

RADYASYONUN HÜCRE SEVİYESİNDEKİ ETKİLERİ

İbrahim PİRİM (x)

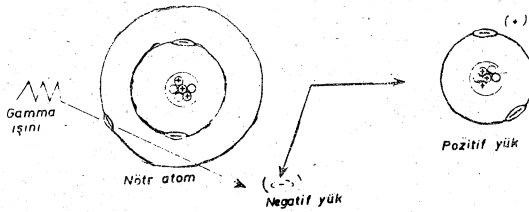
ÖZET

İyonize edici radyasyonlar hakkında kısa bilgi verdikten sonra, bu ışınların canlı hücreler üzerindeki etkileri, literatur bilgilerinden derlenerek açıklanmıştır.

GİRİŞ

Alfa, Beta, Gamma ve X ışınları için "iyonize edici ışınlar, tabiri kullanılır. Bunlardan Alfa ve Beta ışınları partiküler yapıdadırlar. Gamma ve X ışınları ise fotonlardan meydana gelmişlerdir.

İyonize etmek demek, Şekil 1 de görüldüğü gibi, bir nötr atomu, (—) ve (+) yük olarak ikiye ayırmak demektir.



Şekil-1: Bir gamma ışınının bir nötr atomu ikiye ayırışı (iyonizasyon).

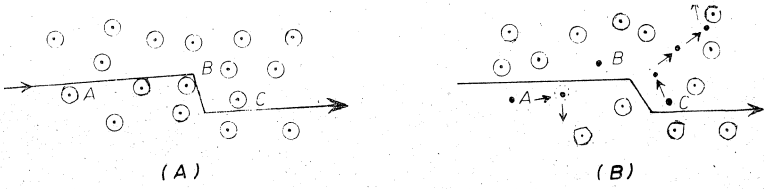
İyonize ışınların bu etkileri yüzünden, canlı ortamdaki hayati öneme sahip moleküllerin yapılarında bazı farklılıklar meydana gelir. Biz bu makalemizde bahis konusu değişikliklerin neler olabileceğini izah etmeğe çalışacağız.

İYONLAŞTIRICI RADYASYON

Giriş kısmında kısaca bahsettiğimiz gibi, iyonlaştırıcı radyasyonlar yolları üzerinde bulunan bütün atomları taşıdıkları enerji sebebiyle etkilerler. Birçok atom-

(x) A.Ü. Tıp Fak. Biyokimya Anabilim Dalı Arş. Gör.

lar çok kısa süre için bile olsa bu yüksek enerjiye dayanamazlar. Onun için bazılarından elektronlar kopar ve bu atomlar iyonlaşmış olurlar yani (+) yüklü hale gelirler (1).



Şekil-2 : İyonlaştırıcı radyasyonun atomlar arasındaki temsili yolu. (Daireler elektron bulutlarını, noktalar atom çekirdeklerini gösterir).

Partikülün materyal içinde, A—B—C gibi atomlara çarptığını düşünelim. Böylece elektronlar kopacak geride(+) yüklü iyonlar kalacaktır. Elektron enerji kazanarak serbest kalmıştır. Bu yüklü elektronlar başka atomlara çarparak onlardan yeni elektronlar koparabilirler (Şekil- 2-B), Neticetede sekonder serbset elektronlar meydana gelir (1).

İzah etmeğe çalıştığımız bu iyonlaştırıcı radyasyonun canlı sistemler üzerine olan tesiri şu sebeplerden dolayı araştırılır.

a- Fiziksel bir tesir olan radyasyonla yaşayan hücre arasındaki münasebeti araştırmak. Bununla hücrenin çalışması strüktürü ve davranışı hakkında fikir sahibi oluruz.

b- İyonlaştırıcı radyasyonun kanserli dokulara etkisini gözlemek. Bu tesir tedavi için kullanılır. Çeşitli tip tümör hücreleri radyasyonla öldürülebilirler. Lakin bu tip tedavide radyasyonun kullanımı sınırlıdır. Her zaman iyi sonuç vermeyebilir.

c- Radyasyonun tarım alanında kullanılmasıyla besin maddelerine zarar veren organizmaları yok etmek tatbikatı yanında, muhtemelen ortaya çıkabilecek mutasyonik gelişmelerle daha verimli tohumların elde edilmeye çalışılması mümkün gibi düşünülmektedir.

Radyasyonun canlı sistemler üzerine tesirinin incelenme metodlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

1- Canlının bütününe ışınlamak suretiyle hasıl olan tesirleri tesbit etmek.

2- Hücre veya hücreyi meydana getiren protein enzim ve nükleik asitler gibi moleküller üzerinde radyasyonun tesirini araştırmak.

Bu münasebetle insanın total radyasyona maruz kalışını dikkate alırsak, normal bir insan için öldürücü ışın dozu 700-1000 rad arasındadır.

Bu dozdaki radyasyondan çıkan enerji bütün vücut tarafından muntazaman absorbe edilirse vücutta ancak $2 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$ civarında bir ısı yükselmesi meydana gelir. Bu kadar küçük ısı değişikliğinin nasıl olup da insanın ölümüne yol açtığı hususu henüz izah edilmiş değildir. Böyle zor bir mevzunun incelenebilmesi radyasyonun ancak hücreler ve moleküller seviyesindeki biyokimyasal etkilerini gözlemek suretiyle mümkün olabilecektir.

İyonlaştırıcı radyasyonun canlıda biyolojik bir tesir yapması için radyasyon enerjisinin hücre ve dokularca absorbe edilmesi gerekir. Eğer radyasyon canlı doku içinden enerji bırakmadan geçip giderse hiçbir biyolojik etki meydana getirmez. Radyasyon enerjisinin absorblanmasından sonra biyolojik tesirin ortaya çıkması arasındaki sürede meydana gelen hadiseler dört kademede incelenir (1).

- I- Fiziksel kademe: Enerji radyasyondan maddeye transfer edilir. Bu hadisede radyasyonu absorblayan maddenin moleküllerinde uyarılma veya iyonlaşma olur.
- II- Fizikokimyasal kademe: İyonlaşmış bu moleküllerin enerjisi diğer moleküllere aktarılır.
- III- Kimyasal kademe: Önceki kademelerde ortaya çıkan serbest atom veya radikaller hem birbirleriyle hem de ortamdaki moleküllerle reaksiyona girerler.
- IV- Biyolojik kademe: Organizmadaki radyasyon tesiriyle oluşan moleküler değişmelerin meydana geldiği safhadır.

Bunları tablo 1. de yanyana ve süreleriyle göstermiş oluyoruz (5).

1- Başlatıcı hadiseler Fiziksel kademe	2- Kimyasal bozukluklar Fiziko-kimyasal kademe	3- Biyomoleküler bozukluklar Kimyasal kademe	4- Biyolojik bozukluklar Biyolojik kademe
İyonlaşmalar Uyarılmalar 10^{-7} — 10^{-5} sn	Serbest radikaller Uyarılmış moleküller 10^{-14} — 10^{-3} sn	Proteinler Nükleik asitler (Saniyeler-Saatler)	Hücre tahribi Organizma tahribi (Saatler-Yıllar)

Hayati fonksiyonlarda yer alan her molekülün veya biyolojik sistemin içinde hassas bir bölge mevcuttur. Eğer radyasyon bu bölgeye isabet ederse, burada meydana gelebilecek bir iyonizasyon hadisesi o molekülün veya sistemin tamamında bir inaktivasyona sebep olur (1).

Şimdiye kadar yapılan araştırmalarda hücredeki en hassas hedef molekülünün DNA olduğu sonucuna varılmıştır.

Bir çok araştırmacı, virüsler, bakteriler ve protistler gibi tek hücreli canlılar ile doku kültürlerinde (invitro) yetiştirilen çok hücreli canlıların hücrelerini

ayrı ayrı ışınlamak suretiyle radyasyonun onlarda ne gibi değişikliklere sebep olduğunu incelemişlerdir. Bu arada Escherichia coli adlı bakterinin iyonlaştırıcı ışınların tesiri ile yuvarlak şeklinin lifler haline dönüştüğünü tesbit ettiklerini söyleyebiliriz.

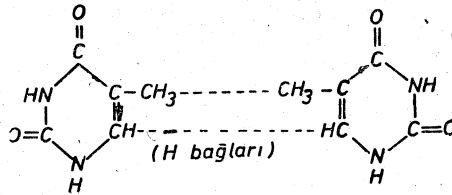
Memeli hücrelerinin doku kültürleri üzerine düşürülecek zayıf rotgen ışınları, onların dev hücreler haline gelmelerine sebep olmuştur; bu duruma hücredeki bölünme yeteneğini kaybetme ve protein sentezini artırmayla geldikleri kanaatine varılmıştır (1).

Keza, sitoplazmada uzantıların meydana gelmesi vakuollerin ve nukleus zarının ışığı kırma indeksinin farklılaşması, hücredeki çeşitli reaksiyonları kontrol eden enzim moleküllerinin radyasyon etkisiyle yapılarının bozulması ve neticede onlar tarafından kontrol edilen kimyasal reaksiyonlarda aksamalara sebep oluşu gibi daha başka bulgulara da rastlanmıştır.

Ayrıca, radyasyon DNA molekülünde Desaminasyon dehidroksilasyon, baz-şeker bağı kopması, şekerlerin oksidasyonu, fosfat gruplarının serbest hale geçmesi ve hidrojen bağlarının kopartılması gibi bozukluklar husule getirir (2).

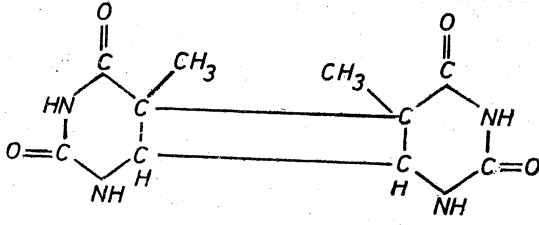
DNA ve RNA moleküllerindeki bazların radyasyona karşı hassasiyetleri farklıdır. En hassas baz timin olmakla beraber pirimidinler, pürinlere kıyasla çok daha duyarlıdır (2).

DNA bazları üzerine UV-ışınlarının da çok önemli tesirleri vardır. Bu ışınların pirimidinlere pürin bazlarına nisbetle on kat daha fazla zarar verdiği tesbit edilmiştir. UV-ışınlarının en belirgin zararı her bir zincirin pirimidinlerinde 4. ve 5. karbonlar arasındaki iki komşu pirimidinin dimerleşmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Timin en fazla dimer meydana getiren bazdır (2).



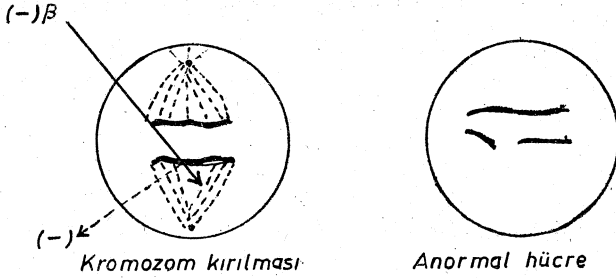
Şekil-3: DNA da iki bazın normal bağlantısı durumunu gösteren yapısı (2).

İki molekül timinin 4. ve 5. karbonları arasında karşılıklı olarak kovalent bağlar meydana gelir ve dimer oluşur. DNA şekeri olan Dezoksiriboz üzerine radyasyonun tesiri N-Glikozid bağının hidrofilik olarak kopmasıdır. Böylece baz ve şeker bir birinden ayrılırlar (2).



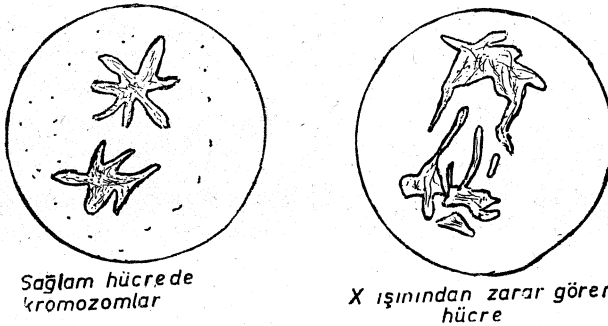
Şekil-4 Radyasyonun iki baz arasında dimer teşekkülüne sebep oluşu hakkında bir örnek "iki timin arasındaki temsili dimer yapısı (2).

İyonlaşma sonucu hücre bozulması target teorisiyle açıklanabilmektedir. Bu teoriye göre iyonlaşma kromozomda veya başka hayati bir bölgede fiziksel yarılma meydana getirir (4).



Şekil-5: İyonlaşma sonucu hücre bozulmasının target teorisiyle açıklanması(4)

Ayrıca, bitkisel hücelere tatbik olunan x ışınlarının hücre içindeki kromozomlarda kısmen parçalanma ve anormal bağlar meydana getirdiği tesbit edilmiştir(2).



Şekil6: DNA moleküllerinin meydana getirdiği kromozomların x ışının tesiri ile nasıl zarar gördüğüne örnektir. Işınlanan hücrelerinin kromozomları parçalanmıştır (2).

Yukarda kaydolunan bilgilere rağmen, radyasyonların akut ve kronik etkilerini daha geniş araştırmalarla daha iyi tanımak mecburiyeti vardır. Yirmibirinci asra yaklaştığımız bu yılların insanlık için radyasyonlarla gelen hastalıklar yönünden, oldukça karanlık bir tablo çizdiğini, Çernobil'deki reaktör kazası, bir defa daha hatırlatmış bulunuyor.

Bu münasebetle radyasyon hastalıklarının tedavisinde başarılı olunabilmesi için bu sahada çok daha geniş biyokimyasal araştırmaların yapılmasına ihtiyaç bulunduğunu belirtmek istiyoruz.

SUMMMARY

THE EFFECTS OF RADİAT'ONİN THE CELLULAR LEVEL

In this paper, ionizing radiations and their effects on living cells are discussed on the basis of the literature knowledge.

KAYNAKLAR

- 1- Smith, C., Dendy, Çeviren A. Özalpan: Radyobilyoloji, İst. Üniv. Fen Fak. Basım Evi, 1973, S. 4, 11, 53,59.
- 2- Yeđin, M. M. Genel Nükleer Tıp, Atatürk Üniversitesi Basım Evi, 1985,
3. Kınacı, S.R. Çekirdk ışınları ve radyoizotoplar, İzmir, Ege Üniv. Mat. 1970
- 4- Akin, A. Temel Nükleer Tıp Ankara, Ank. Üniv. Basımevi, 1981, s. 482.
- 5- Ankara Nükleer Arařtırma Merkezi Kurs Notu : Endüstride radyasyondan korunma Ankara, 1984, S. 53.