

JAUTĀJUMI UN ATBILDES PAR RADIĀCIJU (JONIZĒJOŠO STAROJUMU)

1. Kas ir radiācija?
2. Kādi ir jonizējošā starojuma veidi?
3. Kādi ir radiācijas apstarošanas veidi?
4. Kādas ir radiācijas mērvienības?
5. Kādi ir radiācijas iedarbības veidi?
6. Aizsardzība pret radiāciju
7. Kādas ir radiācijas bīstamības zīmes?
8. Kādi ir radiācijas izplatīšanās veidi?
9. Cik tālu radiācija var izplatīties?
10. Vai radiācijas piesārņojums var nonākt pārtikā un dzeramajā ūdenī?
11. Cik ilgi eksistē radiācijas piesārņojums?
12. Kā tiek veikts radiācijas monitorings?
13. Kā izskatās jonizējošā starojuma avoti un kā noteikt, vai materiāls ir radioaktīvs?
14. Kādos materiālos un ikdienā sastopamos priekšmetos ir iespējams paaugstināts radiācijas līmenis?
15. Kādi ir radiācijas apstarojuma simptomi?
16. Kā persona var zināt, vai tā pakļauta radiācijas piesārņojumam?
17. Ko persona var darīt, lai sevi pasargātu?
18. Kad ir nepieciešams lietot joda tabletes un kā tās darbojas?
19. Kādi ir īstermiņa un ilgtermiņa radiācijas piesārņojuma efekti?
20. Kā notiek apstaroto un piesārņoto personu ārstēšana?
21. Kāda ir iespēja pārnest piesārņojumu no vienas personas citai?
22. Kur var iegūt papildu informāciju par radiācijas avāriju?

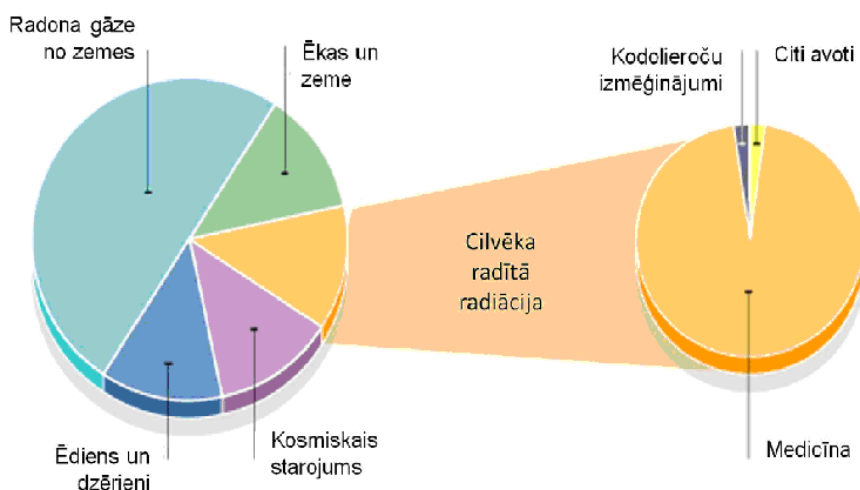
1. Kas ir radiācija?

Radiācija (jonizējošais starojums) ir enerģija, kas pārvietojas viļņu vai daļiņu formā. Radioaktivitāte rodas elementos, kuriem raksturīgi nestabili atomi – to sabrukšanas procesā mainās arī elementu kodoli. Atomu sabrukšanas gaitā veidojas jauni elementi ar mazāku kodola masas skaitli un liekā enerģija izdalās siltuma un jonizējošā starojuma veidā. Šādus elementus sauc par radioaktīviem izotopiem jeb **radionuklīdiem**. Radiācija (jonizējošais starojums) var būt gan dabiski, gan mākslīgi radīta.

Pastāv arī citi starojuma veidi, kas nav jonizējošais starojums, piemēram, ultravioletais starojums, elektromagnētiskais starojums u.c., par ko papildu informāciju pieejama Veselības inspekcijas tīmekļvietnē (<https://www.vi.gov.lv/lv/elektromagnetiskais-lauks>).

Jonizējošo starojumu rada radioaktīvo elementu spontāna sabrukšana bez papildus iejaukšanās vai papildus enerģijas pievadīšanas. Šāda veida radioaktīvā sabrukšana var radīt dažāda veida jonizējošo starojumu ar dažādu jaudu un attiecīgi ar dažādu ietekmi uz cilvēku un vidi. Dabiskās radioaktivitātes piemēri:

- **gamma starojums**, ko izstaro augsne, ieži, klintis, celtniecības materiāli, no kuriem cilvēks gadā vidēji saņem 350 μSv lielu dozu;
- **kosmiskais starojums**, ko rada no kosmosa nākošās daļiņu plūsmas (no Saules nākošās protonu, elektronu, neitronu u.c. daļiņu plūsmas), no kurām cilvēks gadā vidēji saņem 260 μSv lielu dozu;
- **pārtikas produkti** arī var saturēt nelielu daudzumu dabiski radioaktīvu vielu, no kura cilvēks gadā saņem aptuveni 300 μSv lielu dozu;
- **radona gāze**, kas izdalās no Zemes iežiem rādija sabrukšanas rezultātā. Vietā, kur no zemes izdalās radons, neveicot pietiekoši labu ēkas pamatu izolāciju, koncentrācija iekštelpās (pagrabstāvā un pirmajā stāvā) var būt augsta.



Cilvēka saņemtā radiācijas fona avoti

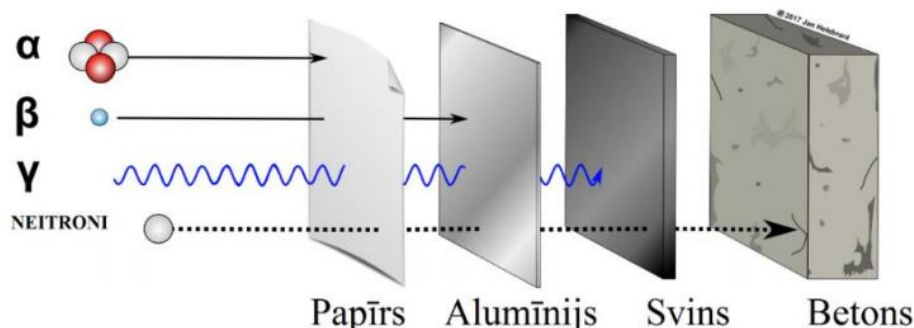
Mākslīgā radioaktivitāte ir saistīta ar cilvēka mākslīgi radītām pārmaiņām atomu kodolos. Šīs kodolu pārvērtības sauc par kodolreakcijām. Tādas notiek, piemēram, kodolreaktoros, kur veidojas dažādi radionuklīdi. Plaši izplatīti ir arī tādi mākslīgi radīti jonizējošā starojuma avoti, kas paši nesatur radioaktīvās vielas (piemēram, rentgeniekārtas), bet, kuras ieslēdzot tiek ģenerēts jonizējošais starojums.

2. Kādi ir jonizējošā starojuma veidi?

Alfa jonizējošo starojumu veido smagas, pozitīvi lādētas daļiņas (hēlija atoma kodols, kas sastāv no 2 protoniem un 2 neitroniem). Šādas daļiņas izstaro tādu elementu atomu kodoli kā, piemēram, urāns un rādijs. Alfa jonizējošais starojums nespēj brīvi pārvietoties gaisā, un tas nespēj izspiesties cauri epidermai (ādas ārējais slānis). Tomēr alfa jonizējošais starojums var nonākt cilvēka organismā, alfa daļiņas ieelpojot vai uzņemot ar pārtiku. Tas ļauj alfa starojumam piekļūt iekšējiem audiem, kas var nodarīt spēcīgus bojājumus cilvēka organismam.

Beta starojums sastāv no negatīvi lādētām beta daļiņām (elektroni), vai pozitīvi lādētām beta daļiņām (pozitroni) - un tā caurstarošanas spēja ir lielāka, nekā alfa starojumam. Beta starojums var izspiesties caur cilvēka ādas ārējo slāni. Beta starus var apturēt ar pāris centimetru biezu plastmasas slāni vai pāris milimetrus biezu metāla plāksni.

Dažādu starojuma veidu caurspiešanās spējas



Gamma starojums ir elektromagnētiskais starojums, līdzīgi kā rentgena stari, gaisma, vai radioviļņi, kas var iziet cauri cilvēka organismam. Gamma starojumu aiztur bieza betona kārts, ūdens, vai svins.

Neitronu starojums ir neitrālu daļiņu (neitronu) plūsma, kuras caurspiešanās spēja ir ļoti liela. Mijiedarbībā ar dažādu materiālu atomiem, neitroni rada jonizējošo starojumu (piemēram, protonu plūsmu). Neitronu starojumu aiztur tikai ļoti bieza kārts betona, ūdens vai parafīna (ar ūdeņradi bagāti materiāli, kuros neitroni saduras ar ūdeņraža protoniem un tiek efektīvi izkliedēti un nobremzēti).

3. Kādi ir radiācijas apstarošanas veidi?

Ir divi galvenie jonizējošā starojuma iedarbības veidi – iekšējā un ārējā apstarošana. Iekšējā apstarošana notiek, kad jonizējošā starojuma avots atrodas organismā, kas tur var nokļūt

norijot vai ieelpojot radioaktīvu vielu, kā arī caur ādas ievainojumiem. Savukārt ārējā apstarošana notiek, kad radiāciju izstarojošs avots atrodas ārpus organisma.

Iekšējā apstarošana cilvēkam ir daudz bīstamāka, jo, ja organismā nokļūst radioaktīva viela, kas izstaro alfa starojumu, tas var radīt nopietnus bojājumus cilvēka orgānos. Tas pats attiecas arī uz radioaktīvu vielu iekļūšanu organismā, kas rada beta vai gamma starojumu, kaut arī iedarbība ir salīdzinoši mazāka nekā no alfa daļiņām.

Ārējā apstarošana ir mazāk bīstama (izņemot gadījumus, kad saņemta ļoti liela ārējā starojuma doza). Galvenokārt jāuzmanās no gamma starojuma, kas spēj izspiesties cauri cilvēka organismam. Alfa un beta starojumu aiztur ādas ārējie slāņi, taču tie vēl joprojām var radīt risku, ja rodas tiešs kontakts ar radioaktīvo vielu, piemēram, alfa starojums sīku daļiņu veidā var pieķerties pie plaukstām, un, lietojot pārtiku, tas var nonākt cilvēka organismā.

4. Kādas ir radiācijas mērvienības?

Saņemtā starojuma daudzumu var novērtēt pēc tā jonizācijas efekta un apstarotajai videi atdotās enerģijas. Jonizējošā starojuma avotu raksturo tā aktivitāte un apstarošanas doza, ko saņem objekts (piemēram, cilvēka ķermenis), uz kuru krīt starojums. Radioaktivitātes SI sistēmas vienība ir **bekerels (Bq)**. Vienu bekerelu liela aktivitāte ir tādām radioaktīvam avotam, kurā ik sekundi sabrūk viens atoms. Šo radioaktivitātes mērvienību izmanto **radioaktīvā piesārņojuma noteikšanai**.

Jonizējošā starojuma iedarbības raksturošanai paralēli tiek lietotas vairākas mērvienības un termini. No radiācijas aizsardzības speciālistu viedokļa svarīgākais termins ir **doza**. Doza ir enerģijas daudzums, kas absorbēts vielā uz masas vienību. Dozas mērījumu vienība ir **grejs (Gy)**, kas atbilst vienam džoulam uz vienu kilogramu (J/kg).

Vienas un tās pašas absorbētās dozas vērtības radītais efekts atkarībā no tā, vai radiācijas doza saņemta ilgākā vai īsākā laika periodā, atšķiras no momentāni saņemtās dozas efekta. Lai salīdzinātu, nepieciešams atsaukties uz vienādiem laika periodiem, kuru salīdzināšanai izmanto t. s. absorbētās **dozas jaudas (P)** jēdzienu, ko definē kā absorbēto dozu laika vienībā.

Jonizējošā starojuma līmeņa ietekmi uz cilvēku izsaka **zīvertos (Sv)**. Zīvertam ir liela nozīme dozimetrijā un aizsardzībā pret radiāciju un to izmanto, lai izteiktu dažāda veida saņemtā jonizējošā starojuma dozas un to potenciālo bīstamību. Zīvertus izmanto, lai novērtētu stohastiskos veselības riskus, kas starojuma devas novērtēšanai tiek definēti kā radiācijas izraisīta vēža un ģenētisko bojājumu varbūtība. Saņemot vienu zīvertu (1 Sv) jonizējošā starojuma, tiek radīta ~5,5% iespējamība vēža attīstībai cilvēka organismā nākotnē.

Pussabrukšanas periods ir laiks, kurā sabrūkot radioaktīvajam elementam, tā masa samazinās divas reizes. Dažādu radioaktīvo elementu pussabrukšanas periods var būt ļoti dažāds; piemēram, radonam Rn-222 tas ir 3,8 dienas, rādijam Ra-226 – 1622 gadi, bet urānam

U-238 – $4,5 \cdot 10^9$ gadi. Mēdz uzskatīt, ka radioaktīvais elements ir sabrucis un pārvērties stabilā elementā, ja pagājuši 10 pussabrukšanas periodi, tomēr tas atkarīgs no sākotnējās radioaktivitātes. Jāatzīmē arī, ka visu radioaktīvo elementu rindu sabrukšanas galarezultāts ir stabilie elementi - svins (no dabiski sastopamām urāna, torija, aktīnija sabrukšanas rindām) vai tallijs (no mākslīgi radītā neptūnija rindas).

5. Kādi ir radiācijas iedarbības veidi?

Jonizējošais starojums ietekmē katru no mums. Pasaulē vidēji katrs cilvēks gadā saņem apmēram 2,4 mSv starojuma dozu no kosmiskā, Saules starojuma un radionuklīdiem dabā un paša organismā. Atsevišķos gadījumos šī starojuma doza var būt augstāka (piemēram, dzīvojot augstkalnu apstākļos, bieži lidojot ar lidmašīnu u.tml.) vai arī zemāka (piemēram, dzīvojot Latvijā), tomēr no šī starojuma izvairīties praktiski nav iespējams. Savukārt attiecībā uz darba vietā saņemto jonizējošā starojuma dozu var veikt dažādus aizsargpasākumus, lai samazinātu iespēju, ka jonizējošais starojums varētu ietekmēt nodarbināto veselību.

Jonizējošā starojuma (radiācijas) bioloģiskās iedarbības diapazons ir visai plašs – no gandrīz nekaitīgas līdz nāvējošai. Jonizējošā starojuma izraisītie bojājumi iedalāmi divās lielās grupās – stohastiskos un deterministiskos bojājumos.

Stohastiskie bojājumi jeb pārmaiņas apstarotajos audos rodas pēc nelielām apstarojuma dozām, kad no starojuma cieš tikai dažas audu šūnas vai to daļas. Starojumam, kas rada stohastiskus bojājumus, nav robežvērtības. Bojājumu rašanās varbūtība ir atkarīga no apstarojuma dozas, bet bojājumu pakāpe ar dozas lielumu nav saistīta. Tas izskaidrojams ar jebkuras bioloģiskās sistēmas daudzajiem determinējošajiem faktoriem, kuru ietekmes dēļ sākotnējais nelielais radiācijas izraisītais bojājums var gan pastiprināties, gan samazināties atkarībā no šūnas un ārējās vides stāvokļa. Piemēram, hromosomu aberāciju skaits šūnā ir atkarīgs no dozas, bet šūnas turpmākais liktenis – no ārējās vides faktoriem. Par stohastiskiem bojājumiem uzskata kancerogēnas, ģenētiskas un citas strukturālas pārmaiņas šūnā.

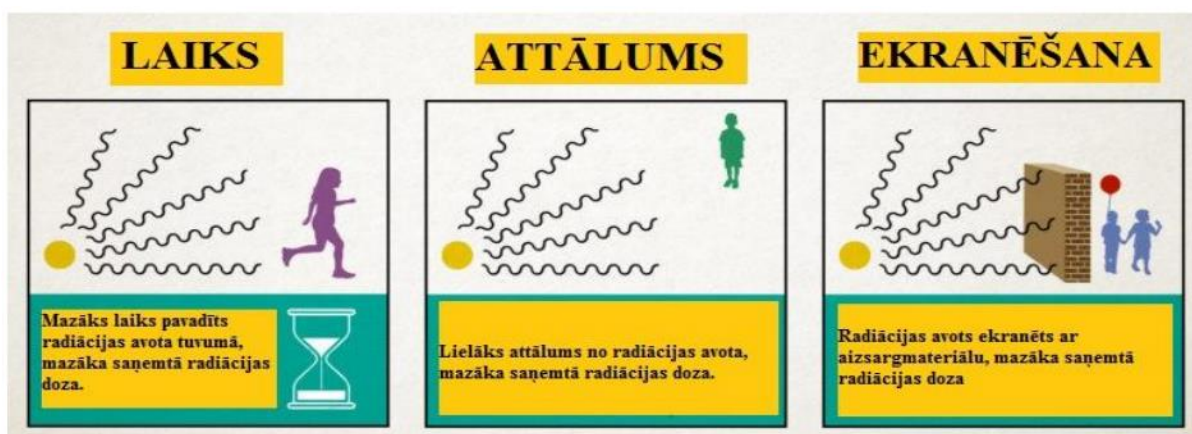
Deterministiskie bojājumi rodas pēc organisma vai audu apstarošanas ar lielākām jonizējošā starojuma dozām. Bojāto šūnu skaits šajā gadījumā ir liels, un organisma reparācijas sistēmas šos bojājumus novērst nespēj. Deterministisko bojājumu rašanās varbūtība un to smaguma pakāpe ir atkarīga no starojuma dozas. Deterministiskie bojājumi ir viegli un nekļūdīgi konstatējami. Tos izraisa dozas, kas ir lielākas par noteiktām robežvērtībām (slietīga vērtības). Ja starojuma doza ir mazāka par tām, tad tas deterministiskos bojājumus nerada. Starojuma dozai palielinoties virs noteiktās drošās dozas robežas, starojuma efekts krasi palielinās. Deterministiskie bojājumi ir, piemēram, katarakta, asinsrades sistēmas atrofija, neauglība.

6. Aizsardzība pret radiāciju

Ikdienas dzīvē nevajadzētu rasties situācijām, kad vidusmēra cilvēks ir pakļauts spēcīgiem, nekontrolētiem starojuma avotiem, kas pārsniedz dabisko fona starojumu. Tomēr ir noderīgi zināt, kā rīkoties, ja šāda situācija rodas.

Nozīmīga loma ir izpratnei par laika, attāluma un ekranēšanas aizsardzības principiem. Radiācijas avārijas laikā (liela apjoma radioaktīvo materiālu nokļūšana vidē) var izmantot šos principus, lai palīdzētu aizsargāt sevi un savus tuviniekus.

Laiks, attālums un ekranēšanas darbības (barjeras izmantošana) samazina starojuma iedarbību uz cilvēka ķermeni līdzīgi kā tās aizsargātu cilvēku no pārmērīgas saules iedarbības:



Aizsardzība ar laiku: Radiācijas iedarbības laiks uz cilvēka ķermeni ir būtisks. Piemēram, samazinot uzturēšanās laiku jonizējošā starojuma avota tuvumā divas reizes, arī saņemtā doza samazināsies divas reizes.

Aizsardzība ar attālumu: Tāpat kā, attālinoties no ugunsкура, samazinās siltuma daudzums, ko varam sajūt, arī attālinoties no jonizējošā starojuma avota, radiācijas doza strauji samazinās. Piemēram, attālinoties no starojuma avota divas reizes, saņemtā doza samazinās četras reizes.

Aizsardzība ar ekranēšanu: Svina, betona vai ūdens slānis nodrošina aizsardzību no gamma stariem. Gamma stari var pilnībā iziet cauri cilvēka ķermenim; tādējādi sabojājot audus un DNS. Tāpēc, nodrošinot, ka starp personu un starojuma avotu atrodas efektīva aizsargbarjera, ievērojami samazināsies vai tiks novērsta saņemtā doza.

7. Kādas ir radiācijas bīstamības zīmes?



Brīdinājuma zīme "Radioaktīva viela vai jonizējošs starojums"



No 2007. gada izmantojamais jaunais radiācijas bīstamības simbols



Trīs dažādu kategoriju uzlīmes radioaktīvo materiālu iepakojumiem

8. Kādi ir radiācijas izplatīšanās veidi?

Radiācijas avārijas gadījumā vidē var izplatīties radioaktīvais piesārņojums, piemēram, ja notiek eksplozija vai ugunsgrēks, radioaktīvās daļiņas var nonākt gaisā kopā ar izmešiem, dūmiem vai karstām gāzēm kā mazas putekļu daļiņas, var tikt pārnestas ar vēja vai lietus palīdzību un var izgulsnēties uz dažādām virsmām, piemēram, uz ēkām un transporta līdzekļiem, uz augsnes. Nonākot augsnē, piesārņojums var nonākt dziļāk gruntsūdeņos, ūdenstilpnēs un ūdenstecēs vai arī to var uzņemt augi un dzīvnieki, tādējādi piesārņojumam nonākot pārtikas ķēdē.

9. Cik tālu radiācija var izplatīties?

Radiācijas avārijas gadījumā radioaktīvo daļiņu izplatīšanās attālums ir atkarīgs no dažādiem faktoriem, kas var savstarpēji sarežģīti mijiedarboties. Piemēram, ģeogrāfiskais novietojums, vēja virziens un ātrums, nokrišņu daudzums un citi.

Radioaktīvā piesārņojuma ietekmes attālums ir atkarīgs no konkrēto radioaktīvo vielu (radionuklīdu) īpašībām, raksturīgā starojuma veida un to caurspiešanās spējas dažādos materiālos. Alfa un beta daļiņas tālu neizplatās, un tās var viegli aizturēt. Turpretī gamma stari, un neitroni pārvietojas ievērojamā attālumā, un tos ir daudz grūtāk aizturēt.

10. Vai radiācijas piesārņojums var nonākt pārtikā un dzeramajā ūdenī?

Radiācijas avārijas gadījumā radiācijas piesārņojums var nonākt pārtikā un dzeramajā ūdenī, bet piesārņojums ļoti sarežģīti un pastāvīgi mainās. Pat samērā neliela radioaktīvo vielu noplūde, kas ilgst no dienas līdz nedēļai, var izraisīt “karsto punktu” veidošanos, kur nogulsņējas īpaši liels daudzums radioaktīvā piesārņojuma. Tas var izraisīt arī pārtikas, piena, lietus ūdens un dzīvnieku barības piesārņojumu. Ja tas pārsniedz starptautiski noteiktos kritērijus, nepieciešams ierobežot pārtikas un ūdens patēriņu vai izplatīšanu.

Pārtiku noslēgtos iepakojumos, ūdeni pudelēs, neatvērtas sulas pakas, limonādes bundžas u.c., kā arī nebojātu ēdienu, kas atradies ledusskapī, ir droši lietot uzturā. Pārtikai un dzērieniem, kas atvērti atstāti atklātā vietā, uz virsmas var būt nosēdušies radioaktīvi putekļi, kas ir kaitīgi organismam. It īpaši tas attiecas uz augļiem, dārzeņiem un sēnēm, kas aug dārzā vai mežā – tos nevajadzētu lietot uzturā, kamēr netiek saņemta informācija, ka to darīt ir droši.

Kamēr nav veiktas dzeramā krāna ūdens pārbaudes, tikai ūdens pudelēs ir garantēti drošs. Tāpat ir būtiski ņemt vērā, ka ūdens vārīšana neatīra to no radioaktīva materiāla, taču tā atīra ūdeni no mikroorganismiem.

11. Cik ilgi eksistē radiācijas piesārņojums?

Dažādiem radionuklīdiem ir atšķirīgs sabrukšanas laiks, sākot no sekundes simtdaļas līdz pat miljoniem gadu. Laiku, kas nepieciešams, lai sabruktu puse no atomiem, sauc par pussabrukšanas periodu. Piemēram, radionuklīda tehnēcija Tc-99 pussabrukšanas periods ir sešas stundas, kas nozīmē, ka no sākotnējās tehnēcija Tc-99 radioaktivitātes pēc sešām stundām būs atlikuši 50% radioaktīvo atomu. Pēc vēl sešām stundām būs atlikuši 25%, bet vēl pēc sešām stundām paliks 12,5%. Pēc desmit pussabrukšanas periodiem paliks tikai 0,1% radioaktivitātes. Salīdzinājumam, Černobiļas atomelektrostacijas katastrofas laikā viens no radionuklīdiem, kas izplatījās apkārtējā vidē bija cēzijs Cs-137, kura pussabrukšanas periods ir attiecīgi 30 gadi. Turpretim radionuklīdam rādijs Ra-226 pussabrukšanas periods ir 1600 gadus ilgs.

Attiecībā uz cilvēka organismu izšķir trīs pussabrukšanas veidus. Viens no tiem ir **fiziskais pussabrukšanas periods** - radioaktivitāte samazinās atbilstoši konkrētajai radioaktīvajai vielai raksturīgajam pussabrukšanas periodam. Otrais veids ir **bioloģiskais pussabrukšanas periods**. Ja radioaktīvais materiāls atrodas cilvēka ķermenī, tas var pārvietoties ķermenī tāpat kā neradioaktīvie materiāli. Atkarībā no radioaktīvās vielas īpašībām, organisms no tās var atbrīvoties ātri, kā rezultātā bioloģiskais pussabrukšanas periods būs īss, taču citos gadījumos radioaktīvais materiāls var uzkrāties kādā ķermeņa daļā, un tur arī palikt, līdz ar to bioloģiskais pussabrukšanas periods būs ilgs. Trešais pussabrukšanas veids ir šo divu veidu apvienojums. To nosaka, apvienojot **fizisko un bioloģisko pussabrukšanas periodu**. Kad radioaktīvs materiāls atrodas bioloģiskās sistēmas iekšienē, piemēram, cilvēka

ķermenī, tas sabrūk fiziskās pussabrukšanas rezultātā, un bioloģiskās pussabrukšanas ceļā to izvada no mūsu ķermeņa. To apvienošanu sauc par **efektīvo pussabrukšanas periodu**.

12. Kā tiek veikts radiācijas monitorings?

Radiācijas līmeņa nepārtrauktu novērošanu Latvijā tiešsaistes (on-line) režīmā veic **20 stacionāras spektrometriskās monitoringa stacijas**: Baldonē (2 stacijas), Balvos, Daugavpilī (2 stacijas), Demenē, Silenē, Medumos, Jelgavā, Liepājā, Madonā, Rēzeknē, Rucavā, Salacgrīvē, Salaspilī, Talsos, Valmierā, Rīgā, Ventspilī un Rūjienā.

Stacionārās spektrometriskās monitoringa stacijas nodrošina apkārtējās vides (fona) gamma starojuma dozas jaudas un spektru mērījumus. Mērījumi tiek veikti ar 10 minūšu intervālu. Mērījumu rezultāti pieejami Valsts vides dienesta mājaslapā (<https://ims-web.vvd.gov.lv/measuring-overview/daily/dose-rate/table.html>)

Dati automātiski tiek apkopoti un analizēti datubāzē, nosakot gamma starojuma dozas jaudu, kuras mērvienība ir nSv/h (nanozīverti stundā). Informācija par gamma starojuma dozas jaudu regulāri tiek nosūtīta EURDEP (European Radiological Data Exchange Platform) datu bāzei, kurā pieejama Eiropas valstu gamma monitoringa dati. Ar plašāku informāciju iespējams iepazīties EURDEP publiskajā tīmekļa vietnes (<https://remap.jrc.ec.europa.eu/>) sadaļā Public EURDEP MAP.

Lai novērstu iespējas ievest valstī neatļautus radioaktīvus materiālus, robežkontroles punktos Valsts robežsardzes amatpersonas veic preču, bagāžas, personu un transportlīdzekļu radiometrisko kontroli. Valsts ieņēmumu dienesta Muitas amatpersonas, Pārtikas un veterinārā dienesta amatpersonas un Valsts vides dienesta Radiācijas drošības centra pārstāvji sadarbojas ar robežsargiem un atbilstoši kompetencei veic darbības, lai novērstu tādu preču, bagāžas, personu un transportlīdzekļu pārvietošanu, kuros radioaktīvo vielu daudzums pārsniedz pieļaujamās normas, kā arī lai novērstu neatļautu jonizējošā starojuma avotu pārvietošanu.

13. Kā izskatās jonizējošā starojuma avoti un kā noteikt, vai materiāls ir radioaktīvs?

Jonizējošā starojuma avotus parasti iedala divos veidos - slēgtos un vaļējos starojuma avotos. Vaļējos starojuma avotus plaši izmantoti medicīniskiem nolūkiem, piemēram, izšķīdina šķīdumā, lai injicētu pacientam vai citādi iekšķīgi lietošanai.

Taču visbiežāk jonizējošā starojuma avoti ir slēgta tipa un atrodas hermētiskā apvalkā, un papildus ir ievietoti speciāli konstruētā metāla vai svina konteinerā, kas aizsargā no starojuma. Visbiežāk slēgtie avoti ir ļoti maza izmēra, sākot ar sīkām stieplītēm, līdz pat stienīšiem, kuru garums nepārsniedz vairākus centimetrus atkarībā no materiāla un tā formas. Uz radioaktīvā avota klātbūtni norāda radiācijas bīstamības zīmes un marķējums uz konteineriem un transportēšanas iepakojumiem. Tāpat arī radiofarmaceutiskie preparāti vai

zinātniskās izpētes nolūkos izmantojamās vielas var būt šķidra, kristālveida vai pulverveida formā, tam paredzētos konteineros ar īpašu marķējumu.

Lai pārlicinātos par radioaktīvā avota klātbūtni, nepieciešams veikt mērījumus, jo jonizējošo starojumu var noteikt tikai ar radiācijas mērierīci.



Radioaktīvo avotu komplekts



Amerīciju ($Am-241$) saturošs dūmu detektors



Radiofarmaceitsiko preparātu iepakojuma piemērs

14. Kādos materiālos un ikdienā sastopamos priekšmetos ir iespējams paaugstināts radiācijas līmenis?

Jonizējošais starojums ir mums visapkārt, mēs to saņemam no kosmiskā un Saules starojuma, necīgi daudzumi atrodami gaisā (radona gāze), organiskajos materiālos (augi un dzīvnieki), ūdenstecēs un ūdenstilpēs, kā arī dabisku gamma starojumu izstaro augsne, ieži (granīti un gneisi).

Visbiežāk paaugstināts jonizējošais starojums sastopams dažādos celtniecības materiālos un keramikas izstrādājumos. Piemēram, akmens flīzes, dzelzsbetona konstrukcijas, ceļa segumi, ķieģeļi, porcelāna, māla trauki, keramikas galda piederumi, fajansa izstrādājumi. Paaugstināta radiācija atrodama arī minerālmēslos, ugunsizturīgos materiālos un abrazīvajos materiālos, ir arī dažādas pārtikas piedevas un produkti, uztura bagātinātāji, kas var saturēt paaugstinātu radiācijas līmeni



Keramikas vai akmens flīzes



Granīts



Māla trauki



Minerālmēslojums

Līdz pat 70% no iedzīvotāju gadā saņemtās dozas nāk no dabiskas izcelsmes materiāliem. Vienlaikus svarīgi atcerēties, ka dabiskajos materiālos jonizējošais starojums ir pārāk necīgs, lai būtiski ietekmētu cilvēka veselību. Turklāt arī cilvēka organismā sastopams iekšējais jonizējošais starojums, jo kopš dzimšanas mūsu ķermenī dabiskā ceļā tiek uzņemts radioaktīvais kālijs K-40 un ogleklis C-14.

15. Kādi ir radiācijas apstarojuma simptomi?

Staru slimība jeb akūts radiācijas sindroms rodas, ja lielas enerģijas joniozējošais starojums iedarbojas uz ķermeni un sasniedz cilvēka iekšējos orgānus. Lai to izraisītu, ir nepieciešams daudz vairāk nekā tas, ko cilvēks varētu saņemt no dabiskajiem radioaktīvajiem materiāliem vai no medicīniskās radiodiagnostikas procedūras. Lielas starojuma dozas tiek pielietotas tikai pacientiem radioterapijā, lai apstarotu audzējus, tomēr vienlaikus tiek nodrošināta precīza slimo audu apstarošana, lai pacientam neizraisītu staru slimību.

Staru slimības pazīmju un simptomu nopietnība ir atkarīga no tā, cik daudz starojuma persona ir absorbējusi. Tas, cik daudz tiek absorbēts, ir atkarīgs no izstarotās enerģijas stipruma, iedarbības laika un attāluma starp personu un starojuma avotu.

Pazīmes un simptomus ietekmē arī iedarbības veids - piemēram, pilnīgs vai daļējs ķermeņa apstarojums. Staru slimības smagums ir atkarīgs arī no tā, cik jutīgi ir skartie audi. Piemēram, kuņģa-zarnu trakta sistēma un kaulu smadzenes ir ļoti jutīgas pret radiāciju.

Sākotnējās staru slimības pazīmes un simptomi parasti ir slikta dūša un vemšana. Laiks starp iedarbības sākumu un šo simptomu parādīšanos norāda, cik daudz starojuma cilvēks ir absorbējis. Pēc pirmajām pazīmēm cilvēkam ar staru slimību var būt īss laika posms bez acīmredzamas slimības, kam seko jaunu, nopietnāku simptomu parādīšanās.

Ja persona ir bijusi pakļauta salīdzinoši mazākai dozai, var paiet vairākas stundas līdz pat vairākas nedēļas, pirms parādās jebkādas pazīmes un simptomi. Bet ar smagu iedarbību, pazīmes un simptomi var sākties laika posmā pēc vienas minūtes līdz vienai dienai.

Iespējamie simptomi ir slikta dūša un vemšana, caureja, galvassāpes, drudzis, reibonis un apjukums, vājums un nogurums, matu izkrišana, asiņaina vemšana un izkārnījumi, infekcijas, zems asinsspiediens.

16. Kā persona var zināt, vai tā pakļauta radiācijas piesārņojumam?

Radiācijas avārijas gadījumā ir svarīgi saprast, vai personas konkrētajā atrašanās vietā pastāv radiācijas piesārņojuma risks. Nepieciešams pievērst uzmanību tam, vai persona atrodas tuvumā ēkām vai telpām ar radiācijas bīstamības zīmēm, priekšmetiem ar radiācijas bīstamības zīmēm vai speciālu marķējumu uz iepakojumiem. Jāseko līdz ziņām medijos, televīzijā un radio, kā arī informācijai Valsts vides dienesta un iesaistīto glābšanas dienestu mājaslapās.

Ja ir pamatojums domāt, ka cilvēks varētu būt pakļauts radiācijas starojumam vai piesārņojumam, jāpievērš uzmanība pirmajiem staru slimības simptomiem, kas parasti ir slikta dūša un vemšana. Pēc pirmajām pazīmēm cilvēkam ar staru slimību var būt īss laika posms bez acīmredzamas slimības, kam seko jaunu, nopietnāku simptomu parādīšanās. Ja esat bijis pakļauts salīdzinoši nelielai radiācijas iedarbībai, var paiet stundas līdz nedēļas, pirms parādās

jebkādas pazīmes un simptomi. Bet pie liela starojuma iedarbības, pazīmes un simptomi var sākties laikā no vienas minūtes līdz vienai dienai pēc iedarbības.

17. Ko persona var darīt, lai sevi pasargātu?

Tā kā jonizējošo starojumu nav iespējams redzēt, sajūst vai saģaršot, iedzīvotāji negadījuma vietā nevar būt droši, ka vieta nav piesārņota ar radioaktīvajiem materiāliem. Lai ierobežotu potenciālo piesārņojumu, var veikt šādas darbības:



1. Ātri pamest negadījuma vietas tuvāko apkārtni. Doties uz tuvāko drošo ēku vai teritoriju, uz kuru norāda iesaistītie glābšanas dienesti vai policijas darbinieki. Ja iespējams, aizvērt logus un durvis un neuzturēties to tuvumā. Vislabāk uzturēties telpas, ēkas vidū vai pagrabā.

2. Novilkt savu apģērbu. Ja radioaktīvais materiāls atrodas uz jūsu apģērba, tā novilkšana samazinās ārējo piesārņojumu, kā arī iekšējā piesārņojuma risku. Tas arī samazinās laika daudzumu, kurā būsiet pakļauts radiācijas starojumam.

3. Ja iespējams, ievietot apģērbu slēgtā plastmasas maisiņā un novietot pēc iespējas tālāk no sevis un citiem, piemēram, istabas stūrī. Pirms pārvietot iespējami piesārņotus priekšmetus, pārliecināties, ka jūsu ādas sagriezumai vai nobrāzumam ir nosegti, lai tajos neiekļūtu radioaktīvi materiāli.

4. Nomazgāt visas piesārņojumam pakļautās ķermeņa daļas, izmantojot lielu daudzumu ziepju un remdenu ūdeni. Censties izvairīties no piesārņojuma pārnesanas uz tām ķermeņa daļām, kuras bija nosegtas ar apģērbu un, iespējams, nav piesārņotas. Jābūt piesardzīgam, lai nepieskartos mutei vai sejai ar piesārņotu materiālu.

5. Dzert pudelēs pildītu ūdeni un ēst pārtiku no noslēgtiem traukiem.

6. Sekot līdzi informācijai, atbildīgo iestāžu un glābšanas dienestu dotajām norādēm radio, televīzijā, interneta vietnēs, kā arī pievērt uzmanību trauksmes sirēnām. Ievērojiet saņemtās norādes, piemēram, par evakuāciju no skartās teritorijas uz vietām, kurās iespējams pārbaudīt, vai jūs nav skāris piesārņojums, un veikt dezaktivāciju.

Ņemiet vērā, ka atkarībā no situācijas ne vienmēr iedzīvotāji var tikt pārvietoti vai evakuēti. Reizēm palikšana iekštelpās ir vislabākais veids, kā samazināt radiācijas iedarbību ārkārtas situācijā. Ēku sienas var sniegt būtisku aizsardzību no starojuma, un ātra nokļūšana un palikšana telpās avārijas situācijā var ievērojami samazināt jūsu saņemto dozu vai pat glābt jūsu dzīvību.



18. Kad ir nepieciešams lietot joda tabletes un kā tās darbojas?

Kodolavāriju gadījumā var izdalīties liels daudzums radioaktīvā joda. Cilvēki, kas atrodas radiācijas avārijas tuvumā, var ieelpot pietiekami daudz radioaktīvā joda, lai izveidotos bojājumi vairogdziedzerī un ievērojami palielinātos radiācijas izraisīta vairogdziedzera vēža attīstības iespēja. **Jāņem vērā, ka Latvijas teritorija neatrodas ilgtermiņa aizsardzības pasākumu plānošanas zonā (t.i. 30 km rādiusā ap AES). Tā kā Latvijai tuvākā aktīvā AES atradīsies 110 kilometru attālumā no Latvijas robežas, Latvijas teritorijā nav nepieciešams izmantot joda profilaksi.**

Vairogdziedzera radioaktīvā joda uzņemšanu caur tā ieelpošanu var samazināt, lietojot kālija jodīda preparātus, kas piesātina vairogdziedzeri ar stabilu (neradioaktīvu) jodu. To sauc par vairogdziedzera bloķēšanu ar jodu vai stabilā joda profilaksi, jo stabilais (neradioaktīvais) jods piesātina vairogdziedzeri, ievērojami samazinot radioaktīvā joda absorbciju. Lai stabilais jods (kālija jodīda formā) būtu efektīvs, tas jālieto pirms vai īsi pēc radioaktīvā joda uzņemšanas (t.i. 2 stundu laikā pēc radioaktīvā joda ieelpošanas vai norīšanas). Kālija jodīda tabletes galvenokārt tiek izmantotas, lai nodrošinātu vairogdziedzera aizsardzību, kamēr tiek ieviesti pasākumi drošas evakuācijas veikšanai.

19. Kādi ir īstermiņa un ilgtermiņa radiācijas piesārņojuma efekti?

Jonizējošajam starojumam ir pietiekami daudz enerģijas, lai ietekmētu atomus dzīvās šūnās un tādējādi sabojātu to ģenētisko materiālu (DNS). Par laimi, mūsu ķermeņa šūnas ir ārkārtīgi efektīvas, lai labotu šo bojājumu. Tomēr, ja bojājumi nav pareizi izlaboti, šūnas var nomirt vai pārveidoties tādās šūnās, kas ilgākā laika periodā izveido audzēju.

Ļoti augsta starojuma doza var izraisīt akūtu ietekmi uz veselību, piemēram, ādas apdegumus un akūtu radiācijas sindromu (staru slimību). Tas var izraisīt arī ilgtermiņa ietekmi uz veselību, piemēram, vēzi, sirds un asinsvadu slimības. Zema radiācijas līmeņa iedarbība, kas rodas no dabiskā starojuma apkārtējā vidē, nerada tūlītēju ietekmi uz veselību, bet var būt vērā ņemams vēža riska faktors.

Akūts radiācijas sindroms (ARS) jeb staru slimība ir nopietna slimība, kas var rasties, ja cilvēks tiek pakļauts ļoti augstam radiācijas līmenim, parasti īsā laika posmā. Apstarojuma daudzumu, ko absorbē cilvēka ķermenis, sauc par starojuma dozu.

Apstarojumam pakļauti cilvēki ARS iegūst gadījumā, ja

- radiācijas doza bijusi liela
- apstarojums sasniedzis iekšējos orgānus
- dozu saņēmis viss cilvēka ķermenis vai lielākā daļa ķermeņa
- apstarojums saņemts īsā (dažu minūšu) laikā

Pirmie **ARS simptomi** var būt slikta dūša, vemšana, galvassāpes un caureja. Šie simptomi sākas dažās minūtēs vai dienās pēc sākotnējās iedarbības, un var ilgt dažas minūtes līdz pat vairākām dienām. Pēc sākotnējiem simptomiem cietušais kādu laiku var izskatīties un justies vesels, taču pēc tam atkal slimot ar mainīgiem simptomiem un mainīgu simptomu smagumu, kas mainās atkarībā no saņemtās starojuma dozas. Šie simptomi ir apetītes zudums, nogurums, drudzis, slikta dūša, vemšana, caureja un, iespējams, pat krampji un koma. Smagā slimības stadija var ilgt no dažām stundām līdz pat vairākiem mēnešiem.

Ādas radiācijas traumas rodas, apstarojot ievērojamu daļu ķermeņa ar lielu radiācijas starojuma dozu. Ārstam rodas aizdomas par radiācijas traumu ādai, ja cilvēkam, kurš nav bijis pakļauts siltuma, elektriskās strāvas vai ķīmisku vielu iedarbībai, attīstās ādas apdegumi. Ādas radiācijas apstarojuma traumas simptomi var parādīties no dažām stundām līdz vairākām dienām pēc iedarbības, un to agrīnās pazīmes un simptomi ietver niezi, tirpšanu, ādas apsārtumu, pietūkumu. Laika gaitā atkarībā no ievainojuma vietas un starojuma dozas līmeņa, kurai tika pakļauta āda, var attīstīties citi simptomi.

Vēzis. Cietušajiem, kas saņēmuši lielas starojuma dozas, atkarībā no starojuma iedarbības, var būt lielāks vēža attīstības risks vēlākos dzīves posmos. Personām, kuras saņem mazas radiācijas dozas, vēža risks no radiācijas iedarbības ir mazs. To grūti nošķirt no citiem riskiem, piemēram, ķīmisko vielu, ģenētikas, smēķēšanas vai nepareiza uztura izraisīta vēža. Tomēr pēc iespējas jāsamazina personas saņemtā starojuma doza, lai vēža risku samazinātu.

20. Kā notiek apstaroto un piesārņoto personu ārstēšana?

Kad cilvēks ir ticis pakļauts lielai radiācijas starojuma dozai negadījuma rezultātā, medicīnas personāls veic vairākas darbības, lai noteiktu absorbētā starojuma dozu. Šī

informācija ir būtiska, lai noteiktu, cik smaga ir slimības iespējamība, kādus ārstēšanas veidus izmantot un vai cietušajam pastāv iespēja izdzīvot.

Informācija, kas svarīga absorbētās dozas noteikšanai, ietver:

- **Starojuma iedarbības daudzums.** Informācija par attālumu no starojuma avota un iedarbības ilgumu var palīdzēt iegūt aptuvenu apstarojuma slimības smaguma novērtējumu.

- **Vemšana un citi simptomi.** Laiks no starojuma iedarbības līdz vemšanas sākumam ir diezgan precīzs veids absorbētās radiācijas dozas novērtēšanai. Jo īsāks laiks līdz šī simptoma izpausmei, jo lielāka ir doza. Citu pazīmju un simptomu smagums un laiks arī var palīdzēt medicīnas personālam noteikt absorbēto dozu.

- **Asins analīzes.** Regulāri veiktas asins analīzes vairāku dienu laikā ļauj medicīnas personālam meklēt patoloģiskas izmaiņas asins šūnu DNS, kas norādītu uz kaulu smadzeņu bojājuma pakāpi, ko nosaka absorbētās dozas daudzums.

- **Dozimetrs.** Ierīce, ko sauc par dozimetru, var izmērīt absorbēto starojuma dozu, bet tikai tad, ja ierīce atradusies pie personas starojuma saņemšanas laikā.

- **Radiācijas mēriekārtas.** Izmanto, lai noteiktu radioaktīvo daļiņu atrašanās vietu cilvēka ķermenī.

- **Apstarojuma tips.** Ir svarīgi noteikt jonizējošā starojuma veidu, lai būtu iespējams noteikt kādu ārstēšanu piemērot cietušajiem ar staru slimības simptomiem.

Ārstējot staru slimību, galvenais mērķis ir novērst turpmāku radioaktīvo piesārņojumu, kā arī ārstēt dzīvībai bīstamus ievainojumus, piemēram, no apdegumiem un traumām, samazinot to simptomus un sāpes.

Dezaktivācija ir ārējo radioaktīvo daļiņu likvidēšana uz ķermeņa virsmas. Apģērba un apavu novilkšana novērš apmēram 90% no ārējā piesārņojuma. Uzmanīgi mazgājot ķermeni ar ūdeni un ziepēm, no ādas tiek noņemtas atlikušās radioaktīvās vielas daļiņas. Dezaktivācija novērš radioaktīvo materiālu izplatīšanos tālāk. Tas arī samazina iekšējā piesārņojuma risku, ieelpojot, norijot vai iekļūstot ķermenī caur atvērtām brūcēm.

Cietušā aprūpe letālas dozas saņemšanas gadījumā: Personai, kura ir absorbējusi ļoti lielas radiācijas dozas, ir maz iespēju atveseļoties. Atkarībā no slimības smaguma nāve iestājas divu dienu līdz divu nedēļu laikā. Cilvēki ar letālu starojuma dozu saņem zāles sāpju, nelabuma, vemšanas un caurejas kontrolei. Cietušajiem var tikt nodrošināta arī psiholoģiskā vai pastorālā aprūpe.

21. Kāda ir iespēja pārnest piesārņojumu no vienas personas citai?

Cilvēki ar ārēju radioaktīvo piesārņojumu uz ādas vai apģērba var piesārņot citus cilvēkus vai virsmas, kurām viņi pieskaras. Piemēram, cilvēki, uz kuru apģērba ir radioaktīvie putekļi, tos var izplatīt, apsēžoties krēslā, ko pēc tam izmanto kāds cits, vai apskaujot citus. Bet,

tiklīdz cilvēka āda un apģērbs tiek nomazgāti, iespēja pakļaut citus radioaktīvajam piesārņojumam šādā veidā tiek likvidēta.

Cilvēki ar iekšēju radioaktīvo piesārņojumu var pakļaut tuvumā esošos cilvēkus radioaktīvo materiālu starojumam, kas atrodas viņu ķermenī. Iekšēji piesārņotas personas ķermeņa šķidrums (asinīs, sviedros, urīnā) var būt radioaktīvi materiāli un kontakts ar šiem ķermeņa šķidrums var izraisīt radiācijas piesārņojumu vai starojuma iedarbību uz citu personu.

22. Kur var iegūt papildu informāciju par radiācijas avāriju?

Ziņas par iespējamajiem vai pastāvošajiem radiācijas piesārņojuma draudiem un rekomendācijas par tālāko rīcību tiek izplatītas masu medijos (televīzija, radio, interneta vietnes), Valsts vides dienesta mājaslapā (www.vvd.gov.lv), kā arī iesaistīto dienestu mājaslapās un sociālajos tīklos.