

TÜM VÜCUT IŞINLAMASI; GENEL KAİDELER VE KEMİK İLİĞİ NAKLİ ÖNCESİ AP/PA POZİSYONDA BİR UYGULAMA

*Fiz. Müh. Serhat SÖNMEZ**

*Doç. Dr. Cengiz KURTMAN**

Radyoterapide amaç, normal dokuları mümkün olduğunca koruyarak hastalıklı hücre ve dokuları yok etmektir. Işınlanan hacmin büyüklüğü, radyasyonun hasta üzerindeki erken ve geç etkilerini belirler. Kemik iliği nakline hazırlık rejimi olarak uygulanan tüm vücut ışınlamasında vücudun tamamı ışın alanı içerisine girdiğinden ciddi radyasyon etkileri gözlenebilmektedir (1).

TBI, uygulanan merkeze göre gerek toplam doz ve fraksiyon sayısı, gerekse hastanın ışın demetine göre aldığı pozisyon itibarıyla çok farklı şekillerde uygulanabilir. Enerji ve doz hızı da merkezden merkeze farklılık gösterebilen parametrelerdir. Işınlama hem Co-60 cihazında, hem de lineer hızlandırıcıların çeşitli enerji seviyelerinde yapılabilmektedir (2-4).

Tedavi set-up'ında radyasyon kaynağı ve hasta genellikle hareketsizdir. Bazı tedavi tekniklerinde kaynağın hasta vücudunu sabit bir hızla taraması sağlanır (4,5). Tedavi uzaklığı belirlenirken hastanın tümüyle ışın alanı içine girebilmesine ve uygun doz hızının elde edilmesine önem verilir.

Fiziksel hesaplamalar seçilen bir referans noktasına göre yapılır. Vücudun yaklaşık orta hattında yer alması ve çevre dokularla önemli soğurma farkı olmaması nedeniyle, referans noktası olarak genellikle göbek orta hattı belirlenir (1,6,7). Vücudun diğer bölgelelerinin alacağı dozları, referans noktasına verilen doz belirler.

Kullanılan fiziksel parametreler, eksternal tedavi parametrelerinin uzak mesafeye uyarlanmış hali olmakla beraber, tedavi

uzaklığındaki ışın alanının çok büyük olması dikkate alınması gereken başka faktörler de yaratılabilir.

İlk adım tedavi uzaklığındaki doz hızını belirlemektir. Ters kare yasasıyla yaklaşık olarak bulunabilen bu değer iyon odası ve fantom kullanılarak yapılan ölçümlerle kesinleştirilmelidir. Tedavi uzaklığının büyük olmasından ötürü genellikle duvarlara veya yere yakın olan hastanın alacağı doz, büyük oranda duvar ve yer (varsa ışınlama kutusu) saçılmalarını da ihtiva eder (7).

Merkezi eksen bilgileri (TAR, TMR, TPR) kullanılarak, dozun doku içinde derinliğe bağlı değişimi hesaplanır. Yapılan bazı çalışmalar, bu hesaplamalarda vücudu farklı boyutlardaki parçaların birleşimi olarak düşünüp, her sektör için ayrı ayrı hesap yapmanın doğru bir yaklaşım olacağını söylemektedir (7,8).

Gözönüne alınması gereken diğer bir parametre, uzak mesafeli tedavilerde daha da önemli hale gelen merkezden uzaklık etkileridir (7-10).

Böylece, vücudun farklı bölgelerindeki doz dağılımlarının bir haritası elde edilir. Bu noktada yapılması gereken, dağılımın homojenitesini ve kritik noktaların aldığı dozları incelemek ve gereken önlemleri almaktır.

Vücut konturunun değişken olması ve dokulardaki yoğunluk farklılıkları (hava, kemik, kas), hastada soğurulan dozu önemli ölçüde etkilemekte ve noktasal veya hacimsel doz homojenitesinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Vücudun nispeten ince olan bölgeleri (boyun, ayak) daha fazla doz alır ve bu bölge-

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

TÜM VÜCUT IŞINLAMASI; GENEL KAİDELER VE KEMİK İLİĞİ NAKLİ ÖNCESİ AP/PA POZİSYONDA BİR UYGULAMA

*Fiz. Müh. Serhat SÖNMEZ**

*Doç. Dr. Cengiz KURTMAN**

Radyoterapide amaç, normal dokuları mümkün olduğunca koruyarak hastalıklı hücre ve dokuları yok etmektir. Işımlanan hacmin büyüklüğü, radyasyonun hasta üzerindeki erken ve geç etkilerini belirler. Kemik iliği nakline hazırlık rejimi olarak uygulanan tüm vücut ışınlamasında vücudun tamamı ışın alanı içerisine girdiğinden ciddi radyasyon etkileri gözlenebilmektedir (1).

TBI, uygulanan merkeze göre gerek toplam doz ve fraksiyon sayısı, gerekse hastanın ışın demetine göre aldığı pozisyon itibarıyla çok farklı şekillerde uygulanabilir. Enerji ve doz hızı da merkezden merkeze farklılık gösterebilen parametrelerdir. Işınlama hem Co-60 cihazında, hem de lineer hızlandırıcıların çeşitli enerji seviyelerinde yapılabilmektedir (2-4).

Tedavi set-up'ında radyasyon kaynağı ve hasta genellikle hareketsizdir. Bazı tedavi tekniklerinde kaynağın hasta vücudunu sabit bir hızla taraması sağlanır (4,5). Tedavi uzaklığı belirlenirken hastanın tümüyle ışın alanı içine girebilmesine ve uygun doz hızının elde edilmesine önem verilir.

Fiziksel hesaplamalar seçilen bir referans noktasına göre yapılır. Vücudun yaklaşık orta hattında yer alması ve çevre dokularla önemli soğurma farkı olmaması nedeniyle, referans noktası olarak genellikle göbek orta hattı belirlenir (1,6,7). Vücudun diğer bölgele-
rinin alacağı dozları, referans noktasına verilen doz belirler.

Kullanılan fiziksel parametreler, eksternal tedavi parametrelerinin uzak mesafeye uyarlanmış hali olmakla beraber, tedavi

uzaklığındaki ışın alanının çok büyük olması dikkate alınması gereken başka faktörler de yaratabilir.

İlk adım tedavi uzaklığındaki doz hızını belirlemektir. Ters kare yasasıyla yaklaşık olarak bulunabilen bu değer iyon odası ve fantom kullanılarak yapılan ölçümlerle kesinleştirilmelidir. Tedavi uzaklığının büyük olmasından ötürü genellikle duvarlara veya yere yakın olan hastanın alacağı doz, büyük oranda duvar ve yer (varsa ışınlama kutusu) saçılmalarını da ihtiva eder (7).

Merkezi eksen bilgileri (TAR, TMR, TPR) kullanılarak, dozun doku içinde derinliğe bağlı değişimi hesaplanır. Yapılan bazı çalışmalar, bu hesaplamalarda vücudu farklı boyutlardaki parçaların birleşimi olarak düşünüp, her sektör için ayrı ayrı hesap yapmanın doğru bir yaklaşım olacağını söylemektedir (7,8).

Gözönüne alınması gereken diğer bir parametre, uzak mesafeli tedavilerde daha da önemli hale gelen merkezden uzaklık etkileridir (7-10).

Böylece, vücudun farklı bölgelerindeki doz dağılımlarının bir haritası elde edilir. Bu noktada yapılması gereken, dağılımın homojenitesini ve kritik noktaların aldığı dozları incelemek ve gereken önlemleri almaktır.

Vücut konturunun değişken olması ve dokulardaki yoğunluk farklılıkları (hava, kemik, kas), hastada soğurulan dozu önemli ölçüde etkilemekte ve noktasal veya hacimsel doz homojenitesinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Vücudun nispeten ince olan bölgeleri (boyun, ayak) daha fazla doz alır ve bu bölge-

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

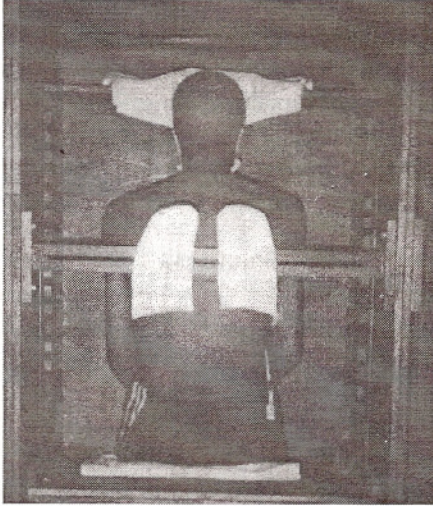
lerin uygun kalınlıktaki kompensatör filtrelerle takviye edilmesi gerekebilir (1,2).

Bu tür tedavilerde, doku yoğunluğunun düşük olması nedeniyle akciğerin fazla doz alma riski yüksektir. Bu nedenle akciğerlerde dikkatli bir kompensasyona veya dozu sonradan tamamlamak üzere bloklamaya gerek duyulur (1,4).

Gerek tedavi öncesi, gerekse tedavi sırasındaki prosedürler ne kadar doğru ve güvenilir uygulanırsa uygulansın, yapılan hesaplamaların 'in-vivo' dozimetriyle doğrulanması tedavi kalitesi açısından önemlidir (1,2,5).

Klinik Uygulama

Kliniğimizde, Allojenik Kemik İliği Nakli planlanan 41 yaşında erkek hastaya TBI planlaması ve uygulaması yapıldı. Hasta TBI için özel olarak hazırlanan tahta bir kutu içerisine hafifçe oturur şekilde yerleştirilerek 6 MV X-ışını ile AP/PA pozisyonlarda tedavi edildi (Şekil 1).



Şekil 1. Tüm Vücut Işınlaması için hasta pozisyonu

Tedaviden önce hastanın anatomik ölçülerini ve tedavi esnasındaki pozisyonunu içeren bir simülasyon yapıldı. Fiziksel hesaplamalar için gerekli olan parametreler (vücut

orta hattının kaynağa uzaklığı, anatomik mesafe ve derinlik ölçümleri) kaydedildi. Vücut üç ayrı parça halinde düşünülerek (baş-omuz, akciğer-pelvis, bacak-ayak) aşağıdaki metod izlendi;

Tedavi uzaklığındaki doz hızı hesaplandı (cGy/mu)

İlgili alan büyüklüğü ve derinlik için TMR bulundu.

Vücut eksenini boyunca demet merkezinden uzaklık etkileri incelendi (OAR, off-axis ratio).

Saçılmaların ışınlanan hacime bağlı olarak soğurulan doza katkısı incelendi (LSF, lack scatter factor).

Fiziksel hesaplamaların yapıldığı vücut sektörlerine ait alan düzeltmeleri uygulandı (EFSF, effective field size factor).

Tüm bu parametreler yardımıyla, referans noktasına her fraksiyonda 150 cGy vermek için gereken MU değeri hesaplandı. Referans noktasındaki doz, hasta koşulları oluşturularak (kaynağa uzaklık, derinlik) yapılan 'iyon odası-katı fantom' ölçümleriyle de doğrulandı. Aradaki fark % 1 mertebesindeydi. Tedavi, 6 saat ara ile günde 2 fraksiyon (biri AP, diğeri PA) ve 4 gün sonunda toplam 1200 cGy şeklinde uygulandı. Akciğerler hastaya özel dökülen kurşunlarla korundu ve her seans sonunda toraks ön ve arka duvarlarına elektron tedavisi uygulandı. Elektron enerjileri, CT kesitlerinden elde edilen derinliklere göre belirlendi. Seansların başında port film çekilerek kurşunların yerleşimi kontrol edildi.

Her seansta hasta üzerine TLD ve iyon odası yerleştirilerek, doz dağılımı ve bu dağılımın yapılan hesaplarla uyumu incelendi. Dikkat çekici bir fark gözlenmedi.

KAYNAKLAR

1. **Bomford CK, Kunkler IH, Sherriff SB:** Walter and Miller's Textbook of Radiotherapy, 5th ed. Churchill Livingstone, 1993.
2. **Kim TH, Khan FM, Galvin JM:** A Report of the Work Party: Comparison of TBI Techniques for Bone Marrow Transplantation. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1980; 6:779-784.
3. **Shank B:** Techniques of Magna-Field Irradiation. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1983; 9:1925-1931.
4. **Dyk JV:** Magna-Field Irradiation: Physical Considerations. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1983; 9:1913-1918.
5. **Hussein S, El-Khatib E:** Total Body Irradiation with a Sweeping Co-60 Beam. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1995; 33:493-497.
6. **Galvin JM:** Calculation and Prescription of Dose for TBI. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1983; 9:1919-1924.
7. **Glasgow GP, Mill WB:** Co-60 TBI Dosimetry at 220 cm Source-Axis Distance. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1980; 6:773-777.
8. **Johns HE, Cunningham JR:** The Physics of Radiology. 3rd ed. Springfield, III., Charles C. Thomas. 1971, 750.
9. **Lam WC, Order SE, Thomas E.D:** Uniformity and Standardization of Single and Opposing Co-60 Sources for Total Body Irradiation. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1980; 6:245-250.
10. **Glasgow GP, Mill WB, Philips GL, Herzig GP:** Comparative Co-60 TBI (220 cm SAD) and 25 MV TBI (370 cm SAD) Dosimetry. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1980; 6:1243-1250.