

*Rx* Sezione di Diagnostica per Immagini

# Prevenzione dei rischi da radiazioni ionizzanti negli ambienti di lavoro a.a. 2015/16

- M [ggm@unife.it](mailto:ggm@unife.it)
- T segreteria (Marisa Sciutti) 0532 237247 Lun-Ven  
7:30 - 15:00
- T diretto studio 0532 239251
- T WiFi voip 0532 236883
- Orario ricevimento Mar-Gio 10-14 (preferibile  
appuntamento M o T)

- Richiami di fisica delle radiazioni ionizzanti
- Sorgenti di radiazioni ionizzanti
- Le macchine radiogene
- Grandezza usate in radioprotezione
- La penetrazione delle r.i. nella materia
- Effetti sull'uomo
- Esposizione della popolazione
- Irradiazione interna ed esterna
- I principi fondamentali della radioprotezione
- La radioprotezione del Paziente
- Radioprotezione dei lavoratori e della popolazione
- Normativa

EFFETTI SULL'UOMO

- Radiazione: trasferimento di energia attraverso lo spazio.
- Radiazione ionizzante: qualunque radiazione in grado di provocare fenomeni di ionizzazione.
- Ionizzazione: fenomeno per il quale, da un atomo stabile ed elettricamente neutro si stacca un elettrone ( $e^-$ ) periferico (con la formazione di 2 ioni)

## NEW ENERGY FOR WEAK, SAGGING MEN



Front View—Showing full, comfortable leg that entirely supports and supports the waist. Wide, adjustable, comfortable waist that holds everything in position with no chance for discomfort.



Rear View—Shows radium pad, containing 20 micrograms of refined, measured radium. Size of pad, 4 in. wide, 3 in. long. Size of suspensory, 8 in. long, 3 in. wide. Very comfortable. Don't break.

### Testone Radium Energizer and Suspensory

Contains 20 Micrograms Refined, Measured Radium

For that sagging, dragging weight that pulls you down and saps your energy—and for moving up and husbanding strength in that seat of all male activity—the testicles—the marvelous appliance has no equal!

We GUARANTEE that the Testone Radium Appliance contains only purified, highly refined radium salts, free from all noxious metallic substances. Actually contains 20 micrograms of the precious salt.

SHOE-FITTING TEST DATA

1. ANKLE ROLL

2. WEIGHT DISTRIBUTION



LEFT      RIGHT

— % BALL

— % OUTER

— % HEEL

RIGHT  
WAS

This scientific way of approach  
eliminates guesswork.



THE PERISCOPE  
COM  
118-120 B...ORN  
LONDON  
Regd. No. 709638  
Pat. No. 248085

**IMPORTANT:-** The press button  
operating the X-Rays must not be kept  
on for more than 30 seconds at a time.



広島市



Чернобыль





K-19



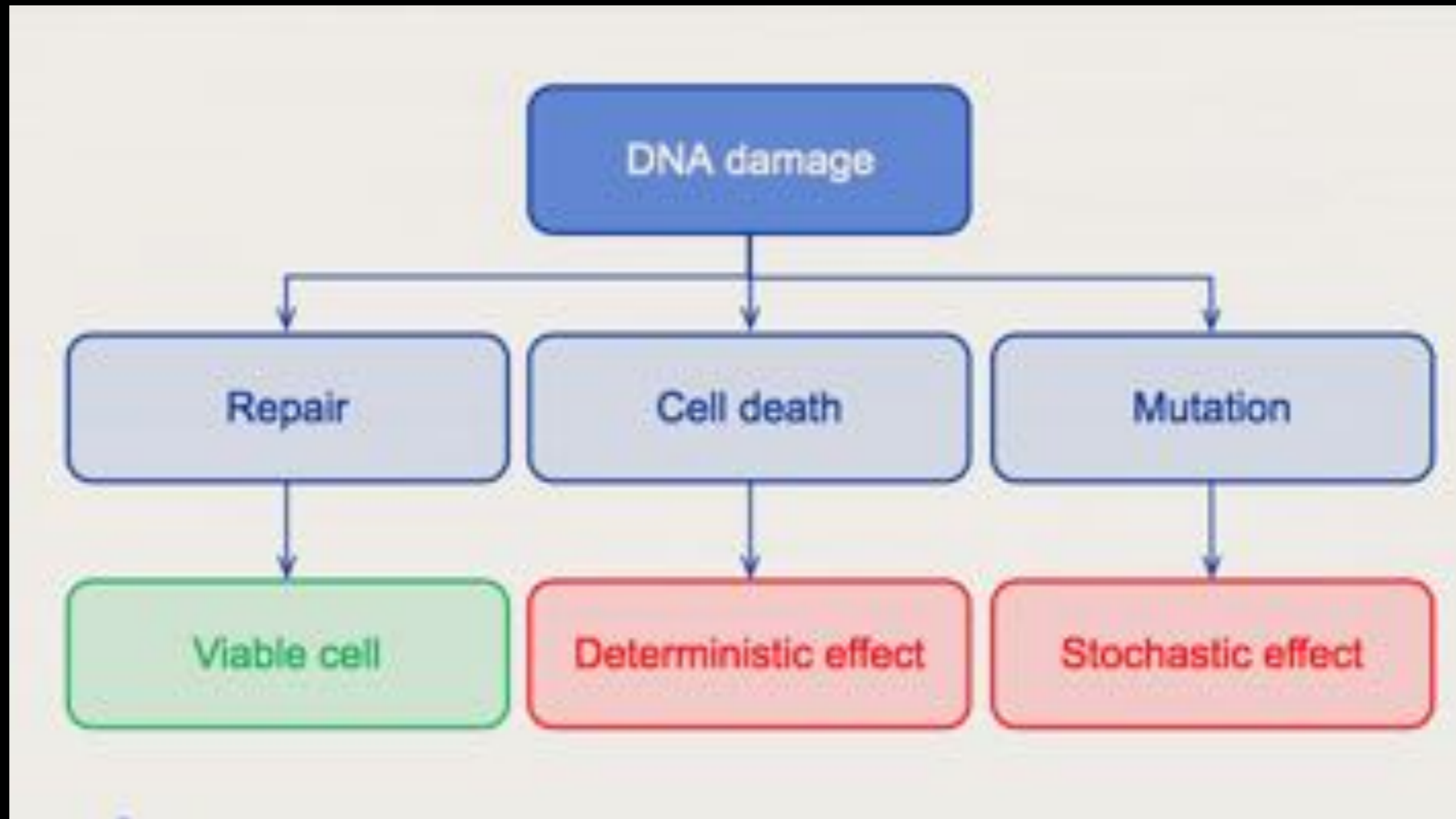
Maria Skłodowska

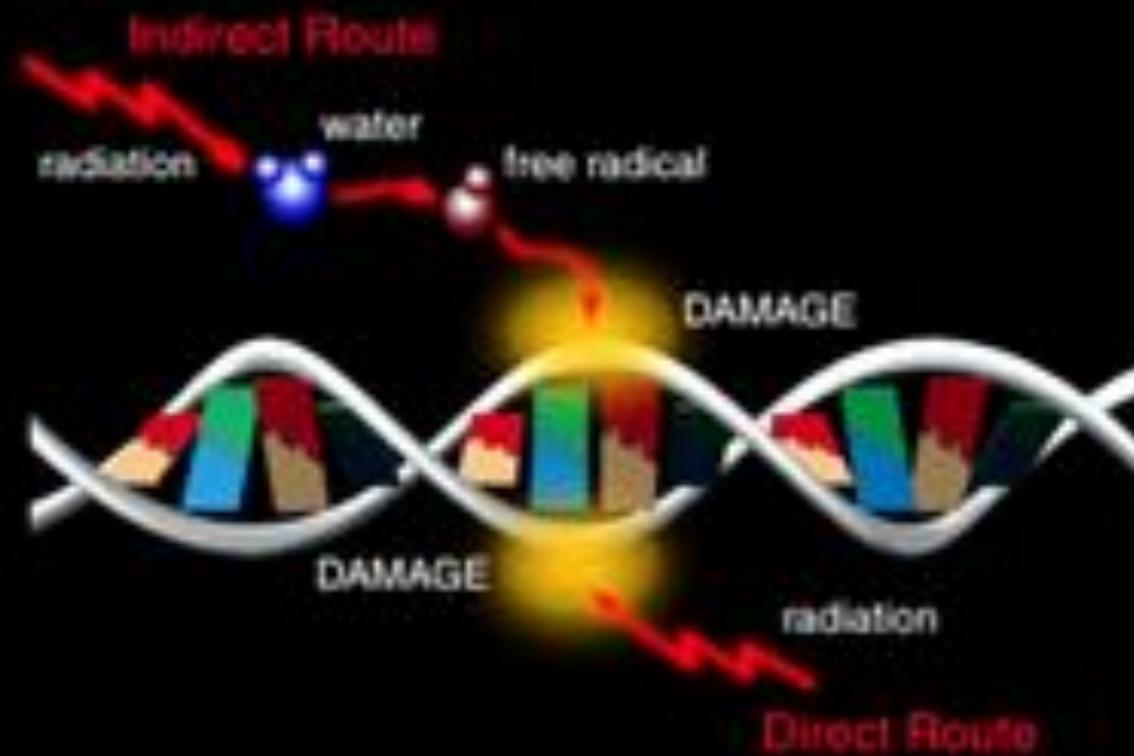


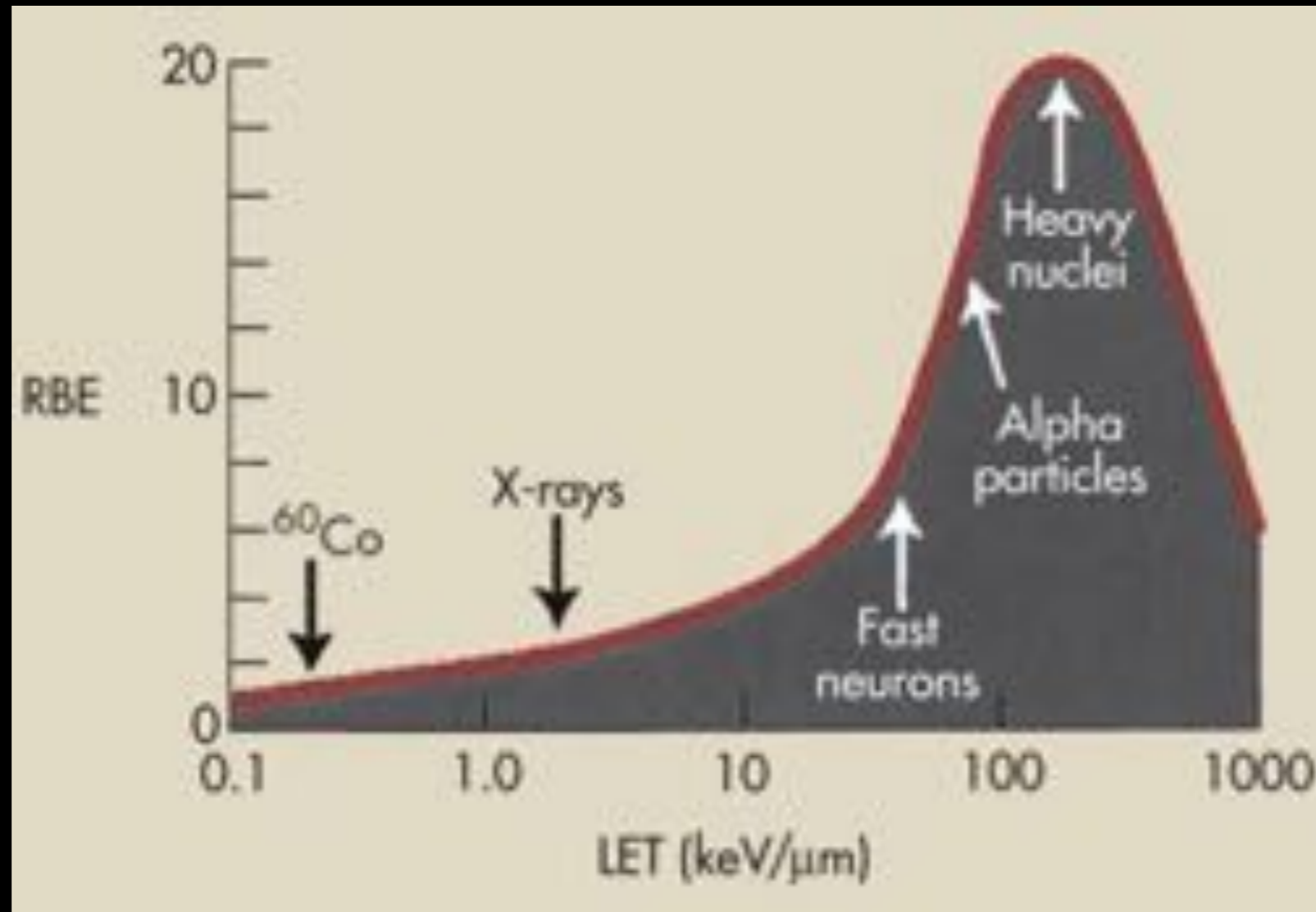
Alexander Litvinenko



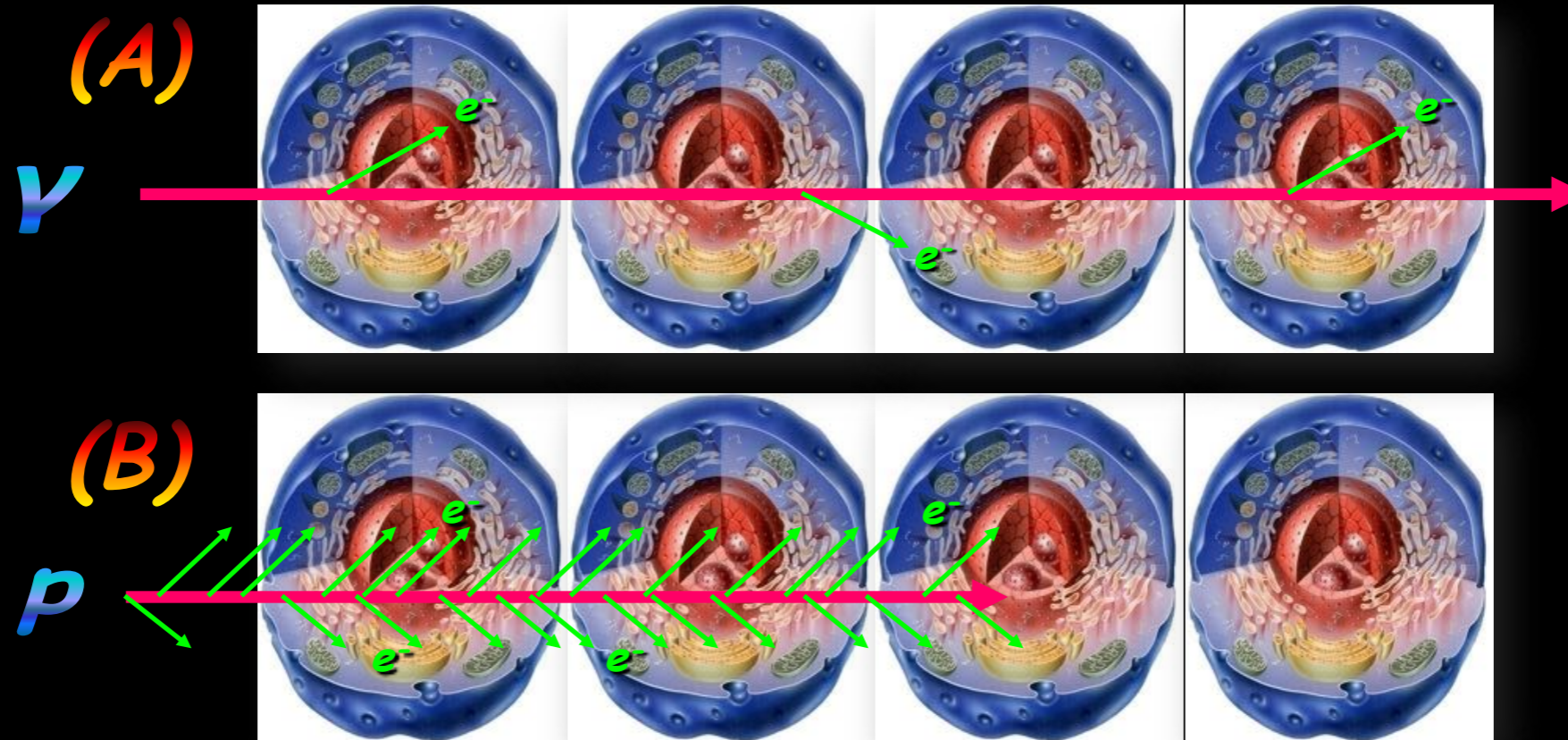








*Implicazioni biologiche del "LET"*





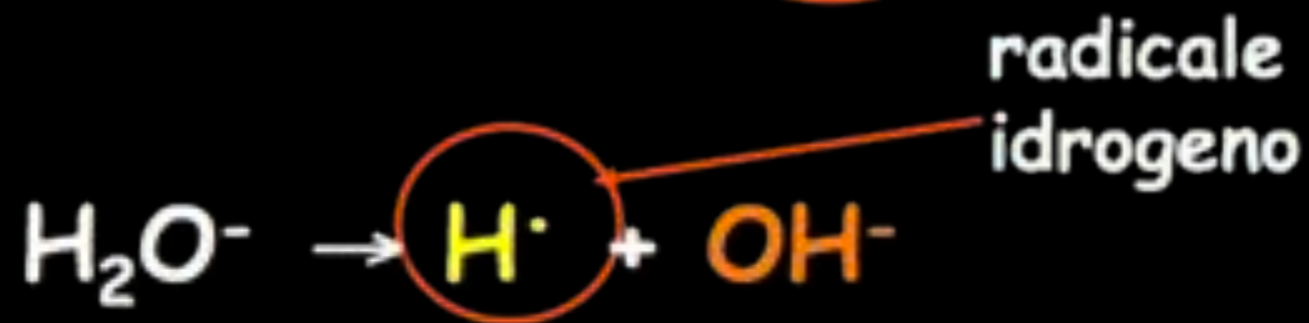
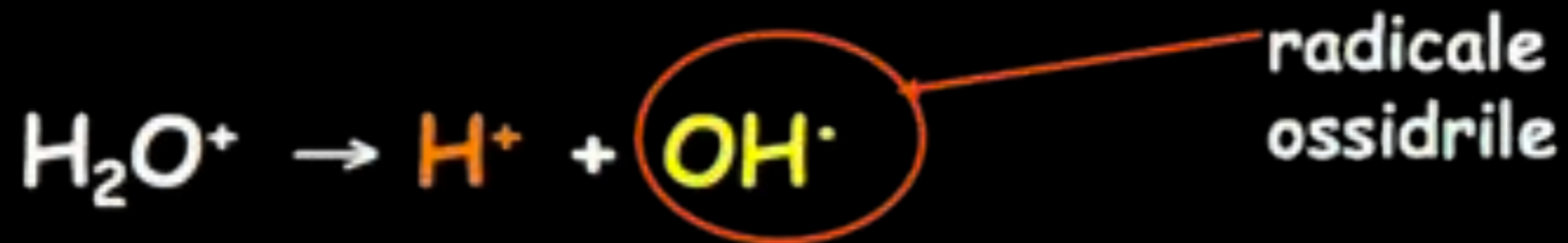
Le particelle  $e^-$  e  $atomo^+$  interagiscono con le molecole d'acqua a formare nuove molecole instabili, altamente reattive, con numero dispari di elettroni che vengono definiti

**RADICALI LIBERI.**

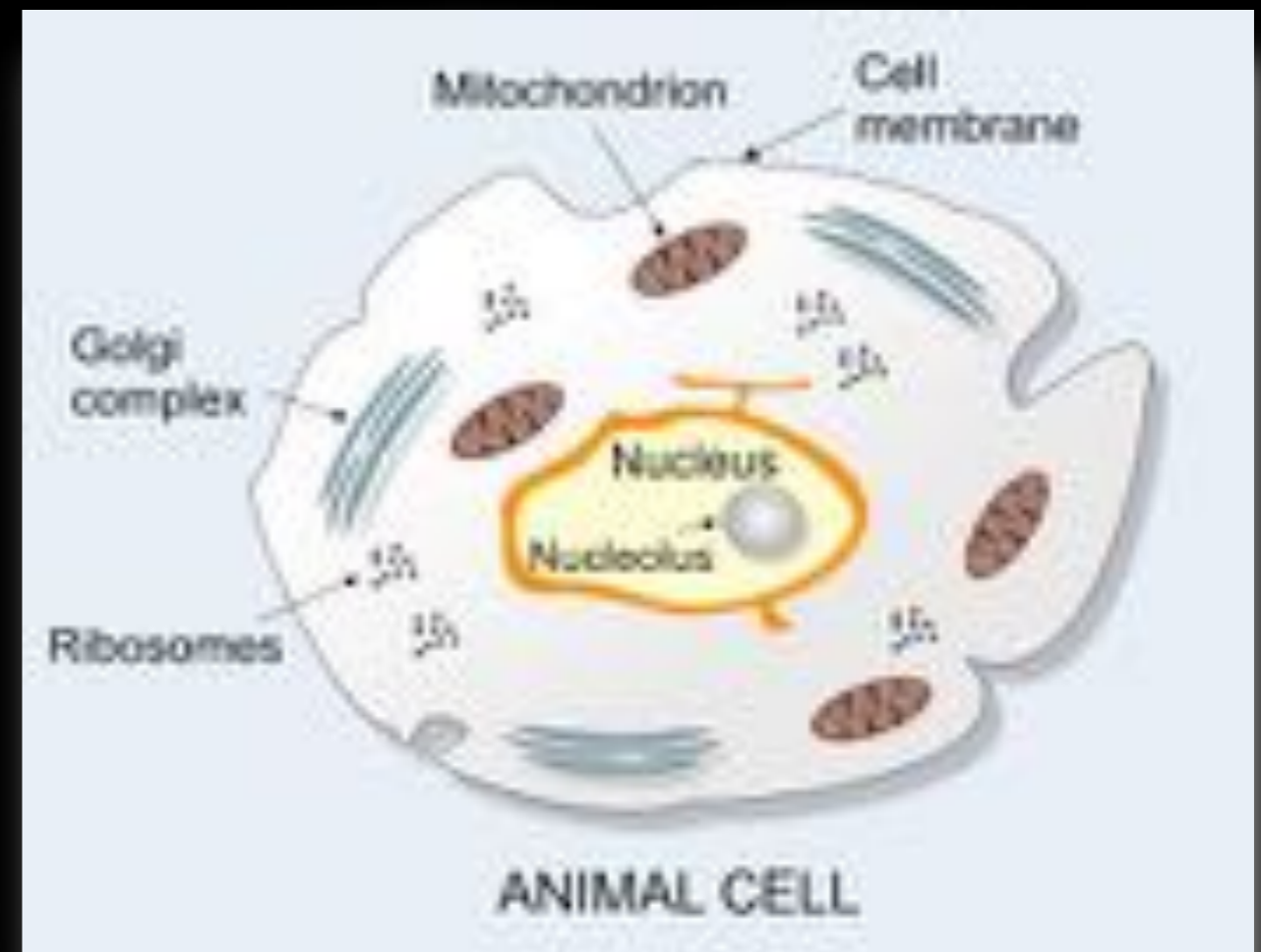


Le particelle l'e<sup>-</sup> e l'atomo<sup>+</sup> interagiscono con le molecole d'acqua a formare nuove molecole instabili, altamente reattive, con numero dispari di elettroni che vengono definiti

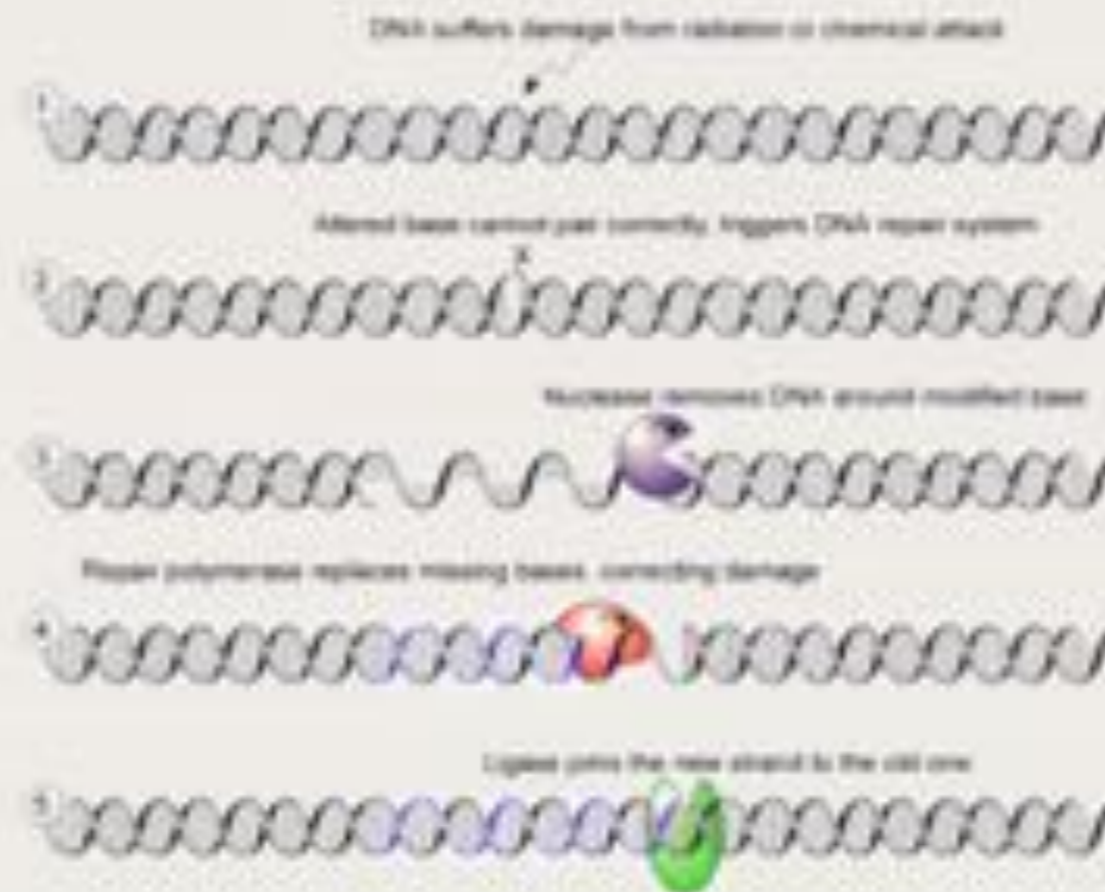
### RADICALI LIBERI.



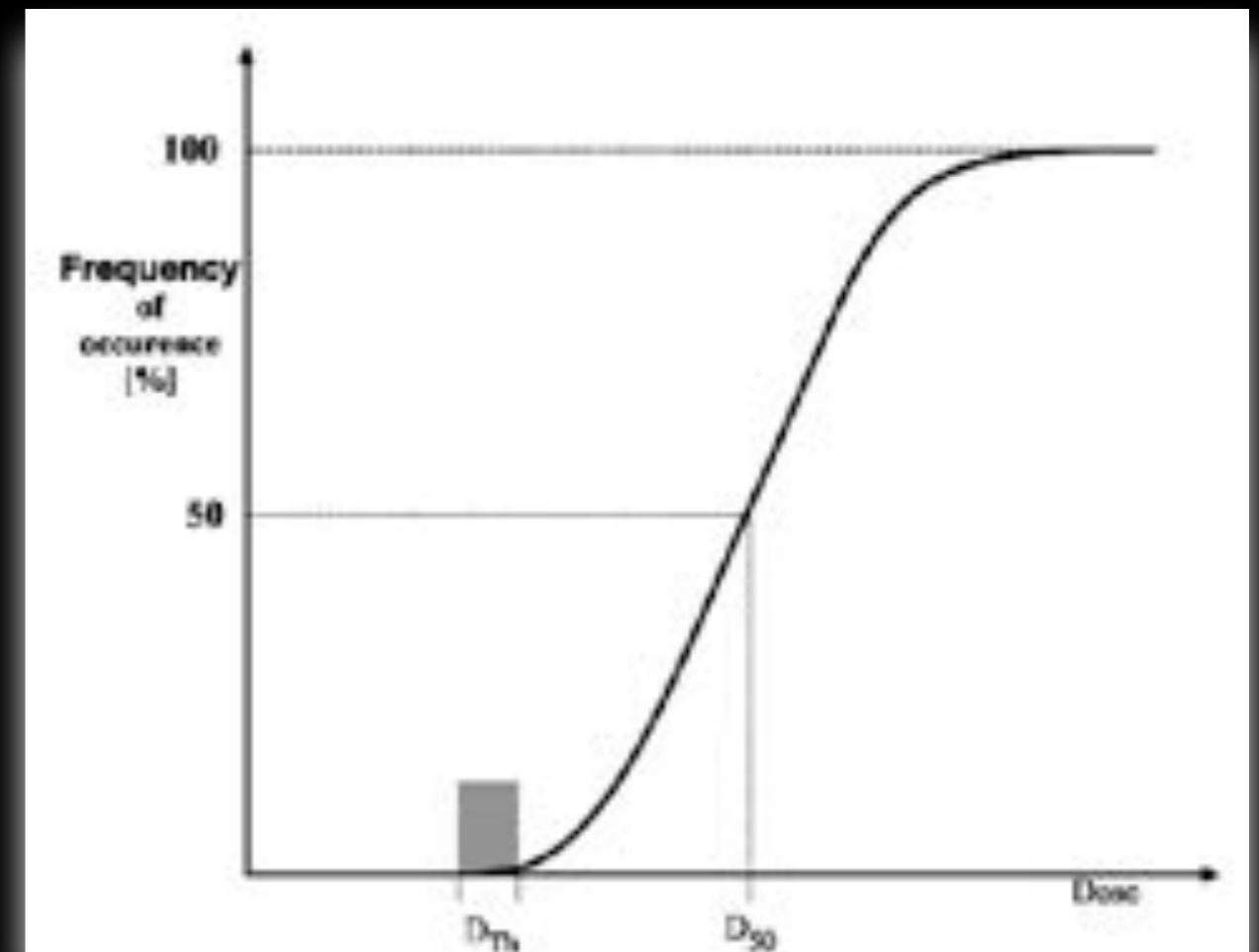
- Rottura della membrana
- Rottura della guaina proteica
- Rottura del doppio filamento di DNA
- Rottura della membrana mitocondriale
- Rottura del singolo filamento di DNA

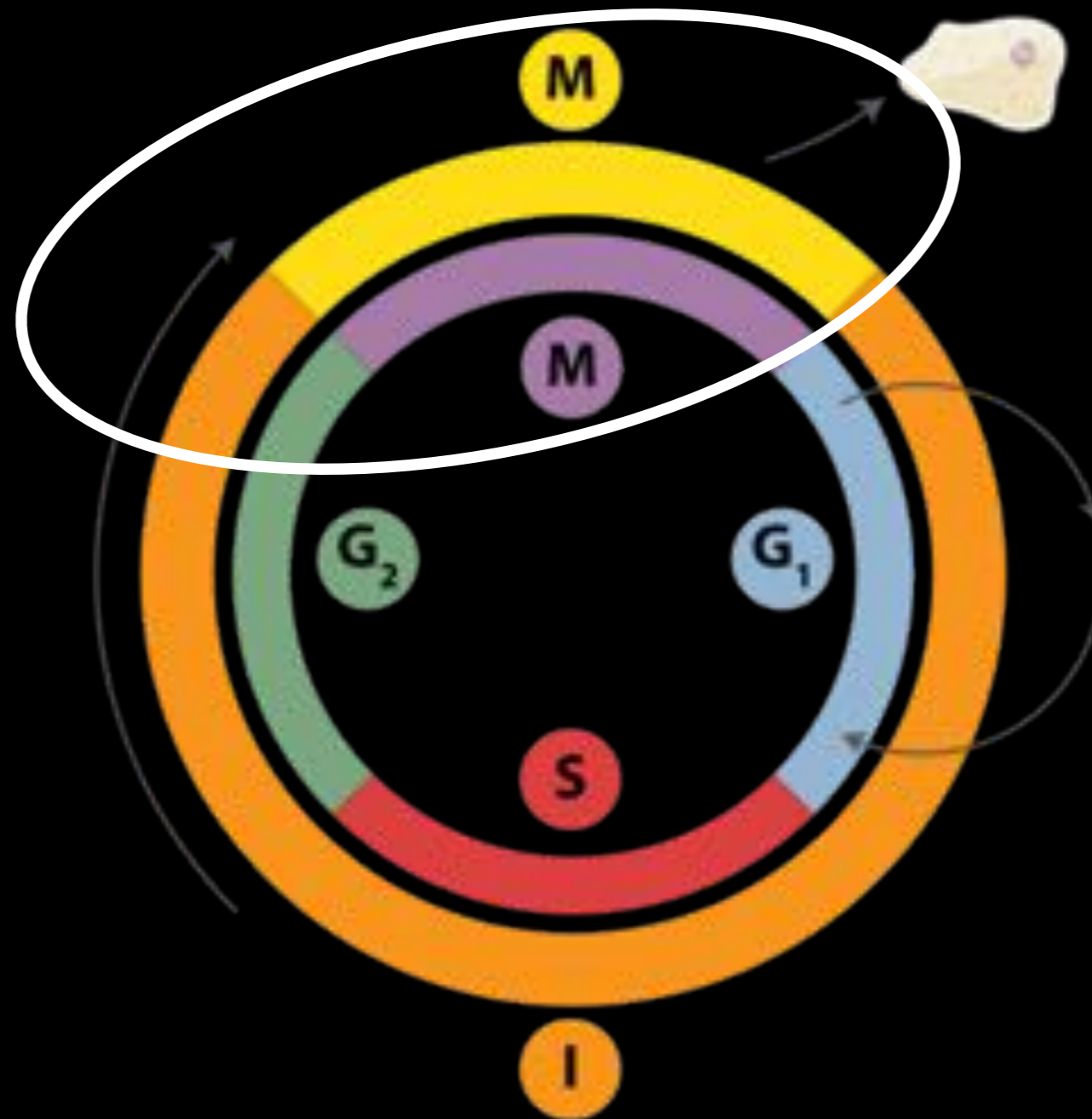


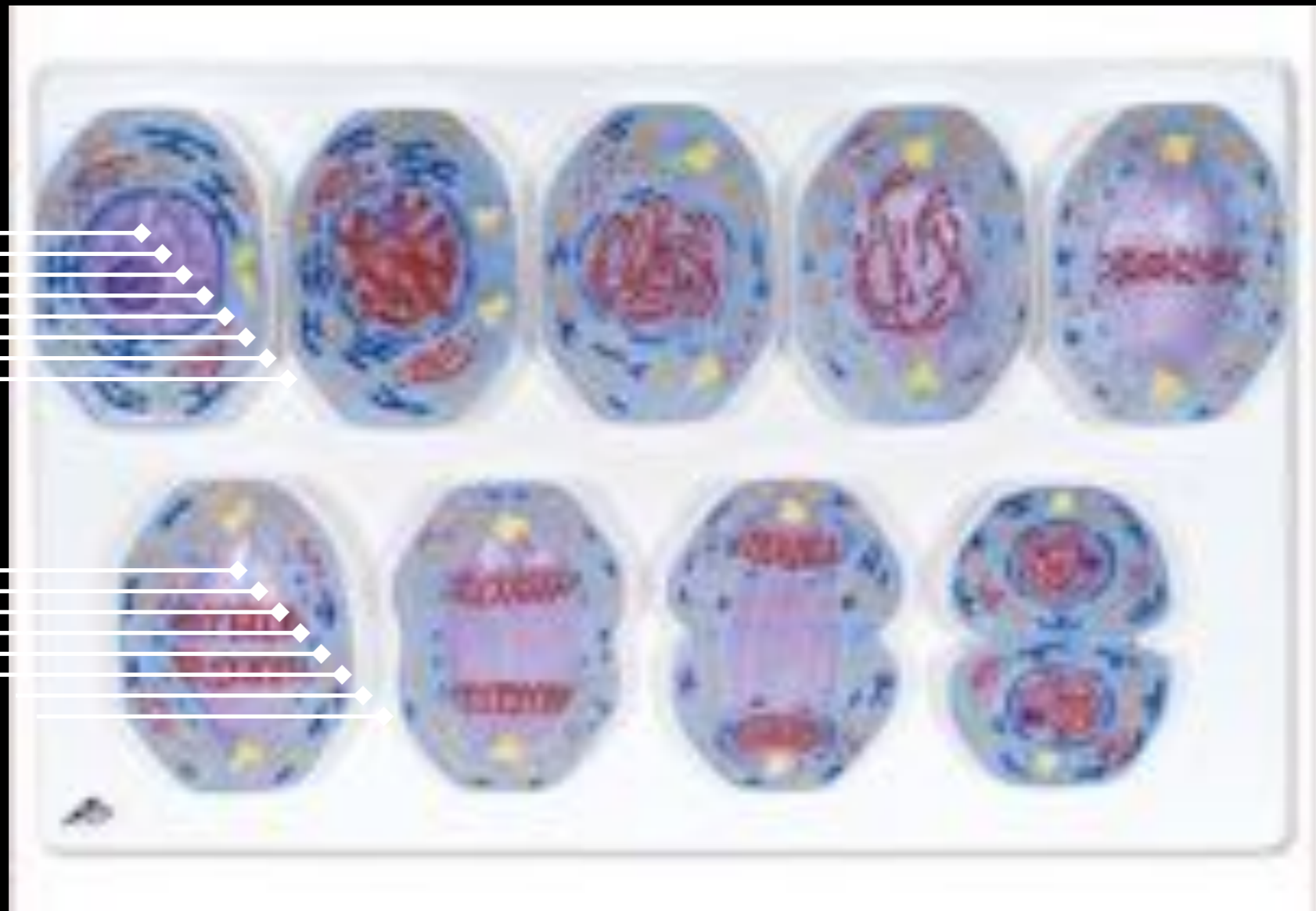
- DNA damage occurs at a **rate of ~ 100,000 per cell per day**
- Genetic mutations drive evolution



- La distruzione delle cellule è proporzionale alla dose di radiazioni assorbita
- A basse dosi, danneggiando un numero limitato di cellule, la riduzione della funzione può essere inapparente (compenso).
- A dosi più alte e oltre una certa soglia di dose il compenso non è più sufficiente e il danno diviene manifesto e tanto più grave quanto maggiore è la dose.







# EFFETTI BIOLOGICI DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI

## Effetti Deterministici

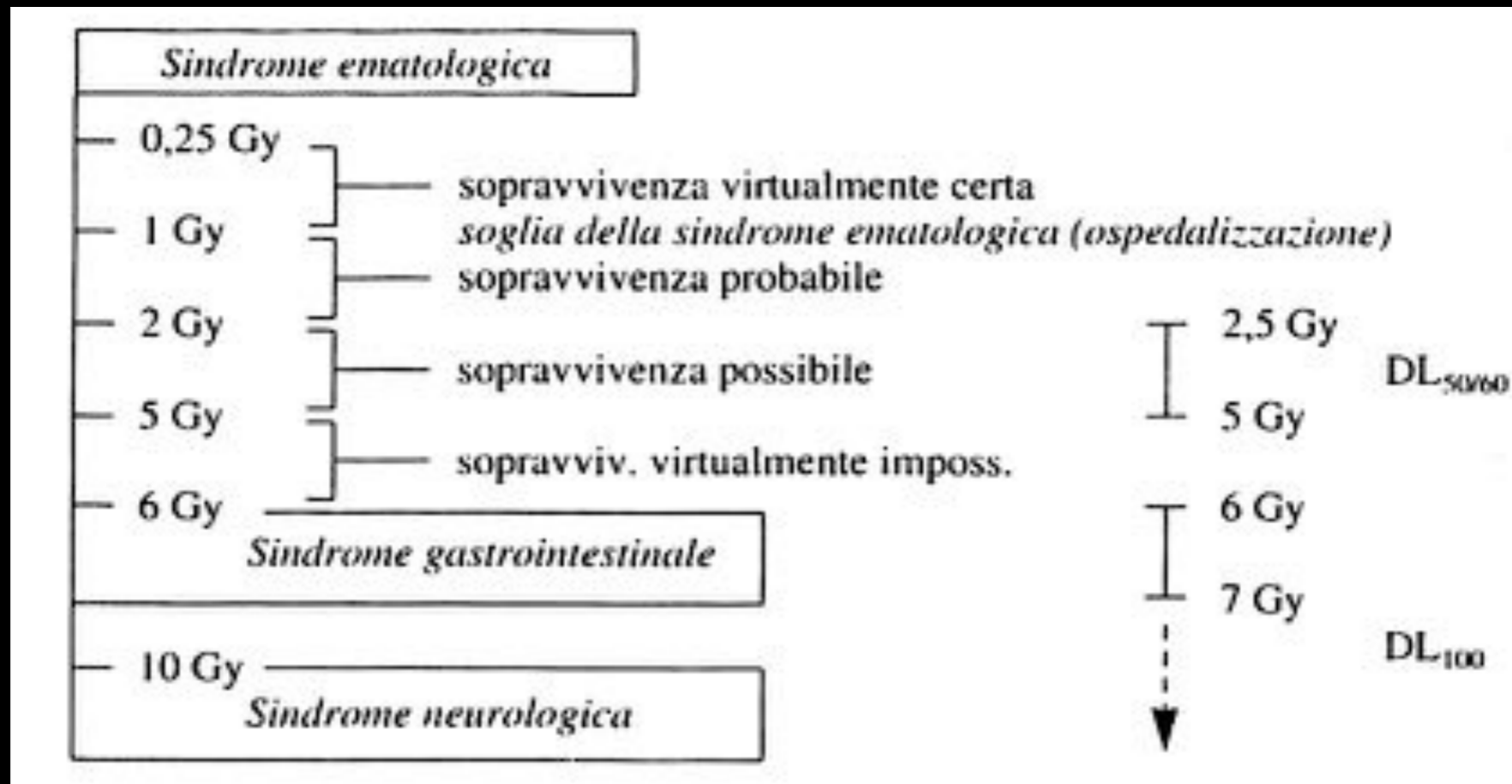
- \* Esiste una soglia
- \* La gravità dell'effetto dipende dalla dose
- \* Effetti precoci

## Effetti stocastici

- \* Effetto probabilistico
- \* Effetto "tutto o nulla"
- \* Assenza di una soglia
- \* Manifestazioni tardive



- Esistenza di una soglia e gravità dipendente dalla dose
- Distruzione da parte delle radiazioni ionizzanti di un numero consistente delle cellule che compongono un tessuto od un organo.
- La distruzione delle cellule e la conseguente compromissione cellulare è proporzionale alla dose di radiazioni assorbita
- Precoce manifestazione dell'effetto
- Le cellule lesionate continuano a vivere finché non tentano di dividersi: è nella mitosi che il danno si manifesta con la morte cellulare.
- I tessuti a rapido ritmo di rinnovamento, come il tessuto emopoietico avranno effetti molto più precoci di quelli a lento ritmo, come il parenchima epatico



Ha colpito finora circa 600 persone nel mondo

Sintomi: astenia, nausea e vomito

E' dovuta a lesioni all'apparato emopoietico, digerente e del sistema nervoso

La prognosi è funzione della dose di radiazioni

## Sindrome emopoietica

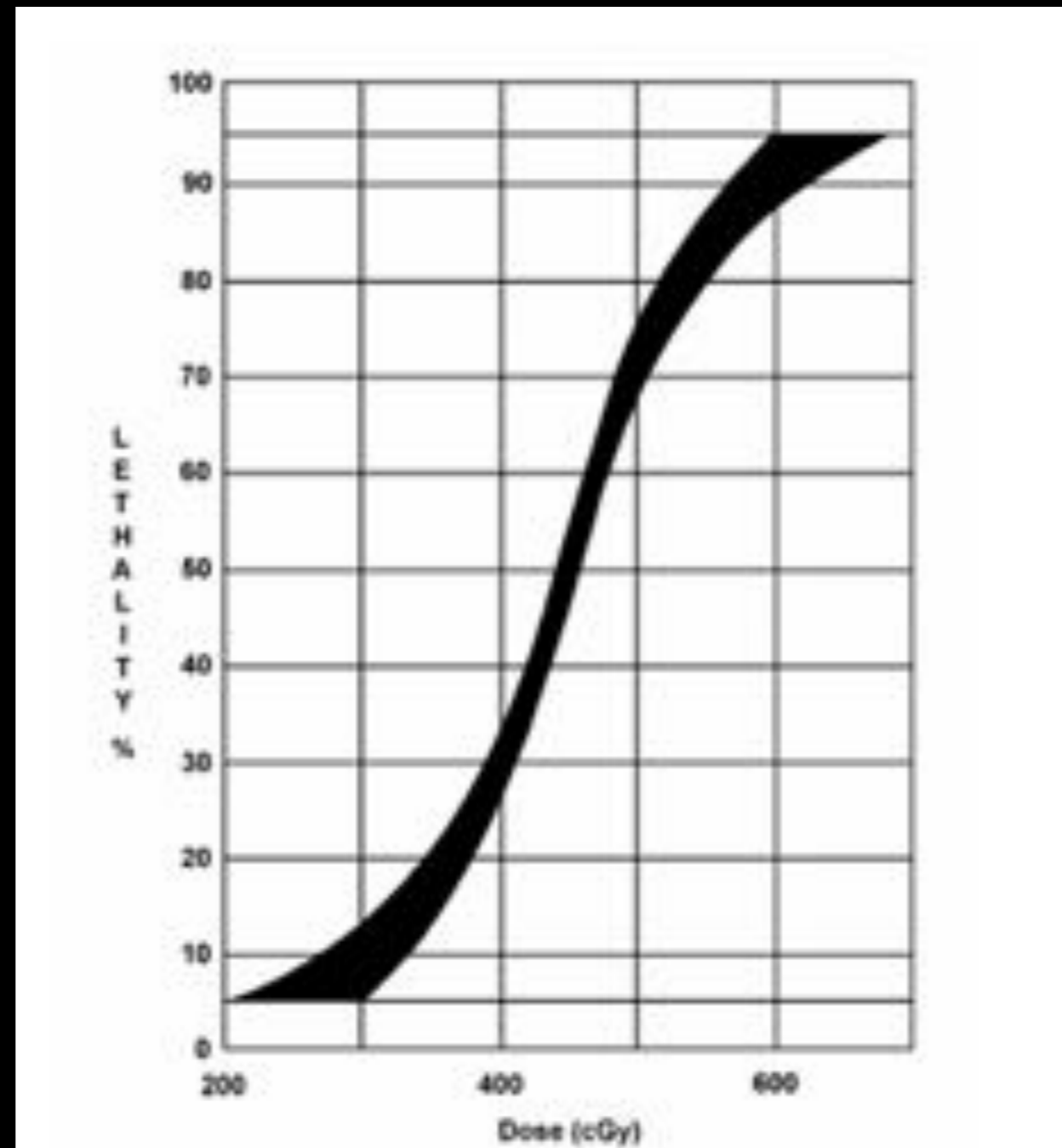
Per dosi di 1-5 Gy si ha distruzione delle cellule staminali che provoca la scomparsa degli elementi circolanti dal sangue periferico, responsabile dei sintomi che, nei casi più gravi, precedono la morte: anemia, emorragie, infezioni. La morte avviene per lo più attorno al 30° giorno dall'irradiazione.

## Sindrome gastro-intestinale

Quando la dose supera i 5-6 Gy si hanno lesioni delle cellule a rapido rinnovamento della mucosa del tenue: ne consegue una progressiva disepitelizzazione dei villi intestinali che causa perdita di liquidi con disidratazione, diarrea (anche sanguinolenta), infezioni sistemiche da invasione della flora intestinale. La morte sopravviene in 3-6 giorni.

## Sindrome nervosa

Se la dose ricevuta è maggiore di 10 Gy si hanno rapide modificazioni di permeabilità dei vasi sanguigni cerebrali con emorragie ed edema. Si manifesta con accessi convulsivi, seguiti da apatia e coma. La morte sopravviene entro 48 ore.

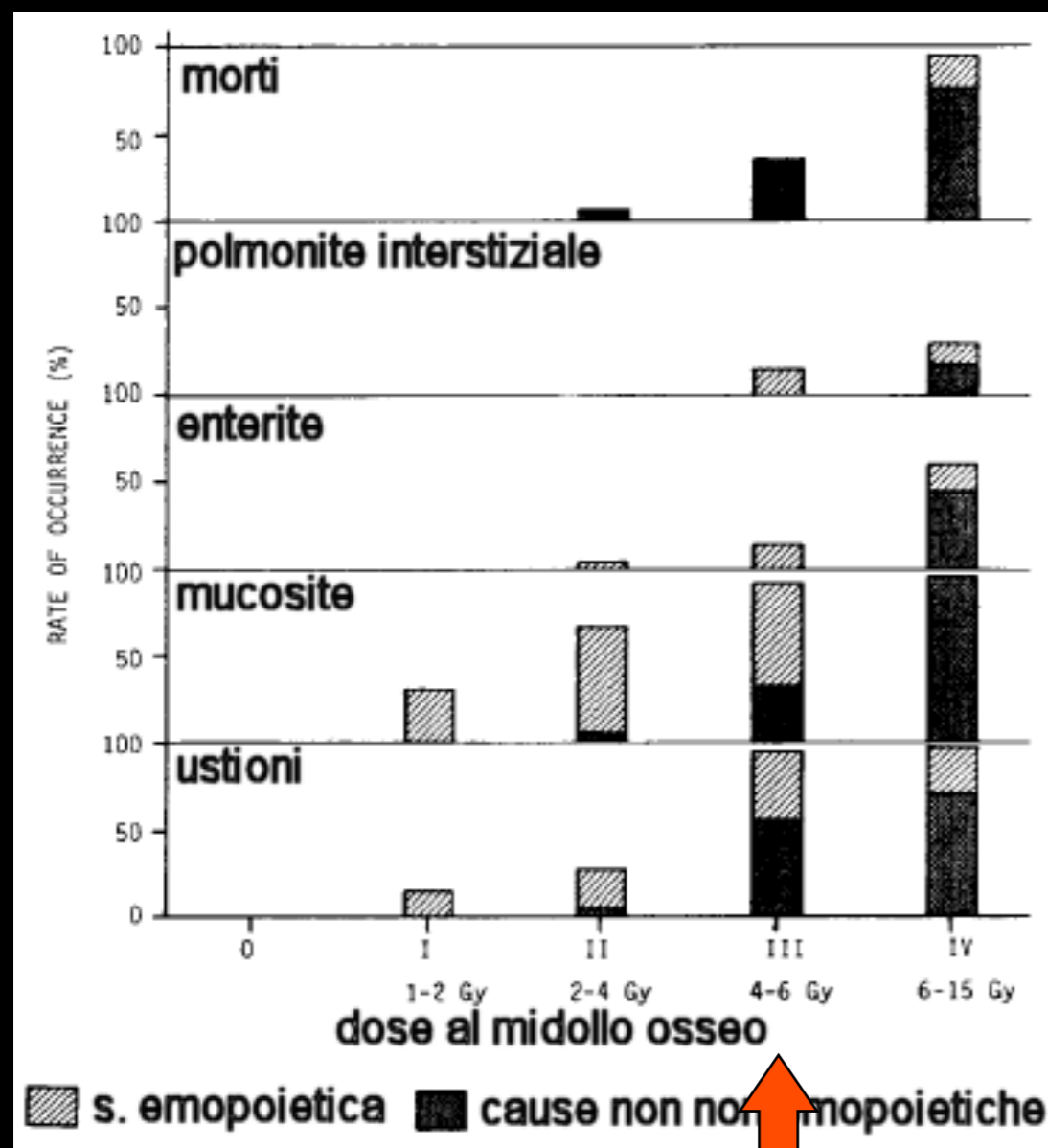


## Incidente di Chernobyl

26 Aprile 1986

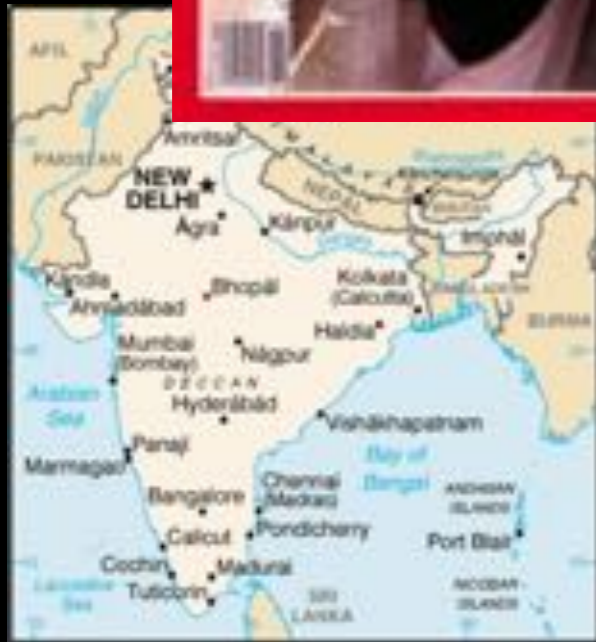
203 persone colpite da S.A.R.  
di cui 28 sono decedute

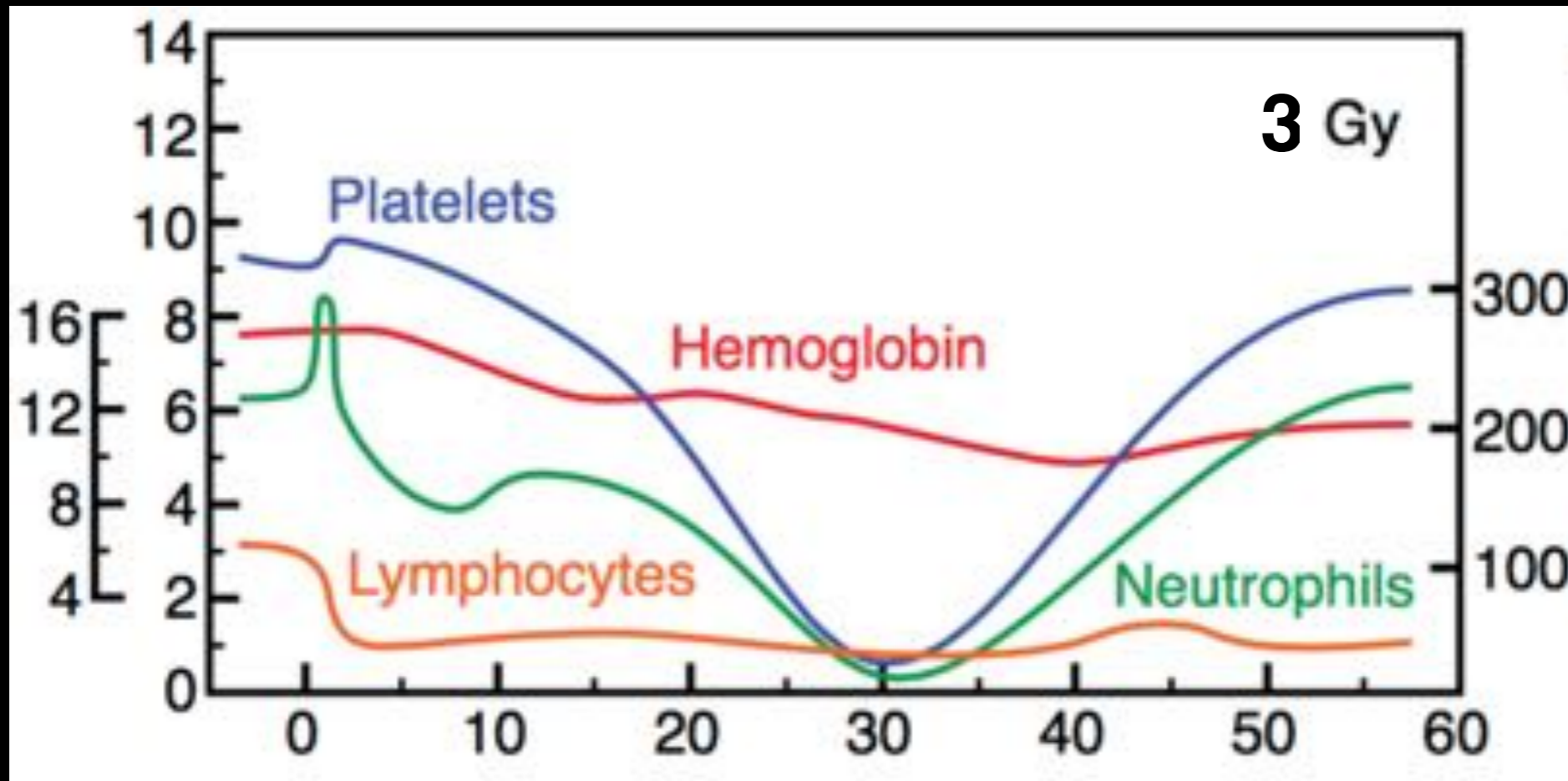
La morte è praticamente  
inevitabile per esposizioni  
globali superiori a 5 Gy





- Trent'anni fa, nella notte tra il 2 e il 3 dicembre del 1984
- In India, stabilimento chimico di Bhopal (Union Carbide)
- 42 tonnellate di isocianato di metile
- 4.000 morti solo nelle prime settimane.
- 25.000 le morti legate all'incidente
- 560.000 persone con danni gravi o irreversibili.





**Linfociti.** Sono l'elemento più radiosensibile: si riducono fin dal primo giorno. La conta ha significato prognostico del danno da radiazioni per dosi a partire da 0.15-0.2 Gy.

**Granulociti.** Nelle prime ore dopo l'irradiazione si ha un picco di granulocitosi da mobilitazione. Poi si ha un andamento altalenante con caduta finale a circa 30 giorni

**Piastrine.** La caduta è più lenta e progressiva fino a raggiungere un "nadir" (punto di minima) al 30 giorno.

**Emoglobina:** la serie rossa è la più resistente alle radiazioni e la diminuzione è più lenta



La dose soglia è di 5-6 Gy e si manifesta con eritema, edema, sclerosi  
Per dosi fino a 10-12 Gy si aggiungono prurito, bruciore, parestesie, desquamazione e perdita degli annessi cutanei.

Tra i 5 e i 10-12 Gy compaiono edema e flittene

Sopra i 20-25 Gy compaiono ulcerazioni più o meno profonde e necrosi secca dei tessuti con scarsa tendenza alla guarigione ed esito in fenomeni vasculitici molto dolorosi e sclerosi connettivale con retrazione dei tessuti e deformità



**Gonadi**

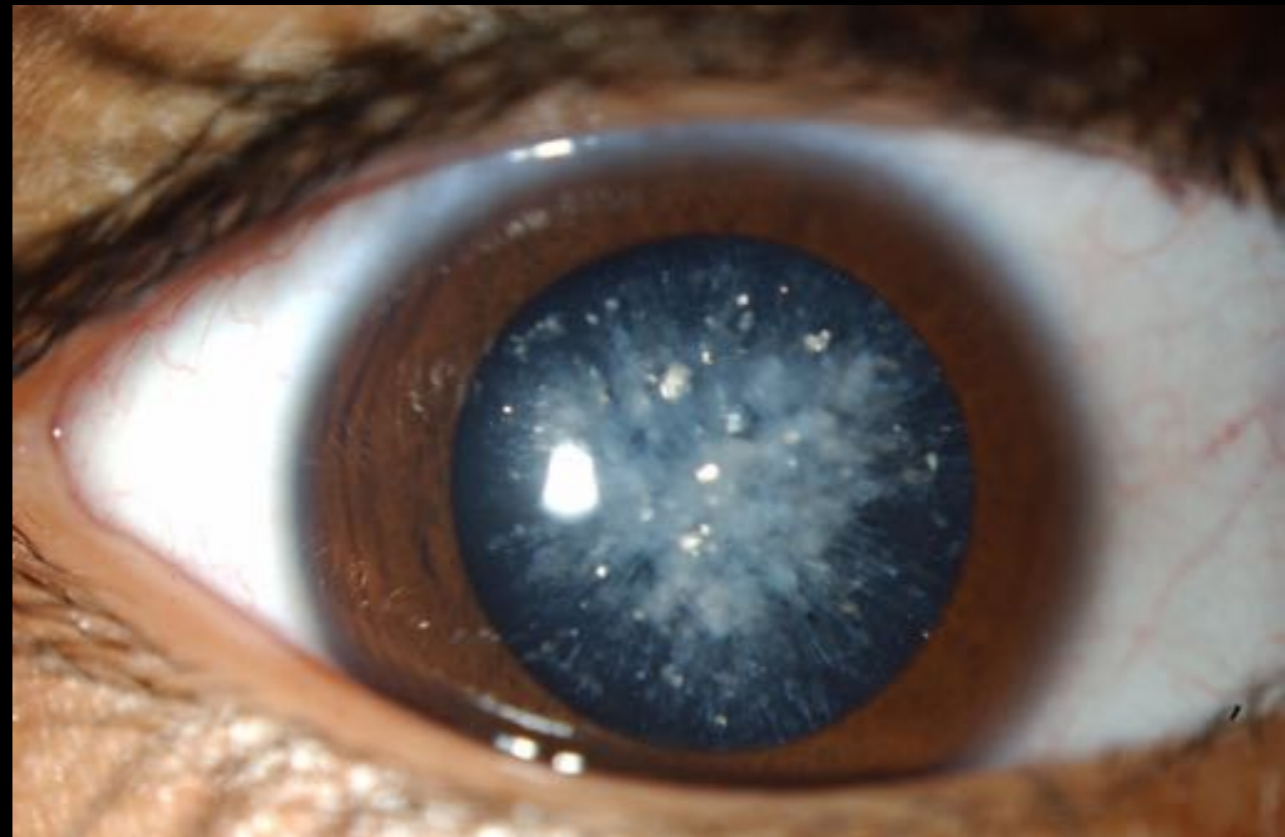
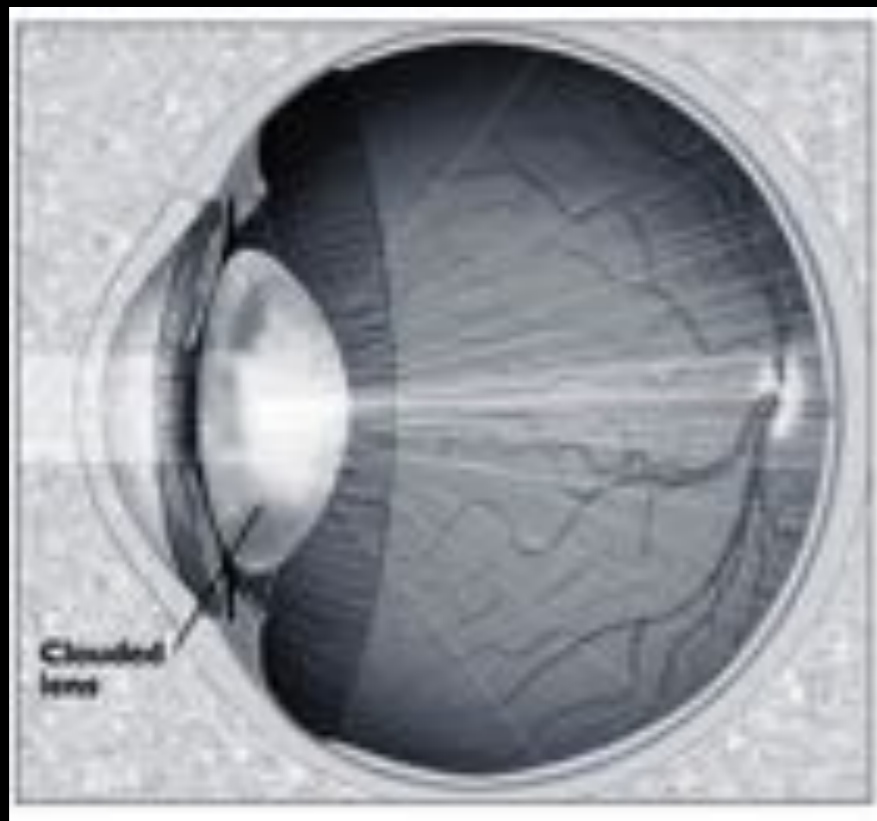
2-4 Gy per provocare sterilità permanente nell'uomo

2.5-6 Gy per la sterilità definitiva nella donna

**Cristallino**

Le cellule dell'epitelio anteriore del cristallino sono radiosensibili: una singola dose di 0.5-2 Gy può condurre alla formazione di opacità tipicamente situate in sede polare posteriore mentre con dosi di 3-5 Gy si può avere la cataratta.

Il cristallino è particolarmente sensibile alle irradiazioni a piccole dosi protratte per anni, che comportano possibilità di lesioni anche per soglie assai basse dell'ordine di 0.1 Sv / anno per le opacità e 0.15 Sv / anno per la cataratta.



## Effetto probabilistico e “tutto o nulla”

All'aumentare della dose aumenta la probabilità che l'effetto si manifesti, ma non c'è un limite superiore che obblighi l'effetto a manifestarsi in tutti gli individui irradiati;

L'irradiazione “aggiunge” tumori o lesioni genetiche, ma queste manifestazioni aggiuntive non possono essere distinte da quelle che si verificano spontaneamente nella popolazione

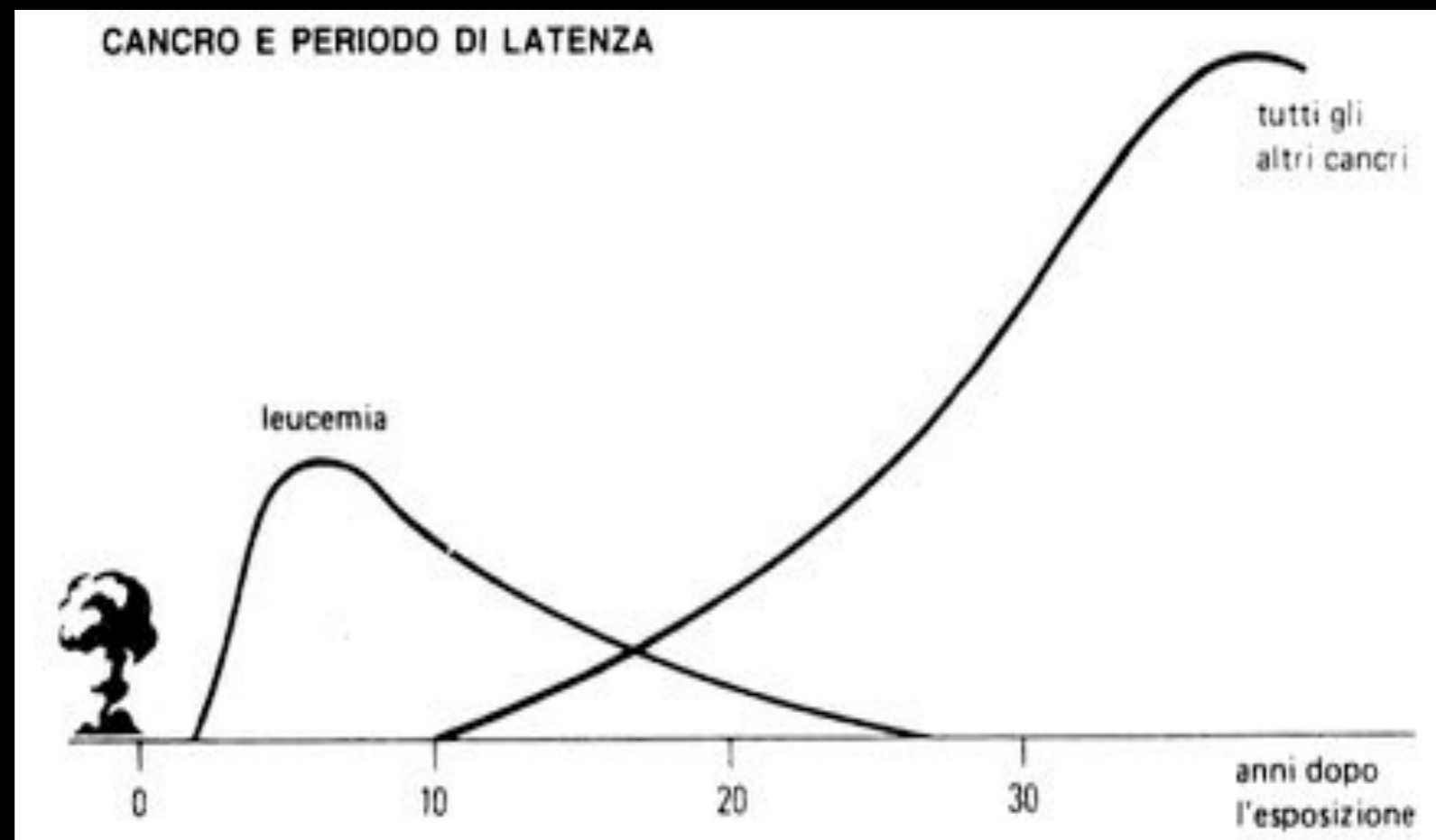
## Assenza di una soglia

La dose è minore di quella letale e gli effetti possono manifestarsi anche a basse dosi: qualsiasi dose, per quanto piccola, può dar luogo all'effetto

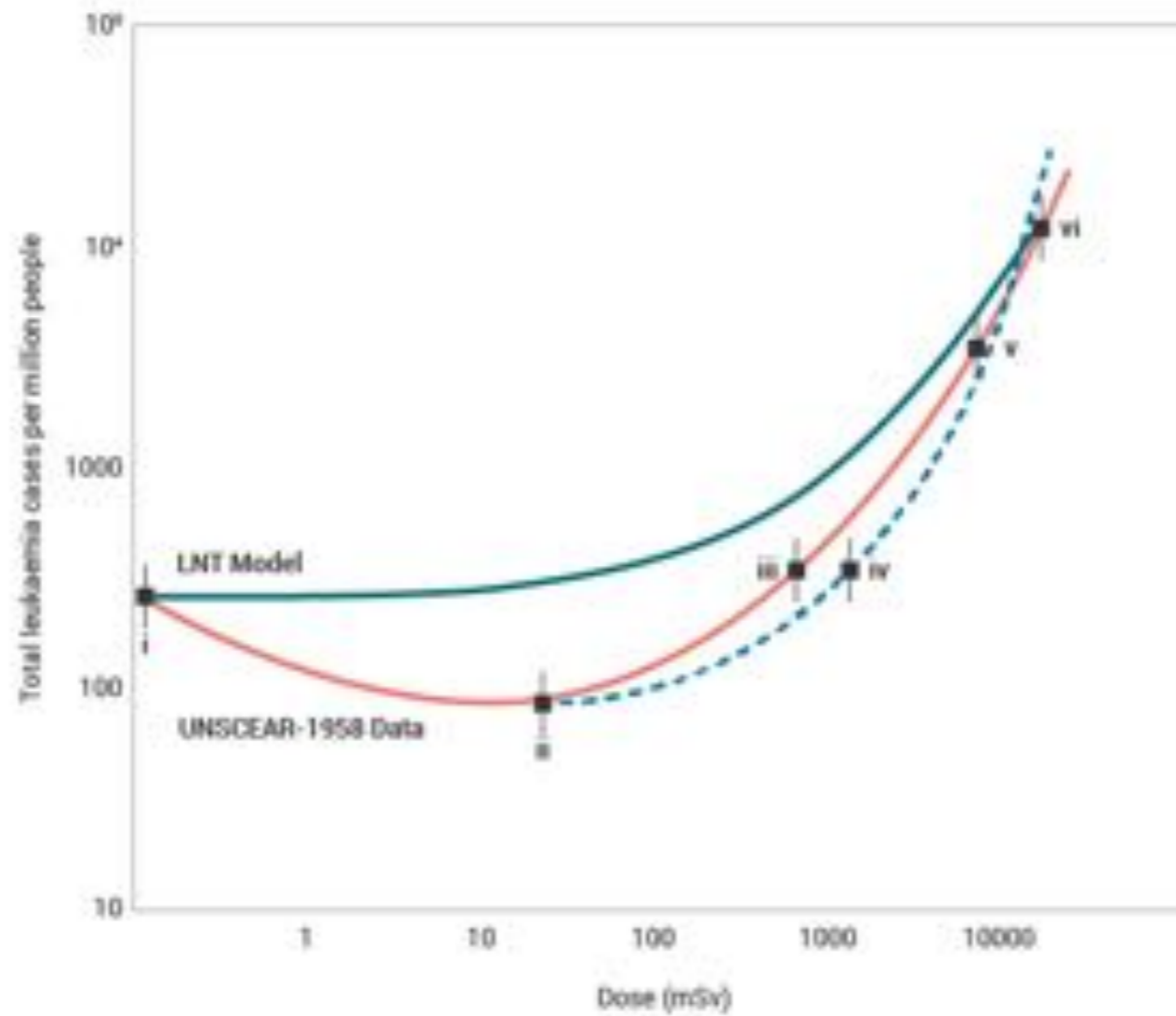
## Manifestazioni tardive

Si manifestano a distanza di tempo, nella progenie per gli effetti genetici a distanza di vari anni, o decenni, per l'effetto carcinogenetico

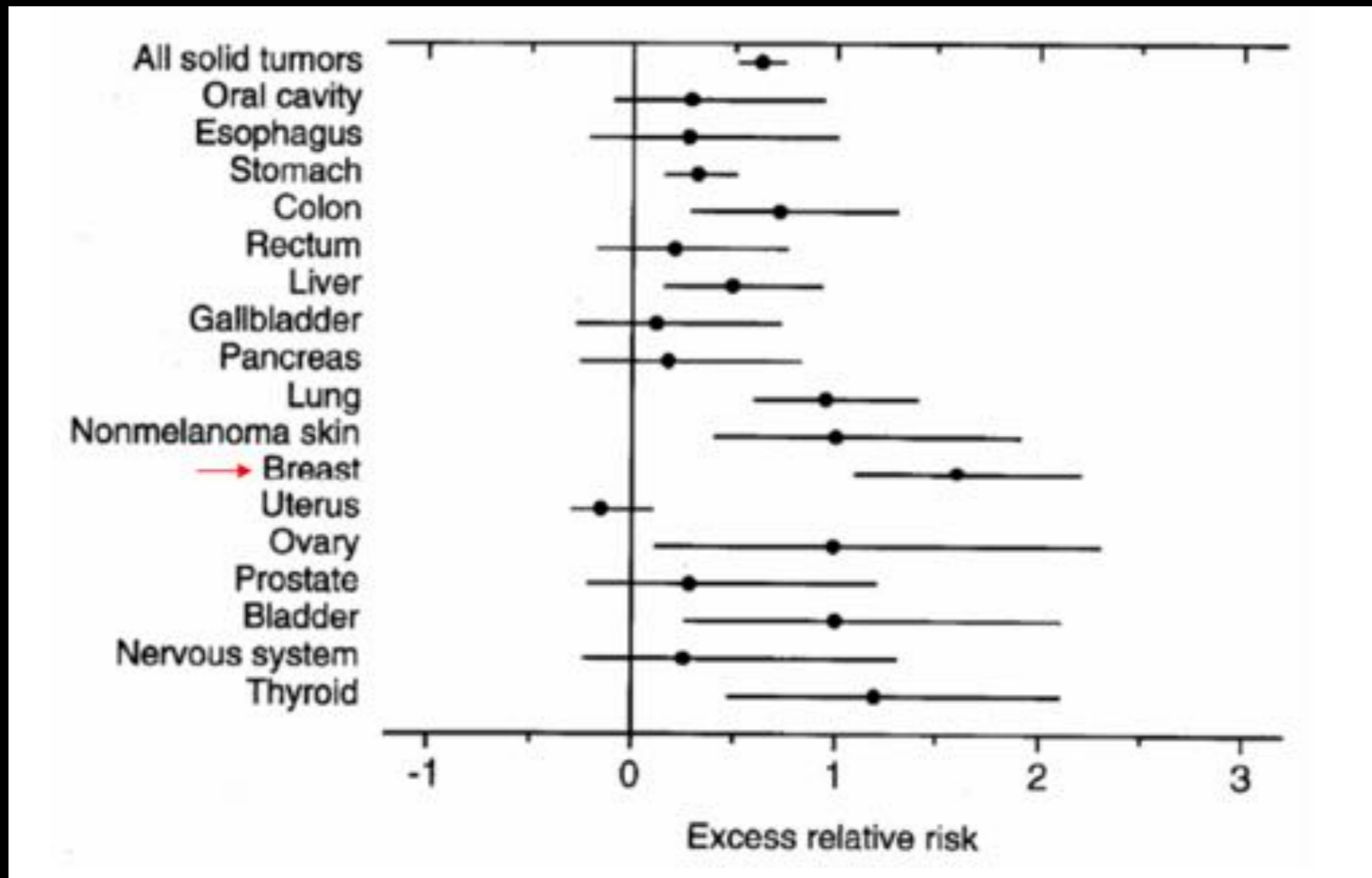
# Latenza dei tumori dopo panirradiazione



UNSCEAR Data on Leukaemia Incidence 1950-57 after Exposure at Hiroshima in 1945



Source: Outlier 2013 & 2014/UNSCEAR



Il rischio da irradiazione in gravidanza è in funzione del periodo di gravidanza e della dose assorbita

Il rischio è molto significativo durante l'organogenesi e nel periodo fetale, piuttosto scarso nel 2 trimestre e minimo nel 3 trimestre

Rischio  
massimo



→  
minore



→  
minimo



Le mutazioni più dannose, quelle che comportano la morte o gravi malformazioni, incidono in ragione di 1 ogni 10-15 di quelle osservate e quindi 1 ogni 70-100 nuovi nati.

In Italia nascono circa 800.000 bambini all'anno e di questi circa 5-10.000 sono con diversi gradi di malformazione.

Come detto, il 10% (500-1.000) lo sono a causa del fondo naturale, mentre si calcola che 250-500 casi siano da correlare all'impiego pacifico delle radiazioni ionizzanti (es. uso biomedico).

# ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE



## Protezione dell'ambiente e del pubblico

- **Rifiuti radioattivi** (lavorazioni industriali, applicazioni mediche di tipo diagnostico o terapeutico, etc...)
- **Esposizioni occasionali** (volontario o familiare di pz dopo terapia o diagnostica MN)
- **Esposizioni accidentali** (incidenti, rotture di impianti, eventi atmosferici...)
- **Fall-out** (esperimenti, incidenti o guerre nucleari)

## Ordini di grandezza

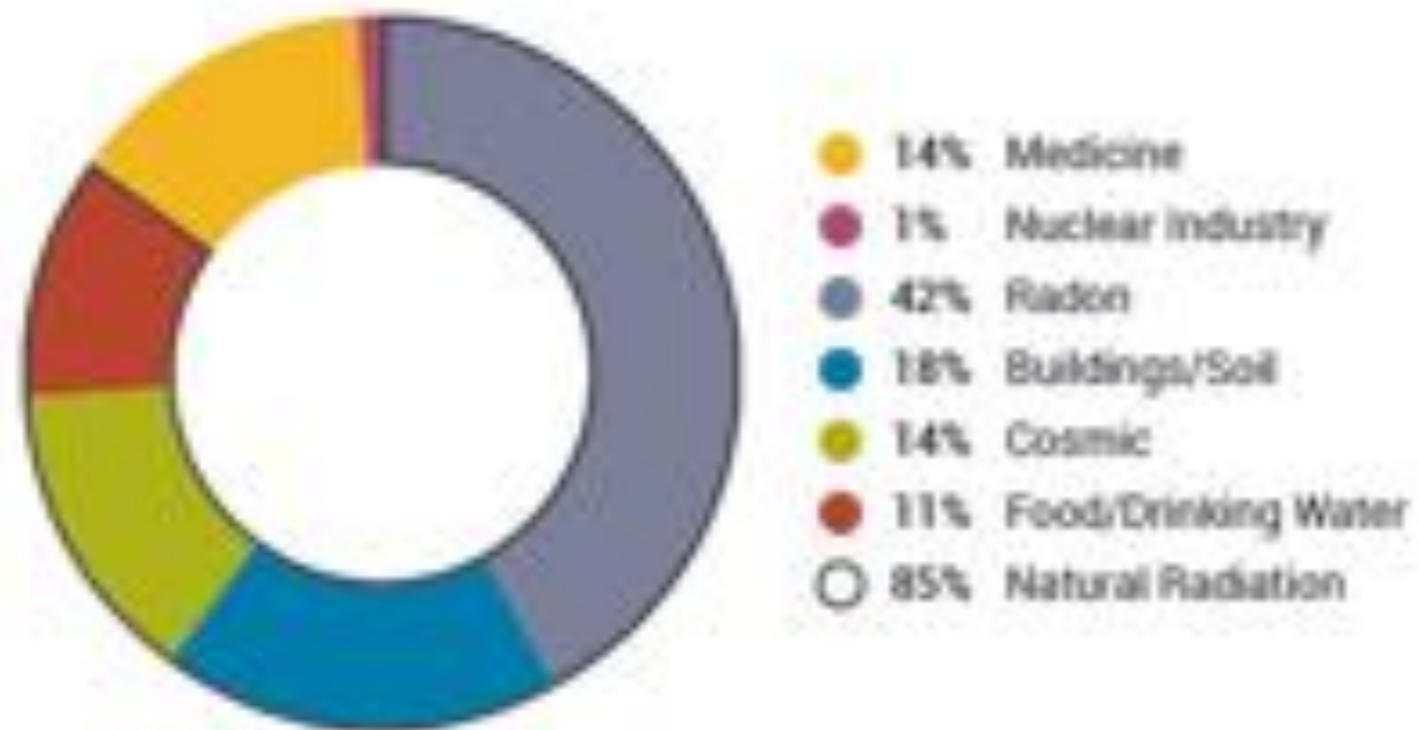
Dose assorbita in radioterapia: 60 GY (30 frazioni da 2 Gy, 5 volte la settimana)

Dose assorbita in Rx diagnostica: qualche mGy con dose efficace 0,1 mSv/mGy

Dose assorbita in Medicina Nucleare (sc. Ossea: 1 mGy) con dose efficace; 1,82 mSv

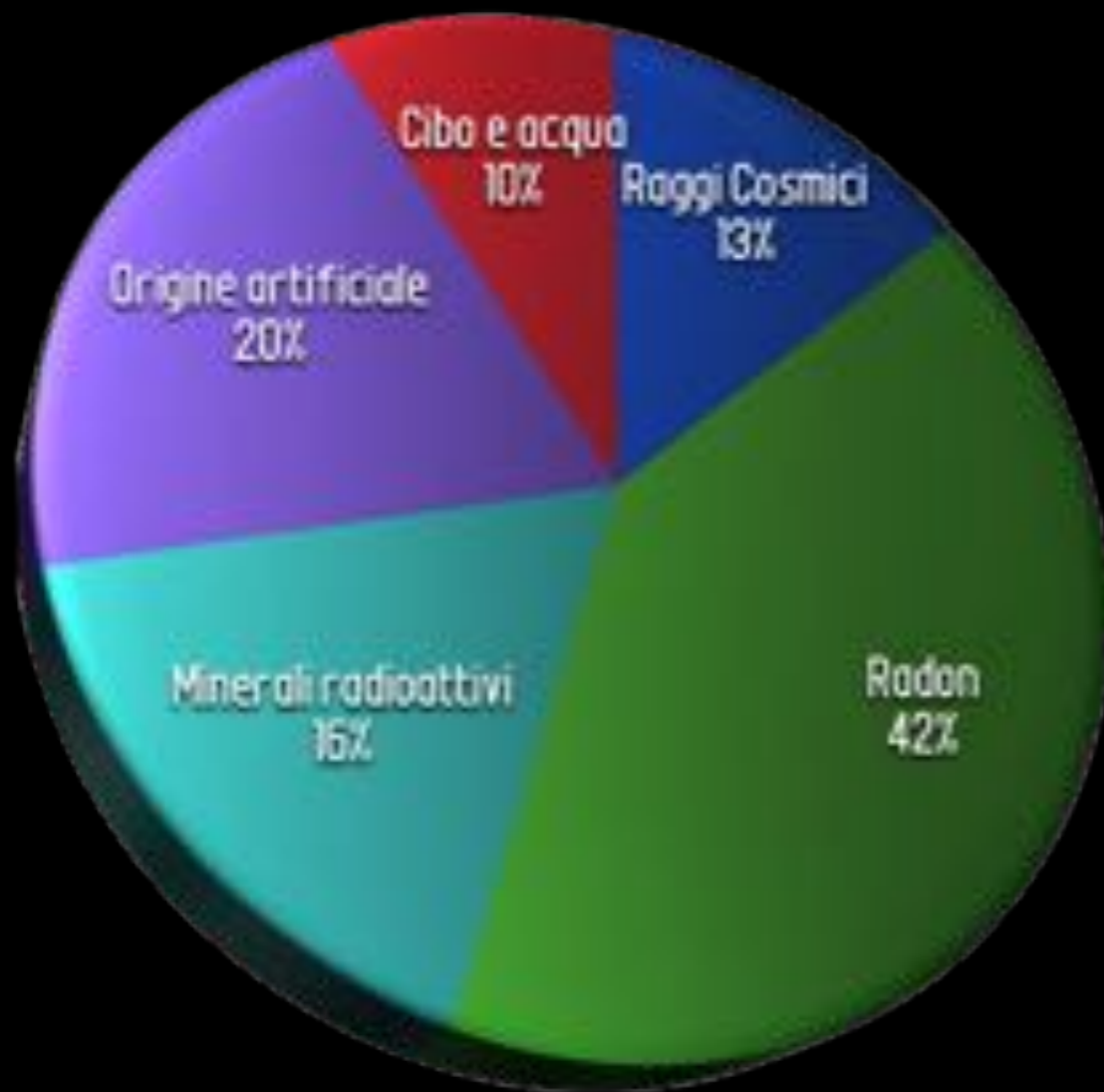
Dose annuale da radiazione naturale: 2 mSv

## Sources of Radiation



## Radiazione “naturale”

Le radiazioni ionizzanti sulla terra sono prevalentemente naturali



Isotopi radioattivi naturali presenti normalmente nell'ambiente; hanno un tempo di dimezzamento ( $T_{1/2}$ ) di migliaia di anni.

Raggi cosmici, provenienti dagli astri.  
maggiore esposizione in montagna ed in aereo;  
minore esposizione al mare.

## Banana-equivalente



A causa della sua concentrazione nelle ossa, il  $^{40}\text{K}$  ha anch'esso un contributo molto rilevante, per l'uomo. Inoltre, essendo contenuto in quantità notevole in certi alimenti, ha suggerito agli scienziati una curiosa unità di misura. Tutti sappiamo che le banane sono molto ricche di potassio: per misurare esposizioni alle radiazioni molto leggere, si usa spesso la "dose equivalente a una banana", ovvero a quante banane corrisponde fare una certa attività. La dose si misura in un'unità chiamata Sievert, (e abbreviata in Sv): una banana vale un decimo di milionesimo di Sv, cioè  $0,1 \mu\text{Sv}$ . Il fondo di radiazione a cui siamo sottoposti vale circa  $0,35 \mu\text{Sv}$  all'ora, cioè tre banane e mezza corrispondono ad un'ora di fondo.

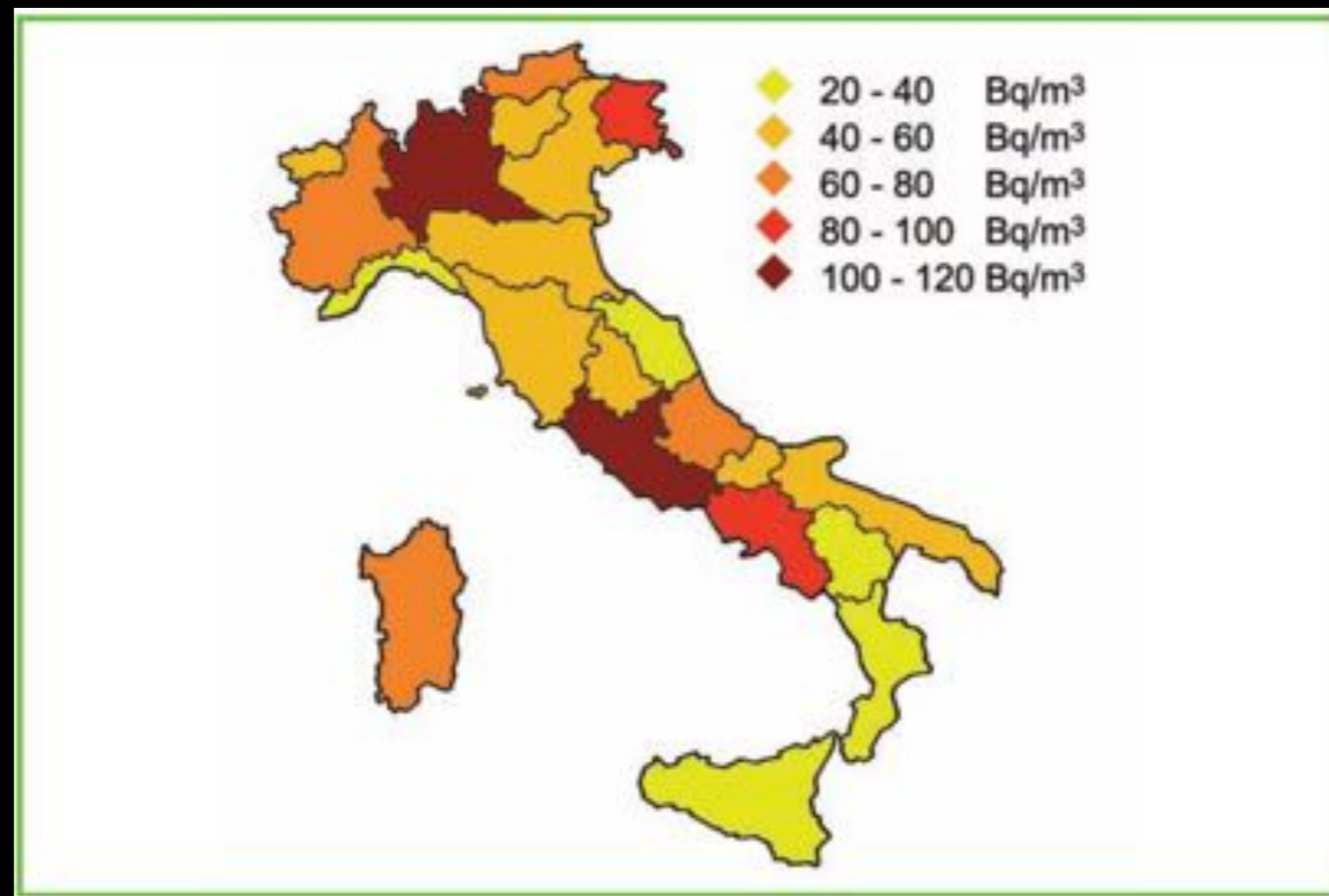
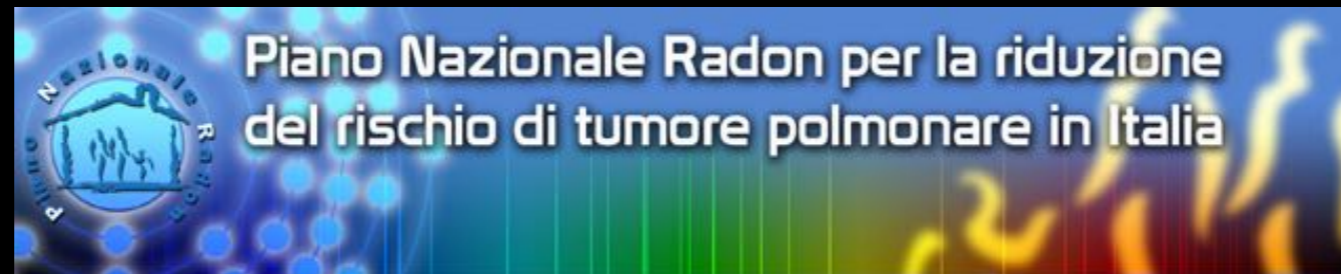
## Banana-equivalente



Fenomeno	Banane equivalenti
Un'ora di fondo naturale	3 banane
Un'ora di fondo artificiale	0,5 banane
Un'ora su un aereo ad alta quota	50 banane
Radiografia ad un braccio	10 banane
Radiografia toracica	1000 banane
TAC a basso dosaggio	150000 banane
Mammografia	4000 banane
Un'ora a Ramsar (Iran)	15 banane
Massimo per un lavoratore*	700 banane all'ora
Un'ora per un "eroe di Chernobyl"	centinaia di milioni di banane

## Radiazione cosmica a diverse quote





\* <sup>226</sup>Ra: emivita fisica 1600 anni: decade a <sup>222</sup>Rn



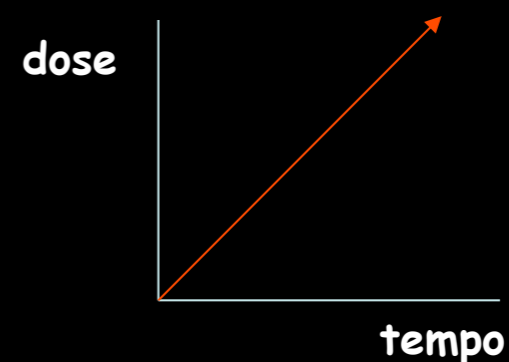
Sorgenti	Dose (H) mSv/anno
Diagnostica radiologica	0,14
Radioterapia	0,05
Medicina Nucleare	0,002
Rifiuti radioattivi	0,1
Fall-out	0,15
Esposizione professionale	0,005
Totale	0,45

# RADIOPROTEZIONE PROFESSIONALE

## Radioprotezione del personale professionalmente radioesposto

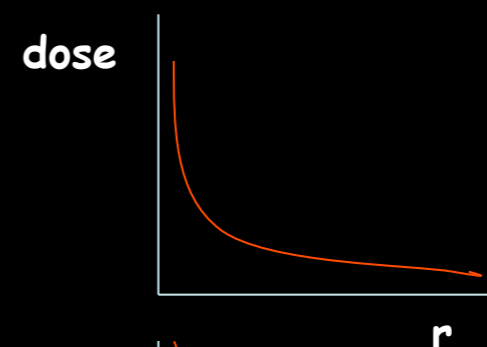
- **Tempo**

Dose = Intensità della sorgente x tempo



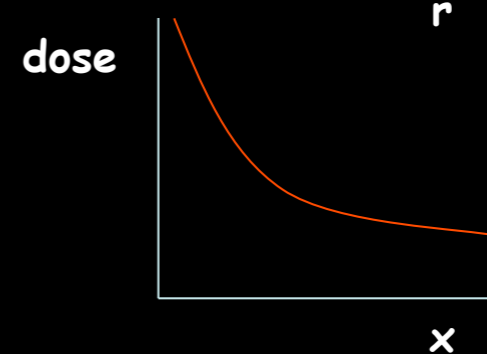
- **Distanza**

La Dose diminuisce col quadrato della distanza dalla sorgente

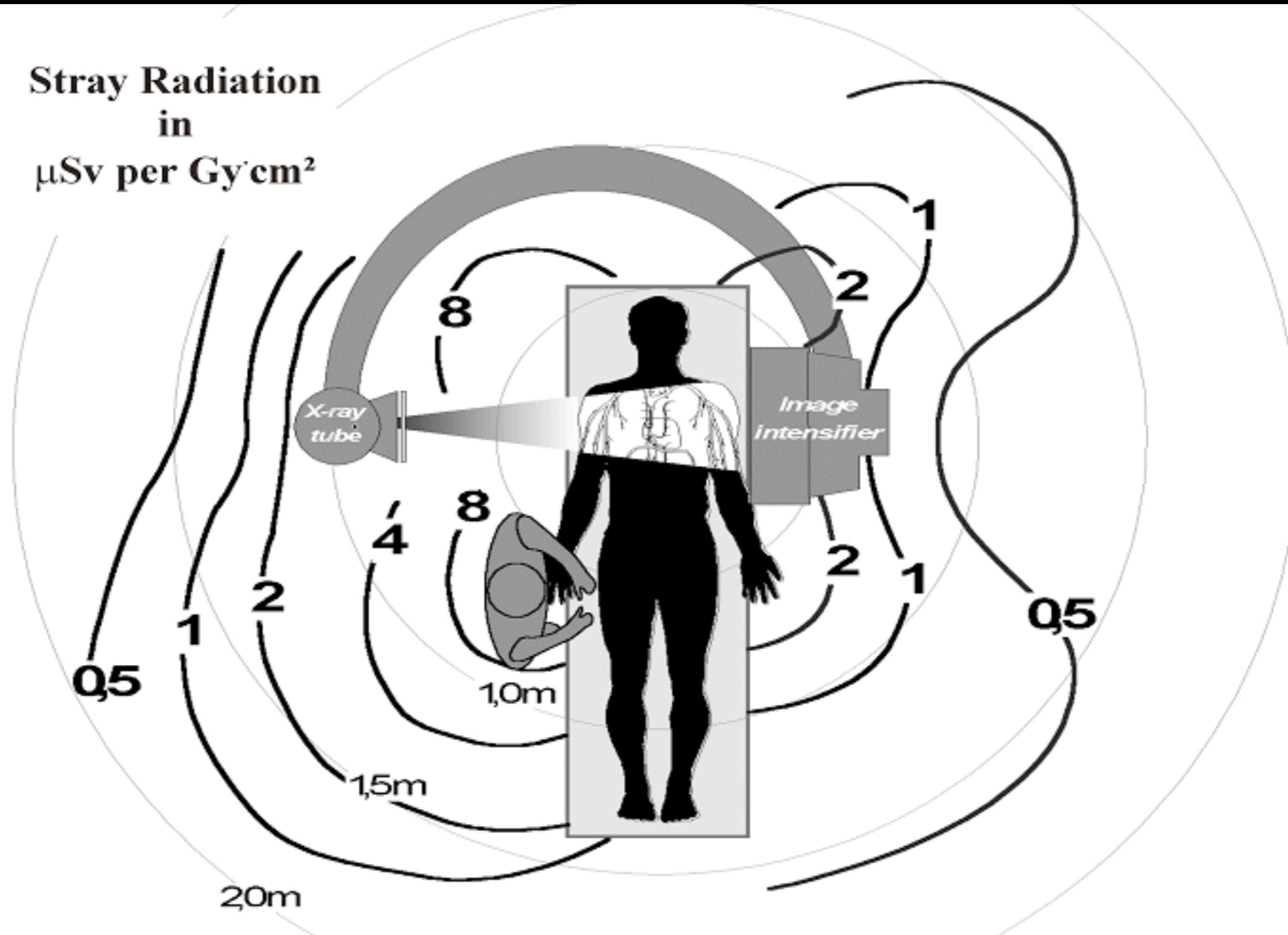


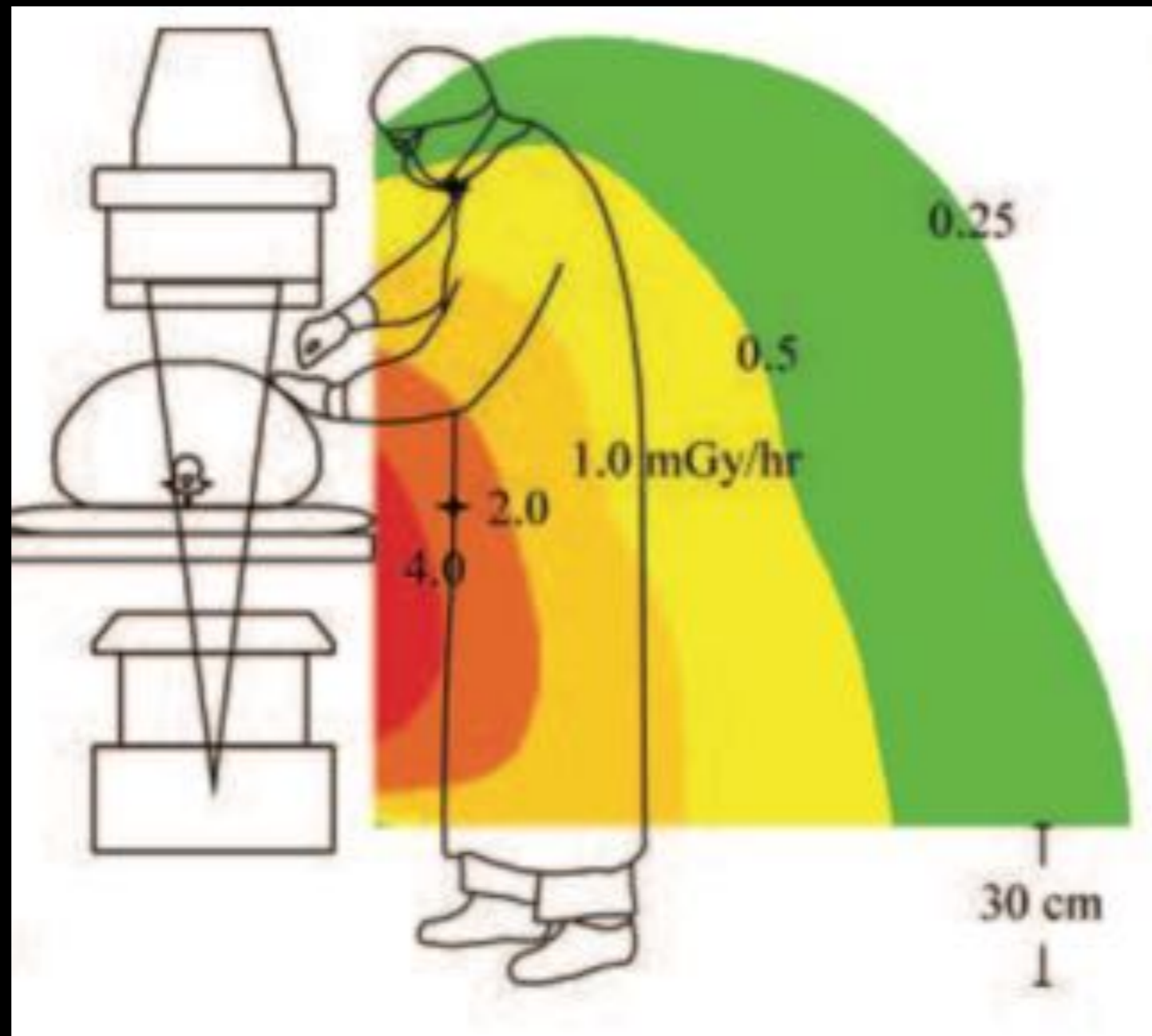
- **Schermature e dispositivi di protezione individuali**

La Dose diminuisce della metà ad ogni strato emivalente



Stray Radiation  
in  
 $\mu\text{Sv per Gy}\cdot\text{cm}^2$





# Radioprotezione professionale



# PRINCIPI FONDAMENTALI DELLA RADIOPROTEZIONE

- ★ Giustificazione
- ★ Ottimizzazione
- ★ Limiti di dose



## Radioprotezione del paziente

- **Giustificazione**
  - Ogni procedura diagnostica e terapeutica deve essere giustificata sul piano etico, economico e di sicurezza.
  - La appropriatezza si basa sulla "evidence based medicine" in relazione al suo costo sia in senso economico sia come rischio o sacrificio individuale.
- **Ottimizzazione**
  - Progettazione e costruzione di apparecchiature ed installazioni ottimizzate al risparmio della dose al paziente.
  - Controlli di qualità sulle attrezzature, sui radioisotopi, sui radiofarmaci
  - **N.B.:** la riduzione della dose al paziente comporta in genere una riduzione della qualità dell'esame radiologico.
- **Livelli diagnostici di riferimento (LDR)**
  - Stabiliti per ogni procedura radiologica o scintigrafica come media delle dosi regionali/nazionali

CME  
SAM

## Imaging of Trauma



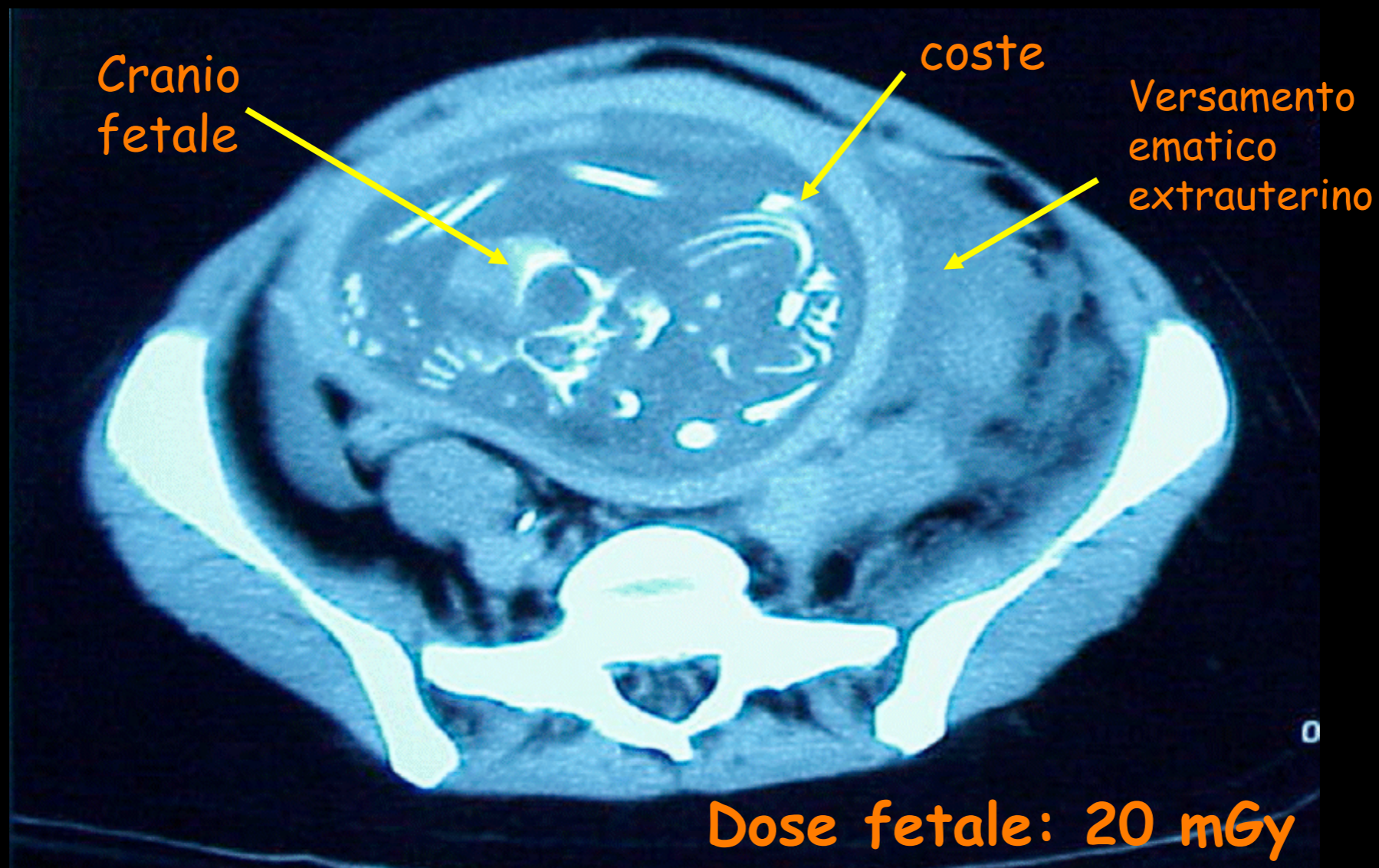
## Imaging of Trauma: Part 2, Abdominal Trauma and Pregnancy—A Radiologist’s Guide to Doing What Is Best for the Mother and Baby

Claudia Sadro<sup>1</sup>  
Mark P. Bernstein<sup>2</sup>  
Kalpana M. Kanal<sup>3</sup>

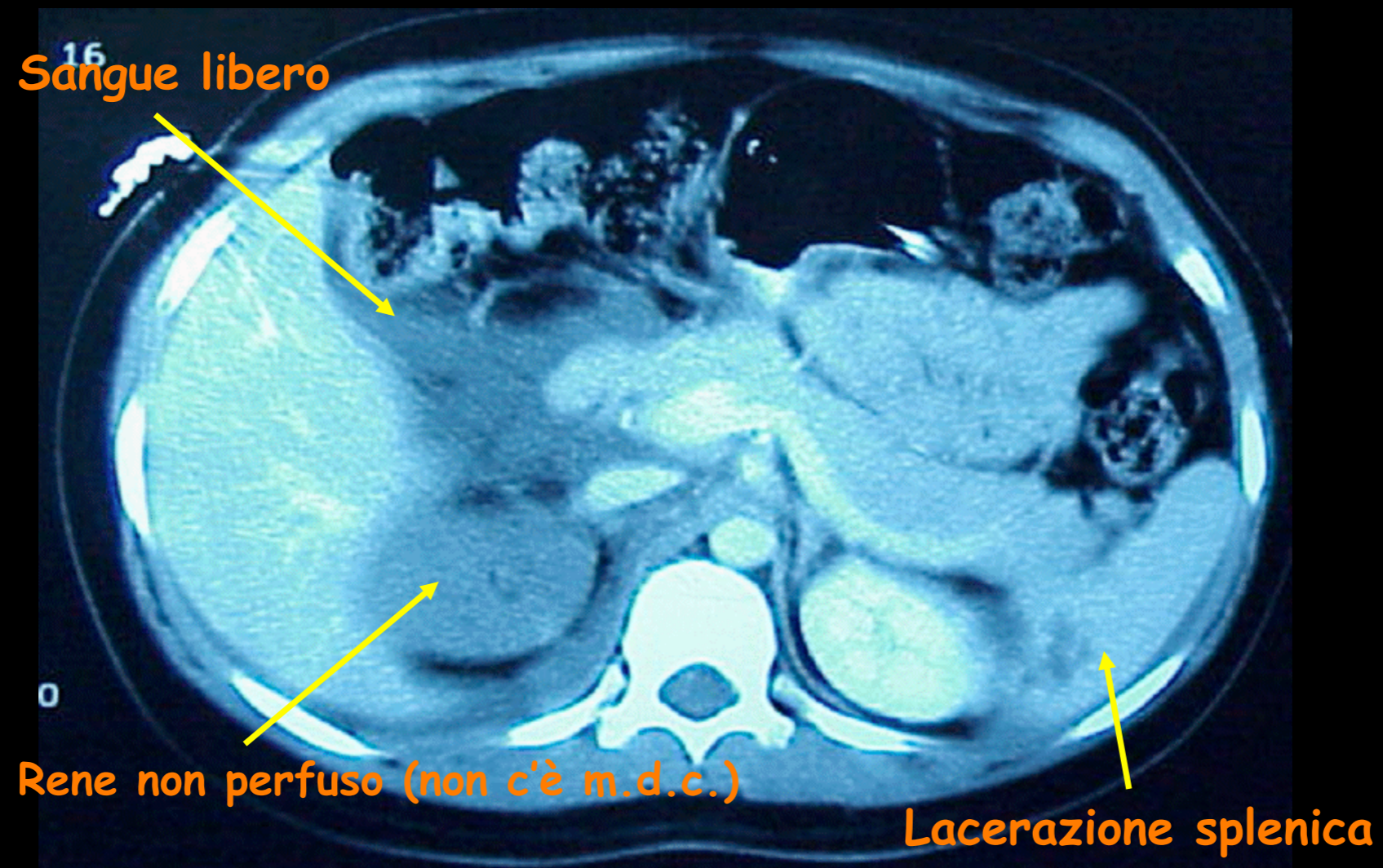
**OBJECTIVE.** The pregnant trauma patient requires imaging tests to diagnose maternal injuries and diagnostic tests to evaluate the viability of her pregnancy. This article will discuss abdominal trauma in pregnancy and the specific role of diagnostic imaging. Radiation concerns in pregnancy will be addressed.

**CONCLUSION.** Trauma is the leading cause of nonobstetric maternal mortality and a significant cause of fetal loss. Both major and minor trauma result in an increased risk of fetal loss. In major trauma, when there is concern for maternal injury, CT is the mainstay of imaging. The risks of radiation to the pregnancy are small compared with the risk of missed or delayed diagnosis of trauma. In minor trauma, when there is no concern for maternal injury but there is concern about the pregnancy, ultrasound is performed but is insensitive in diagnosing placental abruption. External fetal monitoring is used to dictate patient care.

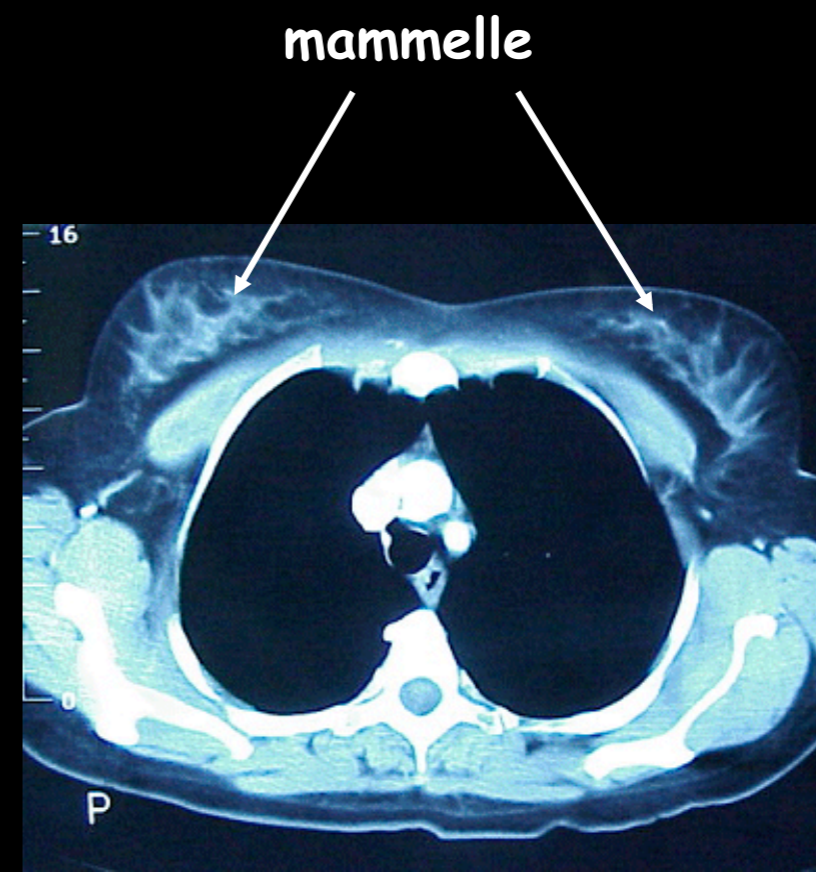
## Giustificazione: uso della Tc in donna gravida dopo un incidente stradale



*Dopo l'esame TC la paziente è stata operata  
e si è salvata insieme al bambino*



*Ottimizzazione: i tessuti compresi nel campo di vista sono irradiati anche se non sono l'area di interesse della procedura*





## Limiti di dose

- Stabiliti in base ai dati di letteratura (LDR)
- In continua evoluzione (riduzione)
- Superabili in condizioni cliniche particolari a giudizio del medico

# NORMATIVA DI RIFERIMENTO

## ■ Decreto Legislativo 230/1995



## ■ Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241

Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti

## ■ Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

Attuazione della direttiva 97/43/Euratom in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche

## ■ Decreto Legislativo 9 maggio 2001, n. 257

Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"

## ■ Decreto Legislativo 11 giugno 2001, n.488

Regolamento recante criteri indicativi per la valutazione dell'idoneità dei lavoratori all'esposizione alle radiazioni ionizzanti, ai sensi dell'articolo 84, comma 7, del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230.



# SORVEGLIANZA MEDICA

- Normativa di riferimento
- Sorveglianza Medica della Radioprotezione
- Idoneità
- Incidenti
- Direttiva Euratom 2014

## Figure coinvolte

- DATORE DI LAVORO E DELEGATI
- LAVORATORI (ED EQUIPARATI)  
PROFESSIONALMENTE ESPOSTI ALLE  
RADIAZIONI IONIZZANTI
- ESPERTO QUALIFICATO
- MEDICO AUTORIZZATO
- AUTORITA' DI CONTROLLO



# Classificazione dei lavoratori D. Lg.vo 230/95

Intervalli di dose efficace per anno solare (mSv)			
	Lavoratori professionalmente esposti		
	Non Esposti	Categoria B	Categoria A
Corpo intero	<1	>1 <6	>6 < 20
Cristallino	Minore o = a 15	>15 <45	>45 < 150
Altre parti	Minore o = a 50	>50 <150	>150 < 500

Preventiva

Periodica

Eccezionale

Scopo primario della sorveglianza medica ai lavoratori radio-esposti è la valutazione dello stato generale di salute, confrontato con le condizioni di lavoro che possono incidere, sotto il profilo sanitario, sull'idoneità al lavoro specifico

La sorveglianza medica deve intendersi quindi finalizzata:

1. alla verifica della compatibilità dello stato di salute del lavoratore, valutato opportunamente, in rapporto alle specifiche condizioni di lavoro
2. all'acquisizione di dati di riferimento utili in caso di sovraesposizione accidentale
3. alla diagnosi precoce di una malattia professionale o presunta tale

## Valutazioni dosimetriche

- Trascrizione sul D.S.P.
- Comunicazione al lavoratore
- Verifica della coerenza alla classe di rischio
- Provvedimenti in caso di superamento di dose



IDONEITA'





.....si basa sui principi che disciplinano la medicina del lavoro, provvedendo in particolare alla verifica dell'effettiva compatibilità tra le condizioni psicofisiche del lavoratore e gli specifici rischi individuali connessi alla sua destinazione lavorativa ed alle sue mansioni.

3. In base alle risultanze delle visite mediche di cui ai commi 1 e 2, i lavoratori sono classificati in:
- a) idonei;
  - b) idonei a determinate condizioni;
  - c) non idonei;
  - d) lavoratori sottoposti a sorveglianza medica dopo la cessazione del lavoro che li ha esposti alle radiazioni ionizzanti.

- Idoneità ad indossare presidi di protezione personale (maschera, grembiuli di piombo, guanti, occhiali...)
- Integrità della cute o della sua permeabilità, con riferimento a patologie croniche (eczemi, psoriasi...)
- Idoneità psichica all'utilizzo di sostanze potenzialmente pericolose per sé e per il prossimo.
- suscettibilità individuale a patologie neoplastiche
- Presenza di lesioni precancerose

## Art. 3.

1. In funzione delle differenti tipologie di rischio, il medico addetto alla sorveglianza medica considera con particolare attenzione, ai fini della valutazione dell'idoneità al lavoro che espone alle radiazioni ionizzanti, le seguenti condizioni fisiopatologiche:

- a) condizioni suscettibili di essere attivate o aggravate dalle radiazioni ionizzanti;
- b) condizioni suscettibili di aumentare l'assorbimento di sostanze radioattive o di ridurre l'efficacia dei meccanismi fisiologici di depurazione o escrezione;
- c) condizioni che pongono problemi di ordine terapeutico in occasione di eventuale sovraesposizione, specie se limitano le possibilità di decontaminazione;
- d) condizioni suscettibili di essere confuse con patologie derivanti da radiazioni ionizzanti o attribuite all'azione lesiva delle radiazioni ionizzanti.

2. In relazione alla natura ed alla entità del rischio ed alle caratteristiche dell'attività lavorativa dovranno inoltre essere considerate le condizioni psicofisiche suscettibili di porre problemi in ordine alle condizioni di sicurezza del lavoro con radiazioni ionizzanti, nonché l'eventuale esistenza di anomalie o di condizioni patologiche che possano limitare l'utilizzazione di dispositivi di protezione individuale specie per le vie respiratorie.

3. Nell'allegato tecnico al presente decreto è riportato un elenco, non esaustivo, delle principali condizioni fisiopatologiche di cui al comma 1, predette lettere a), b), c), d), che, pur non escludendo a priori l'idoneità al lavoro che espone alle radiazioni ionizzanti, devono essere valutate con particolare attenzione dal medico addetto alla sorveglianza medica.



## Allegato tecnico

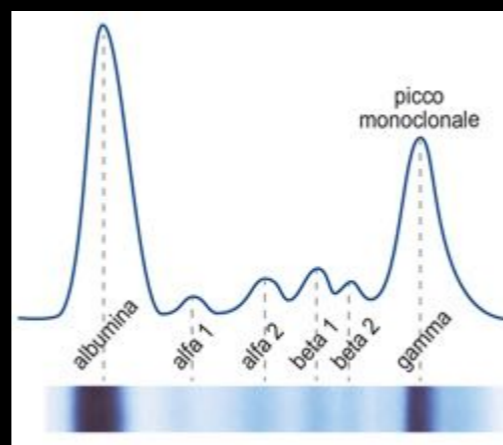
Elenco non esaustivo delle principali condizioni fisiopatologiche di cui all'articolo 3, comma 1, lettere a), b), c) e d):

a) lesioni precancerose, malattie neoplastiche, sindromi mielodisplastiche, ecc.;

b) condizioni patologiche che determinino un'abnorme permeabilità cutaneo/mucosa (affezioni cutanee infiammatorie acute/croniche, eczemi, psoriasi, ecc.), ovvero riduzione della funzionalità degli emuntori (insufficienza renale, insufficienza epatica, ecc.), tireopatie, ecc.;

c) alcune patologie cutanee (psoriasi, eczemi, ecc.), otorinolaringoiatriche, odontoiatriche, respiratorie, alterazioni della funzionalità epatica o renale, tireopatie, ecc.;

d) malattie neoplastiche, opacità del cristallino, alcune emopatie, ecc.



ESPOSIZIONE ACCIDENTALE

## Rischi specifici

- Irradiazione
- Contaminazione esterna
- Contaminazione interna



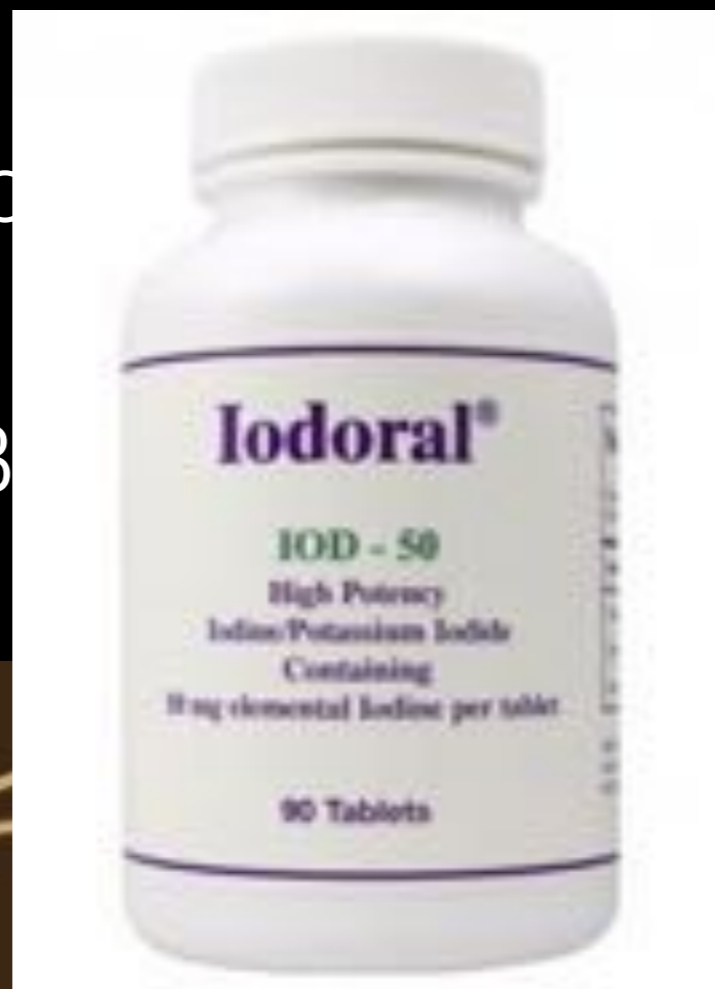
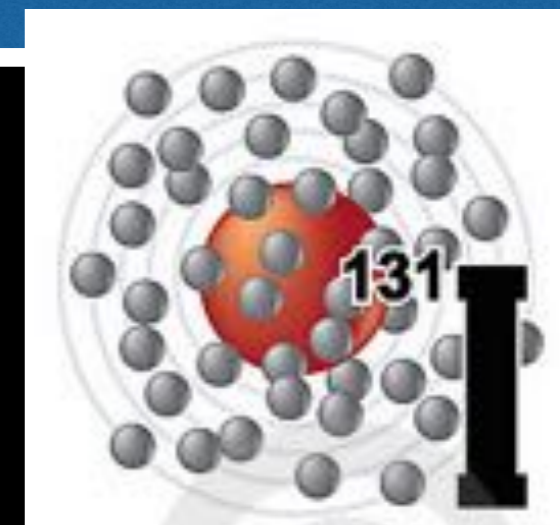
Improbabili ma non impossibili gli  
effetti di tipo deterministico

- priorità alle manovre salvavita
- decontaminazione superficiale
- valutazione dell'esperto qualificato sulla contaminazione interna
- stima della dose complessiva
- coinvolgimento della medicina del lavoro e del medico autorizzato per decontaminazione interna e provvedimenti



Organo critico

B



Organo critico : m  
Blocco del

e esocrine  
patico



## Agenti Chelanti





# Internal Contamination Clinical Reference (ICCR) Application



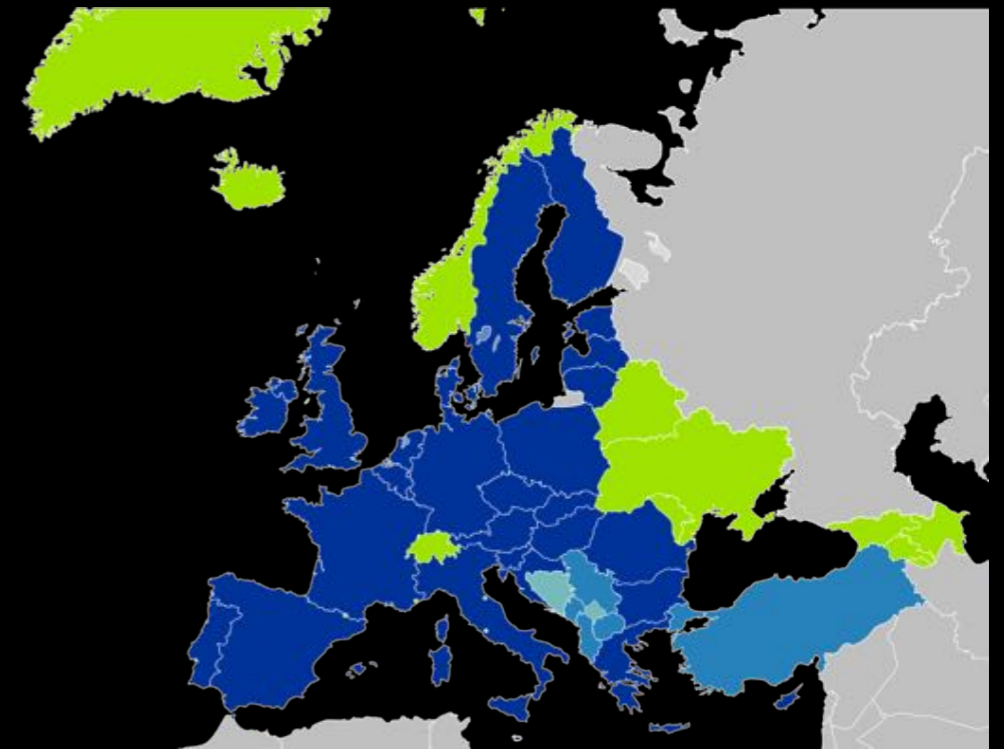
Centers for Disease Control and Prevention

CDC 24/7: Saving Lives, Protecting People™



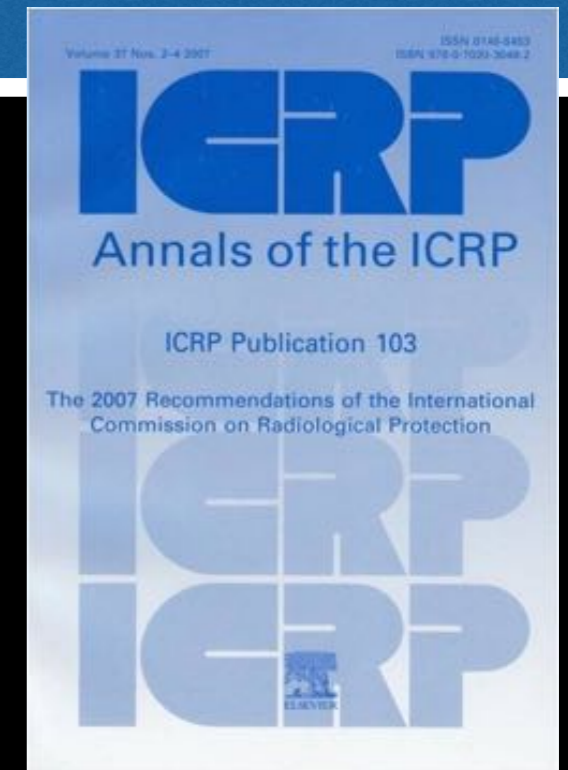
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI FERRARA  
- EX LABORE FRUCTUS -

# DIRETTIVA EURATOM 2013



La nuova Direttiva Europea **2013/59**, che sostituisce interamente la **Direttiva 96/29**, e che integra anche le Direttive **89/618**, **97/43** **2003/122**, è il prodotto di un percorso di revisione, durato diversi anni, che determina l'emanazione di nuova normative nazionali in Radioprotezione di tutti i 28 Paesi Membri dell'Unione Europea **entro il 2018**.

La **nuova Direttiva 2013/59** integra i principi di Radioprotezione e gli orientamenti contenuti nella pubblicazione **103 dell'ICRP**, e fa riferimento alla metodologia del calcolo della dose come indicata nelle pubblicazioni ICRP116 e ICRP119: questo significa, ad esempio, che la Direttiva non comprende più le tabelle dei coefficienti di conversione per il calcolo della dose efficace, ma si riferisce alle tabelle pubblicate (ed aggiornate, in futuro), a cura dell'ICRP.





17.1.2014

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 13/1

II

(Atti non legislativi)

## DIRETTIVE

**DIRETTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSIGLIO**

**del 5 dicembre 2013**

che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom



La prova d'esame consiste in 35 domande a scelta di risposta singola su tre proposte (una sola esatta), inerenti gli argomenti trattati a lezione.

La valutazione di profitto sarà effettuata con i seguenti parametri:

- 1 punto per ogni risposta esatta
- 0 punti per nessuna risposta
- 0,5 punti per ciascuna eventuale risposta errata

1	Le radiazioni ionizzanti sono
A	Particelle sub-atomiche che si muovono a velocità elevate
B	Radiazioni elettromagnetiche
C	Entrambe le precedenti

2	Le radiazioni direttamente ionizzanti sono
A	fotoni
B	particelle elettricamente cariche
C	neutroni

3	Il decadimento "alfa" produce una particella costituita da
A	Un elettrone
B	Un positrone
C	Un atomo di elio

4	L'energia di un fotone è
A	proporzionale alla lunghezza d'onda
B	indipendente dalla frequenza
C	proporzionale alla sua frequenza

5	L'unità di misura della dose equivalente è
A	Elettronvolt
B	Gray
C	Sievert

6	L'attività di una sorgente radioattiva è
A	il numero di decadimenti subiti nell'unità di tempo
B	il numero di decadimenti subiti nell'unità di

12	I raggi X e gamma interagiscono con la materia secondo
A	Effetto fotoelettrico
B	Effetto Compton
C	Entrambe le precedenti

13	Le particelle beta ( $\beta^-$ ) hanno una penetrazione nella materia
A	scarsissima (meno di 10 cm in aria)
B	alta, proporzionale alla lunghezza d'onda
C	modesta (circa 4 mm in acqua)

14	Gli effetti dannosi del Radon derivano
A	dalla reattività del gas
B	dai discendenti radioattivi $\alpha$ -emittenti solidi Po-218 e Po-214
C	dalla presenza di U-238 presente nel gas

15	Le particelle alfa
A	possiedono un bassissima densità di ionizzazione
B	sono volatili
C	possiedono un'elevata densità di ionizzazione

16	La dose efficace è la grandezza di riferimento per
A	la valutazione degli effetti biologici di natura stocastica
B	La valutazione degli effetti biologici di natura non stocastica
C	entrambe le precedenti