

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

MedFiz@Online

e-DERGİ

NİSAN– MAYIS 2020

medfizonline@gmail.com

www.medikalfizik.org

SAYI: 26



BU SAYININ ÖNE ÇIKAN KONULARI

- RADYASYONUN TIBBİ KULLANIMLARINDA RADYASYONDAN KORUNMA VE RADYASYON GÜVENLİĞİ İÇİN GENEL TAVSİYELER
- RADYOTERAPİDE RADYASYONDAN KORUNMA İÇİN ÖZEL TAVSİYELER
- TANISAL RADYOLOJİ VE GÖRÜNTÜ EŞLİĞİNDE GİRİŞİMSSEL RADYOLOJİ İNCELEMELERİ İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA VE RADYASYON GÜVENLİĞİ İÇİN ÖZEL ÖNERİLER
- NÜKLEER TIPDA RADYASYONDAN KORUNMA VE GÜVENLİĞİ İÇİN ÖZEL TAVSİYELER



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 Küçükmorkoç****Mustafa Çağlar****BU SAYIDAKİ YAZARLAR****Asena Yalçın****Hamza Tatlı****İsmail Fındıklı****Levent Gönültaş****Leyla Poyraz****Meral Hiçürkmez****Yasin Ergin**

(Yazarlar harf sıralamasına göre sıralanmıştır.)

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

İÇİNDEKİLER

- **MERHABA**
- **PROF. DR. JACK CUNNINGHAM (1927-2020) 4 OCAK 2020 TARİHİNDE ARAMIZDAN AYRILDI**
- **YURTDIŞI TEMSİLCİLERİMİZ VI: NAZLI DEMİRAĞ**
- **RADYASYONUN TIBBİ KULLANIMLARINDA RADYASYONDAN KORUNMA VE RADYASYON GÜVENLİĞİ İÇİN GENEL TAVSİYELER**
- **RADYOTERAPİDE RADYASYONDAN KORUNMA İÇİN ÖZEL TAVSİYELER**
- **TANISAL RADYOLOJİ VE GÖRÜNTÜ EŞLİĞİNDE GİRİŞİMSSEL RADYOLOJİ İNCELEMELERİ İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA VE RADYASYON GÜVENLİĞİ İÇİN ÖZEL ÖNERİLER**
- **NÜKLEER TIPDA RADYASYONDAN KORUNMA VE GÜVENLİĞİ İÇİN ÖZEL TAVSİYELER**

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

Elinizdeki 26. Sayımızın ağırlıklı konusu olarak **“Radyasyondan Korunma”** seçilmiş ve bu konunun editörlüğü sevgili arkadaşımız, meslektaşımız Sayın Gönül Buyan’a teklif edilmişti. Bildiğiniz gibi Gönül Buyan uzun yıllar TAEK’de ülkemizin başta radyoterapi olmak üzere tüm radyasyondan korunma alt yapısını kurmada önemli görevler aldı. Halen, emekli olarak bu alanda değerli katkılar yapıyor ve çalışmalara katılıyor. Kendisine ve katkıları için yazarlarımıza dergimiz adına teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Bu yılın başından itibaren dünya ve ülkemiz KOVID-19 ile mücadele ediyor. Şüphesiz bu salgın, kanser tedavisi yapan Radyoterapi ve diğer radyasyonla çalışan bölümlerini de olumsuz etkiliyor. Personel ve hasta güvenliğinin, kullanılan hasta sabitleme sistemlerinin, tedavi cihazlarının, tedavi odalarının, ofislerin, tedavi protokollerinin yeniden gözden geçirilip uygulanması gerekiyor. Bu aşamada salgına karşı alınacak önlemler ile ilgili tüm eğitimlerin hayata geçirilmesi önem kazanıyor. ESTRO bu yeni durumda, personelin, hastaların ve bölümlerin uyacakları kurallarla ilgili açıklamayı **“Kriz dönemlerinde Radyoterapi”** (“Radiotherapy in a time of crisis”) başlığı ile duyurdu. EFOMP (The European Federation of Organisations for Medical Physics) ise benzer açıklama ile Coronavirüs’den korunma yollarını açıkladı. Ülkemizde, Türk Radyasyon Onkolojisi Derneği (TROD) salgına karşı alınacak önlemleri açıkladı. Sağlık alanında medikal fizikçi olarak görev yapan meslektaşlarımızın salgına karşı alınacak önlemlerde ve verilen mücadelede çok önemli ve kaçınılmaz yeri olduğunu vurgulamak hayati bir zorunluluktur.

Yapay zekanın medikal alanda özellikle görüntüleme ve radyoterapi alanında hızla geliştiğini burada belirtmek gerekiyor. Günümüzde ve yakın gelecekte medikal fizikçiler bu gelişmelerin içinde konumlandırılmış olacaktır.

Medikal fizikçilerin, mesleki ve sürekli eğitimlerinin ve yetkinliğinin bu önemli küresel gelişmeyi takip etmesini

sağlayacak şekilde planlanması gerekmektedir. Bu doğrudan yola çıkan EFOMP (The European Federation of Organisations for Medical Physics) örgütü, çalışma gruplarına **“Yapay Zekâ”** çalışmalarını eklemiştir. Bu tür organizasyonların medikal fizik meslek ufkunu geliştireceğinden hiç kuşくumuz yoktur. Bu nedenle meslektaşlarımızın geleceklerini inşa ederken “yapa zekâ” boyutunu da değerlendirmeleri gerekmektedir.

(IOMP) Uluslararası

Medikal Fizik Örgütü (The International Organization for Medical Physics), her yıl 7 Kasım günü kutlanan Uluslararası Medikal Fizik Gününe ek olarak her yıl 11-15 Mayıs tarihlerinde kutlanmak üzere **“Uluslararası Medikal Fizik haftası”** ilan etti. Bu

yıl ilk defa kutlanacak olan Uluslararası Medikal Fizik Haftası’nın yerel ve global amaçları şöyle belirleniyor;

Konu ile ilgili kampanyalar,

Yüz yüze veya online eğitim toplantıları,

Karar verici kuruluşlar ile toplantılar, görüşmeler,

Sosyal medyada yer alma.

Ülkemizde ve dünyada, mesleki alanda önemli bir mevzi kazanmış olarak, Uluslararası medikal fizik haftasının güçlü katılımlarla kutlanacağına inancımız tamdır.

Son olarak, **Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)**’in 175’ci doğum yılını 27 Mart günü kutladığımızı hatırlatmak istiyoruz. IAEA’nın Röntgen’in doğum gününe ilişkin yaptığı açıklamanın son cümlesi şöyle: **“Bugün Röntgen’e teşekkür etmeliyiz, X-ışınlarını hayatı iyileştirmek ve dünyadaki insanlara yardım etmek için kullanıyoruz”.**

Sağlıklı günlerde buluşmak üzere.

Saygılarımızla.



Haluk Orhun

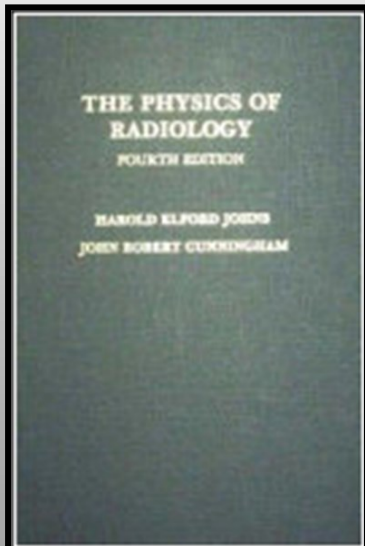
PROF. DR. JACK CUNNINGHAM (1927-2020)**4 OCAK 2020 TARİHİNDE ARAMIZDAN AYRILDI**

Ülkemizde, medikal fizik alanında 1980'li yıllarda görev yapmaya başlamış meslektaşlarımız **"The Physics of Radiology"** kitabını çok iyi hatırlarlar. Bu kitabın ilk baskısı

1953'te yapılmış olup yenilikler eklenerek 8 kez baskısı yapılmıştır. Son yayınlanma tarihi ise 1983'tür. Bu kitap 1984 yılında ilk baskısı yapılan Faiz M. Khan'ın **"The Physics of Radiation Therapy"** kitabı ile meslektaşlarımız tarafından çok önemli başvuru kaynağı olarak kullanılmıştır. Adı geçen kitap medikal fizik eğitimi içinde ağırlıklı bir yer tutmuş ve dünyada binlerce medikal fizikçinin eğitimine katkıda bulunmuştur.

Jack Cunningham'ın hayat hikayesini şöyle özetleyebiliriz;

Prof. Dr. Jack Cunningham'ın mesleğe ve meslek eğitimine büyük katkısı olmuş ve geniş çapta kabul görmüştür. Kanada Fizikçiler Derneği, AAPM üyesi ve



Hindistan Medikal Fizikçiler Derneği hayat boyu üyesi idi. Ödülleri arasında 1988'de AAPM "William D. Coolidge Ödülü"; 2002'de CAP / COMP Anıtı Peter Kirkby Madalyası; 2006 yılında "Kanada'da medikal fizik alanına olağanüstü katkılar" için COMP Altın Madalya Ödülü. 2005 yılında "Kanada'nın en seçkin medikal fizikçilerinden biri" olarak tanındı. AAPM ve ICRU'nun Task Group çalışmalarına Başkan ve üye olarak katıldı. IAEA'da önemli görevler üstlendi. 2006 yılında Uluslararası Medikal Fizik Örgütü (IOMP) ona "Marie Curie Ödülü" mesleğinin en yüksek uluslararası ödülünü verdi.

Cunningham, ilk telecobalt tedavi makinası çalışmalarına katıldı ve radyasyon kaynaklarının dokuda meydana getirdiği absorbe doz hesaplarının kullanılmasının öncülüğünü yaptı.

Jack Cunningham ile ilgili bilgiler ayrıntılı olarak internet sitelerinden ve aşağıdaki linkten elde edilebilir. Ülkemiz medikal fizikçileri olarak anısı önünde saygı ile eğiliyoruz.

Kaynak

1. https://www.researchgate.net/publication/338847309_Obituary_John_Robert_Jack_Cunningham_OC_BEng_MSc_PhD_FCCPM_FAAPM_FCOMP

YURTDIŞI TEMSİLCİLERİMİZ VI

NAZLI DEMİRAĞ

Soru1: Sizi biraz tanımak isteriz? Biraz bize kendinizden bahseder misiniz?

2000 yılında İTÜ Fizik Mühendisliği'nden mezun oldum. İlk olarak Mimar Sinan Fen Edebiyat Fakültesi'nde fizik asistanlığı yaptım, sonra dil öğrenmek için Fransa'da 4 ay kaldım. Döndüğümde 2001 yılında mali kriz vardı ve hiç iş bulamadım. 2002 Kasım ayında zorlu bir iş arama sürecinden sonra Meditel'de Fizik Mühendisi olarak işe başladım. Ünver Bey sayesinde Medikal Fizik Mühendisliği mesleğiyle tanıştım ve Meditel bana medikal fizik mühendisi olmam için sponsor oldu. Hacettepe'de Medikal Fizik Uzmanlığı diplomamı aldım ve Çapa'da klinik deneyim kazandım ve doktora derslerini aldım. Meditel bir çok firmanın distribütörü olduğu için çalışırken bir çok yabancı radyoterapi firmasını yakından tanıma fırsatım oldu. Hep yurt dışında çalışma ve yaşama hayalim vardı ve 2010 yılında Elekta Almanya'da çalışmaya başlayarak bu hayalimi gerçekleştirdim.



Resim 1. 17 Mayıs 2019; Monaco Eğitimi, öğrencilerle, Elekta Crawley

Soru2: Medikal Fizik Uzmanı olarak Türkiye de çalıştığınız yıllara ait tecrübelerin şu an katkısını görüyor musunuz?

Kesinlikle görüyorum. Ben Türkiye'deyken Meditel sayesinde sıfırdan hasta almaya başlayan projelerde çalıştım. Bir radyoterapi merkezi spor alanından hastaneye nasıl dönüşür onu gördüm. Kobalt cihazından tomoterapi cihazına kadar her sistemde çalıştım. Tedavi Planlama Sistemi özel ilgi alanımdı. Türkiye'de herkes her işi yapıyor. Yurtdışında böyle değil; tek bir konuda uzmanlaşıyorsunuz. Türkiye'de her işi yapmış olmanın çok faydasını gördüm. Meditel'deyken yemek organizasyonları; kongre sponsorlukları, bir fizikçinin yurtdışından özel bir isteği; ne istenirse her işi yapıyordum. Ucu açık bir meslek tanımım vardı.

Soru3: Çalıştığınız firmayı ve firmadaki görevinizi anlatır mısınız?

Elekta'yı çok anlatmaya gerek olduğunu düşünmüyorum. Radyoterapi 'de çalışan herkes biliyor. Çalışan olarak baktığında sürekli yenilenen bir firmayız. İlk başta GammaKnife; radyocerrahi ile başlamış. Çıkış noktamız GammaKnife dolayısıyla Elekta'da GammaKnife İngiltere'de Kraliçeyle eş seviyede. Sonrasında linak geliyor. Elekta Philips'in linak bölümünü satın aldığı için ve daha sonra Mosaic ve planlama sistemleri ve son olarak brakiterapi, hasta pozisyonlama. Elekta bu eklenen firmaları içinde organize etmek için çok çaba sarf etti. Haziran 2018 yılında dev bir hamleyle Unity (MRLinak) CE mark alarak pazara girdi. MR Linak şirketin yapısını çok

değiştirdi. Kliniklerle daha bir iç içe çalışmaya başladık ve bu çok güzel bir gelişme oldu.

Son 4 senedir yeni CEO'muz var ve GE'den geldiği için Elekta'da GE'ye benzemeye başladı. Bu arada Türkiye Elekta ana ofislerden biri haline geldi ve Türkiye çok önemli bir merkez oldu Elekta için. Ortadoğu, Afrika, Hindistan hepsi Türkiye'den yönetiliyor ve çok başarılı işler yapılıyor.

10 senedir Elekta'dayım. İlk başlarda XiO ve Monaco eğitimi veriyordum ve eğitim vermediğim zamanlarda telefonla müşteri desteği sağlıyordum; bildiğin Application Specialist. Almanya'daki ofis kapandığında arada 6 ay Türkiye'den çalıştım. Avrupa'da çalışma vizesi almak çok uzun sürüyor ve gerçekten zor. 2015 yılında Fransa'ya taşındım ve Paris'te Operational Physicist olarak çalışmaya başladım. Monaco Tedavi Planlama Sisteminde modelleme Elekta tarafından yapılıyor ve dataları müşteri topluyor. Müşterinin topladığı dataların değerlendirilmesi ve Çin'deki modelleme ekibinin standartları arasında iletişim sağlanması gerekiyordu; temel görevim bu iletişimi sağlamaktı. Son iki senedir; TPS Governance Manager olarak çalışıyorum Avrupa'da verilen Monaco eğitimlerinin ve eğitimcilerinin kalitesinden sorumluyum. Bir tek ben karar vermiyorum. Hep bir ekip olarak çalışıyoruz ama eğitimlerin gelişmesindeki katkımın büyük olduğunu söyleyebilirim. Özellikle Monaco fizik konusunda algoritmaları anlama ve anlatma konusunda çok çaba sarf ettim diyebiliriz.



Resim 2: 11 Şubat 2020: Elekta İstanbul Ofisi, Türkiye- Adem Ünal Kızıldağ, Mertay Güner, Reyhan Yaman Saltuk

Soru4: Mesleğinizin güzel ve zor yanları nelerdir?

Bu mesleğin güzel yanlarından biri ünlü insanlarla tanışmak. Benim için Robert De Niro yerine Marcel van Herk'le kahve içmek eş değerde. Ben Mijneer; Nazlıcım nasılsın hayat nasıl gidiyor dediğinde içimin yağlarının eridiğini söyleyebilirim. Radyoterapiyi radyoterapi yapan ünlü fizikçilere büyük saygı duyuyorum. Özellikle bir gün Anders Ahnesjö'ye sunum yaptım. Biliyorsunuz yaşayan en büyük dâhilerden biri, sunumumu dinledi ve beğendi. Bu benim kariyerimde ulaştığım en üst seviye oldu. Aynı şekilde Markus Alber bize 3 gün Monaco'yu anlatmıştı. O sıralarda bilgi düzeyim o kadar düşüktü ki sadece "f***" dediğini hatırlıyorum. Sürekli "f*** this f*** that" diyordu. Bir yerde okumuştum; zeki insanlar daha çok küfür ediyorlarmış. Başka hiç bir şey anlamamıştım. Her ne kadar İngilizceyi kolejde küçük yaşlardan itibaren öğrenmiş olsam da tam anlamıyla dile hâkim olmak için yurtdışında yaşarken üstünden bir üç sene daha geçmesi gerekti. En büyük avantajım Almanların çok saygılı olması oldu ve insana çok değer veriyorlar. İlk başlarda çok eksik yanlarım vardı;

her açıdan ama Alman çalışma arkadaşlarım bana çok değer verdi ve çalışma şartları da Türkiye'ye göre çok iyiydi. Bir kere hafta içi; sabah 8 akşam 5 çalışıyorsun. Kara ormanların kıyısında ise bisikletle gidip geliyorsun. İstanbul'dan sonra sanatoryum hayatı gibi oldu.

Mesleğin zor yanı; çok seyahat etmek. İlk başlarda güzel geliyor ama düzenli bir evlilik hayatın varsa onu unut. Evli ve çocuklu insanların yapabileceği bir şey değil. Dünyadan kopuyorsun. Sosyal ilişkilerin zedeleniyor. Çok seyahat ettim ve bu sayede çok insanla tanışıp; çok farklı bakış açıları kazandım. Bu güzeldi ama baktığında düzenli bir hayatım olmadığı için insan ilişkilerinde çok zayıf kaldım. 10 sene boyunca iki hafta sonra dünyanın neresinde kimlerle olacağımı bilmeden yaşadım. 38 ülkeye gitmişim şimdiye kadar. Son 3-4 senedir sadece Avrupa ile sınırlı kaldım. Uzaktan çok güzel görünüyor ama ne yaşadığımı bir ben biliyorum. Oradan oraya bukalemun gibi adapte oluyorsun. En çok gece otelde uyanırsam tuvaleti bulmakta zorlanıyorum. Çok iyi bir hafızam vardı artık yok. Binlerce kişiyle tanışıyorsun ve kimle nerde ne zaman tanıştığını hatırlamak çok zor. Estro kongresinde anlatması 15 dakika süren demoyu; hiç ara vermeden; 3 gün boyunca 50 kere tekrarladım. Tekrarı severim ama bu olay hafızamı zedeledi. Bir de gittiğim ülkede hangi dili konuşuyorlardı diye bilinçaltım sürekli onu düşünüyor. Düzenli bir hayatın olduğunda hiç beynini kullanmadan yaptığın bir sürü bazal metabolizma hareketler var. Her gün hep aynı evden hep aynı işe gidiyorsan beynini hiç kullanmasan da olur. Ben bugün evden çıkıp bir havaalanına gidiyorum diyelim yarın otelden çıkıp bir hastaneye gideceğim. Hastaneleri özellikle mi labirent gibi yapıyorlar hiç anlamıyorum. Bütün hastaneler

birbirinden neden bu kadar farklı. Her McDonalds aynı oluyor da her hastane neden aynı olmuyor. Bizim gibileri düşünüp hastanelerin dizaynını da standart yapsınlar lütfen. Bu mesela benim hayatımı çok kolaylaştırırdı.

Soru5: Türkiye'deki medikal fizikçiler ile diğer ülkelerdeki fizikçiler arasındaki farklar neler?

Türkiye'deki medikal fizikçilerle ilgili yorumum ancak 10 sene öncesine dayanıyor; çünkü uzun zamandır Türkiye'deki eğitimlerden sorumlu değilim. 10 sene önce benim gördüğüm tam olarak ne iş yaptıklarını bilmiyorlardı. Bizde insan ilişkileri çok sıkıntılı. Bilgiyi saklama diye bir kavram vardı; sanırsam bu artık yok. Kimse biri diğerinden daha çok öğrensin istemiyordu. Bir de tembel bir toplumuz, okumuyoruz. Muhabbet etmeyi; kim nerde kimle ne yapmış bu konular hakkında konuşmayı daha çok seviyoruz. Bu şimdi de benzer. Türkiye'ye gelince ben de hemen ortama ayak uyduruyorum. Günlerce Cem Yılmaz nasıl Defne Samyeli'den ayrılıp Serenay Sarıkaya ile birlikte olmuş onu düşündüm. Fransa'ya dönünce onu düşünemiyorum; aynı tadı vermiyor. Bu tabii ki benim; aslında burada kimseyi değil bir Türk olarak kendimi böyle buluyorum ve kendimi eleştiriyorum.

Fransa'ya baktığınızda adamlar çok okuyor. Metroda sıkışık; nefes alamıyor yine de kitabını çıkartıyor ayakta bile okuyor adam. Bir de kendi işine bakıyor. Yanında çıplak dolaşsan kafayı çevirip bakmıyor. Bizde herkes her işi yapıyor. Herkesin herhangi bir konu hakkında bilgisi olmasa bile fikri var. Kimse ben bilmiyorum demiyor. Yine Cem Yılmaz'dan örnek vereceğim ama "Faruk Eczanesi". Bir de maalesef yaptığımız işten memnun değiliz. Medikal Fizikçi doktor olmak istiyor; hatta hem doktor hem medikal

fizikçi olmak istiyor. Tekniker hem tekniker; hem medikal fizikçi; hem doktor olmak istiyor. İş böyle olunca hiç bir iş tam anlamıyla yapılmıyor. Programsızlık hat safhada ve alt yapı eksiği çok büyük.

Soru6: Bizleri yurt dışında temsil etmenin verdiği sorumluluk sizde ne kadar baskı oluşturuyor? Milliyetiniz bir sorun teşkil ediyor mu?

2015 yılında Türkiye Rusya uçağını vurduğunda sanki ben vurmuşum gibi muamele gördüğüm oldu. İş arkadaşlarım sanki olaya dâhil olmuşum gibi anlat bakalım diyorlar. Maalesef ülke olarak Cumhurbaşkanı'nın icraatlarıyla, terörle ve uçak düşürmelerle gündeme geliyoruz. Avrupa'da çok güzel karşılandığımızı düşünmüyorum. Türkiye sınır kapılarını açınca Yunan arkadaşım benden açıklama bekliyor. Türk olmak en çok pasaport kuyruğunda sıra beklerken sorun teşkil ediyor veya yurtdışında oturma izni alırken onun dışında bir sorunum yok. Zaten kimse Türk olduğuma inanmıyor. Onların kafasındaki Türk imajı kara göz; karakaş; kara saçlar; kocaman burun; kısa boylu ve başörtülü. Tipik Türk insanın böyle olduğunu düşünüyorlar. İzmir'i hiç bilmiyorlar. İzmirli değilim ve bütün İzmirli kızlara gıcık oluyorum; onu da burada belirteyim. Çok güzeller çünkü ve benimkisi tamamen kıskançlık...

Soru7: Uluslararası alanda bu mesleği yapmak isteyen gençler nasıl bir yol izlemeli?

Kongrelere katılsınlar; mümkünse Estro ama yerel kongrelerimiz de çok güzel. Yayınları takip etsinler. Çok okusunlar. Elektronik posta yoluyla bütün dünyayla iletişime geçebiliyorsunuz ve sosyal çevre edinmek çok önemli. Bilmediklerini sorsunlar ve bildiklerini de paylaşmaktan çekinmesinler.



Resim 3. 18 Mayıs 2019: Dr.Esengül Koçak Uzel'le Paris, Fransa

Soru8: Mesleki anlamda kendinizi geliştirmek için firmada ne gibi olanaklar buluyorsunuz?

Bir kere bir aylığına MD Anderson'a gitmiştim. Orası da radyoterapinin babası gibi bir yer. Her saniyesini dolu dolu yaşadım. 5 yıl oldu ama hala ben MD Anderson' dayken diyorum. MD Anderson'a gitme fırsatını o sırada orda staj yapan Doç. Dr. Esengül Koçak Uzel'e borçluyum. Elekta ismiyle gittim, Elekta sponsor oldu ama Türkiye'den de destek aldım. Fransız, Alman, İngiliz, Hollandalı medikal fizikçiler aldıkları eğitim ve işlerine odaklanmaları yüzünden çok ileri seviyedeler. Onlarla muhabbet etmek ve onların sordukları sorulara cevaplamak zorunluluğu beni çok geliştirdi. En çok Hollandalıların çok komplike konuları pazardan iki kilo domates aldım tadında basite indirgemelerine hayranım. Duyduğum zaman aslında adam gerçekten pazardan iki kilo domates aldım diyor ama onu derken tartının standart sapması var; domatesin genleşme katsayısı var; yerçekimi kuvveti var; kuvvet çarpı kuvvet kolu var; momentum var; merkez kaç kuvveti; zamanın kısalması bile var. Adam eminim onu derken bunları bile düşünüyor. Hep bir merkez kaç kuvveti; süper

iletkenlik; termodinamik; atomların etkileşimi kafada dönüyor gibi. Yumurta kırıldım diyor ama sanki akışkanlar mekaniğinden bahsediyor gibi ama anlıyorsan. Yoksa adam yumurta kırıldım dedi diyorsun geçiyorsun.

Soru9: Avrupa/Amerika firmalarında çalışmanın getirdiği sosyal haklar neler?

Herkes birbirine çok saygılı. Şöyle bir anımı anlatayım. 12 senedir radyoterapide çalışıyordum. Türkiye’de bir hastanede eğitim vermeye gittim. DVH gösteriyorum. XiO’da DVH üzerindeki değerleri nasıl okuyorsun, organ dozlarına nasıl bakıyorsun onu gösteriyorum. Bir medikal fizikçi; yeni başlamış. Bir dakika, senin klinik deneyimin yok sen bunlardan nasıl bahsedersin dedi. Cevabını verdim tabii ki ama beni bu duruma düşüren maalesef güzel Türkiye’imiz oluyor. Avrupa’da bu kadar direk negatif ve yıkıcı eleştiri almıyorum. Bir başka anım da ise eğitim vermeye başlayacaktım. Bu sırada yakın bir medikal fizikçi arkadaşım herkesin içinde sen boşandın mı? Kızın nasıl diye sormuştu. Benim gözlemlediğim kendi ülkemde maalesef özel hayata saygı yok. Bilime bilgiye saygı yok. Türkiye’de kongrede konuşma yapmak ve konuşanların yaptığı konuşmayı dinlemesi için bir sürü politik oyuna dâhil olman gerekiyor. Yaptığın bilimsel konuşmanın kalitesi yerine dün akşam kim ile barda kol kola görülmüşsün bu gündeme geliyor. Türkiye’de insanları hemen bir kategoriye koymak istiyoruz. Evli mi? Dinci mi? Zengin mi? Yurtdışında bu konular o kadar da önemli değil çünkü herkesin hayatını güzel bir şekilde geçirebileceği minimum bir standart var. Açlık sorunuyla uğraşmıyorlar. Alt yapı sağlam; hastane var; okul var; spor tesisleri; kütüphane var. En önemlisi can güvenliği vardı; artık Avrupa’da da

kalmadı maalesef. Yılbaşını kutlamak için bir bara gittiğinde bombayla karşılaşmayacağını hiç düşünmeden yaşayabilmek güzel bir duygu olsa gerek veya arabayı park edip döndüğünde camını kırarlar mı diye düşünmeden yaşamak.

RADYASYONUN TIBBİ KULLANIMLARINDA RADYASYONDAN KORUNMA VE RADYASYON GÜVENLİĞİ İÇİN GENEL TAVSİYELER

Bu bölümde aktarılan bilgiler IAEA, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun 2018 yılında yayımladığı "Radyasyonun Tıbbi Kullanımlarında Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Güvenliği, Özel Güvenlik Klavuzu SSG-46 (Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46)" kitapçığının ikinci bölümünün özet çevirisine dayanmaktadır. Yayının tam orijinal metnine ve referanslarına IAEA web sitesinden (1) ulaşılabilir.

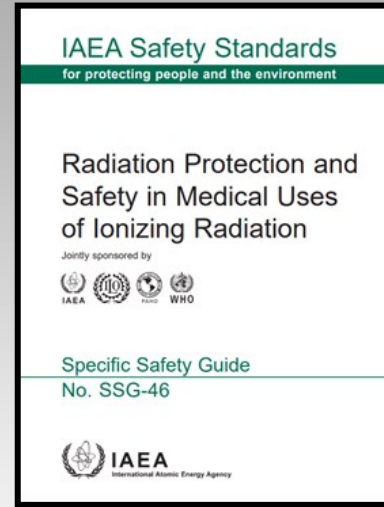
Dr. Hamza Tatlı

GENEL

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları hastaneler, tıp merkezleri ve diş hekimliği uygulamaları gibi çeşitli ortamlarda gerçekleşir. Tıbbi radyasyon tesisi terimi, GSR (General Safety Requirement: Genel Güvenlik Gereksinimleri) Bölüm 3'te bu gibi olası tüm durumları kapsamak için kullanılmaktadır. Tesis tanısal radyoloji, görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürler, nükleer tıp ve radyoterapi gibi hizmetler sağlayabilir.

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarına ilişkin yetkilendirme süreci devletten devlete değişir. Bazı devletlerde, tek bir yetkilendirme tesis içindeki tüm uzmanlık alanlarını (tanısal radyoloji, nükleer tıp ve radyoterapi) ve faaliyetleri kapsayabilirken, diğerlerinde her uzmanlık veya uygulama için ayrı ayrı yetki verebilir.

Radyasyondan korunma ve radyasyon kaynaklarının güvenliği için GSR Bölüm 3'ün gereksinimleri, gelişmiş hasta bakımı ve tedavi sonuçlarına ulaşmak için, tıbbi yapılanmalara, süreçlere ve rehberlere dâhil edilerek yerine getirilmelidir.



İşinlanma Türleri Ve İşinlanma Kategorileri

GSR Bölüm 3 'ün gereksinimleri üç tür işinlanma durumuna göre yapılandırılmıştır: planlanan işinlanma, mevcut işinlanma ve olağanüstü işinlanma. İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları planlanan bir işinlanma durumudur. Bu, "kesin olarak gerçekleşmesi beklenmeyen, ancak bir kazadan veya bir olay veya olay dizisinden kaynaklanabilecek" potansiyel işinlanma durumlarını içerir. Potansiyel işinlanma, olayın meydana gelmesi halinde normal olarak beklenenin üzerinde bir işinlanmayla sonuçlandığı mesleki, kamusal ve tıbbi işinlanmalar için geçerli olabilir. Radyoterapi tesisleri gibi acil durum kategorisi III olan tıbbi tesislerdeki aşırı durumlarda, çalışanları veya halkın üyelerini etkileyen olağanüstü işinlanma durumu ortaya çıkabilir. Olağanüstü işinlanma durumlarına hazırlıklı olma ve müdahale için GSR Bölüm 3 kısım 4 ve IAEA Güvenlik Standartları Serisi GSR Bölüm 7, GSG-2 ve GS-G-2.1 gereksinimleri yerine getirilmelidir.

Tablo 1. Tıbbi ışınlama ile karşılaştırılarak mesleki ışınlama ve kamusal ışınlamaya uygulanan radyasyondan korunma ilkelerinin özetlenmesi

Mesleki ışınlamaya ve kamusal ışınlamaya uygulanması	Tıbbi ışınlamaya uygulanması
Uygulamaların gerekçelendirilmesi: Radyasyona maruz kalmayı gerektiren bir uygulamayı, yalnızca ışınlanan bireylere veya topluma radyasyon zararından daha fazla fayda sağlıyorsa benimsemek.	Uygulamaların gerekçelendirilmesi: ışınlamanın tanınal veya terapötik yararları, tıbbi ışınlamayı içermeyen mevcut alternatif tekniklerin yararları ve riskleri dikkate alınarak, neden olabileceği radyasyon zararına karşı tartılır.
Koruma ve güvenliğin optimizasyonu: Ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak ışınlamaların büyüklüğü, olasılığı ve maruz kalan bireylerin sayısını mümkün olan en düşük seviyede tutarak, mevcut koşullar altında mevcut en iyi koruma ve güvenlik önlemlerinin sağlanması.	Koruma ve güvenliğin optimizasyonu: Tanı ve girişimsel tıbbi ışınlamada, gerekli teşhis veya girişimsel hedefe ulaşmak için hastaların ışınlamasını gerekli en az seviyede tutmak. Terapötik tıbbi ışınlamada, normal dokunun ışınlamasını makul bir şekilde mümkün olduğunca düşük tutmak, gerekli dozu tutarlı bir şekilde planlanan hedef hacmine ulaştırmak.
Dozların sınırlandırılması: Bireylere verilen dozlar sınırlıdır (mesleki ışınlama ve kamusal ışınlama için).	Dozların sınırlandırılması: Tıbbi ışınlamalar için geçerli değildir.

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları üç ışınlama kategorisini içerir: radyolojik prosedürlerin uygulanmasında yer alanlar için mesleki ışınlama; radyolojik işlemlere tabi tutulan hastalar, bakıcı ve avutanları ile tıbbi araştırma programında ışınlamaya maruz kalan gönüllüler için tıbbi ışınlama ve bekleme odalarında olduğu gibi toplum üyeleri için kamusal ışınlama (halkın radyasyona mazuriyeti). Radyasyondan korunma ve güvenlik gereksinimleri ışınlama kategorisine göre değiştiği için ve doğru sınıflandırma önemlidir. Örneğin, görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürlere yardımcı olan bir hemşire mesleki olarak ışınlamaya maruz kalırken, zaman zaman mobil radyografinin yapıldığı yatarak tedavi gören hastalara hizmet veren başka bir hemşire için halkın üyeleriyle aynı düzeyde koruma sağlanmalıdır. 'Bakıcı ve avutan' terimi GSR Bölüm 3'te, "tıbbi tanı veya tıbbi tedavi için radyolojik

prosedürler uygulanan hastaların bakım, destek ve konforunda isteyerek ve gönüllü olarak (mesleği dışında) yardımcı olan kişiler" şeklinde tanımlanmıştır. Bakıcılar ve avutanlar tıbbi ışınlamaya maruz kalırken, radyonüklid tedavisi gören bir hastayı ziyaret eden sıradan bir tanıdık, halkın bir üyesi olarak kabul edilir ve dolayısıyla kamusal ışınlamaya maruz kalır.

Radyasyondan Koruma Gereksinimlerinin Uygulanması

Radyasyondan korunmanın üç genel ilkesi, (1) gerekçelendirme, (2) korunma ve güvenliğin optimizasyonu ve (3) doz sınırlarının uygulanmasıdır.

Tıbbi ışınlama, kişilerin (özellikle hastalar) kasıtlı olarak, doğrudan ve bilerek yararına radyasyona maruz kalmaları nedeniyle mesleki ve kamusal ışınlamadan farklıdır. Tıbbi ışınlamada, hasta için yararı sınırlayabileceği için bir doz limiti uygulamak

uygun değildir ve radyasyondan korunma ilkelerinden sadece ikisi geçerlidir - gerekçelendirme ve optimizasyon. Gerekçelendirme, ışınlamanın gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini belirler. Eğer ışınlama gerçekleşecekse, radyolojik prosedür radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği optimize edilecek şekilde gerçekleştirilmelidir.

Gerekçelendirme

Gerekçelendirme üç ışınlama kategorisini içerir: tıbbi ışınlama, mesleki ışınlama ve kamusal ışınlama.

Gerekçelendirmenin mesleki ışınlama ve kamusal ışınlama yönü, verilen radyolojik prosedürün kullanımının prosedürün uygulandığı bireylere ve topluma, prosedürden kaynaklanan zarara ağır basan fayda sağlayıp sağlamayacağını belirleme sürecidir. Radyolojik prosedürün hastaya zarardan çok fayda sağlaması beklenirken, tıbbi radyasyon tesisi personelinin ve diğer bireylerin ışınlamasından kaynaklanan radyasyon zararlıları da dikkate alınmalıdır.

Gerekçelendirme ilkesinin uygulanması, üç seviyeli özel bir yaklaşım gerektirir. Radyasyonun tıpta uygun şekilde kullanılmasının zarardan çok fayda sağladığı kabul edilmektedir (seviye 1). Bir sonraki seviyede (seviye 2), belirli bir radyolojik prosedürün jenerik gerekçelendirmesi, sağlık otoritesi tarafından uygun meslek örgütleriyle birlikte yürütülmelidir. Artık makul olmayan radyolojik prosedürler tıbbi uygulamadan çıkarılmalıdır. Yanlışlıkla veya istenmeyen ışınlama olasılığı da 2. seviye olarak dikkate alınmalıdır. Gerekçelendirmenin son seviyesi (seviye 3) için, radyolojik prosedürün belirli bir hastaya uygulanması düşünülmelidir. Bir hasta için bir prosedürün

gerekçelendirilme yaklaşımı (seviye 3), bunun bir teşhis prosedürü, görüntü rehberliğinde müdahale veya tedavi olup olmadığına bağlıdır. Bu aşamada sağlık kurumları ile meslek örgütleri tarafından geliştirilen ulusal veya uluslararası başvuru kılavuzlarının kullanılması gerekmektedir.

Önerilen radyolojik prosedür bu hasta için gerekçelendirilmişse, ilgili personelin prosedürü uygulaması, mesleki radyasyondan korunma ve güvenliğin optimizasyonu ve mesleki dozun sınırlandırılmasını gerektirir.

Korunma ve Güvenliğin Optimizasyonu

Korunma ve güvenliğin optimizasyonu, ekonomik, toplumsal ve çevresel faktörler göz önüne alındığında radyolojik işlemlere tabi tutulan hastaların, bakıcıların ve avutanların, çalışanların ve halkın ışınlamasına uygulandığında, ışınlamaların büyüklüğünün, olasılığının ve maruz kalan birey sayısının mümkün olan en düşük olmasını sağlama sürecidir.

Hastaların ve tıbbi araştırma programında gönüllülerin ışınlamasında optimizasyon gereksinimlerinin uygulanması özel bir yaklaşım gerektirir. Çok düşük bir radyasyon dozu çok yüksek bir radyasyon dozu kadar kötü olabilir; bunun sonucu olarak bir kanser tedavi edilemeyebilir veya alınan görüntüler uygun teşhis kalitesinde olmayabilir. Çünkü tıbbi ışınlama her zaman gerekli klinik sonuca yol açmalıdır.

Doz kısıtlamaları planlama aşamasında korunma ve güvenliğin optimizasyonunda kullanılır ve mesleki ışınlama ve kamusal ışınlama için geçerlidirler. Ayrıca, bakıcılar ve biyomedikal araştırma programında ışınlanan gönüllüler için korunma ve

güvenliğin optimizasyonunda kullanılırlar. Doz kısıtlaması oluşturma'nın amaçlarından biri, planlanan operasyonlardan alınan dozların toplamının doz sınırları içinde kalmasını sağlamaktır. Doz kısıtlamaları doz sınırları değildir; bir doz kısıtlamasını aşmak, düzenleyici gerekliliklere uyulmaması anlamına gelmez, ancak takip eylemleriyle sonuçlanabilir. X ışını görüntülemelerde, görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürlerde ve tanısal nükleer tıpta, tanısal referans seviyeleri (TRS) korunma ve güvenliğin optimizasyonunda kullanılan bir araçtır. Tipik hasta dozları veya radyofarmasötik aktiviteleri için uygulanan faaliyetlerin periyodik değerlendirmelerinin yapılması gerekmektedir. Yerleşik TRS'lerle karşılaştırma, hastalara yönelik tipik dozların veya aktivitelerin olağandışı yüksek veya olağandışı düşük olduğunu gösterirse, korunma ve güvenliğin optimize edilip edilmediğini ve herhangi bir düzeltici eylemin gerekip gerekmediğini belirlemek için yerel bir inceleme başlatılması gerekir.

Doz Sınırları

Doz sınırları, herhangi bir iyonlaştırıcı radyasyon kullanımından kaynaklanan mesleki ve kamusal ışınlama için geçerlidir. Doz sınırlarını ortaya koyan GSR Bölüm 3 'ün III. Çizelgesi, kolaylık sağlamak için burada tekrar verilmektedir (Kutu 1). Doz sınırları tıbbi ışınlamalar için geçerli değildir.

Görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürler gibi alanlarda doğru radyasyondan korunma uygulaması izlenmezse, bu doz sınırını aşma olasılığı vardır.

KUTU 1: PLANLANAN MARUZ KALMA DURUMLARI İÇİN DOZ LİMİTLERİ:

MESLEKİ İŞİNLANMA

III.1. 18 yaşın üzerindeki işçilerin mesleki ışınlamaları için doz sınırları:

- (a) Art arda beş yılda ortalama 20 mSv etkin doz (5 yılda 100 mSv) ve herhangi bir yılda 50 mSv etkin doz;
 - (b) Göz merceğine art arda beş yılda ortalama 20 mSv eşdeğer doz (5 yılda 100 mSv) ve herhangi bir yılda 50 mSv eşdeğer doz;
 - (c) Ekstremiteler (eller ve ayaklar) veya ¹Cilt'te yılda 500 mSv eşdeğer doz.
- Hamileliği bildiren veya emziren bir kadın işçinin mesleki ışınlamasına ek kısıtlamalar uygulanır ([GSR Bölüm 3] paragraf 3.114).

III.2. Radyasyon içeren istihdam için eğitilen 16 ila 18 yaşlarındaki çırakların mesleki ışınlaması ve çalışmaları sırasında kaynak kullanan 16 ila 18 yaşlarındaki öğrencilerin ışınlaması için doz sınırları şunlardır:

- (a) Bir yılda 6mSv etkin doz;
- (b) Göz merceğine bir yıl içinde 20mSv eşdeğer doz;
- (c) Ekstremiteler (eller ve ayaklar) veya cilde yılda 150 mSv eşdeğer doz.

KAMUSAL İŞİNLANMA

III.2. Kamusal ışınlamada doz sınırları:

- (a) Bir yılda 1mSv etkin doz;
- (b) Özel durumlarda², art arda beş yıl boyunca ortalama etkin dozun yılda 1 mSv'i aşmaması koşuluyla, tek bir yıl içinde daha yüksek etkin doz değeri uygulanabilir;
- (c) Göz merceğine bir yıl içinde 15mSv eşdeğer doz;
- (d) Cilde bir yılda 50 mSv eşdeğer doz.

Kaynak: GSR Bölüm 3 Çizelge III.

¹Cilt için eşdeğer doz limitleri, cildin en fazla ışınlanan bölgesinin 1 cm² üzerindeki ortalama dozu için geçerlidir. Cilde doz da etkili doza katkıda bulunur, bu katkı tüm cilde ortalama doz olup, cilt için doku ağırlık faktörü ile çarpılır.

²Örneğin, ışınlamalarda geçici artışlara yol açan izinli, gerekçeli ve planlı operasyonel koşullarda.

KADEMELİ YAKLAŞIM

Kademeli yaklaşım, korunma ve güvenlik için sistemin uygulanmasının temelini oluşturan bir kavramdır. İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarıyla ilişkili riskler, ilgili radyolojik prosedüre bağlı olarak önemli ölçüde değişir. Düşük risk ucunda dental ışınlamalar (konik ışınli bilgisayarlı tomografi, CBCT hariç) ve özel kemik dansitometrisi çalışmaları (çift enerjili X ışını absorpsiyometrisi, DXA) vardır. Yüksek risk ucunda, ilgili dozların ölümcül olabileceği radyoterapi ve radyasyon yaralanmalarının meydana gelebileceği görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürler vardır.

GSR Bölüm 3, hükümete, düzenleyici kuruma, lisans sahiplerine ve işverenlere kademeli bir yaklaşımla sorumluluklar verir. Düzenleyici kurumların, dental uygulamaları düzenlemeye radyoterapide veya görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürleri

düzenlemekten daha az kaynak ve zaman ayırması beklenebilir.

Lisans sahiplerinin ve işverenlerin korunma ve güvenlik için aldıkları önlemlerde kademeli bir yaklaşım gereği, bir diş hekimi muayenehanesinde bir radyoterapi tesisi için uygulanan program kadar kapsamlı bir kalite güvence programı uygulanmasına gerek yoktur.

GÖREV VE SORUMLULUKLAR

Hükümet

Genel

Hükümetin korunma ve güvenlik ile ilgili görev ve sorumlulukları:

- Tüm ışınlama durumlarında korunma ve güvenlik için etkili bir yasal ve düzenleyici çerçevenin oluşturulması.
- Belirtilen gereklilikleri karşılayan mevzuatın oluşturulması.
- Gerekli yasal yetki, yetkinlik ve kaynaklara sahip bağımsız bir düzenleyici kurum oluşturulması.
- Korunma ve güvenlik konusunda eğitim ve öğretim için gereksinimlerin belirlenmesi.
- Aşağıdakiler için düzenlemelerin yapılmasını sağlamak:
 - ◆ Teknik hizmetlerin sağlanması (radyasyon izleme hizmetleri ve standart dozimetri laboratuvarları dâhil);
 - ◆ Eğitim ve öğretim hizmetleri.

Hükümet, sağlık otoritesinin, ilgili meslek örgütlerinin ve düzenleyici kurumun, radyasyondan korunma ve güvenliği için gerekli altyapıyı oluşturması adına iletişim kurmasını ve iş birliği yapmasını kolaylaştırma ve sağlama sorumluluğunu taşımaktadır. Sağlık otoritesinin rolü, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları da dâhil olmak üzere sağlık hizmetinin çeşitli alanlarına tahsis edilen kaynakları belirleyebilecek politika belirlemeyi içerir. Radyasyon ile ilişkili çeşitli sağlık çalışanlarının meslek örgütleri, ilgili mesleğin kolektif uzmanlığını temsil ettiğinden radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği uygulamasını güçlü bir şekilde etkileyebilir. Sağlık otoritesi ve meslek örgütleri, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarının etkin bir şekilde düzenlenmesini sağlamak için radyasyondan korunma düzenleyici kurumu ile aktif çalışma ortakları olmalıdır.

Sağlık çalışanlarının resmi olarak tanınmasına yönelik mekanizmalar, yalnızca uygun yetkinliğe sahip kişilerin belirli rol ve sorumlulukları üstlenmelerine (radyolojik tıp doktoru, tıbbi radyasyon teknisyeni veya medikal fizikçi) izin verilmesini sağlamak için uygulanmalıdır.

Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği için standartlar ve raporlar düzenleyen teknik standartlar birlikleri, tıbbi cihazlar için düzenleyici kurumlar ve sağlık teknolojisi değerlendirme kuruluşları değerli katkıda bulunabilir. Ayrıca sağlık sigortası veya geri ödeme şirketleri ve standart akreditasyon kuruluşları, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve güvenlik üzerinde dolaylı, ancak önemsiz olmayan bir etkiye sahip olabilir.

Tanısal referans seviyeleri

TRS tanısal tıbbi ışınlanma için korunma ve güvenliğin optimizasyonu için kullanılması gereken önemli bir araçtır. Hükümetin TRS kurulması konusunda özel bir sorumluluğu vardır. TRS için değerler belirlenirken, hastalar için tipik (örneğin medyan veya ortalama) dozlar, bu prosedürlerin uygulandığı tesislerin bir örneğinden elde edilir. TRS oluştururken, yalnızca görüntü kalitesi tıbbi amaç için yeterli olan radyolojik prosedürleri dâhil etmek önemlidir.

Tıbbi radyasyon tesisleri, tipik dozlarını ilgili TRS ile karşılaştırmalıdır. Standart büyüklükteki hastaların temsili bir örneğinden toplanan verilerin dağılımının medyan değeri TRS ile karşılaştırmak için kullanılmalıdır. Tesisin tipik dozunun TRS'yi aştığı veya önemli ölçüde altında olduğu durumda, ışınlanmanın tanısal olarak yararlı görüntüler üretmediği veya hastaya beklenen tıbbi faydayı sağlamadığı açıktır. Böyle durumlarda radyolojik prosedür için korunma ve güvenliğin optimizasyonu gözden geçirilmelidir. Önceden belirlenmiş bazı aralıklarda, üç ila beş yıl gibi, belirlenmiş ulusal veya bölgesel TRS değerlerinin gözden geçirilmesi gerekir. İlk değerlendirmelerden sonra, TRS yeni değerlerinin önceki değerlerden daha düşük olması muhtemeldir. Birkaç döngüden sonra, TRS değerinin stabilize olması beklenir. Bununla birlikte, görüntünün tanısal içeriği ile doz arasındaki ilişkinin değiştiği teknolojilerde veya tekniklerde büyük bir değişiklik varsa TRS artabilir.

TRS oluşturulması için standart hastayı temsil eden fantom temelli bir yaklaşım, TRS oluşturmak için kullanılabilir. TRS'nin oluşturulacağı görüntüleme prosedürlerine ulusal veya bölgesel düzeyde karar verilmelidir. Bu kararda yardımcı olabilecek kriterler,

görüntüleme prosedürlerinin göreceli frekansları ve meydana gelen dozların büyüklüğüdür. Yetişkinler ve çocuklar için TRS'nin oluşturulacağı prosedürleri seçerken daha sık ve daha yüksek doz prosedürlerinin önceliği olmalıdır. Pediatrik görüntülemeye özellikle dikkat edilmelidir.

TRS ile ilgili bir başka husus, prosedürün görüntülenmekte olan anatomik bölge açısından basit bir şekilde tanımlanıp ilk kez TRS oluşturmaya başlayanlar için, prosedürün sadece görüntülenen anatomik bölge açısından tanımlanması tavsiye edilir.

Görüntüleme radyolojik prosedürlerinin çoğu yetişkinler üzerinde gerçekleştirilir ve geleneksel olarak ulusal TRS yetişkinler için ilk kurulmuştur. Standart bir yetişkin hasta için kütle bazında, örneğin 70 ± 20 kg ile örnekleme seçilmeyi sınırlayarak ve örneklem ortalamasını 70 ± 5 kg hedefleyerek TRS oluşturulabilir. İlgili prosedürün uygulandığı her tesis için örneklem boyutu, görüntüleme prosedürünün sıklığına ve hasta dozlarındaki değişkenliğe bağlıdır ve daha büyük bir örneklem boyutu, istatistiksel belirsizlikleri azaltacaktır.

Hasta dozunu temsil etmek için kullanılan doz metrikleri kolayca ölçülebilir olmalı ve ICRU'nun tavsiyelerine uygun olmalıdır. Tanı ve girişimsel radyoloji için yaygın olarak kullanılan terimlerdir:

- Radyografide: hava kerma-alan çarpımı, gelen hava kerma veya giriş yüzeyi hava kerma (geri saçılma dahil).
- Floroskopide: hava kerma-alan çarpımı.
- CT'de: CT hava kerma indeksi ve CT hava kerma -uzunluk çarpımı.

- Mamografi ve tomosentezde: gelen hava kerma veya giriş yüzeyi hava kerması ve ortalama glandüler doz.
- Diş hekimliğinde: ağız içi radyografi için gelen hava kerma ve panoramik radyografi ve CBCT için hava kerma alan çarpımı.
- Görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürlerde: hava kerma alan çarpımı ve hasta giriş referans noktasında kümülatif referans hava kerma.

Katkıda bulunan her bir tesis için doz verilerinin sadece görüntü kalitesinin klinik amaç için yeterli olduğu onaylanan prosedürler için toplanması çok önemlidir. Nükleer tıpta, TRS hastaya uygulanan aktivite ve birim vücut kütlesi (MBq / kg) başına aktivite olarak ayarlanır.

Ortalama yetişkin hastalar için korunma ve güvenliği optimize etmek, diğer boyut veya yaş grupları için optimizasyonun elde edildiği anlamına gelmez. Özellikle BT muayenesi yapılan çocuklarla ilgili deneyim, durumun böyle olmadığını açıkça göstermiştir. Bu durum, görüntüleme prosedürlerine tabi olan çocuklar için TRS oluşturulmasına da dikkat edilmesi gerektiği anlamına gelir. Boyut ve kütle problemi çocuklar için de geçerlidir. Bu nedenle, birkaç kütle, boyut veya yaş grubu için TRS tanımlandığında, gruplar aralıklarla (vücut kitle bantları gibi) açık bir şekilde tanımlanmalıdır.

TRS oluşturulmasına yönelik süreçler ve adımlar, görüntüleme tesisleri, sağlık otoritesi, meslek örgütleri ve düzenleyici kurum da dâhil olmak üzere birçok tarafı içerecektir. Özellikle, hangi prosedürlerin ve yaş gruplarının kullanılacağına, verilerin nasıl

toplanacağına, verilerin kim tarafından yönetileceğine ve TRS'nin ne zaman gözden geçirilip güncelleneceğine karar verirken TRS'nin ortak mülkiyeti olmalıdır. TRS için bir hasta doz veri tabanının oluşturulması ve sürdürülmesi, TRS değerlerinin düzenlenmesi ve daha sonra düzenleyici süreçler aracılığıyla duyurulması ve periyodik gözden geçirme sürecinin oluşturulması önemlidir.

Görüntüleme sistemleri arasındaki bağlantı, hasta dozu metriklerinin ve radyoloji ve hastane bilgi sistemlerinin (HBS) kullanılabilirliği arttıkça, TRS için veri toplama süreci daha kolay hale gelmiştir. Ulusal veya bölgesel TRS değerleri periyodik olarak, tipik olarak üç ila beş yıllık bir döngüyle, gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. Döngünün sonunda, tıbbi radyasyon tesisin tipik dozlarının bir analizi yapılmalı ve TRS değerleri buna göre güncellenmelidir.

Son olarak, eğer devlet kendi ulusal TRS'lerinin kurulmasını kolaylaştıramazsa veya bölgesel bir yaklaşıma katılamazsa, TRS'lerin başka bir devlet veya bölgeden kabul edilmesi seçeneği vardır. Bu tür TRS'ler, devletin kendi uygulamasını yansıtmaya da korunma ve güvenliğin optimizasyonunda bir iyileşme sağlamada aynı rolü yerine getirebilir.

Doz kısıtlamaları

Doz kısıtlamaları doz sınırları değildir; sosyal ve ekonomik faktörler de dâhil olmak üzere korunma ve güvenliğin optimizasyonu için araçlardır. Hükümetin kamusal ışınlanmayla ilgili sorumluluğu, radyasyondan korunma düzenleyici kurumu aracılığıyla tıbbi radyasyon tesisleri ve diğer yetkili tesislerden kaynaklanan kümülatif kamu ışınlanmasının sonucu olarak halkın hiçbir üyesinin halk doz sınırını aşmamasını sağlamaktır.

Uygulanabilecek basit bir yaklaşım, doz sınırının bir kısmında tek bir tesisten kaynaklanan kamusal ışınlama için bir doz kısıtlaması belirlemektir, örneğin doz sınırının yaklaşık üçte biri kadar, yılda 0.3 mSv'lik etkin doz.

Hastalara ek olarak, tıbbi ışınlamaya maruz kalabilecekler bakıcılar ile avutanlar ve biyomedikal araştırmalardaki gönüllülerdir. Bakıcılar ve avutanlar için olağan yaklaşım, bir epizot bazlı doz kısıtlamaları uygulamaktır- yani, doz kısıtlaması, kişinin ilgilenme süresi boyunca bakıcının veya avutanın kümülatif ışınlaması için geçerlidir. Tanısal bir X ışını prosedürü geçiren çocuğuna yardımcı olan bir ebeveyn olması durumunda, bu epizot X ışınlarının üretildiği süredir. Radyofarmasötiklerle tedavi gören bir kişi için bu epizot radyonüklid ihmal edilebilir seviyelere bozunana kadar birkaç gün sürecektir. Birkaç farklı epizot için bu rolü oynayan bakıcı veya avutanın kümülatif dozu göz önünde bulundurulmalıdır.

Bakıcılar ve avutanlar için doz kısıtlamaları belirlenirken, bireyin yaşına ve hamilelik olasılığına dikkat edilmelidir. Bu roldeki çocuklar özel bir konudur. Bu roldeki çocukların etkin biçimde halkın üyeleri olarak ele alındığı ve tıbbi ışınlamanın epizot başına 1 mSv'lik etkin dozla kısıtlandığı pragmatik bir yaklaşım sıklıkla uygulanır. Hamile bir bakıcı veya avutan için embriyo veya fetusa dikkat edilmelidir. Etkin dozu embriyo veya fetüse epizot başına 1 mSv ile sınırlama sıklıkla kullanılır. Yetişkin bir bakıcı ya da avutan için, yaygın olarak kullanılan bir doz kısıtlaması değeri, epizot başına 5 mSv etkin dozdur.

Biyomedikal araştırma programına katılan gönüllüler üzerinde yapılan tanısal radyolojik prosedürler için

doz kısıtlamaları etik komiteler için rehberlik sağlamaktadır. Tipik hasta dozları ve ulusal TRS, bu tür doz kısıtlamalarının belirlenmesinde ele alınabilir.

Radyonüklid tedavisinden sonra hastaların salıverilmesine ilişkin kriterler ve kılavuzlar

Pek çok faktör, halkın, bakıcıların ve avutanların, açık kaynaklarla terapötik bir prosedür geçiren veya implante kapalı kaynakları bulunduran bir hastanın serbest bırakılmasının ardından maruz kalabileceği ışınlamayı etkileyebilir. Hükümetin rolü, tıbbi radyasyon tesisleri bir hastanın serbest bırakılmasını düşünürken süreci basitleştirmeye yardımcı olacak kriterlerin oluşturulmasını sağlamaktır.

Sağlık otoritesi

Tüm tıbbi tesisler, tesisin tıbbi hizmetlerin kalitesi için geçerli gereksinimleri karşıladığından emin olmak için sağlık otoritesi tarafından yetkilendirilmelidir. Tıbbi tesis iyonlaştırıcı radyasyon kullandığında, tıbbi uygulama ve sağlık hizmetleri için izin yalnızca radyasyon güvenliği gereklilikleri karşılandığında verilmelidir.

İyonize radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve güvenlik, sadece uygun yetkinliklere sahip sağlık uzmanlarının radyasyondan korunma ve güvenlik için belirli sorumluluklar içeren roller üstlendiği, sağlık çalışanlarının uygun şekilde uzmanlaşmasıyla sağlanmalıdır. Sağlık otoritesi, sağlık mesleği uzmanlık alanları ve alt uzmanlıkları ile ilgili uygulama kapsamı ve yetkinlik gereklilikleri ile ilgili politika ve rehberlik sağlama sorumluluğuna sahiptir.

Bir tıbbi radyasyon tesisinin doğru ve güvenli bir şekilde çalışması için, yeterli sayıda radyolojik tıp doktoru, tıbbi radyasyon teknikeri, medikal fizikçi ve

hastaların radyasyondan korunma sorumluluğuna sahip diğer sağlık uzmanları bulunmalıdır.

Sağlık otoritesinin gerekçelendirme için radyasyondan korunma gereksinimlerinin uygulanmasında aşağıdaki gibi özel rolleri vardır:

- Radyoloji prosedürlerin jenerik gerekçelendirmesi;
- Sağlık tarama programlarında radyolojik prosedürlerin gerekçelendirmesi;
- Hastalığın erken teşhisi için tasarlanmış ancak bir sağlık tarama programının parçası olmayan, asemptomatik bireylerin sağlık değerlendirmesine yönelik radyolojik prosedürlerin gerekçelendirmesi için kriterler.

Yeni prosedürlerin ortaya çıkışı ve yeni bilgi ve gelişmeler ışığında yerleşik prosedürlerin gözden geçirilmesi nedeniyle radyolojik prosedürlerin jenerik gerekçelendirmesi devam eden bir süreçtir. Alternatif bir yöntem veya teknolojinin daha fazla etkinliğe sahip olduğuna dair kanıt varsa, mevcut bir radyolojik prosedürün kullanımdan çekilmesi gerekebilir. Sağlık otoritesi, ilgili meslek örgütleri ile bu kararları vermelidir.

Sağlık taraması programının bir parçası olarak radyolojik prosedürlerin kullanılması, asemptomatik popülasyonların radyasyona maruz kalmasını içerir. Böyle bir programa başlama kararı, tarama prosedürünün belirli bir hastalığı tespit etme potansiyeli, tespit edilen vakaların etkili tedavi olasılığı ve bazı hastalıklar için hastalığın kontrolünden topluma avantajları dikkate alınmalıdır.

Ulusal veya uluslararası başvuru kılavuzları, tıbbi ışınlanmanın gerekçelendirilmesi sürecinin uygulanmasında önemli bir araç olarak kullanılmalıdır. Sağlık otoritesi, kanıta dayalı başvuru rehberlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasında ilgili meslek örgütlerini desteklemelidir.

Meslek Örgütleri

Meslek örgütleri, sağlık çalışanlarının çeşitli organizasyonlarını ve gruplarını içeren ortak bir terimdir. İyonlaştırıcı radyasyonun kullanımına doğrudan katılan meslek örgütlerine radyologlar, radyasyon onkologları, nükleer tıp doktorları, medikal fizikçiler, tıbbi radyasyon teknikerleri ve diş hekimleri dernekleri örnek verilebilir. Radyasyon kullanımının bazı yönlerini etkileyen meslek örgütleri arasında kardiyoloji, gastroenteroloji, üroloji, vasküler cerrahi, ortopedik cerrahi ve nöroloji gibi radyasyon kullanabilen uzmanlıkları temsil eden kuruluşlar gösterilebilir.

Meslek örgütleri, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğine katkıda bulunmada rol oynamalıdır. Bu, belirli bir uzmanlık alanı için eğitim, öğretim, yeterlilikler ve yetkinlik için standartlar belirlemeyi ve uygulamaya rehberlik etmeyi ve teknik standartlar belirlemeyi içerir.

İlgili meslek örgütleri, sağlık otoritesi ve radyasyondan korunma düzenleyici kurumu ile ortaklaşa TRS oluşturulması, biyomedikal araştırmalarda gönüllüler, bakıcılar ve avutucular için doz kısıtlamalarının belirlenmesi ve radyonüklid tedavisinden sonra hastaların salıverilmesi için kriterler tanımlanması ve rehberlik rolüne sahiptir.

Tıbbi görüntüleme ile ilgili olarak, radyasyondan korunma ve güvenliğin optimizasyonu süreci, mümkün olan en iyi görüntü kalitesini değil, teşhis veya tedavinin tehlikeye atılmamasını sağlamak için yeterli görüntü kalitesini elde etmeyi amaçlamalıdır. Kabul edilebilir görüntü için kriterleri oluşturma ve geliştirmede ilgili meslek örgütleri önemli rol oynamaktadır.

Radyasyondan korunma ve güvenliğin optimizasyonu ve tıbbi ışınlama için kapsamlı bir kalite güvence programı gereklidir. Kalite güvence programının belirli alanları için meslek örgütleri tarafından oluşturulan kaynak materyallerini ve standartlarını kullanmak faydalıdır. Örneğin, birçok medikal fizik meslek örgütü, bir kalite güvence programının performans testi yönleri hakkında ayrıntılı rehberlik geliştirmiştir.

Meslek örgütleri üyelerini özellikle radyoterapide proaktif risk değerlendirmesi yapmaya teşvik etmelidir. Üyelerini ilgili uluslararası veya ulusal anonim ve gönüllü güvenlik raporlama ve öğrenme sistemlerine (IAEA güvenlik raporlama sistemleri, SAFRON, SAFRAD ve ROSEIS) katkıda bulunmaya teşvik ederek ve bu sistemlerin geliştirilmesine katkıda bulunarak aktif bir rol oynayabilirler.

Düzenleyici kurum

Radyasyondan korunma düzenleyici kurumu, gereksinimler ve kılavuz ilkeler oluşturma, tesis ve faaliyetleri yetkilendirme, inceleme, yasal ve düzenleyici hükümleri uygulama gibi düzenleyici işlevlerini yerine getirmelidir. Düzenleyici kontroller, sadece idari bir uygulama olarak değil, bilgilendirici bir şekilde uygulanmalıdır.

Tıbbi radyasyon tesislerinin yetkilendirilmesi

Düzenleyici kurumlar, belirli bir tip tıbbi radyasyon tesisi için hangi yetkilendirmenin uygun olduğunu değerlendirmelidir. İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği büyük ölçüde tasarımla sağlanamamaktadır ve genellikle hasta ışınlaması insan performansına bağlı olup gereken eğitim miktarı önemlidir. Bu nedenle, tıbbi radyasyon tesisleri, bireysel lisanslamalıdır. Lisanslamanın radyoterapi, nükleer tıp, görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürler gerçekleştiren tesisler ve çoğu tanısal radyoloji tesisleri için kullanılması beklenir. Dental radyografi (CBCT'siz) ve DXA gibi bazı basit tanısal radyoloji formları için kayıt yoluyla yetkilendirme kabul edilebilir. Her iki yetkilendirme biçimi için düzenleyici kurum, düzenleyici kuruma doğru bilgilerin gönderilmesini sağlamaya yardımcı olan standartlaştırılmış formlar veya şablonlar geliştirmelidir.

Bir tıbbi radyasyon tesisi için hangi yetkilendirme biçimi kullanılırsa kullanılsın, yetki verilmesinden önce önemli bir adım, düzenleyici kurumun, radyolojik tıp doktorları, tıbbi radyasyon teknikerleri, medikal fizikçiler ve RKS (Radyasyondan Korunma Sorumlusu) olmak üzere radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğiyle ilgili sorumlulukları olan kilit personelin akreditasyonlarını tespit etmesidir. İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve güvenliğin tüm yönleri, nihayetinde ilgili personelin yeterliliğine bağlı olduğundan, bu adım çok önemlidir.

Bir tıbbi radyasyon tesisi kurmak, daha sonra değiştirilmesi zor tesislerin inşasını içerebilir.

Düzenleyici kurumlar iki aşamalı bir yetkilendirme süreci seçebilir. İnşaat başlamadan önce iyonlaştırıcı radyasyonun amaçlanan tıbbi kullanımlarını, yapısal zırhlama planlarını, tesisin tasarımını ve planlanan ekipmanı gözden geçirmelidir. Sonraki aşamada, düzenleyici kurum tarafından tam inceleme ve değerlendirme sonrasında yetki verilir. Radyoterapi tesisleri için, bu ikinci süreç, düzenleyici kurum veya yetkili kurum tarafından yapılan bir incelemeyi içermelidir.

Düzenleyici kurum, belirli bir zaman aralığından sonra yetkinin yenilenmesini talep etmelidir. Denetim tıbbi radyasyon tesisinin güvenlik performansı hakkındaki diğer bilgilerin gözden geçirilmesine izin verir. Beş yıldan uzun bir yenileme döngüsü normalde tıbbi radyasyon tesisleri için uygun olmaz.

Tıbbi radyasyon tesislerinin denetlenmesi

Düzenleyici kurum, iyonlaştırıcı radyasyonun belirli tıbbi kullanımlarıyla ilişkili risk ve karmaşıklığa dayanarak, önceliklerin belirlenmesi ve denetim sıklığı için bir sistem oluşturmalıdır. Tıbbi radyasyon tesislerinin düzenleyici kurum tarafından denetimi, tesisin radyasyondan korunma yönetmeliklerine ve yetkilendirme koşullarına uygunluğunu yetkin bir şekilde değerlendirebilmek için özel uzmanlığa sahip personel tarafından yapılmalıdır.

Düzenleyici kurum için tıbbi ışınlama, mesleki ışınlama ve kamu ışınlaması ile ilgili değerlendirmeler

Tıbbi radyasyon tesislerinin yükümlülüklerini yerine getirmesine yardımcı olmak için, düzenleyici kurumun özel rehberlik etmesi gereken bazı alanlar vardır.

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve güvenliği sağlamak için tıbbi ışınlamaya neden olan kaynakların kalibrasyonu için düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Radyasyon tedavisi ünitelerinin kalibrasyonu durumunda, klinik kullanımdan önce bağımsız doğrulama sağlanmalıdır. Aynı ekipmanla farklı bir medikal fizikçi tarafından doğrulama veya farklı bir ekipman seti kullanarak doğrulama veya termolüminesan, optik olarak uyarılmış lüminesan dozimetreler veya eşdeğeri kullanarak posta dozimetresi ile doğrulama şekli gibi kabul edilebilir alternatiflere karar verilmelidir. Düzenleyici kurum, radyasyon terapisi ünitesinin radyasyon güvenliğinin tehlikeye atılmamasını ve aynı zamanda tesisin gereksiz yere kapatılmamasını sağlamaktan sorumludur.

Düzenleyici kurum, tüm istenmeyen ve kazara tıbbi ışınlamalara ilişkin yazılı kayıtların tutulmasını ve bu raporlara hangi bilgilerin dahil edileceğine dair kılavuzlar sunmalıdır. Önemli olayların düzenleyici organa bildirilmesi gerekmektedir. Düzenleyici kurum hangi olayların kendilerine rapor edilmesi gerektiği konusunda rehberlik etmelidir. Düzenleyici kuruma rapor vermenin nedenlerinden biri, düzenleyici kurumun olayla ilgili bilgileri ilgili taraflara yaymasını sağlamaktır, böylece benzer olayların tekrarlanması en aza indirilebilir.

Düzenleyici kurumun, halkın radyasyondan korunma sorumlusu olarak da bir görevi vardır ve çoklu ışınlama yollarının kümülatif etkisinin kamu ışınlaması doz sınırlarından daha fazlasına yol açmamasını sağlamak görevidir (bkz. Kutu 1).

Mesleki ışınlamanın değerlendirilmesiyle ilgili olarak, düzenleyici kurum, hangi izleme biçiminin mevcut olması gerektiği konusunda gereklilikler belirlemeli ve açık bir rehberlik sağlamalıdır.

Mesleki radyasyondan korunma ile ilgili olarak, GSR Bölüm 3, lisans sahipleri ve işverenler için çeşitli konularda erişilebilir kayıtların tutulması ve korunması için birçok gereklilik ortaya koymaktadır. GSR Bölüm 3 şunları gerektirir:

"3,104. Her işçi için mesleki ışınlama kayıtları, işçinin çalışma hayatı boyunca ve sonrasında, en azından eski işçi 75 yaşına ulaşana dek ve işçinin mesleki ışınlamaya maruz kaldığı işin sona erdirilmesinden sonra 30 yıldan az olmamak üzere saklanmalıdır."

Diğer tüm kayıtlar için bunların saklanması gereken süre düzenleyici organa bırakılmıştır. Saklama süresi, kaydın türüne ve zaman geçtikten sonra yararlılığına veya uygunluğuna bağlı olacaktır. Bir kişinin sağlık bakımı ile ilgili kayıtlar, o kişinin ömrü boyunca tutulmalıdır, ancak dünya çapında önemli farklılıklar vardır. Örneğin, sadece yedi ila on yıl gibi çok kısa bir süre ile kişinin yaşamı artı on yıl boyunca saklanması seçilebilir. Kalibrasyonlar, dozimetri, kalite güvencesi, kaza ve istenmeyen tıbbi ışınlamaların araştırılması gibi faaliyetlerin kayıtları en az 10 yıl bir süre boyunca saklanmalıdır.

Tıbbi Radyoloji Ekipmanların Kurulumu, Bakımı Ve Servisi İçin Yetkilendirme

Düzenleyici kurum, tıbbi radyoloji ekipmanların kurulum, bakım veya servis faaliyetlerinin uygun şekilde yetkilendirilmesini sağlamalıdır.

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarıyla ilgili diğer uygulamaların yetkilendirilmesi

Düzenleyici kurum ayrıca aşağıdakiler de dâhil olmak üzere iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarıyla ilgili diğer faaliyetler için yetkilendirme isteyebilir: radyoaktif kaynakların veya tıbbi radyolojik ekipmanların ithali, dağıtımı, montajı, satışı, transferi ve nakliyesi; işletmeden çıkarma ve radyoaktif kaynakların ve atıkların imhası.

Bilginin Yaygınlaştırılması

Düzenleyici kurum, düzenleyici deneyimi, çalışma deneyimi, kazalar ve benzeri olaylardan kaynaklanan radyasyondan korunma ve güvenliği dersleri hakkındaki bilgilerin, tıbbi radyasyon tesislerine, üreticilere, tedarikçilere, sağlık otoritesine ve meslek kuruluşlarına zamanında yayılması için mekanizmalar kurmalıdır.

Tıbbi Radyasyon Tesisi

Radyasyondan korunma ve güvenlikle ilgili temel sorumluluk, normal olarak lisans sahibi olarak adlandırılan tıbbi radyasyon tesisinden sorumlu kişi veya kuruluşa aittir. Bununla birlikte, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları, genellikle yetkili tıbbi radyasyon tesisinin lisans sahibi olmayan bir sağlık çalışanı tarafından yönetilen multidisipliner bir ekibi içerir.

Bu tür ışınlamaların meydana geldiği tıbbi ortam nedeniyle, hastalar için radyasyondan korunma ve güvenlik için birincil sorumluluk, radyolojik tıp doktoru olarak anılan radyolojik prosedürden sorumlu sağlık çalışanına aittir. "Radyoloji tıp doktoru" terimi, GSR Bölüm 3'ün radyasyonun tıbbi kullanımları konusunda uzmanlık eğitimi olan, belirli bir uzmanlıkta tıbbi olarak ışınlamayı içeren prosedürleri bağımsız olarak yapmaya veya denetlemeye yetkin bir

sağlık uzmanına atıfta bulunmak için kullandığı genel terimdir. Radyolojik tıp doktorunun rolünü üstlenebilecek sağlık profesyonelleri arasında radyologlar, nükleer tıp doktorları, radyasyon onkologları, kardiyologlar, ortopedik cerrahlar, diğer uzman doktorlar, diş hekimleri, bulunmaktadır.

"Tıbbi radyasyon teknikeri" terimi GSR Bölüm 3'te ikinci bir grup sağlık çalışanı için genel bir terim olarak kullanılmaktadır. Röntgen uzmanı, radyoloji teknikeri, nükleer tıp teknikeri ve radyoterapi teknikeri gibi çok çeşitli terimler bu sağlık çalışanları için dünya çapında kullanılmaktadır. Tıbbi radyasyon teknikeri, tıbbi radyasyon teknolojisi konusunda uzman eğitim ve öğretime sahip (örnek; tanısal radyoloji, radyoterapi ve nükleer tıp), tıbbi radyasyon teknolojisinin uzmanlık alanlarından bir veya daha fazlasında, radyolojik tıp doktorundan gelen görevlendirmeye radyolojik prosedürleri yerine getirmeye ehil olan bir sağlık çalışanıdır. Tıbbi radyasyon teknikeri genellikle radyolojik tıp doktoru ve hasta arasındaki ara yüzdür. Teknik ve parametre seçimindeki beceri ve bilgisi, hastanın radyasyondan korunma ve güvenliğinin optimizasyonunu büyük ölçüde belirler.

GSR Bölüm 3'te "medikal fizikçi", fizik kavram ve tekniklerini tıpta uygulama konusunda uzmanlık eğitim ve öğretime sahip, medikal fiziğin bir veya daha fazla alanında (örnek; tanısal radyoloji, radyoterapi ve nükleer tıp) bağımsız olarak uygulama becerisine hâkim sağlık uzmanıdır. Medikal fizikçi, kaynak kalibrasyonu, klinik dozimetre, görüntü kalitesi, hasta doz değerlendirmesi, tıbbi radyolojik ekipman kabulü ve işletmeye alma gibi kalite güvence programının fiziksel yönleri de dahil tıbbi ışınlamalarda radyasyondan korunma ve güvenliğin

optimizasyonunda sorumluluklara sahiptir. Medikal fizikçi, sağlık çalışanları için radyasyondan korunma ve güvenlik eğitimi sağlama sorumluluğu ile RKS rolünü üstlenebilir.

Hastanın radyasyondan korunması sorumlulukları olan sağlık çalışanları arasında radyofarmasistler, radyokimyacılar, dozimetristler ve biyomedikal mühendisleri vardır.

RKS: radyasyondan korunma konularında teknik olarak yetkin kişidir. Bir tıbbi radyasyon tesisi için RKS, mesleki ve kamusal radyasyondan korunma gereksinimlerinin uygulanmasını denetler ve lisans sahibine genel radyasyondan korunma tavsiyesi sağlayabilir. Bir RKS, medikal fizikte yetkinliğini tamamlamadıkça, medikal fizikçi rolünü yerine getiremez.

Tıbbi radyasyon tesisleri, giderek daha fazla dijital teknolojiyi kullandıkları için, BT uzmanına erişim sağlamalıdır. Bu sistemlerin doğru çalışması radyasyondan korunma ve güvenlik için çok önemlidir.

Etik kurul

Etik komite, biyomedikal araştırma programının bir parçası olarak radyasyona maruz kalan gönüllülerin tıbbi ışınlanmasının gerekçelendirilmesi konusunda özel bir sorumluluğa sahiptir. Bu sorumluluğun ilk kısmı, önerilen radyasyon kullanımı da dâhil olmak üzere biyomedikal araştırma programının onaylanıp onaylanmayacağına karar vermektir. Radyasyonun biyomedikal araştırma programında kullanımı şunları içerebilir:

- Araştırma altındaki tedavinin etkinliğini değerlendirmek için tanısal bir radyolojik prosedürün kullanılması;
- Yeni bir radyofarmasötiki değerlendirmek için yapılan denemeler;
- Yeni bir radyoterapi protokolünü tek başına veya diğer terapötik yöntemlerle birlikte değerlendirmek için yapılan denemeler;
- Radyolojik prosedürleri karşılaştırmak için yapılan denemeler, örneğin farklı görüntüleme prosedürlerinin özgüllükleri ve duyarlılıkları veya farklı tedavilerin etkinliği;
- Sağlıklı bireylerde fizyolojik ve/veya biyokimyasal süreçleri değerlendirmek için yapılan denemeler.

Etik kurul kararını verirken, katılımcıların yaş, cinsiyet ve sağlık durumuna göre beklenen dozları ve radyasyon riskleri tahminleri hakkında doğru bilgilendirilmelidir. Etik kurul ayrıca radyolojik prosedürleri kimin ve nasıl yapacağını da öğrenmelidir. Doz tahminleri ve buna bağlı radyasyon riskleri medikal fizikçi tarafından değerlendirilmelidir. Bu bilgi daha sonra etik komite tarafından programın diğer riskleri ve yararları hakkındaki bilgilerle birlikte değerlendirilmelidir.

Kaynak, Ekipman Ve Yazılım Tedarikçileri

Tıbbi radyolojik ekipman tedarikçileri ve tıbbi ışınlamanın uygulanmasını etkileyebilecek yazılım geliştiricileri, tasarım ve performansla ilgili sorumluluklara sahiptir.

Tıbbi radyolojik ekipman ve yazılımlarla ilgili özel bir sorun, kontrol panellerinde, yazılım ekranlarında ve kullanım kılavuzlarında kullanılan dil, terminoloji ve ikonlardır. İngilizce ve yaygın olarak konuşulan diğer diller hâkimdir. Fakat ekipmanı veya yazılımı kullanan kişi sunulan seçenekleri tam olarak anlamalıdır ve yerel bir dile tercüme edilmesi şiddetle tavsiye edilir. Görüntülenen dilin yanlış anlaşılmasından kaynaklanan belgelenmiş istenmeyen veya kazara tıbbi ışınlama vakaları vardır.

Belirli bir ekipmanın temel model versiyonları, varsayılan olarak tüm ilgili koruyucu araçları ve hasta radyasyondan korunmasıyla ilgili özellikleri içermelidir. Tesis yönetimi, radyasyondan korunma ve güvenlikten ödün vermek pahasına para tasarrufu sağlayacak bir durumda bırakılmamalıdır.

Tedarikçi, tıbbi radyolojik ekipman veya yazılımın kurulumundan sonra sistemi tesis sahibine resmi olarak kabul testlerini tamamlayarak teslim etmelidir.

Tıbbi radyasyon tesisi personeline ekipman veya yazılım kullanımıyla ilgili özel eğitim verilmelidir. Ekipman veya yazılımın özellikleri, hastalar ve personelin radyasyondan korunması üzerindeki etkileri de dâhil olmak üzere tam olarak anlaşılmalıdır.

Tıbbi radyolojik ekipman kuran mühendislerin ve teknisyenlerin uygun radyasyondan korunma ve güvenlik eğitimi almış olması gerekmektedir.

Bakım ve servis organizasyonları

Tıbbi radyolojik ekipmanın bakımı ve servisi genellikle bu hizmetleri sunan bir şirket (üretici ve/veya satıcı) veya tıbbi tesisin kendisi (biyomedikal veya servis departmanı) tarafından çalıştırılan bir mühendis veya

teknisyen tarafından gerçekleştirilir. Radyolojik ekipmana bakım yapılırken, ekipman tıbbi ışınlamalarda kullanılmamalıdır; hastalar servis ve geri teslim tamamlanana kadar görüntülenmemeli veya tedavi edilmemelidir. Mühendis veya teknisyen, radyasyondan korunma ve güvenlik kural ve prosedürlerine ve tıbbi radyasyon tesisinin ilgili kural ve prosedürlerine uymalıdır.

Gerçekleştirilen bakım veya servise bağlı olarak, devir işlemi tamamlanmadan önce bir medikal fizikçi tarafından kalite kontrol testlerinin yapılması gerekebilir. Mühendis veya teknisyen ayrıca radyasyondan korunma ve güvenlik açısından etkileri olabilecek ekipmanla ilgili değişiklikler hakkında lisans sahibini bilgilendirmelidir. Ekipmanların tıbbi kullanım için geri verilmesine yönelik baskıların, radyasyondan korunma ve güvenlikten ödün verdirmesine izin verilmemelidir; örneğin, ekipman hala bir "servis modunda" iken klinik olarak kullanılmamalıdır.

Sevk eden tıp doktorları

Hastanın bakımı, hastayla ilgilenen hekimin veya sağlık çalışanının sorumluluğundadır. Bu doktor veya sağlık uzmanı, hastanın radyolojik bir prosedür geçirmesi gerektiğine karar verebilir, bu noktada uygun bir tıbbi radyasyon tesisine sevk başlatılır. Sevk eden tıp doktoru, önerilen radyolojik prosedürün gerekçelendirilmesine karar vermek için radyolojik tıp doktoru ile ortak bir sorumluluğa sahiptir.

Genellikle sevk eden tıp doktorunun ve radyolojik tıp doktorunun rolleri iki farklı kişi tarafından gerçekleştirilir. Fakat her iki rolün de aynı kişi tarafından gerçekleştirildiği, genellikle kendine yönlendirme olarak adlandırılan bazı durumlar da

vardır. Genelde tıbbi radyolojik prosedürün uygulanması önemli gelir sağladığından, meslek örgütü kılavuzlarında kendine yönlendirmenin olası yanlış kullanımlarını en aza indirmeye yardımcı olacak rehberlik yer almalıdır.

Hastalar

Hastalar kendi sağlık bakımlarıyla ilgili karar verme süreçlerine giderek daha fazla katılmaktadır. Tıbbi radyasyon tesisi için lisans sahibinin, hastanın hem radyolojik prosedürün potansiyel faydası hem de radyasyon riskleri hakkında uygun şekilde bilgilendirilmesini sağlaması gerekir. Bilgiler anlaşılır bir biçimde ve zamanında sağlanmalıdır. Bilgi düzeyi, karmaşıklık, doz ve ilgili risklerle orantılı olmalıdır ve bazı prosedürler için aydınlatılmış onam gerekebilir. Üreme kapasitesine sahip kadın hastalar, radyolojik prosedürlerden kaynaklanan embriyo veya fetüs riski hakkında bilgilendirilmelidir.

Eğitim, Öğretim, Yeterlilik Ve Yetkinlik

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları, teşhis muayeneleri, girişimsel prosedürler ve tedavi gibi radyolojik prosedürleri gerçekleştiren bir dizi sağlık çalışanını içerir. Bu nedenle ilgili sağlık çalışanının eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinliği, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında radyasyondan korunma ve güvenliğin temelini oluşturmaktadır.

Eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinlik için gerekliliklerin belirlenmesini ve gerekli eğitim ve öğretimin sağlanmasına yönelik düzenlemelerin yapılmasını sağlamak için hükümete sorumluluk yüklenmiştir. Düzenleyici kurum radyasyondan korunmada eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinlik şartlarının uygulanmasını sağlamalıdır. Tıbbi

radyasyon tesisinin lisans sahibi, bu tesisteki koruma ve güvenlik sorumlulukları olan tüm sağlık çalışanlarının uygun eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinliğe sahip olmasını sağlamaktan sorumludur.

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında mesleki ve kamusal ışınlama oluşabilir. İlgili sağlık çalışanları için en kritik olan tıbbi ışınlama konularında eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinlikleridir. Bir kişinin yeterliliği, devlet tarafından sağlık çalışanının kaydı, akreditasyonu veya sertifikasyonu için resmi bir mekanizma ile değerlendirilir.

Radyolojik görevlerinden herhangi birini yerine getirmeyi amaçlayan bir sağlık çalışanı, ancak gerekli eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinliğe sahipse bunu yapabilir. Personelinin bu gereklilikleri yerine getirmesini sağlamak lisans sahiplerinin sorumluluğundadır ve lisans sahiplerinin bu konudaki sorumluluklarını yerine getirmelerini sağlamak için yetkilendirme, inceleme ve yürütme süreçlerini kullanmak düzenleyici kurumun sorumluluğundadır.

Radyoloji Tıp Doktorları

'Radyoloji tıp doktoru' terimi, belirli bir uzmanlık alanı içinde radyoloji prosedürleri bağımsız olarak yapan veya denetleyen sağlık çalışanlarını tanımlar. Bazı radyoloji tıp doktorları, radyoloji, nükleer tıp, radyoterapi ve diş hekimliği gibi iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları ile ilişkisi olan bir uzmanlığa aittir. Bu uzmanlık alanlarında eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinlik için bu tür eğitim, radyasyondan korunma ile ilgili konularını da içerir. Düzenleyici kurum ve ilgili meslek kuruluşu, eğitimin ve öğretimin radyasyondan korunma ve güvenlik

yönlerinin hala güncel ve ilgili olduğundan emin olmak için düzenli olarak gözden geçirmelidir.

Ortopedik cerrahi ve kardiyoloji gibi uzmanlık alanlarının radyasyondan korunma ve güvenlik eğitimleri normal eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinlik süreçlerinin bir parçası olmayabilir. Bu nedenle radyasyondan korunma ve güvenlik konusunda ek veya ayrı eğitim ve öğretim düzenlenmesi gerekebilir. İlgili meslek örgütleri ve düzenleyici kurum, radyasyondan korunma ve güvenlik konusunda eğitim ve öğretim ile ilgili kabul edilebilir kriterler ve radyasyondan korunmada yeterliliğin tanınması için araçların oluşturulmasında birlikte çalışmalıdır.

Tıbbi Radyasyon Teknikeri

Tıbbi radyasyon teknolojisindeki eğitim ve öğretim programı genellikle radyasyondan korunmanın önemli bileşenlerini içerir. Tıbbi radyasyon teknikerleri çeşitli alanlarda ve alt alanlarda uzmanlaşabilir. Tıbbi radyasyon teknikeri, tanısal radyoloji, nükleer tıp veya radyoterapiye özgü bir eğitim ve öğretim programına tabi tutulur ve dolayısıyla yetkinliği yalnızca bu uzmanlık alanında olacaktır. Alt uzmanlıkta yetkinlik kazanmak için ek eğitim ve öğretim düzenlenmelidir. Düzenleyici kurum, bir izin başvurusunu gözden geçirme ve periyodik denetimleri sırasında sadece akreditasyona sahip kişilerin belirli rollerde çalışabilmesini sağlamalıdır. Tesis lisans sahibi de sadece gerekli yeterliliğe sahip kişilerin istihdam edilmesini sağlamalıdır.

Medikal Fizikçi

Uluslararası Çalışma Örgütü klinik uygulamada çalışan medikal fizikçilerin sağlık çalışanı olarak kabul

edilebileceğini belirtmiş olsa da medikal fizikçiler uzman bir sağlık çalışanı grubu olarak tanınmamaktadır. Bazı devletlerde, medikal fizikte eğitim, öğretim, yeterlilik ve yetkinlik kazanmaya yönelik iyi kurulmuş süreçler vardır; bir üniversitede tıbbi fizik alanında akademik eğitim (tipik olarak bir lisansüstü program), bir hastane veya tesiste klinik eğitim ve son olarak yeterlilik değerlendirmesi gibi. GSR Bölüm 3 medikal fizikçi için uzmanlık gerektirir, bu nedenle, örneğin, yalnızca tanısız radyolojide veya görüntü rehberliğinde girişimsel prosedürlerde yetkinliğe sahip bir medikal fizikçi radyoterapide medikal fizikçi olarak görev yapamaz ve bunun tersi de geçerlidir.

Radyofarmasistler

Bir radyofarmasist, ek uzmanlık eğitimi ve öğretimi alan ve radyofarmasötiklerin hazırlanması ve dağıtımında yetkinliğe sahip bir sağlık çalışanı olup genellikle eczacıdır.

Tıbbi Radyasyon Tesisindeki Diğer Sağlık Çalışanları

İyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımlarında yer alan ikincil sağlık uzmanları ve diğer uzmanlar; doğrudan veya dolaylı olarak radyoloji prosedürün performansına destek sağlayan uzman hemşireler, uzman doktorlar, biyomedikal mühendisleri, klinik mühendisleri ve radyokimyacılarıdır. Tüm bu kişiler radyasyondan korunma konusunda örgün eğitim ve öğretime sahip olmalıdır.

Sevk Eden Tıp Doktorları

Sevk eden tıp doktoru, belirli bir hasta için belirli bir radyoloji prosedürün gerekçelendirilmesinde önemli bir role sahiptir. Sevk eden tıp doktoru, iyonlaştırıcı

radyasyonun tıbbi kullanımları için geçerli olan radyasyondan korunma ve güvenlik konusunda iyi bir anlayışa sahipse bu rolde daha etkili olacaktır.

Radyasyondan korunma sorumluları

RKS, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımları ile ilgili mesleki ve kamusal radyasyondan korunma ile ilgili radyasyondan korunma ve güvenlik konularında yetkin olmalıdır. Bazı tesislerde RKS, tamamı gerekli eğitim ve öğretime sahip olması gereken bir ekibe liderlik edebilir. Uluslararası Çalışma Örgütü radyasyondan korunma uzmanını "çevre ve iş sağlığı ve hijyen uzmanı" olarak kabul etmektedir.

Tedarikçiler, Kurulum, Bakım Ve Servis Personeli

Radyolojik tıbbi cihaz ve yazılımların tedariki, kurulumu, bakımı ve servisi için mühendis veya teknisyen olarak çalışan kişiler bu tür işlerde nitelikli ve yetkin olmalıdır. Genellikle işverenleri tarafından bu rol için özel olarak eğitilmiş olacaktırlar. Eğitimlerinin bir diğer yönü de radyasyondan korunma ve güvenlik alanında iyi bir çalışma bilgisine sahip olmaktır.

Yetkinliği Korumak

Sağlık profesyonelleri radyasyondan korunma ve güvenlik dâhil temel yetkinliklerini korumalı ve radyasyonun tıbbi kullanımındaki yeni gelişmeleri takip etmelidir. Bunu başarmanın bir yolu, sürekli tıp eğitimi veya sürekli mesleki gelişim programlarıdır.

Ekipman Ve Yazılım Konusunda Özel Eğitim

Tıbbi radyasyon tesisinde kullanılan gerçek tıbbi radyolojik ekipman ve yazılım kullanılarak özel amaçlı eğitim verilmelidir. Bu, özellikle radyolojik prosedürler sırasında ekipman ve yazılımla doğrudan çalışan radyolojik tıp doktorları ve tıbbi radyasyon teknikerleri

ve medikal fizikçi için geçerlidir. Yeni ekipman veya yazılım yüklendiğinde ve önemli değişiklikler yapıldığında tıbbi radyasyon tesisinde uygulamalı eğitim verilmelidir.

Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Güvenliği Yönetim Sistemi

Radyasyonun tıpta kullanımı tıbbi uygulamanın sadece bir yönüdür. Tıbbi radyasyon tesisi ve yönetimi, radyasyondan korunma ve güvenlik gereksinimleri ile tıbbi tesis içindeki diğer sağlık hizmeti sunum gereksinimleri arasında tamamlayıcılık sağlamalıdır.

GSR Bölüm 3'teki Gereksinim 5, radyasyondan korunma ve güvenliğin belirli bir kuruluşun genel yönetim sistemine etkili bir şekilde entegre edilmesi, güvenlik kültürünün geliştirilmesi ve insan faktörlerinin hesaba katılması için, yönetim sisteminin korunma ve güvenlik unsurları hakkında ek ayrıntılı gereklilikler ortaya koymaktadır.

Tıbbi radyasyon tesisinin büyüklüğüne bağlı olarak, radyasyondan korunma ve güvenlik programı ile ilgili yönetim sisteminin özelliklerinin uygulanmasına yardımcı olmak üzere komiteler oluşturulabilir. Komite, yönetimi temsil eden bir yönetici, bir radyoloji tıp doktoru, bir tıbbi radyasyon teknikeri, bir medikal fizikçi ve RKS içermelidir. Lisans sahibi, RKS'ye programı denetlemek için gerekli kaynakların yanı sıra periyodik olarak komite ile iletişim kurma yetkisi sağlamalıdır. RKS, lisans sahibi ve gerektiğinde düzenleyici kurumla doğrudan iletişim kurabilmelidir.

Radyasyon güvenliği komitesine ek olarak oluşturulacak kalite güvence komitesi, kalite güvence programının gözetimi için politikayı belirleyecek ve

programa yön verecek, uygun belgelerin korunmasını sağlayacak ve programın etkinliğini gözden geçirecektir.

Yönetim sistemi sürekli iyileştirme sürecinin bir parçası olarak operasyonel deneyimlerden, kazara ışınlamalardan veya ramak kala kazalardan elde edilen derslerden gelen geri bildirimleri sistematik olarak uygulanmalıdır. GSR Bölüm 3'ün birçok bölümünde kayıtların tutulması ve gerektiğinde sunulması için gereksinimler vardır. Tıbbi radyasyon tesisinin yönetim sistemi bu tür kayıt tutma ve erişim sağlamalıdır.

Tıbbi radyasyon tesisinin yönetim sisteminde dijital bilgi sistemleri yaygınlaşmaktadır. Örnek olarak resim arşivleme ve iletişim sistemleri (PACS), radyoloji bilgi sistemleri (RIS), hastane bilgi sistemleri (HIS), elektronik sağlık kayıtları (EHR'ler) ve herhangi bir doz yönetim sistemi verilebilir. Görüntüleme cihazları ve diğer tıbbi radyolojik cihazlar bilgisayar ağları ile birbirine bağlanabilir ve İletim Kontrol Protokolü / İnternet Protokolü (TCP / IP veya İnternet protokol paketi), Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim (DICOM), Sağlık Seviyesi Yedi (HL7) ve Sağlık İşletmesinin Entegrasyonu (IHE) gibi standartlara uygun olarak bilgi alışverişi yapabilir. Dijital bilgi sistemleri uygun şekilde kullanıldığında, iyonlaştırıcı radyasyonun tıbbi kullanımında radyasyondan korunma ve güvenlik uygulamaları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir. Örneğin, bu sistemlerin kullanılması, gereksiz veya uygunsuz çalışmaların uygulanmasından, görüntüleme tekrarlarından kaçınmaya yardımcı olabilir.

Bu tür dijital bilgi sistemleri ve bunların kullanım prosedürleri radyasyondan korunma ve güvenliği

tehlikeye atabilecek veri kaybına karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Yönetim sistemi klinik denetim gibi bir gözden geçirme döngüsü içermelidir. Denetim, katı bir radyasyondan korunma ve güvenlik odağının ötesine bakar ve tesiste sunulan tıbbi uygulamanın kalitesini, etkinliğini ve hasta sağlığı üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlar.

Güvenlik Değerlendirmesi

Bir güvenlik değerlendirmesi, tesisin konumlandırılması, tasarımı ve işletilmesi de dâhil olmak üzere bir tıbbi radyasyon tesisi için radyasyondan korunma ve güvenliğin tüm ilgili yönlerinin değerlendirilmesi anlamına gelir. Güvenlik değerlendirmesi, bir tesis faaliyete geçmeden önce veya operasyonda büyük bir değişiklik tasarlandığında gerçekleşebilir. Düzenleyici kurum, güvenlik değerlendirmeleri için gereklilikleri belirleme ve güvenlik değerlendirmesi yapıldıktan sonra gözden geçirme ve değerlendirme sorumluluğuna sahiptir.

Güvenlik değerlendirmesi ile ilgili daha ayrıntılı gereklilikler (tüm tesisler ve faaliyetler için) IAEA Güvenlik Standartları Serisi No. GSR Bölüm 4 (Rev. 1)'de verilmiştir. Tıbbi radyasyon tesisleri için güvenlik değerlendirmesi, mesleki ve kamusal ışınlamalarla birlikte tıbbi ışınlama ve istenmeyen veya kazara tıbbi ışınlama olasılığını da içermelidir.

GSR Bölüm 3, planlanan yeni bir tesisin güvenlik değerlendirmesinde veya mevcut bir tesiste planlı bir modifikasyonda potansiyel ışınlamanın dikkate alınmasını gerektirir. GSR Bölüm 3, Gereksinim 15'te belirtildiği üzere: "lisans sahipleri kazaları önlemek ve

meydana gelen kazaların sonuçlarını hafifletmek için tüm uygulanabilir önlemleri alacaktır."

GSR Bölüm 3'ün 3.43 paragrafı şunu belirtir:

"Güvenlik değerlendirmesi, işçileri veya halk üyelerini etkileyen olağanüstü bir acil durum olasılığının olduğunu gösteriyorsa, lisans sahibi halkın ve çevrenin korunması için bir acil durum planı hazırlayacaktır."

Tıbbi bir ortamda acil duruma yol açabilecek durumlar, teknik arıza, insan hatası, nükleer güvenlik olayı veya yangınlar ve depremler gibi geleneksel acil durumların bir sonucu olarak kaynak üzerinde kontrol kaybıdır. Acil durum hazırlığı ve müdahale ile ilgili daha ayrıntılı gereklilikler ve rehberlik GSR Bölüm 7, GSG-2 ve GS-G-2.1'da verilmiştir.

Kaynak

1. IAEA, 2018, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775_web.pdf



Dr. Hamza Tatlı

Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nden 2006 yılında Fizik Öğretmeni olarak mezun oldu. Özel eğitim kurumlarında 3 yıl öğretmenlik deneyimi sonrasında 2009 yılında Ankara Nükleer Bilimler

Enstitüsü'nde Medikal Fizik Yüksek Lisans programına başladı. 2012 yılında birincilikle mezun olduktan sonra yurtiçi ve yurt dışı radyoterapi kliniklerinde medikal fizik uzmanı olarak görev yaptı. Eşzamanlı olarak İstanbul Üniversitesi Fizik Bölümü'nde doktorasını tamamladı. 2018 Kasım ayından bu yana ELEKTA firmasının bölgesel (Türkiye, İran, Pakistan, Ortadoğu, Afrika ve Hindistan) Eğitim ve Öğretim Müdürü olarak görev yapmaktadır.

RADYOTERAPİDE RADYASYONDAN KORUNMA İÇİN ÖZEL TAVSİYELER

Bu bölümde aktarılan bilgiler IAEA, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun 2018 yılında yayımladığı "Radyasyonun Tıbbi Kullanımlarında Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Güvenliği, Özel Güvenlik Klavuzu SSG-46 (Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46)" kitapçığının beşinci bölümünün özet çevirisine dayanmaktadır. Yayının tam orijinal metnine ve referanslarına IAEA web sitesinden (1) ulaşılabilir.

Med. Fiz. Uzm. Levent Gönültaş

Med. Fiz. Uzm. Yasin Ergin

Genel

Radyoterapi uygulama biçimine göre uzaktan (Eksternal) ve yakından (Brakiterapi) radyoterapi olmak üzere 2'ye ayrılır. Radyoterapi, iyonlaştırıcı radyasyon kullanılan, kimi zaman tek başına kimi zamanda diğer modaliteler (kemoterapi ve cerrahi) ile beraber kanser hastalarına uygulanan bir tedavi şeklidir. Radyoterapide sırasıyla, tedaviye karar verilir, tedavi hazırlanır (BT çekimi ve konturlama), tedavi planlanır ve doz verilir.

Eksternal radyoterapide iyonlaştırıcı radyasyon olarak foton (Gama ve X-ışını), elektron, iyon ve proton demetleri kullanılır. Radyoterapide tedavi teknikleri günümüzde oldukça gelişmiştir. Bunlar 2-D konvansiyonel radyoterapi, 3-D konformal radyoterapi, 4-D radyoterapi (motion management), yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT), stereotaktik radyocerrahi (SRS), stereotaktik radyoterapi (SRT), stereotaktik body radyoterapi (SBRT), volumetrik ark

terapi (VMAT), robotik radyoterapi ve intra operatif radyoterapi (IORT) olarak bilinirler.

Brakiterapi yakından tedavi anlamındadır. Doku aralarına ya da boşluklarına gama ve beta radyasyonları yayan geçici veya kalıcı radyoaktif kaynaklar yerleştirilerek yapılır. Brakiterapi kaynak yükleme şekillerine göre Hot-Loading (kaynak ile aplikatör aynı anda yüklenmesi) ve After-Loading (önce aplikatör yüklenir sonra kaynak yerleştirilir) olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca brakiterapi radyoterapi uygulaması doz hızına bağlı olarak LDR (0,4-2 Gy/saat), MDR (2-12 Gy/saat), HDR (>12 Gy/saat) ve PDR (10Gy/gün, saat başı ışınlama) olmak üzere farklı doz hızlarında gerçekleştirilir.

Radyoterapi Tesis Ve Ekipmanlarının Güvenliği

Radyoterapi Tesisleri Konumu

Radyoterapi tesisleri, hastanelerde halkı olası radyasyon kazalarından korumak ve inşaat maliyetlerine düşürmek için toplu alanlardan uzağa inşa edilmelidir. Keza ilgili tesiste radyasyon ünitesinin bulunduğu oda komşuluğunda okunan radyasyon dozunun halk için izin verilen hedef dozun altında tutulması gerekir. Bunu sağlamak, hastane merkezi uzağında bulunan bir tesis için zırhlama hesabı yapılırken meşguliyet faktörü düşeceği için daha az duvar kalınlığı ile mümkün olacaktır. Ayrıca yapılacak olan tesisin genişletilmesi gündemde ise zırhlama yapılırken son durum göz önünde bulundurulması iyi olur. Referans 281-284'te radyoterapi tesisleri yeri hakkında daha fazla bilgiye ulaşılabilir.

Radyoterapi Tesis İçinde Odaların Dizaynı

Genel Hususlar

Radyoterapi tesisi tipik olarak 6 temel alandan oluşur: hasta kabul alanı, muayene alanı, tedavi odası, brakiterapi odası, görüntüleme odası ve planlama odası. Ayrıca ilave olarak bunlar dışında tedavi modalitesine ve klinik özelinde başka odalar da bulunabilir. Bu alanlarda radyasyondan korunma ve güvenlik prosedürleri hükümleri tesis dizayn evresinde yerine getirilmelidir. Aksi durum zırhlamada yanlış hesap yapılmasına yol açabilir ve kullanılan betonların kalınlığı, ağırlığı düşünüldüğünde bu tesisi upgrade etmek zor olacaktır. Tedavi odası etrafındaki alanlar resim ve yazılar ile tehlike olasılığına göre sınıflandırılmalıdır. Ayrıca farklı alanlar için renk kodu kullanılması da faydalı olacaktır. Radyoterapi tesislerinin dizaynı için daha detaylı önerilere Referans 281-289'dan ulaşabilirsiniz.

Çalışanlar ve halk için dozu azaltmanın 3 temel yolu vardır. Bunlar süre, zırhlama ve mesafedir. Tedavi odası dizaynında bunlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Hastanın girip çıkacağı alanlar hastanın tekerlekli sandalye ya da yatak ile gelebileceği düşünülerek gerek kapı gerekse oda genişlikleri buna uygun olmalıdır. Elektrik kesilmesinde tüm tesiste odalara elektrik sağlayan kararlı bir güç kaynağı olmalıdır. Tesisin tasarımı, ekipman üreticileri tarafından tanımlanan parametreler dahilinde tedavi odasındaki sıcaklık ve nemi korumak için yeterli bir klima sistemi içermelidir. Buna ek olarak, saatte dört ila altı hava değişimi olan bir havalandırma sistemi, üretilen ozonun çıkarılması için tavsiye edilir.

Eksternal radyoterapi tedavi odalarında hasta set-up ı için kullanılan ışık alanı ve lazerlerin görünür olması için odanın ışıkları karartılabilir olmalıdır. Tedavi odası ışıkları kontrol odasından da kontrol edilebilir olması iyi olacaktır. Tedavi odalarında 4 tane lazer tavsiye edilmektedir. Sağ, sol, sagittal ve tam cihaz eşmerkezinin üstünde yer alacak şekilde tavana monte edilmelidir. Lazerler el kumandasında da kontrol edilebilmelidir. Kontrollü (denetimli) alana yanlışlıkla girişi önlemek için oda girişinde işaret ve uyarı ışıkları ve temel iyonlaştırıcı radyasyon işareti yer almalıdır. Radyoaktif kaynakları kullanan radyoterapi tesisleri, çalışma saatleri sonrasını da kapsayan, kaynaklara yetkisiz erişimin önlenmesi için gerekli teknik tedbirler alınmalıdır.

Yüksek Enerjili Eksternal Radyoterapi Ve HDR Sonradan Yüklemeli Brakiterapi Odalarının Dizaynı

Eksternal radyoterapi ve HDR/PDR brakiterapi odası arasında paylaşılan zırhlı duvar olmamalıdır. Tedavi odası genişliği çok faktöre bağlıdır. Tedavi odası genişliği tedavi masasının eksenini etrafında masa açısı verilerek tedavi uygulamalarına izin verecek şekilde dönebiliyor olması gerekir. Tedavi odası TBI (tüm vücut ışınlaması) gibi ışınlamalara izin verecek genişlikte olmalıdır. Daha fazla tavsiye için referans 281-283'ü inceleyebilirsiniz. Tedavi odası girişinde bir şaşırtma koridoru veya korumalı kapı ya da her ikisi birden olmalıdır. Şaşırtma koridoru kapı koruma kalınlığını azaltır ve havalandırma ve elektrik kabloları kanalı için rota sağlar. Ayrıca tedavi odası kapıları kurşun dışında yüksek enerjilerde (10 MeV ve üstü) oluşan nötronları soğuracak şekilde parafin ile kaplanmalıdır. Şaşırtma koridoru ve girişler hakkında daha fazla bilgi referans 282, 283, 285' te yer almaktadır.

Tedavi esnasında tedavi odası bir monitör kamera sistemi ile izlenmelidir. Tedavi odasının içinde ve dışında kapıyı açan kapı açma düğmeleri yer almalıdır. Tedavi odası içinde ve tedavi konsolunda ışınlamayı kesen acil durum butonları bulunmalıdır. Tedavi odası ile iletişimi sağlayan sesli iletişim araçları içerde ve konsolda aktif olmalıdır. Elektrik kesintisinde tedavi odası içine girebilmek için tedavi odası kapısı manuel olarak da açılabilir olmalıdır. Hasta giyinme odaları tedavi odası içinde yer almamalıdır.

Manuel Ve LDR Brakiterapi İçin Depolama Ve Hazırlama Odaları Dizaynı

Manuel ve LDR brakiterapi için kapalı radyoaktif kaynakların depolanması ve hazırlanmasında kullanılan odalar için tipik radyasyondan korunma ve güvenlik özellikleri şunlardır:

- Odaların kapıları kilitlenebilir olmalıdır.
- Tüm kaynaklar için korumalı depolama (örn. bir kasa) olmalıdır ve dış yüzeyi yanmaz malzemelerden yapılmalıdır. Kasa, kaynakların taşınması ve aktarılması sırasında çalışan dozunu azaltmak için hazırlık tezgâhının yakınında bulunmalıdır.
- Kasanın farklı aktiviteye sahip kaynaklar için bölmeleri olmalıdır. Her bir bölme içindeki kaynağın hemen ve kolay tanınmasına izin vermelidir.
- Kurşun cam izleme penceresi olmalı ve cam büyüteç özelliği taşınmalıdır.
- Kaynak hazırlama için çalışma yüzeyi, Ir-192 tel parçaları veya küçük I-125 tohumları gibi küçük kaynakların kaybolmasını önlemek için pürüzsüz ve sorunsuz olmalıdır.

- Kaynak işleme alanı iyi aydınlatılmış olmalıdır. Büyüteç özelliğindeki cam mümkün olan en az ışınlama ile kaynağı etkin bir şekilde işlemek için uygun olmalıdır.
- Kaynak işleme aletleri örneğin pense, pratik ve etkin bir şekilde parmak koruma mesafesinde kaynağın işlenmesine izin vermelidir.
- Ortam dozu izlenebilir olmalıdır.
- Radyoaktif kaynaklarının taşıma işlemi için kullanılan konteynırlarda taşıma işlemi uzun kulplar ile sağlanmalıdır. Konteynırlarda radyasyon sembolü yanı sıra bir uyarı işareti bulunmalıdır.

Manuel Ve LDR Brakiterapi İçin Hasta Odaları Dizaynı

Hasta odalarının tek ve bitişik olması tercih edilir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, odadaki diğer hastaların dış maruziyetini en aza indirmek için hastalar arasında uygun koruma gereklidir. Brakiterapi odalarında, hemşireler ve potansiyel ziyaretçiler için mümkün olduğunca hareketli koruma bulundurulmalıdır. Tedavi odalarında kaynak aplikatörlerinin sığabileceği genişlikte korumalı depolama konteynırlar bulunmalıdır. Kontrollü (Denetimli) alan girişinde radyasyonu ölçmek için radyasyon monitörleri yer almalıdır. Bu radyasyon monitörü ile uyumlu portable bir radyasyon monitörü hasta içinde tedavi sonrası kaynak kalmadığından emin olmak için bulundurulmalıdır.

Görüntüleme Ve Tedavi Odaları Dışındaki Odaların Dizaynı

Hasta hazırlama alanları ve konsol odaları ile birlikte radyasyonun kullanıldığı simülatör odaları içinde

radasyondan korunma ve güvenlik prosedürlerinin sağlandığından emin olunmalıdır. Detaylar tıbbi görüntülemede radyasyondan korunma bölümünde ve referans 281, 283'te verilmiştir.

Tıbbi Ekipmanların, Yazılımın Ve Yardımcı Ekipmanların Dizaynı

Bu alt bölümde radyoterapi tesisinde simülasyon, tedavi planlama, tedavi verme ve verifikasyon aşamalarında kullanılan tıbbi ekipman, yazılım ve yardımcı ekipmanlar ele alınmaktadır. Radyoterapide tıbbi ekipmanlar ile ilgili uluslararası standartlar IEC ve ISO tarafından yayınlanmıştır. Radyoterapi ile ilgili IEC standartları referans 285, 290-306 da ilgili ISO standartları ise referans 307-309 da yer almaktadır. Tedavi öncesi için simülasyonda ve IGRT de kullanılan X ışın tabanlı tıbbi ekipmanlar ile ilgili tavsiyeler tıbbi görüntüleme bölümlerinde verilmiştir. Lisans sahipleri kullandıkları tıbbi ekipmanların radyasyon güvenliğinden sorumludurlar. Onlar IEC ve ISO tarafından yayınlanan standartlar ile ilgili şartları satın alma şartnamelerinde üretici firmaya dayatmalıdırlar. Üretici firma Tıbbi ekipmanlar için kullanıcının ana dilinde kullanım kılavuzu oluşturmalıdır. Örneğin IEC ve ISO tarafından yayınlanan standartlar, kullanılan yazılımlar kullanıcı ana diline çevrilmelidir. Yazılım ve donanım olarak bütün ekipmanların satın alma, kurulum, kabul, devreye alma, kullanım, bakım ve kalite kontrol için prosedürler medikal fizik uzmanı ve diğer radyoterapi çalışanları ile beraber geliştirilmelidir. Tıbbi ekipmanlar için eğer servis sonrası iyileştirici faaliyetler elde edilmişse tanımlanmalıdır. Servis sonrası örnek iyileştirici faaliyetler referans 184'te verilmiştir.

Tıbbi Ekipmanların Dizayn Özellikleri

Genel Hususlar

Tıbbi ekipman tasarımı, performansı her zaman tekrarlanabilir, doğru ve öngörülebilir olacak şekilde olmalıdır. Teleterapi ve brakiterapide kullanılan radyoaktif kaynaklar referans 307-309 da yer alan uluslararası standartları sağlamalıdır. Belirli toleranslar dahilinde çalışacak şekilde tasarlanmış yazılım kontrolü altındaki birimler toleranslar aşıldığında radyasyonu durduran kesinti mekanizmalarına sahip olmalıdır. Radyoaktif kaynakları kullanan tıbbi ekipmanlarda da hata algılandığında kaynak otomatik olarak geri çekilmeli ve korumalı alana hareket etmelidir. Radyoterapide kullanılan tıbbi ekipmanlar, yetkisiz personel tarafından kullanılmasını engelleyebilecek güvenlik sistemleri ile sağlanmalıdır. Sisteme enerji vermek için bir anahtar aranmalıdır, erişim yetkili personelle sınırlandırılmalıdır. Radyoaktif kaynaklar içeren eksternal radyoterapi ekipmanı ve uzaktan kumandalı brakiterapi (HDR/PDR/LDR) ekipmanı, kaynağın geri çekilememesi durumunda kaynakları korumalı konuma manuel olarak döndürecek bir cihazla sağlanmalıdır. Bu işlemi de klinikteki yetkili en yaşlı kişi yapmalıdır. Güvenlik interlokların tasarımı, bakım esnasında eğer interloklar bypas durumunda ise sadece bakım personeli tarafında kontrol edilecek şekilde olmalıdır. Kayıt ve verify sistemleri (RVSSs), görüntüleme sistemleri ile ara yüzleri, tedavi planlama sistemleri (TPS), tedavi dağılım sistemler, data yönetim sistemleri sistematik olarak verify edilmelidir. RVSSs hakkında daha detaylı öneriler için referans 305, 310'u inceleyebilirsiniz.

Eksternal Radyoterapide Tıbbi Ekipmanların Dizayn Özellikleri

Gerektiğinde makinenin çalışmasını durdurmak için konsol dışında da güvenlik interlokları dizayn edilmelidir. Ekipman tasarımı kontrol panelinden tedavinin kesintiye izin vermelidir; kesintiden sonra tedavinin devamı sadece kontrol panelinden mümkün olmalıdır. Işının açık veya kapalı olup olmadığını net ve güvenli bir şekilde gösteren cihazlar da dâhil olmak üzere radyasyon ışını kontrol mekanizmaları sağlanmalıdır. Ünitenin tasarımı, radyasyon sızıntısı veya saçılma nedeniyle doz tedavi alanı dışında düşük olacak şekilde olmalıdır. Yüksek enerjili X ışını (>10 MV) üreten hızlandırıcılar tasarlanırken, üreticiler hastaların ve malzemelerin tedavi odasında nötron aktivasyonundan kaynaklanan potansiyel tehlikeleri en aza indirmelidir.

Brakiterapide Tıbbi Ekipmanların Dizayn Özellikleri

Brakiterapide kullanılan tıbbi ekipmanlar referans 294 'de verilen özelliklere uymalı ve uygun şekilde referans 281 ve 315' deki tavsiyeleri izlemelidir. Brakiterapi için aplikatörler özellikle kullanılacak kaynak için imal edilmeli veya onunla uyumlu olmalıdır.

- LDR, PDR ve HDR kaynakları aşağıda belirtilen bilgilere sahip kaynak sertifikası sahip olmalıdır. Belirtilen tarih için, belirlenen mesafede ICRU 316 tarafından önerilen havada hava kerma hızı veya eşdeğeri bir birimle kaynak gücü
- Sızıntı ve kontaminasyon testleri de dâhil olmak üzere kaynağa uygulanan kalite kontrol testleri.

Oftalmik aplikatörlerde (Göz için) Sr-90 ve Ru-106 gibi beta yayan kaynaklar, saklanırken ve kullanıma hazırlanırken bremsstrahlung en aza indirmek için düşük atom numaralı zırhlama malzemesi kullanılmalıdır. Çünkü azalan atom numarası sayesinde etkileşen elektronların bremsstrahlung radyasyonu oluşturma olasılığı azalır.

Tedavi Planlama Sistemleri (TPS) İçin Dizayn Özellikleri

TPS'lerin yetenekleri bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak gelişmiştir. TPS bağlı olarak, bu yetenekleri karmaşık 3-B veya 4-B görüntü işleme ve doz hesaplamaları içerebilir. TPS için tasarım özellikleri radyoterapi tesisinin klinik hedeflerine uygun olmalıdır. TPS'ler referans 304' te verilen standartları karşılamalı ve referans 281,317-319'da verilen teknik özellikler ve performans da dâhil olmak üzere TPS'ler hakkındaki yönergelerle uymalıdır.

Simülatör Ve Görüntüleme Ekipmanları İçin Dizayn Özellikleri

Radyoterapide konvansiyonel simülatörlerin neredeyse tamamı, 3B planlama ile birlikte yerini BT simülatörlere terk etmiştir. Konvansiyonel simülatör IEC 295,296,300,301 numaralı standartları sağlamalı ve referans 281,320,321 de verilen yönergelerle uymalıdır. Eğer BT simülatör kullanılıyorsa tedavi odası pozisyonlama lazerleri düşünülerek dizayn edilmelidir. BT ile ilgili uyulması gereken prosedürler tıbbi görüntüleme bölümünde yer almaktadır.

Yardımcı Ekipmanları İçin Dizayn Özellikleri

Radyoterapi tesisi, ışın karakterizasyonu ve kalite kontrolü için gerekli ölçüm türüne uygun referans ve göreceli dozimetri için ekipman, alet ve test ekipmanlarına sahip olmalıdır. Bunlar iyon odası, küçük alan dozimetri için katı hal dedektörleri,

elektrometre, termometre, barometre, fantom ve geometrik ve mekanik test araçlarıdır. Bu konuda daha detaylı bilgi için 281, 297, 306, 33, 322 ve 323 numaralı referanslara bakmalısınız. Immobilizasyon cihazları hasta simülasyon için BT de ve sonrasında tedavide ortak olarak kullanılırlar. Çok yapraklı kolimatörler (MLC) çoğu durumda bloklar ile koruma ihtiyacını ortadan kaldırır. MLC olmayan radyoterapi tesislerinde kalıp odası olmalıdır. Manuel brakiterapi için, radyasyon dedektörü de dahil olmak üzere radyoterapi tesislerinde radyasyondan korunma ve güvenlik ekipmanla yer almalıdır. Bunlar, Geiger-Müller sayacı, büyüteç, kaynak manipülatörleri (cımbız veya maşalar gibi), makaslar veya tel kesiciler ve birkaç korumalı konteyner içeren kaynak işleme ekipmanlarıdır. Uzaktan sonradan yükleme brakiterapi için, radyoterapi tesisinde, yükleme ünitesinin arızalanması durumunda kaynak kullanımı için uygun ekipmanlar yer almalıdır. Bunlar kaynak geri çekilmesinde afterloader arızası durumunda acil bir kaynak konteyner olarak hizmet vermek için tedavi odasında mevcut depolama konteyner, uzaktan manipülatör, tel kesiciler ve kaynak lokalizasyonu için uygun bir radyasyon izleme aleti. Radyoterapi tesisi, Geiger-Müller dedektörleri, iyonizasyon odaları ve/veya sintilatörlere dayalı radyasyon izleme cihazları (alan monitörleri ve taşınabilir dozimetre) ile donatılmalıdır. Eğer Linak 10 MV tan daha yüksek enerjilerde foton üretiyorsa nötron dedektörü de tesiste olmalıdır.

Radyoterapi Tesisleri İçin Zırhlama Tavsiyeleri

Zırhlamada hedef gerek halk için gerekse çalışan için izin verilen eşdeğer ve etkin doz sınırları aşılmayacak kalınlıkta özel malzemeden yapılmış duvarlar oluşturmaktır.

Zırhlama hesabı yapılırken iş yükü, kullanım faktörü, meşguliyet faktörü ve hedef doz değeri önemlidir. Tedavi odası bitişiğindeki alana göre bu faktörlerin değeri değişmektedir. Bu sebepten bitişiğindeki alan dikkatli analiz edilmelidir. Ayrıca tesiste uygulanan tedavi yöntemi, tedavi cihazına göre zırhlama hesabı farklılık gösterebilmektedir. Bunun için zırhlama hesabında bunlarda göz önünde bulundurulmalıdır. Radyoterapi ünitesi kurulduktan sonra zırhlama kalınlığının düzeltilmesi veya eklenmesi pahalı ve zor bir işlemdir. Bu sebepten tedavi odası zırhlama işlemi yapılırken yeni ekipman ve uygulama veya kullanım değişiklikleri, artan iş yükleri ve bitişik, üst ve alt alanlarda doluluk değişiklikleri için gelecekteki olası ihtiyaçların dikkate alınması da tavsiye edilir. Zırhlama hesabı medikal fizik uzmanı veya radyasyondan korunma uzmanı tarafından yapılmalıdır. Medikal fizik uzmanı veya radyasyondan korunma uzmanı radyoterapi tesisi kurulumunda en başından ekibe dahil edilmelidir. Farklı radyoterapi ünitelerinde aynı marka ve enerjiye sahip cihaz için bile olsa oranın zırhlama hesaplarını referans alabilirsiniz fakat asla direk olarak kullanmadan verifiye edilmesi gerekir. O radyoterapi otorite tarafından kontrol edilmiş ve onay almış olması sizi yanıltmamalıdır. Çünkü o radyoterapi ünitesinde gereğinden fazla kalınlık kullanılmış olabilir ve buda size istenilmeyen ve çok fazla bir maliyet getirebilir. Ayrıca zırhlama hesapları medikal fizik uzmanı veya radyasyondan korunma uzmanı tarafından imza altına alınmalı ve saklanmalıdır. Radyasyondan korunma uzmanı veya medikal fizik uzmanı inşaat sırasında zırhlama duvarında soğurma katsayısı düşük olan tahta gibi bir malzeme unutulmadığından ve bir boşluk olmadığından emin olmalıdır. Zırhlama sonrasında odanın her bir

duvarında ve kapı önünde radyasyon değerlerinin izin verilen sınırdan olduğundan emin olunmalı. Cihazda tedavi başladıktan sonrada periyodik olarak çevre doz ölçümlerine devam edilmeli. Görüntüleme odaları zırlama tavsiyeleri için ilgili bölümlere bakınız.

Bakım

Bakım sadece tıbbi ekipman ve donanım bakım değil, aynı zamanda yazılım, ağlar, veri üsleri ve radyoterapi tesisinde diğer destek sistemlerini içerir. Her bir ekipman ögesi için yapılan bakım kaydı tutulmalıdır. Bu kayıt, kullanıcılar tarafından bulunan kusurları, alınan düzeltici eylemleri ve ekipman klinik kullanıma yeniden sunulmadan önce test sonuçlarını içermelidir. Tedavi ve görüntüleme cihazının veya tedavi planlama sisteminin bakımının fiziksel veya klinik dozimetrisinin doğruluğunu veya ekipmanların güvenli çalışmasını etkileyebileceği durumlarda medikal fizik uzmanı, hastaların tedavisinde kullanılmadan önce ekipmanın efektif ve doğru bir şekilde çalıştığını belirlemek için özel testler veya ölçümler yapmasını gerektirir. Tıbbi ekipmanların elektriksel güvenlik ve mekanik güvenlik yönleri bakım programının önemli bir parçasıdır. Bu radyasyondan korunma ve güvenlik üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler yaratabilir. Bu çalışma, tıbbi ekipmanın özelliklerini anlayan uygun yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır. Elektrik ve mekanik bakım, kalite kontrol programına dâhil edilmeli ve üretici tarafından tavsiye edilen sıklıklar ile yapılmalıdır. Yazılı servis raporu oluşturulmalıdır. Bu servis raporu bulguları içermeli ve firma ve medikal fizik uzmanı tarafından imza altına alınmalıdır. Bu raporlar ve takip düzeltici faaliyetler kalite kontrol programının bir parçası olarak arşivlenmelidir.

Mesleki Işınlamada Radyasyondan Korunma

Radyoterapide, mesleki radyasyona genellikle medikal fizik uzmanları, radyasyon onkoloji uzmanları ve radyoterapistler maruz kalırlar. Bazı radyoterapi tesislerinde, hemşireler gibi diğer sağlık profesyonelleri de mesleki maruz kabul edilebilir. Mesleki açıdan maruz kalan diğer personel arasında dozimetristler, biyomedikal, klinik ve hizmet mühendisleri ve bazı yükleniciler yer alabilir. Sonuç olarak bu çalışanlar için, özellikle denetimli ve gözetimli alanlara erişim konusunda kurallar belirlenmelidir.

Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme durumu olan bütün alanlar radyasyon alanı olarak tanımlanır. Diğer tüm alanlar yani halk için izin verilen doz sınırını geçmeyecek alanlar kamu alanıdır. Radyasyon alanı 2 ye ayrılır.

Denetimli alan (controlled area): Radyasyon görevlileri için tanımlanan ardışık 5 yılın ortalaması olan doz sınırının (20 mSv) 3/10 (6 mSv) 'nundan fazla radyasyon alınma riski olan alanlardır.

Gözetimli alan (supervised area): Radyasyon çalışanı için tanımlanan yıllık doz sınırlarının(20 mSv) 1/10 (1mSv) aşılma durumu olup 3/10 (6 mSv) unun aşılma durumu olmayan alanlardır.

Radyoterapi tesisinde, external radyoterapi ve brakiterapi için tüm tedavi odaları, radyoaktif kaynaklarla brakiterapi işlemleri sırasında kullanılan ameliyathaneler, brakiterapi hasta odaları, radyoaktif kaynak depolama ve işleme alanları ve görüntüleme veya simülasyon işlemlerinin yapıldığı odalar, kontrol edilen (denetlenen) alanlardır. Bu sebepten denetimli alan kriterlerini sağlamalıdır. Gözetimli alanlar brakiterapi hasta odaları veya radyoaktif kaynak depolama ve işleme alanları etrafında alanları ve

eksternal radyoterapi tedavi odası dışında kalan alanları kapsar.

Radyoterapi tesislerindeki kontrol panelinin çevresindeki alan (kontrol odası), zırhlama sayesinde radyasyon seviyeleri çok düşük olsa da kontrollü alan veya denetimli alan olarak sınıflandırılmalıdır. Her iki durumda da bu alanda sınırlı erişim olmalıdır. Aksi takdirde hasta tedavi edilirken buraya giren kişiler çalışanın dikkatini dağıtarak kazara tedavi edilen hastaya zarar verilmesine yol açabilir. Denetimli ve gözetimli alanların kapsamıyla ilgili belirsizlikleri önlemek için, bu alanların sınırları, duvarlar, kapılar, bölmeler veya diğer fiziksel bariyerler ile belirlenmeli veya uygun uyarı işaretleri ile tanımlanmış olmalıdır.

Yerel Kurallar Ve Prosedürler

Genel Hususlar

GSR Bölüm 3'ün Paragraf 3.93 de koruma ve güvenlik için zırhlama, özel fiziksel bariyerler, işaretler ve interlokları da içeren önleyici ölçümler hiyerarşisi yer almaktadır. Gerekli yazılı yerel kurallar ve hususlar ise GSR Bölüm 3'ün Paragraf 3.94 de yer almaktadır. Bu yerel kurallar ve prosedürler normal çalışma ve olağan dışı olaylar için mesleki radyasyon ışınlamalarını minimize eden ölçümleri kapsar. Ayrıca bu lokal kural ve prosedürler kişisel dozimetrelerin giyilmesi, taşınması ve saklanması ve kayıt takip ve müdahale düzeylerini de kapsar.

Radyoterapide çalışan tüm personelin lokal kural ve prosedürleri bilmesi ve takip etmesi gerekir. Bu yerel kural ve prosedürlerin geliştirilmesi ve gözden geçirilmesi için gerekli olan komite, radyoterapi tedavisine katılan tüm sağlık profesyonellerinin temsilcileri içermelidir. Radyoterapi personeli, çalıştıkları ekipmanın uygun çalıştırılması için güvenlik

özelliklerini kapsayan belgelenmiş prosedürleri anlamalıdır ve periyodik olarak eğitilmelidir. Radyoterapi tesisine yeni cihazlar veya teknikler getirildiğinde ek eğitim ve öğretim yapılmalıdır.

Eksternal Radyoterapi için özel yerel kural ve tavsiyeler

Eksternal radyoterapi ünitelerinin güvenli çalışması için alan takibi, interlok kontrolleri, sızıntı testleri (kapalı kaynaklar için) ve kaynak sıkışmasına bağlı pozisyon hatası gibi durumların kontrolü için prosedürler olmalıdır. Bu ölçüm ve kontroller için kalibre edilmiş ve düzenli çalışan aşağıdaki ekipmanlar gerekir. Bir radyasyon izleme monitörü (GM dedektör), Ayrıca 10 MV ve üstü X- Işını kullanılan radyoterapi tesisleri için nötron dedektörü de gereklidir. Kapalı kaynaklar için sızıntı testi düzenli olarak yapılmalı. Eksternal radyoterapi için ise gantri de erişilebilir en yakın yüzeyde sızıntı testi yapılmalıdır. Işın kalibrasyonu, dozimetri ve kalite kontrol ölçümleri gibi yüksek enerjili X ışınlarının uzun süreli kullanımını içeren ışınlamalar hastaların tedavisi bitiminde gün sonuna planlanmalı, böylece odada hâsıl olan nötron aktivitesi ertesi güne kadar önemli ölçüde azalır.

Brakiterapi İçin Özel Yerel Kural Ve Tavsiyeler

Kaynak envanteri tutulmalıdır. Envanter radyoaktif kaynağı tanımlayacak şekilde radyoaktif kaynağın yeri, referans tarihi ile birlikte aktivitesi, seri veya parti numarası yer almalıdır. Ayrıca kaynaklara farklı renk veya numara tayin edilmeli. Bu eşsiz tanımlayıcılarda envanter kaydında yer almalı. Kaynaklar asla hazırlık yüzeylerinde bırakılmamalıdır. Kaynaklar depoda, taşımada veya kullanımda olmalıdır. Uzun ömürlü LDR brakiterapi kaynakları için sızıntı testinde wipe leak

test uygulanır. Bir HDR/PDR ünitesi için sızıntı testleri yalnızca sonradan yüklemeli sürücü aksamına ve taşıma kaplarında yapılmalıdır, çünkü kaynağın kendisi doğrudan wipe leak izin vermeyecek kadar yüksek bir doz oranına sahiptir. LDR, HDR, PDR brakiterapi ve kalıcı implantlarda kullanılacak kaynaklar için kaynak depolama tesisleri çevresinde periyodik olarak alan takibi yapılmalıdır. Kaynak depolama üniteleri, kapsadığı radyoaktif kaynak materyalini ve olası bir kazada Medikal Fizik Uzmanı veya Radyasyondan Korunma Sorumlusuna nasıl ulaşılabileceğine dair talimatnameyi gösterir şekilde işaretlenmelidir. Kaynak depolama odaları, bir kaynağı kaldırmak veya iade etmek için erişimin gerekli olduğu durumlar dışında her zaman kilitli tutulmalıdır. Her brakiterapi tedavisinden sonra, kalıcı implantlar hariç tüm brakiterapi kaynakları hastadan alınmalıdır. Hasta, hastada radyoaktif bir kaynak kalmadığından emin olmak için radyasyon dedektör ile izlenmelidir. Yatak çarşafı, pansumanlar, giysiler, atıklar ve diğer ekipmanlar, radyasyon dedektörü ile izlenip radyasyon içermediğinden emin olununcaya kadar oda dışına çıkartılmamalıdır. Daha detaylı bilgi için referans 324'i inceleyebilirsiniz.

Görüntüleme Ve Simülasyon Cihazları İçin Özel Yerel Kural Ve Tavsiyeler

Ön planlama ve simülasyonun bir parçası olarak kullanılan görüntüleme işlemlerinin yapılmasına ilişkin yerel kurallar ve prosedürler görüntüleme kısmında verilmiştir. Daha detaylı bilgi için referans 321 e bakınız.

Çalışan İçin Koruyucu Ekipmanlar Ve Oda İçerisinde Koruyucu Cihazlar

Eksternal ışın radyoterapisinde güncel prosedürler için

kişisel koruyucu ekipman genellikle gerekli değildir. Brakiterapi aşamalarında gerekli olabilir. Örneğin brakiterapi için ön hazırlık aşamasında BT veya PET-CT görüntüleme aşamasında gerekli olabilir. Brakiterapi için kaynakların manuel kullanımı durumunda çalışma tezgâhındaki koruma blokları ve kurşun cam ekran gibi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Geçici (Cs-137 veya Ir-192) veya kalıcı (I-125) implantlarının kullanıldığı brakiterapi hastaları hemşireleri için, hareketli kurşun panel kullanımına dikkat edilmelidir. Brakiterapide acil durumlar (Örneğin HDR de kaynak sıkışması) için aplikatörler ve kaynaklar için uygun bir acil durum konteyneri koruyucu ekipman olarak bulunmalıdır. Diğer tavsiyeler referans 325' te verilmiştir.

Çalışma Alanı İzleme Monitörleri

İşyeri izleme rutin olarak belirli zamanlarda çevre doz ölçülmesini ve yorumlanmasını kapsar. İşyeri izleme personelinin mesleki dozlarının düşük seviyede kaldığını doğrulamak için kullanılabilir. Bireysel olarak izlenmeyen radyasyon çalışanı olamayan yani dozimetre taşıması gerekmeyen personel için bu çok önemlidir. Radyoterapi tesisinde görüntüleme veya radyoterapi cihazlarının bulunduğu odalarda ve çevresinde çalışma alanı izleme yaparken cihazlar çalışır durumda ve aşağıdaki maddeler sağlandığı zaman yapılmalıdır.

- Oda zırhlama inşaatı tamamlanmış olmalıdır ve ilerde yapılacak yeni inşaat alanları varsa önceden planlanmalı ve ölçüm sonuçları değerlendirilirken bu durum göz ardı edilmemelidir.
- Radyoterapi tesisinde gerek görüntüleme odasında gerekse terapi odasında cihazın veya kaynağın özellikleri düşünülerek olası en çok

radasyonun oluşabileceği ışınlama şartlarında ışınlama yapılarak çevre doz ölçümleri kontrol edilmelidir. Bu ekstra maliyet yani zırhlama kalınlığına sebep olmakla birlikte fazlasıyla koruyucu bir yaklaşımdır.

- Çevre doz ölçümü yapılmadan önce rutinde radyasyon kaynağının önünde hasta olacağı için uygun fantom kullanılmalıdır.
- İleride tesiste kullanılabilecek teknikler göz ardı edilmemelidir. Örneğin konformal radyoterapi için kullanılacak bir linak ile IMRT için kullanılacak bir linak odasının zırhlama hesabı farklılıklar içerir.
- Çevre doz ölçümünden önce cihazların bakımı tamamlanmış olmalı.
- Genel olarak tedavi veya görüntüleme odasında veya çevresinde dozu değiştirebilecek her şey düşünülmeli ve gerekli işlemler yapıldıktan sonra çevre doz ölçümü yapılmalı ve çıkan sonuç yorumlanmalıdır.

İlk çalışma alanı izleme işlemi sızıntı radyasyon ve ışınlama odası altında üstünde civarında ulaşılabilir alanlarda radyasyon seviyesinin ölçümünü gerektirir. Ayrıca radyoaktif kaynaklara sahip teleterapi odalarında ve HDR brakiterapi tedavi odalarında ki doz oranları kalıcı olarak monte edilmiş alan radyasyon monitörleri ile sürekli olarak izlenmelidir. Kaynak depolama ve işleme alanı, brakiterapi kaynaklarının depolanmasından hemen sonra izlenmelidir. İşyeri izlemede kullanılan doz ölçerler gerekli sıklıklar ile eşdeğer doz terimlerinde kalibre edilmelidir.

Çalışanlar İçin Mesleki Maruziyet Ve Sağlık Gözetiminin Değerlendirilmesi

Mesleki Maruziyet Değerlendirmesi

İzleme ve doz değerlendirmedeki amaç, denetimli alanlarda çalışan radyasyon görevlilerinin radyasyon maruziyeti hakkında bilgi sağlamak ve iyi çalışma uygulamalarını ve mevzuata uygunluğu teyit etmektir. Denetimli alanda çalışanlar arasında radyasyon onkologları, medikal fizik uzmanları, tıbbi radyasyon teknoloji uzmanları, RPO, biyomedikal mühendisleri, bakım ve servis personeli ve implante edilmiş radyoaktif kaynaklara sahip hastalarla zaman geçirmesi gereken herhangi hemşire veya diğer personeller bulunmaktadır. Bireysel izleme için kullanılan dozimetre cihazları kalibre edilmeli ve standart dozimetri laboratuvarına göre izlenebilir olmalıdır. Her kişisel dozimetre yalnızca verildiği kişiyi izlemek için kullanılmalıdır. Dozimetre hangi tesis için verilmişse o yalnızca o tesiste kullanılmalıdır. İzleme aralıkları çoğu devlette düzenleyici kurumlar tarafından tipik olarak belirlenen bir ila üç ay arasındadır. Bir aylık izleme süresi genellikle daha yüksek mesleki maruziyetle ilişkili prosedürleri gerçekleştiren kişiler için kullanılır.

Hp(d), d derinliğinde eşdeğer dozdur. Giriciliği düşük ve yüksek radyasyonlar için önerilen derinlikler (d) sırasıyla 0,7 mm ve 10 mm'dir. Radyoterapiye kullanılan radyasyon genellikle güçlü giriciliği olan radyasyondur ve bu yüzden brakiterapi için beta kaynaklarının kullanımı hariç d=10 mm'dir. Deri ve ekstremitelerin izlenmesi için 0.07 mm (d = 0.07) derinlik önerilir ve Hp (0.07) cilde ve ekstremitelere eşdeğer bir doz tahmini sağlamak için kullanılır. Göz merceğini izlemek için 3 mm derinlik önerilir (d = 3),

ve Hp (3), göz merceğine eşdeğer bir doz tahmini sağlamak için kullanılır.

Radyoterapide çalışanlar için geçerli üç doz limiti vardır: efektif doz sınırı, göz merceği ve cilt ve ekstremiteler eşdeğer doz sınırıdır. Radyoterapide, dozimetreler genellikle göğüs hizasında kullanılır. Parmak dozlarını izlemek için halka dozimetreleri gibi özel dozimetreler gerekiyorsa, üreticinin özel kullanım talimatlarına uyulmalıdır. Dozimetreler kullanılmadığında, ayrı özel bir yerde tutulmalı ve hasar veya ışınlamadan korunmalıdır. Bazı durumlarda, mesleki dozlar işyeri izleme sonuçlarından tahmin edilebilir. Personel için efektif doz ölçülen ortam dozu eşdeğeri $H^*(10)$ 'dan çıkarılabilir ancak, işyerindeki doz derecesi nispeten düşüktür. ICRP [119], farklı radyasyon ve enerji türleri için ortam dozundan efektif doza eşdeğer dönüşüm katsayılarını sağlar.

Personel Maruziyeti İçin Araştırma Seviyeleri

Radyoterapide, örneğin, 0.5 mSv'den daha yüksek aylık değerler araştırılmalıdır. Ek dozimetreler kullanılıyorsa, göz merceğini izleyen bir dozimetre için ayda 2 mSv'den yüksek değerler göz dozlarının endişe verici olabileceğini gösterebilir. El veya parmak dozimetreleri için ayda 15 mSv'den yüksek değerler de araştırılmalıdır.

Birden Fazla Yerde Çalışan Kişiler

Bazı bireyler birden fazla radyoterapi tesisinde çalışabilir. Birden fazla radyoterapi tesisinde çalışan herhangi bir kişi, bu tesislerin her biri için lisans sahibini bilgilendirmeli ve her ikisi için ayrı ayrı dozimetreler kullanmalıdır. Her lisans sahibi, kendi RPO'su aracılığıyla, diğer radyoterapi tesislerinin lisans sahipleriyle ve RPO'larıyla resmi temas kurmalıdır,

böylece çalıştığı tüm tesislerde o kişi için her tesisin kişisel bir dozimetrenin mevcut olmasını ve mesleki dozların devam eden bir kaydının olmasını sağlayacak bir düzenleme sağlanır.

Medikal fizik uzmanları veya servis mühendisleri gibi bazı çalışanlar birçok radyoterapi tesisinde ve ayrıca diğer tıbbi radyasyon tesislerinde çalışabilirler. Bu gibi durumlarda, şirket veya serbest meslek sahibi kişinin bireysel izleme için dozimetreleri sağlaması daha kolaydır. Bu nedenle, bu durumlarda, bir işçi izleme döneminde tüm radyoterapi tesislerinde yapılan işler için aynı dozimetreyi kullanır.

Hamile Çalışanlar

Hamile çalışan hamile olduğunu lisan sahibine bildirmekle yükümlüdür. Lisans sahibi de denetimli alandan hamile kişiyi uzaklaştırmakla yükümlüdür. Hamile çalışan için doz sınırı 1mSv olarak belirlenmiştir.

TIBBİ RADYASYONA MARUZ KALAN HASTALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA

Bu bölüm hastaların, bakıcıların ve gönüllülerin radyasyondan korunmasını kapsamaktadır. Tıbbi maruziyet için doz limiti yoktur, bu nedenle gerekçe ve optimizasyon gerekliliklerinin etkili bir şekilde uygulanması çok önemlidir.

Bireysel Hasta İçin Tıbbi Maruziyetin Gerekçesi

Radyasyondan korunma açısından bakıldığında, sadece radyoterapi tedavisi gerekçelendirilmemeli, aynı zamanda tedavi öncesinde, sırasında ve sonrasında tüm görüntüleme radyolojik prosedürleri de gerekçelendirilmelidir. Bu, görüntülemenin, iyileştirilmiş hedef tanımlaması için PET-CT veya günlük IGRT gibi tedavi sonucunun iyileştirilmesine

getirdiği beklenen faydaların dikkate alınmasını içerir. Embriyo veya fetüsün yüksek radyasyon duyarlılığı nedeniyle, bir kadın hastanın hamile olup olmadığı belirlenmelidir. Bu durumda hamilelik, gerekçelendirme sürecinde bir faktör olacaktır ve önerilen tedavinin zamanlamasını veya tedaviye başka bir yaklaşımın daha uygun olup olmadığına dair bir kararı etkileyebilir.

Operasyonel Konular

Gerekçeyi takiben, tedavinin planlanması ve uygulanmasının hasta korumasını optimize edecek şekilde yapılması gerekir. Tedavinin amacı, hedefe yüksek doğrulukla ölçülmüş, yüksek ve homojen doz verirken etrafındaki sağlıklı dokuları mümkün olduğunca korumaktır. Doğru tedavi planlaması, bu tedavi hedefine ulaşmak için çok önemlidir.

Hamile bir hastanın tedavisinden önce embriyo veya fetüs için dozun hesaplanması tedavi planının bir parçası olmalıdır. Alan kenarından embriyo veya fetüse olan mesafe, alan büyüklüğü, açı ve radyasyon enerjisi gibi diğer faktörlerle birlikte embriyo veya fetal dozda en önemli faktördür.

Koruma ve güvenliğin uygun optimizasyonunu sağlamak için eksternal radyoterapinin ön planlama aşamasında görüntüleme ekipmanının kullanımı için şu özel protokoller kullanılmalıdır:

- BT görüntüleri radyoterapi konusunda uzmanlaşmış radyoterapist tarafından alınmalıdır,
- Radyoterapi planlanması için elde edilen tüm görüntüler için hastalar tedavi pozisyonunda olmalıdır.
- Eksternal radyoterapinin planlanması için

görüntüler elde edilirken tedavi odasındakilerle tutarlı bir referans sistem(lazer) kullanılmalıdır.

- 4-boyutlu radyoterapi için BT görüntülemesi için bir solunum veya hareket yönetimi ve izleme sistemi kullanıldığında, tedavi odasında kullanılanla tutarlı olmalıdır.
- BT görüntüleme esnasında kullanılan immobilizasyon ekipmanları tedavi sırasında da BT deki ile aynı şartlarda kullanılmalıdır.
- BT görüntüleme dozimetrik ve mekanik testleri medikal fizik uzmanı tarafından yapılmalıdır.
- Yeni nesil TPS ler BT HU numaralarını referans alarak doz hesaplaması yapmaktadır. Bu sebeple BT HU numarası kalibrasyon eğrisi oluşturulmalı ve tedavi planlama sistemine tanıtılmalıdır.

Kalibrasyon: Tıbbi Ekipman

GSR Bölüm 3'ün 3.167 (a) paragrafı, tıbbi maruziyete neden olan kaynakların kalibrasyonu için gereksinimleri belirlemektedir. Radyoterapi için, radyoterapi tesisinde kullanılan tüm eksternal ve brakiterapi ekipmanları aşağıdaki gibi kalibre edilmelidir:

- Eksternal radyoterapi için tıbbi ekipman, radyasyon kalitesi veya her bir enerji için ve belirlenen koşullar altında kalibre edilmelidir.
- Brakiterapi için kullanılan sızdırmaz kaynaklar, havadaki referans hava kerma hızı veya ICRU tarafından önerilen bir mesafede, belirtilen sıklıklar ile kalibre edilmelidir.
- Uluslararası veya ulusal kabul görmüş kalibrasyon protokolleri kullanılmalıdır. Bu protokollerin örnekleri arasında Referans 324,

336-342 de bulunmaktadır.

- Radyoterapi sürecinde kullanılan geleneksel simülatörler, BT tarayıcılar, gibi görüntüleme cihazları da kalibre edilmelidir.

Yeni brakiterapi kaynakları kalibre edilmeli ve üreticinin sertifikalı referans hava kerma hızından % 5'ten fazla farklılıklar araştırılmalıdır. Bu tür farklılıklar araştırılana ve çözülene kadar kaynak hasta tedavisi için kullanılmamalıdır. Kalibrasyonlardaki farklılıkların giderilmesine ilişkin daha fazla bilgi Referans 341'de verilmiştir.

Kalibrasyon: Dozimetri Araçlar

Bir radyoterapi tesisinde kullanılan dozimetri araçları uygun aralıklarla kalibre edilmelidir. Ayrıntılı bilgi Referans 36'da verilmiştir. Kalibrasyon için iki yıldan fazla olmayan bir süre önerilir.

Hastaların Dozimetrisi

GSR Bölüm 3 'ün 3.168. paragrafı, radyoterapi hastaların dozimetrisi için gereksinimleri belirlemektedir. Eksternal radyoterapisi veya brakiterapi uygulanan her hasta için dozimetri gereklidir. Hasta dozimetrisinin iki yönü vardır: planlama hedef hacimlerine verilen dozlar ve radyasyon onkoloğu tarafından risk altında olduğu belirlenen spesifik organ ve dokulara verilen dozlar.

Yüksek enerjili foton ışınları kullanılırken nötronlardan kaynaklanan absorbe edilen dozlar, ışınlanan hacme ve kritik organlara dozlar belirlenirken dikkate alınmalıdır. Radyoterapi tesisi medikal fizik uzmanı uygun şekilde fantom veya in vivo ölçümler yapmalıdır. Örneğin, fotonlarla tüm vücut ışınlaması için akciğer dozu dağılımlarının doğrulanması yapılmalıdır.

Tıbbi Maruziyetler İçin Kalite Güvencesi

Tıbbi maruziyetler için kalite güvence programının amacı, radyoterapi tesisinde koruma ve güvenliğin başarılı bir şekilde optimize edilmesini sağlamaya ve istenmeyen ve kazara tıbbi maruziyetlerin oluşumunu en aza indirmeye yardımcı olmaktır. GSR Bölüm 3 'ün 3.171. paragrafı, programın öğelerini oluşturmaktadır.

Ekipman veya yazılım kurulumu tamamlandıktan sonra, kabul testi üretici tarafından verilen ve satın alma sözleşmesinde belirtilen teknik şartnamelere uygunluğu doğrulamalı ve IEC veya diğer tanınmış standartlardan ilgili güvenlik gerekliliklerine uygunluğu doğrulamalıdır.

Hastaların radyasyondan korunmasını ve güvenliğini etkileyebilecek büyük bir onarım veya modifikasyon veya kaynak değişimi yapılmışsa, gerekli kalite kontrol testleri tamamlanıp doğru çalıştığı medikal fizik uzmanı tarafından kontrol edilene kadar hiçbir tedavi yapılamaz.

GSR Bölüm 3 'ün 3.171 (e) paragrafı, dozimetri ekipmanının ve izleme ekipmanının kalibrasyonu ve çalışma koşullarının periyodik kontrollerinin kalite güvence programının bir parçası olmasını gerektirir. Bu, iyon odaları, detektörler, elektrometreler ve ışın tarayıcıları gibi kalibrasyon ve klinik dozimetri amaçları için kullanılan ekipmanları içerir. Gereklik, bu tür ekipmanların geçerli bir kalibrasyona sahip ve düzgün çalıştığından emin olmasını sağlamaktır.

Hamile Hastalar

Gebe olan hastalar, radyasyondan korunma konusunda özellikle dikkate alınması gereken özel bir hasta alt grubu oluşturur. Tedavi kararı, hamile hasta ile doktor arasındaki konsültasyondan sonra alınması gereken bir karardır.

Kalıcı Brakiterapi İmplantlarından Sonra Hastalara İzin Verilmesi

GSR Bölüm 3 'de, paragraf 3.178 de bir radyoterapi tesisi, sürekli brakiterapi implantları olan hastaların gitmesine izin vermek için gerekli düzenlemelere sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır. Hasta serbest bırakılmadan önce hastadan yayılan dozun halk için izin verilen doz sınırları göz önünde alınarak hesaplanmalı ve hasta çıkışına doz halk için risk teşkil etmiyorsa izin verilmelidir.

Halkın Radyasyondan Korunması

Halkın radyasyona maruz kalmasına radyoterapi tedavisi sebep olabilir. Radyoterapi görecekt kişiler, örneğin bekleme odasında otururken, tedavinin veya diğer radyolojik prosedürün gerçekleşmediği durumda halkın üyeleri olarak kabul edilir.

Harici Maruz Kalma Ve Kontaminasyon

Kalıcı ve geçici radyoaktif kaynak ile tedavi edilen hastalar radyoterapi tesisinde ve taburcu olduktan sonra halkın üyelerinin radyasyon almasına sebep olabilirler. Radyoterapi tesisinde RPO, halkın herhangi bir üyesinin maruziyetinin, halk için belirlenen doz sınırından daha az olmasını sağlayacak kurallar oluşturmalıdır.

Belirli bir hasta için taburcu edilirken uygun aktiviteye karar verirken, lisans sahibi ve RPO, hastanın naklini ve yaşam koşullarını dikkate almalıdır.

Erişim Kontrolü

Radyasyonun kullanıldığı alanlara erişim, ziyaretçilerin dozlarının kamu için doz sınırlarının ve kısıtlamalarının altında olmasını sağlamak için kontrol edilmelidir. Ziyaretçilerin kontrollü alanlara veya denetlenen alanlara erişiminin kısıtlanmasını gerektirir. Her

durumda, hamile olan veya gebe olabilecek kadınlara özel önem verilmelidir.

Tedavinin veya diğer radyolojik prosedürlerin uygulandığı alanlara yanlışlıkla girişin önlenmesine yardımcı olmak için gözetimli alanlar ve denetimli alanlar açıkça tanımlanmalıdır.

Kullanılmayan radyoaktif kaynaklar

Radyoterapi tesisinde bir radyoaktif kaynağa artık ihtiyaç duyulmadığı veya tıbbi amaçları için uygun olmadığı durumlarda, lisans sahibi kaynağın uygun şekilde aktarılmasını veya atılmasını sağlamalıdır. Lisans sahibi, uygun başka bir lisans sahibine veya yetkili bir atık bertaraf tesisine transfer edilene kadar kaynaktan sorumludur.

İzleme ve raporlama

Radyoterapiden kaynaklanan, halk için radyasyon maruziyetini izleme programı, radyoterapi tesisi içinde ve çevresinde halka açık olan alanlarda doz değerlendirmesini içermelidir. Dozlar, tesisin ilk işletiminde ve sonrasında periyodik olarak alan izlemenin sonuçları ile birlikte planlama aşamasında tekrarlanan hesaplamalarından elde edilebilir. Doz değerlendirmelerinin kayıtları, ilgili yasal gereklilikleri karşılayan bir süre boyunca tutulmalıdır. Bu tür gereksinimlerin yokluğunda, kayıtların tutulması için önerilen süre 7 ila 10 yıldır.

Kaynak

1. IAEA, 2018, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775_web.pdf



Med. Fiz. Uzm. Levent Gönültaş

Levent GÖNÜLTAŞ
Universal Radiotherapy
R&D şirketinin kurucu
genel müdürüdür. Bu
şirket TÜBİTAK 1512
bireysel teknogirişim

desteği ile 2018 yılında kuruldu. TÜBİTAK desteğini almasına sebep olan proje başlığı "The Innovative, Ideal And Universal Conformity Index Software Algorithm For Radiotherapy Treatment Planning" dir. Universal Radiotherapy R&D nin bu projesi ayrıca Türkiye ve İngiltere uluslararası iş birliği kapsamında, Newton Fonu ile British Royal Academy of Engineering tarafından desteklenmeye layık görülmüştür. Bu destekleri almayı başaran bu buluş hem yapılan planların arasında en iyisinin belirlenmesi için önemli bir "Evaluation tool" olarak hem de planın başında en iyi planı oluşturmak için "Optimization cost function tool" olarak kullanılabilir.

Levent GÖNÜLTAŞ aynı zamanda 2 yıldır Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi'nde Akademisyen olarak görev yapmaktadır. Bundan önce ise 2 farklı özel hastanede Kurucu Medikal Fizik Uzmanı olarak görev almıştır. Toplamda 10 yılı aşkın süre radyoterapi alanında çalışmıştır.

2010 yılında Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsünden mezun olarak Medikal Fizik Uzmanı unvanı almaya hak kazanmıştır. Daha önce ise Gazi Üniversitesi FEF Fizik bölümünden 3. lükle mezun olmuştur. Şimdi ise Sağlık Bilimler Üniversitesinde Radyoterapi alanında doktora eğitimine devam etmektedir.



Med. Fiz. Uzm. Yasin Ergin

2006-2010 yılları
arasında Ankara
Üniversitesi Fen
Fakültesi Fizik lisans
eğitimi

tamamlamıştır. Daha sonra 2010-2012 yılları arasında Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Nükleer Fizik alanında tezli yüksek lisans yaptı. 2013-2015 yılları arasında Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Fiziğinde tezli yüksek lisans eğitimi tamamladı. Aynı zamanda 2010-2012 yılları arasında Ankara Demetevler Onkoloji hastanesinde Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında, 2012-2016 yılları arasında da Ankara Numune hastanesinde Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Sağlık Fiziği üzerine çalışmıştır. Yasin ERGİN 2016 yılından itibaren Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak akademik çalışmalarına devam etmektedir.

TANISAL RADYOLOJİ VE GÖRÜNTÜ EŞLİĞİNDE GİRİŞİMSSEL RADYOLOJİ İNCELEMELERİ İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA VE RADYASYON GÜVENLİĞİ İÇİN ÖZEL ÖNERİLER

Bu bölümde aktarılan bilgiler IAEA, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun 2018 yılında yayımladığı "Radyasyonun Tıbbi Kullanımlarında Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Güvenliği, Özel Güvenlik Klavuzu SSG-46 (Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46)" kitapçığının üçüncü bölümünün özet çevirisine dayanmaktadır. Yayının tam orijinal metnine ve referanslarına IAEA web sitesinden (1) ulaşılabilir.

Öğr. Gör. İsmail Fındıklı

Dr. Asena Yalçın

Tıbbi Radyasyon Tesisleri Ve Tıbbi Radyolojik Donanım Güvenliği

Radyoloji Tesisleri

Sabit Tesisler: X-Işını Odalarının Tasarımı

Doz azalımı ile ilgili üç faktör (zaman, mesafe ve zırhlama) mesleki radyasyondan korunma ve toplumsal radyasyondan korunmayı optimize etmek için tasarımda birleştirilmelidir. Geniş odalar, ikincil radyasyon (saçılma ve sızıntıdan kaynaklanan) seviyesini de düşürecektir ve genellikle gerekli zırhlama seviyesini de azaltacaktır.

Tasarım aşamasında, korumayı sağlamak için hem yapısal hem de yardımcı koruyucu bariyerlerin kullanılması dikkate alınmalıdır. Görüntü eşliğinde floroskopi incelemeleri gibi hastalara yakın olarak çalışılan odalarda, tavana monte edilmiş koruyucu

perdeler ve masaya monte edilmiş kurşun perdeler kullanılmalıdır. Duvar zırhlaması en az 2 m yükseklikte olmalı, tüm kapılar ve duvarlardaki tüm pencereler, en az içinde bulundukları zırhlı duvar veya bariyer ile aynı kurşun eşdeğerine sahip koruyucu olmalıdır.

Radyografi, mamografi, CT ve floroskopi odalarının genel güvenlik özellikleri şunlardır:

- Personeli, koruyucu giysi giymeden korumak için, konsola bir bariyer konulmalıdır.
- Radyografi oda tasarımında, x-ışın demetinin zırhlanmamış herhangi bir alana yönlenebileceği ve kabul edilemez doz seviyelerine ulaşılmayacak şekilde x-ışın demetinin olası tüm yönleri dikkate alınmalıdır.
- Kapılar ikincil radyasyon için zırhlanmalıdır ve x-ışını açıkken kapılar kapatılmalıdır. X-ışını demeti, x-ışın odası giriş kapılarını görmeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

Zırhlama Hesaplamaları

Zırhlama olmadan erişilecek doz iş yükü değerleri, verilen bir demet yönü için kullanım faktörleri (o yönde yayılan toplam radyasyon miktarının oranı) ve meşguliyet faktörleri (bir kişinin bir yerde geçirdiği zaman nedeniyle, gerçekte o yerde bireyleri etkileyecek toplam maruziyet oranı) kullanılarak hesaplanır. İkincil bariyerler için, saçılan ve sızıntı radyasyon tüm yönlerde ilerlediğinden, kullanım faktör daima birdir. Zırhsız ulaşılan dozlar bilindikten sonra, bu dozu ulusal düzenlemelere uygun olan

seviyeye düşürmek için gerekli azalım hesaplanmalıdır. Hesaplamalar dâhil olmak üzere zırlama gereksinimleri bir medikal fizikçi veya radyasyondan korunmada konusunda yetkin bir uzman tarafından yapılmalıdır

Tıbbi Radyolojik Donanım, Yazılım Ve Yardımcı Donanım

Lisans sahipleri, kullandıkları tıbbi radyolojik donanımın radyasyon güvenliğinden sorumlu olduklarından, IEC ve ISO'nun ilgili uluslararası standartlarına veya eşdeğer ulusal standartlara uygun koşulları içeren satın alma şartnameleri koymalıdır.

Tıbbi Radyolojik Donanım İçin Tasarım Özellikleri

Tanısal radyoloji ve görüntü eşliğinde girişimsel incelemelerde kullanılan tıbbi radyolojik donanım için genel tasarım özellikleri aşağıdaki gibidir:

- İstenmeyen veya kazara tıbbi ışınlanma riskinin en aza indirilmesi için, sistemin yanlışlıkla aşırı ışınlamasına veya personelin ışınlanmasına yol açabilecek tek bir bileşenin arızasının derhal tespit edilmesi için araçlar.
- İnsan hatasının sıklığını ve bunun istenmeyen veya kazara tıbbi ışınlama meydana gelmesi üzerine etkilerinin en aza indirilmesi için araçlar.
- İstenmeyen veya kazara oluşan tıbbi ışınlamaların olasılığını en aza indiren donanım ve yazılım kontrolleri.
- Radyasyon jeneratörleri için tüm potansiyeli, odak nokta pozisyonu ve boyutu, kaynak-dedektör mesafesi, alan boyutu göstergesi ve tüp akımı ve ışınlama süresi veya çarpımları gibi açık ve doğru biçimde gösterilen çalışma parametreleri.

- Işınlama sırasında net biçimde (görsel ve / veya işitsel olarak) ve arıza durumunu gösterir cihazları içeren radyasyon ışını kontrol mekanizmaları.
- X-ışını demetinin tanısal bilgi sağlamayan düşük enerji bileşenlerini kaldırmak için yeterli doğal ve ilave filtrasyona sahip x-ışını tüpleri.
- Radyasyon demetini tanımlamak için kolimasyon araçları; ışık demeti diyaframı söz konusu olduğunda, ışık alanı radyasyon alanı ile hizalanmalıdır.
- Mamografi, diş radyografisi ve CT donanımı, sürekli ayarlanabilir demet kolimasyonu ile donatılmış x-ışın donanımı hariç, bu tip cihazlar operatörün, görüntülenen alanı seçilen görüntü reseptörünün boyutu veya ilgili bölge ile sınırlamasına izin verir.
- Önceden ayarlanmış protokoller sağlandığında, yeterince eğitilmiş personel tarafından kolayca erişilebilir ve değiştirilebilir teknik faktörler.
- Sızıntı radyasyonu mümkün olduğunca düşük tutmak için ve odak noktasından 1 m uzaklıkta saatte 1 mGy'i geçmeyecek, uluslararası standartlarda veya yerel düzenlemelerde belirtilen en yüksek seviyeyi geçmeyecek şekilde x-ışını tüpü tasarımı.

Radyografide kullanılan radyolojik donanıma özel tasarım özellikleri aşağıdakileri içermeli:

- Önceden ayarlanmış bir süre, tüp akımı-ışınlama süresi çarpımı veya otomatik ışınlama kontrolü (AEC) dedektörünün ışınlanmasından sonra veya el anahtarı bırakıldığında ışınlamayı otomatik olarak sonlandıracak cihazların sağlanması.

- AEC sistemleri, uygulanabilir olduğunda radyografik birimlere dâhil edilmesi. Bu tür AEC sistemleri, enerji bağlılığına, hasta kalınlığına ve doz hızına kompanse edilebilmeli,
- Hava kerma-alan çarpımı ve/veya hava kermanın gösterimi.

CT için kullanılan tıbbi radyolojik donanıma özel tasarım özellikleri aşağıdakileri içermelidir:

- Doğrudan görüntü elde edinimini etkileyen tüm CT parametrelerinin konsol gösterimi (bunlar birkaç ekran üzerinden görüntülenebilir).
- İnceleme veya görüntü elde etme için tahmini hacim CT hava kerma indeksi ve CT hava kerma uzunlukta ürünün konsol gösterimi;
- Işınlama parametreleri çok yüksek ise konsol alarmı (genellikle hacim CT hava kerma indeksi ve/veya CT hava kerma-uzunluk çarpımı ile ifade edilir);
- Doz modülasyonu için gerekli seçim araçları (Örn: gürültü indeksi,
- Teşhis görüntüsünün kalitesini korurken hasta dozunu sınırlamak için uygun demet genişliği ve pitch seçimini kolaylaştırarak, CT'de 'aşırı menzil'i makul ölçüde mümkün olduğunca düşük tutacak kapsamlı bir demet genişliği, pitch ve diğer yardımcı cihazlar (örn. Dinamik kolimasyon);
- İteratif algoritmalar gibi, görüntü kalitesini bozmadan dozu azaltan kesit algoritmaları,
- Özellikler çocuklar için protokollerin optimizasyonunu kolaylaştırıcı seçilebilir tüp potansiyeli, tüp akımı-ışınlama süresi çarpımı ve filtre aralığı.

Mamografi (hem dijital hem film-ekran sistemleri için) için kullanılan tıbbi radyolojik donanıma özel tasarım özellikleri aşağıdakileri içermelidir:

- Farklı anot-filtre kombinasyonları,
- Sıkıştırma ve sabitleme (immobilizasyon) yeteneği,
- Büyütme görüntüleri,
- Doz indeksi için konsol göstergesi, örneğin hava kerma veya ortalama grandüler doz,
- Tüm meme boyutlarını karşılayacak görüntü reseptörleri.

Floroskopi için kullanılan tıbbi radyolojik donanıma özel tasarımlar aşağıdakileri içermelidir:

- X-ışını tüpüne, sadece sürekli basıldığında enerji veren bir cihazın sağlanması (bir ışınlama pedalı veya 'ölü adam' anahtarı gibi),
- Geçen zamanı, hava kerma-alan çarpımı ve toplam referans hava kermayı gösteren belirteç veya göstergeleri (hem kontrol konsolunda hem de monitörde);
- Otomatik parlaklık kontrolü (OPK) veya otomatik doz hızı kontrolü (ODHK);
- Puls floreskopi ve puls görüntü toplama modları;
- Son alınan görüntünün yakalanması veya gösterimi (son görüntü tutma);
- Görüntü detektörü, görüntüleme zincirinden çıkarıldığında ışınlamayı önleyen kilitler;
- Vakalar arasında ışınlama pedalını devre dışı bırakma yeteneği;
- Önceden ayarlanmış bir ışınlama aralığının sonunda çalan bir zamanlayıcı ve alarmin

sağlanması (tipik olarak 5 dk).

Mesleki Radyasyondan Korunma

Radyasyon Korunma Programı Kapsamındaki Düzenlemeleri

Alanların Sınıflandırılması

Bir radyoloji tesisindeki farklı alanlar ve odalar, kontrollü alanlar veya denetimli alanlar olarak sınıflandırılmalıdır. Belirtilmeyen diğer tüm odalar ve alanlar kamu alanı olarak değerlendirilir ve bu alanlardaki radyasyon seviyeleri, halk ışınlaması doz sınırlarına uyumu sağlayacak kadar düşük olmalıdır.

Denetimli alanlar, x-ışını odalarını çevreleyen alanları kapsayabilir. Personel alanının çoğu, öncelikle çok düşük tutulabilen maruziyet seviyesi nedeniyle değil, diğer kişilerin x-ışını odalarına yanlışlıkla girme potansiyeli nedeniyle bir 'tampon bölge' olarak denetlenen bir alan olarak sınıflandırılabilir.

Yerel Kurallar ve Prosedürler

Yerel kural ve prosedürlerin amacı, çalışanlar ve diğer kişiler için koruma ve güvenlik sağlamaktır. Bu tür yerel kural ve prosedürler hem normal iş hem de beklenmeyen durumlar için mesleki radyasyon ışınlamasını en aza indirmek için ölçümler içermelidir.

Donanım (hem ekipman hem de yazılım) hem gerçekleştirilecek görevler hem de radyasyondan korunma ve güvenlik açısından her zaman kabul edilebilir bir performans sağlayacak şekilde çalıştırılmalıdır. Çalışma prosedürlerinin nihai dokümanı, radyoloji tesisinin lisans sahibi tarafından onaylanmalı ve tesisin yönetim sistemine dahil edilmelidir.

Genel radyografi için x-ışını tüpü kontrol paneli alanına doğru yönlendirilmemelidir. Hastanın, saçılan

radyasyon kaynağı olduğu göz önüne alındığında, oda düzeni ve aksesuarları hesaba katılarak, hastanın kontrol panelinden mümkün olduğunca uzak olduğundan emin olunmalıdır ve hasta tercihen panelden 1m'den daha uzakta olmalıdır.

Tanışal floroskopik incelemeler için, personelin odada bulunması gerektiğinde şu önlemler alınmalıdır:

- İncelemeyi yapan personel kişisel koruyucu donanım kullanmalıdır (koruyucu önlük, tiroit koruyucu, koruyucu gözlük ve eldivenler). Ek olarak, ellerin birincil demete girmesinden kaçınılmalı ve bu durum gerçekleşirse personel hemen uyarılmalıdır.
- Sadece gerekli personel odada olmalı. Tüm personel radyasyon çalışanı olarak değerlendirilmelidir.
- Personelin hastaya yakın olması gereken durumlarda, koruyucu önlükler giyilmelidir. Hiçbir zaman hamile bir personel bu görevi üstlenmemelidir.

Mamografide, ışınlama sırasında teknisyen uzmanı koruyucu bariyerin arkasında durmalıdır.

- Ağız içi ve panoramik donanımı olan tesisler için aşağıdaki önlemler alınmalıdır:
- Kişisel koruyucu donanım genellikle gerekli değildir. Radyasyondan korunma hastaya olan mesafenin korunması ile sağlanır. Tipik olarak, en az 2 m'lik bir mesafe önerilmektedir.
- Operatör ışınlama sırasında görüntü reseptörünü tutmamalıdır.
- İntraoral radyografi için taşınabilir portatif x-ışını cihazı sadece hastaların sabit bir birime aktarılması veya mobil bir ünitenin

kullanılmasının pratik olmadığı veya tıbbi olarak kabul edilemediği muayeneler için kullanılmalıdır.

Görüntü Eşliğinde Girişimsel İncelemeler İçin Özel Yerel Kurallar Ve Prosedürler

Girişimsel incelemeler özel olarak tasarlanmış donanım gerektirir. Hastanın yakınındaki doz oranı, hastanın ışın çıkış tarafında daha düşüktür. Dikey bir yönlendirme için, masa-üstü detektöre sahip masa-altı x-ışını tüpü, operatör gövdesi alanında masa-altı dedektörlü masa-üstü x-ışını tüpünden daha düşük saçılan radyasyon seviyesine sahiptir.

Hasta, saçılan radyasyon kaynağı olduğundan, personel hastadan uzakta durmalıdır.

Personel asla direkt ışınlamaya maruz kalmamalıdır. Bu durum ellerin demet içine girmesini de kapsamaktadır. Müdahale eden kişinin elleri direkt demete yakın olduğunda, masa-üstü dedektör masa-altı x-ışını tüpü kullanılmalıdır.

Görüntü eşliğinde girişimsel incelemeleri uygulayan hekimler ve hemşireler için göz merceğinde daha yüksek radyasyon hasarı bildirilmiştir [3]. Bu nedenle hekimler ve hastaya rutin olarak yakın çalışan diğer personel daima tavana asılı ekranlar kullanmalı veya koruyucu gözlük giymelidir.

Kişisel ve Oda İçi Koruyucu Cihazlar

Yapısal koruma ve idari kontroller tek başına gerekli düzeyde mesleki radyasyondan korunma sağlayamadığında kişisel koruyucu donanım ve oda içi koruyucu cihazların bulunması ve kullanılmasını gerektirir.

Görüntü eşliğinde girişimsel incelemelerde tercihen yelek ve eteklerden oluşan önlükler kullanılmalıdır.

Bunlar:

- Boyundan en az dizden 10 cm aşağısını;
- Tüm göğüs kemiğini (sternum) ve omuzları;
- Koltuk altının en az 10 cm altından, uylukların en az yarısına kadar vücudun yanlarını;
- Omuz arkalarını ve kalçaları sarmalıdır.

Koruyucu eldivenler demet yakınında elleri korumak için yararlıdır, ancak eller otomatik parlaklık kontrolünün (Automatic Brightness Control, ABC) veya otomatik doz hızı kontrolü (Automatic Dose Rate Control, ADRC) sensörünün kapsadığı alana girdiğinde ABC veya ADRC ile floroskopi sırasında zıt etki yaratabilir.

Hamile çalışanlar için koruyucu donanım dikkatli seçilmelidir. Çünkü önlüklerin etrafını sarmak embriyo veya fetüs için yeterli koruma sağlayamayabilir. Gerektiğinde RPO veya medikal fizikçine danışılmalıdır.

Kişisel koruyucu donanım kullanan tüm personel, onun kullanım ve bakımından sorumludur.

İşyeri İzleme

İşyeri izlemede rutin takip, belli durumlar için özel takip, görevler ve ışınlama koşulları hakkında yapılan varsayımları kontrol amacı ile teyit edici takip gibi amaçları barındırır.

Radyoloji tesisindeki tıbbi radyoloji donanımının her bir parçasının, çevresindeki alanlarda işyeri izlemesi şu şekilde gerçekleştirilmelidir:

- Yeni bir yapı mı veya restorasyon mu olup olmadığına bakılmaksızın ve oda ilk kez klinik kullanıma geçmeden önce oda ve zırhlama inşaatı tamamlanmıştır.

- Yeni veya büyük ölçüde donanım çalışmaya başlamıştır (sızıntı ve saçılan radyasyon gibi hem direkt hem de indirekt radyasyon ölçülmelidir).
- Tıbbi radyolojik donanım için yeni yazılım yüklenmiştir.
- Yeni teknikler tanıtılmıştır.
- Tıbbi radyolojik donanımın, verilen radyasyonu etkileyecek bakımı yapılmıştır.

Mesleki Işınlamanın Değerlendirilmesi ve Çalışanların Sağlık Gözetimi

Mesleki Işınlamanın Değerlendirilmesi

İzleme ve doz değerlendirmenin amacı, çalışanların ışınlaması hakkında bilgi sağlamak, çalışma koşullarının iyi olduğunu ve mevzuata uygunluğu teyit etmektir.

Bireysel dozlar termolüminesans dozimetreler, optik uyarılmış lüminesans dozimetreler, radyofotolüminesans dozimetreler, film dozimetreler ve elektronik dozimetreleri kullanılarak değerlendirilebilir. Her dozimetre, yalnızca radyoloji tesisinde ve sadece verildiği kişiyi izlemek için kullanılmalıdır. Kişinin çalışabileceği başka tesislere götürülmemelidir.

Kullanılan operasyonel dozimetrik niceliği kişisel doz eşdeğeri $H_p(d)$ 'dir. Düşük giricilikte ve yüksek giricilikteki radyasyon için tavsiye edilen derinlikler (d) sırası ile 0.07 mm ve 10 mm'dir. Tanısal radyoloji ve görüntü eşliğinde girişimsel radyoloji incelemelerinde kullanılan radyasyon genellikle nispeten yüksek giriciliktir ve bu nedenle etkin doz değerlendirmeleri için $d=10$ mm'dir. Cilt ve ekstremitelerin izlemesi için, 0.07 mm derinlik ($d=0.07$ mm) tavsiye edilir ve cilt ve ekstremitelerin

eşdeğer doz tahminleri için $H_p(0.07)$ kullanılır. Göz merceği izlemesi için, 3 mm derinlik ($d=3$ mm) tavsiye edilir ve göz merceği eşdeğer doz tahminleri için $H_p(3)$ kullanılır.

Tanısal radyoloji ve görüntü eşliğinde girişimsel incelemeler için yalnızca bir tane dozimetre kullananların bireysel izlemesi için aşağıdaki tavsiyeler yapılmaktadır:

- Eğer izlenen çalışan hiç koruyucu önlük giymiyorsa dozimetre omuzlarla bel arasındaki gövde önüne takılmalıdır.
- Eğer izlenen çalışan ara sıra koruyucu önlük giyiyorsa, dozimetre omuzlarla bel arasındaki gövde önüne ve önlük giydiğinde önlüğün altına takılmalıdır.
- Eğer izlenen çalışan her zaman koruyucu önlük giyiyorsa, ulusal düzenlemelerin dozimetrenin önlüğün altına takılmasını gerektirmesi haricinde, dozimetre gövdenin ön tarafında omuz veya yaka seviyesinde önlüğün dışına takılmalıdır.
- Eğer çalışma koşulunda radyasyon sürekli olarak girişimsel incelemelerde olduğu gibi kişinin bir tarafından geliyorsa, dozimetre, radyasyon kaynağına en yakın tarafta gövdenin önüne yerleştirilmelidir; bu durumda (a) ile (c) 'de yer alan tavsiyelere de uyulmalıdır.

Çalışanların daima koruyucu önlük giydiği görüntü eşliğinde girişimsel incelemelerde olduğu gibi iki dozimetre kullanan kişilerin bireysel izlemesi için, bir dozimetre radyasyon kaynağına en yakın tarafta önlük dışında omuz veya yaka seviyesinde gövdenin ön tarafına, diğer dozimetre de yine aynı tarafta önlüğün

altına takılmalıdır. Kullanılmadığı zamanlarda, bireysel dozimetreler özel bir yerde muhafaza edilmeli ve radyasyona maruz bırakılmamalıdır. Kişinin rutin bir iş yapmaması durumunda, temel doz tahmini için benzer ışınlama koşullarında çalışan iş arkadaşlarının dozları kullanılmalı.

Mesleki IŞINLAMA KAYITLARI

Mesleki Korunma kayıtları yasal gerekliliklerin yanı sıra, radyoloji tesisinde koruma ve güvenliğin optimizasyonunun ve ışınlama eğilimlerinin değerlendirilmesi de dâhil olmak üzere ek amaçlar için kullanılmalıdır.

Bilgilendirme, TALİMAT VE EĞİTİM

Tanısal radyoloji ve görüntü eşliğinde girişimsel incelemelerde çalışmaya dâhil olan tüm personel, ilgili eğitim ve yeterlilik kriterlerini karşılamalıdır. Bu genel eğitim, mesleki radyasyondan korunma yeterliliğini içerir. Radyolojik tıbbi pratisyenleri, tıbbi radyasyon teknoloji uzmanları ve hibrit birimlerle (PET-CT ve SPECT-CT gibi) çalışan hemşireler yalnızca radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği eğitimi almalıdırlar.

Hizmet Koşulları Ve Özel Düzenlemeler

Hamile Çalışanlar

Bir çalışanın lisans sahibine hamile olduğunu bildirme gerekliliği yoktur, ancak kadın çalışanların bu tür bildirimler yapmanın önemini anlamaları gerekir, böylece çalışma koşulları buna göre değiştirilebilir. İşverenler, tescil ettirenler ve lisans sahiplerinin iş birliği ile kadın işçilere bu konuda uygun bilgi sağlanmalıdır.

Embriyo veya fetüs için 1 mSv'lik doz limitiyle ilgili olarak, bir dozimetrenin okunması embriyo veya fetüs

dozunun 10 kat fazla tahmin edilmesine yol açabilir. Eğer okuma, kurşun önlük dışına giyilen bir dozimetreye ait ise bu faktör 100 kata kadar artabilir. Embriyo veya fetüs dozu uygun şekilde yerleştirilmiş ilave dozimetrelerle değerlendirilmelidir. Hamile çalışanlar için bilgi, tavsiye ve belirtilmişse danışmanlık sağlanmalıdır.

Tıbbi Işınlamalara Maruz Kalan Bireylerin Radyasyondan Korunması

Tıbbi Işınlamanın Gerekçelendirilmesi

Bireysel Hasta İçin Tıbbi Işınlamanın Gerekçelenmesi

Hasta yönlendiren hekim (radyolojik inceleme talebini başlatan) ve radyoloji hekimi, bireysel bir hasta düzeyinde gerekçelendirme için ortak bir yaklaşım içinde olmalıdır. Ayrıca hasta da beklenen faydalar, riskler ve incelemenin gerçekleştirmemesinin sonuçları hakkında da bilgilendirilmelidir. Radyolojik incelemenin bireysel bir hasta için uygunluğunu belirlerken, yönlendiren tıp doktoru tarafından aşağıdaki sorular sorulmalıdır:

- Daha önce zaten yapıldı mı? Daha önce makul bir süre içinde (incelemeye ve klinik soruya bağlı olarak) yapılmış bir radyolojik inceleme tekrarlanmamalıdır (klinik senaryo incelemeyi tekrarlayanın uygunluğunu göstermiyorsa).
- Gerekli mi? Önerilen radyolojik incelemenin beklenen sonucu (pozitif veya negatif) hastanın yönetimini etkilemelidir.
- Şimdi gerekli mi? Şüpheli hastalığın ilerlemesi ve tedavi olanakları ile ilgili olarak önerilen radyolojik incelemenin zamanlaması bir bütün olarak düşünülmelidir.

- Bu klinik soruyu cevaplamak için en iyi araştırma yöntemi bu mu? Görüntüleme tekniklerindeki ilerlemeler sürekli olarak devam etmektedir ve yönlendiren tıp doktorunun belirli bir sorun için şu anda mevcut olan radyolojik tıp doktoru ile görüşmesi gerekebilir.
- Klinik problem radyolojik tıp doktoruna açıklandı mı? İstenen radyolojik inceleme için; tıbbi bağlam, doğru tekniğin doğru odak ile gerçekleştirilmesini sağlamak çok önemlidir.

Gerekçelendirme açısından tanımlanan özel iki hasta grubu hamileler ve pediatrik hastalardır:

- Embriyo veya fetüsün daha yüksek radyasyon hassasiyeti nedeni ile tanı için bir röntgen muayenesi veya görüntü eşliğinde girişimsel inceleme uygulanmadan önce bir kadın hastanın hamile olup olmadığı belirlenmelidir. "Embriyo veya fetüs" için önemli bir dozla sonuçlanabilecek herhangi bir radyolojik incelemenin uygulanmasından önce üreme kapasitesine sahip bir kadın hastanın gebelik durumunu belirleme prosedürlerinin uygulanmasını" gerektirmektedir. Hamileliğin doğrulanması ilk gerekçelendirmeden sonra ve radyolojik incelemeden önce ortaya çıkabilir. Bu durumda, hamile hastanın ve embriyo veya fetüsün ilave radyasyon hassasiyeti dikkate alınarak yeniden gerekçelendirme gereklidir.
- Çocuklar radyasyonun stokastik etkileri açısından daha büyük riske sahip olduklarından pediatrik incelemeler, gerekçelendirme sürecinde özel dikkat gerektirir.

KORUMA VE GÜVENLİĞİN OPTİMİZASYONU

Tıbbi ışınlamada, koruma ve güvenliğin optimizasyon sürecindeki kilit personel radyolojik tıp doktoru, tıbbi radyasyon teknolojisi uzmanı ve medikal fizikçidir.

Tasarım Konuları

İyi tasarlanmış radyolojik ekipman ve yazılımın kullanılması, herhangi bir radyolojik prosedür veya görüntü kılavuzlu girişimsel prosedürün temelini oluşturur; uluslararası veya ulusal standartlara uygun radyolojik ekipman ve yazılım kullanmasını sağlamak sadece lisans sahibinin sorumluluğunda olduğunu söylemektedir.

Operasyonel Hususlar: Genel

Radyolojik prosedür veya görüntü kılavuzlu girişimsel prosedür hastanın korumasını optimize edecek şekilde yapılması gerekir. Tanı için yeterli görüntü kalitesi seviyesi, hekim tarafından belirlenir. (örn. BT'de sinüzit paterninin teşhisinde; yüksek kontrastlı yapılar vardır (hava ve kemik) ve düşük doz prosedürünü yeterlidir). Aşağıdaki maddeler, tüm diagnostik ve görüntü kılavuzlu girişimsel prosedürler için geçerlidir:

- Hastaların en az iki, tercihen üç doğrulama şekli olmalı; örneğin: adı, doğum tarihi, adresi ve tıbbi kayıt numarası ile etkili bir sistem olmalıdır.
- Yaş, cinsiyet, vücut kütlesi, boy, gebelik durumu, mevcut ilaçlar ve alerjiler gibi hasta detayları doğru şekilde kaydedilmelidir.
- Hastanın klinik geçmişi gözden geçirilmelidir.

Optimizasyonun ilk adımı, uygun radyolojik ekipmanın seçilmesidir. Örneğin, bir göğüs röntgeninde, uygun bir tanı ve görüntü kalitesi için, hastanın solunum hareketi ve kalp hareketi en az

olmalıdır. Bu da uzun kaynak dedektör mesafeleri (tipik olarak 1.8 m) ve kısa ışınlama sürelerinde yüksek akım üreten bir jeneratör gerçekleştirilmelidir.

Işınlanan hasta hacmi (alanı) kesinlikle klinik ilgi alanıyla sınırlı olmalıdır. Bu; radyografi, mamografi, floroskopi ve görüntü rehberli girişimsel prosedürlerde kolimasyon, BT'de de tarama parametrelerinin seçilmesiyle elde edilir.

Kaliteli bir tanı görüntüsü elde etmek için hasta işbirliği sağlanmalıdır. İncelemeden önce, inceleme sırasında ve sonrasında, radyoloji teknikeri veya pratisyen ile hasta arasında sözlü iletişim sağlamalıdır.

Hamilelik sırasında radyolojik inceleme geçiren bir kadın için; kadın, embriyo veya fetüs dikkate alınmalıdır. Pelvik BT incelemeleri, uterusu 50 mSv'lik bir doz verilmesi ihtimaldir. Dolayısı ile gebe bir hasta için rutin BT taramasında düşük doz BT protokolleri kullanılmalı ve tarama alanı en aza indirilmelidir.

Gonadlar, göz merceği, meme ve tiroid gibi radyosensitif organların zırlanması yapılmalıdır. Bu tür zırhlamaların anatomik yerleşimi; zırhlamanın görüntü kalitesi (artefaktlar) üzerindeki etkisine, AEC cihazlarının kullanımına ve hasta dozunu nasıl etkilediğine dikkat edilmelidir.

Görüntü kalitesi ve hasta dozu arasındaki ilişkiyi etkileyecek bir dizi faktör vardır. Her radyoloji tesisinde; yaygın radyolojik prosedürler için, kullanılacak inceleme parametrelerini belirten yazılı protokoller geliştirilmeli, benimsenmeli ve uygulanmalıdır. Bu protokol (teknik çizelgeler) her bir X ışını jeneratörünün yanında bulunmalı ve her bir ekipman parçası için spesifik olmalıdır. Protokoller anatomik bölgeyi, hastanın kütle ve büyüklüğünü dikkate almalı, çeşitli teknik parametreler için en

uygun değeri seçecek şekilde oluşturulmalıdır. Protokoller ulusal veya uluslararası meslek kuruluşlarından gelen yönergeler kullanılarak geliştirilmeli ve en iyi uygulamaları yansıtmalıdır.

Çocuklar için vücut boyutuna özel protokoller geliştirilmelidir. Bu protokoller, gerektiğinde ek filtrasyon kullanımı veya gridin kaldırılması gibi ek hususları da içermelidir.

Tıbbi ışınlamaya maruz kalan kişilerin, koruma ve güvenlik optimizasyonu için özel bir gereklilik oluşturulmalıdır. Programın onaylanmasından önce ve uygulanması sırasında; belirli parametre ayarları için, uygun x-ışını ekipmanının seçimi gibi korumanın tüm yönleri göz önünde bulundurulmalıdır. Amaca yönelik, özel ve kapsamlı bir kalite güvence programı uygulanmalıdır.

Operasyonel Hususlar: Radyografi

Radyografi protokolleri geliştirilirken, görüntü kalitesini ve hasta dozunu etkileyebilecek birçok teknik faktör dikkate alınmalıdır. Bu faktörler: tüp potansiyeli, ışınlama süresi, odak noktası boyutu, filtre, kaynak dedektör mesafesi, saçılma önleyici grid veya Bucky seçimi, kolimasyon, dedektör boyutu, hasta pozisyonu ve sabitlemesi, obje sıkışması, ihtiyaç duyulan projeksiyonların sayısı (örneğin arka, ön ve lateral projeksiyon yerine arka-ön göğüs röntgeni) ve uygun olan durumlarda organ zırhlamasıdır (örn. erkek hastalarda pelvik radyografiler için testis kalkanı).

Kalibre edilmiş ve bakımı yapılmış uygun AEC sistemleri mevcut olduğunda kullanılmalıdır. Pediatrik radyografide AEC sensörlerinin radyasyon alanında bulunmasına özellikle dikkat edilmelidir. AEC sistemleri, kabul edilebilir bir sinyal-gürültü oranı için

gereken dedektör dozuna göre kalibre edilir. AEC mevcut olmadığında teknik faktörlerin belirlenmesi için, hastanın büyüklüğü ve görüntülenecek vücut kısmının kalınlığı dikkate alınmalıdır.

Dijital sistemler için, "ışınlama indeksi" (veya diğer ışınlama göstergesi) seçiminin hasta dozunu nasıl etkilediği bilinmelidir. Bazı sistemler için endeksi arttırmak dozu azaltırken, diğerleri için arttırabilir.

Operasyonel Hususlar: Mamografi

Mamografi sistemlerinde de, radyografide olduğu gibi teknik faktörlerin dikkate alınması gerekir. Bu faktörler: memenin yeterli şekilde sıkıştırılması, doku bileşimi (glandülerte) ve doğru hedef ve filtre seçimi .

Operasyonel Hususlar: Bilgisayarlı Tomografi

BT için protokoller geliştirilirken; tüp potansiyeli, tüp akımı, gürültü indeksi, tüp akımı modülasyonu, pitch faktörü, demet genişliği, toplam tarama uzunluğu, üstü üste tarama ve fazladan tarama gibi görüntü kalitesi ve hasta dozunu etkileyebilecek birçok teknik faktör ve özellik göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörler, mümkün olduğunda AEC sistemi ile optimize edilebilir.

Çocuklar için vücut büyüklüğüne ve yaşa uygun protokoller geliştirmeye dikkat edilmelidir.

İyileştirilmiş görüntü, geri projeksiyon algoritmaları ve görüntü gürültüsünü azaltmak için yapılan işlemler potansiyel olarak daha düşük hasta dozuna sahip bir protokol sağlayabilir.

Hastanın düzgün konumlandırılması ve taranan bölgenin uygun ayarlanması sağlanmalıdır. Örneğin; Toraks ve bilek BT' sinde, süpermen pozisyonu (her iki kolunda kafa üzerine kaldırıldığı pozisyon) artefaklardan kaçınmak ve dozu azaltmak için önemli

bir avantaj sağlar.

Birincil ışın içindeki göz merceğinin ışınlanmasından kaçınılmalıdır. Bu, beyin taramalarında bir kafa kızağı kullanılarak veya bazı durumlarda gantry eğimi verilerek sağlanabilir.

Kardiyak BT ve BT anjiyografide, radyasyon dozunu azaltmak için hastanın elektrokardiyografisini (EKG kapılı veya EKG ile tetiklenen çalışmalar) dikkate alarak bilgi toplayan yazılım kullanımı düşünülmelidir.

Operasyonel Hususlar: Diş Hekimliği

Geleneksel intraoral radyografi için görüntü kalitesi ve hasta dozunu etkileyebilecek faktörler şunlardır: tüp potansiyeli, ışınlama süresi, kolimasyon, odak – cilt mesafesidir. Panoramik görüntülemeye de görüntü kalitesi ve hasta dozunu etkileyebilecek ek faktörler: hasta konumlandırması (Örn: Çene açık veya kapalı) ve kolimasyondur .

Operasyonel Hususlar: Görüntü Kılavuzlu Girişimsel Prosedürler

Girişimsel prosedürlerin rehberliği için görüntüleme yönteminin seçimi klinik senaryoya bağlı olacaktır (Örn: Perkütan koroner girişim için floroskopik rehberlik ve biyopsi için BT rehberliği gibi). Bazen, etkinliği ve güvenliği arttırmak için tek bir girişimsel prosedürde birden fazla yöntem kullanılabilir. Bu durumda ikinci modalite iyonlaştırıcı radyasyon içermediğinde daha düşük bir doz verilmiş olur. Başarılı müdahaleler hasta işbirliğine büyük ölçüde bağımlıdır (Örneğin: Hasta hareketi nöro-müdahale sırasında anevrizma embolizasyonu performansında yol haritalarının doğruluğunu tehlikeye atabilir). Hastalar, prosedürün başlamasından önce müdahale hakkında, karşılaşılabilecek durumlar ve nasıl işbirliği

yapacakları konusunda bilgilendirilmelidir.

Floroskopi rehberliğinde girişimsel prosedürlerde protokoller geliştirilirken dikkate alınması gereken teknik faktör: tüp potansiyeli, tüp akımı, pulslu floroskopi kullanımı (dolayısıyla puls genişliği ve hızı), doz hızı modu (görüntü güçlendirici veya düz panel dedektör için giriş hava kerma hızı etkinliği), odak – detektör mesafesi ile kolimasyon ve kolimasyon takibi, filtrasyon (sabit ve değişken), büyütme kullanımı, inceleme için toplam floroskopi süresi, görüntü doz modu (görüntü güçlendirici veya düz panel dedektör için görüntü başına hava kerma giriş etkinliği), görüntü hızı ve inceleme başına toplam görüntü sayısıdır). Bu faktörlerin çoğu algoritma destekli bir ADRC sistemi ile otomatikleştirilir. Floroskopide yüksek oranlı doz modları, yalnızca prosedür için gerekli olan minimum zorunlu süre boyunca kullanılmalıdır. Büyütme modlarının kullanımı, başarılı bir müdahaleyle tutarlı bir şekilde minimumda tutulmalıdır. İnceleme sırasında tüp yönünün ve konumunun değiştirilmesi gerekebilir. Uzun prosedürlerde, röntgen ışınına maruz kalan cilt alanı, belirleyici cilt etkilerinden kaçınmak için değiştirilmelidir. X ışını tüpünün hastanın altında (yani masa altında) olmalı, Oblik projeksiyonlardan kaçınılmalıdır. X ışın tüpü ile hasta arasındaki mesafe, hasta dozunu azaltmak için her zaman maksimize edilmelidir.

Özel pediatrik incelemeler için: Özel filtrasyon kullanımı, gridin çıkarılması ve gonad koruması önerilebilir.

BT rehberliğinde girişimsel prosedürlerde teknik faktörler şunlardır: tüp potansiyeli, tüp akımı, tüp dönüş süresi, ışın genişliği ve tüp rotasyonları sayısı,

başarılı bir incelemeyle tutarlı bir şekilde minimumda tutulmalıdır.

Kalibrasyon: Genel

Sorumluluk, radyoloji tesisinin medikal fizikçisine verilir.

Kalibrasyon: Tıbbi Radyolojik Ekipman

Radyoterapi simülasyonu, tedavi doğrulama sistemleri, hibrid görüntüleme sistemleri ve görüntü kılavuzlu girişimsel prosedürler için radyolojik ekipmanların kullanımı da dahil olmak üzere, 'kaynak kalibrasyonu' dozimetrik niceliklerin ölçümü ile yorumlanmalıdır. Bu nicelikler modaliteye bağlıdır ve belirli bir aralıkta ölçülmelidir [37].

Konvansiyonel radyoterapi simülasyonu da dahil olmak üzere tanısal radyografik ve floroskopik sistemler için dozimetrik miktarlar şunlardır: Giriş hava kerma (Gy), Giriş hava kerma hızı (Gy/s) ve Kerma – Alan Çarpımı ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$, $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$).

BT' de dozimetrik nicelikler;

- BT hava kerma indeksi: Birimi genellikle $\text{mGy}'\text{dir}$.
- Ağırlıklı BT hava kerma indeksi: Birimi genellikle mGy' dir, standart bir polimetilmetakrilat fantomunun merkezindeki ve çevresindeki ölçümlerden hesaplanan BT hava kermasıdır. Genellikle baş veya vücut için hesaplanır.
- Hacim BT hava kerma indeksi: Birimi genellikle $\text{mGy}'\text{dir}$. Helikal Pitch' i dikkate alır.
- BT hava kerma uzunluk çarpımı: Birimi genellikle $\text{mGy}\cdot\text{cm}'$ dir.

Mamografide kullanılan üç dozimetrik nicelik: Giriş hava kerma, giriş yüzeyi hava kerma ve ortalama glandüler dozdur. Birimleri genellikle mGy' dir

Kalibrasyon: Dozimetri Enstrümantasyonu

Bir radyoloji tesisinde kullanılan dozimetri enstrümantasyonu uygun aralıklarla kalibre edilmelidir. Bu sürenin iki yıldan fazla olmaması tavsiye edilir.

dozimetri enstrümantasyonunun kalibrasyonu standart bir dozimetre laboratuvarına göre izlenebilir olmalıdır. İdeal olarak bu laboratuvar, standartlar dozimetri laboratuvarı tarafından doğrudan veya usulüne uygun olarak akredite edilmiş bir kalibrasyon tesisi aracılığıyla ile (birincil veya ikincil) yapılmalıdır. Radyolojide dozlar, radyasyon tedavisindeki kadar kritik olmadığından, karşılaştırılabilir kalibrasyonlar yeterli olabilir. Alternatif olarak, düzenleyici kurum, üreticinin standart bir dozimetri laboratuvarına göre izlenebilir bir kalibrasyon tesisi kullanması veya uygun kalibrasyon koşullarına sahip olması koşuluyla, cihaz üreticisi tarafından verilen kalibrasyonları kabul edebilir. Bu sertifika, kalibrasyon katsayısının genel belirsizliğini belirtmelidir.

Tesisteki diğer dozimetreleri kontrol etmek veya karşılaştırmak için, resmi olarak kalibre edilen dozimetrelerin çapraz kalibrasyonunda kullanılabilir. Bu yöntem bir radyoloji tesisinde birden çok dozimetre olduğunda ve tüm dozimetreleri kalibre etmek gerektiğinde maliyeti azaltacaktır. Ayrıca periyodik kalite kontrol testlerinin bir parçası olarak da kullanılabilir.

Hasta Dozimetrisi: Genel

Radyoloji tesisi kayıt ve lisans sahiplerinin, diyagnostik radyoloji ve görüntü kılavuzlu girişimsel prosedürlerde, hasta dozimetresinin yapılmasını, radyolojik prosedürler (özellikle yaygın olarak kullanılanlar), koruma ve güvenlik optimizasyonu için

tipik dozların belirlenmesini gerektirmektedir. Optimizasyonu için başka bir araç DRL lerdir.

Yaygın olarak kullanılan prosedürler tesisten tesise değişebilir, ancak ortak olanlar şunlardır:

- Radyografi: baş, göğüs, karın ve pelvis.
- BT: belirtilen klinik endikasyonlar için baş, göğüs, karın ve pelvis.
- Floroskopi: baryum içirilmesi ve baryum lavmanı.
- Mamografi: kraniokaudal ve mediolateraloblik.
- Diş Hekimliği: ağız içi, panoramik ve CBBT.
- Kemik dansitometrisi (DXA): omurga ve kalça.

"Tipik doz" terimi, klinik olarak kabul edilebilir görüntü kalitesinde, normal büyüklükteki hastaların temsili bir örneği için ölçülen ortalama dozdur. Bu nedenle hasta seçimi için gruplandırma önerilir. Bu tür gruplar, genellikle ± 20 kg aralığındaki ortalama 70 kg' lık bir kütleye sahip 'standart yetişkinleri' içerir. Çocuklar için gruplamalar; yenidoğan (0 yaş), bebek (1 yıl), küçük çocuk (5 yıl), çocuk (10 yaş) ve genç (15 yaş) gibi yaşa dayanmaktadır, Ancak boyuta özgü gruplandırmalar önerilmekte ve kullanılmaktadır. Tipik dozları belirlemek için kullanılan örneklemeye dahil incelemeler kabul edilebilir görüntü kalitesiyle sonuçlanmış olmalıdır. Yeterli kalitede görüntü elde edilmez ise, maruziyet tek başına anlamlı değildir.

Tipik dozları belirlemek için kullanılan anketlerin sonuçları, koruma ve güvenlik optimizasyonunu sürekli gözden geçirmek ve yerel DRLlerle karşılaştırmak için kullanılmalıdır. Ayrıca sonuçlar bölgesel DRLlerin oluşturulması ve gözden geçirilmesi için devlet veya bölgedeki ulusal sorumlu kuruluşla sunulmalıdır. Hasta dozimetrisi araştırmalarında beş

yıldan fazla aralık olmamalıdır. Tercihen üç yıllık aralıklarla yapılmalıdır. Radyoloji tesisine yeni ekipman veya teknolojinin dahil edilmesi, protokollerde veya ekipmanda önemli değişiklikler yapılması bir araştırma için tetikleyici sebeptir.

Tanısal radyoloji ve görüntü kılavuzlu girişimsel prosedürlerde hasta dozunu tahmin etmek için, birkaç yöntem vardır. Bu yöntemler aşağıda özetlenmiştir :

- Düzeltilmiş giriş hava kerma veya giriş yüzey hava kerma ölçümlerine dayanan tahminler kullanılabilir (radyografi (tıp ve diş hekimliği), floroskopi ve mamografi).
- Hava kerma – alan çarpımı ölçümüne dayalı tahminler kullanılabilir (diş radyografisi, floroskopi ve CBBT).
- BT için; BT hava kerma indeksi ve BT hava kerma – uzunluk çarpımı ölçümlerine dayalı tahminler kullanılabilir. de hastaya özgü doz tahminleri söz konusu olduğunda hasta büyüklüğünün dikkate alınması gerekir.
- Bütün dijital sistemler için, sistem tarafından verilen doz raporları kullanılabilir.
- Girişimsel prosedürlerde seçilen organlar için (örneğin; cilt) doğrudan ölçümler kullanılır. Bunun için termoluminesan dozimetreler, optik uyarımlı lüminesan dozimetreler ve radyokromik film kullanılabilir.

Anatomik modellere uygulanan Monte Carlo kodlarından türetilen dönüşüm katsayıları kullanılarak organ dozları türetilir.

Hastaların Dozimetrisi: Görüntü Kılavuzlu Girişimsel Prosedürler İçin Özel Hususlar

X ışını kullanılan girişimsel prosedürlerde, hava kerma

alan çarpımı gibi stokastik etkileri gösteren niceliklere ek olarak, komplike vakalarda doku etkileri için cildin en fazla maruz kalan bölgelerine bakılmalıdır. Işınlama parametreleri ve projeksiyon açıları prosedür sırasında değişebileceği için bu bölgeyi tahmin etmek zordur ve cildin "doz haritası" gerekir. Doz haritalaması için belirlenmiş bir yöntem; radyoterapide kullanılan filmler ya da radyokromik filmlerdir.

İşlem sırasında görüntülenene ya da DICOM başlığından elde edilen (X ışını tüpü yönünde izocentreden 15 cm uzakta) hasta giriş referans noktasındaki kümülatif referans hava kerma, en yüksek cilt dozu için ölçülü bir tahmin olarak kullanılabilir. Tahmin derecesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bildirilen kümülatif referans hava kerma'nın doğruluğu kabul testi ve kalite ölçüm prosedürleri ile doğrulanmış olmalıdır.

Teşhis Referans Seviyeleri

Tipik dozun DRL'yi aştığı ya da büyük ölçüde DRL'nin altında olduğu durumda ışınlama teşhis açısından faydalı bir görüntü üretmemekte veya hastaya beklenen tıbbi yararı sağlamamaktadır. Bu durumda ilgili prosedür için koruma ve güvenlik optimizasyonu gözden geçirilmelidir. Karşılaştırma sadece radyoloji tesisinin DRL ile uyumlu olup olmadığını belirlememelidir. DRL'ler doz sınırları değildir.

DRL'nin aşılma sebebi, sağlam klinik kararlar desteklenebilmelidir. Bu nedenler, tesisin kalite güvence programının bir parçası olarak belgelenmelidir.

Tıbbi Işınlamalar İçin Kalite Güvencesi

Tıbbi radyolojik cihazlar üzerindeki ölçümler, kapsamlı kalite güvence programının bileşenlerinden biridir. Yeni alınmış veya önemli ölçüde yenilenmiş veya

onarılmış cihazlar için, yeni yazılım yüklenmiş veya koruma ve güvenliği etkileyebilecek mevcut yazılımı değiştirilmiş cihazlar için kabul testleri gereklidir. Kabul testleri sistem kurulumunda hemen yapılmalı ve ardından tutarlılık testleri de dâhil olmak üzere periyodik testleri yapılmalıdır.

Ekipman satın alma sözleşmesine bağlı olarak, kabul testleri, kullanıcıyı temsil eden medikal fizikçi ve radyolojik tıp doktoru eşliğinde imalatçı tarafından veya imalatçı ve alıcı tarafından kabul edilebilirse, üretici ile birlikte bir tıbbi fizikçi tarafından yapılabilir. İşlem, cihazın tüm özelliklerinin ve spesifikasyonlarının doğrulanmasını içermelidir.

Klinik kullanımdan önce cihazın işletmeye kabulü, medikal fizikçi tarafından veya gözetiminde yapılmalıdır. Kabul, görüntü elde etme protokollerinin kurulması ve onaylanması, tüm teknik parametrelerin ve kullanım koşullarının ölçümelerini içermelidir. Medikal fizikçi ölçüm hesaplamalarına ve verilerin yorumlanmasına doğrudan dâhil edilmelidir. Kabul testlerinin sonuçları daha sonraki sabitlik testleri için temel oluşturmuş olur. Test sonuçları tolerans sınırlarının dışında olduğunda, ekipman derhal klinik kullanımdan çıkarılmalı, servis yapılana ve performans gereksinimlerini karşıladığına kadar iade edilmemelidir.

Kalite kontrol testleri, radyolojik prosedürü üzerinde etkisi olan diğer ekipman veya cihazlar için de yapılmalıdır. Bu tür ekipman ve cihazlar; DR sistemler için düz dedektörler, CR sistemli tesisler için; CR görüntüleme plakaları, CR okuyucular, iş istasyonları, ekran ve yorum odaları olmak kaydıyla, bunlarla sınırlı olmamalıdır.

Kayıtların tutulması, tıbbi işinlamalar için kalite

güvence programının önemli bir yönüdür. Bu programda kullanılan prosedürleri ve kalite kontrol testlerinin sonuçlarını, dozimetri anketlerini, DRL karşılaştırmalarını, düzeltici eylemleri, istenmeyen ve kazara gerçekleşen tıbbi işinlamaların araştırılmasını içerir

Kalite güvence programının düzenli ve bağımsız denetimlerinin yapılması ve bu denetimlerin sıklıkları, radyolojik prosedürlerin karmaşıklığına ve risklerine uygun olmalıdır. Bu tür denetimler dış denetimler veya iç denetimler olabilir.

Doz Kısıtlamaları: Bakıcılar ve Yardımcı (Bir Akrafa Ya Da Arkadaş)

“Ruhsat sahipleri, Herhangi bir kişiye, bir radyolojik prosedür için radyasyondan korunma ve radyasyon riskleri hakkında bilgi vermedikçe bakıcı veya yardımcı olarak tıbbi işine maruz kalmasına izin vermemelidir”.

Bakıcı veya yardımcı, bilgilendirme sonrasında da radyolojik işleminden geçen hastaya; destek, bakım ve yardım sağlamak istediğini belirtmelidir.

Bakıcı veya yardımcı için radyasyondan korunma optimize edilmelidir, alınan önlemleri uygulamak amacıyla yazılı protokoller hazırlanmalıdır. Bu işlemin bir parçası olarak doz kısıtlamaları uygulanmalıdır. Bu kısıtlamalar; sağlık otoritesi, ilgili meslek kuruluşları ve düzenleyici organ ile istişare sonucunda hükümet tarafından belirlenen doz kısıtlamalarıdır. Hazırlanan protokoller aşağıdakileri içermeli;

- Hasta tutma ihtiyacının önleyecek yöntemler uygulanmalı.
- Bakıcıların ve yardımcıların hasta tutmasına izin verildiğini belirten kriterler belirlenmeli. Örneğin; bakıcı ya da yardımcı hamile olmamalı.

- Bakıcı ya da yardımcının ışınlama maruziyetinin makul derecede kalabilmeli. Örneğin: primer ışına maruz kalmamalı ve uygun kişisel koruyucu donanımın kullanılmalıdır.

Lisans sahibi, protokolleri uygulayarak bakıcıya veya yardımcıya; efektif dozun, sınırları aşma olasılığının düşük olduğunu kanıtlayabilmelidir. Bu tespitler önceden yapılmalıdır.

Hamile Hastalar

Hamile hastalar, radyasyondan korunma konusunda özellikle dikkate alınması gereken özel bir hasta grubudur.

İstenmeyen Ve Kazara Tıbbi Işınlamalar

İstenmeyen Ve Kazara Tıbbi Işınlamaların Önlenmesi

“Ruhsat ve linsans sahipleri, tıbbi radyolojik ekipmanın tasarımındaki ve operasyonel başarısızlıklarından kaynaklanan yazılım hataları, insan hatasından kaynaklanan aksaklıklar veya kazara gerçekleşmiş tıbbi ışınlama olasılığını en aza indirmek için tüm uygulanabilir önlemlerin alınmasını sağlayacaktır.”

Tescil ve lisans sahiplerinin bu tür maruziyetlerin olup olmadığını derhal araştırması gerekir. BT' deki ve görüntü kılavuzluğunda girişimsel prosedürlerde ki sonuçlar daha şiddetli olabilir Bu sorunların ele alınması ve bir güvenlik kültürünün geliştirilmesi için gerekli genel stratejiler arasında; tıbbi radyolojik ekipman ve yazılımların düzenli bakımı, kapsamlı bir kalite güvencesi programı, personelin sürekli eğitimi yer almaktadır. Gerçekleşen olaylardan çıkarılan dersler de, istenmeyen ve kazara tıbbi maruziyetleri önlemek veya en aza indirmek için kullanılmalıdır.

Tanısal radyoloji ve görüntü kılavuzlu girişimsel prosedürlerde istenmeyen veya kazara tıbbi ışınlama olasılığının en aza indirilmesi için aşağıdaki öneriler uygulanabilir:

- Spesifik kalite kontrollerin, kontrol edilmesi ile belirlenen kritik noktalara güvenlik bariyerlerinin getirilmelidir. Kalite kontrol, fiziksel testler veya kontrollerle sınırlı kalmamalı, hastanın doğru tanımlanması gibi eylemleri de içermelidir.
- Her zaman farkındalık ve aktif bir çalışma kültürünü sürekli olarak teşvik edilmelidir.
- Her işlem için ayrıntılı protokol ve prosedürlerin sağlanmalı.
- Yeterli sayıda eğitimli ve deneyimli personel sağlanmalı.
- Personel için teorik ve pratik eğitim ve personel gelişimi sürekli devam etmeli.
- Tüm personelin görev, sorumluluk ve işlevleri açık bir şekilde tanımlanmalı.

Aşağıdaki üç adım stratejisi (genellikle 'potansiyel risk yönetimi' olarak adlandırılır), istenmeyen ve kazara gerçekleşen tıbbi ışınlamaların önlenmesine yardımcı olabilir:

- Sadece uygun niteliklere sahip sağlık uzmanlarına sorumlulukların verilemeli, radyasyondan korunma ve güvenliği içeren bir yönetim sisteminin sağlanmalı.
- Yönetim sisteminin bu tür olaylara karşı yeterince sağlam olup olmadığını test etmek için, istenmeyen ve kazara gerçekleşen tıbbi ışınlamalardan alınan derslerin kullanılması.
- Teşhis ve görüntü kılavuzlu girişimsel radyoloji

sürecindeki tüm adımlar için, diğer gizli riskler sistematik ve öngörülebilir bir şekilde tanımlanmalı.

İstenmeyen ve Kazara Tıbbi Işınlamaların Araştırılması

Araştırma gerektiren olaylardan biri, ışınlama süresinin planlanandan daha büyük olduğu durumdur. Örneğin: Yanlış sensörlerin seçilmesi veya bir donanım arızası olduğu için radyografideki AEC'nin beklenen zamanda ışınlamayı sonlandırmamış olması olabilir.

Araştırılması gereken bir başka olay, radyolojik bir prosedür sırasındakadının hamile olduğu bilinmediği için embriyo veya fetüsün yanlışlıkla ışınlamaya maruz kalmasıdır.

Kaza sonrası soruşturma sırasında neyin gerekli olduğunu belirler. Bunun bir medikal fizikçi tarafından gerçekleştirilmesi gerekir ve hasta dozlarının hesaplanmasını veya tahmin edilmesini ve hastanın sevk edildiği tıp doktorunun bildirilmesini içerir. Hesaplama yönteminin ve sonuçlarının bir kaydı da hastanın dosyasına yerleştirilmelidir . Embriyo veya fetüsün kazara maruz kalması durumu için.

KAYITLAR VE İNCELEME

Radyolojik İnceleme

Tesiste gerekçelendirme ve optimizasyon gerekliliklerinin etkili bir şekilde uygulayan ve radyolojik incelemeyi de içeren bir prosedür oluşturabilir .

Kayıtlar

Ref. 2. 3.183-3.185 paragrafları; personel kayıtlarının, kalibrasyon kayıtlarının, dozimetri ve kalite güvencesinin ve tıbbi ışınlama kayıtlarının tutulması için gereklilikleri belirler. Bu kayıtların düzenleyici

kurum tarafından belirtilen süre boyunca saklanması gerekmektedir. Böyle bir zorunluluğun yokluğunda, kayıtların tutulması için önerilen süre on yıldır. Çocuklarda kayıtlar daha uzun süre tutulmalıdır.

HALKIN RADYASYONDAN KORUNMASI

Radyolojik prosedür geçirecek olan kişiler, radyolojik prosedürün yapılmadığı zamanlarda bekleme odasında oturan hasta, mal veya malzeme sağlayan kişiler, satış personeli, refakatçi kişiler ve tesisteki diğer hastalar gibi ziyaretçileri de halkın üyeleri olarak kabul edilir.

Dış Işınlama

Işınlamadan korumak için birincil araç zırhlamadır. Zırhlama, halk doz sınırlarıyla ve tercihen düzenleyici kurumun uygulayabileceği bir doz kısıtlamasından daha az olması için yeterli olmalıdır. Radyoloji tesisinde radyolojik bir prosedür geçirmeyen, ancak mobil radyografi yapılırken yakınlarda bulunan kişilere özellikle dikkat edilmelidir. Mesafe, mobil zırhlamanın yerleştirilmesi ve röntgen ışını yönünün kontrol edilmelidir.

Erişim Kontrolü

Ziyaretçi dozlarının, halk dozları için verilen sınırların ve kısıtlamaların altında olmasını sağlamak için radyasyonun kullanıldığı alanlara erişim kontrol edilmelidir. İstisnai durumlarda, bir ziyaretçinin kontrollü bir alana girmesine izin verilebilir, ancak her zaman koruma ve güvenlik önlemlerini bilen bir personel eşlik etmelidir. Bu tür istisnaların ne zaman gerçekleşebileceğini ve ziyaretçiye kimin eşlik edebileceğini belirten yazılı prosedürler hazırlanmalıdır. Her durumda, hamile olan veya hamile olabilecek kadınlara özel önem verilmelidir.

İzleme ve Raporlama

İzleme ve raporlama açısından karşılanması gereken şartlar ortaya konulmalıdır. Radyoloji tesisinde aşağıdakileri sağlamak için prosedürler uygulanmalıdır:

- Halk ışınlamasına ilişkin gereksinimler karşılanır ve maruziyetler değerlendirilir.
- İzleme programlarının sonuçlarını içeren uygun kayıtlar tutulur.

KAZALARIN ÖNLENMESİ VE AZALTILMASI

Potansiyel Maruziyetin Güvenlik Değerlendirmeleri

Potansiyel maruziyetin güvenlik değerlendirmesi sistematik olmalı, potansiyel maruz kalmaya yol açabilecek istenmeyen olayları tanımlamalı ve bunların olasılıklarını ve sonuçlarını dikkate almalıdır. Güvenlik değerlendirmesi sadece bu olayları kapsamamalı, aynı zamanda daha önce bildirilmemiş diğer olayları da öngörmeyi amaçlamalıdır. Güvenlik değerlendirmesi aşağıdaki durumlarda revize edilmelidir:

- Tıbbi radyolojik ekipman veya aksesuarlar yeni alındığında veya modifiye edildiğinde;
- İş yükündeki değişiklikler de dâhil olmak üzere operasyonel değişiklikler yapıldığında.
- Operasyonel deneyim, kazalar veya hatalar hakkındaki bilgiler, güvenlik değerlendirmesinin gözden geçirilmesi gerektiğini gösterir.

Kazaların Önlenmesi

Kazaları önleme için; iyi mühendislik uygulamaları, derinlemesine savunma ve tesis bazlı düzenlemeler için gereksinimleri bellidir.

Lisans sahibi şu durumlara dâhil olmalıdır.

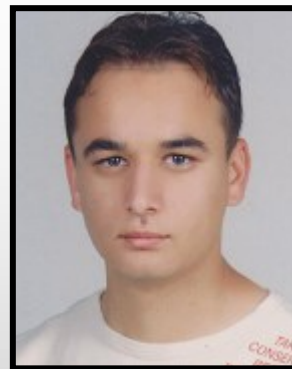
- Güvenlik ve güvenlik sistemlerinin değerlendirilmesinde (idari ve operasyonel prosedürleri, ekipman ve tesis tasarımı dahil) tespit edilen olaylarla başa çıkma çalışmaları.
- Operasyonel deneyimler, kaza ve hatalardan çıkarılan dersler; eğitim, bakım ve kalite güvence programlarına dâhil edilmelidir.

Kazaların Sonuçlarının Hafifletilmesi

- Tüm personel, tıbbi radyolojik ekipmanın doğru bir şekilde çalışmadığını anlayabilmesi için yeterince eğitilmelidir (Örneğin; yazılımdaki bir programlama hatasını).

Kaynak

1. IAEA, 2018, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775_web.pdf



Öğr. Gör. İsmail Fındıklı

1985 Çorum doğumludur. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 2003 yılında Uludağ Üniversitesi Fizik Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 2007 yılında

3.lük derecesi ile bitirdi. 2008 yılında Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Radyolojik görüntüleme cihazları ile ilgili çeşitli çalışmalara katılan İsmail Fındıklı, bilgisayarlı tomografide hazırladığı tez çalışması ile 2012 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2017 yılında Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde başladığı doktora eğitimine

devam etmektedir. 2012 – 2013 yılları arasında özel bir firmada laboratuvar müdürü olarak çalışmış, 2013 – 2015 yılları arasında Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nükleer Tıp Kliniği'nde sağlık fizikçisi olarak çalışmıştır. 2015 yılında beri Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olarak görev yapmaktadır.



**Öğr. Gör. Dr. Asena
Yalçın**

1984 Çorum doğumludur.

Evli ve bir çocuk sahibidir.

İlk, orta ve lise eğitimini
İstanbul'da tamamlamıştır.

Lisans eğitimine 2002

yılında başladığı Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden 2006 yılında mezun olmuş ve aynı yıl Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başlamış ve 2009 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsünde 2010 yılında başladığı doktora eğitimini Ocak 2020'de tamamlamıştır. Aynı zamanda 2009 yılından bu yana A.Ü. Nükleer Bilimler Enstitüsünde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Uzmanlık alanları nükleer tıp, tanısal radyoloji, medikal görüntüleme, radyasyondan korunmadır.

NÜKLEER TIPDA RADYASYONDAN KORUNMA

VE GÜVENLİĞİ İÇİN ÖZEL TAVSİYELER

Bu bölümde aktarılan bilgiler IAEA, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun 2018 yılında yayımladığı "Radyasyonun Tıbbi Kullanımlarında Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Güvenliği, Özel Güvenlik Kılavuzu SSG-46 (Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46)" kitapçığının dördüncü bölümünün özet çevirisine dayanmaktadır. Yayının tam orijinal metnine, referanslara ve eklere IAEA web sitesinden [1] ulaşılabilir.

Fizik. Yük. Müh. Meral Hiçürkmez

Fizik Yük. Müh. Leyla Poyraz

GENEL

Nükleer tıp, hastalığın tanı veya tedavisinde ya da klinik veya klinik öncesi araştırmalarda açık radyoaktif maddenin hastaya uygulandığı klinik bir bırıdır. Görüntülemenin yapıldığı tüm nükleer tıp prosedürlerinde hastaya radyofarmasötik uygulanır. Tanısal nükleer tıp prosedürleri için, az miktarda bileşikler pozitron veya foton yayıcılar ile işaretlenir, bu da radyofarmasötik olarak isimlendirilir. Foton yayıcılar için, radyofarmasötiğin insan vücudunda dağılımı, planar görüntüleme (tüm vücut görüntüleme dâhil) veya SPECT (gibi farklı yöntemlerle görüntülenebilir. Pozitron yayıcılar da, anihilasyon fotonlarının dedeksiyonu, PET cihazı kullanılarak radyofarmasötiğin 3 boyutlu uzaysal dağılımını kaydetmeyi sağlar. Hibrit görüntüleme de, SPECT ve PET, SPECT/BT ve PET/BT gibi X-ışını tabanlı bir modalite ile birleştirilerek kullanılır ve yakın zamanda PET, MR ile birleştirilerek PET-MR olarak kullanılmaktadır. Ek olarak, proplar tümörlerin ve lenf

düğümünün veya kaçaklarının cerrahi lokalizasyonu için ve tiroid veya akciğer gibi spesifik organlarda tutulumu ölçmek için kullanılmaktadır. Tedavi amaçlı olarak nükleer tıpta, genellikle beta ve/veya gama yayan radyonüklidlerle, yakın zamanlarda alfa yayıcılar da, işaretlenerek kullanılmaktadır. Son zamanlarda Auger elektronları ile tedavi çoğunlukla deneysel amaçlı yapılmaktadır.

Radyonüklid üretimi için kullanılan siklotron hizmetleri bu Güvenlik Kılavuzu kapsamı dışındadır.

NÜKLEER TIP TESİSLERİ VE EKİPMANLARIN GÜVENLİĞİ

Nükleer Tıp Tesisleri

Tesisin, radyasyondan korunma ve güvenlik özelliklerinin dâhil edilmesine ilişkin hükümler, tesis tasarım aşamasında yapılmalıdır. Yer seçimi ve düzeni, hem nükleer tıp tesisinde hem de nükleer tıp tesisinin daha büyük bir hastanenin veya tıp merkezinin bir parçası olduğu durumlarda iş yükünü ve hasta akışını dikkate almalıdır. Nükleer tıp tesisi, hem yatan hastalara hem de ayaktan hastalara hizmet verecek şekilde yapılmalıdır. Tetkik ve tedavi yapıldıktan sonra, tesis içerisindeki hareketi en aza indirmek için hastalara kolay çıkış yolları sağlanmalıdır.

Açık kaynak²⁴ kullanılan bir nükleer tıp tesisinde PET/BT tesisleri dâhil olmak üzere kurulması hakkında ayrıntılı kılavuz referans 62, 204-210 verilmektedir.

Stabil bir güç kaynağı tesiste mevcut olmalıdır. Cihazı üreten firma tarafından tanımlanan parametrelere göre tetkik odasındaki sıcaklığı korumak için yeterli bir klima sistemi olmalıdır. Dış ışınlama için, doz azaltımı ile ilgili üç faktör (zaman, mesafe ve zırhlama)

tesisin tasarımında gözönünde bulundurulmalıdır. Personelin yanı sıra halkın maruziyetini azaltmak için geniş odalar tercih edilmelidir. Denetimli ve gözetimli alanlarında ve radyofarmasötik tedavi gören hastanede yatan hastaların odalarının girişinde de uyarı işaretleri kullanılmalıdır. Hibrid görüntüleme prosedürlerinde BT kullanıldığında, ışıklı ve yanıp sönen işaretler gibi ikaz ışıkları etkinleştirilmelidir. Denetimli alanlar için, GSR Bölüm 3 [3] 3.90(c) paragrafı ISO [56] tarafından önerilen radyasyon sembolünün kullanılması gerekir.

Nükleer tıp hastaları tarafından kullanılmak üzere tasarlanmış banyolar kolayca temizlenebilen malzemelerle yapılmalıdır ve personel tarafından kullanılmamalıdır.

Mobil Tesisler

Bazı devletlerde PET/BT tarayıcılar, bir kamyonu monte edilir ve ülkenin belirli bölgelerinde hizmete sunulur. Bu mobil üniteler, sabit tesislerle aynı GSR bölüm 3 [3] gerekliliklerini karşılamalıdır ve bu

²⁴ Bir nükleer tıp tesisinde, PET tarayıcılarının kalite kontrolü ve kalibrasyonu için ve gama kameraların homojenitesini kontrol etmek için radyoaktif düzlemsel kaynak ve doz kalibratörünün kalibrasyonu için kontrol kaynakları olarak kullanılan kapalı kaynaklar da mevcuttur.

Açık Radyoaktif Maddelerin Kullanıldığı Alanlar

Açık radyoaktif maddelerin kullanıldığı radyofarmasiler veya laboratuvarlar kontaminasyon riskinin yüksek olduğu alanlardır. Yetkili personel dışındaki kişilerin giriş izninin olmadığı alandır. Bu alanda, dış ışınlamaya maruz kalan çalışanları korumak için zırhlama malzemelerinin kullanılması ve zemin ve tezgâhın emici olmayan, pürüzsüz ve kolay temizlenen bir malzeme ile kaplanması önemlidir.

Daha fazla bilgi referans 62,204-210'da yer almaktadır. Açık radyoaktif maddelerle çalışırken, taşırken ve hastaya uygularken personeli radyasyon korumak için forseps, enjektör zırhı, kurşun cam bariyer, kurşun göğüs zırhı ve kurşun taşıyıcılar gibi çeşitli ekipmanlar ve ortam radyasyonu dedekte eden cihazlar temin edilmelidir. Radyoaktif aerosollerin veya gazların kullanıldığı radyofarmasiler veya laboratuvarlar, bir çeker ocak, laminar hava akış kabini veya eldivenli hücrenin olduğu uygun bir havalandırma sistemine sahip olmalıdır. Daha fazla detay referans 210'da yer almaktadır. Bir radyofarmasi veya laboratuvarla lavabonun tahliye boruları ana binanın kanalizasyonuna mümkün olduğunca doğrudan gitmelidir. Bir nükleer tıp tesisinde özellikle radyonüklid terapi servislerinden gelen tahliye borularının bir geciktirme tankına bağlanması gerekmektedir.

Tedavi Odaları ve Servisler

Radyofarmasötik tedavi gören hastalar için tasarlanmış odaların zeminleri ve banyo yüzeyleri, kolayca temizlenebilen ve dekontamine edilebilen pürüzsüz ve emici olmayan malzemelerle kaplanmalıdır. Tedavi bölümünün zırhlaması, çalışanlar ve halk için uygun doz kısıtlamaları kullanılarak tasarlanmalıdır. Radyoaktif madde bulaşmış atıkların ve çamaşırların geçici olarak depolanması için atık alanı olmalıdır. Depolama alanları, ISO tarafından önerilen radyasyon sembolünü kullanarak işaretlenmelidir [56]. Radyofarmasötik tedavi gören hastalar için tasarlanmış odaların ayrı tuvaleti ve banyosu olmalıdır. Oda da, hastaların yapması gereken kurallar maddeler halinde yazılıp hastanın görebileceği yere konulmalıdır (en az iki kere tuvaleti yıkamasını ve ellerini yıkamasını vs.).

Radyofarmasötik tedavi hastaları olan nükleer tıp tesislerinde bakıcılar ve yakınları için güvenli konforlu bir konaklama düşünülmelidir.

Zırhlama Hesapları

Zırhlama, gerek personel gerek kamunun güvenlik ve koruma optimizasyonu için gereklilikleri karşılayacak şekilde tasarlanmalı ve tesis içindeki alanların sınıflandırılması, yapılacak işin türü ve kullanılması amaçlanan radyonüklitler (ve bunların aktiviteleri) dikkate alınmalıdır. Hibrid sistemlerin bulunduğu odaların duvar zırhı tasarlanırken, BT tarayıcıdan gelen saçıcı radyasyonun duvardan korunan alana geçmemesini sağlamak için duvarın yüksekliğine dikkate edilmelidir. Zırhlama için daha detaylı bilgi referans 54, 61 ve 205'te verilmektedir.

Bazı Devletlerde, herhangi bir inşaat öncesinde inceleme ve onay için düzenleyici kuruluşa koruma planlarının sunulması gerekli olabilir. Zırhlamanın yeterliliği, tercihen inşaat esnasında ve kesinlikle tesis, oda veya alan klinik kullanıma girmeden önce onaylanmalıdır.

Görüntüleme ve Rapor Okuma Odalarının Tasarımı

Hekimlerinin rapor okumasını kolaylaştırmak için, görüntüler bu amaç için özel olarak tasarlanmış odalarda değerlendirilmelidir.

Radiofarmasötikler

Radiofarmasötikler, ilgili uluslararası standartlara uygun olarak iyi üretim uygulamalarına göre üretilmelidir. Daha detaylı bilgi referans 207, 208 ve 210-214'te verilmiştir.

Bunlar;

- Radyonüklid safsızlık,
- Spesifik aktivite,
- Radyokimyasal safsızlık,
- Kimyasal safsızlık,

- Radyofarmasötiğin, toksisite, sterilit ve pirojenitesi.

Nükleer Tıp Ekipman Yazılım ve Yardımcı Ekipman

Nükleer tıp ekipmanları iki kategoriye ayrılır: kapalı ve açık kaynaklardan gelen iyonlaştırıcı radyasyonu dedekte edenler ve iyonlaştırıcı radyasyon üretenler. Birincisi, problemleri, gama kameralarını (planar ve SPECT sistemler) ve PET tarayıcılarını içerir. İkincisi, PET/BT veya SPECT/BT tarayıcı gibi hibrid görüntüleme sisteminin bir parçası olan BT'yi içerir. MR iyonlaştırıcı radyasyon üretmemesine ve bu Güvenlik Kılavuzu'nun kapsamı dışında olmasına rağmen, MR kullanılan hibrid cihazlar, IEC standartlarını veya eşdeğer ulusal standartları karşılaması gerekir.

Tıbbi radyolojik ekipman ve yazılımı için gereksinimler GSR bölüm 3[3] 3.49 ve 3.162 paragraflarda belirlenmiştir. IEC, tıbbi radyolojik ekipman için geçerli uluslararası standartları yayınlamıştır. Nükleer tıpla ilgili mevcut IEC standartları referans 215-221'te verilmiştir. ISO nükleer tıp ekipman için geçerli uluslararası standartları belirlemiştir. Bazı nükleer tıp tesisleri, tesiste radyonüklid üretimi için siklotron işletmektedir. Siklotron hastanın ısınlanmasına doğrudan dahil olmadığından, nükleer tıp ekipman için GSR bölüm 3[3] gerekliliklerine uyması gerekmez. Bununla birlikte, radyofarmasötiklerin hazırlanması ve kontrolü için, radyasyon jeneratörleri için (Gereklilik 17 ve GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.49-3.60) GSR bölüm 3 [3]'ün daha genel gerekliliklerine ve belirli bir durumda ek düzenleyici gerekliliklere uymalıdır.

Nükleer tıp cihazlarının kullanımı ile ilgili kılavuzlar, üreticinin orijinal dilini anlamayan veya az anlayan personel tarafından kullanılabilir. Bu gibi durumlarda, beraberindeki belgeler IEC ve ISO standartlarına

uygun şekilde yerel dile veya personel tarafından kabul edilebilir bir dile çevrilmelidir.

Nükleer Tıp Ekipman İçin Tasarım Özellikleri

Problar, gama kameralar (planar ve SPECT sistemler) ve PET tarayıcıları satın alırken, referans 183, 200, 201, 209 ve 215-228 dikkate alınmalıdır.

Tüm dijital nükleer tıp ekipmanlarının RIS ve PACS la bağlantısı olmalıdır.

Yardımcı Ekipman

Dijital ekran görüntüsü için kullanılan tüm ekipmanlar, uluslararası veya ulusal standartları karşılamalıdır, performans spesifikasyonları referans 115'te verilmiştir. İş istasyonları ve görüntü işleme ve görüntüleme yazılımı, nükleer tıp için özel olarak tasarlanmalıdır, DICOM uyumluluğu ve ağ bağlantısı sağlanmalıdır. Nükleer tıp için veri yönetimi ve DICOM görüntüsü konusunda kılavuz, referans 229'da verilmektedir.

Nükleer tıp tesisinde, kalite kontrol, dozimetri ve ölçümler için test objeleri ve enstrümanlar bulunmalıdır. Bu, sıvı sintilasyon sayaçları, kuyu sayaçları, doz kalibratörleri (aktivite ölçer), problar, kontrol kaynakları, flood kaynaklar, fantomlar, geometri ve mekanik test araçlarını içerir. Bu tür enstrümanlar ilgili IEC standartlara veya eşdeğer ulusal standartlara uymalıdır. Enstrümanlar ve test objeleri hakkında daha fazla bilgi referans 215, 224, 227 ve 230'da verilmektedir.

Kaynakların Güvenliği

Kaynak güvenliğinin amacı, GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.53 şartlarını karşılamak için her zaman her bir kaynağın hesap verilebilirliğinde (sorumluluğunda) ve kontrolünde sürekliliği sağlamaktır. Bir nükleer tıp tesisinde, kaynak, açık radyofarmasötiklerin yanı sıra radyonüklid jeneratörleri, radyofarmasötik dağıtım

ekipmanı ve kalibrasyon veya kalite kontrol testleri için kullanılan kapalı kaynakları içerir. Tanımlama standartları ve kapalı radyoaktif maddelerin belgeleri referans 231'de ISO tarafından yayınlanmıştır. Bir nükleer tıp tesisinde kaynakların güvenliği açısından özellikle kritik olan durumlar, radyoaktif atıkların depolanması, tesis içinde kaynakların hareketi, kaynakların depolanması ve radyofarmasötiklerin kabulünü içerir. Detaylı bilgi referans 232'de verilmiştir. Nükleer tıp tesisi lisans sahibi, radyoaktif kaynakların tesis içinde güvenli bir şekilde taşınmasını sağlamak için prosedürler geliştirmelidir ve radyoaktif maddelerin çalınması, kaybolmasını ve yetkisiz olarak geri çekilmesi veya yetkisiz personelin denetimli alanlara girişini önlemek için kontroller oluşturmalıdır. Kaynakların bir envanteri tutulmalıdır ve kaynakların bulunması gereken yerde ve güvenli olduklarını kontrol etmek ve onaylamak için prosedürler uygulanmalıdır.

Bakım

Tescil ettirenin veya lisans alanın, nükleer tıp tesisinde kullanılan ekipmanları, kullanım ömrü boyunca uygun donanım ve yazılıma sahip olmasını ve spesifikasyonlarını koruması için gereken bakımları yapılmasını sağlamalıdır. Tüm bakım prosedürleri, kalite kontrol programını da içermelidir ve ilgili meslek kuruluşları ve cihaz üreticisi tarafından önerilen sıklıkta yapılmalıdır. Her bir cihaz için arızası, yapılan işi, değiştirilen parçaları ve yapılan ayarlamaları açıklayan bir rapor kaydı tutulmalıdır. Cihaz klinik kullanıma dönmeye önce, medikal fizikçi, radyoloji teknikeri ve diğer uygun profesyonellerle birlikte ekipmanın kullanımından sorumlu kişi, görüntü kalitesi dâhil olmak üzere radyasyondan korunma konusunda kalite kontrol

testlerine gerek olup olmadığına ve protokollerde değişiklik yapılması gerekip gerekmediği, özellikle de kullanılan aktivite miktarına da karar vermelidir.

MESLEKİ RADYASYONDAN KORUNMA

Nükleer tıpta, mesleki olarak radyasyona maruz kalan bireyler genellikle radyoloji teknikerleri, nükleer tıp doktorları, radyofarmasistler ve medikal fizikçilerdir. Özellikle tedavi hizmetleri sunan nükleer tıp tesislerinde, radyofarmasötiklerle tedavi edilen hastaların yönetiminde yer alan hemşireler gibi diğer profesyonel sağlık personeli ve diğer destek personeli de mesleki olarak radyasyona maruz kalmış sayılabilirler.

İdari personel, diğer hizmet destek personeli ve temizlik personeli gibi diğer nükleer tıp tesisi çalışanları ve hastane personelin radyasyon kaynaklarıyla çalışmaları gerekmediği veya çalışmalarıyla doğrudan ilişkili olmadığı çalışanların, GSR Bölüm 3 [3] paragraf 3.78'de belirtildiği gibi, kamunun alacağı düzeyde korumaya sahip olmaları gerekmektedir. Bu çalışanlar için, özellikle denetimli ve gözetimli alanlara erişim konusunda kurallar oluşturulmalıdır. Tüm radyasyon kullanım alanlarına uygulanabilen radyasyondan korunma programları, mesleki maruziyetin değerlendirilmesi ve dozimetri hizmetleri sağlayıcıları dâhil olmak üzere mesleki radyasyondan korunma konusunda daha genel ve kapsamlı rehberlik GSG-7 [23]'de verilmiştir.

Radyasyondan Korunma Programı Kapsamındaki

Düzenlemeler

Alanların Sınıflandırılması

Bir nükleer tıp tesisinde çeşitli odalar ve alanlar, GSR Bölüm 3 [3] paragraf 3.88-3.92'de belirlenen gereksinimler doğrultusunda, denetimli veya gözetimli alanlar olarak sınıflandırılır. Belirtilmeyen

diğer bütün odalar ve alanlar kamu malı olarak kabul edilir ve bu alanlardaki radyasyon seviyeleri, kamu maruziyeti için belirlenmiş doz sınırını geçmemelidir. Nükleer tıp tesisindeki alanlarının sınıflandırılması, sadece ekipmanının konumu ve radyasyon kaynaklarına göre değil, sürecin bir bütün olarak analizine dayanmalıdır.

Bir nükleer tıp tesisinde, radyofarmasötik hazırlama (yani, sıcak odalar veya radyofarmasiler), radyofarmasötik enjeksiyon ve radyofarmasötik depo ve atık için odalar denetimli alan kriterini karşılamalı ve bu şekilde tasarlanmalıdır. Görüntüleme odaları, özellikle radyofarmasötik dağıtım ekipmanı barındıranların yanı sıra radyofarmasötik enjekte edilen hastalara ayrılmış bekleme odaları ve radyofarmasötik tedavi gören hasta odaları, denetimli alanlar olarak kabul edilmelidir. X ışınına sahip hibrid makinelerin olduğu odalar (PET/BT-SPECT/BT) denetimli alanlar olarak belirlenmelidir. İstenmeyen girişleri önlemek için, görüntüleme odasının girişine BT'nin çalıştığını gösteren bir uyarı ışığı bulundurulmalıdır.

Gözetimli alanlar, koridorlar, problu muayene odaları ve radyofarmasötik uygulanmış hastaların olduğu diğer alanları içerebilir. Hibrid görüntüleme cihazının (PET/BT ve SPECT/BT) kumanda panelinin bulunduğu oda (kumanda odası) , gözetimli alan olarak sınıflandırılmalıdır.

Yerel Kurallar ve Prosedürler

Bu amaçla, GSR Bölüm 3 [3] paragraf 3.94'de belirtildiği gibi, herhangi bir nükleer tıp tesisinde yerel kurallar ve prosedürlerin yazılı olarak oluşturulması gerekmektedir. Onların amacı çalışanların ve diğer kişilerin koruma ve güvenliğini sağlamaktır. Böyle yerel kurallar ve prosedürler, hem normal çalışma

hem de olağan dışı olaylarda mesleki radyasyona maruz kalmayı en aza indirecek tedbirleri içermelidir. Yerel kurallar ve prosedürler, kişisel dozimetrelerin takılması, taşınması ve saklanması da kapsar.

Paragraf 4.75-4.109, nükleer tıp tesislerine yerel kuralların ve prosedürlerinin dâhil edilmesi gerektiğini önerir. Nükleer tıpta radyasyona maruz kalan tüm personel yerel kuralları ve prosedürleri bilmesi ve izlemesi gerekir. Çalışma prosedürleri, dış ışınlamadan gelen maruziyeti en aza indirmek, kontaminasyon, dökülmenin meydana gelmesini önlemek ve dökülme durumunda, kontaminasyonun yayılmasını (yüzeyde ve havada) en aza indirecek şekilde hazırlanmalıdır. Kontaminasyonun minimum düzeyde yayılmasını sağlamak için takip sistemi ve temizleme programı oluşturulmalıdır.

Ekipman (hem donanım hem de yazılım), hem gerçekleştirilecek görevler, hem de radyasyondan korunma ve güvenlik açısından her zaman tatmin edici bir performans sağlayacak şekilde çalıştırılmalıdır. Üreticinin kullanım kılavuzu bu açıdan önemli bir kaynaktır, ancak ilave prosedürler de dikkate alınmalıdır. Nükleer tıp personeli, çalıştığı radyofarmasötikler ve kullandıkları ekipmanın çalışması için prosedürleri anlamalı ve işler ters giderse ne yapılması gerektiği konusunda periyodik eğitim almalıdır.

Aşağıdaki koruyucu yaklaşımlar, mesleki maruziyeti önemli ölçüde azaltabilir;

- Radyofarmasötiklerin hazırlanması ve dağıtımı, kurşun cam ve göğüs zırhı arkasında çalışmak, zırhlanmış vialler ve şırıngalar kullanmak ve tek kullanımlık eldiven giymek.
- Tetkikler sırasında, hastaya olan mesafe kısa olduğunda, hareketli zırhlı paravan kullanmak.

Hastalara aerosol uygulamasında, hastalara ağızlık ve burun klipsi veya maske kullanılarak yapılmalıdır. Hastaya yakın ekstraksiyon cihazlarının yerleştirilmesi, radyasyondan korunmayı iyileştirdiği düşünülebilir.

Radyoaktif malzeme için ambalajlar ve kaplar, açıldığında kontaminasyon için kontrol edilmelidir. Hamile çalışanlar ve 18 yaşın altındaki kişiler için yerel kurallar, paragraf 4.145-4.150'de verilen kılavuzu yansıtmalıdır.

Radyofarmasötik Tedavi İçin Belirli Yerel Kurallar Ve Prosedürler

Radyofarmasötiklerin uygulaması, oral yoldan, intravenöz enjeksiyon (sistemik), intra-arteriyel enjeksiyon (locorejyonel) veya eklemlere (eklem içi/ radiosinoviorthesis) veya vücut boşluklarına (intrakaviter) yapılır;

- Radyofarmasötiklerin intra-arterial veya intravenöz uygulama sırasında, Extremité dozlarının mesleki doz kısıtlamalarının altında olmasını sağlamak için zırhlanmış şırıngalar kullanılmalıdır. Emici malzemeler veya pedler enjeksiyon veya infüzyon bölgesinin altına yerleştirilmelidir. Özellikle radyofarmasötik tedavileri için, diğer koruyucu ekipmanların gerekliliğini belirlemek için tesisteki RPO'ya danışılmalıdır.
- Bolus enjeksiyonla intravenöz ve intra-arteriyel uygulama için, doz hızı gerektiğinde, şırıngadaki malzemenin görülmesini sağlamak için şırınga şeffaf pencereli bir şırınga zırhına yerleştirilmelidir. Daha yavaş damlama veya infüzyon yoluyla intravenöz uygulama için, radyoaktif madde içeren kap uygun bir zırh içine yerleştirilmelidir. Ek olarak, Pompaların ve hatların zırhlanmasına da dikkat edilmelidir.

- Terapötik radyofarmasötiklerin oral uygulaması için, radyoaktif madde zırhlanmış, dökülmeye karşı korumalı bir kaba yerleştirilmelidir. Sıvı sıçraması ve kapsüllerin düşme olasılığını en aza indirmek için özen gösterilmelidir. Zırhlanmamış radyoaktif maddeleri kullanımı sırasında, uygun uzun saplı maşa gibi aletler kullanılmalıdır.

Radyofarmasötiklerle tedavi için hastaneye yatırılan hastalara radyasyondan korunma konusunda eğitilmiş personel (doktorlar, hemşireler, yardımcı ve temizlik personeli) hizmet etmelidir. Radyasyon tehlikesi seviyesine göre yapılacak olan hemşirelik ile ilgili yerel kurallar oluşturulmalıdır. Potansiyel olarak kontamine olmuş herhangi bir ürünün (yani nevresim takımı, giyim eşyası, havlu, tabak takımı ve sürgü) elle tutulması için prosedürler oluşturulmalıdır. Tedavi edilen hastaların bulunduğu odalar, denetimli alanlar olarak tanımlanmalıdır ve hem ISO[56] tarafından tavsiye edilen radyasyon sembolü hem de bir uyarı işareti konulmalıdır. Erişim sınırlandırılmalıdır ve bağlantı kurulacak ilgili kişilerin (nükleer tıp doktorları, nöbetçi doktorlar, teknikerler ve RPO) listesi oluşturulmalıdır. Laboratuvar önlükleri, eldiven ve galoş gibi koruyucu giysiler, oda girişinde hazır bulundurulmalıdır.

Uygun mesafelerde, ortam doz eşdeğer hızları RPO veya medikal fizikçi tarafından belirlenmelidir. Bu bilgiler, personel, bakıcılar ve refakatçiler tarafından giriş için uygun düzenlemelerin yapılmasına yardımcı olacaktır. Bu düzenlemeler yazılı olarak yapılmalı ve yerel kurallara dâhil edilmelidir. Çalışma alanından ayrılırken personel koruyucu kıyafetlerini çıkarmalı ve ellerini yıkamalıdır.

Radyofarmasötiklerin oral yoldan verilmesinden sonra, kusma durumunda veya idrarını tutamayan

hastalarda, kontaminasyonun yayılmasını sınırlamak için özel dikkat ve önlemler gereklidir. Kontamine olmuş giysiler ve yatak takımı derhal değiştirilmelidir ve monitör takibi için tutulmalıdır. Yerel kurallar, yıkama ve ayırma prosedürlerini ve tek kullanımlık tabak, çatal bıçak ve gıda atıklarının yönetimini belirtmelidir. Bir hastanın tıbbi durumu kötüleşirse öyle ki yoğun bakım zorunlu hale gelirse, RPO'nun tavsiyesi hemen alınmalıdır. Acile giden radyoaktif hasta ile ilgilenen sağlık profesyonelinin hastayla geçireceği maksimum süreyi kısıtlamak gerekebilir

PET Tesisleri İçin Özel Yerel Kurallar Ve Prosedürler

PET görüntülemesi yapan personel, klasik nükleer tıpta görüntüleme yapan meslektaşlarına kıyasla daha fazla yıllık mesleki radyasyon dozuna maruz kalabilir. Personel için mesleki doza asıl katkı hastadan gelimektedir. PET tesisleri için yerel kurallar ve prosedürler, radyofarmasötikler ve radyofarmasötik içeren hastalarla çalışırken personel dozunu en aza indirmek için paragraf 4.74-4.102 açıklanan yöntemleri vurgulamalıdır.

Radyofarmasötikler, PET için kullanılan radyonüklidlerden gelen dış radyasyon seviyelerini sınırlamak için özel olarak tasarlanmış tungsten ve kurşun kaplar içinde taşınmalı ve depolanmalıdır. Zırhlanmamış radyofarmasötik vialleri kullanırken maşa kullanımı, elin aldığı dozları belirgin şekilde azaltır. Radyofarmasötiklerin şırıngalara güvenli ve hızlı dağıtılmasını sağlayan ve böylece operatörün hareketlerini en aza indiren otomatik sistemler mevcuttur.

Kişilerin Dekontaminasyonu

Olası kontaminasyondan dolayı, açık radyoaktif maddeler ile iş bittiğinde ve denetimli olarak

sınıflandırılmış alandan ayrılırken eller yıkanmalıdır. Tespit edilebilir kontaminasyon, basit yıkamadan sonra ellerinde kalırsa, dekontaminasyon kitlerinin kullanımı daha başarılı olabilir. Kontaminasyon seviyesinin izlenmesi için kılavuz mevcut olmalıdır. Dekontaminasyon kiti ve kullanım prosedürleri bölümde mevcut olmalıdır.

Eller dışında vücudun parçalarının kontaminasyonundan şüpheleniliyorsa ya da ellerin dekontaminasyon prosedürü başarısızsa, RPO'ya danışılmalıdır. Radyoaktif maddenin göz, burun veya ağza girişini kısıtlamak için yüzün dekontaminasyonunda özel dikkat gösterilmelidir.

Eğer çizik veya yara olan ciltte radyoaktif kontaminasyon riskinin varlığı devam ederse, hasar en kısa sürede su ile yıkanmalıdır, yaradaki kontaminasyonun yıkanmamasına dikkat edilmelidir. İlk yardım önlemleri alınır alınmaz, kişi gerekirse dekontaminasyon da dâhil olmak üzere daha fazla tedavi almalıdır. RPO'ya gerektiğinde danışılmalıdır. Kontamine olmuş giysiler mümkün olan en kısa sürede çıkarılmalıdır. Açık kaynaklarla çalışan tüm personel, kazalar, dökülmeler veya kontamine kişilerle başa çıkma prosedürleri konusunda uygun aralıklarla eğitim almalıdır.

Kişisel Koruyucu Ekipman Ve Oda İçi Koruyucu Cihazlar

Nükleer tıp tesisinde, koruyucu ekipmanlar;

- Tezgah üstü, flakonlar, şırıngalar, doz kalibratörü ve radyofarmasötiklerin hazırlanması için radyasyonun tipine ve enerjisine uygun bir malzeme (yani L blok ve kenar bloklar) ve kalınlıkta zırhlama. Zırhlama seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- Karakteristik x ışınları ve yüksek enerjili gama bileşenleri nedeniyle, Alfa yayıcılarının yüksek atom numaralı malzemeler ile zırhlaması gerektirir.
 - ♦ Ra-223 yüksek atom numaralı zırhlamaya ihtiyacı yoktur, çünkü gama bileşeni doza önemli ölçüde katkıda bulunmaz.
 - ♦ C-14 gibi pür düşük enerjili beta yayıcılar içeren solüsyonlarda, beta parçacıklarını zayıflatmak için plastik bir zırhlama gerektirir.
 - ♦ P-32 ve Y-90 gibi yüksek enerjili beta yayıcılarda içeren solüsyonlarda, beta parçacıklarını zayıflatmak için plastik bir zırhlama ve ardından yüksek bremsstrahlung radyasyonu için atom numarası yüksek zırhlama malzemesi gerektirir.
 - ♦ Er-169, Lu-177, Re-186 ve Sm-153 gibi hem beta radyasyonu hem de gama radyasyonunda içeren solüsyonlarda, yüksek enerjili gama fotonlarının zayıflatmak için kurşun zırhlama gerektirebilir.
 - ♦ Gama yayıcıların, her zaman yüksek atom numaralı malzemeler ile zırhlaması gerekir.
- Radyofarmasötik hazırlama ve uygulama alanları gibi kontaminasyon olasılığı olan çalışma alanlarında koruyucu kıyafet kullanılmalıdır. Koruyucu kıyafetler, laboratuvar önlükleri, su geçirmez eldivenler, galoşlar ve aseptik çalışma için maskeler içermelidir. Kıyafet hem kullanıcının vücudunu korumak hem de kontaminasyonun diğer alanlara transferini

önlemeye hizmet eder. Giysiler, kullanıcı belirlenen alandan ayrılmadan önce dedektörle taranmalı ve çıkarılmalıdır. Kamera odası ve enjeksiyon alanı gibi denetimli alanlar arasında hareket ederken, koruyucu giysi giyen kişi, dökülmeden şüphelenilmedikçe koruyucu giysiyi değiştirmek gerekmez. Her bir işlemten sonra eldiveni değiştirmek iyi bir uygulamadır. Koruyucu kıyafetler, personel odası gibi diğer odalara girmeden önce çıkarılmalıdır.

- Düşük enerji beta yayıcılar kullanıldığında, eldivenler, dış beta radyasyonuna karşı yeterli koruma için kalın olmalıdır.
- Eğer, x ışınları kullanılmak üzereyse ve bakıcı veya refakatçi ya da bir personelin hasta ile odada olması gerekiyorsa, hibrid görüntülemeli bir odaya (örneğin PET-BT) girerken kurşun önlük giyilmelidir. Kurşun önlükler, Tc99m'in yüksek aktivitelerinde çalışırken ve uygularken giyilebilir, ancak kullanımları önerilmemesine rağmen, diğer koruyucu önlemler daha az etkilidir (bkz. para. 4.83).
- Maşalar ve forsepsler de dâhil olmak üzere radyoaktif maddelerin uzaktan taşınması için araçlar.
- Radyoaktif atık ve radyoaktif kaynakların taşınması için kaplar.
- Uygun filtreler ve yeterli havalandırmayla donatılmış çeker ocaklar, I-131 ve Xe-133 gibi buharlaşan radyofarmasötikler için kullanılmalıdır.
- İntravenöz veya arteriyal uygulanan radyofarmasötiklerin sterilitesi korunmalıdır.

İşyeri Monitoring

İş yeri izleme, çalışma ortamında yapılan ölçümleri ve sonuçların yorumlanmasını içerir. İşyeri izleme, rutin izleme, belirli durumlar, faaliyetler veya görevler için özel izleme ve maruz kalma koşulları hakkında yapılan varsayımları kontrol etmek için doğrulayıcı izleme gibi çeşitli amaçlara hizmet eder. İş yeri izleme, çalışması öngörülebilir düşük radyasyon seviyelerine maruz kalmayı içeren personelin mesleki dozlarını doğrulamak için kullanılabilir. Bireysel olarak izlenmeyen personel için özellikle önemlidir. İşyerinde izleme, hem dış maruziyeti hem de kontaminasyonu ele almalıdır. İş yerinde izleme hakkında daha fazla bilgi kılavuz GSG-7 [23]'de verilmiştir.

Çalışanların Sağlık Taraması Ve Mesleki Maruziyetin Değerlendirilmesi

Mesleki Maruziyetin Değerlendirilmesi

İzleme ve doz değerlendirmenin amacı, çalışanların maruziyeti hakkında bilgi sağlamak ve iyi çalışma uygulamaları ve mevzuata uygunluğunu teyit etmektir. GSR bölüm 3[3] paragraf 3.100'de, "genellikle denetimli alanda çalışan veya zaman zaman denetimli alanda çalışan ve mesleki maruziyetten önemli bir doz alan herhangi bir çalışan" için bireysel takibin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bireysel takip gerektiren çalışanlar arasında nükleer tıp doktorları, diğer uzman doktorlar, radyoloji teknikerleri, medikal fizikçiler, RPO, teşhis ve tedavi için hastaya radyofarmasötik uygulayan, hazırlayan, dağıtımını yapan diğer kişiler ve radyofarmasistleri, radyoaktif atıklarla ilgilenen personel, biyomedikal ve klinik mühendisleri, bakım ve servis mühendisleri, denetimli alanda çalışan veya nükleer tıp hastaları ile zaman geçirmesi gereken veya denetimli alanlarda çalışan hemşire veya diğer personeli içerir.

İzleme, ölçümden daha fazlasını içerir. Gerekirse düzeltici önlemlere yol açabilecek yorumlama, değerlendirme, araştırma ve raporlama içerir. Bireysel dış dozlar, termolüminesan dozimetreler, optik uyarılmış lüminesans dozimetreler, radiofotolüminicent dozimetreler, film dozimetreler ve elektronik dozimetreler içeren bireysel izleme cihazları ile değerlendirilebilir. Bireysel izleme cihazları kalibre edilmeli ve standart bir dozimetri laboratuvarı takip etmelidir (bkz.daha ayrıntılı bilgi kılavuz GSG-7 [23]). Her kişisel dozimetre, o nükleer tıp tesisinde yapılan çalışmalar için yalnızca verildiği kişiyi izlemek için kullanılmalıdır ve bu kişi çalışabileceği diğer tesislere dozimetresini götürmemelidir. Takip sonuçları daha sonra belirli bir nükleer tıp tesisinde çalışan kişi için yorumlanabilir ve bu o tesisteki o kişi için koruma ve emniyet optimizasyonunun etkinliğinin uygun şekilde gözden geçirilmesini sağlayacaktır. Çoğu devletteki düzenleyici kurumlar tarafından belirtilen izleme süresi (dozimetre dağıtım periyodu) 1 ila 3 ay arasındadır. Belirli durumlarda (yeni prosedürlerin uygulanması ve yüksek doz hızlarında çalışmak) daha kısa izleme süreleri gerekebilir. Bu durumlarda, elektronik dozimetrelerin ek olarak kullanımı daha uygun olabilir.

Dış radyasyon için kullanılan, kişisel doz eşdeğeri Hp (d)'dir. Zayıf nüfuz eden radyasyon ve kuvvetli nüfus edici radyasyon, önerilen derinlikler, d, 0.07 mm ve 10 mm'dir sırasıyla. Hem zayıf nüfuz eden radyasyon hem de güçlü şekilde şekil de nüfuz eden radyasyon nükleer tıpta kullanılır. Hp(10), efektif dozu tahmini etmek için kullanılır [23].

Deri ve ekstremitelerin izlenmesi için, 0.07 mm derinlik (d=0.07) önerilir ve Hp(0.07) cilt ve ekstremiteler için doz tahmini sağlamak için kullanılır.

Radyofarmasötiklerin hazırlanması ve uygulaması gibi ellerin yüksek maruz kalma olasılığı varsa, ekstremiteler dozimetreleri takılmalıdır.

Göz merceğini izlemek için, 3 mm derinlik (d=3) tavsiye edilir ve Hp(3) göz merceği eşdeğer doz tahmini sağlamak için kullanılır. Ancak, Hp(3) kullanımı rutine bireysel izleme için yaygın olarak uygulanmamaktadır. Nükleer tıpta, genellikle göz merceği dozunun vücudun geri kalanından önemli ölçüde yüksek olmaması beklenir Her şeye rağmen, göz merceği dozunun izlenmesi dikkate alınması gerekebilir.

Nükleer tıpta çalışanlar için geçerli üç doz limiti vardır: ekstremiteler, cilt ve göz lensi için eşdeğer doz limiti ve efektif doz limiti. Bununla birlikte, nükleer tıpta hem dış radyasyona maruz hem de iç kontaminasyona maruz kalınabilir. Takılan dozimetre, sadece dış radyasyonu ölçecektir. Nükleer tıpta, dozimetreler genellikle üst gövdenin önüne veya herhangi bir koruyucu kıyafetin altına takılır.

- Hp(10)'da rapor edilen, kurşun önlüğün altına yerleştirilen tek bir dozimetre, önlük tarafından korunan vücudun bölümlerinin efektif doza katkısının iyi bir tahminini sağlar, ama vücudun (tiroid, baş ve boyun ve ekstremiteler) korumasız kısımlarının katkısını düşük olarak değerlendirir.
- Hp(10)'da rapor edilen, kurşun önlüğün üstüne takılan tek bir dozimetre, etkili dozun önemli ölçüde fazla tahminini sağlar ve uygun bir algoritma kullanılarak önlük tarafından sağlanan koruma için düzeltilmelidir [120, 122].
- (a) ve (b)'ye rağmen, nükleer tıpta, kurşun önlük altındaki tek bir dozimetre, radyasyondan korunma amaçları için yeterli olan etkili dozun

tahminini sağlar.

Nükleer tıpta, bazı çalışanlar radyoaktif maddenin yutulması, solunması veya emilmesi nedeni ile hem yüzey (cilt) kontaminasyonu hem de iç kontaminasyon riski altında olabilir. İşveren, bu kişileri tanımlamaktan ve uygun izlemeyi ayarlamaktan sorumludur (GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.102). Yüklendiği efektif doz, çalışanın toplam efektif dozunun bir parçası olarak hesaplanmalıdır [23].

Kullanılmadığı zaman, bireysel dozimetreler özel bir yerde tutulmalıdır ve hasardan veya ışınlamadan korunmalıdır.

Yeni bir tesiste veya yeni prosedürlerin uygulanmasında elektronik dozimetreler gibi doğrudan okuma, bir nükleer tıp tesisinde kullanım için düşünülmelidir çünkü bu cihazlar çalışanın hem kümülatif dozu hem de geçerli doz hızının anında gösterir, ayrıca belirli bir seviyeye ulaşıldığında alarmin çalması için önceden ayarlanmasını sağlar [23]. Bu dozimetreler, anlık okumanın tavsiye edildiği radyofarmasötik tedavilere katılan personel için ve hamile çalışanlar için de önerilir.

Personel Maruziyeti İçin Araştırma Düzeyleri

Nükleer tıpta soruşturma seviyesinin aşılması, efektif doz için ayda 0.5 mSv veya parmak dozu için ayda 15 mSv gibi önceden belirlenmiş değerlerdir. Her durumda, mesleki korumanın optimizasyonunu iyileştirmek amacıyla araştırma yapılmalı ve sonuçlar kaydedilmelidir. Araştırma düzeyleriyle ilgili ayrıntılar GSG-7 [23] verilmiştir.

Birden Fazla Yerde Çalışan Kişiler

Bazı bireyler birden fazla nükleer tıp tesisinde çalışabilir. Birden fazla nükleer tıp tesisinde çalışan herhangi bir kişi bu tesislerin her biri için lisans sahibini bilgilendirmelidir. Her lisans sahibi kendi

RPO'su aracılığı ile diğer nükleer tıp tesislerinin lisans sahipleriyle resmi temas kurmalıdır, böylece RPO'lar, her tesisde o kişinin bir dozimetresinin mevcut olmasını ve çalıştığı tüm tesislerde o kişi için mesleki dozların devam eden bir kaydının olmasını sağlayacak bir düzenleme yaparlar.

Danışman medikal fizikçiler veya servis mühendisleri gibi bazı bireyler birçok nükleer tıp tesisinde ve ayrıca diğer tıbbi radyasyon tesislerinde çalışabilirler.

Mesleki Maruziyet Kayıtları

GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.103-3.107, işverenler, tescil ettirenler ve lisans sahiplerine yüklenen yükümlülükler ve mesleki maruziyet kayıtları için ayrıntılı gereklilikler belirlemektedir. İşverenler, çalışanlarına kendi mesleki maruziyet kayıtlarına erişim sağlamalıdır (GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.106 (a)). Mesleki maruziyet hakkında daha fazlası kılavuz GSG-7 [23] 'de verilmiştir.

Çalışanlar için Sağlık Taraması

Sağlık taramasının birincil amacı, çalışanların amaçlanan görevleri için başlangıç ve sürekli uygunluklarını değerlendirmektir ve gereksinimler, GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.108 ve 3.109'da verilmektedir. Nükleer tıpla bulunan personel için iyonlaştırıcı radyasyona maruziyet ile ilgili özel bir sağlık taraması gerekli değildir. Normal çalışma koşulları altında, nükleer tıpta maruz kalınan mesleki dozlar düşüktür ve düşük dozlarda maruziyet ile ilgili bilgi veren tanı testleri olmadığından, radyasyonla ilgili özel bir incelemeye gerek yoktur. Sadece aşırı doza maruz kalan çalışanlar, doz sınırlarının çok üzerinde dozlarda (yani birkaç yüz milisievert veya daha yüksek), biyolojik dozimetre içeren özel araştırmalar ve daha ileri tanı ve tıbbi tedavi gerekli olacaktır [23]. İç kontaminasyon durumunda, alım ve

tutulmayı belirlemek için ek araştırmalar gerekebilir. Radyoaktif maddenin atılımını kolaylaştırmak veya alımını sınırlamak için müdahaleler uygun şekilde dikkate alınmalıdır. Doz sınırlarını aşan çalışanlara danışma sağlanmalı ve radyasyona maruz kalmalarından endişe duyan çalışanlara bilgi, tavsiye ve belirtilmesi halinde danışmanlık sağlanmalıdır. Nükleer tıpta, ikinci grup hamile olan veya hamile olabilecek kadınları içerebilir. Danışmanlık uygun tecrübeli ve kalifiye kişiler tarafından verilmelidir.

Bilgi, Talimat ve Eğitim

GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.110, nükleer tıp tesisiyle ilgili olarak, koruma ve güvenlik için yeterli bilgi, talimat ve eğitim sağlamada işverene sorumluluklar yükler. Bu sadece yeni personel için değil, aynı zamanda sürekli mesleki gelişimlerinin bir parçası olarak tüm personel için geçerlidir.

Hizmet Koşulları ve Özel Düzenlemeler

GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.111, mesleki olarak maruz kaldıkları için personele herhangi bir özel menfaat sağlanmamasını gerektirir. Koruma ve güvenlik önlemlerinin yerine geçen menfaatlerin önerilmesi kabul edilemez.

Hamile ve Emziren Çalışanlar

GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.114 gereksinimleri tespit etmek;

“Şüpheli hamileliğini veya emzirdiğini bildiren bir kadın işçinin işvereni, embriyo veya fetüs veya emzirilen bebeğin, halk için istenen geniş koruma seviyesine sahip olmasını sağlamak için çalışma koşullarını mesleki maruziyete göre uyarlayacaktır.”

Embriyo veya fetüs için doz sınırlaması, hamile kadının radyasyon ile çalışmaktan kaçınması gerektiği anlamına gelmez, ancak işverenin maruz kalma koşullarını hem normal maruz kalma hem de

potansiyel maruz kalma açısından dikkatle gözden geçirmesi gerektiği anlamına gelir.

Fetüs dozu, uygun pozisyona yerleştirilmiş ek bir dozimetre kullanılarak izlenmelidir (bkz.GSG-7 [23]). Kişisel elektronik dozimetreler, hamile çalışanlara ve daha sonra embriyo veya fetusa radyasyon dozlarını değerlendirmede kıymetlidir. Embriyo veya fetüs için 1 mSv doz sınırı ile ilgili olarak, embriyo veya fetüsün dozu, dış maruziyetin kişisel dozimetre ölçümünün % 25'ini aşması olası değildir.

18 Yaşın Altındaki Kişiler

Birçok devlette, 16 yaş ve üzeri öğrencilerin bulunma olasılığı vardır, ancak 18 yaşının altında, iyonlaştırıcı radyasyona mesleki maruz kalmayı içerebilecek bir radyoloji teknikeri veya başka bir sağlık uzmanı olma olasılığı vardır. GSR bölüm 3 [3], paragraf 3.116, kontrollü alanlara erişim için gereksinimleri belirlemektedir ve bu tür kişiler için doz sınırları daha kısıtlayıcıdır (bkz. GSR bölüm 3 [3] çizelge III ve Güvenlik Kılavuzu box 1).

Bir Nükleer Tıp Tesisinde Olaylara Müdahale Eden Çalışanların Korunması

Nükleer tıp uygulaması, planlı bir maruziyet durumudur ve koşullar hastaların veya personelin istenmeyen veya kazayla ortaya çıkmasına neden olan veya bunlara yol açabilecek olaylarla sonuçlandığında, bunlar hala planlı bir maruziyet durumu çerçevesinde yer alır. Hafifletici prosedürler ayrıca sorumlulukların paylaşılmasını içermeli ve periyodik olarak uygulaması gereken hafifletici önlemlerin uygulanmasında ilgili personelin eğitim ve öğretimini sağlamalıdır.

TIBBİ İŞİNLAMA İŞİNLAMA ALTINDA BİREYLERİN RADYASYONDAN KORUNMASI

Bu bölüm, biyomedikal araştırmalarda hastaların, bakıcıların, refakatçilerin ve gönüllülerin

radasyondan korunmasını kapsar. Tıbbi maruziyet bağlamında kullanıldığında "hasta" terimi, nükleer tıpta işlem gören kişi anlamına gelir. Hastalar, halkın üyeleri olarak kabul edilir ve radyasyondan korunmada paragraf 4.263-4.272 kapsamındadır.

Paragraf 2.8'de tanımlandığı gibi, tıbbi maruziyet için doz sınırları yoktur, bu nedenle gerekçe ve optimizasyon için gerekliliklerinin etkili bir şekilde uygulanması çok önemlidir.

Tıbbi Maruziyetin Gerekçelendirmesi

Tıbbi maruziyetin gerekçelendirilmesi için gereklilikler, üç seviyeli gerekçelendirme yaklaşımı içerir [4,125,126].

Bireysel Hasta için Tıbbi Maruziyetin Gerekçelendirmesi

GSR bölüm 3 [3], hem yönlendiren tıp doktorunu (nükleer tıp prosedür talebini yapan kişi) hem de nükleer tıp doktorunu içeren ortak bir kararla hasta düzeyinde gerekçelendirme için ortak bir yaklaşım gerektirir. Alternatif yöntemlerin (hem iyonlaştırıcı radyasyon içeren yöntemler hem de iyonize radyasyon içermeyen yöntemler) riskleri, yararları ve etkililiği dikkate alınmalıdır. Gerekçelendirme için nihai sorumluluk, her bir devletin düzenlemelerinde belirtilecektir.

Radyofarmasötik tedavi durumunda, gerekçelendirme için gereklilikler, tedaviye en iyi yaklaşımı belirleme tıbbi sürecin bir parçası olarak daha etkili bir şekilde uygulanır. Hasta ayrıca önerilen nükleer tıp prosedürün beklenen yararları, riski ve sınırlamaları ile prosedürü gerçekleştirilmemenin sonuçları hakkında da bilgilendirilmelidir.

Klinik senaryo için en iyi testi seçmeye yönelik kanıta dayalı bir yaklaşımdır. Bu karar verme sürecini desteklemek için yararlı araçlar, profesyonel toplumlar

tarafından geliştirilen ulusal veya uluslararası görüntüleme yönlendirme kılavuzlarını içerir [127-133, 233].

Bir hasta için nükleer tıp görüntüleme prosedürünün uygunluğunu belirlerken, sevk eden tıp doktoru tarafından aşağıdaki sorular sorulmalıdır [132];

- Önceden size herhangi bir test yapıldı mı?
- Gerekli mi?
- Şimdi gerekli mi?
- Bu klinik soruyu cevaplamak için en iyi araştırma mı?
- Klinik problem radyolojik tıp doktoruna açıklandı mı?

Nükleer tıpta gerekçe ile ilgili olarak özel bir değerlendirme için GSR bölüm 3 [3]paragraf 3.157'de tanımlanan üç belirli hasta grubu, hamile veya emziren veya pediatrik olan hastalardır.

- Embriyo veya fetüsün yüksek radyosensitivitesi nedeniyle, nükleer tıp prosedürleri uygulamadan önce bir kadın hastanın hamile olup olmadığı tespit edilmelidir. GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.176, "embriyo veya fetüs için önemli bir dozla sonuçlanabilecek herhangi bir nükleer tıp prosedürü uygulamadan önce üreme kapasitesine sahip bir kadın hastanın gebelik durumunu belirlemek için" prosedürlerin uygulanmasını gerektirir.

- ♦ Tc-99m ile yapılan çoğu tanı prosedürü yüksek fetal dozlara neden olmaz. Plesantaya geçmeyen radyonüklidler için fetal doz, maternal dokulardaki radyoaktiviteden türetilir. Plesentadan geçen ve belirli bir organ veya dokuda konsantre olan bazı radyofarmasötikler veya bunların parçalanma bileşenleri fetus

için önemli bir risk oluşturabilir. İyot izotopları ile işaretlenmiş radyofarmasötiklere özellikle dikkat edilmelidir. Diğer radyonüklidler, özellikle pozitron yayıcılar ile işaretlenmiş radyofarmasötiklerin özel olarak değerlendirilmesi gerekir. Bütün bu durumlarda, medikal fizikçi fetal dozu tahmin etmelidir. Detaylı bilgi, annenin radyonüklid alımından embriyo veya fetüsün aldığı dozlar ICRP [234] verilmektedir.

- ◆ Kural olarak, bir hamileye, uygulama hayat kurtarıcı olmadıkça radyoiodot tedavisine tabi tutulmamalıdır. Aksi takdirde, terapötik uygulama hamileliğin sonrasına ve emzirmenin herhangi bir dönemine kadar ertelenmelidir [124,235,236].
- Emziren hastalarda, gerekçe sürecinde süt yoluyla atılım ve muhtemelen memeye artan doz düşünülmelidir. Anne sütündeki radyonüklidlerin yutulmasından yeni doğan bebeklere dozlar hakkında ayrıntılı bilgi, ICRP 237 de verilmiştir.
- Çocukların radyasyona bağlı stokastik etkilere maruz kalma riski daha yüksek olduğundan, pediatrik muayeneler gerekçelendirme sürecinde özel dikkat gerektirir [233].

Hastane ve ilgili birimler, sevk taleplerine yönelik uzmanlık alanları için uygun rehberlik programları geliştirir. Nükleer tıp içinde bu rehber kurallar gerekecektir. Uzman hekim tarafından tetkik için sevk edilen hastaların yanında, herhangi bir kişinin, bir sağlık uzmanından sevk almadan radyolojik bir prosedür izlemesi ile 'Bireysel sağlık değerlendirmesi'

talep edebilir. Bu, genelde iş başvuruları, genel sağlık taramaları ya da adli durumlar için duyulan gereksinim olabilir. Genelde bu durum Nükleer tıp prosedürleri için yaygın değildir, ancak tüm radyolojik prosedürlerde olduğu gibi, bu tür bir durum için gerekçe gereklidir [136]. Farkındalığı artırma büyük önem taşır. Denetim süreçlerini geliştirmek için izleme ve geri bildirimde kullanılmaktadır.

Biyomedikal araştırma gönüllüleri için tıbbi maruziyetin gerekçesi;

Biyomedikal araştırma programının bir parçası olarak maruz kalan gönüllülerin tıbbi maruziyetinin gerekçelendirilmesinde etik komitenin rolü 2.99. paragrafında açıklanmaktadır.

Hasta bakıcı ve refakatçiler için tıbbi maruziyetin gerekçesi;

Üç basamaklı gerekçelendirme yaklaşımı hasta bakıcı ve refakatçiler için geçerli değildir. Bunun yerine, GSR Bölüm 3'ün paragraf 3.155'inde [3] belirtildiği üzere maruziyetten kaynaklanan bazı net faydaların, örneğin bir çocukta tanı prosedürünün başarılı bir şekilde yerine getirilmesinin sağlanması zorunluluğu vardır. Bununla birlikte hasta bakıcı ve refakatçilerin tıbbi maruziyetinin gerekçelendirilmesi gerekmez, ancak radyasyondan korunma ve dikkate alınan prosedür için radyasyon riskleri hakkında bilgi verilmelidir.

Koruma Ve Emniyetin Optimizasyonu

Tıbbi maruziyette, korunma ve güvenliğin optimizasyonun da, bazıları doğrudan gerçekleştirilmek üzere olan radyolojik prosedüre uygulanabilir. Optimizasyon sürecindeki kilit personel radyolojik tıp doktoru, tıbbi radyasyon teknolojisi uzmanı ve tıbbi fizikçidir.

Tasarımla İlgili Konular

Gama kameraları, SPECT-CT ve PET-CT cihaz ve aksesuarları, yeterli tanı bilgileri elde edilmesine uygun ve dozların tıbbi maruziyet doz sınırlarının düşük tutulmasını kolaylaştıracak şekilde tasarlanmalı ve üretilmelidir.

Operasyonel Hususlar: Genel

Nükleer tıp ve diyagnostik prosedürler için hasta korumasını GSR Bölüm 3 [3] 3.163 paragrafı ve radyofarmasötik tedavi prosedürleri için GSR Bölüm 3 [3] 3.165 paragrafını optimize edecek şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Aşağıdaki noktalar, teşhis veya tedavi prosedürleri geçiren tüm nükleer tıp hastaları için geçerlidir;

- Hasta adının, doğum tarihinin, adresinin ve tıbbi kayıt numarasının, örneğin en az iki, tercihen üç doğrulama formunun doğru tanımlanması için etkili bir sistem olmalıdır.
- Yaş, cinsiyet, vücut kütlesi, boy, gebelik ve emzirme durumu, mevcut ilaçlar ve alerjiler gibi hasta detayları doğru şekilde kaydedilmelidir.
- Hastanın klinik geçmişi gözden geçirilmelidir.

Operasyonel Hususlar: Tanısal Görüntüleme

Prosedür için, klinik bilgileri en üst düzeye çıkarmak için yazılı bir protokol hazırlanmalıdır. Bazı hastalarda, özel ihtiyaçları veya tüm bileşenlerin kullanılamaması nedeniyle protokollerden sapmalar gerekli olabilir. Bu gibi durumlarda, uzman hekimin bu karar için geçerli nedenleri olmalıdır.

Tanısal nükleer tıp prosedürlerinde görüntü kalitesi ve hasta dozu arasındaki ilişkiyi birçok faktör etkilemektedir [62, 204, 205, 209, 238-240]. Bu faktörler şunları içerir;

- Çocuklar ve organ fonksiyon bozukluğu olan hastalar için özel gereksinimler dikkate alınarak,

mevcut en iyi radyofarmasötik ve aktivitesinin uygun seçimi.

- Yapılacak çalışmaya özgü hasta hazırlama gerekliliklerine uyma. Örnekler arasında şunlar yer almaktadır;
 - ♦ İncelenmeyen organlardaki alımın engellenmesi ve uygulanabilir olduğunda hızlandırılmış boşaltım için yöntemlerin kullanılması.
 - ♦ Şlemin sonucunu etkileyebilecek ilaçların, yiyeceklerin veya maddelerin çekilmesi.
 - ♦ Doğru hidrasyon.
- Radyofarmasötiklerin spesifik organlarda tutulması, prosedüre ters bir şekilde müdahale etmedikleri zaman diüretikler veya safra kesesi uyarıcıları gibi ilaçlardan etkilenebilir. Bu yöntem bazen muayenenin özgüllüğünü arttırmak için kullanılır, ancak radyasyondan korunma üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir, örneğin renografide 'diüretik zorluğun kullanılması'.
- Tanısal prosedürlere tabi tutulan çocuklar için, uygulanan aktivite miktarı uluslararası veya ulusal kılavuzlarda tarif edilen metodolojiler kullanılarak seçilmelidir [62, 204, 205, 209, 238, 241-243].
- Uygun görüntü elde etme parametrelerinin kullanımı;
 - ♦ Kolimatör, matrisi, enerji pencereleri, zoom, kare başına süre ve görüntüleme mesafesi uygun seçilmesi.
 - ♦ PET sistemleri için bu, 2-B ve 3-B kazanımları, matris boyutu, görüş alanı, süresi, zayıflama düzeltmesi, dilim çakışması, saçılma düzeltmesi ve tesadüf

zamanlamasını içerebilir.

- Uygun yeniden yapılandırma parametrelerinin kullanılması ve görüntü düzeltmelerinin uygulanması.
- İlgilenilen bölge analizi, zaman-aktivite eğrisi üretimi, görüntü yeniden biçimlendirme veya doku alım oranları gibi klinik ihtiyaca özgü nicel ve nitel parametrelerin kullanılması

Operasyonel Hususlar: Radyofarmasötik Tedavi

Gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanmış radyofarmasötik tedavi türü için protokoller GSR Bölüm 3 [3] paragraf 3.165 referans alınarak oluşturulmalıdır.

Teşhis amaçlı ve terapötik nükleer tıp prosedürleri için, aşağıdaki hükümler uygulanmalıdır;

- Hastalara radyofarmasötik tedavi ve aile üyelerinin ve halkın maruziyetinin nasıl en aza indirileceği hakkında sözlü ve yazılı bilgi ve talimatlar verilmeli ve tedaviden sonra hamilelik ve doğum kontrolü hakkında tavsiye verilmelidir [21, 204, 246-249].
- Hasta kusması ve dışkısı nedeniyle kontaminasyonun yayılmasını önlemeye özel dikkat gösterilmelidir.
- Terapötik dozlarda radyofarmasötiklerin uygulanmasından sonra hastaların salıverilmesi için bir protokol hazırlanmalıdır.
- Ortaya çıkan doz, uzman hekim tarafından belirtilen değerlerin üstünde veya altında olduğunda GSR Bölüm 3 [3] paragraf 3.180'e uygun olarak yapılacak eylemler için bir protokol hazırlanmalıdır.

Terapötik bir radyofarmasötiğin uygulanmasından hemen önce, uygun olduğu üzere aşağıdaki bilgiler, tercihen iki kişi tarafından doğrulanmalıdır;

- Radyofarmasötik etiket üzerindeki doz reçeteyle eşleşir,
- Hastanın kimliği iki bağımsız yolla,
- Radyonüklidin kimliği,
- Radyofarmasötikin kimliği,
- Toplam faaliyet,
- Kalibrasyon tarihi ve saati.

Uygulanan aktivite, doz kalibratörü ile ölçülerek doğrulanmalı <% 5 sapma olmadığı belirlenmeli ve ölçülen değer kaydedilmelidir. Radyofarmasötik tedavi gören hastalar, tıbbi personelin yakın veya doğrudan teması en aza indirmenin gerekli olacağı konusunda önceden bilgilendirilmelidir. Terapötik uygulamalardan sonra kadın ve erkek hastaya gebe kalmanın kaçınılması gerektiği dönemlere ilişkin bilgiler verilmelidir [238]. İyonik kimyasal formlarda nispeten uzun ömürlü radyonüklidlerin terapötik dozlarının erkek hastalara uygulanması, bu radyonüklidlerin ejakülatta ve spermde daha büyük miktarların varlığı nedeniyle olası bir endişe kaynağıdır. Tedaviden (P-32 (fosfat), Sr-89 (klorür), I-131 (iyodür), Ra-223 (klorür)) sonrası dört ay cinsel aktivitelerden kaçınmaları tavsiyesinde bulunmak akıllıca olabilir [238, 249, 257]. Hamile olan veya gebe olabilecek hastalara tedavi için radyofarmasötiklerin uygulanmasından genellikle kaçınılmalıdır. Fetusun korunması, daha küçük uygulanan aktiviteler ve daha uzun görüntüleme süreleri kullanılarak optimize edilebilir. Diğer radyofarmasötikler (iyot veya galyum gibi) durumunda, fetüse dozun hesaplanması ve risk tahmini gerekli olabilir. Böbrekler tarafından hızla elimine edilen radyofarmasötikler söz konusu olduğunda, mesane fetal ışınlamanın ana kaynağıdır. Bu tür radyofarmasötiklerin uygulanmasından sonra, bol miktarda sıvı içmek ve sıklıkla mesaneyi boşaltmak

teşvik edilmelidir. Bir tarama için I-131 uygularken hastanın hamile olup olmadığının belirlenememesi, fetüsün ciddi şekilde kazara radyasyona maruz kalmasına yol açabilir. Özellikle PET-BT veya SPECT – BT incelemelerinde BT kullanımı da önemlidir. Gebe bir hasta için PET-BT veya SPECT-BT taraması belirtildiğinde, düşük doz BT protokolleri kullanılmalı ve tarama alanı en aza indirilmelidir. Gebe olan veya olabilecek hastalarla PET görüntülemeye florodeoksiglukoz (FDG) veya diğer radyofarmasötiklerin kullanımında, daha düşük aktivitesi düşünülmelidir [62, 258].

Operasyonel Hususlar: Emzirme

Kadın hastalara, radyofarmasötiklere bağlı olarak, emzirmenin bir süre için kesilmesi veya hatta uygulanmasını takiben durdurulması gerekebilir. Kesinti dönemindeki süt atılmalıdır [235, 236, 238, 259].

Kalibrasyon

Hastaların dozimetrisi ve cihaz kalibrasyonu için radyoaktif kalibrasyon kaynakları gerekliliği GSR Bölüm 3 [3] paragraf 3.167 de verilmiştir. Nükleer tıpta, kalibrasyon sorumluluğu nükleer tıp tesisinin tıbbi fizikçisine verilir [230, 260].

Hastaların Dozimetrisi: Tanı Prosedürleri

Bir tesisteki tipik dozların bilinmesi, koruma ve güvenliğin optimizasyonunun bir parçası olarak doz azaltma yöntemlerinin uygulanmasının temelini oluşturur. Uygulanan aktivite (MBq cinsinden), teşhis amaçlı nükleer tıpta doz için en yaygın kullanılan birimdir. Nükleer tıp tesislerinde prosedürler, koruma ve güvenliğin optimizasyonunun temeli daha iyidir. Nükleer tıpta, vücut kütlesi birimi başına uygulanan (MBq/kg) ayarlanır. Hastanı kilosu doz üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Genellikle ± 20 kg aralığındaki

ortalama 70 kg'lık bir kütleyle dayanan 'standart yetişkinleri' içerir. Çocuklar için gruplamalar bazen yenidoğan (0 yaş), bebek (1 yıl), küçük çocuk (5 yıl), çocuk (10 yaş) ve genç (15 yaş) gibi yaşa dayanmaktadır, ancak daha yeni boyuta özgü gruplar vücut kütle aralıkları kullanılarak tavsiye edilir ve kullanılır [14, 242]. Hibrid sistemler söz konusu olduğunda, X ışınlarının ve radyonüklidlerin her birinden gelen katkı hesaplanmalı ve birleştirilmelidir [238, 259, 261-265].

Hastaların Dozimetrisi: Radyofarmasötik Tedavi Prosedürleri

GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.168. paragrafında belirtildiği üzere, nükleer tıp tesislerinin terapötik radyolojik prosedürleri için tipik dozlar belirlemesini gerektirir. Terapi radyofarmasötiklerinden dozların belirlenmesi için metodolojiler ayrıntılı olarak verilmiştir [238, 252, 254–256, 266–272].

Teşhis Referans Seviyeleri

GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.168 ve 3.169 paragrafları, açıklandığı gibi bir nükleer tıp tesisinde teşhis prosedürleri için hasta dozimetrisi araştırmalarının yapılmasını gereklidir. Amaç, belirli bir teşhis için nükleer tıbbi prosedürlerinin tipik dozun veya aktivitenin uygunluğu doğrulanmalıdır.

Tıbbi Maruziyetler İçin Kalite Güvencesi

GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.170 nolu paragrafı, nükleer tıp tesislerinin tıbbi maruziyet için kapsamlı bir kalite güvence programına sahip olmasını gerektirmektedir. Ayrıca tıbbi maruziyetler için kalite güvence programının tesisteki daha geniş yönetim sistemine uyması ve bu sistemin bir parçası olması gerektiği bilinmelidir. Tıbbi maruziyetler için kalite güvence programının amacı, nükleer tıp tesisinde koruma ve güvenliğin başarılı bir şekilde optimize edilmesine

yardımcı olmak ve istenmeyen ve kazara tıbbi maruziyetlerin oluşumunu en aza indirmektir. Tıbbi maruziyetler için kalite güvence programının karmaşıklığı nükleer tıp tesisinin türüne bağlı olacaktır. Kalite kontrol testlerinin sonuçları belirlenmiş tolerans sınırları ile karşılaştırılmalıdır.

Doz Kısıtlamaları: Hasta Bakıcılar Ve Refakatçiler

Nükleer tıp tetkik prosedürleri, özellikle çocuklar ve engelli hastalar için hasta bakıcı veya refakatçi yardımı ile daha iyi gerçekleştirilebilir. Maruziyet dozları SPECT görüntülerinde hasta bakıcı ve refakatçi için düşük doz iken PET görüntülemesinde maruziyet dozu önemsiz değildir. Ayrıca, nükleer tıpta, tedavi prosedüründen sonra hasta bakıcı ve refakatçiler için maruziyet dozları eklenir. Bu maruziyet tıbbi maruziyet olarak tanımlanır ve bu nedenle doz sınırlarına tabi değildir. Bununla birlikte, GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.153 ve 3.173 paragraflarında belirtildiği üzere, hasta bakıcıların ve refakatçilerin, radyasyondan korunma ve güvenliğin optimizasyonu özellikle bu süreçte doz kısıtlamalarının kullanımı sağlanmasını gerektirmektedir. Önlemler radyasyondan korunma için temel yöntemleri kullanılmalıdır (zaman, mesafe, zırhlama ve kontaminasyonun yayılmasını en aza indirmek için önlemler).

Protokoller aşağıdakileri içermelidir;

- Hasta bakıcı veya refakatçi olarak kimlerin kabul edilebileceğini belirleyen kriterler;
- Hasta bakıcı veya refakatçinin makul olarak ulaşılabilir kadar düşük bir doz almasını sağlama yöntemleri;
- Uygulanacak doz kısıtlamalarının değerleri.

Nükleer tıp prosedürü sonrası hastaya destek ve bakım sağlamak hasta bakıcı ve refakatçilere

radyasyondan korunma bilgilendirmesi yapılmalıdır. İyot ile radyofarmasötik tedavi durumunda, hastanede olan hastalar ve taburcu hastalara ile geçirilen zaman ve hastaya yakınlık, fiziksel teması en aza indirme ve yiyecek veya içecek paylaşmama talimatları [21, 246]'da verilmiştir.

Doz Kısıtlamaları: Biyomedikal Araştırmalarda Gönüllüler

Onaylanmış araştırma programına gönüllü katılan bireyler için nükleer tıp prosedürleri için doz kısıtlamalarının belirlenmesi gereklidir.

Hamile Hastalar

Gebe olan hastalar, radyasyondan korunma konusunda özellikle dikkate alınması gereken özel bir hasta alt grubu oluşturur. Hastanın hamile olup olmadığı bilinmiyorsa, GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.175 ve 3.176 paragraflarında gerektiği gibi, hamilelik durumunun bilinmesi çok önemlidir. Nükleer tıp tesisinin tüm giriş kapılarında uluslararası kurumlar tarafından belirlenmiş "Hamile ve Hamilelik Şüphesi Olanlar Giremez" yazılı ve resimli işaret etiketleri konulmalıdır.

Emziren hastalar

Emziren hastalar, nükleer tıpta radyasyondan korunma konusunda özellikle dikkate alınması gereken özel hasta grubunu oluştururlar. Bu nedenle, GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.175 ve 3.176'da gerektiği gibi, nükleer tıp tesisinde hastalarının emzirme durumunu bilmesi önemlidir.

Radyofarmasötik Tedaviden Sonra Hastaların Gönderilmesi

GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.178'de, nükleer tıp tesisinin radyofarmasötik tedavi gören hastaların gönderilmesini yönetecek düzenlemelere sahip olmasını belirlemektedir. Nükleer tıp tesisinde

medikal fizikçi veya RKS, bir hastanın hastaneden gönderilmeden önce, hastada kalan radyoaktivitenin, kamu dozu sınırlarını aşmayacağı ve hem halk üyeleri, hem de bakıcılar ve refakatçiler için ilgili doz kısıtlamalarını aşma olasılığı olmayacağını belirlemelidir.

İstenmeyen ve Kazara Tıbbi Maruziyet

İstenmeyen ve Kazara Tıbbi Maruziyetin Önlenmesi

GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.179'da belirtmektedir;

Lisans sahibi, insan, ekipman veya yazılım hatası sonucu, kaynaklanan istenmeyen veya kazara tıbbi maruz kalma olasılığını en aza indirmek için tüm uygulanabilir önlemlerin alınmasını sağlayacaktır. Kaza ile oluşabilecek tıbbi maruziyet oma olasılığını en aza indirmek aşağıdakilerle sağlanabilir;

- Kritik noktalara güvenlik bariyerlerinin getirilmesi. Radyofarmasötik ve yapılacak aktivitenin iki kez kontrol edilmesi ve hastanın doğru tanımlanması gibi durumları içerebilir.
- Her zaman farkında ve dikkatli çalışma kültürünü teşvik etmek.
- Her işlem için ayrıntılı protokol ve prosedürlerin sağlanması.
- Uygun seviyede yetiştirilmiş ve eğitim almış verimli personel ve etkili organizasyon sağlamak.
- Nükleer tıp hizmeti veren tüm personel için uygulamalarda sürekli mesleki gelişim ve uygulamalı eğitim ve öğretim,
- Nükleer tıp tesisindeki tüm personel görev tanımı, sorumluluklarının açıkça tanımlanması.

İstenmeyen ve Kazara Tıbbi Maruziyetlerin Araştırılması

Tetkik veya tedavi sırasındaki %10'dan büyük sapmaların büyük ölçüde farklı olduğu kabul edilir. Bu tür tespiti için açık prosedürlere sahip bir sistem kurulmalıdır.

GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.180-3.181'de, gerektirdiği gibi istenmeyen ve kazara tıbbi maruziyetin araştırılmasının üç ana amacı vardır. Birincisi, etkilenen hastalar için sonuçları değerlendirmek ve gerekirse iyileştirici ve sağlık hizmetleri sağlamaktır. İkincisi, neyin yanlış gittiğini ve nükleer tıp tesisinde tekrar etme olasılığının nasıl önleneceği veya en aza indirileceği saptamaktır (yani, tesisin yararı ve hastanın yararı için soruşturma). Üçüncü amaç, diğer kişilere veya diğer nükleer tıp tesislerine bilgi vermektir. Düzenleyici kurum ve/veya sağlık otoriteleri, kendilerine bildirilen önemli olaylar ve alınan düzeltici faaliyetler hakkında bilgi yayınlabilir, böylece diğer tesisler bu olaylardan öğrenebilir.

Kayıtlar Ve Değerlendirme (Review)

Nükleer Tıp Değerlendirme

Nükleer tıp değerlendirmeleri, hasta yönetiminde tanısal prosedürlerinden kaynaklanan sonuçları, teknoloji, radyofarmasötik verimlilik ve maliyet üzerindeki etkisini dikkate almalıdır.

Kayıtlar

GSR bölüm 3 [3] paragraf 3.183-3.185, personel kayıtlarının, kalibrasyon, dozimetri ve kalite kontrol kayıtlarının ve tıbbi maruziyet kayıtlarının tutulmasına ilişkin gereklilikleri belirler.

KAMUYU RADYASYONDAN KORUNMA

Toplumda radyasyona maruz kalma, nükleer tıp tesislerinde gerçekleşen teşhis ve tedavi sonrası hastaların toplum içindeki hareketlerinden

kaynaklanabilir. Diğer bir durumda radyoaktivite uygulanmış hastalara, bakım ve yardım hizmeti veren yardımcı sağlık personeli ve hasta yakınlarının radyasyona maruz kalması olarak belirtilebilir. Ancak bu durum toplumda radyasyona maruz kalma olarak değil, tıbbi maruziyet olarak kabul edilir. Radyoaktif atıkların yönetimi sırasında da toplum radyasyon maruziyeti düşük olasılıklıdır.

Tıbbi Tesiste Halk Bireyleri

Nükleer tıpta teşhis veya tedavi prosedürü gerçekleşmediği süre boyunca kişi (radyofarmasötikler uygulanmadan önce) bekleme odasında otururken, halk bireyi olarak kabul edilir. Hastalara, bakım ve yardım hizmeti veren yardımcı sağlık personeli ve hasta yakınları için benzer şekilde, dâhil oldukları nükleer tıp prosedüründen kaynaklananlar dışındaki maruziyetler de kamu maruziyeti olacaktır.

Harici Maruz Kalma ve Kontaminasyon

Toplumu dış maruziyetten korumak için birincil araç, nükleer tıp tesisinde tüm bitişik alanlar dâhil olmak üzere, zırlama yapılmasıdır. . Radyofarmasötik uygulanan hastalar, nükleer tıp tesisinde ve gönderildikten sonra halk bireylerini radyasyona maruz bırakabilirler. Nükleer tıp tesisinde, RPO halkın herhangi bir bireyin maruziyetinin, kamu dozu sınırından daha düşük ve tercihen uygulanabilir herhangi bir doz kısıtlamasından daha düşük olmasını sağlayacak kurallar oluşturmalıdır.

Erişim Kontrolü

Radyasyon alanlarına erişimde, ziyaretçilerin dozlarının halk dozu sınırlarının ve kısıtlamalarının altında olmasını sağlamak için kontrol edilmelidir. GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.128. Paragraf, ziyaretçilerin kontrollü alanlara veya denetimli alanlara erişiminin

kısıtlanmasını gerektirir. İstisnai durumlarda, bir ziyaretçinin kontrollü bir alana girmesine izin verilebilir, ancak koruma ve güvenlik önlemlerini bilen bir personel eşlik etmelidir. Bu tür istisnaların ne zaman gerçekleşebileceğini ve ziyaretçiye kimin eşlik edebileceğini belirleyen yazılı prosedürler hazırlanmalıdır. Her durumda, hamile veya emziren kadınlara özel önem verilmelidir.

Halk Bireyleri

Tanısal nükleer tıp prosedürleri geçiren hastaların saliverilmesi için halkın maruz kalması konusunda genellikle herhangi bir kısıtlama yoktur. Hastalara, artık radyoaktivitenin ortadan kaldırılmasını (örneğin bol miktarda sıvı içmek ve mesaneyi sık sık boşaltmak gibi) ve gerektiğinde halkın hassas üyeleriyle (küçük çocuklar ve hamile kadınlar) uzun süreli temastan kaçınmak için önlemler alınmalıdır.

Radyofarmasötik tedavi alan hastalar kamuya açık alanlar da ve toplu taşıma araçlarını kullanması ile halk bireylerindeki maruziyeti artırır. Bu hasta grubu için RKS'ler hastasının taburcu sonrası halk maruziyetinin, kamu doz sınırından daha düşük ve tercihen uygulanabilir herhangi bir doz kısıtlamasından daha düşük olmasını sağlayacak kurallar oluşturmalıdır. Daha ayrıntılı bilgi referans 21, 246, 247 verilmiştir.

Nükleer Tıp Prosedüründen Geçmiş Bir Hastanın Ölümü

Özellikle radyofarmasötik tedavi uygulanan bir hastanın ölümünden sonra önlem alınması gerekebilir. Bu önlemler, otopsi, yıkama, defin veya benzeri temas koşullarına yönelik olmalıdır. Ayrıntılı rehberlik referans 21, 246'da verilmiştir. Kültürel veya etik kaygılar gibi diğer hususlar da dikkate alınmalıdır. Düzenleyici kurumlar bu gibi durumlarda rehberlik sağlamalıdır.

Radyoaktif Atık

Halkın maruziyetinde bir diğer potansiyel yol radyoaktif atıklardır; dolayısıyla GSR Bölüm 3 [3]'de paragraflar 3.131–3.134 ve gereksinim 31'de belirtildiği üzere, radyoaktif madde tahliyesi ve radyoaktif atıkları yönetmek için sistem ve prosedürlerin uygulanmasını gerektirir. Nükleer tıp tesislerine uygulanabilen radyoaktif atıkların yönetimi hakkında ayrıntılı rehberlik, IAEA Güvenlik Standartları Serisi No. SSG-45, Radyoaktif Atıkların Tıp, Sanayi, Tarım, Araştırma ve Eğitimde Radyoaktif Materyal Kullanımı Yönetimi referans 277 'de verilmiştir.

İşlem, radyonüklitlerin (başlangıç aktivitesi ve fiziksel yarılanma ömrü) ve atığın fiziksel formunun bozulması için beklenen süreye göre atıkların gruplandırılmasını (ayrıştırılmasını) gerektirir. Farklı fiziksel formlara örnekler;

- Kalıntı radyoaktivite içerebilen şişeler,
- Ayrışmaya uğrayacak olan biyolojik atıklar,
- Sterilizasyon gerektiren bulaşıcı atıklar,
- Personelin yaralanmasını önlemek için ayrı kaplarda toplanması gereken kırık cam eşyalar, şırıngalar ve iğneler,
- Hasta yatak çarşafı ve giysiler (terapötik uygulamalar),
- Sıvı sintilasyon çözeltileri.

Nükleer tıptaki belirli durumlar için pratik tavsiyelerin bir özeti aşağıdaki gibi verilebilir;

- Mo-99 jeneratörler: Kullanım sonrası tedarikçiye geri verilmesi,
- Kullanılmış enjektör ve iğneler: Bunlar radyofarmasötiklerin hazırlanması ve enjeksiyonu için kullanılan odalarda kurşun atık kutuları içine yerleştirilmiş kaplarda toplanabilir.

Kap dolduğunda, sızdırmaz hale getirilmeli ve atık tarihi üzerinde belirtilmelidir.

- Tc-99m, Ga-67, In-111, I-123, I-131, P-32, Sr-89 ve TI-201 kalıntıları içeren şişeler: Enjektörler için benzer bir prosedür oluşturulmalıdır, ancak ayırma işlemin radyonüklidin fiziksel yarı ömrüne dayanmalıdır.
- Eldivenler kağıt yada plastik bardaklar: Sıcak oda ve enjeksiyon odalarında bulunan kurşun atık kapları içindeki plastik torbalarda toplanmalıdır. Bir torba dolduğunda mühürlenmelidir. Bozulma süresi bekledikten veya uygun izlemeyle, kontrolden sonra radyoaktif olmayan atık olarak işlenebilir.
- Kalibrasyon için kapalı kaynaklar: Aktivite ölçüm cihazlarının kalibrasyonu için, gama kameraları ve sayaçlarının kalite kontrolü ve görüntülerin anatomik işaretlemesi için kullanılan bu kaynaklar, RKS tarafından belirlenen ve ulusal düzenleyici kurum tarafından yetkilendirilmiş kurum veya kuruluşlara teslim edilir.
- Karbon ve hidrojen izotopları: Organik çözeltilerdeki C-14 ve H-3aktiviteleri genellikle radyoaktif olmayan atık olarak işlenebilir. Bazı durumlarda, potansiyel toksisite nedeniyle özel önlemler uygulanabilir ve uygun biyolojik tehlike önlemleri alınmalıdır.
- I-131 içeren kanalizasyon atıkları: Teşhis hastaları için kanalizasyon atığı toplanmasına gerek yoktur ve sıradan tuvaletler kullanılabilir. Tedavi hastaları için politikalar farklı Devletler için farklılık gösterir, ancak prensipte kullanılan yaklaşımlar seyreltme veya bozulma yöntemlerini takip eder (örneğin, dışkı toplayarak ve depolayarak veya bir geciktirme

tankında bekleterek tahliye boruları olan tesisler tasarlayarak). Daha detaylı bilgi referans 21, 246, 278'de verilmiştir.

- Radyonüklid tedavisonrası hastanın evdeki atık yönetimi: Daha detaylı bilgi referans 21, 246, 247'de verilmiştir.

İzleme ve Raporlama

GSR Bölüm 3 [3]'ü ve paragraf 3.137 de nükleer tıp tesisi tarafından izleme ve raporlama açısından yerine getirilmesi gereken şartları belirlemektedir. Nükleer tıp tesisinde aşağıdaki prosedürler uygulanmalıdır;

- Halk maruziyeti gerekleri yerine getirilir ve her tür maruziyet değerlendirilir,
- Radyoaktif atıkların çevreye verilme gereklilikleri yerine getirilir,
- İzleme programlarının sonuçlarının kayıtları tutulur.

Nükleer tıptan kaynaklanan halk maruziyetini izleme programı, halka açık olan nükleer tıp tesisinin içinde ve çevresindeki alanlarda doz değerlendirmesini içermelidir. Doz değerlendirmelerinin kayıtları, ilgili yasal gereklilikleri karşılayan süre boyunca tutulmalıdır. Bu kayıtları saklanması için önerilen süre yedi ila on yıldır.

KAZALARIN ÖNLENMESİ VE AZALTILMASI

Potansiyel Maruziyetin Güvenlik Değerlendirmeleri

GSR Bölüm 3 [3]'ün 3.29-3.36 paragraflarında belirlenen güvenlik değerlendirmeleri gerekliliklerine uymak için, tescil ettirenin veya lisans sahibinin nükleer tıp tesisinin tasarım ve işletmesinin tüm aşamalarına uygulanan bir güvenlik değerlendirmesi yapması gerekmektedir. GSR Bölüm 3 [3] 'de paragraf 3.29, "sorumlu kişi veya kuruluştan, düzenleyici kurum tarafından gözden geçirilecek ve değerlendirilecek bir

güvenlik değerlendirmesi sunması istenecektir." Potansiyel maruziyetin güvenlik değerlendirmesi sistematik olmalı, potansiyel maruz kalmaya yol açabilecek istenmeyen olayları tanımlamalı, olasılıklarını ve potansiyel sonuçlarını dikkate almalıdır (nükleer tıpta kazara maruz kalmaya neden olan tipik nedenlerin ve katkıda bulunan faktörlerin bir özeti için Ek 1'e bakınız).

Güvenlik değerlendirmesi aşağıdaki durumlarda revize edilmelidir;

- Yeni veya modifiye edilmiş radyofarmasötikler, ekipman veya aksesuarları tanıtıldığında,
- İş yükündeki değişiklikler dâhil, operasyonel değişiklikler meydana geldiğinde,
- Operasyonel deneyim, kazalar veya hatalar hakkındaki bilgiler, güvenlik değerlendirmesinin gözden geçirilmesi gerektiğinde.

4.286. Nükleer tıptaki güvenlik değerlendirmeleri, tesisindeki teşhis ve tedavi için radyofarmasötiklerin kullanımındaki tüm adımların dikkate alınmasını içermelidir;

- Paketten çıkarma ve depolama dâhil olmak üzere radyofarmasötiklerin sipariş edilmesi, taşınması ve alınması,
- Hastalara radyofarmasötiklerin hazırlanması ve uygulanması,
- Çok miktarda radyoaktif madde alan tedavi hastalarının muayenesi, tedavisi ve bakımı,
- Radyoaktif atıkların depolanması ve taşınması.

Kazaların Önlenmesi

Kazayı önlemek, potansiyel maruziyetten kaçınmanın en iyi yoludur ve GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.39-3.42 paragrafları, bunu için iyi mühendislik uygulamaları, derinlemesine savunma ve tesis bazlı düzenlemeler için gereklilikleri belirler.

Lisans Alanlar

- Emniyet sistemlerinin güvenilirliğinin değerlendirilmesinde (idari ve operasyonel prosedürler, ekipman ve tesis tasarımı dahil) tespit edilen olaylarla yönelik engelleyici önlemler indirgenerek belirlenmelidir.Örneğin, kaynakların hırsızlığı karşı kilitli bir odada ve kontrollü bir alan belirlenebilir.
- Operasyonel deneyim, kaza ve hatalardan ders alınmalı. Bu bilgiler eğitim, bakım ve kalite güvence programlarına dâhil edilmelidir.

Kazaların Sonuçlarının Hafifletilmesi

GSR Bölüm 3 [3] 'ün 1.20 paragrafı şunları belirtir; "Potansiyel maruziyetin değerlendirilmesinde dikkate alınan bir olay ya da olay dizisi gerçekten meydana gelirse acil bir maruziyet durumu olarak değerlendirilebilir."

Nükleer tıp tesisi için güvenlik değerlendirmesinde tanımlanan olaylara dayanarak, sorumlulukların ve kaynakların tahsisi, prosedürlerin geliştirilmesi ve uygulanması, eğitim ve periyodik tedariki içeren potansiyel maruziyetle ilgili olaylar için hafifletici prosedürler hazırlanmalıdır.

GSR Bölüm 3 [3] 'ün 3.43 paragrafı şunları belirtir; "Güvenlik değerlendirmesi, işçileri veya halk bireylerini etkileyen bir acil durum olasılığını gösteriyorsa, lisans sahibi çevrenin korunması için bir acil durum planı hazırlayacaktır."

Tehlikeyle orantılı acil durum düzenlemeleri ve prosedürleri, GSR Bölüm 7 [7], GSG-2 [8] ve GS-G-2.1 [9] da belirtildiği şekilde oluşturulmalıdır.

Bir nükleer tıp tesisinde önleyici prosedürler kapsamlı, ancak aşağıdakilerle sınırlı olmamalıdır;

- Düşük olasılıklı kazalar da dahil olmak üzere önleyici eylemleri,

- Kaza durumunda, görevli personelin iletişim bilgilerini de kapsayan sorumlu kişiler,
- Önleyici prosedürleri ve acil durum prosedürlerini uygulamadaki tüm personelin sorumlulukları (örneğin nükleer tıp doktorları, tıbbi fizikçiler, nükleer tıp teknoloji uzmanları ve RKS),
- Önleyici prosedürleri ve acil durum prosedürlerini gerçekleştirmek için gerekli ekipman ve aletler,
- Eğitim ve periyodik egzersizler,
- Kayıt ve raporlama sistemleri,
- Hasta, personel ve halkın gereksiz radyasyon dozlarını önlemeye yönelik acil önlemler,
- Kişilerin etkilenen bölgeye erişimini önleyici tedbirler,
- Çeker ocaklardan ve oda havalandırma sistemlerinden sızıntı da dahil olmak üzere, kirlenmenin yayılmasını önleyici tedbirler.

Dekontaminasyon kitleri, önleyici prosedürlerin ve acil durum prosedürlerinin uygulanması için hazır bulundurulmalıdır. Bunlar aşağıdakileri içermelidir;

- Koruyucu giysiler, örneğin galoşlar ve eldivenler,
- Dökülmeleri silmek için emici malzemeler dahil, etkilenen alanlar için dekontaminasyon malzemeleri,
- Kişiler için dekontaminasyon materyalleri,
- Uyarı notlar ve bariyer bandı,
- Taşınabilir izleme ekipmanı,
- Bant, etiket ve kalemlerle birlikte atık torbaları.

Bu tür nükleer tıp olaylarına veya acil müdahale faaliyetlerine katılan işçilerin maruziyetleri, mesleki maruziyet doz sınırlarının altında tutulmalıdır. Bununla birlikte, bu doz sınırlarının aşıldığında, acil durum çalışanları GSR Bölüm 3 [3] bölüm 4 ve GSR Bölüm 7

[7] ve GSG -7 [23] yer alan acil durum maruziyetlerindeki gereksinim ve rehberliğe uygun olarak korunmalıdır.

Kayıp Kaynaklar

Bir kaynak eksik olduğunda, türü ve faaliyetinin ne olduğu, en son ne zaman, nerede bulunduğu ve kimin kullandığını belirleyebilmek için güncel bir envanter tutulmalıdır. Kaynak kaybolduğunda veya gelmediğinde acil durum planlarının ve prosedürlerinin bir parçası olacak eylemler aşağıdakileri içermelidir;

- Gerektiğinde RKS'dan yardım alın,
- Yerel bir arama yapmak,
- Tesiste hırsızlıktan şüpheleniliyorsa diğer kaynaklar için güvenlik kontrolü sağlamak,
- Kaynak bulunamazsa, tedarikçiye bilgi verilerek sevkiyat zincirinin izlenmesini sağlamak,
- Kaynak bulunamazsa, GSR Bölüm 7 [7] ve GS-G-2.1 [9] ile tutarlı bir şekilde ilgili yetkilileri kayıp konusunda bilgilendirmek gereklidir.

Radyonüklid Jeneratörlerinde Hasar

Ga-68, RB-82 ve TC-99m radyonüklid jeneratörleri nispeten büyük miktarda aktivite içerir. Bir radyonüklid jeneratörünün hasar görmesi durumunda, alınacak önlemler aşağıdakileri içermelidir;

- Alanı derhal boşaltın ve bölgeye girişi engellemek için önlemler alınmalı,
- RKS bilgilendirilir ve RKS rehberliğinde kontaminasyon tespit edilir, güvenlik sınırları tanımlı ve bölgeye giriş kısıtlaması sağlanmalı, ne zaman kaldırılabilir de dahil olmak üzere dekontaminasyon ve izleme prosedürlerini uygulanmalı,

- Etkinliği kaydedilerek ve ilgili makamlara bildirilmelidir.

Az Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi

Az miktarda radyoaktif materyalin, örneğin 10 MBqF-18 veya TC-99m'ye kadar kolayca temizlenebilen düşük hacimli toksik olmayan radyofarmasötiklerin dökülmesinden sonra, aşağıdaki önlemler alınmalıdır,

- Koruyucu giysi ve tek kullanımlık eldivenler kullanılmalı,
- Yayılmasını önlemek için döküntüyü hızla emici bir bezle silmeli,
- Alez yada ped üzerindeki dökülmelerde daha fazla bulaş olmadan çıkarılıp ve atılmalı,
- Kirlenmiş alanın kenarından ortaya doğru bir kağıt mendil veya kağıt havlu ile silinmeli,
- Bir kontaminasyon monitörü kullanarak veya bir silme testi gerçekleştirerek, artık aktivite açısından izlenmeli,
- Ölçümler döküntünün giderildiğini gösterene kadar temizleme ve izleme döngüsüne devam edilmelidir. Kontamine atık hacmi mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır. Bazı durumlarda (kısa ömürlü radyonüklidler gibi), bozunarak azalma yönelik alanı yeterli bir süre kullanıma kapatmalı,
- Kirlenmiş ürünleri tutmak için plastik bir torba kullanılmalı. Uygun torbalar ve kağıt havlular hazır bulundurulmalı,
- Dekontaminasyon işlemi başarılı olmazsa RKS ile irtibata geçilmeli,
- Kontaminasyona maruz olan tüm kişileri odadan çıkarken kirlenme açısından monitörize edilmeli; özellikle dökülme zemindeyse ayakkabıları da monitörize edilmelidir.

Çok Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi

Çok miktarda radyoaktif materyalin dökülmesinden sonra, örneğin I-131 tedavisi gören bir hasta uygulamadan kısa bir süre sonra kusarsa, aşağıdaki önlemler alınmalıdır;

- Kontaminasyonun daha fazla yayılmasını önlemek için emici pedleri dökülmenin üzerine atın
- Döküntüye karışmayan kişileri derhal bölgeden boşaltın,
- RKS'yi derhal bilgilendirin ve doğrudan gözetimi altında temizlik yapın,
- Döküntüye karışan tüm kişileri odadan çıkarken kirlenme açısından monitörize edin,
- Gerekirse, ilgili tüm kişilerin tiroidbiyodeneyini yapın,
- Giysiler kirlenmişse, çıkarın ve "RADYOAKTİF" etiketli plastik bir torbaya koyun,
- Cildin kirlenmesi meydana gelirse, alanı derhal yıkayın,
- Gözün kirlenmesi meydana gelirse, bol miktarda su ile yıkayın,
- Kontaminasyon içerdiğinde, kontamine atık torbalarının uygun şekilde etiketlenmesine ve depolanmasına özen gösterilerek, küçük dökülmeleri temizlemek için belirtilen prosedürler takip edilebilir,
- Dekontaminasyon tamamlanana ve alan RKS tarafından serbest bırakılana kadar kontamine alana girişi kısıtlayın.

Terapötik Radyofarmasötik Alan Hastaları İçeren Tıbbi Acil Durumlar

Radyofarmasötik tedavi için büyük miktarlarda radyoaktif materyal (örneğin, birkaç GBq I-131 civarında) uygulanmış hastaların acil bakımını içeren

inme veya kalp durması gibi tıbbi acil durumlar olabilir. Bu durumlarda, hastanın yakınındaki doz oranları yüksektir ve ilgili sağlık personeli önemli dozlar alabilir. Bununla birlikte, prosedür kabul edilebilir olduğundan doz kabul edilebilir olacaktır (bakınız GSR Bölüm 3 [3] ve GSR Bölüm 7 [7]). Bu tür dozları en aza indirmek için önlemler kullanılmalıdır. Sağlık personeli bu tür hastalarla nasıl başa çıkılacağı konusunda bilgilendirilmeli ve eğitilmelidir.

Ameliyat da Dâhil Olmak Üzere Acil Müdahale Gerektiren Hastaya Yaklaşım

Radyasyondan korunma hususları, radyofarmasötik verilen bir hastada ameliyat gerektiğinde hayat kurtarıcı operasyonları önlememeli veya geciktirmemelidir. Aşağıdaki önlemlere uyulmalıdır;

- Ameliyathane personeline haber verin,
- Maruziyet ve kontaminasyonun yayılmasını en aza indirmek için RKS gözetiminde işletim prosedürlerini değiştirmek,
- Verimlilik ve hız etkilenmediği sürece koruyucu ekipman kullanın,
- Cerrahi prosedür uzunsa personeli gerektiği gibi döndürün,
- Prosedüre katılan kişilerin dozlarını belirleyin.

Nükleer Tıp Tesisini Etkileyen Yangınlar, Depremler ve Diğer Afetler

Hastaların, ziyaretçilerin ve personelin güvenli bir şekilde tahliyesini sağlayan normal tesis tatbikatına uyulmalıdır. İlk müdahale ekipleri (örneğin itfaiye) katıldığında, radyoaktif materyalin varlığından haberdar edilmelidir. Acil durum müdahaleleri dışında hiç kimse, RKS veya acil durum müdahalesinden sorumlu kurumun radyasyon güvenliği personeli tarafından kontaminasyon açısından kontrol edilene kadar binaya tekrar girmemelidir. Bu tür acil durumları

ele alacak düzenlemeler için gereklilikler ve rehberlik GSR Bölüm 7 [7] ve GS-G-2.1 [9]'da bulunabilir.

RADYOAKTİF MALZEME TAŞIMA GÜVENLİĞİ

Genel hükümler, faaliyet limitleri ve sınıflandırma, nakliye için gereklilikler ve kontroller, radyoaktif malzeme ve ambalajlar ve paketler için gereksinimler ve kontroller, test prosedürleri ve onay ve idari gereklilikler dâhil olmak üzere, radyoaktif materyalin güvenli taşınması için ayrıntılı gereklilikler SSR- 6 (Rev. 1) [279] de belirtilmiştir. Radyoaktif materyalin taşınması için acil durum düzenlemeleri, GSR Bölüm 7 [7] gerekliliklerine ve düzenleyici kurumun yönergelerine uygun olarak yapılmalıdır. Nükleer tıp tesisinin lisans sahibi ve RKS'si, sorumlu oldukları radyoaktif materyalin taşınmasının düzenlemelere uygun olmasını sağlamak için bu düzenlemelere aşina olmalıdır.

Kaynak

1. IAEA, 2018, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, SSG-46, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775_web.pdf



Fizik. Yük. Müh. Meral Hiçürkmez

Marmara Üniversitesi Pendik EAH

meralhicurkmez@gmail.com

1985 Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fizik Bölümü mezunuyum,

1991'de Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Mühendisliği (Master Science) yüksek lisans diplomasına sahibim. Nükleer Tıpta Görüntüleme sistemleri ve dedektörlerin kalite kontrol ve radyasyondan korunma ve güvenliği konuların da

deneyime sahibim. Kongre ve Kursu programlarına; eğitimci ve çağrılı konuşmacı olarak katıldım. Türkiye Nükleer Tıp Derneğinin düzenlediği sürekli eğitim Nükleer tıp Okullarında ve Marmara Üniv. Sağlık Meslek Yüksek Okulunda Nükleer Tıp Derslerine Eğitmen olarak katılmaktayım.



Fizik Yük. Müh. Leyla Poyraz

İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Radyasyondan Korunma Sorumlusu

leylapoyraz34@yahoo.com

08.03.1970 Ankara doğumlu. 1997 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1998-2002 yılları arasında İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda Sağlık Fizikçisi olarak çalıştı. Daha sonra 2002 yılında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda göreve başladı. 2013 yılında İstanbul Ticaret Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Fizik Bölümünde Yüksek Lisansını tamamladı.

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.





(IOMP) Uluslararası Medikal Fizik Örgütü (The International Organization for Medical Physics), her yıl 7 Kasım günü kutlanan Uluslararası Medikal Fizik Gününe ek olarak her yıl 11-15 Mayıs tarihlerinde kutlanmak üzere **“Uluslararası Medikal Fizik haftası”** ilan etti. Bu yıl ilk defa kutlanacak olan Uluslararası Medikal Fizik Haftası’nın yerel ve global amaçları şöyle belirleniyor:

Konu ile ilgili kampanyalar,

Yüz yüze veya online eğitim toplantıları,

Karar verici kuruluşlar ile toplantılar, görüşmeler,

Sosyal medyada yer alma.

Ülkemizde ve dünyada, mesleki alanda önemli bir mevzi kazanmış olarak, Uluslararası medikal fizik haftasının güçlü katılımlarla kutlanacağına inancımız tamdır.