

RADYASYONUN BİOKİMYASAL ETKİLERİ

Uz. Veliye GÜRSEL (x)

Uz. Necati KAYA (xx)

Ersin GÜRSEL (xxx)

ÖZET:

Çeşitli kaynaklardan yayılan radyasyonun biokimyasal etkileri tartışılarak faydalanma alanları ile korunma koşulları ele alındı.

GİRİŞ:

4 milyar yıl önce radyoaktif iyonlar çok fazlaydı. Yüzyıllar geçtikçe miktarları azalarak memelilerin ve insanların yaşayabileceği düzeye indi. Fakat hiç yok olmadı.

Günümüzde canlılar düşük ama sürekli radyasyon ortamı içinde yaşamaktalar (1). Konforu arttıran elektronik aletler, enerji kaynağı olarak kullanılan nükleer reaktörler, tıbbi teşhis ve tedavide yararlanılan radyoloji aygıtları ve de tüm insanlığı tehdit eden nükleer bombalar doğal olarak var olan radyasyonu yer yer arttırırlar. Sürekli artan dozlarda ışınlanan canlılarda somatik, daha geç olarak da, genetik etkiler ortaya çıkar. 1895 yılında Roentgen'in x-ışınlarını keşfinden sonra el, kol, saç veya hayatını kaybedenler dikkati çekti. Radyasyonun zararları henüz tam bilinmediği için korunulmadığından dönüşü olmayan hasarlar ortaya çıktı (2,3).

Tıpta ve diğer alanlarda bazı olayların izlenmesinde, sterilizasyonda, dünyadake elektrik açığının kapatılmasında, gıdaların bozulmadan saklanıp korunmasında, tekstil ve kâğıt sanayiinde radyoaktif madde kullanımı hızla artmaktadır. Yararlanma olanakları arttıkça radyasyonun biyolojik etkileri de sık görülecektir (2,4). Sağlık fizikçileri, maksimum müsaade edilir doz (MMD) aşılmadan, kontrolü yararlanmayı sağlarlar (5). Üç haftadan fazla süre 3000 rad doza maruz ka-

(x), (xx) Atatürk Üniv. Tıp Fak. Biyokimya Anabilim Dalı Uz. Arş. Görevlileri.

(xxx) Ankara Üniv. Tıp Fak.

lanlar 10-12 yıl sonra kansere yakalanırlar, Hiroşima ve Nagazaki'nin bombalanmasından 5-21 yıl sonra radyasyondan kaynaklanan lösemili oranı % 83 olmuştur (6). Bugün, teşhis veya tedavi amacıyla gebe annenin ışınlanmasına izin verildikten sonra doğan bebekler lösemiye daha yatkın olurlar (7). Uluslararası radyasyondan koruyucu komisyonun açıkladığı karara göre, ilk 30 yaşta, röntgen filmi ve tedavi amacıyla 5 röntgen (R), başka kaynaklardan ışınlanma ile 5 R olmak üzere, toplam 10 R'lik radyasona izin verilir (8).

RADYASYON KAYNAKLARI

1. Yaşanılan Çevrede kendiliğinden Eksternal olarak Bulunanlar (8).

Doğal bekground	67.6 %
Tıbbi ışınlama	30.7 %
Radyoaktif yağış	0.6 %
Çeşitli kaynaklar	0.5 %
Mesleki ışınlanma	0.45%
Nükleer endüstriden yayılan ışın	0.15%

Doğal radyoaktif maddeler 3 aileden (Uranyum, thorium, actinium) 40 üyeye sahiptir. Radyum, toryum ve radyoaktif potasyum-40 granit kayalarda diğer yerlerden daha çok bulunur. Bu durum yeryüzünün her yerinde aynı miktar radyasyona maruz kalınmadığını kanıtlar (1,3,7,8,9).

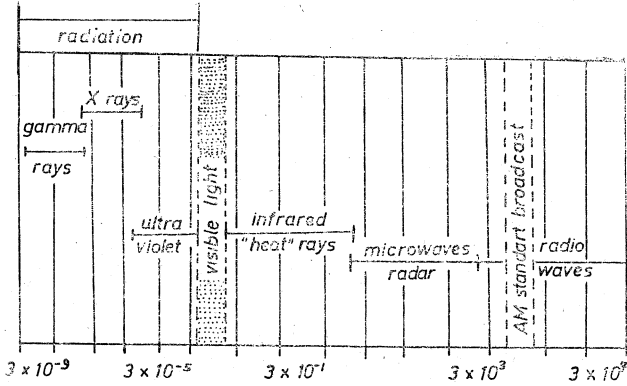
2. İnternal Radyasyon Kaynakları

Vücudun doğal elementlerinin radyasyon kaynaklarına hedef olması ile insan vücudunda da radyoaktif elementler ortaya çıkar. En çok ve çabuk uyarılan element potasyumdur. Yaklaşık 70 kg. olan bir insanda 17 mg kadar radyoaktif potasyum bulunur. Otuz yıl içinde gonadlar bu miktardan 500 milirad gama ışını almış olurlar. Karbon, radyoaktif izotop olarak çok azdır ve yayınladığı ışın miktarı önemsizdir (3).

3. Radyasyon Yapan Işınlr

Radyasyon yapan ışınların fiziksel özellikleri dalga boylarına bağlıdır (3). yüksek enerjili ışınlar kısa dalga boyuna sahiptirler. Görünen ışık ve infrared (IR) olarak bilinen "ısı" ışını canlı dokuya zararsızdır (Şekil 1).

Ultraviyole daha uzun dalga boyuna sahiptir. Giriciliği ve enerji miktarı düşüktür. Ancak mutajeniktir. Pigment yapısını etkiler. İnsan vücudundaki bazı steroidleri D vitaminine dönüştürür. Güneşte aşırı kalan vücut kısımlarında cilt kanserine sebep olacağı unutulmamalıdır.

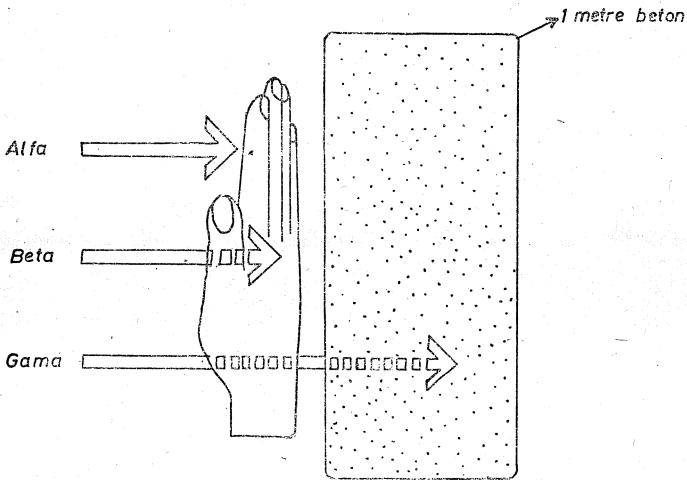


Şekil: 1. Radyasyon yapan ışınlar ve spektrumları.

Alfa ışını, Ra,U,Pu gibi atom numarası 83 ten yukarı olan, çok ağır radyoaktif elementlerden partiküller halinde yayılır. Alfa aşını ile yüzeyel bulaşma söz konusudur (8,10,11).

Beta ışınları negatif ve pozitif yüklü, yüksek hızda elektronlardır. Oldukça giricidirler. Gama ışınları elektromanyetik radyasyonlardır. Alfa veya beta ışınlarını izlerler (8,10).

Tıpta hastalıkların tanı ve tedavisinde gama, beta ve x ışınları daha sık kullanılır. Alfa taneciklerinin giriciliği az olduğundan bu amaçla kullanılmazlar (11,12). Işınların gericilikleri Şekil-2'de gösterilmiştir.



Şekil: 2: Işınların gericilikleri.

RADYASYON DUYARLILIĞI

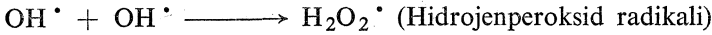
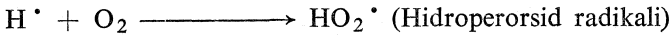
Canlının bölünmeyi sürdüren organları radyasyona diğer kısımlardan daha duyarlıdır. Bazı sahalara tanı ve tedavi amacıyla uygulanacak ışın miktarı daha az olmalıdır. Radyasyona hassasiyet aşağıdaki sıraya göre azalır:

1. Kan ve kemik iliği, lenfatik sistem, üreme organları.
2. Bazal hücreler, kıl kökü
3. Akciğerler, bronş-alveol hücreleri
4. Sindirim yolu, safra kanalı
5. Adrenal bezler (böbrek tübül hücreleri)

6. Bağ, kas, kemik ve sinir doku hücreleridir. Radyasyon fazla hasar yaptığı kırmızı kemik iliği, gonadlar ve göz mercekle kritik dokular olarak bilinir (2,13, 14).

4. Radyasyonun Biokimyasal Etkileri

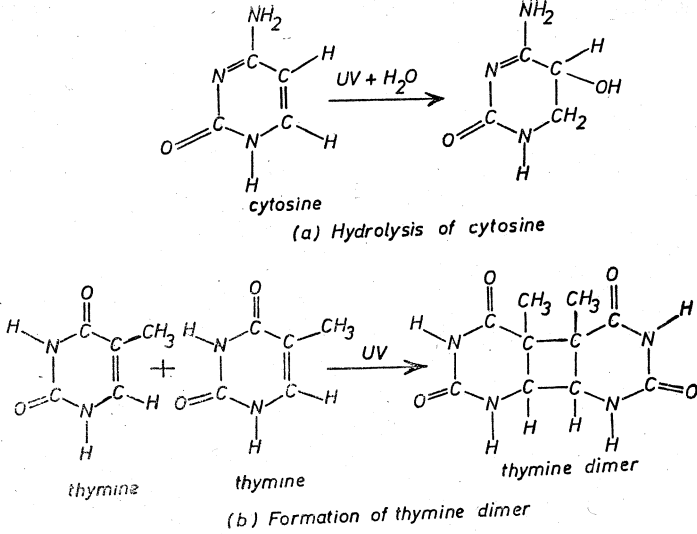
Radyasyonun direkt etkileriyle iyonlaşma meydana gelir ve hasar hemen görülür. İndirekt etkiler radyasyonla radikallere ayrılan sudan hidrojen peroksit oluşumuyla kendini gösterir.



Radyasyonla başlayan reaktivasyon çekirdek elemanlarını da etkiler. Kromozomların kimyasal yapıları deoksi-ribo nükleik asit (DNA) ve proteinden oluşur (11,14,16). DNA molekülleri 250-260 mili mikron dalga boyundaki UV ışınlarını özgül olarak absorblarlar. UV ışını daha çok pirimidin (stozin, timin) bazlarını etkiler (Şekil 3). UV ile primidin dimerleri veya stozinin hidroliz olması DNA sentezini doğrudan engeller. UV ile bakterilerin ölmesi de bu dimerleşmeden kaynaklanır (12).

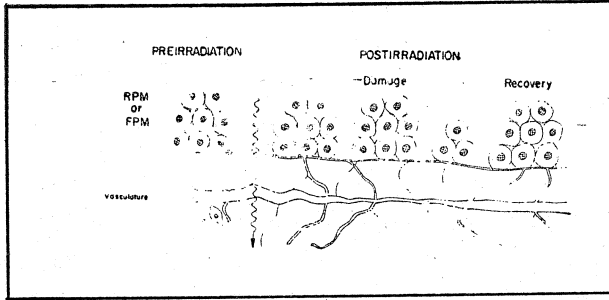
RADYASYONDAN NASIL KORUNULUR

Radyoloji ve izotop laboratuvarlarında çalışanlarla hastaları amaç dışı ışınlamadan korumak için gerekli kurallara uyulmalıdır. Röntgen ve radyoterapi cihazları vücudun dışı tehlike kaynaklarıdır. Çalışanı korumak için, çalışanla ışın kaynağı uygun uzaklıkta olmalı, yapılacak iş en kısa sürede bitirilmelidir. Çalış-



Şekil. 3: UV ışınının timin ve stozinde yaptığı kimyasal değişiklikler.

lan bölme radyasyondan çok iyi ayrılmalıdır. Kurşunlu serbest eldiven, önlük ve özel gözlük kullanımı ihmal edilmemelidir (1,5,16). Radyasyona duyarlı dokular da tek doz ışınlama sonrasında gelişen hasar ve zamanla hasarın düzeltilmesi şekil 4'de görülmektedir.



Şekil. 4: Radyasyona duyarlı dokularda gelişen hasar ve zamanla düzeltilmesi.

Radyoaktif maddelerin sıvı, gaz veya katı haldeki preparatları vücut giriş yollarından absorblanırsa vücudun kimyasal dengesi bozulur. Biyolojik olaylar başlayacağı için tehlikeye sebep olurlar (11,12,15,16). Diğer taraftan teşhis için gelen hastanın sadece film çekilecek yeri ışın almalı; vücudunun öteki kısımları radyasyona kapatılmalıdır. En kısa sürede net film almaya özen gösterilmeli, gereksiz tekrardan kaçınılmalıdır (16).

Zorunlu olmadıkça gebelere radyasyon uygulanmaz. Doğurgan yaştaki kadınların radyolojik teşhisleri mensturasyonu izleyen ilk 10 gün içinde yapılmalıdır. O sürede döllenmiş yumurta taşımayan kadının ileride doğacak yavrusuna ışınlardan etkileri ulaşamayacağı için kötü sonuçları görülmeyecektir (7,16).

Kurşun levha, kağıt, naylon, plastik levha, beton, tuğla ve ağaç bazı ışınlarla engel olabilirler (10,15,17). Dalak canlıyı radyasyon etkilerinden koruyan bir organdır. Canlı organizmanın sülfidril (-SH) grubu taşıyan bileşikler radyasyon hasarını hızla onararak koruma mekanizmasına güç katarlar. Fizik olarak ortamı soğutmanın korunmaya katkısı vardır. Tüm önlemlerin düşük enerji seviyeli hasarları önleyebileceği hatırlanmalıdır. Kaza yeri ve bomba merkezine yaklaştıkça bütün bu korunma tedbirleri yetersiz kalır.

RADYASYONDAN NASIL KORUNULUR

Curie Ailesi'nin sonsuz gayretleri ile keşfedilen radyoaktif maddelerin hünerleri zamanla öğrenilmiştir. Daha önce kısaca tanıdığımız gama ve x-ışınlarının benzer özellikleri vardır. Engel tanımazlar ve derine giricidirler. Bu sayede birçok hastalıkların tanı, seyir ve kontrolünde x ışınları ile elde edilen görüntülerden yararlanılır (8). Kanseri hücrelerinin çoğalmalarını engellediğinden kanser tedavisinde yararlanır. Mikropları öldürücü özelliğinden dolayı sterilizasyonda kullanılır.

Annenin gonadları ışınlanırsa kız, babanınkiyle ışınlanırsa erkek bebek doğabileceği tıpta geliştirilen yeni bir teoridir. Ancak anne ışınladığında ölü doğum oranı artar (8). Gıdaların mikroplardan arındırılmasında ve çürümelerinin önlenmesinde de radyasyondan faydalanılır (4).

SONUÇ

Radyoaktif maddeleri tanıma, yararlanma ve canlıda yapacağı hasarları tahmin II. Dünya Savaşı'ndan çok öncelere uzanır. Acı gerçek 1945'te Hiroşima ve Nagazaki'deki atom bombazelerinde ortaya çıktı (8). Bombardımanın öldürücü çemberi dışında kalan yaralılar ve onlardan türeyen yeni nesillerde yapılan araştırmaların ışığı altında, izin verilen doz aşıldığında, ışınların neler yapabileceği görüldü. Radyasyona hedef olmuş doku ve organlarda gecikmeli olsa da, kanser ortaya çıkar. Bu yüzden radyasyondan en çok ve en çabuk zarar gören kritik dokular özenle korunmalıdır (2).

Radyasyonun zararları: (1) Radyasyonun Lineer Enerji Transferi, (2) Fiziksel yarı ömrü, (3) Absorblanan radyonüklid miktarı. (4) Biyolojik yarı ömrü'ne bağlıdır (15). Bu faktörlerin etkisiyle hücresel seviyede ölüm (nekroz), mutasyonlar ve mitotik inhibisyon meydana gelir (17).

Artan radyasyon riskine karşın sağlanan faydalar daha büyük olduğundan radyolojiyi terk etmek düşünülmemektedir (10). Ancak korunma için gerekli

tedbirler alınmalıdır ve özellikle doğurganlık dönemindeki kadınları radyasyondan sakınmalıdır.

Türkiye için yeni radyasyon kaynağı enerji üretmek amacıyla kurulacak olan nükleer santrallerdir. Beklenmedik kazaların yapacağı hasarı bir tarafa bırakalım, koruyucu önlemlere yeterince itibar edilmez, çalışma disiplinine uyulmazsa cecurca ışınlanmaların gelecekte kurban sayısını arttıracacağı hatırlanmalıdır. Bu düşüncüyü gelişmiş ülkelerdeki nükleer santrallara karşı direnmeleri yansıtan haberler desteklemektedir. Konuya en yakın örnek, Çernobil Nükleer Reaktöründeki patlamanın bütün dünyayı korku ve panik içine aldığı gösterilebilir.

SUMMARY

BIOCHEMICAL EFFECTS OF RADIATION

Biochemical effects of radiation emitted by several sources and protection were considered.

KAYNAKLAR

1. Akin, A.: Temel Nükleer Tıp, Ankara, A.Ü. Tıp Fak. Yayını, 1981, s. 476-519.
2. Göksel, A.: Radyasyonun Biyolojik Etkileri ve Radyasyon Korunması, İstanbul, İ.T.Ü. Matbaası. 1973, s. 126-184.
3. Wallace, B., Dobzhansky, Th.: Radiation, Genes, and Man, New York, Holt, Rinehart and Winston Inc. 1963, p. 9-104.
4. Urrows, G.M. (çev. Derman, A.): Radyasyonla Gıda Muhafazası, Ankara, Atom Enerji Komisyonu Yayınları, 5, 1967, s. 3-23.
5. Işın, A. (çeviri-1980): Radyasyondan korunma Yöntemleri, Ankara, D.S.İ. Basım ve Fotofilm İşletme Müdürlüğü, Matb., 1980, s. 1-18.
6. Kohn, H. I., Fry, M.R.J.: Radiation Carcinogenesis (Medical Progress), New Eng. J. Med. 310: 504-511, 1984.
7. Brent, R. L.: Prevention of Embryonic, Fetal, and Perinatal Disease, Maryland, National Institute of Health, 1976, p. 179-196.
8. Yülek, G.G. (Çeviri-1982): Radyasyon Yaşam Gerçeği, Ankara, ANEM Yayını, 1982, s. 1-14.
9. Navvarra, J. G., Zaffaroni, J., Garone, J.E.: Life and the Molecule, London, The Biological Science, Harper and Row, 1966, p. 416-418.
10. Yülek, G.G.: Radyasyon Birimleri ve Maksimum Müsaade Edilen Doz (MMD), Teşhiste Kullanılan X-ışınlarında Radyasyondan Korunma, Ankara, ANEM Yayını, 1976, s. 7-33.

11. Yeğın, M.M.: Genel Nükleer Tıp, Erzurum, Atatürk Üniv. Basımevi, 1985, s. 127-253.
12. Strickberger, M.W.: Genetics, New York, Macmillan Publ. Co., 1976, p. 554-70.
13. Taner, A.C. ( eviri-1): Radyasyonun Biyolojik Etkileri, Ankara, ANEM Yayını, 1983, s. 2-15.
14. Yülek, G.G.: Türkiye'de X-ışını Teşhis Radyolojisinin Sebep Olduėu Genetik Anlamalı Doz Tayini, 1980, (Doktora tezi).
15. Frigerio, N.A.: Your Body and Radiation, Tennessee, Atomic Energy Commission-6, 1966, P. 1-68.
16. Yülek, G.G.: Teşhiste Kullanılan X-ışınlarında Radyasyondan Korunma, Ankara, ANEM Yayını, 1976, s. 22-25.
17. Selman, J.: The Basic Physics of Radiation Therapy, Illinois, Charles C. Thomas Publ., 1976, p. 541-658.