

Il pericolo è definito come "fonte o situazione potenzialmente dannosa"

OHSAS 18001, 3.4

il rischio è una "combinazione della probabilità di accadimento di un danno e della gravità di quel danno"

UNI EN ISO 12100-1

"combinazione della probabilità e della conseguenza del verificarsi di uno specifico evento pericoloso"

OHSAS 18001, 3.4

Ma come si misura un rischio

	1	2	3	4
4	4	8	12	16
3	3	6	9	12
2	2	4	6	8
1	1	2	3	4
	1	2	3	4

$R = P \times D$, dove **R** è il rischio, **P** rappresenta il pericolo ed e' la probabilità che un evento si verifichi in un determinato spazio e/o tempo, e **D** e' la magnitudo del danno cioe' l'indice di gravità delle conseguenze dannose.

rischio elevato

Correttivi immediati ed indilazionabili

rischio medio

Correttivi urgenti da programmare in breve

rischio basso

Correttivi da programmare per ottimizzare la sicurezza

rischio minimo

Correttivi non urgenti ma da valutare

Prevenzione il complesso delle disposizioni o misure necessarie anche secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, per evitare o diminuire i rischi professionali nel rispetto della salute della popolazione e dell'integrità dell'ambiente esterno.

Misure di Prevenzione

Riduce la probabilità di accadimento

Informazione, formazione e addestramento dei lavoratori

Progettazione, costruzione e corretto utilizzo di ambienti, strutture, attrezzature, macchine ed impianti

Evitare situazioni di pericolo che possono determinare un danno probabile (rischio)

Adottare comportamenti e procedure operative adeguate

Difesa contro cio' che potrebbe recare danno

Protezione

Elemento che si interpone tra qualcuno che puo' subire un danno e cio' che lo puo' causare

Protezione

Attiva

Operata dagli stessi lavoratori

DPI

Pulsanti di emergenza

Estintori

Passiva

Schermature

Sistemi di interlock

Sistemi radiologici di misura

Sistema di rivelazione incendi

Riduce la gravita' del danno

il danno o detrimento rappresenta una *perdita o una lesione fisica o danno alla salute* come viene citato nella norma UNI- EN -ISO 12100-1

La "misura" del danno è rapportata alla sua gravità

**Il danno da radiazioni ai tessuti e / o agli organi dipende dalla dose di radiazione ricevuta, o dalla dose assorbita che è espressa in un'unità chiamata gray (Gy).
Il danno potenziale da una dose assorbita dipende dal tipo di radiazione e dalla sensibilità dei diversi tessuti e organi.**

La dose efficace viene utilizzata per misurare le radiazioni ionizzanti in termini di **potenziale danno. Il sievert (Sv) è l'unità di dose efficace che tiene conto del tipo di radiazione e della sensibilità di tessuti e organi.**

Il sievert è un'unità molto grande, quindi è più pratico utilizzare unità più piccole come millisievert (mSv) o microsievert (μ Sv). Oltre alla quantità di radiazione (dose), è spesso utile esprimere la velocità con cui questa dose viene erogata (intensità di dose), ad esempio microsievert all'ora (μ Sv/ora) o millisievert all'anno (mSv/anno).

Oltre determinate soglie, le radiazioni possono compromettere il funzionamento di tessuti e/o organi e possono produrre effetti acuti come arrossamento della pelle, perdita di capelli, ustioni da radiazioni o sindrome acuta da radiazioni.

Questi effetti sono più gravi a dosi più elevate e tassi di dose più elevati. Ad esempio, la soglia di dose per la sindrome acuta da radiazioni è di circa 1 Sv (1000 mSv).

Se la dose di radiazioni è bassa e/o viene erogata per un lungo periodo di tempo (tasso di dose basso), il rischio è sostanzialmente inferiore perché c'è una maggiore probabilità di riparare il danno.

C'è ancora il rischio di effetti a lungo termine come il cancro, tuttavia, che possono manifestarsi anni o addirittura decenni dopo. Effetti di questo tipo non si verificheranno sempre, ma la loro probabilità è proporzionale alla dose di radiazioni.

Questo rischio è maggiore per i bambini e gli adolescenti, poiché sono significativamente più sensibili all'esposizione alle radiazioni rispetto agli adulti.

Effetti delle radiazioni sulla materia vivente

Dalla scoperta della radioattività, occorsero più di trenta anni perché nascesse un organo internazionale avente come obiettivo la protezione dell'uomo contro le radiazioni ionizzanti.

1897: E' riconosciuta per la prima volta un'esposizione acuta nell'uomo (Walsh)

1899: Primo trattamento oncologico (Stenbeck)

1902: E' riconosciuto per la prima volta nell'uomo un cancro indotto da radiazioni (Frieben)

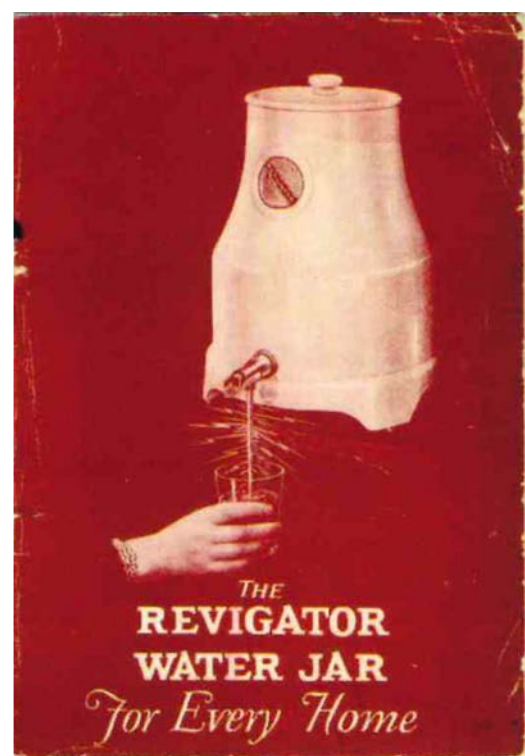
1928: Nasce l'ICRP

Già a partire dal 1896 si iniziarono ad adottare

schermature

limiti di dose

allo scopo di eliminare gli effetti dannosi e non voluti delle radiazioni e utilizzarne solo e soltanto i benefici.



1 FILL JAR EVERY NIGHT
2 USE HYDRANT OR ANY
GOOD WATER.
3 DRINK FREELY WHEN
THIRSTY AND UPON
ARISING AND RETIRING
AVERAGE SIX OR MORE
GLASSES DAILY.
SCRUB WITH STIFF BRUSH
AND SCALD MONTHLY.

Copyright © 2003 Theodore W. Gray





GARANTIESCHEIN

Dieser Radium-Trinkapparat, dessen Radium-Zelle die Fabrikations-Nummer **7675** trägt, liefert in je 24 Stunden ein Trinkwasser, welches **18200** Millimikrocurie Radium-Emanation enthält.

Bezeichnet man wie üblich den Wert von 0,364 Millimikrocurie als 1 Mache-Einheit, so beträgt die Leistung des Apparates **50000** Mache-Einheiten in 24 Stunden.

Die so definierte Mache-Einheit ist einwirkend auf 1 Milliliter.

Bei natürlichen Quellwässern pflegt man die Mache-Einheit auf das Liter zu beziehen. Der Wasserinhalt des Apparates beträgt ca. **80** ccm. Es ergibt sich demgemäß eine Aktivierungsstärke des Wasserinhalts von **625000** Mache-Einheiten in 24 Stunden auf das Liter bezogen.

Die Meßgenauigkeit beträgt $\pm 10\%$.
Innerhalb der Grenzen der Meßgenauigkeit wird für die angegebene Tagesleistung garantiert.

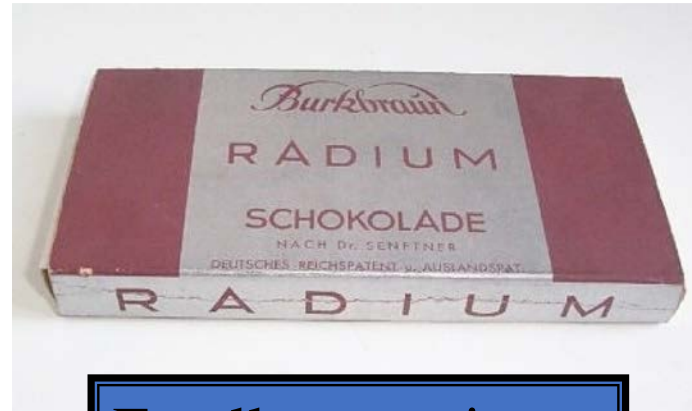
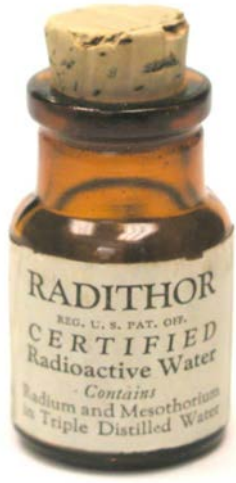
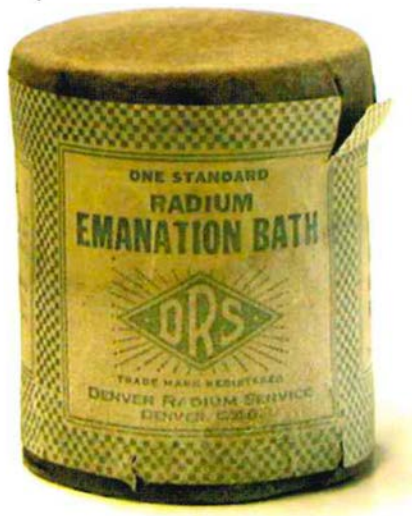
Berlin W 30, den *7. II. 67*

LABORATORIUM FÜR STRAHLENFORSCHUNG

Vertretung für die Schweiz: RADIUM-INSTITUT Dr. FRITZ BAHR & Co.
d. Radium-Institut Dr. Eicher
C. HELBERGER, LUZERN 2
Postfach 662, - Tel. (041) 7514 98
Hausinger

Gebrauchsanweisung für Trinkapparat Modell A:

1. Man fülle den Apparat mit frischem Wasser und lasse den Radiumträger **langsam** ins Wasser, so daß die Luft entweichen kann und zwischen Deckel und Gefäßinhalt **keine Luftschicht** bleibt. Nun lasse man den geschlossenen Radium-Trinkapparat 12 Stunden stehen. Nach dieser Zeit ist das Wasser radioaktiv und muß getrunken werden.
2. Es ist unbedingt notwendig, daß der Apparat nach der Entleerung wieder mit frischem Wasser gefüllt wird, damit der Radiumträger das frische Wasser neu aktivieren kann.
3. Das Radiumwasser kann bequem morgens und abends getrunken werden.
4. Das Trinken auf nüchternen Magen ist nicht zu empfehlen, da in diesem Falle ein großer Teil der Emanation in kurzer Zeit durch die Lungen entweichen würde. **Man trinke das Wasser nach den Mahlzeiten, langsam, schluckweise (Nippkur).**
5. Beim Trinken vermeide man unnötiges Schütteln des Wassers, da durch die Bewegung viel Radium-Emanation entweicht.
6. Will man einen großen Erfolg erzielen, wird eine mehrmonatliche Radiumkur empfohlen. Das Resultat zeigt sich langsam, aber sicher.



E nelle case si faceva di tutto con il radio.



VITA RADIUM SUPPOSITORIES

FOR RESTORING SEX POWER

Actual Size of Vita Radium

VITA RADIUM SUPPOSITORIES, for rectal use by men, are true restorers of sex and energizers for the entire nervous, glandular and circulatory systems. These Suppositories contain a result-producing amount of highly refined soluble RADIUM, carried in a cocoa butter base. The radium is absorbed thru the walls of the lower colon, enters the blood stream and is carried to all parts of the body — to the weakened organs that need its vitalizing aid. After leaving its durably HEALTHY RESULTS, the radium is gradually eliminated in about three days. Vita Radium Suppositories are guaranteed entirely harmless. Recommended for sexually weak men who, however, should use the NUMAN Tablets in connection for best results. Also splendid for piles and rectal sores. Try them and see what wonderful results you get!

ATOMIC ENERGY

CHEMCRAFT

RADIO ACTIVE SCRUB

THE PORTER CHEMICAL CO., HAGERSTOWN, MD.

No. 414

NO DANGEROUS OR EXPLOSIVE CHEMICALS





A New Light

With the coming of electric light it seemed as if the last step in convenient illumination had been taken. But, already, there is a supplement to electric light. It goes by the name of Undark.

No longer is it necessary to grope in the dark for a lighting switch. The switch itself shines. No longer even is electric light, or light of lamp or candle, necessary in order to see many of the things you wish to see in the dark. Undark shows them to you.

Undark is a combination of zinc sulphide and radium. The latter is used in such minute quantities that it is absolutely harmless yet its energy makes the zinc sulphide glow continuously.

Manufacturers have been quick to recognize the value of Undark. They apply it to the dials of watches and clocks, to electric push buttons and pull chain pendants, to the lockers of bedroom closets, to house numbers, flashlight lenses, compasses, gasoline gauges, autometers and many other articles which you frequently wish to see in the dark.

The interesting little folder telling of the production of radium and the uses of Undark address

To Manufacturers

The number of manufacturers articles in which Undark is used is increasing steadily in number. From a mere flashlight, it has now become a watch. We shall accept orders for quantities, and when a series of articles will carry on experimental work for them. Undark may be applied either in this place or in any other.

The application of Undark is simple. It is included as a powder, which is mixed with an adhesive. The paste thus formed is painted on with a brush. It adheres firmly on any surface.

United States Radium Corporation
38 Pine Street, New York City

Patented Orange, N.J. Mined Colorado

UNDARK

Radium Luminescence Material

Shines in the Dark

VARICES ET ULCÈRES VARIQUEUX
sont toujours guéris par le **RADIOVEINOLE**

LES HÉMORROÏDES
disparaissent par l'emploi du **SUPPORADOL**

Savon de Toilette Radioactif Eler

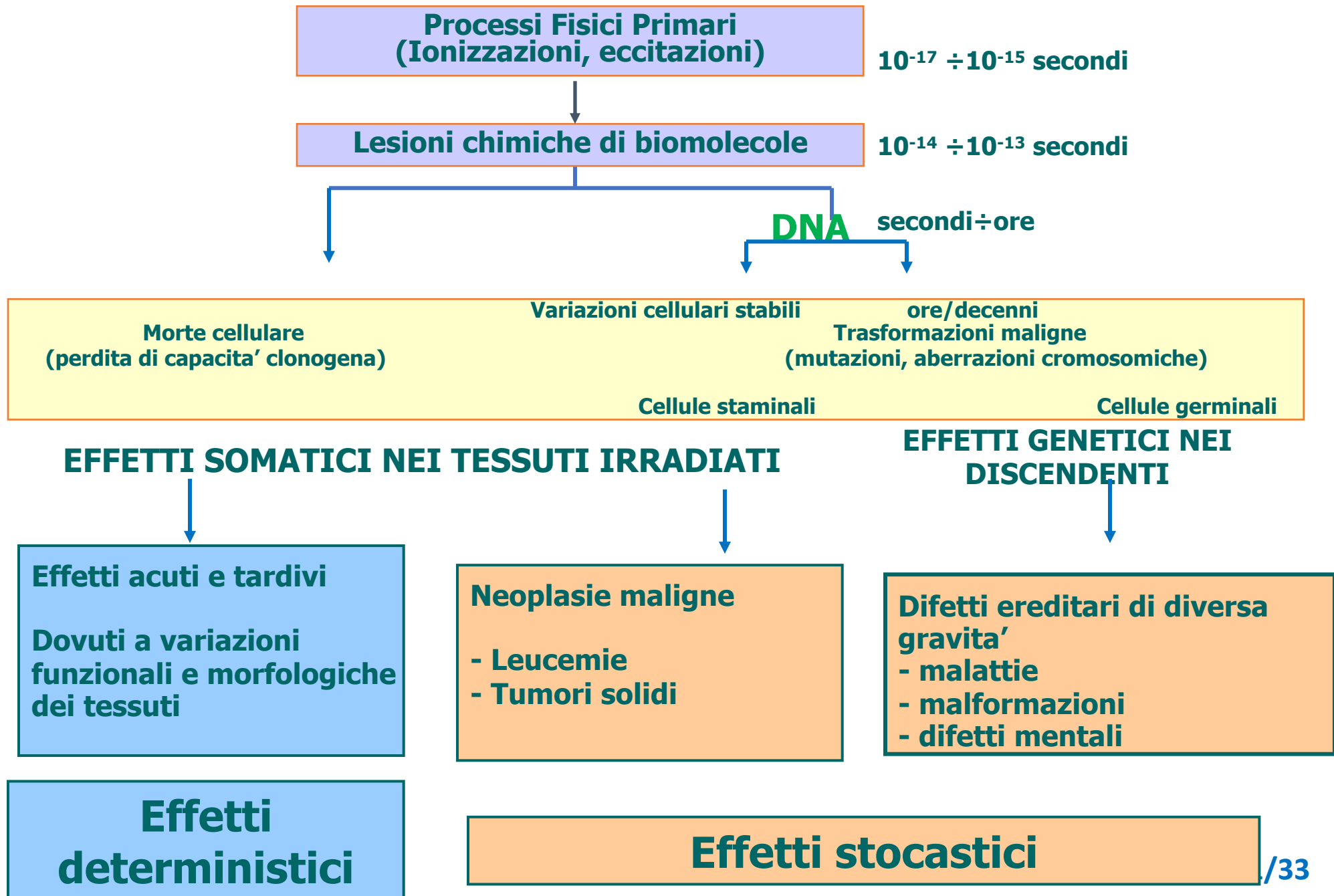
Le **SAVON RADIOACTIF ELER** présente les mêmes avantages et est basé sur les mêmes propriétés de la radioactivité que la **CRÈME ELER**. De qualité tout à fait supérieure par la finesse de sa pâte et la délicatesse de son parfum, le **SAVON RADIOACTIF ELER** est absolument hors de pair par l'action vitalisante et antiseptique qu'il exerce sur la peau.

Les Produits de Beauté Radioactifs
" **ELER** "



Le lancette degli orologi venivano realizzate dipingendole con delle vernici luminescenti costituite da colla, polvere di radio e acqua. Le ragazze che li producevano, negli anni '20 del secolo scorso negli USA, usavano umidificare con la saliva la punta dei pennelli, assorbendo così continuamente radio. La relazione fra esposizione al radio e le malattie e le morti fu confermata quando, nel 1928, fu riesumato il cadavere di una delle lavoratrici e fu constatato che le sue ossa erano radioattive.

Da allora gli studi di radioprotezione hanno sempre accompagnato qualsiasi applicazione delle radiazioni ionizzanti nelle attività' umane. slide 10/33

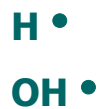


DANNO CHIMICO

RADIAZIONE



Ioni instabili



RH= Molecola organica

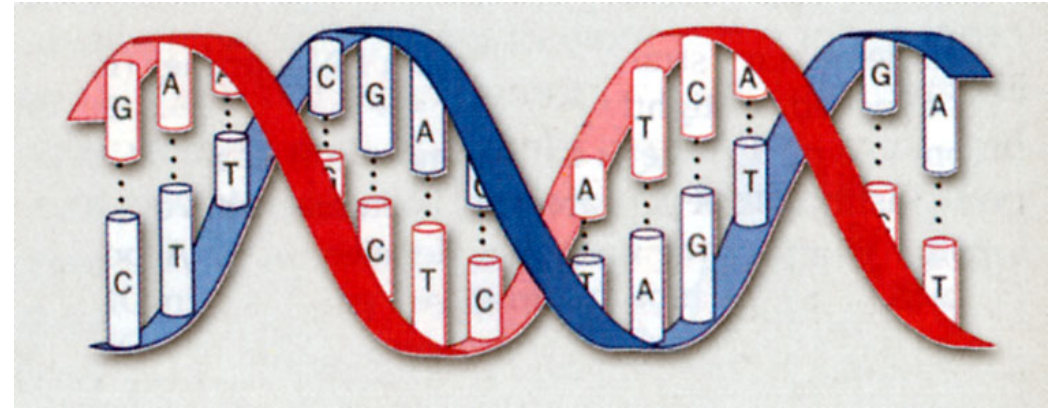
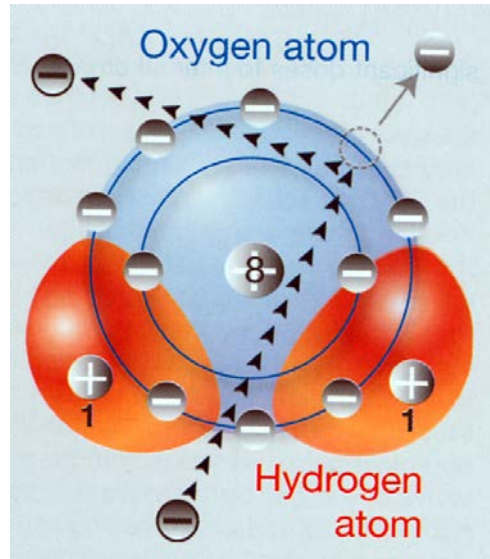
Radicali liberi = atomi o raggruppamenti di atomi molto reattivi perché contengono un elettrone dispari

Effetto indiretto



Effetto diretto

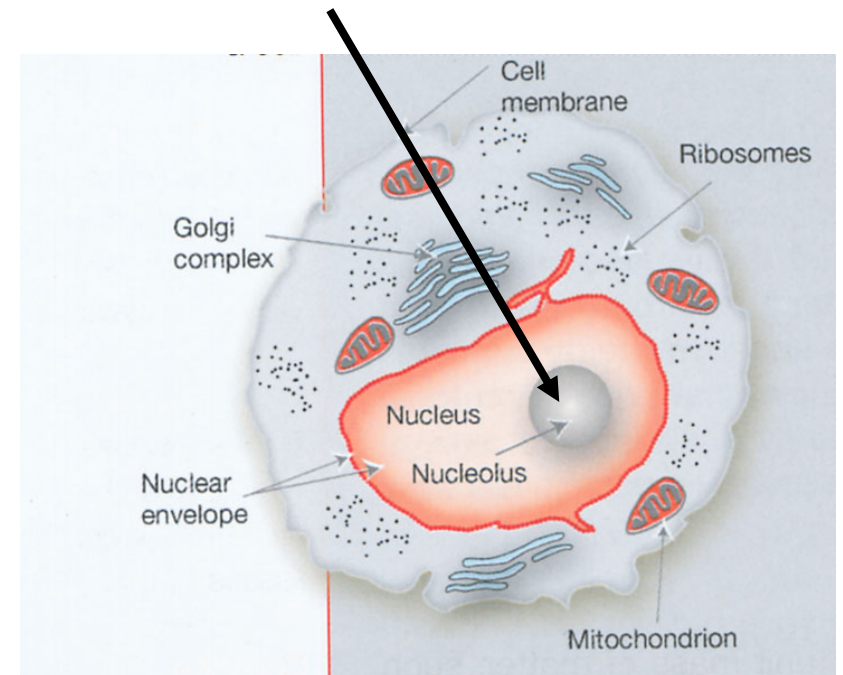
Dalla ionizzazione al danno cellulare....



I processi di ionizzazione ed eccitazione degli atomi e molecole dei tessuti biologici possono causare modifiche sia a lungo sia a breve termine delle cellule irradiate.

Nel caso una cellula subisca un danneggiamento senza un'adeguata riparazione, essa può perdere del tutto la sua capacità riproduttiva o morire subito, ovvero rimanere vitale ma modificata.

Ne conseguono implicazioni profondamente diverse per l'organismo considerato nella sua interezza.



Curva dose-effetto sugli esseri umani

Regione degli effetti stocastici

le cellule irradiate sopravvivano, anche se modificate, conservando comunque la capacità di riprodursi.

Le cellule generate successivamente, dopo un periodo più o meno di latenza, possono degenerare provocando l'insorgenza di tumori, con probabilità crescente in funzione della dose ricevuta, proporzionalmente alla dose stessa, senza un valore di soglia e comunque per valori molto inferiori alla soglia per effetti deterministici

Senza soglia

Regione degli effetti deterministici

connessione causale fra dose ed effetto

funzionalità organi non inficiata da diminuzione numero cellule salvo menomazione della funzionalità

valore di soglia al di sotto del quale tale effetto non si manifesta e al di sopra del quale la gravità del danno arrecato aumenta al crescere della dose

Valore di soglia per effetti deterministici

Dose

Per gli effetti stocastici, che possono avere tempi di latenza di anni o generazioni, si assume un modello di induzione di tipo

LINEARE SENZA SOGLIA

con pendenza $0,055 \text{ Sv}^{-1}$. Cioè:

1) si assume cautelativamente che non vi sia un valore di dose al di sotto del quale è da escludere l'induzione di questi effetti.

2) il rischio assunto è di 5.5% per Sv, oppure di 0,000055 per mSv. In pratica, si assume che su 100000 persone irradiate a 1 mSv, 5.5 svilupperanno un effetto di questo tipo

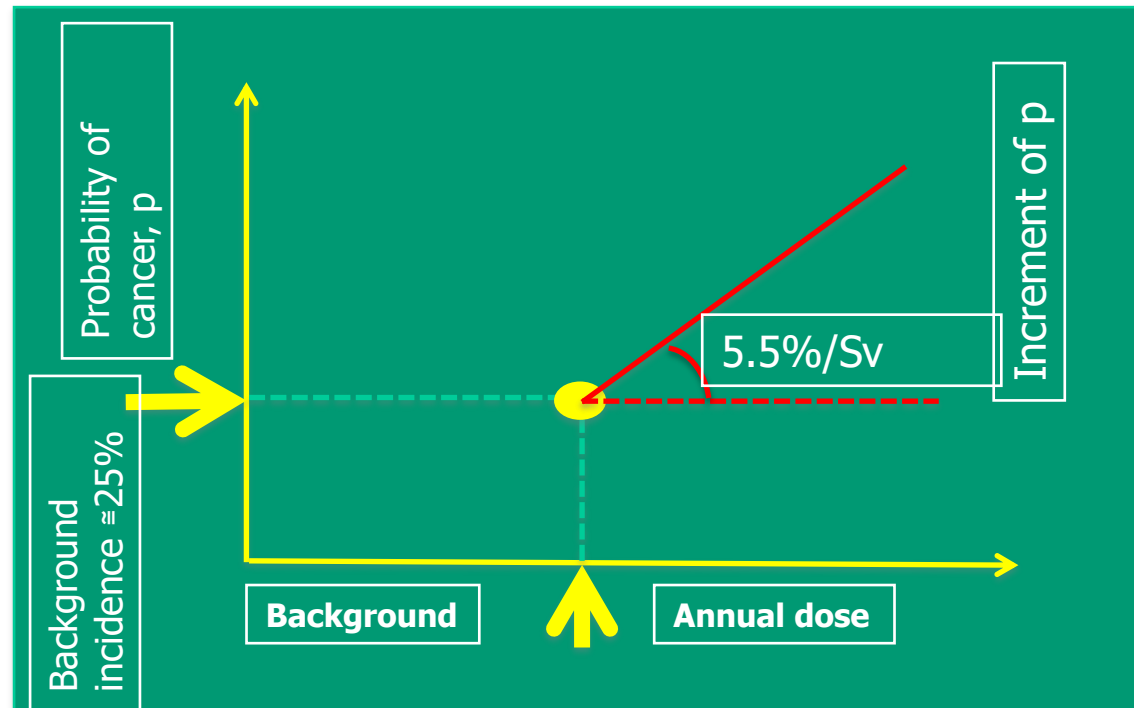
(calcolato a partire da dati epidemiologici con dosi individuali dell'ordine di centinaia di mSv).

Coefficienti nominali di probabilità per effetti stocastici

Table 1. Detriment-adjusted nominal risk coefficients (10^{-2} Sv^{-1}) for stochastic effects after exposure to radiation at low dose rate.

Exposed population	Cancer		Heritable effects		Total	
	Present ¹	<i>Publ. 60</i>	Present ¹	<i>Publ. 60</i>	Present ¹	<i>Publ. 60</i>
Whole	5.5	6.0	0.2	1.3	5.7	7.3
Adult	4.1	4.8	0.1	0.8	4.2	5.6

¹ Values from Annex A.



Circumstances of exposure	Health consequences	Sources of information
<p><i>High dose and dose rate to much of the body to area of skin to testes and ovaries</i></p>	<p>Early effects</p> <p>Death Erythema Sterility</p>	<p>Human data from various sources</p>
<p><i>Any dose or dose rate Risk depends on dose Appear years later</i></p>	<p>Late effects</p> <p>Various cancers</p>	<p>Risk factors for human beings estimated by extrapolating human data for high doses and dose rates</p>
<p><i>Any dose or dose rate Risk depends on dose Appear in offspring</i></p>	<p>Hereditary defects</p>	<p>Risk factors for human beings inferred from animal data and the absence of human evidence</p>
<p><i>High dose at any rate Various times to appear</i></p>	<p>Functional damage</p>	<p>Human data from various sources</p>
<p><i>Dose in the womb Appears in the child</i></p>	<p>Mental retardation</p>	<p>Limited human data</p>

TIPI DI DANNO RADIOLOGICO

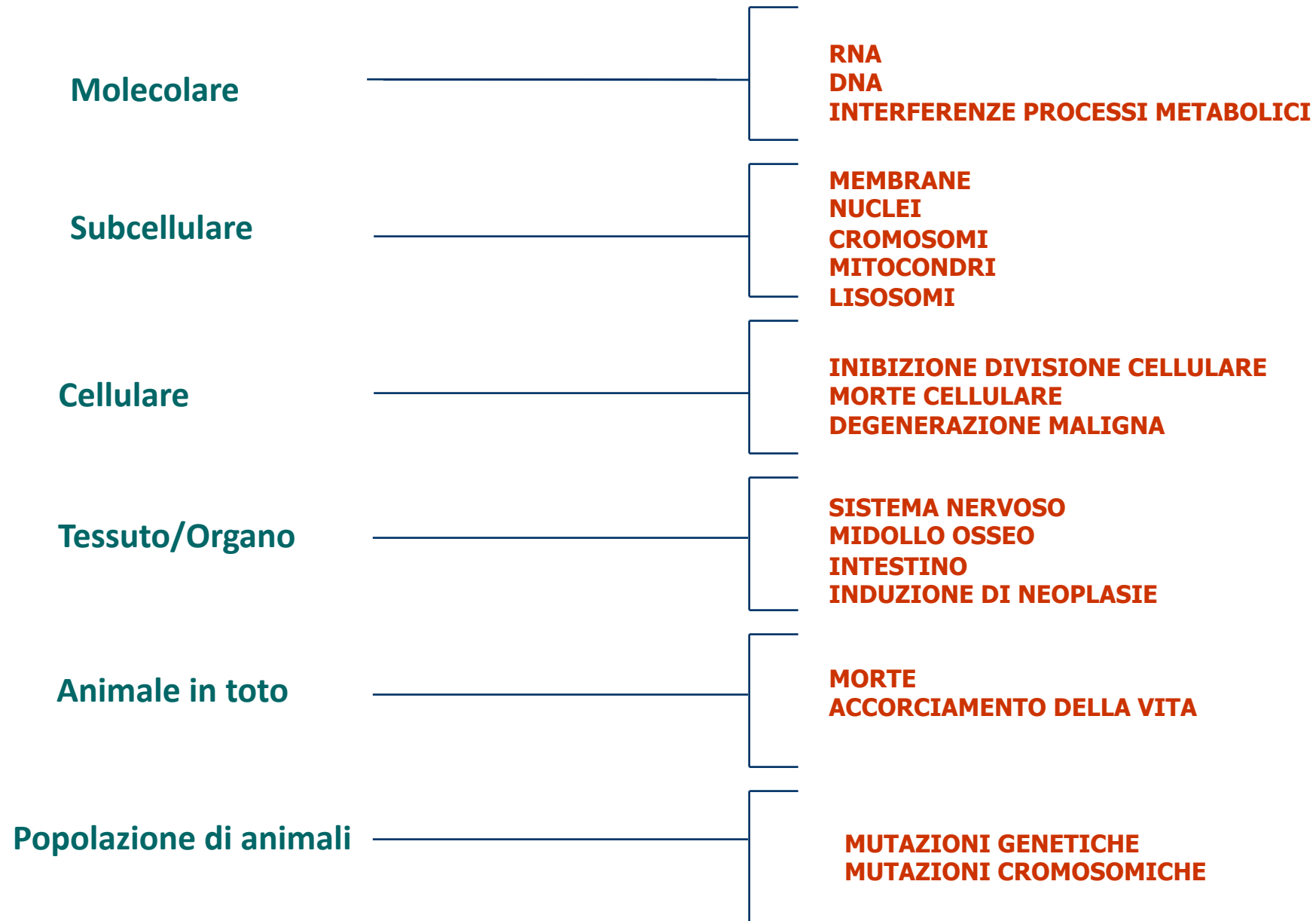


Tabella A.3.3. Intervalli di dosi associate con sindromi specifiche radio-indotte e con la morte in persone esposte a radiazioni acute, uniformi, a basso LET

Dose assorbita al corpo intero (Gy)	Effetto principale causa di morte	Intervallo trascorso tra l'esposizione e il decesso (giorni)
3-5	Danni al midollo osseo (LD50/60)	30-60
5 – 15	Danni al tratto gastrointestinale	7-20
5 – 15	Danni ai polmoni e ai reni	60-150
> 15	Danni al Sistema nervoso	<5 dipendente dalla dose

3-5 Danni al midollo osseo (LD50/60)

30 -60

5 – 15 Danni al tratto gastrointestinale

7 -20

5 – 15 Danni al polmone e ai reni 60 - 150

> 15 Danni al sistema nervoso < 5 dipendenza dalla dose

*) Qualche valore degli intervalli di dose comprende valutazioni da risultati di irradiazioni parziali del corpo

Irradiazione esterna globale acuta

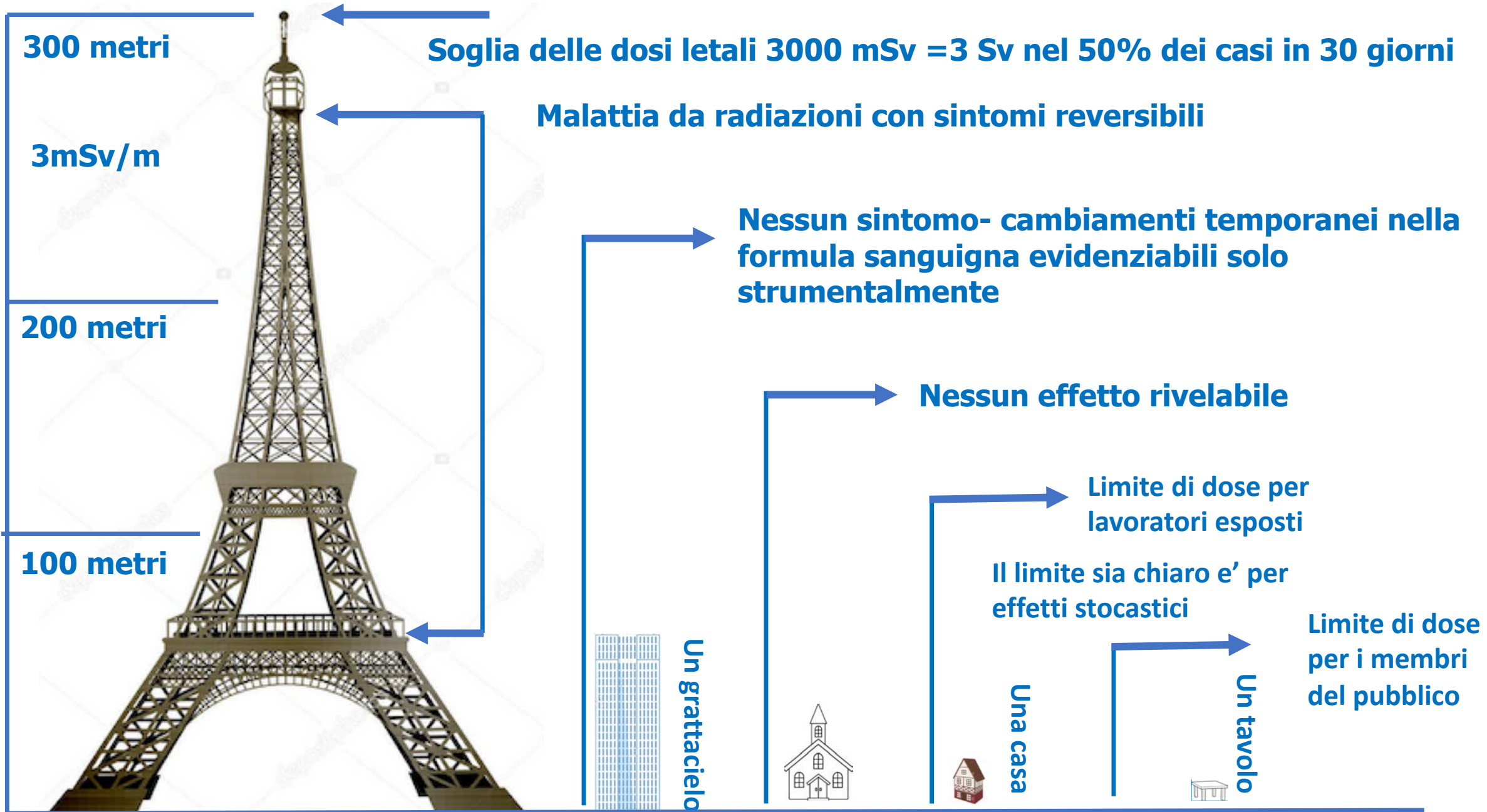
Tabella A.3.3. Intervalli di dosi associate con sindromi specifiche radio-indotte e con la morte in persone esposte a radiazioni acute, uniformi, a basso LET

Dose assorbita al corpo intero (Gy)	Effetto principale causa di morte	Intervallo trascorso tra l'esposizione e il decesso (giorni)
3-5 Sindrome ematologica	Danni al midollo osseo (LD50/60)	30-60
5 – 15 Sindrome gastrointestinale	Danni al tratto gastrointestinale	7-20
5 – 15	Danni ai polmoni e ai reni	60-150
> 15 Sindrome cerebrale	Danni al Sistema nervoso	<5 dipendente dalla dose

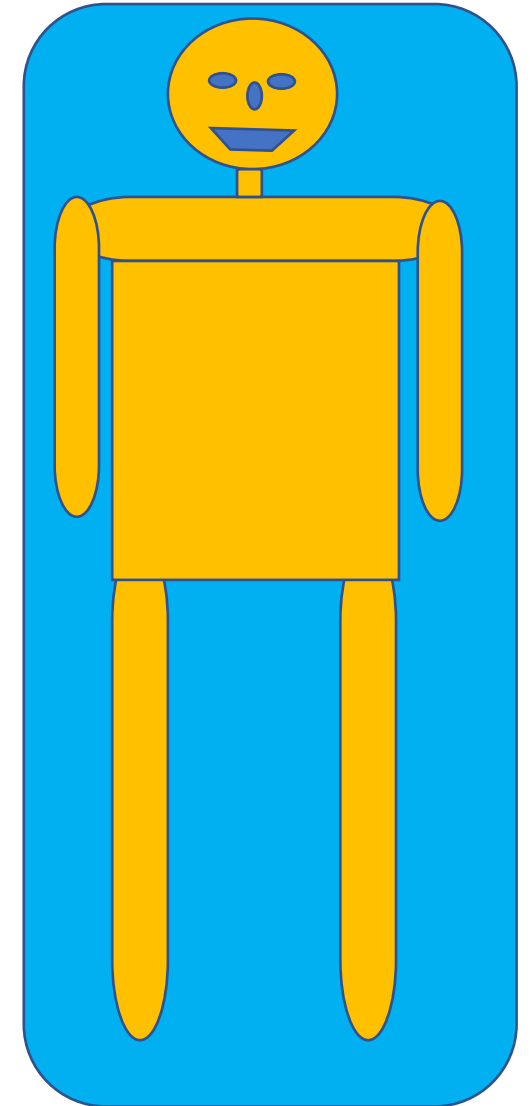
Sindrome cerebrale	Sindrome gastrointestinale	Sindrome ematologica
Nausea vomito e diarrea	Nausea vomito e diarrea	Nausea vomito e diarrea
cefalea		MAlessere
Eritema		Astenia
Disorientazione		Anoressia
Agitazione e atassia		Febbre
Sonnolenza	Cachessia Prostrazione e	Emorragia
Coma e convulsioni	Morte alla seconda settimana	Depilazione
Morte al primo giorno		Possibile recupero

Tabella A.3.4. Stime proiettate della soglia di dose assorbita acuta per incidenze dell'1% di morbidità e di mortalità relative ad organi e tessuti di individui adulti per esposizioni di tutto il corpo a radiazioni gamma.

Effetto	Organo/tessuto	Tempo per lo sviluppo dell'effetto	Dose assorbita (Gy) ^e
<i>Morbilità:</i>			<i>Incidenza dell'1%</i>
Sterilità temporanea	Testicoli	3 –9 settimane	~0,1 ^{a,b}
Sterilità permanente	Testicoli	3 settimane	~ 6 ^{a,b}
Sterilità permanente	Ovaie	< 1 settimana	~ 3 ^{a,b}
Depressione dell'ematopoiesi	Midollo osseo	3 –7 giorni	~0,5 ^{a,b}
Fase principale dell'eritema	Pelle (aree estese)	1 –4 settimane	< 3-6 ^b
Ustioni della pelle	Pelle (aree estese)	2 –3 settimane	5-10 ^b
Alopecia temporanea	Pelle	2 –3 settimane	~4 ^b
Cataratta (riduzione del visus)	Occhio	Diversi anni	~1,5 ^{a,c}
<i>Mortalità:</i>			
Sindrome emopoietica			
– senza trattamento medico	Midollo osseo	30 –60 giorni	~ 1 ^b
– con buon trattamento medico	Midollo osseo	30 –60 giorni	2-3 ^{b,d}
Sindrome gastroenterica			
– senza trattamento medico	Intestino tenue	6 –9 giorni	~6 ^d
– con buon trattamento medico	Intestino tenue	6 –9 giorni	> 6 ^{b,c,d}
Polmonite	Polmone	1 –7 mesi	6 ^{b,c,d}



Nessun effetto dannoso sull'individuo



slide 23/33

**La radiazione colpisce una molecola di cellula vivente?
Era una molecola di DNA?**

no →

↓ **si**

Era stata danneggiata la molecola di DNA?

no →

↓ **si**

Era avvenuta la riparazione della molecola di DNA?

si →

↓ **no**

Era rimasta una traccia del danneggiamento sulla molecola di DNA che avesse qualche significato per la cellula?

no →

↓ **si**

La modifica apportata alla cellula era dannosa ?

no →

↓ **si**

La cellula tumorale e' stata distrutta dal Sistema immunitario?

si →

La riproduzione cellulare e' stata troppo lenta?

si →

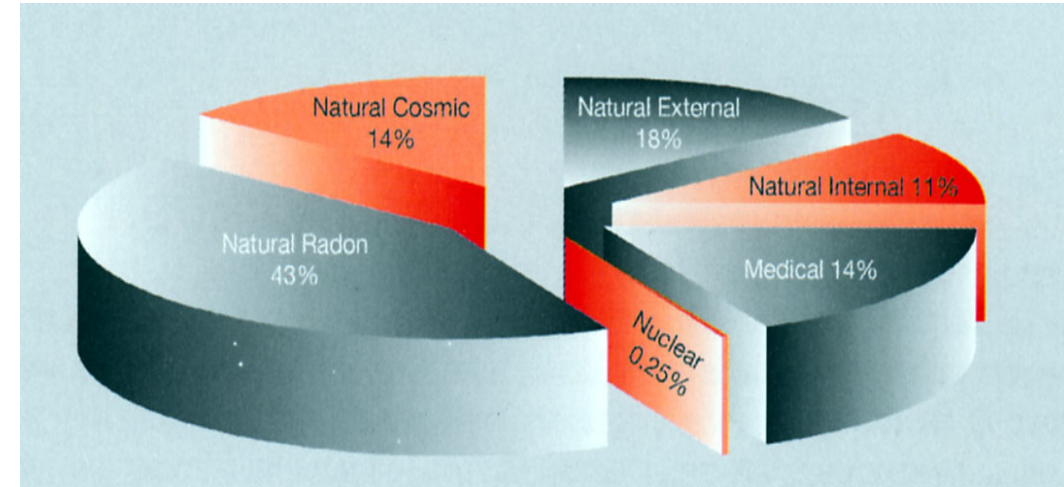
↓ **no**

Un tumore si sviluppera'

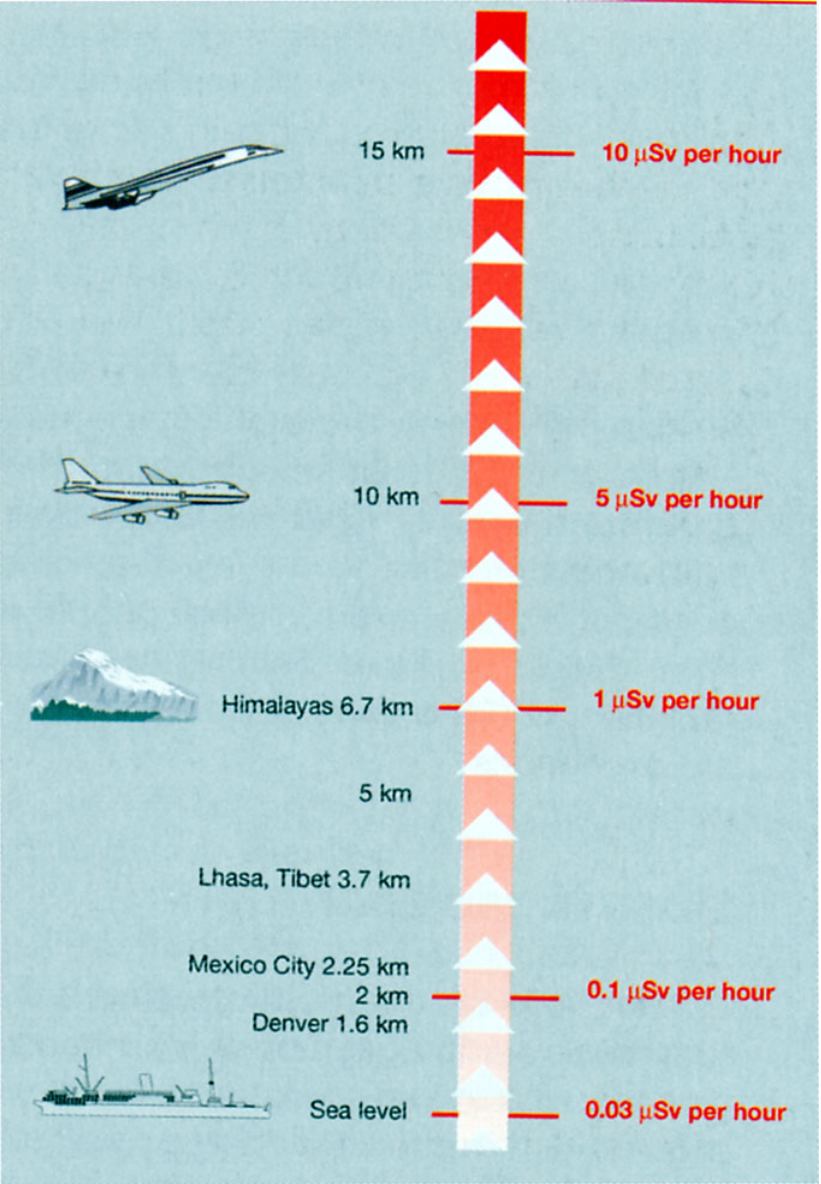
Esposizione naturale

Sorgente	IRRADIAZIONE		
	ESTERNA	INTERNA	TOTALE
Raggi cosmici			
Componente direttamente ionizzante	0.30		0.30
Neutroni	0.055		0.055
Radionuclidi cosmogenici		0.015	0.015
Radionuclidi primordiali			
K-40	0.15	0.18	0.33
Rb-87		0.006	0.006
U-238 (serie)	0.10	1.24	1.34
Th-232 (serie)	0.16	0.18	0.34
Totale	0.8	1.6	2.4

Esposizione del pubblico



Esposizione in quota e durante i voli aerei



Cities	Effective Dose (µSv)
Vancouver ➤ Honolulu	14.2
Frankfurt ➤ Dakar	16.0
Madrid ➤ Johannesburg	17.7
Madrid ➤ Santiago de Chile	27.5
Copenhagen ➤ Bangkok	30.2
Montreal ➤ London	47.8
Helsinki ➤ New York (JFK)	49.7
Frankfurt ➤ Fairbanks, Alaska	50.8
London ➤ Tokyo	67.0
Paris ➤ San Francisco	84.9

Esposizione durante gli esami clinici

Examination	Conventional X ray dose (mSv)	Computed tomography dose (mSv)
Head	0.07	2
Teeth	< 0.1	-
Chest	0.1	10
Abdomen	0.5	10
Pelvis	0.8	10
Lower spine	2	5
Lower bowel	6	-
Limbs and joints	0.06	--

Source	Dose (mSv)
Artificial sources	
<i>Nuclear industry</i>	
Uranium mining	4.5
Uranium milling	3.3
Enrichment	0.1
Fuel fabrication	1.0
Nuclear reactors	1.4
Reprocessing	1.5
<i>Medical uses</i>	
Radiology	0.5
Dentistry	0.06
Nuclear medicine	0.8
Radiotherapy	0.6
<i>Industrial sources</i>	
Irradiation	0.1
Radiography	1.6
Isotope production	1.9
Well-logging	0.4
Accelerators	0.8
Luminizing	0.4
Natural sources	
<i>Radon sources</i>	
Coal mines	0.7
Metal mines	2.7
Premises above ground (radon)	4.8
<i>Cosmic sources</i>	
Civil aircrew	3.0

Confronto tra rischi

Situazione	Causa di morte
Viaggiare 1000 Km in aereo	Incidente
Attraversare l'oceano	Tumore da raggi cosmici
Viaggiare per 90 Km in automobile	Incidente
Vivere 2 mesi in un edificio di tufo	Tumore da radioattività
Lavorare 10 giorni in una industria	Incidente
Lavorare 3 ore in una miniera	Incidente
Fumare da una a tre sigarette	Tumore, malattie cardiache e polmonari
Scalare una montagna per 15 minuti	Incidente
Vivere 20 minuti a 60 anni	Qualsiasi
Assorbire una dose di 0.10 mSv	Tumore da radioattività

La dose diminuisce con la distanza

La **DISTANZA** è un altro dei **TRE** elementi della radioprotezione contro sorgenti **ESTERNE** al corpo:

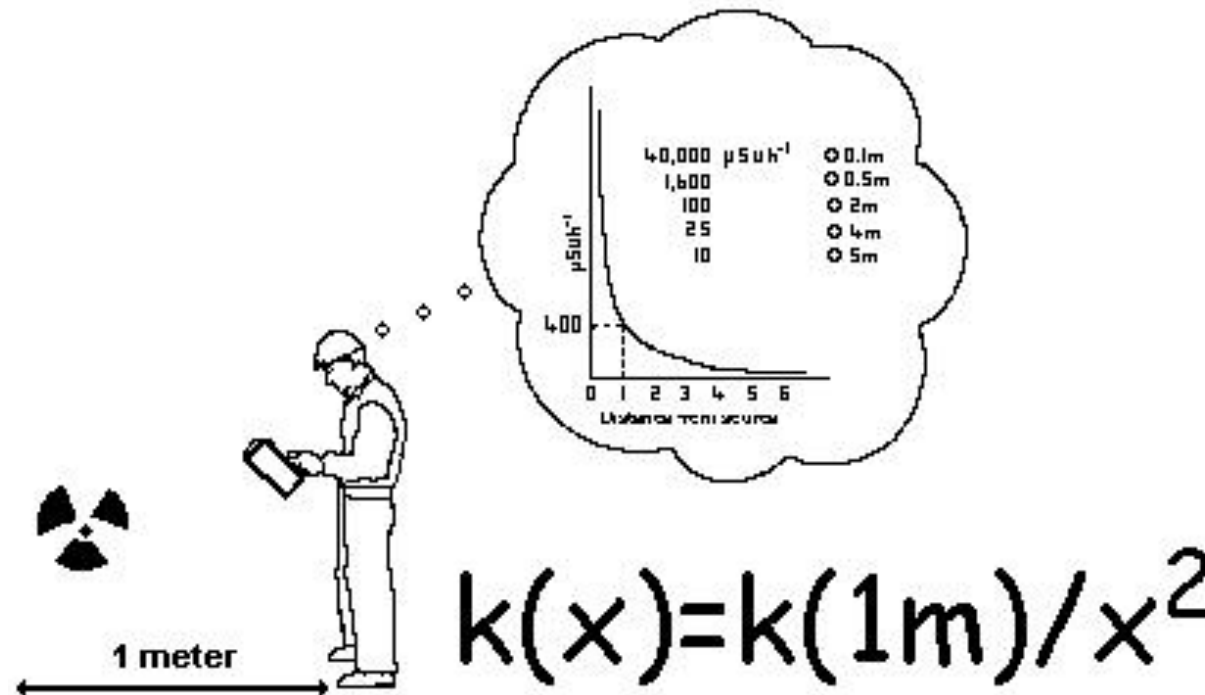
SCHERMATURA

TEMPO

DISTANZA

Legge dell'inverso del quadrato

La dose dovuta ad una sorgente di radiazioni gamma (considerata puntiforme) varia in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza.



$$k(x) = k(1\text{m}) / x^2$$

Legge dell'inverso del quadrato

La dose dovuta ad una sorgente di radiazioni gamma (considerata puntiforme) varia in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

Pertanto, la dose ad una distanza x (espressa in metri) da una certa sorgente può essere semplicemente calcolata conoscendo la dose ad 1 m:

$$D(x) = D(1 \text{ m}) / x^2$$

(Nota: se la distanza raddoppia la dose diventa 1/4, se la distanza dimezza la dose diventa 4 volte tanto).

Legge dell'inverso del quadrato

Per un dato radionuclide gamma emettitore, la *dose in aria* in un'ora ad un metro dovuta ad un'attività pari a 1 MBq è una costante (qui espressa in mGy/h):

Co-60	3.90
Cs-137	1.10
Au -198	0.76
I-131	0.73
U-238	0.013

La dose è proporzionale al tempo di esposizione

La riduzione del tempo di esposizione è un altro dei TRE elementi della radioprotezione contro sorgenti ESTERNE al corpo:

SCHERMATURA

TEMPO

DISTANZA

Esercizio

Gli elementi schermatura - distanza - tempo devono essere combinati in modo da ottimizzare la protezione della persona.

Esempio: Un intervento in zona controllata richiede 30 minuti di lavoro ad una intensità di dose di 20 microSv/h.

Se si introduce un tele-manipolatore, l'intensità di dose diventa 10 microSv/h ma il tempo richiesto diventa 2 ore.

La situazione da preferire è la prima, perchè nei due casi la dose all'operatore sarà:

$20 * 0,5 = 10$ microSv nel primo caso

$10 * 2 = 20$ microSv nel secondo caso