

MODERN
RADIOLOGY
eBook

Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

ESRF EUROPEAN SOCIETY
OF RADIOLOGY



/ Prefață

Radiologia Modernă este o resursă educațională gratuită pentru radiologie, publicată online de Societatea Europeană de Radiologie (ESR). Titlul acestei a doua versiuni, revizuite și actualizate, reflectă noul concept didactic propus de eBook-ul ESR, caracterizat printr-o combinație originală de text, imagini și scheme, prezentate sub forma unor pagini concise. Acestea sunt completate de cazuri clinice imagistice, secțiuni de tip întrebare-răspuns și hyperlinkuri care permit navigarea rapidă între diferitele secțiuni ale capitolelor organizate atât pe organe, cât și pe teme tehnice, precum și între rezumate și bibliografie.

Capitolele sale sunt bazate pe contribuțiile a peste 100 de experți europeni recunoscuți, referindu-se atât la subiecte tehnice generale, cât și la cele clinice specifice imagisticii organelor. Noul aspect grafic, care îl prezintă pe Asclepios cu ochelari la modă, simbolizează combinația dintre învățământul medical clasic și educația contemporană.

Deși versiunea inițială a eBook-ului ESR a fost creată pentru a oferi cunoștințe de bază studenților la medicină și cadrelor didactice, aceasta și-a extins treptat sfera pentru a include cunoștințe mai avansate pentru cititorii care doresc să aprofundeze subiectele.

Ca rezultat, Radiologia Modernă acoperă și subiecte din nivelurile postuniversitare ale Curriculumului European de Formare în Radiologie, adresându-se astfel nevoilor educaționale postuniversitare ale rezidenților. În plus, reflectă feedback-ul din partea profesioniștilor medicali din întreaga lume care doresc să își actualizeze cunoștințele în domenii specifice ale imagisticii medicale și care au apreciat deja profunzimea și claritatea eBook-ului ESR, atât la nivel educațional de bază, cât și la nivel mai avansat.

Doresc să îmi exprim mulțumirile sincere tuturor autorilor care și-au dedicat timpul și expertiza acestui demers voluntar și nonprofit, precum și lui Carlo Catalano, Andrea Laghi și András Palkó, care au avut ideea inițială de a crea un eBook ESR, și, în final, Biroului ESR pentru sprijinul lor tehnic și administrativ.

Radiologia Modernă întruchipează un spirit de colaborare și un angajament neîncetat față de această disciplină medicală fascinantă, indispensabilă îngrijirii moderne a pacienților. Sper ca acest instrument educațional să încurajeze curiozitatea și gândirea critică, contribuind la aprecierea artei și științei radiologiei în întreaga Europă și dincolo de ea.

Minerva Becker, Editor

Profesor la disciplina Radiologie, Universitatea din Geneva, Elveția

/ Principii de **biologie**
a **radiațiilor** și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Drepturi de autor și termeni de utilizare

Această lucrare este licențiată sub licența Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

Sunteți liber să:

Partajați - Copiați și redistribuiți materialul în orice mediu sau format

În următoarele condiții:

/ **ATRIBUIRE** – Trebuie să acordați creditul corespunzător, să furnizați un link către licență și să indicați dacă au fost efectuate modificări. Puteți face acest lucru în orice mod rezonabil, dar nu în vreun mod care să sugereze că licențiatorul vă aprobă pe dumneavoastră sau utilizarea dumneavoastră.

/ **NONCOMERCIAL** – Nu puteți utiliza materialul în scopuri comerciale.

/ **NONDERIVATE** – Dacă remixați, transformați sau construiți pe baza materialului, nu aveți voie să distribuiți materialul modificat.

Cum se citează această lucrare:

Societatea Europeană de Radiologie,
Marta Sans-Merce, Mélanie Patonnier (2025)
ESR Modern Radiology eBook:

/ Principii de biologie a radiațiilor și radioprotecție.
DOI 10.26044/esr-modern-radiology-28

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Symbolistică

<=> CUNOȘTINȚE DE BAZĂ

<!=> ATENȚIE

<↑> HIPERLINKURI

>=< CUNOȘTINȚE SUPLIMENTARE

>|< COMPARAȚII

<∞> REFERINȚE

<?> ÎNTREBĂRI

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

AUTORI

Marta Sans Merce | Mélanie Patonnier

AFILIERE

Geneva University Hospitals,
Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG), Geneva, Elveția

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

<↑> **HYPERLINK-URI**

Marta.sansmerce@hug.ch

Melanie.patonnier@hug.ch

/ Recunoaștere pentru traducere

Aceasta este o traducere a capitolului douăzeci din **Modern Radiology eBook**.

ORIGINAL TITLE:

Principles of Radiation Biology and Radiation Protection

TRADUS DE:

Medic rezident, Asistent universitar Laura Maria Georgescu, Spitalul Universitar de Urgență București

COORDONAT DE:

Prof. Univ. Ioana Andreea Gheonea, Departament de Radiologie și Imagistică Medicală,

Universitatea de Medicină și Farmacie Craiova

Prof. Univ. Gheorghe Iana, Departament de Radiologie și Imagistică Medicală,

Universitatea de Medicină și Farmacie Carol Davila, București

Asist. Univ. Cristina Mihaela Ciofiac, Departament de Radiologie și Imagistică Medicală,

Universitatea de Medicină și Farmacie Craiova

APROBAT DE:

Societatea de Radiologie si Imagistica Medicala din Romania

NOTĂ DIN PARTEA COORDONATORILOR:

Această inițiativă reprezintă o dovadă a atașamentului față de limba maternă și a voinței de a o valorifica în dezvoltarea educației radiologiei din România.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

<↑> HYPERLINK-URI

laura.georgescu0212@gmail.com

/ Schița capitolului

/ Radiații ionizante

- / Constituenți ai materiei
- / Undele electromagnetice (EMW)
- / Procesul de ionizare
- / Tipurile de radiații ionizante

/ Cuantificarea dozei

- / Doza absorbită (D)
- / Doză echivalentă (H)
- / Doza efectivă (E)
- / Doză absorbită, doză echivalentă și doză efectivă

/ Efecte asupra corpului uman

- / Interacțiuni ale radiațiilor ionizante cu celula
- / Efectele expunerii la radiații
- / Caracteristici ale efectelor radiațiilor
- / Efecte stocastice
 - / Modelul liniar fără prag
 - / Risc atribuit pe durata vieții
- / Efecte deterministe
- / Expunere in utero

/ Surse de expunere și ordinea magnitudinii

- / Surse de expunere la radiații
- / Expunerea medicală globală la radiații
- / Exemple de doze eficiente de radiații pentru diferite modalități de imagistică la adulți
- / Ordine de mărime

/ Principii de radioprotecție

- / Context științific, doctrină, standarde și legislație
- / Justificare
 - / Trei niveluri de justificare
- / Optimizare
 - / Ocupațional
 - / Pacienți
- / Limitare
 - / Personal expus profesional

/ Puncte de luat acasă

/ Referințe

/ Testează-ți cunoștințele

/ Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Radiatii ionizante

MODERN RADIOLOGY

Principii de **biologie
a radiatiilor** și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

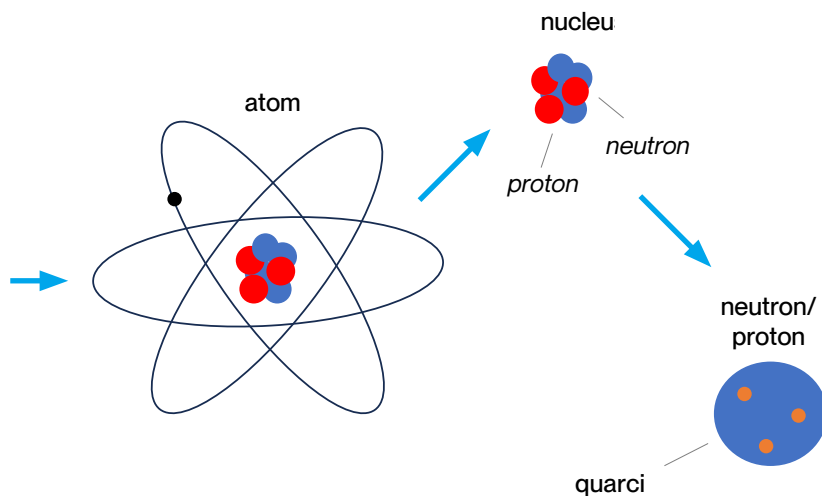
/ Conținutul materiei

Materia este compusă din molecule, care formează solide, lichide sau gaze. Moleculele sunt compuse din atomi.

Atomii sunt cele mai mici unități de materie care păstrează toate proprietățile chimice ale unui element. Atomii sunt compuși **din protoni** (sarcină pozitivă, +1) și **neutroni** (fără sarcină) localizați în nucleu și **din electroni** (sarcină negativă, -1) localizați pe orbitele din jurul nucleului. Protonii și neutronii au aproximativ aceeași masă ($1,67 \times 10^{-24}$ grame),

care este definită ca o unitate de masă atomică (amu) sau un Dalton. Atomii sunt neutri din punct de vedere electric.

Quarcurile sunt particule subatomice fără structură, care alcătuiesc protonii și neutronii. Fiecare proton și fiecare neutron are 3 quarcuri.



CUPRINS:

Radiații ionizante

/ Conținutul materiei

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Undele electromagnetice (EMW)

Undele electromagnetice (EMW) sunt o formă de energie care se deplasează prin spațiu cu viteza luminii. Ele constau în **câmpuri electrice și magnetice oscilante** care se propagă perpendicular între ele și pe direcția de deplasare a unde.

EMW acoperă un **spectru larg**, incluzând unde radio, microunde, infraroșu, lumină vizibilă, ultraviolete, raze X și raze gamma. Razele X sunt EMW produse într-un tub cu raze X.

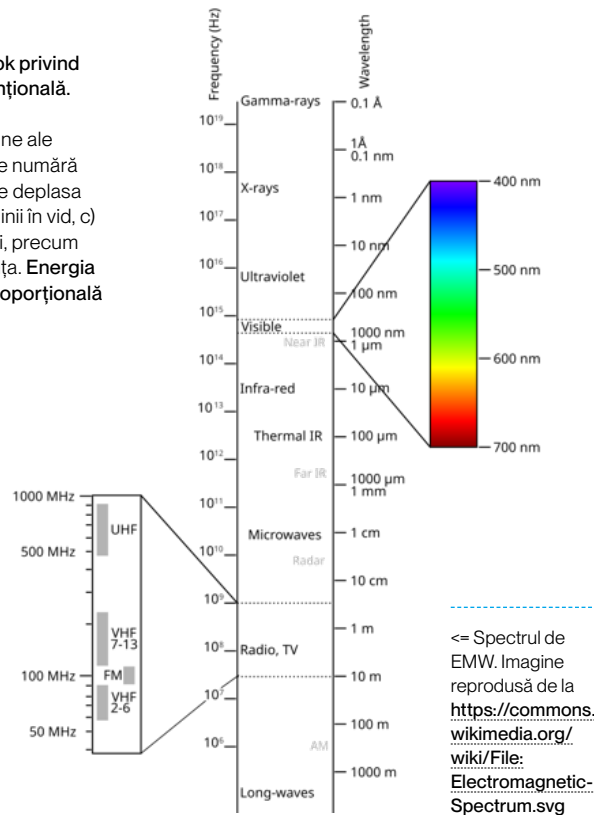
> A se vedea capitolul eBook privind imagistica cu raze X convențională.

Printre caracteristicile comune ale undelor electromagnetice se numără capacitatea acestora de a se deplasa prin vid, viteza lor (viteza luminii în vid, c) și proprietățile lor ondulatorii, precum lungimea de undă și frecvența. **Energia acestor unde este direct proporțională**

<!=> ATENȚIE

$$\text{Lungimea de undă} = \frac{\text{viteza luminii în vid } (c=300\,000\,km/s)}{\text{frecvență}}$$

- / **Radiație = energie în mișcare.**
- / **Radiațiile electromagnetice** sau "razele electromagnetice" (se deplasează la viteza luminii) trebuie să fie deosebite de **radiațiile particulelor de materie** sau "raze de materie" (călătoresc cu o viteză mai mică decât viteza luminii).
- / Razele materiei includ electroni, protoni, particule alfa, neutroni.



CUPRINS:

Radiații ionizante

/ Undele electromagnetice (EMW)

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

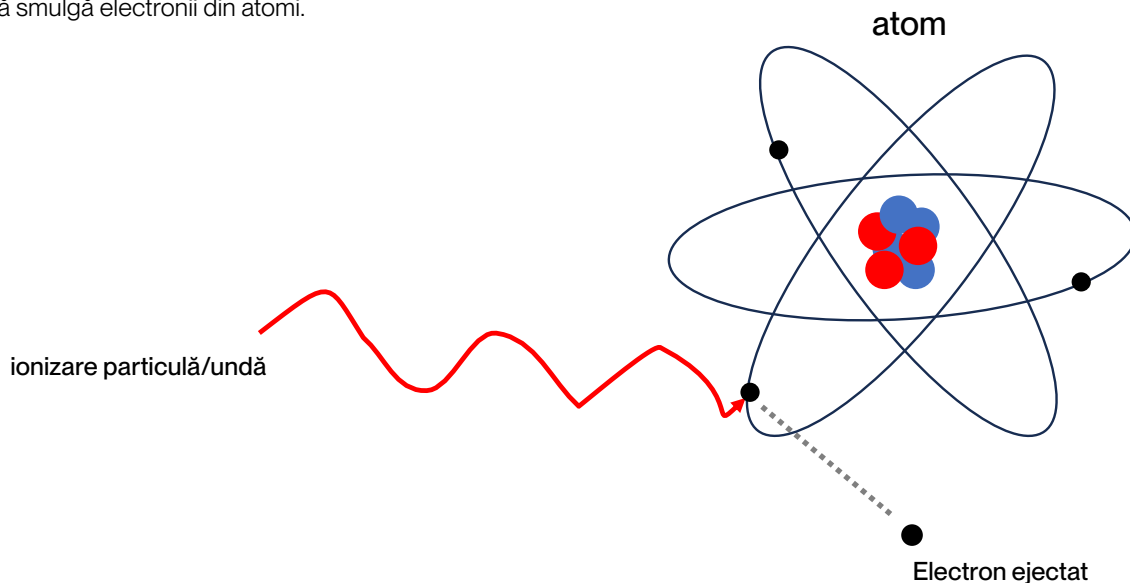
Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Procesul de ionizare

- / **Procesul de ionizare** este procesul prin care atomii neutri din punct de vedere electric sunt transformați în atomi sau molecule încărcate electric (= **ioni**) prin pierderea sau obținerea de electroni.
- / Radiațiile, de exemplu, razele X și particulele, sunt capabile să smulgă electronii din atomi.

- / În timpul acestui proces, radiația își pierde energia pe care o transmite materiei. Această energie, depusă de electroni, va defini **doza de radiații**. => vezi paginile următoare



CUPRINS:

Radiații ionizante

/ Procesul de ionizare

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Tipuri de radiații ionizante

O diferență esențială între EMW este capacitatea lor de a ioniza atomi sau molecule. Această capacitate depinde de energia undei, care crește odată cu frecvența.

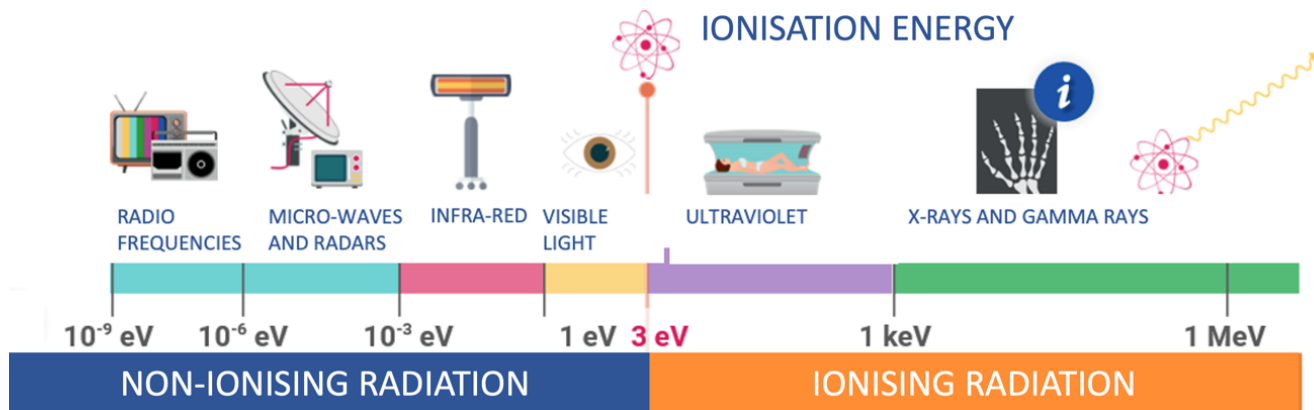
Undele electromagnetice cu frecvențe mai înalte, cum ar fi lumina ultravioletă, razele X și razele gamma, au suficientă energie pentru a ioniza atomii și sunt numite radiații ionizante.

În schimb, undele cu frecvențe mai mici, cum ar fi undele radio, microundele și lumina vizibilă, nu au suficientă energie pentru a

provoca ionizare și sunt considerate radiații neionizante.

<=> ATENȚIE

Unde electromagnetice (EMW)
=> numai o parte a spectrului este
capabilă de ionizare!



CUPRINS:

Radiații ionizante

/ Tipuri de radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Radiația alfa => apare în timpul dezintegrării radioactive (dezintegrare alfa) a unor radionuclizi, de exemplu, uraniu 238, radiu 226, poloniu 210, care emit **particule alfa** (= 2 protoni + 2 neutroni, adică un atom de heliu dublu ionizat). Particulele alfa sunt lente și grele, puternic ionizante (din cauza dublei sarcini pozitive) și nu se pot deplasa foarte departe (doar câțiva cm în aer). Ele nu pot penetra straturile exterioare ale pielii, dar pot provoca daune majore celulelor dacă sunt ingerate în alimente sau inhalate în aer.

Radiația beta => apare în timpul dezintegrării radioactive în care un nucleu atomic emite o particulă beta. **Particulele beta** (= electroni sau pozitroni de mare energie, de mare viteză) sunt mai puțin ionizante și pot călători mai departe (câțiva metri în aer) decât particulele alfa. Ele pot pătrunde în piele câțiva centimetri.

Radiația gamma => un **foton de energie** (fără masă, EMW) este emis de un nucleu instabil. Fotonii pot călători mult mai departe decât particulele alfa și beta

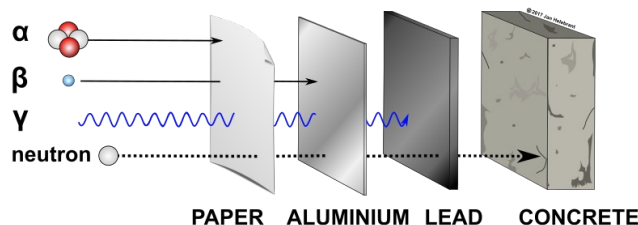
Radiația X => este produsă prin schimbări de energie într-un electron. **Razele X** (EMW) sunt produse într-un tub cu raze X. Razele X au de obicei o energie mai mică decât radiațiile gamma.

Radiația neutronică => neutronii liberi sunt produși prin fisiunea nucleară, care are loc în nuclee bogate în neutroni și sărace în protoni. Neutronii parcurg mii de metri prin aer. Ei nu ionizează atomii în mod direct, dar fiind absorbiți într-un atom stabil, atomul devine mai instabil. Atomul instabil emite apoi radiații ionizante (**ionizare indirectă**).

Particule capabile de ionizare:



Penetrating power of different types of radiation



Imagine reprodusă de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Penetrating_power_of_different_types_of_radiation_-_alpha_beta_gamma_and_neutrons.svg

CUPRINS:

Radiații ionizante

/ Tipuri de radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Cuantificarea dozei

/ Doza absorbită (D)

- / **Doza absorbită (D)** este definită ca energia transmisă de radiațiile ionizante pe unitatea de masă a materialului iradiat.
- / Doza absorbită este o mărime măsurabilă.
- / Doza absorbită poate fi măsurată pentru toate tipurile de radiații ionizante.
- / Unitatea de măsură a dozei absorbite este Gray [Gy] 1 Gy = 1 J/kg.
- / Doza absorbită descrie energia depusă într-un volum de țesut oriunde în organism. Aceasta este utilizată pentru a evalua **potențialul de modificări biochimice** în țesuturi.

CANTITATE MĂSURABILĂ



$$D = \frac{\text{Energy}}{\text{Mass}} \frac{[J]}{[kg]}$$

CUPRINS:

Radiații ionizante

Quantificarea dozei

/ Doza absorbită (D)

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Doză echivalentă (H)

- / Nu toate tipurile de radiații provoacă aceleași daune biologice.
- / Factorul de ponderare a radiațiilor W_R este factorul care reflectă eficacitatea relativă a tipului de radiații în producerea daunelor biologice.
- / Produsul dintre doza absorbită și factorul de ponderare a radiațiilor W_R se numește doză echivalentă H.
- / Unitatea de măsură a dozei echivalente este Sievert [Sv]
1 Sv = 1 J/kg.
- / H ia în considerare **proprietățile dăunătoare ale diferitelor tipuri de radiații**.

$$H = D * W_R \frac{[J]}{[kg]}$$

TIPUL DE RADIAȚIE

FACTORUL DE PONDERARE A RADIAȚIILOR W_R

Raze X, raze gamma, particule beta	1
Protoni	2
Neutroni*	2.5-20
Particule alfa și particule încărcate multiple	20

* w_n de neutroni este o funcție continuă de energie

/ Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

/ Doză echivalentă (H)

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Doza efectivă (E)

- / Nu toate țesuturile sunt la fel de sensibile la radiații.
- / Factorul de ponderare a țesutului W_T reflectă proporția prejudiciului cauzat de efectele stocastice rezultate din iradierea țesutului respectiv în comparație cu iradierea uniformă a întregului corp.
- / W au fost elaborate pentru o referință populație cu un număr egal de persoane de ambele sexe și o gamă largă de vârste.
- / Doza efectivă (E) este suma produsului dozei echivalente pentru fiecare organ înmulțit cu factorul de ponderare al acestuia.
- / Unitatea de măsură a dozei efective este Sievert [Sv].
- / E ia în considerare radiosensibilitatea diferitelor țesuturi.

$$E = \sum_T [W_T * H]$$

ORGAN/ȚESUT

W_T

Sân, măduvă osoasă, colon, plămâni, stomac, rest*

0.12

Gonade

0.08

Vezică urinară, esofag, ficat, tiroidă

0.04

Suprafață osoasă, creier, glandă salivară, piele

0.01

TOTAL

1

*impartite de restul țesuturilor sunt suprarenalele, țesutul extratoracic, vezica biliară, inima, rinichii, ganglionii limfatici, mușchii, mucoasa orală, pancreasul, prostata (bărbați), intestinul subțire, splina, timusul, uterul/cervixul (femei)

/ Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

/ Doza efectivă (E)

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Doză absorbită, doză echivalentă și doză efectivă

<!=> ATENȚIE

/ Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

/ Doză absorbită, echivalentă Doză și doză efectivă

Efecte asupra corpului uman

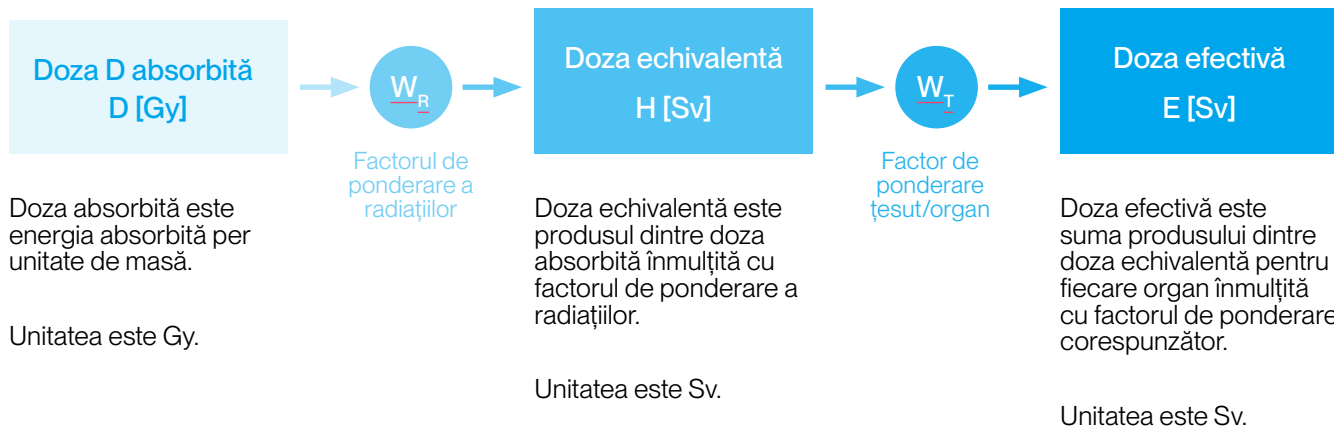
Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele



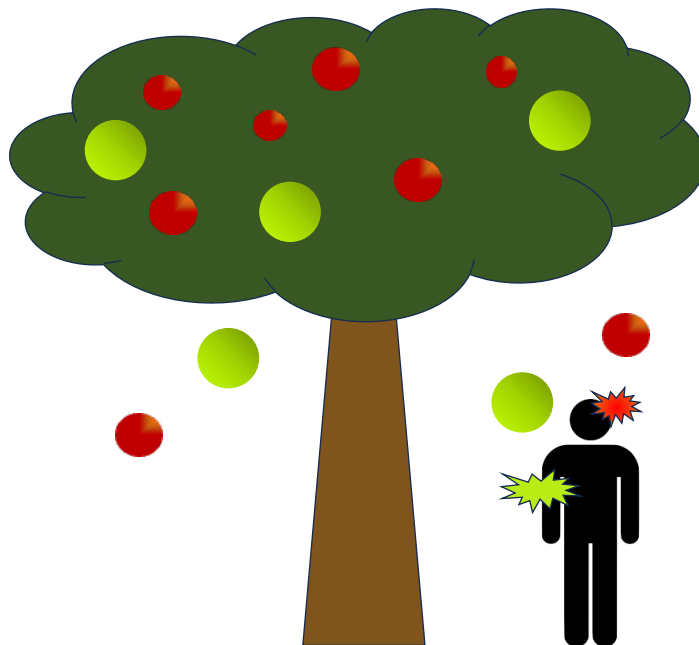
<=> ATENȚIE

Analogie folosind un măr

Energia depusă de mărul care cade pe om este măsurată în Gray > **Doza absorbită (D).**

Diferitele tipuri de mere (verzi sau roșii) au o eficacitate diferită în producerea de daune biologice, exprimată în Sievert > **Doză echivalentă (H).**

Efectele sunt diferite în funcție de locul de impact al mărului pe corpul persoanei. Radiosensibilitatea zonei iradiate este luată în considerare și exprimată în Sievert > **Doza efectivă (E).**



Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

/ Doză absorbită, echivalentă Doză și doză efectivă

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

**Efecte asupra corpului
uman**

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Efecte asupra corpului uman

/ Interacțiuni ale radiațiilor ionizante cu celula

<!=> ATENȚIE

/ Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Interacțiuni ale radiațiilor ionizante cu celula

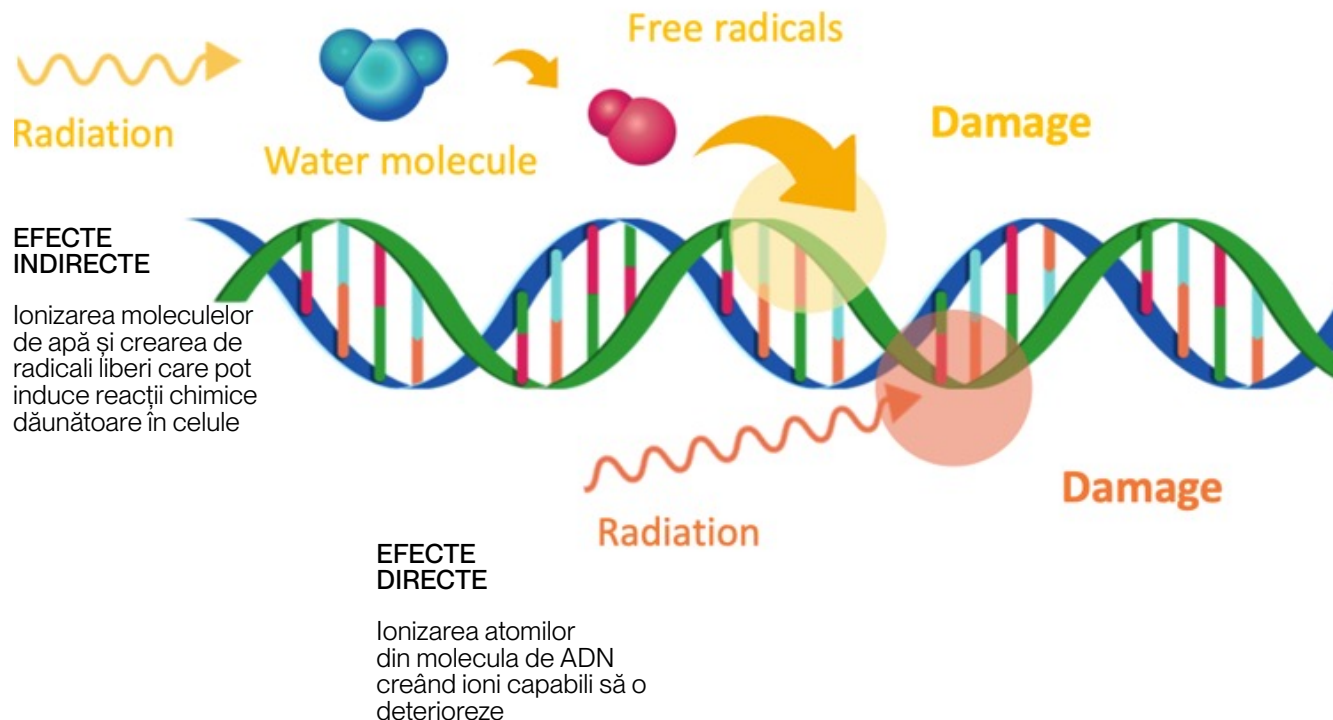
Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

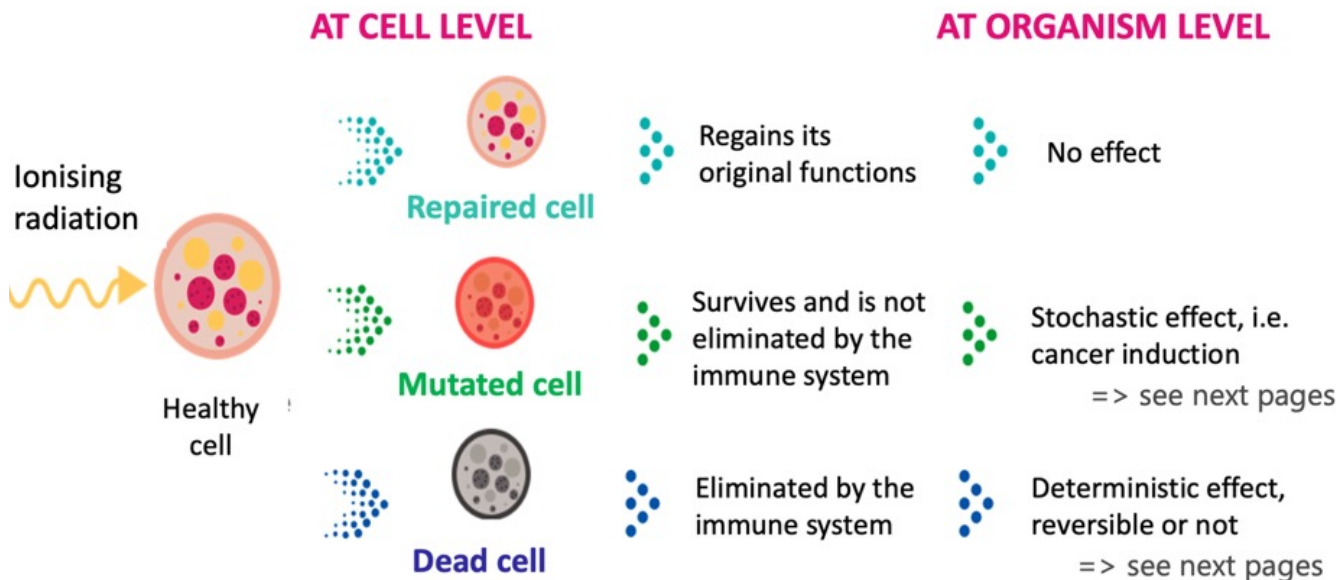
Testează-ți cunoștințele



/ Efectele expunerii la radiații

<!=> ATENȚIE

Deteriorarea ADN poate duce la unul dintre următoarele efecte:



Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Efectele expunerii la radiații

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

**Efecte asupra corpului
uman**

/ Efectele expunerii la
radiații

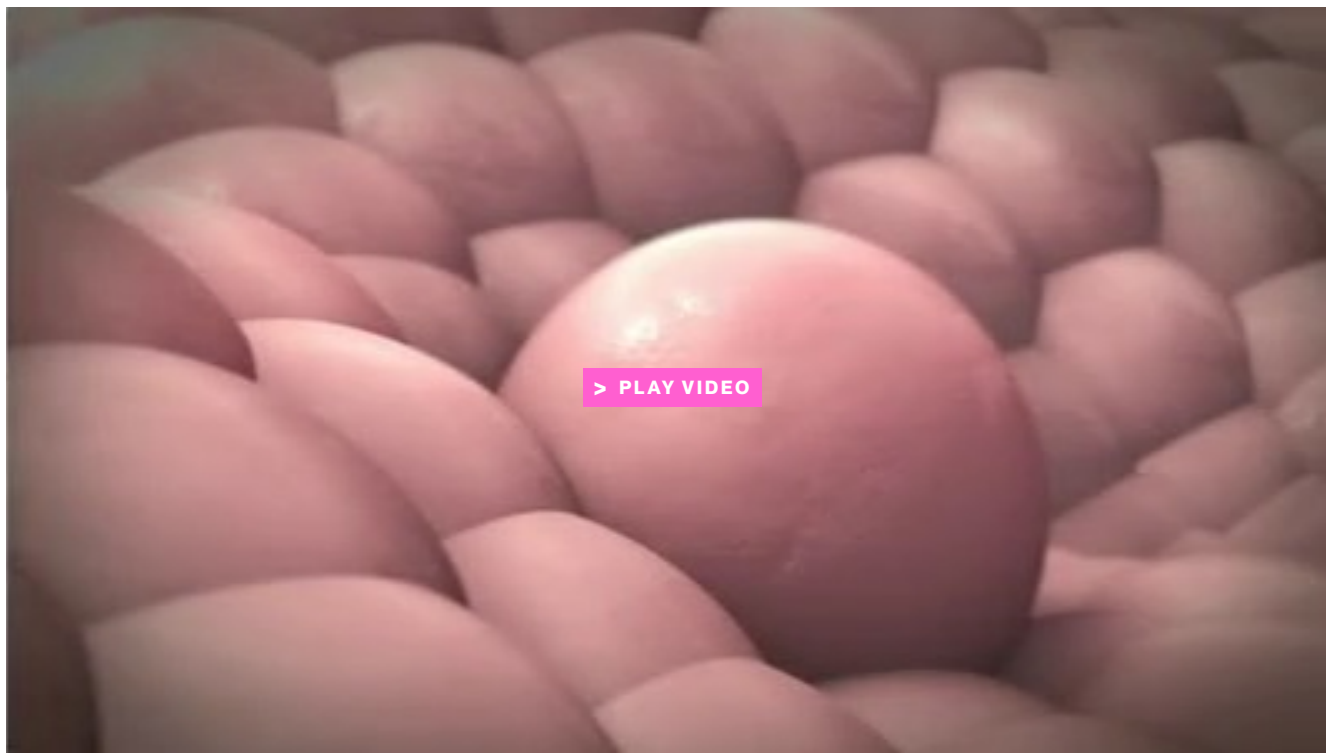
Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

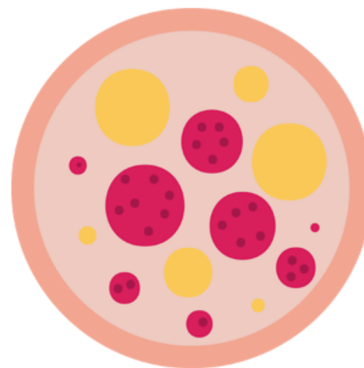
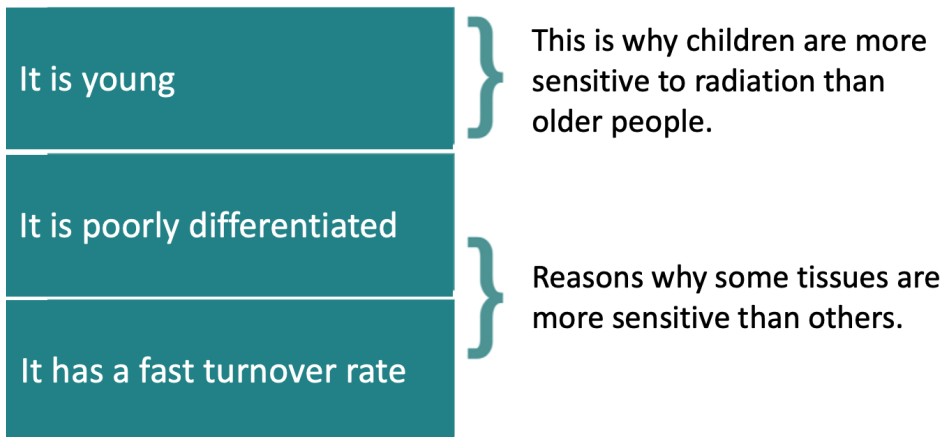
Referințe

Testează-ți cunoștințele



<=> ATENȚIE

O celulă este mai sensibilă la radiații atunci când:



Legea lui **Bergonie și Tribondeau** afirmă că radiosensibilitatea unui țesut biologic este direct proporțională cu activitatea mitotică a acestuia și invers proporțională cu gradul

de diferențiere a celulelor sale. Cu alte cuvinte, o rată ridicată de proliferare a celulelor și o rată ridicată de creștere a țesuturilor determină o radiosensibilitate crescută.

Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Efectele expunerii la radiații

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Caracteristici ale efectelor radiațiilor

<!=> ATENȚIE

Efectele radiațiilor asupra sistemelor biologice variază în funcție de tipul de radiație, doză, durata expunerii și sistemul biologic expus.

Efectele radiațiilor pot fi clasificate ca fiind **stocastice** (întâmplătoare) versus **deterministe**, **acute** versus **cronice**, **directe** versus **indirecte**, **sistemice** versus **localizate**.

>|< COMPARAȚI

DETERMINISTIC versus STOCHASTIC		
	DOSE LEVEL	« High » doses
	THRESHOLD	Threshold demonstrated (General value: 0,5 Gy)
	MECHANISMS	Cellular destruction: loss of functionality of a tissue/organ
	DELAYS	Short
	VARIATION WITH DOSE	Severity
		Already at low doses
		No threshold demonstrated
		Cellular modification: induction of cancer, other somatic diseases
		Latency up to several years
		Probability of dying from cancer ↗ 5% / Sv

/ Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Caracteristici ale efectelor radiațiilor

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

>|< COMPARAȚII**Efecte acute versus cronice**

- / Efectele acute sunt rezultatul unei doze mari de radiații pe o perioadă scurtă de timp, ducând adesea la simptome imediate. Acestea pot include arsuri provocate de radiații, sindrom acut de radiații (ARS) și leziuni ale țesuturilor.
- / Efectele cronice rezultă în urma expunerii pe termen lung, la niveluri scăzute, manifestându-se adesea la ani de zile după expunere. Efectele cronice pot include cancer, boli cardiovasculare și cataractă.

Efecte directe versus indirecte > a se vedea pagina 18

- / Efecte directe => radiațiile ionizează direct atomii din ADN, ducând la mutații și moartea celulelor.
- / Efecte indirecte => radiațiile ionizează moleculele de apă din organism, producând radicali liberi care pot deteriora ADN-ul și alte structuri celulare.

Efecte sistemice versus localizate

- / Efectele sistemice apar atunci când radiațiile afectează întregul organism, cum ar fi îmbolnăvirea de radiații.
- / Efectele localizate apar atunci când doar o anumită zonă a corpului este expusă la radiații, cum ar fi leziuni localizate ale țesuturilor sau arsuri.

<!=> ATENȚIE**Efecte cumulative**

- / Expunerile repetate cresc riscul și gravitatea efectelor. Organismul are o anumită capacitate de a repara daunele provocate de radiații, dar expunerile repetate pot depăși aceste mecanisme.

Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție**CUPRINS:**

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

- / Caracteristici ale efectelor radiațiilor

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

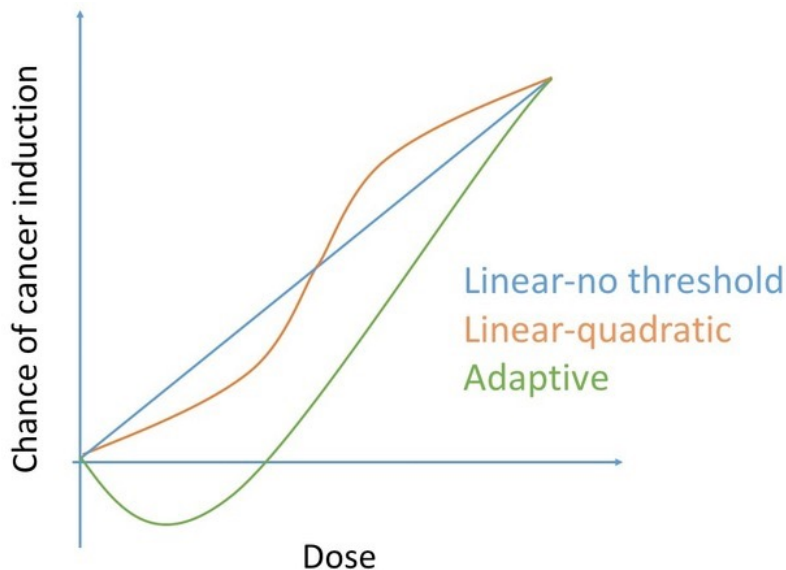
/ Efecte stocastice - Modelul liniar fără prag

<=> ATENȚIE

Există diferite modele utilizate în radioprotecție pentru a estima efectele stocastice ale radiațiilor ionizante asupra sănătății.

Cel mai acceptat model este modelul liniar fără prag (LNT).

LNT este utilizat de organismele de reglementare pentru formularea politicilor de sănătate.



Principii de **biologie**
a **radiațiilor** și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Efecte stocastice -
Modelul
liniar fără prag

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Diferitele modele utilizate în radioprotecție pentru estimarea efectelor stocastice ale radiațiilor.

Sursă: <https://radiopaedia.org/articles/5099>

/ Efecte stocastice - Risc atribuit pe toată durata vieții (LAR)

Risc atribuit pe durata vieții (LAR) = probabilitatea ca o persoană să dezvolte o anumită boală, de obicei cancer, din cauza expunerii la un agent periculos, cum ar fi radiațiile, pe durata vieții sale. Acesta reprezintă **riscul suplimentar față de riscul de bază** (riscul de a dezvolta boala fără nicio expunere la agentul periculos).

Principalele caracteristici ale LAR legate de radiații includ:

- / natura sa cumulativă, care reflectă riscul de îmbolnăvire ca urmare a expunerii la radiații de-a lungul vieții.
- / este o metrică bazată pe populație, derivată din studii precum cele privind supraviețuitorii bombei atomice.
- / variază în funcție de vârstă și sex și este cel mai adesea calculat pentru cancer, deși este aplicabil și altor boli.
- / Urmează o relație doză-răspuns, riscul crescând odată cu doza de radiații, iar este exprimată de obicei ca o probabilitate.

LAR este esențială în evaluările de risc pentru **efectele pe termen lung asupra sănătății ale radiațiilor** în diverse contexte și informează orientările stabilite de organismele de reglementare precum Agenția pentru Protecția Mediului (EPA) și Comisia Internațională pentru Protecția împotriva Radiațiilor ICRP.

Exemplu de calcul: dacă 100.000 de persoane expuse la radiații dezvoltă 500 de **cazuri suplimentare de cancer** => LAR pentru cancer = 0,5%.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

**Efecte asupra corpului
uman**

/ Efecte stocastice -
Risc atribuit pe toată
durata vieții (LAR)

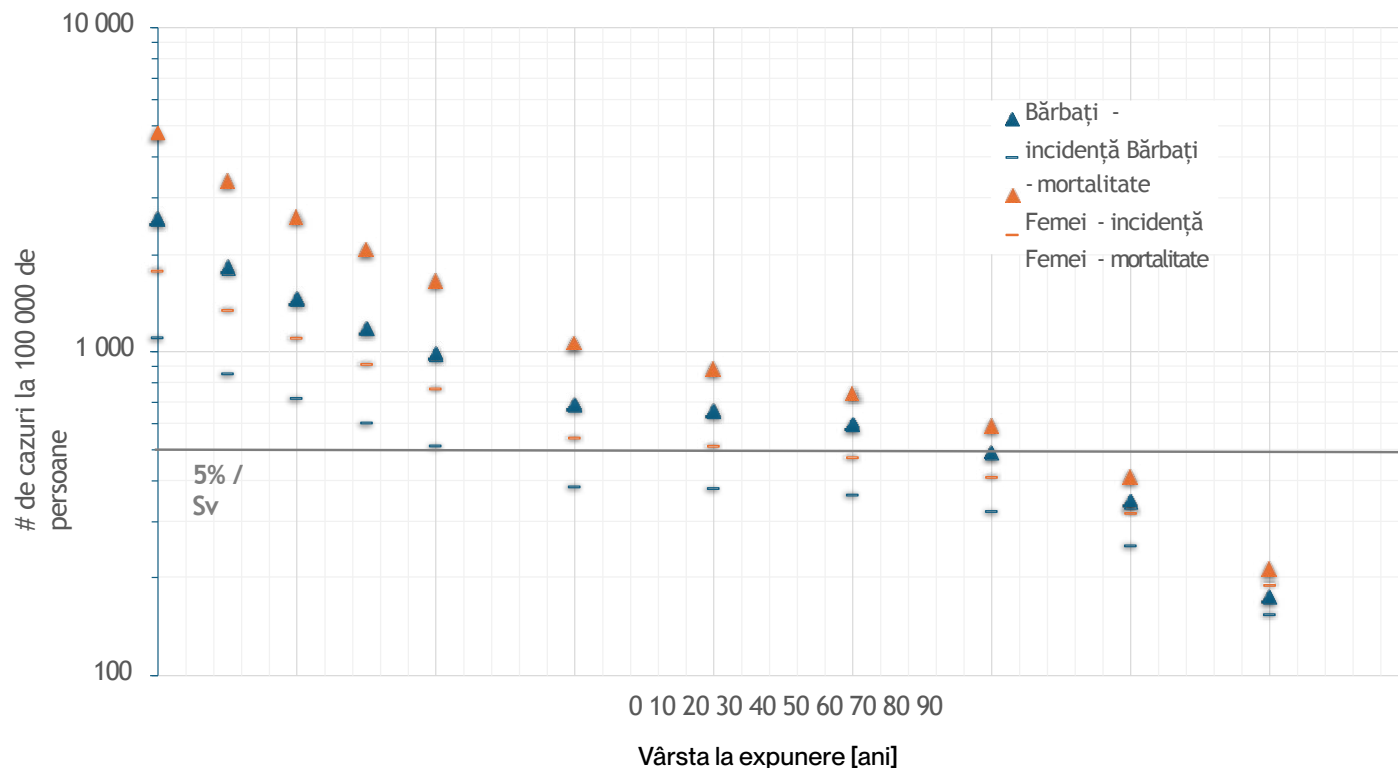
Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele



Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Efecte stocastice - Risc atribuit pe toată durata vieții (LAR)

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Risc atribuit pe durata vieții (LAR) de incidență/mortalitate a cancerului solid, pentru o doză unică de 0,1 Gy.

Sursa: Datele au fost extrase din tabelele 12D-1 și 12D-2 ale publicației: Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionising Radiation: BEIR VII - Faza 2

/ Efecte deterministe

<=> ATENȚIE

- / Efectele deterministe au un **prag** sub care efectul nu apare.
- / Atunci când apare efectul, **severitatea acestuia depinde de doza de radiații.**

Exemple de efecte deterministe și de apariție a apariție

EFFECTUL	PRAGUL DOZEI [GY]	DEBUTUL
Cataracta	0.5	Mai mulți ani
Eritem cutanat	2-6	Ore / săptămâni
Sterilitate	4-6 (masculin) 4-20 (feminin)	3 săptămâni < 1 săptămână
Căderea părului	7	3 săptămâni
Leziuni ireversibile ale pielii	18	> 10 săptămâni
Letalitate (iradiere a întregului corp)	3-5	30 - 60 de zile

/ Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Efecte deterministe

Surse de expunere și
ordinea magnitudiniiPrincipii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Expunere în utero

>|< COMPARAȚI

/ Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Expunere în utero

Surse de expunere și
ordinea magnitudiniiPrincipii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Ca și în cazul adulților, pentru **expunerea în utero**, există două tipuri de efecte posibile datorate radiațiilor ionizante:

Efecte deterministe :

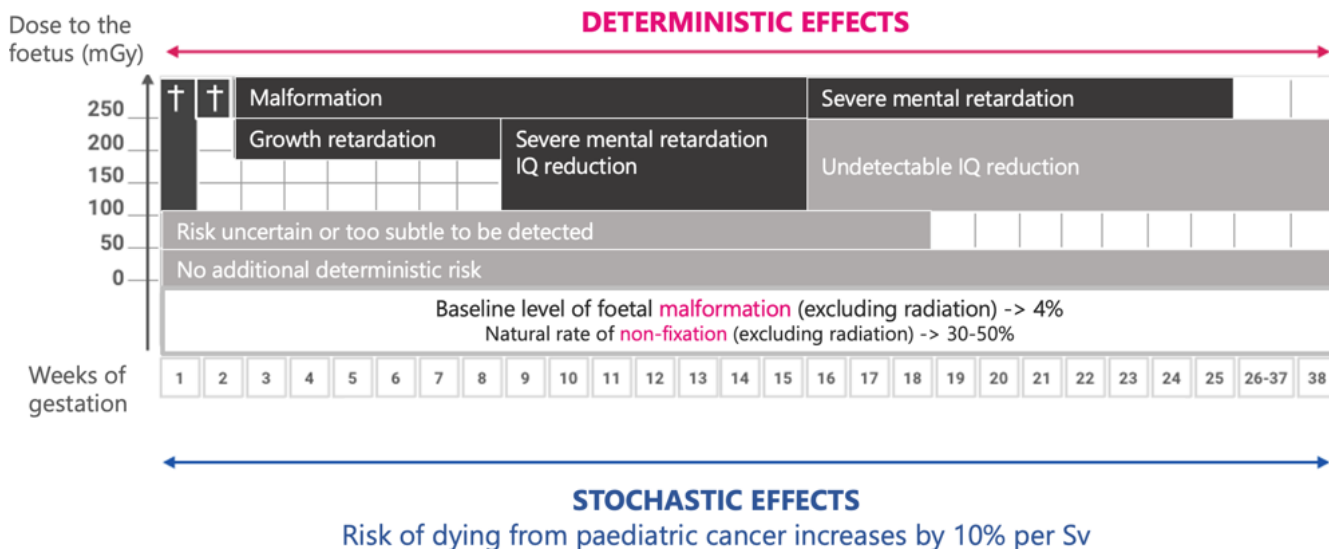
- / Efectele apar peste un prag de 100 mGy.
- / Efectele depind de stadiul sarcinii => diferite organe afectate (malformații, reducerea IQ).
- / Efectele cresc odată cu creșterea dozei.

Efecte stocastice :

- / Riscul stocastic este prezent din momentul implantării până la sfârșitul sarcinii.
- / Probabilitatea de apariție este mai mare pentru făt (10-20% per Sv) în comparație cu la adulți (5% per Sv).

/ Expunere in utero

Efectele depind de vârsta gestațională:



CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

/ Expunere in utero

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

**Surse de expunere și
ordinea magnitudinii**

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

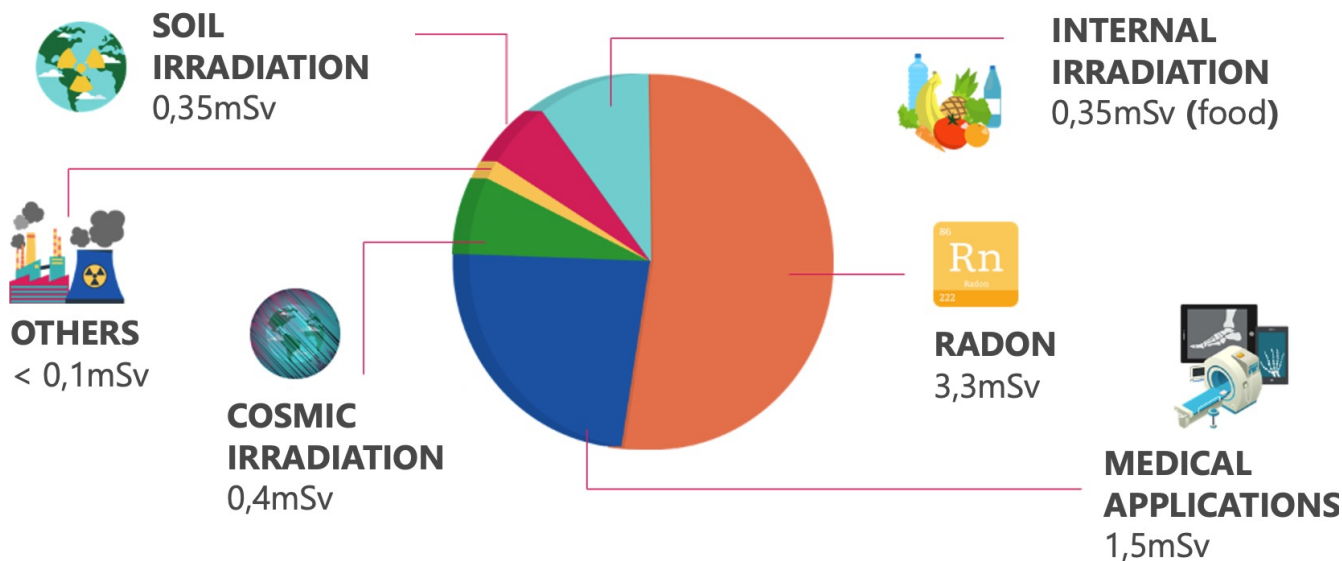
Testează-ți cunoștințele

/ Surse de expunere și ordinea mag- nitudinii

/ Surse de expunere la radiații

În fiecare zi, oamenii sunt expuși la radioactivitate, de origine naturală sau artificială.

Expunerea variază de la persoană la persoană, în funcție de locație și de stilul de viață.



Cifrele din această figură sunt prezentate pentru populația elvețiană. Doza medie anuală efectivă pe persoană în rândul populației elvețiene este de 6 mSv. Sursa: Datele au fost extrase din raportul BAG 2022 (valori rotunjite).

Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

/ Surse de expunere la radiații

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

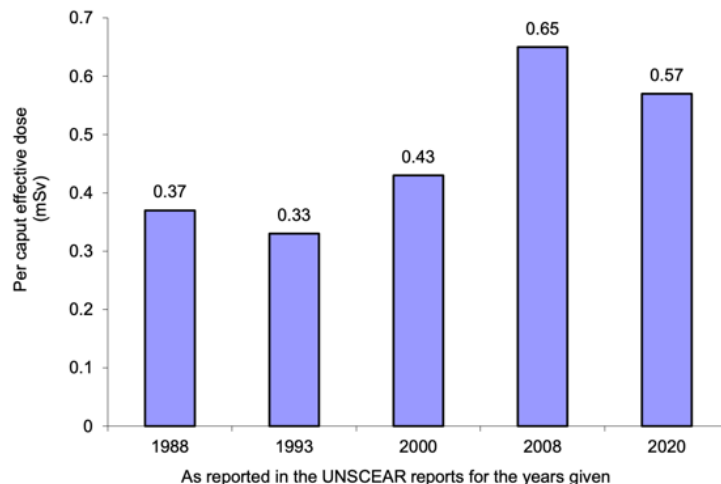
Testează-ți cunoștințele

/ Expunerea medicală globală la radiații

Expunerea medicală este cea mai mare sursă umană de expunere la radiații la nivel global.

- / Aproximativ 4,2 miliarde de examinări radiologice medicale au fost efectuate în 2020 pentru o populație globală de 7,3 miliarde, contribuind la o doză colectivă semnificativă de radiații
- / Populația globală a primit o **doză efectivă pe cap de locuitor de 0,57 mSv** din aceste proceduri medicale în 2020, excluzând radioterapia.
- / Există un grad ridicat de **incertitudine** ($\pm 30\%$) în aceste estimări din cauza lipsei de date și a variațiilor dozei per examinare în diferite regiuni. Datele **nu iau** în considerare expunerea profesională la radiații.

Annual effective dose per caput from different UNSCEAR medical exposure evaluations



CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

/ Expunerea medicală globală la radiații

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

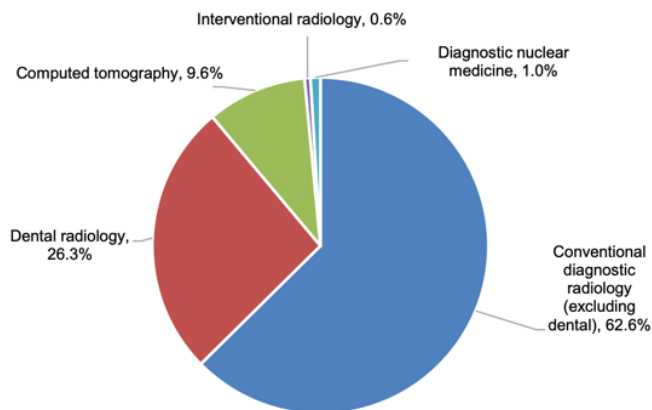
Referințe

Testează-ți cunoștințele

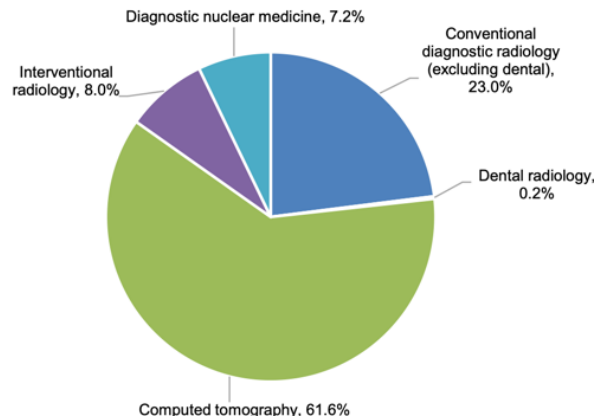
Sursa : Raportul UNSCEAR 2020/2021 - Volumul 1 Anexa științifică A.
https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol.I.pdf

Proceduri medicale și doză pe modalitate de imagistică (cu excepția radioterapiei)

(a) Examinări/proceduri



(b) Doza colectivă eficientă



CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

/ Expunerea medicală globală la radiații

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Distribuția examinărilor/procedurilor în funcție de modalitatea de imagistică (a) și contribuțiile acestora la doza efectivă colectivă din expunerile medicale, cu excepția radioterapiei (b). Sursa: Raportul UNSCEAR 2020/2021 - Volumul 1 Anexa științifică A.

https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol.I.pdf

/ Exemple de doze eficiente de radiații pentru diferite modalități de imagistică la adulți

/ Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

/ Exemple de doze eficiente de radiații pentru diferite modalități de imagistică la adulți

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele



TIPUL DE EXAMINARE RADIOLOGICĂ	DOZA EFECTIVĂ (MSV)	CORESPUNDE IRADIERII NATURALE ÎN TIMPUL
Raze X ale extremități (mână, picior)	0.001	2 ore
Raze X dentare	< 0.01	< 1 zi
Radiografie toracică	0.05	4 zile
Radiografia capului	0.05	4 zile
Mamografie (4 achiziții)	0.1	8 zile
Radiografie abdominală	0.7	2 luni
Radiografie pelviană	1	3 luni
Scanare CT a capului	2	6 luni
Scanare CT toracică	3.5	1 an
AScanare CT abdominală	8	2 ani

/ Ordine de mărime

Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

**Surse de expunere și
ordinea magnitudinii**

/ Ordine de mărime

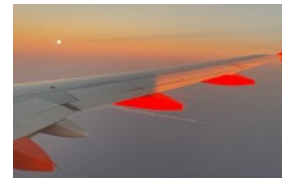
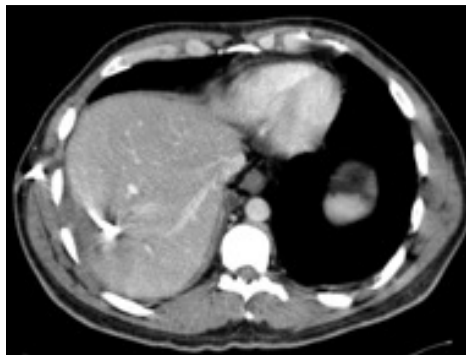
Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

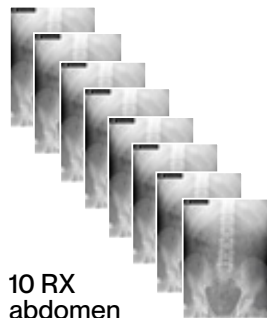
Testează-ți cunoștințele

1 CT abdomen ≈ 8 mSv (1 achiziție)

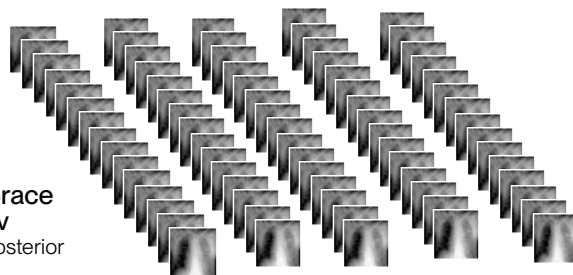


≈ 100 flights GVA $\rightarrow$ JFK

GENEVA $\rightarrow$ NEW YORK
Doza primită de la zbor =
0,0432 mSv
Timpul de zbor = 9h



10 RX
abdomen
 ≈ 0.8 mSv



80 RX torace
 $\approx 0,1$ mSv
(anterior-posterior
și profil)

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

**Principii de
radioprotecție**

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Principii de radioprotecție

/ Context științific, doctrină, standarde și legislație



CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

/ Context științific, doctrină, standarde și legislație

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Studii științifice internaționale:

un consens științific este dezvoltat la nivel internațional pe baza studiilor efectuate în diferite țări
-> de ex. UNSCEAR*

Principii generale, doctrină:

pe baza unor considerente științifice, economice și sociale, Comisia internațională de protecție radiologică (ICRP) propune o metodă de gestionare a riscului radiologic.

Standarde prereglementare:

Agențiile guvernamentale internaționale (AIEA**, Euratom***) elaborează standarde destinate statelor, care sunt mai mult sau mai puțin obligatorii din punct de vedere juridic.

Legislație națională:

Reglementările naționale urmăresc să protejeze lucrătorii, membrii publicului și pacienții expuși la radiații ionizante



* Comitetul științific al Organizației Națiunilor Unite privind efectele radiațiilor atomice (UNSCEAR), înființat în 1955, colectează și analizează date din diverse surse, efectuează studii științifice privind impactul biologic al radiațiilor și evaluează riscurile asociate pentru sănătate. Acesta oferă consultanță științifică Organizației Națiunilor Unite (ONU), ghidând standardele internaționale de protecție împotriva radiațiilor. Aceasta publică rapoarte cuprinzătoare utilizate de guverne și cercetători din întreaga lume și colaborează cu organizații precum AIEA și OMS pentru a se asigura că standardele globale sunt bazate pe cele mai bune dovezi științifice.

** Agenția Internațională pentru Energie Atomică (AIEA), înființată în 1957, promovează utilizarea pașnică a energiei nucleare și previne proliferarea armelor nucleare. În calitate de agenție independentă a ONU, AIEA sprijină țările în utilizarea energiei nucleare pentru electricitate, medicină și agricultură, asigurând în același timp siguranța și securitatea prin standarde internaționale. AIEA pune în aplicare garanții pentru a verifica neproliferarea, sprijină cercetarea științifică și oferă formare. Ea colaborează la nivel internațional pentru a promova utilizarea sigură a tehnologiei nucleare în scopul dezvoltării și sănătății la nivel mondial.

*** Euratom, înființată în 1957, este Comunitatea Europeană a Energiei Atomice, axată pe coordonarea și promovarea utilizării pașnice a energiei nucleare în rândul statelor membre ale UE. Funcțiile sale cheie includ asigurarea securității nucleare, sprijinirea cercetării și dezvoltării, protejarea materialelor nucleare, reglementarea aprovizionării cu combustibil nuclear și reprezentarea membrilor în cadrul acordurilor internaționale. Funcționând în conformitate cu propriul său cadru juridic, Euratom rămâne esențială pentru siguranța nucleară, cercetare și reglementare în cadrul UE, în ciuda orientării către politici energetice durabile.

Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului, 5 decembrie 2013

<=> ATENȚIE

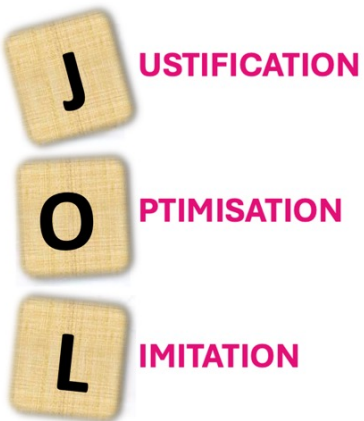
/ Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CAPITOLUL III

SISTEMUL DE RADIOPROTECȚIE

Articolul 5

Principiile generale ale radioprotecției



CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

/ Context științific, doctrină, standarde și legislație

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Sursă: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/directive-2013-59-euratom-protection-against-ionising-radiation>

/ Justificare

<=> ATENȚIE

O activitate este justificată

EXEMPLE:

/ atunci când **beneficiile** asociate acesteia **depășesc** în mod clar **daunele** cauzate de radiații și

/ Reducerea unei fracturi cu ajutorul unui dispozitiv fluoroscopic.

/ atunci când **nu există o alternativă** care să fie în general mai favorabilă pentru oameni și pentru mediu.

/ Stabilirea unui diagnostic cu ajutorul unui scanner CT.

Acest principiu poate fi sintetizat prin fraza:

"Fă mai mult bine decât rău"



Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

**Principii de
radioprotecție**

/ Justificare

Mesaje de luat acasă

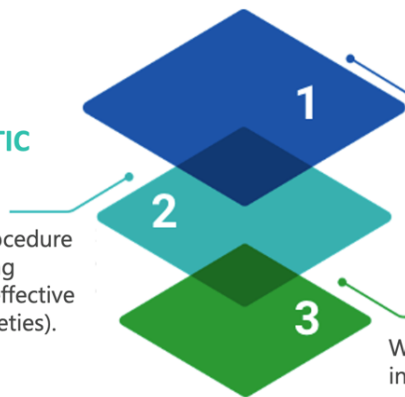
Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Justificare - Trei niveluri de justificare în medicină

JUSTIFICATION OF DIAGNOSTIC OR THERAPEUTIC PROCEDURES

The widespread application of a procedure must be justified → no other existing procedure with less radiation is as effective (recommendations of scientific societies).



FUNDAMENTAL JUSTIFICATION

The society considers that the use of ionising radiation is justified when it allows a diagnosis to be made or a pathology to be treated.

JUSTIFICATION OF INDIVIDUAL APPLICATIONS

When a physician prescribes or performs examinations involving ionising radiation, he/she must consider the available diagnostic information and the patient's medical history → to avoid unnecessary exposure.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

/ Justificare - Trei niveluri de justificare în medicină

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Medicii **care prescriu** proceduri de iradiere și medicii care le **efectuează** sunt responsabili pentru aplicarea principiului justificării.

/ Optimizare

<!=> ATENȚIE

/ Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

**Principii de
radioprotecție**

/ Optimizare

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Principiul optimizării este denumit și principiul ALARA :

As
Low
As
Reasonably
Achievable



- / Trebuie găsit un raport optim beneficiu/risc.
- / Aspectele economice și sociale trebuie, de asemenea, luate în considerare.

Acest lucru implică optimizarea procedurilor, utilizarea măsurilor de protecție și eforturi continue pentru a minimiza expunerea. Expunerea la radiații ar trebui să fie limitată la niveluri inferioare limitelor de doză stabilite de organismele de reglementare.

/ Optimizare - Ocupațional

<=> ATENȚIE

Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

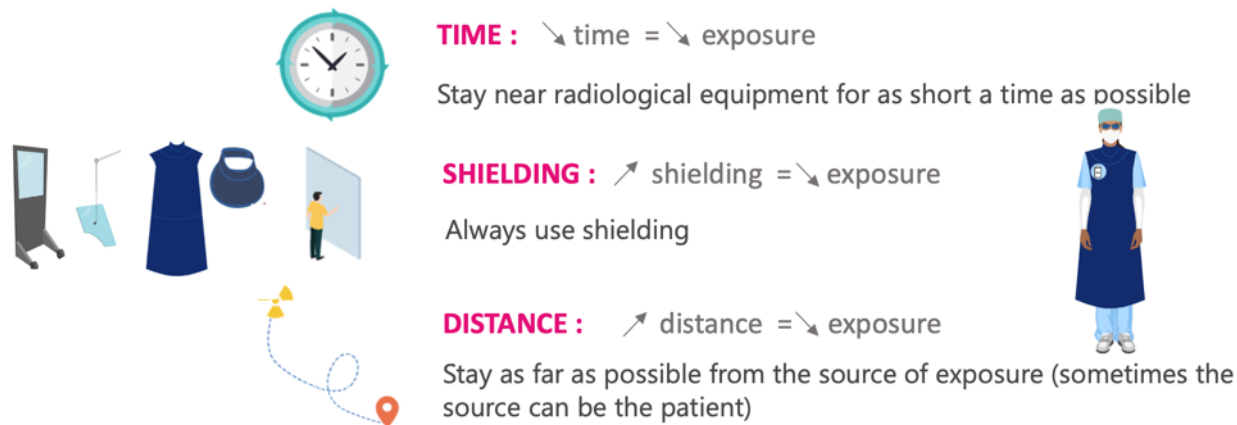
/ Optimizare - Ocupațional

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Există 3 reguli fundamentale de radioprotecție pentru personalul expus profesional:



Alte măsuri de protecție împotriva radiațiilor includ:

- / monitorizarea continuă a nivelului de radiații la locul de muncă
- / utilizarea **dozimetrelor personale** pentru a urmări expunerea individuală și supravegherea periodică a sănătății personalului expus la radiații
- / **formare adecvată** privind riscurile radiațiilor, procedurile de siguranță și utilizarea corectă a echipamentului de protecție, precum și formare continuă privind **cele mai bune practici și modificările aduse reglementărilor sau tehnologiei**

/ Optimizare - Pacienți

<!=> ATENȚIE

/ Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

**Principii de
radioprotecție**

/ Optimizare - Pacienți

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Listă neexhaustivă de acțiuni pentru optimizarea expunerii pacienților la radiații:

- / Minimizați numărul de achiziții/proiecții/imagini.
- / Colimare.
- / Poziționarea adecvată a pacientului (PA vs AP, centrare etc.).
- / Optimizarea protocolului.
- / Punerea în aplicare a tehnologiilor moderne de reducere a dozelor, cum ar fi controlul automat al expunerii și modularea curentului tubului în funcție de organ.
- / Filtrare selectivă, parametri de expunere corespunzători.
- / Reconstrucție iterativă.
- / Stabilirea și monitorizarea nivelurilor de referință pentru diagnostic (DRL)*.
- / Comunicarea cu pacienții pentru a încuraja cooperarea acestora.

* a se vedea pagina următoare

Nivelurile de referință pentru diagnostic (DRL) sunt o parte esențială a asigurării siguranței pacienților în imagistica medicală. Acestea contribuie la prevenirea expunerii inutile la radiații prin furnizarea unui punct de referință pentru doza tipică utilizată în procedurile comune de diagnosticare, încurajând optimizarea continuă a practicilor de imagistică.

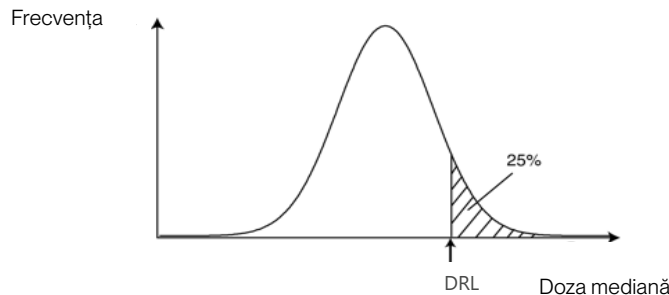
DRL-urile **sunt**:

- / generic pentru un colectiv de pacienți.
- / specifice modalității.
- / specifice regiunii anatomice.

DRL-urile **nu sunt**:

- / o limită între bunele și relele practici.
- / o limită a dozei.
- / destinate a fi aplicate pacienților individuali și examene individuale

- / **DRL naționale (NDRL)** sunt stabilite prin intermediul unui sondaj național prin adoptarea **valorii celei de-a treia cuartile** a distribuției dozelor mediane.
- / **DRL locale (LDRL)** corespund practicii locale a unei instituții/grupului de instituții prin adoptarea valorii celei de-a treia cuartile a dozelor mediane; fiecare centru de imagistică trebuie să își stabilească propriile **LDRL** sau "**doze standard de diagnostic - DSD**".



- / Ar trebui efectuată o **comparație** între DSD și NDRL și ar trebui puse în aplicare posibile măsuri corective.
- / În cazul depășirii NDRL, trebuie efectuată o analiză.
- / Revizuirea DRL (NDRL și LDRL) este un proces iterativ.

Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de **radioprotecție**

/ Optimizare - Pacienți

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

În prezent, există un **consens** al principalelor organisme implicate în securitatea radiațiilor și imagistică.

Gonad and Patients Shielding Group (GAPS): European Consensus



CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

/ Optimizare - Pacienți

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

Lucrările și recomandările lor au fost publicate în diferite reviste științifice pentru o mai bună accesibilitate.

Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

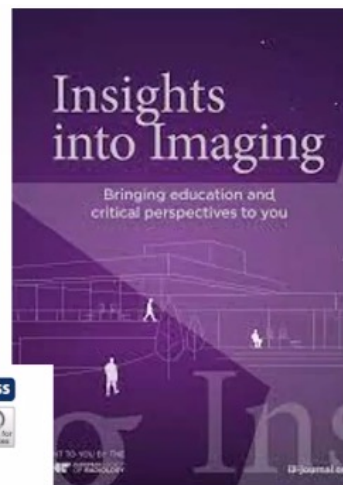
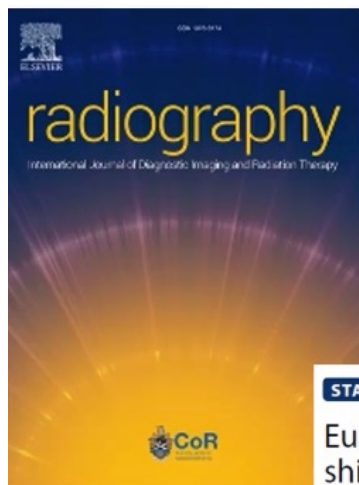
Principii de radioprotecție

/ Optimizare - Pacienți

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele



STATEMENT **Open Access**

European consensus on patient contact shielding

Peter Hiles^{1*}, Patrick Gilligan^{2,3}, John Damilakis^{4,5}, Eric Briers⁶, Cristian Candela-Juan^{2,7}, Dario Faj^{8,9}, Shane Foley^{10,11}, Guy Frija^{4,12}, Claudio Granata^{13,14}, Hugo de las Heras Gala^{2,15}, Ruben Pauwels¹⁶, Marta Sans Merce^{8,17}, Georgios Simantirakis^{8,18} and Eliseo Vano^{4,19}

*Correspondence: peter.hiles@glasgow.ac.uk

1Glasgow School of Medicine, Glasgow, UK

2Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

3Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

4Department of Radiology, University of Athens Medical School, Athens, Greece

5Department of Radiology, University of Athens Medical School, Athens, Greece

6Department of Radiology, University of Athens Medical School, Athens, Greece

7Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

8Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

9Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

10Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

11Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

12Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

13Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

14Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

15Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

16Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

17Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

18Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

19Hospital General de Valencia, Valencia, Spain

<=> REFERINȚE

Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, Foley S, Frija G, Granata C, de Las Heras Gala H, Pauwels R, Sans Merce M, Simantirakis G, Vano E. Consens european privind ecranarea contactului cu pacientul. Insights Imaging. 2021 Dec 23;12(1):194. doi: 10.1186/s13244-021-01085-4. PMID: 34939154; PMCID: PMC8695402.

<!=> ATENȚIE

Principii de **biologie
a radiațiilor** și de
radioprotecție

Acesta este rezultatul consensului privind ecranarea contactului cu pacientul:

Table 1 Rationale for consensus statements

Rationale	Consensus Recommendation	Symbol
Evidence that using patient contact shielding is beneficial and effective	'Should use shielding'	
General agreement favours usefulness of patient contact shielding in some circumstances	'May use shielding'	
Evidence or general agreement not to use patient contact shielding	'Not recommended to use shielding'	

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

**Principii de
radioprotecție**

/ Optimizare - Pacienți

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

<∞> REFERINȚE

Tabel reproduș din: Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, Foley S, Frija G, Granata C, de Las Heras Gala H, Pauwels R, Sans Merce M, Simantirakis G, Vano E. Euro-pean consensus on patient contact shielding. Insights Imaging. 2021 Dec 23;12(1):194. doi: 10.1186/s13244-021-01085-4. PMID: 34939154; PMCID: PMC8695402.

Acesta este rezultatul consensului privind ecranarea contactului cu pacientul:

<=> ATENȚIE

Protejarea pacientului nu este recomandată în general pentru majoritatea modalităților de imagistică, dar poate fi utilizată în anumite situații specifice

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Thyroid contact shielding	Radiography, Mammography, Fluoroscopy, CT	Outside	'Not recommended to use shielding'	
Thyroid contact shielding	Dental intraoral and cephalometric radiography	Outside	'May use shielding'	
Thyroid contact shielding	CBCT	Outside	'May use shielding'	
Thyroid contact shielding	All X-ray (except Ceph.)	Inside	'Not recommended to use shielding'	
Thyroid contact shielding	Cephalometric radiography	Inside	'May use shielding'	

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Embryo / Fetal contact shielding	All X-ray	Inside	'Not recommended to use shielding'	
Embryo / Fetal contact shielding	Radiography, Mammography, Fluoroscopy, Dental Radiography, CT	Outside	'Not recommended to use shielding'	

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Breast contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Eye lens contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Male and female gonad contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	

Principii de biologie a radiațiilor și de radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

/ Optimizare - Pacienți

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

<=> REFERINȚE

Tabel reproduș din: Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, Foley S, Frija G, Granata C, de Las Heras Gala H, Pauwels R, Sans Merce M, Simantirakis G, Vano E. European consensus on patient contact shielding. Insights Imaging. 2021 Dec 23;12(1):194. doi: 10.1186/s13244-021-01085-4. PMID: 34939154; PMCID: PMC8695402.

/ Limitare

<=> ATENȚIE

Principiul limitării constă în stabilirea **valorilor dozelor limită**, indicate în legislația națională. Au fost definite trei categorii de persoane expuse:



**LUCRĂTOR EXPUS
PROFESIONAL**

20 mSv/an corp întreg
20 mSv/an cristalin ocular
500 mSv/an pentru extremități



**PUBLIC + FEMEI GRAVIDE
EXPUSE PROFESIONAL**

1 mSv/year



PACIENT

Fără limită de doză
Principiul se aplică justificarea.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

**Principii de
radioprotecție**

/ Limitare

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Limitare - Personal expus profesional

<=> ATENȚIE

Principii de **biologie a radiațiilor** și de **radioprotecție**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

/ Limitare - Personal expus profesional

Mesaje de luat acasă

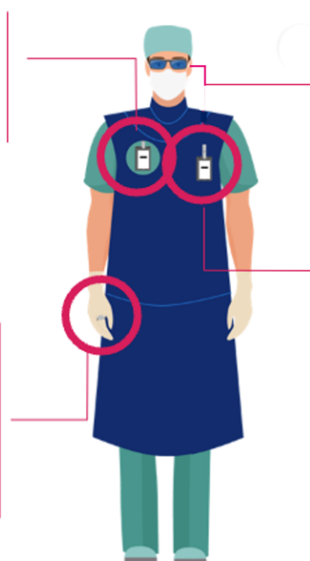
Referințe

Testează-ți cunoștințele

Lucrătorii expuși profesional trebuie să poarte diferite dozimetre în funcție de tipul de activitate desfășurată.

The **whole-body dosimeter** is placed at the chest level (or at the abdominal level for pregnant workers) under the apron. Used to estimate the **effective dose**.

The **extremity dosimeter** is placed on the finger to estimate the **dose to the hands**. Normally required when performing interventional procedures or activities with open sources (i.e. Nuclear Medicine). Used to estimate the extremity dose.



The **dosimeter placed at the eyes level** provides an estimation the **dose to the eye lens**.

The **over apron dosimeter** provides an estimation of the **dose for the organs placed outside the apron**. It can also be used, depending on the local legislation, to estimate **more accurately** the effective dose or even the dose to the eye lens.

/ Mesaje de luat acasă

<!=> ATENȚIE

/ Principii de **biologie**
a radiațiilor și de
radioprotecție

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
umanSurse de expunere și
ordinea magnitudiniiPrincipii de
radioprotecție**Mesaje de luat acasă**

Referințe

Testează-ți cunoștințele

- / Există diferite tipuri de radiații ionizante.
- / Doza absorbită (D) este definită ca energia transmisă de radiațiile ionizante pe unitatea de masă a materialului iradiat, fiind singura mărime măsurabilă.
- / Doza echivalentă (H) este produsul dintre doza absorbită înmulțită cu factorul de ponderare a radiațiilor.
- / Doza efectivă (E) este suma produsului dintre doza echivalentă pentru fiecare organ înmulțită cu factorul de ponderare corespunzător.
- / Radiațiile pot afecta celula direct sau indirect.
- / Există două efecte caracteristice ale radiațiilor ionizante: deterministe și stocastice.
- / Modelul liniar fără prag este cel mai acceptat model pentru estimarea efectelor stocastice ale radiațiilor ionizante asupra sănătății.
- / Cu toții suntem expuși la radiații naturale.
- / Medicii care prescriu proceduri iradiante și medicii care le efectuează sunt responsabili pentru aplicarea principiului justificării.
- / Optimizarea este realizată în conformitate cu principiul ALARA (As Low As Reasonably Achievable).
- / Există limite de doză pentru lucrătorii expuși profesional și pentru public, dar nu și pentru pacient. Pentru pacient, se aplică principiile de justificare și optimizare.

/ Referințe

- / 1. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionising Radiation: BEIR VII – Phase 2. 2006. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/11340/health-risks-from-exposure-to-low-levels-of-ionising-radiation>
- / 2. Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse – Résultats 2022. May 2023.
- / 3. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
- / 4. ICRP, 2000. Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1).
- / 5. ICRP, 2017. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).
- / 6. European consensus on patient contact shielding. Peter Hiles, Patrick Gilligan, Shane Foley, Guy Frijia, Claudio Granata, Hugo de las Heras Gala, Ruben Pauwels, Marta Sans Merce, Georgios Simantirakis, Eliseo Vano. Insights into Imaging 12 (2021) 194 / Physica Medica 96 (2022) 198 / Radiography 28 (2022) 353.
<https://doi.org/10.1186/s13244-021-01085-4>
<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.12.006>
<https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.12.003>

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

/ Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> ÎNTREBĂRI

1

Odată iradiat, ADN-ul unei celule poate (mai multe răspunsuri posibile):

- ☐ Să nu se repare și să provoace moartea celulei.
- ☐ Să repare toate daunele fără efecte secundare.
- ☐ Să se repare prin greșeli (mutații).

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

1

Odată iradiat, ADN-ul unei celule poate (mai multe răspunsuri posibile):

- Să nu se repare și să provoace moartea celulei.
- Să repare toate daunele fără efecte secundare.
- Să se repare prin greșeli (mutații).

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

/ Testează-ți cunoștințele

<?> ÎNTREBĂRI

2 Pragul general pentru apariția efectelor deterministe este:

- ☐ 0.5 Gy
- ☐ 20 mSv
- ☐ Fără prag

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

2 Pragul general pentru apariția
efectelor deterministe este:

- ☒ 0.5 Gy
- ☐ 20 mSv
- ☐ Fără prag

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

/ Testează-ți cunoștințele

<?> ÎNTREBĂRI

3 Efectele stocastice reprezintă (mai multe răspunsuri posibile):

- ☐ O creștere a riscului de apariție a cancerului de 10 până la 20% per Sievert la făt.
- ☐ O creștere a riscului de apariție a cancerului de 5% per Sievert la adulți.
- ☐ Apariția efectelor asupra țesuturilor de îndată ce se depășește o doză prag.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

3 Efectele stocastice reprezintă (mai multe răspunsuri posibile):

- O creștere a riscului de apariție a cancerului de 10 până la 20% per Sievert la făt.
- O creștere a riscului de apariție a cancerului de 5% per Sievert la adulți.
- Apariția efectelor asupra țesuturilor de îndată ce se depășește o doză prag.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> ÎNTREBĂRI

4

O singură iradiere a pielii cu 2 Gy poate provoca pe termen scurt:

- ☐ Nicio reacție.
- ☐ Necroza țesuturilor.
- ☐ Eritem trecător.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

4

O singură iradiere a pielii cu 2 Gy poate provoca pe termen scurt:

- ☐ Nicio reacție.
- ☐ Necroza țesuturilor.
- ☒ Eritem trecător.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

Principii de **biologie**
a **radiațiilor** și de
radioprotecție

<?> ÎNTREBĂRI

5

Principii de radioprotecție:

- ☐ Timp, ecranare, distanță.
- ☐ Justificare, optimizare și limitare.
- ☐ Justificare, optimizare, limitare și formare.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

5

Principii de radioprotecție:

- ☐ Timp, ecranare, distanță.
- ☒ Justificare, optimizare și limitare.
- ☐ Justificare, optimizare, limitare și formare.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

/ Testează-ți cunoștințele

<?> ÎNTREBĂRI

6 Nivelurile de referință pentru diagnosticare:

- ☐ Acestea reprezintă limita dozei pentru pacient.
- ☐ Sunt independente de regiunea anatomică.
- ☐ Sunt un instrument de optimizare a dozei pacientului.
- ☐ Dacă este depășită pentru un pacient, aceasta indică o practică greșită.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului
uman

Surse de expunere și
ordinea magnitudinii

Principii de
radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

**Testează-ți
cunoștințele**

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

6 Nivelurile de referință pentru diagnosticare:

- ☐ Acestea reprezintă limita dozei pentru pacient.
- ☐ Sunt independente de regiunea anatomică.
- ☒ Sunt un instrument de optimizare a dozei pacientului.
- ☐ Dacă este depășită pentru un pacient, aceasta indică o practică greșită.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> ÎNTREBĂRI

7 Limitele de expunere la radiații (sunt posibile mai multe răspunsuri):

- ☐ Nu există nicio limită a dozei de radiații pentru pacient.
- ☐ Limita pentru personalul expus profesional este de 1 mSv pe lună.
- ☐ Limita pentru personalul expus profesional este de 20 mSv pe an.
- ☐ Nu există nicio limită a dozei de radiații pentru populație.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

/ Testează-ți cunoștințele

<?> RĂSPUNS

7 Limitele de expunere la radiații (sunt posibile mai multe răspunsuri):

- ☒ Nu există nicio limită a dozei de radiații pentru pacient.
- ☐ Limita pentru personalul expus profesional este de 1 mSv pe lună.
- ☒ Limita pentru personalul expus profesional este de 20 mSv pe an.
- ☐ Nu există nicio limită a dozei de radiații pentru populație.

CUPRINS:

Radiații ionizante

Cuantificarea dozei

Efecte asupra corpului uman

Surse de expunere și ordinea magnitudinii

Principii de radioprotecție

Mesaje de luat acasă

Referințe

Testează-ți cunoștințele

