

RADYASYON FİZİĞİ 5

Prof. Dr. Kıvanç Kamburođlu

X ışını atenuasyonu

- X ışını, madde içerisinde geçerken başlıca fotoelektrik absorpsiyon ve Compton saçılma ile şiddetini kaybeder
- Işın demetinin absorpsiyonu ışının enerjisiyle birlikte absorbe edici maddenin kalınlığına ve yoğunluğuna bağlıdır
- Işın demetinin şiddetindeki azalma ön görülebilir çünkü; ışın demetinin ve absorbe edici maddenin fiziksel özellikleri tarafından belirlenir

- Monokromatik bir x ışını demetinde (yani tüm fotonların aynı enerjiye sahip olduğu bir demet) absorbe edici madde içinde ışının ilerlemesi sırasında her bir birim madde kalınlığında sabit miktarda fotonun atenuasyona uğradığı düşünülür
- Örneğin, 1.5 cm kalınlıktaki su, fotonları %50 azaltırken, sonraki 1.5 cm'lik kalınlıktaki su ise fotonları %50 daha düşürür (orijinal intensitenin %25'ine düşer)...

- Heterojen bir x ışın demetinde ise foton sayısında ve şiddetinde sabit bir düşüş gözlenmez çünkü; tercihen heterojen demet içerisindeki düşük enerjili fotonlar ortadan kaldırılırken yüksek enerjili fotonlar demette kalır ve sonuç olarak demetin ortalama enerjisi artar
- Monokromatik demetin aksine her bir birim absorbe edici madde kalınlığından geçişte x ışını daha da az emilir

Dozimetre

- Radyasyon ışınlama miktarını veya dozu belirleme *dozimetri* olarak tanımlanır
- *Doz*, belli bir bölgede birim kütle tarafından absorbe edilen enerji miktarı olarak ifade edilir
- *Ekspoz (Işınlama)*, standart sıcaklık ve basınç altında radyasyonun havada iyonizasyon yaratabilme yeteneğinin bir ölçüsüdür

- Radyasyonun miktarı ve kalitesi direkt olarak ölçülemez
- Bu ölçümler ancak indirekt olarak yapılabilir
- Bugün ölçümlerde en güvenilir yöntem, radyasyonların havayı iyonize etmesi esasına dayanır
- Herhangi bir radyant enerji kaynağı için, havada meydana gelen iyonizasyon miktarı, o hava kitlesinin absorbe ettiği enerji miktarı ile orantılıdır

- Radyasyon dozunun iki yönü vardır:

1-Belirli bir bölgeye verilen radyasyon miktarı (ekspoz dozu),

2-Kimyasal ve biyolojik yönden radyasyonun madde içinde absorbe olup kalan etkili miktarı (absorbe edilen doz).

- Dişhekimliği pratiğinde, cihazdan çıkan ışının, maddenin absorbe ettiği ışının ve maddede oluşan biyolojik etkinin birimleri eşdeğer kabul edilir

Radyasyon Ölçüm Birimleri

- İlk kez 1925 yılında kurulan Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi (ICRU - **ICRP**) radyasyonla ilgili birimleri belirlemiştir
- Ancak daha sonra, tüm ülkelerde kullanılan ölçü ve ağırlık birimlerinin standart olması görüşü benimsenerek, Uluslararası Birimler Sistemi (**SI**) kabul edilmiştir
- Son yıllarda modern SI sistemi (Systeme International d'Unites) konvansiyonel birimlerin yerini almıştır

Ekspozür - Işınlama Birimi (İyonizasyon Birimi)

- Radyasyonun havayı iyonize etme kapasitesi

ICRP : Röntgen (R)

1 Röntgen: Normal şartlarda (deniz kenarında 0°C, 760 mmHg. basınç) havanın 1 kg.' ında 2.58×10^{-4} coulomb' luk elektrik yükü değerinde + ve - iyonlar oluşturan X ve gamma radyasyon miktarıdır.

SI : Coulomb / kg (C/kg)

1 Coulomb/kg: Normal şartlarda 1 kg.' lik havada 1 coulomb' luk elektrik yükü değerinde + ve - iyonlar oluşturan X ve gamma radyasyon miktarı.

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg,}$$

$$1 \text{ C/kg} = 3876 \text{ R}$$

Absorbe edilen doz

- ICRP : Rad (Radiation Absorbed Dose)
- 1 Rad : Bir maddenin 1 kg.' ına 10^{-2} jul'lük enerji veren radyasyon miktarı.
- SI : Gray (Gy)
- 1 Gray : Işınlanmış maddenin 1 kg.' ına 1 jul'lük enerji veren radyasyon miktarı.
- 1 Rad = 0.01 Gy, 1 Gy = 100 Rad

Doz Eşdeğeri Birimi (HT)

- ICRP : Rem (Röntgen Equivalent Men)
- 1 Rem : 1 Röntgen' lik X veya gamma ışınıyla aynı biyolojik etkiyi meydana getiren radyasyon miktarı
- SI : Sievert (Sv)
- 1 Sievert : 1 Gray' lik X veya gamma ışınıyla aynı biyolojik etkiyi meydana getiren radyasyon miktarı
- $1 \text{ Rem} = 0.01 \text{ Sv}$, $1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem}$

Efektif Doz (Effective Dose) (E)

- İnsanlarda risk hesaplamasında kullanılan ve Sievert ile belirtilen SI birimidir
- Değişik dokuların radyosensitivitesini kanser oluşma riski açısından değerlendirmeye yarar
- Doku ağırlıklı faktörler (tissue weighting factors WT) (kemik iliği, göğüs, kolon, akciğer, mide, gonadlar, dalak, özofagus, karaciğer, tiroid, kemik yüzeyi, beyin, tükürük bezi, cild ve diğer dokular) yardımıyla hesaplanır

Radyoaktivite Birimi

Radyoaktif materyalin bozunma hızını gösterir

- ICRP : Curie (Ci)
- 1 Curie : Sn.' de 3.7×10^{10} parçalanma veren radyoaktif madde miktarı
- SI : Becquerel (Bq)
- 1 Bq : Sn.' de 1 parçalanma veren radyoaktif madde miktarı
- 1 Ci : 3.7×10^{10} Bq,
- 1 Bq : 2.703×10^{-11} Ci

- Radyoaktif bozunma, spontan bir süreçtir
- Fazla enerjisi bulunan bir çekirdeğin elementer veya elektromanyetik parçacıklar yayma yoluyla değişime uğramasıdır
- Radyoaktif maddenin başlangıçtaki atom sayısının veya aktivite düzeyinin %50' ye düşmesi için geçen süreye “**yarı ömür**” denir

X - IŞINLARI

- Elektron akımının, yolu üzerinde bir cisme çarpması ile ortaya çıkan ışınlardır
- 8 Kasım 1895'de W.C. Roentgen tarafından keşfedilmiştir
- **X - Işınlalarının görünür ışıktan farklılıkları ;**
- X-ışınları kısa dalga boyludur
- Maddelere penetre olma yeteneği çok fazladır
- Canlı dokular tarafından absorbe edildiğinde çok ciddi biyolojik sonuçlar doğurur

X- IŞINLARININ KULLANILMA YERLERİ

- Tanı ve tedavi amacıyla tıpta ve dişhekimliğinde
- Endüstride, döküm ve kaynak işlerinin kontrolünde
- Eski yağlı boya resimlerin orijinal olup olmadığını anlamada, (Rönesans dönemi tablolarında kurşunlu yağlı boya kullanıldığından)
- İyonizasyon özelliği nedeniyle radyokimyada
- Spektroskopide (bazı kimyasal maddelerin yapı ve atom no.'larının tanımlanması)

- Radiobiyolojide (hücre ve dokulardaki etkisi, mutasyonlar)
- Sterilizasyon (konservecilikte)
- Fotokimya: Kimyasal maddelerin iyonizasyon, oksidasyon, redüksiyon işlemleri,
- Kristallografi: Maddelerin yapılarının incelenmesi

X - IŞINLARININ ÖZELLİKLERİ

- Elektromanyetik titreşimlerdir
- Kısa dalga boylu olduklarından gözle görülemezler
- Boşluktaki hızları 300.000 km/sn.'dir
- Heterojen ışın demeti şeklindedir
- Yüksüzdürler, bu nedenle elektrik ve manyetik alanlarda sapma göstermezler

- Adi ışınların geçemediği ortamlardan geçerler
- İyonize edici ışınların dalga boyları kısaltıldıkça maddeyi geçme özelliği artar
- Geçtikleri maddelerde absorbe edilirler
- Atom sayıları (no.ları) yüksek olan elementlerde röntgen ışınları daha fazla absorbe edilir (Pb 82, Al 13, Ba 56, H1)

- Işığın maddeden geçerken absorpsiyonu şu faktörlere bağlıdır:
 - ışığın dalga boyuna : uzun dalga boylularda daha fazladır
 - geçtiği maddenin atom sayısına : atom sayısı büyük olanda daha fazladır
 - maddenin kalınlığına, yoğunluğuna : arttıkça absorpsiyon da artar

- arptıkları cisimlerde sekonder radyasyona neden olurlar (Yansıma radyasyonu)
- X ışını tüpünden çıkan ışınlar primer ışınlardır
- Işın demetinin tam ortasından geçtiği varsayılan ışına **merkezi ışın** = central ray (**CR**) denir
- Primer ışınların çarptıkları cisimlerde ise sekonder ışınlar meydana gelir
- Yansıma radyasyonu özellikle yoğun maddelerde oluşur, filmin netliğini (detay ve kontrastı) bozar

- Bazı element ve bileşiklere çarptıklarında, bu maddelerin ışık yaymasına neden olurlar (Buna luminesens, bu maddelere de luminofor denir)
- Metal tuzları bu tür maddelerdir
- Luminesens, sıcaklık oluşmadan, gözle görülür ışığın yayınlanmasıdır.
- İki türlü oluşur:
Fluoresans ve fosforesans

- **Fluoresans** : Işık anında oluşur ve yayılır (Zn, Cd Sülfat, Cd Silikat, Ca tungstat, Baryum platin siyanür gibi maddeler fluoresan ışık yayarlar)
- **Fosforesans** : Işığın oluşması ve yayılması, bir kaç sn.den güne kadar gecikmeli olarak oluşur (Zn sülfat, Zn silikat gibi maddelerdir)

- Fotoğraf filmine etki ederek karartırlar
- Filmin yapısındaki emülsiyon tabakasında bulunan gümüş bromid kristalleri x-ışınlarına maruz kaldıkları zaman, 1.banyoda, gümüş ve bromide ayrışırlar
- Işınlanmayan kristaller ise 1.banyonun sonunda gümüş bromid kristalleri olarak kalırlar ve 2.banyoda filmden uzaklaşırlar
- Filmin üstünde kalan metalik gümüş parçacıkları, aldıkları ışının gücüne göre gri-siyah renklenme gösterirler

- Şiddeti mesafenin karesiyle ters orantılıdır (Işın kaynağından uzaklaştıkça şiddetleri azalır) (Ters Kare Kanunu - Inverse Square Law)
- Bazı madensel tuzların renklendirilmesinde ya da renklerinin giderilmesinde kullanılırlar (Baryum platinosiyanürün rengi tuğla kırmızısına, potasyum platinosiyanürün rengi kahverengine döner, yakutun kırmızı rengi sarıya, safirin mavi rengi yeşile döner)
- Biyolojik etkileri vardır (Yaşayan hücrelerde ölüme, mutasyonlara neden olurlar)

- Kemik, diş gibi yoğun maddelerden geçerken x-ışını daha fazla absorbe olur, filme-sensöre daha az ulaşır, bu bÖlgede gÖrüntü beyaz-gri ve transparandır (Buna **radyoopak gÖrüntü** denir)
- Vücut boşlukları, yumuşak doku gibi bölgelerde x-ışını daha az absorbe olur, filme-sensöre daha fazla ulaşır ve koyu, karanlık bölgeler ortaya çıkar (Buna **radyolusent gÖrüntü** denir)

X- ışını kullanılarak bir radyografik çekim nasıl yapılır?

- Dental röntgen cihazının açma-kapama düğmesi açılır
- Hasta koltuğa oturtulur, kurşun önlük giydirilir
- Bir film paketi ya da sensör hasta ağızındaki ilgili bölgeye yerleştirilir
- Röntgen cihazının kon'u (pozisyonlandırıcı kısım), hasta ağızındaki filme ya da sensöre doğru yönlendirilir
- Röntgen cihazına bir elektrik kordonu ile bağlı ışınlama düğmesine basılarak ışınlama yapılır
- Film banyo edilir, eğer direkt sensör kullanıldı ise görüntü bilgisayarda belirir