bu SRT çalışmalarında daha çok linak tabanlı planlamalar ve 4DCT kullanımının yaygın olduğu gözlenmektedir, bunlarda tümör takibi 4DCT veya *gating* kullanılarak yapılmaktadır. CK'ın akciğer ışınlamalarında eğer X-spine veya X-lung kullanılarak tümör takibi yapılamıyorsa mutlaka altın işaretleyici ile takip gerekmektedir. Bu hastaların pek çoğunun medikal inoperabl ve komorbiditelerinin olduğu düşünüldüğünde pek çok hasta altın marker konulması sırasında karşılaşılabilecek riskleri (pnömotoraks, enfeksiyon, kanama vs) göze almak istememektedirler. Ayrıca fiducial takılması ek bir maliyet ve komplikasyon geliştirse hospitalizasyon gerektirmektedir. Bizim serimizde de gerek primer gerekse akciğer metastazlarında fiducial uygulaması hastaların sadece 4 tanesinde mümkün olmuştur. Yani başka bir deyişle CK daha çok X-spine veya X-lung ile takip edilebilen tümörlerde tercih edilmiştir. Doz ve fraksiyonasyon seçimleri ise literatür ile uyumludur.

SVRT karaciğer lezyonları, pankreas kanserleri ve prostat kanserlerinde de tercih edilmektedir.^[3,6,7] Prostat kanserinde CK kullanımı ile ilgili prospektif bir çalışmanın uzun dönem sonuçları King ve ark. tarafından 2011 yılında açıklanmıştır.^[30] Düşük riskli 67 hastaya 5 fraksiyonda 36.25 Gy RT uygulanmış ve medyan 2.7 yıl takipte 4 yıllık PSA nüksü %94 ve grad 2-3 rektal toksisite %0.2 olarak saptanmıştır.

SONUÇ

Ülkemizde CK kullanımı ile ilgili deneyim gün geçtikçe artmaktadır. Bu konudaki deneyim ve hasta birikimlerimiz paylaşmak amacıyla kurulan İstanbul CK koalisyonu, bir yıllık hasta CK tedavilerine ait özellikleri bu çalışmada sunmaktadır. Grubun bundan sonraki hedefi mevcut hasta dağılımlarını göz önüne alarak farklı tedavi endikasyonları için ortak çalışma zemini oluşturmaktır.

KAYNAKLAR

1. Leksell L. The stereotactic method and radiosurgery of the brain. *Acta Chir Scand* 1951;102(4):316-9.
2. Heck B, Jess-Hempfen A, Kreiner HJ, Schöppgens H, Mack A. Accuracy and stability of positioning in radio-

3. Martin A, Gaya A. Stereotactic body radiotherapy: a review. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2010;22(3):157-72.
4. Guthrie BL, Adler JR Jr. Computer-assisted preoperative planning, interactive surgery, and frameless stereotaxy. *Clin Neurosurg* 1992;38:112-131.
5. Kilby W, Dooley JR, Kuduvalli G, Sayeh S, Maurer CR Jr. The CyberKnife Robotic Radiosurgery System in 2010. *Technol Cancer Res Treat* 2010;9(5):433-52.
6. Hara W, Soltys SG, Gibbs IC. CyberKnife robotic radiosurgery system for tumor treatment. *Expert Rev Anticancer Ther* 2007;7(11):1507-15.
7. Lartigau E, Mirabel X, Prevost B, Lacornerie T, Dubus F, Sarrazin T. Extracranial stereotactic radiotherapy: preliminary results with the CyberKnife. *Onkologie* 2009;32(4):209-15.
8. Kondziolka D, Niranjan A, Lunsford LD, Flickinger JC. Stereotactic radiosurgery for meningiomas. *Neurosurg Clin N Am* 1999;10(2):317-25.
9. Lunsford LD, Flickinger J, Lindner G, Maitz A. Stereotactic radiosurgery of the brain using the first United States 201 cobalt-60 source gamma knife. *Neurosurgery* 1989;24(2):151-9.
10. Lunsford LD, Kondziolka D, Flickinger JC. Stereotactic radiosurgery for benign intracranial tumors. *Clin Neurosurg* 1993;40:475-97.
11. Sheehan JP, Sun MH, Kondziolka D, Flickinger J, Lunsford LD. Radiosurgery in patients with renal cell carcinoma metastasis to the brain: long-term outcomes and prognostic factors influencing survival and local tumor control. *J Neurosurg* 2003;98(2):342-9.
12. Colombo F, Pozza F, Chiarego G, Casentini L, De Luca G, Francescon P. Linear accelerator radiosurgery of cerebral arteriovenous malformations: an update. *Neurosurgery* 1994;34(1):14-21.
13. Chidel MA, Suh JH, Reddy CA, Chao ST, Lundbeck MF, Barnett GH. Application of recursive partitioning analysis and evaluation of the use of whole brain radiation among patients treated with stereotactic radiosurgery for newly diagnosed brain metastases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47(4):993-9.
14. Sneed PK, Lamborn KR, Forstner JM, McDermott MW, Chang S, Park E, et al. Radiosurgery for brain metastases: is whole brain radiotherapy necessary? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;43(3):549-58.
15. Sneed PK, Suh JH, Goetsch SJ, Sanghavi SN, Chappell R, Buatti JM, et al. A multi-institutional review of radiosurgery alone vs. radiosurgery with whole brain radiotherapy as the initial management of brain metastases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;53(3):519-26.
16. Mehta MP, Tsao MN, Whelan TJ, Morris DE, Hay-

- man JA, Flickinger JC, et al. The American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO) evidence-based review of the role of radiosurgery for brain metastases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;63(1):37-46.
17. Chougule P, Burton-Williams M, Saris S. Randomized treatment of brain metastases with Gamma knife radiosurgery, whole brain radiotherapy or both. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000; 48(Suppl 3): 114. [Abstract]
18. Aoyama H, Shirato H, Tago M, Nakagawa K, Toyoda T, Hatano K, et al. Stereotactic radiosurgery plus whole-brain radiation therapy vs stereotactic radiosurgery alone for treatment of brain metastases: a randomized controlled trial. *JAMA* 2006;295(21):2483-91.
19. Andrews DW, Scott CB, Sperduto PW, Flanders AE, Gaspar LE, Schell MC, et al. Whole brain radiation therapy with or without stereotactic radiosurgery boost for patients with one to three brain metastases: phase III results of the RTOG 9508 randomised trial. *Lancet* 2004;363(9422):1665-72.
20. Chang SD, Lee E, Sakamoto GT, Brown NP, Adler JR Jr. Stereotactic radiosurgery in patients with multiple brain metastases. *Neurosurg Focus* 2000; 9(2), E3.
21. Kocher M, Soffiatti R, Abacioglu U, Villà S, Fauchon F, Baumert BG, et al. Adjuvant whole-brain radiotherapy versus observation after radiosurgery or surgical resection of one to three cerebral metastases: results of the EORTC 22952-26001 study. *J Clin Oncol* 2011;29(2):134-41.
22. Adler JR Jr, Gibbs IC, Puataweepong P, Chang SD. Visual field preservation after multisession cyberknife radiosurgery for periorbital lesions. *Neurosurgery* 2006;59(2):244-54.
23. Chopra R, Kondziolka D, Niranjan A, Lunsford LD, Flickinger JC. Long-term follow-up of acoustic schwannoma radiosurgery with marginal tumor doses of 12 to 13 Gy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007;68(3):845-51.
24. Chang SD, Gibbs IC, Sakamoto GT, Lee E, Oyelese A, Adler JR Jr. Staged stereotactic irradiation for acoustic neuroma. *Neurosurgery* 2005;56(6):1254-63.
25. Gerszten PC, Burton SA, Ozhasoglu C, Welch WC. Radiosurgery for spinal metastases: clinical experience in 500 cases from a single institution. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(2):193-9.
26. Voynov G, Heron DE, Burton S, Grandis J, Quinn A, Ferris R, et al. Frameless stereotactic radiosurgery for recurrent head and neck carcinoma. *Technol Cancer Res Treat* 2006;5(5):529-35.
27. Le QT, Tate D, Koong A, Gibbs IC, Chang SD, Adler JR, et al. Improved local control with stereotactic radiosurgical boost in patients with nasopharyngeal carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;56(4):1046-54.
28. Onishi H, Shirato H, Nagata Y, Hiraoka M, Fujino M, Gomi K, et al. Hypofractionated stereotactic radiotherapy (HypoFXSRT) for stage I non-small cell lung cancer: updated results of 257 patients in a Japanese multi-institutional study. *J Thorac Oncol* 2007;2(7 Suppl 3):S94-100.
29. Timmerman R, Paulus R, Galvin J, Michalski J, Straube W, Bradley J, et al. Stereotactic body radiation therapy for inoperable early stage lung cancer. *JAMA* 2010;303(11):1070-6.
30. King CR, Brooks JD, Gill H, Presti JC Jr. Long-Term Outcomes from a Prospective Trial of Stereotactic Body Radiotherapy for Low-Risk Prostate Cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2011 Feb 5.