

# Spolni dimorfizam maksilarnih frontalnih zubi moderne populacije južne Hrvatske: Pilot istraživanje

---

**Baković, Marija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:231198>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-10**



*Repository / Repozitorij:*

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Marija Baković**

**SPOLNI DIMORFIZAM MAKSILARNIH FRONTALNIH ZUBI MODERNE  
POPULACIJE JUŽNE HRVATSKE: PILOT ISTRAŽIVANJE.**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:**

**2023./2024.**

**Mentor:**

**dr. sc. Roko Duplančić, dr. med. dent., mag. forens.**

**Split, rujan 2024.**

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Spolni dimorfizam</b> .....	2
<b>1.2. Razvoj zubi</b> .....	3
<b>1.2.1. Inicijacija i proliferacija</b> .....	4
<b>1.2.2. Histodiferencija i morfodiferencijacija</b> .....	5
<b>1.2.3. Apozicija i mineralizacija</b> .....	5
<b>1.2.4. Razvoj korijena zuba</b> .....	6
<b>1.3. Značaj spolnog dimorfizma zubi u antropologiji i forenzici</b> .....	6
<b>2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA</b> .....	9
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	11
<b>3.1. Prikupljanje uzoraka</b> .....	12
<b>3.2. Odabir i mjerenje uzoraka</b> .....	12
<b>3.3. Statistička obrada</b> .....	15
<b>4. REZULTATI</b> .....	17
<b>4.1. Rezultati statističke analize demografskih obilježja skupina</b> .....	18
<b>4.2. Rezultati statističke analize mjera zubi</b> .....	18
<b>4.3. Rezultati statističke analize mjera zubi</b> .....	19
<b>5. RASPRAVA</b> .....	22
<b>6. ZAKLJUČCI</b> .....	25
<b>7. LITERATURA</b> .....	27
<b>8. SAŽETAK</b> .....	31
<b>9. SUMMARY</b> .....	33
<b>10. ŽIVOTOPIS</b> .....	35



## ZAHVALA

*“Ne možemo svi činiti velika djela, ali možemo činiti mala djela s velikom ljubavlju!” -*

*Majka Tereza*

*Uz ovaj citat, na kraju jednog velikog životnog poglavlja, želim zahvaliti svima koji su me doveli tu gdje jesam i učinili me ovakvom kakva jesam, bilo na velike ili male načine, ali uvijek s puno ljubavi.*

*Prije svega veliko hvala najboljem mentoru (tek mi je prvi, ali je sigurno najbolji) dr. sc. Roku Duplančiću bez kojeg ovaj rad ne bi bio tu. Hvala Vam na svim idejama, strpljenju, trudu, vremenu i znanju koje ste prenijeli i to u svako doba dana, a sigurno nije bilo lako.*

*Hvala cijeloj mojoj obitelji i njihovim zubima koji će mi napraviti dovoljno posla za prvu godinu rada. Najveću zahvalnost dugujem svojim roditeljima i bratu koji su trpili sve moje suze, duge pozive i još duža prigovaranja na prvim godinama studiranja, ali isto tako i svim srcem slavili sa mnom sve moje radosti i uspjehe.*

*Hvala bratu što je pristao biti moj prvi pacijent!*

*Veliko hvala mojim prijateljima, mojoj odabranoj obitelji, na motivaciji, pomoći i naravno, prije svega, zabavi, smijehu i avanturama. Ovi fakultetski dani ne bi bili isti bez vas!*

*Hvala mom Mišku koji je bez obzira na kilometre svojom ljubavlju i potporom uvijek bio tu te velikodušno pauzirao pisanje svoga diplomskog rada darujući mi svoj laptop kako bi moj rad ugledao svjetlo dana.*

*Na kraju, hvala dragom Bogu na velikoj milosti.*

## **1. UVOD**

## 1.1. Spolni dimorfizam

Pojam spolnog dimorfizma odnosi se na razlike između muškog i ženskog spola iste vrste bilo u obliku, broju, veličini, boji i sl.. Primjeri spolnog dimorfizma mogu se pronaći kod mnogih životinjskih vrsta. Najčešće je u pitanju veličina, mužjaci su veći i masivniji od ženki. Među pticama se susreće veća šarolikost boja u mužjaka u svrhu privlačenja ženki i parenja, dok su ženke u bojama prikladnijim za kamuflažu u gnijezdu (prikazano na slici 1). Kod mužjaka su uglavnom i izraženija prirodna oružja poput rogova i kljova. U čovjeka je spolni dimorfizam uočljiv, ali manje izražen (1).



**Slika 1.** Primjeri spolnog dimorfizma u životinja. Preuzeto sa (2).

Velik broj autora nastanak tih razlika pripisuje spolnoj selekciji koju je već sam Charles Darwin uočio i objasnio kao karakteristike koje se razvijaju zbog natjecanja za pozornost spolnog partnera i razmnožavanjem, a ne za životni opstanak iako je spolni dimorfizam po mnogima rezultat kombinacije prirodne i spolne selekcije (3). Spolna selekcija može biti intraseksualna ili interseksualna. Intraseksualna se tiče natjecanja članova istog spola i češća je kod muških jedinki koji se međusobno bore za ženku, a interseksualna selekcija se odnosi na specifične afinitete jednog spola glede karakteristika drugog spola i češća je kod ženskih jedinki koje biraju muške s onim karakteristikama koje im odgovaraju (4). Iz tih razloga su kod ljudi muškarci češće veći (s većim udjelom mišića), agresivniji i fizički kompetitivniji, proizvode i koriste oružja te posjeduju bradu i imaju dublji glas, dok su žene gracilnije s manjom tjelesnom dlakavošću i specifičnom raspodjelom masnog tkiva na prsa i kukove kao znak plodnosti i sigurnosti za fetalni razvoj ploda (5).

Uz sve navedeno, u čovjeka se spolni dimorfizam očituje i na stomatognatom sustavu tj. zubima, i to kroz više aspekata poput ekspresije proteina amelogenina u caklini, obrasca razvoja i nicanja zubi te posebno dimenzije i morfologije samih zubi (6).

## 1.2. Razvoj zubi

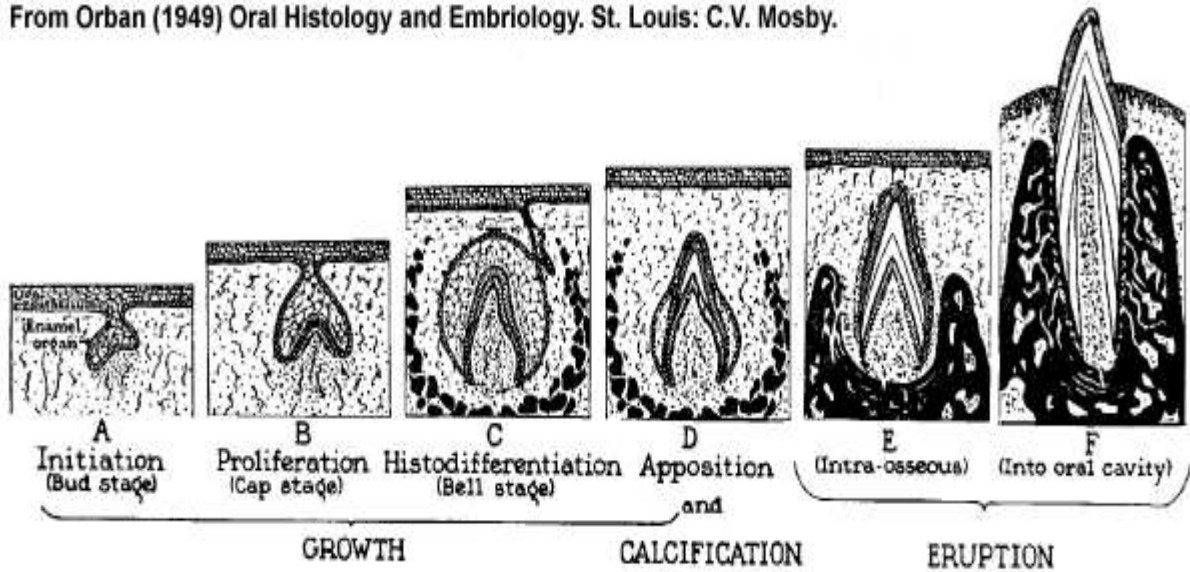
Čovjek je heterodont i difiodont. To znači da ima četiri vrste zubi (sjekutiće, očnjake, prekutnjake i kutnjake) i dvije, odnosno tri denticije (mliječnu, mješovitu i trajnu). Mliječna denticija sadrži ukupno dvadeset zubi raspoređenih na osam sjekutića, četiri očnjaka i osam kutnjaka, dok trajna denticija ima trideset dva zuba raspoređenih na osam sjekutića, četiri očnjaka, osam prekutnjaka i dvanaest kutnjaka. Mješovita denticija nije posebna vrsta denticije za sebe već se radi o razdoblju izmjene mliječne s trajnom gdje postoji prisutnost obje vrste zubi (7). Odontogeneza kao proces razvoja sve od zubnog zametka do razvoja korijena i potpornih tkiva za mliječne zube započinje u četvrtom tjednu intrauterinog života pa sve do kraja apeksogeneze drugih mliječnih kutnjaka, dok kod trajne denticije taj proces započinje oko dvanaestog tjedna intrauterinoga života i završava sa finalizacijom razvoja korijena trećih kutnjaka. Svaka faza odontogene započinje prvo s krunom, a nastavlja s korijenom.

Odontogeneza se sastoji od četiri faze (prikazano na slici 2):

1. inicijacija ;
2. proliferacija ;
3. histodiferencijacija i morfodifirencijacija ;
4. apozicija i kalcifikacija (7,8).



From Orban (1949) Oral Histology and Embriology. St. Louis: C.V. Mosby.



Slika 2. Faze odontogeneze. Preuzeto sa (9).

### 1.2.1. Inicijacija i proliferacija

Razvoj zuba počinje u primitivnoj usnoj šupljini koja se naziva stomatodeum. Ona je prekrivena epitelom ektodermalnog porijekla ispod kojeg se nalazi bazalna membrana i ektomezenhimalno tkivo porijeklom iz neuralnog grebena. Upravo zahvaljujući interakciji tih tkiva dolazi do razvoja zubi. Prvi znakovi odontogeneze su kondenzacija ektomezenhimalnog tkiva koja djeluje kao inicijativni čimbenik za proliferaciju epitelnog tkiva koja dovodi do stvaranja primarne epitelne trake u obliku konjske potkove na margini primitivne usne šupljine. Iz primarne epitelne trake proliferacijom i invaginacijom u mezenhimalno tkivo nastaju eksteriorna vestibularna lamina, koja će činiti budući vestibulum koji djeli obraze i usne od alveolarnog grebena, i dentalna lamina od koje će nastati zubni zameci. Zameci u početku izgledaju poput pupoljaka tj. loptaste tvorbe od epitela dentalne lamine koja se invaginirala u mezenhim i njime je okružena i po pet ih je u svakom kvadrantu čeljusti. To su zameci mliječnih zubi, dok zubni zameci trajnih zubi nastaju s lingvalne strane zubnih zametaka mliječnih zubi iz zamjenske dentalne lamine osim kada su u pitanju zameci trajnih molara koji nastaju iz dopunske lamine koja se proširila distalno. Nakon pupoljka zametak počinje dobivati oblik kape zbog proliferacije mezenhimalnoga tkiva koje stvara pritisak na stanice pupoljka. Stalnom interakcijom i proliferacijom mezenhima i epitela dobije se specifičan izgled u odontogenezi koji se sastoji od caklinskog organa koji obuhvaća kondenzirani ektomezenhim

kojeg nazivamo zubnom papilom i i okružen je ektomezenhimom koji se naziva zubnim folikulom. Iz caklinskog organa će nastati caklina, iz zubne papile pulpo-dentinski kompleks, a iz zubnog folikula potporne strukture zuba (7,8,10,11).

### **1.2.2. Histodiferencija i morfodiferencijacija**

Nakon stadija kape uslijed daljnje invaginacije i proliferacije ektomezenhima dentalne papile prema caklinskom organu, isti poprima zvonoliki oblik zbog čega se ova razvoja faza naziva stadijem zvona. Caklinski organ je u tom trenutku ispunjen retikulomom stelatimom ili caklinskom pulpom, a na rubovima je vanjski caklinski epitel na periferiji i unutarnji caklinski epitel okrenut prema zubnoj papili. Ta se dva sloja stanica spajaju u području koje se naziva cervikalnom duplikaturom i upravlja rastom krune, a kasnije i korijena. U ovome stadiju dolazi i do odvajanja caklinskog organa od dentalne lamine čiji se ostaci nekada znaju pronaći u obliku Serresovih otočića.

Histodiferencijacija je proces u kojem prestaje proliferacija stanica, a započinje njihova genetski određena funkcija, odnosno stanice unutarnjeg caklinskog epitela se diferenciraju u preameloblaste, a stanice dentalne papile u preodontoblaste.

Morfodiferencija je proces stvaranja genetski određene morfologije zuba zahvaljujući činjenici da se neke stanice u odontogenezi diferenciraju, a neke nastavljaju proliferaciju (8).

### **1.2.3. Apozicija i mineralizacija**

Ova faza počinje kada ameloblasti koji su se diferencirali iz preameloblasta i odontoblasti koji su se diferencirali iz odontoblasta krenu stvarati caklinu i dentin. Prvo se događa sekrecija organskog matriksa odontoblasta. Kada se stvori taj prvi sloj zvani pre-dentin i započne njegova mineralizacija tada i ameloblasti krenu u sekreciju organskog matriksa. Izmjenjujućim stalnim procesom sekrecije i mineralizacije ameloblasti se povlače prema vanjskom caklinskom epitelu dok odontoblasti idu prema dentalnoj papili. Kasnije se ameloblasti spoje s vanjskim caklinskim epitelom i nastane reducirani caklinski epitel koji pomaže zubu u procesu nicanja, a dentin se stvara cijeli život s tim da je dentin stvoren do

poprimanja oblika krune primarni, a nakon toga se generira nešto drugačiji sekundarni dentin (7,8,10-12).

#### **1.2.4. Razvoj korijena zuba**

U vrijeme nicanja zubi nemaju još u potpunosti razvijen korijen. Kod mliječnih zubi se taj razvoj završi tek oko godinu i šest mjeseci od nicanja, a za trajne je zube to nešto duži period od dvije do tri godine od nicanja.

Za razvoj korijena je važna Hertwigova epitelna korijenska ovojnica koja nastaje na području cervikalne duplikature. Njena proliferacija potiče ektomezenhimalne stanice dentalne papile na diferencijaciju u odontoblaste i stvaranje dentina. Dalje se smatra da Hertwigova korijenska ovojnica ne raste prema apikalno nego da se kruna i formirani dio korijena pomiču prema usnoj šupljini što dovodi do fragmentiranja Hertwigove korijenske ovojnice i otvaranja kontakta između predentina i stanica dentalnog folikula koje se zbog toga diferenciraju u cementoblaste i počinju stvaranje cementa (7,8,10-12).

### **1.3. Značaj spolnog dimorfizma zubi u antropologiji i forenzici**

Antropologija je znanstvena disciplina koja proučava raznolikost među ljudima, s biološkog i kulturološkog aspekta. Dentalna antropologija detaljnije proučava varijacije morfologije i veličine zubi kroz različita vremena, područja i kulture.

Forenzička dentalna medicina proučava značajke stomatognatog sustava sa svim promjenama i ozljedama zubi u svrhu identifikacije, analize i obrade bilo u sudske, posmrtno i srodne svrhe. Uz otisak prsta i DNK analizu, dentalna identifikacija se smatra primarnim oblikom identifikacije (13).

Zubi su iznimno koristan element u takvim istraživanjima zbog:

- jednostavnosti u promatranju i bilježenju;
- velikog genetskog utjecaja;
- mogućnosti praćenja i današnje populacije i populacija kroz povijest;
- otpornosti su na razne uvjete;

- prikazivanja hranidbene i razne druge navike ljudi;
- očitovanja dobi pomoću različitog stupnja razvoja zubi, spola i zdravlje, odnosno prisutnost mnogih bolesti se može jasno vidjeti na zubima (6).

Primjer je i Dahlberg-Butlerova teorija razvojnih polja koja tvrdi da je u svakoj skupini zubi (sjekutići, očnjaci, pretkutnjaci, kutnjaci) najstabilniji najmezijalniji član, uz iznimku donjih inciziva gdje je stabilniji lateralni inciziv što znači da su ti zubi pod većim utjecajem gena, dok oni distalniji pokazuju mogućnost većeg utjecaja okoline i to daje antropološki značaj za istraživanje genetskih i okolišnih utjecaja (6, 14).

U antropološke i forenzičke svrhe određivanja spola najčešće se koriste razlike u nicanju zubi, ekspresije proteina amelogenina u caklini te posebno dimenzije i morfologije samih zubi (6). Kod nicanja zubi primjećeno je da u mnogim populacijama u ženskom spolu dolazi do nešto ranijeg nicanja zubi nego kod muškaraca dok se raspored nicanja pokazao najčešće isti u oba spola (15). U ljudskom su genomu pronađene dvije kopije amelogenin gena, jedna na X, druga na Y kromosomu pa žene imaju dva identična alela, a muškarci dva različita (16).

Schranz i Bartha su predložili sedam značajki zubi kod određivanja spola:

1. fenomen hiperdoncije je češći u muškaraca;
2. fuzija korijenova drugog molara je češća u žena;
3. hipoplazija i ageneza umnjaka su češće u žena;
4. razlika u meziodistalnoj širini donjeg očnjaka i lateralnog inciziva manja je u žena;
5. u žena je gornji središnji inciziv uglavnom veći od gornjeg očnjaka;
6. veća je razlika u meziodistalnoj širini između gornjeg središnjeg i lateralnog inciziva u žena nego u muškaraca;
7. bukolingvalna širina je manja u žena (17).

Morfološka svojstva zubi pokazuju manji spolni dimorfizam nego kada su u pitanju razlike u samim dimenzijama zubi. Unatoč tome jedna morfološka značajka zubi iskače, a to je prekobrojni distalni greben očnjaka. Radi se o dodatnom grebenu između vrška krune i distolingvalnog grebena očnjaka. Važan je zbog činjenice da su brojna istraživanja pokazala i veću učestalost i izraženost u muškaraca nego u žena. Jedini je problem trošenje zubi s

vremenom što otežava identifikaciju pomoću ovoga u starijih ljudi s izraženijom atricijom (18,19).

Za razliku od nemetričkih metoda procjene spola poput prisutnosti ili odsustva određenih morfoloških svojstava metričke metode mjere zube ili izravno ili neizravno nekim slikovnim metodama poput CBCT-a. U odontometriji dva najčešće korištena indeksa su incizalni indeks koji mjeri meziodistalne širine središnjih i lateralnih inciziva te mandibularni indeks očnjaka jer su mandibularni očnjaci zubi koji pokazuju najveće razlike u morfologiji i veličini te su ujedno i dugo prisutni u usnoj šupljini. Glavne prednosti neizravnih metoda su činjenica da nije potrebna prisutnost pacijenta, da se slike sa mjerama lako skladište, prenose i uspoređuju te da skraćuje vrijeme rada (19).

Kod razlika u veličini zubi među spolovima mnogi autori govore o važnosti X i Y kromosoma, točnije da Y kromosom svojim utjecajem povećava mitotsku aktivnost stanica zubi i da su zbog toga muški zubi veći (19). Dempsey i suradnici su u svome istraživanju to dokazali tako što su istraživali blizance suprotnog spola (muško-ženske) s blizancima istog spola (isključivo ženski) i dobili rezultate koji upućuju na veće krune gornjih drugih molara u žena koje imaju brata blizanca nego u žena koje imaju sestru blizanku (20).

## **2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje razlike između spolova, tj. spolnog dimorfizma koji se potencijalno javlja u fizičkim mjerama dužine i širine maksilarnih sjekutića i očnjaka, tj. dužine i širine njihovih kruna i korijenova.

Hipoteza ovoga rada je postojanje razlike maksilarnih frontalnih zubi muškaraca od onih u žena u svim navedenim mjerama.

### **3. MATERIJALI I METODE**



### 3.1. Prikupljanje uzoraka

Ovo pilot istraživanje provedeno je na Studiju Dentalne medicine Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu od veljače 2024. do rujna 2024. Korištene su radiološke snimke živih pacijenata napravljene konusnom kompjutoriziranom tomografijom (eng. cone-beam computed tomography – CBCT). Snimke je prikupila i dala na korištenje privatna hrvatska tvrtka *DENT GRUPA d.o.o.* u sklopu vlastite registrirane djelatnosti za dentalnu radiologiju za svrhu ovog istraživanja. Uz suglasnost čelnika tvrtke, iste su izvezene iz postojeće arhive kao pseudoanonimizirane digitalne snimke s kojih su uklonjeni svi podaci osim spola i dobi pacijenta. Ovim putem je prikupljanje podataka i zaštita privatnosti ispitanika vršena prema općoj uredbi o zaštiti podataka (eng. General Data Protection Regulation – GDPR 2016/679) što podrazumijeva da su podaci bili tretirani povjerljivo tj. identitet pacijenata je ostao anoniman. Odabir snimaka vršio se po zadanim kriterijima, a sami zubi su mjereni digitalno preko postojećih alata za mjerenje iz samog računalnog programa za pregled.

Istraživanje je provedeno uz jednoglasno doneseno pozitivno mišljenje etičkog povjerenstva *Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu* (Klasa: 029-01/24-02/0001, Ur.br.: 2181-198-03-04-24-0031) od 27. ožujka 2024.

### 3.2. Odabir i mjerenje uzoraka

Sve snimke pacijenata u bazu su uneseni prema dodijeljenim kodovima (jedinственим depersonaliziranim brojčanim oznakama) uz, već spomenute, podatke o dobi i spolu. Snimke su filtrirane po unaprijed utvrđenim kriterijima uključenja, odnosno isključenja. Kriteriji uključenja bili su:

- jasna snimka gornje čeljusti
- pacijent od najmanje 20 godina starosti
- unilateralna prisutnost bioloških maksilarnih sjekutića i očnjaka

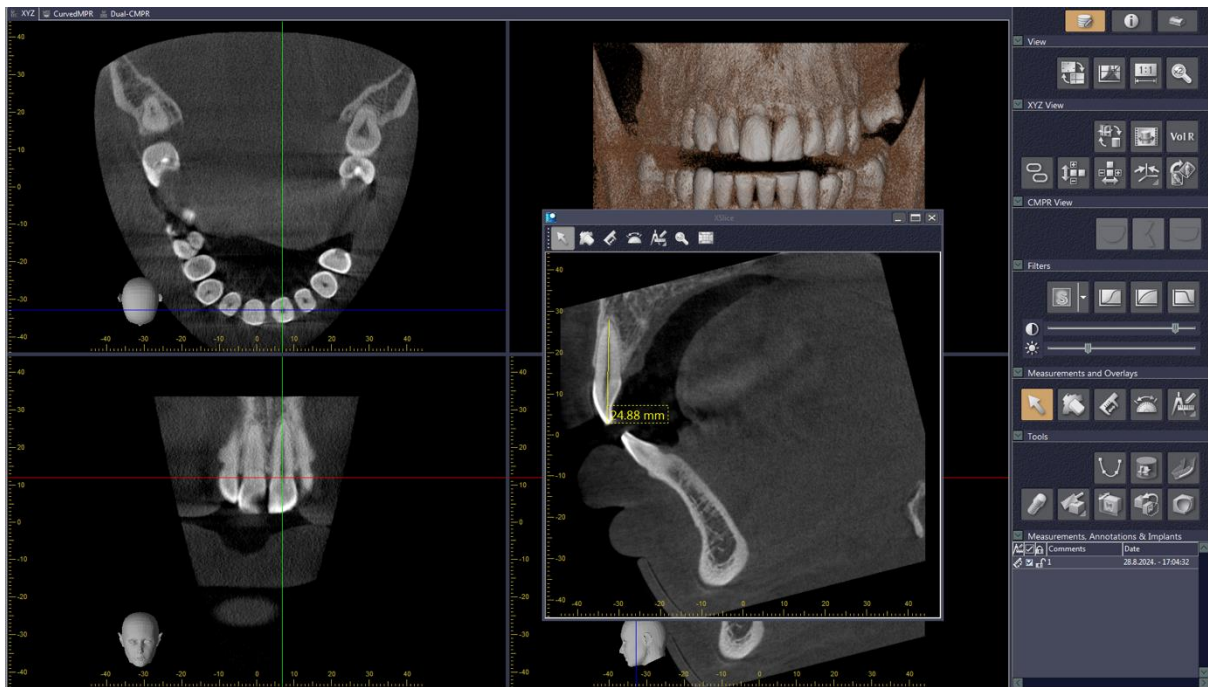
Kriteriji isključenja bili su:

- prisutnost rendgenskih artefakata
- prisutnost dentalnih implantata ili bilo kakvih drugih dentalno-protetskih nadomjestaka (ljuskice, krunice i mostovi)

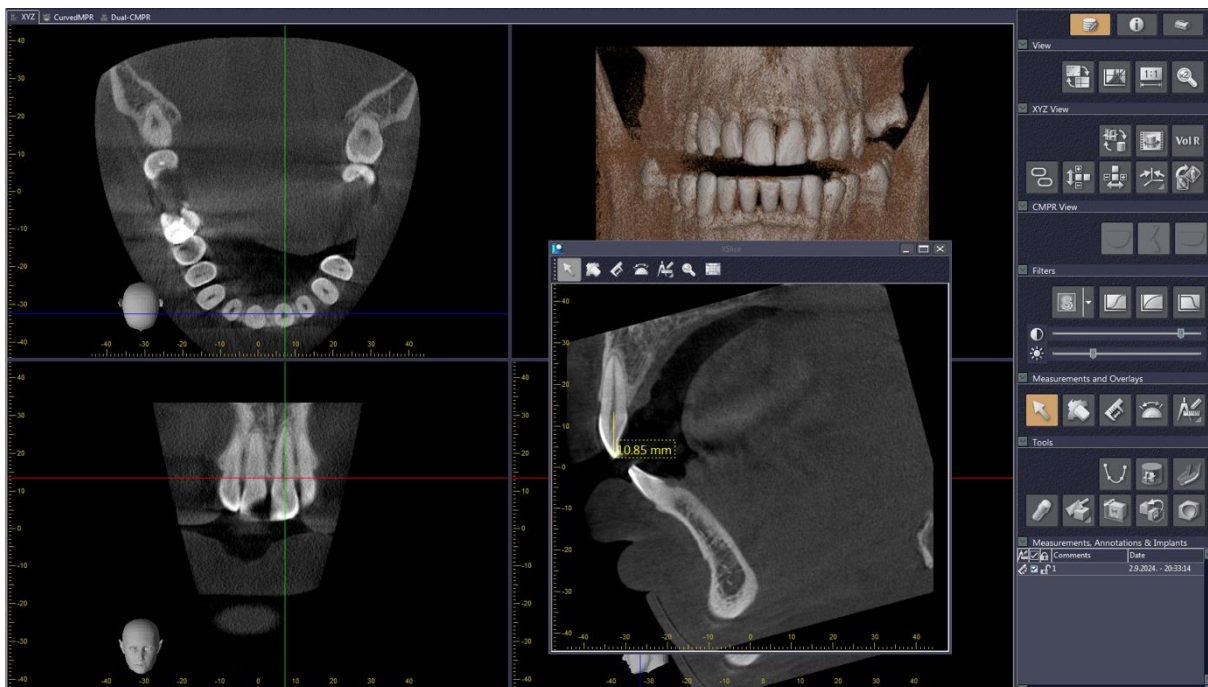
- prisutnost morfoloških anomalija na zubima od interesa
- fraktura kruna ili korijenova zubi od interesa
- vidljiva abrazija, erozija, atricija kruna zubi od interesa
- prisutnost karijesnih lezija i/ili opsežnih kompozitnih restauracija na zubima od interesa
- provedena endodontska terapija bilo kakve vrste na zubima od interesa
- aktivna klasična (bravice i žica) ortodontska terapija na zubima od interesa

Nakon filtriranja baze, ukupni broj snimki uključenih u istraživanje se podijelio jednako na obje spolne skupine. Za analizu tj. mjerenje dimenzija zubi na CBCT snimkama korišten je računalni program *i-Dixel One Volume Viewer 2.8* (J. MORITA MFG. CORP., Kyoto, Japan). Sva mjerenja napravila je jedna osoba (autorica) pomoću mjernoga alata (*Measure length*) ručnim namještanjem u trodimenzijskoj višeravninskoj rekonstrukciji (*XYZ prozor*) s 4 odvojena prozora (x, y i z os te 3D rekonstrukcija). Kontrast i svjetlina su ostavljeni na tvornički predefimiranim vrijednostima koje su primijenjene za sve snimke. Unaprijed je definirana preferencija mjerenja na strani gdje su prisutni zubi koji udovoljavaju kriterijima, bili to desni ili lijevi maksilarni sjekutići i očnjaci. Mjerena je ukupna aksijalna dužina zuba (u apikalno-koronarnom smjeru, od incizalnog brida do apeksa korijena - prikazano na slici 3), dužina krune (u apikalno-koronarnom smjeru, od incizalnog brida do caklinsko-cementnog spojišta - prikazano na slici 4) i širina krune (ekvator krune zuba u mezio-distalnom smjeru - prikazano na slici 5). Sve mjere pohranjene su u strukturiranu tablicu računalnog programa *Microsoft Excel* iz paketa *Microsoft 365* (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Iz tablice su dodatno izračunate mjere dužina korijena za sve zube oduzimajući mjeru dužine krune od ukupne dužine zuba. Finalni set podataka sastojao se od dvanaest mjera, tj. od četiriju mjera za svaki zub:

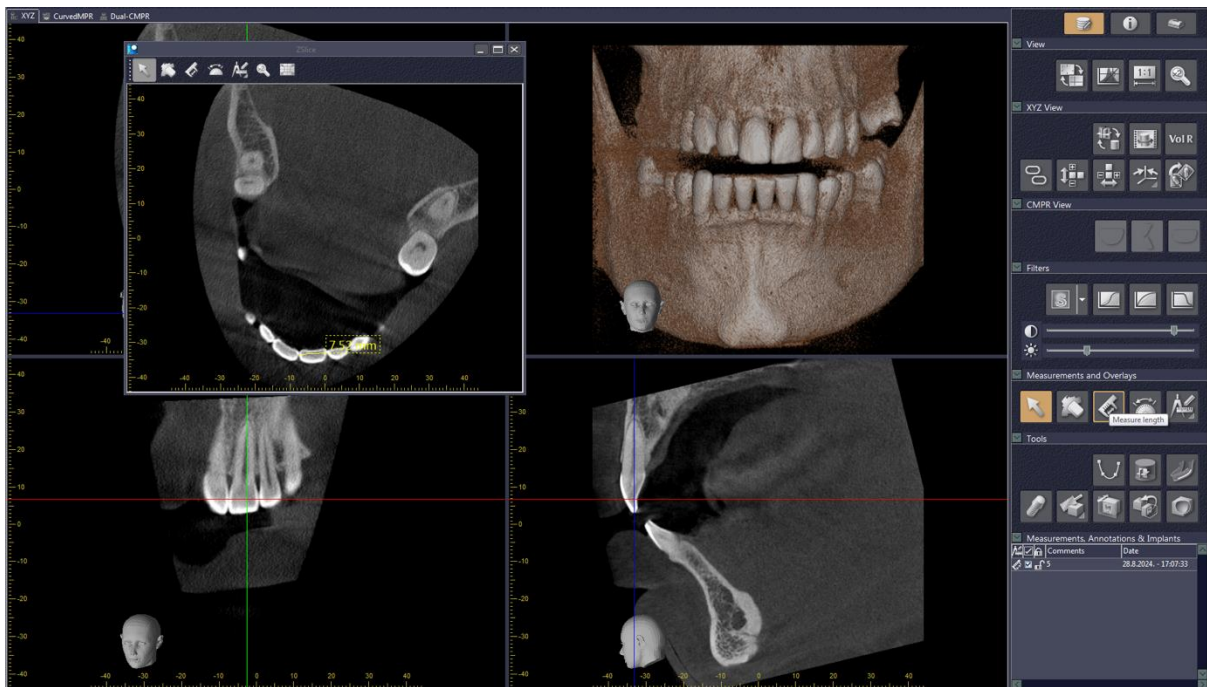
- Ukupna dužina zuba (kruna + korijen)
- Dužina krune zuba
- Dužina korijena zuba
- Širina krune zuba



**Slika 3.** Snimka zaslona (screenshot) iz programa OneVolumeViewer u trodimenzijskoj višeravninskoj rekonstrukciji (3D-MPR) s tri odvojena prozora za x, y i z os pri mjerenju ukupne dužine lijevog središnjeg maksilarnog sjekutića.



**Slika 4.** Snimka zaslona (screenshot) iz programa OneVolumeViewer u trodimenzijskoj višeravninskoj rekonstrukciji (3D-MPR) s tri odvojena prozora za x, y i z os pri mjerenju dužine krune lijevog središnjeg maksilarnog sjekutića.



**Slika 5.** Snimka zaslona (screenshot) iz programa OneVolumeViewer u trodimenzijskoj višeravninskoj rekonstrukciji (3D-MPR) s tri odvojena prozora za x, y i z os pri mjerenju širine krune lijevog središnjeg maksilarnog sjekutića.

### 3.3. Statistička obrada

Nezavisne varijable (prediktori) su bile spol i vrsta zuba (kategoričke varijable), dok su zavisne varijable (ishodi) bili sve četiri mjere zubi. Sve mjere zubi unesene su kao numeričke varijable zaokružene na drugu decimalu. Računalni program *Microsoft Excel* iz paketa *Microsoft 365* (Microsoft Corp., Redmond, WA, SAD) korišten je za svu statističku obradu podataka.

Provedena je deskriptivna statistička analiza za dob i svaki mjereni parametar. Normalnost distribucije podataka testirana je višestrukim Shapiro-Wilkovim testovima - odvojeno za svaku kombinaciju: svaka vrsta zuba (središnji sjekutić, lateralni sjekutić i očnjak), kao i za svaku mjeru (ukupna dužina zuba, dužina krune, dužina korijena, širina krune), odvojeno za muškarce i žene. Skupine tj. spolovi uspoređeni su multivarijantnom analizom varijance s jednim promjenjivim faktorom (eng. one-way/single factor MANOVA). Točnije, za svaku vrstu zuba je spol korišten kao prediktor, a ishodi su bili ukupna dužina zuba, dužina korijena, dužina krune i širina krune. Rezultati MANOVA testa upotpunjeni su višestrukim

post-hoc t-testovima za dva nezavisna uzorka jednake varijance kojima su testirane sve mjere zubi pojedinačno među spolovima u svrhu preciznije detekcije koje mjere zapravo najviše doprinose ukupnoj razlici. Razina statističke značajnosti za sve testove postavljena je na  $\alpha = 0,05$  ( $P < 0,05$ ).

## **4. REZULTATI**

## 4.1. Rezultati statističke analize demografskih obilježja skupina

Raspodjela broja pacijenata bila je ista u obje skupine ( $n = 27$ ). Obje skupine su imale normalnu distribuciju dobi: skupina muškoga spola obuhvaćala je raspon od 27 do 63 godine (prosjeak je bio 45,22, a standardna devijacija 10,05). Kod skupine ženskoga spola raspon godina je bio od 20 do 64 godine (s prosjekom od 40,35 i standardnom devijacijom 12,56).

## 4.2. Rezultati statističke analize mjera zubi

U tablici 1 sadržani su rezultati višestrukih Shapiro-Wilk testova testiranih pojedinačno za svaku mjeru, vrstu zuba i spol. Od ukupno dvanaest kombinacija po spolu, jedanaest ih demonstrira normalnu distribuciju podataka.

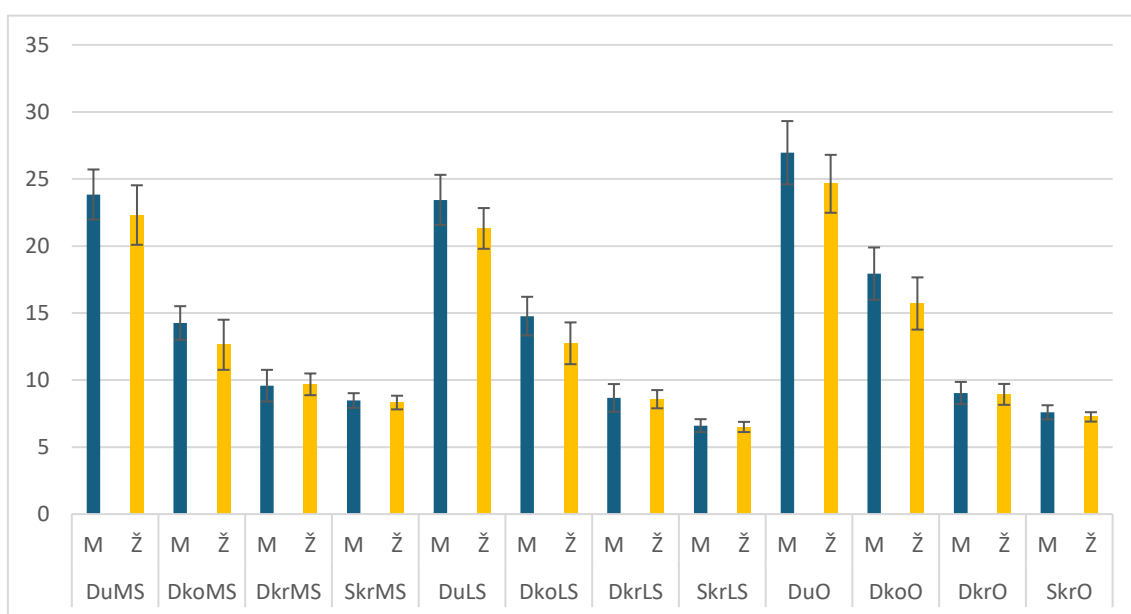
**Tablica 1.** Rezultati normalnosti distribucije podataka.

Spol	M			Ž		
	MS	LS	O	MS	LS	O
Du	0,975*	0,959*	0,949*	0,946*	0,974*	0,965*
	0,724 <sup>†</sup>	0,351 <sup>†</sup>	0,205 <sup>†</sup>	0,168 <sup>†</sup>	0,707 <sup>†</sup>	0,466 <sup>†</sup>
Dko	0,927*	0,973*	0,955*	0,904*	0,973*	0,977*
	0,060 <sup>†</sup>	0,684 <sup>†</sup>	0,290 <sup>†</sup>	0,016 <sup>†</sup>	0,680 <sup>†</sup>	0,797 <sup>†</sup>
Dkr	0,946*	0,979*	0,981*	0,968*	0,928*	0,935*
	0,168 <sup>†</sup>	0,835 <sup>†</sup>	0,894 <sup>†</sup>	0,552 <sup>†</sup>	0,062 <sup>†</sup>	0,089 <sup>†</sup>
Skr	0,951*	0,964*	0,959*	0,930*	0,946*	0,940*
	0,221 <sup>†</sup>	0,443 <sup>†</sup>	0,349 <sup>†</sup>	0,068 <sup>†</sup>	0,175 <sup>†</sup>	0,120 <sup>†</sup>

Akronimi mjera: **MS** – medijalni sjekutić, **LS** – lateralni sjekutić, **O** – očnjak, **Du** – ukupna dužina zuba, **Dko** – dužina korijena, **Dkr** – dužina krune **Skr** – širina krune. Spol je podijeljen na muškarce (**M**) i žene (**Ž**). \*W-vrijednost; <sup>†</sup>P-vrijednost, statistička značajnost  $\alpha = 0,05$  ( $P < 0,05$ ).

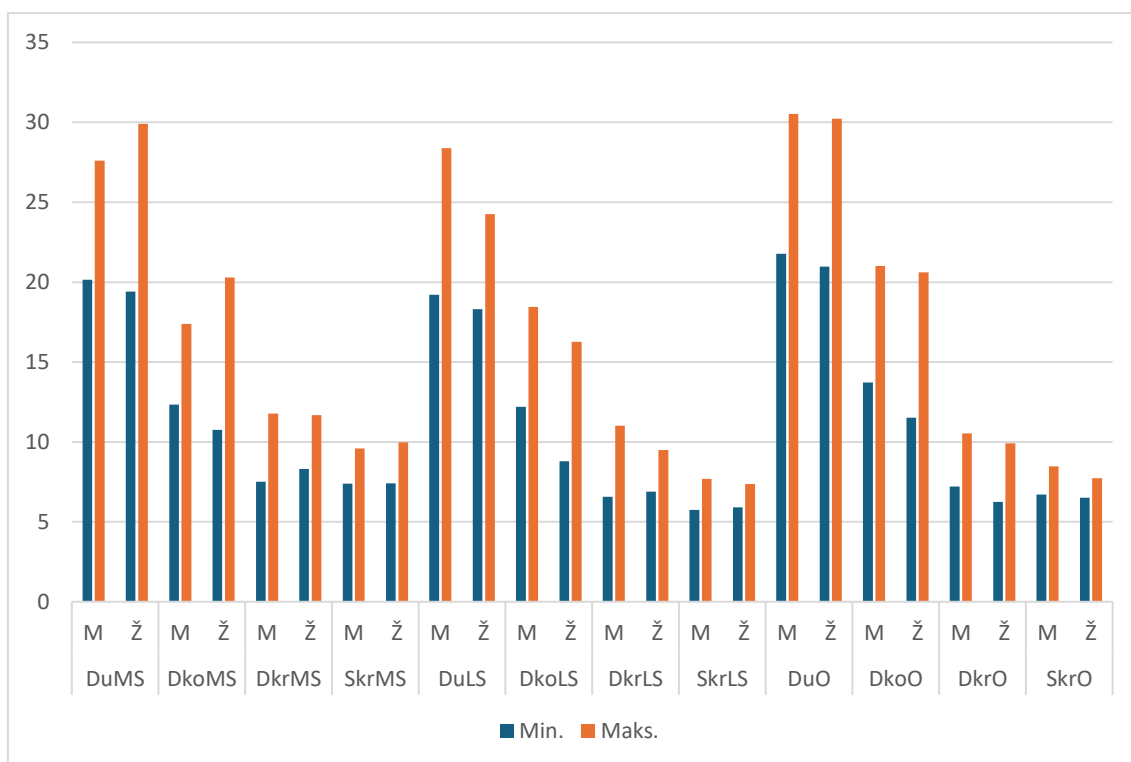
### 4.3. Rezultati statističke analize mjera zubi

Na slici 2 i 3 prikazani su deskriptivni statistički podaci svih pojedinih mjera za obje skupine. U tablici 2 prikazani su rezultati MANOVA testa po vrstama zubi i spolu dok su u tablici 3 prikazani rezultati post-hoc statističke analize tj. usporedbe istih mjera između obje skupine t-testovima. Pronađena je statistički značajna razlika između spolova za sve tri vrste mjerenih zubi, a post-hoc analiza je ukazala na statistički značajnu razliku za sedam od ukupno dvanaest mjerenih dimenzija.



**Slika 2.** Prosjeci dimenzija frontalnih maksilarnih zubi. Akronimi mjera: **DuMS** – ukupna dužina medijalnog sjekutića, **DkoMS** – dužina korijena medijalnog sjekutića, **DkrMS** – dužina krune medijalnog sjekutića, **SkrMS** – širina krune medijalnog sjekutića, **DuLS** – ukupna dužina lateralnog sjekutića, **DkoLS** – dužina korijena lateralnog sjekutića, **DkrLS** – dužina krune lateralnog sjekutića, **SkrLS** – širina krune lateralnog sjekutića **DuO** – ukupna dužina očnjaka, **DkoO** – dužina korijena očnjaka, **DkrO** – dužina krune očnjaka, **SkrO** – širina krune očnjaka. Spol je podijeljen na muškarce (M) i žene (Ž). Sve dimenzije izražene su u milimetrima (mm).





**Slika 3.** Minimalne i maksimalne vrijednosti dimenzija frontalnih maksilarnih zubi. Akronimi mjera: **DuMS** – ukupna dužina medijalnog sjekutića, **DkoMS** – dužina korijena medijalnog sjekutića, **DkrMS** – dužina krune medijalnog sjekutića, **SkrMS** – širina krune medijalnog sjekutića, **DuLS** – ukupna dužina lateralnog sjekutića, **DkoLS** – dužina korijena lateralnog sjekutića, **DkrLS** – dužina krune lateralnog sjekutića, **SkrLS** – širina krune lateralnog sjekutića **DuO** – ukupna dužina očnjaka, **DkoO** – dužina korijena očnjaka, **DkrO** – dužina krune očnjaka, **SkrO** – širina krune očnjaka. Spol je podijeljen na muškarce (M) i žene (Ž). Sve dimenzije izražene su u milimetrima (mm).

**Tablica 2.** Usporedba dimenzija frontalnih maksilarnih zubi među spolovima.

Zub	MANOVA*		
	Pillai Trace	F	P <sup>†</sup>
Gornji medijalni sjekutić	0,28	4,71	0,003
Gornji lateralni sjekutić	0,35	6,62	0,001
Gornji očnjak	0,31	5,50	0,001

\*Stupnjevi slobode (df1 = 4; df2 = 49); <sup>†</sup>Statistička značajnost  $\alpha = 0,05$  ( $P < 0,05$ ).

**Tablica 3.** Rezultati post-hoc statističke obrade t-testovima za svaku pojedinu mjeru svakog zuba između obje skupine.

<b>MJERA</b>	<b>ZUB</b>	<b>t*</b>	<b>P<sup>†</sup></b>
<b>Ukupna dužina</b>	<b>MS</b>	t = 2,74	P < 0,001
	<b>LS</b>	t = 4,60	P < 0,001
	<b>O</b>	t = 3,77	P < 0,001
<b>Dužina korijena</b>	<b>MS</b>	t = 3,74	P < 0,001
	<b>LS</b>	t = 4,97	P < 0,001
	<b>O</b>	t = 4,21	P < 0,001
<b>Dužina krune</b>	<b>MS</b>	t = -0,33	P = 0,741
	<b>LS</b>	t = 0,41	P = 0,684
	<b>O</b>	t = 0,42	P = 0,677
<b>Širina krune</b>	<b>MS</b>	t = 1,05	P = 0,297
	<b>LS</b>	t = 0,83	P = 0,408
	<b>O</b>	t = 2,77	P = 0,008

Akronimi mjera: **MS** –medijalni sjekutić, **LS** – lateralni sjekutić, **O** – očnjak. \*dobivena t-vrijednost; <sup>†</sup>Statistička značajnost  $\alpha = 0,05$  ( $P < 0,05$ ).

## **5. RASPRAVA**

Vrijednost ovoga istraživanja je ta da njegovi rezultati dopunjavaju dosadašnju dostupnu literaturu i dodatno pomažu budućim istraživanjima jer je spolni dimorfizam populacijski specifičan, ukoliko u jednoj populaciji neke mjere zubnih parametara ne iskazuju spolni dimorfizam to ne znači da u nekoj drugoj isti nije prisutan (21). Zbog toga je važno imati dovoljno istraživanja koja se temelje na hrvatskoj populaciji kako bi se stvorili što točniji i precizniji podaci za determinaciju spola te time povećala uloga stomatologije u antropološkim i forenzičkim poljima.

Rezultati koji su dobiveni na temelju digitalnog mjerenja s 54 CBCT snimke ispitanika s područja južne Hrvatske potvrđuju da ta razlika između spolova uistinu postoji. Sukladno rezultatima dobivenim MANOVA testom, utvrđeno je postojanje spolnog dimorfizma u ispitivanoj skupini za specificiranu vrstu zubi (očnjaci i sjekutići gornje čeljusti) i to za sve fizičke mjere zuba koje su mjerene. Točnije, post-hoc analizom pomoću t-testova utvrđeno je da takvim rezultatim specifičnije najviše pridonose ukupne dužine i dužine korijenova svih ispitivanih skupina zubi.

Ovo istraživanje ima nekoliko ograničenja, ali i snaga. Bilo bi optimalno kada bi se za mjerenje mogli fizički koristiti biološki zubi van usne šupljine za što veću preciznost i preglednost. Korištenje CBCT-a za mjerenje fizičkih parametara zubi je u ovom vidu ograničenje, ali s druge strane velik broj istraživanja spolnog dimorfizma zubi koristi ili zube u usnoj šupljini pacijenata ili sadrene modele koji onemogućuju pregled i mjerenje korijena te tako daju manji broj odontometrijskih podataka u usporedbi s CBCT snimkama (21). Druga snaga u korištenju CBCT-a je mogućnost lakšeg dokumentiranja, skladištenja i slanja istih odontometrijskih mjerenja na krosvalidaciju pa time i lakša analiza, ponavljanja i eventualni ispravci. Neka od ograničenja istraživanja koja se moraju uzeti u obzir kod tumačenja rezultata su i manji broj ispitanika, ali isto tako ovo istraživanje može poslužiti za određivanje veličine uzorka pa bi se na temelju analize reprezentativnog uzorka mogli izvesti validni zaključci. Iduće ograničenje je u činjenici da su to ispitanici raznih dobnih skupina sa manjim brojem njih mlađih od trideset godina što onda dovodi do češće pojavnosti bilo prirodnog ili patološkog trošenja zubi od interesa, što zasigurno može utjecati na neke od konačnih mjera.

Pregledom dostupne literature pronađeno je novije istraživanje temeljeno na hrvatskoj populaciji koje ispituje spolni dimorfizam i to na temelju krune maksilarnih i mandibularnih očnjaka na sadrenim modelima. Navedeno istraživanje se baziralo na odontometrijskom određivanju bukolingvalne i meziodistalne dimenzije kruna navedenih zubi. U rezultatima su

dobivene veće dimenzije kod muškaraca za sve parametre krune što se podudara s rezultatima ovog istraživanja posebno za širine krune gornjih očnjaka (22). Rezultati istraživanja spolnog dimorfizma zubi na populaciji susjednih zemalja, točnije - srbijanske populacije, ispitujući sjekutiće, očnjake, pretkutnjake i prve kutnjake obe čeljusti na temelju sadrenih modela, otkrili su statistički značajnu razliku kod očnjaka žena i muškaraca. Navedeni rezultati, koji pokazuju statistički značajno veću meziodistalne širinu u skupini muškaraca su u skladu s rezultatima ovog istraživanja, ali i doprinose tvrdnji da su upravo očnjaci iznimno važna skupina zubi za determinaciju spola (23, 24). Za usporedbu s rezultatima ovoga istraživanja među literaturom koja koristi isključivo CBCT kao metodu izbora za ispitivanje spolnog dimorfizma zubi izostaju ona s područja Republike Hrvatske i susjednih zemalja. S druge strane sustavni pregled multicentričnih istraživanja udaljenijih populacija su na temelju dvadeset tri istraživanja raznih populacija temeljenih na CBCT-u u rezultatima dobili značajno veće ukupne dužine zubi u muškaraca nego u žena te su najveći zubi i u muškaraca i u žena bili očnjaci što se poklapa s rezultatima ovoga istraživanja. (21).

Dobiveni podaci u sklopu ovoga istraživanja najveću korist pokazuju u forenzičkim i antropološkim poljima, prvenstveno u identifikaciji i razlikovanju spola, posebno kod hrvatske populacije, ali isto tako uzimajući u obzir da pojedini zub ne bude jedini čimbenik identifikacije nego popratni u svrhu veće točnosti.

Buduća istraživanja na ovu temu bi trebala uključivati što veći broj ispitanika oba spola, poželjno mlađe populacije koja ima prisutne vlastite intaktne trajne zube. To podrazumijeva izostanak značajnijih znakova atricije te uravnoteženu okluziju. Osim većeg broja ispitanika važno je ispitati i više grupa zubi sa što više uključenih parametara mjerenja što znači i više korištenja CBCT-ova umjesto sadrenih modela ili pak kombinacija obe metode za detaljniju usporedbu. Dobiveni podaci bili bi vrijedni za antropološku i forenzičku primjenu.

## **6. ZAKLJUČCI**

Na temelju rezultata i u skladu s postavljenim ciljevima ovoga istraživanja moglo bi se zaključiti sljedeće :

1. Prisutan je spolni dimorfizam na svim gornjim frontalnim zubima moderne populacije južne Hrvatske.
2. Maksilarni sjekutići i očnjaci su veći u muškaraca nego u žena.
3. Spolni dimorfizam je najizraženiji kod ukupne dužine i dužine korijena maksilarnih sjekutića i očnjaka.

## **7. LITERATURA**



1. Lassek WD, Gaulin SJC. Substantial but misunderstood human sexual dimorphism results mainly from sexual selection on males and natural selection on females. *Front Psychol.* 2022. doi: 10.3389/fpsyg.2022.859931.
2. BioNinja.org [Internet]. Sexual Dimorphism, BioNinja [pristupljeno 2. kolovoza 2024.]. Dostupno na: <https://old-ib.bioninja.com.au/options/option-a-neurobiology-and/a6-ethology/sexual-dimorphism.html>
3. Stuart-Fox DM, Ord TJ. Sexual selection, natural selection and the evolution of dimorphic coloration and ornamentation in agamid lizards. *Proc Biol Sci.* 2004;271:2249-55.
4. Brennan, P. Sexual Selection. *Nat Edu.* 2010;3:79.
5. Puts DA. Beauty and the beast: mechanisms of sexual selection in humans. *Evol and Hum Behav.* 2010;31:157-75.
6. Moreno-Gómez F. Sexual dimorphism in human teeth from dental morphology and dimensions: a dental anthropology viewpoint. U: Moriyama H, ur. *Sexual Dimorphism.* London: InTech; 2013. str. 81-96.
7. Hovorakova M, Lesot H, Peterka M, Peterkova R. Early development of the human dentition revisited. *J Anat.* 2018;233:135-45.
8. Arslanagić Muratbegović A, Marković N, Nakaš E. Rast i razvitak. U: Jurić H, ur. *Dječja dentalna medicina.* Zagreb: Naklada slap; 2015. str. 12-16.
9. Ostia-antica.org [Internet]. Rome: Osteodental Biology of the People of Portus Pomae [pristupljeno 4. kolovoza 2024.]. Dostupno na: <http://www.ostia-antica.org/dahp/cd1/html/cap2t.htm>
10. Cobourne MT. The genetic control of early odontogenesis. *Br J Orthod.* 1999;26:21-8.

11. Hu X, Xu S, Lin C, Zhang L, Chen Y, Zhang Y. Precise chronology of differentiation of developing human primary dentition. *Histochem Cell Biol.* 2014;141:221-7.
12. Sloan AJ. Development of the dentition. U: Adams C, Carabott R, Evans S, ur. *Forensic odontology: an essential guide.* New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd; 2014. str. 9-21.
13. Shah P, Velani PR, Lakade, L, Dukle S. Teeth in forensics: a review. *Indian J Dent Res.* 2019;30:291-99.
14. Scott, GR. Dental Anthropology. U: Smith C, ur. *Encyclopedia of global archaeology.* New York: Springer Int. Publishing; 2018. str. 1-8.
15. Harris EF, Mincer HH, Anderson KM, Senn DR. Age estimation from oral and dental structures. U: Senn DR, Stimson PG, ur. *Forensic dentistry.* Boca Raton: CRC Press; 2010. str. 266.
16. Chowdhury RM, Singhvi A, Bagul N, Bhatia S, Singh G, Goswami S. Sex determination by amplification of amelogenin gene from dental pulp tissue by polymerase chain reaction. *Indian J Dent Res.* 2018;29:470-76.
17. Pettenati-Soubayroux I, Signoli M, Dutour O. Sexual dimorphism in teeth: discriminatory effectiveness of permanent lower canine size observed in a XVIIIth century osteological series. *Forensic Sci Int.* 2002;126:227-32.
18. Turner CG, Nichol CR, Scott GR. Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: the Arizona state university dental anthropology system. U: Kelley MA, Larsen CS, ur. *Advances in ental anthropology.* New York:Wiley-Liss; 1991. str. 13-31.
19. Heng D, Manica S, Franco A. Forensic dentistry as an analysis tool for sex estimation: a review of current techniques. *Res Rep Forens Med Sci.* 2022;12:25-39.

20. Dempsey PJ, Townsend GC, Richards LC. Increased tooth crown size in females with twin brothers: evidence for hormonal diffusion between human twins in utero. *Am J Hum Biol.* 1999;11:577-86.
21. Ajmal MA, Roberts TS, Beshtawi KR, Raj AC, Sandeepa NC. Sexual dimorphism in odontometric parameters using cone beam CT: a systematic review. *Head Face Med.* 2023;19:6.
22. Dumančić J, Scott GR, Savić Pavičin I, Anić-Milošević S, Medančić N, Brkić H. Canine crown sexual dimorphism in a sample of the modern croatian population. *Dent J.* 2023;11:175.
23. Filipovic G, Kanjevac T, Cetenovic B, Ajdukovic Z, Petrovic N. Sexual dimorphism in the dimensions of teeth in serbian population. *Coll Antropol.* 2016;40:23-8.
24. Radlanski RJ, Renz H, Hopfenmüller W. Sexual dimorphism in teeth? Clinical relevance. *Clin Oral Investig.* 2012;16:395-9.

## **8. SAŽETAK**

## **Cilj:**

Cilj ovoga istraživanja bio je ispitati razlike između muškoga i ženskoga spola, tj. spolni dimorfizam u fizičkim mjerama dužine i širine krune i korijena maksilarnih sjekutića i očnjaka.

## **Materijali i metode:**

Ovo istraživanje se temeljilo na mjerenjima ukupne dužine, dužine krune, dužine korijena i širine krune maksilarnih sjekutića i očnjaka na snimkama CBCT-a živih pacijenata s područja južne Hrvatske. Ispitanici su podijeljeni u dvije skupine prema spolu. Mjerenja su napravljena u računalnom programu *i-Dixel One Volume Viewer 2.8* uz korištenje softverskih alata i bila su izražena u mililetrima. Dobiveni podaci uvršteni su u *Microsoft Excel* tablicu te je u istom programu izvršena i statistička obrada podataka. Spolovi su uspoređeni multivarijantnom analizom varijance s jednim promjenjivim faktorom (eng. one-way/single factor MANOVA) te upotunjeni višestrukim post-hoc t-testovima za detekciju mjera koje najviše pridonose razlici.

## **Rezultati:**

Među 54 ispitanika podjednake distribucije po spolu raspon godina je bio od 27 do 64 godine. Multipli Shapiro Wilk testovi upućuju na generalno normalnu distribuciju podataka. MANOVA testom je pronađena statistički značajna razlika za sve tri vrste mjerenih zubi ( $P < 0,01$  ( $P > 0,05$ )), a post-hoc analiza t-testovima je ukazala na statistički značajnu razliku za sve ukupne dužine i dužine korijenova, odnosno da upravo te mjere najviše doprinose utvrđenom spolnom dimorfizmu.

## **Zaključak:**

Gornji frontalni zubi su u prosjeku veći u muškaraca nego u žena, odnosno prisutan je spolni dimorfizam među zubima populacije južne Hrvatske. Najizraženije su vrijednosti na ukupnoj dužini te dužini korijenova.

## **9. SUMMARY**

**Diploma thesis title:**

Sexual dimorphism of maxillary frontal teeth of the modern population of southern Croatia

**Aim:**

The aim of this study was to examine the differences between male and female sex, i.e. sexual dimorphism in physical measures of the length and width of the crown and roots of the maxillary incisors and canines.

**Materials and methods:**

This study was based on measurements of total length, crown length, root length and crown width of maxillary incisors and canines on CBCT scans of live patients from southern Croatia. The subjects were divided into two groups according to gender. The measurements were made in the *i-Dixel One Volume Viewer 2.8* computer program using software tools and were expressed in millimeters. The obtained data was included in a *Microsoft Excel* spreadsheet and statistical data processing was performed in the same program. The sexes were compared by one-way/single factor MANOVA and complemented by multiple post-hoc t-tests to detect the measures that contribute the most to the difference.

**Results:**

Among the 54 subjects of equal gender distribution, the age range was 27 to 64 years. Multiple Shapiro Wilk tests indicate a generally normal distribution of data. The MANOVA test found a statistically significant difference for all three types of measured teeth ( $P < 0.01$  ( $P > 0.05$ )), and post-hoc analysis by t-tests indicated a statistically significant difference for all total length and length of roots, i.e. that these measures contribute the most to the determined sexual dimorphism.

**Conclusion:**

Upper frontal teeth are on average larger in males than in females, i.e. sexual dimorphism is present among the teeth of the population of southern Croatia. The most pronounced values are on the total length and the length of the roots.

## **10. ŽIVOTOPIS**



**OBRAZOVANJE:**

- 2006.–2014. Osnovna škola Ivana Mažuranića, Tomislavgrad, BiH
- 2014.–2018. Gimnazija Marka Marulića, Tomislavgrad , BiH (opći smjer)
- 2018.–2024. Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, studij Dentalna medicina

**AKTIVNOSTI I NAGRADE:**

- Dobitnica Dekanove nagrade za izvrsnost u akademskoj godini 2019./2020.
- Dobitnica Rektorove nagrade za posebna postignuća, za sudjelovanje u projektu MADE (*Mobile Access Dental Clinic*), 2023.
- Dobitnica STEM stipendije za akademsku godinu 2018./2019. i 2019./2020.
- Članica Studentskog zbora i Fakultetskog vijeća Medicinskog fakulteta (akademska godina 2022./2023. i 2023./2024.)
- Članica studentske udruge PreventiSt (2022.–2024.)
- Demonstratorica na Katedri za Protetiku
- Sudjelovanje u organizaciji 1. i 2. Kongresa studenata dentalne medicine Medicinskog fakulteta u Splitu (2022. i 2023.)

**STRANI JEZICI:**

- Engleski
- Njemački