

Procjena punoljetnosti analizom donjih trećih kutnjaka metodom po Cameriereu

Kilić, Krešimir

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:171:110968>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



Repository / Repozitorij:

[MEFST Repository](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Krešimir Kilić

PROCJENA PUNOLJETNOSTI ANALIZOM DONJIH TREĆIH KUTNJAKA
METODOM PO CAMERIEREU

Diplomski rad

Akadska godina:

2016./2017.

Mentor:

Doc. dr. sc. Ivan Galić, dr. med. dent.

Split, srpanj 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Krešimir Kilić

PROCJENA PUNOLJETNOSTI ANALIZOM DONJIH TREĆIH KUTNJAKA
METODOM PO CAMERIEREU

Diplomski rad

Akadska godina:

2016./2017.

Mentor:

Doc. dr. sc. Ivan Galić, dr. med. dent.

Split, srpanj 2017.

Veliko hvala mentoru doc.dr.sc. Ivanu Galiću na predanom radu, pomoći te razumijevanju tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se doktorima i osoblju fakulteta koji su mi prenosili znanje i savjetovali me.

Najveću zahvalnost dugujem prijateljima i obitelji, mojim roditeljima, koji su mi tijekom ovih šest godina pružili neizmjernu ljubav i potporu. Ovaj rad posvećujem vama.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Važnost zubi u forenzici.....	2
1.2. Razvoj zuba.....	3
1.3. Nicanje zubi	5
1.4. Metode određivanja dentalne dobi.....	6
1.5. Određivanje dentalne dobi postupkom prema Cameriereu	8
1.6. Procjena punoljetnosti analizom trećih kutnjaka	9
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	10
2.1. Početna hipoteza	11
3. MATERIJALI I METODE	12
4. REZULTATI	16
5. RASPRAVA.....	22
6. ZAKLJUČAK.....	25
7. POPIS CITIRANE LITERATURE.....	27
8. SAŽETAK.....	30
9. SUMMARY.....	32
10. ŽIVOTOPIS.....	34

1. UVOD

Određivanje kronološke dobi osobe jedan je od najvećih izazova u forenzici. Kronološku dob je važno odrediti zbog zakonskih razlika u odnosu prema maloljetniku i odrasloj osobi, posebno u slučaju kada ispitanik nema osobne dokumente ili drugi način identifikacije (1). Razlikuju se pojmovi biološke dobi i kronološke dobi. Biološka dob govori o stupnju razvoja pojedinih organa, organskih sustava i zrelosti osobe. Kronološka dob se označava u godinama osobe, to jest vremenu koje je prošlo od rođenja. Pojam kronološke i biološke dobi se često ne podudaraju zbog razlika u razvoju. Određivanje dentalne dobi pomaže nam kod procjene biološke dobi djeteta. Osim dentalne dobi možemo koristiti koštanu dob, mentalnu dob te fiziološke promjene (2).

1.1. Važnost zubi u forenzici

Određivanje dobi ima jako važnu ulogu forenzičkoj dentalnoj medicini. Zubi su najtvrdje tkivo ljudskog organizma i dugo vremena nakon smrti ostaju strukturno netaknuti. Zato su korisni u identifikaciji posmrtnih ostataka. Morfologija i postava zubi razlikuje se od čovjeka do čovjeka kao otisak prsta (3).

Prirodne katastrofe znaju znatno otežati rad forenzičarima. Na pronađenim ljudskim ostatcima zbog lošeg stanja ostataka ponekad je jedini način identifikacije pomoću zubi. U postupku obrade ostataka pokušavaju se odrediti tri glavna elementa: dob, spol i visina. Najvažniji zadatak forenzičara dentalne medicine je procjena dobi. Metoda koja se najviše koristi je radiološka, kojoj kao dodatak može pomoći klinički pregled. Brojenjem zubi i uspoređivanjem s radiološkim snimkama, saznajemo je li pojedinac ušao u razdoblje mliječne, rane ili kasne mješovite, te trajne denticije. U srednjoj i starijoj životnoj dobi proces određivanja dentalne dobi teži je nego u djece, te je dugotrajan i rijetko daje potpuno točne podatke. U tim slučajevima se dentalna procjena dobi određuje na promjenama u strukturi tvrdih zubnih tkiva (4, 5).

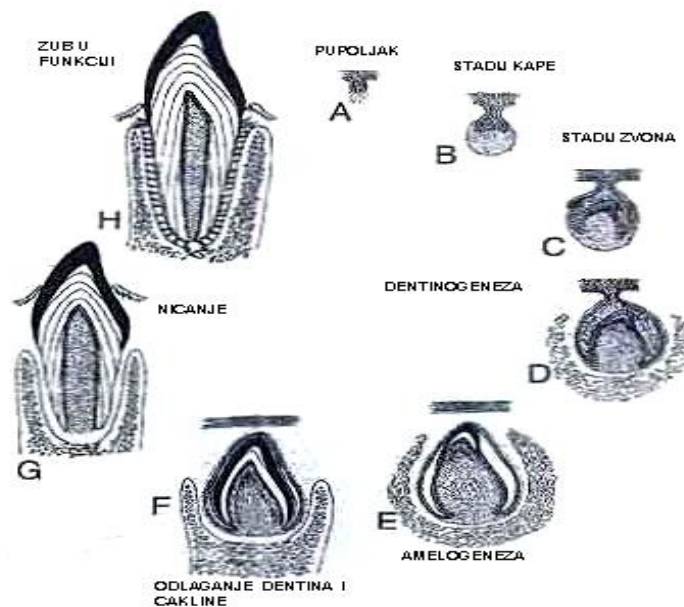
Koštana dob važna je za procjenu rasta i razvoja te u dijagnozi poremećaja endokrinog sustava. No, procjena dentalne dobi od velike je važnosti u forenzičnoj dentalnoj medicini i u mnogim drugim područjima. U zadnje vrijeme koristi se za identifikaciju imigranata (6).

Često upotrebljavana metoda ocjene stupnja biološke zrelosti jest rendgenska procjena sazrijevanja kostiju kojom se dobiva podatak o koštanoj dobi. Najviše se primjenjuje metoda usporedbe rendgenskih snimka zapešća lijeve ruke sa standardnim slikama u odgovarajućim

atlasima. Osim tog načina, postoji metoda Tannera i Whitehousea u kojoj se broj i veličina karpalnih kostiju, kostiju prstiju, epifize radijusa i ulne izraze brojčano u bodovima. Koštana se dob očitava iz centilnih krivulja nakon što se bodovi zbroje (7). Po uzoru na metodu Tannera i Whitehousea, Demirijan je objavio metodu određivanja dentalne dobi (2).

1.2. Razvoj zuba

Uzajamnim djelovanjem između embrionalnih stanica nastaju svi organi i tkiva u ljudskom zametku (8). Razvoj zuba ili odontogeneza također uključuje složene biološke procese. Oni započinju sredinom 6. tjedna intrauterinog razvoja interakcijom mezenhima i epitela (8). Radi lakšeg razumijevanja razvoj zuba se može podijeliti u sedam faza (Slika 1).



Slika 1. Razvoj zuba. Preuzeto iz (8).

Stadiji razvoja zuba:

1. stadij dentalne lamine
2. stadij pupoljka
3. stadij kape (morfodiferencijacija)
4. stadij zvona (histodiferencijacija)
5. stadij krune (faza apozicije i kalcifikacije)
6. formiranje korijena
7. erupcija (9).

Formiranje korijena zuba započinje poslije stvaranja krune zuba, cakline i primarnog dentina. Inicijalni čimbenik stvaranja korijena su stanice cervikalnih petlji koje proliferiraju i stvaraju Hertwigovu ovojnica. Ona određuje konturu buduće dentinsko-cementne granice. Slobodni rub ovojnice prolifera i obuhvaća cijelu dentalnu papilu osim bazalnog dijela gdje svojim rubom formira primarni apikalni otvor korijena. Kod višekorijenskih zubi dolazi do proliferacije stanica primarnog apikalnog otvora u obliku jezičaka koji se spajaju i tako dijele jedan otvor na dva ili tri otvora (8).

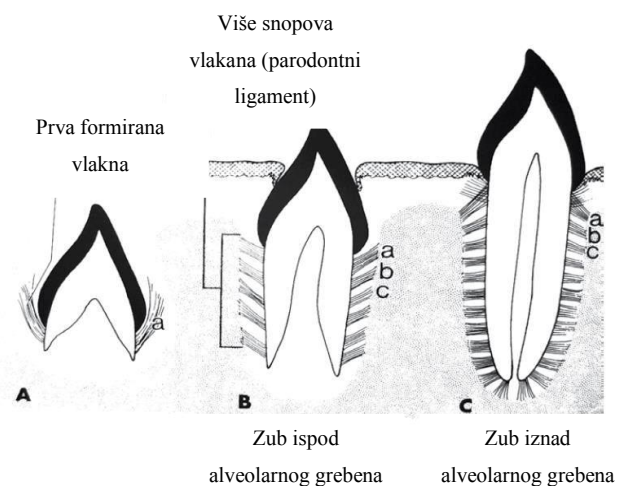
Proliferacija stanica Hertwigove ovojnice dovodi do nastanka odontoblasta koji stvaraju sloj predentina. Pomicanjem zuba prema usnoj šupljini ovojnica se rasteže i fragmentira u području gdje je stvoren predentin, dok se njezin vrh nastavlja proliferirati i inducira stvaranje novog dijela korijena. Nakon što se Hertwigova ovojnica fragmentirala omogućen je kontakt predentina i mezenhimalnih stanica dentalnog folikula. One se tada diferenciraju u cementoblaste i započinju stvaranje precementa. Tako dolazi do razvoja korijena od vrata krune prema apeksu. Razvoj se nastavlja sve dok zub ne dođe u okluzalnu ravninu (formirane dvije trećine duljine korijena). Kada dođe do prestanka rastezanja Hertwigove ovojnice, ona okruži bazu papile i formira se apikalni otvor. Vrh korijena zuba još neko vrijeme urasta prema čeljusnim kostima. Korjenovima je potrebno određeno vrijeme da završe rast nakon erupcije zuba. Za mliječne zube je to minimalno 1,5 godina, a za trajne 2-3 godine, ovisno o broju korjenova (9).

1.3. Nicanje zubi

Nicanje zubi definirano je kao pomak zubi, primarno u aksijalnom smjeru (10).

Nicanje zubi može se podijeliti u tri faze :

1. preeruptivna faza – obuhvaća pokrete u koštanom tkivu od početka stvaranja tvrdih zubnih tkiva krune do izbijanja kroz sluznicu usne šupljine
2. eruptivna faza (preokluzijski stadij nicanja) – obuhvaća kretanje zuba od izbijanja u usnoj šupljini do dolaska u kontakt s antagonistom
3. posteruptivna faza (postokluzijski stadij nicanja) – obuhvaća funkcionalne pokrete zuba tijekom cijelog životnog vijeka tog zuba (Slika 2) (8, 9).



Slika 2. Nicanje zuba. Preuzeto iz (8).

U šestoj godini života počinje izmjena mliječne u trajnu denticiju, nicanjem prvih trajnih kutnjaka, nakon čega slijedi nicanje trajnih sjekutića. Trajni zubi imaju tendenciju nicanja u grupi. Vrijeme razvoja i nicanja zubi trajne denticije prikazano je u Tablici 1 (6).

Tablica 1. Kronologija razvoja zubi u trajnoj denticiji

ZUB	POČETAK KALCIFIKACIJE		ZAVRŠETAK RAZVOJA KRUNE		NICANJE		ZAVRŠETAK RAZVOJA KORIJENA	
	Maksilarni	Mandibularni	Maksilarni	Mandibularni	Maksilarni	Mandibularni	Maksilarni	Mandibularni
CENTRALNI SJEKUTIĆ	3. mj	3. mj	4 ½. god	3 ½. god	7 ¼. god	6 ¼. god	10 ½. God	9 ½. god
LATERALNI SJEKUTIĆ	11. mj	3. mj	5 ½. god	4. god	8 ¼. god	7 ½. god	11. god	10. god
OČNJAK	4. mj	4. mj	6. god	5 ¾. god	11 ½. god	10 ½. god	13 ½. god	12 ¾. god
PRVI PREMOLAR	20. mj	22. mj	7. god	6 ¾. god	10 ¼. god	10 ½. god	13 ½. god	13 ½. god
DRUGI PREMOLAR	27. mj	28. mj	7 ¾. god	7 ½. god	11. god	11 ¼. god	14 ½. god	15. god
PRVI MOLAR	32. tj inutero	32. tjinutero	4 ¼. god	3 ¾. god	6 ¼. god	6. god	10 ½. god	10 ½. god
DRUGI MOLAR	27. mj	27. mj	7 ¾. god	7 ½. god	12 ½. god	12. god	15 ¾. god	16. god
TREĆI MOLAR	8. god	9. god	14. god	14. god	20. god	20. god	22. god	22. god

Preuzeto i prilagođeno iz (6).

1.4. Metode određivanja dentalne dobi

Metode određivanja dentalne dobi možemo podijeliti u tri kategorije:

- morfološke metode – temelje se na procjeni ekstrahiranih zubi i na temelju analize njihove mikrostrukture (11)

- biokemijske metode – temelje se na kemijskom sastavu tvrdih zubnih tkiva, tj. na konverziji aminokiselina u caklini, dentinu i cementu (3)

- radiološke metode – najčešće korištene metode su:

1. Metoda prema Carmen Nollu procjenjuje fazu mineralizacije trajnih zubi. U obzir se uzimaju zubi iz jednog kvadranta gornje i jednog kvadranta donje čeljusti. Metoda se sastoji od 10 stadija (12).

2. Metoda po Mooresu u kojoj je opisan opsežan sustav shema, sastoji se od 13 stadija za jednokorjenske i 14 za višekorjenske zube. Jedan stadij više za višekorjenske zube je zbog

dodatnog stadija početka mineralizacije furkacija. U toj metodi svakom zubu svakom stupnju mineralizacije je pridružena dob (13).

3. Metoda po Haavikku gdje razlikujemo 12 radioloških stadija, posebno u gornjoj i donjoj čeljusti. Šest stadija odnosi se na formiranje krune, a šest na formiranje korijena. Postoji i nulti stadij, a on se odnosi na postojanje kripe zuba (14).

4. Metoda po Demirjjanu kod koje se procjenjuje sedam zubi iz donjeg lijevog kvadranta. Za svaki zub se upiše slovo stadija. Nakon toga se iz tablice u kojoj je osam razvojnih stadija, uključujući nulti stadij, očita njegova vrijednost. Nakon mjerenja se zbroje svi iznosi i dentalna dob se očita iz druge tablice (15).

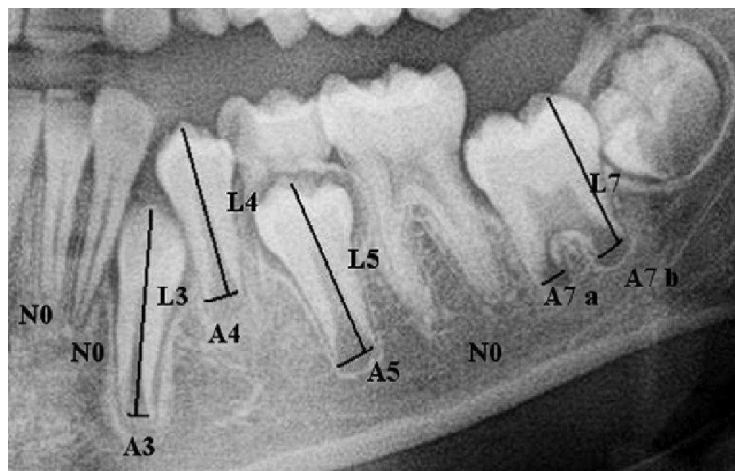
5. Metoda po Willemsu u osnovi se bazira na Demirjjanovoj. Willems je predložio novu metodu koju je ispitivao u populaciji belgijske djece. Metoda predstavlja pojednostavljeni i prilagođeni Demirjjanov sustav bodovanja. Povećana je točnost određivanja kronološke dobi na temelju dentalne dobi (16).

6. Metoda prema Cameriereu, gdje se gleda odnos dobi djeteta sa stupnjem otvorenosti apeksa. U metodi je mjeren odnos dužine krune zuba u odnosu na širinu apeksa. Zubi sa zatvorenim apeksom računaju se kao 0 bodova. Kod zubi s otvorenim apeksom mjeri se širina između dvije unutarnje strane otvorenog apeksa. U slučaju da zub ima dva otvora korijenskih kanala, točan rezultat dobio bi se zbrojem obaju širina otvorenih apeksa (17).

Osim u djece i adolescenata, radiološkom metodom može se procijeniti dentalna dob prenatalno, neonatalno i postnatalno, na temelju mineralizacije mliječnih zubi i prvog trajnog kutnjaka (18). U odraslih se dentalna dob procjenjuje pomoću procjene smanjenja pulpnog prostora zbog odlaganja sekundarnog dentina (19, 20).

1.5. Određivanje dentalne dobi postupkom prema Cameriereu

Cameriereov originalni postupak određivanja dentalne dobi na ortopantomogramu (OPT) trajnih zubi u rastu i razvoju temelji se na mjerenju radiografskih projekcija otvorenih apeksa jednokorjenskih i dvokorjenskih zubi s jedne strane donje čeljusti, ne uključujući treće kutnjake (17). Postupak podrazumijeva snimanje ili skeniranje OPT-a i njihovu pohranu u digitalni zapis pogodan za obradu u nekom programu za obradu snimaka, primjerice u Photoshop verziji 7 i više, ili u Corel-Drawovoj verziji 9 i više. Najprije se odrede i zbroje zubi sa završenim rastom korijena i zatvorenim apikalnim otvorom (N_0). Nakon toga se na projekcijama jednokorijenskih zubi (A_i , $i=1-5$) izmjeri međusobna udaljenost unutarnjih rubova otvorenog apeksa zuba, dok se na projekcijama dvokorijenskih zubi zbroje izmjereni razmaci na vrhu apeksa mezijalnog i distalnog korijena (A_i , $i=6,7$). Kako bi se postigla normalizacija izmjerenih vrijednosti otvorenih apeksa, dijele se s izmjerenom duljinom zuba na OPT-u (L_i , $i=1-7$) kako bi se uzelo u obzir različito vertikalno povećanje i različiti kut projiciranja dentalnih struktura na OPT-u (21). (Slika 3)



Slika 3. Prikaz mjerenja projekcija zuba za postupak prema Cameriereu: kod jednokorijenskih zuba mjeri se razmak između unutarnjih rubova otvorenih apeksa, A_i , ($i=1-5$); kod dvokorijenskih zuba, A_i , ($i=6,7$), zbrajaju se širine obaju apeksa zuba ($A_i=A_{ia}+A_{ib}$); duljine zuba, L_i , ($i=1-7$); zubi s otvorenim apeksom, N_0 . Preuzeto iz: El-Bakary AA, Hammad SM, Mohammed F. Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. J Forensic Leg Med. 2010 Oct;17(7):363-7.

Cameriere je predložio jednadžbu linearne regresije za primjenu na europskom kontinentu:

$$\text{Dentalna dob} = 8,387 + 0,282g - 1,692x_5 + 0,835N_0 - 0,116s - 0,139s \cdot N_0$$

gdje je:

- g – varijabla spola (1 za muški i 0 za ženski);
- x_5 – varijabla normalizirane vrijednosti širine otvorenog apeksa drugog premolara ($x_5=A_5/L_5$);
- N_0 – broj zubi sa završenim rastom i razvojem korijena;
- s – zbroj normaliziranih vrijednosti otvorenih apeksa sedam zubi s lijeve strane donje čeljusti ($x_i=A_i/L_i$, $i=1,\dots,7$) (21).

1.6. Procjena punoljetnosti analizom trećih kutnjaka

Cameriere je temeljem prethodnih istraživanja za izračun dobi analizom sedam zubi donje čeljusti isti postupak iskoristio za istraživanje primjenjivosti razvoja trećih kutnjaka u procjeni punoljetnosti. Naime, na temelju regresijske analize uzorka donjih trećih kutnjaka, u kojem je zavisna varijabla bila dob od 18 i više godina (punoljetnost) i dob ispod 18 godina (maloljetnost), a nezavisne varijable su bile indeks razvoja trećeg kutnjaka (I_{3M}) i spol, pokazao da spol ne utječe značajno na regresijski model ($P = 0,129$) dok je I_{3M} značajno utjecao na model ($P < 0,001$). I_{3M} je varijabla koja se dobije sličnim postupkom kao kod prvih i drugih kutnjaka (A_i , $i=6,7$) u postupku za izračun dentalne dobi korištenjem sedam zubi. Analiza ROC krivulje (engl. *Receiver Operating Characteristics*, ROC) pokazala je da se za graničnu vrijednost I_{3M} koja optimalno odvaja punoljetne i maloljetne osobe, odabere vrijednost $I_{3M} < 0,08$. (1).

Naknadne i novije studije su potvrdile uspješnost granične vrijednosti od $I_{3M} < 0,08$ u različitim populacijama kao što su Talijani, Hrvati, Srbi, Bocvanci, Albanci, Turci, Brazilci, Kolumbijci, Libijci, Arapi i Peruanci (1).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

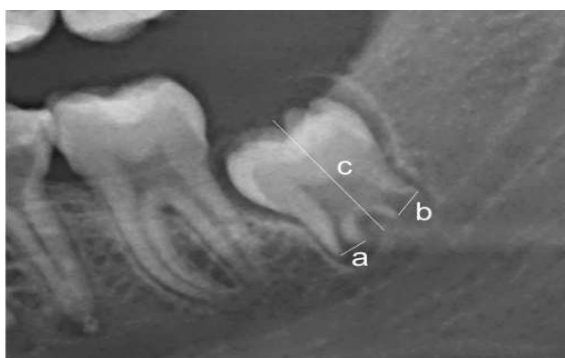
Cilj ovog istraživanja bio je provjeriti primjenjivost specifične vrijednosti indeksa razvoja trećeg kutnjaka ($I_{3M} < 0,08$) za odvajanje punoljetnih i maloljetnih osoba.

2.1. Početna hipoteza

Na temelju pretražene literature i dosadašnjih sličnih istraživanja, pretpostavljamo da se indeks razvoja trećeg kutnjaka može uspješno koristiti za procjenu punoljetnosti osoba u slučaju nepoznate kronološke dobi.

3. MATERIЈALI I METODE

Panoramske snimke korištene u ovom istraživanju prikupljene su iz arhive snimaka pacijenata s Odjela za maksilofacijalnu kirurgiju Kliničkog bolničkog centra Split (KBC). Snimke su bile prethodno snimljene prema različitim objektivnim kliničkim indikacijama i stanjima. Ovo istraživanje je provedeno prema odredbama etičkih standarda uspostavljenih Deklaracijom iz Helsinkija (22). Svaka snimka je posebno zabilježena u Excel datoteci, uključujući redni broj, spol, datum rođenja i datum snimanja. Stvarna dob u godinama, izračunata je kao razlika između datuma snimanja OPT-ai datuma rođenja. Kriteriji uključivanja za uvrštavanje OPT-a za analizu bili su: tehnički kvalitetno učinjen OPT, osoba dobi između 14 i 23 godine, nepostojanje dokaza o nasljednim ili sustavnim bolestima koje mogu utjecati na razvoj zubi i koštanog sustava. Kriteriji isključivanja OPT-a iz analize: nedostatak podataka o datumu rođenja, hipodoncija bilo kojeg trajnog zuba, uključujući sva četiri treća kutnjaka, izvađeni treći kutnjaci ili treći kutnjaci zaokrenuti u obrazno-jezičnom pravcu. Prije same analize, sve OPT snimke su anonimizirane i označene rednim brojem te su snimljene u formatu označene slikovne datoteke (TIF). Budući da je razvoj desnih i lijevih zubi snažno povezan, mogu se pojaviti problemi s multikolinearnosti u regresijskim modelima, stoga su u cilju standardizacije analizirani samo treći kutnjaci s lijeve strane donje čeljusti. Mjerenja su provedena korištenjem besplatnog računalnog programa za obradu slike (ImageJ 1.50n, National Institutes of Health, Bethesda, MD, Sjedinjene Američke Države). Za samu analizu razvoja trećih kutnjaka, zabilježena su mjerenja projekcija otvorenih apeksa trećih kutnjaka, $A = (a + b)$ i visine, (c) trećeg kutnjaka (Slika 4).



Slika 4. Prikaz mjerenja projekcija zuba za postupak prema Cameriereu: u dvokorjenskih zuba mjeri se razmak između unutarnjih rubova otvorenih apeksa $(a+b)$, projekcija visine zuba (c) .

I_{3M} je izračunat kao omjer projekcija otvorenih apeksa korijena i projekcije visine zuba ili $I_{3M} = [A_i / L_i]$. I_{3M} se procjenjuje na sličan način kao omjer A_i prema L_i , kada su u pitanju prvi ili drugi kutnjak ($i = 6$ ili 7), kako je opisano u Cameriere i sur. (21). Ukoliko je razvoj korijena trećeg kutnjaka završio, tada je zabilježena vrijednost nula ($I_{3M}=0$). Cameriere i suradnici su predložili graničnu vrijednost I_{3M} ($I_{3M}<0,08$) za optimalno odjeljivanje odraslih od malodobnih osoba za oba spola. U ovom istraživanju navedena granična vrijednost je bila procijenjena za svaki spol odvojeno primjenom 2x2 kontingencijskih tablica. Upravo kontingencijska tablica, u prvom redu, opisuje rezultate onih koji su stariji od 18 godina (≥ 18 godina) i imaju $I_{3M}<0,08$ (pravi pozitivni, TP), potom onih koji su mlađi od 18 godina (<18 godina) i imaju $I_{3M}<0,08$ (lažno pozitivni, FP), u drugom redu su oni koji su ≥ 18 godina i imaju $I_{3M}\geq 0,08$ (lažno negativni, FN) i konačno oni koji su <18 godina i imaju $I_{3M}\geq 0,08$ (stvarno negativni, TN). Izračunat je postotak točnog odvajanja punoljetnih i maloljetnih (Ac), osjetljivost (Se, *sensitivity*) ili postotak pojedinaca s 18 godina i starijih, koji imaju $I_{3M}<0,08$ i specifičnost (Sp, *specificity*) ili postotak osoba mlađih od 18 godina s $I_{3M}\geq 0,08$.

Osjetljivost ukazuje na sposobnost ispravnog određivanja odraslih pojedinaca, dok specifičnost ukazuje na sposobnost ispravnog određivanja maloljetnih osoba. Također su izračunati pozitivni omjer vjerojatnosti testa (LR+, *positive likelihood ratio*) i negativni omjer vjerojatnosti testa (LR-, *negative likelihood ratio*) kako bi se utvrdilo koliko je puta više ili manje vjerojatno da se rezultati ispitivanja mogu naći u odraslih osoba u usporedbi s maloljetnim osobama. U dijagnostici, LR+ pokazuje koliko se vjerojatnost bolesti ili stanja povećava ako je test pozitivan, dok LR- pokazuje koliko se vjerojatnost smanjuje ako je test negativan. Vrijednosti LR+ između 2 i 5 odgovaraju malom povećanju, od 5 do 10 prisutnih s umjerenim povećanjem, a više od 10 znači veliko i često apsolutno povećanje vjerojatnosti odrastanja. Vrijednost LR- između 0,2 i 0,5 znači malu, 0,2 i 0,1 znači umjereno smanjenje vjerojatnosti da je osoba punoljetna, dok vrijednost manja od 0,1 odgovara velikom i često isključivom smanjenju vjerojatnosti da je osoba punoljetna. Bayesova vjerojatnost nakon testa, (p), od 18 godina ili stariji može pomoći u razlikovanju između onih osoba starijih od 18 godina i mlađih od 18 godina.

Prema Bayesovom teoremu, vjerojatnost nakon testa, p , može se napisati kao:

$$p = \frac{Se \times p_0}{Se \times p_0 + (1 - Sp) \times (1 - p_0)}$$

gdje je p Bayesova vjerojatnost nakon testa a p_0 je vjerojatnost da pojedinac u istraživanju ima 18 godina ili više, s obzirom da je on u dobi od 14 do 23 godine koji predstavljaju ciljnu populaciju. Vjerojatnost p_0 izračunata je kao udio građana Hrvatske u dobi od 18 do 23 godine prema demografskim podacima iz popisa stanovništva 2011. i onih između 14 i 23 godine koji je procijenjen iz podataka s istog izvora na web-u. Taj udio je 0,568 za muškarce i 0,572 za ženske.

Statistička analiza obavljena je IBM SPSS 16.0 programom (IBM® SPSS® Statistics, Armonk, NY, SAD). Razina statističke značajnosti postavljena je na $p < 0,05$.

4. RESULTATI

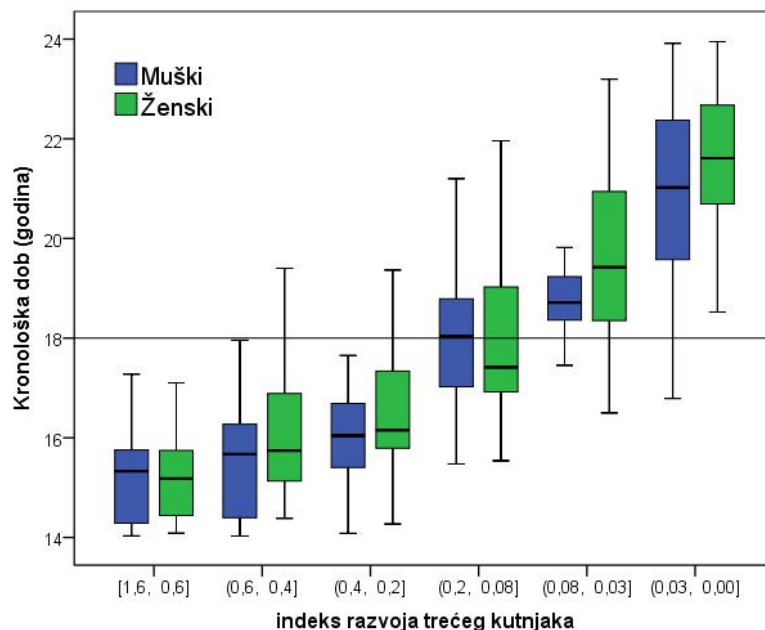
Konačni uzorak u ovom istraživanju sastojao se od 500 ispitanika i njihovih panoramskih snimaka. Tablica 2 prikazuje raspodjelu ispitanika prema spolu i dobi.

Tablica 2. Raspodjela ispitanika prema spolu i dobnim skupinama

Dob (godine)	Muški	Ženski	Ukupno
14	18	18	36
15	22	44	66
16	22	36	58
17	18	34	52
18	28	17	45
19	24	21	45
20	22	31	53
21	22	35	57
22	20	30	50
23	16	22	38
Ukupno	212	288	500

Unutar-istraživačka ponovljivost određivanja I_{3M} bila je s prosječnom vrijednosti od 0,968 (95%CI, 0,962 do 0,973) dok je između-istraživačka ponovljivost bila nešto manja, s vrijednostima od 0,859 (95%CI, 0,789 do 0,908). Dobivene vrijednosti koeficijenta korelacije su ukazale na ukupno dobru ponovljivost u mjerenju i izračunatu vrijednosti I_{3M} .

I_{3M} se smanjuje kako se povećava dob ispitanika (Slika 5).



Slika 5. Dijagram s pravokutnikom (box-plot) odnosa između kronološke dobi (godine) i I_{3M} . Pravokutnik označava medijan rezultata i interkvartilni raspon dok se krajevi izvan pravokutnika prostiru do minimalne i maksimalne vrijednosti, ne uključujući ekstremne vrijednosti.

Tablica 3 prikazuje raspodjelu dobi prema I_{3M} klasama i spolu. Srednja dob u svim klasama I_{3M} bila je niža u muškaraca bez statistički značajne razlike, osim u klasi (0,03, 0] što ukazuje na nešto brži razvoj donjih trećih kutnjaka u muškaraca.

Tablica 3. Sažetak statistike kronološke doba prema spolu i klasama indeksa razvoja trećeg kutnjaka (I_{3M})

I_{3M}	Muški							Ženski							t(df)	P		
	N	Mean	Sd	Min	Q1	Med	Q3	Max	N	Mean	Sd	Min	Q1	Med			Q3	Max
[1,6, 0,6]	18	15,24	0,99	14,03	14,26	15,33	15,89	17,28	27	15,32	1,14	14,09	14,44	15,18	15,78	19,21	-0,23(43)	0,820
(0,6, 0,4]	16	15,63	1,21	14,03	14,31	15,67	16,33	17,96	30	16,18	1,37	14,38	15,13	15,74	16,91	19,40	-1,36(44)	0,182
(0,4, 0,2]	32	16,16	1,20	14,08	15,38	16,04	16,75	19,71	54	16,64	1,53	14,27	15,79	16,16	17,37	22,24	-1,51(84)	0,135
(0,2, 0,08]	21	18,12	1,58	15,48	16,93	18,04	18,81	21,20	39	18,12	1,81	15,54	16,92	17,41	19,15	21,96	0,01(58)	0,994
(0,08, 0,03]	16	19,03	1,20	17,46	18,36	18,74	19,48	22,91	28	19,59	1,66	16,50	18,33	19,42	20,94	23,20	-1,17(42)	0,247
(0,03, 0,00]	109	20,95	1,79	16,79	19,55	21,02	22,39	23,92	110	21,63	1,38	18,52	20,66	21,61	22,68	23,95	-3,16(217)	0,002

N, broj ispitanika; Mean, prosječna dob unutar I_{3M} klase; Sd, standardna devijacija srednje dobi; Min, minimalna dob; Q1, prvi kvartil starosti; Med, srednja dob; Q3, treći kvartil starosti; Max, maksimalna dob; t, neovisni test uzoraka; df, stupnjevi slobode.

U Tablici 4 prikazane su tablice učestalosti (kontingencije) koja opisuje sposobnost odjeljivanja presječne vrijednosti I_{3M} ($I_{3M} < 0,08$).

Tablica 4. Tablica učestalosti koja opisuje sposobnost odjeljivanja presječne (*cut-off*) vrijednosti I_{3M} ($I_{3M} < 0,08$) za razdvajanje punoljetnih i maloljetnih ispitanika

Dob	Muški		Ukupno Muški	Ženski		Ukupno Ženski
	≥ 18	< 18		≥ 18	< 18	
Test						
$I_{3M} < 0,08$	119 ^{IP}	6 ^{LP}	125	133 ^{IP}	5 ^{LP}	138
$I_{3M} \geq 0,08$	13 ^{LN}	74 ^{IN}	87	23 ^{LN}	127 ^{IN}	150
Total	132	80	212	156	132	288

I_{3M} , indeks razvoja trećeg kutnjaka; IP, ispravno pozitivni; LP, lažno pozitivni nalazi, LN, lažno negativni, IN, ispravno negativni

Tablica 5 prikazuje vrijednosti točne klasifikacije, osjetljivosti, specifičnosti, pozitivne prediktivne vrijednost (PPV), negativne prediktivne vrijednost (NPV), omjera vjerojatnosti pozitivnog rezultata testa (LR+), omjera vjerojatnosti negativnog rezultata testa (LR-) i Bayesove post-test vjerojatnosti.

Tablica 5. Rezultati iz tablica kontingencije za testiranje punoljetnosti u muških i ženskih ispitanika

Rezultati	Muški	Ženski
Točnost	91,0% (95% CI, 86,0% do 94,1%)	90,3% (95% CI, 86,4% do 92,4%)
Osjetljivost	90,2% (95% CI, 86,1% do 92,6%)	85,3% (95% CI, 81,6% do 87,2%)
Specifičnost	92,5% (95% CI, 85,9% do 96,6%)	96,2% (95% CI, 91,9% do 98,5%)
PPV	95,2% (95% CI, 91,0% do 97,8%)	96,4% (95% CI, 92,3% do 98,6%)
NPV	85,1% (95% CI, 79,0% do 88,8%)	84,7% (95% CI, 80,9% do 86,7%)
LR+	12,020 (95% CI, 6,096 do 27,357)	22,508 (95% CI, 10,119 do 59,581)
LR-	0,106 (95% CI, 0,076 do 0,161)	0,153 (95% CI, 0,130 do 0,200)
Bayesova VNT	94,0% (95% CI, 87,4% do 100%)	96,8% (95% CI, 91,0% - 100,0%)

PPV, pozitivna prediktivna vrijednost; NPV, negativna prediktivna vrijednost; LR+, omjer vjerojatnosti pozitivnog rezultata testa; LR-, omjer vjerojatnosti negativnog rezultata testa; Bayesova VNT, Bayesova vjerojatnost nakon testa.

U muških ispitanika, 193 od 212 osoba točno je klasificirano ili 91,0% (95%CI, 86,0% do 94,1%). Osjetljivost testa bila je 90,2% (95%CI, 86,1% do 92,6%), a specifičnost testa je

bila 92,5% (95%CI, 85,9% do 96,6%). Pozitivna prediktivna vrijednost je bila 95,2% (95%CI, 91,0% do 97,8%) dok je negativna prediktivna vrijednost bila 85,1% (95%CI, 79,0% do 88,8%). LR+ je bio 12,020 (95%CI, 6,096 do 27,357), a LR- je bio 0,106 (95%CI, 0,076 do 0,161). Bayesova post-test vjerojatnost je bila 94,0% (95%CI, 87,4% do 100%). Stopa pogrešaka u odabiru punoljetnih i maloljetnih muških ispitanika bila je najveća u dobi od 18 godina, 28,6% je odabrano kao malodobne osobe, dok je u dobi od 17 godina 27,8% ispitanika odabrano kao punoljetne.

U ženskog spola, 260 od 288 osoba je točno klasificirano ili 90,3% (95%CI, 86,4% do 92,4%). Osjetljivost metode bila je 85,3% (95%CI, 81,6% do 87,2%), a specifičnost metode bila je 96,2% (95%CI, 91,9% do 98,5%). Pozitivna prediktivna vrijednost je bila 96,4% (95%CI, 92,3% do 98,6%), dok je negativna prediktivna vrijednost bila 84,7% (95%CI, 80,9% do 86,7%). LR + je bio 22,508 (95%CI, 10,119 do 59,581) i LR- je bio 0,153 (95%CI, 0,130 do 0,200). Bayesova post-test vjerojatnost je bila 96,8% (95% CI, 91,0% - 100,0%). Stopa pogrešaka u odjeljivanju punoljetnih od maloljetnih bila je nešto manja nego u muških ispitanika, najniža stopa uspješnog odabira je bila u skupini od 19 godina, 61,9% i skupini od 18 godina, 70,6%, dok je najveća greška u odabiru maloljetnica kao punoljetne bila u skupini od 17 godina, točnost je bila 88,2% (Tablica 6).

Tablica 6. Broj i postotak (%) ispravnih odjeljivanja / od ukupnog broja ispitanika, da su ispitanici punoljetni ili maloljetni, u svakoj dobnoj skupini

Dobne skupine (godine)	Muški	Ženski	Ukupno
14	18 / 18 (100%)	18 / 18 (100%)	36 / 36 (100%)
15	22 / 22 (100%)	44 / 44 (100%)	66 / 66 (100%)
16	21 / 22 (95,4%)	35 / 36 (97,2%)	56 / 58 (96,6%)
17	13 / 18 (72,2%)	30 / 34 (88,2%)	43 / 52 (82,7%)
18	20 / 28 (71,4%)	12 / 17 (70,6%)	32 / 45 (71,1%)
19	23 / 24 (95,8%)	13 / 21 (61,9%)	36 / 45 (80%)
20	20 / 22 (90,9%)	30 / 31 (96,8%)	50 / 53 (94,3%)
21	20 / 22 (90,9%)	27 / 35 (77,1%)	47 / 57 (82,5%)
22	20 / 20 (100%)	28 / 30 (93,3%)	48 / 50 (96%)
23	16 / 16 (100%)	22 / 22 (100%)	38 / 38 (100%)
Ukupno	193 / 212 (91,0%)	261 / 288 (90,6%)	454 / 500 (90,8%)

Vrijednosti su prikazane kao cijeli broj i postotak.

5. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti može li se procijeniti punoljetnost ispitanika analizom donjih trećih kutnjaka metodom po Cameriereu. Jedan od zadataka forenzike je procjena dobi i određivanje je li osoba punoljetna ili maloljetna. Potvrđena osobna dokumentacija ili rodni list su jedini način za odrediti točnu kronološku dob osobe. Međutim, za osobe koje nemaju takve dokumente od velike je važnosti odrediti jeli osoba punoljetna ili maloljetna. To je važno ne samo zbog pravne odgovornosti osobe nego i za ostvarivanje civilnih prava, kao što je dobivanje azila te zaštita djece od prostitucije i dječje pornografije (23, 24). Za procjenu dobi pojedinca za kojeg nije dostupna ispravna dokumentacija, forenzičari bi trebali koristiti etički i znanstveni pristup oslonjen na potvrđene populacijske podatke o rastu i razvoju (25). Kada je riječ o procjeni dobi osobe, postoje mnoge tehnike, ali niti jedna se ne može koristiti samostalno uz potpunu pouzdanost za određivanje dobi osobe. Pojedine zemlje ne podržavaju radiografiju za procjenu dobi jer se izrada rtg snimki u tu svrhu smatra nepotrebnim izlaganjem zračenju ako ne postoje medicinske indikacije (npr. Ujedinjeno Kraljevstvo), ali većina ostalih dopušta radiološko snimanje i analizu razvoja zuba, ručnih zglobova i kostiju za procjenu dobi (26, 27).

U našem istraživanju na uzorku ispitanika u Republici Hrvatskoj pokazana je dobra osjetljivost i specifičnost I_{3M} te potvrđena specifična granična vrijednost I_{3M} ($I_{3M} < 0,08$) (28). Naše istraživanje pokazalo je pouzdane rezultate za ocjenu pogreške u prepoznavanju je li osoba maloljetna ili punoljetna za svaku dobnu skupinu za oba spola. Najveće pogreške u muških osoba bile su u dobi od 17 i 18 godina. U dobi od 18 godina, 28,6% ispitanika je odabrano kao maloljetne osobe, dok je u dobi od 17 godina, 27,8% ispitanika odabrano kao punoljetno. U ženskih osoba najveće pogreške su bile u dobi od 18 i 19 godina. Najveća greška u odabiru maloljetnica kao punoljetne bila je u skupini od 17 godina. 11,8% ih je proglašeno punoljetnima. Ovo istraživanje je potvrdilo upotrebu specifične vrijednosti I_{3M} ($I_{3M} < 0,08$) za klasificiranje osobe nepoznate dobi kao maloljetne ili punoljetne. U slučaju dvojbi, starost treba procijeniti u korist ispitanika (*in dubio pro reo*) (28).

Cameriere je sa suradnicima 2008. godine usporedio svoju metodu mjerenja otvorenih apeksa trećih kutnjaka s Demirjianovim stadijima za ispitivanje punoljetnosti, to jest starosti od 18 i više godina. Osjetljivost Cameriereove vrijednosti I_{3M} (udio osoba starijih od 18 godina ili stariji čiji je test pozitivan) bila je 70%, a specifičnost (udio pojedinca ispod 18 godina čiji je test negativan) je bila 98%. Osjetljivost Demirjianovog testa bila je 58%, a

specifičnost 98%. Za Demirijanov test se pokazalo da se samo faza H, potpuno zatvoren apeks trećeg kutnjaka, može koristiti za testiranje punoljetnosti. Zapravo, utvrđeno je da su 96% muškaraca i 98% ženskih stadija H bili punoljetni. Međutim, odabir stadija H koji označava punoljetnost daje visoki postotak lažno negativnih rezultata. Na primjer, u Cameriereovom uzorku samo 58% punoljetnih osoba bilo je u stadiju H. Za povećanu osjetljivosti Demirijanove metode stadij G se može uzeti kao granica punoljetnosti, ali to značajno smanjuje specifičnost metode. U svom istraživanju Cameriere je zaključio da je I_{3M} najprikladniji način utvrđivanja punoljetnosti za forenzičke svrhe u usporedbi sa Demirijanovim stadijima mineralizacije (28).

6. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postupak primjene specifične vrijednosti I_{3M} ($I_{3M} < 0,08$) može biti korisna dijagnostička metoda u postupcima procjene punoljetnosti u hrvatskoj populaciji, vodeći računa o rasponima pouzdanosti rezultata. Dobivene rezultate treba tumačiti u skladu s rezultatima drugih znanstvenih postupaka za procjenu punoljetnosti vodeći računa o minimalnoj škodljivosti postupka i metode na ispitanika.

7. POPIS CITIRANE LITERATURE

1. Galic I, Lauc T, Brkic H, Vodanovic M, Galic E, Biazevic MG i sur. Cameriere's third molar maturity index in assessing age of majority. *Forensic Sci Int.* 2015;252:191 e1-5.
2. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;45(2):211-27.
3. Bergamo A, de Queiroz C, Sakamoto H, Alves da Silva R. Dental Age Estimation Methods in Forensic Dentistry: Literature Review. *Peertechz J Forensic Sci Technol.* 2016;1:17-22.
4. Krishan K, Kanchan T, Garg A. Dental Evidence in Forensic Identification - An Overview, Methodology and Present Status. *Open Dent J.* 2015;9:250-6.
5. Brkić H, Kaić Z, Keros J, Šoljan M, Turković K. Određivanje dentalne starosti. U: Brkić H, ur. *Forenzička stomatologija.* Zagreb: Školska knjiga; 2000.
6. Čuković Bagić I, Sever N, Brkić H, Kern J. Dental Age Estimation in Children Using Orthopantomograms. *Acta Stomat Croat.* 2008;42(1):11-8.
7. Mardešić D. *Pedijatrija.* Zagreb: Školska knjiga; 2003.
8. Avery J, Chiego D. *Essentials of Oral Histology and Embryology:* Mosby; 2005.
9. Jurić H. *Dječja dentalna medicina.* Zagreb: Naklada Slap; 2015.
10. Koch G, Poulsen S. *Pediatric dentistry: a clinical approach.* 2. izd. Chichester: Wiley-Blackwell; 2009.
11. Johanson G. Age determination from human teeth. *Odont Revy.* 1971;22(Suppl 21):40-126.
12. Nolla C. The development of the permanent teeth. *ASDCJ Dent Child.* 1960;27(14):254-66.
13. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE, Jr. Age Variation of Formation Stages for Ten Permanent Teeth. *J Dent Res.* 1963;42:1490-502.
14. Haavikko K. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslaak Toim.* 1970;66(3):103-70.
15. Galić I, Nakaš E, Prohić S, Selimović E, Obradović B, Petrovečki M. Dental age estimation among children aged 5–14 years using the Demirjian method in Bosnia-Herzegovina. *Acta Stomatol Croat.* 2010;44(1):17-25.
16. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001;46(4):893-5.

17. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med.* 2006;120(1):49-52.
18. Kraus BS, Jordan RE. *The human dentition before birth.* Philadelphia: Lea & Febiger; 1965.
19. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int.* 1995;74(3):175-85.
20. Nuzzolese E, Biočina-Lukenda D, Janković S, Galić I, Prohić S. Forenzički značaj stomatološke radiologije i strana tijela orofacijalnog područja (Forensic dental radiology and foreign bodies in orofacial region). U: Janković S, ur. *Dentalna radiografija i radiologija.* Split: Medicinski fakultet u Splitu; 2009.
21. Cameriere R, De Angelis D, Ferrante L, Scarpino F, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula. *Int J Legal Med.* 2007;121(6):449-53.
22. World Medical Association. World medical association declaration of helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310(20):2191-4.
23. Olze A, Reisinger W, Geserick G, Schmeling A. Age estimation of unaccompanied minors. Part II. Dental aspects. *Forensic Sci Int.* 2006;159 Suppl 1:S65-7.
24. Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *Forensic Sci Int.* 2006;159 Suppl 1:S61-4.
25. Knottnerus JA, Muris JW. *Assessment of the Accuracy of Diagnostic Tests: The Cross-Sectional Study.* U: *The Evidence Base of Clinical Diagnosis: Theory and methods of diagnostic research,* 2. izd. Oxford: Wiley-Blackwell; 2009.
26. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch HJ, Knell B, Ramsthaler F, sur. Criteria for age estimation in living individuals. *Int J Legal Med.* 2008;122(6):457-60.
27. Abbing HD. Age determination of unaccompanied asylum seeking minors in the European Union: a health law perspective. *European journal of health law.* 2011;18(1):11-25.
28. Cameriere R, Ferrante L, De Angelis D, Scarpino F, Galli F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *Int J Legal Med.* 2008;122(6):493-7.

8. SAŽETAK

Cilj: Radiološka procjena razvoja trećih kutnjaka je dostupna metoda u živih pojedinaca za procjenu kronološke dobi, posebno u kasnoj adolescenciji. Cilj istraživanja bio je procijeniti primjenu Cameriereovog indeksa razvoja trećeg kutnjaka (I_{3M}) kako bi odredili je li osoba starija od 18 godina (punoljetna osoba) ili mlađa od 18 godina (maloljetnik).

Materijali i metode: Uzorak se sastojao od 500 nasumično odabranih ortopantomografskih snimki pojedinaca starosti između 14 i 23 godine. I_{3M} je procijenjen na trećim kutnjacima s lijeve strane donje čeljusti. Unutar-istraživačka i među-istraživačka ponovljivost su testirani koeficijentima usklađenosti korelacije na 50 nasumično odabranih snimaka. Specifična granična vrijednost $I_{3M} < 0,08$ ispitana je kako bi se osobe proglasile punoljetnima, odnosno maloljetnima. Za testiranje izvedbe određene granične vrijednosti upotrijebljene su dvije tablice. Vrijednosti osjetljivosti (Se), specifičnosti (Sp), pozitivnih i negativnih prediktivnih vrijednosti, pozitivnih i negativnih omjera vjerojatnosti i Bayesove probne vjerojatnosti procjenjivane su za svaki spol.

Rezultati: Za muškarce, specifičnost (Sp) i osjetljivost (Se) bile su 92,5% i 90,2%. Pozitivna i negativna prediktivna vrijednost bile su 95,2% i 85,1%, dok su LR + i LR- bile 12,020 i 0,106. U žena, rezultati Sp i Se su bili 96,2%, odnosno 85,3%. Pozitivna i negativna prediktivna vrijednost bile su 96,4% i 84,7%, dok su LR + i LR- bile 22,508 i 0,153. Vjerojatnosti pravilno klasificirane osobe kao punoljetne bile su 91,0% i 90,3%, a Bayesova vjerojatnost nakon testa bila je 94,0% i 96,8% u muškaraca i žena.

Zaključak: Dobiveni rezultati pokazali su da specifična granična vrijednost $I_{3M} < 0,08$ može biti korisna dodatna pouzdana metoda za procjenu dobi odraslih ispitanika.

9. SUMMARY

Diploma thesis title: Age of majority estimation using the Cameriere's third molar maturity index

Objective: Radiological examination of the third molar is an available method for estimation of chronological age in live individuals, especially during the late adolescence period. The aim of this study was to assess the application of Cameriere's third molar maturity index (I_{3M}) to determine whether an individual is 18 years or older (adult) or younger than 18 years (minor).

Material and methods: The sample consisted of randomly selected panoramic images of 500 individuals aged between 14 and 23 years old. I_{3M} was evaluated on the third molars from the left side of the mandible. Intra-rater and inter-rater agreement were tested by concordance correlation coefficients on the 50 randomly selected radiographs. A specific cut-off value of $I_{3M} < 0.08$ was tested to discriminate individuals as adult or minor. Two-by-two contingency tables were used to test the performance of the specific cut-off value. The sensitivity (Se), specificity (Sp), positive and negative predictive values, positive and negative likelihood ratios and Bayes post-test probability were evaluated for each sex.

Results: For males, the specificity (Sp) and sensitivity (Se) results were 92.5% and 90.2%, respectively. The positive and negative predictive values were 95.2% and 85.1% while LR+ and LR- were 12.020 and 0.106, respectively. The results for Sp and Se for females were 96.2% and 85.3%, respectively. The positive and negative predictive values were 96.4% and 84.7% while LR+ and LR- were 22.508 and 0.153, respectively. The probabilities for correct classification individuals as majors or minors were 91.0% and 90.3%, whereas probabilities derived from Bayes post-test were 94.0% and 96.8% for males and females, respectively.

Conclusion: Obtained results showed that specific cut-off $I_{3M} < 0.08$ may be a useful and reliable additional method for adult age assessment.

10. ŽIVOTOPIS

Osobni podaci:

Ime i prezime: Krešimir Kilić

Datum rođenja: 12.10.1992.

Mjesto rođenja: Split, Republika Hrvatska

Državljanstvo: hrvatsko

Adresa stanovanja: Janka Bobetka 24, Podstrana

Email: kresimir.kilic@hotmail.com

Obrazovanje:

Osnovna škola Kamen - Šine, Split, 1999. – 2007. godine

Srednja škola IV. Gimnazija Marko Marulić, Split, 2007. – 2011. godine

Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet, studij Dentalne medicine 2011.– 2017. godine

Aktivnosti:

Demonstrator na katedri:

Restaurativna dentalna medicina I 2014./2015.

Restaurativna dentalna medicina II i Endodoncija I 2015./2016. godine

Jezici:

Hrvatski jezik – materinski jezik

Engleski jezik – tečno