

Rendgenska dijagnostika u dentalnoj medicini i trudnoća: analiza ozračenja ploda koristeći mjerenja u fantomu

Mergl, Rebeka

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:243:667003>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO

OSIJEK

**Sveučilišni integrirani prijediplomski
i diplomski studij Dentalna medicina**

Rebeka Mergl

**RENDGENSKA DIJAGNOSTIKA U
DENTALNOJ MEDICINI I TRUDNOĆA:
ANALIZA OZRAČENJA PLODA
KORISTEĆI MJERENJA U FANTOMU**

Diplomski rad

Osijek, 2023

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEK U

**FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO
OSIJEK**

**Sveučilišni integrirani prijediplomski
i diplomski studij Dentalna medicina**

Rebeka Mergl

**RENDGENSKA DIJAGNOSTIKA U
DENTALNOJ MEDICINI I TRUDNOĆA:
ANALIZA OZRAČENJA PLODA
KORISTEĆI MJERENJA U FANTOMU**

Diplomski rad

Osijek, 2023.

Hvala mentoru prof. dr. sc. Dariu Faju koji je izradu ovog rada napravio uistinu jednim lijepim i ugodnim iskustvom.

Hvala profesorici Kristini Kralik koja je samnom još od srednje škole na pomoći vezano uz matematiku i statistiku.

Najviše se zahvaljujem svojim roditeljima i sestri koji su mi pružili bezuvjetnu podršku, prijateljicama Nini, Ivani, Lauri i Ani na ramenu i svakoj riječi ohrabrenja.

Hvala kolegama s kojima sam provela studentske dane za lijepa sjećanja i uspomene koje ću uvijek pamtit, a posebno kolegi Ivoru Fischeru i Mihi Verdniku koji su zbilja uljepšali ne samo studiranje već cijeli moj život. Hvala što ste svaku tešku situaciju učinili lakom i svaki lijep trenutak još ljepšim.

Beskrajno hvala dekanu prof. dr. sc. Aleksadru Včevu što nam je omogućio studentsku praksu o kakvoj studenti drugih stomatoloških fakulteta mogu samo sanjati i mogućnost studiranja u svom gradu, mentorima Žarku Udiljaku, Mateju Tomasu, Slavici Đurić i Mariji Pejakić koji su ostavili otisak na moj praktični rad i čijih ću se savjeta i pomoći zauvijek sjećati i pacijentima koji su mi se pružili u ruke.

Ovaj rad posvećujem svojoj majci Lidiji Prlić koja mi je uvijek bila uzor, inspiracija, i što me naučila da u životu nijedan san nije premalen i nedostižan. Zbog njezinog truda i rada, dobrog odgoja i odricanja danas sam ono što jesam.

Za kraj se želim zahvaliti svima koji nisu nikada posumnjali u moj potencijal i koji su vjerovali u mene, a i svima koji nisu jer mi je to dalo vjetar u leđa da se uvijek trudim i nikada ne odustajem.

Rad je ostvaren na Fakultetu za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku.

Mentor rada: prof. dr. sc. Dario Faj

Rad ima 31 list, 5 tablica i 7 slika.

Znanstveno područje: Biomedicina i zdravstvo

Znanstveno polje: Kliničke medicinske znanosti

Znanstvena grana: Dentalna medicina

Sadržaj

1.1 RTG zračenje i trudnoća	2
1.2 Stavovi o zračenju u populaciji	3
1.3 Stav o zračenju u općoj populaciji	3
2. CILJEVI RADA:	5
3. METODE I MATERIJALI	6
3.1 Anketa	6
3.2 Ozračenje fetusa pri radiološkim postupcima u dentalnoj radiologiji	6
3.2.1 Fantom trudnice	6
3.2.2 Mjerenje ozračenja fetusa pri radiološkim postupcima u dentalnoj radiologiji	8
3.2.2 Uređaji i postupci u radiološkoj dijagnostici u dentalnoj medicini	9
3.3. Statističke metode	12
4. REZULTATI	13
4.1 Fetalne doze pri najčešćim radiološkim postupcima u dentalnoj radiologiji	13
4.2. Znanje o korištenju rendgenskog zračenja u dentalnoj medicini	14
5. RASPRAVA	18
6. ZAKLJUČAK:	20
7. SAŽETAK	21
9. LITERATURA	24
10. ŽIVOTOPIS	27

1. UVOD

X-zrake su ionizirajuće zračenje koje je od svog otkrića imale središnju ulogu u dijagnostici i terapiji u dentalnoj medicine i medicini općenito. Pružaju korisne informacije i pomažu pri liječenju na svim razinama zdravstvene skrbi. Prema podacima UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation) iz 2008. godine u zdravstvenom sustavu učinjeno je 480 milijuna radiografskih ispitivanja, a od toga su dentalne RTG pretrage iznosile 15% (1). U stomatologiji, RTG zračenje se koristi uglavnom u dijagnostičke svrhe. Stomatolozi koriste RTG dijagnostiku češće od drugih zdravstvenih radnika, obično sami indiciraju i tumače nalaze. Općenito, u dijagnostičkim postupcima koriste se male doze zračenja, a u dentalnoj medicini su te doze izrazito male. Ipak, treba imati na umu da su tijekom života i liječenja, stomatološki pacijenti nerijetko izloženi ponovljenim pregledima. Indikacija za primjenu RTG dijagnostike u dentalnoj medicine variraju od od jednostavne dijagnostike početnih karijesa, minijaturnih prijeloma do pomoći u složenijim postupcima kao što je precizno planiranje implantata. Tako npr. Stomatološko liječenje akutnih infekcija koje uključuje endodontičku čišćenje korijena zuba i intrakanalnu primjenu lijekova, teško je provedivo bez radiološke evaluacije tretmana (*root canal therapy* RTC). Od otkrića RTG zraka, osim pozitivnih učinaka, poznato je da one mogu izazvati i štetne učinke. Rizik od ionizirajućeg zračenja u dentalnoj medicine temelji se na povezanosti sa tumorima u izloženih osoba, uglavnom solidnih organa – žlijezda slinovnica, štitnjače, meningi, iako i genetska tkiva mogu primiti male doze zračenja. Izražava se kao relativni rizik tj. broj ekstra smrtonosnih karcinoma na milijun izloženih osoba. Relativni rizik nije jednak kod svih vrsta snimanja što je važna činjenica pri planiranju smanjenja rizika, kako za pacijente tako i za zdravstvene radnike.

Zadnjih desetljeća dentalne stručne organizacije u svijetu razvijaju smjernice za optimalnu primjenu RTG zračenja u kliničkoj praksi dentalne medicine, točnije 1987. *Center for Devices and Radiological Health of the U.S. Food and Drug Administration (FDA)* sazvala je dentalne stručnjake koji u izradili smjernice, a 2004. ih ažurirali (2). Načelo *As Low As Reasonably Achievable (ALARA)* (3), definirano kodeksom saveznih propisa stvoreno je s ciljem smanjenja nepotrebnog zračenja uz uvažavanje principa opravdanosti, optimizacije i ograničenja doze, uključujući i kumulativne doze doživotnog zračenja koju primaju pacijenti i zdravstveni djelatnici.

ALARA principi u dentalnoj medicini usmjereni su na odabir opreme i osiguranje kvalitete jer nove tehnologije kontinuirano doprinose smanjenju doze zračenja.

1.1 RTG zračenje i trudnoća

Poseban oprez potreban je pri primjeni RTG zraka u trudnica. Glavni učinci zračenja na ljudski embrij i fetus, općenito, su prenatalna smrt, usporavanje rasta, kongenitalne malformacije i mentalna retardacija, kao i stohastički učinak u nižim dozama-oštećenje ovisno o dozi, nema donje granične doze, prijenos na nove generacije – genetički učinak, rak... (4).

Zdravstveni problemi trudnica često uključuju poteškoće sa oralnim zdravljem. Neka od istraživanja pokazuju da je ta učestalost veća od 40 % (5). Često se radi o odontogenim infekcijama i bolovima. Odontogene infekcije nisu bezopasno stanje da bi se spriječili fatalni ishodi, nerijetko je potrebno akutno liječenje, koje u nekim slučajevima zahtijeva uporabu dijagnostičkih radioloških postupaka. Postupci se mogu dogoditi do rođenja djeteta ali to u nekim slučajevima, nije preporučljivo.

Posebice jer je fetalna doza u dentalnoj radiologiji usporediva sa dnevnim prirodnim zračenjem.

Zbog toga međunarodne smjernice smatraju dentalne radiološke postupke u trudnoći sigurnim (6,7).

Embrij/fetus je najosjetljiviji na ionizirajuće zračenje tijekom organogeneze (2 do 7 tjedana gestacijske dobi) tijekom prvog tromjesečja, te se u tom vremenu izbjegavaju RTG procedure. Ipak, istraživanja pokazuju da je doza koju fetus prima tijelom RTG procedura majke, uglavnom veoma niska, ispod 10% ukupne doze. Malo je epidemioloških dokaza o nepovoljnim ishodima fetusa nakon izlaganja tijekom trudnoće dozama zračenja od 100 mGy - što je samo po sebi nekoliko puta više od doza zračenja zabilježenih za medicinske radnike, uključujući interventne radiologe (8). Doza između 0,05 i 0,5 Gy općenito se smatra sigurnom za fetus tijekom drugog i trećeg tromjesečja. Fetalne doze ispod 50 mGy ne bi se trebale smatrati razlogom prekida trudnoće (9,10).

Ipak, doktori dentalne medicine u pojedinim situacijama, kada postoji opravdana stručna indikacija, pokušavaju izbjeći radiološke postupke u trudnoći. Ispitivanja su pokazala da je takva

praksa posljedica predrasuda, uslijed nedovoljnog znanja i iskustva u kliničkoj praksi. To se može izbjeći dobrim stručnim poznavanjem znanstvenog stava struke uvažavajući racionalnu stručno opravdanu redukciju izlaganja (11).

Analiza štetnog učinka doze zračenja nije lak zadatak. Takva istraživanja nije lako provesti u praksi. Rijetka ispitivanja provedena na fantomu, potvrdila su nisku propusnost fotona iz akceleratora u fetus (12).

1.2 Stavovi o zračenju u populaciji

Rizici zračenja i mjere zaštite dio su nastavnog kurikuluma svih zdravstvenih radnika. Edukacija o zračenju tijekom dodiplomske nastave stomatologa u Hrvatskoj - kurikulum fizike i stručni predmeti - fokus na fizikalnim principima RTG zračenja, potencijalni biološki rizici, metode zaštite od ionizirajućeg zračenja.

Iskustvo i ispitivanja su pokazala da je ta znanja potrebno obnavljati s vremena na vrijeme u vidu kontinuirane medicinske edukacije, brošura, stručnih članaka i radionica (13) jer jedino poznavanje najnovijih saznanja i stručnih smjernica, reducira neopravdane greške u praktičnom radu stomatologa. Pretraživanjem medicinskih baza vidljiv je veliki broj istraživanja koja su potvrdila da su prisutne neutemeljene predrasude o RTG dijagnostici u stomatološkoj praksi s općom populacijom i trudnicama koje je moguće ukloniti samo promoviranjem znanja i znanstveno opravdanih stavova, kako u populaciji medicinskih radnika, tako i u općoj populaciji (14). Svakako da znanstveni dokazi ispitivanja doprinose ovom procesu.

1.3 Stav o zračenju u općoj populaciji

Također, mnoga ispitivanja o stavovima prema radiološkoj dijagnostici u općoj populaciji pokazala su da veliki dio populacije nema znanja i svijest te da je potrebna edukacija o opasnostima i rizicima povezanim s izloženošću zračenju (15). Pretraživanjem medicinskih baza vidljiv je veliki broj istraživanja koja su potvrdila da su prisutne neutemeljene predrasude o RTG dijagnostici u stomatološkoj praksi sa općom populacijom i trudnicama koje je moguće ukloniti

samo promoviranjem znanja i znanstveno opravdanih stavova, kako u populaciji medicinskih radnika, tako i u općoj populaciji. Svakako da znanstveni dokazi ispitivanja doprinose ovom procesu.

2. CILJEVI RADA:

1. Ispitati stavove studenata zadnje godine dentalne medicine o radiološkoj dijagnostici primijenjenoj na trudnice
2. Izmjeriti fetalne doze pri najčešćim postupcima radiološke dijagnostike trudnih pacijentica u dentalnoj medicini

3. METODE I MATERIJALI

3.1 Anketa

Ovo presječno istraživanje provedeno je korištenjem anketnog upitnika *limesurvey*, a provedeno je na 39 ispitanika koji su bili redoviti studenti Integriranog preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog studija Dentalna medicina Fakulteta za dentalnu medicinu i zdravstvo Sveučilišta u Osijeku.

Glavni instrument istraživanja bio je anketni upitnik o znanju i mišljenju studenata dentalne medicine Fakulteta za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku o rendgenskom zračenju trudnica. Anketni upitnik sastoji se od četiri pitanja o upućivanju trudnice na snimanje i znanju o izloženosti fetusa rendgenskom zračenju.

3.2 Ozračenje fetusa pri radiološkim postupcima u dentalnoj radiologiji

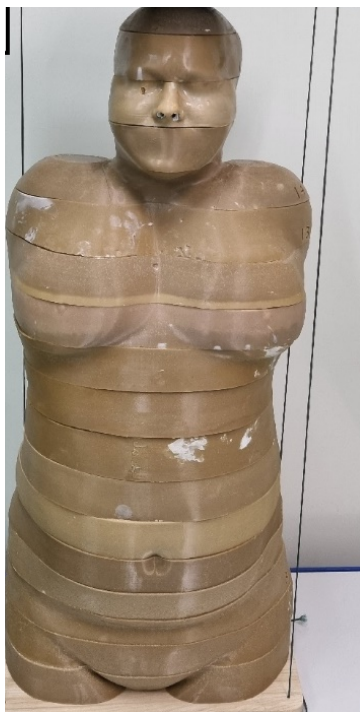
U radu se mjerila fetalna doza pri najčešćim postupcima u dentalnoj radiografiji, kompjutoriziranoj tomografiji (CT, od engl. *Computed tomography*) čeljusti, panoramskom snimanju čeljusti, računalnoj tomografiji stožastim rendgenskim snopom (CBCT od engl. *cone beam computed tomography*) i intraoralnoj snimci zuba.

3.2.1 Fantom trudnice

Kako bi ozračivanje trudnice radi istraživanja bilo neetično, mjerenja su rađena na fantomu trudnice. Fantom je naprava koja oponaša pacijenta i pri dozimetrijskim mjerenjima zamjenjuje pacijenta. Ljudsko tijelo je većim dijelom načinjeno od vode pa je fantom za mjerenja u ovom radu izrađen od materijala sličnih ljudskom tkivu u interakcijama sa X-zrakama poput homogenizirane vode ili termoplastike, poliuretanske gume, epoksidne smole koja zamjenjuju meko tkivo. S druge strane, u isti materijal umiješan je stiropor kako bi se približili svojstvima pluća i SiO_2 i CaCO_3 kako bi se približili svojstvima kostiju. Dakle, fantom je izrađen tako da su fizikalna gustoća, radiološka gustoća (apsorpcijski koeficijent) i efektivni atomski broj materijala koji zamjenjuju

3. METODE I MATERIJALI

tkivo vrlo slični tkivu kako bi rendgensko zračenje prolaskom kroz fantom trudnice gubilo energiju na isti način kao i prolaskom kroz tkivo. Fantom je izrađen u okviru Institucijskog znanstveno istraživačkog projekta na Medicinskom fakultetu i Fakultetu za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek (slika 1).



Slika 1. Antropomorfni fantom koji oponaša trudnicu pri mjerenjima fetalnog ozračenja u radiološkim postupcima dentalne medicine. Fotografirao autor.

Fantom je izrađen u slojevima kako bi se u svaki dio fantoma mogli umetnuti dozimetri za mjerenje ozračenja fetusa (Slika 2.).



Slika 2. Slojevi fantoma sa šupljinama u koje se mogu postaviti dozimetri radi mjerenja ozračenja. Fotografirao autor.

3.2.2 Mjerenje ozračenja fetusa pri radiološkim postupcima u dentalnoj radiologiji

Štetnost i rizik zračenja za čovjeka se procjenjuje efektivnom dozom (E) s jedinicom *Sivert*. Efektivna doza uzima u obzir i vrstu zračenja i dio tijela koji je ozračen, ali se zasniva na mjerenjima apsorbirane doze (D) s jedinicom *Grey* (Gy). Apsorbirana doza je definirana kao energija koju apsorbira masa materijala kroz koje zračenje prolazi:

$$D = \frac{E}{m}.$$

Apsorbirane doze, odnosno fetalne doze u fizičkom fantomu mjerene su pomoću radiofotoluminiscentnih (RPL) dozimetara GD-352M (AGC Inc., Tokio, Japan). To su stakleni detektori (GD) u obliku srebrom aktiviranih štapića od fosfatnog stakla dimenzija $\Phi 1,5 \times 12 \text{ mm}^3$, upakiranih u plastični držač vanjskih dimenzija $\Phi 4,3 \times 14,5 \text{ mm}^3$. Plastični držač ima filter koji kompenzira energetska ovisnost. Mjerenja su provedena u KBC Osijek i Radiološkoj ordinaciji dentalne medicine Lauc u Osijeku, a detektori su očitani čitačem Dose Ace FDG-1000 (AGC Inc.,

Tokio, Japan) Instituta “Ruđer Bošković”. Detaljne karakteristike i načela korištenog RPL dozimetrijskog sustava mogu se pronaći u prethodnom radu Knežević i suradnika 2013 (16).

Dozimetri su postavljeni na položaj fetusa unutar fantoma. Izmjerene doze ozračenja, D_w (mGy) izražene su kao apsorbirana doza u vodi.

3.2.2 Uređaji i postupci u radiološkoj dijagnostici u dentalnoj medicini

Mjerenja su provedena na uređaju CBCT u Radiološkoj ordinaciji dentalne medicine Lauc u Osijeku (Slika 3.).

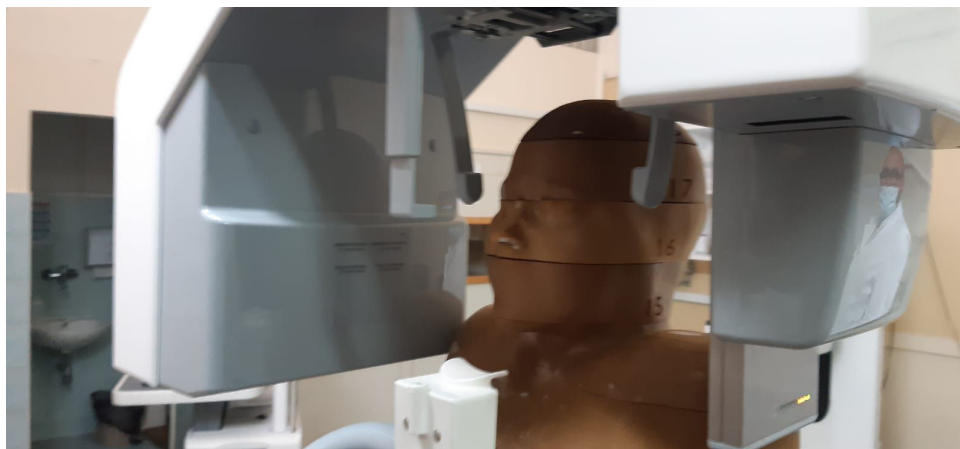


Slika 3. CBCT uređaj proizvođača Soredex, model Cranex 3Dx.

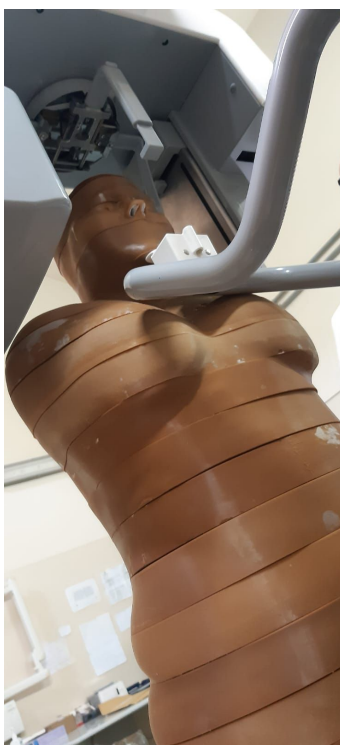
Izvor:https://img.dentistryiq.com/files/base/ebm/diq/image/2015/11/content_dam_diq_online_articles_2015_04_cranex_3dx_front_left_cmyk.png?auto=format%2Ccompress&w=320

CBCT je sustav za snimanje koji se koristi u maksilofacijalnoj radiologiji.

CBCT često u sebi ima ugrađen i ortopan, međutim za potrebe ovog rada koristili smo uređaj ortopan u KBC Osijek.



Slika 4. Snimanje fantoma trudnice ortopanom. Fotografirao autor.



Slika 5. Snimanje fantoma trudnice ortopanom. Fotografirao autor.

Ortopan je rendgenski uređaj za snimanje ortopantomograma, pregledne panoramske snimke svih zuba obiju čeljusti, koja uključuje i okolne strukture: maksilarne sinuse i čeljusne zglobove. Indicirana je za otkrivanje stanja i promjena tkiva koja nisu vidljiva golim okom u usnoj šupljini.

3. METODE I MATERIJALI

Uz to, često je dio CBCT ili ortopan uređaja i rendgenska kefalometrija. To je standardizirana metoda izrade radiografskih snimki glave koje se mogu koristiti za mjerenje orofacijalnog kompleksa. Snimke koje nastanu kao rezultat tog postupka nazivaju se latero-lateralni kefalogrami. Koristi se najviše u ortodontiji i u maksilofacijalnoj kirurgiji u dijagnostici pacijenta za daljnje postupke liječenja. Kako je snima kefalometrijom jednostavna snimka s vrlo malom dozom, mjerenja fetalne doze u fantomu nije napravljena. Slično je i za rendgensko snimanje jednog zuba intraoralnim radiografskim uređajem.

Gore navedeni uređaji su specijalizirani uređaji u dentalnoj radiografiji. Ipak, u dentalnoj medicini se i dalje koriste i neki postupci s radiološkim uređajima opće namjene. Jedan od takvih uređaja je CT. Mjerenja fetalne doze pri snimanju čeljusti CT uređajem prikazano je na slici 6.



Slika 6. Oslikavanje čeljusti fantoma trudnice s umetnutim detektorom u području fetusa. Fotografirao autor.

Jedan od presjeka snimke glave fantoma dan je na slici 7. Vidi se približno slična radiološka gustoća materijala korištenih za izradu fantoma.



Slika 7. CT snimka glave fantoma korištenog u ovom radu. Izvorna slika autora

3.3. Statističke metode

Kategorički podaci su predstavljeni apolutnim i relativnim frekvencijama. Mjera sredine numeričkih podataka prikaza je aritmetičkom sredinom. Za analizu podataka korišten je statistički program MedCalc® Statistical Software version 20.218 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2023).

4. REZULTATI

4.1 Fetalne doze pri najčešćim radiološkim postupcima u dentalnoj radiologiji

Rezultati mjerenja prikazani su u Tablici 1. Prikazana su mjerenja za najčešće postupke u najgorim uvjetima za koje se pretpostavlja najveće ozračenje fetusa. Tako je na CBCT uređaju mjerena fetalna doza samo za postupak koji koristi najveće polje (FOV, engl. *Field Of View*). Prikazani su rezultati mjerenja u dvije točke fetusa (glava i tijelo). Nataivna snimka CT uređajem urađena je sa i bez zaštitne pregače.

Tablica 1. Mjerenja fetalne doze pri radiološkim postupcima u dentalnoj medicini

	Glava nativno CT	Glava nativno CT	Intraoralni snimka molara	Panoramska snimka	CBCT
Pacijent	Siemens Somatom 128 (mGy)		Prostyle Intra (mGy)	Cranex D – Ceph (mGy)	Lauc Soradex (mGy)
1	0,003	0,002	0,000	0,00	0,010
2	0,004	0,003	0,000	0,00	0,006
3	0,000	0,003	0,000	0,00	0,004
4	0,008	0,012	0,000	0,00	0,006
5	0,003	0,02	0,000	0,00	0,011
6	0,006	0,00	0,000	0,01	0,015
7	0,015	0,03	0,000	0,00	0,001
8	0,012	0,01	0,000	0,00	0,012
9	0,010	0,01	0,000	0,00	0,016
Prosječno (mGy)	0,007	0,01	0,000	0,002	0,009
	Zaštitna pregača preko ploda	Bez zaštitne pregače preko ploda			

Mjerenja ozračenja ploda pri intraoralnoj snimci zuba i panoramskoj snimci čeljusti su ispod praga osjetljivosti korištenih dozimetara te se mogu smatrati zanemarivim.

4.2. Znanje o korištenju rendgenskog zračenja u dentalnoj medicini

Istraživanje je provedeno na 18 ispitanika, studenata Fakulteta za dentalnu medicinu. Znanje o korištenju rendgenskog zračenja u dentalnoj medicini (koje uključuje intraoralnu snimku jednog zuba, panoramsku snimku čeljusti i snimku CBCT koja omogućuje 3D vizualizaciju čeljusti) provjerilo se pomoću četiriju pitanja.

Upućivanje trudnice na snimanje uređajem koji koristi rendgensko zračenje dopušteno je samo u hitnim slučajevima, kako navodi 8 (44 %) ispitanika, a samo ukoliko je opravdano prema 7 (39 %) ispitanika. Svih 18 (100 %) ispitanika je odgovorilo da nije dopušteno snimati trudnicu uređajem koji koristi rendgensko zračenje u prvom i trećem trimestru (Tablica 1).

Tablica 1. Raspodjela ispitanika prema odgovoru može li se ili ne trudnica uputiti na snimanje uređajem koji koristi rendgensko zračenje

	Broj (%) ispitanika	
	Ne	Da
Upućivanje trudnice na snimanje uređajem koji koristi rendgensko zračenje:		
Nije dopušteno nikad	16 (89)	2 (11)
Dopušteno je samo u hitnim slučajevima	10 (56)	8 (44)
Dopušteno je ako je opravdano	11 (61)	7 (39)
Dopušteno je samo snimanje intraoralnim uređajem	17 (94)	1 (6)
Dopušteno je ako se koristi zaštitno sredstvo kojim se štiti plod	14 (78)	4 (22)
Dopušteno je u prvom i trećem trimestru trudnoće	18 (100)	0

Slaže se 11 (61 %) ispitanika s tvrdnjom da izloženosti rendgenskom zračenju fetusa u razvoju u maternici prilikom snimanja u dentalnoj radiologiji uključuje mentalnu retardaciju, a njih 10 (56 %) da uključuje malformaciju organa. Podijeljeno je mišljenje da izloženost rendgenskom zračenju fetusa u dentalnoj radiologiji doprinosi ili ne ograničenju intrauterinog rasta. Da izlaganje ne dovodi do prenatalne smrti slaže se 15 (83 %) ispitanika, a da ne uzrokuje malu veličinu glave odgovorilo je 13 (72 %) ispitanika (Tablica 2).

Tablica 2. Ispitanici prema potencijalnim biološkim učincima izloženosti rendgenskom zračenju fetusa u razvoju u maternici prilikom snimanja u dentalnoj radiologiji

	Broj (%) ispitanika	
	Ne	Da
Potencijalni biološki učinci izloženosti rendgenskom zračenju fetusa u razvoju u maternici prilikom snimanja u dentalnoj radiologiji uključuju:		
Prenatalnu smrt	15 (83)	3 (17)
Ograničenje intrauterinog rasta	9 (50)	9 (50)
Mala veličina glave	13 (72)	5 (28)
Mentalna retardacija	7 (39)	11 (61)
Malformacija organa	8 (44)	10 (56)
Ništa od navedenog	15 (83)	3 (17)

U slučaju da trudnica obavi intraoralnu radiografiju, panoramsku snimku čeljusti ili CBCT donje čeljusti potrebno je za 2 (11 %) ispitanika zatražiti pomoć stručnjaka za medicinsku fiziku radi procjene doze, obavijestiti pacijenticu te će vjerojatno doći do prekida trudnoće. Da nije potrebno ništa učiniti odgovorilo je 5 (28 %) ispitanika, a njih 10 (56 %) da je potrebno zatražiti pomoć

stručnjaka za medicinsku fiziku radi procjene doze, obavijestiti pacijenticu, ali ozračenje ploda je zanemarivo i nema potrebe za daljnjim postupcima (Tablica 3).

Tablica 3. Raspodjela ispitanika prema tome što je potrebno učiniti u slučaju da trudnica obavi intraoralnu radiografiju, panoramsku snimku čeljusti ili CBCT donje čeljusti

	Broj (%) ispitanika	
	Ne	Da
U slučaju da trudnica obavi intraoralnu radiografiju, panoramsku snimku čeljusti ili CBCT donje čeljusti:		
Nije potrebno ništa učiniti	13 (72)	5 (28)
Potrebno je zatražiti pomoć stručnjaka za medicinsku fiziku radi procjene doze, obavijestiti pacijenticu te će vjerojatno doći do prekida trudnoće	16 (89)	2 (11)
Potrebno je zatražiti pomoć stručnjaka za medicinsku fiziku radi procjene doze, obavijestiti pacijenticu, ali ozračenje ploda je zanemarivo i nema potrebe za daljnjim postupcima	8 (44)	10 (56)
Potrebno je dekontaminirati pacijenticu	15 (83)	3 (17)
Potrebno je razgovarati s pacijenticom i predložiti prekid trudnoće	18 (100)	0

Po 4 (22 %) ispitanika su odgovorila je potencijalno ozračenje fetusa prilikom snimanja trudnice u dentalnoj radiologiji manje od 10 mSv ili da je opasno za fetus zbog mogućih posljedica, a da je zanemarivo malo odgovorilo je 6 (33 %) ispitanika (Tablica 4).

Tablica 4. Potencijalno ozračenje fetusa prilikom snimanja trudnice u dentalnoj radiologiji

	Broj (%) ispitanika	
	Ne	Da
Potencijalno ozračenje fetusa prilikom snimanja trudnice rendgenskim uređajima u dentalnoj radiologiji je:		
Manje od 10 mSv	14 (78)	4 (22)
Veće od 10 mSv	16 (89)	2 (11)
Manje od 1 mSv	15 (83)	3 (17)
Zanemarivo malo	12 (67)	6 (33)
Opasno za fetus zbog mogućih posljedica	14 (78)	4 (22)

Mjerenja fetalne doze pri najčešćim radiološkim postupcima u dentalnoj medicini.

5. RASPRAVA

Studentima od prve do šeste godine studija dentalne medicine u Osijeku postavljena su pitanja na temu radiološkog zračenja i specifično zračenja trudnice. Studenti su dali različite i neujednačene, velikim dijelom netočne odgovore, što ukazuje na to da ispitivani studenti ne poznaju dovoljno primjenu radiološkog zračenja u trudnoći i nemaju formirano mišljenje o zračenju trudnice. To se može pripisati manjku informacija o štetnosti fetusa zračenjem uslijed nedostatka znanja koje možemo opravdati manjkom stručne literature ili nedostupnosti rezultata sličnih istraživanja.

Istraživanje objavljeno je u Norveškoj 2021. umjesto studenata dentalne medicine, anketiralo je trudnice (17). Mišljenje trudnica i studenata ukazuje da se njihovi odgovori većinom podudaraju u stavovima kako razmišljanje o slanju trudnice na radiološku snimku izaziva anksioznost i zabrinutost premda se to mišljenje ne zasniva na znanstvenim činjenicama već postoji neutemeljena stigma o radiološkom zračenju među populacijom i zdravstvenim djelatnicima. Ispitivane trudnice smatrale su da zračenje na fetus utječe minimalno dok je u ovom istraživanju većina studenata tvrdila da dolazi do malformacija i promjena fetusa ukoliko se trudnica podvrgne radiološkom snimanju.

U oba istraživanja se možemo složiti s činjenicom da se mišljenje studenata i trudnica pretežito podudara, a da su odgovori rezultat manjka adekvatno raspoloživih informacija i manjka provedenih znanstvenih i stručnih istraživanja koji bi sa sigurnošću mogle otkloniti predrasude koje su zastupljene široko u populaciji.

Rezultati mjerenja na fantomu trudnice dokazuju zanemarivo niske apsorbirane doze koje plod prima u svim modalitetima koji se koriste u grani dentalne medicine. Radiološki postupci koji su se koristili u ovom istraživanju su osnova moderne medicinske i stomatološke dijagnostike, panoramska snimka čeljusti je neizostavan dio pri liječenju u dentalnoj medicini dok je CT i CBCT čeljusti te intraoralna slika molara pomoćni, ali za neke pothvate liječenja izrazito važni. Fetalne doze pri ovim postupcima su daleko ispod razine 50 mGy kod kojih se mogu očekivati deterministički efekti. Bez obzira na to, danas prihvaćen model za stohastičke (karcinomi, nasljedne mutacije) efekte je linearni model bez praga (LNT, engl. *Linear No Threshold*). Taj model kaže da do posljedica može doći i pri najmanjim mogućim ozračenjima i izrazito je konzervativan.

S druge strane, prosječno prirodno ozračenje populacije Republike Hrvatske je 3 mSv/god. To znači da prosječni stanovnik primi 10 μ Sv dnevno od prirodnih izvora zračenja. To je usporedivo sa svim postupcima dentalne medicine osim CT čeljusti koja se provodi iznimno rijetko. Drugim riječima, bilo koji od gore navedenih radioloških postupaka dentalne medicine neće ozračiti fetus više od zračenja koje bi primio tijekom jednog dana u uobičajenim aktivnostima. Štoviše, intraoralna snimka jednog zuba ozračila bi fetus usporedivo sa šetnjom u parku u trajanju jednog sata. Mjerenja prikazana u Tablici 1 pokazuju da zaštitna pregača na pacijentu tijekom postupka neće umanjiti ozračenje ploda. Rezultat je bio očekivan obzirom da pregača ne štiti od raspršnog zračenja iz ozračenog područja na pacijentu i u skladu je s novim preporukama (18). Sa dobivenim informacijama treba se osvrnuti natrag na mišljenje studenta i spomenutih trudnica iz istraživanja u Norveškoj. Od ukupno 18 studenata 18 (100%) studenata je odgovorilo da nije dopušteno snimati trudnicu uređajem koji koristi rendgensko zračenje u prvom i trećem trimestru, dobiveni rezultati nam ukazuju da to mišljenje ne treba biti takvo i da se trudnica smije zračiti.

Slične rezultate koji su ukazivali na nedostatak znanja u populaciji diplomiranih stomatologa u Egiptu dobili su i Basha i suradnici. Oni su u radu iz 2022. ispitivali znanje o radijacijskoj sigurnosti, svijest i stav u praksi nedavno diplomiranih stomatologa iz Egipta i Kraljevine Saudijske Arabije koji su pokazali nisku i umjerenu razinu znanja (točni odgovori - između 40,2–71,2%) te su zaključili da bi izmjene u kurikulumu dodiplomskog studija dentalne medicine s naglaskom na IR sigurnost i praksu pomogle poboljšanju znanja i kompetencija studenata i novodiplomiranih stomatologa. Štoviše, predložili su, da bi rutinski kontinuirani seminari/programi stomatološke edukacije mogu pomoći u poboljšanju znanja studenata stomatologije i stomatologa (19). Anketa ima određena ograničenja. Broj ispitanika je bio relativno malen, ispitanici su bili sa svih godina studija dentalne medicine, a određena znanja iz opće i dentalne radiologije se stječu tek na kasnijim godinama studija stoga i to treba uzeti u obzir pri donošenju konačnog zaključka.

Rezultati ovoga ispitivanja trebali bi pomoći boljem razumijevanju rizika za plod tijekom postupaka dentalne radiologije te potvrđuju da postoji potreba za unaprjeđenjem obrazovanja iz područja zaštite od zračenja doktora dentalne medicine.

6. ZAKLJUČAK:

Temeljem provedenog istraživanja i dobivenih rezultata može se zaključiti da:

1. Apsorbirane doze ploda pri radiološkim postupcima koji se koriste u dentalnoj medicini su na razini pozadinskog zračenja.
2. Radiološki postupci u dentalnoj medicini nisu opasni za plod, postupci se mogu i trebaju provoditi ako za njih postoji opravdan razlog.
3. Potrebno je povišiti razinu znanja iz područja zaštite od zračenja na studiju dentalne medicine i uvesti kontinuirano cjeloživotno obrazovanje iz tog područja.

7. SAŽETAK

Cilj istraživanja: Cilj ovog istraživanja bio je dokazati da izloženost dentalnoj RTG dijagnostici tijekom trudnoće ne utječe na plod. Drugi cilj bio je ispitati stavove studenata zadnje godine dentalne medicine o radiološkoj dijagnostici primijenjenoj na trudnice.

Nacrt studije: Presječna studija

Ispitanici i metode: Glavni instrument istraživanja bio je anketni upitnik o znanju i mišljenju studenata dentalne medicine Fakulteta za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku o rendgenskom zračenju trudnica. U radu se mjerila fetalna doza pri najčešćim postupcima u dentalnoj radiografiji. Kako bi ozračivanje trudnice radi istraživanja bilo neetično, mjerenja su rađena na fantomu trudnice. Fantom je izrađen u slojevima kako bi se u svaki dio fantoma mogli umetnuti dozimetri za mjerenje ozračenja fetusa.

Rezultati: Od 18 studenata koji su pristupili anketi njih 8 (44 %) slaže se da je upućivanje trudnice na snimanje uređajem koji koristi rendgensko zračenje dopušteno samo u hitnim slučajevima, a samo ukoliko je opravdano prema 7 (39 %) ispitanika. Svih 18 (100 %) ispitanika je odgovorilo da nije dopušteno snimati trudnicu uređajem koji koristi rendgensko zračenje u prvom i trećem trimestru.

Zaključak: Apsorbirane doze ploda pri radiološkim postupcima koji se koriste u dentalnoj medicini su na razini pozadinskog zračenja. Radiološki postupci u dentalnoj medicini nisu opasni za plod, postupci se mogu i trebaju provoditi ako za njih postoji opravdan razlog. Potrebno je povisiti razinu znanja iz područja zaštite od zračenja na studiju dentalne medicine i uvesti kontinuirano cjeloživotno obrazovanje iz tog područja

Ključne riječi: fantom, mišljenje, radiološki postupci, trudnica, X-zrake, zračenje

8. SUMMARY**X-ray diagnostics in dental medicine and pregnancy: Analysis of irradiation of the fetus using measurements in the phantom**

Research objective: The aim of this research was to prove that exposure to dental X-ray diagnostics during pregnancy does not affect the fetus. Another goal was to examine the stance of final year dental medicine students about radiological diagnostics applied to pregnant women.

Study design: Cross – sectional study

Respondents and methods: The main instrument of the research was a questionnaire about the knowledge and opinion of dental medicine students of the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek about X-ray radiation of pregnant women. In the paper, the fetal dose was measured during the most common dental radiography procedures. Since it would be unethical to irradiate a pregnant woman for research, the measurements were made on a phantom of the pregnant woman. The phantom was constructed in layers so that dosimeters could be inserted into each part of the phantom to measure the fetal exposure.

Results: Out of 18 students who took the survey, 8 of them (44%) agree that sending a pregnant woman for imaging with a device that uses X-ray radiation is allowed only in emergency cases, and only if it is justified according to 7 (39%) respondents. All 18 (100%) of the respondents answered that it is not allowed to film a pregnant woman with a device that uses X-ray radiation in the first and third trimester.

Conclusion: Absorbed fetal doses during radiological procedures used in dental medicine are at the level of background radiation. Radiological procedures in dental medicine are not dangerous for the fetus, the procedures can and should be carried out if there is a justified reason for them. It is necessary to increase the level of knowledge in the field of radiation protection in the study of dental medicine and introduce continuous lifelong education in this area

Key words: opinion, phantom, pregnant woman, radiation, radiological procedures, X-rays

9. LITERATURA

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. Dostupno na adresi: <http://www.unscear.org/>. Datum pristupa: 20.3.2023
2. American Dental Association. Dental radiographic examinations: recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. Dostupno na adresi: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-x-ray-imaging/selection-patients-dental-radiographic-examinations>. Datum pristupa: 1.8.2023
3. Frane N, Bitterman A. Radiation Safety and Protection. 2023 May 22. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 32491431.
4. Yoon I, Slesinger TL. Radiation Exposure In Pregnancy. 2022 May 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-.)
5. Aliabadi T, Saberi EA, Motameni Tabatabaei A, Tahmasebi E. Antibiotic use in endodontic treatment during pregnancy: A narrative review. *Eur J Transl Myol.* 2022 Oct 20;32(4):10813. doi: 10.4081/ejtm.2022.10813. PMID: 36268928; PMCID: PMC9830410.
6. Flagler CK, Troici CM, Rathore SA. A historical review of the effects of dental radiography on pregnant patients. *J Am Dent Assoc.* 2022 Oct;153(10):989-995. doi: 10.1016/j.adaj.2022.06.006. Epub 2022 Aug 18. PMID: 35985884.
7. Silk H, Douglass AB, Douglass JM, Silk L. Oral health during pregnancy. *Am Fam Physician.* 2008 Apr 15;77(8):1139-44. PMID: 18481562.
8. Zanotti-Fregonara P, Ishiguro T, Yoshihara K, Ishii S, Enomoto T. F-FDG Fetal Dosimetry Calculated with PET/MRI. *J Nucl Med.* 2022 Oct;63(10):1592-1597.

9. National Council on Radiation Protection and Measurements. Report no. 174-preconception and prenatal radiation exposure: health effects and protective guidance. Dostupno na adresi: <http://www.ncrppublications.org/>. Datum pristupa: 5.1.2023.
10. Langlais RP, Langland OE. Risks from dental radiation in 1995. *J Calif Dent Assoc.* 1995 May;23(5):33-4, 36-9
11. Chaudhry M, Jayaprakash K, Shivalingesh KK, Agarwal V, Gupta B, Anand R, Sharma A, Kushwaha S. Oral Radiology Safety Standards Adopted by the General Dentists Practicing in National Capital Region (NCR). *J Clin Diagn Res.* 2016 Jan;10(1):ZC42-5
12. Kopacin V, Kasabasic M, Faj D, Hubert MS, Galic S, Ivkovic A, Majer M, Brkic H. Development of a computational pregnant female phantom and calculation of fetal dose during a photon breast radiotherapy. *Radiol Oncol.* 2022 Oct 20;56(4):541-551.
13. Aravind BS, Joy ET, Kiran MS, Sherubin JE, Sajesh S, Manchil PR. Attitude and awareness of general dental practitioners toward radiation hazards and safety. *J Pharm Bioallied Sci.* 2016 Oct;8(Suppl 1):S53-S58
14. Shahab S, Kavosi A, Nazarinia H, Mehralizadeh S, Mohammadpour M, Emami M. Compliance of Iranian dentists with safety standards of oral radiology. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Feb;41(2):159-64.
15. Sharma SR, Karjodkar FR, Sansare KP, Saalim M, Mishra ID, Johaley S, Goyal SN. Attitude and awareness of general population towards radiation hazards and safety: An institutional study. *Indian J Dent Res.* 2019 Jan-Feb;30(1):27-30
16. Knežević Ž, Stolarczyk L, Bessieres I, Bordy JM, Miljanić S, Olko P. Photon dosimetry methods outside the target volume in radiation therapy: Optically stimulated luminescence

(OSL), thermoluminescence (TL) and radiophotoluminescence (RPL) dosimetry. *Radiat Meas.* 2013;57:9–18.

17. Reitan AF, Sanderud A. What information did pregnant women want related to risks and benefits attending X-ray examinations? *J Med Imaging Radiat Sci.* 2021 Mar;52(1):79-85

18. Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, Foley S, Frija G, Granata C, de Las Heras Gala H, Pauwels R, Sans Merce M, Simantirakis G, Vano E. European consensus on patient contact shielding. *Phys Med.* 2022 Apr;96:198-203

19. 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 Jun 1;10(6):95.