

# 16- RADYASYONUN HÜCRE İÇİNE ETKİLERİ

- Radyasyona karşı nukleus ve sitoplazmanın duyarlılığı test edilmiştir(Özalpan A,2001). Bu amaçla çok ince bir  $^{210}\text{Po}$  iğnesi kullanılmıştır. Bu kaynak doku içinde ancak 40 mikron uzaklığa kadar gidebilen  $\alpha$  partikülleri yaymaktadır. Bu yöntemle hücrede sadece sitoplazma ya da sadece nukleus ışınlanmaktadır. Hücreyi öldürmek için sadece nukleus için düşük bir dozun yeterli olduğu, sitoplazma için daha yüksek doza ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir. Bu durum sitoplamanın radyasyona daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.

- Nukleusun duyarlılığı, radyobiyojik kriterler ile nukleus fonksiyonları arasındaki ilişkiler nedeniyledir. Nukleustaki kromozom hasarları, mitoz bölünmenin gecikmesi, mitoz bölünmenin durması, DNA sentezinin gecikmesi veya durması radyolojik etkiler nedeniyle olmaktadır. Nukleusun hücrede meydana gelen bütün olayları denetlemesi ve bunların oluşması için gerekli tüm bilgileri taşıması açısından, nukleustaki bir hasarın, sitoplazmaya oranla hücre için önemlidir.

## 16.1- RADYASYONUN KROMOZOMLARA ETKİSİ

- Bitki, hayvan ve insan kromozomlarının 0.1 Gy'den daha düşük dozlarda bile radyasyondan etkilendiği ve kırılmalar şeklinde hasarların olduğu saptanmıştır. Radyasyonun kromozomlara olan etkisi metafaz ve anafaz safhalarında daha iyi gözlenmektedir. Memeli kromozomlarının sayılarının çok ve küçük olması nedeniyle zor incelenmekte, bitki kromozomlarının sayısının az ve büyük olması nedeniyle kolay incelenmektedir.

- Kromozomların kırılan ucu diğer kırık uca yapışma eğilimindedir. Buna karşılık sağlam uca kırık uç yapışmamaktadır. Kırılan uçlar Oksijen ve ATP varlığında daha yapışma özelliği gösterir. KCN ve CO gibi solunum inhibitörleri ile kloramfenikol gibi protein sentezi inhibitörleri yapışmayı önler.

- Yapışmayı düşük sıcaklık da önler. Bunun nedeni, radyasyon hasarlarının düşük sıcaklıklarda daha az onarılabilmesidir. Kromozom kırılmaları ve bundan sonra meydana gelen olaylar çeşitli şekillerde gerçekleşmektedir. Bunlar sırasıyla:
- Kırılan parça tekrar yerine yapışabilir. Bu durumda, sonraki mitozda herhangi bir değişiklik olmaz.

- Kırılan parça yapışmaz ise sonraki mitozda delesyon yani parça kaybı saptanabilir.
- Kırılan parça diğerk kırık uca yapışabilir. Sonraki mitozda anormal kromozom bozukluğu ortaya çıkar.

- Metafaz veya anafaz safhalarındaki kromozom aberasyonları (bozuklukları) kromozom tipi aberasyonlar ve kromatit tipi aberasyonlar olmak üzere ikiye ayrılır. Kromozom tipi aberasyonlar, kromozomların eşleşmesinden önce, interfazın  $G_1$  fazında yapılan ışınlamalar sonucu oluşur. Bu aşamada kromozomlarda kırılmalar olur. Bunu DNA sentezi izler ve kromatitler oluşur. Mitoz fazında bu hasarlar görülür. Radyasyon interfazın  $G_2$  fazında uygulandığı zaman, kromatit tipi aberasyon olur ve mitozda bu durum gözlenir.

# A- KROMOZOM TİPİ ABERASYONLAR

- Bu tip hasarlar, terminal delesyonlar ile aynı kromozomda veya farklı kromozomlar arasında simetrik veya asimetrik parça değişiklikleri şeklinde gelişir.



- $G_1$  fazında radyasyon sonucu kromozomun tek bir kolunda bir kırılma oluşmuş ve kırılan parça tekrar yapışmamıştır. Dolayısıyla mitozda terminal delesyon ve asentrik fragment gözlenmiştir. Aynı kromozomda simetrik ve asimetrik parça değişiklikleri gösterilmiştir. Simetrik parça değişikliğinde, aynı kromozomun iki kolu kırılır ve kırılan parçalar yer değiştirerek yapışır. Mitozda görülebilir değişiklik olmaz. Asimetrik parça değişikliğinde de aynı kromozomun iki kolu kırılır. Ancak kromozomun kırılan iki kolu birbirine, kırılan iki parçası da birbirine yapışır. Bunun sonunda, mitozda halka kromozom ile birlikte asimetrik parça gözlenir.

- Simetrik iki ayrı kromozomun birer kolunda oluşan kırıklar diğer kromozomların kırık uçlarına yapışırlar. Bunun sonucunda izleyen mitozda herhangi bir değişiklik görülmez. Asimetrik parça değişikliğinde ise, yine ayrı kromozomun birer kolunda kırılmalar oluşur. Ancak bu kez, iki kromozomun kırılan uçları birbirlerine, iki kromozomdan kırılan parçalar ise birbirlerine yapışırlar. İzleyen mitozda disentrik kromozom ile asentrik parçalar gözlenebilir.

## B- KROMATİT TİPİ ABERASYONLAR

- Terminal delesyonlar, izokromatit delesyonlar, aynı kromozomda ya da farklı kromozomlar arasında simetrik ve asimetrik parça değışiklikleri ile tri radyaller şeklinde kromatit tipi aberasyonlar mevcuttur .
- Kromozomun sadece bir kromatitinde kırılma olur ve kırılan parça tekrar yapışmaz. Mitozda terminal kromatit delesyonu ile asentrik parça gözlenir.
- İzokromatit delesyon da bir kromozomun iki kardeş kromatitinde aynı hizada kırılmalar oluşur. Bu kırılmalar dört farklı durum gösterir.

- a-Kırılan iki kromatitin uçları birbirine, kırılan iki asentrik parça da birbirine yapışır. Mitozda uçları yapışan kromatitler ayrılmazlar ve **anafaz köprüsü** denilen aberasyon meydana gelir ve asentrik parça görülebilir.
- b-Sadece asentrik parçalar birbirine yapışır.
- c-Kırılan iki kromatitin uçlar birbirine yapışır.
- d-Hiçbir yapışma olmaz

- Simetrik parça değişiminde, bir kromozomun aynı kromatitinde iki kırılma olur ve kırılan parçalar yer değiştirerek kırılan uçlara yapışır. İzleyen mitozda herhangi bir değişiklik görülmez. Asimetrik parça değişiminde ise aynı kromatitte oluşan iki kırılma olur. Kromatitlerin kırık uçları birbirine yapışırken, kırılan iki asentrik parça da birbirine yapışır. İzleyen mitozda kardeş kromatitlerinden birisi normal diğeri halka bir kromozom ouşturur ve asentrik parça gözlenir.

- Farklı kromozomlar arasındaki simetrik ve asimetrik parça değişiklikleri. Simetrik parça değişikliğinde iki ayrı kromozomun birer kromatitinde kırılmalar olur ve kırılan parçalar diğer kromatitlerin kırılan uçlarına yapışırlar. Mitoz herhangi bir değişiklik görülmez. Asimetrik parça değişiminde iki ayrı kromozomun birer kromatitinde kırılmalar olur. Kırılan asentrik parçalar birbirine yapışır ve kromatitlerin kırılan uçları da birbirine yapışır. Mitozda bir disentrik kromozom ile asentrik parça gözlenir.

- Triradyal aberasyon görülmektedir. Bir kromozomda tek bir kromatit kırılır, diğer kromozomda ise izokromatit kırılma meydana gelir. Meydana gelen asentrik parçalar, tek kromatit kırılması ile oluşan kırık uçlara yapışırlar ve mitozda üç kollu bir kromozom ile izokromattit delesyon olur

- Kırılma ve yapışma olayları sonucunda disentrik kromozomlar, halka kromozomlar, anafaz köprüleri ve asentrik parçalar, *Tradescantia paludosa*'nın anafaz safhasındaki kromozomlarında ve insan lökositlerinde görülmektedir.



- Özel bir kromozom aberasyon tipi olarak mikronukleus oluşumu verilebilir. Bu aberasyon, bir asentrik parça ya da tam bir kromozomun mitoz sırasında kutuplara çekilmemesi sonucu çekirdek dışında kalmasıyla oluşur. Bu parçaya mikronukleus adı verilir ve diğer kromozom aberasyonları mitozda görülürken, mikronukleus oluşumu interfazda gözlenir.

- Diploid hücrelerde mikronukleus oluşumu oranının dozla lineer olarak arttığı ve bu özelliğin radyasyon duyarlılığının belirlenmesinde önemli bir ölçü olarak değerlendirilmektedir. Poliploit ve anöploit hücrelerde ise, aynı kromozom birden fazla sayıda olduğu için, mikronukleus analizi radyasyon duyarlılığı için sağlıklı değildir.

- Mikronukleus analizi için yapılan deneyde, ışınlanmış hücrelere sitokalasin-B verilerek sitoplazma bölünmesi engellenmiştir. Bu yolla iki yavru nukleusun birlikte bulunduğu binukleat (çift çekirdekli) hücreler ve bu hücrelerin sitoplazmaları içinde yer alan mikronukleuslar tespit edilmiştir (Özalpan A., 2001).