

Медицински факултет
Катедра по хигиена
проф. д-р Гордана Ристовска

**Здравствено - еколошки
аспекти на
јонизирачкото зрачење**

Јонизирачко зрачење

Основни поими

Радиоактивност - способност на поедини материи (радиоактивни материи - радионуклеиди) со спонтано распаѓање на нивните јадра да емитираат такво зрачење кое поседува доволно енергија да во интеракција со материјата низ која проаѓа, врши јонизација на живата материја.

При секоја таква промена се ослободува енергија која се манифестира како радијација, а процесот на премин во нова состојба се вика радиоактивен распад.

Јонизирачко зрачење

Време на полураспад - период потребен за распад на половина од било кој елемент.

- физичко време на полураспад - време за кое почетната радиоактивност ќе се намали за половина;

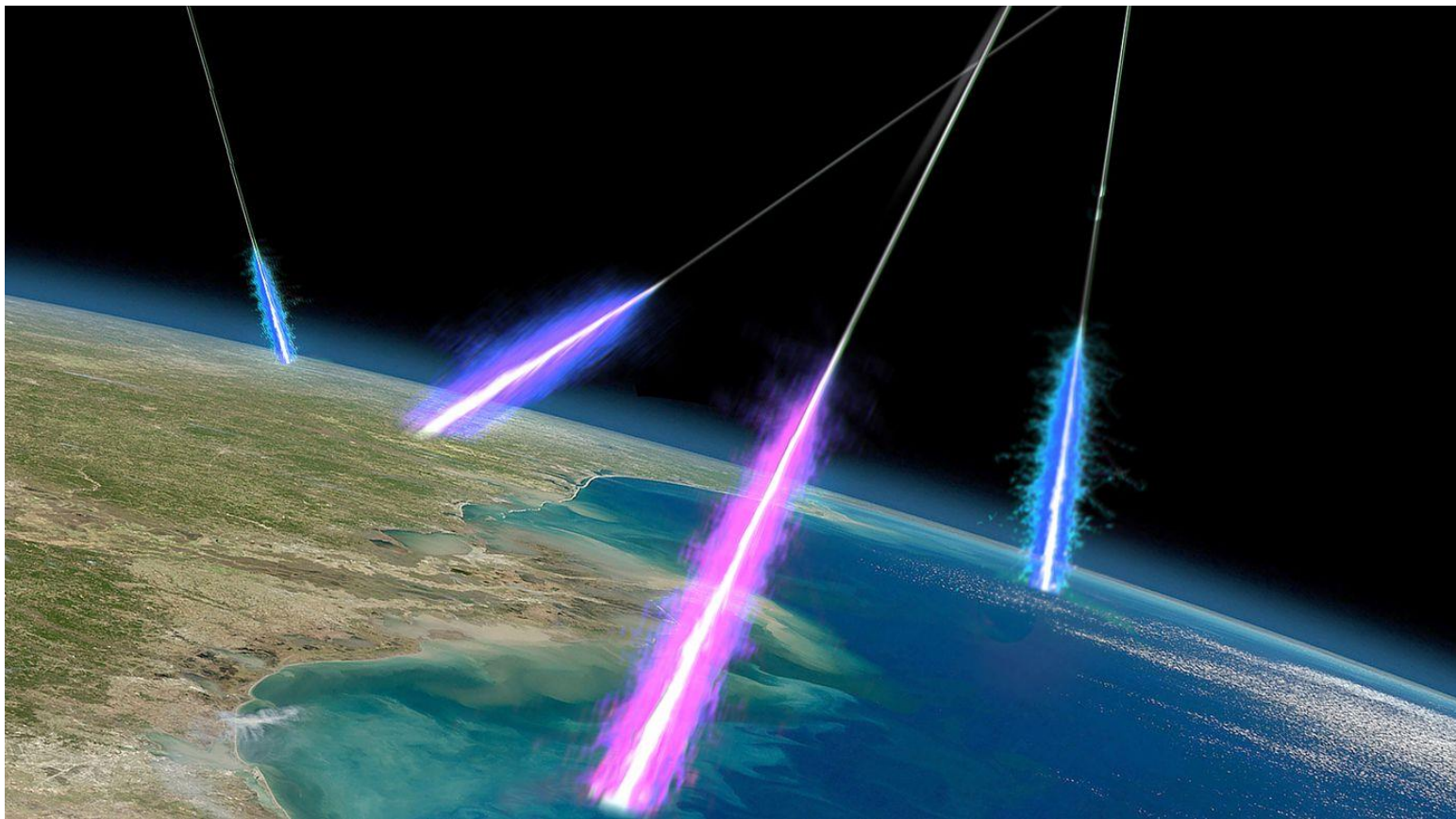
- биолошко време на полуелиминација - време потребно од организмот спонтано да се елиминира половина од радиоизотопот кој на било кој начин дошол

Јонизирачко зрачење

природни извори

- Радијацијата до површината на земјата допира од космосот (космичко зрачење) и од радиоактивниот материјал кој се наоѓа во земјината кора.
- Космичките зраци - директно ја озрачуваат земјата, стапувајќи во интеракција со атмосферата, при што се создаваат нови видови на радијација.

Космичко зрачење



<https://www.vox.com/the-highlight/2019/7/16/17690740/cosmic-rays-universe-theory-science>

Јонизирачко зрачење

космичко зрачење

- Нивото зависи од географската ширина на одредени реони, (половите примаат повеќе радијација, заради тоа што магнетното поле на земјата го менува правецот на наелектризираните честици содржани во зрачењето)
- Нивото се зголемува и со надморската висина, бидејќи густотот воздух делува како штит за разлика од разредениот воздух на големите височини

Јонизирачко зрачење природни извори

Друг природен извор е радијацијата од земјата (карпите, водата, воздухот).

Главни радиоактивни материјали во карпите се **K40** и **Rb87** и две фамилии на радиоактивни елементи кои настануваат со распаѓање на **Ураниум 238** и **Ториумот 232**, два долгоживечки радионуклеиди кои се задржале на земјата уште од нејзиното настанување.

Јонизирачко зрачење природни извори

Најголем дел од населението на земјата (95%) живее во области каде просечната доза изнесува од 0.3-0.6 mSv годишно, а само 3% се изложени на доза поголема од 1 mSv годишно.

Јагленот како и повеќе природни материјали исто така содржат трагови на древни радионуклеиди.

Согорувајќи, радионуклеидите се испуштаат во природната средина и можат штетно да делуваат на населението.

Со еден исклучок (радон) сите природни извори на земјата емитираат констатнтно ниво на зрачење во било кој географски локалитет

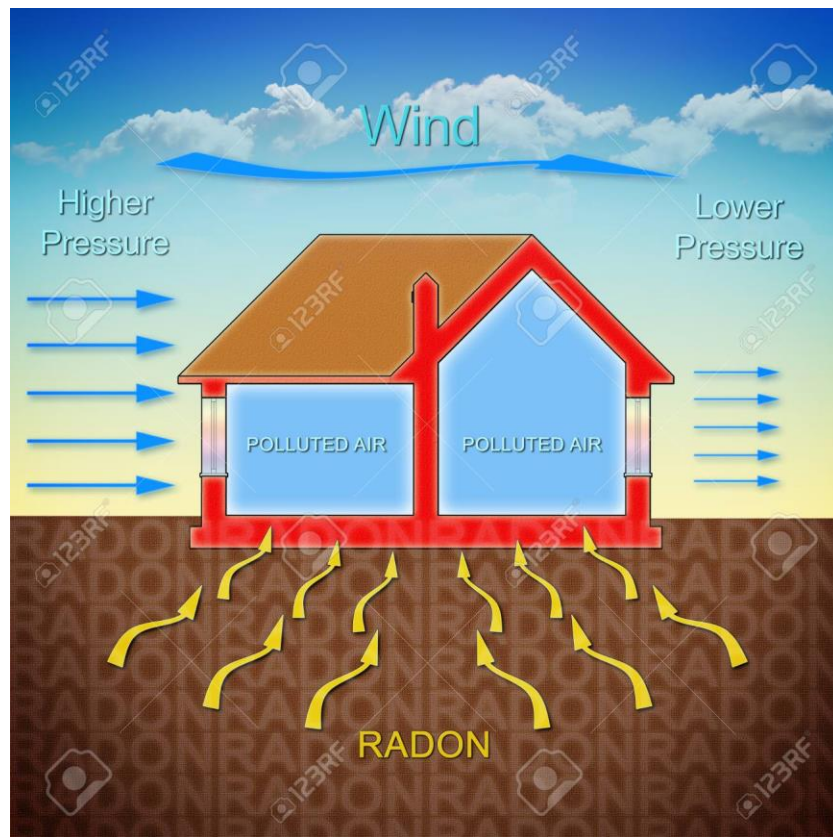
Јонизирачкото зрачење извори

Радон

- радиоактивен гас, алфа емитер
- се ослободува во атмосферата од карпите кои се извор на Ураниум,
- невидлив гас, без мирис и вкус, околу 7,5 пати потежок од воздухот,
- има две главни форми Rn-222 кој настанува при распадат на U-238 и Rn-220 кој настанува со распадат на Th-232
- втора причина за белодробен канцер после пушењето

Јонизирачко зрачење извори

Радонот избива на земјата во воздухот на отворен простор и во станбените објекти кои се изградени врз такви карпи. Истражувањата покажале повисоки концентрации на овој опасен гас во вантрешниот воздух, како резултат на редукцијата на вентилација.



Јонизирачко зрачење извори

Радон- радиоактивен гас- доминантен природен извор (со неконстантно ниво) на радиоактивно зрачење на земјата.

Нивото на радијацијата може да биде многу високо, ако објектите се изградени на такво земјиште или од таков радиоактивен материјал, со оглед дека циглата и бетонот, а најмногу гранитот и гипсот содржат значајни количини радон.

Водата и природниот гас се значајни извори на радон, па така употребата на гасот во недоволно вентилирани станови меѓу другото го носи и ризикот на експозиција на овој опасен гас.

Јонизирачко зрачење вештачки извори

Два типа:

- Апарати и уреди (Ртг апарати, Кобалт бомба или акцелератори) и
- Вештачки радиоизотопи
 - затворен тип (инкапсулирани радиоактивни супстанции) и
 - отворен тип (течни, гасовити или цврсти) кои доспеваат во организмот со вдишување, голтање или евентуално низ повреди на кожата.

Јонизирачко зрачење вештачки извори

Медицински (дијагностички и терапевтски цели), во индустриски развиените земји годишно на секои 1000 жители се вршат 300-900 ренгенски прегледи (кај земјите во развој 100-200/1000 жители).

Просечната еквивалентна доза од сите радијациони прегледи, во индустриските земји изнесува околу 1 mSv/годишно, што одговара на приближно половина доза која се прима од природните извори

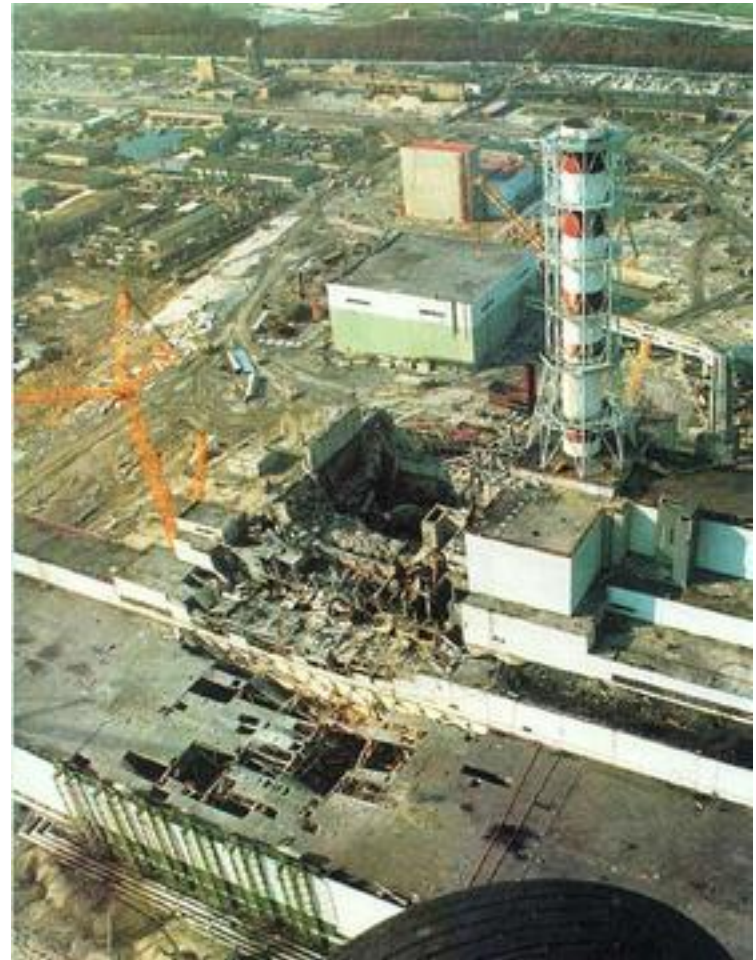
Јонизирачко зрачење вештачки извори

Нуклеарните електрани се составен дел на кружниот циклус на нуклеарното гориво, кој почнува со копање и дробење на ураниумовата руда, производство на нуклеарно гориво и на крајот завршува со најсериозниот еколошки проблем - нуклеарниот отпад и негово крајно одлагање.

Кај тој отпад ќе биде најважно нивото на радијација што се себе го носи (зависи од типот на радионуклеидите) и од неговата стабилност (денес се настојува да се елиминира во стабилни геолошки формации).

Јонизирачко зрачење вештачки извори

Радиоактивните инциденти -
резултат на условно
контролирани или најчесто
неконтролирани
нуклеарни експлозии ,
најпозната е хемиската
експлозија и
подоцнежните
консеквенти пожари на
нуклеарниот реактор во
Чернобил (1986).



Јонизирачко зрачење

Чернобил 1986

Емисија на големи колични радиоактивен материјал, неочекувано разнесување на големи растојанија заради неповолните метеоролошки услови - ветрови со преципитирачки дождови, кои овој материјал го разнесоа не само на подрачјето на тогашниот СССР туку и во многу земји во Европскиот регион

Радиоактивноста на подрачјето на Македонија беше околу 3.06 mGy/час , тоа значи за 20-30 пати над природниот фон, но и подалку над северната хемисфера.

Главни компоненти на радиоактивната маса беа Cs-137 и Cs-134 и во помали количини Sr-90, а највисокото ниво на почвена депозиција на Cs беше на ниво од неколку десетици kBq/ m².

Јонизирачко зрачење проценка на вкупна експозиција

годишната доза на експозиција за целата популација
(на пр. во велика Британија) изнесува **2.5 mSv**

***87 % од природни извори во кои пак
радиоактивниот Радон (пред се експозицијата во
домовите) учествува со околу 50 %.***

12% од медицинските извори

***1 % од сите други извори (вклучувајќи ги
мешовитите извори, професионалната
експозиција и отпадот)***

Јонизирачко зрачење

кружење на радионуклеидите во природата

Во атмосферата -во гасовита или цврста форма, од природно или вештачко потекло

Радиоактивните загадувања кои произлегуваат од нуклеарните експлозии - со дилуција и таложење по пат на гравитација и преципитација со дожд и снег доведуваат до контаминација на почвата.

Задржувањето на честичките уфрлени во долните слоеви на стратосферата во тропскиот појас изнесува 2-3 години, додека на поларните краеве околу 8 месеци

Воздухот во тропските краеве силно се загрева и ги носи честичките на височина и до 30 км., од каде струи кон половите, таму се лади и при крај на зимата се спушта повторно во тропосферата - каде честичките се таложат со дождовите.

Јонизирачко зрачење

кружење на радионуклеидите во природата

Водата - начини на контаминација :

- со таложење на радионуклеидите преку атмосферски празнења од радиоактивните облаци,
- со испирање на контаминираното земјиште, проток низ контаминирано земјиште,
- уфрлување на радионуклеидите во водата

Јонизирачко зрачење

кружење на радионуклеидите во природата

Фактори кои влијаат на контаминација на водата

- агрегатната состојба на контаминентите,
- физички и хемиски карактеристики, пред се растворливоста или
- присуство на соединенија кои со радиоизотопот создаваат комплекси
- проточноста на водениот ток,
- количината на подземни води и нивната врска со површинските токови, брзината на протокот и др.
- Во површинските води, радионуклеидите може да бидат апсорбирани од страна на планктонот во водата и заедно со него да минат во поголемите риби, школки или други организми и да влезат во ланецот на исхраната на човекот.
- посебно висока акумулациона моќ има фитопланктонот на слатките води.

Јонизирачко зрачење

кружење на радионуклеидите во природата

- Земјиштето е активен примател на радиоактивни контаминенти. (преку атмосферата , со наводнување со контаминирана вода или преку биолошкиот циклус
- Во необработено земјиште се задржува до 5 см. а кај обработено до 15 см.
- Вертикална или хоризонтална миграција зависи од атмосферските прилики, составот и видот на земјиштето, флората и фауната на тоа тло, евентуалниот третман на почвата со хемиски заштитни материи и др.

Јонизирачко зрачење

кружење на радионуклеидите во природата

Радиоактивната контаминација на растенијата има двојно значење, можност за директна или индиректна (преку исхраната на животните) контаминација на храната на човекот.

Надворешна контаминација настанува на надземните површински делови со таложење на радионуклеидните честички од радиоактивните облаци или пак наводнување со контаминирана вода.

Внатрешна-структурна контаминација претставува сложен процес на апсорпција на радионуклеидите преку кореновиот систем .

Јонизирачко зрачење

биолошки ефекти

- Механизам на дејство - јонизацијата на молекулите вода и создавање слободни радикали кои стапуваат во интеракција со материи способни за оксидација и пореметена функција на различни ферменти, кои учествуваат во синтетичките процеси - инхибиција на синтеза на нуклеинските киселини.
- најосетливи се оние клетки со интензивна митотичка активност
- постојат докази, дека модификацијата на ДНК, преставува и основа на мутагеното и канцерогеното дејство на јонизирачките зраци

Јонизирачко зрачење

биолошки ефекти

ДЕТЕРМИНИСТИЧКИ И СТОХАСТИЧКИ

- Детерминистички - резултат на губиток на биолошката функција, и најчесто настануваат набрзо после озрачувањето (во рамки на неколку недели).
- Стохастичките ефекти се резултат на промените во генетската структура на клетките, и може да поминат повеќе години до нивна клиничка манифестација, при што многу често оставаат и последици на следните генерации во потомството на експонираните.
- не постои праг на озрачување под кој се смета дека нема да има такви ефекти

SEX DIFFERENCES IN RESPONSE TO IONIZING RADIATION

Males

The Chernobyl nuclear reactor accident:

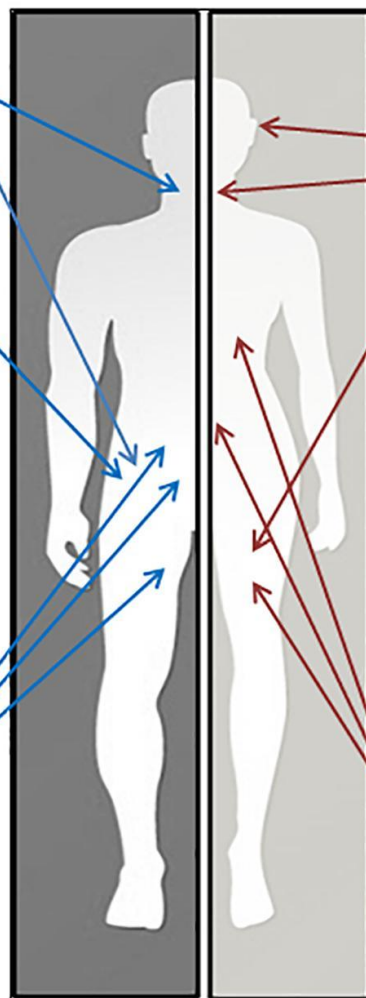
- increased thyroxine after in utero exposure
- Increased cancer related deaths
- Increase in lymphatic and hematopoietic cancers
- Increased delay in puberty in areas with ^{90}Sr and Pu
- childhood cancer deaths were mainly due to leukemia

Atom bomb survivors, Based on Distance from Hypocenter

- Higher risk of sepsis after acute injuries

Occupational exposure

- increased relative risk of cancer of colon, pancreas, and testis



Females

The Chernobyl nuclear reactor accident: Increased incidence of Thyroid cancer

- Overall cancer incidence rate increase
- childhood cancer deaths were mainly due to brain tumors
- After in utero exposure increased production of thyroglobulin
- Impaired leg blood flow
- Increased testosterone and increased growth abnormalities

Atom bomb survivors

- Increased cancer rate.
- Increased in utero death

Occupational exposure

- Increased primary infertility
- Increased Excess relative risk per Gy for lung cancer, liver cancer, and bone cancer

Јонизирачко зрачење

биолошки ефекти

- Ризикот од канцер е еден од докажаните соматски ефекти, без познат механизам на негова индукција (соматски мутации, хромозомски аберации, активација на латентна канцерозна вирусна инфекција ...).
- Во основа, малигна индукција од радиолошко озрачување се јавува само кај ткива изложени на озрачување.
- не постои праг на радијација испод кој нема ризик од рак, но ризикот се зголемува во директна пропорција со висината на примената доза

Јонизирачко зрачење биолошки ефекти

Процена за појава на радиоактивно индуциран канцер се прави од производот меѓу бројот на експонирани и ефективната еквивалентна доза:

$$\text{ризик фактор} = 10^{-5} \text{ случаи на канцер/ mSv}$$

Литература

- Ѓорѓев Д, Кочубовски М, Кендровски В, Ристовска Г. Хигиена и здравствена екологија. Скопје: Универзитет Св. Кирил и Методиј, Медицински Факултет; 2008
- WHO. Handbook on indoor radon - a public health perspective. Geneve 2009
- Nadia Narendran, Lidia Luzhna, Olga Kovalchuk. Sex Difference of Radiation Response in Occupational and Accidental Exposure. Front. Genet., 03 May 2019
| <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00260>
- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 100D <http://publications.iarc.fr/121>