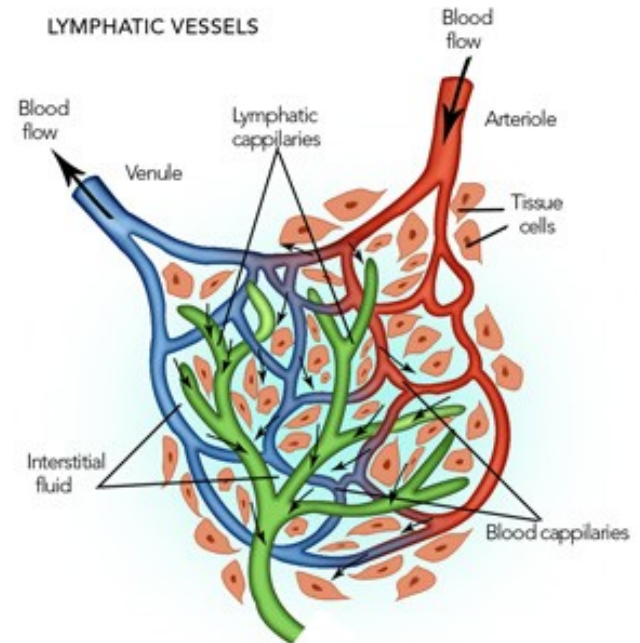
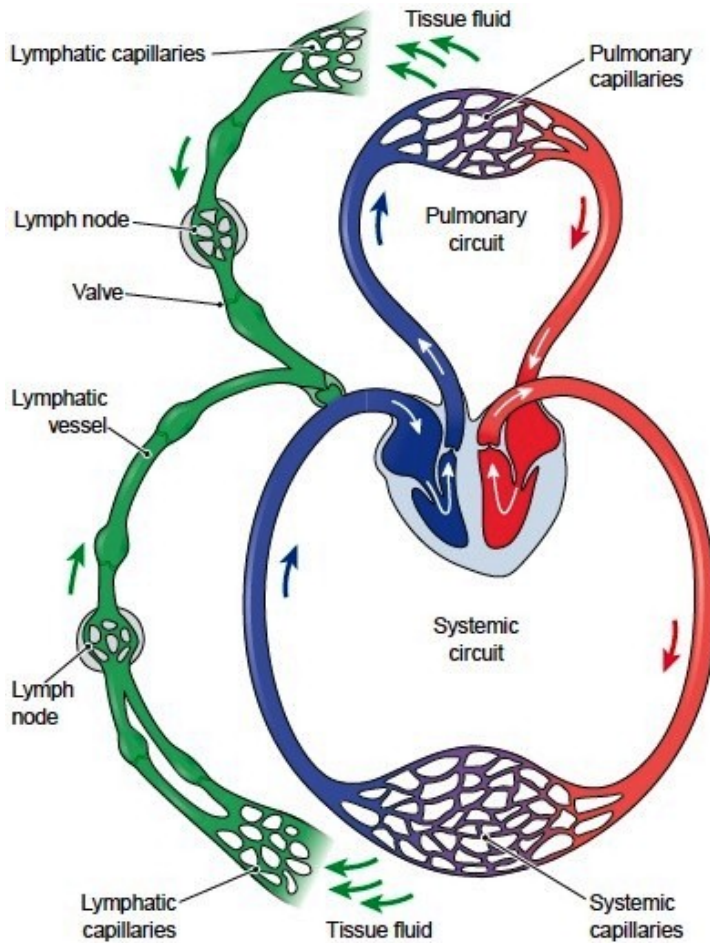


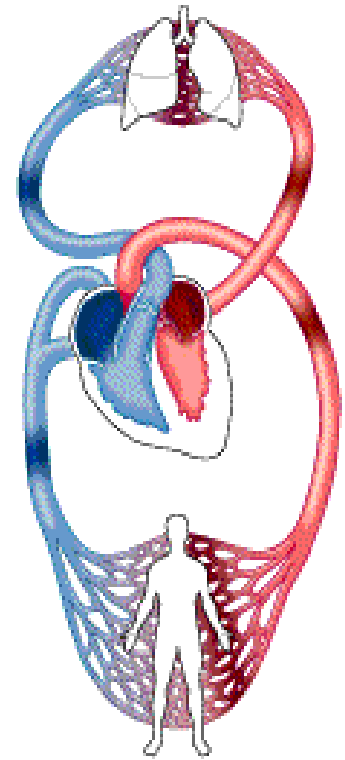
# Kardiovaskulární a lymfatický systém



# Kardiovaskulární systém

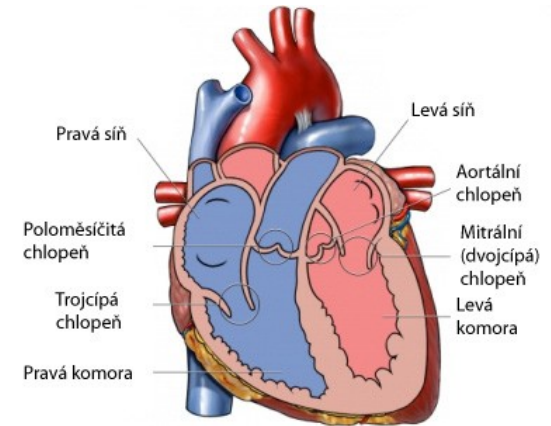
Uzavřený systém srdce a cév s cirkulující krví vystlaný endotelem

1. Srdce
2. Arterie – eferentní cévy
3. Síť kapilár
4. Vény – aferentní cévy



# Srdce

- latinsky cor, cordis nebo z řečtiny cardia



Svalový dutý orgán schopný kontrakce

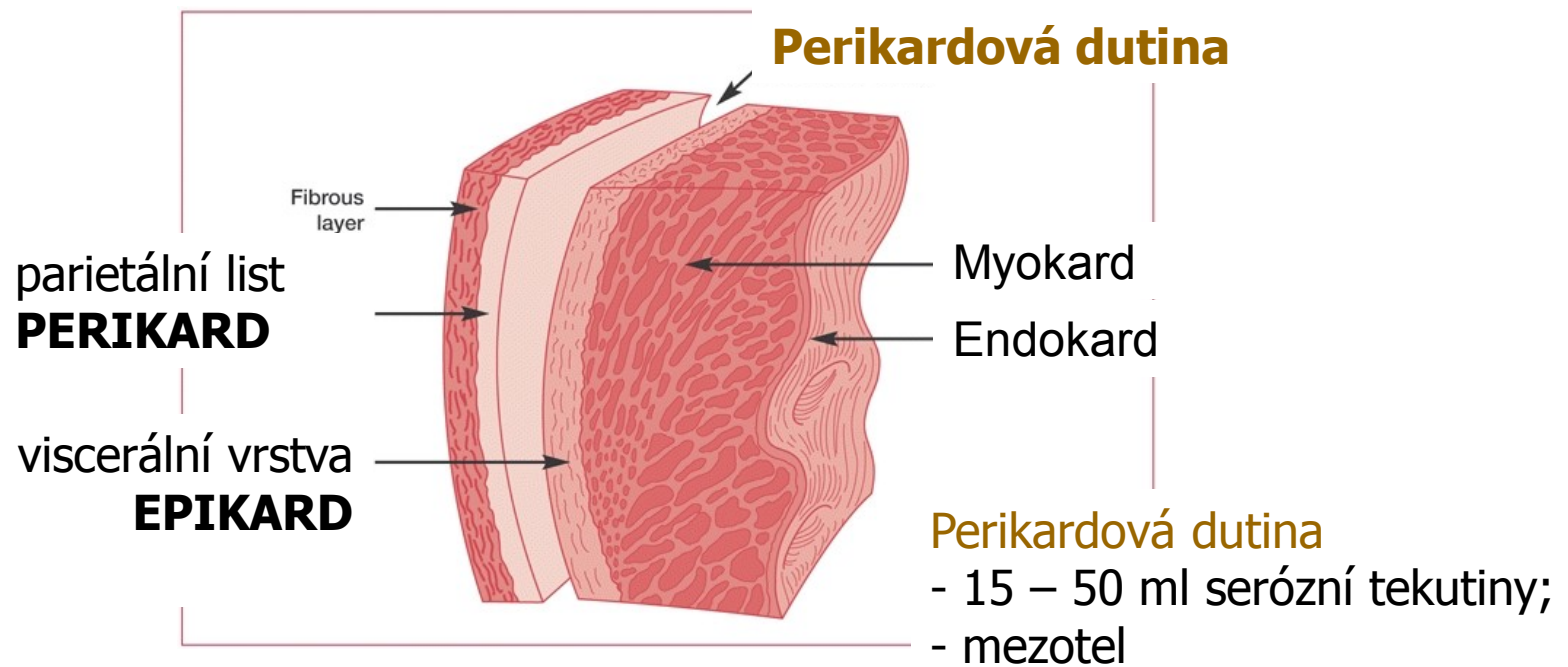
Zajišťuje oběh krve

Uloženo v středohrudí mezi plícemi, hrudní kostí (sternum) a bránicí

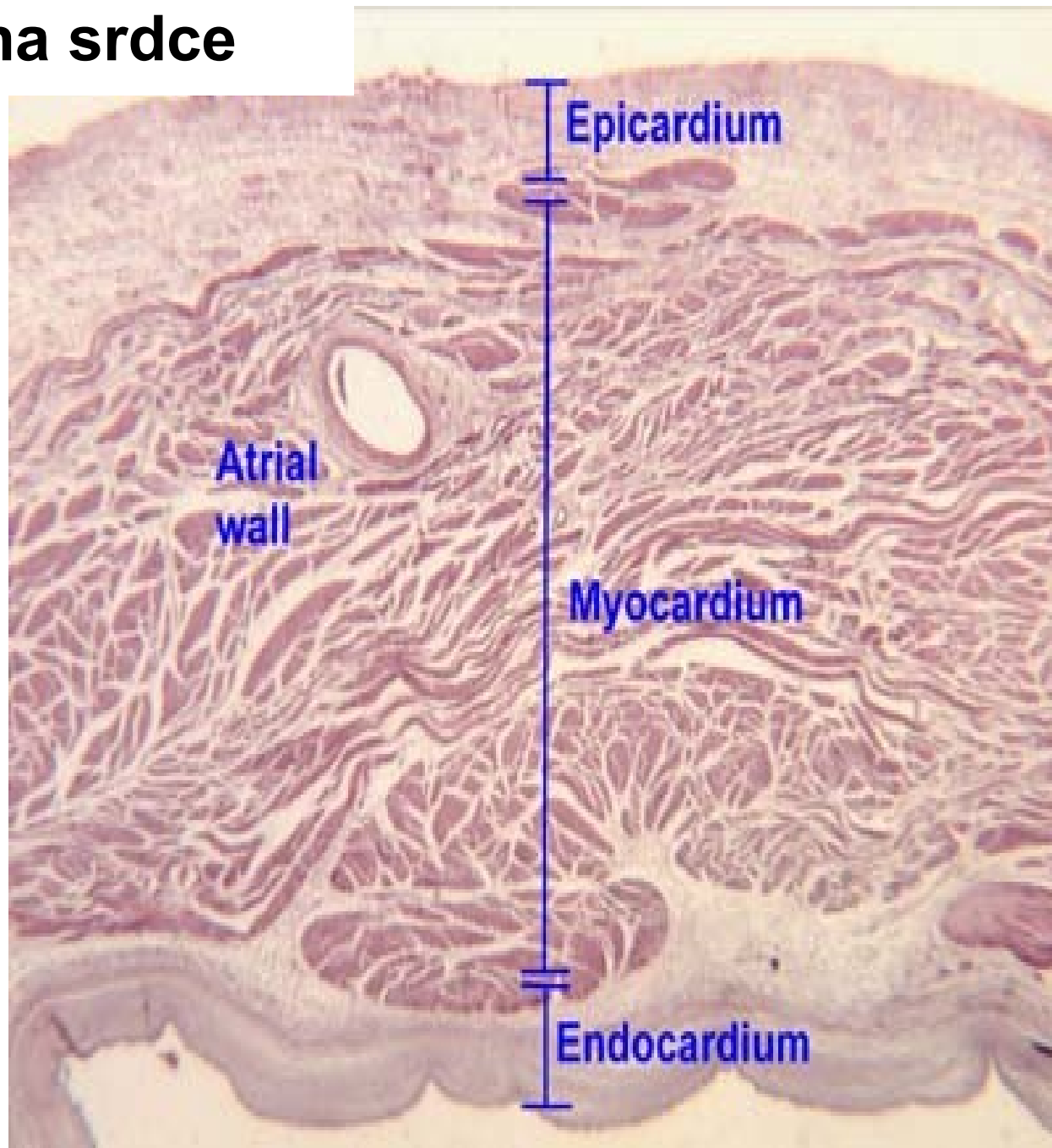
Tvar kužele, jehož hrot (apex) směřuje doleva a dolů

# Srdeční stěna

- ▶ endokard
- ▶ myokard
- ▶ epikard
- ▶ perikard (osrdečník)



# Stěna srdce



# Endokard

(homologní s intimou cév)

Vystýlá všechny dutiny srdce a přechází i na chordae tendinae a chlopně

## Endotel

**Subendotelové vazivo** – řídké kolagenní

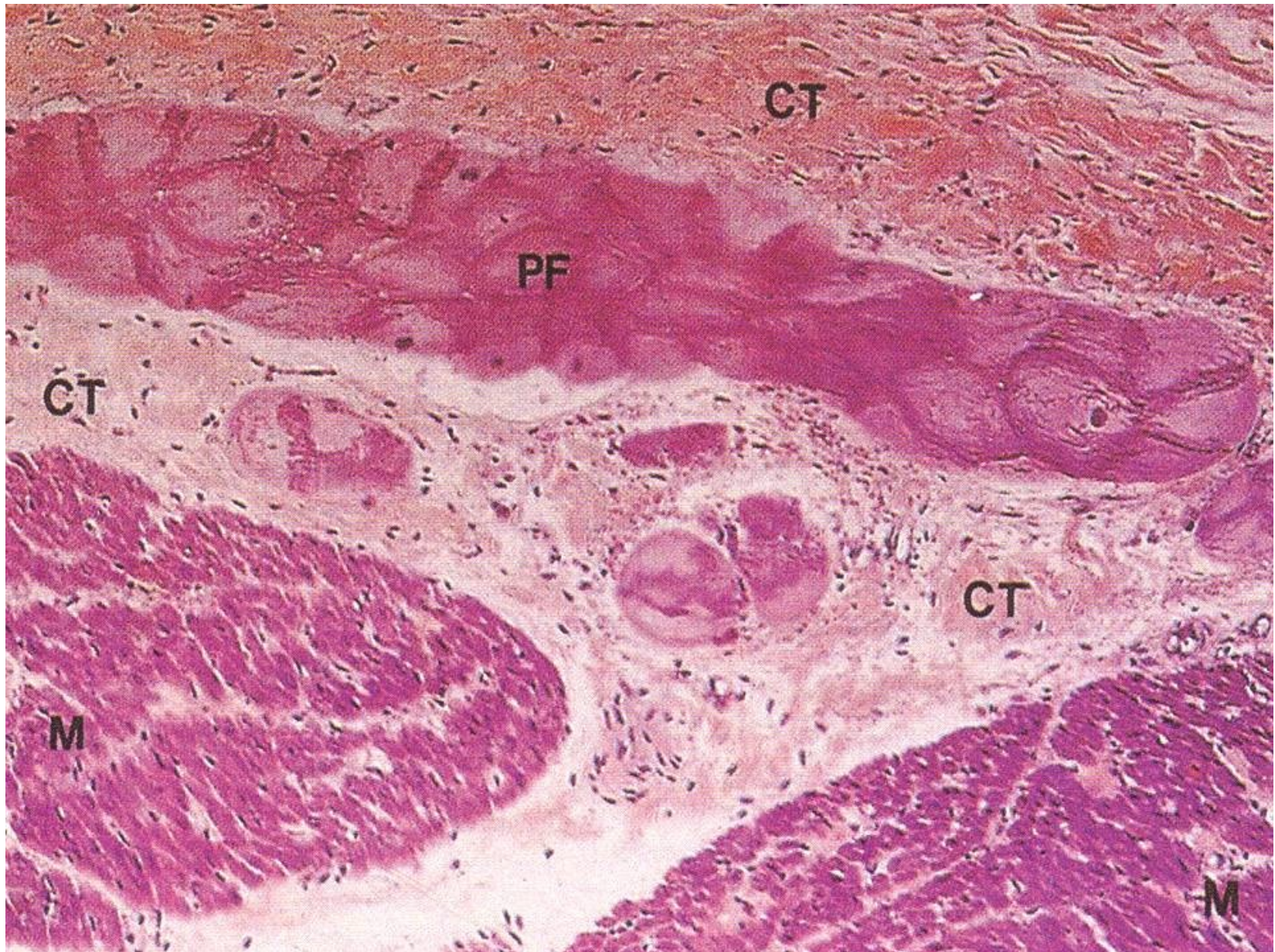
**Elasticko-muskulární vrstva** - tuhé kolagenní a elastické vazivo + hladké svalové buňky - silná především v síních

**Subendokardové vazivo** - řídké – cévy, nervy, struktury převodního systému srdečního (Purkyňova vlákna)

**!!! Purkyňova vlákna ≠ Purkyňovy buňky !!!**



# Srdce - endokard





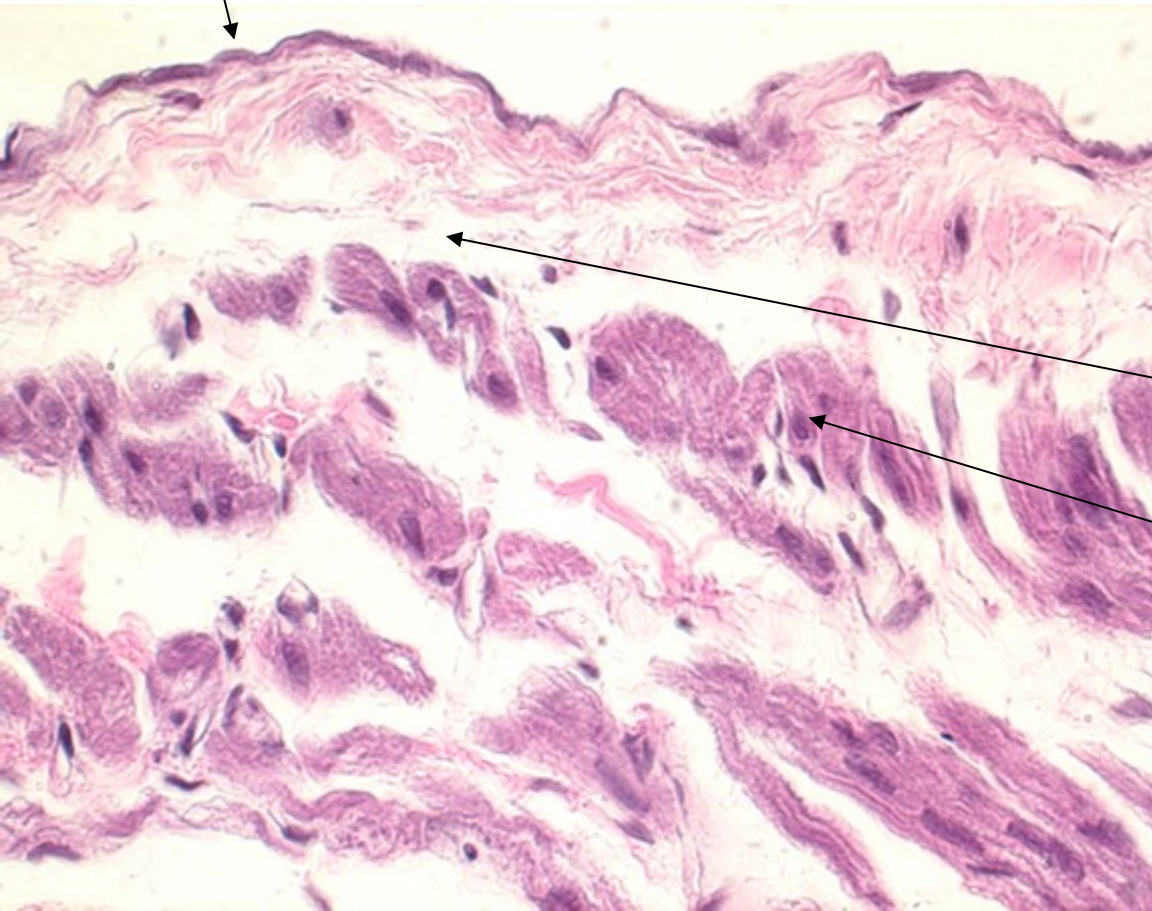
# Myokard





# Epikard

**Mezotel**

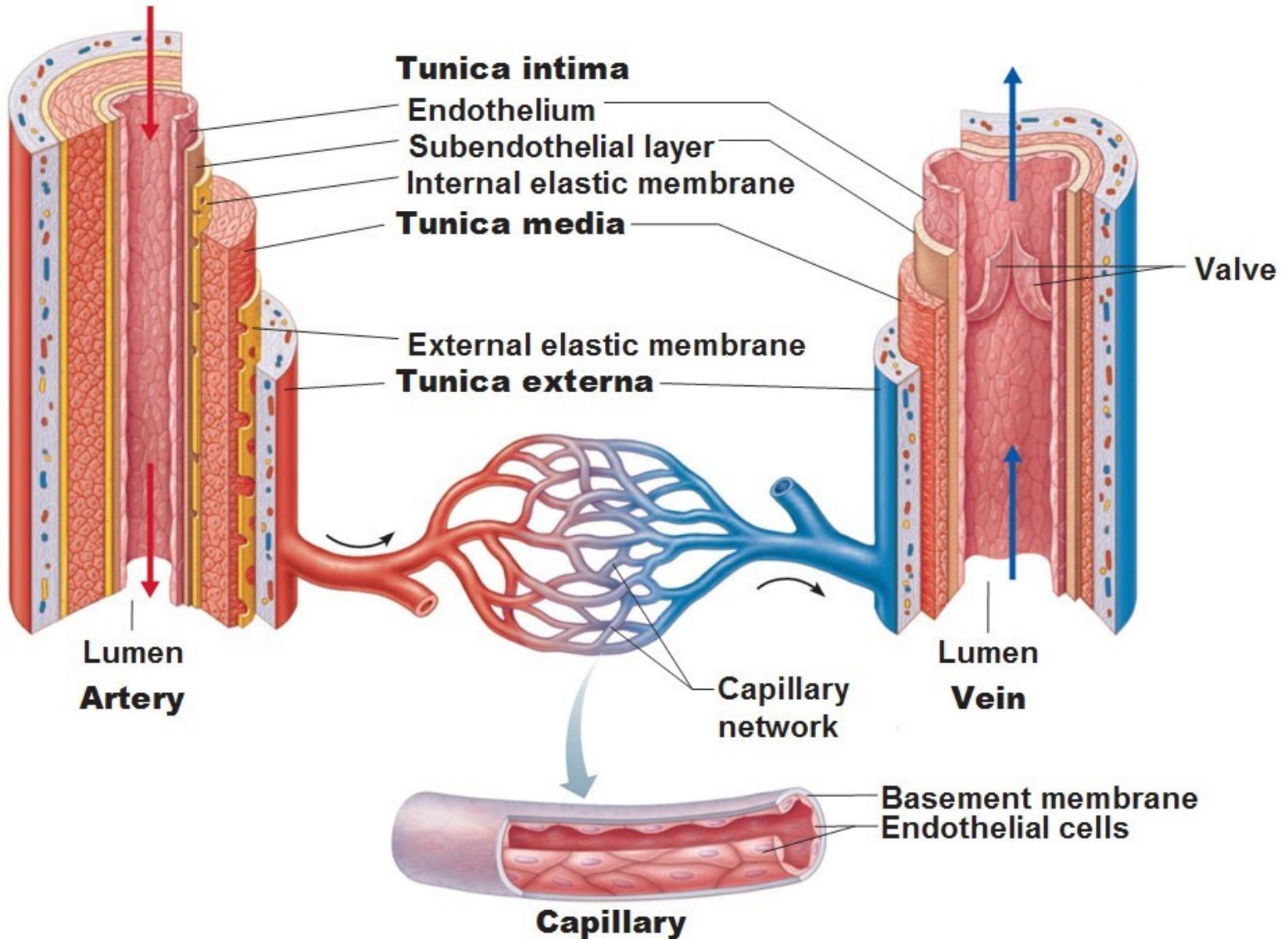


Perikardový prostor

subepikardové vazivo

myokard

# Arterie (tepny) a vény (žíly)



# Obecná stavba krevních cév

## Tunica intima

- **Endotelové buňky** - polygonální, ploché protažené ve směru toku krve, centrální oblast se vyklenuje do lumen cévy, tenké laterální výběžky s transportními vezikuly

- **Subendotelová vrstva** - řídké kolagenní vazivo může obsahovat hladké svalové buňky - elementy uspořádané longitudinálně

\_\_\_\_\_ **membrana elastica interna** \_\_\_\_\_

## Tunica media

- **Hladké svalové buňky** - cirkulárně

- **Retikulární vlákna a elastická vlákna**

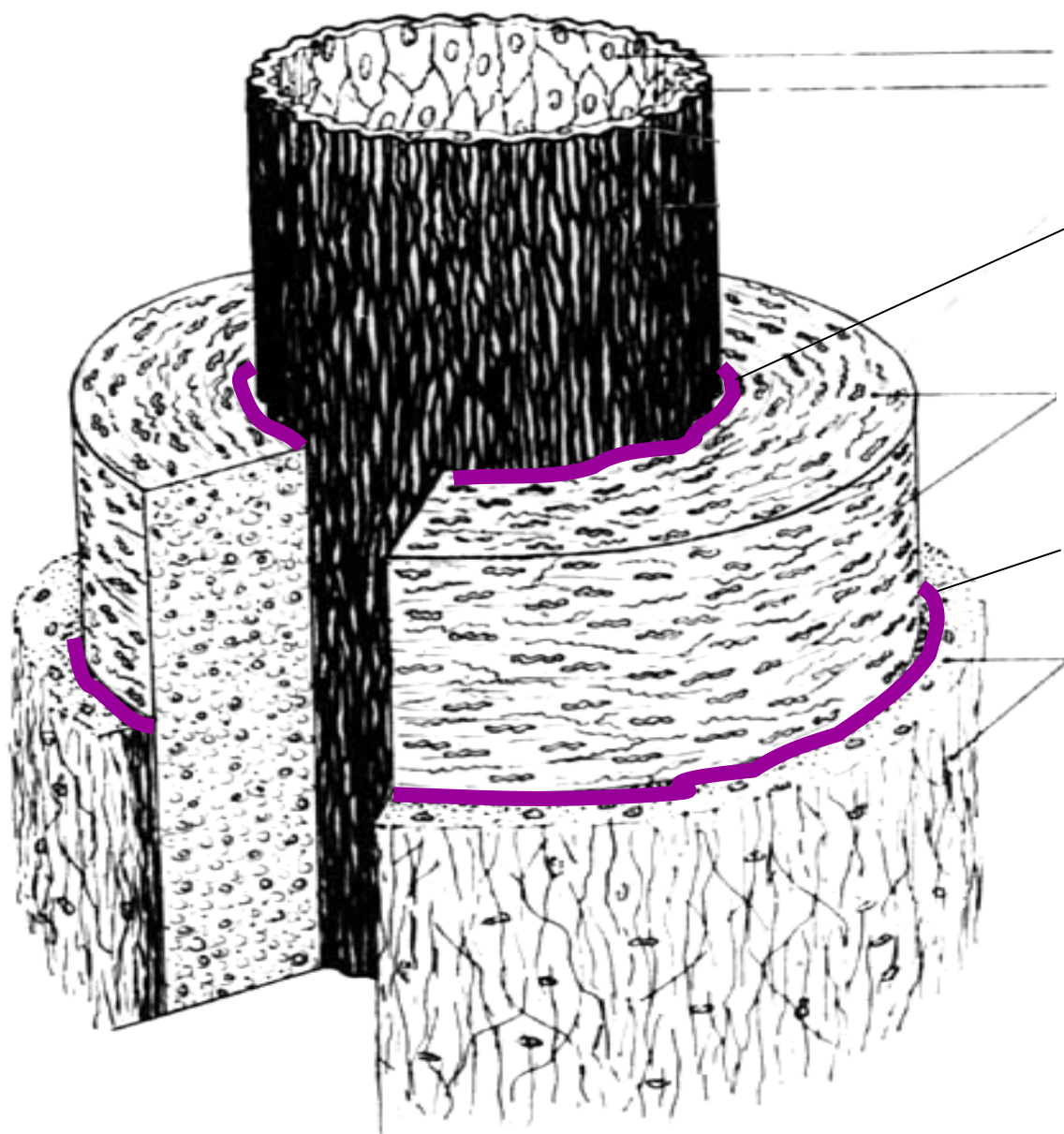
mohou na okrajích kondenzovat v membrana elastica interna et externa (oddělují tunica media od tunica externa a tunica intima)

\_\_\_\_\_ **membrana elastica externa** \_\_\_\_\_

## Tunica adventitia

- **Kolagenní vazivo** - převládají longitudinální kolagenní (kolagen I) a elastická vlákna - **Fibroblasty, adipocyty, hladké svalové buňky** (ve větších cévách), průběh cév (vasa vasorum), nervů a lymfatických kapilár





**Endothelium**

**Tunica interna**

(longitudinalně)

Membrana elastica interna

**Tunica media**

(circulárně)

Membrana elastica externa

**Tunica externa**

(longitudinalně)



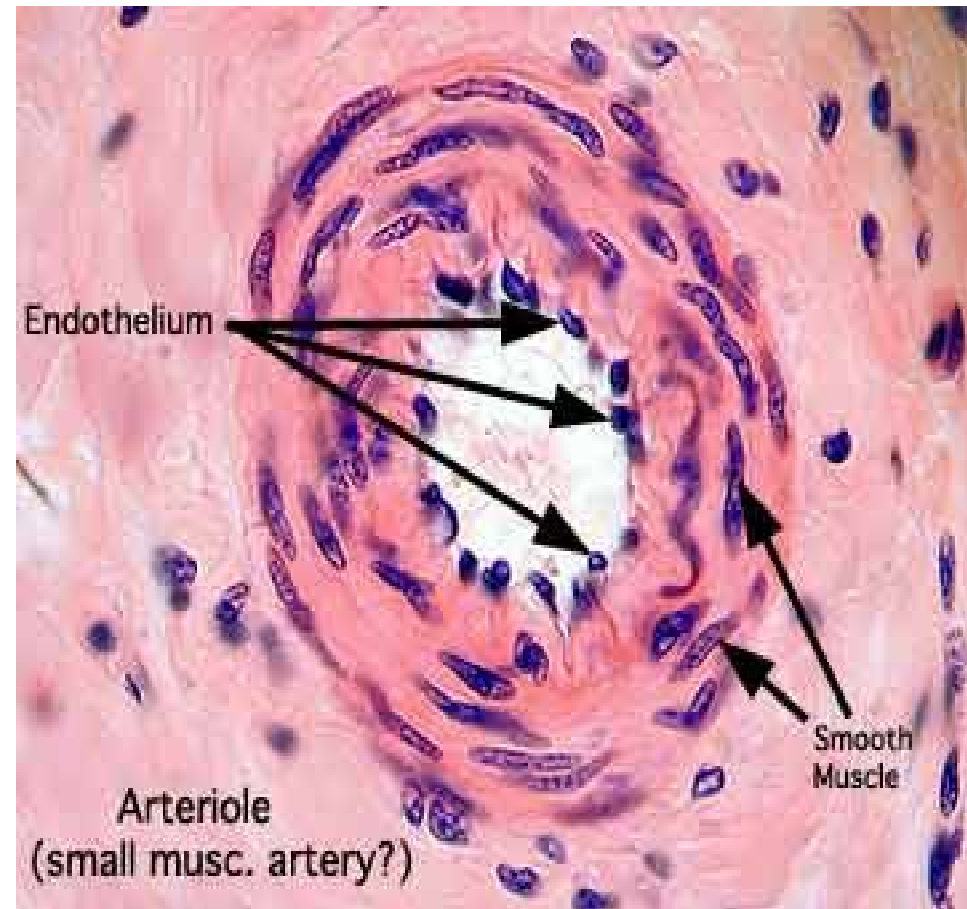
# Arteriální oddíl cévního řečiště

Podle  $\emptyset$ , morfol. odlišností a poměru elastických vláken a leiomyocytů:

- **Arterioly**  $\emptyset < 0.5$  mm
- **Svalové arterie** (malé a střední)  $\emptyset 0.5 - 10$  mm
- **Elastické arterie** (velké: aorta + její větve)

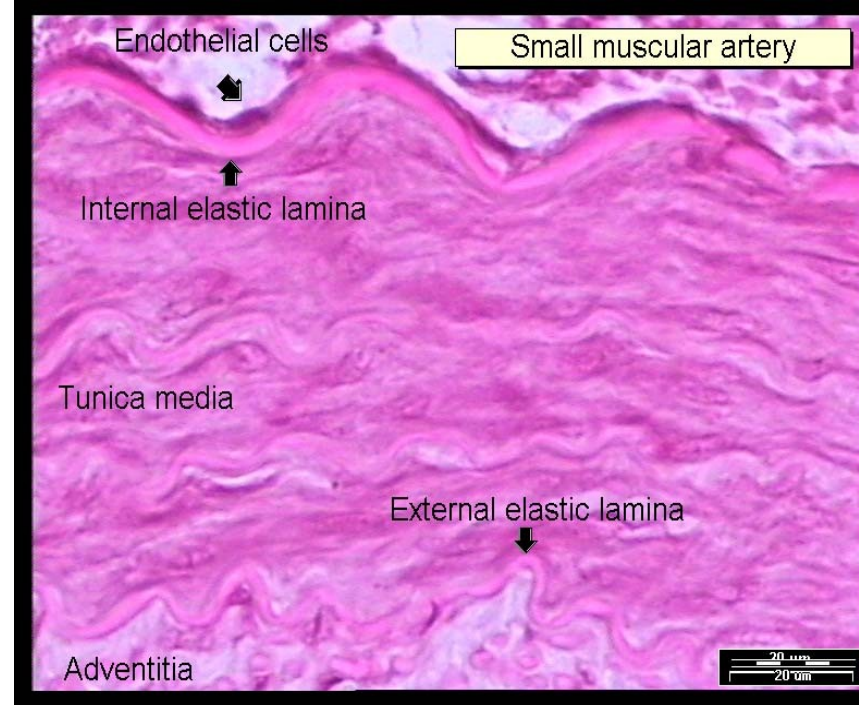
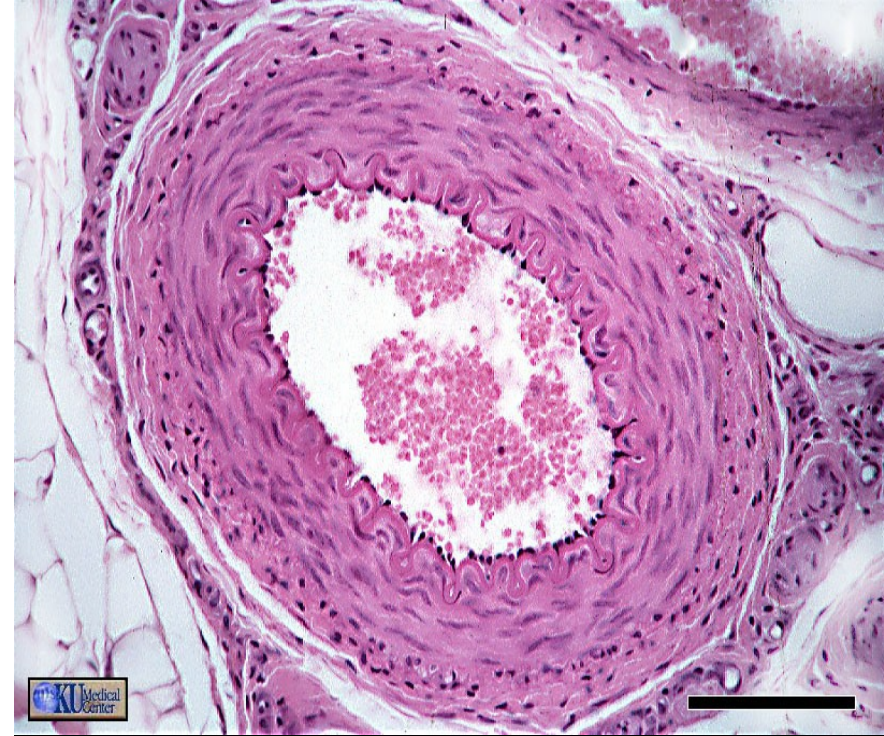
# Arteriola

- $\varnothing < 0.5 \text{ mm}$
- **TI**: endotel + subendotel
- **membrana elastica int.**
- **TM**: leiomyocyty (až 5 vrstev - cirkulárně)
- **TA**: fibrocyty, retikulární (+kolagenní) vlákna



# Svalová arterie

- **TI:** endotel + subendotel (s leiomyocyty - longit.)
- **membrana elastica int.**
- **TM:** až 40 vrstev of leiomyocytů, elastických a kolagenních vláken
- **membrana elastica ext.**
- **TA:** řídké kolag. vazivo

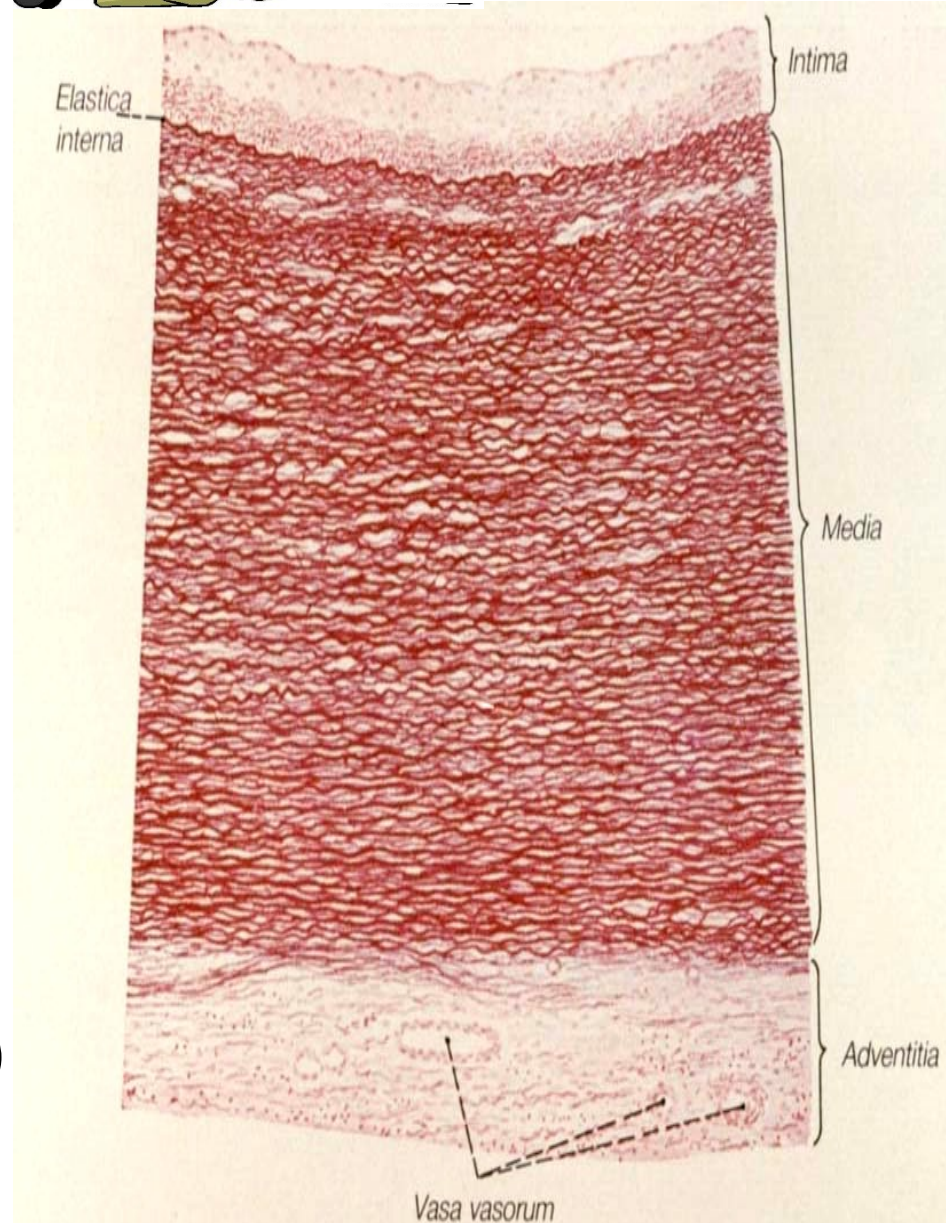




# Elastické arterie



- **TI**: endotel + subendotel (100  $\mu\text{m}$  široká vrstva vaziva)
- **membrana elastica int.**
- **TM**: až 40-60 vrstev fenestrovaných elastických membrán, leiomyocyty, retikulární vlákna
- **TA**: řídké kolag. vazivo (+ vasa et nervi vasorum)



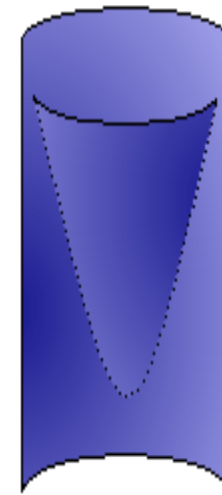


# Venózní oddíl cévního řečiště

- Venuly  $\varnothing$  0.2 – 1 mm
- Malé a střední vény  $\varnothing$  1 – 9 mm
- Velké vény (v. cava inf. et sup.)

- **Chlopně**

- duplikatury endotelu podložené elastickým vazivem
- brání žilnímu návratu

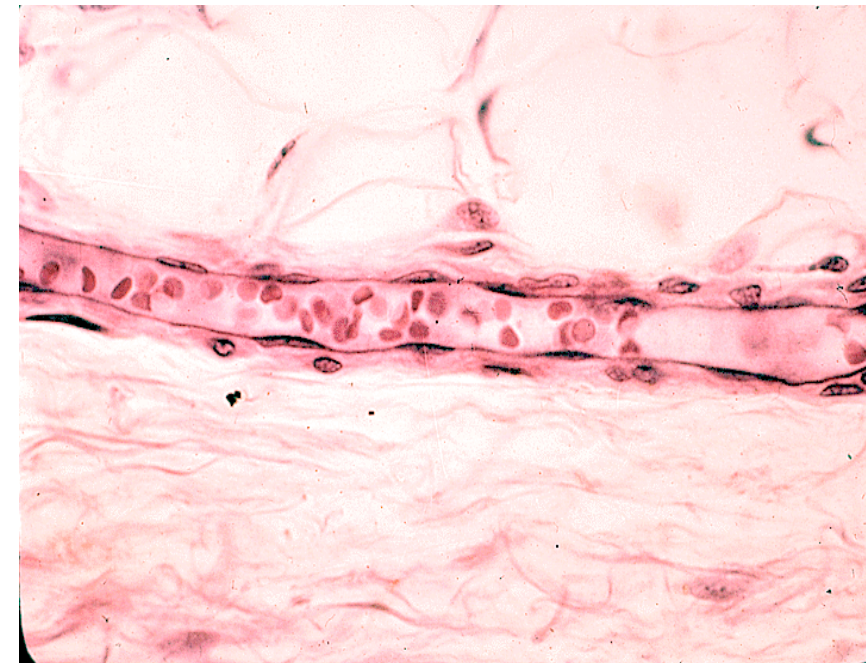
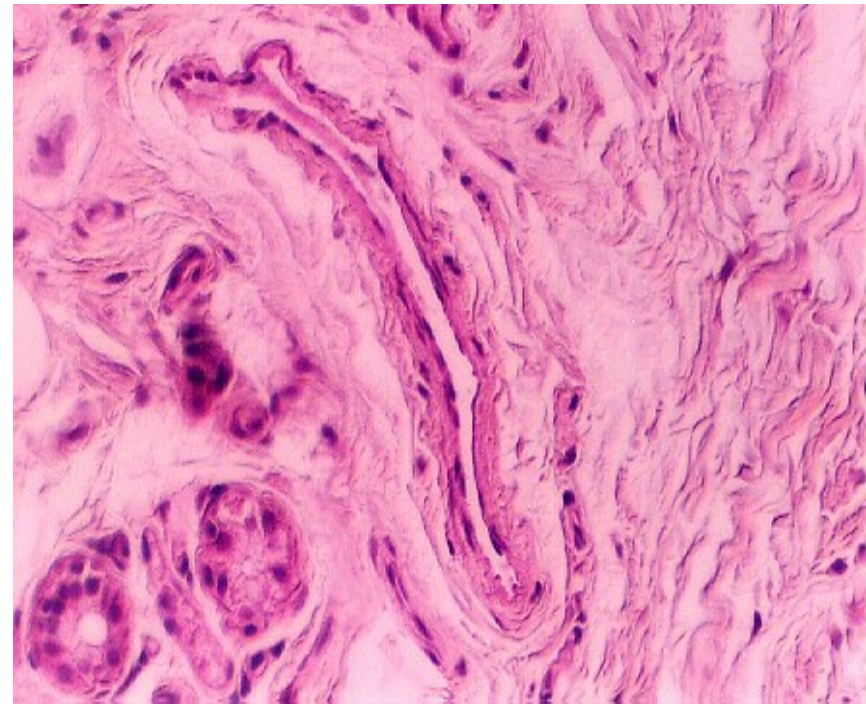


pocket valve



# Venula

- $\varnothing < 0.2 - 1 \text{ mm}$
- **TI**: endotel
- **TM**: leiomyocyty  
(1-3 vrstvy – cirkul.)
- **TA**: řídké kolag. vazivo



# Malé a střední vény

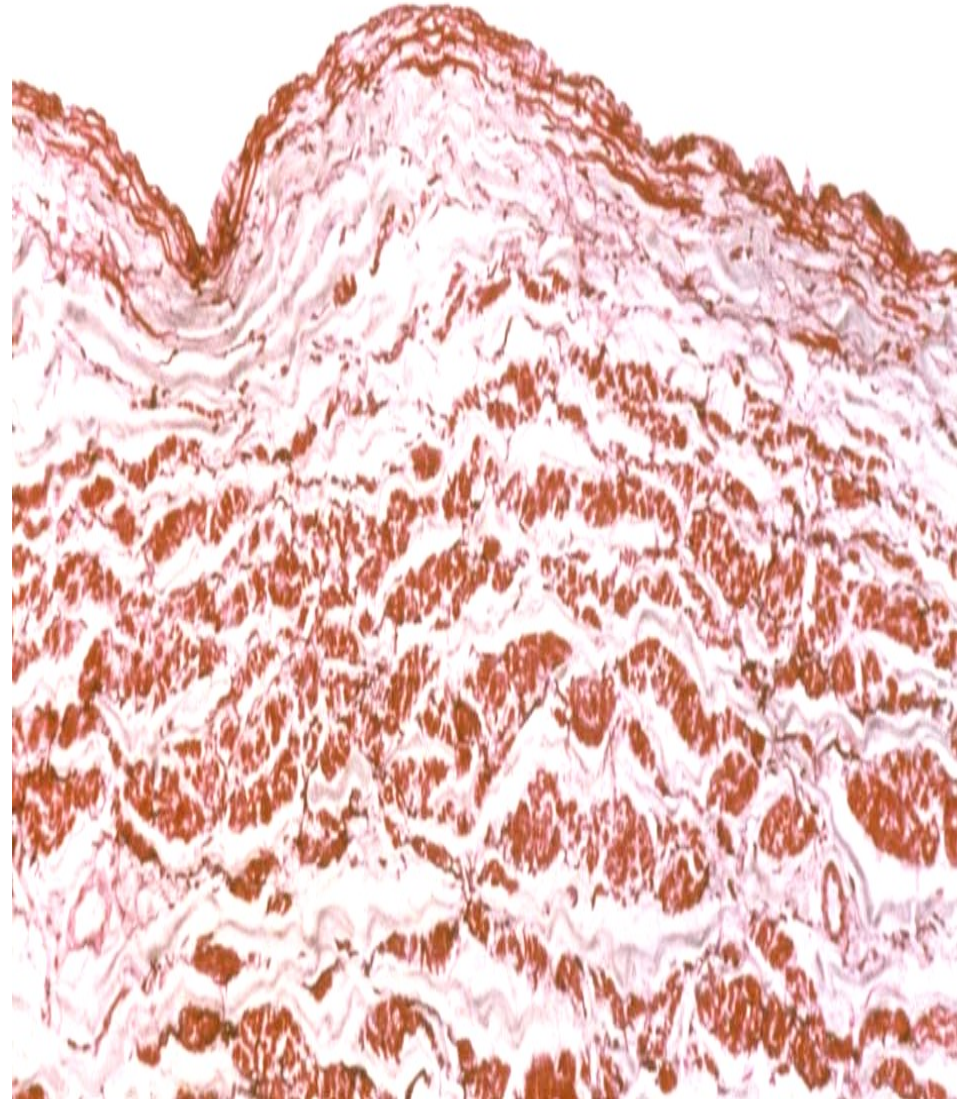
- $\varnothing$  1 – 9 mm
- **TI**: endotel + subendotel (nepravidelně) + chlopně
- **TM**: nepravid., tenká, leiomyocyty, elastická a kolagenní vlákna
- **TA**: silná, řídké vazivo se svazky leiomyocytů – longit.)





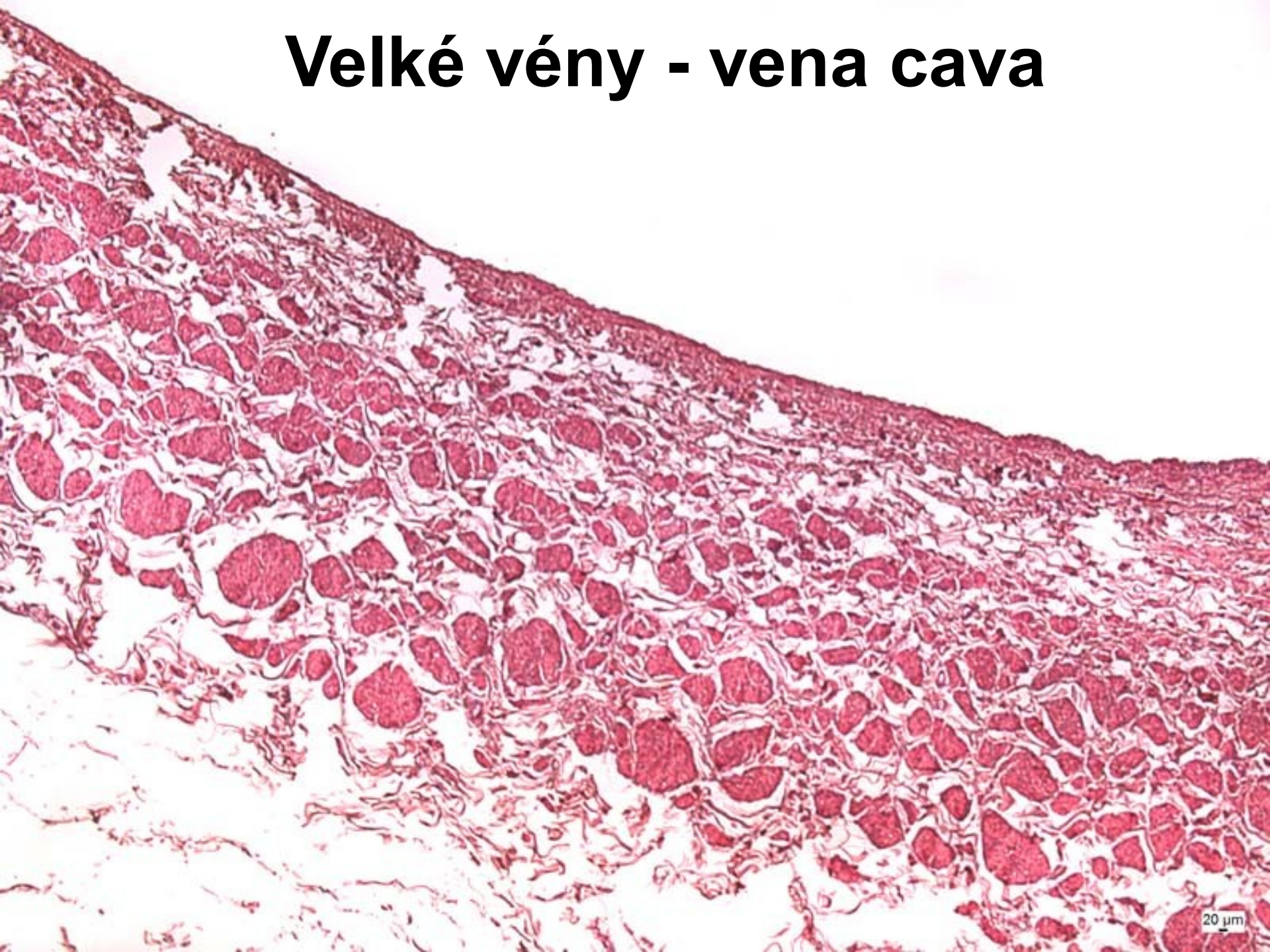
# Velké vény

- **TI:** endotel + subendotel (+ leiomyocyty)
- **TM:** tenká, vazivo + oj. leiomyocyty
- **TA:** silná, řídké vazivo se svazky leiomyocytů – longit. + (vasa et nervi vasorum)



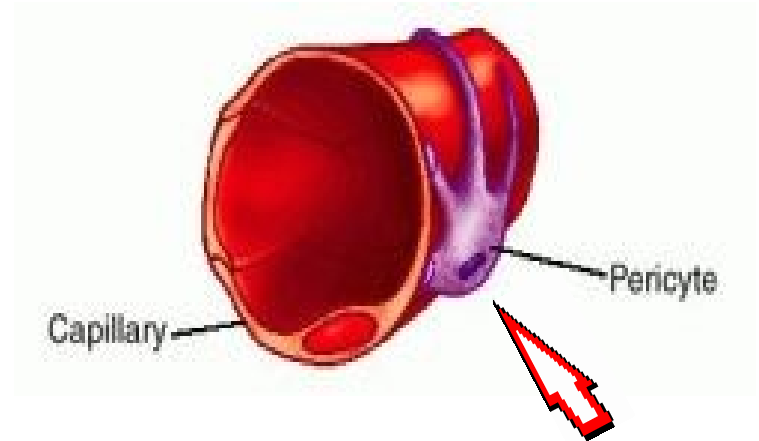


# Velké vényy - vena cava



# Kapiláry

- $\varnothing$  8  $\mu\text{m}$  (až 30-40  $\mu\text{m}$ )
- 1-2 endotelové buňky
- bazální lamina
- retikulární vlákna
- pericyty



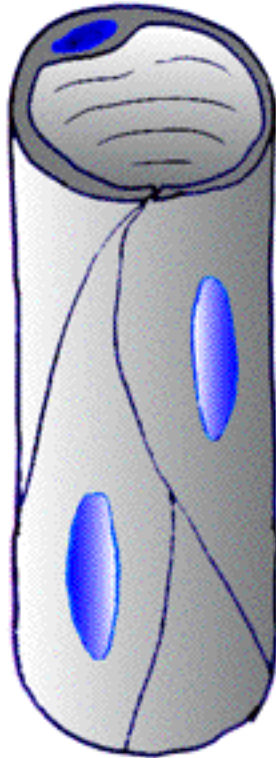
3 typy kapilár

- souvislé
- fenestrované, s póry
- sinusoidy



# CAPILLARY TYPES

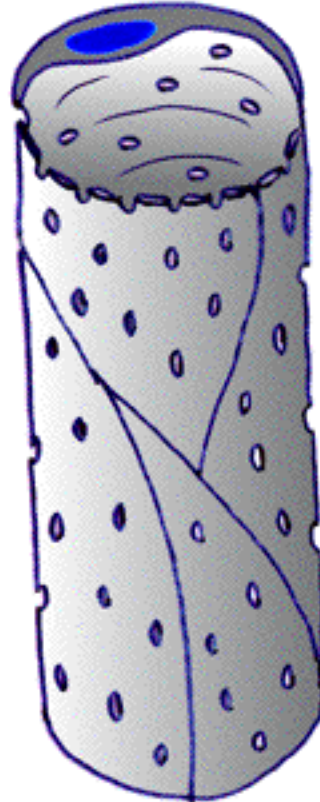
## Continuous Capillary



### Typical Locations

fat  
muscle  
nervous  
system

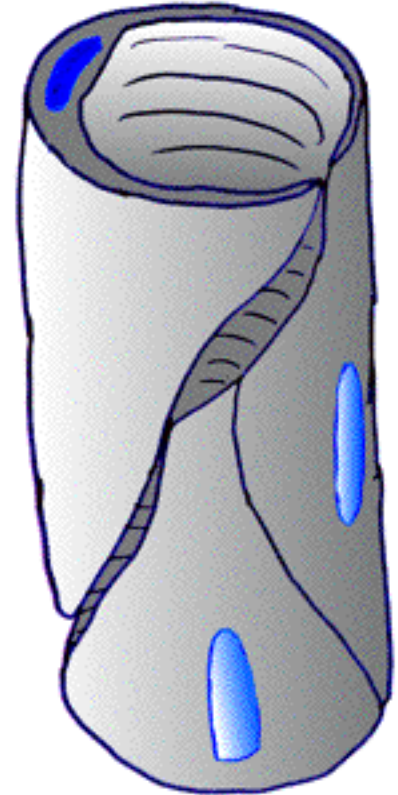
## Fenestrated Capillary



### Typical Locations

intestinal villi  
endocrine glands  
kidney glomeruli

## Discontinuous Capillary



### Typical Locations

liver  
bone marrow  
spleen



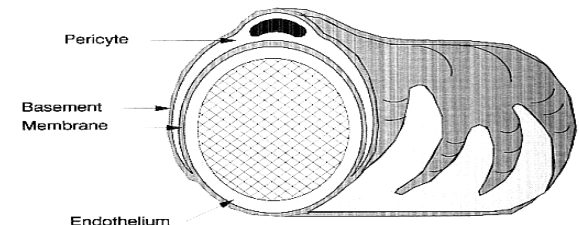
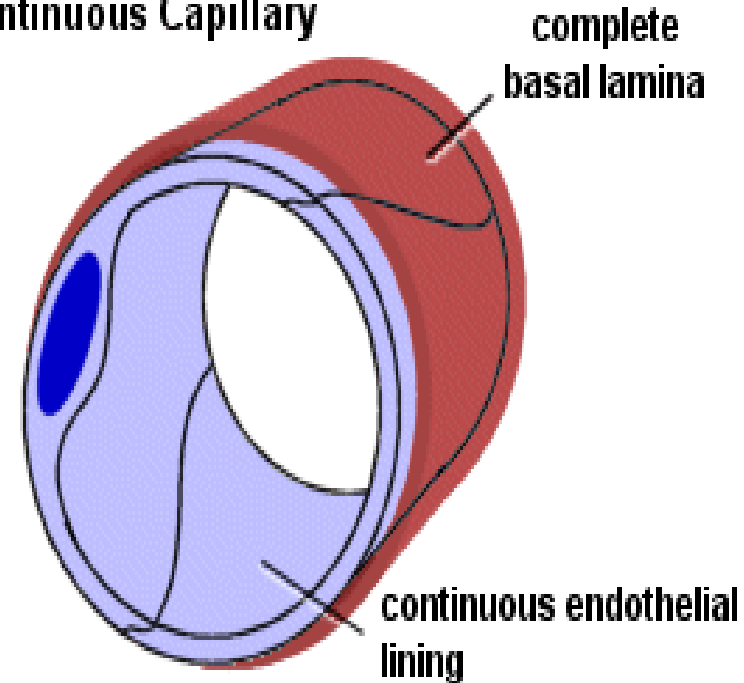
# Souvislé kapiláry

- $\varnothing$  8  $\mu\text{m}$
- 1-2 endotelové buňky (zonulae occludentes a nexusy)
  - lamina basalis
  - pericyty
  - retikulární vlákna
- Difuze malých molekul, vody a iontů

## Výskyt:

svaly, mozek, plíce  
„somatické kapiláry“

Continuous Capillary



**kapilára**

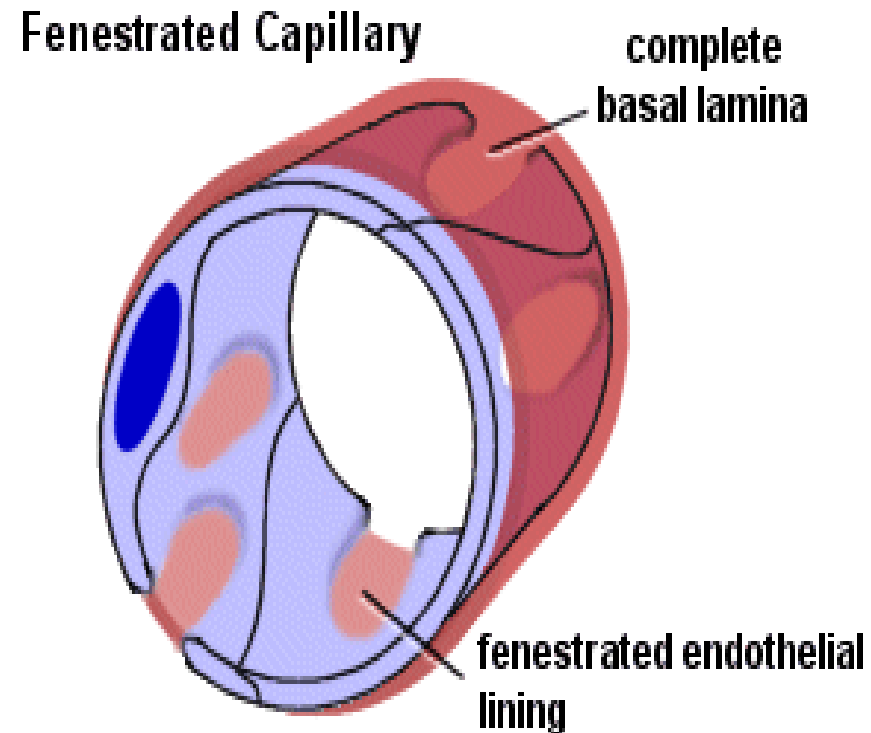


# Fenestrovane kapiláry

- fenestra („okénka“) v endotelu 70 nm, přepažené diafragmou
- souvislá lamina basalis
- průnik malých molekul a některých proteinů (hormony)

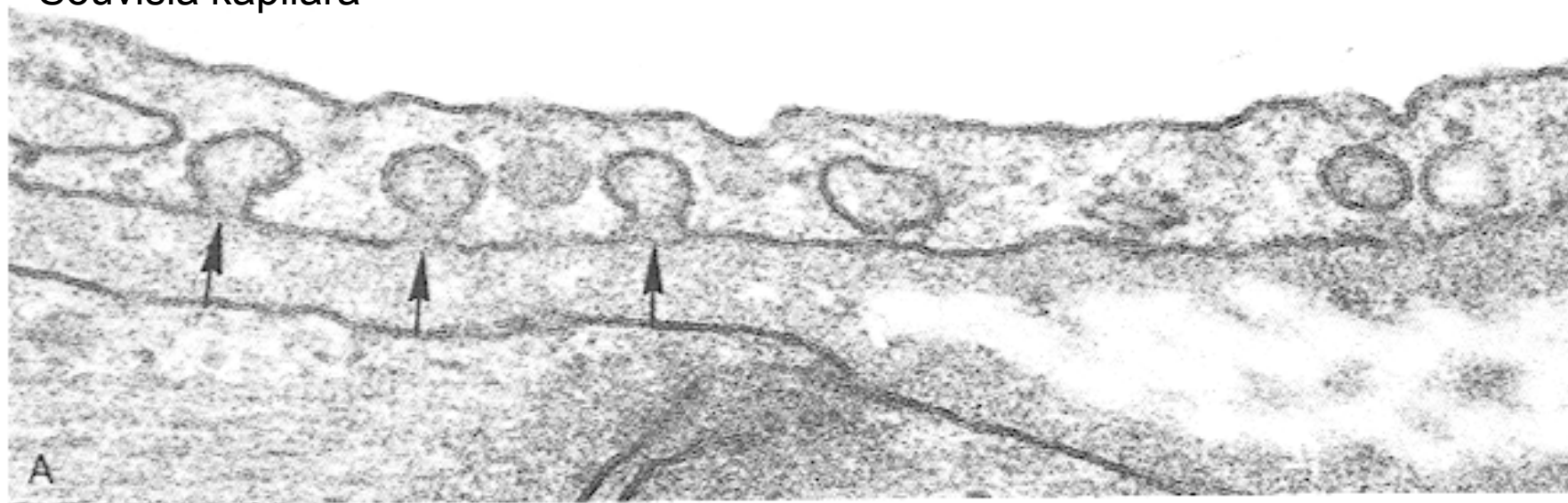
Výskyt:

Střevní klky, endokrinní žlázy  
„viscerální kapiláry“

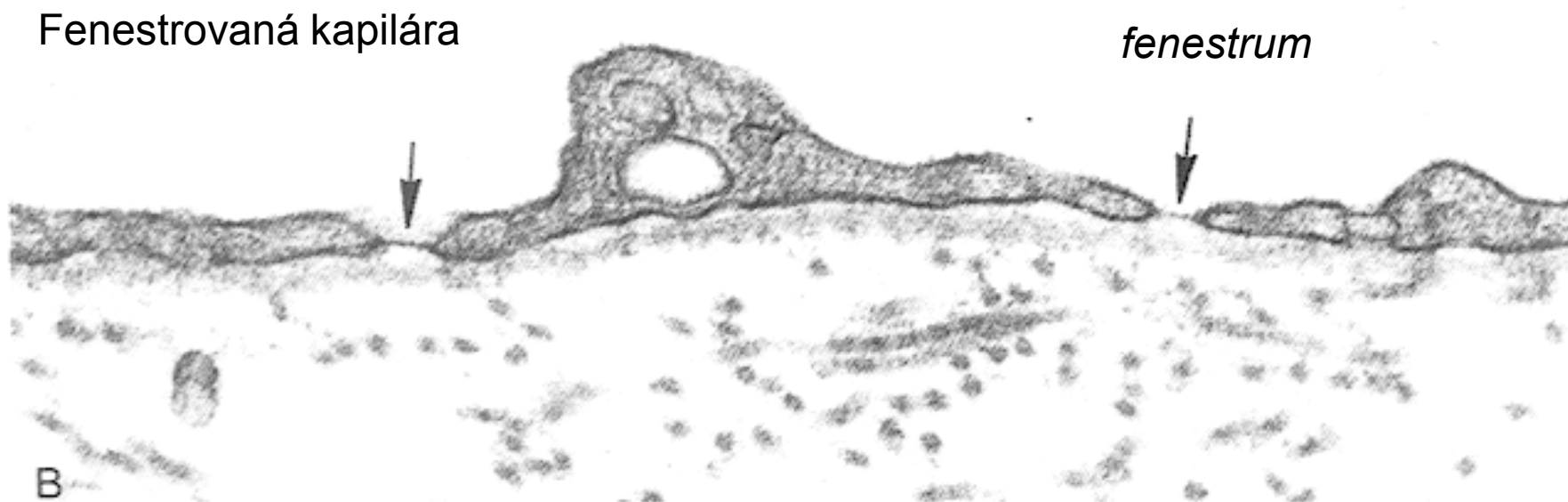




Souvislá kapilára

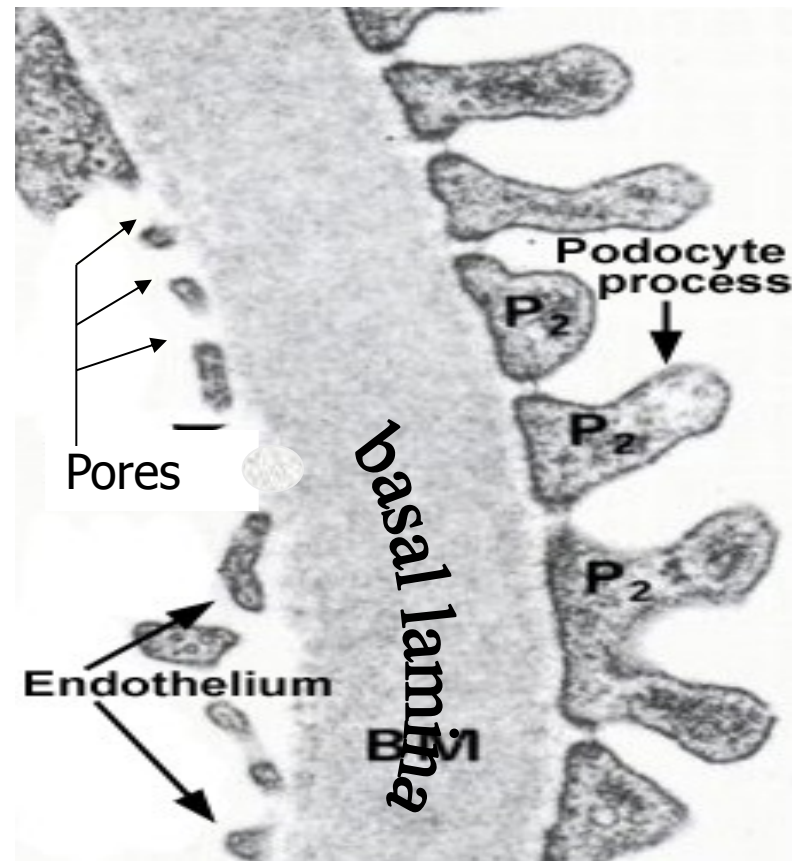
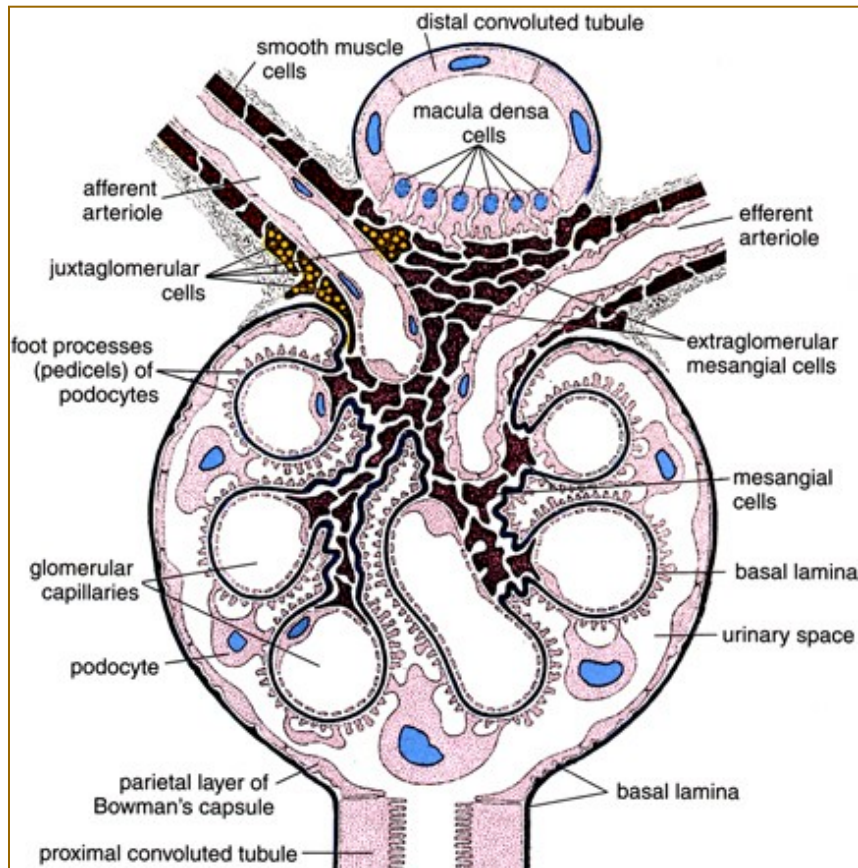


Fenestrovaná kapilára



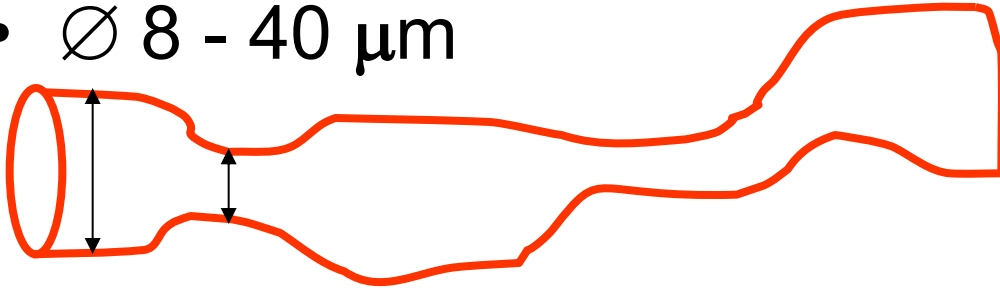
# Kapiláry s póry

- speciální typ fenestrovaných kapilár
- otvory bez diafragmy
- v glomerulech ledvinných tělísek



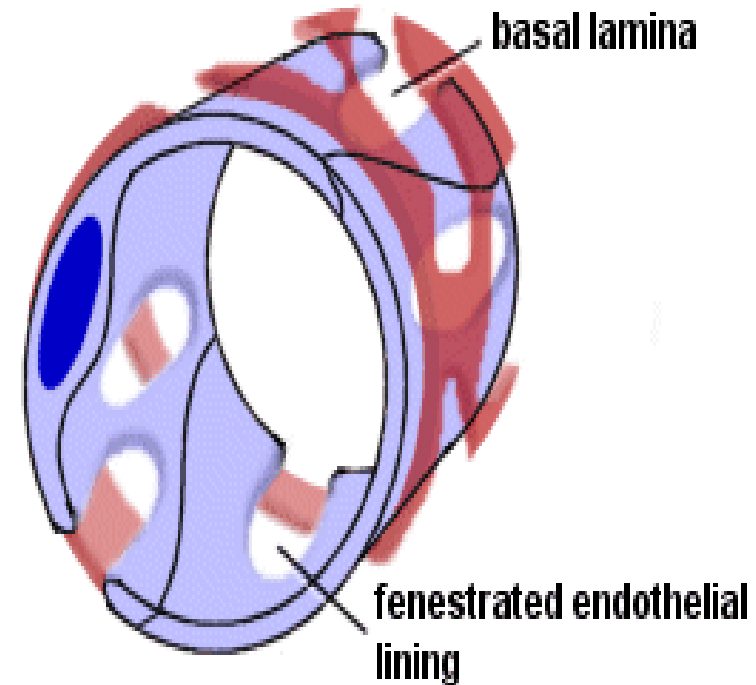
# Sinusoidní kapilára (sinusoida)

- $\varnothing$  8 - 40  $\mu\text{m}$



- V endotelu – fenestra, póry, a intercel. štěrbiny; některé buňky fagocytují
- nesouvislá lamina basalis
- retikulární vlákna
- Průchod erytrocytů a sérových proteinů

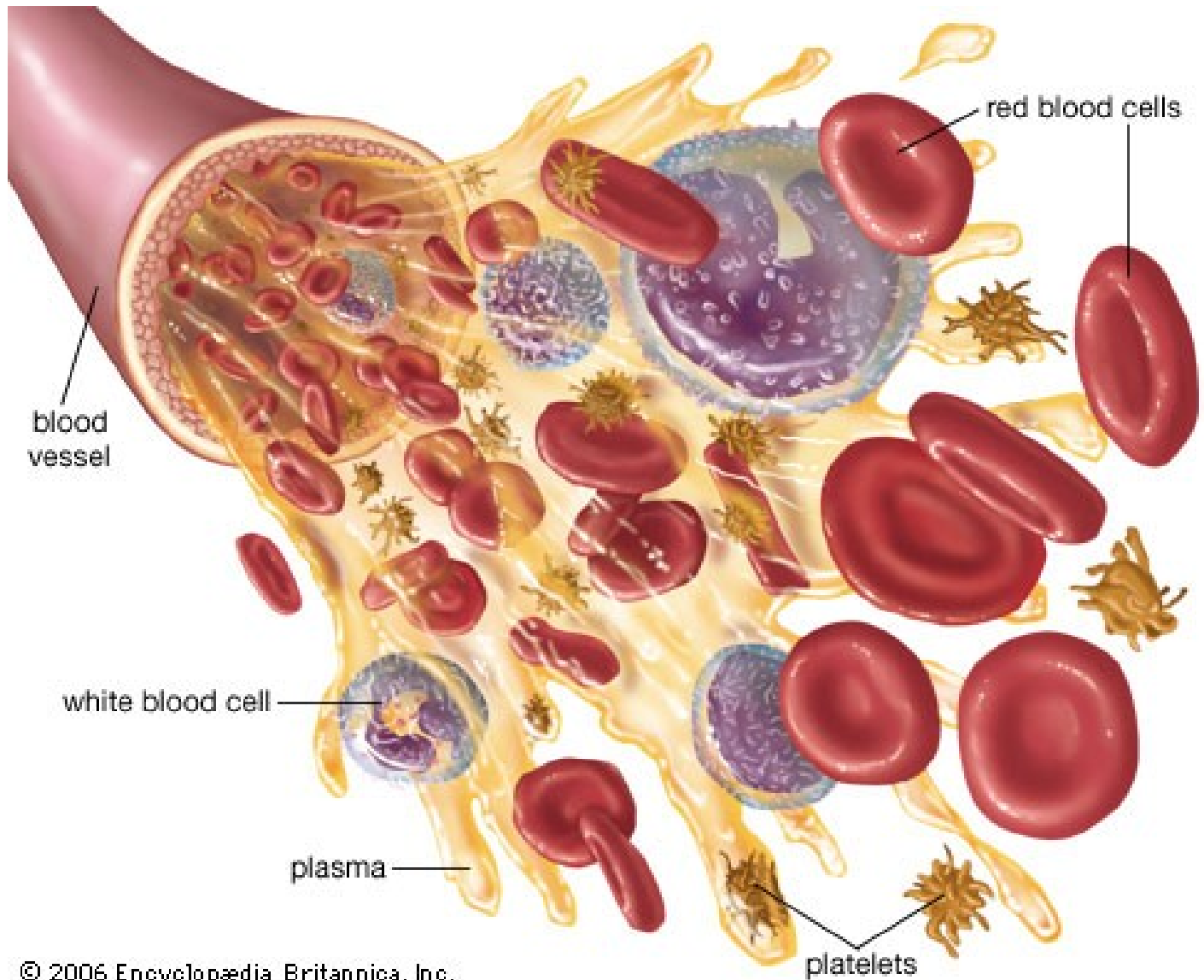
Discontinuous Capillary



**Výskyt:**  
**játra, slezina, kostní dřeň**



# KREV



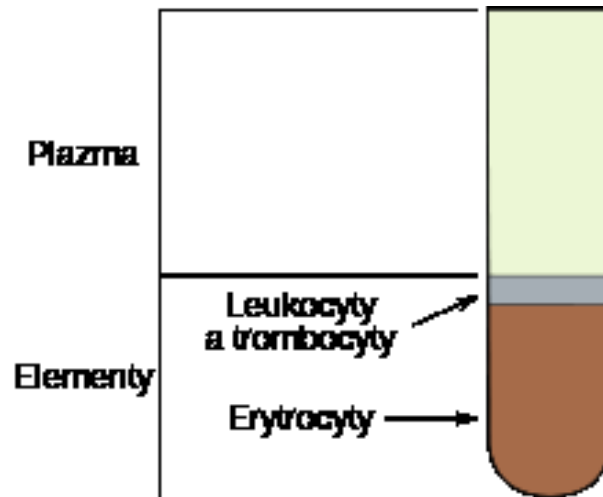
# KREV

**Krevní plazma** – 90 % vody, 7- 8 % proteinů (albuminy, globuliny, fibrinogen), ionty, lipidy, glukózu

- plazma zbavená fibrinogenu = sérum

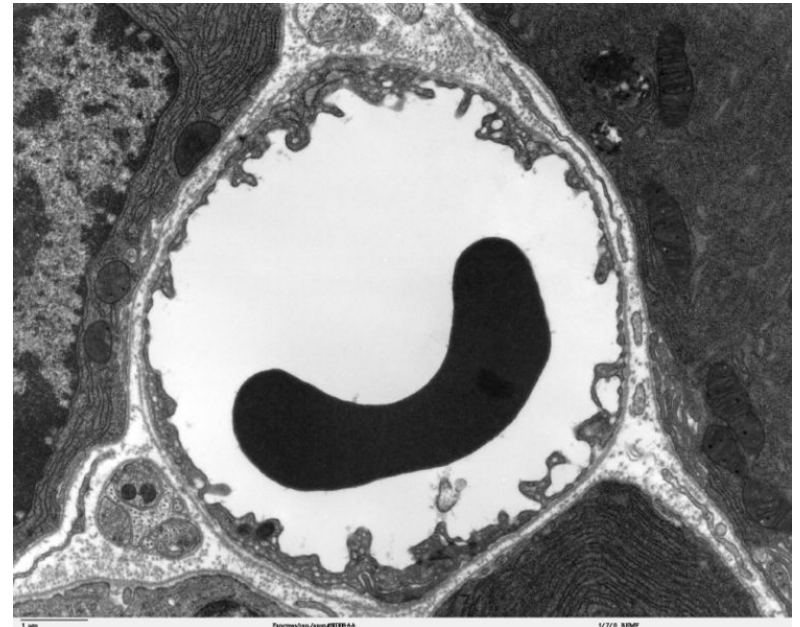
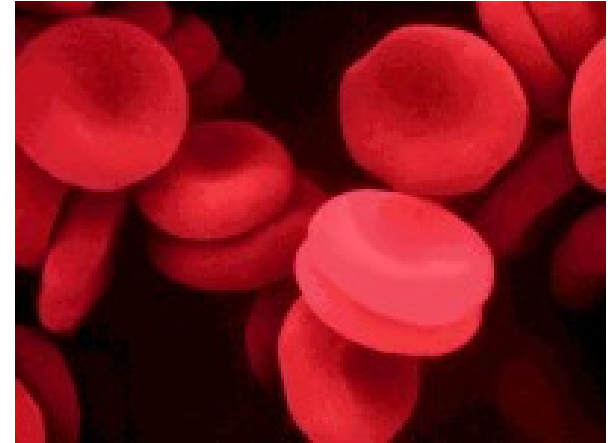
**Krevní tělíska** – červené a bílé krvinky, krevné destičky

Hematokrit - poměr objemu červených krvinek ku plné krvi



# ERYTROCYTY

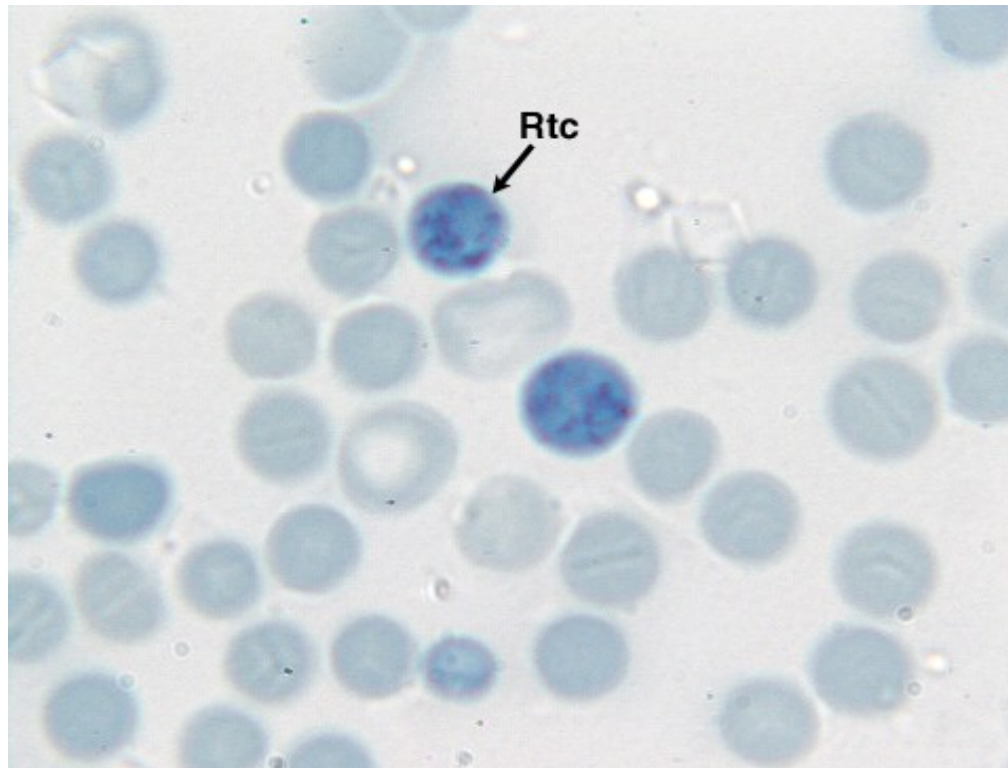
- 4 – 6 milionů/ $\mu\text{l}$
- tvar: bikonkávní terčík (spectrin)
- velikost: 7.4  $\mu\text{m}$  (normocyt)
- struktura:
  - plasmalema
  - cytoplasma + hemoglobin (33 %)
  - chybí jádro a buněčné organely
- životnost: 120 dní
- funkce: transport  $\text{O}_2$  a  $\text{CO}_2$





# Retikulocyty

- Nezralé ery, v periferní krvi - 0.5 – 1.5 %
- Obsahují zbytky organel /polyribosomy, mitochondrie – **substantia reticulofilamentosa/**
- V ery dozrávají během 24 – 48 hod
- Znázornění - brilantkresylová modř



# LEUKOCYTY (4 – 8 tisíc/ ul)

- **Granulocyty:**

- neutrofily
- eosinofily
- basofily

## **Obecná charakteristika**

polymorfonukleáry

acidofilní cytoplazma

specifická + azurofilní granula

- **Agranulocyty:**

- lymfocyty
- monocyty

## **Obecná charakteristika**

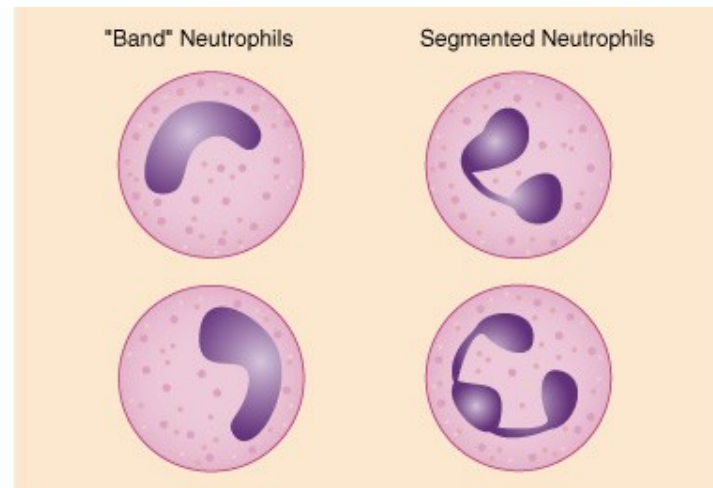
mononukleáry

basofilní cytoplazma

jenom azurofilní granula

# Neutrofilní granulocyty

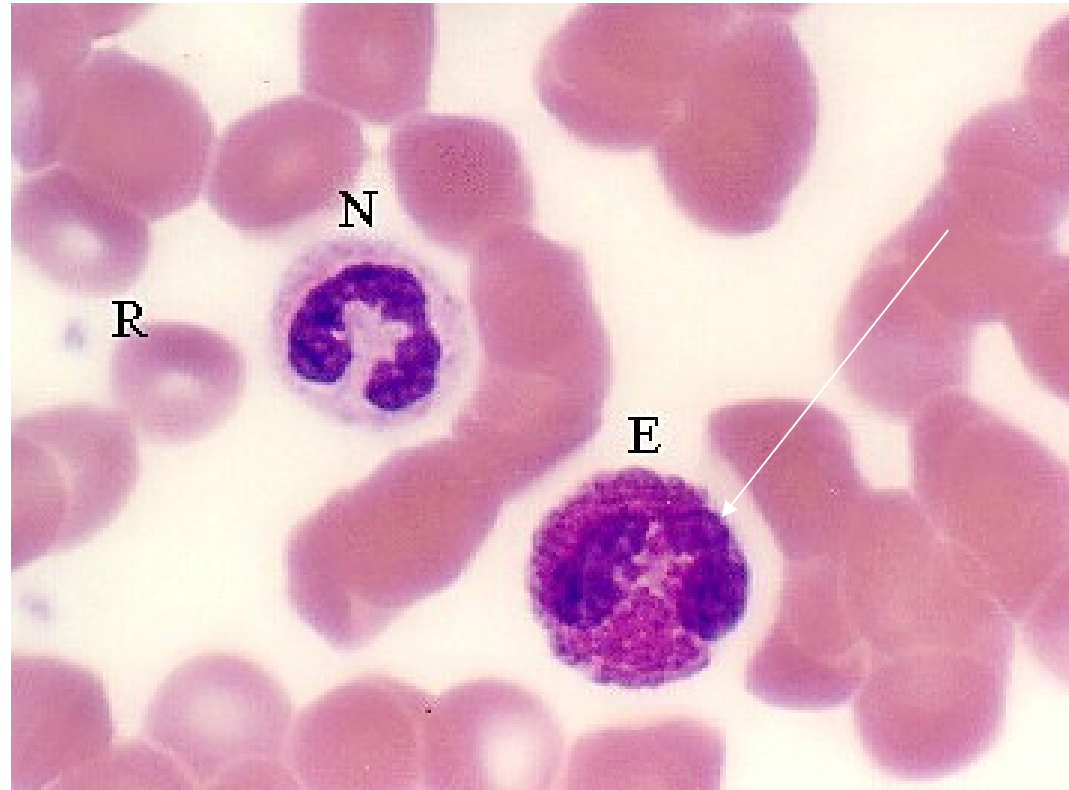
- 71 % z DBOK
- Ø 10 – 12 µm
- cytoplazma: acidofilní
- specifická granula: neutrofilní
- jádro: tyčka (4 %) nebo segmenty (67 %) - (2-5 )
- životnost: několik hodin nebo dní
- funkce: **mikrofág**





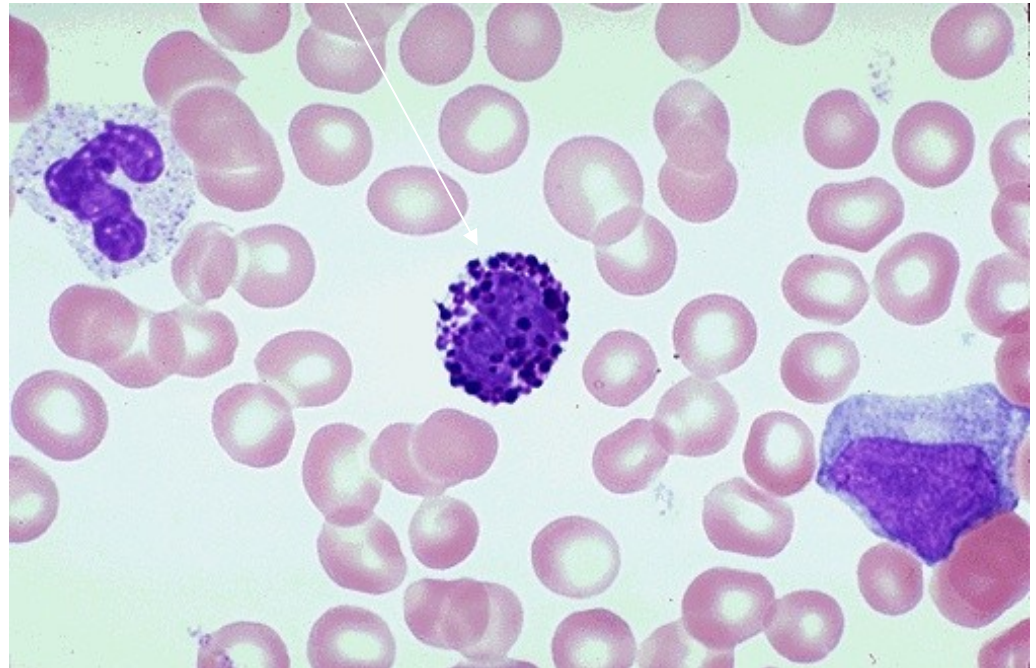
# Eosinofilní granulocyty

- 1– 4 % z DBOK
- Ø 12 – 14 µm
- cytoplazma: acidofilní
- specifická granula: eosinofilní
- jádro: 2 laloky propojené můstkem, připomíná činku
- funkce: fagocytóza komplexů antigen-protilátka
- ↑ - **eosinofilie** – alergie, parazitární onemocnění



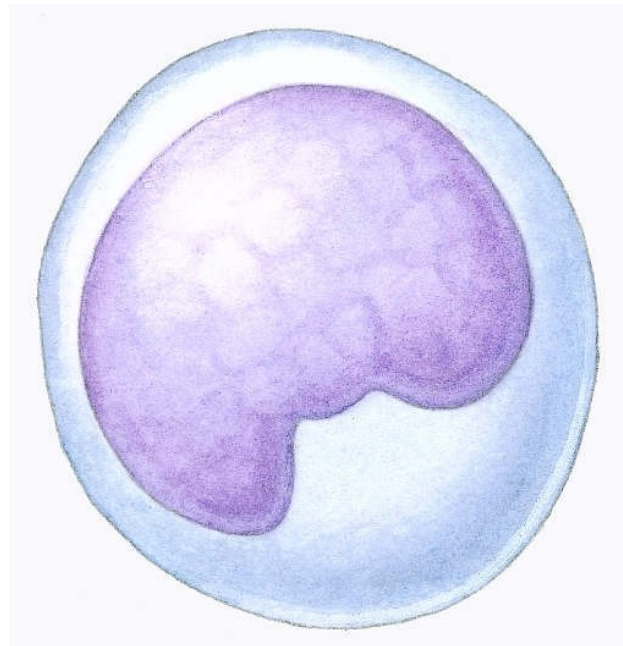
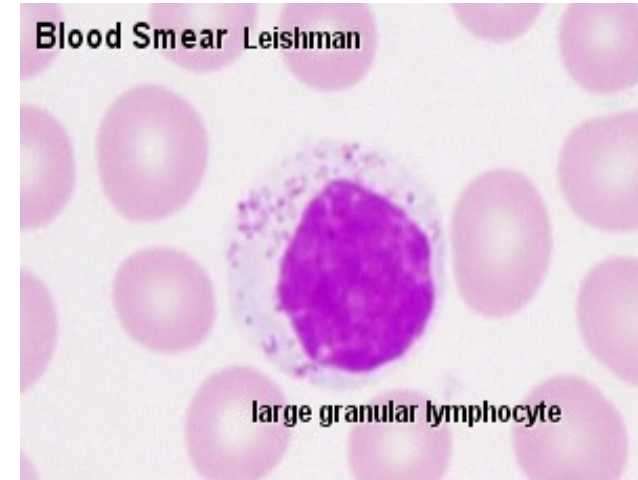
# Bazofilní granulocyty

- do 1 % z DBOK
- Ø do 10 µm
- cytoplazma: lehce basofilní
- specifická granula:
  - basofilní - heparin, histamin, ..
- jádro: nepravidelně laločnaté, tvar „tlustého písmene S“
- fce: hypersensitivita (alergická reakce)



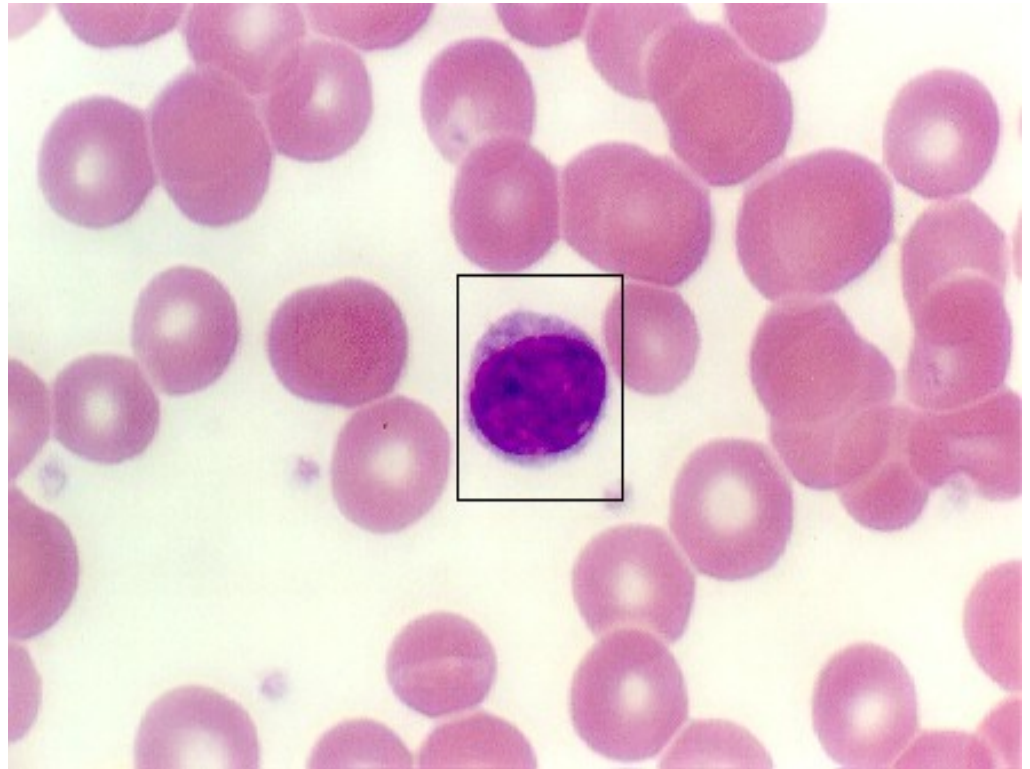
# Agranulocyty

- **obecná charakteristika:**
  - mononukleáry – jádro je sférické, oválné nebo ledvinovité
  - **basofilní** cytoplazma
  - **chybí specifická granula**
  - azurofilní granula s lysosomálními enzymy



# Lymfocyty

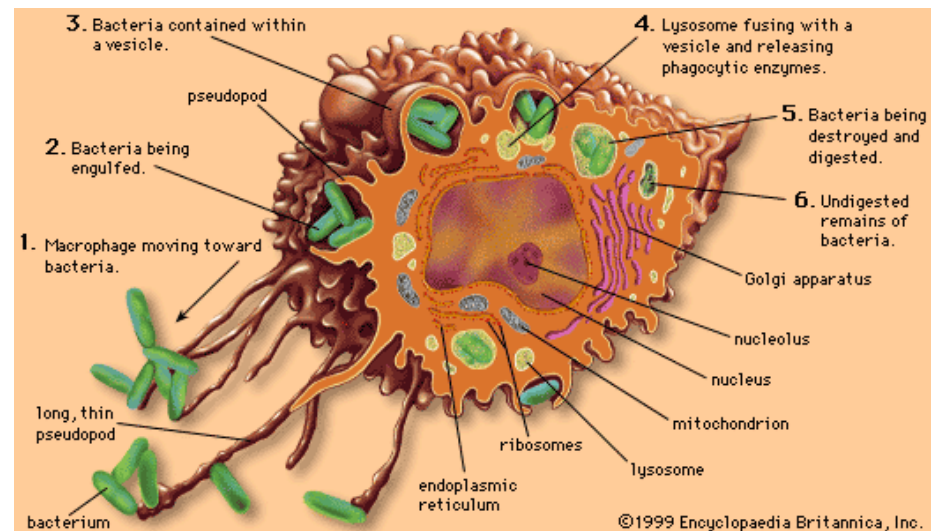
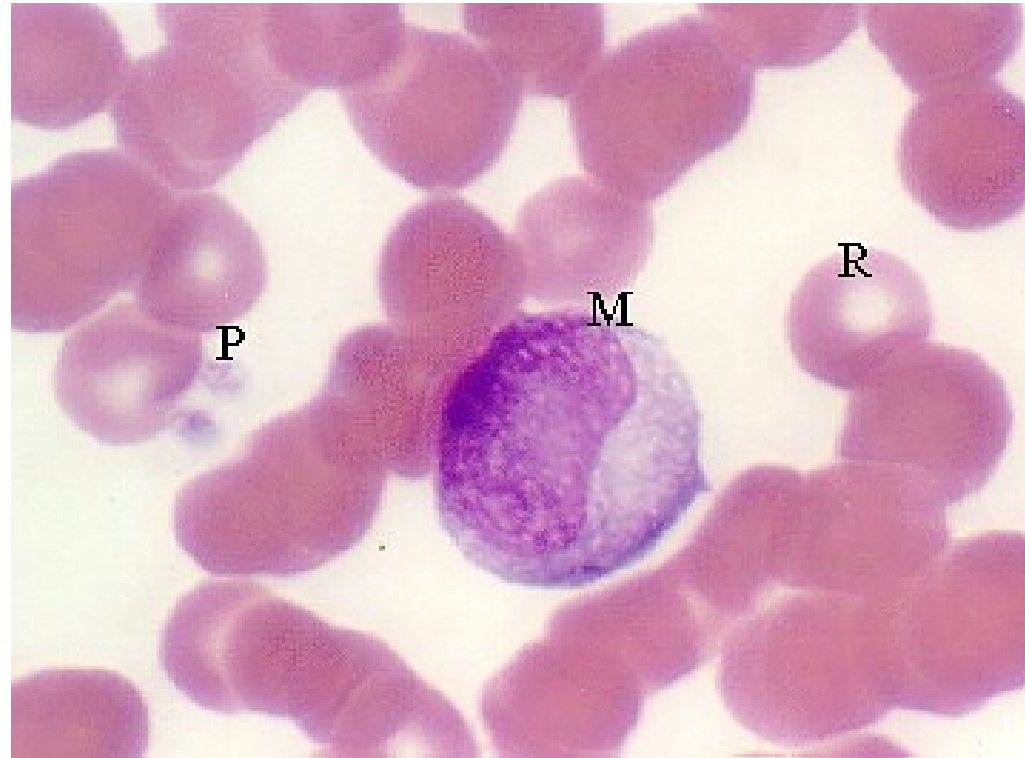
- **20 -25 %** z DBOK
- cytoplazma – modrá s azurofilními granuly, četné ribosomy
- jádro – kulaté, hyperchromatické
- třídění:
  - T- buněčná imunita
  - B- protilátky
  - malé ( $\text{Ø } 8 \text{ }\mu\text{m}$ ),  
střední ( $\text{Ø } 10\text{-}12 \text{ }\mu\text{m}$ ),  
velké ( $\text{Ø } 16\text{-}18 \text{ }\mu\text{m}$ )





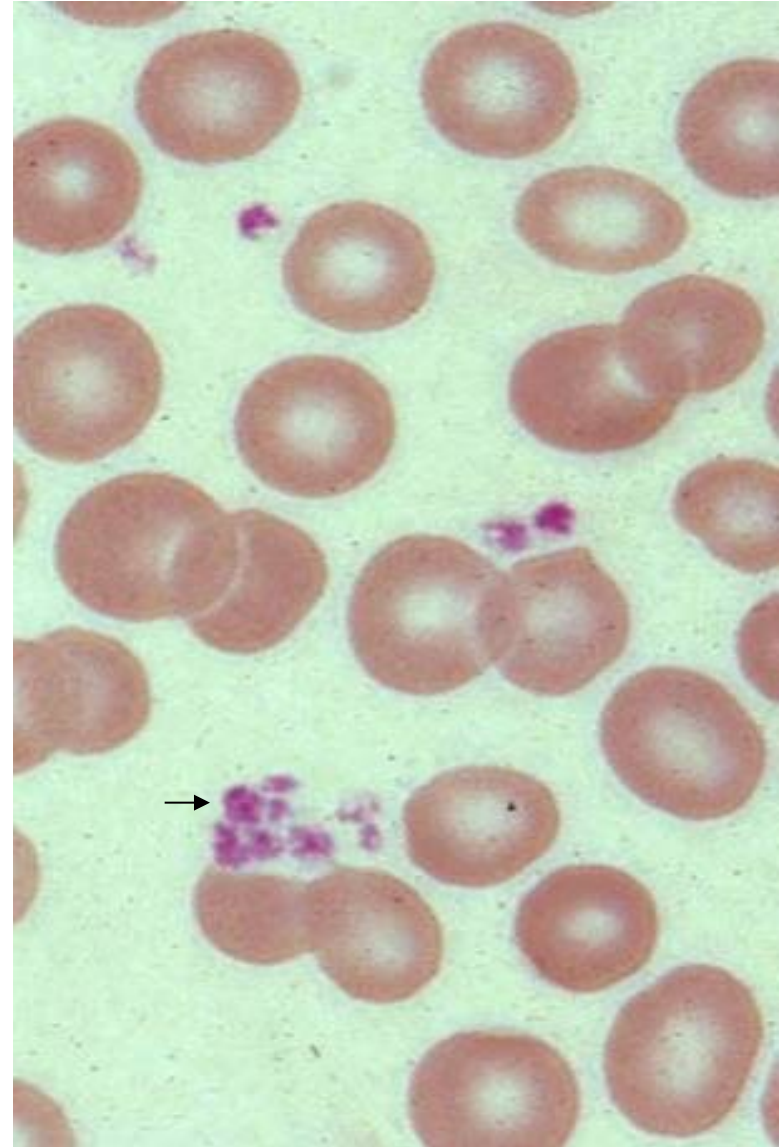
# Monocyty

- 5 % z DBOK
- velikost:  $\varnothing$  15 – 20  $\mu\text{m}$
- cytoplazma – objemná, šedomodrá, nespecifická granula a četné ribosomy
- jádro – ledvinovité až laločnaté, většinou v excentrické pozici, chromatin je jemně vláknitý
- funkce : **makrofág**



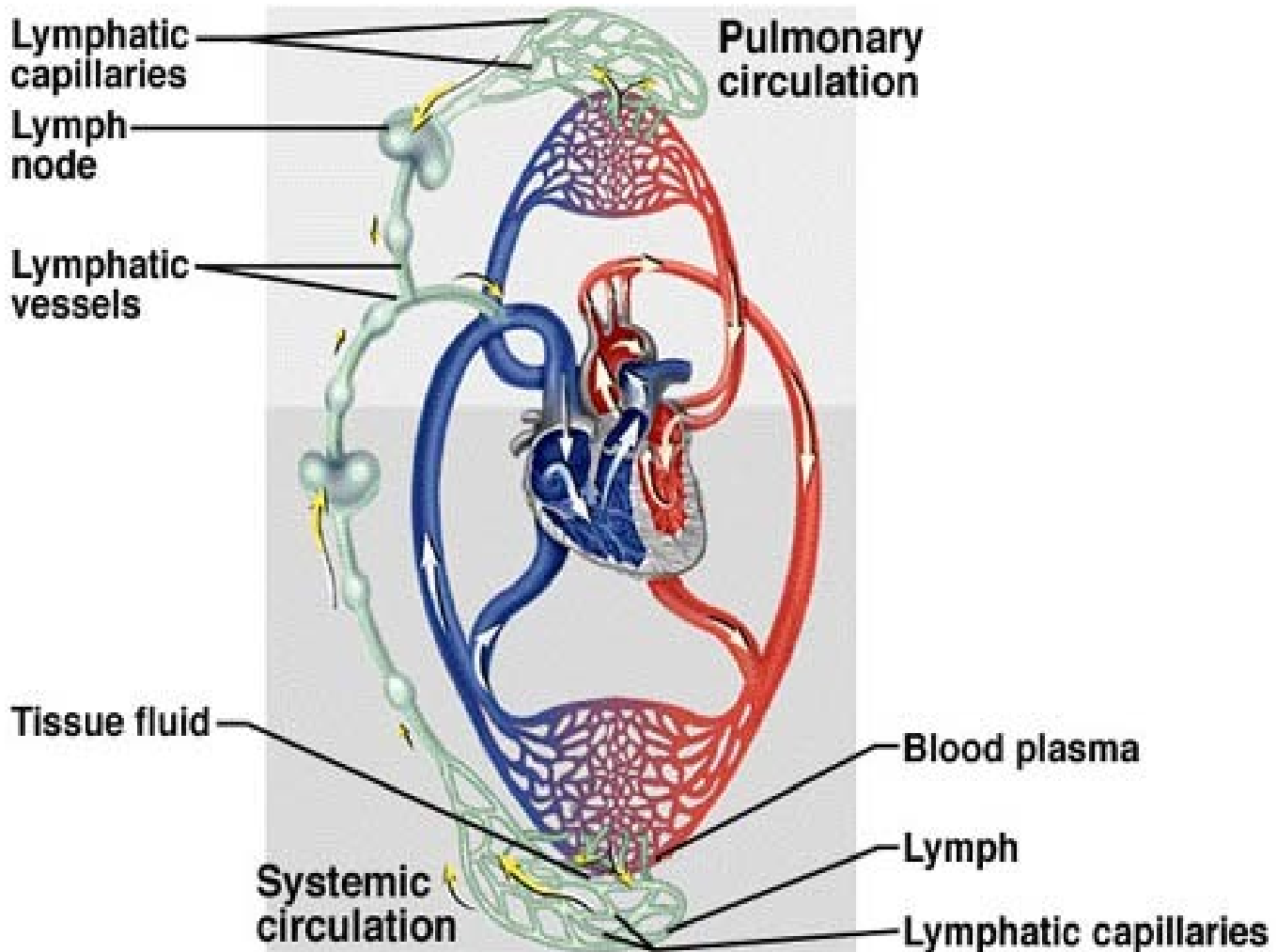
# TROMBOCYTY

- nejsou buňky, ale fragmenty cytoplazmy megakaryocytů
- 150 – 300 tis. /  $\mu\text{l}$
- tvar: primárně vřetenovitý, po aktivaci - pseudopodie
- velikost: 2 – 4  $\mu\text{m}$
- **hyalomera** světle modrá periferie
- **granulomera** červeně zbarvená zrníčka v centru destičky
- životnost: 10-12 dnů
- funkce : hemostáza /zástava krvácení/



# Lymfatický systém

## Lymfatické orgány a lymfatické cévy



- **Lymfatické kapilláry**

- širší než krevní kapiláry, nepravidelný tvar; začínají slepě ve vazivu,
- lamina basalis místy chybí, endotelové buňky nejsou těsně spojeny – rychlá pasáž tekutin do lumina,
- snadný průchod větších částic do kapilár (lipidy absorbované ze střevního lumen jsou odváděny lymf. kapilárami ve střevních klcích ilea a jejunu; tyto částice neproniknou do krevní cirkulace).



- **Lymf. cévy sběrací**  
velké, proud lymfy je determinován chlopněmi.
- **Ductus lymphaticus dexter a ductus thoracicus** odvádí lymfu do soutoku příslušných v. jugularis int. a v. subclavia
- 1 – 2 vrstvy hladkých svalových bb. v tunica media. Chlopně.

# Lymfatické orgány

## centrální:

- thymus
- kostní dřeň – (systematicky patří k hematopoetickým orgánům)

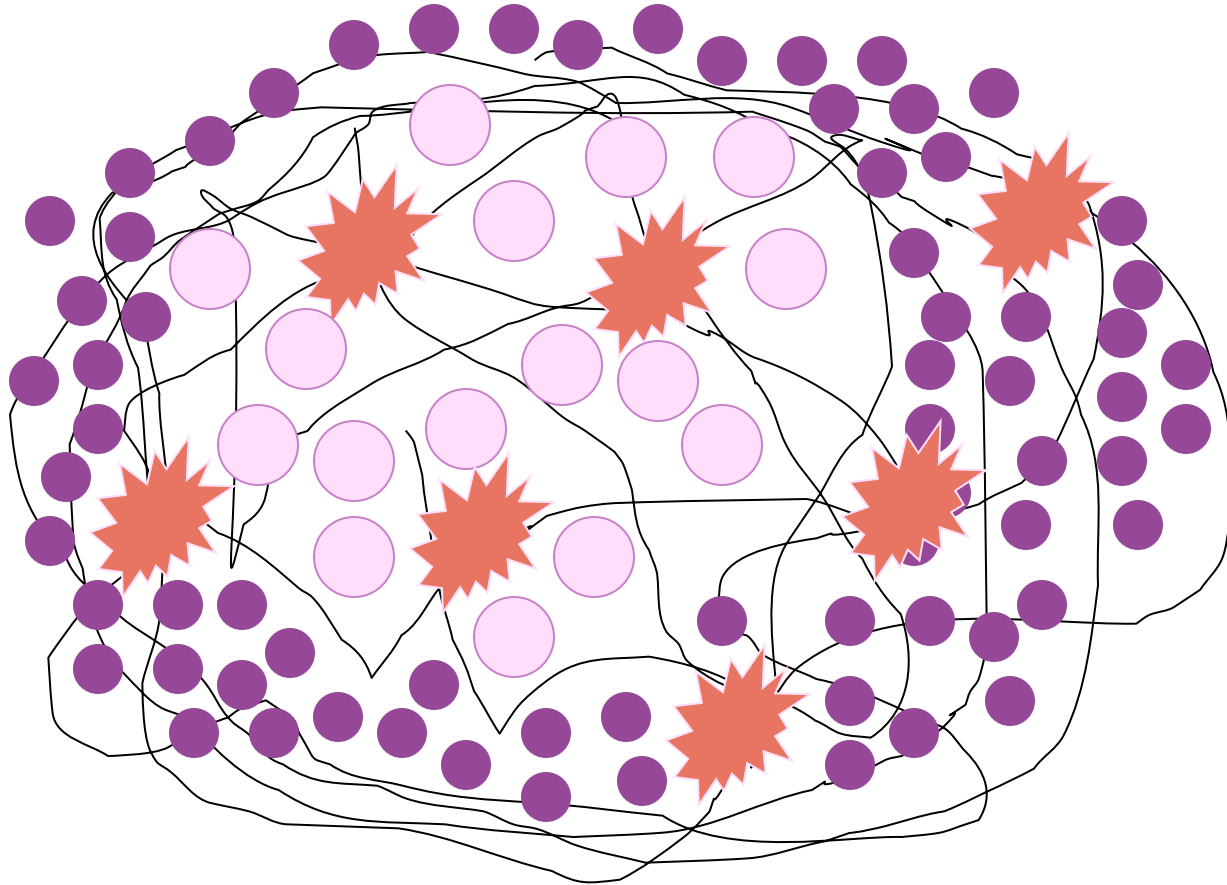
## periferní:

- opouzdřené (lymfatické **uzliny**, slezina)
- neúplně opouzdřené (**tonzily**)
- neopouzdřené (lymfatické **uzlíky** / folikuly),  
MALT

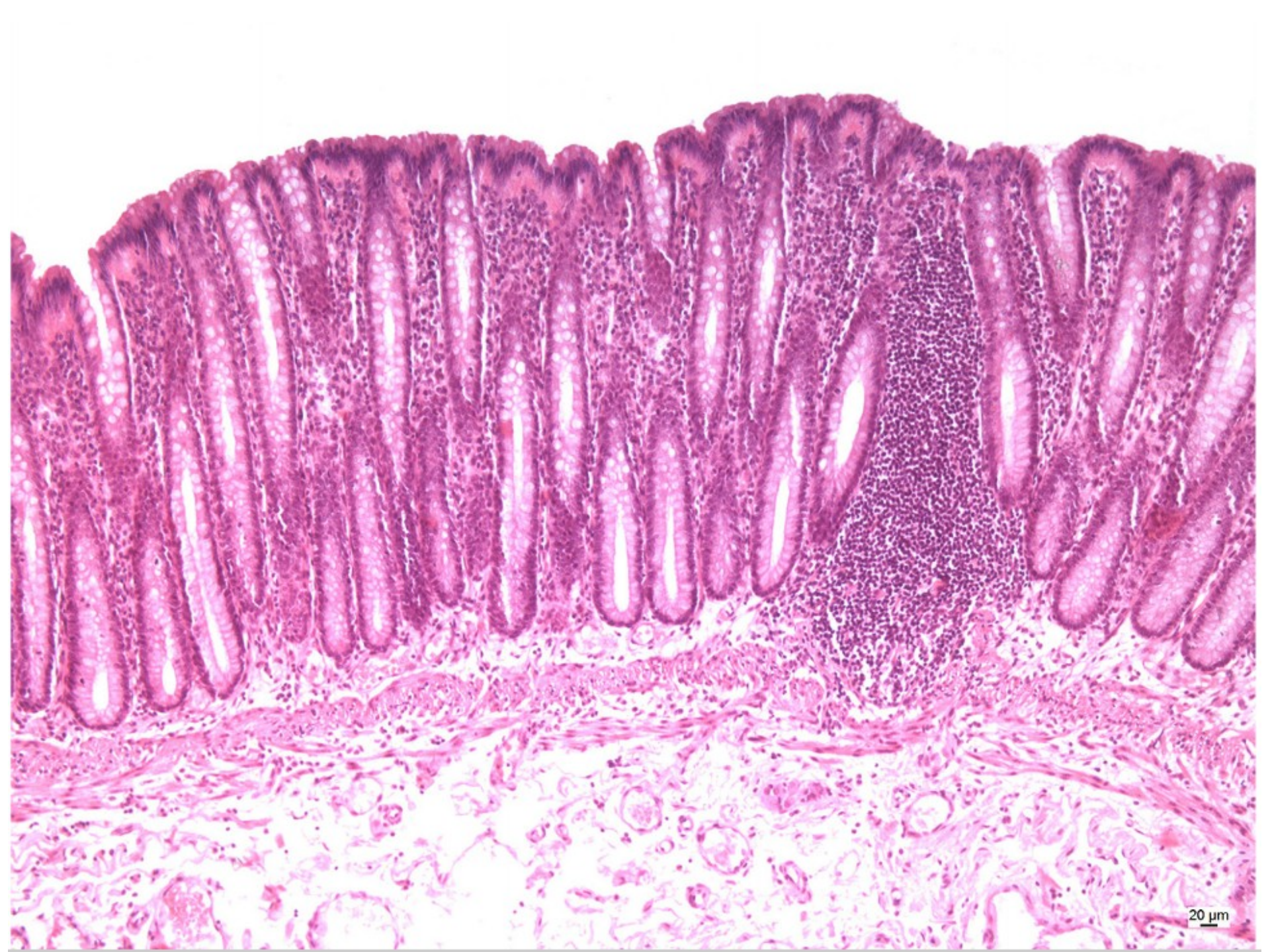
# Obecná stavba lymfatických orgánů

! (vyjma thymu) !

- Retikulární vazivo
- Lymfocyty + ost. buňky imunitního systému

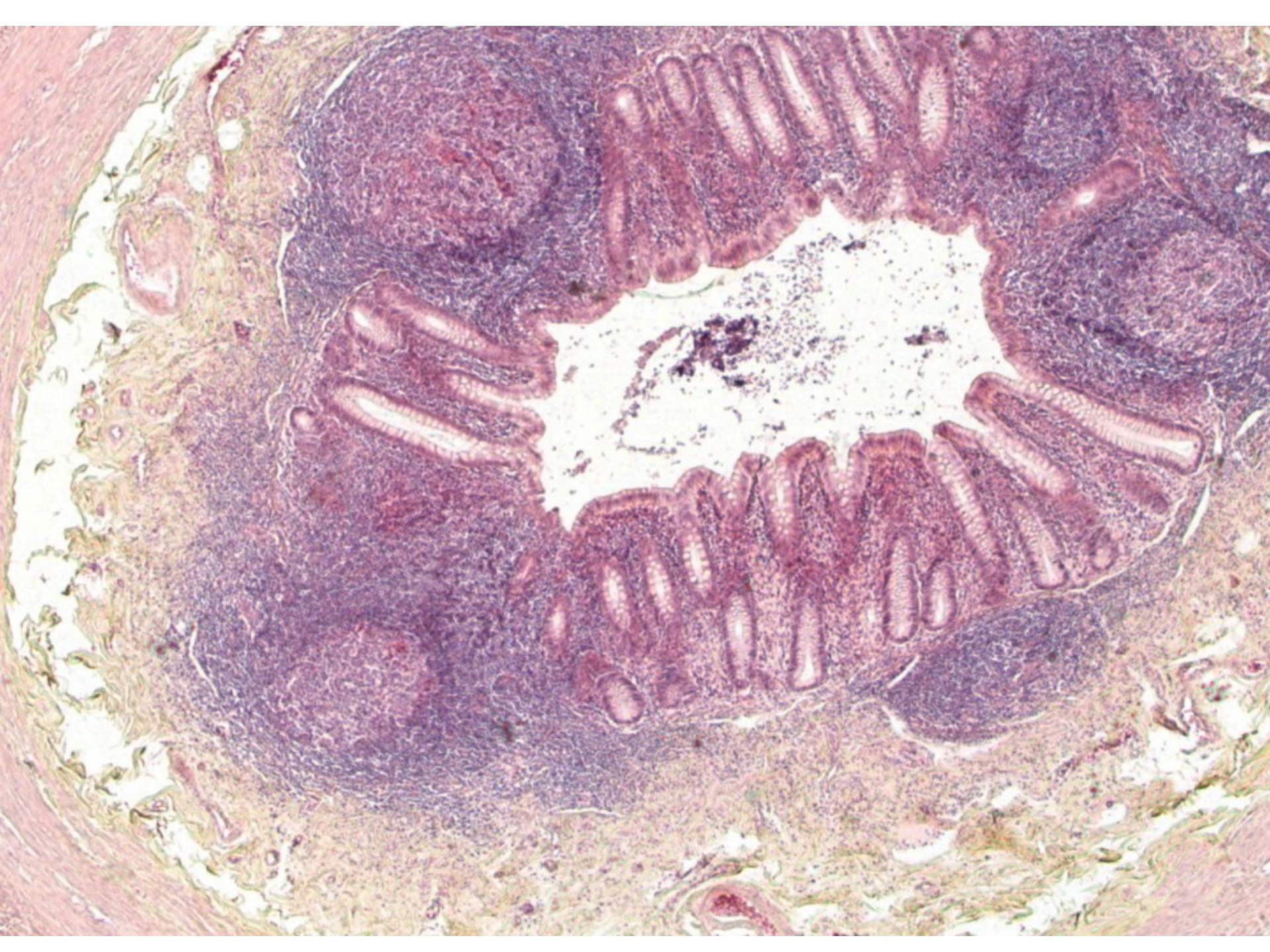






20  $\mu$ m





# Tonzily

Aglomerace lymfatické tkáně (uzlíků) kryté epitelem

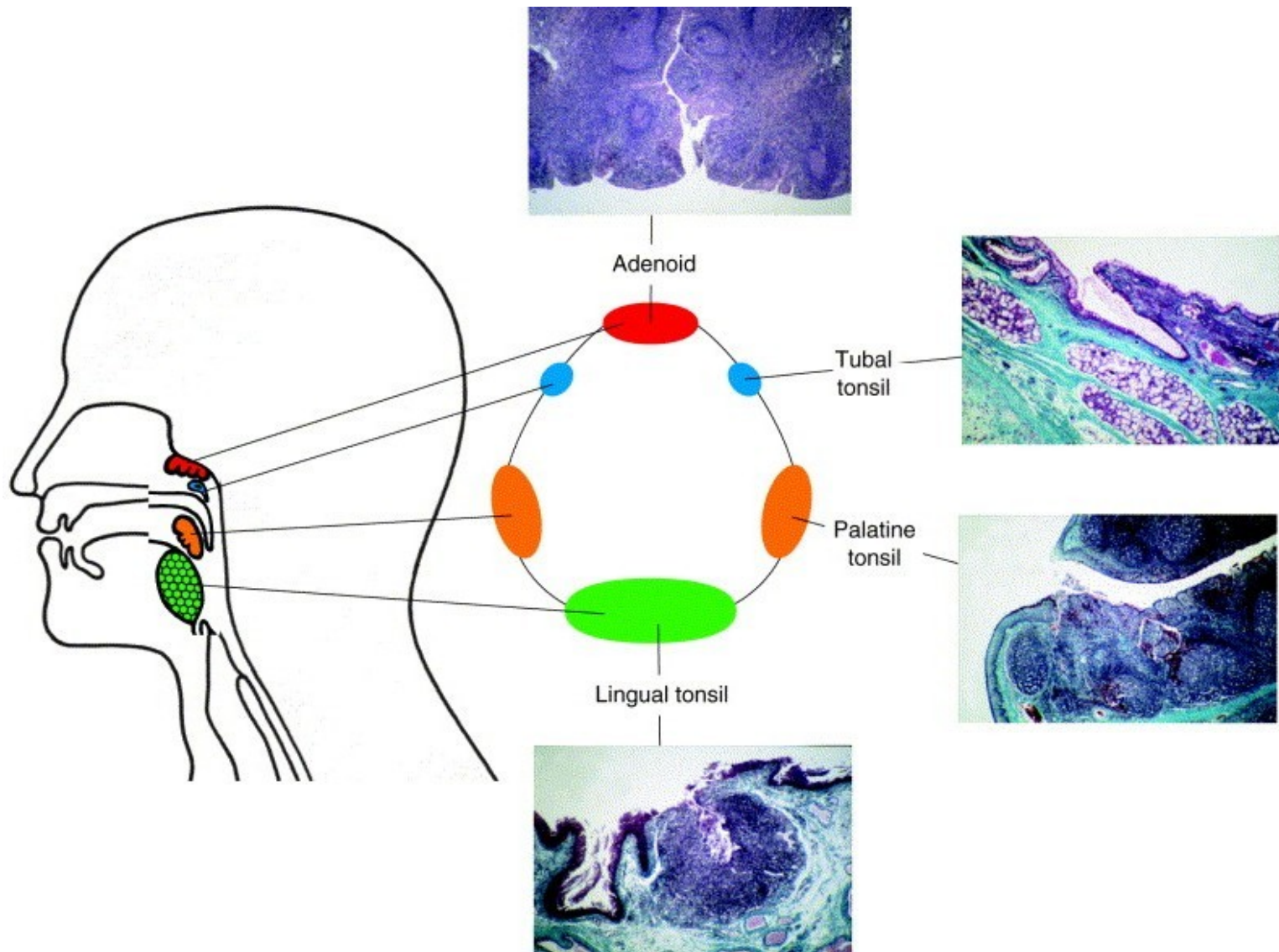
krypty – dlouhé, větvené invaginace vystlané epitelem

- **t. palatina** (patrová) – vrstevnatý dlaždicový ep.
- **t. lingualis** (jazyková) – vrstevnatý dlaždicový ep.
- **t. pharyngea** (nosohltanová) – víceřadý cylindr. ep.
- **t. tubaria** (Gerlachi) – víceřadý cylindr. ep.

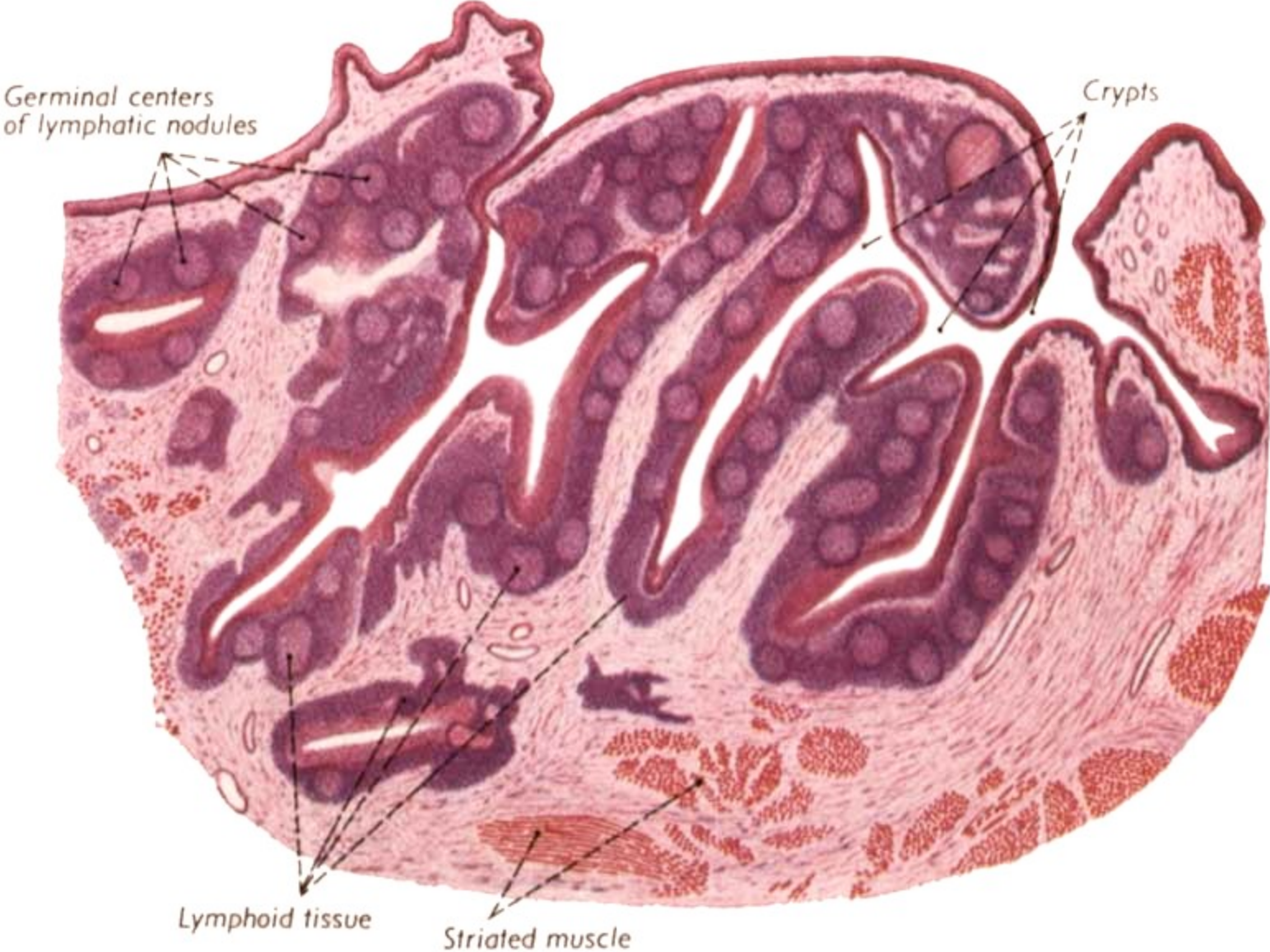
**Waldeyerův lymfatický okruh**



# Waldeyerův lymfatický okruh



# Tonsilla palatina





# Lymfatická uzlina (1-25 mm)

**Vazivo - Capsula fibrosa**, hilus s cévami, nervy a ef. lymf. cévami

**Parenchym** = lymforetikulární tkáň (retikul. vazivo, lymfocyty)

- **cortex** - lymf. folikuly (prim., sekund.) (B-ly) a sinusy
- parakortikální zóna (T-ly, APC) – thymodependentní, postkapiláry s vysokým endotelem – průnik T-ly
- **medulla** - anastomozující provazce a trámce lymfatické tkáně (B-ly) a sinusy komunikující s ef. lymf. cévami

**Lymfatické sinusy** – štěrbinovité prostory v kůře i dřeni  
– výstelka - **litorální buňky** (retikulární b) a makrofágy (čnějí)

**Marginální** (sinus subcapsularis), **korové a perifolikulární** (corticalis), **dřeňové** (medullaris)

Aferentní lymf. cévy

Capsula fibrosa

Cortex

Parakortikální zóna

Medulla

Folikuly v kůře

Provazce ve dřeni

Krevní cévy a lymf. eferentní vena (1-2)

