

I.gimnazija v Celju
Gimanzija Celje Center

DOZA SEVANJA RENTGENA

Avtorji:

Alen Kurtiš, 3.e Gimnazija Celje Center
Vito Šegota, 3.a I. gimnazija v Celju
Jernej Ludvig, 3.a I. gimnazija v Celju

Mentor:

Nataša Ravnikar, spec. fiz. izobr.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2009

1. POVZETEK	4
2. ZAHVALA.....	5
3. UVOD	5
3.1 DOMNEVE IN CILJI	6
4. TEORETIČNI DEL.....	7
4.1 KAJ JE RENTGEN ?	7
4.1.1 PRINCIP DELOVANJA.....	7
4.1.3 RAZLIKA MED DIGITALNIM IN ANALOGNIM RENTGENOM	7
4.2 KAKŠNA JE OPREMA RENTGENA ?	9
4.2.1 PRIBOR ZA RENTGENOGRAFIJA	9
4.2.2 VARSTVO PRED IONIZIRAJOČIM SEVANJEM V RADIOGRAFIJI.....	9
4.2.3 PRAVNA PODLAGA VARSTVA PRED IONIZIRAJOČIM SEVANJEM.....	9
4.2.4 OMEJITEV DOZNIH OBREMENITEV	10
4.2.5 DEFINICIJE IN ENOTE	10
4.3 DOZE	11
4.3.1 TABELI EFEKTIVNIH DOZ DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA	11
4.3.1 TABELI ABSORBIRANIH DOZ DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA	12
4.3.1 IONIZIRAJOČE SEVANJE IN DEFINICJE DOZ	12
4.4 RENTGENSKO SEVANJE IN NOSEČNOST	13
4.4.2 DOZE V ZDRAVSTVU:.....	13
4.4 SEVANJE RENTGENA	14
4.5 GENETSKI UČINKI	14
4.6 RENTGENSKA DIAGNOSTIKA.....	15
4.7 INTERAKCIJE MED RENTGENSKIM SEVANJEM IN MATERIJO.....	15
4.7.1 KONHERENTNO SIPANJE	16
4.7.2 FOTOELEKTRIČNI EFEKT	16
4.7.3 COMPTONOVO SIPANJE.....	17
4.7.4 COMPTONOV EFEKT	17
4.7.5 TVORBA PAROV IN FOTODEZINTEGRACIJA	18
4.7.6 RELATIVNA FREKVENCA OSNOVNIH INTERAKCIJ MED RENTGENSKIM SEVANJEM IN MATERIJO	19
5. ANALIZA ANKETE	20
5.1 ANALIZA ANKETE ZA PACIENTE	20
5.1.1 STRUKTURA IZOBRAZBE PACIENTOV	20
5.1.2 ŠTEVILO PREISKAV Z RENTGENOM	21
5.1.3 VRSTA PREISKAV Z RENTGENOM.....	22
5.1.4 PREPOZNAVANJE DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA	23
5.1.5 RAZLIKOVANJE MED DIGITALNIM IN ANALOGNIM RENTGENOM.....	24
5.2 ANALIZA ANKETE ZA DIJAKE.....	24
5.2.1 STAROSTNA SESTAVA DIJAKOV	24
5.2.2. ŠTEVILO DIJAKOV KI SO ŽE BILI NA PREISKAVI Z RENTGENOM.....	25
5.2.3. NAJPOGOSTEJŠE PREISKAVE DIJAKOV	26
5.2.4. POZNAVANJE DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA MED DIJAKI.....	27
5.2.5 RAZLIKA MED DIGITALNIM IN ANALOGNIM RENTGENOM	28
6. ZAKLJUČKI.....	29
7. VIRI IN LITERATURA	30
8. DODATKI.....	31

8.1 KAZALO SLIK.....	31
8.2 KAZALO TABEL.....	31
8.3 KAZALO GRAFOV	31
8.4 ANKETI.....	32
8.4.1 ANKETA ZA DIJAKE	32
8.4.2 ANKETA ZA PACIENTE.....	33

1. POVZETEK

Raziskovanja smo se lotili z namenom, da se prepričamo o količini sevanja rentgena in škodljivosti tega. Prav tako nas je zanimala osveščenost ljudi o sevanju.

Za slednje smo uporabili metodo anketiranja na več nivojih: 117 pacientov, 58 dijakov srednje šole.

Ta tematika nam ni bila najbolj blizu, zato smo se ji želeli približati in jo bolje spoznati, predvsem pa smo želeli spoznati njene slabosti.

Ugotovili smo, da se večina populacije zaveda sevanja rentgena, ni pa podrobneje seznanjena s problematiko. Čeprav se večina zaveda, da rentgensko sevanje deluje zelo škodljivo za človeško telo, se večina pred sevanjem ne zna obvarovati.



Slika 1: Pacient ob slikanju prstnega koša

2. ZAHVALA

Radi bi se zahvalili za pomoč in svetovanje ter teoretično izobraževanje prim. asist. mag. Nikši Šegota dr. med., specialistu interne medicine. Želeli bi tudi izraziti zahvalo za podatke o dozah lastnega merjenja v bolnišnicah po Sloveniji g. Tomažu Fortuni. Zahvalili bi se tudi za številne nasvete in usmerjanje skozi celoten proces pisanja raziskovalne naloge profesorici fizike na I. gimnaziji v Celju, Nataši Ravnikar.

3. UVOD

Znano je, da je medicina napredovala v zvezi z diagnostiko s pomočjo rentgena, prav tako pa se je drastično zmanjšala količina sevanja. Trdimo, da bo v prihodnosti z uporabo tehnologije sevanje drastično manjše ali celo zanemarljivo. Velik korak v tej smeri je vse pogostejša uporaba magnetne resonance. Pri opravljanju raziskovalne naloge, smo spoznali, da so sevanja pri magnetni resonanci bistveno manjša, kot pa sevanja pri digitalnem ali analognem rentgenu. Takoj se nam je začelo porajati vprašanje, zakaj v medicini ne uporabljajo za slikanje raznih delov telesa magnetne resonance? Saj bi tako bilo tveganje za obolenje raznih bolezni bistveno manjše, ker bi naše telo prejelo manjšo količino sevanja. Z raziskovanjem smo prišli do ugotovitve, da se v medicini magnetna resonanca ne uporablja pogosteje le zaradi finančnih razlogov, kar pa se nam zdi nepravilno in nelogično. Magnetna resonanca je zelo draga aparatura in si je res ne moremo privoščiti v večjih količinah, vendar pa menimo, da sta pacient in njegovo zdravje vedno na prvem mestu.

Raziskovanja smo se lotili z namenom, da ugotovimo, kako delujejo rentgenski žarki na naše telo, kako se moramo pred njimi obvarovati in s katerim rentgenom je bolje slikati naše telo, z digitalnim ali z analognim.

Pomagali smo si tudi z anketami. Anketirali smo 58 dijakov starih 17 do 18 let in 117 pacientov s povprečno starostjo 40 let in z višješolsko izobrazbo.

Ta tematika se nam je zdela zelo zanimiva, ker se ljudje vsakodnevno slikajo z rentgenskimi aparati, vendar se ne zavedajo, kako to na njih deluje in kako škodljivo je. Mislimo, da smo s to raziskovalno nalogo osvestili vse anketirance in ostale, ki so nam pri nalogi pomagali, o škodljivosti rentgenskih žarkov.

3.1 DOMNEVE IN CILJI

- Trdimo, da je doza analognega rentgena večja od doze digitalnega.
- Pričakujemo, da ljudje niso seznanjeni s problematiko škodljivosti ionizirajočega sevanja na človeško tkivo.
- Ocenjujemo, da ljudje ločijo med digitalnim in analognim rentgenom in približno poznajo količino prejetega sevanja ob slikanju.

4. TEORETIČNI DEL

4.1 KAJ JE RENTGEN ?

Rentgen je metoda slikovne diagnostike v medicine. S pomočjo visoko zmogljivega rentgenskega aparata opravljamo slikanje okostja in pljuč v osnovnih in dodatnih specialnih projekcijah.

Posebne priprave za to slikanje niso potrebne. Preiskave so neboleče, zaželeno je le dobro sodelovanje preiskovanega.

4.1.1 PRINCIP DELOVANJA

Rentgensko sevanje so v glavnem fotoni zavornega sevanja, ki nastane v anodi rentgenske cevi.

Naprava rentgen deluje na principu katode in anode. Rentgenski aparat emitira snop rentgenskih fotonov primerne intenzitete, pri prehodu vstopnega snopa pa skozi telo nastane v različnih tkivih različna stopnja oslabitve rentgenskih fotonov. Oslabitev je največja tam, kjer je atomsko število elementov, iz katerih je snov sestavljena, veliko in najmanjša tam, kjer je atomsko število elementov, iz katerih je snov sestavljena, majhno. Tako dobimo sliko z kostmi in mehkim tkivom. Iz telesa izstopa snop rentgenskih fotonov, katerih intenziteta je v različnih delih različna, in sicer kot oslabitev v posameznih tkivih v telesu. Vidna svetloba ojačevalnih folij skupaj z rentgenskimi fotoni tvori izstopni snop na rentgenskem filmu. X – žarke uvrščamo pod elektromagnetno valovanje.

4.1.3 RAZLIKA MED DIGITALNIM IN ANALOGNIM RENTGENOM

Razlika je v načinu detekcije. Pri analognem je detektor prilagojen fotografski film, pri digitalnem pa urejen sistem fotodiod ali senzitivne plošče.

Doze v digitalni detekciji so približno 1/3 tistih v analogni tehniki. Ostale značilnosti digitalne radiografije so enake značilnostim analogne. Bistvena prednost digitalne tehnike glede na analogno je obdelava rentgenogramov. Pri digitalnem sevanju lahko dobimo sliko na računalniku, kjer si jo lahko bolj podrobno pogledamo ali pa dobimo sliko v obliki rentgenskega filma. Pri analognem rentgenu pa lahko dobimo sliko le v obliki rentgenskega filma.



Slika 2: Primer digitalne rentgenske slike

4.2 KAKŠNA JE OPREMA RENTGENA ?

Rentgenska cev: nameščena je na stativu, je pritrjena, premikamo jo lahko v več smeri (naklon cevi, vrtenje v vodoravni smeri, navorelno).

Stativ: stoji na tleh, stropu ali steni.



Slika 3: Primer rentgenske slike pljuč na filmu - analogen način

4.2.1 PRIBOR ZA RENTGENOGRAFIJA

Potrebujemo slikovni receptor, ki je lahko bodisi: kasete (pri digitaliziranih je ni), rentgenski film (pri analognih), fluorescentne plošče ali ploščati detektorji.

4.2.2 VARSTVO PRED IONIZIRAJOČIM SEVANJEM V RADIOGRAFIJI

V radiografiji moramo biti zelo pozorni na sevanje, saj že majhna doza sevanja škoduje človeškemu organizmu. Zato je vsak rentgenogram kompromis med najmanjšo možno dozo, ki je potrebna za njegov nastanek in optimalno kakovost.

4.2.3 PRAVNA PODLAGA VARSTVA PRED IONIZIRAJOČIM SEVANJEM

Za varstvo pred ionizirajočim sevanjem skrbi svetovna organizacija ICRP (International Commission on Radiological Protection). V Sloveniji pa za varstvo pred ionizirajočim sevanjem skrbi Ministrstvo za okolje in prostor ter posebej na področju uporabe sevanj v medicini Ministrstvo za zdravje oz. Uprava republike Slovenije za varstvo pred sevanji.

Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu

- Ureja varstvo pacientov in drugih oseb, izpostavljenih ionizirajočim sevanjem v zdravstvu:
 - izpostavljenost pacientov zaradi medicinske diagnostike in/ali zdravljenja,
 - izpostavljenost posameznikov v okviru poklicnih preventivnih zdravstvenih pregledov,
 - izpostavljenost posameznikov v okviru programa zgodnje diagnostike,
 - izpostavljenost zdravih oseb ali pacientov prostovoljcev, ki sodelujejo v programih diagnostičnega ali terapevtskega medicinskega oz. biomedicinskega raziskovanja,
 - izpostavljenost oseb v okviru pravno-medicinskih postopkov,
 - izpostavljenost posameznikov, ki zavestno in prostovoljno, zunaj svojega poklica pomagajo pri negi in skrbi za udobje pacientov ter drugih oseb, ki so izpostavljeni ionizirajočim sevanjem v zdravstvu;

- določa radiološke posege, za katere je treba pridobiti odobritev programa radioloških posegov, in standardne diagnostične radiološke posege, za katere je treba podati oceno prejetih doz, odliko in obseg programa radioloških posegov, postopke načrtovanja, napotitve, odobritve in izvedbe radioloških posegov ter način in obseg poročanja o izpostavljenosti pacientov zaradi radioloških posegov;
- določa pogoje za izvajanje sistematične zgodne diagnostike, biomedicinskih in medicinskih raziskav, pravno-medicinskih posegov, posebnih radioloških posegov za otroke ter nosečnice in doječe ženske ter prostovoljne pomoči pri negi in oskrbi pacientov; vsebine obveznega izobraževanja in usposabljanje izvajalcev radiološkega posega; merila sprejemljivosti opreme za izvajanje radioloških posegov; posebne postopke za radioterapijo, diagnostično in interventno radiologijo ter nuklearno medicino; programe zagotavljanja kakovosti in oblike strokovnega nadzora;
- določa pogostost, obseg ter način ocenjevanja in preverjanja radioloških posegov, način in roke poročanja ter primere izrednih dogodkov pri radioloških posegih, ko ministrstvo, pristojno za zdravje, samo odredi ocenjevanje in preverjanje radiološkega posega.

4.2.4 OMEJITEV DOZNIH OBREMENITEV

Zaradi kvarnih bioloških vplivov ionizirajočega sevanja na človeški organizem je bilo treba določiti dozne obremenitve izpostavljenih delavcev, ki poklicno delajo z viri ionizirajočih sevanj, in za posameznike iz prebivalstva. Osnovni namen postavitve doznih meja je omejiti tveganja za stohastične in preprečiti deterministične učinke ionizirajočih sevanj na človeški organizem.

Stohastični učinki so tisti, ki nimajo praga, pod katerim bi bila verjetnost, da bi do njih prišlo, zagotova. Lahko se pojavijo v primeru nižjih doz, npr. rakasta obolenja ali okvare dedne mase.

Deterministični učinki so tisti, pri katerih poznamo vrednost dozne obremenitve, nad katero pride do njih. S tem ko narašča doza, je verjetnost pojavov večja in posledično stopnja okvara.

Z vidika ionizirajočih sevanj so ljudje različno v stiku s sevanjem:

- izpostavljeni delavci (poklicno delajo z viri ionizirajočih sevanj, obstaja potencialna možnost ekspozicije z virom sevanja – radiološki inženir, zdravnik radiolog, zdravnik radioterapevt)
- občasno izpostavljeni (posamezniki iz prebivalstva)

4.2.5 DEFINICIJE IN ENOTE

Doza je merilo za količino energije ionizirajočih sevanj, ki bi jo ali jo je prejelo posameznikovo telo.

Ekspozicija (izpostavljenost) je pojem za obsevanost z ionizirajočimi sevanji.

Enote s katerimi izražamo izpostavljenost:

Fizikalna količina	SI enota	Ne-SI enota	Povezava
absorbirana doza	Gray (Gy) 1 Gy = 1j/kg	Rad	1 Gy = 100 rad 1 rad = 0,001 Gy = 1mGy
ekvivalentna doza	Sievert (Sv) 1 Sv = 1 j/kg	rem	1 Sv = 100 rem 1 rem = 0,01 Sv = 10 mSv
ekspozicija	Coulomb/kg (C/kg)	Roentgen ®	1 C/kg = 3876 R = 3,876 kR

Tabela 1: Tabela enot s katerimi izračunamo izpostavljenost

Mejne doze so največje vrednosti doz, ki jih lahko prejmejo prebivalci.

4.3 DOZE

Merjenje sevanja imenujemo dozimetrija. Osnovna merljiva količina v dozimetriji je absorbirana doza. Biološko škodo, to je verjetnost za pojav raka na določeni lokalizaciji, opredeli efektivna doza. Danes prevladuje mnenje, da pri vsaki izpostavljenosti nekaj tvegamo (verjetnost za nastanek raka). Medicinska uporaba izpostavljenosti je opravičena, če je pričakovana korist večja od neizogibnega škodljivega učinka. V znanosti velja prepričanje, da je verjetnost za nastanek raka do 20 mSv (milisievertov) efektivne doze zanemarljiva (glede na verjetnost).

4.3.1 TABELI EFEKTIVNIH DOZ DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA

EFEKTIVNA DOZA	PA PROJEKCIJA	LAT PROJEKCIJA
TORAKS	0.5 mSv	1.5 mSv

Tabela 2: Tabela efektivne doze analognega rentgena za slikanje pljuč

EFEKTIVNA DOZA	PA PROJEKCIJA	LAT PROJEKCIJA
TORAKS	0.16 mSv	0.5 mSv

Tabela 3: Tabela efektivne doze digitalnega rentgena za slikanje pljuč

4.3.1 TABELI ABSORBIRANIH DOZ DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA

ABSORBIRANA DOZA	PA PROEKCIJA	LAT PROEKCIJA
TORAKS	1 mGy	0.7 mGy

Tabela 4: Tabela absorbirane doze analognega rentgena za slikanje pljuč

ABSORBIRANA DOZA	PA PROEKCIJA	LAT PROEKCIJA
TORAKS	0.3 mGy	0.23 mGy

Tabela 5: Tabela absorbirane doze digitalnega rentgena za slikanje pljuč

4.3.1 IONIZIRAJOČE SEVANJE IN DEFINICIJE DOZ

Ionizirajoče sevanje človeško telo ne more zaznati s svojimi čutili, lahko pa ga zaznamo z različnimi sredstvi, kot so: Gaigerjeve cevi, termoluminiscenčni materiali in iskrnimi števci. Meritve opravljene na osnovi teh merilnih naprav lahko razložimo z energijo predano telesu ali delu telesa.

Absorbirana doza ali vstopna kožna je merilo za absorbirano energijo ionizirajočega sevanja. To je energija, ki jo ionizirajoče sevanje pri prehodu skozi snov preda enem kilogramu te snovi. Osnovna enota je J/kg oziroma gray (Gy).

Ekvivalentna doza je merilo za sevalno škodo. Dobimo jo tako, da absorbirano dozo pomnožimo s faktorjem relativne biološke škodljivosti, s katerim označujemo predano energijo sevanja tkivu in njegovo povzročitev biološke škode. Za fotone in elektrone je ta faktor ena, za delce alfa pa je lahko do dvajset. Osnovna enota ekvivalentne doze je sievert (Sv).

Efektivna ekvivalentna doza je vsota vseh ekvivalentnih doz pomnožena z utežnim faktorjem. Enota zanjo je sievert (Sv).

Kadar govorimo o obsevanosti skupine ljudi ali populacije pa uporabljamo kolektivno efektivno ekvivalentno dozo. To dobimo tako, da seštejemo produkte povprečnih efektivnih ekvivalentnih doz za posamezno skupino s številom oseb v skupini.

HIERARHIJA DOZ
Absorbirana doza-gray Energija, ki jo sevanje preda kilogramu tkiva. Ekvivalentna doza-sievert Absorbirana doza pomnožena s faktorjem škodljivosti. Efektivna ekvivalentna doza-sievert Vsota produktov ekvivalentnih doz s faktorjem za tkivo. Efektivna ekvivalentna doza (za skupino obsevanih)

Tabela 6: Tabela hierarhij doz

4.4 RENTGENSKO SEVANJE IN NOSEČNOST

Pri nosečih ženskah se izogibamo rentgenskemu sevanju, saj rentgenski žarki močno vplivajo na mater, še bolj pa na plod. Najpomembnejše je preprečevanje rentgenskega slikanja v prvih tednih nosečnosti, saj je v tem času lahko za plod usodno. Rentgensko slikanje se pri nosečih ženskah izvaja v prvih desetih dneh menstruacijskega ciklusa. Med nosečnostjo pa se rentgensko slikanje izvaja le takrat, kadar je življenje noseče ženske ogroženo in če z nobeno drugo preiskovalno metodo ne moremo razjasniti diagnostičnega problema.

Za večjo varnost nosečih žensk se v večini primerov uporablja ultrazvok, ki ne škoduje plodu. V zadnjih letih pa se vedno bolj uporablja magnetna resonanca, ki nam omogoči kvalitetnejšo sliko in manjšo škodo noseči ženski ter njenemu plodu.

Letne doze zaradi medicinske rabe sevanja		
	S _E (%)	H _E (μSv)
- Rentgenske preiskave (brez zobozdravstva)	93	280
- Slikanje zob	1	4
- Nuklearna medicina	6	18
Skupaj	100	300

Tabela 7: Doze medicinske rabe sevanja

V tej tabeli so podatki o deležu kolektivne efektivne doze in o povprečni efektivni dozi za posameznika. Podatki veljajo za Zahodnoevropske države. V Sloveniji pa naj bi bila povprečna efektivna doza okoli 2 mSv na leto, kar je približno sedemkrat več kakor v Zahodni Evropi.

Iz tabele lahko razberemo, da je daleč največji prispevek obsevanosti posledica rentgenske diagnostike. Za možnost nadzora je primeren program *kontrole kvalitete* (rentgenska diagnostika). Veliko lahko storijo tudi radiologi in radiografi, ki morajo rentgenske preslikave opravljati ob najmanjšem možnem številu uporabljenih filmov. Omejevanje obsevanosti v diagnostični rentgenologiji lahko dosežemo tudi z omejevanjem obsevanega polja, izbiro primernih projekcij za preslikavo in uporabe zaščitnih sredstev.

4.3.2 DOZE V ZDRAVSTVU:

V slovenskem zdravstvu spada pod vir ionizirajočega sevanja približno 2000 oseb. V te skupine spadajo.

- zdravniki nekaterih kliničnih specialnosti
- višji radiološki tehniki (radiografi)
- medicinske sestre
- nemedicinsko osebje

S pomočjo podatkov smo ugotovili, da okoli 95% tega osebja letno ne prejme več kakor 2 mSv. Pri nekaterih posameznikih pa sežejo efektivne doze tudi preko 10 mSv. To velja predvsem za zdravnike.

4.4 SEVANJE RENTGENA

Sevanje je proces, ki nas spremlja na vsakem koraku našega življenja. Že samo svetloba in toplota, ki sta zelo pomembni za obstoj živih bitij, nastajata iz sončnega sevanja. Prav tako pa je človek s pridom izkoristil rentgensko sevanje za potrebe medicine, radijske valove za sporazumevanje in mikrovalove za kuhanje.

Glede učinkov na živo telo delimo sevanje na ionizirano in neionizirano sevanje. V naši raziskovalni nalogi se bomo osredotočili na ionizirano sevanje, ki nastaja med drugim tudi pri slikanju z rentgenskim aparatom v medicini. Ionizirajoče je vsako sevanje, pri katerem je foton z energijo 15 keV sposoben ionizirati molekulo. Ionizacija pa je proces, pri katerem nevtralni atomi ali molekule dobijo ali izgubijo električni naboj. Ionizirajoče sevanje nastaja med drugim tudi pri sevanju radioaktivnih atomov in televizijskih sprejemnikov. Kljub široki uporabi ionizirajočih sevanj so le ta škodljiva za ljudi, zato se moramo zaščititi pred nepotrebnim izpostavljanjem.

Pri nepotrebnem izpostavljanju ionizirajočim sevanjem lahko pride do rakastih obolenj ljudi, ki pa se lahko prenesejo tudi na njihove potomce, če so bile matere med nosečnostjo izpostavljene sevanju. Verjetnost za pojav obolenj pa je odvisna od doze sevanja in njene časovne porazdelitve ter ali je bilo sevanje naravnega ali umetnega izvora.

Ionizirano sevanje pa lahko privede tudi do vnetja kože, spremembe krvne slike, poškodbe možganov, oči in prebavnih organov pa tudi duševne zaostalosti novorojenčkov, katerih matere so bile izpostavljene ionizirajočim sevanjem.

4.5 GENETSKI UČINKI

Rentgensko sevanje je za telo škodljivo, za posamezne organe so določene mejne doze, ki so dovoljene. Verjetnost, da nastanejo poškodbe na molekulah DNK, je odvisna od prejete doze. Sledeči podatki so za tveganje smrtnega raka:

Organ ali tkivo	Tveganje (Sv-1)
pljuča	1/80
prsi	1/180
kostni mozeg	1/360
jetra	1/670
kostna povrhnjica	1/2000
ščitnica	1/4000
ostalo	1/45
celo telo	1 / 20

Tabela 8: Tabela tveganja sevanj na posamezno tkivo

4.6 RENTGENSKA DIAGNOSTIKA

Rentgensko sevanje oddaja le kratek čas po vklopu visoke napetosti. Sevanje preneha v nekaj milisekundah po izklopu napetosti. Najbolj pogosta je preslikava prsnih organov, za tem pa v zobozdravstvu, hrbtenici, prebavni cevi, želodcu... Prav zato smo se tudi v naši raziskovalni nalogi posvetili rentgenskim preslikavam pljuč oz. zobovja.

V Sloveniji spremljamo obsevne doze od l. 1986. Pri tem bi poudarili, da strokovnjaki niso enakega mnenja glede škodljivosti sevanja. Kot smo že omenili je absorbirana ali vstopna kožna doza sorazmerna z ekvivalentno: letna dovoljena doza za prebivalstvo je 1 mSv, ob izrednih primerih 5 mSv, za zaposlene pa do 50 mSv.

Zaščita pacientov

Menimo, da je vsesplošna ozaveščenost prebivalstva glede sevanja občutno premajhna. In sicer trdimo, da ljudje ne poznajo stopnje sevanja rentgena oziroma so prepričani, da je le-ta večja kot je v resnici.

4.7 INTERAKCIJE MED RENTGENSKIM SEVANJEM IN MATERIJO

Pri prehodu rentgenskih žarkov skozi materijo rentgenski fotoni integrirajo materijo na lupinah atomov z elektroni ali pa z njihovimi jedri. V energetskem področju rentgenskih žarkov se interakcije dogajajo samo z elektroni.

Poznamo 5 vrst interakcij med rentgenskimi fotoni in materijo:

- koherentno sipanje (klasična razpršitev)
- fotoelektrični efekti
- Comptonov efekt (Comptonovo sipanje, Comptonova razpršitev)

Pri interakciji med rentgenskimi fotoni in materijo se lahko rentgenski foton v materiji popolnoma absorbira (izgubi vso energijo in preneha obstajati). Pri interakcijah med rentgenskimi fotoni in materijo se včasih energija zmanjša in spremeni smer ali pa se energija ne spremeni in spremeni se samo smer.

Pri prehodu rentgenskih žarkov skozi materijo se lahko rentgenski fotoni v materiji absorbirajo, lahko se sipajo (izgubijo prvotno smer ali smer in energijo) ali pa prodrejo skozi materijo z nespremenjeno smerjo in energijo

Sipani fotoni izhajajo iz materije in le nekaj jih doseže slikovni receptor. V primeru, da je slikovni receptor rentgenski film, je slika sipanih fotonov na njem *difuzna počrnitev* (relativno enakomerno razporejena počrnitev po celotni površini filma, ki moti jasnost slike objekta na filmu. Slika je videti motna; več je sipanih fotonov, bolj je film počrnjen.

4.7.1 KONHERENTNO SIPANJE

To vrsto interakcij povzročajo fotoni z relativno nizko energijo. Je edini tip interakcije, ki ne povzroči ionizacije atoma med rentgenskim sevanje in materijo. Koherentnega sipanja je okoli 5 % in nima nobene povezave z nastankom difuzne počrtnitve slike.

Interakcija poteka v treh stopnjah:

- Rentgenski foton najprej povzroči vibracijo elektronov v atomu. Pri tem elektron odda vso svojo energijo atomu.
- Vibrirajoči atom je vznurjen in teži za tem, da bi se vrnil v normalno, stabilno stanje.
- Pri vrnitvi v stabilno stanje atom odda odvečno energijo v obliki rentgenskega fotona, katerega energija je enaka energiji fotona, smer pa je drugačna.

4.7.2 FOTOELEKTRIČNI EFEKT

Naključni foton mora imeti nekoliko večjo energijo, kot je energija potenciala K lupine atoma, s katerim integrira.

Pri tem se porabi vsa energija rentgenskega fotona, in sicer:

- en del za izbitje K atoma iz lupine,
- drugi del, da se energija fotona pretvori v kinetično energijo izbitega elektrona.

Torej, ko se vsa energija rentgenskega fotona porabi, pravimo, da se je v materiji absorbiral. Izbiti elektron, ki zapusti svoj atom, imenujemo fotoelektron.

Pri fotoelektričnem efektu nastanejo trije produkti:

- negativni ioni (fotoelektron, ki je bil izbit),
- pozitivni ioni (atom, ki mu manjka elektron na K lupini, ker je bil izbit),
- kvant karakterističnega sevanja (nastane, ko se napolni prosto mesto na K lupini).

Verjetnost fotoelektričnega efekta

Verjetnost fotoelektričnega efekta je odvisna od treh faktorjev:

1. Naključni foton mora imeti dovolj energije, da lahko izbije elektron iz K lupine, na katerem bo prišlo do fotoefekta. Imeti mora energijo, ki je večja od energijskega potenciala K lupine (npr. Jod, ki ga uporabljamo kot kontrastno sredstvo).
2. Fotoelektrični efekt se zgodi pogosteje, kadar sta energija rentgenskega fotona in energetskega potenciala K lupine atoma, na katerem naj bi se fotoelektrični efekt zgodil, približno enaka.
3. Večji kot je energijski potencial K lupine elementov, iz katerih je sestavljena materija, večja je verjetnost fotoefekta.

Fotoelektrične interakcije so bolj verjetne, kadar:

- je energija rentgenskih fotonov relativno nizka,
- kadar so v materiji elementi z relativno visokim atomskim številom.

Pomen fotoelektričnega efekta v diagnostični radiologiji

Ta efekt lahko v diagnostični radiologiji obravnavamo kot pozitiven ali negativen pojav.

Pozitivno: Kvalitetna slika objekta je rezultat predvsem fotoelektričnega efekta pri prehodu snopa rentgenskih žarkov skozi objekt. Slika, ki je rezultat tega efekta je kvalitetna, ker:

- ne nastane sipano sevanje (film ni počrnjen, slika pa je bolj kontrastna),
- poveča naravno kontrastnost tkiv v človeškem telesu.

Negativno: S stališča doze, ki jo prejme preiskovanec ima na organizem negativen učinek. Od fotoefekta prejme več doze kot od katerekoli druge interakcije med sevanjem in materijo.



Slika 4: FCR Capsula in računalnik z analiza digitalne rentgenske slike

4.7.3 COMPTONOVO SIPANJE

Skoraj vse sipano sevanje nastane pri Comptonovem efektu. To so tisti fotoni, ki pri prehodu skozi materijo spremenijo smer ali smer in energijo. Sipano sevanje ne nosi informacij ampak, če doseže film, povzroči na njem difuzno počrnitev.

4.7.4 COMPTONOV EFEKT

Comptonovo sipanje nastane pri interakciji, ki se imenuje Comptonov efekt.

Naključni rentgenski foton z visoko energijo zadane prost elektron na eni od zunanjih lupin atoma v materiji in ga izbije iz lupine. Foton spremeni smer in potuje naprej kot sipani foton. Nekaj energije porabi za izbitje elektrona iz lupine, del se spremeni v kinetično energijo izbitega elektrona, pretežni del pa jo obdrži. Pri elementih z relativno nizkim atomskim

številom, iz katerih so sestavljena tkiva v človeškem telesu, lahko za vse elektrone smatramo, da so prosti, ker so energijski potenciali na vseh lupinah teh atomov manjši od 1 keV.

Produkti Comptonovega efekta so:

- pozitivni ion: (atomu manjka elektron),
- negativni ion (elektron, ki ga je foton izbil iz njegove lupine)
- sipani rentgenski foton.

Energija primarnega fotona se razdeli na tri dele:

- del se porabi za izbitje elektrona iz lupine,
- del se pretvori v kinetično energijo izbitega elektrona,
- del pa foton ohrani.

Energija rentgenskega fotona, ki nastane kot produkt Comptonove interakcije je odvisna od dveh dejavnikov:

- od energije primarnega fotona in
- od kota.

Na rentgensko sliko negativno vplivajo Comptonovi fotoni, ki so svojo smer zelo malo spremenili. Obstaja verjetnost, da bodo dosegli film in na njem povzročili difuzno počrnitev. Tisti Comptonovi fotoni, ki spremenijo svojo smer za več kot 45 stopinj, filma ne dosežejo in na nastanek slike ne vplivajo, ker imajo premalo energije zaradi velikega kota odklona.

Comptonovi fotoni imajo relativno visoko energijo, zato v človeškem tkivu povzročajo ionizacijo atomov in s tem poškodbo celičnih struktur.

Verjetnost Comptonove reakcije

Odvisna je od:

- skupnega števila elektronov v materiji in
- od energije primarnih fotonov.

4.7.5 TVORBA PAROV IN FOTODEZINTEGRACIJA

Ti dve interakciji se ne pojavljata v intervalu energij, ki jih uporabljamo v diagnostični rentgenologiji.

Pri tvorbi parov pride do interakcije visokoenergetskega fotona z jedrom atoma.

Pri fotodezintegraciji visokoenergetski foton, ki ga absorbira jedro, izbije del jedra. To je lahko proton, nevtron ali alfa delec ali pa več delcev hkrati.

4.7.6 RELATIVNA FREKVENCA OSNOVNIH INTERAKCIJ MED RENTGENSKIM SEVANJEM IN MATERIJO

Osnovne interakcije med rentgenskimi fotoni in materijo so koherentno sipanje, fotoelektrični efekt in Comptonovo sipanje.

Koherentno sipanje je udeleženo s približno 5% interakcij. Ne igra velike vloge, ker je njegova relativna frekvenca majhna in ker je v vseh vrstah tkiv njegova relativna frekvenca približno enaka.

Comptonovo sipanje je dominantna interakcija v mehkih tkivih in v kosteh, razen pri zelo nizkih energijah rentgenskih fotonov.

Pri kontrastnih sredstvih, kot sta barij in jod, zaradi njunega relativno visokega atomskega števila, pa je najvišja frekvenca fotoelektričnega efekta.

5. ANALIZA ANKETE

5.1 ANALIZA ANKETE ZA PACIENTE

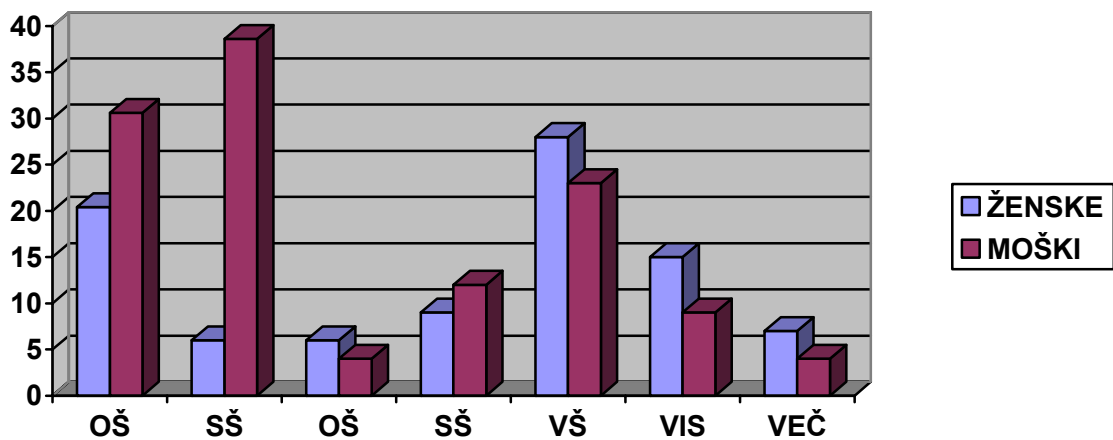
Anketiranje pacientov so za nas opravili inženirji radiologije, ki so ankete razdelili pacientom med čakanjem na slike. Mislimo, da smo dobro izbrali kraj in čas anketiranja, saj so pacienti v tem času najbolj pripravljeni k sodelovanju.

Anketirali smo 117 pacientov. Povprečna starost pacientov z višješolsko izobrazbo je bila 40 let in več.

5.1.1 STRUKTURA IZOBRAZBE PACIENTOV

	OŠ		SŠ		VŠ		VIS		VEČ		SK	%
	SK	%	SK	%	SK	%	SK	%	SK	%		
Ž	6	9.2	9	13.8	28	43.1	15	12.8	7	6.0	65	55.6
M	4	7.6	12	23.1	23	44.2	9	17.3	4	7.6	52	44.4
SK	10	8.5	21	17.9	51	43.6	24	20.5	11	9.4	117	100

Tabela 9: Tabela strukture izobrazbe pacientov



Graf 1: Graf strukture izobrazbe pacientov

Legenda:

- OŠ -osnovna šola
- SŠ –srednja šola
- VŠ –višja šola
- VIS –visoka šola

S prvim vprašanjem ankete smo ugotovili, koliko pacientov je že bilo na pregledu z rentgenom.

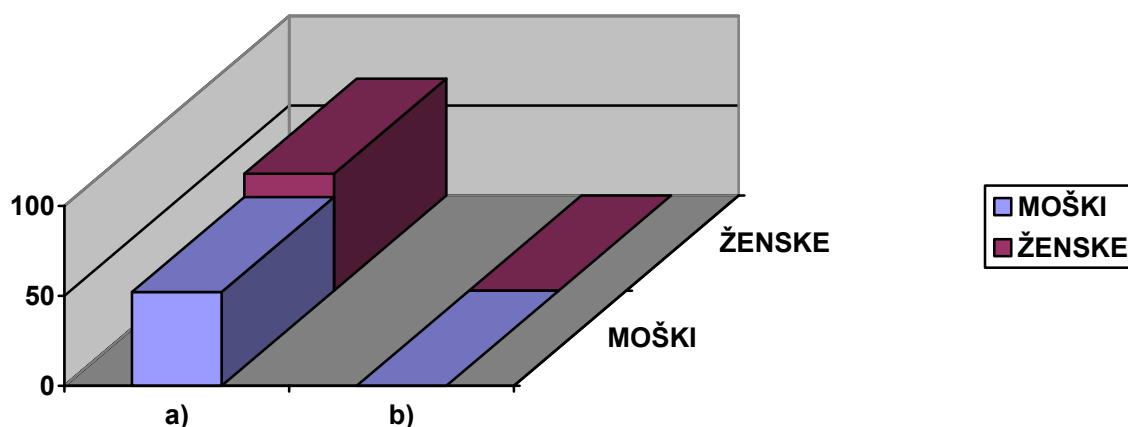
1. ali ste že bili na pregledu z rentgenom?

- a) DA
- b) NE

5.1.2 ŠTEVILO PREISKAV Z RENTGENOM

	ŽENSKE		MOŠKI		SKUPAJ	
	SK	%	SK	%	SK	%
a)	65	55.6	52	44.4	117	100
b)	0	0	0	0	0	0

Tabela 10: Tabela števila preiskav z rentgenom



Graf 2: Graf števila preiskav z rentgenom

Rezultati odgovorov na prvo vprašanje so bili povsem pričakovani, saj so bile ankete razdeljene med paciente po opravljeni preiskavi, zato so se naša predvidevanja o odgovoru a povsem uresničila.

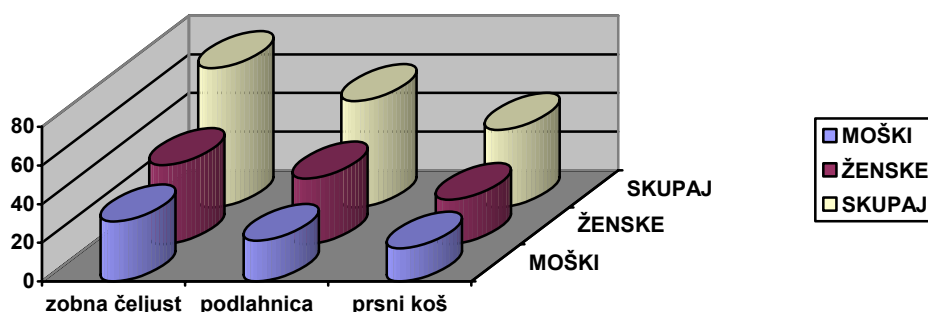
Z drugim vprašanjem smo poizkušali ugotoviti, katera vrsta preiskave je najbolj obiskana.

2. Na kateri vrsti preiskave ste bili?

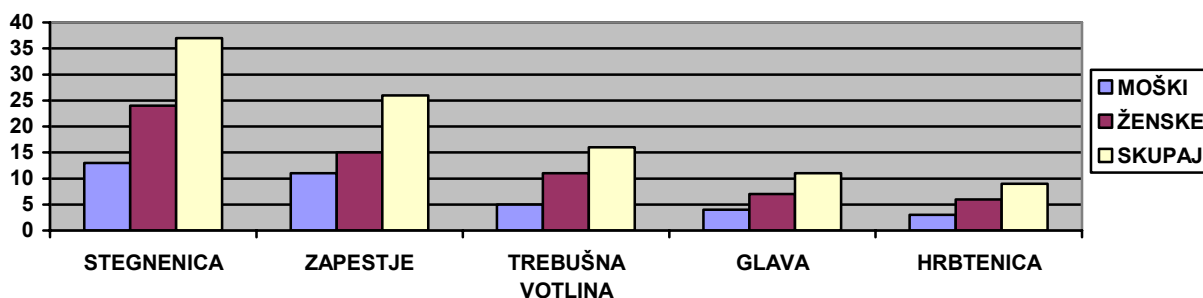
5.1.3 VRSTA PREISKAV Z RENTGENOM

	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPAJ
ZOBNA ČELJUST	31	41	72
PODLAHTNICA	21	34	55
PRSNİ KOŠ	17	23	40
STEGNENICA	13	24	37
ZAPESTJE	11	15	26
TREBUŠNA VOTLINA	5	11	16
GLAVA	4	7	11
HRBTENICA	3	6	9

Tabela 11: Tabela števila vrst preiskav z rentgenom



Graf 3: Graf naj pogostejših preiskav



Graf 4: Graf ostalih preiskav

Najpogostejši odgovor drugega vprašanja je bil slikanje zobne čeljusti, kar je bilo nekako za pričakovati, saj se v moderni dentalni medicini zobozdravnik potrebuje za vsak poseg kvalitetno rentgensko sliko. Na drugem mestu je bila podlahnica in na tretjem mestu med najpogostejšimi odgovori slikanje prsnega koša. Med danimi odgovori se je v nekoliko manjšem številu pojavilo tudi slikanje glave, stegenice, zapestja, hrbtenice in trebušne votline.

Tretje vprašanje smo postavili z namenom, da ugotovimo, koliko pacientov se pozanima s katerim rentgenom so bili slikani.

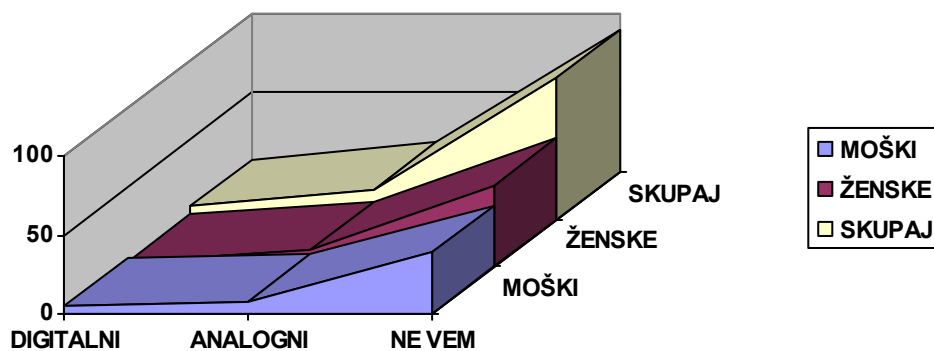
3. S katerim rentgenom so vas slikali?

- a) Digitalnim
- b) Analognim
- c) Ne vem

5.1.4 PREPOZNAVANJE DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA

	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPAJ
DIGITALNI	5	3	8
ANALOGNI	8	11	19
NE VEM	39	51	90

Tabela 12: Tabela prepoznavanja digitalnega in analognega rentgena



Graf 5: Graf prepoznavanja digitalnega in analognega rentgena

Rezultati na to vprašanje so bi nepričakovani, saj smo pričakovali, da bodo pacienti na to vprašanje odgovorili z NE, ker mnoge med njimi ne zanima s katerim rentgenom so bili slikani. Vsekakor pa je pohvalno, da se vsaj nekaj pacientov pozanima tudi za takšno stvar.

Četrto vprašanje smo postavili z namenom, da ugotovimo, če ljudje razlikujejo med digitalnim in analognim rentgenom. Če so na četrto vprašanje odgovorili z DA, smo jim pod peto zastavili vprašanje kakšna je razlika.

4. Ali veste kakšna je razlika med digitalnim in analognim rentgenom?

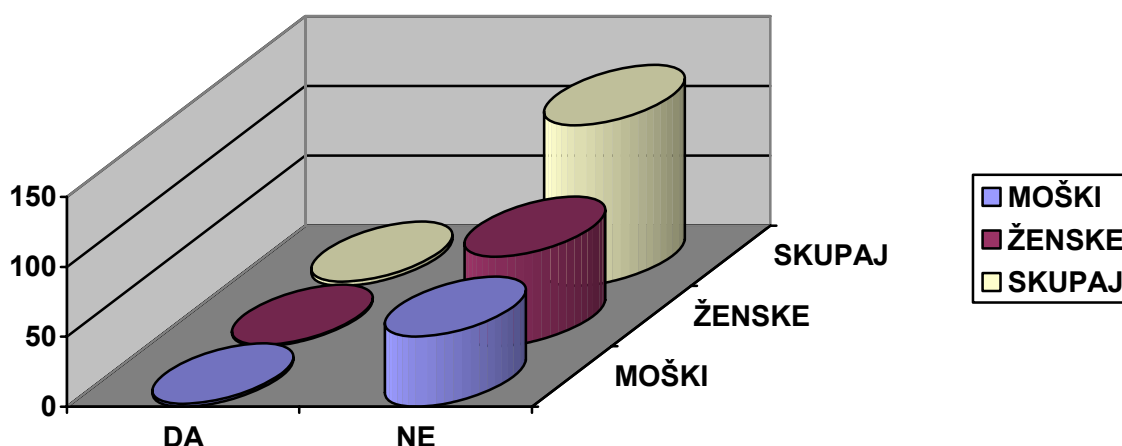
- a) DA
- b) NE

5. Če ste na vprašanje št. 4 odgovorili z DA, nam prosim navedite razliko.

5.1.5 RAZLIKOVANJE MED DIGITALNIM IN ANALOGNIM RENTGENOM

	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPAJ
DA	2	1	3
NE	50	64	115

Tabela 13: Tabela razlikovanja med digitalnim in analognim rentgenom



Graf 6: Graf razlikovanja med digitalnim in analognim rentgenom

Odgovori na 4. vprašanje so potrdili naš namen pisanja te raziskovalne naloge-da javnosti predstavimo digitalni in analogni rentgen na osnovi sevanja. Upamo, da bo naša naloga po predstavitvi razjasnila širši javnosti razlike med digitalnim in analognim rentgenom, predvsem glede doze sevanja. Vsi trije pacienti, ki so na to vprašanje odgovorili z DA, so kot odgovor na peto vprašanje napisali, da je razlika v zapisu: pri digitalnem se slika shrani na računalnik, kjer se lahko kasneje obdela in iztiska na folijo, pri analognem pa se zapiše na fotografski film, ki ga kasneje razvijejo s pomočjo kemikalij.

5.2 ANALIZA ANKETE ZA DIJAKE

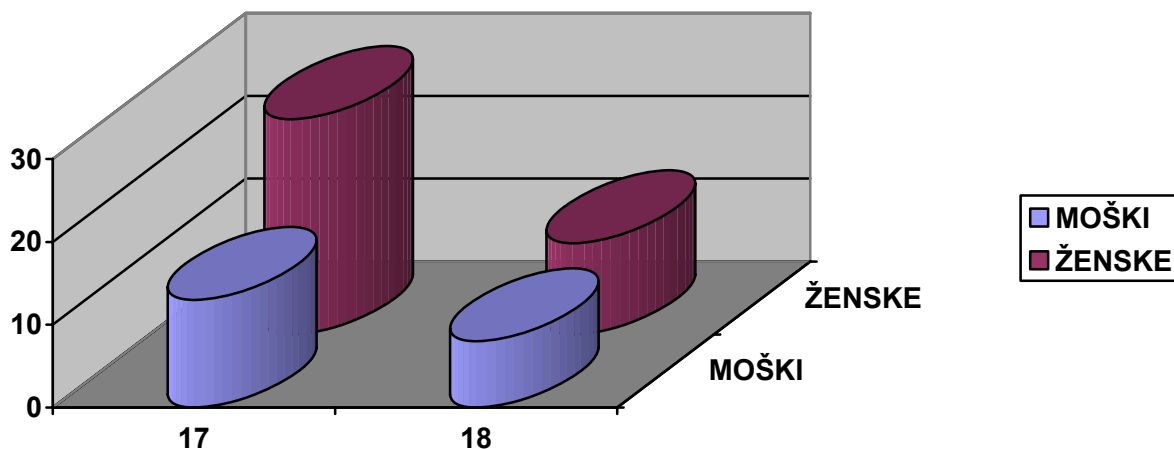
Anketiranje dijakov smo opravili med poukom, saj so v tem času v razredu prisotni vsi dijaki, ki so se z navdušenjem lotili reševanja anket.

Anketirali smo 58 dijakov in dijakinj tretjih letnikov starih od 17 do 18 let.

5.2.1 STAROSTNA SESTAVA DIJAKOV

	MOŠKI		ŽENSKE		SKUPAJ	
17	13	61,9 %	26	70,3 %	39	67,2 %
18	8	38,1 %	11	29,7 %	19	32,8 %
SKUPAJ	21	100 %	37	100 %	58	100 %

Tabela 14: Tabela starostne sestave dijakov



Graf 7: Graf starostne sestave dijakov

S prvim vprašanjem smo želeli izvedeti koliko dijakov je že bilo na preiskavi z rentgenom.

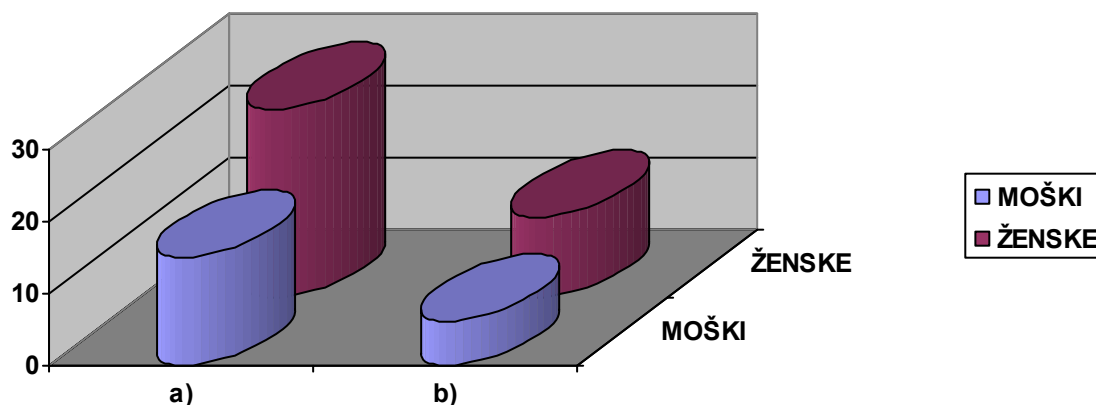
1. Ali ste že bili na preiskavi z rentgenom?

- a) DA
- b) NE

5.2.2. ŠTEVILO DIJAKOV KI SO ŽE BILI NA PREISKAVI Z RENTGENOM

	MOŠKI		ŽENSKE		SKUPAJ	
a)	15	71,4 %	26	70,3 %	41	70,7 %
b)	6	28,6 %	11	29,7 %	17	29,3 %
SKUPAJ	21	100 %	37	100 %	58	100 %

Tabela 15: Tabela števila dijakov ki so že bili na pregledu z rentgenom



Graf 8: Graf števila dijakov ki so že bili na preiskavi z rentgenom

Rezultati na prvo vprašanje, da je že kar 70 % dijakov bilo obsevanih z rentgenskimi žarki, so zastrašujoči. Mislimo, da je prekomerna obsevanost z rentgenskimi žarki v zgodnjih letih škodljivo za človeško telo. Rezultati sevanja se lahko pokažejo šele čez nekaj let, kar pa si seveda ne želimo. Zato menimo, da bi bilo potrebno obsevanje otrok zmanjšati na najmanjšo možno vrednost.

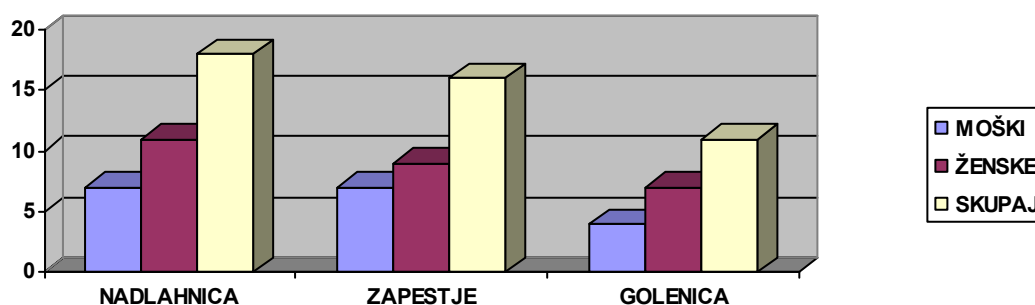
Z drugim vprašanjem so poizkušali izvedeti katera je najpogostejša preiskava na kateri so bili dijaki.

2. Na kateri vrsti preiskave ste bili?

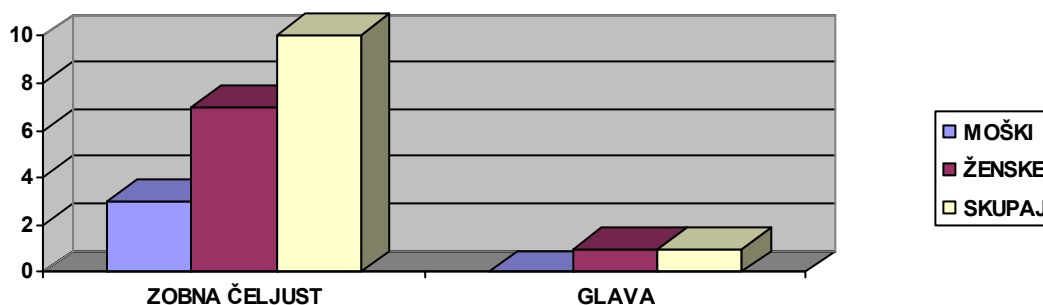
5.2.3. NAJPOGOSTEJŠE PREISKAVE DIJAKOV

	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPAJ
NADLAHNICA	7	11	18
ZAPESTJE	7	9	16
GOLENICA	4	7	11
ZOBNA ČELJUST	3	7	10
GLAVA	0	1	1

Tabela 16: Tabela vrst preiskav med dijaki



Graf 9: Graf najpogostejših preiskav dijakov med dijaki.



Graf 10: Graf ostalih preiskav med dijaki

Najpogostejša preiskava na kateri so bili dijaki, je bila slikanje nadlahtnice. Najverjetneje je šlo za zlom, katerega lahko zdravnik opazi že brez rentgenske slike, zato mislimo, da bi lahko ravno pri tej vrsti zmanjšali rentgensko slikanje in tako zmanjšali obsevanje otrok z rentgenskim sevanjem. Na drugem mestu je bilo slikanje zapestja in na tretjem slikanje goleni. Slikanje zobne čeljusti se je po številu odgovorov pojavilo šele na četrtem mestu, za razliko od pacientov, ki so ravno to preiskavo uvrstili na prvo mesto. Med ostalimi odgovori, ki so jih navedli dijaki je še slikanje glave.

Tretje vprašanje smo postavili z namenom, da ugotovimo koliko dijakov ve, s katerim rentgenom so jih slikali.

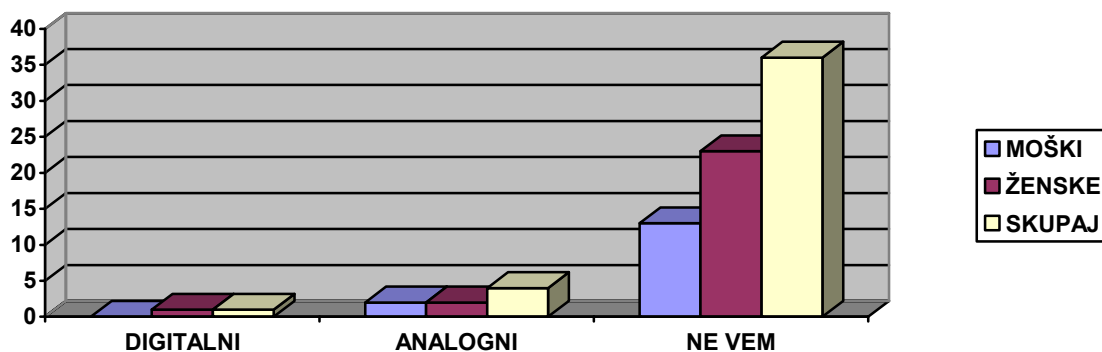
3. S katerim rentgenom so vas slikali?

- a) Digitalnim
- b) Analognim
- c) Ne vem

5.2.4. POZNAVANJE DIGITALNEGA IN ANALOGNEGA RENTGENA MED DIJAKI

	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPAJ
DIGITALNI	0	1	1
ANALOGNI	2	2	4
NE VEM	13	23	36

Tabela 17: Tabela poznavanja digitalnega in analognega rentgena med dijaki



Graf 11: Graf poznavanja digitalnega in analognega rentgena med dijaki

Odgovori dijakov na tretje vprašanje nas niso presenetili. Ker tudi sami vemo, da nas včasih nekatere stvari ne zanimajo najbolj, zato se v njih ne poglobljamo. Vsekakor pa si želimo, da bi se to izboljšalo in da bi tudi dijaki postali nekoliko bolj pozorni na te stvari. Upamo, da bo k temu nekoliko pripomogla tudi naša raziskovalna naloga.

Četrto vprašanje pa smo zastavili z namenom, da ugotovimo ali je morda med dijaki kakšen tak, ki pa morda vseeno ve, kakšna je razlika med digitalnim in analognim rentgenom. Seveda je ta moral pravilno odgovoriti tudi na peto vprašanje, ki ga je spraševalo po razliki med digitalnim in analognim rentgenskim.

4. Ali veste kakšna je razlika med digitalnim in analognim rentgenom?

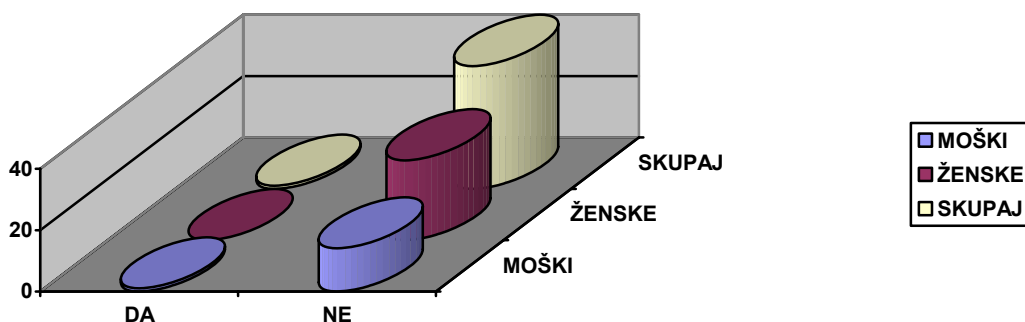
- a) DA
- b) NE

5. Če ste na vprašanje št. 4 odgovorili za DA, nam prosim navedite razliko.

5.2.5 RAZLIKA MED DIGITALNIM IN ANALOGNIM RENTGENOM

	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPAJ
DA	1	0	1
NE	14	26	40

Tabela 18: Tabela razlikovanja med digitalnim in analognim rentgenom med dijaki



Graf 12: Graf razlikovanja digitalnega in analognega rentgena med dijaki

Ko smo pregledali ankete nas je zelo presenetil en dijak, ki je obkrožil DA pri četrtem vprašanju. Seveda pa je tudi pravilno utemeljil svoj odgovor. Napisal je "razlika med digitalnim in analognim rentgenom je v načinu zapisa; pri analognem se slika zapiše na film, pri digitalnem pa se pa se preko fotodiodičnih ploščic prenese na računalnik." Tega odgovora smo bili zelo veseli saj je bil vsaj eden med dijaki, ki je znal odgovoriti na to vprašanje. Seveda pa se bomo tudi sami potrudili in s predstavitevjo naše raziskovalne naloge dijakom v razredu predstavili razlike med digitalnim in analognim rentgenom.

6. ZAKLJUČKI

Ugotovili smo, da je večina populacije seznanjena s problematiko sevanja. Vendar pa se večina ne zaveda, kolikšno dozo sevanja prejme njihovo telo pri rentgenskem slikanju in kako močno vplivajo žarki na njihovo telo.

Pri analizi ankete smo spoznali, da večina ljudi ne loči analognega in digitalnega rentgena ter ne pozna njunih slabosti in prednosti. Še posebej zaskrbljujoče je, da tudi ljudje z višjo izobrazbo niso dobro seznanjeni s problematiko rentgenskih žarkov. Zato smo mnenja, da je potrebno narediti nekaj na temo osveščanja ljudi o nevarnosti rentgenskih žarkov, saj individualne doze pri medicinski izpostavljenosti niso zakonsko omejene, obstajajo le meje, ki se jih morajo zdravniki držati. Zdravnik mora biti pozoren le na to, da je korist večja od škode. Drugače pa je pri obsevanosti delavcev in prebivalstva, kjer so doze za posameznika zakonsko omejene. Prepričali smo se, da vsesplošno mnenje o problematiki škodljivosti ionizirajočega sevanja ni zadostno in ni natančno.

Ovrgli smo hipotezo, da ljudje ločijo med digitalnim in analognim rentgenom. Tudi nismo potrdili hipoteze, da populacija približno pozna količino prejetega sevanja ob slikanju.

Vsak zdravnik mora tehtno premisliti, preden pošlje pacienta na rentgensko slikanje, saj je neetično in nemoralno pošiljati pacienta na sevanje z rentgenskimi žarki, le če to ni res potrebno.



Slika 5: Zdravnik pulmolog ob diagnosticiranju

7. VIRI IN LITERATURA

- Tomaž Fortuna, Življenje s sevanjem, Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana 1995.
- Veronika Lipovec, Rentgenske slikovne metode in protokoli, Visoka šola za zdravstvo, Ljubljana 2005.
- Sket D., Sevalna bolezen, Izbrana poglavja iz patološke fiziologije, Inštitut za patološko fiziologijo, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani
- Mirko Šamija, Zdenko Krajina, Anka Puriši, Radioterapija, Zagreb:Globus, Klinika za Tumore, Hrvatska liga protiv raka, 1996
- Gregor Omahen, Nesreče z radioaktivnimi snovmi, Zavod za varstvo pri delu d.d., 2008
- <http://www.sb-mb.si/index.php?id=253> (05.03.2009)
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Ionizirajoče_sevanje (26.02.2009)

8. DODATKI

8.1 KAZALO SLIK

Slika 1: Pacient ob slikanju prstnega koša	4
Slika 2: Primer digitalne rentgenske slike.....	8
Slika 3: Primer rentgenske slike pljuč na filmu - analogen način.....	9
Slika 4: FCR Capsula in računalnik z analiza digitalne rentgenske slike	17

8.2 KAZALO TABEL

Tabela 1: Tabela enot s katerimi izračunamo izpostavljenost.....	11
Tabela 2: Tabela efektivne doze analognega rentgena za slikanje pljuč.....	11
Tabela 3: Tabela efektivne doze digitalnega rentgena za slikanje pljuč	11
Tabela 4: Tabela absorbirane doze analognega rentgena za slikanje pljuč	12
Tabela 5: Tabela absorbirane doze digitalnega rentgena za slikanje pljuč	12
Tabela 6: Tabela hierarhij doz.....	12
Tabela 7: Doze medicinske rabe sevanja	13
Tabela 8: Tabela tveganja sevanj na posamezno tkivo	14
Tabela 9: Tabela strukture izobrazbe pacientov.....	20
Tabela 10: Tabela števila preiskav z rentgenom	21
Tabela 11: Tabela števila vrst preiskav z rentgenom	22
Tabela 12: Tabela prepoznavanja digitalnega in analognega rentgena.....	23
Tabela 13: Tabela razlikovanja med digitalnim in analognim rentgenom.....	24
Tabela 14: Tabela starostne sestave dijakov	24
Tabela 15: Tabela števila dijakov ki so že bili na pregledu z rentgenom	25
Tabela 16: Tabela vrst preiskav med dijaki	26
Tabela 17: Tabela poznavanja digitalnega in analognega rentgena med dijaki.....	27
Tabela 18: Tabela razlikovanja med digitalnim in analognim rentgenom med dijaki.....	28

8.3 KAZALO GRAFOV

Graf 1: Graf strukture izobrazbe pacientov	20
Graf 2: Graf števila preiskav z rentgenom	21
Graf 3: Graf naj pogostejših preiskav	22
Graf 4: Graf ostalih preiskav	22
Graf 5: Graf prepoznavanja digitalnega in analognega rentgena.....	23
Graf 6: Graf razlikovanja med digitalnim in analognim rentgenom.....	24
Graf 7: Graf starostne sestave dijakov	25
Graf 8: Graf števila dijakov ki so že bili na preiskavi z rentgenom.....	25
Graf 9: Graf najpogostejših preiskav dijakov med dijaki.	26
Graf 10: Graf ostalih preiskav med dijaki.....	26
Graf 11: Graf poznavanja digitalnega in analognega rentgena med dijaki	27
Graf 12: Graf razlikovanja digitalnega in analognega rentgena med dijaki	28

8.4 ANKETI

8.4.1 ANKETA ZA DIJAKE

Smo dijaki 3. letnika gimnazije in delamo raziskovalno nalogo v kateri raziskujemo razlike med analognim in digitalnim rentgenskim aparatom ter stopnjo sevanja v različnih uporabah diagnostike.

1. Navedite spol in starost.

- a) M b) Ž

starost

- a) 17
b) 18

2. Ali ste že bili na pregledu z rentgenom?

- a) DA
b) NE

Če ste na tretje vprašanje odgovorili z NE, vam ni potrebno odgovoriti na vprašanja št. 4, 5, 6 in 7.

3. Na kateri vrsti preiskave ste bili?

4. S katerim rentgenom so vas slikali?

- a) Digitalnim
b) Analognim
c) Ne vem

5. Ali veste kakšna je razlika med digitalnim in analognim rentgenom.

- a) DA
b) NE

6. Če ste na vprašanje št. 8 odgovorili z DA, nam prosim navedite razlike.

7. Kakšno je vaše mnenje glede sevanja rentgenskega aparata ?

Hvala ker ste si vzeli čas za reševanje !

8.4.2 ANKETA ZA PACIENTE

Smo dijaki 3. letnika gimnazije in delamo raziskovalno nalogo v kateri raziskujemo razlike med analognim in digitalnim rentgenskim aparatom ter stopnjo sevanja v različnih uporabah diagnostike.

1. Navedite spol in starost.

- a) M b) Ž

starost

- c) 15- 20
d) 20- 40
e) 40+

2. Katero stopnjo izobrazbe imate?

- a) Osnovno šolska
b) Srednje šolska
c) Višje šolska
d) Visokošolska
e) Več

3. Ali ste že bili na pregledu z rentgenom?

- c) DA
d) NE

4. Če ste na tretje vprašanje odgovorili z NE, vam ni potrebno odgovoriti na vprašanja št. 4, 5, 6 in 7.

5. Na kateri vrsti preiskave ste bili?

6. S katerim rentgenom so vas slikali?

- d) Digitalnim
e) Analognim
f) Ne vem

7. Ali veste kakšna je razlika med digitalnim in analognim rentgenom.

- c) DA
d) NE

8. Če ste na vprašanje št. 8 odgovorili z DA, nam prosim navedite razlike.

9. Kakšno je vaše mnenje glede sevanja rentgenskega aparata ?

Hvala ker ste si vzeli čas za reševanje !