

Radyasyon ve korunma yolları

Yrd. Doç. Dr. Hilal Acar



1976 yılında Karaman'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 1998 yılında ODTÜ Fizik Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2002 yılında ODTÜ Fizik Bölümü yüksek enerji fiziği ve 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Radyoterapi Fiziği programlarında yüksek lisansını tamamladı. 2010 yılında İstanbul Üniversitesi Tıbbi Radyofizik Doktora Programını bitirdi. 2012 yılından beri Medipol Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Bölümünde çalışmaktadır.

Doç. Dr. Hale Başak Özkök



1975 yılında Ankara'da doğdu. İlk-orta-lise öğrenimini ve Tıp Fakültesi Eğitimini Ankara'da tamamladı. 1997-2003 tarihleri arasında İstanbul Marmara Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Bölümü'nde uzmanlık eğitimi tamamladı. Uzmanlıktan sonra 2006-2007 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nde Harvard Üniversitesi'nde bilimsel araştırmalar yaptı. 2010 yılında doçent oldu. Halen Medipol Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD'da öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

Doğal ya da yapay radyoaktif çekirdeklerin kararlı yapıya geçebilmek için dışarı saldıkları hızlı parçacıklar ve elektromanyetik dalga şeklinde taşınan enerjileri "radyasyon" olarak adlandırılır. Radyasyon uzayda yayılan enerji olup, insanoğlunun yaşadığı çevrenin bir parçasıdır. Parçacık ve dalga tipi radyasyonlar "iyonlaştırıcı" ve "iyonlaştırıcı olmayan" olmak üzere iki gruba ayrılır. X ve gamma ışınları iyonlaştırıcı radyasyonlar iken radyo dalgaları, mikrodalga, kızıl ötesi, görünür ışık ve ultraviyole dalgalar iyonlaştırıcı olmayan radyasyon çeşitleridir. İyonlaştırıcı radyasyon, biyolojik yapılara zararlıdır, normal dokuların yapı ve fonksiyonlarını bozar ve düşük seviyelerde bile zarar verebilir.

Radyasyon kaynakları

1. Doğal radyasyon kaynakları

Doğal radyasyon kaynaklarının en önemlisi yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin (Ra226) bozunması sırasında salınan "radon gazı"dır. Radon gazının yayıldığı yüzey üzerinde bulunan evlerde iyi bir havalandırma sisteminin olması gerekir. Böyle bir havalandırma yoksa radon gazı evin içinde dışarıdakinden yüz kat hatta bin kat daha fazla olacaktır. Doğal radyasyonun bir bölümünü de uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur. Bu ışınların büyük bir kısmı atmosferde tutulurken küçük bir miktarı yer küreye kadar ulaşabilir. Pilotlar ve yüksekte yaşayanlar kozmik ışınlarla daha çok maruz kalırlar.

2. Yapay radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişiminin gereği olarak,

bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, kolay, çabuk, ucuz ve basit yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda ise alternatifleri yok gibidir. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları maruz kalınacak doz miktarı açısından önemli bir özelliktir. Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır.

Radyasyonun biyolojik etkileri

İyonlaştırıcı radyasyonun bir canlıda biyolojik hasarlar yaratabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekir. Bu soğurma sonucu hedef moleküllerde iyonlaşma ve uyarılma meydana gelir. Bu iyonlaşmalar, DNA zincirinde kırılmalara ve hücre içerisinde kimyasal toksinlerin üremesine neden olabilir. Kırılmaların hemen ardından onarım faaliyete başlar. Hasar çok büyük değilse DNA'da meydana gelen kırılmalar onarılabilir. Ancak bu onarım esnasında da hatalar oluşabilir ve yanlış şifre bilgileri içeren kromozomlar meydana gelebilir. Vücudun birçok organ ve dokusu önemli sayıda hücre kaybına rağmen faaliyetlerini normal bir şekilde sürdürebilir. Yine de hücre kaybı belli bir miktarın üzerine çıktığında ışınlanan kişilerde görülebilir hasarlar meydana gelecektir. Etki eşliğini aşan akut doz almış kişilerde ortaya çıkan bu hasarlara "deterministik etkiler" denir.

Radyasyona bağlı oluşan kanser ve genetik etkiler ise radyasyonun "stokastik (rastlantısal) etkileri" olarak adlandırılır, belli bir eşik değeri yoktur, meydana gelme olasılığı radyasyon dozu ile birlikte artar ve şiddet derecesi doz ile azalmaz. Stokastik etkilere tek bir hücrede meydana gelen hasarlar bile neden olabilir. Doku dozu arttıkça çok daha fazla sayıda hücre hasar görecektir ve stokastik etkiler artacaktır.

Radyasyonun tıpta kullanımı

Radyasyon, tanısal ve girişimsel radyolojide, nükleer tıpta ve radyasyon onkolojisinde kullanılmaktadır. *Modern tanısal radyoloji* daha hızlı ve daha doğru tanı ve hastalıkların büyük kısmının izlenmesini sağlar. Radyolojik işlemlerin (düz film radyografisi, floroskopi, bilgisayarlı tomografi), vakaların yarısında tanı hızına önemli etkileri olduğu ve vakaların büyük kısmında kararda önemli oldukları bilinmektedir. Dahası bazı hastalıklar için yüksek risk altında olan belli popülasyonlara faydalı olan birkaç görüntüleme işlemi (mammografi gibi) geliştirilmiştir. Buna ek olarak son 10-20 yıl içinde birçok girişimsel radyolojik işlem (mesela anjiyoplasti), kardiyovasküler sistem, santral sinir sistemi ve başka organ sistemlerinin çok ciddi ve hayatı tehdit eden hastalıklarının tedavilerinin etkinliğine ciddi katkı sağlamışlardır.

Nükleer tıp, radyofarmosötik adı verilen radyoaktif maddeleri bazı hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanır. Bu maddeler özellikle vücuttaki bir organ veya hücre tipi tarafından alınmak üzere geliştirilmişlerdir. Tanı amacıyla vücuda verilmelerini takiben, ya dağılım görüntülerini veren

dış ölçümlerle ya da kan, idrar ve başka ortamlarda aktivite ölçümleri ile takip edilirler. Her durumda elde edilen bilgi fonksiyonel karakterdedir. Bu bilgi başka yollarla elde edilemez veya daha az doğrulukla elde edilebilir. Bu nedenle, nükleer tıp onkoloji (tanı ve evreleme), kardiyoloji, endokrinoloji, nöroloji, nefroloji, üroloji ve diğer alanlarda özel tanı bilgisi sunar. Halen kullanılan metotların çoğu yüksek hassasiyet, özgüllük ve tekrarlanabilirlik gösterdikleri için ilk seçenektirler. Ayrıca, bu işlemlerin invaziv olmadıkları ve hastaya hiç bir direk komplikasyon riski getirmedikleri de bilinmektedir. Ancak, iyonlaştırıcı radyasyonun elektrikli kaynakları (radyolojide ve radyoterapide kullanılan) kapatıldıklarında radyasyon yaymayı durdururlarken, radyoaktif kaynakların, radyoaktif bozunma süresince değiştirilemeyen bir şekilde radyasyon yaydıkları unutulmamalıdır. Bunun anlamı, büyük terapötik miktarlarda radyonüklit verilen hastalar için personelin, hasta yakınlarının, arkadaşlarının ve toplum üyelerinin maruz kalmasını engellemek için hastanede oldukları sürece ve sonra eve gittiklerinde bazı tedbirlerin alınması gerektiğidir.

Radyasyon onkolojisi, iyonlaştırıcı radyasyonu *tedavi için* kullanır. Bunu yaparken radyasyonun tümörleri yok edebilme yeteneğine sahip olması temeline dayanır. Bütün yeni tanı konmuş kanser vakalarının yaklaşık yarısında radyoterapi kullanılır. Radyoterapide hasta korunmasının optimizasyonu, ışınlanan tümöre yeteri kadar yüksek dozun sağlanmasına, yüksek kür oranı elde edilmesine, bu arada da sağlıklı dokuların mümkün olduğunca korunmasına bağlıdır.

Radyasyondan korunma ilkeleri

Doğal radyasyonlardan tümüyle sakınmamız imkânsızdır. Ancak insan yapısı radyasyonlarla ışınlanma da korunma gerekir. Radyasyon korunması ulusal ve uluslararası yasalarla sağlanır. Bütün ülkelerin mesleği gereği radyasyonlarla çalışanların ve halkın radyasyon güvenliğini sağlayıcı yasalar bulunmaktadır. Ülkemizde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonunun önerilerini de göz önüne alarak hazırladığı radyasyon korunması tüzük ve yönetmelikleri yasalastırarak uygulanmasını sağlamaktadır. Radyasyondan korunma konusunun temel prensibi, radyasyona maruz kalmanın daim mümkün olan en az seviyede olması gerektiğini söyler. Bu prensip, radyasyondan korunma literatüründe "As Low As Reasonably Achievable" kelimelerinin baş harflerinden oluşan ALARA prensibi olarak bilinir. Radyasyon korunmasının hedefi, doku hasarına neden olan deterministik etkileri önlemek ve stokastik etkilerin meydana gelme olasılıklarını kabul edebilir düzeylerde sınırlamaktır.

Radyasyondan korunma sisteminin üç temel ilkesi şunlardır:

Uygulamanın gerekliliği: Işınlamanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak net bir yarar sağlamayan hiç bir radyasyon uygulamasına izin verilmemelidir.

Radyasyondan korunmanın sağlanması: Tedavi amaçlı ışınlamalar hariç radyasyon ışınlaması gerektiren durumlarda bireysel dozların büyüklüğü ışınlanacak kişilerin sayısı, olası tüm ışınlamalar için ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak mümkün olan en düşük doz uygulanmalıdır.

Doz sınırlaması: Bireylerin normal ışınlamaları, izin verilen tüm ışınlamaların neden olduğu ilgili organ ya da dokuların eşdeğer doz ile etkin doz değerleri Türkiye Atom Enerji Kurumu (TAEK) Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nin 10 ve 12. maddesinde aşağıda belirtilen yıllık doz sınırları aşmamalıdır. Etkin doz limitleri radyasyon görevlileri için yıllık ortalama 20 mSv/yıl iken halk için 1mSv/yıl dir.

Radyasyondan korunma yöntemleri

Radyasyon dozlarını belirlenmiş limitlerin altında tutarak, kişilerde erken olumsuz etkilerin meydana gelmesini önlemek veya ileride ortaya çıkabilecek gecikmiş olumsuz etkilerin görülmesini en aza indirmek için alınabilecek bütün önlemlerin teminini ifade eder. Radyasyondan korunma için bilinmesi ve uygulanması gereken yöntemler şunlardır:

İç radyasyon tehlikelerine karşı korunma yöntemleri:

İç radyasyon tehlikesi, radyoaktif maddelerin solunum, sindirim, cilt üzerinde bulunan yara veya çizik yoluyla vücuda girmesi sonucu meydana gelmektedir. Vücuda giren herhangi bir radyoaktif madde, vücuttan atılıncaya kadar geçtiği yolları daha çok olmak üzere, bütün vücudun ışınlanmasına sebep olur. Ayrıca vücudumuza giren radyoaktif maddeler kan yoluyla çeşitli organlara taşınmakta ve bir kritik organa yerleşerek iç ışınlanmaya neden olmaktadır. Örneğin, I-131 tiroit'e, Radon-222 ise akciğerlere yerleşir. Böylece organ ve dokularda ve yakın çevresinde harabiyet başlar. İç ışınlanmanın oluşumunu engellemek için açık radyoaktif maddelerle çalışılırken uyulması gereken kurallara titizlikle dikkat etmek gerekmektedir. Laboratuvarında çalışan personel; dozimetre kullanmalı, çeker ocaklarda çalışılmalı, eldiven kullanılmalı ve laboratuvarın havalandırılması sağlanmalıdır.

Tehlike durumunda kontamine olan bölgelerde görevli monitoring ekiplerinin çevreye dağılan radyoaktif maddeleri vücutları içerisine almalarını, havada ve yerde birikmiş radyoaktiviteye maruz

kalmalarını önlemek amacıyla solunum cihazları ve koruyucu elbiseler giymeleri gerekir. Ayrıca bazı özel durumlarda uygun toz veya asit filtresiyle veya solunum cihazlarıyla donatılmış yüz maskelerini kullanmak gerekebilir. Solunum yolu ile vücuda girebilecek radyoaktif maddeleri tutmak için halka mendil, havlu, kâğıt, pamuklu kumaş vb. gibi araçlarla solunum yollarını kapatılarak iç kontaminasyondan korunmaları duyurulur.

Dış radyasyon tehlikelerine karşı korunma yöntemleri:

Dış radyasyonlara karşı korunmak için başlıca üç yöntem bulunmaktadır:

Uzaklık: Noktasal kaynaklardan yayılan radyasyon şiddetleri kaynaktan ola uzaklığın karesiyle azaldığından, radyasyon yayan yapıya ve doğal kaynaklardan mümkün olduğunca uzak mesafede durulmalıdır.

Zaman: Radyasyon dozu miktarı radyasyon kaynağının yanında geçirilecek süre il orantılı olarak arttığından radyasyon kaynaklarının yakınında mümkün olabildiğince kısa süre kalınmalıdır.

Zırhlama: Dış radyasyon tehlikelerinden korunmanın en etkin yöntemi zırhlama olup radyasyonun şiddetini azaltmak için radyasyon kaynağı ile kişi arasına uygun özelliklerde koruyucu engel konulmalıdır. Radyasyonlu ortamları çevreleyen duvarların yeterli beton kalınlığı ve kurşun izolasyonu olmalıdır.

Sonuç

İnsanlar ve canlı varlıklar yaşamları süresince uzaydan gelen ve yeryüzünden yayılan radyasyonlardan oluşan bir iyonlayıcı radyasyon ortamı içinde yaşamaktadırlar. Radyasyondan korunmada amaç, radyasyona maruz kalmaya neden olabilecek faydalı uygulamaları aksatmadan, kişilerin ve toplum üyelerinin maruz kalacağı radyasyon dozunu mümkün olabildiği kadar düşük düzeye indirerek kişilerin ve toplum üyelerinin korunmasını sağlamaktır. Hastanelerde, tıbbi ışınlamaların uygulanmasında gerekli tüm önlemlerin alınması ve kurallar dâhilinde düzenlemelerin yapılması gereklidir. Bu, yalnızca yasal bir zorunluluk değil, etik ve bilimsel bir tutumdur.

Kaynaklar

IAEA Safety Standarts <http://www-ns.iaea.org/standards> (Erişim tarihi: 22.11.2014)

TAEK Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği <http://www.taek.gov.tr/radyasyon-guvenligi/rehber-dokumanlar/2013-03-27-09-53-49.html> (Erişim tarihi: 22.11.2014)

Togay YE. RSGD-TAEK 2002. www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm (Erişim tarihi: 22.11.2014)