

MedFiz@Online

E-DERGİ

medfizonline@gmail.com

NİSAN - MAYIS 2016 SAYI: 2

**3.141592653589793
23846264338327950
28841971693993751
05820974944592.....**

Bu Sayıdaki Popüler Konular;

- 45 Yıllık Dostluğun Ardından...
- 12. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongre Bilimsel Sekreteri Prof. Dr. Ferah Yıldız ile Söyleşi
- Ayın Tartışma Konusu: 4DBT
- Ayın Raporu: AAPM Task Group 101
- Bir Fizik Mühendisi Gözüyle: Yurtdışı Eğitim Tecrübesi
- *.Log dosyaları kullanarak QA Parametrelerine Ulaşabilmek
- Sistemik Radyonüklit Tedaviler

MedFiz@Online

Dijital medikal fizik dergisi;
İki ayda bir yayınlanır.

BAŞ EDITÖR:

Haluk Orhun

EDİTÖR GRUBU:

Cemile Ceylan
Fadime Alkaya
Hande Baş Ayata
Nadir Küçük
Ertuğrul Ertürk
Gökhan Aydın
Görkem Güngör

DERGİ TASARIM:

Hande Baş Ayata
Görkem Güngör

BASIM:

E-kopya

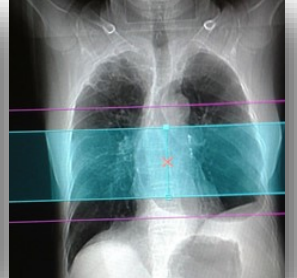
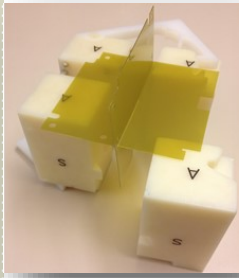
BU SAYIDAKİ YAZARLAR:

Hale Başak Çağlar
Kaan Oysul
Berkant Geler
Elif Özkan
Alper Özseven
İbrahim Çobanbaş
Gökhan Aydın
Murat Okutan
Kansu Şengül
Gönül Kemikler
Mustafa Demir
Basri Günhan
Ertuğrul Ertürk
Zehra Kalkan
Emin Tavlayan

medfizonline@gmail.com

**Medikal Fizik Derneği'nin
katkılarıyla**

MedFiz@Online
DERGİSİNDE YAYINLANAN
YAZILAR YAZARIN



İÇİNDEKİLER

MERHABA

AERO ACADEMY CONFERENCE İZLENİMLERİ

ESTRO SBRT KURSU İZLENİMLERİ

AYIN KLİNİĞİ: SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ RADYASYON ONKOLOJİSİ A.D

AYIN RÖPORTAJI: 12. ULUSAL RADYASYON ONKOLOJİSİ KONGRESİ DÜZENLEME KURULU ADINA: PROF.DR. FERAH YILDIZ

AYIN RAPORU: AAPM TASK GROUP101

SİZDEN GELENLER: ABZORBE DOZ PROTOKOLLERİNİN NERESİNDEYİZ?

45 YILLIK DOSTLUĞUN ARDINDAN...

SİSTEMİK RADYONÜKLİT TEDAVİLER

AYIN TARTIŞMA KONUSU: 4DBT

BİR FİZİK MÜHENDİSİ GÖZÜYLE YURTDIŞI EĞİTİM TECRÜBESİ

KULLANICI TECRÜBESİ: *.LOG DOSYALARI VE KALİTE KONTROL UYGULAMALARINDA KULLANIMI

SERBEST KÜRSÜ: KAYA TIRMANIŞI

IMPACT FAKTÖR DEĞERİNE SAHİP ULUSLARARASI DERGİLER

KAPAK DETAY



TEKRAR BİRLİKTEYİZ, YENİDEN MERHABA!

1. sayımızda, gerek bize ulaşan değerlendirmeler gerekse bizlerin yaptığı yoklamalardan çok güzel geri bildirimler aldık. Böyle bir girişimin gerekliliği, uzun yıllardır gündemde olan bir projenin hayata geçirilmesinin önemi, her şeyden çok derginin yoğun bir emek ürünü olduğu gibi güzel yorumlar bizleri çok mutlu etti. Enerjimizi yeniledi, heyecanımızı arttırdı. Uzun soluklu bir çalışmanın içinde olduğumuzun inancını tazeledi.

Sözlü ve yazılı olarak ileriki sayılar için okurlarımızdan gelen yazı yazma talepleri bizi çok mutlu etti. Hatta medikal fizikçiler dışında da bizi mutlu eden değerlendirmeler aldık. Çıkış yazımızda da belirttiğimiz gibi temel amacımız MedFiz@Online dergisini medikal fizik alanında çalışan meslektaşlarımızın bir buluşma platformu olarak gerçekleştirmekti. Bu hedefimiz doğrultusunda çok önemli yol katettiğimizi söylememiz yanlış olmaz. Amatör bir ruhla profesyonel bir sonuç aldığımızı ifade etmek istiyoruz.

Ancak, güzel ve yapıcı desteklerin yanında gün ışığına çıkan bir gerçeği de burada vurgulamakta yarar görüyoruz. Yazı yazma konusunda biraz titiz davranıldığı gibi bir izlenimimiz var. Meslektaşlarımızın bu izlenimimizin aksine, yazı yazma isteklerini beklentilerimizi karşılayacak düzeye hızla ulaştıracığına, belki de aşacağına olan inancımızı belirtmek istiyoruz.

Ülkemizde, radyoterapi merkezlerinde yoğun bir çalışmanın sürdürüldüğünü, bilimsel ve çağdaş uygulamaların yapıldığını, tecrübe ve kazanımların hızla arttığını biliyoruz. Yaşıyoruz. Bu birikimlerin MedFiz@Online dergisi aracılığı ile meslektaşlarımıza aktarılması çok fazla önem taşıyor.

MedFiz@Online dergisinin, okurlarımızın yazı yazma isteğini beklentilerin üzerine çıkarma gibi bir işlevi olduğunu da düşünüyoruz. Bir başka bir ifade ile bu sürecin dergimiz ile birlikte çok hızlanacağını bekliyoruz.

Dileğimiz, yazılarımız vesilesiyle sizlerle bir buluşma platformu oluşturmaktır.

Bildiğiniz gibi MedFiz@Online dergisi gönüllü bir editör grubu tarafından, kar amacı gütmeyen bir ruhla çıkarılıyor. Editör grubumuz, dergimizin yazı politikasını belirlemede, yazı dağılımlarını oluşturmada yoğun bir çaba harcıyor. Bize ulaşan her yazı yazma önerisini dergimize yeni bir yazar kazanımı olarak görüyor ve destekliyoruz.

Editör grubumuz, dergimize ulaşan her türlü eleştiriyi titizlikle gündeme alınıyor ve değerlendiriyor. Bürokratik işleri, toplantıları, yazışmaları, grafik düzenlemeleri, dağıtımı ve ilişkileriyle bir bütünlük arz ediyor dergi çalışmaları. Birlikte çalışma, toplantı kolaylığı ve çalışma ilişkileri açısından sayısı, yaşadığı yer gibi faktörler dikkate alınarak oluşturulan Editörler Grubu teknolojinin iletişim olanaklarını etkin olarak kullansa bile, her sayı için, en az bir kez yüz yüze toplanıyor. Gazetecilik deyimiyle derginin mutfağı çok hızlı ve düzenli olmak zorunda.

Tüm bu titiz çalışma ortamı içinde gözümüzden kaçan, önceden tahmin edemediğimiz küçük detaylar nedeniyle alınganlıkların oluşmasına gönlümüz hiç razı olmaz. Bu tür değerlendirmelerin geçici olduğuna olan inancımız tamdır.

İlk sayımız, Medikal Fizik Derneği, Türk Radyasyon Onkolojisi Derneği, Radyoterapi Teknikerleri Derneği ve Fizik Mühendisleri Odası üyelerine ilgili yönetimler aracılığı ile mail olarak iletildi. Buradan tüm dernek ve oda yönetimlerine teşekkürlerimizi sunuyoruz. Gelecek sayılarımızda da aynı süreç devam edecektir.

Ancak, adres değişiklikleri, güncelleme sorunu nedeniyle istediğimiz dağıtımı gerçekleştiremediğimiz gibi bilgiler alıyoruz. Amacımız arzu ettiğimiz her yere en kısa sürede ulaşmaktır. Bu konu üzerinde çalışıyoruz.

Yeni bir gelişme olarak dergimizin WEB Sitesini hazırlıyoruz. En kısa sürede web sitesi okurlarımızın kullanımına hazır olacak. Okurlarımız eski sayılarımızı ve dergi ile ilgili bazı dokümanları sitemizden elde edebilecekler.

Bu arada, dergimize ait e-mail adresinin haberleşmede önemli bir rol aldığını görmekteyiz.

Elinizdeki 2. Sayımızda, 20-24 Nisan 2016 tarihlerinde düzenlenecek olan **"12. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi"** ile ilgili olarak Prof. Dr. Ferah Yıldız ile yapılan ve kongre ilgili değerli yaklaşımların yer aldığı bir röportajı bulacaksınız. Kongre ile ilgili olarak 3. Sayımızda bir değerlendirme yazısı hazırlığı içindeyiz.

Uzun yıllar Medikal Fizik Derneği başkanlığı yapan ve yakın zamanda kaybettiğimiz değerli meslektaşımız, dostumuz **Doç. Dr. İsmail Özbay** hakkında hocamız Prof. Dr. Gönül Kemikler'in kaleme aldığı 40 yıllık dostluğu anlatan özlüm dolu bir yazısı yer alıyor.

2. sayımıza katkı yapan tüm yazarlarımıza buradan teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Son olarak, 14 Mart 2016 tarihinin **Albert Einstein**'in doğum yıldönümü olduğunu hatırlatmak istiyoruz. Değerli bilim adamı Einstein 14 Mart 1879'da Almanya'da doğuyor ve 18 Nisan 1955'te Amerika'da da hayata veda ediyor.

Gelecek sayıda buluşmak üzere.

Saygılarımızla.

Haluk Orhun

İLETİŞİM : medfizonline@gmail.com

AERO ACADEMY İZLENİMLERİ

AERO (Accuray Exchange in Radiation Oncology), radyoterapi firması Accuray'ın kullanıcıları için kurmuş olduğu bir oluşumdur. 'Tomotherapy' ve 'CyberKnife' isimli iki adet gelişmiş tedavi platformu üreticisi Accuray, tüm dünyadaki kullanıcılarını 'sanal ağ' üzerinden devamlı bir araya getirerek fikir alışverişlerini kolaylaştırmak, kullanıcılara özel sorunların tartışılmasını kolaylaştırmak için AERO platformunu kurmuşlardır. **AERO misyonunu 'radyasyon onkolojisinde hassasiyetin geliştirilmesini teşvik etmek ve inovasyonun yeni standartlarını tayin etmek' olarak tanımlamaktadır ve devamında da 'klinik inovasyonun ateşini alevlemek için işbirliği esastır; fikir alışverişinin kolaylıkla yapılabilmesi için bu platformu kurma ihtiyacı hissettik' sözü ile platformun kuruluş amacını özetlemektedir.**

AERO'nun üzerinde durduğu 2 konu:

Stereotaktik Radyocerrahi (SRS) ve Stereotaktik Beden Radyoterapisi (SBRT)

Görüntü Rehberliğinde Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (IG/IMRT)'dir.

Tüm dünyadaki Accuray ürünleri kullanan radyasyon onkoloğu, radyasyon fiziği uzmanı ve teknikerinin ücretsiz üye olabileceği bu platforma bizler de üyeyiz. Ancak üyelik tanımımız sadece kullanıcı ismi ve şifre sahibi olmakla kalmıyor, platformun web adresi www accurayexchange.org'u belirli aralıklarla ziyaret ediyor; gerektiğinde dünyanın herhangi bir yerinde yapılmış olan sunumlara ulaşabiliyor veya tartışma odalarına girip sormak istediğimiz soruyu soruyor veya sorulmuş bir soru ile ilgili görüşlerimizi dile getiriyoruz. Özetle Accuray, kullanıcıları arasındaki kilometrelerce uzaklığı bu platform sayesinde ortadan kaldırıyor, radyasyon onkolojisinin gelişmesine katkıda bulunuyor ve hepsinden önemlisi hastaların daha kaliteli daha doğru tedaviler almasını sağlıyor.

Web üzerinden sürekli iletişimi sağlayan AERO yılda birkaç kere çeşitli yerlerde kısa süreli toplantılar düzenleyerek kullanıcıları ile bir araya geliyor ve

fikir alışverişinde de bulunuyor. Bu toplantıların bir kısmı Avrupa bir kısmı da Amerika kıtasında oluyor. Toplantılarda Accuray tarafından bir/birkaç tema belirleniyor ve sunumlar bu doğrultuda yapılıyor. Çeşitli merkezlerden doktorlar ve medikal fizik uzmanları ders veriyorlar ve hasta sunumları yapıyorlar.

maya başlanması, fraksiyonların kısaltılması, immüno-onkolojideki gelişmeler' sayılabilir. Bu açılış ile ilk gün oligometastatik hastalıklarda radyocerrahi etkinliğinin tartışıldığı dersler ve olgu sunumları birbirini izledi. Çok yakın zamanda oligometastazların varlığında radyocerrahi uygulamalarını



Bu toplantılardan en sonuncusu 5-6 Şubat 2016 tarihinde Fransa'nın Paris kentinde gerçekleşti. **Bu toplantının ana başlığı son dönemin en popüler 2 konusu olan 'oligometastazlar' ve 'reirradiasyon' olarak belirlenmişti.** İki yarım günlük oturumlar şeklinde organize edilen toplantıya ilgi oldukça büyüktü. İlgili radyocerrahlar olarak bu 2 konu bizi de son derece heyecanlandırdı. Aynı zamanda içimizden biri olan değerli dostumuz Nadir Küçük'ün de programda konuşmacı olarak görünmesi bizi son derece gururlandırdı. Sevgili Nadir'in konuşma başlığı 'Pelvik Lenf Nodlarının CyberKnife Radyocerrahisinde Takip Stratejilerinin Geliştirilmesi' idi. Çok başarılı bir sunumun ardından soru yağmuruna tutulan Nadir'i kahve molasında da hiç boş bırakmadılar.

Toplantının ilk günü ilk oturumda Institut Curie'den Alain Fourquet radyasyon onkolojisinde olan heyecanlı gelişmeleri ana başlıklar altında özetledi. **Bunlar arasında 'sistemik tedavideki gelişmeler nedeniyle hastaların daha uzun yaşaması ve daha sık radyoterapiye ihtiyaç duymaları, radyoterapi cihazlarının teknik gelişmeleri, radyobiolojik etkilerin daha iyi anlaşıl-**

standart yaklaşım olarak araştırmaya başlayan prospektif çalışmalar başlayacak. AERO toplantısı böylesi çalışmaların oluşmasında da önayak oluyor. Bu hastalıkların başında meme, akciğer, prostat kanseri; oligometastatik odak olarak da beyin, adrenal, kemik ve karaciğer geliyor.

İlk günün son oturumu bize göre son yılların en önemli konularından biri olan 'radyocerrahinin radyobiolojisi' idi ve konuşmayı Lyon Üniversitesi Radyobioloji kürsüsünden Nicholas Foray yaptı. Foray yakın zamanda literatürde de yerini alacak radyosensitivite belirleme konusunda son derece etkili bir sunum yaptı ve immünolojik ve 'abscopa' etkiye de değindi.

Toplantının ikinci günü ise reirradiasyon konusuna ayrılmıştı. Teknolojik gelişmelerin baş döndürücü bir hızla ilerlediği günümüzde ikinci seri ışınlamalar artık bir mit olmaktan uzaklaştı. Bizler de kendi 'seçilmiş' hasta grubumuza 'bir hasta bir kere ışınladıysa bir daha asla ışınlanamaz' görüşünün değişmeye başladığını vurguluyoruz. Lund/İsveç'ten Andre Harraldson Tomotherapy cihaz platformunda ikincil ışınlamaların normal dokuyu göz önüne alarak nasıl kolaylıkla yapılabilirdiğini anlattı ve cihazın planlama sisteminin avantajlarını gözler önüne serdi. Alanlarında birer duayen olan iki konuşmacı:

Roberto Orecchia ve Vincent Gregoire meme ve baş boyun kanserlerinde ikincil ışınlamaların yerine değindi. İkinci gün de ikincil ışınlamalara ait olgu örneklerinin tartışılması ile son buldu.

Toplantıya Türkiye'den Accuray kullanıcısı olan birçok merkezden birer temsilci katılmıştı. Türk ekibi hem kendi arasında hem de uluslararası kullanıcılar ve Accuray çalışanları ile bir araya gelerek görüş alışverişinde bulundu.

Toplantı sadece sunumlar ve konuşmalardan ibaret değildi. İlk günün akşamında hepimiz Seine nehri üzerinde bir gemi yolculuğu yaparak yemeğimizi yedik ve hoş vakit geçirdik. **Toplantı bitiminde ise evlerimize dönerken bir sonraki AERO Avrupa toplantısının ülkemizde olabilmesi için ne-ler yapabileceğimiz konuştuk. Umarız 2018 toplantısını bizler düzenliyoruz.**

Hepinize sevgi ve saygılar.



Hale Başak ÇAĞLAR: Radyasyon Onkolojisi İhtisasını Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesinde 2003 senesinde tamamladı ve aynı bölümde uzman olarak çalışmaya başladı. 2006-2007 yıllarında ABD'nin Boston kentinde Harvard Üniversitesi'ne bağlı Brigham and Women's Hospital ve Dana Farber Cancer Institute'da fellow olarak çalıştı ve baş boyun kanserleri, mezotelyoma ve torasik tümörler alanında çalışmalar yaptı, yeni teknolojileri öğrendi. ABD dönüşünde Marmara Üniversitesi'ndeki görevine devam etti ve 2010 yılında doçent ünvanı aldı. 2010 senesinde Acıbadem Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD'da görev yapmaya başladı ve 3 sene boyunca Acıbadem Maslak Hastanesi'nde çalıştı. 2013 senesinde buradaki görevinden ayrılarak Medipol Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Bölümü'nü kurdu ve halen buradaki görevine Anabilim Dalı başkanı olarak devam etmektedir.



Kaan OYSUL: Ortaöğretimi Eskişehir Anadolu Lisesi'nde, lisans ve uzmanlık eğitimini Gülhane Askeri Tıp Akademisinde, "Fellowship" eğitimini ise Stereotaktik Radyocerrahi ve Stereotaktik Beden Radyoterapisi konusunda Pittsburgh Üniversitesinde tamamlamıştır. Halen Medicana International Ankara Hastanesinde çalışmaktadır.

SBRT SYMPOSIUM 2016

U (Vrije Universiteit) Üniversitesi tarafından bu sene dördüncüsü düzenlenen SBRT sempozyumu 14-16 Ocak tarihleri arasında Amsterdam'da gerçekleştirildi. VU profesörlerinden Ben Slotman ve ekibinin yanında Matthias Guckenberger, Sasa Mutic, David Palma ve Samuel Ryu konuşmacı olarak görev aldı. Teknolojinin de hızla gelişmesiyle SBRT tedavileriyle ilgili son derece güncel ve yeni gelişmekte olan konular tartışıldı. 26 ülkeden gelen 220'den fazla katılımcı için çok güzel bir tecrübe olduğunu söyleyebilirim. Özellikle ülkemizden medikal fizikçi, doktor ve teknikerlerle birlikte 10 kişiden fazla bir katılım gösterilmesi, güncel tedavileri yakından takip etmemiz adına sevindiriciydi. İlk günkü sunumlar ve tartışmalar akciğer tümörleri, oligometastazlar ve intracranial SRS tedavileri ile ilgiliydi. Konuşmacıların klinik tecrübelerini yansıtmalarının yanında katılımcılar ile de karşılıklı tartışma ortamının sağlandığı sunumlar yapıldı. Ayrıca her konuda medikal fizik ekibinin planlama aşamasında tecrübelerini paylaşması da medikal fizikçilerin çoğunlukla ilgilendiği başka bir kısımdı.

Sempozyumun ikinci gününde SMART (Stereotactic MRI Guided Adaptive Radiotherapy) adıyla anılan, CT yerine MR tabanlı tedavi sistemler herkesin yoğun ilgisini topladı. Sonrasında ise omurga ve karaciğerde SBRT tedavileri günün geri kalan konuşmalarıydı.

Son günde ise akciğer ile beraber omurga ve karaciğer tedavileri ile ilgili klinik tecrübeler, örnek hastalar üzerinden yapılan tartışmalarla devam etti. Tüm bunların yanında teknikerler için ayrı bir salonda sunumlar yapıldı.

3 gün boyunca geniş kapsamlı sunumların ve tartışmaların yanında ilk günün akşamında VU'da yapılan resepsiyon ve departman turu ilgi çeken bir başka kısım oldu. Özellikle bir çok kişi ViewRay firmasının kurulumunu gerçekleştirdiği Avrupa'da ilk MR tabanlı tedavi sistemi olacak olan MRIdian cihazını merak ediyordu. Gerçek zamanlı adaptif tedavi imkânı sunan sistemin kısa bir tanıtımı ve örnek hasta tedavi planlaması çok ilgi çekiydi.

Sempozyumun sosyal programı dahilinde yapılan resepsiyon ve departman turunun yanında, tüm katılımcılara Amsterdam kanal turu bileti verildi. Bu sayede katılımcılar da Amsterdam'ın en güzel yanlarından biri olan kanallarında gezme imkânı buldular. Amsterdam ışık festivalinin de aynı zamana denk gelmesi katılımcıların çok güzel zamanlar geçirerek ayrılmasına sebep oldu.



Berkan GELER : 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi fizik bölümünü tamamladıktan sonra, Yüksek lisans eğitimine önce Ankara Üniversitesinde başlamış, daha sonra Acıbadem Üniversitesine geçerek Sağlık Fiziği yüksek lisansını 2013 yılında bitirmiştir. 2012 başında MNT Sağlık Hizmetleri A.Ş. bünyesinde Neolife Tıp Merkezinde çalışmaya başlamıştır. Mezuniyetinin ardından 2013'de Bükreş/Romanya'ya açılan Neolife Tıp Merkezine transfer olarak, hala Bükreş'te medikal fizik uzmanı olarak çalışmaya devam etmektedir.

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı 1993 yılında kurulmuştur. Klinik, onkolojik, teknik, akademik ve ekonomik parametreler değerlendirilerek, makine, teçhizat ve personel altyapısı projelendirilmiş, modern radyoterapi cihazları ve teçhizatına sahip çağdaş bir radyasyon onkolojisi merkezinin kurulması planlanmıştır.

Üniversite kampüsü içerisinde 2500 m²'lik kullanım alanına sahip radyasyon onkoloji merkezinin iç ve dış mekanlarının inşaatı Mayıs 2007'de tamamlanmıştır. Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi binasının zemin katındadır.

Radyoterapi alanında dünya standartlarına uygun yüksek teknolojiyi tedaviyi uygulamaya elverişli 2 adet Lineer Hızlandırıcı cihazı, 1 adet BT-Simülör, 1 adet Tedavi Planlama Sistemi alımı 2010 yılında yapılmıştır. Radyoterapi cihazlarının kurulumu, eğitim ve klinik hazırlık süreci Eylül 2011'de tamamlanmış ve hasta tedavisine başlanılmıştır.

Radyoterapi cihazlarının faaliyete geçmesi ile, nitelikli, multidisipliner kanser tedavisinde önemli ve vazgeçilmez bir bileşen olan radyoterapi ayağı ilimizde ve çevre bölgenin hizmet alanında önemli bir ihtiyaç ve eksikliği gidermiştir. Hastanemizde mevcut PET-BT ve radyolojik görüntüleme sistemlerinin yardımı ile radyoterapi tedavisinde, hedef hacimler daha doğru ve kesin tanımlanabilmekte ve tedavi doğruluğu arttırılmaktadır.

2009 yılında elim bir trafik kazasında kaybettiğimiz Sayın Doç.Dr.Fatma Ataman'ı da rahmetle anıyor ve kendisinin bu hastaneye verdiği değerli hizmetleri için de minnettarlığımızı ifade ediyoruz.

RADYOTERAPİ EKİBİMİZ**Doktorlarımız:**

Yrd. Doç. Dr. Emine Elif ÖZKAN
(A.D.Başkanı)

Uzm. Ayşen Yeşim YALÇIN

Medikal Fizik Uzmanları:

Uzm. Alper ÖZSEVEN

Uzm. İbrahim ÇOBANBAŞ

Teknikerler:

Safiye ŞENGÜL

Neslihan ALKAN ÖZLÜ

Gizem ALAN

Ramazan BAYRAM

metrik ekipmanlar bulunmaktadır.

Kliniğimizde 2011 yılından beri hasta tedavisine başlanılan yılda ortalama 400 hasta tedavi edilmektedir. Baş-boyun, prostat ve primer beyin tümörlerinde özellikle IMRT uygulanarak planlama yapılırken diğer endikasyonlarda statik IMRT ve üç boyutlu konformal planlama ile tedavi uygulanmaktadır.



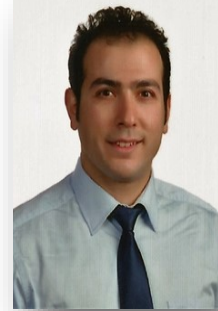
Elif ÖZKAN: Ankara Özel Arı Lisesinden 1992 yılında mezun oldu. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi 1999 yılında tamamlamasının ardından Kasım 2000'de Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi AD da uzmanlık eğitime

başladı. 2008 - 2012 yılları arasında Şanlıurfa'da, 2012 - 2016 yılları arasında İzmir'de uzman olarak çalıştı. Mart 2016'dan itibaren Yardımcı Doçent olarak Süleyman Demirel Üniversitesi Anabilim Dalında çalışmaktadır.

**CİHAZ VE DOZİMETRİK
ALTYAPI**

Bölümümüzde 1 Adet **GE Brightspeed Select Series** BT simülör cihazı bulunmaktadır. 3 boyutlu konformal ve yoğunluk ayarlı radyoterapi tedavileri **Varian Clinac DHX** ve **Varian Clinac DBX** lineer hızlandırıcı cihazları kullanılarak yapılmaktadır. DHX cihazında 6MV-18MV foton ve 5 farklı elektron enerji seviyesi, DBX cihazında 6MV foton enerjisi bulunmaktadır. Her iki cihazda da Millenium 120 MLC donanımı ile yoğunluk ayarlı radyoterapi uygulanmaktadır. Tedavi planları Aria network aracılığı ile Eclipse Tedavi Planlama sisteminde yapılmaktadır.

Kalite temini ve kontrolü amacı ile bölümümüzde PTW marka MP3 su fantomu sistemi, RW3 katı su fantomu, 0.6cc Farmer, 0.125cc Semiflex, 0.03cc Pinpoint, 0,35cc Roos iyon odaları gibi dozi-



ALPER ÖZSEVEN: 1983 yılında Adana'da doğdu. 2007 yılında ODTÜ Fizik bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Medikal Fizik alanında yüksek lisansını tamamladı. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi Fizik Bölümünde doktora eğitime

devam etmektedir. 2011 yılından beri Süleyman Demirel Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Ana Bilim Dalı'nda sorumlu medikal fizik uzmanı olarak görev yapmaktadır.



İBRAHİM ÇOBANBAŞ: 1983 yılında Çorum'da doğdu. 2002 yılında Ankara Kocatepe Mimar Kemal Lisesinden mezun oldu. Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği'ni bitirdikten sonra, 2011 yılında yüksek lisansını Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde

Medikal Fizik alanında tamamladı. 2011 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Medikal Fizik Uzmanı olarak göreve başlayıp, aynı kurumda görevine ve doktora eğitimine devam etmektedir.



AYIN RÖPORTAJI: 12. ULUSAL RADYASYON ONKOLOJİSİ KONGRESİ BİLİMSEL SEKRETERİ PROF.DR. FERAH YILDIZ



Hocam, Medfiz@Online dergisi okurlarına ve Medikal Fizik camiasına kendinizi nasıl tanıtırsınız?

Ben Dr. Ferah Yıldız. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda öğretim üyesiyim. Daha çok meme, jinekoloji, pediatrik tümörler, lenfoma ve gastrointestinal sistem tümörleri ile ilgileniyorum. Gücüm yettiğince de öğrenci yetiştiriyorum. Halimden ve isimden çok memnunum. Bir kez daha dünyaya gelseydim yine radyasyon onkoloğu olmayı isterdim.

Türk Radyasyon Onkolojisi Derneğinde (TROD) aktif olarak görev yapıyorsunuz. 12. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi (UROK), derneğin en önemli organizasyonu mudur?

Evet. Derneğimizin yaptığı en büyük bilimsel faaliyet ve her geçen gün daha kapsamlı ve daha kalabalık oluyor ve bilimsel yanı da çok güçlü kongrelerle dönüşüyor. Ama bunun yanı sıra derneğin eğitime çok katkısı olan başka değişik çalışmaları da var. Sadece UROK değil, derneğimizin yaptığı kurslar, verdiği burslar, derneğin bu konudaki bakış açısını gösteriyor. Gerçekten Türkiye'deki diğer derneklere baktığım zaman bizim derneğimizin eğitim adına çok büyük işler yaptığını görüyorum. Ek olarak yeterlilik sınavı, biliyorsunuz biz uzmanlık sonrası iki sınav yapıyoruz. Bunun da eğitim kalitesine çok önemli katkı yaptığını düşünüyorum.

Size bu arada bir nostaljik soru sormak istiyorum. İlk hangi UROK'a katıldığınızı hatırlıyor musunuz?

Hatırlıyorum. Birinci UROK'a katıldım ben. Prof. Dr. Münir Kınay ve ekibi, İzmir 9 Eylül Üniversitesi adına düzenlemişti. Çeşme'de yapılmıştı ve hatta orada, Fransız hocalar çok ağırlıktaydı. Bizim hocalarımızın bir çoğunun yetişme yerleri ve eğitimlerini tamamladığı ülke Fransa'ydı. Fransa'dan gelen hocaların, renkli kişilikleri ve kürsüdeki rahatlıkları beni çok etkilemişti o günlerde.

1. UROK'da Prof. Dr. Lale Atahan'ı da anmak gerekiyor.

Prof. Dr. Lale Atahan meslek hayatımda en etkilendiğim hocamızdı. Lale hocam, yeri çok ayrı olan, çok saygın ve benim kartvizitimi ve eğitim hayatımı şekillendiren, akademik hayatımın bugünkü seviyesine gelmesini sağlayan en önemli kişilerden biridir. Bütün hocalarımı saygı ile anarım, ancak Lale Hocam bir başkadır, o bizim hem önderimiz, hem eğitmenimiz hem liderimiz, hem hocamız, hem de annemizdir.

UROK 2016'ya dönersek, bu kongrede bir ana temanız var mı?

Belirlediğimiz ana bir temamız yok. Derneğimizin ulusal kongrelerdeki en önemli üstünlüğü bütün alt gruplara, bütün alt tümör gruplarına eşit ağırlık vermesidir. Biliyorsunuz derneğimizin bir çok alt grupları ve bu grupları yöneten grup başkanla-

rı ve alt grup üyeleri var. Alt grup başkanları ve üyelerinden gelen öneriler doğrultusunda tüm program hazırlanıyor. Sadece konu başlıkları değil, seçilecek konuşmacılar da alt gruplarımızdan gelen öneriler dikkate alınarak UROK Düzenleme Kurulu tarafından program oluşturuluyor. En önemlisi tek bir temadan ziyade, çoklu tema üzerinde duran bir kongre olması planlanıyor. Ama bu sene, biraz daha fazla moleküler yapıya giriş yapacağız. Ben birazcık daha bizim radyasyon onkologlarının da moleküler onkolojiyi bilmesi gerektiğini düşünüyorum. Biz de yavaş yavaş, konuyu gündeme getirmeye başladık.

Kongremize "Modern Radiotherapy in Lymphoma" konulu konuşması ile İtalya'dan Umberto Riccardio ve "Radiotherapy in Recurrent CNS Tumors" ve "SBRT for Spinal Tumors" konulu konuşmaları ile Japonya'dan Samuel Ryu katılacak.



Prof. Dr. Ferah Yıldız: 12. UROK Bilimsel Sekreteri.

Bunun dışında öne çıkarılan konu veya değişiklikler var mı?

Genel anlamda baktığımız zaman, bu kongrede, daha önceki kongrelerden farklı olarak, çok fazla sözel bildiri olması öne çıkıyor. Bu yıl bize 512 bildiri gönderildi. Bakın geçtiğimiz yıllarda, bu 512 bildiriden 4 tanesi seçilmiş bildiri olurdu. Yaklaşık 21-22 tanesi alt grupların sözel bildirisi olarak sunulur ve tartışılırdı. Bu yıl farklı bir uygulama yaptık. Sözel bildiri

sayısını arttıralım dedik. Ve geçtiğimiz yıllardaki seçilmiş bildiri sayısını ve tartışmalı sözel bildiri sayısını sabit tuttuk, ama bunlara ek olarak 63 bildirinin sunulacağı sözel bildiri oturumları oluşturduk. Yirmi bir bildiri de medikal fizik oturumları için seçildi. Görüldüğü gibi sözel bildiri sunum sayısı oldukça yüksek. Birkaç nedeni var bu kadar sözel bildiri seçmemizin. Önce-

"Bu yıl kongrede en iyi medikal fizik bildirisi özel ödülü vereceğiz ve adı "Seyfettin Kuter En iyi Sözel Bildiri" olacak."

likle arkadaşlarımız çok çalışmışlardı. Ayrıca tek merkezli retrospektif datalar değil alt grupların retrospektif, multisentrik dataları vardı. Çok sayıda dozimetrik çalışma vardı. Bunun yanı sıra, hayvan çalışmaları vardı. Hayat kalitesi ile ilgili prospektif çalışmalar vardı. Bunları poster olarak değerlendirmekten ziyade sözel bildiri olarak değerlendirelim, birlikte tartışalım dedik. Bunun bize bir motivasyon kaynağı olacağını ve ilerdeki multisentrik çalışmaları destekleyeceğini düşündük. Sözlü bildiriler için 6 ayrı salon, 6 ayrı oturum daha yapıldı. Bence bu yılın en önemli yanı sözel bildiri sayıdır.

Bu yıl klinik sunuşları yönetecek oturum başkanları daha aktif ve katılımcı olarak görev alacak, oturumun özetini, sonucunu oturum sonunda katılanlara sunacak. Bu da yeni bir özellik olarak karşımıza çıkıyor.

Acaba kongrede konuşmacı seçimine ilişkin bir kriterleriniz oldu mu?

Açıkçası genç arkadaşlara daha fazla konuşma fırsatı vermeye çalışıyoruz. Genç doçentlerimizden, medikal fizik alanında özellikle master ve doktoralı arkadaşlarımızdan daha fazla görev bekliyoruz. Zaten bu yıl, hem ajan hocalık olarak hem de bildiri değerlendirme jürisi olarak medikal fizikçi arkadaşlarımızdan çok fazla yararlandık. Onlar da ellerinden geleni yaptılar. Bu nedenle çok teşekkür ediyoruz. Hem fizik bildirilerinin değerlendirilmesinde, hem de oturumlardaki görevleri nedeniyle bize çok yardımcı oldular ve olacaklar. Ben buna eminim.

Bu sene poster sayısı da yoğun herhalde.

Bu kongreye 512 bildiri gönderildi. Bunlardan 104'ü medikal fizikti, 49'u da modern radyoterpi teknikleri ile ilgili idi, bu bildirilerin önemli bir kısmının sahibi medikal fizikçi arkadaşlarımız idi.

Toplam 512 bildirinin 4'dü seçilmiş sözel bildiri, 28 bildiri ise tartışmalı sözel bildiri oturumlarında tartışılmak üzere seçildi. Toplam 21 bildiri ise, fizik sözel bildiri oturumlarında tartışılmak üzere seçildi. Ayrıca, 63 bildiri ise sözel bildiri olarak ayrıca sunulmak üzere seçildiler.

Bu yıl kongrede en iyi medikal fizik bildirisi özel ödülüne vereceğiz ve adı "**Seyfettin Kuter En İyi Sözel Bildiri**" olacak. Bu ödülün maddi karşılığını web sayfamızda ilan ettik.

Medikal fizik konularını nasıl seçtiniz?

Şöyle; derneğimiz bünyesi içinde bildiğiniz gibi bir medikal fizik alt grubu var ve Sayın Hatice Bilge Becerir bu alt grubun başkanı, o bütün alt grup üyelerine ne konuşma istersiniz diye yoklama yaptı, ve kendisi bize konuları getirdi, biz o konularda hiçbir değişiklik yapmadık, ve medikal fizik alt grubunun önerdiği isimlerle medikal fizik programını oluşturduk.

Kongrenin bitiminde bir sonuç bildirisi oluşturulması düşünüyor mu?

Sonuç bildirisi derken, bu kongreden "take home message" gibi bir şey çıkacak mı diye soruyorsunuz? Aslında bunu çok iyi sorunuz, düşünebiliriz. Biz kongrenin hem bilimsel ve sosyal programı üzerinde çok fazla yoğunlaştığımız için gündeme getirememiştik. Herhalde böyle bir iş yapmamız çok iyi bir şey olacak.

Biliyorsunuz bir kongre gazetemiz var. Çıkmaya devam edecek. Bu yıl bir ilk olarak, doğaya saygı açısından, kongrede herkese kongrenin ilk günü tablet bilgisayar dağıtılacak, ve bütün kongre bu bilgisayara yüklenecek. Kongrede sunulan bütün bildiriler, bütün bildiri özetleri, bütün programlar, kongrenin ilk günü olacak kursların, bilimsel materyelleri tablette olacak. Böylece, kağıt israfına son verilecek.

Yeri gelmişken ifade edeyim 20 Nisan günü 2 Kurs yapıyoruz. Birincisi "**RT'de Görüntüleme**", ikincisi ise "**Klinikte değil, poliklinikteki hastam**".

Uluslararası kongrelerde kongre sonucunda öne çıkan konuların olduğu bir özet katılımcılara ulaştırılacak mı? Katılımcıları tüm kongreyi izlemeleri çok zor, acaba daha sonra ASTRO'da yapıldığı gibi Best of UROK gibi bir uygulamayı düşünüyor musunuz?

Ben özet konusunu kongre düzenleme kuruluna ileteceğim.

Hatırlattığınız için teşekkür ederim. Uluslararası kongrelerde bir önceki günün özetlerinin değerlendirmelerinin yapıldığı erken oturumlardan çok yararlanıyorum.

Best of UROK gibi bir düşüncemiz şu anda yok. Ancak best of ASTRO'nun Amerika dışındaki Avrupa ayağını dernek bünyesi içinde İstanbul'da yapıyoruz. Biliyorsunuz derneğimizin çok fazla kursu, workshop'u, konturlama kursları var, web sitemizde ayın olgusu sunuşlarımız var burada pek çok tümör tipindeki yaklaşımları tartışıyoruz, bu yoğunluk içinde Best of UROK yapabilir miyiz? Doğrusu bilmiyorum.

Kongrede sosyal olarak sürprizleriniz olacak mı?

Bu konuda Prof. Dr. Yıldız Güney Hocamızın çok ciddi çalışmaları var. Sürprizleri olacak. Hem de güzel hoş sürprizleri olacak. Daha önceki kongrelerde olmamış şeyler olacak. Tabi ki, diğer kongrelerde olduğu gibi açılış seramonileri, gala yemekleri olacak. Aralardaki gecelerde ise bizleri sürprizler bekliyor. Ben katılımcıların çok eğleneceklerini de düşünüyorum.

Bu kongrede en önemli sorun kongrenin çok yoğun olması diyebiliriz. Geçtiğimiz kongrede de çok yoğun bir program vardı. İnsanlar salondan salona koştururken birbirleriyle sohbet etmeyi özlediklerini söylemişlerdi. Maalesef bu kongrede de böyle olacak.

Bilimsel anlamda çok yoğun bir programımız var. Akşamları da bir o kadar yoğun sosyal programlarımız olacak.

Alnımızın aklıyla da bu kongreden de çıkacağımızı düşünüyorum.

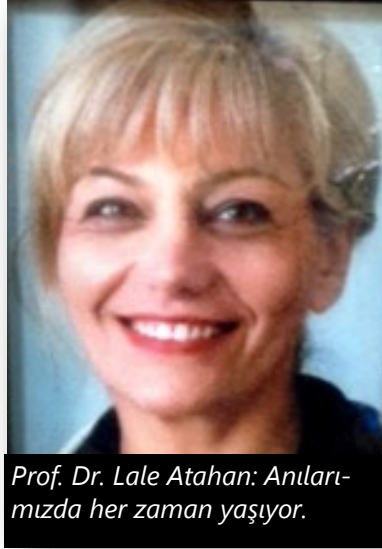
Söyleşimimizi bitirmeden önce son sorumuz şu olacak; bu-radan medikal fizik camiasına bir mesajınız var mı? Med-Fiz@Online Dergisinin 1. Sayısını nasıl buldunuz?

Derginizi okudum ve çok beğendim.

Hem magazinel hem de bilimsel yanının birleştirilmiş olması çok güzel. İnsanlar arasında iletişim sağlayan bir dergi. Kimin nerede ne yaptığını da gösteren bir dergi. Çok beğendim. Ben bu derginin devam etmesini isterim. Bu konuda elimden geleni de yapmak isterim.

Medikal fizikçi arkadaşlarla bizler et ve tırnak gibiyiz. Onlar bizim Amerikalıların dediği gibi backyard'ımız yani arka bahçemiz. Arka bahçemiz düzgün olmaz ise vitrin önünde hiçbirimiz asla başarılı olamayız. Bunun için onların kıymetini değerini biliyoruz. Zaman zaman çok çalışmaları gerekse de, bu tamamen tedavilerimizin güvenliği için gereklidir. Şu anda çok iyi eğitim almış, konularını çok iyi bilen gençlerimiz yetişiyor ve bu arkadaşlar da bizim gurur duymamıza neden oluyor. Onların yetişmesinde katkı varsa ne mutlu bana.

MedFiz@Online Dergisi Editör grubu olarak çok teşekkür ederiz.



Prof. Dr. Lale Atahan: Anılarımızda her zaman yaşıyor.

AYIN RAPORU: AAPM TASK GROUP 101



stereotaktik vücut radyoterapisi (ingilizcesinden SBRT olarak kısaltacağız) klinik bir bilgi olarak, abdominopelvik, torasik bölgelerde, spinal veya paraspinal alanlarda erken evre primer ve oligometastatik kanserlerin radyoterapisinde çok etkili, son yıllarda gelişmekte olan bir tekniktir. Aslında stereotaksi denildiğinde akla ilk olarak beyin ışınlamaları ile hatırı sayılır tecrübeye ulaşmış radyocerrahi cihazı GammaKnife gelir. Tek fraksiyonlu radyocerrahi ve az fraksiyonlu stereotaktik radyoterapinin radyobiolojik rasyo-neli benzer olduğundan son yıllarda ekstrakraniyal bölgeler de stereotaktik tedaviler için bir aday olmuştur. 2010 yılında yayınlanmış AAPM TG-101 raporunda SBRT ile ilgili olarak hasta seçimi kriterlerinden planın değerlendirilmesine, spesifik immobilizasyonların özelliklerinden küçük alan dozimetrisine kadar her aşama için genel bir değerlendirme yapılmıştır. Biz de bu yazımızda, TG-101 raporunun ışığında SBRT yönteminin uygulanabildiği robotik linak tabanlı (İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nden Medikal Fizik Uzmanı Murat Okutan katkılarıyla) ve klasik linak tabanlı (Memorial Sağlık Grubu bünyesinde faaliyet gösteren Medstar Antalya Hastanesi'nden Medikal Fizik Uzmanı Kansu Şengül katkılarıyla) cihaz kullanıcılarının tecrübelerini ele alacağız.

Raporu incelemeye başlamadan önce değerli katkılarını aldığımız kliniklere ait SBRT hasta dağılımı paylaşalım: İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde bulunan robotik tabanlı cihaz ile tedavi edilen hastaların dağılımı; % 55 kranyum içi, %40 kranyum

dışı ve %5 spinal şeklindedir. Medstar Antalya Hastanesi'nin tecrübesine göre SBRT ile tedavi edilenlerin büyük çoğunluğu akciğer, karaciğer ve spinal tümörlü hastalardan oluşmaktadır. Klinikteki SBRT vakalarını gruplara ayıracak olursak; hasta dağılımı %40 akciğer %40 spinal ve %20 abdomen şeklindedir. SBRT'nin yüksek fraksiyon dozlarına rağmen sağlıklı dokulardaki yan etki anlamında güvenli olmasını sağlayan sebeplerden birisi uygun hasta seçiminde, küçük hedef hacimlerinin bir kriter olmasıdır. Raporda bunun için 5cm'den küçük çaplı hedefler uygun kabul edilmiştir. Hedef boyutu bu kadar küçük, fraksiyon dozu da yüksek olunca simülasyon, planlama, kalite kontrol ve tedavinin uygulanması için spesifik yaklaşımlar gerekmektedir.

Tedavinin ilk ayağı planlama CT çekimidir. SBRT'de hedeflerin hacmi ve PTV marjları küçük olduğundan kusursuz hedef tayini için ek görüntülemelerin kullanılması çok önemlidir. Özellikle akciğer kanserleri için PET/CT, abdominal yerleşimlerde ve spinal tümörler için MR çok yararlıdır. Robotik kollu lineer hızlandırıcı için cihazın kendi yumuşak yatağında eller yanda olacak şekilde hasta pozisyonlanır. Robotik linak tabanlı sistemin ışınlama geometrisi gereği nonkoplanar alan kaçınılmazdır. Klasik linak tabanlı sistem için de uygun doz dağılımının elde edilmesi için masa açısı kullanılabilir. Buna bağlı olarak **planlama tomografi çekiminde hangi cihaz kullanılsa kullanılsın hedefin bulunduğu bölge sınırlarından ± 15 cm olacak şekilde görüntü alınmalıdır. Robotik tabanlı sistemde küçük kolimatör büyüklüğüne bağlı olarak 1mm kesit aralığı kullanılırken, bu değer klasik linak tabanlı sistemde 1-2mm'dir.**

Simülasyonun bir diğer önemli parametresi olan solunum hareketinin yönetiminde, hedef toraks veya abdomen yerleşimli de olsa tüm SBRT hastalarında hastaya özel tümör hareketi değerlendirilmelidir. Bir diğer AAPM raporu TG-76'da

çeşitli tümör hareketlerini görüntülemek için yavaş CT, nefes tutma teknikleri, respiratory gating , 4DCT Mip, solunum uyumlu PET-CT gibi teknikler ayrıntılı olarak incelenmiştir. 4DCT özellikle tomografi cihazı bulunmadığında nefes tutma, nefes verme ve serbest nefesli olarak 3 ayrı tomografi görüntüsünü birleştirerek hedef belirlemesi yapılabilir. Ayrıca solunum hareketini en düşük seviyede tutmak amacı ile

Karakteristik	3D / IMRT	SBRT
Doz / fraksiyon	1.8 -3 Gy	6 - 30 Gy
Fraksiyon sayısı	10 - 30	1 - 5
Hedef tanımlama	CTV / PTV (keskin tümör sınırı yok)	GTV / CTV / ITV / PTV (GTV = CTV)
Marj	Santimetre	Milimetre
Tedavi planlama için kullanılan görüntülemeler	CT	CT / MR / PET-CT
Ek geometrik doğrulama	Hayır	Evet
Tüm tedavi boyunca yüksek uzaysal hedefleme doğruluğunun yönetimi	Genel olarak öneriliyor	Şiddetle öneriliyor
Solunum hareketi yönetimi gereksinimi	Orta düzeyde - dikkate alınabilir	Yüksek düzeyde önemli
Personel eğitimi	Önemli	Önemli - Özel SBRT eğitimi
Radyobioloji bilgisi gereksinimi	Genel olarak yeterli tecrübe	Yetersiz tecrübe

Tablo 1. 3Boyutlu konformal/yoğunluk ayarlı radyoterapi ile SBRT'nin genel özelliklerinin karşılaştırması

görüntüleme ve tedavi esnasında hastalara özellikle diyaframa yakın bölgeler için abdominal bası uygulanabilir. Robotik linak tabanlı sistemde ise klasikten farklı olarak tedavi sırasında gerçek zamanlı hedef takibi yapıldığından klasik linak tabanlı sistemden bağımsız şekilde serbest solunum ve hızlı tomografiden oluşan standart uygulama yapılabilir. Ayrıca robotik tabanlı grupta planlama tomografi çekimi, solunum takibi kullanılan hastaların tedavi sırasında giydiği yelekle birlikte gerçekleştirilmelidir.

Tedavi planlaması açısından TG-101'e baktığımızda konvansiyonel radyoterapiden tamamen farklı olarak iki genel kavramdan bahsedilmiştir: **GTV içerisinde yer aldığı sürece, sıcak**

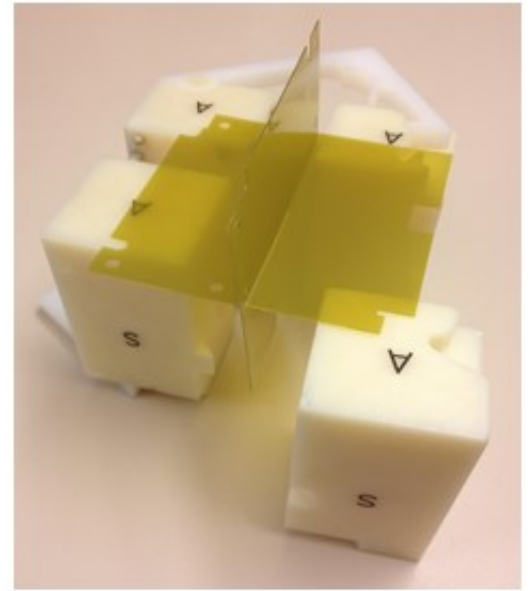
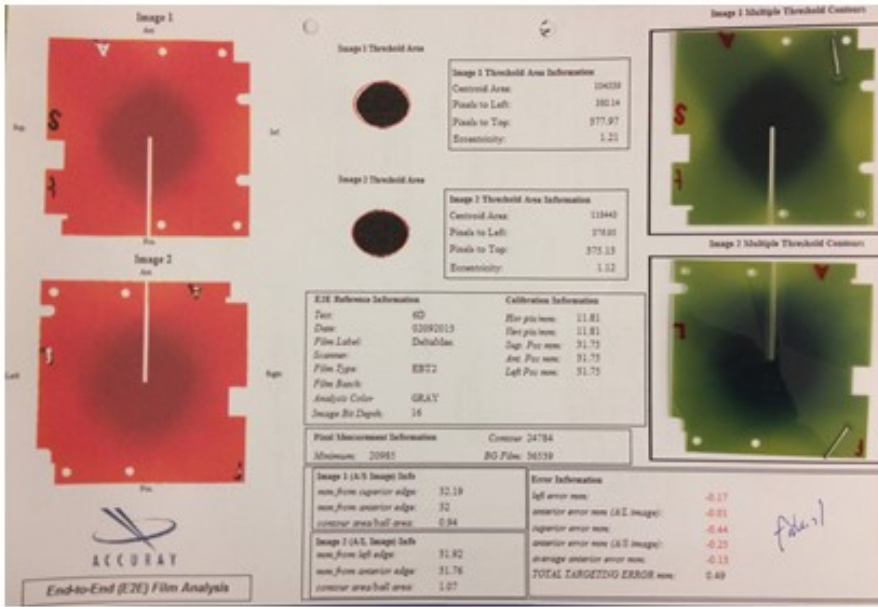
doz noktaları kabul edilebilirdir. Kritik organlarda yeterli düşük doz sağlayacak şekilde hedef sonrası doz gradienti çok keskin olmalıdır. SBRT'de konvansiyonel radyoterapide olduğu gibi GTV, CTV, PTV ve OAR için ICRU 50 ve 62 tanımlamaları kullanılır. Tipik olarak CTV ve PTV arasındaki SBRT marjları aksial düzlemde 5mm ve inferior/superior yönlerde ise 10mm olarak belirtilmiştir. Klasik linak tabanlı örneklerimizde PET veya MR eşliğinde GTV/CTV belirlendikten sonra organ hareketi de dahil edilerek oluşturulan ITV üzerine toraks ve abdomende 5mm marj ile PTV oluşturulmaktadır. Robotik tabanlı kliniğimiz akciğer vakalarında konturlanan hedefe 5mm, prostat vakalarında ise rektum tarafında 3mm, diğer yönlerde 5mm vererek PTV'yi oluşturmaktadır.

Tedavi planlamasında hedefe dozun reçetelendirilmesinde genellikle %80'lik izodoz hattı seçilir. Böylece kritik organlarda keskin doz düşüşü sağlanırken, teorik olarak daha hipoksik ve radyodirençli varsayılan tümör merkezinde yüksek dozun oluşturulması sağlanır. **İstenilen doz konformalitesini ve**

Tedavi planlamalarının değerlendirilmesi aşamasında kritik organlar çok farklı fraksiyon şemasına bağlı olarak klasik radyoterapiden tamamen farklı ele alınır. Farklı referanslardan derlenen çeşitli vaka grupları ve farklı fraksiyon şemalarına bağlı olarak tolerans doz tabloları kullanılması önerilmektedir. Kullanımı henüz çok yaygın olmasa da normal doku komplikasyon olasılıkları ve tümör kontrol olasılıklarını da içeren BED konseptine göre optimizasyon algoritmalarının kullanımı raporda yer almaktadır.

Hedef açısından planın değerlendirilmesinde hedefin kapsanması, konformalite ve heterojenite indekslerinin kullanımı, yüksek doz bölgelerinin hacimlerinin tanımlanması önerilmektedir. Klasik linak tabanlı tecrübeye sahip kliniğimizde kendi protokollerine göre reçete edilen doz minimum %98 PTV hacmini sarmalıdır. Hedef içerisindeki sıcak noktalarda ise %110'luk dozun %0.5 PTV hacmini geçmemesine özen gösterilmektedir.

SBRT için hedefin planlama CT'sinde tanımlanması ve tedavi



Resim 1. Robotik tabanlı SBRT sistemine ait E2E testi analizi ve ölçüm fantomu

giriş bölgesinde yeterli düşüklükte doz oluşturacak şekilde çok sayıda alan girişi önerilmektedir. Alanlar birbirini görmemelidir ve nonkoplanar alan kullanmak avantaj sağlayabilir. Klasik linak kullanılan kliniklerde konformal ve sabit gantri açılı yöntemlere ek olarak arkların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Örnek kliniğimizde çoğunlukla koplanar 2 ark kullanılmaktadır. Klasik linaklı sistemlerde doz düşüşünü etkileyen diğer önemli parametreler enerji ve MLC kalınlığıdır.

5mm lif kalınlığı birçok vaka için yeterlidir. Enerji arttıkça penumbra değeri artacağından, özellikle de akciğer gibi düşük elektron yoğunluklu bölgelerin ışınlanmasında 6MV enerji kullanılması uygun olacaktır. Robotik tabanlı sistem hem enerji hem de kolimasyon sistemi açısından kendi özelliği gereği hastaya ve planlamaya göre değişen şekillerde ışın girişi elde edecektir. Işınlanacak hedefin geometrisine göre izosentrik veya nonizosentrik ışınlama yöntemleri kullanılabilir. Planlamanın geometrik tasarımı ve optimizasyondan sonraki aşama olan hesaplamada çok önemli bir parametre hesaplama çözünürlüğüdür. **En fazla 2mm çözünürlükte hesaplama yapılmalıdır.**

planlaması kadar kritik olan konu tedavinin uygulamasındaki doğruluktur. Bununla ilgili olarak kullanılan immobilizasyon ekipmanı ve uygulanan IGRT yöntemi doğru ışınlama geometrisinin sağlanmasında kritik rol oynar. Eskiden vakum yataklı ve eksternal işaretleyiciler içeren vücut çerçeveleri kullanılarak hedefin pozisyonundaki değişimler belirlenirken günümüzde gelişen görüntüleme ekipmanları ve yazılımları ile belirsizlikler minimize edilmiştir. MV epid ve kV-kV görüntüleme kullanımı internal fiducial işaretleyiciler eşliğinde kullanılabilirken yumuşak dokuların ışınlanmasında ise volümetrik görüntüleme sağlayan sistemlerin kullanılması daha uygun olacaktır. Radyoopak işaretleyicilerin kullanımı da prostat, karaciğer, akciğer ve spinal alanlarda başarılı şekilde uygulanmaktadır. Kızıl ötesi ışınlarla bilgi transferi ile gerçekleştirilen takip sistemleri robotik tabanlı sistemlerde standart olarak kullanılırken, klasik linak tabanlı sistemlerde optik veya respiratory gating olarak hareketin belirli fazlarında ışın verilmesi tedavinin uzaması dezavantajına rağmen hasta spesifik bir harekete göre tedavinin uyarlaması açısından avantaj getirir.

Küçük hacimlerin, az fraksiyonda yüksek dozlarla ve yüksek doz gradientiyle ışınlamanın çok küçük geometrik hatalarda

bile yüksek doz hatasına neden olmasına ek olarak küçük ışınlama alanlarının da bazı dozimetrik belirsizlikleri vardır. Tedavi planlamasının küçük alanlar için hazırlanmasında alınan ölçümlerde lateral elektron dengesizliği, hacim etkisi, dedektör yoğunluk etkisi, kolimasyon sisteminin getireceği belirsizlikler ve dedektörün pozisyonlanması ve hizalanmasındaki zorluklar ciddi sorunlar olarak daha işin başında karşımıza çıkar. **Küçük boyutlar ve ani keskin doz düşüşleri nedeni ile temel dozimetrik datanın elde edilmesinde çözünürlüğü 1 mm veya daha iyi olan uygun dozimetrik ekipman kullanılması öneriliyor.** Çok küçük alanların ölçümlerinde (< 10 mm) çözünürlüğü yüksek stereotaktik dedektörler kullanılsa bile dedektör-fantom setupları ve doz düzeltmeleri %10 un üzerinde farklılıklara sebep olabilmektedir. Raporun önerisi ise dedektör- alan boyutu etkisini ortadan kaldırmak için kullanılan dedektörün iç çapının, ölçülen en küçük alanın FWHM değerinin yarısının altında olması gerektiğidir.

Doz hesaplamasında algoritmanın rolünü değerlendirecek olursak akciğer gibi düşük yoğunluklu doku tarafından çevrelenen hedeflerde heterojenite düzeltilmesi büyük önem kazanmaktadır. Lateral elektron saçılmasını dikkate almayan algoritmalar yanlış hesaplamalara neden olabilir. Akciğer veya düşük yoğunluklu ortamdaki elektronik denge kaybını dikkate alan convolution/superposition algoritmaları yeterli görülmektedir. Daha iyi sonuçların elde edilmesi için Monte Carlo tabanlı algoritmalar kullanılmalıdır. Robotik tabanlı sistem için kliniğimizin rutin uygulamasını özetlemek gerekirse Ray-Tracing algoritmasıyla yapılan tedavi planlarının değerlendirilmesi kritik organ dozları için NCCN protokolüne göre yapılmakta, PTV için CI ve HI değerlerinin 1'e yakın olması amaçlanmaktadır. Üç düzlemde doz dağılımları her kesitte incelenmekte olup maksimum doz noktalarının tümör içinde olmasına dikkat edilmektedir.

Medikal fizikçiler olarak rutinimizde en yoğun yeri tutan kalite kontroller SBRT için özelleşmektedir. Kurulum ve genel kalite kontroller anlamında temel protokoller olan TG 40 ve 45 numaralı raporlar ve bunların günceli niteliğindeki TG-142'de SBRT için özel başlıklar bulunmaktadır. Ayrıca TG-53'te IMRT ve planlama sistemlerinin özellikleri anlatılmıştır. **SBRT için linak tabanlı sistemde en önemli kontrol, cihazın kolimatör, masa ve gantri dönüşlerinde geometrik merkez ile ışınlama merkezinin ve görüntüleme sistemlerinin merkezinin uyumluluğunun kontrol edildiği Winston Lutz testidir. Benzer şekilde robotik tabanlı sistemlerde toplam hatayı ölçebilme amaçlı, tedavinin planlama aşamasından tamamlanmasına kadar tüm adımlarını içeren end to end (E2E) testleri rutin olarak yapılmalıdır.** Hareket yönetimi kullanılan sistemlerde standart testlere ek olarak hareketli fantomlar ile takip doğruluğu da ölçülmelidir. Klasik linak tabanlı kliniğimizin rutininde geometrik ve dozimetrik kontroller günlük, haftalık ve aylık olarak, görüntüleme sistemlerinin izomerkez kontrolleri, gantri dönüş hızı, MLC tekrarlanabilirliği ve hızları, ışın kalitesi, doz verifikasyonları, kolimatör ve alan boyutu kontrolleri vs başlıkları altında uygulanmaktadır. Robotik tabanlı sistem kullanan kliniğimizde tedavi cihazında doz verimi ölçümü 60 mm çapındaki sabit kolimatörle birdcage içerisine yerleştirilen 0,6 cc'lik iyon odası ile IAEA TRS-398 protokolüne göre günlük olarak yapılmaktadır. Hastaya özel QA yapılmamaktadır. Cihazın hedefleme doğruluğunu ölçen AQA testi; radyopak metal bir küre içeren fantoma yatay ve dikey olarak iki adet film yerleştirilerek bir AP ve bir lateral ışın içeren 35 mm'lik

kolimatör kullanılarak yapılan QA planı ışınlanıp filmlerin özel bir yazılım programıyla değerlendirildiği günlük yapılan testtir. E2E testinde ise; özel fantoma, iç içe giren, birbirine dik iki adet Gafchromic EBT 2 film yerleştirilir. Bütün takip yöntemlerine göre yapılan QA planları ışınlanır. Özel yazılımla filmler değerlendirilir. Bu test aylık olarak yapılır.

Bu kadar karmaşık özelliklere sahip SBRT'nin uygulamasında, raporda bu konu için özel olarak eğitilmiş personel grubunun çalışması önerilmektedir. Hem tamamen kendine özel bir yaklaşımı bulunan robotik tabanlı sistem için katkı yapan kliniğimizde hem de klasik linak tabanlı sistem kullanıcımızda SBRT uygulamaları için özel eğitilmiş medikal fizik uzmanı ve tekniker görev yapmaktadır.

Sonuç olarak, kanserle savaşımızda teknolojik yeniliklere ve yeni klinik yaklaşımlara bağlı olarak karşımıza çıkan her yeni teknik veya kavram bizler için öğrenilmesi gereken yeni bir bilgi oluyor. Bu bilgiye kliniğinde ihtiyaç duyanlar veya merak edip öğrenmek isteyenler için TG – 101 harika bir kaynak.



Kamsu ŞENGÜL: 1982 Bursa'da doğdu. Uludağ Üniversitesi Fizik Bölümünü bitirdikten sonra 2008 yılında Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde radyoterapi fiziği yüksek lisansına başladı. 2008-2012 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda medikal fizikçi olarak çalıştı. 2012 yılından beri Memorial Sağlık Grubu'na bağlı Medstar Antalya Hastanesinde görev yapmaktadır.



Murat OKUTAN: 1970 yılında İstanbul'da doğdu. 1987 yılında Kabataş Erkek Lisesinden, 1994 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. 1999 yılında İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Radyofizik programında yüksek lisansını tamamladı. 2010 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik programında doktorasını bitirdi. 1997 yılından beri İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsünde çalışmaktadır.



Gökhan AYDIN: 2003 yılında Hacettepe Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olduktan sonra, o dönemdeki adıyla Hacettepe Üniversitesi Radyoterapi Fiziği Yüksek Lisans Programı'na başladı. 2007 yılında uzman ünvanı aldı. 2003 – 2008 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda medikal fizikçi olarak çalıştı. 2008 yılında Acıbadem Sağlık Grubu'na bağlı Bursa Hastanesinde çalıştı. 2009'dan beri aynı grubun Acıbadem Maslak Hastanesi'nde görev yapmaktadır.

SİZDEN GELENLER

Absorbe Doz Protokollerinin Neresindeyiz?

İlk sayıdaki tartışmamız olan "Absorbe Doz Protokollerinin Neresindeyiz?" konusu için aşağıdaki katkılar geldi, teşekkür ediyoruz.

Liv Hospital'dan medikal fizik uzmanı Derya Yücel güzel temennilerine ek olarak özetle şöyle bir bilimsel katkı yaptı:

Elektron yoğunluklarının farklı olmasından dolayı katı fantomlar su ortamı kabul edilemez. Merkezlerinde su fantomu kurulduğunda aynı şartlarda, farklı alan boyutlarında katı fantomlar ile de ölçümler alınarak kendi kliniklerine ait katsayılar türetiliyor. Bu ölçümler periyodik olarak tekrarlanıyor. Sıcaklık-basınç faktörünü en hassas şekilde ölçmek amacıyla ortam ve ekipmanın aynı iklimatik dengede hazır olması için katı fantomlar tedavi odasında bekletiliyor. Ayrıca sıcaklık ölçümü için fantom içerisinde ölçüm alınıyor. Barometre yıllık olarak aktüel basıncı ölçecek şekilde kalibrasyona gönderiliyor. Klinikte kullanılan iki farklı elektrometre ile doz hızı lineeritesi düzleştirici filtre olan ve olmayan enerjilerde ölçüm alınmış ve sonuçların %1 içerisinde olduğu teyit edilmiş. Bir standart döküman olarak IAEA internet sayfasındaki taslak kullanılıyor ve sabit faktörler yıllık ölçümlerle gözden geçiriliyor

"Ayrıca sıcaklık ölçümü için fantom içerisinde ölçüm alınıyor. Barometre yıllık olarak aktüel basıncı ölçecek şekilde kalibrasyona gönderiliyor. "

MD Anderson Amerikan Hastanesi'nden medikal fizik uzmanı Yücel Sağlam donanımlı ekipmanı ile tecrübelerini şu şekilde paylaştı:

Bölümde referans absorbe doz ölçümü için küçük boyutlu bir su fantomu bulunuyor. Bu sayede ölçüm ortamına ilişkin bir belirsizlikleri yok. Ancak hasta spesifik nokta doz ölçümlerinde katı fantom için hesaba katılması gereken fantom düzeltme faktörü için üretici tarafından verilen katalog değerleri kullanılıyor. Referans absorbe doz ölçümlerinde, tüm ölçümlerde iyon rikombinasyonu ve polarite etkisi gibi tüm faktörler her defasında tekrarlanıyor ve hesaplamada kullanılıyor. Kişisel gözlemi, bu faktörlerin ölçümler arasındaki değişiminin ihmal edilebilir düzeyde olduğu. Buna bağlı olarak ölçüm sıklığı azaltılabilir.

Acıbadem Atakent Hastanesi'nden Medikal Fizik Uzmanı Özgür Temel'in tecrübelerine gelince;

katı fantom faktörü ölçümü alınıp katalogda belirtilen değerlerle uyumluluğu doğrulanmış. TAEK'in de iyon odası kalibrasyonunda polarite faktörünü ölçüp bildirmesi gerekliliğini paylaşmış. Gerçekten de protokole baktığımızda bu düzeltmeye ihtiyacımız var. Çeşitli yayınlardan gelen değerlere göre iyon rikombinasyonu faktörü düzleştirici filtre kullanılan enerjilerde 1.002 ve düzleştirici filtersiz enerjilerde 1.005 olarak ifade edilmiş. Bu haliyle kendileri için ihmal ettikleri bir faktör özelliğinde. Sıcaklık-basınç ölçerlerinin kalibrasyon sıklığı ise iki yılda bir.

"Eskiden kullanmazdık ama artık FFF'ler için bu değer %1'e bu kadar yaklaşmışken kullanmamak olmazdı. Böylece, hayatıma hoş geldin iyon rikombinasyonu. "

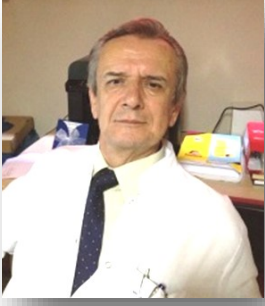
Denizli Özel Sağlık Hastanesinden Medikal Fizik Uzmanı Hikmet Yalçınkaya'nın konuyla ilgili şu soruları sordu:

Pratik olması sebebiyle fizikçilerin sürekli iştahını kabartan "EPID ile QA" olduğunda akla hemen EPID ile rölatif te olsa günlük cihaz outputu ölçümü geliyor. Bunu deneyimleme şansınız oldu mu? İyon rikombinasyonu ve polarizasyon faktörlerini her defasında ölçüyor musunuz? Sıcaklık ve basınç ölçerlerinizi hangi sıklıkta kalibrasyona gönderiyorsunuz?

CEVAP: Portal dozimetri son yıllarda gerçekten de yükselen bir değer. Sadece hasta spesifik değil, artık tedavi boyunca fraksiyonlar arası farklılıkları bile dozimetrik olarak analiz edebilecek yazılımlar mevcut. Ayrıca aynen dediğiniz gibi temel parametreler için EPID'den alınan ölçüme göre makina performansını otomatik olarak değerlendiren opsiyonlar da üretildi. Katı hal dedektörü olduğu için absolut bir dozimetri olarak kullanıp ta cihazın doz kalibrasyonunu yapamayız ama dediğiniz gibi rölatif olarak outputu değerlendirebileceğimiz şekilde yakın gelecekte bunları kullanacağız düşüncesindeyim.

CEVAP: Sonuç olarak, nasıl zaman içerisinde protokoller yenileniyorsa benzer şekilde medikal fizik uzmanları olarak protokoller ölçeğinde değişiyor ve güncelleniyoruz. Protokollere ek olarak tedavilerdeki yeni yöntemler de bakış açımızı geliştirmek zorunda bırakıyor. İlk sayıdaki yazımda da bahsettiğim şekilde düzleştirici filtersiz enerji modalitelerinin iyon rikombinasyonundaki etkisi evet hala az ama düzleştirici filtreli kadar da az değil! FFF kavramı ortalarda yokken bizim de rutinimizde rikombinasyon faktörü 1'e eşitti. Uzun yıllar öyle gitti. İtiraf edeyim ilk sayıdan sonra, kliniğimizin 0,6cc iyon odası ölçümlerinden 6 -10 MV için rikombinasyon faktörleri 1.002 – 1.004 iken 6 – 10FFF enerjilerinde 1.004 – 1.008. Eskiden kullanmazdık ama artık FFF'ler için bu değer %1'e bu kadar yaklaşmışken kullanmamak olmazdı. Böylece, hayatıma hoş geldin iyon rikombinasyonu. Artık her ölçümde bu faktörler dikkate alınıyor.

45 YILLIK BİR DOSTLUĞUN ARDINDAN...



Fen fakültesinde başlayan bir arkadaşlık ve 45 yıl süren bir dostluk... Aslında bakarsak bir ömür neredeyse...

1951 yılında Karamürsel'de gözlerini hayata açmıştı İsmail Özbay. Ak-rabaların bir arada yaşadığı kalabalık bir aile içinde çok mutlu bir çocukluk geçirmişti. O nedenle ailesine, yakınlarına ve hemşehrilerine düşkündü.

Gölcük Lisesinden mezun olmasının ardından çok isteyerek girdiği İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde başladı arkadaşlığımız. Zeki, arkadaş canlısı, hayat dolu, sporu seven bir gençti. Fakülteyi bitirdikten sonra onunla bir yıl ara ile girdiğimiz İstanbul Tıp Fakültesi Radyoterapi Kliniğinde artık meslektaşık. Tüm meslek hayatımız boyunca çoğunlukla beraber çalıştık. Özellikle braki-terapi konusuna olan istek ve sevgisi hiç azalmadı. Meslek hayatımızın büyük bir bölümü manuel brakiterapi ile geçti. Önce radyum kaynakları ile interstisyel brakiterapi daha sonra LDR iridyum-192 telleriyle yapılan interstisyel brakite-rapide ortogonal filmler üzerinden yapılan hesaplamalar bazen birkaç gün sürebiliyordu. Bıkmadan sıkılmadan he-saplamaları yapar ve sonuçlandırır. Kaynakların hazırlan-ma işlemini büyük bir titizlikle ve çoğunlukla kendi yapma-ya çalışırdı. Problemleri bir durum olduğunda sakın bir şekilde çözüm aramasına hep hayran kalırdım.

Birçok mesleki kongre ve eğitim toplantılarına birlikte katıldık. 1990 yılında bir toplantı için birlikte gittiğimiz Ber-lin'de meşhur duvarın yıkılışına şahit olmuştuk.

Aynı sene çok sevdiği Bodrum'da medikal fizikçilerle Fizik Okulunda bir araya gelmiş, bilgi ve deneyimlerini ak-tarmıştı.



1990 Yılında gerçekleştirilen Seyfettin Kuter, İsmail Özbay, Gönül Kemikler gibi daha sonraki yıllarda Medikal Fizik alanına sayısız katkıları olacak fizikçi ve fizik mühendislerinin olduğu IV. Bodrum Fizik Okulu toplantısı.

Birlikte katıldığımız birçok kongrede; çoğunlukla bra-ki-terapi kongrelerinde, bilimsel toplantıların dışında o şehri tanımaya büyük bir istek duyardı. Tabii bu tanınmanın en iyi şeklinin yürümek olduğunda ısrar ettiği için biz de buna

uyardık. Bazen tabanlarımız şişinceye kadar yürür ve bir günde şehrin profilini çıkarırdık. Saat 5 e kadar kongre veya toplantı merkezinde toplantılara girer, daha sonra da güne, şehri tanımayla devam ederdik. İnanılmaz bir yön hafızasına sahipti. Kısa sürede haritaya bile gerek duymadan, sanki o şehirde daha önce yaşamış gibi şehre hakim olurdu.



2010 yılı ve üç dost (İsmail Özbay, Gönül Kemikler ve Işık Aslay) bu defa yine Brakiterapi için Washington, USA' da.

Öğrencileri ile yakından ilgilenir onların çalışmalarına her zaman destek olurdu. Yürüttüğü tez çalışmaları çok iyi dergilerde yayınlanmıştı. Sabırlıydı, insancıldı, hiç kimse hakkında kötü bir şey söylemez ve düşünmezdi. Herkese eşit mesafede duran, mütevazı ve içten bir yapısı vardı. Ama inatçıydı. Her şeye itiraz etmek onun en önemli özelliklerin-den biriydi. Bu itirazlarını da hiç çekinmeden yapar, düşün-düğünü açıkça söylerdi. Pazartesi sabahlarının özel bir öne-mi vardı. Fenerbahçe'nin fanatik taraftarıydı. Yenildiklerinde bile takımını yere göğe sığdıramazdı. Tabii karşısında da Galatasaray fanatığı Nazmi olduğunda, bir de bu iki takım oynadıysa seslerin volümü yükselir, adeta havada tüyler



2013 yılı İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü, Radyasyon Onkolojisi. İsmail Özbay ve Nazmi Oğuz fizik odasında.

uçardı. Ama sonunda dostluk kazanırdı.

Tüm akademik hayatımız boyunca birlikte çalışıp sınavlara birlikte hazırlanırdık. Aynı senelerde yüksek lisans ve dokto-

ra yapmış, yine aynı senede doçent olmuşuk. O cüppeler içinde resim çektirirken ne kadar da mutluyduk.



Uzun yıllar süren dostluk ve 1998 yılında beraber alınmış Doçentlik. Hatice Bilge Becerir, Gönül Kemikler ve İsmail Özbay.

Çetin Altan'ın bir sözü vardır; **"Hayat yaşandığı kadar vardır. Gerisi ya hafızalardaki hatıra, ya da hayallerdeki ümittir. Hüsrânı ise bir tek yerde kabul ediyorum. Yaşamak mümkünken yaşamamış olmakta."** Evet, arkadaşımın sağlığı yerinde iken istediklerinin büyük bir kısmını yaptığını düşünüyorum. Yaşamayı, gezmeyi, güzel giyinmeyi ve ne yazık ki yemeyi çok sevdi. Ne yazık ki diyorum çünkü bu tarz bir beslenme onun sağlığını 10-12 yıl önce bozmaya başlamıştı. 2011 yılında Enstitüde yapılan Brakiterapi Paylaşım Günlerinde yapılan pratikler sırasında tansiyonu 23'e çıkıp ta konuşmakta zorlandığı zaman bile "benim bir şeyim yok abartmayın" diyecek kadar kendi sağlığını düşünmedi. Hayat insana çok acı sürprizler hazırlayabiliyor. 5 yıl önce bir gün 26 yaşındaki küçük oğlunun ölüm haberini alması onu yıktı, adeta hayattan kopardı. Tüm acılarını, üzüntü ve sıkıntıların içinde yaşayan, paylaşmayı sevmeyen bir mizacı vardı.

1988 yılında hayata geçen Medikal Fizik Derneğinin kurucu üyesi oldu. 1988-2005 yıllarında dernek genel sekreterliği, 2005-2013 yıllarında dernek başkanlığı görevini birçok zorluklara karşı yürüttü.



1998 yılı Utrecht/Hollanda' düzenleneni Brakiterapi Toplantısı sonrasında İsmail Özbay, Gönül Kemikler ve Işık Aslay yine beraberler

2014 yılında Radyasyon Onkolojisi Kongresinden döneli 15 gün olmuştu. Yine bir brakiterapi planlaması sırasında çok iyi görünmüyordu. Kırıklığı vardı. Ona gidip dinlenmesini, gerekirse ilaç almasını söyleyerek odasına yolladık. O gün birkaç kere odasına uğrayarak nasıl olduğunu sorduğumda iyi olduğunu yemeğe bile gittiğini söyledi. Bu onunla yaptır-

ğım son sağlıklı konuşmaydı. Çünkü ertesi gün 8 Mayıs 2014 sabahı beyin sapında emboli nedeniyle acil olarak Çapa'ya getirilmişti. Son 2 sene bu nedenle, hayatı, sevdiği hiçbir şeyi yapamayacak kadar çok kısıtlandı. Çok anlamsız, acımasız ve onun üzülmeye neden olan olaylar, belki de bu olumsuzlukları yaratmıştı. Her kontrol öncesi yüreğimiz sıkışarak hastalığı ile ilgili iyi bir gelişmeyi haber alma ümidiyle bekledik. Hastalığı boyunca hiç ama hiç şikâyet etmedi. Bu davranışı insanın canını daha da acıtıyordu. Ailesi, kızı Seda, yeğeni İrfan onu hastalığı boyunca yalnız bırakmadı. 11 Şubat 2016 Cuma günü, geçirdiği ağır enfeksiyon nedeniyle yorulan kalbi Çapa'da tüm müdahalelere rağmen çalıştırılmadı ve onu kaybettik. Biz ona haklarımızı helal ettik. İnşallah biz de onu kırmamış ve incitmemişizdir.

Sevgili dostumuzu, can arkadaşımızı, onu kaybettiğimizi haber alan sevenlerinin, meslektaşlarının ve yetiştirdiği öğrencilerinin oluşturduğu büyük bir kalabalıkla, sevgi ve dualarla ebedi istirahat edeceği Yalova'ya uğurladık. Ne yazık ki bu uğurlayışta ellerimizin kalkışı, ona, acı ve üzüntü içinde gözyaşları ile hoşça kal demek içindi. Ben 45 yıllık yakın arkadaşımı kaybettim. Camiamız da beyefendi, yardımsever bir hocasını, ağabeyini kaybetti. Yokluğuna alışmak çok zor. Eminim daha yapacağı çok şey vardı. Ama takdir Allah'ın. Ailesi ve sevenlerine sabır dilemekten başka yapacak bir şey yok.

İsmail, iyi ki vardın, iyi ki çok uzun yıllar arkadaşımız ve dostumuz oldun. Ardında bıraktığın güzelliklerle, acı ve tatlı anılarla seni her zaman hatırlayacağız ve yüreğimizde yaşatacağız. Nur içinde yat arkadaşım. Mekânın Cennet olsun.



Gönül KEMİKLER: Ankara'da doğan Gönül Kemikler, İ.Ü. Fen Fakültesi Fizik-Matematik bölümünü bitirdi. İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü Tıbbi Radyofizik lisansüstü programında 1988 yılında yüksek lisans, 1992 yılında doktora derecelerini aldı. 1998 de doçent oldu. 2006 yılında profesör kadrosuna atandı. Halen İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü, Temel Onkoloji ABD, Sağlık Fiziği BD' nda öğretim üyesi olarak görevine devam etmektedir.

SİSTEMİK RADYONÜKLİT TEDAVİLER

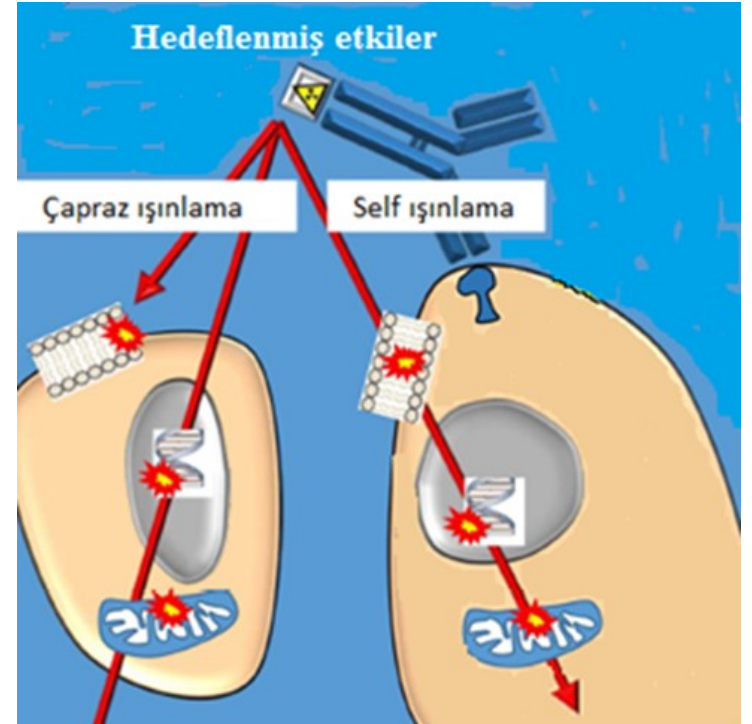
Radyonüklid tedavide saf (β^-) yayınlayan radyoizotoplar tercih edilir. Ayrıca (β^-) salınımından sonra radyoaktif bozunmanın devam etmemesi, bozunan çekirdeğin stabil duruma geçmesi pratikte arzu edilen ideal bir durumdur. Radyonüklit tedavide kullanılan mevcut radyoizotoplardan bazıları saf β^- emiteri olmayıp, bozunumda gama radyasyonu salınımı da olmaktadır. Bu duruma en iyi örneklerden biri Lutesyum (Lu-177) radyoizotopudur. Bu radyoizotopun β^- enerjisi 384 keV, iki farklı gama enerjileri ise 113 keV (%6) ve 208 keV (%11)'dir. Benzer şekilde İyot (I-131)'in β^- enerjisi 640 keV, en yüksek verimde olan gama ışını 364 keV enerjilidir. Tedavi etkinliğinin belirlenmesinde gama enerjileri kaliteli sintigrafik görüntü imkanı sağlamakta olup bu yönü ile klinisyene teknik bir avantaj sağlamaktadır. Öte yandan hastaya verilen radyasyon dozu dikkate alındığında bu durum dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Primer ve metastatik karaciğer kanserlerinin tedavisinde kullanılan Yttrium (Y-90) %99.98 oranı ile beta bozunumu yaparak stabil bir izotop olan Zr-90'na dönüşür. Y-90 ortalama enerjisi 0.93 MeV, maksimum enerjisi 2.270 MeV olan saf beta yayıcısı olup yarı ömrü 2.67 gündür. 32/1000000 oranında 511 keV enerjili anihilasyon fotonları vardır. Bu radyoizotopun β^- ışınlarının doku ile yaptığı etkileşimde oluşan Bremsstrahlung (frenleme) radyasyonundan (X-ışınlarından) yararlanılarak sintigrafik görüntüleme yapılabilir. Ayrıca düşük verimli de olsa 511 keV enerjili anihilasyon fotonlarından yararlanılarak PET görüntüleme de yapılabilir.

Sistemik radyonüklid tedaviye "Hedeflenmiş Radyonüklid Tedavi" (TRT) de denilmektedir. Tedavi öncesi tanısal amaçlı sintigrafik görüntüleme yapıldığı gibi tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla tedavi sonrası sintigrafik görüntüleme de yapılabilir. Bu nedenle radyonüklid tedavide kullanılan radyoizotopların sintigrafik görüntüleme imkanı da sağlaması aranan özelliklerdendir.

Radyobiyojik Etkiler

Hedeflenmiş Radyonüklit Terapi (Targeted Radionuclide Therapy-TRT) de iki tür radyobiyojik kavram vardır. Bunlardan biri DNA merkezli yaklaşım diğeri hedeflenmemiş etkilerdir. Radyasyonun DNA zincirlerinde onarılamayacak hasar yarattığını ve bu nedenle hücre ölümünün gerçekleştiği durumu tanımlar (Şekil 1). TRT'de kullanılan yüksek enerjili β^- ve alfa partiküllerinde tümör hücreleri için sağ kalım eğrileri genellikle lineerdir. Yani yüksek enerjili partiküler radyasyon-

lar tümör hücrelerinin DNA zincirlerini kırar ve hücre ölür. Bu durum β^- ve alfa bozunması yapan radyonüklidlerle tümör hücrelerinin öldürülmesinde etkin bir tedavi yöntemidir. Düşük LET'li radyasyonlar (X-ışınları ve gama ışınları) ile ışınlanan hücre topluluklarında doz-cevap etkisi omuzlu sağkalım eğrileri ile tanımlanır. Tek vuruşta tek hedef etkilenir ve hücre ölümü gerçekleşirse, vuruş sayısı (α) ile doz (D) arasında (αD)



Şekil 1: Hedeflenmiş radyonüklit tedavide hücre membranı, DNA ve diğer organellerde ışınlama mekanizması

bağıntısı geçerlidir. Bu durum eğrinin lineer kısmını temsil eder. İki vuruşta tek hedef etkilenirse bağıntı (βD^2) şeklini alır. Sitotoksik etki tek ve çift vuruşların toplamına eşittir. Bu yaklaşım hücre hedef teorisi olarak bilinir ve radyobiyojinin temelini oluşturur (1).

Omuzlu sağkalım eğrisinin şekli α/β oranı ile tanımlanan dokunun radyasyon duyarlılığı (doku sensitivitesi) tarafından etkilenir ve sağkalım oranı, hasar onarımında hücre kapasitesini gösterir.

TRT'de absorbe doz hızı radyonüklidin fiziksel yarılanma süresine, spesifik aktivitesine, farmakokinetiklerine (transit, uptake ve klirens) bağlıdır. TRT'de absorbe doz hızı düşük ($<1 \text{ Gy.h}^{-1}$) olduğu için hasarlanan sağlam doku hücrelerinde DNA'lar onarım imkanı bulabilmektedir.

Yüksek doz hızında gözlenen sitotoksik etkiler düşük doz hızlarında gözlenmez. TRT'de düşük seviyedeki DNA hasarını açıklamak için birkaç hipotez önerilmiş olmakla birlikte

TRT biyolojisi hala netleşmemiştir. Bu konudaki belirsizlikleri azaltmak için doz-etki kavramlarının göstergesi olarak TRT'den sonra hastalarda kreatinin değeri gibi ölçülebilen veriler kullanılmıştır. Tedavi sürecinde onarım kapasitesini ve düşük doz hızlarındaki biyolojik etkileri açıklamak için biyolojik etkin doz (BED) kavramı tanıtılmıştır. TRT'de bugün gelişen BED kavramı halen external radyoterapiden elde edilen verilere dayanmaktadır. Örneğin çoğu TRT dozimetrik yaklaşımda α/β oranı hala radyoterapiden extrapole edilmektedir (2,3).

Biyolojik Etkin Doz (BED) aşağıdaki eşitler ile tanımlanır

$$BED = D + \frac{1}{\alpha/\beta} \frac{T_{rep}}{T_{rep} + T_{eff}} D^2 \quad (4,5).$$

Bu eşitlikte, T_{rep} sağlam doku onarımı için gerekli süre, T_{eff} radyonüklidin efektif yarılanma süresi, D radyasyon dozu, doku sensitivitesidir.

$T_{rep} = 2.8$ saat, oranı için tümörde 2.4, normal dokuda 2-5 alınabilir. Böbrekler için, oranı 2.5 alınır.

I-131 Tedavileri

I-131 radyonüklidinin 610 keV (%89) enerjili β^- partikülleri ile tedavi, 364 keV (%82) enerjili gama ışınları ile görüntüleme yapılmaktadır. β^- ışınlarının dokudaki erişim uzaklığı 2 mm olup vücut dışına çıkmaları imkansızdır. Ayrıca radyoiodot uygulanmış hastadan dışarıya 364 keV enerjili gama ışınları salınımı olmaktadır. Personelin, hasta yakınlarının ve çevrenin radyasyon tehlikesine karşı korunmasında gama ışınlarına karşı alınacak tedbirler önemlidir.

TAEK mevzuatına göre hastanın vücudundaki radyonüklid miktarı 600 MBq'den fazla ise radyonüklid tedavi odasında yatırılması zorunludur. 600 MBq (16.21 mCi) radyonüklid miktarının 1 metre mesafedeki doz hızı 30 μ Sv/h olup, 1 m mesafede bu doz hızından düşük olan hastalar taburcu edilebilmektedir. Radyoiodot uygulamaları da bu kategoride değerlendirilir. (6). Taburcu olamayacak hastalar TAEK'ten lisanslı radyonüklid tedavi servisindeki odalarda yatmak zorundadırlar. TAEK mevzuatına göre tedavi odaları kurşun izolasyonlu olmak zorundadır Hastalardan çıkan katı atıklar da ayrı bir katı atık deposunda biriktirilmek ve poşet yüzeyindeki doz hızı $<1 \mu$ Sv/h olana kadar bekletilmek zorundadır. Tüm atık kayıtlarının tutulması da yine yasal bir zorunluluktur.

Bu makalede sistemik radyonüklid tedavisinin yoğun olarak uygulandığı hastalıklardan bahsedeceğiz, diğerlerinin de isimlerini ve fiziksel özelliklerini tablo-1'de vereceğiz.

Hipertiroidi Tedavisi (Benign Tiroit Hastalığı)

Hipertiroidi (Basedov Graves, toksik adenom) tedavisinde 6-30 mCi (222-1110 MBq) aktivite miktarlarında I-131 radyonüklidi hastaya aç karnına oral yolla uygulanır. Hastaya içirilen radyoiodot miktarı 16.21 mCi'den fazla ise TAEK mevzuatı gereğince hasta özel donanımlı tedavi odasında yatırılır. Hastadan GM ile ölçülen doz hızı 1 metrede $<30 \mu$ Sv/h olunca taburcu edilir. Hastanın evine gittikten sonra yakın çevresindekiler için radyasyon korunması amacıyla yapılması gerekenler uygulama öncesi verilen eğitimde anlatılır, yazılı bilgilendirme notu hastaya veya yakınlarına verilir. Burada en önemli husus radyoiododun hastanın idrarı ile atılacağı ve bu nedenle idrar kontaminasyonunun doğrudan radyasyon tehlikesi yaratacağı bilincinin yerleştirilmesidir. Radyoiododun hasta vücudundan temizlenerek doğal düzeye düşmesi hastadan hastaya değişmekle birlikte ortalama 1 aylık süre geçmesini gerektirir. Bu süre uygulanan radyoiodot miktarı ile değişkenlik göstermekle birlikte 10 mCi ve üzeri aktivite miktarlarında önerilmektedir. 10 mCi den düşük tedavilerde yaklaşık 3 hafta, 10 mCi'den fazla uygulamalar için 1 ay süre ile korunma önlemlerinin uygulanması önerilmektedir (7).

Radyoiodot uygulama sonrası kadınların hamile kalması için güvenli süre ile ilgili kesin bir kanıt bulunmamakla birlikte önerilen süre en az 4 aydır.

Tiroit Kanseri Tedavisi

Sistemik radyonüklid tedavinin en başarılı uygulama alanı papiller tipte iyi diferansiye tiroit kanserleridir. Radyoiodot tedavisi ile hastalarda 5 yıllık sağ kalım oranı %98'dir (8). Tiroit kanserleri tedavisi için 30-300 mCi aktivite miktarlarında I-131 kullanılır. Tedavi aktivitesinin belirlenmesinde iki yöntem vardır. Birincisi empirik (sabit) doz yöntemidir. Bu yöntemin başarısı klinisyenin tecrübesi ile ilişkili olmakla birlikte hastanın fazla ya da eksik tedavi dozu alması muhtemeldir. Böyle bir durumda doz aşımına bağlı kronik radyasyon hasarları olabilir. Eksik doz alımı durumunda ise yeni bir tedavi dozu uygulaması yapılır. İkincisi daha kesin sonuçlar veren yöntem olan radyonüklid dozimetri yöntemidir. Bu yöntemde sağlık fizikçisi düşük aktivite miktarı ile (2 mCi) hastada tedavi öncesi dozimetrik uygulama yapar. Bu işlem 3-4 gün devam eden non invaziv bir uygulama olup hastanın tedavi olması için gerekli I-131 miktarı tam olarak belirlenir. Hastaya I-131 oral yolla aç karnına uygulanır. Tedavi sırasında ve sonrasında radyasyon korunması kuralları tam olarak uygulanır. Hipertiroidi tedavisindeki taburcu edilme koşulları ve korunma kuralları bu tedavide geçerlidir. Hastanın bol su içmesi ve idrar yapması sağlanır. Böylece vücutta serbest

Radyonüklit	Yarılanma süresi	E_{β} max (MeV)	E_{γ} (MeV)
^{131}I	8.1 gün	0.61	0.365 (%81)
^{177}Lu	6.8 gün	0.50	0.21 (%6)
^{90}Y	2.67 gün	2.3	
^{153}Sm	1.9 gün	0.81	0.103 (%29)
^{188}Re	17 saat	2.12	0.16 (%10)
^{186}Re	3.8 gün	1.07	0.137 (%9)
^{89}Sr	50.5 gün	1.46	
^{32}P	14.3 saat	1.70	
$^{117\text{m}}\text{Sn}$	13.6 gün	0.13; 0.16	0.158 (%87)
^{64}Cu	12.9 gün	0.57(β^-); 0.66(β^+)	0.510 (%38)
^{67}Cu	61 saat	0.57	0.180 (%40)

Tablo 1 Sistemik tedavide kullanılan radyonüklitler

dolaşan I-131 idrarla atılır. Rutin uygulamada günde 4-5 litre su alımı ile vücuttaki radyasyon 24 saatte %66'sının atıldığı bilinmektedir (9).

Dozimetredeki temel yaklaşım; bakiye tiroit dokusunun 300 Gy, uzak metastazların 80 Gy doz alması için gerekli olan I-131 aktivitesinin hesaplanmasıdır. Birden fazla kür uygulamalarında ise kemik iliğinin < 2 Gy doz alması için uygulanabilecek kümülatif aktivite miktarı dozimetri ile hesaplanır. Dozimetri yapabilmek için nükleer tıp uzmanı ve deneyimli sağlık fizikçisinin işbirliği yapması gereklidir. Ülkemizde dozimetri ile tedavi aktivitesi belirlenmesi ihtiyacına olan inanç ve güvenin kesinleşmiş olduğunu söyleyebiliriz. Ancak dozimetri sonuçlarının son zamanlarda henüz alınmaya başlanması dozimetrist fizikçi ihtiyacını da gündeme getirecektir. Bu nedenle yakın zamanda daha çok sayıda dozimetri yapabilen fizikçi ihtiyacını karşılayabilmek için yüksek lisans sağlık fiziği eğitimi veren kurumların bu konuya özel önem vermeleri gerekmektedir.

Lu-177 Tedavisi

Nöroendokrin tümör tedavilerinde Lu-177 DOTA-TATE ülkemizdeki pek çok nükleer tıp merkezinde rutin olarak uygulanmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır. Bunun yanında Lu-177 PSMA radyonüklidi ile son yıllarda prostat kanseri tedavisi yapılmaya başlanmıştır. Tedaviler uygulanan aktivite miktarları 100-200 mCi olup uygulama infüzyon şeklinde yapılır. Bu tedavilerde hasta yine radyonüklid tedavi servisinde yatar. Hastadan GM ile ölçülen doz hızı 1 metrede <30 $\mu\text{Sv/h}$ olunca taburcu edilir.

Hastanın evine gittikten sonra yakın çevresindekiler için radyasyon korunması amacıyla yapması gerekenler uygulama öncesi verilen eğitimde anlatılır, yazılı bilgilendirme notu hastaya veya yakınlarına verilir.

Lu-177 tedavilerinde radyonüklid 6 saatte idrar ile vücuttan büyük oranda atılmakta hastalardan 1m uzakta ölçülen doz hızı 6 saat sonra <25 $\mu\text{Sv/saat}$ düzeyine düşmektedir.

Cerrahpaşa Nükleer Tıpta tedavi gören 25 hasta yakınına TLD dozimetre verildi. 5 gün süresince hastaya bakım veren şahsın bu dozimetreyi kullanması sağlandı. Bu süre sonunda hasta yakınlarından 10-470 μSv (ortalama 90 μSv) doz kaydedildi. Hasta yakınları için yıllık doz limitinin 5 mSv olduğu bilgisi ile bu sonuç değerlendirildiğinde Lu-177 tedavisinde hasta yakınının izin verilen dozun %0.2 sini aldığı anlaşılmaktadır.

Lu-177 radyonüklidinin fiziksel yarılanma süresi 6.7 gün olduğu için atıkların depolanması yasal zorunluluktur. Hastaların sıvı atıkları sıvı atık deposunda, katı atıkları da katı atık deposunda biriktirilmeli, poşet yüzeyindeki doz hızı <1 $\mu\text{Sv/sa}$ olana kadar bekletilmelidir.

Y-90 Tedavileri

Karaciğer kanseri tedavisinde kullanılan Y-90 mikrokürelerin, β^- ışınlarının yumuşak dokudaki penetresyon mesafeleri ortalama 3.8 mm, maksimum 11 mm dir. Y-90 emdirilmiş terasfer ya da cam mikroküreler girişimsel radyolojide kateter yardımı ile karaciğer içine enjekte edilir. Enjeksiyon sırasında anjiyogeneze bağlı olarak tümörde daha fazla, karaciğer parankim dokusunda daha az tutulurlar. Tutuldukları damarların çevresindeki dokuları ışınlarlar. Karaciğer parankim dokusunda toksik etki yapmayan maksimum dozun 30 Gy olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte tümörün ve normal karaciğer dokusunun büyüklüğüne göre hastaya uygulanacak Y-90 miktarı dozimetrik yaklaşımla hesaplanabilmektedir (10).

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı Nükleer Tıp radyonüklid tedavi servisinde Y-90 tedavisi sırasında çalışan personelin radyasyon maruziyetleri ölçülmüştür. 18 hasta üzerinden aldığımız verilere göre; Theraspheres uygulamasında doktorun işlem başına aldığı ortalama doz $0.92 \pm 0.48 \mu\text{Sv}$ olarak bulundu. SIR-Spheres uygulamasında doktorun işlem başına aldığı ortalama doz $3.22 \pm 0.89 \mu\text{Sv}$ bulundu.

Beta partiküllerinin dokudaki etkileşimlerinden enerjileri 55-285 keV olan Bremsstrahlung ışınları salınmaktadır. Y-90 mikrokürelerin uygulanmasından sonra hastanın gama kamerada alınan sintigrafik görüntülerinde Bremsstrahlung ışınları kullanılmaktadır. PET görüntülemesinde ise düşük verimli 511 keV enerjili anihilasyon fotonlarından yararlanılarak görüntüleme yapılır (11).

Kaynaklar

1. Flux GD, Haq M, Chittenden SJ, Buckley S, Hindorf C, Newbold K, et al. **A dose-effect correlation for radioiodine ablation in differentiated thyroid cancer.** *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37(2):270–275.
2. Murtha AD. **Review of low-dose-rate radiobiology for clinicians.** *Semin Radiat Oncol* 2000;10(2):133–138.
3. Amato E, Campenni A, Herberg A, Minutoli F, Baldari S. **12 chapters on nuclear medicine.** In: *Internal radiation dosimetry: Models and applications.* InTech China: 2001. p: 25-46.
4. Sağlık Bakanlığı, **Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik.** 2012.
5. De Jong M, Valkema R, Van Gameren A, Van Boven H, Bex A, Van De Weyer EP, et al. **Inhomogeneous localization of radioactivity in the human kidney after injection of [111In-DTPA]octreotide.** *J Nucl Med* 2004;45:1168–1171.
6. Dale R. **Use of the linear-quadratic radiobiological model for quantifying kidney response in targeted radiotherapy.** *Cancer Biother Radiopharm* 2004;19: 363–70.
7. Demir M, Kabasakal L, Onsel C. **Evaluation of external radiation exposure rate from radioiodine-treated hyperthyroid patients and radiation safety considerations.** *Nucl Med Commun.* 1996;17(8):692-695.
8. Dadu R and Cabanillas ME. **Optimizing therapy for radioactive iodine-refractory differentiated thyroid cancer: Current state of the art and future directions.** *Minerva Endocrinol.* 2012 Dec; 37(4): 335–356.
9. Demir M, Parlak Y, Çavdar İ, Yeyin N, Tanyildizi H, Gumuser G, ve ark. **The evaluation of urine activity and external dose rate from patients receiving radioiodine therapy for thyroid cancer.** *Radiation Protection Dosimetry* 2013; 27:1-5.
10. Gulec SA, Mesoloras G, Stabin M, J Nucl Med, **Dosimetric Techniques in Y-90 Microsphere Therapy of Liver Cancer: The MIRD Equations for Dose Calculations** 2006;47(7): 1209-1211.
11. Shen S, DeNardo GL, Yuan A, DeNardo DA, DeNardo SJ. **Planar gamma camera imaging and quantitation of yttrium-90 bremsstrahlung.** *J Nucl Med* 1994; 35:1381–1389



Mustafa DEMİR: 1960 Sivas'ta doğdu. İlköğrenimini memleketinde orta öğrenimini İstanbul Bahçelievler Lisesinde tamamladı. İstanbul Üniversitesi Fizik Bölümünü 1983'te bitirdi. 1987 yılında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesin Nükleer Tıp Anabilim Dalına Fizikçi olarak girdi. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalında Yüksek Lisans, Doktora eğitimi aldı. 1996'da Biyofizik Doçenti, 2002 yılında Nükleer Tıp Profesörü oldu. Halen Cerrahpaşa Nükleer Tıp Anabilim dalında öğretim üyesidir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.

AYIN TARTIŞMA KONUSU: 4DBT

2011 yılında tedaviye başladığımız kliniğimizde 4DBT imkanı olmadığından diagnostik amaçla kullanılmakta olan PET (Positron Emmission Tomografi) BT'den faydalandık. İlk başlarda hareketli organların görüntülenmesinde, özellikle akciğerde, derin inspirium, derin ekspirium ve normal solunum fazlarında BT çekip bu görüntüler üzerinden belirlenen hedef volümler üzerinden planlama yapıldı. Bu işlem, iş yükü oldukça fazla olan bir yöntem olup hastanın performansının her gün çekim günü ile aynı olma olasılığı çok düşüktür. Bu ise istenilen bir durum olmayıp tedaviye olumsuz yönde belirsizlik katmaktadır (1). Bir diğer seçenek olan "Slow CT Scanning" mediasten ve göğüs duvarı tutulumu olmayan tümörlerde tavsiye edilmesi ve yavaşlığından dolayı aşırı örnekleme yaparak tümör boyutunu olduğundan büyük göstermesi gibi dezavantajlarından dolayı pek tercih edilmemiştir (2). Daha sonra 2012 yılında kliniğimize kurulan geniş gantri boşluklu 16 kesit GE (General Electric) BT'de 4DBT'yi Varian RPM (Real Time Positioning Management) sistemi ile özellikle akciğer, karaciğer, mide, böbrek üstü bezleri vb hareketli organların BT çekimlerinde tümör pozisyonun net olarak belirlenmesinde aktif olarak kullanmaya başladık.

Giriş:

Radyoterapide solunumu kontrol etmek için bir çok neden var. Bunlardan birincisi toraks ve abdomen bölgesindeki tümörlerin standart yöntemlerle kontrolünün zor olmasıdır. İkinci neden solunum nedeniyle anatominin hareket etmesi olup bazı durumlarda hareketten dolayı kritik organlar verilmesi gereken dozu sınırlayabilmektedir. Üçüncü neden ise teknolojik gelişmelerin solunum hareketini azaltma ve ölçmede ilerlemeler kaydetmiş olmasıdır. (1) Bilgisayarlı Tomografi (BT) "reconstruction" algoritmaları görüntü alırken anatominin hareketsiz olduğu prensibine dayanarak çalışır. (2) Bu nedenle hareketli organların bilgisayarlı tomografi görüntülerinde, özellikle akciğerde, çekim sırasında hareket nedeniyle görüntü kalitesinde bozuluklar meydana gelmektedir. Bu ise radyoterapi planlaması sırasında daha fazla hedef volüm marjı verilmesini beraberinde getirmektedir. Bunun sonucunda daha fazla sağlıklı organ ışınlanacak ve dolayısıyla daha fazla yan etki riskini ortaya çıkacaktır. (1) Yapılan çalışmalar (1, 2, 3) solunum hareketinin, akciğer, karaciğer, mide, pankreas ve benzeri organlarda sadece görüntü kalitesinde bozulukla değil aynı zamanda tümör hacminin olması gerekenden daha büyük görünmesine, yerinin üç boyutta değişmesine ve hatta bir kısmının olduğundan küçük gözükmesine neden olabileceğini göstermektedir. Bu ve benzeri nedenlerle tümörü gerçek boyutunda görüntüleyebilmek ve sağlıklı dokudan ayırmak için değişik teknikler geliştirilmiştir. (1, 2, 3, 4, 5) Bunlardan biri, akciğer, meme, karaciğer ve böbrek üstü bezi tümörlerinde gönüllü derin inspirium da nefes tuturma tekniğidir. Yalnız şunu unutmamak gerekir ki bu hastalar, özellikle akciğer tümörü olanlar, nefes tutmada sorun yaşayabilir. Bu problemi aşmak için 4 Boyutlu (4D) Bilgisayarlı Tomografi (BT) daha sofistike bir seçenek olarak devreye girmektedir.

Neden 4DBT?

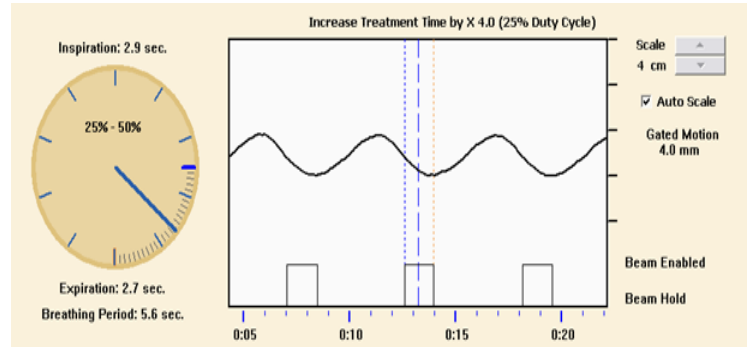
Yapılan çalışmalarda, özellikle akciğerde, bazı bölgelerde tümör hareketinin 2 cm'nin üzerinde olabileceği bu hareketin doğrusal olmayıp 3 boyutlu olabileceği de saptanmıştır (3) Bu nedenle 4DBT çekmek için birden çok neden sıralanabilir.

Bunlardan bazıları:

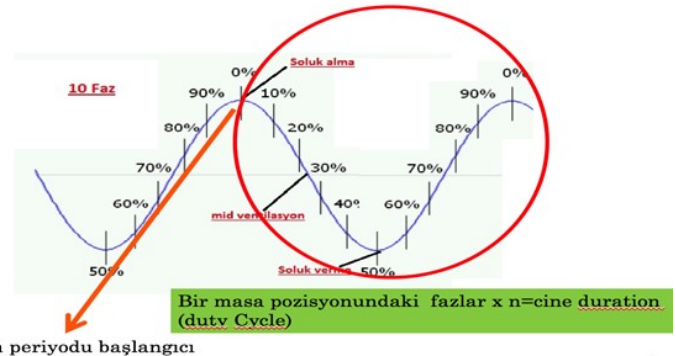
1. Görüntülerde oluşan artefaktları azaltmak
2. Tedavi sırasında risk altındaki organları daha iyi korumak
3. Nefes hareketini takip ederek tedavi stratejisi belirlemek
4. Tedavi alanı marjlarını küçültmek
5. Daha yaklaşık doz hesabı yapmak/dozun aynı yerde toplanmasını sağlamak
6. 4DIMRT/VMAT tedavileri yapabilmek
7. Yada hepsi olarak sıralanabilir.

4DBT Çekiminin Gerçekleştirilmesi:

Öncelikle 4DBT çekilecek hasta uygun immobilizasyon aletleri ile sabitlenmelidir. Burada vakum yatak, T board yada wing board kullanılması hastanın hareket etmesini engellediği gibi rahat olmasına da olanak tanıyacaktır. Hasta BT masasında yatarken infrared kamera sistemi hasta üzerine yerleştirilen işaretli blok üzerindeki yansıtıcılar yardımı ile hasta solunum periyodunu modellemektedir. (Resim 1). Elde edilen değer BT'de "Cine mode ve Cine duration" kısımlarına girilerek hastanın nefes alışına göre ve taranacak bölgeye göre CT tarama hızını ve masa pozisyonlarını otomatik olarak belirlemektedir. (Resim 2). Bu değerler girilip hastanın nefesinin uygun olduğu görüldükten sonra çekime başlanabilir.



Resim 1. Hasta solunumunun modellenmesi.



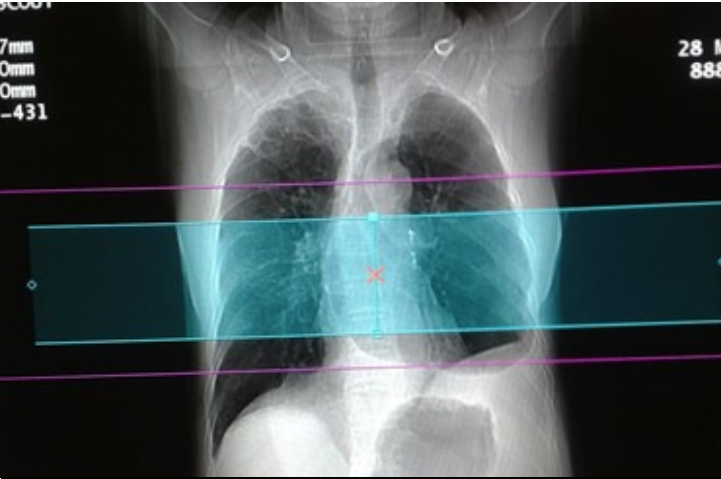
Solunum periyodu başlangıcı

Resim 2. "Cine time" ve "cine duration" arasındaki ilişki

Burada izlenecek strateji bölüm tercihlerine bağlı olup;

Önce serbest solunumda normal BT görüntü alınıp arkasından sadece tümörün olduğu bölgeye yönelik daha kısa bir bölgede 4DBT çekimi yapılabilir.

Bu sayede hastanın sadece tümörünün olduğu bölgeye yönelik bir 4DBT çekilmiş olur ve hastanın çekimden alacağı



Resim 3. Sadece tümöre yönelik 4DCT çekimi. Bu durumda 4DBT çekimi daha kısa sürecek ve hasta 4DBT'den az doz alacak.

doz düşük olur. (Resim 3).

İkinci seçenek ise önce normal BT görüntüsü alınıp arkasından tüm akciğere (veya ilgilenilen organ hangisi ise) 4DBT çekilmesidir. Bu durumda hastanın tüm akciğeri taranmış olacaktır. Bunun sonucunda hasta daha fazla doza maruz kalacağı gibi bu süre zarfında hastanın solunum periyodu değişebilir ve 4DBT de artefakt oluşma riski artar (4DBT'de "gap" veya bulanıklık meydana gelebilir). Bu ise istenmeyen bir durum olup, 4DBT'nin tekrar edilmesini gerektiren du-

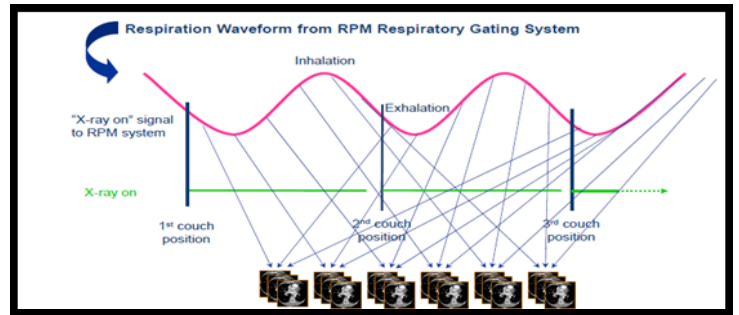


Resim 4. Tüm akciğere yönelik 4DCT çekimi. Bu seçenekte hasta 4DBT'den hedefe daha fazla doz alacak.

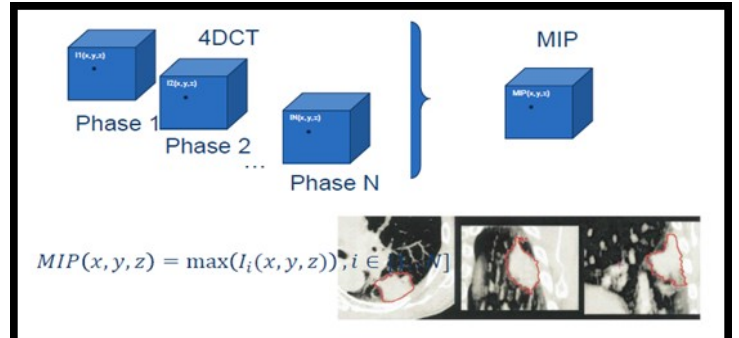
rumlar söz konusu olabilir. (Resim 4).

Resim 5a. ve 5b. 4DBT çalışma ve oluşturulma prensibi göstermektedir. Infrared kamera tarafından örneklenen hasta solunumuna göre sisteme girilen değerlerden sonra BT hızı

ve masa pozisyonları otomatik olarak sistem tarafından oluşturulur. Çekim başlatılınca her bir masa pozisyonundaki görüntüler BT tarafından otomatik olarak alınır. Çekim sırasında hasta solunumunun değişmemesi elde edilecek görüntü kalitesini doğrudan olumlu yönde etkileyecektir. Çekilen görüntüler bir ara yüz yardımı ile işlenerek, her bir masa pozisyonunda aynı solunum periyoduna denk gelen görüntüler birleştirilerek değişik fazlar oluşturulur. Son olarak oluşturulan bu fazlardan tümörün ortalama, minimum ve maksimum bulunacağı pozisyonlarını veren görüntü setleri oluşturulur. Bu görüntü demetleri CTave, CTMin ve CTMip olarak adlandırılır. Oluşturulan bu görüntü setlerinden Mip üzerinden ICRU 62 (6) deki tanımlamalara göre ITV (Internal Target Volume) oluşturularak bu volüm plan yapılacak BT setine taşınır.



Resim 5a. 4DBT çalışma prensibi



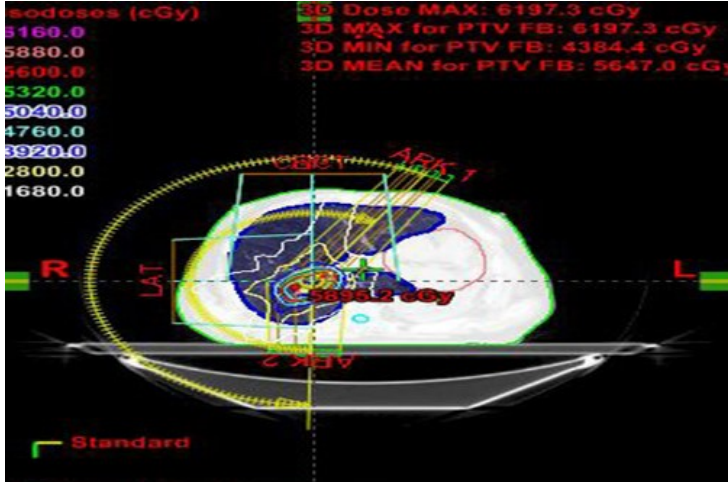
Resim 5b. 4DBT'den değişik fazlar ile CTave, CTMin ve CTMip'in oluşturulması

Yapılan bazı çalışmalar daha iyi bir IGRT (Image Guided Radiotherapy) için ikinci seçeneğin tercih edilerek planlamanın elde edilecek ortalama (CTave) BT üzerinden yapılmasını tavsiye etmektedir. (7) Yapılan bu çalışmada serbest solunumda çekilen planlama BT ve 4DBT çekilerek oluşturulan ortalama BT üzerinde yapılan planlar arasında akciğer ve hedef organ dozları açısından fazla fark olmadığını göstermektedir.

Tedavi Planlama:

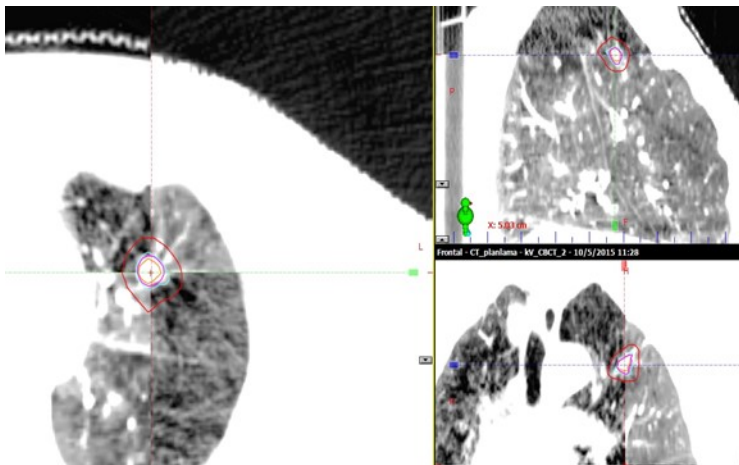
Tanımlanan doz ve tümörün lokasyonu enerji, alan ve/veya ark sayısı, ve ark açılarını belirlemek için göz önünü alınması

gereken önemli parametrelerdir. Tümör eğer merkez yerleşimli ise tam ark düşünülürken, eğer "periferde" olan bir tümör söz konusu ise bu durumda kısmi arklar tercih edilmektedir. (Resim 6).



Resim 6. Sağ tarafa yakın bir tümörün kısmi arklarla yapılmış planlaması.

Bu tür hastalar genellikle SBRT (Steriotactic Body Radiotherapy) vakalar olduğu için tanımlanan doza göre öncelikli enerji tercihi yüksek doz hızından faydalanmak için filtresiz 6X olup bazen aynı modda 10XFFF enerjisi de tercih edilmektedir. 4DBT'yi ilk kullanmaya başladığımızda planlamayı 4DBT'de çizilen hedef volümleri serbest solunum BT üzerine kopyalayıp yapmayı tercih ederken son dönemde aynı işlemi hedef volümü ortalama BT üzerine kopyalayıp yapma yöntemini seçtik. Bunun da ana nedeni tedavi öncesi çekilen CBCT



Resim 7. CBCT ile CT'ye IGRT'si. Tumor küçük olmasına rağmen her iki CT'deki görüntüler uyum içinde

(ConeBeam CT) ile ortalama BT görüntüsündeki eşlemede tümör aynı fazda görüntüleme olasılığının daha yüksek olması ve daha iyi IGRT yapma olasılığıdır.

IGRT ve Tedavi:

Hareketli organların tedavisine, özellikle akciğer, günlük CBCT ile IGRT yapılarak devam edilmektedir. Bununla birlikte derin inspiriumda nefes tutturularak planlaması yapılan hastalara aynı şartlarda CBCT çekilerek IGRT yapıldıktan sonra tedavi aşamasına geçilmektedir. Şu ana kadarki uygulamada ortalama BT üzerinden yapılan planların CBCT'lerinde tümörün aynı fazda görüntülenerek daha iyi IGRT yapıldığı gözlenmiştir. (Resim 7).

Sistemin Kalite Kontrolü:

Planlama BT tarafındaki kalite kontrolü, günlük olarak infrared kamera-izomerkez kontrolü ile sistemin fonksiyonelliği kontrol edilmektedir. Lineer hızlandırıcı kısmında ise yine sistemin fonksiyonelliğinin kontrolü yanında aylık olarak optik algılayıcının izomerkez kalibrasyonu yapılmaktadır. TG 142'nin tavsiyelerine göre uygun bir hareketli fantom ile her bölümün kendi kalite kontrol programını oluşturması olası hataların engellenmesinde belirleyici olacaktır. (8)

Sonuç:

Radyoterapide hareketli organların tedavisi her zaman üzerinde düşünülen bir konu olmuştur. Teknolojinin imkan verdiği koşullarda hali hazırdaki imkanlarla bile nasıl "daha iyi tedavi yapabilirim" diye düşünülürken teknolojinin ilerlemesi yeni tekniklerin kullanılmasına olanak sağlamıştır. 4DBT ile yapılan çekimlerde hareketli organların takibi daha kolay olup bu harekete verilecek marjlar 4DBT'siz çekimlere göre daha az olmaktadır. Bu sayede daha yüksek dozlara çıkıp daha iyi tümör kontrolü sağlanırken, çevredeki risk altındaki organlarda daha iyi korunarak daha düşük normal doku komplikasyonu elde edilmeye çalışılmıştır. Buna diğer bir örnekte sol meme kanserli hastalarda derin inspiriumda nefes tutturma tekniği ile kalp ve meme arasındaki mesafeyi açarak LAD'nin (Left Anterior Descending) daha düşük doz almasının sağlanmasıdır.

Burada göz önünde bulundurulması gereken böyle sistemlerin kalite kontrolünün uygun kalite kontrol cihazları ve yöntemler ile dikkatli ve düzenli yapılmasıdır. Aksi takdirde geri dönüşü imkansız sonuçlar doğmasına neden olunabilir.

KAYNAKLAR:

Image-Guided and Adaptive RADIATION THERAPY Robert Timmerman, Lei Xing, Wolters Kluwer, Lippincott Williams&Wilkins.

Keall PJ, Mageras GS, Balter JM, et al. **The management of respiratory motion in radiation oncology: Report of AAPM Task Group 76.** Med Phys 2006;33:3874–3900.

Precise and real-time measurement of 3D tumor motion in lung due to breathing and heartbeat, measured during radiotherapy. Yvette Seppenwoolde, M.Sc.□, Hiroki Shirato, M.D., Ph.D., †, Kei Kitamura, M.D., Ph.D.†, Shinichi Shimizu, M.D., Ph.D.†, Marcel van Herk, Ph.D.□, Joos V. Lebesque, M.D., Ph.D.□, Kazuo Miyasaka, M.D., Ph.D.† International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*Physics Volume 53, Issue 4, 15 July 2002, Pages 822–834

4DCT radiotherapy for NSCLC: a review of planning methods. A. Hutchinson, P. Bridge Journal of Radiotherapy in Practice. 2014

Respiratory regularity gated 4D CT acquisition: concepts and proof of principle. P.J. Keall, S.S. Vedam, R.George and J.F. Williamson. Australian Physical & Engineering Sciences in Medicine Volume 30 Number 3, 2007.

ICRU (1999). International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). ICRU Report 62 (International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda, MD.

Dosimetric comparison of treatment plans based on free breathing, maximum, and average intensity projection CTs for lung cancer SBRTYuan Tian, Zhiheng Wang, Hong Ge, Tian Zhang, Jing Cai, Christopher Kelsey, David Yoo, and Fang-Fang Yin Med. Phys. 39 (5), May 2012

Eric E. Klein, Joseph Hanley, et al. **Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators.** Med. Phys. 36 (9), September 2009.



Basri GÜNHAN: 1966 Yılında Malatya'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Malatya'da tamamladıktan sonra 1989 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği bölümünden lisans diplomasını aldı. 1991 yılında İngiltere'de The University of West London'da (Brunel University) MSc. in Medical Radiation Physics programına devam etti. 1997 yılında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Medikal Fizik Uzmanı olarak çalışmaya başladı. İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü Tıbbi Radyofizik Bölümünde 2000 yılında yüksek lisansını ve 2010 yılında aynı bölümde doktora (Ph.D) tamamladı. Çalışma hayatına 2007 yılında İtalyan hastanesinde devam etti ve 2010 yılında halen görev yapmakta olduğu Neolife Tıp Merkezinde çalışmaya başladı.

BİR FİZİK MÜHENDİSİ GÖZÜYLE YURTDIŞI EĞİTİMİ



zellikle medikal alanda araştırma ve geliştirme insan sağlığının kalitesini ve yaşam beklentisini artırabilmeyi hedeflemektedir.

Araştırma ve geliştirme planlı ve sistematik bir şekilde bilimsel yöntemler uygulayarak yeni bilgiler keşfetme metodudur. Araştırma ve geliştirme süreci; temel araştırma, teknoloji araştırması, ön geliştirme, yayınlama, ürün ve süreç geliştirme basamaklarından oluşturmaktadır.

Temel araştırma: Temel araştırmanın amacı bilinen bilgileri kullanarak yeni bilgiler ve deneyimler elde etmek ve bilgi tabanını genişletmektir. Bu temel araştırmalar genel olarak üniversiteler ve araştırma merkezlerinde gerçekleşir. Avrupa'da bunun için özel organize edilmiş federasyonlar ve merkezler vardır; "Max-Planck", "Fraunhofer", "Leibniz ve Helmholtz" federasyonları bu kuruluşlara örnek olarak verilebilir. Bunlar tamamen bilimsel hedeflere yönelik çalışan federasyonlardır. Bu kuruluşlar devlet veya özel kurumlar tarafından desteklenmektedir.

Teknoloji araştırması: Teoriye baz alan ve teknolojik gelişmeyi hedefleyen temel araştırmalarda elde edilen bilgileri pratik ve modelsel uygulamalar sayesinde daha da geliştirmek ve bu şekilde yeni bilgiler edinmektir. Teknolojik gelişmelerin ilk uygulamalarının şekillendiği bu aşamada konu ile ilgili tüm bilimsel veriler ve teknik/teorik tüm detaylar irdelenmektedir.

Ön geliştirme: Yeni üretilmiş olan teori ve teknolojilerin uygulanabilirliğini denetlemek ve bu şekilde (tekniksel) riskleri elimine etmektir.

Yayınlama: Bulunan her fikir, teori ve metod uzun süre çeşitli deneme ve denetlenmelerden geçtikten sonra yayınlama potansiyeline kavuşur. Uluslararası kabul gören bilimsel dergi ve toplantılarda tüm bu çalışmalarda elde edilen veriler ve bu veriler ile edilen sonuçlar sözlü veya yazılı olarak sunulur tüm bilim dünyasına duyurulur.

Ürün ve süreç geliştirme: Teknik birikim gereken bir araştırmada son aşama şimdiye kadar bulunan bilgi, beceri ve süreçlerin, teknolojik prototiplerinin lansmanını yapmaktır.

Akademik Araştırma Deneyimim

Almanyada bulunan "Westphalian University of Applied Sciences Gelsenkirchen, Recklinghausen Bocholt" da okumuş olduğum fizik mühendislik bölümünün ilk senelerinde, Fizik Profesörü Dr. Waldemar Zylka'nın yönettiği kanser araştırma grubunun bir üyesi olma şansını elde ettim. Bu ekip

ile hastaya özel bireysel, yani her kanser hücresine, şekline büyüklüğüne ve bulunduğu biyolojik ortama göre, doktorların kullanabileceği bir radyoonkolojik tedavi uygulama programı üretilmektedir. Grup içinde bana düşen görev, kanser hücrelerinin zamana bağımlı olarak ne şekilde kendilerini onardıklarını matematiksel olarak anlatan bir model oluşturmaktı. Hem heyecan verici hem de bir o kadar yorucu olan uzun geceler sonrası üzerinde çalıştığımız model hazırlandı ve bir çok uygulama ve deney sonrasında değerlendirildikten sonra "*Protraction Effects in a stochastic Cell-Cycle Tumor Model exposed to fractionated Radiotherapy*" ve "*Biological effectiveness in hypofractionation: Modelling tumor survival probability for large doses with a stochastic cell-cycle model*" isimli makaleler Almanya'da her sene düzenlenen biomedikal teknik (Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik) kongresine sunuldu ve başarılı olarak kabul edildi.

Bu alanda kendimi geliştirmek ve eğitmek için, medikal teknik araştırma alanında ve özellikle kanser araştırmada daha yoğun çalışan Ruprecht-Karls Heidelberg Üniversitesi hastanesinde biomedikal mühendislik ve medikal fizik master programına başladım. Bu master programı uluslararası katılımcılar için de organize edilmiş, genel dili İngilizce olan bir araştırma programıdır. Bu program öğrencilere bilimsel ve ekonomik imkânlar sağlayarak geniş çapta araştırma fırsatı sunmakta bilimsel altyapısı güçlü profesyonel ekibi ile akademik destek sağlamaktadır. Okul bünyesinde özellikle medikal görüntüleme cihazlarının geliştirilmesi ve bunların diagnostik ve tedavi alanında kullanımı için uzman araştırma ekipleri bulunmaktadır. Diğer büyük araştırma ekibi ise radyoterapi alanında çalışmaktadır. Radyoterapi ile ilgili araştırmalar değişik departmanlarda uygulanmaktadır. Bu departmanlarda biyolojik, teknik ve fizik alt dallarında teorik ve pratik çalışmalar yapılmaktadır. Bu dalların hepsi birbirine bağlı bir şekilde multidisipliner bir yaklaşım çerçevesinde araştırma ve çalışmalarını gerçekleştirmektedirler.

Bu üniversitede intraoperatif radyoterapi (IORT) araştırması yapan gruba dahil oldum. Özellikle Carl Zeiss® Meditec AG ile beraber ürettikleri INTRABEAM® cihazının araştırma-geliştirme ve kullanım alanının genişletilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. INTRABEAM® bir intraoperatif radyoterapi sistemidir. Genel kullanım amacı cerrahi eksizyon sonrası geriye kalan makroskopik rezidual tümör hücrelerin düşük enerjili X ışınıyla tedavi etmektir. Değişik geometrilerdeki aplikatörler sayesinde cerrahide çıkarılan tümör yataklarına radyasyon dozu verilmektedir. Master tezimi INTRABEAM® sistemi için üretilmiş yeni düz ve yüzey aplikatörlerin insan

vücudundaki fiziksel doz dağılımını araştırmak ve aradaki sapma değerlerini bir transfer fonksiyon halinde maddeleştirmek üzerine yaptım. Bu araştırmalar, *Gammex® solid state panneler* ile ürettiğimiz bir fantomu kullanarak film dozimetri ve su fantomu içerisinde iyon odası ölçümleri ile gerçekleştirildi. Mutlak film dozimetriyi hedeflediğimiz için öncelikle kullanmış olduğumuz GafChromic EBT® filmlerin enerji bağımlılığını araştırıp elimine ettik. Daha sonra düşük enerji ile kullanımı için özel bir metot geliştirdik.

Böyle bir projenin başarılı olabilmesi için oldukça büyük destek ve sistematik çalışma gerekmektedir. Bu çalışmayı gerçekleştirebilmek için firmadan birer set düz ve yüzey aplikatör ve gereken dozimetri aletleri temin edildi. Bunun dışında Heidelberg Üniversitesi Hastanesi bu çalışmanın gerçekleşmesi için fantom ve radyasyon geçirmez odalarını sınırsız bir şekilde kullanılmasına izin verdiler. Bunun haricinde her hafta bir kez bu projeyi yöneten profesörler ve doktorlar ile çalışmaların son durumu üzerinden geçip devamı için yeni planlar geliştirildi. Proje tamamlandığında her yıl düzenlenen INTRABEAM® kullanıcı toplantısında (9th ZEISS INTRABEAM User Meeting (2015)) **“Trasfer functions of flat and surface applicators”** adlı sunum ve Almanya medikal fizik kongesinde (Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik DGMP (2015)) **“A Special Technique for GafChromic EBT3® film dose calibration for low energy X-rays”** adlı proje sözlü olarak sunuldu.

Radyoterapi merkezlerinde birçok araştırma-geliştirme projeleri devam etmektedir. Fiziksel, biyolojik ve bilgisayar destekli konular üzerinde yürüyen çalışmalar ağırlıktadır. Heidelberg Üniversitesi Hastanesinde medikal fizik, radyoterapi, translasyonel radyoterapi, moleküler radyoterapi, radyasyon korunma, bilgisayar deneysel radyoterapi ve nükleer tıp departmanı multidisipliner bir şekilde çalışmaktadır. Aşağıda bazı proje örneklerini bulabilirsiniz.

Nükleer Tıp Projeleri

- Görüntüleme sistemlerinden ve radyobiyolojik deneylerden elde edilen sonuçları kullanarak radyoterapinin iyileştirilmesi.
- Bilgi tabanlı radyoterapi tedavi planlaması.
- Küçük hayvanlarda görüntü rehberliğinde radyoterapinin geliştirilmesi
- Güncel fizyolojik tabanlı farmakokinetik (FTFK) modellerin gelişimi - uygulanması ve labaratuardan hasta yatağına geçişi.
- Terapötik amaçlı elde edilen önemli bilgilere odaklanarak güncel analiz yöntemlerinin geliştirilmesi

- İkincil kanser riski

Deneysel Bilgisayar Bilim Projeleri

- Canlı bilimlerine uygulanabilen hesaplamalı fiziğe odaklanan araştırmalar
- Araştırma alanları: Görüntü yapılandırılması, restorasyonu ve analizi için ters problemler, enstrümantasyon yanı sıra simülasyon ve modelleme.

Bilgisayar Destekli Klinik Çalışmalar

- Radyoterapi planlaması ve akciğer görüntülemesi
- BOLD ve Fonksiyonel MRI (fMRI)
- Sodyum ve X-Nuclei MRI
- Perfüzyon ve Difüzyon MRI
- MRI ve Akış
- 9.4 Tesla MRI

Diğer üniversite hastanelerinde, radyoterapi cihazlarını üreten firmalar ve medikal araştırma-geliştirme yapan özel şirketler ile birlikte çalışılmaktadır. Böyle bir çalışma gerçekleştirebilmek için M²OLIE adında bir kampüs oluşturulmuştur. Bu kampüs hakkında aşağıdaki siteden detaylı bilgiler edinebilirsiniz: <http://www.m2olie.de/eng/metas/home>

Avrupa ülkelerinde önemli projeler uzun solukludur ve iyi bir organizasyon şeması dahilinde yapılmaktadır. Bu tip projeler için gerekli maddi ve bilimsel altyapılar önceden hazırlanmakta ve çalışma önceden belirlenen periyotlarda denetlenmektedir. Proje üyeleri önceden görevlerini çok iyi anlamakta ve proje de belirtilen zaman periyotlarında çalışma hakkında bilgi paylaşımı yapılmaktadır.

“Öğretim sanatı, ancak yeni sorular keşfettirmeye yardımcı olduğunda sanattır.” (Anonim)



Zehra KALKAN: 1990 yılında Almanya'da Herten şehrinde doğdu. 2013 yılında Fizik Mühendisliği bölümünü University of Applied Sciences Gelsenkirchen Almanya'da "Bachelor of Science" Diplomasıyla bitirdi. 2015 yılında Heidelberg Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Biomedikal Mühendislik ve Medikal Fizik Bölümü'nde Master yaptı

KULLANICI TECRÜBESİ:

*.LOG DOSYALARI VE QA UYGULAMALARINDA KULLANIMI

Log dosyaları kontrol bilgisayarları tarafından işletim esnasında kontrol noktalarından gelen bilgilerin kaydedilerek saklandığı dosyalardır. Veriler alfa numerik ya da nümerik olarak saklanabilirler. Log dosyalarındaki işlem bilgilerini kullanarak analizler yapmak farklı alanlarda yer bulmuş bir anlayıştır. İçerdiği bu bilgi madeni ile kurum içi araştırma ve analiz yapma imkânını sunar. Kurum kendi imkânlarıyla temel ihtiyaçlarını karşılayacak hesaplamaları gerçekleştirebilir. Bu özelliği ile radyografik film dozimetresine benzetmek mümkündür, her iki sistemde de az maddi külfeti olan donanım ve yazılımlar kullanılarak, kliniğin ihtiyaçları doğrultusunda bir takım araştırma ve geliştirmeler yapmak mümkündür.

Geçmişte araştırmalarına kurum içi düzeyinde başlayan birçok grup günümüzde log dosyaları kullanarak geliştirdikleri kalite kontrol sistemlerini ticari olarak pazara sunmuşlardır. Pazar yarışında programlarını daha ilgi çekici hale getirmek için farklı öğeleri de ekleyerek son kullanıcının karşısına daha cezbedici çıkmaya çalışmaktadırlar. İlgili yazıda ticari platformda yer alan yazılımlardan ziyade bu yazılımların çıkışına neden olan öğeler ve ücretsiz açık kaynak kodları ve özelliklerine değeriendirilecektir.

Yayınları incelediğimiz zaman, doğrusal hızlandırıcı cihazlara ait log dosyaları ile yapılmış kalite kontrol çalışmalarını görmek mümkün. Gerek Varian, Elekta gerekse Tomoterapi marka doğrusal hızlandırıcıların log dosyalarını kullanarak hazırlanmış yazılımlar, çeşitli dergilerde yayınlanmıştır. Yayınlarından ya da doğrusal hızlandırıcı firmaların ilgili internet sitelerinden, kullanım kılavuzu ve benzeri dokümanlarından faydalanarak log dosyalarının kayıt düzeni öğrenilebilir. Bu noktadan sonra yapılması gereken düzeni bilinen kaydı sayısal dizine çevirmek. Sayısal dizine dönüştürülmüş veriler üzerinde istediğiniz araştırmaları yapmanız mümkün.

Özelliklerinden bahsedeceğim açık kaynak kodlu yazılım Varian C-linac serisi doğrusal hızlandırıcıların log dosyalarını kullanarak hesaplamalar yaptığı için örnekler çerçevede dönecek. Clinac konsolunda dynalog dosyasını kaydettikten sonra kullanıcı bu dosyaları herhangi bir editör programında açabilir. Editör programı denince bir arayışa ihtiyacımız yok herhangi bir editör programı demek notpad demektir. Bu noktadan sonra isterseniz bir programlama dili kullanarak, isterseniz excel ile çalışmak istediğiniz verileri çağırıp hesaplamalar yapabilirsiniz.

Varian kullanıcıları için açtığı www.myvarian.com adresinde log dosyaları ile ilgili dokümanları sunmaktadır. Diğer doğrusal hızlandırıcı üreticileri de benzer dokümanları yayınlamaktadırlar. Ayrıca, mevcut yayınlara bakarak dosya kayıt formatına ulaşmak mümkün.

Yazımızda bahsedeceğimiz log dosyası Clinac Serisi doğrusal

hızlandırıcılara ait log dosyasıdır. Clinac serisi cihazlar her 50 ms' de bir sisteme veri yollar, her ana ait veri bir satırda saklanır. Sonuç olarak her satır 50 ms aralıkla cihazdan gelen verileri içerir. Detaylarını ilgili internet sitelerinde rahatça bulabileceğiniz Dynalog dosyalarının içindeki bilgilerin bir kısmı aşağıda verildiği düzende saklanır.

Örnek Dosya Düzeni:

Kolon 1: Doz oranı (0-25000)

Kolon 2: DVA segment,

Kolon 3: Işınlama kapalı işareti,

Kolon 4: Işın açık işareti,

....

Kolon 15: 1. Lifin planlanan pozisyonu,

Kolon 16: 1. Lifin gerçek pozisyonu

....

Lif pozisyonları ile ilgili döngü

....

Söz konusu bu verileri kullanarak yapılabilecek bazı hesaplamalar:

Anlık Lif Pozisyon Doğruluğu: Aynı satırdaki planlanan ve gerçek lif pozisyonu arasında ki fark o an için lif hatasını verir. Eşitlik 1'de ifade edilen bu fark, i satırındaki lif pozisyon bilgisini taşıyan j (misal 15. kolon) kolonu ile bir sonraki kolon arasındaki farktır.

$$PH_{i,j} = x_{i,j} - x_{i,j+1}$$

denklem1

PH_{ij}: "i" anında "j" lifine ait pozisyon hatası

i: Satır numarası [1, (i-1)*50 ms ye ait bilgiler

j: life ait veri kolonu

Lif Hızı: Farklı iki lif pozisyonu bilgisi içeren satırda değerler arasındaki fark lifin kat ettiği mesafe, satır sayıları arasındaki fark 'n' geçen süreyi verir. Bu sayede eşitlik 2'yi kullanarak lif hızını hesaplanabilir.

$$OH_j = (x_{i+n,j} - x_{i,j}) / (n \times 0.05)$$

denklem2

Lif Hızı Hatası: Planlamadan gelen hız ile ölçülen hız bilgisini kullanarak yüzde hata hesaplamak mümkündür. Eşitlik 3'ü

excel ya da programınız da kullanarak ilgili hatayı hesaplayabiliriz.

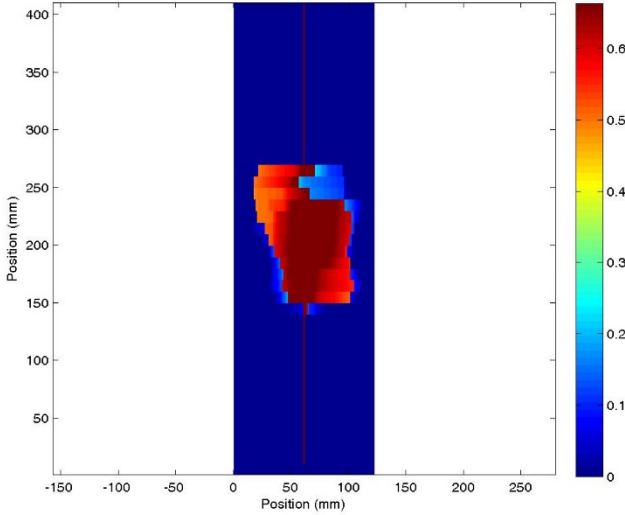
$$H_j = \left(1 - \left| \frac{(x_{i+n,j} - x_{i,j})}{(x_{i+n,j+1} - x_{i,j+1})} \right| \right) \times 100$$

denklem3

Bu yaklaşımı kullanarak geliştirilmiş bazı yazılımların ücretsiz indirilebildiğini belirtmiştik. Bunlardan biri de sayısal hesaplamalar için geliştirilmiş üst seviye geliştirme ortamı olan Matlab ve Octave' da yazılmış "dynalog file analyse" programı. Programa "http://www.mike-hughes.org/dynalog-file-analysis-for-matlaboctave/" adresinden ulaşılabilir. Birkaç küçük dokunuşla kodların her iki geliştirme ortamında da çalıştırmak mümkündür. Program size çok eğlenceli grafikler sunmakta ve gerçek manasıyla detaylı analizler yapmanıza imkan sağlamaktadır. Açık kaynak kodlu olması sayesinde programın alt programcıklarındaki kodları başka programlarınızda kullanmanız da mümkündür. Şekil 1'de ilgili programdan elde edilmiş bir grafik görülmektedir. Grafik planlana ait olan akı grafiği, aynı şekilde liflerle verilmiş akı grafiğini de hesaplamak mümkündür. Program bu iki akı grafiğini kullanarak gamma analizi de yapabiliyor. Programın yetenekleri sadece bunlarla sınırlı olmamakla birlikte bunlar en üst düzey yetenekleridir.



Mehmet Ertuğrul ERTÜRK: 1980 Artvin doğumludur. 1998 yılında Ankara Gazi Anadolu Lisesinden 2004 yılında Hacettepe Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Hacettepe Üniversitesi Kansere Enstitüsü Radyoterapi Fiziği Bilim Uzmanlığı Yüksek Lisans Programından 2008 yılında mezun oldu. Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümünde doktora programına devam etmektedir. Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkoloji Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmıştır. 2011'den günümüze MNT Sağlık Hizmetleri AŞ.'de Medikal Fizik Uzmanı olarak çalışmaktadır



Şekil 1. Dynalog File Analyse yazılımı ile oluşturulmuş bir akı görseli

Sadece planlanan ve ışınlanan akı arasındaki farkı tespit için bazı özel detektörlerin geliştirildiğini düşünürsek, log dosyaları üzerinde çalışmak üstünde emek harcamaya değer önemli bir tasarruf aracı olabilir ya da güçlü bir yardımcı kalite kontrol yaklaşımı sunabilir. Log ve benzeri dosyalar üzerinde çalışmak planlamadan doğrusal hızlandırıcıya ışın tedavisi sürecinin daha detaylı kavranılmasını sağlayacağı aşikârdır.

SERBEST KÜRSÜ: KAYA TIRMANIŞI

Aöro bilimci veya evrimsel biyolog değilim naçizane okuduklarım, aklımda kalanlar, kendi deneyimlerimin karmasıdır. Arada bazı bölümlerin size de tanıdık geleceğine eminim.

Beynimizde üç ana bölüm vardır: Beyin sapı, Limbik sistem ve Korteks. Bunları üç kardeşe benzetirsek "Korti" en küçük olanıdır. En fırlama, en ince işleri yapan, en becerikli ve bizim normalde cümle içinde "Beynim" diye atıfta bulunduğumuz kısımdır. Abisi "Limbik" ise duygu durumların kontrolünü elinde tutar. Ve abi konuşuyorsa küçük kardeş genellikle susar ve dinler. Örnek: "Kalp cerrahı babam çok sakin ve mantıklı bir adamdır aslında ama trafikte sinirlenirse çeker el frenini haydarı alıp kavgaya dalar. Hayret!" Beynimizin bölümleri kafatasında ayrı ayrı yaşarlar ancak aynı gözlerden bilgi alır aynı kas sistemine komut verirler. Ve daha baskın bir sistem ipleri eline alabilir. Duygular işin içine girdiğinde mantıklı davranmayı bıraktığımız zamanlar çoğuluktadır.

Görme alanımızdan bahsedelim mesela. Bir kurşun kalemin üstündeki bir harfe odaklandığınızda hemen yanındaki harflerin bile bulanık olduğunu farkedersiniz. Aynı anda net olarak görebildiğimiz alan çok dardır ve ancak hızlı göz hareketleri sayesinde etrafımızı algılarız. Ama hiç odaklanmasanız da 120 derece açı içinde suratınıza atılmış bir tenis topunu farkediyorsunuz. Farketmek bir yana bir de kolunuzla yüzünüzü koruyor ve topu engelliyorsunuz. Bir dakika ya? Bu nasıl oldu? Benim beynim (Korti) piyano çalmakla meşguldu. Topun geldiğini hiç görmedim bile. İşte o Beyin sapı. Görüş alanını tarayan ve sürekli olarak tehditleri inceleyen, diğerlerini koruyan en büyük kardeş. Çok konuşmaz ancak konuştuğunda diğerleri bırakın susmayı odadan kaçarlar. Yüzünü korumak için eline koluna hükmeden odur.

Şimdi bu kadar lafı neden döktük. Yeri geldiğinde duygularımıza yenilmeyip mantıklı davranmaya çalışırız. Çok sinirlense de kötü sonuçları engellemek için mantıklı düşünmeye devam eden insanlara da saygı duyarız. Ne kadar da soğukkanlı! Ve bir kere bunu başarırsanız hoşunuza gider. Güçlü hissedersiniz. Bir basketbolcu mesela. Mantiğiyla eğittiği vücudu maç esnasında önceden bin kere tekrarladığı taktikleri uygulayabilir. Ama maç çok önemli kazanmak istiyor veya kız arkadaşı seyrediyor rezil olmamalı (endişe). Hakem haksızlık yaptı iki dakika önce, karşı takımdan birisi sürekli omuz atıyor (öfke). Duygulara hükmeden büyük kardeş, sistemi "override" etmek istiyor (çok tanıdık bir terim oldu değil mi). Sporcu bu şartlar altında yoluna devam etmeye çabalar ve abisini ikna eder. Abi bi dur! Halletcem ben. Söz maçıdan sonra beraber döveriz. Ve sporcu en önemli maçı kazanmıştır artık. Kendi içindeki maçı.

Ha! Eğer en büyük abiyle tanışmak isterseniz uçaktan atlayın. Odaya adımını attı mı duman eder ortalığı. Hiç bir şey düşünmezsin, karnına ağırlar girer. Bir damla adrenalin verir damardan süper insan olursun. Çocuğu ezilmesin diye araba kaldıran anne var bu dünyada. Yalnız büyük kardeş sert mizaçlı olduğu kadar da kalın kafalıdır. Oyle "Abi valla ne yaptığımı biliyorum. Eğitimini aldım ben bunun. Bu paraşütler çok sağlam" falan dinlemez, bağırır. O yüzden ilk seferinde yalvarsan da atarlar adamı uçaktan. Kendin beceremezsin. İlk seferinde ölmemiş olduğun kozunu kullanarak ikinciye ikna edebilirsin o da belki. Ama genellikle şunu duyarsın: Çok güzeldi ama bir daha fırsat olmadı, valla para

ayıraram, hem çocuk var artık... Dikkat et bak ilk iki kelimeyi korti söyledi, cümlelerin sonrasını en büyük abi tamamladı. Bu duygunun üstüne gidenler var ya işte, helikopterden wingsuitle atlayıp kayadaki delikten geçenler. İşte onlara adrenalin bağımlısı deniyor. Zannetme ki korkmuyorlar. Abi odada. Ona söz geçirmeyi ve vücudunun kontrolünü ona bırakmama-ya çalışıyorlar sadece. İşte o maçı kazandığında hissettiğin güç muntazam bir şey. Jim Carey, Morgan Freeman dan görevi devralınca sokakta bir yürüyüşü vardı ya. "I've got the power". Tam o an işte. Kontrolün verdiği güç. Ve tabii ki en ufak bi hatada ölüyorlar. Keşke abimi dinleseydim oluyodur heralde. O son taklayı atmasaydım iyidi. Zaten abinin amacı oydu fırlama "Seni hayatta tutmak." Biraz büyük sözü dinleseydin. Neyse..

Tabii hayatınızı tehlikeye atmadan da beyninizin içindeki mücadeleye dahil olmanız mümkün. Kaya tırmanın. Şehrin içinde bir sürü yapay tırmanış duvarı var. Yerden üç metre yüksel sadece hemen oyuna dahil olursun. Şimdi korteksle konuşuyorum. Tırmandığın plakalar tuttuğun renkli tutamaklar bir ton yüke dayanıklı. Sana giydirdikleri kemer ve bağlandığın ipin ise 18 KN çeker var. Emniyetini deneyimli birisi alıyor, düersen ipten kalacaksın, kaldı ki düştün yerde 50 cm minder var. Bırak orada ölmeyi istesen sakatlanamazsın. Ama git de ben üç metre yükselcem de. Ne olacak biliyor musun? Abi seslenecek burda ne işin var git evde televizyon seyret diye. Hatta bazıları su an dedi bunu di mi. Bir dakika arkadaş şurda bir şey anlatmaya çalışıyoruz. Neyse... Oraya gittiğinde aynen şöyle gelişecek olaylar. Abi mikrofona eline alacak ve çenene hükmedip benimle konuşacak: "Yüksekten korkarım ben." Ağaçta uyuduğumuz dönemlerden beri her insanın yüksekten korktuğu gerçeğini çaresizce benimle tekrar paylaşacak. Sonra diyecek ki "Ben bunu yapamam, kollarım güçsüz." Güç bela ikna edip abinin de içinde yaşadığı bedenini buraya kadar getirdin ama ortam alışık olmadığı bir ortam. Etrafta ordan oraya atlayan tipler var.

Korteksin büyük kardeşe karşı savunmasız. Abinin gerekçeleri çok haklı seni korumaya çalışıyor. Hem de vücudunu kontrol etme yetkisi var. İşte tam bu noktada benim korteksim sana destek çıkacak ve abiyi sakinleştirmene yardım etmeye çalışacak. Önce ona buranın güvenli bir yer olduğunu bizim de yaşamayı seven normal insanlar olduğumuzu falan anlatacağım. İleri seviyelerde belli riskler alınsa da eğitimde her zaman en güvenli işlerin yapıldığını, en temiz iplerin kullanıldığını söyleyip eğitim aşamasında kolay kolay kimsenin incinmediğini ekleyeceğim. Tabii abi insan sarrafı. Kelimelerimin sadece kafasını karıştırmak için olduğunu biliyor. O da arka planda mimiklerimi, vücut hareketlerimi, sesimin tonunu inceleyecek. Rahat ve akıcı konuşabiliyor muyum? Sorduğu panik kokan tuzak sorulara karşı sakinliği mi koruyabiliyor muyum? Yukardaki 18kN detayını onun için verdik mesela. 60-70 kg olduğunu varsayarsak, kabaca iki ton desem de olurdu fakat detay biliyor olmam en büyük abini güvende hissettirecektir.

Tabii benim onunla savaşmam yetmez. Sana abinle savaşılabilecek bilgi birikimi depolamalıyız. Kaya tırmanışı nasıl başlamıştır mesela. Dağcılar zorlu şartlarda dağların zirvelerine çıkarken önlerindeki kaya etaplarında zorlanmışlar. Kötü hava şartları, yeterince beslenememek ve en yakın ilk yardımın çok çok uzaklarda olmasının verdiği psikolojik baskı gibi başat meler gereken problemleri bir yana bırakıp şehre yakın yerlerde benzer kayalar bulup antrenman yapmışlar. Sonra bu araç amaca dönüşmüş ve yeni bir spor dalı çıkmış ortaya. Yani senin nerelelerde tırmanacağın: sıcak hava, bol güneş belki deniz kenarı. Güzel yemekler yiyebileceğimiz genellikle şehir kenarı doğa harikaları. İzmir'in Buca/ Kaynaklar köyünde her sene 23 nisan'da Şenlik düzenlenir ve

her bölgeden tırmanıcılar bir araya gelir. Çok eğlenceli...

(<https://www.youtube.com/watch?v=9XifVXE86qk>)

Kaya tırmanışının çok farklı tipleri var, biz nasıl tırmanıyoruz? Biz serbest tırmanış yapıyoruz. Serbestle kasıt tırmanmak için bir aletten destek almıyoruz demek. Ellerin terlemesini diye toz ayaklarına "friction" dediğimiz özel bir ayakkabı dışında gördüğün tüm malzeme emniyet ve iniş amaçlı. Evet biz sadece tırmanıyoruz, iniş salıncak gibi ipe bağlı yapıyor. Ve tam tahmin ettiğin gibi her tırmanış iki kişi yapıyor bir tırmanıcı bir emniyetçi. İkimizde de kemer var ipe birbirimize bağlıyız. Aradaki ipte boşluk yok ama tırmananı rahatsız edecek şekilde gergin de değil. Emniyetçinin işi tırmanıcı ilerledikçe ipteki boşluğu ayarlamak. Herhangi bir düşme anında ipe takılı emniyet aleti ipi sabitlediği için başlangıç aşamasında düşmekle kastedilen 10-15 cm civarı bir boşlukla ipe oturtmak aslında.

Ayrıca bilmen gerekir ki tırmanış güç değil denge işidir ve sanılan aksine kolla değil bacaklarla tırmanılır. Ve herkes iyi tırmanır. Çünkü tırmanma doğal bir reflekstir. Peşinden ayı koşarsa herkes iyi tırmanır. Basketbol örneğinden devam edeyim. Üçlük atabilmek için gereken yumuşak bilet hareketlerini sonradan öğrenirsin. Ama bebekler parmağını tutar bırakmaz. Ağaçta yaşıyorduk bir zamanlar demiştik ya. Doğar doğmaz annelerine sınıksız tutunan ve yere düşmeyen bebeklerin hayatta kalma olasılığı her zaman daha fazla olmuştur. Yetenek olayını hallettiğimize göre geriye teknik ve güç kalıyor. Güçle ilgili hiç bir şey çalışman gerekmiyor, tırmandıkça vücudun adapte olacak. Tek odak tekniği öğrenmek. Nasıl tutuşlar, nasıl basışlar. Ayrıca vücudunu bir noktadan başka bir noktaya minimum enerji harcayarak götürmeye çalışmak fizikçiler açısından lise düzeyi bir problem. Çok eğlenceli...

önce bin kere tırmanılmış yüzeyler. İp, emniyet kemeri, temel eğitim düzeyinde asla kopmaz. Ve evet becerebilirsin. Çünkü herkesin içinde doğal bir yatkınlık var. Kol kaslarıyla değil bacaklarla ve dengeyle yapılıyor bu iş.

Kaya tırmanış şenliklerinde görüşmek dileğiyle diyelim o zaman.

Saygılarımla...
emin



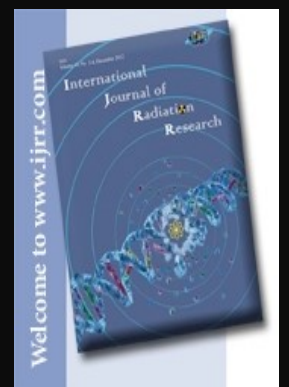
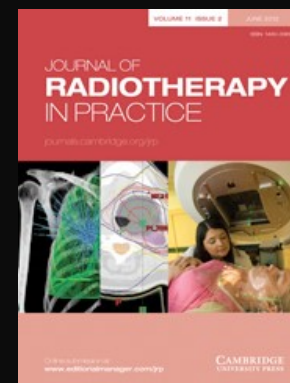
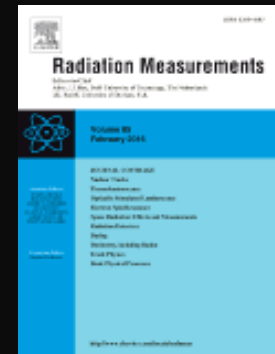
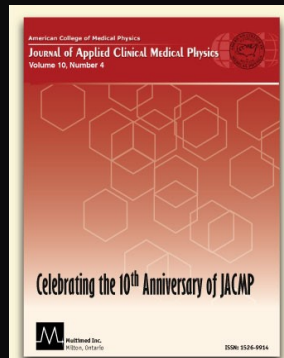
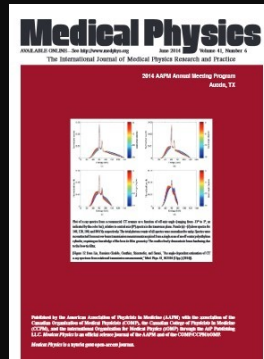
Emin TAVLAYAN: 1980 yılında İzmir'de doğdu. Ege Üniversitesi'nde Fizik Bölümü ardından Sağlık Bilimleri Ens. Tıbbi Radyofizik Yüksek lisansını tamamladı. 2006 yılından bu yana aynı üniversitede öğretim görevlisi olarak hizmet vermektedir.

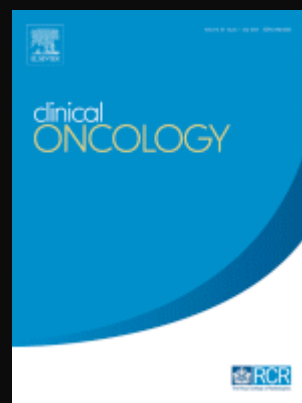
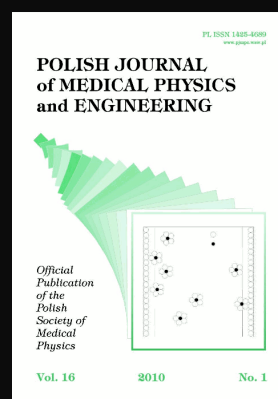
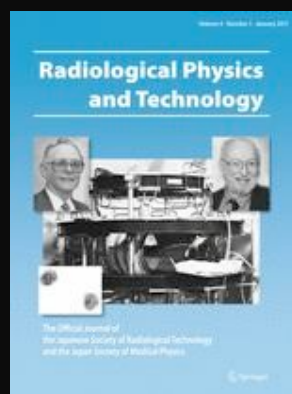
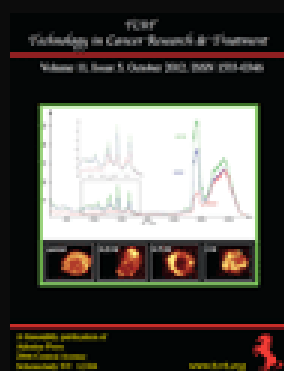


Ben nasıl başladım? 99 yılında yürüyüşe katılacaktık. Kısa olan mı, uzun olan mı? diye sordular. Olmuşken uzun olsun dedik. Kaydınız var mı dediler: Yok. Kayıtlar bitti ama bi sorayım dedi çaylak. Soner abim malzeme odasından kafasını uzatıp bizi bi süzdü ve tarih yazan cümleyi kurdu: "Al bunları, al!". O sene akciğerim patladı. Spontan. Dağcılık yalan oldu. Tırmanış kitapları falan okurken babam dalga geçiyordu: "Ne o len dağcılığı dışardan mı bitircen?". İnadına tırmandım işte. Dağa gidemedim kaya tırmandım. Sonra farkettim ki dağcılık diye gelenler yaz temel kampçılık ardından kış temel kampçılık eğitimi alıyorlar ve kaya eğitimine kalan üç kişi de "Abi biz böyle iyiyiz, Erciyes falan" kafalar patates. Kimse kaya tırmanmıyor. Ekatt, yani Ege Üniversitesi Kaya Tırmanış Topluluğu'nu kurduktan sonra işler değişti. Her dönem 30-40 öğrenci gelir kaya tırmanmayı öğrenir, isteyenler ileri eğitimlere devam eder.

Sonuç olarak: Maliyetli değil. Tüm malzeme katıldığın toplulukta mevcut. En fazla 100 TL'ye ayakkabı alırsın. Tehlikeli değil. Rotalar önceden temizlenmiş ve muhtemelen senden

IMPACT FACTOR DEĞERİNE SAHİP ULUSLARARASI DERGİLER





BİZE YAZIN

Sorularınızı Bekliyoruz!

Ayın tartışma konusu: "4DBT'yi nasıl yaparız?" Hepimizin kendi kendine sorduğu bir sorudur bu aslında. "Ben ne kadar doğru yapıyorum?" Bu ve bunun gibi soruların aynısını Basri Günhan da sordu. Yalnız bir farkla... Bu sefer, bu soruyu aynı zamanda size de sordu... Düşüncelerinizi merakla bekliyoruz.

Bu sayımızda, sadece Basri Günhan değil, AAPM TG 101 konusuyla Kansu Şengül ve Murat Okutan sorularınızı ve görüşlerinizi bekliyor...

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

medfizonline@gmail.com



YAZARIMIZ OLUN

Yazarlarımızı Bekliyoruz!

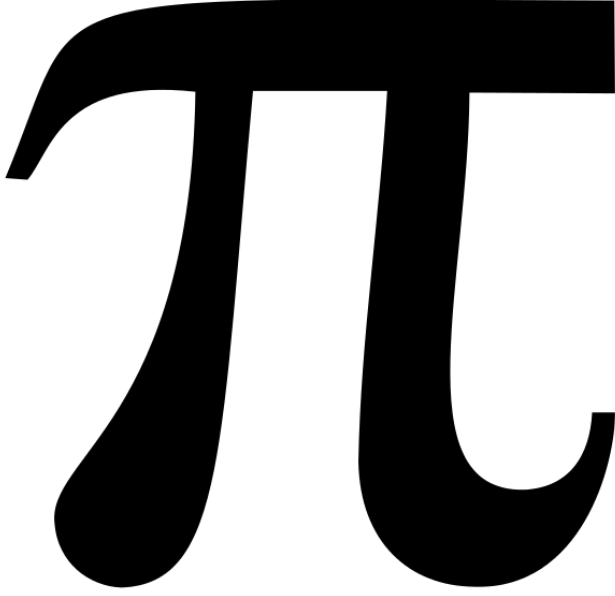
Bu dergi hepimize ait. Bu dergi okumaktan zevk alan, yazmaktan zevk alan, dinlemekten zevk alan, düşünmekten, öğrenmekten, yeni bir bilgi keşfetmekten, korkusuzca eleştirmekten, uzlaşmaktan, araştırmaktan, dostluktan ve dost olmaktan, var olmaktan ve medical fizik uzmanı olmaktan zevk alan herkese aittir.

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.

medfizonline@gmail.com





Dünya Pi Günü: 14 Mart 2016 - Dünya Pi Günü ve Dünya Pi Yuvarlama Günü gayri resmi olarak pi sayısının kutlandığı günlerdir.

3.14159...'u ifade etmek adına martın 14. günü gece saat 1:59'da kutlanan dünya pi günü aynı zamanda, Albert Einstein'in da doğum günüdür. Bu iki özel gün birlikte kutlanır.

Dünya Pi yuvarlama günü ise 22/7 'ye atfen temmuzun 22sinde kutlanmaktadır.

Pi sayısı, bir dairenin çevresinin çapına bölümü ile elde edilen matematik sabiti. İsmi, Yunanca περίμετρον (çevre) sözcüğünün ilk harfi olan π den alır. Pi sayısı, Arşimet sabiti ve Ludolph sayısı olarak da bilinir. Fabrice Bellard, 2010 yılında Chudnovsky algoritması kullanarak sayının ilk 2.699.999.990.000 basamağını bulmuştur. Arşimet, 3 tam 1/7 ile 3 tam 10/71 arasında bir sayı olarak hesapladı. Mısırlılar 3,1605, Babilliler 3.1/8, Batlamyus 3,14166 olarak kullandı. İtalyan Lazzarini 3,1415926, Fibonacci ise 3.141818 ile işlem yapıyordu.

medfizonline@gmail.com

