

RADIAZIONI IONIZZANTI E NON

Per radiazione ionizzante si intende una qualsiasi fonte di radiazione capace di produrre la ionizzazione di atomi e molecole. Gli atomi si ionizzano direttamente (con cariche veloci che interagendo perdono energia cinetica nelle collisioni con gli elettroni atomici) o indirettamente (particelle di carica nulla come i neutroni) come nei campi magnetici intensi.

DECADIMENTO ALFA

È un nucleo di elio senza elettroni con carica ++. Quando questo attraversa la materia tende a rubare un elettrone ad un altro atomo scatenando fenomeni di ionizzazione sugli atomi vicini.

DECADIMENTO BETA

Espulsione di un elettrone nel processo di disintegrazione di un nucleo. Questa particella influenza altri atomi ionizzandoli. Il processo di ionizzazione continua fino a che la particella beta non avrà raggiunto la sua massa di riposo. Se invece la particella beta colpisce il nucleo avremo l'emissione di radiazione x con una seconda particella beta più debole rispetto alla prima.

DECADIMENTO GAMMA

Il decadimento gamma si ha quando un elettrone o un nuclide è ionizzato e quindi sovraeccitato e quando questo torna alla normalità produce la radiazione gamma = al fotone. Non ha massa.

EFFETTO FOTOELETTRICO

Un fotone colpisce un elettrone in orbita preferibilmente interna facendolo salire di un orbitale. Il ritorno dell'elettrone al suo orbitale determina l'emissione di un fotone. È la natura delle radiazioni in radiodiagnostica.

EFFETTO COMPTON

Un fotone colpisce un elettrone su di un orbitale preferibilmente esterno con la liberazione di un fotone diffuso (che se presenta abbastanza energia produrrà un altro Compton) e la liberazione di un elettrone Compton (che andrà ad interagire con gli altri elettroni).

CREAZIONI DI COPPIE

Se il fotone colpisce un nucleo si ha: la scomparsa del fotone, la creazione di un elettrone positivo e un elettrone negativo. L'elettrone positivo (positrone) si annichila subito liberando una coppia simmetrica di fotoni. L'elettrone negativo invece è libero di rompere altri legami.

RADIOATTIVITA' NATURALE

Tutti i nuclidi con pm maggiore di 82 decadono naturalmente con una loro emivita precisa a dare una radiazione naturale di fondo.

RADIOATTIVITA' ARTIFICIALE

Stesso discorso solo che viene indotto bombardando un atomo con un fotone (quello che penetra più a fondo) o con una particella beta (media penetrazione) o con particella alfa (scarsa penetrazione) con effetti fotoelettrici o Compton o creazioni di coppie.



SCAMBI ENERGETICI

Se si fornisce ad un atomo energia sufficiente (urtandolo con un elettrone o con un fotone) si può rimuovere uno dei suoi elettroni. È un fenomeno di ionizzazione: le quantità di energia assorbite sono maggiori all'energia di legame. Se invece l'energia assorbita è inferiore all'energia di legame l'elettrone passa da un'orbita ad un'altra più esterna: è un fenomeno di eccitazione.

A seguito di questi due fenomeni l'atomo si trova in uno stato con eccesso di energia rispetto allo stato fondamentale e non vi rimane: difatti l'elettrone torna al suo posto d'origine emettendo un fotone. È così che si ottengono le radiazioni tipiche del materiale bersagliato in radioterapia.

GRANDEZZE DOSIMETRICHE

Il rad corrisponde ad un assorbimento di energia di 100 erg/g. (1rad = 10 alla meno 2 Gy. Il Gy è l'unità di misura nel S.I. della dose assorbita.) il rad vale per qualsiasi radiazione e non fa riferimento a un mezzo in particolare.

Rem = al rad per RBE. RBE = efficacia biologica relativa: è l'effetto relativo tra diversi tipi di radiazioni rispetto ad un riferimento. Alfa hanno RBE = 20, Beta hanno RBE = 1.7, Gamma e gli X hanno RBE = 1. 1Sv (Sievert) = 100 rem. Il Sv è unità di misura della dose che prendo.

Esposizione: E sinonimo di radiazione definita con il rapporto fra Q e M. Q= la somma delle cariche elettriche mentre M= massa del volume di aria in cui sono presenti le cariche Q

Dose assorbita: D. E' l'energia impartita alla materia da ri. si calcola dividendo E per M

Equivalenti di dose: tiene conto dei più importanti effetti nocivi di carattere sanitario dell'esposizione alle RI, in quanto la dose assorbita, da sola, non è sufficiente per prevedere la gravità e le probabilità del danno. $H = D (\text{danno}) \times Q (\text{quantità}) \times N (\text{altri fattori})$.

Dose efficace: HE. Da utilizzare nel caso di esposizione non omogenea, definita. $HE = \text{ipson T} \times WT \times HT$. . Wt è il fattore di ponderazione equivalente di dose del tessuto T (Devo tenere conto della radiosensibilità specifica di ogni organo peculiare) e Ht è l'equivalente di dose medio.

INTERAZIONI RADIAZIONE BERSAGLIO BIOLOGICO.

L'interazione fra radiazione e tessuti determina la formazione di radicali liberi, specie biochimiche instabili e reattive. Se una radiazione colpisce una molecola di acqua otterremo ioni H_2O^+ e e^- che reagiranno a dare acqua, specie radicaliche di OH° e H° con caratteristiche ossidanti o riduttive sulle molecole circostanti. Le reazioni possibili diventano sempre più numerose e imprevedibili al complicarsi delle molecole bersaglio. L'effetto sui tessuti è la loro inefficacia o la loro morte. Sul dna invece può determinare alterazioni delle catene puriniche o purinidimiche, rottura delle eliche, alterazione del desossiribosio, formazioni di strani legami fra dna e proteine. Se la radiazione colpisce le cellule delle gonadi l'aberrazione verrà trasmessa alla progenie.



RADIOSENSIBILITA'

La radiosensibilità dipende dalla complessità della molecola: tanto la molecola sarà complessa tanto sarà radiosensibile. I virus sono molto poco sensibili alle radiazioni piuttosto che noi. Legge di bergonie: o ho un danno completo o un piccolissimo danno misurabile.

RELAZIONE DOSE RISPOSTA

Rappresentata da un grafico. Dove o con una piccola dose ho un grande effetto, o ho una risposta migliore possibile (come nel caso del midollo osseo), o bassi dosaggi senza risposta. può essere quindi lineare con o senza soglia o non lineare con o senza soglia. per con soglia si intende una minima dose sotto la quale la radiazione non comporta risposte significative. per senza soglia significa che a qualsiasi esposizione in termini di dose corrisponde sempre una risposta significativa.

EFFETTO NON STOCASTICO o DETERMINISTICO

sono risposte con soglia, all'aumentare della dose aumenta la gravità dell'effetto fino ad un tetto massimo, si manifestano in tempi brevi e sono reversibili, inoltre l'effetto è molto variante in base al tipo di irraggiamento.

EFFETTO STOCASTICO

Danno cellulare che compare senza soglia ovvero compare alla minima dose di radiazione come nel midollo osseo. In questo caso si ha intensità minima con probabilità del danno massima.

EFFETTI SOMATICI O GENETICI

Morte litica (si ha con dosi molto elevate con alterazioni profonde cellulari o rilascio di enzimi lisosomiali), morte genetica (distruzione dei geni essenziali per la vita), morte riproduttiva (perdita della cellula di dividersi). La radiosensibilità è direttamente proporzionale con la capacità riproduttiva del tessuto bersaglio: il più sensibile è il midollo osseo, poi le cellule epiteliali, dei parenchimi, cellule muscolari. In tutti i casi se la dose è stata sub letale il tessuto ritorna alla normalità secondo la sua capacità riproduttiva.

RADIOPROTEZIONE

- ridurre il tempo di esposizione
- distanza: vale sia per gli oggetti che per le persone. L'esposizione diminuisce con il quadrato della distanza
- schermatura: qualsiasi ostacolo naturale e non offre una schermatura direttamente proporzionale alla sua densità. Dipende dalla intensità della radiazione, dal coefficiente di assorbimento, dallo spessore della barriera. Il tutto secondo indice S.E.V.: strato emivalente. Indica lo spessore della schermatura per ridurre l'assorbimento del 50%. Sono il vetro piombato o camici di piombo per operatori o schermi di piombo per proteggere zone del paziente da non esporre alle ir con attenzione alle cellule gametiche.
- Dosimetro individuale: sul cuore. In lavori particolari si aggiunge al capo o al polso.



STIME DI RISCHIO

- rischio relativo: bisogna mettere in relazione il numero di persone che mostrano un effetto relativo esposte con il numero di persone che mostrano lo stesso effetto senza esposizione.
- Rischio assoluto: numero di casi all'anno.
- Rischio in eccesso: numero di casi con effetto superiore a quello atteso.

L'embrione presenta radiosensibilità massima secondo effetto stocastico di tipo lineare senza soglia. Legge del tutto o niente fino a 13 settimane.

La sterilità nel l'uomo può essere transitoria mentre per la donna può essere definitiva (distruzione di tutto il bagaglio degli ovociti). Sono effetti lineari senza soglia.

PRINCIPIO DI GIUSTIFICAZIONE

Principio basilare di radioprotezione secondo il quale le esposizioni mediche devono mostrare di essere sufficientemente efficaci mediante la valutazione di potenziali vantaggi diagnostici o terapeutici rispetto al danno che l'esposizione potrebbe causare.

PRINCIPIO DI OTTIMIZZAZIONE

Tutte le esposizioni mediche per scopi radiologici (tranne radioterapia) devono essere tenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile e compatibile con il raggiungimento dell'informazione diagnostica richiesta.

LIVELLI DI RIFERIMENTO

LDR

Le dosi di ir devono essere fisse, standard, nel tempo fisso, standard, in riferimento a corporature fisse, standard: per 70Kg di peso un becquerel d'esposizione nel tempo fisso, standard. Il tutto fino ad un tetto massimale.

PRINCIPIO DI LIMITAZIONE DELLE DOSI INDIVIDUALI

L'esposizione a ri deve essere mantenuta

- valori nettamente inferiori a quelli che producono l'insorgenza di effetti deterministici che si possono manifestare per esposizione acute con dosi assorbite superiori a 1 Sv
- valori che mantengono ad un livello accettabile l'insorgenza di effetti stocastici.

In entrambi i casi quindi le macchine devono essere ottimizzate in senso standard per assicurare un ottimo rapporto fra immagine diagnostica e effetti deterministici o stocastici.

LIMITI DI DOSE IN ITALIA

Decreto legge 230/95. per la popolazione sono 1 mSv all'anno per il corpo intero, 10 mSv per il cristallino, 50 mSv per la pelle. Questi valori sono per avere effetti stocastici per esempio tumori radioindotti riferiti ad esposizioni senza beneficio come nei casi di incidenti. Per i professionisti sono su due categorie: categoria A sono 20 mSv all'anno su cinque anni con tetto massimo di 50 mSv in un anno, per la categoria B a dosi inferiori: 150 mSv all'anno per il cristallino, 500 mSv all'anno per la pelle.

