

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

MedFiz@Online

e-DERGİ

ARALIK– OCAK 2019

medfizonline@gmail.com

www.medikalfizik.org

SAYI: 24



BU SAYININ ÖNE ÇIKAN KONULARI

- **RADYOTERAPİDE ODA DİZAYNLARI VE ÇEVRE DOZ ÖLÇÜMLERİ**
- **AYIN BÖLÜMÜ: MERSİN ŞEHİR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
RADYASYON ONKOLOJİSİ BÖLÜMÜ**
- **TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMLERİ-I: ECLIPSE TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİ**
- **RADYASYON ONKOLOJİSİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE GÜVENCE**
- **MEDİKAL FİZİK KONGRESİ**
- **SEETRO 2019 KONGRESİ**



[instagram.com/medfizonline](https://www.instagram.com/medfizonline)

[facebook.com/MedFizOnline](https://www.facebook.com/MedFizOnline)



BAŞ EDITÖR

Haluk Orhun
orhun.haluk@gmail.com

EDITÖR GRUBU

Boran M. Güngör
borgun@gmail.com
Ertuğrul Ertürk
mehmet.ertugrul@mmt.com.tr
Fadime Alkaya
alkayafadime@hotmail.com
Halil Küçük
halilkucuk@gmail.com
Mertay Güner
mertay.guner@okanhastanesi.com.tr
Nadir Küçük
nadir.kucuk@anadolusaglik.org
Türkey Toklu
turkaytoklu@yahoo.com

DERGİ TASARIM VE YAZI

Mertay Güner
Esra Küçükmorkoç
Mustafa Çağlar
Ebru Oruç Bakır

BU SAYIDAKİ YAZARLAR

Abidin Tecik
Boran Güngör
Çağdaş Akbaş
Doğan Yaşar
Fadime Alkaya
M. Ertuğrul Ertürk
Mustafa Tintaş
Nadir Küçük
Özgür Kara
Uğur Akbayırlı

RÖPORTAJLAR

Tuğçe Levent

(Yazarlar harf sıralamasına göre sıralanmıştır.)

SOSYAL MEDYA

Aykut Oğuz Konuk
Yılmaz Şahin

İÇİNDEKİLER

- **MERHABA**
- **RADYOTERAPİDE ODA DİZAYNLARI VE ÇEVRE DOZ ÖLÇÜMLERİ**
- **AYIN BÖLÜMÜ: MERSİN ŞEHİR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ RADYASYON ONKOLOJİSİ BÖLÜMÜ**
- **TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMLERİ-I: ECLIPSE TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİ**
- **YURTDIŞI TEMSİLCİLERİMİZ-V: TUĞÇE LEVENT**
- **SAFETY IS NO ACCIDENT IV ASTRO 2019**
- **RADYASYON ONKOLOJİSİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE GÜVENCE**
- **KİTAP TANITIMI: BASICS OF PLANNING AND MANAGEMENT OF PATIENTS DURING RADIATION THERAPY**
- **MEDİKAL FİZİK KONGRESİNİN ARDINDAN**
- **SEETRO 2019 KONGRESİNİN ARDINDAN**
- **RADYOTERAPİDE SON GELİŞMELER**

e-posta: medfizonline@gmail.com

web: www.medikalfizik.org

BASIM

e-kopya

Medikal Fizik Derneği'nin katkılarıyla

MedFiz@Online DERGİSİNDE YAYINLANAN YAZILAR
YAZARIN SORUMLULUĞUNDADIR.

MERHABA

Yayın hayatımızda 4. yıl biterken...

Dile kolay, dördüncü yılımızı bitiriyoruz. 15. Aralık 2019'da 24'üncü sayımızı sizlere sunacağız. Şüphesiz bu dört yılın en önde gelen başarısı dergiyi destekleyen ve yayın hayatının sürdürülmesini sağlayan meslektaşlarımızdır.

İkinci sayfada e-derginin künyesinde yer alan tüm arkadaşlarımız sizlerin oluşturduğu bilimsel ve sosyal ortamın aracıları olarak yer alıyorlar. Meslektaşlarımız olmadan yeni ve güzel bir ortam yaratmak imkansızdır.

Hiç mütevazı olmadan, sizlerden aldığımız destek ve katkılar ile bu yaratılan e-dergi ortamını, e-dergi platformunu uzun yıllar sürdürmek gerektiğini düşünüyoruz. Daha güzeli, daha iyiyi yaratmak amacıyla.

Tekrar 4 yıl boyunca e-dergimize katkı yapan başta Medikal Fizik Derneği olmak üzere tüm arkadaşlarımızı kutluyoruz. Teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Dikkatlerden kaçmamıştır. ASTRO (American Society for Radiation Oncology)'nun yayına hazırladığı **"Safety Is No Accident"** kitapçığının Türkçe tercümesini 21. Sayımızdan bu yana bölümler halinde sizlere sunuyoruz. Elinizdeki 24. Sayı ile tüm bölümler yayınlanmış oluyor. Tüm bölümler bir araya geldiğinde radyasyon onkolojisinde güvenlikle ilgili güzel bir broşür elimizin altında olacak. Güzel bir başvuru kaynağı olarak. Bu kitapçığı bağımsız ek bir broşür olarak arşivimizde bulunmasının yararlı olacağını düşünüyoruz.

Benzer bir değerlendirmeyi yine 21. Sayımızda ilk bölümü yayınlanan **IAEA "Technical Reports Series**



Resim 1. Medfiz@Online Editör grubu 2019 yılı son toplantısında, 1 Aralık 2019/Ankara

No. 483" için geçerli olacak. Bu yazı dizimizi gelecek sayılarda bitireceğiz.

Yine bildiğiniz gibi, **17. Ulusal Medikal Fizik Kongresi** 18-19 Ekim 2019 tarihlerine gerçekleştirildi. Bizlerin medikal fizik alanında çok önemli bir platform olduğunu düşündüğümüz bu etkinliğin yeni dönemlerde daha da yeni oluşumlarla gelişerek süreceğine yürekten inanıyoruz. Buradan tüm emeği geçenlere teşekkür ediyoruz. 24. Sayımızda, 17. Ulusal Medikal Fizik Kongresi ile ilgili haber resimleri ayrıntılı olarak sayfalarımızda bulacaksınız.

29. Kasım 2019 tarihinde toplanan Medikal Fizik Derneği Genel Kurulu sonucunda Yönetim Kurulu'na seçilen arkadaşlarımıza başarılı bir dönem diliyoruz.

Son olarak, elinizdeki 24. Sayımız 2019'un son sayısı olacak. 2020 yılında da birlikte güzel işler yapma heyecanımızla tüm meslektaşlarımızın yeni yılını kutluyoruz.

Sağlıklı bir 2020 olsun.

Saygılarımızla.

Haluk Orhun

RADYOTERAPİDE ODA DİZAYNLARI VE ÇEVRE DOZ ÖLÇÜMLERİ

Doç. Dr. Doğan Yaşar

Özet

Yüksek enerjili iyonlaştırıcı radyasyon içeren radyoterapi odalarının tasarımında gerek çalışanların ve gerekse çevredeki yaşam alanlarında bulunan insanların radyasyondan korunması esastır. Bu bağlamda, odaların tasarımında kontrollü ve denetimli alanlar da belirlenirken mesleki ve toplum üyeleri için önerilen doz sınırlamaları kullanılmaktadır. Bu nedenle, mesleki ve toplumun radyasyona maruz kalmasına karşılık gelen kişisel doz sınırlarının aşılması için doz sınırları esas alınmaktadır. Tesisin ve odanın zırhlama tasarımı uzman bir kişi tarafından yapılması gerekmektedir. Genel itibariyle radyoterapi odaları birincil ve ikincil bariyerlerden oluşur. Radyasyon demetinin isabet ettiği alanlar birincil bariyer olarak adlandırılır. İkincil bariyerler, yalnızca saçılan ve sızıntı radyasyonuna karşı koruma sağlamaktadır. Birincil bariyerler, doğal olarak ikincil bariyerlerden daha kalın olacaktır. Radyoterapi odası, kullanılmakta olan herhangi bir

mekânın üzerinde bulunuyorsa, oda zemini birincil bir bariyer olmalıdır.

Birincil ve ikincil bariyerlerin tasarımında iş yükü, kullanma faktörü ve meşguliyet faktörü gibi parametrelerin belirlenmesi esastır. Bu bağlamda;

İş yükü (W), X ve gama ışını kaynakları için haftalık radyasyon dozu hesabında kullanılır. Lineer hızlandırıcılar için, bir iş günü 8 saat kabulü ile tedavi edilen ortalama hasta sayısı 50'dir. NCRP Raporu 49, hızlandırıcı tesisleri için haftada beş gün kabulü ve hasta başına 1 m'de 4 Gy doz ile haftada 1000 Gy'lik bir iş yükünü önermektedir [1,2]. Çift enerjili cihazlar için de aynı iş yükü 1000 Gy/hafta kullanılabilir. NCRP Raporu 51, daha yüksek enerjiler için haftada 500 Gy'lik bir iş yükünü ve geri kalanı ise daha düşük enerjili X ışınlarını /elektronları önermektedir [3].

Kullanma faktörü (U), her bir ışın yönü için gereken bariyer kalınlığını hesaplamada kullanılır. NCRP Raporu 49, dikey olarak aşağı doğru yönelen demet

Tablo 1: Çeşitli alanlara ait tavsiye edilen meşguliyet faktörleri (T)

Alan türü	NCRP 49 [2]	BIR/IPEM 2000 [4]
Ofisler, kabul alanları, laboratuvarlar, mağazalar, çocuk oyun alanları, hemşire odaları, personel odaları, kontrol odaları	1	1
Hastaneler, hasta odaları	1	0.2
Hasta muayenesi ve tedavi odaları	-	0.5
Koridorlar	1/4	0.2
Tuvaletler, banyolar, oturma alanları bulunan dış alanlar	1/16	0.1
Merdivenler, gözetimsiz bekleme odaları, mağaza odaları	1/16	0.05

ile zemin için kullanım faktörü 1, zemin dışındaki her bir duvar ve tavan için 0.25 önermektedir.

Meşguliyet faktörü (T), çalışma alanında en uzun kalan tek bir kişi tarafından harcanan zamanın bir kesri olarak düşünülür. Koridorlar gibi zaman zaman işgal edilen alanların meşguliyet faktörü biraz yüksek olur, ancak ofis gibi bir alanın meşguliyeti daha büyük olabilecektir. Meşguliyet faktörü, tek bir kişinin belirli bir alanı meşgul edebileceği, günde 8 saat veya yılda 2000 saatlik bir kesir olarak tanımlanır. Meşguliyet faktörü örnekleri farklı yayınlarda verilmiş olup, veriler Tablo 1 de gösterilmektedir [1,2,4].

Radyasyondan korunmada bariyerleri tasarlarken, iş yükünün yıl boyunca eşit olarak dağıldığı varsayılır. Bu nedenle, yıllık sınırın bir buçuk katına eşit haftalık bir doz sınırını karşılayacak bir bariyer tasarlanır [5]. Tedavi odalarının zırhlama tasarımında iki farklı doz ölçüm tekniği kullanılmaktadır.

Anlık doz hızı sınırı (IDR): Bu yöntemde bir dakika üzerinden, saat cinsinden doz hızı ölçen bir dozimetrenin doğrudan okumasının ortalamasıdır.

Zaman ortalamalı doz hızı (TADR): Belirli bir süre boyunca ortalama doz hızını zayıflatan bariyerdir.

Radyasyondan korunmada kullanılan malzemeler normal veya yüksek yoğunluklu beton, çelik veya kurşundur. Betonun temini ve inşaat için kullanımı daha kolay olduğundan, genellikle en ucuz malzemedir. Beton döküm aşamasında, yerinde bir beton testi yapılması önerilir. Bina yapımında beton yoğunluğu 2350 kg/m³ standart beton kullanılmalıdır. TADR ile IDR orantılıdır, cihazın doz çıkış hızı (DRo) ve iş yükü (W) ve kullanma faktörü (U)'yu içermektedir,

(ikincil bariyerler için U, 1'e eşit olacaktır). TADR, en kötü senaryo yani meşguliyet faktörü 1 için, kullanma ve iş yükü hesaba katılarak 8 saat üzerinden tahmin edilmektedir. Hızlandırıcı tedavi üniteleri, günde 8 saat boyunca kullanılabilmesine rağmen, günlük toplam ışınlama süresi çok daha az olacaktır. TADR veya R8, günlük ışınlama süresi ile çarpılan IDR'nin çalışma gününe bölünmesiyle saptanır:

$$TADR = IDR_x \frac{\text{Günlük}_{\text{ışınlama}}_{\text{süresi}}}{\text{İş}_{\text{günü}}_{\text{boyutu}}}$$

$$R_8 = IDR_x \frac{W_d U}{8xDR_0}$$

Burada;

R_8 , : mSv/h cinsinden 8 saatlik bir gün üzerinden ortalama TADR dir

IDR, : DR₀ doz hızında çalışan cihazda, bariyerin 30cm ilerisinde 1 dk'da µSv/h olarak alınan ortalama IDR dir

W_d , : günlük 8 saat için Gy cinsinden 1 m'de tanımlanan günlük iş yükü

U, : kullanım faktörüdür (ikincil bariyer veya labirent girişi için = 1)

DR₀, : 1 m'de Gy/h veya Sv/h'de doz çıkış hızıdır.

Labirentler (Şaşırtma Duvarları): Girişe yakın radyasyon dozunu azaltmak için, odaya giden sınırlı bir geçiş yoludur. Bir labirent tasarlarken, hasta ve oda duvarları tarafından X ışınlarının saçılma özellikleri bilinmelidir.⁶⁰Co üniteleri ve 10 MV altında çalışan X ışını sistemlerinde sızıntı ve saçılan radyasyon yayılımı dikkate alınmalıdır. 10 MV'nin üstünde çalışan birimler için nötron akısı dikkate alınmalıdır.

Kanalların Sızıntı Durumu: Tedavi odası duvarlarındaki kanallar ve iletim hattı yeterince sızdırmazlık sağlanmalıdır. Kanalların sadece tedavi

odasına ikincil engellerle girmesi önerilir. Kanal radyasyon yönünde bariyere dik olarak planlanmamalıdır. Kanalın toplam uzunluğu bariyer kalınlığından daha büyük olacak şekilde bariyeri bir ya da birden fazla açılı olarak geçebilir.

Çatılar: Radyasyon demetinin doğrudan isabet ettiği çatı birincil bir bariyer olmalı. Tek katlı bir bina ise, çatı alanına erişimin sınırlandırılması göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumda bitişik binaların ışınlanmasına neden olabilecek skyshine etkisi de düşünülmelidir. Örneğin bitişikte bir nükleer tıp merkezi varsa, gama kameralarının ve diğer görüntüleme ekipmanları, hasta tetkiklerini etkileyebilen düşük radyasyon seviyelerine karşı hassas olduğu dikkate alınmalıdır.

Kapılar: Kapı önündeki gerekli tasarım doz sınırına bağlı olarak kapı özellikleri belirlenir. Kontrollü bir alan için yıllık belirlenen doz sınırı, İngiltere'de yılda 6 mSv [6] veya ABD'de NCRP yılda 10 mSv'lik bir kesri önermektedir [7]. Seçilen tasarım doz sınırının labirentin sonunda hesaplanan doz değerine bölünmesi, kapıdaki gerekli zayıflatmayı verecektir. ^{60}Co teleterapi sisteminde erişimin kullanım saatleri dışında sınırlandırılabilmesi için kilitlenebilir kapıları olması önerilir.

Yüksek Enerjili Lineer Hızlandırıcılarda Nötronların

Zırhlanması: Yüksek enerjili lineer hızlandırıcılarda 10 MV'nin üzerinde nötron üretimi önem kazanmaktadır. Fotonlar, kolimatörler, düzleştirici filtreler, elektron ve foton demetinin yolu üzerindeki diğer malzemelerle etkileştiğinde foto-nötronlar üretilmektedir. Işınlama sistemi kafasındaki kurşun, tungsten ve diğer yüksek

atom numaralı(Z) malzemeler fotonu zayıflatmada etkin olmasına rağmen nötronlar için yeterince etkin değildir. Bununla birlikte (n,2n) ve (n,p) etkileşimleri ve diğer esnek olmayan saçılmalar nedeniyle, ağır metaller nötronların ortalama enerjisini düşürerek koruyucu etkiler sağlarlar. Odanın herhangi bir noktasındaki nötron akısı, direkt nötronlar φ_d , saçılan nötronlar φ_{sc} ve termal nötronlardan φ_{th} oluşmaktadır. Doğrudan nötron akısı aşağıda verilen formül ile hesaplanır [8]:

$$\varphi_d = \frac{Q_N}{4\pi d^2}$$

d, : Kaynaktan ölçüm nokta arası mesafe, m

Q_N , : izo-merkeze gönderilen fotonun birim doz başına hızlandırıcının zırlı kafasından yayılan nötron sayısı, belirgin nötron kaynağı gücüdür. Q_N , nötron kaynağı gücü Q ile ilişkilidir. Kurşun korumalı kafa Q ya, tungsten kafa ise 0,85Q ya eşittir.

Saçılan nötron akısı şu şekilde verilir [9]:

$$\varphi_{sc} = \frac{5.4Q_N}{S}$$

S, : Labirent alanı dışındaki tedavi odasının yüzey alanı

Yüzey alanı S, izo-merkezden görünen tüm duvar alanlarının toplamıdır. Birincil bariyerler tedavi odası içine çıkıntı yaptığı zaman, nötronlara maruz kalan duvar alanını azaltacaktır. Böyle durumlardaki yüzey alanını saptamada maksimum ve minimum oda boyutlarının ortalamasının alınması yaklaşımı en iyisidir. Hızlandırıcının yerleştirildiği bir odadaki termal nötron akısı şu şekilde verilir [9]:

$$\varphi_{th} = \frac{1.26Q_N}{S}$$

Her üç bileşen tarafından izo-merkezdeki birim foton dozu başına d uzaklıktaki toplam nötron akısı aşağıda verilmiştir:

$$\varphi = \varphi_d + \varphi_{sc} + \varphi_{th}$$

10-25 MV'lik enerji aralığındaki lineer hızlandırıcılar için, nötron kaynağı şiddetinin değerleri tablo halinde yayınlanmıştır [10,11].

10 MV ile 25 MV arasındaki enerji aralığında lineer hızlandırıcılarda zırhlanan kafadan çıkan nötronların ortalama enerjisi hiçbir zaman 1 MeV'in üzerinde değildir ve odadan saçılan nötronların ortalama enerjisi yaklaşık 0.24 MeV'dir [12]. Hızlı nötronlar yüksek hidrojen içeriğine sahip malzemeler tarafından verimli bir şekilde zayıflatılır. Beton nispeten yüksek bir hidrojen içeriğine sahiptir ve betondaki 0.34 MeV'lik fotonnötronların TVL değeri yaklaşık 210 mm'dir. Bu değer, yüksek enerjili X ışınları (10-25 MeV) için 400-500 mm olan betonda bir TVL'nin yaklaşık yarı değer kalınlığıdır. Dolayısıyla, eğer fotonlar için zırhlama yeterli ise, nötronlar için de yeterli olacaktır. Bununla birlikte, betonun farklı yoğunlukları foton iletimini etkilemesine rağmen nötronların iletilmesini etkilememekte, bundan dolayı beton yoğunluğundan bağımsız olarak 210 mm'lik bir TVL beton yoğunluğuna bakılmaksızın kullanılmalıdır. Başlıca lineer hızlandırıcıların nötron sızıntı özellikleri, izo-merkez foton Gy başına 2-3 mSv'in altında ve oda zırhlama hesaplamalarında kullanılan foton sızıntısı özelliği izo-merkez foton Gy başına 1 mGy'dir (%0.1). Bu nedenle, foton sızıntısını koruması için tasarlanan beton en az bir TVL olduğu sürece, foton sızıntı seviyesinin altındaki nötron sızıntısını da zayıflatacaktır.

Cihazın faaliyete geçmesi ile birlikte tesisin fiziki koruma yeterliliği, radyasyon sızıntı ölçümlerine dayanmalı, radyasyon ölçümleri sonucu eksiklikler varsa, ilave koruma veya donanım değişiklikleri uygulanmalıdır.

Kaynaklar

- International Atomic Energy Agency, Radiation Protection in The Design of Radiotherapy Facilities, Safety Reports Series No. 47, IAEA, Vienna (2006).
- National Council on Radiation Protection and Measurements, Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X-rays and Gamma-rays of Energies up to 10 MeV, Rep. 49, NCRP, Washington, DC (1976).
- National Council on Radiation Protection and Measurements, Radiation Protection Guidelines for 0.1–100 MeV Particle Accelerator Facilities, Rep. 51, NCRP, Washington, DC (1977).
- British Institute of Radiology/Institute of Physics and Engineering in Medicine, Radiation Shielding for Diagnostic X-rays. Report of a Joint BIR/IPEM Working Party, BIR, London (2000).
- Food and Agriculture Organization of The United Nations, International Labor Organization, OECD Nuclear Energy Agency, Pan American Health Organization, World Health Organization, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- Health and Safety Executive, Ionizing Radiations Regulations, S.I No. 3232, HMSO, London (1999).

- Nelson, W.R., Lariviere, P.D., Primary and leakage radiation calculations at 6, 10 and 25 MeV, Health Phys. 47 (1984) 811–818.
- McCall, R.C., Jenkins, T.M., Shore, R.A., Neutron Radiation from Medical Electron Accelerators, Rep. SLAC-PUB-2739, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, CA (1981).
- McCall, R.C., Neutron yield of medical electron accelerators, Rep. SLACPUB- 4480, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, CA (1987).
- McGinley, P.H., Shielding Techniques for Radiation Oncology Facilities, Medical Physics Publishing, Madison, WI (2002).
- Wu, R.K., McGinley P.H., Neutron and capture gamma along the mazes of linear accelerator vaults, J. Appl. Clin. Med. Phys. 4 (2003) 162–171.
- National Council on Radiation Protection and Measurements, Neutron contamination from medical electron accelerators, Rep. 79, Washington, DC (1984).



Doç. Dr. Doğan Yaşar

1963 yılında Yozgat'ın Akdağmadeni ilçesinde doğdu. İlk Orta ve Lise eğitimini Akdağmadeni'nde tamamladı. Lisans eğitimini İ.Ü. Fen Fakültesi, Fizik Bölümünde, Yüksek

Lisansı İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsünde, Doktora çalışmasını İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü, Nükleer Uygulamalar Anabilim dalında tamamladı. Çalışma hayatına 1990 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Sağlık Fiziği Bölümünde, Sağlık Fizikçisi olarak göreve başladı. 2006 yılından itibaren ÇNAEM, Sekonder Standart Dozimetri Laboratuvarında 2018 yılına kadar sürdürdü. 2018 Eylül itibari ile Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümünde Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır.

MERSİN ŞEHİR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

RADYASYON ONKOLOJİSİ BÖLÜMÜ

Med. Fiz. Uzm. Çağdaş Akbaş



Mersin Şehir Hastanesi, 3 Şubat 2017 tarihinde hizmete giren en yüksek kalitede ve konforlu sağlık hizmeti sunmayı amaç edinen, eğitim faaliyetleri alanında da öncü şehir hastanesi olmuştur. Mersin Şehir Hastanesi, 15 Mayıs 2018 Tarihinde Sağlık Bakanlığı tarafından Eğitim ve Araştırma Hastanesi akreditasyonu almış olup, bu tarihten itibaren Mersin Şehir Eğitim Araştırma Hastanesi olarak hizmet vermeye devam etmektedir.

Radyasyon Onkolojisi kliniğimiz CCN Sağlık Yatırımın iş ortaklarından ve hastanemiz Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyasyon Onkolojisi bölümlerine hizmet veren ATL Sağlık Hizmetleri A.Ş'nin iş birliği ile 2017 Ocak ayında hasta kabulüne başlamıştır. Mersin şehrinde en yeni teknoloji Varian LINAC Trilogy-VitalBeam

cihazları ve silindir-tandem ovoid aplikatöre sahip Varian GammaMed Plus HDR Brakiterapi cihazı ile hasta kabul eden, alanında tek radroterapi kliniği olarak hizmet vermekteyiz.

2017 yılında kurulduğumuzdan itibaren bölümümüzde üç boyutlu konformal radyoterapi (3BKRT) tekniği kullanılmaya başlanmıştır. Spesifik hasta grubunda RPM solunum takip sistemi (Real-Time Position Management) tekniği ile etkin tedavi uygulanmaktadır. Konformal radyoterapi tekniğindeki geniş deneyimimiz sonrasında sliding window yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) tekniğini de 2017 ilk yarı yılında uygulamaya başladık. RapidArc, VitalBeam cihazı ve gelişmiş görüntüleme sisteminin kullanımına başlanması ile volümetrik yoğunluk ayarlı radyoterapi ve SRS/SBRT tedavilerini uygulamaya

başladık.

Cihaz parkuru;



Resim 1 : GE Optime CT 580 RT

Bölüme ait olan bu CT cihazı RPM uyumlu olup 4DCT ve nefes tutmalı tedavi teknikleri için görüntü alımına olanak sağlamaktadır.



Resim 2: VARIAN Trilogy



Resim 3: VARIAN VitalBeam

6/15 MV foton ve 6 farklı elektron enerjisine sahiptirler. Cihazlarda yer alan OBI görüntüleme sistemi ile IGRT yapılmaktadır. Millennium 120 MLC'ye sahip cihazlarımızda IMRT ve VMAT tekniği uygulanarak hasta tedavileri gerçekleştirilmektedir.

Her iki cihazda da EPID kullanılarak hasta tedavi kalite kontrolleri yapılmaktadır. Bununla birlikte EPIQA ile de hem filtreli hem de filtersiz enerji demeti kullanılan tedavilerin kalite kontrolü yapılabilmektedir. Yine her iki cihazda SNC MapCheck2 ile hasta bazlı kalite kontrol yapılmaktadır.



Resim 4: Varian GammaMed Plus HDR

Bu cihaz Ir-192 radyoaktif kaynağını kullanarak yüksek doz hızı elde ederek brakiterapi endikasyonu olan hastalar gününbirlik tedavi edilebilmektedir. Üç boyutlu olarak hazırlanan planlarla hem hedef hacmin aldığı doz hem de kritik organların maruz kaldığı dozlar çok daha doğru şekilde hesaplanabilmektedir.

Tedavi Planlama Sistemleri: Varian Eclipse (versiyon 13.6), Varian Eclipse 3D BrachyVision (versiyon 13.7), Soma Vision, Aria (versiyon 13.6) Network.

Dozimetrik Ekipman: SNC su fantomu, SNC PC Elektrometer, SNC Daily QA, SNC MapCheck2 Patient QA, RW3 katı fantomlar, PTW ve SNC marka iyon odaları (0,6cc farmer-0,35cc-0,125cc-0,015cc) , [HDR](#)

[1000 Plus Well Chamber](#) ,Varian portal dozimetri (EPID) ,EPIQA

Misyonumuz

Sağlıklı bir toplum oluşturmak amacıyla; tıbbi etik ve ilkelerden ödün vermeden, bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında, kendini yenileyen, hasta ve çalışan güvenliğini ön planda tutan, hasta ve çalışan haklarına saygılı, çevreye duyarlı, gelişmiş sağlık teknolojileriyle kaliteli, kesintisiz, güvenilir hizmet anlayışı ile ulusal ve uluslararası platformda sağlık hizmeti sunmaktır.

Vizyonumuz

Ulusal ve uluslararası alanda, modern tıbbın ulaştığı en üst düzeyde sağlık uygulamalarını takip ederek gelişimine katkıda bulunmak; kaliteyi, güveni, memnuniyeti arttırmadaki kararlılığı ile uluslararası hasta merkezi alanında da fark oluşturmuş, uluslararası standartlara ulaşmış öncü hastane olmak.

Değerlerimiz

Kurumsal ve sosyal sorumluluk bilinci içerisinde, etik değerlere önem veren, hasta ve çalışan haklarına saygılı, sağlık teknolojilerinin sunduğu imkânları en üst düzeyde kullanan, evrensel, yenilikçi, çağdaş, kaliteli ve verimli hizmet sunma ilkesini benimseyen, kanıta dayalı, etkin ve etkili hizmet esasında, güvenilir, güler yüzlü hizmet veren, sürekli iyileşme ve gelişmeyi ilke edinmiş bir sağlık tesisi olmak.



Med. Fiz. Uzm. Çağdaş Akbaş

Ben Çağdaş Akbaş 1983 yılında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin kurulduğu, kuduzun dehşet saçtığı, İran ile Irak da savaşın yaşandığı

zaman diliminde dünyaya geldim. Matematik öğretmeni olan babam nedeniyle saymak istemeyeceğim kadar ilkokulda okumak zorunda kaldım. Lise yıllarında basketbol oynamak isterken voleybol oynayan bir öğrenci olarak Antalya Karatay Lisesi'nden mezun oldum. Üniversite yıllarıma dair hatırladığım şey biraz güldüren, o yıllarda birazda utandıran rahmetli köy enstitüsü öğretmeni dedemin okula gelip hocalarıma notlarımı sormasıydı. Bilimin ışığında, dedemin kontrolünde geçen yıllar sonunda Akdeniz Üniversitesi Fizik bölümünden mezun olmuştum. Fizik öğretmenliği yaptığım yıllarda eğitim bilimleri enstitüsünde yüksek lisans yaptım. Hayatımın bir diğer kırılma noktası ise halı saha maçı sonrasında yaptığımız bir sohbet esnasında medikal fiziğe yönelmemle değişti. Akdeniz Üniversitesi'ne dönmüştüm ve bu sefer yüksek lisans eğitimimde değerli ve disiplinli Nina hocam rehberliğinde yüksek lisansımı Medikal Fizik Uzmanlığı adına yaptım. 2012 yılında Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesinde göreve başladım. 2017 yılında başladığım Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi radyasyon onkolojisi bölümünde sorumlu medikal fizik uzmanı olarak halen çalışmaktayım. Yıl oldu 2019 ben Çukurova Üniversitesinde medikal fizik alanında yine yeniden yüksek lisans yapıyorum." Benim beynim sadece bir alıcıdır (reseptör). Evrende, bilgiyi, gücü ve ilhamı ondan aldığımız bir öz var. Bu özün sırlarına nüfuz etmedim. Ama var olduğunu biliyorum." Nikola Tesla

TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMLERİ-I

ECLIPSE TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİ

Med. Fiz. Uzm. M. Ertuğrul Ertürk

Eclipse Tedavi Planlama Sistemi çok amaçlı bir tedavi planlama platformudur ve farklı amaçlar için geliştirilmiş çeşitli algoritmaları içermektedir. Bu algoritmaların en yaygın olarak bilinenleri doz hesaplamasında kullanılanlardır. Ancak, belirtildiği üzere bunların dışında farklı amaçlar için kullanılan algoritmalar mevcuttur. Eclipse tedavi planlama sistemi foton, elektron ve proton gibi farklı radyasyon türleri için doz dağılımı hesaplayabilmektedir. Eksternal foton tedavi cihazı doz dağılımını hesaplamasında kullandığı algoritmalar, Kalem Huzme Konvolüsyon Algoritması (Pencil Beam Convolution -PBC), Anisotropic Analytic Algorithm (AAA), Acuros, Kon dozu hesap algoritması (Cone dose calculation algorithm-CDCA)'dur. Eksternal tedavi cihazlarında üretilen elektronlar için doz dağılımını hesaplamasında kullandığı algoritmalar ise Genelleştirilmiş Gauss Kalem Huzme Algoritması (Generalized Gaussian Pencil Beam Algorithm – GPB) ve Monte Carlo'dur. Brakiterapideki doz hesabı için TG 43 algoritması ve Acuros XB algoritmaları bulunmaktadır. Proton tedavisinde doz dağılımını hesaplamak için Proton Konvolüsyon Süper Pozisyon Algoritması (Proton Convolution Super Position-PCS) ve Acuros PT algoritması mevcuttur. Doz hesap algoritmalarının yanı sıra Eclipse çeşitli optimizasyon, fluens dönüştürme, portal doz hesap algoritması ve benzeri birtakım algoritmalar da bulunmaktadır.

Doz Hesaplamaları: Doz hesap algoritmaları planlama sistemlerinde bulunan en önemli algoritmalar. Bu algoritmalar nihai dozu hassas bir şekilde hesaplayabilen algoritmalar.

Eksternal Tedavi Cihazı Foton Doz Hesaplamaları: Doz hesap algoritmaları bir planlama sisteminin kalbini

oluşturur. Yüksek hesap doğruluğuna ihtiyaç duyulan bu algoritmalar hastaya verilecek dozun hesaplanmasında kullanılır. Eclipsede bu amaçla kullanılabilecek üç algoritma vardır. Bu algoritmalar, Kalem Huzme Konvolüsyon Algoritması (Pencil Beam Convolution-PBC), Anisotropik Analitik Algoritma (AAA) ve Acuros XB algoritmasıdır.

Kalem Huzme Konvolüsyon Algoritması: Kalem Huzme Konvolüsyon Algoritması (Pencil Beam Convolution-PBC): Varian firması tarafından geliştirilmesi durdurulmuş ve Eclipse 11 versiyonundan sonra güncellemesi olmayan bir algoritmadır. Ancak hali hazırda birçok merkezde bulunan tedavi planlama sistemlerinde kullanıldığı için bu yazıda değinilmiştir. Eclipse PBC algoritması ölçüm verilerinden yola çıkarak dozun Green fonksiyonu olan kalem huzme kernelinin hesaplandığı bir algoritmadır (eşitlik 1). Temelini Storchi Van Battum ve Woudstra'nın yaptığı çalışmalarından alır [1-3]. Doz hesaplamasında kullanılan kerneller doğrudan ölçüm verileri kullanılarak elde edilir. Bu durumda oluşturulan kerneller kullanılan dedektör tipinden etkilenir ve sonuç olarak kernel değerlerinin dedektör bağımlılığı yüksektir. Elde edilen kernel tek boyutlu bir dizidir ve fonksiyona uydurulmadan doğrudan doz hesaplamasında kullanılır [2].

$$D(x,y,z;F) = \iint_{-\infty}^{+\infty} F(x',y') \times P_{int}(x',y',z) \times K(x-x',y-y',z) dx' dy'$$

$D(x,y,z;F)$: F alanından ışınlanan ortamın x, y, z noktasında soğulan mutlak doz

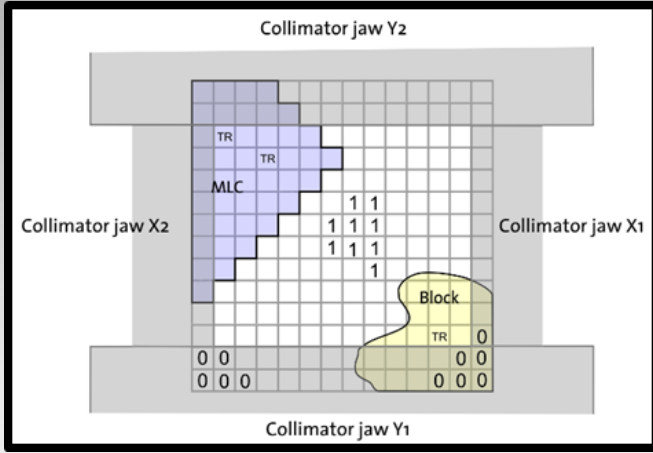
$F(x',y')$: Alan intensite matrisidir. Işınlanan alanı ifade eder.

$P_{int}(x',y',z)$: z derinliğine ait intensite profilinin x', y' noktasındaki değeri

$K(x-x',y-y',z)$: z derinliğine ait kalem huzme kernelin x',y' noktasından x,y noktasına etkisi

$F(x',y')$: alan intensite matrisi kullanıcı tarafından

planlamada oluşturulur. Şekil 1’de farklı çok yapraklı kolimatör ve blok gibi farklı alan şekillendirme öğelerinin bulunduğu bir alan intensite matrisi görülmektedir.



Şekil 1: Farklı alan şekillendirme öğelerinin yer aldığı bir alan intensite matrisi

Eclipse PBC ile yapılan doz hesaplamalarında faktör tabanlı düzeltmeler yapar. Heterojen ortamlarda doz hesabı bunlardan biridir. Heterojenite düzeltmesi için 3 farklı algoritmadan biri seçilip kullanılabilir. Bunlar "Generalized Batho Power Law", "Modifeid Batho Power Law", ve "Equivalent TAR" metotlarıdır [1, 3]. Yoğunluk düzeltmelerini, bilgisi CT'den elde edilen elektron yoğunluğunu kullanarak hesaplar.

Hesap Izgara Boyutları: Eclipse PBC algoritması ile 1,25 mm, 2,5 mm, 5 mm ve 10 mm'lik ızgara boyutları kullanılarak hesap yapılabilmektedir.

Doz hesaplamasında belirsizliği tipik alanlar için %2- %3 seviyesindedir. Oblik alanlarda %1- %2 belirsizlik oluşturmaktadır.

Anisotropic Analitic Algorithm (AAA): AAA W. Ulmer, D. Harder ve Dr. W. Kaissl'in çalışmaları temel alınarak geliştirilmiştir [1,3-7]. Doz hesaplamasını kalem huzme kerneller kullanarak gerçekleştirir. Dozu eşitlik 2'deki gibi üç ayrı konvolüsyonun toplamı (süperpozisyon) olarak hesaplar. Bu haliyle bir konvolüsyon/Süperpozisyon algoritmasıdır. Süperpose ettiği üç bileşen: Birincil foton

(E_{ph1}), elektron kontaminasyonu (E_{cont}) ve ek-odak fotondur (E_{ph2}). Bileşenlerde kullanılan kerneller Monte Carlo yöntemi ile elde edilir. Kernellerin parametre değerleri, ölçümlerden elde edilen veriler ile hesaplama arasındaki farkı en aza indirecek şekilde optimizasyon yöntemleri ile elde edilir. Bu hesaplamalar veriler plan sistemine yüklendiğinde

$$E(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}) = \sum_{\beta} E_{ph1,\beta}(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}) + E_{ph2,\beta}(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}) + E_{cont,\beta}(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})$$

planlanma tarafından yapılır.

Süperpozisyon işlemleri ile Konvolüsyonla elde edilen dozların toplamı hesaplanır (eşitlik 2) ve son doz dağılımı üretilir (eşitlik 3).

$$D(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}) = E(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}) \frac{\rho_{su}}{\rho(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})}$$

$D(x,y,z)$: x, y, z koordinatındaki doz

$E(x,y,z)$: x, y, z koordinatında soğrulan enerji

ρ_{su} : suyun elektron yoğunluğu

$\rho(x,y,z)$: x, y, z koordinatındaki vokselin suya göre elektron yoğunluğu

Birincil foton kerneli kaynaktan çıkan kolimatörler tarafından şekillendirilen foton hüzmesinden kaynaklı dozu hesaplar. Eşitlik 4'te verilen birincil foton kerneli olarak altı eksponansiyelin toplamı ile ifade edilen fonksiyonlar kullanır. Bu kernelin parametre değerleri mono enerjitik kernellerden elde edilen bilgiler kullanılarak optimizasyon yöntemi ile hesaplanır.

$$K_{\beta}(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}) = \frac{\rho(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})}{\rho_{su}} \sum_{k=0}^5 c_k(z') \frac{1}{r} e^{-\mu_k(z')r}$$

Ek-odak doz bileşeni ile düzleştirici filtrenin altında olduğu varsayılan hayali son boyuttaki ikinci kaynaktan gelen foton demetinin dokuda bıraktığı doz hesaplanmaya çalışılır. Bu hayali ikinci kaynaktan foton fluensinin gauss dağılımı sergilediği kabul edilir. Elektron kontaminasyon hesabı ile linak kafasında çeşitli bölgelerde foton etkileşimleri sonucu üretilen elektronların dokuda doz build up bölgesindeki etkisi hesaplanmaya çalışılır. Kernel olarak iki adet iki boyutlu gauss fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu kernelin iki boyutlu konvolüsyonu ile elektron kontaminasyonu

hesaplanır.

Heterojen ortamlarda K_B kernelinin eş düzlemdeki doz

$$\frac{p(x,y,z)}{P_{su}}$$

katkısı ve r parametresinin radyolojik mesafe ile ifade edilerek açığa bağlı ayrık formda hesaplanması ile sağlanmaktadır. Yoğunluk düzeltmelerini, bilgisi CT'den elde edilen elektron yoğunluğunu kullanarak heterojenite düzeltme kernelleri hesaplar.

Algoritmanın Limitleri: Kullanılan Eclipse versiyona bağlı yapılan iyileştirmelerden ötürü limitler değişiklik gösterebilir. Bu yazı Eclipse versiyon 13.6 için üretilmiş [] kullanıcı klavuzları dikkate alınarak yazılmıştır. 4 MV ve 6 MV ışın enerjisi kullanılan durumlarda 5 cm x 5 cm ve üzeri alanlar için akciğer'den geçen huzmelerde doz olması gerekenden (<%3) daha az hesaplanmaktadır. Akciğerden sonraki dokularda (<%3) ise doz olması gerekenden daha fazla hesaplanmaktadır. 20 cm derinlikte statik alanlar için doz hesap hatası yerelde %4'lere çıkabilmektedir.

Hesap Izgara Boyutları: Eclipse AAA algoritması ile 1 mm ve 5 mm arasındaki hesap ızgara boyutları kullanılarak hesap yapılabilmektedir.

Acuros XB: Radyasyon taşınımını Boltzmann denklemleri ile ifade ederiz. Ancak Boltman taşınım denkleminin analitik (kapalı form) bir çözümü yoktur. Çözüm için diğer benzer denklemlerde olduğu gibi farklı matematiksel yaklaşımlarla denklemi çözmek, medikal fizik penceresinden bakıldığına dozu hesaplamak mümkündür. Boltzmann taşınım denkleminin diffüzyon denklemine indirgenmesi ve diffüzyon denkleminin Green fonksiyonu olarak çözüldüğü yaklaşımlar radyoterapide doz hesabında kullanılan en eski yöntemlerdir [8]. Kernel tabanlı çözümlemelerin temelini oluşturan bu yaklaşım günümüzde doz hesaplamada kullanılan en yaygın yöntemdir.

Boltzmann radyasyon taşınım denkleminin çözümünde bir diğer yol ise denklemin bileşenlerinin istatistiki olarak modellendiği ve örneklem üzerinden çözüme ulaşmaya

çalışılan Monte Carlo yöntemidir. Teoride tam çözüm sağlayan bu yöntemin en büyük dezavantajı düşük istatistiki belirsizlik elde etmek için gereken uzun hesaplama süreleridir.

Boltzman denkleminin bir diğer çözüm yöntemi ise ayrık yöntemler kullanmaktır. Denklem ayrıklaştırılarak ifade edildikten sonra matris formunda ya da iterasyon şemasında çözüm elde etmek mümkündür. Acuros XB algoritmasında Boltzman denklemini çözmek için ayrık yöntemleri kullanır. Acuros XB algoritmasında çözüm sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılır [9-11]. Acuros XB algoritmasında AAA algoritması benzer şekilde radyasyon kaynağı modellemesi kullanır [1, 3]. Acuros XB algoritması, nükleer sektörde kullanılmak üzere geliştirilmiş Atilla kodunun eksternal radyoterapide doz hesaplamaları için geliştirilmiş halidir [9].

Doz hesaplamasının ilk adımında radyasyon kaynağındaki fluensi hastaya taşır. İkinci ve üçüncü adımda hastada saçılan foton fluensini ve elektron fluensini hesaplar. Son adımda ise algoritma, kullanıcı isteğine bağlı olarak daha önceki adımlarda elde ettiği sonuçları kullanarak ortamdaki dozu veya sudaki dozu hesaplar.

20 cm derinlikte statik alanlar için doz hesap hatası yerelde %4'lere çıkabilmektedir.

Hesap Izgara Boyutları: Eclipse Acuros XB algoritması ile 1 mm ve 3 mm arasındaki hesap ızgara boyutları kullanılarak hesap yapılabilmektedir.

PBC, AAA ve Acuros XB algoritmasının bazı temel özellikleri özet olarak Tablo 1'de verilmektedir.

Kon dozu hesap algoritması (Cone dose calculation algorithm-CDC): CDC algoritması stereotaktik radyocerrahi (SRS) tedavilerinde kullanılan steryotaktik konlar için dozu hesaplar. CDC algoritması doku maksimum

Tablo 1: Foton doz hesap algoritmaları özet tablosu

	PBC	AAA	Acuros XB
Doz hesaplama	Kalem Hüzme Konv.	Kalem Hüzme Konv. Süper pozisyon	Sonlu elemanlar yönt. ile Boltzman denklemi çözümü
Linak Kafa Modeli	Yok	Var	Var
Ortamda Soğrulan Doz Hesabı	Yok	Yok	Var
Heterojenite Düzeltilmesi	Tek boyutlu veya iki boyutlu, faktör tabanlı	3 boyutlu	3 boyutlu
Hesap İzgara Boyutu	1,25mm, 2,5mm, 5mm, 10 mm	1 mm - 5 mm	1 mm – 3 mm

oranlarını (Tissue maximum ratios-TMR) ve eksen dışı oranlarını (off-axis ratios OAR) kullanarak ışınlanan alan içindeki doz dağılımını hesaplar (eşitlik 5).

$$D(r, d, SSD, S) = MU \times DR_{ref} \times OF_{TMR_{mak}}(S) \times TMR(d, s) \times \left(\frac{SAD}{SSD + d} \right)^2 \times OAR(r, S)$$

- r: ilgilenilen noktaya olan eksen dışı uzaklık
d: ilgilenilen noktanın merkezi ekseninin derinliği
SSD: Kaynak yüzey mesafesi
S: Konun nominal çapı
D(d,r,S): ilgilenilen noktadaki doz
MU: Monitör Unit
Drref: Kalibrasyon derinliğinde referans MU'ya karşılık gelen mutlak doz
OF(S): Verim faktörü
OF_{TMR_{mak}}: TMR_{mak} daki verim faktörü = OF(S)/TMR(d,s)
TMR (d, S): Doku maksimum oranı
SAD: Kaynak eksen mesafesi
OAR (r, S): Eksen dışı oranı

Faktör tabanlı bir hesaplama yöntemi olduğu için heterojen dokularda modellemeye has bilinen sorunları içerir. SRS uygulamalarında bu hata %1 seviyelerindedir. Konun çapının küçük olması nedeniyle hesaplama esnasında oblik düzeltme yapılmaz ve hesaplamalar foton demetinin alana dik geldiği kabul edilerek yapılır.

Elektron Doz Hesaplamaları: Eclipse planlama sisteminde Genelleştirilmiş Gauss Kalem Huzme Algoritması (GPB) ve Elektron Monte Carlo olmak üzere iki adet elektron dozu hesaplama algoritması vardır. Varian firması, foton doz hesabında kullanılan PBC algoritması gibi GPB algoritmasına da desteği durdurulmuştur. Ancak, hali hazırda birçok klinikte kullanılmakta olduğu için yazıda bahsedilmiştir.

Genelleştirilmiş Gauss Kalem Huzme Algoritması (GPB): Algoritma Fermi-Eyges çoklu elektron saçılma teorisine dayanmaktadır. Algoritma yatay doz dağılımını üç Gauss fonksiyonunun toplamı olarak hesaplar. Şekillendirilmiş alanlar, eş düzlemsel olmayan alan doğrultularında, farklı kolimatör açılarında ve heterojen ortamlarda hesaplama yapabilir. Bu algoritma elektron ark tedavisini desteklememektedir. Heterojen ortamlarda ± %5 veya 5 mm doğrulukta hesap yapabilir.

Elektron Monte Carlo: Yüksek enerjili elektron demetlerinin doz dağılımını hesaplamak için geliştirilmiş bir hızlı Monte Carlo uygulamasıdır. İki modelden oluşur. Bunlardan ilki elektron taşınımını ve her noktada depolanan dozu hesaplayan Makro Monte Carlo (MMC) yöntemidir. İkincisi ise linak kafasından gelen foton ve elektronları tanımlayan Başlangıç Faz Uzaı (Initial Phase Space IPS)

modelidir. eMC parçacık taşınımı esnasında ve soğrulan enerjiyi doza dönüştürürken malzemeye (doku) has özellikleri kullanır. Bu sayede ortamdaki doz hesabı yapılabilir. Benzeşim işlemindeki rastgelelik doğası gereği sonuçlar istatistiki gürültü içerir. İstatistiki düzleme (pürüzsüzleştirme) işlemi ile daha hızlı yakınsama sağlanabilir. eMC algoritmasında iki farklı doz düzleme işlemi kullanılabilmektedir, bunlar Gauss Doz Düzleme ve Ortanca Doz Düzleme işlemleridir. eMC algoritması en fazla %3 yanılma payı ile doz hesabı yapmaktadır. GPB algoritması gibi eMC algoritmasında elektron ark tedavisini desteklememektedir.

Proton Doz Hesabı: Eclipse planlama sistemi proton tedavisi için iki farklı doz hesap algoritması sunmaktadır. Ayrıca, Proton Göz algoritması ile gözdeki tümörlere yönelik tedavi modülü mevcuttur.

Proton Konvolüsyon ve Süperpozisyon Algoritması (Proton Convolution Superposition-PCS): Ölçümlerden elde ettiği sonuçları kullanır, derin doz eğrisini farklı parçacık sınıflarının toplamı olarak hesaplar. Modelde derin doz eğrisi birincil proton, ikincil proton ve geri saçılma sonucu oluşan parçacıkların toplamı olarak hesaplanır. Derin doz eğrisine benzer şekilde dozda eşitlik 6'daki gibi bu üç bileşenden gelen dozların toplamı olarak hesaplanır. Bu, algoritmanın bir süperpozisyon algoritması olmasını sağlar.

$$D = D_{pp} + D_{sp} + D_{rp}$$

D_{pp} : Birincil proton demetinden kaynaklı doz

D_{sp} : ikincil proton demetinden kaynaklı doz

D_{rp} : geri saçılan parçacıklardan oluşan doz

Modelde, yatay doz dağılımı huzme eksenine dik Gauss dağılımı ile hesaplanmaktadır. Her bir parçacık sınıfında, tek bir huzme için derin doz eğrisi ve yatay dağılım 3 boyutlu doz hesaplaması için konvolüsyon işlemi ile eşitlik 7'de ifade edilen şekilde birleştirilir.

$$D_p(r, z) = N \times I_p(z) \times K_p(r; \sigma_p(z))$$

N : Parçacık sayısı

I_p : İlgili sınıfın derin doz değeri

K_p : İlgili sınıfın yatay saçılma bileşeni

$\sigma_p(z)$: İlgili sınıfın z derinliğindeki yatay saçılma faktörü

Homojen ortamlarda %2 veya 2mm hassasiyetle heterojen ortamlarda %3 veya 3mm hassasiyetle doz hesaplaması yapabilmektedir.

Acuros Protons (Acuros PT): Acuros PT proton radyoterapisi için hızlı ve doğru hesap yapması amacıyla geliştirilmiş bir Monte Carlo algoritmasıdır. Acuros PT de diğer Monte Carlo uygulamaları gibi taşınım denklemi çözer. Başlangıç şartı olarak faz uzayı verileri kullanır ve Eclipse bu verilerin elde edilmesini sağlayan bir kaynak faz uzayı modeli vardır. Hesaplamalarında sudaki doz yaklaşımını kullanabildiği gibi ortamdaki doz yaklaşımını da kullanabilmektedir. Hesaplama doğruluğu malzeme özelliğindeki belirsizlikler, yakınsama kriterleri ve fiziksel modellemede yapılan basitleştirmelerden etkilenmektedir.

2. Optimizasyon Doz Hesaplamaları: Eclipse planlama sisteminde gerek ters planlama için gerekse kullanıcıya farklı bir ışın açısı kümesi sunmak farklı optimizasyon algoritmaları vardır.

Ters Planlama Optimizasyon Algoritmaları: Ters planlama algoritmaları Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (IMRT) ve Hacimsel Ark Tedavisi (VMAT) de istenilen Doz Hacim Histogramının ne şekilde elde edilebileceğini hesaplayan algoritmalarıdır. Çoklu Çözünürlük Doz Hesaplama algoritması (Multi-Resolution Dose Calculation MRDC), Doz Hacim Optimizasyonu algoritması (Dose Volume Optimizer DVO) ve Aşamalı Çözünürlük Optimizasyonu algoritması (Progressive Resolution Optimization PRO) Eclipse'in ters planlama için kullandığı algoritmalarıdır.

Çoklu Çözünürlük Doz Hesaplama Algoritması (Multi-Resolution Dose Calculation MRDC): MRDC algoritması DVO, PGO ve PRO algoritmaları içinde optimizasyon doğruluğunu arttırmak için hızlı doz tahmini yapmaya yaran bir algoritmadır. Bu algoritma sayesinde optimizasyonda elde edilen Doz Hacim Histogramı (DVH) nihai doz hesabında elde edilen DVH arasındaki uyum artmaktadır. MRDC algoritması Konvolüsyon Süperpozisyon temelli bir doz hesabı algoritmasıdır ve 3 boyutlu saçılma konvolüsyonu hesaplar. Saçılma modeli nokta yayılım fonksiyonlarının 3 boyutlu süperpozisyonlarıdır. Nokta yayılım fonksiyonları Monte Carlo hesaplamalarından oluşturulmaktadır.

Doz Hacim Optimizasyonu algoritması (Dose Volume Optimizer DVO): IMRT optimizasyonunda kullanılan bu algoritma optimal alan şeklini ve alan intensitesini belirler. Bu belirleme işlemi için istenilen hedeflere ulaşınca kadar itaratif bir şekilde doz dağılımını sardırmaya çalışır. Algoritma doğru minimizasyonlu basit gradyan optimizasyonu hedefine ulaşmaya çalışır. Algoritma, başlangıç şartı olarak tüm fluensi sıfır olarak kabul ederek çözüme başlayabildiği gibi önceki optimizasyonlarda elde edilen fluensleri de başlangıç koşulu olarak kullanıp optimizasyona başlayabilir. Optimizasyon bu fluensleri her adımda değiştirir ve her değişiklikten sonra doz yeniden hesaplanır. DVO algoritması nihai dozu ara doz olarak kullanarak hesap yapabilir. Böylece nihai doz hesaplaması kullanılarak optimizasyon sonuçları iyileştirilir. Bu sayede yüksek konformaliteye sahip doz dağılımı elde edilmiş olur.

Aşamalı Çözünürlük Optimizasyonu Algoritması (Progressive Resolution Optimization PRO): Tanımlanan doz hacim hedeflerine göre VMAT planı oluşturur. Bu haliyle RapidArc'ın bir özelliğidir. VMAT planları dinamik MLC, değişken doz hızı ve değişken gantri hızı kullanır. PRO algoritması bir dizi kontrol noktası oluşturur. Bu kontrol noktaları gantri açısının bir fonksiyonu olarak MLC lif pozisyonlarını ve MU/açı değerlerini oluşturur. PRO

algoritmasının 5 aşaması vardır. Her aşamada kontrol noktası sayısını arttırır. Son aşamada yaklaşık olarak her 2 gantri açısı derecesinde bir kontrol noktası oluşturmuş olur. DVO algoritmasında olduğu gibi PRO algoritmasında da nihai doz hesabı ara doz olarak kullanılarak optimizasyona devam edilebilmektedir.

Plan Geometri Optimizasyonu Algoritması (Plan Geometry Optimization PGO): PGO algoritması Işın Açısı Optimizasyonunda kullanılır. Işın Açısı Optimizasyonu kullanıcının IMRT alanlarını belirlemekte zorlandığı durumlarda alternatif alanlar üretmek için tasarlanmıştır. Ters planlamada olduğu gibi kullanıcı istediği doz reçetelendirmelerini ve kısıtlamalarını tanımlar. Oluşması istediği ışın alanlarının sayısı, eş düzlemsellik ve farklı kolimatör açıları izni gibi parametreleri belirleyerek optimizasyonu başlatır. Algoritma kullanıcı tarafından verilen bu başlangıç şartları dahilinde uygun alan sayısı ve parametrelerini belirler.

Fluens Dönüştürme Algoritmaları: Ters planlama optimizasyon algoritmaları hesaplamalarını hızlı yapabilmek için doz hesap işlemlerinde bir takım basitleştirme yaparlar. Bunun neticesinde elde edilen fluensin doğrusal hızlandırıcı tarafından verilecek fluense dönüştürülmesi gerekmektedir. Optimizasyon aşamasında elde edilen fluensin en uygun şekilde tedavi cihazında verilecek fluense dönüştürülmesi işleminin en optimum şekilde yapılmasından sorumlu olan algoritmalar Fluens Dönüştürme algoritmalarıdır. Bu dönüştürme esnasında lif geçirgenlik oranı, tongue ve groove değerleri dikkate alınarak hesaplama yapılır. Ayrıca, IMRT optimizasyonunda elde edilen fluens kullanıcı isteğine göre statik IMRT alt alanlarına ya da dinamik IMRT ışınlama alanlarına dönüştürülebilir.

Lif Hareketi Hesaplayıcısı (Leaf Motion Calculator LMC): LMC algoritması optimal fluensin dinamik MLC lif hareketi paternlerine dönüştürür. LMC algoritması dinamik IMRT alanları oluşturmada kullanılmasının yanı sıra statik IMRT

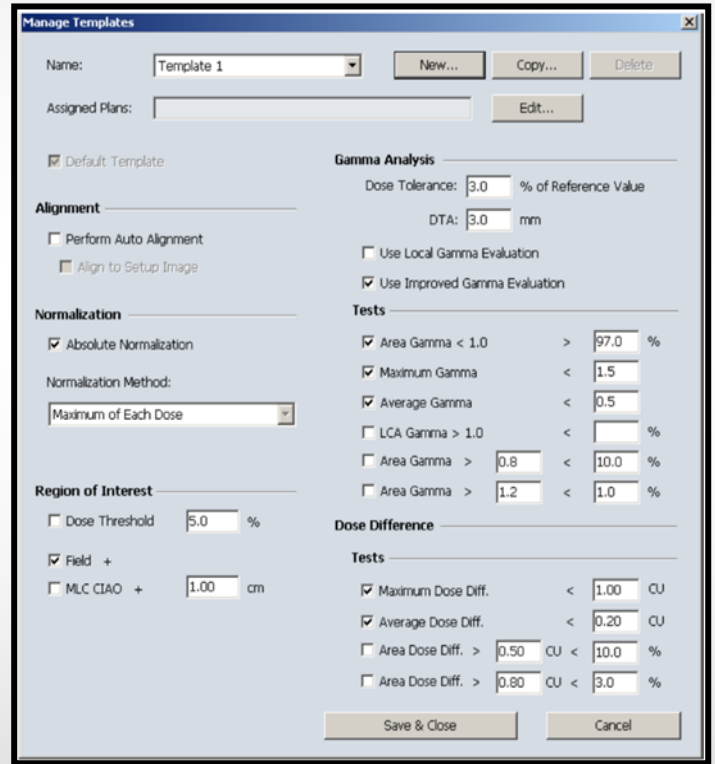
alanlarının oluşturulmasında da kullanılmaktadır. LMC programı Varian ve Brainlab MLC'leri için dinamik ve statik IMRT alanları, Elekta ve Siemens MLC'leri için statik IMRT alanları oluşturabilmektedir. Ayrıca jaw tracking özelliği olan doğrusal hızlandırıcılarda alan boyutları da LMC programı ile değişken hale gelmektedir. Jaw tracking özelliği sayesinde değiştirilen alan boyutları ile risk altındaki organlar ve sağlıklı dokular daha fazla korunabilmekte ve daha konformal bir doz sarımı elde edilebilmektedir.

Fluens Dönüşümünde Ark Alanları: Ark alanları sabit gantri açılı bağımsız alt alanların toplamıdır. Bir tam tur arkta yaklaşık 177 nokta olduğu düşünüldüğünde bir tam tur arkın 177 adet dinamik IMRT alanından oluştuğu varsayılabilir. Bu alt alanlar arasındaki lif konumları ve doz hızları ara değer bulma yöntemi hesaplanarak ortalama fluens elde edilir. Tüm ark alanı için doz bu statik noktalar arasında hesaplanan dozların toplamıdır.

Portal Doz Hesabı (Portal Dose Calculation PDC): Portal görüntüleme sistemleri ilk tedavide hasta yatış pozisyonlanmasını sağlamak ve sonraki tedavilerde ise hasta yatış pozisyonunu doğrulamak amacıyla doğrusal hızlandırıcılara monte edilmiş yapılardır. Ana kullanım hedefleri hasta pozisyonlanmasını kontrol etmek olan bu görüntü kılavuzluğunda radyoterapi sistemleri zamanla ana görevinin yanında ek görevler üstlenmişlerdir. Bu ek görevin en bilineni hasta temelli kalite kontroldür. Port görüntüsü almak için kullanılan yarı iletken dedektör yapı son derece yetenekli ve diğer iki boyutlu ölçüm sistemleri göz önünde bulundurulduğunda yüksek çözünürlüklüdür. Günümüzde 0.34 mm'ye kadar düşürülmüş çözünürlüğe sahip portal görüntüleme sistemleri hasta temelli kalite kontrol için güçlü bir alternatif olmuşlardır. Varian firması teknik alt yapısı hali hazırda mevcut olan bu güçlü dedektör sistemini görüntüleme dışında da kullanmak için PDC algoritmasını geliştirmiştir.

PDC algoritması ile IMRT ve VMAT doz hesaplamalarının

kalite kontrolünün MV port ile yapılmasını sağlayan algoritmadır. Kaynaklarda [1, 3] Portal Doz Görüntü Tahmin (Portal Dose Image Prediction PDIP) algoritması olarak geçmektedir. Kalem huzme temelli bir algoritmadır. Algoritma, ölçümlerden elde edilen Gauss kernelleri, verim faktörü tablosu, gerçek fluens ve intensite profili kullanarak Kalibrasyon Unit (Calibration Unit CU) türünden bir dağılım görüntüsü oluşturur. Bu tahmini dağılımı ilgili alan için yapılan ışınlamadan elde edilen dağılım ile karşılaştırır. Karşılaştırmada gamma kriteri kullanılmaktadır. Karşılaştırma arayüzü gama kriterinin yanı sıra kullanıcıya görsel ve kantitatif birçok karşılaştırma ve inceleme seçeneği sunmaktadır.



Şekil 2: Portal dozimetre analiz menüsü

Doğrusal hızlandırıcılar ile uyumluluğu: Eclipse Planlama Sistemi Varian marka doğrusal hızlandırıcıların yanı sıra Elekta ve Siemens firmaları tarafından üretilen farklı modellerdeki linaklar ile de uyum çalışmaktadır. Eclipse' in planlama sisteminin güncel sürümleri Elekta Agility 160 MLC ve Elekta Versa HD Agility 160 gibi yakın zamanda kliniklerde yerini almış doğrusal hızlandırıcılarda desteklemektedir.

Kaynaklar

- ["www.myvarian.com"](http://www.myvarian.com) Eclipse Algorithms Reference Guide, P/N B503486R01B, Aralık 2011
- Storchi, van Battum and Woudstra: Calculation of a pencil beam kernel from measured photon beam data. Phys. Med. Biol. 44 (1999), 2917–2928
- ["www.myvarian.com"](http://www.myvarian.com) Eclipse Algorithms Reference Guide, P/N B504882R01A, Ağustos 2013
- Ulmer W, Harder D: A Triple Gaussian Pencil Beam Model for Photon Beam Treatment Planning, 2. Med. Phys. 5 (1995) 25–30.
- Ulmer W, Harder D: Applications of a Triple Gaussian Pencil Beam Model for Photon Beam Treatment Planning, 2. Med. Phys. 6 (1996) 68–74.
- Ulmer W and Kaissl W: The inverse problem of a Gaussian Convolution and its application to the finite size of the measurement chambers/detectors in photon and proton Dosimetry, Phys. Med. Biol. 48 (2003) 707–727.
- Ulmer W, Brenneisen W: Application of an Analytical Pencil Beam Model to Stereotactic Radiation Therapy Planning, Journal of Radiosurgery, Vol 1, No.3, 1998.
- [A., Boyer, E., Mok, A photon dose distribution model employing convolution calculations, Medical Physics, 12, \(1985\), 69](#)
- ["www.myvarian.com"](http://www.myvarian.com), White Paper, Acuros XB advanced dose calculation for the Eclipse treatment planning system.
- Wareing TA, McGhee JM, Morel JE, Pautz SD, "Discontinuous Finite Element Sn Methods on Three-Dimensional Unstructured Grids", Nucl. Sci. Engr., 138-2, (2001)
- Wareing TA, Morel JE, McGhee JM, "Coupled Electron-Photon Transport Methods on 3-D Unstructured Grids", Trans Am. Nucl. Soc., 83, 2000
- ["www.myvarian.com"](http://www.myvarian.com) Acuros BV Algorithms Reference Guide, P/N B503484R01A, Mayıs 2011

YURTDIŞI TEMSİLCİLERİMİZ V

TUĞÇE LEVENT

Med. Fiz. Uzm. Nadir Küçük**S**izi biraz tanımak isteriz? Biraz bize kendinizden bahsedermisiniz?

Öncelikle bu yazı dizisinde bana yer ayırdığınız için teşekkür ederim. Yıldız Teknik Üniversitesi'nde fizik lisans ve İstanbul Ticaret Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimlerini tamamladıktan sonra Çapa, Cerrahpaşa ve Marmara Üniversitesi Hastaneleri'nde, her biri çok kıymetli ve eğitici olan klinik deneyimleri kazanma şansım oldu. Özel bir şirketin İstanbul ve Antalya kliniklerinde çalıştığım ilk işimden birçok alanda edindiğim tecrübeler sonrasında ayrıldım ve bir yıl Avustralya'da yaşadım. Bu dönemde Queensland University of Technology'de, Varian sistemlerinin de dâhil olduğu bir projede araştırma görevlisi olarak yer aldım. Aynı yıl, dalış meraklısı biri olarak Büyük Bariyer Resifi'ni görme şansı da bulduğum için ayrıca hala çok mutluyum. 2010 yılında Türkiye'ye döndükten hemen sonra da halen çalışmakta olduğum Varian Medical Systems firmasının Türkiye'deki ilk aplikasyon uzmanı olarak göreve başladım. 2017 yılında, kendisi de bir medikal fizikçi olan eşim Alp Levent ile evlendim :) İkimiz de işimiz nedeniyle yoğun bir şekilde seyahat etsek de tatillerimizi farklı yerler göreceğimiz kültür gezileriyle değerlendirmeye çalışıyoruz.

Medikal Fizik Uzmanı olarak Türkiye'de çalıştığınız yıllara ait tecrübelerin şu an katkısını görüyorsunuz mu?

Kesinlikle evet. Klinikte birkaç farklı marka deneyimleme şansım olduysa da aslında ağırlıklı

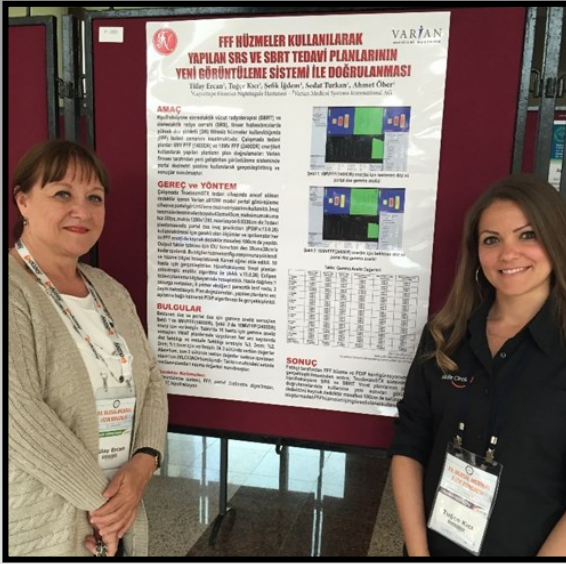
olarak bir Varian kullanıcısıydım. Bu durum klinik sorulara cevap verirken aynı terminolojiye hâkim olma, empati yapabilme, talepleri ve farklı işleyişleri anlayıp doğru yönlendirebilme gibi konularda bana çok yardımcı oldu.



Resim 1: Estro Kongresi, Torino-İtalya 2016, Alp Levent ile birlikte

Çalıştığınız firmayı ve firmadaki görevinizi anlatır mısınız?

30 Ağustos 1937'de Varian kardeşlerin Klystronu icat ettiklerini duyurmalarının ardından 1947'de Stanford'da yapılan ilk lineer hızlandırıcıda da yine Varian kardeşlerin imzası vardı. Silikon vadisinin ilk teknoloji şirketlerinden birisi olan Varian Medical Systems; lineer hızlandırıcıdan proton terapi cihazlarına kadar geniş ürün yelpazesi ile özellikle radyasyon onkolojisi alanında, sektörün teknoloji öncülerinden birisi olarak yazılım ve donanım çözümleri üretmektedir.



Resim 2: Medikal Fizik Kongresi, Trabzon 2015, Tülay Ercan hocam ile birlikte

Klinikteyken de kendime yakın bulduğum bu firmada çalışmaya 9 yıl önce aplikasyon uzmanı olarak başladım. Şu anda ise Doğu Avrupa aplikasyon koordinatörü olarak görev alıyorum. Bir yandan Türkiye başta olmak üzere Avrupa, Afrika ve Orta Doğu ülkelerine eğitim vermekte, bir yandan da sorumlu olduğum bölgedeki kliniklerin saha, sınıf ve klinik okul eğitimlerinin organizasyon ve takibini yapmaktayım.

Mesleğinizin güzel ve zor yanları nelerdir?

Bu mesleğin en zor yanı seyahat yoğunluğu diyebiliriz. İstanbul'un çilesini çekenler olarak birçoğumuza 24 saat yetmezken zamanı yönetmek gerçekten zorlayıcı oluyor. Ayrıca yoğun dönemlerde koordinatörlük ile birlikte yürütülen saha eğitimleri yorucu olsa da mesleğimin güzel yanları hala çok daha ağır basıyor. Verimli geçen bir eğitim sonrası eve huzurla dönmek, farklı ülkeler, klinikler, insanlar tanımak, meslektaşlarımızla bilgi alışverişinde bulunmak, sürekli yeni sistemler hakkında eğitim alıyor ve bu bilgileri paylaşıyor olmak ve en önemlisi de tedavide olan hastaların yaşam kalitelerine dolaylı da olsa katkıda

bulunabiliyor olmak mutluluk verici. Tüm bunları bir arada sağlayan başka bir meslek dalı düşünemiyorum.



Resim 3: Sofya-Bulgaristan 2015, Varian cihaz eğitimi

Türkiye'deki medikal fizikçiler ile diğer ülkelerdeki fizikçiler arasındaki farklar neler?

Cihaz eğitimi aldığım sınıflardan birinde, Amerikalı tekniker katılımcılardan biri; nasıl olur da bir fizikçi olarak set-up, tedavi gibi aşamaları bilip teknikerlere cihaz eğitimi verebildiğini sordu. Orada da birçok ülkede olduğu gibi fizikçiler; tedavinin planlaması, uygulanması gibi kısımlar ile ilgilenmemekte; bu görevler tekniker, dozimetrist veya bazen de hemşireler tarafından yerine getirilmekte. Fizikçiler ise ölçüm, kalite kontrol, yeni tekniklerin kliniğe adaptasyonu, standardizasyon oluşturma, klinik içi eğitimler gibi konularda görev yapmaktalar.

Avrupa'da çoğu ülkede birçok tedavi sistemi ve fizikçinin olduğu çok büyük hastane kompleksleri mevcut olduğundan dolayı görev dağılımı daha farklı organize edilebiliyor. Ancak yüzölçümü ve nüfus açısından Avrupa ülkelerinin neredeyse tamamından büyük farklılıklar ile ayrılan ülkemizde tek cihazlı

merkezlerde tek fizikçi ile rutin tedaviler sağlanırken maalesef diğer ülkelerdeki bu şartları sağlamak pek mümkün olmuyor. Yine de son tedavi teknolojilerine erişilebilirlik açısından ülke geneli olarak şanslı olduğumuzu söyleyebilirim. Bu sistemleri kullanma fırsatı bulan meslektaşlarımın bu imkânı en iyi şekilde değerlendirmeleri kendi kazanımlarına olacaktır.

Bizleri yurt dışında temsil etmenin verdiği sorumluluk sizde ne kadar baskı oluşturuyor? Milliyetiniz bir sorun teşkil ediyor mu?

Politik olarak stabil olmayan ülkeler arası ilişkilerimize rağmen milliyetim nedeniyle hiç sorun yaşamadım. Firmamız zaten çok uluslu bir yapıya sahip olduğundan dolayı bu tarz bir konu asla oluşmamakta. Ancak seyahatlerimizde bazen ülkemizle ilgili yeterli bilgiye sahip olmamaları nedeniyle önyargılarla karşılaşabiliyoruz. Bu önyargıların varlığına üzülürken aynı zamanda onları kırma şansı bulduğum için de seviniyorum.



Resim 4: Estro Kongresi, Geneva-İsviçre 2013

Uluslararası alanda bu mesleği yapmak isteyen gençler nasıl bir yol izlemeli?

Uluslararası alanda bu mesleği yapabilmek için yabancı dil olmazsa olmazların başında gelmekte. İlk mülakattan, tüm şirket içi iletişime ve dokümanlara kadar her şeyin İngilizce olduğunu düşünürsek, İngilizce kesinlikle bir zorunluluk. Ancak tüm uluslararası platformlarda olduğu gibi, birden fazla yabancı dil bilenler her alanda öne çıkmaktadırlar. Bunun dışında, mesleki tecrübe de büyük önem taşımakta. Özellikle güncel yayınları ve ilerlemeleri takip etmek, kurslara, kongrelere katılmak, farklı tekniklere ve sistemlere hâkim olup klinik tecrübeyi artırmak da daha çok sorumluluğun altına girebilme becerisi getirecektir ki bu da size mesleki anlamda daha çok kapı açacaktır.

Mesleki anlamda kendinizi geliştirmek için firmada ne gibi olanaklar buluyorsunuz?

Bu meslekte artık bir klinik çalışan olmadığımızdan dolayı klinik bilgiler ile pratiğin kolayca unutulması söz konusu olabiliyor. Buna karşın, firmamıza ait, sürekli gelişmekte olan ve yeni versiyonlar ile bu gelişmeleri kullanıcıya aktaran mevcut sistemler ile aynı zamanda yeni geliştirilen sistemlerin de test süreçlerine dâhil olma ve ilk eğitimlerini alma şansı bulabiliyoruz. Ayrıca genellikle uluslararası ve ulusal kongrelere destek vererek son teknikler ve sistemler üzerine bilgi edinme olanağı bulmamız da mümkün oluyor.

Bunlara ek olarak, firmamızda klinik deneyimin kaybedilmesini engellemeye yönelik bir uygulama olan Sürekli Eğitim Programı mevcut. Firmada üçüncü yılını dolduran her aplikasyon uzmanının kazandığı bir

hak olan bu uygulama sayesinde; kendi kendine veya bir klinikte bulunup yeni bir teknik öğrenme, bir kongrede katılımcı olma, bir kursa ya da seminere katılma gibi imkânlarla da sahip olmaktadır.



Resim 5: Sofya-Bulgaristan 2018

Avrupa / Amerika firmalarında çalışmanın getirdiği sosyal haklar neler?

Birçok ülkede ofisi bulunan Varian firmasında, çalışma şartları ülkelerin kurallarına göre değişiklik göstermekte. Benim de bağlı olduğum İsviçre Ofisi için genel olarak izin günlerine ve mesai saatlerine verilen önemden bahsedebiliriz. Ancak zorunlu durumlarda bu saatlerin dışında çalışılan günleri ve seyahat sürelerini izin olarak değerlendirme imkânı da mevcut. Ayrıca katkı sağladıkça elde edilebilen çeşitli ödüller de motivasyonu artıran faktörler arasında. Ek olarak yeni bir dil öğrenme gibi, çalışma hayatına da katkısı olan bir eğitim ya da kursa başlayanlara da teşvik sağlanabiliyor.

SAFETY IS NO ACCIDENT BÖLÜM IV

ASTRO 2019

Med. Fiz. Uzm. Uğur Akbayırlı

Med. Fiz. Uzm. M.Mustafa Tintaş

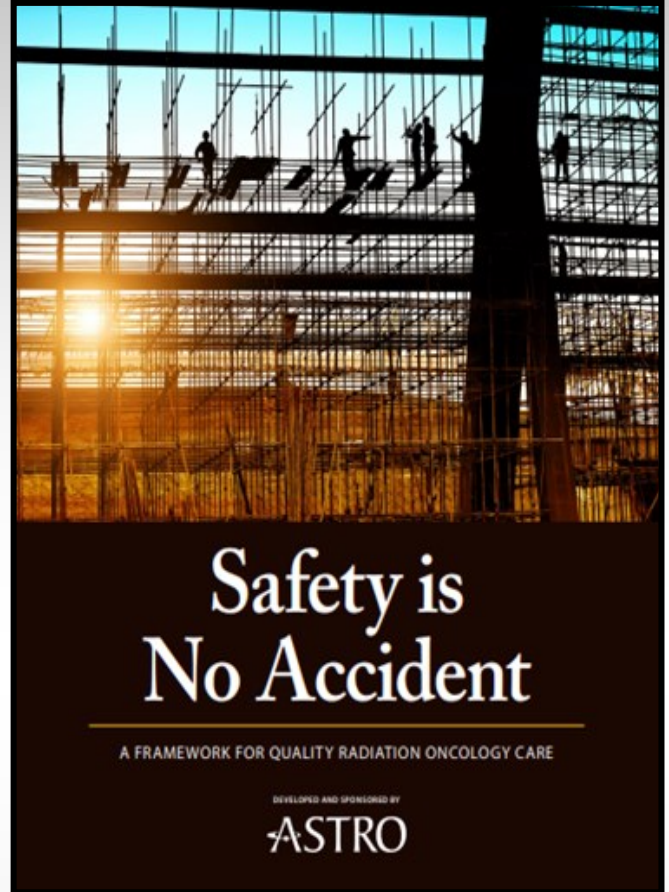
Elinizdeki 24. Sayımızda ASTRO (American Society for Radiation Oncology)'nun yayına hazırladığı "Safety Is No Accident" kitapçığının kendi içinde bağımsız bir yapı oluşturan **"RADYASYON ONKOLOJİSİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE GÜVENÇE"** başlıklı 4. ve son bölümünü sizlere sunuyoruz. Böylece elimizde "Safety Is No Accident" kitapçığının Türkçe versiyonu tamamlanmış oluyor. Tekrar emeği geçen değerli arkadaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

Bu bölüm, kalite, güvenlik ve tutarlılığı teşvik etmek için tüm çabaları uygun şekilde organize etmeyi amaçlayan genel program olan kalite yönetimi (QM) üzerine odaklanmıştır. Kalite Yönetimi sistemleri, işleri düzgün, verimli ve etkili bir şekilde yapmak için bir yapı sağlar.

Bu bölümün ilerleyen kısımlarında, bir uygulamanın Kalite Yönetimi programı ayrıntılı olarak ele alındığında aşağıdaki gibi birçok bileşenden oluşacaktır;

- Radyoaktif kaynakların yönetimi de dahil olmak üzere radyasyon izleme,
- Olay öğrenmeyi içeren kalite ve güvenlik,
- Personel eğitimi ve emsal değerlendirmesi,
- Diğer uzmanlara tavsiye,
- Sonuç ölçümü de dahil olmak üzere hasta yönetimi,
- Tedavi süreci QA,

- Ekipman ve sistem QA,
- Protokol ve prosedürlerde belgelenen standart süreçler.



Bölüm 4: Radyasyon Onkolojisi Uygulamaları İçin Kalite Gereksinimleri

Uygulamalar İçin Fiziksel Gereksinimler

Bir radyasyon onkolojisi pratiği, ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, sayısız gerekliliği yerine getirmelidir. Yeterli klinik alanı, muayene odaları ve ekipmanı, hasta bekleme ve özel değiştirme alanını, uygun hasta bekleme alanını, tedavi odalarını, klinik personeli için ofis alanını (örneğin, doktorlar, medikal fizikçiler, hemşirelik) ve fizik laboratuvarı/ekipmanı depolama alanı dahil olmak üzere genel alan gereksinimleri.

Doğrusal hızlandırıcılar veya diğer tedavi cihazları (örneğin, kobalt, robotik hızlandırıcı) için tedavi odaları radyasyon koruma, çevre koşulları, yedek parçalar için yeterli depolama alanı, test ve dozimetri / fizik ekipmanı, hasta erişimi ve güvenliği için özenle tasarlanmalıdır. Tedavi odası tasarımı video ve ses hasta izleme sistemleri, dozimetri monitörleri (gerektiğinde), bilgisayarlar ve diğer sistemler için elektronik kablolar için radyasyona karşı korumalı erişim kanalları içermelidir.

Radyasyon Güvenliği

Radyasyon güvenliği; hastalar, personel ve klinik ekibin tüm üyeleri için önemli bir sorumluluktur.

Radyoaktif Kaynak Prosedürleri

Tüm radyoaktif kaynaklar ve bunlara erişim özenle kontrol edilmeli ve izlenmelidir.

AAPM Görev Gruplarından gelen raporlar 56, 46, 59, 47, 138, 48, 144, 49,160, 50 ve 192, 51, yerel yönetmeliklere uygun radyoaktif kaynakların taşınmasında güvenlik ve kalite standartlarını gösterir.

Radyasyon onkoloğu, medikal fizikçi ve radyasyon güvenliği görevlisi, brakiterapi kılavuzlarına uygun olarak radyasyon güvenliği süreçlerine hâkim olmalıdır.

Ekipman Güvenliği

Her radyasyon alanı için radyasyon koruma, iş yüküyle tutarlı olmalı ve kullanım veya ekipmanda değişiklikler

olduğunda sürekli uyum için izlenmelidir. Bunlar hesaplamalara dayanmalı ve nitelikli bir medikal fizikçi tarafından yapılan araştırmalar ile doğrulanmalıdır. Görevlendirilen personel mevcut radyasyon güvenliği prosedürleri konusunda yıllık olarak eğitilmelidir.

Görüntüleme Cihazları için Güvenlik

Artan görüntüleme ve terapötik dozun gelişmiş uygulama kalitesi arasında güçlü bir ilişki vardır.

Bununla birlikte, tedavi sırasında görüntüleme ek doz maruziyetine sebep olmaktadır, bu nedenle uygun görüntülemeye dikkat etmek gerekmektedir. RT'deki vurgu, basitçe dozu minimize etmek yerine görüntülemeyi optimize etmektir.

AAPM Task Grup 75, klinik etkinliğinden ödün vermeden görüntüleme dozunu azaltmak için en iyi görüntüleme kullanımı ve stratejileri konusunda rehberlik eder. Buna uygun olarak, Task Grup 180, TMS'ye görüntüleme dozlarının dahil edilmesine ilişkin öneriler sunar.

Program Akreditasyonu

Her radyasyon onkolojisi uygulaması, yerleşik bir radyasyon onkolojisine özgü akreditasyon programı tarafından onaylanmalıdır. Bu süreç önemli temel yeteneklerin mevcut olduğunu, kaliteli RT için gerekli prosedürlerin yapıldığını ve genel tedavi kalitesinin arttığını doğrular.

ASTRO'nun APEX® programı, başvuru sahiplerine gizlilik içinde kendi kendine çalışma, standartlara uygunluklarını değerlendirme ve gerektiğinde bir

süreç değişikliği uygulama fırsatı sunan bir öz değerlendirme üzerine kuruludur.

Güvenlik, Kalite ve Profesyonel Performansı İzleme

Radyasyon onkolojisi pratiğindeki en önemli faaliyetlerden biri güvenlik, hata ve kalitenin tüm yönlerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve izlenmesidir.

Güvenlik, Kalite ve Hata İzleme

Her uygulamada; kalite sorunlarını, tedaviye cevap vermeme, yanılma ve hataları, tanı, hasta bakımı veya hatalara yol açabilecek diğer sorunları izleyen bir inceleme komitesi olmalıdır.

Komite devam eden kalite girişimleri hakkında tüm personeli düzenli olarak eğitmeli ve sürekli kalite iyileştirme yapmalıdır.

Morbidite ve Ölüm Oranları

Uygulamalar hasta morbidite ve mortalitesini, doz tutarsızlıklarını ve bir hastaya kaza, yaralanma veya istenmeyen bir etki içeren herhangi bir olay raporunu gözden geçirmek için en az üç ayda bir veya daha fazla ayda bir kez yapılmalıdır. Morbidite ve mortalite incelemeleri, olağandışı veya ciddi akut tedavi komplikasyonlarını, beklenmeyen ölümleri veya planlanmamış tedavi kesintilerini içermelidir.

Zaman Baskılarını En Aza İndirme

Gerçekçi olmayan çizelgeleme beklentilerini karşılamak için acele etmenin yol açtığı güvenlik problemlerini veya kalite düşüşlerini önlemek için, her uygulama bakım sürecinde her adım için ayrılan

uygun zamanı belirlemelidir. Bu çabanın amacı, zaman baskısının yol açtığı güvenlik sorunlarından kaçınmak, klinik ekibin hastanın klinik değerlendirmesinden tedaviye doğru, zamanında ancak güvenli ve doğru bir geçişi sağlayacak bir hareket rotası oluşturma sorumluluğunu yerine getirmektir.

Profesyonel Performansı İzleme

Personelin uygun eğitimi ve yetkinlik değerlendirmesi için uygulama politikaları mevcut olmalıdır. Her uygulama, klinik personelin iş sorumluluklarında sürekli yetkinliği sürdürmesini sağlamalıdır.

Emsal Değerlendirmesi

Her uygulama, emsal değerlendirmesi için iyi geliştirilmiş bir stratejiye sahip olmalıdır.

Disiplinler arası ve disiplin içi inceleme süreçlerinde uygulamalar arasında farklılıklar olabilir. Bunlar;

- Çoğu uygulamada, her bir hastanın değerlendirilmesine ve tedavi amacına ilişkin detaylar, diğer radyasyon onkologlarına ve klinik ekibine kısaca sunulur ve temel tedavi kararları ve planı için emsal incelemesi olarak kullanılır.
- Radyasyon onkoloğu hedef hacimleri ve normal dokuları tanımladıktan sonra, mümkünse tedavi planlaması başlamadan önce başka bir doktor tarafından konturlar gözden geçirmeli ve onaylamalıdır.

Modern onkoloji hasta bakımı çoğu zaman birçok yöntemi içerir ve onkoloji ile ilgili çeşitli disiplinlerdeki uzmanların incelenmesinden ve tartışılmasından yararlanabilir. Bu, özellikle kompleks vakalar için geçerlidir.

Bu nedenle, multi-disipliner hekim konferanslarında (tümör kurulları) vakaların düzenli sunulması, her bir vaka için tedavilerin uygun kombinasyonunu (ve koordinasyonunu) belirlemeye teşvik eder.

Hasta Merkezli Kalite Yönetimi

Hastaya özel konular, ihtiyaçlar ve sonuçlar dikkatli bir şekilde yönetilmeli ve analiz edilmelidir.

Genel Tıbbi Konular

Her radyasyon onkolojisi pratiği, yeri, büyüklüğü veya karmaşıklığına bakılmaksızın, aşağıdakiler gibi genel tıbbi sorunları yöneterek ve belgeleyerek yüksek kaliteli uygulama standartlarına uygun olmalıdır;

- İlaçlar ve diğer ajanlara alerjiler (örneğin, görüntüleme kontrastı),
- Canlandırma emirlerini yerine getirme,
- Tedaviyle ilgili cihazların ve temas önlemindeki hastaların yönetimi de dahil olmak üzere, temizlik ve enfeksiyonun azaltılması için çabalar,
- Elektronik implantlı cihazların izlenmesi (örneğin, kalp pilleri, defibrilatörler, insülin pompaları, derin beyin stimülatörleri, koklear implantlar).

Multi-disipliner Bakım ve Teknik Uzmanlara Hasta Erişimi

Her uygulamanın tıbbi onkoloji, cerrahi onkoloji ve hastanın multidisipliner bakımında yer alan diğer doktorlara erişimi olmalıdır. Ek olarak, hasta bakımı veya terapi sırasında (veya sonrasında) ortaya çıkabilecek hasta toksisitesinin ele alınması için dış hekimliği, beslenme, laboratuvar testleri ve diğer destekleyici servislere erişim gereklidir. Özel tedavi ve / veya uygulama tarafından sağlanmayan diğer

teknikler için hasta sevk süreci desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.

Bazı uygulamalar, karmaşık durumların (örneğin pediatrik vakaların) veya ileri tedavi uygulama tekniklerinin (örneğin, SRS, brakiterapi, proton terapisi) tedavisinde uzmanlaşabilir. Bu tür uygulamalar, özel personel ve eğitim gerektirebilir.

Sonuç değerlendirmesi

Hastanın tedaviye yanıtındaki değişiklikler, teknik, ekipman performansı veya klinik karar stratejilerindeki büyük veya hatta ince değişiklikleri tanımlayabilir ve uygulamanın genel QM sisteminin başarısı üzerine değerli bir bağımsız kontroldür.

Pek çok klinik durumda, tedavi öncesi temel bir durum, performans durumu ve organ işlevi belirlenmelidir. Tedaviyi takiben, hasta takip ziyaretleri klinik hasta yönetimi ve tedavi sonuçları hakkında bilgi toplamak için çok önemlidir. Takip sıklığı ve yöntemi, her kanser tipine, hastanın evresine ve klinik durumuna özgüdür.

Çıktı Kayıtları

Yerel QA programları için her bir bireysel uygulamanın sonuçlarının değerlendirilmesine ek olarak, ortak hasta kayıtlarına klinik hasta sonuçlarının (örneğin tedaviyle ilişkili toksisite ve kontrol oranları) rapor edilmesi "Hızlı Öğrenme Sağlık Sistemi'nin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır." Kayıtlar ayrıca teknik, doktor yöntemleri, bakım süreci, hasta seçimi ve tedavide iyileşmeye izin veren diğer çeşitli kafa karıştırıcı değişkenleri tanımlamaya da yardımcı olur. Mümkün olduğunda, sonuç bilgileri devlet kalite raporlama programlarıyla ilişkilendirilebilir.

Standart Tedavi Süreci için Kalite Temini

Neredeyse tüm tedavi süreçleri, her birinin hastaya özgü QA sürecinin bir parçası olarak dikkatlice doğrulanması gerekir ve aşağıdaki adımların çoğunu veya tümünü içerir;

- Hasta setup pozisyonunun belirlenmesi ve immobilizasyon,
- Kesitsel görüntüleme (CT, MRI simülasyonu),
- Anatomik modelin oluşturulması (kontur),
- Tedavi amacının belirlenmesi,
- Radyasyon onkoloğu tarafından planlama direktifinin ve tedavi dozunun oluşturulması,
- Bilgisayarlı tedavi planlama ve doz hesaplama,
- MU veya süre hesaplamasının izlenmesi,
- IMRT leaf sıralaması,
- Plan ve elektronik tablo hazırlama,
- Plan değerlendirmesi,
- TMS'ye ve TMS'den TDS'ye veri aktarımı,
- Tipik olarak IMRT, SRS ve SBRT için gerçekleştirilen hastaya özgü plan QA,
- Hasta setupı ve tedavi,
- Doğrulama kontrollerinin planlanması,
- Uyum ve değişikliklerin planlanması,
- Fizikçi ve terapist haftalık grafik (chart) kontrolleri.

Ekipman ve Cihaz Kalite Yönetimi

Radyasyon onkolojisi; bilgisayar kontrollü tedavi cihazlarına, birbirine bağlı görüntüleme, tedavi ve planlama sistemlerine ve önemli yardımcı ekipmanlara dayanan oldukça teknik bir alandır.

Bu bölümde, sisteme özgü QA ile ilgili rehberlik de dahil olmak üzere radyasyon onkolojisi ekipmanları ve sistemleri için genel gereksinimler açıklanmaktadır.

Ekipman, Cihazlar ve Sistemler

Sistem Spesifikasyonu, Kabul Testi, Klinik İşletime Alma ve Klinik Yayın

Herhangi bir yeni RT sistemi klinik kullanıma hazırlandığı zaman aşağıdaki süreçlerden geçmelidir;

- Sistem Spesifikasyonu: Gelecekteki güvenlik veya etkinlik problemlerini önlemek için, tasarım, beklentiler, yetenekler, toleranslar, tehlikeler, gerekli eğitim, kullanılabilirlik ve teknik özellikler gibi durumlar dikkatlice düşünülmelidir.
- Sistem Bağlantısı: Veri iletişim hatalarını ve klinik verimlilik sorunlarını önlemek için, her sistemin uygulamadaki diğer sistemler ile birlikte çalışabilmesi ve birbirine bağlanabilmesi gerekir.
- Kabul Testi: Kabul testi, AAPM tarafından tanımlandığı ve belgelendirildiği şekilde kalifiye bir medikal fizikçi tarafından denetlenmelidir.
- Klinik Devreye Alma: Nitelikli bir medikal fizikçi, belirli bir sistemin klinik kullanıma hazır olduğunu anlamak, belgelemek, karakterize etmek ve kanıtlamak için yapılması gereken tüm faaliyetleri içeren klinik devreye alma sürecini de yürütür.

Devreye alma kısmındaki hatalar büyük olasılıkla birden fazla hastayı etkileyebilecek sistematik hatalara neden olacağından, bu süreçte yeterli zaman ve kaynak tahsis edilmelidir.

Süreç Kalite Temini

Her yeni sistem veya süreç için bir kalite yönetimi programı oluşturulmalı ve tehlike analizi, kalite kontrol, kalite temini, eğitim dökümantasyon ve

devam eden kalite iyileştirme çabalarını içermelidir. Bu tür bir programın birçok yönü vardır:

- **Tehlike Analizi:** Yanlış sonuçlara veya hastaya zarar verebilecek arıza potansiyelinin aktif olarak değerlendirilmesi, kalite kontrol, kalite temini, eğitim veya diğer azaltma stratejilerinden faydalanabilecek sorunları tanımlamak için herhangi bir yeni sistem için tehlike analizi yapılabilir.
- **Kalite Kontrol:** Kalite Kontrol, bir sürece belirli bir kalite empoze eden faaliyetleri içerir. Bir cihazın veya sistemin fiili çalışma performans özelliklerinin değerlendirilmesini ve istenen amaçlarla karşılaştırılmasını gerektirir.
- **Kalite Temini:** bir sürecin çıktısıyla (out-put) elde edilen kalite seviyesini gösteren tüm faaliyetleri içerir. Temini kontrolleri, kalite kontrol ile birlikte çoğu cihaz ve sistem için kalite yönetiminin temel parçalarıdır, çünkü bunlar sistem tarafından gerçekleştirilen potansiyel olarak karmaşık kararların veya eylemlerin çıktısını kontrol edebilirler.
- **Eğitim ve Dokümantasyon:** Herhangi bir sistemin doğru kullanımı, personelin eğitiminin hedeflerde, yöntemlerde, sonuçlarda, işletmede ve çıktı kalitesinin değerlendirilmesinde olmasını gerektirir.

Hem eğitim hem de dokümantasyon sık sık güncellenmelidir. Özellikle, bir sistemden uzakta bir süre sonra personeli eğitmek veya mevcut bilgileri yenilemek genellikle gerekli olmaktadır.

Bakım

Tüm cihazlar, sistemler ve işlemler (QA araçları dahil)

rutin bakım için yeterli zaman, malzeme ve kaynak gerektirir:

- **Mekanik Sistemler:** Rutin mekanik ve önleyici bakım programları, potansiyel olarak büyük güvenlik problemlerine yol açabilecek önemli bileşen arızalarını önlemek için çok önemlidir.
- **Elektronik Sistemler:** Elektronik sistemlerde önleyici bakım, cihazın başarısız olmaya veya istenmeyen performans göstermeye başlayan bileşenlerini aramak için parametre değerlerini ve davranışlarını izlemeyi içerebilir.
- **Yazılım Sistemleri:** Yazılım nadiren hatasız olduğundan ve deneyim kazanıldıkça sistemin kullanımı gelişebileceğinden, yazılım bakımı genellikle yeni sürümlerin yüklenmesini içerir.
- **İşlemler:** Tıbbi cihazlara, elektronik parçalara ve yazılıma benzer şekilde, işlemlerde de rutin bakım gerekir.

Tüm işlemler klinik olarak kullanıldığı için evrilmektedir. Bu evrim, sürecin hassas olabileceği, olası başarısızlıkları değiştirdiğinden, bu ilerlemeyle ilişkili Kalite Yönetimi programının gerektiği gibi değiştirilmesi gerekir.

Cihazların ve Sistemlerin Bağlantısı ve Birlikte Çalışabilirliği

Neredeyse tüm büyük radyasyon onkoloji ekipman parçaları bilgisayar kontrollü veya yazılım tabanlı cihazlardır ve çoğunlukla hepsi birbirine bağlıdır. Tedavinin güvenliği ve kalitesi, çeşitli cihazların veri, komutlar ve gerçekleştirilen genel işlemle iletişim kurduğu doğruluk ve eksiksizliğe bağlıdır. İletişim protokollerindeki herhangi bir hata, çoğu durumda, iletişim protokollerinde, arabirimlerde veya altta yatan

sistem tasarımlarında hatalara neden olabilir. Belirli koşullar altında düzenli olarak oluşan sistematik hatalar olacaktır. Bu hataları spesifik, resmi bir tehlike analizi ve yönlendirilmiş test olmadan bulmak zor olabilir.

Uygulamalar, tüm bilgisayar sistemi bağlantılarının, arayüzlerin ve birlikte çalışabilirliklerin doğruluğunu titizlikle test etmek ve belgelemek için bir QA programına sahip olmalıdır.

Dış inceleme

Tek bir başarısızlık noktası veya son derece olası hata kombinasyonları, herhangi birisine veya herhangi bir uygulamaya olabilir. Herhangi bir QM programının kritik yönlerinin bir dış kişi veya kurum tarafından bağımsız olarak gözden geçirilmesi, olası olmayan veya tek nokta başarısızlıklarından kaçınmak için son derece etkili bir yoldur ve gerektiğinde kullanılmalıdır.

Bağımsız, dış değerlendirmeleri destekleyecek mekanizmaların oluşturulması aşağıdaki gibi önerilmektedir;

- Temel tedavi cihazı kalibrasyonu klinik kullanımdan önce ve sonrasında yıllık olarak onaylanmalıdır.
- Verilen doz, dışarıdan verilen uçtan uca testlerle doğrulanmalıdır.
- Gelişmiş tedavi programları (örneğin, IMRT, SBRT, SRS, IGRT, intraoperatif radyasyon tedavisi [IORT]) başlangıçta ve daha sonra düzenli aralıklarla dış emsal incelemesi yapılmalıdır.
- TPS uygulaması başlangıçta ve düzenli aralıklarla gözden geçirilmelidir.

Karşılaştırmalar, benzer cihaz verilerinin kullanımı ve hesaplama yöntemleri de dahil olmak üzere uygun şekilde tasarlanmış plan karşılaştırma stratejileriyle yapıldığı gibi ayrıntılı veya daha sınırlı olabilir

- Tedavi protokolleri ve SÇP'ler (SOPs) en az dört yılda bir dış akreditasyon kurumu tarafından gözden geçirilmelidir.
- Bir radyasyon onkolojisi programının ek yönleri, cihaz kalibrasyonu ve QA programı, klinik protokoller vs. olmak üzere benzer incelemelerden faydalanacaktır.

Ekipman Değiştirme, Yükseltmeler ve İlaveler

Ekipmanlar, teknolojik olarak eski hale geldiklerinde veya kullanım ömrünün sonuna ulaştığında değiştirme veya yükseltme gerektirmektedir. Örneğin, aşağıdaki durumlarda, doğrusal bir hızlandırıcının ortalama ömrü: ekipman uygun şekilde bakımı yapıldığında; yedek parçalar kolayca ve ekonomik olarak temin edilebilir ve operasyonel özellikler ve mekanik bütünlük performans ve güvenlik standartlarını karşıladığında 8-10 yıl arasındadır.

Bir TPS, donanım eski hale geldiğinde ya da yazılım işlevselliği mevcut bakım standardını karşılama yeteneğini sınırladığında değiştirme veya yükseltme gerektirir. Eski donanımın sürekli kullanımı, satıcılar eski modeller için destek sağlamayı bırakabileceğinden, bakım konusunda zorluklar yaratır.

Bir TPS ve / veya TDS, teknolojik olarak eski olmasa bile, garanti durumuna yükseltilemiyorsa klinik hizmetten çekilmelidir. Ekipmanın bu periyodik olarak değiştirilmesi ve yenilenmesi sadece kaliteli bakım için

değil, hasta ve personel güvenliği ve verimli ekonomik işlem için de gereklidir. Ekipman değişimi, coğrafi veya politik ihtiyaçlara değil, klinik uygulamaya dayalı olarak doğrulanmalıdır.

Ayrıca, belirli bir uygulamada ek ekipmana olan ihtiyaç; tedavi gerektiren hasta sayısının artışı, tedavi karmaşıklığının değiştirilmesi veya yeni bir uzmanlık hizmetinin eklenmesine dayanmalıdır.

Eksternal Beam Radyasyon Tedavisi

EBRT Personeli Yeterliliği

Klinik personel gereksinimleri şunları içerir;

- CT simülasyon yazılımı ve lazer hizalama cihazlarıyla donatılmış CT tarayıcı kullanımıyla ilgili klinik deneyim,
- Tekrarlanabilir hasta konumlandırmasına izin vermek için hasta konumlandırma ve immobilizasyon cihazlarının (maske, alfa beşiği vb.) uygun kullanımı,
- Planlama, yazılım ve klinik bilgi için kullanılıyorsa MRI, PET veya diğer görüntülemelerde, görüntü veri seti kaydı ve bilgi füzyonundaki deneyim,
- Anatomik bilgi ve hedef(ler) i ve bitişik kritik yapıları doğru şekilde sınırlandırabilme,
- Doz hacim histogramları ve diğer plan değerlendirme ölçümleriyle hacimsel dozimetrik analizler yapabilme becerisi dahil, tedavi planlama yazılımıyla ilgili bilgi ve deneyim; belirtildiğinde optimize tedavi planları oluşturma deneyimi,

- Işın şekillendirme cihazlarının (serrobend blokları, çok alanlı kolimatörler, kompensatörler dahil) tasarımı ve kullanımı ile ilgili deneyim,
- Elektron ışınları, yerleşik kilovoltage ve megavoltage görüntüleme cihazları ve mevcut olduğunda yardımcı lokalizasyon görüntüleme cihazları bulunan çoklu foton enerji doğrusal hızlandırıcıları ile deneyim.

Asgari Cihaz Gereksinimleri

EBRT'yi sağlamak için gereken standart özellikler (örneğin, 2-D, 3-D CRT ve IMRT) bir veya daha fazla foton enerjisi, çoklu elektron enerjileri, çok yapraklı kolimatör (MLC), elektronik portal görüntüleyici ve bilgisayarlı bir TDS ve TMS içerir. Ekipman yetenekleri, hastalara sürekli bir bakım sağlamak için yeterli olmalıdır.

Asgari Kalite Temini Gereklilikleri

Her cihaz için uygun dokümantasyona sahip eksiksiz bir QA programı gereklidir ve rutin QA ve QC prosedürlerini ve günlük, aylık ve yıllık testleri içermelidir. QA süreçleri, fizik personeli tarafından doğrudan denetlenmeyi gerektirir.

Yoğunluk Modülasyonlu Radyasyon Terapisi (IMRT) ve Volumetrik Modülasyonlu Ark Terapisi (VMAT)

IMRT ve VMAT yüksek derecede uygun tedavi sağlama yöntemleridir. 3D-CRT gereksinimlerine ek olarak, IMRT / VMAT ayrıca şunları gerektirir;

- IMRT planlama ve dağıtım sistemi dikkatli bir şekilde devreye alınmalı ve rutin hastaya özgü IMRT plan QA için teknikler uygulanmalı, test edilmeli ve bireysel hasta IMRT planlarının

doğruluğunun onaylanması için karakterize edilmelidir.

- Mevcut QA programlarını, yeni tedavilerde mümkün olduğu kadar etkin kılmak ve örneğin teknolojinin gelişimini ve ekipmanın yeteneklerini ele almak için mevcut QA programlarını değiştirmek medikal fizikçilerin sorumluluğundadır.

Parçacık Terapisi

Parçacık terapisi, protonların, nötronların veya iyonların parçacık ışınlarını kullanan bir EBRT şeklidir.

Günümüzde en yaygın tip parçacık tedavisi proton tedavisidir ve hafif iyon tedavisi (karbon iyonu) kullanımında eğilimler ortaya çıkmaktadır. Parçacık tedavisinin güvenli ve doğru bir şekilde tedavi planlamasını ve iletimini sağlamak için, minimum cihaz gereksinimleri çevrimiçi görüntü rehberliği, altı derece hareket kabiliyetine sahip bir robot masa (6D), sağlam bir immobilizasyon sistemini, tedavi hazırlığını, tedavinin verilmesi ve yeterli QA ekipmanını yönetmek için bilgisayarlı bir TMS'yi içerir.

Asgari Kalite Temini Gereklilikleri

Proton tedavisinin hem tedavi planlaması hem de sunumunun kesinliği ve doğruluğu, 3B görüntüleme, görüntü artefaktları, doku heterojeniteleri, hasta immobilizasyonu ve setupı, görüntüleme ve fraksiyonel hasta ve organ hareketi, fizyolojik değişiklikler ve tedavi sunumuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

İntrafraksiyonel hareketin etkilerini en aza indirmek için sağlam planlama tekniklerinin geliştirilmesi teşvik edilmektedir.

Ortamda Bragg peak ve bunun durdurma gücüne olan bağımlılığı, işlemin tüm QA yönlerine daha katı bir yaklaşıma olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Örneğin, Hounsfield Unit dönüşüm eğrilerinin simülasyon-CT'deki doğrulanması ve yapay azaltma yazılımının (eğer kullanılıyorsa) ayrıntılı bir şekilde doğrulanması, program için ek bir yükür ve ek personel gerektirir.

Hastaya özgü QA, uygun bir şekilde seçilmiş ve spesifik tedavi yöntemiyle kullanılmak üzere, kalibre edilmiş dedektörlerin kullanımıyla tercih edilen 3D Bragg Peak analizine izin veren yöntemlerle (IMRT / SRS'ye benzer) yapılır. QA amaçları için, 2-D - 2-D eşleşmesi, 3-D IGRT'ye göre alt-optimal olabilir. Uygun analizin yapılması için IMRT QA ile karşılaştırıldığında ek zamana ihtiyaç vardır.

Çıkış dozimetresi ekipmanı mevcutsa, dozun planlandığı gibi iletildiğinden emin olmak için günlük gama analizi yapılması faydalıdır.

Özel Teknikler ve Cihazlar

Robotik radyasyon dağıtım sistemleri, stereotaktik, IORT, yüzeysel radyasyon terapisi, MRG kılavuzlu RT, hareket ve kurulum yönetimi cihazları ve yalıtılmamış radyofarmasötik kaynakları, bu tür özel teknik ve cihazlara örnek olarak verilebilir. Yüzeysel RT de dahil olmak üzere bu özel tekniklerin sunulması, uygun şekilde eğitilmiş medikal fizikçilerle çalışan radyasyon

onkologları tarafından denetlenmeli, uygulanmalı ve yönetilmelidir.

Stereotaktik Radyocerrahi ve Stereotaktik Vücut Radyasyon Tedavisi

SRS ve SBRT ya RT'yi yüksek hassasiyetle beş veya daha az fraksiyon halinde (örneğin, IGRT rehberliği) vermek üzere hedefe dikkatle şekillendirilmiş çoklu ışınlar veya konformal / modüle edilmiş arklar kullanır.

SRS tipik olarak beyin ve omurga ile sınırlı olsa da SBRT'nin vücuttaki bölgelere kullanımı ile ilgili klinik veriler artmaktadır.

SRS veya SBRT ile tedavi edilen hastalar için, tedavi fraksiyonunun başlangıcında nitelikli bir radyasyon onkoloğu hazır bulunmalıdır. İlk tedavinin tamamında kalifiye bir medikal fizikçi bulunmalı ayrıca sonraki fraksiyonlarda yardımda bulunmalıdır.

SRS veya SBRT için radyoaktif malzemelerin kullanımı, Nükleer Düzenleme Komisyonu tarafından düzenlenir ve bu da tedaviyi denetlemek için uygun personel gerektirir.

İntraoperatif Radyasyon Tedavisi

IORT en yaygın olarak elektronlar, düşük kV x-ışını veya HDR brakiterapi içeren tek bir destek dozu olarak verilir ve küratif amaçlı tedavi edilen hastalar için standart fraksiyone edilmiş EBRT ile birleştirilebilir. Nadiren, IORT ışınlamanın tek bileşeni olarak verilir (örneğin, öncelikle erken meme kanseri). Tek fraksiyonun büyüklüğü göz önüne alındığında, tedavi için nitelikli bir radyasyon onkoloğu ve medikal fizikçi bulunmalıdır.

Brakiterapi

Brakiterapi Personeli Kalifikasyonu

Brakiterapi personeli, gelişmiş, teknik özellikli uzmanlık gerektirir. Radyasyon onkoloğu için kurul sertifikası veya uygunluk aranır ve medikal fizikçi Yetkili Tıbbi Fizikçi olarak gereksinimleri karşılamalıdır.

Klinik ekip, Nükleer Düzenleme Komisyonu düzenlemeleri uyarınca en az yıllık bir eğitim almalı ve herhangi bir ek devlet gereksinimlerini karşılamalıdır. İyi tanımlanmış çeşitli prosedürlerin doğru ve güvenli bir şekilde tedavi edilmesini sağlamak için eğitilmiş personel uygun şekilde bilgilendirilmeli ve birlikte çalışmalıdır.

HDR brakiterapiyi uygularken, tedavinin başlaması için yetkili kullanıcı ve bir Yetkili Tıbbi Fizikçi fiziksel olarak bulunmalıdır.

Asgari Cihaz Gereksinimleri

Brakiterapi alanı, her hastalık bölgesi için özel olarak geliştirilen cihazlarla bir alt uzmanlık alanı haline geldi; Her cihaz için minimum standartları belirlemek mümkün değildir. Bununla birlikte, beklenen asgari standart mevcut cihazlarla en azından aynı mevcut güvenlik ve yetkinlik seviyesini sağlamaktır. Bazı kuruluşlar, belirli hastalık bölgeleri için uygun hasta bakımı için gerekli işlemlerin ayrıntılarını gözden geçiren kılavuzlar oluşturmuştur.

Asgari Kalite Temini Gereklilikleri

Brakiterapi için kalite temini süreci EBRT'ye benzer ve Bölüm 4.2.5'te listelenen genel bileşenlerin çoğunu içerir.

Ek olarak, hastaya özel QA yönetimi şunları içerir: aplikatör devreye alma; aplikatör periyodik kontrolleri; görüntüleme (örneğin, CT simülasyonu, ultrason veya düz film) kontrolleri.

Görüntüleme Cihazları

IGRT kullanımı, hipofraksiyasyonun kullanımı arttıkça ve tedavi marjları azaldıkça (hedef hacim marjlarını planlama) giderek artar ve tedavi sunumunun önemli bir bileşenidir. Çok sayıda görüntüleme yöntemi (örn. CT, MRI, PET), RT planlama sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır ve hasta setupı, konumlandırma, hizalama, hareket değerlendirmesi ve IGRT (örn. Megavoltage portal görüntüleme, kilovoltage görüntüleme, ultrason görüntüleme, CBCT, radyofrekans fenerleri) için tedavi sırasında kullanılır.

Fonksiyonel ve metabolik görüntülemenin adaptif tedavi sürecinin bir parçası olarak kullanılması, gelişen bir tekniktir. Adaptif tedavi stratejisi değişikliklerinde kullanılan her spesifik metrik, biyobelirteç ve / veya karar süreci için, metriklerin klinik kullanımlarına göre duyarlılığı, tekrarlanabilirliği ve toleransları özel QA yöntemleri olarak değerlendirilmelidir.

Tedavi Planlaması ve Tedavi Verilmesi Sürecinin Devreye Alınması ve Kalite Temini

Tedavi planlaması ve uygulaması için kullanılan süreçlerin devreye alınması ve kalite temini, ekipman ve sistemler için olan devreye alma ve kalite temini kadar önemlidir. Klinik sistemin her bir bileşenini test ettikten sonra, tüm işlemin dikkate alınması, test edilmesi ve devreye almanın ardından nihayet tamamlanmıştır.

Bu işlem tipik olarak aşağıdakileri içerir;

- Sürecin her bir bileşeninin devreye alınması ve test edilmesi,
- Planlanan tedavinin doğru bir şekilde verilmesini onaylamak için testin sonunda değerlendirilebilecek temsili işlemler için, tüm süreci gerçekleştiren, dozimetrik veya diğer kantitatif testlerle end to end (uçtan uca) test,
- Sürecin tasarlandığı gibi performans göstermesini sağlamak ve süreçteki sorunların tanımlanmasına yardımcı olabilecek kalite ölçümlerinin belirlenmesi,
- Sistemler arasındaki ara yüzlerin yönlendirilmiş testi (yani TPS'den TMS'ye ve TDS'ye indirme bağlantısının test edilmesi),
- Periyodik beam data (ışın veri) sabitliği kontrolleri,
- Süreçteki potansiyel zayıf noktaları aramak için tehlike analizi veya benzeri bir teknik kullanarak sürecin risk değerlendirmesi.

TedaviPlanlama Sistemleri

Asgari Cihaz Gereksinimleri

Doz hesaplamaları için 3 boyutlu bilgisayarlı tedavi planlaması, görüntü üretimi ve planlama sürecinin diğer yönlerini kullanan yüksek kaliteli ve kapsamlı tedavi planlaması esastır. Güvenli ve etkili bir planlama kullanımı, BT, MRG ve diğer görüntüleme bilgilerinin doğrudan girilmesini gerektirir; 3-D anatomik cisimleri (hedefler ve normal dokular) tanımlama; 3-D'de tanımlanan ışınlar ve / veya radyoaktif kaynaklar; iyi karakterize edilmiş ve doğru doz hesaplamaları; tekrarlanabilir ışın özellikleri; heterojenite düzeltmeleri; doz volüm histogramları ve

diğer plan değerlendirme ölçütleri; ve tedavi planı bilgisinin TMS'ye elektronik olarak indirilmesi.

Asgari Kalite Temini Gerekliklikleri

Planlama için kullanılan donanımın, yazılımın ve sürecin QA'i medikal fizikçilerin sorumluluğundadır.

AAPM'nin Tıbbi Fizik Uygulama Rehberi 5.a. Task Group 53, modern tedavi planlamasının güvenli ve uygun bir şekilde kullanılmasına, kabul testi, klinik devreye alma, rutin kalite temini, eğitim, dozimetrik ve dozimetrik olmayan testler ve daha fazlası gibi konuların tartışılmasıyla ilgili rehberlik sağlar.

Tedavi Yönetim Sistemleri

Asgari Cihaz Gereksinimleri

Çağdaş RT, tedavi sunumunu ve / veya tedavi öncesinde yer alan tedavi hazırlama ve planlama adımlarını yöneten bilgisayarlı bir TMS kullanımını içerir.

TMS nin şu anda içerdikleri;

- Hasta demografisini depolayan veri tabanlarını, veri planlama ve tedavi verilerini, veriyi oluşturmak / değiştirmek / düzenlemek ve yönetmek için kullanılan uygulamaları ve bazı prosedürleri içeren bir bilgi sistemi parçası (yani, RT-elektronik tıbbi kayıt). İş akışı araçları ve
- Tedavi sunumu sırasında etkinlik akışını doğrudan yöneten bir TDS.

Buna hasta setup'ı, görüntüleme, tedavi doğrulaması ve hastanın tedavisinin her bir kesimi sırasında gerçekleşen diğer etkinlikler dahildir.

Asgari Kalite Temini Gerekliklikleri

TMS, diğer tüm sistemlerden daha az tanımlanmış ve anlaşılmıştır. Bu alanda rehberlik geliştirmek için yeni çabalara ihtiyaç vardır.

Dokümantasyon ve Standardizasyon

Tıbbi Kayıt Belgeleri

Radyasyon onkolojisi gibi oldukça teknik bir alanda, hasta bakımı için genel planın ilgili detaylarının titiz bir şekilde belgelendirilmesi esastır. Bu, hastanın kapsamlı değerlendirmesinin belgelendirilmesini, tüm prosedürlerin teknik ayrıntılarını ve klinik tedavi kararlarını ve tedavi kursu ile ilgili kararlara yol açan uzlaşmayı içerir. Dokümantasyon süreçleri periyodik olarak gözden geçirilmeli ve geliştirilmeli ve mümkünse EHR'de standart bir formatta yürütülmelidir.

Uygulamaların çoğu, kâğıt çizelgelerden EHR'ye geçmiştir, bu nedenle eski bakım standartlarının birçoğu yeni EHR ortamını idare etmek için revize edilmekte veya tamamen değiştirilmektedir. Tamamen kağıtsız bir ortama doğru bu hamle ile uygulama ve satıcılar, alan için evrensel bir ontolojinin geliştirilmesi de dahil olmak üzere elektronik belgelerin tasarımını, uygulamasını ve etkinliğini geliştirmeye devam etmelidir. Proseslerde ve kalite stratejilerinde yapılan bu değişikliklerde, temel değişikliklerle elektronik sistemlerde sıkça karşılaşılabilecek hata veya yanlış anlamaları ele almak gerekir.

Günümüzde, sağlık kuruluşunu EHR teknolojisinin daha iyi kullanılmasına doğru yönlendirmek için

yönetmelikler de dahil olmak üzere kamu kurumlarından büyük önem verilmektedir.

Ek olarak, birlikte çalışabilirliği sağlamak ve kalite performansının ölçülmesini sağlamak için EHR içerisinde ayrı veri unsurlarının kullanılmasına vurgu yapılması şiddetle teşvik edilmektedir.

21. Yüzyıl Tedavi Yasası, yerel hükümetin birlikte çalışabilirliği teşvik etmek için sağlık bilgi teknolojisi standartlarının düzenlenmesi ve geliştirilmesinde daha güçlü bir rol oynamasını sağlar.

Hasta bakımında dokümantasyonunun kalitesinin ve erişilebilirliğinin korunması ve iyileştirilmesi yüksek bir önceliktir. Hasta gizliliği ve korunan sağlık bilgilerinin güvenliği uygulamalar için en büyük öncelik olmalıdır.

Her uygulamanın HIPAA uyumlu bir uygulama ve / veya sağlık sistemi EHR'si olmalıdır.

Bilgisayar sistemleri hassas hasta verilerine erişim sağladığından ve / veya tuttuğundan, bilgisayar virüslerine ve zararlı saldırılara karşı korunmaya özel dikkat gösterilmelidir.

Bu, HIPAA Güvenlik Kurallarına uyumu, ABD Gıda ve İlaç İdaresi onaylı çözümlerin kullanımını ve uygulamanın elektronik kaynaklarının uygun kullanımı konusunda periyodik personel eğitimi içermelidir.

İlkeler ve Prosedürler

Her uygulama, bakım süreci için açıklanmış politikalar ve prosedürler, kalite temini adımları, personel davranışları ve hasta / personel güvenliğini etkileyen

hususlar geliştirmeli ve dikkatli bir şekilde uygulamalıdır.

Her spesifik tedavi (örneğin, IMRT, SBRT), sürekli kalite iyileştirme ve güvenlik için bir planla birlikte, tedavi planlama ve tedavi verilme sürecinin, her ekip üyesinin rol ve sorumluluklarının, kalite temini kontrol listelerinin ve test prosedürlerinin ayrıntılı dokümantasyonuna sahip olmalıdır. Bir ekip üyesinin sorumluluklarıyla ilgili politikalar ve prosedürler, yeni personel oryantasyonu sırasında hasta bakımına başlamadan önce bir ön koşul olarak ve sonra da tüm personel tarafından periyodik olarak gözden geçirilmelidir. İncelemelerin personel tarihine göre imzalarla belgelenmesi tavsiye edilir. Politikalar ve prosedürler düzenli olarak gözden geçirilmeli, gerektiğinde güncellenmeli ve ideal olarak elektronik formatta tüm personele kolayca erişilebilir olmalıdır. Standart politika ve prosedürleri takip etmek ve iletişimi açıkça belgelemek uygulamada güvenliği artırır.



Med. Fiz. Uzm. Uğur Akbayırlı

1988 yılında İzmir'de doğdu. 2013 yılında Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2017 yılında ise Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri

Enstitüsü Radyoterapi Fiziği yüksek lisans programından mezun oldu. 2017 güz döneminden bu yana Çukurova Üniversitesi Biyoteknoloji programında doktora eğitimine devam etmektedir. 2015 – 2017 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda Medikal Fizik Uzmanı olarak görev yapmıştır. 2017 yılından bu yana Medideal Medikal Projeler ve Çözümler A.Ş. bünyesinde Medikal Fizik Uzmanı

olarak bulunmakta ve Sakarya Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi bölümünde çalışmaktadır.



Med. Fiz. Uzm. M. Mustafa Tintaş

1987 yılında Afyonkarahisar'da doğdu. 2012 yılında Ege Üniversitesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 2016 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Medikal Fizik

Bölümünden yüksek lisans diploması aldı. 2016-2017 yıllarında Medideal Medikal Projeler ve Çözümler A.Ş. ye bağlı olarak Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Medikal Fizik Uzmanı olarak görev yaptı. 2017 Kasım ayı itibariyle aynı şirket bünyesinde Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Sorumlu Medikal Fizik Uzmanı olarak görevine devam etmektedir

KİTAP TANITIMI: BASICS OF PLANNING AND MANAGEMENT OF PATIENTS DURING RADIATION THERAPY

Med. Fiz. Uzm. Özgür Kara

Dr. Ashutosh Mukherji tarafından kaleme alınan kitap Springer Yayınları tarafından 2018 yılında yayınlanmıştır. Kitap, 400 sayfadan ve 4 ana, 30 alt bölümden oluşmaktadır.

Yazar Hakkında Bilgi

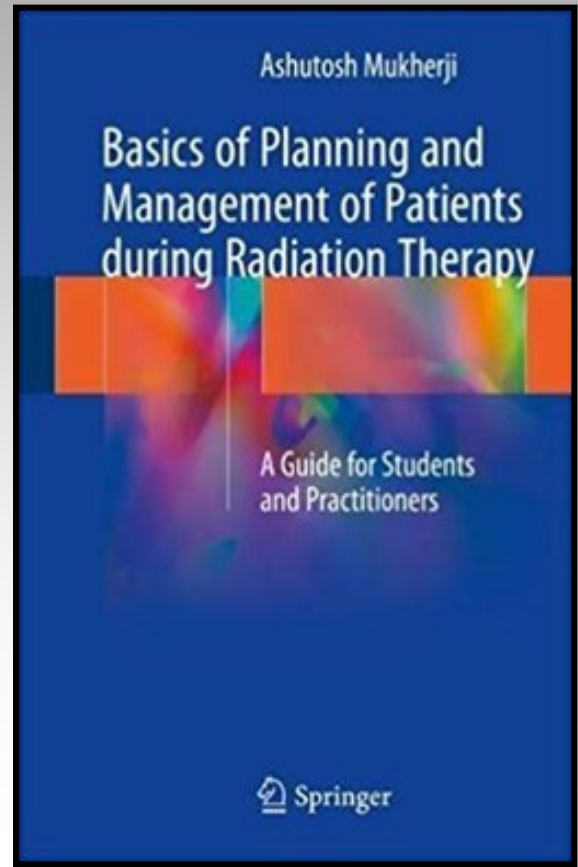
Delhi Üniversitesi'nden 2006 yılında uzmanlığını alan Hintli Dr. Ashutosh Mukherji, alanında 13 yıllık deneyime sahip olan bir Radyasyon Onkolojisi Uzmanıdır. Şu an görevine Somajiguda Hyderabad Yoshida Hastanelerinde devam etmektedir.

Hindistan Radyasyon Onkolojistleri Topluluğu (AROI), Hindistan Brakiterapi Topluluğu ve Hindistan Radyasyon Onkolojisi Kolejlerinin üyesi olan yazarın, brakiterapi, Genitoüriner Tümörleri Stereotaktik Radyoterapi (SRT), Stereotaktik Radyocerrahi (SRS) ve Görüntü Rehberliğinde Radyoterapi (IGRT) alanlarında çalışmaları bulunmaktadır.

Kitap Ne Hakkındadır?

Radyasyon tedavisi son yıllardaki hızlı teknolojik gelişmelerle birlikte anatomik işaretlemeler rehberliğinde yapılan tedaviden, radyolojik görüntüleme eşliğinde yapılan, biyolojik aktif tümör volümünün ve hedef hacim yakınlarındaki kritik yapıların tedavi esnasında görüntülenerek, hedefe reçetelenen maksimum dozu verirken çevre yapıların çok daha iyi korunmasına olanak sağlamaktadır.

Bu hızlı gelişimlerle birlikte modern radyasyon onkologlarının tüm yeni modalitelerle irtibat halinde olmasını düşünen yazar, bu kitapla birlikte standart



radyoterapi ders kitapları ve uygulama el kitapları arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlamıştır. Kanser hastasına ilk yaklaşımdan, tedavi kararının verilmesi ve programlanmasına, görüntüleme, immobilizasyon, konturlama, planlama, değerlendirme ve radyoterapi tedavisinin verilmesi süreçleri aşama aşama anlatılmıştır.

Kitap, Radyasyon Onkoloğu'nun kanser hastasına hangi bakış açısıyla yaklaştığını anlatmıştır. Okuyucuya, hastalığın tanısının konulması ve araştırmaların yapılması, tedavi kararı ve planlanması, değerlendirme ve radyoterapi uygulanması aşamalarını anlatan bölümlere ayrılan kitapta, radyoterapinin en son tedavi modalitelerinin uygulanması, biyomoleküller, kemoterapi ve

radjosensitif ve radyoprotektörlerin birlikte kombine radyoterapi uygulamalarının dünyadaki güncel uygulamaları hakkında pratik bilgiler vermektedir. Ayrıca hastada tedavi esnasında karşılaşılabilecek akut yan etkiler, tedavi sonrasında oluşabilecek komplikasyonlar gibi hastanın tedavi sonrasındaki takip süreci de anlatılmaktadır. Anlaşılacağı üzere yazar bir kanser hastasının tanısının koyulmasından, tedaviden sonraki takip dönemine girene kadarki tüm süreçlere tüm ayrıntılarıyla değinmiştir.

Kitabın Amacı

- Kanser hastalarına yaklaşımın nasıl olmasının gerektiği,
- Bir tedavi yöntemine karar verilmesi,
- Radyoterapide yeni yöntemler nasıl kullanılacağı,
- Radyoterapi planını doğru değerlendirmenin ve tedaviyi doğru yapmanın yolları,
- Tedavi sırasında hastanın bakımı,
- Komplikasyonları ve tedavi sekellerini yönetmek,
- Hastalara nasıl danışmanlık yapılabileceği

Kitabın yazarı, yukarıdaki temel yaklaşımlar ışığında, özellikle tedavide immobilizasyonun önemi, hedef hacim konturlaması, plan değerlendirmesi gibi konularda çeşitli görsel şema ve diyagramlarla konuların daha anlaşılır hale gelmesine çalışmıştır. Kitap genel radyobiyojoloji, radyofizik ve klinik kabullerin eşliğinde kanser yönetiminin nasıl olması gerektiği konusunda görüşlerini kitabında belirtmiştir. Bu el kitabı adaptif ve stereotaktik radyoterapi, parçacık ışın tedavisi, gibi son radyoterapi tekniklerinin nasıl kullanılacağını güncel ve kapsamlı

araştırmalara dayanarak açıklamıştır. Kitapta ayrıca farklı tedavi tekniklerinin tedaviye olan etkisi, yaşam kalitesini etkileyecek toksisiteler ve toksisite önleme, hasta rehabilitasyonu ve tedaviden sonra yaşam kalitesini destekleyici bakımlar konusunda bölümlere yer verilmiştir.

Kitabı Kimler Okumalı?

Bu kitap radyoterapi klinik işleyişi gün gün ele alıp, tedavi yönetiminde nelerin yapıldığı, nelerin yapılmaması gerektiği konusunda ilgili bir hızlı referans kitap olması amacıyla dizayn edilmiş olup, genç radyoterapistlerin kanser hastalarıyla olan günlük ilişkilerinde ve sınavlarında faydalı olması amacıyla tasarlanmıştır. Bu kitap radyasyon onkologlarının, radyoterapiye yaklaşımlarını tüm aşamalarıyla anlatmakta olduğu için, radyoterapi teknikerleri, radyoterapi teknolojistleri, radyoterapi teknikerleri, medikal fizikçiler, tıbbi onkologlar ve hatta cerrahlar gibi kanser hastaları ile ilgilenen tüm uzmanlara yönelik yazılmış olup, hiçbir konuyu teknik detaylara boğmadan basit ve sade bir dille radyoterapi sürecinde "neden?" ve "nasıl?" sorularına cevap vermesiyle birlikte faydalı bir kitap haline getirmiştir.



Med.Fiz.Uzm. Özgür Kara

2009 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 2009-2011 yılları arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD 'nda Radyoterapi Fizikçisi olarak çalıştıktan sonra 2011-2013 yılları Bursa Uludağ Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD 'nda yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2015 yılında Celal Bayar Üniversitesi Katıhal Fiziği Doktora Programı'nda Termoluminesans Dozimetri alanında tez aşamasındadır. 2013-2019 yılları arasında Manisa Devlet Hastanesi Rad. Onk. Kliniği'nde Hayat Özel Sağlık Hiz. Bünyesinde Medikal Fizik Uzm. Olarak çalışmıştır. 2019 yılı itibarıyla Manisa Şehir Hastanesi Rad. Onk. Kliniği'nde YDA Sağlık bünyesinde meslek hayatına devam etmektedir.

MEDİKAL FİZİK KONGRESİNİN ARDINDAN...



17. ULUSAL MEDİKAL FİZİK KONGRESİ
18-19 Ekim 2019
The Marmara Taksim

KONGRE DÜZENLEME KURULU (KDK)

Kongre Başkanı
Hatice Bilge Becerir

Kongre II. Başkanı
Bülent Yapıcı

Kongre Genel Sekreterleri
Aydın Çakır
Kadir Yaray

Kongre Saymanı
Fadime Alkaya

Üyeler
Ayşegül Yurt
Bahar Dirican
Mustafa Demir
Salih Gurdalli
T. Oğuz Gürsoy

17. ULUSAL MEDİKAL FİZİK KONGRESİ
18-19 Ekim 2019
The Marmara Taksim



Med. Fiz. Uzm. Fadime Alkaya

1 8-19 Ekim 2019 tarihinde The Marmara Taksim Hotel'de 17. Ulusal Medikal Fizik Kongresi düzenlenmiştir. İki günlük program iki ayrı salonda (A salonu Radyoterapi ve B salonu Radyoloji-Nükleer Tıp) yapılmış ve 19 Ekim 2019 tarihinde kongrenin ikinci günü C salonunda 26 kişilik radyoterapi teknikerlerine yönelik yarım günlük bir kurs programı düzenlenmiştir.

18 Ekim 2019 / 1.GÜN		
Saat	A Salonu	B Salonu
07.15-08.15	Kayıt	Kayıt
08.15-09.15	Kurs Doz-Zaman İlişkileri Moderatör:Yıldız Alkan Konuşmacılar: Aydın Çakır,Fadime Alkaya	Kurs SPECT/CT ve PET/CT Kalite Kontrol Testleri Moderatör: Mustafa Demir Konuşmacılar: Tuğba Hacıosmanoğlu, Meral Değer
09.00-09.30	Açılış	Açılış
09.30-10.30	PET/CT ve PET/MR'in Onkolojide Kullanımı Oranum Başkanları: Salih Gurdallı/Mustafa Demir Konuşmacı: ALMOS ELEKES (GE Global)	PET/CT ve PET/MR'in Onkolojide Kullanımı Oranum Başkanları: Salih Gurdallı/Mustafa Demir Konuşmacı: ALMOS ELEKES (GE Global)
10.30-11.00	Kahve/Çay	Kahve/Çay
11.00-12.30	Brakiterapi Oranum Başkanları: Songül Karaçam/Şule Parlak 3 Boyutlu Brakiterapi ile Doz-Volum Tanımlamaları Nural Özniç Brakiterapi Tercih(inverse) Planlama (IPSA) Kadir Yavaş	Nükleer Tıpta Dozimetri Yöntemleri-I Oranum Başkanları: Ahmet Bozkurt, Yasemin Parlak Lu-177 Dozimetrisi Türkiye Toklu Ra-223 (Alfareon) Dozimetrisi Nami Yavuz Sözel Bildiriler Öğle yemeği
12.30-13.30	Öğle yemeği	Öğle yemeği
13.30-15.00	Radyoterapi de Özel Teknikler Oranum Başkanları: Bahar Dirican/Ezra Kaptan Sağlam Klasik Teknik ile TBA Foton Işınlamaları Ayşun İnal Modern Teknikle TBA Foton Işınlamaları Ezra Taş Elektron ile Tüm Vücut Işınlamaları Murat Köylü Kranyospalenşiyomalar Emel Hacıosmanoğlu Kahve/Çay	Bilgisayarlı Tomografi Oranum Başkanları: Tuğba Olgaz/ Başku Uysal Bilgisayarlı Tomografide Doz ve Azaltım Yöntemleri İsmail Özoğuz Ultra Düşük Doz Bilgisayarlı Tomografi Sistemleri Ayşegül Yurt Sözel Bildiriler Kahve/Çay
15.00-15.30	Kahve/Çay	Kahve/Çay
15.30-18.00	Sözel Bildiriler Oranum Başkanları: Nesihat Olcaş/T. Oğuz Güntoç	Monte Carlo Simülasyon Yöntemleri Oranum Başkanları: Türkiye Toklu/Leyla Poyraz Radyonükleer Tedavi Uygulamalarında Monte Carlo Ahmet Bozkurt Monte Carlo Uygulamalarındaki Güncel Gelişmeler Kadir Akınç Sözel Bildiriler

Kongrenin birinci günü akşamı kongre otelinin hemen yanında Taksim Hill otel terasında akşam yemeği düzenlenmiş ve katılımcılarla birarada keyifli zaman geçirilmiştir.

17.Ulusal Medikal Fizik Kongresine 271 kayıtlı kişi ve 26 kişi de Radyoterapi Teknikeri Kurs katılımcısı olarak toplam 297 kişi katılmıştır. Kongreye davetli konuşmacı sayısı 3 yabancı ve 64 yerli olmak üzere toplam 67'dir. Sabah saatlerinde toplam 4 adet kurs düzenlenmiş olup toplam oturum sayısı 15'dir. Sunulan sözel bildiri sayısı

19 Ekim 2019 / 2.GÜN		19 Ekim 2019 / 2.GÜN		
Saat	C Salonu (RT Teknikerleri için Kurs programı)	Saat	A Salonu	B Salonu
	RT Kalite Temininde(QA) Radyoterapi Teknikerinin Rolü	08:00-09:00	Kurs Radyoterapi Oda Dizaynları ve Çevre Doz Ölçümleri Moderatör: Bulent Yavaş Konuşmacılar: Doğan Yavaş Medikal Fizikte Yenilikler Ortunur Başkandan Görsel Kemikler/İsmail Öküz Medikal Fizikte Geleceği Mehmet Eraydın Ertürk Radyoterapide Yenilikler Ortunur Başkandan Partikül Tedavilerde Yenilikler Sengül Çelici Radyoterapide Yenilikler Yücel Sağlam Tirmit Uptake ve Nükleli Ablesyonun Muhammed Albuğdiah	Kurs Nükleer Tıp ve Radyolojide Oda Dizaynı ve Radyasyon Korunması Moderatör: Ayşegül Yurt Konuşmacılar: Bilal Kovan, Bilgin Ünal Medikal Fizikte Yenilikler Ortunur Başkandan Görsel Kemikler/Murat Ökütan Medikal Fizikte Geleceği Mehmet Eraydın Ertürk Radyoterapide Yenilikler Ortunur Başkandan Partikül Tedavilerde Yenilikler Sengül Çelici Radyoterapide Yenilikler Yücel Sağlam Tirmit Uptake ve Nükleli Ablesyonun Muhammed Albuğdiah
09:00-09:30	Ortunur Başkanları Abidin Tezlek / Halil Küçük	09:00-10:40		
09:30-10:00	RTQA'da Genel Kaynaklar Murat Ökütan	10:40-11:10	Kahve/Çay	Kahve/Çay
10:00-10:30	Radyoterapide Hata Kaynakları Nadir Küçük	11:10-11:30	MRLinak Telesah Tedavileri Ortunur Başkandan Tulay Ertem / Hilal Acar MR Rehberliğinde Radyoterapi Ezgi Özgür MRLinak Temel Prensipleri Ortunur Başkandan View ray ve Elekta Yabancı Konuşmacılar	Nükleer Tıpın Destemizi Yöntemleri-II Ortunur Başkandan Tulay Ertem / Hilal Acar Tirmit Kanerisi Uzak Metastazinde Dozimetri Mehmet Demir Tirmit Kanerisi Bakışlı Doku AblesyonDozimetrisi Yasemin Parlat Kardiyer Hastalıklarında Dozimetri Bilal Kovan
10:30-10:40	Tartışma	11:30-11:40	Öğle yemeği	Öğle yemeği
10:40-11:10	Kahve/Çay Ortunur Başkanları Ali Güney/ Zeynep Özen	11:40-11:50	Adaptif RT'nin Klinik Uygulamaları Ortunur Başkandan Yavuz Anarık / İhsan Toprak Baz-Beyonda ne zaman ve nasıl Adaptif RT? Ortunur Başkandan Mehmet Nefis Konuşmacı Yapılandırma ne Yapılmalı? Fırat Tokdemir / Mehmet Demirel / Mehmet Koca Akciğer SBRT mi Konvansiyonel mi? Ayşe Nur Demirel / Zeynep Kengül	Görüntüleme Yöntemlerinde Güncel Yaklaşımlar Ortunur Başkandan Ayşegül Yurt / Mehmet Demir Görüntüleme Yöntemlerinde Güncel Yaklaşımlar Ortunur Başkandan Zeynep Çelici
11:10-11:40	Cihaz QA'leri ve Radyoterapi Teknikerlerinin Rolü Vildan Alpan	11:50-12:10	Kahve/Çay	Kahve/Çay
11:40-12:10	Görüntüleme QA Radyoterapi Teknikerlerinin Rolü Ulku Sarıbaş	12:10-12:40	Sürekli Bildiriler Ortunur Başkandan Ayşe Koca / Hilal Ökütan	Medikal Fizik Uygulama Alanlarında Yaratıl Mevzuatların Güncel Durumu Ortunur Başkandan Görsel Eraydın Doğan Yavaş Sağlık Bakanlığı Temsilcisi Sengül Çelici TAEK Mevzuatındaki Değişiklikler Fırat Çelici
12:10-12:40	Adaptif RT ve QA Evren Özen / Göksel	12:40-12:50	Tartışma	
12:40-12:50	Tartışma	13:00-14:00	Öğle yemeği	

45, poster sunum sayısı da 20'dir. Kongremize destek veren firma sayısı 20 (**ELEKTA, VARİNAK, MEDİTEL, MEDİDEAL, ONCOTECH, RADON, RENFUMED, MNT, RADONTEK, PROMEDİS, ACİBADEM SAĞLIK, TETRAON**) ve kurum sayısı 3 (**FMMO, TUBİTAK, TROD**)'dir. Destek veren firma ve kuruluşlara teşekkür ediyoruz.

En iyi sözel sunum ödüllerini Radyoterapide **"Bakteriyel Selüloz Yara Örtülerinin Bolus Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi"** ile Yeliz Yalçın; Nükleer Tıp-Radyoloji de ise **"Glandüler doku ve cilt dozunun derinlik ve konuma bağlı dağılımının makroskopik ve mikroskopik voksel boyutlarında monte-carlo simülasyonu ile incelenmesi"** ile Gizem Şişman almışlardır. En iyi poster sunum ödülünü ise **"Tümör hareketinin VMAT tekniği ile ışınlamalarda doz dağılımı üzerine etkisi: Akciğer fantom çalışması"** ile Canan Köksal almıştır. Arkadaşlarımızı başarılarından dolayı kutluyoruz.



Kogreden kareler

17. Ulusal Medikal Fizik Kongresini de düzenleyen Medikal Fizik Derneği Yönetim Kurulu 25 Kasım 2017 yılındaki seçimlerden sonra göreve başlamışlardır (**Yönetim Kurulu** Fadime Alkaya, Hatice Bilge Becerir, Aydın Çakır, Salih Gürdallı, T Oğuz Gürsoy, Bülent Yapıcı, Kadir Yaray; **Denetleme Kurulu**, Görkem Güngör, Basri Günhan, Öznur Şenkesen).

Kasım 2017'den Kasım 2019'a kadar yönetim kurulumuz ilk toplantıdaki kararları uygulamak için yoğun çalışmalarda bulunmuşlardır. Bu çalışmaları büyük bir uyum içinde keyifle yürütmüşlerdir.



Bu çalışmalar sonucunda öncelikle alınan tüm kararlar üyelerimizle paylaşarak, dernek çalışmalarından herkesin haberdar olması sağlanmıştır. Gerçekleştirilen faaliyetleri sıralayacak olursak; medfiz@online dergisine verilen desteğin devamı, 2018 yılında 10 ve 2019 yılında 14 farklı kurs (medikal fizik derneği web sayfasında ayrıntıları mevcut), web sayfasının düzenlenmesi ve yenilenmesi, bir ilk olan 21 Aralık 2018 Kongre Bilim Kurulu Toplantısı (kongre bilimsel programının hazırlanmasına yönelik), mesleğimizin sorunları ve hassasiyetleri için kurumlara (Sağlık Bakanlığı, Fizik Mühendisleri Odası, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) yapılan ziyaretler, radyoterapide birlikte çalıştığımız ve ilişkilerin güçlenmesine yönelik firmalara yapılan ziyaretler, bir önceki dönemden devr aldığımız geniş yazar katılımcısının olduğu ve 8 bölümden oluşan ilk Türkçe Radyoterapi Fiziği Kitabının hazırlıkları (Kitap Nobel kitabevinde basım için düzeltme işlemleri devam etmektedir) şeklinde olmuştur. En son olarak 17. Ulusal Medikal Fizik Kongresi ve Medikal Fizik Derneği Genel Kurulu ve seçimlerle çalışmalarımızı tamamlamış görevi bir sonraki yönetim kuruluna teslim etmiştir.

30 Kasım 2019 tarihinde toplanan Medikal Fizik Derneği Genel Kurulunda yapılan seçimler sonucunda yeni yönetim kurulu oluşturulmuştur (**Yönetim Kurulu** Hilal Acar, Aydın Çakır, Bahar Dirican, Murat Okutan, Nezahat Olacak, Türkay Toklu, Kadir Yaray; **Denetleme Kurulu** Fadime Alkaya, Ferhat Cengiz, Nadir Küçük,). Yeni yönetim kuruluna çalışmalarında başarılar diliyoruz.

SEETRO 2019 KONGRESİNİN ARDINDAN

Rt. Teknikeri Abidin Tecik



SEETRO, Avrupa RTT topluluğu ile iş birliği içinde, Güney ve Doğu Avrupa bölgesindeki Bölgesel RTT'ler Kongresidir. Bu kongre ESTRO/IAEA'in RTT eğitimcilerini eğitmek için düzenlediği kurs sonucunda olumlu bir geri bildirim olarak ortaya çıktı. Bu girişime katılan Güney ve Doğu Avrupa ülkeleri bir dizi yerel kurslar düzenledi. Bunlar zaman içinde bu ülkeler arasındaki iş birliği ile büyüdü ve sonunda iş birliğine dayalı Bölgesel profesyonel toplantı kavramı ortaya çıktı. İlk Bölgesel RTT Kongresi (Radyasyon Teknolojileri / Radyoterapistler) 2013 yılında

Belgrad'da (Sırbistan) yapıldı ve büyük bir başarıydı. İki yıl sonra, Zagreb'de (Hırvatistan) düzenlenen SEETRO 2015'in ardından 8 ülkeye katılımcı sayısını genişletti. Geçen yıl Sofya (Bulgaristan), 13 katılımcı ülkeye büyüyen ve çok sayıda bilimsel ve profesyonel konu alan SEETRO 2017'ye ev sahipliği yaptı. 2019 Yılında Slovenya da düzenlenen kongre sırasıyla 2021 de Makedonya' da, 2023 te Saraybosna'da ve 2025 yılında ise Türkiye'de düzenlenmesine karar verildi. Gelecek Kongre ve gelecek olan pek çok kişi aracılığıyla, şu ana kadar büyük bir deneyim olduğu kanıtlanan bu organizasyonlarla işbirliği ve mesleki gelişime devam edeceğimize inanıyoruz. Bu SEETRO organizasyon şeması şu anki haliyle aşağıdaki şekildedir.

Organizing Committee

Co-Chairs: Damir Ciprić /HR/, Dunja Dostal/SI/, Uroš Gačnik /SI/, Jose Guilherme Araujo Seara Couto /MT/, Olivera Ivanova /MK/, Mustafa Jačević /BA/, Matjaž Jeraj /SI/, Velimir Karadža /HR/, Aleksandar Kostovski /BA/, Ivet Payanova /BG/, Jovan Stevanović /RS/, Tilen Šimic/SI/, Sladjana Tomić /RS/, Abidin Tecik /TR/, Michal Walczak /PL Aleksandra Oklješa Lukić /SI/

Scientific Committee

Mary Coffey /IR/, Ilija Čurić /RS/, Vedrit Ibusoski /MK/, Ljupco Iliev /BG/, Emir Kuduzović /SI/, Michelle Leech /IR/, Vedran Manestar /HR/, Nataša Bizjak Matošec /SI/, Adnan Šafek /TR/, Valerija Žager Marciuš /SI/

Organizer Societies

- Croatian Association of Radiation Technology
- Komora Diplomiranih Inženjera Medicinske Radiologije F BiH
- Macedonian Society of Radiological Technologist
- Serbian Society of Radiotherapy Technicians
- Society of Radiation Therapy Technologist (Turkey)
- Bulgarian Society of Radiation Therapy Technicians
- Towarzystwo Naukowe Techników Medycznych Radioterapii
- Society of Medical Radiographers (Malta)
- Hungarian Society for Radiation Oncology



04-06 Ekim tarihlerinde "City Hotel Ljubljana/Slovenya'da düzenlenen 31 konuşmacının, 13 ülkenin, ESTRO RTT Komitesinin ve 150 katılımcının olduğu SEETRO 2019 Kongresinde, RTTDER olarak organizasyon komitesinde ve bilimsel kurulda yer almamızın yanında, ana teması Advanced Practice In Radiotherapy: Roles And Responsibilities Of The RTTs olan kongrenin ana konu başlıkları da; Quality Assurance, Safety, Patient Care, Education, Teaching, SRS, SRT, SBRT, Imaging In Planing Process, Imaging In, Treatment Process, Modern Techniques In Radiationtherapy gibiydi. Türkiye olarak kongredeki oturumlarda 3 konuşmacı 4 poster 1 oturum başkanlığıyla yer aldık.

Sözel Sunumlarımız;



Adnan Şafek

Motion Management In Prostate SBRT

Bu çalışmanın amacı, organ hareketlerinin doğal karmaşıklığını ve bunun hedef lokasyon üzerindeki etkisini düzeltmemize olanak sağlayan ve prostat SBRT hastalarında uygulanan farklı teknolojiler, teknikler ve hareket yönetimini incelemektir.



Erhan Erge

The Superiority of 4D-CT Imaging to Conventional CT Imaging

Stereotaktik radyoterapi tedavileri küçük güvenlik sınırlarında gerçekleştirilmektedir. Tedavi başarısı hedefin doğru tanımlanması ile yakından ilgilidir. Çalışmamızın amacı akciğer SBRT hastalarında 4DCT görüntülemenin etkinliğini ortaya koymaktır.



Hande Sertkaya Yaman

Optical Surface Monitoring System (OSMS): Yüzey Takip Sistemleri

Kliniğimizdeki üç radyoterapi cihazından bir tanesi Varian firmasının Edge cihazıdır. Bu cihaz OSMS, Hyperarc, iCBCT, 6DoF, HDmlc özelliklerine; 6 ve 10 mV, 6 ve 10 FFF enerjilerine sahiptir. Bu cihazda bugüne kadar yaklaşık 150 hasta tedavisinde OSMS sistemini aktif olarak kullandık. OSMS; video tabanlı üç boyutlu bir yüzey takip sistemidir.

Tedavi öncesi ve tedavi süresince hasta cilt yüzeyinden aldığı bilgilere göre hasta pozisyonunu doğrulamada oldukça önemli yer almaktadır. Sistem non-invasive olup gerçek zamanlı takip yapmaktadır ve en önemlisi de radyasyon içerikli değildir. Kliniğimizde OSMS sistemini kullanmadan öncesi ve sonrası ile ilgili farklı işleyişlerimiz vardı. Ancak OSMS sistemine sahip olduktan sonra bazı tedavilerimizi mutlaka OSMS eşliğinde yapmaya karar verdik. OSMS sistemi, kliniğimizde öncelikle sol meme hastaları başta olmak üzere sıklık sırasına göre akciğer, beyin, karaciğer gibi radyoterapi endikasyonu konmuş olan hastalarımızın set-uplarında efektif olarak kullanılmaktadır.

Posterlerimiz;



Cafer Atar

Patient Planning Based On The Load On The Tomotherapy Device

Bu çalışmanın amacı, Kasım 2010 yılında kurulumu tamamlanan ve tedavi edilen vaka sayısında her yıl artış gördüğümüz Tomotherapy Marka HI-ART model radyoterapi cihazımızda tedavi olan hastaların endikasyonlarına göre ortalama tedavi süresini ölçmek ve iş yüküne olan etkisini tanımlamak. Bu tanım ile hasta plan ve tedavi randevularının etkin ve verimli hale getirilmesi amaçlanmıştır.



Çiğdem Elmas Tuncay

Magnetic Resonance Imaging With Using Surface Bobbins And Radiotherapy Immobilisation Accessories For Intracranial Radiotherapy Planning

Radyasyon planları genel olarak, bilgisayarlı tomografi (BT) çalışmaları kullanılarak oluşturulur. Manyetik rezonans görüntülerinin (MRG) kullanılması beyin lezyonlarının konturlanmasında hassasiyeti artırır. Bu nedenle, her iki yöntem ile füzyon edilmiş görüntülerin kullanılması, ışınlanacak hacimlerin daha kesin tanımlanmasını sağlar. Bu doğrultuda tedavi pozisyonu ile yapılan MR görüntülemelerin kullanılması, yapıları tanımlamada daha fazla güven veren BT / MR görüntü kaydı ile gelişmiş doğruluk sağlayacaktır. MR Görüntülemesinde immobilizasyonun kullanılamamasındaki fiziksel kısıtlamalar ve temel zorluk, immobilizasyon aksesuarları ile MR cihazındaki kafa görüntüleme bobininin (coil) uyumlu olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada bu uyumsuzluğu gideren, immobilizasyon ile MR görüntülemesi yapılmasını sağlayan bir yöntem açıklanmaktadır.

**Mehtap Yıldırım**

Describing Internal Target Volume For Lung Cancer Radiotherapy Planning Via Respiratory Gating With Free Breathing Phases

Kliniğimizde akciğer kanserli hastalarda Internal Target Volum (ITV) oluşturulması amaçlı 4-Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi ile yapılan fazlı serbest nefes görüntüleme ile simülasyon ayrıntılarını, hastaya, radyoterapi tekniğine ve uygulanacak tedavi cihazına göre detaylar da dikkate alınarak beş yıllık tecrübemizi paylaşmak istedik.

**Nazım Kılıç**

One Clinic Experience With The Device Of TomoTherapy As A RTT Consideration

Radyoterapide temel hedef, YART (Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi) ile tümör hacmine maximum doz verilirken normal dokulara minimum doz vererek yan etkileri azaltmaktır. Bu çalışmada kliniğimizde tomotherapy cihazıyla IGRT(Görüntü Klavuzluğunda Radyoterapi) eşliğinde IMRT uygulamasında günlük tedavi edilen hastaları primer tümör bölgesi, tedavi süreleri açısından değerlendirmeyi amaçladık.

RTTDER yönetim kurulu olarak başta sponsor firmamız olan RADON firmasından Caner Bey olmak üzere deneyim ve tecrübeleriyle sunumları hazırlamamızda bizlere destek olan Prof. Dr. Şefik İğdem hocamıza, Med. Fiz. Uzm. Esra Küçükorkoç'a, Med. Fiz. Uzm Evren Ozan Göksel'e, kongre direktörü Aleksanra Okljesa Lukic'e, RTTDER yönetim kurulu ekibine ve emeği geçen herkese teşekkürler ederiz.

**Kongreden kareler**

RADYOTERAPİDE SON GELİŞMELER

Med. Fiz. Uzm. Boran Güngör

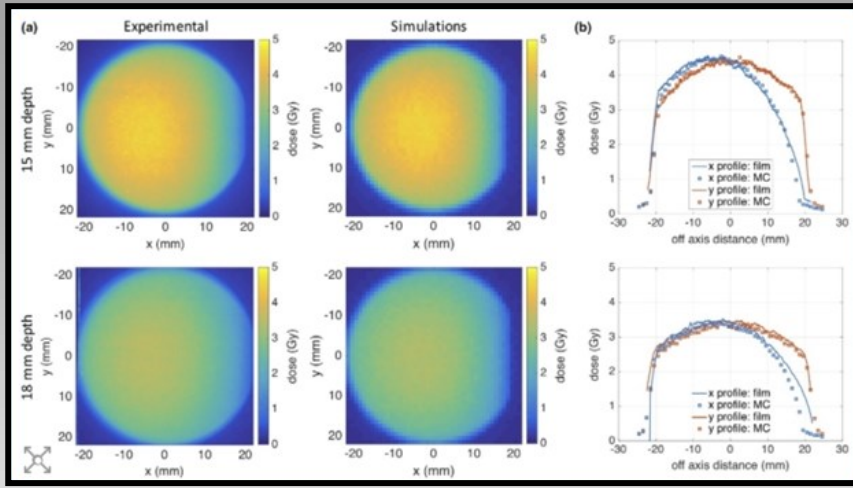
Bu bölümün amacı, radyoterapi ve ilgili alanlardaki güncel gelişmeleri derleyerek kısaca özetlemek ve okuyucuların bilgi sahibi olmasını sağlamaktır. Bu bağlamda, firma veya üretici kaynaklı haberlere yer verilebilmektedir. Bu haberler kesinlikle reklam veya tavsiye amacı taşımamakla beraber, yalnızca bilgi vermek ve teknik bazlı paylaşım yapmak amaçlıdır.

Konvansiyonel X-ışın Tüpünün FLASH RT Doz Hızı Modellemesi (Kasım 2019)

Radyoterapinin küratif potansiyelinin normal doku toksisitesi ile sınırlı olması ultra yüksek doz hızlı radyoterapiye olan ilgiyi arttırarak son dönemde yapılan klinik öncesi çalışmalar ile yüksek doz hızlarında normal doku toleranslarının arttığı sonuçları ile de desteklenmiştir. FLASH radyoterapi olarak bilinen bu yaklaşımda 40 Gy/saniye üzeri doz hızları kullanılmakta ve normal doku ile tümör dokusu arası diferansiyel cevap arttırılabilmektedir. Bu yaklaşımın altındaki mekanizmayı anlamak için henüz araştırmalar yapılması gerekliliği ile beraber, yüksek doz hızlarının özel elektron kaynakları ve klinik hızlandırıcılarda temel modifikasyonlar gerektiği belirtilmektedir. University of Victoria-XCITE Lab (Kanada) 'dan Magdalena Bazalova ve Nolan Esplen adlı araştırmacıların çalışmasında konvansiyonel güçlendirilmiş X-ışın tüplerinin FLASH Radyoterapide kullanılabilirliği araştırılmıştır. (Med. Phys. 10.1002/mp.13858)

Çalışmada 2 X-ışın tüpü ile ulaşılabilecek maksimum doz hızı hesabı için Monte Carlo(MC) modellemesinin

kullanıldığı, 3 kW ve 6 kW olarak yapılan hesap ile maksimum güçte çalıştırılan tüplerden filtresiz 160 kV demet çıkışı simule edildiği ve tüp yüzeyine karşı yerleştirilen su fantomunda depolanan dozun hesaplandığı belirtilmiştir. Sonrasında MC hesap dozunun doz hızına çevrildiği vurgulanmıştır. Sonuçlara göre, maksimum fantom yüzey doz hızları 114.3 ve 160 Gy/s ile her 2 tüpün de FLASH yapılabilecek şekilde uyumlandırılacağı savunulmaktadır. Yüksek doz bölgesi içindeki 1 cm çaplı alanda doz hızları 110.6 ve 151.9 Gy/s olarak bulunduğu belirtilmiştir. Doz hızı-derinlik grafiği sonuçlarına göre her 2 demet için de hızlı doz düşüşü gösterilmiştir. (Şekil-1a) Buna göre, 2mm derinlikte doz hızının yüzeydeki değerinden %23 ve %28 (sırasıyla her 2 demet için) düşüşü; bununla beraber 1.4 mm ve 2.1 mm derinliklere kadar (sırasıyla her 2 demet için) doz hızının FLASH yapılabilir seviyede olduğu açıklanmıştır. MC modeli validasyonu için plastik su fantomunun 120 kV demet ile ışınlanarak 15 ve 18 mm derinlikte Gafchromic EBT3 film ile alınan doz profillerinin MC elde edilen profillerle karşılaştırılması yapıldığı belirtilmiştir. (Şekil-1b) Ortalama X-profil farklarının %1.5 (15 mm) ve %3.2 (18 mm), Y-profil farklarının %1.5 (15 mm) ve %3.5 (18 mm) olduğu açıklanmıştır. Araştırmacılara göre ilgili çalışma konvansiyonel X-ışın tüplerinin FLASH kapasitesi ile ilgili umutlu sonuçlar vermekte; buna ek olarak FLASH cilt ışınlamaları, in-vitro denemeler ve küçük alan dozimetrelerinin doz hızı bağımlılığı testleri için uygun olduğunu göstermektedir.



Şekil 1: Katı su fantomunda deneysel ve simüle edilen doz dağılımları(a),Farklı 2 derinlikte doz profillerinin karşılaştırılması(b).

Gadolinium Yüklü Nanoparçacıklar ve Monokromatik X-ışınlarının Tümöre Etkisi (Kasım 2019)

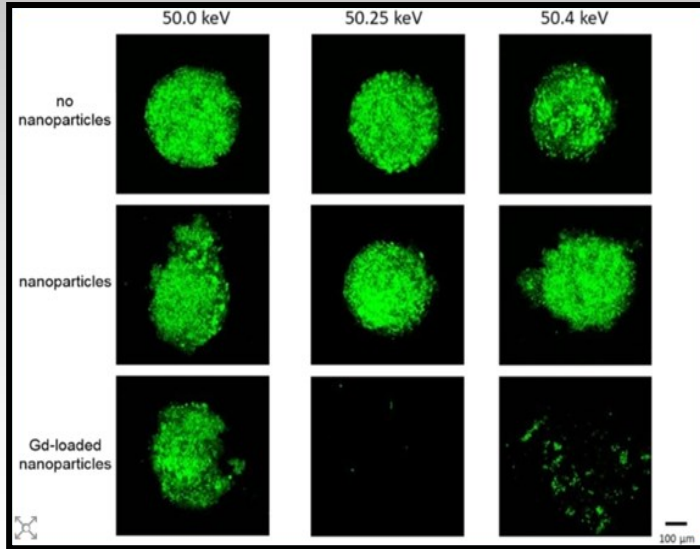
Gadolinium (Gd) yüklü nanoparçacıklar ve monokromatik X-ışınları birleşimi ile yapılan 20-60 dakikalık ışınlamanın 3 gün içinde tümör sferoid üzerinde tamamiyle yok edici etkisi olduğu çalışması yayınlandı.Kyoto University Institute for Integrated Cell-Material Sciences (Japonya)'dan araştırmacıların çalışmasına göre tümör bölgesine uygulanan radyasyonun etkisinin güçlendirildiği teknik ile radyoterapide yeni bir yol izlenebileceği açıklandı.(Sci. Rep. 10.1038/s41598-019-49978-1)

Kyoto Üniversitesi ve Spring-8 adlı dünyanın en büyük üçüncü nesil siklotron tesisi ortaklığıyla yapılan çalışmada, siklotrondan üretilen güçlü monokromatik X-ışın demetlerinin yüksek atom numaralı Gd atomundan "K" elektronu yayılımında kullanıldığı ve "Auger" elektronu yayılımına yol açan reaksiyonlar ile devam edildiği belirtildi.Bu yaklaşımın "foton aktivasyon terapi" olarak adlandırılarak hücre ölümüne yol açan DNA etkisini arttırdığı açıklandı.Gd'nin silica nanoparçacıklara yüklenmesinin ardından insan over kanser hücreleri kültürünün içine

eklenmesi sonrası toksisiteye yol açmadan hücrelerin içine girebildiğinin doğrulandığı vurgulandı. Çalışmada, özel bir yeşil florasan protein içeren over kanser hücrelerinden tümör kürecikleri hazırlandığı ve florasan görüntüleme ile nanoparçacıkların kürecikler içinde düzenli dağılımı onaylandıktan sonra 50-50.25 ve 50.4 keV X-ışınları kullanan sabit/değişken Gd miktarlarında ışınlandığı açıklandı.(Şekil 2) 50 ng gadolinium-yüklü nanoparçacık içeren tümör küreciklerinin 10 dakikalık ışınlamadan 72 saat sonra parçalara ayrıldığı, 60 dakikalık ışınlamadan sonra da tamamen yok edildiği sonuçları açıklandı.50.4 keV ışınlamada küreciklerin daha az miktar yıkıldığı, 50 keV ışınlamada ise büyük oranda zarar görmediği, 10 ve 20 ng nanoparçacık içeren tümör küreciklerinin ise kısmi yok olduğu eklendi.

Tümör kürelerinin yıkımının zaman ve yüklenen Gd miktarı ile orantılı olduğu, ayrıca 50.25 ve 50 keV X-ışını arasında aynı miktar enerji absorpsiyonu olma durumu ile beraber enerji yayılım işleminin veriminin seviyesi ve/veya iç kabuktan yayımlanan elektronların enerjilerinin farklı olabileceği belirtildi.Araştırmacılar, monokromatik X-ışın üretebilen kompakt cihazların

tedavi merkezlerinde deneysel ve klinik kullanımının geliştirilebileceği konusunda umutlu olmakla beraber; bu araştırmanın tamamlanmasının ardından hayvan model sistemleri kullanımı ve nanoparçacıkların klinik denemelerde kullanım için onaylanmasının hedeflendiğini belirtti.



Şekil 2: 50-50.25-50.4 keV ışınlama sonrası tümör küreciklerinin floresan görüntülenmesi ve yıkım seviyeleri.

Baş-Boyun Kanseri Yayı Zeka ile Radyoterapi Yan Etki Modellenmesi (Eylül 2019)

The University of Texas MD Anderson Cancer Center'den Jay Reddy ve ekibi tarafından yapılan çalışmada; baş-boyun kanserlerinde en zorlayıcı 2 yan etkiyi doğru şekilde tahmin edebilen sofistike bilgisayar modellemesi gerçekleştirildiği açıklandı ve 61. ASTRO yıllık toplantısında sunuldu. Çalışmanın hastalarda tedavi sonrası kilo kaybını engellemeye yönelik acil müdahale yapılabilecek hastayı tespit etme ve beslenme tüpü ihtiyacını azaltma açısından potansiyel içerdiği belirtildi. Makine öğrenmesine (Machine Learning) dayalı model sayesinde ve yüksek miktarda klinik içi veri kullanılarak yan etkilerle karşılaşabilecek hastaların belirlenebileceği aktarıldı.

Araştırmacılar 3 farklı kaynaktan (elektronik sağlık kayıtları-Epic, web tabanlı iç yönetim sistemi-Brocade ve Mosaicq OIS Elekta) alınan büyük miktar veriyi analiz eden model geliştirdiklerini açıklamış; verinin 5 farklı MD Anderson kliniğinin 2016-2018 yılları arasındaki baş boyun kanser hastalarının (%75 erkek/%25 kadın, medyan yaş 62), 2000 üzeri plan ile (medyan doz 60 Gy) 700 den fazla klinik ve tedavi değeri içerdiği vurgulanmıştır. Anlamlı kilo kaybı, beslenme tüpü yerleşimi ve plansız (ani) hastane müdahalesi gereksinimi olarak 3 ayrı yan etkiyi tahmin etmek için kullanılan modeller sonrasında en iyi çalışan model sonuçları 225 ardarda ve mantıklı radyasyon tedavisi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya göre; anlamlı kilo kaybı ve beslenme tüpü gereksinimi yan etkilerinin (Performans oranının 1.0 veya %100 başarı üzerinden 0.7/%70 seviyesi klinik geçerli kabul edilen alt seviye olarak önceden belirlendiği durumda) sırasıyla 0.751 ve 0.755 performans değeri ile klinik yeterli şekilde tahmin edilebildiği, plansız müdahale yan etkisinin de 0.64 oranı ile yetersiz tahmin edildiği açıklanmıştır. Son olarak; tedavi edilen hasta sayısının ve buna paralel olarak modellerde kullanılan ön verinin artmasıyla doğruluk seviyesi ve hata oranının gelişeceği, yapılan çalışma ve modeller yardımıyla klinisyen ve hastalara tedavi sırasında nelerle karşılaşabileceği konusunda öngörü sağlayabileceği eklenmiştir.

ASTRO - Pankreas Kanseri Radyasyon Tedavisi Kılavuzu Yayımlandı (Eylül 2019)

Bu bölümde, kılavuzun içeriği ve özellikleri ile ilgili çeşitli platformlardaki yazıların derlemesi yapılmıştır. "American Society of Radiation Oncology (ASTRO)" tarafından yayınlanan ve "Practical Radiation

Oncology (ASTRO'nun klinik pratik uygulama dergisi)" platformundan erişilebilen pankreas kanseri radyasyon tedavisinde tavsiye sağlayacak yeni yayınlanan kılavuz içeriğinde; radyasyon tedavisi uygunluğunu optimal doz-zamanlama ve fraksiyonasyon açısından değerlendirme, yan etki stratejileri gibi konular bulunmaktadır.

Kapsam olarak , kılavuzun 4 ana bölümü ele almaktadır: 1. Radyasyonun cerrahi öncesi, cerrahi sonrası, belirleyici ve palyatif tedavide kullanımı; 2. Sterotaktik ve konvansiyonel radyasyon tedavisi karşılaştırılması; 3. Radyasyon tedavisinin teknik bileşenleri ve 4. Olası yan etkilerin azaltılması.Kılavuzda hastanın tercihlerinin ve özelliklerinin tedavi kararına entegre edildiği hasta odaklı yaklaşımın öne çıkarıldığı ayrıca çok disiplinli konsultasyon, planlama ve takibin önemi vurgulandığı açıklandı.Sistemik tedaviler ve sterotaktik radyoterapiyi içeren son dönemdeki gelişmelerin ASTRO 'nun bu konudaki ilk kılavuz raporu yayınlamasında önemli etken olduğu belirtilmektedir.

Pankreas Kanseri Hastaları için Radyoterapi tavsiyeleri: Kılavuzda radyoterapinin endikasyonlarının adjutant, neoadjuvant ve definitif olarak belirlendiği, daha yeni ve kısa tedavi yaklaşımı sağlayarak konvansiyonel ve sterotaktik radyasyon tedavisinin ayrıldığı belirtilmektedir.Tavsiyeler;

- Adjuvant/post-operatif düzenlemede; pozitif lenf nodlu ve cerrahi sınıra yakın yüksek riskli hastalarda konvansiyonel fraksiyone tedavi tavsiye edilmektedir.
- Neoadjuvant/pre-operatif düzenlemede; rezeksiyon yapılabilecek hastalar için konvansiyonel radyoterapi veya SBRT duruma

göre kemoterapiyi sonrası tavsiye edilmektedir. Borderline(sınırdan) rezeksiyon yapılabilecek hastalar için sistemik tedaviyi takiben kemoterapi artı radyoterapi (konvansiyonel veya sterotaktik) duruma göre tavsiye edilmektedir.

- Lokal ileri hastalık durumunda (cerrahi olamayacak durumlar), definitif tedavi seçeneği olarak sistemik kemoterapiyi takiben kemoradyoterapi veya SBRT tavsiye edilmektedir.

Tavsiyelerde ayrıca vurgulanan hususlar ;

- Farklı altgurup hastalarda optimal doz ve fraksiyonasyon,
- Adjuvant,Neoadjuvant ve definitif durumlarda radyasyon ile sistemik kemoterapilerin sıralaması,
- Görüntü Kılavuzluğu ve hasta spesifik hareket takibi gibi setup stratejilerinin simülasyonu,
- Module radyasyon tedavisi gibi yüksek seviye tavsiyeleri içeren tedavi planlama ve ışınlama teknikleri,
- Hastanın ağrı ve diğer semptomlarına yönelik primer tümör veya metastatik bölgeyi hedef alan palyatif radyoterapi ile ilgili yüksek seviye tavsiyeleri içeren palyasyon durumlarıdır.

Kılavuzda, pankreas kanseri tedavisinde sterotaktik radyasyon ve diğer gelişmelere katkı yapabilecek, gelecekteki klinik uygulamalar ve kılavuzların şekillenmesine destek olabilecek (yayınlanan ve gelecek olan) deneme çalışmalarına da değinilmektedir.

Mayıs 2007 – Ocak 2017 tarihleri arasında yayınlanan 179 çalışmanın sistematik incelenmesi ile oluşturulan

kılavuzun yayınlanmasında aralarında farklı pratik tecrübelerde radyasyon onkoloğu, medikal fizikçi, medikal onkolog, cerrahi onkolog, asistan ve hasta temsilcilerinin olduğu 14 kişilik multidisipliner ekip katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

<https://physicsworld.com/c/radiotherapy/>

<https://www.itnonline.com>

<https://www.astro.org/>

BİZE YAZIN

Sorularınızı Bekliyoruz!

Unutmadan söyleyelim, yazdığınız her görüş bizim için önemlidir, bu bağlamda değerli yazınız bir sonraki sayıda yayınlanacaktır.

medfizonline@gmail.com



YAZARIMIZ OLUN

Yazarlarımızı Bekliyoruz!

Bu dergi hepimize ait. Bu dergi okumaktan zevk alan, yazmaktan zevk alan, dinlemekten zevk alan, düşünmekten, öğrenmekten, yeni bir bilgi keşfetmekten, korkusuzca eleştirmekten, uzlaşmaktan, araştırmaktan, dostluktan ve dost olmaktan, var olmaktan ve medikal fizik uzmanı olmaktan zevk alan herkese aittir.

Eğer siz de "Bir fikrim var" diye düşünüyorsanız ve eğer içinizden kendi kendinize "Bunu yazmalıyım" diyorsanız, şevkinizi kırmayın ve iletişim adresimizden bizimle irtibata geçin...

Siz, değerli meslektaşlarımızı yazarımız olarak bekliyoruz.





17.Ulusal Medikal Fizik Kongresine 271 kayıtlı kişi ve 26 kişi de Radyoterapi Teknikeri Kurs katılımcısı olarak toplam 297 kişi katılmıştır. Kongreye davetli konuşmacı sayısı, 3 yabancı ve 64 yerli olmak üzere toplam 67'dir. Sabah saatlerinde toplam 4 adet kurs düzenlenmiş olup toplam oturum sayısı 15' dir. Sunulan sözel bildiri sayısı 45, poster sunum sayısı da 20'dir. Kongremize destek veren firma sayısı 20 ve kurum sayısı 3'dür.