

# Kraniofacijalni rast

---

Štimac, Danira; Žigante, Martina; Pavlić, Andrej; Špalj, Stjepan

Source / Izvornik: **Fissura, 2019, 5, 10 - 16**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:717915>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



# Kraniofacijalni rast

**Danira Štimac**, dr. med. dent.

**Martina Žigante**, dr. med. dent.<sup>1</sup>

**Andrej Pavlić**, dr. med. dent.<sup>1</sup>

Prof. prim. dr. sc. **Stjepan Špalj**, dr. med. dent.<sup>1</sup>

1. Katedra za ortodontiju,  
Sveučilište u Rijeci,  
Medicinski fakultet

**Sažetak:** Poznavanje rasta i razvoja kraniofacijalnog kompleksa od osobite je važnosti za svakog doktora dentalne medicine. Treba poznavati što, kada i kako priroda radi, da bi se moglo utjecati na njezine puteve. Problemi koji se opažaju u odrasloj dobi često imaju pozadinu u razvoju denticije i cijelog kraniofacijalnog kompleksa. Termini rast i razvoj nisu sinonimi te ih je potrebno razlikovati.

**Ključne riječi:** Kraniofacijalni kompleks; Rast; Razvoj

**Summary:** Knowledge of the growth and development of the craniofacial complex is of particular importance for each dentist. It is essential to know what, when and how nature does in order to affect its paths. Problems which are perceived in adulthood often have the background in the development of dentition and craniofacial complex. Terms growth and development are not synonyms and it is necessary to differentiate them.

**Keywords:** Craniofacial Complex; Development; Growth

## UVOD

Poznavanje rasta i razvoja kraniofacijalnog kompleksa od osobite je važnosti za svakog doktora dentalne medicine. Rast označava povećanje veličine, odnosno fizičko povećanje broja stanica, tkiva, organa ili organizma u cijelosti, dok razvoj podrazumijeva povećanje složenosti. Osnovni koncepti rasta kosti i okolnog mekog tkiva u kraniofacijalnom kompleksu su preoblikovanje i pomicanje. Kosti mogu rasti enhondralnim ili intramembranoznim okoštavanjem. Enhondralni tip okoštavanja znači da se hrskavično tkivo tijekom vremena zamjenjuje koštanim tako da je na kraju rast moguć samo na suturama. Kosti kalvarije, maksila i mandibula rastu intramembranoznim tipom okoštavanja. Budući da nema zamjene hrskavice, rast maksile odvija se apozicijom kosti na suturama koje povezuju maksilu s kranijem i površinskom remodelacijom. Za razliku od maksile, kod mandibule postoji i enhondralna osifikacija koja se odvija u tempo-

**Dopisni autor:**  
Martina Žigante  
mzigante0@gmail.com

romandibularnom zglobu. Tijekom postnatalnog rasta odvijaju se neprekidne i dinamične promjene pri čemu se smjenjuju periodi više i manje intenzivnog rasta. Gledajući u cjelini, može se reći kako kosti lica rastu prema gore i natrag, čime se u prostoru pomiču prema dolje i naprijed.

Tijekom vremena razvile su se različite metode praćenja rasta. Neke od tih metoda su kranimetrija, antropometrija, rendgenkefalometrija, trodimenzionalne (3D) kompjutorizirane tehnike te procjena maturacije kralježaka ili osifikacije kostiju šake radi procjene skeletne zrelosti, te stupanj mineralizacije trajnih zuba radi procjene dentalne zrelosti.

## TEORIJE RASTA

Rast označava povećanje veličine, odnosno fizičko povećanje broja stanica, tkiva, organa ili organizma u cijelosti, dok razvoj podrazumijeva povećanje kompleksnosti i složenosti. Stedman je 1990. godine termin razvoja opisao kao progresiju iz embrionalne i niže faze razvoja u odrasli i kompleksniji stadij<sup>[1]</sup>. Rast predstavlja anatomske fenomen od kvantitativnog značaja dok je razvoj fiziološki fenomen kvalitativne prirode. Potrebno je razlikovati mjesta rasta od centara rasta. Mjesto rasta je samo mjesto na kojem se rast odvija dok je centar rasta genetski determiniran i tu se odigrava neovisan rast. To znači da su svi centri rasta istovremeno i mjesta rasta, ali mjesta rasta ne moraju biti i centri rasta. U centre rasta kraniofacijesa spadaju suture između membranoznih kostiju lubanje i čeljusti, nazalni septum, epifizealna hrskavica dugih kostiju, ali ne i kondil mandibule. Kondil mandibule, tuber maksile, alveolarni nastavak, kranijalne i facijalne suture i sinhondroze kranijalne baze su mjesta intenzivnog rasta. Na razvoj kraniofacijesa utječu mnogi čimbenici, kao što su genetski materijal unutar same stanice ili tkiva, hormoni rasta, spolni hormoni, mišićne sile, ortodontska terapija, fizička aktivnost kao i opskrba hranom i kisikom<sup>[2]</sup>.

Postoji nekoliko teorija koje su pokušale razjasniti centre kraniofacijalnog rasta. Sicher je zastupnik teorije suturalne dominacije koja zastupa stav da se genetska kontrola očituje direktno na razini kosti<sup>[3]</sup>. Zagovornici ove teorije smatrali su da su suture centri rasta, no utvrđeno je da suturalno tkivo, ako je transplantirano na drugo mjesto, prekida svoj rast. Stoga se može zaključiti da suture ipak nisu primarni, genetski determinirani centri nego samo adaptivna mjesta rasta. Na suture se može utjecati ortodontski i ortopedski te tako stimulirati rast u suturi palatini mediani napravom za forsirano cijepanje maksile, stimuli-

rati rast cirkummaksilarnih sutura obraznom maskom te kočiti rast cirkummaksilarnih sutura obraznim lukom (engl. *headgear*)<sup>[3]</sup>. Scottova teorija govori da je hrskavica odrednica kraniofacijalnog rasta. Tako nazalni septum čini primarni utjecaj na maksilarni rast, a hrskavica na kondilu mandibule determinira rast mandibule. Nekada se mandibula zamišljala analogno dugoj kosti koja se modificira i savija u obliku potkove kojoj je uklonjena epifiza tako da na krajevima mandibule postoji hrskavica. Tada bi uistinu hrskavica na mandibularnom kondilu trebala biti centar rasta. No istraživanja su pokazala da je ova analogija ipak netočna. Važnost hrskavice nazalnog septuma vidljiva je kod pacijenata s orofacijalnim rascjepima kod kojih deficit septuma uzrokuje smanjen impuls za sagitalni rast maksile. Scottova teorija je danas djelomično prihvaćena. Hrskavica septuma većim dijelom daje mehaničku potporu za sagitalni rast kostiju nosa, no ne i za vertikalni te nije primarni, genetski determinirani centar rasta maksile<sup>[4]</sup>. Mossova teorija funkcionalnog matriksa objašnjava rast lica kao odgovor na funkcionalne zahtjeve. Moss smatra da ni hrskavica nazalnog septuma ni hrskavica mandibularnog kondila ne određuju rast čeljusti, nego su meka tkiva upravo ta koja rastu, a hrskavica i kost samo reagiraju na taj rast. Primarni je dakle, rast mekih tkiva, a sekundarna je reakcija kosti i hrskavice. Stoga funkcionalni matriks obavlja funkciju i vodi rast, a skeletna jedinica podupire i štiti sustav. Jedan od dokaza ove teorije je rast mozga. Mozak svojim rastom vrši pritisak na kranijalni svod, pri čemu dolazi do razdvajanja kosti na suturama, a između sutura dolazi do nastajanja nove kosti. Na taj način oblik kranijalnog svoda direktna je posljedica rasta mozga. Za rast maksile i mandibule odlučujući faktori su povećanje nosne i oralne šupljine, čiji je rast pod utjecajem funkcionalnih zahtjeva. U skladu s tom teorijom, gubitak hrskavice nema utjecaja na rast, ako je očuvana normalna funkcija. Primjer je fraktura mandibularnog kondila, gdje fraktura sama za sebe neće utjecati na rast. Kondili se mogu dobro regenerirati nakon traume, pa čak i prerasti normalu veličinu, a kočenje rasta uglavnom je posljedica mekih tkiva, odnosno ožiljka ili ankiloze koji sprječavaju obavljanje normalnih funkcija. Ovom teorijom mogu se objasniti i specifične koštane izbočine na mandibuli. Naime, angulus mandibule u svome obliku nastao je zbog djelovanja maseteričnog i medijalnog pterigoidnog mišića, a koronoidni nastavak mandibule pod djelovanjem temporalnog mišića. Mišići zbog svoje kontrakcije "izvlače" taj dio kosti. U prilog tome ide činjenica da djeca koja

## Kraniofacijalni rast

Pregledni članak

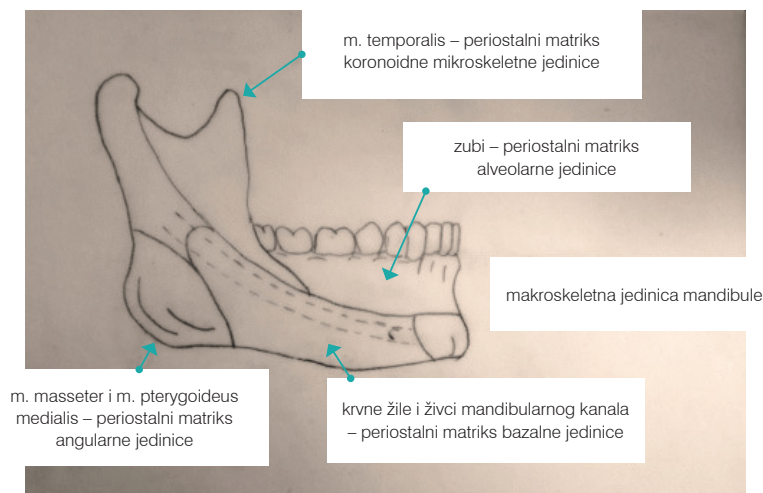
imaju određene mišićne distrofije nemaju te izbočine. Mandibula se može promatrati kao makroskeletna jedinica koju čine četiri mikroskeletne jedinice – koronoidna, angularna, alevolarna i bazalna mikroskeletna jedinica. Maseterični i medijalni pterigoidni mišić čine periostalni matriks angularne mikroskeletne jedinice, a temporalis periostalni matriks koronoidne jedinice. Sukladno tome, zubi čine periostalni matriks alveolarne jedinice, a krvne žile i živci mandibularnog kanala periostalni matriks bazalne jedinice mandibule (Slika 1) [5].

Iz prethodnog je vidljivo da se funkcionalni matriks može raščlaniti na periostalni matriks (njegov razvoj stimuliraju hvatišta mišića, krvne žile i živci svojim ležištem i prolaskom kroz koštane otvore te zubi koji nicanjem stimuliraju rast alevolarnih nastavaka) i kapsularni matriks (povećanje mase mekih kiva (mozga, oka) te funkcionalnih prostora (nosne i usne šupljine)). Na primjeru neurokranija može se reći da je neurokranij makroskeletna jedinica, temporalna kost mikroskeletna jedinica, mozak kapsularni matriks, a temporalni mišić periostalni matriks. Ortodontska terapija funkcionalnim napravama (poput Frankelove naprave i bionatora) bazirana je upravo na Mosssovoj teoriji da modifikacijom funkcionalnog matriksa dobivamo odgovor i skeletne jedinice.

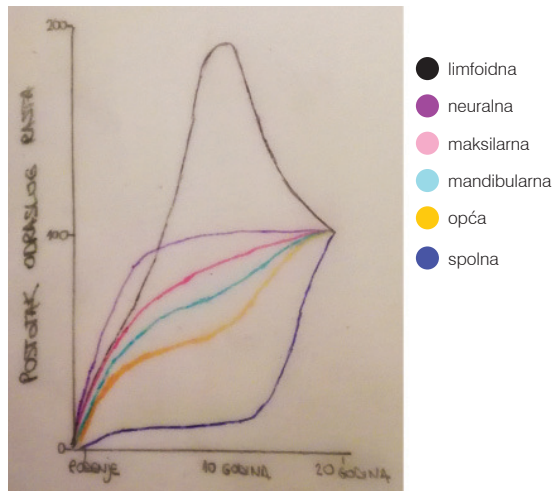
Multifaktorijalna teorija kontrole rasta (Limborgh, 1970.) u razmatranje je uzela sve prethodne teorije te donosi stav da se genetska kontrola očituje izvan skeletnog sustava te se rast pojavljuje jedino kao odgovor na signale iz drugih

tkiva. Čimbenici koji utječu na rast su genetski, epigenetski i okolišni, a mogu biti opći i lokalni. Epigenetski čimbenici su svi biokemijski, bioelektrični i biofizički parametri koji su trenutno prisutni intra, inter ili ekstracelularno, a koji su rezultat djelovanja stanica, tkiva, organa ili organizma. Unutarnje genetske čimbenike čini genetski materijal svojstven samoj stanici. Lokalni epigenetski čimbenici su genetski determinirani, ali djeluju indirektno preko susjednih struktura kao što su mozak, oči i unutarnje uho, dok su opći epigenetski čimbenici genetski determinirani utjecaji preko udaljenih struktura kao što su hormon rasta i spolni hormoni. Okolišni čimbenici mogu biti lokalni (mišićne sile, ortodontska terapija) te opći (opskrba hranom i kisikom) [1]. Rast hondrokranija (sinhondroze i kondil) provodi se enhondralnom osifikacijom, a kontroliran je unutarnjim genetskim čimbenicima. Rast dezmozokranija (suture i periost) provodi se intramembranoznom osifikacijom, a kontroliran je uglavnom lokalnim epigenetskim te lokalnim okolišnim čimbenicima. Vrlo mali utjecaj na rast hondrokranija i dezmozokranija imaju opći epigenetski i opći okolišni čimbenici.

Postoje još mnoge teorije koje su pokušale razjasniti rast i razvoj kao što je remodelacijska teorija (Sanstedt, 1980.) koja zastupa stajalište da rast kraniofacijesa isključivo ovisi o apoziciji i resorpciji kosti, tj. remodelaciji, te genetička teorija (Brodie, 1940.) koja se zasniva na shvaćanju rasta kao direktne kontrole gena [6]. Različita tkiva imaju različit vremenski period intenzivnog rasta, što je na-



Slika 1. Mikro i makroskeletna jedinica



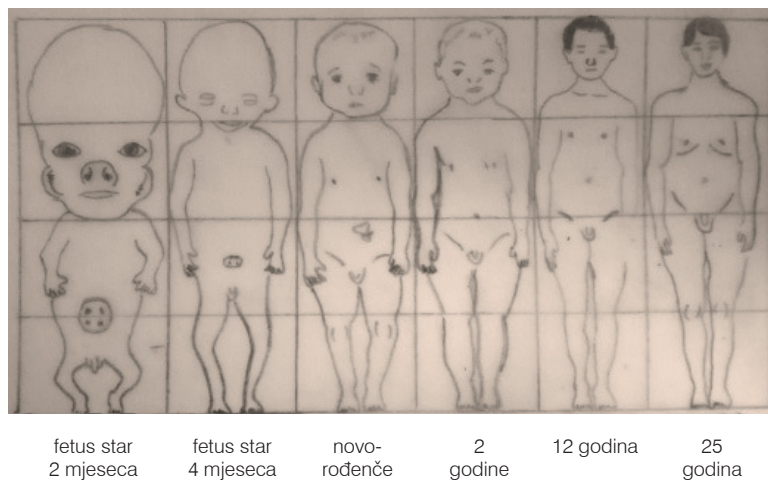
Slika 2. Scammonove krivulje rasta

ročito bitno s obzirom na to da kalvarija i orbita prate rast neuralnog tkiva koje intenzivno raste do šeste godine, a limfna i mišićna tkiva kasnije sazrijevaju i mogu utjecati na rast ostalih struktura kraniofacijalnog sustava. Scammonove krivulje rasta upravo dovode u odnos kronološku dob s rastom limfoidnog, neuralnog i genitalnog tkiva te općim tjelesnim rastom (Slika 2). Neuralno tkivo u potpunosti završava svoj rast oko šeste ili sedme godine života te se ne mijenja tijekom adolescencije. Ostala tkiva su pod utjecajem tzv. hipofiznih gonadotropina iz prednjeg režnja

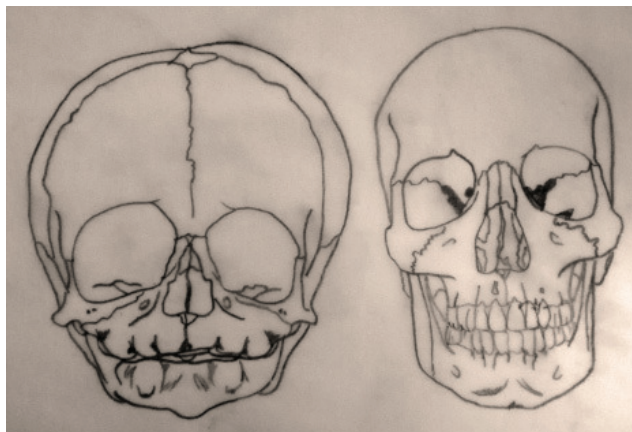
hipofize te imaju krivulju rasta u obliku slova S. To znači da mišići, kosti i visceralno tkivo imaju manji potencijal rasta tijekom djetinjstva, a ubrzanje slijedi tijekom adolescencije. Limfoidno tkivo najveći rast bilježi tijekom kasnog djetinjstva kad je na svome vrhuncu, a zatim involuira u vrijeme kada genitalni rast ubrzava svoj razvoj<sup>[2]</sup>. Maksila u svom rastu uglavnom slijedi neuralnu krivulju rasta, a mandibula krivulju općeg tjelesnog rasta. Kefalokaudalni gradijent rasta objašnjava promjenu ukupnih proporcija tijela tijekom rasta i razvoja. Oko trećeg mjeseca intrauterinog života glava zauzima 50 % ukupne dužine tijela. Nasuprot tome, ekstremiteti su još uvijek rudimentarni i trup je nerazvijen. Nakon rođenja, trup i ekstremiteti ubrzavaju svoj rast, a glava tada čini 30 % proporcije cijelog tijela. Tijekom postnatalnog života dolazi do sve većeg rasta donjih ekstremiteta, a glava čini 12 % (Slike 3 i 4). Kefalokaudalni gradijent rasta upravo označava povećanje rasta od glave prema nogama<sup>[1]</sup>.

### PRINCIPI RASTA

Enlow i Hans opisuju dvije osnovne vrste principa rasta: preoblikovanje (remodelacija) i pomicanje. Ovaj koncept odnosi se na kost i okolno meko tkivo u kraniofacijalnom kompleksu. Pregradnja ili remodelacija uključuje promjene u veličini i obliku kostiju te spajanje zasebnih kostiju i njihovo slaganje. Pomicanje je proces kojim se između kostiju stvara prostor koji nastaje njihovim rastom. Resorpcija i



Slika 3. Promjene tjelesnih proporcija



Slika 4. Promjene proporcija glave

apozicija su dio procesa remodelacije i pomicanja <sup>[7]</sup>. Kostii mogu rasti enhondralnim ili intramembranoznim okoštavanjem. Enhondralni tip okoštavanja znači da se hrskavično tkivo s vremenom zamjenjuje koštanim, a napretkom rasta udio novonastalog hrskavičnog tkiva se smanjuje, tako da je na kraju rast moguć samo na suturama. Takav tip okoštavanja pojavljuje se kod dugih i plosnatih kostiju, kranijalne baze, kondila te nosne hrskavice.

Kosti kalvarije, maksila i mandibula rastu intramembranoznim tipom okoštavanja. Budući da nema zamjene

hrskavice, rast maksile odvija se u dva pravca, apozicijom kosti na suturama koje povezuju maksilu s kranijem i površinskom remodelacijom.

Rast kranijalne baze i okolnih mekih tkiva pomiče maksilu translatorno prema dolje i naprijed. Tijekom prostornog pomicanja maksile prema naprijed i dolje, straga i gore idealno su postavljeni uvjeti za proliferaciju kosti. Sve do otprilike šeste godine upravo rast kranijalne baze važan je dio rasta maksile prema naprijed. Nakon šeste godine prestaje rast kranijalne baze, a rast na suturama



Slika 5. V princip rasta – apozicija kosti na unutarnjoj površini (+) i resorpcija na vanjskoj površini (-)

je jedini mehanizam koji dalje pomiče maksilu prema naprijed. Kako se maksila pomiče naprijed, njena prednja površina se remodelira i resorbira tako da je cijela prednja površina maksile upravo mjesto resorpcije, osim malog dijela oko spine nasalis anterior. Istovremeno se odvijaju dva prilično različita procesa tijekom rasta maksile. Cijeli nazomaksilarni kompleks pomiče se prema dolje i naprijed u odnosu na kranij, a istovremeno se odvija i remodelacija prednje površine. No, u području nepca dolazi do površinske apozicije kosti putem remodelacije, dok se resorpcija odvija na strani okrenutoj nosu. Ukupno pomicanje nepčanog svoda prema dolje znatno je veće nego premještanje.

Kod mandibule, za razliku od maksile, karakteristična je enhondralna i periostalna aktivnost. Enhondralna osifikacija odvija se u temporomandibularnom zglobu jer su površine kondila mandibule prekrivene hrskavicom. Mandibula se isto kao i maksila premješta prema naprijed i dolje u prostoru, a raste prema gore i straga kao odgovor na to premještanje, održavajući svoj kontakt s lubanjom. Paralelno s apozicijom kosti na stražnjim dijelovima ramusa mandibule, s prednjih površina ramusa odvija se resorpcija velike količine kosti i na taj način tijelo mandibule raste u dužinu. Tijekom prvih ispitivanja teorija rasta očekivalo se da je centar rasta upravo ispod zuba tako da brada može rasti prema naprijed. Međutim, to se ne događa jer nema hrskavice iz koje bi došlo do intersticijskog rasta kosti. Naime, prominencija brade tijekom sazrijevanja rezultat je resorpcije kosti između brade i baze alveolarnog nastavka u kombinaciji s translatornim pomicanjem brade prema naprijed. Mjesta rasta u razvoju mandibule su kondilarni nastavak, koronoidni nastavak, alveolarni nastavak te stražnji rub ramusa, dok su uzlazni krak, angulus i simfiza izrazita polja remodelacije<sup>[8]</sup>. Rast mandibule objašnjava se „V” principom rasta, gdje se sprijeda događa resorpcija, a straga apozicija, te se na taj način mandibula širi poput slova V (*Slika 5*)<sup>[9]</sup>. Mandibula tek rođenog djeteta mala je i nerazvijena u odnosu na lice i maksilu. Tijekom djetinjstva, ramus je lokaliziran u području prvog mliječnog molara, a progresivnom remodelacijom ramusa tijekom adolescencije stvara se prostor za nicanje trajnih molara. Mandibula će maksilu veličinom dostići tek kasnije rastom ramusa, razvitkom žvačnih mišića i sporijim razvitkom srednje lubanjske jame.

U prostornim ravninama i maksila i mandibula prvo završavaju rast u širinu. To se događa prije adolescentnog skoka rasta i kasnije se minimalno mijenja. Rast u dužinu i

visinu odvija se još tijekom puberteta, pri čemu vertikalni rast u dječaka i djevojčica traje dulje od rasta u dužinu. Gledajući u cjelini, može se reći kako kosti lica rastu prema gore i natrag, čime se u prostoru pomiču prema dolje i naprijed<sup>[2]</sup>. Tijekom postnatalnog rasta odvijaju se neprekidne i dinamične promjene, pri čemu se smjenjuju periodi intenzivnog i manje intenzivnog rasta. Zahvaljujući procesima apozicije i resorpcije, remodeliranja kostiju, razvitka sinusa, razvitka alveolarnih nastavaka i nicanja zuba dolazi do znatnih promjena u proporcijama viscerokranija<sup>[8]</sup>.

## METODE PRAĆENJA RASTA

Osnovna podjela metoda proučavanja rasta je na direktne i indirektne metode. Direktne metode služe za proučavanje određenih organa ili organskih sustava koji su bitni za sam rast, dok su indirektne metode manje precizne od direktnih te ih koristimo kada nismo u mogućnosti koristiti direktne metode<sup>[10]</sup>. Direktne metode proučavanja rasta su kranimetrija, antropometrija, rendgenkefalometrija, 3D kompjutorizirane tehnike.

Kranimetrija je metoda proučavanja rasta na suhim lubanjama pomoću kefalometra i antropološkog kliznog šestara<sup>[2]</sup>.

Antropometrija je metoda proučavanja rasta analogna kranimetriji, samo što se mjerenja vrše na živim osobama. Točke koje se inače mjere na suhim lubanjama mjere se na živim osobama, samo što meka tkiva prekrivaju određene referentne koštane strukture. Velika prednost antropometrije je mogućnost longitudinalnog praćenja pojedinaca kroz vrijeme, tj. moguća su ponovljena mjerenja na istoj osobi<sup>[2]</sup>.

Rendgenkefalometrija ili kefalometrijska radiografija je standardizirana metoda izrade radiografskih snimki glave, kefalograma, koje se mogu koristiti za mjerenja kranija i orofacijalnog kompleksa. Osnovni zadatak rendgenkefalometrijske analize jest mjerenje linearnih i angularnih parametara na području glave, kako bi se individualno dobivene vrijednosti mogle usporediti s onima koje su utvrđene kao normalni za populaciju te se na taj način zaključilo o eventualnim morfološkim varijacijama i aberacijama u pojedinim segmentima kraniofacijalnog sustava<sup>[11]</sup>. Na osnovi kefalometrijske analize procjenjuje se odnos čeljusti prema bazi lubanje, međusobni odnos čeljusti, odnos zuba prema okolnoj kosti i utjecaj zuba na profil lica<sup>[12]</sup>.

Trodimenzionalno oslikavanje omogućuje trodimenzionalnu rekonstrukciju kranija i lica, a poseban dio primjene je u slučajevima facijalnih deformiteta. Najprimjenjivnije 3D tehnike obuhvaćaju stereofotografiju, lasersko skeniranje i kompjutoriziranu tomografiju [2].

Indirektne metode su način praćenja rasta gdje stupanj rasta ili mineralizacija određenih dijelova tijela određuju u kojem je stadiju rasta cjelokupni organizam. Na taj način možemo mjeriti skeletnu dob ispitanika, dentalnu ili spolnu dob [13]. Skeletna starost procjenjuje se po maturaciji kralježaka na laterolateralnim kefalogramima ili po osifikaciji kostiju šake na rendgenskoj snimci šake. Dentalna zrelost može se procijeniti na ortopantomogramu po stupnju mineralizacije trajnih zuba, a najčešće korištene metode procjene dentalne zrelosti razvili su Nolla, Demirjian i Moorrees. Spolna zrelost procjenjuje se po razvoju sekundarnih spolnih karakteristika [14].

Još jedan eksperimentalni pristup za praćenje skeletnog rasta je vitalno bojenje. Na životinjama je otkriveno da određeni aktivni agensi, ako se unesu u tkiva, reagiraju s kalcijem, a upravo to su mjesta aktivnog rasta. Na temelju toga danas se mogu unijeti u tkiva različiti radioaktivni metaboliti te se tako mogu otkrivati mjesta intenzivnog rasta, što ima posebnu primjenu kod pacijenata s problemima u rastu [2]. Druga eksperimentalna metoda je ugradnja metalnih implantata u čeljusti te longitudinalno praćenje kroz snimanje kefalometrijskih snimaka. Praćenje se radi tako da se implantati superponiraju, a okolna kost se prati u svome rastu i razvoju [15].

### PROMJENE TRAJNE DENTICIJE POVEZANE S KRANIOFACIJALNIM RASTOM TIJEKOM ADOLESCENCIJE

Tijekom adolescencije primjećuje se pojava zbijenosti mandibularnih inciziva za koju se smatra da je kasna ekspresija primarne zbijenosti [16]. Etiologija tercijarne zbijenosti je multifaktorijskog karaktera, a mogući uzroci su različita dinamika rasta i rotacije gornje i donje čeljusti, okluzija, dimenzije zubnog luka, veličina zuba, maturacija mekih tkiva, mastikatorne sile te nicanje umnjaka [14,17]. Rana tercijarna zbijenost javlja se između 13. i 18. godine života i smatra se da u etiologiji njenog nastanka prevladavaju maturacijski čimbenici. Kasna tercijarna zbijenost javlja se nakon 18. godine, a vjerojatno je uvjetovana regresijskim i degenerativnim čimbenicima [14]. Istraživanje provedeno na ortodontski netretiranim ispitanicima u dobi od 12 do 21 godine pokazalo

je kako čeljusti tijekom adolescencije rastu pomicanjem prema naprijed, pri čemu mandibula raste duže, odnosno više od maksile. Veći rast mandibule prati retruzija mandibularnih inciziva te popratno skraćivanje dužine mandibularnog zubnog luka i pojava zbijenosti mandibularnih inciziva. Pojava kasne zbijenosti mandibularnih inciziva u određenoj je mjeri povezana s rastom čeljusti, no ne može se reći da je rast same maksile ili same mandibule primarni uzrok tome. Vjerojatniji razlog nastanka zbijenosti je diferencijalni rast čeljusti, odnosno kombinacija ta dva rasta [18].

### LITERATURA

1. Dixon A, Hoyte D, Rönning O. Fundamentals of craniofacial growth. Boca Raton: CRC Press; 1997.
2. Proffit WR. Ortodoncija. Prijevod. 4th ed. Zagreb: Naklada Slap; 2010.
3. Opperman LA. Cranial sutures as intramembranous bone growth sites. Dev Dyn. 2000; 219:472-85.
4. Scott JH. Growth at the facial sutures. Am J Orthod. 1956;42: 381-7.
5. Premkumar S. Textbook of craniofacial growth. New Delhi: Elsevier; 2015.
6. Carlson D. Theories of craniofacial growth in the postgenomic era. Semin Orthod. 2005;11:172-83.
7. Enlow DH, Hans MG. Essential of facial growth. Philadelphia: WB Saunders; 1996.
8. Jurić H. Dječja dentalna medicina. Zagreb: Naklada Slap; 2015.
9. Rakosi T, Jonas I, Graber T. Orthodontic diagnosis (Color atlas of dental medicine). New York: Thieme Medical Publishers Inc; 1993.
10. Pugelnik Ž. Suvremene spoznaje o terapijskom poticanju i kočenju skeletnog rasta čeljusti [diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu; 2009.
11. Muretić Ž, Lauc T, Ferreri S. Rendgenska kefalometrija. Zagreb: Školska knjiga, 2014.
12. Lapter V. Gnatometrija ili kefalometrija (dijagnostička dilema). Acta Stomatol Croat. 1980;14:12-7.
13. Vlahović D. Kefalometrijska obilježja klase II u djece starosti od 12 do 14 godina [diplomski rad]. Split: Sveučilište u Splitu; 2017.
14. Špalj S, Katalinić A, Varga S, Radica N. Ortodontski priručnik. Rijeka: Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; 2012.
15. Bjork A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: Method and application. Am J Phys Anthropol. 1968;29:243-54.
16. Lindsey D, Alexander JR. The spacing of teeth in relation to age. J Dent. 1979;7:321-8.
17. Sayin M, Türkahraman H. Factors contributing to mandibular anterior crowding in the early mixed dentition. Angle Orthod. 2004;74:754-8.
18. Štimac D. Kraniofacijalni rast u adolescenciji [dissertation]. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet; 2017.