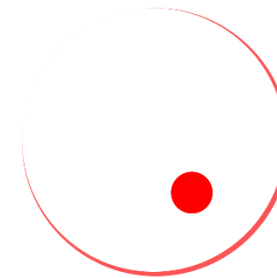


MUNI  
MED



Department of  
Histology and  
Embryology

# EMBRYOLOGIE

PRO PORODNÍ ASISTENTKY

PODZIM 2021

MUNI  
LÉKAŘSKÁ  
FAKULTA

Soňa Kloudová  
[sona.kloudova@med.muni.cz](mailto:sona.kloudova@med.muni.cz)



# Návrat k přednášce č. 1- Ontogeneze

## Postnatální období

- novorozenec (do 1 měsíce)
- **kojenec (do 1 roku)**
- batole (do 3 let)
- předškolní věk (do 6ti let)
- školní věk (do 15 let)
- puberta (12-16 let)
- dospívání (do 21 let)
- dospělost (od 21 let)

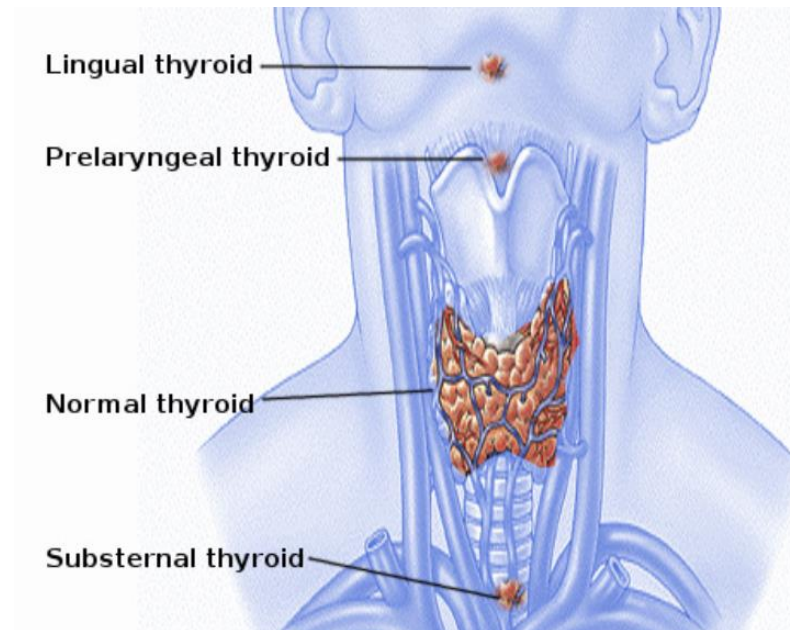


# Návrat k přednášce č. 1- ektopie

## Ectopia cordis



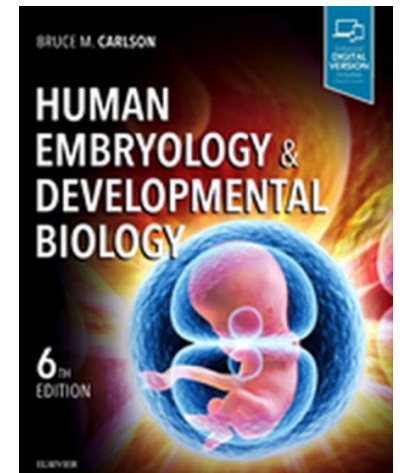
## Ectopic thyroid tissue



4.10.2021

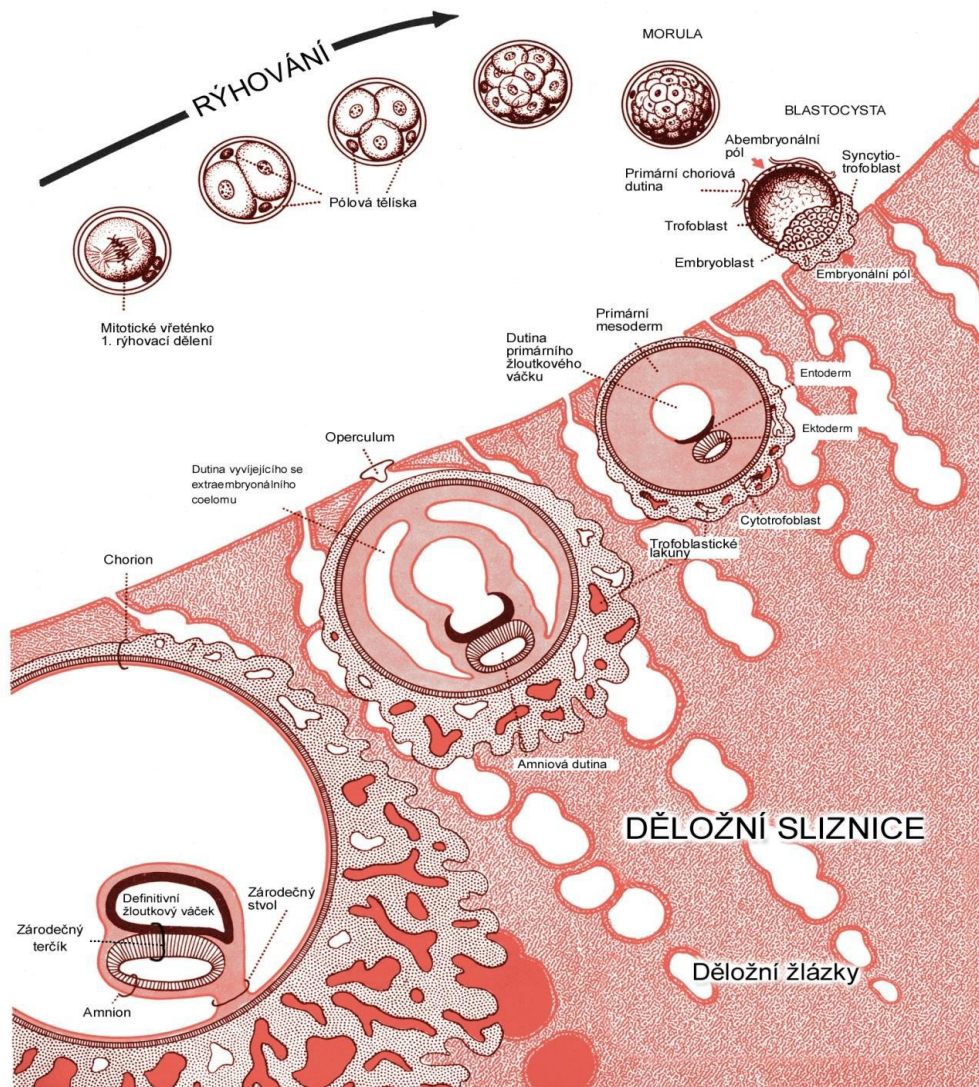
- **Implantace a vznik vícečetného těhotenství.**
- **Zárodečný terčík, žloutkový a amniový váček.**
- **Vznik třetího zárodečného listu a osových útvarů embrya.**
- **Odškrcení zárodku od okolí.**
- **Vývoj zevního tvaru zárodku, vývoj končetin.**

**Human embryology and developmental Biology, 6th Edition**



# Implantace lidského zárodku

## RÝHOVÁNÍ A IMPLANTACE



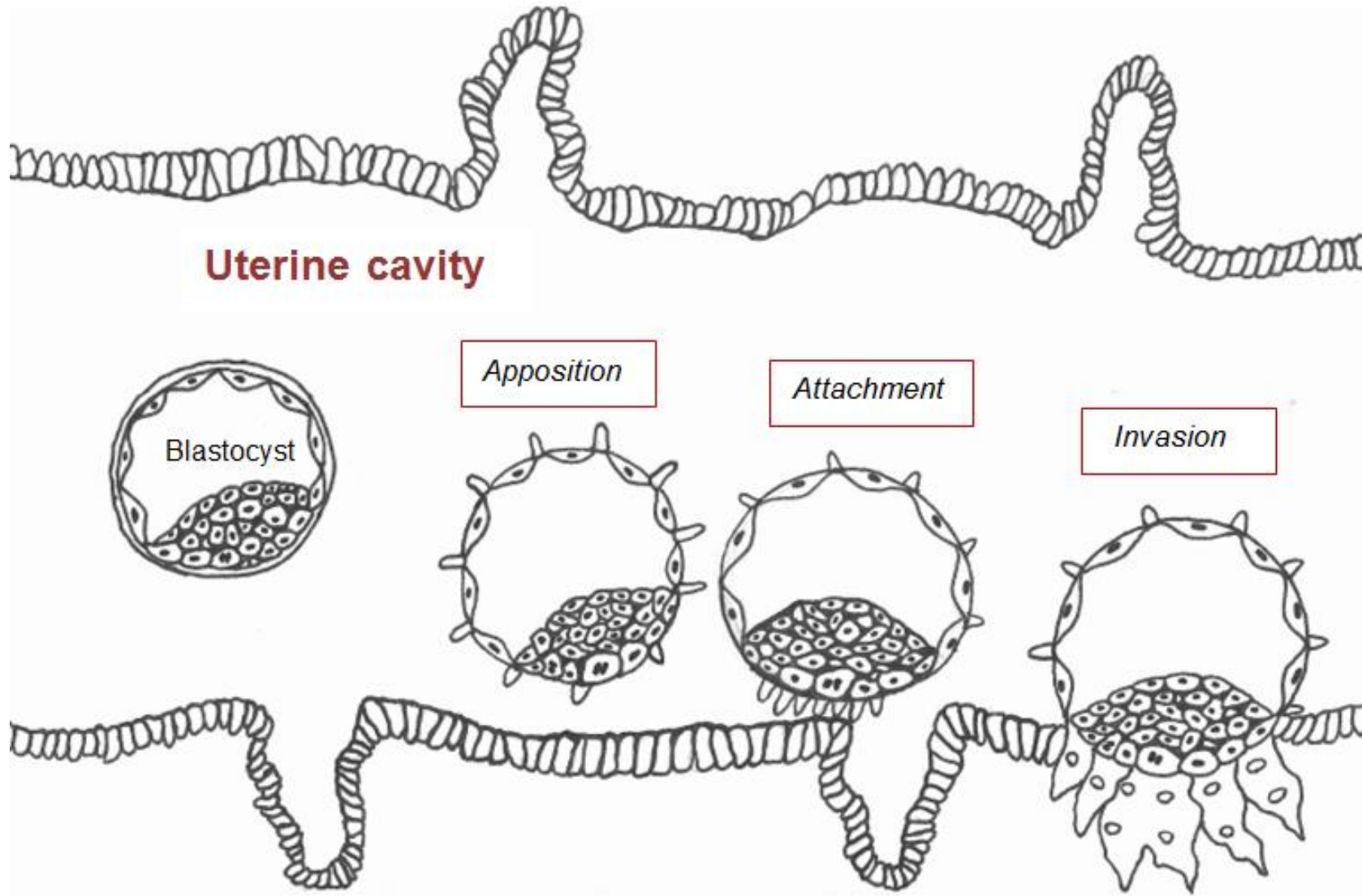
## Způsoby výživy zárodku:

- **cytotrofé** (do zahájení implantace – zásoby živiny v oocytu postačí na 6-7 dnů)
- **histiotrofé** (od zahájení implantace do narušení krevních cév, resorpce živin obsažených děložní sliznici-sekrety žlázek, enzymatické narušení struktur endometria..)
- **hemotrofé** (od počátku kontaktu syncytiotrofoblastu s krví do konce těhotenství, živiny jsou prostřednictvím resorpčního plasmodia získávány přímo z krve)

## Implantace = nidace

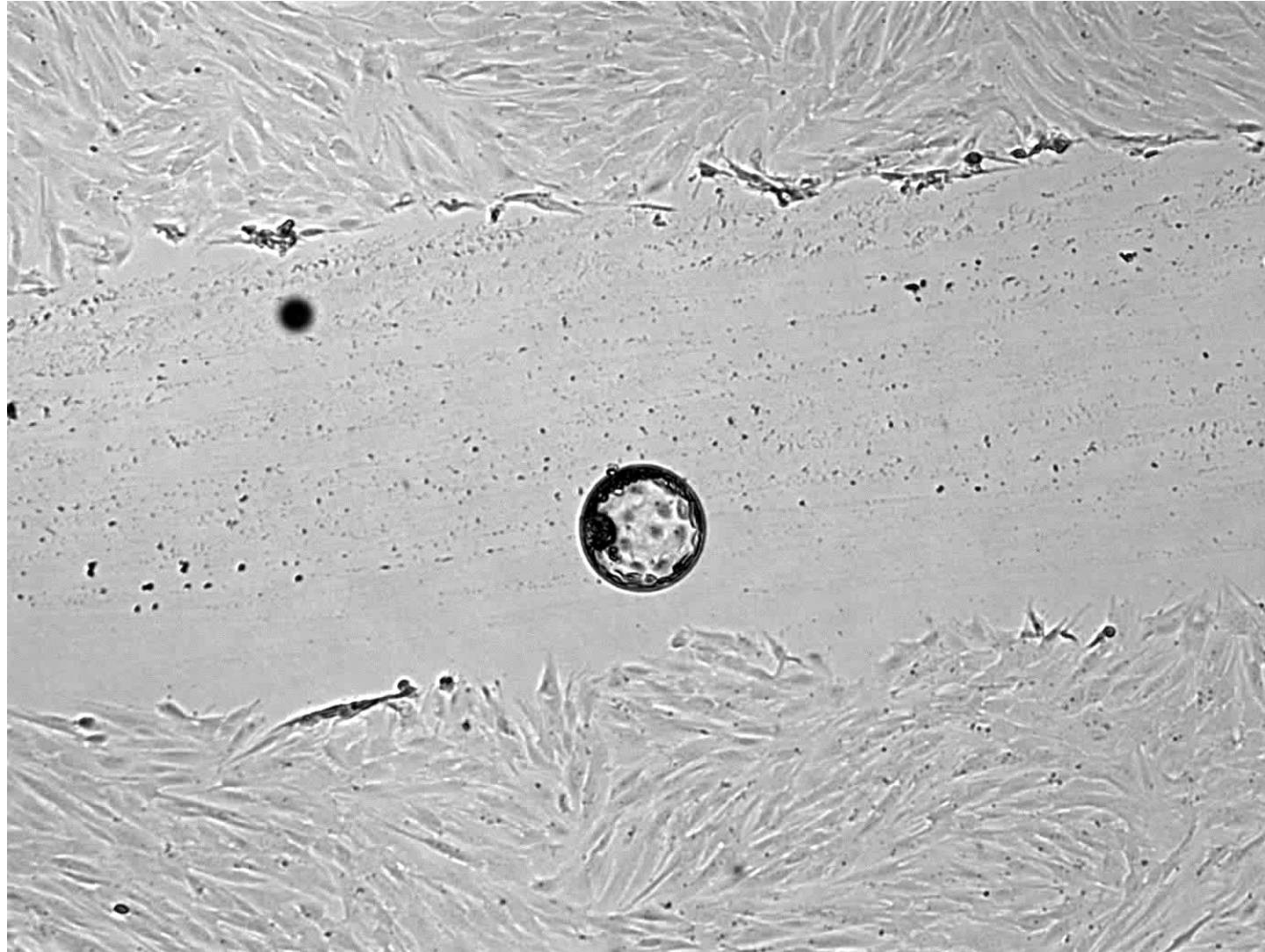
- 6-7 den po oplození
- embryo ve stádiu „zralé“, plně „vyhatchované“ blastocysty (bez zony pellucidy)
- nejčastěji ve sliznici zadní strany děložního těla

# Implantace

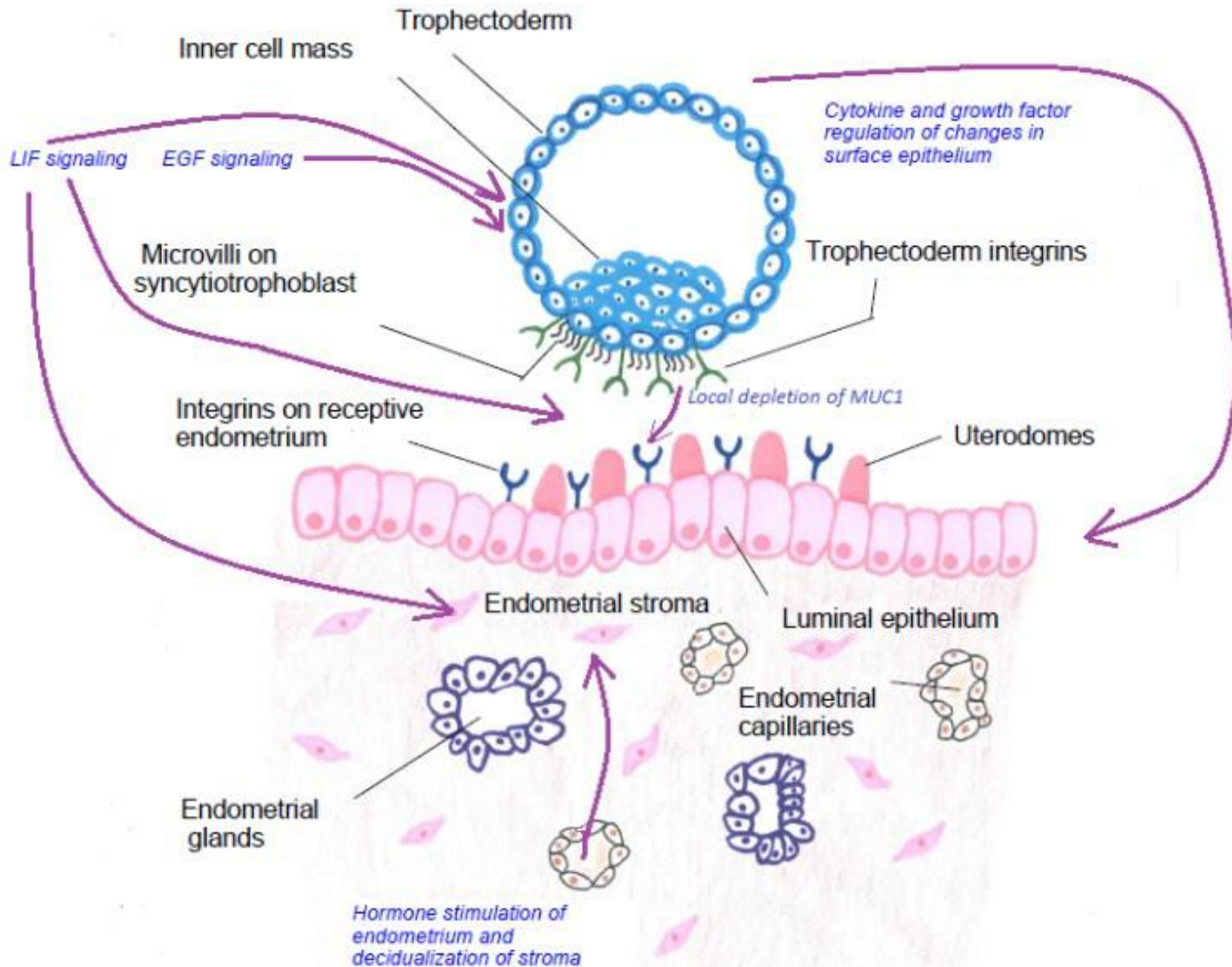


# Implantace

Modelování  
implantace  
*ex vivo*



# Implantace



**Endometrium:** endometriální epitel, endometriální stroma

**Adhesivní molekuly** – adheze a aktivace trofoblastu (vysoce invazivní tkáň)

**Lokální imunitní reakce** – nutná selektivní imunosuprese (leukocyty → interleukin-2)



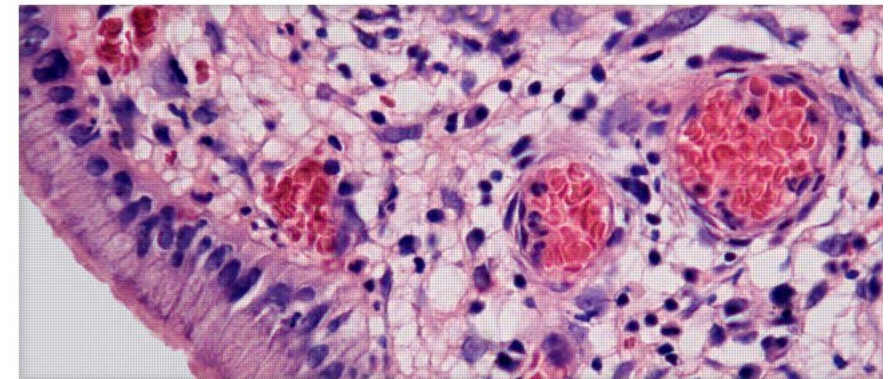
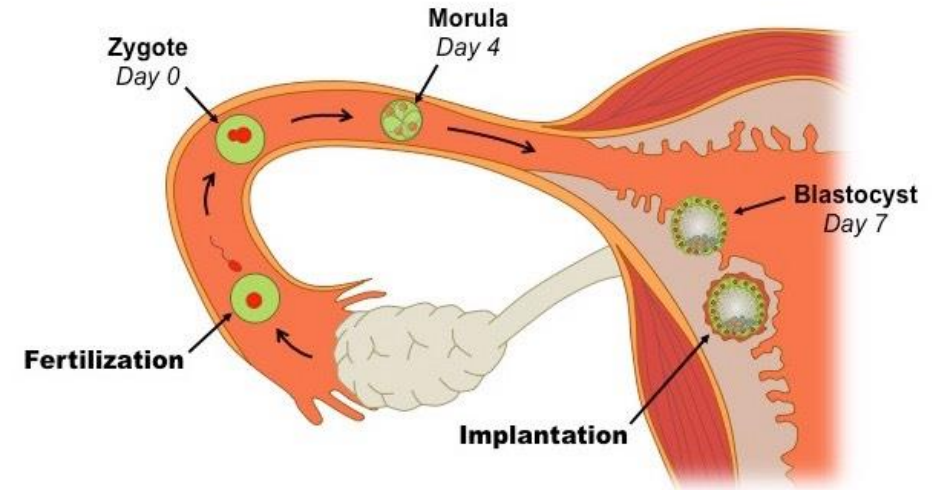
# Implantace

## Implantační okno:

- 20-24 den cyklu - 6-7 den po početí

## Znaky probíhající implantace:

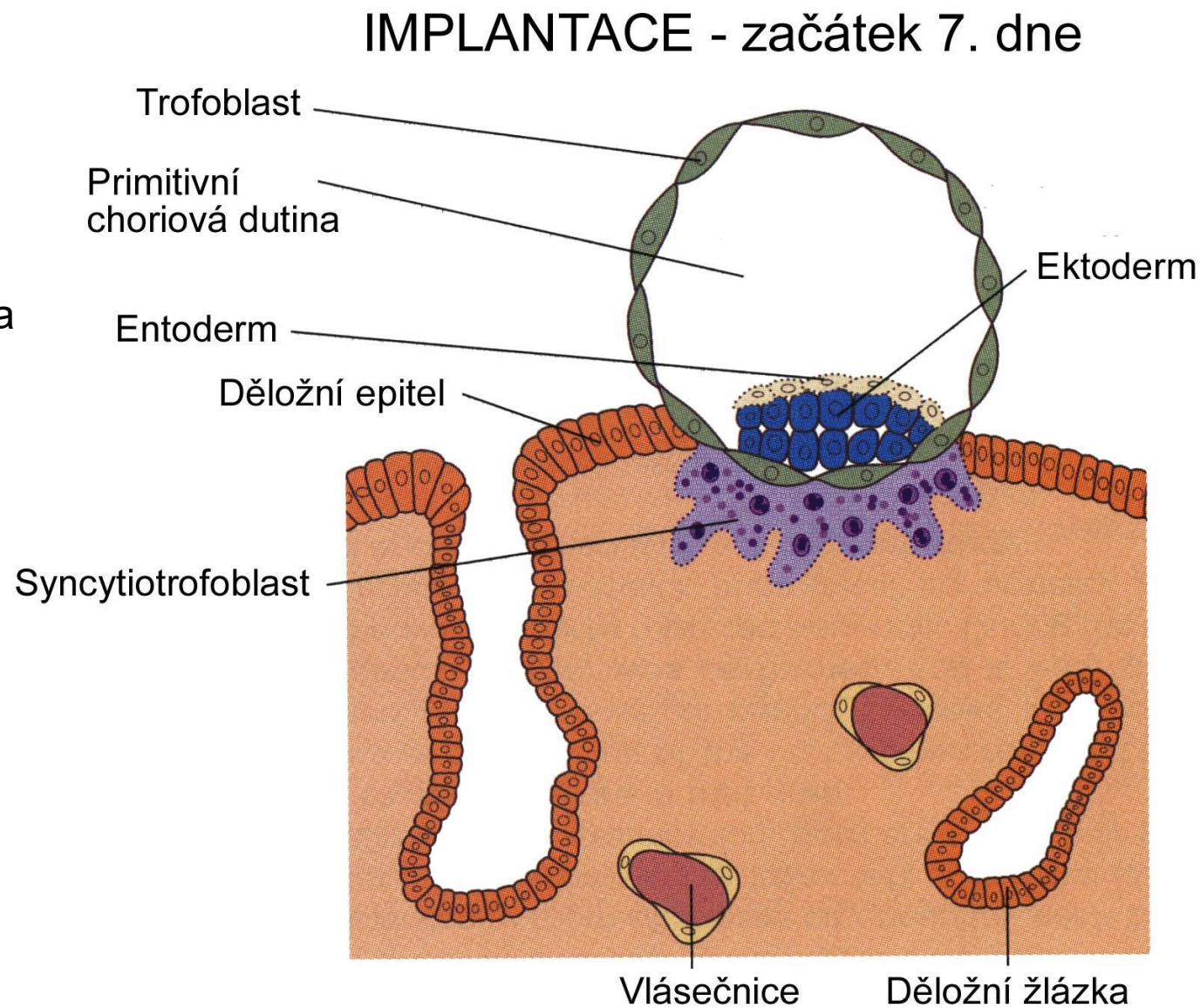
- **Implantační kráter** – morfologicky rozpoznatelný slizniční defekt
- **Operculum** - víčko, 10-11 den - koagovaná krev, fibrin a nekrotické buňky  
- zanořené embryo překryto endometriálním epitelem
- **Deciduální reakce** – zmnoží se cévy kolem implantovaného embrya a fibrobrasty děložního epitelia se transformují na deciduální buňky, které akumulují glykogen a tuky, vznikne **decidua** = těhotenská děložní sliznice
- Implantační krvácení (špinění)



# Implantace

**Trofoblast** se po kontaktu s děložním epitelem diferencuje v **cytotrofoblast** (vnitřní) a **syncytiotrofoblast** (vnější) mnohojadernou cytoplazmatickou masu

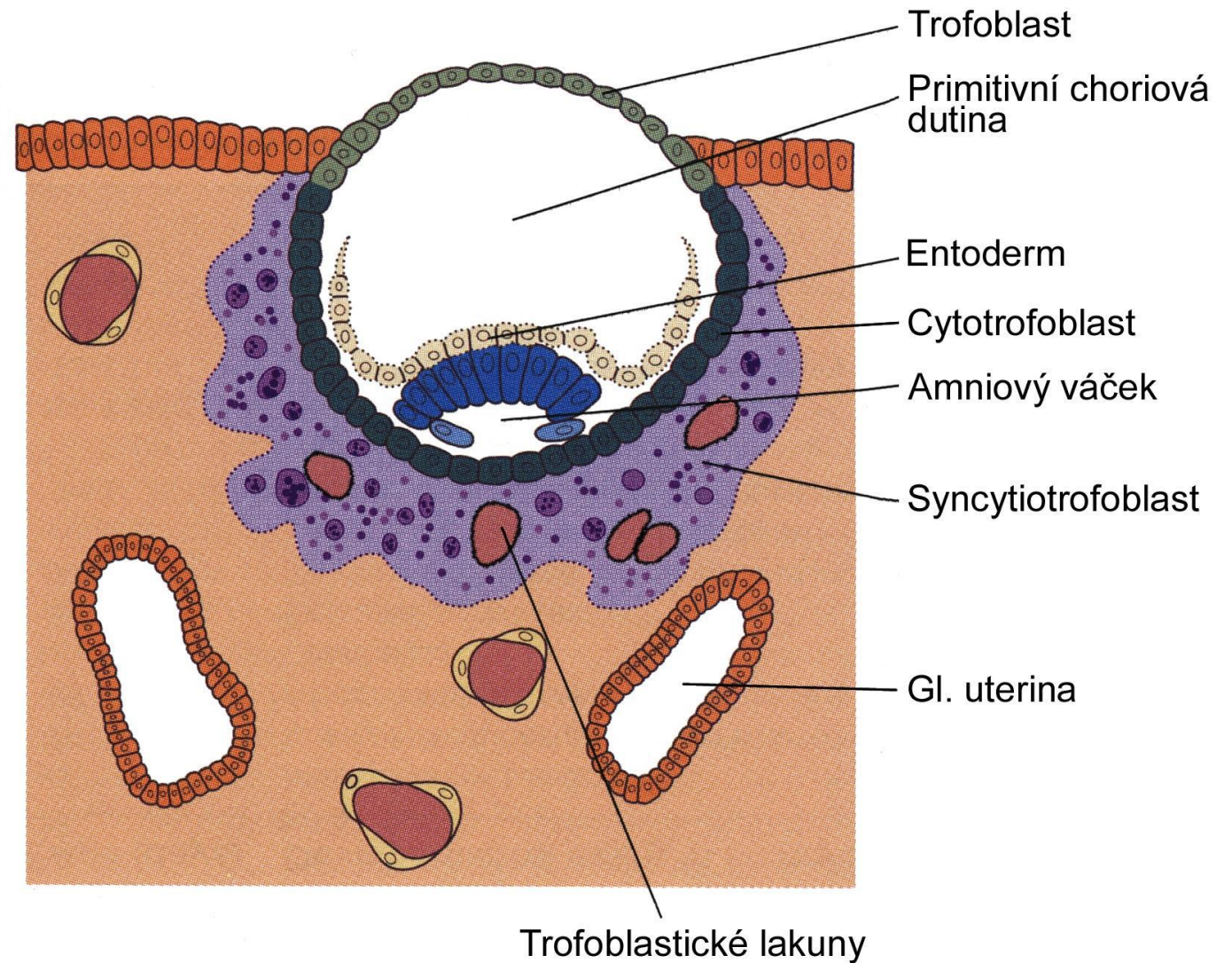
Cytotrofoblast má z počátku jednobuněčnou stavbu a ohraničuje dutinu blastocysty, jeho buňky se rychle mitoticky dělí.



# Implantace

Od 8. dne vývoje se v syncytiotrofoblastu začínají vytvářet vakuoly a lakuny obsahující krev z rozrušených vlásečnic, kolem těchto lakun se diferencuje tzv. **resorpční plazmódium**.

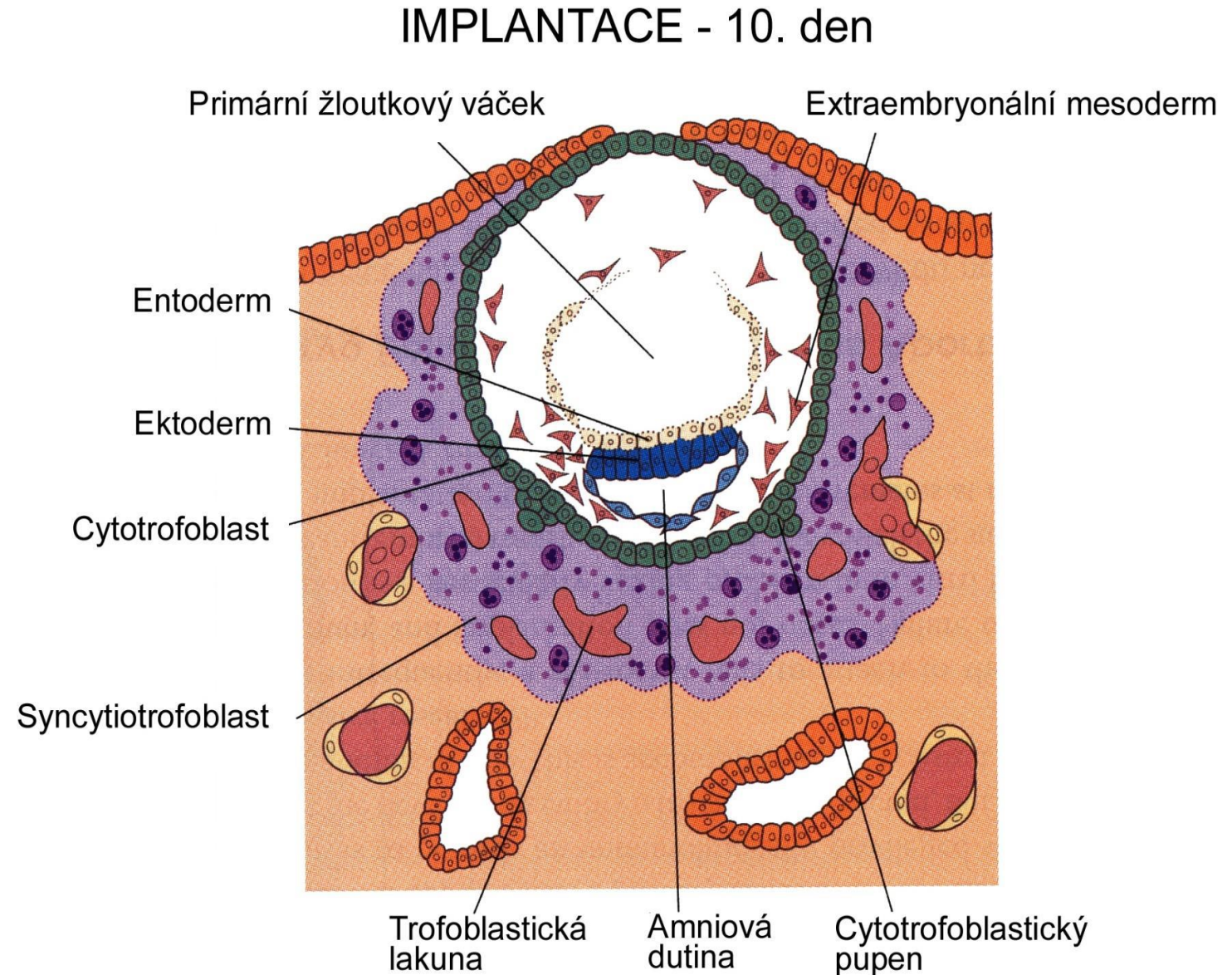
## IMPLANTACE - 8 1/2 dne



# Implantace

## Cytotrofoblastické pupeny

- počínají se vytvářet od 10. dne
- místa příštích choriových klků, počátek přeměny cytotrofoblastu v chorion
- vrůstají do syncytiotrofoblastu a větví se



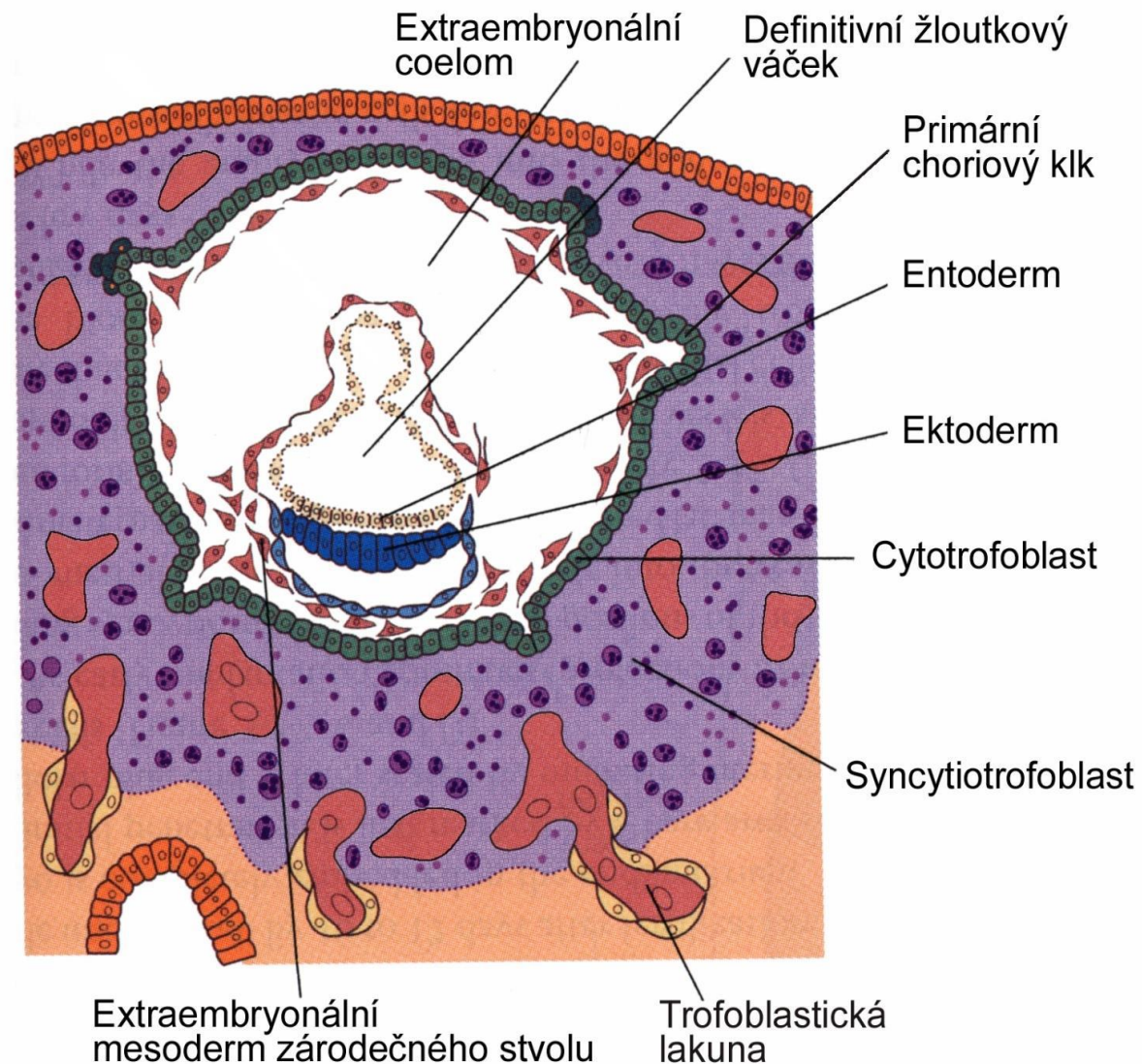
# Implantace

Od 13. dne do cytotrofoblastických pupenů penetrují buňky parietálního mezoblastu a vznikají tzv. **primární choriové klky**

Syncytiotrofoblast je vytlačován k periferii, až vytvoří tenký list na povrchu, ztratí lytické vlastnosti a získá schopnost resorpce látek – vznikne **resorpční plasmodium**, trofoblastické lakuny splynou v **intervilózní prostory**

V průběhu 17.-18.dne se uvnitř mezoblastu primárních choriových klků vytváří síť extraembryonálních cév a vznikají tak **klky sekundární**

## IMPLANTACE - 13. den



# Vícečetné těhotenství

<b>Dvojčata</b>	<b>1:100</b>
<b>Trojčata</b>	<b>1:10.000</b>
<b>Čtyřčata</b>	<b>1:1.000.000</b>

## **Monozygotické**

- jeden oocyt oplodněn jednou spermií a k rozdělení dochází později
- geneticky identičtí jedinci stejného pohlaví
- uspořádání plodových obalů se liší podle toho, kdy došlo k rozdělení embrya
- riziko v populaci 0,42 %

## **Dizygotické**

- dva oocyty oplodněny dvěma spermii, zárodky se vyvíjejí samostatně

# Chyby ve vývoji embrya a v implantaci

## ❖ Zastavení preimplantačního vývoje

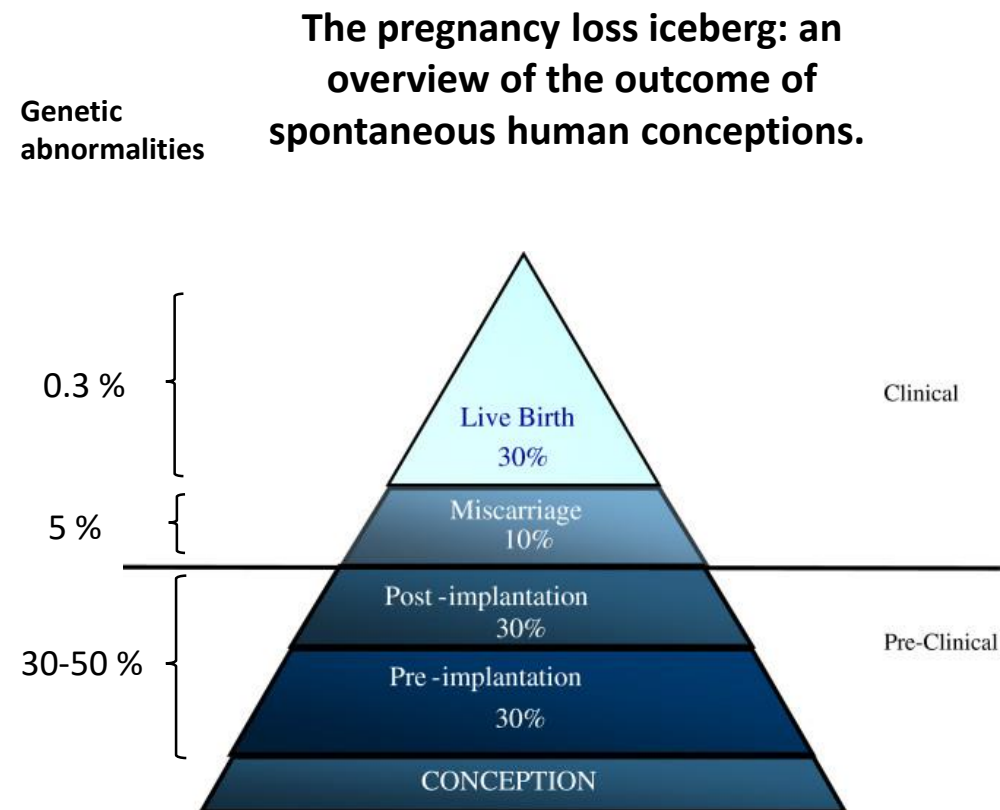
## ❖ Selhání implantace

## ❖ Časná těhotenská ztráta

- zánik embrya po detekci hCG (zánik biochemické gravidity)
- k většině spontánních ztrát dochází v 3 týdnu těhotenství

## ❖ Spontánní abort

- zánik embrya po detekci akce srdeční (zánik klinické gravidity)
- většina zanikajících embryí obsahuje chromozomální abnormality neslučitelné se životem



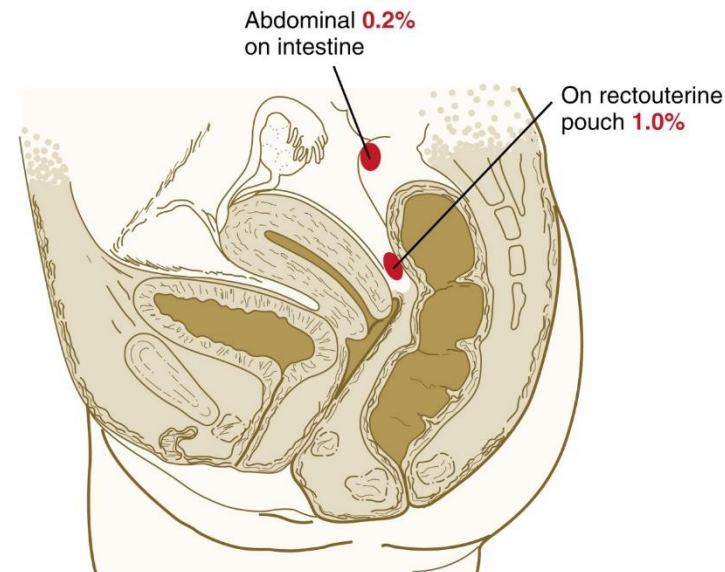
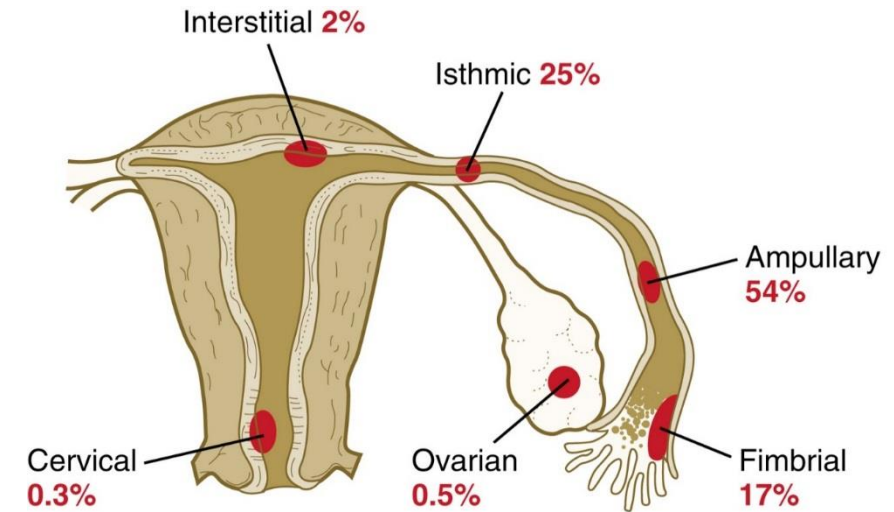
Rubio et al. 2010;  
Hum Reprod

Larsen et al. 2013;  
BMC Med

# Chyby ve vývoji embrya a v implantaci

## Mimoděložní těhotenství (ektopická gravidita, extrauterinní gravidita)

- implantace embrya na neobvyklém místě, nejčastěji v tubě vejcovodu
  - tubární gravidita, ovariální gravidita, peritoneální gravidita
- často u pacientek s endometriózou nebo po chirurgickém zákroku
- normální znaky těhotenství
- 2-2,5 měsíc rostoucí embryo způsobí bolest, ruptura vejcovodu, silné krvácení
- život ohrožující stav



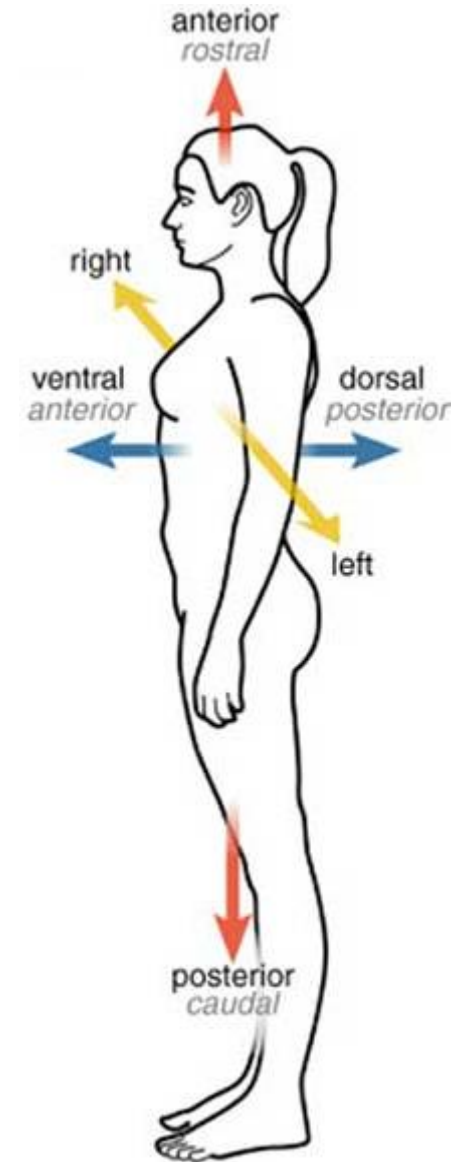
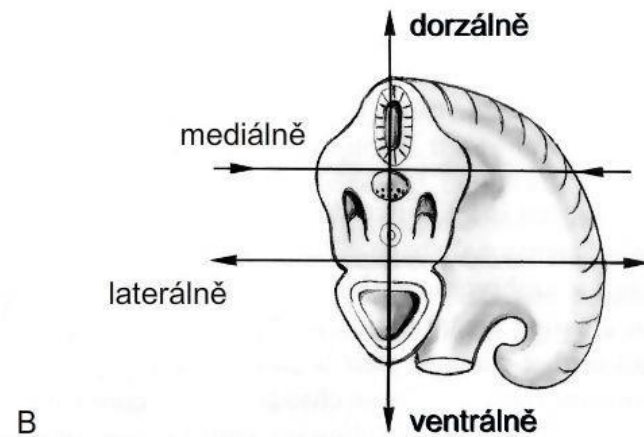
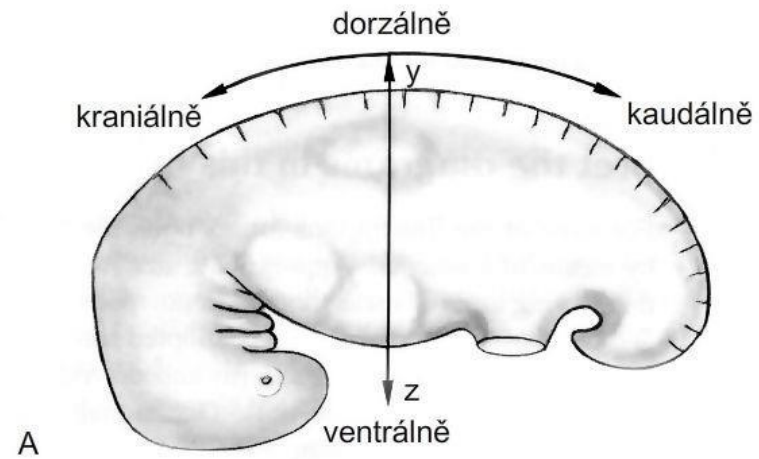


# Chyby ve vývoji embrya a v implantaci

Ektopická gravidita – ruptura tuby vejcovodu



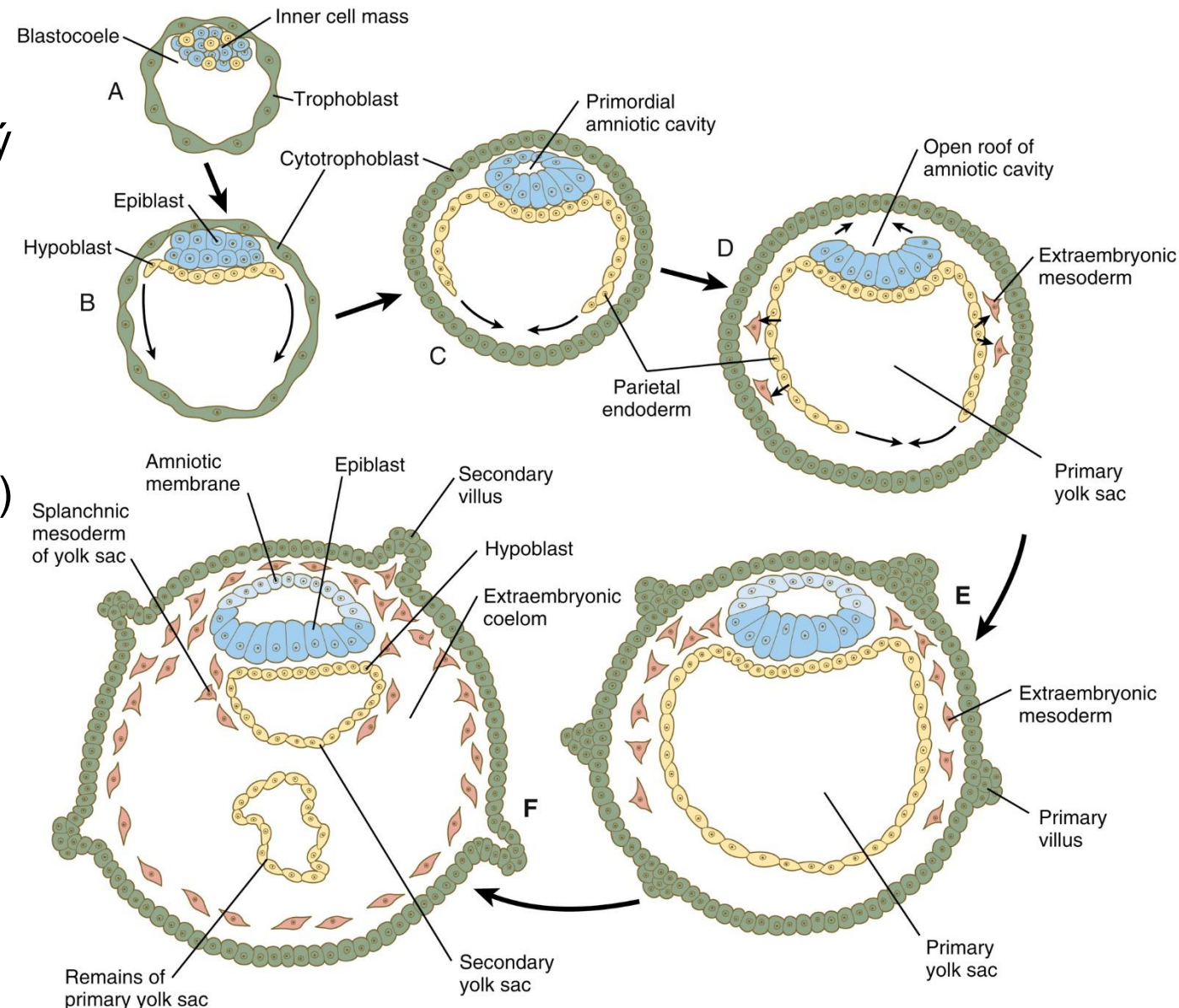
# Orientace



# Změny v blastocystě v průběhu implantace

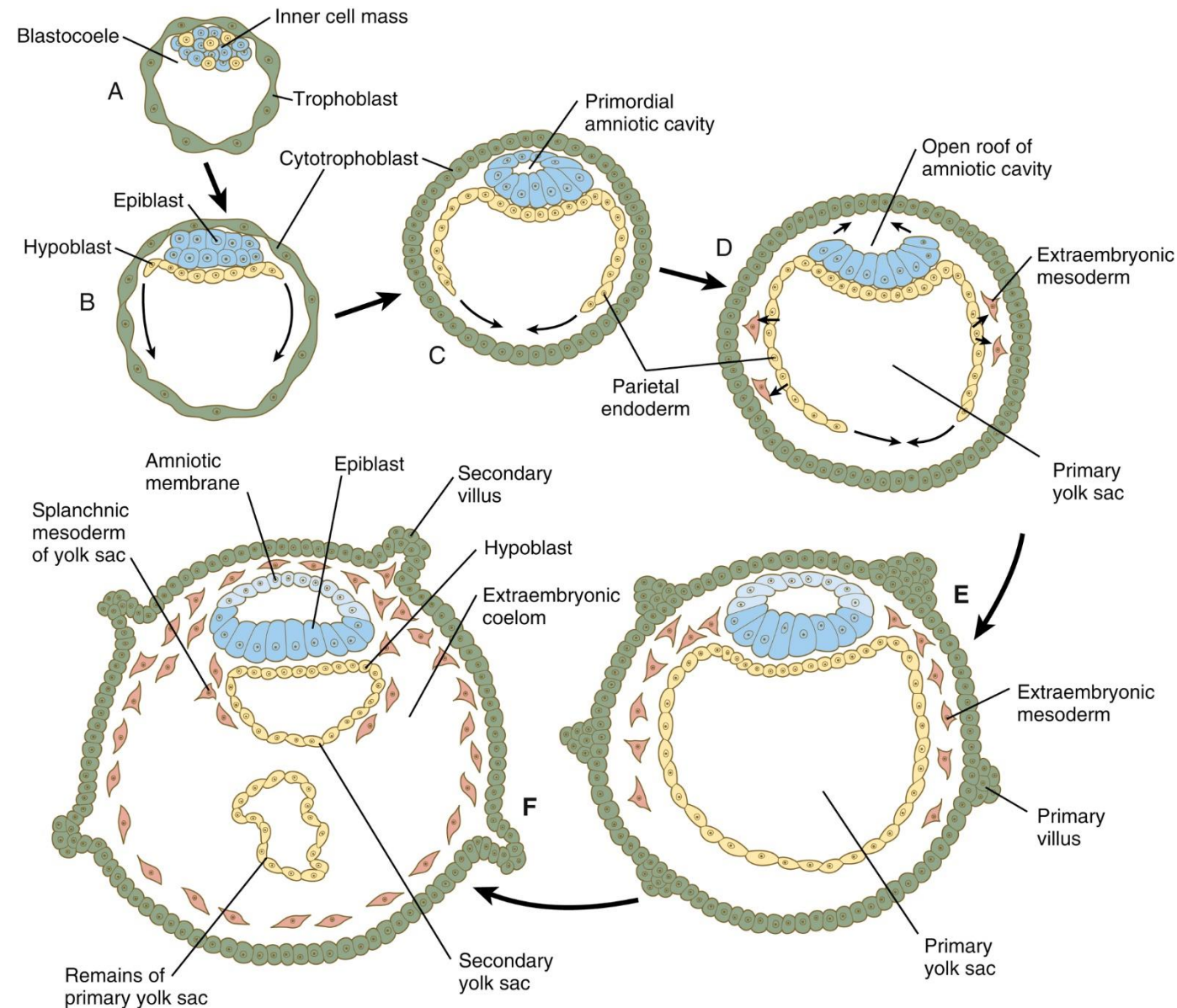
**Embryoblast** se diferencuje v **entoderm** (**hypoblast**; obrácený do dutiny blastocysty) a **ektoderm** (**epiblast**; přivrácený k cytotrofoblastu) = vznik **zárodečného terčiku**

- **dorsoventrální polarita**
  - transkripční faktory nanog (epiblast), gata 6 (hypoblast)
- dutina blastocysty se vyplní řídkou tkání – **extraembryonální mezoderm** (mezoblast) vzniká z parietálního entodermu (12 den)
- vznik **amniového váčku** (7. den) mezi ektodermem a cytotrofoblastem
- vznik **žloutkového váčku** (9 den): primární=dutina v extraembryonálním mezodermu přivrácená k entodermu, ohraničená Heuserovou membránou

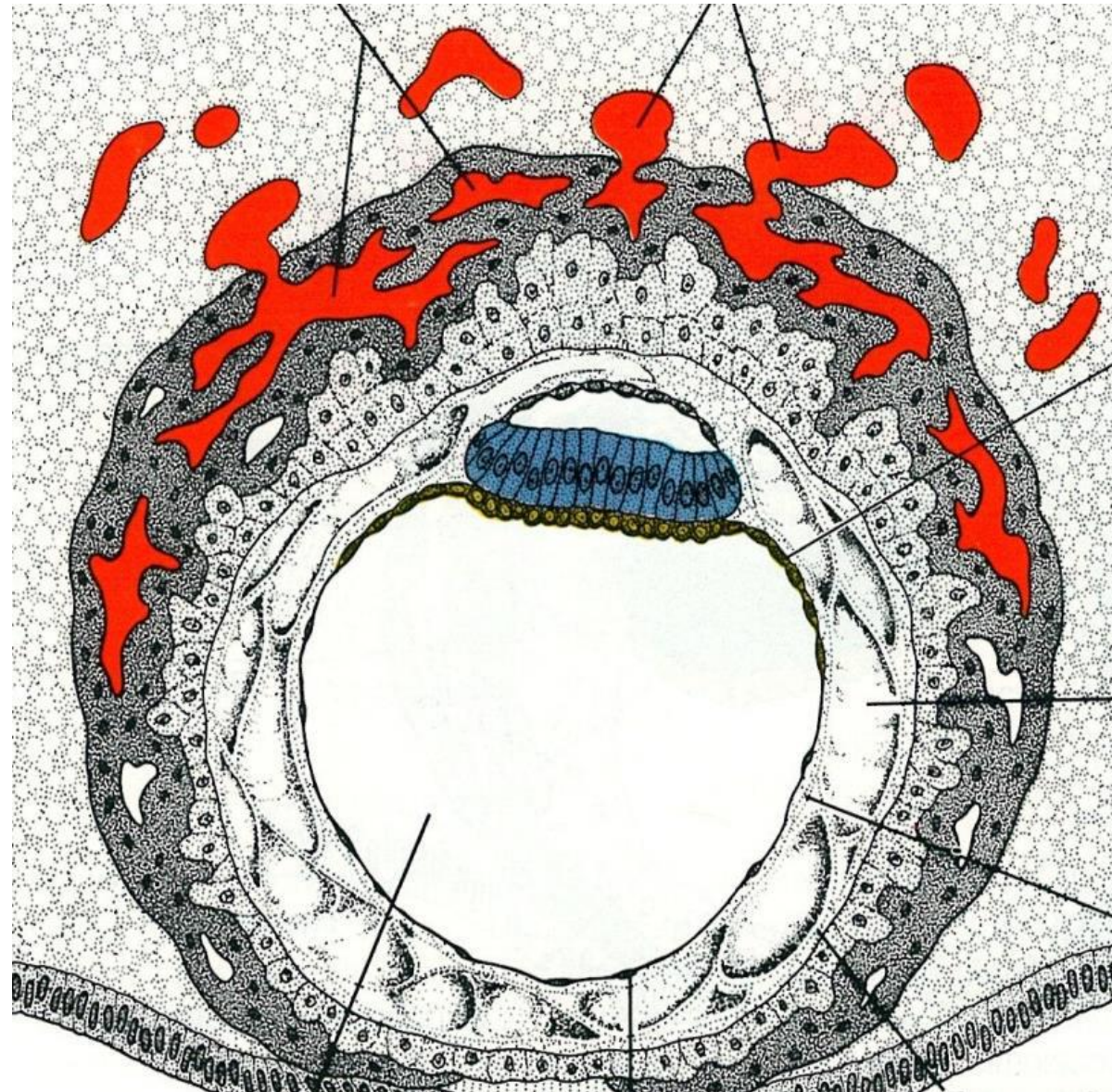


# Změny v blastocystě v průběhu implantace

- **definitivní žlutkový váček** –po konstrikcii primárního váčku
- vznik dutinek v extraembryonálním mezodermu - jejich splynutím vznikne **choriová dutina** (extraembryonální coelom)
- extraembryonální mezoderm pak tvoří vrstvu pokrývající cytotrofoblast, amniový váček (**extraembryonální somatopleura**) a žlutkový váček (**extraembryonální splanchnopleura**)



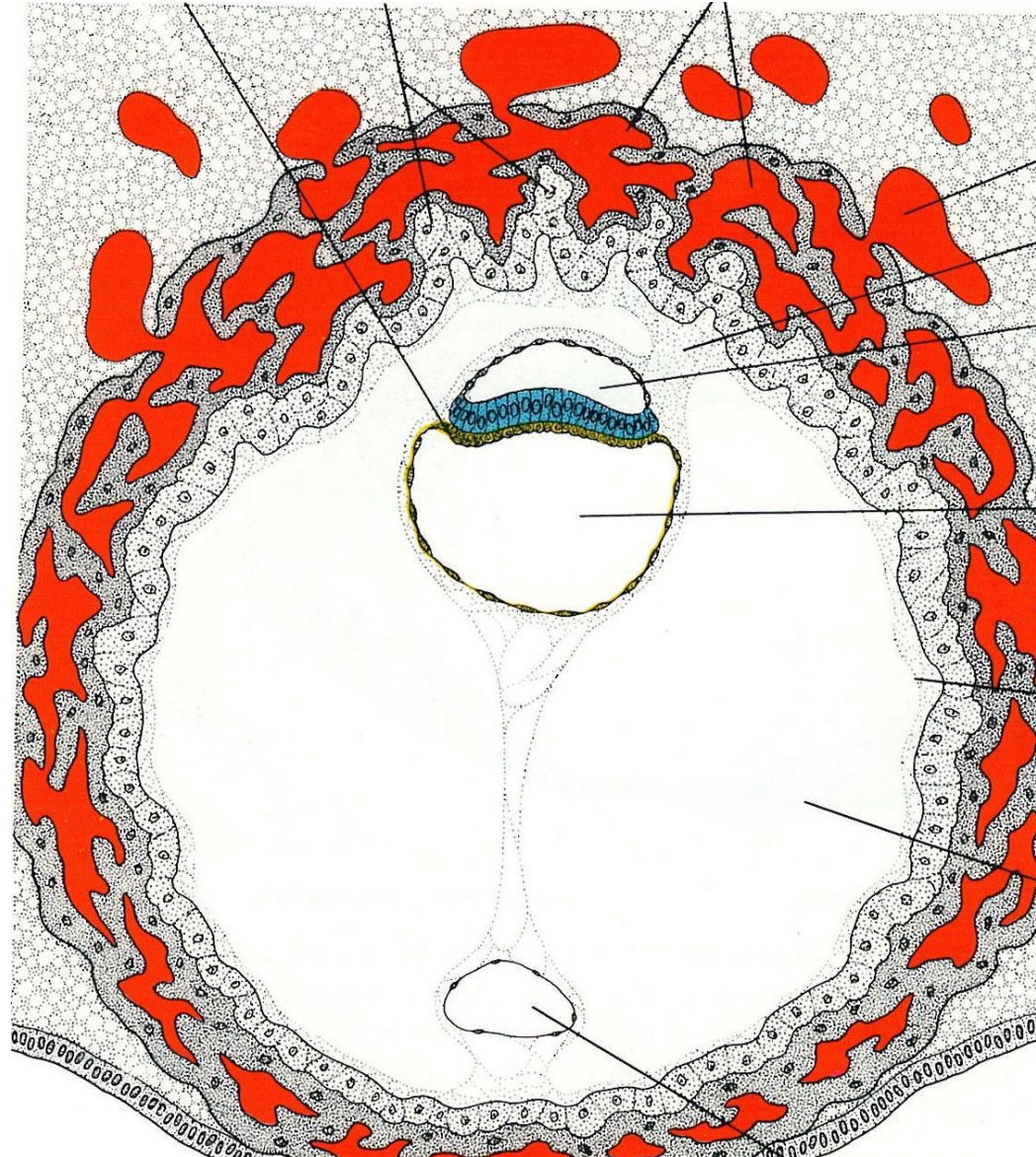
# Změny v blastocystě v průběhu implantace



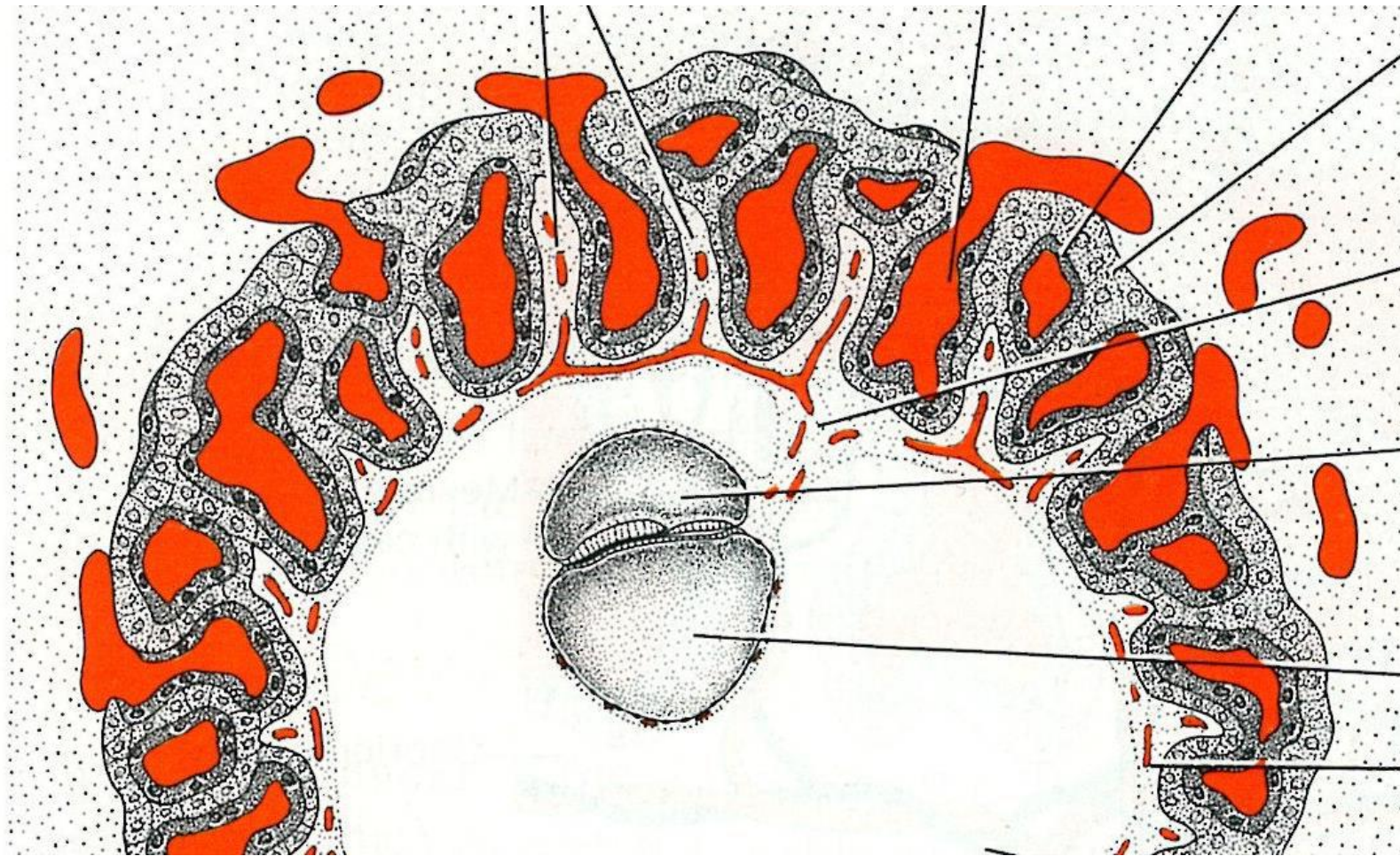
# Změny v blastocystě v průběhu implantace

- **zárodečný (úponový) stvol**  
= provazec  
extraembryonálního  
mezodermu spojující  
amniový váček s choriem,  
vyvíjí se od 10 dne, později  
se vzrůstem amnia se  
posouvá na ventrální stranu  
a nazývá se břišní stvol

- později dojde ke vychlípení  
entodermu budoucího zadního  
střeva do zárodečného stvolu  
a vzniká **alantois**, podél něj se  
zakládají pupeční cévy



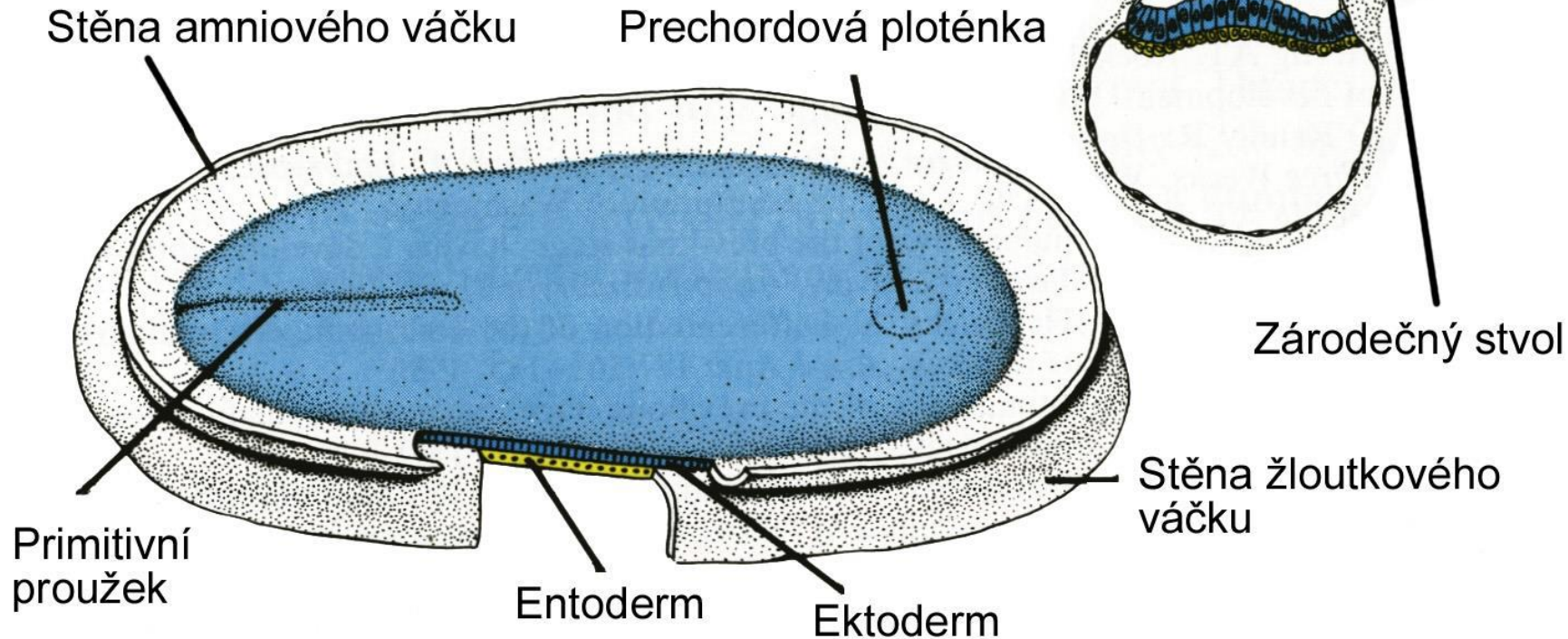
# Změny v blastocystě v průběhu implantace



# 3. týden vývoje – zárodečný terčik

14. den vývoje

*dorzální strana*



*sagitální řez*

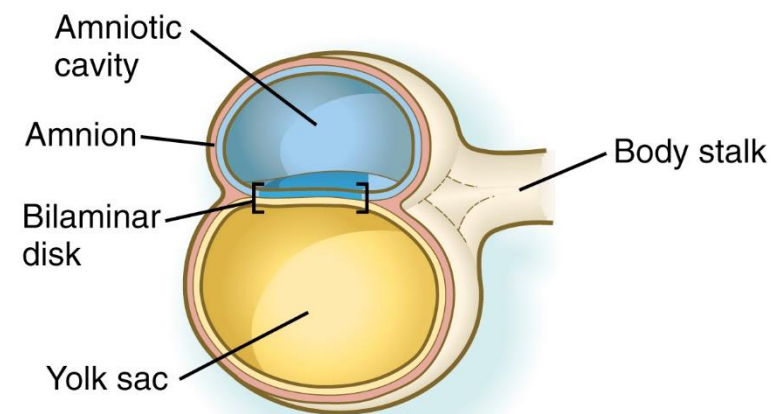
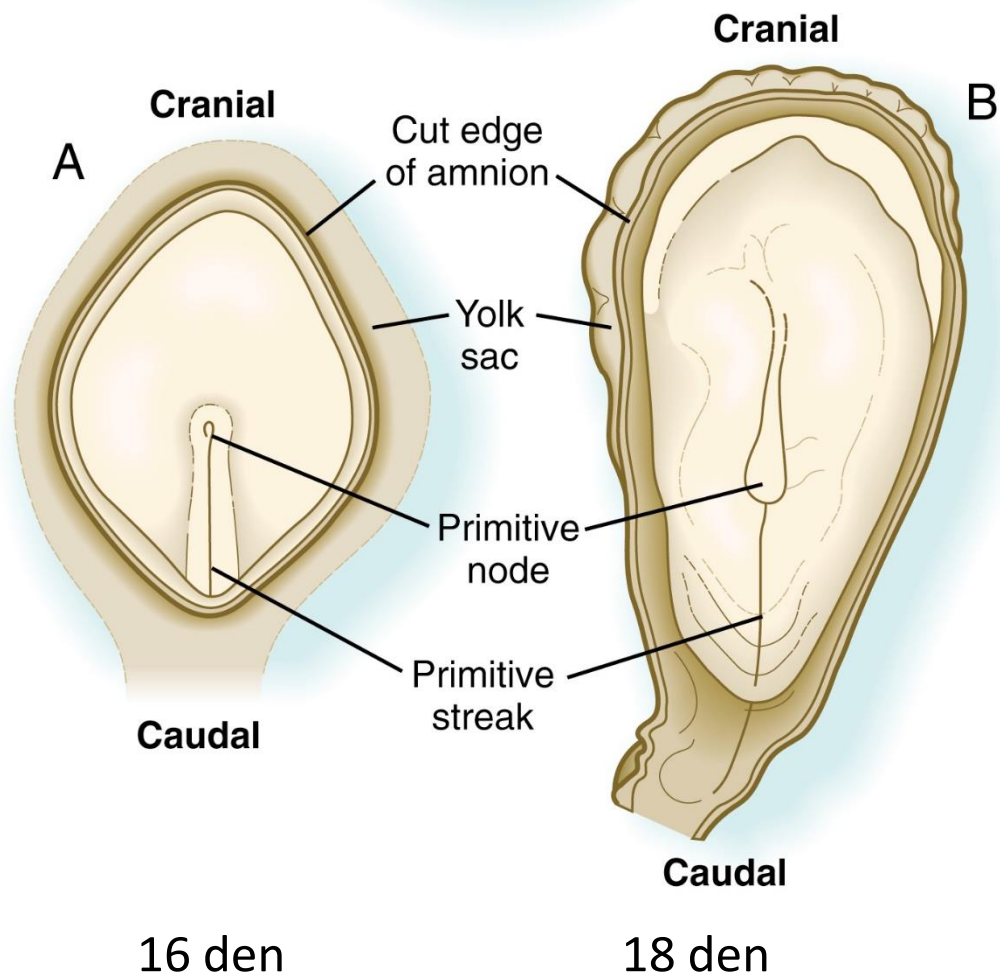
- 14. den dochází na ektodermu budoucího kaudálního konce zárodečného terčíku ke tvorbě úzké rýhy – **primitivní proužek**
- **anterior/posterior**
- **pravá/levá strana**



# 3. týden vývoje – zárodečný terčik

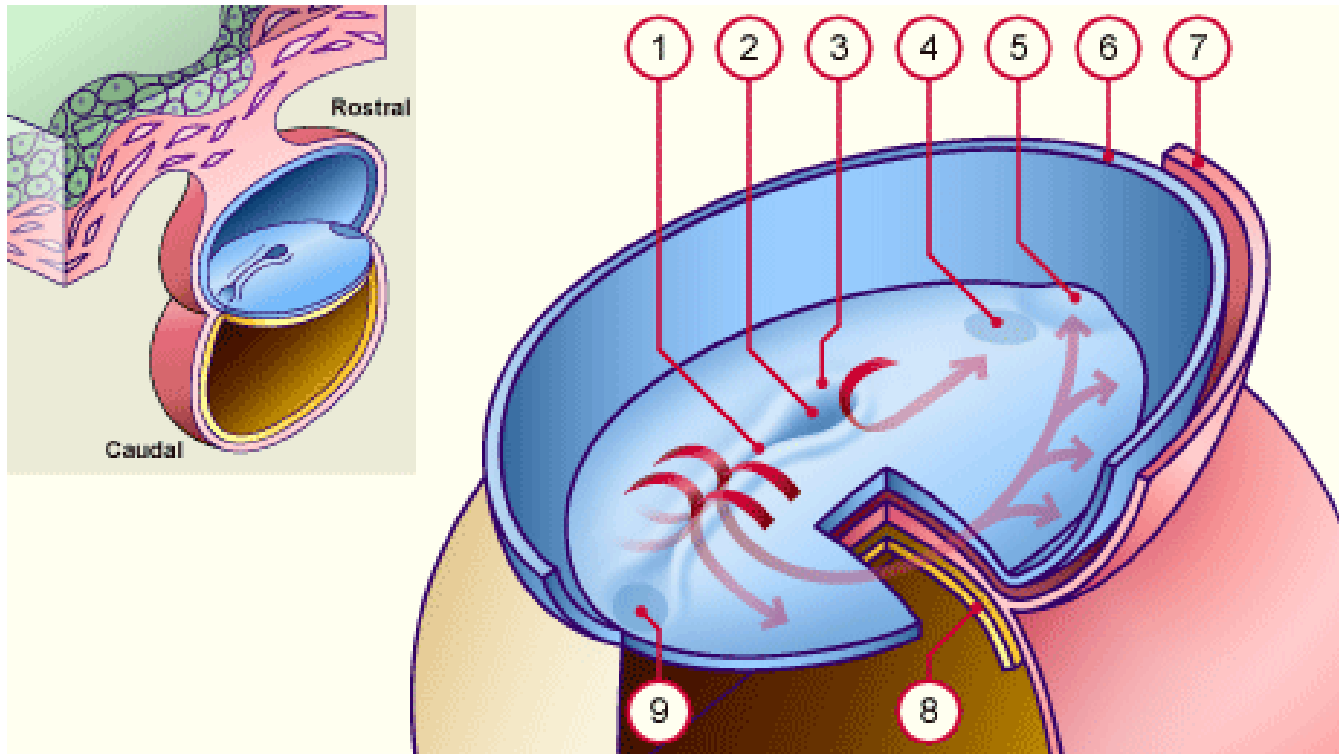
*dorzální strana*

*sagitální řez*

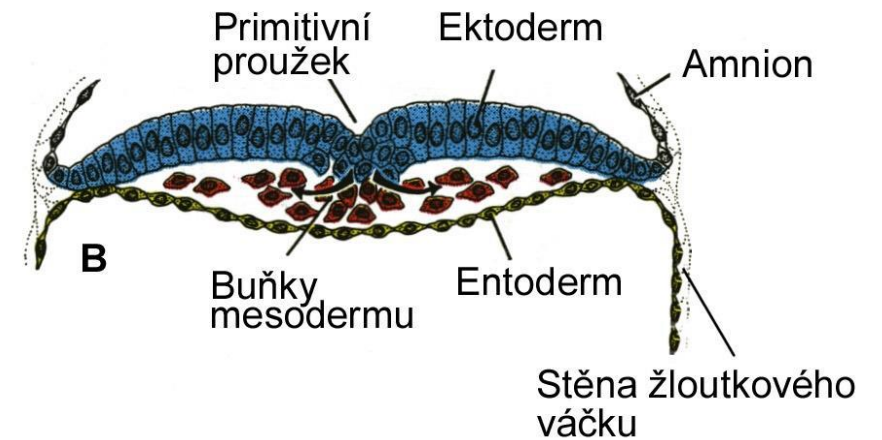


# Gastrulace

16 den



- proces založený na proliferaci a migraci buněk ektodermu, na jehož konci zárodek dosáhne třívrstevného stadia
- Proces tvorby zárodečných vrstev (ektoderm, mesoderm, endoderm)

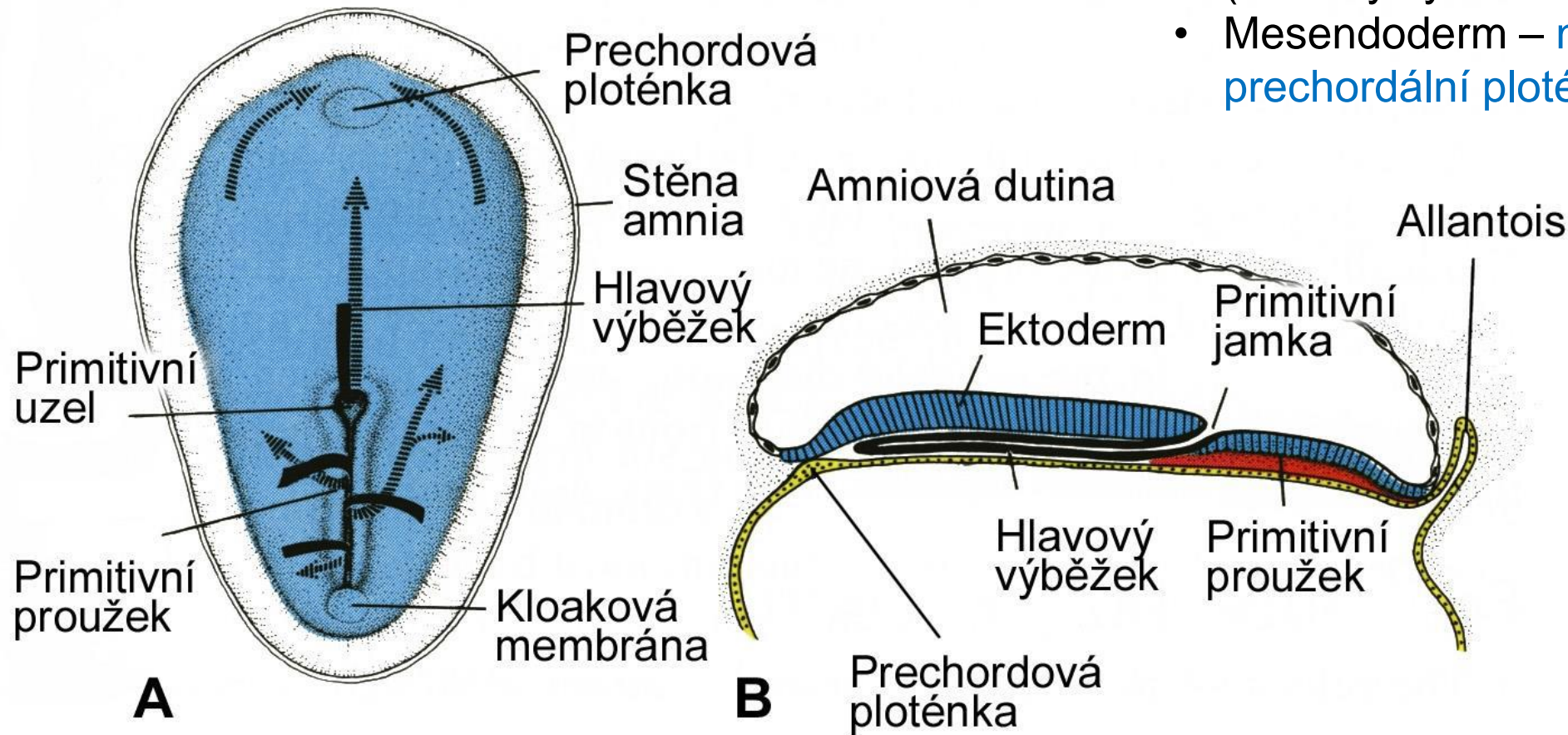


A - pohled na dorzální stranu  
B - příčný řez terčíkem

- mesoderm (extraembryonální a později i embryonální)
- embryonální endoderm
- Primitivní rýha
- Primitivní jamka (Hensenův uzlík, 16 den) – migrace buněk ve směru anterior, signální centrum “posterior části embrya”

# Gastrulace

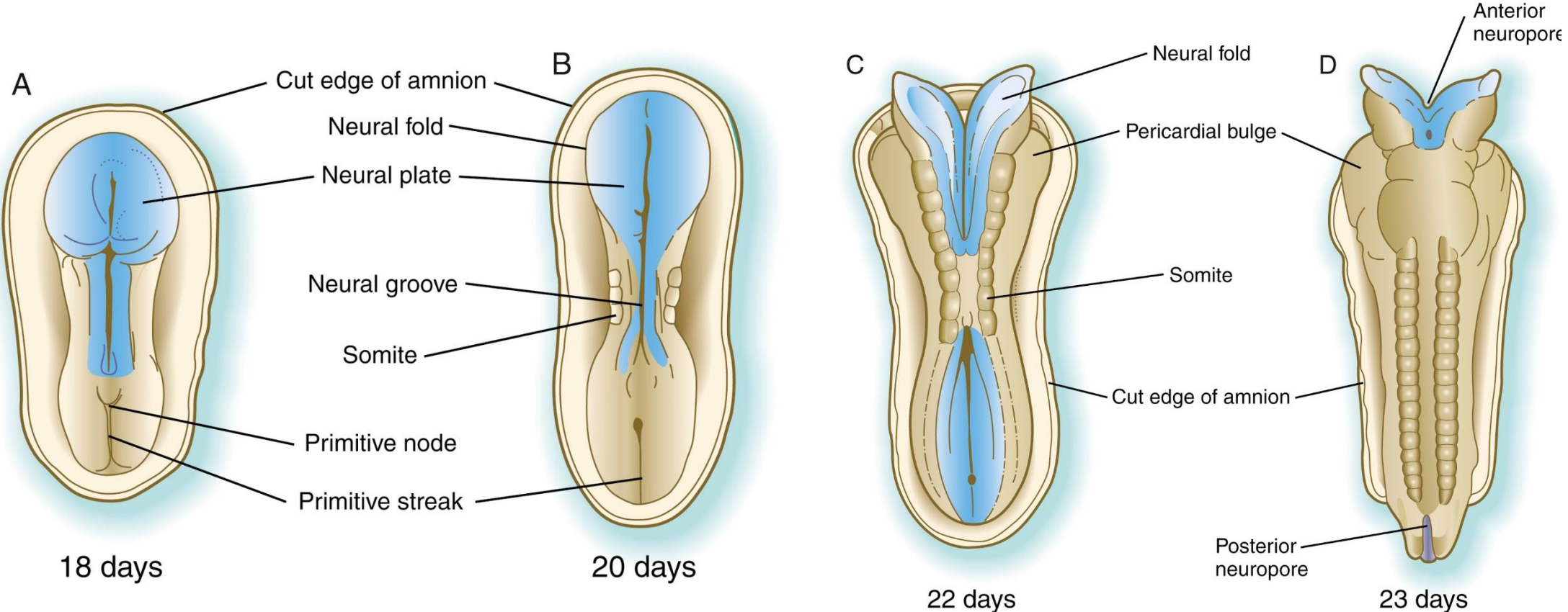
- Chodnromesodermový výběžek (hlavový výběžek → notochord)
- Mesendoderm – notochord, prechordální ploténka



A : pohled na dorzální stranu  
B : podélný mediánní řez

# Neurulace

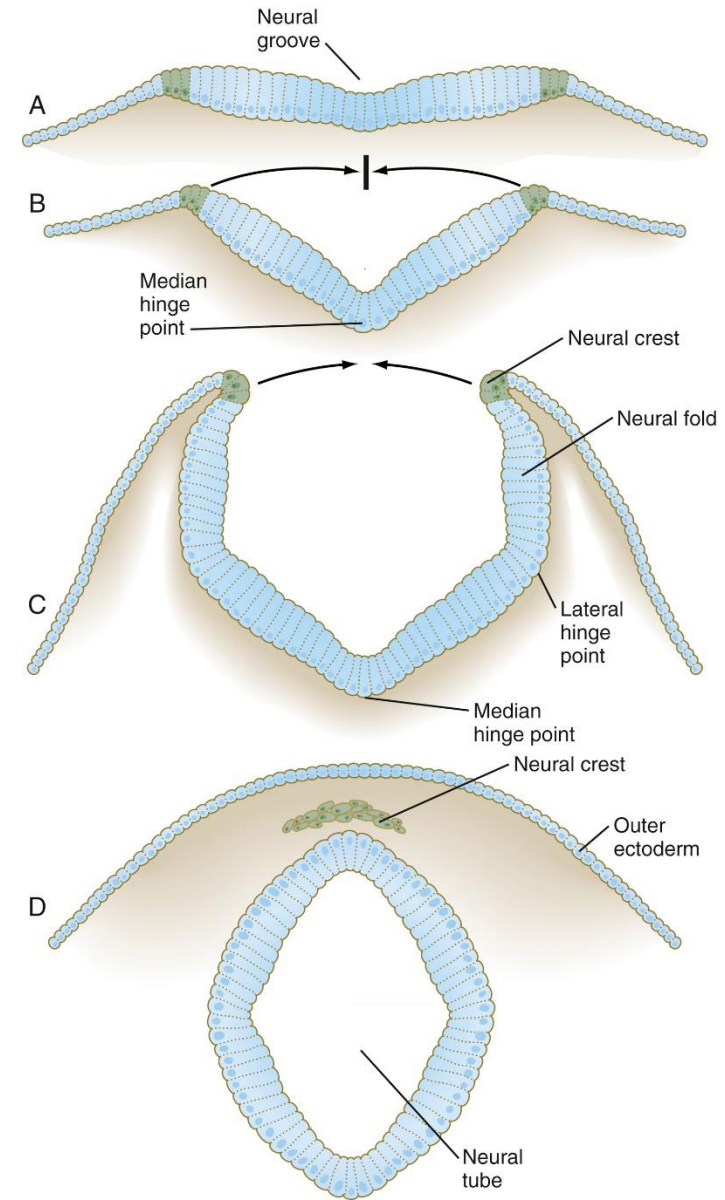
- **Neurulace** - proces tvorby nervové trubice



Časná stádia tvorby nervového systému človeka

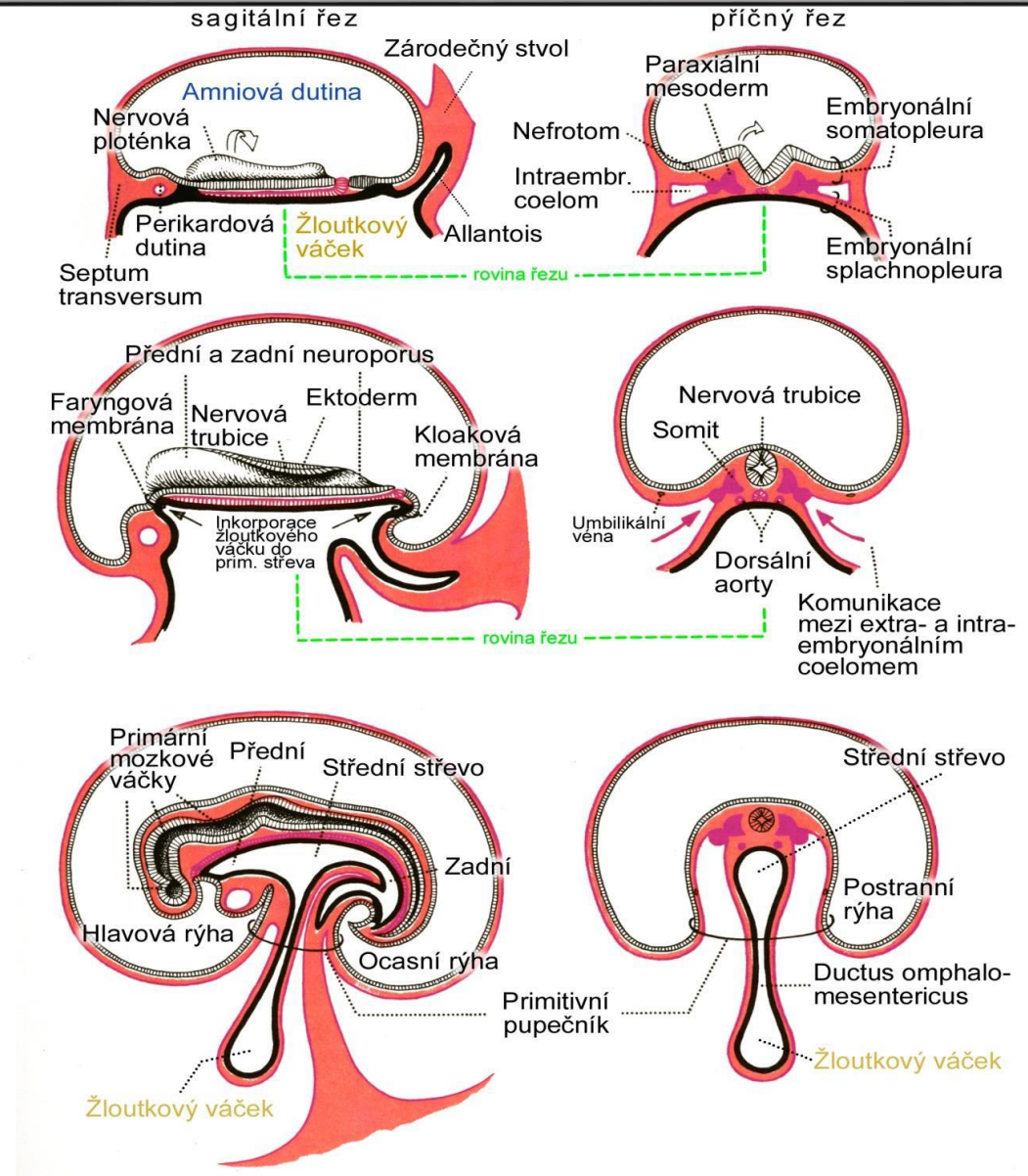
# Neurulace

- Neurální indukce – buňky ektodermu nad notochordem se přemění v buňky **neurální ploténky**
- Buňky **neurální ploténky** rychle proliferují, vzniká **neurální brázda**, tuto ohraničují neurální valy.
- Neurální valy tloustnou a přibližují se k sobě, v mediální rovině srostou (fúze začíná na úrovni 4 somitu) a vzniká **neurální trubice**
- **Odštěpení cristae neurales** (neurální valy)



# Neurulace a flexe zárodku

- **Flexe zárodku:** od počátku 4 týdne dochází ke zvětšování amniového vaku, který se přesouvá přes okraje zárodečného terčíku ventrálním směrem a způsobí tak zformování zárodku do válcovitého tvaru, stočeného do  $\frac{3}{4}$  kruhu, dochází tak k odškrcení zárodku od okolí



# Dynamika

## Gastrulace

<https://www.youtube.com/watch?v=ADlYn0ImTNg&fbclid=IwAR37AznLMWaNJABDtTDcoKB156zgv1GoDSazyDOaFy9kSA8U1hwVdLXCCsw>

## Neurulace

[https://www.youtube.com/watch?v=IGLexQR9xGs&fbclid=IwAR31zL-Vyl1wrGxofzliQFPKz7UAqdv0H-Ddk-Z2x6hHkEuFmTBIT\\_xpadM](https://www.youtube.com/watch?v=IGLexQR9xGs&fbclid=IwAR31zL-Vyl1wrGxofzliQFPKz7UAqdv0H-Ddk-Z2x6hHkEuFmTBIT_xpadM)

## Flexe

[https://www.youtube.com/watch?v=yXUv4MPuNTA&fbclid=IwAR3JJ\\_vYTuncXe4watGEpnbrgob\\_gVhHeIQR7DDpXOU2a4cXytt2Pmr\\_70o](https://www.youtube.com/watch?v=yXUv4MPuNTA&fbclid=IwAR3JJ_vYTuncXe4watGEpnbrgob_gVhHeIQR7DDpXOU2a4cXytt2Pmr_70o)

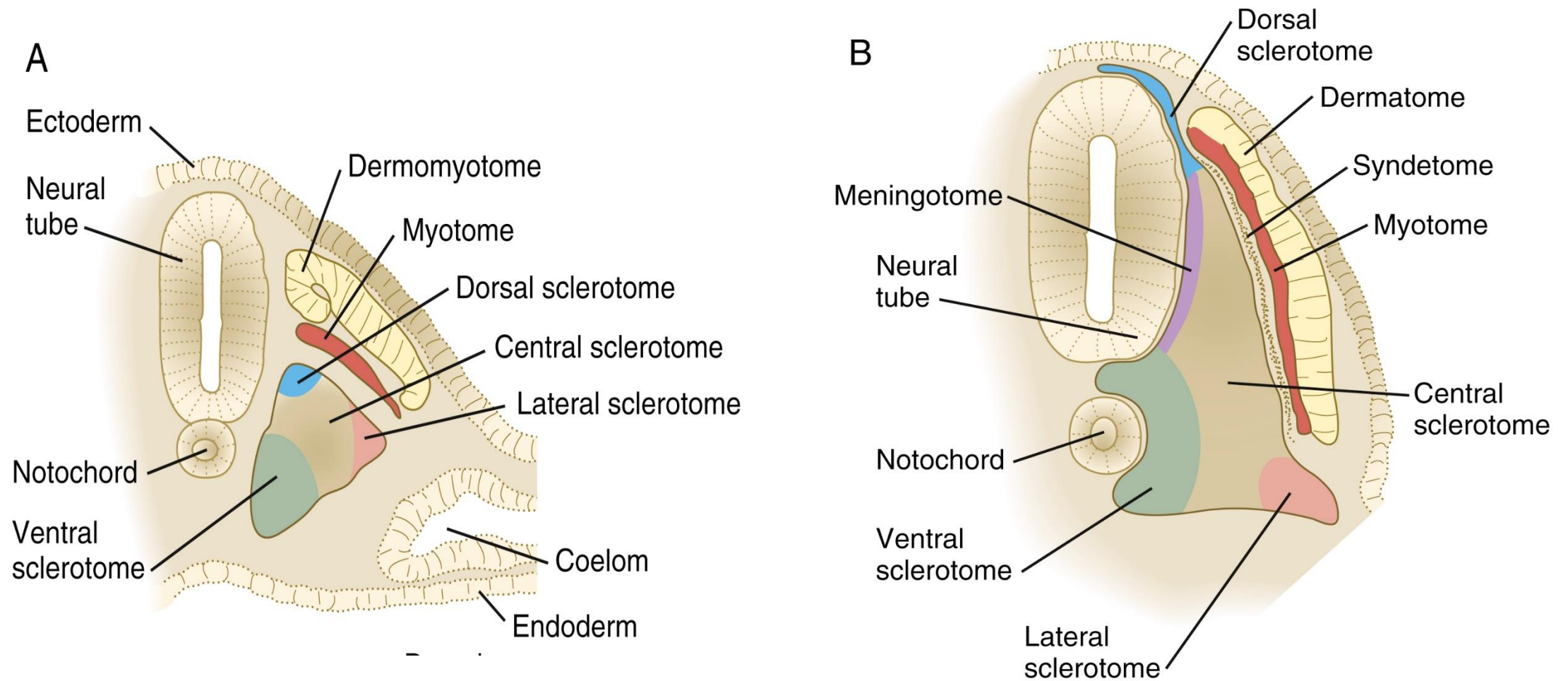
<https://www.youtube.com/watch?v=qMnpxP6EeIY>

# Vznik somitů

- diferenciace začátkem 4 týdne z mezodermu
- paraaxiální mezoderm se dělí příčně postavenými zářezy na párové (po stranách chordy uložené útvary epitelové stavby) prvosegmenty - **somity**
- Segmentační proces počíná v úrovni kraniálního konce chordy a pokračuje kaudálně – **somitové stádium**
- Prvosegment se záhy diferencuje do 3 částí: ventromediální **sklerotom** (→axiální skelet), mediální **myotom** (→ kosterní svalstvo), dorzolaterální **dermatom** (→ škára a podkožní vazivo)
- Do konce 5. týdne se vytvoří 42-44 párů somitů
- **Podle počtu somitů se určuje stáří zárodku**

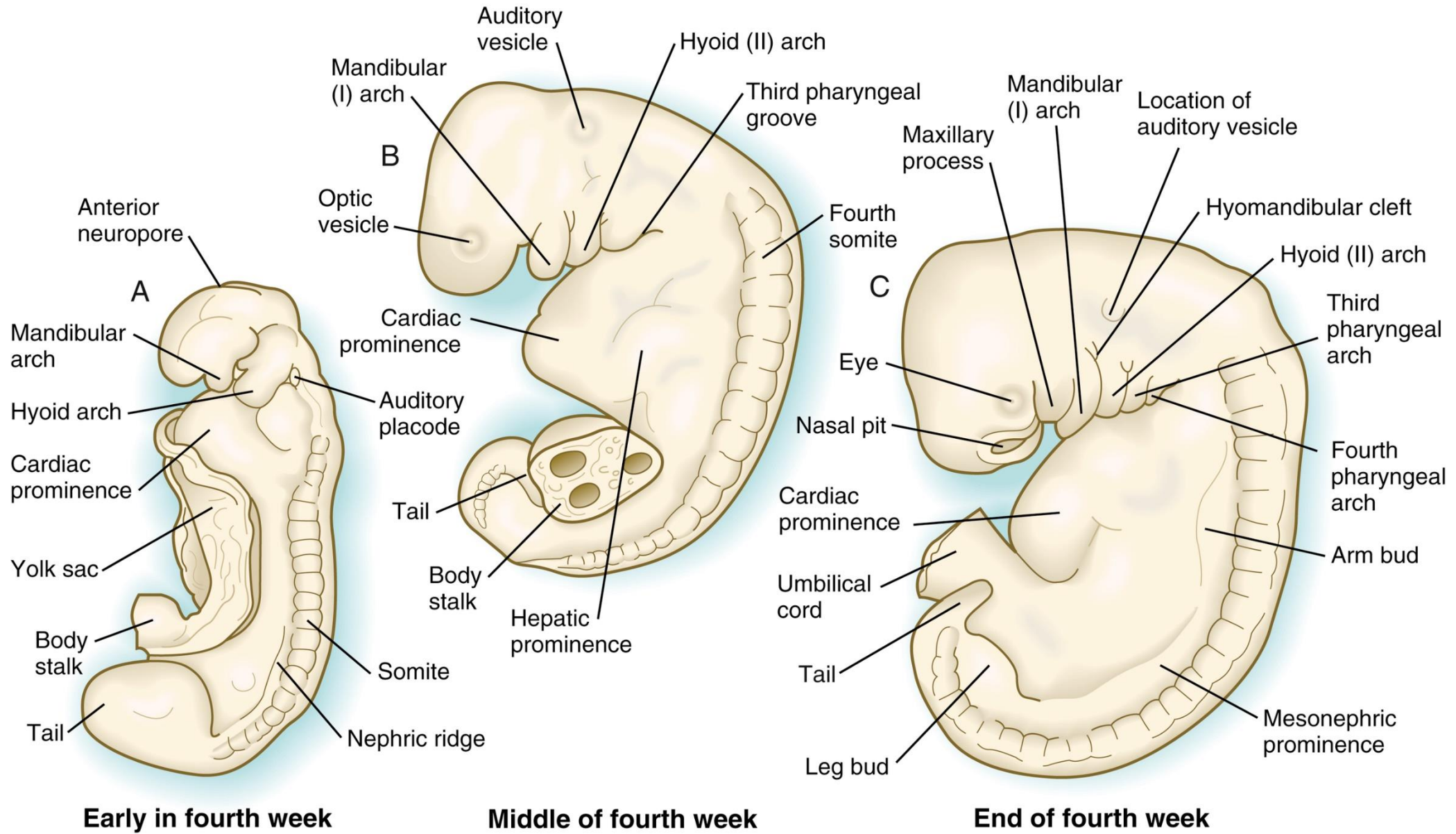


# Organizace somitů

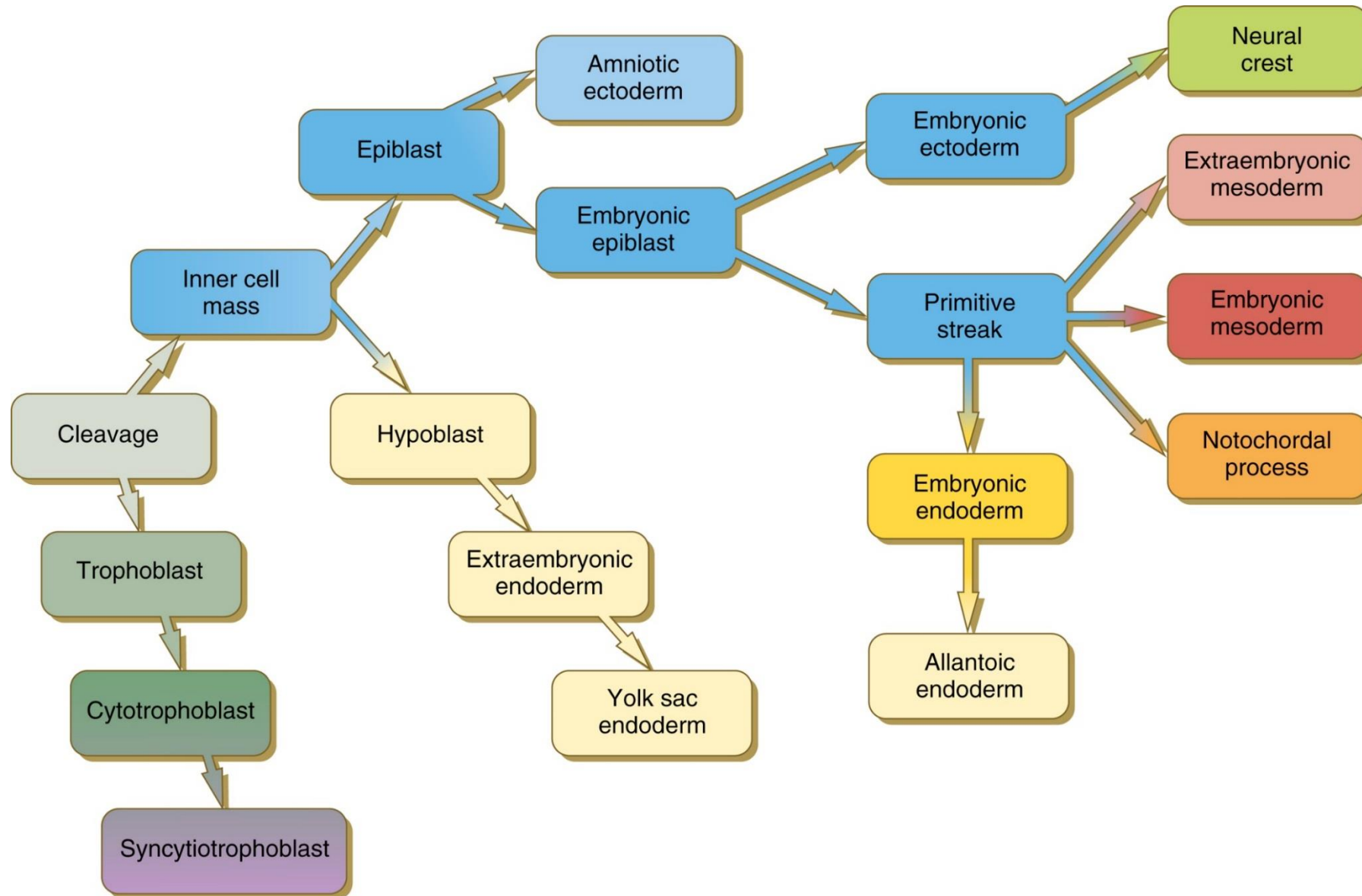


Organizace somitů v častné a pozdní fázi vývoje

# 4. týden vývoje embrya



# Buněčné a tkáňové linie v savčím embryu



# Deriváty ektodermu

- Neuroektoderm (nervový systém , sítnice oka)
- Epidermis kůže a adnexa kožní (žlázy potní, mazové, mléčná, vlas, nehet)
- Vnitřní ucho (výstelka blanitého labyrintu)
- Epitel rohovky, čočka oční
- Část výstelky dutiny ústní
- Sklovina zubu
- Přední lalok hypofýzy

# Deriváty mezodermu

- Svalová tkáň příčně pruhovaná kosterní a srdeční
- Močové a pohlavní ústrojí
- Kůra nadledviny
- Výstelka tělních dutin (hrudní, břišní, perikardové)

# Deriváty entodermu

- Trávicí trubice (výstelka i žlázy)
- Dýchací systém (výstelka a žlázy dýchacích cest, výstelka plicních alveolů)
- Část vývodných cest močových
- Výstelka středoušní dutiny a Eustachovy trubice
- Štítná žláza a příštítná tělíska
- Epitelové retikulum brzlíku

# Deriváty mezenchymu

- Pojivové tkáně (vazivo chrupavka, kost)
- Hladká svalová tkáň
- Krevní a lymfatické cévy
- Lymfatická tkáň (slezina a lymfatické uzliny)

# 1. týden vývoje

- Oplození (zygota)
- rýhování (blastomery)
- Morula (3dny)
- Blastocysta časná a pozdní (5-6 den)
- Implantace



## 2. týden vývoje

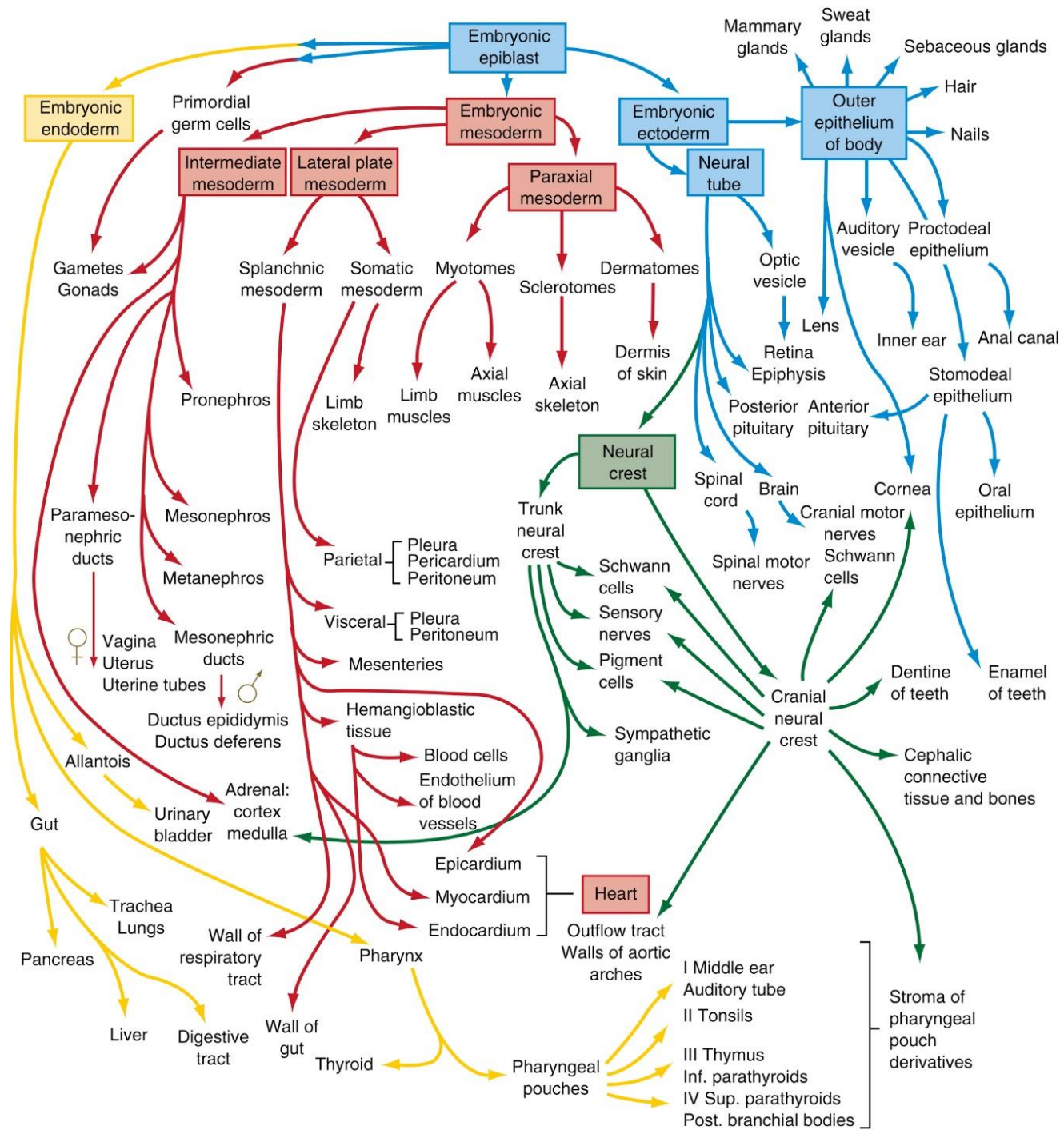
- Implantace
- Diferenciace embryoblastu na ektoderm a entoderm; **dvouvrstevný zárodečný terčík**
- Vznik amniové dutiny
- Vývoj primárního a sekundárního žloutkového váčku
- Vznik extraembryonálního coelomu (choriové dutiny)
- Zárodečný stvol, chorion a primární choriové klky

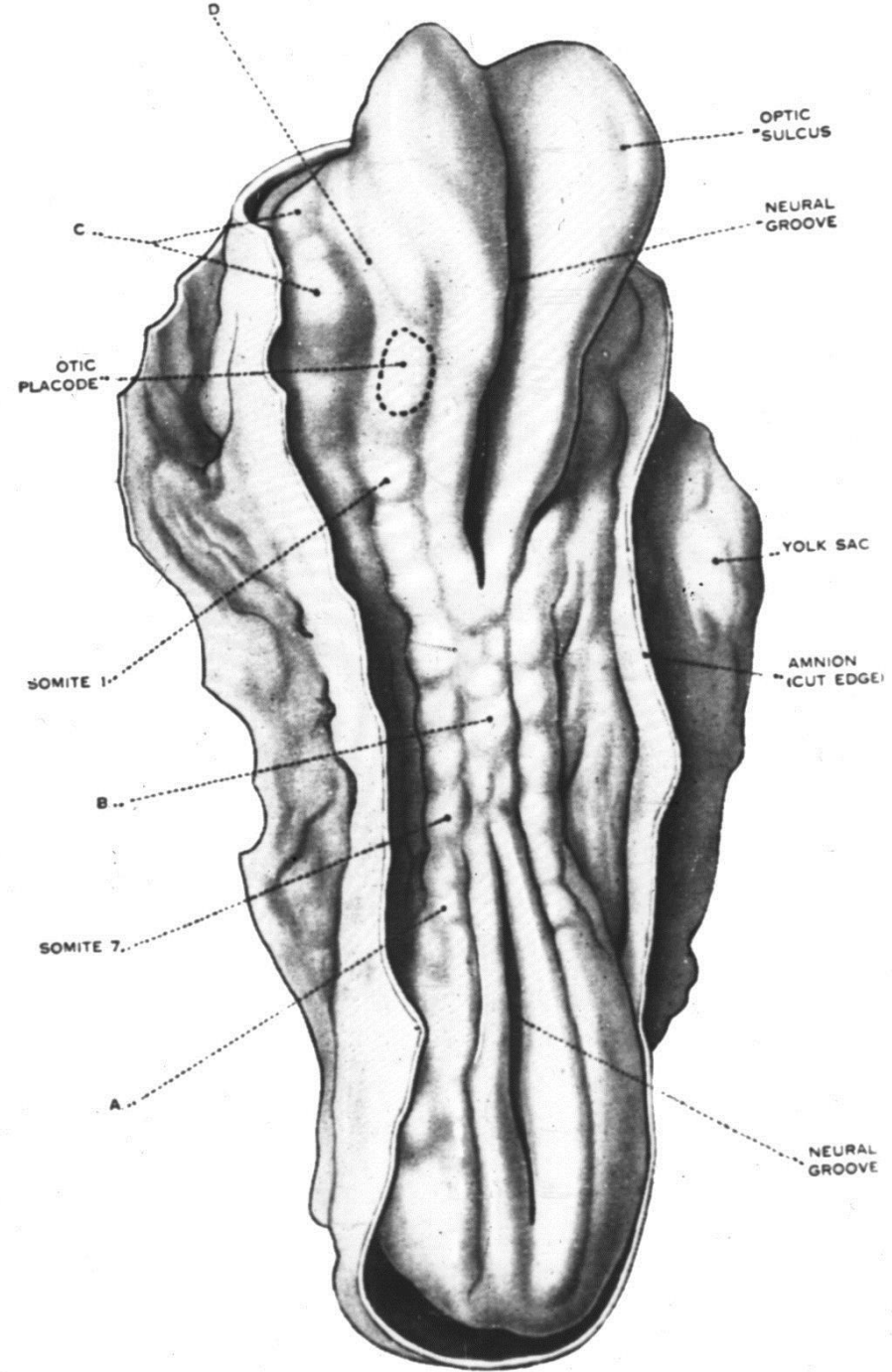
## 3. týden vývoje

- Trojvrstevný zárodečný terčik
- Primitivní proužek a primitivní rýha
- Primitivní uzel a primitivní jamka
- Chordomezodermový výběžek a chorda
- Neurální ploténka, neurální rýha, postupné uzavírání nervové trubice
- Somity (21 den)
- Mezi 21 a 22 dnem začíná tepat srdce

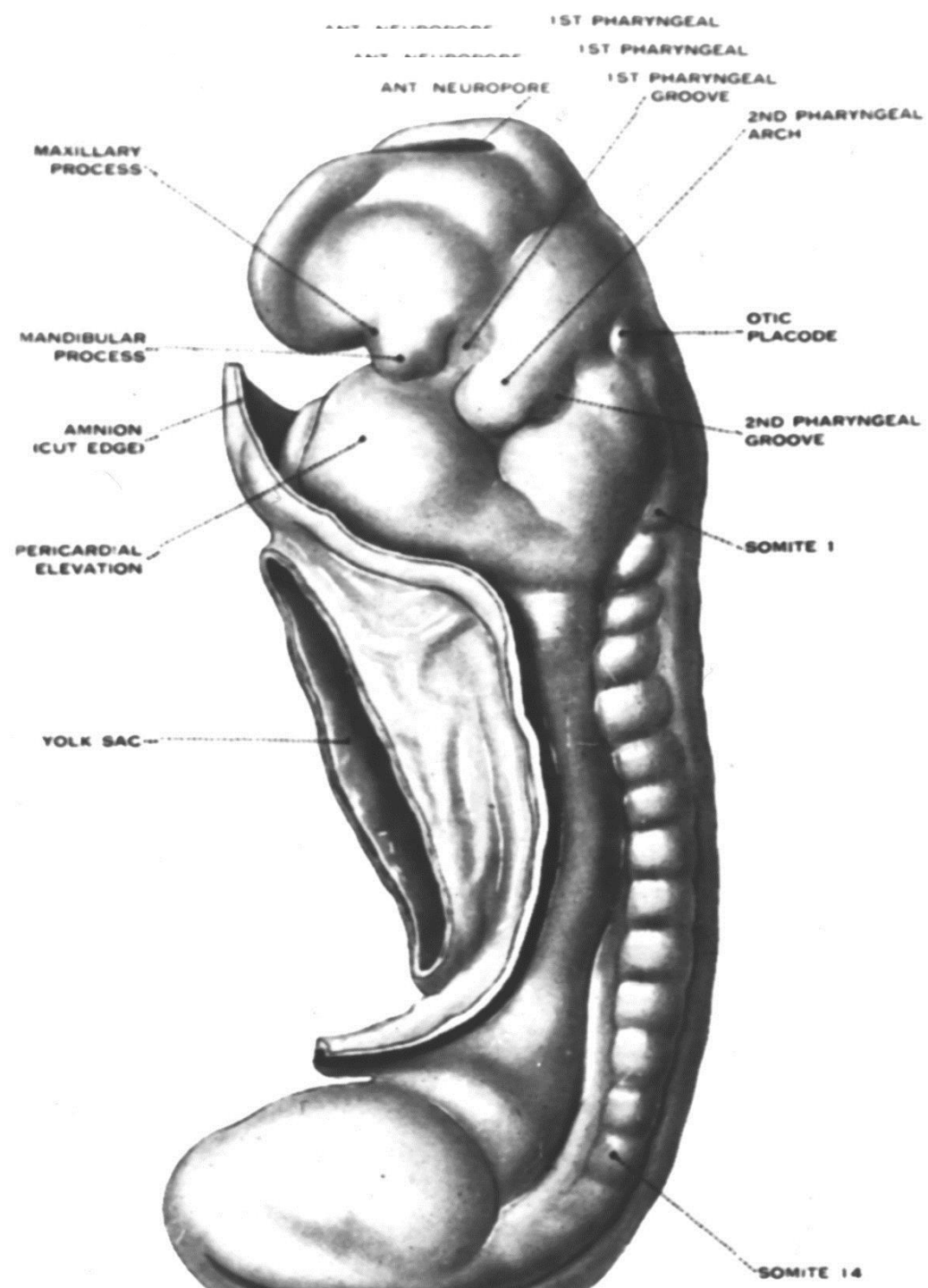
## 4. týden vývoje

- Ohraničování a flexe zárodku- vznik trubicového těla a vývoj pupečníku
- Funguje srdce
- Základ mozku (3 váčky)
- Tvoří se základy oka a ucha (24-25 den)
- Tvoří se žaberní oblouky (1. a 2., 22-23 den)
- Vzniká horní končetinový pupen (26.- 27 den)

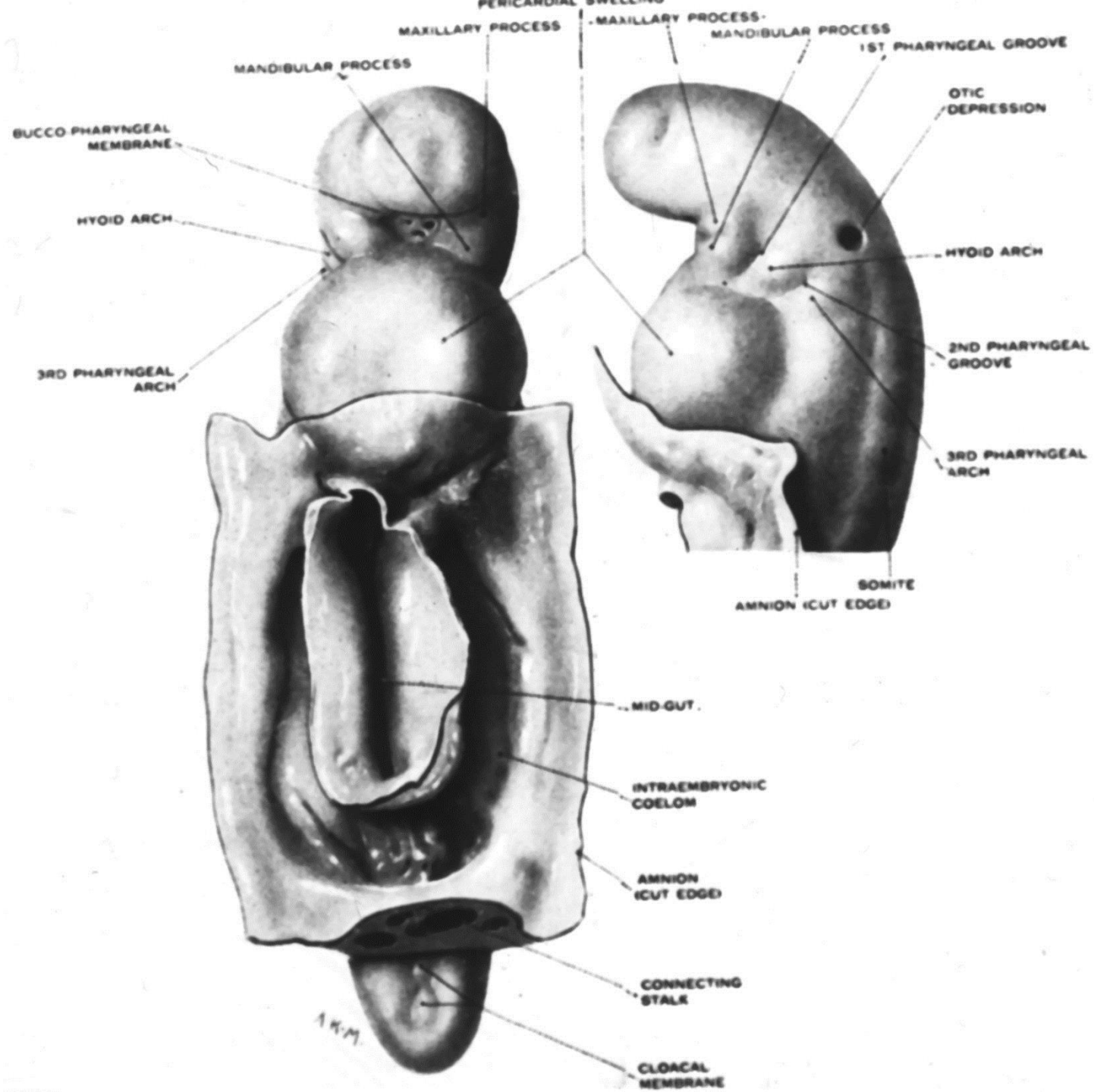




22. den



25. den



26. den



26. den  
3 mm



Auditory vesicle

OPTIC  
PLACODE

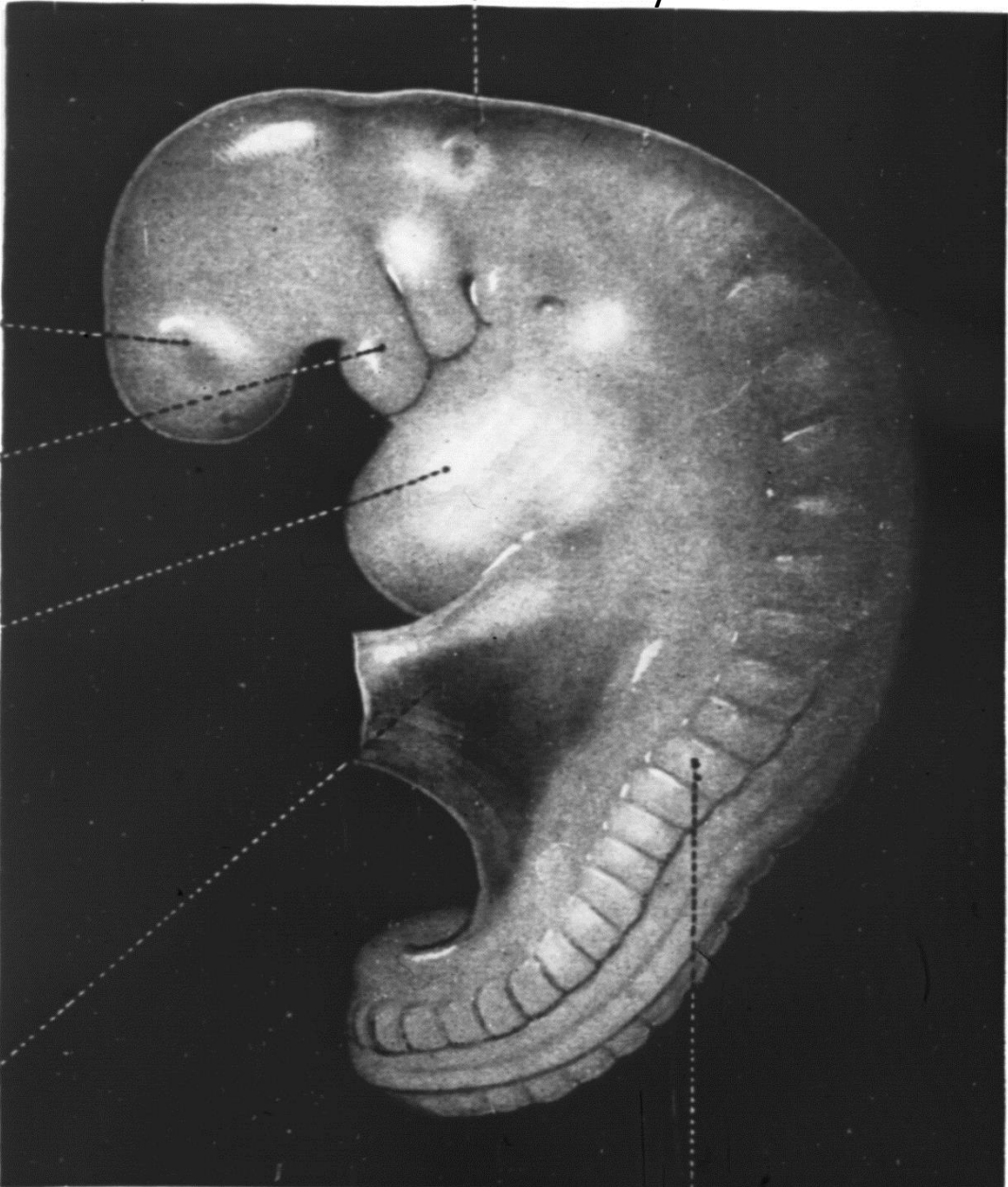
MANDIBULAR  
PROCESS

PERICARDIAL  
SWELLING

UMBILICAL  
CORD

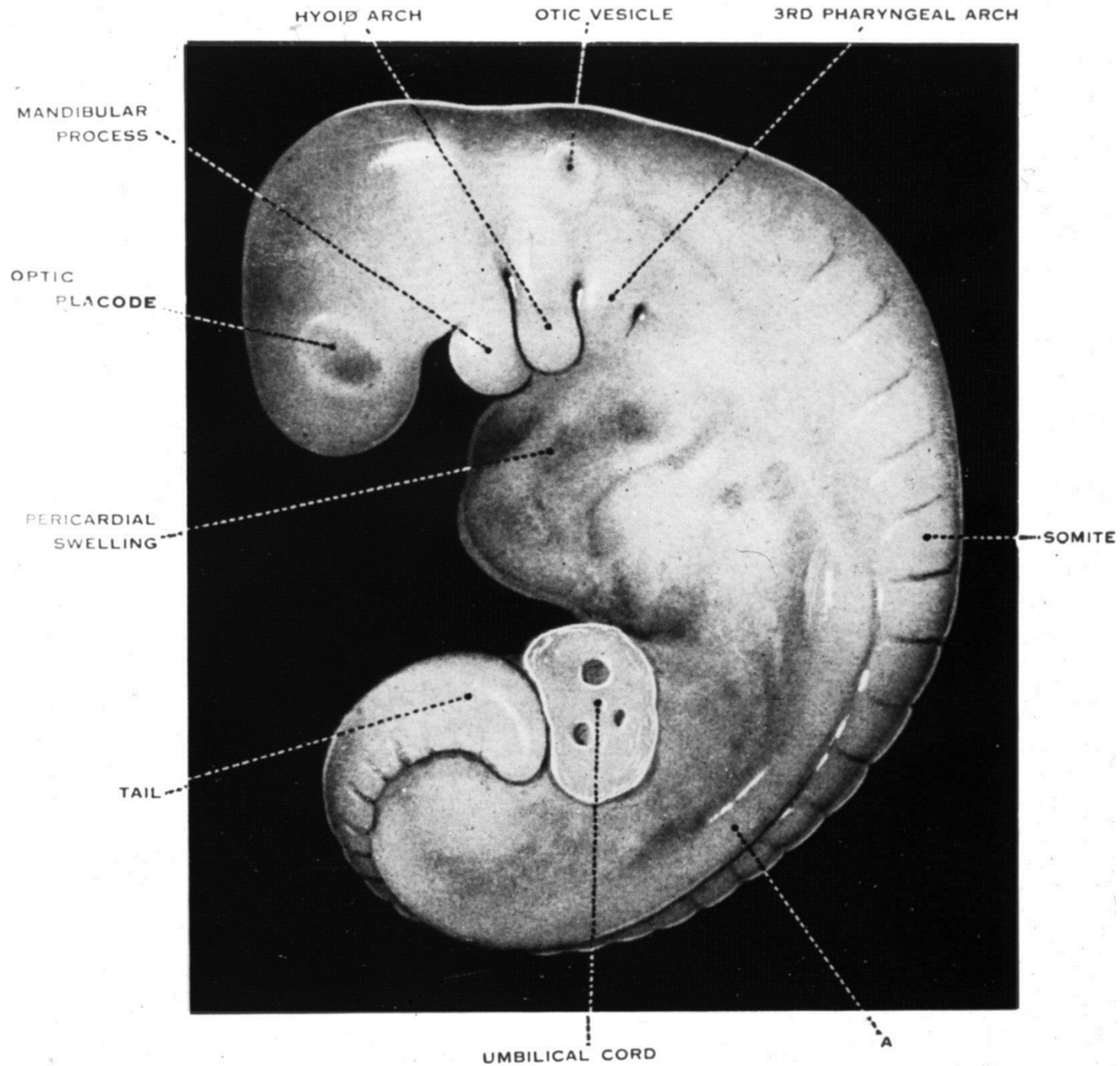
SOMITE

29. den

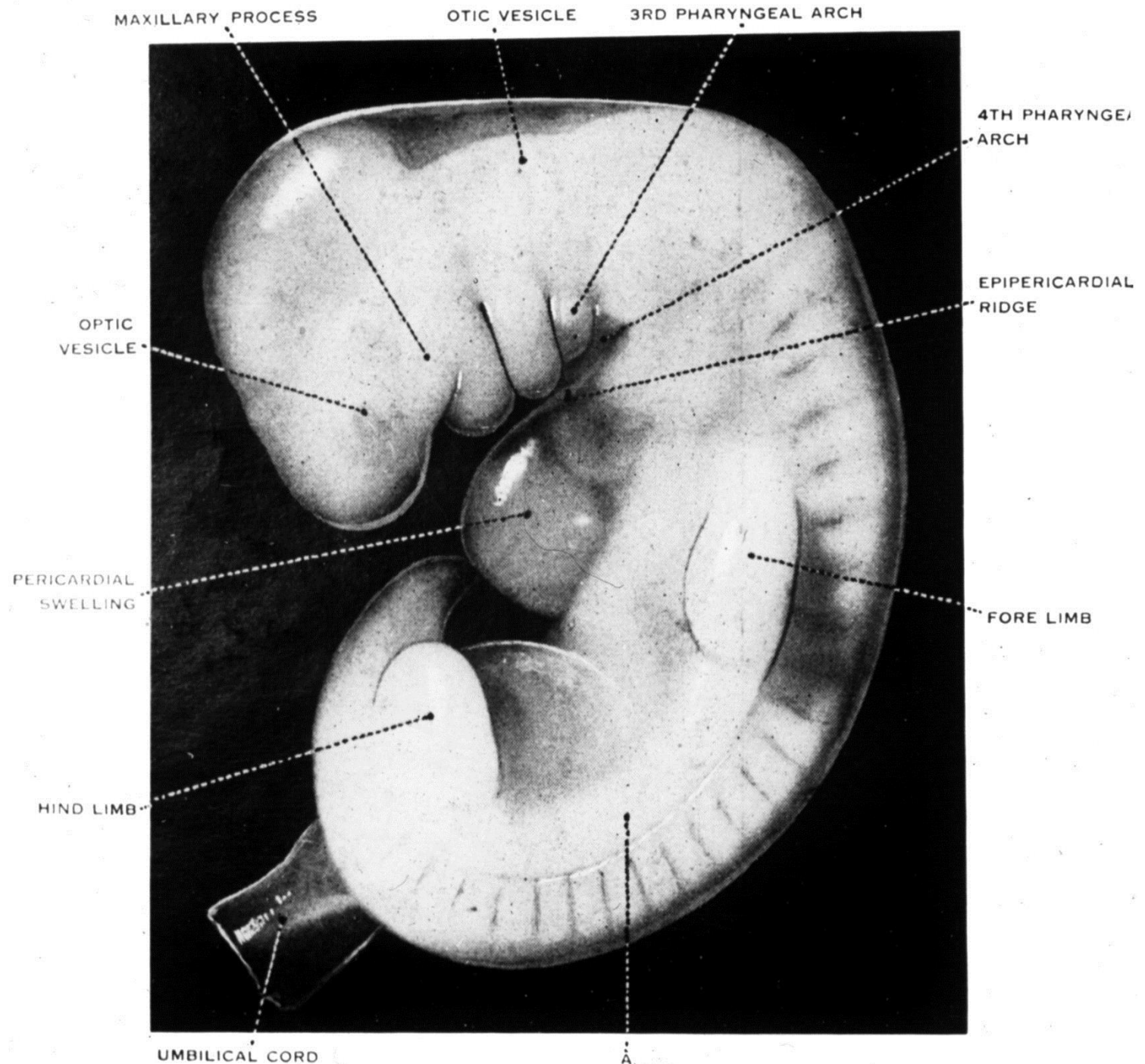




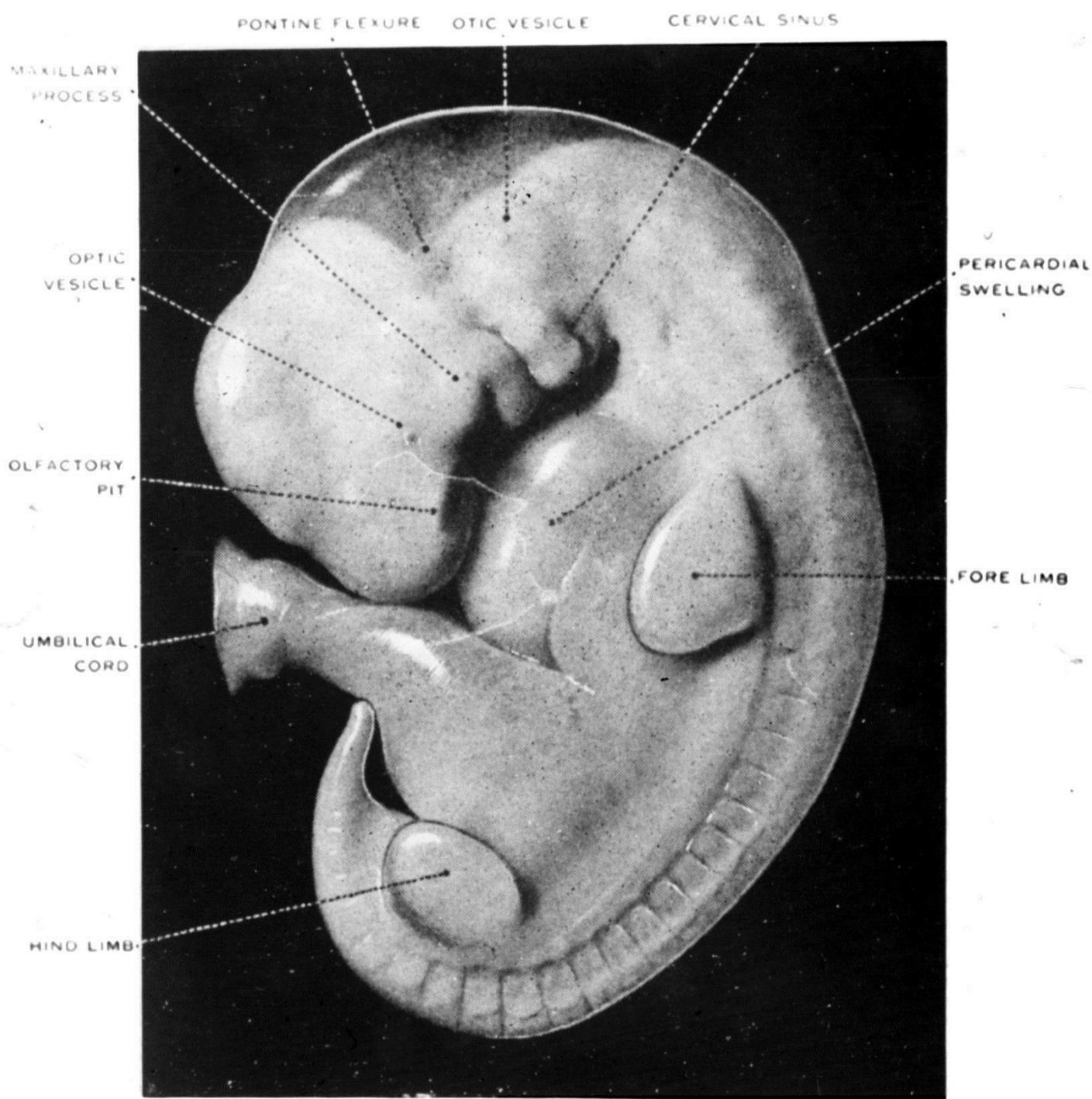
30. den  
4 mm



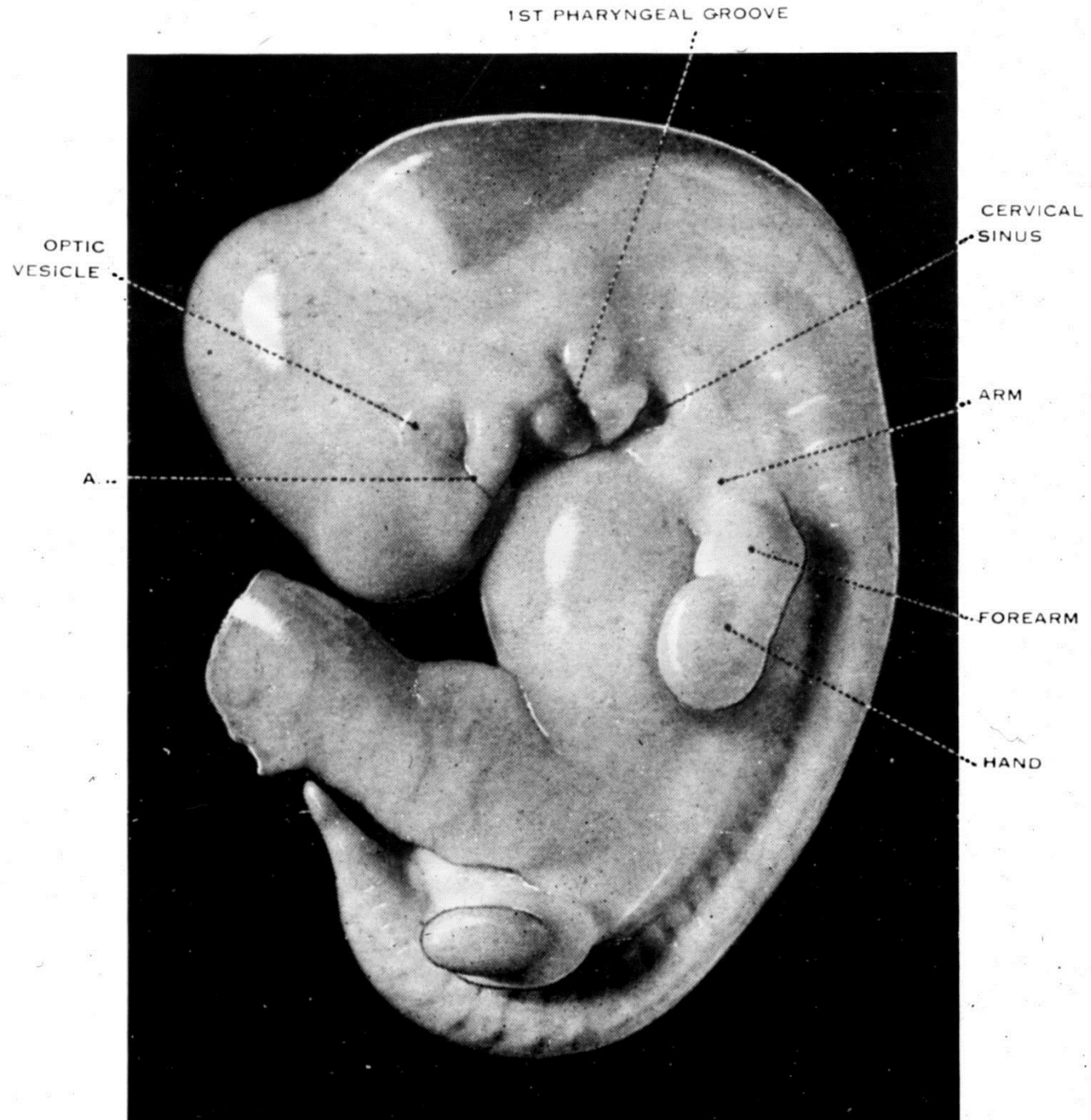
31 den



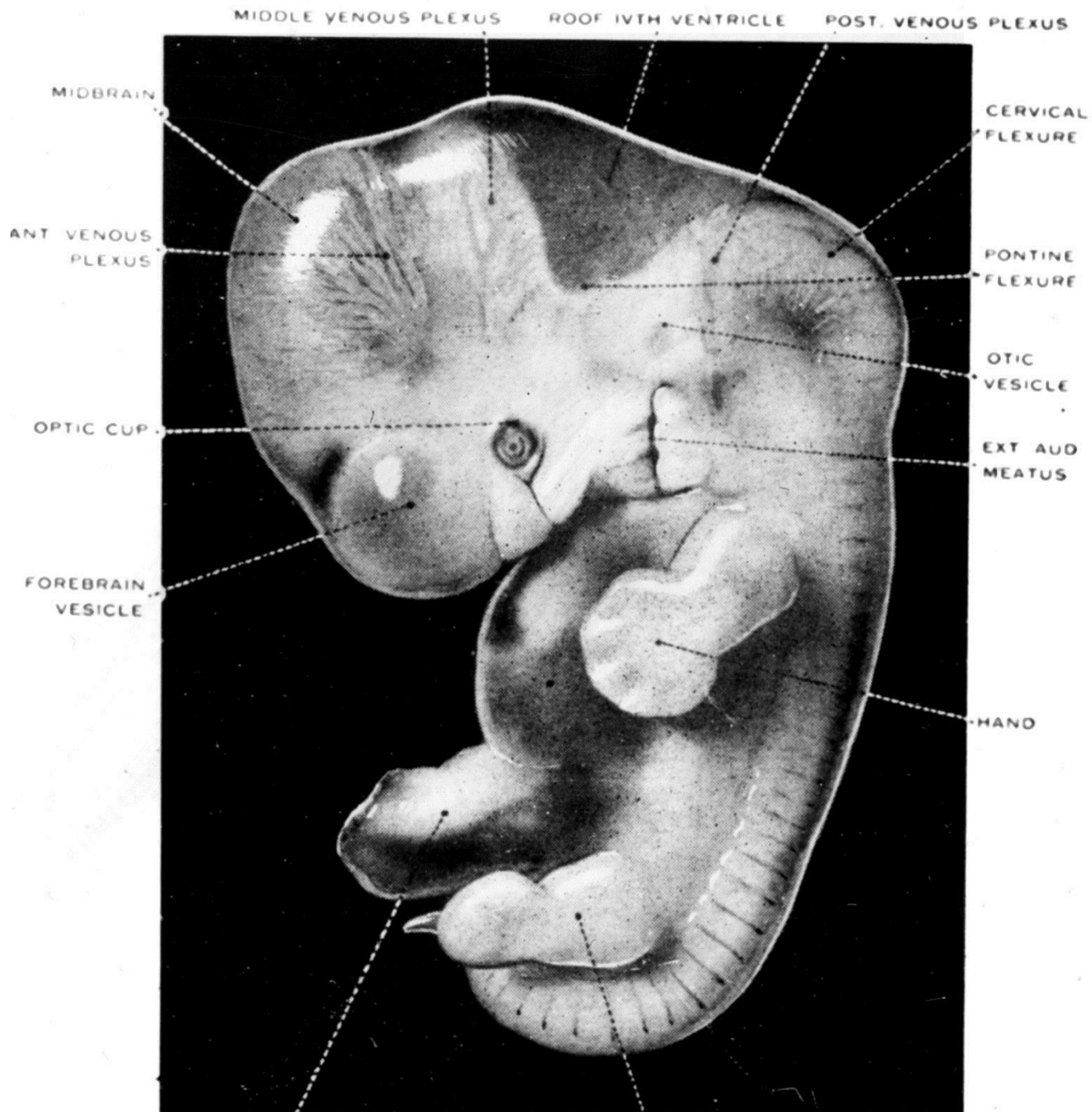
34 den



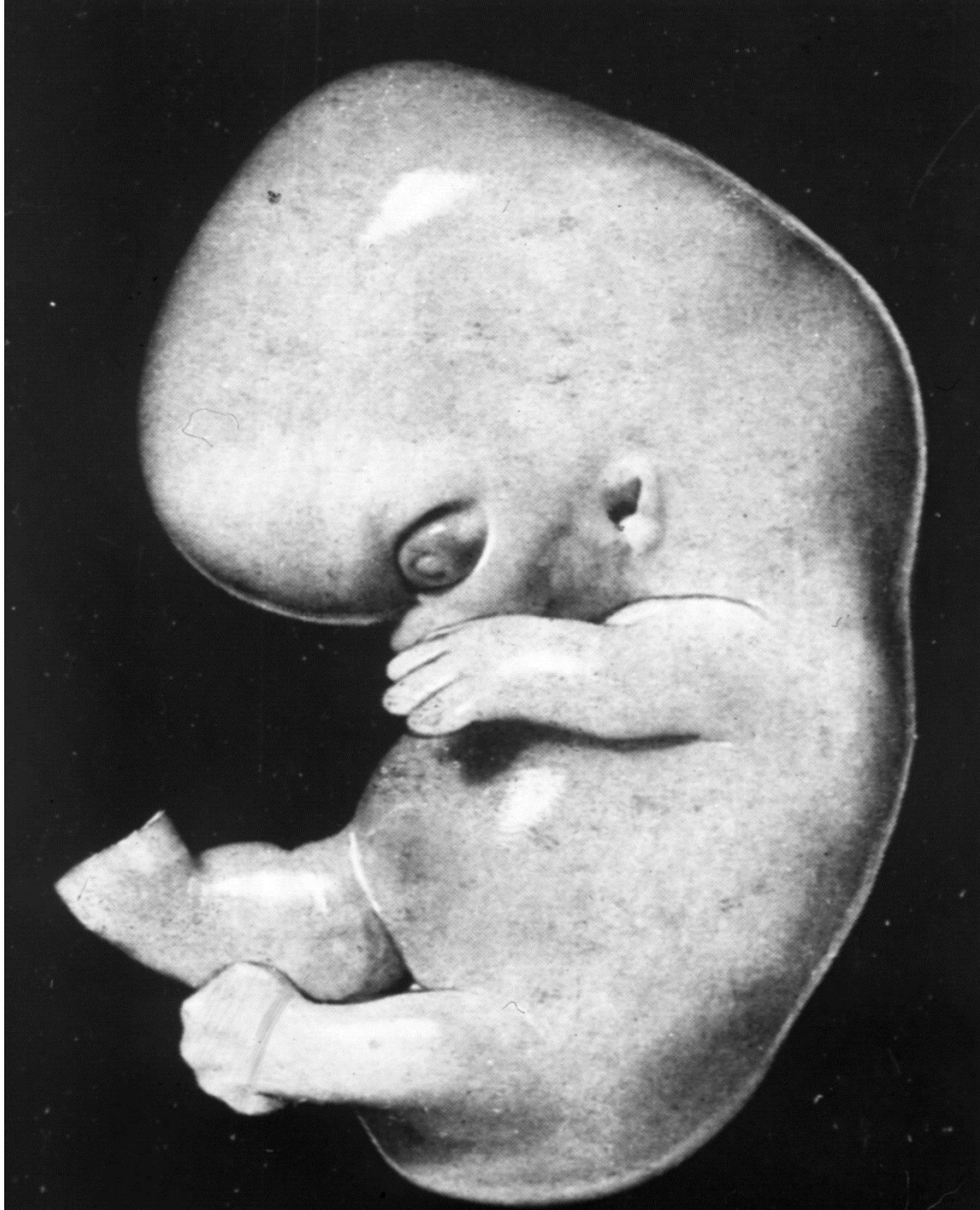
36. den



40. den



43. den



47. den

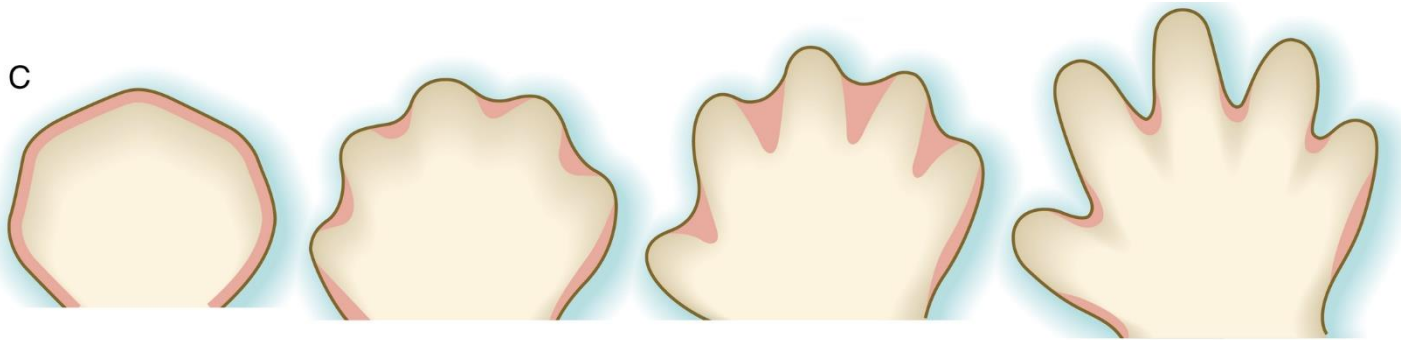




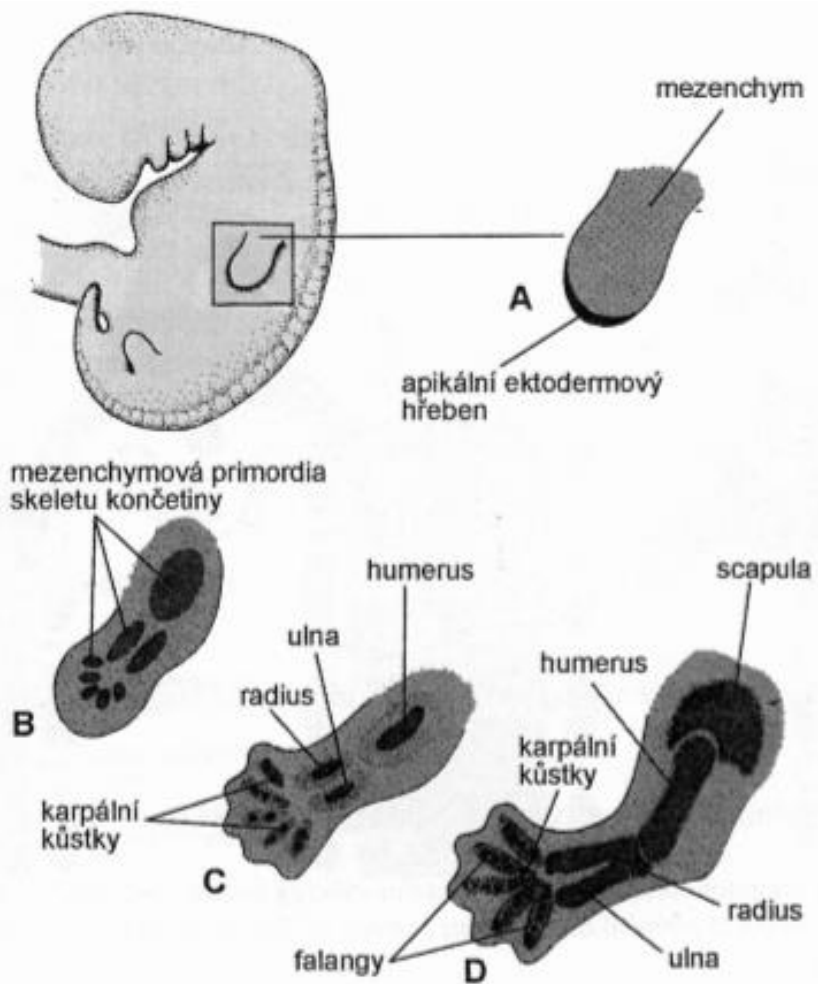
60. den

# Vývoj končetin

- Začíná koncem 4 týdne vývoje
- Končetinové pupeny – ložiskové proliferace mezenchymu somatopleury
- Pupeny rostou ventrokaudálně, tvar ploutvičky
- Počátkem 7 týdne se vyvíjí základy prstů, přechodně jsou spojeny kožní duplikaturou, která koncem 2 měsíce vymizí (apoptóza)



# Vývoj končetin



Vývoj končetin: A- 28. den, B- 34. den, C - polovina 6. týdne, D- konec 7. týdne.

# Anomálie vývoje končetin

- Genetické mutace, drogy, narušená interakce tkání, mechanické efekty

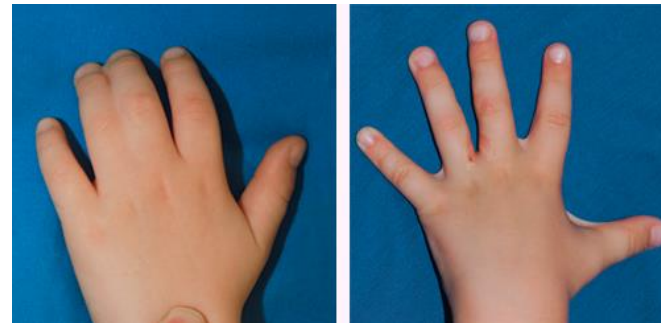
- Intrauterinní amputace

- **Polydaktylie** (nadpočetné prsty)

- **Syndaktylie** (srůst prstů)

- Brachydaktylie (abnormálně krátké prsty)

- Ektrodaktylie (vrozené nevyvinutí prstů)



<https://www.kispi.uzh.ch/de/patienten-und-angehoerige/fachbereiche/handchirurgie/Seiten/Syndaktylie.aspx>

<https://www.kispi.uzh.ch/de/zuweiser/fachbereiche/handchirurgie/Seiten/Polydaktylie.aspx>

<http://m.handsurgery.cz/news/vrozene-vady-ruky/>

<https://www.wikiwand.com/de/Ektrodaktylie>

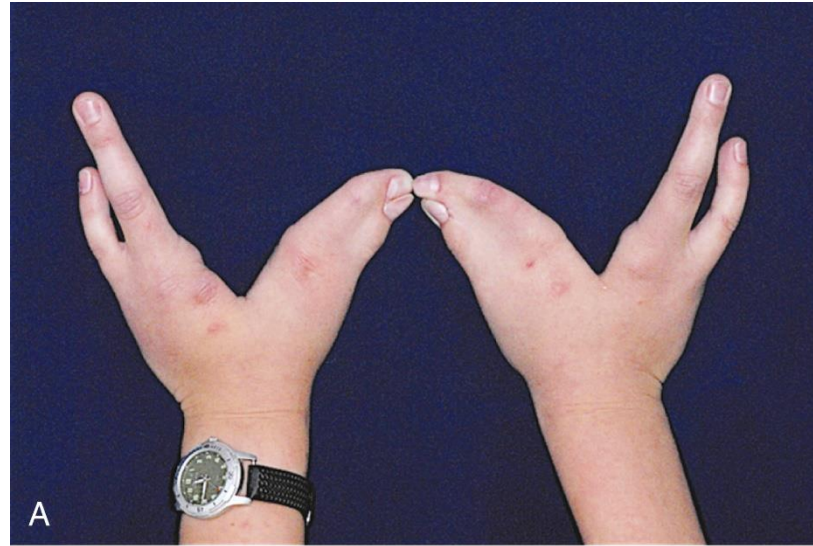
# Syndaktylie



# Diplopodie



# Split hand/split foot malformation



Mutace P63

# Amelie of right and left leg

