

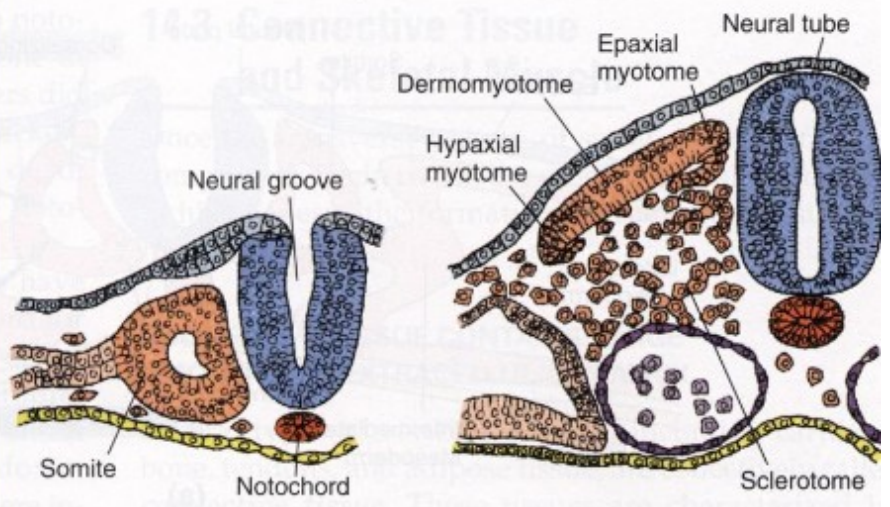
Vývoj orgánových soustav Fetální období

Kosterní systém

axiální skelet

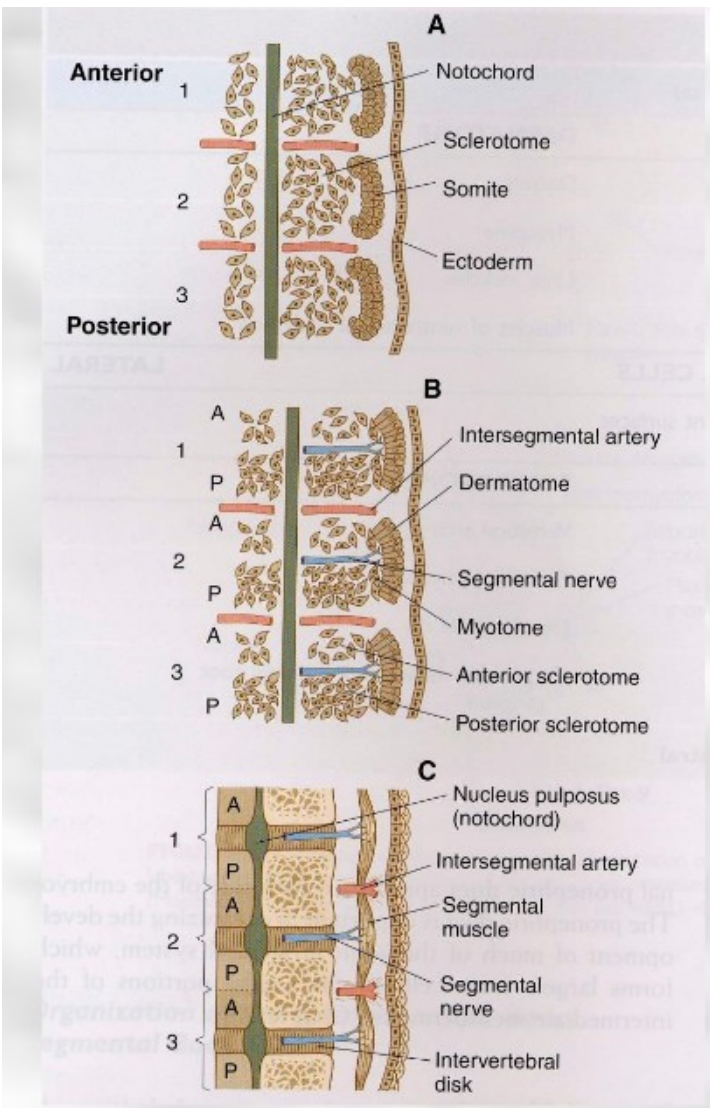
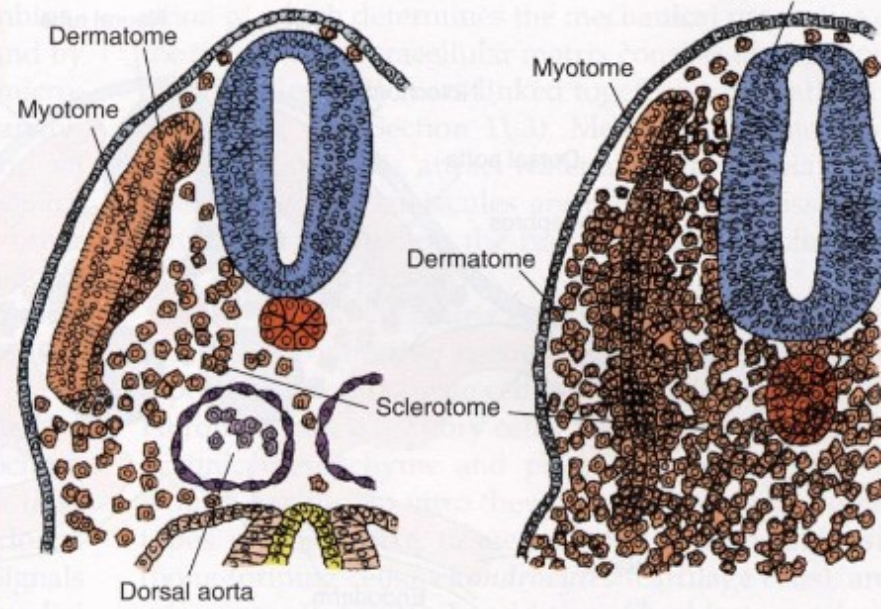
- kostra páteře vzniká ze somitů paraxiálního mezodermu - sklerotomu
- buňky sklerotomů migrují směrem k chordě, buněčné elementy obklopují chordu dorsalis a vytvářejí jednotný sklerotom
- sklerotomy se diferencují ve směru kraniokaudálním na dvě poloviny:
 - kraniální světlejší je tvořena řidčeji uspořádanými buněčnými elementy
 - kaudální je tmavší s hustěji uspořádanými buňkami
- Dále dochází ke spojování těchto polovin tak, že kraniální část kaudálního sklerotomu se spojuje s částí kaudální poloviny kraniálního sklerotomu a tyto dvě spojené části dávají vznik obratlovému tělu
- Ze zbývajících částí tmavší kaudální poloviny sklerotomu vzniká meziobratlový disk.

- Chorda dorsalis se v místě vznikajícího obratlového těla postupně zaškrcuje, až zanikne úplně. Zbytek chordy zůstává pouze v oblasti meziobratlových disků jako základ pro jádro disku (nucleus pulposus)
- Ze sklerotomu obratlů se tvoří také výběžky obratlů a v hrudní oblasti žebra
- Sklerotom nejprve vytvářejí vazivový základ – chrupavka – osifikační centra
- Myotomy tvoří krátké intervertebrální svaly a se upínají na sousední těla obratlů
- Současně vyrůstají z dorzální aorty párové intersegmentální arterie, které leží na hranici mezi jednotlivými sklerotomy
- ze spinální míchy vystupují párové spinální nervy, které probíhají na úrovni střední části sklerotomu



(a)

(b)

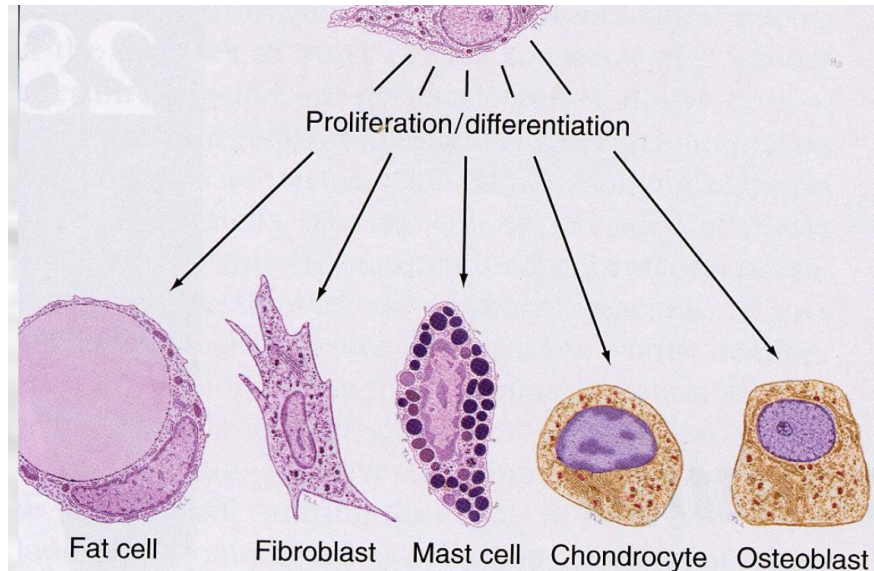


Lebka

- Převážně z hlavového mezodermu a mezenchymu
- Neurokranium – báze lebeční, ploché kosti kalvy
- Viscerokranium – obličejová část – vzniká převážně z žaberních oblouků

Mezenchym

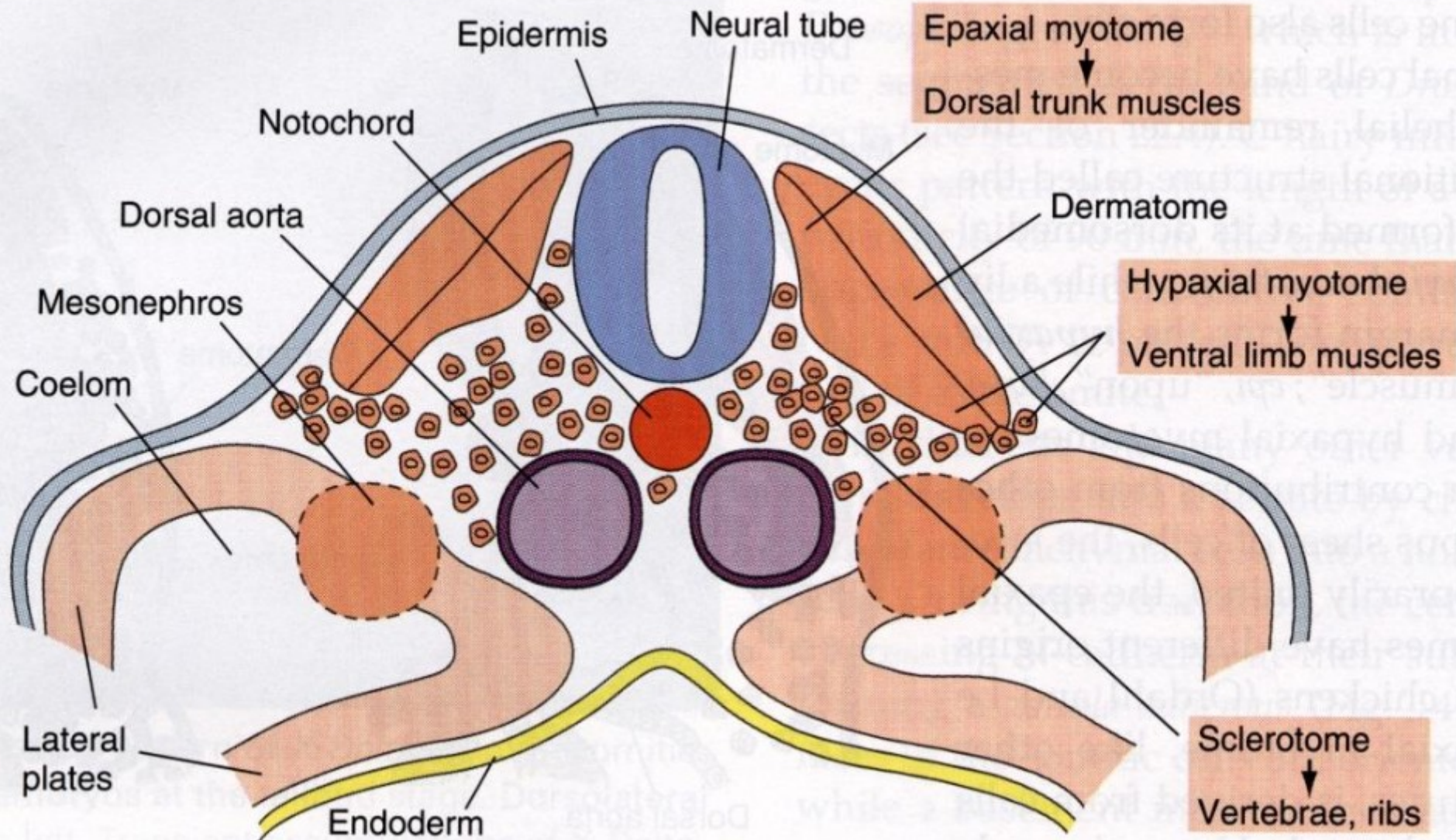
- Krvinky
- Endotel
- Buňky pojiv - fibroblast, žírná buňka, tuková buňka, chondrocyt, osteoblast a osteocyt, odontoblast
- Hladká svalová buňka



Vývoj svalového systému

Příčně pruhované svalstvo

- výchozím materiálem pro jejich vývoj jsou myotomy › jsou segmentálně uspořádané
- koncem 1M vysílají myotomy ventrální výběžky › ty vrůstají do tělní stěny mezi základy kůže a somatopleuru
- každý myotom se rozdělí: epaxiální oddíl (dorsální)
hypaxiální oddíl (ventrální)
- pozůstatkem septa, které původně obě skupiny svalstva oddělovalo jsou fascie
- diferenciací myotomů probíhá kraniokaudálním směrem
- v průběhu diferenciací se buňky myotomů přeměňují v myoblasty
- myoblasty se seskupují v podélné sloupce a splývají v mnohojaderná syncytia
- syncytia jsou základem svalových vláken › v jejich cytoplazmě se diferencují příčně žíhané myofibrily › těch postupně přibývá (nakonec vyplňují téměř celou cytoplazmu)

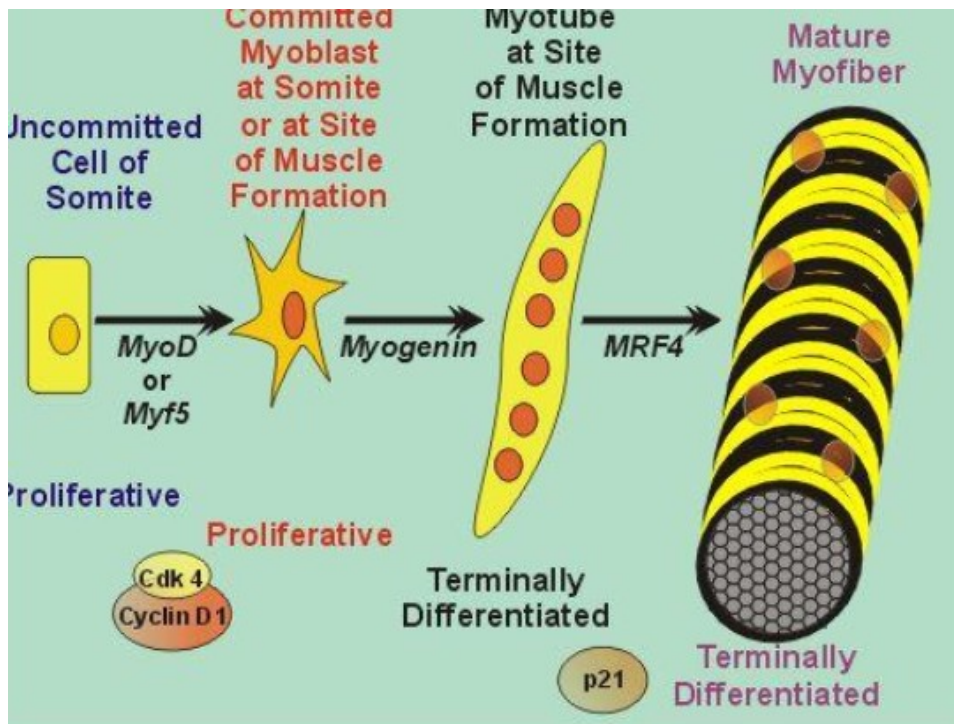


epaxiální částí myotomů:

- hluboké zádové svaly
- spinokostální svaly

hypaxiální části myotomů

- mezižeberní svaly
- většina krčních svalů
- svaly trupu
- svaly končetin



Svaly branchiálního původu (z žaberních oblouků)

- žvýkácí, mimické, svaly faryngu

Hladká svalstvo

- Tvoří se z viscerálního listu nesegmentovaného mezodermu - svalovina střevní trubice, trachey, bronchů, cév a urogenitálního systému
- Z mezenchymu - svalovina cév hlavy a končetin
- Z neuroektodermu - svaly duhovky, m. sphincter a dilatator pupillae, myoepitelové buňky kožních žláz

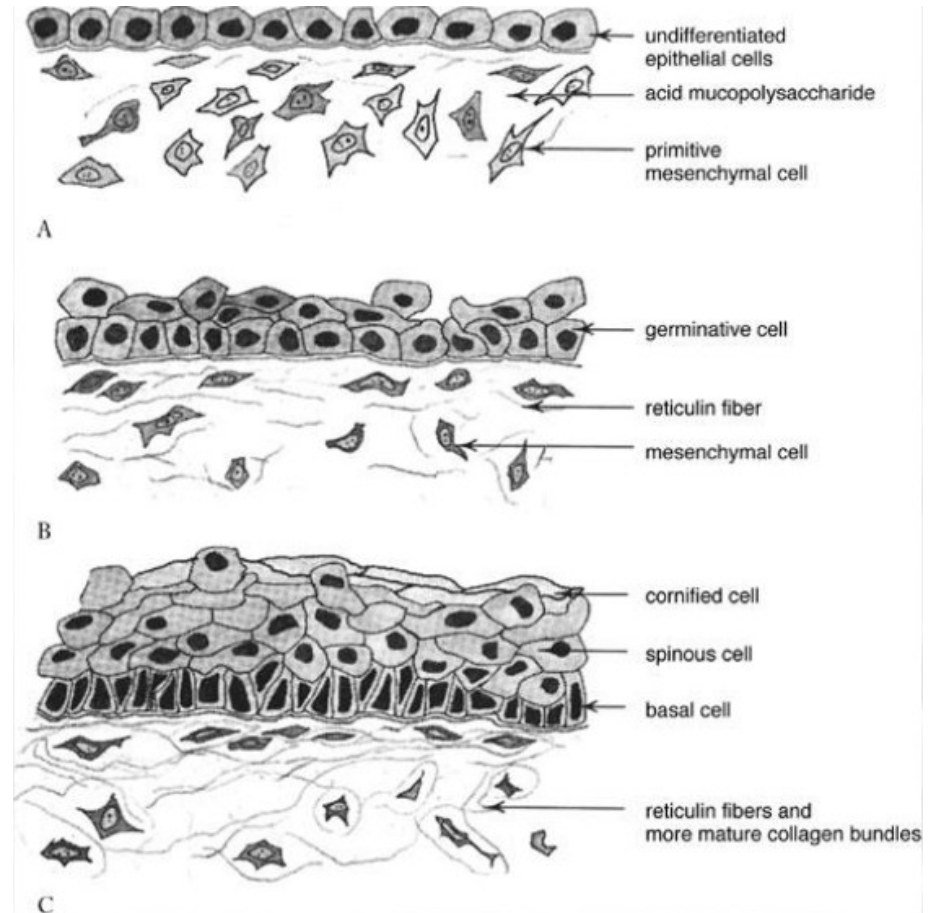
Srdeční svalstvo

- z mezodermu splachnopleury
- Myoblasty se přikládají na sebe, ale na rozdíl od kosterní svaloviny nesplývají v souvislé syncytium, ale spojují je navzájem specializované kontakty - interkalární disky

Kůže

Epidermis

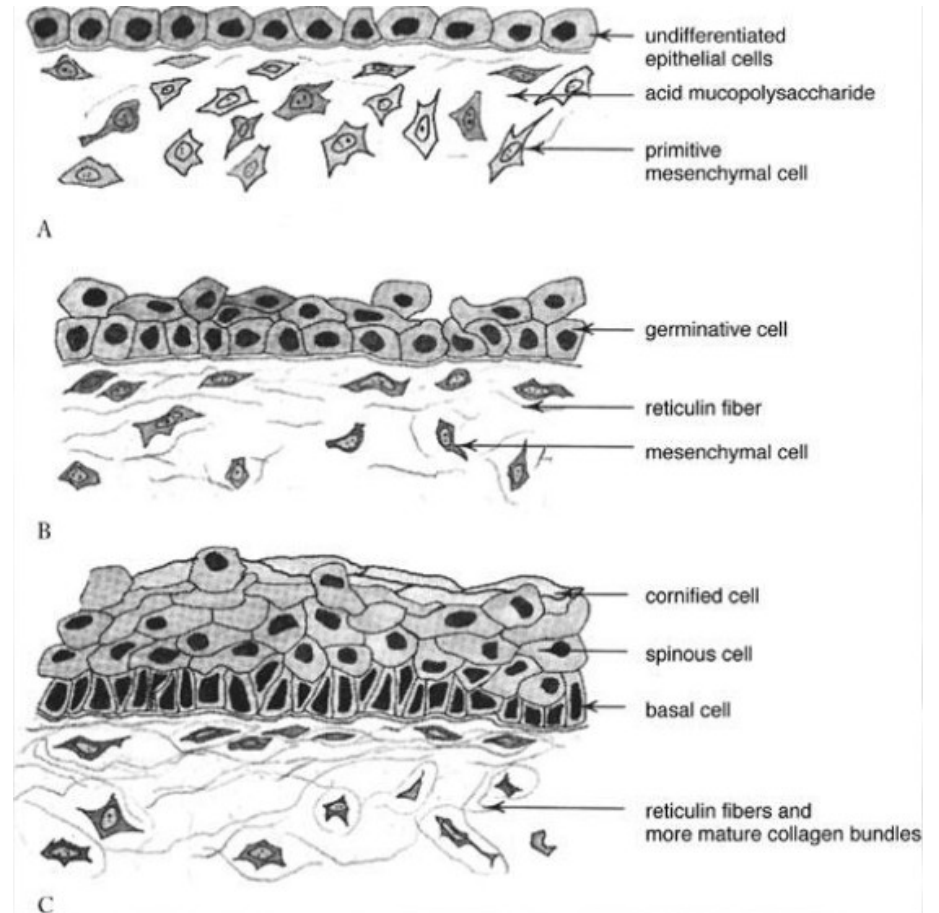
- Povrchový ektoderm
- jednovrstevný kubický epitel
- Periderm – 2 vrstvy
- Vrstevnatý dlaždicový epitel
- Později povrchové buňky začínají rohovatět



Kůže

Dermis

- diferencuje se z laterálního somatického mezodermu, část z dermatomů
- od 11T mezenchymové b. začínají produkovat kolagenní a el. vlákna
- v pozdním fetálním období migrují z crista neuralis b. do mezenchymu dermis: melanoblasty – melanocyty - produkce pigmentu



Kožní žlázy, vlasy, nehty, mléčné žlázy

- z EKTODERMU (stratum germinativum epitelu) rostou do hloubky EPITELOVÉ ČEPY - diferenciací
- koncem 4T základy mléčných žláz - párové mléčné lišty
- na ventrolaterální straně trupu až na rudimentární ocas – většina základů zaniká – v místě příštích bradavek proliferuje epitelový základ na povrch i do hloubky – mohutný epitelový čep – rozpad buněk v centru – lumen - základ hlavního mlékovodu
- od báze čepu bují nové čepy – základy dalších mlékovodů – na koncích rozšíření v pupenovitě výrůstky – základy alveolů
- vlasové folikuly rozlišitelné od 20T
- první vlasy - lanugo – ve fetálním období nahrazeny sekundárními vlasy a chlupy – puberta - terciární vlasy (ohanbí, vousy)
- nehty - 10T, nehtová políčka - ztlustění epidermis

Endokrinní systém

Adenohypofýza - EKTODERMOVÁ výchlípka stomodea, 3T

Neurohypofýza - NEUROEKTODERM, výchlípka diencephala - hypothalamu, 3T

Epifýza - NEUROEKTODERM, 7T., výchlípka ependymu stropu diencephala

Gl. thyroidea - folikulární b. - ENTODERM (hltan)

- parafolikulární b. - ENTODERM (4. výchlípka)

- 24. den, výchlípka v přední stěně embr. pharyngu, roste dolů jako diverticulum thyroideum, spojeno s jazykem - ductus thyreoglossus - zaniká – for. caecum

GII. parathyroideae - horní - ENT. - 4. výchlípka

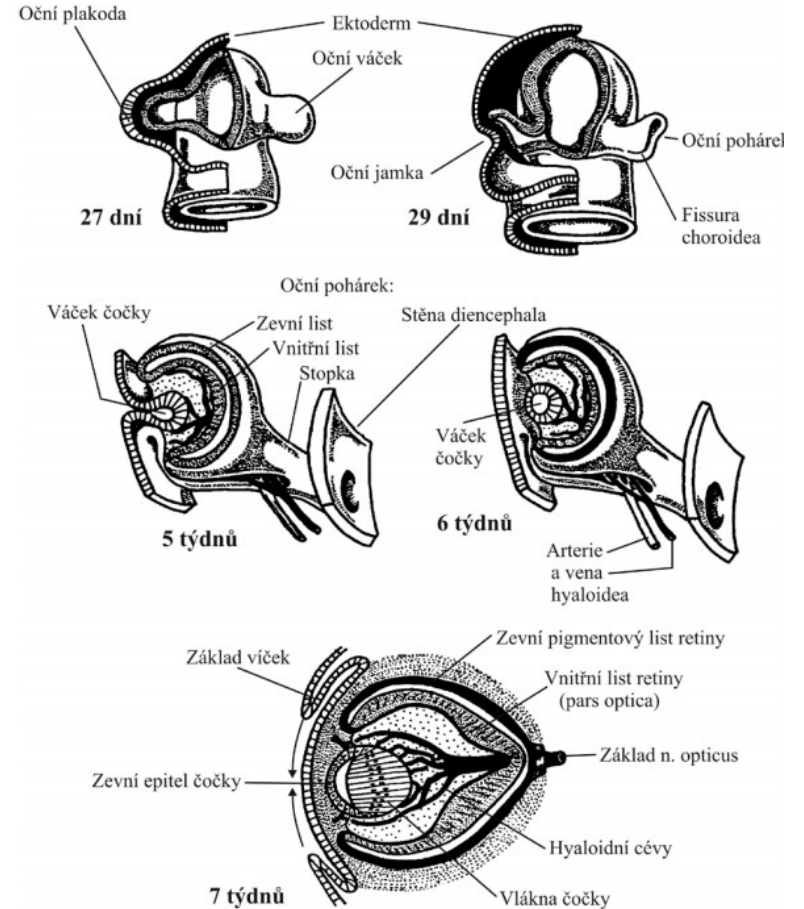
- dolní - ENT. - 3. výchlípka, od 3T

Nadledviny - kůra - MEZODERM = coelomový epitel, 5T

- dřeň - NEUROEKTODERM - neurální lišta

Vývoj oka

- výchlipka diencephala, 22. den, k sobě se přikládá EKTODERM a NEUROEKTODERM
- oční stvol – oční pohárek – odškrcení povrchového ektod. – oční čočka
- ektoderm nad oční čočkou – cornea
- oční pohárek – buňky sítnice
- MEZENCHYM – choroidea, iris, corpus ciliare, sclera
- neuroek. – retina



Vývoj ucha

1. 3T Vnitřní ucho - EKTODERM – ušní plakody – jamky – uzavřou se ve váčky - membránové labyrinty – 5-8T polokruhové kanálky, utriculus, sacculus, cochlea

- Cortiho orgán - diferenciace středu cochley, vývoj do 20T

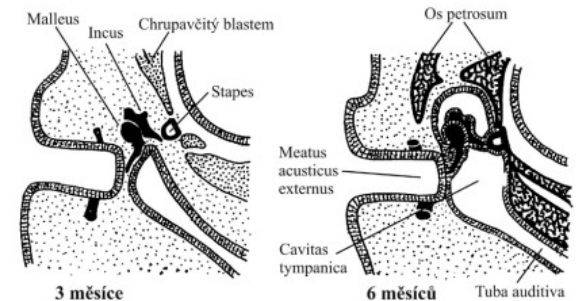
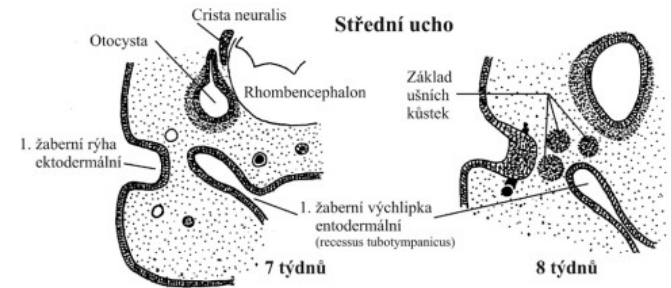
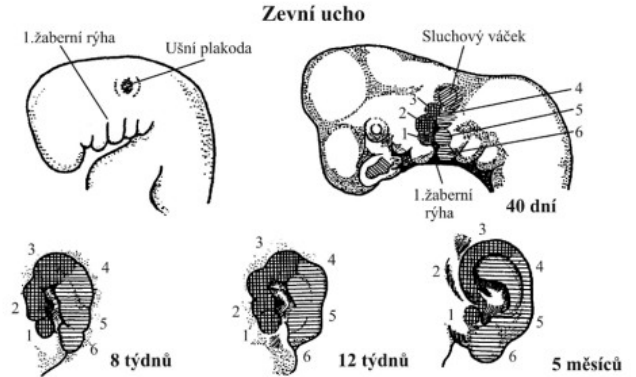
- vlastní smyslové vláskové b. -
NEUROEKTODERM

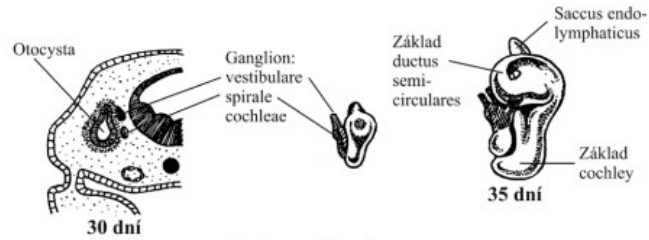
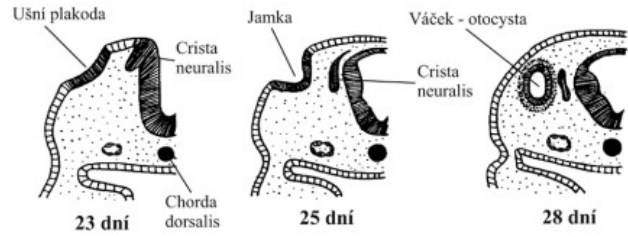
2. Střední ucho, Eustachova trubice - 1. žaberní ENT. výchlípka

- mandibulární žaberní oblouk - malleus, incus

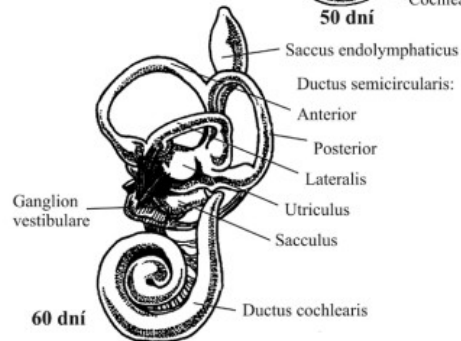
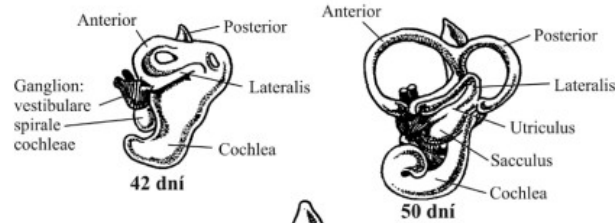
- hyoidní oblouk - stapes

3. Zevní ucho - EKTODERM

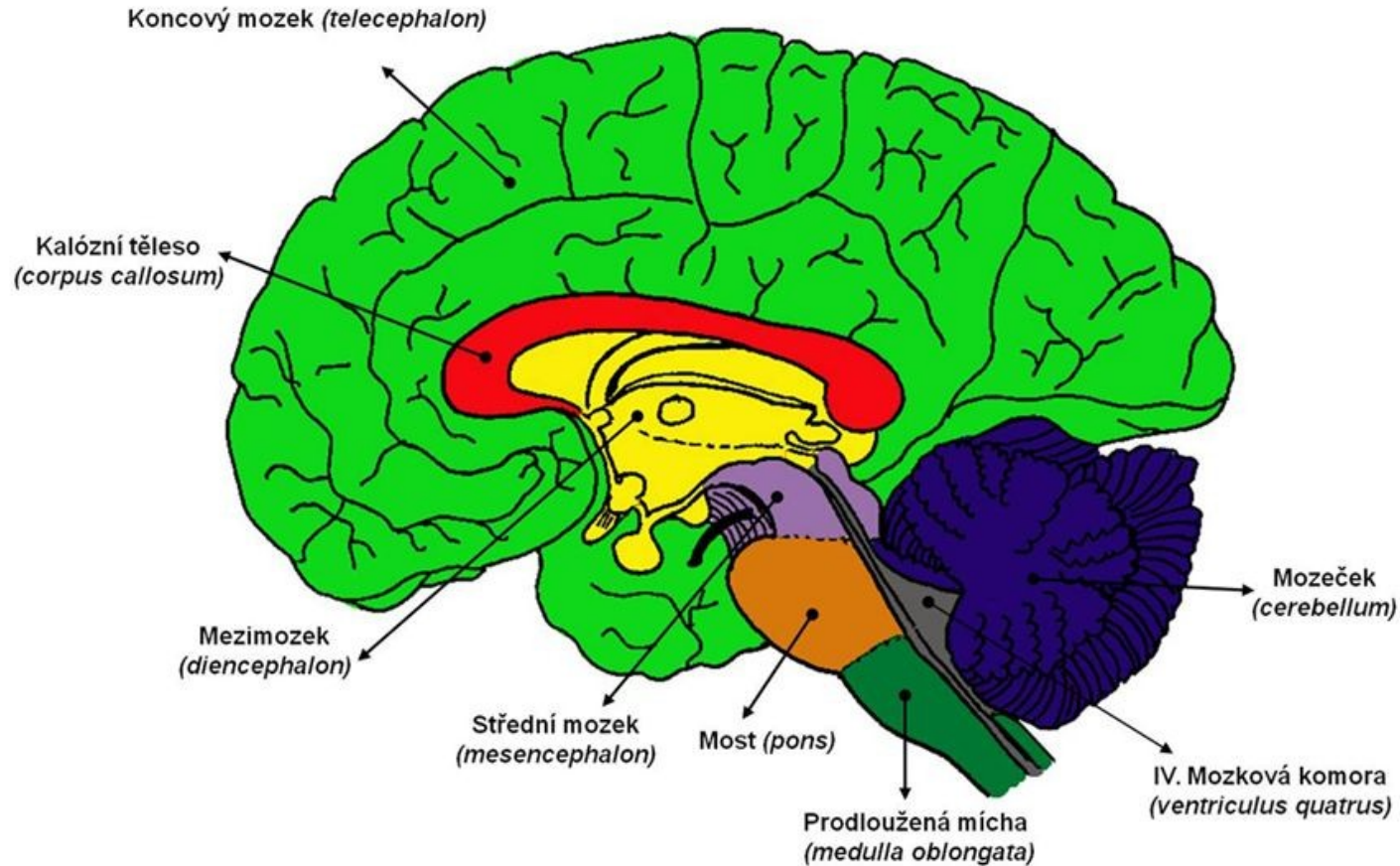




Ductus semicirculares:



Vývoj mozku



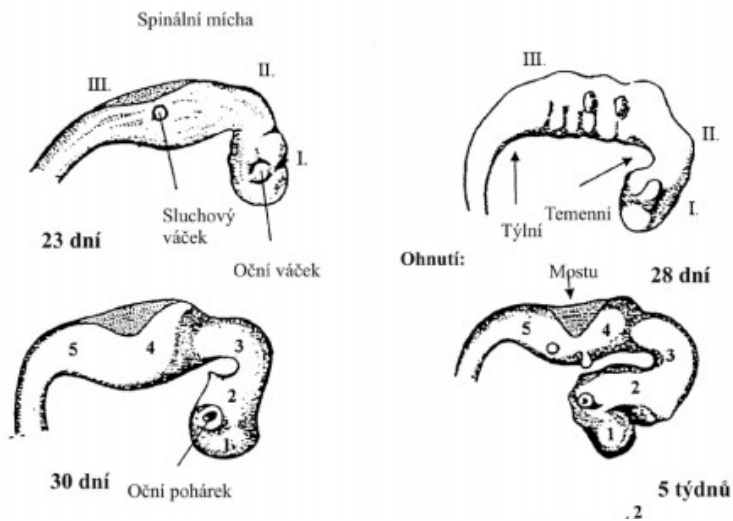
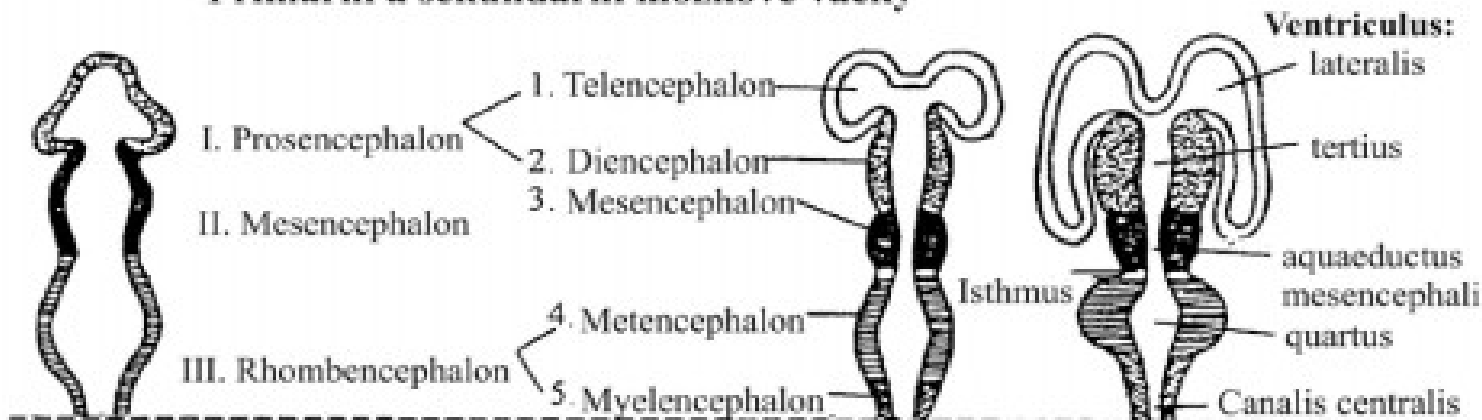
Vývoj mozku

- rozšířený kraniální konec neurální trubice – 3 primární váčky:
- prosencephalon – diencephalon, telencephalon
- mezenencephalon – mezenencephalon
- rhombencephalon – myelencephalon – prodloužená mícha
 - metencephalon – pons, cerebellum
- ve 4T mozek roste a ohýbá se – týlní a temenní ohnutí

Infant brain growth



Primární a sekundární mozkové vřčky



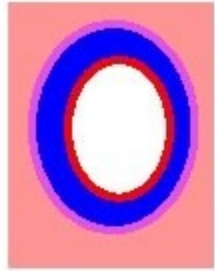
Vývoj míchy a ganglií

- vyvíjí se z kaudální části neurální trubice z neuroektodermu
- buňky tvořící neurální trubici – neuroepitel – po uzavření neurální trubice se diferencuje na:
 - diferenciace buněk: neuroblasty a glioblasty
 - neuroblasty vytvářejí 2 vrstvy:
 - 1. plášťová vrstva - okolo neuroepitelu – tvořený neuroblasty, v budoucnu šedá hmota
 - 2. okrajová vrstva - tvoří ji výběžky neuroblastů - později bílá hmota
 - glioblasty - v plášťové vrstvě se diferencují na astrocyty, v okrajové na oligodendrocyty, ve vrstvě neuroepitelu v ependymové buňky

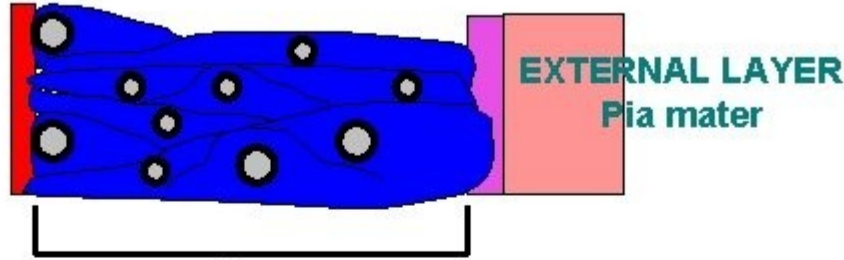
(mikroglie nepocházejí z neuroepitelu, ale migrují do CNS druhotně z mezenchymu)

- množení neuroblastů → zesílení trubice a rozlišení na:
- bazální ploténka = motorická oblast míchy; přední roh míšní s eferentními motoneurony předního kořene míšního nervu
- alární ploténka = senzitivní oblast míchy; zadní roh míšní se vstupem aferentních senzitivních neuronů ze zadního kořene míšního nervu
- Relativní zkracování míchy oproti páteřnímu kanálu - ve 3. měsíci mícha vyplňuje páteřní kanál až do konce
- páteřní kanál a durální vak pak roste rychleji než mícha → mícha novorozence končí v úrovni L3 - mícha dospělého muže končí v úrovni L1/L2, u ženy L2, durální vak pokračuje do úrovně S2 → možnost punkce subarachnoideálního prostoru mezi obratli L3/L4 (event. L4/L5)

Neuroepithelial Cells



Neural tube



**INTERNAL LAYER
Ependyma**

Simple cuboidal
epithelium
ALSO covering
the choroid
plexus

Glioblast

Astroblast

**Astrocyte
(Protoplasmic)**

**Astrocyte
(Fibrous)**

Oligodendroblast

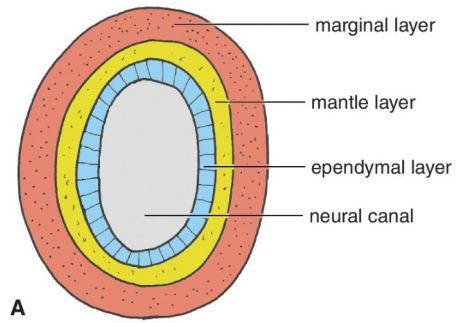
Oligodendrocyte

**Neuroblast
(Apolar)**

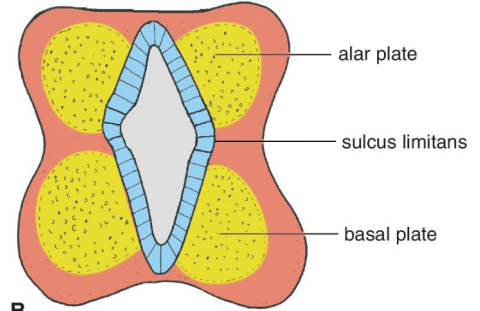
**Neuroblast
(Bipolar)**

**Neuroblast
(Unipolar)**

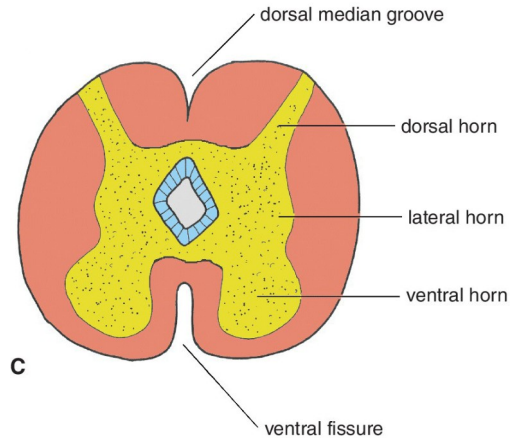
Neuron



A



B



C

Trávicí trakt - trubice

- ENTODERM – většina krycího a žláзовého epitelu, slizniční a velké žlázy
 - EKTODERM – epitel krycí a žláзовý stomodea a proktodea
 - MEZODERM - obklopuje celý základ trávicí trubice – vazivo, cévy, hladká svalovina a kosterní svalovina
-
- základ 7D jako hypoblast a rychle vytváří žloutkový váček – viz vývoj žl. váčku
 - objevuje se 15D během gastrulace jako derivát primitivního proužku
 - primitivní střevo - 4T, dorsální strana žloutkového váčku zavzata do těla zárodku
 - 4T přepaženo na kraniálním konci faryngovou membránou, na kaudálním konci kloakální membránou (ektoderm naléhá přímo na entoderm, proto časem proděraví) – faryngová vymizí koncem 4. týdne a anální + kloakální koncem 8. týdne

1. Orální ektodermový oddíl - stomodeum po faryngovou membránu - vznik patra, ústní a nosní dutiny

2. Entodermový oddíl

a) přední střevo:

- primitivní farynx (derivát branchiálního aparátu)
- laryngotracheální výchlípka – dolní cesty dýchací
- jícen, žaludek, horní část duodena
- játra, žlučník, žlučové cesty, pankreas
- od orofaryngové membrány po jaterní pupen
- (zásobeno a. coeliaca a truncus coeliacus)

b) střední střevo:

- kaudální část duodena, jejunum, ileum
- caecum, appendix, colon ascendens a 2/3 colon transversum
- od jaterního pupenu
- (zásobeno a. mesenterica superior)

c) zadní střevo – poslední třetina colon transversum, colon descendens, sigmoideum

3. Kaudální ektodermový oddíl – rektum, 2/3 canalis analis

- přední část kloaky - allantois – později slepý vývod do pupku - urachus
- frontální přepážka septum urorectale rozdělí kloaku – zadní část (rectum), přední (moč.měch.)

Přední střevo, jícen, žaludek

- 3T
- na přední straně primitivní střevní trubice se vyklenuje laryngotracheální výchlipka – odděluje se od střeva prorůstáním tracheoesofageálního septa – základ jícnu
- nejdřív krátká, ze stran oploštělá trubice, rychle se prodlužuje, definit. délka v 7T
- entoderm prolifерuje -- obliterace lumen – rekanalizace v 8T
- kosterní svalovina z mezodermy kaudálních faryngeálních oblouků
- hladká svalovina z okolního splachnického mezodermy
- pasivní rotace 90° vpravo – nn.vagi následují
- žaludek - vřetenovité rozšíření předního střeva pod oesofagem
- fixace mesogastrium ventrale et dorsale
- nestejnomyerný růst, dorsální oddíl se vyklenuje (curvatura minor ventrálně, major dorzálně)
- rotace curvatura major doleva a kaudálně, minor vpravo kraniálně

Střední a zadní střevo - duodenum, jejunoileum, colon

- základní charakteristikou vývoje středního střeva je extrémní růst do délky a opakovaná rotace kolem osy (a. mesenterica superior nebo ductus omphaloentericus)
- většina struktur se zpočátku vyvíjí mimo dutinu břišní v extraembryonálním coelomu umbilikálního provazce od 6. - 10. týdne vývoje = fyziologická hernie, reponovaná zpět
- mesenterium ventrale chybí kvůli široké komunikaci se žloutkovým váčkem
- mesenterium dorsale se prodlužuje při rotaci kliček, úpon na zadní stěně - radix mesenterii, pokud vtaženo do nástěnného peritonea – orgány retroperitoneálně
- primitivní klička střevní - kraniální raménko – většina tenkého střeva; kaudální raménko – konec ilea, tlusté střevo do 2/3 transv.
- rotace proti směru hodinových ručiček o 270°
- extrémně se vytahuje úpon jejunoilea – radix mesenterii
- colon ascendens a transversum se fixují retroperitoneálně
- duodenum - ze dvou částí - kaud. přední střevo + kran. střední střevo
- 5. týden proliferace – rekanalizace do 8. týden
- zčásti retroperitoneálně

8 TÝDNŮ



9 TÝDNŮ



11 TÝDNŮ



12 TÝDNŮ



Vývoj jater

- ventrální entodermová výchlipka kaudální části předního střeva:

kraniální část (větší) = pars hepatica -- játra, ductus choledochus

kaudální část = pars cystica – žlučník, ductus cysticus

- entodermové b. prorůstají v pruzích do septum transversum (masa splachnického mezodermu mezi základem srdce a středním střevem) a vytvářejí anastomující trámce

- brzy se dostávají do těsného kontaktu s omphalomesenterickými a umbilikálními vénami, v této době je jejich stěna tvořena pouze endotelem, ten je rozrůstajícími buňkami roztlačován

- vytváří se síť primitivních jaterních sinusoid

- z mezenchymu septum transversum – endotelové, Kupferovy, hemopoetické, vazivové b.

- játra se rychle rozrůstají, vyplňují velkou část břišní dutiny, 3. měsíc - 10% celk. váhy

- útlak levého laloku střevními kličkami

- hemopoeza od 7. týdne do 6. měsíce

- produkce žluči ve 12. týdnu – do duodena ve 13. týdnu po luminizaci

Vývoj pankreatu

- 4. týden, z nejkaudálnější části předního střeva, mezi dors. a ventrálním listem mezenteria

- 2 základy, každý z nich ústí samostatně do duodena:

ventrální výchlipka (menší) – dolní část caput pancreatis

dorsální výchlipka – horní část caput, celý corpus a cauda pancreatis

- během pasivní rotace duodena vpravo se ventrální výchlipka přesouvá dorsálně spolu se základem žlučových cest, přiloží se pod dorsální základ a splyne s ním

- splynou i jejich vývody

Vývoj pharyngu, branchiogenní orgány

Branchiální aparát zahrnuje:

- branchiální / žaberní oblouky
- entodermové faryngové žaberní výchlípky
- ektodermové žaberní vklesliny
- branchiální membrány

Žaberní oblouky

- ve 4. týdnu, párová valovitá zduření lat partíí krční krajiny, dopředu
- 6 párů, na povrchu ektoderm, uvnitř mezoderm a entoderm primitivního faryngu

1. žaberní oblouk – mandibulární

- z gangliové lišty - maxilla, mandibula, incus, malleus
- vývoj obličeje, sek. patra a jazyka
- n. trigeminus (žvýkáací svaly, m. mylohyoideus, v.ant.m.digastrici..)

Vývoj pharyngu, branchiogenní orgány

2. žaberní oblouk

- gangliová l. - stapes, cornu minus+horní část těla jazyky
- n. facialis (mimické svaly, m. stapedius, stylohyoideus, v.post.)

3. oblouk

- cornu majus, dolní část těla jazyky
 - vývoj jazyka
- n. glossopharyngeus (m. stylopharyngeus, m. constrictor ph. Sup.)

4.-6. oblouk

- hyalinní a elastické chrupavky hrtanu (z mezodermy oblouků)
- vývoj jazyka, epiglottis
- n. vagus (svaly měkkého patra, laryngu a faryngu, kosterní jícnu)

Vývoj pharyngu, branchiogenní orgány

- po stranách embryonálního faryngu mezi příštími žaberními obl. jsou na vnitřní s entodermové výchlípky a zvenku ektodermové vklesliny
- 1. výchlípka – epitel Eustachovy trubice, výstelka středního ucha
- 2. výchlípka – sinus tonsillaris (výklenek pro patrovou mandli)
- 3. výchlípka – gl parathyroidea inf., thymus
- 4. výchlípka – gl. parathyroidea sup., ultimobranchiální tělísko – parafolikulární b.
- 1. vkleslina - meatus acusticus externus, ekt. epitel bubínku
- další vklesliny se překryjí výběžkem 2. žab. oblouku, stanou se součástí sinus cervicalis
- 1. branchiální membrána – bubínek

Vývoj coelomu, perikardové, pleurální a peritoneální dutiny

- extraembryonální coelom - vytváří se ve 2. týdnu embryonálního vývoje
- splývání dutinek, které se vytvořily v extraembryonálním mezodermu
- později se přeměňuje v dutinu choria
- intraembryonální coelom - embryonální dutina tělní, ve 4. týdnu
- v intraembryonálním mezodermu kardiogenní zóny a v laterálním mezodermu
- základ pro vývoj tělních dutin, má podkovovitý tvar
- komunikuje s extraemb. coelomem širokým otvorem v kaudálním úseku svých ramének (na bočních okrajích zárodečného terčíku)
- stěna kryta mezotelem (ze somat. mezodermu) – budoucí parietální list
- povrch orgánů kryt mezotelem (ze splachnického mezod.) – bud. visc. list
- rozdělení jednotné embryonální dutiny tělní - rozdělení pomocí 2 párů řas na lat. stěně pleuroperikardových kanálů – ty se ztenčují a přeměňují na
 - a) pleuroperikardové membrány - kraniálně od základů plic - růst plic, sestup srdce – ztenčení, splynutí s mezenchymem – primární mediastinum

Vývoj coelomu, perikardové, pleurální a peritoneální dutiny

b) pleuroperitoneální membrány - kaudálně od základů plic

- během 5. týdne se rozrůstají ventromed. – volné konce splynou se septum transversum - oddělí se pleurální od peritoneální

- dutina peritoneální - z kraniální obloukovité části intraemb. coelomu

- během ohýbání zárodku se obě laterální části intraembryonálního coelomu spojí na ventrální straně zárodku – párová peritoneální dutina

- když vymizí ventrální mezenterium – jednotná perit. dutina

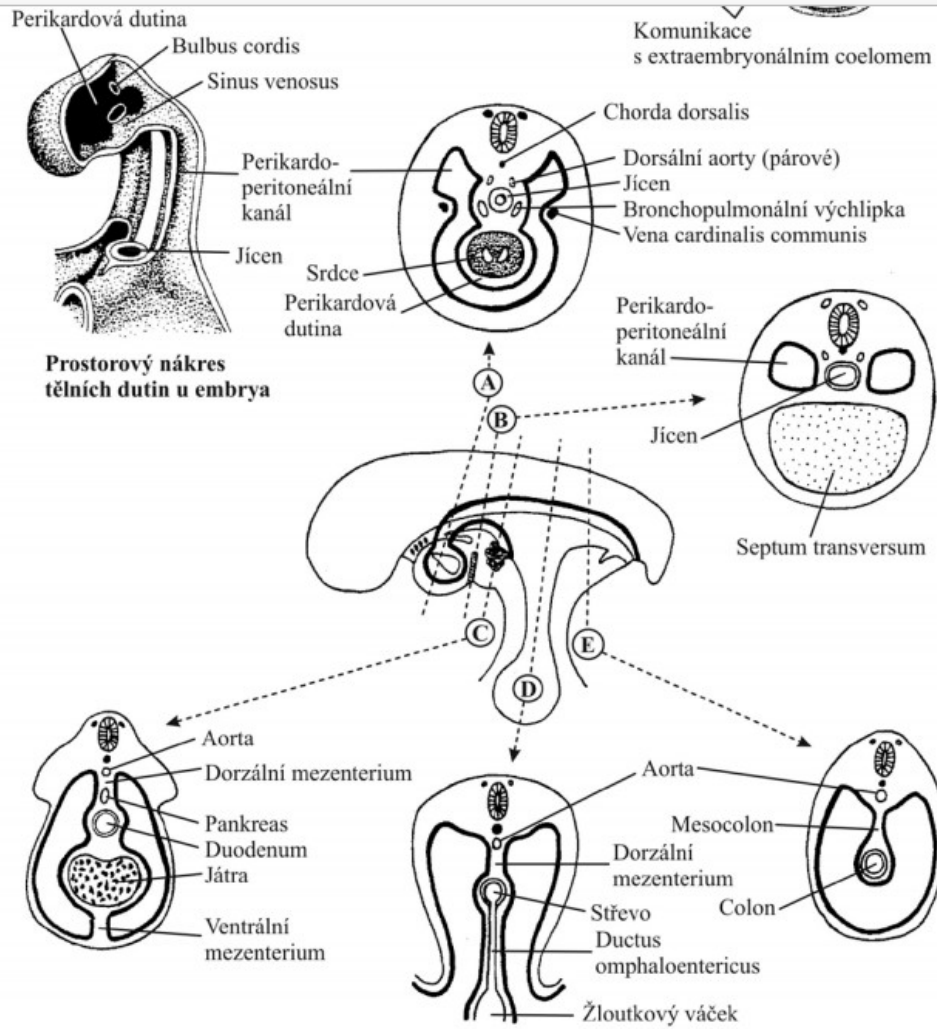
- tato dutina spojena s extraemb. coelomem umbilikálním provazcem (toto spojení je přerušeno v 9. měsíci, kdy se do pupečníku vyklenují kličky střevní

- dutina perikardová - během vytváření přední/hlavové ohraničující rýhy se základ srdce a perikardové dutiny přesouvá ventrokaudálně, před přední střevo

- mesocardium ventrale zpočátku rozděluje dutinu, která se pak spojí

- otevírá se do perikardoperitoneálních kanálů, ty leží dorzolat. od předního střeva

- pleurální dutiny - v důsledku růstu plic dochází k rozšiřování perikardoperit. kanálů a k postupnému oddělování pleurálních dutin



Vývoj bránice

- 5. - 12. týden, ze čtyř zdrojů:
- septum transversum - prorůstá dorsálně, splývá s primitivním mediastinem a s pleuroperitoneálními membránami – vytváří centrum tendineum
- pleuroperitoneální membrány - primitivní bránice, velká ve fetálním období
- mesoesophageum dorsale – střední část bránice – crura diaphragmatis
- vrůstání mezenchymu z dorzolaterální stěny tělní – bud. svalovina dorsolaterální části

Vývoj močového traktu

2 zdroje - NEFROGENNÍ A INTERMEDIÁLNÍ MEZODERM

- úzký vztah k vývoji orgánů pohlavních › společným základem jsou stopky prvosegmentů - nefrotomy -- spojují se s nesegmentovaným mezodermem somatopleury a splachnopleury
- z kraniálních nefrotomů vznikají kanálky - pronefros (u člověka rudimentární)
- mnohé kanálky nemají lumen a spojují se v podélný provazec › základ Wolfova vývodu
- od 8.-9. prvosegmentu ztrácejí nefrotomy segmentové uspořádání a splývají v souvislý pás - tzv. nefrogenní blastém -- mezonefrogenní úsek › od C6 po L3 prvosegment
- metanefrogenní úsek › 3.- 5. lumbální prvosegment

1. Pronefros

- rudimentární › zakládají se v časných vývojových stádiích a rychle zanikají
- první základy se tvoří u embryí se 4 prvosegmenty, a to ve spojovací části 1. prvosegmentu - v krční oblasti jako skupina buněk ohraničující malé lumen › základ kanálku pronefros
- trubičky segmentálně pod sebou – nálevkovitě se otevírají do coelomové dutiny
- proti ústím trubiček vyklenují stěnu coel. dutiny zevní glomeruly – jimi filtrát krve do coel.
- tyto kanálky krankaud. spojuje ductus Wolffii
- s postupem vývoje dalších prvosegmentů se kraniální pronefros rozpadají v mezenchym

2. Mezonefros

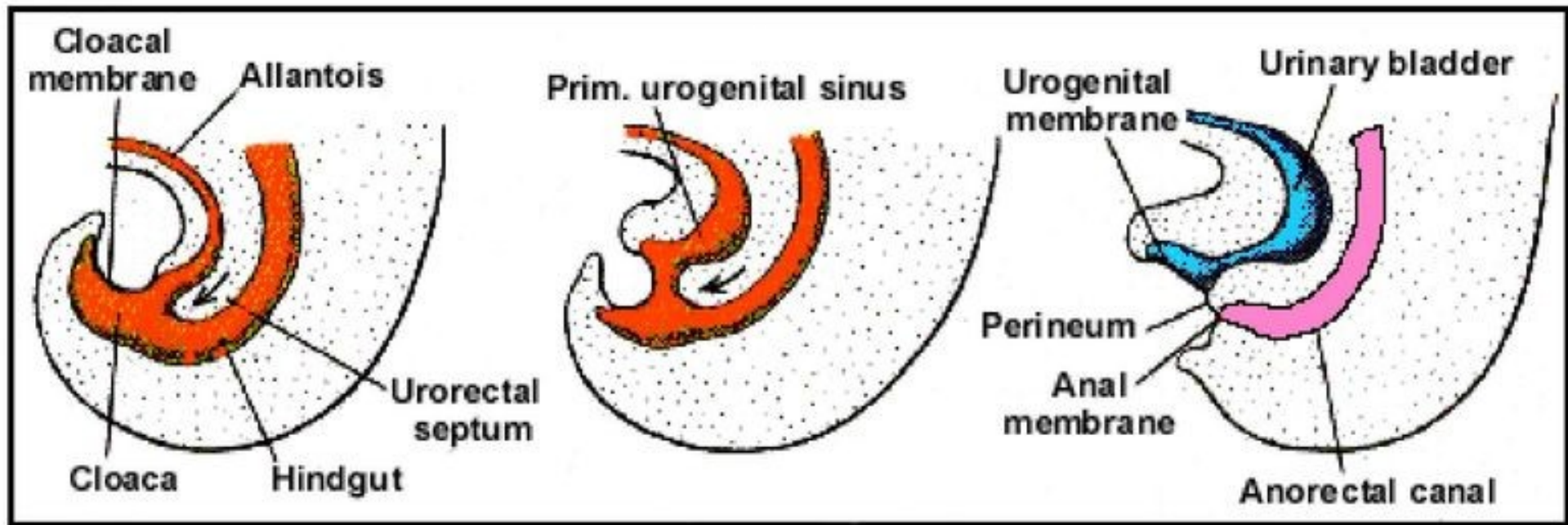
- dosahuje většího rozvoje a přechodně je ve funkci exkreční žlázy
- zakládá se na úrovni prvosegmentů C8 až L3
- základem pro vznik je souvislý nefrogenní blastém, který se sekundárně segmentuje v buněčné skupiny › jejich počet je vyšší než počet prvosegmentů
- transverzální kanálky vyrůstají za coelomovou dutinou proti cévním klubičkům – uzavřou je do capsula glomeruli
- v každé skupině buněk se utvoří uprostřed lumen › vznikne váček mezonefros
- růstem mediálních částí se váčky přeměňují v kanálky
- soubor segmentálně uložených kanálků mezonefros vyklenuje po obou stranách dorsálního mezenteria tělní stěnu v podélný val - plica urogenitalis › při jejím laterálním okraji běží Wolfův vývod – poblíž kloaky se vychlipují ureterové pupeny
- pokračujícím vývojem se urogenitální řasa vyklenuje do tělní dutiny jako Wolfovo těleso
- medioventrální část urogenitální řasy tvoří základ pohlavní žlázy › plica genitalis
- mezonefros dosahuje vrcholu rozvoje u embryí 8 mm dlouhých koncem 1. měsíce (po každé straně je asi 40 kanálků)
- kanálky mezonefros jsou esovitě stočeny a na každém lze rozlišit 3 oddíly

3. Metanephros

- je definitivní ledvinou, původně se zakládá L3 - 5 – ascensus renis
- základem pro vývoj je metanefrogenní blastém › je zdrojem pro vývoj vlastních sekrečních oddílů ledvinných kanálků - nefronů
- ztráta segm. usp., komplikace kanálků, vadiferencování jednotlivých úseků nefronu_ (vzájemnou indukci blastému a konce ureterového pupenu)
- vývodné kanálky odvozují svůj původ od Wolfova vývodu
- na konci 1. měsíce vyrůstá z dorzální strany Wolfova vývodu ureterový pupen › močovod – prodlužuje se vzestupem ledvin
- slepý konec ureterové výchlípky je základem pro primitivní ledvinné pánvičky a kalichů
- ze slepého konce primitivní pánvičky vznikají základy sběracích ledvinných kanálků
- rozrůstání kanálků skončeno závěrem 3. měsíce
- z okolního mezenchymu se ve 4. měsíci vytvoří vazivové pouzdro ledviny
- funkce ledvin nastupuje koncem 4. měsíce fetálního života › moč je plodem vylučována do plodové vody › plodovou vodu plod polyká a v trávicím traktu resorbuje › funkci exkretčního orgánu z hlediska konečného odstraňování produktů metabolismu plní placenta › ledvina se významně podílí na regulaci množství plodové vody

Vývoj rekta, močového měchýře a urethry

- zadní střevo – rectum
- kloaka - rozšířená koncová část zadního střeva, k ní se zpředu přikládá allantois
- kryta ENTODERMEM, který přímo naléhá na povrchový EKTODERM = proctodeum – kloakální membrána
- kloaka se rozděluje na 2 části:
 - dorzální část - anorektální kanál – rektum, kraniální oddíl análního kanálu
 - ventrální část - sinus urogenitalis – moč. měchýř (z horní části), urethra (dolní), vagina (dorsální)
- kloakální membránu rozděluje na anální a urogenitální membránu
- bujení mezenchymu na okrajích anální membrány – okraje se zvedají v anální řasy (EKT.)
- střední část análního políčka – proktodeum (val krytý ektodermem) - anální otvor
- canalis analis - ektoderm proctodea + entoderm zadního střeva
- urethra - po zániku urogenit. membrány – orificium urogenitale (štěrbinovité ústí sinusu),
po stranách lemované urethrálními řasami, ventrálně dosahují k tuberculum genitale
- růst ventrálně, prodlužování, luminizace, otevře se ostium urethrae externum



Vývoj pohlavního systému

- Diferenciace pohlaví je komplexní proces, do kterého je zapojeno mnoho genů.
- Klíčem k sexuálnímu dimorfizmu je chromozóm Y, který obsahuje gen determinující varle, nazývaný SRY (sex region on Y).
- Proteinový produkt tohoto genu je transkripční faktor iniciující genovou kaskádu, která vyvolává redukci, až zánik pohlavních cest opačného pohlaví.
- Protein SRY – determinuje vznik varlete, tedy mužského pohlaví.
- Gonády – 7T- založeny jako podlouhlé párové lišty – plicae genitales, mediálně od základu ledvin (mesonephros)
- 3 základy:
 - Intermediární mezoderm
 - Proliferací povrchového epitelu (coelomového) – derivát somatopleury.
 - Prvopohlavní buňky – v 5T migrují dorzálním mezentériem, v 6. týdnu vcestují do gonádové lišty, zde přijdou do kontaktu s provazci epitelových buněk, které jsou z coelomového epitelu, tvoří tady řadu solidních buněčných pruhů (Medulární provazce) = toto stádium se nazývá Indiferentní stádium gonády. Pokud nedojde k vcestování buněk, gonády se nevyvinou.

Ženský pohlavní systém

Ovaria -- 16- týden - provazce se rozpadají v izolované skupiny b. – primordiální folikuly s oogoniemi (po narození už žádné oogonie nevznikají)

- některé oogonie vstupují do 1. meiotického dělení – primární oocyty, až dosáhnou diploténu profáze, meióza se zastaví, pokračuje po ovulaci v pubertě

- povrchový coelomový epitel od kortexu oddělen tunicou albugineou

- sestup vaječníků pouze na krátkou vzdálenost

- vývodné cesty: indiferentní stadium - paramezonefrický Mullerův vývod (základ pro vývoj všech orgánů kromě dolní části vaginy a přídatných žláz)

- vývoj pohl. cest u ženy nezávisí na přítomnosti ovarií a hormonů

vejcovody - z nespojených kraniálních částí Mullerova vývodu

děloha - corpus a cervix uteri z horní části srostlých oddílů Mullerovových vývodů, tj. z uterovaginálního kanálu, endometrium a myometrium z přilehlého splachnického mesenchymu

vagina

- horní část - kaudální část uterovaginálního kanálu

- dolní část - z entodermu sinus urogenitalis – epitelová vaginální ploténka, buňky v centru zanikají – luminizace
tato část oddělena od uterovaginálního kanálu – hymen

gll. urethrales, paraurethrales, vestibulares - entodermová výchlipka sinus urogenitalis

Mužský pohlavní systém

testes – protein SRY indukuje medulární provazce – prodlužování do dřene – testikulární provazce - tubuli seminiferi contorti jsou neluminizované až do puberty

- mezodermový epitel tubuli sem. cont. – diferenciace v Sertoliho b. – 6. týden - MIH (Mullerian Inhibiting Hormone)
 - diferenciace varlat nezávisí na přítomnosti pohlavních buněk
 - tubuli sem. con. se separují vrůstajícím mezenchymem – Leydigovy b. – 8. týd. - testosteron – indukuje diferenciaci mezonefrického Wolffova vývodu a zevních pohlavních orgánů
 - 17. týden Leydigovy b. degenerují, vymizí, znovu se objevují až v pubertě, kdy jimi produkováný testosteron stimuluje spermatogenezi
 - vývoj varlat úzce spjat s kanálky mezonefros a Wolffovým vývodem
 - formování tunica albuginea přeruší spojení medulárních provazců s povrchovým epitem
 - oddělí se od degenerujících mezonefros – zůstávají zavěšeny na mezorchiu
 - gubernaculum testis - vazivový pruh (rudiment kaudální části plica genitalis) v místech bud. inguinálního kanálu, zakončen na vnitřní straně genitálních valů
 - sestup začíná ve 26. týdnu, trvá 2-3 dny
 - vývodné cesty: indiferentní stadium - mezonefrický Wolffův vývod
 - mezonefros – ductuli efferentes nadvarlete
 - ductus Wolffi (pod vlivem testosteronu) – ductus epididymis, ductus deferens, vesiculae seminales, ductus ejaculatorius
 - 11. týden - vymizí Mullerův vývod (antiparamezonefrický hormon)
- prostata - 3.-4. měsíc, ENTODERMOVÉ výchlípky ze sinus urogenitalis

Vývoj zevního genitálu

4T

- pohlavní hrbolek - penis, clitoris
- urethrální řasy - corpus spongiosum penis, labia minora
- genitální valy - scrotum, labia majora

7T - urogenitální a anální membrána, končí indiferentní období

9T - začíná diferenciaci, srostou oba páry valů, urethrální rýha

12T - plná diferenciaci

Vývoj končetin

- základ ve 3. týdnu, ze somatopleury laterálního mezodermu tělní stěny, enchondrálně
- na boční stěně tělní - končetinové pupeny , na povrchu kryty ektodermem, na volném okraji - ektodermová lišta
- končetinové pupeny pro horní končetinu - na úrovni krčních segmentů
- končetinový pupen pro dolní končetinu následuje se zpožděním
- 5. týden lze na končetině rozeznat válcovité axopodium, terčovité autopodium
- 6. týden - loketního a kolenního ohnutí: stylopodium (paže, stehno) a zeugopodium
- koncem 4. týdne – kondenzace v blastém (ramenní, kyčelní kloub)
- zač. 2. měsíce - chondrifikace
- celý skelet chrupavčitý 6.-7. týden – osifikace pomocí osteoblastů, které se diferencují z mezenchymu v blízkosti cév

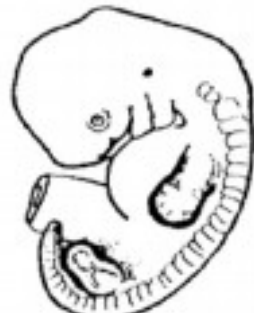
26 dní



32 dní



40 dní



52 dní



Zevní tvar končetin



Končetinový pupen



Axopodium

Autopodium



Stylopodium < paže
stehno

loket, koleno

Zeugopodium < předloktí
bérec

ruka, noha

Cévní systém

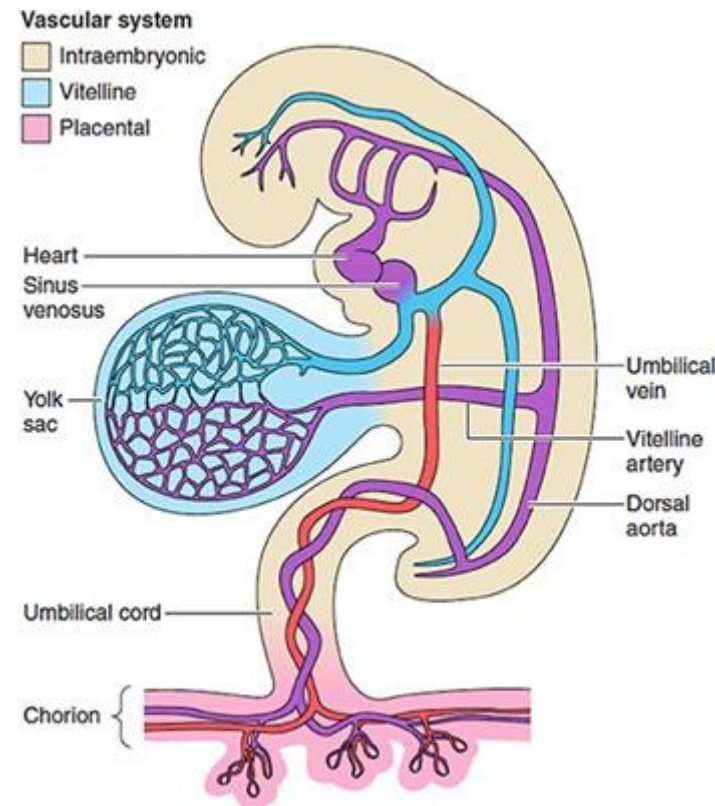
3T – krevní ostrůvky (angioblasty, hematopoetické buňky) – stěna žloutkového váčku, později v choriu a v zárodečném stvolu dočasně

V embryu – z laterálním mezodermu – definitivní produkce

Kardiogenní buňky, angiogenní buňky – migrace před primitivní proužek, ..z mezodermu splachnopleury

Primitivní embryonální krevní oběh

- tvořen primitivní srdeční trubicí, která probíhá zpočátku podélně perikardovou dutinou
- z jejího horního konce vybíhá truncus arteriosus › ten se hned větví v aortální oblouky, které probíhají v jednotlivých žaberních obloucích
- aortální oblouky se dorsálně spojují ve dvě dorzální aorty - splynutí v aorta dorsalis
- venózní krev odvádějí k srdci párové venae cardinales
- žloutkový oběh: a. A v. Viteline
- pupečníkový oběh: zakládají dvě aa. umbilicales a v. umbilicalis
- po vzniku intraembryonálního oběhu se základy aa. umbilicales spojí s aorta dorsalis
- v blízkosti základu srdce se venae umbilicales spojují s v. viteline



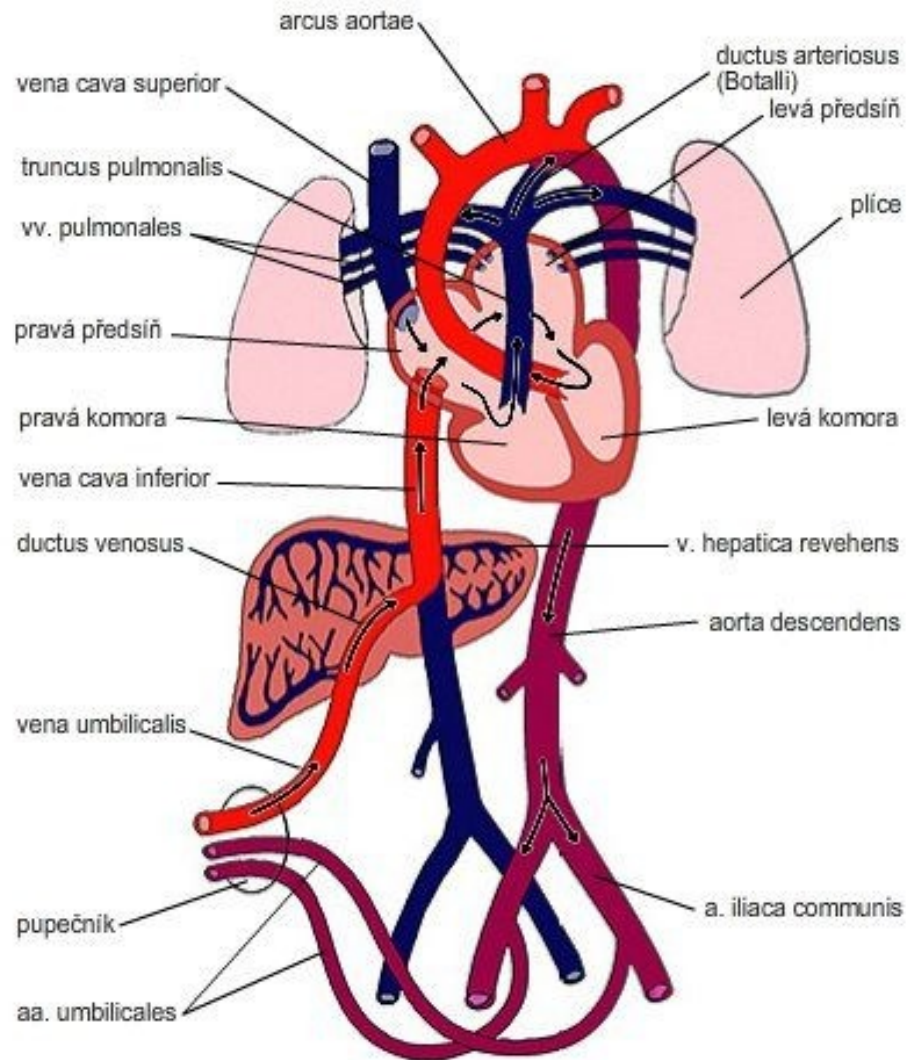
Fetální cirkulace

Placenta – vena umbilicalis – ductus venosus – portální oběh - VCI – pravá předsíň (rozdělení na dva proudy) – pravá komora > skrz foramen ovale do levé předsíně

VCS – P předsíň – P komora – truncus pulmonalis – ductus arteriosus – aorta – trup, dolní část těla

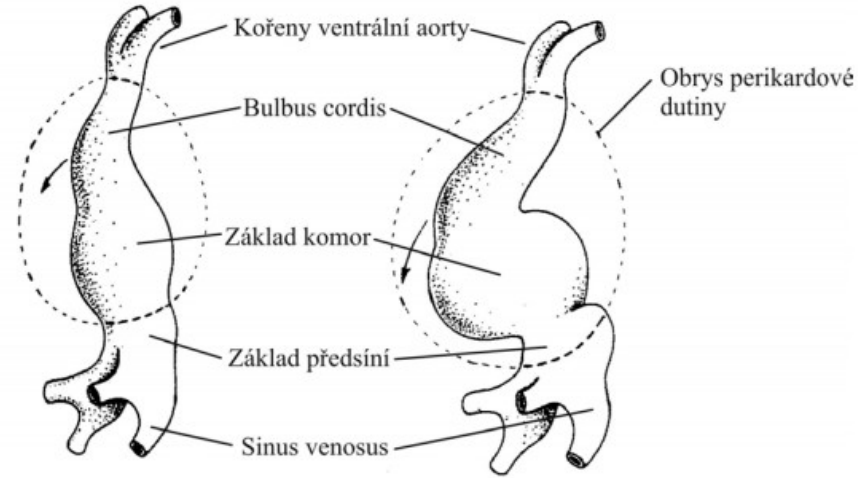
Z aorty část krve do umbilikálních artérií a zpět do placenty

Levá předsíň - krev z VCI a krev z plic – L komora – aorta (aorta ascendens) – hlava a horní část těla



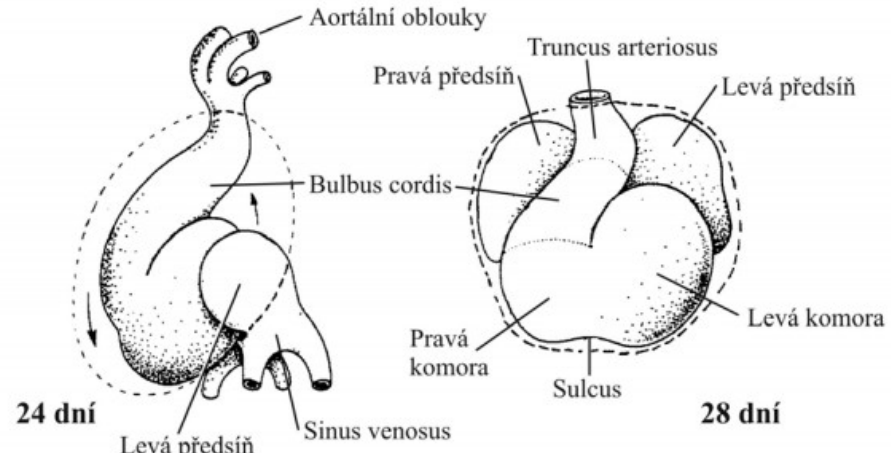
Vývoj srdce

- kardiogenní mezoderm = mezoderm mediální stěny perikardové dutiny, se ztlustí v dvě srdeční (kardiogenní) ploténky -- základem pro myokard a epikard
- při ohýbání předního konce zárodku se k sobě přiblíží oba základy srdce a spojí kolem endotelové trubice
- z vnitřní (silnější) části myoepikardového pláště se diferencují myoblasty myokardu › brzy jsou schopny rytmických kontrakcí
- vnější (tenká) vrstva se mění ve vazivový epikard
- srdeční trubice je zpočátku rovná a běží kraniokaudálním směrem perikardovou dutinou
- kaudální konec srdeční trubice se rozšiřuje v příčně probíhající sinus venosus (venózní)
- kraniální konec srdeční trubice je arteriální
- srdeční trubice roste nejprve do délky, později vznikají kličky, větvení – základ přepážek (vyvíjejí se 3 přepážky: septum atriorum, septum interventriculare, septum bulbi)



21 - 22 dní

23 dní



24 dní

28 dní

Vývoj aorty a arterií

- v průběhu 4. týdne se zakládají aortální oblouky › vycházejí z truncus arteriosus a probíhají v žaberních obloucích
- postupně se zakládá 6 párů aortálních oblouků › vyvíjejí se nerovnoměrně a některé zanikají

- 1. pár aortálních oblouků - rychle zaniká › podílí se na tvorbě a. maxillaris
- 2. pár aortálních oblouků - zaniká, přechodně perzistuje jako arteria stapedia
- 3. aortální oblouky - aa.carotides communes
- 4. aortální oblouky - nesymetrický, na levé straně zmohtní na úkor pravostranného, vyvíjí se v aortální oblouk a pravá a. subclavia
- 5. pár aortálních oblouků - nekonstantní, rychle zaniká
- 6. pár aortálních oblouků - a. pulmonalis dx et sin.

- primitivní venózní systém -- párové vv. cardinales ant. et post. › v. cardinalis communis (ductus Cuvieri)
- s vývojem dolních končetin se vytvářejí vv. iliacaе externaе
- krev z dolních částí těla - primitivní v. cava inf.
- venae omphalomesentericae probíhající podél střevní trubice a ústí do jaterních sinusů › postupně se mezi nimi vytvoří 3 anastomózy › horní, dolní a střední – jedna v. omph.

Dýchací trakt

- první základy se tvoří u embryí se 14 prvosegmenty (cca 3. týden) ve ventrální stěně předního střeva, těsně pod dolním koncem faryngu

- 3 zdroje:

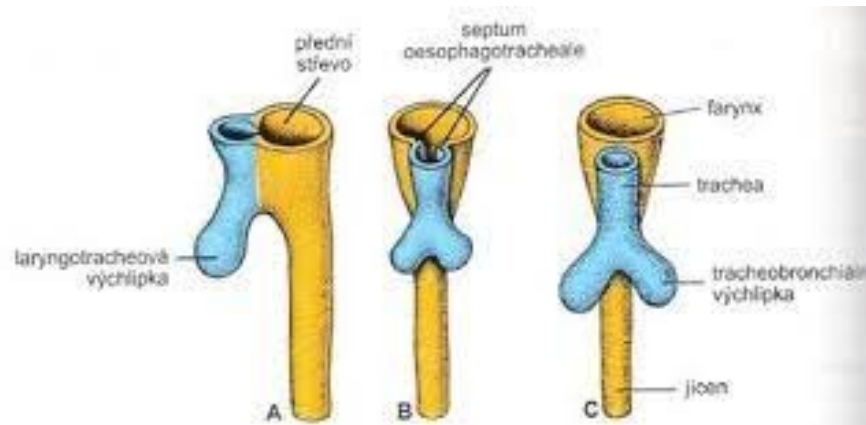
EKTODERM – dutina nosní (krycí, žlázo­vý epitel)

ENTODERM – krycí, žlázo­vý epitel dýchacích cest, respirační epitel plic

MEZODERM splachnický – vazivo, chrupavky, svalovina, cévy

Dolní cesty dýchací

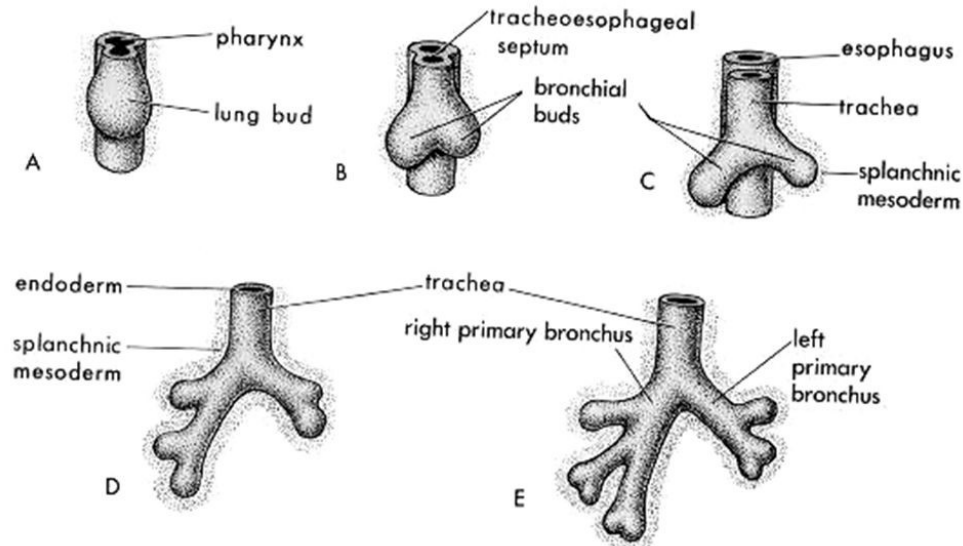
- entoderm ventrální stěny předního střeva se ztlušťuje a záhy v něm vznikne mediální laryngotracheální rýha -- ta se prohlubuje v laryngotracheální výchlípku - vývoj trachey a rozšíření v plicní pupeny
- laryngotracheální výchlípku nejprve souvisí se základem jícnu › potom se oddělí - septum tracheoesophageale
- larynx se vyvíjí z kraniálního konce laryngotracheální trubice
- laryngeální chrupavky a svaly hrtanu se vyvíjí z 4. - 6. pharyngového oblouku



Vývoj plic

Pupeny – větví se a diferencují v interakci s přilehlým mezenchymem v sekundární, terciární bronchy (7. týden), respirační bronchioly:

- první dva plicní pupeny se kaudálně rozdělí vpravo na 3 a vlevo na 2 větve (základy plicních lakoků)
- tyto základy bronchů se dál dichotomicky větví: 18x do narození + 7x po narození (do 8 let)
- mezenchym obklopující entodermové základy dýchacích cest se diferencuje na vazivo, chrupavky, hladkou svalovinu a cévy



Vývoj plic

- alveoly - zakládají se jako slepé výchlipky konečných rozvětvení bronchiolů, až do porodu jsou nevzdušné, vystlané kubickým epitelem
› stavbou se podobají žláze

- prvními vdechy se rozpínají nejprve přední plicní segmenty, pak kraniální a cca 3. den i kaudální segmenty › plicní výstelka se v souvislosti s tím oplošťuje a mění se v respirační epitel

- podle mikroskopické stavby lze rozlišit 4 stadia vývoje plic (časově se překrývají)

- přední segmenty se vyvíjejí rychleji než horní a horní rychleji než dolní

1. stadium pseudožlázné

(5.-17. týden)

- terminální bronchioly zakončeny slepě, podobají se žláze

2. stadium kanálkové

(13.-25. týden)

- rozšiřování lumina bronchů
- vaskularizace intersticiálního mezodermu

3. stadium primitivních alveolů (terminálních sakulů)

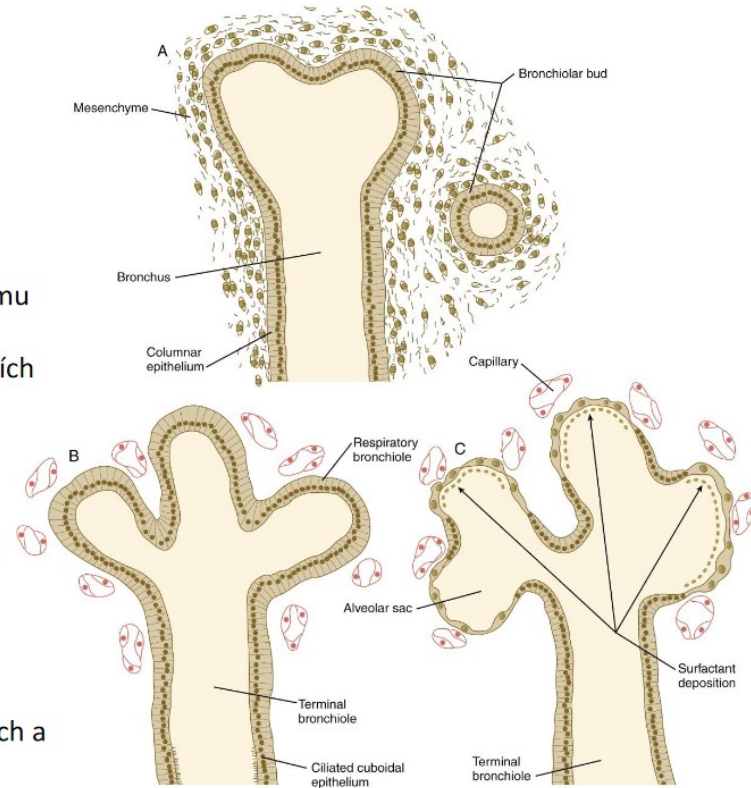
(od 24. týdne do porodu)

- diferenciace pneumocytů
- tvorba surfaktant
- od 26. týdne plocha alveolů umožňuje přežití

4. stadium definitivních alveolů

(po porodu, 40. týden-8. rok)

- formování sekundárních sept v alveolech a tím zvětšování respirační plochy

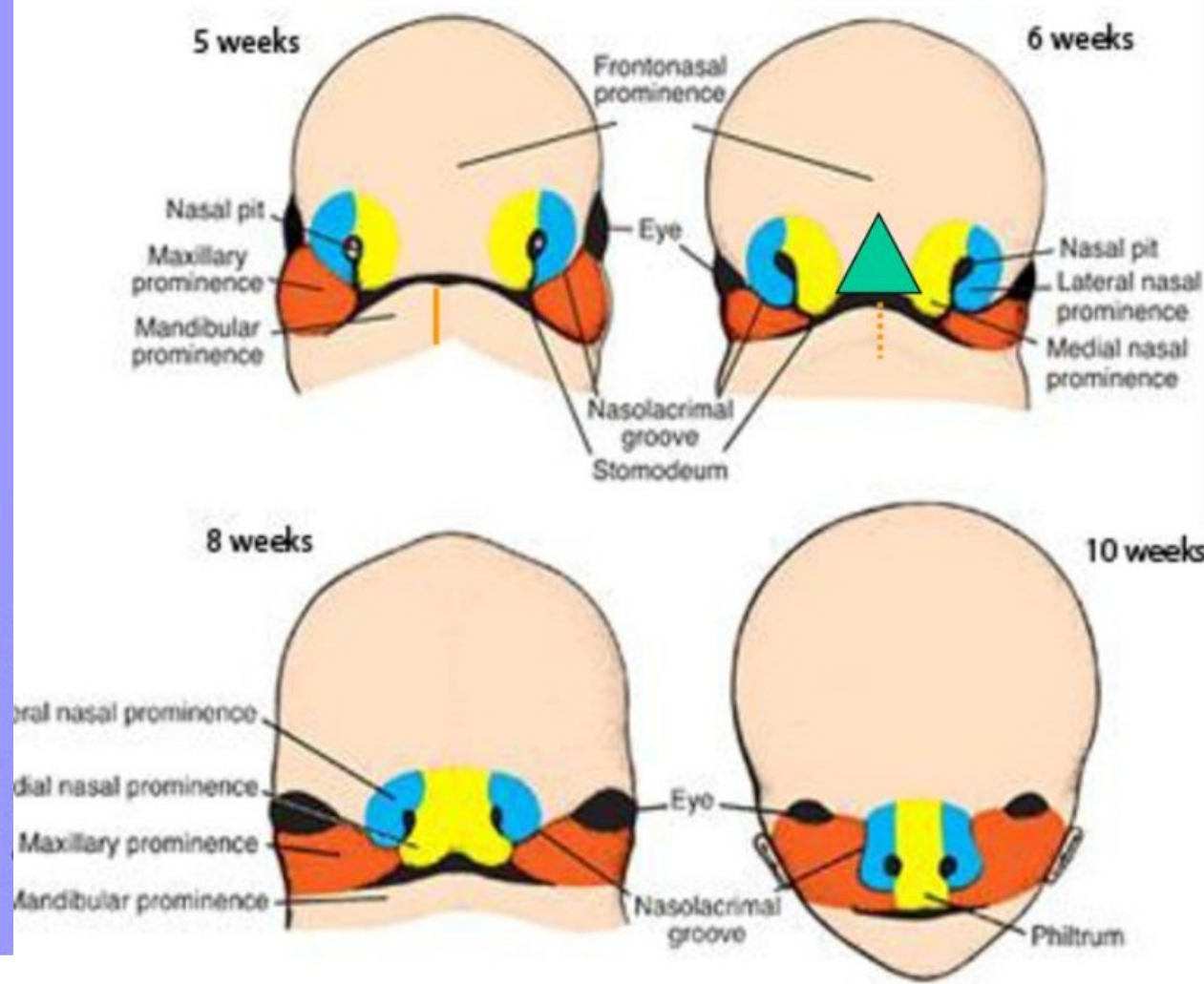
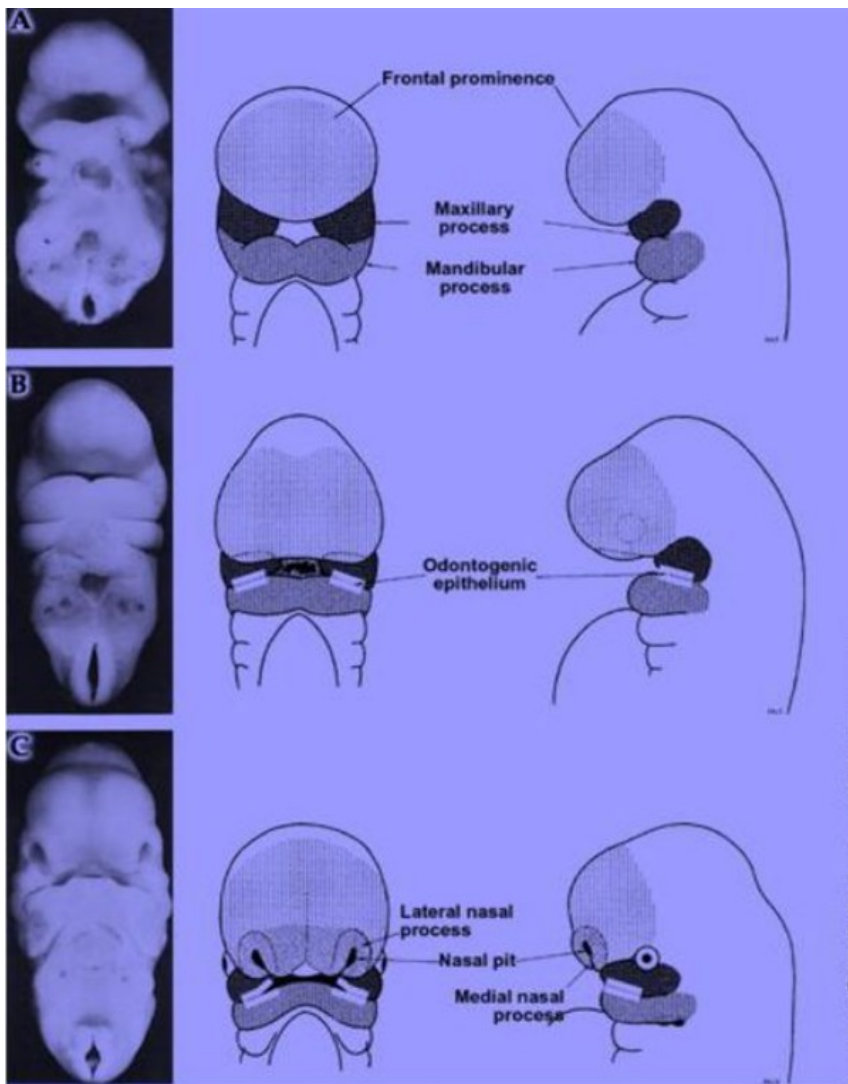


Obličejová část

- zač. 5. týdne, okolo stomodea (primitivní ústní jamky) - nejdřív příčný záhyb vystlaný ektodermem – 1. žaberního oblouku – dopředu směřují 2 párové valy: maxilární a mandibulární
- spojení dolních valů – základ mandibuly a dolního rtu
- mezi horní valy se vsouvá mezoderm nepárového valu čelního (po stranách - čichové plakody - ztlustění ektodermu)
- 5. týden z čelního valu – laterální a mediální nosní valy – čichové jamky
- z 2. žaberního oblouku – diferenciací svalstva tváří a rtů

Vývoj dutiny ústní a nosní

- vývoj patra - 5.-12. týden
- primární patro = mediální výběžek patrový se vyvíjí z vnitřní, tj. do primit. ústní dutiny směřující, části intermaxilárního segmentu
- proliferací mezodermu – výběžek tvaru klínu, roste do ústní dutiny
- sekundární patro se vyvíjí ze 2 laterálních výběžků patrových (patrových plotének)
- ty vyrůstají z maxilárních výběžků, zprvu směřují šikmo dolů – po stranách jazyka – jazyk klesá – horizontalizace plotének



Vývoj zubů

- původní labiogingivální lišta na okraji stomodea se rozdělí na zevní labiální část a vnitřní gingivální část (štěrbina mezi oběma – vestibulum oris)
- epitel gingivy prolifерuje do mezenchymu – dentální lišta
- ektoderm ústní dutiny vytváří zubní pupen – proniká hlouběji do mezenchymu – zubní čepička – z ektod. epitelu se vydiferencuje vrstva zevních a vnitřních ameloblastů (vnitřní ameloblasty – sklovina)
- zubní pohárek - zahuštění - zubní vak, do něj prorůstají cévy
- zubní papila - orgán skloviny – diferenciace ektodermu
- mezenchym (původem z neurální lišty) – dentální papila – zubní pulpa (sklovinný orgán) – odontoblasty – dentin
- proliferace epitelu cervikální kličky indukuje tvorbu zubního kořene
- definitivní chrup - ze sekundární zubní lišty

Změny zevního tvaru

- 3. měsíc - nepoměr velikosti hlavy, široký obličej, oční víčka srůstají, disproporce končetin, pupečníkem prosvítají střevní kličky, zevní genitál indiferentní
- 4. měsíc - vyrovnává se disproporce mezi hlavou a tělem, na obličejí se vývojem mandibuly rýsuje brada, pokračuje osifikace, patrný základy prstů, lze rozeznat pohlaví
- 5. měsíc - růst se zpomaluje, prodloužení dolních končetin, plod se pohybuje, srdce zřetelně bije, kůže pokryta mazlavou hmotou, lanugo, krátké vlasy, řasy
- 6. měsíc - víčka se otevírají, kůže vrásčitá
- 7. měsíc - víčka otevřena, zřetelné řasy, vlasy, lanugo, respirační soustava připravena
- 8. měsíc - rozvoj podkožního tukového vaziva – buclatý vzhled, nehty
- 9. měsíc - lanugo se ztrácí, končí sestup vlarlat, oddělena fontanela major a minor

Fetal Growth From to 40 Weeks



9 weeks



12 weeks



16 weeks



20 weeks



24 weeks



28 weeks



32 weeks



36 weeks



40 weeks