

Sađlık Fiziđi

1. B6l6m

Tıbbi Uygulamalar

Tanı

- Radyasyon başta Radyoloji olmak üzere, Nükleer Tıp, Radyoterapi ve çeşitli tıp dallarında tanı amaçlı kullanılmaktadır.
- En yüksek oranda tanı amaçlı kullanımı Radyolojidedir. Bu tetkiklerden bazılarını Röntgen, Bilgisayarlı Tomografi, Mamografi olarak sıralayabiliriz.

- Nükleer Tıpta radyasyon tanı ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır.
- Radyonüklitlerler yapılan görüntülemeler için hastaya damar ya da ağız yoluyla radyoaktif madde verilir.
- Radyoaktif madde hastaya verildiği için vücut radyasyon yayınlayan bir kaynak gibi davranır. Vücuttan alınan ışımalar kullanılarak görüntü elde edilir.

- Radyoterapide hatanın tedavi cihazındaki setup 'ının belirlenmesi için Simülatör kullanılmaktadır.
- Bu cihaz tedavi cihazının setup parametreleri ile birebir aynıdır.
- Sadece tanı amaçlı bir enerjide x ışınları vererek hastanın tedavi cihazındaki setup 'ı Radyasyon Onkolojisi Uzmanı tarafından belirlenir.
- Cihaz simülasyon esnesında gerekli görülen sürelerde sürekli x ışını vererek canlı görüntü ile setup parametrelerinin belirlenmesi sağlanır.
- Bilgisayarlı Tomografi özelliği olan Simülatör cihazlarında BT görüntüleride alınarak tedavi edilecek bölgelerdeki doz dağılımları Tedavi Planlama Sistemlerinde iki ya da üç boyutlu olarak incelenebilir.

Tedavi

- Nükleer Tıp ve Radyoterapide tedavi amaçlı radyasyon kullanılmaktadır.
- Nükleer Tıpta tedavi amaçlı radyofarmasötikler kullanılmaktadır.
- Bir radyofarmasötik; radyoizotopdan ve biyolojik bileşenlerden oluşmaktadır.

- Radyoterapide tedavi amaçlı radyasyon external ışınlamalarda ve brakiterapide kullanılmaktadır.
- External ışınlamalar genel olarak Lineer Hızlandırıcılar ve Co-60 cihazları ile yapılmaktadır.
- Lineer Hızlandırıcılarda çeşitli enerjilerde x ve elektron hüzmeleri kullanılmaktadır.

- Yüzeysel tedavilerde elektronlar tercih edilirken, daha derin tedavilerde x ışınları tercih edilir.
- 5 – 21 MeV aralığındaki enerjilerinde elektronlar, 4 – 25 MV aralığındaki enerjilerde x ışınları kullanılır.
- Co-60 cihazı 1.25 MeV enerjili gamma yayınlar. Örneğin 1.5 cm çapında Co-60 kaynakları kullanılır.

Radyasyonun Etkileri

- Bir radyasyona maruz kaldığımızda ilk olarak **lenfositlerin** (Akyuvar(lökosit) tipidir. Kanda dolaşan lökositlerin yarısını oluştururlar. Enfeksiyona karşı koyan antikoları üretirler.) **sayısında azalma olur, bir iki gün içerisinde granülosit** (Akyuvarkarın(lökositlerin) bir kısmını oluşturan çeşitli hcre tipleridir. Kandaki yabancı maddeleri absorplarlar.) **sayısı azalır.**
- Eğer tüm vücut şiddetli bir ışınlamaya maruz kaldıysa izleyen yedi gün içerisinde **trombositlerde** (Akyuvarlardır, kanı pıhtılaştırırlar.) **azalma meydana gelir. Işınlamadan yedi hafta sonra eritrositlerin** (Alyuvarlardır, oksijen ve besin sağlarlar.) **sayısında azalma görülür.)**
- **sayısında azalma olacaktır.**

Dokularda Radyasyon Duyarlılığı

- Lenfoid doku, kemik iliği, gonadlar, embryonik dokular radyasyona çok duyarlıdır.
- Deri, vasküler endotel, böbrekler, akciğerler lens karaciğre radyasyona orta derecede duyarlıdır.
- Kaslar, SSS, Kemik ve kıkırdak, bağ dokusu radyasyona az duyarlıdır.

Radyasyonun Biyolojik Etkileri

- Radyasyonun biyolojik etkilerini belirleyen faktörler;
- Radyasyonun tipi,
- Dokularda absorbe edilen toplam enerji miktarı,
- Radyasyon etkisine maruz kalınan hız,
- Doku özellikleridir.

- Radyasyonun **direkt etkileri**, birincil etki ile meydana gelir. Bu etki moleküllerin iyonizasyonu ile DNA zincirinin kırılmasıdır.
- Radyasyonun **indirekt etkileri** ise serbest radikallerin kimyasal reaksiyonları ve ortaya çıkan diğer radyasyon ürünleri sonucu oluşmaktadır. Hidroksil radikalının DNA şekerine saldırarak DNA ipilğini kırması indirekt etkiye bir örnektir.

Radyasyonun Canlıdaki Etki Kademeleri

- Fiziksel Kademede enerji transferi gerçekleşir. Moleküllerde uyarılma ve iyonizasyon meydana gelir. Bu olaylar $10^{-7} - 10^{-5}$ saniyede gerçekleşir.
- Fiziko Kimyasal Kademede oluşan iyonlar ile sekonder reaksiyonlar meydana gelir. $10^{-14} - 10^{-3}$ saniyede gerçekleşir.
- Kimyasal Kademede serbest atom ve radikaller birbirleriyle ve diğer moleküllerle reaksiyona girerler. Saniyeler – saatlar süresinde gerçekleşir.
- Biyolojik Kademede moleküler değişiklikler meydana gelir. Saatler – yıllar sürer. Radyasyonun biyolojik hedef moleküle etkisi ile direkt etkiler, oluşan radikallerin etkisi ile endirekt etkiler meydana gelir.

Dođal Radyasyonların Kullanımı

- Jeotermal enerji üretiminde(Uranyum ve bozunum ürünleri), gübre üretiminde(Fosfat kayaları), kömürün ısıtma ve enerjide kullanımında(düşük oranda Uranyum) karşımıza çıkmaktadır.

Radyasyondan Korunma

- Radyasyondan korunmada 3 önemli faktör ön plana çıkmaktadır.
 1. Doz ve Zaman: Doz şiddeti ile sürenin çarpımı alınan doz miktarını verecektir. Radyasyona maruz kalınan süre önem kazanmaktadır.
 2. Mesafe: Uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak doz azalmaktadır.
 3. Koruyucu Engel: Yoğunluğu yüksek olan maddelerden(kurşun, güçlendirilmiş beton vb.) yapılmış yeterli kalınlıktaki engel gamma ve x ışınlarına karşı koruma sağlayacaktır.

Radyasyonun Ekileri – Stokastik Etkiler

- Stokastik etkiler(deterministik olmayan etkiler) çok düşük radyasyon dozlarında beklenir. Meydana geliş olasılığı vardır.
- Risk ile doz arasında lineer olarak gösterilebilecek bir bağlantı yoktur.
- Stokastik etkiler için eşik doz belirtilmez.

Radyasyonun Etkileri – Deterministik Etkiler

- Kişinin etkilendiği radyasyon dozu bir eşik değeri aşarşa deteministik(Stokastik olmayan) etkiler meydana gelir.
- Akur olarak alınan tüm vücut ışınlamalarında ortaya çıkan klinik etkiler aşağıdaki gibidir.

DOZ (Sv)	GÖZLENEN KLİNİK ETKİLER
0 – 0.25	Gözlenen klinik etki yoktur.
0.25 - 1	Kan tablosunda ufak değişiklikler olur.
1 - 2	İştahsızlık, mide bulantısı, yorgunluk, 3 saat içinde kusmalar, kan tablosunda orta derecede değişiklikler görülmektedir.
2 - 6	2 saat veya daha fazla sürede kusmalar görülür. İç kanamalar, kan tablosunda büyük değişiklikler ve enfeksiyonlar görülür. İki hafta içerisinde saçlarda dökülmeler görülür. Kişinin aldığı doza göre 1 Ay – 1 Tıl arasında %20 - %100 iyileşme olabilir.
6 - 10	1 saat veya daha fazla süre içerisinde kusmalar, kan tablosunda büyük değişiklikler, iç kanamalar, enfeksiyonlar görülür. İki ay içerisinde %80 - %10 arasında ölüm görülebilir.

- Katarakt, fibrozis ve deride eritem deterministik etki ile oluşan sonuçlardır.
- Kanser ise stokastik bir etki olarak düşünölebilir.

Radyasyon Korunmasının Hedefi

- Radyasyon korunmasının hedefi; stokastik olmayan etkileri önlemek ve stokastik etkileri kabul edilebilir bir düzeyde tutabilmektir.
1. Justifikasyon: Net bir yarar sağlamayan hiçbir ışınlamaya izin verilmemelidir.
 2. Optimizasyon: Işınlamada mümkün olabilecek en az dozun alınmasının başarılmasıdır.
 3. Kişisel Doz Sınırları: International Commission on Radiological Protection(ICRP) 'nin önerdiği doz sınırlarının aşılmamasıdır.

Radyasyon Çalışanları İçin Maksimum İzin Verilen Dozlar(MPD*)

Etki	ICRP	NCRP**
Stokastik etki (kanser ve kalıtsal etki) için yıllık efektif doz	5 yılın ortalaması 20 mSv/ yıl, bir yılda 50 mSv 'i aşmamalıdır.	50 mSv
Stokastik etki için kümülatif efektif doz		10 mSv X yaş yıl
Doku için yıllık efektif doz (non-stokastik etki)		
Lens için	150 mSv	15 rem (150 mSv)
Diğer tüm organlar için	500 mSv	50 rem (500 mSv)

*Maximum Permissible Dose (Maksimum İzin Verilen Doz)

**[National Council on Radiation Protection & Measurements](#)

Not: Hamile bir radyasyon çalışanı batın yüzeyine hamilelik boyunca 1 mSv doz alabilir. 18 yaşından küçüklerin radyasyon içeren işerde çalışmaları yasaktır.

Halk İçin Maksimum İzin Verilen Dozlar(MPD)

Etki	ICRP	NCRP
Yıllık efektif doz Sürekli veya sık sık Çok az sıklıkta	1 mSv	1 mSv 5 mSv
Eğitimde		1 mSv
Doku için yıllık deterministik efektif doz lar Lens Ekstremiteler	15 mSv 50 mSv	50 mSv 50 mSv
Fetüs için değerler Total etki Stokastik etki için doz Bir aylık efektif doz	2 mSv	5 mSv 5 mSv

Radyasyon Birimleri

Aktivite

- Bir radyoaktif maddenin bir zaman aralığındaki bozunma miktarıdır.
- Aktivitenin birimi Becquerel (Bq) 'dir.
- Bq bir saniyedeki bozunma sayısıdır(s^{-1}).

Röntgen

- Işınlama birimidir(R).
- Röntgen normal hava şartlarında havanın 1 kilogramında $2.58 \cdot 10^{-4}$ C 'luk elektrik yükü değerinde negatif ve pozitif iyonlar oluşturan gamma ve x ışını miktarıdır.
- $1 \text{ R} = 2.58 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}$ 'dır.

Absorbe Doz

- Bir ışınlamada birim kütle başına depolanan enerjinin ölçüsü absorplanmış doz ile ifade edilir.
- Birimi (Gray)Gy 'dir.
- Eski birimi rad 'dır.
- $1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy}$ 'dir.

Eşdeğer Doz

- Bir ışınlamada vücutta toplanan enerji eşdeğer doz ile ifade edilir.
- Eşdeğer doz radyasyonun çeşitini ve enerjisini içeren bir kavramdır.
- Birimi Sievert(Sv) 'dir.
- Eski birimi rem 'dir.
- $1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv}$ 'dir.
- Gamma ışınları, x ışınları ve betalar için eşdeğer doz, absorbe doza eşittir.