



DİKKAT !
RADYASYON
ALANI

TURKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Radyobiyoloji

Prof. Dr. ALİ BUMİN



HAMİLELER
ve
HAMİLELİK ŞÜPHEİ
OLANLAR

GİREMEZ

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

RADYOBİYOLOJİ

Radyobioloji, iyonizan ışınların canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen ve bu etkilerin yol açacağı sonuçları irdeleyen bilim dalıdır.

İyonizan ışınların madde ile etkileşimi sonucu; ısı, eksitasyon ve iyonizasyon oluşur.

İyonizan Işınlar Canlıyı Organizmayı İki Şekilde Etkiler

a. Doğrudan etki

b. Dolaylı etki

a. Doğrudan etki:

Hücrede bulunan **makro moleküllerde** (protein, enzim, RNA,DNA) olur. Protein ve enzimlerde oluşan etki hücre tarafından onarılabilir. Çünkü bunların benzerleri vardır ve yapısı değişen molekülün yeri, benzeri tarafından doldurulur.

DNA'da oluşan etki ise onarılamaz. Çünkü DNA gereği kadar bulunur. Etkilenme ile hücrenin yapısı değişir. DNA'da oluşan bu etkiler genetik **mutasyon ve hücre ölümüne** neden olabilir.

b. Dolaylı etki:

Su moleküllerinde görülen etkidir. Organizmanın %80'i sudan oluşur. Su, radyasyona maruz kaldığında, iyonize olur ve başka moleküler yapılara bölünür. Buna suyun radyolizi denir. Bunun sonucu H^+ ve OH^- gruplarının yanısıra bu köklerin birleşmesiyle H_2O_2 'de oluşur. Hidrojen peroksit şiddetli oksidan bir maddedir, hücre metabolizmasını bozabilir.

İyonizasyon sırasında çok kısa süre içerisinde gelişen birtakım fiziksel olaylarla ışınlar ile madde arasında bir enerji alışverişi olur. Bunu takiben çok kısa bir sürede kimyasal olaylar gelişir. Bundan bir süre sonra da hücre ya da organizmada fonksiyonel ya da morfolojik değişiklikler oluşur.

İyonizan ışınların insanlar üzerindeki en büyük tehlikesi, genetik etkileridir. İnsanlarda mutasyon oranını iki katına çıkaran iyonizan ışın dozunun yüksek olmadığı bilinmektedir.

X-ışınları, canlı hücreler tarafından emildiğinde canlı organizmada nasıl değişiklikler şekillenir?

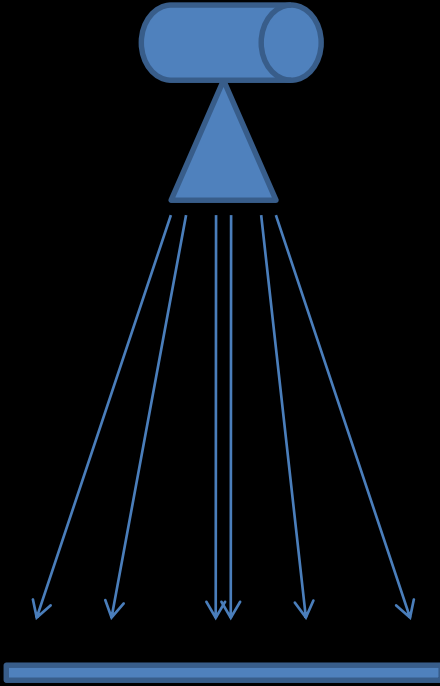
A. Somatik Etki: X-ışınları, yangı, hücre büyümesinin yavaşlaması, nekroz ve doku ölümüne neden olur. Bu etkiler genellikle ışınlamadan hemen sonra oluşur.

Özellikle, kan yapan organlar, gonadlar ve derinin germinatif tabakası gibi hızlı büyüme yeteneğindeki dokular buna daha duyarlıdır. Aynı nedenle embriyo ve kötü huylu tümörler de x-ışınlarına duyarlıdır.

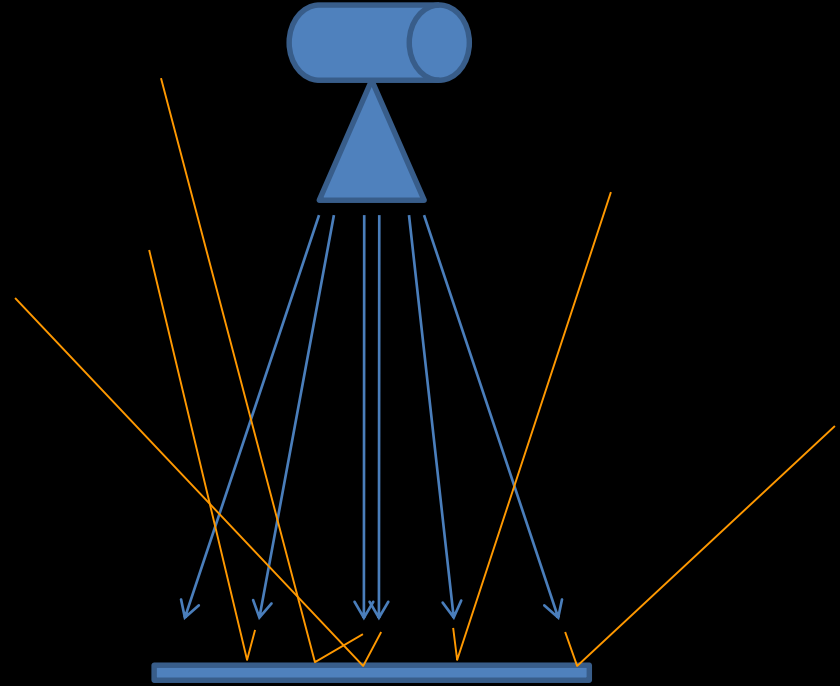
B. Karsinojenik Etki: X-ışınları ile ışınlanmış dokularda bilinmektedir ki; sonraki yıllarda kanserojen değişikliklerin oranı yüksektir, fakat benign dönemin gelişmesi yıllar sürebilir.

C. Genetik Etki: Gonadların x-ışınları ile ışınlanması, gonadlarda somatik ve uzun dönem genetik etkiye neden olur. Sonradan mutasyon oranında artış olur ve sonraki jenerasyonlarda herediter anomaliler oluşabilir.

Bu etkiler, büyük dozda ışınlanan radyasyon ile olduğu gibi, uzun sürede tekrarlayan küçük dozların alınmasıyla da olabilir



Primer Radyasyon



Sekonder Radyasyon

X-IŞINLARININ KAYNAĞI

RADYASYONUN ORGANİZMA ÜZERİNDEKİ ZARARLI ETKİLERİ

1. Radyasyonun Cinsi
2. Radyasyondan Etkilenme Süresi
3. Organizmanın Duyarlılığı
4. Maruz Kalınan Radyasyon Miktarı
5. Organizmayı Etkilemiş Şekli

RADYASYONUN HÜCRE VE DOKULAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Radyasyon, organizma üzerindeki zararlı etkisini

- hücre,
- doku,
- organ,
- sistem veya tüm vücut üzerinde

gösterir

Radyasyonun Hücre Üzerine Etkisi:

Hücreler, radyasyona karşı farklı duyarlılığa sahiptir. Genel olarak hızlı bölünme ve çoğalma yeteneğine sahip hücreler radyasyona daha duyarlıdır.

1. Hücre zarının etkilenmesi sonucu; normalde yarı geçirgen olan hücre zarında fonksiyon bozukluğu sonucu ozmoz ve aktif transport işlemleri yapılamaz.

2. Sitoplazmanın etkilenmesi ile organik temel bileşikler olan karbonhidratlar, proteinler ve lipitler üzerindeki kimyasal değişikliğin yanısıra ribozom, lizozom ve mitokondrium gibi intrasitoplazmik organellerin yıkılması sonucu protein, nükleik asit, lipit ve birçok enzimin sentez ve parçalanma işlevlerinde aksamalar olur.

3. Hücre çekirdeğinin etkilenmesi ile hücrede en büyük etkilenme oluşur. Etkilenme gebelik sırasında oluşursa, DNA molekülleri zarar göreceği için yavruda birtakım anomaliler şekillenir.

Radyasyonun Genital Sistem Üzerine Etkisi:

Genital sistem radyasyona oldukça duyarlıdır. Dişilerde ovum'un üretildiği ovaryumlar, erkeklerde sperm'in üretildiği testisler etkilenecek olursa infertilite meydana gelir.

Salgı bezlerinin etkilenmesi sonucu dişilerde genital siklusu düzenleyen; östrojen, progesteron, FSH ve LH hormon düzeyleri değiştii için siklus düzeni bozulur.

İnsanlarda gebelikte 18 - 48. günler arası radyasyona en duyarlı devredir. Bu dönemde zigot ölümü veya yavruda mutasyonlar oluşabilir.

Emriyo ve fötüs dönemindeki duyarlılık, ergenlik çağına kadar giderek azalır, ihtiyarlık döneminde tekrar başlar. Yaşlı ve hasta olanlar, genç ve sağlıklı olanlara göre radyasyondan daha çok etkilenir.

Radyasyonun Kan ve Kan Yapıcı Sistem Üzerine Etkisi:

Radyasyondan lökosit, eritrosit ve trombositler ile kemik iliğinin etkilenmesi sonucu çok önemli değişimler oluşur.

Lökositler; mikroorganizmalara karşı savunmada aktif rol oynarlar. Bu grupta en duyarlı hücreler lökositler olup etkilenmeleri sonucu antikor yapımı aksar ve vücudun bağışıklık sistemi bozulurRadyasyon nedeniyle lökosit sayısı azalır (Lökopeni).

Eritrositler, radyasyona en dayanıklı kan hücreleridir. Özellikle üretim yerlerinin etkilenmesi sonucu sayılarının azalması (eritropeni), dokulara daha az oksijen taşınmasına ve CO₂'in dokularda birikmesine yol açar.

Trombositler, kanın pıhtılaşmasını sağlar. Salgıladıkları Trombokinaz enzimi, kandaki protrombin ve kalsiyum ile birleşerek trombin oluşur. Radyasyondan etkilenme sonucu trombositlerin yıkımlanması ile, pıhtılaşmada gecikme şekillenir. Buna bağlı olarak dişeti, burun ve barsaklarda hemoraji oluşur

Radyasyonun kan üzerindeki en önemli etkisi kan kanseri (Lösemi)dir.

Radyasyonun Salgı Bezleri Üzerine Etkisi:

Radyasyon sonucu; gl. parotis, gl. submandibularis ve gl. sublingualis'in etlilenmesi ile, salgı azalması ve buna bağlı olarak ağız kuruluğu ve yutkunma güçlüğü ortaya çıkar.

Böbrek üstü ve hipofiz bezleri az etkilenir. Tiroit bezi fonksiyonunda artış ya da azalma görülebilir.

Karaciğer ve pankreas; özellikle fonksiyonlarının arttığı sırada radyasyondan çok etkilenir. Pankreasın etkilenmesi ile, tripsin, amilaz ve lipaz enzimlerinin azalmasına ve bunun sonucu protein ve yağ metabolizmasının bozulmasına neden olur. Pankreasın insülin salgısının azalması, şeker metabolizmasının bozulmasına ve kan şekeri olan glikoz'un yakılamaması sonucu Diabetes Mellitus denilen şeker hastalığına neden olur.

Midenin fundus'u daha duyarlı olup radyasyon sonucu pepsin ve HCl salgısındaki azalmaya bağlı olarak hazımsızlık oluşabilir.

Laktasyon döneminde meme oldukça duyarlıdır. Etkilenme sonucu süt azalır.

Radyasyonun Diğer Etkileri:

Radyasyon sonucu, sindirim, boşaltım, genital sistem epitelleri, kornea ve tiroid epitelinin etkilenmesi **ile çeşitli derecelerde yıkımlanmalar oluşur.**

- Barsaklarda absorpsiyon bozukluğu,
- Gözde; keratitis, ulkus,katarakt, retina bozukluğu ve körlük,
- Böbreklerde fonksiyon bozukluğuna neden olur.
- Derinin etkilenmesi ile; eritem, ülser, pigmentasyon ve ileri olgularda deri kanseri gelişebilir.

ORGANİZMANIN RADYASYONA GÖSTERDİĞİ BELİRTİLER

Radyasyonun biyolojik etkilerinin oluşması için gereken dozun bir alt sınırı yoktur. Alınan küçük dozlarda bile birtakım bozukluklar oluşabilir. Bu nedenle çalışan **personelin korunmasına özen gösterilmelidir.**

Tanısal radyolojide alınan dozların küçük olması nedeniyle oluşan etki, nükleer silah ya da reaktör kazalarında görülen etkilerden farklı olur.

A. Radyasyonun Erken (Akut) Belirtileri:

Yüksek dozda radyasyonun bir defada alınması sonrası oluşan etkilerdir. **Bu etkiler;** atom bombası, nükleer reaktör kazaları ve deneyler **sırasında görülebilir.**

Alınan dozun miktarına göre, mitoz aktivitede azalma, kromozom duplikasyonu, lökopeni ve immun sistem inhibisyonu **görülür.**

Yüksek dozda radyasyonun alınmasından belirli bir süre sonra (günler, haftalar olabilir) görülen ölüm olayına “radyasyon sendromu” denir. Alınan doza bağlı olarak değişen 3 ayrı sendrom tanımlanmıştır.

	Alınan doz (rad)	Yaşam süresi (gün)
1. Hematolojik ölüm	200-1000	10-60
2. Gastrointestinal ölüm	1000-5000	3-10
3. MSS ölümü	>5000	<3

B. Radyasyonun Geç (Kronik) Belirtileri:

Aynı dozlarda ancak uzun sürede radyasyon alınması sonucu görülen etkilerdir.

1. **Deri:** Deride; eritem, ülser, pigmentasyon ve geç dönemde deri kanseri görülür.

2. **Göz:** Gözlerde alınan doza bağlı olmak üzere; başta katarakt olmak üzere, ulkus kornea, glaukom ve retina hastalıkları görülür.

Radyoloji personeli, yeterince korunduğunda deri ve göz bulguları görülmez.

3. **Kan yapıcı sistem:** Radyasyonun uzun süre alınması sonucu; kan tablosunda değişiklikler görülür. En erken bulgu, lenfosit artışı, granulosit ve trombositlerin azalmasıdır. Lökositlerde artış veya azalma olabilir. Eritrosit sayısında değişiklik önemli olup geç ortaya çıkar.

4. Yaşam süresinin kısalması: Yeterli koruyucu önlemlerin alınmaması nedeniyle, uzun süre radyasyona maruz kalan kişilerin yaşam süresinin kısaldığı bilinmektedir.

5. Kanseri riskinin artması: Hiroşima ve Nagazaki'ye atom bombası atıldıktan sonra ve kurtulan kişilerde normal insanlara göre kan kanseri (lösemi) nin 10 kat arttığı belirlenmiştir. 1948-1963 yılları arasında yapılan bir araştırmada, radyoloji çalışanlarında lösemnin, normal insanlara göre 4 kat fazla oluştuğı belirlenmiştir.

RADYASYONDAN KORUNMA (Radyoproteksiyon):

Röntgen ışınları, doğal ya da yapay radyoaktivitenin keşfinden sonra iyonize ışınların faydalarının yanı sıra canlı organizma üzerine zararlı etkileri de gündeme gelmiştir.

Radyoproteksiyon genel olarak radyasyondan korunma anlamına geliyorsa da bu deyim tıpta özellikle iyonizan ışıklardan korunma anlamında kullanılmaktadır.

Önceleri, iyonizan ışıklara maruz kalanlar denildiğinde; sadece radyologlar, yardımcıları, tanı ve sağaltımın yapıldığı hastalar, doğal radyoaktif elementlerin elde edilmesinde çalışanlar akla geliyordu. Bu dar kapsamlı tanım, iyonizan ışıkların zararları ve bunlardan korunmada yeterince gerekli önlemlerin ihmal edilmesine yol açmıştır.

Diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi bizde de iyonizan ışıklarla çalışan herkesin özel dozimetre taşımalarının zorunlu kılınması gerekir. Bu şekilde belli süre içinde alınan ışık miktarı belirlenerek çalışanların kontrol altında tutulması sağlanır.

DOZİMETRELER

Radyasyon algılama ve ölçme araçlarıdır. İyonizan ışınların miktarının ölçülmesinde kullanılmak üzere çeşitli dozimetreler yapılmıştır. Bu amaçla değişik yapı ve biçimde çeşitli algılama ve ölçme aygıtları geliştirilmiştir.

Bunlar; gazlı, sıvılı, katı ve diğer dozimetreler olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır.

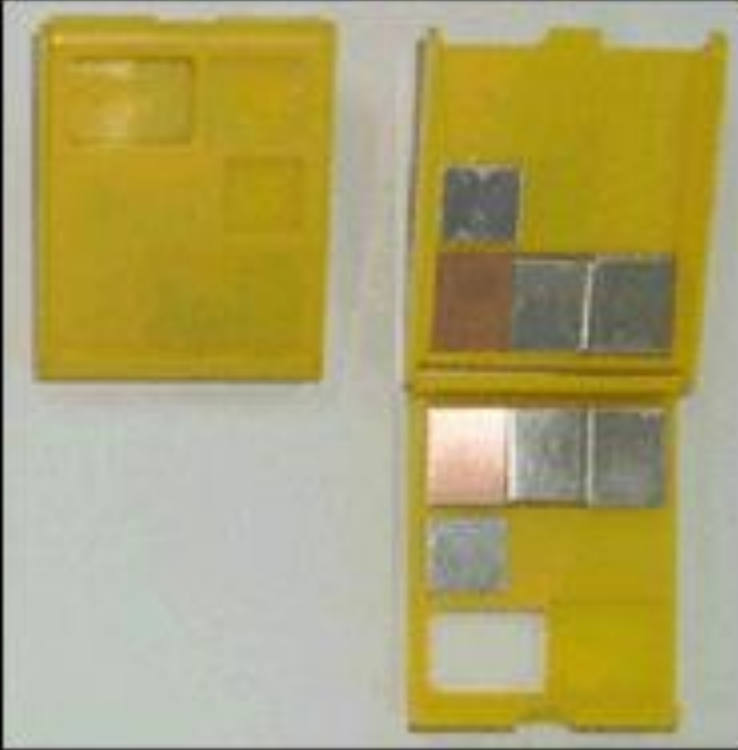
Bu dozimetrelerdeki değerleri ölçüp değerlendiren merkezler vardır. Kullanıcıların taktıkları bu dozimetrelerde belirlenen değerler, atom enstitülerinde saptanan minimal ve maksimal değerlerle karşılaştırılarak hüküm verilir

FİLM DOZİMETRELER (Katı dozimetre):

- Ucuzluğu ve kullanım kolaylığı nedeniyle en yaygın olarak kullanılan dozimetrelerdir.
- Radyasyonun ölçülmesinde kullanılan en eski sistem olup, fotoğrafik bir ölçüm yöntemidir.
- Diğer yöntemlerden daha ucuz olduğu gibi, filmin radyasyona karşı duyarlılığı, canlı dokunun duyarlılığına yakındır.

- Film dozimetrelerde, plastik kılıf içerisine yerleştirilmiş film bulunur.
- Filmin üzerinde, değişik absorpsiyon yeteneğine sahip maddeler bulunur. Bu maddelerden geçen işınlar, filme ulaşırlar. Banyo sonrasında filmde oluşan kararmanın derecesi dansitometrik yöntemlerle llerek çalışan personelin aldığı doz belirlenir.
- Bu dozimetrelerde kullanılan filmler genellikle 3x4 cm ebadında olup, işıktan korunmuştur
- Dozimetre kutularının n ve arka kapaklarının iç kısımlarında 1-3 mm kalınlığında alüminyum (beta işınları için), bakır (X-işınları için), Kadmiyum (gamma işınları ve termik nötronların llmesi için)' dan yapılmış filtreler mevcuttur.

Bu sayede alınan; x, gamma ve beta işınlarının ölümü yapılır



GAZLI DOZİMETRELER

İyonlayıcı radyasyonun gaz ortamlarda oluşturduğu iyonizasyonun ölçülmesinde kullanılır. Bilinen yöntemlerin en yaygınıdır. Bugün, bilinen değişik türdeki radyasyonların doku dozlarını ölçmek için, özel gazlar doldurulmuş iyonizasyon tüpleri ve iyon odaları imal edilmiştir. Burada, radyasyonun gaz ortamlarda oluşturduğu iyonizasyonun ölçülmesi esas alınır.

BT' de kullanılan sıkıştırılmış xenon gazı dedektörleri buna iyi bir örnektir.

İyonizasyon odaları :

Radyasyonun oluşturduğu iyonizasyon nedeniyle, gaz atomlarından serbest kalan elektronların, elektrik sinyaline dönüştürülerek ölçüldüğü yöntemdir. Gazın hacmi ya da basıncı fazla ise, atomların sayısı daha fazla olacağından ölçüm daha duyarlı olacaktır.

Kalem dozimetreler:

Kalem dozimetrelerde, küçük bir boşluğa sıkıştırılmış havanın içine elektrodlar yerleştirilmiştir. Radyasyon olduğunda hava iyonize olur. İyonizasyon sonucu, elektrodlar arasındaki gerilim farklılığına bağlı olarak elektrodlarda yer değişikliği olur. Aldığı radyasyon miktarına göre yer değiştiren elektrod, bir skala üzerinde hareket eder ve kalem dozimetrenin bir ucundan ışık verilerek skala okunabilir. Burada okunan değer, alınan toplam doz miktarını gösterir. Bu dozimetrelerle 0-200mR arası dozlar belirlenebilir. Pahalı olmaları, düşme ve çarpma sonucu kolayca bozulmaları ve günlük okunmaları gereği gibi dezavantajları nedeniyle tanısal radyolojide kullanımları sınırlıdır.

Orantılı sayıcılar:

Daha çok alfa ve beta radyasyonların belirlenmesinde kullanılırlar.
Tanısal radyolojide önemli değildir.

Geiger-Müller sayıcıları:

Daha çok nükleer tıpta, radyoaktif sızıntıların belirlenmesinde kullanılırlar. Sızıntı olduğunda sesli uyarı verebilirler.

SIVILI DOZİMETRELER

Radyasyonun etkisiyle sıvılarda meydana gelen kimyasal değişimler ölçülerek radyasyon miktarı tayin edilir.

Sıvılı dozimetreler daha çok yüksek dozdaki radyasyonun ölçülmesinde elverişlidir.

DİĞER DOZİMETRELER:

Bu dozimetreler dışında, başka prensiplerle çalışan ve ortamda veya canlı organizmada bulunan radyasyonu algılayan ve ölçen çok çeşitli dozimetreler geliştirilmiş olup, bunlara günümüzde yenileri eklenmektedir.

- Radyo-luminesans dozimetreler,
- Termo- “ “
- Sintilasyon (parıldama) tarayıcıları,
- Kalorimetrik yöntem,
- Katı hal dedektörleri,
- Nötron dedektörleri.

DOZİMETRE KULLANIMINDA DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR

Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Sağlık Fiziği Bölümü tarafından yapılan öneriler şunlardır;

1. Üzerinde kendi adınız yazılı dozimetre'yi kullanınız, dozimetrenizi başkasının kullanmasına müsaade etmeyiniz

2. Dozimetreyi önlüğünüzün sol üst cebi üzerine takınız, üzerini kalem, pens, gözlük, bloknot vs ile kapatmayınız.

3. Kurşun önlük kullanıyorsanız, dozimetrenin kurşunlu önlüğün altında yani önlük ile vücut arasında olmasına dikkat ediniz.

4. Dozimetreyi bel, bilek veya baş bölgesinde kullanmanız halinde, bu durumu formda belirtiniz veya ayrı bir yazı ile bildiriniz.

5. Kullanılmadığı sürelerde dozimetrenizi radyasyon alanı dışında bir yerde muhafaza ediniz. Dozimetrenizi asit buharlı, nemli, ıslak, aşırı sıcak ve soğuk ortamlarda bırakmayınız.

6. Dozimetreyi ancak yeni fim takmak için açınız. Film üzerine yazı yazmayınız, flaster, seloteyp, ataç, toplu iğne gibi şeyleri doğrudan film paketi üzerine uygulamayınız.

7. Görevden ayrılan personelin dozimetresini merkezimize iade ediniz.

RADYASYONDAN KORUNMADA TEMEL PRENSİPLER:

Radyolojik incelemelerde personel ve hasta üzerinde etkili olan 3 çeşit ışın vardır;

a. **Primer radyasyon:** Röntgen tüpünün anotundaki tungsten atomlarındaki elektronların yer değiştirmesi sırasında elde edilen ve tüpün penceresinden çıkan düz bir hat üzerinde yayılan ışınlardır.

b. **Sekonder radyasyon:** Primer ışınların, tüp penceresinden çıktıktan sonra katı cisimlere (organizma, kaset, masa, yer vs) çarpması sonucu oluşan, uzun dalga boylu ışınlardır. Özellikleri, x-ışınları ile aynı olmasına rağmen dokularda kolayca tutulurlar. Röntgen teknisyenleri ve kullanıcıları açısından bu ışınlara maruz kalma süresi ve sıklığı önemlidir.

c. **Sızıntı radyasyon:** Işınlama sırasında, tüpün penceresi dışında, tüpten sızıntı şeklinde çıkan radyasyondur.

Radyasyondan korunma da temel prensip; gereksiz dozdan kaçınmak, bunun için de absorbe edilen dozu minimal düzeyde tutarak gerekli görüntüyü sağlamak, gereksiz tekrarlardan ve gereksiz kısımların ışınlanmasından kaçınmaktır. **Bunun için;**

-X-ışınları, incelenecek bölgeyi kapsayacak şekilde sınırlandırılmalıdır (Kollimasyon).

- Radyasyona duyarlı olan organlar (Ovaryum, Testis) korunmalıdır.

- Işın yoğunluğunun, uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğu göz önüne alınarak obje-foküs uzaklığının portatif aygıtlarda 30 cm'den, floroskopide 45 cm'den, radyografide ise 100 cm'den az olmamasına özen gösterilmelidir.

-Tüpten çıkan ışınların filtre edilmesi, röntgen masalarının ışınları az absorbe eden materyalden yapılması, sekonder ışınları tutan grid kullanılması, güçlü ranforsatörlerin kullanılması ve banyo tekniğine uyulması gerekir.

- Gereksiz yere floroskopi yapılmaması gerekir.

PRİMER VE SEKONDER İŞINLARDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ;

1. Grafi odasının düzenlenmesi,
2. Personelin korunması,
3. Hastaların korunması,
4. Radyoloji ünitesinde çalışma süresinin aşılmaması,
5. Röntgen aygıtının kullanılması sırasına bağlı

önlemler

1. Grafi Odasının Düzenlenmesi:

Grafi odasında duvarların, kullanılan röntgen aygıtının en yüksek dozda ürettiği ışınları geçirmeyecek kalınlıkta olması gerekir. Bunun için duvarların 20 cm kalınlığında beton veya eşdeğer malzemedен yapılmış olması ya da 2 mm kurşun ile kaplanması gerekir.

Grafi odasının bu konuda TAEK'nun belirlediği kurallara uygun olarak düzenlenmesi gerekir.

2. Personelinin Korunması:

X-ışını ve radyoaktif maddelerle çalışan personelin aldığı radyasyonun ölçülmesine “Personel Monitoring” denir. Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından yapılan bir araştırmada; laboratuvarlarda radyoaktif maddelerle çalışan personelden hiçbiri yıllık müsaade edilen dozun üzerinde radyasyon almadığı halde, radyoloji personelinin çoğunun yıllık dozun çok üzerine çıktıkları anlaşılmıştır. Buna neden olarak ise, radyoloji personelinin, korunma önlemlerini ihmal etmeleri gösterilmiştir.

Veteriner radyografi ancak tüm önlemler alındıktan ve güvenli ortam sağlandıktan sonra yapılır. Tüm personel, röntgen tüpünün potansiyel tehlikesini bilmeli ve korunmalıdır.

Röntgen sorumlusu, yeterli güvenlik önlemlerinin alınıp alınmadığını denetlemek için şu kontrolleri yapmalıdır;

- Güvenlik için cihazı ve koruyucu giysileri kontrol etmeli,
- Cihazın uygun kullanımı için uyulması gereken kuralları yazılı olarak asmalı,
- Radyografi sırasında görevli personeli eğitmeli,
- Radyasyonla ilgili yayınları, haberleri ve etkinlikleri takip etmelidir.

- Radyografi için yardımcı personelin sağlıklı olması ve 18 yaşından büyük olması gerekir. 16-18 yaş arasındaki gençlerin, mümkün olduğunca az yoğun ortamlarda çalışmaları sağlanmalı, 16 yaşın altındakiler ve hamile bayanların grafi odasına girmemesi sağlanmalıdır. Bu konuda uyarıcı yazılar asılmalıdır.

- Röntgen sorumlusu, çalışan tüm personelin film rozetlerini takmasını sağlamalı ve aylık ölçümlerle alınan dozları belirlemelidir.

- Genel kural olarak, hasta sahipleri grafi odasına alınmamalıdır. Ancak veteriner radyografide hayvan sahiplerinden, hastasının yanında olması, onu sakinleştirmesi veya onu tutması istenilebilir. Böyle durumlarda, röntgen sorumlusu gerekli önlemleri almalı, ilgili kişiye kurşun önlük ve eldiven giydirmeli ve gerekli direktifleri vermelidir.

Radyoloji personelinin korunmasında 3 ana prensip vardır

1

- Personelin, radyasyondan etkilenme süresini en aza indirmek

2

- Radyasyon kaynağından uzak durmak

3

- Koruyucu giysi ve bariyerler kullanmak.

- Süre

Tanısal radyolojide alınan doz, süre ile doğru orantılıdır. Bu nedenle ışınlama süresi en düşük seviyede tutulmalıdır. Özellikle floroskopide, kısa dilimler halinde ve pedal ile ışınlama yapılmalı, inceleme süresi 5 dk'yı aşmamalıdır.

- Uzaklık

Radyolojik inceleme sırasında personelin, x-ışını kaynağından uzakta durması gerekir. Özellikle sekonder ışınların önemli bölümünün hasta tarafından saçıldığı düşünülerek hastanın yakınında durmamalıdır.

Floroskopide, tüp ve hastadan uzakta durmak alınan dozu önemli ölçüde azaltır. Ayrıca veteriner hekimlikte hastanın tutulması sırasında mutlaka kurşun koruyucular kullanılmalıdır.

- Koruyucu Giysi ve Bariyerler

Kurşun Önlükler:

50 kv altında	0,25 mm
50-75 kv	0,50 mm
75-100 kv	1 mm

Radyoloji personelinin göğüs ve karın bölgesinin korunması amacıyla, değişik kalınlıkta kurşun ihtiva eden plastik veya kumaştan yapılmış önlük'ler kullanılır. Önlüklerin; kullanılması kolay olmalı, tüm vücudu korumalıdır. Özellikle büyük hayvan grafisinde, ayakların korunması için uzun olanlar tercih edilmelidir.

Grafi odasında çalışan personel, x-ışınlarından korunmak için 1mm kalınlığında kurşun önlük kullanmalıdır. Ağırlığı nedeniyle bunu kullanmaktan kaçınanlar en az 0.25 mm'lik daha hafif olanlarını tercih etmelidir. Ancak, kurşun inceldikçe, koyucu özelliğinin azaldığı bilinmelidir. Bu nedenle aygıtın gücüne göre uygun kalınlıkta kurşun önlük kullanılması daha uygundur.

Önlükler, kullanılmadığı zaman çatlamaması için uygun bir askıda asılı tutulmalı, katlanmamalıdır.

Kurşun Eldivenler:

Birden fazla aygıtın aynı anda çalıştığı grafi salonlarında ve floroskopi sırasında eller, direkt ışına maruz kalmasa bile korunmalıdır. Veteriner radyolojide kullanılmak üzere üretilmiş değişik tip, ölçü ve kalınlıkta kurşun ve kauçuk'tan yapılmış eldivenler bulunmaktadır. 100 kV'nin altındaki dozlarda kurşun kalınlığı en az 0.33 mm olmalıdır. Tam koruma sağlayan standart eldivenler, elastik olmayıp hayvanı tutmaya uygun değildir.

Kurşun önlük ve eldivenler zaman zaman kaset üzerine konularak kuvvetli dozda ışınlanmalı, güvenlik kontrolü yapılmalıdır. Film banyo edildikten sonra film üzerinde kararma oluşması çatlak olduğunu ifade eder. Bu durumda yeni önlük veya eldiven alınmalı, eskisi onarılma yoluna gidilmemelidir. Sıcak yaz günlerinde, kurşun eldivenler elleri terleteceği için pamuklu bir eldiven üzerine giyilmelidir.



A



B



C



D



Özellikle floroskopi sırasında, radyasyona duyarlı olan gözlerin de korunması gerekir. Bunun için özel olarak yapılmış gözlükler kullanılmalıdır. Bu gözlükler, floroskopiden 10 dakika önce takılarak karanlık ortama gözün adaptasyonu sağlanmalıdır.

Kurşun önlük, eldiven ve gözlük gibi önlemler alınsa bile ışınlama sırasında personelin röntgen tüpünden 1.5 m uzakta olması önerilir.

3.Hastaların Korunması:

Hastaların korunmasında uyulması gereken prensipler;

1. Ön hazırlığı gerektiren grafilerde, hazırlıksız gelen hastaların grafisi yapılmamalıdır. Böylece hem hastanın, hem de personelin gereksiz yere ışın alması önlenir.

2. Aynı grafi odasında birden fazla hastanın aynı anda grafisi yapılmamalıdır.

3. Gebeliğin ilk 1/3'lük döneminde zorunlu olmadıkça radyografi ya da radyoskopi yapılmamalıdır. Zigot döneminde yavru ölebilir, embriyo döneminde organ anomalisi olabileceği gibi fötüs döneminde ise doğum sonrası ilk iki hafta içinde ölüm görülebilir.

4. Hastaya mutlaka yardım gerekmedikçe, sahipleri grafi odasına alınmamalıdır.

5. Zorunlu olmadıkça, hastanın bulunduğu yerde grafi yapılmamalıdır.

6. Kafatası ve genital organların radyoskopisi yapılmamalıdır.
7. Eğer varsa floroskopi ekranı yerine TV ekranı kullanılmalıdır.
8. Gençler ve yaşlılar, yetişkinlere göre ışıklardan daha fazla korunmalıdır.
9. Vücut ısısının yükseldiği ateşli hastalık döneminde ve metabolik faaliyetlerin arttığı durumlarda ışıklardan korunma daha önemlidir.
10. Laktasyon döneminde radyasyon, süt verimini azaltır veya durdurabilir.
11. Proteinlerin terkinbinde bulunan sistin, radyasyona karşı koruyucudur. Işıklanacak dokulara verilmesi halinde, vücuttaki moleküller yerine sistin iyonize olur. Bu şekilde kritik organların protein molekülleri korunabilir.

4. Çalışma Süresi:

Radyoloji ünitesinde çalışma süreleri aşılmamalıdır. Yoğun ünitelerde günlük 5 saatlik çalışma sonunda personelin ortamdan uzaklaşması sağlanmalıdır.

Dozimetre kontrolü sonucu müsaade edilen dozun aşılması durumunda belirlenen süre kadar personelin ortamdan uzaklaşması temin edilmelidir. Çalışan personel, 6 ayda bir tıbbi muayeneden geçmeli, özellikle kan tablosuna bakılmalıdır. Dengeli beslenme ve temiz hava alınan ışınların atılması ve yıkımlanan hücrelerin onarımı için gereklidir.

5. Röntgen Aygıtının Kullanımına Bağlı Önlemler:

A. Radyografi aygıtları:

Hayvanların radyografide uygun pozisyonda tutulması için, en emin yol genel anestezidir. Genel durumun kötü olduğu bazı durumlarda, hayati tehlike nedeniyle anestezisi yapılamaz. Böyle hayvanların mekanik olarak tutulması zorunludur. Tutma sırasında tüm yardımcıları koruyucu önlük ve eldivenlerini giymeli, primer ışıklardan en uzak noktada durmalıdır.

B. Floroskopi aygıtları:

Veteriner radyolojide önemli radyasyon tehlikesi floroskopi sırasında oluşur. Floroskopide; Çinko sülfid kristalleri içeren floresan ekrana, dokulardan geçen x-ışınları gönderilerek, karanlık odada hastanın iç anatomisi ve dinamik yapısının hekim tarafından incelenmesine olanak sağlar.

Floroskopi, teknik olarak basit bir yöntem olup zaman tasarrufu sağlar, film ve banyo masrafları yoktur. Bununla beraber birtakım dezavantajları vardır. Ekrandan yansıyan ışık, düşük düzeyde olup görüntüde detay zayıftır. Görüntünün değerlendirilmesindeki zorluk nedeniyle dakikalarca ışınlama yapılır ve bu sırada radyografiye göre birkaç yüz kez fazla sekonder radyasyon personel tarafından alınır.

C. Bilgisayarlı tomografi:

Bilgisayarlı tomografide x-ışınlarının kollimasyonu sağlandığı için saçılan radyasyon, floroskopiden daha azdır. BT'de hasta dozu, alınan kesitlerde yapılan ışınlama toplamına eşittir. Kesitte alınan radyasyon dozu, kesit alanı içindeki tüm dokulara yaklaşık olarak eşit oranda dağılır. BT'de en yüksek dozu deri alır.

Veteriner Radyobiolojinin başlıca araştırma konuları;

- a. Çevrede radyasyon seviyesinin artması ve et, süt, yumurta, sebze gibi çeşitli gıdaların radyoaktif maddelerle bulaşmasının insan ve hayvanlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi,
- b. İyonize ışınların, tarım, gıda ve mikrobiyoloji endüstrisinde hayvan hastalıklarının tanı ve sağaltımı için kullanma yöntemlerinin geliştirilmesi,
- c. Işınların etkisinden korunma yöntemleri ile postradyasyon rehabilitasyon yollarının araştırılması.

Günümüzde radyasyonun genetik yapı üzerine etkileri ayrıntılı olarak incelenmekte olup "radyasyon genetiği" adında yeni bir bilim dalının doğmasına neden olmuştur.