

Radyasyon ve İnsan Sağlığı



IAEA

Bazı atomların çekirdekleri doğal veya yapay olarak stabil olmadığı için, fazla enerjilerini iyonlaştırıcı radyasyon şeklinde yayarak stabil hale gelmeye çalışırlar. İşte bu tür elementlere radyoaktif çekirdekli element adı verilir. Özellikle nükleer reaktörlerin gerek yakıt çubukları gerekse fizyon sonucu oluşan ürünleri, çeşitli yapay radyoaktif çekirdekler içermektedir. (radyoaktif iyot-131, radyoaktif sezyum-137 gibi). Tıpta da tanınal veya tedavi amaçlı birçok radyoaktif çekirdekli element kullanılmaktadır. Örneğin nötron bombardımanı sonucu elde edilen kobalt-60 harici radyoterapide, iridyum-192 brakiterapide, iyot-131 bazı tiroit kanserlerinin tedavisinde yaygın olarak kullanılan radyoaktif çekirdekli elementlerden bazılarıdır.

İyonlaştırıcı Radyasyon ve Çevre

Dünya'nın oluşumundan beri tüm canlılar doğal iyonlaştırıcı radyasyon ile iç içe yaşamaktadır. “Çevresel radyasyon” olarak adlandırılan bu durum tamamen doğaldır ve insanın bundan kaçınabilmesi mümkün değildir. Doğal radyasyonun başlıca iki kaynağı vardır: Kozmik radyasyon ve yer kabuğundaki doğal radyoaktif maddelerden kaynaklanan radyasyon. Özellikle yer kabuğundan kaynaklanan radyasyonun temel kaynağı radon gazıdır. Bunun dışında insanlar tıbbi amaçlı tanı ve tedavi yöntemlerinden, havaalanları ve alışveriş merkezlerinde bulunan X-ışını ile çalışan dedektörlerden de sürekli olarak iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalabilir.

Radyasyon dozları genellikle Sievert (Sv) adı verilen birimle ifade edilir (1 Sv = 1000 mSv = 1000000 µSv). Bulunduğu coğrafyaya da bağlı olmak üzere, bir insan yılda ortalama 2,4 mSv/yıl çevresel radyasyona, 0,6 mSv/yıl tıbbi amaçlı radyasyona ve 0,001 mSv/yıl diğer kaynaklara bağlı

İyonlaştırıcı Radyasyon ve Radyoaktivite

Radyasyon, enerjinin bir ortamda elektromanyetik dalga veya parçacık halinde ilerlemesidir. Bu bağlamda radyo ve televizyon dalgaları, mikrodalgalar ve güneş ışığı da aslında günlük hayatımızın bir parçası olan radyasyon kaynaklarıdır. Ancak bazı radyasyon türleri atomun yapısının bozulmasına neden olabilecek enerji seviyesindedir. İşte bu tür radyasyona “*iyonlaştırıcı radyasyon*” adı verilir. Bu bağlamda X-ışınları ve gama ışınları elektromanyetik iyonlaştırıcı radyasyona, alfa, beta, nötron, proton, elektron ise parçacık iyonlaştırıcı radyasyona örnek olarak gösterilebilir. Buna karşılık güneş ışığı, radar dalgaları, kızılötesi ışınlar, mikrodalgalar ve cep telefonundan kaynaklanan radyasyonlar iyonlaştırıcı olmayan sınıfta yer alır ve atomun yapısını bozmaları söz konusu değildir. Çünkü enerjileri atomdan elektron koparmak için yeterli düzeyde değildir.



IAEA



IAEA

iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalır. Hatta dünyanın bazı bölgelerinde bu yıllık dozlar dünya ortalamasının 200 katına çıkabilmektedir.

Çevresel dozun haricinde, radyasyonla çalışan kişiler için yıllık maksimum sınır 50 mSv/yıl (ardışık 5 yıl ortalaması 20 mSv/yıl değerini geçmemek kaydıyla), diğer insanlar için maksimum 5 mSv/yıl (ardışık 5 yıl ortalaması 1 mSv/yıl değerini geçmemek kaydıyla) olarak belirlenmiştir. Ancak temel prensip, çevresel radyasyon kaynakları dışındaki yapay radyasyona mümkünse hiç maruz kalmamaktır.

Radyasyon ve İnsan Sağlığı

Doğal sebeplerden kaynaklanan radyasyon ve tıbbi gerekliliklerden dolayı alınması gereken radyasyon dışında, insanların doğrudan iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalması kesinlikle önerilmez. Çünkü iyonlaştırıcı radyasyon atomun yapısını bozar ve zincirleme olarak DNA'yı ve hücre yapısını etkileyerek, kısa veya uzun dönemde insan sağlığına ciddi şekilde zararlı etkilere yol açar. İyonlaştırıcı radyasyonun fiziksel, yani atom düzeyindeki etkileri saniyealtı zaman biriminde, daha sonra meydana gelen kimyasal reaksiyonlar saniyeler içinde, hücresel etkileşimler saatler içinde, organ ve doku hasarı ise günler ve hatta yıllar içinde ortaya çıkar. Radyasyonun zararlı etkisinin temel nedeni, doğrudan veya dolaylı olarak hücre içindeki DNA'nın yapısının bozulmasından kaynaklanır. Yani radyasyon hücresel düzeyde genetik şifreye hasar verir ve dolayısı ile hücrenin tüm hayati fonksiyonları temelden etkilenebilir. Eğer iyonlaştırıcı radyasyonun DNA'ya verdiği bu hasar düzgün olarak tamir edilemez ise, kısa veya uzun dönemde ciddi sonuçlar doğurabilecek hastalıklar ortaya çıkabilir. İşte iyonlaştırıcı radyasyonun bu etkileri, akut (erken) dönem ve geç dönem olarak iki grupta incelenir.

Radyasyonun Akut Dönemde Sağlığımıza Etkileri

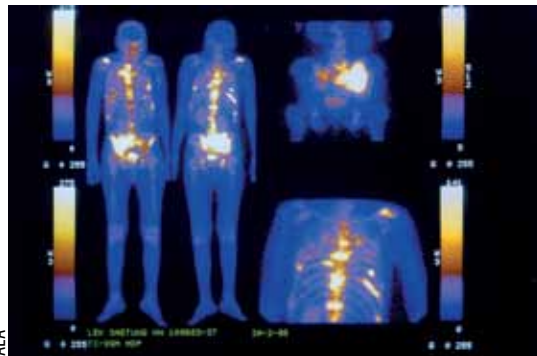
Radyasyonun akut (erken) dönemde sağlığımız üzerindeki etkileri belirli doz eşiklerine bağlıdır, bu eşikler geçildiği zaman etkilerin görülme sıklığı ve şiddeti artar. Radyasyon yanıkları, ciltte kızarıklık, saç ve kıllarda dökülme bu etkilere örnek olarak gösterilebilir. Ancak tüm vücut dozunun özellikle 1 Sv (1000 mSv) üzerine çıkması durumunda akut radyasyon sendromları (ARS) adı verilen ve hayati tehlike oluşturan bir dizi hastalık tablosu oluşur.

Bulantı, kusma, iştahsızlık ve halsizlik gibi ön belirtiler ile başlayan ARS tablosunda, özellikle tüm vücut dozu 2 Sv'i (2000 mSv) geçtiğinde kemik iliği etkilenmesi başlar. Etkilenen ilk hücreler lenfositlerdir, iyonlaştırıcı radyasyon alımının ardından ilk 24-36 saat arasında sayıları hızla azalır. Bu durum kişinin bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açar. Bu tabloda ölüm nedeni genellikle sekonder enfeksiyonlardır. Eritrosit ve trombositlerin etkilenmesi 30-60 gün sonra ortaya çıkar. Bu nedenle anemi ve kanamalara bağlı ölümler genellikle daha geç dönemde görülür. ARS olgularının % 50'sinde 30 gün içinde ölümle neticelenen tüm vücut doz eşiği 4-5 Sv'dir.



IAEA

İshal, kramp tarzı karın ağrıları sindirim sisteminin etkilendiğinin göstergesidir ve radyasyon dozunun 4 Sv (4000 mSv) üzerinde olabileceğini gösterir. Sindirim sistemi sendromunun özellikle bağırsakların yüzey mukozasının hasara uğramasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Radyasyona maruz kaldıktan sonraki ilk 7 gün içinde kendini belli eder ve ölümcül bir tablodur.



IAEA

İyot Tabletlerini Ne Zaman Kullanalım?

İyot tabletleri yetkili kurumlar tarafından bilgi verilmediği müddetçe kesinlikle kullanılmamalıdır. İyot tabletleri radyasyonun bir antidotu değildir. Çok ciddi yan etkileri vardır. Dış ışınlara (gama radyasyonu), radyasyonun diğer zararlı etkilerine ve diğer radyoaktif elementlere karşı hiçbir koruyucu etkisi yoktur. Benzer şekilde tiroit kanseri dışında diğer kanserlere karşı da hiçbir koruyucu etkisi yoktur. İyot tabletleri yerine iyot içeren iyotlu tuzlar da kesinlikle kullanılamaz. Çünkü önerilen iyodu tuzdan almak mümkün değildir. Bu dozlarda alınmaya çalışılacak iyotlu tuz ölümcüldür. Benzer şekilde dezenfektan maddelerde bulunan tentürdiyot gibi solüsyonlar da bu amaçla kesinlikle kullanılmamalıdır.

Tüm vücut dozunun 10 Sv (10000 mSv) üzerinde olduğu durumlar maalesef % 100 ölümcüldür. Santral sinir sisteminin etkilenmesine bağlı olarak şiddetli baş ağrısı, bulantı, kusma, dengesizlik, nöbet geçirme, bilinç kaybı ile kendini belli eden bu ARS tablosunda, ölüm genellikle ilk 24-36 saat içinde gerçekleşir.



IAEA

Şunu özellikle belirtmek gerekir ki, ARS adı verilen tablo tüm vücudun yüksek doz iyonlaştırıcı radyasyona maruz kaldığı (>1000 mSv) durumlarda ve nükleer reaktör kazaları sonrası reaktöre komşu ilk 30 km'lik sınır içinde görülen durumlardır. Bu nedenle reaktör kazalarında tahliye alanı olarak ilk aşamada 30 km'lik bir alan seçilir. Çernobil kazasında 30 km sınırının dışında hiçbir olguda ARS gözlenmemiştir. Bu kazada ARS gözlenen olguların tümü olaya yakından müdahale eden reaktör çalışanları ve yüksek doz radyasyona maruz kalan diğer personeldir. Dolayısı ile ARS genel toplumu değil reaktör personelini ve reaktörün yakın çevresindeki yüksek radyasyona maruz kalan insanları ilgilendiren bir durumdur.

Radyasyonun Geç Dönemde Sağlığımıza Etkileri

İyonlaştırıcı radyasyonun uzun dönemde insan sağlığına etkileri bütün toplumu ilgilendiren bir konudur. İyonlaştırıcı radyasyonun en önemli geç dönem etkisi kanser riskinin artmasıdır. Çevresel radyasyonun etkisi dışında maruz kalınan her 1 mSv dozun, 100.000 kişi içinde sadece 5 olguda ölümcül kansere yol açtığı tahmin edilmektedir. Aslında bu risk örneğin sigara gibi kanserojenlere kıyasla çok düşüktür. Bu nedenle 0,1 Sv (100 mSv) üzerinde doza maruz kalanların yakından izlenmesi, bu dozun aşağısında kalan popülasyona ise sadece risk hakkındaki bilgi verilmesi önerilmektedir.

Radyasyona bağlı kanserler, radyasyona maruz kalınmasının hemen sonrasında değil bir latent periyot (2-3 yıl) sonrasında ortaya çıkar. En sık görülen kanserler tiroit kanseri, lösemiler başta olmak üzere akciğer ve meme kanserleridir. Özellikle çocuklar ve gençler kanser oluşumu açısından radyasyona çok daha fazla hassastır. Bu kanserlerden korunmanın temel yolu radyasyona maruz kalmamaktır.

Radyasyon uzun dönemde kanser dışında özellikle hamile kadınların bebeklerinde de ciddi sağlık problemlerine yol açabilir. Hamileliğin ilk 3 ayı içinde yüksek doz radyasyona maruz kalmak genellikle fetüsün ölümüyle sonuçlanır. Daha sonraki dönemlerde ise gelişme, büyüme ve zekâ geriliğine neden olabilir.

Radyasyonun önemli bir diğer etkisi de hem erkek hem de kadın üreme hücrelerinde görülür. Özellikle bir seferde alınan 3,5 Sv üzeri dozlar kısırlığa yol açabilir. Bununla beraber iyonlaştırıcı radyasyonun genetik geçişli sağlık problemlerine yol açabileceği konusunda yeterli veri yoktur.

Kazalar Sonrası Oluşan Radyasyon

Kazalar sonrası doğaya saçılan radyoaktif maddelerin yaymış olduğu iyonlaştırıcı radyasyon, vücut içine dışarıdan ışınlama yoluyla (özellikle gama ışınları) veya dahili bulaşma yoluyla (su ve gıdalarla sindirim sistemine ve solunum yoluyla) alınır. Dışarıdan ışınlama radyoaktif maddeleri içeren bulutlardan doğrudan ışınma yoluyla veya deriye ve kıyafetlere bulaşan radyoaktif elementlerin ışınması yoluyla zarar verir. Buna karşılık havadaki radyoaktif elementler, doğrudan solunmaları veya radyoaktif kirlenmenin olduğu bölgedeki kirlenmiş toprak ve su yoluyla önce bitkilere ve hayvanlara sonra da bunları tüketen insanlara bulaşma yoluyla zarar verir.

Radyasyondan Nasıl Korunabiliriz?

Radyasyondan korunmanın 3 temel prensibi vardır: Mesafe, süre ve bariyer. Radyasyonun etkisi mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalır ve radyasyona maruz kalınan süre azaldıkça da etkisi azalır. Ayrıca araya konan koruyucu bariyerler de radyasyonun etkilerine karşı vücudumuzu korumada en etkili yöntemlerdir. Kaza sonrası reaktörün etrafında belli bir bölgenin tahliye edilmesi (*mesafenin* artırılması), işçilerin vardiyalar ile kazaya müdahale etmesi (*süre*) ve evlerden dışarı çı-

kılmaması veya koruyucu maskelerin ve giysilerin giyilmesi (**bariyer**) bu prensiplere örnektir. Ancak özel giysiler ve maskeler de maalesef sadece parçacık radyasyona etkilidir ve radyoaktif elementlere karşı fiziki bir bariyer oluşturur. Bu tür bariyerlerin gama ışınlarına karşı koruyucu etkisi yoktur. Gama ışınlarından korunmanın tek yolu evlerin en iç bölümleri ve sığınaklardır.

Önem taşıyan diğer koruyucu önlemler su ve gıda güvenliği ile ilgilidir. Özellikle rüzgârlar ve yağmurlar aracılığıyla atmosferdeki radyoaktif maddeler toprağa ve yeraltı sularına karışır. Bu şekilde bitkilere ve hayvanlara geçen radyoaktif maddelerin süt ve sebzeler aracılığıyla bizlere geçmesi tehlikesi vardır. Ayrıca sular da benzer şekilde kirlenebilir ve içme sularımız da riskli hale gelebilir. Bunu önleyebilmek için kazanın olduğu bölgede hayvanlar kapalı ortamlara alınmalı ve radyoaktif maddelerin bulaşmamış olduğu tespit edilen yerlerle beslenmelidir. Gıdalar da sıkı radyasyon kontrolünden geçirilmeli ve izin verilen limitlerin üzerinde radyasyon içeren sebze ve meyvelerin tüketilmesi engellenmelidir. Gıdalarda en sık rastlanılan radyoaktif maddeler iyot-131 ve sezyum-137 elementleridir.

Sulara bulaşan radyoaktif elementlerin çeşitli filtrasyon veya saflaştırma işlemleri ile temizlenmesi mümkündür. Ancak suyu kaynatmanın radyasyonu azaltmaya hiçbir etkisi yoktur. Su tüketimi ile ilgili olarak, yetkili makamların uyarıları doğrultusunda hareket edilmelidir.

Yüksek Doz Radyasyona Maruz Kalanlar

Bu kişilerin öncelikle üzerlerindeki tüm kıyafetler (iç çamaşırları dahil) çıkarılmalı ve plastik bir torbaya koyularak güvenli ve kapalı bir ortama taşınmalıdır. Bu kıyafetler kesinlikle yakılmamalı, radyasyon güvenlik elemanlarına teslim edilmelidir. Daha sonra ılık su ve sabunla yıkanılarak vücuttaki radyoaktif maddeler temizlenmelidir. Maruz kalınan doza bağlı olarak alınacak diğer önlemler için mutlaka tıbbi yardım istenmelidir.

İyot Tabletleri Sadece Tiroit Kanserine Karşı Etkilidir

İlaçla korunulabilen, radyasyona bağlı tek kanser türü tiroit kanserleridir. Reaktör kazaları sonrasında atmosfere yoğun olarak saçılan radyoaktif iyot-131 izotopu, gıdalar veya solunumla vü-

cuda girerse özellikle tiroit bezinde yoğun bir şekilde emilime uğrar. İyot-131 ilk aşamada beta ışınması ile tiroit hücrelerinde ölüme yol açarak tiroit fonksiyonlarını bozar ve hipotiroidiye yol açabilir. Ancak daha önemlisi, uzun dönemde tiroit kanseri riskini ciddi oranda artırır. İşte bu nedenle, iyot-131'e maruz kalınmadan 6 saat önce alınacak potasyum iyodür içeren özel iyot tabletleri doğrudan tiroit bezine gidecek ve bezleri bir anlamda doyuracaktır. Böylelikle daha sonra vücuda giren radyoaktif iyot-131 elementi tiroit bezlerinde tutunamayarak idrarla vücuttan atılacaktır. İyot tabletleri hamile ve emziren kadınlar tarafından da kullanılabilir.

Japonya Fukuşima Nükleer Santral Kazasının Türkiye'ye Etkisi Olabilir mi?

Aramızdaki mesafenin hayli uzun olması, atmosfer olayları ile ülkemize ulaşabilecek havadaki radyoaktif maddelerin iyice seyrelmesi sonucu, sağlığımızı erken veya geç dönemde olumsuz yönde etkileyebilecek radyasyon seviyelerinin Türkiye'de gözlenmesi açıkçası çok mümkün görünmüyor. Dolayısı ile Japonya'daki nükleer santral kazasından Türkiye'nin Çernobil kazasındaki benzer şekilde etkilenmesi çok olası görünmüyor. Bununla beraber ithalat yoluyla Japonya'dan gelecek gıda ve gıda dışı tüm ürünlerin radyoaktif kirlenmeye maruz kalıp kalmadığı denetlenmelidir. Ayrıca bu aşamada ülkemizde hiçbir şekilde koruyucu önlem olarak iyot tableti kullanılmamalıdır. İyot tabletleri sadece reaktör çevresinde yüksek doz I-131 elementine maruz kalan Japon halkında faydalı olabilir. Japonya'da bile yüksek radyasyon dozlarına maruz kalmamış çevrelerde yaşayan halkın iyot tabletleri almasına gerek yoktur.

Sonuç olarak ister iyonlaştırıcı olsun isterse olmasın, radyasyon Dünya'nın başlangıcından beri vardır ve hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır. Bununla beraber yapay iyonlaştırıcı radyasyon tıpta olduğu gibi uygun ve güvenli bir şekilde kullanıldığında hayat kurtarıcı rol oynamaktadır. Ancak nükleer savaş durumunda, bu müthiş gücün sadece insanlığın değil Dünya'nın da sonunu getirebileceği akıldan çıkarılmaması gereken bir gerçektir.

Kaynaklar
<http://iaea.org>
<http://www.who.int>
<http://taek.gov.tr/sss.html>



Doç. Dr. Gökhan Özyiğit, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'ni 1996'da bitirdi. Uzmanlık eğitimini HÜ Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda 2001'de tamamladı. Yine 2001'de ABD'de, Washington Üniversitesi Mallinckrodt Radyoloji Enstitüsü'nde ve ardından 2002'de ABD'de Houston'da Teksas Üniversitesi M.D. Anderson Kanser Merkezi'nde birer yıl süreyle yoğunluk ayarlı radyoterapi üzerinde klinik çalışmalar yaptı. 2004'te yardımcı doçent, 2006'da doçent oldu. Hacettepe Üniversitesi 2010 yılı Bilim Teşvik ödülü başta olmak üzere, çeşitli ulusal kongrelerde bildiri ve yayın teşvik ödülleri kazanmıştır.



Gözde Yazıcı, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İngilizce Tıp Bölümü'nü 2001'de bitirdi. 2007 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimini tamamladı. 2010 yılında, mecburi hizmetini tamamladıktan sonra Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı.