

## BRAKİTERAPİ

*Dr. Binnaz ÇELEBİOĞLU\**

*Dr. Canan AKFIRAT\**

Tedavi amaçlı radyasyon uygulaması genellikle hastadan 80-100 cm mesafede bir cihazdaki kaynaktan ışın uygulaması şeklinde yapılmaktadır. Bu yöntem teleterapi-uzaktan tedavi-denir. Teleterapi ile tümöre verilecek dozun miktarı demetin geçtiği sağlam dokunun tolerans dozu ile sınırlıdır ve bu tolerans dozu zaman zaman tümör öldürücü dozdan daha düşük olduğu için yeterli dozlara çıkılması imkansızlaşmaktadır. Bu durumda tümöre yeterli dozu verebilmek amacıyla radyoaktif kaynak direkt tümör içine yada çok yakınına yerleştirilir. Bu tip tedavilere curiterapi ya da brakiterapi adı verilir. Brakiterapide temel prensip nokta şeklindeki kaynağın dozunun mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalmasıdır. Böylelikle kaynağın yakın komşuluğundaki tümör yüksek doz alırken çevredeki sağlam dokulardaki dozun düşük düzeyde kalması sağlanır.

Tarihte ilk olarak Becquerel uranyumun radyoaktif özelliklerini tanımlamış, 1898'de Curie'lerin radyumu bulmuştur. Radyoaktif kaynakların tedavi amaçlı ilk uygulama 1901'de Danlos ve Block tarafından yapılmış, 1905'te Abbe ilk interstisyel uygulamayı gerçekleştirmiştir. 1920'li yıllarda brakiterapide kullanılmak üzere radyum iğne ve tüpleri geliştirilmiştir. 1948'de Co 60 (Kobalt 60), 1952'de Talyum 182 iğneleri ve altın 198 "seedleri", 1958'de Ir 192 (Iridyum 192) ve sonradan yükleme tekniği geliştirilmiştir. 1967'de rutin olarak serviks kanser tedavisine giren brakiterapi, 1968'de beyin ve diğer jinekolojik tümörlerde uygulanmaya başlandı. Ancak bu uygulamalarda radyoaktif iğneler radyoterapist tarafından yerleştirilmekteydi. Bu uygulayıcının yüksek doza maruz kalmasına neden olmaktadır. 1969'da uzaktan kumandalı sonradan yüklemeli (remote afterloading) sistemlerin geliştirilmesiyle radyoterapistler rad-

yoaktif kaynaklardan kendilerini korumayı başarmışlardır. 1982'de selektron Co 60, 1986'da mikroelektron Ir 192'nin kullanıma girmesi ile brakiterapi uygulamaları her geçen gün artan oranda radyoterapide kullanılmaya başlanmıştır (1).

### Kaynak seçimi

Brakiterapide kaynak seçiminde tedavi uzaklığındaki doz dağılım özelliklerinden çok kaynağın yarı ömrü ve fizik özellikleri önemlidir (2). Brakiterapide kullanılacak kaynakla ilgili bilinmesi gereken parametreler kaynağın;

1. Yarı ömrü,
2. Parçalanma şekli,
3. Kaynak tipi,
4. Ortalama foton enerjisi,
5. Yarı kalınlık yada onda bir kalınlık değeri,
6. Spesifik aktivite ve
7. Ekspozure oran sabitidir.

Ra (radyum) kaynaklarının kullanımı ile ilgili önemli sorunlar vardır. Foton enerjisi yüksek olduğu için kalın zırhlama gerekmektedir. Olası radyasyon kazasında yüksek radyoaktif bulaşmaya neden olmaktadır (tablo 1: Radyoaktif kaynaklar ve özellikleri). Co 60 radyumla karşılaştırıldığında zırhlama avantajı sağlamaz ancak uygulama açısından radyumdan üstündür. Cs 137 (Sezyum 137) genelde radyum yerine kullanılan bir kaynaktır. Ir 192 kaynak çapının küçük olması interstisyel uygulama olanağı sunmaktadır. Au 198 (Altın 198) diğer radyoizotoplarla karşılaştırıldığında en kısa yarılanma ömrüne sahiptir. Aplikasyon kolaylığı ve diğer radyoizotopların aksine vücuttan çıkarılmasına gerek olmaması nedeniyle tercih edilmektedir. I 125 (Iyot 125) de altın gibi kalıcı implant şeklinde kullanılabilir.

\* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Ankara.

**Tablo 1:** Brakiterapide kullanılan kaynakların özellikleri

Element	İzotop	Enerji(meV)	Yarı ömür	Kaynak formu	Klinik uygulama
radyum	Ra 226	0.83	1.626 yıl	Tüp-iğne	LDR intrakaviter,interstisyel
sezyum	Cs 137	0.662	30 yıl	Tüp-iğne	LDR intrakaviter,interstisyel
iridyum	Ir 192	0.397	73.8 gün	seed	LDR interstisyel HDR interstisyel,intrakaviter
kobalt	Co 60	1.25	5.26 yıl	Capsülsüz sfer	HDR intrakaviter
iodine	I 125	0.028	59.6 gün	seed	Kalıcı interstisyel
paladyum	Pd 103	0.020	17 gün	seed	Kalıcı interstisyel
altın	Au 198	0.412	2,7 gün	seed	Kalıcı interstisyel
stronsiyum	Sr 90	2.24 (beta)	28.9 yıl	plak	Göz
stronsiyum	Sr 89	1.4 (beta)	51 gün	IV solüsyon	Kemik met
iodine	I 131	0.61 (beta) 0.364 meV	8.06 gün	Kapsül- solüsyon	Tiroid ca
fosfor	P 32	1.71 (beta)	14.3 gün	Kolloid solüsyon	Over ca KML

### Doz oranları

Uluslararası radyasyon birimleri ve üniteleri komisyonunun (ICRU) 38 numaralı raporunda tanımlanan doz oranları (3):

Düşük doz oranı (LDR): Doz oranı 0.4-2 Gy / saattir. Tedavi 24-144 saat sürer. Akut komplikasyonların ortaya çıkma yüzdesi azalmasına rağmen hasta konforunu düşürmesi, uygulama sırasında hastanın ihtiyaçlarının karşılanmasındaki güçlükler nedeniyle özellikle intrakaviter ve intraluminal uygulamalarda çok tercih edilmemektedir.

Yüksek doz oranı (HDR): Doz oranı 12 Gy/saattir. Modern HDR uygulamaları 1 cm de 430 cGy / saattir. Tedavi dakikalarla sınırlıdır.

ICRU 38 nolu raporunda tanımlanmayan ultra düşük doz oranlı (0.01-0.3 Gy/ saat) I 125 ve Pd 103 implantlarında önem kazanmaktadır.

### Uygulama yöntemleri

- interstisyel
- intrakaviter-intraluminal
- yüzeysel
- intraoperatif,
- endovasküler

**İnterstisyel brakiterapi :** Ağız-ağız boşluğu, baş boyun tümörleri, cilt-cilt altı yerleşimli tümörler gibi yüzeeye yakın tümörler ya da prostat gibi ulaşımı kolay organların direk içine özel olarak hazırlanmış ucu keskinleştirilmiş çelik iğneler kullanılarak uygulanır (4). İnvaziv bir girişimdir. Uygulama öncesinde anestezi gerektirir.

**İntrakaviter-intraluminal brakiterapi:** Uygulama kolaylığı ve kullanım alanının geniş olması nedeniyle halen en sık kullanılan yöntemdir. Nazofarinx, trakea-bronşlar, özefagus, servix-vagen-endometrium (5), safra yolları gibi lümeni ya da boşluğu olan her organa uygulanabilir. Her organın lümenine uyacak şekilde özel aplikatörler mevcuttur.

**Yüzeysel :** Özel olarak geliştirilmiş aplikatörler yardımı ile göze uygulanır.

**İntraoperatif :** Operasyon sırasında direk olarak tümör içine ya da üstüne özel aplikatörler yerleştirilerek uygulanır. Tümöral kitlenin direk makroskopik olarak görülerek aplikatörlerin yerleştirilmesi en büyük avantajdır. Ancak uygulama odasında ameliyathane koşullarının ve post-op yoğun bakım ünitesinin gerekliliği önemli bir handikaptır.

**Endovasküler :** Periferik damar tıkanıklıklarında, koroner damarların by-pass yada anjioplasti sonrasında gelişen tıkanıklıkların açılmasında önemli bir yöntemdir (6). Uygulama odasında özel donanım gerektirmemesi ve uygulama kolaylığı nedeniyle son on yılda uygulanmaya başlayan bir yöntem olmasına rağmen hızla vaka sayısı artmaktadır.

### Tedavi planlaması ve uygulaması

Tümörün lokalizasyonuna, yerleştiği organa ve eldeki teknik olanaklara göre hangi yöntemin uygulanacağına karar verilir (7). Hasta uygulama odasına alınır. Seçilecek yöntem göre genel ya da lokal anestezi uygulanır. Uygulama alanı antiseptiklerle temizlenir, uygulayıcı ve yardımcıları tamamen steril olmalıdır. Uygun aplikatörler seçilerek tek tek yerleştirildikten sonra masaya ya da özel hazırlanmış tespit plaklarına tespit edilir.

Aplikatörlerin içine radyopak yalancı kaynaklar yerleştirilir. Varsa c-kollu ile yoksa simulatörde aplikatörlerin uygun konumda olup olmadığı kontrol edilir. Gerekirse kritik organlara opak madde verilerek ya da markılar

yerleştirilerek işaretlenir. Aplikatör yerleri uygun ise izosentrik ortogonal simülasyon filmi ( tedavi pozisyonunda tümör merkez kabul edilerek 0 ve 90 derecede birbirine dik iki film) çekilir. Hasta aplikasyon odasına alınır. Filmlerin üslünde tümör volümü, aplikatör lokalizasyonu, hedef noktalar ve kritik noktalar işaretlenerek 3 boyutlu planlama ünitesine digitizer ile girilir. Bilgisayarda 3 boyutlu olarak yalancı kaynaklar yüklenerek ideal doz dağılımları hazırlanır. Tümör volümünde sıcak ve soğuk alanların oluşmadığı, doz aralığının % 10'u geçmediği ve kritik organ dozlarının tolerans dozunu aşmadığı planlama seçilerek kaynağa göre bilgisayardan doz süre hesapları çıkartılır. Elde edilen veriler kart aracılığı ile tedavi ünitesine aktarılır.

Tedavi odasında aplikatör içindeki yalancı kaynaklar çıkarılır, hasta makineye bağlanır. Kapı kapatıldıktan sonra alet çalıştırılır. Makine tarafından önce kaynağın geçeceği yolun açık olup olmadığı kontrol edildikten sonra tedavi başlatılır.

## KAYNAKLAR

1. Nag S, Owen JB, Farnan N et al: Survey of brachytherapy practise in the United States: A report of the Clinical Research Committee of the American Endocurietherapy Society. *Int. J. Radiat Oncol Biol Phys.* 1995; 31: 103 – 107.
2. Iyer PS, Shanta A: Update of radionuclides used in endocurietherapy, *Endocurie Hypertherm Oncol.* 1994; 10: 161-165.
3. International Commission on Radiation Units (ICRU): Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology, Bethesda, MD, ICRU. 1985; 1-16.
4. Mendenhall WM, Persons JT, Mendenhal JP, et al: Brachytherapy in head and neck cancer. *Oncology* 1991; 5: 44-54.
5. Fletcher GH: Cervical radium applicators with screening in direction of bladder and rectum. *Radiology* 1953; 60: 77-84.
6. Böttcher HD, Schopohl B, Liermann D, et al: Endovascular irradiation: A new method to avoid recurrent sterosis after stent implantation preliminary results. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1994; 29: 183-186.
7. Stütt JA, Fowler JF, Thomadsen BR, et al: High dose rate brachytherapy in carcinoma of the cervix: Clinical and biological considerations. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1992; 24: 335-348.