

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

MedFiz@Online

e-DERGİ

EKİM-KASIM 2019

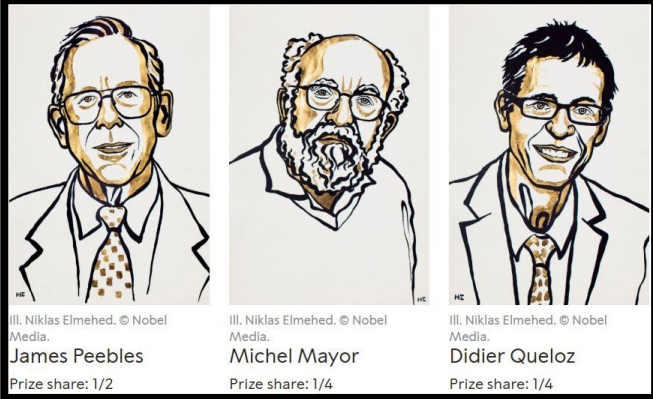
medfizonline@gmail.com

www.medikalfizik.org

SAYI: 23



**17. ULUSAL
MEDİKAL FİZİK KONGRESİ**
18-19 Ekim 2019
The Marmara Taksim
www.medikalfizik2019.org



BU SAYININ ÖNE ÇIKAN KONULARI

- **MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ VE KONGREDEN HABERLER**
- **AYIN BÖLÜMÜ: CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI**
- **HDR BRAKİTERAPİ SİSTEMLERİNDE DEVREYE ALMA (COMMISSIONING)**
- **IR-192 KAYNAKLI HDR BRAKİTERAPİ SİSTEMLERİNİN FARKLI KALİBRASYON PROSEDÜRLERİ**
- **PROSTAT BRAKİTERAPİSİ-KLİNİK ETKİNLİĞİ VE GELECEK EĞİLİMLERİ**
- **ASTRO 2019'UN ARDINDAN**
- **AVRUPA NÜKLEER TIP REHBERİ (EUROPEAN NUCLEAR MEDICINE GUIDE)**



[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@mnt.com.tr
Fadime Alkaya
alkayafadime@hotmail.com
Halil Küçücük
halilkucucuk@gmail.com
Mertay Güner
mertay.guner@okanhastanesi.com.tr
Nadir Küçük
nadir.kucuk@anadolusaglik.org
Türkey Toklu
turkaytoklu@yahoo.com

Konuk Editör

Salih Gurdallı
salih.gurdalli@bozlu.com

DERGİ TASARIM VE YAZI

Mertay Güner
Esra Küçükmorkoç
Mustafa Çağlar

BU SAYIDAKİ YAZARLAR

Büşra Aslan
Esra Küçükmorkoç
Fadime Alkaya
Halil Küçücük
Leyla Poyraz
M.Mustafa Tintaş
Merdan Fayda
Mustafa Demir
Nami Yeyin
Şevval Sağlam
Uğur Akbayırlı
Vildan Alpan
Yücel Sağlam

RÖPORTAJLAR

Metin Atasoy

(Yazarlar harf sıralamasına göre sıralanmıştır.)

SOSYAL MEDYA

Aykut Oğuz Konuk
Yılmaz Şahin

İÇİNDEKİLER

- **MERHABA**
- **MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ VE KONGREDEN HABERLER**
- **AYIN BÖLÜMÜ: CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI**
- **HDR BRAKİTERAPİ SİSTEMLERİNDE DEVREYE ALMA (COMMISSIONING)**
- **IR-192 KAYNAKLI HDR BRAKİTERAPİ SİSTEMLERİNİN FARKLI KALİBRASYON PROSEDÜRLERİ**
- **PROSTAT BRAKİTERAPİSİ-KLİNİK ETKİNLİĞİ VE GELECEK EĞİLİMLERİ**
- **SAFETY IS NO ACCIDENT III ASTRO 2019**
- **ASTRO 2019'UN ARDINDAN**
- **AVRUPA NÜKLEER TIP REHBERİ (EUROPEAN NUCLEAR MEDICINE GUIDE)**
- **CİHAZ MÜHENDİSLERİ IV RÖPORTAJ: METİN ATASOY**
- **ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ: 7 KASIM 2019**
- **MARIE CURIE İLE 60 SANİYE**
- **SERBEST KÜRSÜ: HUZUREVİ "CELAL DEDEM"**

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

MEDİKAL FİZİKTE BİR BULUŞMA PLATFORMU

17. MEDİKAL FİZİK KONGRESİ 2019

17. Medikal Fizik Kongresi 18-18 Ekim tarihlerinde İstanbul'da toplanıyor. 2 yıllık aradan sonra bu toplantı bir buluşma platformu özelliğini taşıyor. Ek olarak medikal fizik alanında çalışanların dostluk, tanışma ve haberleşme ağlarını daha ileriye götürmeyi hedefliyor. Karşılıklı iş birliği ve yeni çalışmalar için ileriye doğru bir zıplamanın temellerini atıyor. Yine de kongrenin misyonunu Dernek başkanı Prof. Dr. Hatice Bilge Becerir'in ağzından yineleyelim.

1987 yılında 1. Ulusal Medikal Fizik kongresi ile başlayan kongre heyecanımız 17. Medikal Fizik Kongresini gerçekleştirme yolunda devam etmektedir. Zamanı ve maddi kaynakları ekonomik kullanabilmek amacıyla tüm konuları içerecek şekilde bilimsel açıdan zengin iki ayrı salonda bir program oluşturmayı hedefledik. Ayrıca Radyoterapi teknikleri için "RT Kalite Temininde (QA) Radyoterapi Tekniklerinin Rolü" konulu bir kurs düzenlenmiştir. Kongremizin, araştırmacıların deneyimlerini paylaşmalarına, Medikal Fizik alanında güncel konuları takip etmelerine, katılacakları kurslar, konferanslar ve sözlü/poster/e-poster sunumları ile eksikliğini hissettikleri konularda daha donanımlı hale gelmelerine katkı sağlayacağını umuyoruz.

Radyasyon Onkolojisi, Nükleer Tıp, Radyoloji ve Radyasyondan Korunma konusuyla ilgili değerli katılımcıları ve araştırmacıları kongremizde aramızda görmekten büyük onur ve mutluluk duyacağız. Konuyla ilgili tüm bilim insanlarını kongremize davet ediyoruz. Kongremizin başarılı geçmesini diliyor düzenleme komitesi adına hepinize en içten sevgi ve saygılarımızı sunuyoruz." Kongremizde buluşmak üzere.

Bu sayımızda, konuk editör olarak Sn. Salih Gürdallı arkadaşımızın organize ettiği 3 adet Brakiterapi yazısı bulacaksınız. Yazıların brakiterapi uygulamaları ile ilgilenen meslektaşlarımız açısından önemli olduğunu düşünüyoruz. Değerli katkıları için Sn. Salih Gürdallı arkadaşımıza ve yazarlarımıza teşekkür ederiz.

Bu sayımızla birlikte Sn. Halil Küçükçuk arkadaşımız davetimizi kırmayarak editörler grubuna katıldı. Şimdiden önemli katkıları için Halil arkadaşımıza başarılar diliyoruz. Künyemizdeki son değişiklik ise Sosyal Medya İşleri ile uğraşan



**17. ULUSAL
MEDİKAL FİZİK KONGRESİ**
18-19 Ekim 2019
The Marmara Taksim
www.medikalfizik2019.org

arkadaşlarımızın görevlerini devretmesi oldu. Adil Merih, Cem Gökşen, Mümin Eray Ergen arkadaşlarımızın görevlerini Yılmaz Şahin ve Aykut Oğuz Konuk arkadaşlarımız üstlendiler.

Gönüllü bir yapı arz eden MedFiz@Online e-dergisinin asıl sahipleri meslektaşlarımızdır. Künyemizdeki gönüllü katkı veren her ismin ayrılma, dinlenme gibi isteklerini olağan ve değerli karşılamak çok önemlidir. Değişikliklerin bir nöbet değişikliği olduğunu unutmamak ve yapılan katkıları her zaman hatırlamak gereklidir.

Merhaba yazımızı Medikal Fizik Günü benzeri iki önemli günle bitirelim; Birincisi her yılın 8 Kasım tarihinde kutlanan "Dünya Radyoloji Günü", teması ise günden güne önemi hızla yükselen "Sports Imaging (Musculoskeletal Radiology) uzmanlık alanı." Tüm radyoloji uzmanlarının, radyoloji teknikerlerinin ve radyoloji çalışanlarının Dünya Radyoloji Günü'nü kutlarız.

Diğer önemli gün ise Amerikan Medikal Dozimetristler Derneğinin (AAMD) öncülük ettiği Ulusal Medikal Dozimetristler Günü (National Medical Dosimetrist's Day) bu yıl 21 Ağustos günü kutlandı. Ülkemizde medikal dozimetrist olarak çalışan tüm arkadaşlarımızı selamlarımızı iletiyoruz.

17. Medikal Fizik Kongresinde buluşmak üzere, saygılarımızı sunuyoruz.

Haluk ORHUN

MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ VE KONGREDEN HABERLER

Med. Fiz. Uzm. Fadime Alkaya

1 8-19 Ekim 2019 tarihinde The Marmara Taksim Hotel’de 17. Ulusal Medikal Fizik Kongresi yapılacaktır. Kongre ile ilgili tüm çalışmalar Medikal Fizik Derneği bünyesinde düzenleme kurulu ve EA Organizasyon ile birlikte yürütülmektedir. Bu konudaki tüm gelişmelere ve bilgilere www.medikalfizik2019.org web sayfasından ulaşabilirsiniz.

Kongre bilimsel programı tamamlanarak web sitesinde yayınlanmıştır. Kongre bilimsel programı, Kongre Bilimsel Kurul toplantısında önerilen konular dikkate alınarak yapılmış ve önerilen bazı konular kurs programlarına ilave edilmiştir. İki günlük program iki ayrı salonda (A salonu Radyoterapi ve B salonu Radyoloji-Nükleer Tıp) gerçekleştirilecektir. MR Linak, PET-CT ve PET-MR konularında yabancı davetli konuşmacılar olacaktır. Her iki salonda ortak konuşma ve paneller olacaktır.

Kongremize şu ana kadar kayıtlı 260 kişi bulunmaktadır. Kongreye Radyoterapi alanında 54 sözel ve poster bildiri kabul edilmiştir. Bizim açımızdan önemli olan Görüntüleme ve Nükleer Tıp alanında önceki yıllarda az sayıda gönderilen sözel ve poster sunum sayısının bu kongremizde 34 gibi bir sayıya ulaşmasıdır. Nükleer Tıp ve Görüntüleme konusunda gelen bildirilerin geçmiş yıllara göre fazla olması derneğimiz açısından oldukça sevindirici ve önemli bir gelişmedir. Önümüzdeki yıllarda gelişmeler de göz önüne alındığında Nükleer Tıp ve Görüntüleme alanında çalışan fizikçilerin ön planda olacakları görülmektedir. Sözel sunumlara ağırlık verilerek daha çok kişinin çalışmalarını sunmalarına olanak verilmiştir.

19 Ekim 2019 tarihinde kongrenin ikinci günü C salonunda 25 kişilik radyoterapi teknikerleri için yönelik yarım günlük bir kurs programı düzenlenmiş ve bu programın ayrıntıları kongre web sitesinde yayınlanmıştır.



Medikal Fizik Derneği olarak geniş yazar katılımcısının olduğu ve 8 bölümden oluşan ilk Türkçe Radyoterapi Fiziği Kitabının hazırlıkları bitmiş basım aşamasındadır. Amacımız yaklaşık 2 yılı aşkın süredir üzerinde çalıştığımız Radyoterapi Fiziği Kitabını tüm üyelerimize ulaştırmaktır.

Kongrenin birinci günü (18 Ekim Cuma) akşamı kongre otelinin hemen yanında Taksim Hill otel terasında akşam yemeği planlayarak kongre katılımcılarımızla keyifli bir gece geçirmek arzusundayız.

Medikal Fizik Derneği web sitesi güncellenerek en yeni hali ile siz üyelerimizin kullanımına sunulmuştur. (www.medikalfizik.org). Medikal Fizik Derneği’nin düzenlediği eğitim programlarını web sitemizden takip edebilirsiniz. Eğitim etkinliklerimizin takip edilmesi ve katılımın sağlanması bilgi paylaşımı açısından oldukça faydalı olacaktır. Kongrenin bilimsel ve sosyal açıdan başarılı ve keyifli geçmesi için yoğun bir çalışma içerisindeyiz.

Kongremizde buluşmak üzere...

CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI



Prof. Dr. Mustafa Demir

Öğr. Gör. Nami Yeyin

Nükleer Tıp, radyoaktif ilaç (radyofarmasötik) kullanarak teşhis ve tedavi yapan bir bilim dalıdır. Tanısal nükleer tıp çalışmaları, gama ışınlarına sahip Tc-99m, I-123, Tl-201, F-18, Ga-68 vb. gibi radyonüklidlere bağlanmış farmasötiklerin insan vücuduna verilmesinin akabinde yapılan görüntülemeleri (Sintigrafi) kapsar. Tanısal görüntülemeler, Gama Kamera, SPECT/BT, PET/BT ve PET/MR adı verilen pahalı ve komplike cihazlar kullanılarak yapılmaktadır.

Tedavi amaçlı nükleer tıp çalışmaları ise I-131, Lu-177, Y-90 vb. gibi beta partikülü ve Ra-223, Ac-225 gibi alfa salınımı yapan radyonüklidlerin ya da bunlarla işaretlenmiş radyofarmasötiklerin insan vücuduna tatbik edilmesi ile daha çok kanser hastalarında yapılan Radyonüklid Tedavilerdir. Radyonüklid tedaviler, hasta vücudu atıklarının kanalizasyona verilmeden önce geçici olarak depolandığı zırhlanmış tank sistemleri ile

donatılmış, ayrıca tüm duvarları ve kapıları kurşun levhalar ile kaplanmış, TAEK'te lisanslı tek kişilik, izole odalarda uygulanabilmektedir.

Cerrahpaşa Nükleer Tıp merhum hocalarımız Prof. Dr. Suphi Artunkal ve Prof. Dr. İrfan Urgancıoğlu tarafından 1954 yılında kurulmuş olan Türkiye'nin ilk nükleer tıp merkezidir.

2019 yılı itibarıyla Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kampüsü içerisinde toplam 3500 m² kapalı alanda iki ayrı bina da (monoblok ve ek bina) 8 öğretim üyesi (7 hekim, 1 fizikçi), 4 asistan (1'i yabancı uyruklu) doktor, 3 kadrolu Sağlık Fizikçisi (biri doktoralı, ikisi doktora öğrencisi), 3 radyofarmasist ve 53 yardımcı sağlık personeli ile diğer idari personelle hizmet vermektedir.

Anabilim Dalımız Nükleer Tıp Yüksek Lisans ve Doktora Programlarında halen 2 doktora öğrencisi, 4 yüksek lisans öğrencisi öğrenim görmektedir. Mezunlar Sağlık Bakanlığına müracaat ederek "Sağlık Fizikçisi" un-

vanını alabilmektedir.

Günümüze dek tüm ülke sahinında hizmet veren 60'ın üzerinde nükleer tıp uzmanı yetiştirilmiş, ayrıca başka kurumlardan gelen 200'ün üzerinde nükleer tıp uzmanına ek eğitim olanağı sağlanmıştır. Anabilim Dalımızdan 4 doktora, 16 yüksek lisans öğrencisi mezun olmuştur.

İÜ-C Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu (SHMYO) bünyesinde 2016 yılında "Nükleer Tıp Teknikleri" Programı açılmış 2018 yılında ilk mezunlarını vermiştir. Anabilim Dalımızda İngilizce Tıp, Türkçe Tıp, SHMYO Nükleer Tıp Teknikleri Programı öğrencilerinin eğitim/öğretimine tahsis edilmiş 3 adet dersane bulunmaktadır. Öğrencilerimiz Anabilim Dalımızın en geniş olanaklarında yararlanarak donanımlı bir şekilde mezun olmaktadır.

Kendi alanında ülkemizin öncü ve örnek kurumlarından birisi olan anabilim dalımız deneyimli ekibi ve modern teçhizatı ile uzun yıllardır kesintisiz hizmet vermektedir. Hizmet birimlerimiz;

Sintigrafi Birimi: 1 adet tiroit sintigrafisi çekilerinde kullanılan gama kamera, bir adet çift başlı SPECT, 2 adet (6 ve 16 slice BT' si olan) SPECT/BT kamera, 1 adet Mediso marka tiroit gama kamera, 1 adet tiroit uptake probu, 2 adet Kemik Dansitometri cihazı bulunmaktadır ve yılda ortalama 25.000 hastanın çekimi yapılmaktadır (Resim 1 ,2, 3).



Resim 1: Mediso Marka çift detektörlü gama kamera. Ağırıklı olarak Tc-99m ile işaretlenmiş radyofarmasötiklerin sintigrafik görüntülemelerinde kullanılmaktadır.



Resim 2: Siemens Marka 16 slice SPECT/BT cihazı. Radyonüklid tedavi öncesi ve sonrası, Tc-99m ile işaretlenmiş radyofarmasötiklerin sintigrafik görüntülemelerinde kullanılmaktadır.



Resim 3: Siemens marka 6 slice BT si olan PET/BT. Kurumun kendi hastalarına (Ga-68 PSMA ve DOTATATE) hizmet vermektedir.

PET/BT Görüntüleme Birimi: Biri rutin FDG-PET görüntüleme için hizmet alımı firmasına ait, diğeri kendi demirbaşımıza kayıtlı 2 adet PET/BT cihazı ile yılda ortalama 8.000 hastaya hizmet verilmektedir (Resim 4).

PET/MR Ünitesi: Sağlık Bakanlığı tarafından tüm Marmara bölgesine hizmet için alınan ve referans merkez olarak 2015'te Cerrahpaşa'ya kurulan Türkiye'de ilk ünitedir.

Tiroit Hastalıkları Birimi: Tiroit hastalıkları polikliniği, kan alma ünitesi, uptake ölçüm ünitesi, biyopsi ünitesi ve bağışla alınmış 2 adet tiroit ultrasonografisinden oluşmaktadır. Bu birimde yılda ortalama 20.000 hastaya hizmet verilmektedir (Resim 5).



Resim 7: Ek (Moleküler Görüntüleme ve Radyonüklid Tedavi) Binası

Üst Kat: 150 kişilik toplantı salonu (Marmara Bölgesi Radyonüklid Tedavi toplantıları, bölüm eğitim toplantıları), VIP salonu, yemekhane ve arşiv, bölümlerine sahiptir.

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, başta PET/BT görüntüleme olmak üzere tüm nükleer tıp teşhis ve tedavi hizmetlerinde Türkiye'nin lider kurumu olup her yıl yaklaşık 55.000 hastaya hizmet sunmaktadır (33.000 görüntüleme, 1.500 tedavi, 20.000 muayene).

Ülkemizde kanser sıklığının artmasına paralel olarak PET görüntülemeye olan gereksinim gün geçtikçe artmaktadır ve anabilim dalımız İstanbul'da bu ihtiyacın çok önemli bir kısmını karşılamaktadır.



Cerrahpaşa Nükleer Tıp Fakültesi Sağlık Fizikçileri Nami Yeyin, Mustafa Demir, Muhammed Abuqbeith (Soldan sağa)

HDR BRAKİTERAPİ SİSTEMLERİNDE DEVREYE ALMA (COMMISSIONING)

Med. Fiz. Uzm. Halil Küçüçük

Brakiterapi de radyoaktif kaynak kullanılarak küçük hacimlerde yüksek dozlara ulaşılır. Mümkün olan en iyi tümör kontrolünü elde etmek, oluşabilecek yan etkileri önlemek ve tedavi dozunu doğru ve güvenli bir şekilde gerçekleştirmek en önemli hedeftir. Ayrıca hastane çalışanlarının ve çevre radyasyon güvenliğini sağlamak gereklidir. Hastaların güvenli ve doğru bir şekilde tedaviye girebilmeleri için yeni brakiterapi cihazlarını devreye alma aşamasında ve daha sonra klinik kullanım boyunca teknik özellikleri ölçülüp kontrol edilmelidir. Medikal fizik uzmanı tarafından uluslararası protokoller doğrultusunda hazırlanmış uygulanabilir brakiterapi kalite kontrol programı oluşturulmalıdır. Kalite kontrol programında yer alması gereken testler, ölçüm yöntemleri, aksiyon seviyeleri ve periyotları belirlenmeli, bulunan değerlerin her ölçüm sonunda dokümantasyonu yapılmalıdır.

HDR Brakiterapi sistemlerinde devreye alma (commissioning) işlemlerini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz;

- Tedavi odasının çevresinde radyasyon sızıntı ölçümü
- Cihaz çevresinde kaynak sızıntı ölçümü
- Cihazın mekanik testleri
- Aplikatörler ve transfer kablolarının fiziksel kontrolü
- Kaynak pozisyonunun kontrolü
- Cihaz, kumanda konsolu ve tedavi odasının radyasyon uyarı sistemlerinin kontrolü
- Kaynak aktivitesinin kontrolü
- Tedavi planlama sistemi (TPS) kontrolü
- Geniş kapsamlı ve uygulanabilir kalite kontrol

programının oluşturulması

Tedavi Odası ve Cihaz Çevresinde Sızıntı Ölçümü

Cihaz ışınlama yaparken, tedavi konsolunun bulunduğu alanda, tedavi odası kapısı önünde, tedavi odası komşuluğundaki oda, koridor ve çevresinde radyasyon sızıntı kontrolü yapılmalıdır. Ölçülen değerler; tarih, ölçüm alan bilgisi tablo haline getirilip kayıt altına alınmalı ve ülke regülasyonlarına göre uygunluğu incelenmelidir. Herhangi bir uygunsuzluk durumunda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Cihaz Çevresinde Kaynak Sızıntı Ölçümü

HDR brakiterapi cihazını devreye alma ve kalite kontrol programının başlangıç adımı klinik uygulama başlamadan önce kaynak sızıntı ölçümünün yapılmasıdır. Bu ölçüm, kaynak cihaz içerisinde zırhlı korumasında iken cihaz çevresinde radyasyon seviyesinin belirlenmesidir. Ülke regülasyonuna ve üretici firma tarafından belirlenen mesafelerde ölçümler yapılmalıdır (Resim 1). Cihazın kaynak konumlanan bölümünün çevresinde 30 cm uzaklıkta farklı yönlerde okunan değerler ülke regülasyonları ile uyum içerisinde olmalıdır. Bu ölçümler her yeni kaynak değişiminden sonra yenilenmelidir.



Resim 1: Kaynak sızıntı testi

Cihazın mekanik testleri

Cihaz ile ilgili yapılması gereken testler iki grupta toplanabilir:

- Mekanik testler

- Dozimetrik testler

Mekanik testler cihazın özelliklerine bağlı fiziksel parametrelerin ve güvenlik sistemlerinin kontrolüdür. Dozimetrik kontroller, periyodik kaynak değişiminden sonra sızıntı testi ve kaynak aktivitesinin ölçülüp kaynak sertifikası ile karşılaştırılıp aktivitenin ve kaynak seri numarasının TPS'e girilmesidir.

- Cihaz buton fonksiyonlarının kontrolü;

Tedavi konsolu ve cihaz üzerindeki butonlar kontrol edilip, gereği gibi çalışıp çalışmadığına bakılır.

- Plan çıktısı üzerindeki kaynak aktivitesi, tedavi zamanı ve tarih bilgilerinin kontrolü;

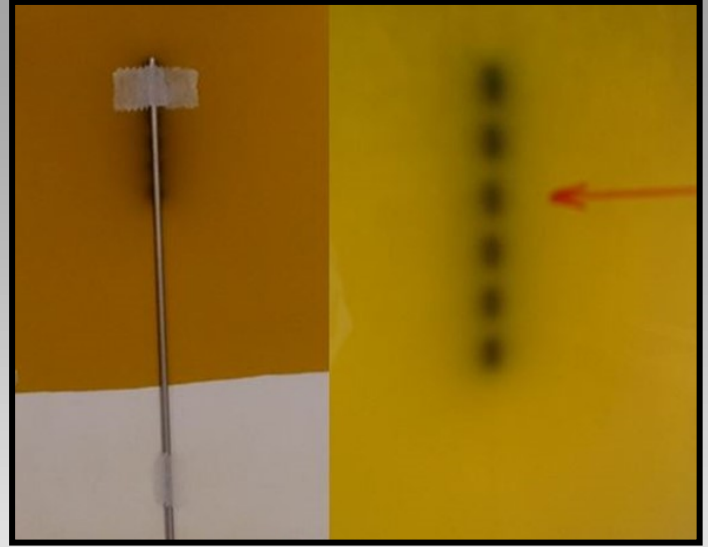
Plan çıktısı üzerindeki kaynak aktivitesi, tedavi zamanı ve tarih bilgileri, tedavi cihazı çıktısı ve kaynak sertifikası değerleri ile karşılaştırılır. Bu işlem her yeni hasta ve yeni fraksiyon için de yapılmalıdır.

Cihaza bağlı batarya sisteminin kontrolü

Tedaviler sırasında elektrik kesintisine karşı tedavinin tamamlanması ve kaynağın güvenli bir şekilde geri çekilmesini sağlayan cihaz içerisinde bulunan batarya sisteminin kontrolü yapılır. Bu test cihaza gönderilen test planının ışınlanması sırasında elektrik kesintisi simüle edilerek gerçekleşir. Kaynağın güvenli bir şekilde geriye çekildiği kontrol edilir.

Kaynağın tedaviye kaldığı yerden devam edip etmediğinin kontrolü

Bu test kontrol konsolundaki gösterge ve otoradyografi ile kontrol edilir. Transfer kablosu ya da aplikatör üzerine film (gafkromik verifikasyon filmi) yerleştirilir. Film üzerinde yeterli kararar elde edilecek şekilde (kaynak aktivitesine göre) 1cm aralıkla kaynak duruş pozisyonları tanımlanır. Işınlamanın belirlenen belli bir anında tedavi durdurulup, tekrar başlatılır. Işınlanan film ve ışınlama sonrası rapordan ışınlamanın kaldığı yerden devam edip etmediği kontrol edilir (Resim 2).

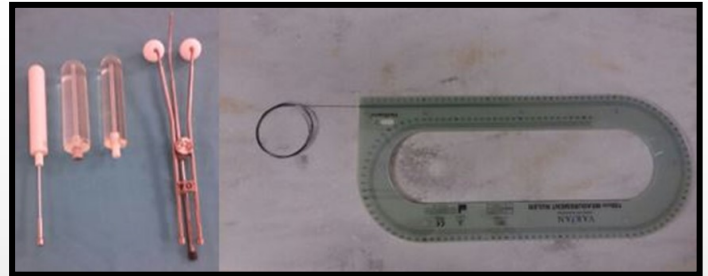


Resim 2: Kaynağın kaldığı yerden devam etmesi

Aplikatör ve transfer kablolarının fiziksel kontrolü

Kullanıma ve sterilizasyona bağlı olarak aplikatörlerde ve transfer kablolarında deformasyon olabilir. Tüm aplikatörlerin mekanik bütünlüğü de dahil olmak üzere transfer kablolarının uzunluğu ve konektörler düzenli olarak kontrol edilmelidir.

Aplikatörün ve transfer kablosu kombinasyonu, uygun uzunlukta bir tel ve cetvel ile ölçülebilir (Resim 3).



Resim 3: Aplikatör ve transfer kablosunun tel ve cetvel ile ölçümü

Transfer kablosunun cihaza kilitleme sisteminin kontrolü

Kullanılan tüm aplikatörlerin uygun transfer kablosu ile (renk kodu, numarası kontrol edilerek) bağlantısı yapılır. Cihazın kilitleme mekanizmasının çalışıp çalışmadığı ve cihazın transfer kablosunu algılayıp algılamadığı kontrol edilir.

Kaynak pozisyonunun kontrolü

Yüksek doz gradiyenti nedeni ile kaynak pozisyonunu doğruluğu için belirlenen kaynak ve sahte kaynak

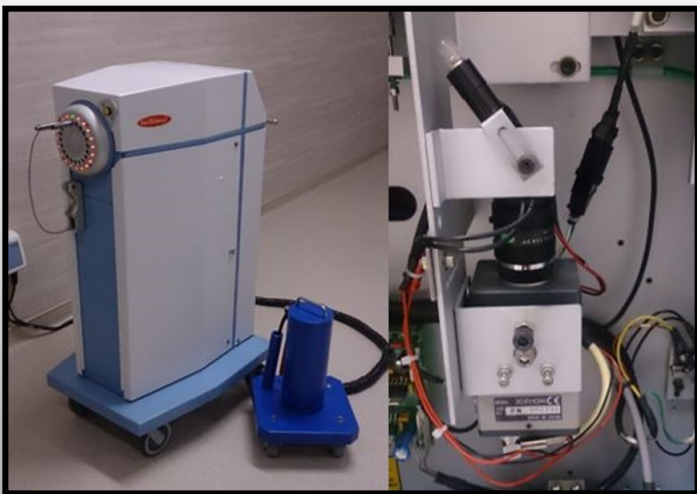
(dummy) için de tolerans $\pm 1\text{mm}$ dir. Test sonucunun sağlıklı değerlendirilebilmesi için kaynağın boyutu ve durma mesafesi önemlidir. Çünkü kaynağın, gönderildiği durma noktası kaynağın uç noktası olarak kabul edildiği gibi bazı cihazlarda durma noktası kaynağın merkezi olarak kabul edilir. Bu nedenle kullanılan sisteme göre bu detayın neresi olduğu öğrenilmeli ve değerlendirmeler ona göre yapılmalıdır. Kullanılan kaynağın aplikatör içerisinde istenilen pozisyona gidip gitmediği mekanik yöntemler ve dozimetrik yöntemler ile test edilir.

Mekanik yöntemler; cihaz üreticisi tarafından sağlanan cihaz içerisinde bulunan kamera, cetvelden oluşan mekanizma ile pozisyon verifikasyon testi (PVT) ve mekanik cetvel ile yapılan pozisyon doğrulama testleridir.

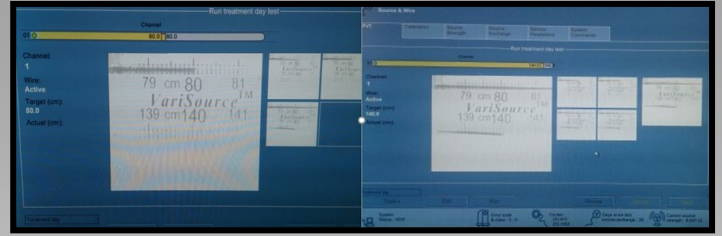
Mekanik Yöntemler

Pozisyon Verifikasyon Testi (PVT)

Cihaz içerisinde bulunan mekanik cetvel, sabit kameradan oluşan sistemde test için özel olarak tasarlanmış konektör ile bağlantı yapılır (Resim 4 ve Resim5). Cihaz QA yazılımında belirlenmiş durma pozisyonlarına kaynak ve dummy gönderilir. Kaynak ve dummy için durma pozisyonları kamera tarafından görüntülenir (Resim 4b). Değerlendirme sonunda fark $\leq 1\text{mm}$ olmalıdır.



Resim 4: PVT Test Düzeneği ve Kamera Sistemi



Resim 5: PVT testi ve değerlendirme

Mekanik cetvel yöntemi

Özel cetvel uygun transfer kablosu ile cihaza bağlanır. Cihazda transfer kablosu ve cetvel uç noktası hesaba katılarak kaynağın gideceği bilinen uzaklığı, referans olarak demo plan hazırlanır. Mekanik cetvel içine verifikasyon filmi yerleştirilir. Oda kamerası mekanik cetvelin skalasını ve kaynağın hareketini gözlemlenebileceği mesafeye odaklanır. Cihazı ışınlama konumuna getirip hazırlanan demo plan gönderilir. Film üzerinde ışınlama noktası ve görsel olarak kamera ile kaynağın hedeflenen uzaklığa gidip gitmediği kontrol edilir (Resim 6).



Resim 6: Mekanik cetvel ile kontrol

Mekanik yöntemler kullanılarak yapılan bu iki testin dezavantajı, özel donanım ve yazılım kullanılarak yapılması ancak aplikatör kullanılmadığı için tedavideki kaynak pozisyon doğruluğunu göstermemesidir.

Dozimetrik Yöntemler

Otoradyografi olarak adlandırılan yöntemde verifikasyon filmi fantom üzerine sabitlenir. Klinikte kullanılan tüm aplikatörler sırasıyla film üzerine sabitlenir. Aplikatörlerin içerisine o aplikatöre özel işaretleyiciler (marker) yerleştirilir. Eğer marker yoksa duruş pozisyonlarına karşılık gelen noktalara iğne, tel vb. metal işaretleyiciler yerleştirilir. Orta voltaj üreten bir cihazda filmin özelliğine göre belirlenen kV ve mAs değerleri ayarlanır. Görüntü alındıktan sonra fantoma sabitlenen film ve aplikatör hareket ettirilmeden dikkatlice içerisindeki işaretleyiciler çıkarılır. Kaynak duruş pozis-

yonlarında yapılan demo plan cihaza gönderilip ışınlanır. İlk ışınlamada elde edilen referans durma pozisyonları ile kaynak ile ışınlamada elde edilen kararmalar karşılaştırılır (Resim 7). Bu test departmana alınan her yeni aplikatör seti için yapılmalıdır.



Resim 7: Otoradyografi yöntemi

Cihaz, Kumanda Konsolu ve Tedavi Odasının Radyasyon Uyarı Sistemlerinin Kontrolü

Cihaz, kumanda konsolu ve tedavi odasında bulunan cihazlar ve güvenlik sistemleri kontrol edilir. Oluşturulacak günlük, haftalık, aylık veya üç aylık kalite kontrol tablolarına kayıt edilip dökümanite edilir (Tablo 3).

Donanım kontrolü;

- Hasta haberleşme sistemi
- Hasta izleme sistemi
- Radyasyon uyarı sistemleri
- Kapı üzeri ışıklı uyarı sistemi
- Kumanda odası ve/veya kumanda konsolu üzerinde radyasyon uyarı sistemi
- Kapı emniyet sistemi
- Acil durum düğmesi
- Işın kesme anahtarı
- Aplikatörlerin cihaz bağlantı transfer kabloları
- Kontrol paneli kilitleme sistemi

- Acil durum kaynak zırlama kabı
- Kaynak geri çekme mekanizması (mekanik, kompresör v.b)
- Radyasyon alan monitörü
- Acil durum planı

Kaynak aktivitesinin kontrolü

Kaynakla birlikte gelen aktivite sertifikasında belirtilen aktivite değeri $\pm 5\%$ belirsizlik içermektedir. Bu nedenle önerilen kaynak aktivitesinin, her kaynak değişiminden sonra ölçülüp kaynak sertifika değeri ile karşılaştırılmasıdır. Tedavi planlama bilgisayarına ölçülenin mi yoksa sertifika değerinin mi girileceğinin kriterlerle birlikte kararı bölümdeki medikal fizikçilere aittir. HDR brakiterapi kaynaklarının aktivite ölçümünde kullanılan iki referans protokol Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından yayınlanan Tecdoc 1079 ve 1274 numaralı raporlardır.^{5,6} Üç farklı yöntem kullanılarak kaynak aktivitesi ölçülür. Hangi sistemin kullanılacağına kararı elde olan sisteme göre değişir.

Aktivite ölçüm yöntemleri;

- Havada iyon odası ile ölçüm
- Kuyu tipi iyon odası ile ölçüm
- Özel fantomlar ile ölçüm

Tedavi Planlama Sisteminin (TPS) Kontrolü

- Görüntülerin TPS'e düzgün aktarılması
- Volümlerin (GTV, CTV, PTV, vb.) ve risk altındaki organların (RAO) çizimi
- Kaynakların planlama sistemine tanımlanması
- Doz dağılımı ve doz volüm histogramı (DVH) değerlendirmesi
- Tedavi planı ve raporun alınıp cihaza gönderilmesi

Tablo 3. Klinikte uygulanacak kalite kontrol programı

Kontrol parametresi	Test sıklığı	Müdahale seviyesi
Acil durum talimatı	Günlük/3 ay*	-
Cihaz kullanım kılavuzları	Günlük/3 ay*	-
Kapıda ve ilgili bölgelerde radyasyon uyarı etiketleri	Günlük/3 ay*	-
Kamera sistemi	Günlük/3 ay*	-
Hasta ile haberleşme sistemi	Günlük/3 ay*	-
UPS sisteminin kontrolü	3 ay	-
Işınlama sırasında devreye giren ışıklı uyarı ve sesli alarm sistemi	Günlük/3 ay*	-
Kapı üzerindeki ışıklı radyasyon uyarı sistemi	Günlük/3 ay*	-
Tedavi konsolu üzerindeki acil durdurma butonu	3 ay	-
Oda içerisindeki ikincil acil durdurma butonu	3 ay	-
Kapı açık olduğunda radyasyonu kesen kontrol sistemi	3 ay	-
Alan radyasyon monitörü	Günlük/3 ay*	-
Taşınabilir surveymetre	Günlük/3 ay*	-
Acil durum araçları (kesici, cerrahi ekipmanlar, acil durum kabı)	Günlük/3 ay*	-
Cihaz üzerindeki acil kaynak hareket mekanizması kolu	Yıllık	-
Elektrik kesintisi	3 ay	-
Aplikatör ve kateter bağlantıları	6 ay	-
Hasarlı kateter	3 ay	-
Sızıntı testi	Yıllık	-
Zamanlayıcının kontrolü	Yıllık	> %1
Kaynak kalibrasyonu	Kaynak değişimi	> %5
Kaynak pozisyon doğruluğu	Günlük/3 ay*	> 2 mm
Transfer tüplerinin uzunluğu	Yıllık	> 1 mm
Tedavi konsolunda tarih, saat ve aktivite doğruluğu	Günlük	-
Geçiş süresi etkisi	Yıllık	-

Doz noktası hesaplamaları doğruluğunu manuel hesaplamalar veya bağımsız bilgisayar hesaplamaları ile eşleştirilerek bulunan değerlerle karşılaştırılmalıdır. Her brakiterapi uygulamasından önce TPS'ten alınan rapor ile cihazdan alınan rapordaki aktivite, toplam tedavi zamanı, kaynak duruş sayısı, tedavi tarihi değerleri karşılaştırılıp doğrulama yapılmalıdır.

Geniş Kapsamlı ve Uygulanabilir Kalite Kontrol Programının Oluşturulması

Hastaların güvenli ve doğru bir şekilde tedaviye girebilmeleri için uygulanabilir kalite kontrol programı oluşturulmalı ve titizlikle uygulanmalıdır. Oluşturulacak program tedavi odası, cihaz, aplikatör ve ekipmanların mekanik ve dozimetrik testlerini içermelidir. (Tablo3).

Kaynaklar

- IAEA, SettingUp a RadiotherapyProgramme: Clinical, MedicalPhysics, RadiationProtectionand-SafetyAspects, IAEA, Vienna (2008).
- Bidmead M, Briot E, Burger J et al. A practical-guidetoqualitycontrol of brachytherapyequipment. ESTRO Booklet No. 8. EuropeanSocietyforTherapeuticRadiologyandOncology, Brussels 2004
- Arslan G, Aydın G. Brakiterapide kalite temini. Türkiye Klinikleri J RadiatOncol-Special Topics 2017;3(1):72-8
- IAEA, Human Health Series PUB 1670 ISSN 2075-3772 no.30: Implementation of High Dose Rate Brachytherapy in Limited Resource SettingsVienna 2015
- Calibration of photonand beta ray sourcesused in brachytherapy, IAEA – TECDOC – 1274, 2002.
- Calibration of brachytherapysources: Guidelines on standardizedproceduresforthecalibration of brachytherapysources at SSDLsandHospitals, IAEA-TECDOC-1079, February 1999.

- Baltas D, Geramani K, Ioannidis GT, Hierholz K, Rogge B, Kolotas C, et al. Comparison of calibrationproceduresfor 192Ir high-dose-rate brachytherapysources. Int J RadiatOncolBiophys 1999;43(3):653-61.



Med. Fiz. Uzm. Halil Küçücük

1995 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik bölümünden mezun oldu.1999 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2005 yılına kadar İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde ve 2005 yılından itibaren Acıbadem Sağlık grubuna bağlı Kozyatağı ve Altunizade Hastanelerinde Radyofizik Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

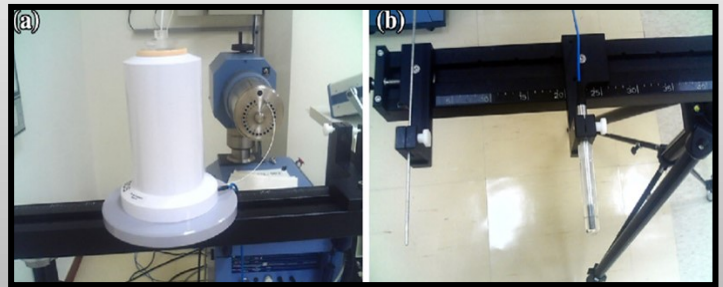
IR-192 KAYNAKLI HDR BRAKİTERAPİ SİSTEMLERİNİN FARKLI KALİBRASYON PROSEDÜRLERİ

Dr. Fiz. Yücel Sağlam

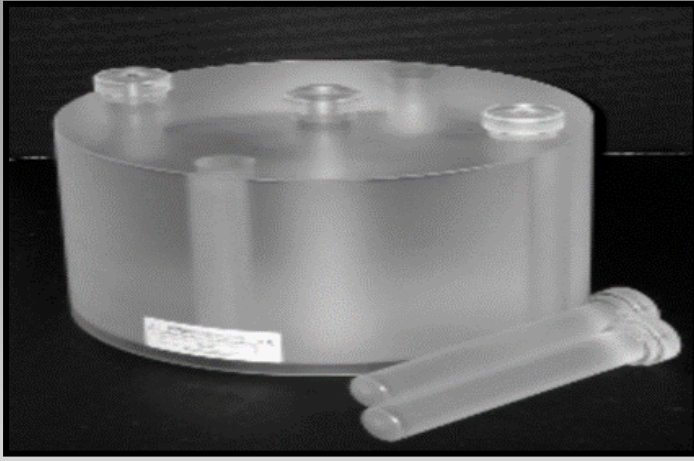
Brakiterapi, çoğu kanser bölgesi için tedavinin önemli bir parçası olmakla birlikte özellikle jinekolojik hastaların neredeyse tümünün tedavisinde etkin olarak kullanılabilir [1]. Tedavi cihazında kullanılan radyoaktif kaynağın özelliklerinden dolayı brakiterapi, tedavi doz hızlarına göre Low Dose Rate (LDR=0.4-2 Gy/hr, Cs-137 ile), Medium Dose Rate (MDR=2-12 Gy/hr), High Dose Rate (HDR=12 Gy/hr, Ir-192 ile) ve Pulse Dose Rate (PDR=her saat 10-15 dakikada 12 Gy/hr) olarak ayrılmaktadır [1-2]. Son yıllarda brakiterapide aynı eksternal radyoterapide olduğu gibi bilgisayar ve görüntüleme teknolojilerindeki gelişmelerin tedavi planlama sistemlerine katkısıyla her hasta ve her fraksiyon için farklı planlamalar ve doz dağılımları elde edilebilmektedir. Ayrıca brakiterapide tedavi planlama sistemlerinde (TPS) uygun ve farklı doz dağılımlarının oluşturulmasında en önemli detayın uygun aplikatör seçimi olduğu unutulmamalıdır.

İstenilen klinik sonuçlar ancak iyi bir klinik ve dozimetrik uygulama ile elde edilebilir. Brakiterapi kaynağının klinik kullanımı, Medikal Fizik topluluklarının tavsiyelerine göre hava Kerma kuvvetinin bağımsız bir şekilde ölçülmesini gerektirir [1,3-4]. ICRU tarafından belirlenen hava Kerma oranı, 1 m'lik bir referans mesafede ve 1 saatteki zayıflama ve saçılma için düzeltilmiş referans hava Kerma olarak tanımlanır [3-4]. ICRU, fiziksel prosedürler nedeniyle (iyon odası kalibrasyonu ve ölçüm vb. gibi belirsizlikler) brakiterapi için doz spesifikasyonundaki belirsizliğin $\pm 5\%$ 'in altında olması gerektiğini belirtmektedirler. Üretici firma tarafından verilen kalibrasyon sertifikası, genel olarak $\pm 5\%$ 'lik bir belirsizlikle kaynak kalibrasyonunu belirtmektedir [3-4]. Bu nedenle, brakiterapi kaynağının kullanıcı seviyesinde kalibrasyonu sadece üretici tarafından belirtilen kalibrasyonu kontrol etmek için değil, uluslararası kabul görmüş standartlarda izlenebilirliğini de sağladığı

için gereklidir. Amerikan Tıp Fizikçiler Birliği (AAPM), brakiterapi tedavisini uygulayan herhangi bir kliniğin üretici tarafından sağlanan kaynak kalibrasyonu bağımsız olarak doğrulama yeteneğine sahip olmasını gerektiğini belirtir [5]. HDR Ir-192 kaynağının kalibrasyonu genellikle Şekil 1(a) da gösterilen well-type iyon odası (kuyu tipi iyon odası) veya Şekil 1(b) de gösterilen silindirik iyon odası kullanılarak havada uygun fantomlar (jig) kullanılarak yapılır. AAPM ayrıca brakiterapi kaynaklarının kalibrasyonunda daha yüksek tekrarlanabilirlik ve daha iyi doğruluk sağlayabilen özel olarak tasarlanmış Şekil 2'de gösterilen katı fantomları da önerebilmektedir. Üç yıllık HDR ve PDR kaynak aktivite kontrol prosedürünün sonuçlarını karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada, silindirik iyon odası ve kuyu tipi iyon odası kullanan dozimetri sistemlerinin hızlı ve güvenilir araçlar olduğunu göstermiştir [1,5,6]. Çeşitli çalışmalarda da gösterildiği üzere farmer tip iyon odası kullanılarak havada yapılan kalibrasyonlar daha karmaşık ve zahmetlidir; bu nedenle, kuyu tipi iyon odası medikal fizikçiler tarafından daha çok tercih edilebilir [5-6]. Diğer bir hususta Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nde (NIST) ve Birincil Standart Dozimetri Laboratuvarı'nda (PSDL) kalibre edilmiş farmer tipi iyon odalarında kalibrasyon faktörünün doğruluğu $\%1-2$ arasında iken, kuyu tipi iyon odasında doğruluk oranı $\%2-3$ 'lere kadar çıkabildiği unutulmamalıdır [6].



Şekil 1: HDR Ir-192 kalibrasyonu a) Kuyu tipi iyon odası, b) Farmer tipi iyon odası ile gösterimi



Şekil 2: HDR Ir-192 kalibrasyonu için kullanılan katı fantom

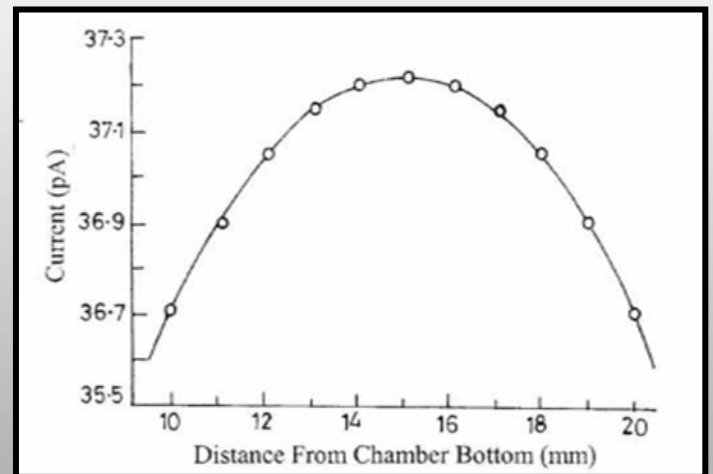
HDR brakiterapi sistemi 73,83 gün yarı ömrüne sahip Ir-192 kaynağı ile kullanılmaktadır [1]. Yeni Ir-192 kaynağının aktivitesi genellikle 10 Ci civarındadır; hava Kerma kuvveti (AKS= Air Kerma Strength) veya referans hava Kerma hızı (RAKR= Reference Air Kerma Rate) yaklaşık $1,1337 \times 10^{-5} \text{ Gy m}^2 \text{ s}^{-1}$ 'dir. Tedavi süresinin, radyoaktif kaynağın her geçen gün yarılanma ömründen kaynaklı uzamasını önlemek amacı ile kaynağın yılda yaklaşık dört kez değiştirilmesi önerilmektedir [3-4]. Klinik rutinde kullanılmak üzere yeni bir HDR kaynağının HDR tedavi cihazına yüklendiğinde, Medikal Fizik Uzmanı tarafından kaynak kalibrasyonunun yapılarak üretici firmanın sertifikasında yazılan kalibrasyonun kontrol edilmesi önemlidir. Kalibrasyon prosedürü, HDR brakiterapi için kalite güvence (QA) programlarının en önemli basamağıdır. Bazı brakiterapi tedavi planlama sistemleri, kaynak aktivitesi için Ci kullanabilir. Eğer becquerel (Bq) veya Ci istenirse hava Kerma'dan dönüştürülebilir. Ancak referans hava Kerma'dan yapılan dönüşüm az da olsa belirsizlik getirebilir [3-7]. $\text{Gy m}^2 \text{ s}^{-1}$ olarak ifade edilen referans hava Kerma, mBq aktiviteye dönüştürülür. Ancak pek çok güncel brakiterapi tedavi planlama sistemi için referans hava Kerma hızı, anlık tedavi zamanının (mevcut kaynak dwell time) hesaplanması için yeterlidir. Aşağıdaki Tablo 1'de Nucletron HDR tedavi konsolunda örnek tedavi çıktısında gösterildiği gibi aktivite, tedavi konsolu tarafından mevcut tedaviye göre güncellenerek yeni tedavi süresini hesaplamıştır.

Tablo 1: Nucletron HDR tedavi cihazı hasta tedavisi çıktısı

Total Reference Air Kerma	planned: 1134 uGy @ 1m (current: 1138 uGy @ 1m)	
Fraction number	2	
Total dose	4800.00 cGy	
Reference dose	600.00 cGy	
	$\text{mGy m}^2 \text{ h}^{-1}$	Ci
Associated source strength	20.410	5.000
Total radiation time per fraction	planned: 200.0 s / rounded: 200 s (current: 108 s)	
Nuclide	Ir-192	

Kuyu Tipi İyon Odası ile HDR Ir-192 Kaynak Kalibrasyonu

HDR kaynak kalibrasyonu işleminde AAPM tarafından kalibrasyon işlemini basitleştirmek için kuyu tipi iyon odasının kullanılması önerilmektedir [4]. Ayrıca çoğu bilimsel çalışmada da kullanım kolaylığı ve yüksek ölçüm doğruluğundan dolayı kullanılması tavsiye edilmektedir [5, 6]. Kuyu tipi iyon odalarında öncelikle maksimum doz ölçüm noktasının (sweet point) bulunması gerekmektedir. Bunun için kuyu tipi iyon odasının aktif ölçüm noktası boyunca HDR brakiterapi cihazının en düşük dwell pozisyon aralığı kullanılarak duyarlılık eğrisi çıkartılır ve maksimum doz noktasındaki değere normalize edilerek efektif ölçüm noktası bulunur. Bu değerlendirme her yeni kaynak kalibrasyonunda yapılmalıdır. Şekil 3'te Nuclertron HDR cihazı için 0,25cm step aralığında Standart Imaging marka kuyu tipi iyon odasının duyarlılık eğrisi örneği verilmiştir.



Şekil 3: MicroSelectron-HDR cihazının HDR Ir-192 kaynağı ile Standart Imaging HDR-1000 kuyu tipi iyon odası için duyarlılık eğrisi

Kuyu tipi iyon odaları kullanarak referans hava Kerma oranı aşağıdaki verilen formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$K_R = N_K \cdot k_p \cdot I_{max} \cdot k_{ion}$$

N_K : 1 m'de $Gy \cdot h^{-1} \cdot A^{-1}$ verilen iyon odası kalibrasyon faktörüne aritmetik olarak eşit ve iyon odası sertifikasında verilen kalibrasyon faktörüdür.

k_p : Gerçek hava basıncı p ve sıcaklık t ve referans odası kalibrasyon koşulları arasındaki farkları dikkate alan düzeltme faktörüdür.

I_{max} : Kuyu tipi iyon odası için aktif ölçüm noktası boyunca ölçülen maksimum (duyarlılık eğrisindeki maksimum doz değeri) iyonizasyon akımı değeridir.

k_{ion} : iyon toplama etkinliğinin karşılığını oluşturur. A_{ion} ile hesaplanır.

$$A_{ion} = \frac{4}{3} - \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{Q_1}{Q_2} \right)$$

Q_1 : 300V Q_2 : 150V

Referans hava Kerma oranı bulunduğundan sonra aşağıdaki verilen formül kullanılarak aktivite hesaplanabilir:

$$Aktivite = K_R / (\Gamma_\delta) X (W/e)_{air}$$

K_R : Referans hava Kerma

Γ_δ : Işınlama hızı sabiti (0,466 m/hCi)

$(W/e)_{air}$: Havada tek bir iyon çiftini üretmek için ihtiyaç duyulan ortalama enerji (8,730 mGy/R)

Farmer Tipi İyon Odası ile Havada HDR Ir-192 Kalibrasyonu

Brakiterapi kaynağının kalibrasyonu havada farmer tipi iyon odası kullanılarak yapılabilir [3-6]. İyon odası ile havada kalibrasyon yapılırken dikkat edilecek en önemli konu, Ir-192 kaynağı tarafından yayılan radyasyonun, yüklü parçacık dengesini sağlamak için uygun duvar kalınlığında iyon odası seçimidir. Çeşitli ça-

lışma ve protokollerde farmer tipi iyon odası için tavsiye edilen duvar kalınlığı 0.31 g/cm^2 'dir. Havada iyon odası kullanılarak yapılan kalibrasyon için özel fantomlar (jigler) kullanılarak ölçümler yapılması tavsiye edilmektedir [3-4]. Özel jiglerde kaynaktan 10 cm mesafede ve 10 saniyelik ölçümler alınır. Bu 10 saniyelik ölçüm kaynak istenilen pozisyona gittikten sonra başlatılır. Oda sıcaklığına ve kullanıma göre kaynak gönderilen plastik tüplerin düzgünlüğü değişebilir. Bu nedenle iyon odası merkezi ekseninden kanal orta eksemine olan mesafenin 10 cm olduğundan emin olunmalı ve her ölçümde kontrol edilmelidir. Bu tarz hava ölçümlerinde dikkat edilmesi gereken diğer hususlardan biri de ölçüm düzeneğinin saçıcı ortamlar olan duvar ve zeminden uzak olmasıdır. Daha sonradan alınan ölçümler 1 metre ve 60 dakika (1 saat) dönüşümleri yapılarak referans hava Kerma hesaplanır.

Ir-192 kaynağından yayılan geniş foton spektrumlu enerji nedeniyle farmer tipi iyon odası kullanılarak yapılacak kalibrasyon zorlukları vardır. Ir-192 ışınının kalibrasyon faktörü ilk olarak 250 kV X ışını ve Co^{60} veya Cs^{137} gama ışını için yapılan kalibrasyon faktörlerinin ortalamasından elde edilir [3-6]. Tüm enerjiler için kalibrasyon faktörleri, 0.321 gcm^2 kalınlıkla bir build-up cap ile elde edilir. IAEA-TECDOC-1079- 1274 ve AAPM, 250 kV X-ışını ve Co^{60} veya Cs^{137} enerjileri arasındaki ağırlıklı interpolasyon ile elde edilen N_K hava Kerma kalibrasyon faktörü kullanılmasını önerir [3-5]. Ir-192 kaynağının foton spektrumuna dayanan enerji yanıt eğrisi belirlenir. $N_{K, Ir}$ belirlenmesi için ICRU raporlarındaki Tablo 2.'deki verilen A_w değerler kullanılır.

$$N_{K, Ir} = (0.8 \cdot A_{w, 250kV} N_{K, 250kV} + 0.2 \cdot A_{w, Co} N_{K, Co}) / A_{w, Ir}$$

$$N_{K, Ir} = 0.8 \cdot N_{K, 250kV} + 0.2 \cdot N_{K, Co}$$

$N_{K, Ir}$ belirlendikten sonra referans hava Kerma için aşağıdaki formül kullanılır:

$$K_R = N_K \cdot (M_u / t) \cdot k_{air} \cdot k_{scatt} \cdot k_n \cdot (d/d_{ref})^2$$

Tablo 2: ICRU 250kV, Ir-192 ve Co⁶⁰ için verilen farklı tip iyon odalarının A_w [3]

TABLE IV. MONTE-CARLO CALCULATED A_w FACTORS FOR DIFFERENT IONIZATION CHAMBERS FOR 250 kV X-ray, ¹⁹²Ir AND ⁶⁰Co. THE UNCERTAINTIES (ONE STANDARD DEVIATION) ARE < 0.1%. VALUES FROM [12].

Ionization Chamber	Air cavity length/ radius (mm)	Wall material/ thickness gcm ⁻²	Build-up cap material/ thickness gcm ⁻²	A_w 250kV	A_w 192 Ir	A_w 60 Co
Capintec 0.07 cm ³ PR-05P mini	5.5 / 2.0	C552 / 0.220	Polyst./ 0.598	0.986	0.980	0.989
Capintec 0.14 cm ³ PR-05 mini	11.5 / 2.0	C552 / 0.220	Polyst./ 0.598	0.988	0.983	0.989
Capintec 0.65 cm ³ PR-06C Farmer	22.3 / 3.2	C552 / 0.050	C552 / 0.924	0.998	0.980	0.984
Capintec 0.65 cm ³ PR-06C Farmer	22.3 / 3.2	C552 / 0.050	Polyst. / 0.537	0.997	0.986	0.990
Capintec 0.65 cm ³ PR-06C Farmer	22.3 / 3.2	C552 / 0.050	PMMA / 0.547	0.992	0.984	0.989
Capintec 0.6 cm ³ PR-05P AAPM	23.8 / 3.3	Graphite / 0.046	PMMA / 0.625	0.995	0.986	0.986
Exradin 0.003 cm ³ A14 (2mm cap)	4.0 / 2	C552 / 0.176	C 552 / 0.352	1.000	0.993	0.993
Exradin 0.003 cm ³ T14 (4mm cap)	4.0 / 2	A150 / 0.113	A150 / 0.455	0.993	0.991	0.980
Exradin 0.05 cm ³ A1 (2mm cap)	5.7 / 2	C552 / 0.176	C 552 / 0.352	0.987	0.988	0.990
Exradin 0.05 cm ³ A1 (4mm ap)	5.7 / 2	C552 / 0.176	C 552 / 0.712	0.997	0.977	0.982
Exradin 0.05 cm ³ T1 (4mm cap)	5.7 / 2	A150 / 0.113	A150 / 0.455	0.985	0.988	0.990
Exradin 0.5 cm ³ A2 (2mm cap)	11.4 / 4.8	C552 / 0.176	C 552 / 0.352	0.986	0.978	0.984

N_k : iyon odasının asıl foton enerjisindeki (Ir-192) hava Kerma kalibrasyon faktörüdür.

M_U : t süresi boyunca toplanan, ortam sıcaklığı ve basıncı, rekombinasyon kayıpları ve yükleme sonrası sistemlerin kaynak aktarımı sırasındaki geçiş efektleri için düzeltilen ölçümdür.

t: Genellikle 10 sn'lik ölçüm süresidir. HDR cihazlarda kaynağın girip çıkış süresini yalın ölçüm zamanına etki etmemesi için kaynak dışarıdayken elektrometreden 10sn ölçüm alınması tavsiye edilmektedir.

k_{air} : Kaynak ve oda arasındaki birincil fotonların havadaki zayıflama düzeltmesidir.

k_{scatt} : Duvarlardan, zeminden, ölçüm düzeneğinden, havadan vb. saçılan radyasyonun düzeltmesidir.

k_n : non-uniformity düzeltmesidir.

d: ölçüm mesafesi, yani kaynağın merkezi ile iyonizasyon odasının geometrik merkezi arasındaki mesafedir. HDR cihazının standart ölçüm setinde ölçüm mesafesi 10cm'dir.

d_{ref} : 1 metre referans mesafedir

K_R : Referans hava Kerma

Γ_δ : Işınlama hızı sabiti (0,466 m/hCi)

$(W/e)_{air}$: Havada tek bir iyon çiftini üretmek için ihtiyaç duyulan ortalama enerji (8,730 mGy/R)

$$\text{Aktivite} = K_R / (\Gamma_\delta) X (W/e)_{air}$$

Hatırlanması Gerekenler

- Kuyu tipi iyon odası ile ölçüm alınmadan önce belirlenecek maksimum ölçüm noktası için HDR cihazında en düşük dwell pozisyonu ile ölçümlerin alınması hassaslığı artıracığı unutulmamalıdır.
- Farmer tipi iyon odası kullanılarak jig ile ölçüm alınırken saçılmanın etkisini azaltmak için duvardan veya metal aparatlardan (masa vb. gibi) uzakta ölçüm alınması tavsiye edilir.
- Her iki iyon odası kullanılarak ölçüm alınırken referans 1 saat'lik ölçüm pratikte çok mümkün olmadığından 10sn'lik veya 60sn'lik ölçümlerin alınması tavsiye edilir.
- Alınacak t zamanlı (10 sn veya 60 sn olarak) ölçümlerin kaynağın giriş ve çıkış zamanından bağımsız saf ölçümler olması için çok uzun ışınlama süresi ayarlanarak kaynak cihazdan çıktıktan sonra t sürelerinde okumaların yapılması tavsiye edilir.
- Kuyu tipi veya farmer tipi iyon odası ile ölçüm yapılmadan önce sistemlerin brakiterapi odasına getirilmesi, iyon odasında oda sıcaklığı ve basıncının dengelenmesi açısından önemlidir.
- Uluslararası protokollerde belirtildiği gibi sertifika ile ölçülen aktivite farkının %5'den az olması gerektiği unutulmamalıdır. Ancak fark %5'den farklı çıkarsa ilk önce kendi ölçümümüzün (set-up, kalibrasyon faktörleri, vb. gibi) gözden geçirilmesi gerekmektedir. Farklı durumlarda üretici firma aranmalıdır.

Kaynaklar

- International Commission on Radiation Units and Measurements. Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynaecology, ICRU report 38. Bethesda: ICRU Publications; 1985.
- Shwetha Bondel, Manickham Ravikumar, Sanjay Sudhakar Supe, Buchuppudi Rekha Reddy, "Calibration of Ir-192 high dose rate brachytherapy source using different calibration procedures", Reports of Practical Oncology and Radioterapy, 2014;19: 151–156.
- International Atomic Energy Agency. IAEA-TECDOC-1079, calibration of brachytherapy sources – guidelines on standardized procedures for the calibration of brachytherapy sources at SSDs and hospitals. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1999.
- International Atomic Energy Agency. IAEA-TECDOC-1274, calibration of photon and beta ray sources used in brachytherapy guidelines on standardized procedures at secondary standards dosimetry laboratories (SSDs) and hospitals. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2002.
- Kutcher GJ, Coia L, Gillin M, et al., "Comprehensive QA for radiation oncology: report of AAPM radiation therapy committee task group 40", Med Phys 1988;21(4):581–618.
- Palmer AL, Bidmead M, Nisbet A., "A survey of quality control practices for high dose rate (HDR) and pulsed dose rate (PDR) brachytherapy in the United Kingdom", J Contemp Brachyther 2012;4:232–40.



Med. Fiz. Uzm. Dr. Yücel Sağlam

1980 yılında Denizli’de doğdum. Medikal Fizik ile 2003 yılında Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Bölümü’nde yüksek lisansa başlayarak tanıştım. 2009 yılına kadar aynı bölümde medikal fizik uzmanı olarak radyoterapi alanında çalıştım. 2009 yılından itibaren Vehbi Koç Vakfı Sağlık Kuruluşları bünyesinde MD Anderson Amerikan Hastanesi ve Koç Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi bölümlerinde Medikal Fizik uzmanı olarak halen çalışmaktayım. 2018 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü’nde doktoramı bitirdim.

PROSTAT BRAKİTERAPİSİ

KLİNİK ETKİNLİK VE GELECEK EĞİLİMLERİ

Med. Fiz. Uzm Büşra Aslan

Prof. Dr. Merdan Fayda

Prostat kanserinin sistemik tedavisindeki gelişmeler ve hastalığın doğal seyrinin çoğu hasta-da uzun olması lokal bölgesel kontrolün önemi arttırmaktadır. Özellikle unfavorable orta ve yüksek riskli lokalize prostat kanserlerinde brakiterapinin hastaların tedavisine eklenmesi sağ kalım oranlarına yansıyan iyileşmelere yol açabilmektedir. ASCENDE-RT randomize çalışması (Morris et al. 2017) pelvise 46 Gy RT sonrası LDR brakiterapi (LDR-BT) boostu ile eksternal RT boostu ile 78 Gy'e çıkılmasını karşılaştırmış ve 6,5 yıllık medyan takip süresinde 5; 7; 9 yıllık biyokimyasal hastalıksız sağ kalım oranlarını %89-%84; %86-%75; %83-%62 olmak üzere anlamlı şekilde brakiterapi boostu lehine olduğunu ortaya koymuştur. Toksikite profiline bakıldığında 5 yılda grad 3 GU kronik morbidite %8,6-%2,2 ($p=0,058$) olmak üzere sınırda LDR BT aleyhinedir. Eretil disfonksiyon ve gastrointestinal toksisite kollar arasında farksızdır (Rodda et al. 2017). Bir çalışmada da orta risk prostat kanserinde 86,4 Gy IMRT ile 50.4 Gy eksternal RT ardından braki-terapi boostu nonrandomize olarak karşılaştırılmış ve brakiterapi boostu üstün bulunmuştur (Spratt et al. 2014). Bu yazımızda brakiterapinin özellikle de maliyet ve etkinlik açısından ülkemizde kullanılma potansiyeli daha iyi olan yüksek doz hızlı (HDR-BT) brakiterapinin prostat kanseri tedavisindeki artan kullanımının geri planı, teknik özellikleri ve potansiyel kullanım alanlarından bahsetmeye çalışacağız.

Tarihsel Gelişim

Radyoaktivite 1896 yılında Henry Becquerel tarafından keşfedildikten kısa bir süre sonra malign hastalıkların tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır (Zeitlin et al. 1998). Radyum kullanılarak uygulanan ilk prostat bra-kiterapisi ise 1911 yılında rapor edilmiştir (Garzotto and Fair 2000, Lederman 1981). 1970 yılında Whitmo-

re I-125 kalıcı implantları kullanarak prostat kanserini tedavi etmiştir (Hilaris et al. 1974). 1980'lere gelindiğinde transrektal ultrason (TRUS) eşliğinde düşük doz hızlı prostat brakiterapi (LDR-BT) uygulamaları rutin pratiğe girmeye başlamış ve 1990'ların sonuna doğru TRUS kullanılarak yapılan LDR-BT standart bir teknik haline gelmiştir (Ragde et al. 1997, Heysek 2007, Zaorsky et al. 2017).

1980'lerin sonunda bilgisayarlı tomografi yardımı ile yapılan dozimetrik değerlendirmeler LDR-BT'de hesaplanan dozların planlanan dozlardan daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu sorunun üstesinden gelmek için yüksek enerjili Ir-192 kaynağı kullanılarak HDR-BT uygulamaları hız kazanmaya başladı. HDR-BT'de hedef ve riskli organ dozlarında bir dereceye kadar optimizasyon mümkün olurken kaynak pozisyon doğruluğu LDR-BT'ye göre daha kesindir (Mate et al. 1998). HDR-BT, 1980'lerde ve 1990'larda İsveç, Almanya, Japonya, İngiltere ve ABD'de ERT ile boost olarak kullanılmaya başlandı (Stromberg et al. 1995, Kovacs et al. 1999).

1990'lı yıllara kadar, HDR-BT boost, dünya çapında birçok çalışmada değerlendirildi (Zaorsky et al. 2017). Japonya Osaka'da HDR-BT monoterapisi ile ilgili bir çalışma başlatılmıştır. 2000'den beri birçok HDR-BT monoterapi çalışması yayınlanmıştır (Yoshioka et al. 2000, Yoshioka et al. 2016, Yoshioka et al. 2017).

Endikasyonlar

Brakiterapi tek başına, eksternal radyoterapiye boost olarak ve eksternal sonrası yinelemelerde kurtarma tedavisi olarak kullanılabilir.

Özellikle Ulusal Kapsamlı Kanser Ağı (NCCN) prostat kanserini 5 gruba ayırmıştır (NCCN, 2019). Risk gruplarına göre önerilebilecek tedavi yöntemleri ve primer tedavide kullanımı Tablo 1'de belirtilmektedir.

Tablo 1: Risk gruplarına göre önerilebilecek tedavi yöntemleri

Risk	Klinik ve patolojik durum			Tedavi yöntemi
Çok düşük riskli hastalık	T1c ve Grade grup 1 ve PSA <10ng/mL ve PSA yoğunluğu <0,15ng/mL/g			Aralıklı prostat biyopsilerini içeren aktif takip/Monoterapi (cerrahi ya da radyoterapi)
Düşük riskli hastalık	T1-T2a ve Grade grup 1 ve PSA <10ng/mL			Monoterapi
Orta riskli hastalık	Yüksek veya çok yüksek risk kategorisine girmeyip aşağıdaki-lerden en az bir risk faktörüne (RF) sahip hastalık: T2b-T2c Grade grup 2 veya 3 PSA 10-20ng/ml	Favorable orta risk	1 RF ve Grade grup 1/2 ve biyopsi korlalarının <%50'si pozitif	Monoterapi +/- hormonoterapi
		Unfavorable orta risk	2 veya 3 RF ve/veya Grade grup 3 ve/veya biyopsi korlalarının >%50 pozitif	Hormonoterapi + ERT +/- braki boost
Yüksek riskli hastalık	T3a veya Grade grup 4 veya 5 veya PSA >20 ng/ML			+/- kemoterapi + Hormonoterapi + ERT + braki boost
Çok yüksek riskli hastalık	T3b- T4 veya İlk Gleason skor 5 veya			+/- kemoterapi + Hormonoterapi + ERT + braki boost

Kontrendikasyonlar

Merkezler arası farklılıklar olabilmekle beraber aşağıdaki durumların varlığı genel olarak prostat brakiterapi için kontrendikasyon olarak kabul edilmektedir.

- Uluslararası prostat semptom skoru (IPSS) 18'den büyük olması, üroflow orta akım değerlerinin <10 ml/sn olması ya da rezidüel idrar hacminin >100 cc olması
- Mesaneye 1 cm'den fazla çıkan medyan lob varlığı
- Rektumun olmaması
- Prostat hacminin >50-60 cc olması ya da <30 olması (bazı merkezler için göreceli)
- Daha önce pelvik rt

- Aktif inflamatuvar barsak hastalığı
- Geçirilmiş transüretral rezeksiyona bağlı üretra-da pozisyon anomalisi (bazı merkezler post TUR 6 ay sonra üretra pozisyonu uygunsa yapılabilir olduğunu kabul etmekte)

LDR-BT'nin Teknik Yönleri

Amerika Brakiterapi Derneği (ABS) tarafından kesin olarak önerilen bir radyonüklid bulunmadığından dolayı LDR-BT uygulamaları genellikle I-125 veya Pd-103 radyoizotopları ile yapılır. Fakat bazı merkezler Cs-131 de kullanmaktadır (Davis et al. 2012). Bu 3 izotopun yarı ömürleri I-125 (59,4 gün), Pd-103 (17 gün) ve Cs-131 (10 gün) şeklindedir. I-125 uzun yarı ömrü sayesinde diğerlerine göre daha az toksisiteyi 2-5 ay gibi uzun bir dönemde oluşturmaktadır. (Zaorsky et al. 2017).

LDR-BT uygulamalarında implantasyondan önce tedavi hacmini hesaplamak ve kaç tane radyoaktif seed sipariş edileceğine karar vermek için bilgisayarlı tomografi veya TRUS tabanlı bir ön planlama çalışması yapılır (Polo et al. 2010). TRUS ile yapılan ön planlama gerçek tedaviden birkaç hafta önce gerçekleştirilir ve bu aşamada CTV'ye reçete edilen dozu vermek için gereken sayıda seed sipariş edilip 3B yerleştirilmesi ve doz hesaplaması bilgisayar yardımı ile modellenir. Bununla birlikte yapılan ön planlamada görüntü kalitesinden dolayı prostat parenkiminin yoğunluğunu kapsülünden ayırmak ve bazı pelvik taban kaslarının ayırt edilmesi zor olabilir. Ayrıca seedler bilgisayar tarafından belirlenen konumlara tam olarak bırakılamayabilir. Bu sebeplerden dolayı ön planlama ile uygulama sırasında elde edilen doz dağılımları aynı olmayabilir (Zaorsky et al. 2017).

LDR-BT Dozları

ABS tarafından LDR-BT için önerilen doz şeması:

- I-125 Monoterapi -140-160Gy
I-125 Boost – 108-160Gy
- Pd-103 Monoterapi 140-160Gy
Pd-103 Boost 90-100Gy
- Cs-131 Monoterapi 100-115Gy
Cs-131 Boost 70-80Gy

LDR-BT Monoterapi Sonuçları

Seattle'da 1995-2005 yılları arasında 463 düşük veya orta riskli prostat kanseri hastalarına LDR-BT uygulaması yapılmıştır. Prostate posterior hariç tüm boyutlarda 5 mm'lik marj verilerek brakiterapi PTV hacmi tanımlanmış ve seminal vezikülün proksimal 1.0 cm'si hedef hacme dahil edilmiştir. Reçete edilen doz Pd-103 ile 125 Gy, I-125 ile 145 Gy olarak tanımlanmıştır. 12 yıllık takip sonucunda sırasıyla bPFS (biyokimyasal progresyonsuz sağ kalım), CSS (prostat kanserine bağlı sağ kalım), OS (genel sağ kalım) %97,1, %99,7 ve

%75,4 olarak gözlemlenmiştir (A.V. et al. 2010).

Bir başka çalışmada 367 hastaya TRUS yöntemi ile kalıcı I-125 radyoaktif kaynağı kullanılarak LDR-BT monoterapi yapılmıştır. Tedavi tüm prostata uygulanmıştır. Hastaların %96'sının D90'ının 140 Gy alması sağlanmıştır. ASTRO tanımlarına göre favorable orta riskli ve orta riskli hastalar için 5 yıllık PSA nüksüz sağ kalım sonuçları %96 ve %90 olarak gözlemlenirken, favorable orta riskli ve orta riskli hastalar için 5 yıllık nadir +2 PSA sonuçları %96 ve %88 olarak gözlemlenmiştir. Grade 2 ve Grade 3 için akut GI toksisite değerleri sırasıyla %3 ve %1, GU toksisite değerleri %23 ve %38 olurken kronik toksisite nadir olarak görülmüştür. Grade 2 ve Grade 3 için kronik GI toksisite değerleri sırasıyla %7 ve %1, GU için %32 ve %19 olarak gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlar favorable orta riskli ve orta riskli hastalar için LDR-BT monoterapi uygulamasının biyokimyasal kontrol oranlarının çok iyi olduğunu göstermiştir (Zelevsky et al. 2007).

LDR-BT Boost Sonuçları

ASCENDE-RT çalışmasının sonuçları giriş bölümünde bildirilmiştir. Bir çalışmada 31 orta riskli prostat kanserli hastaya ERT ve LDR-BT boost uygulaması yapılmıştır. ERT ile hastalara reçetelendirilen doz 45 Gy/25 fr şeklinde olurken BT ile I-125 kaynağı kullanılarak 108 Gy doz verilmiştir. ERT için tanımlanan CTV hacmi prostat ve seminal vezikül olmuştur. CTV'ye posterior hariç her yönden 5 mm marj verilmiştir. CTV'ye 7 mm marj verilerek PTV hacmi oluşturulmuştur. 25 hastaya ERT'den 2-4 hafta sonra brakiterapi uygulaması yapılırken kalan 6 hastaya ise ERT'den önce BT uygulanmıştır.

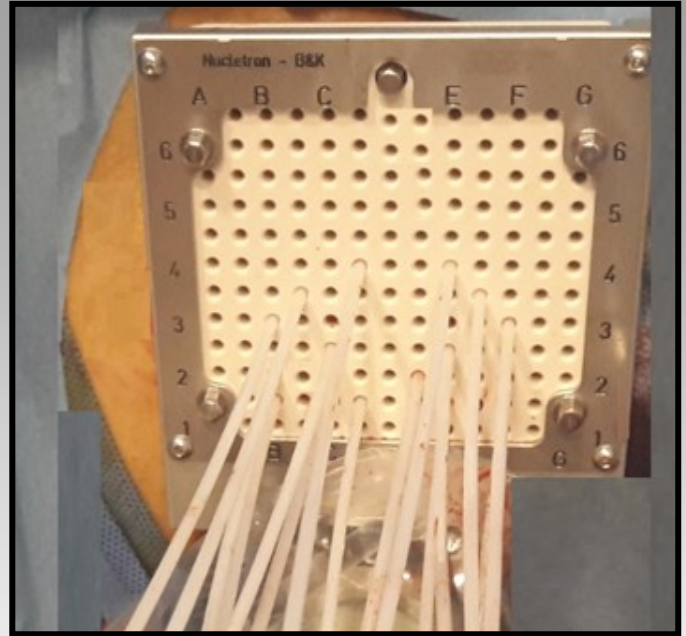
5 yıllık takipte bPFS, lokal nüksüz sağ kalım ve metastazsız sağ kalım (MFS) oranları sırasıyla %87,1, %95,5 ve %96,3 olmuştur. 5 yıllık takipte prostat kanser spesifik sağ kalım (CSS) ve OS oranları sırasıyla %100 ve %92 olmuştur. 4 hastada biyokimyasal nüks meydana gelmiştir. Bu 4 hastadan 2 hastada seminal vezikülde de nüksler gözlemlenmiştir. Bir hastada ise oli-

gometastazlar görülmüştür.

Kronik yan etki grad 1,2,3 GU toksisitesi %54,8-%6,5-%6,5 kronik yan etki grade 1,2 GI toksisitesi %19,4-%6,5 olarak gözlemlenirken Grade 3'de herhangi bir toksisite gözlemlenmemiştir (Chao, Joon, et al. 2019).

HDR-BT'nin Teknik Yönleri

HDR-BT, sonradan yüklemeli radyasyon kaynağı ile doku içine yerleştirilmiş kateter boyunca hareket edebilen yüksek aktiviteli Ir-192 kaynağının hesaplanan zaman kadar belirlenen konumda durarak ışınlanması ve geri çekilmesi ile yapılır. Ir-192 kaynağı prostata yerleştirilen kateterlerin içinden hareket ettiği için tedavi sırasında herhangi bir hedeften kayma söz konusu olamaz (bkz. Şekil 1) (Kovacs et al. 2005, Yoshioka et al. 2009). Ayrıca tedavi ekibi radyasyona maruz kalmaz ve LDR-BT'den farklı olarak kaynak hazırlığı yapılmaz (Pisansky et al. 2008). HDR-BT, fraksiyonasyona, α/β oranına ve biyolojik olarak eşdeğer doza (BED) bağlı olarak terapötik oranı genişleterek prostat kanseri hücre ölümünü artırma ve radyasyonla ilişkili toksisiteyi en aza indirme potansiyeline sahiptir (Fowler, Chappell, and Ritter 2001, Zaorsky, Studenski, et al. 2013, Zaorsky, Harrison, et al. 2013). Her dwell pozisyonunda farklı dwell time kullanılabildiğinden ERT'den daha iyi doz dağılımı sağlanabilir (Yoshioka et al. 2005, Sumida et al. 2006). Tedavi 1-4 gün boyunca birkaç fraksiyonda tamamlanabilmesi hastalar için konforludur. Bir HDR-BT prosedürü sırasında, doktor kateterleri implante eder ve fizikçi bir tedavi planı hazırlar. Daha sonra, doktor planı gözden geçirir ve eğer gerek olur ise fizikçi planda değişiklik yapabilir. Plan optimize edildikten sonra, doktor planı onaylar ve tedaviye başlanır (bkz. Şekil 2) (Zaorsky, Harrison, et al. 2013) (Zaorsky, Den, et al. 2013) (Zaorsky, Doyle, Hurwitz, et al. 2014) (Van de Werf et al. 2009) (Zaorsky et al. 2017).



Şekil 1: HDR prostat perineal template ve 6F kateterler

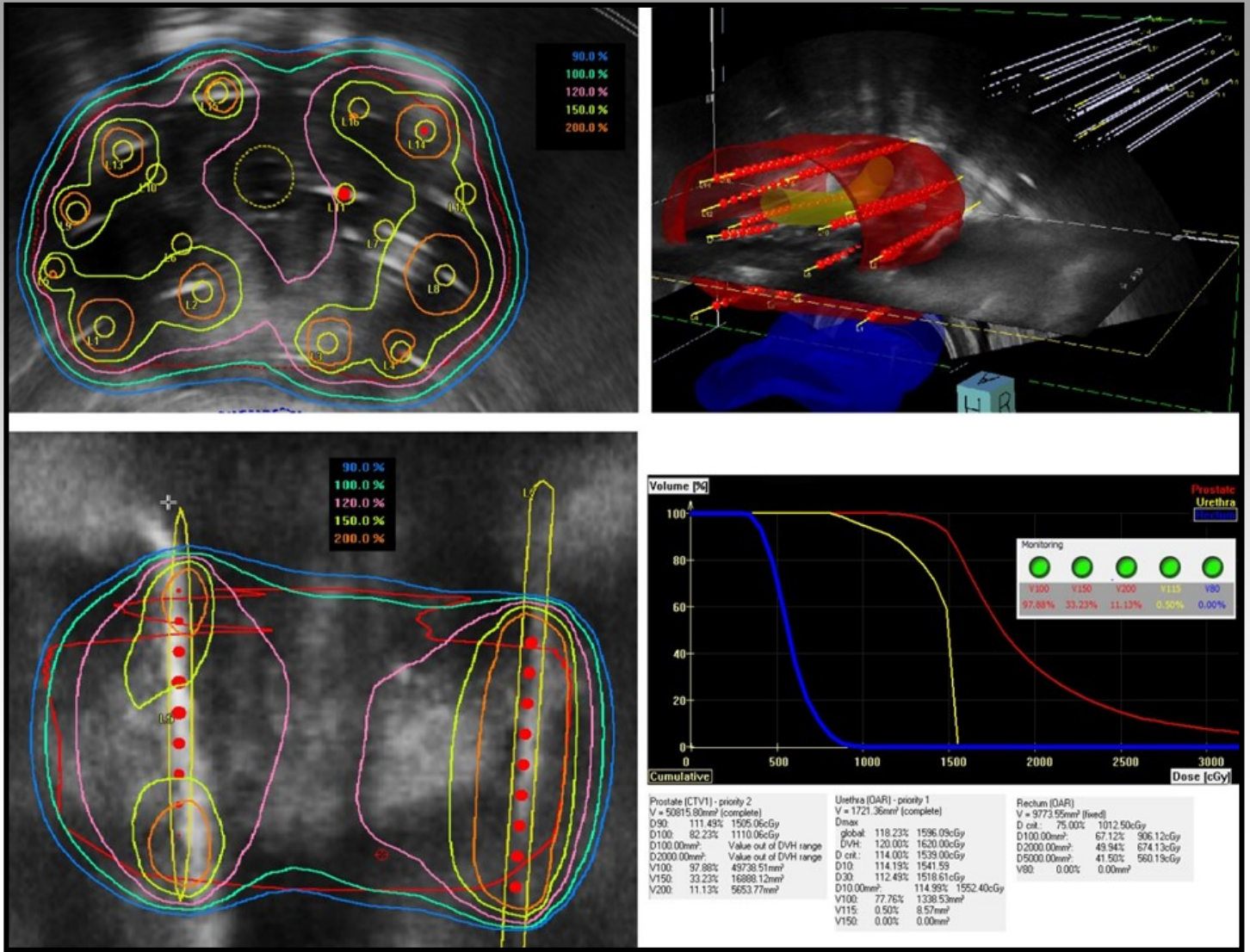
ERT sonrasında HDR-BT boost dozları farklılıklar göstermektedir. ABS tarafından önerilen bir doz şeması yoktur fakat GEC/ESTRO'ya göre çeşitli seçenekler mevcuttur:

- 15Gy/3fr
- 11Gy-22Gy/2fr
- 12Gy-15Gy/1fr

GEC/ESTRO'ya göre HDT-BT monoterapi tedavisi için doz seçenekleri:

- 34Gy/4fr
- 36-38Gy/4fr
- 31.5Gy/3fr
- 26Gy/2fr

ERT ve HDR-BT Boost kombine yapan üç tedavi yöntemi tanımlanmıştır (Zaorsky, Den, et al. 2013) (Zaorsky, Doyle, Yamoah, et al. 2014). Bu yöntemden ilki hasta önce ERT almaya başladıysa HDR-BT uygulaması 1-6 hafta sonra yapılmaktadır. Bu yöntemin avantajı GTV hacminde dozu arttırmaktadır, dezavantajı ise ERT alan hastanın ödemi olacağından dolayı HDR-BT uygulaması sırasında implantasyon yapmak zorlaşacaktır ve toksisite artacaktır. Bu yöntemle teavi



Şekil 2: Prostat HDR doz dağılımı ve DVH

Kanada, Amerika, Avusturalya, Avrupa, Japonya'da uygulanmaktadır (Zaorsky et al. 2017).

İkinci olarak, önce HDR-BT uygulaması yapılan hastaya 1-3 hafta sonra ERT verilir. Bu yöntem, HDR-BT'nin suboptimal implant dozimetrisini telafi etmek için kullanılabilir; ayrıca, preimplant radyasyona bağlı ödem ve tipik olarak ERT'yi takip eden genitoüriner semptomlar en aza indirgenir (Hurwitz 2008). Bu yöntemin dezavantajı, radyoterapinin pelvik lenf nodlarına uygulanmasının gecikmesidir. Bu yöntem İngiltere, Amerika, Avusturalya, Çin, Brezilya, Kanada'da uygulanmaktadır (Zaorsky et al. 2017).

Son olarak, ERT HDR-BT ile iç içe geçebilir. Bu teknik, diğer yaklaşımların bazı avantaj ve dezavantajlarını birleştirir. ERT, HDR-BT'nin verilmediği günlerde verilir, böylece tedavi süresi uzamasını ve bölünmüş bir

radyoterapi seyrinde mevcut olabilecek olası hızlandırılmış repopülasyonu en aza indirir. Amerika, Avrupa ve Japonya da bazı merkezlerde kullanılır (Zaorsky et al. 2017).

HDR-BT Monoterapi Sonuçları

Michigan William Beaumont Hospital, HDR-BT monoterapi sonuçlarını 2001 yılında yayınlamıştır. Buna göre düşük-orta riskli prostat kanseri olan hastalara prostatin en geniş sınırına marj vermeden 38 Gy/ 4 fr 1 implantta 2 tedavi (tedaviler arasında en az 6 saat, iki implant arası 1 hafta) şeklinde HDR-BT uygulanmıştır. Otuz hastada 4 aylık takip sonucu sırasıyla genitoüriner toksisite grad 1-2 %60-%1 ve gastrointestinal toksisite grad 1-2 %43-%7 olarak bulunmuştur (Martinez et al. 2001).

Osaka üniversitesi hastanesinde yapılan bir çalışmada

15 düşük risk, 29 orta risk, 68 hasta yüksek riskli olarak sınıflandırılmış ve bu 112 hastaya 54Gy/9fr 5 günde hastalara HDR-BT monoterapisi yapılmıştır. CTV hacmi, bütün prostat olarak tanımlanmıştır. Posterior hariç yer yönden 5mm marj verilmiştir. 5 yıllık lokal kontrol, OS, DFS ve PSA başarısızlık oranı sırayla %97, %96, %87 ve %83 olarak gözlemlenmiştir. 5 yıllık PSA başarısızlık oranı düşük, orta ve yüksek riskte sırasıyla %85, %93 ve %79 olmuştur. Sırasıyla grad 1 ve 2 için %52, %19 akut %23-%12 kronik toksisite gözlemlenmiştir (Yoshioka et al. 2011).

HDR-BT Boost Sonuçları

Brakiterapi uygulaması için ilk 24 hasta 18Gy/3fr, kalan 71 hastaya ise 16Gy/2fr şeklinde bir doz şeması tanımlanmıştır. Tek implantasyon ile yapılan uygulamada fraksiyonlar arasında en az 6 saat olması gerekmektedir. ERT için CTV hacmi, prostat ve seminal veziküller olarak tanımlanmıştır. CTV olarak prostat hacmine her yönden posterior hariç 7mm marj verilmiş ve CTV'ye 5mm marj verilerek PTV hacmi oluşturulmuştur. ERT'de hastalara 50,4Gy/28fr doz tanımlanmıştır. 5 yıllık bPFS, LRFS ve MFS oranı sırasıyla %92, %100 ve %92 olarak gözlemlenmiş. 6 hastada kemik ve lenf nodlarında nüks gözlemlenmiştir. Bu çalışmada akut grad 1 ve grad 2 GU toksisitesi %91,6-%1,1 grad 3'de herhangi bir toksisite gözlemlenmemiştir. Kronik Grade 1,2,3 GU toksisitesi %44, %6,3, %5,3 olmuştur. Bu çalışmada akut grad 1,2 GI toksisitesi %25,3, %1,1 grad 3'de herhangi bir toksisite gözlemlenmemiştir. Kronik grad 1,2,3 GU toksisitesi %44, %6,3, %5,3 olmuştur. Kronik grad 1 GI toksisitesi %5,3 olarak gözlemlenirken grad 2,3 de herhangi bir kronik GI toksisitesi gözlemlenmemiştir. (Chao, Bolton, et al. 2019)

HDR-BT ile LDR-BT Karşılaştırılması

Grills ve ark. LDR veya HDR monoterapisi ile tedavi edilen erken evre prostat kanseri olan 149 hastanın toksisite sonuçları karşılaştırmıştır. LDR ile karşılaştırıldığında, HDR brakiterapi akut grad 1- grad 3) üriner aciliyet/sıklık (%92-%54), dizüri (%67-%36), rektal ağrı (%20-%6), akut grad 3 GU toksisite değerleri sırasıyla

(%25-%10) olarak gözlemlenmiştir. (Grills et al. 2004). HDR-BT uygulanan hastalarda uzun süreli idrar sıklığı ve aciliyet azaldığı gözlemlenmiştir. Son olarak, HDR-BT grubunda cinsel fonksiyon daha iyi korunmuş, 3 yıllık bir erektil disfonksiyon, HDR-BT için %16, LDR-BT için %45 olmuştur (Vargas et al. 2005).

Grills ve ark. yaptığı çalışmada 3 yıllık biyokimyasal kontrol oranları HDR-BT monoterapisi kullanılarak %98 ve Pd-103 kullanılarak uygulanan LDR-BT %97 oranında aynı olduğu gözlemlenmiştir.

Elbette LDR-BT, HDR-BT'ye göre daha uzun süredir uygulanmakta olan bir tedavi şeklidir. Ancak HDR-BT'nin optimizasyon avantajları, uzun süreli sonuçları, toksisite profili ve yan etkileri değerlendirildiğinde maliyet problemleri ve personel radyasyon maruziyeti olamaması gibi sebeplerden aynen jinekolojik brakiterapide olduğu gibi yerini HDR-BT'ye bırakacağı görülmektedir.

Radyobioloji

Fraksiyonasyon, normal doku hasarının onarımı, kanser hücrelerinde döngünün radyosensitif fazlarında verilmesinde(G2-M) ve reoksijenasyon gibi çeşitli teorik radyobiyolojik avantajlara sahiptir ve fraksiyonasyon radyoterapinin etkisini arttırmaktadır. Verilen toplam radyasyon dozu arttıkça, tedavi edilen hacim içindeki hayatta kalan hücrelerin sayısı azalır (Fertil and Malaise 1985). Bununla birlikte, arttırılmış toplam dozun faydası, çevredeki normal dokuda artan toksisite ile dengelenir. α/β oranı, radyasyonun farklı dokulardaki cevabını tanımlamak için kullanılır. α/β oranının cilt, mukoza ve çoğu malign tümörde dahil erken cevap veren dokularda ≥ 10 Gy olduğu düşünülürken bağ dokusu ve geç cevap veren hücrelerde 3-5 Gy olduğu düşünülmektedir. Klinik radyobiyolojik çalışmalar, prostat kanserinin diğer birçok maligniteye kıyasla düşük bir α/β oranına ($\sim 1,5$) sahip olduğunu göstermektedir (Miralbell et al. 2012).

BED formülünün basitleştirilmiş bir formu genellikle farklı fraksiyonları ilişkilendirmek için kullanılır. $BED = (nd[1+d/(\alpha/\beta)])$. Tümör için α/β oranı, prostat kanse-

rinde varsayıldığı gibi, çevre dokulardan daha düşükse, fraksiyon başına dozu arttırmak, BED'i tümör için normal dokulardan daha fazla artırır; yani, BED1,5 BED10'dan daha fazla artar (Zaorsky, Harrison, et al. 2013).

Radyobiyojik modeller, geleneksel fraksiyonasyonda kullanan fraksiyon başına 1,8-2,0 Gy radyoterapiden oluşacak DNA hasarı nedeniyle hücre ölümünü yaklaşık olarak hesaplar. Fakat bu modeller >8 Gy gibi dozlardaki hücre ölümlerini hesaba katmazlar. Bu sebepten hipofraksiyone yaklaşımlarda ki yüksek BED HDR-BT, ERT ile kıyaslandığında teorik olarak daha fazla fayda sağlar (Park et al. 2008)(Kwilas et al. 2012) (Meng et al. 2016)(Wang et al. 2016). LDR-BT'nin BED'i için benzer tahminler, I-125 prostat implantlarının, implant sonrası dozimetriye dayanarak reçete edilen 140-180 Gy dozun D90'a vermesi gerektiğini göstermektedir. Dozlar <140 Gy olduğunda biyokimyasal başarısızlık oranların artmasına neden olurken >180 Gy dozları ise uzun vadeli üriner semptomlarda bir artışa neden olur (Stock et al. 2002) (Stock et al. 1998)

Radyoterapi Sonrası Lokal Nükslerde Cerrahi, HIFU, Brakiterapi, Radyocerrahi Ya Da Kriyoterapi

RT sonrası lokal kurtarma için radikal prostatektomi, HIFU, kriyoterapi, stereotaktik radyoterapi ve brakiterapi tedavi seçenekleri mevcuttur.

Kurtarma cerrahi tedavisi için uygun adaylarda PSA ölçümleri <10 ng / mL, ve Gleason skorun <8 ve ERT öncesi klinik evre T1c veya T2 olmalıdır. (Touma, Izawa, and Chin 2005, Nguyen et al. 2007). Bu hastalarda kurtarma radikal prostatektomi RP için ERT sonrası fibroz, doku kaybı ve radyasyona bağlı zayıf yara iyileşmesine yol açan vasküler hasar nedeniyle teknik olarak zorlayıcı olduğundan, deneyimli cerrahlara ihtiyaç vardır (Golbari and Katz 2017). Farklı kurtarma prosedürleri arasında, kurtarma RP'si hastaların önemli bir bölümünde ≥ 10 yıllık takip kanser kontrolü sonuçlarına sahiptir (Bianco et al. 2005, Ward et al. 2005, Amling et al. 1999) Birkaç öncü merkezdeki verilere dayanarak, tek başına kurtarma RP sonrası 10 yıllık

bDFS oranı ve 10 yıllık kansere özgü sağ kalım oranları sırasıyla % 30-43 (Bianco et al. 2005, Amling et al. 1999) ve %70-77 (Bianco et al. 2005, Ward et al. 2005) olarak bildirilmiştir. Cerrahi kurtarma tedavisi için hastaların uygun olduğu konusunda özen gösterilmelidir. Yaş, komorbid durumlar, yaşam beklentisi ve kurtarma öncesi prognostik parametreler değerlendirilmeli ve bildirilen cerrahi komplikasyon oranları RP öncesi diğer kurtarma yöntemleriyle karşılaştırılmalıdır (Golbari and Katz 2017).

Yüksek Yoğunluklu Odaklanmış Ultrason (HIFU) teknolojisi de bu grup hastada minimal invaziv kanser tedavisi için kullanılabilmektedir (Golbari and Katz 2017). HIFU, bir akustik mercek, kase şeklinde bir dönüştürücü kullanarak artan enerji hedeflemesine izin veren ultrasonun fiziksel özelliklerine dayanmaktadır. Yeterli doku nekrozu, ≥ 60 °C sıcaklıklara kısa süre maruz kaldığında ortaya çıkabilir, bu nedenle bu sıcaklık minimum hedef sıcaklık olarak kabul edilir (Zacharakis et al. 2008) (Zaorsky, Studenski, et al. 2013)(Golbari and Katz 2017)(Chalasani et al. 2009). HIFU ilk olarak 1990'lı yıllarda prostat tedavisi için kullanılmıştır (Golbari and Katz 2017)

Kriyoterapi, radyoterapi, hormon tedavisi ve kemoterapi gibi geleneksel yaklaşımlara alternatif olarak aşırı düşük sıcaklık ile malign dokuyu ortadan kaldırmak için yenilikçi bir cerrahi işlemdir.

Sıvı azot (-196 ° C), argon (-187 ° C), azot oksit (- 89,5 ° C) ve karbon dioksit (-78,5 °) gibi kriyojenik sıvılarla birleştirilerek uygulanır. Kriyoablasyon, bir veya daha fazla kriyoprobların soğutulmuş ucunu dondurulacak dokular üzerine koyarak iyi veya kötü huylu dokuları kurutarak yapılır (Hossain et al. 2018). Soğutma sıvısı doğrudan işlem görmüş dokuya taşınmaz, ancak tam olarak komşu bölgeye yayılır. Kriyoterapi tedavisi sonrası hastaliksız sağ kalımla ilgili uzun vadeli veriler henüz mevcut değildir ve çoğu hastada kriyoterapi PSA'yı hızlı bir şekilde düşürdüğü halde, bu vakalarda eşlik eden androjen yoksunluğu sonuçları yorumlamayı zorlaştırmaktadır. Kurtarma kriyoablasyonunun komplikasyonları sık ve önemlidir; üretral eğim, hasta-

ların %15 ile %50'sinde, idrar kaçırmaya %10 ile %95'inde görülür (Waxman et al. 1997).

Eksternal RT sonrası prostat içi yinelemelerde kurtarma brakiterapisinin ilk raporları 1990'lara dayanmaktadır. Grado ark. 5 yıllık bRFS oranını %33 ve %53 olarak rapor etmiştir (Touma et al. 2005, Grado et al. 1999).

Bir meta analizde (64 çalışma, 5585 hasta) eksternal RT sonrası prostat içi yinelemede brakiterapi, stereotaktik RT ve HIFU çalışmaları değerlendirilmiştir (Ingrosso et al. 2019). Biyokimyasal kontrol oranları en düşük HIFU'da iken (%58, %95 güven aralığı [GA] %47-68) en yüksek brakiterapi (%69, %95 güven aralığı [GA] %62-76), eksternal RT'de (%69, %95 güven aralığı [GA] %53-83) ve Kriyo da (%60, %95 güven aralığı [GA] %47-72) olarak bulunmuştur. En düşük inkontinans prevalansı brakiterapide (%3) iken en yüksek HIFU'da (%28) bulunmuştur. Brakiterapi düşük yan etki oranları ile stereotaksi ile karşılaştırıldığında ümit vadetmektedir (Ingrosso et al. 2019).

Sonuç

Brakiterapi, gerek unfavorable-orta ve yüksek riskli hastalarda eksternal radyoterapiye boost olarak gerekse düşük ve favorable-orta riskte tek başına kontrendikasyonların olmadığı hastalarda uygulanabilecek iyi bir tedavi seçeneğidir. Özellikle RT sonrası nükslerde düşük toksisite ve yüksek etkinlik profili sayesinde de önemi giderek artmaktadır. Elbette prostat kanseri gibi uzun seyirli bir hastalıkta etkili tedavilerin fazla yan etkiye yol açmaması da gerekmektedir. Brakiterapinin yan etkilerinin azaltılmasında pek çok merkez, artan tecrübe ile yan etkileri azaltabildiğini bildirmektedir. Yine multiparametrik prostat MR, Ga-68 PSMA PET-CT gibi görüntüleme yöntemlerinin brakiterapi planlama sistemlerine entegrasyonu tedavi güvenilirlik ve etkinliğini arttıracaktır.

Hatırlanması gerekenler

- Lokalize prostat kanserlerinde özellikle unfavorable orta ve yüksek risk gruplarında brakite-

rapinin radyoterapiye eklenmesi sağ kalım oranlarına yansıyan iyileşmelere yol açabilmektedir.

- Prostat brakiterapisi yukarıda belirtilen her hasta için uygun değildir (endikasyonlar-kontrendikasyon).
- Daha uzun yıllardır kullanımda olan LDR-BT son yıllarda yerini maliyet ve optimizasyon avantajları sebebi ile HDR-BT'ye bırakmaya başlamıştır.
- Brakiterapi sonrası grade 3 GU toksisite %3-8 arasında olup merkezlerin tecrübesi ile toksisite oranları azalmaktadır.
- Eksternal sonrası prostat kanseri lokal nükslerinde brakiterapi diğer yöntemlere (cerrahi, kriyoterapi, HIFU) göre daha az toksik ve etkili bir yöntemdir.

Kaynakça

- A.V., Taira, Merrick G.S., Galbreath R.W., Wallner K.E., and Butler W.M. 2010. "Natural History of Clinically Staged Low- and Intermediate-Risk Prostate Cancer Treated With Monotherapeutic Permanent Interstitial Brachytherapy." International Journal of Radiation Oncology Biology Physics.
- Amling, Christopher L., Seth E. Lerner, Sandra K. Martin, Jeffrey M. Slezak, Michael L. Blute, and Horst Zincke. 1999. "Deoxyribonucleic Acid Ploidy and Serum Prostate Specific Antigen Predict Outcome Following Salvage Prostatectomy for Radiation Refractory Prostate Cancer." Journal of Urology.
- Bianco, Fernando J., Peter T. Scardino, Andrew J. Stephenson, Christopher J. DiBlasio, Paul A. Fearn, and James A. Eastham. 2005. "Long-Term Oncologic Results of Salvage Radical Prostatectomy for Locally Recurrent Prostate Cancer after Radiotherapy." International Journal of Radiation Oncology Biology Physics.

- Chalasani, V., C. H. Martinez, D. Lim, and J. Chin. 2009. "Salvage HIFU for Recurrent Prostate Cancer after Radiotherapy." *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*.
- Chao, Michael, Damien Bolton, Daryl Lim Joon, Yee Chan, Nathan Lawrentschuk, Huong Ho, Sandra Spencer, Jason Wasiak, Mario Guerrieri, Darren Ow, Andrew Troy, Trung Pham, Shomik Sengupta, Alwin Tan, Kevin McMillan, George Koufogiannis, Farshad Foroudi, Michael Ng, and Vincent Khoo. 2019. "High Dose Rate Brachytherapy Boost for Prostate Cancer: Biochemical Control and the Impact of Transurethral Resection of the Prostate and Hydrogel Spacer Insertion on Toxicity Outcomes." *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*.
- Chao, Michael, Daryl Lim Joon, Vincent Khoo, Sandra Spencer, Huong Ho, Mario Guerrieri, Farshad Foroudi, and Damien Bolton. 2019. "Combined Low Dose Rate Brachytherapy and External Beam Radiation Therapy for Intermediate-Risk Prostate Cancer." *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*.
- Davis, Brian J., Eric M. Horwitz, W. Robert Lee, Juanita M. Crook, Richard G. Stock, Gregory S. Merrick, Wayne M. Butler, Peter D. Grimm, Nelson N. Stone, Louis Potters, Anthony L. Zietman, and Michael J. Zelefsky. 2012. "American Brachytherapy Society Consensus Guidelines for Transrectal Ultrasound-Guided Permanent Prostate Brachytherapy." *Brachytherapy*.
- Fertil, B. and E. P. Malaise. 1985. "Intrinsic Radio-sensitivity of Human Cell Lines Is Correlated with Radioresponsiveness of Human Tumors: Analysis of 101 Published Survival Curves." *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*.
- Fowler, J., R. Chappell, and M. Ritter. 2001. "Is Alpha/Beta for Prostate Tumors Really Low?" *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*.
- Garzotto, Mark and William R. Fair. 2000. "Historical Perspective on Prostate Brachytherapy." *Journal of Endourology*.
- Golbari, Nicole M. and Aaron E. Katz. 2017. "Salvage Therapy Options for Local Prostate Cancer Recurrence After Primary Radiotherapy: A Literature Review." *Current Urology Reports*.
- Grado, Gordon L., Joseph M. Collins, J. Scott Kriegerhauser, Carrie S. Balch, Mary M. Grado, Gregory P. Swanson, Thayne R. Larson, Mahlon M. Wilkes, and Roberta J. Navickis. 1999. "Salvage Brachytherapy for Localized Prostate Cancer after Radiotherapy Failure." *Urology*.
- Grills, Inga S., Alvaro A. Martinez, Mitchell Hollander, Raywin Huang, Kenneth Goldman, Peter Y. Chen, and Gary S. Gustafson. 2004. "High Dose Rate Brachytherapy as Prostate Cancer Monotherapy Reduces Toxicity Compared to Low Dose Rate Palladium Seeds." *Journal of Urology*.
- Hilaris, B. S., W. F. Whitmore, M. A. Batata, and H. Grabstald. 1974. "Radiation Therapy and Pelvic Node Dissection in the Management of Cancer of the Prostate." *AMER.J.ROENTGENOL*.
- Hossain, S. M. Chapa., Xin Zhang, Zeeshan Haider, Peng Hu, and Gang Zhao. 2018. "Optimization of Prostatic Cryosurgery with Multi-Cryoprobe Based on Refrigerant Flow." *Journal of Thermal Biology*.
- Hurwitz, Mark D. 2008. "Technology Insight: Combined External-Beam Radiation Therapy and Brachytherapy in the Management of Prostate Cancer." *Nature Clinical Practice Oncology*.
- Ingrosso, Gianluca, Carlotta Becherini, Andrea Lancia, Saverio Caini, Piet Ost, Giulio Francolini, Morten Høyer, Marta Bottero, Alberto Bossi, Thomas Zilli, Daniele Scartoni, Lorenzo Livi, Riccardo Santoni, Irene Giacomelli, and Beatrice

- Deti. 2019. "Nonsurgical Salvage Local Therapies for Radiorecurrent Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis." *European Urology Oncology*.
- Kovacs, Galalae R., Loch T., Bertermann H., Kohr P., and Schneider R. 1999. "Prostate Preservation by Combined External Beam and HDR Brachytherapy in Nodal Negative Prostate Cancer." *Strahlentherapie Und Onkologie*.
 - Kovács, György, Richard Pötter, Tillmann Loch, Josef Hammer, Inger Karine Kolkman-Deurloo, Jean J. M. C. H. De La Rosette, and Hagen Bertermann. 2005. "GEC/ESTRO-EAU Recommendations on Temporary Brachytherapy Using Stepping Sources for Localised Prostate Cancer." *Radiotherapy and Oncology*.
 - Kwilas, Anna R., Renee N. Donahue, Michael B. Bernstein, and James W. Hodge. 2012. "In the Field: Exploiting the Untapped Potential of Immunogenic Modulation by Radiation in Combination with Immunotherapy for the Treatment of Cancer." *Frontiers in Oncology*.
 - Martinez, Alvaro A., Istvan Pataki, Gregory Edmundson, Evelyn Sebastian, Donald Brabbins, and Gary Gustafson. 2001. "Phase II Prospective Study of the Use of Conformal High-Dose-Rate Brachytherapy as Monotherapy for the Treatment of Favorable Stage Prostate Cancer: A Feasibility Report." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Mate, Timothy P., James E. Gottesman, John Hatton, Michael Gribble, and Lynn Van Hollebeke. 1998. "High Dose-Rate Afterloading 192Iridium Prostate Brachytherapy: Feasibility Report." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Meng, Mao Bin, Huan Huan Wang, Yao Li Cui, Zhi Qiang Wu, Yang Yang Shi, Nicholas G. Zaorsky, Lei Deng, Zhi Yong Yuan, You Lu, and Ping Wang. 2016. "Necroptosis in Tumorigenesis, Activation of Anti-Tumor Immunity, and Cancer Therapy." *Oncotarget*.
 - Miralbell, Raymond, Stephen A. Roberts, Eduardo Zubizarreta, and Jolyon H. Hendry. 2012. "Dose-Fractionation Sensitivity of Prostate Cancer Deduced from Radiotherapy Outcomes of 5,969 Patients in Seven International Institutional Datasets: $\alpha/\beta = 1.4$ (0.9-2.2) Gy." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Morris, W. James, Scott Tyldesley, Sree Rodda, Ross Halperin, Howard Pai, Michael McKenzie, Graeme Duncan, Gerard Morton, Jeremy Hamm, and Nevin Murray. 2017. "Androgen Suppression Combined with Elective Nodal and Dose Escalated Radiation Therapy (the ASCENDE-RT Trial): An Analysis of Survival Endpoints for a Randomized Trial Comparing a Low-Dose-Rate Brachytherapy Boost to a Dose-Escalated External Beam Boost F." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Nguyen, Paul L., Anthony V. D'Amico, Andrew K. Lee, and W. Warren Suh. 2007. "Patient Selection, Cancer Control, and Complications after Salvage Local Therapy for Postradiation Prostate-Specific Antigen Failure: A Systematic Review of the Literature." *Cancer*.
 - https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/prostate.pdf
 - Park, Clint, Lech Papiez, Shichuan Zhang, Michael Story, and Robert D. Timmerman. 2008. "Universal Survival Curve and Single Fraction Equivalent Dose: Useful Tools in Understanding Potency of Ablative Radiotherapy." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Pisansky, Thomas M., Douglas G. Gold, Keith M. Furutani, O. Kenneth Macdonald, Robert H. McLaren, Lance A. Mynderse, Torrence M. Wil-

- son, James R. Hebl, and Richard Choo. 2008. "High-Dose-Rate Brachytherapy in the Curative Treatment of Patients with Localized Prostate Cancer." *Mayo Clinic Proceedings*.
- Polo, Alfredo, Carl Salembier, Jack Venselaar, and Peter Hoskin. 2010. "Review of Intraoperative Imaging and Planning Techniques in Permanent Seed Prostate Brachytherapy." *Radiotherapy and Oncology*.
 - Ragde, Haakon, John C. Blasko, Peter D. Grimm, Gerald M. Kenny, John E. Sylvester, David C. Hoak, Kent Landin, and William Cavanagh. 1997. "Interstitial Iodine-125 Radiation without Adjuvant Therapy in the Treatment of Clinically Localized Prostate Carcinoma." *Cancer*.
 - S. Rodda, S. Tyldesley, WJ. Morris, M. Keyes, R. Halperin, H. Pai, M. McKenzie, G. Duncan, G. Morton, J. Hamm, N. Murray. 2017. "ASCENDE-RT: An Analysis of Treatment-Related Morbidity for a Randomized Trial Comparing a Low-Dose-Rate Brachytherapy Boost with a Dose-Escalated External Beam Boost for High- and Intermediate-Risk Prostate Cancer." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Spratt, Daniel E., Zachary S. Zumsteg, Pirus Ghadjjar, Marisa A. Kollmeier, Xin Pei, Gilad Cohen, William Polkinghorn, Yoshiya Yamada, and Michael J. Zelefsky. 2014. "Comparison of High-Dose (86.4 Gy) IMRT vs Combined Brachytherapy plus IMRT for Intermediate-Risk Prostate Cancer." *BJU International*.
 - Stock, Richard G., Nelson N. Stone, Mehud Dahlal, and Yeh Chi Lo. 2002. "What Is the Optimal Dose for 125I Prostate Implants? A Dose-Response Analysis of Biochemical Control, Posttreatment Prostate Biopsies, and Long-Term Urinary Symptoms." *Brachytherapy*.
 - Stock, Richard G., Nelson N. Stone, Andrea Taibert, Christopher Iannuzzi, and J. Keith Dewynngaert. 1998. "A Dose-Response Study for I-125 Prostate Implants." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
 - Stromberg, Jannifer, Alvaro Martinez, Jose Gonzalez, Gregory Edmundson, Neshan Ohanian, Frank Vicini, Jay Hollander, Gary Gustafson, William Spencer, Di Yan, and Donald Brabbins. 1995. "Ultrasound-Guided High Dose Rate Conformal Brachytherapy Boost in Prostate Cancer: Treatment Description and Preliminary Results of a Phase I/II Clinical Trial." *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*.
 - Sumida, I., Y. Takahashi, T. Nose, A. Ito, and T. Yamashita. 2006. "SU-FF-T-347: Optimization of Dose Distribution for HDR Brachytherapy of the Prostate Using Attraction-Repulsion Model." in *Medical Physics*.
 - Touma, Naji J., Jonathan I. Izawa, and Joseph L. Chin. 2005. "Current Status of Local Salvage Therapies Following Radiation Failure for Prostate Cancer." *Journal of Urology*.
 - Vargas, Carlos, Michel Ghilezan, Mitchell Hollander, Gary Gustafson, Howard Korman, Jose Gonzalez, and Alvaro Martinez. 2005. "A New Model Using Number of Needles and Androgen Deprivation to Predict Chronic Urinary Toxicity for High or Low Dose Rate Prostate Brachytherapy." *Journal of Urology*.
 - Wang, Huan Huan, Yao Li Cui, Nicholas G. Zaorsky, Jie Lan, Lei Deng, Xian Liang Zeng, Zhi Qiang Wu, Zhen Tao, Wen Hao Guo, Qing Xin Wang, Lu Jun Zhao, Zhi Yong Yuan, You Lu, Ping Wang, and Mao Bin Meng. 2016. "Mesenchymal Stem Cells Generate Pericytes to Promote Tumor Recurrence via Vasculogenesis after Stereotactic Body Radiation Therapy." *Cancer Letters*.
 - Ward, John F., Thomas J. Sebo, Michael L. Blute, and Horst Zincke. 2005. "Salvage Surgery for

Radiorecurrent Prostate Cancer: Contemporary Outcomes." *Journal of Urology*.

- Waxman, Steve, Amy K. Stevens, Richard A. Walsh, Scott H. Mackenzie, and E. David Crawford. 1997. "Management of Asymptomatic Rising PSA after Prostatectomy or Radiation Therapy." *ONCOLOGY*.
- Van de Werf, Evelyn, Yolande Lievens, Jan Verstraete, Kris Pauwels, and Walter Van den Bogaert. 2009. "Time and Motion Study of Radiotherapy Delivery: Economic Burden of Increased Quality Assurance and IMRT." *Radiotherapy and Oncology*.
- Yoshioka, Y., T. Nose, K. Yoshida, T. Inoue, and H. Yamazaki. 2000. "High-Dose-Rate Interstitial Brachytherapy as a Monotherapy for Localized Prostate Cancer: Treatment." *International Journal of Radiation Oncology*.
- Yoshioka, Yasuo, Koji Konishi, Iori Sumida, Yutaka Takahashi, Fumiaki Isohashi, Toshiyuki Ogata, Masahiko Koizumi, Hideya Yamazaki, Norio Nonomura, Akihiko Okuyama, and Takehiro Inoue. 2011. "Monotherapeutic High-Dose-Rate Brachytherapy for Prostate Cancer: Five-Year Results of an Extreme Hypofractionation Regimen with 54 GY in Nine Fractions." *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
- Yoshioka, Yasuo, Tadayuki Kotsuma, Akira Komiya, Shinji Kariya, Koji Konishi, Norio Nonomura, Kazuhiko Ogawa, Eiichi Tanaka, Kensaku Nishimura, Yasuyoshi Fujiuchi, Hiroshi Kitamura, Takuji Yamagami, Ichiro Yamasaki, Kazuo Nishimura, Teruki Teshima, Katsumasa Nakamura, and Jun Itami. 2017. "Nationwide, Multicenter, Retrospective Study on High-Dose-Rate Brachytherapy as Monotherapy for Prostate Cancer." in *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*.
- Yoshioka, Yasuo, Tetsuo Nishimura, Minoru Kamata, Hideyuki Harada, Kenta Kanazawa, Hiroshi Fuji, and Shigeyuki Murayama. 2005. "Evaluation of Anatomy-Based Dwell Position and Inverse Optimization in High-Dose-Rate Brachytherapy of Prostate Cancer: A Dosimetric Comparison to a Conventional Cylindrical Dwell Position, Geometric Optimization, and Dose-Point Optimization." *Radiotherapy and Oncology*.
- Yoshioka, Yasuo, Osamu Suzuki, Kana Kobayashi, Teruki Teshima, Yuji Yamada, Tadayuki Kotsuma, Masahiko Koizumi, Kazufumi Kagawa, Masashi Chatani, Shigetsoshi Shimamoto, Eiichi Tanaka, Hideya Yamazaki, and Takehiro Inoue. 2009. "External-Beam Radiotherapy for Clinically Localized Prostate Cancer in Osaka, Japan, 1995-2006: Time Trends, Outcome, and Risk Stratification." *Strahlentherapie Und Onkologie*.
- Zacharakis, Evangelos, Hashim U. Ahmed, Ayesha Ishaq, Rebecca Scott, Rowland Illing, Alex Freeman, Clare Allen, and Mark Emberton. 2008. "The Feasibility and Safety of High-Intensity Focused Ultrasound as Salvage Therapy for Recurrent Prostate Cancer Following External Beam Radiotherapy." *BJU International*.
- Zaorsky, Nicholas G., Brian J. Davis, Paul L. Nguyen, Timothy N. Showalter, Peter J. Hoskin, Yasuo Yoshioka, Gerard C. Morton, and Eric M. Horwitz. 2017. "The Evolution of Brachytherapy for Prostate Cancer." *Nature Reviews Urology*.
- Zaorsky, Nicholas G., Robert B. Den, Laura A. Doyle, Adam P. Dicker, and Mark D. Hurwitz. 2013. "Combining Theoretical Potential and Advanced Technology in High-Dose Rate Brachytherapy Boost Therapy for Prostate Cancer." *Expert Review of Medical Devices*.
- Zaorsky, Nicholas G., Laura A. Doyle, Mark D. Hurwitz, Adam P. Dicker, and Robert B. Den. 2014. "Do Theoretical Potential and Advanced Technology Justify the Use of High-Dose Rate

Brachytherapy as Monotherapy for Prostate Cancer?" Expert Review of Anticancer Therapy.

- Zaorsky, Nicholas G., Laura A. Doyle, Kosj Yamoah, Jocelyn A. Andrel, Edouard J. Trabulsi, Mark D. Hurwitz, Adam P. Dicker, and Robert B. Den. 2014. "High Dose Rate Brachytherapy Boost for Prostate Cancer: A Systematic Review." Cancer Treatment Reviews.
- Zaorsky, Nicholas G., Amy S. Harrison, Edouard J. Trabulsi, Leonard G. Gomella, Timothy N. Showalter, Mark D. Hurwitz, Adam P. Dicker, and Robert B. Den. 2013. "Evolution of Advanced Technologies in Prostate Cancer Radiotherapy." Nature Reviews Urology.
- Zaorsky, Nicholas G., Matthew T. Studenski, Adam P. Dicker, Leonard Gomella, and Robert B. Den. 2013. "Stereotactic Body Radiation Therapy for Prostate Cancer: Is the Technology Ready to Be the Standard of Care?" Cancer Treatment Reviews.
- Zeitlin, Scott I., Joel Sherman, Adley Raboy, Gil Lederman, and Peter Albert. 1998. "High Dose Combination Radiotherapy for the Treatment of Localized Prostate Cancer." Journal of Urology.
- Zelefsky, Michael J., Yoshiya Yamada, Gil'ad N. Cohen, Alison Shippy, Heather Chan, David Friedman, and Marco Zaider. 2007. "Five-Year Outcome of Intraoperative Conformal Permanent I-125 Interstitial Implantation for Patients with Clinically Localized Prostate Cancer." International Journal of Radiation Oncology Biology Physics.



Prof. Dr. Merdan Fayda

İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi 1999 Lisans ve 2004 Radyasyon Onkolojisi Uzmanlığı mezunudur. 2004-2005 arası GATA'da Uzman Doktor, 2006-2009 arasında Kocaeli Üniversitesi'nde Yard. Doç. Dr., 2010-2011 arasında North Carolina Üniversitesi'nde Misafir Doktor ve 2012-2015 arasında İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde Doç. Dr. olarak çalıştı. 2015 yılından beri Liv Hospital bünyesinde Ulus ve Radiation Medicine Center merkezlerinde görev almakta ve İstinye Üniversitesi'nde Prof. Dr. olarak çalışmaktadır.



Med. Fiz. Uzm. Büşra Aslan

Lisans eğitimini 2014 yılında Gebze Teknik Üniversitesi Fizik Bölümünden mezun olarak tamamladı. 2015 yılında Acıbadem Üniversitesi'nde Sağlık Fiziği yüksek lisans programına başladı. 2018 yılında yüksek lisans programını bitirerek Medikal Fizik unvanını aldı. 2019 Mayıs ayı itibari ile Liv Hospital Ulus Hastanesi'nde Medikal Fizik Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

SAFETY IS NO ACCIDENT III

ASTRO 2019

Med. Fiz. Uzm. M.Mustafa Tintaş

Med. Fiz. Uzm. Uğur Akbayırlı

Elinizdeki 23. sayımızda ASTRO'nun yayına hazırladığı "Safety Is No Accident" kitapçığının kendi içinde bağımsız bir yapı oluşturan "GÜVENLİK" başlıklı bölümünü sizlere sunuyoruz. Daha önce de belirttiğimiz gibi 4. ve son bölümü de 24. sayımızda sizlerle buluşturacağız.

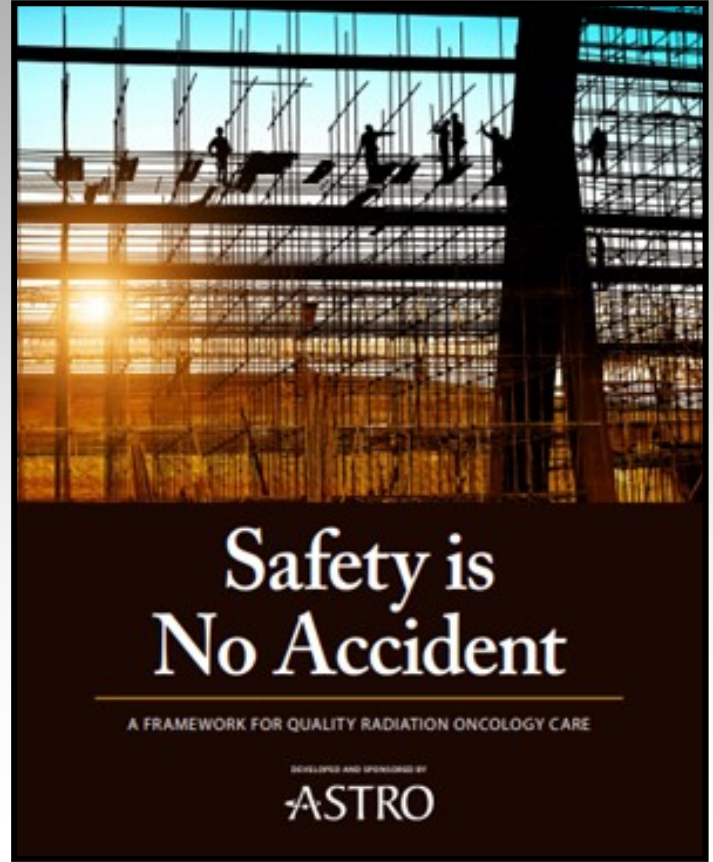
Bölüm 3 Güvenlik

Güvenlik Kültürü İhtiyacı

Modern RT komplike tedavi olanaklarıyla birlikte hızlı gelişim göstermektedir. Radyasyon tedavisinin güvenli bir şekilde sağlanması, çeşitli sorumluluklara sahip birçok bireyin uyumlu ve koordineli çabasını gerektirir. Dahası, güvenlik ve verimlilik birlikte değerlendirilmelidir. Verimsiz sistemler, personelin zorlanmasına, acele etmesine ve bazen karşılıklı çatışmalara neden olur. Bu nedenle, tüm ekip üyelerinin güvenli ve verimli bir klinik ortam ve iş akışı içinde birlikte çalışması gerekir.

Artan talepler ile radyasyon onkoloji ekibindeki tüm üyelerin verimlilik ihtiyacı artar. Bazı klinik faaliyetler için yüksek masraflı değişiklikler, ulusal sağlık sistemindeki büyük çaplı değişimler (örneğin, yapısal, mali) ve artan yönetsel sorumluluk seviyeleri (ör., Dokümantasyon gereklilikleri), doktorların verimlilik düzeylerini geliştirmelerini gerektirir. Bununla birlikte, güvenlikle ilgili kritik faaliyetleri gerçekleştirmek için personele gerekli zamanı sağlamak da gereklidir.

Radyasyon onkolojisinin hızla gelişen yapısı, süreçlerin ve iş akışlarının sürekli olarak yeniden yapılandırılmasını gerektirir. Takımın her bir üyesi, optimal yaklaşımların statik olmadığını kabul etmelidir, gelişen pratiğe uyum sağlamak için mutlaka değişeceğini bilmelidir. Uzun süreli geleneksel yaklaşımlar irdelenmeli ve muhtemelen değiştirilmelidir.



İnsanlar genellikle iyi sebeplerle değişmek için tereddütlü olabilirler. İyi klinik uygulamalar genellikle on yıllar olmasa da yıllar içinde gelişir, bu yüzden değişim sisteme dikkatlice entegre edilmelidir. Değişimi uygun şekilde yöneten bir kültürün var olması, değişimin güvenceyi ve kaliteyi kolaylaştırmasını sağlamak adına kritik önemdedir. Ayrıca, tüm ekip üyeleri takımın herhangi bir üyesine (liderlik pozisyonlarında olsun olmasın) güvenliğe ilişkin endişelerini dile getirmenin yanı sıra değişikliği önerip düşünmek konusunda da açık olmalıdır. Aslında, çoğu zaman mevcut prosedürlerin sınırlamalarını anlama ve iyileştirmeye yönelik önerme eğilimi olanlar ön cephe çalışanlarıdır. Bu nedenle ideal ortamda, personelin güvenliği, kaliteyi ve verimliliği arttırmak için değişiklik önerilerde bulunması teşvik edilmelidir.

Liderlik ve Diğerlerini Geliştirme

Hekimler ve medikal fizikçiler, radyasyon onkolojisi klinik sahasındaki öncü liderlik rollerini birlikte karşılarlar ve güvenlik kültürünün oluşturulmasından nihai

olarak sorumludurlar. Birlikte klinik süreçleri iyileştirmek için ekibinin tüm üyelerini aktif katılımcılar olarak güçlendirmeleri gerekir. Bu, pratik bir perspektiften doğrudur, çünkü bir kişi karmaşık bir alanın tüm yönlerini anlayamaz. Ayrıca bu tür bir yetkilendirme, ekip üyelerine sorumluluk duygusu kazandırma, böylece iş memnuniyetini artırma, beklentileri yükseltme ve performansı artırma için anlamlı bir yoldur. Personeller, çalışma ortamında anlamlı ve faydalı bir etkiye sahip olduklarını bilmelidir.

Toplum, hekimleri ve medikal fizikçileri hem bireysel hem de toplumsal sağlık yapısının koruyucusu olarak görevlendirmiştir. Bu güven ile güvenlikle ilgili girişimler için savunucu olarak çalışma yetkisine sahiptirler. Liderlik, tüm personelin kınama veya misilleme korkusu olmadan güvenlik konusunda endişelerini dile getirme konusunda rahat hissetmesini sağlamayı gerektirmektedir.

Her Bir Takım Üyesinin Görev ve Sorumluluklarını Geliştirme

Radyasyon onkolojisi alanı sürekli gelişmektedir ve bu nedenle her takım üyesinin rollerinde ve sorumluluklarında hızlı değişimler olur. Tablo 3.1 bu değişikliklerin ve ilgili gereksinimlerin bazılarını özetlemektedir.

Örnek Gereçler ile Tesisat Güvenliği ve Güvenlik Kültürüne Giriş

Personel ve Zaman Programlaması

Personel sayılarının, özellikle fizik, dozimetri ve talebin önemli ölçüde arttığı tedavide iş yükünün etkisini dengeleyecek şekilde ayarlanması gerekir (örnek hasta bazlı QA). Programların, verilen bir görev ve hata riski doğrultusunda acele etmekten kaçınacak, iş yükünü azaltacak gerçeklikte olması gerekir. Aşırı iş yükü hatalara neden olabilir. Tersine, "iş farkındalığı"nı korumak için belirli bir seviyeye ihtiyaç duyulduğundan, hafif iş yükleri de sorun yaratabilir.

Tablo 3.1 Radyasyon Onkolojisi Ekibinin Güvenlikle İlgili Rol ve Gereksinimlerine Örnekler			
Ekip Üyesi	Geleneksel Görev	Gelişen Görev	Gereksinimler
Doktor	• Hasta tedavisi	• Hasta güvenliği için takım lideri	• Bir miktar özerkliği diğer personele bırakma
	• RT'yi düzenleme (örneğin, doz / hacim kriterlerini belirleme, plan ve tedavi görüntülerini onaylamak, toksisiteyi yönetmek)	• Multidisipliner takım ile koordinasyonu sağlama	• Diğerlerini güvenlik misyonuna dahil etme
Medikal Fizik Uzmanı	• RT'yi düzenleme (örneğin, doz / hacim kriterlerini belirleme, plan ve tedavi görüntülerini onaylamak, toksisiteyi yönetmek)	• Sürekli eğitim (örneğin, görüntü değerlendirme / bölünme, yeni yazılım / teknoloji)	• Hasta güvenliği için gelişmiş süreç analizi araçlarında eğitimi sağlama
	• Radyasyonun öngörüldüğü şekilde güvenli ve etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamak	• Hasta / personel güvenliğini artırmak için teknolojik yenilikleri uygulama	• Hasta güvenliği için gelişmiş süreç analizi araçlarında eğitim
Dozimetrist	• Tedavi planlarını yapmak	• Tedavi sürecinin güvenliğini sağlama (örneğin, anza modu analizi, hata kaynağı belirlenmesi)	• Göreve özgü QA görevlerinin ötesindeki rolün geliştirilmesi perspektifi
	• Tedavi planlarını yapmak	• Farklı görüntüleme yöntemlerine ait görüntüleri düzenleme (örneğin, PET / MRI füzyon / hizalama / segmentasyon)	• İletişim
Radyasyon terapisti	• • Radyasyonun öngörüldüğü şekilde güvenli ve etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamak	• IMRT / IGRT yöntemlerine ilişkin QA'lerde medikal fizik uzmanına yardım	• Anatomi üzerine yeterli bilgi
	• Günlük ekipmanların ve yeni hasta tedavisi QA'lerini yapmak	• Planlamada evrimleşme (örneğin, bilgiye dayalı planlama, parçacık tedavisi planlaması, biyolojik modelleme)	• Görüntüleme/segmentasyon araçlarını yerinde ve hızlı kullanım
	• • Radyasyonun öngörüldüğü şekilde güvenli ve etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamak	• Hasta hizalamasına ilişkin kararlar vermek için 2 boyutlu / 3 boyutlu görüntülerin değerlendirilmesi	• İletişim
	• Günlük ekipmanların ve yeni hasta tedavisi QA'lerini yapmak	• Çeşitli hareket değerlendirme ekipmanlarının kullanılması	• Görüntüleme ve TDS'nin güvenli ve doğru kullanımı (DIBH, eğitilmiş konumlandırma, SGR, vb.)
	• • Radyasyonun öngörüldüğü şekilde güvenli ve etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamak	• IGRT ve tedavi için değişen modalitelere uyum sağlama (MRI linakları, yüzey görüntüleme, parçacık tedavisi)	• İletişim
	• Günlük ekipmanların ve yeni hasta tedavisi QA'lerini yapmak		

Tablo 3.1 Radyasyon Onkolojisi Ekibinin Güvenlikle İlgili Rol ve Gereksinimlerine Örnekler (Devam)			
Ekip Üyesi	Geleneksel Görev	Gelişen Görev	Gereksinimler
Hemşire	• Hasta tedavisi / eğitimine yardımcı olmak	• Hasta ağız durumu	• Gelişen teknolojilerde yeterli bilgi
	• Toksikiteyi yönetmek	• Multidisipliner koordinasyona yardımcı olma	• Gelişen sistemik ajanların bilgisi
Hekim olmayan sağlıkçılar	• Hekime hasta tedavisinde yardımcı olmak	• Disiplinlerarası ekiple koordinasyon	• İletişim
	• Hekime hasta tedavisinde yardımcı olmak	• Hasta güvenliği programını destekleyin	• Yasal veya düzenleyici kısıtlamalar
İdareci (Admin)	• Mevzuata uygunluğun gözetimi	• Kritik işlemler için fon sağlama ve güvenlik desteği	• Gelişen teknolojilerde yeterli talimat
IT Uzmanı	• Masaüstü desteği sağlamak	• Bağlantı sağlama	• Gelişen sistemik ajanların bilgisi
	• Masaüstü desteği sağlamak	• Veri arşivleme/kurtarma	• Kaynak tahsisi
Tüm klinik ekip	• Uygun hasta kimliklendirme	• QA/QI	• Kaynaklar
	• Geçmiş değerlendirilmesi	• AHS'de daha fazla dokümantasyon	• Veri alanı
	• Uygun hasta kimliklendirme	• Gelişen ekran incelemesi	• Satıcı ile birlikte çalışabilirlik
	• Geçmiş değerlendirilmesi	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	• Yakın kaynakların tanımlanması / tartışılması
	• Uygun hasta kimliklendirme	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	• Sürekli eğitim
	• Geçmiş değerlendirilmesi	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	• AHS'ye artan güven
	• Uygun hasta kimliklendirme	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	• Yazılım / teknolojik gelişmeler üzerine yeterli bilgi
	• Geçmiş değerlendirilmesi	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	• Güvenlik girişimleri için zaman ayırma
	• Uygun hasta kimliklendirme	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	• Dikkat dağılımlarını en aza indirmeye
	• Geçmiş değerlendirilmesi	• Gelişenle uyumluluk/düzenleme gereksinimleri	

İletişim ve Tesisler

Tüm klinik personel arasında açık, net ve etkili iletişimi kolaylaştıran sistemler, iş akışları politikaları ve iş akış kültürü kritik öneme sahiptir. Klinik ekip için planlama ve tedavi sunma süreçlerinde rutin olarak meydana gelen çok sayıda izin ve birbirine bağlı görevler göz önüne alınmalıdır. Basılı veya tercihen elektronik olmak üzere iyi tanımlanmış grafik prosedürleri çok önemlidir. Bu sistemlerin uygulanması, bir uygulama için çok yönlü ve maliyetli bir yatırımdır. Bununla birlikte, dokümantasyon ve iletişim almak açısından açık yararlar vardır.

Uygulama düzeni için, dozimetriyi merkezi olarak yerleştirmek ve/veya radyasyon onkologları ve dozimetristlerin birlikte çalışması için özel bir zaman oluşturmak, yinelemeli "yönerge-bölümlendirme-hesaplama-analiz-tekrar" döngüsünü kolaylaştırır. Hekimler ve planlama personellerinin farklı tesisler arasında rotasyon yaptığında oluşabilecek zorluklar göz ardı edilmemelidir.

Etkili ve doğru iletişim ile uygulamalar arasında karmaşık 3 boyutlu verilerin aktarımı için gelişmiş araçlara ihtiyaç vardır. Klinik personel arasındaki iyi tanımlanmış bir iletişim yolu, mesajların gönderildiğinin/alındığının onaylanması, geçici ve değişken çözümlere olan ihtiyacı azaltır.

Standardizasyon

Standardizasyon, hataları azaltmanın bir yolu olarak yaygın şekilde kabul edilmektedir. Kişisel tercih nedeniyle, klinik personeli aynı son hedefe ulaşmak için süreçlerde farklı yaklaşımlar kullanabilir. Çok fazla farklı yaklaşıma sahip olmak, özellikle ekip arasındaki sayısız etkileşimler göz önüne alındığında, karışıklığa neden olabilir. Ek olarak, farklı fiziksel yerler ve/veya ekipman arasındaki rotasyon, yanlış anlamaları daha da kötüleştirebilir. Ekip tarafından önceden kararlaştırılan tutarlı uygulamalar benimsenmelidir.

Tedavi reçetesinin yanlış anlaşılması, RO-ILS® verileriyle tanımlandığı gibi yaygın bir güvenlik sorunudur. Buna cevaben, ASTRO reçetenin temel unsurlarını standardize eden beyaz bir makale yayınladı ve bu unsurların standart uygulamaya alınmasını teşvik etti. Kritik reçete bileşenleri şu sırayla sunulmalıdır: tedavi alanı, uygulama yöntemi, fraksiyon başına doz (cGy cinsinden), toplam fraksiyon sayısı ve toplam doz (cGy cinsinden). Kilit reçete bileşenlerinin ötesinde, radyasyon onkoloğunun tedaviyi yönlendirmek için ek detaylar sağlaması gerekir (örneğin, reçetelendirme noktası veya hacmi, tedavi zamanlama programı, set-up talimatları ve tedavi görüntüleme düzeni).

Ek olarak, karışıklıktan kaçınmak için klinik ekibin uygulama içindeki genel hastalıklara standart yaklaşım-

lar(örneğin, protokoller, referans veya rehber sayfalar) üzerinde anlaşması yararlı olacaktır. Bunu desteklemek için, AAPM Görev Grubu 263, tedavi planlamasında yaygın olarak kullanılan hedefler ve OAR'lar için standart isimlendirme tanımlamıştır. Bu standart isimlendirmenin yaygın olarak benimsenmesi, uygulamalarda, özellikle birden fazla tesis ve klinik personeli bulunanlarda, tedavi planlama karmaşasını azaltacaktır.

Standart tedavi uygulamaları ve QA mekanizmaları ile ilgili politika ve prosedürler, bir inceleme komitesi tarafından değerlendirilmeli ve gerektiğinde düzenli güncellemeler ile her teknik veya hastalık bölgesi için gerekli olmalıdır.

Yalın Yöntemler

Radyasyon tedavileri sıklıkla, karmaşık tıbbi tedavilerin etkilerini birleştiren sıkıştırılmış bir zaman çizelgesinde yüksek doz radyasyon verilmesini gerektirir. Klinik iş akışını kolaylaştırmak ve çalışma ortamını değiştirmek için Toyota Üretim Sisteminden uyarlanan 'yalın' yaklaşımlardan yararlanılabilir. Kaizen metodolojisi hızlı iyileştirme projelerinin uygulanmasında yararlı olabilir. Başlamak için, ilgili personel özel olarak süreç haritaları oluşturur. Süreç haritasındaki katma değerli adımlar tanımlanır, gereksiz adımlar ve gereksiz gerilmeler ortadan kalkar, bu da kritik görevler için mevcut zamanı artıran daha düzenli ve net bir standart hale getirilmiş süreçle sonuçlanır. Paydaşların çalışmalarını tartışmak ve tanımlamak için bir araya gelmeleri, ekip çalışması ve karşılıklı saygı oluştururken, çalışanların çalışmalarını olumlu yönde etkileyebilecekleri bir ortam sağlar.

Risk analizi

AAPM'nin Görev Grubu 100, klinik ekibin klinik sürecin güvenliğini ve kalitesini arttırmak için riski analiz edip hafifletebileceği bir başka yapısal çerçeve tanımlar. Görev Grubu 100 yaklaşımı, klinik süreç geliştiren klinik ekiple başlar. Hata modlarında ve etki analizinde (FMEA), işlem haritasının bireysel aşamaları, bir adımın istenen sonucuna ulaşılmayan yollar için analiz edilir.

Bunlar potansiyel hata modları olarak bilinir. Her bir potansiyel hata modu için, üç bileşen değerlendirilir ve sıfırdan ona sayısal bir değer atanır:

- Şiddet (bir hasta için olası geri dönüş)
- Oluşum (başarısızlık yolunda ilerleme ne kadar muhtemeldir)
- Belirlenebilirlik (başladıktan sonra kesilemeyecek ölçüde başarısızlık yolu ne kadar muhtemeldir)

Risk önceliği sayısını hesaplamak için üç parametrenin sayısal değerleri birlikte çarpılır. Potansiyel başarısızlık modlarını risk öncelik numaralarına göre sıralayarak, FMEA'lar klinik ekibinin güvenlik ve kalite sorunlarının nerede ortaya çıkabileceğini ve göreceli önceliklerini anlamalarını sağlar.

Potansiyel başarısızlık modlarının nasıl ortaya çıkabileceği ve yayılacağı hakkında daha fazla bilgi edinmek için, klinik ekip hata ağacı analizini (FTA) kullanabilir. FTA, olası bir neden veya katkıda bulunan faktörün belirli bir başarısızlık moduna (yani bir başarısızlık yolu) nasıl yol açabileceğini grafiksel olarak tanımlamak için kullanılır. Bir dizi FTA, sistemik sorunları klinik bir süreç içerisinde tanımlayabilir ve QA ve kalite kontrol (QC) müdahalelerini nereye koyacağı konusunda tartışma için bir temel sunar.

Genel olarak, Task Group 100 yaklaşımı, iş akışı güvenliği ve verimliliğini değerlendirmek ve değiştirmek için süreç haritalarını, FMEA ve FTA'yı birleştirir.

Etkinlik Hiyerarşisi

Davranışları etkilemek için kullanılan farklı yöntemler başarı için değişken beklentilere sahiptir. Güvenli uygulama standartlarının bir bileşeni politikalardan, prosedürlerden ve eğitimden gelirken, sadece bunlara güvenilmeyip diğer stratejilerle (örneğin, bilgisayarlaşma, standardizasyon) etkinlik artırılabilir.

Genel olarak, "fonksiyonel bilgi" (otomatik bilgisayar/makine fonksiyonları ve kontrol listeleri), insan başarı-

mını "kafadaki bilgi" (hafıza) 'den daha fazla arttırmaktadır.

Yönteme bakılmaksızın, iş akışını, politikaları ve prosedürleri değerlendirmek için düzenli inceleme mekanizmaları mevcut uygulama ile alaka düzeyini sağlamak için kullanılmalıdır.

Sistemler ve İnsan Faktörleri Mühendisliği

Temel olarak bileşenlere odaklanmak yerine, sistem mühendisliği "disiplinler arası bir yaklaşım ve başarılı sistemlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayan bir araç"tır. "Sistem mühendisliği, özellikle iletişim, belirsizlik ve bileşenlerinin etkileşim karmaşıklığına (insanlar dâhil) dikkat ederek tüm yaşam döngüleri boyunca sistemi bir bütün olarak değerlendirir." Öncelikli keşif, öğrenme, tanı ve diyalog ile hastanın kalitatif ihtiyaçları kantitatif ürünlere ve süreç özelliklerine çevrilebilir.

İnsan-makine etkileşimleri her yerde bulunur. İnsan faktörleri mühendisliği doğru kullanımı kolaylaştıran süreçleri, ara yüzleri ve makineleri tanımlamayı amaçlar. Örneğin, otomatik ATM makinesinin para çekme işlevi, para verilmeden önce banka kartının çekilmesini gerektirebilir. Benzer şekilde, belirli işlevleri gerçekleştiren konsol kontrol düğmelerinin tutarlı bir yere yerleştirilmesi, kullanıcıların ekipmanı öngörülebilir ve doğru bir şekilde daha güvenilir şekilde kullanmalarını sağlar. Güvenlik, gürültüyü, kesintileri ve görsel karışıklığı azaltmak için tasarlanmış çalışma alanlarında da geliştirilebilir. Aydınlatmayı, sıcaklığı ve masa yüksekliğini iyileştirmek, performansı etkilediği kanıtlanmış ek faktörlerdir.

Radyasyon onkolojisi alanında, karmaşık bilgisayar ekranı düzenleri, klavye işlevleri ve tedavi konsolları, günlük gezinilen sayısız insan makine ara yüzüne birkaç örnektir. Bunlar daha karmaşık hale geldiklerinden veya standardizasyon olmadıklarından, artan zihinsel çaba gerektirir. Birçoğu, güvenlik ve çalıştırılabilirlik göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır, ancak iyileştirme için yeterli alan vardır. Örneğin, her bir üründe kısa yol klavyesi komutları mümkün olduğunda

tutarlı olmalıdır. İsimlendirme standardizasyonu, farklı satıcılar arasındaki düzenlerin ve kısa yolların izlenmesi, yardımcı olabilecek geliştirmelere örnektir.

Otomatik Kalite Temini Araçları

Simülasyon, tedavi planlaması ve kontrol listeleri veya otomasyon yoluyla ön işlem sunumu sırasındaki bireysel QC adımları, tedavilerin güvenli bir şekilde sunulması için önemlidir. Örneğin, bir akciğer SBRT vakası için bir 4D tarama seçilirse, mantıkla çalışan sistemde aynı zamanda uygun SBRT immobilizasyonunu ve diğer tedavi ile ilgili cihazlar tanımlanacaktır. Simülasyon ve tedavi planlama direktifleri/istekleri, basılı şekilde ya da mevcut onkoloji bilgi sistemine (OIS) dâhil edilmiştir; bununla birlikte, içeriğe duyarlı mantığın otomatikleştirilmesi ve dahil edilmesinin kalite ve güvenliği arttırdığı tespit edilmiştir. Planlama değişkenliğini azaltmak için gruplar, çeşitli metodolojileri kullanarak tedavi planlamasını otomatikleştirmek için çalıştılar ve bunlar ticari TPS'e dâhil edildi. IMRT uygulamaları için QA testleri, TPS'den TMS'e veri aktarımının bütünlüğü, özellikle farklı satıcı sistemleri arasında gerçekleşirken ve bu işlevsellik uygulandığında doğrulanmalıdır. Son olarak, makine günlük dosyalarını kullanarak yapılan tedavilerin gerçek zamanlı kontrolleri ticarileştirilmiştir ve planlanan ve verilen tedavi alanları arasındaki farklılıkları tespit etme potansiyeline sahiptir.

Otomasyonun daha fazla geliştirilmesi ve benimsenmesi gerekmektedir. Gömülü otomatik QA fonksiyonlarının gelecekteki yönü şunları içerebilir:

- Yeni bir plan için, sistem istenmeyen arşivlemeyi tanımlamak için aynı adı taşıyan hastalar için dizin arşivini arar.
- Genel tanımlar için TPS, önerilen hedef hacimleri ve ilgili doz parametrelerini, kullanıcı tarafından belirlenmiş "beklenen" parametreler kitaplığıyla karşılaştırır ve önceden tanımlanmış uyarılar yayınlar.

- Normal doku dozu-hacim parametreleri, kullanıcı tarafından belirlenen kısıtlamalarla karşılaştırılır.
- Düşük doz hedefinin veya normal doku sıcak noktalarının otomatik olarak vurgulanır.
- Demetler ve planlar otomatik olarak dozimetrisini, tarihi vb. yansıtacak şekilde adlandırılır.
- Hedef hacimleri, OAR'lar ve planların gözden geçirilmesini kolaylaştırmak ve aykırı değerlerin tespiti için planlar için ortak isimlendirme kullanılır.
- Tedavi masası hareket sınırlamaları işaretlenir.

Meslektaş Değerlendirmesi

Meslektaş değerlendirme, güvenli radyasyon uygulanmasının önemli bir parçasıdır ve klinik ekip için yaşam boyu öğrenme programının önemli bir özelliğidir. Klinik pratiğin birkaç farklı yönüyle ilgilidir (örneğin, bireysel becerilerin, yöntemlerin ve davranışların genel olarak gözden geçirilmesi) ve RT süreci boyunca uygulanabilir. Meslektaş değerlendirme, disiplin içi (örneğin, radyasyon onkolojisi klinik ekibi arasında) ve disiplinler arası (örneğin, radyasyon onkolojisi klinik ekibi arasında) ve multi-disipliner (örneğin, diğer uzmanlarla birlikte) olmak üzere birçok şekil ve formda olabilir. QA ve meslektaş değerlendirme arasında bir ayrım yapılmalıdır.

QA, objektif/kantitatif "doğruya karşı yanlış" eylemlerle (örneğin, TPS'den tedavi makinesine gönderilen doğru plan mıydı? Makine ışını çıkışı doğru mu?) bir veya daha fazla hastayı kolayca etkileyen önemli klinik olaylara yol açabilir. Meslektaş incelemesi, genellikle hedef tanımlama veya doz seçimi gibi biraz daha öznel maddelere atıfta bulunmak için kullanılır.

Günlük Sabah Toplantıları

Tüm klinik personelin yaklaşmakta olan klinik etkinlikleri gözden geçirmek için günlük olarak buluşması, olası sorunları önleme ve ekip çalışması ve güvenlik

kültürünü destekleme konusunda yararlı bir egzersiz olabilir.

Örneğin, BT simülasyon terapistleri, kayıtları net yönergeleri olmayan hastalara dikkat çekerek günün programını inceleyebilir. Benzersiz zorluklar veya öğrenme fırsatları sunan hastalar da belirlenebilir ve tartışılabilir. Eklentiler için açıklıkların bulunup bulunmadığı not edilebilir. Dozimetrister grubu beklenenden daha yavaş ilerleyen tedavi planları konusunda uyara-bilir ve yön arayabilirler. Baş radyasyon terapisti ön tedavi filmlerine / görüntülemesine ihtiyaç duyan grup hastalarına o gün, günlük hasta sayımı ve potansiyel zorlukları (örneğin anesteziyoloji vakaları) gözden geçirebilir. Tüm klinik personel kaygılarını dile getirmek ve duyuru yapmak için davet edilir. Sabahları bir araya gelmek, gelecekteki zorlukları önceden tahmin etmeye ve klinikte kaostan kaçınmaya çalışmanın pratik işlevini yerine getirir. Ayrıca, klinik ekibi günlük olarak bir araya getirmek ve tüm ekip üyeleri arasında kolay iletişim ortamını geliştirmek sosyal ve kültürel bir işlev görür.

Güvenlik Turları

Emniyet turları, liderlik ekibinin kilit üyeleri ile ön sahadaki personel arasında iş yerlerinde kısa ve açık tartışmalar ile tanımlanabilir. Bu periyodik açık forumlar, çalışanlara hastalarına potansiyel veya gerçek zarar verebilecek veya yakın ve istenmeyen koşullar hakkında sorular sormayı içerebilir. Çalışanlar ve iyileştirmeler için öneriler toplanabilir.

Genel Duyurular ve Güncellemeler

Güvenlik, kalite veya verimlilik ile ilgili konular rutin olarak tüm uygulama faaliyetlerine dâhil edilmelidir. Örneğin, sabah görüşmeleri, devam eden güvenlikle ilgili girişimler hakkında duyuru yapmada liderlik için iyi bir fırsattır. Benzer şekilde, güvenlik görevlilerinin sonuçlarını özetleyen düzenli raporlar tüm personele sağlanabilir ve uygulama boyunca önemli yerlere gönderilebilir. Bu, liderliğin yanıt verebilirliğini gösterir ve süreç iyileştirme konusundaki taahhütlerini güçlendirir. Bu alanlarda çalışan personelin başarıları her-

kes tarafından kabul edilmeli ve kutlanmalıdır. Bu, insanların güvenlik kaygıları hakkında açıkça konuşmaya istekli olabilecekleri bir ortam yaratılmasına yardımcı olur.

Kaza Bilgilendirmesi

Personel, kazalar (hastaya ulaşan, zarar veren veya zarar vermeyen olaylar), kazaya ramak kalan durumlar (hastaya ulaşmayan olaylar) ve güvensiz koşullar (hasta güvenliği azaltan durumlar) dahil olmak üzere tüm güvenlik olaylarını bildirmelidir. Tüm güvenlik olaylarının raporlanması, destekleyici bir ortamda ve cezai işlem korkusu olmadan pozitif olarak karşılanmalıdır. Artan olay raporlama ve güçlü bir güvenlik kültürü, daha az önemli sıkıntılı durumların da çözülmesini sağlar. Bu nedenle, kaza olasılıklarının ciddiye-tine uygun bir veya daha fazla QA kontrolü planlanmalı ve gerçekleşmiş kaza durumlarını incelemeye ve onlardan öğrenmeye önem verilmelidir. Güçlü bir güvenlik kültürüne sahip bir uygulamada, bildirilen çok sayıda kaza olayı, uygulamanın zayıflığından ziyade gücünü yansıtmaktadır. Teşvik programları bu raporlamayı kolaylaştırabilir. Açık raporlamayı teşvik eden bir güvenlik kültürü geliştirme sürecinde, çalışanlar isimsiz olarak bilgi gönderme seçeneğine sahip olmalıdır.

Tablo3.2: Disiplinci Meslektaş Değerlendirme ve QA Örnekleri		
Ekip Üyesi	Meslektaş Değerlendirmesi	QA
Hekim	• Hedef tanımlaması	• Uygun terminoloji ve dokümantasyonu
	• Doz seçimi	• Doz kısıtlamalarının protokoller dahilinde olduğunu doğrulama
	• Teknik seçimi	• Portal görüntüleri inceleme
Medikal Fizik Uzmanı	• Bağımsız cihaz kontrolleri	• TPS'den TMS'E doğru verilerin transferinin
	• Output kalibrasyonları	• Plan kontrolü
	• Plan değerlendirmelerini kontrol	
Dozimetrist	• Demet oryantasyonu ve ağırlık belirlemesi	• Reçetelendirmenin plan ile uyumunu kontrol
	• Plan optimizasyonu ve uygulanması	
Radyasyon Terapisti	• Hasta setup doğruluğunu çift kontrol	• Hastaya özgü zamanlandırma prosedürünü takip

Gönüllü bir olay öğrenme sistemine ek olarak, belirli bir eşiğe ulaşan güvenlik olayları dış raporlama ve ek analiz gerektirebilir. Eğer bir eşik karşılandıysa, rapor-

lanabilir olaylar yasal gerekliliklere uygun olarak yerel, eyalet ve / veya federal kurumlara bildirilmelidir.

Kalite Güvence Komitesi

Özel bir resmi QA komitesi, disiplinler arası bir klinik ekipten (örneğin, doktorlar, fizikçiler, dozimetristler, hemşireler, radyasyon terapistleri) ve her bir tedavi yönteminde yer alan tüm disiplinleri içeren, düzenli olarak toplanan ve hizmet veren diğer personelden (idari ve IT desteği) oluşmalıdır. İdari yönetim ve sağlık sistemindeki güvenlik komiteleriyle bir bağlantı kurulmalıdır.

Bu komitenin aşağıdaki sorumluluklara sahip olması gerekir:

- Hasta güvenliği ile ilgili, uygulanabilir ve bireysel uygulama için en iyi sonucu veren girişimler geliştirir.
- Güvenlik olaylarını rapor etmek ve izlemek için bir mekanizmanın uygulanmasını, idarenin trendlerin farkında olmasını ve gerektiğinde değişimin uygulanması için bir sürecin mevcut olmasını sağlar.
- Yerel, eyalet ve ulusal güvenlik, ruhsat ve sertifikalandırma standartlarına uygunluğu izler.
- Olay öğrenme sistemi ile bildirilen tüm olayları analiz etmek için mekanizmalar geliştirir.
- Ciddi veya potansiyel olarak ciddi olayları gerçek zamanlı olarak araştırmak için mekanizmalar geliştirir.

Akran gözden geçirme toplantıları, KG komiteleri, sabah toplantıları ve güvenlik turları, çalışanların çalışma alanında olumlu değişiklikler aramaya katılımını teşvik eden girişimlerin örnekleridir. Bu faaliyetler açıklık, karşılıklı saygı, grup katılımı ve sorumluluk duygusunun geliştirilmesine yardımcı olur. Personel, endişelerini dile getirmeye teşvik edilmeli ve güvenlikle ilgili endişeleri bildirmenin ve artırmanın cezalandırılmayacağına güvenilmelidir.

Personelin Sertifikasyonu ve Eğitimi

Radyasyon onkolojisi, klinik ekibin iyi eğitilmiş ve yüksek vasıflı üyelerine bağlı olan teknolojik olarak zorlu bir alandır. Klinik personel, her bir uzman tedavi tekniğinin simülasyonunda, tedavi planlamasında, tedavi sunumunda ve QA işlemlerinde uygun referanslara ve eğitime sahip olmalıdır. Bu takım çok önemlidir. Üyeler, her yıl klinik yeterlikleri karşılayan uygun kimlik bilgilerini, becerileri ve eğitim seviyelerini korurlar.

Ekip ayrıca her bir cihazı kullanmak için uygun şekilde eğitilmelidir. Bazı durumlarda (örneğin, farklı tedavi makineleri arasında hareket eden radyasyon terapistleri), belirli cihazların kullanımıyla ilgili ek eğitim veya gözden geçirme seansları her yıldan daha sık gerekli olabilir. Bu, az sayıda eğitim programının olduğu veya teknolojinin nadiren mevcut olduğu yeni teknolojilerle zor olabilir. Bununla birlikte, uygulamalar sağlayıcıların uygun bakımı sağlama konusunda nitelikli olmasını sağlamalıdır.

Kullanıcılar ve Hizmet Sağlayıcılar Arasındaki İş Birliği

Modern radyasyon onkolojisi pratiği çoklu ticari ürünlerin kullanılmasını gerektirir. Güvenlik kaygılarını gidermek için, bu ürünlerin satıcılarıyla bir ortaklığın olgunlaşması gerekir. Kullanıcıların ve üreticilerin güvenli ve kullanışlı ürünlerin sağlıklı evrimi için en iyi sonuçların alınma olasılığını en üst seviyeye çıkardığı, sinerjik olarak çalıştıkları bir açık alışverişe ihtiyaç vardır. Satıcı, kullanıcıyı, ürünlerinin özellikleri ve sınırlamaları konusunda eğitmelidir. Kullanıcıların endişelerini satıcılarla paylaşması ve ürünleri geliştirmek için onlarla birlikte çalışması gerekir.

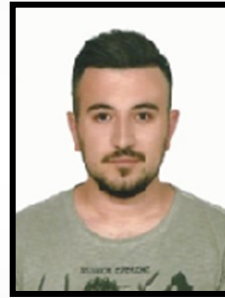
Ürünlerinin diğer üreticilerin ürünleri ile entegrasyonu ile ilgili zorlukları belirlenmelidir ("sorun" yalnızca ürünlerine özgü olmayıp diğer ürünlerle olan etkileşimlerinden kaynaklansa bile). Bu sorunlar genellikle satıcılar tarafından, ürünleri daha yaygın bir şekilde kullanıldığı için bilindiğinden, satıcıların bu bilgiyi, geliştikçe, daha geniş kullanıcı tabanlarıyla hızla paylaşmaları gerekir. Benzer şekilde, kullanıcıların ürünleri

amaçlandıkları ayar ve modlarda çalıştırmaları ve kullanımının bilinmeyen bölgelere yayılması sırasında özen göstermeleri gerekir. Hem gerçek hem de potansiyel sorunlar, satıcıya (ve gerektiği şekilde düzenleyici kurumlara) zamanında ve tam bir değerlendirme yapabilmek için yeterli bilgi ve zamanda bildirilmelidir. Kullanıcılar, klinik uygulamalarından önce yeni veya gelişen ürünlerin işlevlerini tanıma ve iletişim kurma konusunda zaman ayırmalıdır. Satıcılar ile birlikte ürünler üzerinde gerekli iyileştirmeleri yapmak için birlikte çalışabilirler. Satıcıların ürünleri hızlı bir şekilde değiştirme kabiliyetini sınırlayan lojistik zorluklar olabilir (örneğin, ABD Gıda ve İlaç İdaresi mevzuat incelemesi ve "kısa döngü" yükseltmelerini kullanıcı kabulü).



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 Bölümü'nden 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 itibarıyla aynı şirket bünyesinde Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Sorumlu Medikal Fizik Uzmanı olarak görevine devam etmektedir.

ASTRO 2019'UN ARDINDAN

Med. Fiz. Uzm. Vildan Alpan

6 1. ASTRO kongresi bu yıl 15-18 Eylül tarihleri arasında Şikago da yapıldı. 2019 ASTRO benim katıldığım 3. ASTRO kongresi. Daha önceki iki ASTRO ile karşılaştırdığımda her seferinde katılımcı sayısı daha da artmış gibi geliyor. Öncelikle biraz kongrenin yapıldığı salondan bahsetmek istiyorum.

Mc. Cormick Place gerçekten çok büyük bir kongre merkezi. İçinde yemek katı, önünde hiç bitmeyecekmiş gibi uzayan kuyrukları ile Starbucks, yürüyen merdivenleri ve sayısını hatırlayamayacağım kadar çok toplantı salonları var. Neyse ki yönlendirmeler çok iyi bu sayede yönünüzü kolayca bulabiliyorsunuz. Ama yine de salonlar arasında sürekli bir koşturmaca gerekiyor.



Resim 1: 2019 ASTRO Kongresine katılan Türk Radyasyon Onkologları ve Medikal Fizikçiler

Bu yıl ASTRO da geçen yıllara göre bazı değişiklikler vardı. En önemli bildirilerin sunulduğu büyük salonda oturma düzeni 8-10 kişilik yuvarlak masalar şeklinde hazırlanmıştı. Oturma düzeninin bu şekilde olmasının amacı katılımcıların birbirleri ile bilgi alışverişinde bulunmaları ve meslektaşların birbirleri ile tanışmalarıydı sanırım. Ama bana göre dinlerken dikkatin dağılmaması açısından tiyatro düzeni daha iyi. Fakat benim gibiler de düşünülerek salonun arkalarında tiyatro düzeni olacak şekilde düzenlenmişti.



Resim 2: Astro başlarken Mc Cormick Place'i keşfetme çabaları

Sağlıklı yaşam konusunu vurgulamak için her sabah 06.15-07.15 saatleri arasında yoga vardı. Ben katılmadığım için bilemiyorum katılım oldu mu ama program akışında hergün yoga olduğu yazıyordu. Ayrıca yemek standında ve gerek exhibition salonunda gerekse koridorlarda bulunan kahve, atıştırmalık satılan standlarda da özellikle salata ve sağlıklı atıştırmalıklar ön plandaydı.

ASTRO 15 Eylül 2019 Pazar sabahı "International" kahvaltı ile açıldı. Ben bu kahvaltıya ilk defa katıldım. Bizim kongrelerin yapıldığı otellerin efsane kahvaltıları ile karşılaştırılınca biraz zayıf kalıyor ama burada zaten kahvaltı bahane sanırım asıl amacı meslektaşların birbirleri ile tanışmaları ve network kurmaları.

Kongrede oturumlar "Kahvaltı" (sadece pazar ve salı sabah) Klinik çalışmalar, e-conturlama, eğitim, uluslararası, uzman ile tanışma, panel, poster saati, bilimde önemli başlıklar, özel oturumlar gibi kategorilere ayrılmıştı.

Ana başlıklar ise; meme kanseri, CNS, gastrointestinal, genitoüriner, jinekolojik kanserler, baş boyun kanserleri, hematoloji, immunoterapi, akciğer kanserleri, malin olmayan kanser türleri, radyasyon onkolojisi hemşireliği, palyatif bakım, hasta güvenliği çocukluk çağı kanserleri, pratik radyasyon onkolojisi, kalite,

radyasyon fiziği, radyobiyoloji, sarkomlar, dijital sağlık, sağlık yönetmeliği idi.

Bu arada kongrede yapay zekaya gerçekten önemli bir yer ayrılmıştı. Yapay zekâ ile ilgili 8 digital poster, özel oturum kategorisinde önemli sunumların yapıldığı büyük salonda bir panel, eğitim oturumunda bir konuşma, dijital sağlık kategorisine giren oturumda bir sunum, fizik oturumunda da bir sunum vardı. Gelecekte mesleğimizle ilgili olarak "Artificial Intelligence (Yapay Zekâ)" ile başlayan çalışma başlıklarını çok sık duyacağına benziyoruz.

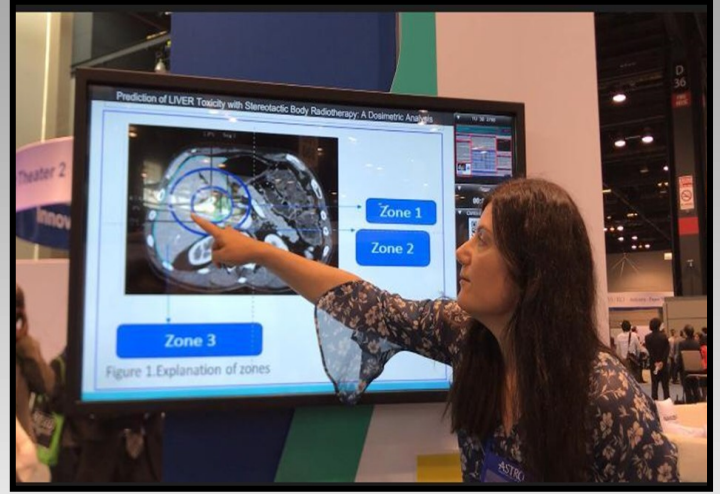
Fizik oturumlarında öne çıkan konuşmalar ise şunlardı;

- Imaging for Response Assessment,
- Emerging MRI Techniques for CNS Tumors,
- Adaptive RT and Response Assessment,
- Imaging for Planning and Treatment,
- Outcome Analysis and Modeling,
- Treatment Delivery,
- Machine Learning for Planning and Segmentation,
- Hardware Technologies and Treatment Delivery,
- Imaging for Positioning and Monitoring,
- Treatment Planning and Motion Management.

Astro uluslararası katılımı olan bir kongre ve dünyanın her yerinden konuşmacılar ve katılımcılar var. Konuşmacılar arasında Prof. Dr. Uğur Selek'in de International kategorisindeki "Clinical Implementation of Advanced Radiotherapy Techniques and Technologies in Resource-Constrained Environment" oturumunda "Overcoming Barriers in Resource-Constrained Environment" başlıklı bir konuşması vardı. Biz de gurur duyarak katıldık ve dinledik.

Dr. Züleyha Akgün de "Prediction of LIVER Toxicity with Stereotactic Body Radiotherapy: A dosimetric

Analysis" başlıklı dijital posterini ile hepimize gurur kaynağı oldu.



Resim 3: Dr. Züleyha Akgün Sunumunu Yaparken

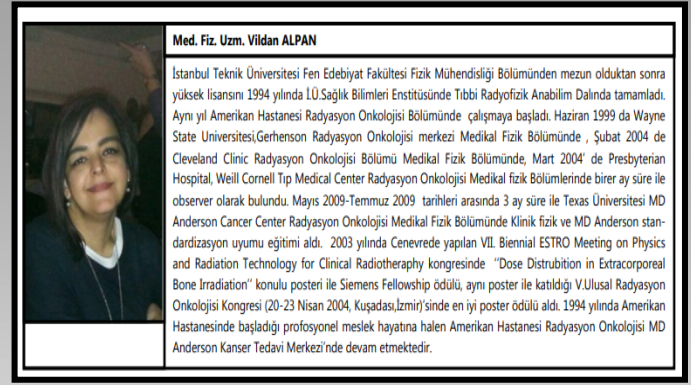
Bu kongrenin benim için bir başka önemi daha vardı. Bölüm başkanımız Dr. Uğur Selek FASTRO ünvanını aldı.

FASTRO (Fellow ASTRO); ASTRO üyeleri arasından seçilen, ASTRO da başarılı çalışmalar yapmış ve radyasyon onkolojisi alanında katkıları olan kişilere verilen bir ünvan. FASTRO ünvanı genellikle ASTRO'nun minimum 15 yıllık üyeleri arasından seçilen kişilere veriliyor. ASTRO fellow ünvanı ilk defa 2006 yılında Filedefiya da yapılan ASTRO yıllık kongresinde verilmeye başlanmış. En fazla sayıda FASTRO ünvanı ise 2018 yılında San Antonya da yapılan 60. ASTRO kongresinde verilmiş.

FASTRO ünvanı görkemli bir törenle veriliyor. Ben de hocam bu ödülü alacağı için ilk defa bu törene katıldım. Tören sabahı önce sadece ünvanı alanlar ve ailelerinin katıldığı bir kahvaltı yapıldı. Ben ve Dr. Yasemin Bölükbaşı, Uğur Bey ve eşi ile birlikte kahvaltıya katıldık. Kahvaltı sırasında ayrıca profesyonel bir fotoğrafçı FASTRO ünvanı alanların aileleri ve yakınları ile birlikte fotoğraflarını çekti. Bir saatlik kahvaltının sonunda esas törenin yapılacağı büyük salona geçildi. Bu yıl 24 kişiye FASTRO ünvanı verildi. Herkesin tek tek ismi okunarak sahneye davet edildi ve ünvanları verildi. Dr. Uğur Selek'in bu ünvanı alması, bir Türk olarak böyle önemli bir organizasyonda adının bilinmesi bana ve toplantıya katılan tüm Türk Radyasyon Onkolojisi üyelerine gurur verdi.



Resim 4: RASTRO ünvanı alan Uğur Selek hocamız



Resim 5: 2019 Astro Fellows

ASTRO ya gerek araştırma gerekse eğitim konularında üstün hizmetleri olan kişilere ise ASTRO altın madalyası veriliyor. Bu yıl ASTRO altın madalya ödülüne Walter J. Curran Jr. MD, Silvia C. Formenti, MD. ve tomoterapiyi geliştiren Thomas R. Mackie, PhD altın madalya ödülüne layık görüldü. ASTRO onur ödülü ise Corey J. Langer, MD 'ye verildi. Ayrıca birçok araştırmacıya da yaptıkları bilimsel çalışmalardan dolayı ödül aldı.

AVRUPA NÜKLEER TIP REHBERİ (EUROPEAN NUCLEAR MEDICINE GUIDE)

Med. Fiz. Uzm. Leyla Poyraz



2016 yılında EANM ve UEMS / EBNM iş birliği ile kapsamlı bir çalışma yürütülerek Nükleer Tıp uygulama rehberi geliştirmek için bir proje başlatılmıştır. Ekim 2018'de, ortak bir yayın olan el kitabı oluşturulmuştur.

Nükleer Tıp alanındaki uzmanlara, mesleğe yeni başlayan hekim, fizikçi ve tüm sağlık çalışanlarına; Nükleer Tıp ile ilgili temel bilim ve teknik prosedürler, radyofarmasötiklerle in vivo görüntüleme, hibrit/multimodalite görüntüleme, radyonüklid kılavuzlu cerrahi, dozimetri, radyonüklid tedavi, tıpta Nükleer Fizik ile ilgili teknikler, radyobioloji ve radyasyondan korunmada tıbbi uygulamalar gibi çok çeşitli Nükleer Tıp konularına genel bir bakış sunulmuştur.

UEMS / EBNM iş birliği ile Nükleer Tıp Uzmanlığı için Eğitim Gereksinimleri Nisan 2017'de güncellenmiştir. Böylece "Avrupa Nükleer Tıp" rehberin önemi ortaya çıkmıştır.

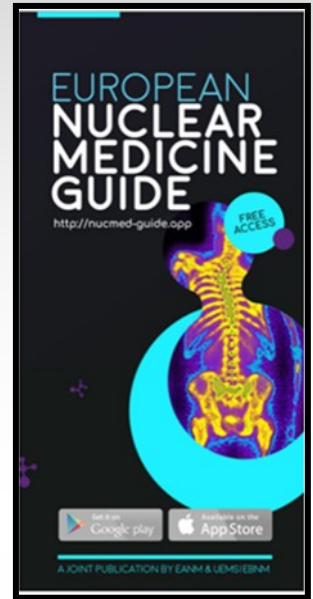


"Avrupa Nükleer Tıp Rehberi" için anahtar kelime "Erişilebilirlik" olmuştur. "Çünkü paylaşmaya gerçekten inanıyoruz" dan yola çıkılmış ve erişim sınırsız bir şekilde herkes için ücretsizdir.

Ücretsiz çevrimiçi sürümüne (nucmed-guide.app) ulaşılabilir.

labilmektedir. Oldukça pratik ve kolay kullanımlı ayrıca bir kere indirildikten sonra WIFI bağlantısı olmadan da kolayca erişilebilen "European Nuclear Medicine Guide" uygulamasını da mobil cihazınıza indirerek; cebinizde, her an ve ihtiyaç duyulduğunda her yerden mevcut olan tüm bilgilere ulaşmak mümkündür, üstelik ücretsizdir.

- Etkili ve verimli sağlık sistemleri sunabilme;
- Güvenli ve kaliteli sağlık hizmeti sunma kapasitesine sahip olmak,
- Doğru beceri ve yetkinliklere sahip olmak,
- İyi eğitilmiş ve verimli bir sağlık işgücüne sahip olmaya bağlıdır.



Sürekli tıp eğitimi ve sürekli mesleki gelişim, hekimler ile tüm sağlık çalışanlarının yetkinlik ve uygulamaya yönelik uygunluğu sağlamanın temel dayanağıdır. Tüm bilim dalları ve meslek gruplarında olduğu gibi tıptaki ilerleme gittikçe daha hızlı hale gelmiş, bilgiyi güncelleme gerekliliği ve önemini daha da artırmıştır. Tüm tıbbi bilgilerin yaklaşık yarısının beş yıl içinde eskidiği ve güncelliğini yitirdiği tahmin edilmektedir.

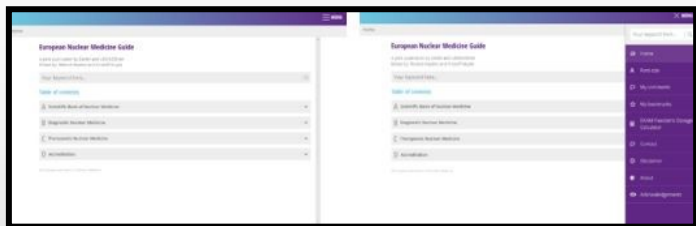
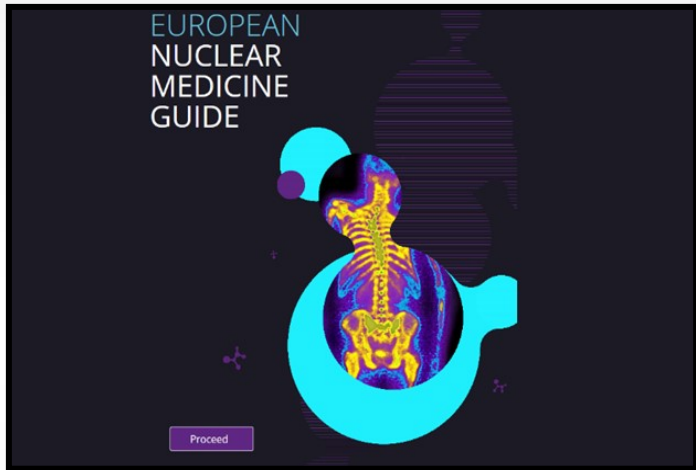
Eğitimin sürekliliği, iyi tıbbi uygulamalar ve yüksek kaliteli hasta bakımı için esastır. Sağlık uygulamalarında tüm sağlık çalışanlarının, uyguladıkları klinik bakımın güvenli ve geçerli olması büyük önem taşımaktadır. Bu da ancak sağlık uygulamalarının bilimsel kanıtlara dayalı edinilmiş doğru ve güncel bilgiler ile gerçekleştirilebilir.

Sürekli mesleki gelişim ve sürekli tıp eğitimi kariyerin her aşamasında, yaşam boyu tıp eğitiminin sürekliliği-

ni ifade eder. Dolayısıyla hekim ve tüm sağlık çalışanlarının gerekli olan bilgi, beceri ve tutumlarını nasıl uyguladıklarını öğretmenin, geliştirmenin ve geliştirici eğitim araçlarına sahip olmanın önemi ortaya çıkmaktadır.

Hastalarına yönelik tedavi hakkına sahip bu sınır ötesi sağlık bakımı çağında, rekabetçi sağlık pazarları, tıbbi uzmanların sınır ötesi hareketliliği, beceri ve yetkinliklerin geliştirilmesi ve mesleki niteliklerin kazanılması ve hayat boyu öğrenme programlarının uyumlaştırılması giderek daha önemli hale gelmiştir.

Bu tespitlerin sonunda “Avrupa Nükleer Tıp Rehberi” oluşturulması bir ihtiyaçtan öte zorunluluk haline gelmiştir.



EANM ve UEMS/EBNM'nin ortak yayını olan “Avrupa Nükleer Tıp Rehberi” ile aşağıdaki başlık ve tam kapsamlı içeriklere kolayca ulaşmak mümkündür.

Nükleer Tıp'ın Bilimsel Temeli

- Nükleer Tıp Doktorları İçin Biyoloji
- Fizyoloji, Patofizyoloji ve Patoloji
- Radyobiyojoloji
- Radyasyondan Korunma

- Kimya ve Radyokimya
- Radyofarmakoloji
- Klinik Radyofarmakoloji ve İzleyici Kinetik Modelleme
- Fizik
- Nükleer Tıp Enstrümantasyonu
- Nükleer Tıpta Veri Toplama ve Görüntü İşleme Tekniklerinin İlkeleri
- Nükleer Tıpta Kantitatif Teknikler
- Radyoloji Modalitelerinin Prensipleri: BT Görüntüleme
- Radyoloji Modalitelerinin Prensipleri: MR Görüntüleme
- Multimodalite Görüntülemenin Genel İlkeleri
- Multimodalite Görüntülemenin İlkeleri: SPECT / CT
- Multimodalite Görüntülemenin İlkeleri: PET / CT
- Multimodalite Görüntülemenin İlkeleri: PET / MR

Nükleer Tıp'ta Teşhis

- Kısaltmalar
- Kardiyovasküler
- Merkezi Sinir Sistemi
- Kemik Görüntüleme
- Solunum
- Sindirim
- Nefro-İdrar
- Endokrin

- Hematopoetik / Lenfatik
- Onkoloji
- Enflamasyon / Enfeksiyon

Terapötik Nükleer Tıp

- Ağrılı Kemik Metastazlarının Palyasyon
- Sklerotik Metastaz Tedavisi
- Radiosinoviortez
- Tiroid Hastalığı
- Malign Nöral Crest Tümörleri (Nöroblastom ve Feokromositoma)
- Nöroendokrin Tümörleri
- Birincil ve İkincil Hepatik Maligniteler
- Hodgkin Dışı Lenfoma İçin Radyoimmunoterapi
- PSMA-Hedefli Dahili Radyoterapi

Akreditasyonlar



Med. Fiz. Uzm. Leyla Poyraz

08.03.1970 Ankara doğumlu. 1997 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1998-2002 yılları arasında İnönü Üniversitesi

Turgut Özal Tıp Merkezi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda Sağlık Fizikçisi olarak çalıştı. Daha sonra 2002 yılında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda göreve başladı. 2013 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Fizik Bölümünde Yüksek Lisansını tamamladı.

CİHAZ MÜHENDİSLERİ IV

RÖPORTAJ: METİN ATASOY

Med. Fiz. Uzm Esra Küçükorkoç

Metin Atasoy kimdir? Bize biraz kendinizden bahseder misiniz?

1973 Ankara doğumluyum. 1995 yılından itibaren profesyonel meslek hayatıma başladım. 2000 yılından itibaren Meditel A.Ş. bünyesinde ağırlıklı olarak radyoterapi alanında teknik servis hizmeti vermekteyim.

Çocukluk yıllarınızda hayaliniz mühendis olmak mıydı? Radyoterapi cihazlarının servis mühendisi olma hikâyesi nasıl başladı?

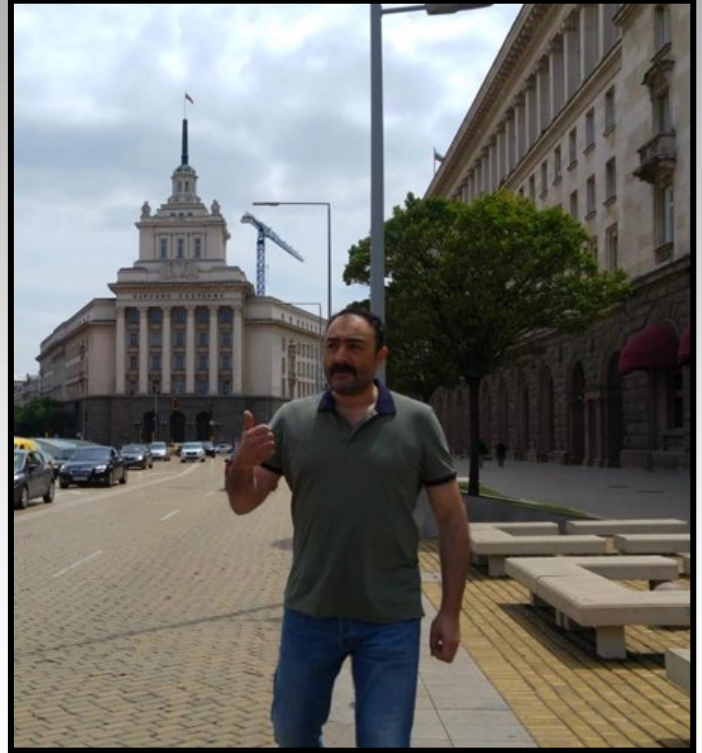
Elektronik mesleğine olan ilgim çocuk yaşlardan itibaren başladı. TV, radyo tamiri ve elektronik hobi devreleri ilgimi çekti. Radyoterapi sistemleri ile ilgili servis hikâyemiz Co60 cihazları ile başlamıştır. Yaklaşık 8 sene Theratron Co60 sistemlerine servis verdim. Devamında Tomotherapy sistemleri ile bu servis maceramız devam etmektedir.

Yıllardır medikal fizikçiler ile çalışıyorsunuz. Medikal Fizik mesleği ve çalışanları hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

Medikal Fizik uzmanları bizler ile hastane arasındaki en önemli iletişim kişileridir. Teknik konuların izahını yapabildiğimiz ve bizlere sistemlerle ilgili en sağlıklı teknik geri dönüşleri Medikal Fizik uzmanları yapmaktadır. Arıza durumunda en az bizim kadar gerilen ve bizleri en iyi anlayan ekip olduklarını düşünüyorum. Her yeni teknolojiyi hastanelerde ilk önce öğrenmesi gereken ekip olduklarından Medikal Fizik mesleğine olan saygım daha da artmıştır.

Arıza durumlarında bir kliniğe gittiğinizde departman çalışanlarından beklentileriniz nelerdir?

İlk beklenti arızanın hikâyesinin tam ve eksiksiz anlatılmasıdır. Bazı arızalar akabinde çözülebildiği gibi, bazı-



larında parça bekleme gibi süreçler oluşmaktadır. Bazı kronik arızaların da uzun zaman izlenmesi gerekebilir. Bu tip durumlar için departmandan beklentimiz elbette sabır olacaktır.

Arızaya müdahale ve arıza suresince yaşadığınız olumsuzlukları bizlerle paylaşır mısınız?

Sistemler için oluşan arızaların birçoğu tarafımızdan bilinmektedir. Bizler için sıkıntılı süreç başımıza nadir gelen arızaların çözümünde baslar. Parça ve üretici firma desteğini alabildiğimiz zaman bu tip süreçler kolay atlatılır. Bu desteklerin eksiklikleri bize ciddi sıkıntılar oluşturur.

Uzun süren arıza durumlarında üzerinizde baskı oluyor mu? Bu gibi durumlar ile baş etmeniz için ne gibi yöntemleriniz var?

Uzun süren arızalar iki bölümde incelenebilir. Birincisi bozuk durumda olup hiç hasta alamayan arızalar ve hasta almasına rağmen bu alımı takılarak gerçekleştirilen arızalar. Birinci tip sıkıntıda bolum sistemin çalışmadığını bildiği için buna tedbir alabiliyor. İkinci tip

sıkıntıda süreç daha da sıkıntılı hale gelip hastaların da baskısı artıyor. Bu tip durumlarda servis mühendislerine, hem firma idaresinden hem de hastaneden baskı yoğunlaşır. Bunlarla baş edebilmenin yolunun, düzgün diyalog ve doğru bilgilendirme olduğunu düşünüyorum.

Mesleki eğitim süreciniz neleri kapsıyor ve nasıl şekilleniyor?

Mesleki ve teknik eğitim ile temel eğitimini tamamlamış arkadaşlar, devamında sahadaki tecrübeli arkadaşlarla çalışarak ve üretici firma eğitimlerine giderek ilgilendikleri sistemlere servis verebilir duruma gelirler. Bu süreç sistemlerin kapasitelerine göre 2-3 yıl sürebilir.

Sizce servis mühendislerine sektörde verilen değer ve önem yeterli mi? Artırmak için neler yapmak gerekir?

Bizler problem yokken kimsenin aklına gelmeyen, sorun çıktığında ise akıllara negatif anlamda gelen bir meslek grubundayız maalesef. Bu antipatiyi kaldırmak zor olsa da zamanla ve artan diyalogla, çok koordineli çalıştığımız insanlar oluşabiliyor.

İş sebebi ile sürekli seyahat halinde olmak zorunda kaldığınızı biliyoruz. Bu yoğun tempoda sosyal hayatınızı nasıl planlıyorsunuz?

Uzun vadeli programları zaten yapamıyoruz. Günlük ve ertelemeli programlar hayat tarzımız olmuş durumda. Ailemiz ve çevremiz bizlerin bu yaşam tarzına alışkın oldukları için genelde bizsiz programlar yaparlar.

Mühendis gözüyle baktığınızda radyoterapi teknolojisinin geleceği nereye gidiyor?

20 sene içerisinde oluşan gelişmelere baktığımda, gelecekte sağlıklı dokuları çok daha iyi koruyan hedef dokuları çok daha iyi ısıtılan, çok daha hızlı ve efektif sistemlerin üretileceği kesin. Burada bambaşka teknolojilerin çıkabileceğini de öngörmek gerekir diye düşünüyorum.



Son olarak MedFizOnline dergisini daha önce duymuş muydunuz? Düşüncelerinizi öğrenebilir miyiz?

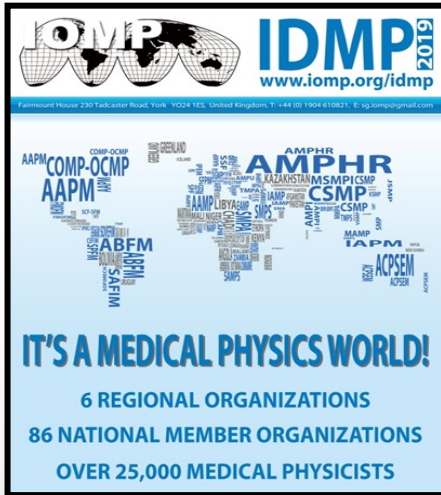
Duymamıştım. Ancak eski sayılardan birini incelediğimde medikal fizik uzmanları için çok yararlı bir dergi olduğunu gördüm. Benzer bir çalışmayı keşke biz servis mühendisleri de yapabilirsek. Teşekkür ediyorum.

ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ: 7 KASIM 2019

Ezberimizde bile olsa tekrarlamakta yarar var: Her yılın 7 Kasım günü International Organization for Medical Physics (IOMP) tarafından “Uluslararası Medikal Fizik Günü” olarak kabul edilmiştir. Bu yıl bu kutlamaların 7. sini gerçekleştireceğiz. Yine tekrarlayalım; bu tarih, radyoaktivitenin öncülerinden Marie Skłodowska-Curie’nin 1867’de Polonya’da doğduğu tarih olarak belirlenmiştir. Marie Curie 1934 yılında aramızdan ayrıldı. Marie Curie ilgili IAEA’nın bir sunuşunu ileriki sayfamızda bulacaksınız.

Her yıl “Uluslararası Medikal Fizik Günü” nün bir teması bulunuyor. IOMP tarafından 2019 için saptanan tema ise şöyle;

“It is a Medical Physics World”



Bu temayı Türkçe’ye “İşte Medikal Fizik Dünyası” veya “Medikal Fizik Dünyası Budur” şeklinde tercüme edebiliriz. 2019 yılının temasını yayınlanan afiş ile birlikte değerlendirmek ge-

reliyor. Bu dünyada, IOMP şemsiyesi altında, 6 bölgesel organizasyon, 86 bölgesel üye organizasyon ve 25.000’den fazla medikal fizikçi yer alıyor. Oldukça güçlü, genç, yüksek ve her an gelişen bir teknoloji kullanan değerli bir dünya var önümüzde.

Bu dünya bizlere, iş birliği, güç birliği, kişisel ve örgütsel dostluk, aynı hedefe kilitlenme olanaklarını sunuyor. Şüphesiz, bu yolda, lokal medikal fizik kuruluşları çok önemli görev üstleniyorlar. Ülkemizdeki yansıması olan Medikal Fizik Derneği gibi.

AAPM (American Association of Medical Physics) ise bu özel günü her aşamada destekliyor.

Bizler bu büyük yapının içinde olmaktan mutluluk ve gurur duyuyoruz.

Medikal Fizik toplumunu yaşamın içinde daha fazla bilince çıkarmanın tek yolu özel bir gün ile sınırlı kalmamalıdır düşüncesinden hareketle IOMP, “MEDİKAL FİZİK HAFTASI” girişimlerini gerçekleştirdi.

Bir bilgilendirme olarak, özgün mesleklere ait hafta konsepti UN (Birleşmiş Milletler) ve UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) tarafından kabul edilmiş durumda. UN bünyesinde 10, UNESCO bünyesinde 7 özel meslek haftaları yer alıyor. Özel meslek kuruluşları, Medikal Fizik alanında IOMP, haftayı UN kuralları çerçevesinde başlatıp gerekirse UN onayı alacak.

2020 yılında “Medikal Fizik Haftası” 11-15 Mayıs 2020 tarihlerinde tüm dünyada kutlanacak.

Yine IOMP Medikal Fizik Haftasının amacını; ilgili organizasyonların motivasyonlarını arttırmak, Medikal Fizik kurumunu tüm dünyada hedefleri doğrultusunda sürdürmek olarak belirlemiş durumda. Belirtilen hedefler doğrultusunda planlanan aktiviteler aşağıdaki başlıkları içeriyor;

- Eğitim toplantıları (sanal veya yüz yüze),
- Kampanyalar,
- Karar verici resmi kuruluşlar ile toplantılar,
- Sosyal medyada etkinlikler.

Tüm meslektaşlarımızın

“Uluslararası Medikal Fizik Günü”nü

gönülden kutluyoruz.

MARIE CURIE İLE 60 SANİYE

- Marie Curie Nobel Ödülü kazanan ilk kadındır.
- Farklı iki bilim alanında Nobel Ödülü Alan ilk kişidir (Fizik/1903, Kimya/1911).
- Yaptığı çalışmalar, nükleer bilimin temellerini atmıştır.
- Kanserin tedavisi için x-ışınlarından, radyoterapiye giden yolu açmıştır.
- Curie Fransa'ya yerleştikten sonra kocası Pierre ile birlikte iki radyoaktif element keşfetmiştir.
- Bu elementlerden birine Polonyum adını verdi ($^{84}\text{Po}206$). Çünkü doğum yeri Polonya idi.
- Birinci dünya savaşında, mobil x-ışını (röntgen) ünitelerini keşfetti.
- Bu sayede bir milyon yaralı askere yardım etti.
- Curie, başlangıçta, x-ışınlarına yakın temas nedeniyle oluşan risklerin farkında değildi.
- Bu nedenle, radyasyona bağlı hastalıklar nedeniyle öldü.
- Fakat onun yaptığı keşifler, günümüzde hala hayatları kurtarmaya devam ediyor.



**Hayatta, hiçbir şeyden korkmamalı, yalnızca onu anlamaya çalışılmalıdır. Şimdi, daha fazla anlama ve daha az korkma zamanıdır.
(Marie Skłodowska-Curie)**

SERBEST KÜRSÜ

HUZUREVİ: CELAL DEDEM

RT Teknikeri Şevval Sağlam

Üniversite 2. Sınıfa geçiş dönemimde iyi yürekli bir arkadaşımın hadi demesiyle, hayatımda önemli bir yere sahip olan o insanı tanıdım. Daha önce hiç böyle bir huzurun eşiğinden adım atmamıştım bir odaya. Daha önce hiç bu kadar bütün duyguları bir arada hissetmemiştim. İçim buruk ama yüzümde hep bir tebessüm. Çünkü söylenen tek şey yüzünüze tebessümünüzü kondurup gelin. Bu tebessüm sırf söylendiği için değildi, söylenmese de gelip dudağınızın en güzel köşesine, tebessümü konduruyordu o insanlar.

Ormanın içine yapılmış iki katlı bir bina ve etrafı çiçek, böcek, kuş sesleri. İnsan burada yaşlanmaz diyesi geliyor ama size söyledikleri ben burada yaşlandım oluyor. O an düşündüğüm tek şey; neden? Sorusu olmuştu. Neden bir insan annesini ya da babasını bırakır? Neden bir anne babanın 10 çocuğu büyütebildiği ama 10 evladın bir anneye babaya bakmadığı çağdayız? Soruları yormuştu beynimi. Annemi düşündüm ve ağlamamak için sızlayan burnumun yankısı her buraya geldiğimde içimde yandı. Ailemi özledikçe ben onlara sarıldım, onlar evlatlarını özledikçe bana.



İlk gidişim de hepimizin elinde çilek fidanları, toprak ve bir saksı. Herkes kendisine bir yakışıklı ya da bir güzel seçecekti. Karar veremedim, uzunca baktım yüzlerindeki çizgilere, gözlerindeki yorgunluğa, kamburlaşan omuzlarında ki yüklere... Bir yakışıklı kestim uzaktan üzerinde bordo renk hırkası, gözünde beyaz ince cam bir gözlük, yanında en yakın arkadaşı: Bastonları. Memleket neresi amcacım dedim? Adını sormak elbette aklıma gelmişti ama rahmetli anneannemin çok güzel bir lafı vardır: 'Adından önce memleketini sor, memleket insanı tanıtır' derdi. Ordu kızım dedi. Ağlamamak için direndiğim bütün çaba tek kelimeyle boşa gitmişti. Bende Orduluyum dediğimde, anlayıp neden ağladığımı bile sormamıştı. O kadar insanın arasından Ordulu Celal dedemi bulmuştum. Uzunca bir kahkaha atmıştı, o kadar sevinmişti ki memleketlisini gördüğüne içim sıcacık olmuştu. Beş dakika sonra nerelisin kızım dediğinde anlamıştım Alzheimer hastasıydı ve onun her nerelisin kızım dediğinde Orduluyum dememle attığı kahkaha üzüntülere iyi gelecek cinstendi. Bir insana bağlanmak için kan bağına gerek olmadığını o gün daha iyi anlamıştım. Ve bunu çok güzel anlatıyorlardı.

Vakit bulup yanına her gittiğimde o çok sevdiği tatlılardan götürüyorum. Çocuk gibi mutlu olması, kızım demesi o kadar iyi hissettiriyor ki onların dertlerinin yanında bizim derdimiz de dert mi diyesi geliyor insanın. Kaç kere ziyaretine gittim saymadım, bilmiyorum ama bildiğim bir şey var ki o da bir odanın içinde tek başına yastığa başını koyması ve yalnızlığı düşünmesi. Her ihtiyaçları karşılanıp çok iyi bakılsalar da bazı şeylerin yeri dolmuyor. Bunu da 'ne kızım geliyor ne oğlum' demesiyle çok iyi anlatmıştı. Ve iyi ki varsın diye de eklemişti. Ama bilmiyor ki benim onun varlığına ihtiyacım var.

Demem o ki; bir yaşlının eli dokunsun, bir hayatın izi kalsın yüreğinizde. Sizi her gördüğünde hesapsız kaptırsız özledim diyen beyaz saçlı bir pamuk değsin avuçlarınıza. Hiç yaşlanmayacakmış gibi ve hiç yüzümüz kırışmayacakmış gibi yaşayan bizler, ben her Celal dedeme baktığımda kalbimiz eskimesin, kırışmasın diyorum.

Ziyaret etmek isteyip bir türlü vakit bulamayanlar, bayramlar da ne yapsak diye düşünenler ve hep bir bahanesi olanlar bu yazı size iyi yürekli bir arkadaş olsun ve gelecek ilk hafta sonu rotanız en yakın huzurevi olsun.



RT Teknikeri Şevval Sağlam

Ordu'da doğdu. İlk-orta-lise eğitimini Ordu'da tamamladı. 2017 yılında Medipol Üniversitesi Radyoterapi Bölümünden mezun oldu. 2018 yılından itibaren İstanbul Medipol Üniversitesinde Radyoterapi Teknikleri olarak görev yapmaktadır.

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.

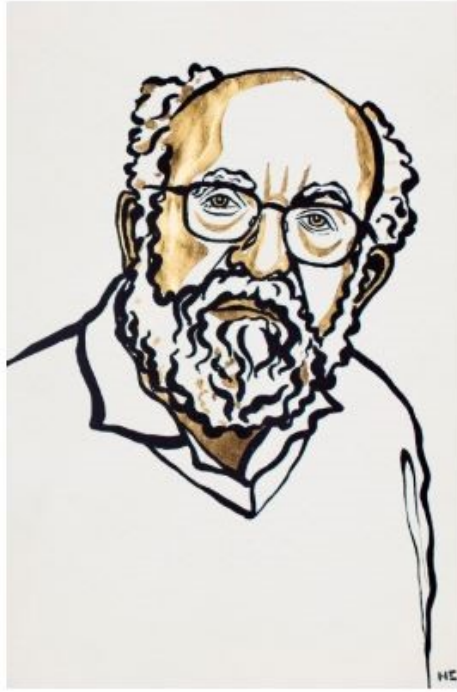




Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

James Peebles

Prize share: 1/2



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Michel Mayor

Prize share: 1/4



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Didier Queloz

Prize share: 1/4

The Nobel Prize in Physics 2019 was awarded "for contributions to our understanding of the evolution of the universe and Earth's place in the cosmos" with one half to James Peebles "for theoretical discoveries in physical cosmology", the other half jointly to Michel Mayor and Didier Queloz "for the discovery of an exoplanet orbiting a solar-type star."

2019 Nobel Fizik Ödülü'nün yarısı "Evrenin ve Dünya'nın evrendeki evrimi hakkındaki anlayışımıza katkılarından dolayı fiziksel kozmolojideki teorik keşifler" için James Peebles'e verildi. Diğer yarısı da "Güneş tipi bir yıldızın yörüngesinde bulunan bir dış gezegenin keşfi" için Michel Mayor ve Didier Queloz'a verildi.