

Embryonální období

- Organogeneze
- Zevní tvar

Organogeneze

3T

- Vznik 3 zárodečných listů
- Základy orgánových soustav

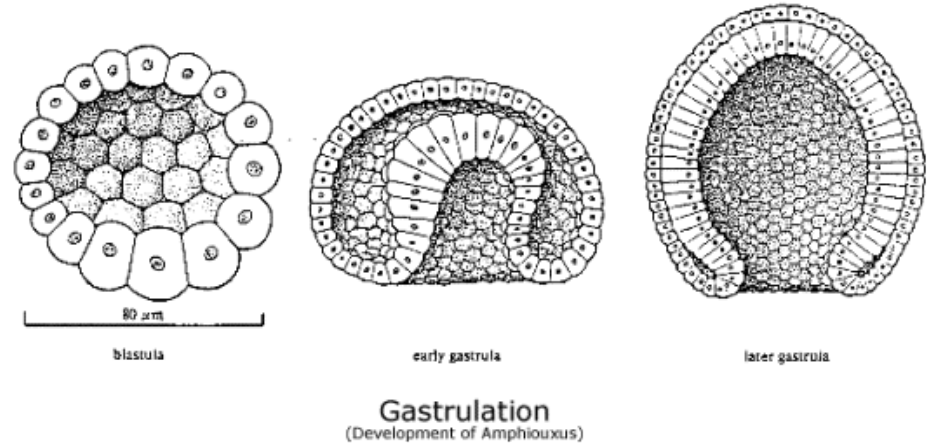
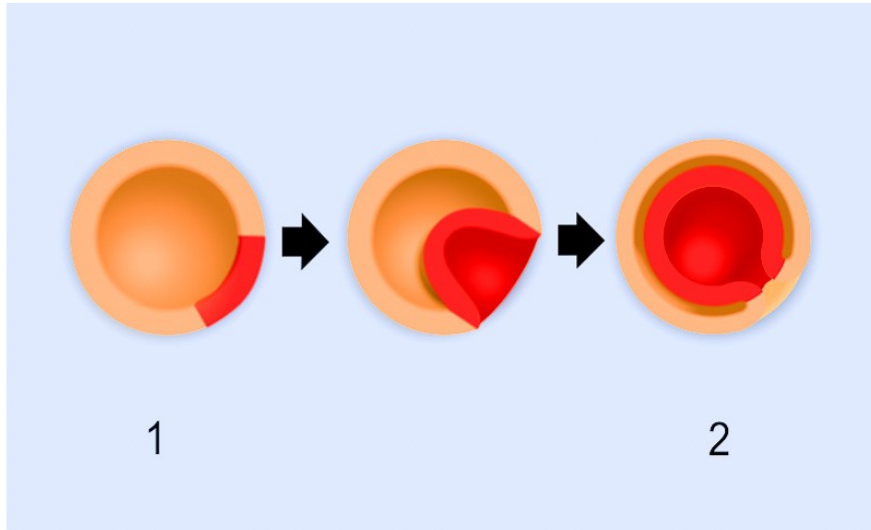
3T

Změny:

- 1. proces **gastrulace** - vývoj třetího zárodečného listu – mezodermu
- 2. proces **notogeneze** - vývoj chorda dorsalis jako axiálního (osového) útvaru
- 3. proces **neurulace** - diferenciace neuroektodermu, neurální trubice a crista neuralis jako základ CNS a PNS

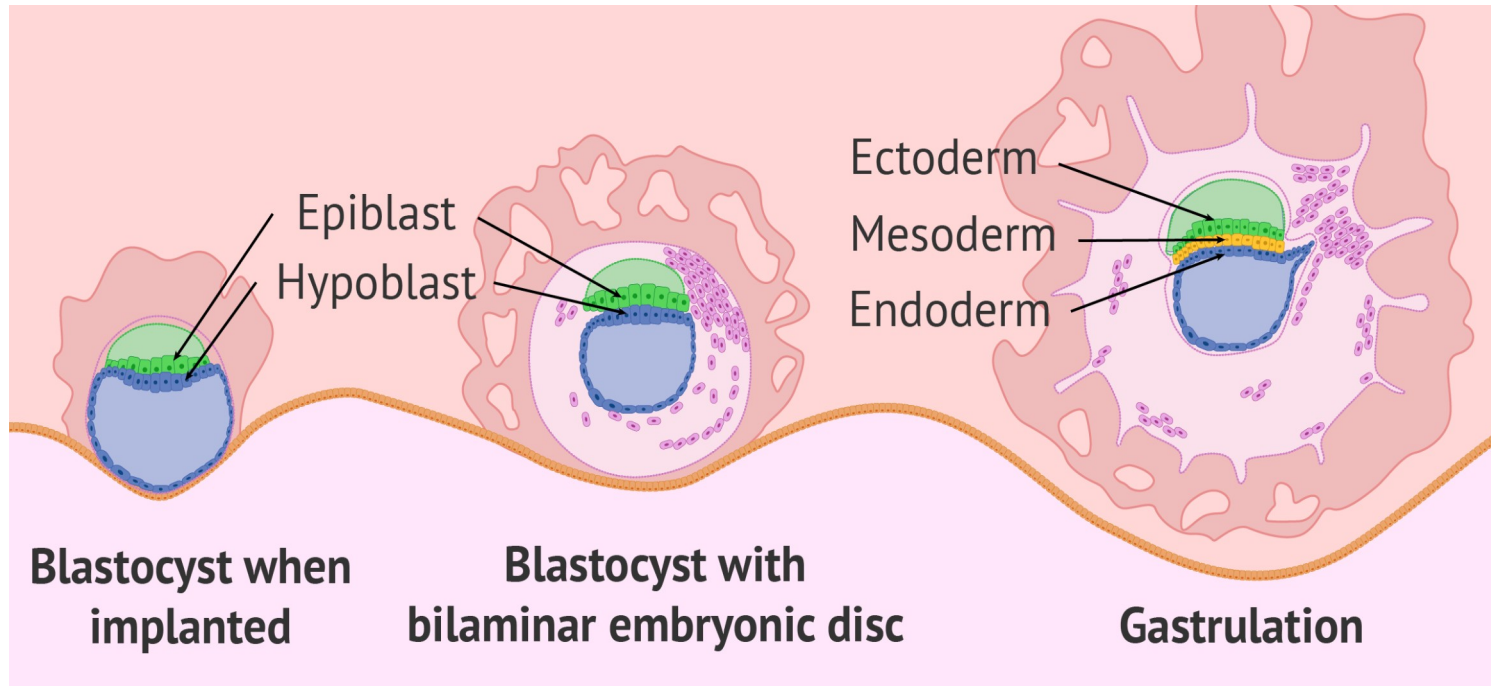
Gastrulace

- Gastrula je vývojové stádium embrya následující po blastule
- Gastrulace = proces, kdy se dvojvrstevné embryo přemění v trojvrstevné



Gastrulace

Před gastrulací vypadá zárodečný terčik lidského embrya jako placička tvořená pouhými dvěma vrstvami (hypoblastem...primitivní endoderm a epiblastem...primitivní ektoderm)

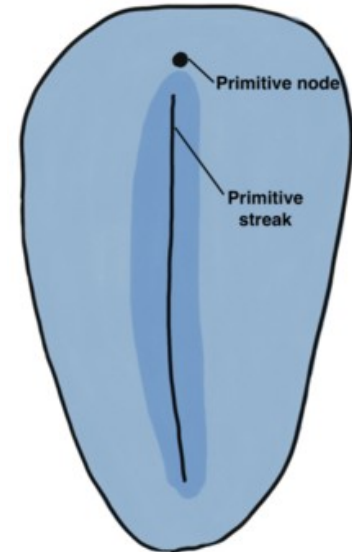
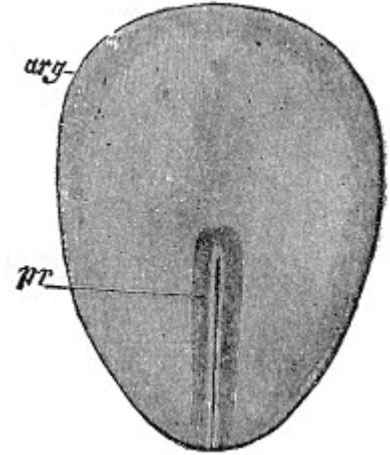


Gastrulace

- V procesu gastrulace se uplatňují se zde mechanizmy: buněčná migrace, výběrové dělení některých skupin buněk a další mechanismy
- Vrstvy gastruly se postupně transformují v tzv. **zárodečné listy - entoderm, ektoderm a mezoderm**

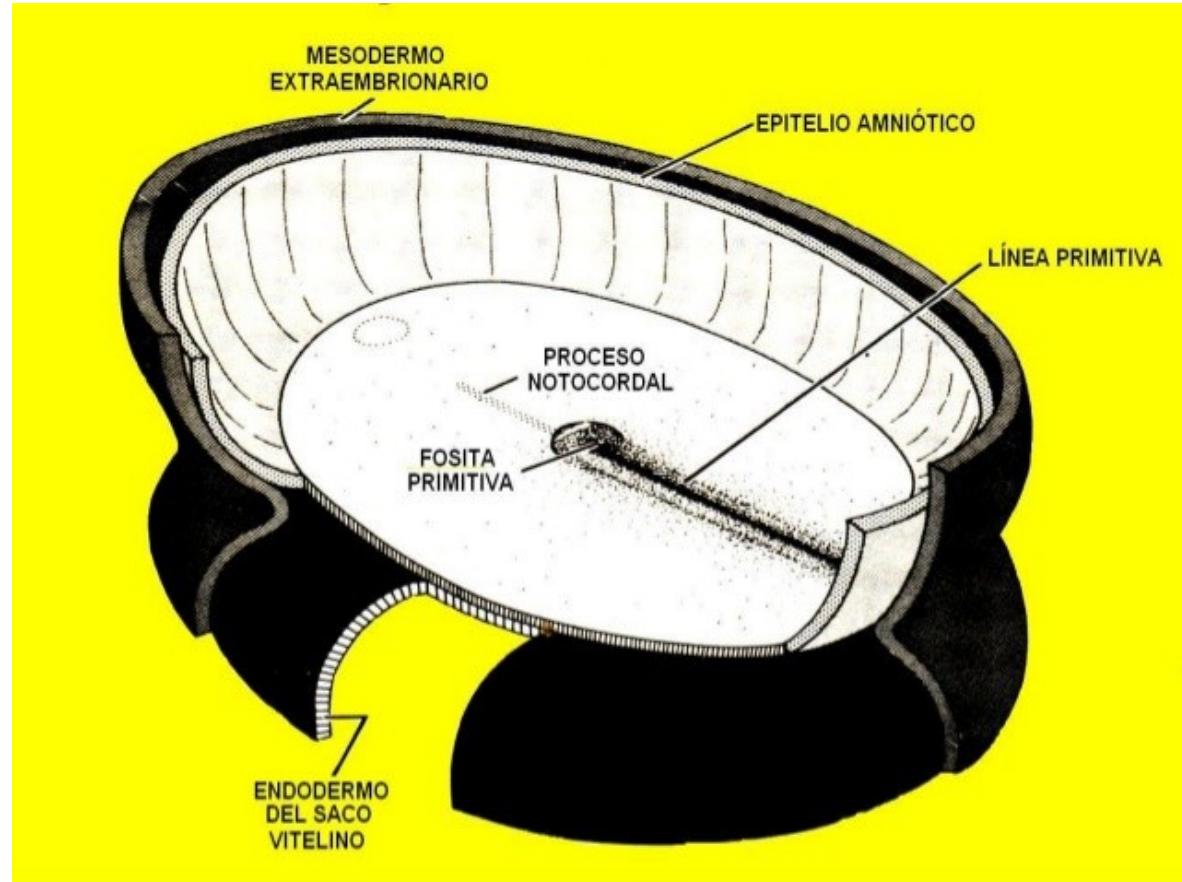
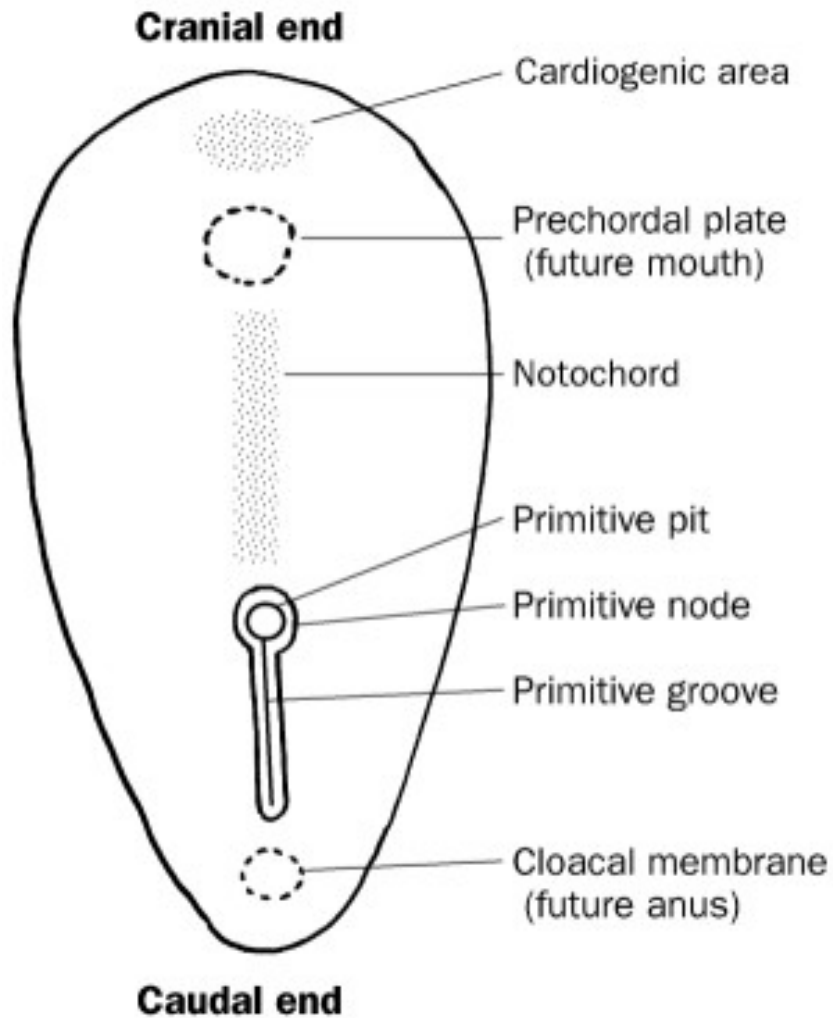
Gastrulace

- Na počátku gastrulace v budoucí kaudální oblasti zárodečného terčíku se proliferující buňky epiblastu posunují ke střední čáře – lineární ztluštění = **primitivní proužek**
- Primitivní proužek - podélný val v raném zárodku ptáků a savců, jenž definuje osu hlava-ocas a následně dává vzniknout primitivní brázdě
- v ose primitivního proužku vzniká - podélný otvor = **primitivní brázda** (tou migrují buňky budoucího zárodečného mezodermu a entodermu)



Gastrulace

- **migrace buněk je samotnou podstatou gastrulace**
- primitivní proužek je vepředu zakončen primitivním (Hensenovým) uzlem
- **Primitivní uzel (Hensenův)**
 - zhuštění buněk směrem kraniálním zakončeným prohloubením – primitivní jamkou
 - je organizátorem vzniku gastruly
- Buňky vstupují Hensenovým uzlem dovnitř embrya a migrují do míst svého cílového určení
 - Ty buňky, které projdou, vytvoří (v prostoru mezi epiblastem a hypoblastem) základ pro **endoderm** (entoderm) a **mezoderm**.
 - Ty buňky, které neprojdou a zůstanou v epiblastu, se označují jako **ektoderm**.
- Je vidět, že všechny tři zárodečné listy vznikají z epiblastu a nikoliv z hypoblastu - ten je totiž zatlačen migrujícími epiblastickými buňkami, které vytváří intraembryonální endoderm





GASTRULATION

The second phase of development is gastrulation, a migration of blastocyst cells inward, leading to multiple distinct layers of tissue called germ layers.

GERM LAYER

 Ectoderm

 Endoderm

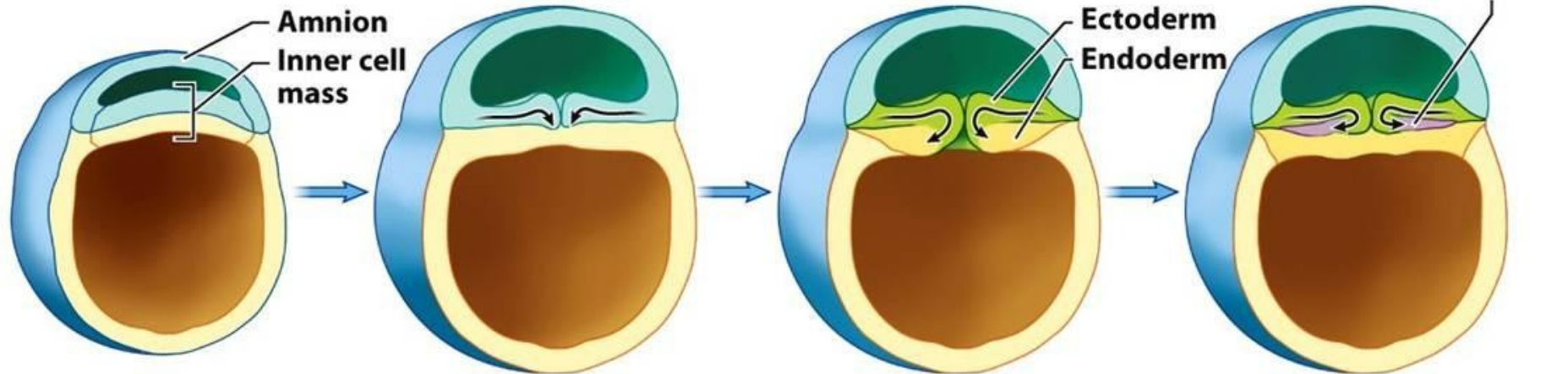
 Mesoderm

BECOMES

Outer layer of skin, hair, lining of the nose and mouth, and the nervous system

Digestive tract, respiratory tract, liver, and pancreas

Muscles and skeleton



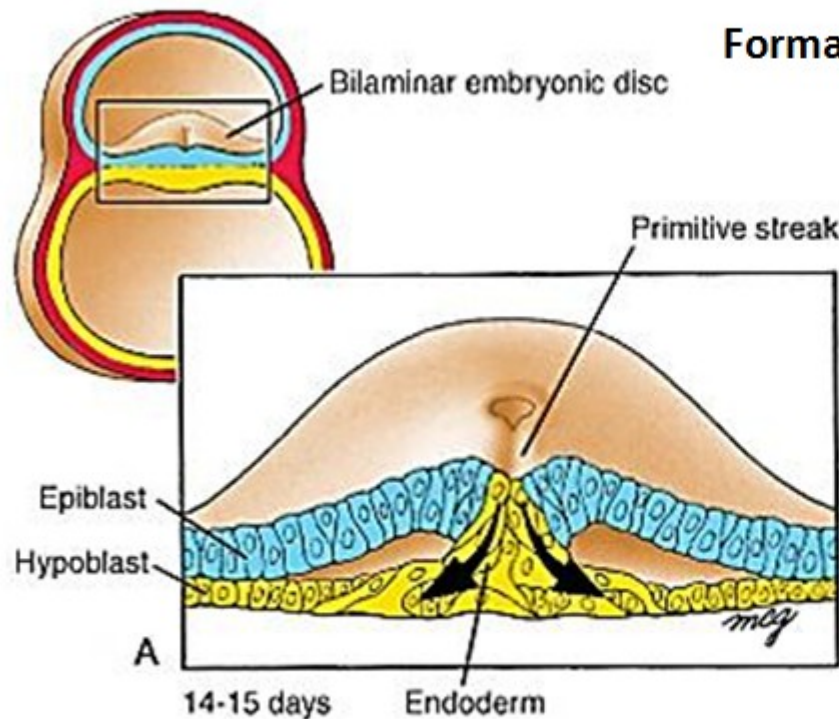
Cells of the inner cell mass begin to differentiate as the amnion forms

A gastrula develops when cells begin to migrate inward, forming an indentation.

The cells continue to push inward, forming the endoderm. Cells that remain on the outer surface of the gastrula are called ectoderm.

The mesoderm is formed, as additional cells migrate inward between the endoderm and ectoderm.

Gastrulation

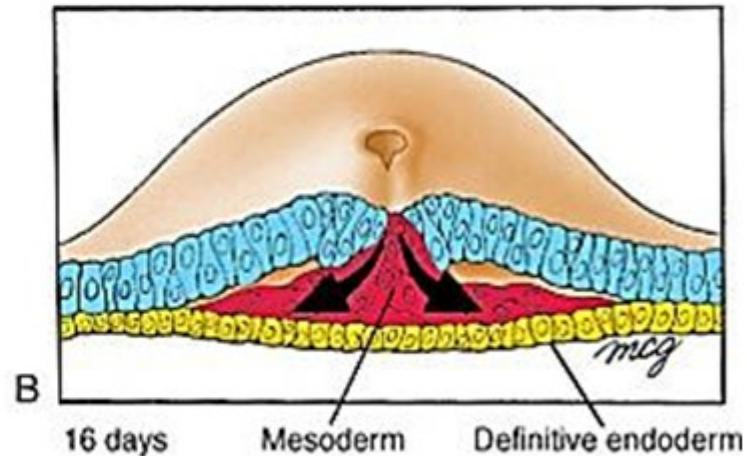


Formation of trilaminar from bilaminar disc

Week 3 of development

Ectoderm; Mesoderm; Endoderm;

Primitive node and streak



Ectoderm: Epidermis and CNS

Mesoderm: Musculoskeletal; Cardiovascular and Urogenital systems

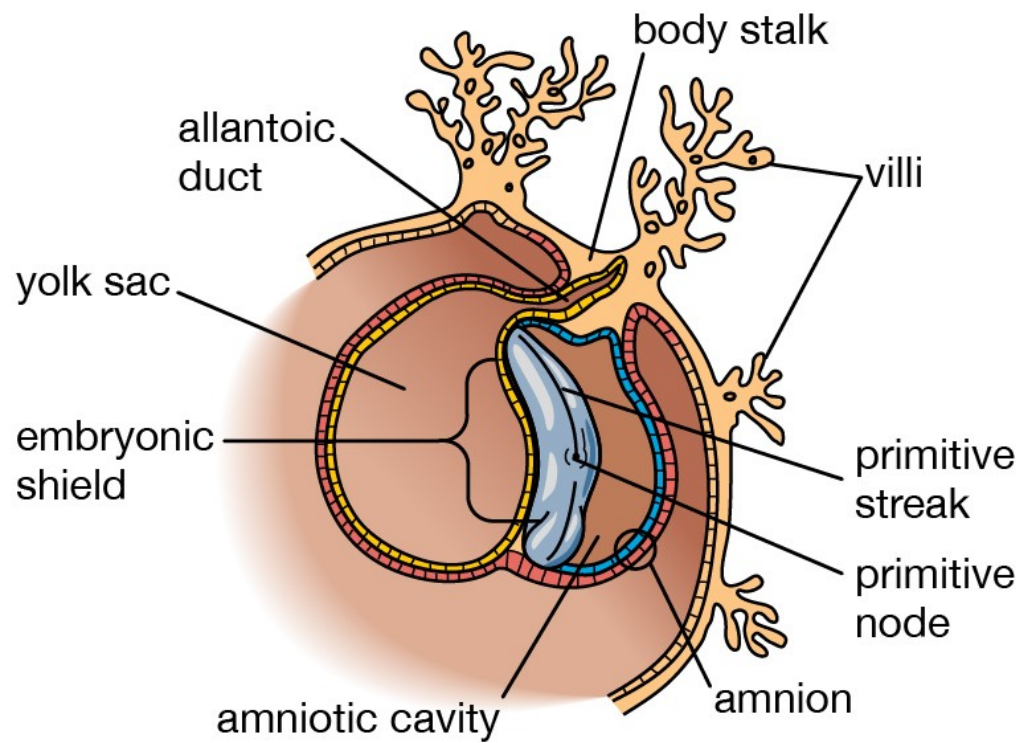
Endoderm: Lining of GIT and respiratory tract

Trilaminární zárodečný terčík

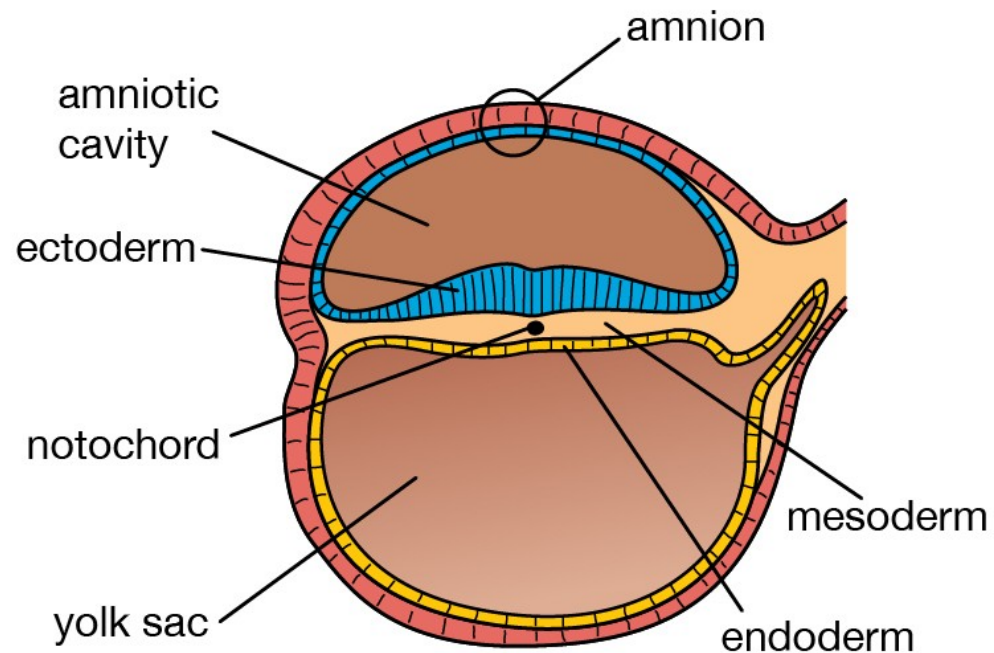
- 3. zárodečný list MEZODERM vzniká oddělením buněk z chordomezodermového výběžku, z primitivního proužku a uzlu
- Vyplňuje prostor mezi ENTODERMEM a EKTODERMEM
- výjimkou je faryngeální a kloaková membrána (ektoderm naléhá na entoderm bez mezodermu)

Human embryonic disk at 18 days

three-quarter view

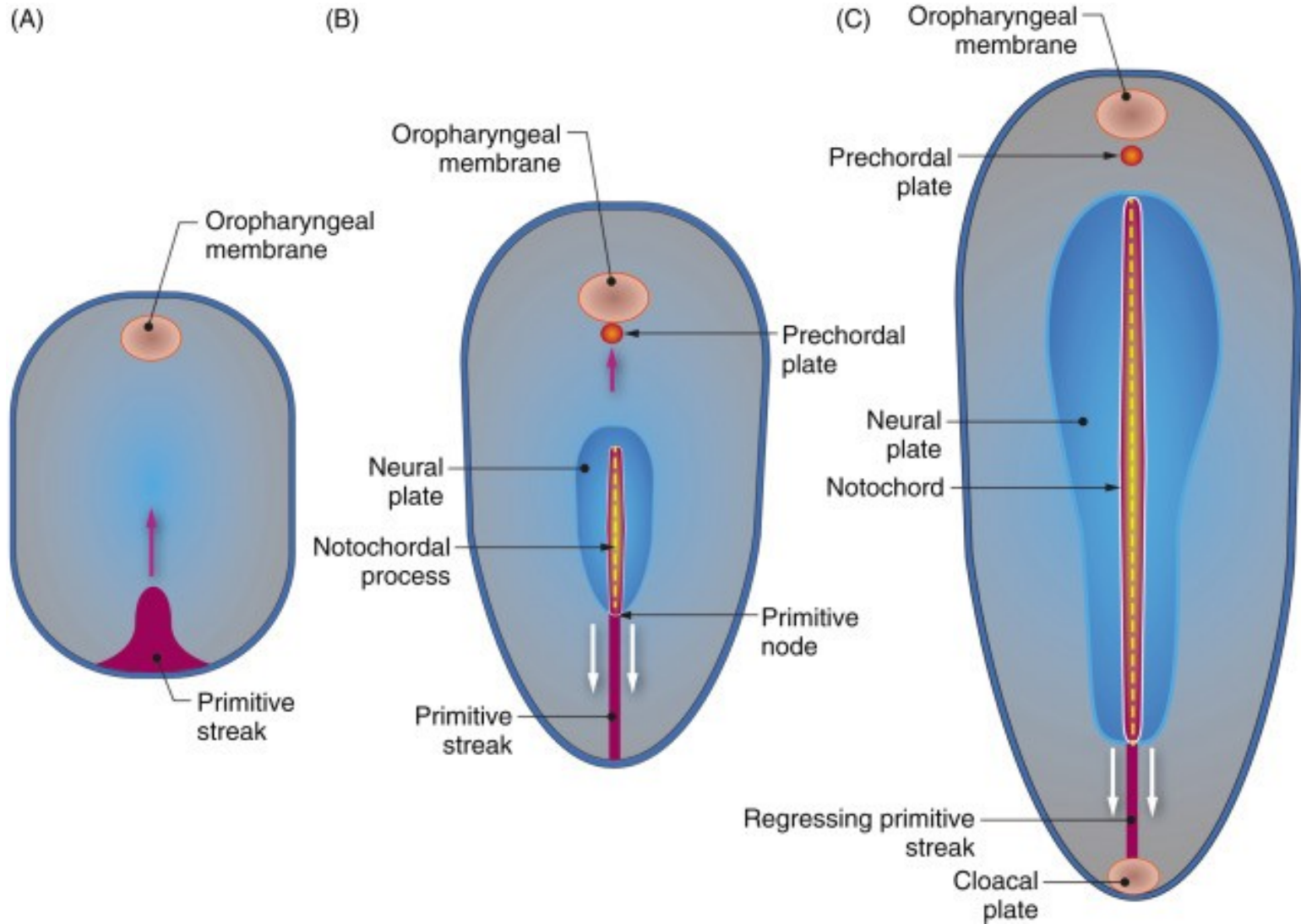


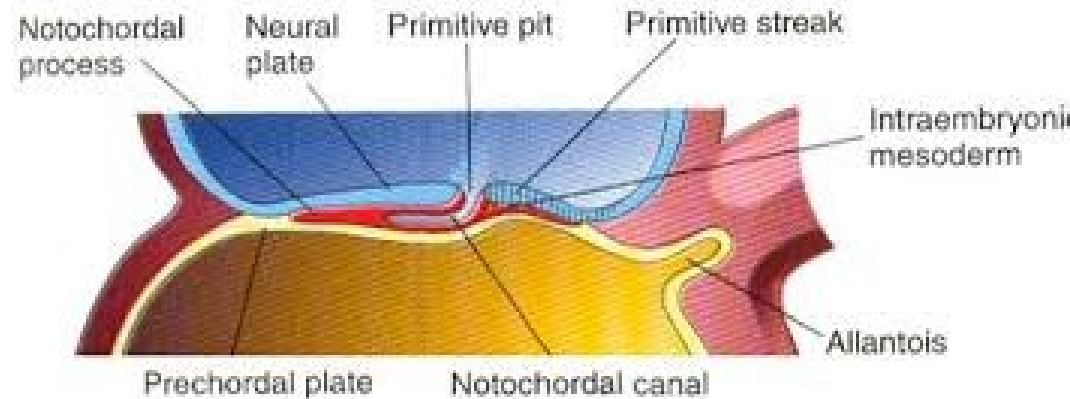
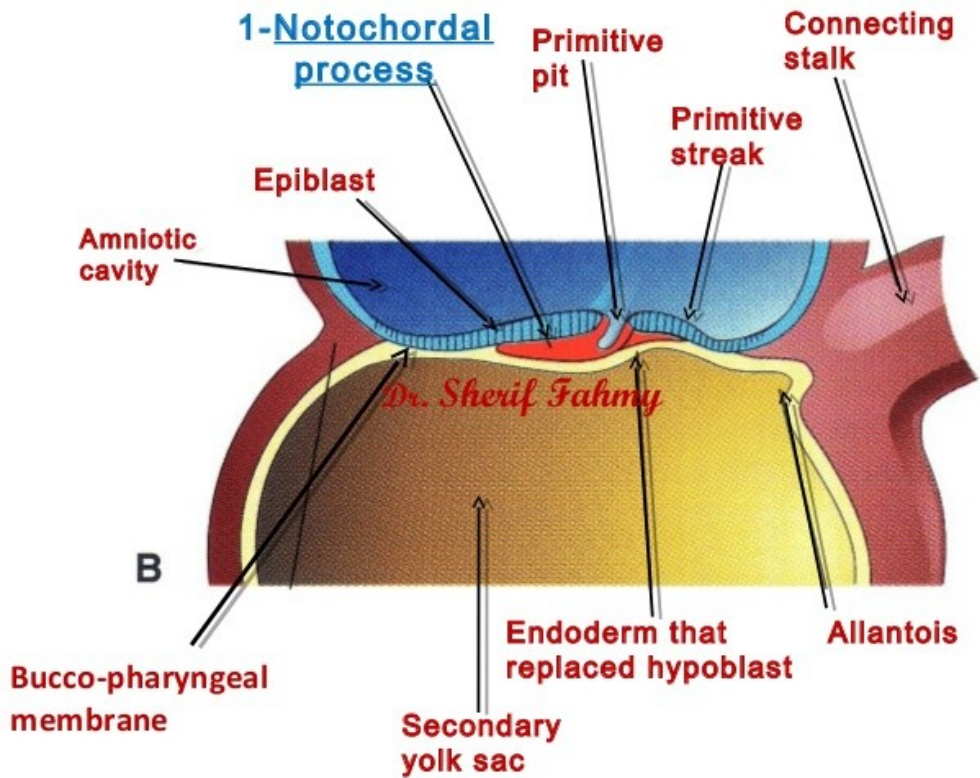
cross section

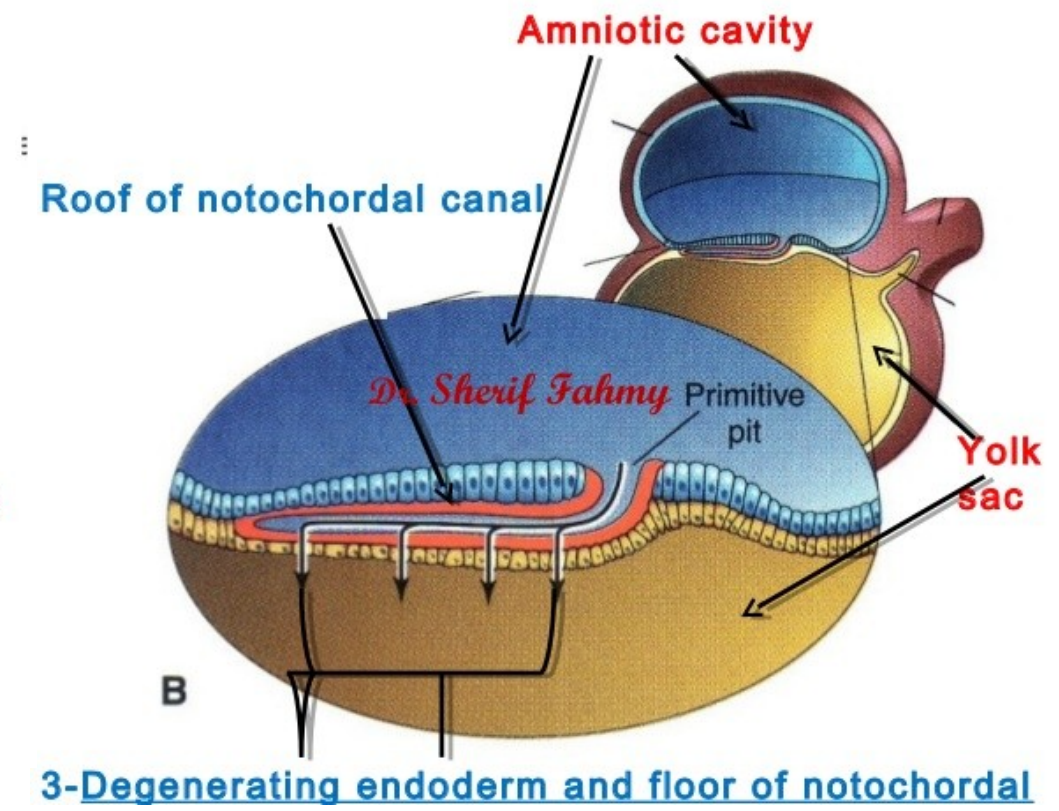
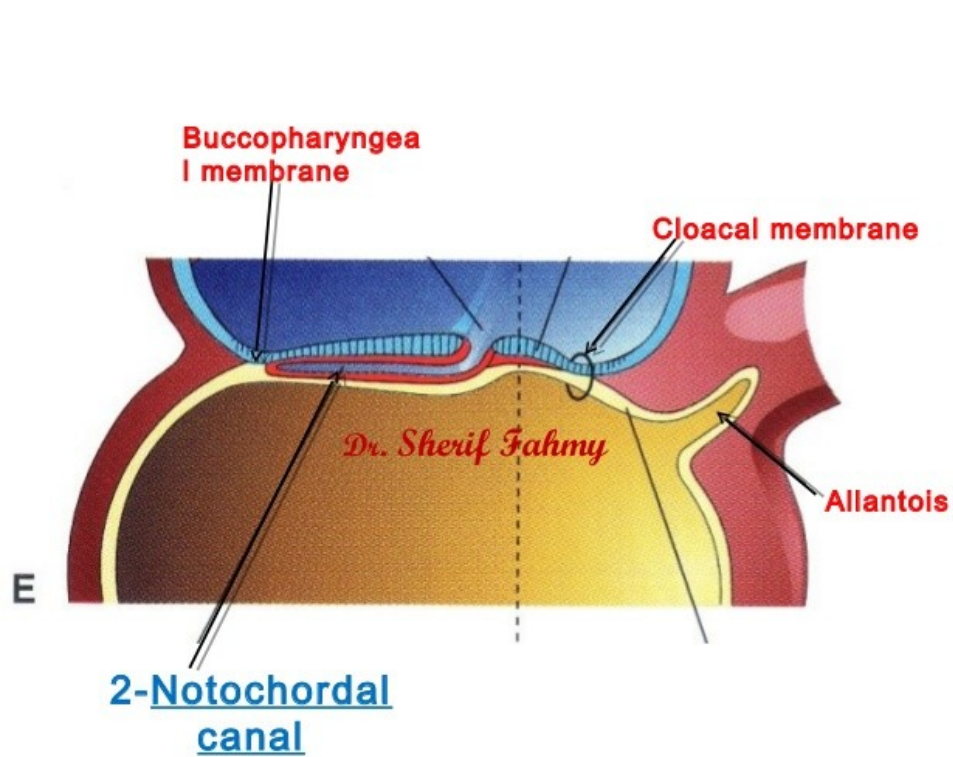


2. Notogeneze

- Notochord = struna hřbetní
- Část buněk vnikajících primitivní brázdou do spodní části embrya se stáčí směrem k tzv. prechordální ploténce.....chordomezodermový výběžek
- Zastaví se u prechordální ploténky a vytvoří hlavový úsek notochordu
- Následně sice nakrátko zaniká, ale později se opět zvýrazňuje a tvoří pevnou osu vedoucí od Hensenova uzlu (na jenom konci brázdičky) až po prechordální ploténku
- Část výběžku má trubicovitý tvar - chordový kanál (Lieberkühnův) – jeho spodní stěna se ve stadiu 18 dní postupně proděraví, takže vznikne samostatná chordová ploténka

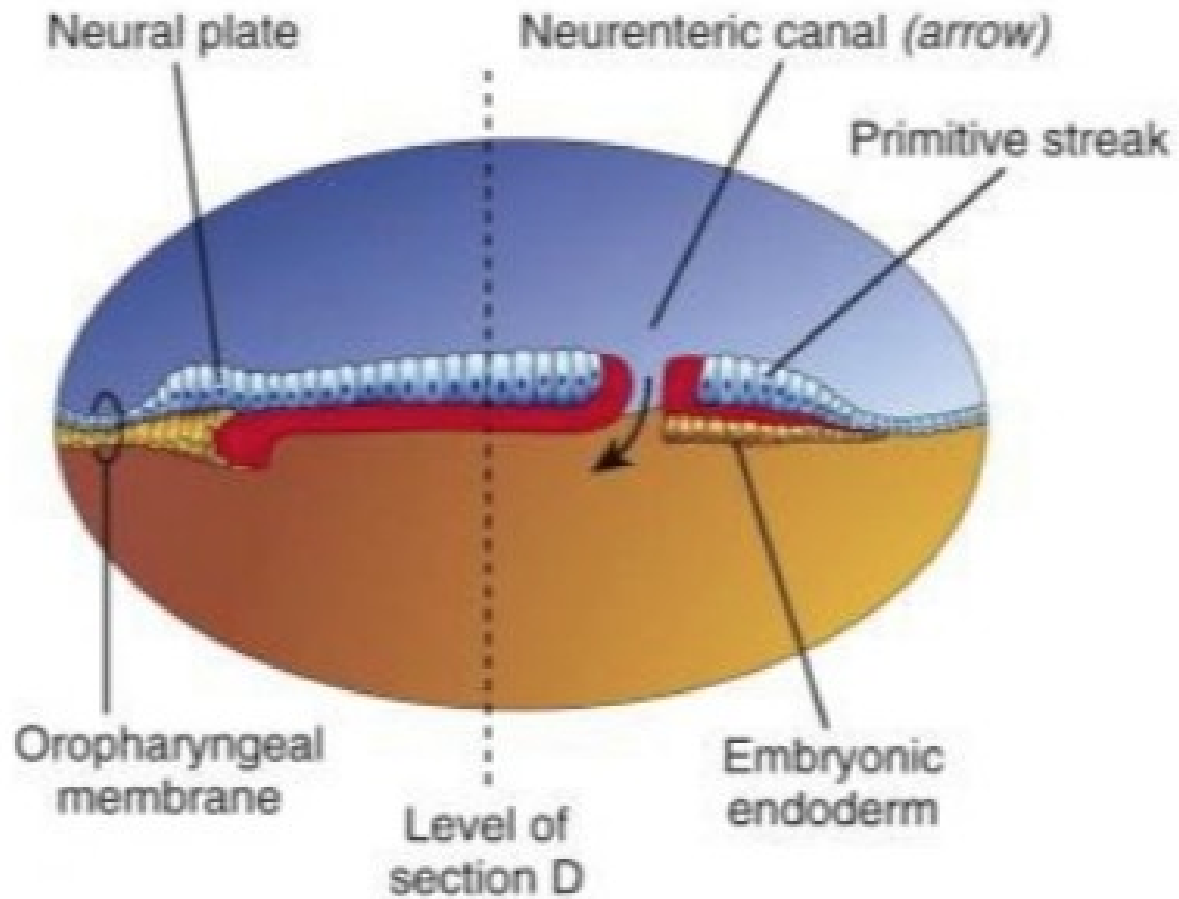


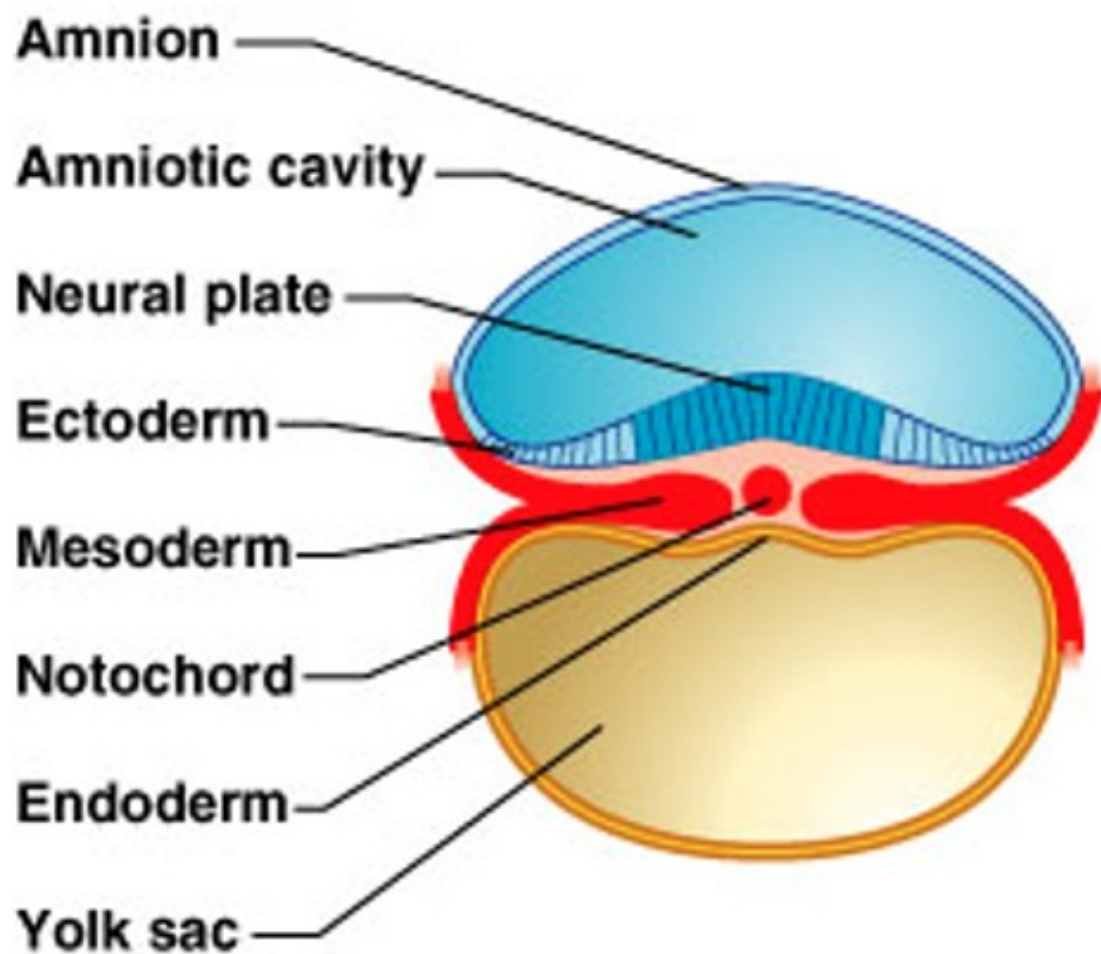


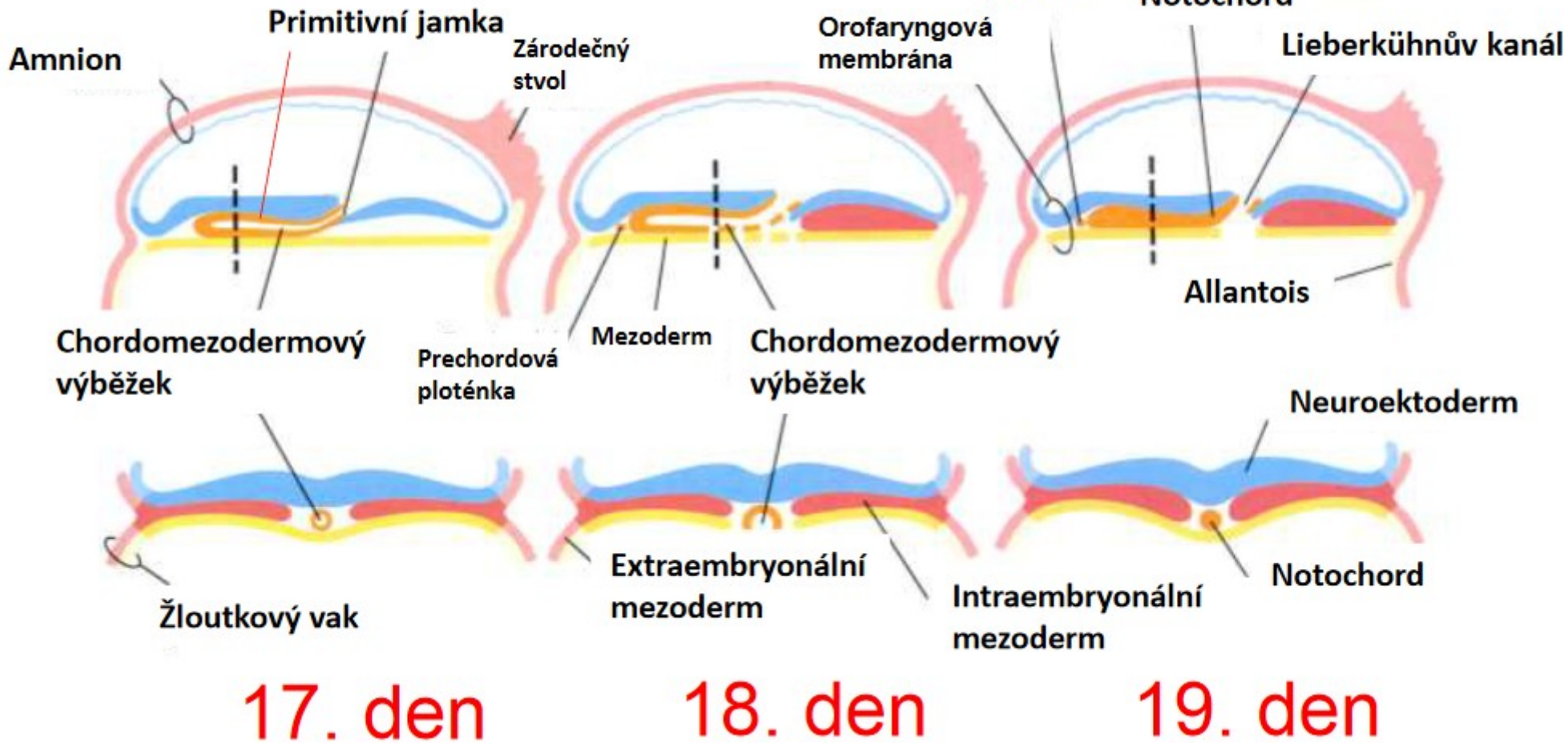


Vznik chorda dorsalis

- Tyčinkovitá struktura tvořící osu embrya
- základ chorda dorsalis
- Při oddělování vznikne v místě primitivní jamky směrem do žloutkového váčku dočasná komunikace s amniovým váčkem – canalis neurentericus





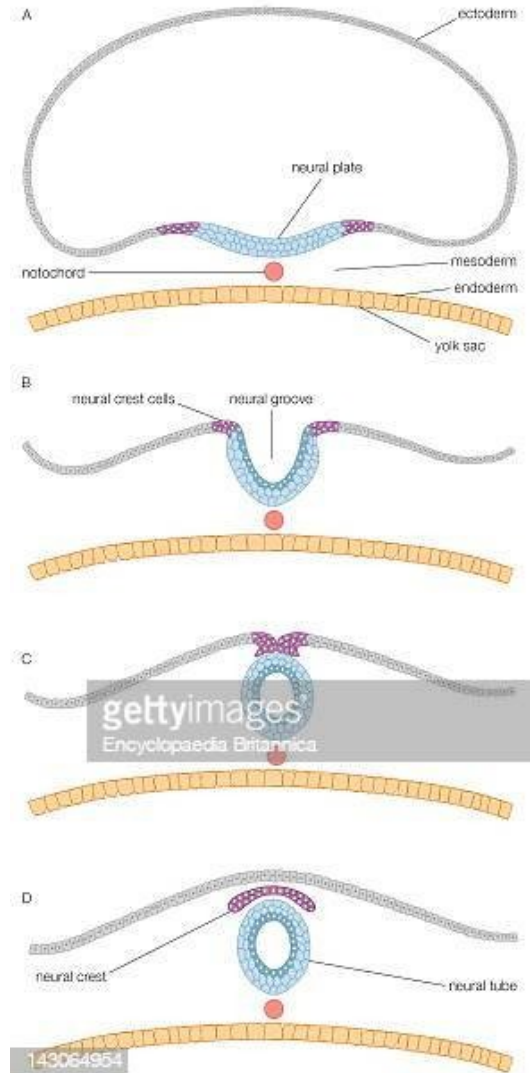
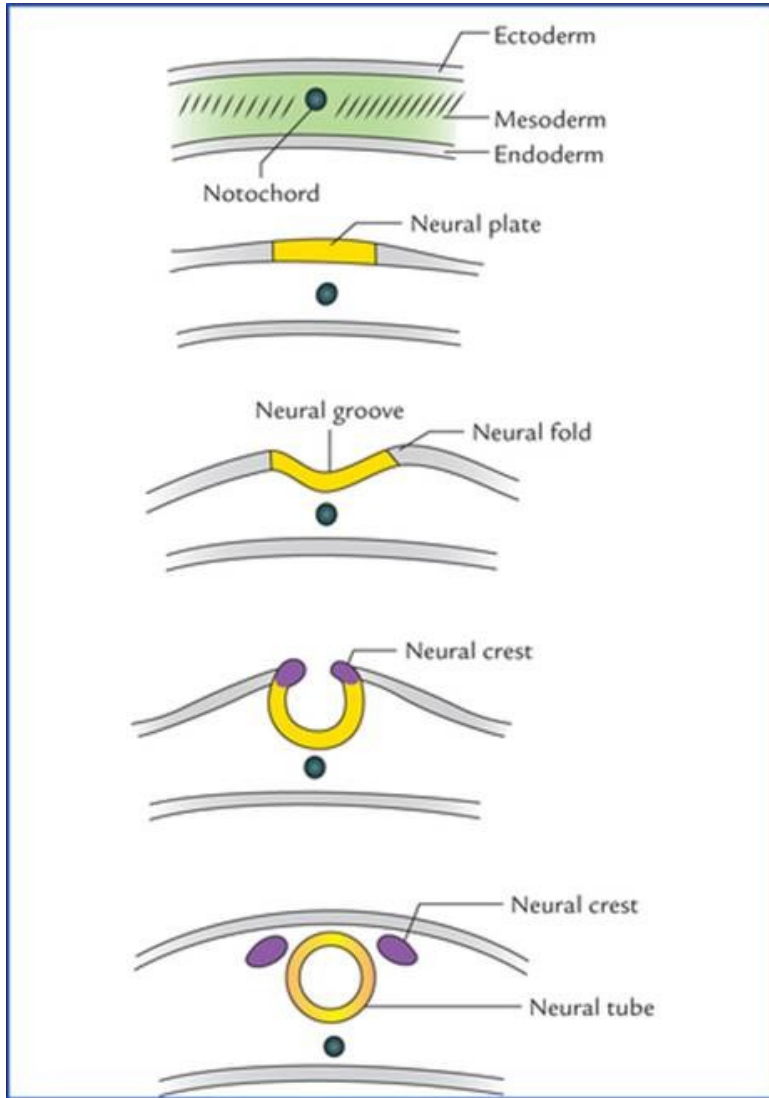


Počátek allantois

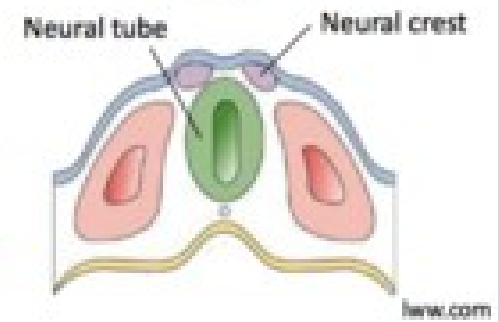
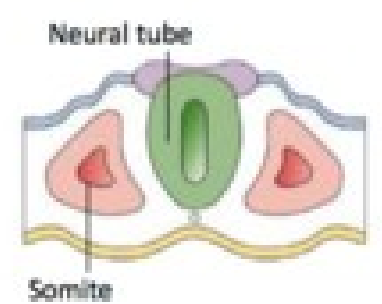
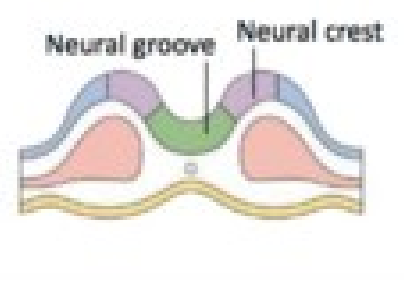
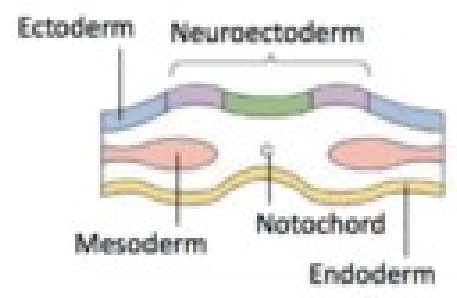
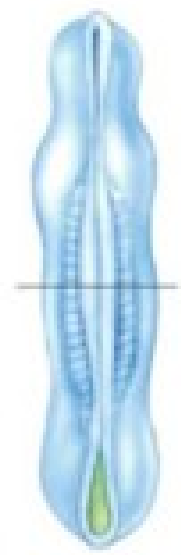
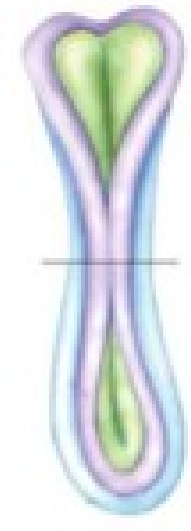
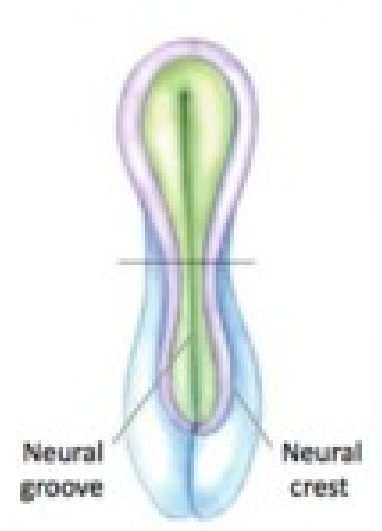
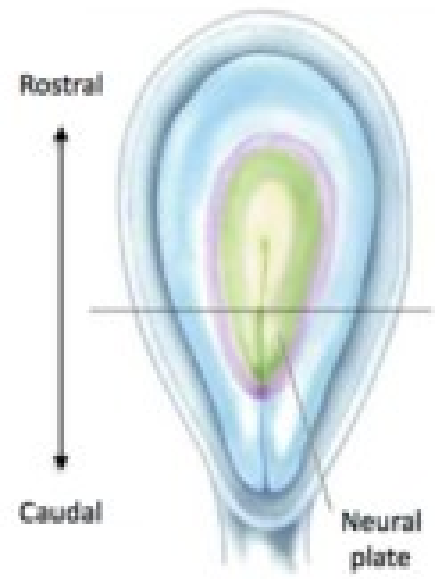
- Entoderm žloutkového vaku vybíhá kaudálně za kloakální membránou v trubicovitý výběžek směřující k zárodečnému stvolu
- Útvor je rudimentální, částečně se podílí na vývoji močového měchýře

Neurulace

- embryonální stadium, v němž vzniká neurální trubice, se nazývá neurula – vlastně je to však pozdní gastrula
- vznik neurální trubice přímo souvisí se vznikem chordy
- ektoderm ležící nad chordou začne díky neurální indukci tloustnout a formuje se nejprve tzv. neurální ploténka, jejíž tkáň se označuje jako neuroektoderm. Tím začíná celý proces neurulace
- následně se buňky nervové ploténky propadají...vzniká neuralní rýha
- okraje ektodermu nad ní („neurální valy“) se začnou vzájemně přibližovat a nakonec splývají, čímž vzniká pod ektodermem dutá neurální trubice (uvnitř je neurální kanálek)
- neurulace probíhá poněkud odlišně v hlavové části, než ve zbytku těla.



Neurulation



Neurulace

- Neurální rýha se prohlubuje a neurální valy se přibližují k sobě až dojde k uzavření neurální trubice
- Část neuroektodermu se odděluje ve formě neurální liště - crista neuralis
- Neurální trubice je otevřená na obou koncích – neuroporus anterior, posterior
- Kraniální část trubice se začíná rozčleňovat na 3 váčky
- Koncem 4T se uzavírá nejprve n. Anterior poté n. posterior

Mezoderm se rozdělí na 3 části:

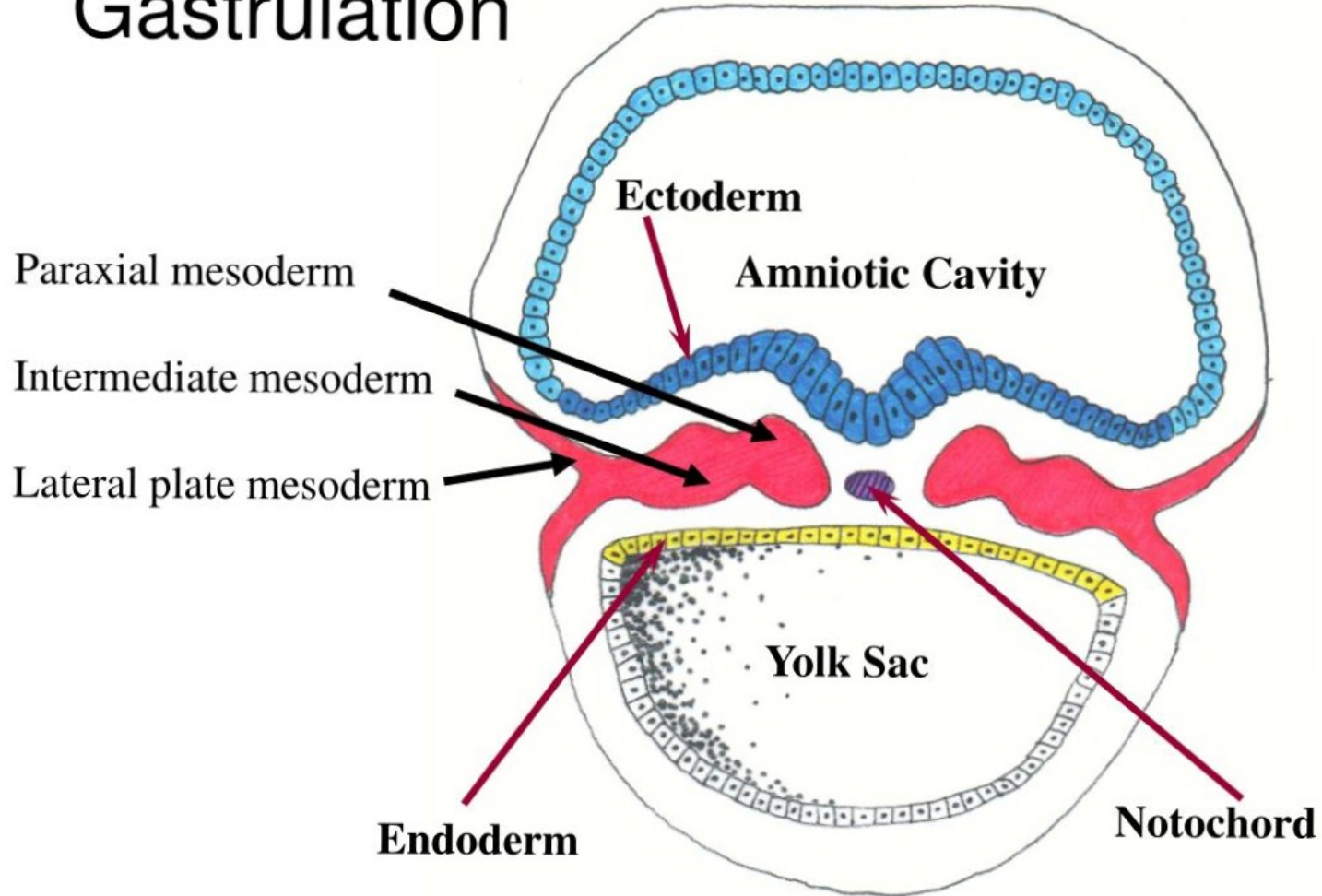
1. Paraxiální mezoderm

- leží těsně po stranách chorda dorsalis.
- Je segmentovaný, skládá se z jednotlivých (prvo)segmentů neboli somitů.
- Koncem třetího týdne se vytvoří 1 až 3 somity.

2. Intermediální mezoderm

- je vložen mezi paraxiální a laterální, proto se též někdy označuje jako stopka prvosegmentu.
- Diferencuje se z něj nefrotom jako základ pro vývoj močového systému.

Gastrulation



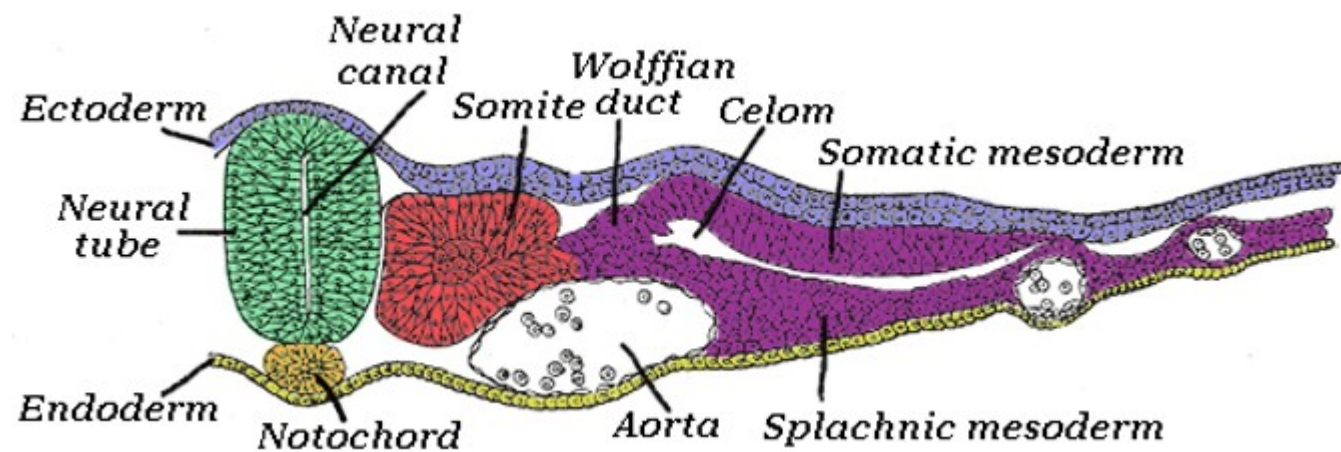
Mezoderm se rozdělí na 3 části:

3. Laterální mezoderm

- není segmentovaný, tvoří jednoduchou ploténku, která se postupně rozděluje na dva listy:
 - parietální - somatopleuru, která naléhá na ektoderm
 - viscerální -splachnopleuru, která sousedí s entodermem.

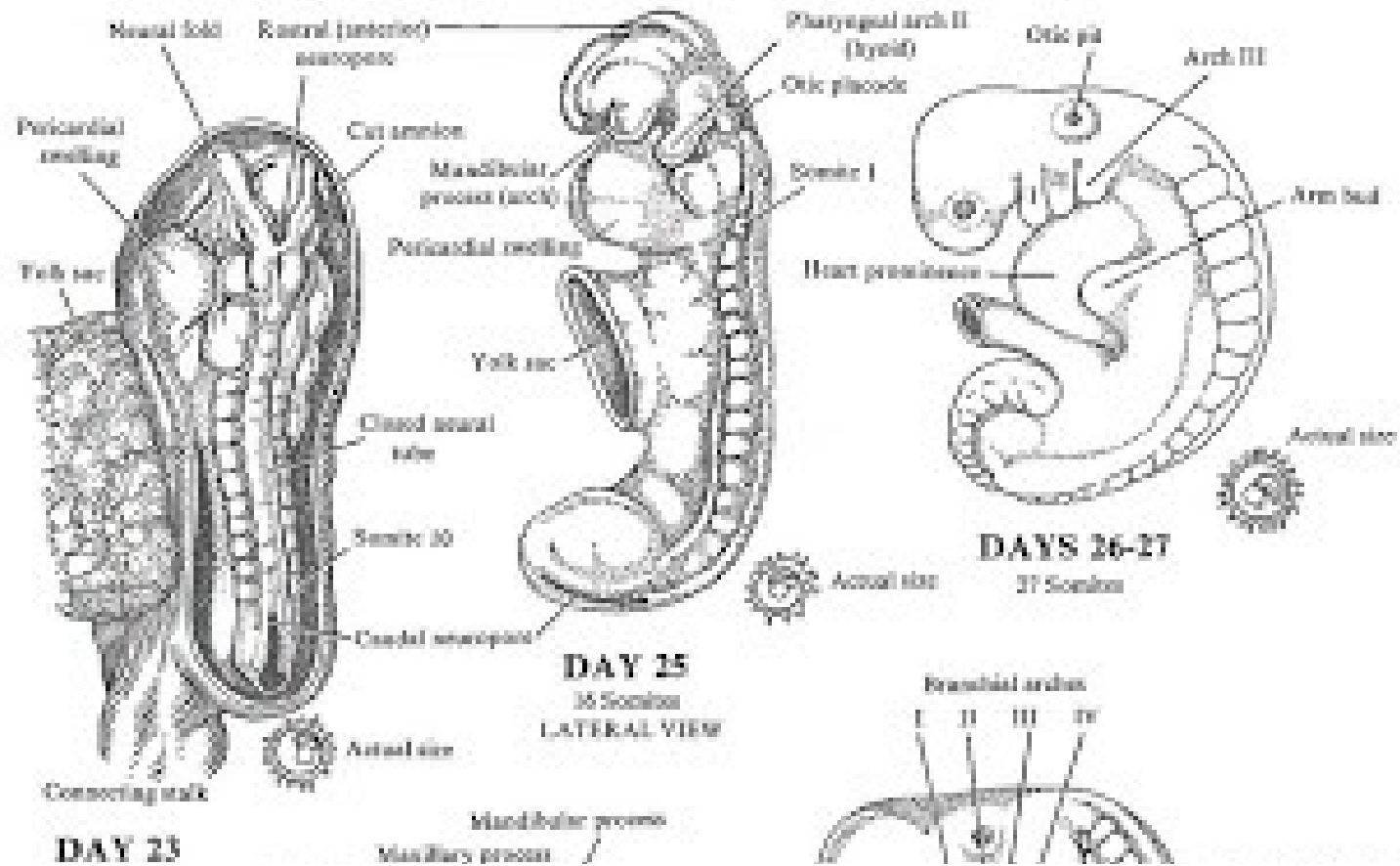
Mezi nimi je dutina coelomová (pravý embryonální coelom), která probíhá po obou stranách embrya, v kaudální části se v krátkém úseku otevírá a komunikuje zevně s dutinou exocoelomovou (choriovou).

Kraniálně se pravá a levá coelomová dutina spojují jako perikardová dutina, která leží před faryngeální membránou.



4T

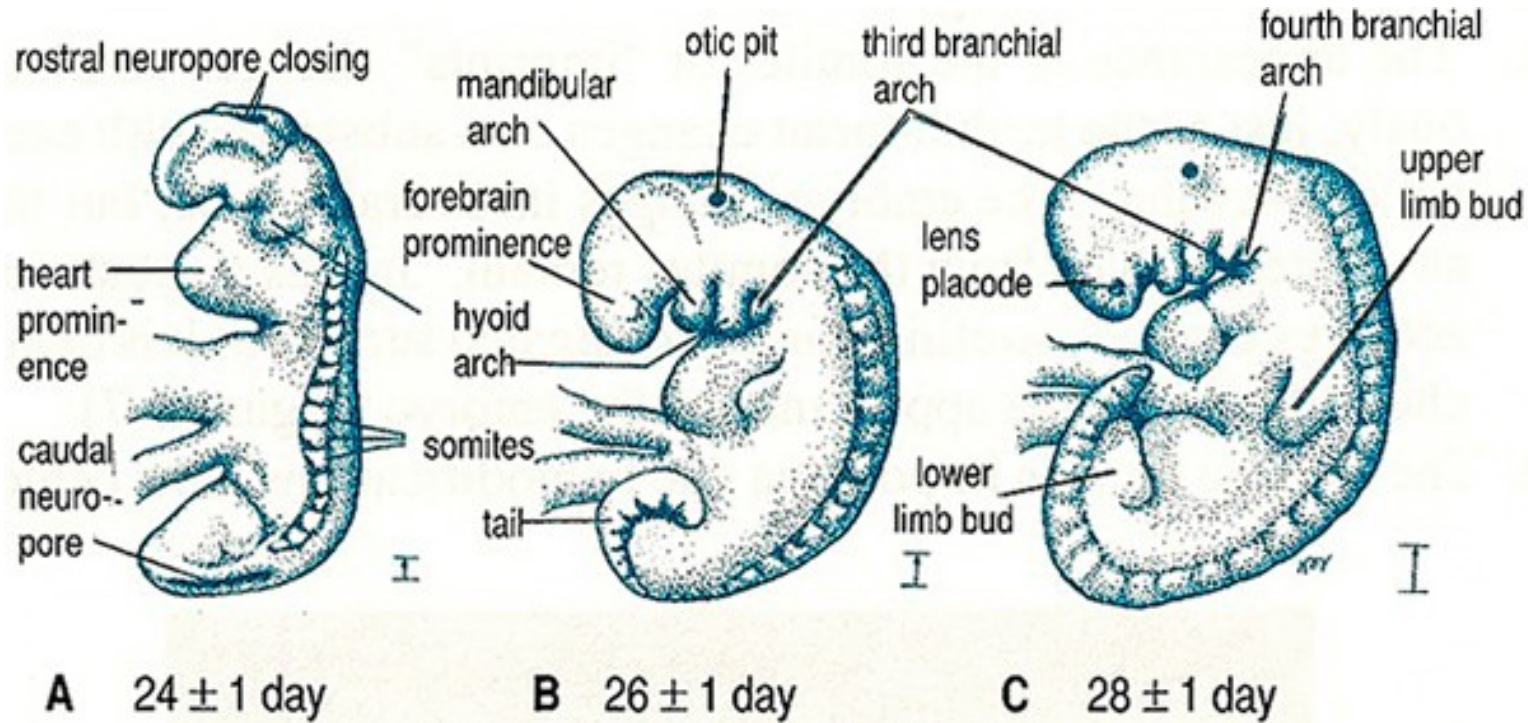
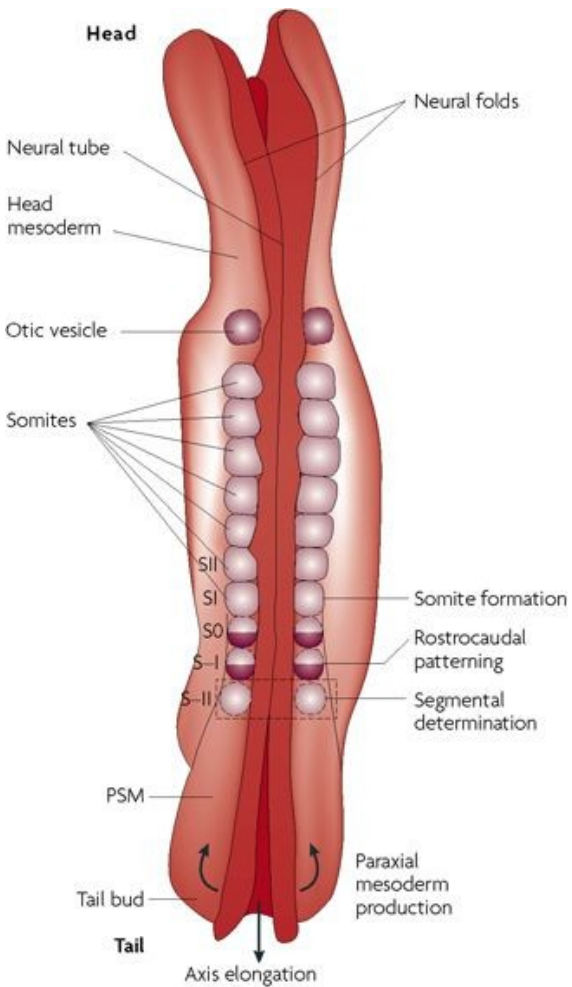
- Koncem 3T vytvořeny: somity, základ srdeční trubice, začíná formování neurální trubice
- Během 4T uzavírání neurální trubice
- zvedání zárodečného terčíku do amniové dutiny
- jeho odškrcení od žloutkového váčku
- Zárodečný terčík roste do délky a klene se do dutiny amniového váčku
- Vznik primitivního střeva – přední, střední, zadní

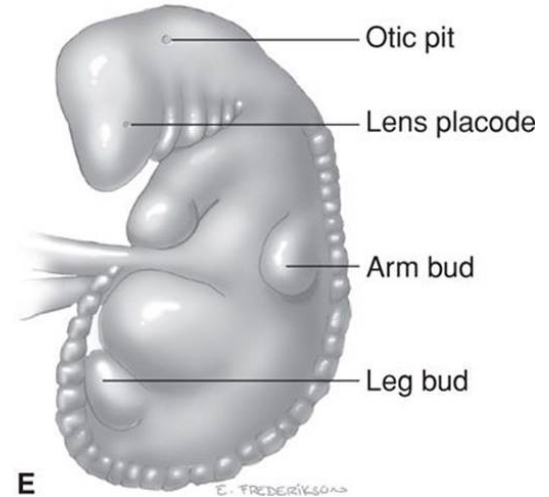
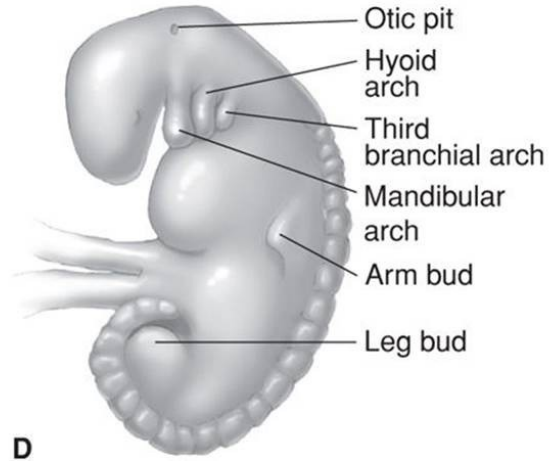
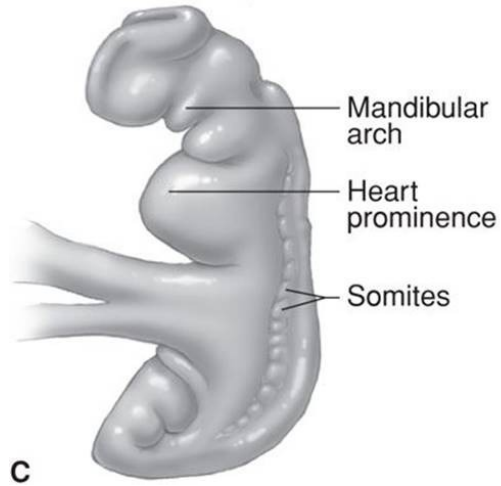
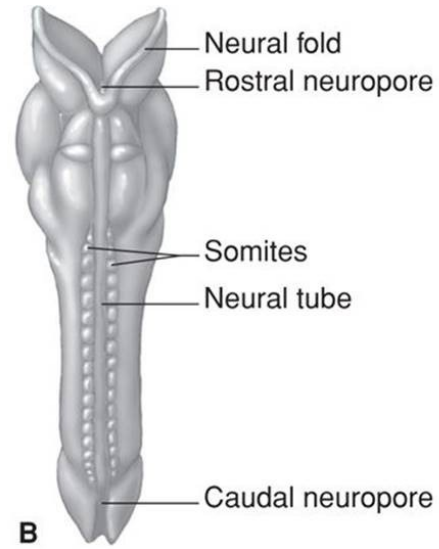
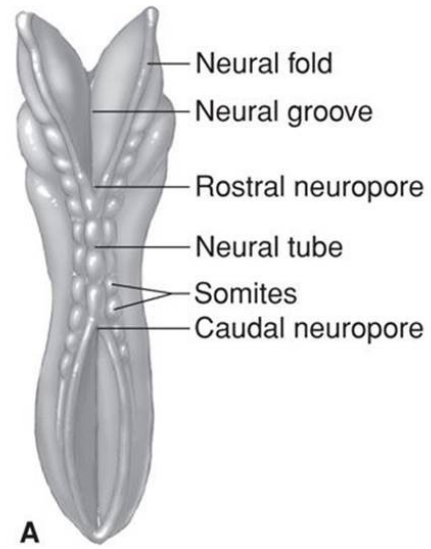


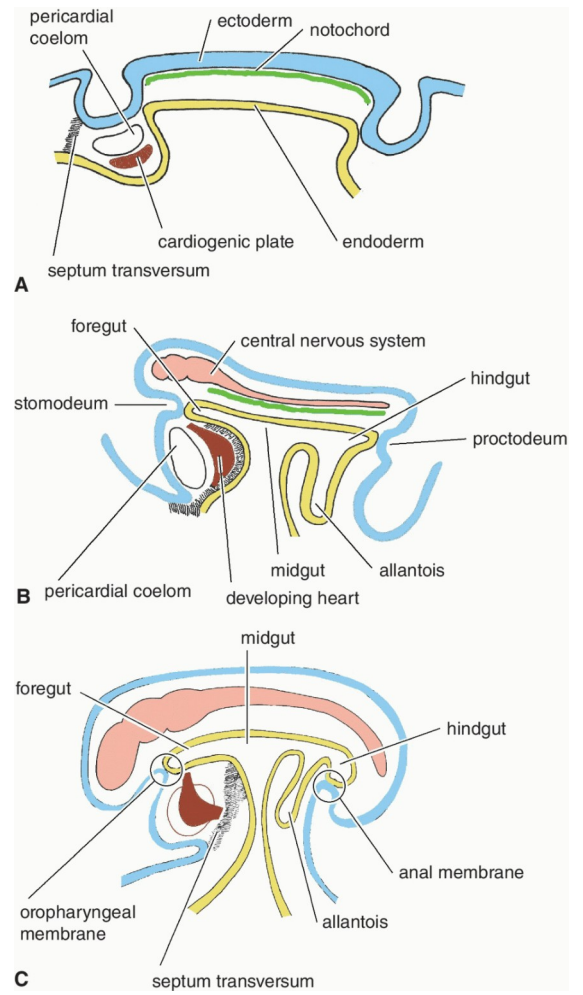
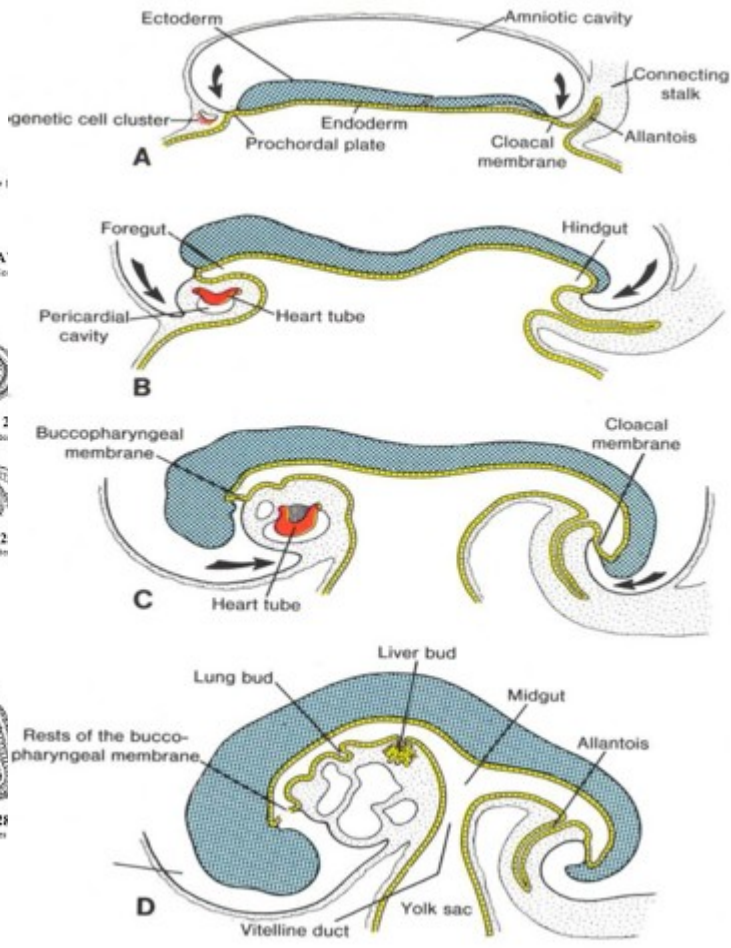
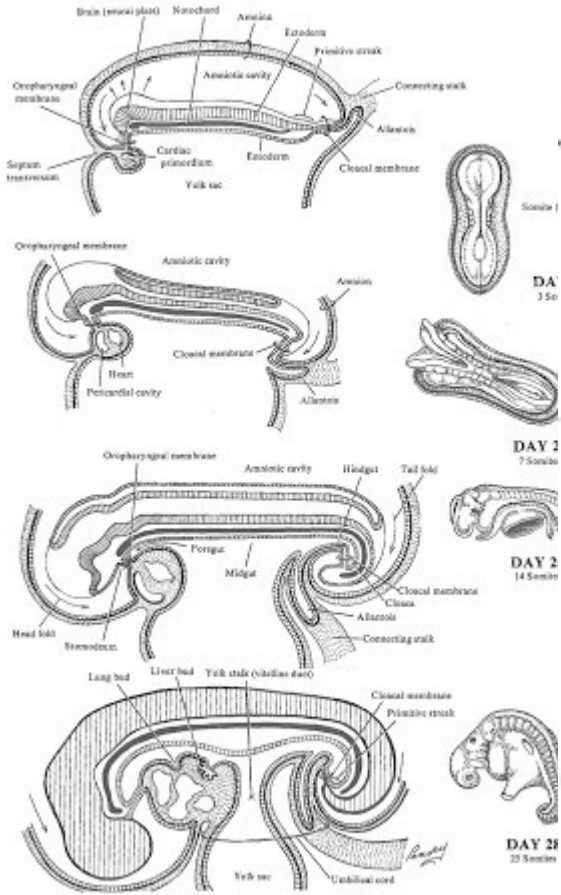
4T

Změny zevního tvaru:

- vznik hlavového (kraniální) a ocasního (kaudální) záhybu a dvou laterálních – ohnutí zárodku
- Vznik končetinových pupenů
- Žaberní oblouky

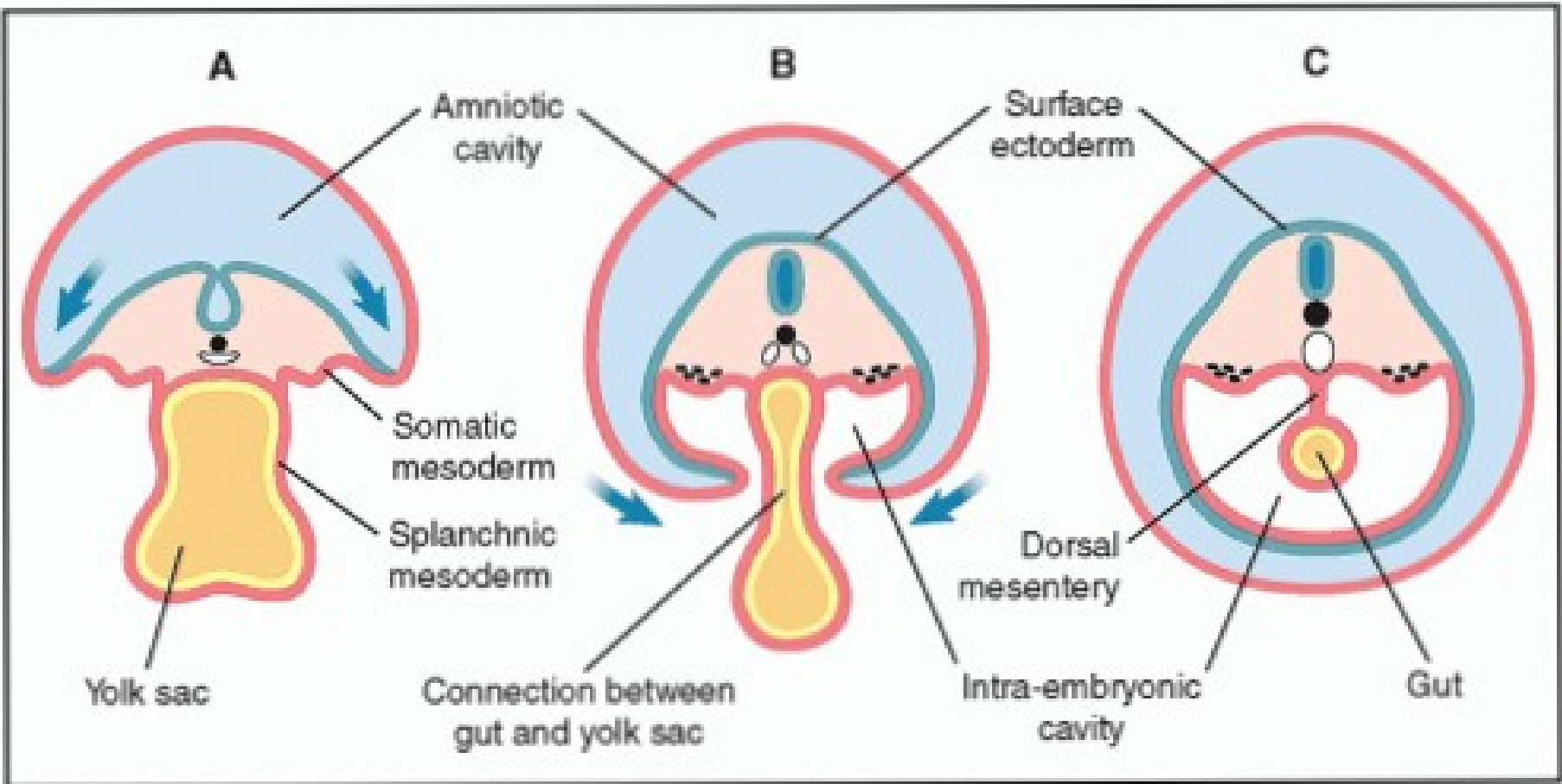




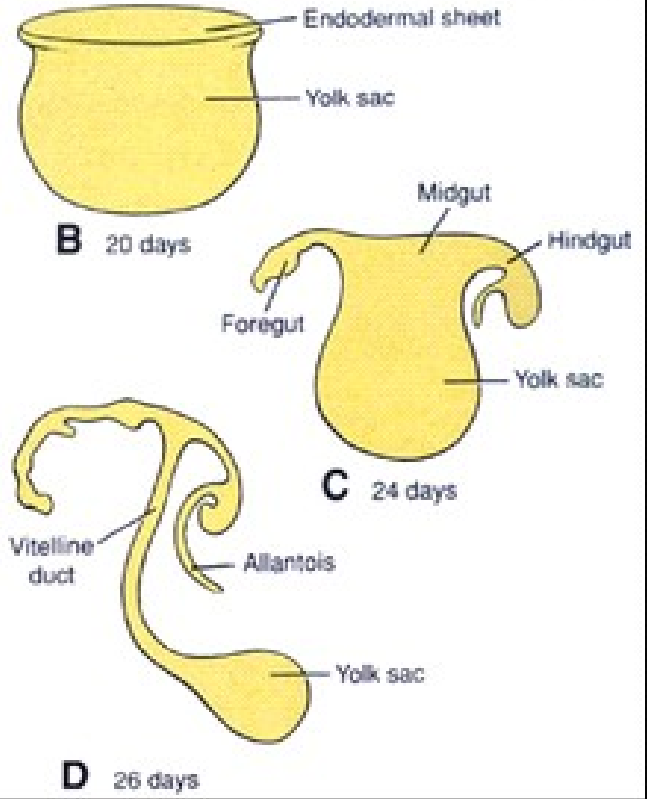
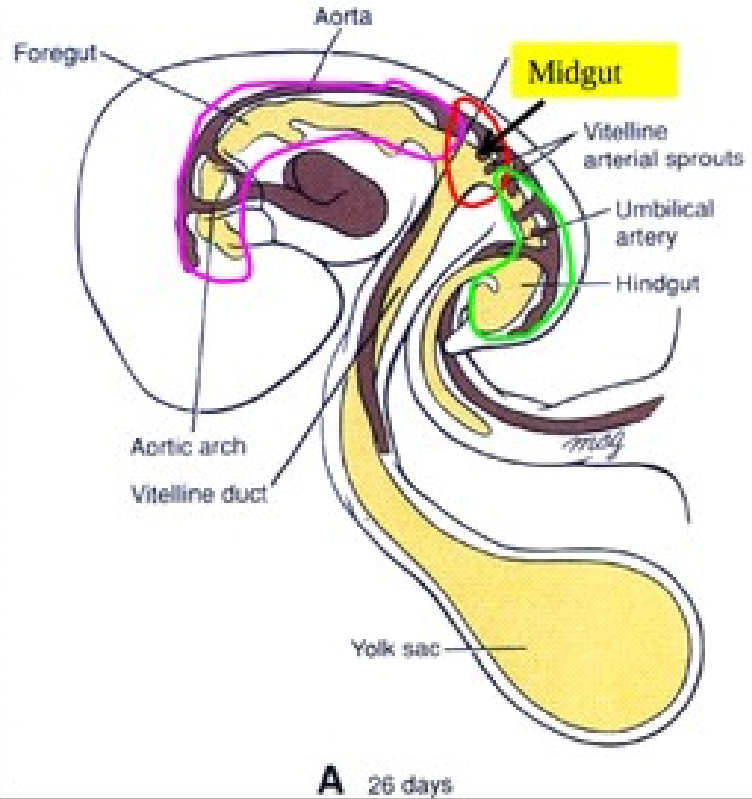


Primitivní střevo

- V entodermu se objevují záhyby, kt. oddělují původní žl. váček od primitivního střeva
- Jednoduchá trubice dělená a 3 oddíly:
 - Přední střevo – ukončené oropharyngovou membránou
 - Střední střevo – komunikuje se žloutkovým váčkem
 - Zadní střevo – ukončené kloakální membránou
- V oblasti zadního střeva koncem 4T 2 výchlipky:
 - Laryngotracheální – základ dýchacího ustrojí
 - Jaterní



Regions of the Embryonic Gut



Další vývoj

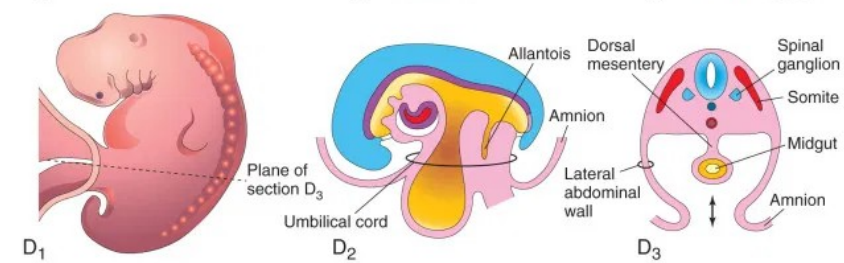
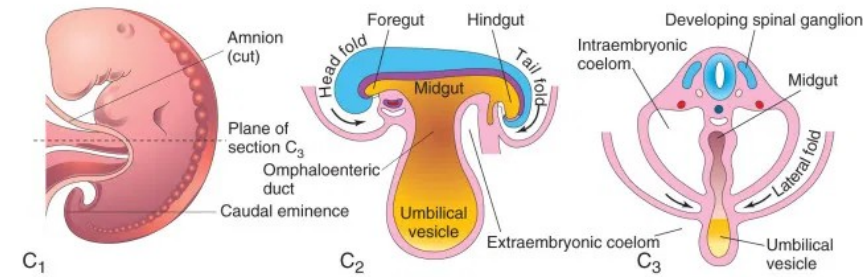
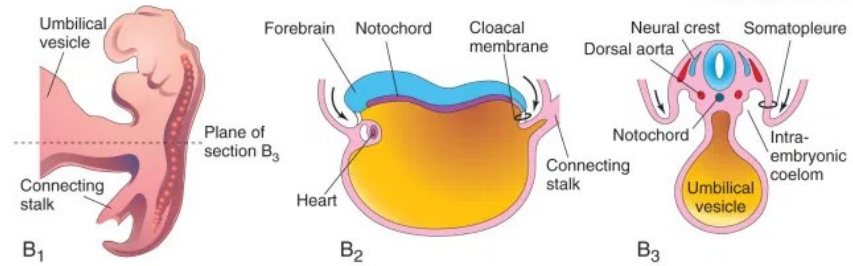
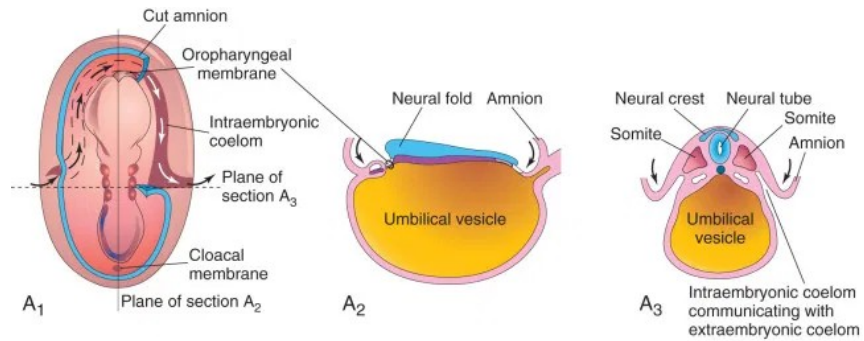
- Paraxiální mezoderm – diferenciace v somity
- Intermediální mezoderm – nefrotomy – základ urogenitálního traktu
- Laterální mezoderm – se rozestupuje – dutina pravého embryonálního coelomu (komunikuje s extraembryonálním coelomem)

Další vývoj

- Dutina perikardová – kraniální část coelomové dutiny
- Hrbol srdeční – na povrchu embrya, základ srdečních komor
- Vzniká základ pupečníku
- Pupek – hranice mezi embryem a extraembryonálním prostorem

4-8T zevní tvar embrya

- postupným přibýváním somitů, které se rýsují na zevním povrchu embrya do 6. týdne
- pokračuje uzavírání neurální trubice a již koncem 4. týdne dochází k vymizení neuroporus anterior i posterior.
- v krční části jsou na povrchu patrné čtyři žaberní oblouky (označené římskými číslicemi) a mezi nimi ektodermální žaberní rýhy.
- Z první žaberní rýhy vzniká základ zevního ucha a další tři tvoří přechodně prohlubeninu -sinus cervicalis



5T

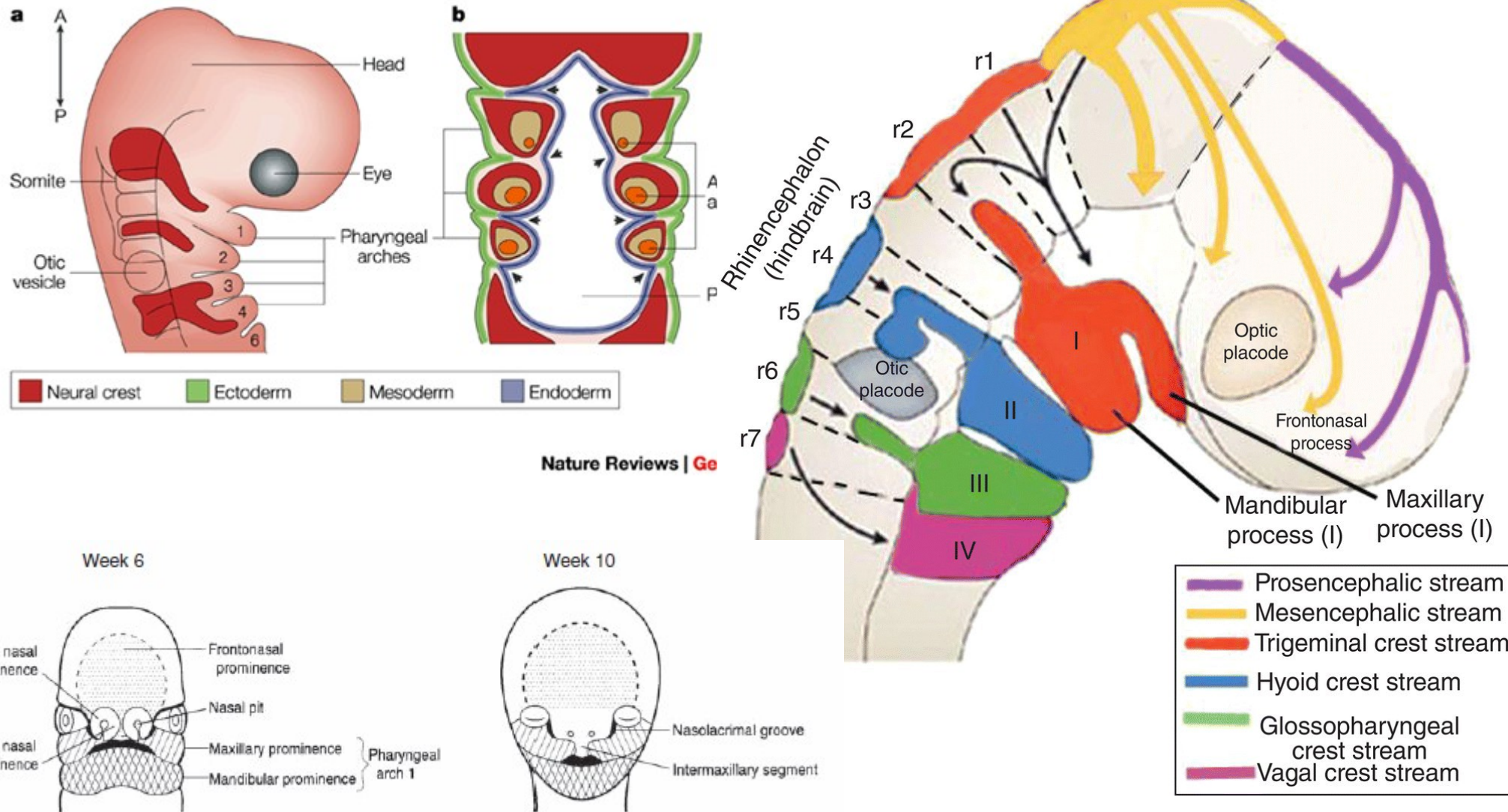
- rozvoj mozkových váčků
- vývoj obličeje: zvětšuje hlavová část embrya, v jejíž oblasti se rýsují základy smyslových orgánů a to jako plakoda čichová, oční a ušní
- nápadné týlní ohnutí embrya
- funguje kardiovaskulární systém
- rozvoj urogenitální lišty – základ mezonefros

6T

- Na končetinách prstové ploténky
- Velká hlava
- Ušní hrbolky – základ vnějšího ucha vč. boltce
- Napřimování embrya
- oko se stává zřetelným díky nahromadění očních pigmentů

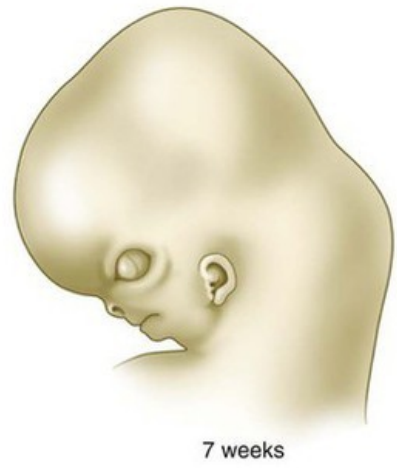
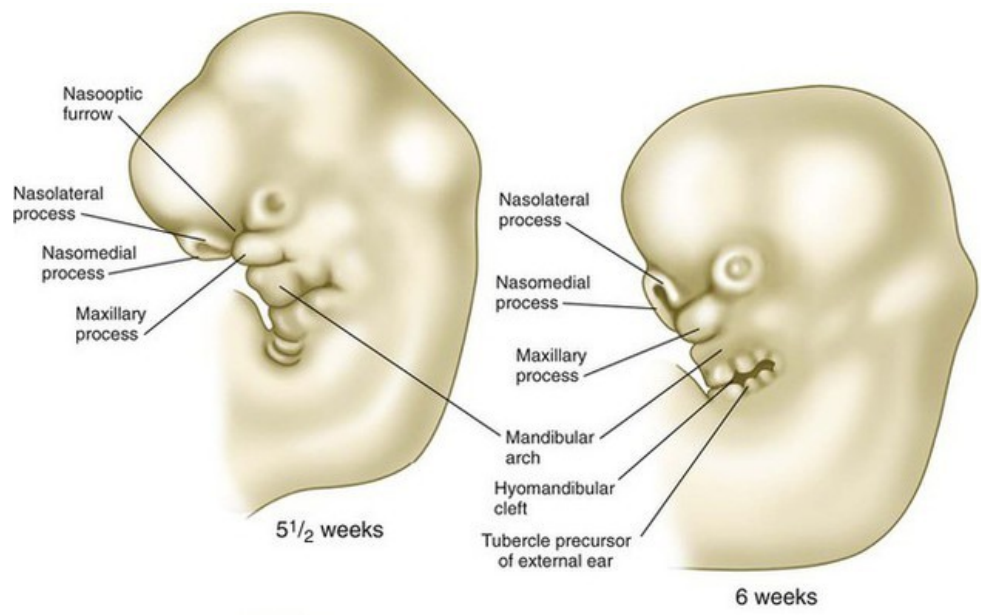
4-8T zevní tvar embrya

- na laterální straně embrya se v oblasti tzv. končetinové lišty tvoří ploutvičkovité základy nejprve pro horní končetinu a o něco později pro dolní končetinu.
- tyto základy se prodlužují, koncem 7. týdne vzniká ohnutí loketní a kolenní a v 8. týdnu se oddělují samostatné prsty, nejprve na horní a pak na dolní končetině
- v 4 – 6T se v hrudní části rýsují na povrchu dvě vychlípeniny - hrbol srdeční a hrbol jaterní.
- Koncem embryonálního období se zvětšováním tělních dutin tyto hrboly vymizí
- Na kaudální části embrya pozorujeme v první polovině embryonálního života ocasní výběžek.



7-8T

- 7T: naznačení meziprstních štěrbin horních končetin
- počátek osifikace dlouhých kostí
- fyziologická herniace střeva do pupečníku
- redukována komunikace žl. vaku a střeva
- 8T: vytvořeny téměř kompletní ruce a nohy, vznikají oční víčka
- pohlaví stále nelze rozlišit na základě stavby zevních pohlavních orgánů

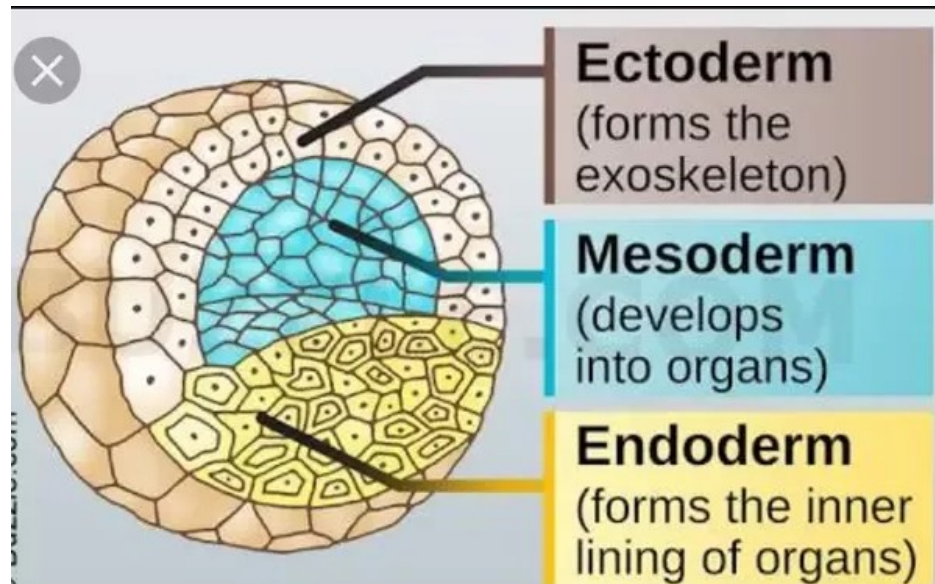


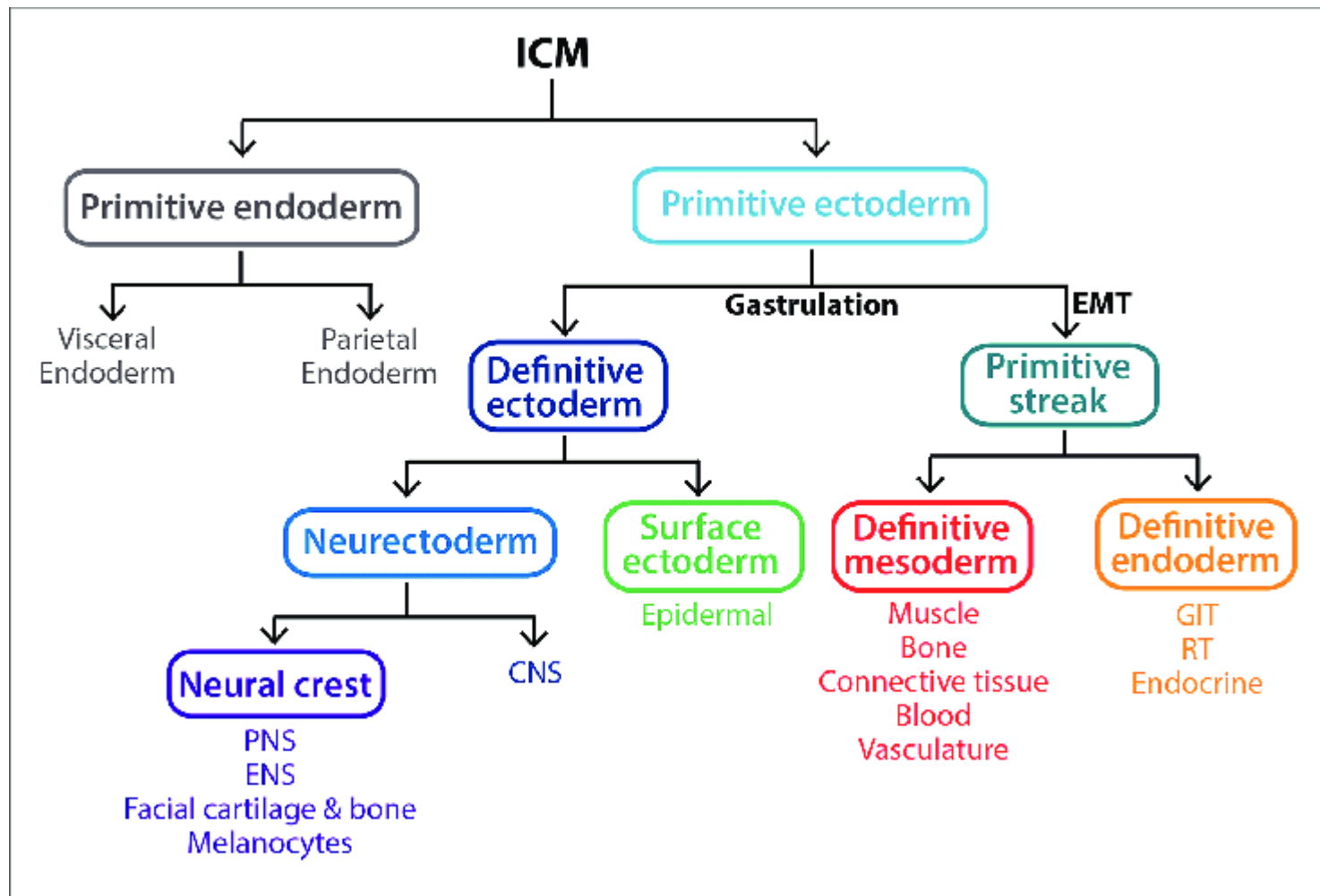
Změny velikosti

- v embryonálním období není vývoj jednotlivých částí těla proporcionální.
- ze začátku roste hlavová část embrya a trup
- ke konci embryonálního období tvoří hlava asi $\frac{1}{2}$ délky celého těla a končetiny jsou relativně krátké
- v průběhu fetálního období se zvětšují končetiny a velikost trupu v porovnání s velikostí hlavy více
- u novorozence hlava tvoří asi $\frac{1}{4}$ celkové délky
- postnatálně ještě pokračuje tento vývoj, neboť dospělá hlava odpovídá $\frac{1}{8}$ celého těla.

Deriváty zárodečných listů!

- všechny tkáně a orgány v lidském těle vznikají ze tří základních zárodečných listů





Ektoderm

1. Epidermis
2. Kožní adnexa
3. mléčná žláza
4. Epitel dutiny ústní a nosní
5. Epitel anální a zevního genitálu
6. Zubní sklovina
7. Adenohypofýza
8. Spojivka, epitel rohovky a čočka
9. Zevní zvukovod
10. Blanitý labyrint vnitřního ucha
11. Čichový epitel

Entoderm

1. Epitel a velké žlázy trávicího traktu (játra, slinivka)
2. Epitel dýchacího traktu
3. Cavitas tympani a tuba auditiva
4. Tonsily
5. Glandula thyroidea
6. Glandulae parathyroideae
7. Thymus
8. Močový měchýř
9. Urachus (vazivový pruh spojující vrchol močového měchýře s pupkem, fixující močový měchýř ke stěně tělní)

Mezoderm

Paraxiální - somity

1. Sklerotom - axiální skelet
2. Myotom - kosterní svaly
3. Dermatome - corium kůže

Intermediální - nefrotomy

4. Močový a pohlavní systém

Laterální - viscerální list

5. Viscerální list mezotelu
6. Hladká svalovina
7. Myokard
8. Cévy krevní a lymfatické
9. Krev a lymfa
10. Lymfatické orgány, slezina
11. Kůra nadledviny
12. Část gonád

Laterální - parietální list

13. Parietální list mezotelu a přilehlé vazivo

Neuroektoderm

Neurální trubice

1. CNS - mozek, spinální mícha
2. Retina
3. Neurohypofýza
4. Epifýza

Crista neuralis

5. PNS - cerebrospinální ganglia
 - Autonomní ganglia
 - Periferní nervy
6. Dřeň nadledvinek
 - Paraganglia
 - Melanocyty
7. Mozkomíšní obaly

Mezenchym

- je embryonální "pojivová tkáň"
- Vzniká migrací buněk z pozdního mezodermu (vzácněji ektodermu)
- vyplňuje štěrbiny mezi zárodečnými listy
- odlišuje se řídkou až síťovitou texturou
- diferencují v řadu definitivních tkání: hlavně pojivové tkáně - vazivo, chrupavka a kost, krevní a lymfatické cévy, zubní tkáně mimo skloviny, endotel přední komory očí
- Někdy je tento pojem vypouštěn nebo je zahrnut pod pojem mezoderm