

# CyberKnife ile Stereotaktik Vücut Radyoterapisi

## Stereotactic Body Radiation Therapy with CyberKnife

Alpaslan MAYADAĞLI, Mihriban KOÇAK, Naciye ÖZŞEKER, Kemal EKİCİ

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

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. 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.

CyberKnife (CK) (Accuray, Sunnyvale, CA, USA) yaklaşık 20 yıl önce stereotaktik radyoterapi uygulamaları için geliştirilmiş çerçevesiz yeni bir robotik radyocerrahi sistemidir (Şekil 1). Cihaz 6 eklemli robotik kolu üzerine yerleştirilmiş bir 6 MV X enerjili linear akselaratör sayesinde ışınlama yapabilmektedir. 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 "Synchrony respiratory motion tracking" (senkron solunum takibi) olarak adlandırılmaktadırlar.

Stereotaktik radyoterapi, stereotaktik olarak işaretlenmiş hedef hacme tek veya az sayıda fraksiyonlar ha-

linde yüksek doz radyasyon uygulanmasıdır. Özellikle 4 cm'den küçük hedef hacimlerde doz dağılımında diğer radyoterapi tekniklerine göre ciddi avantajlar sağlamaktadır. Hedefe 1200 farklı açıdan ışın gönderilme özelliği vardır. Böylece hedef hacme en yüksek doz verilirken tümörün hemen yanında ani doz düşmeleri sağlanmakta ve çevredeki hassas dokular azami korunmaktadır. Tedavi öncesi hedef hacmi belirlemek ve tedavi sırasında hedef hacmi radyografik olarak izleyebilmek için fidusiyal olarak adlandırılan ve genelde paslanmaz çelik veya altından yapılmış özel metalik belirteçler tümör içerisine ve/veya çevresine yerleştirilir. Cihaz ışınlama başlamadan önce her pozisyonda hedefin pozisyonunu kontrol eder. Diyagnostik röntgen cihazı ile elde edilen görüntüler optik izleme sisteminde işlenir ve planlama bilgisayarında gönderilen görüntülerle farklılık saptanmazsa tedavi uygulanır. Bu şekilde hareketsiz veya hafif hareketli organlarda 0.95 mm, akciğer gibi hareketli organlarda 1.5 mm hata payı ile tedavi yapılır.

Noninvaziv stabilizasyon yöntemleri ve tedavi esnasında hedef görüntülerinin alınabilmesi sayesinde stereotaktik radyoterapi vücudun çeşitli bölgelerinde kullanılabilir. Primer akciğer kanserlerinde ve akciğer metastazlarında, primer karaciğer kanserlerinde ve karaciğer metastazlarında, pankreas kanserlerinde, prostat kanserlerinde, rekürren baş-boyun kanserlerinde, nükseden jinekolojik kanserlerde ve daha pek çok farklı kanser türünde ve farklı bölgelerde stereo-

**İletişim:** Dr. Alpaslan Mayadağlı.  
Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi,  
Radyasyon Onkolojisi Kliniği, Cevizli, İstanbul  
**Tel:** 0 216 - 441 39 00

**Başvuru tarihi:** 01.02.2012  
**Kabul tarihi:** 26.03.2012  
**e-posta:** alpdag@hotmail.com



Şekil 1. CyberKnife tedavi cihazı.

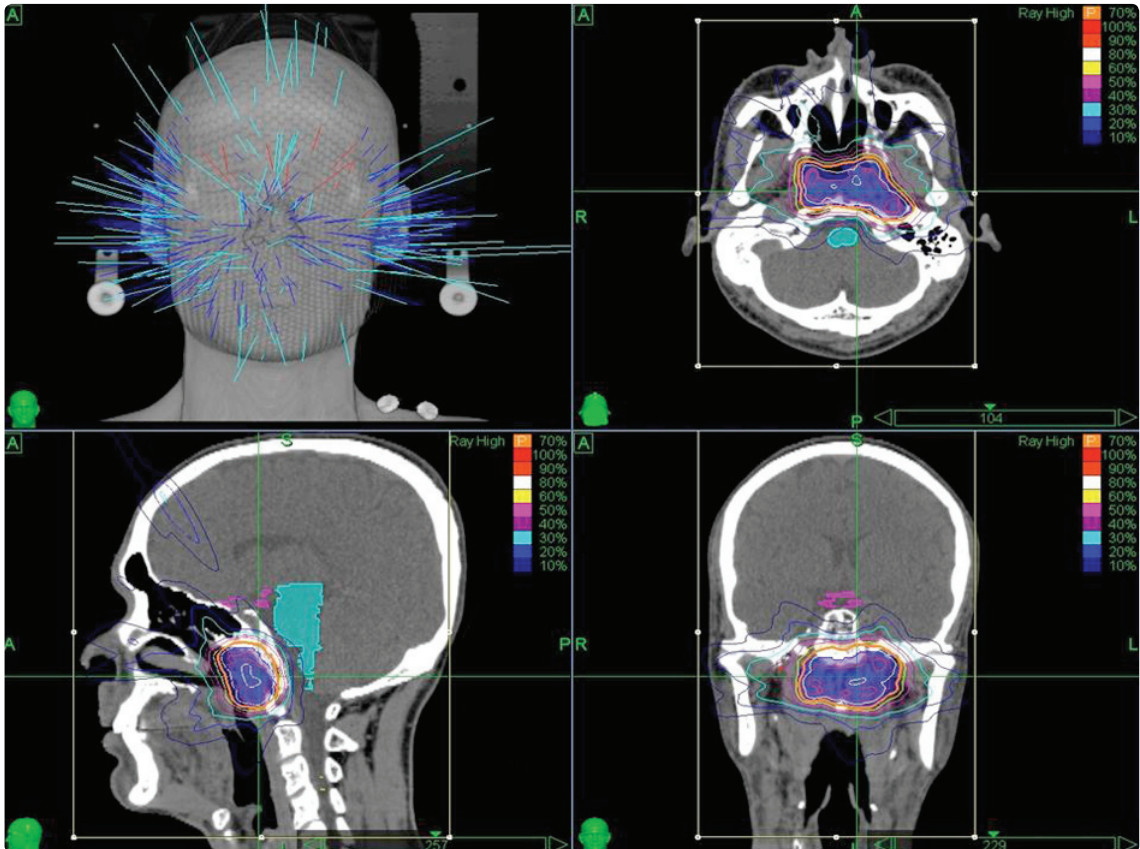
Renkli şekil derginin online sayısında görülebilir ([www.keahdergi.org](http://www.keahdergi.org))

taktik radyoterapi uygulamaları yapılabilmektedir.<sup>[1,2]</sup>

CyberKnife'in beyin metastazlarında, arteriyovenöz malformasyonlarda (AVM), vestibüler Schwannomlarda ve meningiomlardaki etkin rolü çalışmalarında gösterilmiştir. Spinal ve paraspinal yerleşimli tümörler spinal kanalın

toleransı açısından özellikle 2. seri ışınlamalarda dikkat gösterilmesi gereken bir bölgedir. Bu nedenle bu tümörler CK stereotaktik radyocerrahinin sıklıkla uygulandığı bir bölgedir.

Baş-boyun kanserlerinde radyocerrahinin rolü ümit



Şekil 2. Nüks baş-boyun kanseri CyberKnife tedavi planı.

Renkli şekil derginin online sayısında görülebilir ([www.keahdergi.org](http://www.keahdergi.org))

vericidir (Şekil 2). Lokal başarısızlık gözlenen olgularda cerrahi genellikle mümkün olmamaktadır. Cerrahi uygulanabilse bile takipte ikinci lokal başarısızlık oranları yüksektir. CK gerek nükseden tümörlerde, gerekse planlı boost olarak uygun hastalarda kullanılabilir.[3]

Erken evre medikal inoperabl primer akciğer tümörlerinde stereotaktik radyocerrahi uygulamaları son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konulardandır. Erken evre küçük hücreli dışı akciğer kanserlerinde stereotaktik vücut radyoterapisi güvenli ve etkili bir tedavi seçeneği olarak görülmektedir. Akciğer kanserinde stereotaktik vücut radyoterapisi sonuçlarına bakıldığında hastalık kontrolünün çok iyi olduğu gözlenmektedir. Cerrahiye uygun olmayan olgularda CK ile tedavi iyi bir alternatif tedavi yöntemidir.[4]

Hepatoselüler kanser tedavisinde ilk seçenek cerrahidir, ancak hastaların büyük çoğunluğu cerrahiye uygun değildir. Radyofrekans ablasyon ve kemoembolizasyonun etkinliğini gösteren çalışmalar mevcuttur, ancak bu tedavi yöntemleri de her hasta için uygun değildir. CK ile tedavi karaciğer tümörlerinde başlangıçta diğer yöntemler için uygun olmayan olgularda kullanılmıştır.[5]

Pankreas kanserlerinde standart tedavi cerrahidir, ancak hastaların yaklaşık %20'si tanı anında cerrahiye uygundur. Stereotaktik vücut radyoterapisi pankreas kanserli hastalarda lokal kontrol açısından etkili bir tedavi yöntemidir ve bu hastaların hayat kalitesini olumlu yönde etkileyebilir.[6]

Lokalize prostat kanserinde stereotaktik radyoterapi son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle orta ve yüksek riskli erken evre hastalarda sonuçlar umut vericidir.[7]

Jinekolojik tümörlerin tedavisinde stereotaktik vücut

radyoterapisiyle ilgili deneyim kısıtlıdır ve daha çok nükseden tümörler üzerinedir.[8]

Bu teknoloji Türkiye'de ilk olarak 2005 yılında kullanılmaya başlanmış olup, sağlık politikalarındaki değişikliklerle birlikte günümüzde 7 hastanede CK kurulumu yapılmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazar(lar) çıkar çatışması olmadığını bildirmişlerdir.

### Kaynaklar

1. Atalar B, Koçak M, Özşeker N, Küçük N, Dağoğlu N, Özyar E ve ark. İstanbul CyberKnife koalisyonu merkezlerinde tedavi edilen hastaların retrospektif analizi. Türk Onkoloji Dergisi 2011;26(3):101-7.
2. Yazıcı G, Cengiz M, Yıldız F. Stereotaktik vücut radyoterapisi. Hacettepe Tıp Dergisi 2011;42(2):74-81.
3. 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.
4. Qiao X, Tullgren O, Lax I, Sirzén F, Lewensohn R. The role of radiotherapy in treatment of stage I non-small cell lung cancer. Lung Cancer 2003;41(1):1-11.
5. Choi BO, Jang HS, Kang KM, Lee SW, Kang YN, Chai GY, et al. Fractionated stereotactic radiotherapy in patients with primary hepatocellular carcinoma. Jpn J Clin Oncol 2006;36(3):154-8.
6. Koong AC, Christofferson E, Le QT, Goodman KA, Ho A, Kuo T, et al. Phase II study to assess the efficacy of conventionally fractionated radiotherapy followed by a stereotactic radiosurgery boost in patients with locally advanced pancreatic cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2005;63(2):320-3.
7. Pollack A, Zagars GK, Starkschall G, Antolak JA, Lee JJ, Huang E, et al. Prostate cancer radiation dose response: results of the M. D. Anderson phase III randomized trial. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002;53(5):1097-105.
8. Deodato F, Macchia G, Grimaldi L, Ferrandina G, Lorusso D, Salutari V, et al. Stereotactic radiotherapy in recurrent gynecological cancer: a case series. Oncol Rep 2009;22(2):415-9.