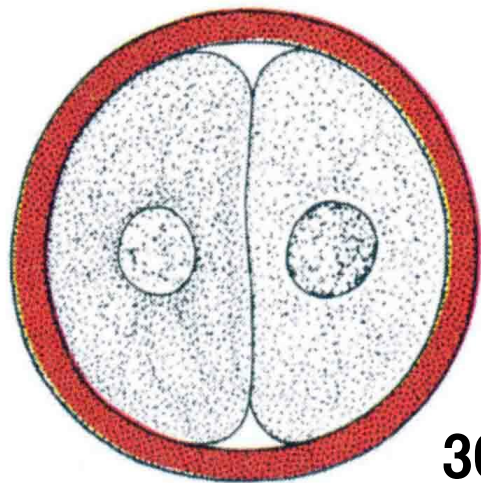


VÝVOJ PLODOVÝCH OBALU, PUPEČNÍKU A PLACENTY

Rýhování zygoty

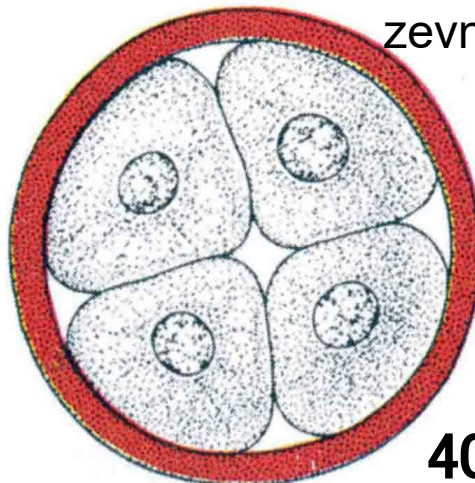
- asi 30 hodin po fertilizaci se zygoty opakovaně mitoticky dělí („rýhování“) – vzniklé buňky = **blastomery**
 - (blastos = zárodek)
- díky přítomnosti **zona pellucida** se blastomery s každým dělením zmenšují
- v těsném kontaktu blastomer dochází k tzv. **kompakci** (prvotním mezibuněčným interakcím)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





30 h

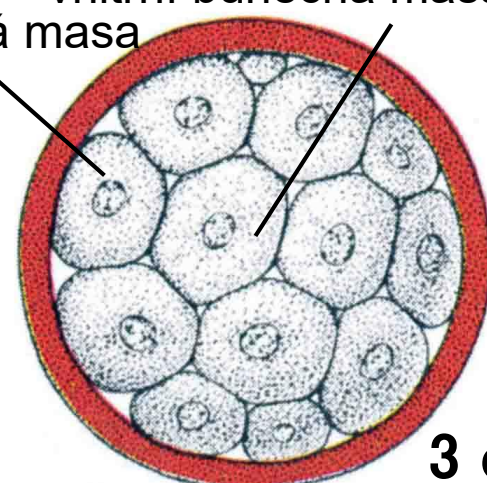
Two-cell stage



40 h

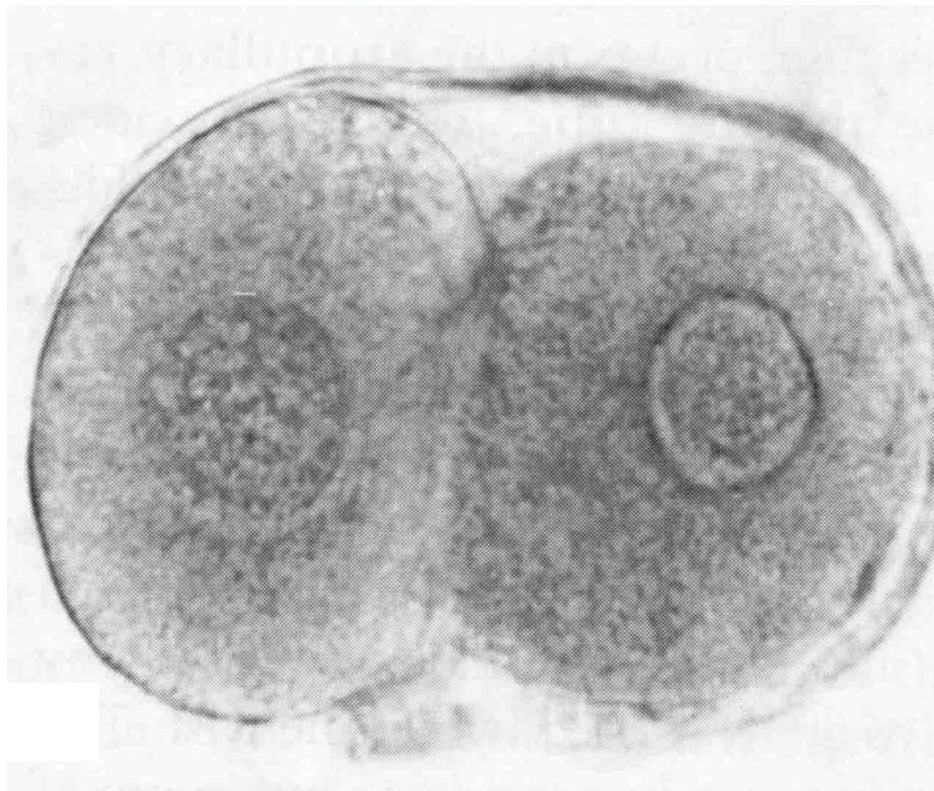
Four-cell stage

vnitřní buněčná masa
zevní buněčná masa



3 d

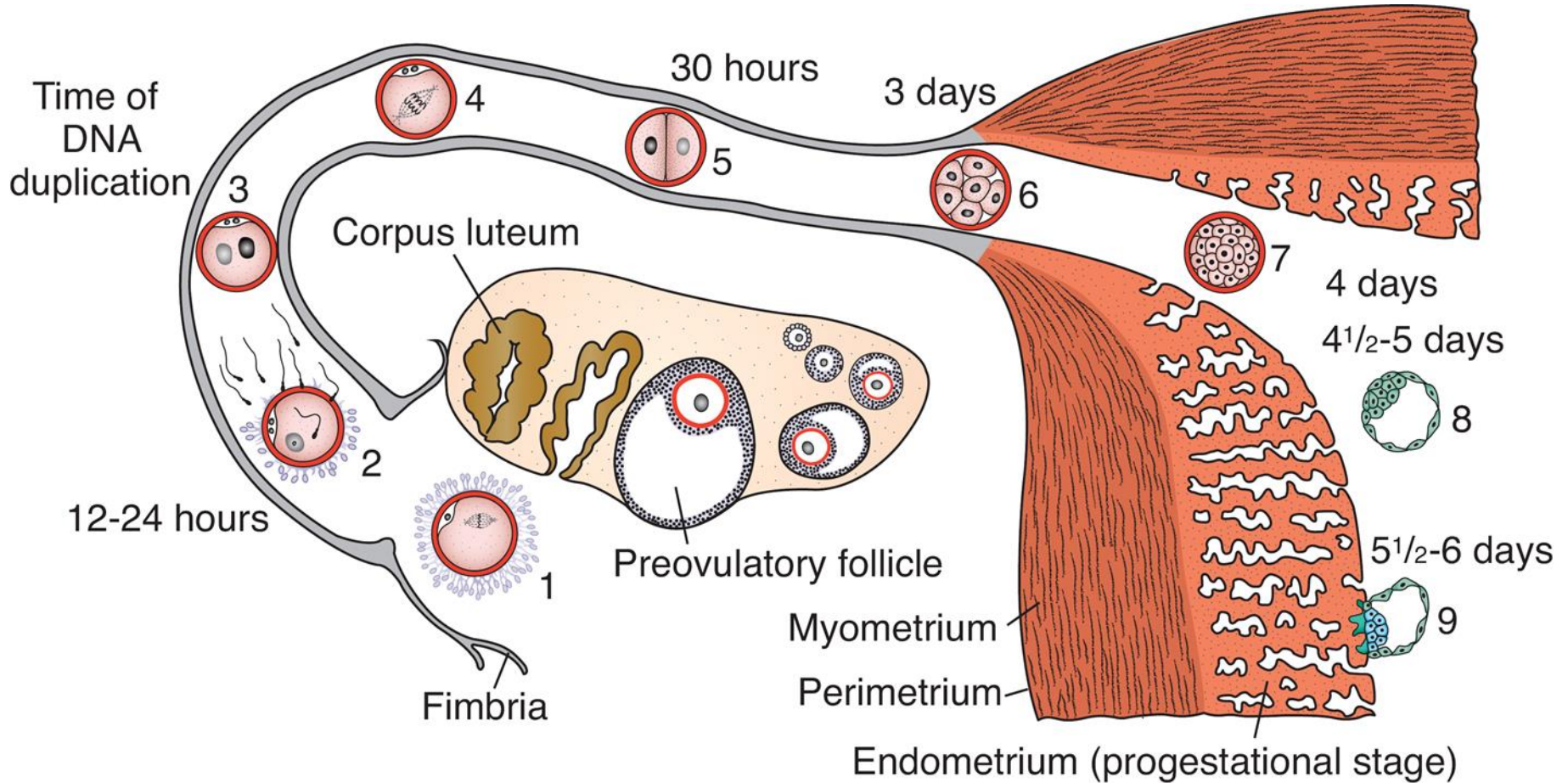
Morula



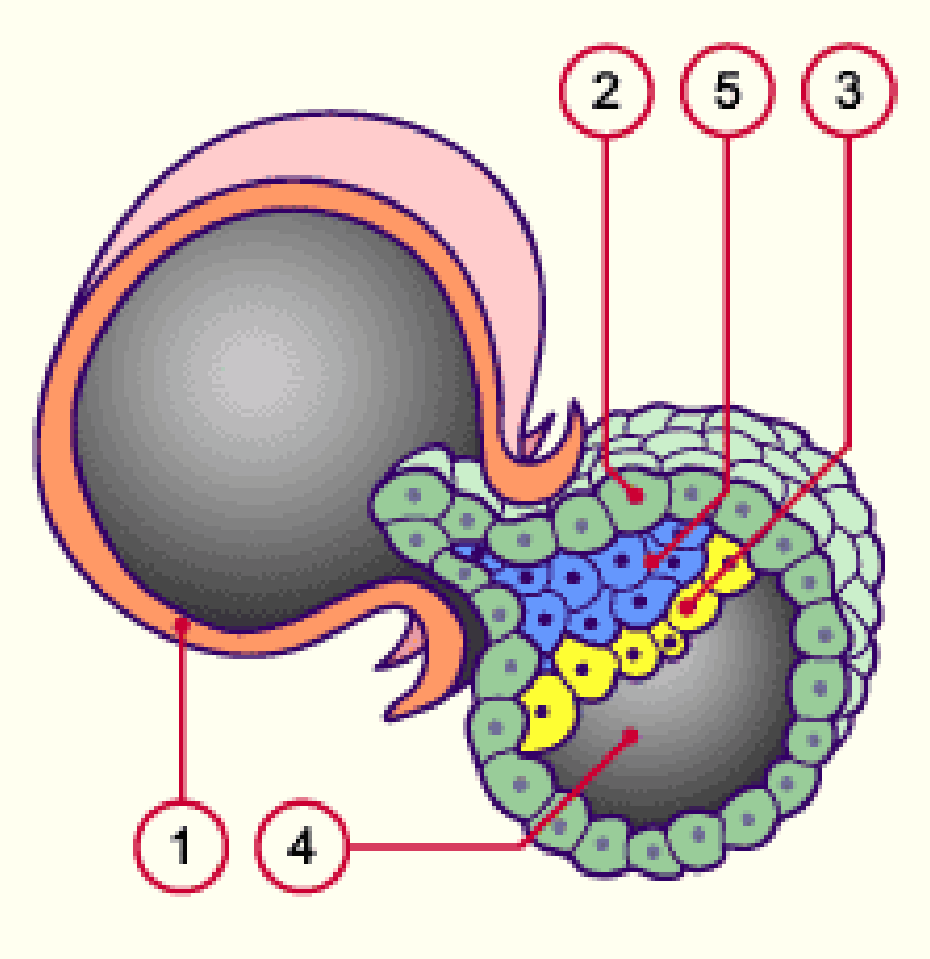
Blastocysta

- 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**

první týden

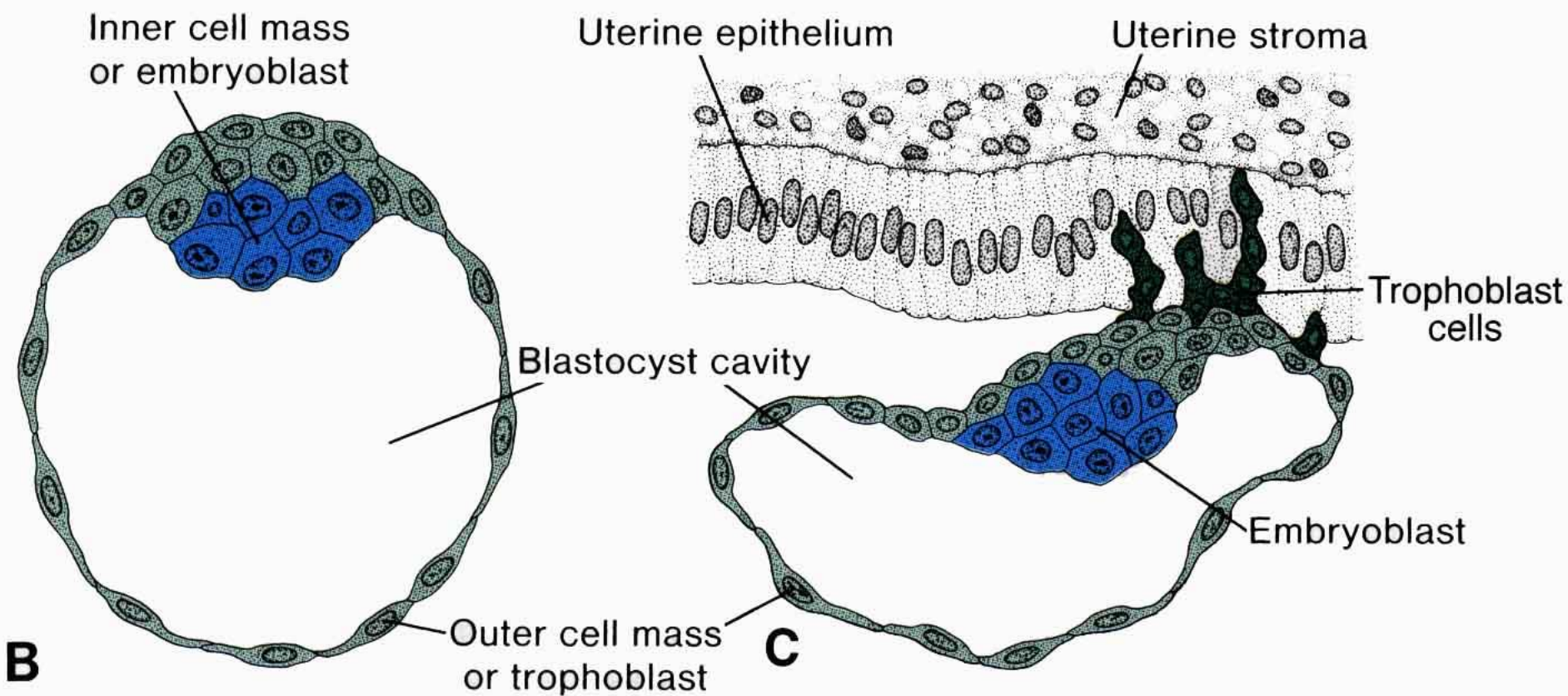


Hatching



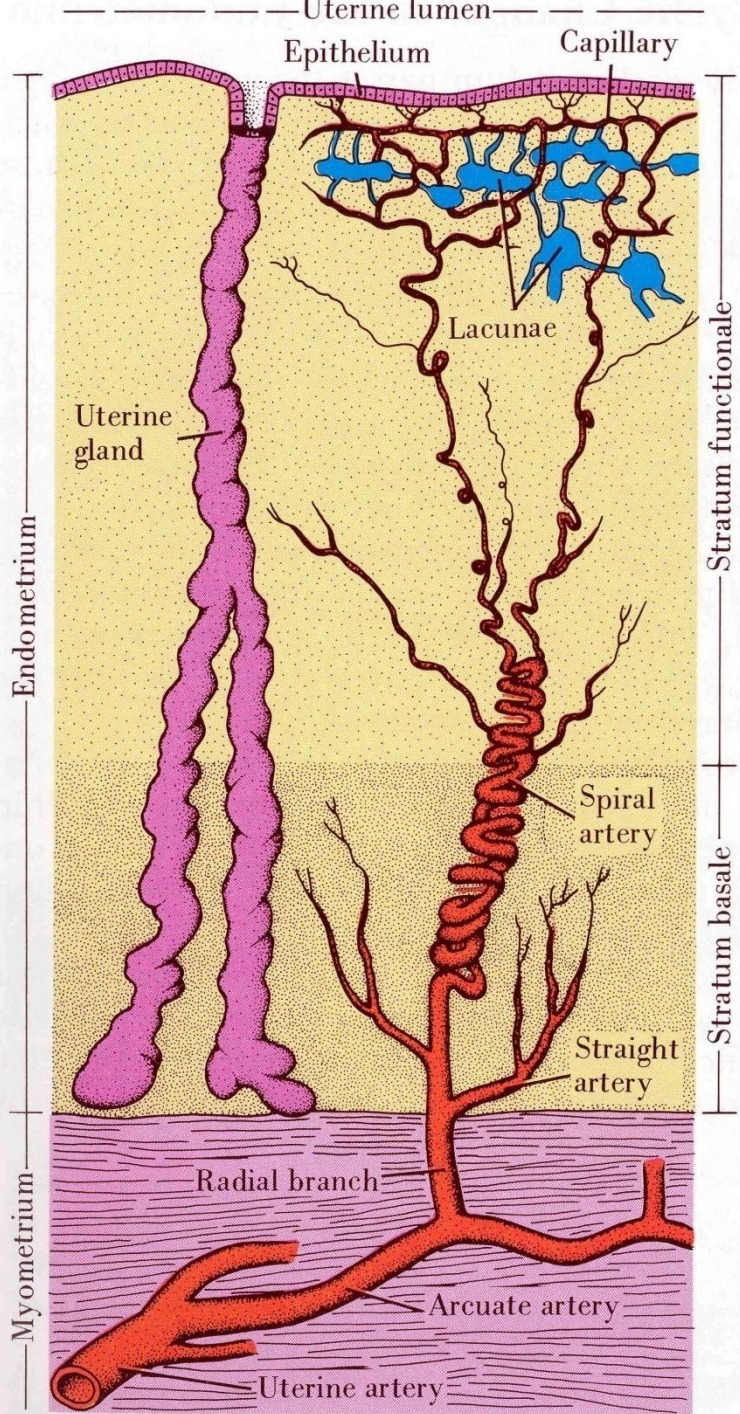
<https://www.youtube.com/watch?v=ExYZ3JZQhUo>

www.embryology.ch



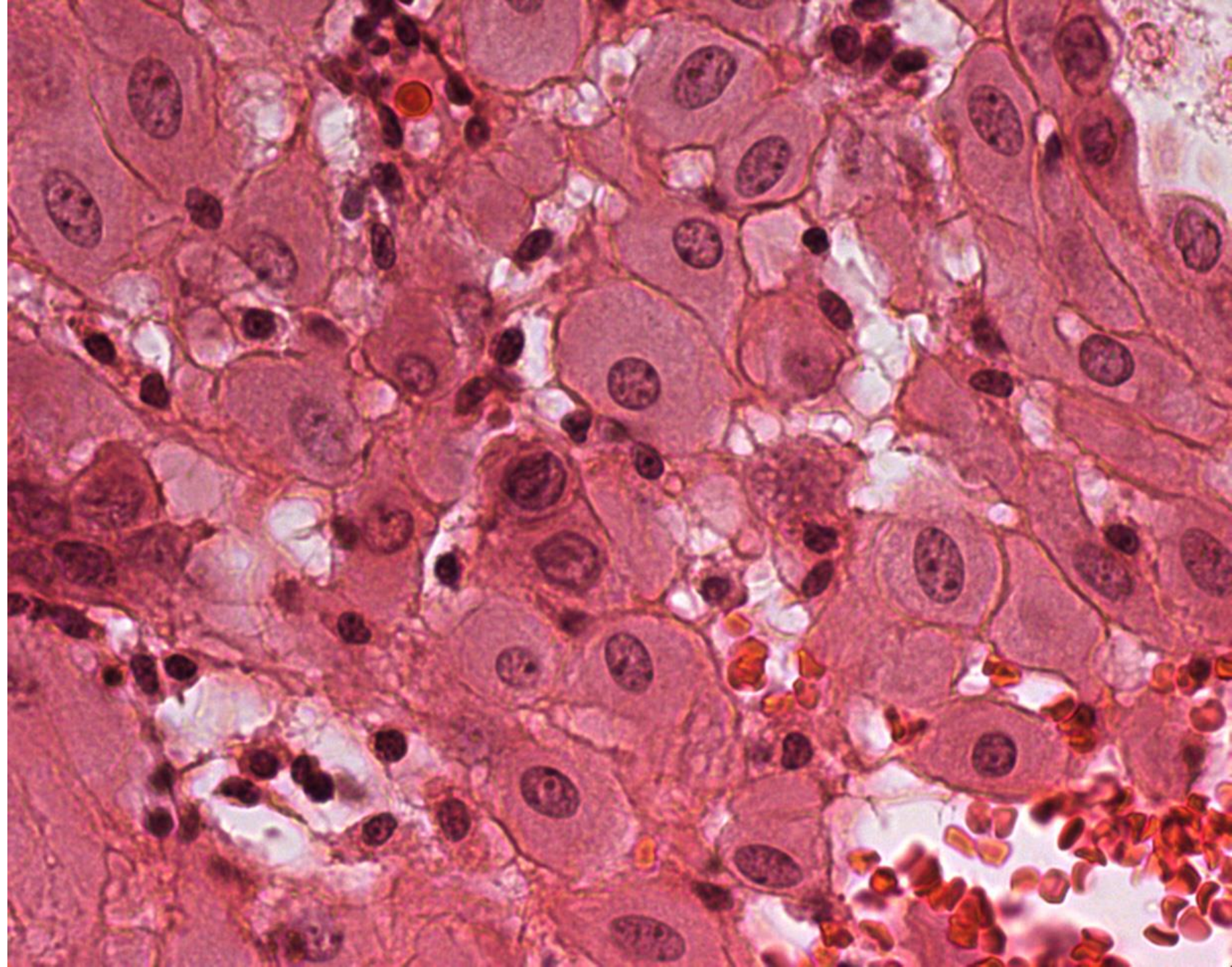
4,5 dne

6 dnů



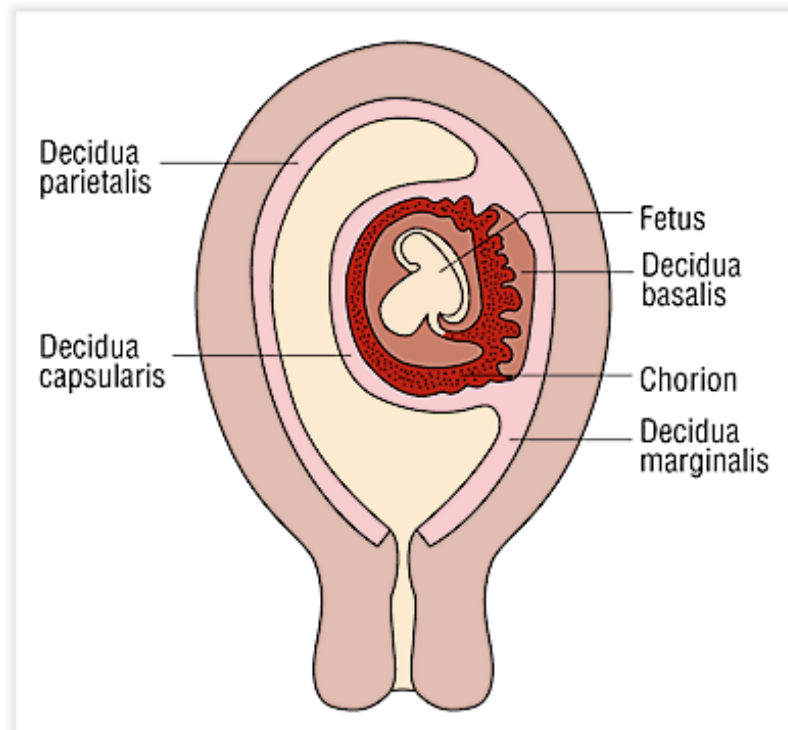
Deciduální reakce endometria

- (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



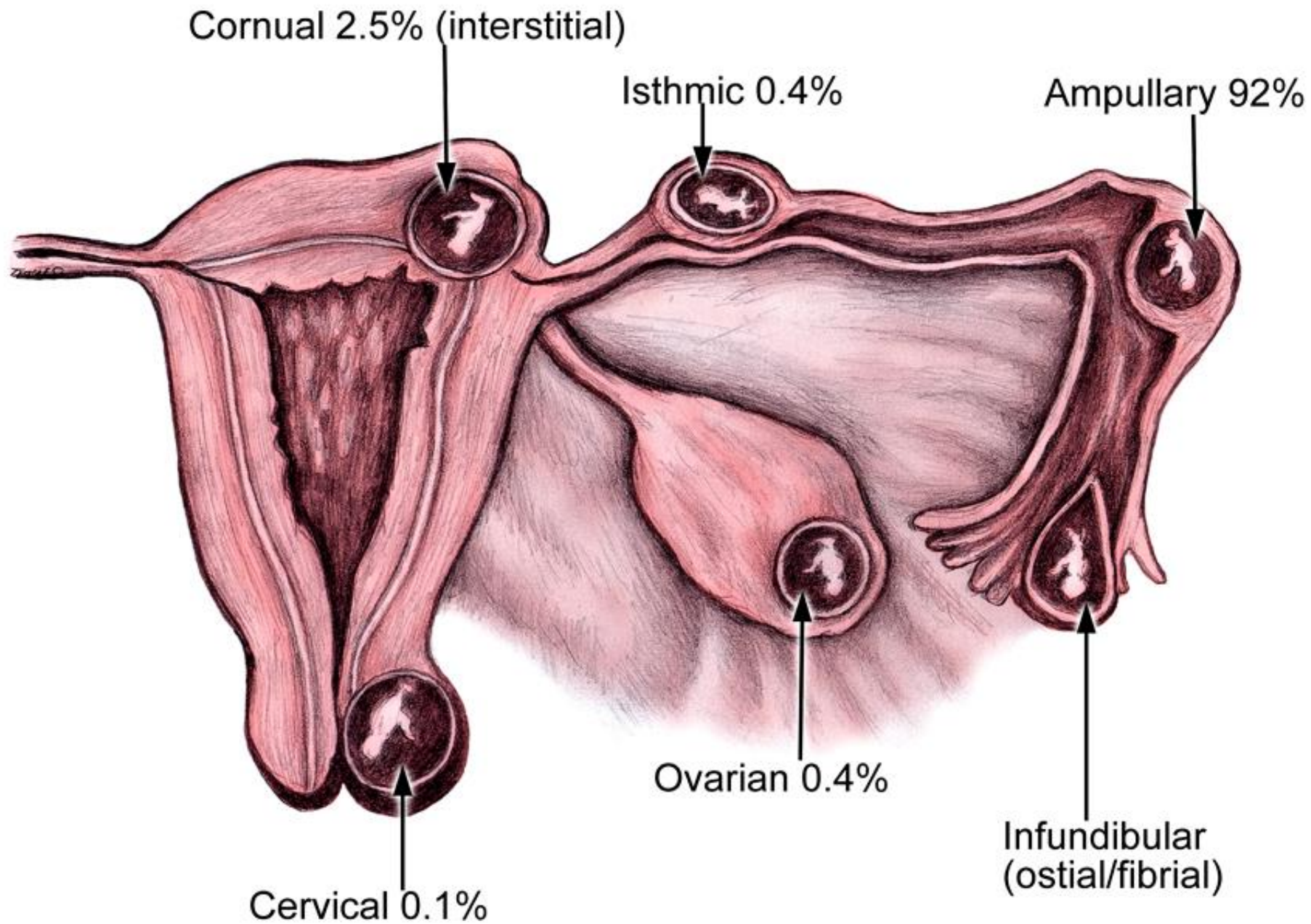
Decidua

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



Implantace (nidace, uhnízdění)

- 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**
- **mimoděložní těhotenství (*graviditas extrauterina*)**
 - uhnízdění ve vejcovodu, pobřišnicové dutině
 - následný růst zárodku ohrožuje život matky – např. krvácení po ruptuře vejcovodu



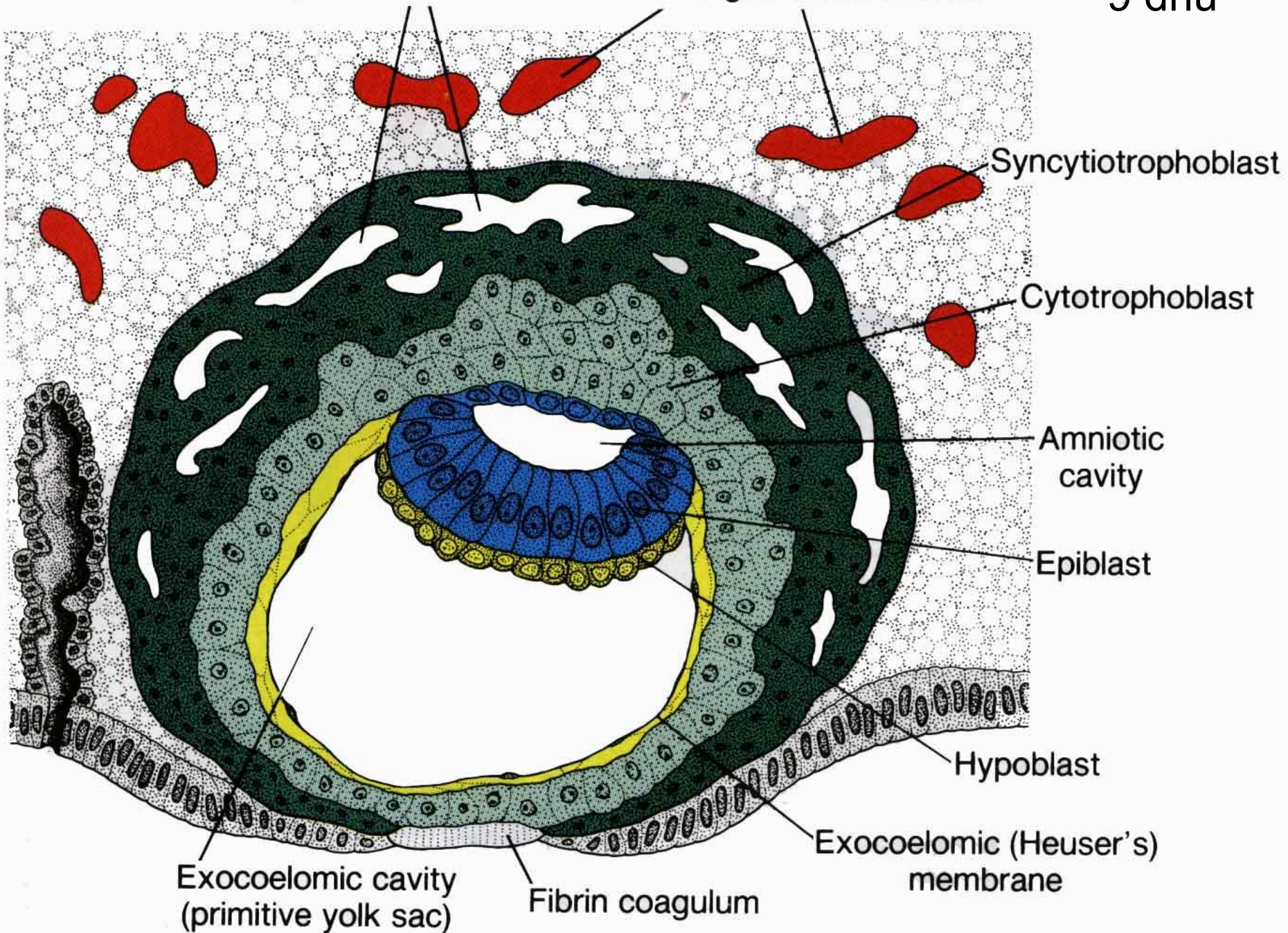
Druhý týden

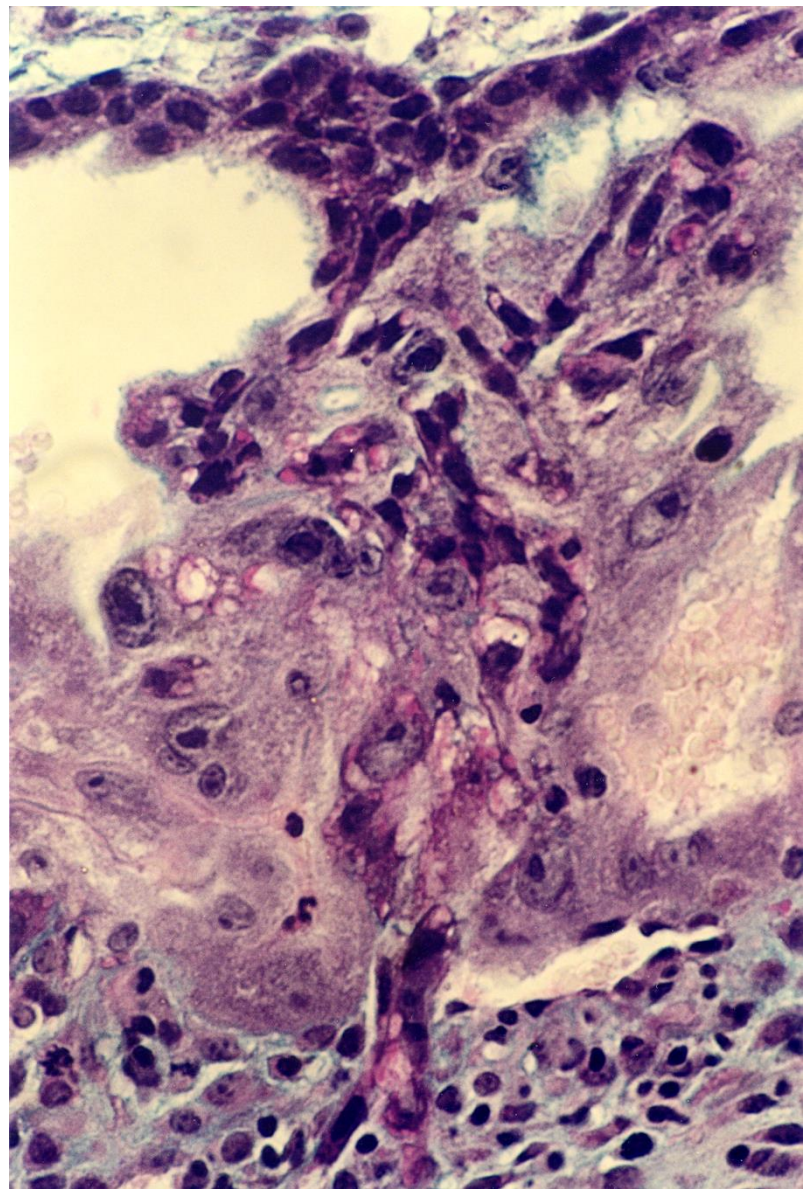
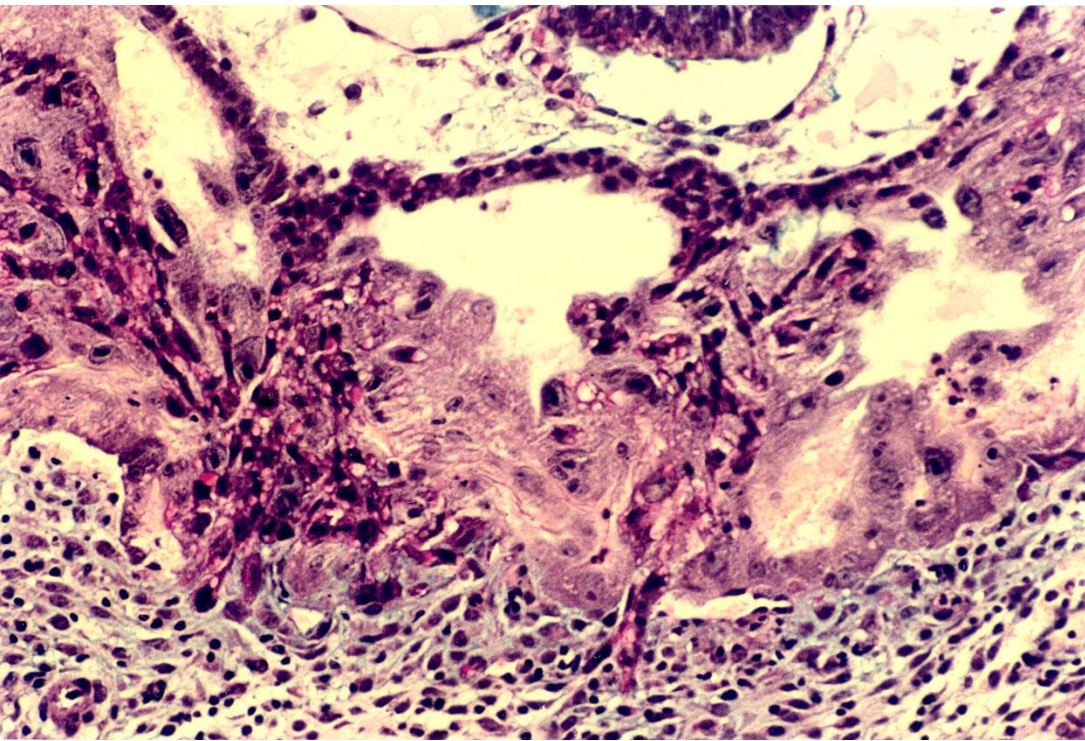
- **8D:** Delaminace embryoblastu = **EPIBLAST** + **HYPOBLAST**
- Dehiscence epiblastu = **amniová dutina (*cavitas amniotica*)**
 - některé buňky epiblastu → **amnioblasty** → obklopují amniovou dutinu
- **9D:** buňky hypoblastu se odštěpují a vystýlají blastocystovou dutinu → **exocoelomová Heuserova 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





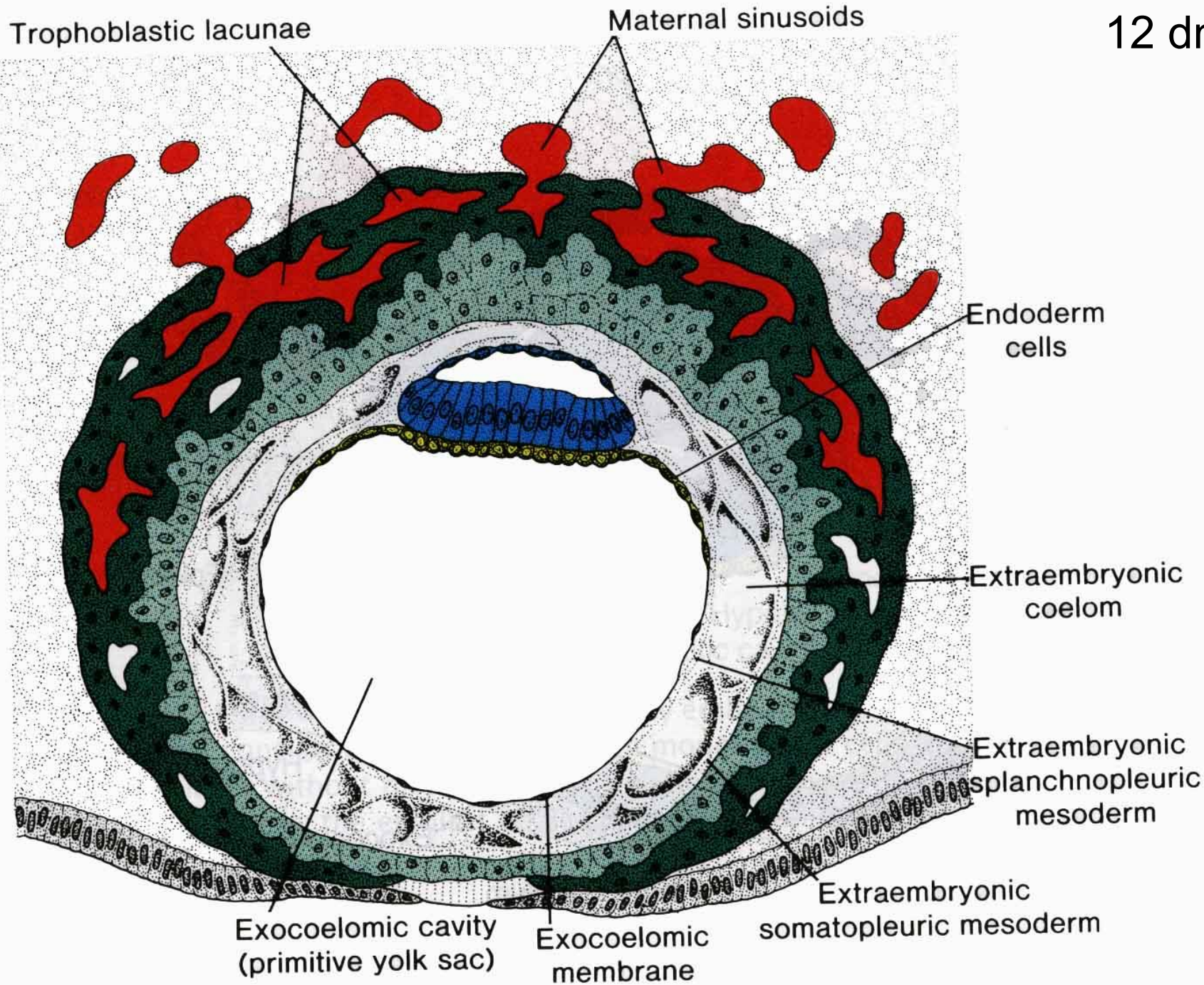
Dokončení zahnízdění

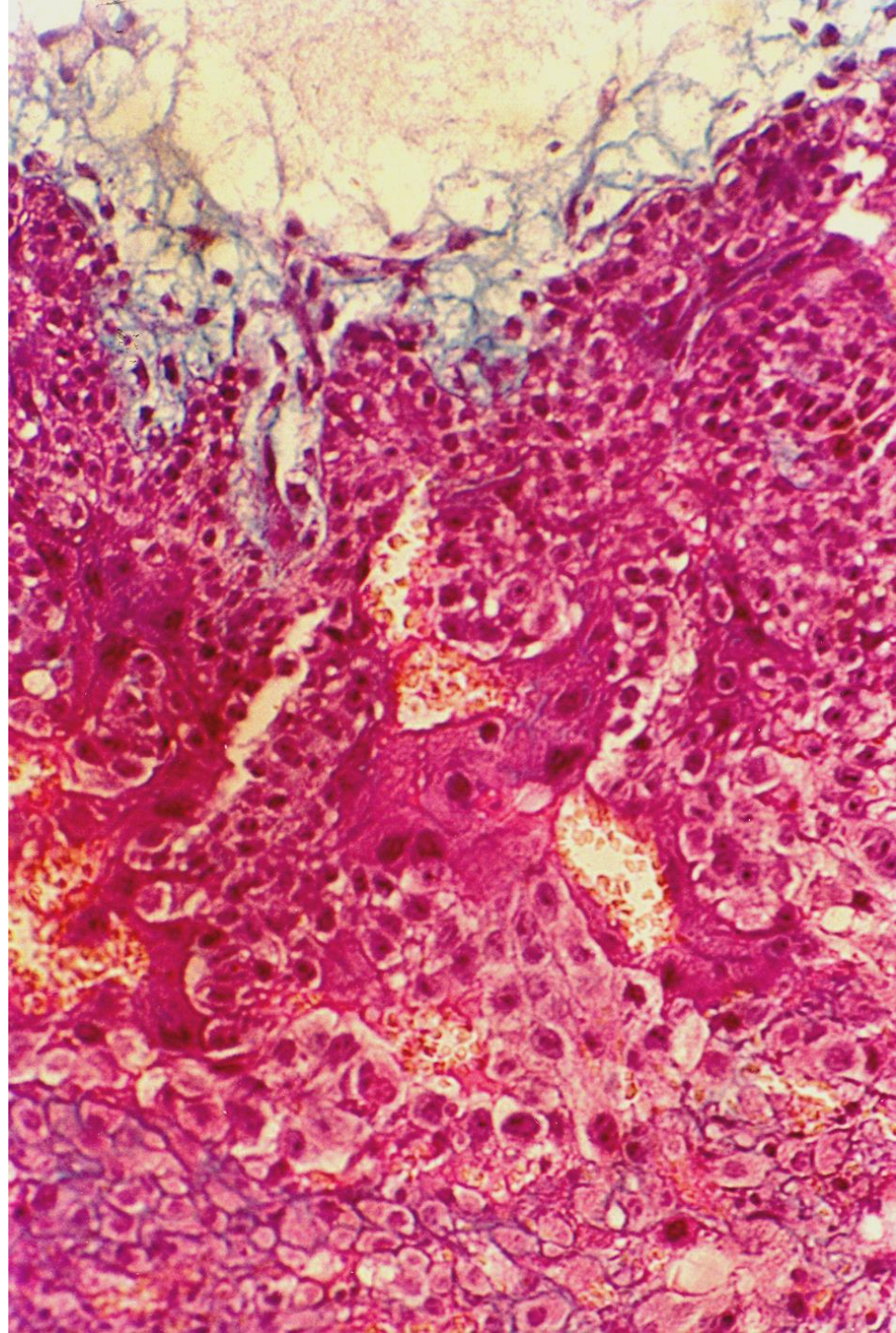
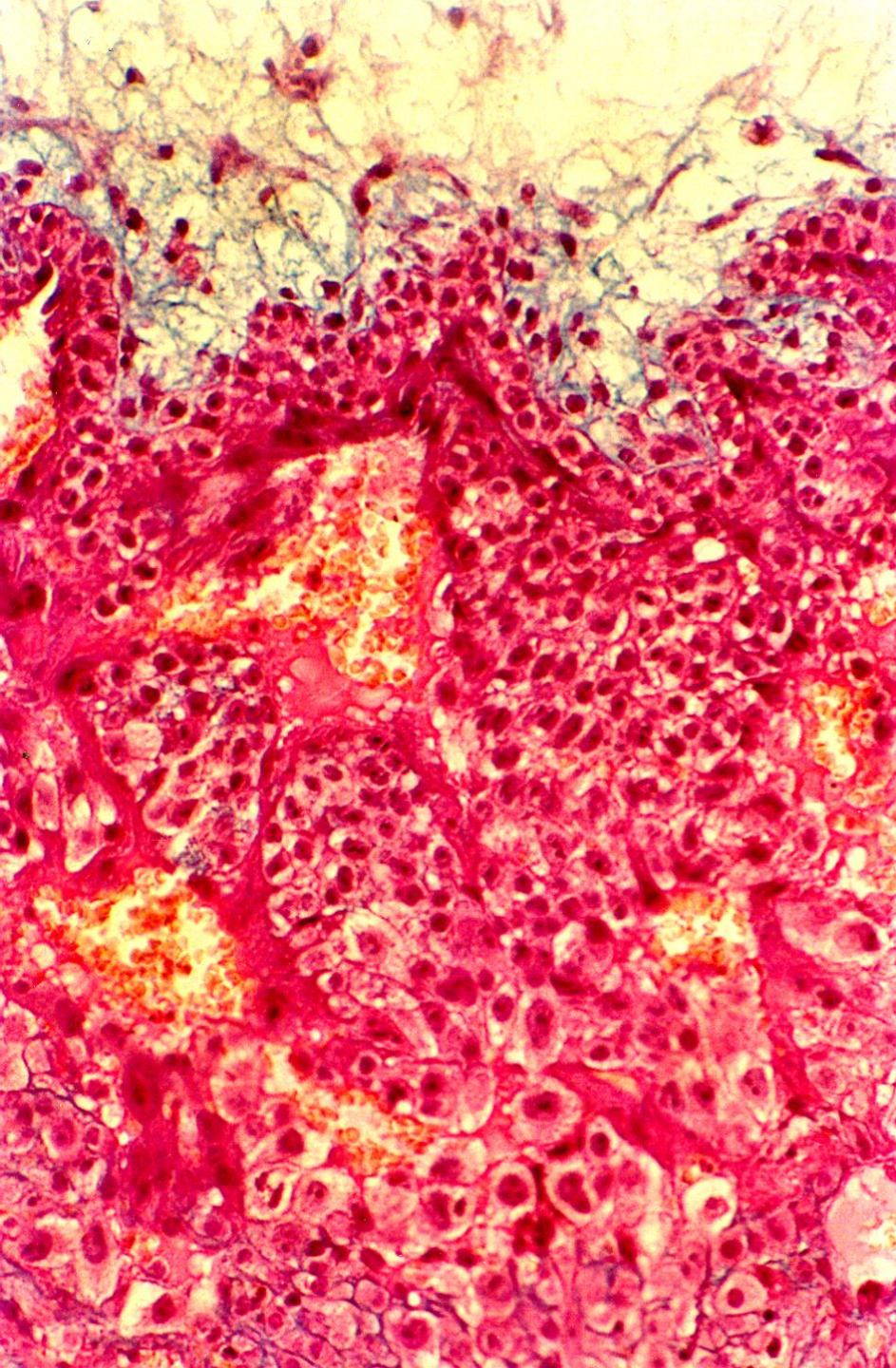
- **9-10D:** zárodek je **plně zahnízděn do děložní sliznice**
- **11D:** defekt děložní sliznice je nejprve kryt fibrinovou zátkou
- **12D:** defekt přerostlý novou výstelkou (jednovrstevný cylindrický epitel) – *operculum deciduale*
- činností syncytiotrofoblastu dochází k nahlodávání vlásečnic a někdy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

Počátky uteroplacentárního oběhu

- vlasečnice 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

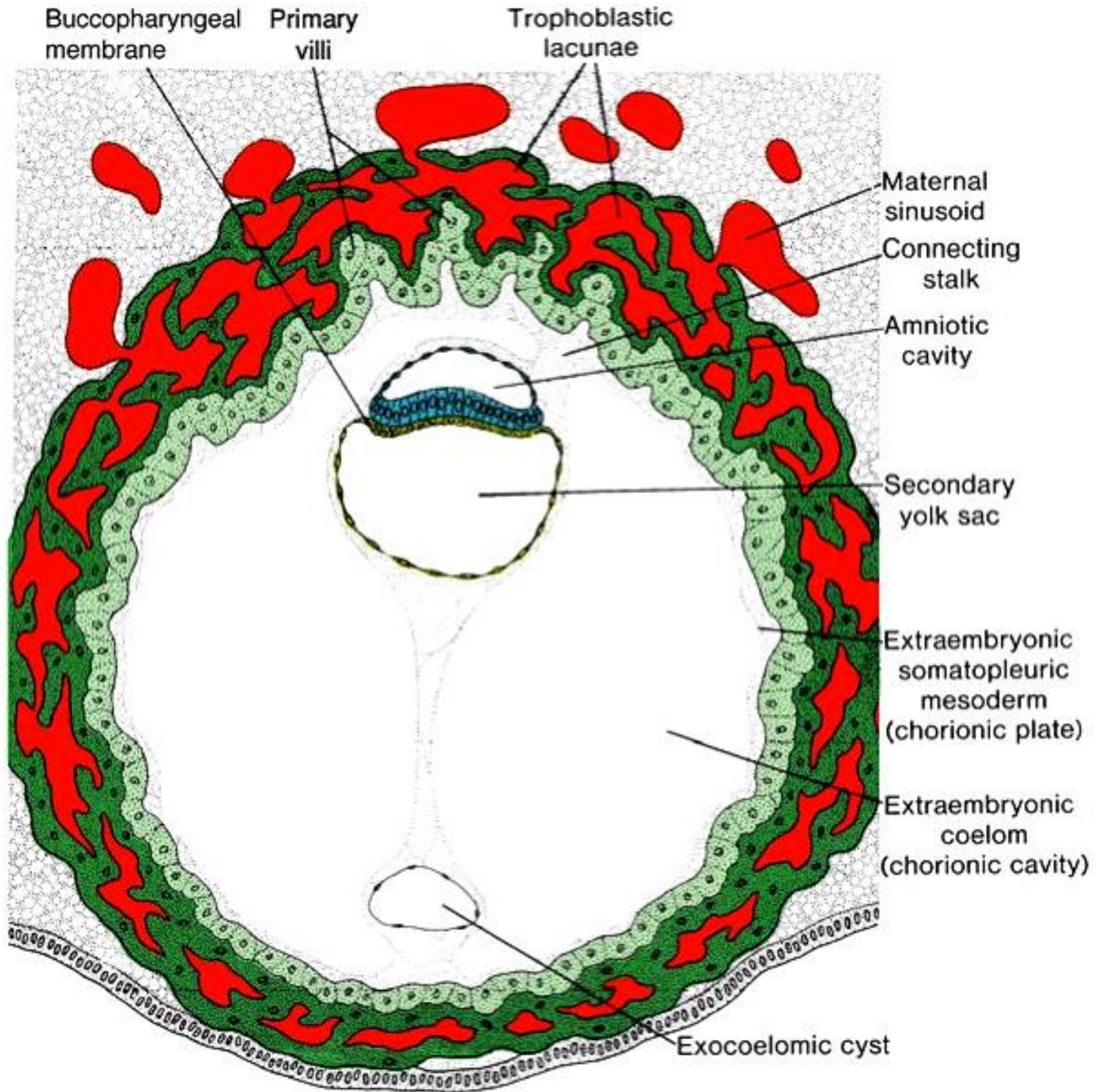




Choriová dutina

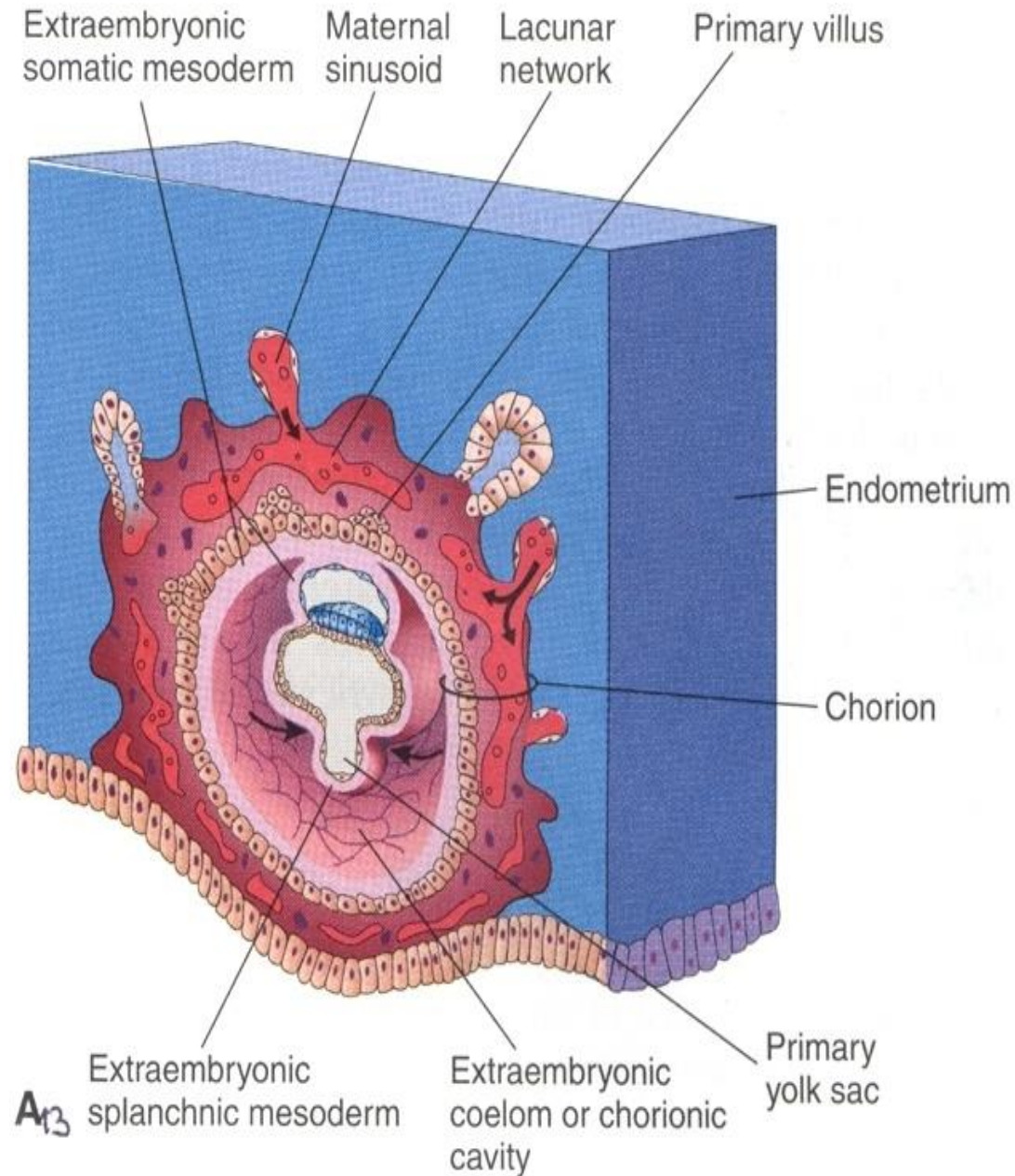
(Extraembryonální coelom)

- 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*)**



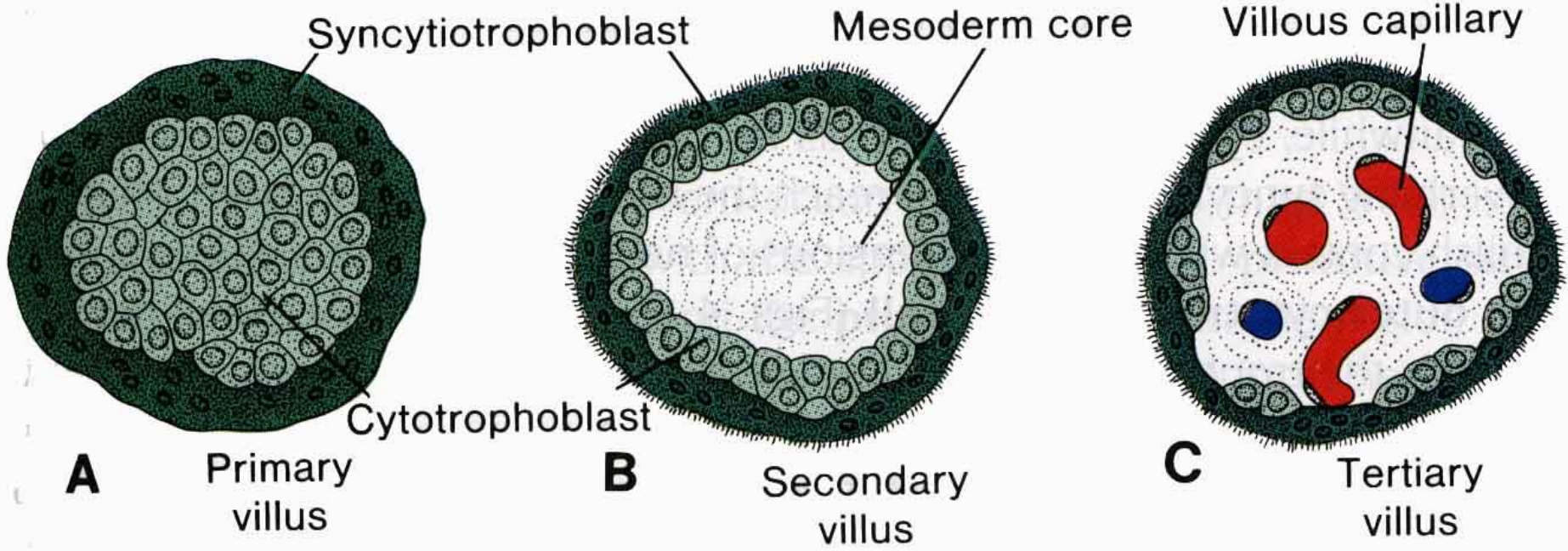
Chorion = klkatá blána

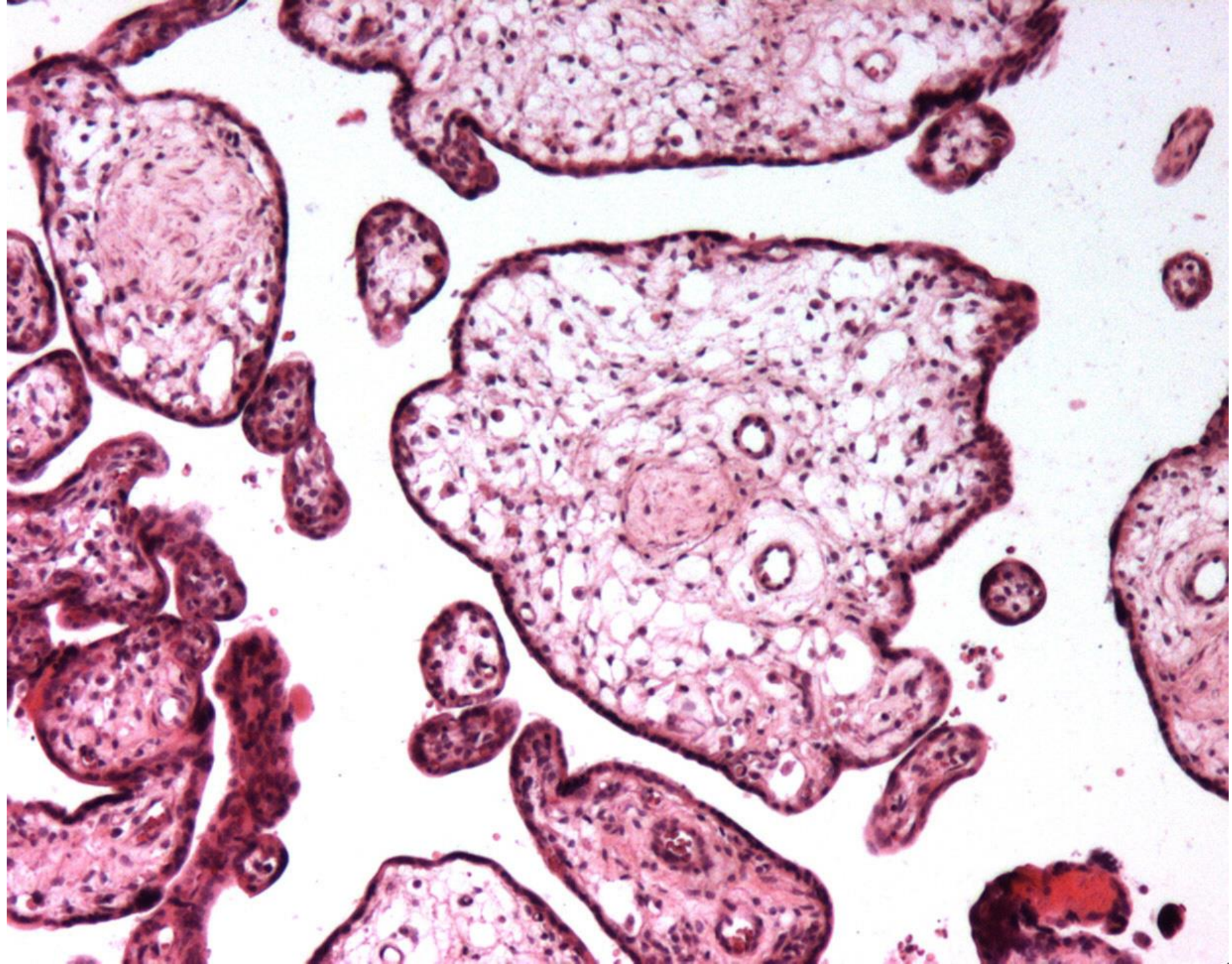
- syncytiotrofoblast
- cytotrofoblast
- extraembryonální somatický mezoderm
 - mesenchyma chorionicum
 - stěna choriového vaku
 - mesothelium chorionicum
 - výstelka choriové dutiny



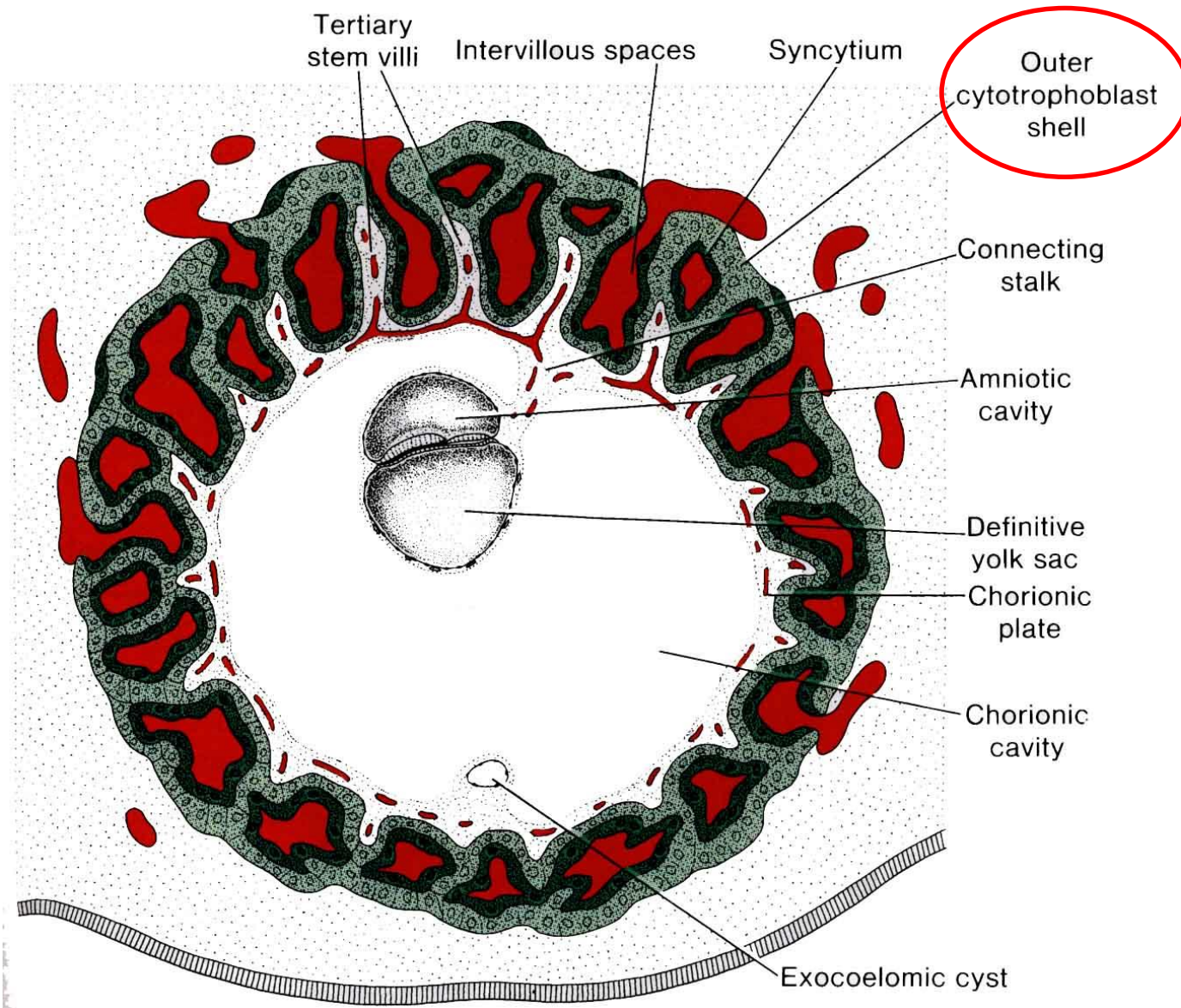
Vývoj choriových klků

- 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**

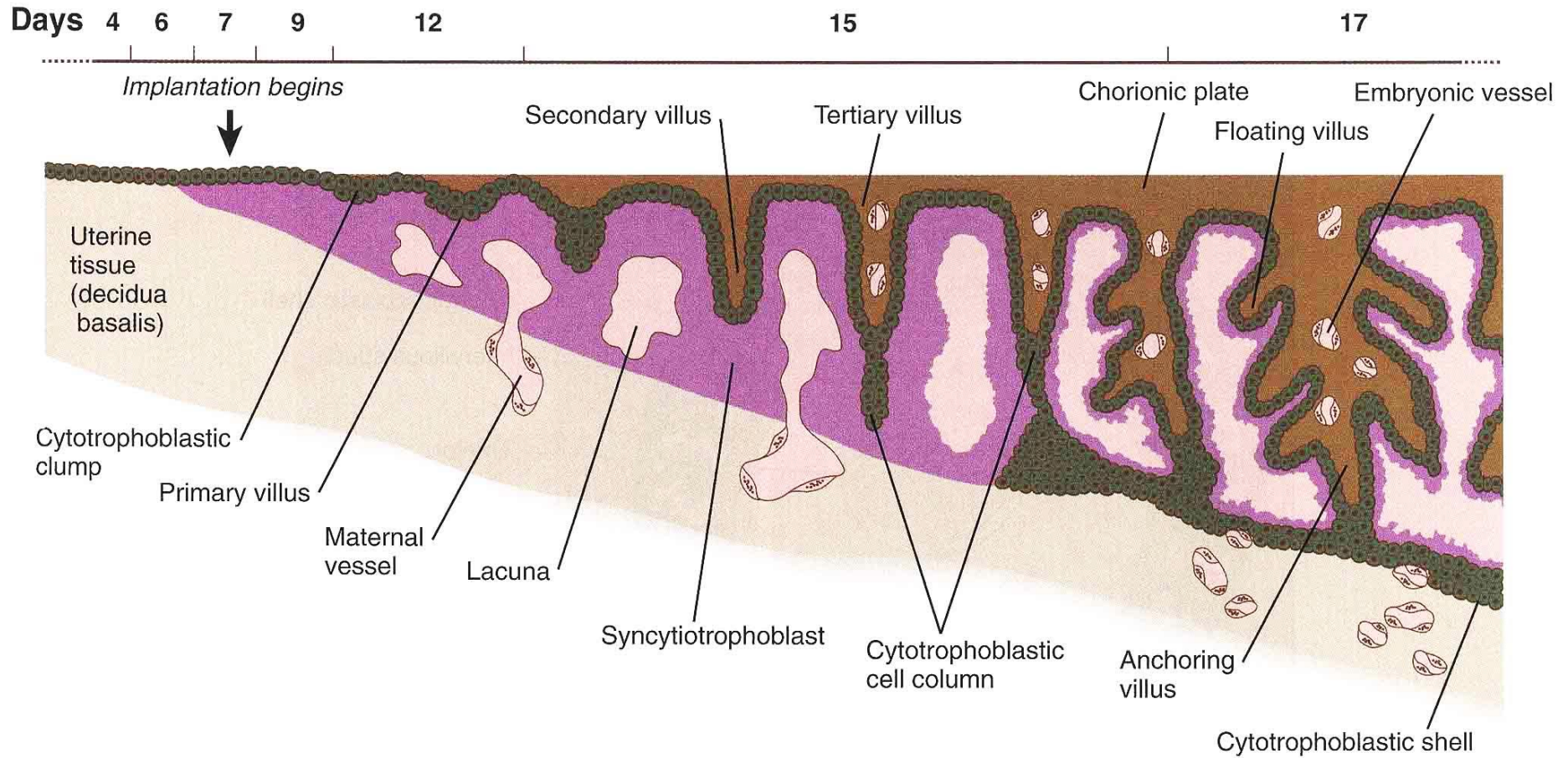


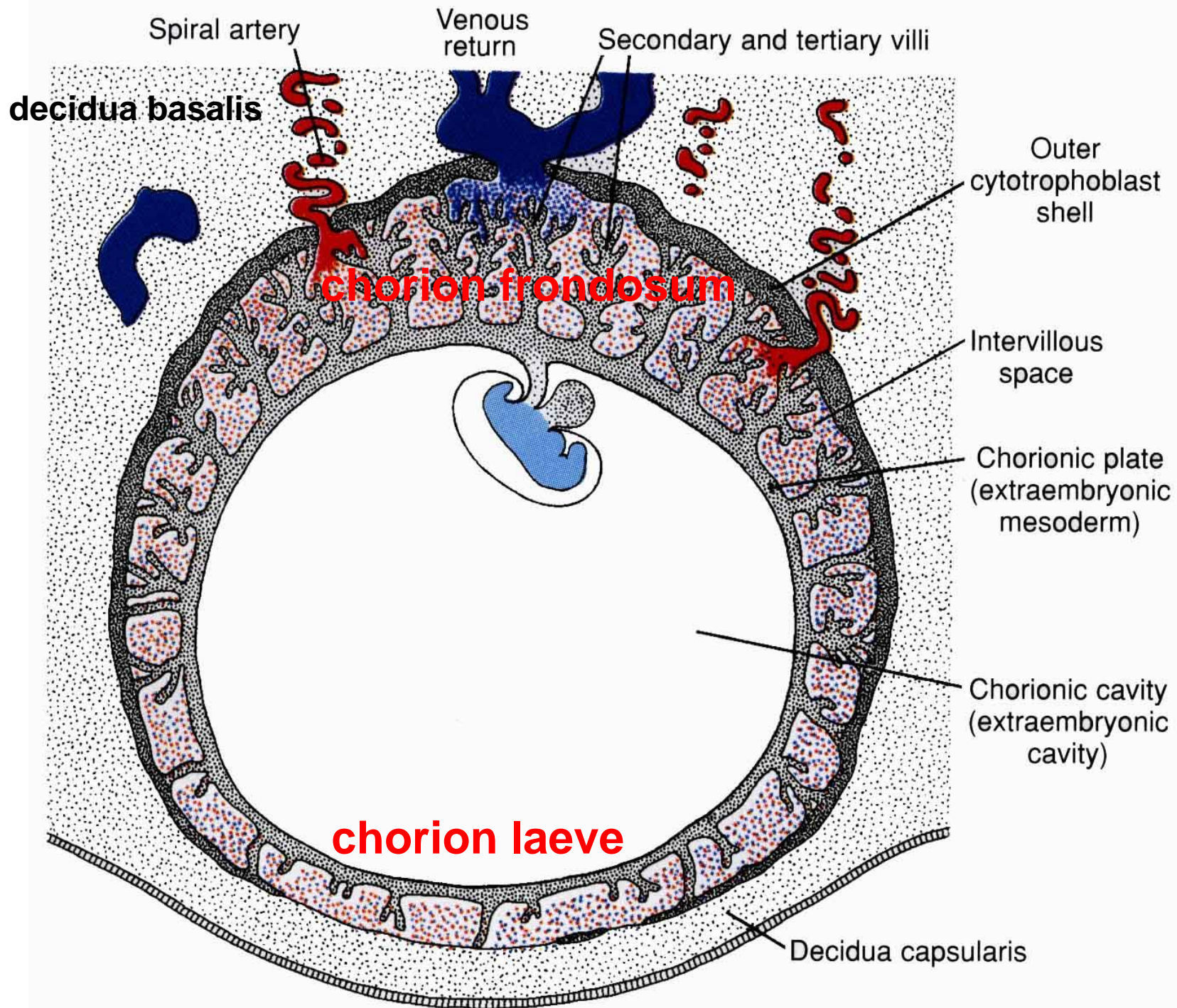


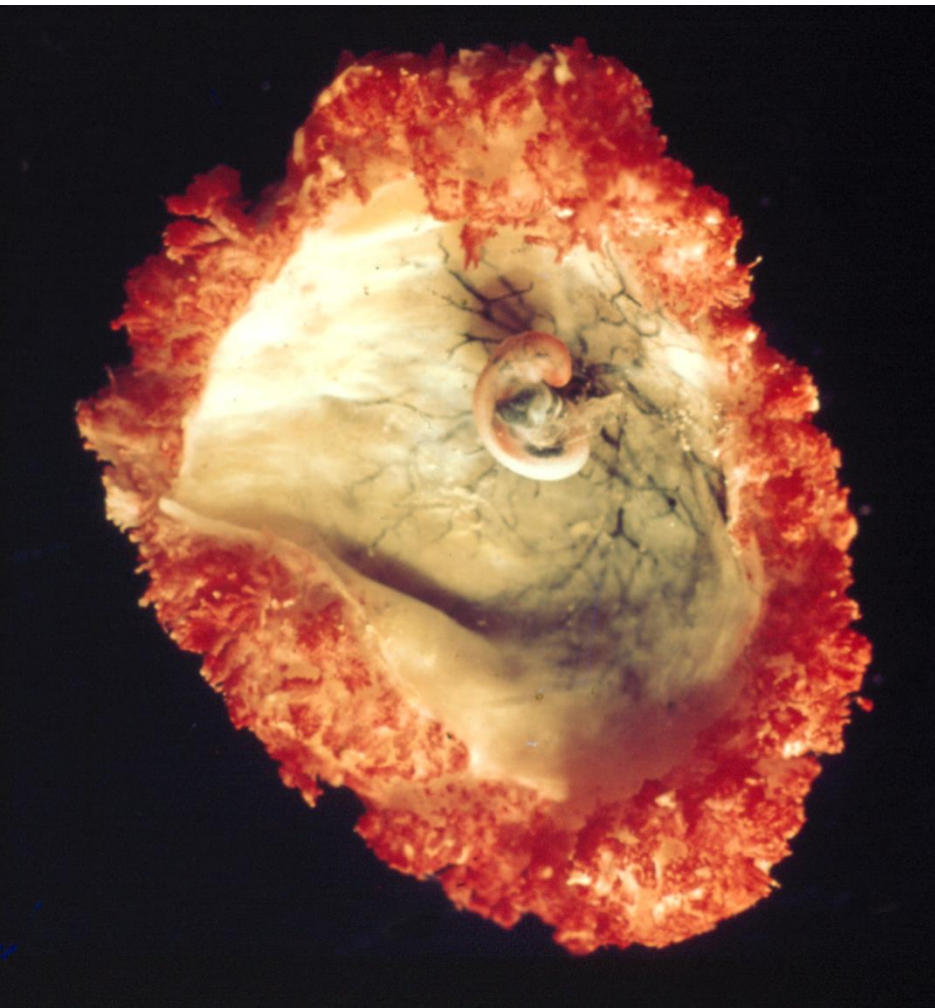
20 dnů

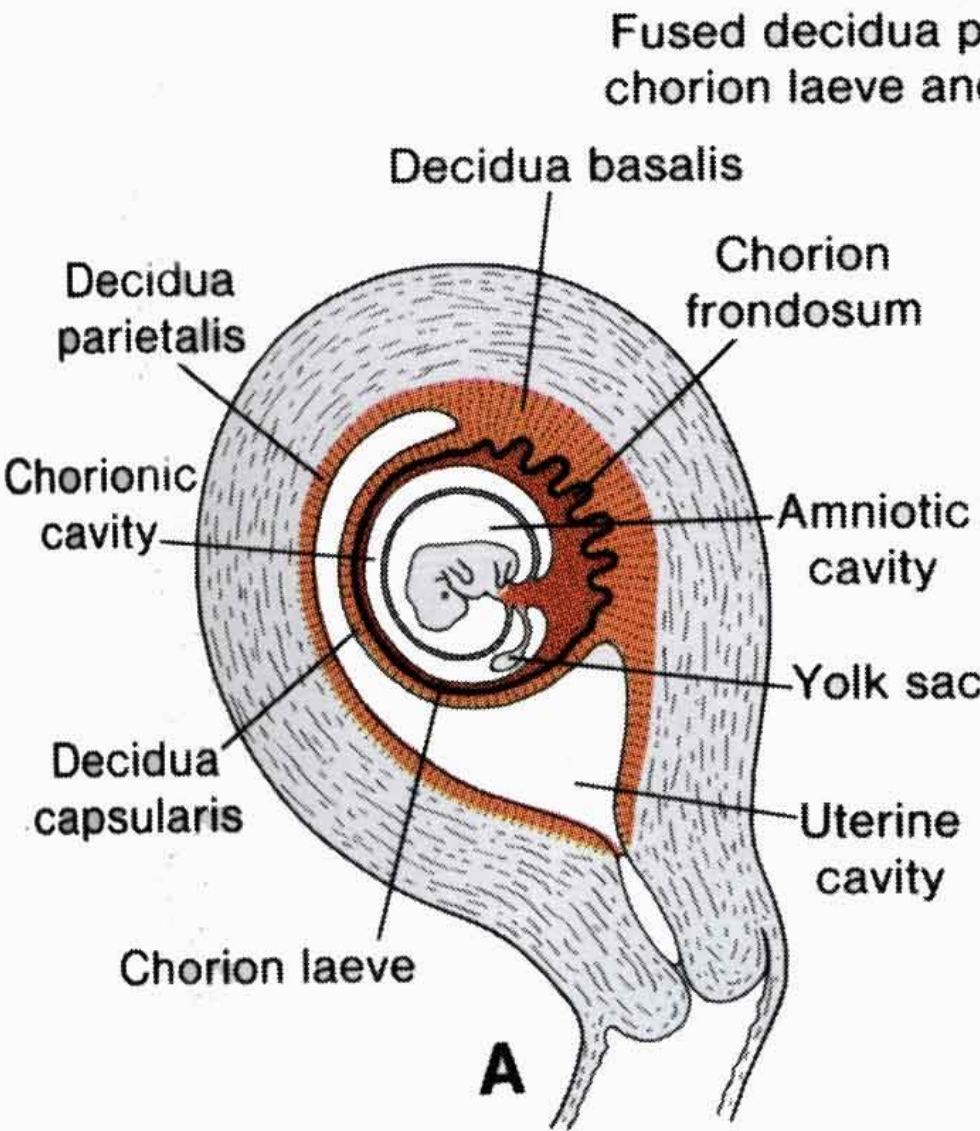


intenzivní proliferace cytotrofoblastu, který prorůstá skrz syncytiotrofoblast = **cytotrofoblastová obálka**
- připevňuje choriový vak k děložní sliznici

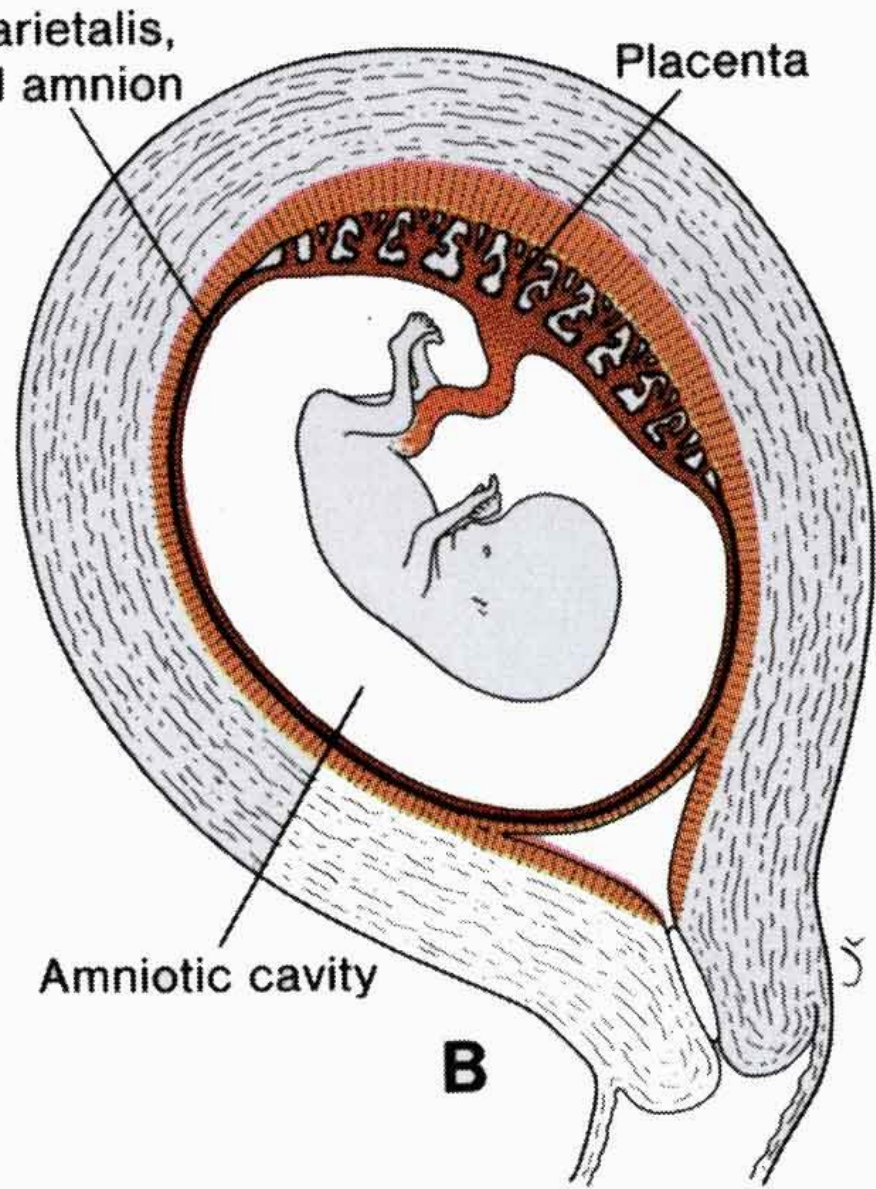






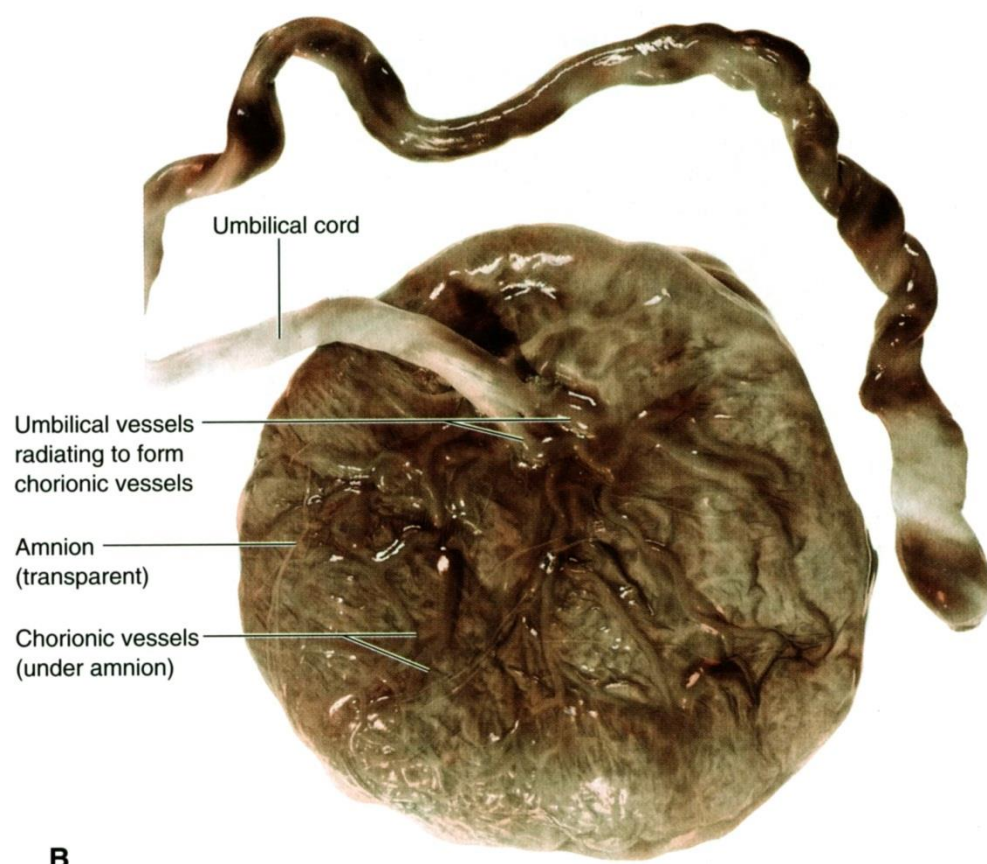


8. týden

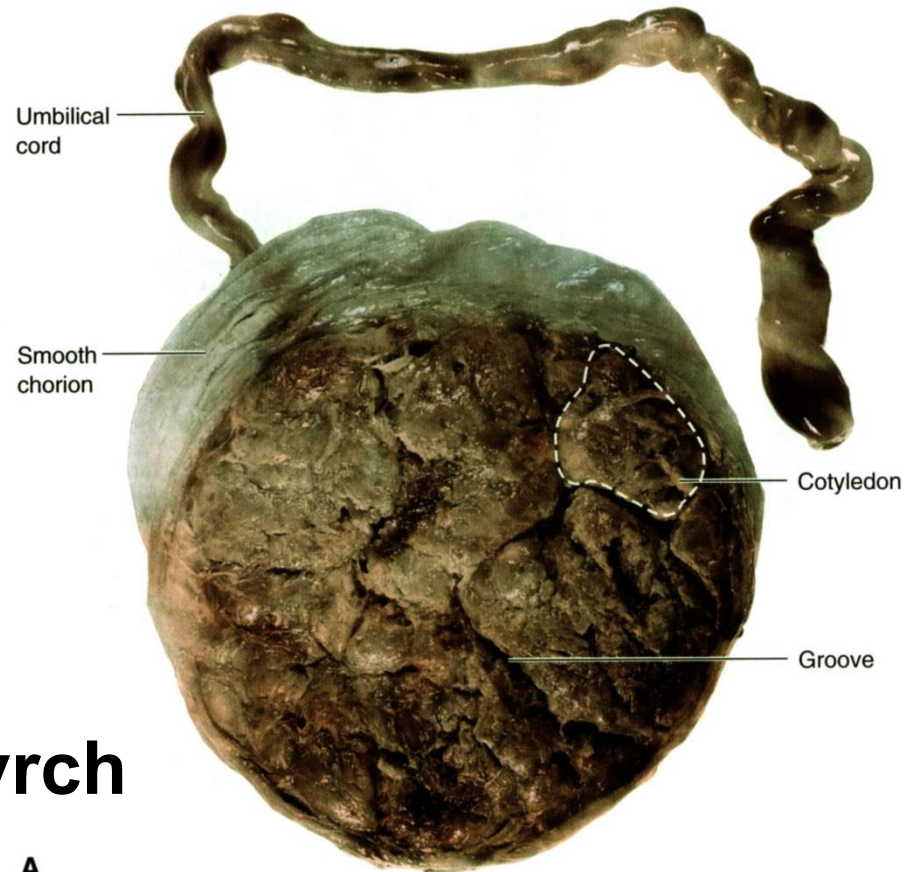


12. týden

Placenta = plodové lůžko / plodový koláč



B
plodový povrch



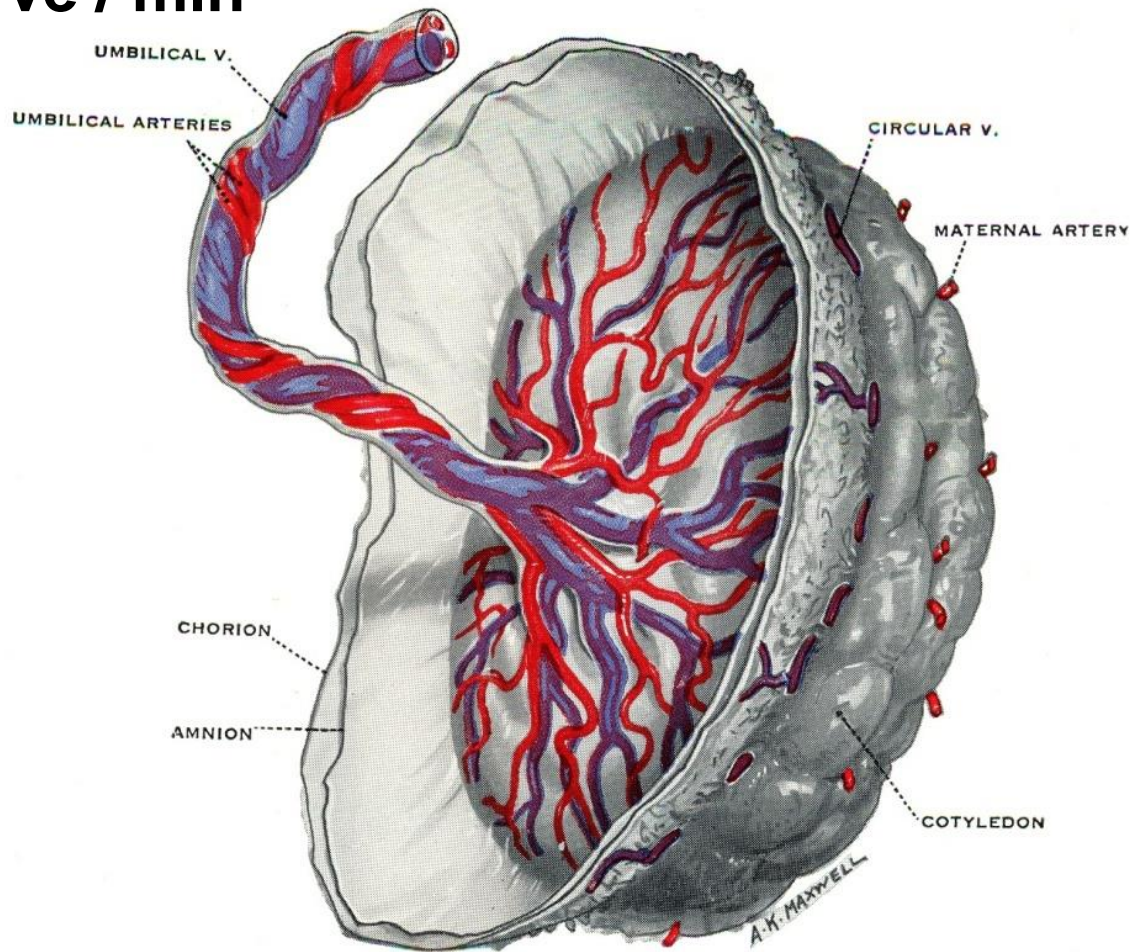
A
mateřský povrch

15-20 cm v průměru

1,5-2,5 cm tlustá

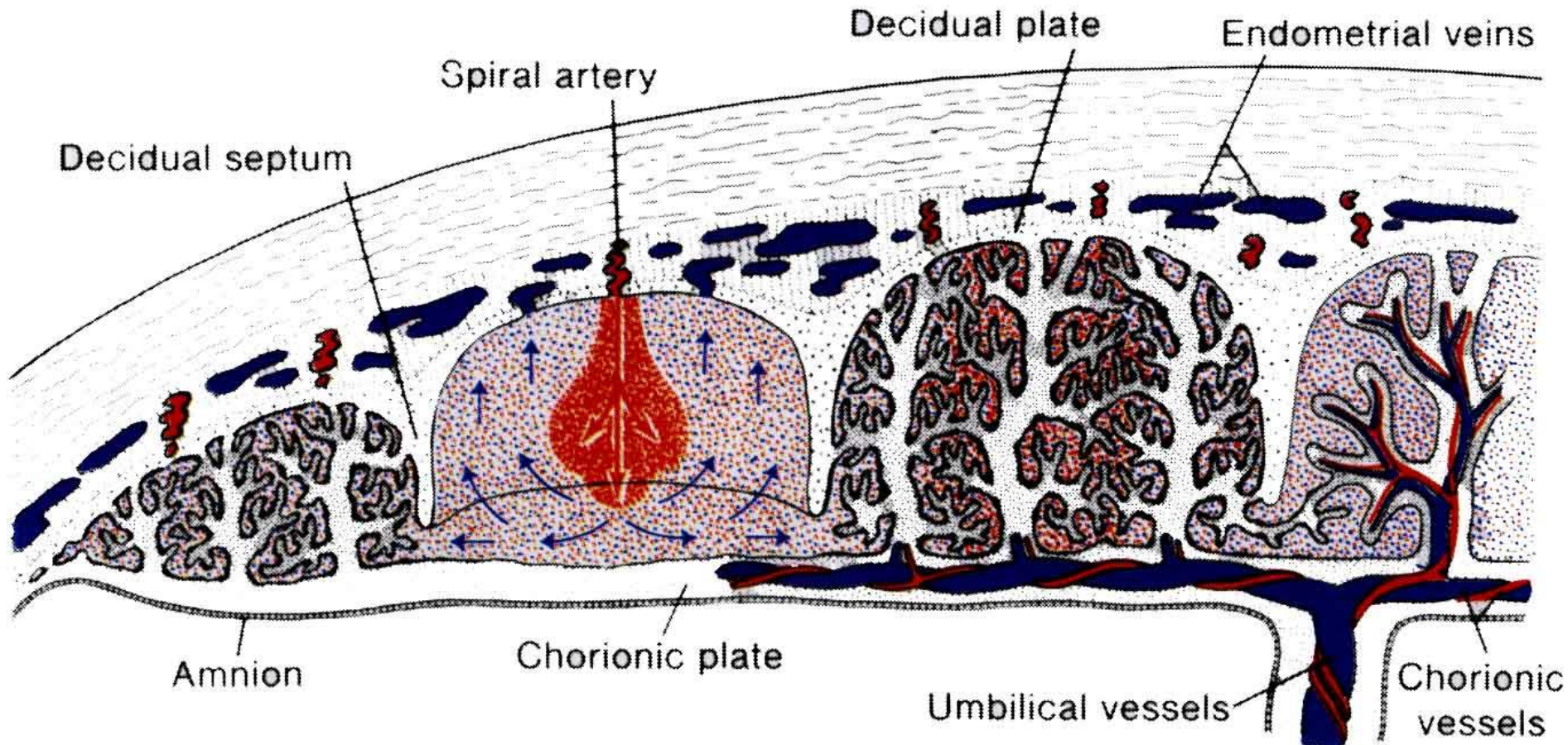
500 g

500 ml krve / min



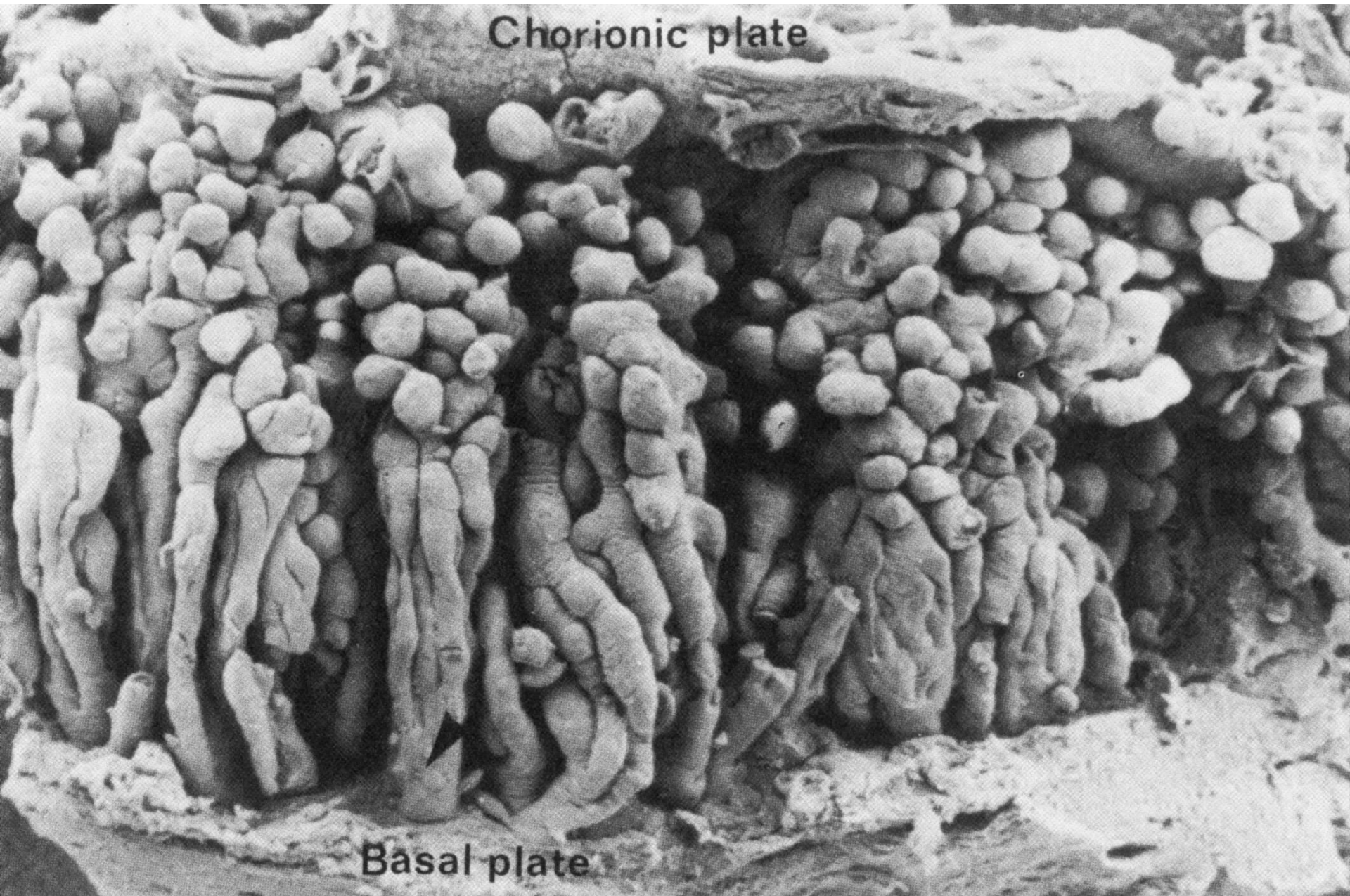
placenta discoidea, cotyledonata, hemochorialis

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



plodová část = chorion frondosum =
choriová plotna + choriové klky

Chorionic plate



Basal plate



choriová plotna

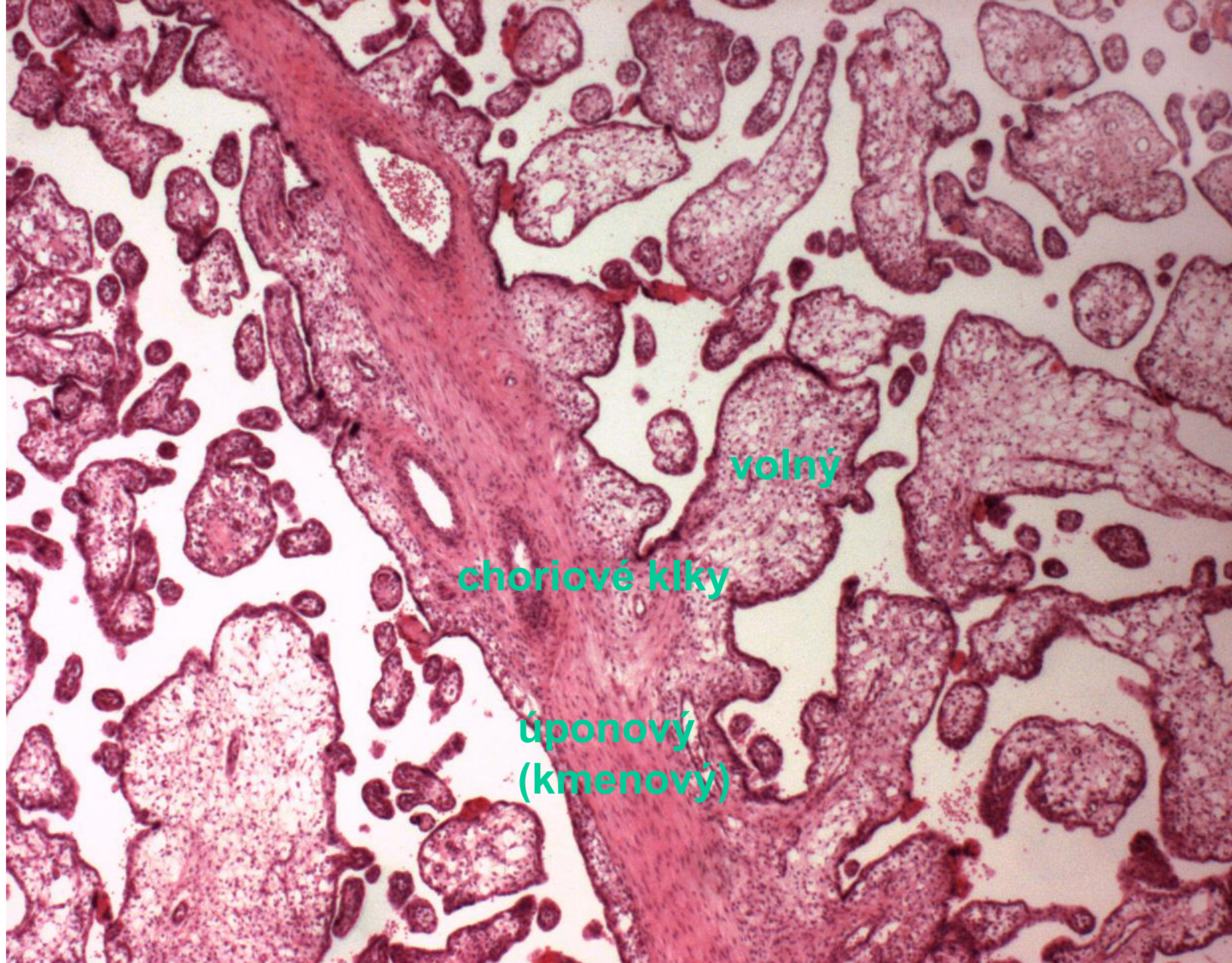
This histological image shows a section of placental tissue. The upper portion is a thick, pink-stained layer representing the chorionic plate, which contains fetal blood vessels. Below this, the chorionic villi are visible as irregular, finger-like projections. The villi are separated by intervillous spaces containing maternal blood. The villi themselves have a core of fetal blood vessels and are lined by a syncytiotrophoblastic layer. The overall structure is highly vascularized and organized to facilitate the exchange of nutrients and waste between the mother and the fetus.

choriové klky

Další vývoj choriových klků

v konečné podobě 3 druhy klků:

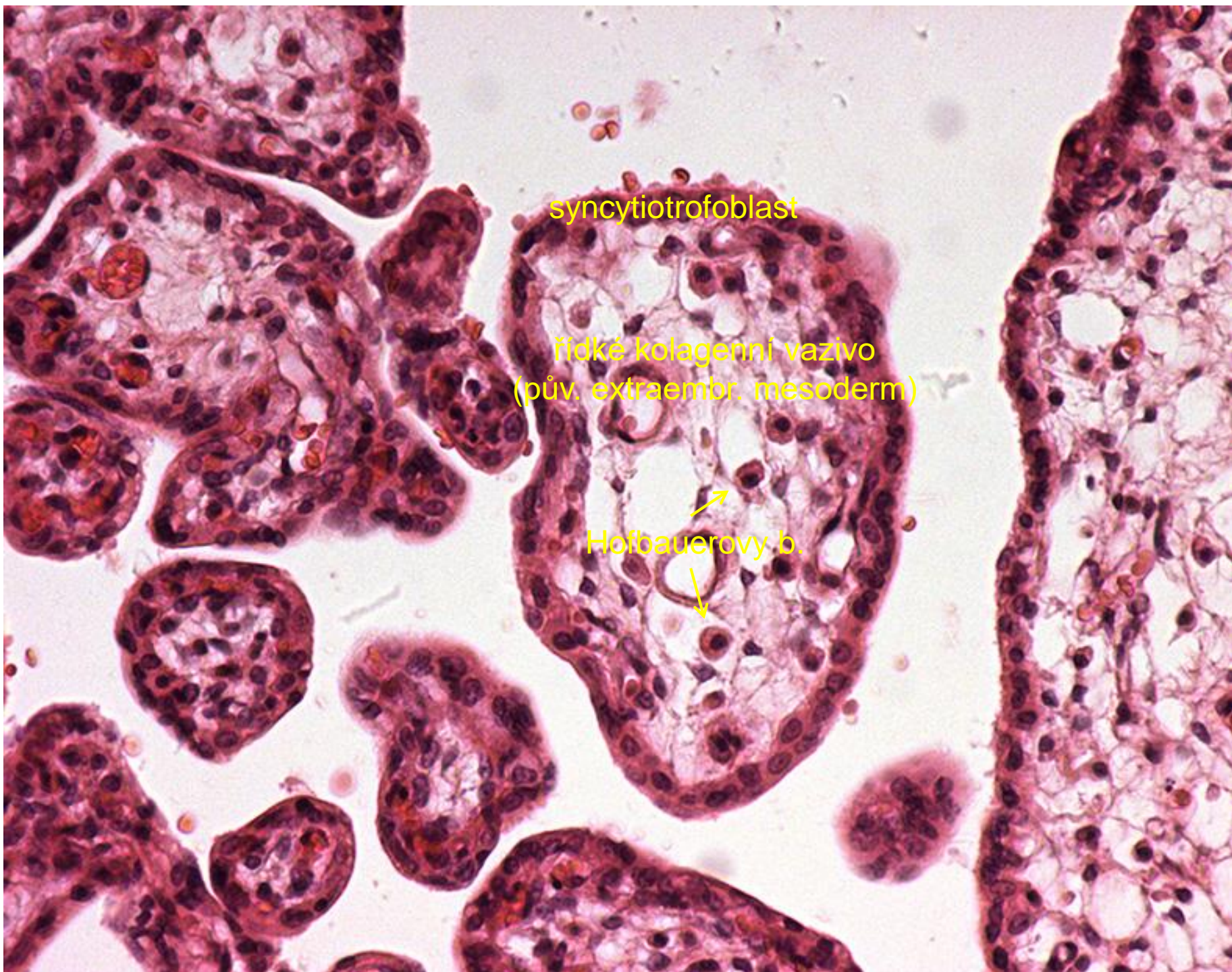
- **kmenový (úponový, kotvící) klk** (*villus ancorans*) – připojené k decidua basalis
- **větvený (intermediální) klk** (*villus ramosus*) – větví se v intervilózním prostoru
- **volný (terminální) klk** (*villus liber, villus terminalis*) ční do intervilózního prostoru
- oddělení vaziva matky a plodu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



volný

choriové klky

úponový
(kmenový)



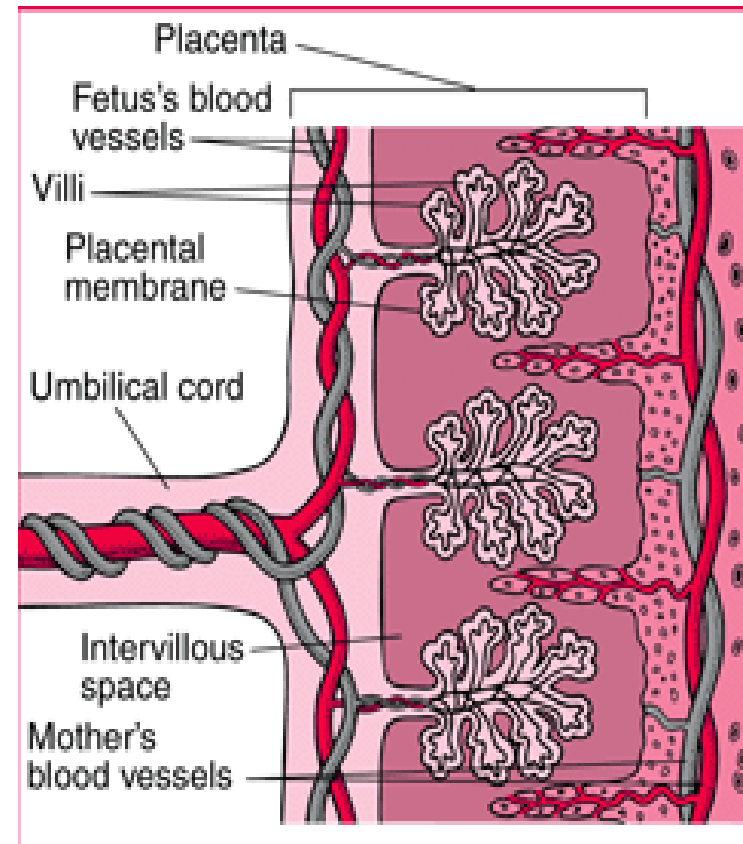
syncytiotrofoblast

řidké kolagenní vazivo
(pův. extraembr. mesoderm)

Hofbauerovy b.

Intervilozní (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

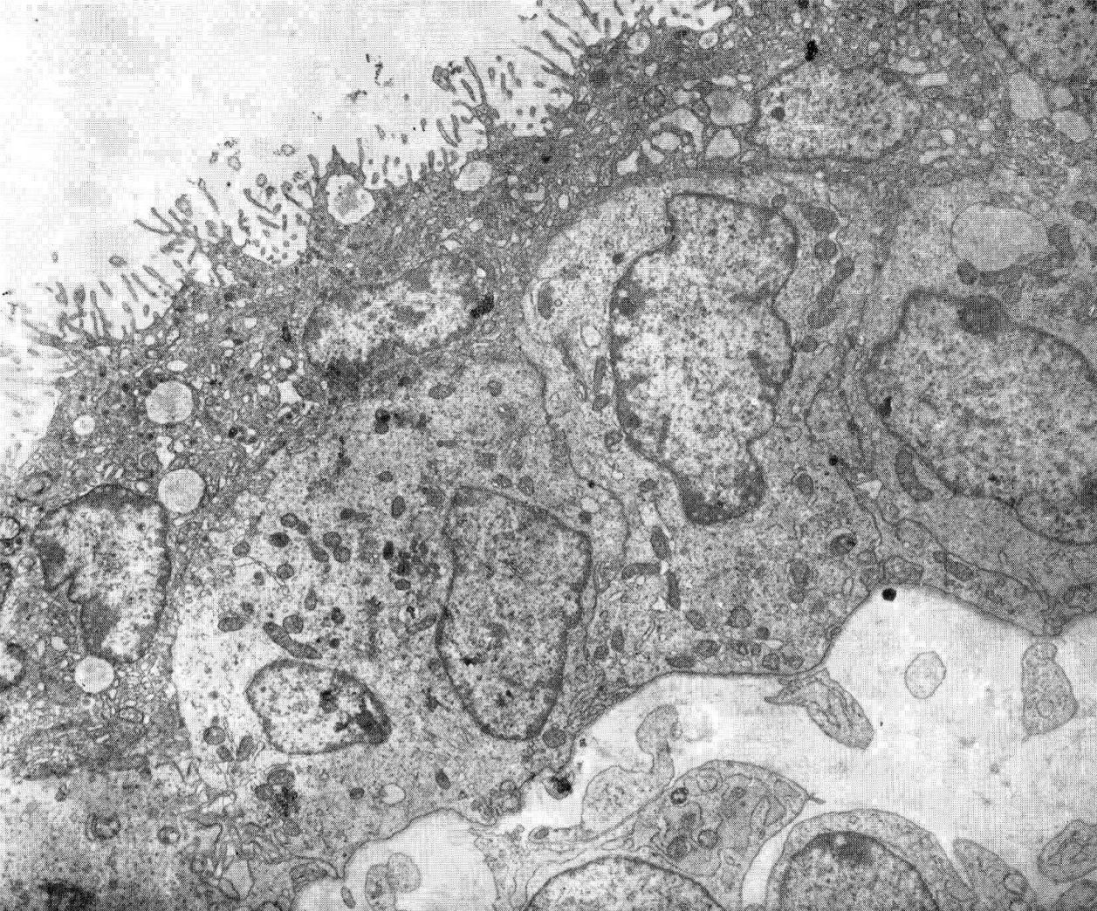


cytotrofoblast
(Langhansovy b.)



placentální membrána (bariéra)





syncytiotrofoblast

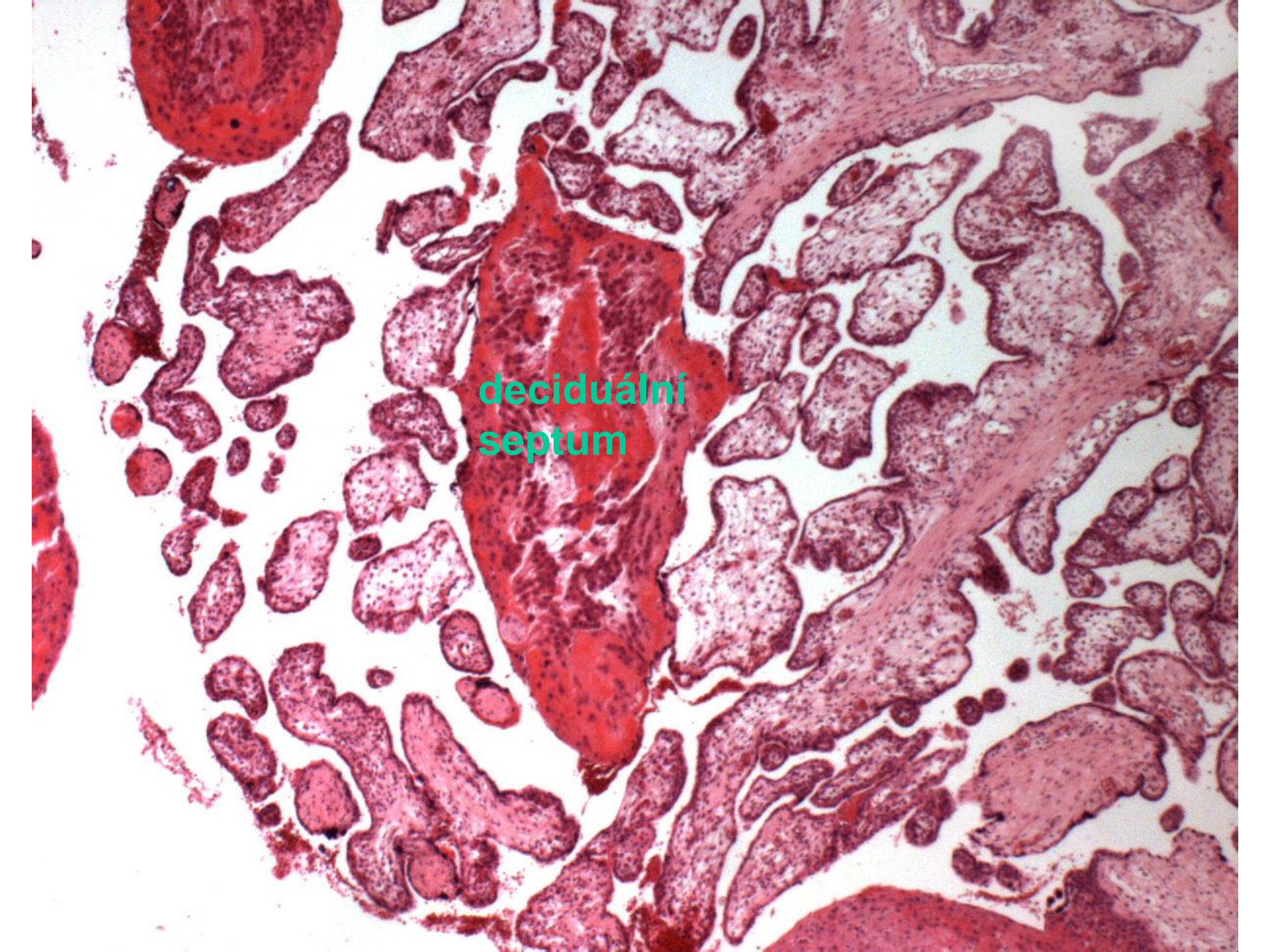
cytotrofoblast

placentární membrána
diferenciace

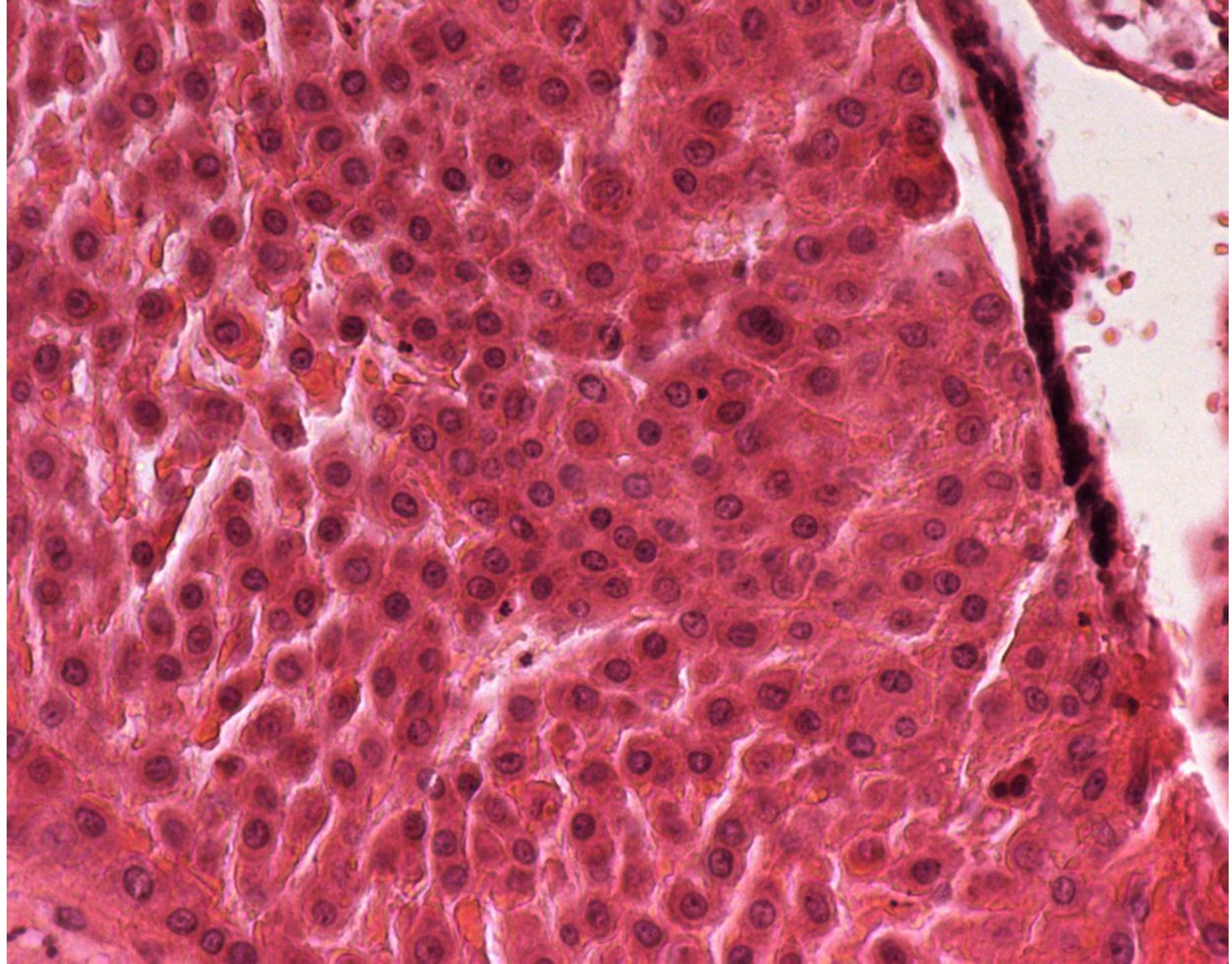


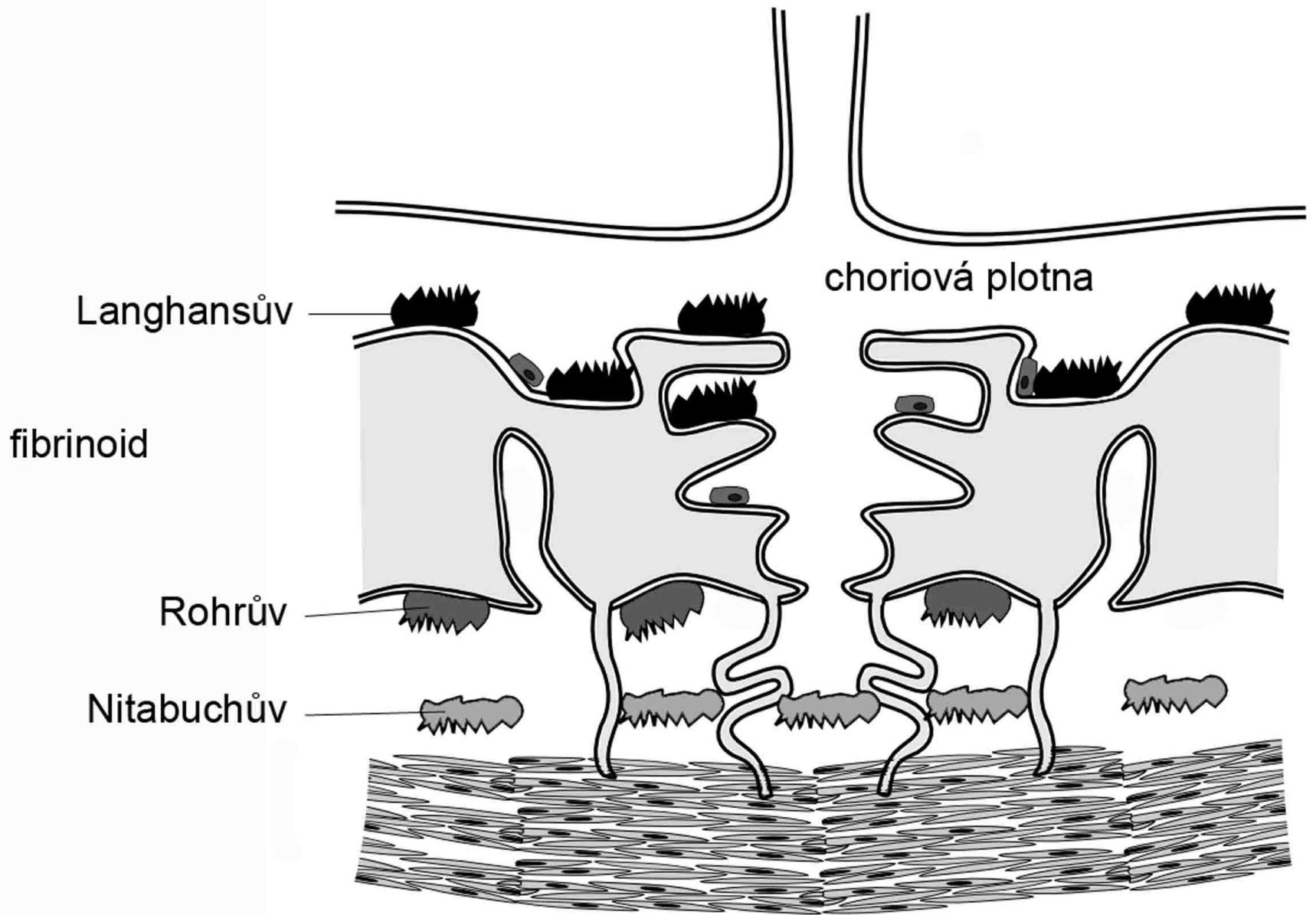
placentální membrána

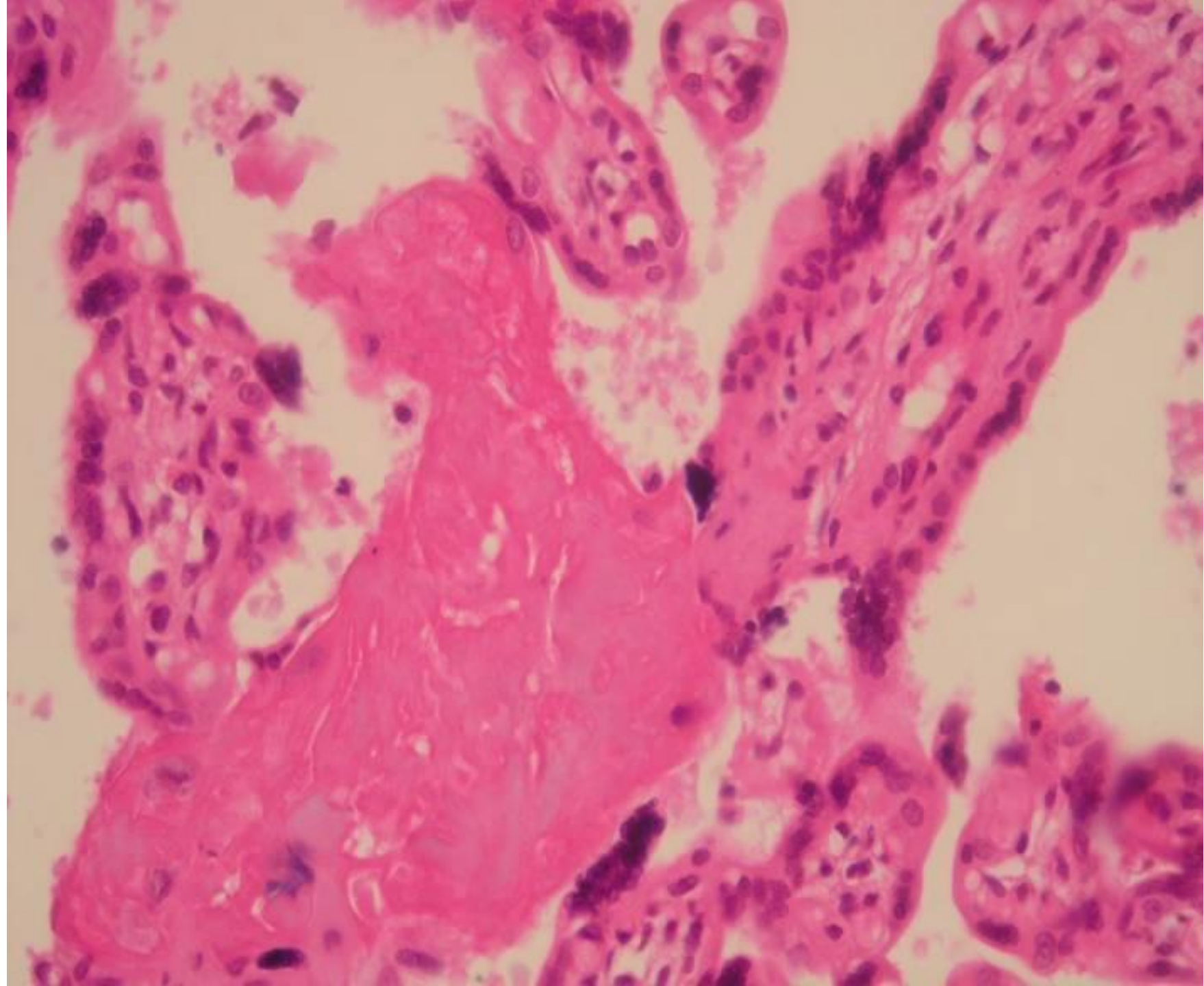


A histological section of placental tissue stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows a central, vertically oriented, reddish structure labeled "deciduální septum". This septum is composed of decidual tissue and separates the chorionic villi. The surrounding villi are densely packed and show a characteristic lobulated appearance. The overall color palette is dominated by shades of pink and red, with some darker purple areas representing nuclei.

deciduální
septum

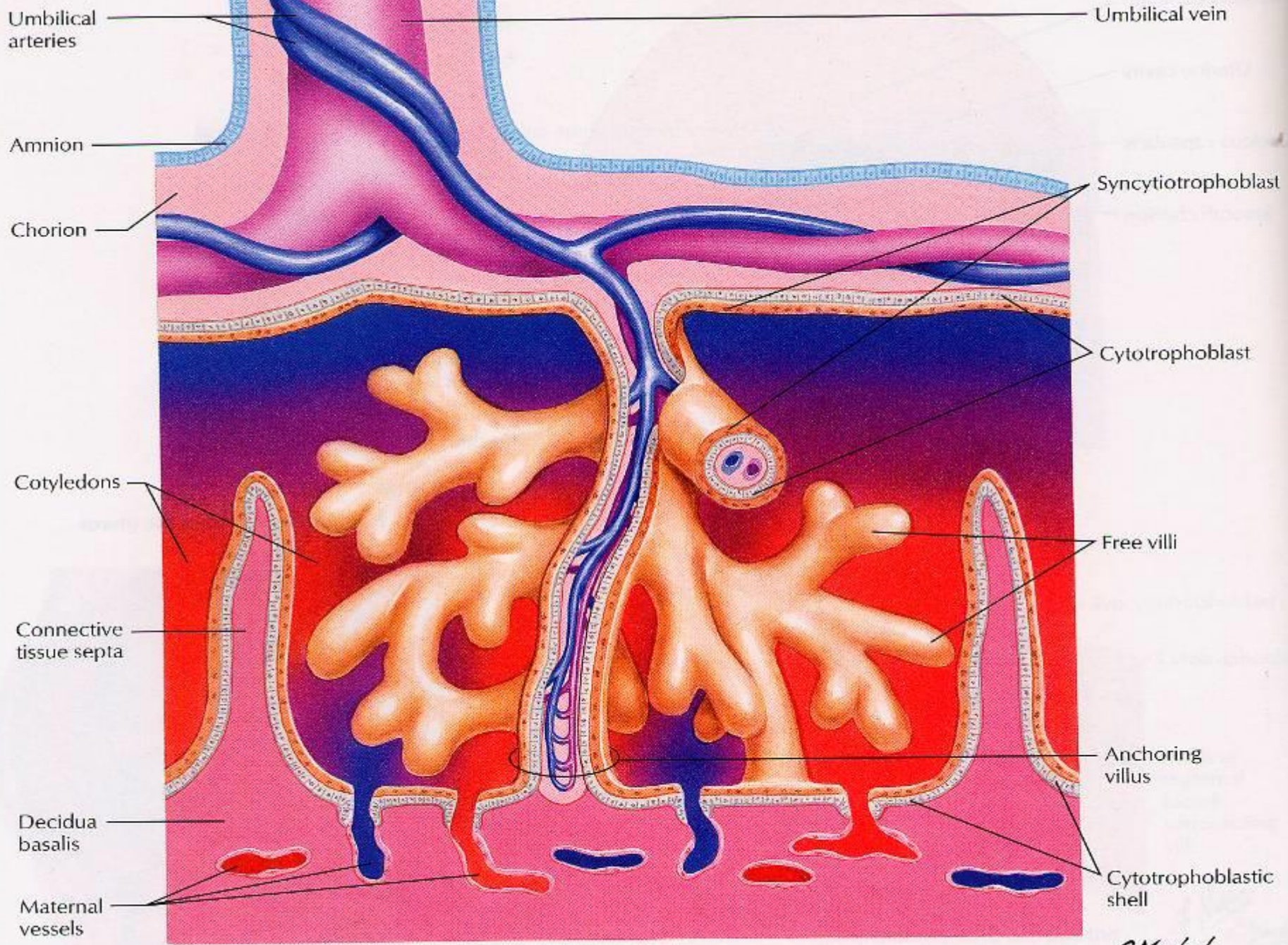






Kotyledon = Cotyledo

- (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

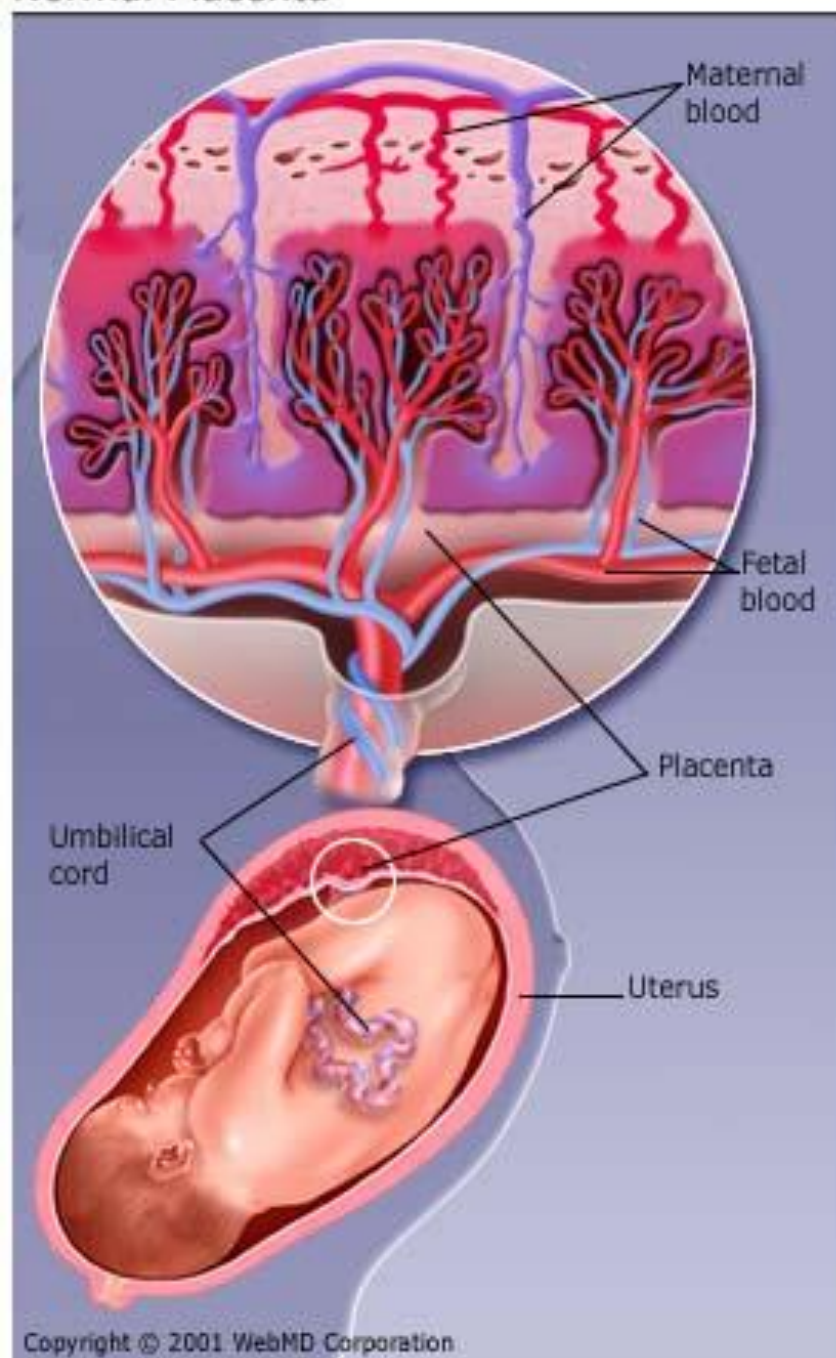
- **fetoplacentární**

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

- **O₂ saturace krve:**

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

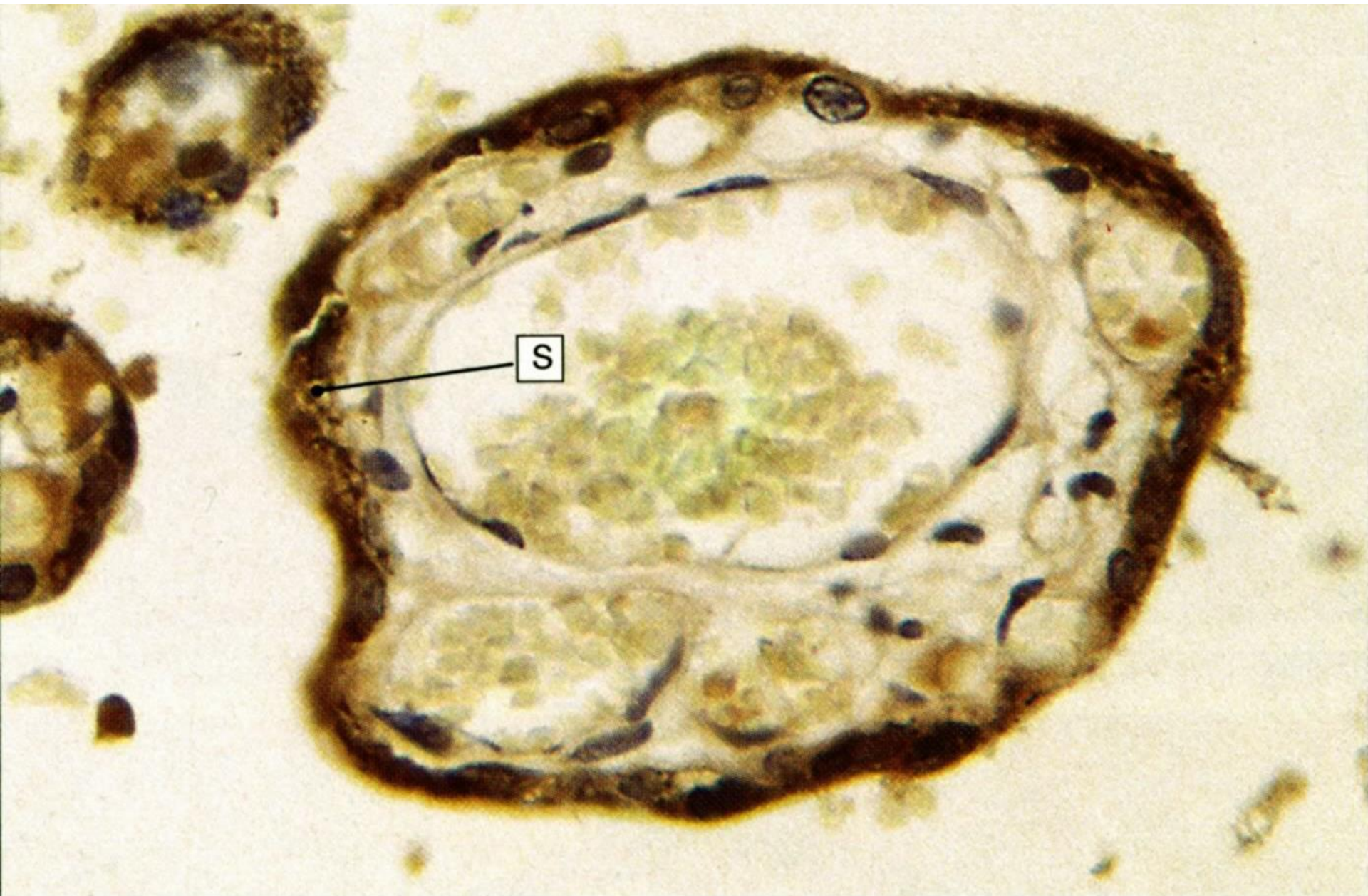
Normal Placenta



Funkce placenty

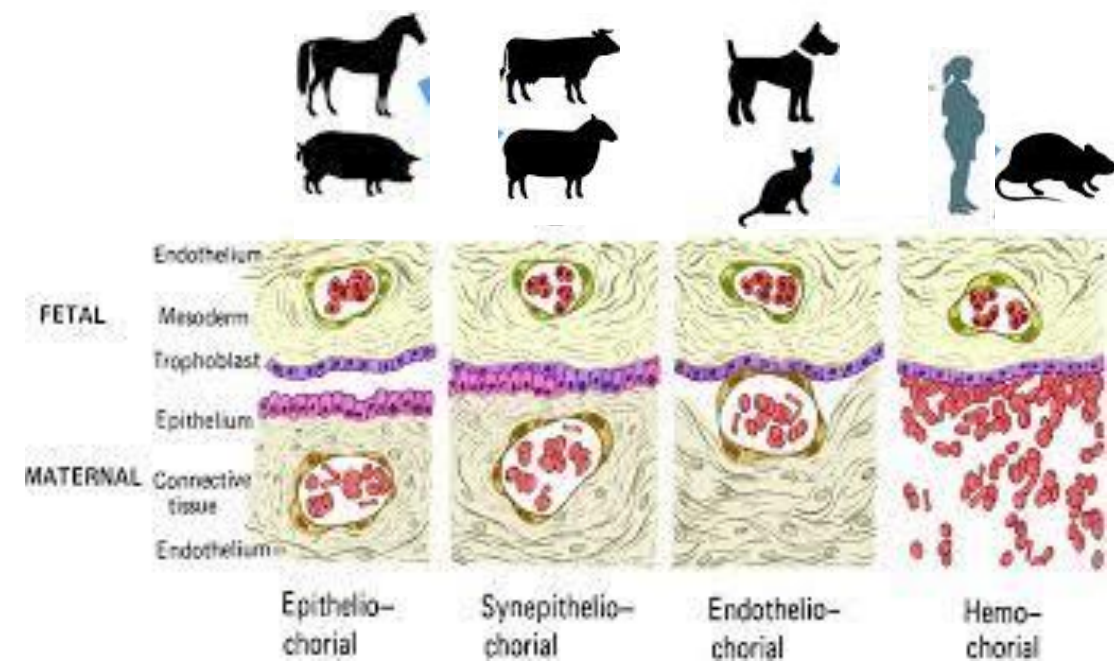
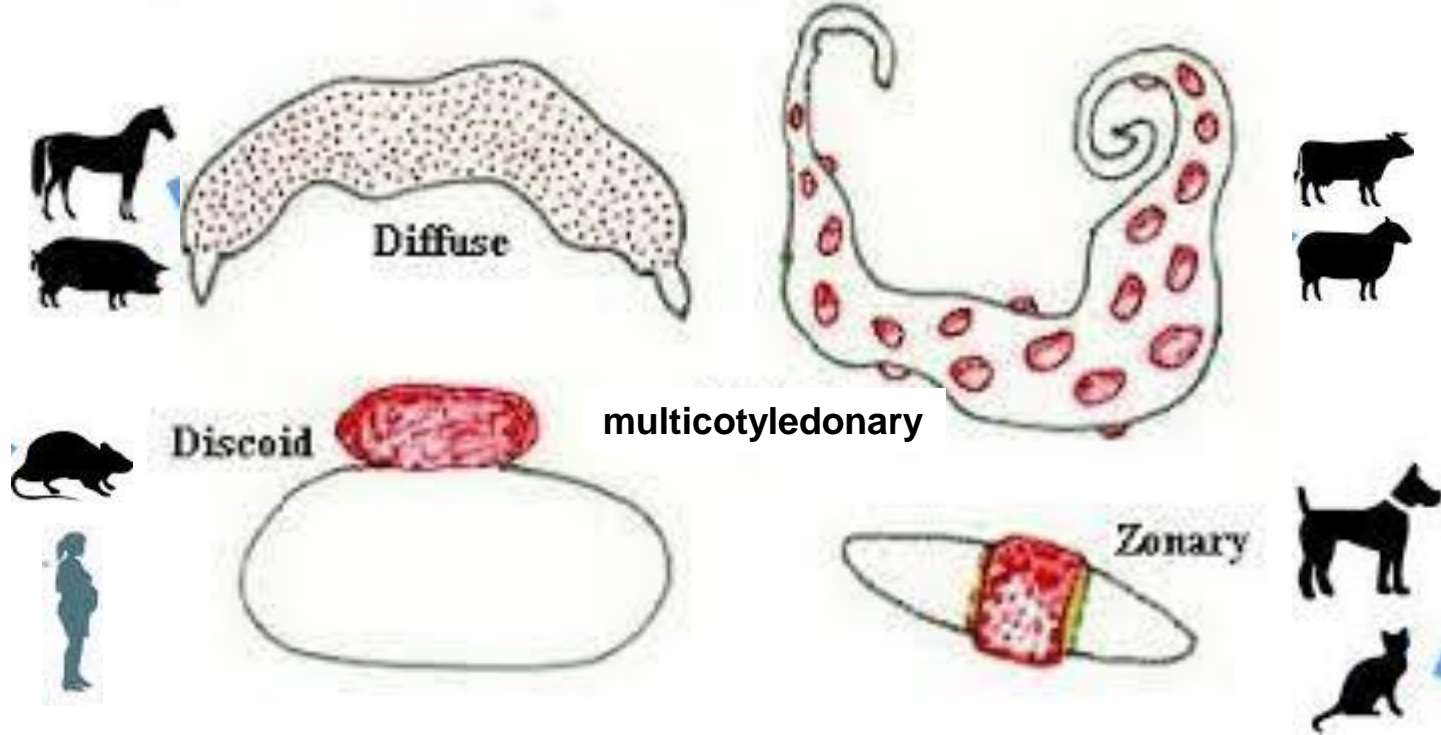
- **metabolická**
 - syntetizuje glykogen, cholesterol, MK (zdroj výživy pro plod)
- **placentární transport**
 - prochází O₂, CO₂, aminokyseliny, glukóza, hormony štítné žlázy, steroidy, IgG, alkohol, drogy.....
 - neprochází heparin, IgM, většina proteinů.....
- **endokrinní funkce**
 - **hCG**, hPL, 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

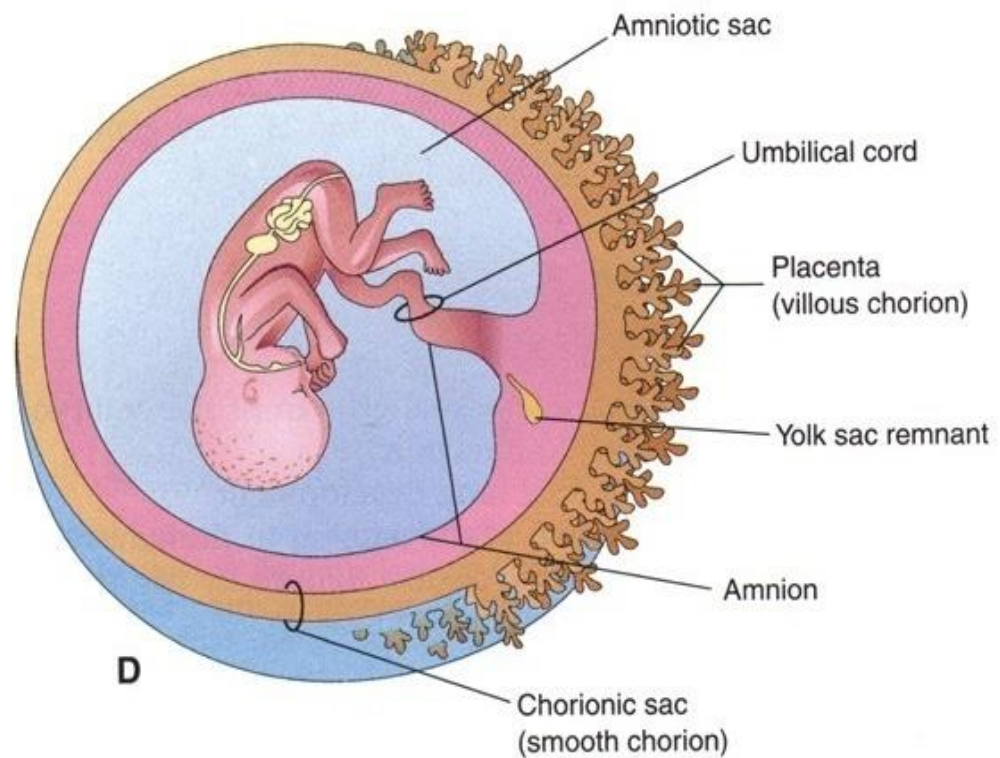
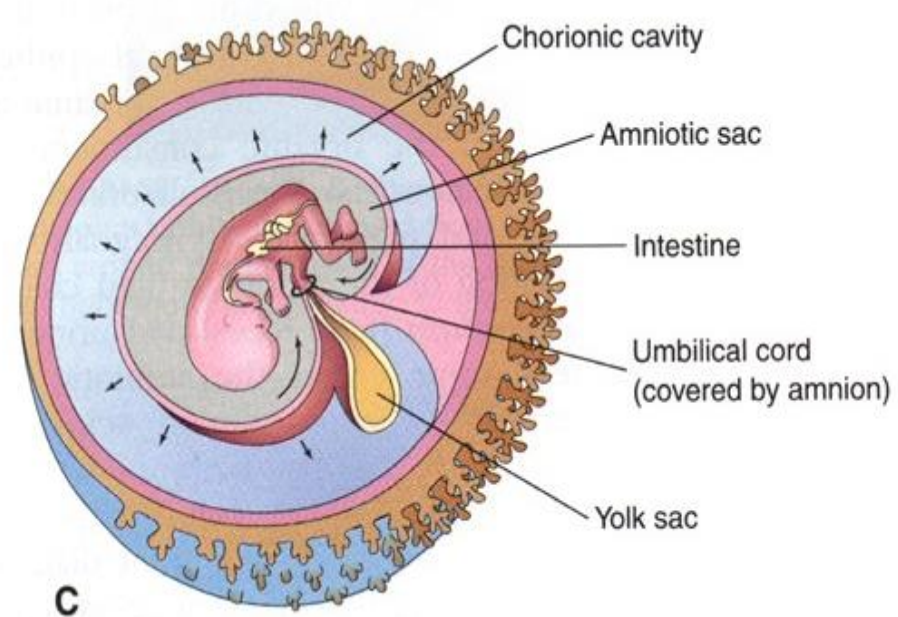
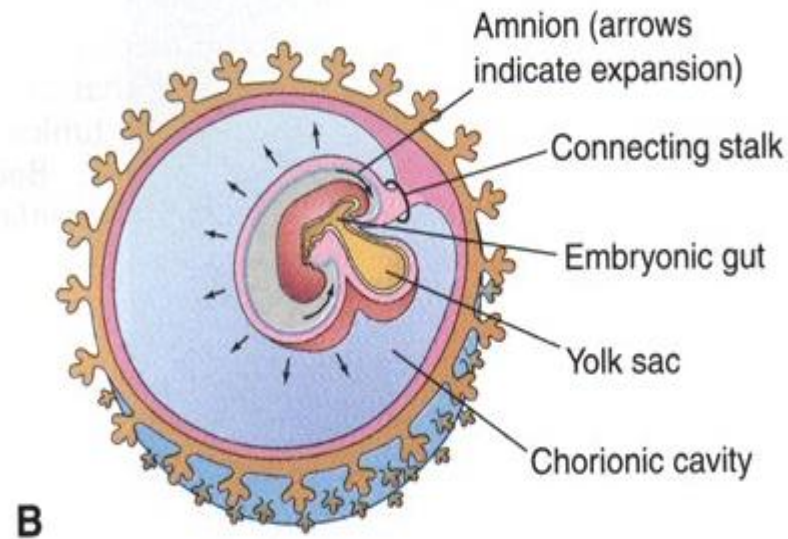
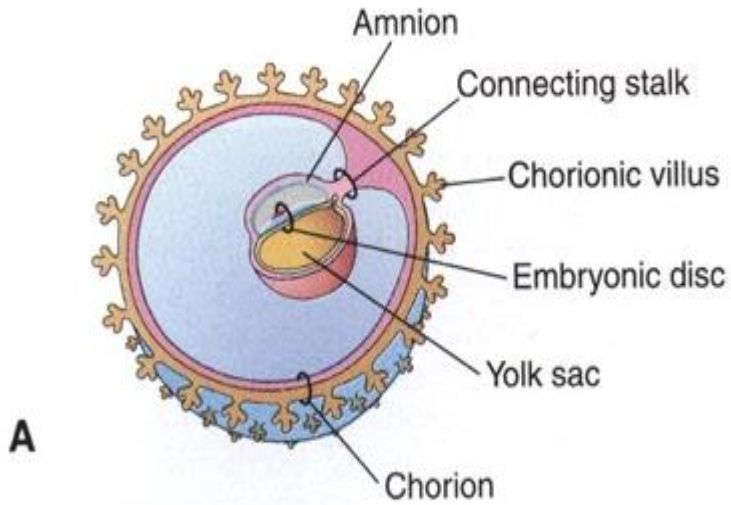
- **Cytomegalovirus** (hepatosplenomegalie, mentální retardace)
- **Rubeola** (zarděnky, mikrocefalie, mentální retardace, katarakta, hluchota, srdeční vady)
- **Coxsackie virus** (mentální retardace)
- **Varicella zoster virus** (virus planých neštovic a pásového oparu, mentální retardace)
- **Spirochety**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





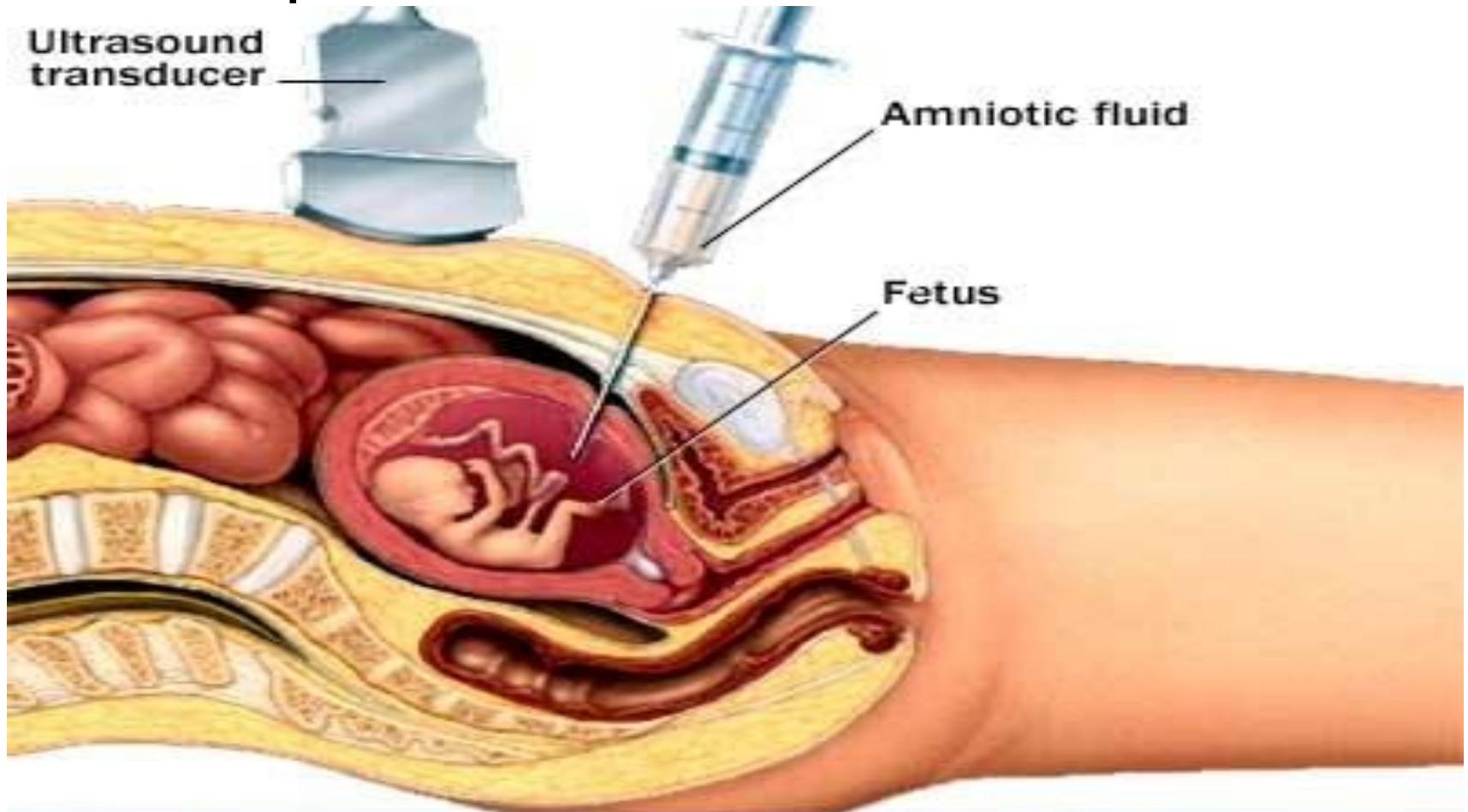
Amnion = ovčí blána

- (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 ektoderm
- amniová tekutina (*liquor amnioticus*)
 - zatéká do plodových dýchacích cest
 - vyměšování moči
 - oběh plodem:
 - polykání (konec 3. trimestru – 400 ml denně)
 - složení: 99 % vody



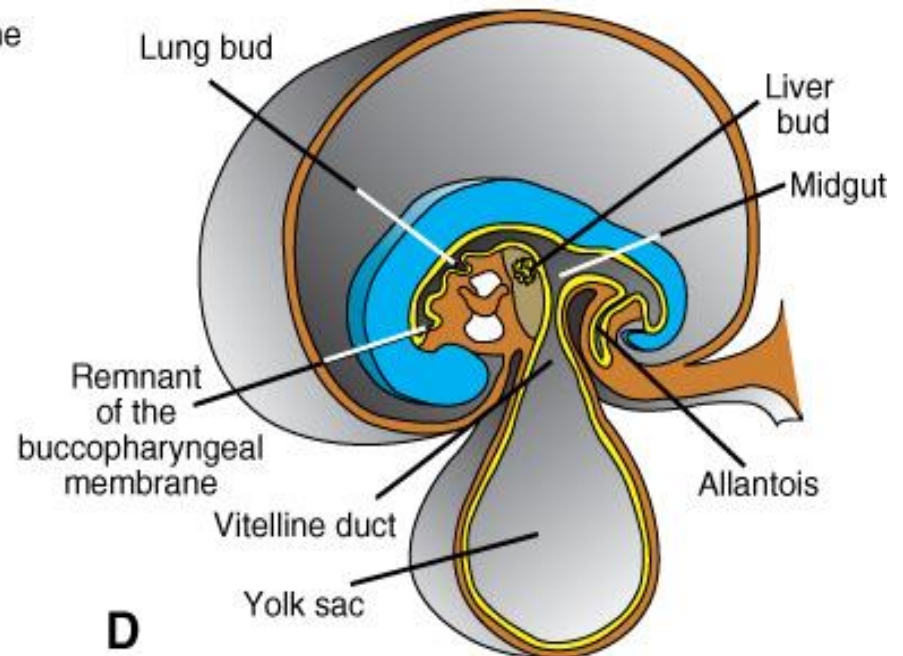
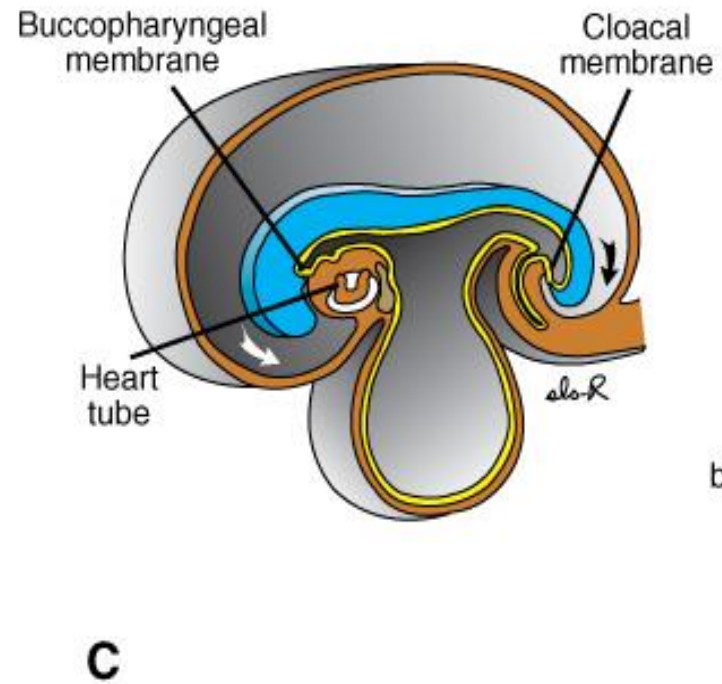
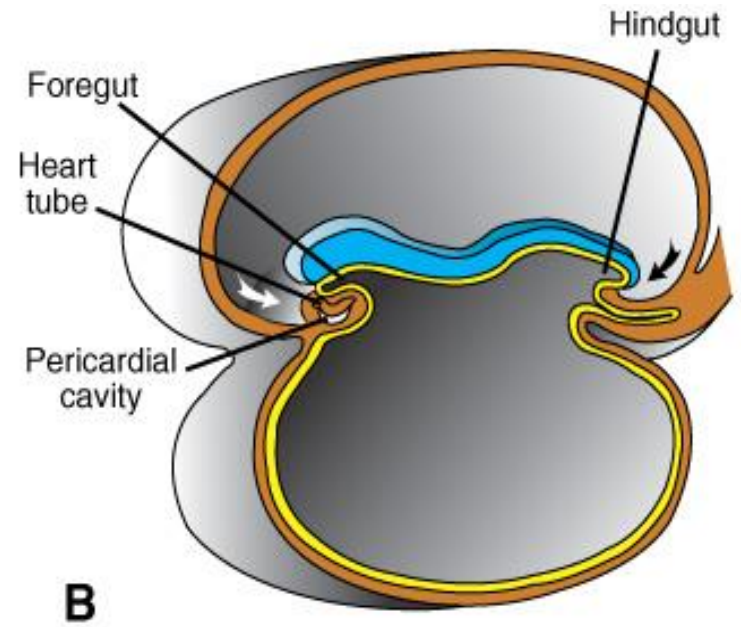
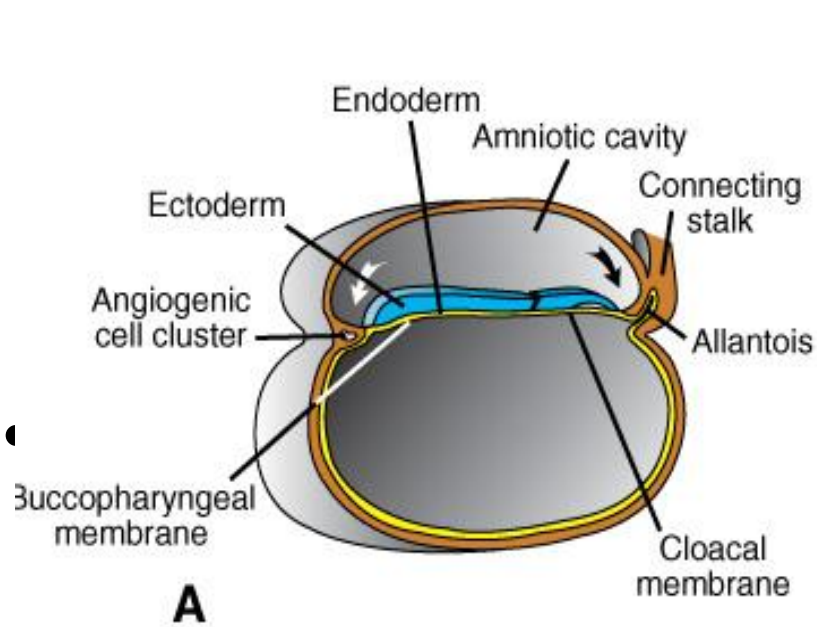
Amniocentesis

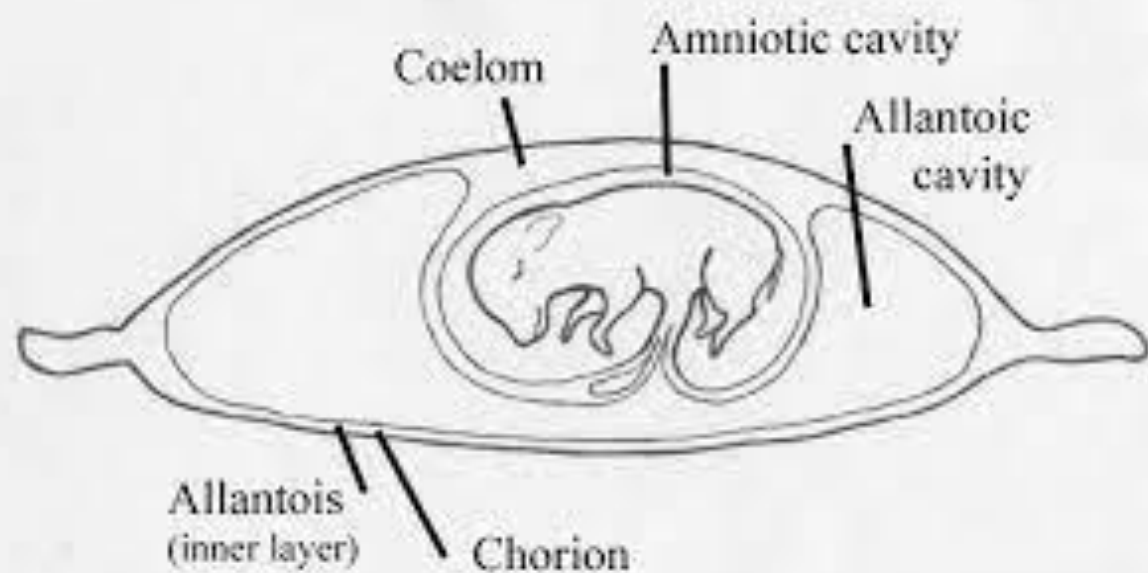
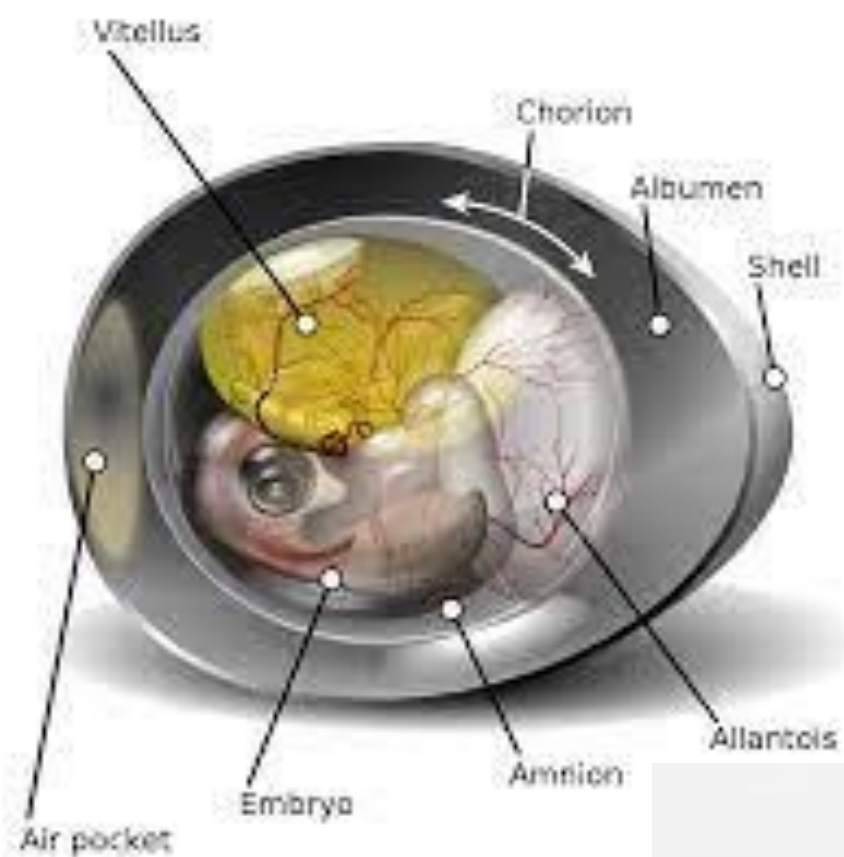
- 16.-20. týden
- riziko spontánního abortu < 0,5%



Allantois

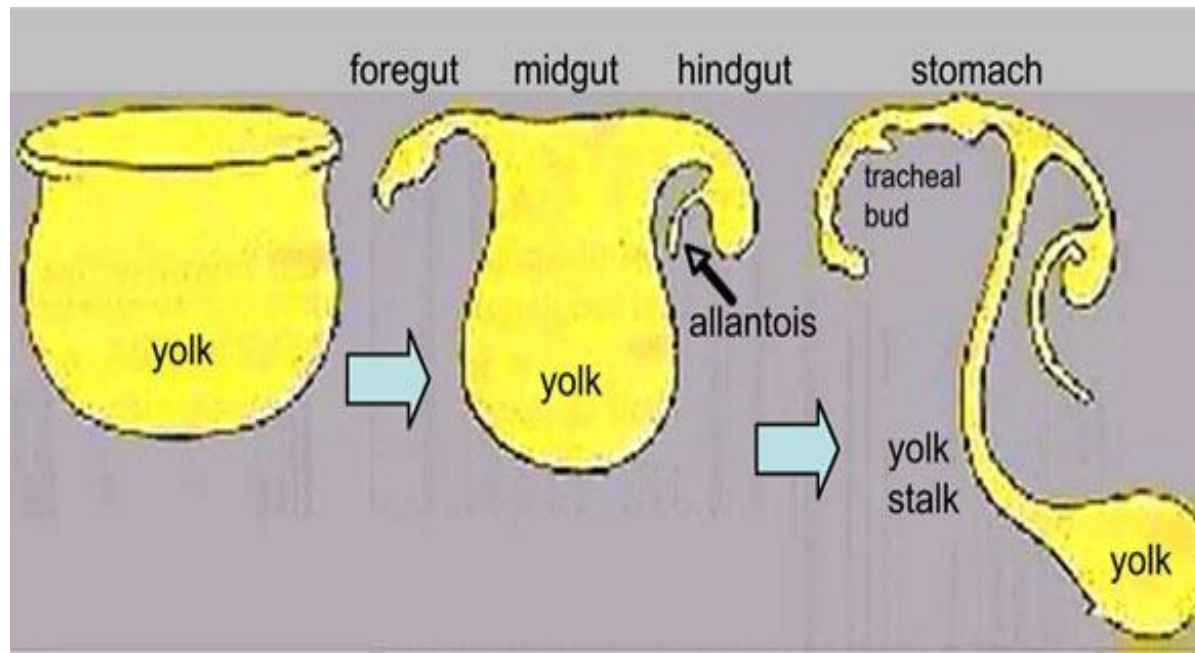
- (allas = salám, jitrnice, klobása)
- výchlípka kaudální části stěny žloutkového váčku vybíhá do zárodečného stvolu
- později se ústí přesune do kloaky
- **3-5T: krvetvorba**
 - vasa allantoica → **vasa umbilicalia**
- intraembryonální část → urachus + pars vesicalis sinus urogenitalis → **močový měchýř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

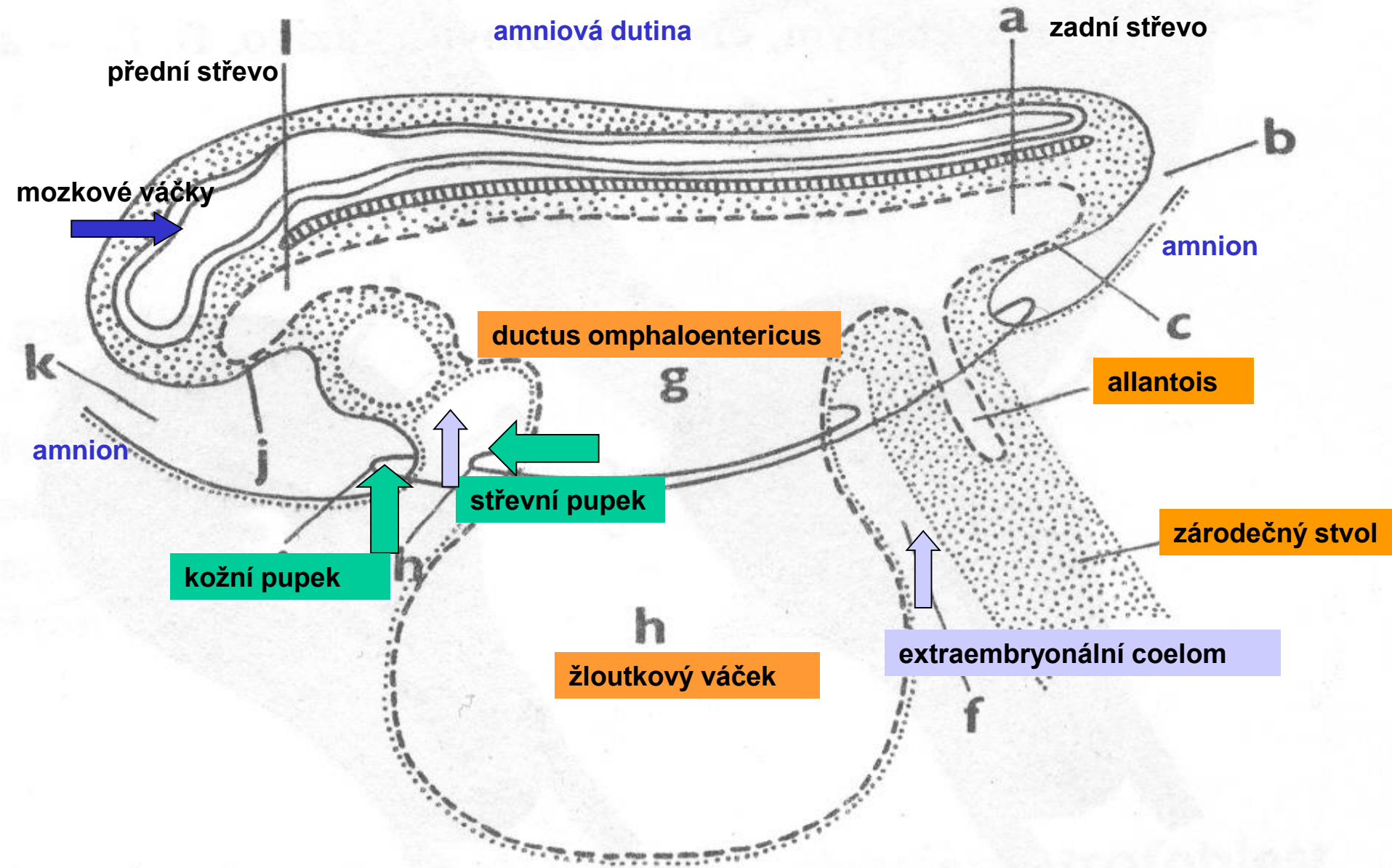
funkce:

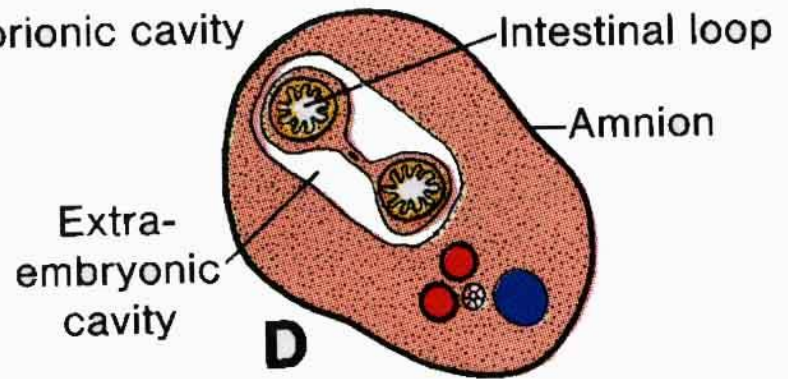
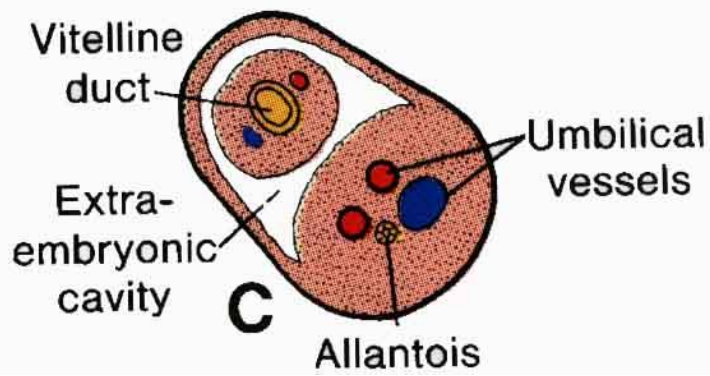
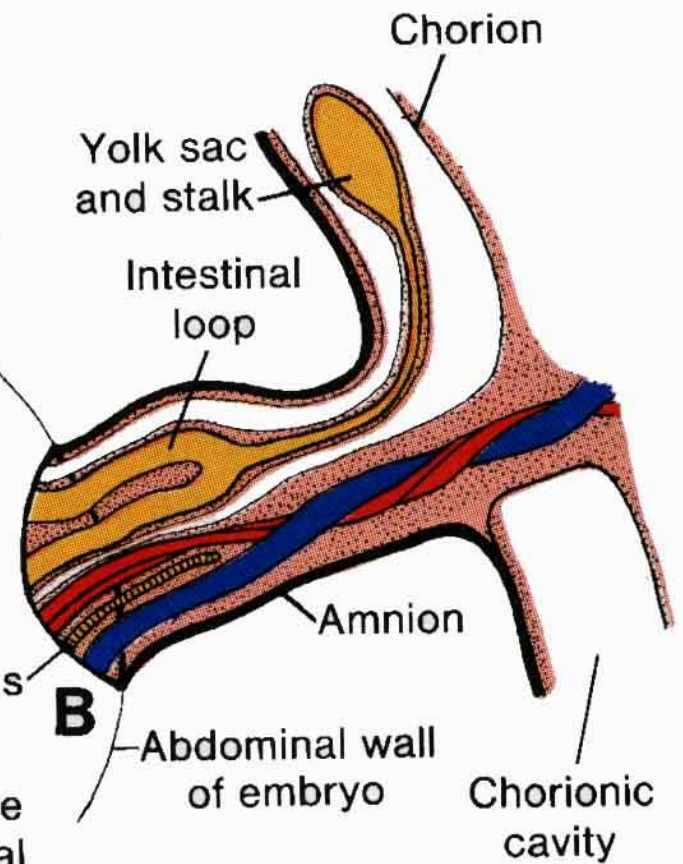
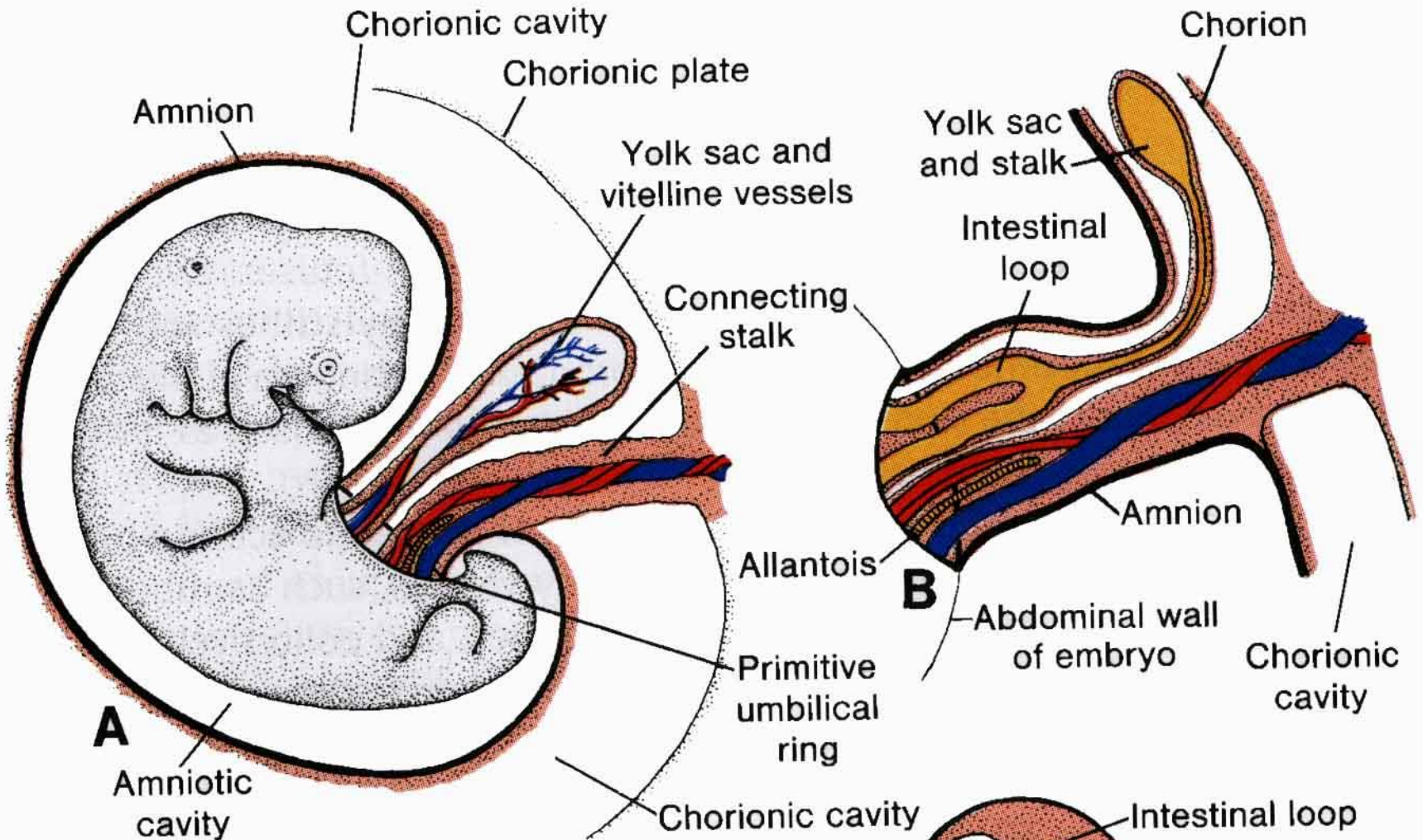
- 2-3T: selektivní transport tekutin a živin k zárodku
- **13D: prvopohlavní buňky**
- **vasa omphaloenterica → z žil vzniká část řečiště jater a v. portae**
- **3-6T: první krvetvorba v těle !**



55 dní

vývoj pupečníku





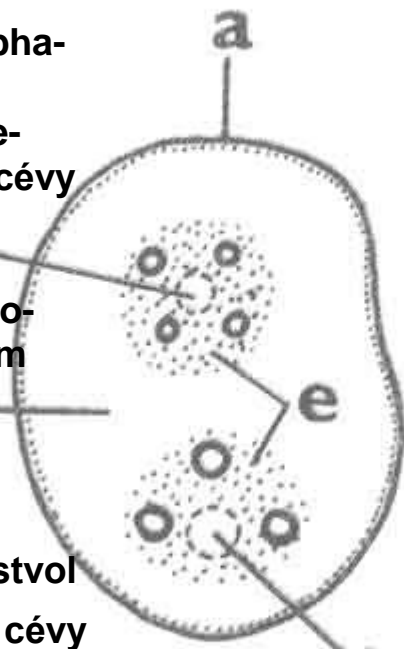
amniový epitel

ductus omphaloentericus
omphalomesenterické cévy

extraembryonální coelom

zárodečný stvol
umbilikální cévy

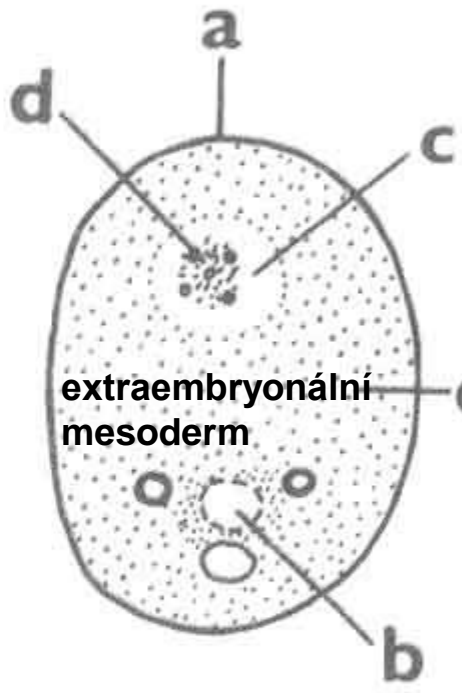
A



B

extraembryonální mesoderm

C



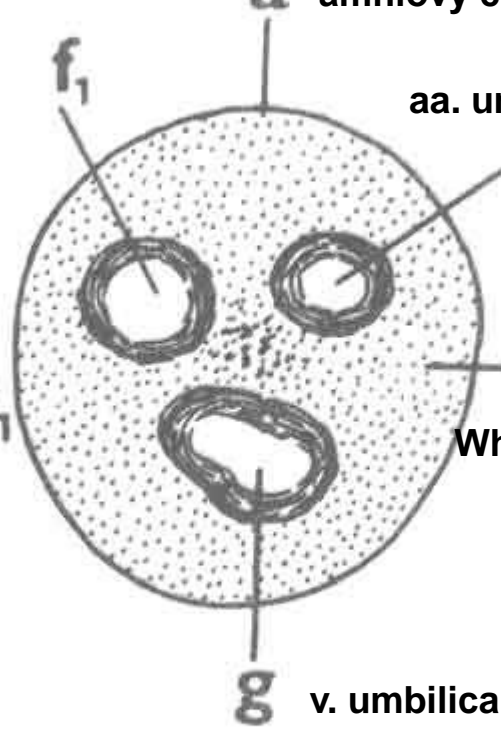
C

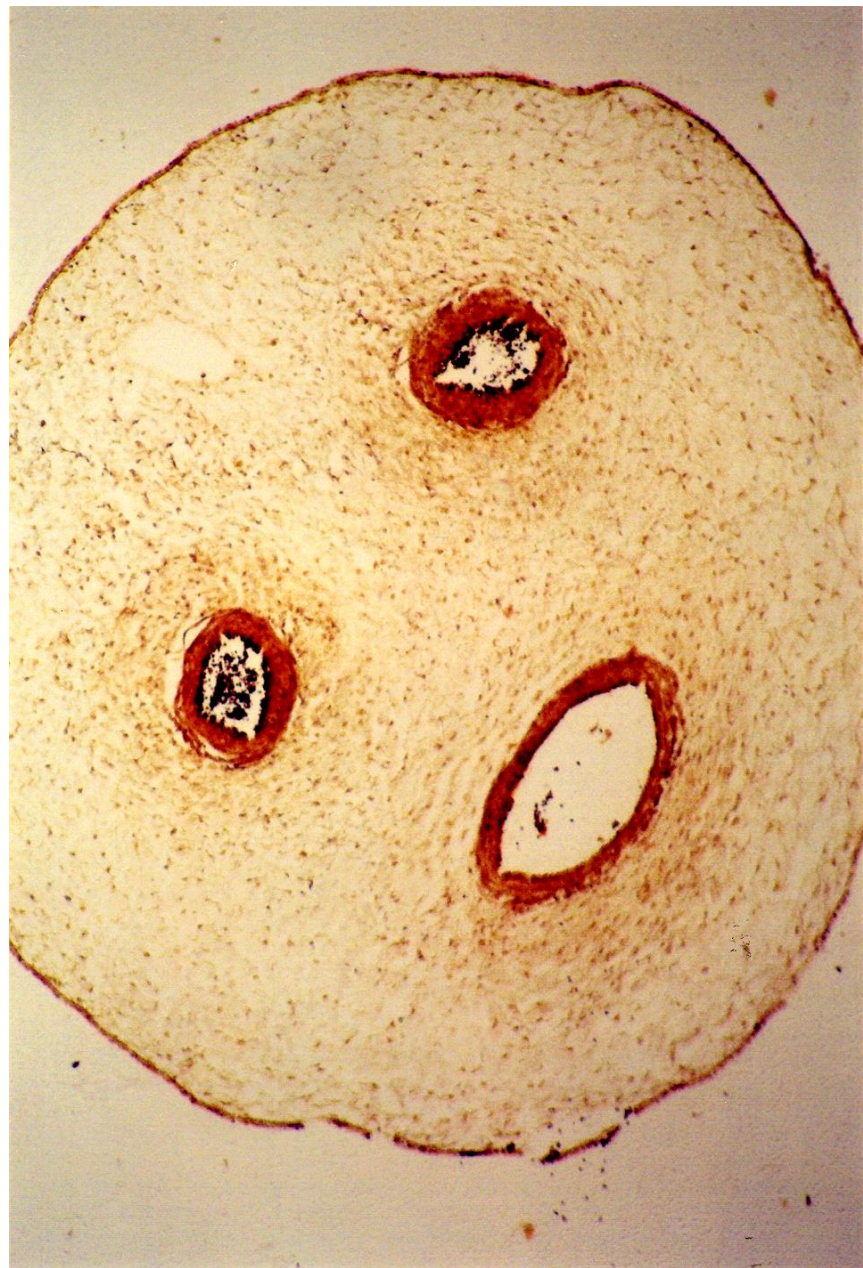
amniový epitel

aa. umbilicales

Whartonův rosol

v. umbilicalis





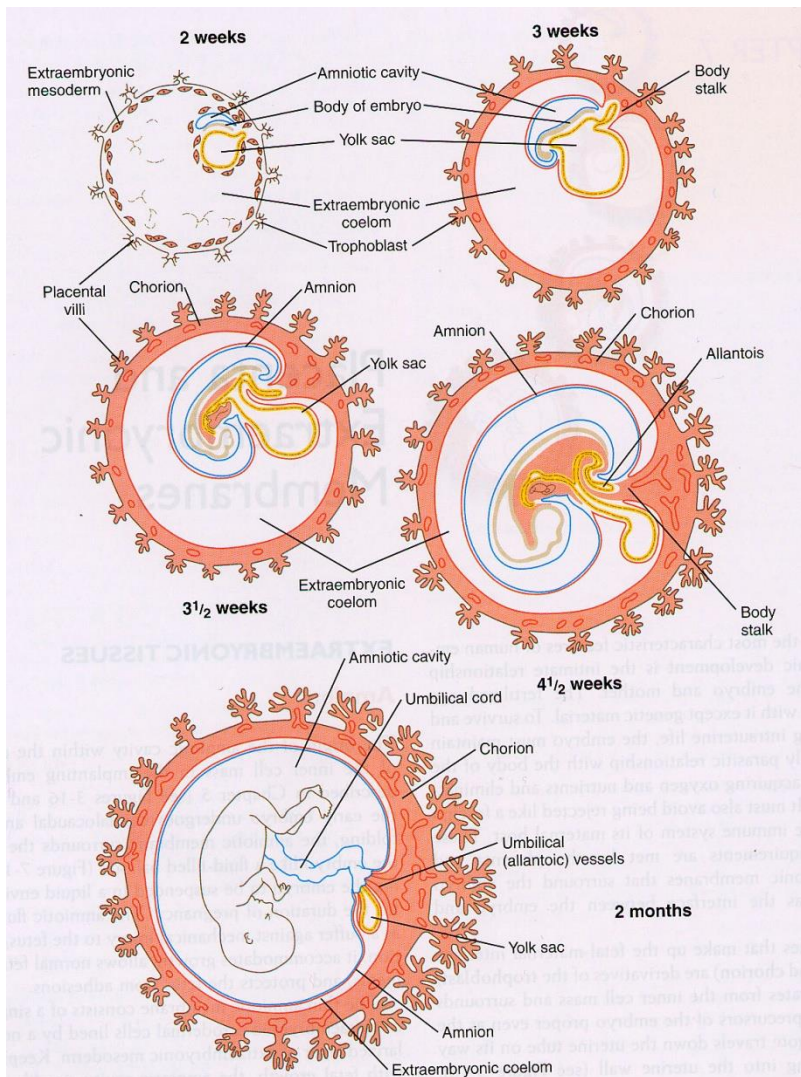
Pupečník (*Funiculus umbilicalis*)

- 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)



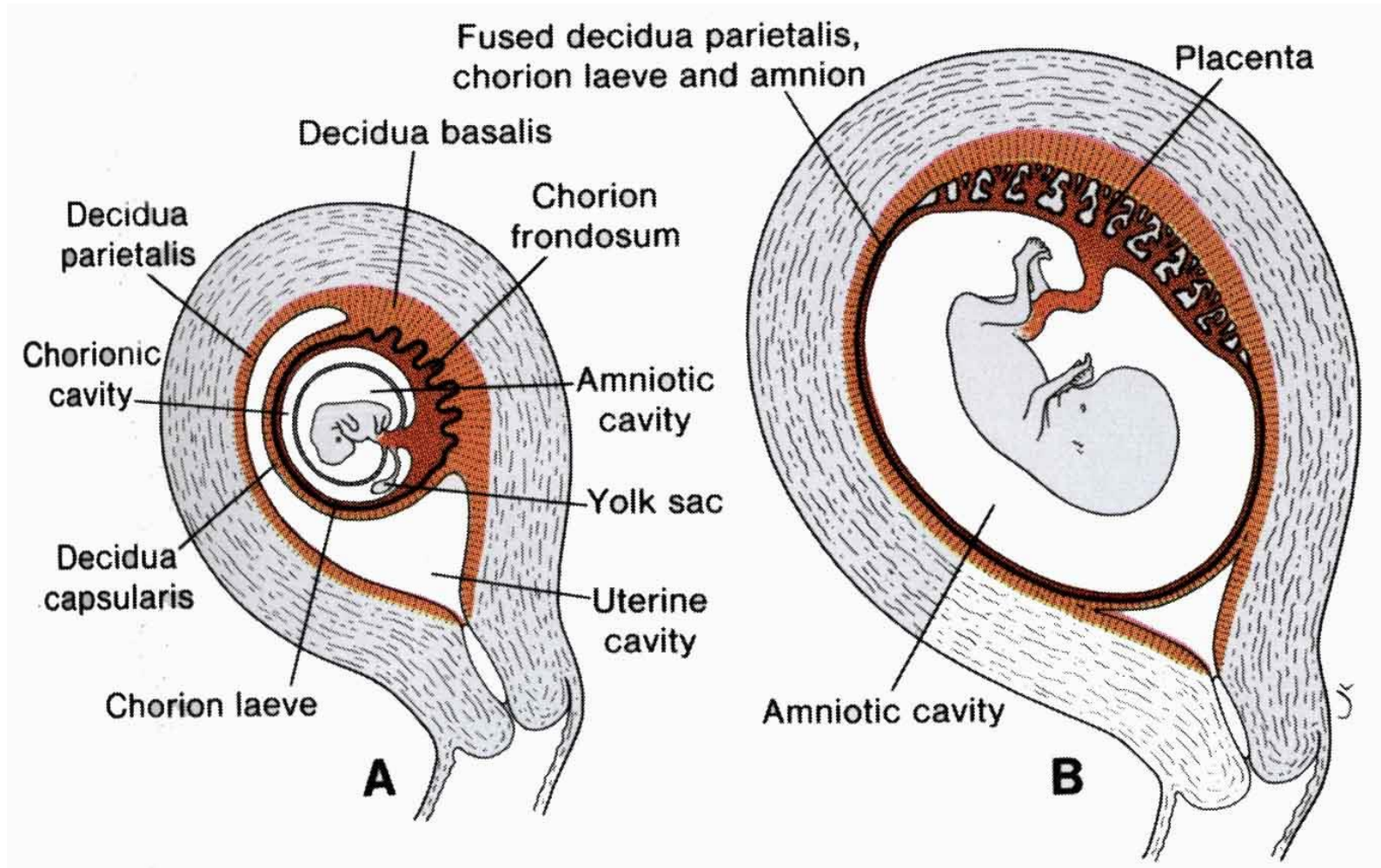
Plodové obaly (*Membranae fetales definitivae*)

- 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

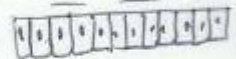


Dutina extraembryonálního coelomu obliteruje během 8. týdne

Chorion – mesoderm choria
- cytotrofoblast
- syncytiotrofoblast



Decidua capsularis – lamina propria
- epitel



Dutina děložní obliteruje na konci 2. trimestru

Decidua parietalis – epitel
- lamina propria

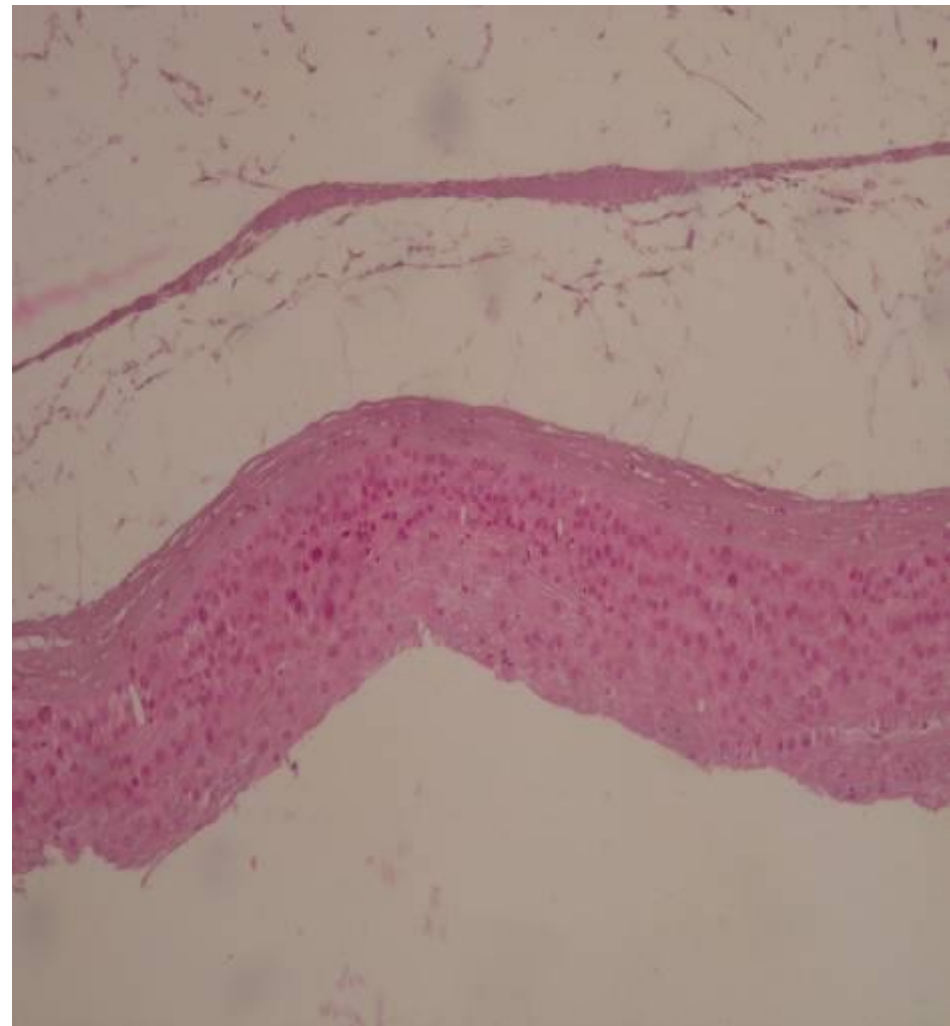


AMNIOBLASTY

MESODERM A+CH

CYTOTROFOBLAST

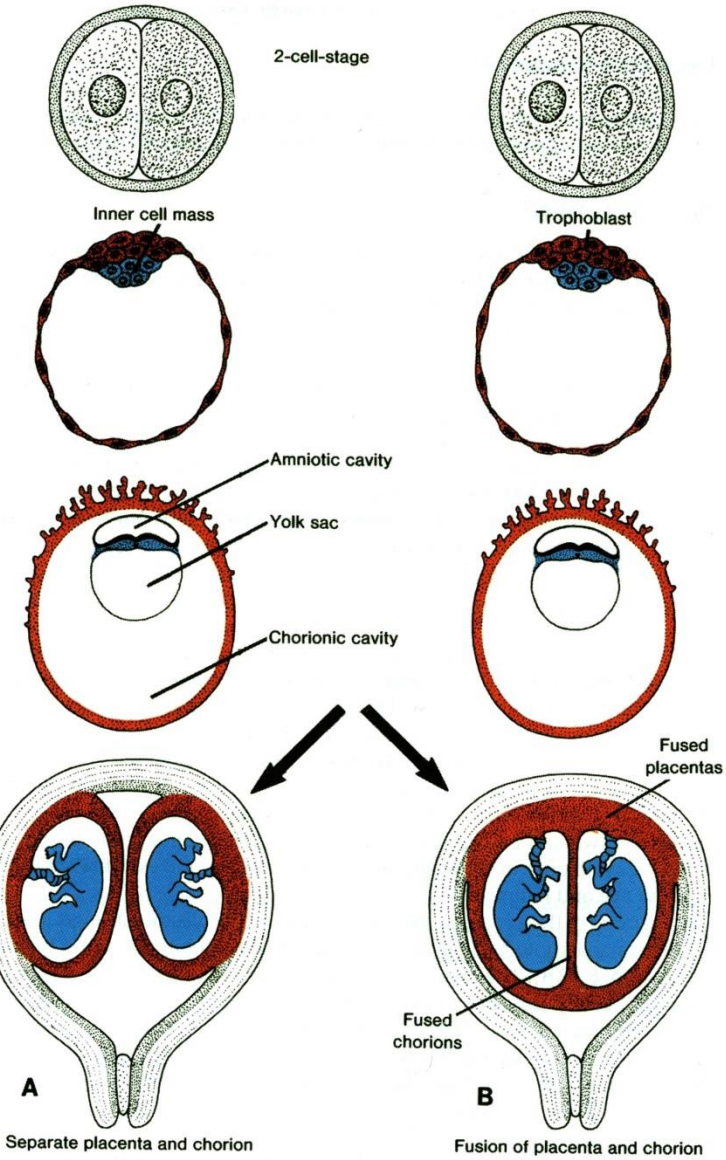
DECIDUA PARIETALIS



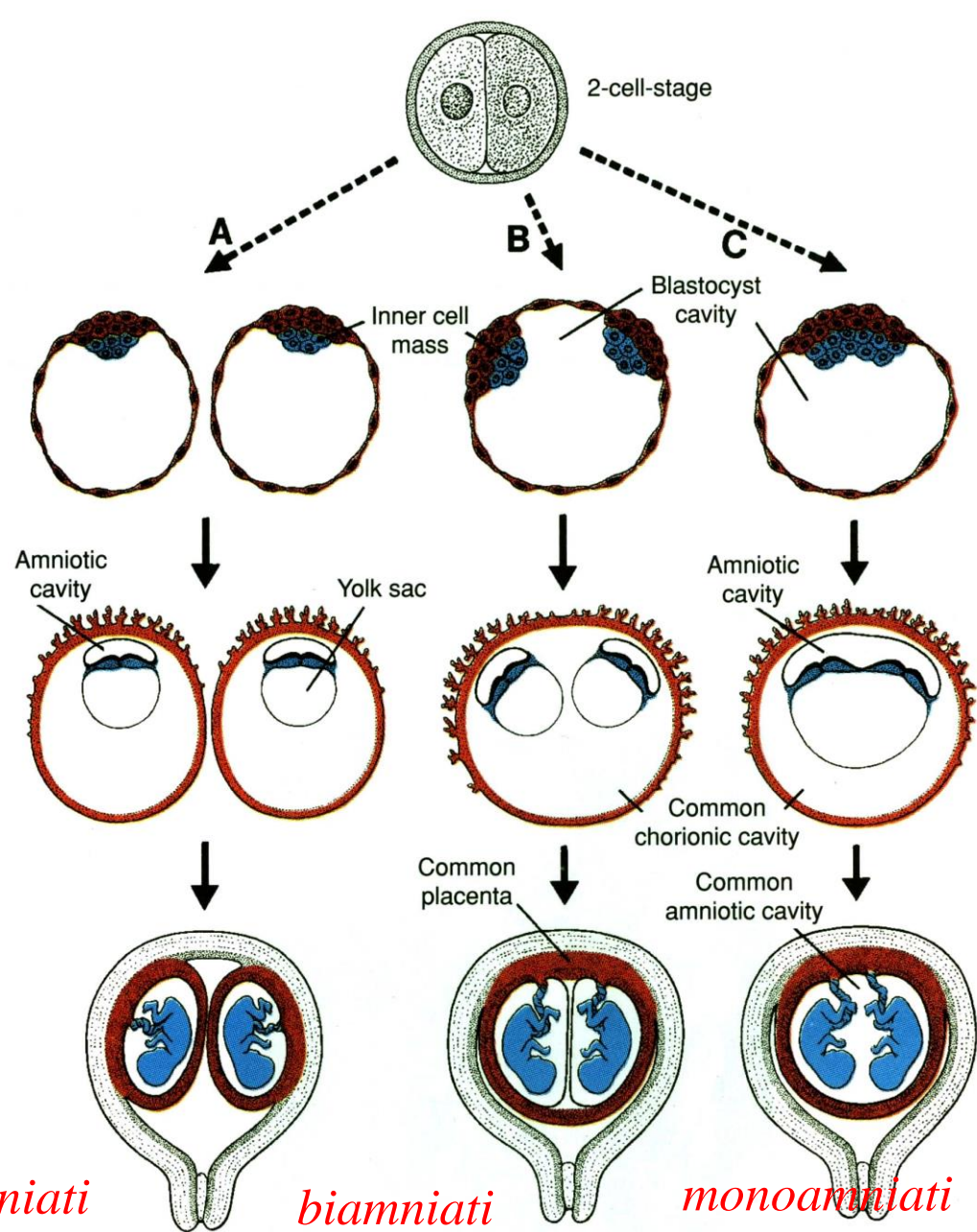
Mnohočetné těhotenství

- **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, ...

