



# RISCHI DA RADIAZIONI E PRINCIPI DI RADIOPROTEZIONE

PROF.ssa CARMELA VALASTRO





## Radiazioni:

Propagazione di energia attraverso lo spazio e la materia

### RADIAZIONI CORPUSCOLARI:

trasporto di energia attraverso lo spazio mediante particelle di materia in movimento. In quanto dotate di movimento, queste particelle contengono energia. Disseminazione energetica a «palla da biliardo.»

### RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE:

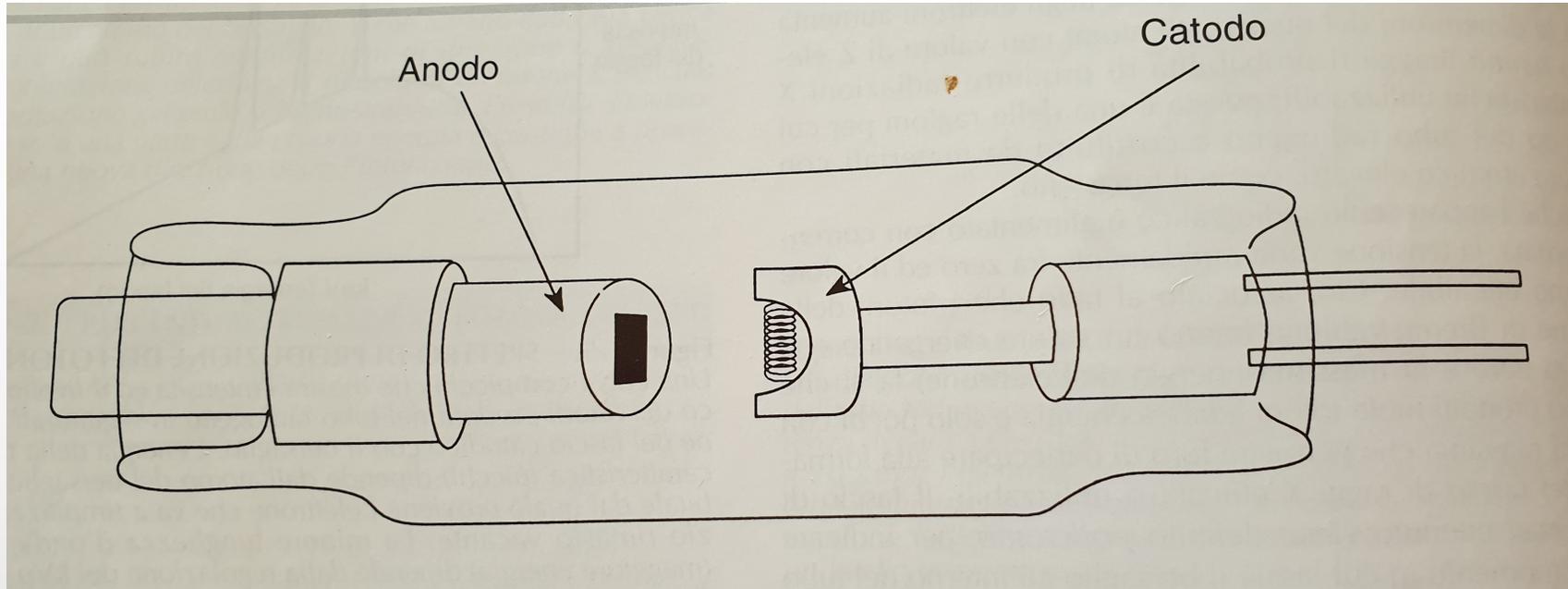
trasporto di energia attraverso lo spazio senza presenza di massa.



RAGGI X: forma di radiazione derivante dal trasferimento di energia cinetica posseduta dagli elettroni in una forma di radiazione elettromagnetica

- L'energia del raggio X è sufficiente a determinare la liberazione degli elettroni da un atomo formando ioni  $\Rightarrow$  radiazioni ionizzanti.
- Possiedono differenti lunghezze d'onda e livelli energetici.
- Non sono influenzati dai campi magnetici
- Interagiscono con la materia in modo prevedibile.
- La loro penetrazione dipende dalla densità dei tessuti, dal numero atomico e dall'energia del raggio.

# FORMAZIONE DEI RAGGI X

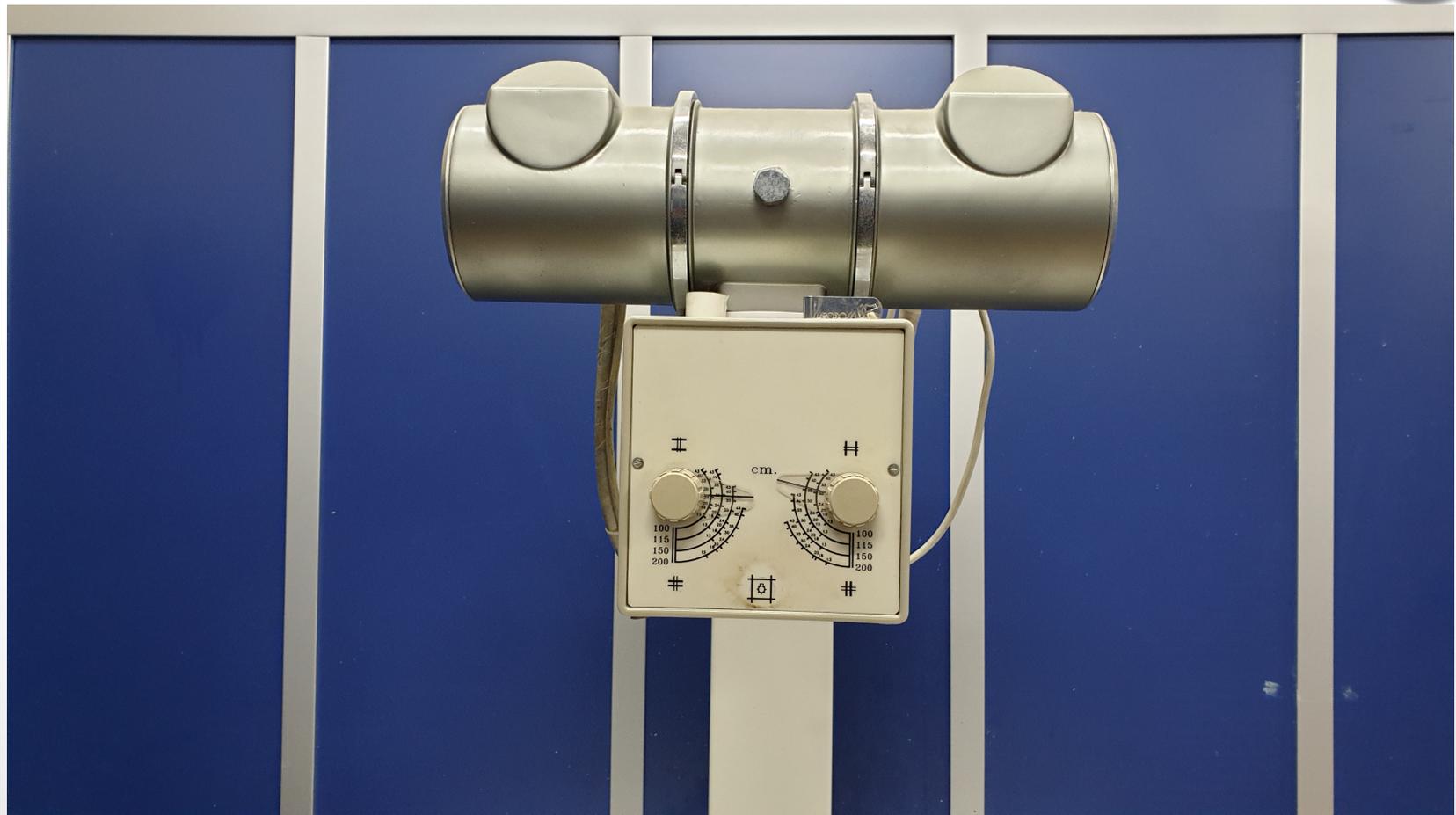


## ANODO :

1. Fornisce struttura bersaglio;
2. Provvede all'interazione degli elettroni con il bersaglio per ottenere fotoni X;
3. Sopporta la produzione di calore

## CATODO :

1. Fonte di elettroni per la formazione del raggio X;
2. Dirige il flusso di elettroni verso l'anodo



### ELEMENTI DI REGOLAZIONE DEL TUBO:

- Differenza di potenziale
- Intensità di corrente
- Tempo di esposizione

## RADIOPROTEZIONE:

È una branca della Radiologia che si occupa della protezione della popolazione dagli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti. Le sue conoscenze vengono applicate mediante leggi, regole e procedure. (DL 230/95; DL 187/2000; DL 241/2000; DL. 257/2001)

### **Danni biologici da radiazioni ionizzanti**

I danni biologici provocati dalle radiazioni ionizzanti possono essere diretti o indiretti.

I **danni diretti** provocano la rottura dei legami chimici all'interno delle molecole con prevalente formazione di radicali liberi.

I **danni indiretti** derivano invece dall'azione dei radicali liberi (ricchi di gruppi OH<sup>-</sup>) formatisi in seguito ai danni diretti. L'efficacia dell'azione indiretta della radiazione dipende dalla concentrazione di radicali liberi e di ossigeno all'interno della cellula.

# DOSE

Non esiste un valore soglia (valore minimo) per i danni da radiazione

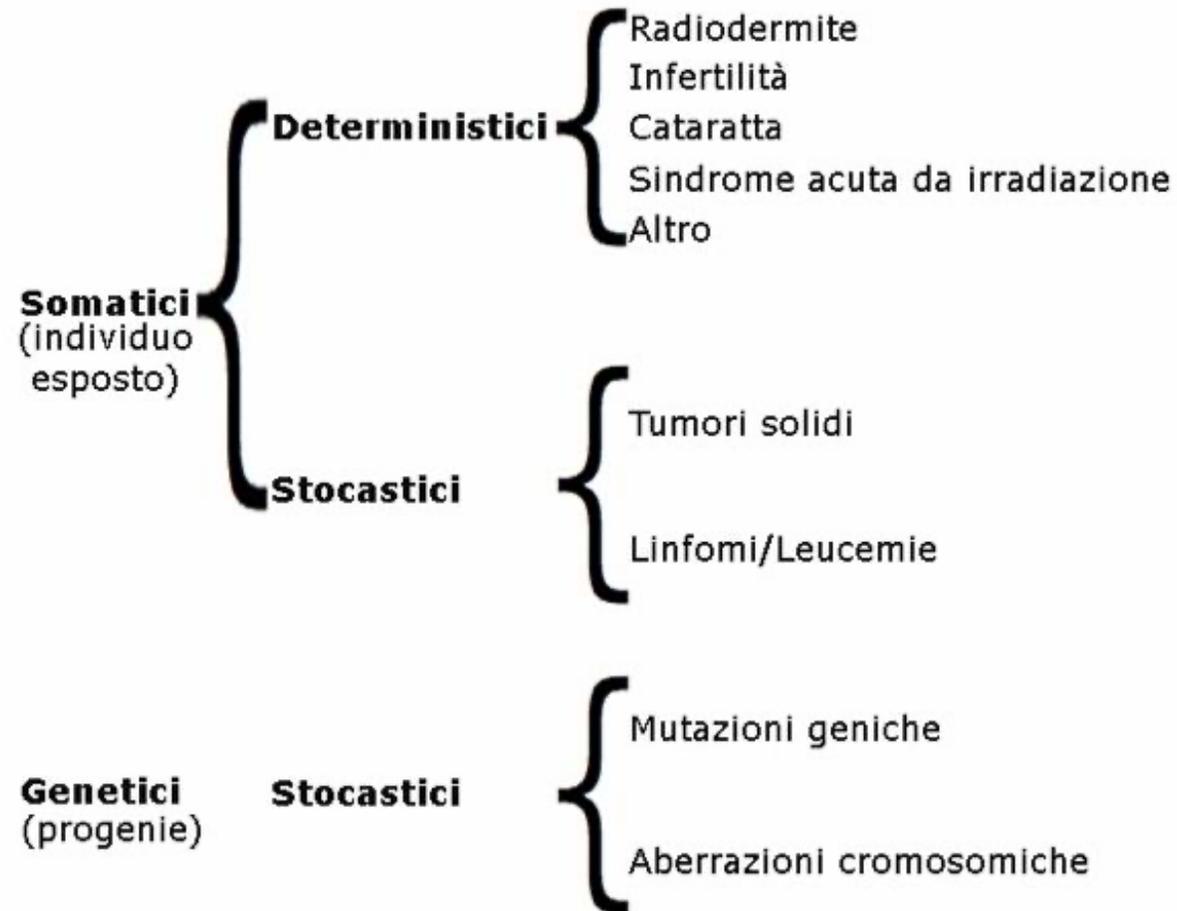
**Rad** (Dose di radiazione assorbita)= unità di dose assorbita per ogni radiazione ionizzante dotata di energia trasferita al materiale irradiato.

**Rem** (Roentgen equivalent in man or mammals)= misura di una radiazione di qualsiasi tipo che produce nell'uomo gli stessi effetti dell'assorbimento di 1 Rad di raggi X.

**Gray** (Gy)= unità di dose assorbita per ogni radiazione ionizzante dotata di energia trasferita al materiale irradiato. (1 Gy = 100 Rad)

**Sievert** (Sv)= unità di dose equivalente (1 Sv = 100 Rem).

# CLASSIFICAZIONE DEI DANNI BIOLOGICI



Sono di tipo probabilistico; la frequenza è proporzionale alla dose e la loro gravità non dipende dalla dose ricevuta (a partire da 0,5 Gy alterazioni del midollo emopoietico; dosi inferiori a 0,15 Gy nessun danno)

«Casuali» alterazioni del DNA con conseguenti patologie ereditarie

**0,05  $\mu\text{Sv}$ :** Dormire un anno con qualcuno: il corpo umano emette una piccolissima dose di radiazioni anche a riposo

**0,09  $\mu\text{Sv}$ :** Vivere un anno entro 50 miglia da una centrale nucleare

**0,1  $\mu\text{Sv}$ :** Mangiare una banana, ricca di potassio

**5  $\mu\text{Sv}$ :** Radiografia ai denti o a una mano

**10  $\mu\text{Sv}$ :** Radiazione di base assunta da un abitante della Terra in media in un giorno (in Italia **2mSV** in un anno).

**20  $\mu\text{Sv}$ :** Radiografia al torace

**40  $\mu\text{Sv}$ :** Volare da New York a Los Angeles

**250  $\mu\text{Sv}$ :** Limite massimo di rilascio annuo di una centrale nucleare imposto dall'Environmental Protection Agency americana

**390  $\mu\text{Sv}$ :** Dose derivata in un anno dalle fonti naturali di potassio

**1 mSv:** Radiografia convenzionale

**2,4-3mSv:** Dose media annua assunta da un italiano per l'esposizione alla radioattività naturale

**3 mSv:** Fare una mammografia

**4 mSv:** Fare una Tac total body

**10-20 mSv:** Fare una scintigrafia

**20-50 mSv:** Massima dose annua consentita per i lavoratori che operano con fonti ionizzanti in Italia e negli Usa

**100 mSv:** Dose più piccola chiaramente collegata a un aumento del rischio-cancro

**250 mSv:** Dose minima consentita per i lavoratori che operano per salvare delle vite

**400 mSv:** Dose singola capace di causare avvelenamento da radiazioni

**2 Sv:** Avvelenamento grave da radiazioni, anche fatale

**8 Sv:** Dose fatale anche con le terapie

Gli effetti biologici delle radiazioni dipendono dalla velocità di irradiazione, dalla superficie corporea esposta, dalla sensibilità individuale e dalla variazione di sensibilità delle diverse cellule dell'organismo.

L'intervallo di tempo durante il quale l'organismo riceve la radiazione è molto importante ai fini dell'effetto della radiazione stessa.

La differenza di risposta alla stessa dose di radiazione evidenzia la capacità dell'organismo di riparare i tessuti lesi dalle radiazioni.

Estensione della superficie corporea influisce sugli effetti delle radiazioni.

Sensibilità diversa delle cellule i tessuti caratterizzati da rapida divisione cellulare e scarsa differenziazione sono caratterizzati da una maggiore sensibilità alle radiazioni.

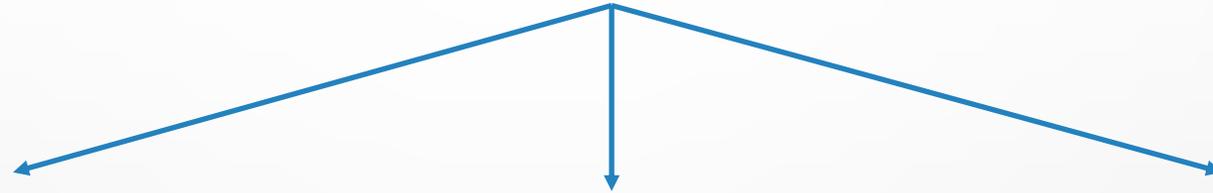
Organi emopoietici e tutti gli elementi germinativi immaturi

Tiroide

Cristallino

Non esiste un valore soglia (valore minimo) per i danni da radiazione

## ICRP (Commission on Radiological Protection) = Principio **As Low As Reasonably Achievable**



Giustificazione:  
Nessuna attività deve essere adottata a meno che la sua introduzione produca un beneficio netto e dimostrabile

Ottimizzazione:  
Ogni esposizione alle radiazioni deve essere tanto bassa quanto è ragionevolmente ottenibile

Rispetto dei limite di dose:  
la dose agli individui non deve superare i limiti raccomandati per le varie circostanze

# COSA FARE PER RIDURRE L'ESPOSIZIONE NEL CORSO DI ESECUZIONE DI UN ESAME RX

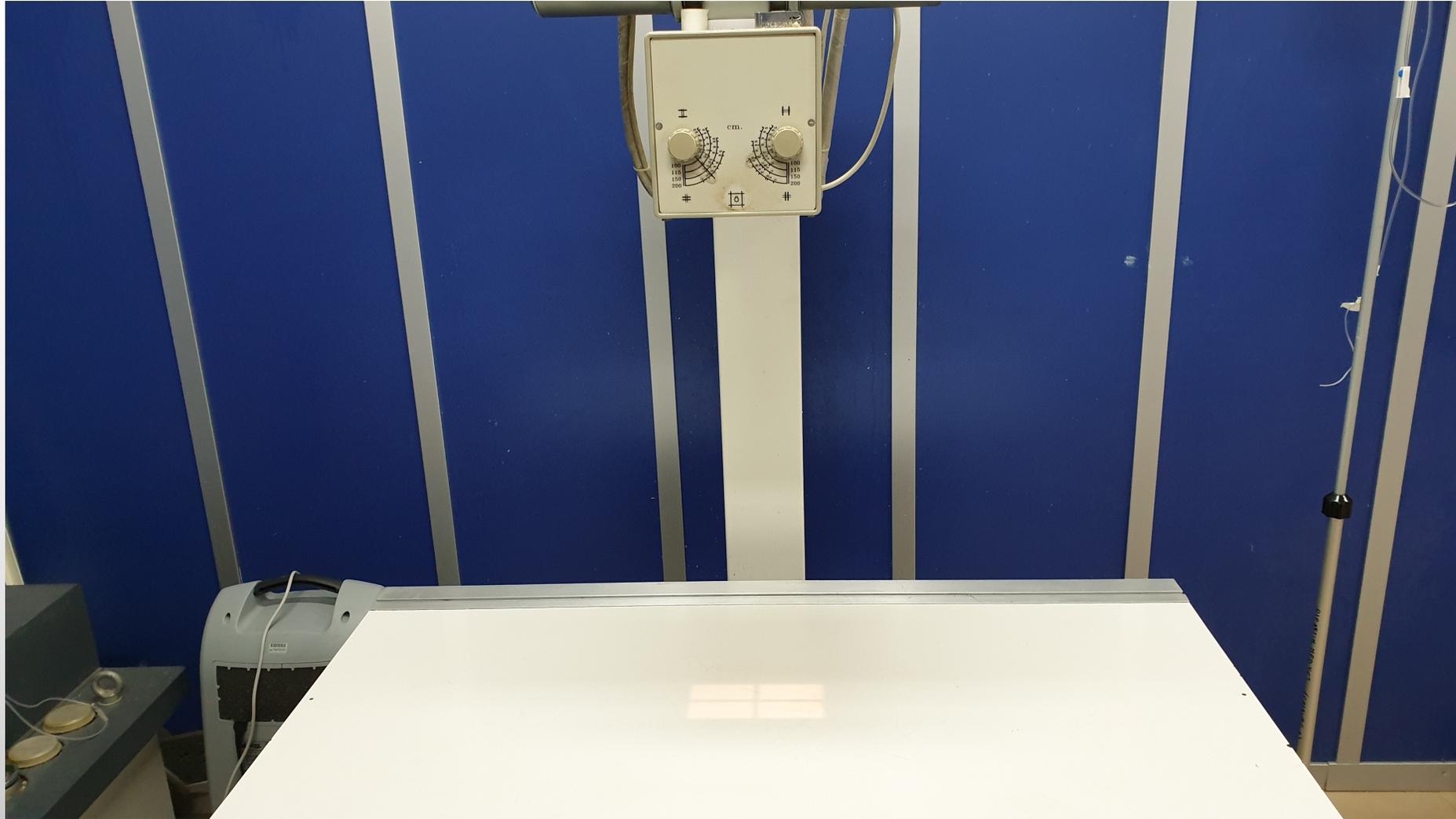
L'ESPOSIZIONE è dovuta a:

1. Fascio utile che è confinato dal sistema di collimazione;
2. Radiazioni secondarie;
3. Radiazioni di fuga che, nonostante la schermatura, filtrano attraverso il contenitore del tubo ed escono dalla testata radiologica anche a collimatore chiuso.

REGOLE DI RADIOPROTEZIONE:

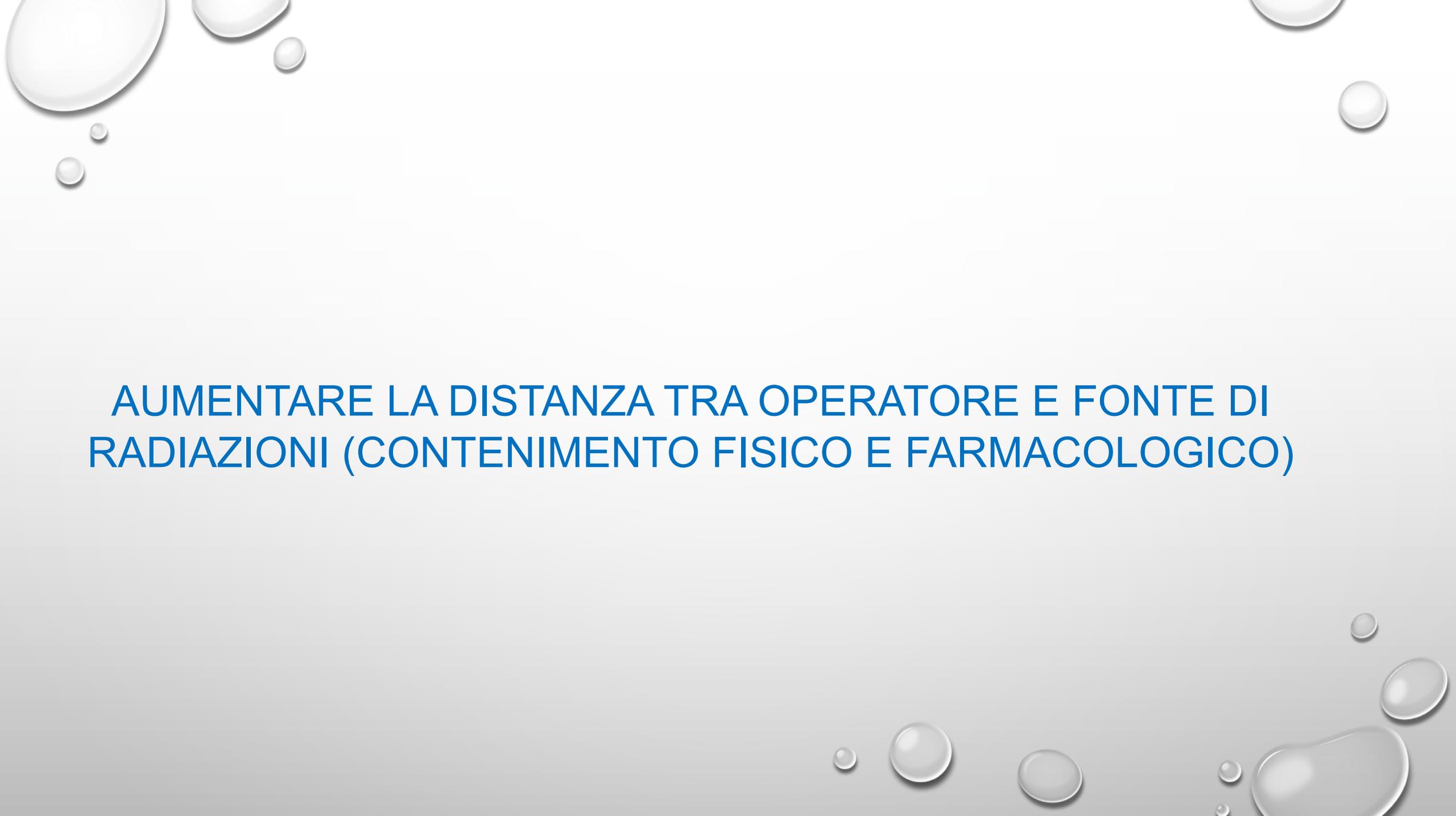
1. Limitare i tempi di esposizione (evitare errori tecnici + sistemi schermo-pellicola più rapidi);
2. Aumentare la distanza tra operatore e fonte di radiazioni (contenimento fisico e farmacologico);
3. Schermatura diretta del corpo;
4. Allontanare coloro che non sono strettamente necessari al contenimento.

LIMITARE I TEMPI DI ESPOSIZIONE (EVITARE ERRORI TECNICI + SISTEMI SCHERMO-PELLICOLA PIÙ RAPIDI)







The image features a light gray background with several realistic water droplets of various sizes scattered in the corners. The droplets are rendered with soft shadows and highlights, giving them a three-dimensional appearance. The text is centered in the middle of the page.

**AUMENTARE LA DISTANZA TRA OPERATORE E FONTE DI  
RADIAZIONI (CONTENIMENTO FISICO E FARMACOLOGICO)**











**legge dell'inverso del quadrato:** la dose varia inversamente al quadrato della distanza.

# SCHERMATURA DIRETTA DEL CORPO





# ALLONTANARE COLORO CHE NON SONO STRETTAMENTE NECESSARI AL CONTENIMENTO.



Il personale esposto è classificato in diverse Categorie ed è sottoposto a sorveglianza sanitaria periodicamente dal medico autorizzato

Le apparecchiature sono sottoposte a controllo periodico dall'esperto qualificato

<b>Categoria</b>	<b>Lavoratori Categoria A Lavoratori autonomi e dipendenti da terzi Apprendisti e studenti con età ≥ 18 anni</b>	<b>Lavoratori Categoria B Lavoratori autonomi e dipendenti da terzi Apprendisti e studenti con età 16-18 anni</b>	<b>Lavoratori non esposti Persone del pubblico</b>
<b>Dose equivalente per esposizione globale</b>	20 mSv	6 mSv	1 mSv
<b>Dose equivalente efficace</b>	20 mSv	6 mSv	1 mSv
<i>Cristallino</i>	150 mSv	45 mSv	15 mSv
<i>Cute</i>	500 mSv	150 mSv	50 mSv
<i>Estremità (mani, avambracci, piedi, caviglie)</i>	500 mSv	150 mSv	50 mSv

<b>Gruppi particolari</b>	<b>Limitazioni</b>
Lavoratrici gestanti	Non possono venire adibite a impieghi comportanti rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti. Stessi limiti di dose stabiliti per i lavoratori non esposti
Lavoratrici che allattano	Non possono svolgere attività che comportano rischi di contaminazione radioattiva
Minori di anni 18	Non possono essere adibiti ad attività proprie dei lavoratori esposti
Lavoratrici, apprendiste, studentesse in età fertile	Rispetto dei limiti per lavoratori esposti con ulteriore limite di equivalente di dose all'addome di 13 mSv per trimestre