

Mantle ve Ters Y Düzensiz Sahalarında Kobalt-60 İle Radyoterapi Uygulamalarında Koruma Bloklarının Doz Parametrelerine Etkisi

Murat Baş*, Fadime Alkaya**, T. Oğuz Gürsoy***, Gönül Kemikler****

ÖZET. Radyoterapide kritik organların korunması amacıyla ışın alam içine konulan bloklar, korunmuş hacimden ışın saçılmasını azaltarak, açık alanın doz dağılımlarının değişmesine neden olurlar. Düzensiz alanların derin doz % değerlerinin bulunmasına ilişkin çeşitli metotlar geliştirilmiş olmasına rağmen, rutinde kullanılan bu metotların ölçümlerle geçerliliğinin incelenmesi gereklidir.

Bu çalışmada çeşitli düzensiz alanların (Mantle ve Ters Y alanların) ölçülen derin doz % değerleri, kare eşdeğeri ve $[4 \times (A/P)]$ yöntemiyle bulunan alanların derin doz % değerleri ile karşılaştırılmış, bloklu ve açık alan doz verimleri ölçülmüştür. Ayrıca üç derinlikte (0.5, 5 ve 10 cm derinlikler için) açık ve bloklu alanların doz profilleri çizdirilmiş ve bloklamanın açık alan doz profiline olan etkisi incelenmiştir. Seçilen düzensiz alanlarda DD % değerlerinin ölçülmesinde her iki hesaplama yöntemi de blok kenarındaki noktalar hariç derin doz % değerleri için uygundur. Bloklu alanlar ile açık alanların doz verimleri mukayese edildiğinde bloklamanın % 25'den az olduğu vakalarda açık alan (kolimatör) doz veriminin kullanılabilceği görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan alanlarda blok altındaki dozlar, tüm alanlar için d_{max} 'ın % 10'u civarındadır.

Her kliniğin kendi hesaplama yöntemini kendi koşullarında belirmesi uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler .Radyoterapi .Düzensiz Alanlar .Fokalize Bloklar .Doz Parametreleri, Co-60.

The Effects on Dose Parameters of Shielding Blocks at the Irregular Mantle and Inverted Y Fields That Irradiated with Co-60

SUMMARY. Shielding blocks for protection of vital organs within a radiation field give rise to changes in dose distribution of open field due to decreasing of scattered radiation from the shielded areas. Several methods have been used to calculated depth dose values for irregular fields. However, validity of such methods should be verified before routine use in clinic.

In this study, measured percentage depth doses for selected irregular fields have been compared with percentage depth dose for fields obtained using equivalent squares and $[4 \times (A/P)]$ techniques. Dose rates for blocked and unblocked fields have been measured. Also, dose profiles for open fields at 0.5 cm and blocked fields for three depths -0.5, 5 and 10 cm depth - have been obtained and the effect of blocking on dose profile for open field has been investigated. Both techniques ($[4 \times A/P]$ and equivalent squares) were convenient for percentage DD except points at block edge.

When out-put values for selected blocked fields were compared with those of open fields, if blocked fields were less than 25 %, out-put of open fields could be used for irregular fields. The dose under the block for selected field was about 10 % of dose at d_{max} .

Key Words .Radiotherapy .Irregular Fields .Shielding Blocks .Dose Parameters .Co-60.

Başarılı bir radyoterapi (RT) için, sağlıklı doku ve riskli organlarda en iyi korumayı sağlamak ve hedef hacime belirli bir dozun doğrulukla verilmesi için kullanılan kurşun bloklar nedeniyle^{1,2} düzensiz şekilli alanlar ortaya çıkar. RT'de lenfomaların

tedavisinde sıklıkla kullanılan, mantle (yelek) ve ters Y sahaları bu düzensiz alanlara örnektir. Düzensiz foton alanları için fizik tedavi planlaması özel doz ölçümlerine ihtiyaç gösterir^{3,4}. Kobalt-60 cihazında, fokalize bloklama kenarındaki yarı-

* Yrd. Doç. Dr.; Radyasyon Onkolojisi Uzmanı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Van

** Radyasyon Fizikçisi; Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Edirne

*** Radyasyon Fizikçisi; Şişli Eftal Devlet Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Bölümü, İstanbul

**** Doç. Dr.; Radyasyon Fizikçisi, İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, İstanbul

gölge (penumbra) alan kenarındaki ile hemen hemen aynıdır. Standart kurşun blokların düz kenarlı olmalarına karşın ışın huzmesi diverjettir. Bu nedenle ışının geçtiği kuruşun blokların kalınlıkları farklı olduğundan, standart bloklarla yeterli koruma elde edilmemekte, bu nedenle de özellikle kritik organları için mümkün olduğunca fokalize blok kullanılmaktadır^{5,6}.

RT'nin ilk yıllarında kullanılan yuvarlak kolimatörlü tedavi cihazları yerine, son yıllarda kullanılan kare veya dikdörtgen kolimatörlerle elde edilen düzgün alanların dozimetresinde zorluk yoktur⁷. Ancak düzensiz alanlarda herhangi bir noktadaki doz hesabını, düzgün saha hesabında kullanılan doz ve DD tablolarından yararlanarak yapmak güçtür. Çünkü doz hesaplamalarında kullanılan tablolar, açık ve düzgün alanlarda elde edilmekte, huzmenin elektron bulaşıklığını arttıran, saçılmayı etkileyen herhangi bir unsur bulunmamaktadır^{6,7}. Oysa ki blokların kullanılmasıyla, hastaya ulaşan primer ışın demetinin bir kısmına engel olduğu doku içindeki herhangi bir noktadaki saçılan ışın miktarı da azalır. Bir noktadaki doz hesabı, doğrudan kaynaktan gelen primer ışın ile saçılan ışının toplamıdır ve saçılan ışın tüm noktalardaki dozun önemli bir bölümünü oluşturmaktadır^{8,9,10}.

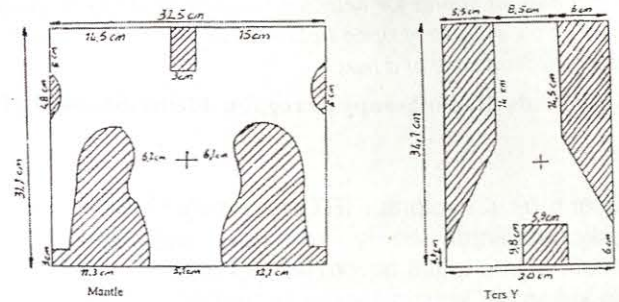
Düzensiz alanlarda doz parametrelerini tayin etmek için, [4 x (A/P)] metodu, kare eşdeğeri (KE, negatif alan) metodu gibi geometrik yaklaşım metodu ve saçılma fonksiyonu teorisi metodu adı altında; Clarkson metodu, Cunningham metodu, Decrement metodu gibi çeşitli metotlar geliştirilmiştir^{11,12}. Bu metotlardan saçılma fonksiyonu teorisinde ilk yaklaşım Clarkson metodudur. Düzensiz alanların tedavisinde doz parametrelerinden DD % değerlerinin hesaplanması için çeşitli yaklaşım metotları mevcuttur. Bu metotlardan bir kısmı bilgisayarlar için bir kısmı ise geometrik yaklaşım metotlarıdır^{11,12,14}. Ancak yapılması gereken dozimetrik ölçümlerin çok zaman alıcı olmalarına karşın bu konuda genelleştirme yapmak da kolay değildir. Tedavi planlaması düzensiz alanların doz dağılımlarının hesaplanması için doğru fakat hızlı metotlara ihtiyaç vardır. Bloklaşma, korunmuş bölgeden, açık hacime gelen ışın saçılmasının azalması nedeni ile, alanın açık kısmındaki doz dağılımını değiştirir. Düzensiz sahalarda etkin alan büyüklüğü genellikle kolimatör açıklığıyla tüm alandan küçüktür¹³.

Bu çalışmada; Kobalt-60 ile düzensiz alanlarla (Mantle ve Ters Y) tedavi edilecek olan hastalarda merkezi eksenindeki DD % değerlerinin hesabı için kullanılan yöntemlerle, bu düzensiz alanlarla yapılan doz ölçümlerinin mukayesesi yapılacağı ve hesaplama yöntemlerinin ölçü sonuçlarına uygunluğu değerlendirilecektir. Açık ve bloklu alanlar için doz verimi (output) ölçümleri yapılarak, rutinde bloklu alanlar için kullanılacak doz verim değerleri tartışılacaktır. Bloklu alanların doz profilleri çizilerek, blok altındaki doz değerleri incelenecektir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamızda kliniğimizde mevcut olan Alcyon II Kobalt-60 cihazı, sıcak telle kesme cihazı (Hot-Wire Cutting System), Wellhöfer WP 600 dozimetri sistemi, PTW Freiburg Unidos Universal Dozimetre, Wellhöfer (0.14 cc ve 0.17cc'lik) iyon odaları, RW3 katı su fantomu, koruyucu (seroband) bloklar kullanıldı.

Lenfomaların RT'sinde sıklıkla kullanılan düzensiz mantle ve ters Y tedavi alanları bu çalışma için seçildi (Şekil 1). Bu alanlarda kullanılan blokların açık olan DD % değerlerini ve doz verimini (output) nasıl etkilediğini, bloklu alanlarda ölçülen DD değerlerinin, pratikte kullanılan [4 x (A/P)] ve eşdeğer yöntemi ile bulunan DD değerleriyle uyumlu olup olmadığını araştırmak için öncelikle her bir alandaki koruma blokları hazırlandı. Açık ve korumalı alanlarda DD değerleri ve doz verimi (output) ölçüldü. Bloklu alan doz profilleri çizilerek, blokların açık alan huzme profilini nasıl etkilediği incelendi. Koruma bloklarıyla yapılan DD ölçüm sonuçları KE ve [4 x (A/P)] yöntemi ile bulunan eşdeğer alanların DD % değerleri karşılaştırıldı. Açık alanlar, kolimatörün seçilen tedavi alanları için bloksuz kolimatör açıklığını göstermektedir. Bloklu alanlar ise, blokların yerleştirilmesiyle ortaya çıkan alanlardır. Blokların hazırlanabilmesi için, bu çalışmada seçilen düzensiz alanlar, FFD=120 cm olacak biçimde büyütülerek kağıt üzerine çizildi. Cilt üzerindeki alanlardan 1.5 kat büyük olan saha çizimleri Hot-Wire ışıklı masasına yerleştirilerek polietilen (styrofoam) köpükte ışın diverjansına uyan fokalize kalıplan çıkarıldı. Kesilen kalıpların tedavi koşullarındaki uygunluğu sağlandıktan sonra 70-75°C'deki seroband alaşımı kalıpların içine döküldü. Kalıpların soğumasından sonra köpükten çıkarılan fokalize blokların uygunluğu her bir alan için tekrar kontrol edildi ve ardından 0.5 cm persfeks plakaya yapıştırılarak ölçüme hazır duruma getirildi. Bu işlem her iki farklı tedavi alanı için de ayrı ayrı yapılarak uygun blok dizaynı gerçekleştirildi.



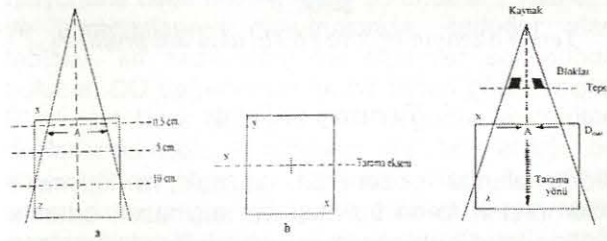
Şekil: 1

Ölçümlerde kullanılan düzensiz mantle ve ters Y alanlarının şekil ve boyutları

Düzensiz alanlarda DD % değerleri ölçümleri için Alcyon II Kobalt-60 cihazında, öncelikle su fantomu

arı su ile dolduruldu ve denge durumu sağlandı. Hareketlerin otomatik olarak sağlanabilmesi için bilgisayar ve fantom arasında RS-232 interface bağlandı. Referans ve alan iyon odaları (0.14 cc ve 0.17 cc'lik) fantom ve WP-600 elektrometreye bağlanarak iyon odalarının fantom içersindeki 3 boyutlu (x, y, z) hareketlerinin limit değerleri tespit edildi. Seçilen açık ve bloklu alan ölçümleri, alanın merkezi ekseninde, 0 ile 20 cm arasındaki derinlikte 0.5 cm aralıklarla yapıldı. Bilgisayara kolimatör açıklığı olarak, açık alan değerleri girildi ve her tedavi alan için DD % değerleri, her bir derinlikteki dozlar, maksimum doz (dmax) derinliğindeki DD % değerlerine normalize edilerek, açık ve bloklu alan olarak hem grafik hem de tablo olarak sunuldu.

Huzme profilleri, Welhöfer dozimetri sisteminde merkezi ekseninde 0.5 cm, 5 cm ve 10 cm derinliklerde açık ve bloklu alan doz profillerini elde etmek için, seçilen her tedavi alanı için x doğrultusunda ölçümler alınmıştır. Şekil. 2a ve 2b'de tarama eksenleri gösterilmiştir. Bu ölçümlerde Welhöfer dozimetri sisteminin 0.14 cc ve 0.17 cc'lik iyon odaları kullanılmış ve alan verileri bilgisayarda Statistica programına girilerek, açık alanlarda 0.5 cm' de, bloklu alanlarda ise 0.5 cm, 5 cm ve 10 cm derinliklerindeki doz profilleri çizdirilmiştir. Blokların açık alan doz profilini ne kadar değiştirdiğini ve bloklu alan profillerinin derinlikle değişimini göstermek için 4 eğri tek grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil: 2

Açık ve bloklu alanların doz profili ölçümünde tarama eksenleri v ederin doz ölçümlerinin şematik gösterimi (a. Yandan, b. Üstten görünümü ve A: Alan)

Doz verimi (out-put) değerlerinin elde edilmesinde RW3 katı su fantomu ile 0.6 cc PTW iyon odası ve Freiburg Unidos Universal Dozimetre kullanılmıştır. Verim ölçümlerinde sıcaklık ve basınç düzeltmesi için ölçümden önce Alcyon II Kobalt-60 cihazının bulunduğu odaya, termometre ve barometre cihazları konuldu. Belirlenen alanlar için SSD=100 cm'ye ayarlanmıştır. Ölçümler, alanların merkezi ekseninde 5 cm derinlikte ve her tedavi alanı açık ve bloklu alan olmak üzere yapılmıştır. IAEA 277 raporu kullanılarak¹⁵ "Dw (peff)" formülüyle 5 cm derinlikteki absorbe doz bulunmuştur. Daha sonra açık alanlar için 5 cm'deki alan DD % değerleri, bloklu alanlar için 5 cm'deki ölçtüğümüz bloklu alan DD % değerleri kullanılarak maksimum doz nokta-

sındaki (0.5 cm) Absorbe doz, cGy/dak cinsinden bulunmuştur.

Tüm verilerin elde edilmesinden sonra; açık ve bloklu alanlar merkezi DD % değerlerinin karşılaştırması; [% fark = (hesaplanan değer / ölçülen değer-1) x 100] şeklinde tanımlanarak yapılmıştır. Bloklamanın, açık alan doz profillerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Bloklu alanlarda % farklar bulunarak ölçülen DD % değerlerinin, KE yöntemi ve [4 x (A/P)] yöntemi ile bulunan alanların DD % değerleri ile uygunluğu araştırılarak, değişik hesaplama yöntemleri değerlendirilmiş ve [(bloklu alan (cm²) / açık alan (cm²))x100] şeklinde tanımlanan bloklama oranının doz verimini ve DD % değerleri miktarını ne kadar etkilediği incelenmiştir.

Bulgular

Seçilen tedavi alanlarında (Şekil 1) yapılan DD % değerleri, bloklama yüzdeleri doz verim ölçümlerinin sonuçları Tablo I ve II'de verilmiştir. Ayrıca, bu alanlarda, bloklu alan DD % değerleri belirli derinlikler için (2, 4, 6, 8 ve 10 cm' lerde), KE ve [4 x (A/P)] metodu ile bulunan alanların DD % değerleriyle birlikte sunulmuştur. Bu metodlar ile ölçülen DD % değerleri arasındaki yüzde farklar (% fark) ve her bir alan için ortalama yüzde farklar bulunmuştur.

Tablo I- Ölçümlerde kullanılan alanların boyutları, bloklama yüzdeleri, doz verimleri, yüzde farkları ve kare eşdeğerleri

Alan	Alan (cmxcm)	SSD (cm)	Doz Verimi cGy/dk		Bloklama %'si	KE*		Açık Alan	4(A/P)*	% Fark
			Açık Alan	Bloklu Alan		Açık Alan	Bloklu Alan			
Mantle	32.5x31.1	100	78.9	78.5	35	31.80	25.00	31.80	20.48	0.51
Ters Y	20x34.1	100	76.3	75.93	43	25.20	19.40	25.20	14.00	0.48

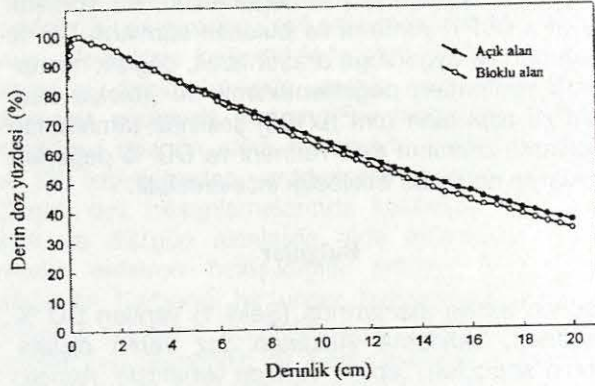
* Her iki yöntemde düzensiz alının eşdeğer olduğu karenin bir kenarı.

Tablo II- Mantle ve Ters Y alanında, ölçülen derin doz % değerleri ile farkları

Alan	Derinlik (cm)	Ölçülen	KE	4x(A/P)	% Fark KE	Ortalama	% Fark 4x(A/P)	Ortalama
Mantle	2	95.00	95.20	95.02	0.21	2.09	0.02	1.23
	4	86.10	87.40	87.03	1.50		1.08	
	6	77.70	79.50	78.87	2.31		1.5	
	8	70.00	71.81	70.90	2.58		1.28	
	10	62.00	64.40	63.41	3.87		2.27	
Ters Y	2	94.20	94.98	94.70	0.82	2.99	0.53	1.21
	4	84.80	86.93	86.10	2.51		1.53	
	6	76.20	78.69	77.43	3.26		1.61	
	8	68.00	70.64	68.87	3.88		1.28	
	10	60.40	63.12	61.07	4.50		1.10	

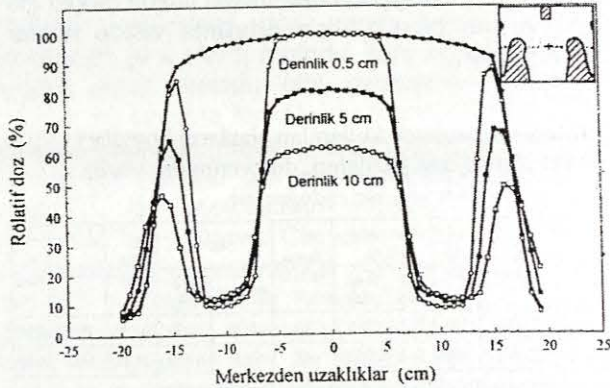
Mantle alanının açık ve bloklu alan DD % değerleri Şekil 3'de, doz profil grafikleri de Şekil 4'de gösterilmiştir. Mantle yelek alanının bloklama miktarı % 35'dir. Bloklu alan DD % değerleri açık alan ile karşılaştırıldığında 0.5 cm için % 0.1, 5 cm için % 1.4 ve 10 cm için de % 3.7 farklılık bulunmuştur. İki

farklı hesaplama yöntemiyle bulunan alanların DD % değerlerinin mukayesesi Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü gibi, ölçülen DD % değerleri, KE için bulunan DD % değerleri % 0.21 ile % 3.87 arasında ve $[4 \times (A/P)]$ için bu değer % 00.2 ile % 2.27 arasında farklılık göstermektedir.



Şekil: 3

Mantle alanının açık ve bloklü alan derin doz % grafiği

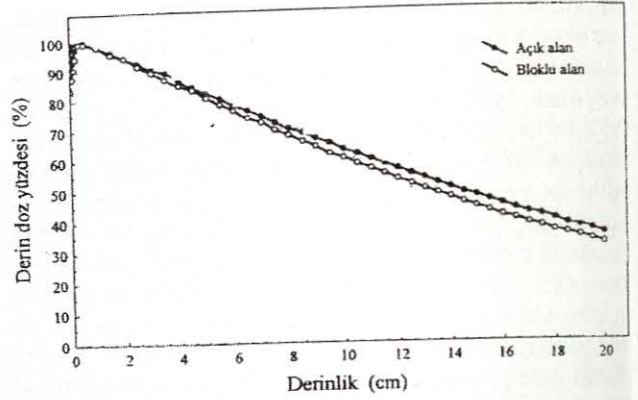


Şekil: 4

Mantle alanının açık ve bloklü alan doz profilleri

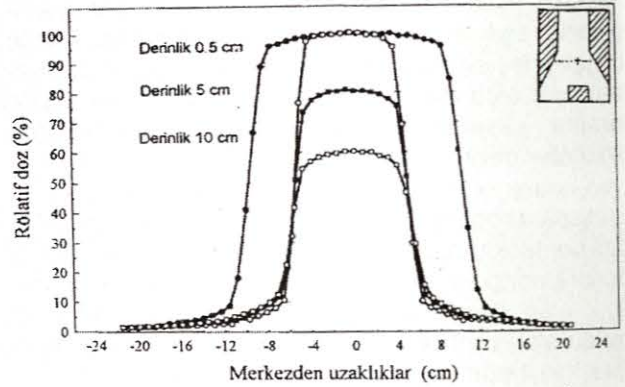
Ters Y alanının açık ve bloklü alan DD % değerleri Şekil 5'de, doz profil grafikleri de Şekil 6'da gösterilmiştir. Ters Y alanının bloklama miktarı % 43'tür. Bloklü alan DD % değerleri açık alan ile karşılaştırıldığında 0.5 cm'de % 0.6, 5 cm'de % 1.9 ve 10 cm için % 4.3 farklılık bulunmuştur. İki farklı hesaplama yöntemiyle bulunan alanların DD % değerlerinin mukayesesinin sunulduğu Tablo 2'ye göre ölçülen DD % değerleri KE için bulunan DD % değerleri % 0.82 ile % 4.50 ve $[4 \times (A/P)]$ için de % 0.53 ile % 1.61 arasında farklılık görülmektedir.

Bloklü ve açık alan doz verimi % farkları da incelendiğinde Tablo 2'de görüleceği gibi % fark olarak en yüksek değer % 2.99 ile Ters Y alanı içindir. Doz profil grafikleri değerlendirildiğinde bloklamanın yerine ve bloklama % değerlerine göre, bloklü alan profilini nasıl değiştirdiği görülmektedir.



Şekil: 5

Ters Y alanının açık ve bloklü alan derin doz % grafiği



Şekil: 6

Ters Y alanının açık ve bloklü alan doz profilleri

Tartışma ve Sonuç

Bloklü alanlar nedeni ile, kaynak ve kolimatör bölümünden foton sızıntısı ve saçılması, ortamın içinden fotonların saçılması, sekonder elektronların lateral saçılması ile madde içinden taşınan ışının dağılımı değişir^{5,8,10}. Alan içine konan koruma blokları, yerleştirildiği alanı düzensiz alan haline getirmekte ve ışının madde içindeki transferini etkileyerek kare, dikdörtgen gibi düzenli alanlara göre DD, doz profili ve doz verimi değerlerinde farklılıklara neden olmaktadır^{8,16}.

Bu çalışmada seçilmiş bazı düzensiz bloklü alanların DD % değerleri ile açık alan DD % değerleri arasındaki % farklılık derinliğe bağlı olarak artış göstermektedir. Bu farklılık, bloklama miktarına ve bloğun yerine bağlıdır. Elde edilen bulgulara göre $[4 \times (A/P)]$ yöntemiyle bulunan alanların DD % değerleri ölçülen değerlere daha yakındır ve ortalama olarak % 1.21 ile % 1.23 arasındadır. KE yöntemiyle bulunan DD % değerleri ile ölçülen değerler arasında ise ortalama yüzde olarak % 2.09 ile % 2.99 arasında fark bulunurken, $4x (A/P)$ yönteminde fark daha azdır (% 1.21 ile % 1.23).

Wrede¹² ve arkadaşlarının çalışmasında, seçilen düzensiz alanlarda, bloklü alan ölçüm değerleri

Clarkson ve [4 x (A/P)] metodu ile karşılaştırılmış, bunun sonucunda L biçimli alanlarda [4 x (A/P)] metodu ile Clarkson metodu arasındaki % farklılık sadece 0.46 olarak bulunmuştur. Beşgen biçimli alanlarda bu fark [4 x (A/P)] için 1.94 ve Clarkson için de 1.64 olarak saptanmıştır. Ters Y alanında ise [4 x (A/P)] metodu ölçüm ile çok iyi bir uyum gösterdiği bildirilmiştir. Bu [4 x (A/P)] için % 1.15 ve Clarkson için de % 2.26'dır. Böylece literatürde [4 x (A/P)] yöntemiyle Clarkson yönteminin uyumlu olduğu gösterilmiştir. Bilge¹⁶ ve arkadaşlarının çalışmasında, çeşitli düzensiz alanlarda KE ile ölçülen değerler % 0 ile % 3.5 arasında fark bildirilmiştir. Khan¹⁷ ve arkadaşları ise düzensiz alanlarda KE yöntemiyle, ölçülen DD yüzdeleri arasında % 2 civarında fark bildirilmiştir. Agarwal¹ ve arkadaşları, düzensiz alanlarda yaptıkları DD % değerlerinin ölçümlerinde, bloğun alan merkezine yakın olduğu durumda hesaplanan değeri ölçüm değerinden % 3 fazla bulmuşlardır. Bunu da iyon odasının bloğun gölgesinin yakınında olması nedeniyle dozun düşük okunmasından kaynaklandığı şeklinde izah etmişlerdir.

Çalışmamızda [4 x (A/P)] yöntemiyle bulduğumuz % 2.09 ve % 2.99 arasındaki ortalama fark bu sonuçlarla uyumludur.

DD, alan büyüklüğü ile değiştiğinden ve bloklu alanların içinde ve etrafındaki saçılma matematiksel metotlarla doğru olarak belirtilemeyeceğinden dolayı, bir noktadaki doz, blok konfigürasyonuna bağlı olarak hatalı bulunabilir⁹. Tacher¹⁰ ve arkadaşlarının çalışmasında, eşdeğer alan tabloları ile hesaplama ve ölçümler sonucunda bulunan DD değerleriyle iyi bir uyum gözlenmiştir. Bloklu alanlarda ölçülen DD % değerleri ve ölçülen dozlar arasındaki % farkların derinlikle arttığı, bu artışın 6 cm'ye kadar hızlı olur iken, 6 cm'den sonra daha yavaş olduğu ve Kobalt-60 için foton saçılmalarının 0.5 cm ile 5 cm arasında hızlı arttığı ve 5 cm ile 10 cm arasında oldukça sabit kaldığı bildirilmiştir⁹. Fokalle bloklarla yapılan korumalarda, blok kenarındaki yarı-gölge, açık alan kenarındaki yarı-gölgeye benzer. Blok altındaki gerçek doz, blok materyaline, blok kalınlığına ve genişliğine, alan boyutlarına, enerjiye ve blok yerleşimine bağlıdır^{5,9}.

Çalışmamızdaki doz profil grafiklerinde görüldüğü gibi bloklu alan yüzdelere ve bloklu alan yerlerine göre bloklu alan profillerinin, açık alana göre değişimi belirgindir. Bu grafiklerde, korunan kritik organların dozları tahmin edilebilmektedir. Tüm alanlarda blok altındaki doz, maksimum dozun % 10'u civarında bulunmuştur. Çalışmamızdaki doz verimi (out-put) ölçümleri sonucunda, bloklu alan % 25'in altında olduğu düzensiz alanlarda açık alan doz verimiyle bloklu alan doz verimi arasındaki fark çok küçük (% 1) olup, bu değerler literatür^{13,16} ile uyumludur. Sekonder bloklayla meydana getirilen düzensiz alanlarda doz verim faktörleri bloklaymadan etkilenmemektedir ve yaklaşık olarak pek çok düzensiz alan için bu gözlemin

doğru olmasına karşın, blok kenarına yakın bir noktada ve bloklu alanın çok yoğun olduğu mantle ve ters Y alanında ise doz verimi farklılığı % 0.5 civarındadır. Bu da, bu tür düzensiz alanlarda açık alan (kolimatör açıklığı) doz veriminin kullanılabilirliğini göstermektedir.

Sonuç olarak, her iki hesaplama yönteminin (KE ve 4x(A/P)) de çok yoğun bloklay ve blok kenarındaki noktalar hariç düzensiz alanların günlük klinik tedavi planlamasında kullanılabilirliği görülmektedir. Bloklu alanın yoğun olduğu veya merkeze yakın olduğu alanlarda [4 x (A/P)] yöntemiyle bulunan DD % değerleri ölçülen değerlerle daha uyumludur ve düzensiz alanlarda kullanılabilir bir metottur. Bloklu alanın % 25'in altında olduğu düzensiz alanlarda kolimatör açıklığının verimi kullanılabilir. Ancak yoğun bloklaylarda ve merkezin bloğa yakın olduğu alanlarda açık alan doz verimiyle % 3'e kadar fark olacağı unutulmamalıdır. Mantle ve ters Y alanları da açık alan doz verimi kullanılabilir. Blok altındaki dozlar bu çalışma için seçilmiş alanlarda dmax'ın % 10'u civarındadır.

(Ek Açıklama)

MANTLE VE TERS Y ALANLARINDA KORUMA BLOKLARININ DOZ PARAMETRELERİNE ETKİSİ

1- Bu alanlar için out-put (doz verimi) değerleri üçer kez, katı su fantomu ve 0.6 cc iyon odası kullanılarak ölçümler alındı. Çalışmada kullanılan ölçüm değerleri bunların ortalamasıdır. Derin doz % değerleri ve doz profilleri için Wellhöfer su fantomu sistemi ile ölçümler alınmış bu ölçümler de iki kez kontrol edilerek kullanılmıştır.

2- 4 x (A/P) Metodu:

Bu metod literatürde A/P metodu olarak geçmektedir. Alan çevreye bölerek, eşdeğer kare alanın elde edilmesidir. (Alan / perifer). Dikdörtgen alan için

$$A/P = a \times b / 2 (a + b)$$

$$4x (A/P) = 4 a \times b / 2 (a + b) = 2 a \times b / a + b$$

$$\text{Kare alan için } (a=b) A/P = a^2 / 4a = a / 4$$

$$a = 4 x (A/P)$$

$$L = 4 x (A/P)$$

elde edilmektedir. L uzunluğu eşdeğer kare alanın bir kenar uzunluğudur. Pratikte x eksenine, kare alan değerlerine karşılık (A/P) değerleri, y eksenine TAR, TMR veya % DD değerleri yazılmış olarak kullanılan grafikler vardır. Düzensiz alanlarda,

$$A = \text{Tüm alan} - \text{Bloklu alan}$$

$$P = \text{Bloklay dışında kalan açık alanın çevresi}$$

$L = 4 x (A/P)$, düzensiz alanın eşdeğer olduğu karenin bir kenarını göstermektedir. Bu değerler kullanılarak % DD değerleri bulunur.

3- % 25'ten daha küçük bloklanmış alanlar için hem farklı alanlarda (pelvis, akciğer, total batin) ölçümler yapılmıştır. Bu sonuçlara dayanılarak saptamada bulunulmuştur. Ayrıca literatürler de bunu desteklemektedir. (16 nolu literatür: Bilge H., Tekin M., Hamidkhou N.: Co-60 ile yapılan çalışmalarda düzensiz (bloklanmış) radyasyon alanlarının merkezi eksenlerinde % derin doz tayinleri, Türk Onkoloji Dergisi 10: 35-38 (1995).)

4- Gereç ve Yöntem:

GE Alcyon II Co-60 cihazı, Sıcak Telle Kesme Cihazı (Hot-wire cutting system), Wellhöfer WP 600 Dozimetre Sistemi, PTW Freiburg Unidos Universal Dozimetre, PTW 0.6 cc iyon odası, Wellhöfer (0.14 cc ve 0.17 cc'lik) iyon odaları, RW3 Katı Su Fantomu ve koruyucu bloklar (fokalize) bu ölçümler için kullanılmıştır.

Out-put (Doz verimi) ölçümleri:

RW3 katı su fantomu, PTW freiburg dozimetre ve 0.6 cc iyon odası kullanılarak alanların merkezi eksenlerinde 5 cm derinlikte 100 cm SSD'de her alan için açık ve bloklularak 3 ölçü değeri alınarak yapılmıştır. Bu ölçümlerin hesaplanma-sında IAEA 277 (1) protokolu kullanılarak doz verim düzeltmeleri d_{max} (0.5 cm) için yapılmıştır.

$$D_w(P_{eff}) = M_u \times P_{t,p} \times N_d \times (S_{w,air})_u \times P_u \times K_h \times P_s \quad (1)$$

Dr. Murat BAŞ
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Başkanı
Tel: (0.432) 216 23 29
Cep: 0.532 251 07 18
Faks: (0.432) 216 75 19 - 214 96 49
65200 / VAN

Kaynaklar

1. Agarwall SK, Wakley J, Scheele RV, Normansell A: A method of dosimetry for irregularly shaped fields, Int Radiat Oncol Biol Phys 2: 199-203 (1977).
2. Quast U, Glaeser L: Irregular field dose determination with the weighted beam-zone method, Int J Radiat Oncol Biol Phys 8: 1637-1645 (1982).
3. Anderson R, D'angio GJ, Khan FM: Dosimetry of irregularly shaped radiation therapy fields, Radiol 92: 1092-1100 (1969).
4. Aral IM, Cail D, Nissel M, Spira J: Dosimetry of irregular fields in cobalt 60 therapy, Acta Radiol Ther Phys Biol 9: 24-32 (1970).
5. Davis JB, Reiner B: Depth dose under narrow shielding blocks: a comparison of measure and calculated dose, Radiother Oncol 34: 219-227 (1995).
6. ICRU 23 Measurement of absorbed dose in a phantom irradiated by a single beam of X or gamma rays, (1973).
7. Shahabi S: Irregularly Shaped Fields. Blackburn's Introduction to Clinical Radiation Therapy Physics, Medical Physics Wisconsin chapter 12: 141-152 (1989).
8. Brown LH, Swensson GK, Bjarngard BE: Day's integration of scatter dose with an analytical expression, Med Phys 8(2): 184-189 (1981).
9. Fontenla DP, Kutcher GJ, Losasso TJ: Simulating blocks in treatment planning calculations, Int Radiat Onco Biol Phys 16: 867-873 (1989).
10. Tatcher M, Bjarngard BE: Equivalent squares of irregular photon fields, Med Phys 20(4): 1229-1232 (1993).
11. Clarkson JR: A note on depth doses in fields of irregular shape, Brit J Radiol 14:265-268 (1941).
12. Wrede D, Tai D, Edwards F, Coffey C, Schroader K: An intercomparison between two methods of obtaining percentage depth doses for irregular shaped fields and comparison of each method with experimental data for Co-60 and 10 MV X-rays, Brit J Radiol 52(1, 2): 398-404 (1979).
13. Khan FM: Dosimetry of irregularly shaped fields in Levitt and Tapley's Technological Basis of Radiation Therapy: Practical Clinical Applications S.M. Levitt; F. M. Khan; R. A. Potish. Lea & Febiger 73-79 (1992).
14. Johns HE, Cunningham JR: Equivalent squares and circles for rectangular and irregular fields in the Physics of Radiology 4.Edition Charles C: Thomas, Springfield Illinois, chapter: 10,356 -358 (1983).
15. IAEA Absorbe dose determination in photon and electron beam. An International code of Practice Technical Reports Series No: 277, Vienna (1987).
16. Bilge H, Tekin M, Hamidkhou N: Co-60 ile yapılan çalışmalarda düzensiz (bloklanmış) radyasyon alanlarının merkezi eksenlerinde % derin doz tayinleri, Türk Onkoloji Dergisi 10: 35-38 (1995).
17. Khan FM: Computer dosimetry of partially blocked fields in cobalt teletherapy, Radiol 97, 405-411 (1970).