

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

MedFiz@Online

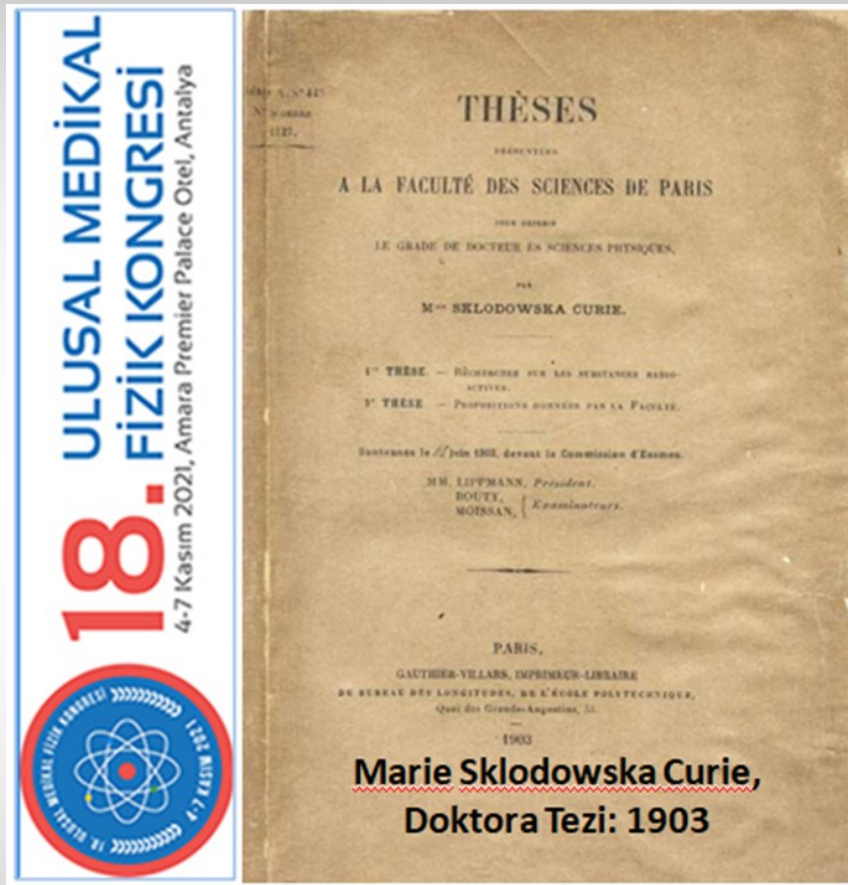
e-DERGİ

AĞUSTOS– EYLÜL 2021

medfizonline@gmail.com

www.medikalfizik.org

SAYI: 34



BU SAYININ ÖNE ÇIKAN KONULARI

- NİTELİKLİ MEDİKAL FİZİKÇİLERİN SERTİFİKASYONU
- RADKOR: RADYASYONDAN KORUNMADA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÇALIŞTAYI (29.05.2021)
- AAPM VE ICRP BAKIŞ AÇISIYLA TIPTA GÜNCEL RADYASYON KULLANIMININ ETİK YÖNLERİ
- YÜZEY KILAVUZLUĞUNDA RADYOTERAPİ (SGRT: SURFACE GUIDED RADIOTHERAPY) VE C-RAD SİSTEMİ KLİNİK DENEYİM PAYLAŞIMI
- RADYOTERAPİDE FİZİK PLAN VE FRAKSİYONASYON ŞEMASI (CHART) DEĞERLENDİRME İÇİN STRATEJİLER: AAPM TG 275 RAPORU (5-8.BÖLÜM)

BAŞ EDITÖR**Haluk Orhun**

orhun.haluk@gmail.com

EDITÖR GRUBU**Boran M. Güngör**

borgun@gmail.com

Ertuğrul Ertürk

mehmet.ertugrul@mnt.com.tr

Fadime Alkaya

alkayafadime@hotmail.com

Halil Küçücük

halilkucucuk@gmail.com

Mertay Güner

mertayguner@gmail.com

Nadir Küçük

nadir.kucuk@anadolusaglik.org

Türkay Toklu

turkaytoklu@yahoo.com

DERGİ TASARIM VE YAZI**Ebru Oruç Bakır****Mertay Güner****Esra Küçükorkoç****Mustafa Çağlar****BU SAYIDAKİ YAZARLAR****Ayşegül Yurt****Canan Köksal Akbaş****Dursun Eşitmez****Ersan Yılmaz****Haluk Orhun****Nilay Canavar****Serap Çatlı Dinç****Yılmaz Tezcan**

(Yazarlar harf sıralamasına göre sıralanmıştır.)

SOSYAL MEDYA**Aykut Oğuz Konuk****Yılmaz Şahin**

İÇİNDEKİLER

- **MERHABA: GELECEĞİ BUGÜNDEN İNŞA EDELİM**
- **ANKARA ŞEHİR HASTANESİ RADYASYON ONKOLOJİSİ KLİNİĞİ**
- **NİTELİKLİ MEDİKAL FİZİKÇİLERİN SERTİFİKASYONU**
- **RADKOR: RADYASYONDAN KORUNMADA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÇALIŞTAYI (29.05.2021)**
- **AAPM VE ICRP BAKIŞ AÇISIYLA TIPTA GÜNCEL RADYASYON KULLANIMININ ETİK YÖNLERİ**
- **MEDİKAL FİZİK CAMİASINDA YAPAY ZEKA ULUSLARARASI BİR ARAŞTIRMA**
- **YÜZEY KILAVUZLUĞUNDA RADYOTERAPİ (SGRT: SURFACE GUIDED RADIOTHERAPY) VE C-RAD SİSTEMİ KLİNİK DENEYİM PAYLAŞIMI**
- **RADYOTERAPİDE FİZİK PLAN VE FRAKSİYONASYON ŞEMASI (CHART) DEĞERLENDİRME İÇİN STRATEJİLER: AAPM TG 275 RAPORU (5-8.BÖLÜM)**
- **RT SON GELİŞMELER**
- **RADYOTERAPİ TEKNİKERİ GÖZÜYLE AKCİĞER SBRT HASTALARININ TEDAVİ SÜREÇLERİ**
- **2020 YILI, GALİLEO GALİLEI ÖDÜLÜ**
- **MEDİKAL FİZİK ALANINDA BİLİMSEL YAYIN YAPAN DERGİLER**

e-posta: medfizonline@gmail.com

web: www.medikalfizik.org**BASIM**

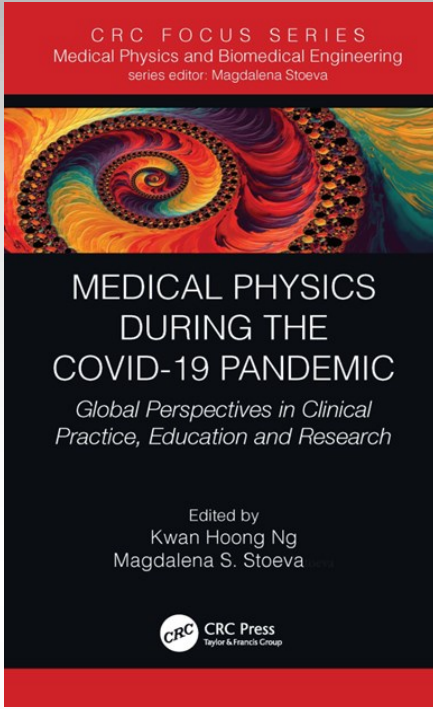
e-kopya

Medikal Fizik Derneği'nin katkılarıyla

MedFiz@Online DERGİSİNDE YAYINLANAN YAZILAR
YAZARIN SORUMLULUĞUNDADIR.

MERHABA: GELECEĞİ BUGÜNDEN İNŞA EDELİM

COVID-19 salgını ile global düzeyde önemli diyebileceğimiz başarılı sonuçlar elde edildiğine şahit oluyoruz. Yakın gelecekte, COVID-19'un getirdiği değişik engellemelerden kurtulma ümidi artıyor. Bilim insanlarının çok değerli çalışmaları bu alanda bizlere güven veriyor.



Sonuçta dünya salgın şokundan yavaş yavaş çıkıyor. Hayatın eski düzenine kavuşması için yapılacak uzun dönemli çalışmalar gündeme geliyor. Medikal fizik alanında çalışan bizler, COVID-19

salgınının getirdiği tüm olumsuzlukları mesleki ve sağlık personeli olarak sıcakı sıcakına yaşadık. Radyasyon onkolojisi ve diğer bölümlerde, sınırlı ve nöbetleşe çalıştık, yüz yüze eğitimler yapamadık, online eğitimlerle sınırlı kaldık, cihazlarımızın bakımlarını ve kalite kontrollerini hızlı ve sınırlı sürede az kişi ile gerçekleştirdik. Uzaktan çalıştık. Kişisel koruyucular kullandık. Hastalarımızı göremedik. Hasta sayılarını ve tedavi tekniklerini denetim altına aldık. En önemlisi ekip hizmeti önemli düzeyde yara aldı. Dünya Sağlık Örgütü, T.C. Sağlık Bakanlığı ve lokal hastane kurallarına sonuna kadar uyduk. Ulusal ve uluslararası düzeyde eğitim, kongre ve toplantılara katılamadık.

Şimdi, hiç de kısa olmayan bu dönemde kaybettiğimiz, gerçekleştiremediğimiz başta eğitim, öğretim ve araştırma hizmetlerimizi yerine koymak, bu dönemde kazanım olarak gördüğümüz olanaklarımızı da kullanarak açığımızı kapatma programı yapmak gerekiyor diye düşünüyoruz.

Kişisel düzeyde, bölümlerimiz düzeyinde ve medikal fizik toplumu düzeyinde olmak üzere.

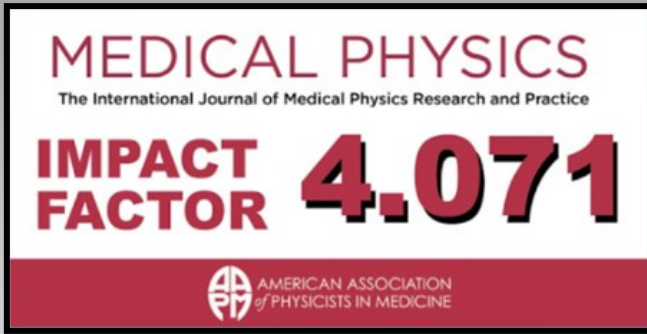
MedFizOnline e-dergisi olarak, bu alanda üzerimiz düşen görevin bilincindeyiz. Şimdi, yeni kazanımların ve yeni düzenlemelerin yapılması zamanıdır, yakın ve uzak gelecek için.

Bu aşamada COVID-19 döneminde medikal fizik uygulamalarını ve değerlendirmelerini yapan "Medical Physics During the COVID-19 Pandemic: Global perspectives in clinical practice, education and research" başlıklı kitabın çıktığını da bildirmek istiyoruz.

Şimdi, sizlerle bazı önemli gördüğümüz haberleri paylaşalım;

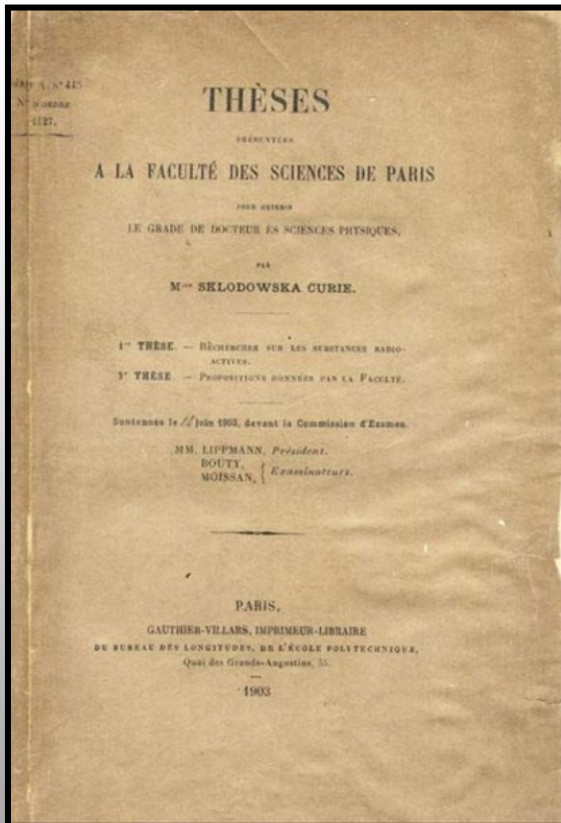
Impact Factor: uluslararası bilimsel yayınların karnesi niteliğinde olan "impact faktor" çok önemli bir parametredir. Wikipedi'ye göre "**Etki Faktörü** (İngilizce Impact Factor, IF) bir akademik derginin o dergide yayınlanan güncel makalelere bulunulan ortalama atıf sayısını yansıtan bir ölçütüdür. Sıklıkla bir derginin kendi alanındaki önemi açısından görece bir gösterge olarak kullanılır. Yüksek etki faktörlü dergiler düşük olanlara göre daha önemli olarak görülür. Etki faktörü aynı zamanda Bilimsel Bilgi Enstitüsü'nün de kurucusu olan Eugene Garfield tarafından bulunmuştur. 1975'ten başlayarak, etki faktörleri her yıl Dergi Atıf Raporlarında yer alan

dergiler için hesaplanır”



AAPM, bir açıklama yaparak "Medical Physics: The International Journal of Medical Physics Research and Practice" dergisinin 2020 yılı için Impact Faktör'ünün 4,071 olduğunu bildirdi. Benzer olarak, ASTRO; Kırmızı dergi diye bilinen "International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics" başlıklı yayının Impact Factor değerinin 7,038, Practical Radiation Oncology dergisinin ise 3,539 olduğunu ilan etti.

Medical Physics dergisinin geçmiş yıllara göre impact factor'u şöyle; 2019:3,452, 2018;3,059, 2017;2,721, 2016;2,615 ve 2015; 1,176.



25 Haziran 1903 günü, Marie Skłodowska Curie, doktora tezini Sorbonne Üniversitesi'ndeki jüri üyelerine karşı savunarak, Fransa'da fizik alanında o güne ben kadar doktora tezi veren ilk kadın bilim insanı oldu.

Doktora tezinin konusu, Fransızca ve İngilizce olarak şöyle:

"Recherches sur les substances radioactives (Research on Radioactive Substances), 1903"

Türkçeye "Radyoaktif Maddeler konusunda çalışma" olarak tercüme edebiliriz. Curie'nin tez olarak verdiği kitapçığın kapağı bu sayımızın ön kapağı olarak yer alıyor.

Bu aşamada sizlere doğum tarihleri Temmuz ayına denk düşen iki medikal Fizikçi Bilim kadını tanıtmak istiyoruz;

Rosalyn Yalow: Doğum Tarihi: 19. Temmuz.1921. Fizyoloji ve Tıp konusunda 1977 Nobel Ödülünü kazanan Medikal Fizikçi. Radioimmunoassay yöntemi ile kandaki maddelerin konsantrasyonunu keşfeden bilim insanı.

Edith Quimby: Doğum tarihi: 10. Temmuz.1891. Amerika'da ilk medikal fizikçi olarak anılıyor. AAPM'de uzun yıllar görev yaptı. Adına her yıl verilen AAPM "Edith Quimby Ödülü" tesis edildi. Özel olarak, radyoaktif iğnelerin tümör içine yerleştirilerek maksimum tedavi etkinliğinin sağlanması üzerine araştırmalar yaptı. Bu konu ile ilgili "Quimby kuralları" oluştu. Dozimetri, radyoizotoplar, radyoaktif maddelerin güvenli taşınması konuları üzerine çalıştı.

Bu sayımızı, yine yoğun olarak izlere sunmaktan mutlu olduğumuzu belirtmek istiyoruz.

Dergimiz yayına hazırlanırken “18. Ulusal Medikal Fizik Kongresi”nin 4-7 Kasım 2021 tarihlerinde düzenleneceği duyurusu yayınlandı. Gelecek sayımızda Kongre ile ilgili ayrıntılı bilgi vermeyi planlıyoruz. Başarılı bir Kongre diliyoruz.

Web sitesi: www.medikalfizik2021.org

Saygılarımızla.

Haluk Orhun

ANKARA ŞEHİR HASTANESİ RADYASYON ONKOLOJİSİ KLİNİĞİ



Prof. Dr. Yılmaz Tezcan

Ankara Şehir Hastanesi kamu-özel iş birliği ile tek parçada yapılan dünyanın en büyük sağlık kompleksidir. Şubat 2019 yılında hasta kabulüne başlamıştır. Hastanenin web sitesinden alınan verilere göre Toplam 3.810 yatak kapasitelidir. 6 T-bloktan oluşmuştur.

Genel Hastane Binası:	562 yatak
Kalp ve Damar Hastanesi Binası:	441 yatak
Nöroloji Hastanesi Binası:	506 yatak
Çocuk Hastanesi Binası:	599 yatak
Kadın Doğum Hastanesi Binası:	542 yatak
Onkoloji Hastanesi Binası:	588 yatak
Ana Hastane Binası:	72 yatak
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Binası:	300 yatak
Yüksek Güvenlikli Adli Psikiyatri Hastanesi Binası:	100 yatak
Medikal Gözlem Kliniği:	100 yatak



Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyeleri, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyeleri ve Sağlık Bakanlığı Doktorlarının içinde bulunduğu çok geniş bir afilyasyon ile hizmete başlamıştır. Atatürk Eğitim Arş. Hast., Ankara Numune Eğt. Arş. Hastanesi, Yüksek İhtisas Hastanesi, Zekai Tahir Burak Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesi, Sami Ulus Çocuk Hastanesi Çocuk Hematoloji-Onkoloji ve Ankara FTR Hastaneleri taşınarak büyük bir sağlık kompleksi halinde hizmet vermektedir.



Ankara Şehir Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Kliniğimiz de Şubat 2019 yılından bu yana aylık 250'nin üzerinde Türkiye'nin farklı bölgelerinden gelen hastalara hizmet vermektedir. 27 Haziran 2019 tarihinde de bir kokteyl ile TROD Dernek başkanımız ve değerli yönetim kurulu üyeleri, Başhekimlerimiz, Ülkemizin saygın Üniversite ve Hastanelerinden öğretim üyeleri, doktorlar, çok değerli katılımcılarla birlikte tanıtımını gerçekleştirdik.



Radyasyon Onkolojisi; İyonize radyasyonu kullanarak kanser, bazen de kanser dışı benign hastalıkların tedavisinde kullanılan, radyasyonun etkilerini, tümörlerin davranışlarını inceleyen ve bu konularda eğitim ve araştırma yapan Klinik bir Anabilim Dalıdır.

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, kanserin multidisipliner tedavisinde cerrahi ve sistemik tedavilerle birlikte kullanılan 3 önemli tedavi yöntemlerinden biridir. Radyoterapi genellikle diğer

yöntemlerle birlikte kullanılabildiği gibi tek başına da tedavide kullanılabilmektedir.

Radyasyon Onkolojisinde Tedavi şekli 2 türdür.

- Küratif Radyoterapi; Onkoloji hastalarında kür sağlamak (Hastalığın iyileşmesi) amacıyla uygulanan Radyoterapidir. Bunun çeşitli uygulamaları vardır.
- A. Neoadjuvan Radyoterapi (Ameliyattan önce)
- B. Postoperatif Adjuvan Radyoterapi (Ameliyattan sonra)
- C. Primer Radyoterapi (Ameliyat olamayan hastalarda)
- D. Kemoterapi ile eş zamanlı Radyoterapi
- E. İmmün tedavilerle eş zamanlı Radyoterapi
- Palyatif Radyoterapi; Hastaya ait bazı semptom, bulgu, şikâyet ve belirtilerin azaltılması, hastalığın tamamen iyileştirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda tümörü küçültmek amacıyla kullanılabilir. Bu durumlarda kullanılan Radyoterapi ile ağrı, kanama vb. gibi semptomların tedavisinde hastayı rahatlatmak ve palyasyon sağlamak amaçlı ile kullanılabilir.

Kliniğimizde Eksternal Radyoterapi-EBRT (hasta vücudunun dışından uygulanan radyoterapi) ve Brakiterapi (hasta vücudu içerisine intrakaviter gibi yakın mesafeden uygulanan radyoterapi) şeklinde uygulamalarımız bulunmaktadır. Eksternal tedaviler için mevcut 3 tane yeni teknoloji Varian marka lineer akseleratör ve 1 adet Tomoterapi Radixact cihazı bulunmaktadır. Tedavilerimizde hassas ve ayrıntılı bir şekilde planlama yaptığımız 3D-CRT (Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi), IMRT (Yoğunluk Ayarlı

Radyoterapi) ve IGRT (Görüntüleme Eşliğinde Radyoterapi), Hacimsel Yoğunluk Ayarlı Ark Tedavisi (VMAT) gibi farklı ve üst düzey gelişmiş Radyoterapi uygulamalarımız vardır, bununla birlikte KV ve MV CBCT görüntülemeler ile organ ve tümör hareketlerini yüksek hassasiyetle takip ederek hastalarımızın tedavilerinde başarı şansımızı arttırmaktayız.



Ayrıca mevcut Radyoterapi cihazlarımızın özelliğine bağlı olarak HyperArc, Vision RT-Surface Guided Radiation Therapy (SGRT) ile SBRT (Stereotaktik Vücut Radyoterapisi) ve SRS (Stereotaktik Radyocerrahi) olarak adlandırılan küçük alanlara yüksek dozda ablatif tedaviler uygulanabilmektedir.



Kliniğimizde biri 4D-CT (Dört Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi) özellikli olmak üzere iki adet Bilgisayarlı Tomografi (CT) simülatör cihazı bulunmaktadır. 4D-CT

simülatör ile hastaların Deep inspiration breath hold (DIBH), RPM gibi teknikler kullanılarak solunum fazlarına bağlı tümör ve organ hareketleri hesaba katılarak planlamalar yapılabilmekte, böylece daha hassas tedaviler uygulanabilmektedir.

Radyasyon Onkolojisi Kliniğimizde ve Hastanemizde yapılan Tümör Konseyleri ile de hastalarımız için multidisipliner yaklaşımla tedavi kararları alınmaktadır.

Klinik içi eğitim faaliyetleri kapsamında, vaka toplantıları, tedaviye giren hastaların planlarının değerlendirilmesi amacıyla haftalık dosya toplantıları, seminerler ve literatür saatleri gibi bilimsel aktiviteler ve dersler ile Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi Dönem-V öğrencileri ve uzmanlık eğitimi olarak asistanlara yönelik eğitim ve öğretim faaliyetleri de devam etmektedir.



Ankara Şehir Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Kliniği Doktor ve Çalışan Listesi;

İdari ve Eğitim Sorumlusu (Klinik Şefi);

- Prof. Dr. Yılmaz Tezcan

Eğitim Görevlileri;

- Dr. Öğretim Üyesi Gonca Altınışık İnanc
- Dr. Öğretim Üyesi Hüseyin Furkan Öztürk

- Uzm. Dr. Nalan Aslan
- Uzm. Dr. İlknur Kayalı-Başasistan

Uzman Doktor Listesi;

- Uzm. Dr. Havva Karabuğa
- Uzm. Dr. Sedef Açıkgöz
- Uzm. Bilgehan Karaday
- Uzm.Dr. Ercan Aydınkarahaliloğlu
- Uzm.Dr. Haluk Sayan
- Uzm.Dr. İrem Sarıcanbaz
- Uzm.Dr. Rahşan Habiboğlu
- Uzm. Dr. Mine Şalk

Asistan Doktor Listesi;

- Dr. Aliye Arslan
- Dr. Tuğba Çelik
- Dr. Feyza Yaşar Daşgın
- Dr. Tarık Kargıoğlu
- Dr. Binnur Tuncer
- Dr. Ali Kerim Aksakal

Sağlık Fiziği Uzmanları;

- Zerrin Gani
- Aslı Sabah
- Gizem Var
- İsmail Hakkı Kalyoncu
- Ferhat Cengiz
- Fatma Altıntaş

Radyoterapi Teknikerleri; 14 Radyoterapi Teknikeri

Poliklinik Hemşireleri; 4 hemşire

Servis Hemşireleri; 8 hemşire

HBYS Elemanı ve Sekreter; 3

Yardımcı Sağlık Personeli; 5

Poliklinikler;

Çocukluk Çağı Tümörleri, Lenfomalar, Jinekolojik Tümörler, Meme Tümörleri, Toraks ve Akciğer Tümörleri, Cilt Tümörleri, Baş-Boyun Tümörleri, Santral Sinir Sistemi Tümörleri, Yumuşak Doku Tümörleri, Gastro İntestinal Sistem Tümörler, Genito Üriner Sistem Tümörleri, Brakiterapi, TBI (Tüm Vücut Işınlamaları) gibi solid ve hematolojik tümör tanısı almış Onkoloji hastalarına poliklinik hizmetleri verilmektedir.

Radyasyon Onkolojisi Merkezimiz, Çocuk Onkoloji hastaları, Brakiterapi hastaları ve anestezi ihtiyacı olan hastalarımız için anestezi ile birlikte radyoterapi uygulamalarının yapıldığı Türkiye'deki sayılı merkezlerden birisidir.

Ayrıca Onkoloji Binası (MH6) 5. katta 21 yataklı Radyasyon Onkolojisi yataklı servisimiz ile yatan hasta hizmeti verilmektedir.

Mevcut Radyoterapi Cihazları;

- 1 adet Accuray Radixact TomoTherapy
- 1 adet Varian TrueBeam Edge-HD MLC lineer akseleratör
- 1 adet Varian TrueBeam STx-HD MLC lineer akseleratör
- 1 adet Varian TrueBeam Milenyum lineer akseleratör
- 1 adet Varian Gammamed Plus BrachyVision HDR Brakiterapi sistemi

- 1 adet GE Discovery 4D CT-simülatör
- 1 adet GE Discovery CT-simülatörEclipse tedavi planlama sistemi, 4 istasyon planlama, 4 istasyon konturlama,
- 2 istasyon Accuray Precision planlama sistemi.

“İnsanı yaşat ki devlet yaşasın” düsturu ile tüm hastalarımıza en son teknolojik cihazlarla en modern kanser tedavilerini Ankara Şehir Hastanesinde uygulamaktayız.



Prof. Dr. Yılmaz Tezcan

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Başkanı

Ankara Şehir Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Kliniği

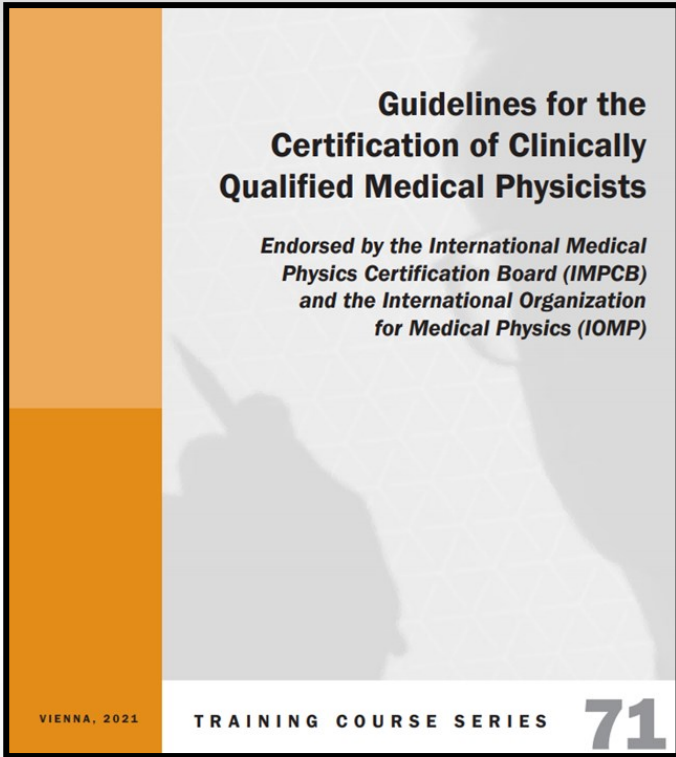
İdari ve Eğitim Sorumlusu

(Klinik Şefi)

NİTELİKLİ MEDİKAL FİZİKÇİLERİN SERTİFİKASYONU

Doç. Dr. Serap Çatlı Dinç

Gazi Üniversitesinden Doç. Dr. Serap Çatlı Dinç bize IAEA'in bu yıl "Training Course Series 71" başlığıyla çıkardığı "Nitelikli Medikal Fizikçilerin Sertifikasyonu" isimli, bizleri yakından ilgilendiren dokümanı özetledi.



IAEA, VİYANA, 2021IAEA-TCS-71ISSN 1018-5518

Klinik olarak nitelikli medikal fizikçiler, medikal fizik üzerine yeterli akademik lisansüstü eğitimi almış, sağlık hizmetlerinde çalışan fizikçilerdir. Radyoterapi, nükleer tıp, tanısal ve girişimsel radyoloji alanlarında hastalara hizmet veren multidisipliner ekiplerin üyeleri olarak çalışırlar. Klinik olarak nitelikli medikal fizikçiler, hastaların teşhis ve tedavisi için iyonlaştırıcı veya iyonlaştırıcı olmayan radyasyon veya fizik ilkelerinin kullanıldığı diğer alanlarda da çalışırlar.

Görüntüleme ve terapötik süreçler, prosedürler ve müdahaleler; bilgi, bilim ve teknolojilerin güvenli ve etkin kullanımına bağlıdır ve bu nedenle kalite güvencesi ve optimizasyon yoluyla optimal ve uygun hasta bakımını sağlamak için nitelikli profesyoneller gerekir. Medikal fizikçilerin bilgi ve yetkinlikleri, uluslararası düzeyde tanımlanmış kriterleri karşılayan akademik eğitim ve klinik eğitim programları yoluyla kazanılmaktadır. Uluslararası profesyonel kuruluşlar, sürekli eğitim ve mesleki gelişim ihtiyacını kabul etmekte ve yüksek standartta hasta bakımı sağlamak için medikal fizikçilerin sertifikalandırılmasını teşvik etmektedir.

2013 yılında IAEA (Uluslararası atom enerji kurumu) klinik olarak nitelikli medikal fizikçiler için roller ve sorumluluklar ile ilgili eğitim ve öğretim gereksinimlerini (IAEA İnsan Sağlığı Serisi No. 25) bildiren bir bildirge yayınladı. Uluslararası Tıbbi Fizik Örgütü ve Amerikan Tıpta Fizikçiler Derneği tarafından onaylanan bu yayın, medikal fizikçilerin sertifikalandırılmasının yanı sıra sürekli mesleki gelişime olan ihtiyaçlarını da vurgulamaktadır ve bir sertifikasyon planının oluşturulmasına ilişkin özel rehberlik sağlamaktadır. Şu anda yalnızca sınırlı sayıda ülke ulusal medikal fizik sertifikasyon programlarına sahiptir. Uluslararası medikal fizik Sertifikasyon Kurulu, 2010 yılında, Uluslararası Tıbbi Fizik Organizasyonu yönergelerine uygun bir sertifika programı aracılığıyla kurulmuştur. Tıbbi fizik kuruluşları ve sertifikasyon kuruluşlarıyla yapılan istişareler, bu alanda uluslararası rehberlik eksikliğini ortaya çıkarmıştır. Bu boşluğu gidermek amacıyla IAEA, 2018'de medikal fizik

sertifikasyonunun gerekliliğini ve faydalarını vurgulayan ve ulusal veya bölgesel sertifikasyon planlarının oluşturulması hakkında bilgi sağlayan bir yayın hazırlamak için bir toplantı düzenlemiştir. Bu yayın, profesyonel kuruluşlardan ve belgelendirme kuruluşlarından edinilen deneyim ve dersler üzerine kuruludur ve farklı senaryolarda belgelendirme yolları hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu yayın, Uluslararası Tıbbi Fizik Sertifikasyon Kurulu ve Uluslararası Tıbbi Fizik Organizasyonu tarafından onaylanmıştır.

Giriş

Fizikçiler, klinik ortamlar, akademi (öğretim ve araştırma), endüstri (teknoloji geliştirme ve hizmet), ulusal ve yerel hükümet düzenleyici kurumlar, akreditasyon kurumları, laboratuvarlar (kalibrasyon ve dozimetri laboratuvarları) gibi sağlıkla ilgili birçok alanda çalışmaktadırlar.

Klinik olarak nitelikli medikal fizikçiler (CQMP'ler) sağlık hizmetlerinde çalışan profesyonellerdir. Çalışmaları, radyoterapi, nükleer tıp, tanı ve girişimsel radyoloji gibi alanlarda ve ayrıca iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun kullanıldığı diğer klinik alanlarda hastaların kaliteli ve etkin tanı ve tedavisinin sağlanmasını içerir. Bu nedenle CQMP'lerin sağlık sektöründe hasta yönetimi üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Medikal fizik, 2008 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü'nün Uluslararası Standart Meslek Sınıflandırmasına göre bir sağlık mesleği olarak kabul edilmiştir ve bu durum profesyonel olarak tanınması için fayda sağlamıştır. Buna rağmen, Medikal fizik mesleği henüz pek çok ülkede tanınmamıştır ve bu tanınma eksikliği genellikle CQMP'lerin güvenli, kaliteli ve etkili hasta bakımına katkısının etkisini zayıflatmaktadır.

CQMP'ler hastanın sağlık hizmetlerine katkıda bulunduğundan, onların bilgisi ve yetkinliği büyük önem taşımaktadır. Bunlar, bir veya daha fazla tıbbi fizik uzmanlığında yapılandırılmış ve denetimli bir klinik eğitim ile tamamlanan mezuniyet sonrası medikal fizik akademik eğitimi yoluyla edinilir. Medikal fizik eğitiminin uyumlaştırılması için tüm bileşenlerinde standartlaştırılmış bir müfredata ihtiyaç vardır: akademik eğitim ve klinik eğitim. IAEA, American Association of Physicists in Medicine (AAPM) ve International Organisation for Medical Physics (IOMP) tarafından ortaklaşa onaylanan İnsan Sağlığı Serisi No. 25 yayınında bu konuyu gündeme getirmiştir. IOMP tarafından onaylanan IAEA Eğitim Kursu Serisi No. 56, özellikle lisansüstü akademik eğitime yöneliktir. Tıbbi fiziğin üç uzmanlığının her birinde klinik eğitimi ele alan üç yayın yayınlanmıştır (radyasyon onkolojisi, tanısal radyoloji ve nükleer tıp).

IOMP, Avrupa Tıbbi Fizik Örgütleri Federasyonu (EFOMP), Asya-Okyanusya Tıbbi Fizik Örgütleri Federasyonu (AFOMP), Afrika Tıbbi Fizik Örgütleri Federasyonu (FAMPO) ve AAPM gibi tıbbi fizik kuruluşları geliştirmiştir. Ne yazık ki, yukarıdaki tüm yönerge ve standartlarda 'medikal fizikçi' mesleğini tanımlama çabalarına rağmen, birçok ülkedeki sağlık otoriteleri medikal fiziği bir sağlık mesleği olarak kabul etmemektedir.

Sonuç olarak, konsensüs bilgisi ve klinik yeterlilik kılavuzlarına dayalı olarak medikal fizikçilerin profesyonel bir statü kazanmaları için genellikle yerleşik bir yol yoktur. Ayrıca bu, dünya çapında medikal fizikçilerin eğitim ve öğretiminin uyumlaştırılması çabalarını da etkilemektedir. Diğer sağlık meslek mensupları ile aynı doğrultuda ve

uluslararası uygulamalara uygun olarak mesleki sertifikalandırma, mesleki yeterliliğin tanınması ve sağlanması için oluşturulmuş bir süreçtir.

Terminoloji

Medikal Fizik Uzmanları

Sağlık profesyonelleri olarak rollerini vurgulamak ve IAEA terminolojisiyle tutarlı olmak için, bu yayında klinik ortamlarda çalışan yeterli akademik eğitime ve klinik eğitime sahip nitelikli medikal fizikçiler CQMP'ler olarak adlandırılmaktadır. Uluslararası Temel Güvenlik Standartları, medikal fizikçiye "Tıpta fizik uygulama kavram ve teknikleri konusunda uzman eğitim ve öğretime sahip ve bir veya daha fazla alanda bağımsız olarak uygulama yetkinliğine sahip bir sağlık profesyoneli" olarak tanımlamaktadır. IAEA İyonize Radyasyonun Tıbbi Kullanımlarında Radyasyondan Korunma ve Güvenlik Standartları Seri No. SSG-46, bu standartların tıp alanında uygulanması konusunda rehberlik sağlar ve medikal fizikçinin rolü hakkında daha fazla ayrıntı verir. Avrupa Birliği Direktifi, 2014 yılı bölgesel ilanlarında Avrupa Komisyonu 'Medikal Fizik Uzmanları' terminolojisini kullanmıştır. IOMP ise 'Sertifikalı medikal fizikçiler' terimini kullanırken, AAPM ise 'Nitelikli medikal fizikçiler' terminolojisini kullanmaktadır. Tablo 1, ulusal, bölgesel ve uluslararası kuruluşların CQMP'leri nasıl tanımladıklarına dair bazı örnekler sunmaktadır. Tablo 1'de rapor edilen tanımların çoğunda, yinelenen kelime Yetkinlik'tir ve bu, sertifikasyonun gerekli olduğunu göstermektedir.

Tablo 1: Ulusal, bölgesel ve uluslararası kuruluşların CQMP'leri nasıl tanımladıklarına dair bazı örnekler

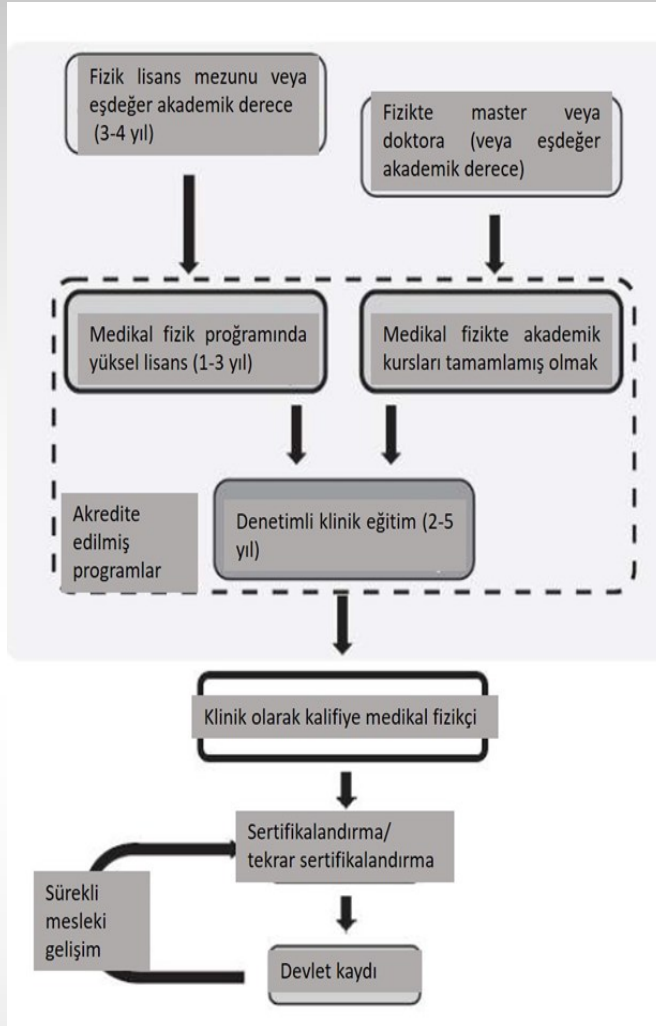
Kuruluş Adı	Medikal Fizikçi Terim Adı
AAPM	Nitelikli medikal fizikçi
EFOMP	Medikal fizik uzmanı
IAEA	Klinik olarak nitelikli medikal fizikçi
IOMP	Sertifikalı medikal fizikçi
Ulusal sağlık bölümü, Güney Afrika	Medikal fizikçi

Sertifikalandırma Çerçevesi

Sağlık hizmetlerinde çalışan fizikçilerin sertifikalandırılması yeni olan bir durum değildir. 1935'te, Kuzey Amerika Radyoloji Derneği'nin (RSNA) 'İş bölümlerinin el kitabı' nda yer alan bir raporda, radyasyondan korunma uzmanı olarak öne çıkan bir fizikçi olan Bay Lauriston Taylor, sertifikalandırmanın önemine değinerek, standardizasyon laboratuvarlarının ve kayıtlı X-ray fizikçilerinin belgelendirilmesini ve uygun belgelendirmeden sonra onaylanmış bir listenin yayınlanmasını önermiştir. Bu nedenle RSNA, 1936'da fizikçileri sertifikalandırmaya ve kaydetmeye başladı. Bugün diğer birçok ülkede medikal fizikçilerin yeterliliğini belgeleyen benzer kuruluşlar bulunmaktadır: örneğin, Amerikan Tıbbi Fizik Kurulu (ABMP), Associação Brasileira de Física Médica (ABFM), Gana'daki Müttefik Sağlık Meslekleri Konseyi (AHPC), Kanada Tıpta Fizikçiler Koleji (CCPM), Hindistan Tıbbi Fizik Koleji (CMPI), Güney Afrika Sağlık Meslekleri Konseyi (HPCSA), Zimbabwe Müttefik Sağlık Uygulayıcıları Konseyi (AHPCZ), Birleşik Krallık'ta Tıpta Fizik ve Mühendislik Enstitüsü (IPEM).

IAEA yönergelerine uygun olarak, sertifikalandırma, Şekil 1'de gösterildiği gibi, bir CQMP statüsünü kazanma ve sürdürme yolunun bir parçası olarak

tanımlanmaktadır. Her sağlık profesyoneli kategorisi, normal olarak, sağlık otoriteleri tarafından tanınan veya kurulan ulusal bir sertifikasyon kuruluşu tarafından düzenlenir. Belgelendirme kuruluşu, ulusal veya uluslararası iyi uygulama kılavuzlarına ilişkin gereklilikleri belirlemekle görevlidir.



Şekil 1. Bir CQMP statüsünü kazanma ve sürdürme yolunun gösteren diagram (IAEA insan sağlığı serisi No:25)

Birçok ülkede ulusal medikal fizik sertifikasyon kuruluşlarının olmaması nedeniyle medikal fizik uygulamasını IOMP yönergelerine uygun bir sertifika programı aracılığıyla desteklemek amacıyla 2010 yılında IMPCB kurulmuştur. IMPCB, öncelikle, uluslararası standartlara uygunluklarını sağlamak için ulusal sertifika programlarının akreditasyonunu

amaçlamaktadır. IMPCB, medikal fizik sertifikasyon programlarının IOMP yönergelerinin gerekliliklerine uygun olarak akreditasyonu için altyapı, gereksinimler ve değerlendirme prosedürlerini oluşturmaya çalışır ve bireysel medikal fizikçilerin sertifikasyonu için bilgi, beceri, yetkinlik ve sınav sürecini tanımlar. IMPCB, ülkeler tarafından benimsenmesi için uyarlanabilecek veya kabul edilebilecek medikal fizik sertifikasyon sürecini tanımlayan bir çerçeve geliştirmiştir. Ulusal/ bölgesel sertifikasyon planlarının mevcut olmadığı veya geliştirilmediği durumlarda, IMPCB, 2017'den beri bireyler için bir sertifikasyon süreci sunmuştur. Medikal fizik eğitim ve öğretim standartlarının uyumlaştırılmasını kolaylaştırmak için, EFOMP, medikal fizikçilere 'Avrupa Tıbbi Fizik Diploması' (EDMP) ve bir 'Avrupa Onay Sertifikası' sağlayan bir EFOMP Sınav Kurulu (EEB) kurmuştur. Bazı ülkelerde, sertifikasyonun ardından medikal fizikçinin klinik bir ortamda çalışmasına açıkça izin veren bir kayıt (veya lisans süreci) gelir. Çoğu durumda, uygulama sertifikası zaman sınırlıdır ve kaydı sürdürmek için yeniden sertifikalandırma süreci gereklidir. Yeniden sertifikalandırma genellikle, sürekli eğitim olarak da bilinen resmi bir sürekli mesleki gelişim (CPD sistemine katılım kanıtının sunulmasına dayalı olarak verilir. Ulusal medikal fizik sertifikasyon kuruluşları genellikle CPD sisteminin geliştirilmesinden sorumluyken, tıbbi fizik meslek kuruluşları genellikle CPD etkinliklerinin sağlayıcılarıdır. CPD etkinliklerinin türü, konusu, alanı ve süresi yerel düzenlemelere bağlı olarak değişir ve örneğin e-öğrenme dahil kendi kendine öğrenme etkinliklerini içerebilir.

Nitelikli Tıbbi Fizikçilerin Sertifikasyonunun Faydaları

Sertifikasyon, bir mesleği icra etmede bir bireyin tanınması için gerekli temel bileşenlerden biridir. Sürekli artan teknolojiye personelin uyum sağlamasında sertifikasyon programlarının geliştirilmesi, eğitim ve öğretimdeki farklılıkları telafi edebilir ve böylece küresel iş piyasasını kolaylaştırabilir. Medikal fizikte düzenlenmiş bir sertifikasyon sürecinin sadece bireysel profesyoneller için değil, aynı zamanda hastalar ve toplum ile sağlık hizmetleri için de avantajları bulunmaktadır. IAEA Uluslararası Temel Güvenlik Standartları, yalnızca gerekli yeterliliklere sahip profesyonellerin bağımsız olarak çalışmasına izin verilen, yapılandırılmış mekanizmalar oluşturma ihtiyacını doğrudan ele almaktadır. Yayın ayrıca, yetkinlik değerlendirmelerini gerçekleştirmek için önemli bir araç olarak profesyonellerin sertifikalandırılmasından da açıkça bahseder.

CQMP'lerin sertifikasyonu, üzerinde anlaşmaya varılan bir uygulamaya bağlılığın sürdürülmesi ve böylece meslek için uyum ve kalite standartlarının sağlanması yoluyla medikal fizikçilerin tanınmasını desteklemeye yardımcı olabilecek bir süreçtir. Ayrıca, sertifika, medikal fizikçiler için kariyer gelişimini ve ilerlemeyi de desteklemiş olacaktır.

Medikal Fizik Mesleğinin Kapsamı

Bir belgelendirme kuruluşu kurmadan ve işleyişine ilişkin prosedürleri tanımlamadan önce, mesleğin kapsamını ve buna karşılık medikal fiziğin her bir uzmanlık alanı içindeki uygulama kapsamını tanımlamak önemlidir. IAEA, üç temel uzmanlık alanı tanımlar:

- Radyasyon Onkolojisi Medikal Fizik;
- Teşhis ve Girişimsel Radyoloji Medikal Fizik;
- Nükleer Tıp Medikal Fizik.

Ek uzmanlıklar tanımlanabilir ve yerel koşullara ve uygulamalara bağlı olarak ülkeler ve meslek kuruluşları arasında değişiklik gösterebilir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD), medikal fizik ve manyetik rezonans görüntüleme alt uzmanlıkları da mevcuttur. Hollanda'da iyonize olmayan radyasyon tıbbi ekipmanının uygun kullanımından sorumlu genel bir klinik fizik uzmanlığı ve bir radyoloji uzmanlığı vardır. Ayrıca, hibrit görüntülemenin ortaya çıkması nedeniyle radyoloji ve nükleer tıp tıbbi fiziğinin uzmanlığını birleştiren bir tıbbi görüntüleme uzmanlığı oluşturuldu. Öte yandan, örneğin Gana ve Güney Afrika'da, her üç uzmanlık alanında da temel bir yeterlilik gerektiren yalnızca bir kategori mevcuttur. Tıbbi ekipman teknolojilerinin hızlı gelişimi göz önüne alındığında, yeni kategorilerin gelişmesi beklenebilir. Bununla birlikte, medikal fizikte uygulama kapsamını ve ilgili uzmanlık organizasyonunu tanımlarken, ek kategorileri desteklemek için mevcut kaynakların ve altyapının gerçekçi bir değerlendirilmesine ihtiyaç vardır.

Medikal Fizik Sertifikasyonu İçin Genel Gereklilikler

Belgelendirme kuruluşu, kişilerin belgelendirme başvurusu için uygunluk koşullarını belirler ve bunları potansiyel adaylar için şeffaf ve mesleğin ilgili uygulama kapsamını dikkate alan bir formatta belgeler. Uygunluk kriterleri, eğitim yeterliliğine ve klinik eğitim yoluyla kazanılan yeterliliklere dayalı olacaktır. Belirlenen tüm gerekliliklerin diğer sağlık meslekleriyle ilgili bölgesel veya ulusal yasalara,

düzenlemelere ve etik mesleki uygulama kurallarına uygun olması önemlidir.

Medikal fizik sertifikasyonu için minimum gereksinimler dört bileşenden oluşmaktadır:

- Fizik, mühendislik veya eşdeğer fizik bilimlerinde bir lisans derecesine sahip olmak. Yeterli matematik bilgisi, deneysel ve teorik fizik hakkındaki geniş bir bilgiye sahip olunması kadar önemlidir;
- Lisansüstü medikal fizik akademik eğitimi;
- Bir araştırma konusu seçilebilir, ancak önemli bir araştırma uzmanlığı genellikle klinik uygulama için bir ön koşul değildir;
- Denetimli ve yapılandırılmış bir ikamet programında birkaç tam zamanlı eşdeğer yıllık klinik eğitim. Faaliyetlerin bir portföy ve/veya seyir defteri biçiminde belgelenmesi bu eğitimin temel kanıtıdır.

Hem lisansüstü derecesi hem de klinik eğitim programı, uluslararası en iyi uygulamalara (örneğin iç veya dış denetimler yoluyla) dayalı kalite standartlarına bağlılığı göstermek için uygun bir kuruluş tarafından akredite edilmelidir. Ayrıca, eğitim ve öğretim programında kullanılan kapsam, içerik ve değerlendirme araçlarının belgelenmesi önemlidir, çünkü bu yönler genellikle akreditasyon veya denetim süreçlerinde değerlendirilir. Genellikle ulusal akreditasyon kurumları, mesleklerle ilgili gerekli beceri veya yeterlilikleri geliştirmek için ihtiyaç duyulan yükseköğretim niteliklerini ve ilgili deneyimsel eğitim programlarını onaylamak için mevcuttur.

Şu anda, medikal fizik programlarının akreditasyonu, ulusal olarak belirlenmiş kuruluşlar tarafından

sağlanmaktadır (örneğin, ABD'de Tıbbi Fizik Eğitim Programlarının Akreditasyonu Komisyonu (CAMPEP), Avustralya ve Yeni Zelanda'da akademik eğitim için ACPSEM bulunmaktadır. Ayrıca IOMP, uluslararası alanda faaliyet gösteren ve medikal fizik lisans programlarını, medikal fizik eğitim ve öğretim kurumlarını/merkezlerini ve eğitim ve öğretim etkinliklerini akredite eden IOMP Akreditasyon Kurulu'nu kurmuştur.

Sertifika İçin Gerekli Belgeler

Sertifikasyon başvuruları, tanımlanmış bir formatı izleyen resmi bir süreçtir. Başvuru, adayı tanımlar ve adayın sertifika almak istediği klinik medikal fizik uzmanlıklarını (örneğin radyasyon onkolojisi, nükleer tıp, tanısal radyoloji tıbbi fiziği) belirtir ve verilmesi gerekli belgeleri içerir. Belgelendirme kuruluşu tarafından sağlanan bir kontrol listesi, bu amaç için gerekli tüm belgelerin derlenmesini kolaylaştırmak için faydalı olabilir. Başvurunun yeterliliği ve tamamlanması, idari sürece aşına olan bir görevli tarafından veya kaynakların müsaitliğine bağlı olarak sekreterlik tarafından doğrulanabilir. İdeal olarak, belgelendirme kuruluşu, gerekirse yabancı ülkelerdeki eğitim ve öğretim programlarını netleştirebilecek bir CQMP ağına veya diğer ulusal belgelendirme kuruluşlarına erişebilir.

Belgeler, adayın klinik eğitim programını tamamladığı klinik bölümlerden resmi derece unvanları, portföyler ve tasdik (veya referans) mektuplarından oluşabilir. Hangi belgelerin kabul edilebilir olduğuna ve bir akademik programdan mezun olmak ile klinik eğitime başlamak arasında geçen süreye bir sınırlama getirilip getirilmediğine ilişkin açık yönergeler sağlamak belgelendirme kuruluşunun görevidir. Klinik eğitim

programlarının süresine ilişkin bir minimum ve maksimum süre sınırı da olabilir. Ulusal veya bölgesel bir otorite tarafından yabancı niteliklerin denkliği, zor da olsa, durumun ortaya çıkması halinde değerlendirilebilir. Üniversite kurslarının transkriptleri ve klinik eğitim portföyleri iyi bir bilgi kaynağı sağlar ve ayrıca tercüme edilebilir. Şeffaflığı ve sürdürülebilirliği kolaylaştırmak için değerlendirme sürecinin açık olması ve mevcut ulusal düzenlemelere uygun olması önerilir.

Adayların Sertifika Kurulu Tarafından Değerlendirme Süreci

Bir adayın değerlendirilmesi birkaç ardışık adımdan oluşabilir. Bir değerlendirme süreci örneği aşağıdaki gibidir:

- Başvuruya sunulan belgelerin uygunluğunun değerlendirilmesi;
- Klinik eğitimle ilgili alınan referanslar ve hakem raporları;
- Dışarıdan yönetilen yazılı sınavlar;
- Dışarıdan yönetilen sözlü sınavlar;
- Klinik uygulamadaki performansın medikal fizik alanında harici uzmanlar tarafından gözlemlenmesi.

Tipik olarak (a) ve (b) gerekli olmakla birlikte, belgelendirme kuruluşu bunların tümünü veya bir kısmını seçebilir. Yazılı sınavlar, genel fizik ve özel tıbbi fizik gibi çok çeşitli konuları değerlendirmek için çok uygundur. Kısa cevaplı sorular mümkündür ve adayın bilgi derinliğini sergilemesine olanak tanır. Çoktan seçmeli sorular ise, işaretlemenin öznel bileşenini azaltmaktadır. Vaka çalışmalarını içeren bir sözlü veya gözlem sınavı, yetkin bir gözlemci belirli

sorunları araştırabileceğinden ve adayın bir CQMP olarak pratik yapma konusundaki genel yeterliliğini garanti edebileceğinden, klinik uygulamanın daha kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar.

Sınavların farklı zaman dilimlerinde yapılıp yapılmadığı ve yazılı mı sözlü mü yoksa her ikisinin bir arada mı olduğu da mevcut kaynaklara bağlı olacaktır. Sertifika vermenin nihai amacı, medikal fizikçinin bağımsız olarak çalışabileceğini doğrulamak olduğundan, adaylar sadece yeterlilikleri için değil, aynı zamanda klinik yargıları için de değerlendirilmelidir. Sonuncusu, bir bireyin problem çözme kabiliyetini, analitik yeteneklerini, yaratıcı becerilerini ve bir klinik ortamla ilgili tipik zorlukları anlamasını değerlendirmekte özgür olduğu bir sözlü veya gözlem muayenesi sırasında daha iyi keşfedilebilir. Klinik ortamların disiplinler arası özellikleri göz önüne alındığında, bir gözlem muayenesi sırasında en iyi değerlendirilen başka bir uygulama, adayın mesleki etik kurallarına uygunluğudur.

Belgelendirme amaçları için zorunlu sayılabilecek diğer yetkinlikler aşağıda belirtilmiştir:

- ekipman özellikleri ve karakteristikleri;
- görüntü elde etme, işleme ve görüntüleme;
- kaynak kalibrasyonu;
- kalite yönetimi;
- Dozimetri protokollerine ve kılavuzlarına bağlılık gibi hastayla ilgili ölçümler.

Tarafsızlığı artırmak için, bir aday birden fazla değerlendirici tarafından birlikte veya sırayla incelenebilir. İdeal olarak, sınav görevlileri adaya bağımsız bir sınav puanı atayacaktır. Bir puan

vermenin yanı sıra, sınav görevlileri ayrıca notlarını gerekçelendirmek ve sınav sırasında karşılaşılan herhangi bir sorunun ayrıntılarını eklemekle görevlendirilebilir. Bu, adayların düşük puan nedeniyle sertifika alamamaları durumunda önemlidir, çünkü bu onların zayıf yönlerini ele almalarına yardımcı olacaktır. Destekleyici belgeler ayrıca temyiz durumunda ve sınavlar sırasında tarafsız prosedürleri ve en iyi uygulamalara bağlılığı göstermek için çok önemlidir.

Etik ve Veri Güvenliği

Sertifikasyon sürecine dahil olan tüm tarafların davranışlarının etik ve şeffaf olmasını sağlamak önemlidir. Mümkün olan her yerde, denetçiler klinik eğitim sırasında denetledikleri bireyleri değerlendirmemelidir. Genel olarak, sertifikasyon kuruluşunun, kontrol edenlerin herhangi bir çıkar çatışması beyan etmesini sağlaması beklenir. Adaylar tarafından sağlanan kişisel verilerin, sınav sonuçlarının ve sınav sırasındaki performanslarına ilişkin bilgilerin gizliliğinin muhafaza edilmesi ve korunması gerekmektedir. Adaylar tarafından sağlanan veriler, veri koruma ve güvenlik açısından yerel yasalara göre gizli olarak saklanmalı ve işlenmelidir. Tüm sertifikasyon kurulu kontrolörlerinin bu prosedürler hakkında uygun şekilde bilgilendirilmesini sağlamak için bir açıklama beyanı imzalanabilir.

Tekrar Sertifikalandırma:

Yeniden sertifikalandırma süreci, belirli bir süre boyunca her bir faaliyet türü için elde edilecek minimum CPD puanı sayısını belirtir. Klinik ortamda uzun süredir uygulama yapmayan ve bu süre içinde CPD'ye katılmamış bir bireyden ek CPD faaliyetleri istenebilir. İstisnai durumlarda, uygulama ruhsatının

yeniden verilmesinden önce tazeleme klinik eğitimi veya bir süre denetimli uygulama gerekli olabilir.

Yeniden belgelendirme, tescili veren belgelendirme kuruluşu tarafından aynı kriterler ve kapsam kullanılarak mantıksal olarak uygulanan tek tip, standart ve sürdürülebilir değerlendirme prosedürlerini izlemelidir.

Yeniden belgelendirmenin (veya varsa, uygulama izninin) düzenlenmesinden önce dikkate alınabilecek unsurlara ilişkin örnekler şunları içerir:

- Belirlenen CPD kriterlerine uygunluk;
- Tüm sağlık çalışanlarını ilgilendiren mesleki davranış ve etik değerlere uyum;
- Bireye karşı çözülmemiş etik olmayan davranış veya istenmeyen uygulama iddialarının bulunmadığına dair açıklık;
- Profesyonelin daha önce sertifikalandırıldığı beyan edilen medikal fizik uzmanlığında CQMP olarak devam eden iş deneyimi.

Kaydın sürdürülmesi prensip olarak değerlendirmeler yoluyla gerçekleştirilebilirken, sertifikalı kişinin klinik uygulamasıyla ilgili bir dizi ve çeşitli CPD faaliyetlerinden geçtiğine dair kanıt sağlayan belgelerin alınması üzerine yeniden sertifika verilmesi daha yaygındır. Bununla birlikte, prosedürlere ve en iyi uygulamalara bağlılığı sağlamak için periyodik rastgele kontroller ve/veya denetimler gerçekleştirilebilir.

Nitelikli medikal fizikçilerin kaliteli sağlık hizmetlerinin güvenli ve etkin bir şekilde sunulmasına yapabileceği olumlu katkı bilinmektedir, ancak medikal fizik mesleğinin tanınması birçok ülkede bir zorluk olmaya devam etmektedir. CQMP'ler için sertifikasyon

kuruluşları, bilgi, yeterlilik ve uygulama yeteneklerinin bağımsız, düzenlenmiş bir tasdikini sağlar. Sertifikasyon, profesyonel CQMP hizmetlerinin kalitesini uyumlu hale getirmek ve sağlamak için akademik eğitimin, klinik eğitimin ve sürekli eğitimin (CPD değerlendirmesi yoluyla) uygunluğunun incelenmesini içerir. Ayrıca, sertifikalandırma, sağlık profesyonelleri olarak CQMP'lerin tanınmasını teşvik etmenin etkili bir yoludur.

Bir sertifikalandırma kuruluşu tarafından kullanılabilecek bir formun örneği aşağıda gösterilmiştir:

Emblem of the certification body	FULL NAME OF CERTIFICATION BODY Application for full or partial registration on <u>the Voluntary Register</u> as a Clinically Qualified Medical Physicist in Radiotherapy Medical Physics	Form YY REF:.....
	PERSONAL DETAILS (as it should appear on the certificate) A. Name:..... Postal/courier address for all official correspondence: Email:..... Unique national identification number: Date of birth (day/Month/year): Nationality: Country in which you practice: I certify that all information provided in this form is true and correct: Signature:..... Date:	

DECLARATION:

B. 1. (Full name, please print): _____

1. Underwent postgraduate academic education in medical physics: _____ in (year(s)): _____

The education included the following modules: (check all that apply):

Medical Physics for Diagnostic Radiology	☐	Medical Physics for Radiation Oncology	☐
Medical Physics for Nuclear Medicine	☐	Radiation Protection and Safety	☐
Radiation Physics for Medical Physics	☐	Fundamentals of Dosimetry	☐

2. Received formal supervised clinical training in the following competencies in the period(s): _____

I confirm that I am competent in the physical, technical, dosimetric and safety aspects of the following modalities and skills: pertaining to radiotherapy medical physics practice (check all that apply):

*Cis-therapy	☐	Multi-modality linear accelerators	☐
Electronbeam therapy	☐	HDR brachytherapy	☐
3-D CT-based treatment planning	☐	Conventional fluoroscopic simulation	☐
Image-Guidance and positioning of patients	☐	Radiography medical needs and workshop	☐
Anatomy and relative dosimetry systems	☐	Radiation Protection and Safety	☐
QMS for Medical Physicists	☐	Professional Ethics for Medical Physicists	☐

3. Have been practicing as a clinically qualified radiotherapy medical physicist for _____ years in a fulltime capacity (this should be a minimum of 5 years)

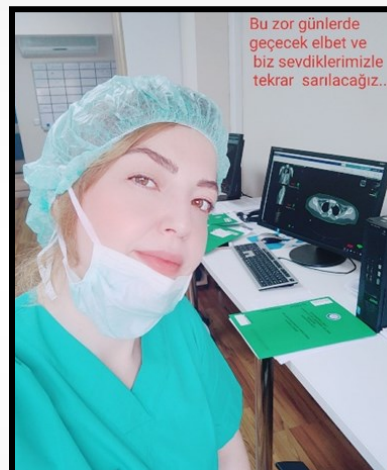
Employer	Years of service

4. Have undergone the following additional training as a clinically qualified radiotherapy medical physicist in the past 3 years (list all fellowships, applications: training, attendance in regional training courses or workshops, participation in conferences and symposia, etc.):

Activity	Dates

*Please note that this does not include academic or research activities

		5. Confirm that I am not certified as a clinically qualified medical physicist under another national authority. 6. Declare that I have never been convicted of any criminal offence or been debarred from practice by reason of unprofessional conduct in any country and that, to the best of my knowledge and belief, no proceedings involving or likely to involve a charge of offence or misconduct is pending against me in any country at present 7. I understand and accept that: (The certifying body) cannot be held liable for my professional performance ☐ Registration by a national authority will replace and supersede any registration endorsed by (The certifying body) ☐ Maintenance of competencies in medical physics requires ongoing clinical experience supplemented by a programme of continued professional development and continuing education in a peer reviewed setting relevant to radiotherapy medical physics clinical practice ☐																				
		REFERENCES Please provide the contact details of professionals who are willing to confidentially vouch for your competencies, health and professionalism: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Type of professional</th> <th style="width: 30%;">Type of reference</th> <th style="width: 30%;">Name</th> <th style="width: 10%;">Contact email</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Radiation Oncologist</td> <td>Professional</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Clinically qualified medical physicist with at least 10 years' experience</td> <td>Professional</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>General practitioner</td> <td>Certificate of health</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Medical practitioner, Minister of Religion, Magistrate, etc.</td> <td>Personal certificate of good character</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type of professional	Type of reference	Name	Contact email	Radiation Oncologist	Professional			Clinically qualified medical physicist with at least 10 years' experience	Professional			General practitioner	Certificate of health			Medical practitioner, Minister of Religion, Magistrate, etc.	Personal certificate of good character		
Type of professional	Type of reference	Name	Contact email																			
Radiation Oncologist	Professional																					
Clinically qualified medical physicist with at least 10 years' experience	Professional																					
General practitioner	Certificate of health																					
Medical practitioner, Minister of Religion, Magistrate, etc.	Personal certificate of good character																					



**Doç. Dr. Serap Çatlı
Dinç**

1981 yılında Ankara'da doğdu. 2003 yılında Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. 2006 yılında yüksek lisans eğitimini ve 2012 yılında da doktora eğitimini tamamladı.

22.07.2020 tarihinde Sağlık fiziği alanında doçent unvanını aldı. Taze doçent olan Serap ÇATLI DİNÇ, 2005 yılından itibaren öğretim görevlisi olarak Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda çalışmaktadır. Halen Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda şef Medikal Fizik Uzmanı olarak çalışmaya devam etmekte ve akademik faaliyetlerini eş zamanlı yürütmektedir. Ayrıca Medikal Fizik Derneği'nin Ankara şubesinde yönetim kurulu üyesi olarak çalışan Serap ÇATLI DİNÇ, 'Medikal Fizik' in bir sağlık mesleği olarak kabul edilmesi için ilgili kurumlarla görüşmelere devam etmektedir.

RADKOR: RADYASYONDAN KORUNMADA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÇALIŞTAYI (29.05.2021)

Doç. Dr. Ayşegül Yurt

2020 yılını COVID-19 Pandemisiyle geçirirken 2021 yılını da aynı senaryo ile karşıladık. Bu süreç içinde insanoğlu sağlıklı kalmakla birlikte mesafeli yaşamı öğrendi ve hayatımız değişti. Bilindiği üzere insanlar, para birimi, eğitim şekli vb. pekçok şey değişti. Bununla birlikte bilimsel çalışmalar yaşamın dinamikleri içinde sürekliliğini sürdürdü ve bu değişikliklere uyumlandı. Bu değişim sürecinde radyasyondan korunma ile ilgili yeni yaklaşımlar ve konular hem sağlıkta hem de endüstriyel uygulamalar için tartışılmaya devam etti. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurularak, Radyasyondan Korunma Uzmanları Derneği (RADKOR) olarak 29 Mayıs 2021 tarihinde "Radyasyondan Korunmada Güncel Yaklaşımlar" konusunda bir Çalıştay düzenlendi. Bu Çalıştay'da ilk olarak radyasyonun temel ilkeleri; gerekçelendirme, optimizasyon ve doz sınırlamaları ön plana çıktı. Bu konuların çıkış nedeni ise; örneğin COVID-19 tanısının konulması ve takibinde Toraks Bilgisayarlı Tomografi (Toraks BT) çekimlerinin yaygın bir şekilde kullanılıyor olması, gerekçelendirme ilkesini tartışmaya açtı. Ya da optimizasyonla ilgili radyolojik uygulamalarda Tanısal Referans Değerler (TRD) nasıl kurgulanmalı ve Ülkemizde bu konudaki çalışmaların durumu yapılan konuşmalarda ortaya konuldu. AAPM ve ICRP ark arkaya yayınladığı Radyasyon Uygulamalarında Etik Yaklaşımlar göz önünde bulundurularak, doz sınırlamaları da göz önüne alındığında radyasyondan korunmada temel ilkeler için etik yaklaşımların ön plana çıktığı görüldü. Bu nedenle gerçekleştirilen Çalıştay'da Tanı ve Tedavi

uygulamalarında Etik Yaklaşımlar konuşuldu ve tartışıldı.

Bunun yanısıra Uluslararası Atom Enerji Kurumu'nda (IAEA) Mesleki Radyasyondan Korunma konusunda çalışmakta olan Burçin Okyar "Radyasyondan Korunmada Teknolojik Gelişmeler-Uluslararası Görünümü" başlıklı konuşmasında radyasyondan korunmada yenilikler ve yeni yaklaşımları ortaya koyan bir konuşma gerçekleştirdi. Çalışanların ve hastaların eş zamanlı doz değerlerini belirleyecek çalışmalarla ilgili gelişmeler hakkında bilgi verdi. Bu konularda teknolojik gelişmelere ek olarak radyasyondan korunma sisteminde de değişiklikler oldu. Bunlardan ilki radyasyondan korunma uygulamalarının iyileştirilmesi, ikincisi ise optimizasyonda referans değerlerin belirlenmesinde uygunluk ve radyolojik riskleri tanımlamada bir model oluşturulması ve işlevselliğidir. Bununla birlikte IAEA'nın network sistemi içindeki çalışmaları ve Pandemi döneminde yapılan Uluslararası Radyasyon Güvenliği Konferansının sonuç kararlarını ve yeni gelişmeleri açıkladı.

Bilindiği üzere ülkemizde epidemiyolojik çalışmaların çok azdır ve düşük doz radyasyonun sağlık etkileri üzerine çok çalışma da yoktur. Prof.Dr. Doğan Bor tarafından yapılan konuşmada düşük doz radyasyonun olası etkileri ve yeni yaklaşımlar ortaya konuldu.

Tanı ve tedavi uygulamalarında radyasyondan korunmanın yanısıra endüstriyel uygulamalardaki duruma bir örnek olarak Akkuyu Nükleer Santrali



ÇALIŞTAY PROGRAMI

09.30 Açılış Konuşması
Pandemi Sürecinde Radyasyondan Korunmada Güncel Yaklaşımlar | Şule Ergün

10.00 Radyolojik Korunmada Yeni Yaklaşımlar
Oturum Başkanı: Tamer Kaya

- Radyasyondan Korunmada Teknolojik Gelişmeler - Uluslararası Görünüm | Burçin Okyar
- ALARA İlkesi ve Pratik Uygulamaları | Turan Olgar
- Radyolojik Uygulamalarda Gerekçelendirme ve Etik Yaklaşımlar | Gökçe Kaan Ataç
- AAPM ve ICRP'den Tıpta Güncel Radyasyon Kullanımının Etik Yönleri | Haluk Orhun

11.30 Endüstriyel Uygulamalarda Radyasyondan Korunmada - Güncel Durum | Alper Yüksekbaş

13.00 Oturum Başkanı: Nina Tunçel
Düşük Doz Radyasyon: Sağlık Etkileri - Yeni Yaklaşımlar | Doğan Bor
Radyasyondan Korunma Uzmanlarının Eğitimi | Ahmet Bozkurt

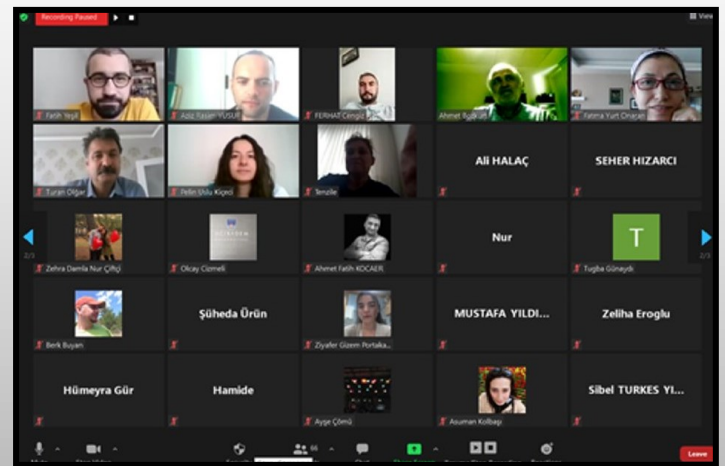
14.30 Radyasyonda Korunmada Yeni Güncellemelerin Gerekisini
Oturum Başkanı: Ayşegül Yurt

- Nükleer Düzenleme Kurumunun Güncel Yaklaşımları | Şule Ergün
- Tanısal Uygulamalarda Radyasyondan Korunmada Güncel Yaklaşımlar | İsmail Fındıklı
- Tedavi Uygulamalarında Radyasyondan Korunmada Güncel Yaklaşımlar | Levent Gönültaş
- Endüstriyel Uygulamalarda Radyasyondan Korunmada Güncel Yaklaşımlar | Alper Yüksekbaş

Radyasyondan Korunma Uzmanı, reaktör inşaatı ve güvenlik önlemleri hakkında bilgilendirmelerde bulundu. Radyasyondan korunma eğitiminin giderek artan önemi de bu toplantı içerisinde yer aldı.

Tüm bu konu başlıklarının yansira NDK Radyasyon Güvenliği Daire Başkanı Doç.Dr. Şule ERGÜN Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun yerini alan Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) ve Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) yapılanması hakkındaki güncel yaklaşımları ve bizi neler beklediği konusunda bilgilendirme yaptı.

Yurt içi ve yurt dışından konusunda uzman kişilerin yer aldığı Çalıştay, Zoom üzerinden uzaktan erişimle gerçekleştirildi. Çalıştay'a Zoom programının sınırlamaları dahilinde 100 kişi katıldı. Gerçekleştirilen Çalıştay'da merak edilen tüm konulara bu yer vermeye çalışıldı, ancak radyasyondan korunma ile ilgili konuşulacak çok daha fazla konu olması nedeniyle sonbahar'da başka bir Çalıştay yapılması da planlandı.



**Doç.Dr. Ayşegül Yurt**

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Medikal Fizik AD.'ında
Öğretim Üyesi olarak
görev yapmaktayım.
Türkiye'ye gelen ilk
Manyetik Rezonans
Görüntüleme cihazında

uzman olarak Radyoloji'de çalışmaya başlamış ilk
Fizikçilerden biriyim. Tıbbi Görüntüleme, Radyolojik
cihazların kalite kontrol ve kalite temini, çalışanlar ve
hasta dozimetrisinin yanısıra radyasyondan korunma
konusunda çalışmaktayım.

AAPM VE ICRP BAKIŞ AÇISIYLA

TIPTA GÜNCEL RADYASYON KULLANIMININ ETİK YÖNLERİ

Yazarın notu: Bu yazı 29 Mayıs 2021 tarihinde RADKOR "Radyasyondan Korunma Derneği'nin Radyasyondan Korunmada Güncel Yaklaşımlar Çalıştayı'nda H. Haluk Orhun tarafından yapılan sunuşun yazılı hale getirilmesidir

Bilim, Teknoloji ve Etik Değerler:

Ne kadar istersek isteyelim, teknolojinin günlük hayatımızdaki etkisinden, önümüze koyduğu ahlaki, toplumsal ve ekonomik ikilemlerden kaçamayız. Onu lanetleyebilir ya da kutsayabiliriz; ama yok sayamayız¹.



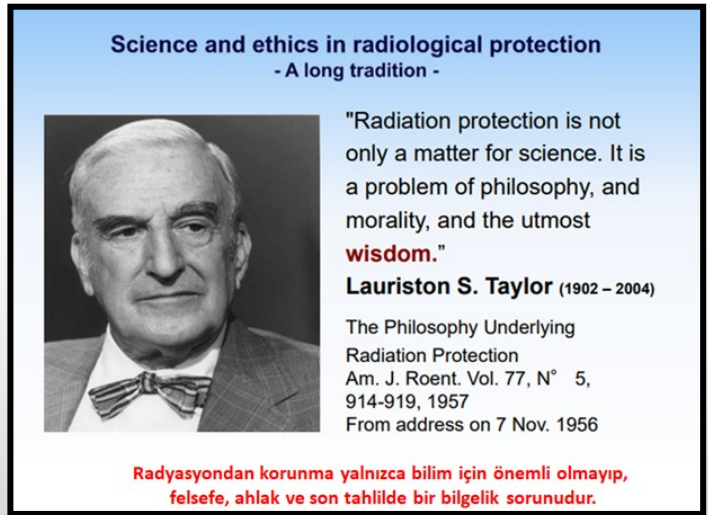
Bilimin de, teknolojinin de doğasında kendinde iyi ya da kötü diyebileceğimiz bir nitelik yoktur. Bilim ve teknolojiye atfedilen bütün kötülüklerin kaynağında bilim ve teknolojiyi kendi tanımladığı amaç ya da çıkarları için kullanan insan vardır. Ekonomik ve toplumsal gelişme ile bilim ve teknolojiadaki gelişmeler arasında sistemik bir etkileşim söz konusudur ve arkasında insan faktörü vardır¹.

Medikal fizikçiler, çağımızın gereği olarak, görüntüleme, radyoterapi ve nükleer tıp alanlarda mevcut teknolojik gelişmelerin göbeğinde yer

alıyorlar. Dolayısıyla, fiziğin tıp içindeki uygulamalarında söz sahibi olma durumundalar. Ek olarak Yapay Zekâ gibi bir dev uygulamanın gerek geliştirilmesi gerekse uygulaması aşamasında yer alıyorlar.

Böylesi bilim ve teknoloji ile iç içe yaşayan medikal fizikçiler, bilim etiği gibi işin sosyal, felsefi ve ekonomik boyutlarına katılmak, katkı yapmak, geliştirmek ve bu alanda var olan düzenlemelere uymak zorundadırlar.

Fizik biliminin tıp alanında teşhis ve tedavi aşamalarında yer alan en önemli uygulamaları içinde radyasyondan korunmanın özel bir yeri olduğunu özellikle vurgulamak gerekiyor.



Tıp Etiğine Bakış:

Basitçe etik, ahlak konusunda, geçmiş, şu an ya da geleceğe ilişkin karar ve eylemlerin dikkatli ve sistematik bir biçimde değerlendirilmesi ve çözümlenmesi etkinliğidir. Ahlak insanların karar verme süreci ve eylemlerinin değersel boyutudur. Ahlakın dili 'haklar', 'yükümlülükler' ve 'erdemler' gibi

isimler 'iyi' ve 'kötü', 'doğru' ve 'yanlış', 'adil' ve 'adil olmayan' gibi sıfatlar içerir.

Bu tanımlamalara göre etik birincil olarak **bilmekle** ilgiliyken, ahlak **yapmakla** ilgilidir. Aradaki yakın ilişki, etiğin, insanların belli bir yönde karar vermesi ya da uygulaması için akla yatkın bir ölçüt sağlamaya çalışmasıyla kurulur⁴. Etik sıklıkla yasalardan daha yüksek davranış standartlarını belirlemektedir. Bu nedenle global bir tanımdır. Ayrıca yasalar ülkeden ülkeye önemli biçimde farklılık gösterebilirken, etik tüm ülkeler için geçerli değerlere kaynaklık edebilir. Bir anlamda evrenseldir. Bu bölümü Lauriston S. Taylor (1902-2002)'un sözü ile bitirelim. Radyasyondan korunma yalnızca bilim için önemli olmayıp, felsefe, ahlak ve son tahlilde bir bilgelik sorunudur⁸.

Bu yazımız, etiğin, tıbbi uygulamalardaki ahlaki sorunlarla uğraşan dalı olan **Tıp Etiği** 'ne ve **Radyasyondan Korunmanın** uygulamadaki etik sorunlarına odaklanmaktadır.

Tıp Etiği *Biyoetik*'le (*biyomedikal etik*) yakından ilişkilidir, ancak eşanlamlı değildir. Tıp Etiği birincil olarak tıp uygulamalarından kaynaklanan konulara odaklanırken, Biyoetik, daha genel olarak biyolojik bilimlerin gelişmesiyle ortaya çıkan ahlaki sorunlarla ilgilenen çok geniş bir konudur. Yine yazımızda, Biyoetik üzerine herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

1956 yılında ICRP Başkanı Lauriston Taylor, tıp ve biyoloji yıllık kongresinde şöyle bir açıklama yaptı; **“Radyasyondan korunma yalnızca bilim açısından önemli değildir. Aynı zamanda, felsefenin, ahlakın problemidir. En yüksek bir bilgeliştir.”**

Daha sonraki yıllarda, felsefi etiğin, kişisel haklar etiğinin, toplumsal ve bilgeliğin bir toplamı olduğu

vurgulandı (2007/Hansson).

Radyasyondan korunma ve etik konularının gündeme gelmesi, Çernobyl ve Fukushima nükleer santral kazlarından sonra öğrenilen deneyler ışığında ICRP ve IRPA iş birliği ile radyasyonun etik sorunları üzerine bir çalışma sürdürdü.

“Ethical Foundations of the System of Radiological Protection” başlıklı **ICRP-138** sayılı raporu 1977 yılında yayınlandığında temel hedefi, mesleksi, toplumsal, medikal ve çevresel alandaki radyasyondan korunma ile etik değerleri birlikte ele alma şeklinde belirlendi.

ICRP-138, radyasyondan korunmada etik değerler ilkelerinin net bir şekilde anlaşılmasını ve ilgili tartışmaların kolaylaştırılmasını amaçlamaktadır. Bu hedefe doğru yol alırken, ICRP'nin 103 numaralı raporunda sunulan radyasyondan korunma sisteminin ana değerlerinden hareket etmektedir.

ICRP Yaklaşımı:

Radyasyondan Koruma Sisteminin Temel Etik Değerleri⁵

Yararlılık ve zarar vermeme:

Yararlılık, hastaya bir yarar sağlamak ve herhangi bir zararın oluşmasını önlemektir. Bu iki ilgili etik değer, ahlaki felsefede, bir doktorun yarar sağlamasını ve/veya zarar vermemesini talep eden Hipokrat Yemini 'ne dayanan uzun bir tarihe sahiptir (Moody, 2011). Her iki etik değer "Belmont Raporu" (DHEW, 1979) ve filozoflar Tom Beauchamp ve Jim Childress'in (Beauchamp ve Childress, 1979) ilgili ufuk açıcı çalışmalarının ardından 1970'lerin sonlarında modern biyomedikal etikte gündeme yerleştiler.

En genel anlamıyla, yararlı olma, zarar vermemeyi içerir (Ross, 1930). Yararlı olma ve zarar vermeme de

iki ayrı değer olarak görülebilir. Bu rapor, bunları tek bir değer olarak ele almaktadır. Komisyon, insanları radyasyonun zararlı etkilerinden korumaya yönelik öneriler geliştirerek, şüphesiz bireylerin yararına ve dolaylı olarak sosyal yaşam kalitesine hizmet etmeye katkıda bulunmaktadır.

Bunun anlamı, pratikte deterministik etkilerden (Deterministik Etkiler: Doz-sonuç ilişkisi içinde olan ve nedene bağlı olan etkilerdir. Bir doz eşik değeri vardır.) kaçınılması ve mevcut koşullar göz önüne alındığında stokastik etkilerin (*Stokastik etkiler, düşük dozlarda ortaya çıkma olasılığı bulunan etkilerdir. Genetik etkileri ve kanser gelişimi bu etkilerdendir. Bir eşik doz değeri yoktur.*) mümkün olduğu kadar azaltılmasıyla elde edilmesidir.

Zarar vermeme, doğal olarak, tehlike olasılığını ortadan kaldırmayı veya riski sınırlamayı ve böylece refahı teşvik etmeyi amaçlayan önleme ile yakından ilgilidir. Yararlılık ise, bireyler, topluluklar ve çevre için doğrudan faydaların dikkate alınmasını içerir.

Her şeye rağmen, Radyasyonun bilinçli olarak kullanımı örneğin tıp alanında teşhis ve tedavide devreye girmesi gibi olumlu sonuçları yaratabilir veya yaratmaktadır. Ancak, bu aşamada oluşabilecek birleşik zararlı etkilerin ve faydanın nasıl ölçüleceğinin net olarak zor olmasıdır.

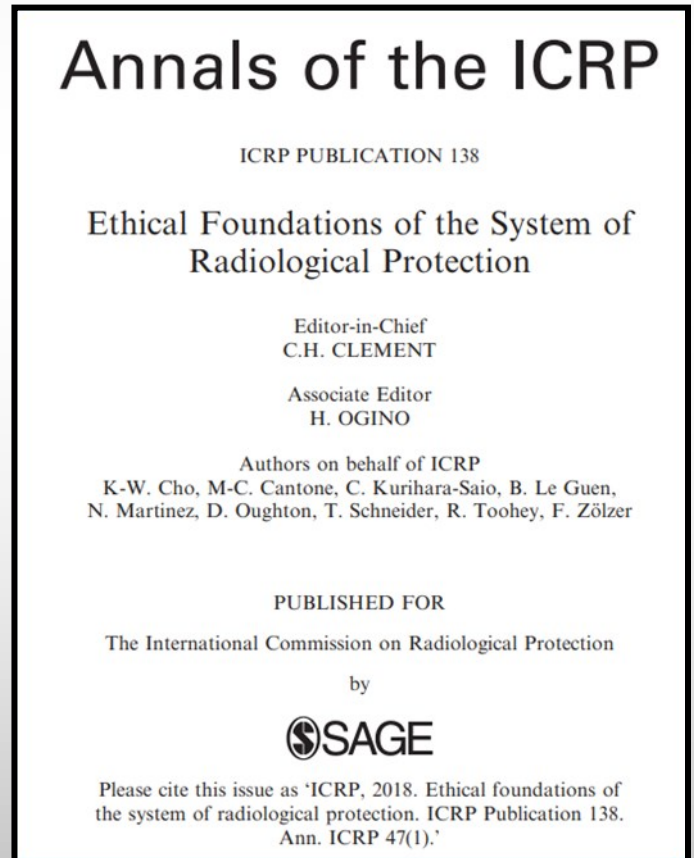
Bu nedenle yararın ve zararın hem bireysel hem de toplumsal olarak ele alınması konusu önem kazanmaktadır.

(WHO), Dünya Sağlık Örgütü'nün bu aşamada sağlık tanımı önemli bir kılavuz niteliği taşımaktadır. WHO'ya göre: "Sağlık, yalnızca hastalık veya sakatlığın yokluğu değil, tam bir fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik halidir".

Güvenli Olma (İhtiyat):

İhtiyat başka bir ifade ile tedbirli olma, konumuzda radyasyondan korunma, eylemlerin kapsamı ve sonuçları hakkında tam bilgi sahibi olmadan bilgili ve dikkatlice düşünülmüş seçimler yapma becerisidir. Aynı zamanda, elimizde olanı yapma ve yapmama konusunda seçme ve eyleme geçme yeteneğidir.

Radyasyondan korunma sistemi sağlam bilimsel kanıtlara dayanmaktadır; ancak, düşük maruz kalma seviyelerinde kalan belirsizliklerin olduğu da çok iyi bilinmektedir. Ancak bu bakış açısı radyasyon uygulamalarında tutuculuğu ve risk almama ile aynı anlama gelmemektedir. Karar alınırken hangi kriterlerin öne çıktığı ve nasıl alındığı önemlidir.



Adalet:

Dünyada, etik ile ilgili rehberlerde şu altın kural yer alır: "başkasını tedavi ederken kendini tedavi ettiğini düşün⁶". Bu özdeyiş çok önemli bir adalet

duygusudur.

Adil olma, genellikle insan grupları arasında avantaj ve dezavantajların dağılımında adalet (dağıtım adaleti), kayıpların tazmininde adalet (onarıcı adalet) ve karar alma süreçlerinde kural ve prosedürlerde adalet olarak tanımlanır (prosedürel adalet).

Radyasyona maruz kalan kişilerdeki doz dağılımlarında eşitlik veya doz dağılımındaki eşitsizlikleri düzeltme fikri ICRC'nin 26 ve 60 no'lu yayınlarında gündeme geldi. Ancak maruziyet sonucunda oluşan yararın ve zararın eşit dağılımının mümkün olmadığını, kaçınılmaz olduğunun vurgulamakla birlikte alınacak önlemlerin bu eşitsizliği giderme şansının olduğunu vurgulamak gereklidir.

Bu bağlamda, doz kısıtlamaları adı verilen radyolojik korunma kriterleri öne çıkmaktadır. Ancak yine de yararlar ve zararlar nüfus içinde aynı dağılıma sahip olmadığı için, bir miktar eşitsizlik olması kaçınılmazdır. Toplumun korunmasına gösterilen özen sayesinde ciddi eşitsizlikten kaçınılabılır. Doz kısıtlamaları, referans seviyeleri ve türetilmiş değerlendirme referans seviyeleri, optimizasyon sürecinin ayrılmaz parçalarıdır ve bu nedenle, korumadan sorumlu olanlar tarafından geçerli koşullara bağlı olarak seçilmelidir.

Saygınlık:

(59) Saygınlık, insan olmanın bir özelliğidir. Belki de en önemlisidir. Saygınlık insanın herhangi bir koşula bağlı olmaksızın hakettiği bir değerdir. Yaş, cinsiyet, sağlık, sosyal durum, etnik köken, din, vb, gibi faktörlere bağlı olmayan koşulsuz bir niteliktir.

İnsan Hakları Evrensel Beyanname'si'nde belirtildiği gibi, "Tüm insanlar özgür doğar ve haysiyet/saygınlık ve haklar bakımından eşittir" (Birleşmiş Milletler,1948).

Saygınlık, birçok etik teori ve uygulamada temel değer olarak yer alır ve çok eski bir geçmişi vardır (Kant, 1785).

İnsan onuruna saygı, radyasyondan korunma konusunda da ön sıralarda yer aldı. Radyasyona bağlı bir riski gönüllü olarak kabul etme veya etmeme (ICRP,1992)'de eşit bir hak olarak dile getirildi. Ek olarak, bilme hakkı ve bilgilendirilmiş onam (ICRP, 1992)'de yer aldı. Radyasyondan korunmanın çevresel boyuttaki yansımaları da benzer özellikleri içermektedir.

Temel Etik Değerler ile Temel İlkeler Arasındaki İlişki:

Yukarda sayılan dört etik değer, mevcut radyasyondan korunma sisteminin çok önemli bileşenleridir. Ancak bu etik değerlerin gerekçelendirme, optimizasyon ve doz sınırlama gibi üç ilkeyle ilişkisi her zaman açık veya bire bir değildir.

Radyolojik koruma ilkelerinin uygulanması, radyolojik koruma sisteminin altında yatan temel etik değerlere dayanan kalıcı bir karar arayışıdır; başka bir deyişle, zarar vermemekten daha fazlasını yapmak, gereksiz risklerden kaçınmak, risklerin adil dağılımını sağlamak ve insanlara saygılı davranmaktır (Lochard, 2016).

Prosedür Değerleri:

ICRP tavsiyelerinin pratik uygulaması için, radyasyondan korumanın prosedürel ve organizasyonel yönleriyle ilgili bir dizi şart ortaya koymaktadır.

Bu gerekliliklerden üçü, tüm maruz kalma durumlarında ortak oldukları için üzerinde durmayı vurgulanmayı gerekli kılıyor, bunlar: **hesap verebilirlik, şeffaflık ve kapsayıcılık (paydaş katılımı)** şeklinde ifade edilebilir. Üçünün de ele

alınacak olan güçlü etik yönleri vardır. Bu prosedürel değerlerin birbiriyle ilişkili olduğunu kabul etmek de önemlidir.

Hesap Verebilirlik:

Radyasyona maruziyet sonucu gibi teşhis veya tedaviye karar vermekten sorumlu kişilerin, bu eylemlerden etkilenmesi muhtemel olan herkese eylemleri için cevap vermeleri, prosedürel etik değer olarak tanımlanabilir. Yönetimsel açıdan bu, bireylerin veya kuruluşların faaliyetleri hakkında rapor verme, sorumluluk alma ve gerekirse sonuçları hesaba katmaya hazır olma yükümlülüğü anlamına gelir. Hesap verebilirlik kavramının, Yayın 60'ta (ICRP, 1991) açıkça ortaya çıktığını ve tavsiyelerin uygulanmasını ele alan ve organizasyonel özellikleri dikkate alan Yayın 103'te (ICRP, 2007a) hemen hemen aynı terimlerle yeniden vurgulandığı görülebilir.

Hatta, Danışma ve düzenleyici kurumlar, verdikleri tavsiyelerden ve koydukları tüm gerekliliklerden sorumlu tutulmalıdır. ICRP, kurumu yayınlarında mevcut neslin atık ve çevre konularında, gelecek nesillere hesap verebilirliğini de değerlendirmiştir.

Şeffaflık:

Şeffaflık da prosedür adaletinin değerini uygulamanın bir parçasıdır. Kişiler ve / veya kuruluşlar arasında bilginin kasıtlı olarak paylaşıldığı sürecin adil olması ilgilidir. Uluslararası Standartlar Örgütü'ne (ISO) göre şeffaflık, 'toplumu, ekonomiyi ve çevreyi etkileyen kararlar ve faaliyetler konusunda açıklık ve bunları açık, doğru, zamanında, dürüst ve eksiksiz bir şekilde iletme istekliliği' anlamına gelir (ISO, 2010). Şeffaflık sadece iletişim veya danışma anlamına gelmez. Söz konusu faaliyetler, müzakereler ve kararlar hakkındaki bilgilerin erişilebilirliği ve ayrıca bu

bilgilerin iletildiği açıklık, pratiklik ve dürüstlük ile ilgilidir.

Özetlemek gerekirse;

"Çalışanlar, çalışmalarının gerektirdiği radyasyon tehlikesi ve alınacak önlemler konusunda uygun şekilde bilgilendirilmelidir".

"Şeffaflık, ilgili tüm bilgilerin ilgili taraflara sağlandığını ve karar verme sürecinin izlenebilirliğinin, bilinçli bir karar için uygun şekilde belgelendiğini varsayar"

"Bilme hakkı, şeffaflıkla ilgili bir diğer önemli kavramdır"

Son olarak, hesap verebilirlik ve şeffaflık karşılıklı olarak pekiştirici olabilir. Konu ile ilgili olanların bilinçli kararlar vermek için gerekli olan güncel bilgilerden haberdar olmalarına ve muhtemelen karar verme sürecine katılmalarına olanak tanınır.

Kapsayıcılık (Paydaş Katılımı):

Radyasyondan korunmada karar verme sürecinde yer alan tüm tarafların konuya dahil olmalarını sağlamak şeklinde ifade edilebilir. Dolayısıyla, kapsayıcılık, kuruluşlarda etik kararları almak için gerekli olan hesap verilebilirlik ve şeffaflığın yanı sıra temel bir prosedür değeridir.

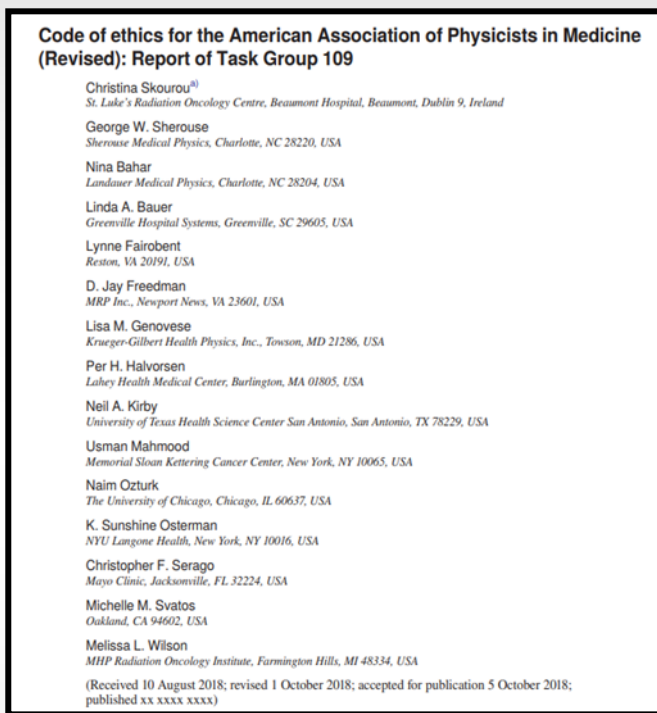
AAPM Yaklaşımı: Radyasyondan Koruma Sisteminin Temel Etik Değerleri⁵

Amerikan Medikal Fizik Derneği (AAPM) üyeleri için etraflı bir etik değerleri yayını oluşturdu. Bu etik kurallar, medikal fizikçilerden oluşan üyelerinin profesyonel yaşamda daha sağlıklı karar vermelerini sağlamak için bir uygulama kriterleri kılavuzu şeklinde 2008 yılında yayınlandı.

Yazımıza temel olan bu revizyon 1 Ocak 2019'da

yürürlüğe girmesi için AAPM Yönetim Kurulu tarafından **“Code of ethics for the American Association of Physicists in Medicine (Revised): Report of Task Group 109”** başlığı ile güncellenerek yayınlandı.

AAPM, Amerikan Medikal Fizikçilerinin üye olduğu bir dernektir. Geniş tabanlı fizik ilkelerinin ve bu ilkelerin biyolojide ve tıpta uygulamalarını kapsayan bilimsel ve mesleki bir yapıdır. Amacı, bu alanda bilime katkı vermektir.



AAPM tarafından temsil edilen profesyonel medikal fizikçiler, tüm işlerin yüksek kalite ve yüksek etik ve yasal standartlara uygun yönetilmesi yöntemini kabul etmektedirler.

AAPM TG-109 bu amaçla yayınlanmış bir yasal düzenleme olmamakla birlikte AAPM üyelerine bir etik çerçeve yaratmak için hazırlanmıştır ve üyelerinin uyması beklenmektedir.

Mesleki Davranış İçin Genel Kurallar:

Medikal fizikçilerin profesyonel iş pratiği, hastalar ve meslektaşları ile ortak amaçlar doğrultusunda birlikte

çalışmasına, karşılıklı saygılı bir iş ortamına bağlıdır. AAPM tarafından beklenen temel sorumluluklar aşağıdaki şekilde standardize edilmektedir;

Sorumluluklar

Meslektaşlara ve mesleğe karşı sorumluluk:

Üyelerin şu sorumlulukları vardır: Mesleği desteklemek ve meslekle ilgili tüm bilgiye katkıda bulunmak, mümkün olan en iyi uygulama ortamını oluşturmak, medikal fizik mesleğini bugün ve yarın için daha da iyileşmesi için her türlü katkı sağlamak, tüm çalışmalarını özen ve dürüstlikle sürdürmek.

Halka karşı sorumluluk:

Medikal fizikçiler, kamu refahını sağlamak için, bilimsel bilgilerin adil olarak yayılmasına ve sağlık hizmetlerinin adil yayılmasına destek olmak, mahremiyeti sağlamakla sorumludur.

İşverene karşı sorumluluk:

Herhangi bir şekilde işverenlerle yapılan çalışma sözleşmelerinde medikal fizikçilerin misyonunun, felsefesinin ve hedeflerinin anlaşılması gerekir, sözleşmelerde medikal fiziğin ilkelerinden taviz verilmemelidir. Medikal fizikçilerin de sözleşme yapılan kurumun kültürüne saygı duyması beklenir.

Kişisel davranış:

Tüm medikal fizikçilerin davranışı tüm meslek özelliklerini yansıtmalıdır. Bu durum yapılan işin sadakatine ve mesleğe saygı için esastır. Bu amaçla medikal fizikçiler;

Mesleklerini dürüstlikle temsil etmelidirler,

Bilgilerini, gerçeğe uygun ve doğru olarak belgelemelidirler,

Meslekle ilgili davranışların profesyonelce nasıl yansıtılması konusunda dikkatli olmalıdırlar.

Çalışma Ortamı:

Siyasi, ideolojik veya dini baskılardan, kısıtlamalardan uzak bir ortam pozitif bir işyeri oluşumuna katkıda bulunur. Etik değerler açısından çalışma ortamının özellikleri şöyle sıralanabilir;

- A. **Çeşitlilik:** Medikal fizikçiler, bireysel farklılıklara saygı duyar. Örneğin; ırk, etnik köken, cinsiyet, cinsel yönelim, sosyo-ekonomik durum, yaş, eğitim, fiziksel yetenekler, dini inançlar, politik inançlar veya diğer ideolojiler gibi.
- B. **Kapsayıcılık:** Marjinalleştirilmiş veya dışlanmış tüm kesimlere saygılı bir tutum sergilenmelidir.
- C. **Ayrımcılık:** Medikal fizikçiler, adil davranmalı, adam kayırmayı, ayrımcılığı önlemelidirler. Önyargılı davranmayı terk etmelidirler.
- D. **Taciz:** Sözlü veya fiziksel taciz, zorbalık, küçük düşürücü yorumlar veya doğrudan veya dolaylı olarak taciz kabul edilemez.
- E. **Cinsel taciz:** İstenmeyen cinsellik kabul edilemez.
- F. **Sömürücü ilişkiler:** Medikal fizikçiler herhangi bir durumu istismar etmez. Etmemelidir.

Genel İşyeri Etiği:

Medikal fizik alanında iyi bir profesyonelliğin gelişmesi için yüksek personel standartları gerekmektedir. Örneğin; Profesyonel uygulamaların gelişimi, güvenilir kişisel ve mesleki dürüstlük, mesleki sorumluluk ve hesap verebilirlik, mesleki sınırlara saygı ve savunuculuk.

- **Profesyonel ilişkiler:** Meslektaşlar ile tüm etkileşimler adil, dürüst ve saygılı olmalıdır.

Medikal fizikçiler becerilerini paylaşmak için çaba göstermeli ve meslektaşlarının gelişmesine destek

olmalıdır.

- **Yetkinlik:** Medikal fizikçiler yalnızca yetkili olduğu işleri üstlenmelidirler. Sınırlamalara karşı saygılı ve şeffaf olunmalıdır.
- **Bilgi ve becerilerin korunması:** Medikal fizikçiler mesleki bilgi ve becerilerini geliştirmekle ve en üst düzeye çıkarmayla yükümlüdür.
- **Kaynaklar:** Uygulamada kullanılan tüm sağlık kaynaklarını verimli ve etkili kullanmalıdırlar.
- **Diğer:** Genel olarak, uygulamadaki aksaklıkların bildirilmesi, düzenleyici ilişkilerin gündeme getirilmesi, diğer sağlık personelinin desteklenmesi ve organizasyonel durumlara destek verilmesi, verilerin saklanması ve sızdırılmaması gibi alanlarda medikal fizikçilerin etik değerleri etkileyen vazgeçilmez sorumlulukları vardır.

Klinik Etik

Bir sağlık hizmeti ortamında çalışan medikal fizikçiler, kendilerini hastayı doğrudan etkileyebilecek bir konumda bulur ve hasta tedavisinin genel kalitesinin sorumluluğunu paylaşır. Bu nedenle, etik olarak hasta refahını birincil mesleki sorumlulukları olarak benimsemek ve bunu kendi kişisel çıkarlarının üzerine koymakla yükümlüdürler. Klinik etik ile ilgili olarak paylaşılan sorumluluklar şöyle sıralanabilir:

- A. **Hastalara Karşı Sorumluluk:** Medikal fizikçiler, tüm hastaların özerkliğine ve onuruna saygı göstermelidir. Tüm ortamlarda korunması gereken hasta mahremiyeti ve mahremiyet standartlarının bilincinde olmalıdır. Resmi gerekliliklerin olduğu yerlerde, bunlara uyulmalıdır. Resmi gerekliliklerin bulunmaması,

ihmalden kaynaklanan izin anlamına gelmez. Medikal fizikçiler, hastalara yüksek kaliteli bakım sağlamak ve gerekli bilgi ve becerileri sürdürmek için sürekli medikal fizik eğitimi faaliyetlerinde bulunmalı, herhangi bir eğitim, araştırma veya diğer faaliyetlerle uğraşırken hasta çıkarlarını en üst düzeyde görmelidir.

B. Diğer sağlık hizmeti sunan personel ile ilişkiler:

Medikal fizikçiler hastalara fayda sağlama birincil amacına ulaşmak için diğer sağlık uzmanları ile etkileşime girmeli, hasta bakımıyla ilgili diğer disiplinlerle iletişimi kolaylaştıran sistemlerin geliştirilmesini ve uygulanmasını desteklemelidir.

C. Kaynaklar:

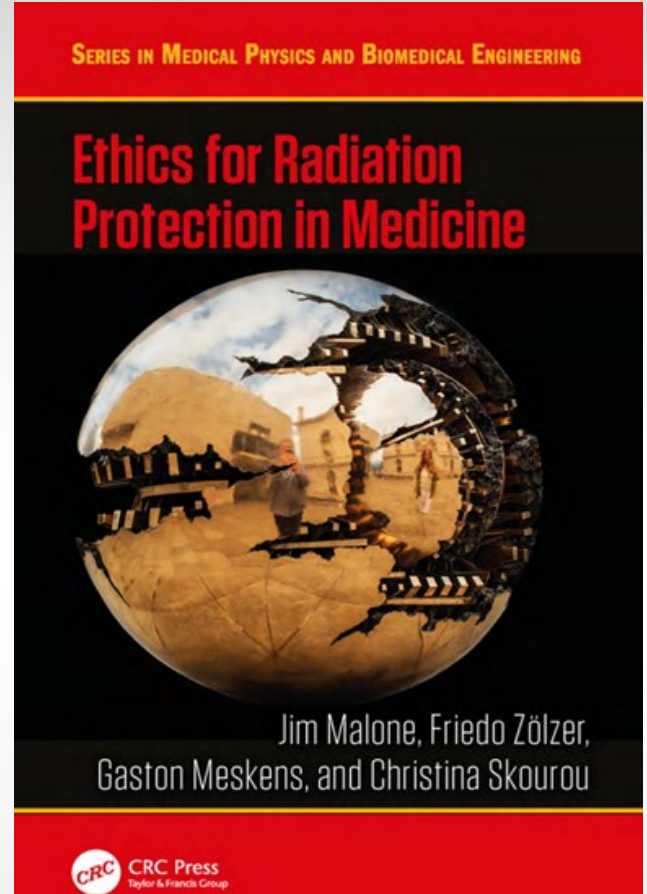
Medikal fizikçiler sürdürebileceği işlerden fazlasını üstlenmemelidir. Medikal fizikçilerin temel görevlerinden biri kullanılan tedavi cihazlarının ve tedavi planlarının ve diğer hizmetlerin kalite kontrollerini ve bakımlarını rutin olarak yapmaktır. İş yükü ve diğer gerekçelerle bu hizmetler geciktirilemez ve ertelenemez, kalite standartlardan taviz verilemez. Bu nedenle daha fazla kaynak talebinde bulunmak medikal fizikçilerin temel görevidir.

AAPM'in 109 no'lu yayının geri kalan bölümlerinde, Yayın Etiği, Araştırma Etiği, Şikâyet Etiği, Araştırma ve İş Etiği konularına vurgu yapmaktadır.

Sonuç ve Son Söz:

Günlük yaşamlarını, bilimsel çalışmalarını klinik ortamlarda sürdüren medikal fizikçiler, yoğun görevleri arasında radyasyondan korunma başlığı altında somutlaşan etik sorunlarla karşı karşıya kalabilirler veya kalmaktadırlar. Etik sorunlara karşı

verilecek cevap ya da yaklaşımlar kültürel kazanımlar veya tecrübeler boyutunda olabilir veya olmaktadır. Ancak, radyasyondan korunmada etik konusu bilimsel bir yapı olup, medikal fizik eğitiminin ve medikal fizik uygulamalarının önemli bir parçası olması gerektiği ortaya çıkıyor. Her şeyden önemlisi, bu alanda yayınlanmış rehberlerin meslek yaşamını belirleyen ilkeleri ve mesleğin standartları olmalıdır.



AAPM ve ICRP dışında, Etik konusuna değinen birçok yayın bulmak mümkün. Okurlarımıza, 2019 tarihinde "Series in medical physics and Biomedical Engineering" yayınlarından çıkan "Ethics for radiation protection in medicine" yayını önerebiliriz.

Yazımızı Mark Twain'in bir sözü ile bitirelim:

İşini doğ yap. Bu, bazılarını memnun edecek ve geri kalanını hayrete düşürecektir (Mark Twain).

Kaynaklar:

1. Aykut Göker. BHT Sayı 265. 22 Nisan 2021. S: 14

2. FIRST THOMAS S. TENFORDE TOPICAL LECTURE: THE ETHICS OF RADIOLOGICAL PROTECTION Jacques Lochard*
3. Ethics for Radiation Protection in Medicine. CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742. 2019. S:14
4. Dünya Tabipler Birliği Tıp Etiği Kitabı. Gözden geçirilmiş 3. Baskı. Çeviren: Dr. M. Murat Civaner, TTB. 2017.
5. ETHICAL FOUNDATIONS OF THE SYSTEM OF RADIOLOGICAL PROTECTION ICRP PUBLICATION 138 Approved by the Commission in October 2017
6. Malone J, Zölzer F. Pragmatic ethical basis for radiation protection in diagnostic radiology. Br J Radiol 2016; 89: 20150713.
7. Code of ethics for the American Association of Physicists in Medicine (Revised): Report of Task Group 109
8. TG 94 The ethical foundation of the ICRP of radiological protection. Deborah OUGHTON. 4-6 Februray.

MEDİKAL FİZİK CAMİASINDA YAPAY ZEKA

ULUSLARARASI BİR ARAŞTIRMA



Rad.Fiz. Yüksek Lisans Öğrencisi: Ersan Yılmaz

1 . Giriş

Son on yılda, Yapay Zekanın (YZ) yaygın uygulamaları günlük hayatımızda; cep telefonlarımız için kilit sisteminden uzay gemileri için büyük karar verme görevlerine kadar insan varlığının çeşitli yönlerini temelden değiştiriyor ve sağlık hizmetleri de bu etkinin bir parçası olarak karşımıza çıkıyor.

Yapay zekâ; planlanmış hastane randevusunun devamını öngörme, tanı görüntülerinde otomatik hastalık tespiti gibi ve daha fazlası çok çeşitli klinik görevleri optimize etmeye yardımcı olabilir. Bu nedenle, (YZ)'nin geçtiğimiz yıllarda Avrupa Radyoloji Kongresi (ECR), Amerikan Fizikçiler Birliği gibi büyük tıbbi konferansların bilimsel oturumlarında ve sergi salonlarında tartışılan birincil ve en hızlı büyüyen konulardan biri olması şaşırtıcı değildir.

Görevleri ülkeden ülkeye farklılık gösterse de 174 numaralı Avrupa Radyasyondan Korunma yönergelerinin Ek 1'ine göre Medikal Fizik Uzmanı

(MFU), hasta odaklı faaliyetler yoluyla sağlık hizmetlerinin kalitesini, güvenliğini ve maliyet etkinliğini sürdürmeye ve geliştirmeye katkıda bulunmalıdır. Bunun için; uzman eylemi, spesifikasyon, seçim, devreye alma, kalite güvence (KG) ve kalite kontrol (KK), kurulum tasarımı, gözetim ve YZ yazılımı dahil tıbbi cihazların optimize klinik kullanımı ile ilgili katılımı gerektirir. Bazı durumlarda, medikal fizikçileri de yapay zekâ yazılımının kurum içi geliştirilmesinde yer alır. YZ tabanlı yazılımın uygulanmasına dahil olan bir Medikal Fizik Uzman'ının karşılaştığı en sık sorular ise şunlardır: (i) uygun bir KG veya KK testi nedir; (ii) nasıl yapılmalıdır; (iii) diğer paydaşları nasıl destekleyebiliriz ve yazılımın klinik iş akışına güvenli bir şekilde entegre edilmesini nasıl sağlayabiliriz; (iv) zaman içinde bu araç üzerinde nasıl gözetim yapabiliriz; (v) bu araçları geliştirmek için endüstri ile nasıl iş birliği yapabiliriz?

Şu anda, tamamen medikal fizikçilerin ihtiyaçlarına odaklanan bir eğitim programında YZ ile ilgili yöntemler üzerine kurs veya atölye eksikliği olmasa

da bu kursların daha da ihtiyaca yönelik ve YZ gelişiminin daha da artırıcı yönlerdeki eksiklikleri giderilmelidir.

Bu nedenle 2019 yılının ortalarında Avrupa Medikal Fizik Federasyonu (EFOMP) bilim komitesi çatısı altında yapay zekâ üzerine bir çalışma grubu kuruldu. Çalışma grubunun temel amacı, tanısal görüntüleme ve radyoterapi alanında çalışan medikal fizikçiler için eğitici ve profesyonel bir müfredat oluşturmaktır. Anlamlı ve temsili bir müfredat oluşturmak için, Avrupa Medikal Fizik Uzmanları arasında teşhis ve terapi alanında YZ konusundaki bilgi ve deneyim seviyesinin değerlendirilmesi gerekiyordu. Bu nedenle, medikal fizikçiler arasında uluslararası bir anket oluşturuldu. Bu makalenin amacı, anketin sonuçlarını raporlamak ve medikal fizikçilerin ihtiyaçlarına odaklanan YZ eğitim programlarının gelecekteki uygulanması için kılavuzlar önermektir.

2 . Metod ve Materyal

'Medikal Fizikte Yapay Zekâ' başlıklı 25 soruluk anket, yukarıda bahsedilen EFOMP çalışma grubunun YZ'nın bir parçası olarak 12/02/2020 ile 31/03/2020 arasında bir buçuk ay boyunca gerçekleştirildi. Yanıt verenler, EFOMP e-posta listeleri ve sosyal medya (örneğin Twitter, LinkedIn) ve Ulusal Üye Kuruluşları (NMO) aracılığıyla ankete alındı. Anket, Google Formlar (Google LLC, Mountain View, CA, ABD) kullanılarak tasarlanmış ve dağıtılmıştır. Yanıtlar isimsiz olarak kaydedildi (isim veya e-posta adresi gerekli değildi), ancak farklı alt grupların yanıtlarını daha fazla araştırmak için diğer kişisel bilgiler (örneğin yaş, cinsiyet) gerekiyordu.

Anketin sonuçları Python 3.7.4 kullanılarak analiz edildi. Welch'in iki örnek t-testini kullanarak daha

fazla istatistiksel analiz yapmak için kullanıldı.

Bu çalışmada, Erkek-Kadın, Kamu-Özel sektör ve 10 yıldan az veya eşit- 10 yıldan fazla deneyim olmak üzere üç alt gruba ilişkin sonuçlar incelenmiştir. Ayrıca, Fransız ve Fransız olmayan katılımcıların yanıtları analiz edildi, çünkü verilerin ön incelemesi Fransız katılımcılara karşı dengesizlik gösterdi. Bu nedenle katılımcıların ölçek cevapları önce sayısal bir ölçeğe dönüştürülmüştür. Bizim hipotezimiz, her grup arasında elde edilen sonuçlarda (örneğin, cinsiyet, iş yeri, Medikal fizik uzmanı olarak iş deneyim yılı) hiçbir farklılığa karşılık gelmez. Eğer $p \leq 0.05$ ise, hipotezimiz (farklı gruplar arasında fark yok) reddedilir.

Anket üç ana bölüm olarak düzenlenmiştir. Anketin ilk bölümü (8 soru), günlük çalışmalarını desteklemek için yanıt verenlerin YZ algoritmalarına katılımını, bireysel bilgilerini, düşüncelerini ve katılımını ele aldı. Anketin ikinci bölümü (10 soru), özel bir YZ eğitim kursu için istenen ihtiyaçları, tercih edilen öğrenme biçimini ve içeriği araştırdı. Bu bilgi şu anda bir ESMPE kurs modülünün tasarımı için kullanılmaktadır. Son kısım (7 soru), yanıtların alt gruplar arasında nasıl değiştiğini araştırmak için demografik sorulara karşılık geldi.

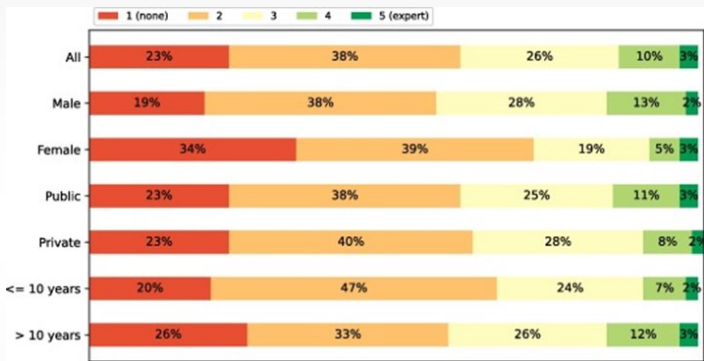
3 . Sonuçlar

Ankete 31 ülkeden toplam 219 yanıtlayıcı (Avrupa ülkelerinden %93, $n = 203$; Avrupa dışı ülke %7, $n=16$) katıldı. Katılımcıların %37'si Fransa'da ($n = 82$), %11'i ($n = 25$) İspanya'dan, %7'si ($n = 15$) Yunanistan'dan, %6'sı ($n = 14$) İrlanda'dan ve %5'i ($n = 12$) Birleşik Krallık'tan. Temsil edilen ülkelerin geri kalanı 10'dan az katılımcıya sahipti ($<5\%$). 219 katılımcının %69'u ($n =150$) erkek, %29'u ($n =64$) kadın ve %2'si ($n =5$) söylememeyi tercih etti. 82 Fransız katılımcının %37'sinin kadın olduğu da fark edildi. Anketin

tamamlandığı tarihte 24 ile 79 yaşları arasında (42 ± 10 yaşında) yanıt verenler bulunmaktaydı.

Yanıt verenlerin toplam %76'sı ($n = 166$) esas olarak kamu sektöründe çalışmaktadır ("Kamu sağlık hizmetleri" $n = 149$, "Üniversite" $n = 15$ ve "Devlet" $n = 2$), kalan %24'ü ($n = 53$) özel sağlık sektöründe birincil bir işte ("Özel Sağlık Hizmetleri" $n = 50$, "Özel şirket" $n = 3$). Deneyimleriyle ilgili olarak, yanıt verenlerin %41'i ($n = 90$) tıbbi fizikçi olarak 10 yıl veya daha az deneyime sahipken, %59'u ($n = 129$) 10 yıldan fazla deneyime sahiptir.

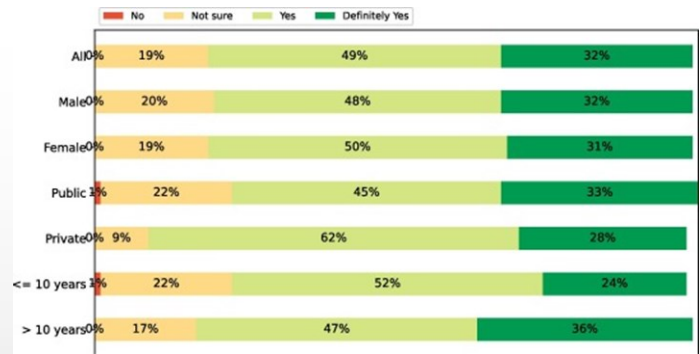
Şekil 1, 1'den (yok) 5'e (uzman) kadar, YZ'daki bilgi ve beceri seviyelerine göre katılımcıların yanıtlarını göstermektedir.



Şekil 1. YZ bilgi oranına verilen yanıtların yüzdesi. Tüm katılımcılara ve farklı gruplara (cinsiyet, iş yeri ve deneyim) yönelik cevaplar sunulmaktadır.

Katılımcıların YZ bilgisi, %26'sında ($n = 58$) eğitimlerinin bir parçası olarak (örn. Yüksek Lisans, Doktora), %23'ünde literatür ve kitap okumaktan ($n = 52$), %20'si ($n = 44$) yüz yüze kurslara katılarak elde edilmiştir ve çevrimiçi kurslar yoluyla %16'sı ($n = 36$) elde edilmiştir. Buna karşılık, katılımcıların sadece %4'ü ($n = 10$) özel konferanslara veya çalıştaylara katılarak bilgilerini edindi. Ek olarak, yanıt verenler, diğerlerinin yanı sıra, Coursera, UDEMY, FUN MOOC, edX, Stanford Üniversitesi, MIT XPro gibi temel YZ bilgilerini edindikleri birkaç çevrimiçi platformu vurguladı.

Toplamda, yanıt verenlerin %88'i ($n = 193$) Medikal fizikçilerin YZ konusunda özel eğitime ihtiyaç duyulduğuna katılıyor (%10 ($n = 22$) emin değildi ve %2 ($n = 4$) katılmadı). Yanıt verenlerin %80'i ($n = 175$) YZ'nın Medikal fizik uzmanlık eğitiminde müfredatın bir parçası haline gelmesinin önemli olduğunu düşünüyor. Öte yandan, %3'ü ($n = 7$) yapay zekanın müfredatın bir parçası olması gerektiğini düşünmüyor ve %17'si ($n = 37$) bu konudaki bakış açılarından emin değil. 219 yanıtlayıcının %96'sı ($n = 210$) YZ bilgilerini geliştirmekle ilgilenirken, %4'ü ($n = 9$) bu konuyla ilgilenmedi. Yanıt verenlerin toplam %90'ı ($n = 198$) Medikal fizikçiler için bir YZ okuluna katılma arzusunu dile getirdi. 219 katılımcının %81'i ($n = 177$) YZ'nın Medikal fizikçilerin günlük çalışmalarını iyileştireceği konusunda hemfikirdir (Şekil 2'de "Evet" ve "Kesinlikle Evet" yanıtları).

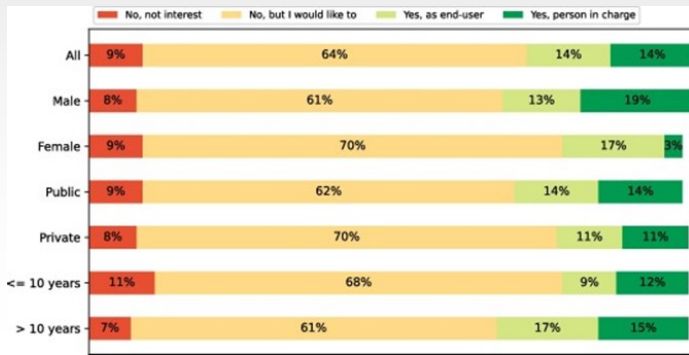


Şekil 2. "YZ, Medikal fizikçilerin günlük çalışmasını iyileştirebilir mi?" sorusuna verilen yanıtlar. Tüm katılımcılara ve farklı gruplara (cinsiyet, iş yeri ve deneyim) yönelik cevaplar sunulmaktadır.

Yapay zekanın Medikal fizikçilere en çok (100'den fazla oy) yardımcı olacağı alanlar şu şekilde belirlendi: (1) veri analizi, (2) görüntü kalitesi, (3) optimizasyon, (4) kalite güvencesi, (5) tahmine dayalı modelleme, (6) tanı, (7) radyomik ve (8) dozimetri.

Yanıt verenler, öğrenmeyi en önemli buldukları yapay zekâ konularını seçmeye teşvik edildi. İlk on madde

şunları içerir: YZ'nın temelleri (toplam yanıt verenlerin %78'i, n =170), Kalite Kontrol uygulamaları (%75, n =164), YZ'nın klinik iş akışına entegrasyonu (%65, n =143), YZ araçları ile değerlendirme teknikleri (%63, n = 138), tıbbi görüntü analizi (%62, n = 135), temel programlama (%60, n = 131), gelişmiş programlama (%44, n = 96), veri iyileştirme ve ön işleme (%41, n = 89), devreye alma (%37, n = 83) ve etik ve yasal yönler (%37, n = 80). Şekil 3, Medikal fizikçinin YZ projelerine katılım düzeyini göstermektedir.



Şekil 3. "Şu anda yapay zekâ projelerinde yer alıyor musunuz?" sorusuna verilen cevaplar. Tüm katılımcılara ve farklı gruplara (cinsiyet, iş yeri ve deneyim) yönelik cevaplar sunulmaktadır.

Anket sırasında, tüm katılımcılara YZ hakkındaki düşüncelerini ifade etmeleri için bir metin kutusu sağlandı. Birkaç katılımcı, özellikle Medikal fizikteki YZ zorluklarını ele almak ve YZ'yı diğer meslektaşlara (örneğin teknoloji uzmanları, dozimetristler, vb.) açıklamak ve rehberlik sağlamak için belgelere ve/veya bilimsel makalelere duyulan ihtiyacı dile getirdi.

4. Tartışma

Bu makale, mevcut medikal fizik müfredatını gözden geçirmek ve Medikal fizikçilere özel öğretim kursları tasarlamak için bir yardım aracı olarak, Medikal fizikçiler arasındaki genel YZ bilgi seviyesini değerlendirmeyi amaçlayan, EFOMP çalışma grubu

tarafından YZ üzerinde gerçekleştirilen uluslararası anketin sonuçlarını tartışmaktadır.

Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterildiği gibi, YZ şu anda "derin bilgiye" sahip olmanın artık kolay olmadığı, az sayıda kişinin belirli soruları somut olarak yanıtlayabildiği veya gereksinimler ve didaktik ihtiyaçlar hakkında daha net bir bilgiye sahip olduğunu gösteren büyüyen bir sektördür. Şekil. 3'de ise açık bir şekilde YZ projelerinde artan ilgiyi göstermektedir. Bu ilgi, Avrupa çapında tutarlı ve homojen bilgi ve becerileri mümkün kılacak koordineli bir müfredat aracılığıyla medikal fizikçi için YZ disiplininin tanıtımının organize edilmesiyle desteklenebilir.

İlk olarak, erken kariyer (≤ 10 yıllık iş tecrübesi) ile deneyimli Medikal fizikçiler (> 10 yıl) arasında (Şekil 1) AI ile ilgili bilgi ortalama seviyesinde önemli bir fark yoktu ($p > 0.05$). Böyle bir sonuç, kısmen beklenmedik bir durumdur, çünkü daha genç fizikçilerin yeni ortaya çıkan konularda AI olarak eğitilmiş olmasını bekleyebiliriz.

Anketten çıkarılan önemli bir mesaj, katılımcıların % 81'inin YZ'nın Medikal fizikçiler için günlük çalışmalarına fayda sağlayacağını düşünülmesine rağmen, yanıt verenlerin çoğunluğunun (%64) YZ projelerinde yer almadığı, ancak bunu yapmak istedikleridir. Aslında, katılımcıların büyük çoğunluğu (%96; n = 210), mevcut YZ bilgilerini geliştirmeye yatkınlık göstermektedir. Katılımcıların %90 (n= 198) ESMPE programı dahilinde geliştirilen YZ okuluna katılmaya ilgi gösterdi.

Sonuçlarda gözlemlenen bir başka ilginç eğilim, cinsiyet dağılımı ve Medikal fizikçilerin yapay zekâ ile ilgili araştırma projelerinde oynadığı rolle ilgilidir (Şekil 3). Sonuçlarımıza göre, tüm Medikal fizikçilerin

yaklaşık %28'i yapay zekâ ile ilgili araştırmalara katılıyor ve bunların %14'ü büyük veya proje lideri bir rol oynuyor (erkeklerin %19'u, kadınların %3'ü). Ankete göre kamu ve özel sektörde çalışan Medikal fizikçiler için gözlemlenen sonuçlarda ise önemli farklılıklar göstermemiştir.

Bu çalışmanın, anketin sonuçlarını etkilemiş olabilecek birkaç sınırlamasından bahsetmek önemlidir. Katılımcıların ülke bazındaki dağılımlarının oldukça dengesizliği, tüm katılımcıların %37'sinin Fransa'da çalışması (n= 82) ve kadın-erkek katılımcı dengesizliği gibi sebepler söylenebilir. Bu sınırlamalar sonuçlara önyargı oluşturabilir ve bu da çalışmaya belli bir derecede dengesizlik getirdiği açıktır.

derecede dengesizlik getirdiği açıktır.

Sonuç olarak YZ, ankete katılanların çoğunluğu tarafından Medikal fizikçiler için günlük görevlerde güçlü bir destek aracı olarak iyi algılanmaktadır. Medikal fizikçiler, YZ projelerine daha fazla dahil olma ve mevcut eğitimlerini iyileştirme isteklerini açıkça ortaya koydu. Yapay zekaya özgü bu tür eğitimler, eğitim ve mesleki müfredata entegre edilmeli ve Medikal fizikçilere özel yapay zekâ kursları düzenlenmelidir.



Rad.Fiz. Yüksek Lisans

Öğrencisi: Ersan Yılmaz

1993 Erzurum doğumluyum.

2018 yılında Hacettepe Üniversitesi Nükleer Enerji

Mühendisliği bölümünden mezun oldum. 2019 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Radyoterapi Fiziği programında yüksek lisansa başladım ve halen devam etmekteyim. Ekim 2020'den itibaren VM Medical Park Kocaeli Hastanesinde çalışmaktayım.

YÜZEY KILAVUZLUĞUNDA RADYOTERAPİ (SGRT: SURFACE GUIDED RADIOTHERAPY) VE C-RAD SİSTEMİ KLİNİK DENEYİM PAYLAŞIMI

Med.Fiz. Uzm. Dursun Eşitmez

Bilindiği gibi Radyoterapi de ana amacımız, hedef hacme maksimum doz verirken normal dokulara minimum doz sağlayarak yan etkileri azaltmaktır. Bu amaç doğrultusunda hedefin doğru bir şekilde ışınlanması, kritik organların ise planlanan doz dağılımına en yakın şekilde ışınlanması gerekmektedir. Tümör ve hedef bölge zaman içerisinde hareket edebilmekte ve bu hareketler bazı durumlarda klinik açıdan önemli olabilmektedir. Hareketler periyodik ve kontrollü (solunum gibi), bağırsakların hareketi gibi düzensiz ya da tümörün küçülmesi gibi sürekli olabilmektedir. Görüntü rehberliğinde Radyoterapi (IGRT: Image Guided Radiotherapy) sayesinde tedavi öncesi veya tedavi sırasında hasta pozisyonu ve hareketinden kaynaklı belirsizlikler en aza indirilebilmektedir. IGRT tekniğiyle, tümör hareketi kontrol altına alınmakta veya takip edilmekte, bu sayede hedefi ıskalama ihtimali azaltılarak sağlıklı doku koruması maksimum seviyelerde sağlanabilmektedir. Yüzey kılavuzluğunda Radyoterapi (SGRT: Surface Guided Radiotherapy), IGRT'nin hastalara ekstra iyonize radyasyon uygulamadan, optik kamera sistemi ile hasta takibi sağlayan özel bir metodudur. Çalışmamızda genel olarak SGRT tekniğinin temel prensipleri ve CRAD Catalyst™ (CRAD, Uppsala Sweden) sisteminin klinik kullanımını içermektedir.

1. Yüzey Kılavuzluğunda Radyoterapi (SGRT) nedir?

SGRT, tedavi öncesinde ve tedavi sırasında set-up doğruluğundan emin olmak için hastaların vücut

yüzeyini konumlandırmak ve hastaların vücut yüzeyinin takip edilmesini sağlayan non-iyonize optik kamera teknolojisini kullanır. Hastanın yüzey verileri, altı serbestlik derecesinin tamamında ve gerçek zamanlı olarak ya tomografi taramaları sırasında ya da tedavi odasındaki olan görüntüleme kamerası vasıtasıyla elde edilen bir referans yüzey modeli oluşturularak eşleştirilir.

Genel olarak SGRT üç ana amaca yönelik IGRT metodudur;

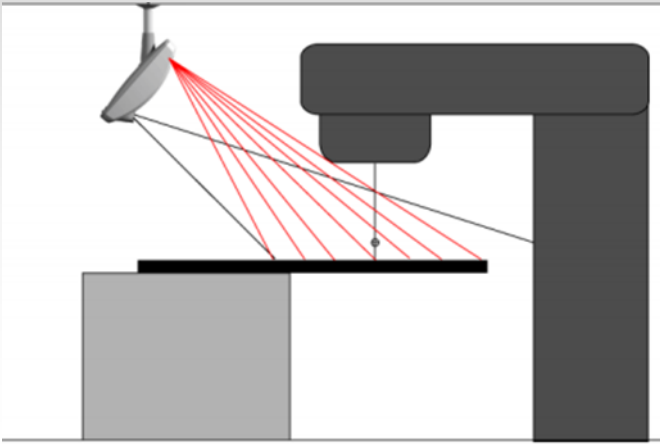
- I. Tedavi öncesinde referans olarak alınan hasta vücut yüzeyi, tedavi sırasında pozisyonlandırma için kullanılarak set-up doğruluğu sağlanmaktadır.
- II. Tedavi sırasında hastanın vücut yüzeyi referans alınarak takibi yapılmaktadır. Bu sayede intra-fraksiyon takip yapılarak tedavi boyunca hasta pozisyonu yüksek hassasiyetle kontrol edilmektedir.
- III. Son olarak solunum kontrollü tedaviler yapılabilmektedir. Hastaların tedavi öncesinde belirlenmiş olan solunum faz aralığında, yüksek hassasiyetle tedaviler uygulanmaktadır.

Sol meme, akciğer, karaciğer, baş ve boyun, tüm vücut ışınlama ve diğer endikasyonlar için tedavi öncesi hasta se-tup'ı, tedavide solunum kontrolü ve intra-fraksiyon takip için kullanılmaktadır.

2. SGRT Nasıl Çalışır?

Bilgisayarlı tomografi (BT) ve linak odalarında bir veya üç tane optik yüzey tarama sistemi bulunur. Genel olarak her biri Light-emitting diode (LED) ve Charge Coupled Device (CCD) kamera sistemi olan iki

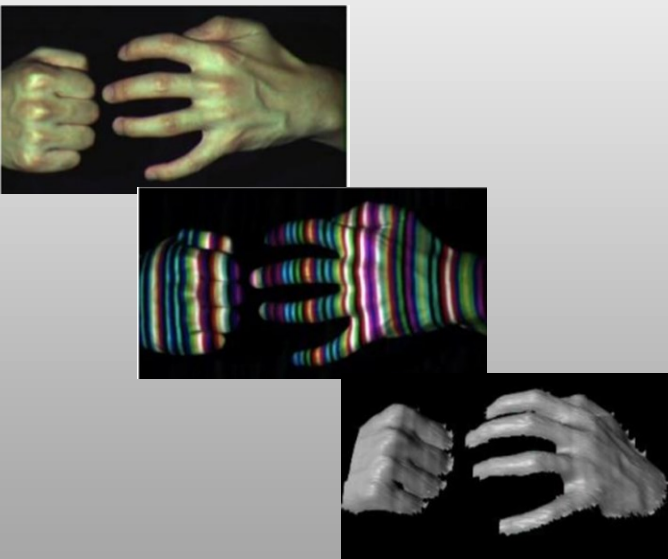
bileşenden oluşur. Ana kamera tedavi masasının ayak tarafına denk gelen tavana monte edilir ve varsa diğer iki kamera hastanın baş tarafına denk gelen sağ ve sol tavana yerleştirilir. Hastanın cildini taramak için yakın görünür bölgede elektromanyetik dalga gönderilerek hastanın cildinden yansıyan ışık kamera tarafından toplanır. Hastanın pozisyonu, kamera tarafından toplanan ışığın optik üçgenleme mantığıyla hesaplaması sonucu belirlenir.



Şekil 1: Sentinel Çalışma Prensibi

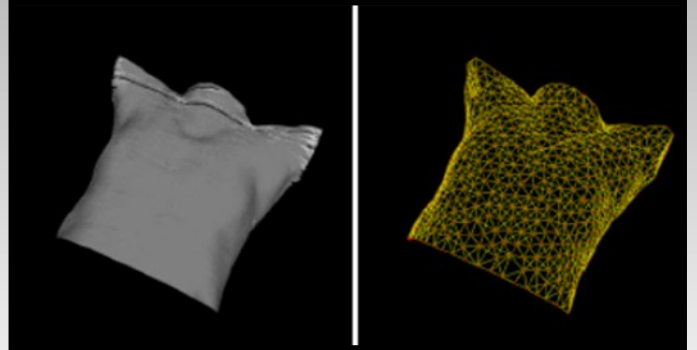
Hasta yüzeyi oluşturulma sırasında, kamera tarafından bir dizi görüntü kaydedilirken, hasta boyunca bir optik lazer dizisi yayınlanır. Elde edilen verilerden, hastanın 3B (üç boyutlu) yüzey haritası lazer çizgi üçgenlemesi kullanılarak oluşturulur.

Sistem tarafından üretilen desen dizisi hasta yüzeyine yansıtılır.



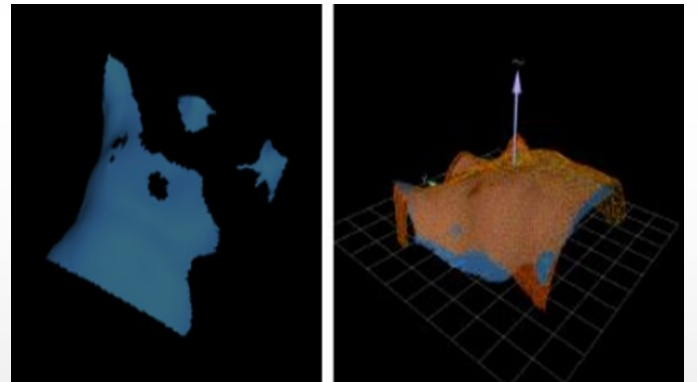
Şekil 2: Yüzey Haritalarının Oluşturulması

Kamera hasta yüzeyine yansıtılan desenleri ölçer ve yeniden oluşturur, yakalanan görüntüdeki her pikselin koordinatlarını belirlemek için yansıtılan ve yakalanan desenler karşılaştırılır.



Şekil 3: Hasta yüzeyinden yansıtılan desenlerin sistem algoritması tarafından oluşturulması

Sistem tarafından koordinatların belirlenmesinden sonra hasta yüzeyinin referans görüntüye göre konumlandırılır.



Şekil 4: Hasta yüzeyinin yakalanan görüntüdeki piksellerin koordinatlarının belirlenmesi ve hizalama işlemi

3. SGRT Teknolojisinin Gelişimi ve Kullanılan Sistemler

1990'lı yılların başında IGRT'nin rutinde kullanımının artması ile tedavilerin doğruluğu ve hassasiyeti daha da arttı (1). Linak tabanlı x-ray görüntüleme, hasta set-up belirsizliklerini büyük ölçüde azalttı ve tedavilerin başarı oranlarında büyük ilerlemeler sağlandı. Daha sonraki yıllarda tedavi öncesi, tedavi sırası ve tedavi sonrası hasta veya tümörü takip eden birçok sistem

geliştirildi (2). Bu IGRT teknolojisindeki gelişmelerin çoğunda hastaya ekstra iyonize radyasyon uygulanmaktadır. Bunlardan farklı olarak optik kamera tabanlı yüzey takip sistemleri 2000'li yıllarda araştırılmaya başlandı. Bizim kliniğimizde yedi yıldır kullandığımız C-RAD optik yüzey takip sistemi Karolinska Enstitüsü ve İsveç Kraliyet Teknoloji Enstitüsü'nden araştırmacılar tarafından 2004 yılında geliştirilmiştir. İlk ürün 2006 yılında lazer tarama teknolojisi Sentinel™ sistemini ve c4D yazılım platformuna dayanan SGRT platformu piyasaya sürüldü. İlk klinik kullanımının 2007'de yapılmasından bu yana teknoloji sürekli olarak geliştirildi ve 2011 yılında yeni nesil optik yüzey tarama sistemi olan Catalyst™ piyasaya sürüldü. Üç kameralı olan Catalyst+HD™ sistemi ise 2013 yılında piyasaya sürüldü. Nisan 2015 yılında ise proton ve partikül tedavilerinde kullanılmak üzere Catalyst'in özel bir sürümü yayınlandı (3). Zaman içinde Radyoterapide kullanılan sistemlerin teknolojik gelişmelerine paralel olarak SGRT sistemleri de gelişmektedir. Günümüzde, bu sistemlerin kullanımı birçok klinik için vazgeçilmez bir rutin haline gelmiştir.

3.1. Kliniklerde Ticari Olarak Kullanılan Yüzey Takip Kameralarının Genel Özellikleri;

Catalyst™ (CRAD, Uppsala Sweden) yüzey tarama sisteminin özellikleri; frekansı 47-63 Hz, tarama ışığının dalga boyu 405nm (mavi), 528nm (yeşil), 624nm (kırmızı)'dır. Tarama alanı; 800mm x 1300mm x 700mm (X, Y, Z)'dir (4). Catalyst HD yüzey tarama sisteminin özellikleri; tarama alanı 1100mm x 1400mm x 2400mm 'dir. Maksimum frame oranı 200 FPS (frame per second; saniye başına kesit sayısı)'dir. Kamera sayısı bir veya üç adet olacak şekilde kullanılabilir. Kamera aralığı 120 derecedir.

Deformable füzyon algoritmasına sahiptir. Ölçüm tekrarlanabilirliği; 0.2mm'dir. Pozisyon doğruluğu 1mm'den daha küçüktür (5).

Align RT (Vision RT, London UK) yüzey tarama sisteminin özellikleri; 650mm x 1000mm x 350mm tarama alanına sahiptir. Maksimum frame oranı 50 FPS'dir. Kamera sayısı bir veya üç adet olacak şekilde kullanılabilir. Kamera aralığı 90 derecedir. Rigid füzyon algoritmasına sahiptir (6).

Identify (Varian, Palo Alto California) yüzey tarama sistemi özellikleri; 800mm x 800mm x 800mm tarama alanına sahiptir. Maksimum frame oranı 25 FPS'dir. Kamera sayısı iki veya dört adet olacak şekilde kullanılabilir. Rigid füzyon algoritmasına sahiptir (6).



Şekil 5: Align RT, Catalyst, Identify Yüzey Takip Sistemleri

4. Kliğinimizde Kullandığımız Sentinel ve Catalyst Kamera Sistemleri



Şekil 6: Sentinel Kamera Sistemi

Sentinel kamera sistemi, BT odasında hasta pozisyonlama, solunum kontrollü tarama yapma ve hastanın vücut konturunun takip edilebilmesi için işlevselliğe sahip, kullanımı kolay lazer tabanlı bir optik yüzey tarama sistemidir. Ayrıca tedavi odasında hasta konumlandırma ve fraksiyon içi hareket tespiti için referans görüntüler sağlayabilmektedir. Optik üçgenleme mantığı ile hastaların set-up pozisyonu rahatlıkla kaydedilip, her fraksiyonda aynı koşullarda hastanın tedavi edilmesi sağlanabilmektedir.

Şekil 6'da üst bölümde hasta üzerine gönderilmekte olan lazer dizisi hattı, alt bölümde bulunan optik kamera tarafından algılanarak hastanın üç boyutlu yüzeyi oluşturulur (7). Oluşturulan yüzey, hastanın tüm fraksiyonları için kullanılabilir, istenildiğinde hasta için tedavi odasında tekrardan referans optik yüzey tanımlanabilmesi için kullanılabilir.



Şekil 7: Catalyst Kamera Sistemi

Catalyst optik kamera sistemi, gelişen teknolojik gelişmelere bağlı yüksek hassasiyetle üretilmiş bir optik kamera sistemidir (4). Sentinel kamera sistemine göre; hassasiyet, haritalandırma ve solunum kontrollü tedavilerde çok önemli olan tepki süresi açısından büyük bir gelişme sağlanmıştır.

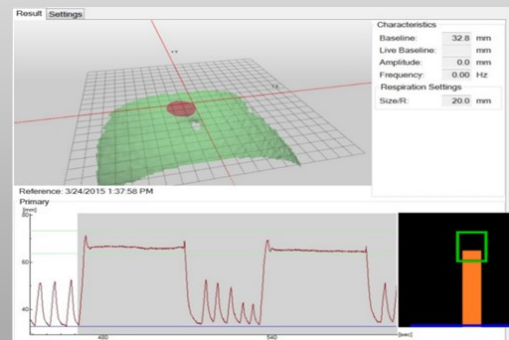
Catalyst+ HD, yüksek hassasiyetli hasta konumlandırma, fraksiyon içi hareket yönetimi ve

solunum yolu için eksiksiz bir çözüm sunarak, geleneksel ve stereotaktik tedavi uygulamaları için mümkün olan en iyi tedavi sonucunu sağlar. Yeni Catalyst+ HD platformu, önceki nesil Catalyst'in tüm güçlü yönlerini ve deneyimini en son yüzey görüntüleme teknolojisi ile birleştirerek çok daha hassas yüzey haritaları oluşturmaktadır. Farklı açılardaki üç kamerası sayesinde kör nokta kalmamakta, yüzeyin tamamı taranarak üç boyutlu yüksek çözünürlükte haritalar oluşturulmaktadır (4).

6. BT Taramaları ve Hasta Pozisyonlama

Hastaların tedavi planlaması için klinikte mevcut olan BT cihazı kullanılarak taramaları yapılır. Çekim sırasında hasta için gerekli olan sabitleme ekipmanları ve lazer yardımıyla işaretlemeler yapılır. Aynı zamanda bu işaretlemeler sırasında Sentinel kamera kullanarak hastaların optik yüzey taramaları yapılarak tedavi öncesi için gerekli hazırlıklar yapılmış olur. BT tarama esnasında masa hareketi, özel bir lazer ile takip edilir. Bu sayede kameranın taradığı yüzey, masa hareketine eş zamanlı olarak kesintisiz takip edilir.

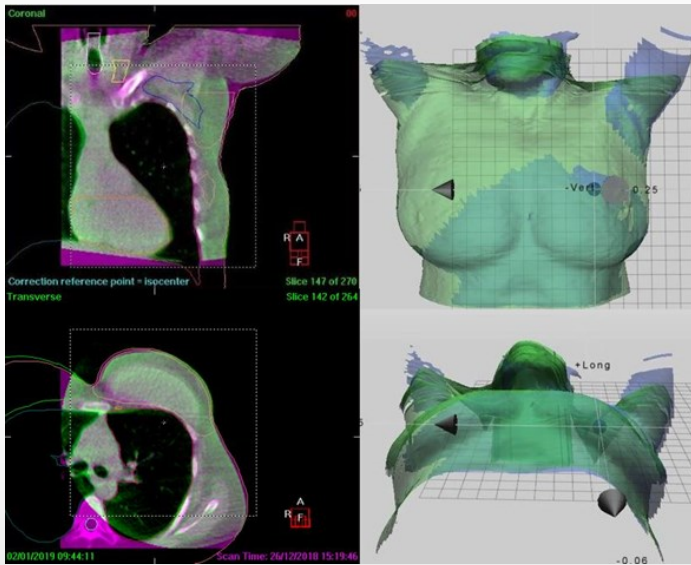
Solunum kontrollü tedavilerde hastaya verilen projektör gözlük sayesinde, hasta belirlenen faz aralığına kadar nefes almakta veya vermekte ve o faz aralığında BT taraması yapılmaktadır. Ayrıca referans olarak belirlenen ilgi alanında solunum fazlarına bağlı ciltteki hareket takip edilebilmektedir.



Şekil 8: Solunum Kontrollü Yüzey Taraması

6. Set-up'ta Hasta Pozisyonlama

Tedavi odasında, tüm hastalar BT'de üç eksenenden belirlenmiş olan referans noktalarından faydalanılarak lazer hizalamasına göre konumlandırılmaktadır. Lazer tabanlı set-up kullanılarak konumlandırılan hastalar için, referans noktasından izo-merkez konumuna hesaplanan kayma, yüzey takip sistemi tarafından da kontrol edilir. BT çekimi sırasında oluşturulmuş olan hastaya ait vücut haritası veya BT taramalarından elde edilen vücut konturu referans alınarak cihaz odasında mevcut olan Catalyst sistemiyle hastanın konumu eşleştirilir. Pozisyonlama çift renk ile gösterilerek, referans ile anlık görüntüde eşleşmeyen alanlar belirlenerek set-up düzeltilmesi yapılmaktadır.



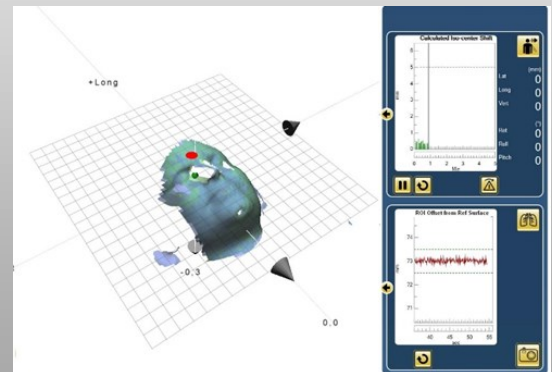
Şekil 9: CBCT ve Yüzey Taraması

SGRT ile konumlandırılmış hastanın ilk fraksiyonu, CBCT (Cone Beam Computed Tomography) çekilerek hastanın pozisyonunun doğruluğu kontrol edilir. Tedavi bölgesinden kaynaklı farklılıklar olmakla birlikte, CBCT taramalarından yola çıkılarak sistem ortalama 2-5mm aralığında uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Kliniğimizde meme RT'sinde ilk birkaç fraksiyon SGRT ve CBCT ile hasta set-up'ı alınmakta, daha sonra sistematik hata olmaması durumunda

CBCT sayıları azaltılmaktadır. Bu sayede hastaya uygulanan CBCT'den kaynaklı radyasyon dozu azaltılmaktadır.

7. Intra-Fraksiyon Takip Uygulamaları

SGRT'nin diğer önemli bir uygulaması; yüzey takip sistemi tarafından tedavi boyunca hastanın pozisyonu sürekli olarak takip edilerek herhangi bir pozisyon sapması durumunda hızlı bir şekilde tespit edilip ışınlamanın anlık olarak kesilmesidir. Böylelikle sistem, hasta pozisyonunun doğruluğunu anlık olarak (yaklaşık saniye başına 2 kez) takip ederek tedavinin bitimine kadar hastanın, sub-milimetre düzeyde emniyet marjları içerisinde kalmasını sağlayarak tedavinin başarısını yüksek seviyede arttırmaktadır. Maskesiz intrakranyal, TBI (Total Body Irradiation; Tüm Vücut Işınlaması), CSI (CranioSpinal Irradiation; KraniyoSpinal Işınlaması) gibi tedavilerde klostrofobi, fizyolojik nedenler, psikolojik sebepler, tekniklere göre uzun süren tedavilerde intra-fraksiyon takip tekniği kullanılarak belirlenen emniyet marjları içerisinde tedavinin yüksek oranda başarılı olması sağlanabilmektedir. Belirlenen emniyet marjları dışına çıkılması durumunda sistem otomatik olarak ışınlamayı durdurmakta, pozisyon doğruluğu referans koşulları (emniyet marjları) içerisinde olduğunda ışınlamaya devam ederek tedavi boyunca hastaların doğru tedavi olabilmesi sağlanabilmektedir.



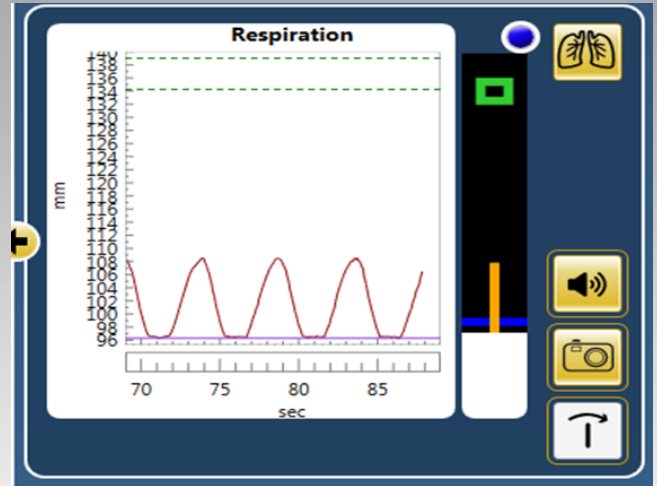
Şekil 10: Intra-fraksiyon Hasta Takibi

8. Solunum Kontrollü Sol Meme RT ve SBRT Uygulamaları

Özellikle sol meme radyoterapisinde kullanmakta olduğumuz solunum kontrolü SGRT tekniği, BT çekimi sırasında hastaların optik yüzeyleri taranırken hastalara verilmekte olan projektör gözlükler sayesinde, hastalar nefeslerini ne kadar tutabildiklerini veya hangi seviyede tutmaları gerektiğini görebilmektedirler. BT çekiminde derin nefes tutturularak sol meme tedavi alanından kalbi uzaklaştırmak hedeflenmektedir. Hasta BT çekimi için hazırlanır, optik tarama yapılarak hastanın cilt yüzeyi kaydedilmeye başlanır. Hastaya çekim sırasında verilmiş olan projektör gözlük ile ilk önce hastanın ne kadar derin nefes aldığı belirlenir. Hastaya uzun süre ve sabit tutabileceği en uygun derin nefes noktası birkaç deneme ile bulunduktan sonra sisteme kaydedilir. Böylelikle hasta, nefesini ne kadar tutması gerektiğini projektör gözlüğün içinde göreceği kutucuk (derin nefes noktası) ve nefes hareketini simule eden nefes çubuğunu görebilmektedir (Şekil 11). BT çekimine başlanmadan önce hastaya gerekli pozisyonlama yapılır. Hastaya nefes tutması söylenir. Sistemden anlık olarak takip edilmekte olan nefes derinliği istenilen solunum faz aralığına (hasta için kutucuğun içerisine) geldiğinde çekim yapılır ve kaydedilir. Tedavi günü hastaya, set-up protokolü dosyasındaki değerlere göre pozisyonlandırma yapılır ve cihaz kontrol odasındaki bilgisayar üzerinden hastanın nefes takibi anlık olarak yapılır. Bu noktadan sonra sistem otomatik olarak hastanın nefes tutması ve normal nefes almasına göre tedavi boyunca ışınlamayı durdur/devam et şeklinde yapmaktadır.

Hastanın ne kadar nefes tutması gerektiğini kendi görebilmesi, tedavi süresini oldukça kısaltmakta ve

hastaları kendi tedavilerine eşlik etmeleri sayesinde motive etmektedir.



Şekil 11: Solunum faz aralığı, derin nefes tutma noktası (Yeşil Kutu)

Genel olarak dört temel yolla solunum hareketi dikkate alınarak tedaviler uygulanır. Birincisi solunumun tüm fazlarında dört boyutlu bilgisayarlı tomografi (4D-BT) ile tümördeki hareketi tespit edip ITV (Internal Target Volume)'nin belirlenmesi, ikincisi solunum takip sistemleri ile hastanın soluk alıp vermesini dikkate alarak solunumun belirlenen faz aralığında tedavi uygulanmasıdır. Üçüncüsü dinamik olarak tümör takibi yapılması ve son olarak da belirlenen bir faz aralığında hastanın nefes tutması ile tedavi uygulanmasıdır. SGRT ile solunum kontrollü BT görüntülerinin elde edilmesinin de büyük avantajları vardır. Solunumun fazlarında hastanın cildinde olan değişiklikleri detekte ederek solunum kontrollü tedavilerde etkin kullanımının yolunu açmıştır. Hastanın cildi ile hedef hacim arasında korelasyon kurularak hastanın belirlenen faz aralığında tedavisi uygulanabilmektedir. Burada sadece yüzey takibi ile tedavinin uygulanmasında bazı riskler olabilmektedir. Bu nedenle her hasta için optik yüzey takip sistemi ile hastanın cildi ve tüm vücudunun takibi sağlanmalı,

ayrıca ikinci bir görüntüleme yöntemi ile hedef lokalizasyonunun doğruluğu sağlanması gerekmektedir.

Sonuç olarak yüzey takip sistemleri klinikte üç amaca yönelik olarak kullanılmaktadır: Birincisi hasta pozisyonlama, ikincisi tedavi esnasında gerçek zamanlı hasta takibi, son olarak solunum kontrollü tedavilerdir. SGRT sayesinde hastayı pozisyonlandırmak için vücudun belirli noktalarına tatuaj yapılmasına gerek kalmadan tedavinin uygulanması sağlanmaktadır. Ayrıca MV/KV port veya CBCT ile hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarını azaltmak için bu sistem kullanılabilir. Bazı tedavi bölgelerinde hastanın cildi ile hedef hacim arasında korelasyonda minimal belirsizlikler olmasına rağmen, hastanın doğru set-up'ı için büyük katkı sağlamaktadır. Tedavi esnasında intra-fraksiyon takip ile gerçek zamanlı hareket takibi yapılabilir. Nefes tutma teknikleri içerisinde optik yüzey takip sistemleri her fraksiyonda hızlı, güvenilir bir tedavi sağlamaktadır. Spirometri sistemleri gibi hastayı rahatsız edici ve solunumun abdomen veya toraks bölgesinden alınmasından kaynaklı olabilecek belirsizlikler daha az olacak şekilde tedaviyi uygulama imkânı sağlamaktadır. Ayrıca nefes tutma tekniği ile akciğer SBRT'de, hareket kısıtlandığı için tümör ve etrafındaki sağlıklı dokunun Hounsfield Unit ve elektron yoğunlukları daha doğru belirlenmektedir. Ayrıca hareketten bağımsız olarak gerçek hedef volümü daha doğru ve küçük olduğu için sağlıklı dokuların korunması daha da artmaktadır. Tümörün sınırları daha keskin ve akciğer dokusunun da yoğunluğu daha doğru belirlenebilmektedir.

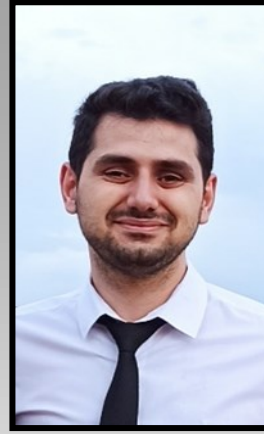
Kliniğimizde 2014 yılından beri kullanmakta olduğumuz SGRT sistemi; BT odasında Sentinel, tedavi

odalarında ise birinde Sentinel diğerinde Catalyst olacak şekilde kurulmuştur. Ağırlıklı olarak, sol meme, SBRT tedavilerinde solunum kontrolü; pediatrik tedavilerinde ise intra-fraksiyon takip özelliklerini kullanmaktayız. TBI, CSI ve set-up'ında sorun yaşadığımız tüm hastalarda, hasta konumlandırmak için de çok sık kullanmaktayız. İyonize radyasyon içermemesi, hassasiyetinin yüksek olması ve kullanıcı için kullanımının kolaylığı sayesinde kliniğimizde rutin olarak kullanılmaktadır.

Kaynaklar

1. Lei X. et al. Overview of image guided radiation therapy. Medical Dosimetry, Vol. 31, No. 2, pp. 91-112, 2006
2. Dirk V. et al. A (short) history of image-guided radiotherapy. Radiotherapy and Oncology Volume 86, Issue 1, January 2008, Pages 4-13
3. C-RAD Technical Notes – <https://c-rad.se/about-us-2/>
4. C-RAD Kullanım Kılavuzu – Catalyst user guide
5. C-RAD Kullanım Kılavuzu – Catalyst system manuel
6. Stanley DN, McConnell KA, Kirby N, Gutiérrez AN, Papanikolaou N, Rasmussen K. Comparison of initial patient setup accuracy between surface imaging and three point localization: A retrospective analysis. J Appl Clin Med Phys. 2017 Nov;18(6):58-61. doi: 10.1002/acm2.12183. Epub 2017 Sep 13. PMID: 28901684; PMCID: PMC5689923.
7. C-RAD Kullanım Kılavuzu – Sentinel user guide

8. C-RAD Kullanım Kılavuzu – Sentinel system manuel
9. Sandra H. A comparison of surface based and laser based setup for rectal cancer patients in radiotherapy. MSc Thesis Lund University 2017
10. Walter F, Freislederer P, Belka C, Heinz C, Söhn M, Roeder F. Evaluation of daily patient positioning for radiotherapy with a commercial 3D surface-imaging system (Catalyst™). Radiat Oncol. 2016 Nov 24;11(1):154. doi: 10.1186/s13014-016-0728-1. PMID: 27881158; PMCID: PMC5122202.
11. Bekke SL, Mahmood F, Helt-Hansen J, Claus FB. Optical surface scanning for respiratory motion monitoring in radiotherapy: a feasibility study. Medical Imaging 2014:SPIE Vol. 9036, 90360I © 2014 SPIE · CCC code: 1605-7422/14/\$18 · doi: 10.1117/12.2042850
12. Wikström K, Nilsson K, Isacson U, Ahnesjö A. A comparison of patient position displacements from body surface laser scanning and cone beam CT bone registrations for radiotherapy of pelvic targets. Acta Oncol. 2014 Feb;53(2):268-77. doi: 10.3109/0284186X.2013.802836. Epub 2013 Jun 20. PMID: 23786175.
13. Bert C, Metheany KG, Doppke KP, Taghian AG, Powell SN, Chen GT. Clinical experience with a 3D surface patient setup system for alignment of partial-breast irradiation patients. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2006 Mar 15;64(4):1265-74. doi: 10.1016/j.ijrobp.2005.11.008. PMID: 16504764.



Med. Fiz. Uzm. Dursun Eşitmez

1992 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğretim ve orta öğretimi İstanbul, Lise Eğitimi Giresun'da tamamladı. 2016 yılında İstanbul Üniversitesi Fizik bölümünden mezun oldu.

İntraopeatif cihazı olan INTRABEAM cihazını Monte Carlo Simülasyon Kodu olan MCNP ile modelleyerek dozimetrik karakteristiği araştırılması üzerine yaptığı tez çalışmasıyla 2018 yılında İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Fiziği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2016-2017 yılında Medipol Mega Üniversite Hastanesinde, 2017-2018 yılında MNT Sağlık Hizmetleri A.Ş. staj yaptı. 2018-2019 Kocaeli VM Medical Park hastanesinde sorumlu Medikal Fizik Uzmanı çalıştı. 2019 Mayıs ayından itibaren Yeni Yüzyıl Üniversitesi Özel GOP Hastanesinde Medikal Fizik Uzmanı olarak çalışmakta ve İstanbul Üniversitesi'nde Nükleer Fizik üzerine doktora yapmaktadır.

RADYOTERAPİDE FİZİK PLAN VE FRAKSİYONASYON ŞEMASI (CHART)

DEĞERLENDİRME İÇİN STRATEJİLER: AAPM TG 275 RAPORU

(5-8.BÖLÜM)

AAPM TG 275 raporunun ilk dört bölümünü bildiğiniz gibi 33.sayımızda yayımlamıştık. Bu sayıda 5.bölümden başlayarak kalan bölümlerin tümünü sizlere sunmuş oluyoruz. Yazıya ait şekil, tablo ve referansları raporun orijinalinde bulabilirsiniz. Sizlere faydalı olması en büyük temennimiz...

Arş. Gör. Dr. Canan Köksal Akbaş

5. PLAN/CHART DEĞERLENDİRME İÇİN ÖNERİLER

Bu bölüm, plan/chart değerlendirmedeki en iyi uygulamalar için TG'nin önerilerini sunar. Öneriler tablolar ve kontrol listeleri ile desteklenmektedir. Bu önerilerin kural kabul edilmesi amaçlanmamıştır, ancak bireysel uygulamalara uyarlanmalıdır. TG'nin üyeleri ve bu çalışmaya katkıda bulunanlar, medikal fizik topluluğunun tedavi sistemleri üzerine deneyime sahip bir kısmını temsil eder. Bununla birlikte, simülasyon süreçlerinin, tedavi planlama sistemlerinin, EMR'lerin ve tedavi sistemlerinin çok sayıda kombinasyonu ile, bu raporun kapsamı dışında, olası tüm senaryoları ele almak ve tüm hataları belirleyecek öneriler sunmak mümkündür. Ayrıca, bu öneriler ankete katılan belirli klinikler için risk senaryolarına dayanmaktadır ve bu nedenle önerilerin tümü bütün klinikler için geçerli değildir. TG, kliniklerdeki uygulamalarda bu raporda yer alan önerilerin incelemesini ve plan/chart değerlendirme sürecinde belirli temel risk değerlendirme ayarlamalarının yapılmasını önerir. Ayrıca, gerekli kontrollerin

yapıldığından emin olmak için kurum içindeki olaylar gözden geçirilmelidir. Yeni teknolojiler veya klinik süreçlerdeki güncellemeler/değişiklikler, plan/chart değerlendirme prosedürlerinin değiştirilmesini gerektirebilir. Fizik plan/chart incelemesi için prosedürleri formüle ederken saha güvenliği bildirimlerini, satıcılardan ve diğer kuruluşlardan gelen bültenleri dikkate almak oldukça önemlidir. Tüm bu araçları kullanarak, her klinik, fizik plan/chart değerlendirme ve diğer destek araçları (örneğin, kontrol listeleri) için politikalar ve prosedürler geliştirecektir.

TG, bir medikal fizikçinin uygulama veya uzmanlık alanı dışında olan ve/veya plan veya chart değerlendirme sırasında tanımlanması çok zor veya imkânsız olan bazı yüksek riskli hata modlarını tanımlamıştır. Örneğin, tedavi kararlarının meslektaş değerlendirmesi medikal fiziğin kapsamı dışındadır. Bununla birlikte, bu tür hata modları hala bu raporda yer almakta ve sunulmaktadır, çünkü TG bunların daha geniş bir departman düzeyinde dikkate alınmaya değer olduğuna inanmaktadır. TG, hastaya ulaşan hataların olasılığını azaltmak için ilk tedaviden önce kontrollerin tamamlanmasını teşvik eder. Plan/chart değerlendirmelerini gerçekleştirmek için profesyonel sorumlulukların belirlenmesi bu TG'nin sorumluluğunun ötesindedir, ancak bu TG tarafından yapılan anket mevcut uygulamaya bir pencere açmaktadır.

Değerlendirmeden kimin sorumlu olduğu sorusuna, katılımcıların %92'si ilk plan/chart değerlendirme ve haftalık kontroller için medikal fizikçi yanıtını verdi. Bununla birlikte, ek personelin de uygulamaların % 20'sinden fazlasından sorumlu olduğu belirtildi. Bunlar arasında sertifikalandırılmamış fizikçiler veya dozimetristler bulunmaktadır. Katılımcıların %19'u, ilk plan/chart değerlendirmesinin, kalifiye bir medikal fizikçi tarafından ikinci bir kontrol yapılmadan, sertifikasız bir fizikçi ile yapıldığını; katılımcıların % 1,5'i, yine ikinci bir kontrol yapılmadan dozimetrist ile yapıldığını belirtti. Katılımcıların %24'ü, haftalık kontrollerin, nitelikli bir medikal fizikçi tarafından ikinci bir kontrol yapılmadan, sertifikasız bir fizikçi ile yapıldığını; katılımcıların %11'i, yine ikinci bir kontrol yapılmadan dozimetrist ile yapıldığını belirtti.

AAPM MPPG 11.a raporu, plan/chart değerlendirme için profesyonel sorumlulukları dikkate almaktadır ve bir kalifiye medikal fizikçi tarafından yapılacak ilk değerlendirme ve tedavi sonu kontrollerinin gerekliliğini belirtir. Rapora göre haftalık değerlendirmeler bir nitelikli medikal fizikçi veya atanan personel tarafından yapılmalıdır. Ayrıca, haftalık kontrollerin bir nitelikli medikal fizikçi tarafından yapılması şartı, ACR ve APEX uygulama akreditasyon programlarından gelen mevcut standartlardan daha sıkı bir gerekliliktir. (<https://www.acraccreditation.org/How-To/RO-FAQ-Physicist>, <https://www.astro.org/Daily-Practice/Accreditation/APEX-Process-Overview/APEX-Standards>)

TG-275'ten elde edilen anket verileri, mevcut uygulamalarda önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu göz önüne alındığında, TG,

değerlendirmelerin kalifiye bir medikal fizikçiden başka biri tarafından yapılması durumunda, çalışmanın kalifiye bir medikal fizikçi tarafından denetlenmesini önerir (AAPM Politikası PP-17 ve PP-18B). Uygun denetim düzeyi "Genel Denetim" dir, yani kalifiye medikal fizikçi eğitim veriyorsa, prosedür sırasında bulunmaları gerekli değildir, ancak "telefonla erişilebilir" olmalıdır (AAPM Policy PP-18B).

Plan/chart değerlendirme süreci genellikle iş akışının ayrı bir noktasında gerçekleştirilen tek bir kontrol olarak düşünülür. İlk değerlendirme genellikle tedavi planlamanın sonundadır. Bu değerlendirmenin bir kısmını iş akışında daha önce gerçekleştirmek mümkün olabilir. Bunun bir örneği, simülasyon sırasında immobilizasyonun belirli bir tedavi türü için uygun olup olmadığının dikkate alınması olabilir. İş akışında erken değerlendirmenin birçok avantajları vardır; (a) olası sorunlar daha kolay tespit edilebilir, (b) değişiklikler daha kolay yapılabilir, (c) boşa harcanan çaba ve yeniden çalışma önlenir (ki zaman ve maliyet tasarrufu anlamına gelir), ve (d) erken değerlendirme, iş akışının sonunda çok uzun bir kontrol listesi yerine birkaç kısa, daha odaklanmış kontrol listesi hazırlamamıza yardımcı olabilir. Bununla ilgili olarak, Atwood ve arkadaşlarının (42) medikal fizikçileri iş akışının daha fazla bölümüne doğrudan dahil etme çabaları bulunmaktadır. Bu, mesleğin gelişimine rehberlik etmek için AAPM içindeki daha büyük bir "Medikal Fizik 3.0" çabasının bir parçasıdır (<https://www.aapm.org/MedPhys30/>).

Fizikçiler iş akışının diğer bölümlerine de doğrudan dahil olduklarından, iletişim bir öncelik haline gelir. Değerlendirmenin hangi yönünü kimin ne zaman yaptığını açıklığa kavuşturmak önemlidir. İş akışını ve

iletişim kanallarını, değerlendirmenin gerçekleştirilebilmesi için yapılandırmak önemlidir. Oluşturulacak sistem ayrıca, değerlendirme görevlerinin tamamlandığından emin olmak için bir durdurma/zorlama işlevi (hard-stop/forcing function) de içermelidir. Durdurma veya zorlama işlevi "sorun düzeltilene kadar davranışın devam etmesini engelleyen şey" olarak tanımlanır (www.npsf.org). Örnek olarak, tanımlanan dozun doktor tarafından onaylanana kadar ışın tedavisini engelleyen bilgisayar yazılımı verilebilir. Durdurma veya zorlama işlevleri olmayan önlem örnekleri, tedaviden önce bir kontrol gerçekleştirme veya bir kontrol listesinin veya zaman aşımının kullanılmasıyla ilgili bir politikadır. Bunların hepsi güvenliği sağlamaya yardımcı olsa da ihlal edilebilirler ve bu nedenle bir zorlama işlevi oluşturmazlar.

5.A. Foton/Elektron EBRT ilk plan/chart değerlendirme

Tablo S1.A. ii, foton/elektron EBRT ilk plan/chart değerlendirme için kontrollerin bir listesini sağlar; yüksek risk öncelikli ve kullanılan kontroller (++) ve iyileştirme için hedeflenebilecek kontroller, yani yüksek risk öncelikli ancak şu anda kullanılmayan (+). Bir örnek olarak, tedavi planındaki organların tanımlamasının değerlendirilmesi verilebilir (bkz. Tablo S1.A. ii "TP-Q1a-2"). Bu bir öncelikli kontroldür; üç yüksek RPN hata moduna (Hata modu 1, 7 and 18, Tablo S1.A.i) ele alır ve ankete göre katılımcıların % 69'u tarafından gerçekleştirilmiştir. Başka bir örnek, optimizasyon sırasında kullanılan yapıların değerlendirilmesidir (Tablo S1.A. ii "TP-Q1a-5"). Bu, yüksek RPN hata modu ile ilgilidir, ancak ankete katılanların sadece %39'u bu kontrolü

gerçekleştirdiğini bildirmiştir.

Tüm bu verilerin sentezi sonucu, Tablo S1.A.iii yüksek RPN hata modlarına dayanan foton/elektron EBRT ilk plan/chart değerlendirme için örnek bir kontrol listesi sunar. Yüksek frekanslı kullanımlar için kontroller (>% 50) yıldız işareti ile gösterilmiştir. Bu ve diğer kontrol listelerinin sadece örnek olarak verildiği unutulmamalıdır. Bu veriler, herhangi bir klinikte kontrol edilmesi gereken tüm öğelerin kesin listeleri olarak tasarlanmamıştır. TG, örnek vakaların plan/chart değerlendirmelerini gerçekleştirerek bu kontrol listesini test etmiştir ve mevcut uygulama ile kullanılabilir ve tutarlı olduğunu bulmuştur. Tablo S1.A.iii içerisinde yer alan kontrol listesindeki öğeler genellikle OIS'de erişildikleri sırada değil, iş akışında ortaya çıktıkları sırada sunulur. Kontrol listesi öğelerini OIS tarafından erişilen sıraya göre düzenlemek bazı klinik uygulamalar için yararlı olabilir. AAPM Medical Physics Practice Guideline (MPPG)-4 tarafından açıklanan güvenlik kontrol listesi uygulamalarını takiben, önerilen kontrol listesinin ihtiyaçları ve iş akışını karşılayacağından emin olmak için her kullanıcının kendi uygulama ve doğrulama sürecinden geçmesi gerekir (43).

Yazılım sistemleri arasında veri aktarımının kontrol edilmesi dikkat çekicidir. Eksternal ışın için radyasyon onkolojisi fiziğinin performansına yönelik ACR-AAPM teknik standartları, doğrula ve kaydet sistemleri kullanılıyorsa, fizik chart kontrol protokolü, burada kaydedilen tüm tedaviyle ilgili verilerin değerlendirilmesini içermelidir. Bu incelemenin dokümantasyonu, hastanın tedavi kaydının bir parçası olmalıdır (15). "Veri incelemesinin" nasıl yapılması gerektiği ayrıntılı olarak belirtilmemiştir. Tedavi

planlaması ve OIS için ayrı yazılım sistemlerinin kullanıldığı durumlarda, sistemler arasında veri aktarımının ayrıntılı bir incelemesi uygundur. Veri bütünlüğü ve aktarımı konuları AAPM TG-201'de ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

Plan/chart değerlendirmesi ne zaman gerçekleştirileceği açısından dikkate alınması gereken başka bir konu, plan değişiklikleri durumudur. Yeniden hesaplama veya yeniden optimizasyon gibi eylemler tam bir plan/chart değerlendirmesi gerektirmelidir. (Örneğin, Tablo S1.A.iii kontrol listesi ögesi "Yeni plan oluşturulması durumunda tam kontrol"). Plana ışın alanı eklemek gibi diğer eylemler yalnızca kısa bir plan/chart değerlendirmeyi gerektirebilir. Her kurum, iş akışlarının, yazılımlarının ve donanımlarının bir işlevi olarak uygun sınıflandırmayı belirlemelidir.

5.A.1 Foton/elektron EBRT ilk plan/chart değerlendirme için uygulama önerileri

Foton/elektron EBRT plan/chart değerlendirme uygulaması hakkında tavsiyelerinden ve anketlerden yararlanarak bazı gözlemler ve önerilerde bulunmak mümkündür.

İlk plan/chart değerlendirme yapıldığında: Anket sonuçları, katılımcıların %89,6'sının ilk plan kontrolünü ilk fraksiyondan önce, %9,5'inin ilk fraksiyondan sonraki 3 gün içinde ve %0,9'unun ilk fraksiyondan sonraki 5 gün içinde tamamladığını göstermektedir. TG, hastaya ulaşan hata olasılığını azaltacağı için ilk tedaviden önce kontrolün tamamlanmasını tavsiye etmektedir. Örneğin, ilk fraksiyondan önce yeniden planlamanın değerlendirilmesi, 2005 yılında New York'ta tedavi amaçlı orofarengeal kanser için IMRT

alan 41 yaşındaki bir hastanın kaza sonucu ölümcül aşırı dozunu engellemiştir (44).

Bununla birlikte, bazı durumlarda kontrollerin mümkün olmasını engelleyebilecek personel seviyesinde yetersizlikler vardır. İlk fraksiyondan önce her planı kontrol etmek mümkün değilse, ilk fraksiyondan önce ilk kontrol gerektiren yüksek riskli vakaların bir alt kümesini tanımlamak akıllıca olacaktır. Örnekler, implanta sahip, bitişik alanlar ile önceden tedavi edilmiş, fraksiyon başına yüksek doz alan hastaları ve diğer alışılmadık derecede karmaşık vakaları içerebilir. Ayrıca, tedavi planlama süreci boyunca, yani bir plan/chart değerlendirmenin gerçekleştirilmesinden önce, değerlendirme süreçlerini iyileştirme olanakları vardır; bu, hekimin planı değerlendirip onaylamasından önce bir "fizik ön onay aşamasıdır". Bu raporun önemli bir önerisi (Bölüm 7) de ön onay konusu hakkındadır: "Uygulamalar, fizik değerlendirmelerini mümkün olduğu kadar erken iş akışına dahil etmeye çalışmalı ve yalnızca tedavi planlamasının sonundaki değerlendirmeye dayanmamalıdır". Kontrollerin fazlalığının da önemli olduğu unutulmamalıdır. Yüksek riskli veya yüksek önem dereceli hata modları için, işlemin farklı noktalarında birden çok denetim avantaj sağlayabilir.

İlk plan/chart değerlendirmeyi kim gerçekleştirir? Ankete katılanların %91,5'i, bir kalifiye medikal fizikçinin ilk plan kontrolünü tamamladığını bildirmektedir. TG'nin tavsiyesi, değerlendirmenin en azından kalifiye bir medikal fizikçi tarafından denetlenmesi gerektiği yönündedir (AAPM Policy PP-17).

İlk plan/chart değerlendirme için iş yükü ve zaman:

Anket, katılanların çoğunluğunun (%74,1) bir günde ortalama 1-5 planını kontrol ettiğini, %17,7'sinin 6-10 planı kontrol ettiğini ve %8,2'sinin bir günde 11'den fazla plan kontrol ettiğini ortaya koydu. Benzer veriler, EBRT haftalık ve tedavi sonu kontrol anketinden de elde edildi. Ankete katılanların yaklaşık üçte biri (% 33,5) ilk plan kontrolünü bir günden az sürede ve yaklaşık üçte ikisi (%63,8) kontrolü bir ile 3 gün gibi bir sürede tamamlamaktadır.

Hangi iş yükünün fazla veya tehlikeli olduğu konusunda rehberlik sağlamak raporun kapsamı dışındadır ve genelleme yapmak oldukça zordur. İlk plan kontrolleri, radyasyon onkolojisi kalite yönetim programının kritik bir bileşenidir ve bölüm iş akışına açıkça dahil edilmelidir. Bu önemli sürece yeterli zaman ve kaynak ayrılmalıdır. Plan doğrulama sürecinden plan kalitesini düzeltmek veya iyileştirmek için planlama sürecine geri bildirim sağlamak gerekmektedir, bu süreç için gerekli zaman da iş akışına dahil edilmelidir. Ek olarak, ilk fizik plan kontrolünden sonraki süre, zaman kısıtlamalarından kaynaklanan hataları önlemek için plan kontrolleri gibi alt süreç adımlarını içermelidir. Bu hedeflere ulaşmak için iş akışı ve iş gücü gözlenmeli, tek bir personelin kısıtlı sürede çok fazla plan değerlendirmesi engellenmelidir. Hastayı mevcut tedavi sürecine yetiştirmek amacıyla plan değerlendirmesinin hızlı yapılması gereklidir. Buna ek olarak, planları değerlendiren kişinin, en az dikkat dağıtıcı unsurun olduğu bir ortama ("steril kokpit"), işi gerçekleştirmek için yeterli enerjiye ve odaklanmaya ve prosedürü takip etmek için yeterli eğitime ihtiyacı vardır.

İlk plan/chart değerlendirme için politikalar ve prosedürler: Ankete katılanların %72,5'i ilk plan

kontrollerini açıklayan resmi ve yazılı bir prosedüre sahiptir, %64,2'si ilk plan kontrolünü tamamlamak için kontrol listelerini kullanır ve %52,1'i ilk plan kontrolü için en azından bir çeşit otomasyon kullandığını bildirmiştir. Standardizasyon, hata önlemenin önemli bir bileşenidir (45,46).

Standardizasyon için, kurumların kalite yönetimi programlarına "ilk plan kontrol süreci" dahil etmeli ve tüm medikal fizikçiler tarafından bu süreç takip edilmelidir. Kontrol listeleri bu süreç için yararlı araçlar olabilmektedir (43). Örnek kontrol listeleri rapordaki tablolarda gösterilmiştir. Herhangi bir örnek kontrol listesini kurumsal süreçlere ve iş akışlarına uyarlar dikkatli olunmalıdır. Birçok OIS, haftalık chart kontrol sürecini kolaylaştırmak için belirli bir otomasyon seviyesine sahip olsa da TG ilk plan denetimi için herhangi bir açık hata kontrol aracından haberdar değildir. İlk plan kontrol sürecine yardımcı olmak için birkaç çözüm geliştirilmiştir ve Bölüm 2.D'de tartışılmıştır (Otomasyon Bölümü). Otomasyon süreçleri, standartlaştırılmış süreçlerdir ve kontrolün dahil edilen bileşenlerinin her plan için tamamlanmasını sağlar. Otomasyon ile planlanan hedef hacim (PTV) ve risk altındaki organ (OAR) hacimlerinin kontrolü daha verimli ve etkili yapılabilmektedir. Ayrıca fizikçiler, otomasyon ile plan kontrolüne daha fazla zaman ayırabilecek, planları farklı açılardan da değerlendirebileceklerdir.

Gerekli onaylar: Ankete katılanların %86,2'si ilk tedaviden önce fizikçinin tedavi planını ve/veya alanlarını onaylaması gerektiğini bildirdi. Onay gereksinimi tedavinin fizikçi kontrolünden geçmeden uygulanmasını önlemek için önemlidir. Ek olarak, onay işlemi tedavi plan ve alanlarının kalıcı olarak

saklanması sağlar. Tedavideki değişiklikler yeniden onaylamayı gerektirir ve yapılan değişiklikler plan geçmişine kaydedilir.

Ankete katılanların %58,2'si, uygun plan kontrolleri ve onayları olmaması durumunda tedaviyi engelleyen bir dizi zorlama fonksiyonuna sahip olduklarını, % 35,8'inin prosedürlere bağlı kaldığını ve kontrollerin tamamlandığını, %1,2'sinin önleyici tedbirlere sahip olmadığını bildirmiştir. Mevcut olduğunda, zorlama fonksiyonları en uygun çözümdür. "Zorlama fonksiyonları ve kısıtlamaları", TG-100 tarafından en etkili kalite yönetim aracı olarak listelenmiştir (7). ASTRO 2012 raporu zorlama fonksiyonlarının sisteme dahil edilmesi gerektiğini bildirmektedir (46). Politikalar ve prosedürler bazen zayıf kontrol önlemleri olarak düşünülür, fakat etkin araçlar ile destekliğinde oldukça verimlidirler (7,47).

İlk plan/chart değerlendirme ve olay öğrenimi: Ankete katılanların %51'i, ilk plan kontrolleri sırasında küçük hatalar ve sapmalar bulduklarını bildirdi. Olay öğrenme sistemlerinin değerli bir bilgi kaynağı olduğu kanıtlanmıştır ve süreç iyileştirme için kullanılmalıdır (48). İlk plan kontrolü sırasında olayların izlenmesi hem planlama sürecinin hem de plan kontrol sürecinin iyileştirilmesini kolaylaştırmak için şiddetle tavsiye edilir.

5.B. Foton/elektron EBRT haftalık ve tedavi sonu chart değerlendirmeye genel bakış

Fizik haftalık incelemeleri ilk plan/chart değerlendirmeden daha az kapsamlıdır ve ilk plan/chart değerlendirme sırasında en göze çarpan hata modlarının ele alındığı varsayılmaktadır. Tek bir hasta için haftalık chart değerlendirmede, ilk plan/chart değerlendirmedeki kadar bir zaman planlamak pratik

değildir. Tanım olarak, haftalık bir chart değerlendirme, şu anda tedavi altındaki tüm hastaların gözden geçirilmesini içerir. Yeni veya değiştirilmiş planlar, ilk plan/chart değerlendirmeden daha titiz bir şekilde fizik değerlendirmeden geçmelidir.

Modern bir OIS, MU değerleri, gantri ve kolimatör açıları, masa değerleri ve diğer kullanılan ekipmanlar gibi tedavi bileşenlerinin verilerini elektronik olarak kaydeder; bu kayıtlar haftalık kontrollerde kullanılabilir. Modern OIS'ler ile yazım hataları, eksik ya da yanlış bilgi/veri eklemelerinin önüne geçilebilir.

Haftalık fizik değerlendirmede tespit edilebilecek hata modları dört kategoriye ayrılır;

1. İlk plan/chart değerlendirmesi sırasında yakalanamayan hata modları. Bazı kurumlar, bu hata modlarından etkilenen tedavi sayısını sınırlandırarak ilk haftalık değerlendirmede daha sıkı bir fizik incelemesine ihtiyaç duyarlar. Hesaplama hataları, hatalı enerji seçimi gibi örnekler mevcuttur. Bu başarısızlık modu, daha titiz ilk plan / chart değerlendirmede gözden kaçırılırsa, onu daha az titiz bir haftalık chart incelemesinde yakalamak zor olurdu (daha yüksek saptanabilirlik skoru D).
2. Tedavinin erken aşamalarında istenen fakat belgelenmeyen bilgiler (örn. İn vivo dozimetri ölçümleri, özel görüntüleme, anatomik ölçümlerin doğrulanması vb.).
3. Yetersiz şekilde belgelenmiş veya yanlış uygulanmış bir reçete değişikliği.
4. Tedavide bulunmayan biri tarafından takip edilebilecek şekilde yanlış uygulanan tedaviler;

örneğin bolusun yanlış yerleştirilmesi veya yerleştirilmemesi. Departman politikası, terapistin dokümantasyon olarak onay vermesini veya bolus yerleşimini kaydetmek için barkod tarama gibi teknolojinin kullanılmasını gerektirmesi durumunda, hata bir fizik chart değerlendirmesi ile tespit edilebilir.

TG bazı yüksek öncelikli hata modlarını belirlemeden önce hem haftalık hem de ilk plan/chart değerlendirmeyi içeren hata modları vardı. Bu öncelikli hata modları ikincil denetimi sağlayan ilk hafta kontrollerinin değerlendirilmesine katkı sağlamıştır. Bunlar Tablo S1.B. i’de “sadece ilk haftalık” olarak belirtilmişlerdir.

TG, haftalık fizik veya EOT chart değerlendirme dahil olmak üzere tedavi başladıktan sonra tedavi iş akışına dahil olan biri tarafından tespit edilebilecek 55 yüksek riskli hata modu/neden kombinasyonunun bir listesini derledi. Bu kombinasyonlar ankette bildirilen kontrollerle tutarlıdır. Belirtilen *D* ve *O* değerleri, haftalık fizik veya EOT chart değerlendirmede meydana gelme ve tespit için özeldir. Bu puanlama yönteminin, ilk plan/chart değerlendirme için kullanılandan farklı olduğuna, yani kontrolün kendisini değil, yalnızca kontrol noktasına kadar tespit edilebilirliğinin hesaba katıldığına dikkat edilmelidir. Bu, haftalık kontrolün farklı tespit edilebilirliğini ilk plan/chart değerlendirmenin ötesinde yansıtmak için yapılmıştır. Haftalık değerlendirmeden önce gerçekleşen ilk plan/chart değerlendirmede birçok hata modu tanımlanmalıdır. Puanlamaya kontrolün kendisinin tespit edilebilirliğini dahil ederek, tercihen tespit edilmesi daha zor olan ve ilk değerlendirmede gözden kaçabilecek hata modları sıralanır.

Yüksek riskli hata modlarından 20 tanesi modern bir OIS sistemi ile haftalık fizik kontrollerde tespit edilebilir (Tablo S1.B.i). Fizik EOT chart değerlendirme, Tablo S1.C.i’de listelenen yüksek riskli haat modu/ neden kombinasyonlarından dördünü tespit edebilir.

TG, klinik olarak önemli olan ancak bir fizik haftalık chart değerlendirmede tanımlanması çok olası olmayan 31 hata modu/neden kombinasyonu belirledi. Bunlardan bazıları, doktorlar, terapistler veya diğer personel tarafından yapılan tedavi incelemelerinde tespit edilebilir (Tablo S1.B.i bölüm 2). Örnek olarak hastanın simüle edilmiş tedavi pozisyonun korunamadığı durumlar verilebilir. Bu durum, terapistler tarafından tespit edilmeli, belgelenmeli ve terapist ile hekim arasındaki doğrudan iletişimle düzeltilmelidir.

Medikal fizikçinin yetki alanının dışında kalan hata modlarını tespit etmenin başka yolları da vardır (Tablo S1.A. ii OP). Doktorlar ve terapistler plan ve chart QA’lerin uygulanmasında büyük sorumluluk taşırlar. Meslektaş değerlendirmeleri, tanımlanan dozların, konturlanan hedef ve sağlıklı dokuların tedavi öncesi incelenmesi bakımından önemlidir (49,50). Hekimler, ilk fraksiyonda doğru görünen fakat sonrasında sorun yaratabilecek görüntülemelerden sorumludurlar (tümörde meydana gelen değişiklikler, hasta kilo kaybı, solunum hareketleri). Hekimin bu konulardaki özel sorumlulukları ve görevleri, görüntü kılavuzluğunda radyasyon tedavisi için ACR-ASTRO uygulama rehberinde özetlenmiştir (51). Terapistler, ilk fizik kontrolünü takiben yanlış veya belirsiz durumların tespitinde son sıradadır. Ek olarak, belgelenmemiş tedavi değişiklikleri ve potansiyel hasta setup farklılıklarının tespitinde rol oynarlar.

5.B.1. Haftalık foton/elektron EBRT için uygulama önerileri ve tedavi sonu (EOT) değerlendirme

Foton/elektron EBRT tedavilerinin haftalık ve tedavi sonu (EOT) değerlendirmeleri için mevcut öneri kaynakları vardır. AAPM TG-40, chart değerlendirmelerinin yeni veya değiştirilmiş bir tedavi planının başlangıcını takip eden üçüncü fraksiyondan önce, en az haftada bir ve tedavi sonunda (EOT) yapılmasını tavsiye etmektedir. TG-40 gözden geçirilmesi gereken konuları ana hatlarıyla belirtmiş, ancak sorumlu personeli belirtmemiştir. ACR-AAPM, "eksternal ışın için radyasyon onkolojisi fiziğinin teknik standartları", bir medikal fizikçinin en az haftada bir chart değerlendirme yapmasını ve bu değerlendirmenin hastanın tedavi kaydında belgelenmesini önerir. The Joint Commission'un ACR ile tamamlayıcı bir anlaşması vardır ve tavsiyelere uyulmasını destekler. Chart değerlendirmelerin dokümantasyonu gereklidir ve faturalama kodları bu faaliyetlerle ilişkilendirilir.

EOT chart değerlendirmeye nelerin dahil edilmesi gerektiğine dair mevcut öneriler belirsizdir. AAPM TG-40, bazı unsurların gözden geçirilmesini önerir: reçete edilen doz, departman politikasına ve tedavi özetine göre uygun şekilde belgelenen chartlar. ACR-AAPM, kalifiye medikal fizikçinin tüm chartları tedavi bitiminden sonraki bir hafta içinde "ilk ve/veya revize edilmiş dozun uygulandığını doğrulamak" için değerlendirmesini ve bu değerlendirmenin hastanın tedavi kaydında belgelenmesini önerir (15). TG, yüksek-RPN hata modlarına ve anketteki kullanım sıklığına göre değerlendirilmesi gereken öğeler için öneriler geliştirmiştir. Tablo S1.B.iii, haftalık fizik chart incelemesi için örnek bir kontrol listesi sunmaktadır.

Tedavi sonunda tespit edilebilen hata modlarının çoğu, yüksek S hata modlarının aksine dokümantasyonu içerir. Zaman zaman, tüm tedavi süresinde tespit edilemeyen bir hata modu, tedavi sonunda tespit edilebilir ve bu da ilk veya sürekli değerlendirme süreçlerindeki potansiyel boşlukların gözden geçirilmesini sağlar. Tedavi bitiminden sonraki bir hafta içinde bir fizik EOT incelemesinin yapılması önerilir; tedavi sonu incelemesinde orta veya yüksek şiddette hata bulunursa, olası zararı hafifletebilecek tıbbi önlemler için zaman kazanılmış olur. RO-ILS'ye bildirilen bir örnekte, iki bölgenin tedavi edilmesinin amaçlandığı bir vaka bulunmaktaydı. Bu bölgelerden biri tedavi görmüştür fakat diğer bölgeye doz tanımlanmamış ve planlama yapılmamıştır. Tablo S1.C.iii, EOT chart incelemesi için örnek bir kontrol listesi sunmaktadır. Bu öğeler, yüksek RPN hata modlarından ve anketteki kullanım sıklığı verilerinden geliştirilmiştir.

Altı günden daha kısa sürede uygulanan hipofraksiyone tedaviler için sürekli chart değerlendirmeyi gerçekleştirmede zorluklar olabilir. Hipofraksiyone bir tedavinin haftalık chart değerlendirmeye sahip olmaması veya sadece dozun önemli bir kısmı verildikten sonra haftalık bir chart değerlendirmenin yapılabilmesi bir sorundur. Bu durum ideal değildir ve buna yönelik yaklaşımlar geliştirilmelidir. TG, her kliniğin hipofraksiyone tedaviler için tedavi sırasında fizik chart değerlendirme için bir politika ve prosedür geliştirmesini önerir. Örneğin, nispeten az sayıda hipofraksiyone tedavi yapan merkezler, ilk tedavi uygulamasından sonra her bir chartı değerlendirmeyi seçebilirken, daha fazla sayıda hipofraksiyone tedavi yapan merkezler erken inceleme yapabilmek için

başka bir çözüm bulabilir.

5.C. Proton radyoterapi ilk plan/chart değerlendirme

Tablo S2.A.i, proton ilk plan/chart değerlendirmesi için risk-(RPN) dereceli hata modlarının bir listesini sağlar. Tablo S2.A. ii, önemli proton chart kontrolleri ve bunlara karşılık gelen hata modları için örnek bir kontrol listesi sağlar. Ankete katılan fizikçilerin her bir kontrol için kullanım yüzdesi de listelenmiştir.

Protona özgü 24 hata modu ve 71 neden bulunmaktadır. İlginç bir şekilde, en yüksek RPN dereceli hata modu, "sigorta onayının beklenmesi" konusu sonucunda tedaviye başlangıcın gecikmeye uğraması nedeniyle oluşmaktadır. Bu gibi durumlarda, özellikle adaptif radyoterapide tekrarlanan CT/CBCT görüntüleme sırasında hedef hacimlerde artış görülebilmektedir. Bununla birlikte, ankete katılan fizikçilerin %42,6'sı kendi kliniklerinde adaptif radyoterapi işlemi yapıldığını belirtmiştir (Tablo S2.A. ii).

Proton terapisine özgü hata modlarının listesine CT görüntülerindeki metal artefaktlar ve potansiyel proton skalası belirsizlikleri hakimdir. Hata modu nedenlerinin yüzde on yedisi tek bir hata modu-yanlış proton aralığı tahmininden kaynaklanmaktadır ve bu durum proton terapisinde önemli bir endişe uyandırmaktadır. 1)Dikkatli ışın açısı seçiminin, 2) proton ışın demetinin geçtiği ortamdaki materyallerin tanımının, 3) setup hatası ve aralık belirsizliklerinin etkisini değerlendirmek için hata azaltıcı önlemler önerilmektedir.

5.D. HDR jinekoloji brakiterapi plan/chart değerlendirme

HDR brakiterapi için fizik plan değerlendirme daha önce TG-59'da tartışılmıştır (10). TG, tedavi planının klinik uygunluğunu ve tutarlılığını vurgularken, birincil olarak 13 teknik ögenin kontrol edilmesini tavsiye eder. İki boyutludan 3B planlamaya geçişin bir sonucu olarak bazı teknik öğeler uygulanmazken, TG-59 tavsiyelerinin temeli geçerliliğini korumaktadır. Mevcut analizin en önemli katkısı, HDR-GYN sürecine özgü hata modlarının toplanmasına dayalı olarak bu TG-59 tavsiyelerinin temeline daha fazla ayrıntı ve içerik eklemesidir.

Tablo S3.A.i, HDR ilk plan/chart değerlendirme için risk (RPN)-dereceli hata modlarının bir listesini sağlamaktadır. FMEA'nın sonuçlarını kullanarak, HDR-GYN için ilk plan/chart değerlendirmeye rehberlik etmesi adına bir kontrol listesi tasarlanmıştır (Tablo S3.A.iii). Kontroller, notlar ve örneklerle daha açık bir şekilde detaylandırılan çeşitli hata modlarını kapsayacak şekilde genelleştirilmiştir. Kontrol listesi, listenin en üstündeki öğeler FMEA tarafından belirlenen en yüksek öncelikli hata modlarını ele alacak şekilde sıralanmıştır. Çoğu durumda, tek bir kontrol türü, çok çeşitli hata modlarını kapsar. Özellikle, ilk beş kontrol, RPN tarafından derecelendirilen en yüksek sekizi dahil olmak üzere 30 farklı hata modunu kapsar. Beş kontrolden üçü teknik yönlerle ilgili iken, geri kalan ikisi konturlama ve implant kalitesi ile ilgilidir. Bu kontrollerin amacı, alt prosesin daha öznel yönlerine odaklanmak değil, bunun yerine kalifiye bir medikal fizikçinin tanımlayabileceği fark edilebilir hataları aramaktır. Örnekler arasında yanlış adlandırılmış konturlar

(örneğin, rektum olarak etiketlenmiş mesane) veya yanlış tanımlanan implantlar bulunmaktadır. Ayrıca, önerilen kontrollerin çoğunun, yalnızca belgelerin incelenmesi yoluyla yeterli şekilde gerçekleştirilemeyebileceği de unutulmamalıdır. Bu tür belgelerde sağlanan ayrıntı düzeyine bağlı olarak, öğelerin doğrudan tedavi planlama sistemi ve/veya tedavi kontrol istasyonu içinde gözden geçirilmesi gerekebilir.

İdeal olarak, planı değerlendiren kişi, planlama sürecine dahil olan kişiden farklı olmalıdır. Planlama, genellikle simülasyon ve tedavi arasındaki birkaç saatlik zaman diliminde gerçekleşir. Bu yüksek stresli ortamda, yüksek RPN hata modlarının nedenleri olarak tanımlanan hata ve sapmaların meydana gelmesi kolaydır. Tedaviyi planlayan tarafından gerçekleştirilen bir plan değerlendirmede, hataların başarılı bir şekilde bulunma olasılığı daha düşüktür. Ek olarak, hata, tekniğin temelindeki bir yanlışlıktan kaynaklanıyorsa, planlayıcı, plan değerlendirme sırasında aynı hatayı yapmaya devam edecektir. Tamamen bağımsız bir ikinci kontrolün yokluğunda, gecikmeli bir kendi kendini doğrulama yöntemi başlatılmalıdır. Bu sayede plan değerlendirme belirli bir zaman geçmesinden sonra gerçekleştirilir. Bu yöntemin, bir görevin tamamlanmasından hemen sonra gerçekleştirilen değerlendirmelere kıyasla hata saptama oranlarını iyileştirdiği gösterilmiştir (52).

İlk plan değerlendirme ile ilgili hata modlarına ek olarak, Tablo S3.A.i ayrıca EOT chart değerlendirme ile ilgili olanları da içerir. Hata modları tedavi sonrası adımlarda meydana gelir ve çoğunlukla kayıt tutma ile ilgilidir. Bu nedenle daha sonra özellikle hata şiddeti ile ilgili olarak daha düşük puanlar verilmektedir.

Toplam RPN değerleri düşüken, bu hata modları, dikkate alınmazsa gelecekte sorunlara yol açabilecek latent hataları temsil eder. Bu tür sorunlar, mevcut hasta, gelecekteki hastalar veya muhtemelen brakiterapi prosedürleri için özel dokümantasyona ihtiyaç duyan düzenleyici veya akreditasyon grupları ile ilgili olabilir. Genel olarak, bu öğelerin gözden geçirilmesi ile iyi sonuçlar elde edilebilir ve EOT chartların değerlendirmeye dahil edilmelidir.

5.E. Yazılım satıcılarına öneriler

Yazılım sistemleri, fizik plan ve chart değerlendirmede merkezi bir rol oynar. Yazılım sistemleri radyasyon onkolojisindeki hatalara katkıda bulunurken, aynı zamanda plan ve chart değerlendirme sırasında hataların belirlenmesinde merkezi bir rol oynayabilir (53). TG çalışmasından çıkarılabilecek, yazılımla ilgili birkaç önemli öneri vardır. Bu öneriler özellikle OIS ve tedavi planlama sistemleri için geçerlidir.

Öncelikli ihtiyaç, fizik plan ve chart değerlendirmeyi otomatikleştirmedir. Şu anda fizik plan ve chart değerlendirme süreci, yoğun bir şekilde zaman alan ve hataya eğilimli olduğu bilinen manuel insan değerlendirmesine dayanmaktadır (4). Otomasyon, çeşitli klinik durumlarda insan kararlarının yerini alması da verimliliği ve etkililiği artırabilir ve fizikçilerin, insan yargısı gerektiren gözden geçirme görevlerine daha fazla odaklanmalarına izin verebilir. Tablo S1.A.ii, otomatik hale getirilebilecek foton/elektron EBRT kontrollerini göstermektedir. Otomasyonla ilgili daha fazla tartışma Bölüm 2.D'de bulunmaktadır. Otomatik kontrollerin bazı örnekleri şunları içerir: (a) Reçetenin bir doktor tarafından onaylanması. Bu, OIS'de kolayca otomatik hale getirilebilir. (b) Tedavi planlama sistemine karşı

OIS'deki alan parametrelerinin doğrulanması. Bu mümkündür ancak birden fazla yazılım sisteminin koordinasyonunu içerebilir. (c) Hasta onayı, danışma notu veya diğer önemli belgelerin varlığı. Bu belgelerdeki bilgilerin doğrulanması mümkün olmasa da belgelerin mevcut olduğunun doğrulanması mümkün olmalıdır. (d) Tedavi bölgesinin doğrulanması. Bir saha doğrulama kontrolü otomatik hale getirilebilir, ancak AAPM TG-263'te önerildiği gibi standart bir isimlendirme gerektirecektir (54). Standardizasyon, otomasyon için ortak bir temadır, yani Tablo S1.A. ii'deki bazı kontrollerde gösterildiği gibi, otomasyonun mümkün olması için standartların yerinde olması gerekir (örn. Teknik, kontur yoğunluğu, hareket yönetimi, hepsi standardizasyon gerektirir). (e) Çeşitli parametrelerin değerlerinin geçmiş verilerle karşılaştırılması. Örneğin, proton radyoterapisinde, değerlerin önceden tanımlanan toleransı aşp aşmadığını değerlendirmek için kontrol yapılabilir. Bölüm 2.D, otomatik kontrol yaklaşımlarını takip eden önceki çalışmalara genel bir bakış sağlar.

TG'nin bir başka tavsiyesi de OIS ve diğer yazılım sistemlerinin değerlendirme bilgilerini, yoğun bir klinik medikal fizikçiye anlaşılabilir bir şekilde sunmasıdır. Mevcut sistemler genellikle, birden çok tıklama ve/veya yazılımın birden çok sayfasını açarak erişilebilen çeşitli konumlara kritik bilgileri yerleştirir. Gözden geçirme görevi, gerekli bilgilerin sezgisel bir formatta tek bir arayüzde sunulması için sistemi düzenleyerek geliştirilmelidir. Bunun için özel bir durum, haftalık fizik incelemesidir. Yazılım arayüzleri, önceki kontrolden bu yana neyin değiştiğini, örneğin reçete, chart ve alan parametresi değişikliklerini, kullanıcıya açık hale getirmelidir. Bu, haftalık kontrollerin güvenilirliğini ve verimliliğini büyük

ölçüde artıracaktır.

Yazılım sistemleri, kontrol edilmesi ve gözden geçirilmesi zor olan öğeleri vurgulamalıdır. Örnek olarak PTV için kullanılan marjlar verilebilir. Bu, EBRT planlaması için nispeten yüksek riskli bir hata modu olarak ortaya çıkmaktadır (örneğin, Tablo S1.A.i) ve yine de fizik plan ve chart değerlendirmede rutin olarak erişilebilen bilgiler dikkate alındığında gözden geçirilmesi genellikle çok zordur. Böyle bir kontrol kısmen otomatik olabilir veya standart bir otomatik marj kullanılıyorsa, bu bilgi gözden geçirilmek üzere görüntülenebilir. Bazı tedavi planlama sistemleri, oluşturulan yapıların durumunu izler ve görüntüler. Bu sistemler ve diğerleri, yapılarının nasıl oluşturulduğunu da gösterebilmelidir (örneğin, kullanılan marjlar veya Boolean operatörleri, vb.).

TG, değerlendirmelerin uygulanmasına yardımcı olmak için sistem araçlarının sağlanmasını tavsiye eder. Örneğin, bir medikal fizikçi simülasyon sırasında implante edilmiş bir kardiyak elektrikli cihazın varlığını gözlemlerse, bu incelemeden elde edilen bilgiler radyasyon onkolojisi iş akışında diğerlerine açık bir şekilde sunulmalıdır. Bu, incelemenin iletişim ve doğrulama yönünü temsil eder. Sistemler, hangi kontrollerin tamamlanıp tamamlanmadığına bağlı olarak bazı işlevleri kilitleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Örneğin, bazı sistemler, fizik plan kontrol kriterlerini karşılayana kadar tedaviyi kilitlemeyi mümkün kılar (örneğin, bir medikal fizikçinin reçeteyi gözden geçirdiği ve tedavi planı ile parametrelerin eşleştiği doğrulanana kadar).

Tüm yazılım tasarımlarında, kullanıcı arayüzü, klinikten gelen girdilerle değerlendirilmelidir. Sistem, kullanıcı deneyimi açısından, güvenli sistemler tasarlamak için

en iyi ilkelere dayanarak geliştirilmelidir (55). Çözümler esnek hale getirilmelidir çünkü klinik süreçlerin, prosedürlerin ve iş akışının kurumlar arasında farklılık göstereceği kabul edilmelidir.

6. RAPORUN KISITLI OLDUĞU ALANLAR

Bu raporun kapsamlı olması amaçlansa da okuyucu bazı sınırlamaların farkında olmalıdır. İlk olarak, risk profili ve değerlendirme uygulaması (anket), çoğunlukla Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan kliniklerin örnekleminde belirlenmiştir. Bu nedenle sonuçlar, bu kliniklerde halihazırda kullanılmakta olan iş akışı, ekipman, personel ve eğitime yöneliktir. Risk profili, değerlendirme uygulamaları diğer ortamlarda oldukça farklı olabilir; zamanla değişimleri beklenir. Örneğin, burada örneklenen kliniklerde verileri manuel olarak kaydetmek ve aktarmak nispeten nadirdir. Bunun yerine, DICOM-RT ve diğer veri aktarım standartları daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Verilerin manuel olarak kaydedilmesi ve aktarılması yüksek risklidir ve temel öneriler bölümünde vurgulandığı üzere bu TG tarafından kesinlikle önerilmez. Burada özetlenen risk profilleri, verilerin manuel olarak kaydedilmesine, aktarılmasına ve diğer uygulamalara bağlı olarak değişecektir. TG'nin beklentisi, bu raporun ve içindeki verilerin teknolojiler ve uygulamalar geliştikçe yeniden gözden geçirilmesidir.

Diğer bir sınırlama, burada kullanılan FMEA risk değerlendirme aracı ile ilgilidir. TG sonuçları dış veri kaynakları ile doğrulamaya çalışsa da FMEA yönteminin sınırlamaları olduğu kabul edilmelidir (daha fazla tartışma için TG-100'e bakınız). TG'den alınan FMEA sonuçları, TG üyelerinin çeşitli klinik sistemleri ve deneyimlerinin ortalamasını temsil eder.

Sonuçlar yorumlanırken bu dikkate alınmalıdır. Örneğin, bir sisteme göre çok yüksek puanlanacak bir hata modu, başka bir sisteme göre çok düşük puan alabilir. Toplam puan, ikisinin ortalaması olacaktır fakat bu puan bir öncelik olarak öne çıkmayabilir. Diğer bir sınırlama, hata modlarının karşılık gelen kontrol değerlendirme öğeleriyle ilişkilendirilmesidir. Her bir özel kontrolün nasıl işlediğini ve belirli bir hata modunu tam olarak ele alıp almadığını yeterli ayrıntı düzeyinde belirlemek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu sınırlamalar, her kliniğin kendi prosedürlerini değerlendirmesine yönelik tavsiyenin önemini vurgulamaktadır.

Başka bir sınırlama da bu tavsiyelerin etkisinin dikkatli bir şekilde incelenmemiş olmasıdır, çünkü bu, TG'nin yetkisi kapsamı dışındadır. Tavsiyelerin uygulanması medikal fizikçilerin iş yükünü artırabilmektedir; bu nedenle personel düzeyindeki uygulamaların sürekli olarak yürütülebilmesi bazı merkezler için zordur. Plan ve chart değerlendirmelerin bir medikal fizikçinin birçok sorumluluğundan sadece biri olduğu unutulmamalıdır. İş yükü konusu daha dikkatli bir incelemeyi gerektirmektedir. TG, birkaç merkezde (Bölüm 5.A) EBRT ilk plan/chart değerlendirme tavsiyelerini pilot olarak test etmiştir ve bunların kullanılabilir, mevcut uygulamalarıyla tutarlı ve aşırı külfetli olmadığı görülmüştür. EBRT ilk plan/chart değerlendirme önerileri muhtemelen bu rapordaki en kapsamlı öneriler olduğundan, bu test bu önerilerle ilişkili iş yükünün makul olduğuna dair bazı göstergeler sağlamaktadır. Ek olarak, plan ve chart değerlendirmenin belirli yönleri için bazı sorumlulukları ekibin diğer üyelerine kaydırmak mümkün olabilir. Örneğin, Tablo S1.A.iii'de ana hatları verilen bazı kontroller terapistler, doktorlar veya

hemşireler tarafından gözden geçirilebilir (bkz. Bölüm 5). Somut tavsiyelerin bulunmaması nedeniyle bugüne kadar bunu başarmak zor olmuştur; bu, raporun yayınlanmasıyla mümkün olabilir. TG, bu yol izlenirse, bunun bir kalifiye medikal fizikçi gözetiminde yapılmasını tavsiye eder. Bu raporla ilgili endişelerden bir tanesi, medikal fizikçinin kontrol listelerini otomatik şekilde uygularken ve kendi düşüncesi ile müdahale etmesi gereken noktaları atlamaıdır. Fizikçiler ve diğerkleri, basit bir listeye yansıtılmayan pek çok ince ve karmaşık konuyu değerlendirme yeteneğine sahip olmaya devam etmelidir. Bu rapor, rutin kontrollerin otomatikleştirilmesi, sorumlulukların uygun şekilde yeniden atanması ve bazı kontrollerin iş akışının başlarına taşınması dahil olmak üzere, birçok konuyu tartışmaktadır.

7. ÖNEMLİ TAVSİYELER

- Fizik plan/chart değerlendirme, süreç haritaları ve FMEA (Bölüm 4) gibi TG-100 tavsiyeleri tarafından savunulduğu üzere risk analizi yöntemlerine dayanmalıdır.
- Fizik plan/chart değerlendirme prosedürleri, yüksek riskli ve/veya yüksek potansiyel önem derecesine sahip hata modlarını belirlemeyi amaçlamalıdır. Bu rapor, aşağıdaki alanlarda bu tür çok sayıda hata modunu tanımlar:
 - a. Foton/elektron EBRT. İlk plan/chart değerlendirme (Tablo S1.A. ii), haftalık değerlendirme (Tablo S1.B.iii) ve tedavi sonu değerlendirme (Tablo S1.C.iii). “++” ile işaretlenen öncelikli gözden geçirme maddelerine özel önem verilmelidir.
 - b. Proton terapi EBRT. (Tablo S2.A. ii).

- c. Brakiterapi, HDR jinekolojik. (Tablo S3.A.i ve S3.A.iii).
- Her klinik, fizik plan/chart değerlendirme için standartlaştırılmış politikalar ve prosedürler geliştirmelidir (Bölüm 5).
 - a. Her uygulama, bu rapor ışığında lokal süreçleri değerlendirmeli ve önemli yüksek riskli hata modlarını tanımlamalıdır.
 - b. Tedavi sırasında fizik chartın gözden geçirilmesine yönelik politikalar, nispeten az sayıda tedavinin farklı bir inceleme sürecini gerektirebileceği durumlarda hipofraksiyone ve HDR brakiterapi tedavilerini dikkate almalıdır.
 - c. Klinik, yeni uygulanan yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek ve uygulama değişiklikleriyle güncel kalmak için periyodik bir sürekli değerlendirme sürdürmelidir. Değerlendirme, uygulamanın olay öğrenme deneyiminin bir incelemesini içermelidir.
 - d. Hata yollarını ortaya çıktıkça belirlemek ve gerektiğinde plan/chart değerlendirme sürecine dahil etmek için sürekli olay öğrenimi yapılmalıdır.
- Plan/chart’tan sorumlu personele başarı için gerekli araçlar ve ortam sağlanmalıdır. Bu, plan/chart değerlendirmeyi tamamlamak için yeterli zamanı, sessiz bir ortamı ve yeterli eğitimi (Bölüm 5) içerir.
- Medikal fizik uygulamasının kapsamı dışında kalan hata modları, departmanlar ve ulusal/uluslararası düzeylerdeki diğerk meslek grupları tarafından dikkate alınmalıdır (örneğin, Tablo S1.B.i bölüm 2).

- Uygulamalar, fizik incelemelerini mümkün olduğu kadar iş akışı sürecinin başlangıcına dahil etmeye çalışmalı ve yalnızca tedavi sonunda planlamadaki değerlendirmeye dayanmamalıdır (Bölüm 5).
- İlk fizik plan/chart değerlendirme, ilk fraksiyondan önce yapılmalıdır. Onay gereksinimleri, tedavi engelleme/kilitleme işlevleriyle uygulanmalıdır (Bölüm 5.A).
- Fizik plan/chart değerlendirme bir medikal fizikçi tarafından yapılmalıdır veya inceleme medikal fizikçi olmayan biri tarafından gerçekleştiriliyorsa, en azından bu iş bir medikal fizikçi tarafından denetlenmelidir (Bölüm 5).
- Fizik plan ve chart değerlendirmenin performansını artırmak için kontrol listeleri (örneğin Tablo S1.A.iii) ve standardizasyon gibi araçlar kullanılmalıdır. Bu araçlar ayrıca iletişim araçları olarak da hizmet edebilirler. Zorlama işlevleri, mevcut olduklarında da kullanılmalıdır, örneğin bazı sistemlerde bulunan ve yapılandırılabilir olan fizik onayı tamamlanana kadar tedaviyi önlemek için OIS'de bir kilitleme fonksiyonu olmalıdır (Bölüm 5).
- Yazılım satıcıları aşağıdaki hedefleri gerçekleştirmeyi amaçlamalıdır (Bölüm 2.D ve 5.E).
 - a. Hatayı önlemek için mümkün olan yerlerde tasarım özellikleri ve zorlama fonksiyonları kullanılmalı
 - b. Fizik plan ve chart değerlendirme görevlerine yardımcı olacak otomatik araçlar geliştirilmeli. Ama aynı zamanda otomasyonun sınırlarının

farkında olunmalı.

- c. Bilgiler, medikal fizikçi tarafından kolayca gözden geçirilebilecek bir şekilde sunulmalı ve hatayı en aza indirmek için insan-bilgisayar arayüzü öğeleri göz önünde bulundurulmalı. Daha fazla tartışma için Bölüm 5.E'ye bakılmalı. Bu bölümde ayrıca, gerekli bilgilerin sezgisel bir formatta tek bir arayüzde sunulabileceği haftalık değerlendirme örnekleri sunulmaktadır.
 - d. Değerlendirmenin iletilmesine ve uygulanmasına yardımcı olacak iş akışı araçları geliştirilmeli.
- Manuel transkripsiyondan ve verilerin girişinden, özellikle bir planlama sistemi ile bir tedavi yönetim sistemi/tedavi kontrol sistemi (TMS / TCS) arasında plan ve alan bilgilerinin manuel olarak transkripsiyonundan kaçınılmalıdır. Manuel girişin gerekli olduğu kliniklerde veya klinik durumlarda (örn. Acil tedaviler, TBI tedavileri, vb.) dikkatli olunmalıdır. Satıcılar ve klinikler, manuel giriş ihtiyacını ortadan kaldırmak için çözümler geliştirmeye teşvik edilmektedir.

8. SONUÇ

TG-275, resmi bir risk değerlendirmesine ve foton/elektron EBRT'de AAPM üyesi uygulamalarına ilişkin bir ankete dayalı olarak fizik plan ve chart değerlendirme için özel öneriler sunar. Çok sayıda yüksek riskli hata modu tanımlanmıştır. Çoğu durumda, bu hata modlarına karşılık gelen, hatayı tanımlayan kontroller vardır. Bazı durumlarda bu kontroller yaygın olarak kullanılır. Fizik değerlendirmeleri için kılavuz olarak örnek kontrol listeleri verilmiştir. Bunlar, foton/elektron EBRT'nin ilk,

haftalık ve EOT değerlendirmeleri, proton radyoterapisi ve HDR-GYN için kontrol listelerini içerir. Bazı hata modları medikal fizikçilerin alanı dışındadır ve diğer tıp uzmanları için bir gelişme alanını temsil eder. Değerlendirme süreci, aşağıdaki temel yazılım iyileştirmeleriyle büyük ölçüde geliştirilebilir: mümkün olduğunda kontrolleri otomatikleştirme, değerlendirmeye yardımcı olmak için bilgileri mantıklı bir şekilde sunma, iletişim ve kilitleme işlevselliği için iş akışı araçları sağlama.



Arş. Gör. Dr. Canan Köksal Akbaş

1986 yılında doğan Canan Köksal Akbaş, 2009 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Mühendisliği'ni bitirdi. 2012 yılında İstanbul Üniversitesi, Sağlık

Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Fiziği'nde yüksek lisansını yaptıktan sonra aynı bölümde 2019 yılında doktora bölümünü bitirdi. Halen İstanbul Üniversite İstanbul Üniversitesi, Onkoloji Enstitüsü, Temel Onkoloji Ana Bilim Dalı'nda Dr. Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır

RT SON GELİŞMELER

Med. Fiz. Uzm. Boran Güngör

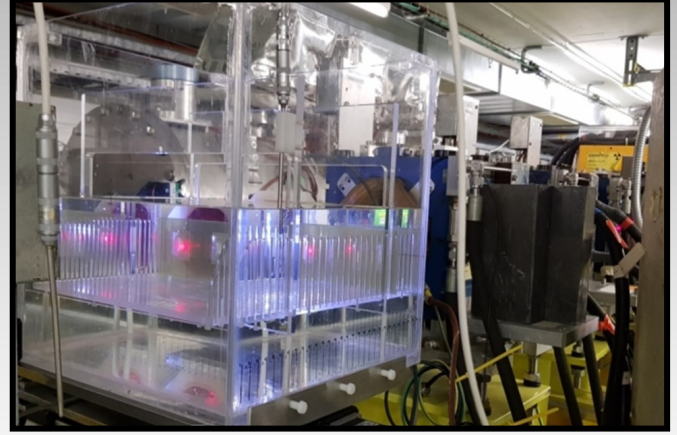
Bu bölümün amacı, radyoterapi ve ilgili alanlardaki güncel gelişmeleri derleyerek kısaca özetlemek ve okuyucuların bilgi sahibi olmasını sağlamaktır. Bu bağlamda, firma veya üretici kaynaklı haberlere yer verilebilmektedir. Bu haberler kesinlikle reklam veya tavsiye amacı taşımamakla beraber, yalnızca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

Yüksek Enerji Elektron Demeti ile Daha Doğru Hedef Işınlama (Mart 2021)

Uluslararası araştırma ekibi tarafından çok yüksek enerji elektron demetleri (VHEE) ile tümörün daha etkili hedeflenebildiği ve fotona alternatif olarak VHEE demetlerin daha derine penetrasyonu yapılabildiği fakat sağlıklı doku ışınlaması etkisi olabileceği açıklandı. University of Strathclyde/İskoçya'dan araştırmacıların VHEE demetlerinin odaklamak için büyük açıklıkta elektromanyetik lens kullanarak küçük tarama alanı yaratılabildiği ve sağlıklı dokudaki dozun minimize edilebildiği belirtildi. (Nature Communication Physics, <https://doi.org/10.1038/s42005-021-00536-0>)

CERN'deki Lineer Elektron Hızlandırıcıda yapılan deneylerde, 158 ve 201 MeV elektronların derin doz profillerinin ölçüldüğü ve odaklanmış VHEE demetlerinin birkaç cm seviyedeki birim hacimde dozun yoğunlaştırıldığı vurgulandı (Şekil 1). VHEE demetlerinin proton ve iyon demetlerine göre daha düşük maliyetli ve ışık-benzeri olmaları sebebiyle dozu aynı noktada bırakarak doku morfolojisine daha az duyarlı olması sebebiyle avantajlarının bulunduğu belirtildi. Geliştirilen odaklama yöntemi ile VHEE demetleri kullanarak dozu küçük hacme konsantre ederek derin yerleşimli tümörlerde daha kesin

doğruluk sağlandığı ve düşük giriş dozları ve distal ve proksimal dozlar ile sağlıklı doz hasarının minimize edildiği eklendi.



Şekil 1: CERN deneyi, elektron demetinin 2 triplet elektromanyetik quadropol setinden geçerek su fantomuna odaklanması.

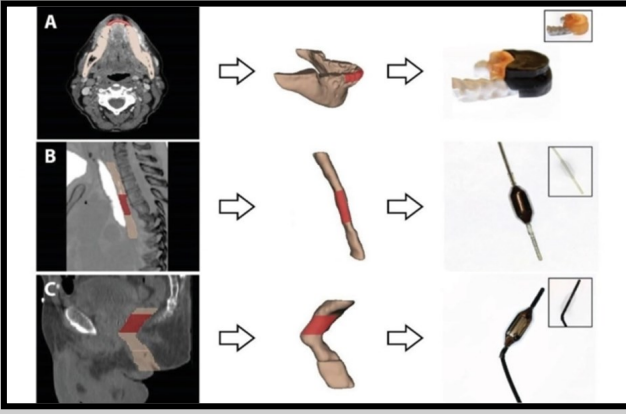
FLASH RT: Oksijen Tükenmesi Tek Sebep Değil (Mayıs 2021)

FLASH olarak bilinen, yüksek dozlardaki hızlı ışınlama tekniğinde yapılan çalışmalara göre 40 Gy/s üzeri doz hızlarında normal doku hasarı düşerken tümör kontrolünün konvansiyonel dozlardaki seviyelerde sağlandığı belirtilmektedir. FLASH etkisinin mekanizmasında bazı bilinmezlikler olduğu vurgulanmakla beraber, önemli teorilerden biri ışınlama sırasında sağlıklı ve kanserli hücreler için geçici hipoksik çevre yaratan oksijen tükenmesidir. (Hipoksik hücreler oksijenlenmiş hücreler göre 2-3 kat daha fazla radyasyona dirençlidir.) Oksijen tükenmesinin su moleküllerinin radyolizi sebebiyle olduğu bilinmekle beraber, bu durum reaktif radikaller yaratmakta ve bu radikaller dokudaki oksijen molekülleriyle reaksiyona girmektedir. Radyoliz prosesleri için simülasyon çalışmalarının yapıldığı fakat oksijen harcanmasının hesaplanabileceği ölçüm

verisi eksikliği sebebiyle; German Cancer Research Center(DKFZ)/Almanya'dan araştırmacılar tarafından potansiyel FLASH mekanizması olarak deneysel olarak radyoliz sebepli oksijen tüketimi çalışması yapıldığı açıklandı.(International Journal of Medical Physics Research and Practice, <https://doi.org/10.1002/mp.14947>).Çalışmada farklı dozlarda FLASH tekniğiyle yokedilen oksijen miktarının ölçülmesi üzerine yoğunlaşıldığı vurgulandı. Foton, Karbon iyon ve proton ışınlamaları ile çeşitli doz hızlarında ve %0-%21 atm arası oksijen konsantrasyonu içeren su fantomu ışınlaması yapılarak optik sensorler yardımıyla ışınlama sırasında oksijenlenme değişiminin ölçüldüğü belirtildi.Oksijen seviyesinin zaman ve doz artışıyla lineer olarak azaldığı, tüketim oranının ilk oksijen konsantrasyonundan bağımsız olduğu, tüm radyasyon tipleri için yüksek doz hızlarında daha az oksijen tüketimi olduğu ve tüketilen oksijen miktarının parçacık tipine göre değiştiği açıklandı.(10Gy doz için; oksijen tüketimi fotonlarda %0.04-0.18, protonlarda %0.04-0.25 ve karbon-iyonda %0.09-0.17 olarak ölçüldü) Hesaplamalarda, radyasyon tipi farketmeksizin 10 Gy dozun sudaki oksijeni tamamen yoketmeyeceği, yüksek doz hızlarında oksijen konsantrasyonunu % 1.75'den aşağı düşüremeyeceği ve bu seviyenin radyoresistansı tetikleyecek kadar düşük olmadığı eklendi.FLASH tekniğinde oksijen tüketilmesine rağmen, bu durumun FLASH etkisini açıklamak için tek başına yeterli olmadığı sonucuna varıldığı da eklenmiştir.

RT ile beraber Sağlıklı doku korunması için Kişiselleştirilmiş 3D-Baskı Koruma Kullanımı (Haziran 2021)

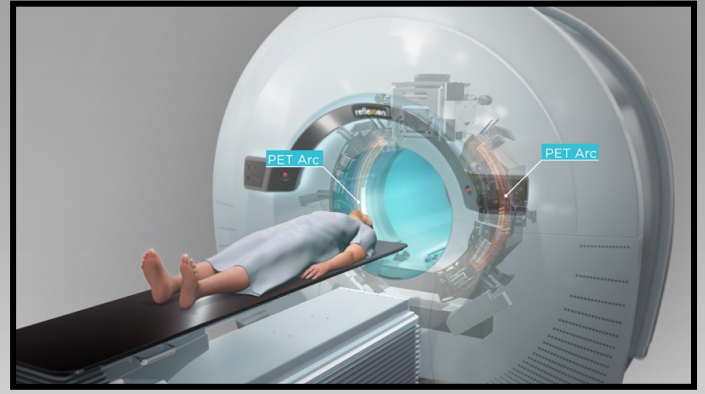
RT için önemli konulardan biri sağlıklı dokuların korunmasıdır ve bazı tedavilerde (tedavi bölgesine bağlı olarak) toksisite gibi yan etkiler görülebilmektedir.Yüksek atom numaralı materyaller genelde koruma olarak kullanılabilmeyle beraber kişisel olarak üretilmesinin zorluklarının bulunduğu belirtilmiştir.Brigham and Women's Hospital/Dana-Farber Cancer Institute/Massachusetts General Hospital ve MIT /Amerika 'dan araştırmacılar tarafından hasta BT taramasına dayalı radyasyon attenuasyon materyaller içeren 3D-baskı koruma kalkanlarının geliştirildiği açıklandı.(Şekil 2)Tedavi Planlama BT taramalarının 3D-baskı kişisel radyo-koruyucu cihazlar tasarlamak için kullanıldığı, en uygun zırhlama materyalini belirlemek için sıvı içeren çeşitli element ve alaşımların denendiği vurgulandı.Rölatif kütle attenuasyon katsayıları ölçülerek materyallerin karakterize edildiği ve temel malzemelerin alaşımlardan, civanın da tüm sıvılardan daha iyi performans gösterdiği vurgulandı.Uygun materyalin dahil edildiği kişiselleştirilmiş 3D-baskılı cihazların görüntülemeye artefaktları azaltmak için çıkarılabilecek ve tedavi öncesi değiştirilebilecek şekilde yapıldığı açıklandı.Ayrıca, cihazların tek doz ışınlama ile denenerek toksisite insidansının araştırıldığı, tedavi planlama sisteminde cihazların modellenerek klinik tedavi simülasyonu yapıldığı, zırlı/zırhsız doz dağılımları karşılaştırılması ile prostat ve başboyun tedavi simülasyonlarında uygun pozisyonlama ile simüle edildiği belirtildi.



Şekil 2: Yüksek risk toksisite içeren anatomik bölgeler için kişiselleştirilmiş 3D-baskı radyo-koruyucu cihazlar: ağız içi (A), özefagus (B), rektal (c) bölge BT taramalarına dayalı.

“Reflexion X1” Sisteminde İlk Hasta Tedavisi (Mayıs 2021)

Stanford Radiation Oncology/Amerika 'daki ekip tarafından Reflexion X1 (Biologically Guided Radiotherapy) Sisteminde ilk hasta tedavisinin gerçekleştirildiği açıklandı. Sistemin yüksek kalite BT görüntüleme (Fan Beam BT) ile Linak teknolojisini birleştirerek diğer cihazlardan 60 kat fazla dönebilme özelliği sayesinde verilen dozu demet istasyonu başına 100 noktadan modüle edebildiği belirtildi. Klinik ekip tarafından yapılan kurulum ve kalite kontrol testleri sonrası ilk gerçek tedavinin gerçekleştirildiği vurgulandı. (RT ve PET-CT teknolojisinin birleştirilerek Biologically Guided RT/ BgRT kavramının ortaya çıkarıldığı açıklanan sistemin, hastaya enjekte edilen radyo-izleyiciler tarafından oluşan emisyonların kılavuzluğunda yapılan tedaviye dayandığı ve tek makine içinde birleştirilerek görüntü kılavuzluğu kavramına yeni bir boyut getirildiği belirtilmektedir.) (Şekil 3)



Şekil 3: Reflexion X1, Biologically Guided RT (BgRT) tedavi sistemi

Güncel Raporlar

AAPM Task Group 201 Report: Quality Management Of External Beam Therapy Data Transfer

IMRT ve IGRT gibi veri yoğunluklu teknolojilerin gelişmesi ile, klinik alt sistemler arası veri yoğunluğu ve karmaşıklığı manuel kontrol seviyesinin ötesine geçmiştir. Kapsamlı veri transferi kalite yönetim programı oluşturulmadıysa doz hataları gibi istenmeyen durumlar olabilmektedir. Eksternal Beam Veri transferi için bulgular ve tavsiyelerin özetlendiği bu raporda, çeşitli veri akışı modellerinin ve genel veri test karakteristiklerinin tanımlandığı, önerilen testlerin rapor hazırlama ekibinin toplam tecrübesine dayalı verildiği belirtilmiştir. Testlerin klinik tedavi verilerini saklayan alt sistemlerin kabul, kurulum ve upgrade durumları için verildiği, tedavi karmaşıklığı geliştikçe veri transferi kalitesini sağlamak için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulacağı vurgulanmıştır. Rapor sonucu olarak veri transveri açık standart uyumlulukları ve veri transferi kalite kontrolü için otomasyon sistemleri geliştirilmesi tavsiyeleri verilmiştir.

Dünya sağlık örgütü (WHO) verilerine göre veri transferi hataları ramak kala (near misses) olaylarının % 38 , olumsuz hasta etkileri yaratan kazaların da %9'luk

bölümünü oluşturmaktadır. Bu gibi istatistikler bu raporun motivasyonunda etkilidir ve grubun 2 görevi;

1. Tedavi verisinin elektronik veri transferi hataları oluşmasını engelleyebilecek radyasyon onkolojisi prosesi tavsiye etmek,
2. Radyasyon tedavi verisindeki bozulma ve/veya yanlış yorumlama kaynaklı tedavi hatalarını engelleyebilecek test prosedürleri tavsiye etmek.

Medikal fizikçiye veri transferi kalite kontrol programı oluşturulmasındaki temelleri sağlamak ve veri aktarımında ele alınması gereken sorunları tanımlamak da raporun oluşturulma isteklerindendir. Ayrıca, çeşitli tablolarla listelenen testlerin program oluşturulmasında örnek olarak verildiği (Şekil 4), her klinikteki veri akışının farklı olabileceği ve eklenmiştir.

Kaynaklar

- <https://physicsworld.com/c/radiotherapy/>
- <https://appliedradiationoncology.com/>
- <https://www.aapm.org/>

Key concept	Term	Acronym
Miscellaneous functions	Ancillary systems	AnS
Long-term and secondary data storage	Archive	
	Archiving system	AS
	Backup	
	Picture archiving and communication system	PACS
Data transfer	Vendor neutral archive	VNA
	Digital imaging and communications in medicine	DICOM
	Electronic medical record	EMR
Hospital Information System	Examples: EPIC, Cerner Millennium	
Image-guided radiation therapy	Image guidance system	IGS
	Simulation system	SS
	Treatment delivery system	TDS
	Treatment planning system	TPS
Oncology information system (OIS)	Radiation oncology information system	ROIS
	Treatment management system	TMS
	Record and verify	R&V
Quality	Quality assurance	QA
	Quality control	QC
	Quality management program	QM

TABLE III. A list of data transfers to include in QA, in addition to any data transfers that the manufacturer recommends. The subsystem interface is included for each data transfer case. Note that some of these tests may overlap with those recommended by other task groups such as TG 66,¹² and TG 53.⁷

All systems	Description	Method
-------------	-------------	--------

TABLE IV. A list of data transfers to consider in the QC program, in addition to any data transfers that the manufacturer recommends. All relevant checks should be performed for each patient case. Items with asterisks (*) overlap with the example checklist in Table SI.A.iii in TG 275,¹⁴ while those with carets (^) overlap with the survey results in Table SI.A.ii of TG 275.

Description	Method	Time estimate
-------------	--------	---------------

Şekil 4: TG-201, veri transferi kalite kontrol ve temini programları için önemli tanımlar ve tavsiyeler içeren tablolar.

RADYOTERAPİ TEKNİKERİ GÖZÜYLE AKCİĞER SBRT HASTALARININ TEDAVİ SÜREÇLERİ

RT. Teknikeri Nilay Canavar

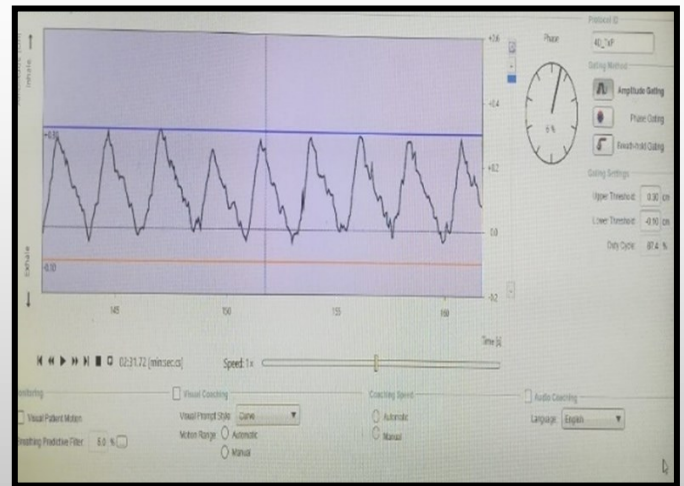
Stereotaktik Vücut Radyoterapisi (SBRT), çok yüksek dozdaki radyasyon miktarının küçük tümörlere tek ya da birkaç fraksiyonda verilmesidir. Akciğer SBRT tedavisi, erken evre küçük hücreli dışı akciğer kanserinde ve akciğer metastazlarında umut verici tedavi seçeneğidir. Klasik radyoterapi tekniklerine göre çok yüksek dozlara ulaşabilmektedir. Hastanın immobilizasyonu (sabitlenmesi), solunum hareketleri, tümör hareketinin kontrolü ve takibi, hedefin doğru olarak belirlenmesi, tedavinin her fraksiyonda aynı doğrulukla uygulanması tedavi etkinliği ve normal doku toksisitesi açısından önemlidir.

Akciğer SBRT tedavisi uygulanacak olan hastaların radyoterapi süreçleri 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; Simülasyon, konturlama/planlama ve tedavi aşamalarıdır.

1. SİMÜLASYON

Tedavi planlama CT'si için gelen hastaya önce kısa bir bilgilendirme yapılır. Hastaya tedavi aşamasında da aynı pozisyonda kalması gerektiği anlatılır ve bundan dolayı pozisyonlama sırasında kendisini zorlayacak ve tekrarı zor hareketlerde bulunmaması istenir. Akciğer SBRT hastalarının simülasyonunda wing board, vakumlu yatak vb. sabitleme gereçleri kullanılabilir. SBRT küçük hedeflere yönelik olduğundan ve solunum hareketi ile hedef de hareketli olacağı için solunum takibi de önemli bir etkidir. Solunum takibi ile CT si çekilen hastanın sistem üzerindeki solunum grafiği Resim 1'de görülmektedir. Solunum takibi abdominal kompresyon ya da marker bloklarla

yapılabilir, Abdominal kompresyon hasta konforunu olumsuz etkilediğinden çok fazla tercih edilmemektedir. Biz de kliniğimizde marker blokla solunum takibini tercih ediyoruz. Hasta supin pozisyonda ve baş gantri olacak şekilde wing board ve vakumlu yatak sabitleme gereçleri (Resim 2) kullanılarak yatırılır. Marker blok hasta üzerinde solunum fazlarını en net görebileceğimiz bir bölgeye (genelde sternum üzeri) yerleştirilir. Marker bloğu tedavide de aynı yere yerleştirebilmek adına blok etrafı işaretlenir. Topogram görüntüsü ile hasta pozisyonu kontrol edilir ve CT çekim aralığı belirlenir. Kliniğimizde CT kesit kalınlığı 1.25 mm olarak belirlenmiştir. Kesit kalınlığı klinik protokollere göre 1-3 mm arasında değişebilmektedir. Akciğer SBRT tedavisi solunum hareketinden doğrudan etkilendiği için 4DCT görüntüleme yapılır.



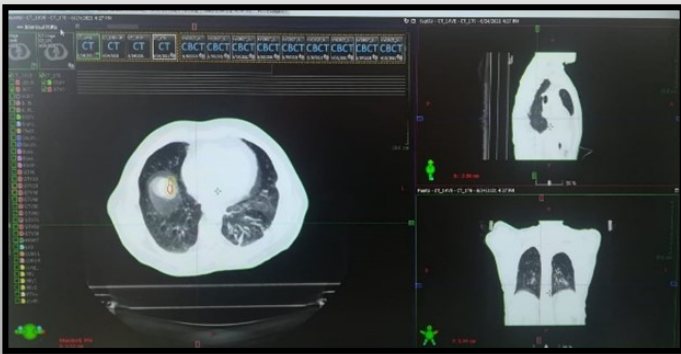
Resim 1. CT çekiminde solunum grafiğinden bir kesit



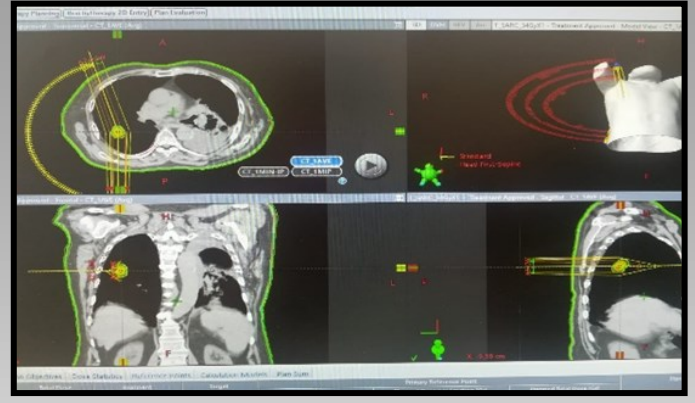
Resim 2. CT çekiminde kullanılan sabitleme gereçleri

2. KONTURLAMA/PLANLAMA

Çekilen 4DCT sisteme aktarıldıktan sonra, hedef hacim belirlenen bütün fazlarda ayrı ayrı çizilir ve planlama yapılacak CT üzerinde bu hedeflerin toplamından meydana gelecek bir ITV hacmi oluşturulur. Hasta serbest solunumda tedaviye girecekse planlama CT'si; MIP veya AVE üzerinden, ya da belirli fazlarda ışınlanacaksa o fazlardaki CT'nin ortalamasını oluşturan bir AVE CT'si üzerinden belirlenebilir. Hedef hacim dışındaki kritik yapılar/organlar planlama CT'si üzerinde çizilir. Kritik organların çizilmesi ve belirlenen fazlarda çizilen Hedef hacimlerin Resim 3'te görüldüğü gibi planlama CT'si üzerinde toplanmasının ardından tedavi dozu belirlenerek planlama aşamasına geçilir. Medikal Fizik uzmanları hasta için en uygun planı hazırlayıp, QA analizlerini yaptıktan sonra hasta tedavi aşamasına hazır hale gelmektedir.



Resim 3. Belirlenen fazlarda çizilen Hedef hacimler planlama CT si (AVE) üzerinde toplanır ve ITV oluşturulur



Resim 4. Tedavi planından bir kesit

3. TEDAVİ

Hasta tedavi için geldiğinde kendisine tedavisi ile ilgili (tedavisinin ne kadar süreceği, tedavi esnasında hareket etmemesinin önemi vb.) bilgilendirme yapılır. CT de kullanılan immobilizasyon gereçleri ile setup hazırlığı yapılır (Resim 5) ve hasta tedavi masasına yatırılır. Solunum takipli tedavi olacak ise hasta üzerinde marker blok yerleştirilir. Hasta CT çizgileri üzerinden pozisyonlanır ve tedavi planlamasından gelen plan çıktılarındaki kaydırma değerleri uygulanarak görüntüleme aşamasına geçilir. SBRT tedavisi görüntüleme tekniklerinin (X-Ray, CT veya MR görüntüleri) daha sık ve daha iyi kullanılması ile olanaklıdır. Bu tip tedavilerde milimetre düzeyindeki hareketler tedavi için oldukça önemlidir.



Resim 5: Tedavi cihazındaki set-up hazırlığı

Setup aşamasında planlama CT'sindeki hasta pozisyonunun aynısı kV-kV görüntüleri alınarak oluşturulur. Doğru konuma geldikten sonra CBCT ile 3 boyutlu görüntü üzerinden tekrar doğrulama yapılır. CBCT görüntülerinde kemik yapıyı eşleştirdikten sonra CBCT görüntüsü akciğer penceresine ayarlanır ve hedef hacim kontrol edilir. Hedef hacim kontrolü yapılırken tüm düzlemlerde (Sagittal, Frontal ve Transversal) hedef hacmin çizili olduğu tüm kesitler incelenir. Gerekli durumlarda hedef hacme göre eşleştirme yapılır. Kaydırma değerlerini uyguladıktan sonra, tedaviyi başlatmadan önce olumsuz bir durum ile karşılaşmamak için tedavi odasına girilerek gantri hareketi (tedavi masasına yakınlığı, hastaya yakınlığı vb.) tekrar kontrol edilerek ışınlama başlatılır ve solunum takibi yapılır. Işınlama işlemi bittikten sonra kontrol CBCT görüntüsü alınarak tedavi aşaması tamamlanır.



RT Teknikeri Nilay Canavar

Eğitimimi Acıbadem Üniversitesi Sağlık Hizmetleri M Y O Radyoterapi Bölümünden 2017 yılında mezun olarak tamamladım. Kasım 2017 itibari ile

Medideal Medikal Projeler ve

Çözümler San. Tic. A.Ş. bünyesi altında Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Bölümünde iş hayatına başladım. 2020 Ocak ayı itibari ile aynı şirket bünyesinde Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Bölümünde iş hayatıma devam etmekteyim.

2020 YILI, GALILEO GALILEI ÖDÜLÜ



Medikal Fizik alanında Galileo Galilei ödülü her yıl, bir önceki yılda Physica Medica Dergisinde yayınlanan yazılar arasından seçiliyor. 2019 yılında, ödüle layık görülen makalenin konusu "Development of a printed anthropometric lung phantom for image quality assessment in CT" idi.

Adı geçen yayın Physica Medica dergisinin 2019 yılında çıkan 47. Sayısında yer almıştı.

Bilindiği üzere," Physica Medica (The European Journal of Medical Physics") dergisi 2020 Yılı Galileo Galilei ödülünü, Simon Jolly, Hywel Owen, Marco Schippers ve Carsten Welsch ekibinin Physica Medica dergisinin 78. Sayısında yayınlanan "Technical Challenges for FLASH Proton Therapy" başlıklı makalesine verildiğini açıkladı. Ödül alan çalışma Physica Medica dergisinin 78. Sayısında yayınlandı.

Bu makalede yazarlar, sistematik ve teknik olarak etraflı bir çalışma analizi yaparak, Proton FLASH tedavi tekniğinin mevcut lineer akseleratör teknolojisi ile verilmesinin zorluklarını araştırdılar.

Araştırma, FLASH Proton tedavi tekniği yönteminin scattering ve scanning sistemlerinin bileşimi ile "Hybrid" olarak verilmesi yaklaşımı üzerine kuruldu.

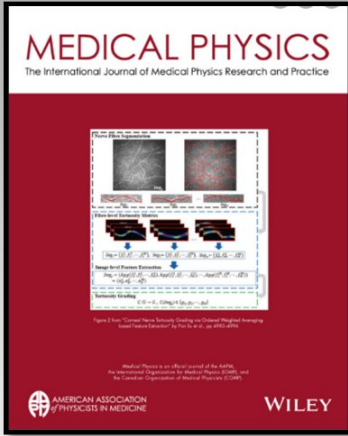


FLASH tedavi tekniğinin protonla verilmesinin klinik uygulamalarda bir aşama olacağı araştırmada konu edildi.

Makalenin seçilmesi citation(atıf sayısı) ve indirilme verilerine bakılarak dergi editörleri ve editorial board tarafından karara bağlanıyor.

Physica Medica: European Journal of Medical Physics (EJMP) is published by Elsevier B.V. for the European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP) and Associazione Italiana di Fisica Medica (AIFM). EJMP is the official journal of the Irish Association of Physicists in Medicine, the Société Française de Physique Médicale, the Czech Association of Medical Physicists, the Hellenic Association of Medical Physicists. EJMP is also a scientific journal of the International Organization for Medical Physics (IOMP).

MEDİKAL FİZİK ALANINDA BİLİMSEL YAYIN YAPAN DERGİLER



Şekil 1: Medical Physics

- Geniş çapta uygulanabilir yenilikçi klinik gelişmeler

Konularda özgün, yüksek etkili fizik, görüntüleme bilimi ve mühendislik araştırmalarını yayınlamak olarak açıklamıştır.



Şekil 2: Physics in Medicine & Biology

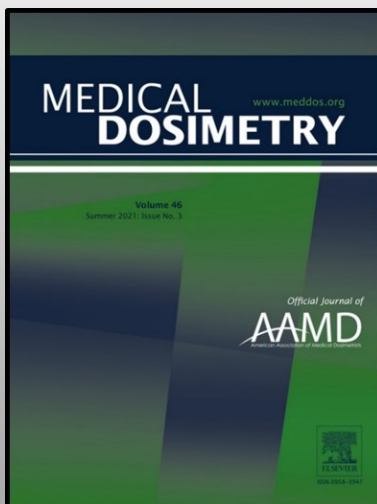
Medical Physics The International Journal of Medical Physics Research and Practice

Yaygın olarak bilinen adıyla Medical Physics Amerikalı Tıptaki Fizikçiler Derneği (AAPM) tarafından aylık çıkarılan bir dergidir. Şekil 1’de Ekim 2020 sayısının kapağı verilen derginin etki faktörü 4.071’dir. Medical Physics, dergisi amacını hasta görüntüleme ve tedavisine doğrudan katkısı olan

- Kliniğe büyük katkısı beklenen temel bilimsel gelişme
- Mühendislikteki ve fizikteki son yeniliklerin klinik uygulamaları

Physics in Medicine & Biology

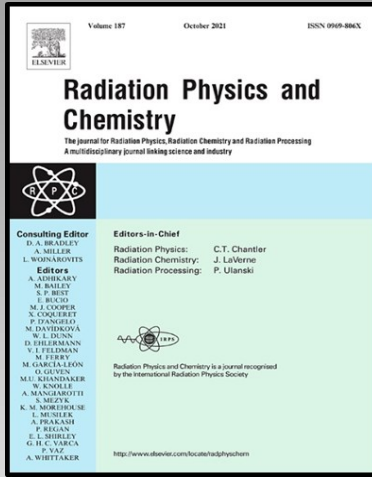
Tıpta Fizik ve Mühendislik Enstitüsü (IPEM) tarafından ayda iki kere yayınlanan bir dergidir. Derginin 5 yıllık etki faktörü 3.554’tür. Dergi teorik, hesaplamalı ve deneysel fiziğin tıp, fizyoloji ve biyolojideki uygulamaları üzerine olan çalışmaları yayınlamakta ve tıp ve biyolojide uygulaması olmayan fizik çalışmalarını ya da sadece tıp ve biyoloji alanında yapılan çalışmaları kabul etmemektedir. Şekil 2’de 2018 yılında yayınlanmış derginin kapağı bulunmaktadır.



Şekil 3: Medical Dosimetry

Medical Dosimetry

Amerikan Medikal Dozimetrizist Derneği’nin (AAMD) üç ayda bir yayınlanan bir dergidir. Etki faktörü 1.482. Dergi, kanser yönetiminde eksternal ve brakiterapi ışınlamalarının klinik uygulamaları ve teknikleri hakkında tıbbi dozimetristler, onkologlar, fizikçiler ve radyoterapi teknikerlerinin orijinal katkılarını ve inceleme makalelerini içermektedir. Dergi kapağı Şekil 3’te bulunmaktadır.



Şekil 4: Radiation Physics and Chemistry

Radiation Physics and Chemistry (The Journal for Radiation Physics, Radiation Chemistry and Radiation Processing)

Dergi, önemli yenilik ve bilime katkılar içeren önemli makaleleri, uluslararası bir kitleye ulaştırmayı amaçlamaktadır. Dergi radyasyon fiziğinde temel süreçler, radyasyon kaynak ve dedektörleri, radyasyon kimyası, radyasyon sterilizasyonu, gıda ışınlanması, polimerler, çevre, radyasyon etkileri dozimetre ve süreç kontrol ile radyasyon süreçleri için radyasyon kaynakları ve tesisleri konularındaki makaleleri kabul etmektedir. Aylık yayın yapan derginin (şekil 4) etki faktörü 2.858'dir.



Şekil 4: Turkish Journal of Oncology

Turkish Journal of Oncology

Yılda dört yayın yapan dergi Türk Radyasyon Onkolojisi Derneği tarafından çıkarılmaktadır (Şekil 5). Türk Onkoloji Dergisi, onkoloji ile ilgili uluslararası düzeyde nitelikli ve özgün klinik, deneysel ve temel araştırmaları yayınlamayı amaçlamaktadır.

Başlık	Kısa Başlık	ISSN
Acta Oncologica*	ACTA ONCOL	0284-186X
Advances in Radiation Oncology	ADV. RADIAT. ONCOL.	2452-1094
Applied Radiation and Isotopes	APPL. RADIAT. ISOT.	0969-8043
Australasian Physical & Engineering Sciences In Medicine	AUSTRALAS. PHYS. ENG. SCI. MED.	0158-9938
Biomedical Physics & Engineering Express	BPEX	2057-1976
Brachytherapy	BRACHY.	1538-4721
British Journal of Radiology*	BRIT J RADIOL	0007-1285
Computer Methods and Programs in Biomedicine	COMPUT METH PROG BIO	0169-2607
Cureus Journal of Medical Science	CUREUS	2168-8184
International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology	IJMP CERO	2168-5436
International Journal of Particle Therapy	IJPT	2331-5180
International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*	INT J RADIAT ONCOL	0360-3016
International Journal of Radiation Research	IJRR	2322-3243

Başlık	Kısa Başlık	ISSN
Japanese Journal of Medical Physics	J-STAGE	1345-5354
Journal of Applied Clinical Medical Physics	JACMP	1526-9914
Journal of Biomedical Physics & Engineering	JBPE	2251-7200
Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences	JMIRS	1876-7982
Journal of Medical Physics	J MED PHYS.	0971-6203
Journal of Medical Radiation Sciences	JMRS	2051-3909
Journal of Medicine and Applied Science	MEDAPPSCI	**
Journal of Radiation Research*	J RADIAT RES	0449-3060
Journal of Radiotherapy in Practice	J RADIOTHER PRACT	1460-3969
Medical & Biological Engineering & Computing	MED. BIOL. ENG. COMPUT.	0140-0118
Medical Dosimetry	MED. DOSIM.	0958-3947
Medical Engineering & Physics*	MED ENG PHYS	1350-4533
Medical Physics International	MED PHYS INT	2306-4609
Medical Physics*	MED PHYS	0094-2405
Physica Medica: European Journal of Medical Physics*	PHYS. MEDICA.	1120-1797
Physics & Imaging in Radiation Oncology	PHIRO	2405-6316
Physics in Medicine & Biology*	PHYS MED BIOL	0031-9155
Polish Journal of Medical Physics and Engineering	PJMPE	1898-0309
Practical Radiation Oncology*	PRACT RADIAT ONCOL	1879-8500
Progress in Particle and Nuclear Physics*	PROG PART NUCL PHYS	0146-6410
Iranian Journal of Medical Physics	IJMP	2345-3672
Radiation Measurements	RADIAT. MEAS.	1350-4487
Radiation Oncology Journal	RADIAT ONCOL J.	2234-1900
Radiation Oncology*	RADIAT ONCOL	1748-717X
Radiation Physics and Chemistry	RADPHYSCHEM	0969-806X
Radiation Research*	RADIAT RES	0033-7587
Radiotherapy and Oncology*	RADIOTHER ONCOL	0167-8140
Seminars In Radiation Oncology*	SEMIN RADIAT ONCOL	1053-4296
The Lancet Oncology*	LANCET ONCOL	1470-2045
Turkish Journal Of Oncology	T J ONCOL	1300-7467

TUBİTAK tarafından yayın desteği verilen dergiler.

** Yayın hayatına yeni başlayan dergi.

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.





18. ULUSAL MEDİKAL FİZİK KONGRESİ

4-7 Kasım 2021, Amara Premier Palace Otel, Antalya

Kongreye Davet

Medikal Fizik Derneği olarak bu yıl kongremizi fiziksel olarak **4-7 Kasım 2021** tarihinde sizlerin değerli katılımlarıyla Antalya Beldibi'nde **Amara Premier Palace Oteli**'nde yapacağız.

Medikal Fizik Derneği'nin düzenlediği medikal fizik kongreleri, ülkemizdeki medikal fizikçileri bir araya getirmekte; uluslararası katılımı, yurt içinde ve yurt dışında çalışan bilim insanlarının bilimsel gelişmeler hakkında bilgi alışverişi ve işbirliği olanaklarını arttırmayı hedeflemektedir.

Her zaman olduğu gibi bilimsel programımızı konularında uzman yurt içi ve yurt dışı değerli konuşmacılarımızın katkılarıyla gerçekleştireceğiz. Kongrede "Radyoterapi", "Diagnostik Radyoloji" ve "Nükleer Tıp" alanlarındaki güncel uygulama ve çalışmalar sunularak tartışılacak ve alandaki yeni gelişmeler paylaşılacaktır.

Kongre Düzenleme Kurulu adına, 18. Ulusal Medikal Fizik Kongremize sizleri davet etmekten büyük onur ve kongremizde bir araya gelecek olmamızdan mutluluk duyuyoruz.

Prof. Dr. Bahar DİRİCAN
Kongre Başkanı

Web sitesi: www.medikalfizik2021.org