



Naziv vježbe:
Embrionalni razvoj čeljusti

Sadržaj vježbe:
TEORETSKI DIO

- Embrionalni razvoj čeljusti

PRAKTIČNI DIO

- Video prikaz embrionalnog razvoja
- Crtanje pojedinih faza razvoja lubanje i čeljusti
- Promatranje histoloških preparata razvoja čeljusti

PREMA: Carlson BM. Human embryology and developmental biology. Philadelphia: Mosby; 2004.
Duančić V. Osnove embriologije čovjeka. Zagreb; Medicinska knjiga; 1985.
Berkovits BKB; Holland GR; Mozhman BJ. Oral Anatomy, Histology and Embryology. Mosby; 2002.

Primitivno crijevo

- najveći do probavnog sustava se razvija iz **primitivnog crijeva**
- primitivno crijevo se formira tijekom odvajanja endodera od žumanjčane vreće
- proteže se duž čitave duljine zmetka i dijeli se na tri dijela: **prednje, srednje i stražnje crijevo**

Prednje crijevo

- Prednje crijevo tvori tzv. **ždrijelni (škržni, branhijalni) sustav** koji se sastoji od:
 - ždrijelnih vreća (endoderm)
 - ždrijelnih brađi (ektoderm)
 - ždrijelnih lukova (mezoderm)
 - ždrijelnih membrana (ektoderm i endoderm)

*Rathkeova vreća – dio osnove za razvoj hipofize

MAKSILARNI NASTAVAK
MANDIBULARNI NASTAVAK
ŽDRIJELNE VREĆE (1-4)
1 2 3 4
RATHKEOVA VREĆA
STOMODEUM
ŽDRIJELNI LUKOVI (1-4)
ZMETAK ŠTITNIJAČE
JEDNJKAK
DUŠNIK

Embrionalni razvoj čeljusti

Neuralna ploča i cefalizacija

- Razvoj glave i vrata počinje u ranoj fazi razvoja embrija i nastavlja se do završetka postnatalnog razvoja u adolescentskoj dobi
- Širenjem prednjeg kraja **neuralne ploče** započinje tzv. **cefalizacija** pri čemu budući mozek vrlo brzo postaje dominantni dio kraniofacijalnog područja

Prednje crijevo

- Prednje crijevo se sastoji od **kaudalnog i kranijalnog dijela**
- Kranijalni dio prednjeg crijeva leži u području glave i analogan je škržnom crijevu kod riba, pa se zato kranijalni dio prednjeg crijeva naziva još i **škržno crijevo**.

PREDNJE CRJEEVO

Ždrijelne vreće

- Na lateralnim dijelovima škržnog crijeva se nalazi četiri do pet pari izbočenja, koja se nazivaju **škržne** ili **ždrijelne vreće**.
- Prvi par ždrijelnih vreća leži neposredno iza ždrijelne membrane, a posljednji par u razini odvajanja jednaka od ždrijela.
- Ždrijelne vreće dopiru do odgovarajućih udubljenja na ektodermu, koja se nazivaju **ždrijelne brađe**.
- Prva ždrijelna vreća ostaje trajno i od nje se razviju tuba auditiva i *cavum tympani*.
- Druga ždrijelna vreća se tijekom razvoja povlači u zid ždrijela, u tonzilarnu udubinu, u kojoj nastaju **nečane tonzile**.
- Treća, četvrta i peta ždrijelna vreća se odvajaju od svoje podloga dajući osnovu za razvoj **epitelnih tjelešaca, timusa** i **ultimobranijalnog tijela** (od njega se razviju parafolikularne stanice koje luče kalcitonin).

MAKSILARNI NASTAVAK
MANDIBULARNI NASTAVAK
ŽDRIJELNE VREĆE (1-4)
1 2 3 4
RATHKEOVA VREĆA
ZMETAK ŠTITNIJAČE
JEDNJKAK
DUŠNIK
ŽDRIJELNI LUKOVI (1-4)
ZAMETAK ŠTITNIJAČE
JEDNJKAK
DUŠNIK

Embrionalni razvoj čeljusti

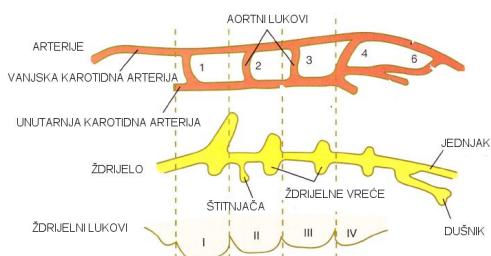
Ždrijelne brazde

- Postoje četiri **ždrijelne brazde**, međutim samo od prve škržne brazde nastaje vanjski **zvukovod**, dok ostale brazde s vremenom iščežnu.
- Mezenhim drugе ždrijelne brazde proliferira i prekriva ostale treću i četvrtu brazde. Tako brazde gube kontakt sa vanjskim dijelom i tvore šupljinu obloženu ektodermom – **cervikalni sinus**.
- Kada druga ždrijelna brazda ne preraste ostale u potpunosti, one ostaju u kontaktu s vanjskim dijelom kroz uski kanal koji se naziva **branhijalna fistula**.

Ždrijelni lukovi

- Ždrijelni lukovi se počinju razvijati od **mezenhima** tijekom 4. tjedna intrauterinog razvoja kao zaobljeni grebeni obostrano smješteni u području buduće glave i vrata.
- Krajem 4. tjedna intrauterinog razvoja su razvijena **četiri ždrijelna luka** koji su međusobno izvana odijeljeni **ždrijelnim brzadama**.
- Ždrijelni lukovi tvore lateralne zidove **primitivnog ždrijela**. U tom razdoblju je vidljiva primitivna usna šupljina (**stomodeum**) koja se može uočiti kao blaga depresija na vanjskoj površini ektoderma.
- Stomodeum je od primitivnog ždrijela odijeljen **bukofaringealnom membranom**.
- Svaki ždrijelni luk se sastoji od **mezodermalne jezgre** koja je izvana pokrivena ektdermom, a iznutra endodermom.
- Stanice **neuralnog grebena** migriraju u ždrijelne luke potičući razvoj skeletalnih i vezivnih tkiva.
- Svaki ždrijelni luk sadrži: **hrskavice, mišić, živac i arteriju** (ždrijelne arterije vrlo rano iščežnu ili bivaju podvrgnute brojnim promjenama).

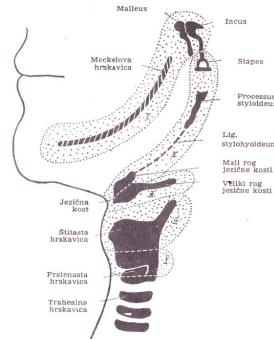
Međuodnosti u razvoju glave i ždrijela kod 30 dana starog ljudskog embrija



Prvi ždrijelni luk

Prvi ždrijelni luk (mandibularni luk):

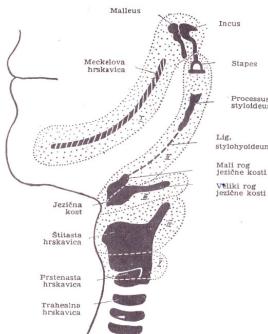
- hrskavica:** Meckelova hrskavica – trup mandibule, dio ušne školjke, slušne koščice – malleus i incus
- mišić:** žvačni mišići (m. temporalis, m. masseter, m. pterygoideus medialis, m. pterygoideus lateralis), m. mylohyoideus, m. digastricus venter anterior, m. tensor tympani, m. tensor veli palatini
- živac:** n. trigeminus (V)



Drugi ždrijelni luk

Drugi ždrijelni luk (hiodini luk):

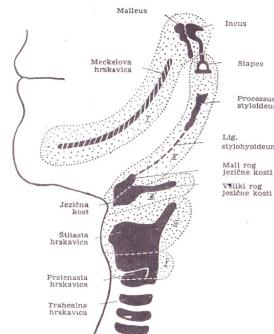
- hrskavica:** Reichertova hrskavica – tup i kratki rog ježične kosti, dio ušne školjke, processus styloideus i slušna koščica - stapes
- mišić:** platysma, mimični mišići, m. stapeidus, m. stylohyoideus, m. dygastricus venter posterior
- živac:** n. facialis (VII)



Treći ždrijelni luk

Treći ždrijelni luk:

- hrskavica:** polovica trupa i veliki rog ježične kosti
- mišić:** m. stylopharyngeus
- živac:** n. glossopharyngeus (IX)

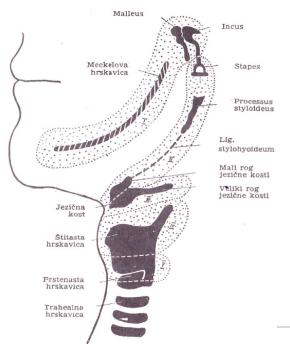


Embrionalni razvoj čeljusti

Četvrti ždrijelni luk

Četvrti ždrijelni luk:

- hrskavica: štitna hrskavica, prstenasta hrskavica, aritenoidna hrskavica
- mišići: mišići grkljana i mišići konstriktori ždrijela, m. trapezius, m. sternocleidomastoideus
- živac: n. vagus (X)



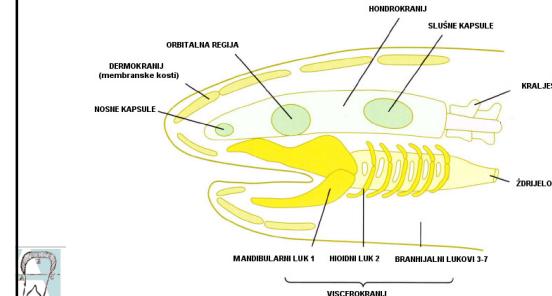
STOMATOLOŠKI FAKULTET
UNIVERZITETA U ZAGREBU
ZAVOD ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE
DEPARTMAN ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU

Organizacija kranijalne regije

- rani kralježnaci -

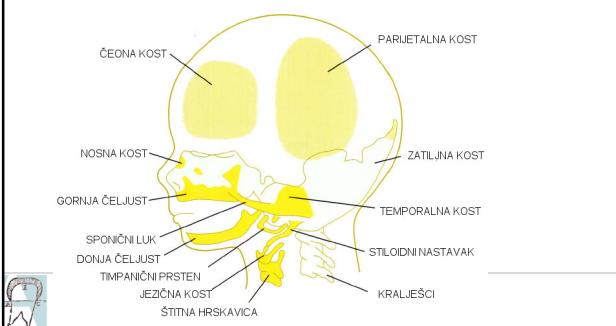
• Kod najranijih kralježnjaka kranijalna regija se sastojala od:

- hondrokranij (povezan sa mozgom i osjetilima vida, slaha i njuhu)
- viscerokranij (niz škržnih lukova povezanih sa usnom šupljinom i ždrijelom)



Organizacija kranijalne regije u čovjeka

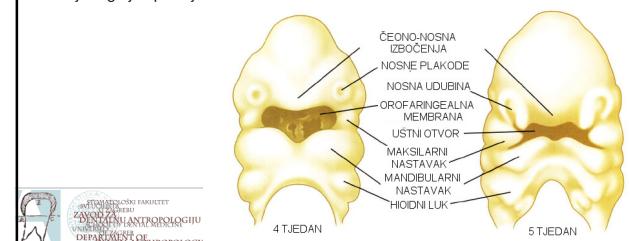
- kranijalnu regiju čovjeka dijelimo na neurokranij, koji čini kućište mozga, i viscerokranij, koji čine kosti lica
- kosti lica razvijaju se većinom iz prih dvažu ždrijelinih lukova, koji se transformiraju u gornju i donju čeljust, te služne koščice (malleus, incus, stapes)



STOMATOLOŠKI FAKULTET
UNIVERZITETA U ZAGREBU
ZAVOD ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE
DEPARTMAN ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU

Razvoj lica i čeljusti

- oblikovanje embrionalnog lica počinje u **2. tjednu** intrauterinog života
- krajem **4. tjedna** konture dijelova lica su već jasno izražene
- krajem **8. tjedna** razvoj embrionalnog lica je završen
- znakovi razvoja usne šupljine postoje već od **14. dana** embrionalnog perioda
- usna šupljina se razvija u uskoj vezi sa nosnom šupljinom od dviju različitih i u početku odvojenih osnova
- veći dio usne šupljine se razvije od usne jamice (**stomatodeum**), a manji dio od kranijalnog dijela prednjeg crijeva

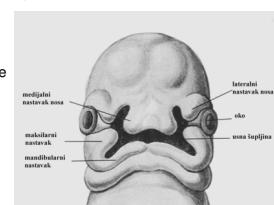


STOMATOLOŠKI FAKULTET
UNIVERZITETA U ZAGREBU
ZAVOD ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE
DEPARTMAN ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU

Razvoj lica i čeljusti

- Između 21. i 31. dana u kranijalnom se dijelu razvija 5 mezenhimalnih ispušćenja (nastavaka) prekrivenih ektodermom.
- Ta ispušćenja nastaju bujanjem i migracijom mezodermalnih stanica neuralnog grebena.
- Migrirajući sloj ovih stanica se u području glave podijeli na anteriornu i posteriornu struju.
- **Anteriorna struja** formira čeono-nosni (frontonasalni) nastavak.

- **Posteriorna struja** se ulijeva u škržne lukove i pridonosi razvoju njihovog mezenhima
- Iz prvog škržnog luka formiraju se dva para nastavaka: **mandibularni i maksilarni**, čije stvaranje prethodi razvoju frontonasalnog nastavka.
- **Frontonasalni nastavak** je u početku oblikovan kao jedna cjelina, a kasnije se diferencira u dva dijela pojavom organa njuhu. Iz jednog nastaje srednji ili medialni nastavak nosa, a drugi je na vanjskoj strani - lateralni nastavak nosa. Ti nastavci čine osnovu za stvaranje **nosne šupljine**.



STOMATOLOŠKI FAKULTET
UNIVERZITETA U ZAGREBU
ZAVOD ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE
DEPARTMAN ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU

Razvoj lica i čeljusti

Primitivna usna šupljina

- u početku glava embrija izgleda poput okruglog izbočenog mjeđuhra prednjeg dijela mozga koji je obložen **ektodermom**
- na njegovom donjem rubu postoji mala udubina koja odgovara osnovi usne šupljine - to je **primitivna usna šupljina** koja je ograničena sa dva sloja epitelja, od kojih se jedan nalazi na dnu usne šupljine, a drugi je kranijalna stijenka crijeva
- a dva sloja epitelja tvore **bukofaringealnu membranu**
- polovicom 3. tjedna se u predjelu bukofaringealne membrane zapaža udubljenje koje je prethodnica **stomatodeuma** ili primitivne usne šupljine
- dezintegracijom ektoderma, bukofaringealna membrana ruptura oko 28. dana embrionalnog života, pa se tako ustavlja komunikacija između stomatodeuma i primitivnog ždrijela

STOMATOLOŠKI FAKULTET
UNIVERZITETA U ZAGREBU
ZAVOD ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE
DEPARTMAN ZA DENTALNU ANTROPOLOGIJU

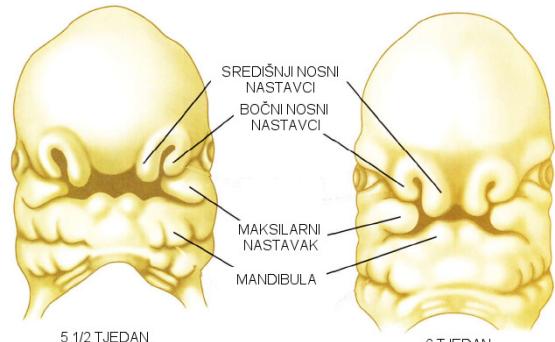
Embrionalni razvoj čeljusti

Razvoj lica i čeljusti lični nastavci

- Ektodermalne brazde ocrtavaju 5 nastavaka, koji opkoljavaju udubljenje stomatodeuma.
- Dno ovog udubljenja čini bukofaringealna membrana.
- Facijalni (lični) nastavci su u odnosu na stomatodeum raspoređeni tako da se frontonazalni nalazi sa gornje strane, po jedan maksilarни na svakoj bočnoj strani i dva mandibularna na donjoj strani stomatodeuma.

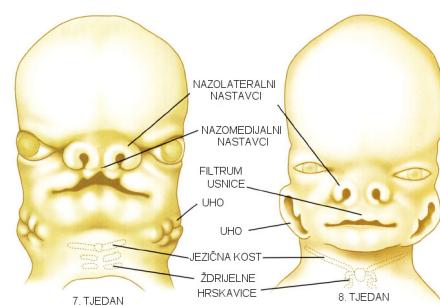
Poremećaji u srastanju ličnih nastavaka - rascjepi

- rast ličnih nastavaka bujanjem mezoderma dovodi do **obliteracije** ektodermalnih brazdi, ukoliko do toga ne dođe, stvaraju se urođeni **rascjepi**
- ukoliko ne srastu medialni nosni i maksilarni nastavci, nastaje **rascjep usne** koji može zahvaćati i alveolarni greben
- ako ne srastu nepčani nastavci međusobno, s nazalnim septumom ili s primarnim nepcem, nastaje **rascjep nepca**
- premda su zasebni entiteti, **rascjep usne** i **nepca** mogu se javiti zajedno



5 1/2 TJEDAN

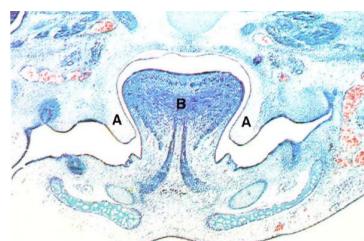
6 TJEDAN



Razvoj lica i čeljusti primarno nepce

- Medijalni nabor frontonazalnog nastavka raste prema dolje. Migriranjem mezenhima u ovo područje formiraju se: vrh nosa, filtrum gornje usne, tuberkulum i frenulum gornje usne, te cijelo **primarno nepce**. Ovaj središnji dio će kasnije dati osnovu za razvoj gornjih sjekutica.
- Maksilarni nastavci** rastu dalje prema naprijed i prema sredini, spajajući se sa lateralnim dijelovima frontonazalnog nastavka i s primarnim nepcem, te daju osnovu za razvoj obraza i ostalih dijelova gornje usne.
- Stvaranjem primarnog nepca u 6. tjednu počinje i dijeljenje stomatodeuma u odvojenu **oralnu i nazalnu šupljинu**. Ovo odvajanje se nastavlja razvojem palatinálnih nastavaka sa unutrašnje strane oba maksilarna nastavka.
- Palatinalni nastavci** u početku rastu prema unutra, a u 7. tjednu počinju rasti prema dolje, zbog naglog rasta jezika.

Frontalni presjek glave, 7.tj. i.u.

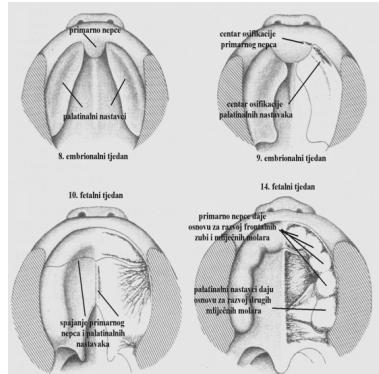


- A – nepčani nastavci gornje čeljusti
- B – jezik

Odvajanje usne šupljine od nosne šupljine razvoj gornje čeljusti

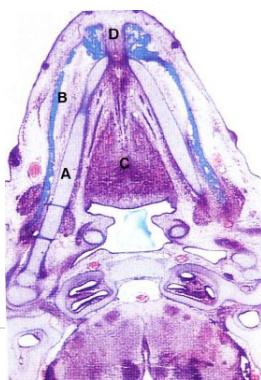
- retrofleksijom glave embrija u 8. tijednu dobiva se prostor za rast mandibule i stomatodeuma
- to omogućava padanje jezika na donji dio stomatodeuma i oslobođa prostor za pravilnu postavu palatinalnih nastavaka, koji sada rastu jedan prema drugome i uspostavljaju kontakt u medijalnoj liniji
- s rastanjem palatinalnih nastavaka nastaje sekundarno nepce (tvrdi i meki) koje naprijed srasta s primarnim nepcem, gore s nazalnim septumom i tako se u potpunosti odvaja usna šupljina od nosne, a nosna šupljina se dijeli na dva dijela.

Razvoj nepca



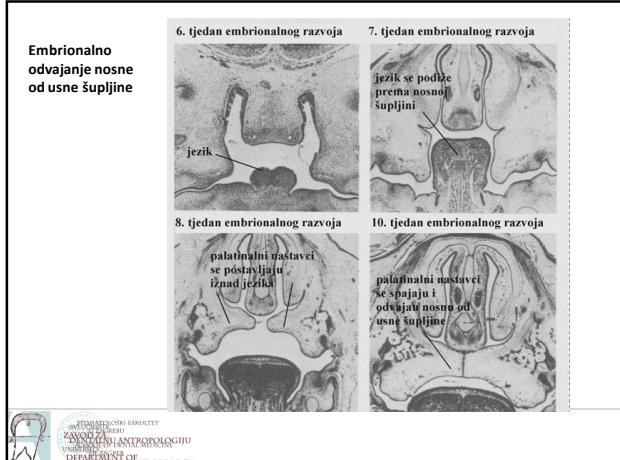
Razvoj donje čeljusti

- razvoju mandibule prethodi pojava hrskavice u prvom ždrijelnom luku u 6. tijednu embrionalnog razvoja – **Meckelova hrskavica**
- ona se proteže do hrskavične ušne kapsule do simfize i pruža okvir oko kojeg intramembranoznim okoštavanjem nastaje donja čeljst
- A – Meckelova hrskavica, B – membranozno okoštavanje mandibule, C – jezik, D – simfiza



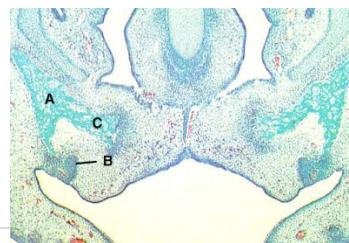
MORFOLOGIJA ZUBI S DENTALNOM ANTROPOLOGIJOM

Embrionalni razvoj čeljusti



Razvoj gornje čeljusti

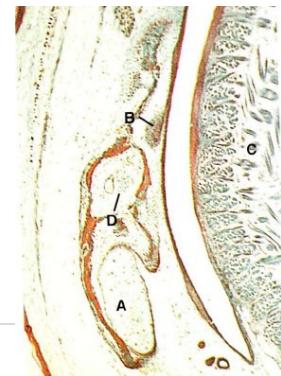
- Razvoj gornje čeljusti pod utjecajem je razvoja orbita, nosne i usne šupljine.
- Gornja čeljst okoštava **intramembranozo**.
- Centri osifikacije** pojavljuju se u 8. tijedu intrauterinog razvoja u području blizu mlijekočnog očnjaka u razvoju, a zatim osifikacija napreduje u razvijajuće nastavke (nepčani, sponični, čeroni i alveolarni).



Razvoj donje čeljusti

- okoštavanje počinje u 7. tj. blizu budućeg mentalnog otvora i širi se u svim smjerovima te se formira koštana ploča lateralno od **Meckelove hrskavice**
- u medialnoj liniji koštane ploče se približavaju ili ostaju razdvojene fibroznim tkivom formirajući **mandibularnu simfizu** sve do kraja 1. godine života djeteta
- razvija se alveolarni nastavak i okružuje zubne zametke, a Meckelova hrskavica nestaje (resorber se) osim dijela u **stomognathic ligamentu**

*A – Meckelova hrskavica i lateralno mandibularna kost
 B – zubna gredica
 C – jezik
 D – neurovaskularni snop*

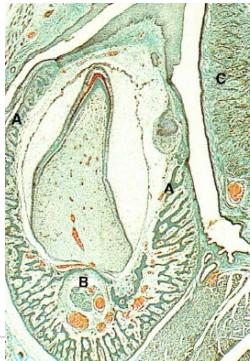


Embrionalni razvoj čeljusti

Razvoj donje čeljusti

Kasnija faza razvoja tijela mandibule, Meckelova hrskavica se resorbira.

A – alveolarni nastavak u razvoju,
 B – neurovaskularni snop unutar svog koštanog kanala
 C – jezik

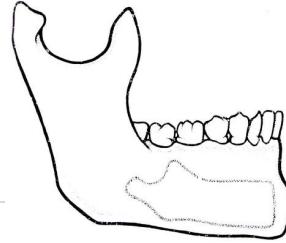


Razvoj donje čeljusti

- između 10. i 14. tjedna intrauterinog razvoja unutar rastuće mandibile formiraju se tri sekundarne hrskavice
- najvažnija i najveća je **kondilarna hrskavica** koja se stvara u području budućeg zglobnog nastavka mandibule i proliferacijom i kasnjom osifikacijom djeluje kao važan **centar rasta mandibule** sve do 20-tih godina života odraslog čovjeka

- ostale sekundarne hrskavice su prolazne, a javljaju se u području koronoidnog nastavka i u području mandibularne simfize

- slika – superimpozicija mandibile novorođenčeta i mandibile odraslog čovjeka**



Postnatalni razvoj donje čeljusti



C – odrasli čovjek
 B – šestogodišnje dijete
 A – novorođenče

Postnatalni razvoj donje čeljusti

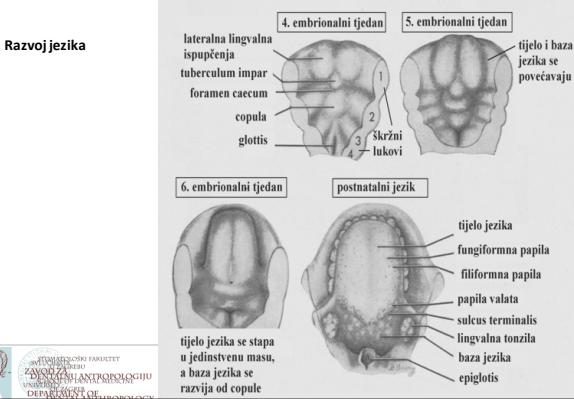
- A – novorođenče
- B – šestogodišnje dijete
- C – odrasli čovjek



Razvoj jezika

- U 4. tjednu pojavljuju se na unutrašnjoj strani mandibularnog luka dva lateralna **lingvalna ispupčenja**.
- Na polovini razmaka između, ali i iz njih pojavljuje se medialno ispupčenje – **tuberculum impar**, čiju zadnju granicu označava **foramen caecum**.
- Lingvalna ispupčenja rastu i srastaju sa tuberkulom, tvoreći jedinstveno ispupčenje iz kojeg se razvijaju prednje dvije trećine jezika.
- Od ventralnih osnova drugog, trećeg i četvrtog škržnog luka stvara se zajedničko ispupčenje – **copula**, od kojeg se razvija zadnja trećina jezika.
- Veličina, položaj i aktivnost jezika u ustima, kasnije ima vrlo važnu ulogu u određivanju oblike i položaja zubnih nizova, a time i zuba.

Razvoj jezika



Razvoj usana

- **Donja usna** se razvija od vanjskog ruba mandibularnog nastavka, koji se nalazi ispred labiolingvalnog sulkusa.
- Lateralni dijelovi **gornje usne** nastaju od maksilarnih nastavaka, a srednji od donje površine medialnog dijela frontonazalnog nastavka.
- Progresivnim srastanjem gornje usne od natrag prema naprijed smanjuje se otvor usta i stvaraju se obrazi.
- Oni su prekriveni ektodermom, a njihova muskulatura nastaje od mezoderma drugog ždrijelnog luka.



Embrionalni razvoj čeljusti

Praktični dio vježbe:

- Video prikaz embrionalnog razvoja
- Crtanje pojedinih faza razvoja lubanje i čeljusti
- Promatranje histoloških preparata razvoja čeljusti

