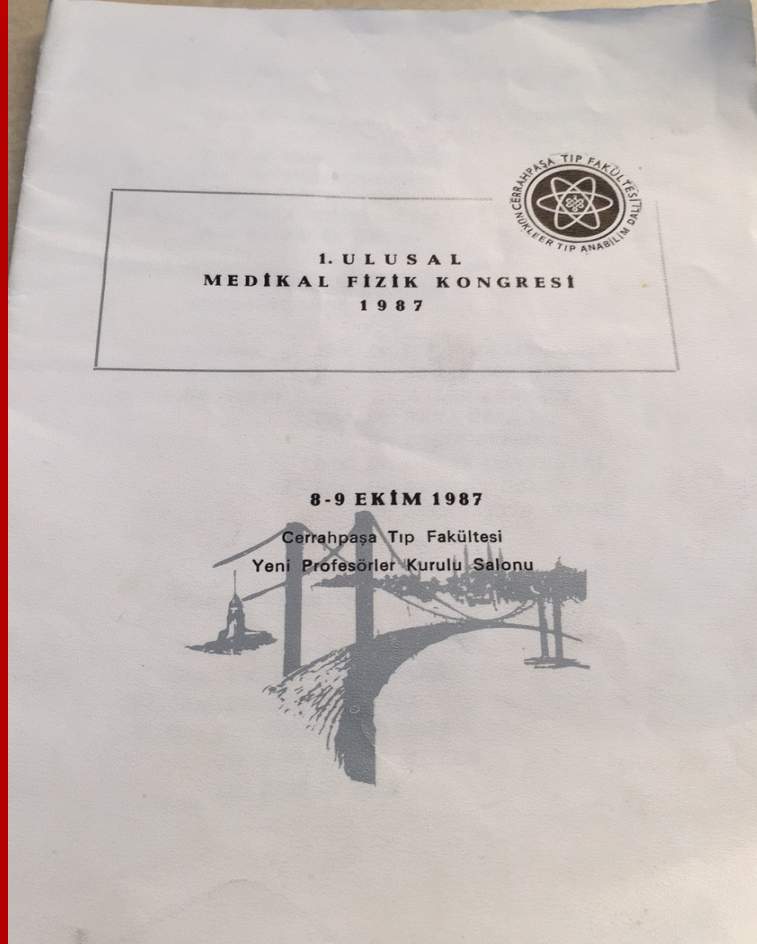


MedFiz@Online

E-DERGİ

medfizonline@gmail.com

HAZİRAN - TEMMUZ 2016 SAYI: 3



Bu Sayıdaki Popüler Konular;

- *Söyleşi: 1. Medikal Fizik Kongresi—1987*
- *Medikal Fizik Derneği Başkanımız Sayın Hatice Bilge Becerir ile Söyleşi*
- *Seyfettin Kuter En İyi Medikal Fizik Sözel Bildirisi: Özel Tasarlanmış Çok Kanallı Aplikatör ile Standart Silindir Aplikatörün Doz Dağılımlarının Film Dozimetri ile Karşılaştırılması*
- *XII. UROK'un Ardından...*
- *Ayın Tartışma Konusu: Konformalite İndeksi (CI)*
- *Ayın Raporu: Medical Physics Practice Guideline 4a*
- *Kullanıcı Tecrübesi: Adaptif Radyoterapi*
- *Ülkemizdeki Radyoterapi Merkezlerinin Durumu ve Güncel Hali*
- *Hipofiz Tümörleri*

MedFiz@Online

Dijital medikal fizik dergisi;
İki ayda bir yayınlanır.

BAŞ EDITÖR:

Haluk Orhun

EDITÖR 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:

Esil Kara
Hatice Bilge Becerir
Ayça Çağlan Ekmen
Halil Küçücük
Zafer Karagüler
Emel Hacıslamoğlu
Songül Karaçam
Aysun İnal
Sait Şirin
Öznur Şenkesen
Nami Kayaalılar
Derya Yücel
Fusun Şentürk
Mertay Güner
Sedat Koca
Doğan Yaşar

medfizonline@gmail.com

**Medikal Fizik Derneği'nin
katkılarıyla**

MedFiz@Online
DERGİSİNDE YAYINLANAN
YAZILAR YAZARIN
SORUMLULUĞUNDADIR.

İÇİNDEKİLER

MERHABA

ESTRO RESEARCH MASTERCLASS IN RADIOTHERAPY PHYSICS 2015

XII. ULUSAL RADYASYON ONKOLOJİSİ KONGRESİ'NİN ARDINDAN

AYIN RÖPORTAJI: AYÇA ÇAĞLAN EKMEN, UROK 2016 VE DÜŞÜNCELERİ

SEYFETTİN KUTER EN İYİ MEDİKAL FİZİK SÖZEL BİLDİRİ ÖDÜLÜ

AYIN BÖLÜMÜ: DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI

AYIN BÖLÜMÜ: KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ RADYASYON ONKO- LOJİSİ ANABİLİM DALI

SÖYLEŞİ: I. MEDİKAL FİZİK KONGRESİ

AYIN RAPORU: MEDICAL PHYSICS PRATICE GUIDELINE 4a

AYIN TARTIŞMA KONUSU: KONFORMALİTE İNDEKSİ

HİPOFİZ TÜMÖRLERİ

KULLANICI TECRÜBESİ: ADAPTİF RADYOTERAPİ

GÖRÜŞ—KARŞIT GÖRÜŞ:YAKIN GELECEKTE ROTASYONEL TEDAVİLER KONVANSİYONEL TEDAVİLERİN YERİNİ ALIR MI?

ÜLKEMİZDEKİ RADYOTERAPİ MERKEZLERİNİN DURUMU

SERBEST KÜRSÜ: İNSAN AKLI

IAEA/WHO YÖNTEMİYLE TLD DOZ DEĞERLENDİRMESİ

IMPACT FAKTÖR DEĞERİNE SAHİP ULUSLARARASI DERGİLER

KAPAK DETAY



YENİDEN MERHABA!

1987'den 2016'a ya zaman hızlı geçiyor. 3. Sayımızla size tekrar merhaba diyoruz. 2015 yılının sonunda başlayan MedFiz@Online dergisi şuan hepinizin katkılarıyla üçüncü sayıya ulaştı ve derginin yayın hayatına devam etmesi kararımız kararlı bir şekilde devam ediyor. Enerjimizi medikal fizik alanında görev yapan meslektaşlarımız, radyasyon onkolojisi uzmanları ve tekniker arkadaşlarımızla paylaşıyoruz. Önemli olduğunu düşündüğümüz ve her zaman tekrarladığımız bir buluşma platformu yarattığımıza inanıyoruz. Bu platforma katkı yapan tüm meslektaşlarımıza, radyasyon onkolojisi uzmanlarına ve tekniker arkadaşlarımıza teşekkür borçlu olduğumuzu ifade ediyor ve onları katkıları için kutluyoruz.

İçinde bulunduğumuz bu oluşumun giderek daha güçlü bir zemine oturması gerektiğinin bilincindeyiz. Uzun soluklu bir dergiye sahip olmanın başka bir yolu olmadığını biliyoruz.

Dergimizin, 2016 yılı boyunca önceden belirlenen yayın politikaları çerçevesinde, yayını aksatmadan devam ettirmesi ilk hedefimiz olarak karşımızda duruyor. Ancak, bu hedefe ulaşmanın yolunun sadece dergimizin iki ayda bir yayınlanması olarak algılanması görüşünde değiliz. Dergi editör yönetimi etrafında bölgesel veya hastane temelindeki sorumlu arkadaşlarımız aracılığı ile dergimizin meslektaşlarımıza ne düzeyde ulaştığı, ne düzeyde tepki aldığı, ne düzeyde takip edildiği gibi değerlendirmelere ve önerilere ihtiyacımız olduğunu düşünüyoruz. Böylece, okurlarımızın kişisel yorumlarına ve beklentilerine ulaşmış ve gelecek için sağlam veriler elde etmiş olacağız. Bu veriler 2017 yılı için bizlere oturacağımız zemin konusunda çok önemli katkılar sağlayacaktır. Bir başka ifade ile, medikal fizik alanının nabzını tutacak, gündeli takip edecek, belki de gelecek gündemin ipuçlarını önceden tanımlayabilecek bir atmosferi oluşturmak gerekiyor.

Bunu hep birlikte göreceğiz ve yaşayacağız...

Geçtiğimiz iki ay boyunca iki önemli toplantıya daha tanık olduk. Her iki kongre de ulusal ve uluslararası düzeyde radyoterapi alanının güçlü kongreleri olarak biliniyor. Bunlardan birincisi, ülkemizde iki yılda bir düzenlenen 12. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi (UROK), diğeri ise Avrupa ölçeğinde her yıl düzenlenen European Society For Radiation Oncology (ESTRO 35) kongresiydi.

2015 yılında 15. Ulusal Medikal Fizik Kongresi düzenlendi. Bu sayımızda, sizleri, 1987 yılına, 1. Ulusal Medikal Fizik Kongresine götürüyoruz. Tarihin tozlu sayfalarını geriye doğru açıyoruz ve sizleri o dönemin medikal fizik ortamı ile tanıştırıyoruz. 1. Medikal Fizik Kongresine katılmış bir kişi olarak, o dönem emeği geçen tüm arkadaşlarımıza sevgilerimizi ve saygılarımızı sunuyoruz. 1987 yılında başlayan serüven ve yolculuk güçlenerek devam ediyor.

UROK'da medikal fizik oturumlarının önceliğini önümüzdeki dönemlerde de karşımıza çokça çıkacağına emin olduğumuz modern tekniklerin sunumları oluşturmaktaydı. Bunlardan en önemlisi **"Adaptif radyoterapi stratejileri ve deformable görüntülerin klinik uygulamaları ve geçerliliği", "Türkiye'de adaptif radyoterapi uygulamaları" ve "Adaptif radyoterapide kalite kontrol"** başlıklarını taşıyan değerli sunumlardı. Bu sayımızda her üç sunumun sahiplerinin aynı konulardaki yazılarını bulacaksınız ve bu yazıları sizler tarafından çok ilgi çekeceğini düşünüyoruz. Yine 12. UROK ile ilgili olarak Medikal Fizik Derneği Başkanı Sayın Hatice Bilge Becerir'in bir değerlendirmesine yer verdik ve yazısında gelecek kongreler için önemli saptamalar bulacaksınız.

Bu yıl UROK'da ilk defa gerçekleşen **"Seyfettin Kuter En İyi Sözel Bildiri" ödülü , meslektaşımız Halil Küçücük'e verildi.** Ödül alan sözlü bildirisi, bu sayımızda yer alıyor. Bu vesile ile Halil Küçücük arkadaşımızı sizler ve editör grubumuz adına kutluyoruz.

Diğer bir önemli toplantı olan ESTRO 35 ise bize, tedavi, dozimetri ve QA alanında bir çok yeniliği bulma şansı verdi. Modern tedavi ve teknolojik gelişmeler ile ilgili tartışma platformları yarattı. Medicalphysicsweb.org sitesi forumu, 6 Mayıs 2016 tarihli

haber bölümünde ESTRO 35'de cihaz bazında öne çıkan teknolojik gelişmeleri **"ESTRO 35: product round-up"** başlığı altında yayınlarak okuyucularını bilgilendirdi. Haberlerin ilk sırasında, **Tomotherapy platformunun yeni jenerasyonu yer alıyor.** İkinci sırada, **LinaTech firmasının 2 mm'lik leaflardan oluşan konvansiyonel linaklara takılabilen MLC kolimatörü,** daha sonra **IBA firmasının yeni Dolphin Online Ready hasta QA cihazı** ve son olarak **Sun Nuclear Firmasının yeni tanıttığı DoseCheck yer alıyor.** Kongrede buna benzer bir çok yeniliği görmenin ve izlemenin mümkün olduğunu biliyoruz. Ve Radyasyon onkolojisi alanındaki teknolojik gelişmelerin yakından izlenmesi gereği her zaman önemini koruyor. Bu konu, tartışılmaz bir gerçek olarak karşımızda duruyor.

3. Sayımızda bir değişiklik yaparak, 2 adet Radyasyon Onkolojisi Bölümü tanıtma yazısına yer verdik. Bu gereksinim, ülkemizdeki tüm bölümleri daha hızlı tanıtmak isteğinden kaynaklandı. Bölüm tanıtma yazılarının, bölümlerin tarihsel gelişimi, hedef ve amaçlarının belirtilmesi, kullanılan teknoloji, ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan katkılar, düzenlenen organizasyonlar, mevcut insan kaynakları ve ulusal ve uluslararası etkinlikler açısından çok önemli olduğunu tekrarlamakta yarar var.

Dergimizin sayıları arttıkça eski sayılara ulaşmak önemli bir sorun olarak karşımıza çıkıyor. Bu sorunu aşmamızın en kolay ve hızlı yolunun ise MedFiz@Online dergisi için MedFiz@Online web sitesinin hayata geçirilmesi olduğunu biliyoruz. Daha önce de ifade ettiğimiz gibi en kısa sürede Web sitemizi okurlarımızın hizmetine sokacağız.

Son olarak, bir noktanın altını çizmek gerekiyor. Okurlarımızdan, her zaman dergimize yazı yazarak katkıda bulunmalarını istiyor ve bekliyoruz. Bu dileğimiz ve beklentimiz, editörler grubunun okurlarımızdan konu belirterek tek başına yazı istemeleri değil, okurlarımızın yaratıcı, geliştirici, tartışmacı ve sorun çözücü düşüncelerinin ifadesi olarak yazı yazma önerilerinin dergimize ulaşmasıdır.

Gelecek sayıda görüşmek üzere...

Sevgi ve Saygılarımızla,

Haluk Orhun

İLETİŞİM : medfizonline@gmail.com

ESTRO RESEARCH MASTERCLASS İZLENİMLERİ



ESTRO kursları medikal fizikçiler için günceli takip etme ve mesleki anlamda kendini geliştirmek için iyi bir olanak sunuyor. İlgi alanınıza, kendinizi yetiştirmek istediğiniz konuya ve tecrübenize göre bir kurs konusu seçip katılım sağlamak sizi hem sosyal hem de mesleki anlamda tatmin ediyor. 2015 Eylül ayında Prag'da ilk kez düzenlenen "Research Masterclass in Radiotherapy Physics" isimli kursun, kendisini akademik anlamda geliştirmek isteyen özellikle doktora öğrencisi arkadaşlarım için çok faydalı olduğunu düşünüyorum.

Bu kursa katılım sağlamak diğer ESTRO kurslarından biraz daha zahmetli. Sınırlı sayıda kursiyerin kabul edildiği kursa katılım için öncelikle bir araştırma konusu bulmanız gerekiyor. Amacınızı, hangi sorunu çözmek amacıyla bu projeye ihtiyaç duyduğunuzu, nasıl çözmeyi planladığınızı ve beklediğiniz sonuçları anlattığınız bir başvuru formu dolduruyorsunuz. Bu başvuru formuna niyet mektubunuzu ve CV'nizi (varsa yayınlarınızın bir listesini de içerecek şekilde) ekleyerek düzenleme kuruluna yolluyorsunuz. İlk kursa 24 kişi kabul edildi. Kursa gitmeden önce herkesten 15'er dakikalık bir sunum hazırlaması istendi. Sunumunuzda öncelikle araştırmanızı yapış amacınızı belirtmeniz gerekiyor.

Bu çalışmanın impakt faktörü yüksek bir dergide makale olarak mı yayınlanmasını istiyorsunuz, uluslararası/ulusal bir kongrede sözel sunum olması amacıyla mı yapıyorsunuz ya da farklı bir fikriniz mi var onu belirtiyorsunuz. Kurs boyunca size bu amaca yönelik tavsiyelerde bulunuyorlar. Araştırma konusunun hipotezi, beklediğiniz sonuçlar, hangi bilimsel soruya cevap bulmak istediğinizi, hedef kitlenize nasıl bir mesaj vermeyi umduğunuzu ve neden bunu ilgi çekici bulacaklarını düşündüğünüzü sunumunuzda anlatmanız gerekiyor. Hazırladığınız sunumda çalışmanıza destek olacak, ışık tutacak literatürleri de belirtebilirsiniz. Bu literatürleri kursa giderken yanınızda da bulunduruyorsunuz çünkü projenizi geliştirirken ihtiyaç duyuyorsunuz. Sunumunuzun sonunda eğer konunuzla ilgili o vakte kadar bir çalışma yaptıysanız onu anlatıp, nasıl bir sonuca ulaşmayı beklediğinizi ifade ediyorsunuz.

Kurs ortak dersler ve grup dersler olarak iki kısımdan oluşuyor. Ortak derslerde her eğitmeni konusuyla ilgili gelişmekte olan ya da ihtiyaç duyulan konu başlıklarını anlatıyor. Radyoterapi de kullanılan görüntüleme teknikleri, nefes kontrolü, IGRT, adaptif radyoterapi, biyofizik, microbeam radyoterapi, dozimetri anlatılan bazı konu başlıkları. Ayrıca bilimsel bir makale yazıp kabul ettirmenin incelikleri ve Avrupa'daki burs olanakları hakkında da bilgiler veriliyor. Grup derslerinde ise 3 gruba ayrılıp, 3-4 eğitmenin eşliğinde herkes sunumlarını yapıp projelerini anlatıyor. Bu projenin eksikleri neler, geliştirmek için neler yapılmalı, amaca uygun bir çalışma mı bunlar tartışılıyor. Herkese ödevler verilip ertesi güne tamamlaması isteniyor ve adım adım çalışma konuları geliştiriliyor. 2. günün sonunda gruplar tekrar oluşturularak herkesin her projeyle ilgili bilgi sahibi olması sağlanıyor. 3,5 gün süren bu kursun sonunda hem bilimsel olarak gelişmiş oluyorsunuz hem de farklı ülkelerden arkadaşlarınız olmuş oluyor. Bu kurs sayesinde araştırma konuları ile ilgili bilgi sahibi olup, bakış açınızı ona göre değiştirebilirsiniz.

Benim araştırma konumu soracak olursanız: 'Küçük Hücreli Olmayan Akciğer Kanseri Hastalarının Tedavisinde Kullanılacak PET-BT Görüntü Füzyonundaki Belirsizlikler' ile ilgiliydi. Yapılacak füzyonun planlanan hedef hacimde ve kritik organ dozlarında yaratacağı etkinin yanında, füzyonun doğruluğunun test edilmesinin önemi üzerinde durdum.

Radyoterapi için kliniğimize başvuran hastaların çoğunun elinde PET görüntüsü bulunduğunu ve sosyo-ekonomik nedenlerle bunun tekrarını isteyemediğimizi belirttim. Burada benim çözüm bulmak istediğim konu füzyonun doğruluğunu sayısal olarak ifade edebil-

mek ve PTV marjlarını verirken füzyonun hata payını da hesaba katılabildi. İdeal olan koşulları hepimiz biliyoruz ama buna ulaşamadığımız zaman PET görüntülerini hiç kullanmamaktansa uygun marjları vererek kullanabilir miyiz? buna ulaşmak istedim. Üç buçuk günün sonunda elimde geliştirilmiş bir çözüm ve bunu bir kongreye kabul ettirebilmek için bir rehber vardı.

Kursta konu edilen ve bana diğerlerinden daha ilgi çekici gelen başlıklardan bir tanesi 'IGRT ve adaptif radyoterapideki sorunlar ve çözümler' konuşmasıydı. IGRT özellikle abdomen bölgesi gibi iyi görüntülere zor ulaşılan bölgelerde hala tartışma konusu. Bu bölgelerde yapılacak IGRT'de fiducial marker, MRI ya da in-room CT kullanımı tavsiye ediliyor. Adaptif radyoterapiye tümör açısından bakarsak fraksiyonlar arasında masa hareketiyle düzelteremeyecek büyük değişiklikler olabiliyor.

Kritik organların ise tedavi sırasında pozisyonu ve şekli planlamadan farklı olabiliyor. Online adaptif radyoterapinin etkili bir şekilde kullanılması için öncelikle günlük volumetrik görüntüleme tekniklerinin (CBCT, in-room CT, onboard MRI...) kullanılması gerekiyor. Sonra hızlı bir görüntü füzyonu ve yeniden planlamaya ihtiyaç var. "Deformable Image Registration (DIR)" tekniği füzyon için kullanılması gereken bir teknik ancak hala gelişmeye ihtiyacı var. Özellikle 'otomatik kalite kontrolü' gelişmeli vurgusu yapıldı. Ayrıca yeni yapılan planın gerçek zamanlı kalite kontrolünün de kullanıcı etkisini minimuma indirecek şekilde yapılabilmesinin gerekliliği anlatıldı.

Bana ilgi çekici gelen bir diğer konu ise tedavi planlama sistemlerinde karşılaşılan sorunlar ve geliştirilmesi gereken noktalarla ilgili yapılan sunumdu. Bu sunumda klasik radyoterapi planlamalarının değil de optimizasyon algoritmalarının geliştirilip şu an kullanımda olan tedavi planlama sistemleriyle karşılaştırılması üzerinde duruldu. Doz hesaplama doğruluğunun geliştirilmesi, optimizasyon ve doz hesaplama hızı, tam otomatik plan kalite kontrolü ve tam otomatik planların kullanımı anlatılan konu başlıklarıydı. Manuel planlamaların plan kalitelerinin kullanıcının tecrübesine, harcanılan zamana ve subjektif değerlendirmelere (her kliniğin kullandığı farklı protokoller olması sebebiyle) bağlı olması nedeniyle otomatik planlamaların geliştirilmesi ve kullanıcı etkisinin minimuma indirilmesi gerektiği anlatıldı.

Ben genel olarak kursun içeriğinden çok faydalandığımı söyleyebilirim. Özellikle akademik olarak ilerleyen arkadaşların bu kursa katılım sağlamaktan hem keyif alacaklarını hem de bilimsel anlamda kendilerini geliştirmek için nasıl bir yol çizecekleri ile ilgili sorularına cevap bulacaklarını düşünüyorum.



Esil Kara: Sinop doğumlu. Her fırsatta Sinop'la ilgili konuşmak ve herkesi oraya davet etmek gibi bir huyu var. Biraz kafası bozulduğunda ilk aklına gelen Sinop'a gidip bir nefes almak oluyor. Sizde deneyin, pişman olmazsınız. 2005 yılında ODTÜ Fizik bölümünden mezun oldu. Hala haftanın bir gününü orada çimlerin üzerinde geçiriyor. 2006 yılından beri ONKO Ankara Onkoloji Merkezinde görev yapıyor. 2008 yılında hayatını paylaşmaktan mutlu olduğu Çağlar'la evlendi. 2011 yılında tatlı bir erkek çocuğunun annesi oldu. ILGAZ. Şu sıralarda ev, sosyal ve iş hayatını dengede tutmak için çaba gösteriyor. Hayatın pozitif yönüne odaklanmak gibi bir mottosu var. Kısacası; Çağlar'ın hayat ortağı, Ilgaz'ın annesi, bazılarının dostu, işini seven bir Medikal Fizik Uzmanı.

XII. ULUSAL RADYASYON ONKOLOJİSİ KONGRESİ'NİN ARDINDAN

XII. Ulusal Radyasyon Onkoloji Kongresi 20-24 Nisan 2016 tarihinde Antalya'da yapılmıştır. Medikal Fizik Programı, Radyasyon Onkolojisi Derneği'nin oluşturduğu, Bülent YAPICI, Murat KÖYLÜ, Ziya HAZERAL, Burçin İSPİR ve benim bulduğum Medikal Fizik çalışma gurubu tarafından hazırlanan program üzerinden değişiklikler yapılarak kongre düzenleme kurulu tarafından hazırlanmıştır.

Kongrede Medikal Fizik programı başarıyla gerçekleştirilmiştir. Konuşmacı olarak sunum yapan ve oturum başkanı olarak programın gerçekleşmesini sağlayan arkadaşlara çok teşekkür ederim. Meslekte 30 yılını aşmış bir medikal fizikçi olarak gurur duydum. Tüm konuşmaların standardı ve anlatıcıların konuya hakimiyeti çok iyiydi. Bundan dolayı mutluluk duyarken, katılan medikal fizikçisi sayısının 116 olduğunu hatırladım. Radyoterapide çalışan medikal fizikçi toplam sayısının yaklaşık 400'ün üzerinde olduğunu düşünürsek, bu kadar çabadan ancak arkadaşlarımızın 1/4'ü yararlanabildi, yararlanan arkadaşlarımız gerçekten bu bilgilere ihtiyacı olan arkadaşlarımız mıydı? Bu kadar emek gerçekten ihtiyaç sahiplerine ulaşabildi mi? gibi soruları kendime sordum.

Önümüzdeki yıl, hepimizin bildiği gibi XVI. Medikal Fizik Kongresi gerçekleştirilecek. Bu durumda konular, ister istemez Radyasyon Onkolojisi Kongresi'ndeki konuların tekrarı şeklinde olacak, çalışma gönderecek arkadaşlar için yorucu olacak ve çalışmaların kalitesi düşebilecek. Bütün bu konular kafamı kurcalamakta, boşuna dememişler madalyonun iki yüzü var diye. Madalyonun her iki yüzünü görmek gerek, Radyasyon Onkolojisi Kongresinde varlık göstermek çok güzel olmakla beraber kendi kongremize de sahip çıkmak önceliğimiz olmalı diye düşünüyorum.

XVI. Medikal Fizik Kongresi'nde görüşmek umuduyla selam ve sevgilerimle...Hatice Bilge Becerir

"Madalyonun her iki yüzünü görmek gerek, Radyasyon Onkolojisi Kongresinde varlık göstermek çok güzel olmakla beraber kendi kongremize de sahip çıkmak önceliğimiz olmalı diye düşünüyorum."



"Bu kadar çabadan ancak arkadaşlarımızın 1/4'ü yararlanabildi. Yararlanan arkadaşlarımız gerçekten bu bilgilere ihtiyacı olan arkadaşlarımız mıydı? Bu kadar emek gerçekten ihtiyaç sahiplerine ulaşabildi mi?... gibi soruları kendime sordum."



Hatice Bilge Becerir: 1986 yılında İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsünde Medikal Fizik öğrenimine yüksek lisans öğrencisi olarak başlamış ve halen öğrenmeye devam etmektedir. En önemli eseri Sinem ve Cem isimli çocuklarıdır. En büyük zenginliği dostlarıdır.

AYIN RÖPORTAJI: UROK 2016'DA SICAĞI SICAĞINA BİR SÖYLEŞİ

Cemile Ceylan: Merhaba Ayça,

CC: Urok 2016 hem konuları ile hem de havası ile sıcak bir atmosferde başladı. Sen de Ankara GATA' dan katılıyorsun. Nasıl buldun ortamı, katılımı?

Ayça Çağlan Ekmen : Merhaba, katılımı yüksek ve bilimsel programı yoğun bir kongreydi. Ancak önceki kongrelere göre firma katılımını ve stand sayısını daha düşük buldum. Radyasyon Onkolojisi bir ekip işi olduğu için bu tip kongrelerin ekip ruhunu yansıtmaları gerektiğini düşünüyorum. Bu nedenle Urok 2014 ile mukayese ettiğimde meslektaşlarımla katılımındaki artışın daha fazla olduğunu gördüm ve bu da mutluluk vericiydi.

CC: Senin ilgilendiğin oturumlar hangileriydi? Beklentini karşıladı mı?

AÇ: 'FFF Tabanlı Radyoterapi Cihazlarının Kalite Kontrolleri' ile 'IGRT ve Adaptif Radyoterapi' medikal fizik alanının da en çok ilgimi çeken oturumlardı. Merkezimize FFF tabanlı Radyoterapi cihazı almayı düşündüğümüz için teknik konularda bilgi edinmek adına faydalı oldu. Başlangıçta belirttiğim gibi program yoğunluğundan dolayı aynı saate denk gelen beğendiğim bazı oturumlara katılamadım bu yüzden bu kadar fazla salon yerine daha içiçe geçmiş bir programın daha iyi olabileceğini düşünüyorum.

CC: Herhangi bir konuşman ya da sunumun var mıydı?

AÇ: İlk defa bir kongreye herhangi bir çalışma yapmak-sızın katıldım.

CC: Sence katılımcılar en çok hangi oturumlara ilgi gösterdi?

AÇ: Yeni teknoloji ve beraberinde getirmiş olduğu farklı yaklaşımlara ilişkin oturumların daha yüksek katılımı, standartlaşmış ve hemen her kongrede yer alan oturumların ise daha az ilgi çektiği için katılımlarının daha az olduğunu gözlemledim.

CC: Katıldığın sunumlarda konuşmacıları yeterli ve etkin buldun mu? Çok beğendiğin bir oturum oldu mu?

AÇ: Konuşmacılar konularına hakimlerdi ve konu başlığıyla sunum içerikleri birbirini tamamlıyordu. Özellikle bu alana yeni başlayanlara büyük katkı sağladığını ve motive edici olduğunu düşünüyorum. 'SRS ve SBRT' oturumundaki 3 ayrı vakanın tartışıldığı bölüm beğendiğim, içeriği zengin bir konuşmaydı. Bence bu gibi vaka karşılaştırmalarının tamamen ayrı bir oturumda, daha uzun süre ayrılarak irdelenmesinin daha faydalı olacağına inanıyorum. Bu kongrede dikkatimi çeken diğer bir hususta yabancı konuşmacı katılımının az olması idi.

CC: Sence soran ve eleştiren bir kongre miydi?

AÇ: Soran bir kongreydi gerçekten. Katıldığım oturumların hemen hemen hepsi dinleyicilerin katılımı olmadan sonlanmadı hatta bu nedenle uzayan oturumlar bile oldu ancak eleştirel kısmı için aynı şeyleri söyleyemeyeceğim. Toplum olarak pek eleştiriye açık olmadığımız ya da pozitif

eleştiri yapamadığımız için olsa gerek.

CC: Sen olsaydın ekleyeceğin bir konuşma-oturum olur muydu?

AÇ: Farklı teknolojik cihazların getirdiği avantajların ve dezavantajların tartışılmasının yanında bence ikincil ışınlamalar ve radyobiyo-loji ile ilgili oturumların da olması kongrenin bilimsel etkinliğini daha güçlü kılabilirdi. Buna ek olarak nadir görülen vakalarla ilgili bir oturumunda olması ve tecrübelerin paylaşımının yapılmasının bizlere katkıda bulunacağını düşünüyorum.

CC: Sözel bildiriler hakkında nasıl bir izlenim oluştu sende?

AÇ: Çok merkezden katılımcıların seçildiğini görmeme rağmen sunumların bazıları poster niteliğindeydi.

CC: Poster alanı ve posterler nasıldı?

AÇ: Poster alanı geniş ve düzenliydi. Fakat posterlere katılımcıların yeterli ilgiyi gösteremediğini düşünüyorum. Posterlere olan ilginin artması için sunumlar arasında posterler slayt gösterisi şeklinde verilebilirdi ve soru-cevap şeklinde olan bir poster oturumu düzenlenebilirdi. Ayrıca aralarında sözel sunum olabilecek posterler de vardı.

CC: Kongre katılım desteği aldın mı? Almasaydın katılabilir miydin?

AÇ: Kongre katılım desteği elbette aldım. Ben kamu çalışanıyım bu yüzden maliyeti bu kadar yüksek kongrelere destek almadan katılmam pek mümkün olmuyor. Bu sene destek bulmakta çok zorlandım ve bu nedenle GATA' dan katılımımız sınırlı oldu.

CC: Sosyal olarak ekleyeceğin bir etkinlik olur muydu?

AÇ: Sosyal yönüyle iyi bir kongreydi ama önceki yıllarla karşılaştırıldığında küçük etkinlikler düzenlenebilirdi.



Ayça Çağlan Ekmen: 1979 yılında Ankara'da doğdu. Üniversite ve yüksek lisans eğitimini Ankara Üniversitesi'nde tamamladı. Kısa bir özel sektör deneyiminden sonra 2008 yılından itibaren GATA Radyasyon Onkolojisi bölümünde işini severek devam ettirmektedir. Kendisini hayata bağlayan oğlu ve spora olan düşkünlüğüdür. İş sonrasında kalan zamanını doldurmasına rağmen, bu arada Doktora eğitimini de tamamlamaya çalışmaktadır.

XII. UROK SEYFETTİN KUTER ÖDÜLÜ

Geçtiğimiz dönemde çoğumuz için güzel bir buluşma platformu oluşturan, mesleğimizle ilgili en önemli etkinlik Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi'ydі. Böyle bilimsel toplantılar ile hem bilgi tazeleme fırsatı buluyor hem de güncel gelişmelerden haberdar oluyoruz. Bunların da ötesinde hazırladığımız bilimsel çalışmalarla klinik rutinlerdeki monotonluktan sıyrılıp heyecanımızı ve ilgimizi taze tutabiliyoruz. UROK'ta Seyfettin Kuter En İyi Medikal Fizik Sözel Bildirisi ödülüne layık görülen bilimsel çalışmayı bu sayıda sizlerle paylaşmak istedik. Çalışma sadece bilimsel bir nitelik taşıyor, yeni bir ürünün ortaya çıkış hikayesini anlatıyor. Ülkemizde sadece hazır bilgiyi kullanan değil, aynı zamanda üretebilen medikal fizikçiler de olduğunu göstererek geleceğe daha pozitif bakabilmemizi sağlıyor. Halil Küçüçük ve çalışma arkadaşlarını tebrik ediyor ve yeni çalışmalarında başarılar diliyoruz.

ÖZEL TASARLANMIŞ ÇOK KANALLI APLİKATÖR İLE STANDART SİLİNDİR APLİKATÖRÜN DOZ DAĞILIMLARININ FİLM DOZİMETRİSİ YÖNTEMİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Halil Küçüçük¹, Evren Ozan Göksel¹, Öznur Şenkesen¹, Fazlı Eriş¹, Meltem Yılmaz¹, Evrim Tezcanlı², Melahat Garipağaoğlu², Meriç Şengöz², Işık Aslay¹

Acıbadem Kozyatağı Hastanesi¹

Acıbadem Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD²

Giriş:

Serviks, endometriyum ve vagina kanserlerinde uygulanan radyoterapi dozu lokal kontrol ve sağ kalım oranlarını etkiler. Ancak hedef komşuluğunda bulunan organların tolerans dozu tedavi dozunu sınırlar. Vajinal brakiterapide hedef hacmi kapsayacak şekilde asimetrik doz dağılımı elde etmek, tümör kontrolünü artırmanın yanı sıra risk altındaki organların (RAO) korunması için önemlidir. İntrakaviter brakiterapi, tek başına veya eksternal radyoterapi ile birlikte, lokal kontrolün sağlanmasında büyük önem taşır [1]. Brakiterapide aplikatör seçimi önemlidir. Vajinal brakiterapi uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan tek kanallı vajinal silindir aplikatörlerdir. Tek kanallı aplikatörler radyal simetri nedeniyle doz dağılımı üzerine sınırlı olanak sağlar ve hedef etrafındaki optimal doz dağılımları elde edilemeyebilir. Ayrıca istenen dozları vermek, yüksek rektum ve mesane dozlarıyla sonuçlanabilir [2]. İntrakaviter vaginal brakiterapinin kapasitesini arttırmak ve hasta anatomisine uygun tedavi planını optimize etmek için çok kanallı uygulamalar geliştirilmiştir. Çok kanallı aplikatör çevresindeki ilave kanallar kullanılarak bireysel doz optimizasyonu yapılabilir. Böylece belli bölgelerdeki dozların artırılması ve riskli organların daha iyi korunması sağlanır [3-4]. Bu amaçla kliniğimizde özel olarak çok kanallı aplikatör (ÇKA) tasarlanmıştır.

Bu çalışmada;

ÇKA ve standart silindirik aplikatör için yapılan planlarda hedef hacim ve riskli organlarda oluşan doz dağılımları film dozimetrisi yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem:

Aplikatör için;

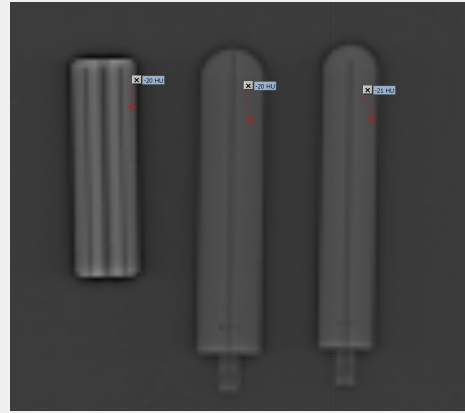
Kestamit

Derlin

Pleksi glas

Teflon

Malzemelerin 1 mm kesit aralığı ile BT (Bilgisayarlı Tomografi) görüntüleri alınıp HU değerleri karşılaştırıldı (**Şekil 1**).



Şekil 1

Malzemelerin;

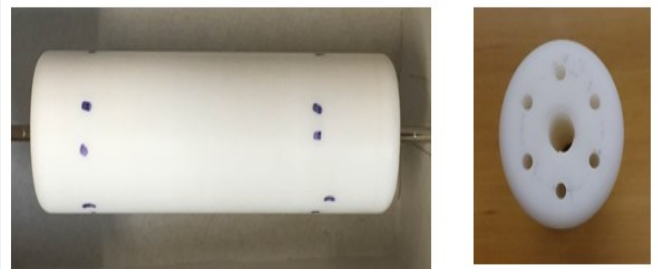
HU

Sıcaklığa dayanım

Doku uyumluluk

Kolay işlenebilirlik

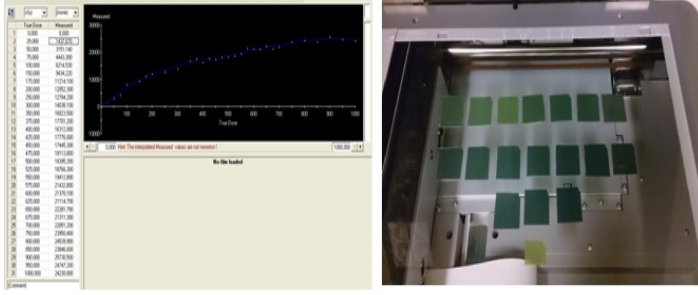
Özellikleri karşılaştırılarak aplikatör tasarımı için teflon tercih edildi. Silindir formunda 14 cm uzunluğunda 2,5 cm çapında, merkezi tandem kanalı ve silindirik yüzeyinden 6 mm derinlikte aralarında 60° eşit açılarla 6 kanal olacak şekilde çok kanallı prototip aplikatör yapıldı (ÇKAP) (**Şekil 2a-b**).



Şekil 2 (a) (b)

Film Kalibrasyonu:

Gafchromic EBT3 filmler kalibrasyon eğrisi oluşturmak için 5x5 cm alan boyutunda kesilip Varian Clinac DHX lineer hızlandırıcı cihazında 6 MV X-ışını ile 25 cGy'den 1000 cGy'e kadar 27 farklı doz için ışınıldı. Epson Expression 11000XL film tarayıcı ile okunan filmler değerlendirilip kalibrasyon eğrisi elde edildi (**Şekil 3a-b**).

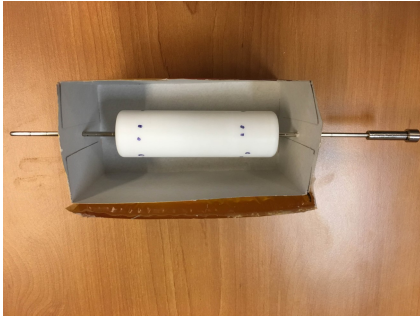


Şekil 3 (a) (b)

ÇKAP için planlanan doz dağılımıyla, cihazda ışınlanan gerçek doz dağılımının karşılaştırılması amacıyla iki farklı setup oluşturuldu.

1.Setup:

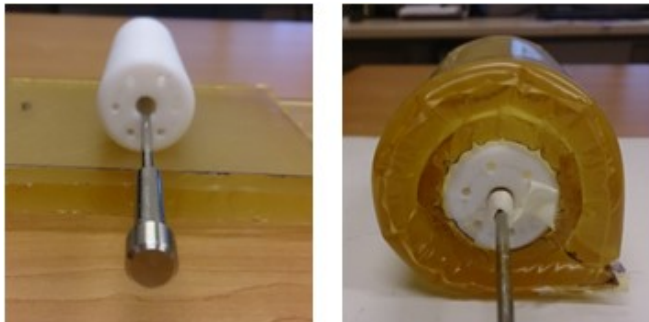
Çok kanallı prototip aplikatör boş bir kutunun merkezine yerleştirilip, kutu etrafında hava boşluğu kalmayacak şekilde pirinç ile dolduruldu. 2x10 cm boyutlarında kesilen Gafchromic EBT3 film kutunun dış yüzeyine yerleştirildi ve ölçüm ortamının homojenliğini sağlamak amacıyla filmin üzerine 1cm kalınlığında bolus eklendi (**Şekil 4**).



Şekil 4

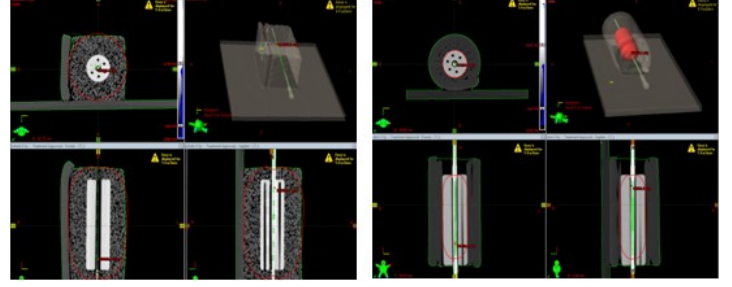
2.Setup:

Önce ÇKAP'nin yüzeyine Gafchromic EBT3 film yerleştirildi ve üzeri 0,5 cm kalınlığında bolus ile kaplandı. Daha sonra bolusun yüzeyine, alttaki film ile aynı konuma gelecek şekilde tekrar film yerleştirildi ve üzeri 1 cm kalınlığında bolus ile tekrar kaplandı (**Şekil 5 a-b**).



Şekil 5 (a) (b)

Her iki setup için ayrı ayrı 1 mm kesit aralığı ile BT görüntüleri alındı. Tedavi planlama Sisteminde (TPS) 500 cGy referans izodoz 1.setup'ta film yüzeyinden, 2.setup'ta ise aplikatör yüzeyinden geçecek şekilde doz optimizasyonu gerçekleştirildi (**Şekil 6 a-b**).



Şekil 6 (a) (b)

İki setup için oluşturulan planlar Varian Varisource HDR brakiterapi cihazında ışınladı. Işınlanan filmler kalibrasyon eğrisi kullanılarak değerlendirildi ve Tablo1'deki değerler elde edildi. Sıcaklığa dayanım, HU, doku uyumluluğu, kolay işlenebilirlik ve Tablo1'deki dozimetrik sonuçları da dikkate alarak çok kanallı aplikatör teflon malzemeden, silindirik formda imal edildi (**Şekil 7a-b**).

Tablo 1

	TPS cGy	Ölçülen cGy
1.setup	500	499
2.setup	500 / 350	500 / 348



Şekil 7 (a) (b)

Çok kanallı aplikatör, ana silindir gövde, kapak ve kauçuk contadan oluştu. Ana gövde üzerine ve kapak iç kısmına kauçuk contanın yerleştirilmesi için kanal açıldı. Kauçuk conta transfer kablolarının ve kapağın sabit kalabilmesi için kullanıldı (**Şekil 8 a-b-c**).



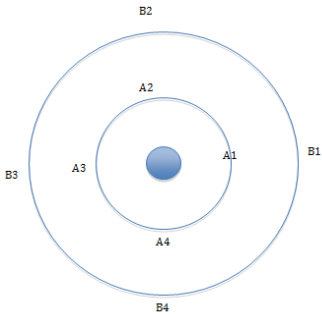
Şekil 8 (a) (b) (c)

Kapak üzerine kayganlığı önlemek ve kolay tutabilmek amacıyla pürüzlü bir yüzey oluşturuldu. Her zaman aynı düzlemde uygulanabilmesi için 0° ve 90° açılar farklı renklerle işaretlendi. Çok kanallı aplikatör ile dozimetrik değerlendirme için Gafchromic EBT3 film 1x10 cm boyutlarında şeritler halinde kesildi. Filmler çok kanallı silindir yüzeyine karşılıklı gelecek şekilde sabitlendi (**Şekil 9**).



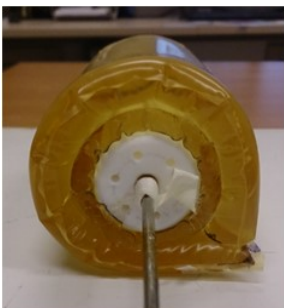
Şekil 9

Koordinatları A1, A2, A3, A4 olarak tanımlandı. Üzerine 0,5 cm kalınlığında bolus sarıldı. Bolusun üzerine ilk yerleştirilen filmlerin izdüşümlerine tekrar filmler yerleştirildi. Koordinatları B1, B2, B3, B4 olarak tanımlandı (**Şekil 10**).



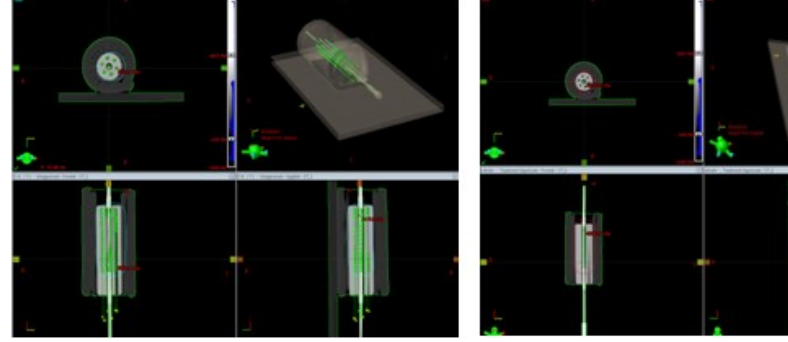
Şekil 10

Ölçüm ortamının homojenliğini sağlamak amacıyla 1 cm kalınlığında bolus ile tekrar sarıldı (**Şekil 11**).



Şekil 11

1 mm kesit aralığı ile BT görüntüleri alındı. Tedavi planlama sisteminde 2 farklı plan yapıldı. İlk planda 500 cGy'lik referans dozu verilirken, ÇKA'nın tüm kanalları kullanıldı, rektum ve mesane doz değerleri düşürüldü. Ayrıca sağ taraf korunurken sol tarafta 0,5 cm'den asimetric geçen doz, kaynak duruş pozisyonları ve süreleriyle optimize edildi (**Şekil 12a**). İkinci planda ÇKA'nın sadece merkezi silindir kanalı kullanılarak silindir yüzeyinden 0,5 cm ilerisinden 500 cGy doz geçecek şekilde kaynak duruş pozisyonları optimize edildi (**Şekil 12b**). Her iki plan ayrı ayrı Varian Varisource HDR cihazında ışınladı.



Şekil 12 (a) (b)

Bulgular:

Her iki ışınlamadan elde edilen filmlerden, kalibrasyon eğrisi kullanılarak Tablo 2a ve 2b'deki değerler ölçüldü.

Tablo 2-a

	Çok Kanallı Aplikatör (ÇKA)		Standart Silindir (SS)	
	Okunan cGy	TPS cGy	Okunan cGy	TPS cGy
A1	852	850	848	850
A2	494	500	848	850
A3	496	500	849	850
A4	495	500	848	850

Tablo 2-b

	Çok Kanallı Aplikatör (ÇKA)		Standart Silindir (SS)	
	Okunan cGy	TPS cGy	Okunan cGy	TPS cGy
B1	498	500	497	500
B2	346	350	496	500
B3	345	350	500	500
B4	345	350	496	500

Sonuç:

KA ile ışınlama sonrası ölçülen doz dağılımları ile TPS elde edilen doz dağılımları karşılaştırılmasında farkın %2'in altında olduğu görüldü. KA uygulaması ile merkezi silindirik aplikasyona oranla hedef hacme tanımlanan dozu verirken RAO'ın daha az doz aldığı saptandı. Özellikle asimetrik doz dağılımı gerektiği durumlarda çok kanallı aplikatörler tercih edilmelidir. Kliniğimizde zel olarak tasarlanan KA dozimetrik açıdan amaçlanan brakiterapi aplikasyonuna uygun bulunmuştur.

Kaynaklar:

1-Perez CA, Kuske RR, Camel HM, et al. Analysis of pelvic tumor control and impact on survival in carcinoma of the uterine cervix treated with radiation therapy alone. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1988;14:613-21.

2-Small W Jr, Beriwal S, Demanes DJ et al. American Brachytherapy Society consensus guidelines for adjuvant vaginal cuff brachytherapy after hysterectomy. *Brachytherapy* 2012; 11: 58-67

3-Houdek PV, Schwade JG, Abitbol AA, et al. HDR transvaginal brachytherapy: applicator design and dosimetry. *Activity* 1991;2(Supp):28-31

4-Tanderup K, Lindegaard JC. Multi-channel intracavitary vaginal brachytherapy using three-dimensional optimization of source geometry. *Radiother Oncol* 2004;70:81-5.



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

Dokuz Eylül Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı 1 Temmuz 1991 tarihinde iki Öğretim Görevlisi, iki Tıpta Uzmanlık öğrencisi, iki Tıbbi Fizik Uzmanı, iki Tekniker, bir Hemşire ve bir Sekreter olmak üzere toplam on kişilik kadro ile hizmete başlamıştır. O dönemde Türkiye'nin en iyi donanıma sahip radyoterapi kliniği olmuştur. Kuruluşundan itibaren özellikle Prof. Dr. Münir Kınay hocamızın ileri görüş ve çabalarıyla başlayan ve halen devam eden ivme ile kliniğimiz, tarihinde birçok ilke imza atmış ve "ilklerin kliniği" unvanını hak etmiştir.



güçlü bir öğretim üyesi kadrosuna sahip olan Medikal Fizik Anabilim Dalında, yüksek lisans ve doktora programları ile nitelikli medikal fizik uzmanları yetiştirilmektedir.

Mart 2012'de

klirik alt yapı ve donanımda ciddi yapılandırma ihtiyacı nedeniyle farklı bir strateji izlenerek, tüm klinik çalışanlarının katılımıyla SWOT analizleri yapılmış; süreç değerlendirilmiştir. Kliniğin "misyon" ve "vizyon"u yeniden tanımlanmıştır. Takiben çalışma grupları oluşturulmuş ve hedeflere göre projeler hazırlanmıştır. Teknolojik alt yapı yenilenmesine yönelik proje Kalkınma Bakanlığı'na sunulmuş ve Ekim 2012'de onaylanmıştır. İhale ve klinik fiziki altyapının yenilenmesi; yeni aygıtların alımı, kurulumu ve kabulü, lisanslarının alınması, dozimetrik ölçümlerin ve eğitimlerin tamamlanmasından sonra yenilenen sistemle hasta tedavilerine Mart 2014'de başlanmıştır. Teknolojik yapılanma sonrası bölümümüzde IGRT ile SRS/SRT, SBRT, VMAT, IMRT, 3DKRT, solunum kontrollü radyoterapi (RPM) ve üç boyutlu brakiterapi uygulanmaktadır

"İLK" lerimiz

1992-DEÜ Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu kapsamında Türkiye'de "ilk" Radyoterapi Teknikerliği programının açılması,

1992- Çeşitli kanserler için multidisipliner tedavi protokollerinin oluşturulması ve aktivasyonu,

UROK-1:"İlk" Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi'nin düzenlenmesi: 15-19 Mayıs 1994-Çeşme-İzmir,

ESTRO Kurslarının ilk kez Türkiye'de gerçekleştirilmesi (1995-2015) ve 15 kursun yerel organizasyonu kliğimizce gerçekleştirilmesi.

2002-2003, BAP Projesi ile yeniden yapılanma ve Türkiye'de üniversite olarak "ilk" 3BKRT/IMRT tekniklerinin kullanımının sağlanması ve ESTRO kursları ile desteklenmesi.



2006'da Türkiye'de ilk defa Sağlık Bilimleri Enstitüsü kapsamında multidisipliner olarak Medikal Fizik Anabilim Dalı kurulmuştur. Kurulum sürecinde Radyasyon Onkolojisi AD'dan Prof. Dr. Münir Kınay ve Öğr. Gör. Zafer Karagüler, Radyoagnostik AD'dan Prof. Dr. Oğuz Dicle ve Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Yurt ve Nükleer Tıp AD'dan Prof. Dr. Hatice Durak ve Uzm. Fiz. Banu Uysal büyük emek harcamışlardır. Bu üç bölümün yanında Fen Fakültesi Fizik bölümünün de desteği ile

Misyonumuz:

Araştırma ve eğitim hizmetinde öncü, çalışan ve hasta memnuniyetini üst düzeyde tutan, etik ilkelere bağlı, kanser tedavisinde multidisipliner yaklaşımı benimseyen ulusal ve uluslararası alanda referans gösterilebilecek, paydaşları ile etkili bir iletişim ve işbirliği kurabilen, yenilikçi, yaratıcı, çağdaş, bir akademik kurum olmak.



Vizyonumuz:

Deneyimli bir ekiple; bilgi üreten, güncel teknolojiler eşliğinde yüksek nitelikli tedaviler yapabilen ve eğitim veren, çalışan ve hasta memnuniyetinin en üst düzeye ulaştığı, TROD, UEMS ve ESTRO tarafından **akredite** edilmiş lider bir klinik olmak.

Ekim 2015'te vizyonumuza uygun olarak TROD tarafından ilk

akreditasyon amaçlı klinik ziyaret gerçekleşmiş ve belgemiz UROK 2016'da takdim edilmiştir.

Yetiştirdiklerimiz

26 Radyasyon Onkolojisi uzmanı, 278 Radyoterapi Teknikeri, 30 Tıbbi Fizik Uzmanı.

Bilimsel Projeler

TÜBİTAK-1003 projesi: "Radyoterapide İmplant Dozimetrelerin Üretilmesi ve Geliştirilmesi"

DEÜ BAP Projesi: "Ulusal tanısal referans düzeylerin belirlenmesi"

DEÜ BAP Projesi: "BT Doz İndeksinin Dozimetrik Ölçümleri ve Monte Carlo simülasyonu ile karşılaştırması"

Aygıt Donanımı

Varian TrueBeam STx HD120 MLC'li lineer hızlandırıcı. 6MV, 10MV, 15MV filtrelili, 6MV, 10MV filtresiz foton ve 5 farklı enerjide elektron üretmektedir (1 adet).

Siemens Primus 58MLC'li lineer hızlandırıcı. 6-18 MV foton ve 6 farklı enerjide elektron üretmektedir (2 adet).

Gammamed iX ve 3D Brakiterapi Planlama v11 (1 adet),

Siemens 4DCT High Definition AS simülatör (1 adet),

Eclipse v.11 TPS (5 adet),

SomaVision sanal simülasyon istasyonu (5 adet)

ve **Aria v.11 Network** sisteminden oluşmaktadır.

Dozimetrik Ekipman:

PTW marka MP3 Su Fantomu,

film dozimetre sistemi,

UNIDOS Elektrometre,

iyon odaları

QUICKCHECK weblane günlük QC cihazı

Sun Nuclear marka ArcCHECK & 3DVH plan verifikasyon sistemi

MapCHECK2 bulunmaktadır

Ayrıca bölümümüzde *Beowulf* hesaplama laboratuvarı (Monte Carlo, Görüntü ve Sinyal İşleme, Paralel Programlama vb.) bulunmaktadır.

Öğretim Elemanları

Prof. Dr. Fadime Akman-Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Emrullah Rıza Çetingöz

Prof. Dr. İlknur Bilkay Görken

Prof. Dr. Ayşenur Demiral

Doç. Dr. Zümre Arıcan Alıcıkuş

Öğr. Gör. Dr. Oğuz Çetinayak

Öğr. Gör. Dr. Cenk Umay

Öğr. Gör. Dr. Barbaros Aydın

Uzm. Dr. Nesrin Dağdelen

Tıbbi Fizik Uzmanları

Öğr. Gör. Zafer Karagüler

Uzm. Fiz. Seray Kurt

Uzm. Fiz. Şeyda Kınay

Uzm. Fiz. Mehmet Adıgöl

Uzm. Fiz. Doğukan Akçay

Uzm. Fiz. Recep Kandemir



Zafer Karagüler: 1966 yılında Sivas'ta doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 1990 yılında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında göreve başladı. 1991 yılında Klinikum Nuernberg'de (Almanya) medikal fizik eğitimi aldı. 2005 yılında DEÜ SBE KBB Odyoloji alanında Yüksek Lisansını tamamladı. 2006 yılında DEÜ Medikal Fizik AD'nın kurulumunda görev aldı. Halen DEÜ Radyasyon Onkolojisi AD'nda Tıbbi Fizik Uzmanı görevini, DEÜ SHMYO Radyoterapi Program Başkanlığını ve klinik araştırma ve eğitim faaliyetlerini yürütmektedir.



Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı 1995 yılında kurulmuştur. Karadeniz bölgesinin ilk radyoterapi merkezi olan ve kurulduğu tarihteki şartlara göre modern radyoterapi cihazlarına sahip çağdaş bir merkez olarak kurulan klinik, uzunca bir dönem Karadeniz bölgesinde faaliyet gösteren tek radyoterapi merkezi olmuştur. Anabilim Dalında Tıpta Uzmanlık eğitime 1998 yılında başlanılmış olup, 2016 yılına kadar ülkemizin çeşitli kurumlarında öğretim üyesi veya radyasyon onkolojisi uzmanı olarak çalışan toplam 10 mezun vermiştir.



1995 yılında hasta alımına ilk olarak; 1 adet GE marka Alcyon Kobalt-60 cihazı, 1 adet GE marka Saturne-43 Lineer Hızlandırıcı cihazı, 1 adet GE marka Simulix Konvansiyonel simülasyonel cihazı ve 1 adet GE marka Target

planlama sistemi ile başlanmıştır. 2001 yılında mevcut cihaz parkına 1 adet Nucletron marka HDR brakiterapi cihazı ve planlama sistemi de eklenmiştir. Mevcut bu cihaz parkı ile birlikte, bölgede yıllık ortalama 750 hastaya hizmet veren kliniğe, radyoterapi alanında yüksek teknolojiye sahip tedaviler uygulamaya elverişli cihazlar kazandırabilmek için 2011 yılında Hizmet Alımı Projesi yapılmıştır. Yeni proje gereği yapılan revizyonlar ile yüzölçümü olarak iki kat daha genişleyen klinikteki radyoterapi cihazlarının kurulumu, eğitimleri ve klinik hazırlıkları 2011 yılının Haziran ayında tamamlanmış ve hemen hasta alımına başlanılmıştır. Yenilenen cihazlar ve fakülte hastanesinde mevcut PET-CT görüntüleme sisteminin yardımı ile birlikte anabilim dalına başvuran hastaların Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (IMRT) gibi güncel tedavi teknikleri ile en kısa zamanda ve üstün kalitede tedavi edilebilmeleri mümkün hale gelmiştir.

Bölge genelinde referans radyoterapi merkezi konumuna gelen anabilim dalında yılda yaklaşık 800 yeni hasta tedaviye alınırken akademik faaliyet olarak 2013-2016 dönemi içinde uluslararası dergilerde 20 adet yayın yayınlanmıştır.

Cihaz Parkı

Kliniğimizde, konvansiyonel ve IMRT tedavilerinde kullanılan bir adet Varian Clinac IX, bir GE marka Optima CT Simülasyonel cihazı ve Varian marka Eclipse planlama sistemi bulunmaktadır. Varian Clinac IX cihazında Millennium 120 MLC donanımı, 6MV ve 18MV foton demetleri ve 6 farklı elektron enerji seçenekleri ile tedavi uygulanabilmektedir. Tüm cihazlar arasında Aria network aracılığı ile veri transferi sağlanmaktadır. Klinikte, hem mekanik ve dozimetrik cihaz performansını hem de uygulanan IMRT tedavilerinin kalite kontrolünü sağlayacak gerekli ve yeterli dozimetrik ekipman mevcuttur.



sikliğin giderilmesine çalışılmaktadır.

Akademik olarak ise; Sağlık Bilimleri Enstitüsü bünyesi içinde sağlık fiziği alanında yüksek lisans ve doktora programının başlatılabilmesi için uğraş verilmektedir.

Gelecek Planlaması

Mevcut hizmet veren cihazın dışında özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde eksikliği uzun süredir hissedilen 3D brakiterapi cihazı ve stereotaksi tedavisi yapabilen lineer hızlandırıcı cihazının kısa süre içinde kliniğe kazandırılması ve bu konudaki bölgedeki ek-

ÖĞRETİM ÜYELERİ VE UZMAN DOKTORLAR

Prof. Dr. Adnan Yöney (Anabilim Dalı Başkanı)

Yrd. Doç. Dr. Zümrüt Bahat

Yrd. Doç. Dr. Emine Canyılmaz

Uzm. Dr. Mustafa Kandaz

Uzm. Dr. Ozan Cem Güler

MEDİKAL FİZİK UZMANLARI

Dr. Emel Hacıslamoğlu (Ph. D.)

Uzm. Fatma Çolak (MSc.)



Emel Hacıslamoğlu: 1976 yılında Trabzon'da doğdu. Lisans eğitimini gördüğü Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden 1998 yılında mezun oldu. Aynı yıl halen görev yapmakta olduğu KTÜ Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi AD.'nda Medikal Fizikçi olarak çalışmaya başladı. Yükseköğretim Kurulu tarafından yapılan görevlendirme gereği 2002-2004 yılları arasında bulunduğu Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Radyoterapi Fiziği Yüksek lisans eğitimini tamamladıktan sonra KTÜ Radyasyon Onkolojisi

AD.'ndaki görevine geri dönerek medikal fizik uzmanı olarak çalışmaya devam etti. 2007 yılında KTÜ Nükleer Fizik AD.'nda başladığı doktora programını 2013 yılında tamamlayarak Doktor ünvanını aldı.

SÖYLEŞİ: I. ULUSAL MEDİKAL FİZİK KONGRESİ (8-9 EKİM 1987)

I. Ulusal Medikal Fizik Kongresine ait kongre kitapçığını elime aldığımda çok heyecanlanmıştım. O günlere ait anıları dinlemenin ve aktarmanın önemli olacağını düşündüm. Çünkü hepimizin ilk kongre izlenimleri heyecan vericidir. Mesleki açıdan ilk düzenleme olan bu kongre son derece önemli bir yere sahip olma özelliğini taşımaktadır. Kongreye ilk kez katılan ve o dönemde yüksek lisans öğrencisi olan hocam ve aynı zamanda uzun yıllardır her konuda birlikte çalıştığım iletişimde olduğum Prof. Dr. Hatice Bilge Becerir ile birlikte kongre kitapçığını bana hediye eden Prof. Dr. N. Ömer Yiğitbaşı-kendisi aynı zamanda I. Ulusal Medikal Fizik Kongre yönetici sekreteri ve Trakya Üniversitesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi-ile o günlere ait konuşma isteğimizi ilettik.

Bu nedenle Çapa Onkoloji Enstitüsünde her iki hocamın katılımıyla bu sohbeti gerçekleştirdik. Benim açımdan kongre düzenleyen ve kongreye ilk kez katılan hocalarımın sohbeti oldukça keyifliydi. Şimdi sözü kendilerine bırakıyorum...

Hatice Bilge: Bu kitapçığı ilk gördüğümde o günlere döndüm yüksek lisans öğrencilik günlerimi hatırladım. İlk medikal fizik kongresinde tezini hazırlayan bir medikal fizik öğrencisiydim. Hayatımda katıldığım ilk kongre olarak çok etkileyici idi. Kendimi başka bir gezegende hissetmişim. Hiç unutmuyorum, Prof. Dr. Orhan Nalcioğlu Kaliforniya Üniversitesinden gelmiş "Nükleer Manyetik Rezonans Teknikleri ve Tıpta Uygulanışı" konusunda bir konuşma yapmıştı. Çok fazla anlamamakla birlikte çok etkilenmişim. Kongrede hiçbir bildiri ve posterimin olmaması beni çok üzdüğünden bir sonraki kongrede benim de bildiri ve posterim olmalı diye kendime söz vermişim. O gün bugündür bu sözü tutmaya gayret ediyorum.

I. Medikal Fizik Kongresinde kongre yönetici sekreteri olan hocamız Ömer Yiğitbaşı'na öncelikle bu kongrenin düzenleme kararının nasıl alındığını sorduk.

Ömer Yiğitbaşı: 1960'ların sonu 1970'lerin başında İrfan Urgancıoğlu (Nükleer Tıp Hocası) ve Cemil Karadeniz (Fizik hocası) Londra'da birlikte ev arkadaşlığı yapmışlar. İrfan Hoca bir Nükleer Tıp kliniğinde araştırma yaparken, Cemil Hoca da bir üniversitede araştırmalarına devam ediyormuş. İrfan hoca bu eğitim sırasında fiziğin Nükleer Tıp'taki önemini anlamış gece geç vakitlere kadar fizik çalışmış ve bazen Cemil Beyi uyandırır soru sorarmış, tabi ki Cemil Bey bu duruma çok kızarmış. Bu nedenledir ki hoca fiziğe ve akademik çalışmalara çok önem verirdi. Aslında Nükleer Tıpta Medikal Fiziğin temelleri Londra'da atılmıştır.

Daha sonra İzmir'de 1981 yılında Nükleer Bilimler Kongresinde, Medikal Fizik Kongresini ayrı yapma fikri oluşmuştur. Sonuçta İrfan Urgancıoğlu hocanın başkanlığında 1987 yılında bu kongre Cerrahpaşa Tıp Fakültesinde gerçekleştirildi.

HB: Düzenleme kurulunda kimler vardı?

ÖY: Kongre kitabı elimizde olduğundan isimler eksiksiz verilebilir. Prof. Dr. İrfan Urgancıoğlu I. Başkan, Prof. Dr. Adnan Sokullu II. Başkan; Genel Sekreter Aclan Akbulut, Prof. Dr. Reha Uzel, Prof. Dr. Engin Bermek, Prof. Dr. Oktay Çokyüksel, Prof. Dr. Nurten Özer, Dr. Selahattin Göksel; Yönetici Sekreter Doç. Dr. İdris Gümüş, Doç. Dr. Kutlan Özker, Doç. Dr. Çetin Önsel, Yrd. Doç. Dr. Ömer Yiğitbaşı, Dr. Seyfettin Kuter, Dr. Doğan Bor.

HB: Hocam konuşmalardan anlıyorum ki I. Medikal Fizik Kongresinde Nükleer Tıp Fiziği konuları önemli yer tutmaktadır. Bugüne baktığımızda bu durumu göremiyoruz. Bunun nedeni Nükleer Tıp Fizikçilerinin Nükleer Tıp Kongrelerinde varlık gösteriyor olup Medikal Fizik Kongresini önemsemiyor olabilirler mi?

ÖY: Bir nedeni bu olabilir. Nükleer Tıp fizikçilerinin sayılarının artması gereklidir. Çünkü Nükleer Tıp ta işin içinde artık tedaviler de var.

HB: Kesinlikle size katılıyorum. Sayının artması çok önemli. 1986 Çernobil kazası sonrası olduğundan çalışmaların bir çoğunu Çernobil oluşturmıştır.

ÖY: Evet Çernobil'in hemen sonrasında olunca güncelliği ön planda olmuştur.

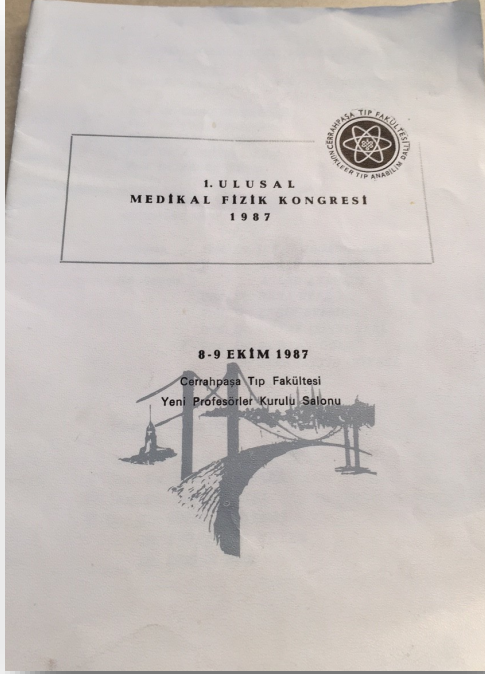
ÖY: Kongrenin ilk günü ikinci konuşmasında "Tıpta Yeni Bir Uzmanlık Dalı olarak Medikal Fizik" adı altında konu tartışılmaya ve geliştirilmeye açılmıştır. Kongrede Nükleer tıp fiziği ağırlıklı olarak var olmasına rağmen, Radyoterapi-de fiziğin kullanımına yönelik konuşmalar ikinci günkü toplantılar da yer almıştır.

HB: Dikkatimi çeken bir konu da kongrede Medikal Fizik Eğitimi isimli bir konu işlenmemiş sadece "**Medikal Fiziğin hastalıkların teşhis ve tedavideki yeri**" isimli bir konu rahmetli hocamız Doç. Dr. Seyfettin Kuter tarafından



anlatılmıştı. Anlaşıyor ki o yıllarda Medikal Fiziğin yeri ve önemi tartışılıyordu. Eğitim faslına geçilememişti. Ondan sonraki kongrelerde medikal fizik eğitimi gündem maddesi haline geldi. Bugün ise eğitimin kalitesini tartışabiliyoruz ve yüksek lisansı olmayan yani eğitim almamış insanlar kadrolara atanamıyorlar. Aynı konuyu tartışıyor gibi görünsek de aynı yerde olmadığımız aşikardır.

Fadime Alkaya: Her iki hocamın sohbetlerini izlemek de çok keyifliydi. Kendilerine çok teşekkür ediyorum.



Fadime Alkaya: 1993'de Çapa'da başladığı Medikal Fizik yolculuğu halen devam etmektedir. Seyfettin Kuter Hocayla tanıştıktan sonra seçtiği bu yolda Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Radyasyon Onkolojisinde 3 yıl, Edirne Trakya Üniversitesinde 10 yıl ve halen çalıştığı Medicana International İstanbul Hastanesinde 8 yıldır büyük bir keyifle ilerlemeye çalışmaktadır. Çapa Onkoloji Enstitüsü hayatının her döneminde önemli bir yere sahip olmuştur. Yazar, bu süre içerisinde yolculuk yaptığı, tecrübelerini paylaştığı ve anılarını biriktirmeye yardımcı olan tüm dostlarına sonsuz teşekkür eder.



Ömer N. Yiğitbaşı: 1952 Şemdinli doğumludur. İlk ve ortaokulu İzmir'de, liseyi Edirne'de bitirmiştir. 1975 Haziran döneminde İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun olmuş; 1975'te Edirne Tıp Fakültesi Biyofizik ve Nükleer Tıp Kürsüsünde Asistan olarak atanmıştır. 1975-1979 yıllarında Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Enstitüsünde, 1979-1982 yıllarında Fizyoloji ve Biyofizik Kürsüsünde görev yapmıştır. 1981 yılında Doktora çalışmalarını tamamlamış, bu süreler içinde yurt dışında yabancı dil, Çekmece Nükleer Araştırma Merkezinde Nükleer Elektronik Eğitimi görmüştür. NATO Advanced Study Institute'nin düzenlediği Technical Advances in Biomedical Physics ve Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Enstitüsü'nün düzenlediği Nükleer Tıp'ta Eğitim Sonrası Kurslarına katılmıştır. 1983 yılında T.Ü.Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalında Yrd.Doç.Dr. olarak atanmış. 1987 yılında Doçent unvanını almıştır. 1989 yılında Nükleer Tıp Doçent kadrosuna atanmış. 1989-1991 yılları arasında Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı yapmıştır. Bu yıllarda Eğitim Koordinatörlüğü, Baş koordinatör Yardımcılığı, Baş koordinatörlük görevleri yapmıştır. Ocak 1992'de Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü'ne; Eylül 1992'de Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür Yardımcılığına atanmıştır. 1993 yılında Profesör kadrosuna atanmış, 1995 yılında T.Ü.Rektör Yardımcılığı görevine atanmıştır. Halen T.Ü.Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır.

Radyoterapi Merkezlerindeki İş Güvenliği Uzmanları: Medikal Fizikçiler

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)"; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 31.12.2012 tarihinden itibaren yürürlüğe girmesiyle son yıllarda sıklıkla duymaya başladığımız bir kavram.

İş Sağlığı; çalışanların sağlıklarını, sosyal, ruhsal, bedensel olarak en üst düzeyde sürdürmek, çalışma koşullarını ve üretim araçlarını sağlığa uygun hale getirmek, çalışanları zararlı etkilere koruyarak işin ve çalışanın birbirine uyumunu sağlamak üzere yapılan çalışmaları kapsar. Bu tanım, işi sosyal, bedensel ve ruhsal boyutu ile ele almakta, iş ve üretim araçları ile çalışan arasındaki uyumu gözetmektedir.

İş Güvenliği ise; işyerlerinde, işin yapılması ile ilgili olarak oluşan tehlikelerden, sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak ve daha iyi bir iş ortamı yaratmak için yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

Bir işin yapılması sırasında bilinen veya bilinmeyen, öngörülen veya öngörülemeyen tehlikeler ve riskler söz konusudur. Bu tehlike ve riskler hem çalışanı, hem üretimi ve üretim araçlarını ve hem de çevreyi tehdit eder. Ortaya çıktığında da geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurabilir. İş Sağlığı ve Güvenliği olgusu, Avrupa Birliği içerisinde de, 1980'li yıllardan itibaren ağırlıklı ele alınmaya başlandı. Özellikle, 1989 yılında çıkarılan 89/391/EEC sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Direktifi, iş sağlığı ve güvenliği alanında çerçeve direktif olarak kabul edilmiş ve daha sonra bu çerçeve direktife dayanarak çok sayıda bireysel direktif çıkarılmıştır. Genel anlamda yapılması gereken iş sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarının amaçlarını şöyle sıralayabiliriz;

a) Çalışanları Korumak

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının ana amacını oluşturur. Çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı koruyarak ruh ve beden bütünlüklerinin sağlanması amaçlanmaktadır.

b) Üretim Güvenliğini Sağlamak

Bir işyerinde üretim güvenliğinin sağlanması beraberinde verimin artması sonucunu doğuracağından özellikle ekonomik açıdan önemlidir.

c) İşletme Güvenliğini Sağlamak

İşyerinde alınacak tedbirlerle, iş kazalarından veya güvensiz ve sağlıksız çalışma ortamından dolayı doğabilecek makine arızaları ve devre dışı kalmaları, patlama olayları, yangın gibi işletmeyi tehlikeye düşürebilecek durumlar ortadan kaldırıldığından işletme güvenliği sağlanmış olur.

Anlaşılabileceği üzere iş sağlığı ve iş güvenliği çalışma alanı olarak tüm iş kollarını kapsarken her iş kolunda farklılıklar göstermektedir. Hastaneler farklı disiplinlerin çalıştığı, İSG açısından çok tehlikeli sınıf kapsamında olması sebebiyle de bu farklılığın olduğu önemli iş kollarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu sebebiyle birçok hastanede iş sağlığı ve güvenliği kurullarının oluşturulması, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitimlerinin yapılması, acil durum planları, yangınla mücadele ve ilk yardıma ilişkin düzenlemelerin yapılması ile ilgili çalışmalar başlatılmış ve devam etmektedir. Tüm bu koşulların yerine getirilmemesi durumunda, kasten veya taksirle iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınmamış olmasından çalışanın vücut bütünlüğüne zarar gelmesi halinde işveren, Türk Ceza Kanunu'na (md:81-

89; 257) göre suçlanabilecektir.

6331 sayılı İSG Kanunu ile birlikte İş Sağlığı ve Güvenliği hizmetlerinin iş güvenliği uzmanları ve işyeri hekimleri tarafından yürütülmesi gerekliliği ve bu hizmetlerin tüm işyerlerinde zorunluluk haline gelmesi İş Sağlığı ve Güvenliği hizmetlerinin öncelikli bir çalışma alanı haline almasını sağlamıştır. Bu nedenle en çok merak edilen soruların başında bu hizmetleri yürütmek isteyen kişiler için "kimler iş güvenliği uzmanı" olabilir sorusudur. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından İş Sağlığı ve Güvenliği hizmetlerinde görevlendirilmek üzere belgelendirilen mühendis, mimar ve teknik elemanlar, İş Güvenliği Uzmanı (İSG uzmanı) olarak çalışabilecek meslek grubu olarak tanımlanmıştır. Teknik eleman olarak bahsedilen grupta, teknik öğretmenler, fen-edebiyat fakültelerinin fizik veya kimya mezunları ile iş sağlığı ve güvenliği programı mezunları yer almaktadır.

Medikal fizikçiler tüm bu çerçeveden bakıldığında fizik ve fizik mühendisliği lisans eğitimi sebebiyle ek koşulları yerine getirmek şartıyla bu alanda çalışabilecek bir meslek grubu olarak gözükmektedir. Ayrıca medikal fizikçilerin çalışma alanı, görev sorumlulukları açısından bakıldığında İSG uzmanlığı içerik olarak çok yabancı olunmayan bir meslek grubu olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taraftan medikal fizikçiler işleyiş içerisinde kendi alanındaki bilgi ve deneyimiyle, hastanenin görevlendirdiği İSG uzmanıyla birebir koordinasyon içerisinde olması gereken, İSG kurullarında görev alan ve eğitimleri gerçekleştiren ekip içerisinde önemli bir yere sahip olacaktır.

Hastanede çalışan medikal fizikçilerin görev alanı oldukça kapsamlıdır. Genel başlıklar altında değerlendirildiğinde görev ve sorumlulukları İSG ile örtüşmektedir. Bunlar;

Çalışan açısından değerlendirildiğinde, **6331 Sayılı "İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu"na göre çıkarılan ve 20 Ağustos 2013 tarih ve 28741 sayılı Resmi Gazetede** yayımlanarak yürürlüğe giren İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelikte "İşveren, işyerinde bulunan, kullanılan veya herhangi bir şekilde işlem gören maddelerin ve çalışma ortam koşullarının tehlikelerinden, zararlı etkilerinden çalışanları korumak zorundadır". Güvenli bir çalışma ortamı sağlamak amacıyla çalışma ortamındaki kişisel maruziyetlere veya çalışma ortamına yönelik fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlere yönelik ölçüm, test, analiz ve değerlendirmeleri, ön yeterlik veya yeterlik belgesini haiz laboratuvarlara yaptırmakla yükümlüdür." hükmündedir.

Bu yönetmelik hükümleri açısından bakıldığında iş güvenliği uzmanları risk analizlerinde radyasyon alan ölçümleri, alınan dozların tayini, kalibrasyonların düzenli yapılması gerekliliğini raporlarına eklemekte ve kayıt altına almaktadır. Medikal fizikçiler görev ve sorumluluk olarak radyoterapi merkezlerinde radyasyonla çalışan kişilerin radyasyon sağlığı ve güvenliği tüzük ve yönetmeliklerinde ön görülen şartlarda çalışıp çalışmadıklarını kontrol etmek, personelin dozlarını ölçmek, personel monitoring sistemini uygulamak ve kayıtlarını tutmak, radyasyon tehlikesi olan alanlardaki çalışmalarda radyasyon güvenliğini sağlamak, radyasyon korunması görevlisi ile birlikte her cihazın olası kaza durumu için tehlike durumu planını hazırlamak ve bir tehlike durumunda planda belirtilen yükümlülükleri yerine getirmektedir. Ayrıca tesiste çalışanların eğitiminde görev almak, çalışan kişiler ve kaynaklar hakkında kayıtları tutmakta medikal fizikçinin görev alanı içerisinde.

Üretim güvenliğini sağlamakla ilgili, yeni alınmış cihazlar ile

bakım ve onarımdan geçmiş cihazları kullanıma sokmak üzere gerekli ölçümleri yapmak, hasta dozu ile ilgili gerekli ve yeterli bilgileri elde ederek doz hesaplarını yapmak, tedavi planının en doğru şekilde uygulanması ve hastanın radyasyon güvenliği için gerekli yöntem ve düzeneklerinin teminini ve kullanılmasını sağlamak, kalite temini programlarının protokollere uygun olarak düzenli bir şekilde yürütülmesini sağlamak, cihazların klinik tedaviye hazır hale getirilmesini tedavi planlama sistemi için, tüm tedavi cihazlarının verilerinin elde edilmesi ve bu verilerin tedavi planlama bilgisayarlarına yüklenmesi ve bu bilgilerin doğrulanması, tedavi verilerinin, simülatör, CT-SIM, tedavi planlaması ve tedavi cihazına uygunluk içinde transferinin ve kontrolde sürekliliğinin sağlanması, tedavi planlama sisteminde hasta doz planlamalarının yapılması, doğrulanması ve uygulanması, tedavi cihazı ve planlama sistemlerinin yazılım upgrade'lerinde meydana gelebilecek hatalara karşı dikkatli davranarak sistemin kontrol edilmesi gibi görevleri bulunmaktadır.

İşletme Güvenliğini Sağlamak açısından bakıldığında, radyoterapi cihazlarının rutin bakım onarım periyotlarının düzenlenmesi ve olabilecek kaza ihtimallerine karşı acil durum senaryolarını oluşturmak ve uygulanabilir hale getirmek, yeni cihazların belirlenmesi ve tesislerin planlanmasında radyasyon güvenliğine ilişkin hususlarda görüş ve önerilerde bulunmak, radyoaktif kaynakların kayıtlarının tutulması ve depolanmasının sağlanması, atıklar için düzenli kontrol sisteminin sağlanması görevleri bulunmaktadır.

Tüm bu unsurlar beraberinde uluslararası standartlara, kanunlara, yönetmeliklere ve İSG mevzuat ve gereklerine uymayı, gelişen teknolojiyi takip edip yeni iş sağlığı ve güvenliği kriter ve usulleri geliştirmeyi, uygulanması için paylaşımda bulunmayı, çalışanların eğitim ihtiyaçlarını karşılamayı da getirmektedir. Medikal fizikçiler iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili sorumluluklarını ileterek alınacak kararlara aktif katılımlarını sağlamalı ve mevcut çalışma usullerini gözden geçirerek yenilemeyi, iş sağlığı ve güvenliğini tehdit edebilecek riskleri ortadan kaldırmayı da hedefleyecek şekilde gelişen süreç içerisinde yerlerini almalıdırlar. Süreç içerisinde yapılması gereken işler ve gruplar arasındaki iş akışları kontrol listeleri ile sağlanabilir.

Bu konuda 2015 yılında AAPM tarafından yayınlanan '**TG-230 / MPPG-4 The Development, Implementation, Use and Maintenance of Safety Checklists**' başlıklı rapor referans olarak alınabilir. Bu çalışmada tıp ve tıp dışı alanlarda güvenlik kültürünün oluşması ve insan hatası kaynaklı kazaları elimine edebilmek amacıyla kontrol listesi kullanımı önerilmektedir. Özellikle havacılık gibi farklı sektörlerde kontrol listeleri ile ilgili deneyim zenginliğine rağmen tıp alanında bu konu ile ilgili sistematik bir yaklaşım yoktur. Bu sebeple bu döküman spesifik klinik uygulama ya da işlem için kontrol listesi tanımlanması yerine kontrol listelerinin geliştirilmesinde kılavuz olacak şekilde hazırlanmıştır. Kontrol listeleri kullanımıyla farklı davranış şekilleriyle oluşabilecek insan hatalarında (dikkat dağıtıcı ortam, yorgunluk vs.) unutulabilecek görevler için hatırlatma kolaylığı sağlanması hedeflenmektedir. Örneğin klinik uygulamada yanlış hasta, unutulmuş bolus ya da elektron bloğu gibi tam dikkat gerektiren konulardaki hataların önlenebileceği belirtilmektedir.

Ancak listelerin klinik ihtiyaç, dizayn, doğrulama, uygulama, performans değerlendirmesi ve uygulamanın geliştirilmesi gibi aşamaları içerecek şekilde medikal fizikçi, radyasyon onkoloğu, hemşire, radyoterapi teknikeri gibi farklı profesyonel gruplarının bir araya gelerek hazırlanması gerektiği ifade edilmektedir. Genel olarak bakıldığında kontrol listeleri, bir grup işi tanımlamaya dönük olarak hazırlanan değerlendirme listesinin kontrol edilmesi şeklinde uygulanmakta, değerlendirme ile ilişkin çok sayıda tanımlayıcı ifadeden oluşan bir liste hazırlanmakta ve uygulanması gerektiği belirtilmektedir.

Kontrol listeleri kullanımı İSG'de de risk analizleri ve kaza sebeplerinin belirlenmesinde önemli oranda kullanılmaktadır.

Yukarıda da bahsedildiği üzere yakın zamanda gelişmeler açısından da bakıldığında kontrol listeleri, radyoterapi klinik uygulamalarında tavsiye edilen bir unsurdur. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerinin uygulanışında rehber bilgiler sunmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliğini sağlamak üzere zaman içerisinde işyerlerinde çalışma düzenini ve koşullarını kapsayan birtakım mevzuat yürürlüğe konmuştur. Ancak zamanla İSG sorununa sadece mevzuat olarak değil daha değişik açılardan da yaklaşılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu bahsedilenler çerçevesinde, çalışanın, iş yerlerinde işin yürütülmesi sırasında oluşan veya oluşabilecek tehlikelerden ve sağlığına zarar verebilecek unsurlardan korunmasını, aynı zamanda işyeri ortamının iyileştirilmesini hedef alan sistemli ve bilimsel çalışmaların tümünde medikal fizikçiler görev almaktadır.

Teknolojik gelişmenin sürekliliğinin devamı sebebiyle her gün çalışma alanlarına katılan yeni işkolları, kimyasal maddeler, makine ve teçhizatlar bu konu üzerinde çalışmanın kesintisiz olmasını ve yeni teknoloji ile karşılaşılan yeni sorunların araştırılmasını ve çözümlenmeye çalışılmasını gerektirmektedir. Bu kapsamda yeni bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkan iş sağlığı ve güvenliğinde de medikal fizikçilere görevler düşmektedir.

KAYNAKLAR

1. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
2. <http://www.csqb.gov.tr/>
3. Bilge H., 2006, "Kalite kontrol ve medikal fizik". Türk Radyasyon Onkolojisi Derneği Bülteni Sayı 4.
4. Doğan Bor. 1994, Medikal fizik ve medikal fizikçi kavramı. Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü.
5. AAPM (1993). "The Role of a Physicist in Radiation Oncology." AAPM Report No. 38 (American Institute of Physics, New York).
6. <http://www.taek.gov.tr>
7. www.medikalfizik.org.
8. Medical Physics Practice Guideline 4.a: Development, implementation, use and maintenance of safety checklists Journal of Applied Clinical Medical Physics, volume 16, number 3, 2015



Songül Karaçam: 1971 yılında İstanbul'da doğdu. 1988 yılında Pertevniyal Lisesinden, 1995 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Radyofizik programında yüksek lisans ve doktora eğitimini tamamladı. 1996 yılından itibaren Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda çalışmaktadır. Aynı zamanda A sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği uzmanı olup Cerrahpaşa Tıp Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Birim Sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

AYIN TARTIŞMA KONUSU: KONFORMALİTE İNDEKSİ

Konformite İndeks (CI) Paradoksu

Radyoterapi, geçmişten bu yana hedef hacme (Target Volume-TV) yüksek doz tanımlanırken, sağlam doku (SD) ve riskli organları (RO) korumak amaçlı hızlı ve sürekli gelişen bir tedavi şeklidir. Planlama ve uygulaması için, çoktan seçmeli cihaz ve yöntemler arasında hangisinin daha fazla amaca yönelik olduğuna ilişkin bir çok değerlendirme metodu bulunmaktadır. Hangi planın iyi olduğu hastanın klinik durumuna ve tedavi yaklaşımının amacına bağlıdır. İki seçenek vardır: Ya RO'yu kısmen koruyarak TV'nin istenilen doz ile tam kapsanması ya da RO'yu tam koruyarak TV'ye hedeflenen değil ancak olabilecek en uygun dozun erişmesini sağlamaktır. International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) 83 no'lu⁽¹⁾ raporunda planların değerlendirmesi üç farklı seviyede tanımlanmıştır.

Seviye 1; Merkezi eksenindeki absorbe doz ve iki boyutlu (2D) doz dağılımının değerlendirilmesi önerilir ancak gelişen teknoloji ile birlikte bu seviye geçerliliğini yitirmiştir.

Seviye 2; Bilgisayarlı Tomografi (BT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ve Pozitron Emisyon Tomografi (PET-BT) görüntülerinin radyoterapi planlamasında kullanılması ve Tedavi Planlama Sistemlerinin (TPS) gelişmesi ile, TV, RO ve SD hacimleri için hacimsel doz değerlendirme dönemine girilmiştir. Değerlendirmede, üç boyutlu (3D) izodoz dağılımı, doz hacim histogramları (DVH) ve Konformalite İndeksi (CI)-Homojenite İndeksi (HI) gibi plan kalitesini belirleyen parametreler gündeme gelmiştir. Günümüzde, çoğu merkezde Seviye 2 değerlendirme çoğunlukla DVH ve 3D izodoz dağılımı kullanılarak yapılırken, CI belirlenmesi için hem radyocerrahi de hem de fraksiyone radyoterapide birçok yöntem tanımlandığından 'CI paradoksu' kafamızı karıştırmaya başlamıştır.

Seviye 3; Dünyada yaygın olarak kullanıma girmemiş Tümör Kontrol Olasılığı (TCP) ve Normal Doku Komplikasyon Olasılığı (NTCP) gibi radyobiyojik değerlendirmelerin yer aldığı seviyedir.

CI, kendi içinde çeşitlilik gösteren, tedavi tekniğine göre tartışılabilir ve farklı yaklaşımların kullanılması ile belirlenebilecek bir değerdir. Geçmişten bu yana gelişen teknoloji ve IMRT/VMAT gibi TV'nin daha iyi sarılabileceği tekniklerde ilk tanımlamaların yetersiz kaldığı görüldükçe kendisiyle yetinilmemiş, daha çok bilgi ve veri diye ısrar ettiğimiz bir konudur. Diğer yandan, özellikle dozimetrik makaleleri tararken gözümüzün en çok aradığı karşılaştırma yöntemidir. Durum bu iken, bilim net sonuca götürmeyen bir değeri kullanmamıza nasıl izin vermektedir? Madem yetersiz neden hala kullanılmaktadır? Madem kullanılmakta neden yetersiz bulunmaktadır? Dolayısıyla CI kendi paradoksunu oluştururken bize de bunu tartışmak ve geliştirmek kalıyor. Bu yazıda da literatürdeki tartışmaları benim süzgeçimle görmeyi istediniz. Yazı ve CI hakkındaki tüm düşüncelerinizi medfizonline@gmail.com aracılığıyla benimle paylaşabilirsiniz.

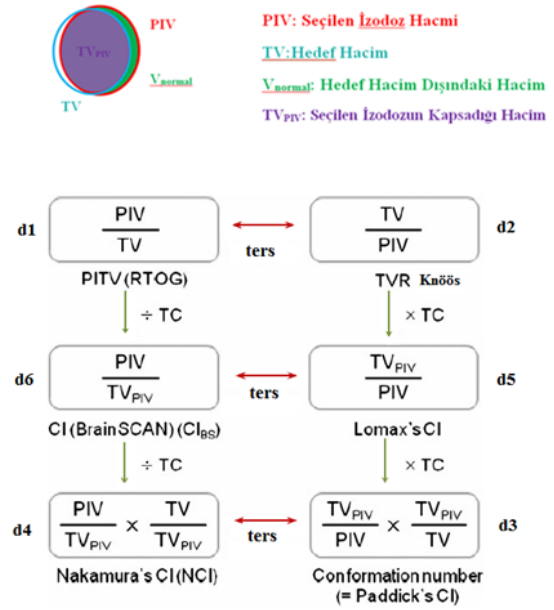
CI Paradoksunun Tarihsel Gelişimi

Hedef Hacim Kapsanması

1993 yılından itibaren tanımlanmaya başlanan ancak aslında tanımlanamayan CI, dozimetrik olarak yapılan tüm bilimsel çalışmalarda baş köşeye oturmayı başarmıştır. Şekil 1⁽²⁾'de tanımlaması sürekli değişmesine rağmen, hesabı kesişen kümeler temeline dayanan CI hesaplamasındaki

terimlerin şematik gösterimi ve formülasyonu gösterilmektedir.

1993 yılında yayınlanan Radiation Therapy Oncology Group⁽³⁾ (RTOG) raporunda CI tanımlaması Şekil 1' de d1 ile yapılmıştır. Bu formül sonucunda bulunan CI değeri 1 ise seçilen izodoz ve TV hacim değerleri aynı olduğu için ideal plan olarak kabul edilmektedir. Değerin >1 olması TV'den daha fazla bölgenin tanımlanan dozu aldığı anlamına gelirken <1 bulunması TV'nin tam kapsanmadığını göstermektedir. Değer >2.5 ve <0.9 olduğunda planın tekrarlanması önerilmektedir. Fakat bu hesaplama yöntemi ile hacimler eşit olsa da tanımlanan izodoz hacminin ve TV hacminin yerleşimleri farklı olabileceği olasılığı olduğu için her bir kesitte izodoz eğrisi görülmeden plan kalitesi hakkında doğru bir anlam ifade etmez. Bununla beraber günümüzde hala kullanımı devam etmektedir.



Şekil 1: Aşağıda formüle edilmiş CI hesaplamalarına ilişkin şematik gösterim. Target kapsaması, $TC = \frac{TV_{PIV}}{TV}$ olarak tanımlanmıştır⁽²⁾

1998 yılında Knöös ve ark.⁽⁴⁾ tarafından RTOG CI değerlendirilmesi için bazı eleştirilerde bulunulmuştur. Seçilen izodoz hacminin değişken olacağından CI değerinin bu hedef hacmi minimum kapsayacak izodoz eğrisine ya da ICRU 50'ye göre referans izodoz olan %95 izodoza göre değişeceğini yani CI ve PIV' nin seçilen izodoza göre değişken olacağını öne sürmüştür. Örneğin SRS planlarında demet sayı ve seçimlerine göre CI değeri artırılabilirken, seçilecek izodoz değeri düşecek, böylelikle PIV artacaktır. Bu sebeple, RTOG tarafından verilen denklemin tam tersi olan d2 tanımlanmıştır. D2 formülünün ters çevrilmesi ile elde edilen yeni CI değerinin seçilecek izodoz ile ilişkisi geometrik olarak koparılmış olsa da daha sonra Paddick⁽⁶⁾ tarafından da belirtilen üzere $TV = PIV$ olması durumunda CI olacak ancak geniş seçilen izodoz hacmi sağlıklı dokuyu içerecektir. Knöös ve ark. tarafından tanımlanan bu CI değeri ≤ 1 olması durumunda plan kalitesinin artacağı sonucuna varılmıştır.

Hedef Hacim Kapsanması ve Sağlıklı Doku İlişkisi

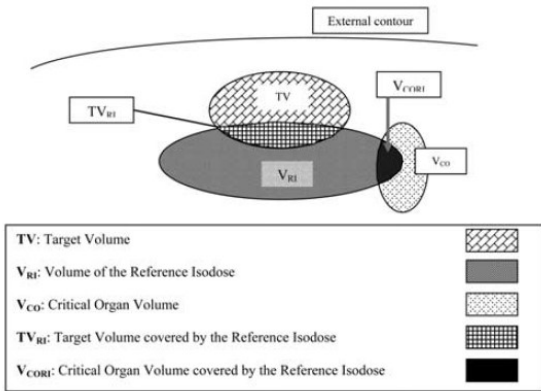
planına ve klinik bulgulara göre değişebileceği, plan kalitesinin tek ölçüğünün CI olmayacağı sonucunu doğurur.

Hedef hacim Kapsanması ve Riskli Organ İlişkisi

CI hesaplamalarının bu tarihi değişimi içinde, 1998 yılında Baltas ve ark.⁽¹⁰⁾ ilk kez RO için de bir hesaplama kullanılması gerektiğini savunmuş ve brakiterapi planlarının değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Hesaplama en azından seçilen izodoz ile ışınlanan RO hacminin, RO hacmine oranını 1 değerinden çıkarıp, d3 ile çarparak Konformal İndeks (COIN) değerine ulaşılmıştır.

$$COIN = \left[CN \times \prod_{i=1}^{N_{CO}} \left(1 - \frac{V_{COref,i}}{V_{CO,i}} \right) \right]$$

Yukarıdaki formülde Şekil 4' de açıklandığı gibi COIN değeri, hedef hacmin kapsanmasını, kritik organ olmayan sağlıklı dokunun ışınlanmasını ve seçilen izodoz ile ışınlanan kritik organ hacmini içermektedir. COIN değeri 0 ile 1 arasında değişirken en iyi planda COIN değerinin 1 yakını olduğunu ve bu değere sahip planlarda kritik organ korumasının maksimum olacağı belirtilmiştir. Bu nedenle COIN değerinin sadece brakiterapi için değil yüksek doz gradyentinin olduğu radyocerrahi, IMRT gibi planların değerlendirmesinde de kullanılabileceği aşikardır. Formülde; seçilen izodoz ile ışınlanan RO hacimlerinin dahil edilmesine rağmen kendi formüllerinin hesaplamasında DVH değerleri kullanılacağından yani RO'ların geometrik bilgisi eksik, aynı zamanda her RO için tolerans doz değeri farklı olacağından teorik olarak anlamlı iken pratikte kullanımının zor olacağını da söylemişlerdir. Farklı planlar karşılaştırıldığında hangi planın daha iyi olacağı, tek bir RO'ya göre bu hesaplamanın doğru olmayacağı ve her bir RO'ya göre ayrı ayrı incelemenin daha yol gösterici olabileceği söylenmiştir.



Şekil 4. COIN hesabında kullanılan hacimlerin şematik gösterimi

Conformity ve Gradient İndeks Tanımı

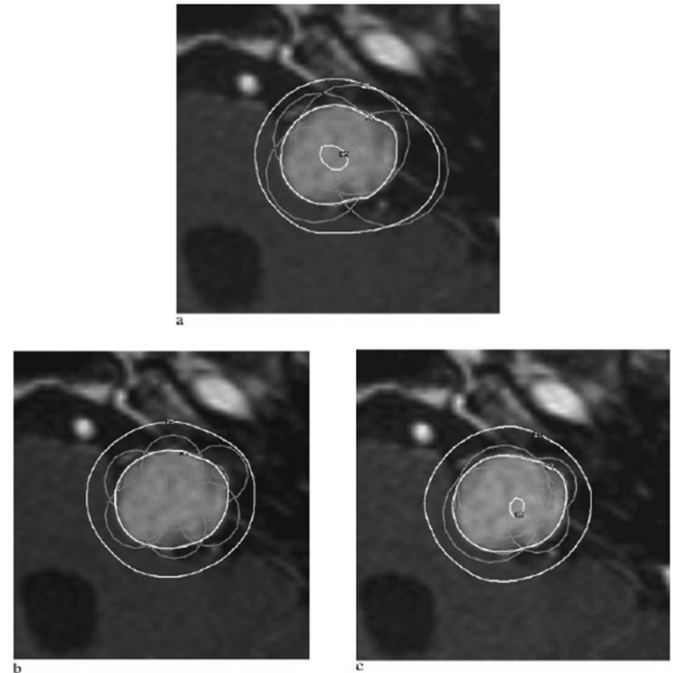
2003 yılında Wagner ve ark.⁽¹¹⁾ tarafından SRS planlarının karşılaştırılmasında, Konformite/Gradient Index (CGI-

Conformity/Gradient Index) değeri tanımlanmıştır.

$$CGI = (CGI_c + CGI_g)/2.$$

Yukarıdaki formülle tanımladıkları CGI değerinde konformite skoru ile gradient skorunu birleştirip, hedef hacim dışındaki beyin dokusu için hesapladıkları NTCP ile CGI değerlerinin uyumlu olduğunu raporlamışlardır. CGI değeri ile plan karşılaştırmak oldukça uygun görünse de, TV içindeki doz maksimum ve minimum değerleri belirlenememekle birlikte, normal beyin dokusu dışındaki RO değerlendirilmesinde de yeterli değildir.

Daha önce plan kalitesini CI ile açıklayan Paddick ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada ise⁽¹²⁾ özellikle radyocerrahi uygulamalarında plan kalitesini sadece CI değerine bakarak değerlendirmenin yetersiz olacağını, hedef hacmin hemen bitimindeki doz düşüşünün ve düşük doz içinde kalan sağlıklı doku hacminin de belirlenmesi gerektiğini yayınladılar. Özellikle düzensiz konturlu kritik organlara çok yakın hedef hacimlerin radyocerrahi tedavisinde gelişen teknolojiler ile yüksek CI değerli planlar yapılırken bu planlarda keskin doz düşüşünde plan kalitesinin de değerlendirilmesinin gerekli olduğunu vurguladılar. Şekil 5' de %46 izodoz eğrisine doz tanımlaması yapılan aynı CI değerine sahip ancak hedef hacim bitiminde doz gradientleri farklı olan planlar gösterilmektedir. Görüleceği üzere CI değeri plan kalitesini belirlemede tek parametre olarak kabul edilemez. CGI gradient indeksi basitleştirerek başka bir formül ile seçilen izodozun yarısının kapladığı hacmin seçilen izodoz hacmine oranı olan Gradient İndeks (GI) değerini tanımlamıştır. GI değeri aynı CI'ya sahip planlarda, TV dışındaki düşük doz gradient bölgesinin hesabı için önemli bir faktör olarak belirtilmektedir. GI ne kadar düşüğe etrafındaki SD'nun aldığı dozun daha az olduğu, yani TV dışında dozun daha keskin düşüş gösterdiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 5. Paddick formülü ile hesaplanan %46 izodoza normalize edilen aynı CI değerine sahip ancak GI değeri farklı olan akustik nörinoma SRS planları. a) planında PCI=0.87, GI=3.3, b) planında PCI=0.87, GI= 2.94, c) planında PCI=0.87, GI=2.65.

2010 yılında Yomo ve ark.⁽¹³⁾ tarafından GK ile SRS tedavi planları değerlendirmesinde, TV içindeki doz homojenitesini

belirten enerji indeksi (EI) tanımlanmıştır. Çalışmada ayrıca; CI (d1), GI ve Şekil 1'de d5 denklemi ile tanımlanan seçicilik indeksi (SI) de kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, SI sabit kaldığında, maksimum CI ve minimum GI'nın TV'ye yüksek doz verirken SD'yi koruyabildiği anlamına geldiği söylenmiştir. EI'nın yüksek olması ise TV içinde daha homojen doz dağılımı olduğu anlamına gelmektedir.

CI _{RTOG}	$Conformity\ index_{RTOG} = \frac{V_{RI}}{TV}$	RTOG ⁽³⁾
CVF	$(CVF) = \frac{LV_{RI}}{LV} = \frac{TV_{RI}}{TV}$	SALT ⁽¹⁴⁾
HTCI	$HTCI = \frac{TV_{RI}}{V_{RI}}$	Lomax ve Scheib ⁽⁸⁾
Modifiye HTCI	$Modified\ HTCI = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \left(\frac{TV_{RI,i}}{V_{RI,i}} \right)$	Leung ve ark. ⁽¹⁵⁾
CN	$CN = \frac{TV_{RI}}{TV} \times \frac{TV_{RI}}{V_{RI}}$	van't Riet ve ark. ⁽⁵⁾ , Paddick ve ark. ⁽¹²⁾
COIN	$COIN = CN \times \prod_{i=1}^{NCO} \left(1 - \frac{V_{COref,i}}{V_{CO,i}} \right)$	Baltas ve ark.
COSI	$COSI = 1 - \frac{V(OAR)_{>tol}}{TV_{RI}}$	Menhel ve ark.
CGI	$CGI_c = 100 \times \frac{TV}{V_{RI}}$	R _{Eff,Rx} (ii) 0.3 cm}} geometrik. Kendimiz belirleyebilseydik düzgün bir TV tanımı yapılır, bu hacimden uzak RO ve SD belirlerdik. Fakat bu değiştirilemeyecek bir geometri olduğu için dikkat edilecek önemli noktalar bulunmaktadır. A: Hasta için hem konforlu hem de hareket etmeyeceği bir sabitleme ve pozisyonlama. B: BT ile yetinmeyip yardımcı görüntüleme tetkikleri ile füzyon yaparak GTV ve/veya CTV'yi tam belirlemek. C: Nefes alıp vermeye bağlı organ hareketleri için, nefes kontrolü, gating veya tracking. D: Bağımsız organ hareketleri için oynama sınırlarını bulmak, engellenebileceği kadar engellemek ve PTV marjını ona göre belirlemek. <u>İyi görüntülenememiş, çizilememiş veya tekrarlanamamış TV, RO ve SD'lar için hesaplanacak CI değeri bir o kadar yanıltıcı olacaktır.</u>
	$CGI_c = 100 - \{ 100 \times [(R_{Eff,50\%Rx} - R_{Eff,Rx})] \}$	
	$CGI = \frac{CGI_c + CGI_g}{2}$	
CDI	$CDI = \frac{NT_{RI} + (TV - TV_{RI})}{\frac{1}{2} \times (S_{RI} + S_{TV})}$	Wu ve ark. ⁽¹⁷⁾
DSC	$DSC = \frac{2 \times TV_{RI}}{TV + V_{RI}}$	Dice ve ark. ⁽¹⁸⁾

Tablo 1. CI hesaplama formülleri.

CDI:Conformity Distance Index; CGI:Conformity/Gradient Index; CN:Conformation Number; COIN:Conformity Index; COSI:Critical Organ Scoring Index; CVF:Coverage Volume Factor; DSC:Dice Similarity Coefficient; HTCI:Healthy Tissue Conformity Index; NCO:Number of OARs; NTRI:Normal Tissue Volume referans dozu ya da daha fazlasını alan hacim; r: Referans dozun içindeki hedef hacim sayısı; REff:50%Rx; SRI: Surfaces of the VRI; STV, surfaces of the TV; TV: Volume of Target Volume; TVRI: Target Volume covered by the Reference Isodose; TVRI_i: Target Volume covered by the ith Reference Dose; VCO_i: OAR volume; VCOref_i: OAR Volume Receiving at least the Reference Dose; V(OAR)_{tol}: Fractional Volume of the OAR receiving more than a predefined tolerance dose; VRI, Volume of the Reference Isodose; VRI_i: Total Isodose volume of the ith Reference Dose.

Tablo 1' de buraya kadar anlatılan CI hesaplama sürecinde kullanılan formüller özetlenmiştir. Bu kısa tarihi gezintimizden sonra aklımıza takılan bazı sorular var.

Neden tek bir CI kullanmıyoruz?

Çünkü hiç biri tek başına bize istediğimiz bilgiyi vermiyor. TV'nin ne kadar uygun sarıldığını bilsak, normal dokuların ne aldığını anlayamıyoruz. Her ikisini de anlasak, RO'lar için bilgi sahibi olamıyoruz.

Bu indeksi kullanmaktan vazgeçemez miyiz?

Hayır. Teknolojinin ilerlemesi, hem cihazlar hem de teknikler arasındaki ince fark ve geçişleri ayırmamızda zorluğa neden oluyor. Tek bir hasta için, TPS'de DVH ve izodoz dağılımları vasıtasıyla birkaç planı karşılaştırabiliriz. Fakat cihazlar ve hastalar farklı olduğunda ortak bir dil bulmak zorundayız.

Sadece DVH karşılaştırması yetmez mi?

Yetmiyor. DVH ile sadece hangi organın belli bir hacminin ne kadar doz aldığını görebiliyoruz. Hangi bölgesinin aldığı hakkında bilgimiz yok.

HI gerçekten destek mi?

Kesinlikle. CI ile hedef hacmin ne kadar uygun bir izodoz dağılımı sağladığını görmemize rağmen hedef hacim içinde yer alan maksimum ve minimum dozlar hakkında bilgimiz olmuyor.

CI değerlendirmesinin bahsettiğimiz konular dışında bir kısıtlaması var mı?

Var. Literatürde, büyük hacimli TV planlarında CI değerinin planla orantılı olarak iyi olduğu bulunmuş. Tümör kontrolü daha fazla sağlanırken normal doku toksisitesi azalmış. Fakat küçük hacimli hedeflerde ($\leq 1\text{cm}^3$) CI'nın iyi olmasının, tümör kontrolü ve toksisitenin iyi olması anlamına gelmediği görülmüş. Bu da SRS/SBRT de daha dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

CI'nın dayalı olduğu prensip nedir?

0.3 cm}} geometrik. Kendimiz belirleyebilseydik düzgün bir TV tanımı yapılır, bu hacimden uzak RO ve SD belirlerdik. Fakat bu değiştirilemeyecek bir geometri olduğu için dikkat edilecek önemli noktalar bulunmaktadır. A: Hasta için hem konforlu hem de hareket etmeyeceği bir sabitleme ve pozisyonlama. B: BT ile yetinmeyip yardımcı görüntüleme tetkikleri ile füzyon yaparak GTV ve/veya CTV'yi tam belirlemek. C: Nefes alıp vermeye bağlı organ hareketleri için, nefes kontrolü, gating veya tracking. D: Bağımsız organ hareketleri için oynama sınırlarını bulmak, engellenebileceği kadar engellemek ve PTV marjını ona göre belirlemek. İyi görüntülenememiş, çizilememiş veya tekrarlanamamış TV, RO ve SD'lar için hesaplanacak CI değeri bir o kadar yanıltıcı olacaktır.

Radyobiyojik değerlendirme CI'nın yerini almaz mı?

Düşündürücü. Bir tümör veya RO tipi birbirinden farklıdır. Tümör hücrelerinin radyasyona duyarlılığı hücre karakterlerine ve bulundukları ortama göre değişir. Fakat günümüzde, SRS/SBRT gibi teknikler için, hatta bir kısmı yüksek doz-bir kısmı düşük doz hızında uygulanan ark tedaviler için bile şu anki radyobiyoloji ne kadar yardımcı?

İyi plan hastayı tedavi eden plandır. Radyoterapide, yakın ve uzak dönem sonuçları iyi olan hastaların planları doğru dizayn edilmiş, doğru değerlendirilmiş ve doğru uygulanmış demektir. Tedavisinde amaca ulaşılmış veya ulaşılamamış hasta için geriye dönük kullanılan cihaz ve teknik değerlendirmesinin yapılması, hastanın klinik özellikleri ile birleştirildiğinde çok yararlı bir kaynak haline dönüşmektedir. Fakat var olan değerlendirme yöntemleri ile gerekli zaman ve iş gücü oldukça fazladır. Bu durum bizi ileride modifiye edilecek bir CI hesaplama yönteminin tek başına kullanılacağı fikrine götürmektedir. Böylece, DVH ve 3D doz dağılımı değerlendirme, en azından geriye dönük araştırmalarda son bulabilecektir. Bu argümanımız için geçerli sebeplerimiz var;

Görüntüleme tekniklerinin gelişmesiyle tamamen geometrik tabanlı bir hesaplama yöntemi olan CI için, daha doğru hedefler ve organ sınırları belirlenebilecektir. Çoklu cihaz ve plan arasında seçim yaparken, hastanın klinik durumu göz önünde bulundurularak, tek değerle kısa zamanda doğru plan için karar verilebilecektir.

Evrensel bir dil geçerli olacaktır. Sıkıcı, uzun ve akılda kalmayan literatür sonuçları hastanın klinik durumu ve tek değer ile daha anlaşılabilir bir hal alabilecektir.

CI, uzak dönem yanıtlarıyla birleştirildiğinde herkesin anlayacağı ortak bir bilgi bankası oluşturulabilecektir.

Cihaz israfı önlenilecektir. O bölgede var olan görülme sıklığı yüksek kanser türleri ve yerleşim yerleri ile ilgili bilgi sayesinde doğru cihaz seçiminde faydalı olabilecektir.

"Her şey hayal etmekle başlar sözünden yola çıkarak, bu öngörülen CI, tek başına yeterli olabilecektir. Öyle ki, hem TV kapsanmasını, hem SD' nin gördüğü zararı hem de seri ve paralel organ ayırımı da yaparak RO için limitin neresinde durduğumuzu gösterebilecektir. TV içindeki minimum doz ve RO içindeki maksimum doz bölgesi hakkında bilgi verecektir. Hatta TPS bunu kendi hesaplayabilecektir."

Tabii bu noktaya gelinceye kadar çok parametrelili uzak sonuçlar derinlemesine ve tarafsız bir şekilde incelenmelidir. Tüm klinik sonuçların diğer değerlendirme yöntemleri ile birlikte CI (modifiye CI) ile uyumu değerlendirilmelidir. *Tek doz radyoterapiden sonra tek değer plan kabulü neden olmasın?*

Konuyla ilgili 2012 yılında bir çalışma yaptık ve medikal fizik kongresinde sunduk. Yaptığımız dozimetrik çalışmada; TV için CI değerini, DVH, 3D doz dağılımı ve TCP ile uyumlu bulurken, her bir RO için de hesaplanan CI değerleri de DVH, 3D doz dağılımı ve NTCP ile uyumlu bulduk. Sadece 15 hasta ve üç farklı kanser türü için yapılan çalışma, uzak dönem sonuçları olmadan ve cihaz kapasitesi sınırlı kliniğimizde yaptığımız bu çalışma literatür için sadece bir öngörü olabilir.

Hayaller tek değer iken, hayatlar günümüzde en iyi plan değerlendirme yönteminin DVH ve 3D doz dağılımı değerlendirmesi olduğunu söylemektedir. Kullanılan CI ise bu değerlendirme yöntemlerine yardımcı bir parametre olarak bazı kliniklerde yer bulurken plan değerlendirmede CI değerini kullanmayan kliniklerde vardır. Birbirlerine karşı üstünlükleri olmadığı için, hangi CI hesaplamasının kullanılacağı klinik değerlendirme ve tedavi tekniği özellikleri dikkate alınarak belirlenmelidir. Bundan sonra önümüzde iki seçenek vardır. Ya CI her zaman yardımcı bir parametre olarak kalıp kendi içindeki paradoksuna devam edecek ya da tek değer doğru sonuç olarak hak ettiği yeri bulacaktır.

Referanslar

ICRU report no 83., *Prescribing, recording and reporting photon- beam-intensity-modulated radiation therapy (IMRT)*, Jornal of ICRU., Volume 10, No 1, 2010

Ohtakara K. ve ark. *The relation between various conformity indices and the influence of the target coverage difference in prescription isodose surface on these values in intracranial stereotactic radiosurgery.*, *The british journal of radiology*, 85;223-228., 2012

Shaw E. ve ark. *Radiation Therapy Oncology Group: Radio-surgery quality assurance guidelines.* *Int J Radiat Oncol Biol Biol Phys* 27:1231-1239; 1993;

Tommy Knöös ve ark. *Volumetric and dosimetric evaluation of radiation treatment plans:Radiation Conformity index.* *Int J Radiation Onco. Biolog.,Physics*, Vol:42.,No 5,1169-1179; 1998

Arie Van't Riet ve ark. *A conformation number to quantify the degree of conformality in brachtherapy and external irradiation:application to the prostate.* *Int J Radiation Onco. Biolog.,Physics*, Vol:37.,No 3, 731-736; 1997

Paddick I. *A simple scooring ratio index to conformity of radiosurgical treatment plans. Technical note.* *J Neurosurg*, 93, 3, 219-222, 2000

Nakamura J. ve ark. *Dose conformity of gamma knife radiosurgery and risk factors for complications.* *Int J Radiation Onco. Biolog.,Physics*, Vol:51, No 5, 1313-1319; 2001

Lomax N ve Scheib S. *Quantifying the degree of conformity in radiosurgery treatment planning.* *Int J Radiation Onco. Biolog.,Physics*, Vol:55, No 5, 1409-1419; 2003

Shaw E.ve ark. *Radiation Therapy Oncology Group: Radio-surgery quality assurance guidelines.* *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;27:1231-1239

Baltas D ve ark., *The conformal index (COIN) to evaluate implant quality and dose specification in brachtherapy.* *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 40, 515-524, 1998

Wagner T. ve ark., *The simple reliable index for scoring rival stereotactic radiosurgery plans.*, *Int J Radiation Onco. Biolog., Physics*, Vol:57, No 4, 1141-1149; 2003

Paddick I ve Lippitz B., *A simple dose gradient measurement tool to complement the conformity index.* *J Neurosurg.*;105 Suppl:194-201, 2006



Aysun İnal : 1997 yılında Ankara üniversitesi Fizik mühendisliği bölümünden mezun oldu. İş hayatına gazetecilik ile başlayan, Antalya-İzmir arasında medikal fizik uzmanı olarak geçen memurluk hayatından 2005 yılında Ege üniversitesinde başlamış olan doktora eğitimini tamamlayabilmek için 2008 yılında ayrıldı. Aynı yıldan itibaren doktorasını bitirip, özel sektörde mesleğini devam ettirdi. 2010 yılında başladığı Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon onkolojisi bölümündeki görevine devam etmekte. Aysun İnal 2004 yılından bu yana evli olup 5 ve 10 yaşlarında iki erkek çocuğa sahip. Gökyüzü fotoğrafları çekmek, tenis oynamak ve çocuklarıyla farklı yerlere geziler yapmak hobileri arasında. 19.07 gününde İzmir'de doğan Aysun İnal doğuştan Fenerbahçeli ve doğum yerinden dolayı KSK'lidir

HIPOFİZ TÜMÖRLERİ

Hücut fonksiyonlarını kontrol eden iki sistem vardır. Bunlar beyin, omurilik ve periferik sinirlerden oluşan sinir sistemi ve etkilerini hormonlarla sağlayan endokrin sistemdir. Beyinde endokrin sisteme ait iki bez vardır; epifiz bezi (pineal gland) ve hipofiz bezi (pitüiter gland). Epifiz bezine ait tümörler çok nadirken, hipofiz tümörleri tüm beyin tümörlerinin %10'unu oluşturmaktadır. Hipofiz bezi nörohipofiz ve adenohipofizden oluşur ve hipofiz adenomları adenohipofizden köken alırlar.

Hipofiz adenomları genellikle iki şekilde belirti verirler. Birincisi salgıladıkları yüksek hormon seviyesi sonucu gelişen endokrin bozukluklardır. İkincisi kitle etkisi ile komşu görme sinirlerine olan basısı sonucu görme kayıp ve bozukluklarıdır. Ani görme kayıplarında tümör içi kanama akla gelebilir.

Hipofiz adenomlarında büyüme hormonu (GH) artışı çocukluk çağında aşırı boy uzaması ile karakterize gigantizm, yetişkinde kemiklerde epifizyel plakların kapanmış olması nedeni ile el ve ayaklarda büyüme ile kendini gösteren akromegaliye neden olur. Prolaktin (PRL) salgılayan tümörlerde, kadında adet görememe, infertilite ve göğüslerden süt gelmesi gibi bulgular, erkekte empotans, libido azalması ve infertilite gibi bulgular ortaya çıkar. Adrenokortikotropik hormon (ACTH) salgılayan hipofiz adenomlarında Cushing Hastalığı olarak adlandırılan aydede yüzü, deride incelme ve kolay çürük oluşumu, myopati, kılınma, aşırı kilo alma, akne ve hipertansiyon gözlenir. Bu durumda artan ACTH böbreküstü bezlerden artan miktarlarda kortizol salgılanmasına neden olur (Şekil 1).

Bir kısım hipofiz adenomlarında fazla hormon salgılanması yoktur ve bunlara non-fonksiyonel hipofiz adenomları denir. Bunlar kitle etkisi ile optik yollara bası yaparak belirti verebilirler veya normal hipofiz bezine baskı yaparak hormon defisitleri yaratabilirler.

Hipofiz adenomlarında tanı manyetik rezonans görüntüleme (MRG), özellikle dinamik hipofiz MRG ile konur. Ayrıca serum hormon seviyeleri, oral glükoz tolerans testi, deksametazon süpresyon testi ve görme alanı gibi detaylı göz muayenesi gerekebilir.

Hipofiz adenomları 10 mm' den küçükse mikroadenom, büyükse makroadenom olarak adlandırılır. Kavernöz sinüse invazyonları olabilir, bu durumda cerrahi tedavisi daha zordur.

Prolaktin salgılayan hipofiz adenomlarının öncelikli tedavisi medikal tedavi iken GH ve ACTH salgılayan tümörlerin tedavisi öncelikle cerrahidir, sonrasında medikal tedavi, radyoterapi ve radyocerrahi opsiyonlar arasındadır. Görme kaybı olan prolaktin salgılayan adenomlarda semptomların hızlı bir şekilde düzeltilmesi için cerrahi ilk seçenektir.

Cerrahi transkraniyal (kafatası açılarak) veya transsfenoidal yani sfenoid sinüs kullanılarak yapılabilir. Transkraniyal cerrahide genellikle pterional yaklaşım kullanılır, frontal ve temporal loblar arasında var olan doğal yollar açılarak optik sinir ve karotis arterin ve dallarının erken tanınması ve korunması sağlanabilir. Bu kafa kadesi cerrahisinde tümöre ulaşınca kadar daha çok normal nörovasküler yapı ekspoz edilir ve hasar riski olabilir. Transsfenoidal cerrahi mikroskop ile veya endoskopi ile yapılabilir. Transsfenoidal cerrahide nörovasküler yapılar tümör büyük oranda çıkartıldıktan sonra tanınabilir ancak nörovasküler yapılar ekspoz edilmeden tümöre ulaşılabilir. Kozmetik açıdan da daha üstündür. Dezavantajları BOS fistülü dediğimiz beyin omurilik sıvısı kaçağı ve intraoperatif komplikasyon mücadele zorluğudur. Günümüzde birçok merkez cerrahi gereken hipofiz adenomlarında öncelikle transsfenoidal cerrahiyi tercih etmektedir ve yeterince tecrübe varlığında tam endoskopik tümör rezeksiyonu

yapılmaktadır. Bu tip cerrahide nöronavigasyonun da kullanılması başarıyı artırmakta ve komplikasyonları azaltmaktadır.

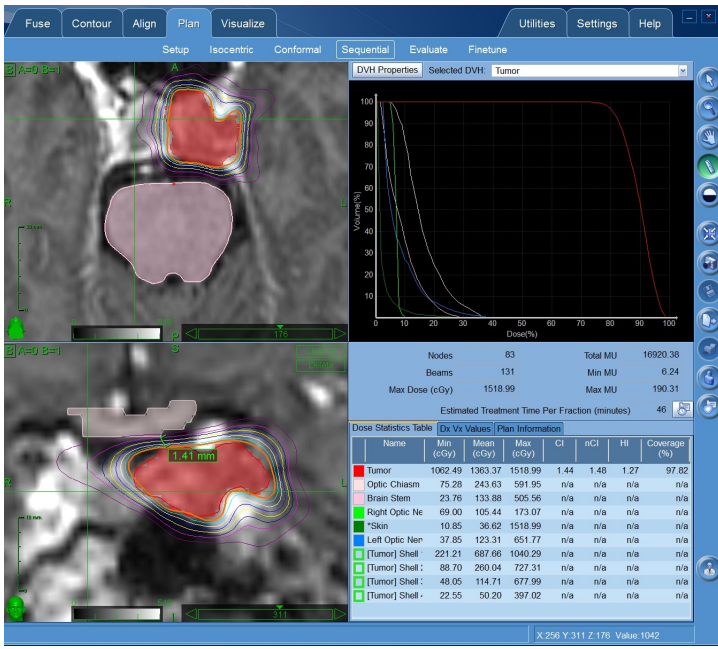
Hipofiz adenomu cerrahisinde kalıntı tümör veya tümör rekürensi olabilmektedir. Radyocerrahi, rezidü tümör ve rekürensin adjuvan tedavisi için artık çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Değişik platformlarda uygulanabilen radyocerrahide marjinal doz fonksiyonel tümörlerde 15-30 Gy, nonfonksiyonel tümörlerde 12-18 Gy arasında tanımlanmaktadır. Doz seçiminde optik sinir ve optik kiazmanın aldığı dozlar sınırlayıcı olmaktadır. Tek fraksiyonda kritik dokuların yüksek radyasyon dozu almamasına çalışmak suboptimal marjinal dozların kullanılmasına neden olabilir. Yine tümör hacminin büyük olması da radyocerrahi endikasyonunu sınırlayabilir. Bu durumlarda bazı sistemlerde 2-5 fraksiyonda radyocerrahi uygulanabilmektedir (Şekil 2).

Nonfonksiyonel hipofiz adenomlarında radyocerrahi %95 lokal tümör kontrolü, %3 nörolojik deficit ve %13 hipopitüitarizm ile sonuçlanmaktadır (Şekil 3).

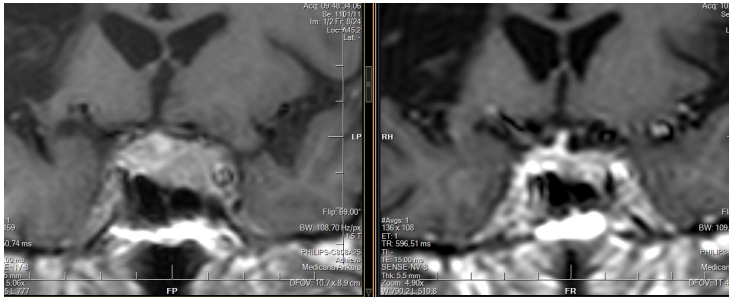
Hormon aktif hipofiz adenomlarında da lokal tümör kontrolü oldukça yüksek olup %95'in üzerindedir ancak bu tip tümörlerde önemli konu biyokimyasal remisyondur. Radyocerrahinin en etkili olduğu fonksiyonel hipofiz adenomları sırası ile ACTH, GH ve PRL secrete eden tümörlerdir. ACTH salgılayan hipofiz adenomlarında radyocerrahi kullanıldığında %3.5 nörolojik deficit ve %23.5 hipopitüitarizm birlikte %50 oranında biyokimyasal remisyona sağlanabilmektedir. GH salgılayan hipofiz adenomlarında yani akromegalik hastalarda radyocerrahi uygulandığında %44 biyokimyasal remisyona ulaşılmaktadır. Bununla beraber %2 nörodefisit ve %15 hipopitüitarizm gibi yan etkiler ortaya çıkmaktadır. Prolaktin salgılayan hipofiz adenomlarının radyocerrahi tedavisinde ise %30 biyokimyasal remisyona, %3.5 nörodefisit ve %15 hipopitüitarizm gözlenmektedir.



Şekil1. Pittsburgh Üniversitesi'nde 1987 yılında kurulan ve Kuzey Amerika'nın ilk Gamma Knife U Modelinde tedavi edilen Cushing hastalığı olan hasta (Dr. Dade Lunsford arşivinden)



Şekil 2. Optik kiazmaya 1.4 mm kadar yakın olan sol kavernöz sinüsü invaze eden rezidüel bir nonfonksiyonel hipofiz adenomunun Cyberknife ile tek fraksiyonda optik sistemi koruyabilen tedavi planı. Marjinal doz 12 Gy. (Dr. Sait Şirin'in arşivinden)



Şekil 3. Solda Cyberknife tedavisi uygulanan hastanın sağda 12. ay kontrolünde çok belirgin küçülme gözleniyor.



Sait Şirin: Medicana International Ankara Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi departmanında çalışmaktadır, aynı zamanda CyberKnife Radyocerrahi Merkezi direktörlüğünü yürütmektedir. Dr. Şirin tıp doktoru diplomasını 1991 yılında Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Tıp Fakültesinden aldı. Aynı merkezde beyin ve sinir cerrahisi eğitimini 1999 yılında tamamladı. 2003-2005 yılları arasında Pittsburgh Üniversitesi, Nörolojik Cerrahi Departmanında Dr. Lunsford ve Dr. Kondziolka yanında stereotaktik nöroşirürji ve radyocerrahi konusunda fellowship eğitimi aldı. 2004 yılında CNS, Elekta Clinical Fellowship in Radiosurgery ödülünü aldı. GATA'ya döndükten sonra 2006 yılında doçent, 2012 yılında profesör oldu. Dr. Şirin'in çok sayıda makale, kitap bölümü, davetli konuşma, bildirileri olup, ulusal ve uluslararası toplantı düzenleme komitelerinde yer aldı. Turkish Neurosurgery dergisinde 2003-2013 yılları arasında editör yardımcılığı yaptı. AANS, CNS, Türk Nöroşirürji Derneği, AOSpine, ISRS, TOD, WFNS Radyocerrahi Komitesi (2005-2009) üyesidir. İlgili alanları radyocerrahi, stereotaktik nöroşirürji, spinal cerrahi ve nöroonkolojik cerrahidir. Halen Medicana International Ankara Hastanesi'nde çalışmakta olup zamanının önemli bir kısmını Cyberknife radyocerrahi tedavilerine ayırmaktadır

KULLANICI TECRÜBESİ: ADAPTİF RADYOTERAPİ

1 2. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresinde Fiz.Uzm.Dr. Basri Günhan, Fiz.Uzm. Dr.Aydın Çakır ve benim katıldığım(Dr. Öznur Şenkesen) Adaptif Radyoterapi (ART) konulu panelde, ART stratejileri ile deformable görüntülerin klinik uygulamaları ve geçerliliği, Türkiye’de ART uygulamaları ve ART’de Kalite Kontrol konuları hakkında bilgilerimizi paylaştık.

Bu yazıda paneldeki konuşmaların kısa bir özetini bulabilirsiniz.



İlk konuşmacı Dr. Basri Günhan; ART’yi, hastanın planının, tedavi sırasında hasta anatomisi veya tümörün şeklindeki değişiklikler veya set-up belirsizlikleri nedeniyle değiştirilmesi şeklinde tanımlayarak, görüntü rehberliğinde adaptif radyoterapi (IG ART, Image Guided Adaptive Radiotherapy) yapabilmek için hastayı uygun bir görüntüleme yöntemi ile takip etmek gerektiğini bildirdi. ART gereken durumları ise; hastada anatomik

değişikliklere yol açan tümör ve/veya lenf nodlarının küçülmesi veya büyümesi, kilo kaybı, kas kütlesi ve yağ dağılımının değişmesi, vücut sıvısının yer değiştirmesi ve set-up belirsizlikleri olduğunu bu durumun hasta tedavisinde olumsuz etkilere neden olduğunu açıkladı. Baş boyun tümörlerinde IMRT veya VMAT ile doz dağılımının hedefi daha iyi sardığı ve kritik organları 3DKRT’ye göre daha iyi koruduğunu biliyoruz. Ancak 5-7 haftalık süren tedavide bu teknikler anatomi ve hasta pozisyonlamasında olan değişiklikleri hesaba katamaz. Dr. Günhan, eğer anatomik ve pozisyonlama ile ilgili değişiklikler tek CT seti üzerinden yapılan planlar üzerinden devam ederse beklenmeyen sonuçlar ve/veya hedef volümde “geographic misses” meydana gelmesine neden olabileceği konusuna dikkat çekerek ART’nin önemine vurgu yaptı. Akciğer tümörlerinde ise organ hareketlerine değinerek ART yaparken dikkatli olunması, tümörün küçülmesinin her zaman CTV’ nin de küçüldüğü anlamına gelmemesi gerektiğini açıkladı. Tedavi sırasında tümörün küçülmesinin akciğerin yoğunluğunun değişmesine neden olabileceği, planlanan tümör hacmi değiştirilmesine bile akciğer yoğunluğundaki değişimin doz dağılımını etkileyebileceğinin akılda tutulması gerektiğini bildirdi. Dr. Günhan, Prostat, mesane ve diğer pelvis bölgesi tümörleri için yapılmış bazı çalışmalarından örnekler vererek, organ hareketlerinin göz önüne alınması gerektiğini, bu hareketleri içine alacak hastaya özel marjlar verilerek tedavi edilebildiği gibi, olası yer değiştirmeler için bir plan kütüphanesi oluşturulabileceği ve her günkü konuma en yakın planın seçilerek uygulanabileceğinden söz etti. Serviks tümörlerinin de internal organ hareketi nedeni ile adaptif RT’nin önemli adaylarından biri olduğuna dikkat çekerek, mesane doluluğu ile uterusun yer değiştirmesinin hedef dozunu değiştirdiğini, ART ile yeniden plan yapılarak normal doku dozlarının azaltılma potansiyeli olduğunu bildirdi. Karaciğerde ise adaptif RT daha çok set-up marjlarının belirlenmesinde ve daha yüksek dozlara çıkılmasında kullanılmakta olup gerçek anlamda karaciğerde adaptif RT yapmak için çalışmaların devam etmekte olduğunu açıkladı. Ayrıca Dr. Günhan konuşmasında, ART ile sağlanan terapötik faydadan söz ederek, organ hareketlerinin ve hasta anatomisindeki değişikliklerin izlenmesi ve gerektiğinde yeni görüntüleme ile hastanın tedavi planının değiştirilmesinin kritik organlarda ortaya çıkabilecek doz artışını engellediğini, he-

defin alması gereken dozun ise değişmemesinin sağlanabileceğini literatürden verdiği örneklerle ayrıntılı olarak sundu.

Konuşmanın bir diğer konusu ise görüntü rehberliğinde kullanılan farklı görüntü setlerinin doğru bir şekilde çakıştırılmasında kullanılan algoritmalar idi. Dr. Günhan Adaptif radyoterapi için rijit çakıştırma yönteminin yetersiz kaldığını, deformable (esnek) çakıştırmanın daha doğru sonuçlar verdiğini, bu yöntemle çakıştırılan görüntülerin kaydırılması ve döndürülmesine ek olarak “voxel” bazında şeklinin de değişmesine olanak tanıdığını ifade etti. Çok sayıda deformable çakışma sağlayan algoritma olduğunu ve her birinin çakışma sırasında göz önüne aldığı parametrelerin farklı olabileceğinden bahsederek, bilgisayarların yaptığı işlemlere kayıtsız şartsız güvenilmemesi, doğruluğu için mutlaka kontrol edilmesi gerektiği konusuna vurgu yaptı.



Panelin ikinci konuşmacısı Fiz. Uzm. Dr. Aydın Çakır, adaptif RT’nin, görüntü rehberliği (günlük görüntüleme ve görüntülerin çakıştırılması), tedavi planının adaptasyonu (on line pozisyon düzeltilmesi, offline/on-line re-optimizasyon) ve dozun doğrulanması (günlük ve kümülatif) bileşenlerinden oluştuğunu söyleyerek bu kritik adımların önemine vurgu yaptı. On-line ve off-line adaptif stratejilerinin iş akışı hakkında bilgiler verdi. Türkiye’de ve dünyada halen bir çoğumuzun off-line adaptif yöntemi kullandığımızı, on-line olarak gerçek anlamda adaptif RT yapılan çok az sayıda merkez olduğunu bilgisini verdi. ART’nin önemli bir aşaması olan çakıştırma aşamasına Dr. Çakır’da konuşmasında geniş yer verdi. Rijit çakıştırmanın özellikle hedef veya normal doku deformasyonu, tümör küçülmesi veya büyümesi olduğunda şekil ve hacim değişimleri bilgilerini sağlamada yeterli olmayabileceğini, iki ayrı görüntüde aynı noktanın geometrik karşılığının bulunmasının ancak deformable çakışma ile sağlanabileceğine dikkat çekti. Deformable çakışmada, Feature-based (control points, thin-plate spline vs.), Model-based (finite element method), Image-intensity based (optical flow, diffusion method, free-form) gibi farklı yaklaşımların kullanıldığından söz ederek, Türkiye’de ankete katılan merkezlerin % 13’ünün görüntülerin çakıştırılmasında deformable algoritma kullandığı bilgisini paylaştı.

Panelin son konuşmacısı olan benim konum ise, *Adaptif Radyoterapide Kalite Kontrol* idi. Bu konu ile ilgili çok sayıda makale okuyup, bir çok sunum (gerçek ya da virtüel meeting) izlemiş olmama rağmen, adaptif radyoterapinin klinik uygulamalarına özgü herhangi bir kalite kontrol rehberi veya iş akışı henüz tanımlanmamış olması nedeniyle konuyu özetlemekte oldukça zorlandığımı itiraf etmeliyim.

Bilindiği gibi radyoterapide kalite temini ile ilgili çalışmalar uzun yıllardır sistemli bir şekilde devam etmektedir. Konvansiyonel radyoterapi ve tedavi planlama ile ilgili olarak AAPM’ in TG40 ve TG53 ve 2009 yılında IMRT ve SBRT uygulamaları için cihaza özgü mekanik ve dozimetrik performansın kontrolü ve tolerans seviyelerinin bildirildiği TG142 numaralı raporları güvenli ve kaliteli uygulamalar için kalite temini rehberleri olarak kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda

geliştirilen ileri tedavi teknikleri var olan kalite temini rehberlerine ilave olarak yüksek teknolojik uygulamalarda ortaya çıkabilecek riskleri de içine alan genişletilmiş kalite temini rehberlerinin oluşturulmasını gerektirmektedir. Görüntü rehberliğinde Adaptif radyoterapi (ART), hastanın tedavisi devam ederken hastaya özel anatomik değişiklikleri göz önüne alarak, tedavi planının bu değişikliklere göre yeniden optimizasyonu ile tedavi boyunca hastaya verilen toplam dozun değerlendirildiği bir tedavi sürecidir. Bu süreç konvansiyonel kalite temini programlarına yeni ilaveler gerektiren; görüntülerin çakıştırılması (registration), konturların çizilmesi (segmentation), tedavi dozunun oluşturulması (dose construction) ve adaptif planlama optimizasyonu gibi aşamaları içerir. Bu nedenle konuşmamın ana temasını ART' nin klinik uygulamalarının *Süreç tabanlı kalite kontrolü* hakkında yapılan çalışma oluşturmaktaydı (Med. Phys. 41(8)2014). Camille R. Noel ve arkadaşları çalışmalarında, ART kalite kontrolü hakkında yetersiz rehber konusuna vurgu yapıp, henüz draft olarak yayınlanan TG-100' ü esas alarak kendi klinik süreçlerindeki hata türlerini ve nedenlerini incelemiş ve ART'ye özel hataları tespit ederek, bu hataları engellemek amacıyla aldıkları önlemleri bildirmişlerdir. Çalışmada TG-100' de sözü edilen risk öncelik sayısı (RPN) değerlerine göre hataların ciddiyeti (S) ortaya çıkma olasılığı (O) ve hatanın tespit edilememe olasılığı (D) sayılarının çarpımı ile elde edilen RPN tespit edilmiş ve en yüksek RPN sayısının konturlama ile ilgili olduğu bildirilmiştir. D. Yan ve ark. tarafından yapılan (Red Journal, 71 (1) 2008, 28-32) çalışmada ise en fazla hatanın hasta görüntülerinin elde edilmesi ve çakıştırılması, adaptif planlama, tedavi dozunun yeniden hesaplanması, değerlendirilmesi ve modifikasyonu aşamalarında olduğu bildirilmektedir. Görüntülerin elde edilmesi, anatomik tanımlamalar, doz hesaplanması ve tedavi planlama QA önerileri TG40 ve TG53' de detaylandırılmıştır. Görüntülerin çakıştırılmasından kaynaklanabilecek hatalar için de yakında yayınlanacak olan AAPM TG-132' nin kullanılması önerilmektedir. Bu önerilere ek olarak hasta pozisyonunun değerlendirilmesi ve düzeltilmesinde kullanılan tedavi cihazına entegre görüntüleme sistemlerinin lokalizasyon ve pozisyon düzeltme doğruluğunun kontrolü de gereklidir. ART uygulamalarına başlamadan önce referans olarak kullanılmak üzere kalite kontrol test protokollerinin klinik fizikçi tarafından oluşturulması tavsiye edilir. End to end (E2E) QA testlerinin kullanımı sadece tek tek cihazların ve sistemin kontrolünü değil, aynı zamanda sistem elemanları arasındaki bağlantılarında test edilmesinde faydalıdır. CT simülasyon işleminden ışının verilmesine kadar olan tüm süreci kapsayan E2E kalite kontrol testleri yılda iki kez yapılmalıdır. ART süreci boyunca hekim, organların hacmi ve organların kütle merkezlerindeki değişimin haftalık olarak izlenmesinden sorumludur. Medikal fizik uzmanları tarafından ilgilenilen organlardaki dozlar eğer hipofraksiyone tedavi uygulanıyorsa günlük, konvansiyonel fraksiyonasyon uygulanıyor ise haftalık olarak değerlendirilmelidir. Eğer belirgin bir fark gözlenirse, ilgili tedavi görüntüsü ve organ konturları yeniden değerlendirilmelidir. Organların yer değiştirmesi ve hastanın global yoğunluk dağılımının değişmesi gibi iki temel faktör tedavi ve hesaplamada doz dağılımını değiştirmektedir. Yoğunluk değişimi pelvik bölgede yaygın olarak küçük (<%3) olurken bu değer baş boyunda daha dikkat çekicidir (<%5-10). Akciğer bölgesinde ise yoğunluk değişiminin etkisi anlamlıdır (%25). Adaptif RT ile tedavi sürecinde CT görüntüsünün yoğunluğunun sürekli olarak güncellenmesi, tedavinin değerlendirilmesi ve modifikasyona karar verilmesi amacı ile kullanılırken aynı zamanda doz hesaplamasının yeni görüntülerde yapılması ile hastanın toplam dozunun tahmini daha doğru hale gelir. Ancak yine de görüntülerin çakıştırılması ve organ tanımlamadaki belirsizlikler tedavinin değerlendirilen dozunu doğrudan etkiler.

Tedavi öncesinde IMRT/ VMAT için hastaya özel tedavi planı doğrulaması, re-optimizasyon sonrası adaptif tedavi planları içinde rutin olarak yapılan kalite kontrol testidir. Ancak son yıllarda adaptif radyoterapinin giderek yaygınlaşması ve tedavi öncesi doğrulama için özellikle her bir planın her optimi-

zasyon sonrasında yeniden plan doğrulama yapılması için gerekli zamanın çok fazla artması ticari firmaları bu konuda tedavi devam ederken on-line doz ölçen sistemler üretmeye yöneltmiştir. Tedavi sırasında kolimatöre monte edilen ölçüm sistemlerinin yanı sıra (Dolphine- IBA, David-PTW), Elektronik portal görüntüleme (EPID) ile transmisyon dozunun ölçülmesini sağlayan, tedavi sırasında hata olduğunda uyarı veren veya tedavi sonrasında değerlendirilebilen, uygulanan tedavinin doğrulamasını sağlayan kalite kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Halen on-line adaptif RT'yi MR (Magnetik Rezonans) rehberliğinde gerçek anlamda yapabilen ViewRay cihazında adaptif RT uygulamalarının kalite kontrolü için cihaz entegre kalite güvenilirliği yazılımları hasta tedavi planı doğrulamasında kullanılmaktadır. Teknoloji ve yazılım dünyasındaki gelişmeler, tedavi cihazlarına entegre kalite kontrol yazılımlarının gelecekte hızla yaygınlaşarak kalite kontrollerin daha hızlı, kolay ve güvenilir bir şekilde yapılmasına olanak tanıyacaklarını gösteriyor.



Öznur Şenkesen: İlk orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1985 yılında İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Şişli Etfal Hastanesinde göreve başladı. 1986 Yılında kurulan Onkoloji Enstitüsü Tıbbi Radyofizik yüksek lisans bölümünün ilk öğrencileri arasındaydı. 1985-1994 yılları arasında Şişli Etfal Hastanesinde çalışırken aynı zamanda 1988-94 yıllarında yarı zamanlı olarak Amerikan hastanesinde görev yaptı. 1994 yılında Kartal Lütfü Kırdar Eğitim ve Araştırma hastanesinde o dönem yeni kurulacak olan radyoterapi bölümüne atandı. 1996 yılında bu kez yeni kurulacak olan Marmara Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Ana Bilim Dalına atandı. Bu tarihten 2004 yılına kadar Türkiye'de henüz çok az merkezin uygulayabildiği 3 boyutlu konformal tedavilerin yapıldığı, ilk Gamma Knife 'ın kurulduğu küçük ama çok verimli bir bölümde keyifle çalıştı. 2004 yılında halen çalışmakta olduğu Acıbadem Sağlık Grubunun ilk Radyoterapi merkezi olan Acıbadem Kozyatağı Hastanesinde göreve başladı. 2008 yılında İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Radyofizik dalında Doktorasını tamamladı. Çalışmaya başladığı ilk günden beri mesleğini severek, keyifle ve aynı heyecanla sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk sahibidir.

GÖRÜŞ/KARŞIT GÖRÜŞ

YAKIN GELECEKTE ROTASYONEL TEDAVİLER KONVANSİYONEL IMRT'NİN YERİNİ ALIR MI ?

OLUMLU GÖRÜŞ: Fiz. Uzm. Namık KAYALILAR



Rotasyonel tedavilerin klinik kullanıma başlaması ile birlikte zaman kavramı açısından önemli avantaj elde edilmiştir. Volumetrik Ark Tedavi (VMAT) tekniğinde tedavi planlamasının optimizasyon ve hesaplama süresinin konvansiyonel

IMRT'ye (k-IMRT) göre uzun olmasına rağmen tedavinin kısa sürmesi önemli bir avantajdır. Biyolojik bir model üzerinden yapılan çalışmada tedavi süresi artışının tümör kontrolü açısından, özellikle düşük alfa/beta oranı olan ve hücre hasar onarımı kısa süren tümörlerde tedavi etkinliğini azalttığı gösterilmiştir [1]. Klinik sürece yansımaları gösteren net bir çalışma henüz mevcut olmamakla birlikte, hücre hatları ve ksenograft modelleri kullanarak yapılan çeşitli çalışmalarda uzun süreli tedavinin dezavantajları gösterilmiştir [2-3]. VMAT tekniğinde ışınlama alanı, rotasyonel bir eksen üzerinde iken, k-IMRT tekniğinde gantry açısı seçimi kullanıcı tercihinin bağlıdır. Bu durumda k-IMRT'de kullanıcı tarafından belirlenen alan girişi boyunca yüksek doz bölgeleri oluşurken VMAT tekniğinde bu durum gözlemlenmemektedir. Rotasyonel alan kullanımı sayesinde VMAT tedavi tekniği ile karmaşık yapılarda konformal doz dağılımları elde edilirken k-IMRT'ye göre daha kısa tedavi süresi ve sürenin getirdiği etkin tedavi imkanı sunulmaktadır [4-5-6]. SRS ve SRBT gibi hipofraksiyone tedavilerde, fraksiyon başına yüksek doz kullanıldığından MU miktarı artarken tedavi süresi de uzamaktadır [7-8]. VMAT tedavi planlarında k-IMRT'ye göre daha düşük MU ile tedavi gerçekleştirilmektedir [9-10]. Yüksek MU'ların ve artan düşük doz alanlarının ikincil kanser riski oluşturma ihtimali bilinen önemli bir parametredir [11-12-13-14]. Bununla birlikte VMAT tekniğinin diğer tekniklere göre yeni olması sebebiyle ikincil kanser riski değerlendirmesi için uzun bir sürece ihtiyaç vardır.

Fraksiyon şeması ve hasta konforu düşünüldüğünde tedavi süresi önemlidir. Uzayan tedavi sırasında olası hasta hareketleri artmaktadır. Tedavi süresince oluşan küçük hareketler aslında büyük hareket zincirinin birer halkasını oluşturmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalarda kısa süren tedaviler ile

hasta konforuna olumlu katkı sağlandığı, intrafraksiyonel hareketlerin de en aza indirildiği gösterilmektedir [15]. Uzayan tedavi süresi hasta konforu, intrafraksiyonel hareketlerin yanı sıra radyoterapi teknikleri ve klinik verim üzerindeki iş yükünü de arttırmaktadır.

VMAT tedavi planlamalarının karmaşık olması hiç şüphesiz ki dozimetrik değerlendirme kaygılarını da beraberinde getirmektedir. k-IMRT planlamasında bilinen ek olarak VMAT planlamalarında yer alan gantry dönüş hızı ve değişken doz hızı bu kaygıları yerinde kılmaktadır. Ancak özellikle son yıllarda oldukça geniş yer tutan Log-file dayalı online QA yazılımları kullanılan kalite kontrol sistemleri tedavi doz doğrulaması için güvenilir analiz imkanı sağlamaktadır. Yapılan bir çalışmada k-IMRT ve VMAT planlamalarının günlük MLC pozisyonlama hataları incelemesinde aralarında anlamlı fark bulunmamıştır [16]. Potansiyel lif hatalarının VMAT açısından kabul sınırları içerisinde kaldığını ve k-IMRT ile anlamlı bir fark olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur [17-18-19]. Kalite kontrol sürecinde hata değerlendirme için uygun değerlendirme ekipmanlarının ve yönteminin tercih edilmesi veya kalite kontrol süreçlerinin doğru planlanması gerekmektedir. Sıkı cihaz kalite kontrol süreçleri, günlük ya da haftalık kalibrasyon kontrolleri ve gerekli durumlarda kalibrasyon revizyonları ile değerlendirilen olası riskler en aza indirilerek, var olan klinik avantaj dozimetrik açıdan da korunacaktır.



K-IMRT, hedef şeklin düzgün olmaması durumunda 3D konformal tedavi planlamalarının fazla sayıda tedavi alanı gerektirmesi, zor ya da imkânsız açılarının kullanımına gereksinim duyulması, baş-boyun gibi hassas dokuların çok daha fazla olduğu yerlerde ve konkav hedeflerde doz dağılımının hedefi güzel saramaması gibi sebeplerden ortaya çıkmıştır [20]. k-IMRT yönteminin avantajı, yoğunluk haritasında portal doğrulamanın mümkün olması, kalan tedaviye rahatlıkla devam edilebilmesi, göreceli olarak basit kalite kontrol sistemleri yardımıyla kontrol edilebilmesi ve hem ileri hem de tersten Planlama ile uygulanabilmesidir. Dezavantajı ise, çok sayıda alt segmentin oluşturacağı karmaşıklık ve tedavi zamanındaki artış olarak gösterilebilir [21]. Statik IMRT'ye göre Dinamik IMRT, tedavi süresinin daha kısa olması, daha karmaşık doz dağılımlarına olanak tanınması ve yoğunluklar arasındaki geçişleri daha yumuşak kılabilmesi sebepleriyle tercih edilmektedir. Özellikle küçük alanlarda MLC kenarlarının dozimetrik hatayı arttırma olasılığı, lif demetlerini ayrı ayrı kontrol edebilme ve herhangi bir kesintide tedaviyi tamamlamadaki potansiyel zorluklar ile MLC'nin mutlak kontrolü için çok daha güvenilir sistemlere ihtiyaç duyulması bu yöntemdeki sorunlardır. Planlama ve Dinamik IMRT fonksiyonlarının değişken hızda sürekli hareket halindeki gantri ile birleştirilmesi sonucu ortaya çıkartılan VMAT, k-IMRT'nin yüksek MU ve açı bağımlılığı dezavantajlarını ortadan kaldırmak üzere geliştirilmiş bir yöntemdir [22]. Son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojileri sayesinde uygulanabilirliği artan VMAT, kullanıcıyı doğru açıları bulmak zahmetinden kurtardığı ve uygulanması daha basit olduğu için gittikçe yaygınlaşmaktadır. Gittikçe artan tercih sebeplerine rağmen, VMAT'in sağlıklı dokular üzerindeki etkileri, hesaplama algoritmalarının kemik-hava-doku üçgenindeki hata payları, doğru tedavi için sürekli olarak birbirini ile uyum göstermesi gereken sistemlerin fazlalığı bilinmesi gereken gerçeklerdir. Bir teknolojinin artan hata olasılığına rağmen kullanılması için belirgin üstünlüklere sahip olması gerekir. Ancak yapılan çoğu çalışmada k-IMRT ve VMAT teknolojileri arasında hedef doz kapsamı ve doz konformitesi açısından herhangi bir fark olmadığı gösterilmiştir [23-24]. Hatta bazı çalışmalarda akciğer kanseri tedavilerinde geri kalan sağlıklı akciğer dokularının k-IMRT ile VMAT'a oranla daha iyi korunabildiği gösterilmektedir [25-26]. Klinik tecrübelerde de gördüğümüz gibi, VMAT ile çok fazla noktadan ışın girişine bağlı olarak hedef dokuların düşük doz alan hacimleri VMAT'da k-IMRT'ye oranla çok daha fazla olmaktadır. VMAT teknolojisinde başarıyı yükseltmek için kullanılan ark, MLC

pozisyonlarının sayısını arttırarak plana daha fazla özgürlük verilebilir. Ancak daha uzun optimizasyon ve doz hesaplama süreçlerinin yanı sıra kritik organların aldıkları düşük dozlar da da artışa sebep olabilmektedir [27]. Ticari olarak sunulan tedavi planlama sistemleri (TPS) içerisinde yer alan bazı doz hesaplama algoritmalarının foton yolu boyunca bulunan heterojen ortamlardaki dozu tahmin etmede yeteri kadar iyi olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur [28]. Yapılan çalışmalarda da görülmektedir ki, foton doz algoritmaları alan boyutu ve doku heterojenitesine göre %3'den fazla hata payı içerebilmektedir. Bunda dolayı doz akısına en ufak bir müdahalede bulunulamayan VMAT teknolojisini kullanmak için bir kez daha düşünmek gerekir. VMAT teknolojisini kullanan TPS'lerin bir kısmında kullanılacak her alan için farklı enerji seçimi mümkün olmamakta ve hesaplama sonu oluşan doz akısı üzerinde elle düzeltme yapılamamakta, sabit bir alana sahip olmadıkları için fall-off genişliği sonradan ayarlanamamaktadır. Ayrıca ara hesaplama opsiyonlarına sahip olmadıkları için optimizasyon ve doz-volüm histogramı arasındaki fark IMRT'ye göre dramatik boyutlarda seyredebilmektedir.

EDİTÖR YORUMU: Fiz.Uzm. Hande Baş AYATA

VMAT, son yıllarda rotasyonel IMRT'nin etkili bir formu olarak bir ya da çoklu, yarım ya da full gantri rotasyonu ile karmaşık doz dağılımlarını iletebilme yeteneği ile ön plana çıkmıştır. K-IMRT'ye göre en büyük üstünlüğü halen bir çok çalışmada da gösterildiği gibi hastaya iletilen MU sayısı ve buna bağlı tedavi süresinin kısalmasıdır. Tedavi süresi özellikle SRS/SBRT gibi fraksiyon başına düşen dozun yüksek olduğu tedavilerde hasta ve tümör hareketine bağlı hataların en aza indirilebilmesi için son derece önemlidir. MLC ile modülasyonlanan IMRT ve VMAT tekniklerinde, VMAT tekniği IMRT'ye göre değişken gantri, doz ve lif hızı ile daha komplike bir yapıya sahiptir.

Bu yüzden MLC pozisyonunun doğruluğu dar kolimatör açıklığı kullanarak çok dik doz gradyenti oluşturan VMAT ve IMRT gibi gelişmiş iletim tekniklerinde son derece önemlidir ve bu yüzden MLC'ye bağlı hataların anlaşılabilmesi için hasta kalite kontrolünde 3D dozimetrik sistemlerin ve MLC kalibrasyonunun uygun aralıklarla yapılması önerilmektedir. VMAT gibi gelişmiş tekniklerin kullanımı ile endişe duyulan diğer bir konu ise hareketli tümörlerde MLC hareketi ve tümör hareketi arasındaki interplay etki olasılığıdır ki bu etkinin hedef içerisinde

tek bir fraksiyonda %18'e kadar sonuçlanabilecek sıcak/soğuk nokta dozlara sebep olabileceği gösterilmiştir. Ancak yapılan son çalışmalarda interplay etkiye bağlı tümördeki düşük/yüksek doz riskinin VMAT tedavileri için anlamlı olmadığı ve bu etkinin minimuma indirilebilmesi için MLC lif hızının adapte edilmesi ve daha düşük doz hızlarının kullanılması önerilmektedir. Ancak daha düşük doz hızlarının kullanılması diğer bir kısır döngü olan tedavi süresinin uzamasına bağlı olarak hasta hareketi ve set-up hatalarının artması ile sonuçlanacaktır.

Teknoloji kaçınılmaz olarak sürekli ileriye gidecektir, k-IMRT'nin daha özgür masa pozisyonu ve masa açısına bağlı olası avantajları yönünden gelecekte de kullanılan bir tedavi tekniği olacağını biliyoruz ancak VMAT'ın tedavi iletimini geliştirmesi ve tedavi süresini azaltmasından dolayı kullanımının artacağı şimdiden öngörülebilir.

Referanslar

- Wang JZ, Li XA, D'Souza WD, Stewart RD: Impact of prolonged fraction delivery times on tumor control: a note of caution for intensity-modulated radiation therapy (IMRT). *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003, 57(2):543-552.
- Jiang L, Xiong XP, Hu CS, Ou ZL, Zhu GP, Ying HM. In vitro and in vivo studies on radiobiological effects of prolonged fraction delivery time in A549 cells. *J Radiat Res.* 2013;54(2):230-234
- Zheng XK, Chen LH, Yan X, Wang HM. Impact of prolonged fraction dose-delivery time modeling intensity-modulated radiation therapy on hepatocellular carcinoma cell killing. *World J. Gastroenterol.* 2005;11(10): 1452-1456
- Sankaralingam M, Glegg M, Smith S, James A, Rizwanullah M: Quantitative comparison of volumetric modulated arc therapy and intensity modulated radiotherapy plan quality in sino-nasal cancer. *J Med Phys* 2012, 37(1):8-13.
- Nguyen K, Cummings D, Lanza VC, Morris K, Wang C, Sutton J, Garcia J: A dosimetric comparative study: volumetric modulated arc therapy vs intensity-modulated radiation therapy in the treatment of nasal cavity carcinomas. *Med Dosim* 2013, 38(3):225-232.
- Verbakel WF, Cuijpers JP, Hoffmans D, Bieker M, Slotman BJ, Senan S: Volumetric intensity-modulated arc therapy vs. conventional IMRT in head-and-neck cancer: a comparative planning and dosimetric study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009, 74(1):252-259.
- Zheng BM, Dong XX, Wu H, et al. Dosimetry comparison between volumetric modulated arc therapy with RapidArc® and fixed field dynamic imrt for local-regionally advanced nasopharyngeal carcinoma. *Chin J Cancer Res* 2011;23(December (4)):259-64,
- Yoo S, Wu QJ, Lee WR, Yin FF. Radiotherapy treatment plans with RapidArc® for prostate cancer involving seminal vesicles and lymph nodes. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2010 Mar 1;76(3), doi: 10.1016/j.ijrobp.2009.07.1677. Epub 2010 January 8.
- Beatriz E. Amendola, Marco Amendola, Naipy Perez, Alejandro Iglesias, Xiaodong Wu: Volumetric-modulated arc therapy with RapidArc®: An evaluation of treatment delivery efficiency, *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy* 2013,18:383-386.
- Roa DE, Schiffner DC, Zhang J, et al. The use of RapidArc® volumetric-modulated arc therapy to deliver stereotactic radiosurgery and stereotactic body radiotherapy to intrac-

ranial and extracranial targets. *Med Dosim* 2012: 257-64.

Dong Wook Kim, Kwangzoo, Chung, WeonKuu Chung, Sun Hyun Bae, Dong Oh Shin, Seongeon Hong, Sung Ho Park, Sung-Yong Park, Chae-Seon Hong, Young Kyung Lim, Dongho Shin, Se Byeong Lee, Hyun-ho Lee, Jiwon Sung and Myonggeun Yoon, Risk of secondary cancers from scattered radiation during intensity-modulated radiotherapies for hepatocellular carcinoma, *Radiat. Oncol.* 2014, (9) 109.

Kim DW¹, Chung WK, Shin D, Hong S, Park SH, Park SY, Chung K, Lim YK, Shin D, Lee SB, Lee HH, Yoon M. Risk of second cancer from scattered radiation of intensity-modulated radiotherapies with lung cancer, *Radiat Oncol.* 2013 Mar 4;8:47

Moteabbed M, Yock TI, Paganetti H. The risk of radiation-induced second cancers in the high to medium dose region: a comparison between passive and scanned proton therapy, IMRT and VMAT for pediatric patients with brain tumors. *Phys Med Biol.* 2014 Jun 21;59(12):2883-99.

Murray LJ, Thompson CM, Lilley J, Cosgrove V, Franks K, Sebag-Montefiore D, Henry AM. Radiation-induced second primary cancer risks from modern external beam radiotherapy for early prostate cancer: impact of stereotactic ablative radiotherapy (SABR), volumetric modulated arc therapy (VMAT) and flattening filter free (FFF) radiotherapy. *Phys Med Biol.* 2015 Feb 7;60(3):1237-57.

Hoogeman MS, Nuytens JJ, Levendag PC, Heijmen BJ: Time dependence of intrafraction patient motion assessed by repeat stereoscopic imaging. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008, 70:609-618

A. Agnew, C. E. Agnew, M. W. Grattan, A. R. Hounsell, and C. K. McGarry, "Monitoring daily MLC positional errors using trajectory log files and EPID measurements for IMRT and VMAT deliveries," *Phys. Med. Biol.* 59, N49-N63 (2014).



Namık Kayalar: 1986 İstanbul doğumludur. Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Mezun (2004-2008) olup, 2010-2012 yılları arasında Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Sağlık Fiziği Yüksek Lisans Programını tamamlamıştır. Ocak 2012 yılından itibaren İstanbul Neolife Tıp Merkezi'nde Medikal Fizik Uzmanı olarak görev almaktadır. Profesyonel ve Eğitimci olarak Yüzme Sporunu ile ilgilenmektedir.



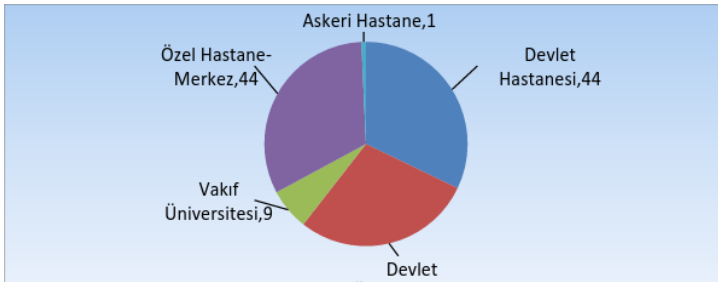
Derya Yücel: 1986 İstanbul doğumlu. Uludağ Üniversitesi Fizik Lisans (Gent Üniversitesi - Erasmus) ve İstanbul Üniversitesi Tıbbi Radyofizik Yüksek Lisans mezunudur. İstanbul Üniversitesi'nde Sağlık Fiziği Doktorası yapmaktadır. 2010-2012 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde, 2012-2016 yılları arasında MNT Sağlık Hizmetleri'nde görev almıştır. Hâlihazırda Tiflis'te, Liv Hospital Radiation Oncology Center-Georgia'da çalışmaktadır

ÜLKEMİZDEKİ RADYOTERAPİ MERKEZLERİNİN DURUMU

Dünyamızda gelişen teknolojinin yanı sıra, gelişen ve artan sanayi, sağlıksız beslenme, enerji kaynaklarının yanlış kullanımı ile birlikte her geçen gün insan nüfusu da hızla artmaktadır. Bu sebeplerden dolayı da daha fazla insan kanser hastalığına yakalanmaktadır. Daha vahimi, kansere yakalanan insanların yaş ortalamaları gitgide aşağıya inmektedir. Bunun sonucu olarak ülkemizde de kansere yakalanan insan sayısı artmakta ve insanlar daha genç yaşta kansere yakalanmaktadır. Dünyamızı ve ülkemizi ilgilendiren bu problemle savaşmanın bir ayağını da kuşkusuz bu hastalığın tedavisi için kullanılan merkezlerin sayıları, dağılımları, cihaz çeşitlilikleri ve istihdam edilen personel sayıları oluşturmaktadır. Biz de kanser tedavisinin bir ayağı olan radyoterapi tedavisinin yapıldığı radyasyon onkolojisi departmanlarına ait bazı bilgileri araştırdık.

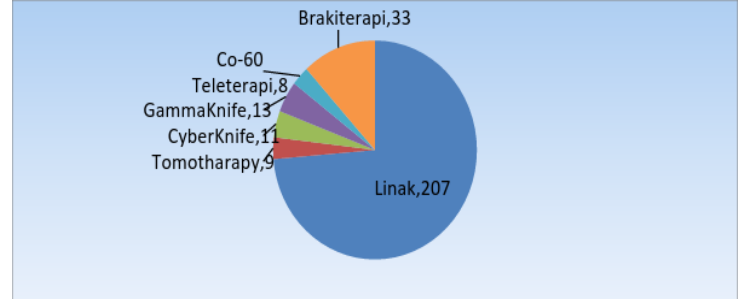
Bu yazının amacı; 2016 yılı Mayıs ayı itibarıyla Türkiye'deki radyasyon onkolojisi alanında hizmet veren merkezlerin sayısının, statülerinin, merkezlerde bulunan cihaz sayılarının, çeşitlerinin ve yine bu merkezlerde çalışan Radyasyon Onkolojisi Uzmanı, Medikal Fizik Uzmanı ve Radyoterapi Tekniker sayılarının belirlenmesidir. Aynı zamanda bu sayılar ışığında Türkiye'deki nüfus dağılımına göre genel istatistiki bilgiye ulaşmak amaçlanmıştır. Bu çalışma tamamen eldeki mevcut bilgiler üzerinden bireysel olarak yapılmış olup olası hatalar ve eksiklikler için ilgililerden şimdiden özür dileriz.

Türkiye'deki radyoterapi merkezlerinin bir kısmında henüz bir radyoterapi cihazı bulunmamasına rağmen doktor, fizikçi ve tekniker kadroları mevcuttur. Araştırmamızda, bu kriterlere bakılmaksızın radyasyon onkolojisi departmanı olan bütün merkezler çalışmaya dahil edilmiştir. Türkiye'de 137 adet radyasyon onkolojisi departmanı ve/veya radyoterapi merkezi bulunmaktadır. Bu merkezlerin 44 tanesi devlet hastanelerinde, 44 tanesi özel hastanelerde, 39 tanesi devlet üniversitesinde, 9 tanesi vakıf üniversitesinde ve 1 tanesi de askeri hastanede bulunmaktadır (Bkz: Grafik 1).



Grafik 1: Türkiye'deki merkez sayıları ve statüleri.

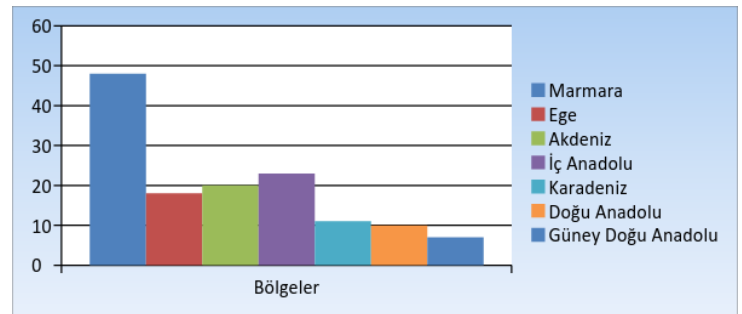
Türkiye'deki kliniklerde toplamda 281 adet radyoterapi cihazı bulunmaktadır. Bunlardan 207 tanesi Lineer Hızlandırıcı, 11 tanesi CyberKnife, 9 tanesi Tomotherapy, 13 tanesi GammaKnife, 8 tanesi Co-60 Teleterapi cihazı ve 33 tanesi de Brakiterapi cihazıdır (Bkz: Grafik 2). Bu merkezlerde toplamda 576 Radyasyon Onkolojisi Uzmanı, 362 Medikal Fizik Uzmanı, 855 Radyoterapi Teknikeri çalışmaktadır. Cihaz başına yaklaşık 2 Radyasyon Onkolojisi Uzmanı, 1 Medikal Fizik Uzmanı ve 3 Radyoterapi Teknikeri düşmektedir.



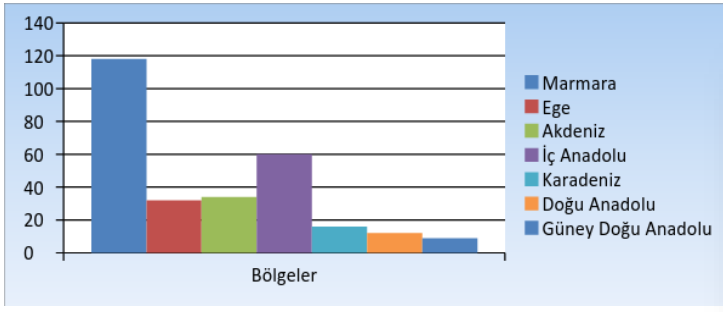
Grafik 2: Türkiye'deki cihaz sayılarının dağılımı.

Radyoterapi merkezlerinin, cihazların ve bu merkezlerde çalışan personelin bölgelere göre dağılımı ise şöyledir:

- Marmara bölgesinde 48 merkez, 118 cihaz, 217 doktor, 128 fizikçi ve 313 tekniker bulunmaktadır.
- Ege bölgesinde 18 merkez, 32 cihaz, 80 doktor, 46 fizikçi ve 108 tekniker bulunmaktadır.
- Akdeniz bölgesinde Kıbrıs dahil 20 merkez, 34 cihaz, 57 doktor, 51 fizikçi ve 85 tekniker bulunmaktadır.
- İç Anadolu bölgesinde 23 merkez, 60 cihaz, 140 doktor, 86 fizikçi ve 233 tekniker bulunmaktadır.
- Karadeniz bölgesinde 11 merkez, 16 cihaz, 43 doktor, 25 fizikçi ve 61 tekniker bulunmaktadır.
- Doğu Anadolu bölgesinde 10 merkez, 12 cihaz, 19 doktor, 15 fizikçi ve 26 tekniker bulunmaktadır.
- Güney Doğu Anadolu bölgesinde 7 merkez, 9 cihaz, 20 doktor, 11 fizikçi ve 29 tekniker bulunmaktadır. (Bkz: Grafik 3 ve Grafik 4).



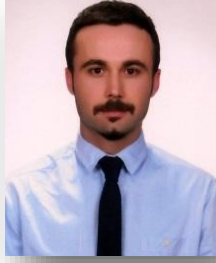
Grafik 3 : Bölgelere göre merkez sayılarının dağılımı



Grafik 4 : Bölgelere göre cihaz sayılarının dağılımı

Sağlık Bakanlığı Kansere Daire Başkanlığı'ndan alınan son verilere göre Türkiye'de yılda yaklaşık 170 bin yeni kanser vakası bekleniyor. Amerika'daki verilere göre de dünya genelinde kanser tanısı alan hastaların yaklaşık üçte ikisinin bir şekilde radyasyon tedavisi gördüğü bilinmektedir. Bu verilere göre Türkiye'de yılda yaklaşık 115 bin yeni hastanın radyasyon tedavisi göreceği düşünülmektedir. Dolayısıyla yılda yaklaşık 840 hastaya bir radyoterapi merkezi düşerken, 400 kişiye bir cihaz, 200 kişiye bir Radyasyon Onkolojisi Uzmanı ve 320 kişiye bir Medikal Fizik Uzmanı düşmektedir. Diğer bir bakış açısıyla ayda yaklaşık bir cihaza 33, bir doktora 17, bir fizikçiye 27 yeni hasta düşmektedir.

Tüm bu veriler ele alınıp çalışma değerlendirildiğinde; nüfus, merkez sayılarının, cihaz sayılarının ve personelin homojen bir dağılımda olduğunu düşünüldüğünde eldeki merkez ve cihaz verilerinin olası hasta miktarı için yeterli olduğu ve kaliteli radyoterapi hizmetinin verilebilmesi için gerekli uygun bazı standartların oluştuşmuş olduğu düşünülebilir. Ancak ülkemizdeki nüfus, hasta, cihaz, merkez ve personel dağılımlarının son zamanlarda Sağlık Bakanlığı tarafından yapılan yeni düzenlemelere rağmen henüz yeteri kadar homojen olmadığı ortadadır. Sonuçta gelişen teknoloji ve her geçen gün artan hasta sayısı birlikte yeni merkezler kurulurken ve cihazlar alınırken hem devletin hem de özel sektörün bu parametreler ışığında adımlar atması doğru olacaktır. Daha da önemlisi halihazırda ülkemizde var olan bu potansiyelin daha etkin ve verimli kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.



Mertay Güner: 1985 yılında Gümüşhane'nin Kelkit ilçesinde dünyaya geldi. 2009 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İngilizce Fizik bölümünü bitirdi. 2011 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi Endüstriyel Fizik YLP'dan mezun oldu. Bu iki yıllık süre içerisinde sırasıyla TAEK, Dr. Lütfi Kırdar EAH, İstanbul Onkoloji Hastanesi ve Anadolu Sağlık Merkezi'nde stajyer olarak bulundu. 2011-2016 yılları arasında Sante Sağlık Hizmetleri'nde Medikal Fizik Uzmanı olarak görev aldı. Bu görev süresinin son iki yılında Medikal Fizik departmanının başındaydı. 2016 Haziran ayından itibaren Anadolu Sağlık Merkezi'nde Medikal Fizik Uzmanı olarak görev yapmaktadır. Aynı zamanda Yeditepe Üniversitesi Fizik bölümünde Doktora eğitimini sürdürmektedir. Sosyal hayatında motosiklet yarışı, boks ve outdoor&kamp tutkunudur.



Füsun Şentürk: 1974 yılında İstanbul'da doğan Füsun Şentürk 1997 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fizik Lisans bölümünden mezun olmuştur. 2000 yılında İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü Tıbbi Radyofizik Yüksek Lisans Programını bitirmiştir. 1999 yılından bu yana Avrasya Hospital'da Sağlık Fizikçisi olarak görev yapmaktadır.

İNSAN AKLI—ZAMAN—VARLIK

Bu yazıda insan aklının, doğayı kavrama mücadelesinde zaman ve varlığın yani bugün ki anlayışımızla UZAY-ZAMAN'ın hikayesini anlatmaya çalışacağım. İnsan 'aklı erdiğinden beri' kendini gerçekte bir parçası olduğu DOĞA'dan ayrı tutar. Kendince doğanın herhangi bir nesnesi değildir. Doğa karşısında ayırıdır, bir öznedir. Özne olarak da doğayı biçimlendirmek için çabalar. Biçimlendirirken karşısındaki en önemli düşmanı zamandır. Çünkü insan ölümlüdür. Ölüm öznenin yok oluşu demektir. Var olmanın bir yolunu bulmalıdır. O hiç bitmeyen yapacaklarını tamamlamak için uzatmalıdır. İnsan için zaman algısı çoğu kez öznedir. Zihinsel zaman ölçümüz bazen o denli hızlanır ki saatın yavaş ilerlediği sanırısı içimizi karartır. Zaman bir türlü geçmez. Kimi kerede tam zıt olarak zamanın nasıl geçtiğini fark edemeyiz. Aslında zamanın bizden bağımsız olduğunu da gayet iyi biliriz. İstesek de istemesek de özne olarak bizim ya da başka bir anlatımla aklın doğada var oluşu sonsuz değildir. Maalesef..!

Hepimiz çocukluk döneminde TIP oynamışızdır. Tıp denildiğinde hareketsiz kalıp bir anlamda donup ilk hareket eden olmamaya çalıştığımızı hatırlıyalım. Bu gerçekte, zamanın bir anlamda durmasının karşılığıdır. Gözlemciler açısından zaman geçmektedir. Oyuncular zamanın dışına çıkmak zorundadırlar. Konuşamazlar, hareket edemezler. Yaşam onlar için durmuştur. Oyunu bir tarafa bırakıp, bunu bir düşünce deneyine dönüştürdüğümüzde, oyuncuların aslında varlıklarından bile habersiz olmadıkları sonucuna varılması kaçınılmazdır. Buradan yola çıktığımızda var olmanın temel şartının, 'maddi varoluşun' gerçekte zamanın bizzat kendisi ile mümkün olabileceği sonucuna varabiliriz. Biraz daha karikatürleştirirsek; tam şu an evrensel bir 'tıp' sesi ile oyunun başlaması ile – zaman hepimiz için durduğunda-, bir kaç milyon yıl boyunca bulunduğumuz noktada kalıp ikinci bir tıp işaretini bekleysek....sonrada kaldığımız yerden devam etsek, bunun kim farkında olurdu?

Etimolojik olarak zaman kelimesi; Türkçe'ye Arapça'dan, Arapça'ya Aramice üzerinden Akadca/Asur dilinden geçmiştir. İlk kullanım biçimi SİMANÜ'dür. Asur dilinde şimşek, doğru hareket, tam anında gibi anlamlara gelir. Aynı dilden Farsça, Ermenice, İbranicede de benzer ses yapısı ile kullanılır. Zaman an demektir. Anların bir biri ardında geçer gider diye düşünürüz.

Newton zamanı her türü referans sisteminden bağımsız kendi kendine akan bir 'şey' olduğu fikrindedir.

*"Absolute, true, and mathematical time, in and of itself and of its own nature, **without reference to anything external, flows uniformly** and by another name is called duration. (PRINCIPA)"*

Peki bu yargıya hangi yollardan gelindi. Yol uzundur. Neolitik çağın başlaması ile insan; yerleşik düzene geçip beslenme barınma kısaca yaşamın devamı için gerekli tarımsal faaliyetlerini bir düzen içinde yürütmek zorundaydı. Bu düzenin temeli kuşkusuz mevsimlere güneşin doğuşu batışı gibi rutinlerin takibi ile mümkündü. Açık bir alana dikilen düz bir dal parçası güneş saatinin ilk biçimi olmalıdır. Yıllar boyunca gölgenin 'değişim paterni' gözlemlendi, ayın hareketleri zihinlere kaydedildi, doğadaki diğer değişikliklerle ilişkilendirildiğinde 'takvim' kavramı hazır hale gelmişti. Artık insan zihninde doğanın kendine özgü ama düzenli olarak değişen ritminin varlığı kavramsallaştı. Doğada var olan herşey canlıydı, aynı insan yani kendi gibi. Hareket, başka bir deyişle değişim,

canlı doğanın temel özelliği olarak kayıtlara geçti. Şimdi yeni bir soru ile karşı karşıyayız. Doğanın bu canlılığının temelinde ne vardır? Bu günkü anlatımla 'Beş Duyu' ile algılanan ancak bir türlü görünmeyen canlılığın nedeni ya da başka bir deyişle harekete geçireni ne menem bir şey olmalıdır? İşte doğanın nasıl oluştuğu, bununla ilişkili olarak tanrı kavramı bu noktada ortaya çıkmaktadır.

Mitoloji doğanın, bir türlü anlaşılamiyan düzeninin nedenelliğini açıklar. Mitolojik olarak bakıldığında,

İnsanın evren, yaşama, varoluş, yokoluş üstüne kurduğu ilk TEORIA (θεωρία) dır.

İnsanın özelliklerini, insan dışındaki bir alana taşır. Tanrılar ve doğa insandan hareketle tasarlanır.

Yunan mitolojisi genel anlamı ile Yunan için bir dindir. Doğanın nasıl varolduğu, orada nasıl yaşanması gerektiği yani insan için elzem her şey oradadır. Bu din şair Homeros (MÖ yak. 850) ve Hesiodos'un (MÖ yak. 750-650) günümüze kalan şiir şeklinde yazılmış destanlarında gizlidir. Tam 10 yıl süren Troia Savaşının anlatıldığı Homeros'un destanlarının adları "İlias-İlion'un Şiiri" ve "Odysseia-Odyseus Destanı"; Hesiodos'un destanlarının adı ise "Erga kai Hemera-İşler ve Günler" ve "Theogonia-Tanrıların Doğuşu".

Zaman Krons'un, Şarap Baküs'ün, aşk Afrodit'in emrindedir. Her oluşumun bir tanrısı vardır. Tıpkı insanlar gibi kıskançtırlar, birbirleri ile kavga eder, günahsız biçare biz insanları da arada bir kandırıp kişisel işlerinde kullanırlar. Yüce Zeus evrendeki herşeye karıştığı gibi tanrıların da jandarmalığını yapar.

Artık insan akli bir süreliğine rahata ermiştir. Yer, içer, savaşır. Yazıyı uzatmamak için Mezopotamya ve Mısır kısmını geçip, saf ve temiz Yunan uygarlığına geçiyorum. Yunan uygarlığı batı ideolojisinin temelidir. Ancak dikkatle incelendiğinde ya babası bir çocuktur ya da gerçekte olduğu gibi kadim Mısır ve Mezopotamya uygarlığının ürünüdür. 17. ve 18. inci yüzyıllarda Avrupa-Batı, kendine baba ararken parlatılıp öne sürülmüştür. Dikkat edilecek olursa ilk doğa filozoflarının yerleşim yeri İyonya diye adlandırılan batı Anadolu'nun liman şehirleridir. Bu limanlar Fenikelilerin, Mısır ve diğer doğu Akdeniz limanları arasındaki ticaretin hedefleridir. Ticaret sadece malların değil eşzamanlı olarak kültürün taşınmasını sağlar.

Yazımıza bir sonraki sayıda ayrıntılı olarak devam edeceğiz....



Sedat Koca: 1957 de doğdu.1974 de Ankara Atatürk Lisesi'ni, 1980 de CerrahpaşaTıp Fakültesi'ni bitirdi. 1985 de Radyasyon Onkolojisi Uzmanı olarak çalıştı. 1986 GATA askerlik hizmetini yaptı. 1987 Cerrahpaşa'da Uz Dr. ve 1988 yılında da Doçent Dr. olarak İstanbul Üniversitesinden kadrosunu aldı. 1994 yılında İstanbul Üniversitesinde Profesör Dr. olarak kadroya atandı. 2014 yılında Profesör Dr. olarak Bahçeşehir Üniversitesinde çalıştı. 2016 emekli oldu. Halen Medical Park Göztepe Hastanesinde çalışıyor. Türk Radyasyon Onkolojisi Derneği kurucusu ve 2013-2014 yıllarında TROD Başkanlığını ve 2008-2009 yılları arasında Türk Kanser Derneği Başkanlığını yürüttü.

IAEA/WHO YÖNTEMİYLE TLD DOZ DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Amaç: IAEA/WHO, dünya çapında SSDL ve radyoterapi merkezlerinde kullanılan yüksek enerjili foton radyasyonunda 1969 yılından beri posta ile TLD programını uygulamaktadır. 2013 yılında IAEA/SSDL ile yapılan görüşme ile ülke koordinasyonunu TAEK/SSDL üstlenerek radyoterapi merkezlerinin TLD ile kalite denetimi sağlanması kararlaştırıldı. İlk çalışma 2013 yılında merkezlerin gönüllülük esasıyla katılımı ile başladı.

Materyal ve Metot: Çalışmaya katılmak isteyen merkezler belirlenmekte, kuruluşlara 3 adet toz TLD kapsülü ve ışınlama aparatı gönderilerek belirlenen ışınlama zaman aralığı içerisinde ışınlama talimatına göre 2 kapsülün 2 Gy dozda ışınlanmaktadır. Değerlendirme sonucunda $\pm$ %5 hata içerisinde ışınlanan TLD lere rapor düzenlenerek ilgili kuruluşa ve ülke koordinatörüne gönderilmektedir.

Sonuç: 2013 yılında programa 11 kuruluş 22 radyasyon enerjisinde katılım sağlamıştır. Sonuç raporlarına göre 11 kuruluşun 21 radyasyon kalitesi değerlendirilmiş olup 10 kuruluş hata sınırları içerisinde ışınlama gerçekleştirmiştir. 1 kuruluş hata sınırı dışında ışınlama yapmıştır. Yapılan inceleme ve sorgulamada hata kaynağı belirlenerek gerekli dikkat çekilmiştir. 2014 yılı programına 12 kuruluş 26 farklı radyasyon enerjisi ile katılım sağlamıştır. 2014 sonuç raporlarına göre 24 radyasyon kalitesinde hata sınırları içerisinde ışınlama yapılmış ancak 1 kuruluş katıldığı 3 enerjiden 2 enerji hata sınırı dışında olduğu görülmüştür. 2015 yılında 16 kuruluş 39 radyasyon enerjisinde katılım sağlamıştır. 2015 doz değerlendirmesinde 15 kuruluş $\pm$ %5 hata içerisinde, bir kuruluşun söz konusu tolerans değerinin dışında ışınlama yaptığı tespit edilmiştir. İlgili kuruluş ile irtibata geçilerek hata nedeni belirlenmiş olup çalışma tekrar edildi. Yeniden ışınlanan TLD seti değerlendirildi, kuruluşun kabul sınırları içerisinde ışınlama yaptığı rapor edilmiştir.

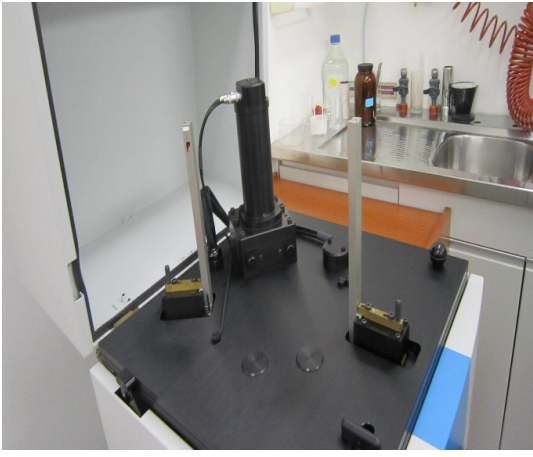
Anahtar Kelimeler: TLD, doz karşılaştırma, yüksek enerjili foton radyasyonu, kalite denetimi

GİRİŞ

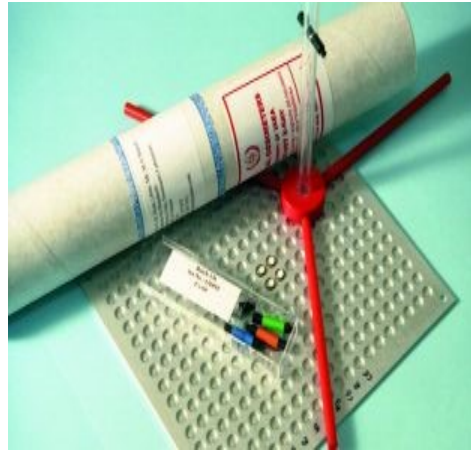
IAEA/SSDL radyoterapide kullanılan yüksek enerjili foton radyasyonunda 1969 yılından beri Posta ile TLD programını uygulamaktadır. TLD programına ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerden radyoterapi merkezlerinin bireysel talepleri doğrultusunda katılma imkanı sunulmaktadır. Benzer program 1987-2007 yılları arasında Co-60 radyasyon enerjisinde TAEK/SSDL olarak yürütüldü. Co-60 kaynaklı radyoterapi tedavi sistemlerinin zaman içerisinde yüksek enerjili hızlandırıcılarla (LINAC) yer değiştirmesi ve merkez sayısının hızla artması hizmetin aksamasına sebep oldu. Ancak, 2013 yılında IAEA/SSDL ile yapılan görüşme ile ülke koordinasyonunu TAEK/SSDL üstlenerek yurdun her köşesinde faaliyette bulunan radyoterapi merkezlerinin gönüllülük esasıyla katılımı sağlanmaya çalışılmıştır. Her yıl farklı kuruluşların katılım sağlanmasına özen gösterilmektedir. Kuşkusuz bu çalışma ile radyoterapi merkezlerindeki klinik dozimetrenin doğruluğu ve kararlılığının geliştirilmesini amaç edinmiş bir kalite denetimidir^{1,3,5}. Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun kayıtlarına göre 2014 yılı sonu itibarıyla kamu ve özel sektörde olmak üzere radyoterapi merkezlerinde kurulu 179 Lineer hızlandırıcı 16 Co-60 teleterapi cihazı bulunmaktadır². Bu merkezler 1994 yılında yayınlanan "Tipta Tedavi Amacıyla Kullanılan İyonlaştırıcı Kaynakları İçeren Tesislere Lisans Verme Yönetmeliği" gereği radyoterapi merkezleri doz çıkış verimini ölçen dozimetre bulundurma ve her yıl kalibrasyonlarını yaptırma zorunluluğu bulunmaktadır⁴. Dozimetre ile alınan ölçümler neticesinde ışınlama süresi hesaplanır⁶, dozimetre ölçüm şartlarında referans noktaya TLD yerleştirilerek 2 Gy doz olacak şekilde ışınlanır.

MATERYAL VE METOT

Doz karşılaştırma çalışmasında, toz formunda LiF (TLD-100) ve 160 mg toz TLD alabilen dış çapı 5 mm ve uzunluğu 20 mm olan su geçirmez polisitrin kapsül kullanılmıştır^[2](Resim 2). Toz TLD, 400 °C de 1 saat ve ardından hızlıca soğutulup 80 °C de 24 saat bekletilerek termal muameleye tabi tutulmaktadır. Termal muamelelerin amacı TLD kristallerin atomik uzayında iyonlaştırıcı radyasyon etkisiyle eksite durumundaki elektronların kararlı yörüngelerine dönmelerini sağlamak, üzerindeki verileri sıfırlamaktır. Termal muamele sonrası toz TLD polisitrin kapsüllere doldurularak ışınlamaya hazır hale getirilmektedir⁵.



Resim 1. Otomatik TLD okuma sistemi



Resim 2. TLD kapsülleri ve ışınlama düzeneği

Kuruluşlara katıldıkları her enerji için Resim 2 de gösterilen 3 adet toz TLD kapsülü ve bir adet ışınlama aparatı gönderilmektedir. Belirlenen ışınlama zaman aralığı içerisinde verilen ışınlama talimatına göre 2 kapsülün sırayla su fantomunda radyasyon enerjisine bağlı olarak 5 cm veya 10 cm derinlikte X ışını odağından 100 cm mesafede 2 Gy radyasyon dozunda ışınlamaları istenmektedir. 3. kapsül ise TLD lerin seyahati süresince maruz kalabileceği muhtemel fon radyasyonu tespiti amacıyla kullanılmaktadır. Kuruluşlar tarafından ışınlanan TLD kapsülleri ışınlama şartlarını içeren formlarla birlikte TAEK/SSDL de toplanmakta, ön değerlendirme sonrası toplu olarak değerlendirilmek üzere

/SSDL gönderilmektedir. TLD lerin otomatik TLD okuyucusunda okunarak tasnif edilmektedir. Değerlendirme sonucunda $\pm 5\%$ hata içerisinde ışınlanan TLD lere rapor düzenlenerek ilgili kuruluşa ve ülke kordinatörüne gönderilmektedir. Hata sınırları dışında ışınlama yapan kuruluşlar ile irtibata geçilerek hata kaynağının araştırılması, nedenlerinin ortaya konması sonrası tekrar TLD ışınlaması yaparak kontrol sağlanmaktadır.

DOZ DEĞERLENDİRMESİ

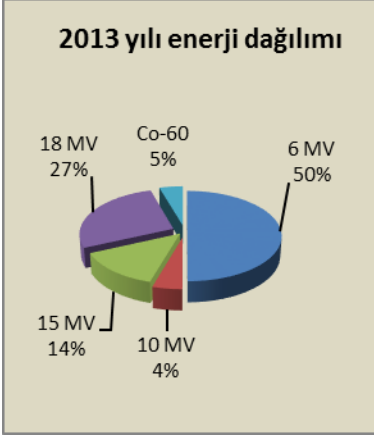
Posta yoluyla TLD kullanılarak absorblanan doz ölçümleme çalışmasında IAEA, SSDL'ler için kabul edilebilir sınırı $\pm 3,5\%$ olarak uygulamakta, radyoterapi merkezleri için bu sınır $\pm 5\%$ olarak değerlendirmektedir^{1,3,5}. TLD'ler SSDL de toplandıktan sonra, ışınlama şartlarının kayıt altına alındığı formlar titizlikle incelenir Yapılan hesaplar gözden geçirilir. Muhtemel hesap hataları olması durumunda ilgili merkezin sorumlu personelinden bilgi alınır. Veri formları ile birlikte TLD ler değerlendirilmek üzere Viyana'ya IAEA/SSDL'e gönderilmektedir. IAEA/SSDL de TLD değerlendirme prosedürü uygulanarak her bir kapsülün ışınlama dozu Resim 1'de verilen otomatik TLD okuma sisteminde belirlenmektedir¹. Kuruluşların ışınlama hesaplarında belirlemiş oldukları doz ile ölçüm dozu karşılaştırılarak hata hesabı yapılmaktadır. Kuruluşlara Tablo'da belirtilen TLD ışınlama sonuçları rapor halinde gönderilmektedir.

RESULTS OF TLD MEASUREMENTS FOR Co-60 AND HIGH-ENERGY PHOTONS

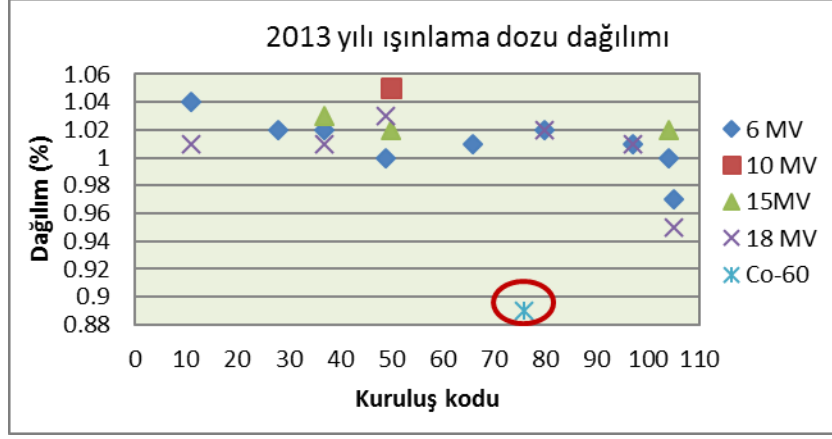
Beam	Radiation unit	TLD set #	User stated dose [Gy]	IAEA (measured) dose [Gy]*	IAEA mean dose [Gy]	% deviation relative to IAEA mean dose**	IAEA mean dose / User stated dose
6 MV	Varian True Beam #1185	13697	2.00 2.00	1.99 2.02	2.00	-0.2	1.00

SONUÇ

2013 yılı çalışmasında toplam 11 radyoterapi merkezi 22 farklı radyasyon kalitesi ile katılmıştır. Her kuruluş birden fazla enerjide katılım sağlayabilmektedir. Bu bağlamda Grafik 1 merkezlerin farklı radyasyon kalitelerindeki katılımlarını ortaya koymaktadır. Oransal olarak 6 MV foton enerjisinde yoğun kullanıldığı gözlenmektedir. Co-60 radyoaktif kaynaklı teleterapi sistemleri yerini LINAC'lara özellikle 6 MV foton enerjisine bırakmaktadır. Radyoterapi merkezlerinin TLD ışınlama hata sınırı değeri $\pm 5\%$ dir. Grafik 2, katılım sağlayıp değerlendirmesi yapılan merkezlerin hata dağılımını göstermektedir. Grafikten görüleceği üzere 11 kuruluştan 10 tanesi belirlenen hata sınırları içerisinde TLD ışınlamalarını gerçekleştirmişlerdir. Bir merkez ise hata sınırı dışında ışınlama yaptığı belirlenmiş olup gerekli girişimlerle hata kaynağının tespit edilmesi neticesinde ikinci bir TLD seti gönderilerek çalışma tekrar edilmiştir. Tekrarlanan değerlendirmede istenen sonuç elde edilmiştir.

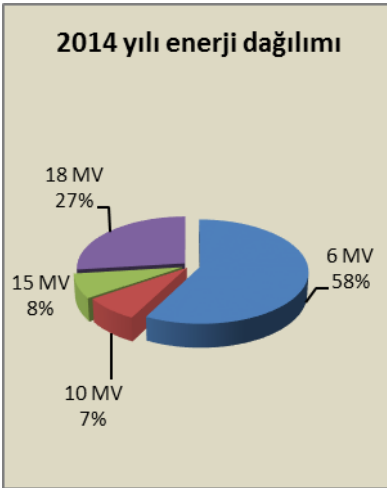


Grafik 1

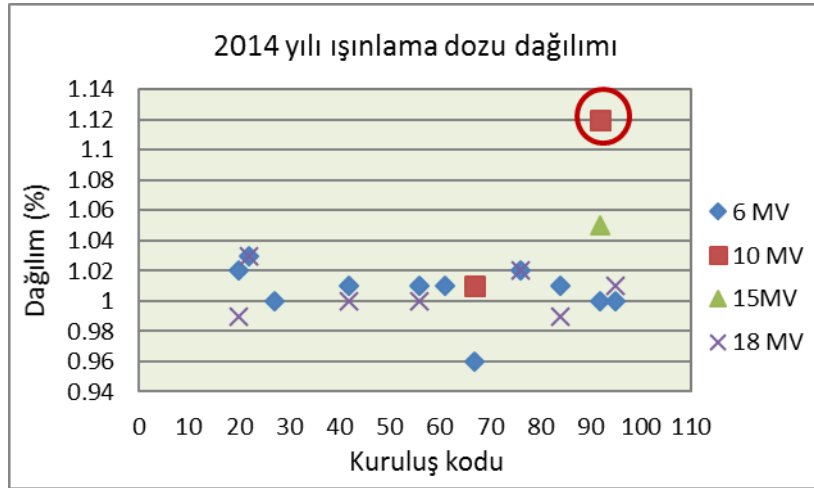


Grafik 2: 2013 yılı IAEA/WHO TLD doz karşılaştırma çalışması doz dağılımı

2014 yılı çalışmasında toplam 12 radyoterapi merkezi katılmıştır. Grafik 3 merkezlerin farklı radyasyon kalitelerindeki katılımlarını ortaya koymaktadır. Oransal olarak yine 6 MV foton enerjisinde yoğun kullanıldığı gözlenmektedir. Grafik 4 katılım sağlayıp değerlendirme yapılan merkezlerin hata dağılım grafiği verilmektedir. Grafikten görüleceği üzere 12 merkez belirlenen hata sınırları içerisinde kalmakla birlikte 3 farklı radyasyon kalitesinde katılan 1 merkez 6 MV enerjideki doz değerleri sınırlar içerisinde olup 10 MV enerjide % 12 lik hata ve 15 MV luk enerjide %17 hata ile ışınlama yaptığı belirlenmiştir. Yapılan sorgulama neticesinde hata kaynağı tespit edilerek ikinci bir TLD seti gönderilerek çalışma tekrar edilmiştir. İkinci değerlendirilmede istenen sonuç elde edilmiştir.

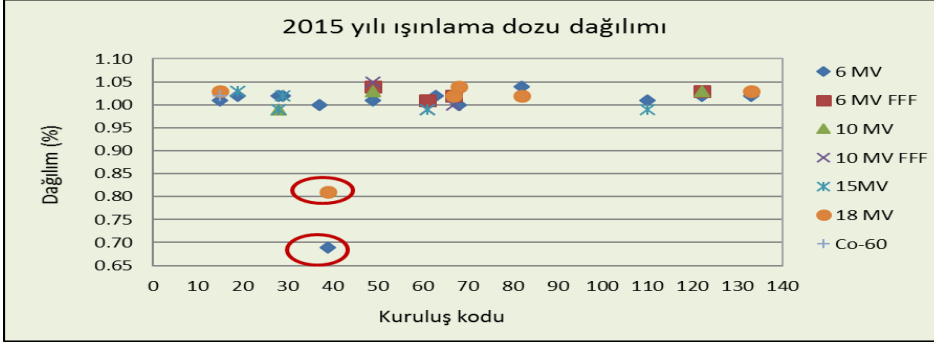
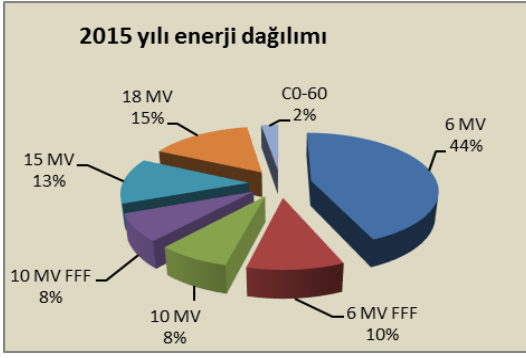


Grafik 3



Grafik 4: 2014 yılı IAEA/WHO TLD doz karşılaştırma çalışması doz dağılımı

2015 yılı çalışmasında toplam 16 radyoterapi merkezi katıldı. Grafik 5, merkezlerin farklı radyasyon kalitelerindeki katılımlarını ortaya koymaktadır. 16 kuruluş 39 farklı radyasyon kalitesinde postayla TDL karşılaştırma çalışmasına katılmıştır. Değerlendirme yapılan merkezlerin hata dağılımı Grafik 6.'de verilmektedir. Grafikten görüleceği üzere 15 merkez belirlenen hata sınırları içerisinde kalmakta 1 kuruluş yüksek hata ile ışınlama gerçekleştirmiştir. Yapılan sorgulama neticesinde hata kaynağı tespit edildi. Işınlamanın tekrarının yapılması için girişimde bulunuldu. İkinci bir TLD seti gönderilerek çalışma tekrar edildi. Yeniden ışınlanan TLD seti değerlendirildi, kuruluşun kabul sınırları içerisinde ışınlama yaptığı rapor edilmiştir.



Grafik 6 : 2015 yılı IAEA/WHO TLD doz karşılaştırma çalışması doz dağılımı

Bu çalışmalar, radyoterapi merkezlerinin dozimetre bulundurma ve kalibrasyon yaptırma zorunluluğu olmasının yanı sıra gerek dozimetrenin doğru kullanımı ve gerekse olası sistematik hataların önüne geçilebilmesi bakımından bağımsız kuruluşlar tarafından kalite denetimlerinin yapılmasının gerekliliğini ortaya koyması açısından önemlidir.

REFERANSLAR

Izewska, J., Andreo P., The IAEA/WHO TLD postal programme for radiotherapy hospitals, *Radiotherapy and Oncology* 34 65-72 (2000)

Türkiyede Radyasyon Kaynakları, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi, 2014

SSDL Newsletter No.56: 8-12, December 2008

Tıpta Tedavi Amacıyla Kullanılan İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynaklarını İçeren Tesislere Lisans Verme Yönetmeliği TAEK, (1996)

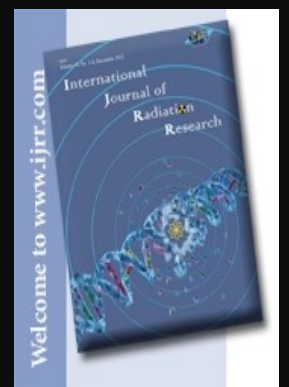
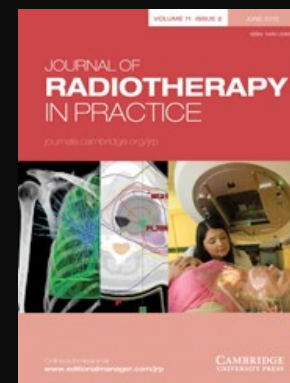
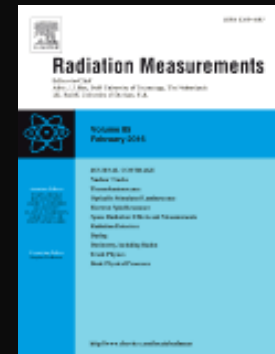
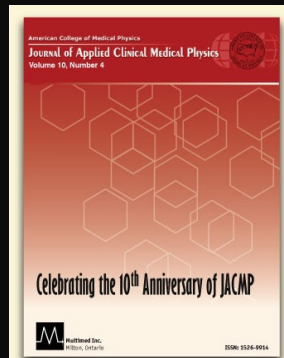
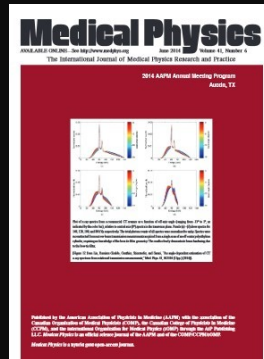
Joanna Izewska ve arkadaşları: A methodology for TLD postal dosimetry audit of high-energy radiation photon beams in non-reference conditions *Radiotherapy and Oncology* 8467-74 2007.

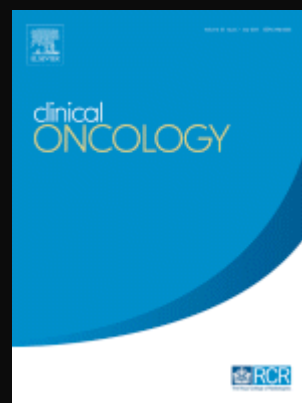
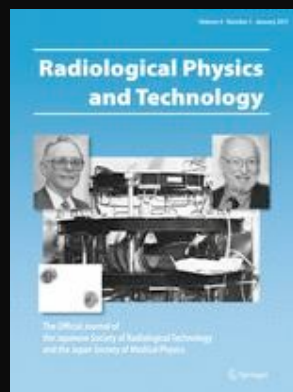
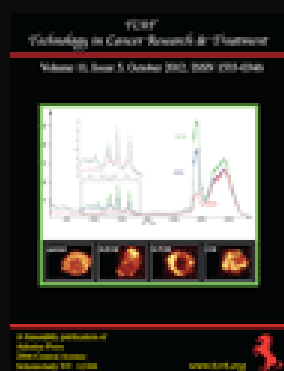
IAEA: Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams: An International Code of Practice (IAEA Technical Reports Series No. 277, Second Edition).



Doğan Yaşar: 1963 yılında Yozgat'ın Akdağmadeni ilçesinde doğdu. İlk Orta ve Lise eğitimini Akdağmadeni'nde tamamladı. 1989 Yılında İ.Ü. Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsünde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 1997 yılında İ.T.Ü Nükleer Enerji Enstitüsü, Nükleer Uygulamalar Anabilim dalında Doktora eğitimini tamamladı. 1990 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Sağlık Fizikliği Bölümünde, Sağlık Fizikçisi olarak göreve başladı. 1995 yılından itibaren ÇNAEM, Sekonder Standart Dozimetri Laboratuvarında görev almaya başladı ve halen SSDL koordinatörü olarak görevini sürdürmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.

IMPACT FACTOR DEĞERİNE SAHİP ULUSLARARASI DERGİLER





BİZE YAZIN

Sorularınızı Bekliyoruz!

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



medfizonline@gmail.com

YAZARIMIZ OLUN

Yazarlarımızı Bekliyoruz!



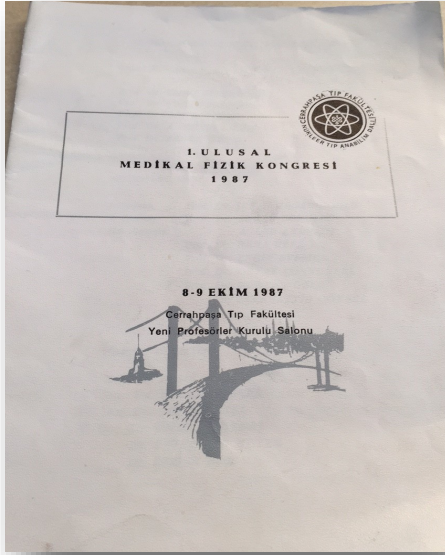
Bu dergi hepimize ait. Bu dergi okumaktan zevk alan, yazmaktan zevk alan, dinlemekten zevk alan, düşünmekten, öğrenmekten, yeni bir bilgi keşfetmekten, korkusuzca eleştirmekten, uzlaşmaktan, araştırmaktan, dostluktan ve dost olmaktan, var olmaktan ve medikal fizik uzmanı olmaktan zevk alan herkese aittir.

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

Siz, değerli meslektaşlarımızı yazarımız olarak bekliyoruz.

ÖZÜR ve DÜZELTME

İlk sayımızdaki yazarlarımızdan Görkem Güngör; özgeçmişiyle ilgili niyetini aşan üslup ve yazım ifadelerinden ötürü başta Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Başkanımızdan, değerli hocalarından ve medikal fizik uzmanı meslektaşlarından en içten duygularla özür diler ve her zaman bir "Hacettepeli" olduğunu belirtmeyi borç bilmektedir.



"1. Ulusal Medikal Fizik Kongresine ait kongre kitapçığını elime aldığımda çok heyecanlanmıştım. O günlere ait anıları dinlemenin ve aktarmanın önemli olacağını düşündüm. Çünkü hepimizin ilk kongre izlenimleri heyecan vericidir. Mesleki açıdan ilk düzenleme olan bu kongre son derece önemli bir yere sahip olma özelliğini taşımaktadır. Kongreye ilk kez katılan ve o dönemde yüksek lisans öğrencisi olan hocam ve aynı zamanda uzun yıllardır her konuda birlikte çalıştığım iletişimde olduğum Prof. Dr. Hatice Bilge Becerir ile birlikte kongre kitapçığını bana hediye eden Prof. Dr. N. Ömer Yiğitbaşı-kendisi aynı zamanda 1. Ulusal Medikal Fizik Kongre yönetici sekreteri ve Trakya Üniversitesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi-ile o günlere ait konuşma isteğimizi ilet-tik.

Bu nedenle Çapa Onkoloji Enstitüsünde her iki hocamın katılımıyla bu sohbeti gerçekleştirdik. Benim açımdan kongre düzenleyen ve kongreye ilk kez katılan hocalarımın sohbeti oldukça keyif-liydi. Şimdi sözü kendilerine bırakıyorum..." Bu güzel sözler Fadime Alkaya'ya ait. 1. Medikal Fizik Kongresiyle ilgili söyleşi sayfa 14 te.

medfizonline@gmail.com

