



Nükleer Tıp Teşhis ve Tedavi Uygulamalarında Radyokorunum

Radioprotection in Nuclear Medicine Diagnosis and Treatment Applications

● Fazilet Zümrüt Biber Müftüler

Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Öz

Günümüzde, iyonlaştırıcı radyasyonun teşhis ve tedavi uygulamalarında radyasyondan korunma konusu başta Uluslararası Radyolojik Korunma Komitesi (*International Committee on Radiological Protection*) olmak üzere, uluslararası düzeyde birçok kuruluş tarafından ele alınmaktadır. Bu nedenle bu makalede, ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler göz önüne alınarak Nükleer Tıp teşhis ve tedavi uygulamalarında radyokorunum başlıca; iyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etkileri, radyasyondan korunma sistemi ve düzenleyici esaslar, radyasyondan korunmada temel ilkeler, radyasyondan korunmada alınması gereken önlemler ve radyoaktif kontaminasyon şeklinde detaylı olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İyonlaştırıcı radyasyon, radyo korunum, teşhis, terapi, radyofarmasötik

Abstract

Today, many aspects of radiation protection in the diagnosis and treatment applications of ionizing radiation; it has been determined by many organizations at the international level, especially the *International Committee on Radiological Protection*. Therefore in this article; biological effects of ionizing radiation, radiation protection system and regulatory principles, basic principles of radiation protection, radioactive precautions to be taken for radiation protection and contamination are discussed in detail, considering national and international legal regulations on radiation protection.

Keywords: Ionizing radiation, radiation protection, diagnosis, treatment, radiopharmaceutical

Giriş

Bilindiği üzere iyonlaştırıcı radyasyonun maddeyle en önemli etkileşimi iyonlaşmadır. İyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktivitenin keşfiyle birlikte, yeni teşhis ve tedavi yöntemlerinde radyasyonun kullanımı giderek artmıştır. Ancak yararlarının yanı sıra içerdiği risklerin anlaşılması üzerine, radyasyonla çalışanların korunması gerekliliği ortaya çıkmıştır. İyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etkilerine ilişkin ilk gözlemler kanser tedavisinde X-ışınının kullanımıyla ilk deri yanıkları ve X-ışınına bağlı ilk kanser olguları ile mesleki maruz kalmaya bağlı ilk lösemi ve akciğer kanseri olguları rapor edilmiştir. İyonlaştırıcı radyasyonun doğrudan (direkt) ve dolaylı (indirekt) olmak üzere iki farklı etki mekanizması

bulunmaktadır. Doğrudan (direkt) etki; iyonlaştırıcı radyasyonun DNA ile doğrudan etkileşmesi ile oluşan DNA hasarı, dolaylı (indirekt) etki ise su moleküllerinin iyonizasyonu sonucu oluşan serbest radikallerin (OH·, H·, H₂O₂ gibi) hücre molekülleri ile etkileşimi ile ortaya çıkan hasardır. Şekil 1 iyonlaştırıcı radyasyonun primer etkileri ile klinik olarak gözlemlenebilen, rastgele olan ve olmayan etkiler arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Şekil 1) (1).

Radyasyonun biyolojik etkilerinin belirlenmesinde, radyasyon çeşidi (alfa, beta vb.), doz hızı, absorblanan toplam radyasyon dozu, alınan doz süresi, radyasyona maruz kalan vücut kısmı önemli unsurlardır (1,2). Radyasyona maruz kalan bir hücre ya mutasyona

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

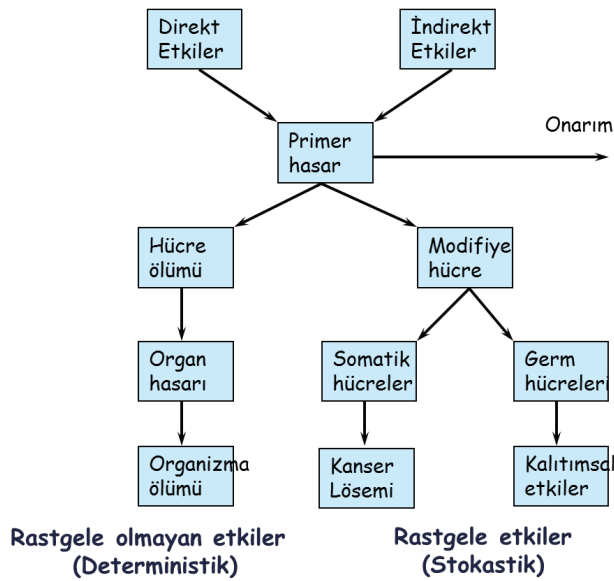
Prof. Dr. Fazilet Zümrüt Biber Müftüler, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

E-posta: fazilet.zumrut.biber@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-00018184-9660

©Telif Hakkı 2023 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

uğrar ya hücre ölür ya da mutasyonlu hücre olarak yaşamına devam eder. Radyasyonun biyolojik etkilerinin deterministik (rastgele olmayan) ve stokastik (rastgele) etkiler olarak iki başlık altında toplayabiliriz.

Deterministik (Rastgele Olmayan) Etkiler: Radyasyona maruz kalınır kalınmaz oluşan “erken etkiler”dir ve radyasyon etkilerinin görüldüğü doz olarak bilinen eşik doz seviyesi, yaklaşık 250 mSv’dir. Bu değerin üstündeki seviyelerdeki dozlarda farklı biyolojik



Şekil 1. İyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etkileri (1)

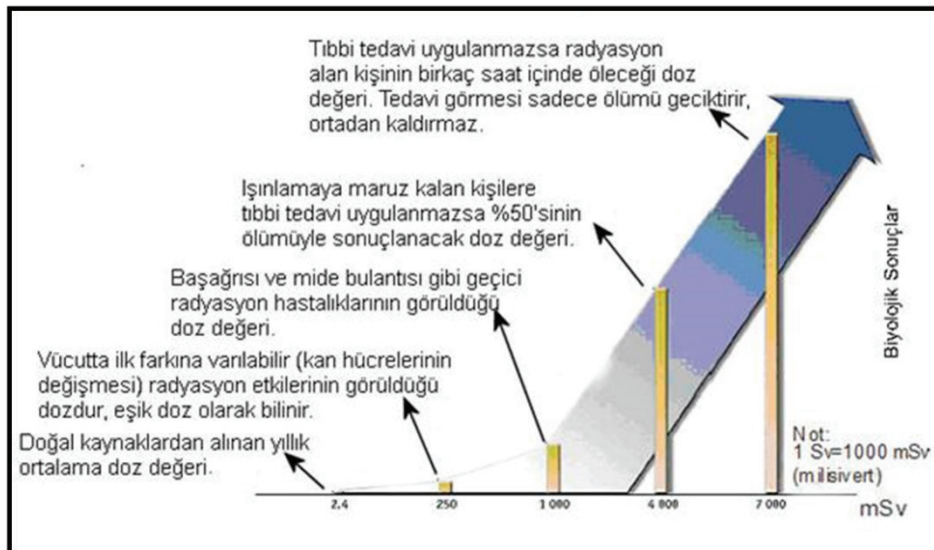
reaksiyonlar oluşur. En iyi bilinen örnekleri gözde katarakt oluşması ve deri hasarlarıdır (Şekil 2) (1,3,4).

Stokastik (Rastgele) Etkiler: Etkileri yıllar sonra açığa çıkan “gecikmiş etkiler”dir ve mevcut bir eşik doz değeri yoktur. Maruz kalınan doz ile, olayın ortaya çıkma olasılığı artar. Lösemi-kan kanseri gibi kanser oluşumu ve üreme hücrelerinin ışınlanması sonucu meydana gelen genetik bozukluklar stokastik etkilerin sonuçları arasındadır. Şekil 3’te deterministik ve stokastik etkilerin ortaya çıkardığı sendromlar yer almaktadır (1,3,4).

Radyasyonun süreye bağlı etkileri incelendiğinde kısa ve uzun sürede oluşan etkiler olarak değerlendirilmektedir. Nükleer silahların patlatılması, nükleer deneme kazaları gibi kısa sürede alınan yüksek doz ile mide bulantısından ölüme kadar kendini gösteren etkiler kısa süreli etkiler olarak tanımlanmaktadır. Uzun sürede görülen etkiler ise; yavaş yavaş alınan dozların etkisinin uzun zaman sonra; kanser ihtimali, doğal ömrün kısalması, kısırlık katarakt gibi durumlar şeklinde ortaya çıkmasıdır. İnsan vücudunda her bir organın radyasyon duyarlılığı farklı olup, üreme, kırmızı kemik iliği ve göz merceği en fazla etkilenen organlardır. Bunun yanı sıra özellikle deri ve kıl köklerinin oldukça kolay etkilenir ve kendi kendilerini yenilemesi hızlıdır (1,3,4).

Radyasyondan Korunma Sistemi ve Düzenleyici Esaslar

Radyasyondan korunma konusunda bugün tüm dünyada uygulanan radyasyondan korunma kriterleri ve standartlar; Uluslararası Radyolojik Korunma Komitesi

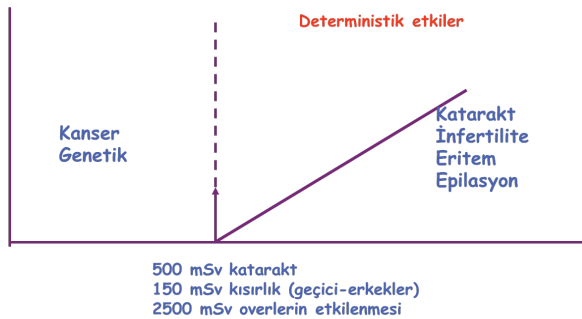


Şekil 2. Deterministik etkiler (1)

(International Committee on Radiological Protection-ICRP, <http://www.icrp.org>) radyasyondan korunma ilkelerine ve tavsiyelerine dayanmaktadır. Radyasyonun insan sağlığı üzerine etkilerini belirleyen ve radyasyon riskleri hakkındaki bilgileri düzenli olarak gözden geçiren uluslararası kuruluş ise Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi'dir (The United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation- UNSCEAR, <http://www.unscear.org>). UNSCEAR'nin çalışmaları, ICRP'nin tavsiyeleri ve uluslararası kuruluşların program planlamaları için önemli bir temel oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler sistemi içinde yer alan kuruluşlardan Gıda ve Tarım Örgütü, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu, Uluslararası Çalışma Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından ise; radyasyondan korunma ve radyasyon kaynaklarının güvenliği için Uluslararası Temel Güvenlik Standartları formüle edilmiştir (4,5). Ülkemizde ise radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği alanında, düzenleyici yetkiye sahip olan kurum Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu'dur (TENMAK).

Radyasyondan korunmanın temel amacı, alınan dozların ilgili eşik dozun altında tutularak deterministik etkilerden kaçınmak ve stokastik etki olasılığını azaltmaktır. Yani yararlı ışınlanmalara izin verilmesi radyasyonun zararlı etkilerine karşı ise çalışanların korunması gerekliliği olup, üç başlık altında irdelenmektedir.

1. Uygulamaların Gerekçelenirilmesi: Gerekçelenirilemeyen ve sonuç olarak bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulaması yapılmamalıdır. Özellikle çocukların stokastik etkilere maruz kalma riski daha yüksek olduğundan, pediatrik muayene ve hamile hastaların muayenelerinde fetusun radyosensitivitesinin yüksek olması nedeniyle, mutlaka özel bir değerlendirme sonrası gerekçelenirilmesi gerekmektedir. Fetal radyasyon



Şekil 3. Deterministik ve stokastik etkilerin ortaya çıkardığı sendromlar (1)

riski; hamilelik ayı ve absorblanan doz değeri ile değişmekte olup, organogenez ve erken fetal dönemde en yüksek değerde olup, ikinci trimesterde göreceli olarak daha azalır, üçüncü trimesterde en az değerdedir. Özellikle emzirmekte olan hastaların muayenesinde hastanın emzirip emzirmedeği tespit edilmelidir. Pek çok radyofarmasötik anne sütüne geçtiğinden, çoğu Nükleer Tıp uygulaması sırasında emzirmenin kesilmesi önerilir (1,2,4).

2. Korunmanın Optimizasyonu: Işınlanmaların mümkün olan en düşük doz değerinde (*As Low As Reasonably Achievable*) tutulması gerekliliği olup, optimizasyonun amacı, ışınlanmayla oluşabilecek riskleri, kabul edilebilir seviyeye düşürmektir. Bu nedenle radyoaktif kaynakların boyutunun küçültülmesi, personelin çalışma zamanının sınırlandırılması, personel ile kaynak arasındaki mesafenin artırılması ve zırhlama malzemelerinin kullanılması gerekmektedir (1,2,4).

3. Bireylerin Işınlanmalarının Sınırlandırılması (Doz Sınırları): Tıbbi teşhis veya tedavi gören hasta ve hasta yakınlarının, çalışan personelin maruz kaldıkları doz, müsaade edilen doz limitlerini aşmayacak bir düzeyde sınırlanır. Toplum üyeleri için ulusal ve uluslararası olarak kabul edilen ışınlama sınır değeri yıllık en fazla 5 mSv'dir (5 yılın ortalaması 1 mSv). Radyasyon çalışanları için uluslararası sınır yılda en fazla 50 mSv (birbirini takip eden 5 yılın ortalaması 20 mSv'yi geçemez) olması gerekmektedir (1,2,6). Hamile olan personel için çalışma şartları yeniden düzenlenmeli ve hamileliğin kalan süresince fetüsün alacağı doz 1 mSv'yi aşmamalıdır. Emzirme dönemindeki personel ise; radyoaktif iyodun solunması veya sindirim yoluyla alınması gibi risk taşıyan alanlarda ve bulaş riski taşıyan işlerde çalıştırılmamalıdır (7). On sekiz yaşından küçükler radyasyon uygulaması içinde çalıştırılmazlar. Eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, TENMAK düzenlemelerine göre herhangi bir yılda 6 mSv'yi geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 15 mSv'dir (6,8,9).

Radyasyondan Korunmada Alınması Gereken Önlemler

Nükleer Tıpta radyasyonla çalışan personelin, alınacak önlemlerle radyasyona maruziyetlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Nükleer Tıp uygulamalarında radyasyondan korunmada bilinmesi gereken üç başlık mevcuttur:

1. Zaman: Otomasyon işlemi önceden planlamak, kaynağın yanında az zaman geçirmek.

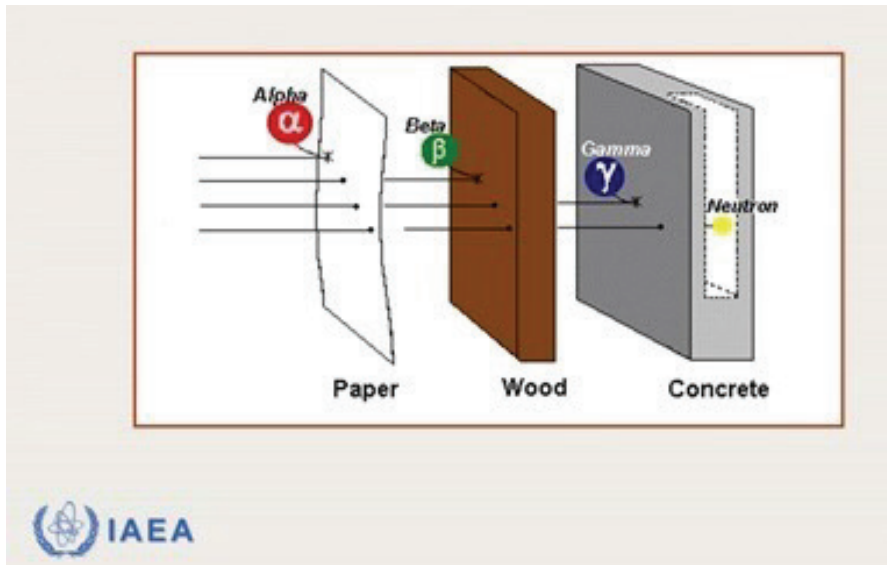
2. Mesafe: Radyasyon kaynağına yaklaşıldıkça maruz kalınacak radyasyon dozu artacağından, kaynakla çalışacak personelin kaynak ile mesafeyi mümkün olduğu kadar artıracak şekilde bir planlama yapması gerekmektedir (pens, maşa forseps kullanmak, enjektörü iğnesinden tutmamak, gerekenden daha büyük enjektör kullanmak gibi).

3. Zırhlama: Nükleer Tıp sıcak odada zırhlama; banko üzeri, şişe, radyasyon kaynağı, enjektör ve jeneratörlere yapılır. Radyoaktif kaynakları radyasyonun türü ve enerjisine uygun materyal ile zırhlamak gerekmektedir (Şekil 4). Özellikle yüksek yoğunluktaki materyaller ile X ve gama (γ) ışınlarına karşı etkin korumanın sağlanması gerekmektedir. Pozitron emisyon tomografisi kurşun zırhlama materyallerinin, 140 keV'lik γ ışınları için kullanılan kurşun kalınlığından 16 kat fazla olması gerekir. Mo-99/Tc-99m jeneratörlerini kurşun tuğla arkasında veya kurşun çekmece/dolapta saklamak ve bu zırh sistemi içinde sağılması ve jeneratör sağımının kullanılacak kadarını alıp, kalanı uzak bir alanda emniyet altına alınması maruz kalınacak dozu olabildiğince azaltacak tedbirlerden biridir. Hasta uygulamalarında zırhlama konusuna değinilecek olunursa; Nükleer Tıp personelinin hareketli zırh paravan, kurşun önlük ve tiroid koruyucu kullanımı gerekmektedir. Kurşun önlük (0,3 mm) kullanımının maruz kalınan radyasyon dozunu iki kat azalttığı bilinmektedir (1).

Bir Nükleer Tıp bölümünde radyoaktif atıkların

insan sağlığı ve çevre için potansiyel bir tehlike olduğu düşünüldüğünde; zırhlamanın önemi burada da karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple, ulusal ve uluslararası standartlar ve mevzuatlar dikkate alınarak, güvenli atık yönetiminin planlanması önemlidir. Atığın uygun şekilde ele alınabileceği, arıtılabileceği ve nihai olarak bertaraf edilebileceği mutlaka baştan belirlenmelidir. Radyoaktif atıklar genel olarak katı atıklar (hastaların kullandıkları materyeller, radyonüklid terapi sonrası oluşan atıklar, radyonüklid jeneratörler, kullanılmış şişe, eldiven, şırınga, kalibrasyon kaynakları, hayvan atıkları ve deneysel biyolojik atıklar), sıvı atıklar (radyonüklid kalıntıları, hasta idrarı, sıvı sintilasyon solüsyonları) ve gaz atıklar uçucu radyoaktif maddeyle çalışırken oluşan radyoaktif buhar (iyot), radyoaktif uygulama yapılan hastanın solumasiyla çıkan (akciğer ventilasyon) gazlardır. Radyoaktif atık türüne göre radyoaktif atık depoları; sürekli depolama alanı (zırhlama <2 mSv/saat), geçici depolama alanı (zırhlama 1 m uzaklıkta <20 mSv) şeklinde sınıflandırılır. Buna göre en az 10 yarı ömür geçtikten sonra atıklar normal atık olarak kabul edilir (örneğin; 10 yarı ömür Tc-99m 60 saat radyoaktivite miktarı başlangıç değerinin %0,09 iner) (1,2).

Bir Nükleer Tıp alanında kontaminasyona karşı korunma ve kontaminasyon risklerini en aza indirmede alınması gereken önlemlerin başında mutlaka temiz çalışma koşullarının benimsenmesi gerekliliği gelmektedir. Bununla birlikte çalışmaya başlamadan önce iyi bir planlamanın yapılması, kontaminasyonu ve kontaminasyonun yayılmasını önler. Genel anlamıyla bir



Şekil 4. İyonlaştırıcı radyasyon türleri ve zırhlama (1)

Nükleer Tıp personeli iç (internal), [yutulmuş ve/veya solunmuş (inhalasyon) radyonüklid uygulamaları] ve dış (external) (ortamdaki şişe, şırınga ve hastalardan gelen) ışınlanmaya maruz kalmaktadır. Bir radyoaktif maddenin ambalajından çıkarılması, radyoaktivite ölçümleri, kaynakların taşınımı, depolanması, radyofarmasötiklerin hazırlanması ve hastaya uygulama, hasta muayenesi, radyoaktif hastanın bakımı, radyoaktif atıkların taşınması sırasında kontaminasyon ve radyoaktif kazalara maruz kalabilme olasılığı her zaman yüksektir. Bunun yanı sıra radyoaktif madde dökülmesi, hayvan deneylerinde oluşabilecek kontaminasyon riski veya bir terapi hastasının acil ameliyatı ya da otopsi daha yüksek radyasyona maruz kalma riskine sebebiyet veren nedenlerdir. Bu sebeptir ki; zırhlama, koruyucu giysi, uzaktan kumanda araçları, radyoaktif atık konteynirleri, alarmlı doz monitörü, kontaminasyon monitörü, dekontaminasyon kit işaretleri, etiketler ve kayıt tutulması çok önemli unsurlardır. Bunun yanı sıra; herhangi bir açık radyasyon kaynağı ile çalışırken (radyofarmasötiklerin hazırlanması, enjeksiyon gibi) deri kontaminasyonunu önlemek için laboratuvar önlüğü ve tek kullanımlık plastik eldivenler giyilmeli, sıçrama riskine karşı gözler korunmalı ve derideki kesik ve sıyrık var ise çalışmadan önce mutlaka kapatılmalıdır. Radyonüklidleri taşımak için taşıma kapları ve dökülmelerle başa çıkmak için ekipman ve acil durum kiti bulundurulmalı ve herhangi bir ihtiyaç durumu için acil durum prosedürleri görünür bir yerde asılı durmalıdır. Laboratuvar ortamına yiyecek-icecek getirilmemeli, sigara içilmemelidir. Laboratuvar uygulama sonrası önlükler çıkarılmalı, radyoaktif eldivenler atık kutusuna bırakılmalı, eller yıkanmalıdır. Dış radyasyondan kaynaklanan kontaminasyonu en aza indirmek için öncelikle kaynaklar ve hasta dozları uygun kurşun zırh içinde tutularak, forseps veya maşa kullanılmalıdır. Personelin yaralanmasını önlemek için ayrı kaplarda toplanması gereken kırık cam malzemeler, şırıngalar; radyonüklid türüne bağlı olarak, biyolojik, bulaşıcı olma olasılığına karşın uygun şekilde saklanmalıdır. Radyonüklid jeneratörleri ise, kontaminasyon açısından mutlaka kontrol edilmelidir. Jeneratörden sağılan aktivitenin ilk aşamada kullanılacak kadarını, kullanım alanına alıp, kalanını ise uzak ve güvenli bir alanda tutmak ve radyoaktif atıkları fazla biriktirmeden ana atık deposuna götürmek gibi tedbirler personelin radyasyon maruziyetini aza indirecek durumlardır (1,2).

Personel İzleme (Monitoring) (Etkif Doz, Ekstremité Dozu ve Kontaminasyon): Bir Nükleer Tıp bölümünde radyofarmasötik hazırlayan ve hastaya

uygulayan ve cihaz kontrolü yapan Nükleer Tıp çalışanın, mutlaka bireysel izleme cihazları (dozimetre) kullanması gerekmektedir. Bu kapsamda maruz kalınan radyasyonun kontrol edilmesi, optimizasyon ilkesinin değerlendirilmesi, yüksek doz tanımı (identifies high doses) önemlidir. Ekstremité dozu izlemek için film, termo lüminesans, cam, kimyasal dozimetreler gibi farklı kişisel dozimetreler bulunmaktadır. Dozimetrelerin değişimi ve doz raporlarının alınması ve doz değerlendirmesi radyasyondan korunma programının önemli bir parçasıdır. Bir Nükleer Tıp bölümünde çalışanlar için izlenen etkin (effective) doz yıllık 3-5 mSv civarındadır. Ekstremité (extremity) dozu (parmaklar için) yaklaşık 10 kat daha fazladır (1,2,4).

Çalışma Alanı İzleme (Ekstremité Doz Oranı ve Kontaminasyon): Bir Nükleer Tıp bölümünde gözetimli, denetimli ve kontrolsüz olmak üzere üç çalışma alanı mevcuttur. Çalışma alanı ile ilgili radyasyonun ve olası maruziyetlerin mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu alanlarla ilişkili radyasyon doz oranı seviyeleri, belirlenen doz limitlerine uygun olmalıdır. Gözetimli ve denetimli alanların izlenmesi ve kontaminasyonun dedeksiyonu için alan monitörleri (Survey Metre) kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra radyoaktif ve radyoaktif bulaş riski olan alanlara; 18 yaşından küçüklerin ve gebelerin girişine izin verilmemelidir.

Gözetimli Alanlar (1 mSv/yıl): Kişisel doz ölçümü gerektirmeyen, çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren hasta bekleme odası, koridor, tuvalet gibi alanlardır.

Denetimli Alanlar (6 mSv/yıl): Radyasyon görevlilerinin yıllık doz sınırlarının (ardışık beş yılın ortalaması) 3/10'undan (6 mSv) fazla radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlardır (sıcak oda, enjeksiyon odası, radyoaktif hasta bekleme, görüntüleme, tedavi odaları, hasta tuvaletleri ve radyoaktif atıkların geçici depolandığı alan). Radyasyon görevlileri için yıllık doz sınırlarının 1/20'sinin aşılma ihtimali olup, 3/10'unun aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen fakat çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanları oluşturur. Radyofarmasi laboratuvarları denetimli alanlar olup, çalışan personel tüm çalışma kurallarına uymak zorundadır.

Kontrolsüz Alanlar: Radyasyon dozu 2 mrem (20 µSv)/saat ve 50 mrem (500 µSv)/yıl düzeyini aşmayan ve çevresel radyasyon ölçümü gerektirmeyen alanlar: İdari bölüm, radyoaktif olmayan hasta ve yakınlarının bekleme odası, radyoaktif olmayan tuvaletlerdir. Radyasyondan korunma konusunda gerekli eğitim ve uyarılar hasta ve

hasta yakınlarına, radyasyon görevlisi olmayan hastane çalışanlarına mutlaka yazılı ve sözlü olarak yapılmalıdır (1,2,8,9).

Bir Nükleer Tıp kliniğinde radyoaktif bir bulaş tespit edildiğinde mutlaka radyoaktif bulaş dekontaminasyonu gerçekleştirilmelidir. Radyoaktif bir bulaşın varlığı; rutinde haftalık olarak wipe test yapılarak veya günlük çalışma sonunda doz hızı ölçer ile ölçümler yapılarak kayıt altına alınır. Bulaş varsa; bulaş tipine (düşük veya yüksek doz) ve yüzeye (banko veya deri) göre dekontaminasyon işlemi uygulanır. Cam yüzey temizliğinde alkali deterjanlar kullanılmalıdır. Örneğin; Tc-99m gibi kısa yarı ömürlü radyonüklidlerle bulaş durumunda dekontaminasyon işlemi sonrası, bulaş alan ince kurşun plaka ile örtülerek aktivite, tarih, saat kaydedilerek, kabul edilebilir radyoaktivite değerine düşene dek atık deposunda tutulmalıdır. Deri bulaş temizliğinde derhal bölge hafif sabunlu ve ılık su ile iyice yıkanmalıdır. Tırnak altındaki temizliklere özel dikkat gösterilmelidir. Eğer bu işlem bulaşmayı kabul edilebilir derecede düşük bir seviyeye getirmezse, dekontaminasyon deterjanı kullanarak tekrar edilmeli ve tırnak fırçası ile tırnaklar fırçalanmalıdır. Eğer deride kesik veya yara var ise, su ile hemen yıkanır. Gözlere bulaş oldu ise, su ile ardından serum fizyolojik ile yıkama işlemi yapılır. Saçlarda bulaş durumunda ise, dekontaminasyon solüsyonu veya şampuan ile yıkanmalıdır (1,2).

Sonuç ve Tartışma

Bilindiği üzere Nükleer Tıp uygulamalarında radyokorunumda temel amaç; yararlı ışınlanmalara izin verirken radyasyonun zararlı etkilerine karşı hasta ve personelin korunmasıdır. Bu durum ancak; uygulamaların gerekçelendirilmesi, ışınlanmaların mümkün olan en düşük doz değerinde tutulması ve maruz kalınan dozun müsaade edilen doz limitlerini aşmayacak şekilde sınırlandırılmasıyla sağlanmaktadır. Bu sebeple bu

makalede; ulusal ve uluslararası radyasyondan korunma kriterleri ve mevzuatları çerçevesinde konunun önemi vurgulanmıştır.

Kaynaklar

1. Müftüler FZB, Teksöz S. Radyofarmasötiklerde Radyokorunum ve Çevre Radyasyon Denetimi. In: Uygulamalı Temel Radyofarmasi. Bölüm 1. Editörler Perihan Ünak, Gülay Durmuş Altun, Serap Teksöz, Fazilet Zümrüt Biber Müftüler. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2017. ISBN: 9786053353522.
2. Parlak Y, Uysal B, Kırac FS, et al. Radiation Safety Guide: General Definitions and Radiation Protection Rules in Nuclear Medicine Applications, Nucl Med Semin 2020;6:71-89
3. International Commission on Radiological Protection. Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation, ICRP Publication 41. Oxford, Pergamon Press, 1984 (Annals of the ICRP 14, 3).
4. International Commission On Radiological Protection, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication No. 60. Oxford, Pergamon Press, 1991 (Annals of the ICRP 21, 1-3).
5. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, General Safety Requirements Part 1 No. GSR Part 1 (Rev. 1), 2016.
6. International Commission On Radiological Protection, ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP, 2007.
7. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Specific Safety Guide, IAEA, No. SSG-46, Vienna, 2018.
8. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 24.3.2000 Resmi Gazete Sayısı: 23999, Revizyon tarihi: Değişik: RG-3/6/2010-27600.
9. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. Nükleer Tesislerde Radyasyondan Korunma Yönetmeliği. Resmi Gazete 29.05.2018:30435.