

**UTICAJ RADIOAKTIVNOG ZRAČENJA NA ORGANIZAM.PRIMENA U
MEDICINI**

**THE INFLUENCE OF RADIOACTIVITY ON THE ORGANIZAM
.APLICATION IN MEDICINE**

AUTOR

IVONA MILENKOVIĆ ,3.razred,gimnazija „Stevan
Jakovljević",Vlasotince,regionalni centar iz prirodnih I tehnickih nauka u Vranju

MENTOR

MAJA VELJKOVIĆ,profesor fizike,gimnazija „Stevan Jakovljević",Vlasotince

UTICAJ RADIOAKTIVNOG ZRAČENJA NA ORGANIZAM.PRIMENA U MEDICINI

THE INFLUENCE OF RADIOACTIVITY ON THE ORGANIZAM .APLICATION IN MEDICINE

KAKO IZBEĆI UTICAJE RADIOAKTIVNIH ZRAČENJA KOJI SE EMITUJU SVUDA OKO NAS???

KAKO IZBEĆI KATASTROFU???

HOW TO AVOID THE EFFECTS OF RADIOACTIVITY EMITTED ALL AROUND US???

HOW TO AVOID DISSASTER???

REZIME

IZBEGAVATI DIREKTA IZLAGANJA SUNCU ,SMANJITI VREME RADA NA KOMPJUTERU I KORIŠĆENJE SVIH ELEKTRONSKIH UREDJAJA.

KJUCNE RECI

α , β ,X -ZRACI ,PROTONI,NEUTRONI,DNK,SOMATSKI EFEKTI

SUMMARY

IT SHOULD AVOID DIRECT EXPOSURE TO SUNLIGHT, REDUCE THE WORK-TIME OF COMPUTERS , AND THE USE OF ALL ELECTRONIC DEVICES.

KEY WORDS

α , β ,X-RAYS ,PROTONS ,NEUTRONS,DNK,SOMATIC EFFECTS

UVOD

Živimo u doba koje se naziva atomskim. Čovek je uspeo da oslobodi kondenzovanu energiju atoma, da otkrije nove izvore energije toliko potrebne čovečanstvu u njegovom zamahu ka većim materijalnim dobrima, ali i da stvori uzasna oružja kojima može u svakom trenutku unistiti samoga sebe. Nikada u svojoj istoriji život i smrt čovečanstva nisu bili toliko blizu.

Rendgen je 8.11.1895 otkrio novu vrstu elektromagnetskog zračenja koju je nazvao x-zracima. Ubrzo nakon tog otkrića pokazalo se da to zračenje može biti opasno po zdravlje tj. Zabeležene su prve opekotine. Tumačenje istih je bilo raznovrsno. Tesla je smatrao da su opekotine prouzrokovane ozonom. Leonard je 1899. tumačio opekotine teorijom statičkog naelektrisanja. Diskusije o poreklu dermatoloških simptoma vodile su se bez sprovođenja posebnih mera opreza i zaštite u medicinskoj primeni.

Povećanjem broja nesretnih slučajeva nametnula se potreba za efikasnijom zaštitom. U tom smislu Ralina predlaže upotrebu olovnog oksida za eliminaciju mekog zračenja. 1906. lekar Letunan preporučuje upotrebu rendgenskih snimaka umesto fluoroskopskih pregleda u svrhu smanjenja izlaganja bolesnika i operatora.

1896. Bekerel je otkrio radioaktivnost.

Udesi pionira u radu sa radioaktivnim materijama i rendgenskim zracima bili su gorka škola iskustva.

Prva lančana reakcija 1942. i razvojem upotrebe atomske energije broj osoba izloženih u većoj meri nuklearnom zračenju naglo je porastao.

Upotreba radioaktivnih izvora u velikom obimu zahteva da se ljudi upoznaju sa opasnostima i mogućnostima efikasne zaštite jer na njima leži velika odgovornost za pravilnu primenu i efikasnu zaštitu.

Nova era ljudske istorije u kojoj je čovekov um uspeo da oslobodi novi izvor energije toliko poreban za dalji uspon materijalnih bogatstava, započeo je tragičnim bilansom ljudskih žrtava, koje upozoravaju.

Jonizujuće zračenje

Zračenje jezgra

Izraz se odnosi na široki spektar čestica u sistemima koji su podvrgnuti transformacijama u jezgru.

α -čestice

α –čestice su jezgra helijuma koja neki radioaktivni nuklidi emituju. U emisiji α -čestica masa jezgra koja se raspada veća je nego zbir masa α -čestica i ostataka jezgra –sada novog jezgra. To je egzotermički proces u kome je višak mase pretvoren u energiju koju u skoro ukupnom iznosu, preuzima α -čestica u vidu energije kretanja. α -čestice koje pojedini nuklidi emituju imaju tačno određene energije.

β čestice

β čestice su visokoenergetski elektroni ili pozitroni koji se stvaraju i emituju iz pojedinih radionuklida. Za razliku od α čestica, one nisu određenih diskretnih energija, već su emitovane sa kontinuiranim raspodelom energije.

Nastaju konverzijom neutron u proton i elektrona ili protona u neutron i pozitron, pri čemu se emituju antineutrino odnosno neutrino.

Srednja energija β čestica je:

$$E_{\beta} = \frac{1}{3} E_{\beta \max}$$

X i γ zraci

Elektromagnetska zračenja vrlo kratkih talasnih dužina. Ne postoji kvalitativna razlika između njih. Razlika u imenu upotrebljava se da označi da je zračenje stvoreno van jezgra (x) ili unutar jezgra (γ). γ zračenje prirodnih radioaktivnih izotopa je praćeno emisijom α i β čestica.

Protoni

Protoni su jezgra vodonika te su prema tome pozitivno naelektrisani. Protonski snopovi se proizvode u akceleratorima raznih tipova. Prirodni radioaktivni nuklidi emituju protone. Brzi neutroni u interakciji sa vodonikovim atomima mogu da izbiju jezgra i stvore protone.

Neutroni

Neutron je nenaelektrisana čestica koja ima masu nešto veću od protona. Obično se klasifikuju u tri kategorije:

1. Terminalni neutron imaju energije koje odgovaraju termičkoj ravnoteži okoline. Spektar energije neutron u tom slučaju ima tzv. Maxvellov oblik sa energijom od 0,025eV.
2. Intermedijalni neutroni su oni neutroni čije su energije 0,5-10 keV. Spori neutroni imaju energiju od 100eV.
3. Brzi neutroni imaju energije iznad 10 keV.

Biolosko dejstvo radioaktivnog zračenja

Bioloska efikasnost

Štetnost za čitav organizam raste sa rastućom specifičnom jonizacijom. Da bi se uzela u obzir štetnost zračenja uveden je pojam bioloske efikasnosti. Bioloska aktivnost ocenjuje se u odnosu na delovanje x zraka emitovanih naponima od 250kV koji daju 100 pari jona po mikrometru u vodi ili mekom tkivu. Sva jonizujuća zračenja koja stvaraju 100 pari jona imaju biolosku efikasnost jednaku jedinici.

Bioloska efikasnost zavisi od specifične jonizacije kada je ona veća od 100 pari jona po mikrometru u vodi.

Relativna bioloska efikasnost

Da bi se efikasnost mogla izmeriti Failla i HenShaw su 1931 uveli pojam (RBE). RBE je mera efikasnosti apsorbovane doze zračenja dobijene različitim vrstama zračenja. To znači da određeni broj Greja prouzrokovani jednom vrstom zračenja daje bioloski efekat koji je jednak efektu nekog drugog broja Greja druge vrste zračenja. 2RBE zavisi od prilika u kojima se zraci emituju. Npr. efekat x zračenja je manji u odsustvu kiseonika nego u vazduhu.

Tabela 1. Zavisnost RBE od specifične jonizacije:

Table 1. The dependence of the effective ionization energy of the rbe

Srednja specifična jonizacija [μm^{-1}] u vodi	RBE
100 ili manje	1
100 - 200	1 - 2
200 - 650	2 - 5
650 - 1500	5 - 10
1500 - 5000	10 - 20

Tabela 2. Dobijanje različite RBE u poredjenju sa bioloskim efektima

Table 2. getting different RBE in comparison with biological effects

Biološki efekat	Uporedjenja zračenja	RBE
Razbijanje hromozoma u mikrosporama	n : X	4 : 1
Razbijanje hromozoma u korenu graha	α : n : X	8 : 6 : 1
Legalna doza za miševske ~50	n : X	2 : 1
Letalna doza za bakterije	α : X	0,2 : 1

Efektivni factor kvaliteta

Kada nije moguće odrediti dobro određen factor kvaliteta definiše se tzv. efektivni factor kvaliteta.

Tabela 31. Vrednosti efektivnih faktora kvaliteta:

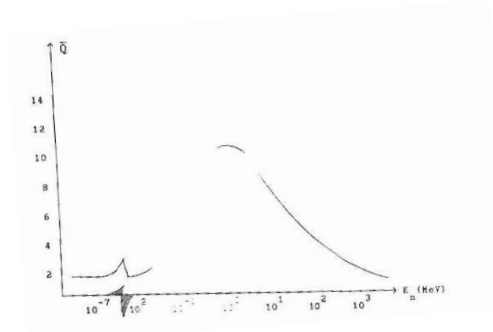
Table 3. The values of the effective quality

Zračenje	Q
Rentgensko, γ zračenje, elektroni i pozitroni	1
Termalni neutroni	3
Neutroni nepoznate reakcije	10
Protoni	10

factors

Tabela 4. Zavisnost efektivnog faktora kvaliteta od energije neutrona:

Tablel 4. Dependence of the effective quality factor of the neutron energy



Faktor distribucije

DF (distribution factor) služi za izražavanje promena u biološkom efektu prouzrokovanih raspodelom radionuklida u unutrašnjosti organizma.

EKVIVALENT DOZE

Produkt apsorbovane doze i spomenutih faktora modifikacije naziva se ekvivalent doze. Definicija ekvivalenta doze dana po ICRU (International Commission on Radiological Units) glasi:

Ekvivalent doze je proizvod apsorpcione doze, faktora kvaliteta, faktora distribucije doze :

$$(DE) = D(QF) \cdot D(DF)$$

Gde je:

DE-ekvivalent doze ;

QF-faktor kvaliteta;

DF-faktor distribucije doze

Osnovna jedinica ekvivalenta doze je sievert. Kako je QF bezdimenzionalan, sievert je izražen u istim jedinicama kao i Grej tj. $1\text{Sv} = 1\text{J/kg}$.

Delovanje jonizujućeg zračenja na živu materiju

Odnos bioloških efekata i energije predate tkivu

Kada se govori o uticaju zračenja na živu materiju treba imati na umu da su biološki efekti zračenja u prividnom nesrazmeru sa energijom koja je u biološkoj zapremini predata.

Doza od 10 Gy koja će uništiti skoro sve ćelije u jednoj zapremini odgovara apsorpciji energije od 10 J/kg što odgovara povećanju temperature za 0.002 °C. Kada se govori o jonizaciji u istom slučaju uočava se da ta doza odgovara stvaranju $2 \cdot 10^{18}$ jonizacija po kg tkiva što odgovara $2 \cdot 10^6$ jonizaciji po ćeliji (masa 10^{-12} kg). Kako ćelija sadrži 10^8 velikih molekula i 10^{13} molekula vode deo molekula koji su direktno jonizovani je vrlo mali, ali to proizvodi znatne posledice.

Biološki efekat zracenja proizilazi iz čitavog niza fizicko-hemijskih reakcija koje su izazvane primarnom jonizacijom.

Oštećenja dezoksiribonukleinskih kiselina (DNK) I njeno oporavljanje;

DNK koja je sadržana u genima služi kao kalup za sintezu ribonukleinskih kiselina (rNK) koje upravljaju proteinskom sintezom a posebno enzimima.

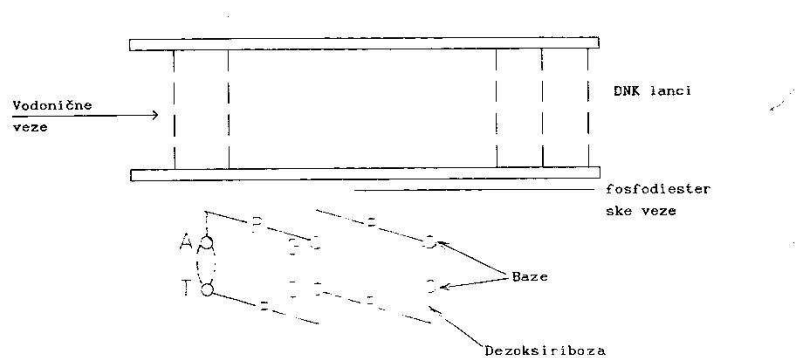
Enzimi su bitni za život ćelija pa oštećenja nekoliko enzimatskih molekula može dovesti do uništenja ćelije.

Važna funkcija DNK je replikacija lanca RNK koja se obavlja pre deobe ćelija. Od ovih dveju funkcija DNK replikacije I transkripcije RNK replikacija je najosetljivija na zračenje.

Lanac DNK se sastoji od niza nukleotida koji sadrže :

1. Purinske ili pirimidinske baze
2. Molekul dezoksiriboze
3. Molekul fosforne kiseline vezane za dezoksiriboze

Nukleotidi su vezani međusobno fosfodiesterским vezama. Poredak u lancu uslovljava genetski kod ćelija. DNK se sastoji od dva komplementarna lanca koji su vezani vodoničnim vezama između baza. Nasuprot baze timina (T) jednog lanca nalazi se adenin (A) u drugom, a nasuprot guanina (G) nalazi se citozin (C). Molekul je šematski predstavljen u obliku lestvica čije su prečke vodonične veze, a stranice oba lanca.



Prilikom replikacije oba lanca se rastavljaju i svaki služi kao model za sintezu jednog novog komplementarnog lanca. Jonizaciono zračenje prouzrokuje kidanje fosfodiesterских veza I oštećenja baza i šećera. Kidanje lanca se može jednostrano eksperimentalno proučavati. Kidanje je izazvano najvećim delom indirektnim delovanjem. Međutim, nema efekta kiseonika za to oštećenje, što govori da je nastalo radikalom vodonika.

Kod jednostrukog prekida jedan od lanaca puca i u procep ulaze molekuli vode pa dolazi do prekida vodonikovih veza između baza.

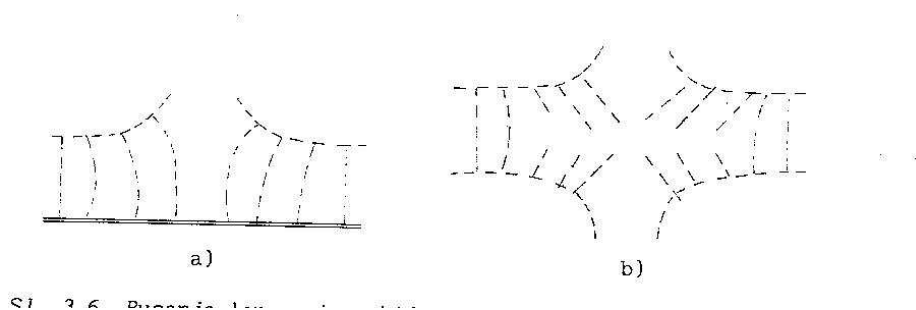
Kod dvostrukog prekida oba lanca su u prekidu. Udaljenost nije veća od 3 nukleotida. Postoji približno jedan dvostruki prekid za 10 jednostrukih prekida.

Baze mogu biti delimično razorene ili hemijski promenjene. Vrlo često se ta promena ogleda u hidroksilaciji sa stvaranjem hidroperoksida u prisustvu kiseonika. Pirimidinske baze su osetljivije nego purinske.

Oštećenja sećera su nepoznata. Obično dolazi do oksidacije i hidrolize sa oslobađanjem baze ,praćeno katkada prekidom fosfodiesterne veze. Dvostruki prekidi se ne mogu oporaviti.

Pucanje lanca i prekid vodoničnih veza molekula DNK:

- a) Jednostruki
- b) Dvostruki prekid



Posledica zracenja na nivou celije

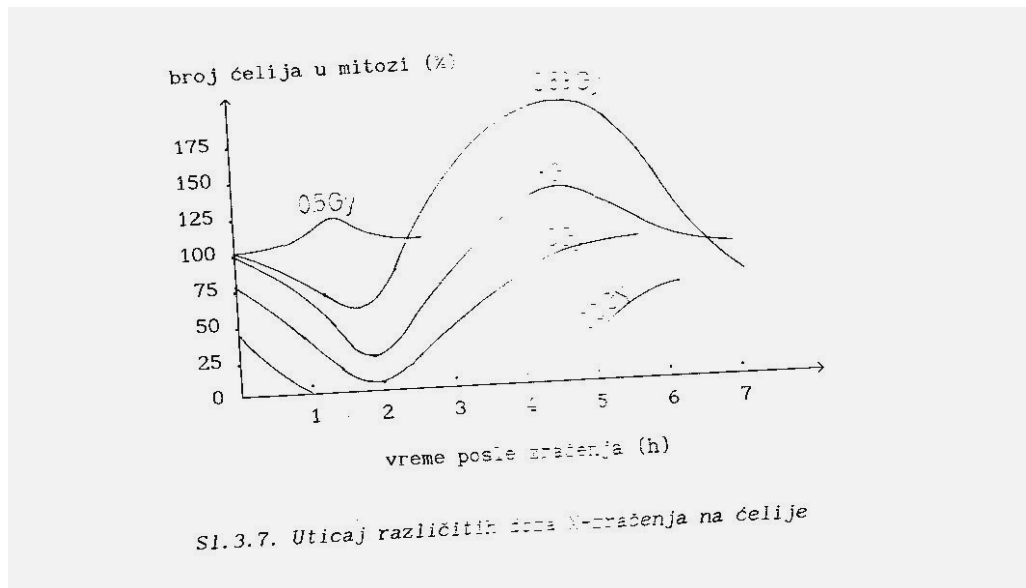
Posle doze od nekoliko stotina Gy vidi se prestanak bilo kakve metaboličke aktivnosti ili momentalno je ćelija unistena. Za nize doze ćelija se ne deli posle nekoliko mitozu i konačno potomci se više ne dele.

Srednja letalna doza za uništenje sposobnosti ćelijskog razmnožavanja je reda veličine 1-2 Gy.

Privremeno zaustavljanje mitotičke aktivnosti

Pojava koja se najlakše može zapaziti nakon zračenja ćelija dozama nedovoljnim da se uniste, jeste zaustavljanje procesa njihove deobe za ograničeni vremenski interval. Studije su pokazale da je osetljivost ćelija različita i da zavisi od stepena koji je ćelija postigla u svom mitotičkom ciklusu nakon zračenja. Mitoza ne prestaje odmah već nakon određenog vremenskog intervala.

The dependence of different



The dependence of different doses x-rays on cells

Individualne razlike;

Proučavanja japanskih žrtava atomskog bombardovanja i osoba koje su nesretnim slučajem bile ozračene velikim dozama, pokazala su da jednaki biološki efekti nisu uvek posledica jednakih primljenih doza. Smanjenje broja belih krvnih zrnaca je važan kriterijum radiacionog oštećenja ili nastajanje raka. Razlike u osetljivosti postoje i s obzirom na pol, starost, ishranu. Tkiva u procesu starenja su manje osetljiva.

Razlike s obzirom na vrstu organizma

Parametar za proučavanje uticaja zračenja – srednja letalna doza – pokazuje znatne razlike s obzirom na vrstu ozračenog organizma. Srednja letalna doza je doza koja je letalna za 50% ozračenih organizama svake vrste, 30 dana posle zračenja.

Tabela 3.7. Srednja letalna doza za neke organizme

Vrsta organizma	Srednja letalna doza ($LD_{50/30}$) u Gy
Pas	$1-1.5$
Čovek	$2-3$
Majmun	$4-5$
Paramecijum	10^{-2}
Virus	10^{-6}

Somatski efekti

Delovanje zračenja može se proučavati direktno na ozračenu osobu putem somatskih efekata ili indirektno na potomstvo ozračene osobe. Po vremenu pojavljivanja povreda posle zračenja

razlikuju se rani i kasni somatski efekti. Rani su oni koji se pojavljuju kratko vreme posle zračenja, a kasni mogu da se pojave posle dugog latentnog intervala koji može biti 10, pa i više godina.

Rani somatski efekti

X zraci mogu da prodru do organa za cirkulaciju i prouzrokuju smetnje u hematoplazmi. Smanjenje broja belih i crvenih krvnih zrnaca dovodi do smanjenja otpornosti protiv infekcija. Smanjenje trombocita dovodi do unutrašnjeg krvarenja. Simptomi koji se javljaju posle zračenja kožnog tkiva su: koža postaje crvena, sjajna, osetljiva, suva naduvana da bi konačno izgubila brazde. Nakon toga se pojavljuju mehurici i bradavice ili karcinomatозne rane koje teško zaceljuju. Dalje ozlede su radidermatitis, depigmentacija, gubitak otisaka prstiju, stvaranje područja hiperkeratoze i nestajanje dlačica. Upala roznjače ili mreznjače se javlja sa dozama od 5Gy.

β -zraci prouzrokuju radiodermatitis, pucanje i ljuštenje noktiju, karcinom kože. Na očima se javlja upala roznjace, a dovodi i do zamućenja sočiva (katarakta).

α -čestice ispod 9MeV ne predstavljaju opasnost, (akceleratori dovode do povećanja energije od nekoliko stotina MeV). Oni oštećuju tkiva. Ozlede prouzrokovane neutronima su slične sa α i β česticama.

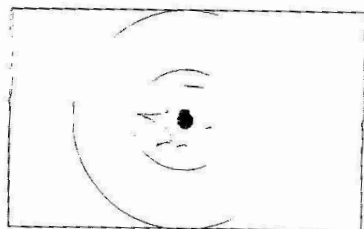
Kasni somatski efekti:

Akumuliranje malih doza zračenja udisajem ili upijanjem kroz dugi niz godina dovodi do ozleđa kao što su rak pluća ili maligni tumori.

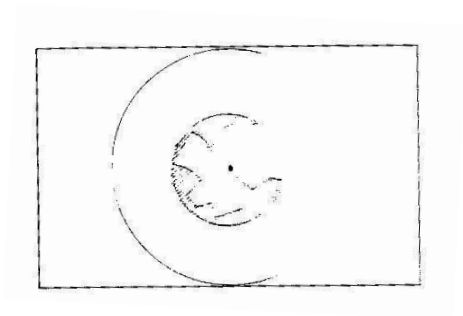
Radijum, plutonijum i polonijum smatraju se najopasnijim alfa odašiljačima. Radijum sa vremenom raspadanja 1620 godina se taloži u kostima a-čestice razaraju koštano srž. Zračenje dovodi do anemije. Step povreda zavisi od hemijskih svojstava radioaktivnih materija tj. njihovoj topivosti, vremenu poluraspada, od količine, brzine izlučivanja iz organizma. Efekti mogu biti kancerozni i nekancerozni.

Nekancerozne promene mogu biti:

- Zamućenje očnog sočiva (katarakta)



2) Ona se javlja na sredini zadnjeg dela sočiva šireći se prema krajevima. 1) Katarakta izazvana drugim uslovima počinje periferno.

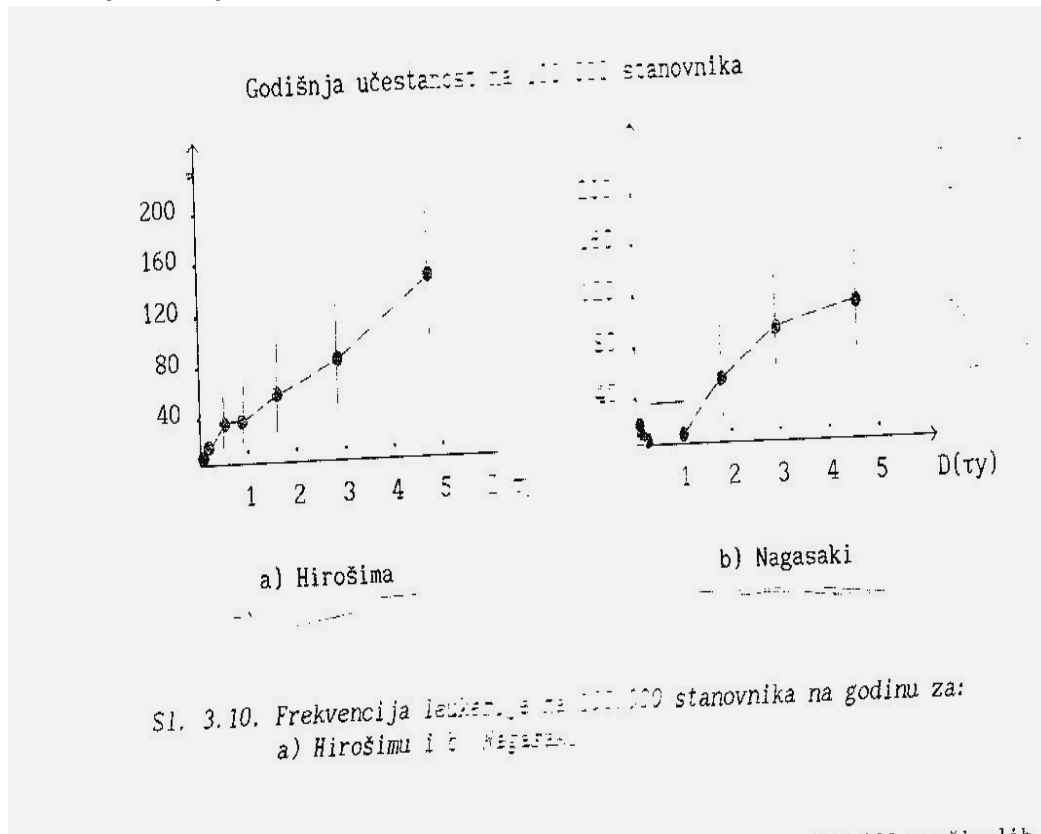


Doze neutrona od 0.2-0.5 sieverta su dovoljne da izazovu kataraktu sočiva ,a najniža doza x-zraka je 2 sieverta.

- Kasne degenerativne promene na plućima i digestivnom traktu;
- Glomerulonefritis(upala bubrenih glomerula koji filtriraju krv);

Rezultati posmatranja preživelih stanovnika Hirošime i Nagasakija ukazuju na povećanje broja obolelih proporcionalno dobijanjem nove doze zračenja. Atomska bomba bačena na Hirošimu davala je više neutronske zračenja. Studije u Japanu su pokazale da je najveće povećanje frekvencije leukemije bilo opažano za starosnu grupu od 0-14. godina. Pored leukemije pojavili su se i rak pluća, rak dojki (kod žena između 20-30) Latentno vreme pojavljivanja kancerogenih posledica procenjeno je na 6. godina za leukemiju i 10 godina za rak pluća i prsa.

Delovanje zračenja



Frequency of leukemia for 100.000 inhabitants per year for a)Hiroshima b)Nagasaki

Oštećenja genetskog materijala dele se na ;

- Mutaciju gena ili tačkaste mutacije vezane za promenu gena bez modifikacije morfološkog aspekta hromozoma
- Mutacija hromozoma koji proizvodi promenu oblika hromozoma
- Genomna mutacija kojom se menja broj hromozoma

Ćelije sisara su diploidne tj.svaki hromozom postoji u 2 primerka .Ako mutacija pogodi samo jedan od tih gena onda je mutacija dominantna u suprotnom ona je recesivna .

Hromozomi su nosioci gena .Vide se u profazi,u celiji coveka ima 23 para hromozoma .Javljaju se parovi zato sto postoje dva niza hromozoma od kojih je jedan majčinog ,a drugi očevog porekla.Geni su smešteni duz hromozoma i ima ih 50000u jednoj ljudskoj ćeliji.

Prvi tip oštećenja je debljanje hromozoma,stvaranje nepravilnih paketa hromatina,viskozitet se povećava.

Drugi tip oštećenja je kidanje hromozoma Kidanje moze biti jednostruko ili višestruko i moze poremetiti mitozu.

Ukoliko se mutacija odnosi na jezgro kao celinu tada nastaje genomna mutacija.One menjaju broj hromozoma u jezgru.

ZAKLJUČAK

Efekat radioaktivnog zračenja je svaka fizioloska promena na živi organizam.Dejstvo zračenja dovodi do trajnih oštećenja zdravlja.

Zaštita zahteva 3 pravila:

- ✓ *Raditi sto je brze moguće;*
- ✓ *Potrebno je koristiti zaštitna sredstva,usavršiti uredjaje i tehniku ;*

✓

Postaviti dovoljno bezbedno rastojanje od izvesnog zračenja;

LITERATURA

- Zubovic I. Nuklearna medicina –''*Glas Srpski* '' ,**1995**.
- Nedovic, Ekologija zivotne sredine –''*Grafid* '' Banja Luka, **1999**.
- sr.wikipedia.org/sr/Радіаціона_болест

