

PROCJENA DENTALNE DOBI U FORENZIČNIM POSTUPCIMA

Prof.dr.sc. Hrvoje Brkić

Zavod za dentalnu antropologiju
Katedra za forenzičnu stomatologiju
Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Za postupak postizanja identiteta nepoznatih ljudskih ostataka, ljudskih trupala te živih ljudi danas se uglavnom provode dva klasična postupka: Prvi i najčešći postupak je **komparativna identifikacija** koja se koristi da bi se utvrdilo jesu li poslijesmrtne ostaci tijela i prijesmrtna obilježja zuba od iste osobe. Informacije s tijela obično sadržavaju pretpostavke o kome se radi. Danas najčešća prijesmrtna dentalna obilježja su zubni kartoni u koje se unose svi stomatološki zahvati i u njima bi trebali biti kompletan zubni status te rendgenske snimke u svrhu dijagnostike patoloških promjena na zubima i čeljustima te stanja koštanih dijelova čeljusti. (Slika 1)



Slika 1. Prijesmrtne dentalne obilježja

Ako su prijesmrtni podaci o zubima nedostupni, a drugi postupci identifikacije nisu mogući, tada forenzični stomatolog može sudjelovati u određivanju populacijske grupe kojoj pokojnik vjerojatno pripada kako bi povećao vjerojatnost pronalazanja prijesmrtnih dentalnih podataka. Taj je postupak identifikacije poznat kao poslijesmrtno **dentalno profiliranje** ili izrada **dentalnog profila**.

Dentalnim se profiliranjem obično može osigurati informacija o životnoj dobi, spolu, socijalnom statusu, podrijetlu, a ponekad i podaci o zanimanju, prehrambenim navikama, sistemskim bolestima i bolestima zuba. Poznavanjem antropoloških obilježja zuba forenzični stomatolog/dentalni antropolog može procijeniti pripadnost nekoj od rasa na temelju izgleda i veličine kostiju kraniofacijalnog skeleta te izgleda i veličine zuba.

U postupku antropološke obrade i identifikacije pronađenih ekshumiranih ljudskih ostataka postoje tri glavna elementa: *određivanje spola, određivanje visine i procjenjivanje starosti u trenutku smrti.*

Od ovih obilježja svakako je najteže procijeniti dob. U tome nam pomaže koštani i dentalni materijal svakoga pronađenog tijela ili samo dijelova tijela. Postoji niz postupaka za procjenjivanje starosti, a općenito se ove metode mogu podijeliti na morfološke i mikroskopske. Poslijesmrtnom analizom zubala moguće je također procijeniti dentalnu starost u trenutku smrti. U tome se služimo različitim postupcima na zubima ovisno jesu li oni u svojem rastu i razvoju ili su već odavno završili rast. (Slika 2)



Slika 2. Mogući postupci određivanja dobi uporabom tehnika na zubima

Procjenu dentalne starosti moguće je dobiti na temelju analize mikrostrukture zuba, kemijskom sastavu unutar zuba (racemizacija) odnosno na temelju morfoloških i zaživotnih promjena na zubima.

Proučavanje promjena na tvrdim zubnim tkivima za vrijeme rasta i njihova formiranja tijekom odontogeneze jedan je od najjednostavnijih, najpraktičnijih i najjeftinijih postupaka za procjenjivanje dentalne dobi. Podaci iz literature kazuju da su se promjene tijekom rasta na početku u forenzici koristile samo kao stupnjevi erupcije zuba, a otkrivanjem rendgenskih zraka forenzični su postupci toliko napredovali da je danas moguće pomoću dentalnih obilježja odrediti i razliku između živorođenog i mrtvorodenog djeteta. Osobito se taj napredak povezuje s Krausovim proučavanjem histološke strukture na uzdužnim rezovima kroz čeljusti te ranih dvadesetih godina prošlog stoljeća primjenom rendgenološkog snimanja zuba i proučavanja njihovih razvojnih stupnjeva, a poglavito trećih molara. (Slika 3)



Slika 3. Ortopantomogram (praćenje dentalne zrelosti)

ODRASLA I STARIJA ŽIVOTNA DOB

Za razliku od procjenjivanja i izračunavanja dentalne dobi u djece, a što je za praktičar forenzicara brz, precizan i jednostavan zadatak, izračunavanje dentalne dobi u srednjoj i starijoj životnoj dobi upravo je suprotan: dugotrajan, mukotran i rijetko kad potpuno točan zadatak. Zato je dobro poz-

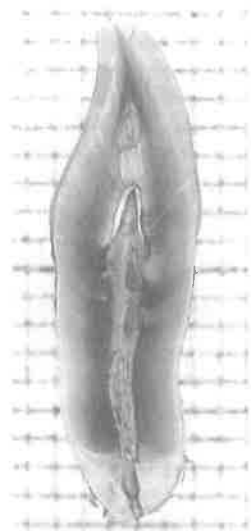
PROCJENA DENTALNE DOBI U FORENZIČNIM POSTUPCIMA

navanje i proučavanje zaživotnih promjena na tvrdim zubnim tkivima najvažniji zadatak svakog stomatologa ili forenzičnog stomatologa koji se usredotočio na dentalnu dob. Procjena te dentalne dobi najčešće se danas koristi u postupcima postizanja identiteta nepoznatog ljudskog tijela ili dijelova ljudskog tijela, zatim u postupcima analize dobi arheoloških ljudskih ostataka, a u novije doba i kod živih ljudi.

Učestalim migracijama stanovnika iz manje razvijenih dijelova svijeta npr. iz Azije, Afrike, u visoko razvijena područja Europe, emigranti kao osobe nepoznatog identiteta i dobi ponekad se uhite, ali ih se ne protjera nego dobivaju azil uz dobre beneficije koje im određene zemlje pružaju. Tako su danas vrlo česte legalne migracije iz Albanije u Italiju, iz Maroka u Španjolsku, ali i Afrikanaca i Iračana u skandinavske zemlje. Upravo skandinavske zemlje, a osobito Norveška, vrlo je socijalno naklona stranim imigrantima mlađima od šesnaest godina, što osobe nepoznata identiteta bez ikakve osobne dokumentacije moraju i dokazati. U takvim se slučajevima uvijek izračunava dentalna dob i s njom se uključuje ili isključuje pripadnost određenoj dobnoj kategoriji, a time i mogućnost da dobiju beneficije koje im se pružaju.

Po završetku rasta i razvoja dentalna procjena dobi temelji se na promjenama u strukturi tvrdih zubnih tkiva uzrokovanih starenjem. Na zubima pripremljenima u obliku izbrusaka promatra se jačina istrošenosti zubnih ploha i bridova, količina sekundarnog dentina i zubnog cementa, translucencija dentina u području vrška korijena, razina epitelnog pričvrstka i alveolarne kosti te eventualne resorptivne promjene na vršku korijena.

Jedna od najstarijih metoda za određivanje dentalne dobi zuba kod adolescenata iz godine 1950. prema Gustafsonu. Ona se temelji na šest parametara mjerljivih na izbruscima zuba: abraziji (A), resorpciji alveolne kosti (P), nakupljenosti sekundarnog dentina (S), nakupljenosti acelularnog cementa (C), translucenciji korijena zuba (T) i resorpciji korijena (R). Prema stupnju izraženosti svaki se promatrani parametar klasificira od 0 do 3. Svi drugi dosadašnji postupci za određivanje dentalne dobi samo su nadogradnja ove vrlo jednostavne i praktične metode određivanja dentalne starosti koju je moguće provoditi kako kod recentnog čovjeka tako i u arheološkim istraživanjima. Iako je ovaj postupak za određivanje dentalne dobi prototip svih ostalih postupaka, nedostatak mu je veliko odstupanje od realne dobi. (Slika 4)



Slika 4. Izbrusak zuba za izračun dentalne dobi

Spustimo li se na mikroskopsku razinu građe tvrdih zubnih tkiva, tada je također moguće zamijetiti specifičnosti taloženja minerala kalcijeva-hidroksilapatita unutar zubne cakline - Retziusove pruge; dentina - von Ebnerove pruge te Salterove pruge u području zubnog cementa. Naime, postupak mineralizacije je diskontinuiran zbog čega se javljaju linearni prekidi u odlaganju anorganskog matriksa, a koji na uzdužnom rezu kroz zub daju oblik linija ili pruga. Njihova nakupljenost zabilježena promatranjem kroz svjetlosni ili elektronički mikroskop, omogućuje nam da procijenimo dentalnu dob i u slučajevima kada raspoložemo samo malim dijelom zubnoga tkiva. (Slika 5)



Slika 5. Inkrementne linije rasta u zubnoj caklini

Postupak određivanja dentalne dobi na temelju biokemijskih postupaka asparatične kiseline unutar zubnih tkiva bazira se na postupku racemizacije to jest na stanju D i L forme asparatične kiseline. Rezultati znanstvenih studija na tom postupku pokazuju da točnost određivanja dobi nepoznatih ljudskih ostataka nije zadovoljavajuća.

I na kraju da zaključimo, brojne znanstvene studije na zubima i njihovi rezultati pokazali su da promatranje više parametara na zubu daje i kvalitetnije rezultate u odnosu na promatranje samo jednog obilježja. Uvijek je potrebno koristiti nekoliko postupaka za procjenjivanje dentalne dobi, a jedan od najboljih koji se nameće je postupak po Solheimu (za odraslu i stariju dob), odnosno atlas tehnika s promatranjem stupnja mineralizacije (za dječju dob). Kao potvrda tome idu u prilog i rezultati Identifikacijskog tima u Hrvatskoj te veliki broj postignutih identifikacija upravo na stvaranju dentalnog profila kao pripomoć u identifikaciji žrtava rata 1991.

ODREĐIVANJE DOBI U DJECE

Doc. dr. sc. Ivana Ćuković - Bagić

Zavod za pedodonciju

Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Kronološka dob djeteta bitna je u mnogim situacijama u svakodnevnom životu. Za razliku od odraslih, gdje je točnost većine morfoloških metoda za utvrđivanje dobi znatno smanjena, u djece i adolescenata morfološke metode koje se

temelje na radiološkom istraživanju dentalnog i skeletnog razvoja upravo su metode izbora za što točnije određivanje dobi. Djeca iste kronološke dobi mogu pokazivati znatnu varijabilnost u stupnju zrelosti. No, dentalna zrelost igra vrlo važnu ulogu u određivanju kronološke dobi djece radi toga što se dentalni pokazatelji od svih pokazatelja smatraju najmanje varijabilnim pa prema tome i najtočnijim.

Također je poznato da se određivanje stupnja dentalne kalcifikacije smatra boljom metodom za određivanje biološke dobi pacijenta od samog promatranja zuba čiji je klinički izgled pod utjecajem i lokalnih i općih faktora. Tako postoji niz metoda koje su se razvile s namjerom da se procijeni dentalna dob pomoću stupnja kalcifikacije koja se pak očitava radiografski na trajnim zubima djece i adolescenata.

Tehnike koje pomoću atlasa promatraju određene morfološke faze mineralizacije svih zuba, temelje se na analizi dobrih ortopantomogramskih snimaka. U usporedbi s mineralizacijom kosti, faze mineralizacije zuba su manje pod utjecajem varijacija, gledajući nutricijski i endokrini status djeteta, pa se stoga zubi u razvoju smatraju indikatorom vrlo točnog određivanja kronološke dobi.

Tablice **Schoura i Masslera** predstavljaju klasičan primjer za određivanje dobi prema atlasu. Ti autori su opisali dvadeset kronoloških faza dentalnog razvoja počevši od 4. mjeseca života pa sve do 21. godine života, koje usporedbom s individualnim dentalnim razvojem daju korisnu procjenu kronološke dobi.

Moorrees i suradnici napravili su tablice za djevojčice i dječake podijelivši sazrijevanje trajnih zuba u četrnaest različitih faza počevši od "inicijalne formacije kvržice" pa sve do "potpunog zatvaranja vrška korijena". Na taj način se za svaki zub može očitati kronološka dob koja se temelji na mineralizaciji i fazi razvoja specifičnog zuba.

Anderson i suradnici razvijali su sistem Moorreesa i sur. za sve zube uključujući i treće kutnjake. Tablice koje su

nastale kao rezultat nadopunjenih i izmijenjenih Moorreesovih tablica smatraju se vrlo poučnim i jasnim i mogu se primijeniti na širi raspon mladih osoba.

Rezultat analiza **Gustafsona i Kocha** jest dijagram razvoja zuba, koji prikazuje korelaciju između razvoja zuba i dobi, a temelji se na četiri razvojne faze zuba (inicijacija kalcifikacija, završetak rasta krune, erupcija i završetak rasta korijena), s preciznošću od +/- dva mjeseca. Metoda je lako primjenjiva, no samo u dobi od 3 do 13 godina, a dijagram se očitava uz pomoć ravnala.

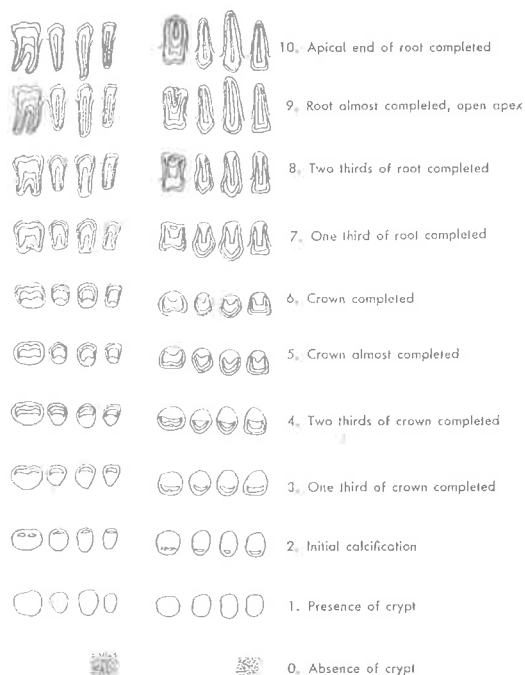
Korak dalje učinili su Demirjian i njegovi suradnici i uveli određivanje dobi prema sistemu bodovanja.

Demirjian i suradnici pokušali su pojednostavniti utvrđivanje kronološke dobi i ograničiti broj faza razvoja zuba na osam, pridajući im oznaku od "A" do "H", a analizirali su prvih sedam zubi lijevog donjeg kvadranta. Temeljem statističke analize dobili su oznaku za zrelost za svaki od tih sedam zuba (i to jednu od osam razvojnih faza), uz diferencijaciju prema spolu. Konačno, zbrajajući tih osam bodova dobiva se rezultat ukupne zrelosti kojom se može procijeniti kronološka dob. (Slika 6.)

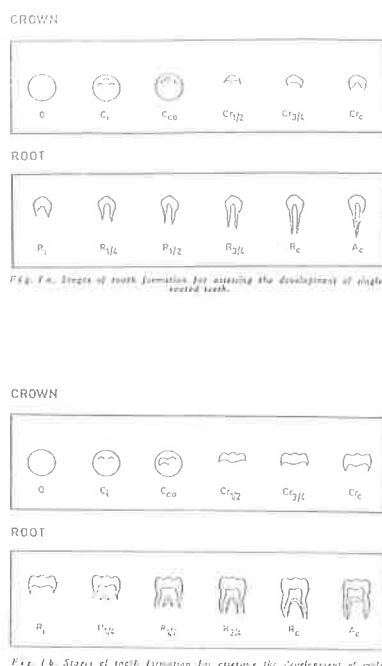
Budući da se kroz literaturu provlače mnoga istraživanja koja govore o Demirjianovoj metodi u smislu precjenjivanja dobi, **Willems i suradnici** su ponovili Demirjianovo istraživanje na uzorku belgijske bijele populacije. Statističkom analizom formirane su nove tablice za djevojčice i dječake u kojima se kroz bodove za zrelost različitih zuba može izravno procijeniti individualna kronološka dob.

Haavikko, Demirjian i Goldstein predložili su korištenje smanjenog broja pojedinih grupa zuba radi uštede vremena ili u slučajevima kad nisu vidljivi svi zubi iz kvadranta. (Slika 7)

Osim Demirjianove metode, postoji još jedna metoda, po **Nolli**, koja je široko primjenjivana kako u kliničkoj praksi tako i u procesima učenja. Izvorni Nollin članak govori o fazama razvoja lijeve strane gornjeg i donjeg zubnog luka. Proučava

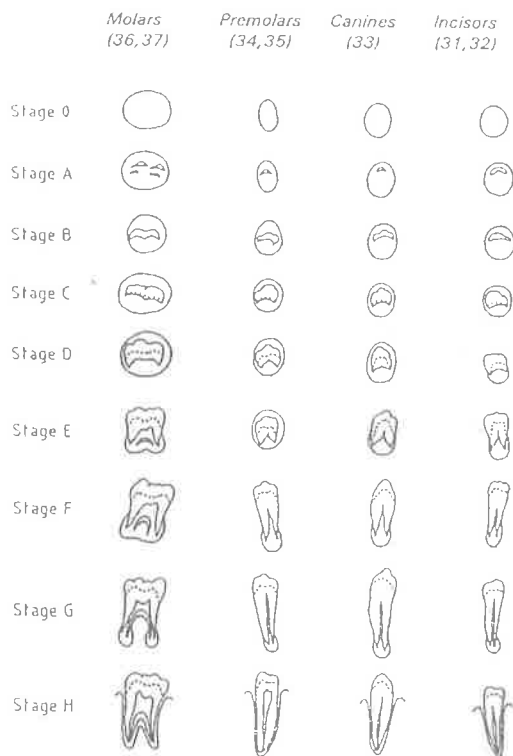


Slika 6. Grafički prikaz razvojnih faza zuba (Demirjian i suradnici, 1973.)



Slika 7. Grafički prikaz razvojnih faza zuba (Haavikko, 1974.)

PROCJENA DENTALNE DOBI U FORENZIČNIM POSTUPCIMA



Slika 8. Grafički prikaz razvojnih faza zuba (Nolla, 1960.)

se faza kalcifikacije za sve trajne zube i to prema stupnju kalcifikacije koji se temelji na 10 stupnjeva zrelosti počevši od stupnja 1 (gdje nema znakova kalcifikacije) pa do stupnja 10 (gdje je završen apeks), uz oznaku stupnja 0 ako nedostaju zamenci zuba. (Slika 8)

Novija istraživanja omogućuju nam i preciznije utvrđivanje dobi, i to ne samo određivanjem stupnja kalcifikacije zuba, već i slijeda nicanja zuba, što je za forenzičnu analizu itekako potrebno. Iako se čini da za forenzičara niti jedna od tehnika nije ujedno i lagana za primjenu i dovoljno praktična, budući da većina tehnika dovodi do precjenjivanja dobi (ovisno o metodi), Demirjianova metoda i dalje ima najbolje rezultate. No, najnovija istraživanja daju nam uvid u metode koje su još lakše za primjenu, a s objektivnijim rezultatima. Istraživanje **Fotija i suradnika** pokazuje kako se mogu primijeniti matematički (kalkulacijski) modeli za izračunavanje dobi koji su jednostavni za izračun i procjenu materijala, a temelje se na brojanju izniklih zuba i/ili zametaka i primjenjivi su i na kliničkom i na radiološkom materijalu. Štoviše, spomenuta metoda pokriva dob pacijenata između 6 i 20 godina, što je obično prema forenzičarskim dosjeima dob mlade populacije koja se najčešće obrađuje. Ta metoda određivanja dobi daje slične rezultate kao i druge antropološke metode, no predstavlja originalni pristup za forenzične stomatologe.

MODEL BROJ 1

Model broj 1 temelji se na integraciji svih varijabli, omogućuje utvrđivanje dobi mrtve i žive osobe pomoću ortopantomograma, uključujući i zametke zuba.

Dob se izračunava iz sljedeće formule:

UTVRĐENA DOB MODELOM 1

$$= 16,088 - (0,226 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 1. kutnjaka}) + (1,564 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 2. kutnjaka}) + (0,832 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 3. kutnjaka}) + (0,912 \times \text{broj izniklih donjih 3. kutnjaka}) - (1,699 \times \text{broj zametaka na ortopanu osim zametaka 3. kutnjaka})$$

MODEL BROJ 2

Model broj 2 temelji se na svim varijablama, osim varijabli zametaka. Ovaj model je primjenljiv za korištenje u slučajevima kada ortopantomogram nije dostupan, nego je moguć jedino klinički pregled. Podatke za ovaj model prikupili smo iz ortopantomograma simulirajući klinički pregled.

Dob je utvrđena iz sljedeće formule:

UTVRĐENA DOB MODELOM 2

$$= 13,652 - (0,154 \times \text{broj izniklih mliječnih gornjih sjekutića}) - (0,236 \times \text{broj izniklih mliječnih gornjih kutnjaka}) + (0,314 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 1. kutnjaka}) - (1,748 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 2. kutnjaka}) + (1,012 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 3. kutnjaka}) + (0,944 \times \text{broj izniklih donjih 2. kutnjaka}) + (1,537 \times \text{broj izniklih donjih 3. kutnjaka})$$

MODEL BROJ 3

Model broj 3 temelji se na varijablama zuba gornje čeljusti, osim zubnih zametaka. Ovaj model je primjenljiv u slučaju nepotpunih skeletnih ostataka, kada su dostupni samo zubi gornje čeljusti. Podatke za ovaj model prikupili smo iz ortopantomograma simulirajući klinički pregled zuba gornje čeljusti kao kod nepotpunog skeletnog ostatka.

Dob je utvrđena iz sljedeće formule:

UTVRĐENA DOB MODELOM 3

$$= 13,704 - (0,567 \times \text{broj izniklih mliječnih sjekutića}) - (0,367 \times \text{broj izniklih mliječnih gornjih kutnjaka}) + (0,530 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih očajnika}) - (1,449 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 1. kutnjaka}) + (1,359 \times \text{broj izniklih trajnih gornjih 2. kutnjaka}) + (2,041 \times \text{broj izniklih gornjih 3. kutnjaka})$$

MODEL BROJ 4

Model broj 4 temelji se na varijablama zuba donje čeljusti, osim varijabli zubnih zametaka i primjenjiv je na nepotpune skeletne ostatke, kad su dostupni samo zubi u donjoj čeljusti. Podatke za ovaj model prikupili smo iz ortopantomograma simulirajući klinički pregled zuba donje čeljusti kao kod nepotpunog skeletnog ostatka, s jedino dostupnom donjom čeljusti.

Dob je utvrđena iz sljedeće formule:

UTVRĐENA DOB MODELOM 4

$$= 9,726 - (0,571 \times \text{broj izniklih mliječnih drugih sjekutića}) - (0,378 \times \text{broj izniklih trajnih donjih očajnika}) + (0,579 \times \text{broj izniklih donjih pretkutnjaka}) + (1,056 \times \text{broj izniklih trajnih donjih 2. kutnjaka}) + (2,236 \times \text{broj izniklih 3. kutnjaka})$$

Literatura:

1. Moorrees CF, Fanning EE, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 1963; 42: 1490-1502.
2. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of age assessment. *Hum Biol* 1973; 45: 211-227.
3. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol* 1976; 3: 411-421.
4. Nolla C. The development of the permanent teeth. *J Dent Child* 1960; 27: 254-266.
5. Gustafson G, Koch G. Age estimation up to 16 years based on dental development. *Odontol Rev* 1974; 25: 297-306.
6. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc* 1974; 70: 15-19.
7. 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): 893-895.
8. Foti B, Lalys L, Adalian P, Giustiniani J, Maczel M, Signoli M, Dutour O, Leonetti G. New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. *Forensic Sci Int* 2003; 132: 49-56.
9. Brooks ST, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Ascadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods. *Hum Evolution* 1990;5: 227-238.
10. Iscan MY, Loth SR, Wright RK. Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *J Forensic Sci* 1984;29: 1094-1104.
11. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odontostomatol* 2001;19: 9-17.
12. Moorrees CFA, Fanning A, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 1963;42: 1490-502.
13. Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *J Forensic Sci* 1976;21: 191-200.
14. Johanson G. Age determinations from human teeth. *Odont Revy* 1971;22 (Suppl.21): 1-126.
15. Gustafson G. Microscopic examination of the teeth as a means of identification in forensic medicine. *J Am Dent Assoc* 1947;35: 720.
16. Gustafson G. Age determinations on teeth. *J Am Dent Assoc* 1950; 41:45-54.
17. Weber DF, Eisenmann DR. Microscopy of the neonatal line in developing human enamel. *Am J Anat* 1971;132: 375-391.
18. Whittaker DK, Richards D. Scanning electron microscopy of the neonatal line in human enamel. *Arch Oral Biol* 1978;23: 45-50.
19. Helfman PM, Bada JL. Asparatic acid racemization in dentine as a measure of ageing. *Nature* 1976, 262;279-281.
20. Solheim T. Dental attrition as an indicator of age. *Gerodontology* 1988; 4:299-304.
21. Bang G, Ram E. Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scand* 1970;28: 3-35.
22. Solheim T. Dental root translucency as an indicator of age. *Scand J Dent Res* 1989;97: 189-97.
23. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scand J Dent Res* 1992; 100: 193-9.
24. Solheim T. Dental cementum apposition as an indicator of age. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 510-19.
25. Brkić H, Strinović D, Šlaus M, Zečević D, Miličević M. Dental identification of war victims from Petrinja in Croatia 1997; 110: 47-51.
26. Brkić H, Kaić Z, Keros J, Njemirovskij V. Determination of the war victims age by teeth. The 9th Ljudevit Jurak international symposium on comparative pathology. Zagreb, June 5-6, 1998. book of abstracts pp 57.
27. Brkić H, Strinović D, Kubat M, Petrovečki V. Odontological identification of human remains from mass graves in Croatia. *Int J Legal Med* 2000;
28. Brkić H i sur. Forenzična stomatologija. Zagreb:Školska knjiga, 2000.
29. Miličević M. Određivanje dentalne dobi uporabom antropoloških parametara na zubima. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Stomatološki fakultet, Disertacija, 2003.
30. Solheim T. A new method for dental age estimation in adults. *Forensic Sci Int* 1993; 59: 137- 147.