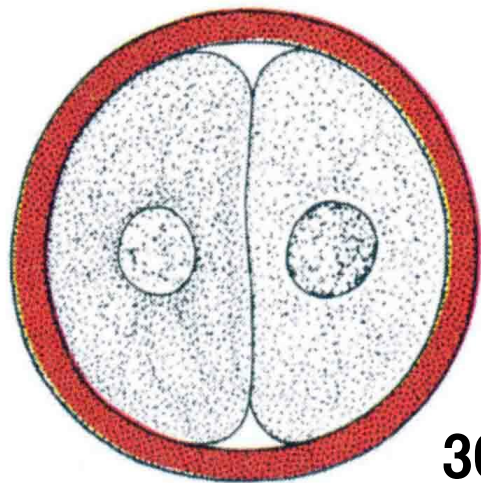


VÝVOJ PLODOVÝCH OBALU, PUPEČNÍKU A PLACENTY

Rýhování zygoty

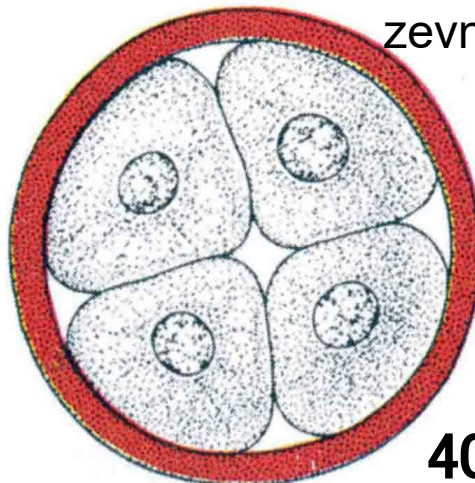
- asi 30 hodin po fertilizaci se zygoty opakovaně mitoticky dělí („rýhování“) – vzniklé buňky = **blastomery**
 - (blastos = zárodek)
- díky přítomnosti **zona pellucida** se blastomery s každým dělením zmenšují
- v těsném kontaktu blastomer dochází k tzv. **kompakci** (prvotním mezibuněčným interakcím)
- cca 16 blastomer = **morula**
 - (plod morušovníku)





30 h

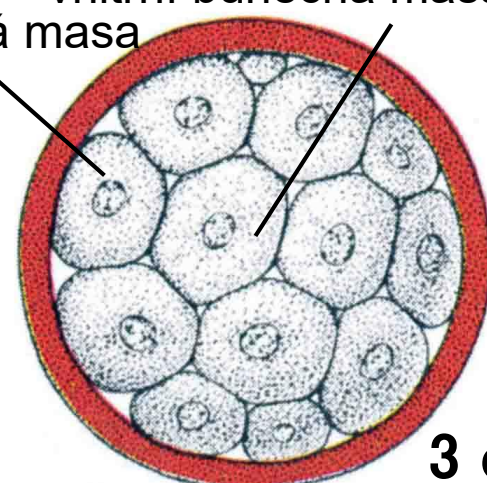
Two-cell stage



40 h

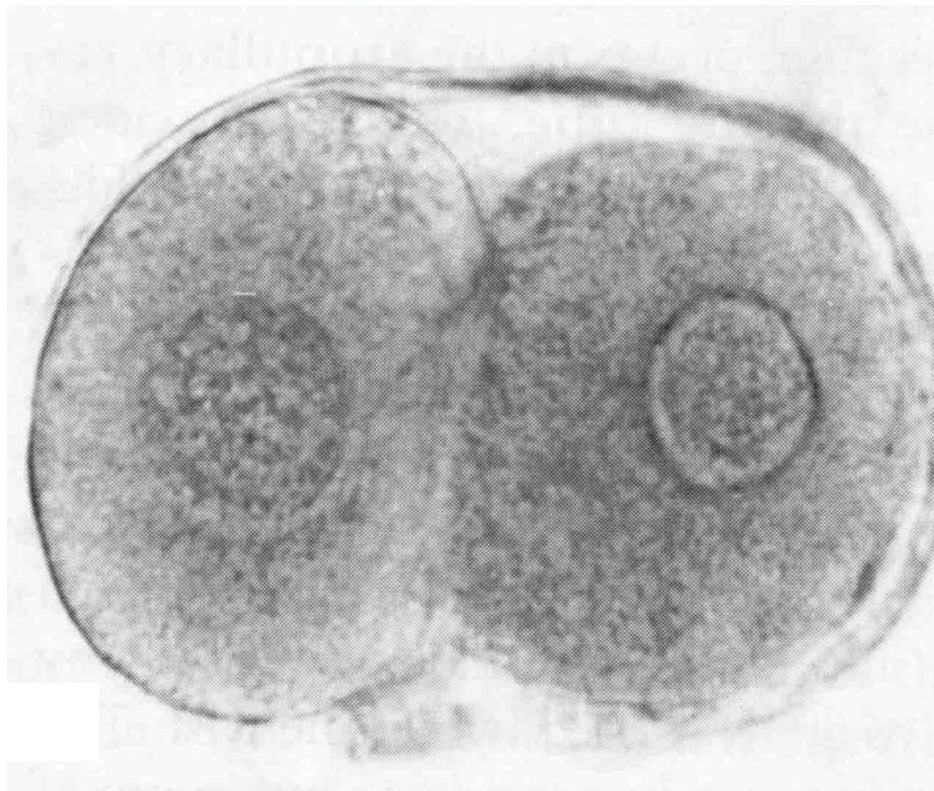
Four-cell stage

vnitřní buněčná masa
zevní buněčná masa



3 d

Morula

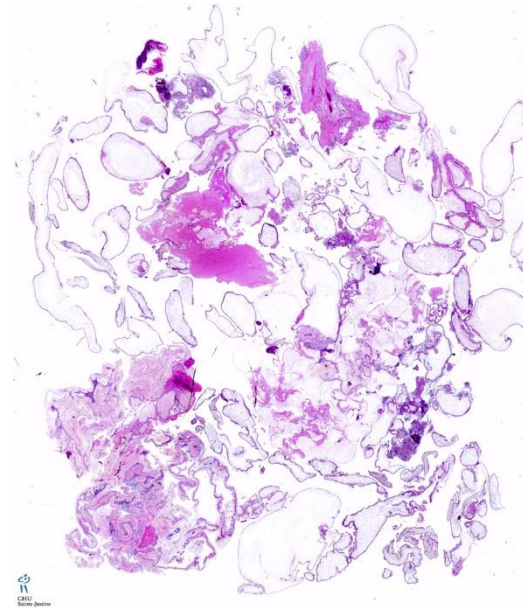


Blastocysta

- 4 dny po oplození vstupuje morula do dělohy
- tvorba malé dutinky vyplněné tekutinou → splynou v **dutinu blastocysty** = cavitas blastocystica (blastocoel)
- blastomery se rozdělí do dvou částí:
 - **trofoblast (vnější buněčná masa)** – základ **zárodečné části placenty a plodových obalů**
 - **embryoblast (vnitřní buněčná masa)** – základ **vlastního zárodku**
- celý útvar se označuje jako **blastocysta**

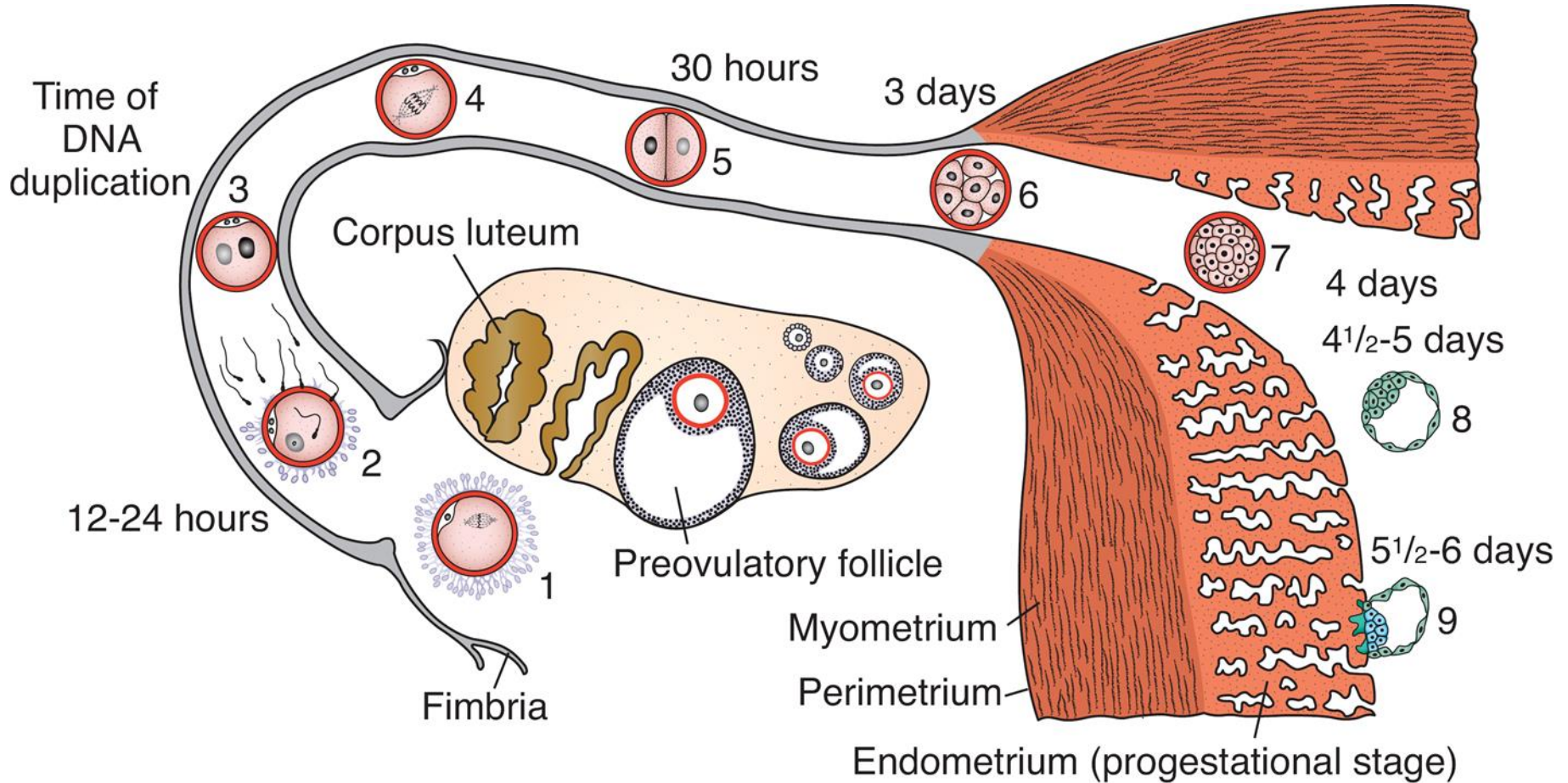
Poruchy oplození a blastogeneze

- mola hydatidosa (zásněť hroznová)
 - oplození normálního vajíčka dvěma spermiiemi → triploidní zygota → převaha paternálních chromozomů → parciální mola
 - oplození prázdného vajíčka dvěma spermiiemi → pouze paternální chromozomy → kompletní mola

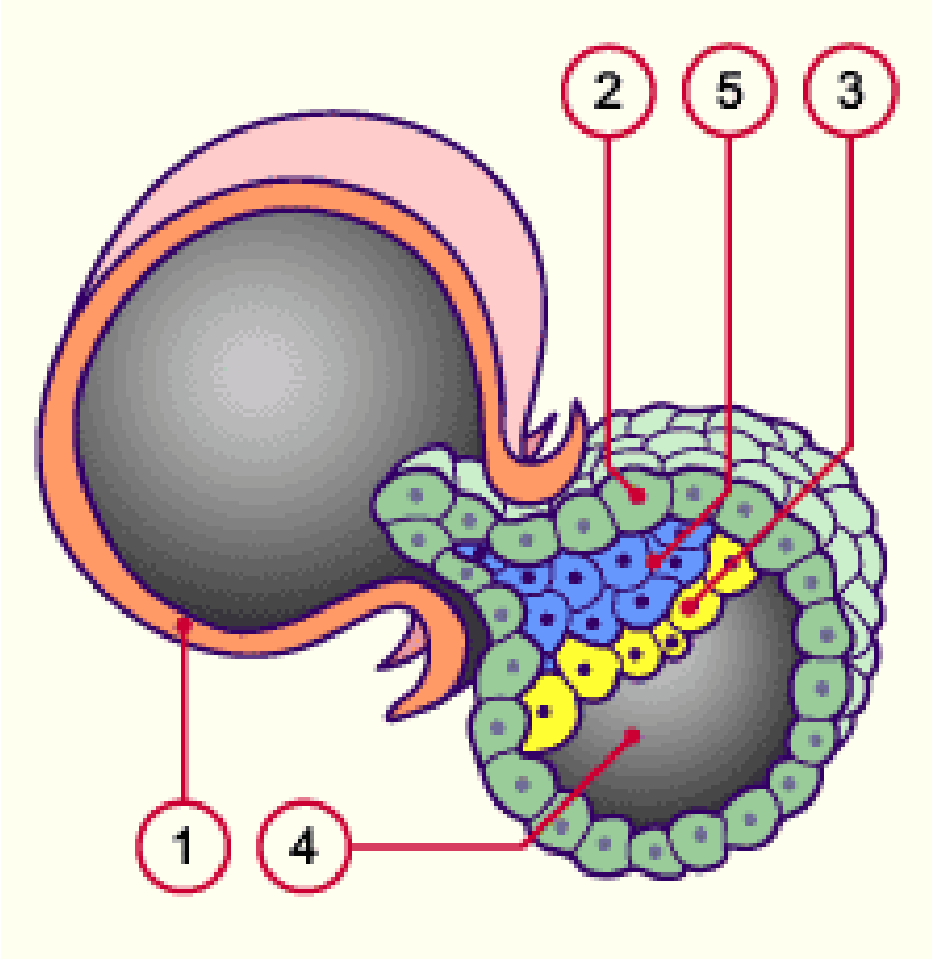


- choriokarcinom – rychlé metastazování, vysoká senzitivita k cytostatikům

první týden

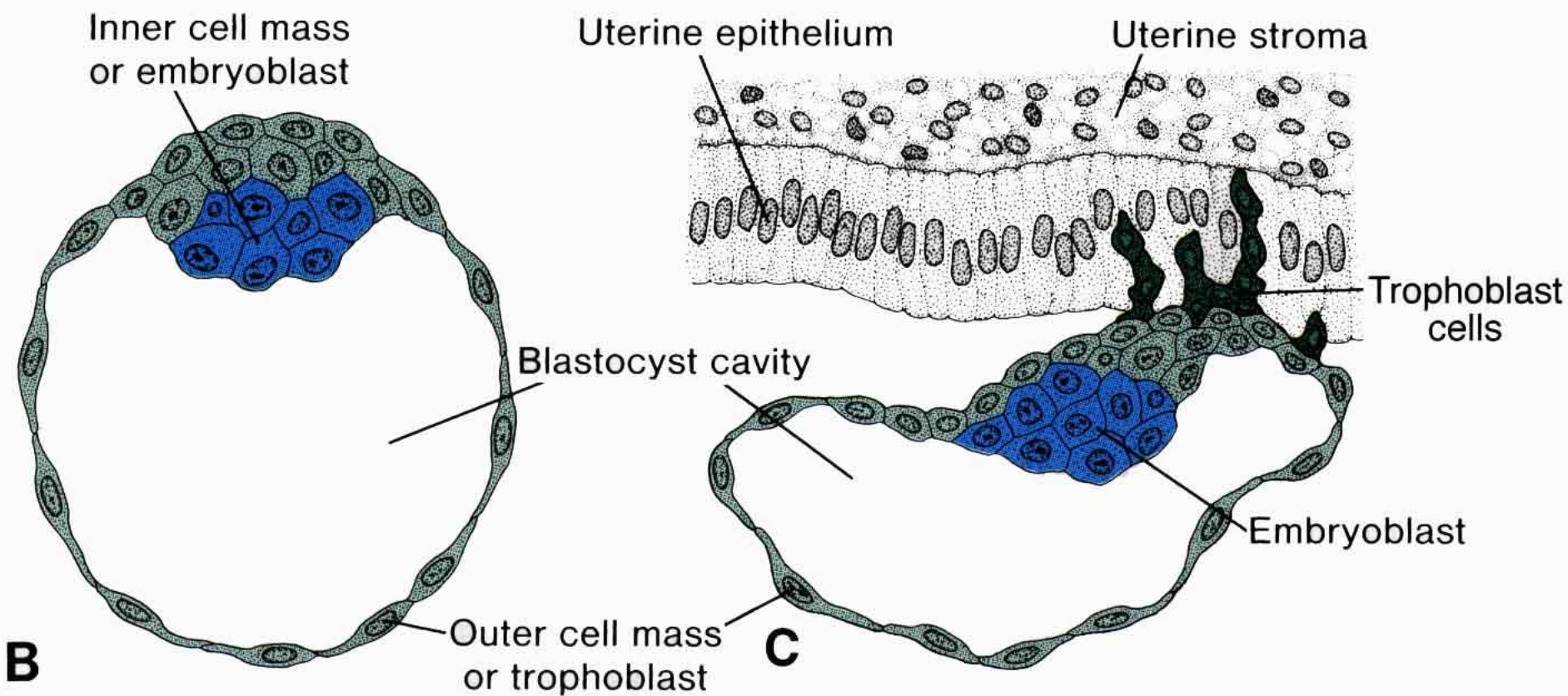


Hatching



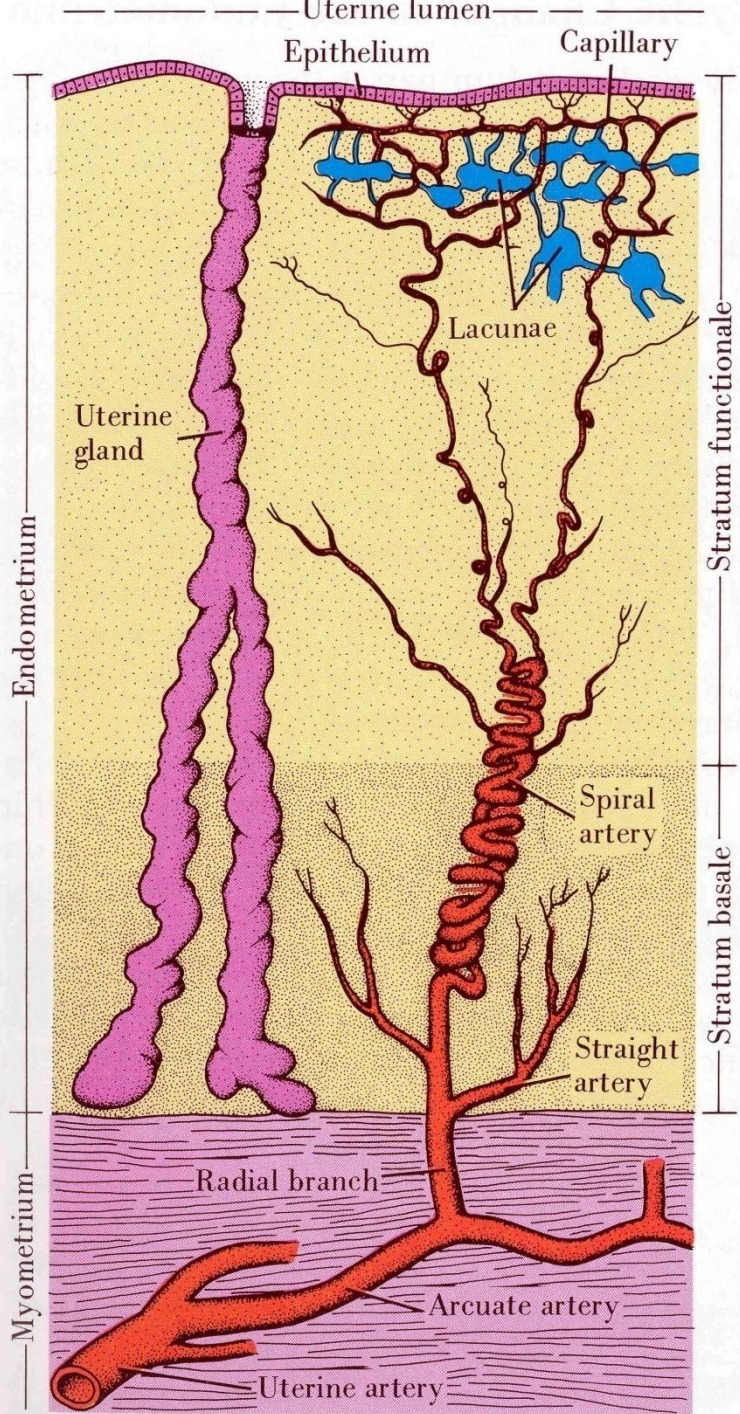
<https://www.youtube.com/watch?v=ExYZ3JZQhUo>

www.embryology.ch



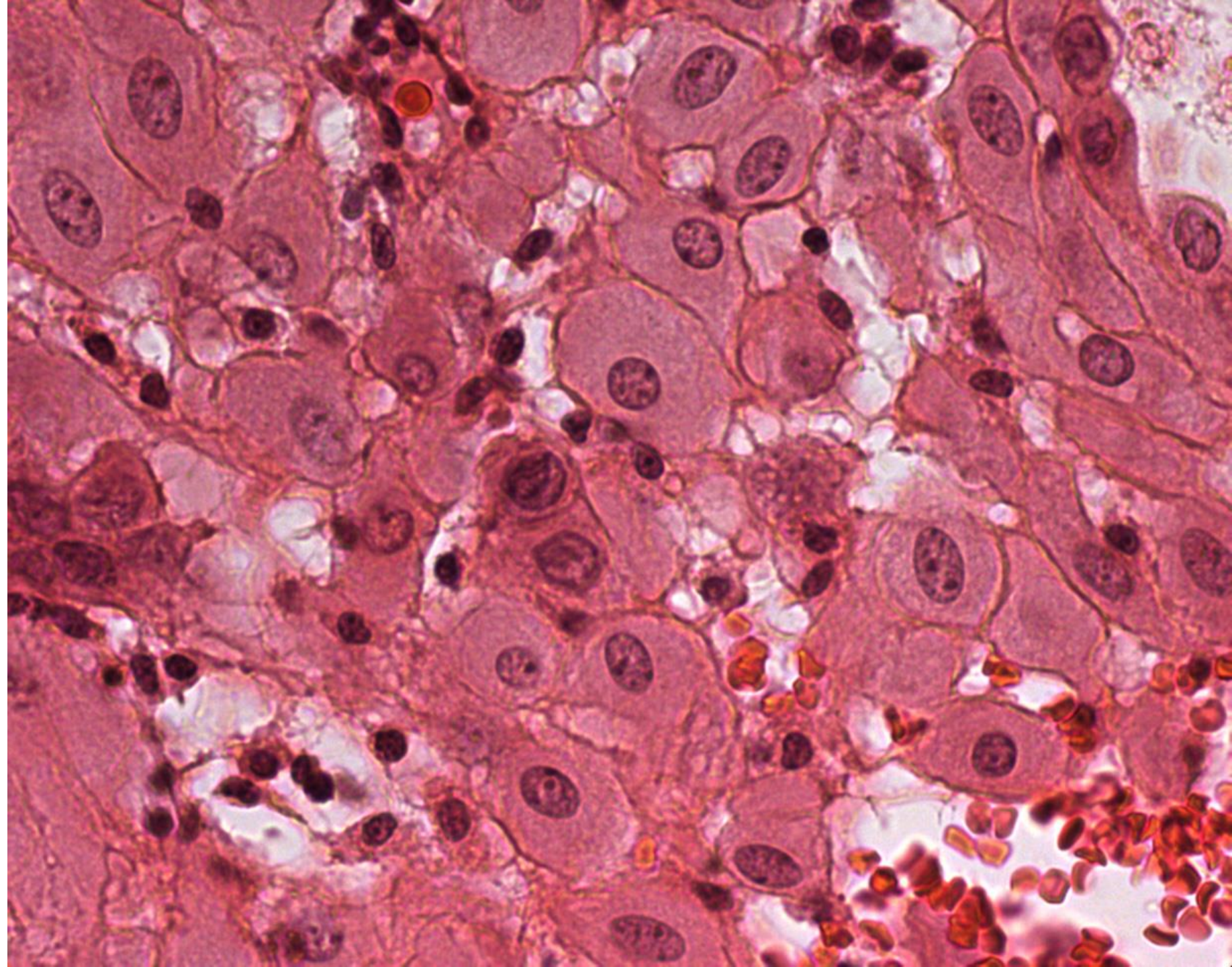
4,5 dne

6 dnů



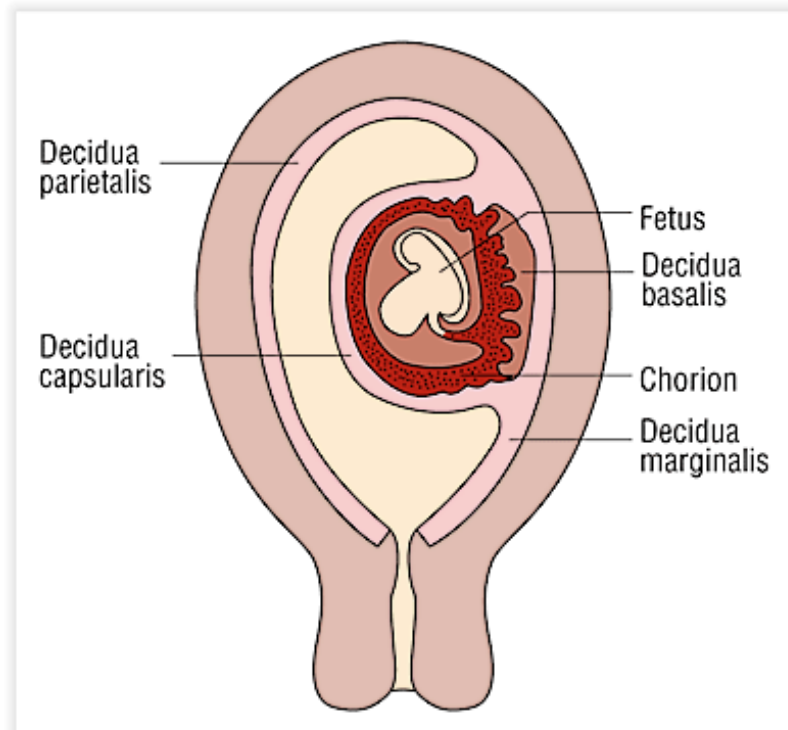
Deciduální reakce endometria

- (deciduus = opadavý)
- **decidua** - sliznice dělohy na konci sekreční fáze menstruačního cyklu a po celou dobu těhotenství
- zmnožení cév – sinusoidy
- zvýšená činnost děložních žlázek – vakuolizovaná cytoplazma, hyperchromatické jádro (Arias-Stellův fenomén)
- deciduální (navikulární) buňky (*cellulae deciduales*)
 - buňky endometriálního vaziva odpovídají na přítomnost syncytiotrofoblastu deciduální přeměnou
 - změna tvaru z vřetenovitého na polyedrický
 - nahromadění **lipidů** a **glykogenu**
 - buňky v bezprostřední blízkosti syncytiotrofoblastu jsou do něj časem zavzaty a slouží k výživě zárodku



Decidua

- **decidua basalis** – v hloubce implantačního místa, vytvoří mateřskou část placenty
- **decidua capsularis** – kryje zárodek/plod
- **decidua parietalis** – zbývající část

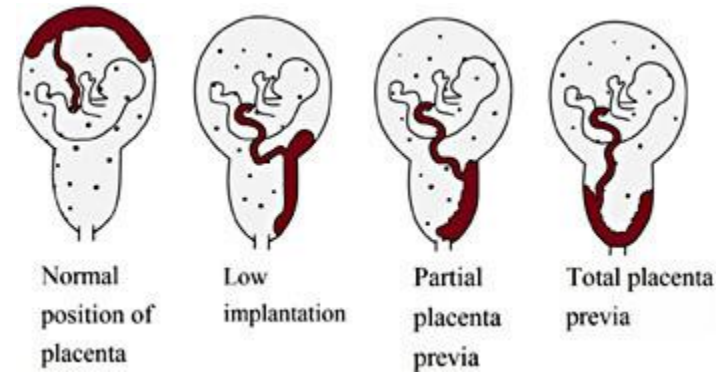


Implantace (nidace, zahnízdění)

- trofoblast se rozdělí ve 2 vrstvy:
 - **cytotrofoblast** – vnitřní vrstva s dobře odlišitelnými buňkami
 - **syncytiotrofoblast** – vnější vrstva skládající se z mnoha splynulých buněk původem z cytotrofoblastu
 - tvoří enzymy, které pronikají a rozrušují děložní sliznici
 - zárodek se zanořuje hlouběji a z rozrušené tkáně čerpá živiny (**histiotrofní stádium výživy**)
 - nejčastěji k zahnízdění dochází v **horní zadní části dělohy** - situs dorsalis placentae

Varianty implantace

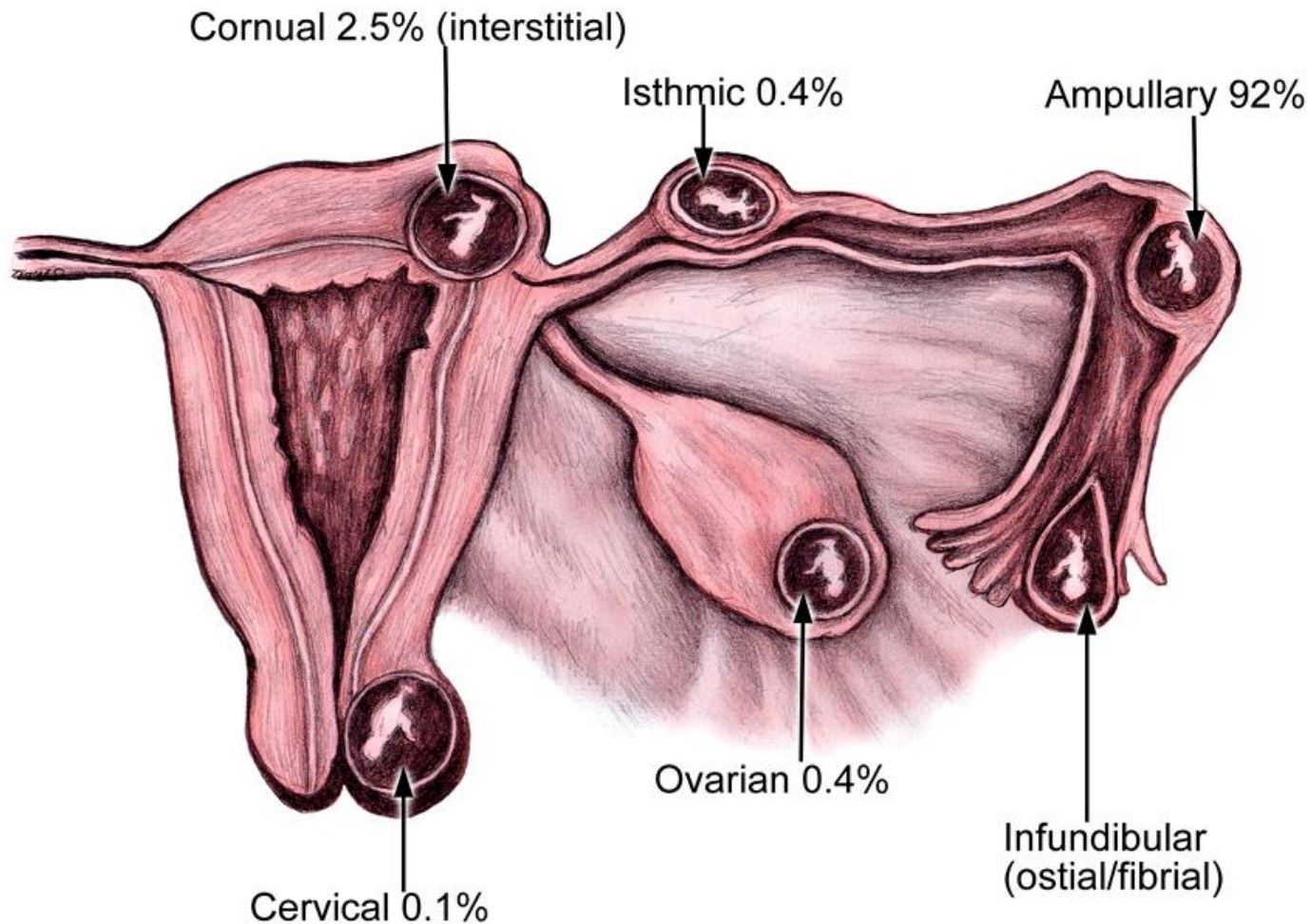
- situs dorsalis placentae
- situs lateralis placentae
- situs ventralis placentae
- situs fundalis placentae



- **placenta praevia = včestné lůžko, pozdní krvácení v těhotenství, překážka porodu**
 - placenta praevia centralis
 - placenta praevia lateralis
 - placenta praevia marginalis



Mimoděložní těhotenství (*graviditas extrauterina*)



následný růst zárodku ohrožuje život matky – např. krvácení po ruptuře vejcovodu

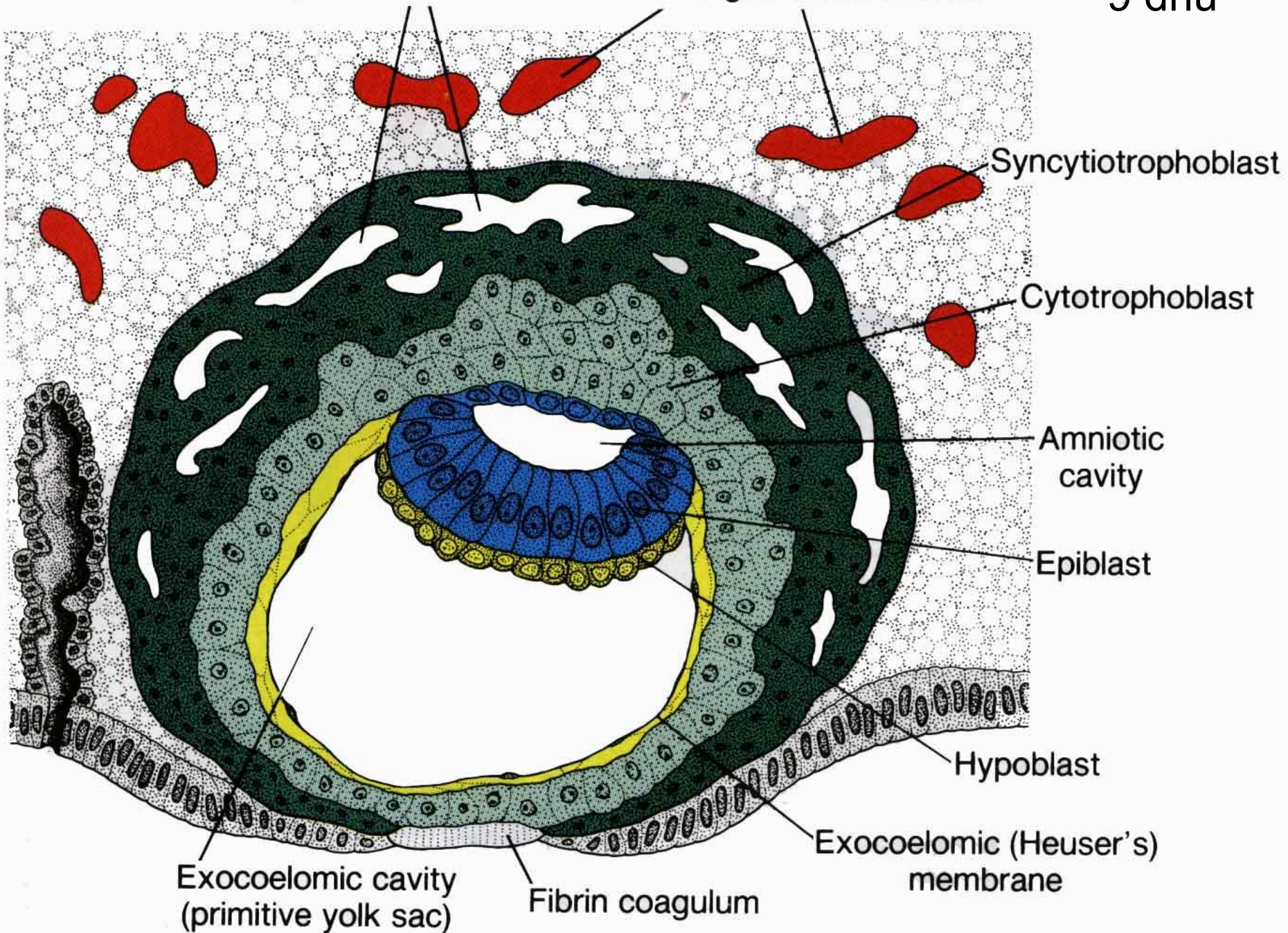
Druhý týden

- **8D:** Delaminace embryoblastu = **EPIBLAST** + **HYPOBLAST**
- Dehiscence epiblastu = **amniová dutina (*cavitas amniotica*)**
 - některé buňky epiblastu → **amnioblasty** → obklopují amniovou dutinu
- **9D:** buňky hypoblastu se odštěpují a vystýlají blastocystovou dutinu → **exocoelomová Heuserova membrána** → exocoelom = **primární žloutkový váček (*vesicula umbilicalis primaria*)**
- buňky hypoblastu dávají následně vzniknout řídké vazivové tkáni, která se vtěsná mezi amnion/žloutkový váček a cytotrofoblast = **extraembryonální mezoderm**
- v syncytiotrofoblastu se tvoří dutiny - **lakuny**

Trophoblastic lacunae

Enlarged blood vessels

9 dnů



Syncytiotrophoblast

Cytotrophoblast

Amniotic cavity

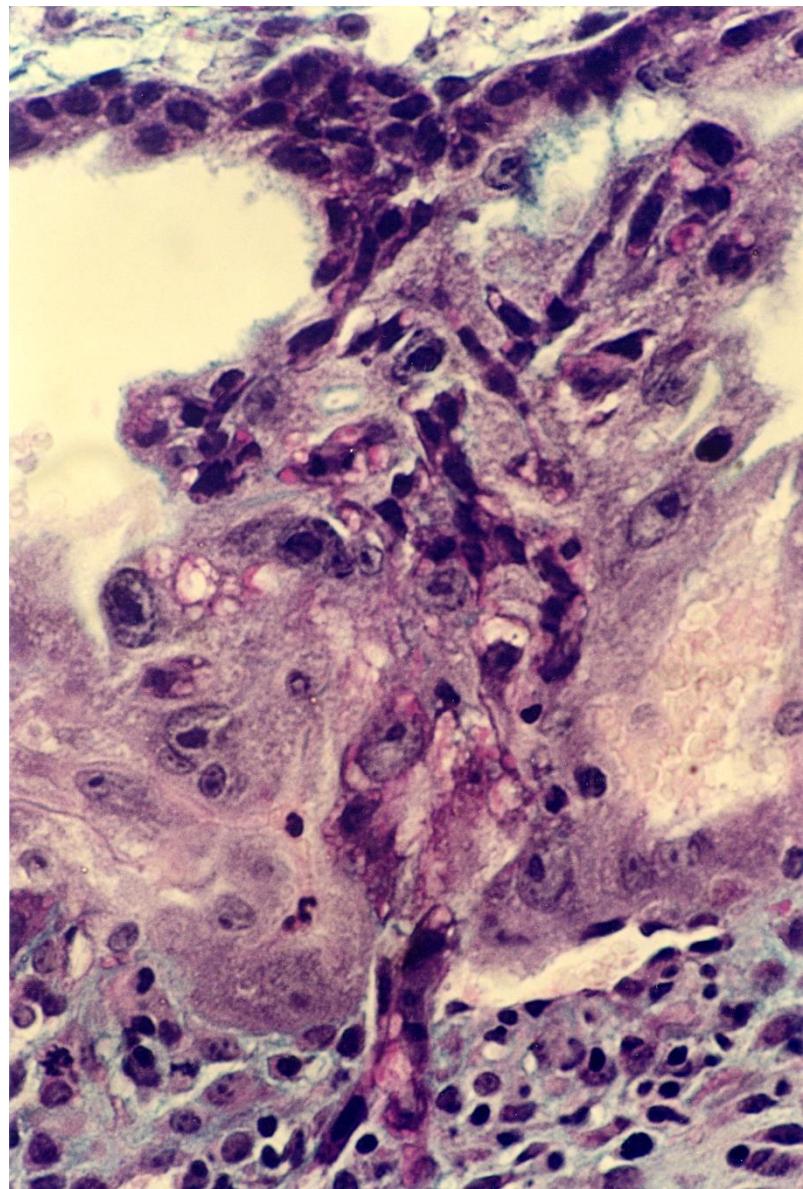
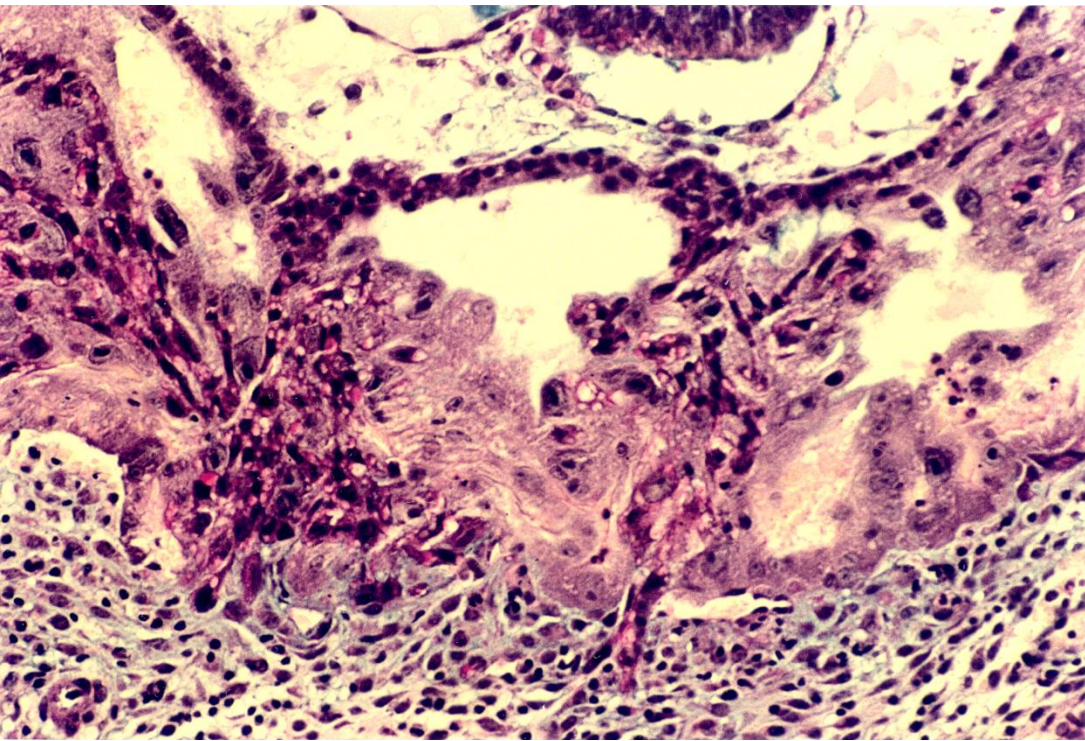
Epiblast

Hypoblast

Exocoelomic (Heuser's) membrane

Fibrin coagulum

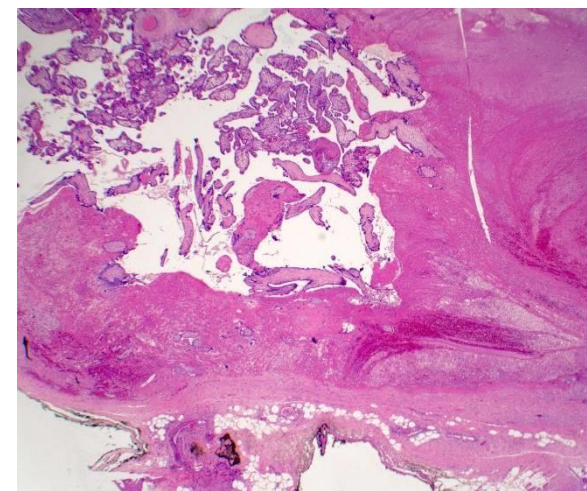
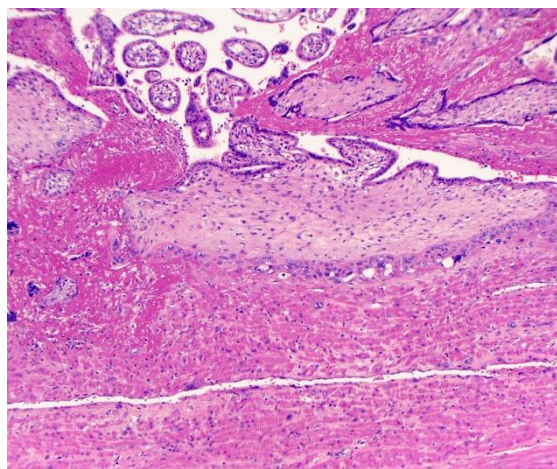
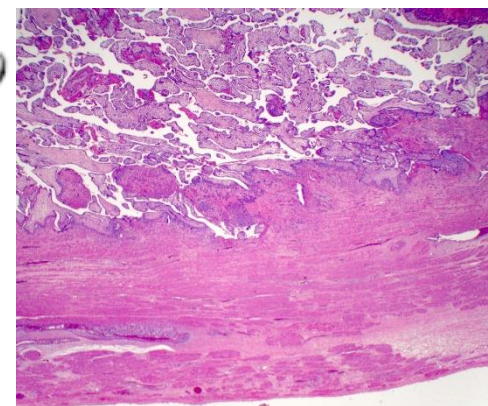
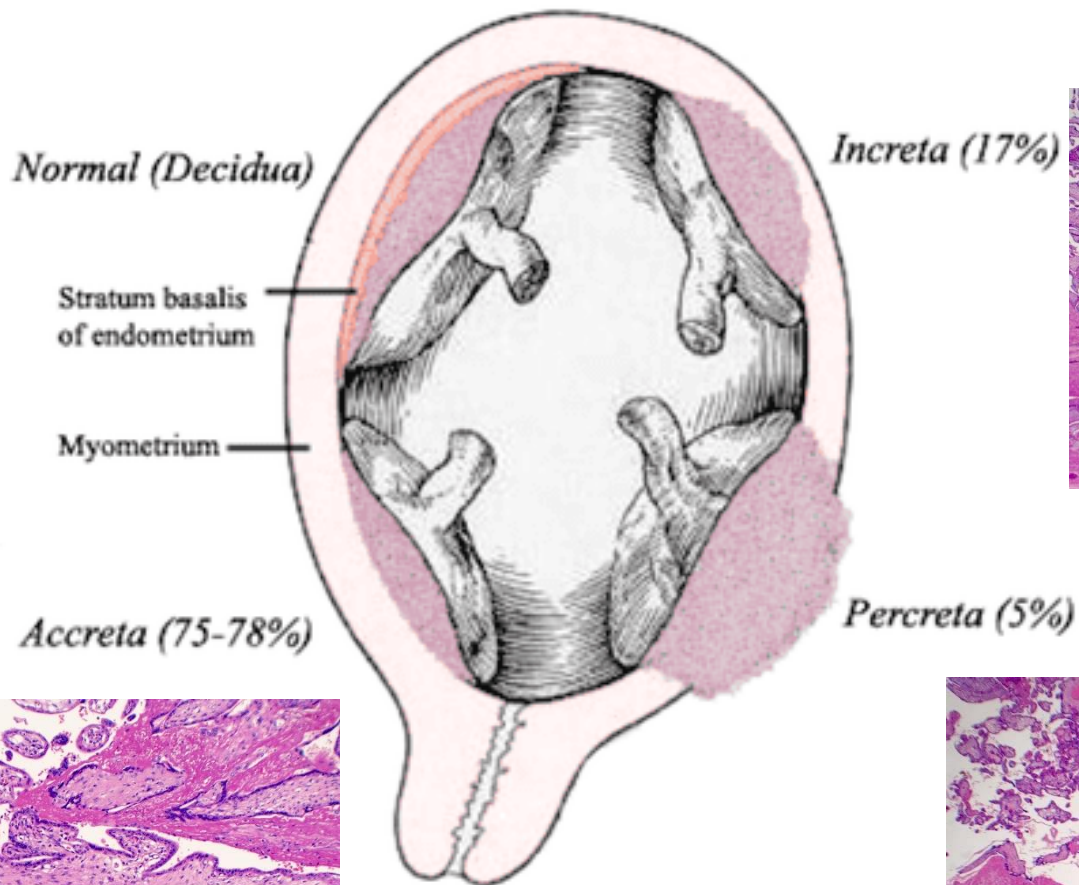
Exocoelomic cavity (primitive yolk sac)



Dokončení zahnízdění

- **9-10D:** zárodek je **plně zahnízděn do děložní sliznice**
- **11D:** defekt děložní sliznice je nejprve kryt fibrinovou zátkou
- **12D:** defekt přerostlý novou výstelkou (jednovrstevný cylindrický epitel) – *operculum deciduale*
- činností syncytiotrofoblastu dochází k nahlodávání vlásečnic a někdy i k **mírnějšímu krvácení do dělohy** = časově odpovídá menstruační fázi, proto je v takovém případě **chybně odhadnut termín porodu**

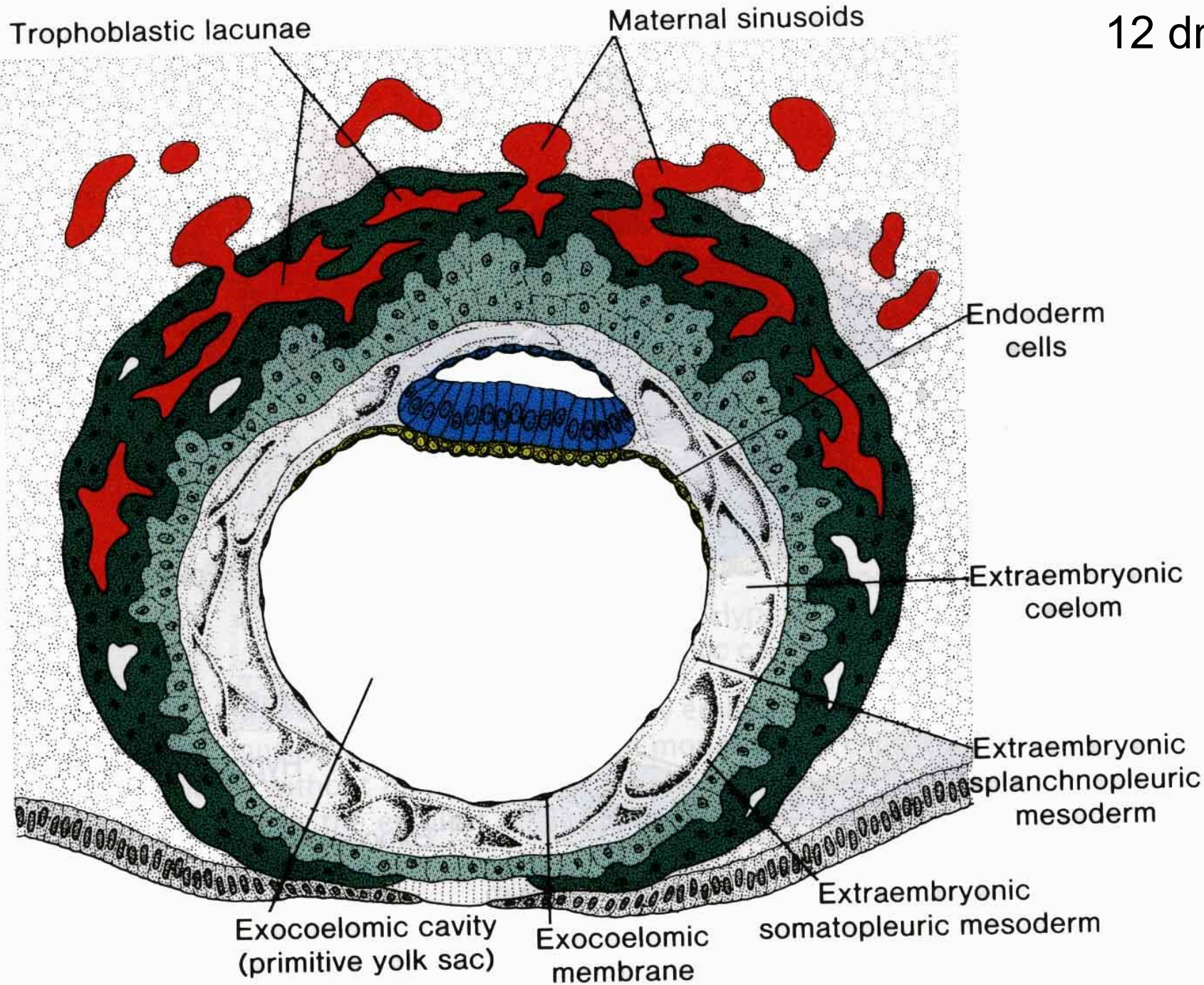
Abnormální zahnízdění

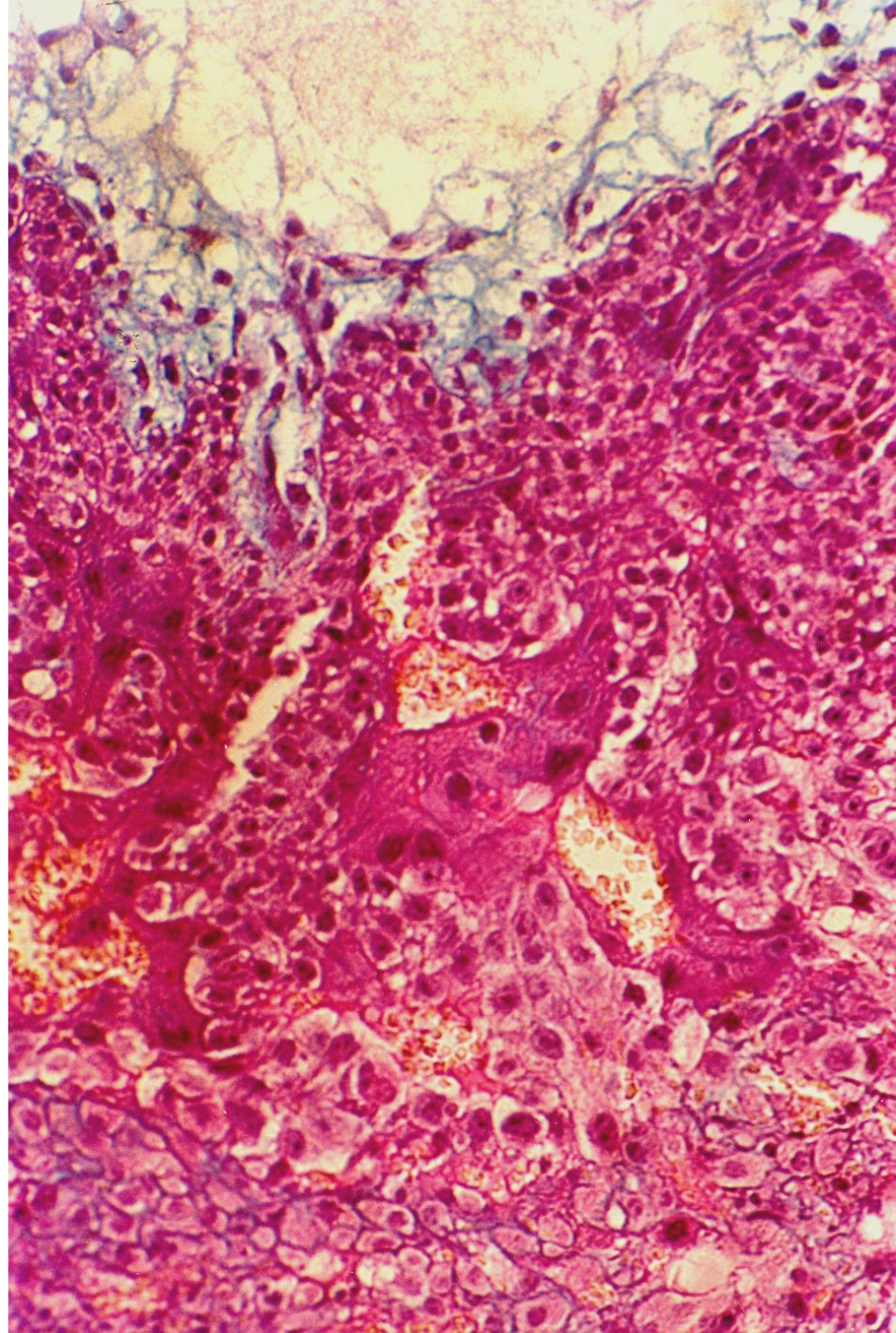
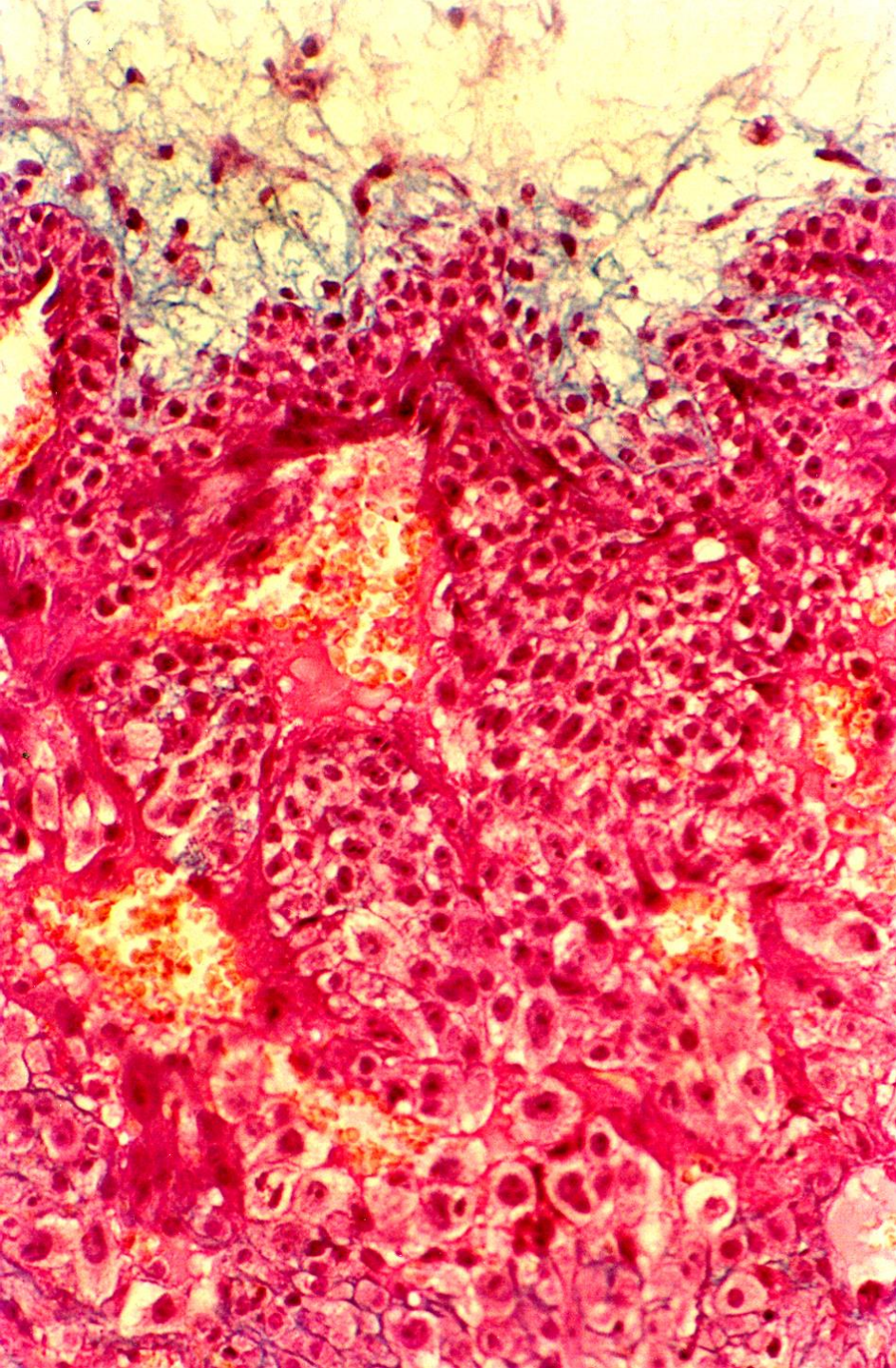


Počátky uteroplacentárního oběhu

- vlásenice děložní sliznice se v přítomnosti zárodku rozšiřují za vzniku **sinusoid**
- sinusoidy nahlodány postupujícím syncytiotrofoblastem
- krev se vylévá do trofoblastických **lakun**
- krev do lakun je přiváděna cestou **aa. spirales**
- přiváděné živiny se stávají dostupnými pro zárodek, zplodiny metabolismu mohou být odváděny – **hemotrofní stádium výživy**

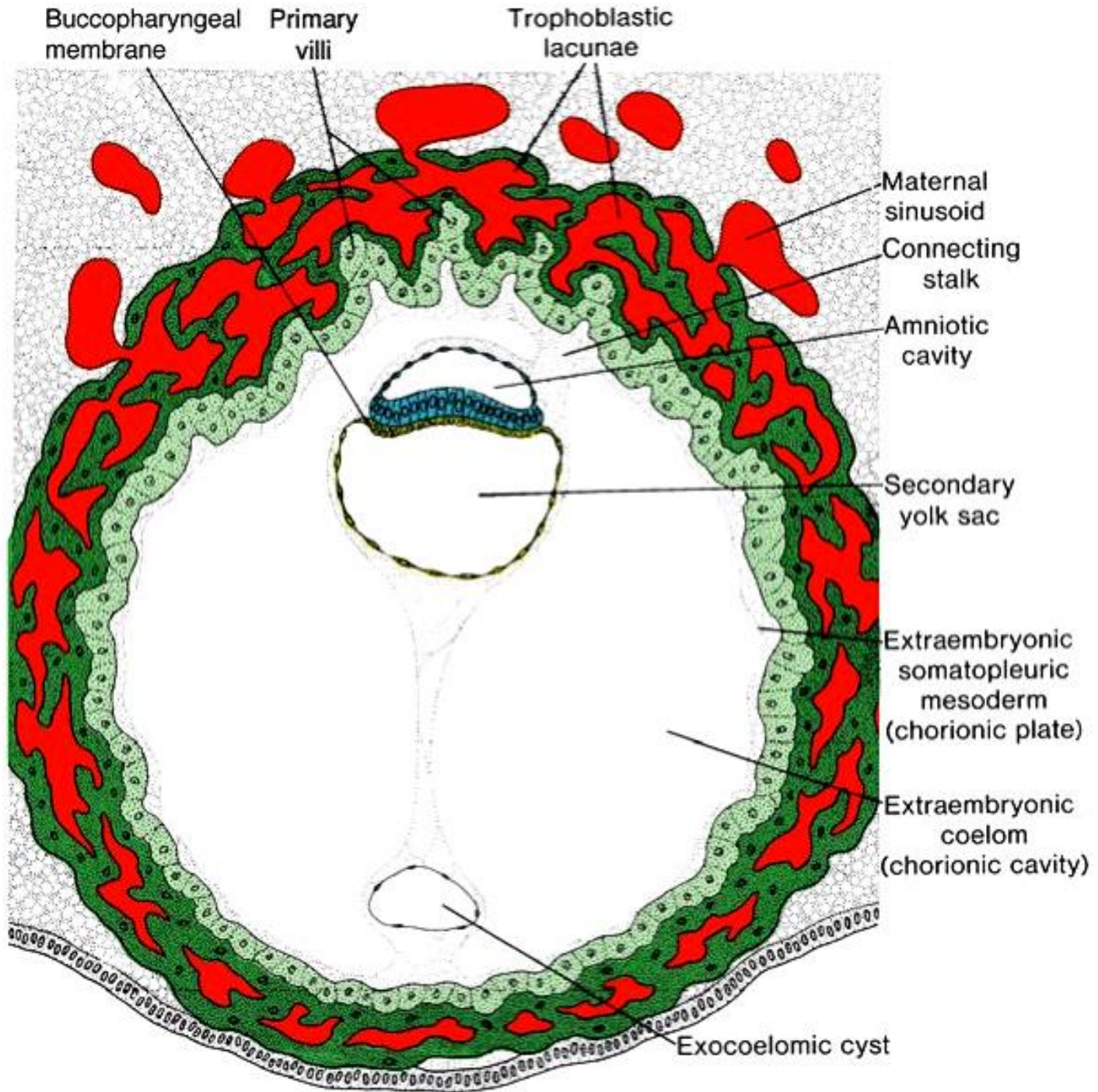
12 dnů





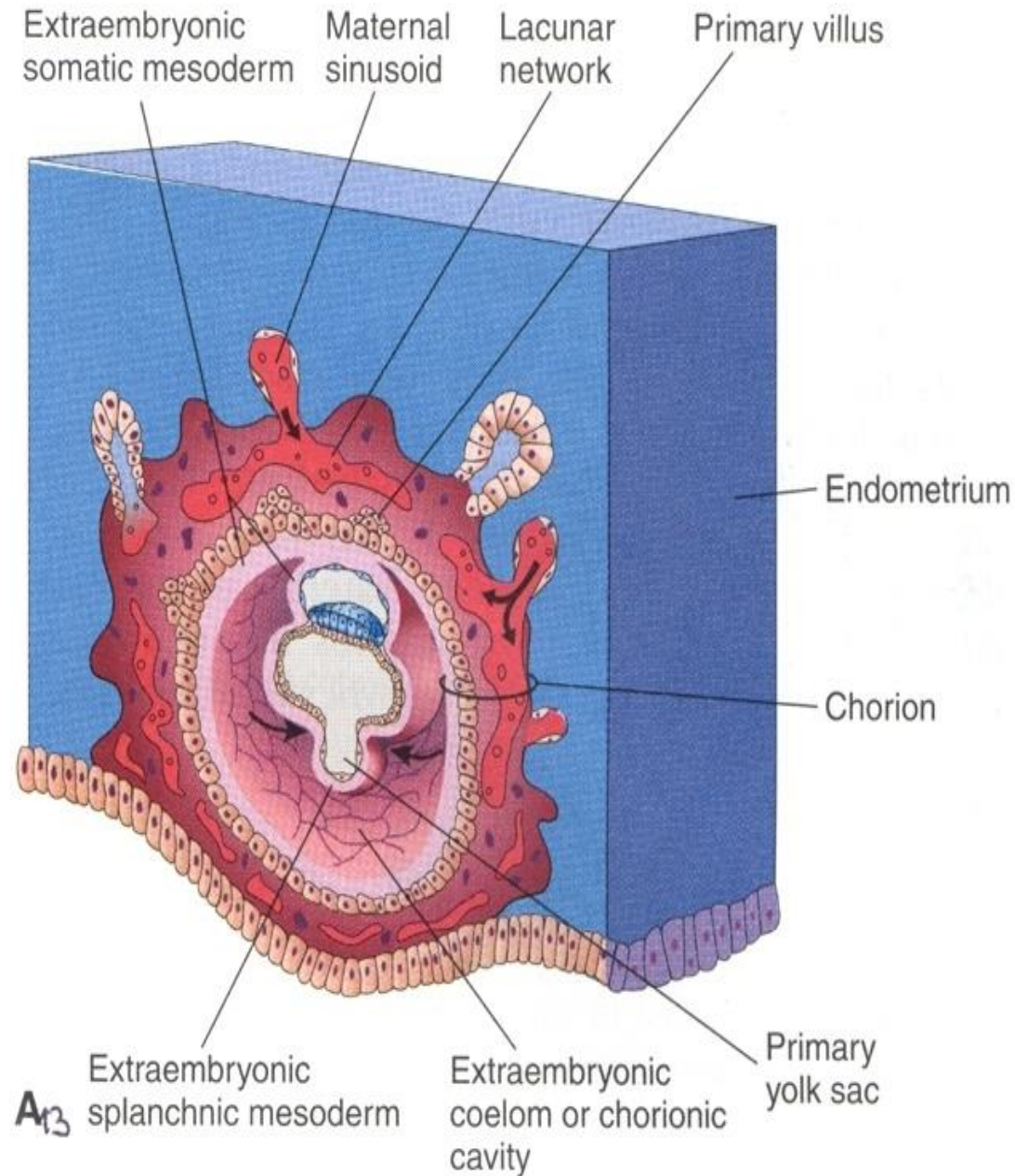
Choriová dutina (Extraembryonální coelom)

- v extraembryonálním mezodermu vznikají dutiny → postupně splývají → **choriová dutina (extraembryonální coelom; *cavitas chorionica*)**
- extraembryonální mezoderm se rozdělí na
 - **extraembryonální somatický mezoderm** (na vnitřním povrchu choria a vnějším povrchu amniové dutiny)
 - **extraembryonální splachnický mezoderm** (na vnějším povrchu žloutkového váčku)
- provazec extraembr. somatického mezodermu tvoří **zárodečný stvol (*pedunculus connectans*)**, na kterém nyní zárodek „visí“ v prostoru choriové dutiny
- část primárního žloutkového váčku se odškrtní a zanikne (exocoelomová cysta), zůstává menší **sekundární (definitivní) žloutkový váček (*vesicula umbilicalis secundaria*)**



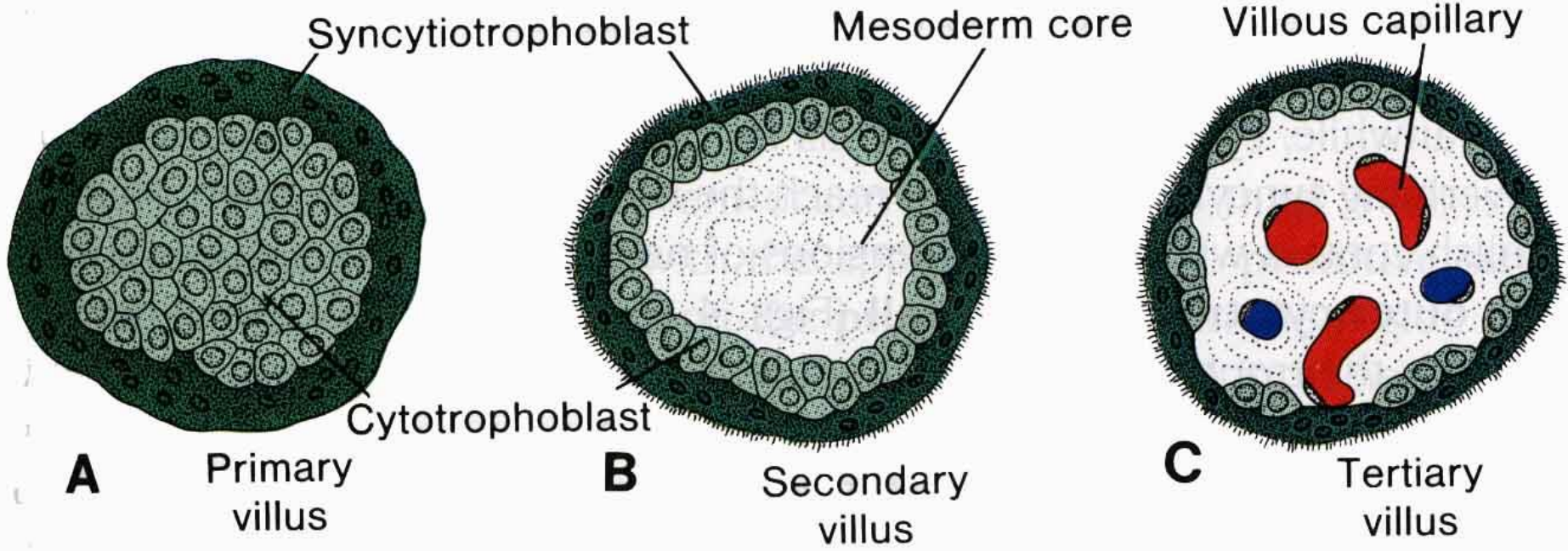
Chorion = klkatá blána

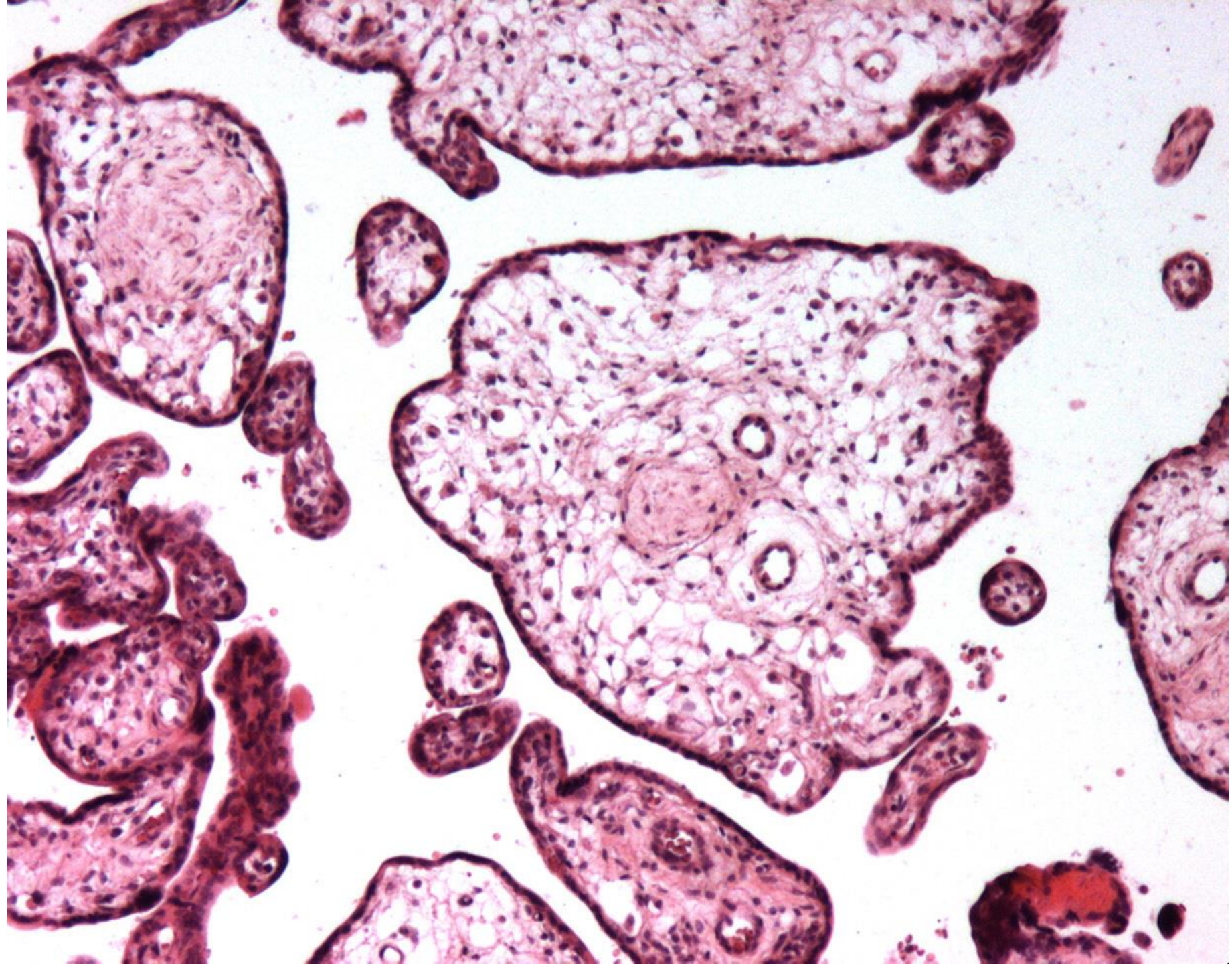
- syncytiotrofoblast
- cytotrofoblast
- extraembryonální somatický mezoderm
 - mesenchyma chorionicum
 - stěna choriového vaku
 - mesothelium chorionicum
 - výstelka choriové dutiny



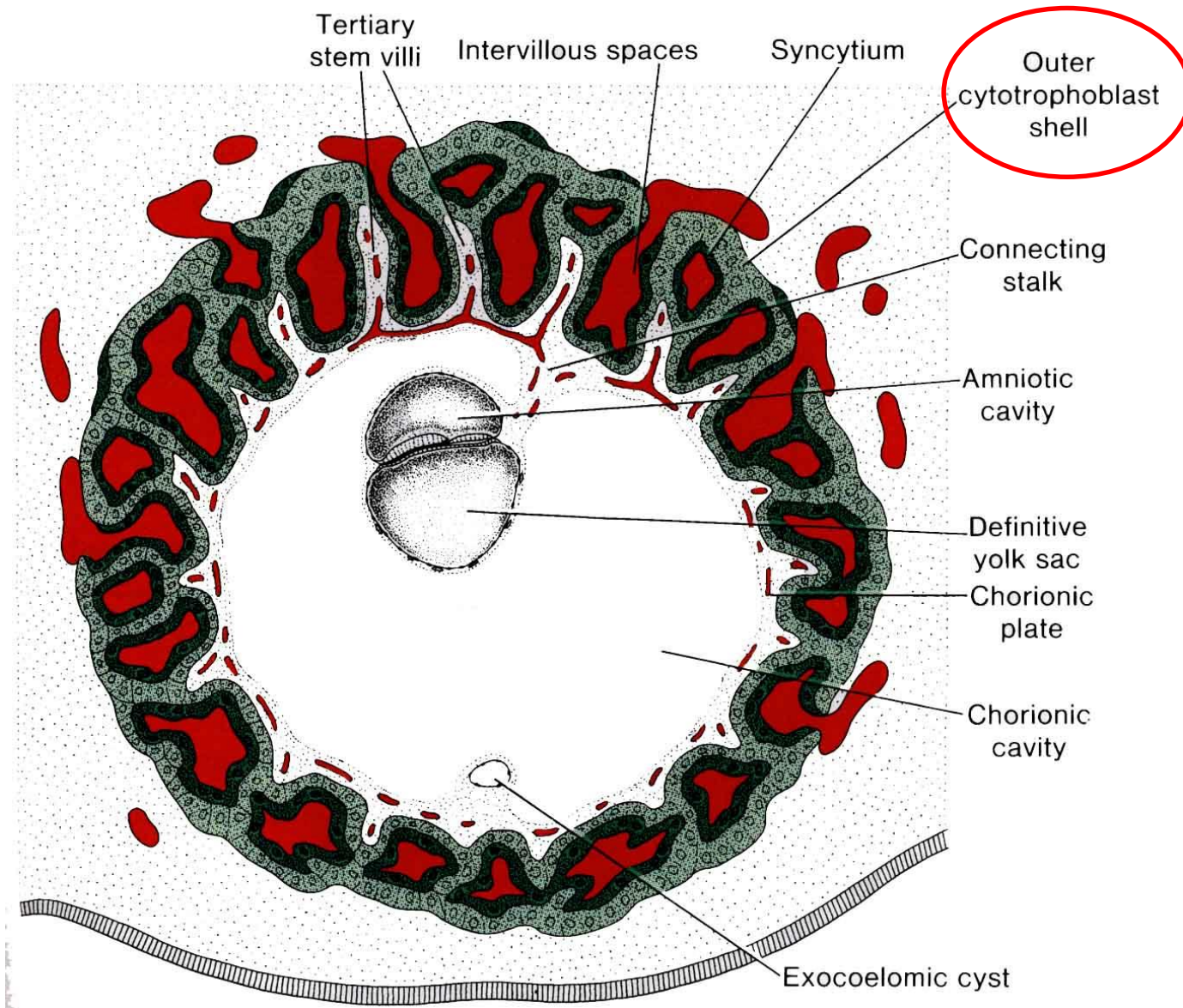
Vývoj choriových klků

- koncem 2. týdne: syncytiotrofoblast (lakunární stádium)
 - lakuny oddělené trabekulami
 - spojují se v labyrint = budoucí intervilózní prostor
→ dovnitř trabekul pronikají sloupce cytotrofoblastu
= **primární choriové klky**
- od 3T: vrůst mezenchymu = **sekundární choriové klky**
- vývoj cév v mezenchymu klků = **terciární choriové klky**

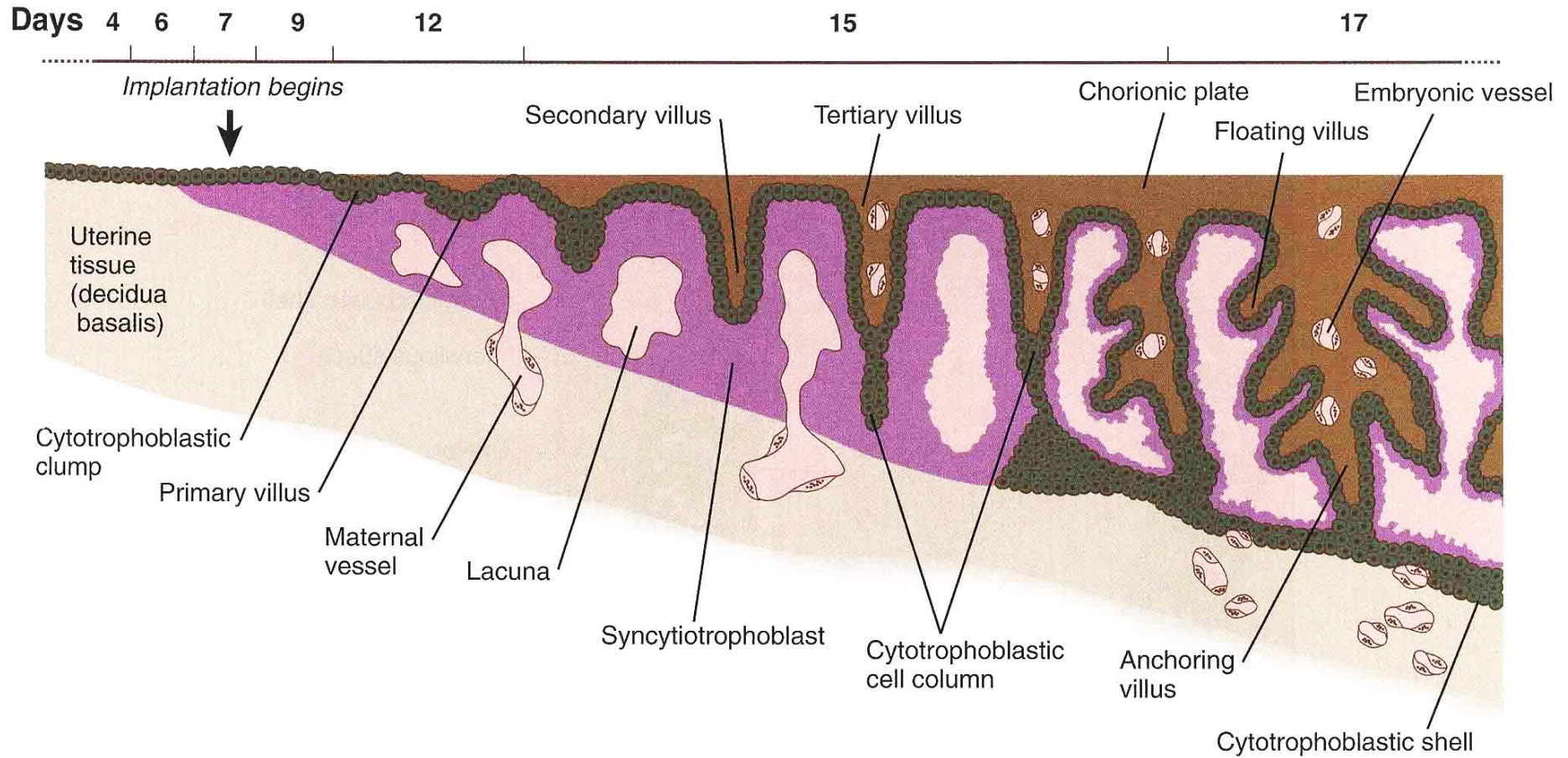


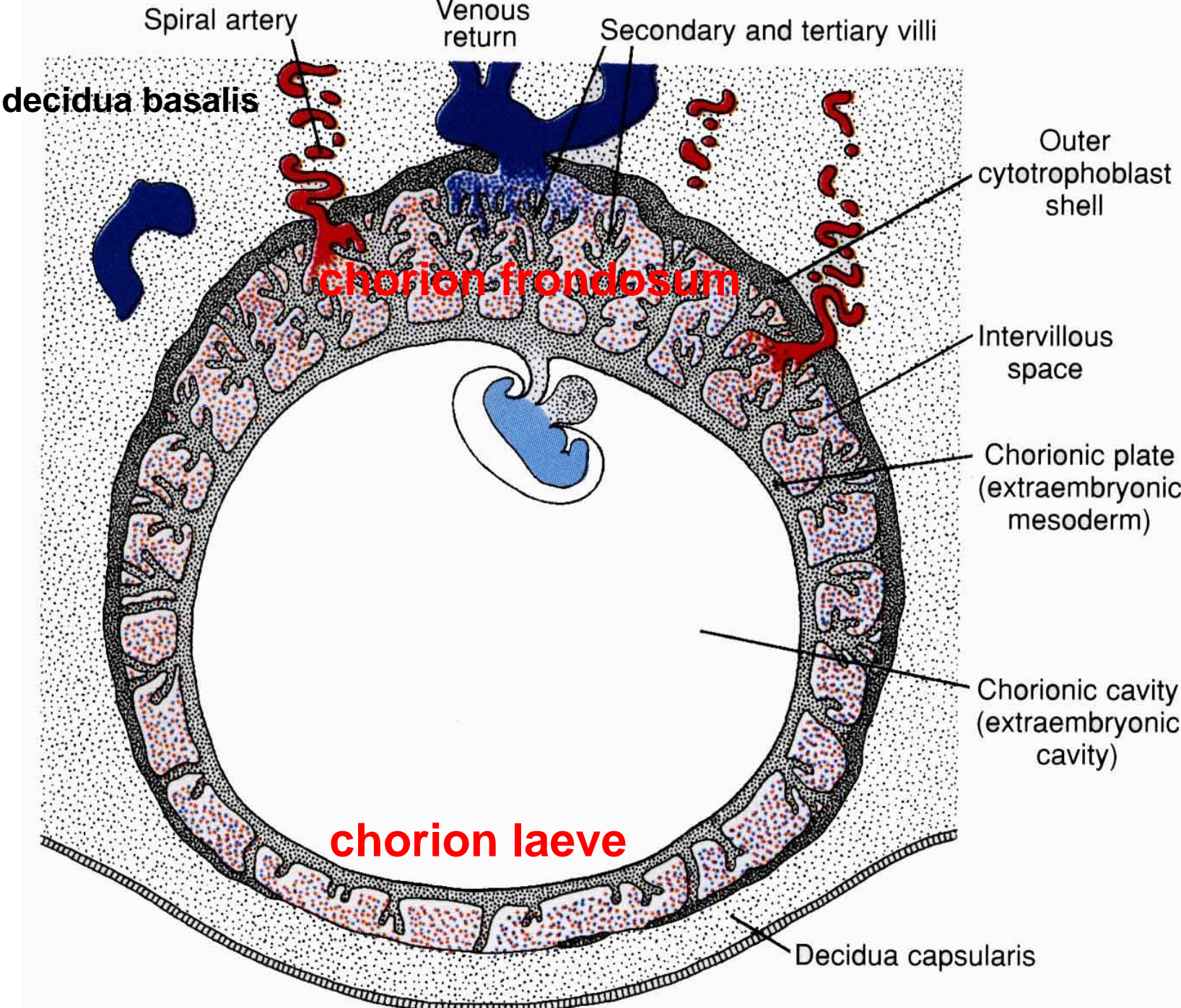


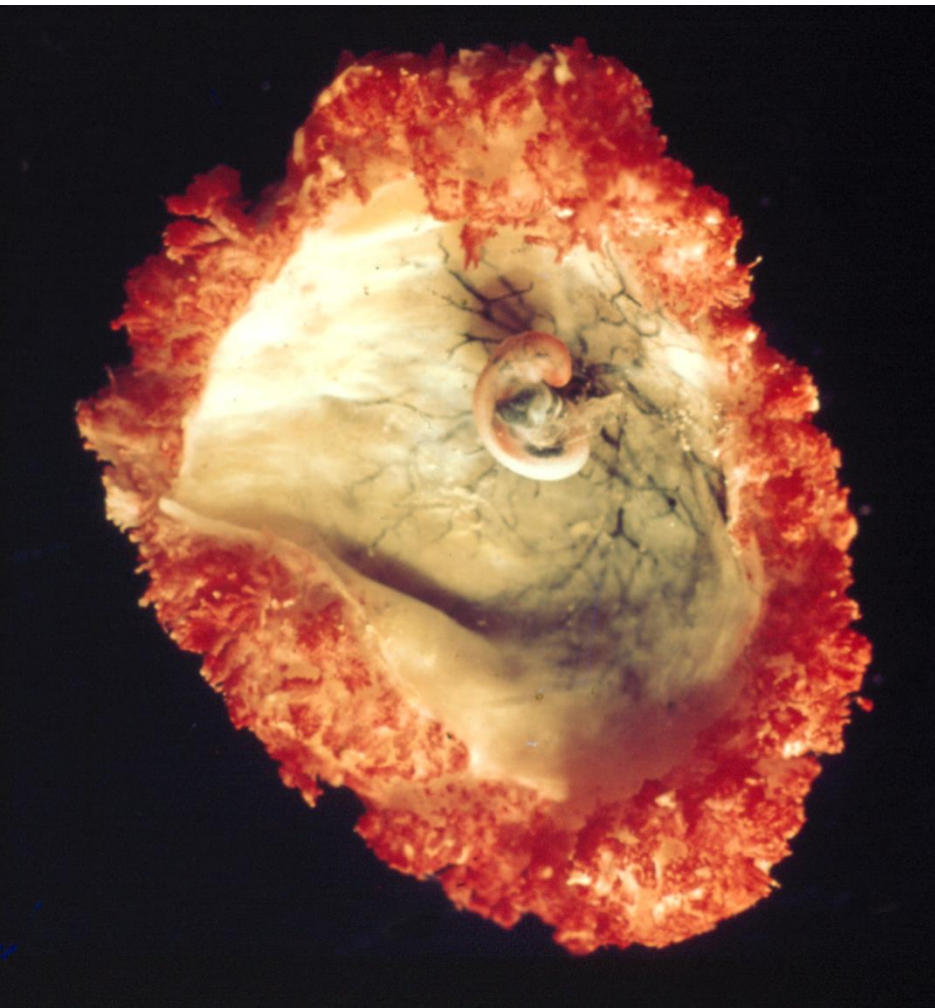
20 dnů

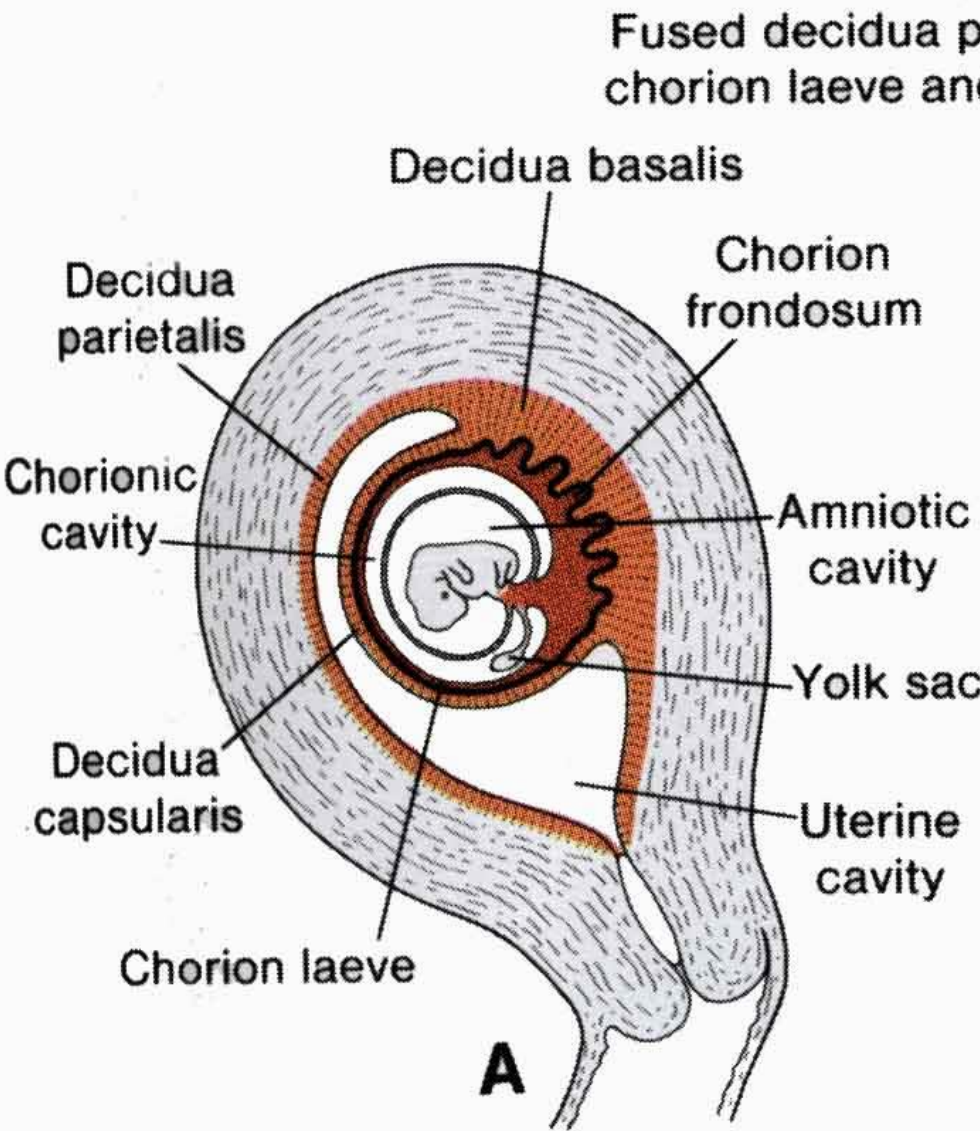


intenzivní proliferace cytotrofoblastu, který prorůstá skrz syncytiotrofoblast = **cytotrofoblastová obálka**
- připevňuje choriový vak k děložní sliznici

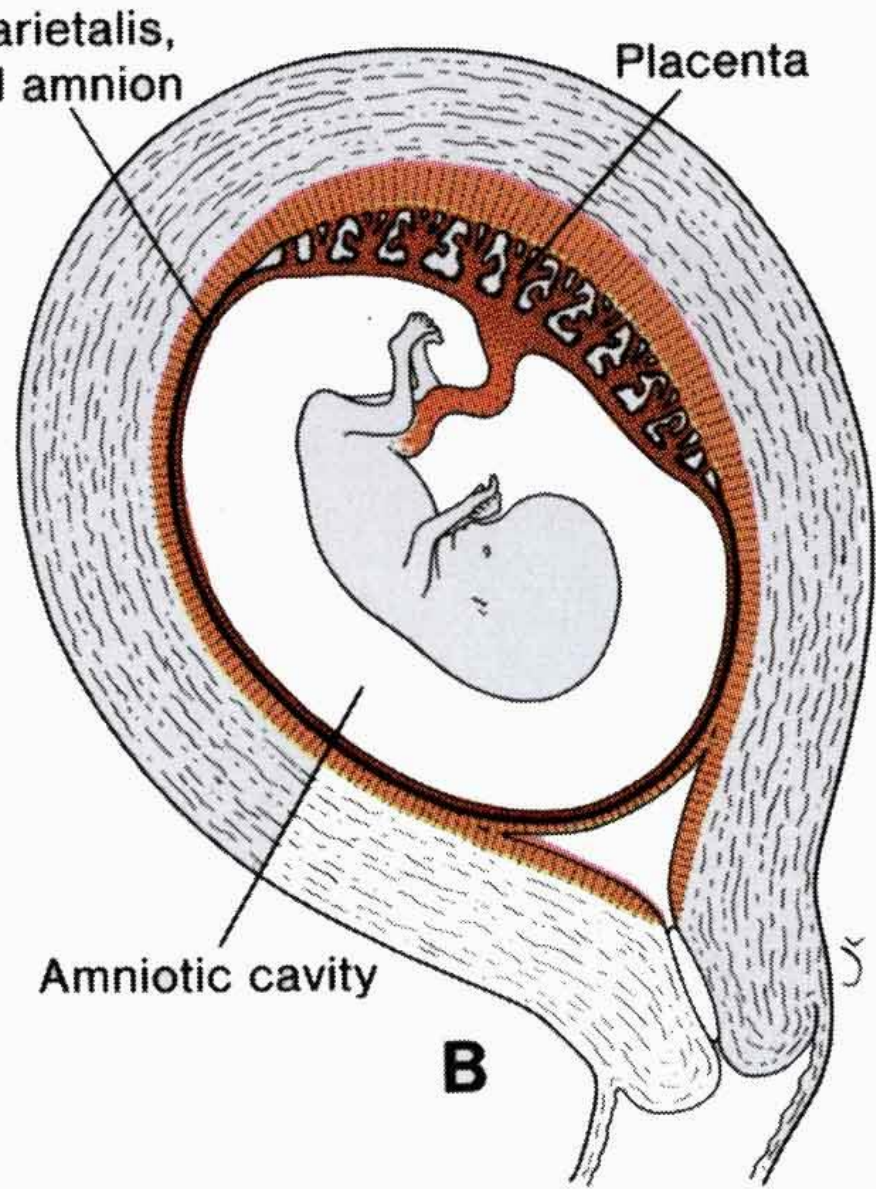






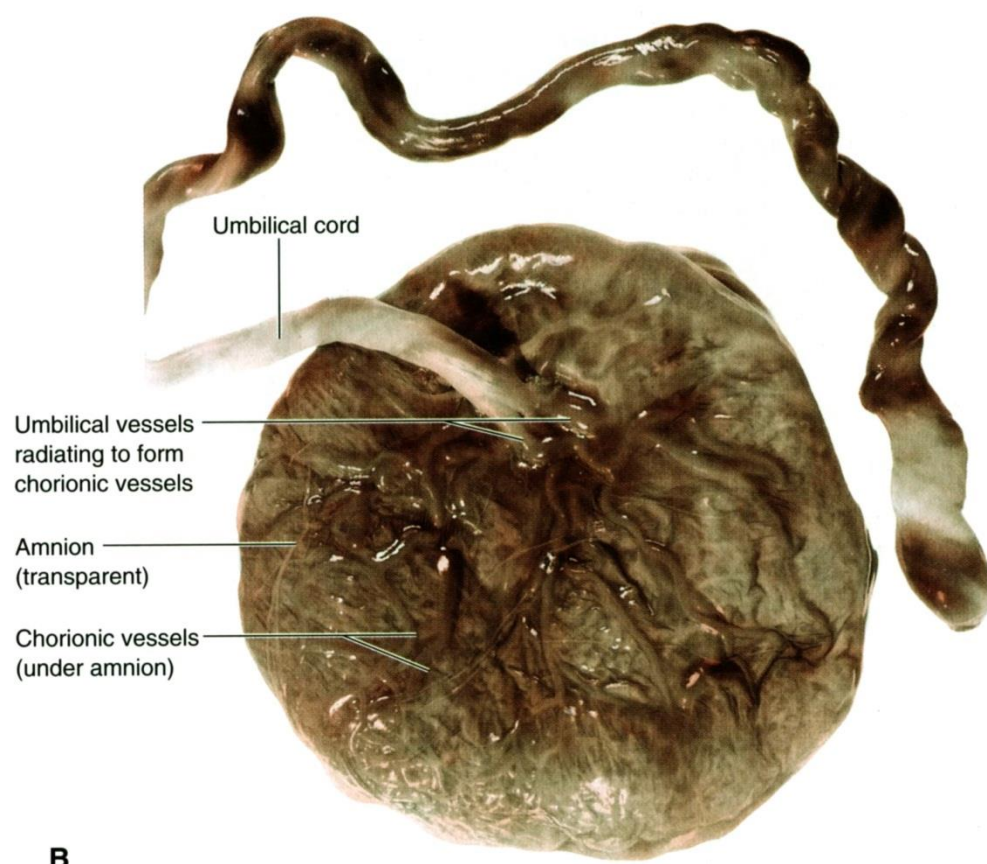


8. týden



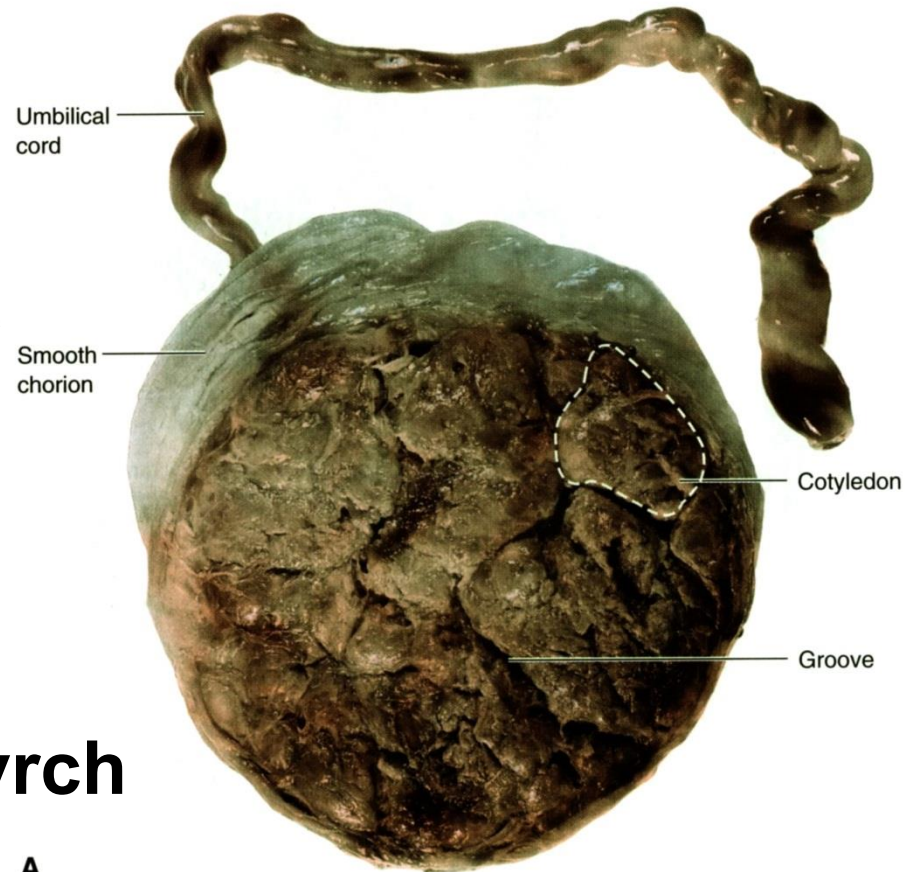
12. týden

Placenta = plodové lůžko / plodový koláč



B
plodový povrch

mateřský povrch



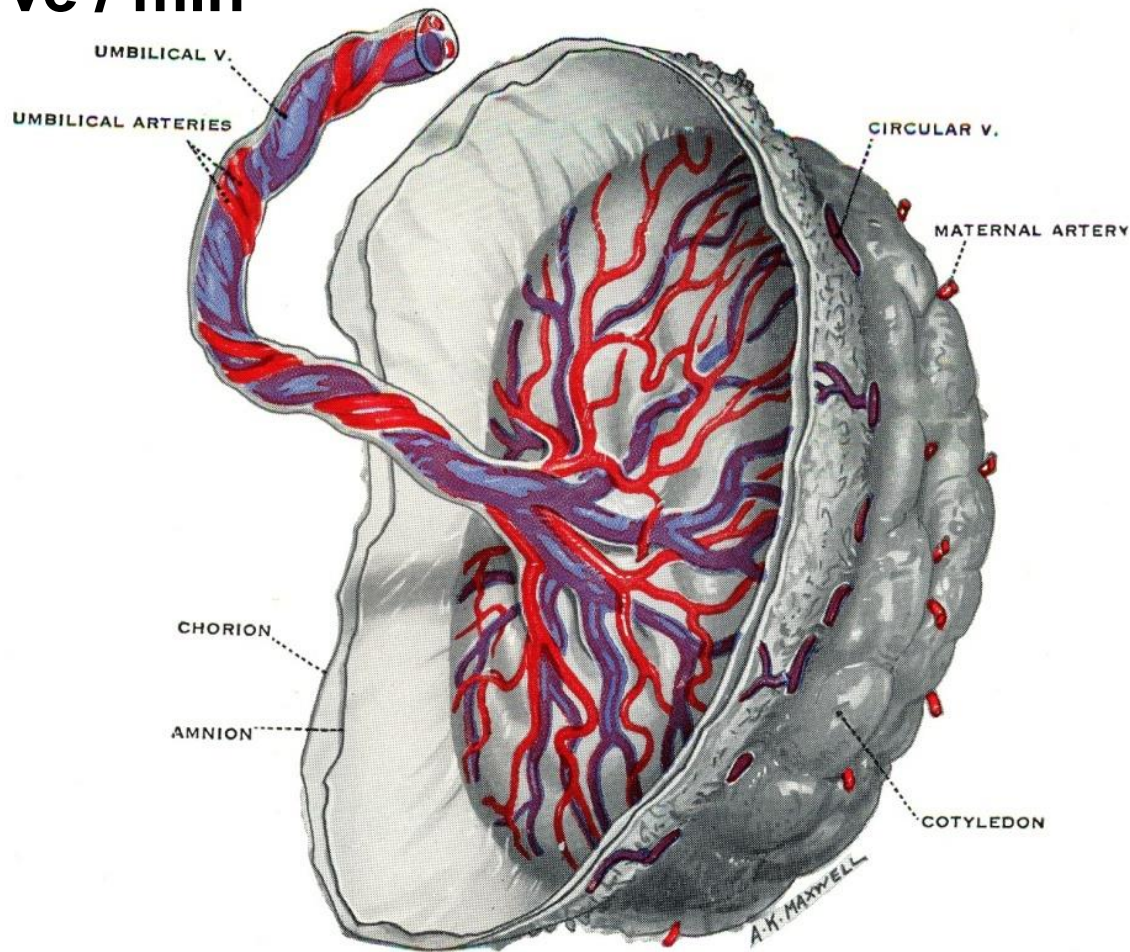
A

15-20 cm v průměru

1,5-2,5 cm tlustá

500 g

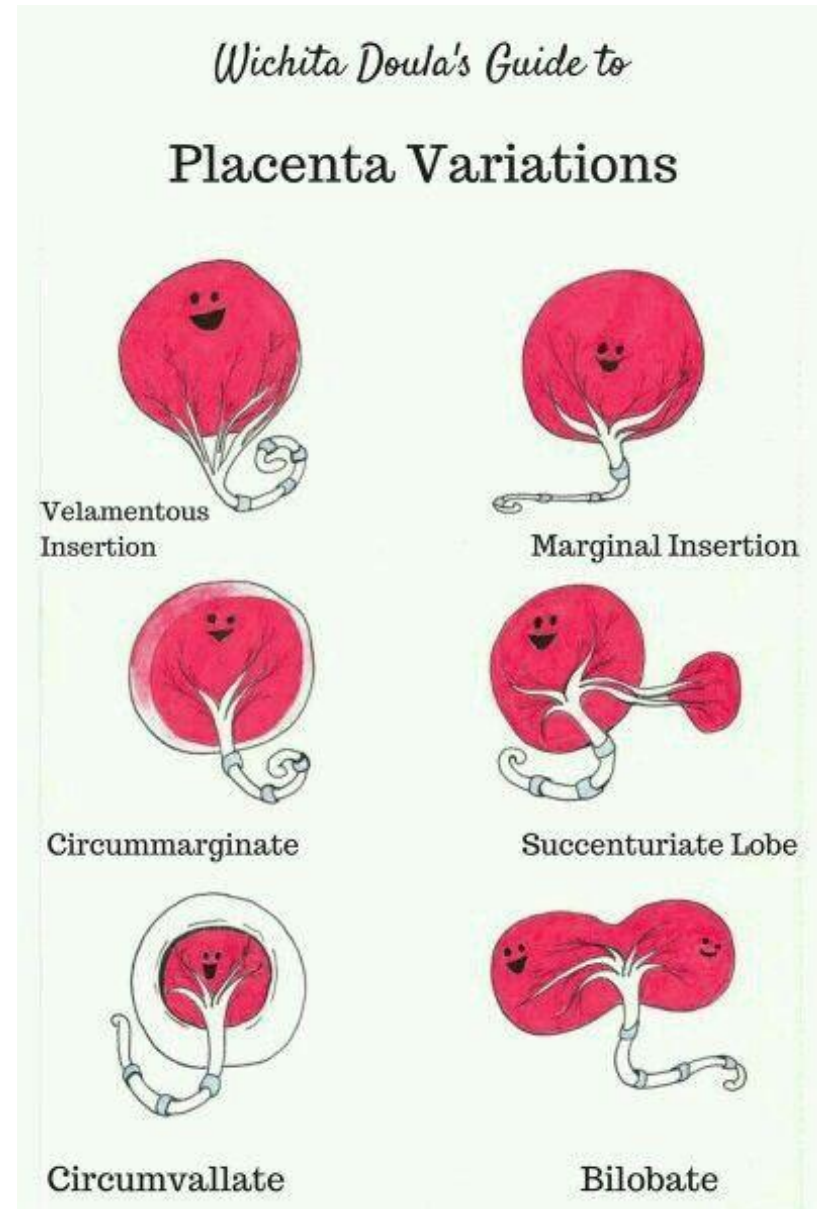
500 ml krve / min



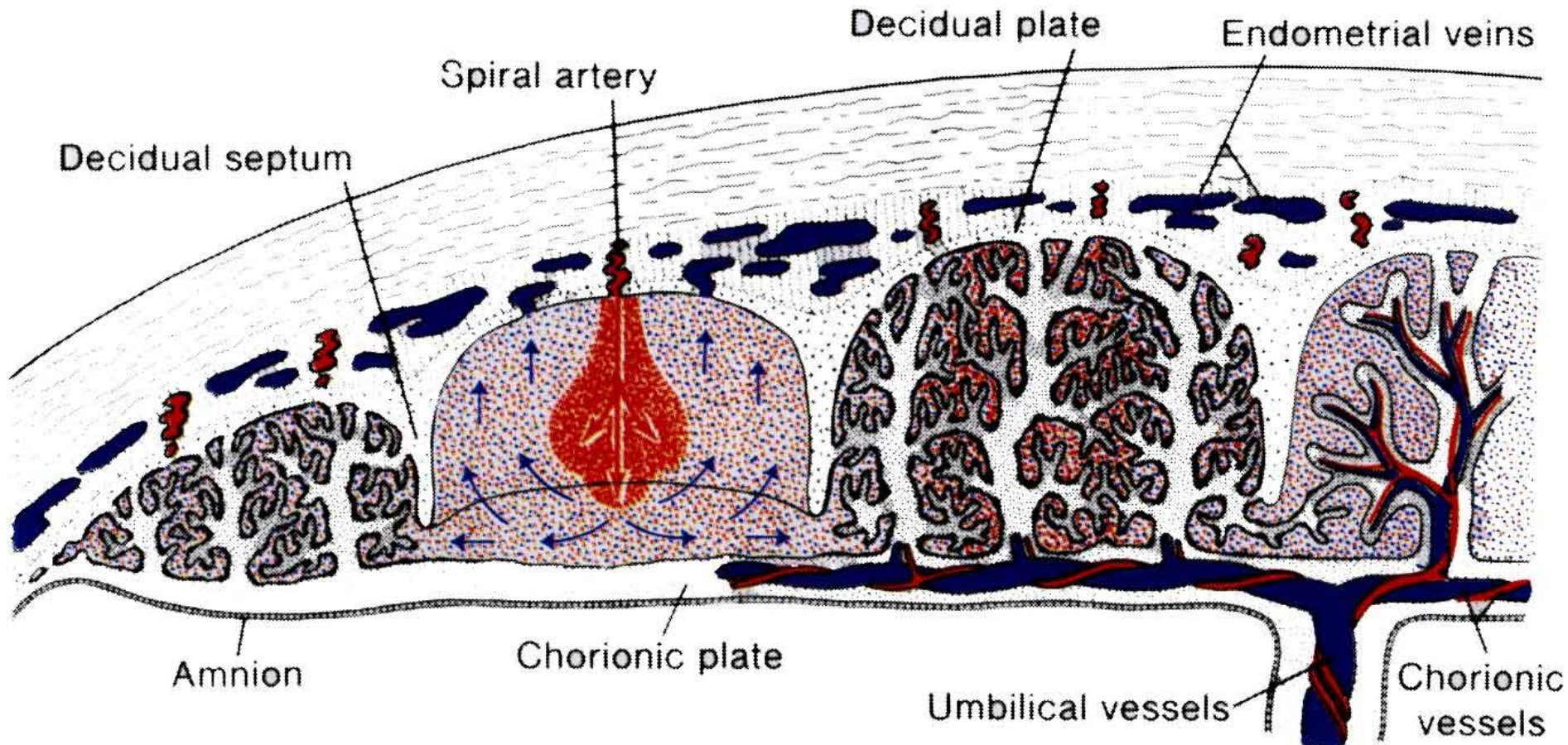
placenta discoidea, cotyledonata, hemochorialis

Varianty tvaru placenty

- placenta discoidea
- placenta accessoria; placenta succenturiata
- placenta anularis
- placenta lobata
- placenta bilobata; placenta bipartita
- placenta trilobata
- placenta multilobata
- placenta membranacea
- placenta vallata; placenta circumvallata
- varianty úponu pupečnicku
 - insertio centralis
 - insertio marginalis
- insertio velamentosa

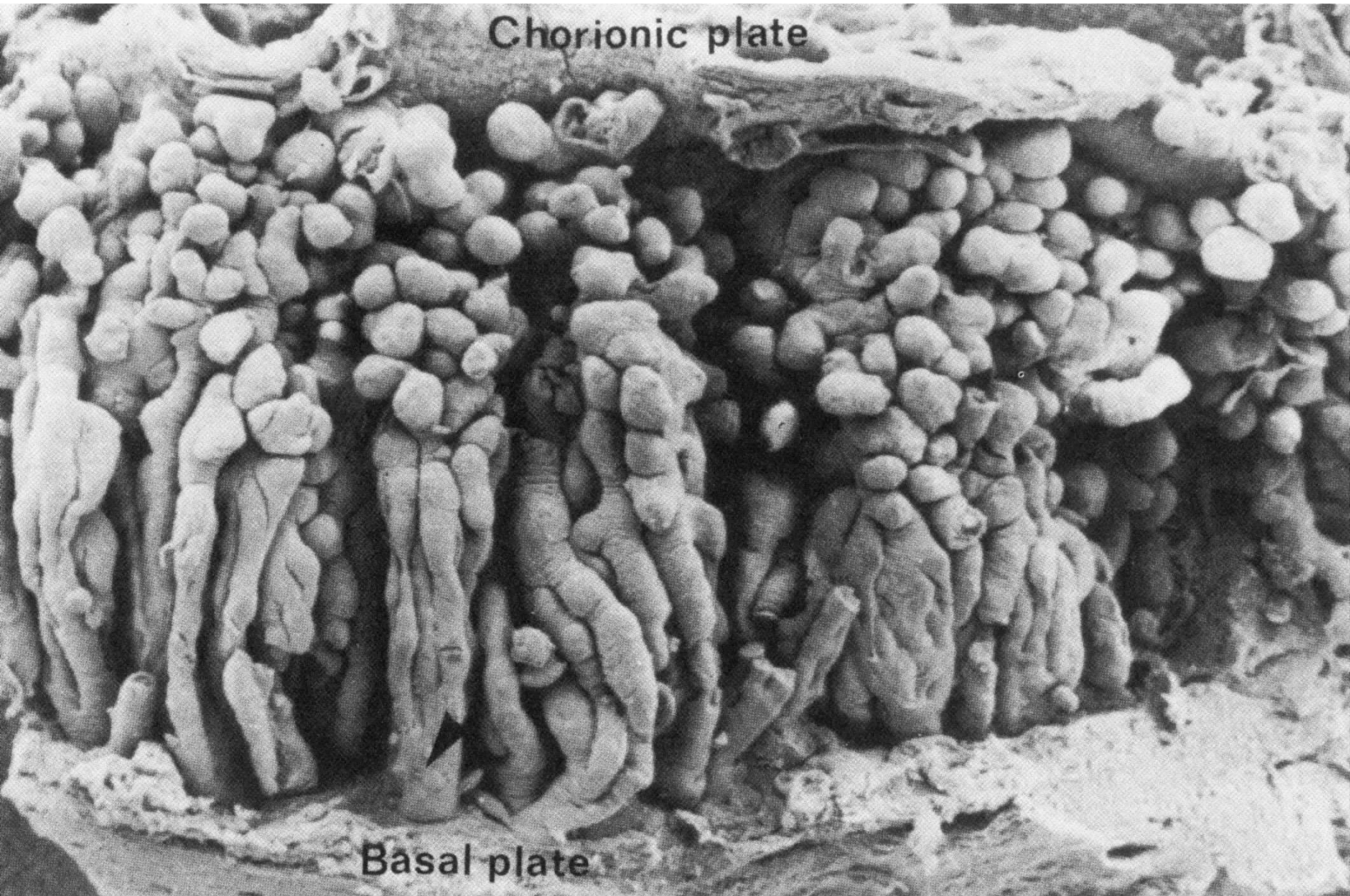


mateřská část = decidua basalis =
bazální (deciduální) plotna + deciduální (placentární) septa



plodová část = chorion frondosum =
choriová plotna + choriové klky

Chorionic plate



Basal plate



choriová plotna

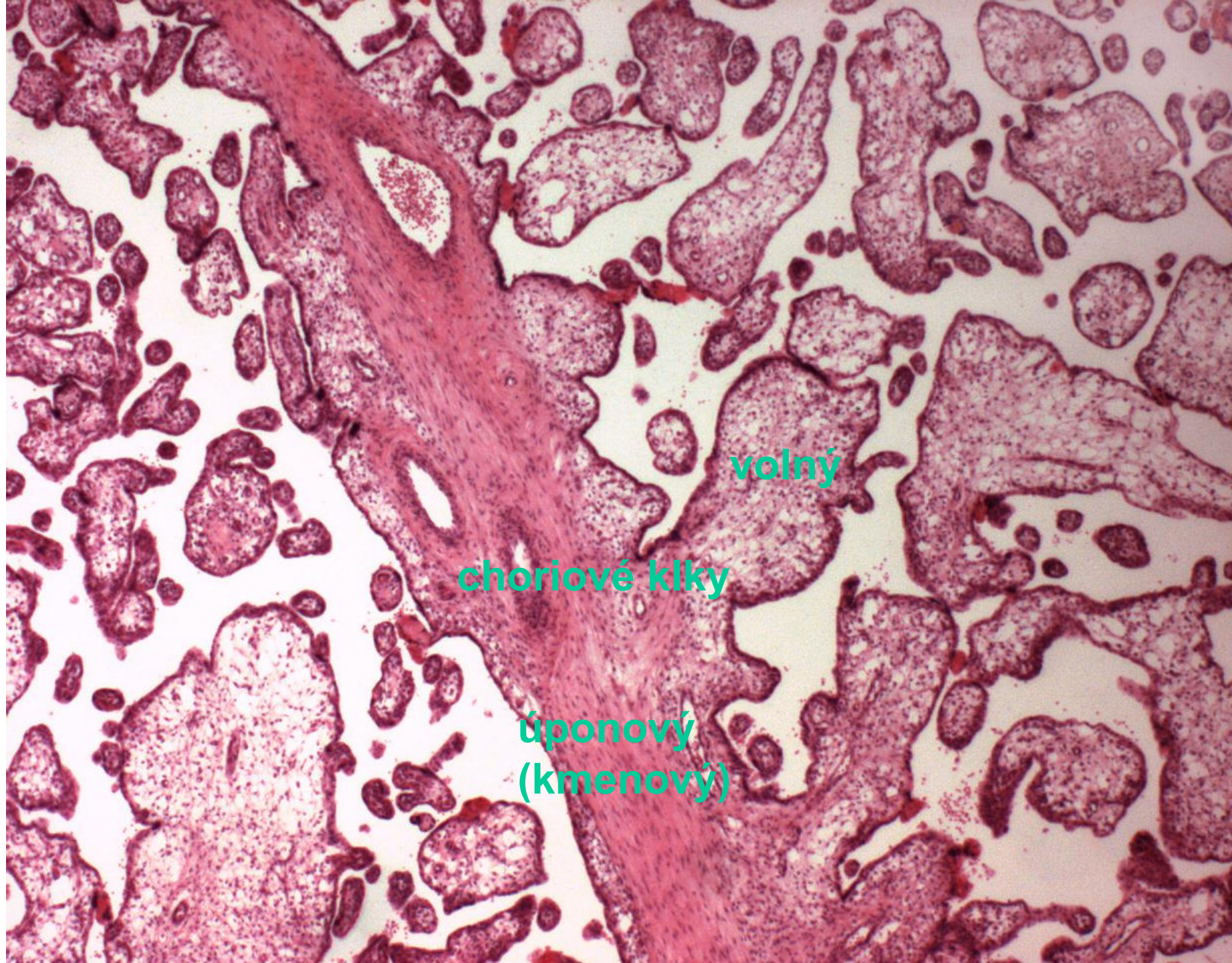
This histological image shows a section of placental tissue. The upper portion is a thick, pink-stained layer representing the chorionic plate, which contains fetal blood vessels. Below this, the chorionic villi are visible as irregular, finger-like projections. The villi are separated by intervillous spaces, which are filled with maternal blood. The villi themselves contain fetal blood vessels, and their internal structure is highly vascularized. The overall appearance is that of a well-developed placental interface between the fetus and the mother.

choriové klky

Další vývoj choriových klků

v konečné podobě 3 druhy klků:

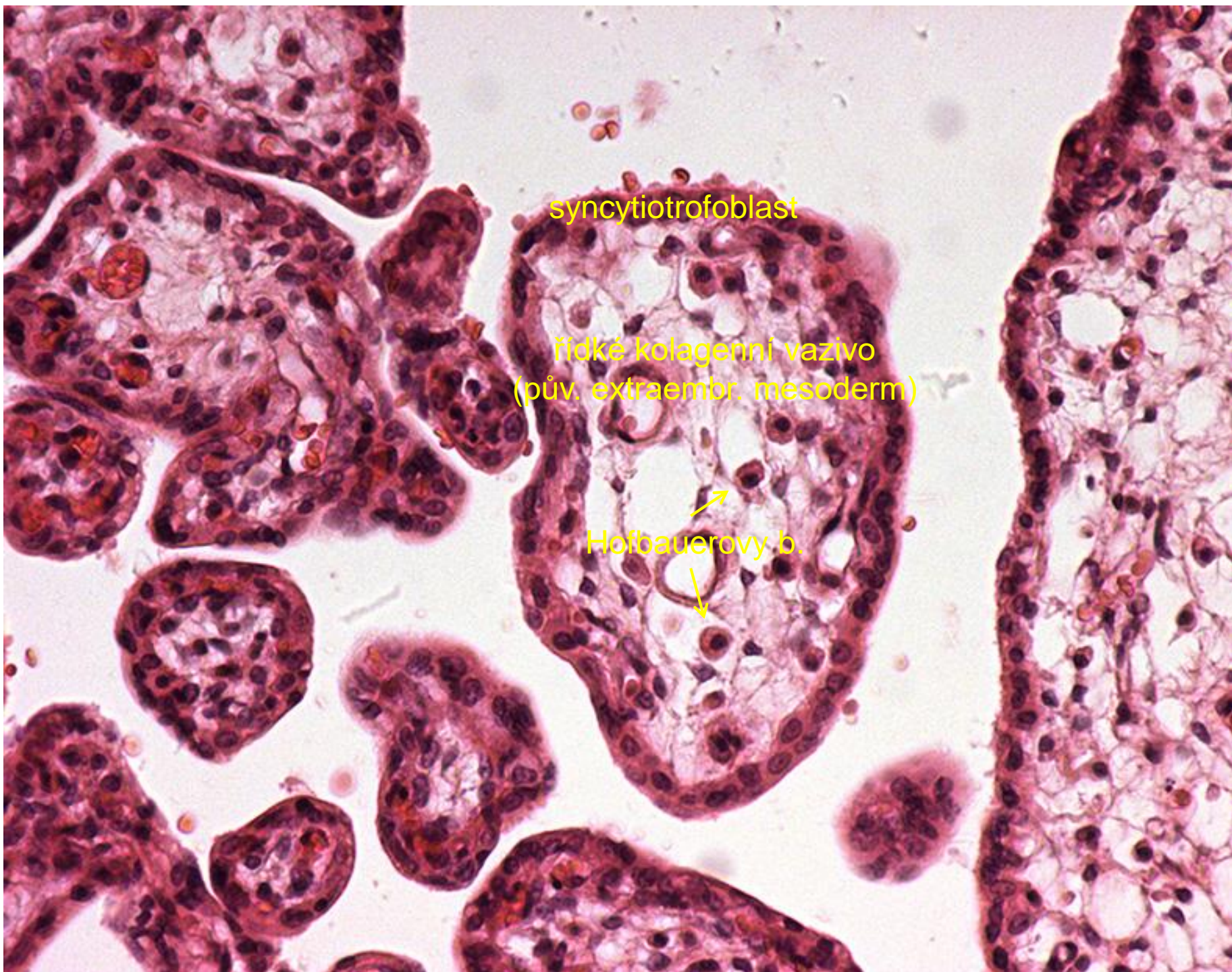
- **kmenový (úponový, kotvící) klk** (*villus ancorans*) – připojené k decidua basalis
- **větvený (intermediální) klk** (*villus ramosus*) – větví se v intervilózním prostoru
- **volný (terminální) klk** (*villus liber, villus terminalis*) ční do intervilózního prostoru
- oddělení vaziva matky a plodu – cytotrofoblastová obálka



volný

choriové klky

úponový
(kmenový)



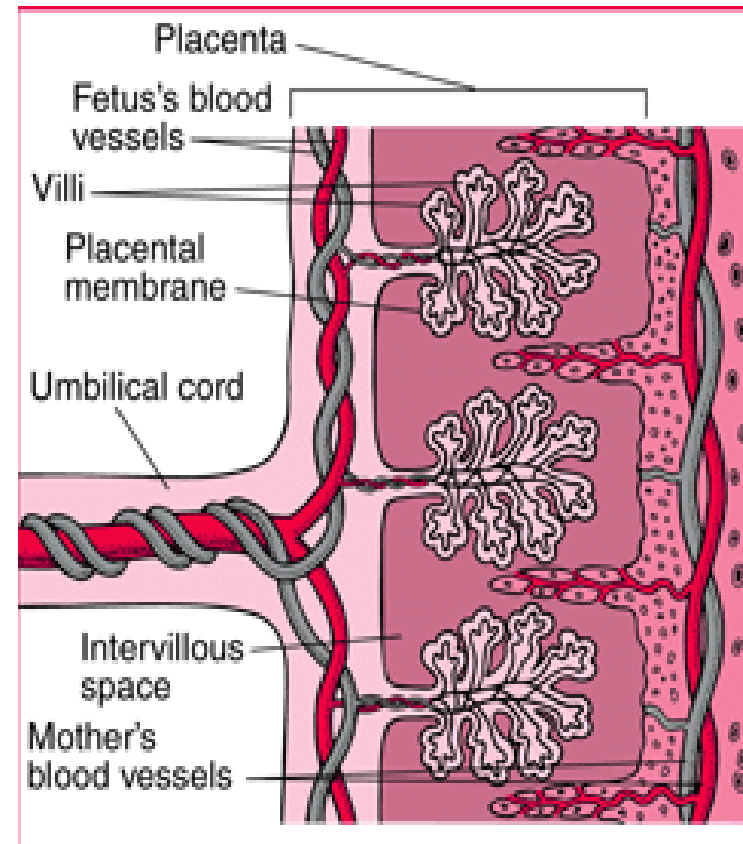
syncytiotrofoblast

řidké kolagenní vazivo
(pův. extraembr. mesoderm)

Hofbauerovy b.

Intervilózní (meziklkový) prostor

- prostory odvozeny z lakun (2. týden)
- obsahují mateřskou krev – z aa. spirales
- rozdělení pomocí sept – jsou neúplná, neboť nedosahují až k choriové plotně
- klky jsou omývány mateřskou krví – výměna plynů a látek

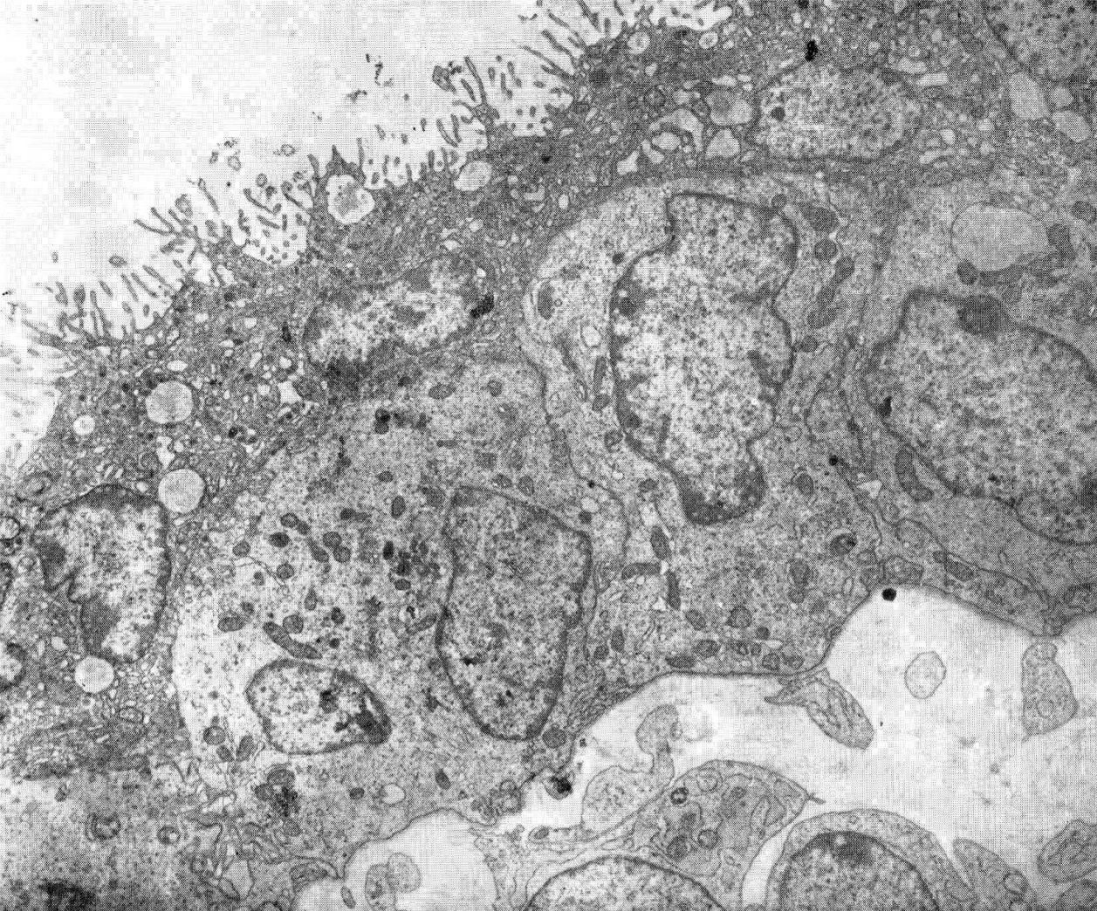


cytotrofoblast
(Langhansovy b.)



placentální membrána (bariéra)





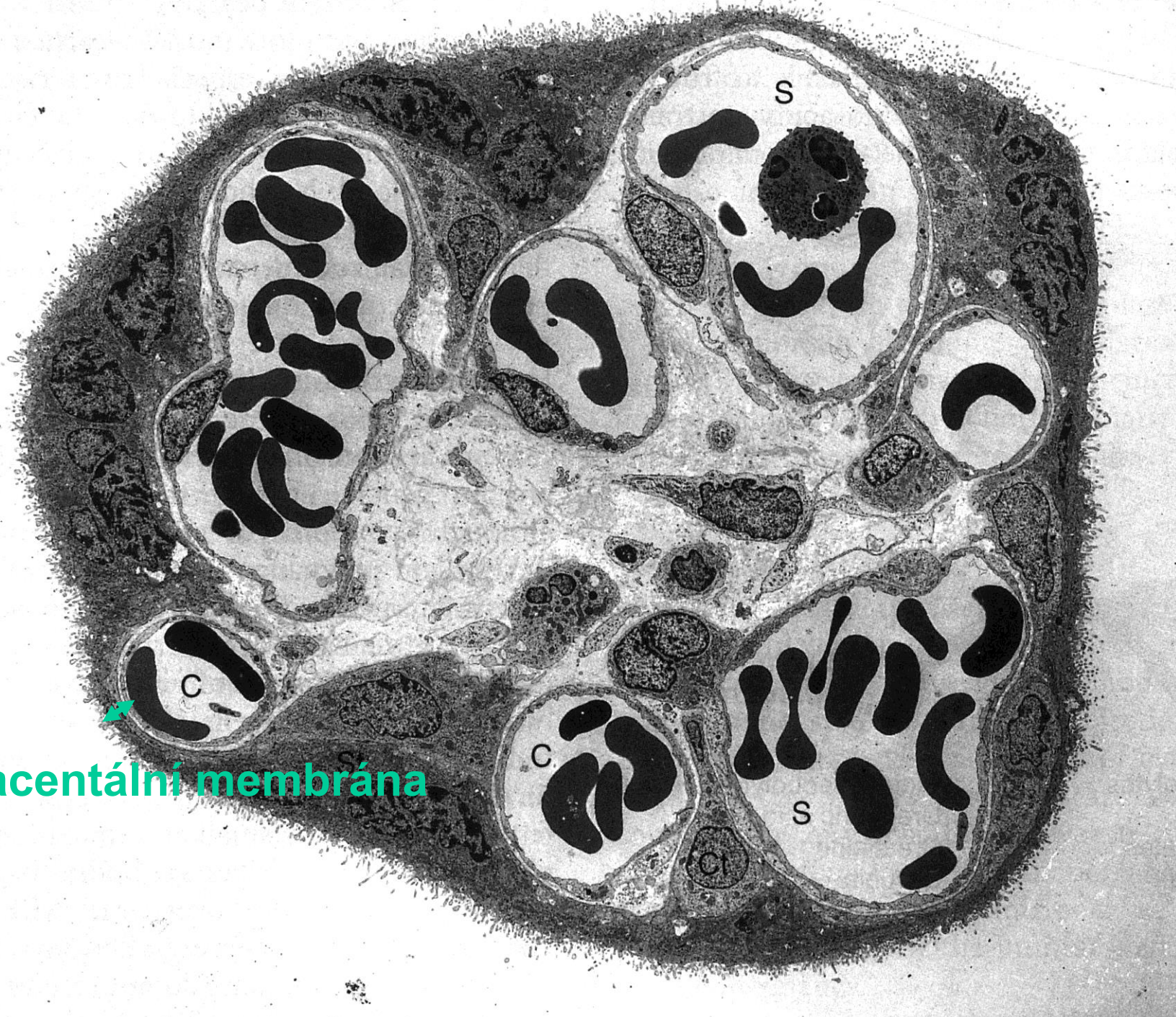
syncytiotrofoblast

cytotrofoblast

placentární membrána
diferenciace



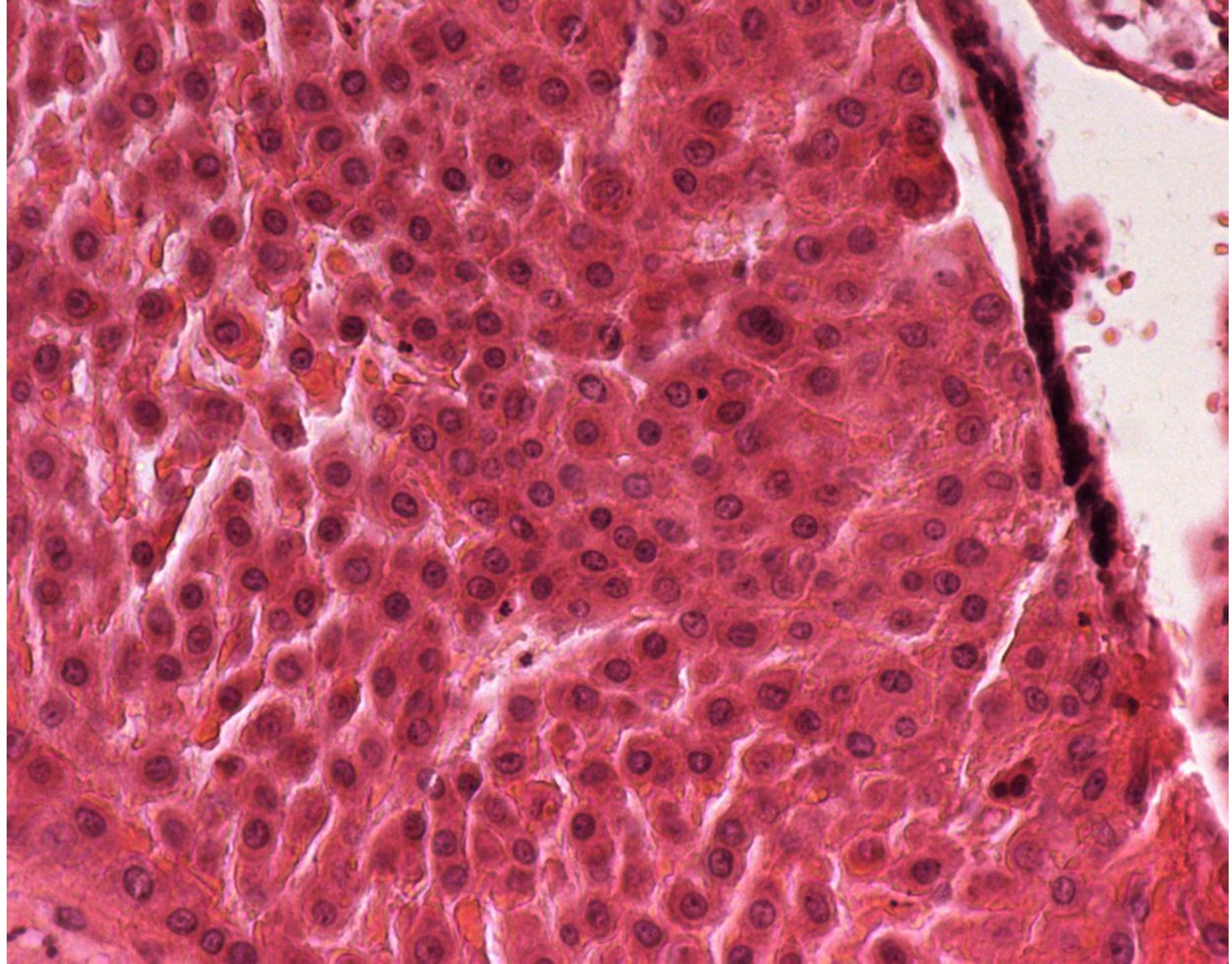
placentální membrána

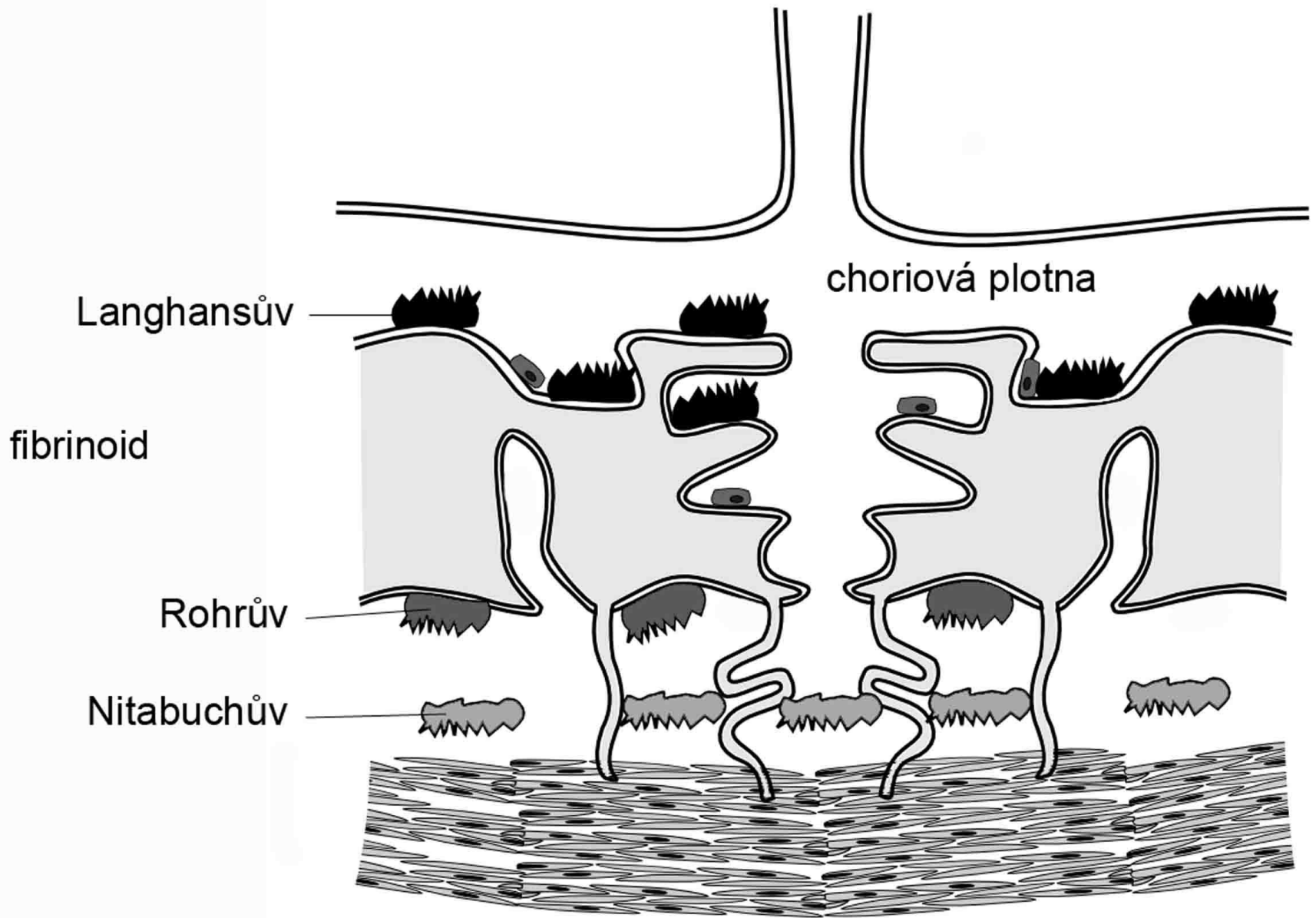


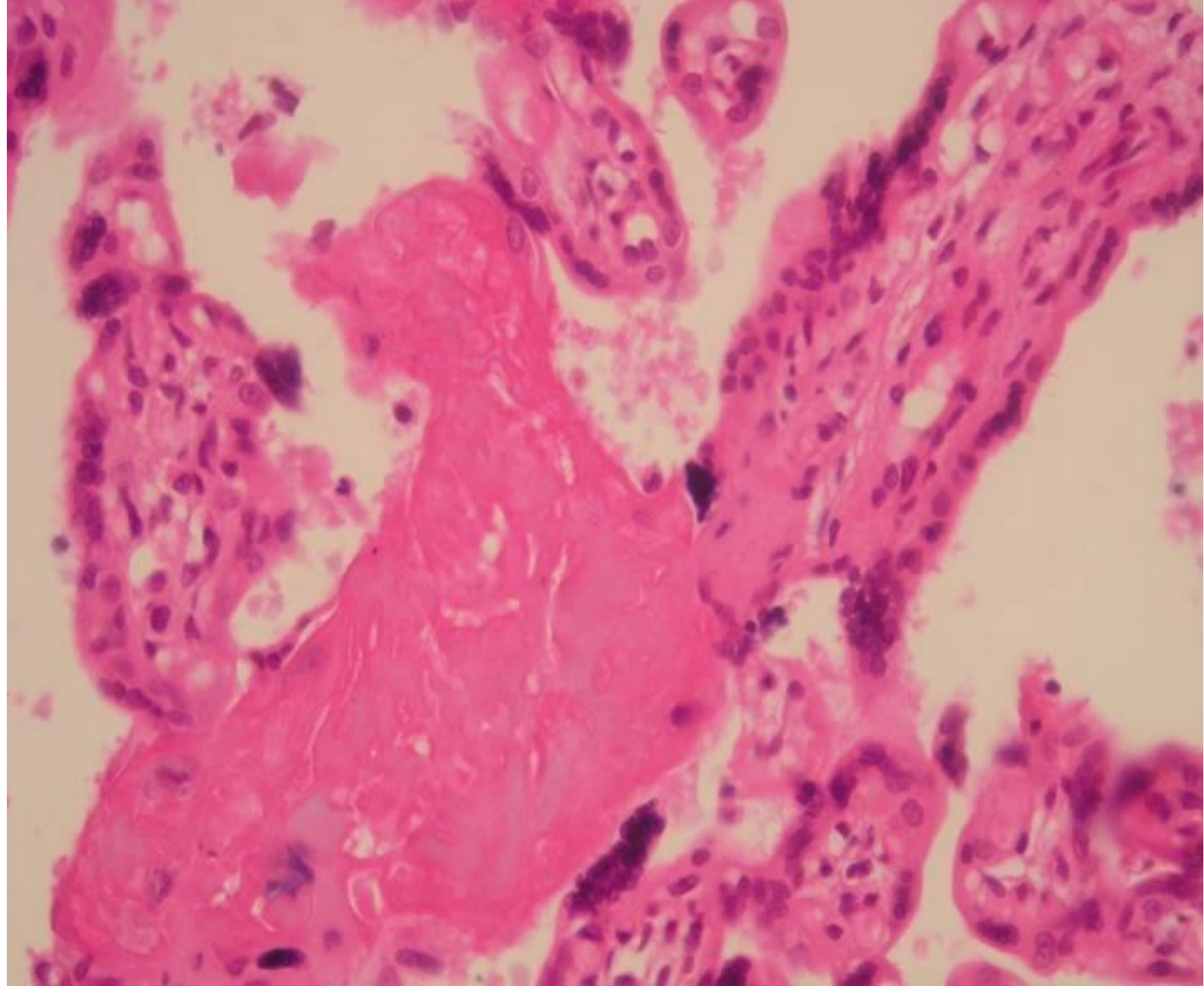


deciduální
septum

This histological image shows a cross-section of placental tissue. The central feature is a large, vertically oriented, reddish-brown structure labeled 'deciduální septum'. This septum is composed of dense, eosinophilic (pink/red) connective tissue. On either side of the septum, there are numerous chorionic villi, which are finger-like projections of the placental tissue. These villi are separated by intervillous spaces, which appear as lighter, more translucent areas. The overall structure is highly vascularized, with many small blood vessels visible within the villi and the septum. The staining is a standard hematoxylin and eosin (H&E), highlighting the cellular and structural details of the placenta.

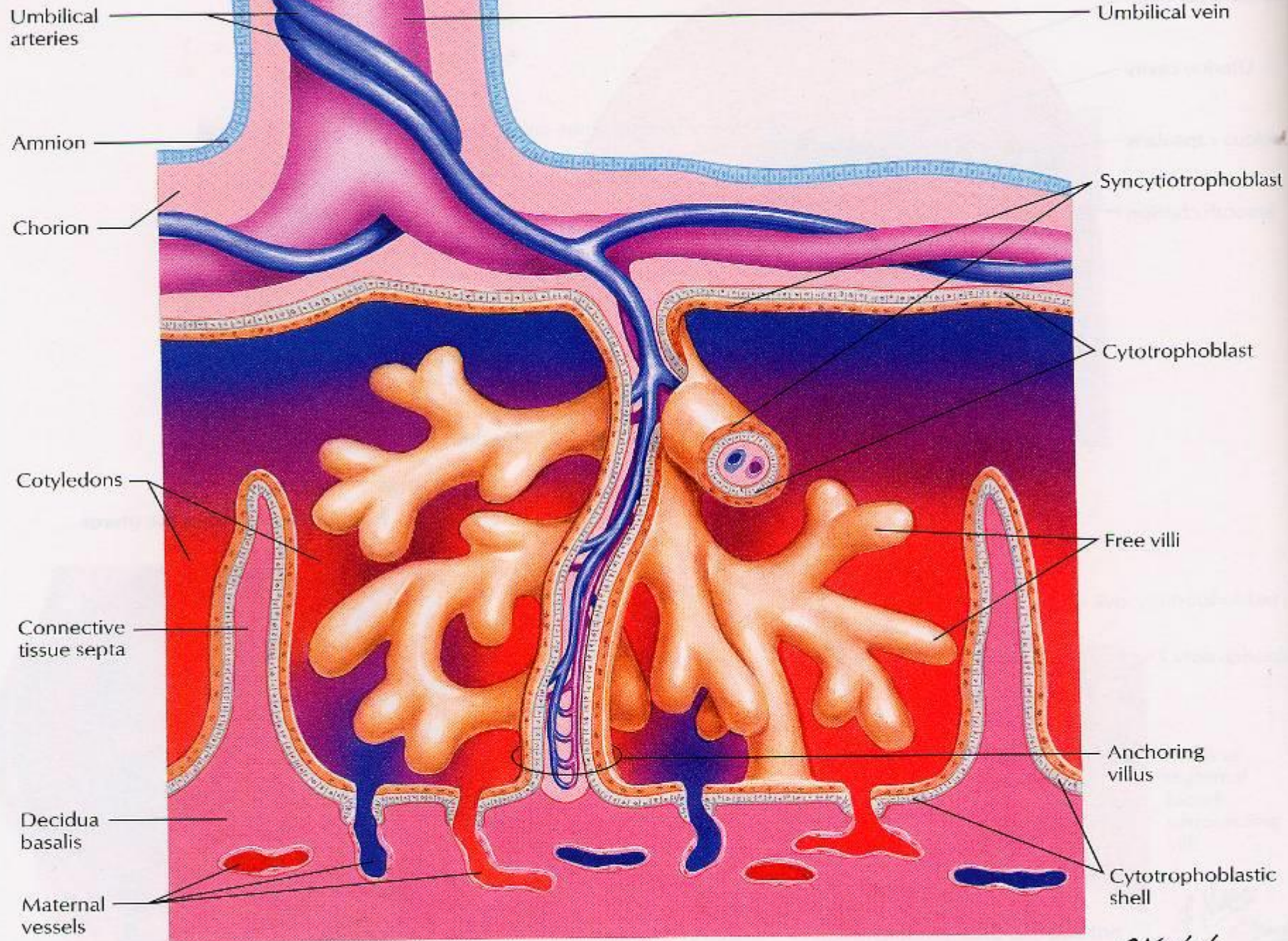






Kotyledon = Cotyledo

- (kotyle = hrnek, miska)
- *funkční jednotka placenty*
- **cotyledo maternalis (10-30), pravý kotyledon, oddělené na mateřském povrchu placenty rýhami, které se promítají do intervilózního prostoru jako placentární septa**
- cotyledo fetalis (40-60) = kmenový klk
 - má jeden kmenový klk
 - ten má více intermediálních klků
 - ten má hodně terminálních klků (s kličkami vlásečnic)
- 1 (mateřský) kotyledon obsahuje 2-4 kmenové klky



Umbilical arteries

Umbilical vein

Amnion

Syncytiotrophoblast

Chorion

Cytotrophoblast

Cotyledons

Free villi

Connective tissue septa

Anchoring villus

Decidua basalis

Cytotrophoblastic shell

Maternal vessels

C. Machado
M.D.
© IGM

Placentární oběh

2 oddělené a nezávislé soustavy:

- **uteroplacentární**

- 120-200 aa. spirales → intervilózní prostor → vv. spirales

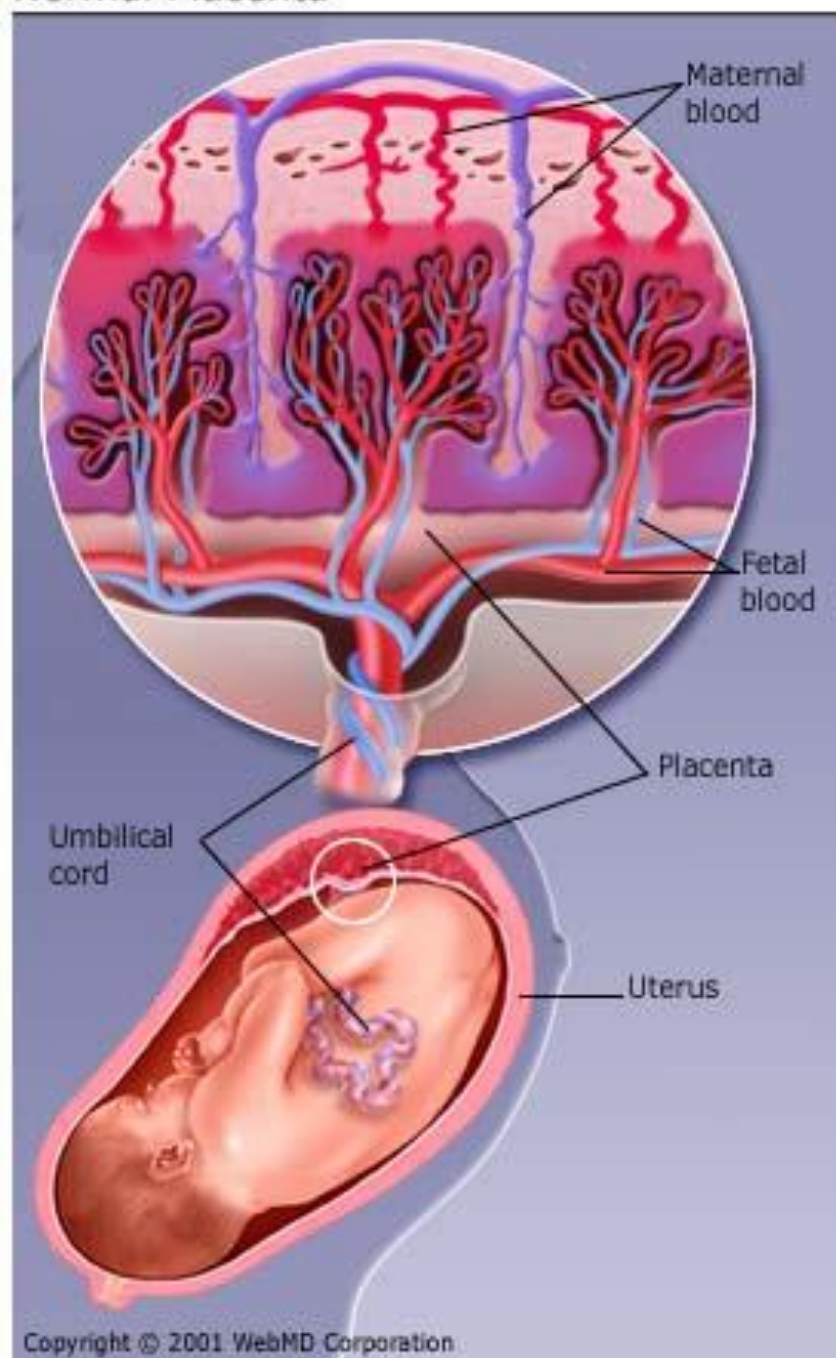
- **fetoplacentární**

- 2 aa. umbilicales → choriové tepny → vlásečnice v klcích → 1 v. umbilicalis

- **O₂ saturace krve:**

- aa. umbilicales: 50-60 %
- v. umbilicalis: 70-80 %

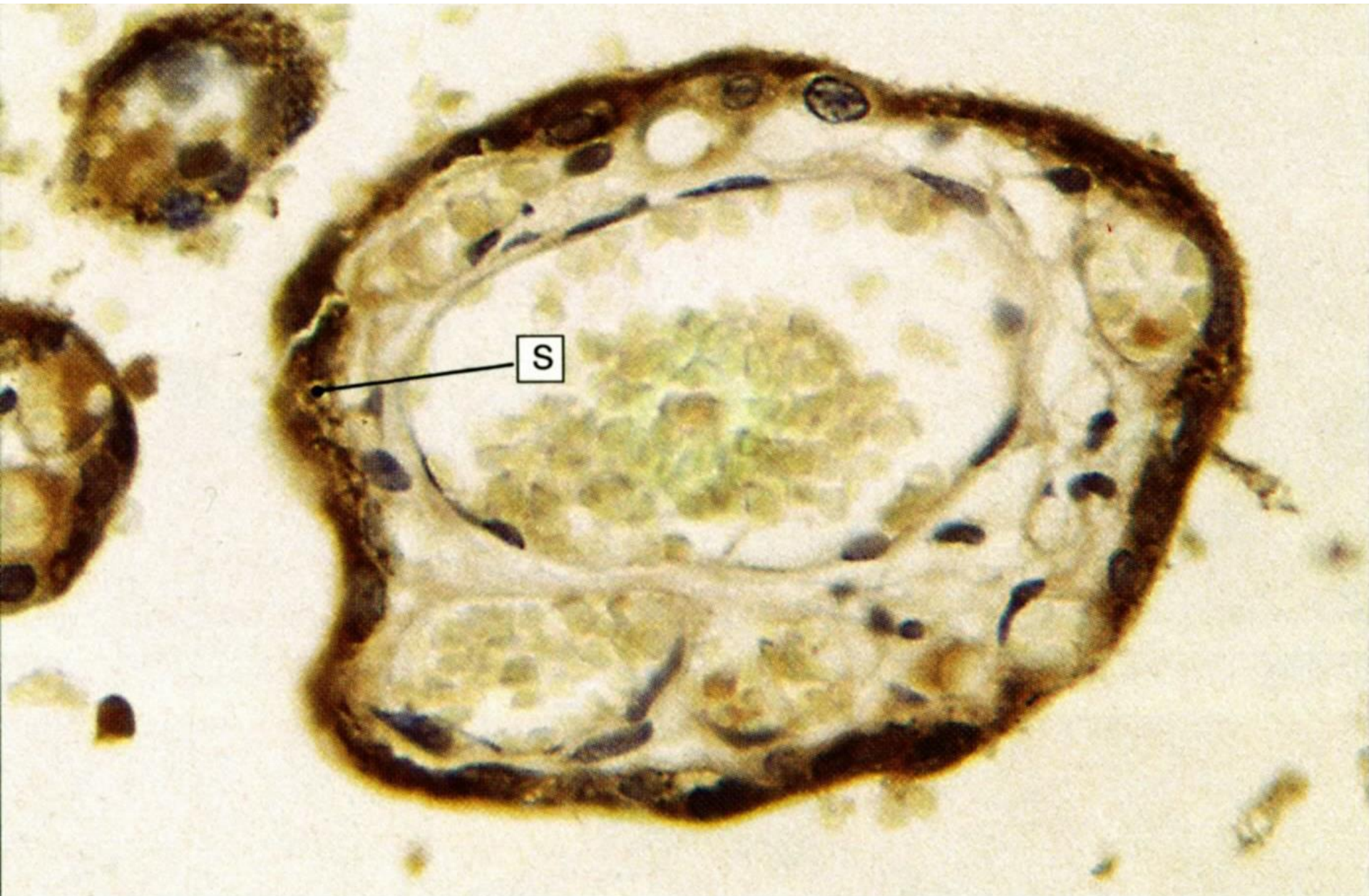
Normal Placenta



Funkce placenty

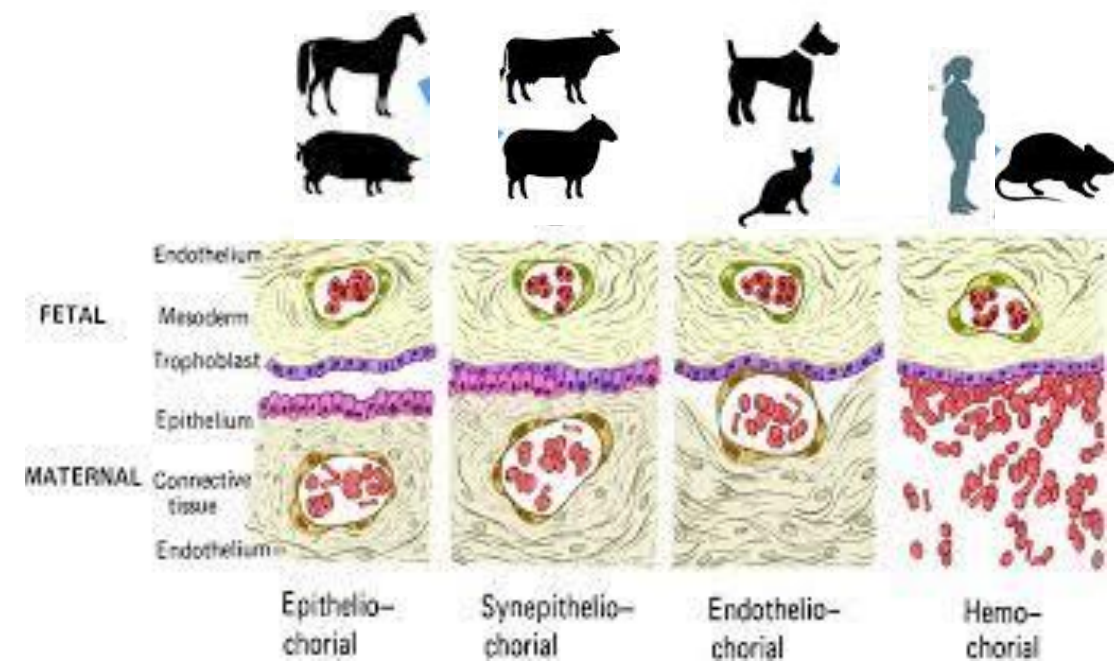
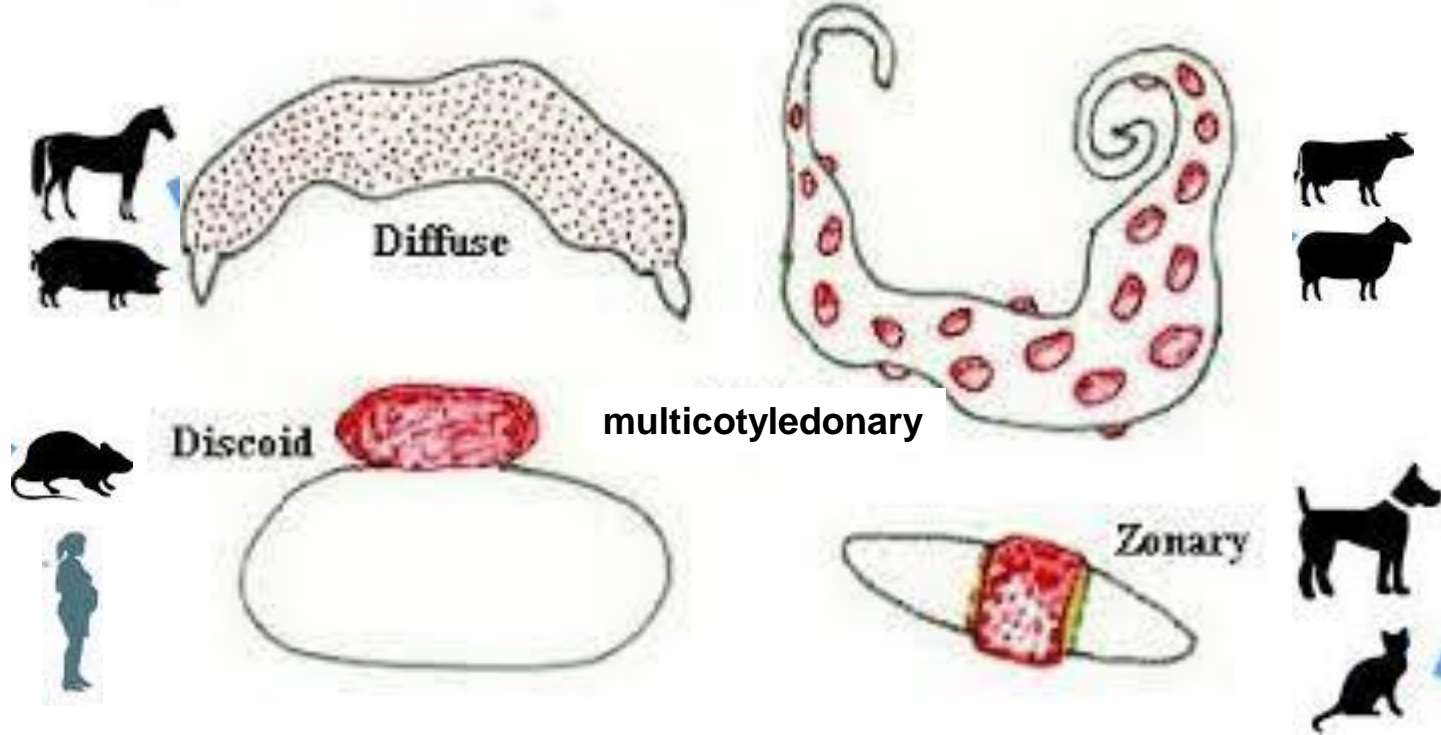
- **metabolická**
 - syntetizuje glykogen, cholesterol, MK (zdroj výživy pro plod)
- **placentární transport**
 - prochází O₂, CO₂, aminokyseliny, glukóza, hormony štítné žlázy, steroidy, IgG, alkohol, drogy.....
 - neprochází heparin, IgM, většina proteinů.....
- **endokrinní funkce**
 - **hCG**, hPL, cACTH, relaxin a další peptidové hormony + tvorba progesteronu v trofoblastu přímo a estrogenů konverzí DHEAS z fetální kůry nadledvin

produkce hCG (imunohistochemický průkaz)



Infekce procházející placentou

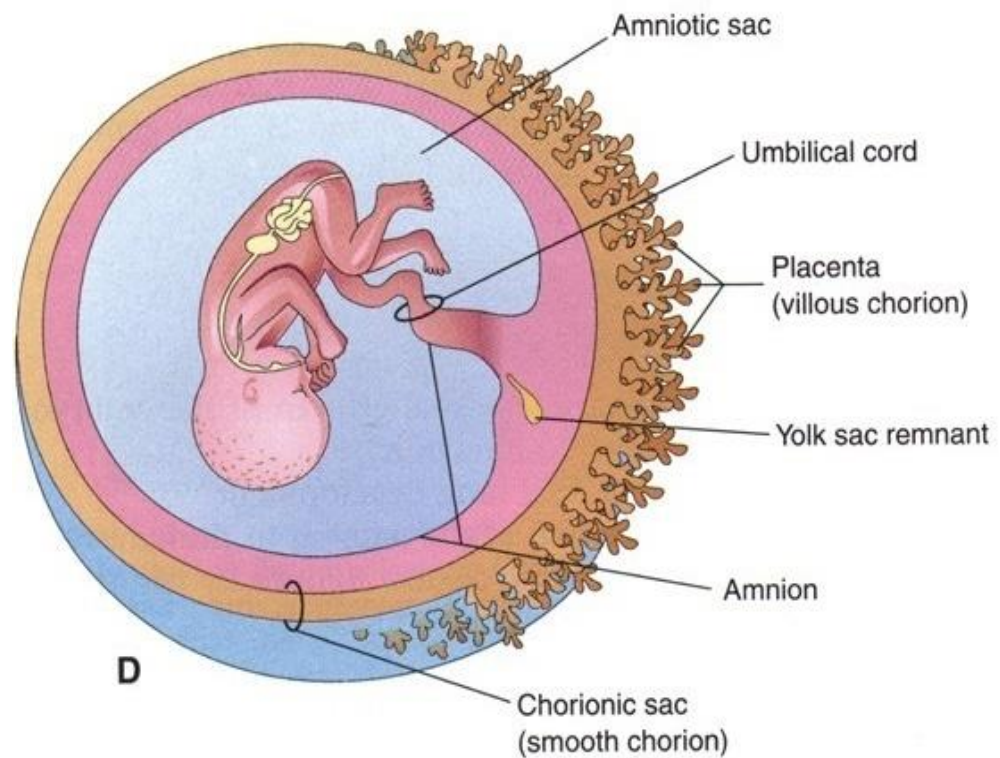
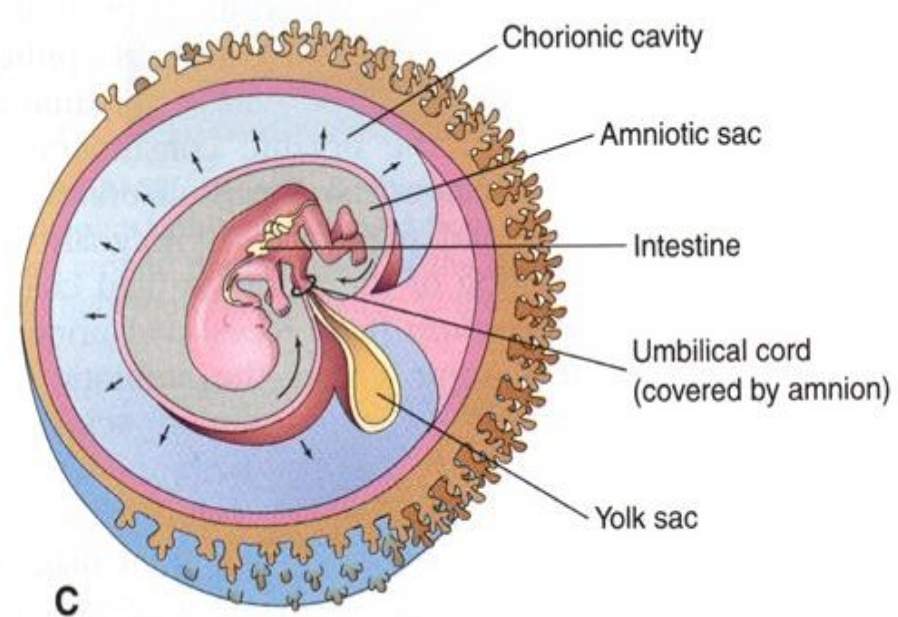
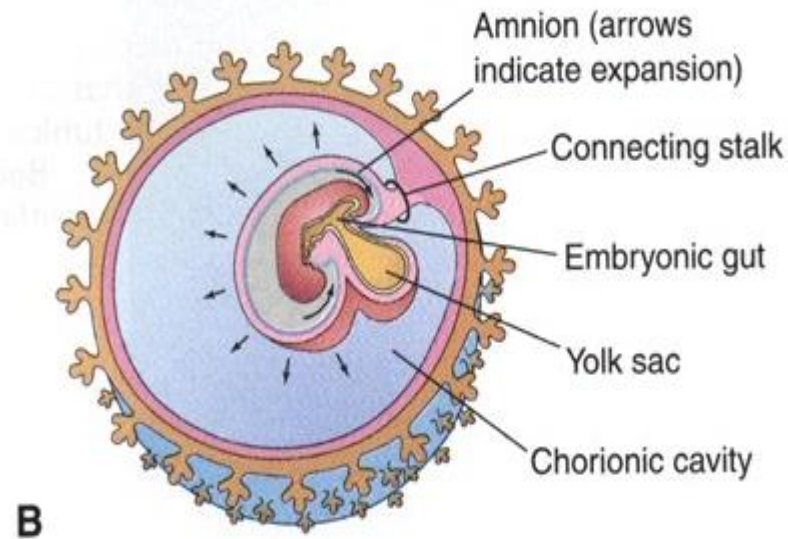
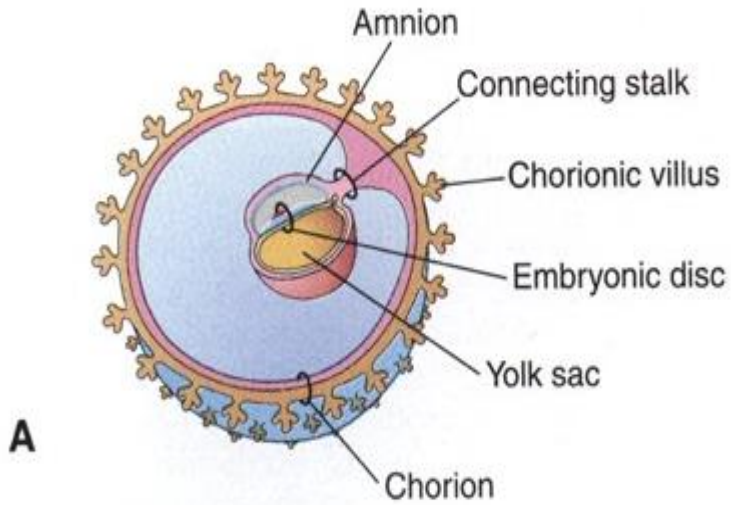
- **Cytomegalovirus** (hepatosplenomegalie, mentální retardace)
- **Rubeola** (zarděnky, mikrocefalie, mentální retardace, katarakta, hluchota, srdeční vady)
- **Coxsackie virus** (mentální retardace)
- **Varicella zoster virus** (virus planých neštovic a pásového oparu, mentální retardace)
- **Spirochety** - bakterie (např. syphilis – *Treponema pallidum*, vrozená příjice – hluchota, slepota, postižení zubů)
- **Toxoplasma gondii** (parazit, mikrocefalie, mentální retardace, slepota)





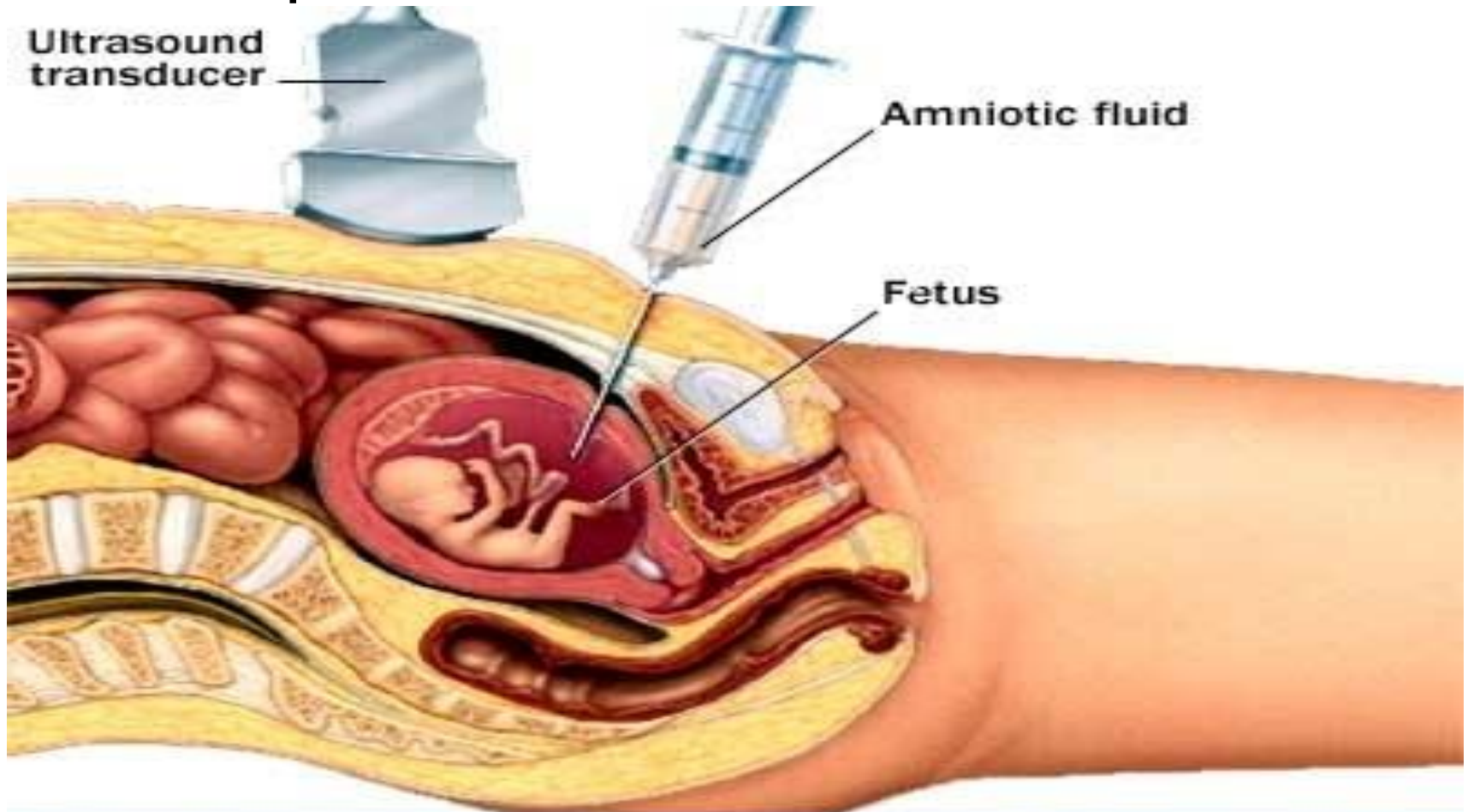
Amnion = ovčí blána

- (amnos = jehně řecky; agnus lat.)
- blanitý vak obklopující a chránící zárodek
- **8D**: v epiblastu se objevují dutinky - dehiscence
- amniová dutina (*cavitas amniotica*)
- amnioblasty – jednovrstevný kubický epitel
- extraembryonální mezoderm
- amniová tekutina (*liquor amnioticus*)
 - zatéká do plodových dýchacích cest
 - vyměšování moči
 - polykání (konec 3. trimestru – 400 ml denně)
 - 99 % vody
- oligohydramnion – ageneze ledvin (sekvence Potterové), předčasná ruptura amniochoriové membrány
- polyhydramnion – atrezie jícnu, těžké poruchy vývoje nervové soustavy



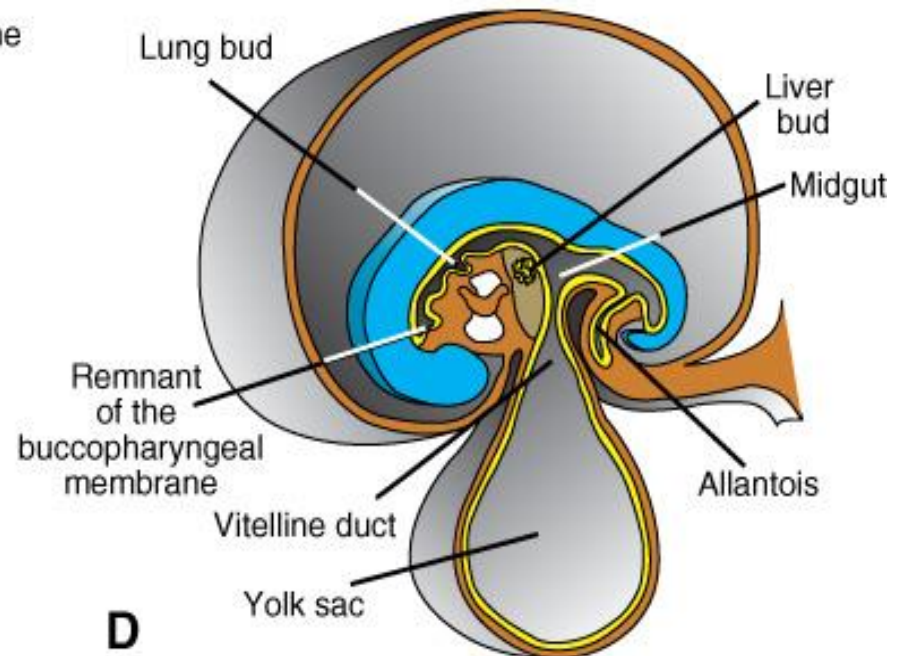
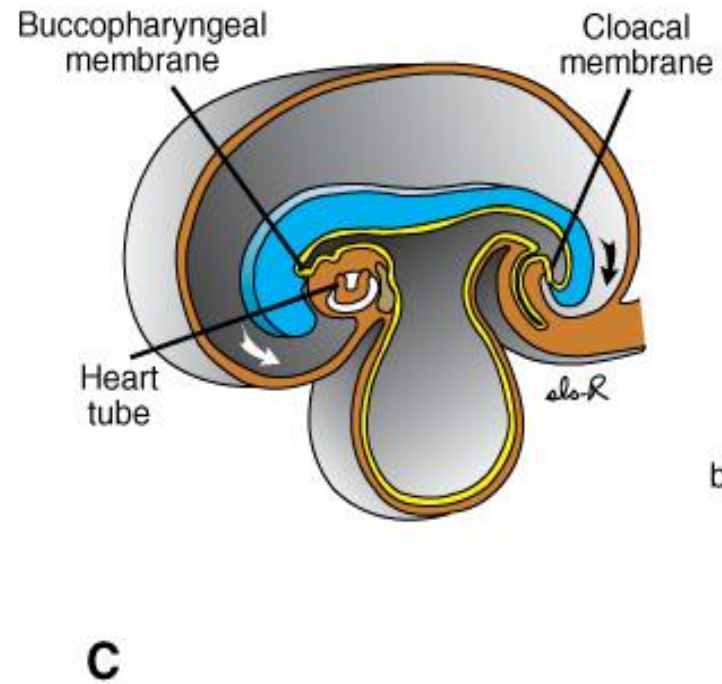
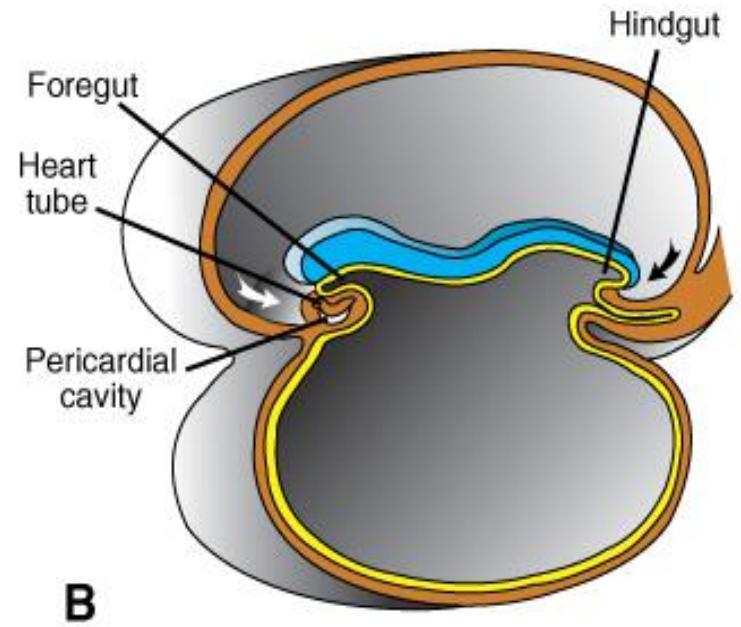
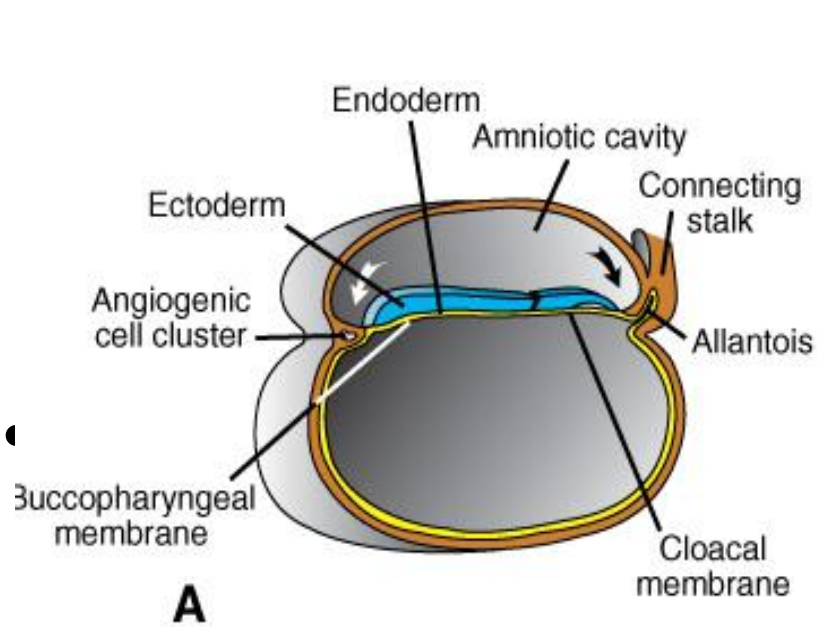
Amniocentesis

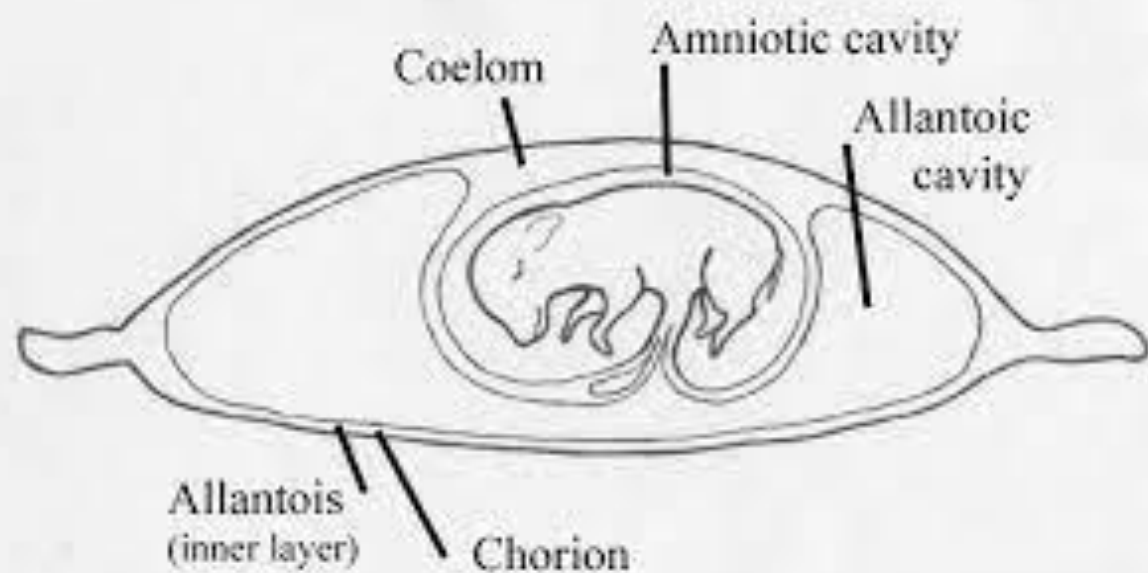
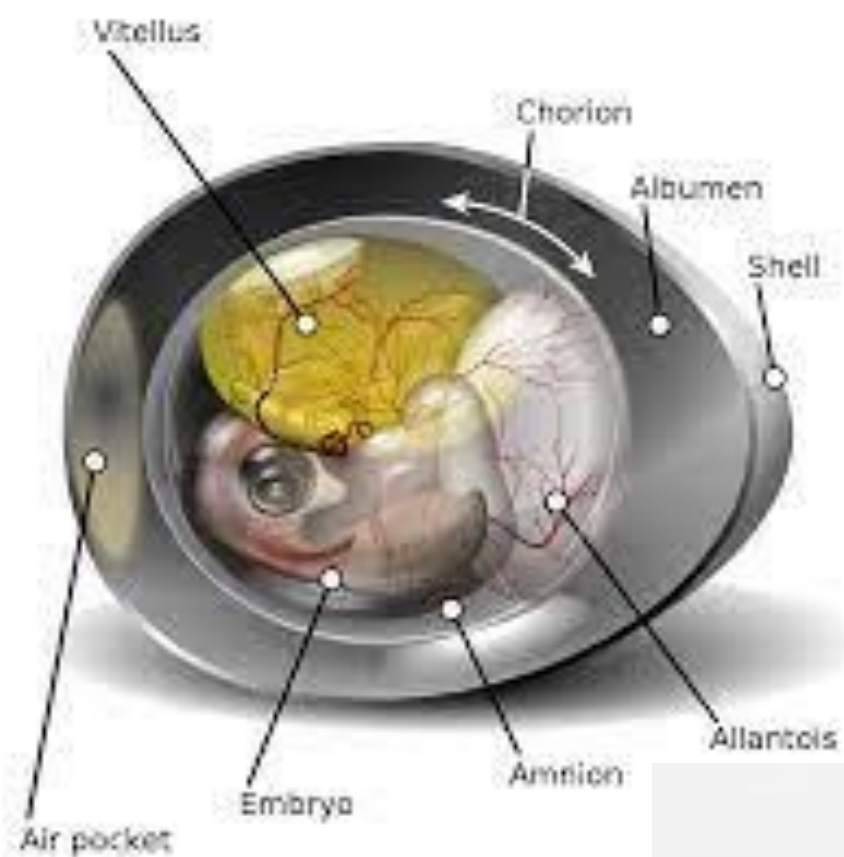
- 16.-20. týden
- riziko spontánního abortu < 0,5%



Allantois

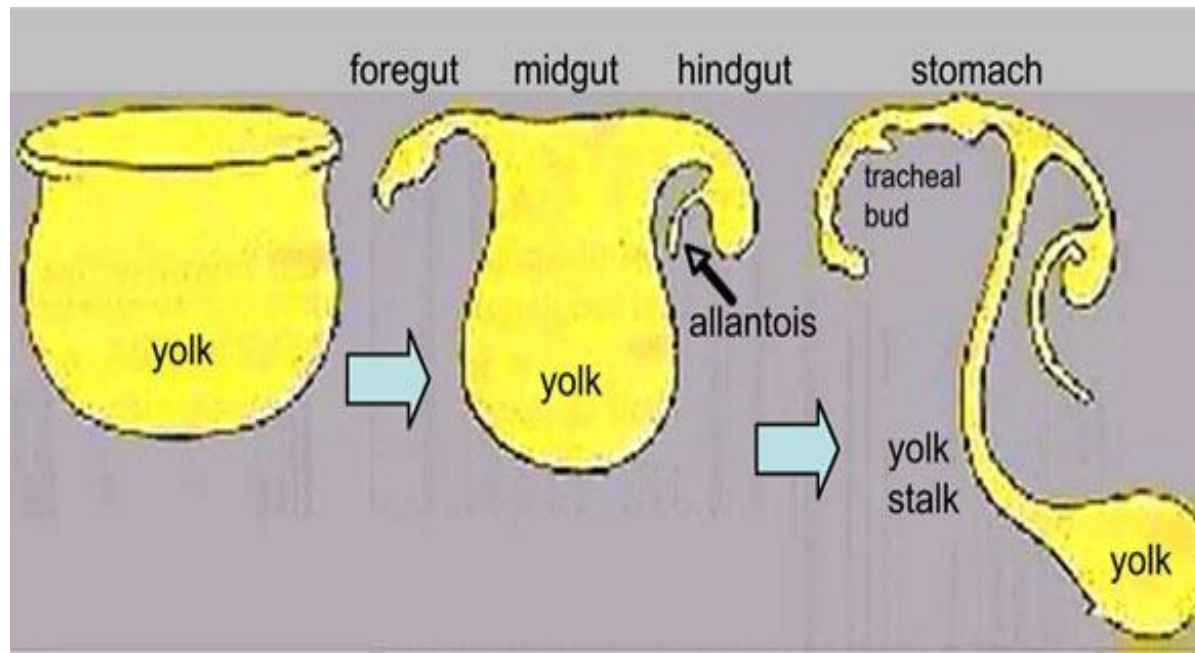
- (allas = salám, jitrnice, klobása)
- výchlípka kaudální části stěny žloutkového váčku vybíhá do zárodečného stvolu
- později se ústí přesune do kloaky
- **3-5T: krvetvorba**
 - vasa allantoica → **vasa umbilicalia**
- intraembryonální část → urachus + pars vesicalis sinus urogenitalis → **močový měchýř (část)**
- **urachus** → ligamentum umbilicale medianum (= chorda urachi) v dospělosti





Žloutkový váček (*Vesicula umbilicalis*, *Saccus vitellinus*)

- blastocystová dutina → exocoelom = **primární žloutkový váček**
- **sekundární žloutkový váček** - dutina spojená s primitivním střevem – extraembr. endoderm (z hypoblastu) a extraembr. splachnický mezoderm

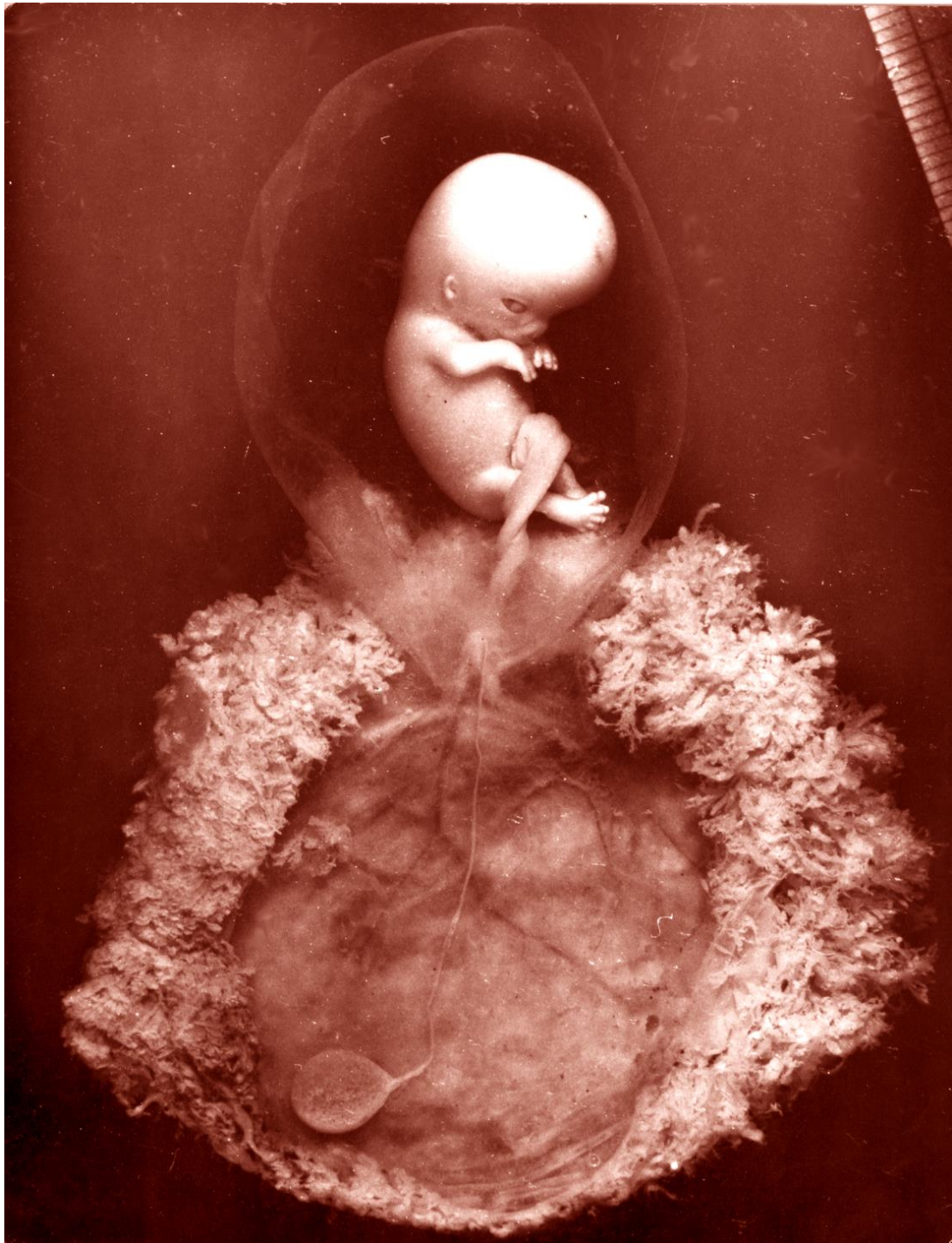


Žloutkový váček

- dočasná struktura, zánik 11T
- část se použije na vývoj střeva (4T)
- část může zůstat jako: diverticulum ilei *Meckeli* (2 %)

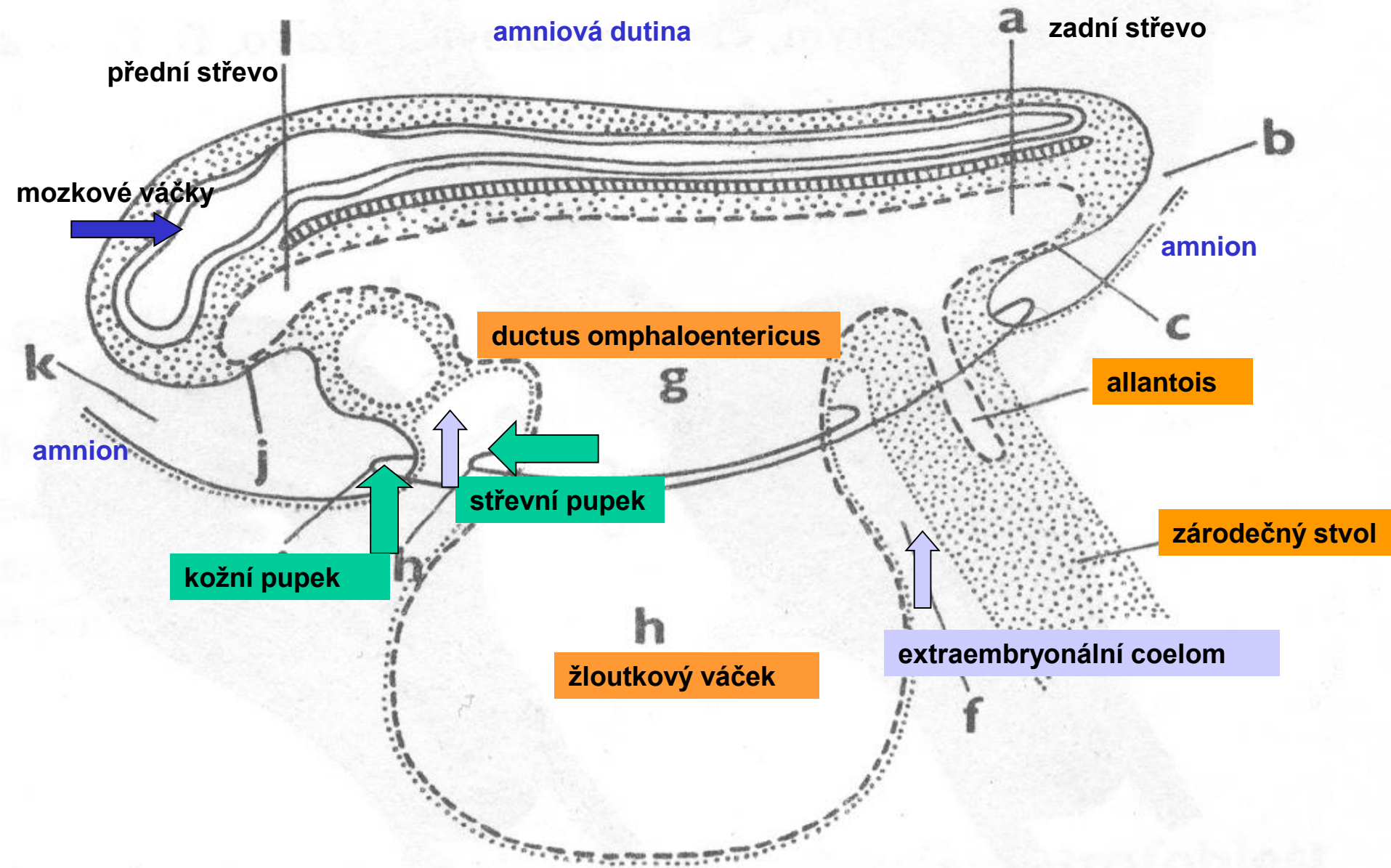
funkce:

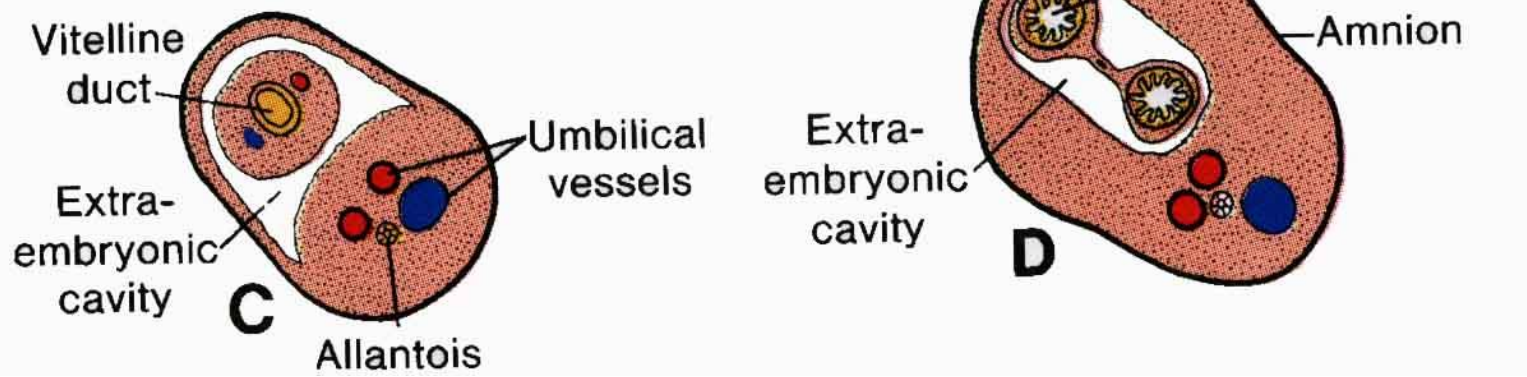
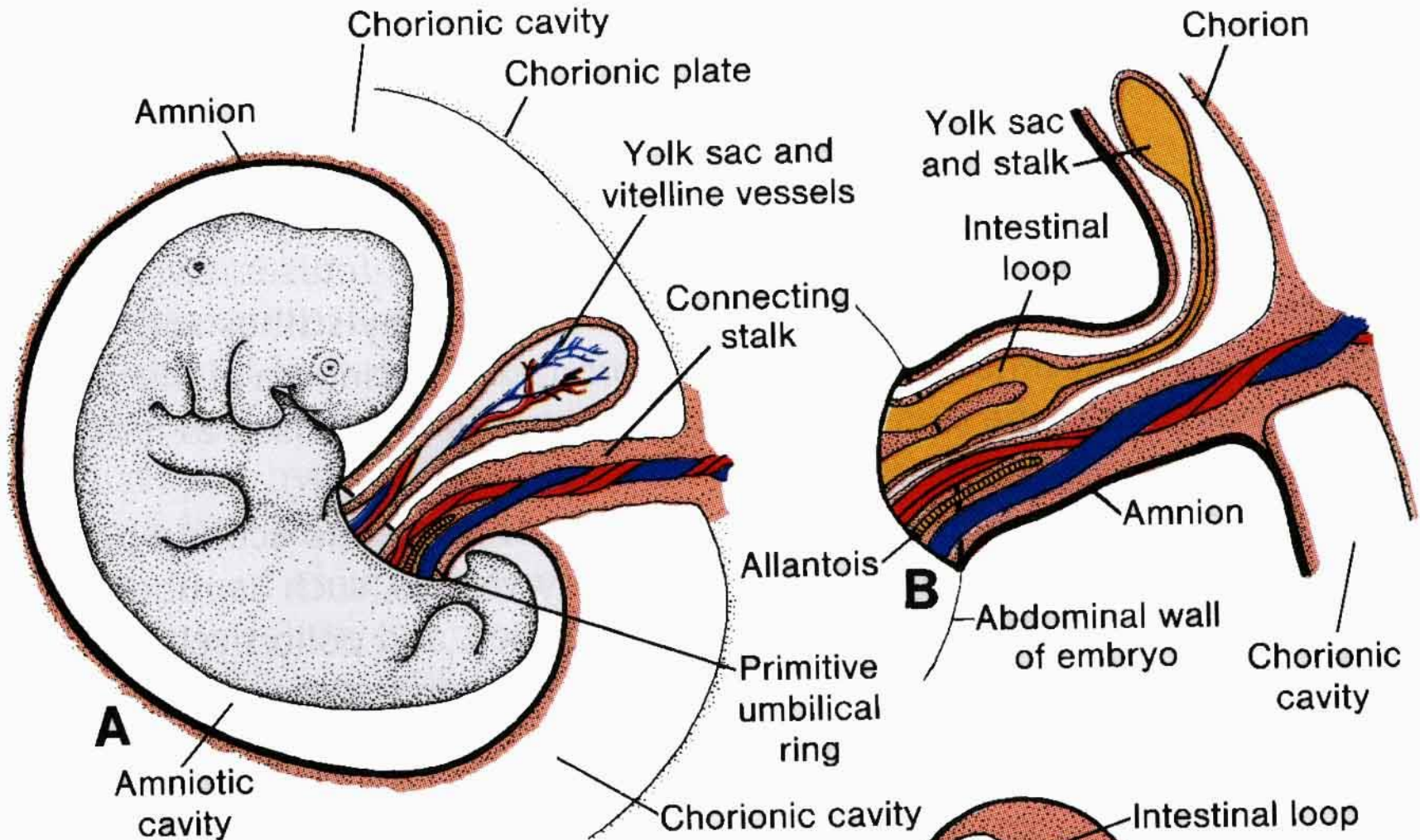
- 2-3T: selektivní transport tekutin a živin k zárodku
- **13D: prvopohlavní buňky**
- **vasa omphaloenterica → z žil vzniká část řečiště jater a v. portae**
- **3-6T: první krvetvorba v těle !**



55 dní

vývoj pupečníku





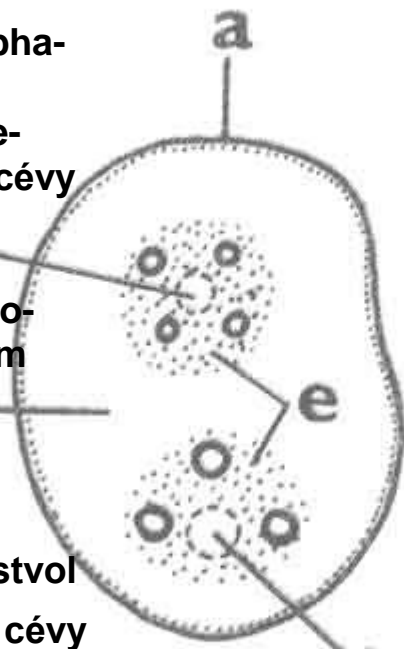
amniový epitel

ductus omphaloentericus
omphalomesenterické cévy

extraembryonální coelom

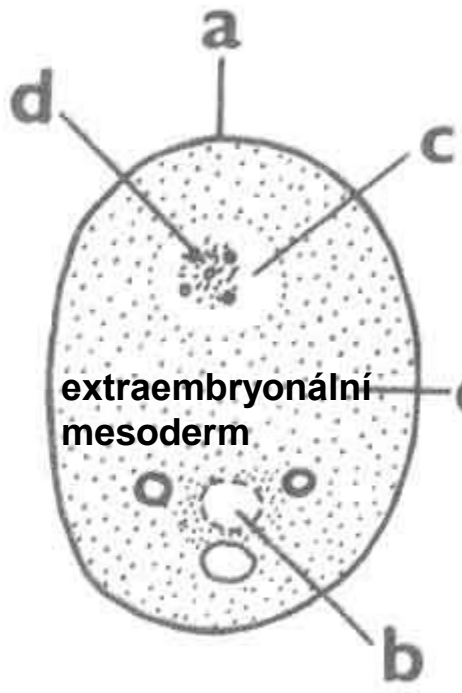
zárodečný stvol
umbilikální cévy

A



B

extraembryonální mesoderm



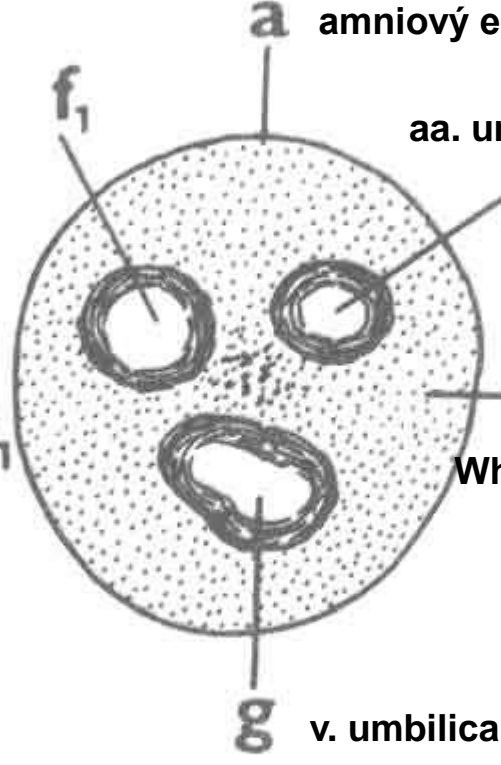
C

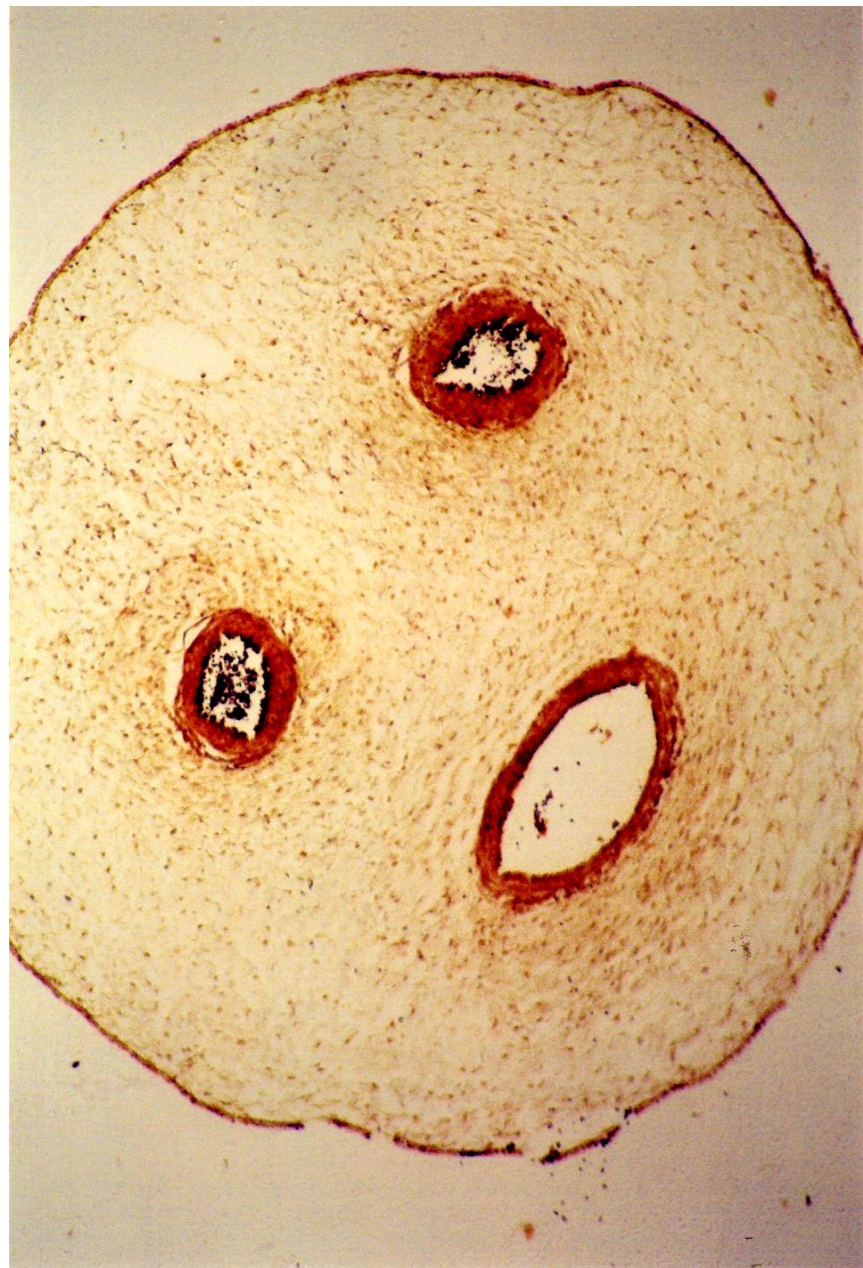
amniový epitel

aa. umbilicales

Whartonův rosol

v. umbilicalis





Pupečník (*Funiculus umbilicalis*)

- délka 50 – 60 cm
- na povrchu amniový epitel, uvnitř Whartonův rosol (rosolovité vazivo z extraembryonálního mezodermu)
- aa. + vv. umbilicales
 - anastomosis interarterialis transversa Hyrtli
 - pravá žíla → zaniká → v. umbilicalis impar
- **6-10T**: ansa umbilicalis intestini (fyziologická herniace střev do pupečnickového coelomu)
- **3M**: ductus omphaloentericus (vitellointestinalis) - zaniká
- žloutkový váček - zaniká
- allantois – zaniká (pozůstatkem může být urachus)



Anomálie pupečníku

- abnormálně krátký pupečník < 30 cm
- abnormálně dlouhý pupečník > 80 cm
- jedna pupeční tepna (*a. umbilicalis singularis*)
- nepravý uzel (*nodus spurius funiculi umbilicalis*) – kličky cév, které jsou delší než vlastní pupečník, bez klinického významu

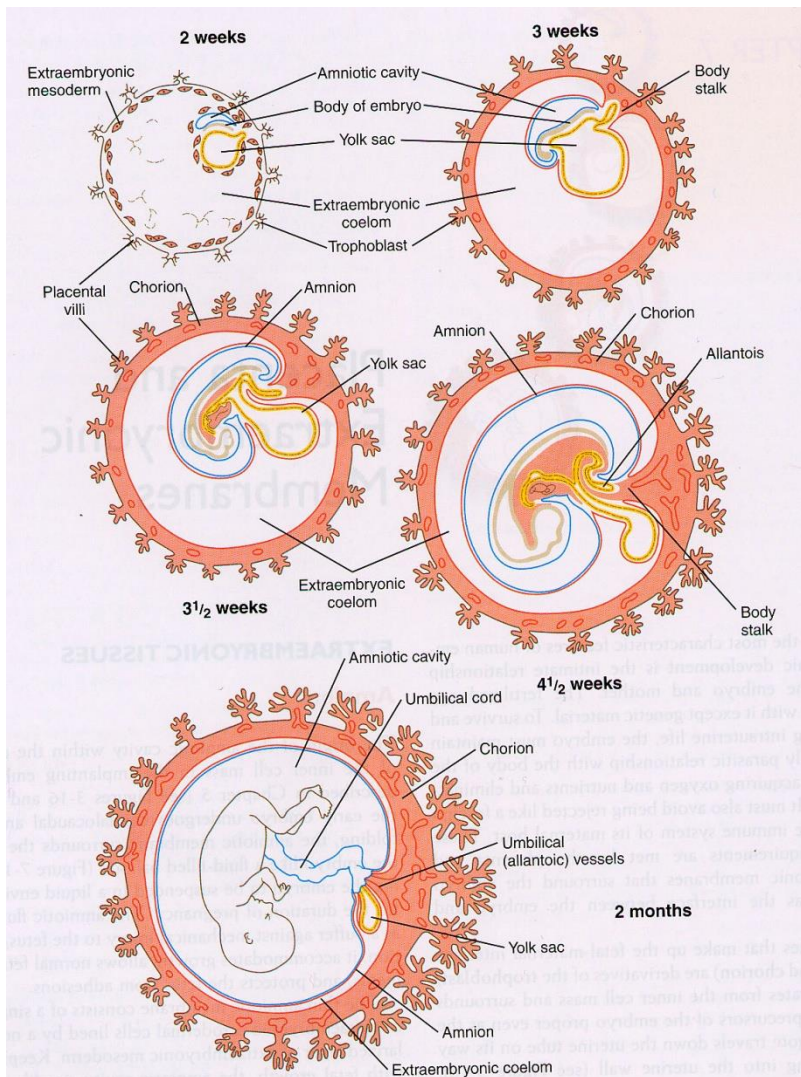


- pravý uzel (*nodus verus funiculi umbilicalis*) – 1 % těhotenství, při utažení riziko těžké anoxie



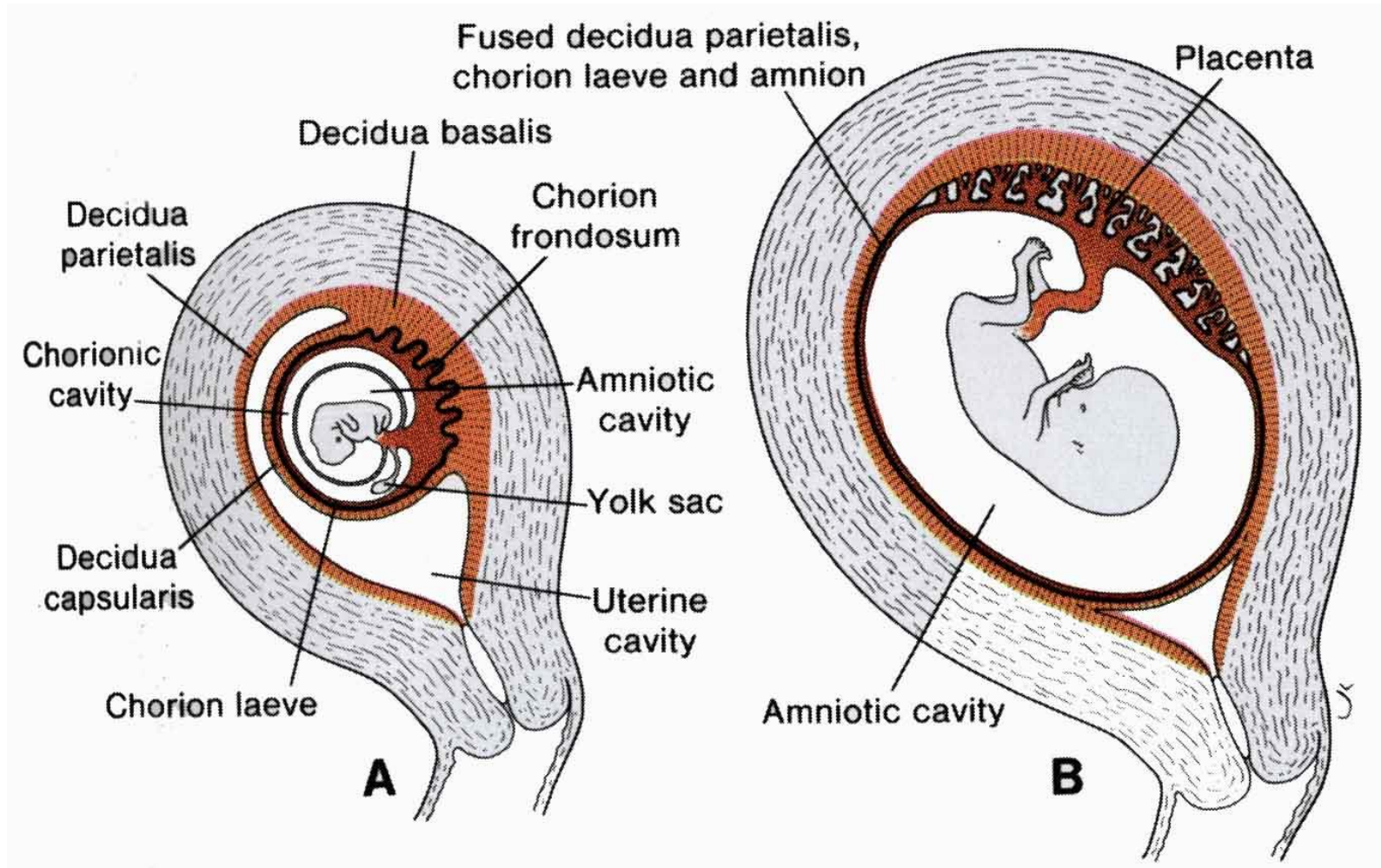
Plodové obaly (*Membranae fetales definitivae*)

- 8T: růstem zárodku v amniovém vaku zaniká choriová dutina → **amniochorion**
- uvnitř amniový epitel,
- vně choriové klky



další růst: → zánik děložní dutiny + srůst decidua capsularis et parietalis

další růst: → amniochorion sroste s deciduou → **plodový vak**



8. týden

12. týden

Plodové obaly

Plodové obaly

Amnion – epitel amnia (amnioblasty)
- mesoderm amnia

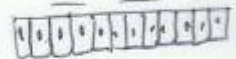


Dutina extraembryonálního coelomu obliteruje během 8. týdne

Chorion – mesoderm choria
- cytotrofoblast
- syncytiotrofoblast



Decidua capsularis – lamina propria
- epitel



Dutina děložní obliteruje na konci 2. trimestru

Decidua parietalis – epitel
- lamina propria

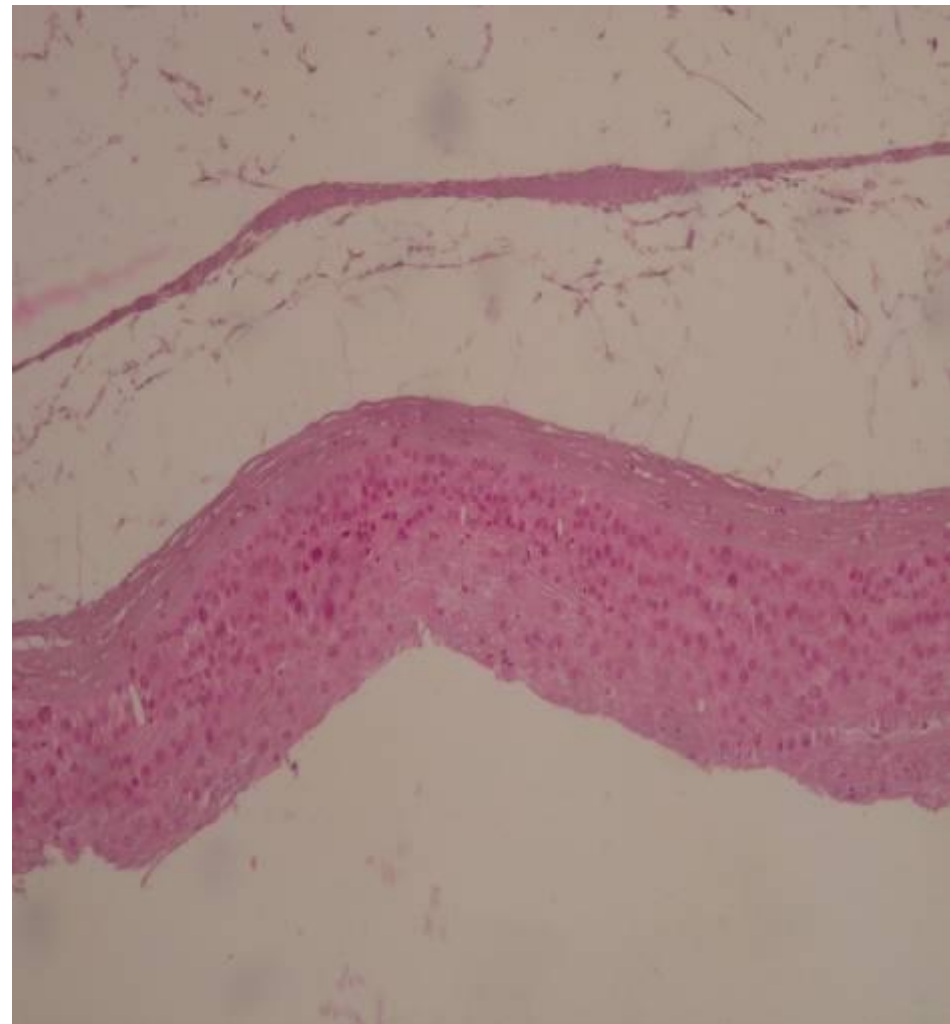


AMNIOBLASTY

MESODERM A+CH

CYTOTROFOBLAST

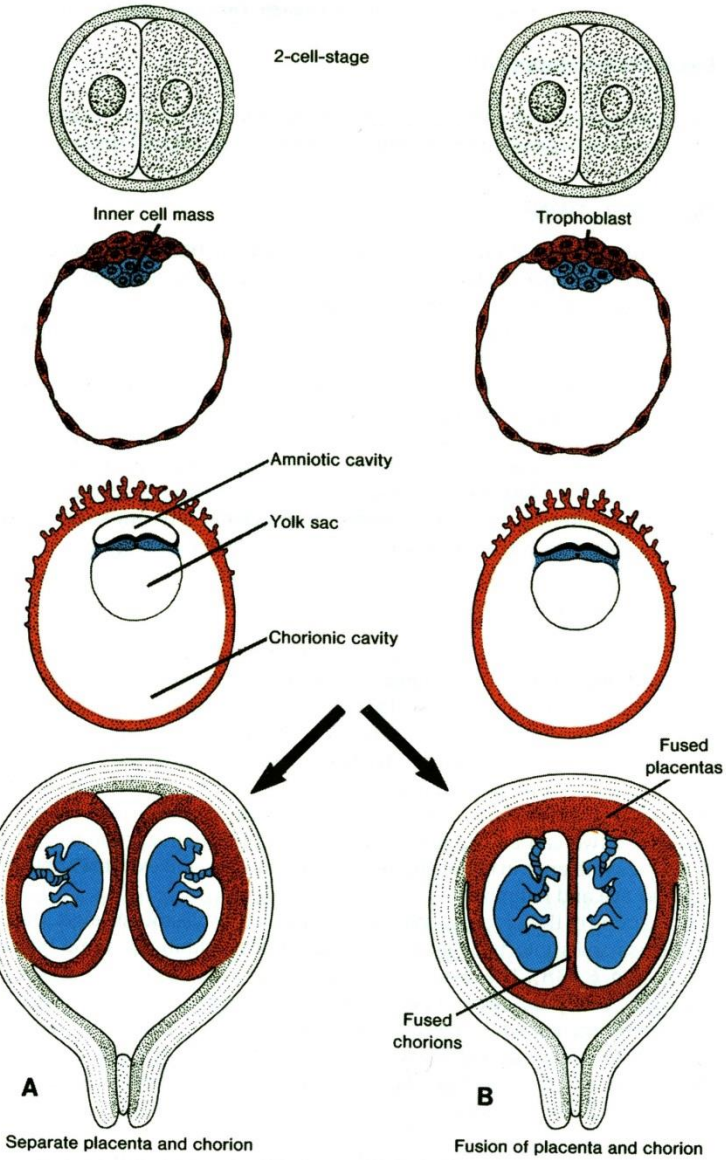
DECIDUA PARIETALIS



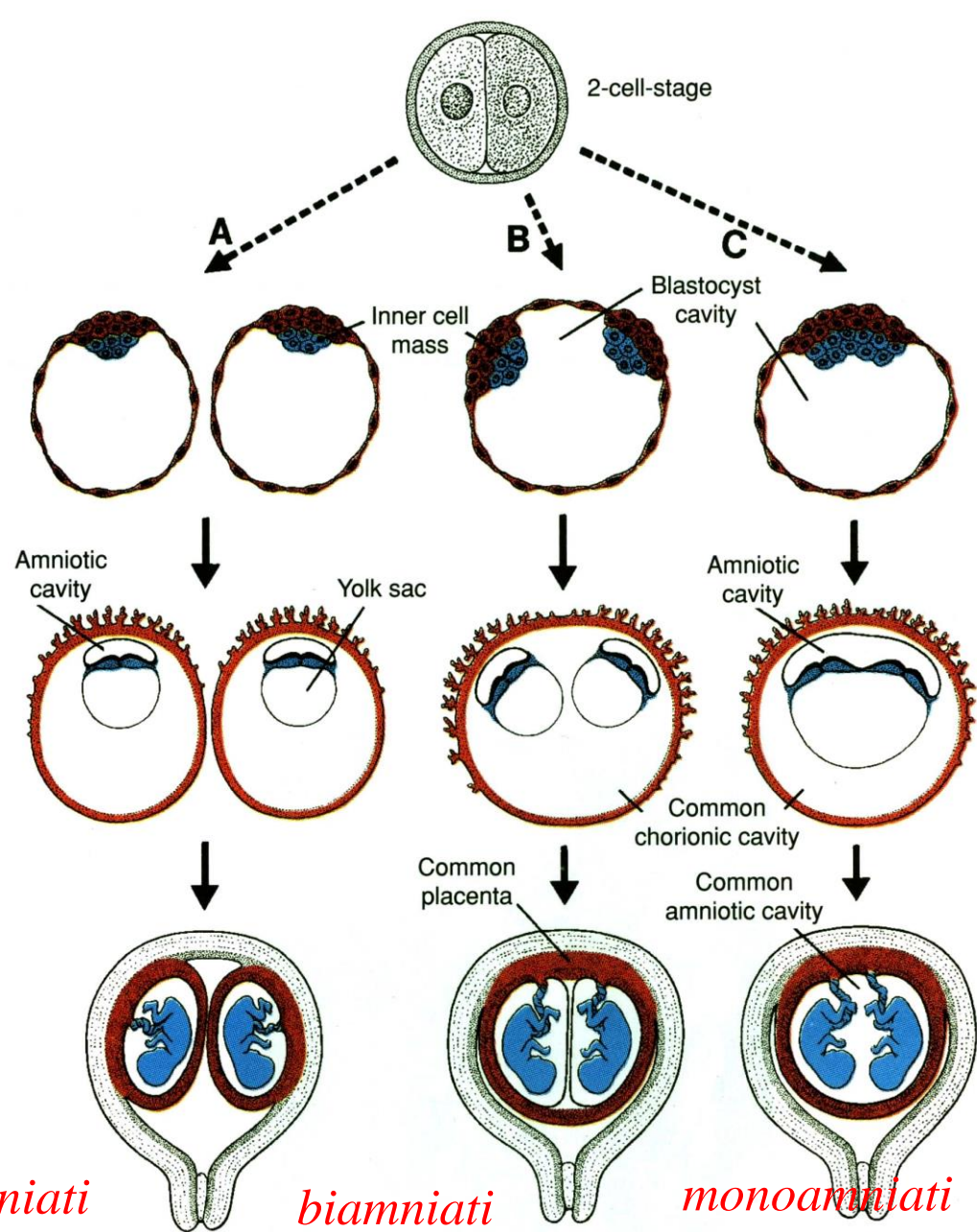
Mnohočetné těhotenství

- **Dizygotická dvojčata**
 - 2/3 všech dvojčat
 - oplození ze 2 ženských a 2 mužských gamet
 - vývoj 2 zygot
 - vždy 2 amnia a 2 choria
 - rozdílný fenotyp, možné rozdílné pohlaví
- **Monozygotická dvojčata**
 - z oplození 1 vajíčka
 - vždy stejné pohlaví i fenotyp
 - podle doby rozdělení dvojčat různý stupeň oddělení plodových obalů

Dizygotická dvojčata



Monozygotická dvojčata



*biamniati
bichoriati*

*biamniati
monochoriati*

*monoamniati
monochoriati*

Monoamniati

- nebezpečí neúplného rozdělení embryoblastu → vznik srostlic
- srostlice (symetrické, „siamská dvojčata“)
 - thoracopagus
 - craniopagus
 - dicephalus
 - dipygus
- parazitické dvojče (asymetrické)
 - thoracopagus parasiticus, ...

