

# Procjena znanja studenata završnih godina studija dentalne medicine o mjerama zaštite od zračenja

---

**Mačković, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:243:035796>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-26**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Dental Medicine and Health Osijek  
Repository](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO**

**OSIJEK**

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Dentalna**

**medicina**

**Ana Mačković**

**PROCJENA ZNANJA STUDENATA  
ZAVRŠNIH GODINA STUDIJA  
DENTALNE MEDICINE O MJERAMA  
ZAŠTITE OD ZRAČENJA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO**

**OSIJEK**

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Dentalna  
medicina**

**Ana Mačković**

**PROCJENA ZNANJA STUDENATA  
ZAVRŠNIH GODINA STUDIJA  
DENTALNE MEDICINE O MJERAMA  
ZAŠTITE OD ZRAČENJA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

Rad je ostvaren na Fakultetu za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Dario Faj

Rad ima 42 lista, 4 tablice i 2 slike.

Lektor hrvatskoga jezika: Marija Tikvić, mag. educ. philol. Croat

Lektor engleskoga jezika: Dragana Mihajlović, mag. educ. philol. angl et mag. educ. philol. germ.

**Znanstveno područje:** biomedicina i zdravstvo

**Znanstveno polje:** dentalna medicina

**Znanstvena grana:** radiologija

## Zahvale

*Željela bih zahvaliti svim kolegama koji su pristupili istraživanju u sklopu mog diplomskog rada.*

*Veliko hvala mentoru prof. dr. sc. Dariju Faju na predloženoj temi te njegovoj pristupačnosti, strpljivosti i svojoj pomoći tijekom pisanja ovoga rada.*

*Zahvalna sam roditeljima i sestrama na pomoći, podršci i vjeri koju su imali u mene. Zahvaljujem bratiću Josipu i svim kolegama i prijateljima koji su mi na ovaj ili onaj način pomogli tijekom studiranja, a posebice prijateljici i kolegici Mihaeli V. koja je uvijek bila moj vjetar u leđa.*

**Popis kratica**

**ALARA** *As Low As Reasonably Achievable*

**CBCT** – *cone beam* kompjuterizirana tomografija

**RDG** – rendgen (-sko, -ski)

**RVG** – radioviziografija

**CT** – kompjuterizirana tomografija

**UZV** – ultrazvuk

**MR** – magnetna rezonancija

**DNK** – deoksiribonukleinska kiselina

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. CILJEVI.....	10
3. ISPITANICI I METODE.....	11
3.1. Ustroj studije.....	11
3.2. Ispitanici .....	11
3.3. Metode.....	11
3.4. Statističke metode.....	11
4. REZULTATI.....	12
5. RASPRAVA .....	19
6. ZAKLJUČCI.....	24
7. SAŽETAK .....	25
8. SUMMARY .....	26
9. LITERATURA .....	27
10. ŽIVOTOPIS.....	31

## 1. UVOD

U suvremenoj dentalnoj medicini radiološka dijagnostika nezamjenjiv je alat u provođenju svakodnevne terapije. Doktorima dentalne medicine radiološke snimke svakodnevna su pomoć, nužne su u utvrđivanju dijagnoze, planiranju terapije, u praćenju postupaka i ishoda liječenja. Radiološkom metodom terapeutu je omogućen prikaz struktura i promjena koje nije moguće uočiti samo kliničkim intraoralnim pregledom (1, 2). Upotreba rendgenskih snimaka svoju je primjenu pronašla u svakoj grani dentalne medicine; u restaurativnoj dentalnoj medicini posebice je značajna u dijagnostici aproksimalnih i sekundarnih karijesa; u endodontskoj terapiji primjenjuje se za dijagnostiku, liječenje i praćenje periapikalnih lezija; koristi u parodontologiji pronašla je za određivanje stupnja parodontitisa i tipa koštanog gubitka; u protetici za planiranje i određivanje stanja zuba nosača budućeg protetskog nadomjestka; u oralnoj kirurgiji za određivanje oblika i smještaja zubi koji su indicirani za ekstrakciju ili pak dijagnostici cisti i tumora čeljusti i paranazalnih sinusa (1 – 4). Osim same terapijske primjene, radiološke snimke koriste se i u medicinsko-pravne svrhe i u forenzičkoj stomatologiji (1, 2). Stoga je uvriježeno pravilo da se kod svakog novog pacijenta ili pacijenta koji započinje protetsku, parodontološku ili implantološku terapiju treba snimiti panoramsku snimku, odnosno ortopantamogram (1). Ipak, poznato je da radiološka dijagnostika ima i svoj štetan utjecaj na ljudska tkiva pa se tako češćom primjenom ionizirajućeg zračenja povećava rizik od štetnih učinaka koji mogu biti opasni po zdravlje pacijenta i osobe koja rukuje s uređajem ukoliko se on ne koristi pravilno (5). Stoga se u svakodnevnoj praksi nastoje koristiti radiološke metode koje izlažu pacijenta najmanjoj mogućoj dozi ionizirajućeg zračenja, prema tzv. ALARA principu (engl. *as low as reasonably achievable*), dok se i dalje osigurava kvalitetna dijagnostička informacija. Također, ono što je vrlo važno pri odabiru metode pravilna je indikacija. Prilikom obavljanja radioloških pretraga potrebno je primijeniti i pridržavati se zakonom propisanih mjera zaštite pacijenata i medicinskog osoblja od ionizirajućeg zračenja (1). Kako bi se smanjila izloženost te štetan utjecaj ionizirajućeg zračenja na zdravlje čovjeka, djelatnici bi trebali biti adekvatno educirani o svim metodama zaštite od ionizirajućeg zračenja (5).

### 1.1. Radiološki uređaji u dentalnoj medicini

Još 1895. godine Wilhelm Conrad Rontgen otkrio je X zrake. Već iduće godine Nijemac Friedrich Otto Walkhoff iskoristio je izum kako bi napravio prvu radiološku snimku zuba. Napretkom radiološke dentalne dijagnostike uvode se panoramske tehnike. Šezdesetih godina



20. stoljeća pojavljuje se ortopantomografija koja se danas smatra najraširenijom metodom u dentalnoj radiologiji. Razvojem računalne tehnologije pojavljuje se digitalna metoda izrade rendgenskih snimki, trodimenzionalne snimke poput kompjutorizirane tomografije (CT), koja nakon nekoliko godina dobiva inačicu uređaja za praktičnu primjenu u dentalnoj medicini – *dental CT*. Godine 2000. počeo se upotrebljavati digitalni uređaj posebno dizajniran za dentalnu radiologiju, poznat kao *cone beam* kompjutorizirana tomografija (CBCT). Danas postoje dvije vrste radioloških dentalnih uređaja – analogni i digitalni, a sama metoda snimanja može biti intraoralna i ekstraoralna te dvodimenzionalna i trodimenzionalna (1).

### 1.1.1. Metode prikaza u dentalnoj radiologiji

Klasični RDG uređaj sastavljen je od upravljačke digitalne ploče, generatora, RDG cijevi, prednjeg zaslona, tubusa, sustava za radiološki zapis te negatostopa. Prednji zaslon, smješten na izlazu iz RDG cijevi, sastoji se od kolimatora i filtara. Uloga tubusa, kao i kolimatora, sužavanje je i homogenizacija RDG snopa, čime se dodatno smanjuje nepotrebno zračenje za bolesnika, smanjuje se raspršeno zračenje, a istodobno se dobiva i kvalitetniji radiološki prikaz. Postoje dva osnovna sustava radiološkog zapisa: analogni i digitalni. Za razliku od analognih tehnika snimanja, kod digitalne radiografije kazete s filmom i folijama zamijenjene su električnim receptorima (fosforne kazete i panel-ploče) koji resorbiraju neapsorbirano zračenje. Pri digitalnoj tehnici računalo obrađuje numeričke podatke koji se na taj način mogu sačuvati u memoriji računala. Takvom tehnikom izbjegava se nepotrebno ponavljanje snimke pa je samim time doza zračenja za pacijenta manja. Uz digitalni ortopantomograf, ostale radiološke digitalne metode koje se koriste u stomatologiji su radioviziograf, dental CT, CBCT, UZV I MR (1).

### 1.1.2. Radioviziograf (RVG)

RVG je naziv za uređaj koji omogućuje snimanje intraoralnog radiograma bez upotrebe filma i u kliničkoj se praksi upotrebljava pri izradi retroalveolarnih (periapikalnih) snimki, okluzalnih prikaza te u procesu primjene tehnike „ugriz u traku“ (engl. *bite-wing*). Prednosti RVG-a u usporedbi s klasičnom analognom tehnikom mogućnost je snimanja i prikaza slike na ekranu u isto vrijeme, optimizirane mogućnosti obrade slike i manje doze zračenja pri snimanju, čime ona postaje sve češće korištena metoda snimanja u suvremenoj stomatologiji (1, 6). Radioviziografijom se prikazuju manje skupine zuba ili jedan zub pa je stoga najprikladnija u dijagnostici kojom se otkrivaju ili upotpunjuju nalazi o postojećem karijesu,

periapikalnim patološkim promjenama, parodontnim oštećenjima, frakturiranim korijenima, morfološkim aberacijama korijena, trauma zubi, patološkim promjenama vrata i korijena zuba, procesu kavuma pulpe i kanala korijena, cističnim i ekspanzivnim tvorbama, distopiji zubnih zametaka, impakciji i retenciji zuba. Također se koristi i u endodonciji kod kontrole intraradikularnog punjenja te u protetici radi kontrole prijanjanja krunica (1, 7). Postoji i intraoralni okluzalni radiogram čeljusti ili zagrizni radiogram koji se najčešće koristi pri utvrđivanju bukolingvalnih položaja impaktiranih ili retiniranih zuba, lokalizaciji kamenaca u žlijezdama slinovnicama, prikaza prijeloma i urođenih deformacija čeljusti i nepca te položaja stranih tijela u području dna usne šupljine (1, 7).

### **1.1.3. Ortopantomograf**

Ortopantomograf je dentalni RDG uređaj koji pripada u kategoriju panoramske radiografije, a može biti analogni ili digitalni. U stomatološkim ordinacijama ovo je uobičajena metoda koja se koristi za početnu rendgensku snimku pacijenta prije početka bilo kakve terapije jer pruža uvid u stanje kompletne denticije obje čeljusti s okolnim strukturama (TMZ, nosne kosti i maksilarni sinusi) (1).

Osim početne pretrage, često se koristi u ortodonciji i protetici kod rane dijagnostike razvojnih anomalija, pri asimetrijama lica i čeljusti te kod bolesti temporomandibularnih zglobova (8).

Za razliku od intraoralne radiološke metode, pri kojoj se receptor nalazi u usnoj duplji pacijenta, kod ortopantomografa je on izvan nje. Dijelovi analognog uređaja su rendgenska cijev i kazeta s filmom, koja je u digitalnom uređaju zamijenjena elektroničkim receptorom. Ovisno o tome koji se tip uređaja koristi, film ili elektronički receptor zajedno se s pokretnom rendgenskom cijevi okreće oko pacijenta tijekom snimanja. Kod digitalnog uređaja na monitoru nastaje digitalna slika koja se može pohraniti u računalu (1, 9).

### **1.1.4. Kraniografija**

Kraniogram je RTG snimka kostiju glave koja ima važnu ulogu u preciznom planiranju ortodontske terapije, omogućuje detaljnu analizu struktura kostiju glave pružajući važne informacije za korekciju nepravilnosti. U praksi se upotrebljava u dvije projekcije, kao posteroanteriorni i laterolateralni cefalogram. Dobivenim snimkama prikazuju se abnormalnosti u smještaju kranijalnih i facijalnih struktura kod pacijenata s izraženom

asimetrijom lica ili neskladom u proporcijama lica te se uočavaju referentne točke čijom se analizom mjere i uspoređuju razne ravnine, kutovi i veličine dijelova glave čiji je odnos jedna od vodilja u postavljanju dijagnoze i adekvatne terapije (10, 11).

### **1.1.5. Cone beam kompjuterizirana tomografija (CBCT)**

Kompjuterizirana tomografija (CT) metoda je slojevitih snimaka koje otkrivaju nove mogućnosti u dijagnostici tumora orofacijalnog područja, traumatologiji, poremećaju temporomandibularnih zglobova i položaju atipičnih impaktiranih zuba (7). Zbog velike količine zračenja princip ALARA nije dopuštao korištenje CT metode u dijagnostici te se njezina primjena ograničila. Zbog toga je osmišljeno dijagnostičko sredstvo koje će zadržati prednosti CT dijagnostike, a istovremeno proizvoditi smanjenu dozu zračenja koja će biti etički prihvatljiva (12).

Primjenom CT uređaja koji se temelji na koničnim zrakama (CBCT; *Cone Beam Computer Tomography*) omogućeno je korištenje 3D dijagnostike u stomatologiji, koja za razliku od standardnih dvodimenzionalnih snimaka nudi prikaz koštanih i mekotkivnih struktura te krvnih žila (1, 12). Pri snimanju CBCT metodom pacijenti su izloženi manjoj dozi zračenja. Snimke dobivene ovom metodom jasno prikazuju detalje, njihovo je korištenje ekonomično i jednostavno, a upotrebljavaju se pri opsežnim kirurškim zahvatima, u implantologiji, gdje omogućuju programiranje pozicije, kuta, dužine i širine implantata, također prikazuju endodontski prostor komplicirane morfologije i periradikularne lezije koje su teško vidljive na 2D snimkama (12, 13).

## **1.2. Biološki učinci ionizirajućeg zračenja**

Biološki učinci izlaganju zračenja mogu imati pozitivan učinak ako se primjenjuju u terapijske svrhe, kao na primjer kod zračenja u liječenju tumora te negativni, što uključuje zračenje i zdravog tkiva koje uzrokuje štetne posljedice za ljudski organizam. Rendgenske zrake kroz vrlo složene procese djeluju na organizam čovjeka. Ukoliko dođe do promjena, one se odvijaju na atomskoj razini. Djelovanje ionizirajućeg zračenje ne mora uvijek oštetiti stanicu, može se dogoditi da se stanica ošteti pa nakon nekog vremena sama obnovi, no može doći i do ireverzibilnog oštećenja metaboličkih procesa u stanicama te do oštećenja unutar DNK stanice koja mogu potaknuti mutacije koje mogu rezultirati karcinomom ili genetskim promjenama u budućem naraštaju (5). Dokazano je da je izlaganje ionizirajućem zračenju štetno te su njegovi učinci mutageni, leukemogeni, teratogeni i karcinogeni (1, 5).

Postoje dvije kategorije efekata ionizirajućeg zračenja na zdravlje. Prvi su deterministički efekti, koji nastaju kada se pacijentu prilikom izloženosti visokim dozama zračenja unište ili oštete stanice, a drugi su stohastički efekti, zbog kojih može doći do razvoja karcinoma u pacijenata kod kojih dođe do mutacije somatskih stanica ili se zbog mutacije reproduktivnih stanica mogu pojaviti nasljedne bolesti kod njihovih potomaka (14). Ozbiljnost determinističkih učinaka razmjerna je primljenoj dozi zračenja. Posljedice takvih efekata vidljive su ubrzo nakon izlaganja visokoj dozi zračenja, a rezultat su gubitka velikog broja stanica te će se na čovjeku ispoljiti u vidu crvenila kože, gubitka kose te smanjenog lučenja sline. Ovisno o primljenoj dozi, na staničnoj razini često dolazi do gubitka funkcije ili čak smrti stanica te tako pri višim dozama može doći do akutne radijacijske bolesti i katarakte. Pri dozama zračenja koje se koriste u dijagnostici uglavnom ne dolazi do determinističkih učinaka (15, 16). Stohastički učinci karakterizirani su time da ne postoji jasno određena granica najmanje doze ispod koje se učinak neće pojaviti. Vjerojatnost pojave stohastičkih učinaka povećava se s povećanjem doze, ali težina samog učinka nije ovisna o dozi. Oštećenja nastala stohastičkim učincima, za razliku od determinističkih, nisu vidljiva odmah, nego nakon nekog dužeg razdoblja. Oni mogu biti izazvani vrlo malom dozom zračenja koja će uzrokovati promjene unutar DNK stanice, zbog kojih će u organizmu doći do mutacija, tumora ili genetskih promjena. Promjene na razini DNK-a organizam uglavnom sam prepoznaje i korektivnim mehanizmom popravi no ipak, kako taj mehanizam kod čovjeka nije uvijek sasvim savršen, u nekim slučajevima promjene mogu ostati trajno akumulirane. Veće pojedinačne ili akumulirane doze zračenja vjerojatnije će uzrokovati nepopravljivu štetu, ali i manji udari zračenja mogu dovesti do mutacija koje uzrokuju karcinom. Zbog stohastičkih učinaka sve je veća pažnja posvećena mjerenju količina zračenja korištenih u RDG dijagnostici (15).

### **1.2.1. Mjerenje zračenja**

Smatra se da svaki čovjek kroz jednu godinu svog života primi ekvivalentu dozu zračenja od oko 3,5 mSv. Tu se ubraja zračenje od udisanja radona koje odnosi najviše od ukupne doze (2mSv), dok su ostali izvori radionuklidi uneseni u tijelo, Zemljino zračenje te umjetni izvori. Kada je riječ o zračenju iz medicinskih izvora, prema članku 11. Zakona o zaštiti od ionizirajućeg zračenja RH osoba u razdoblju od jedne godine ne bi smjela primiti efektivnu dozu višu od 1 mSv. Za medicinsko osoblje dopuštene primljene doze zračenja nešto su veće. Članak 13. istog zakona nalaže da efektivna doza kojoj su djelatnici izloženi za vrijeme obavljanja posla tijekom petogodišnjeg razdoblja ne smije prelaziti 100 mSv, a uvjet je da ni u

jednoj godini tog razdoblja efektivna doza ne bi trebala biti veća od 50 mSv. Iz toga proizlazi da dopuštena godišnja doza za medicinske djelatnike iznosi 20 mSv (1, 17). Doze zračenja pri dentalnim radiološkim snimkama ovise o korištenoj tehnici pa tako pri ortopantomografiji one iznose između 4 i 16  $\mu$ Sv, a ako se zubi snimaju pojedinačno, doze su nešto veće, od 33 do 150  $\mu$ Sv (15). U svakodnevnom praktičnom radu doze se mogu smanjiti primjenom suženog polja snimanja (kolimatori, tubusi, izborom prave veličine polja snimanja kod CBCT-a), izborom fizikalnih uvjeta snimanja koji smanjuju količinu zračenja (*low-dose* protokoli) i najvažnije, pravilnom indikacijom (1).

### 1.2.2. Različita osjetljivost tkiva na zračenje

Pojava različite osjetljivosti ili radiosenzibilnosti tkiva na dozu zračenja naziva se selektivnost, a ovisi o tome koji je tip stanice zahvaćen, koliko je osoba stara i u kakvom se zdravstvenom stanju nalazi. Iako izložene jednakim dozama zračenja, neće sve vrste stanica i tkiva u istoj mjeri razviti biološke promjene. Ionizirajuće zračenje jače oštećuje stanice koje se intenzivnije mitotički dijele, poput matičnih stanica krvotvornog tkiva u koštanoj srži, stanica spolnih žlijezda, kože i sluznica, osobito epitelnih stanica u crijevnim resicama (5, 18).

Na vrstu i jačinu bioloških oštećenja uzrokovanih ionizirajućim zračenjem utječe nekoliko faktora: vrsta ionizirajućeg zračenja, način na koji se zračenje provodi, vrsta uređaja koji se koristi za snimanje te duljina trajanja zračenja. Zatim, važnu ulogu igra i vrsta tkiva koje je izloženo zračenju, jer određena tkiva pokazuju različite stupnjeve radiosenzibilnosti. Vremenska raspodjela doze također je ključna – jednokratna visoka doza dovest će do ozbiljnih oštećenja ili smrti, a ukoliko je ta doza raspoređena tijekom duljeg razdoblja može se pokazati manje štetnom. Topografska raspodjela doze, odnosno veličina volumena ozračenog tijela, proporcionalna je stupnju oštećenja – veći volumen uzrokuje veće oštećenje. Važna stavka u procjeni ozračenosti i njezinih učinaka je i kumulacija, koja se odnosi na to da određeni biološki učinci mogu biti izazvani ukupnom akumuliranom dozom zračenja koju je osoba primila od samog začeća. Uz to, i životna dob ima veliki utjecaj jer su stanice mlađih osoba, osobito djece i fetusa, osjetljivije na zračenje, s tim da je fetus najosjetljiviji, a djeca su tri puta osjetljivija od odraslih. Konačno, individualna osjetljivost na ionizirajuće zračenje varira od osobe do osobe, pri čemu su razlozi za te razlike uglavnom nepoznati (5).

Negativne posljedice ionizirajućeg zračenja mogu se pojaviti puno ranije i u većem intenzitetu ukoliko je pacijent izložen drugim nepoželjnim čimbenicima kao što su kronični alkoholizam, pad imuniteta ili bolovanje od nekih kroničnih bolesti (1).

### 1.3. Prevencija i zaštita od ionizirajućeg zračenja

Medicinski djelatnici koji su prilikom obavljanja poslova izloženi ionizirajućem zračenju moraju biti zaštićeni kroz skup različitih mjera i postupaka čija je svrha spriječiti nastanak determinističkih učinaka i u što većoj mjeri ograničiti pojavu stohastičkih učinaka (5, 19).

Medicinski djelatnici koji upravljaju uređajima moraju biti stručno educirani za sve postupke u radu i zaštitu i voditi se načelom ALARA (1). Prema Pravilniku o uvjetima za primjenu izvora ionizirajućeg zračenja u medicini i stomatologiji Republike Hrvatske (Narodne novine br. 125/06) koji je usklađen s načelima Međunarodne komisije za radiološku zaštitu (ICRP), potrebno je osigurati da izlaganje zračenju bude opravdano s pravilno postavljenom indikacijom za pretragu te da korist dobivena pregledom mora biti veća od eventualnih rizika (20). To je princip opravdanosti prema kojem svaka aktivnost koja dovodi do izlaganja pojedinca ionizirajućem zračenju mora donijeti više koristi nego štete, kako bi se rizici koje to izlaganje nosi pojedincu opravdali u korist društva i pojedinca (21).

Također se mora uzeti u obzir da doze kojima je izložen pojedinac budu niže od onih koje su zakonom određene ili da su doze unutar zakonski utvrđenih granica ukoliko se radi o medicinskim djelatnicima (5, 19).

U nekim je zemljama propisan redovit pregled RDG uređaja, obično jednom godišnje, a obavlja ga fizičar, stručnjak za zračenja, no i pored toga, stomatolog je dužan provjeravati ispravnost RDG uređaja, što je također i jedna od stavki principa ALARA. Također, treba izbjegavati česta ponavljanja snimanja zubi bez prave indikacije. Pri snimanju je vrlo važno obratiti pozornost na tehničke parametre: suziti snop rendgenskih zraka, odabrati najbolju ekspoziciju te usmjeriti zrake na najmanju upotrebljivu veličinu jer se time smanjuje opseg izloženog tkiva, a ujedno i količina upijenog zračenja, a samim time i rizik od nastanka bioloških oštećenja (1, 15).

Kvaliteta radiološkog zapisa može biti narušena ako je film ili receptor okrenut na pogrešnu stranu. Također, nedovoljno duboko postavljanje filma u usnu šupljinu može rezultirati nekompletnim prikazom anatomskih struktura. Ostale pogreške koje se mogu javiti tijekom izrade radiograma uključuju nepridržavanje pravila ortoprojeksijske i izometrijske savijanje

filma, nepravilno određenu ekspoziciju, lošu kemijsku obradu filma, pomicanje filma tijekom snimanja te pomicanje ili titranje rendgenske cijevi za vrijeme ekspozicije.

Prostorije u kojima su RDG uređaji moraju biti izgrađene prema zakonskim propisima o zaštiti od ionizirajućeg zračenja pa tako veličina prostorije u kojoj se primjenjuje dentalni RDG uređaj mora biti najmanje 8 m<sup>2</sup>, a ukoliko se koristi CBCT, tada prostorija mora biti najmanje 20 m<sup>2</sup> po uređaju. Ne smije postojati mogućnost prodora zračenja u susjedne prostorije, pa stoga vrata moraju sadržavati olovnu komponentu, zidovi moraju biti izolirani baritnom žbukom, a prozori trebaju biti od olovnog stakla. Tijekom snimanja zubi na vrat pacijenta može se staviti olovni okovratnik, tj. štitnik za štitnjaču zaštitne moći 0,5 mm olova i specijalne naočale. U praksi se uglavnom snima iz druge prostorije, no medicinsko osoblje od zaštitnih sredstava može primijeniti olovnu pregaču, naočale, olovne gumene rukavice, okovratnik (1).

### **1.3.1. Osobni dozimetrijski nadzor**

Zadaća osobne dozimetrije procjena je osobnih doza profesionalno izložene osobe u cilju ograničenja ili kontrole pojave štetnog djelovanja ionizirajućeg zračenja (21). Osobni dozimetrijski nadzor određuje dozu zračenja kojoj je osoba koja obavlja svoj posao bila izložena (22). Profesionalno izloženom osobom smatra se svaka osoba koja se nalazi u blizini izvora ionizirajućeg zračenja te i ona mora biti pod dozimetrijskim nadzorom iako ne upravlja rendgenskim uređajima. Dozimetri su instrumenti kojima se mjeri stupanj osobnog ozračenja. Efektivna doza za čitavo tijelo određuje se na osnovi rezultata dobivenih osobnim dozimetrom kojeg djelatnik tijekom rada nosi na sebi, na lijevoj strani prsnog koša. U slučaju da djelatnik nosi zaštitnu pregaču, dozimetar se stavlja ispod nje. Izmjerene doze za izložene djelatnike upisuju se u njihove osobne dozimetrijske kartone koji se nalaze u Državnom zavodu za radiološku i nuklearnu sigurnost (22, 23).

Sukladno Pravilniku o granicama ozračenja, preporučenom doznom ograničenju i procjenjivanju osobnog ozračenja, pojedinačno mjerenje osobnim dozimetrima (stupanj izloženosti vanjskom zračenju) provodi se mjesečno, u dvanaest mjernih razdoblja, a procjena unutarnjeg ozračenja od unesenih radionuklida u tijelo izloženih radnika provodi se jednom godišnje (19). Na taj način zaposleniku su osigurani zadovoljavajući radni uvjeti i obaviješten je o izloženosti zračenju koja se kroz ovaj sustav kontrolira. Dozimetri pomažu u prepoznavanju trenutka i lokacije izloženosti neočekivano visokoj dozi zračenja. Ukoliko

djelatnik upravlja s više uređaja ili u različitim ustanovama, vremenskim prikazom izloženosti povišenoj dozi olakšano je utvrditi pri korištenju kojeg uređaja je ta doza primljena. Identifikacija ovakve neuobičajeno visoke doze ozračivanja upućuje djelatnike na pojačanu kontrolu zaštite od zračenja i na taj način osigurava maksimalno pridržavanje pravila principa ALARA (21).

U Republici Hrvatskoj prema članku 11. Pravilnika o obrazovanju potrebnom za rukovanje izvorima ionizirajućeg zračenja, primjenu mjera radiološke sigurnosti i upravljanje tehničkim procesima u nuklearnim postrojenjima doktori dentalne medicine smiju rukovati rendgenskim uređajima za snimanje zubi odmah po završetku studija. To ih izdvaja od svih drugih zanimanja čiji djelatnici, osim radioloških tehnologa koji se školuju upravo za rukovanje izvorima ionizirajućeg zračenja, moraju steći dodatno obrazovanje tijekom specijalizacije ili dodatne edukacije (24). Dosadašnja istraživanja provedena u svijetu i u Republici Hrvatskoj pokazala su da znanje studenata dentalne medicine o ionizirajućem zračenju i zaštiti od istog nije dovoljno. Autori navode da studenti dentalne medicine tijekom studija uglavnom nisu dovoljno osposobljeni za samostalno rukovanje uređajima, što u praksi dovodi do pogrešaka u radu. Posljedice neadekvatnog rukovanja uključuju povećanje doza zračenja za pacijente i djelatnike. Osim toga, pogreške u rukovanju rendgenskim uređajima rezultiraju rentgenskim snimkama lošije kvalitete koje je otežano analizirati, čime se smanjuje njihova dijagnostička vrijednost (1, 24 – 30).

U ovom istraživanju utvrdit će se jesu li studenti završnih godina dentalne medicine koji pohađaju Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku dovoljno educirani o mjerama zaštite od zračenja te rukovanju RDG uređaja, kojima su prema zakonu osposobljeni rukovati.



## 2. CILJEVI

Opći cilj: ispitati znanje studenata završnih godina studija dentalne medicine o mjerama zaštite od zračenja te usmjeriti studente na povećanu pozornost prilikom radiološke dijagnostike i postupaka kako bi se prevenirao neadekvatan pristup te minimalizirao štetan utjecaj istog.

Specifični ciljevi:

- ispitati opće znanje ispitanika o mjerama zaštite od zračenja
- ispitati razliku u znanju studenata s obzirom na godinu studiranja.

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Ustroj studije

Ovo istraživanje ustrojeno je kao presječna studija (31).

#### 3.2. Ispitanici

U istraživanju je sudjelovalo ukupno četrdeset i devet osoba koje pohađaju Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku. Ispitanici su bili studentice i studenti pete i šeste godine u dobi od dvadeset i tri do trideset i šest godina. Anketi je dobrovoljno i anonimno pristupilo dvadeset i sedam ženskih i dvadeset i dvije muške osobe.

#### 3.3. Metode

Za prikupljanje podataka korišten je *online* anketni upitnik koji je u *Google Forms* obliku posebno izrađen za ovo istraživanje. Upitnik je sadržavao dvadeset i šest pitanja koja su bila podijeljena u tri dijela. Prvi dio pitanja sadržava opće podatke o ispitaniku, dob, spol i godinu studija koju ispitanik pohađa. Drugi i treći dio pitanja odnosio se na stavove i znanje studenata o ionizirajućem zračenju i zaštiti od istog, s tim da su u drugom dijelu pitanja bila višestrukog izbora, a treći se dio sastojao od samo jednog pitanja na koje je bilo potrebno opisno odgovoriti. Rezultati istraživanja deskriptivno su sistematizirani, a točni odgovori studenata statistički su se usporedili s obzirom na spol i godinu studiranja.

#### 3.4. Statističke metode

Za ispitivanje razlika među kategorijskim varijablama korišten je  $\chi^2$  test, a po potrebi Fisherov egzaktni test. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli ispitana je Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilkovim testom. Levenov test korišten je za ispitivanje homogenosti varijanci. Za nezavisne uzorke koristio se t-test. Za statističku analizu korišten je statistički program SPSS 25. Razina statističke značajnosti bila je  $\alpha = 0,05$ .

#### 4. REZULTATI

##### 4.1. Opće karakteristike ispitanika

U istraživanje je uključeno 49 ispitanika od kojih su 22 ispitanika muškog spola, a 27 ispitanika ženskog spola. Ukupno je sudjelovalo 25 ispitanika 5. godine i 24 ispitanika 6. godine studija. Dob ispitanika kretala se od 23 do 36 godina te je u ispitivanju najviše prevladavala dobna skupina između 23 i 27 godina (Tablica 1).

Tablica 1. Osnovna obilježja ispitanika

	Broj ( %) ispitanika
<b>Spol</b>	
Muški	(22) 45 %
Ženski	(27) 55 %
<b>Godina studija</b>	
5. godina	(25) 51 %
6. godina	(24) 49 %
<b>Dob</b>	
23 – 24	(21) 42,8 %
25 – 27	(22) 44,9 %
28+	(6) 12,3 %

##### 4.2. Stavovi studenata dentalne medicine o mjerama zaštite od zračenja

U anketnom upitniku 61 % ukupnih ispitanika neovisno o godini studija ili spolu tvrdilo je da ne poznaje ALARA princip (Tablica 2). Ipak, svi ispitanici u istraživanju smatraju da je potrebno poznavati upute za sigurnost, korištenje i održavanje rendgenskih uređaja.

Tablica 2. Raspodjela ispitanika prema odgovorima s obzirom na spol i godinu studija

	Broj ( %) ispitanika				
	Muški	Ženski	5.godina	6.godina	Ukupno
<b>1.Smatrate li da ste dobro upoznati s mjerama zaštite od zračenja?</b>					
Da	45,45 %	51,85 %	52,38 %	46,43 %	48,98 %
Ne	54,55 %	48,15 %	47,62 %	53,57 %	51,02 %
<b>2. Poznajete li ALARA princip i ono što on nalaže?</b>					
Da	18,18 %	55,56 %	42,86 %	35,71 %	38,8 %
Ne	81,82 %	44,44 %	57,14 %	64,29 %	61,2 %

	Broj ( %) ispitanika				
	Muški	Ženski	5.godina	6.godina	Ukupno
3.Smatrate li da je potrebno poznavati upute za sigurnost, korištenje i održavanje rendgenskih uređaja?					
Da	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Ne	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4. Kolika je godišnja granica doze zračenja stomatologa izražena u mSv?					
1 mSv	0,00 %	3,70 %	4,76 %	0,00 %	2,04 %
20 msV	22,73 %	33,33 %	28,57 %	28,57 %	28,57 %
6 msV	18,18 %	22,22 %	23,81 %	17,86 %	20,41 %
Ne znam	59,09 %	33,33 %	38,10 %	50,00 %	44,90 %
Nema ograničenja	0,00 %	7,41 %	4,76 %	3,57 %	4,08 %
5.Radiološko snimanje zuba je štetno.					
Da	59,09 %	55,56 %	71,43 %	46,43 %	57,14 %
Ne	36,36 %	44,44 %	28,57 %	50,00 %	40,82 %
6. Sprječava li rutinski radiografski pregled u šestomjesečnim intervalima stohastički učinak zračenja?					
Da	18,18 %	11,11 %	14,29 %	14,29 %	14,29 %
Ne	18,18 %	44,44 %	28,57 %	35,71 %	32,65 %
Ne znam	63,64 %	44,44 %	53,06 %	57,14 %	50,00 %
7. Imaju li sva ljudska tkiva istu radiosenzitivnost?					
Da	9,09 %	3,70 %	4,76 %	7,14 %	6,12 %
Ne	81,82 %	96,30 %	90,48 %	89,29 %	89,80 %
Ne znam	9,09 %	0,00 %	4,76 %	3,57 %	4,08 %
8. Najosjetljiviji organi ili tkiva na zračenje su					
Štitnjača	27,45 %	26,51 %	30,00 %	24,32 %	26,87 %
žlijezde slinovnice	23,53 %	18,07 %	15,00 %	24,32 %	20,15 %
reproduktivni organi	27,45 %	25,30 %	26,67 %	25,68 %	26,12 %
koštana srž	15,69 %	22,89 %	21,67 %	18,92 %	20,15 %
Mozak	3,92 %	7,23 %	6,67 %	5,41 %	5,97 %
ne znam	1,96 %	0,00 %	0,00 %	1,35 %	0,75 %
9. Za istu vanjsku izloženost doza zračenja kod djece u odnosu na odrasle je:					
veća u odnosu na odraslu osobu	77,27 %	88,89 %	100,00 %	71,43 %	83,67 %
jednaka kao kod odrasle osobe	13,64 %	3,70 %	0,00 %	14,29 %	8,16 %
Ne znam	9,09 %	7,41 %	0,00 %	14,29 %	8,16 %
10. Za istu vanjsku izloženost zračenju, rizik od razvoja karcinoma kod djece u odnosu na odrasle je:					
jednak kao i kod odrasle osobe	4,55 %	0,00 %	0,00 %	3,57 %	2,04 %
2 do 3 puta veći nego kod odrasle osobe	77,27 %	74,07 %	80,95 %	71,43 %	75,51 %
ne znam	18,18 %	25,93 %	19,05 %	25,00 %	22,45 %
11. Svako izlaganje zračenju donosi značajnu mogućnost pojave štetnih učinaka poput karcinoma:					
Da.	50,00 %	33,33 %	42,86 %	39,29 %	40,82 %
Ne.	50,00 %	59,26 %	52,38 %	57,14 %	55,10 %
Ne znam.	0,00 %	7,41 %	4,76 %	3,57 %	4,08 %

	Broj ( %) ispitanika				
	Muški	Ženski	5.godina	6.godina	Ukupno
12. Postoji li značajan rizik od pojave primarnog karcinoma ukoliko je pacijent izložen niskim dozama zračenja?					
Da.	4,55 %	3,70 %	0,00 %	7,14 %	4,08 %
Ne.	81,82 %	92,59 %	100,00 %	78,57 %	87,76 %
Ne znam.	13,64 %	3,70 %	0,00 %	14,29 %	8,16 %
13. Omogućuje li digitalna radiografija manje izlaganja zračenju od konvencionalne vrste (film)?					
Da.	68,18 %	66,67 %	66,67 %	67,86 %	67,35 %
Ne.	9,09 %	11,11 %	19,05 %	3,57 %	10,20 %
Ne znam.	22,73 %	22,22 %	14,29 %	28,57 %	22,45 %
14. Emitira li magnetska rezonancija (MR) ionizirajuće zračenje?					
Da.	22,73 %	29,63 %	23,81 %	28,57 %	26,53 %
Ne.	63,64 %	66,67 %	71,43 %	60,71 %	65,31 %
Ne znam.	13,64 %	3,70 %	4,76 %	10,71 %	8,16 %
15. Čime je fokusirana dentalna X ray cijev tijekom radiografskog snimanja?					
Olovnom pregačom.	4,55 %	0,00 %	0,00 %	3,57 %	2,04 %
Kolimatorom.	45,45 %	40,74 %	42,86 %	42,86 %	42,86 %
Generatorom.	4,55 %	11,11 %	9,52 %	7,14 %	8,16 %
Detektorom.	9,09 %	14,81 %	14,29 %	10,71 %	12,24 %
Ne znam.	36,36 %	33,33 %	33,33 %	35,71 %	34,69 %
16. Kako bi se postigla maksimalna zaštita pacijenta, koji je idealan oblik kolimatora kod intraoralnog uređaja za snimanje zubi?					
Okrugli.	36,36 %	40,74 %	42,86 %	35,71 %	38,78 %
Pravkutni.	22,73 %	22,22 %	19,05 %	25,00 %	22,45 %
Ne znam.	40,91 %	37,04 %	38,10 %	39,29 %	38,78 %
17. Što je osobni dozimetar?					
Dozimetar koji mjeri zračenje profesionalo izloženog osoblja.	54,55 %	66,67 %	66,67 %	57,14 %	61,22 %
Dozimetar koji mjeri zračenje osoblja u ustanovi.	0,00 %	3,70 %	0,00 %	3,57 %	2,04 %
Dozimetar koji mjeri zračenje pacijenata.	18,18 %	22,22 %	23,81 %	17,86 %	20,04 %
Ne znam.	27,27 %	7,41 %	9,52 %	21,43 %	16,33 %
18. Koji dio pacijentova tijela treba biti zaštićen olovnom zaštitom tijekom intraoralne radiologije?					
Cijelo tijelo.	8,89 %	9,26 %	7,55 %	10,87 %	9,09 %
Gonade.	28,89 %	25,93 %	24,53 %	30,43 %	27,27 %
Nema potrebe za zaštitom.	11,11 %	1,85 %	3,77 %	8,70 %	6,06 %
Oči.	22,22 %	22,22 %	26,42 %	17,39 %	22,22 %
Štitnjača.	28,89 %	40,74 %	37,74 %	32,61 %	35,35 %
19. U kojem su tromjesečju (dentalne) radiografske snimke kontraindicirane kod trudnih pacijentica?					
Prvom.	59,09 %	55,56 %	52,38 %	60,71 %	57,14 %
Drugom.	0,00 %	7,41 %	4,76 %	3,57 %	4,08 %
Trećem.	27,27 %	14,81 %	23,81 %	17,86 %	20,41 %
Nikad nisu kontraindicirane, ali se posebna pažnja daje opravdanosti postupka.	13,64 %	22,22 %	19,05 %	17,86 %	18,37 %

	Broj (%) ispitanika				
	Muški	Ženski	5.godina	6.godina	Ukupno
20. Koja je idealna udaljenost između operatera i RTG cijevi tijekom snimanja intraoralnog radiograma?					
50 cm.	4,55 %	3,70 %	4,76 %	3,57 %	4,08 %
1 m.	13,64 %	22,22 %	23,81 %	14,29 %	18,37 %
Što dalje, a da se postupak može efikasno obaviti.	54,55 %	55,56 %	52,38 %	57,14 %	55,10 %
Ne znam.	27,27 %	18,52 %	19,05 %	25,00 %	22,45 %
21. Što znači CBCT?					
Cone beam CT.	95,45 %	96,30 %	95,24 %	96,43 %	95,92 %
Cone body CT.	4,55 %	3,70 %	4,76 %	3,57 %	4,08 %
Cone beam CT.	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Ne znam.	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
22. Prepoznajete li simbol za zračenje? (prikazana četiri simbola)					
Simbol 1	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Simbol 2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Simbol 3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Simbol 4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

U SPSS sustavu uspoređivala se prosječna točnost ispunjenih anketa s obzirom na spol i godinu studija. Za provedbu t-testa bilo je potrebno utvrditi jesu li zadovoljene osnovne pretpostavke. Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilkovim testom testirane su pretpostavke o normalitetu uzoraka te je utvrđeno da su raspodjele normalne ( $P > 0,05$ ). Levenovim testom testirana je homogenost varijanci te se pokazalo da su varijance homogene ( $P > 0,05$ ). Osnovne pretpostavke bile su zadovoljene te je proveden t-test.

Prosječna točnost u rješenjima kod žena bila je nešto veća (59,63 %) u odnosu na muškarce (51,14 %), što je vidljivo iz Tablice 3a. Provedenim t-testom za nezavisne uzorke (Tablica 3b) pokazalo se da se odgovori muških i ženskih osoba ne razlikuju statistički značajno s obzirom na postotak prosječne riješenosti ( $t = 0,966$ ,  $P = 0,34$ ).

Tablica 3a. Usporedba razlika u postotcima prosječne riješenosti ankete između muškaraca i žena.

	spol	N	M	standardna devijacija	standardna pogreška
rezultati	Ž	20	59,63 %	26,076	5,831
	m	20	51,14 %	29,453	6,586

Tablica 3b. Prikaz rezultata t-testa

	F	P	t	df	P (dvosmjerno)	M1- M2	Standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti razlika	
								Donja	Gornja
rezultati	0,325	0,57	0,966	38	0,34	8,493	8,796	-9,314	26,300
			0,966	37,45	0,34	8,493	8,796	-9,322	26,309

Prosječna riješenost kod studenata 5. godine bila je nešto veća (58,81 %) u odnosu na studente 6. godine (53,57 %), što je vidljivo iz Tablice 4a. Provedenim t-testom za nezavisne uzorke (Tablica 4b) pokazalo se da se studenti 5. i 6. godine ne razlikuju statistički značajno s obzirom na postotak prosječne riješenosti ( $t = 0,590$ ,  $P = 0,56$ ).

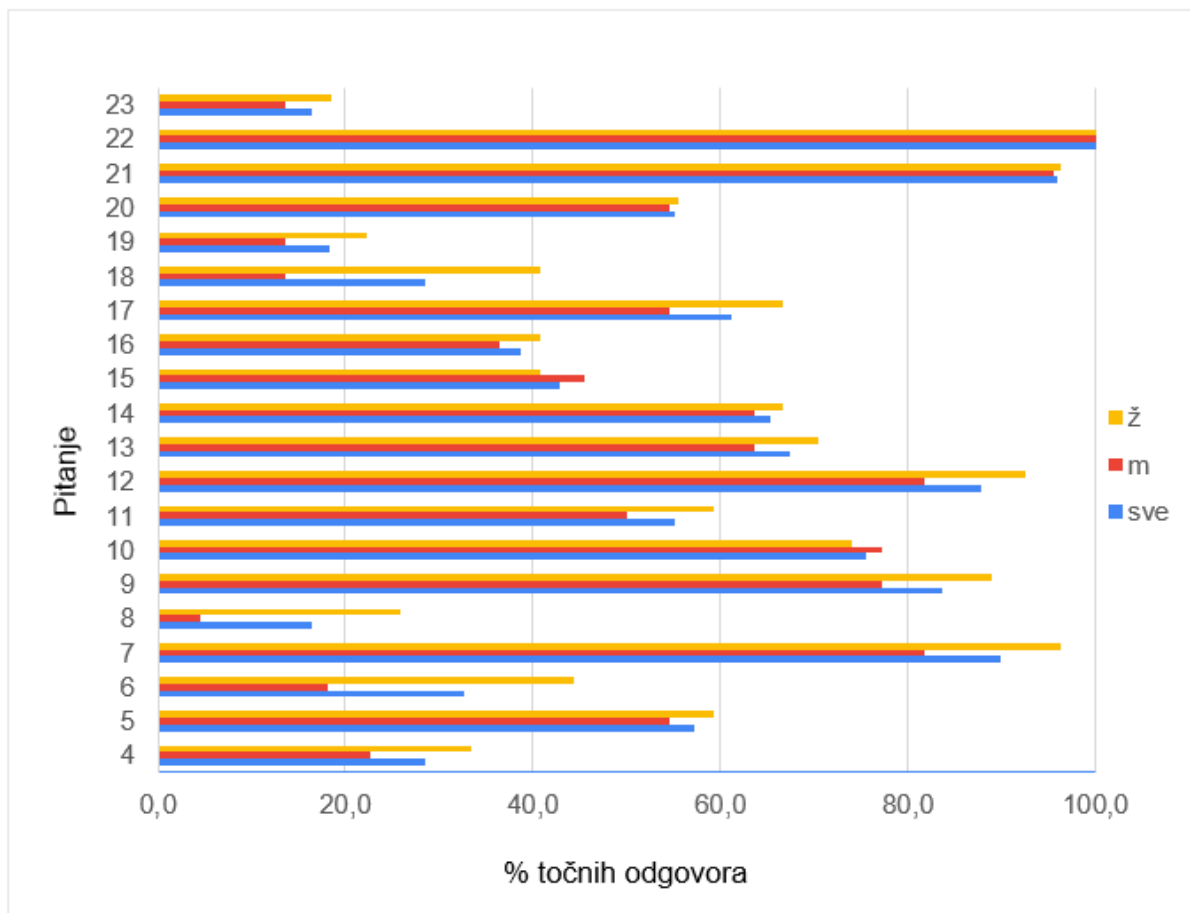
Tablica 4a. Usporedba razlika u postotcima prosječne riješenosti ankete između studenata 5. i 6. godine

	godina studija	N	M	standardna devijacija	standardna pogreška
rezultati	5.	20	58,81 %	30,048	6,719
	6.	20	53,57 %	25,936	5,799

Tablica 4b. Prikaz rezultata t-testa.

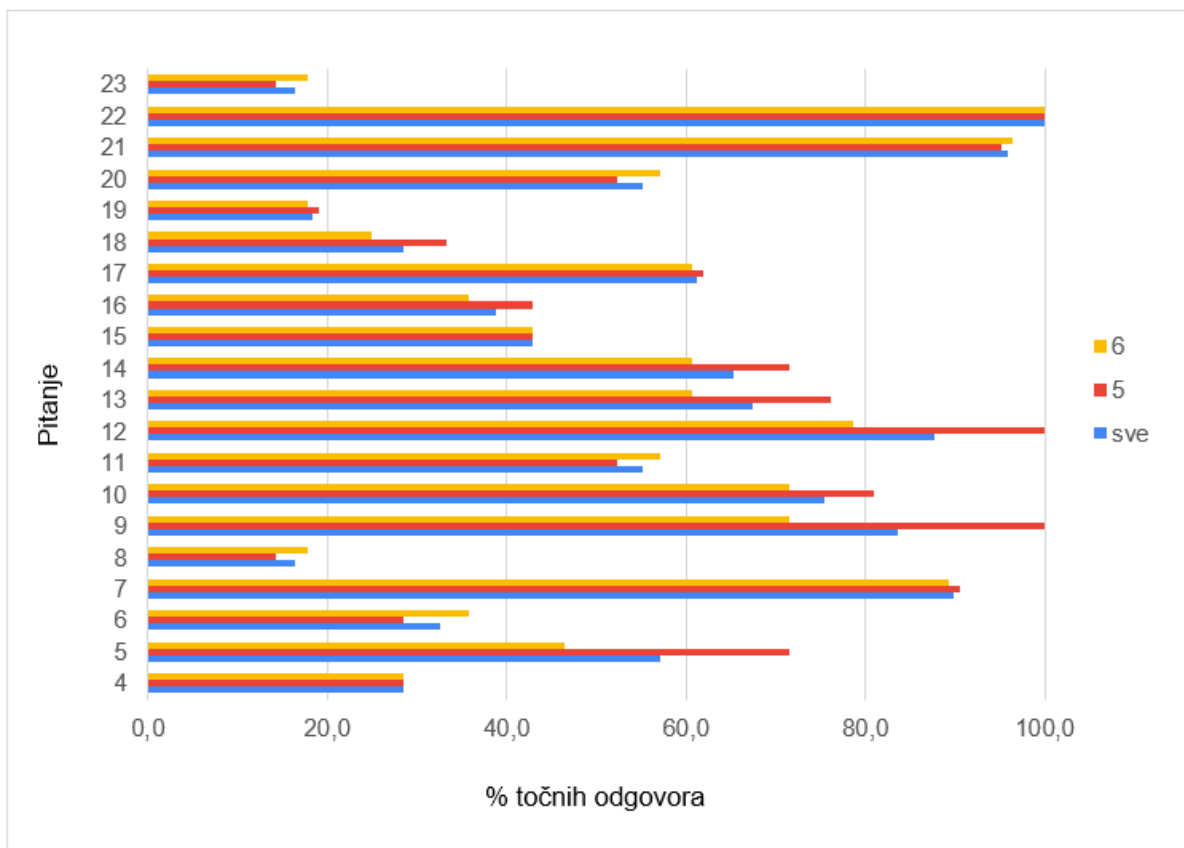
	F	P	t	df	P (dvosmjerno)	M1- M2	Standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti razlika	
								Donja	Gornja
rezultati	1,068	0,31	0,590	38	0,56	5,238	8,876	-12,729	23,206
			0,590	37,21	0,56	5,238	8,876	-12,729	23,219

Slikama 1. i 2. grafički su prikazane razlike u točnim odgovorima za sva pitanja s obzirom na spol i na godinu studiranja. Slika 1. prikazuje da su u pojedinim pitanjima žene imale veći broj točnih odgovora od muškaraca. Isto tako Slika 2. pokazuje da su studenti 5. godine u pojedinim pitanjima ostvarili veći postotak točnih odgovora u odnosu na studente 6. godine.



Slika 1. Raspodjela točno odgovorenih pitanja unutar ankete s obzirom na spol ispitanika.





Slika 2. Raspodjela točno odgovorenih pitanja s obzirom na godinu studija ispitanika.

## 5. RASPRAVA

Dentalna radiologija neophodno je dijagnostičko sredstvo u svakom području moderne dentalne medicine. Kako je i ranije navedeno, uporaba ionizirajućeg zračenja u dijagnostičke svrhe sa sobom nosi određene rizike. Kako bi se ti rizici umanjili, a uporaba ionizirajućeg zračenja ostala sigurna, doktori dentalne medicine trebaju poznavati određene principe i pridržavati se pravila sigurnosti i mjera zaštite prilikom upravljanja rendgenskim uređajima za snimanje zubi za čije su rukovanje osposobljeni po završetku studija (5, 24). Ipak, mnoga dosadašnja istraživanja pokazuju da znanje stomatologa o zaštiti od ionizirajućeg zračenja nije zadovoljavajuće (29, 30, 32).

Rezultati istraživanja koje je provedeno na Fakultetu za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek pokazali su da studenti pete i šeste godine studija dentalne medicine nemaju dovoljno znanja o ionizirajućem zračenju i zaštiti od istog (Tablica 4a). Točnost riješene ankete iznosila je između 53 – 59 %, što ukazuje na činjenicu da su na veliki dio pitanja studenti davali neispravne odgovore.

Ispitanici su relativno svjesni svog nedostatka znanja s obzirom na to da je 51 % ukupnih ispitanika navelo kako smatra da nisu dovoljno dobro upoznati s mjerama zaštite od zračenja. Svih 49 ispitanika odgovorilo je kako smatraju da je potrebno poznavati upute za sigurnost, korištenje i održavanje rendgenskih uređaja.

Ispitanici su bez obzira na spol davali vrlo različite odgovore, a određena nesigurnost studenata bila je vidljiva u pitanjima višestrukog izbora, gdje su često odgovarali s 'ne znam'. Studenti pete godine postigli su nešto bolje rezultate (58,81 %) u usporedbi sa studentima šeste godine (53,57 %), ali ipak ta razlika nije bila statistički značajna (  $P = 0,59$ ). Neznatna razlika u rezultatima može se pripisati tome da je znanje iz predmeta Opća i dentalna radiologija, koji su obje skupine ispitanika slušale na četvrtoj godini studija, svježije kod studenata pete godine.

Iz grafa je vidljivo da su najlošije odgovorena pitanja bila vezana za poznavanje ALARA principa, nabrojati organe ili tkiva najosjetljivije na zračenje te poznavanje u kojem su tromjesečju dentalne radiografske snimke kontraindicirane kod trudnica. Sva tri odgovora imala su postotak točnih odgovora manji od 20 % (Slika 1).

U ovom istraživanju čak 61 % studenata navodi da ne poznaje temeljni princip zaštite o zračenju, tzv. ALARA princip, dok je od 39 % ispitanika koji su označili da poznaju ALARA princip samo 16 % ispravno odgovorilo što princip nalaže. U najnovijem istraživanju iz 2024.

godine Elmorabit i suradnici proveli su slično istraživanje među doktorima dentalne medicine u Maroku u kojem su ispitali njihovo znanje i stavove prema zaštiti od ionizirajućeg zračenja u praksi. Rezultati su pokazali da je od 320 stomatologa samo 34,3 % njih znalo što ALARA predstavlja (30).

Uspoređujući rezultate istraživanja provedenom u Maroku nailazi se na dosta slične rezultate koji upućuju na to da bi znanje studenata o ionizirajućem zračenju trebalo poboljšati. Na pojedinim pitanjima ovog istraživanja ostvareni su odlični rezultati, pogotovo studenata pete godine koji su u visokom postotku odgovorili točno na neka od pitanja te su čak sto postotno točno odgovorili da je za istu vanjsku izloženost doza zračenja kod djece veća u odnosu na odraslu osobu, dok velik postotak (60,3 %) ukupnih ispitanika iz Maroka smatra da je ona jednaka odraslima (30).

S druge strane, neki su odgovori doktora dentalne medicine iz Maroka bili znatno bolji, primjerice, 73,9 % njih smatra da je radiološko snimanje zubi štetno. Još veći udio doktora iz Indije (33), više od 80 %, dijeli isto mišljenje, dok studenti dentalne medicine u ovom istraživanju to navode u znatno manjem postotku (57,14 %). Unatoč visoko ostvarenom postotku točnih odgovora na nekim pitanjima, Elmorabit i suradnici smatraju da krajnje dobiveni rezultati nisu dovoljno u skladu s ALARA principom te da se prema tome zaštita od ionizirajućeg zračenja ne provodi u svojoj punini. Navode da bi se edukacija na ovom području trebala značajno poboljšati, što bi doprinijelo sigurnijem i učinkovitijem radu, kao i boljem pridržavanju propisa te smanjenju rizika od izloženosti zračenju. Savjetuju redovito sudjelovanje na radionicama o zaštiti od ionizirajućeg zračenja, s posebnim naglaskom na usvajanje najnovijih istraživanja i protokola. Time bi se osigurala stalna edukacija i usklađenost s najnovijim smjernicama, što je ključno za održavanje visokih standarda sigurnosti u svakodnevnoj praksi (30).

Gotovo polovina ukupnih ispitanika (45 %), neovisno o spolu ili godini studiranja, navela je da ne zna kolika je godišnja granica doze zračenja stomatologa, a samo 29 % njih odgovorilo je ispravno. Vrlo slični rezultati dobiveni su u istraživanju Elmorabit i suradnika, a nešto veću točnost (55 %) pokazali su ispitanici istraživanja provedenog među nedavno diplomiranim doktorima dentalne medicine iz Egipta i Kraljevine Saudijske Arabije (29).

Na pitanje: „Imaju li sva ljudska tkiva istu radiosenzitivnost?“ veći dio ispitanika odgovorio je točno (89,80 %). U odabiru na zračenje najosjetljivijih organa ili tkiva ispitanici najviše navode štitnjaču (26,87 %), reproduktivne organe (26,12 %), zatim žlijezde slinovnice (20,15 %) i koštanu srž (20,15 %). Bilo je moguće odabrati više točnih odgovora, no samo je 8 %

studenata odgovorilo ispravno i označilo štitnjaču zajedno sa žlijezdama slinovnicama, reproduktivnim organima i koštanom srži. U istraživanju Elmorabit i suradnika 66,6 % ukupnih ispitanika izabralo je štitnjaču, a 40,3 % odabralo je žlijezde slinovnice. U istraživanju Assiri i suradnika najveći broj studenata ispitanika odabrao je štitnu žlijezdu (81,82 %) iako reproduktivni organi i žlijezde slinovnice nisu bile navedene (34). U istraživanju provedenom među turskim stomatolozima 66,7 % ispitanika tvrdi da su žlijezde slinovnice najosjetljiviji organ te samo 9,1 % njih navodi štitnjaču (32).

Na pitanje: „U kojem su tromjesečju (dentalne) radiografske snimke kontraindicirane kod trudnih pacijentica?“ većina studenata odgovorila je u prvom tromjesečju (57,14 %), zatim u trećem tromjesečju (20,41 %), a 18,37 % ispitanika odgovorilo je da nikad nisu kontraindicirane, ali se posebna pažnja daje opravdanosti postupka. U istraživanju Assiri i suradnika svi studenti naveli su da je radiološko snimanje štetno za trudnice (34). U istraživanju koje su proveli Srivastava i suradnici 59,8 % ispitanika smatra da radiološke snimke nisu apsolutna kontraindikacija kod trudnica (35).

Na pitanje: „Koji je idealan oblik kolimatora kod intraoralnog uređaja za snimanje zubi kako bi se postigla maksimalna zaštita pacijenta?“ vrlo malo ispitanika dalo je ispravan odgovor (22,45 %), dok je od ispitanih doktora dentalne medicine iz Maroka tek 11,3 % izjavilo da u svojoj praksi koristi kolimatore pravokutnog oblika. Novija istraživanja pokazala su da pravokutno sužavanje snopa zrake smanjuje efektivnu dozu zračenja za pacijenta za najmanje 40 % jer je tada ukupno izloženo manje tkiva, stoga se preporučuje korištenje pravokutnog kolimatora umjesto okruglog (15, 36). Prema zakonu u Republici Hrvatskoj veličina ozračenog polja mjerena na vrhu tubusa rendgenskog uređaja za pojedinačno snimanje zubi, koji je nabavljen nakon 16. travnja 2013. godine, mora biti pravokutnog oblika (37). Od ukupnog broja ispitanika ovog istraživanja 38,78 % pogrešno je odgovorilo na navedeno pitanje, dok je ostalih 38,78 % tvrdilo da ne zna koji je idealan oblik kolimatora. Sličan postotak ispitanika (34,69 %) opet je naveo da ne zna odgovor na pitanje: „Čime je fokusirana dentalna X ray cijev tijekom radiografskog snimanja?“. Samo 55,10 % ukupnih ispitanika znalo je koja je idealna udaljenost između operatera i RTG cijevi tijekom snimanja intraoralnog radiograma. Kod pitanja ovoga tipa doktori dentalne medicine iz Kraljevine Saudijske Arabije i Egipta ostvarili su puno bolje rezultate. Ipak treba uzeti u obzir da su u njihovom istraživanju uključeni nešto stariji sudionici koji već imaju iskustva u praksi u odnosu na studente pete i šeste godine čije je znanje uglavnom teorijsko, pogotovo u području dentalne radiologije. Točnost na pitanje: „Što je osobni dozimetar?“ bila je

podjednaka (oko 60 %) među ispitanicima Egipta i studentima ovog istraživanja, no bez obzira na praktično znanje sveukupni rezultati studije provedene u Kraljevini Saudijskoj Arabiji i Egiptu pokazali su da doktori dentalne medicine ondje imaju nisku i umjerenu razinu znanja. Autori preporučuju kako bi bilo dobro izmijeniti kurikulum studija dentalne medicine u kojem bi veći naglasak stavili na mjere zaštite u provođenju dijagnostičke radiologije. Smatraju kako će te promjene poboljšati znanje i studente učiniti više sposobnim i spremnijim za siguran rad u dentalnoj radiologiji. Uz to, preporučuju kontinuirano obrazovanje doktora dentalne medicine o ionizirajućem zračenju i zaštiti od istog kroz različite seminare i programe (29).

Na tvrdnju: „Za istu vanjsku izloženost zračenju, rizik od razvoja karcinoma kod djece u odnosu na odrasle je:“ 75,51 % ukupnih ispitanika odgovorilo je ispravno, dok su ponovno najveći postotak točnih odgovora ostvarili studenti pete godine (80,95 %) te su pokazali puno bolje rezultate u odnosu na doktore dentalne medicine iz Maroka koji su većinski (67,9 %) tvrdili da je za istu vanjsku izloženost zračenju rizik od razvoja karcinoma jednak kao i kod odraslih (30).

Na pitanje: „Koji dio pacijentova tijela treba biti zaštićen olovnom zaštitom tijekom intraoralne radiologije?“ ispitanici su davali vrlo različite odgovore. Najčešći odgovori bili su štitnjača i gonade. Sve veći napredak u radiološkoj tehnologiji i noviji rezultati istraživanja doveli su do novih smjernica u korištenju olovne zaštite tijekom intraoralne radiologije. U nekim slučajevima zaštita može čak smanjiti kvalitetu slike ili povećati dozu zračenja, pa tako najnovije smjernice pokazuju da rijetko postoji potreba za zaštitom iako se ponekad može koristiti (38). Od ukupnih ispitanika ovoga istraživanja 27 % navelo je da treba zaštititi gonade. Olovna zaštita u prošlosti je značajno smanjivala gondane doze kod intraoralnih snimaka, no napretkom tehnologije te su doze značajno smanjenje. Svrha olovne pregače zaštita je spolnih žlijezda od sekundarnog zračenja. Međutim, pri korištenju suvremenih uređaja spolne žlijezde ionako nisu izložene zračenju jer se ne nalaze na izravnom putu zrake. Nacionalno vijeće za radiološku zaštitu (NCRP) u SAD-u utvrdilo je da olovna pregača nije potrebna ukoliko se pri snimanju primjenjuju svi ostali načini smanjenja zračenja (15). Najnovije europske smjernice također ne preporučuju njezinu uporabu kao zaštitu reproduktivnih organa pri rendgenskom snimanju zubi (38).

Kako bi se smanjile negativne posljedice ionizirajućeg zračenja, ključno je temeljito poznavanje svih sredstava i metoda za smanjenje izloženosti zračenju. Stoga se kvalitetna stručna edukacija doktora dentalne medicine smatra osnovnim preduvjetom zaštite, uz

obavezno nošenje dozimetara i redovite sistematske preglede. Također, važna je stalna kontrola uređaja i njihovih dijelova u skladu s propisanim pravilnikom (5, 24).

Ovo istraživanje ukazalo je na potrebu poboljšanja znanja studenata dentalne medicine o zaštiti o zračenju. Bilo bi poželjno napraviti slično istraživanje na većem broju ispitanika u koje bi bili uključeni i studenti četvrte godine te, po uzoru na druge države, uvesti dodatnu edukaciju iz područja zaštite od zračenja tijekom studija dentalne medicine. Također, bilo bi poželjno provesti ovakvo istraživanje među doktorima dentalne medicine u Republici Hrvatskoj te procijeniti je li njihovo znanje u skladu s novim standardima i saznanjima. Dentalna radiologija ima ključnu dijagnostičku ulogu u svakom području dentalne medicine pa nije iznenađujuće što se u gotovo svakoj knjizi praktične kliničke primjene nalazi poglavlje posvećeno ovoj temi. S obzirom na to da je dio tih informacija u dostupnoj literaturi zastario, od iznimne je važnosti da doktori dentalne medicine kontinuirano obnavljaju svoje znanje i usvajaju nove spoznaje koje omogućuju primjenu najmodernijih, a time i najsigurnijih tehnika u svakodnevnoj praksi.

## 6. ZAKLJUČCI

Temeljem provedenog istraživanja i dobivenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- opće znanje ispitanika o mjerama zaštite od zračenja nije dovoljno dobro
- ne postoji razlika u znanju studenata s obzirom na godinu studiranja
- potrebne su dodatne edukacije kako bi se razina znanja studenata o ionizirajućem zračenju i zaštiti od istog poboljšala.

## 7. SAŽETAK

Cilj istraživanja: ispitati znanje i stavove studenata završnih godina studija dentalne medicine o mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja.

Nacrt studije: presječna studija provedena u Osijeku.

Ispitanici i metode: u ovom istraživanju sudjelovalo je ukupno četrdeset i devet osoba koje pohađaju Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku. Ispitanici ovoga istraživanja bili su studentice i studenti pete i šeste godine smjera dentalne medicine, u dobi od dvadeset i tri do trideset i šest godina. Podaci su se prikupljali putem *online* upitnika izrađenog posebno za ovo istraživanje u *Google Forms* formatu. Upitniku je dobrovoljno i anonimno pristupilo dvadeset i sedam ženskih i dvadeset i dvije muške osobe. Anketni upitnik sadržavao je dvadeset i šest pitanja.

Rezultati: rezultati istraživanja pokazuju da je sveukupna točnost riješene ankete iznosila 53 % – 59 %. U odnosu na točnost riješene ankete, ispitanici su relativno svjesni svog nedostatka znanja s obzirom na to da je 51 % ukupnih ispitanika navelo kako smatra da nije dovoljno dobro upoznato s mjerama zaštite od zračenja. Svih 49 ispitanika odgovorilo je kako smatraju da je potrebno poznavati upute za sigurnost, korištenje i održavanje rendgenskih uređaja. Ispitanici su bez obzira na dob, spol i godinu studija davali vrlo različite odgovore te su na većinu pitanja dali neispravne odgovore, a određena nesigurnost studenata bila je vidljiva u pitanjima višestrukog izbora, gdje su često odgovarali s 'ne znam'.

Zaključak: ovo istraživanje pokazuje kako znanje studenata dentalne medicine o zaštiti od zračenja nije dovoljno dobro. Potrebne su dodatne edukacije kako bi se razina znanja studenata o ionizirajućem zračenju i zaštiti od istog poboljšala.

Ključne riječi: ALARA; dentalna radiologija; zaštita od zračenja; znanje studenata; zračenje



## 8. SUMMARY

**Research title:** Assessment of Knowledge of Radiation Protection Measures among Final-Year Dental Medicine Students

**Objective:** The aim of this study was to examine the knowledge and attitudes of final-year dental medicine students regarding radiation protection measures

**Study plan:** Cross – sectional study

**Participants and Methodology:** Forty-nine participants from the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek took part in this study. The participants were fifth- and sixth-year dental medicine students, aged between twenty-three and thirty-six years. Data were collected through a Google Forms online questionnaire specifically designed for this study. The questionnaire was completed voluntarily and anonymously by twenty-seven female and twenty-two male participants. The survey consisted of twenty-six questions.

**Results:** The study results show that the overall accuracy of the survey responses ranged from 53% to 59%. Regarding the accuracy of the survey responses, the participants are relatively aware of their lack of knowledge, considering that 51% of them stated that they do not feel well-informed about radiation protection measures. All 49 participants agreed that it is necessary to know the guidelines for the safe use and maintenance of X-ray devices. Regardless of age, gender, and year of study, participants provided very different answers, many of which were incorrect. Uncertainty was evident in multiple-choice questions, where participants often responded with "I don't know."

**Conclusion:** This study indicates that dental medicine students' knowledge of radiation protection is insufficient. There is a need for additional education to improve students' knowledge of radiation protection measures.

**Key words:** ALARA, dental radiology, radiation, radiation protection, student knowledge

**9. LITERATURA**

1. Krolo I, Zadavec D. Dentalna radiologija. Zagreb: Medicinska naklada ; 2016.
2. Jukić Krmek S, Baraba A, Klarić E, Marović D, Matijević J. Pretklinička endodoncija. Zagreb: Medicinska naklada; 2017.
3. Abogazalah N, Ando M. Alternative methods to visual and radiographic examinations for approximal caries detection. J Oral Sci. 2017.;59(3):315–22.
4. Đanić D, Hadžibegović AĐ, Mikšić Š. Tumori glave i vrata udžbenik za studente dentalne medicine. Zagreb: Medicinska naklada; 2022.
5. Nola IA, Barukčić D. Zaštita na radu medicinskih sestara/tehničara zaposlenih u zoni ionizirajućeg zračenja. Sigurnost. 2021.;63(1):49–63.
6. Anas A, Asaad J, Tarboush K. A Comparison of intra-oral digital imaging modalities: Charged Couple Device versus Storage Phosphor Plate. Int J Health Sci. 2010.;4(2):156–67.
7. Čabov T. Oralnokirurški priručnik. Zagreb: Medicinska naklada; 2009.
8. Hlatcu AR, Galan E, Milicescu Ștefan, Teodorescu E, Ionescu E. An Evaluation of the Ramus Mandibular Asymmetry on the Panoramic Radiography. Appl Sci. 2023.;13(13):7645.
9. Malčić A. Radiologija u endodonciji. Sonda . 2004.;6(10):77–8.
10. Ivanović A. Conventional, Digital 2D and 3D CBCT Cephalogram. Radiološki vjesnik. 2022.;46(2):26–32.
11. Marotti M. Osnove radiologije za stomatologe. Sonda. 2003.;5(8–9):33–9.
12. Lauc T. 3D diagnostics in orofacial region. Medical Sciences. 2012.;38:127–51.

13. Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein MM. Cone beam computed tomography in implant dentistry: Recommendations for clinical use. *BMC Oral Health*. 2018.;18(1):88.
14. Ambrosi P, Garcia-Alves J, Bartlett D. Technical recommendations for monitoring individuals occupationally exposed to external radiation . Sv. NO 160, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport. Luxembourg: Publications Office of the EU; 2009.
15. Brooks SL. Doze zračenja kod uobičajenih stomatoloških radioloških pretraga: pregled. *ASCRO*. 2008.;42(3):207–17.
16. Choudhary S. Deterministic and Stochastic Effects of Radiation. *Canc Therapy & Oncol Int J*. 2018.;12(2):555834.
17. Zakon o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i sigurnosti izvora ionizirajućeg zračenja [Internet]. NN 64/2006. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_06\\_64\\_1544.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_06_64_1544.html)
18. Talapko J, Talapko D, Katalinić D, Kotris I, Erić I, Belić D, i ostali. Health Effects of Ionizing Radiation on the Human Body. *Medicina (Lithuania)*. 2024.;60(4):653.
19. Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti, NN 141/13, 39/15 i 130/17 [Internet]. Pravilnik o granicama ozračenja, preporučenom doznom ograničenju i procjenjivanju osobnog ozračenja, NN 38/2018. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_04\\_38\\_739.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_04_38_739.html)
20. Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti NN 141/13, 39/15 i 130/17 [Internet]. Pravilnik o uvjetima za primjenu izvora ionizirajućeg zračenja u svrhu medicinskog i nemedicinskog ozračenja, NN 42/2018. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_05\\_42\\_813.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_05_42_813.html)
21. Surić Mihić M, Prlić I, Šiško J, Meštrović T. Koncept osobne dozimetrije i osnovne

- fizikalne veličine u osobnoj dozimetriji. HDKBR INFO. 2013.;3(4):13–23.
22. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing [Internet]. EUR-Lex 2014. Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>
  23. Dodig D, Kusić Z. Klinička nuklearna medicina . Zagreb: Medicinska naklada; 2012.
  24. Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti NN 141/13, 39/15 i 130/17 [Internet]. Pravilnik o obrazovanju potrebnom za rukovanje izvorima ionizirajućeg zračenja, primjenu mjera radiološke sigurnosti i upravljanje tehničkim procesima u nuklearnim postrojenjima, NN 42/2018. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_05\\_42\\_814.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_05_42_814.html)
  25. Osborn JB, Stoltenberg JL, Newell KJ, Osborn SC. Adequacy of dental records in clinical practice: a survey of dentists. J Dent Hyg. 2000.;74(4):297–306.
  26. Jacobs R, Vanderstappen M, Bogaerts R, Gijbels F. Attitude of the Belgian dentist population towards radiation protection. Dentomaxillofac Radiol. 2004.;33(5):334–9.
  27. Svenson B, Söderfeldt B, Gröndahl HG. Attitudes of Swedish dentists to the choice of dental X-ray film and collimator for oral radiology. Dentomaxillofac Radiol. 1996.;25(3):157–61.
  28. Aps JKM. Flemish general dental practitioners' knowledge of dental radiology. Dentomaxillofac Radiol. 2010.;39(2):113–8.
  29. Basha SMA, Binshabaib MS, Alharthi SS. Assessment of Knowledge towards Radiation Protection Measures among Newly Graduated Dentists from Egypt and the Kingdom of Saudi Arabia: A Questionnaire-Based Cross-Sectional Study. Dent J (Basel). 2022.;10(6):95.
  30. Elmorabit N, Obtel M, Azougagh M, Ennibi O. Radiation protection knowledge and

- practices among Moroccan dentists: A cross-sectional study. *RADMP*. 2024.;5(2):131–8.
31. Marušić M. *Uvod u znanstveni rad u medicini*. 4th edition. Zagreb: Medicinska naklada; 2008.
  32. Yurt A, Ayrançioğlu C, Kılınc G, Ergönül E. Knowledge, attitude, and behavior of Turkish dentists about radiation protection and radiation safety. *Dentomaxillofac Radiol*. 2022.;51(1):20210120.
  33. Shujalpurwala M. Assessment of knowledge, awareness and attitudes on dental radiation hazards and radiation protection among dentists in Pune. *Int J Appl Decis Sci*. 2022.;8(1):482–8.
  34. Assiri H, Ali Azhar D, Rakan AT, Yara A, Lujain A, Abdulaziz B. Awareness Among Dental Practitioners Towards Radiation Hazards and Protection in Abha City, Saudi Arabia. *J Dent Oral Sci*. 2020.;2(3):1–14.
  35. Srivastava R, Jyoti B, Jha P, Shukla A. Knowledge, attitude, perception toward radiation hazards and protection among dental undergraduate students: A study. *J Int Oral Heal*. 2017.;9(2):81.
  36. Khong PL, Ringertz H, Donoghue V, Frush D, Rehani M, Appelgate K, i ostali. ICRP publication 121: radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. *Ann ICRP*. 2013.;42:1–63.
  37. Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti NN 141/13, 39/15 i 130/17 [Internet]. Pravilnik o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja, NN53/2018. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_06\\_53\\_1062.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_06_53_1062.html)
  38. Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, i ostali. European consensus on patient contact shielding. *Radiography (Lond)*. 2022.;28(2):353–9.