



Dr. Arif Bozbiyık*, Dr. Çağlar Özdemir**, Dr. İ. Hamit Hancı***

Dünyada doğal olarak bulunan radyasyonun kaynağı, uzaydan gelen, yeryüzünde sulara, karada ve havada bulunan radyoaktif elementlerden yayılan ışınlardır. Dolayısıyla insanlar yaşamları boyunca düşük dozda radyasyona maruz kalmaktadır.

Radyasyon Kaynakları:

1- Doğada bulunan radyasyon: Kozmik ışınlar, dünyadaki radyoaktivite, Gama ışınları, Radon elementi ve türevleri,

2- İnsan eliyle oluşturulan radyasyon: Tıbbi maruziyet, diğer kaynaklar (nükleer silah denemeleri, nükleer reaktörler, duman dedektörleri, televizyon, bilgisayar gibi elektronik ev aletleri).

Maruz kalınan radyasyon doza bağlı olarak hiçbir biyolojik etki göstermeyebileceği gibi ölüme kadar varabilen etkilerde neden olabilir. Önemli olan, hangi radyasyon dozunun hücrede iyonlaşma sonucu hücresel hasara ve kansere neden olabileceğinin belirlenmesidir.

Radyasyonun tehlikeli etkilerinin ortaya çıkmasıyla 1928'de Londra'da 1. Uluslararası Radyoloji Kongresi düzenlenmiş radyasyon miktarını ölçecek standart bir metod ve birimin geliştirilmesi çalışmalarının yapılması için bir komite kurulmuştur. 1928 yılında kurulan komisyon 1950'de yeniden örgütlenerek Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu (ICRP) adını almıştır. Komisyon 1990 yılında yayınladığı bir bildiriyle sınıflama sistemine son şeklini vermiştir. Bildirge somatik etkileri, stokastik (doz bağımsız) ve deterministik (doz bağımlı) etki şeklinde ayırmış ve kalıtsal etkileri de stokastik etki olarak belirlemiştir. Deterministik etkiyi ise belirli bir eşik olan etki olarak kabul etmiştir ve bu eşikaltı dozlarda hastalık ortaya çıkmaz. Örneğin; katarakt bir deterministik etki iken kanser stokastik etkidir.

Radyasyon doğrudan DNA ve proteinler gibi biyolojik olarak önemli moleküller ile etkileşime girer. Radyasyon vücudumuzdaki bazı kimyasallarla da dolaylı olarak etkileşime

girerek serbest radikaller oluşturmak suretiyle önemli biyolojik moleküllere zarar verebilir. DNA üzerinde etkisi kanser riskini artırır. Eğer kromozomlarda hasar meydana gelecek olursa ortaya çıkan mutasyonun gelecek nesillere aktarılma riski ortaya çıkar. Radyoaktif ışınlar gövdede geçtikleri yerlerde hücre yapısını değiştirerek hasar oluşturur. DNA'larda oluşan hasar genlerde kırılmalara, çaprazlaşmalara, kopmalara dolayısıyla mutasyonlara yol açar. Bu durumda gelişme bozuklukları ve kanserleşme görülebilir. Bu etkiler sonucunda saç dökülmesi, solunum sistemi hastalıkları, mide ve bağırsak sistemi kanamaları, kemik iliği supresyonuna bağlı kanamalar ve kansızlık görülebilir.

Radyasyonun doğum öncesi etkileri, embriyo ve fetusun gelişme dönemine göre değişir. Yumurtanın dölleneninden hemen sonraki hafta içinde alınan ışınlar yumurtanın yaşama olasılığını ortadan kaldırırken, organların oluşma, gelişme dönemlerinde alınan ışınlar, gelişme bozukluğu olasılığını artırır. Düşükler, ölü doğumlar, iskelet, yumuşak doku ve organ malformasyonları, mikrosefali, zeka geriliği, beyin özürleri, gelişme geriliği, trizomi, bağışıklık sistemini tutan hastalıklar, lösemi ve özellikle çocuklarda tiroid kanseri görülür.



Çernobil kazası sonrası gelişen bir ölü doğum,
Fotoğraf: Dr. Mehmet Özen, Ankara (Izhevsk, Rusya, 1993)

*Yük. Lis. Öğr.; Ankara Ü. Tıp Fak. Adli Tıp AD, Ankara

**Ar. Gör.; Ankara Ü. Tıp Fak. Adli Tıp AD, Ankara

***Prof.; Ankara Ü. Tıp Fak. Adli Tıp AD, Ankara

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ise, incelemelerin de en ağır radyasyon etkisinin psikolojik etki olduğunu iddia etmiştir.

Radyasyona maruz kalan kişinin edindiği 1 joule/kg'lık enerji miktarına uluslararası edinilmiş doz birimi olan Gray (Gy) adı verilir. Radyasyonun etkileri maruz kalınan akut doz miktarına göre değişir; 0-250 mGy arasındaki radyasyonun saptanabilen herhangi bir klinik etkisi yoktur. Düşük bir olasılıkla gecikmiş etki görülebilir. 250-1000mGy radyasyon tedavi edilebilen küçük yaralara ve bulantıya neden olabilir. Kesin olmamakla birlikte ciddi geç etkileri ortaya çıkabilir. 1000-2000 mGy radyasyonda bulantı ve yorgunluk hissi ile birlikte kusma meydana gelir. Kan hücreleri hasarı görülür, ancak bu durum tedavi edilebilir. 2000-3000 mGy radyasyon maruziyetinde ilk gün bulantı ve kusma gelişir. İki haftalık gelişim süreci sonunda kırgınlık, iştah kaybı, ishal ve kilo kaybı olur. 3000-6000 mGy dozda, bulantı, kusma ve ishal ilk birkaç saatte gelişir. İştah kaybı, kırgınlık, daha sonra kanama, kilo kaybı ve boğazda yanma görülür. İlk haftada bazı ölümler olabilir, 3500 mGy 'den daha fazla radyasyon etkisinde kalanlardan %50'si yaşamını kaybeder. 6000 mGy ve üzerindeki dozlarda birkaç saat içinde bulantı, kusma ve ishal gelişir; boğazda yanma ve ateş birinci haftanın sonuna kadar ortaya çıkar. Hızlı bir kilo kaybıyla beraber ikinci haftadan itibaren maruz kalanların hemen hemen tamamı yaşamını kaybeder. 10 Gy ve daha yüksek dozda radyasyon çok yüksek oranda zarara yol açar, sindirim sistemini felce uğratar ve ölüm kesindir. 100 Gy'den fazla akut doza maruz kalma sonucu bütün vücut dokusu

hasara uğrar, etki en hızlı beyin ve sinir sisteminde görülür ve saatler içinde ölüm gerçekleşir.

Gebelik periyodunda radyasyona maruz kalınması sonucu görülen etkiler teratonejik etkidir. Stokastik etkiler, alınan dozun büyüklüğünden bağımsız olarak rastlantısal gelişen etkilerdir. Etkinin herhangi bir eşiği yoktur ve olasılığa dayanır. Deterministik etki, maruz kalınan doza bağlı olarak gelişen etkidir. Etki dozun büyüklüğüne bağlı olarak daha fazla acı verici olabilir. Örneğin, doz arttıkça yanma daha fazla olabilir. Belli bir eşiğin altında alınan dozlarda etki ortaya çıkmaz. Örneğin, radyasyon sonucu cilt yanığı bir deterministik etkidir.

Nükleer enerji ve akaryakıt dönüşüm endüstrisinde meydana gelen kazalar sonucunda, yüksek dozda radyasyona maruz kalan kişilerde klinik belirtiler gözlenebilir; kan hücreleri üretiminde, bağışıklık sisteminde, deride belirgin hasar meydana gelebilir. Radyasyonla etkilenme sonucu meydana gelen kompleks hastalığa **Akut Radyasyon Hastalığı (ARS)** denir. Bu hastalığın en yaygın belirtileri; başlangıçta bulantı, kusma ve sonra çoğunlukla, fırsatçı mikroorganizmaların neden olduğu kanamalı ve ağır enfeksiyonlardır. Eğer tedavi edilmezse ARS ölümcüldür. Bu tabloya termal yanıklar eşlik edebilir. Çernobil kazasında 237 kişinin ARS hastalığına yakalandığı bildirilmiştir.

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ise, incelemelerinde en ağır radyasyon etkisinin psikolojik etki olduğunu iddia etmiştir.



Fotoğraf: TTB Arşivinden



Radyasyonun özelliklerinden biri de duyu organları tarafından algılanamaz olmasıdır. Ancak özel ölçüm aygıtları ile saptanabilir.

Nükleer santrallerin atıkları çözüm bekleyen bir sorundur. Atıkların santral içindeki havuzlarda bir süre bekletildikten sonra, geçirgen olmayan, 600 metre derinlikteki eski tuz yataklarında saklanması gerekmektedir. Bunun çok pahalı bir yöntem olması ve demokratik ülkelerde halkın nükleer çöplüklerin yakınında yaşamak istememesi yüzünden bu yöntem kuramsal kalmakta, atıklar geçici depolarda saklanmaktadır.

Bir elementin radyoaktivitesinin etkinliği ancak yarı ömrünün on katı gibi bir süre sonunda kaybolur. Dolayısıyla, yarı ömrü yirmi dört bin yıl olan en önemli atık plütonyumun 240 bin yıl kontrol altında tutulması gerekmektedir. Dünyada doğal olarak bulunmayan plütonyum nükleer reaktörlerin bir atık ürünüdür. Atom bombası yapımında kullanıldığı gibi, son zamanlarda işlenerek yeniden yakıt olarak kullanılmak üzere santrallere gönderilmektedir.

Radyasyon türlerinin ortak özelliklerinden biri duyu organları tarafından algılanamaz olmalarıdır. Ancak özel ölçüm aygıtları ile tespit edilebilirler. Alfa ışını ancak birkaç santimetre ilerleyebilmekte, yoluna tutulan ince bir kağıt bile ışını durdurabilmektedir. Dolayısıyla bu ışının kaynağı olan radyoaktif elementlerin dokularda etkisini gösterebilmesi için insanın gövdesine girmesi gerekmektedir. Gövdeye giriş, zedelenmiş deriyle temas, solunumla akciğere ulaşma ya da yiyecek ve içeceklerle sindirim kanalına geçmeleri ile olur.

Gama ışınları metrelerce uzağa ulaşabildikleri gibi belli kalınlıklara kadar kurşun levhalardan da geçebilirler. Bu nedenle gama ışınlarının insan vücudu üzerindeki etkileri daha kolay ortaya çıkar. Radyoaktif elementler gövdeye girdikten sonra vücutta bazı özel organ ve dokularda toplanabilirler. Örneğin; iyot tiroid bezine, stronsyum kemik dokusuna, sezyum kaslara yerleşir. Elementlerin büyük bölümü kolloidal yapısı yüzünden karaciğerde tutunur ve karaciğer kanserine neden olabilir.

Elementler fiziksel ve biyolojik yarı ömürlerine göre etkilerini sürdürürler. Örneğin; iyot 131'in yarı ömrü sekiz gün kadar olduğundan etkisi kişinin iyot açığına, metabolizmasına göre haftalarla sınırlıdır. Buna karşılık stronsyum 90'ın fiziksel yarı ömrü otuz yıl, biyolojik yarı ömrü ise on yıl kadardır. Toryum'un fiziksel yarı ömrü 14 milyar yıl, biyolojik yarı ömrü elli yıldır.

Birinci Dünya Savaşı sırasında tanı amaçlı kullanılan X ışınlarından kendilerini korumayan yaşam kurtarma çabası içindeki doktorlar ve teknisyenlerde, yüksek dozda radyasyonla etkilenme sonucu ciddi yaralanmalar gözlemlendi; ellerini, kollarını, hatta yaşamlarını kaybeden insan sayısı azımsanamayacak kadar fazlaydı.

Radyasyondan Korunma Yöntemleri:

Nükleer patlamalar, radyasyon serpintisi gibi yollarla yayılan dış kaynaklı radyasyona karşı alınabilecek önlemler şunlardır:

- Radyasyon kaynağı yakınında geçirilen zaman azaltılabilir,
- Kaynakla kişi arasındaki uzaklık artırılabilir,
- Kaynakla kişi arasına bir kalkan konulabilir.

Radyasyonun solunum, sindirim ve cilt yoluyla alınmasına "içten maruz kalma" adı verilir. Radyonükleidler vücuda alındıktan sonra yapılabilecek çok az şey kalacağından alınması gerekli en temel önlem radyoaktif materyalinin vücutta girmesini önlemektir. Alınan radyonükleidler vücuttan biyolojik eliminasyon ve radyoaktif çürüme sonucu atılabilirler. İçten maruz kalmayı önlemek için eldiven ve laboratuvar elbisesi giyilmeli, radyoaktif maddelerle çalışırken herhangi bir şey yenmemeli ve içilmemeli, uçucu bileşiklere karşı gaz maskesi kullanılmalıdır.

Vücutun tamamının akut radyasyona maruz kaldığında uygulanabilecek tedavi yöntemleri ve hedefleri aşağıda verilmiştir:

Yöntem	Amaç
Sürekli dinlenme	Kan içeriklerinin korunması
Çevre sterilizasyonu	Bakterilerle etkileşimi azaltmak
Antibiyotikler	Enfeksiyonla mücadele
Yeterli kan hücre sayısının korunması	Kan içeriğinin restorasyonu
İntravenöz besleme	Paraenteral beslenme yada GİS' in dinlendirilmesi

Dünya Sağlık Örgütü' nün dünyada görülen tayfun, deprem, sel, yangın gibi felaketleri incelediği bir çalışmada insanın yüzde yüz önleyebileceği tek felaketin nükleer felaket olduğu belirtilmiştir. Bu felaketin önlenemesinin tek güvenilir yolu da doğal enerji kaynaklarından faydalanılarak, radyasyon ve radyasyon kaynaklarından olabildiğince uzak durmaktır.

sted

- Kaynaklar:**
- 1- Onaran Leziz, Biyoetik Derneği 3. Tıbbi Etik Semp., A.Ü.T.F. 23-25 Ekim 1997
 - 2- www.triumf.ca
 - 3- www.physics.isu.edu/radif
 - 4- www.yale.edu/lawweb /avalon/