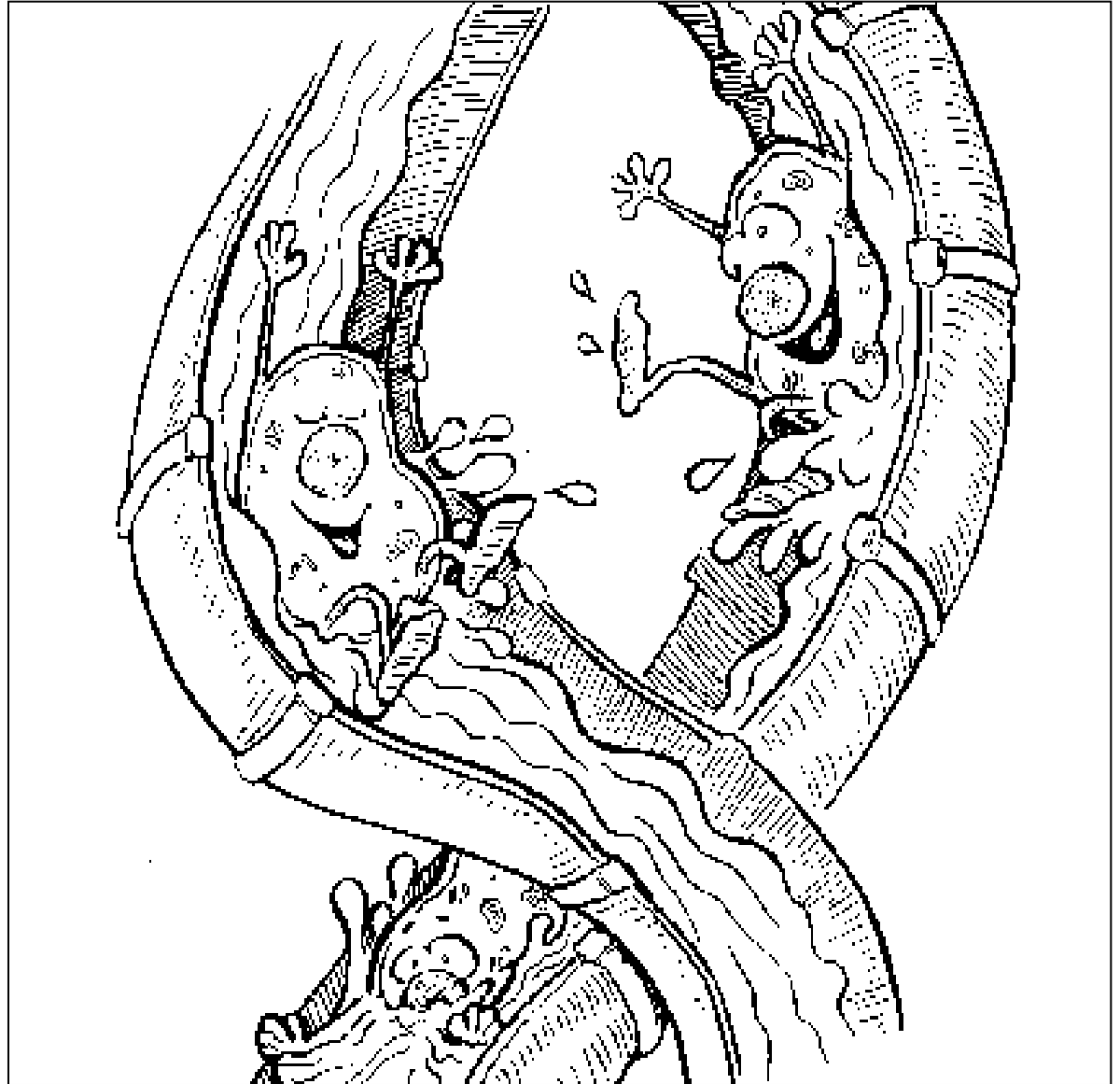


Krev - složení

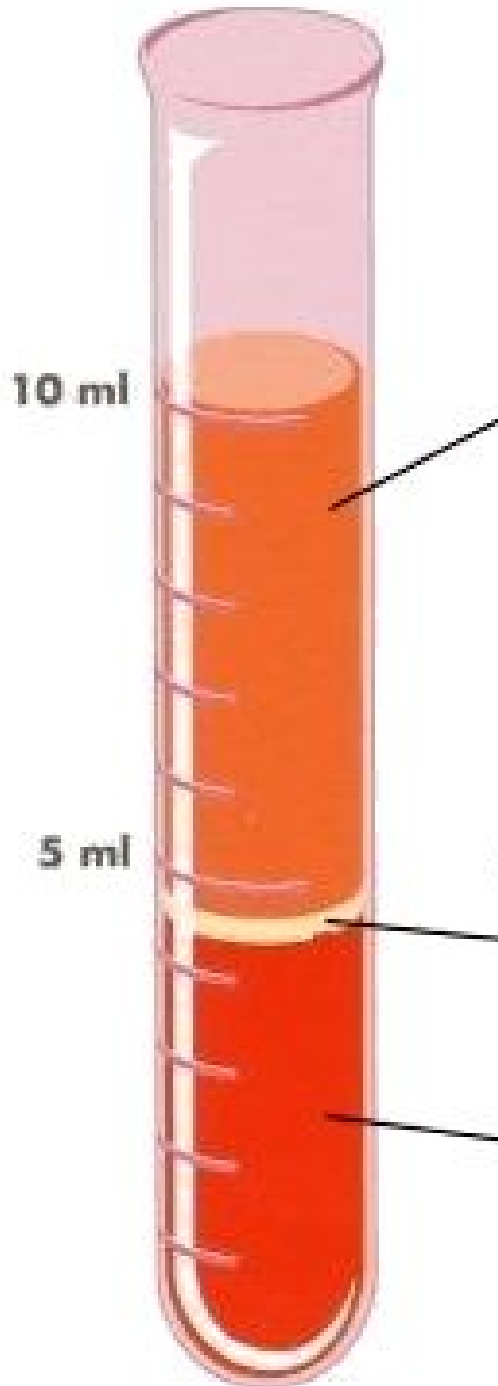
Tekutá složka
(plazma)

Formované
elementy
(krvinky)



Složení krve

(5,5 l)



Plazma (55 % objemu krve):

91 % vody

7 % proteinů (albuminy, globuliny, fibrinogen),

2 % tuky, fosfatidy, cholesterol, glukóza,
močovina a k. močová, hormony, ionty

[sérum – koagulací a odstraněním fibrinogenu]

Krevní tělíska (krvinky):

bílé krvinky a destičky (1 %)

červené krvinky (44 %)

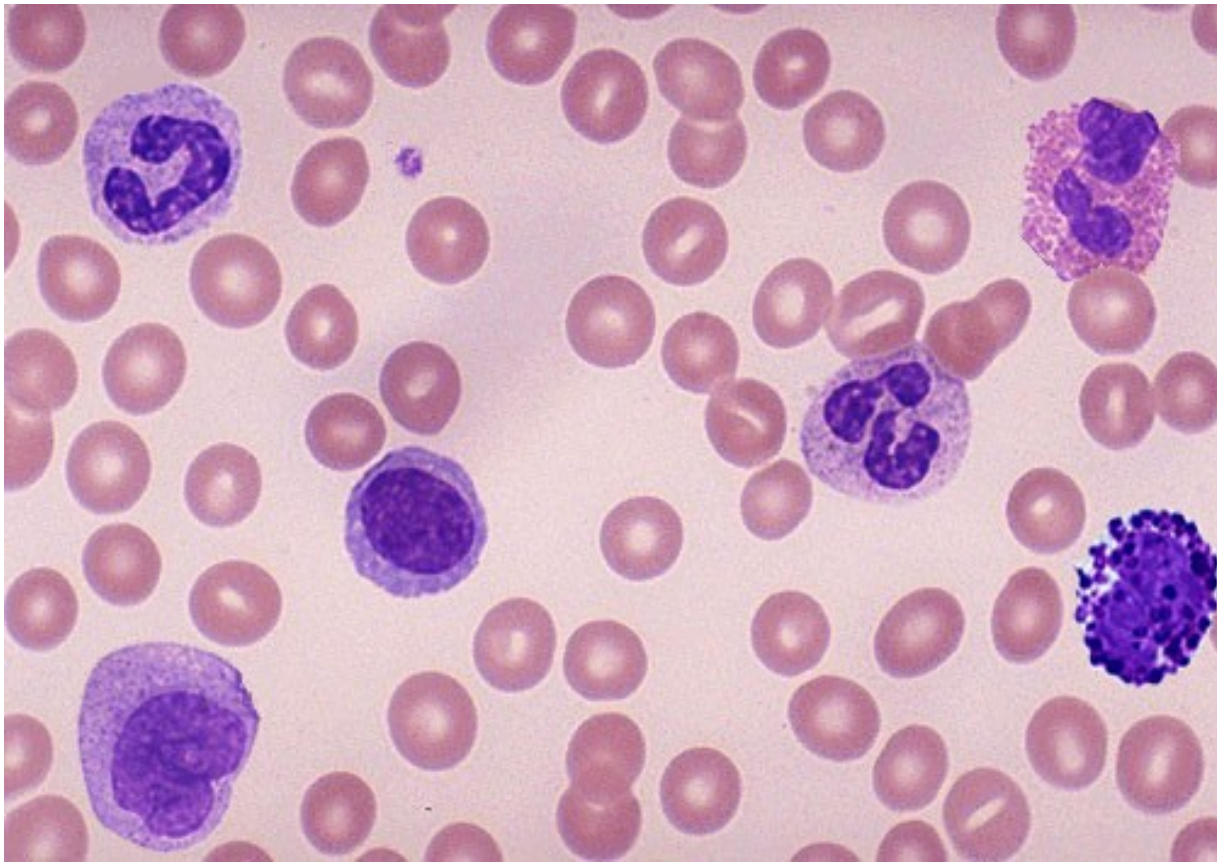
Hematokrit:

♂ 42-52 %

♀ 37-47 %

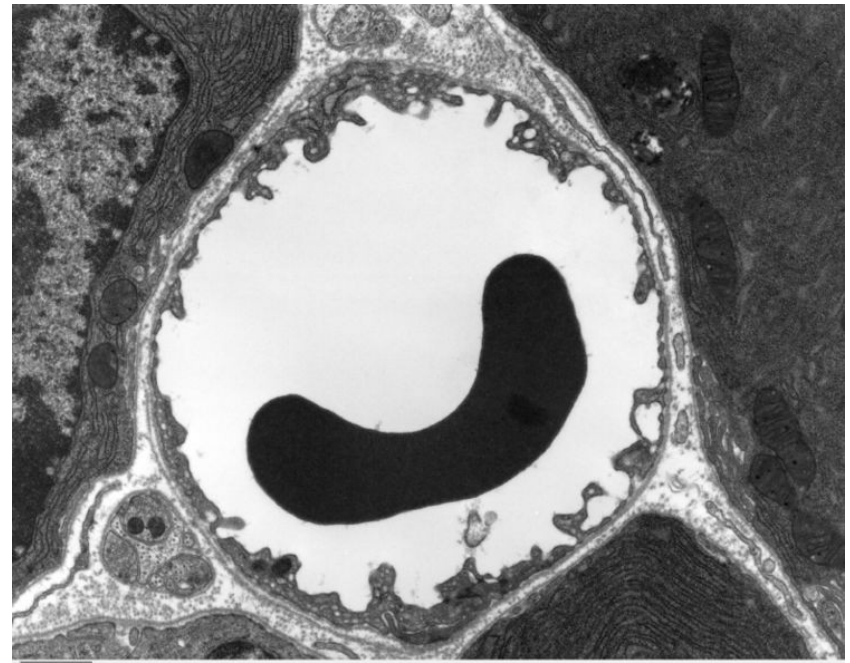
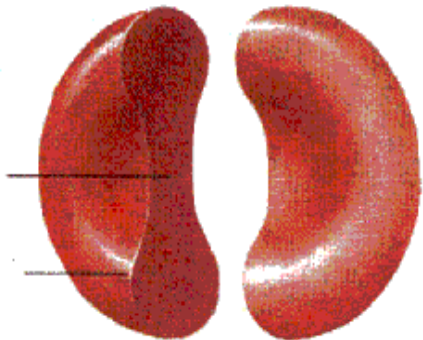
Krvinky (formované elementy)

- Červené krvinky – **erythrocyty** - 4 – 5,5 milionů/ μ l
- Bílé krvinky – **leukocyty** - 4000 – 9000 / μ l
- Krevní destičky – **trombocyty** - 150000 – 300000/ μ l

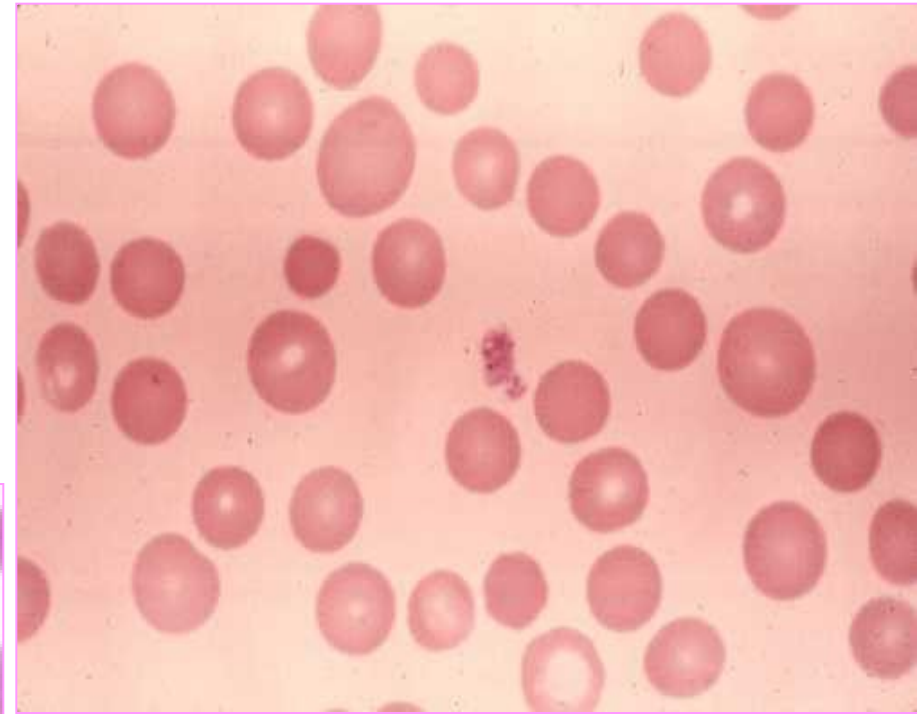
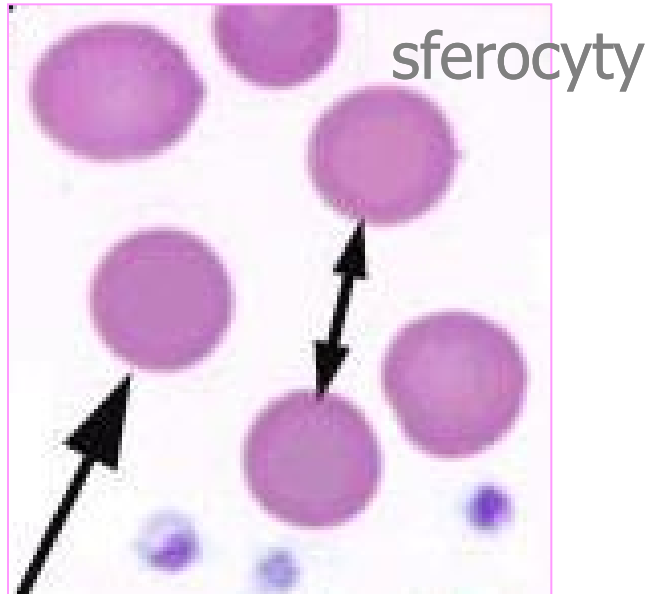


ERYTROCYTY

- 4 – 5,5 milionů/ μl
- tvar: bikonkávní terčík
- velikost: 7,4 μm (normocyt) →
- struktura:
 - plazmalema (pružná – spektrin)
 - cytoplazma + hemoglobin 33 %
 - chybí jádro a buněčné organely
- životnost: 120 dní
- funkce: transport O_2 a CO_2

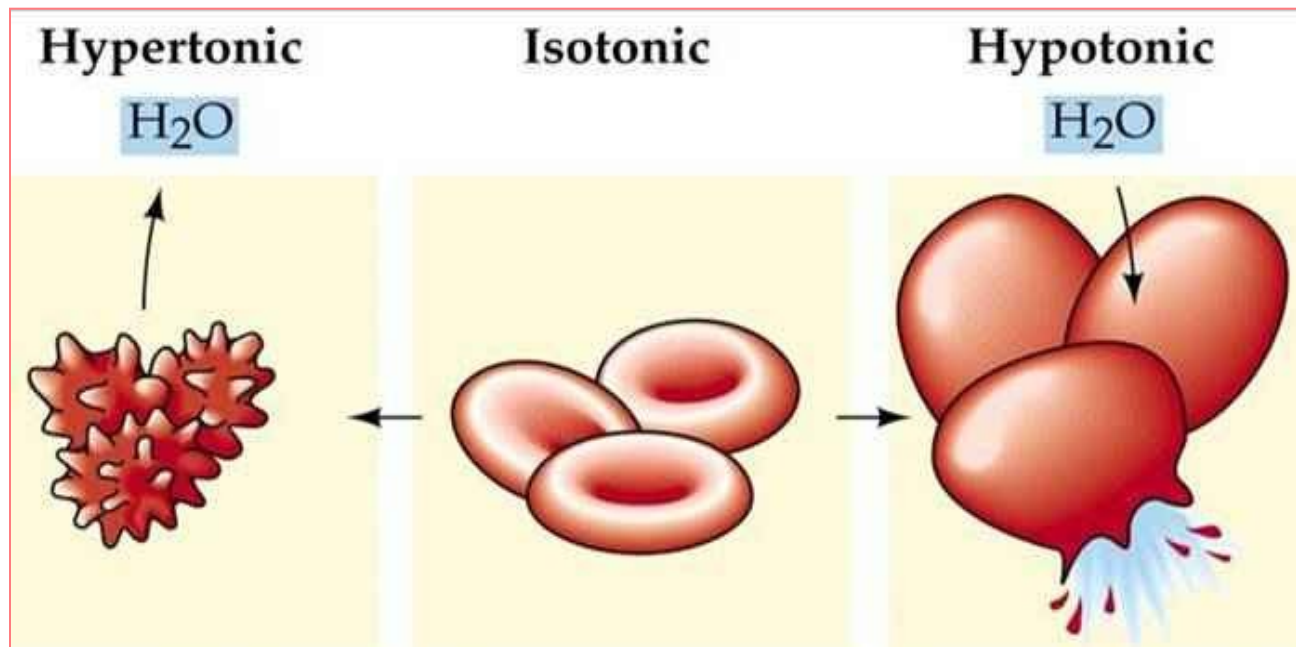


Poikilocytóza a anisocytóza



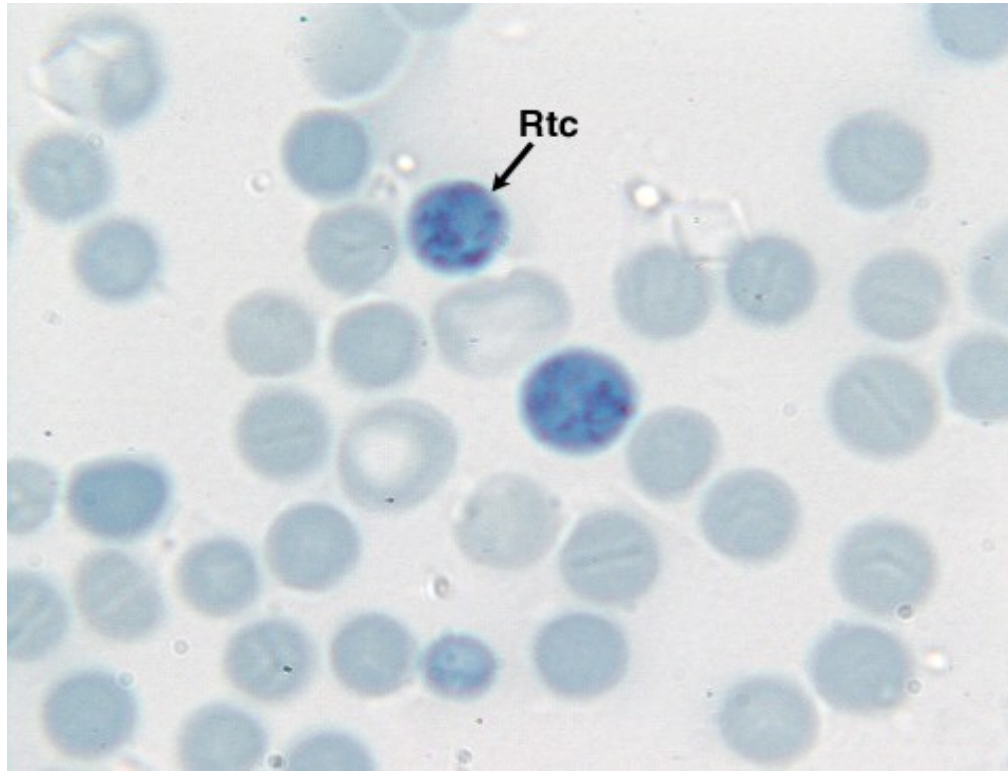
normocyty
mikrocyty
makrocyty

- **polyglobulie, polycytémie, erytrocytóza** – zvýšený počet ery
- **anemie** – snížený počet ery
- **osmotická resistence a hemolýza** (osmotický tlak má velký vliv na živé buňky, protože jejich membrány jsou permeabilní)
 - v hypertonickém roztoku – ery se smršťují → **echinocyty**
 - v hypotonickém roztoku – ery bobtnají, plasmalema praská - **hemolýza**



Retikulocyty

- Nezralé ery, v periferní krvi – 0,5 – 1,5 %
- Obsahují zbytky organel
/polyribosomy, mitochondrie = [substantia reticulofilamentosa](#)/
- V periferní krvi dozrávají v erytrocyty během 24 – 48 hod
- Znázornění - brilantkresylová modř:



LEUKOCYTY

- Granulocyty:

- neutrofilní (T, S)
- eozinofilní
- bazofilní

Obecná charakteristika

polymorfonukleáry

acidofilní cytoplazma

specifická + azurofilní
granula

- Agranulocyty

- lymfocyty
- monocyty

Obecná charakteristika

mononukleáry

bazofilní cytoplazma

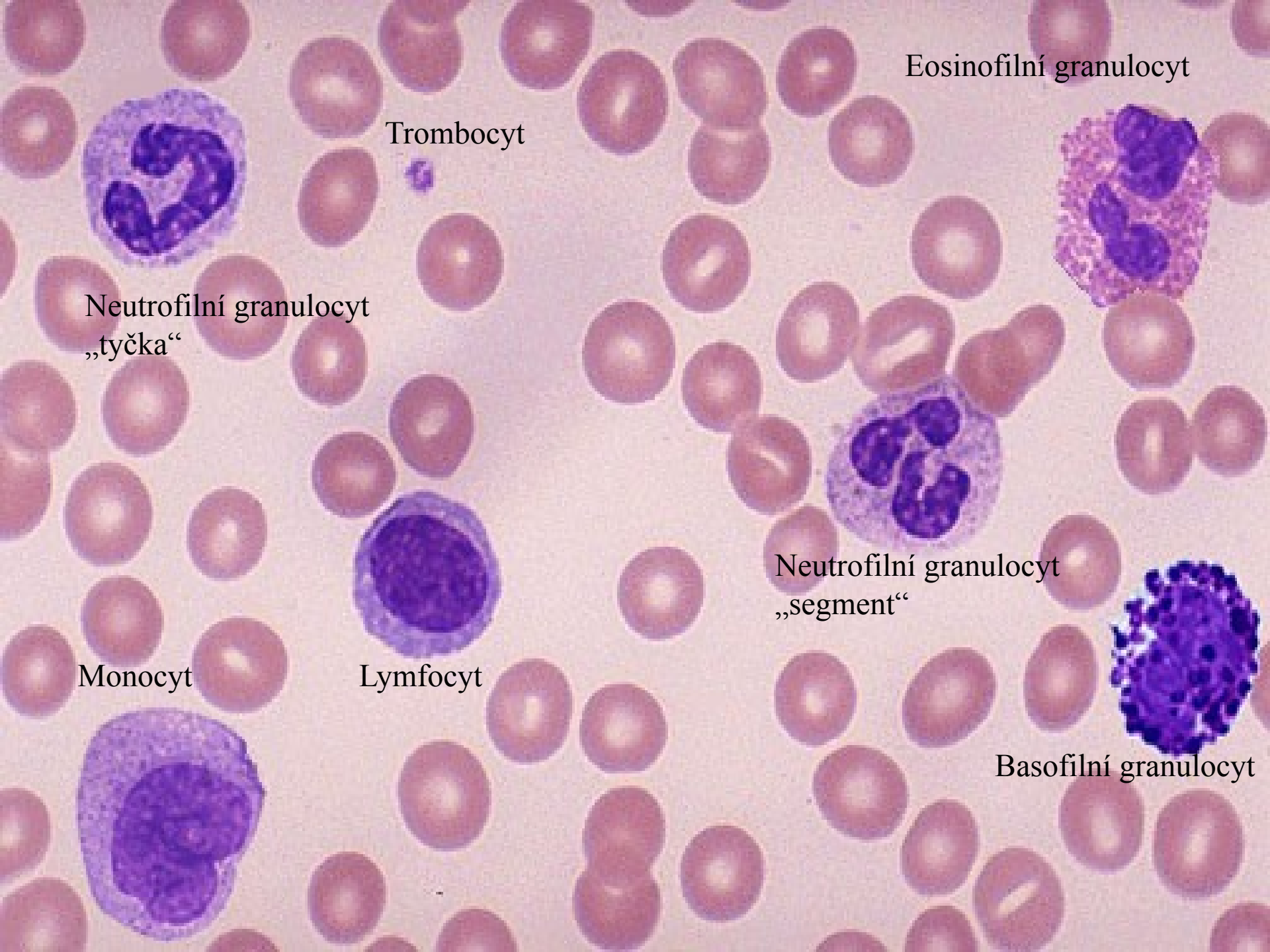
jenom azurofilní granula

LEUKOCYTY – schopnost diapedezy a migrace z cév do vaziva

Diferenciální bílý obraz krevní

- průměrné hodnoty

Neutrofily - tyčky	4 %
- segmenty	67 %
Eozinofily	3 %
Bazofily	1 %
Lymfocyty	20 %
Monocyty	5 %
	$\Sigma = 100 \%$



Eosinofilní granulocyt

Trombocyt

Neutrofilní granulocyt
„tyčka“

Neutrofilní granulocyt
„segment“

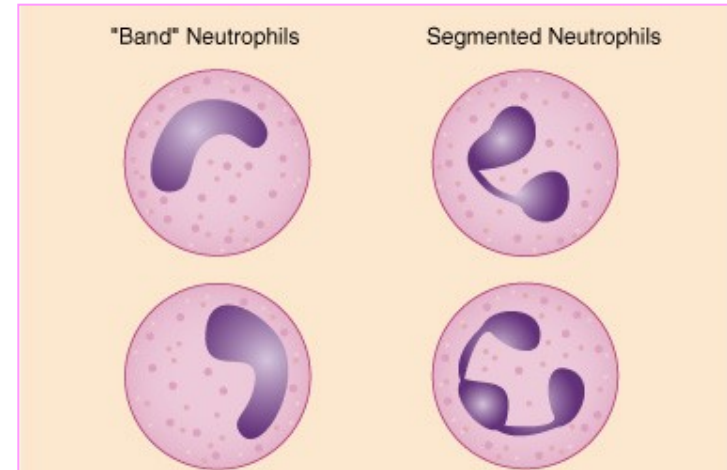
Monocyt

Lymfocyt

Basofilní granulocyt

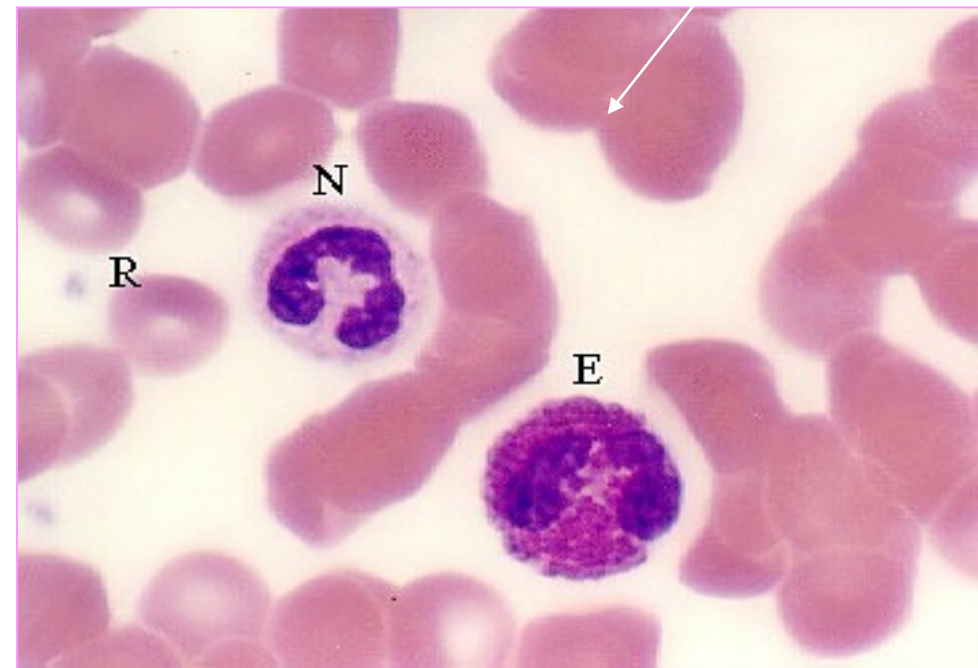
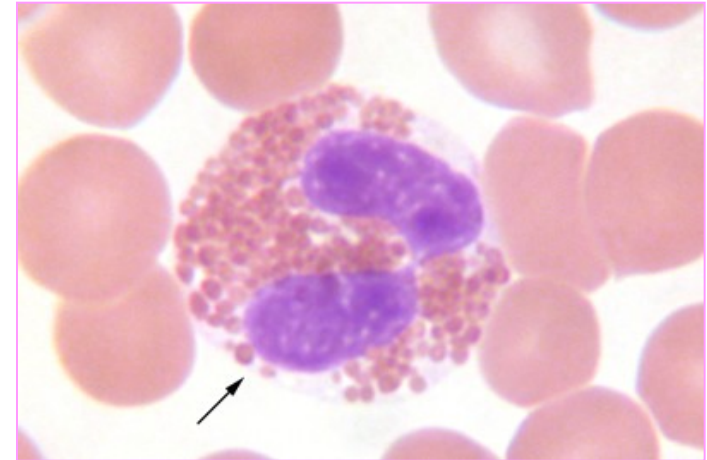
Neutrofilní granulocyty

- 72 % v DBOK
- \varnothing 8 – 9, v nátěru 10 – 12 μm
- cytoplazma: acidofilní
- specifická granula: neutrofilní (alkal. fosfatáza, kolagenáza, lysozym aj.)
- jádro: tyčka (4 %), segmenty (68 %)
- anaerobní glykolýza
- životnost: několik hodin nebo dní
- funkce: **mikrofág**

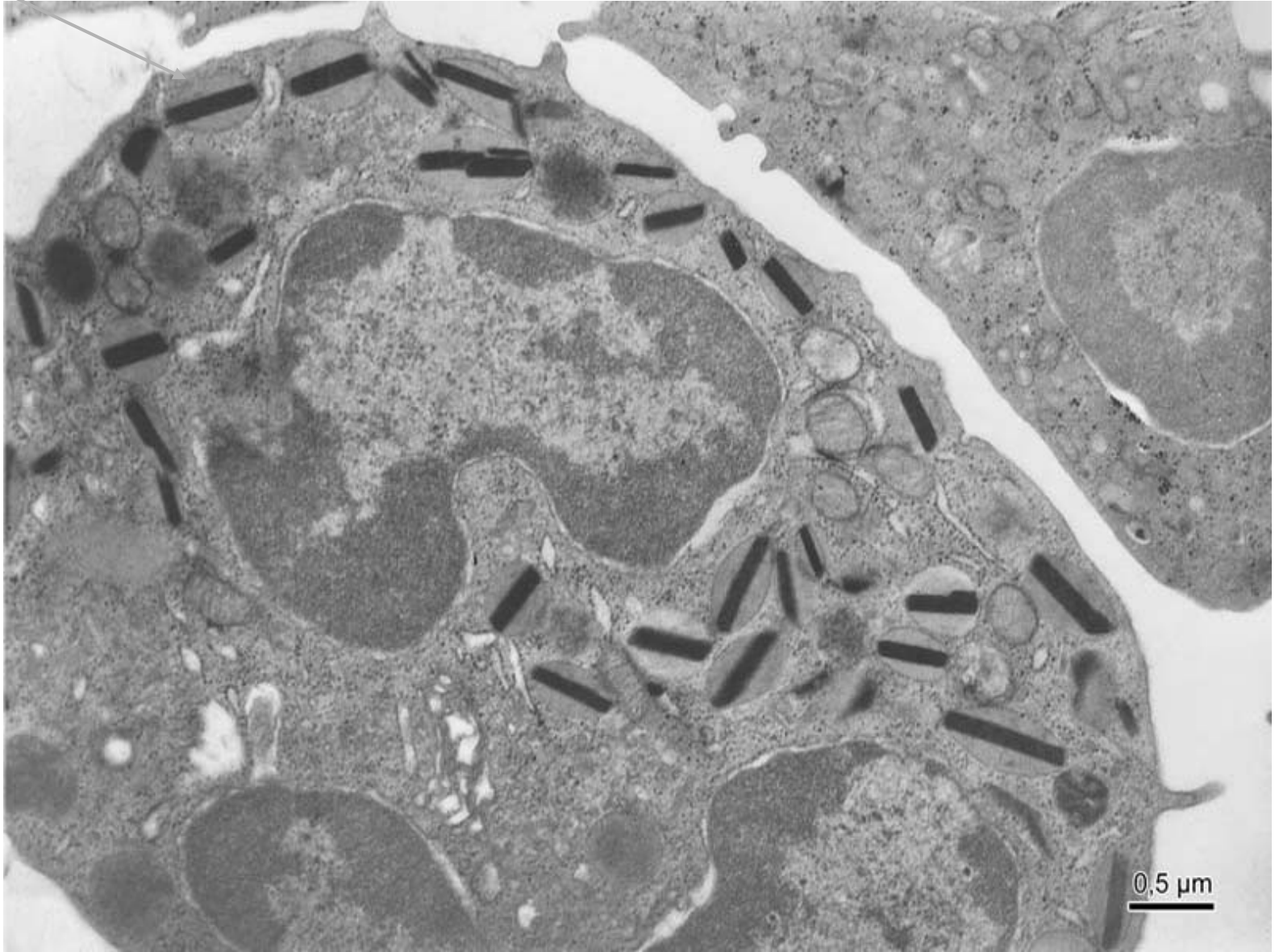


Eosinofilní granulocyty

- 1–4 % v DBOK
- \varnothing 9 – 10, v nátěru 12 – 14 μm
- cytoplazma: acidofilní
- specifická granula: eosinofilní (kys. fosfatáza, peroxidáza aj.)
- jádro: 2 laloky propojené chromatinovým můstkem (činka – brýle)
- funkce: fagocytóza komplexů antigen-protilátka
- \uparrow - **eosinofilie** – alergie, parazitární onemocnění

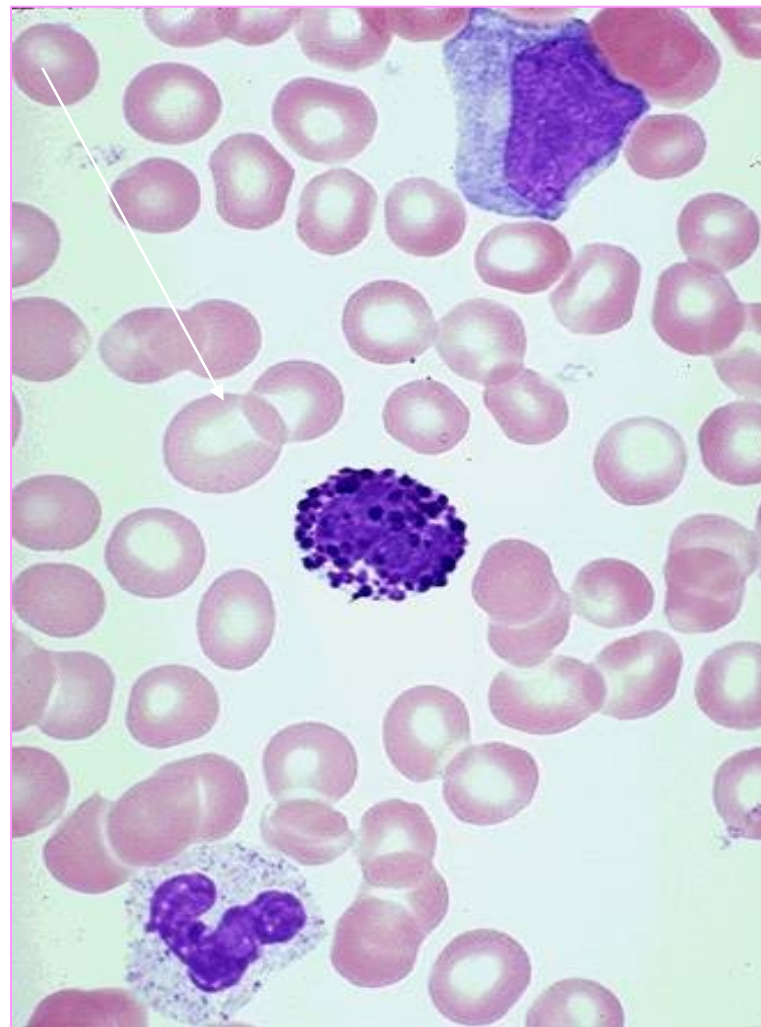


Eosinofilní granulocyty



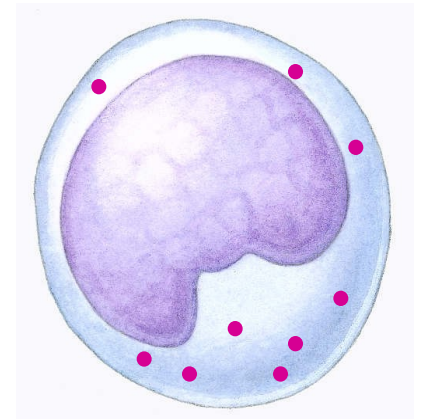
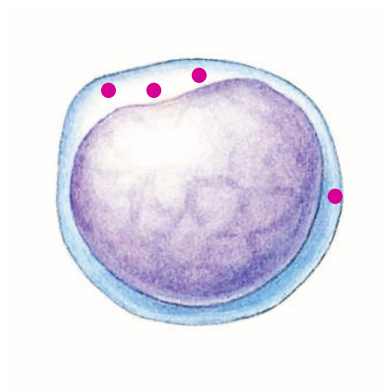
Bazofilní granulocyty

- do 1 % v DBOK
- \varnothing 8 – 10 μm
- cytoplazma: lehce bazofilní
- specifická granula: bazofilní
(heparin, histamin)
- jádro:
nepravidelně laločnaté, tvar
„tlustého písmene S“
- funkce: hypersenzitivita



Agranulocyty

- mononukleáry – jádro je sférické, oválné (nebo ledvinovité)
- **bazofilní** cytoplazma
- chybí specifická granula
- **azurofilní granula (= lyzosity)** s lyzomálními enzymy



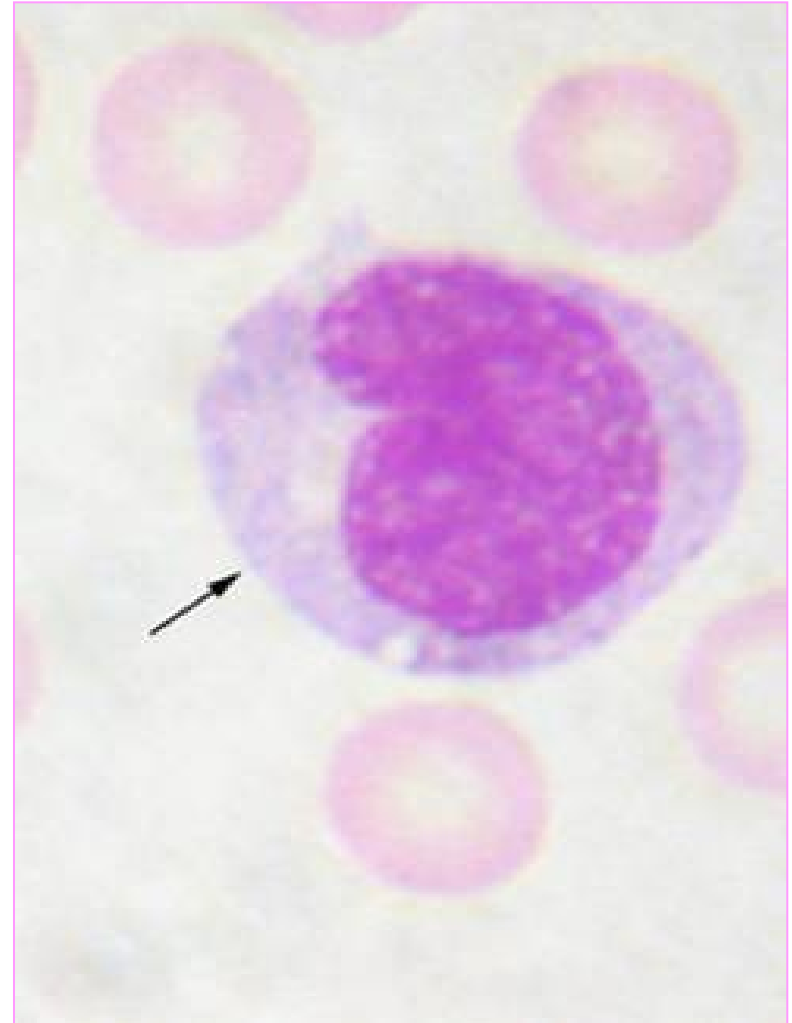
Lymfocyty

- 20 -25 % v DBOK
- cytoplazma – modrá s azuro-filními granuly, četné ribosomy
- jádro – kulaté, hyperchromatické
- klasifikace:
 - T- a B-lymfocyty
 - malé (\varnothing 6 – 8 μm),
střední (\varnothing 10-12 μm),
velké (\varnothing 16-18 μm)



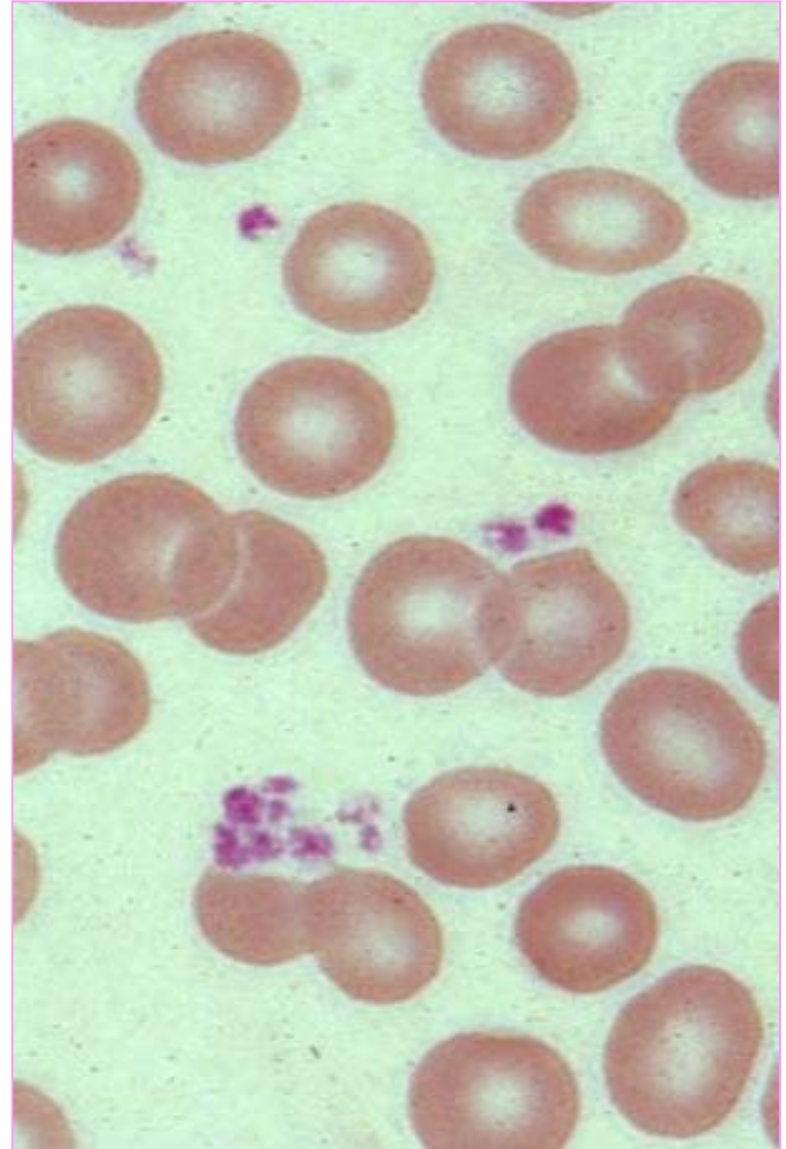
Monocyty

- 5 % v DBOK
- velikost: \varnothing 15 – 20 μm
- cytoplazma – objemná, šedomodrá, nespecifická granula a četné ribosomy,
- jádro – ledvinovité až laločnaté, chromatin je jemně vláknitý
- životnost: 8 – 100 hodin
- funkce : *makrofág*



TROMBOCYTY

- fragmenty cytoplazmy megakaryocytů
- tvar: vřetenovitý
- velikost: 2 – 4 μm
- **hyalomera** „světle modrá periferie“
- **granulomera** „červený střed“
s granuly (α - fibrinogen, δ - ATP, ADP, serotonin, λ - lysosomy)
- životnost: 10-12 dnů
- funkce : hemostáza /zástava krvácení/





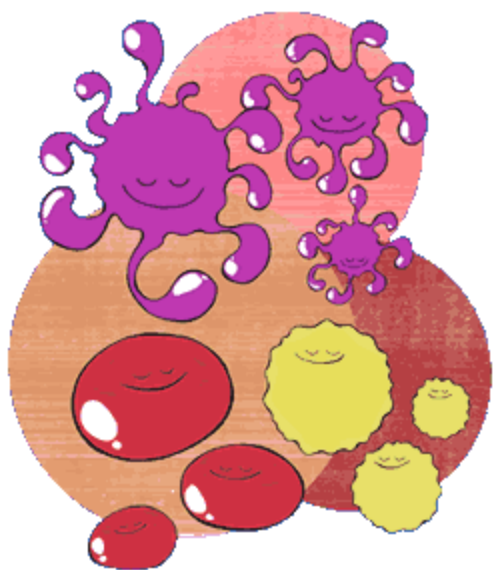
Diferenciální bílý obraz krevní

- průměrné hodnoty

Neutrofily - tyčky	4 %
- segmenty	68 %
Eosinofily	3 %
Bazofily	1 %
Lymfocyty	20 %
Monocyty	4 %
	$\Sigma = 100 \%$

Anomálie DBOK

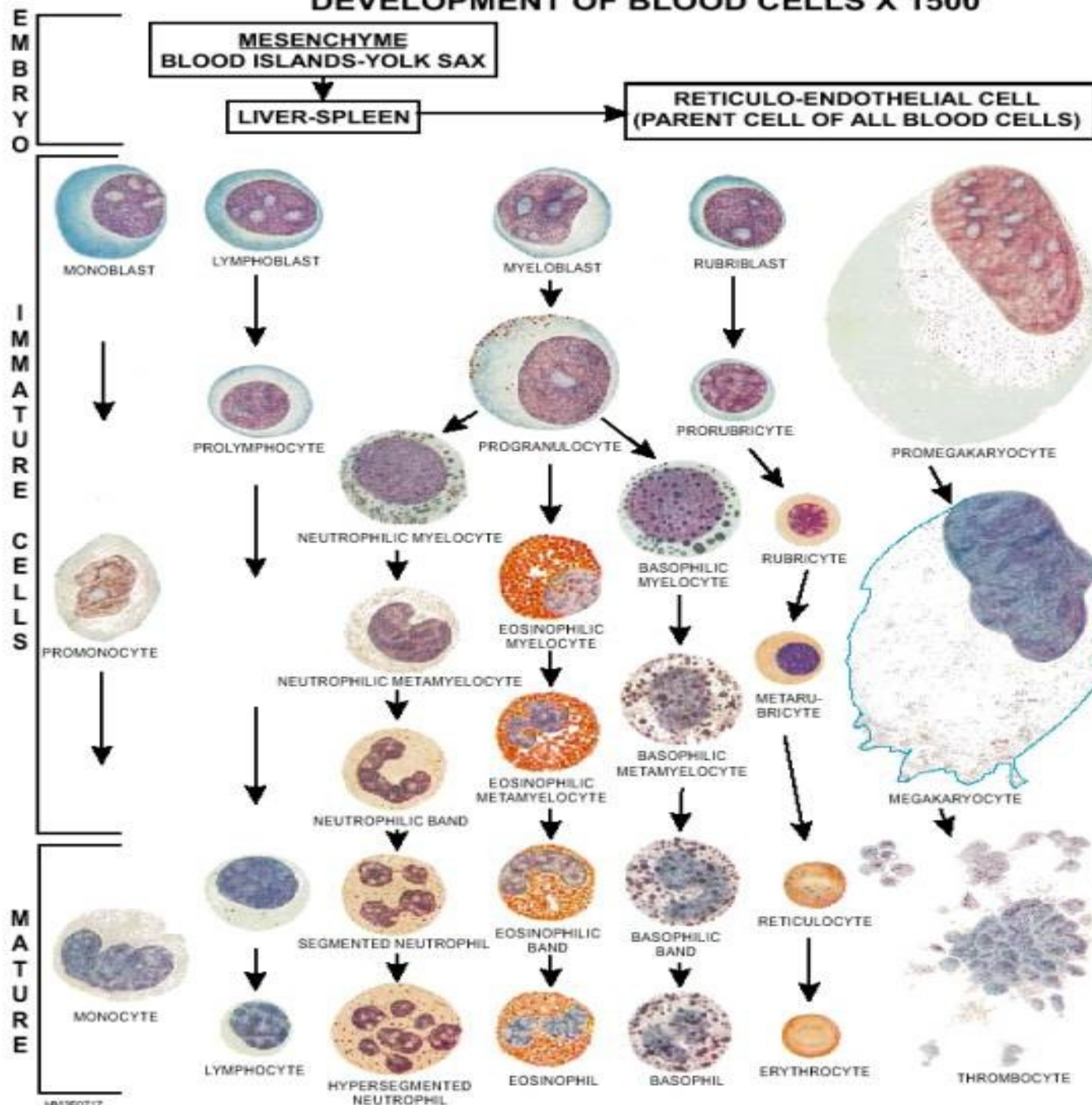
		
Neutrofily	neutrofilní granulocytóza	neutrofilní granulocytopenie
Eosinofily	eosinofilní granulocytóza	eosinofilní granulocytopenie
Basofily	basofilní granulocytóza	basofilní granulocytopenie
Lymfocyty	lymfocytóza	lymfocytopenie
Monocyty	monocytóza	monocytopenie



Krev - vývoj

Hemopoieza

DEVELOPMENT OF BLOOD CELLS X 1500



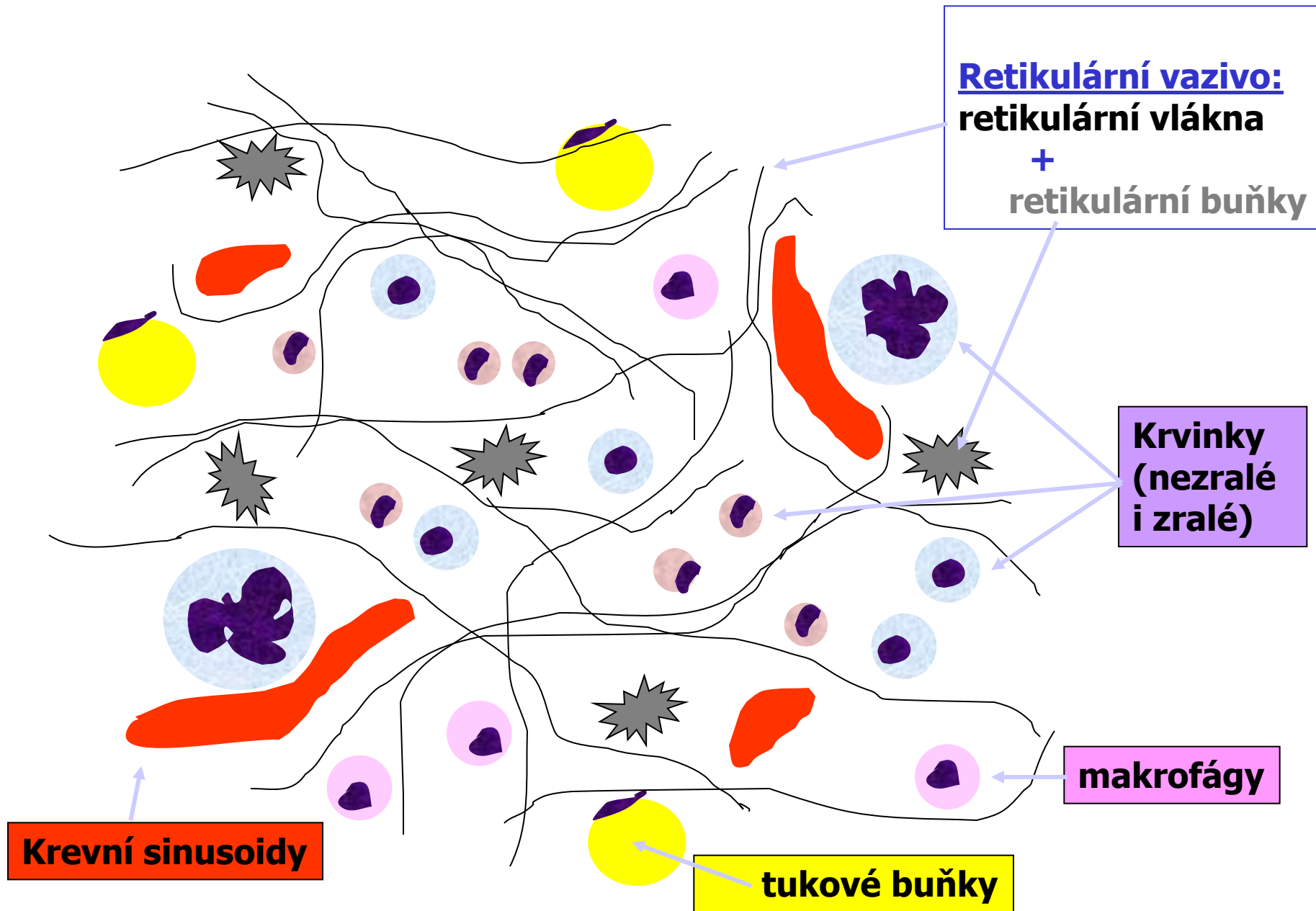
Postnatální vývoj krve

- Kostní dřeň: *erythrocyty*
leukocyty
trombocyty
- Thymus: *T-lymfocyty*
- Lymf. orgány: *B-lymfocyty*

Kostní dřeň

- Červená (hemopoetická)
 - retikulární vazivo + hemopoetické buňky
 - v dospělosti – ploché a krátké kosti (sternum, klíční kost, kosti lebky, kost kyčelní, obratle) a proximální epifýzy dlouhých kostí)*
- Žlutá
 - retikulární vazivo + tukové buňky
 - [možná reverze v hematogenní dřeň]*

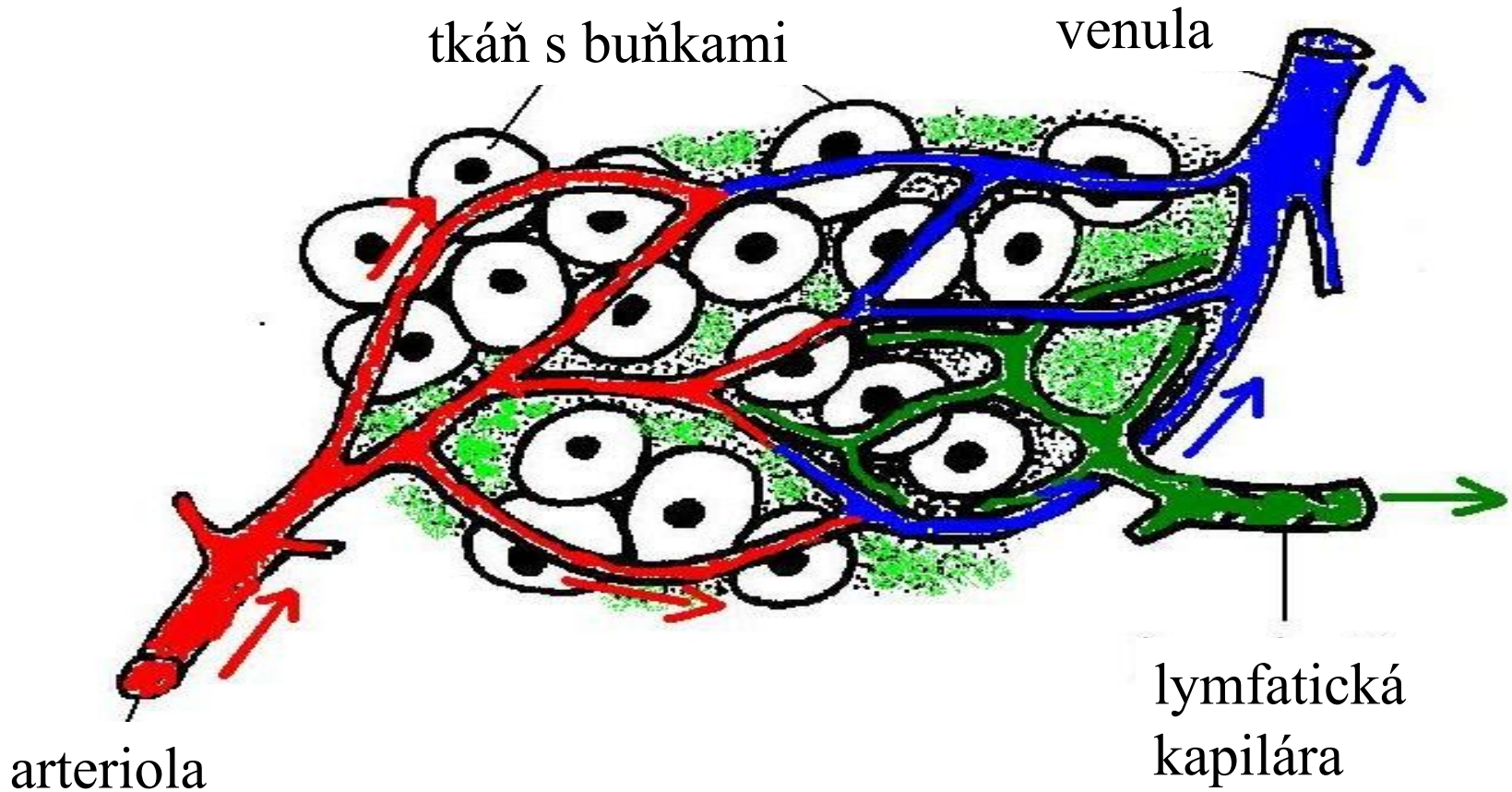
Kostní dřeň - stavba

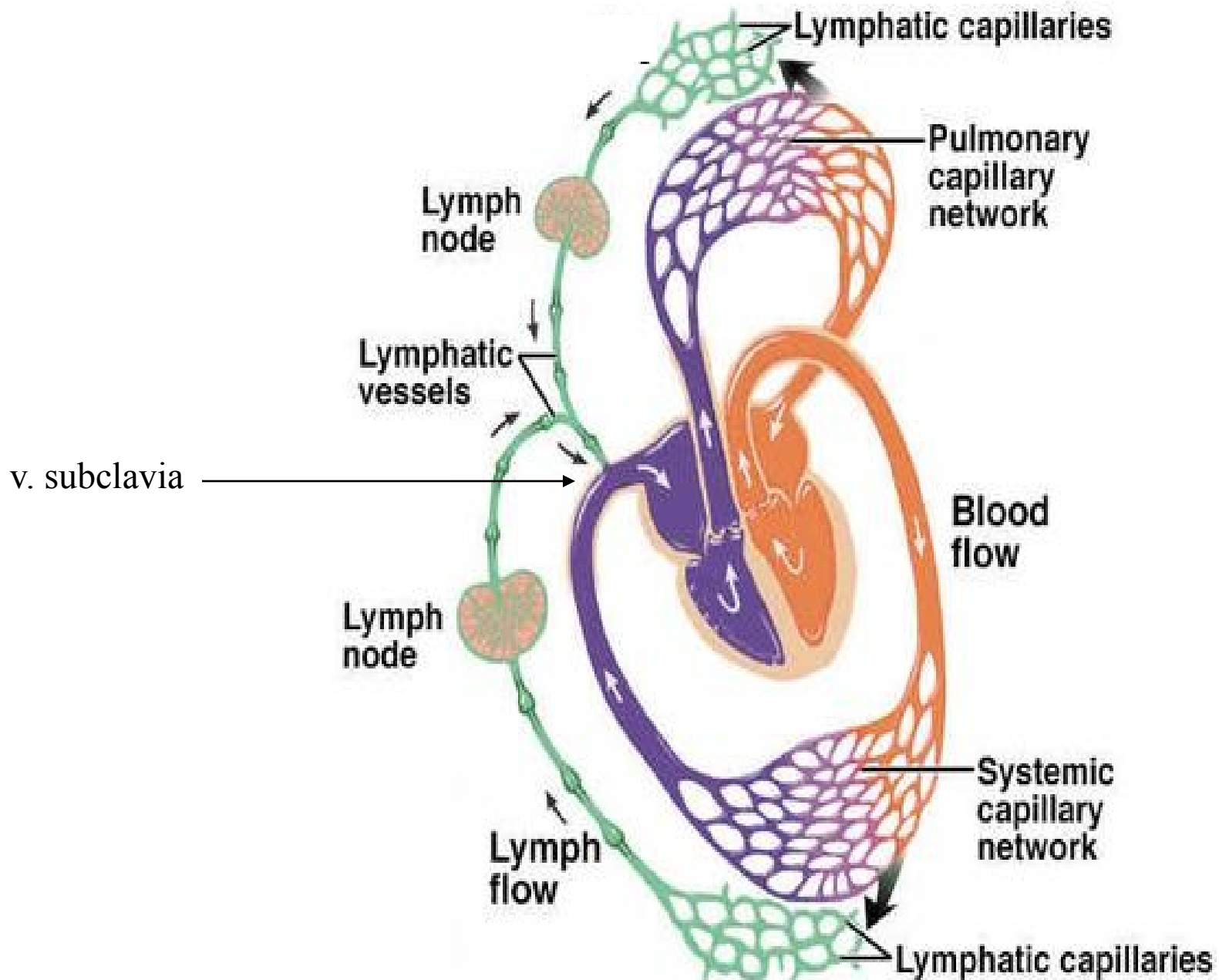


Míza (lymfa)

- Jednosměrný proud (z tkání a orgánů, kde vzniká z **tkáňového moku** ⇒ do krve)
- Nažloutlá, opaleskující
- Mízní plazma (tekutá složka) + lymfocyty (buněčná složka)
- Objem mízy: 1 – 2 litry
- Hustota lymfocytů: až 8000/ μ l lymfy
- **Tkáňový mok**: nebuněčný ultrafiltrát krevní plazmy mezi buňkami (až 12 litrů), zajišťuje transport látek mezi krví a buňkami

krevní plazma – tkáňový mok – lymfa

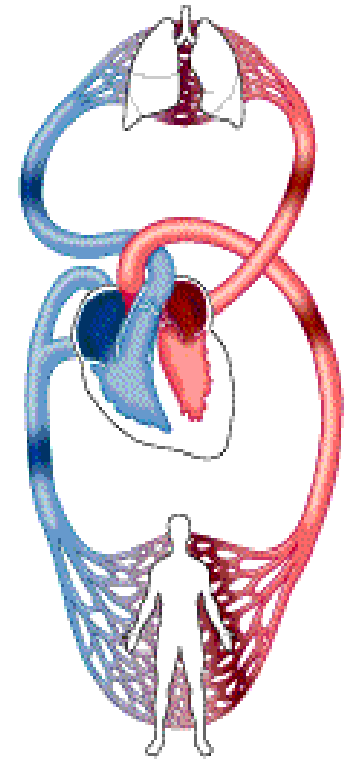
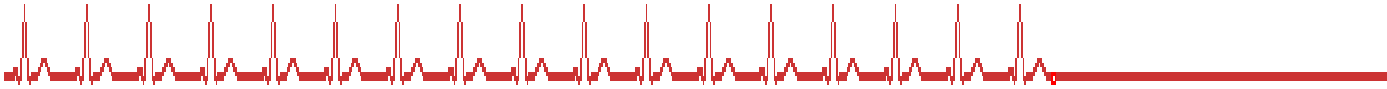






Krevní cévy

Cévy + srdce = uzavřený, endotelem vystlaný systém



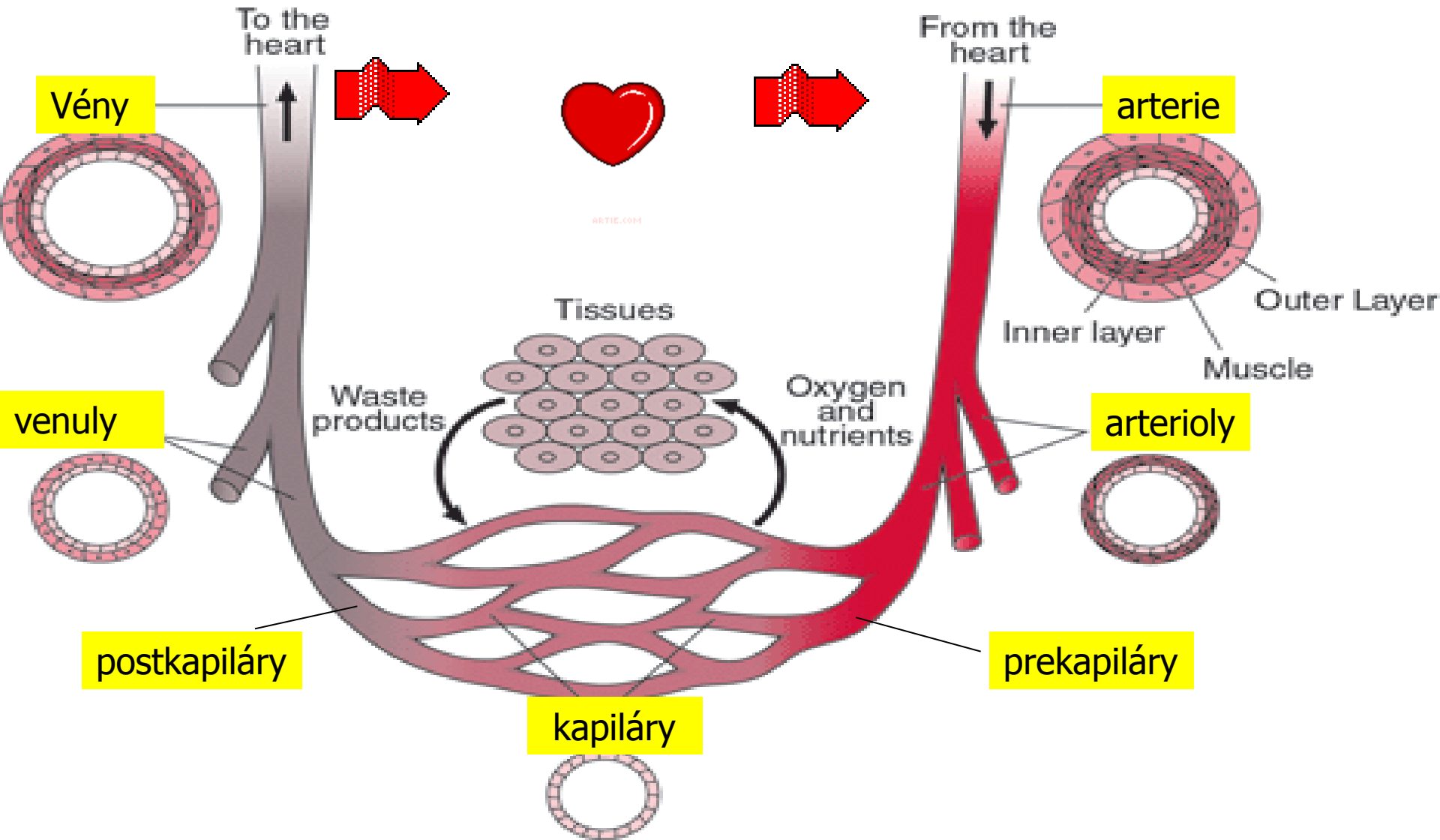
Cévy:

arterie (vedou krev „od srdce“;
mají silnější stěnu)

vény („vrací krev do srdce“)

kapiláry (v tkáních mezi A-V)

Organizace cévního řečiště

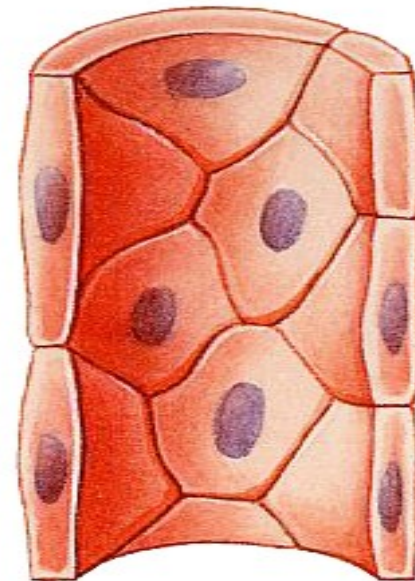


Endotel

Specializovaný typ epitelu
mezenchymového původu

Jednovrstevný plochý ep.

– 1 vrstva plochých buněk
tvoří tenkou nesmáčivou a
antitrombogenní výstelku
všech krevních a
lymfatických cév, vč. srdce



Endotelová buňka (1,2) v ELM

ERY

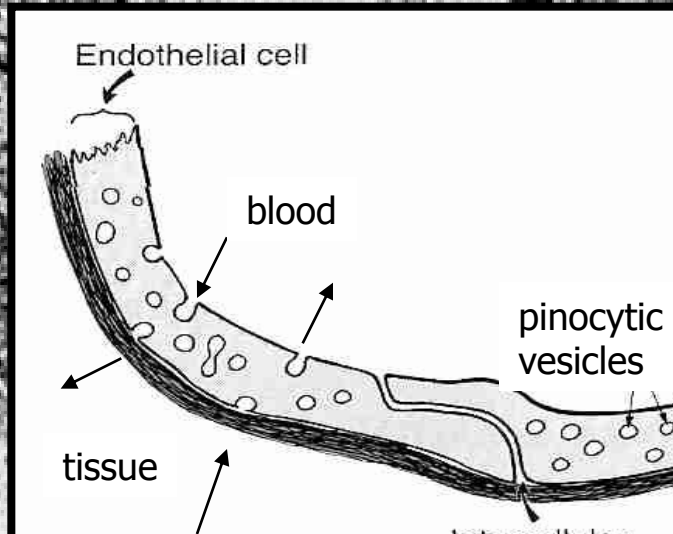
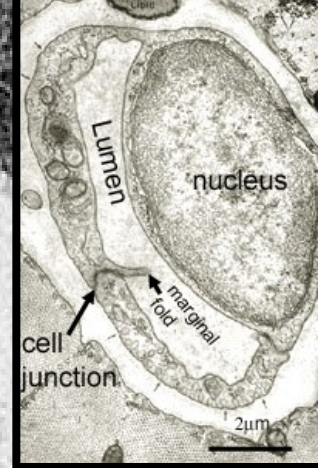
lumen

Pinocytární váčky

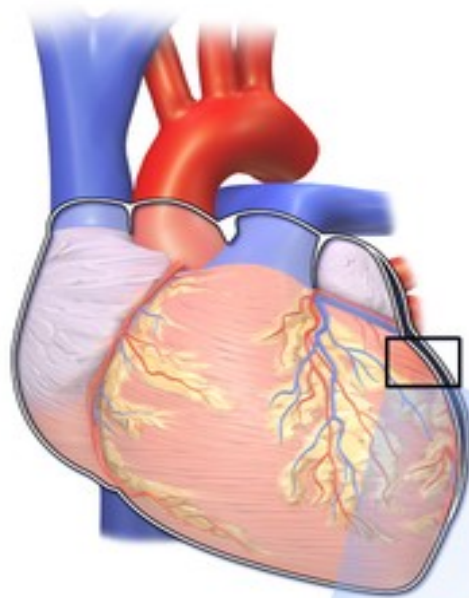
Zonula occludens

2

1



Srdce – stěna, obal



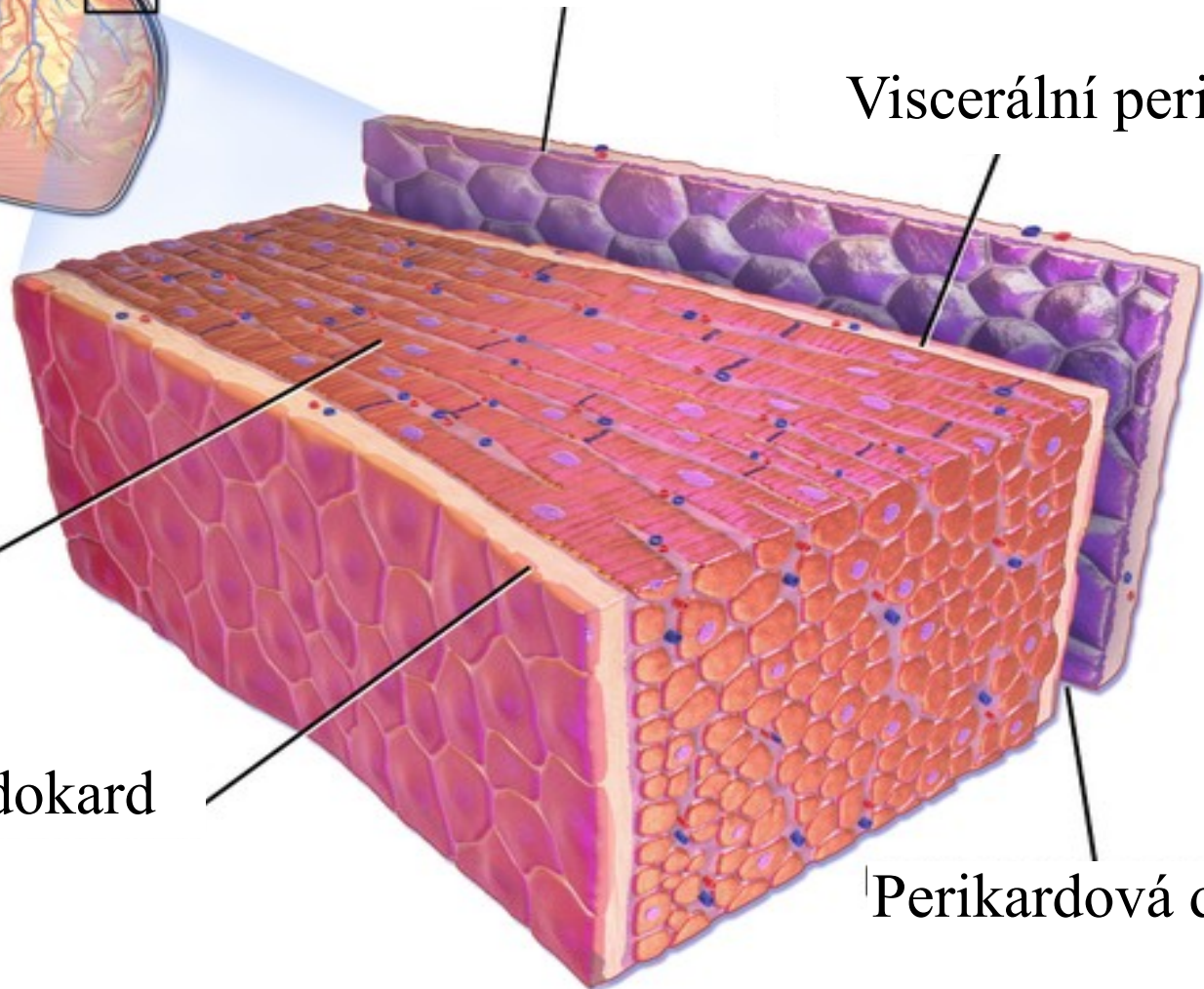
Parietální perikard

Viscerální perikard

Myokard

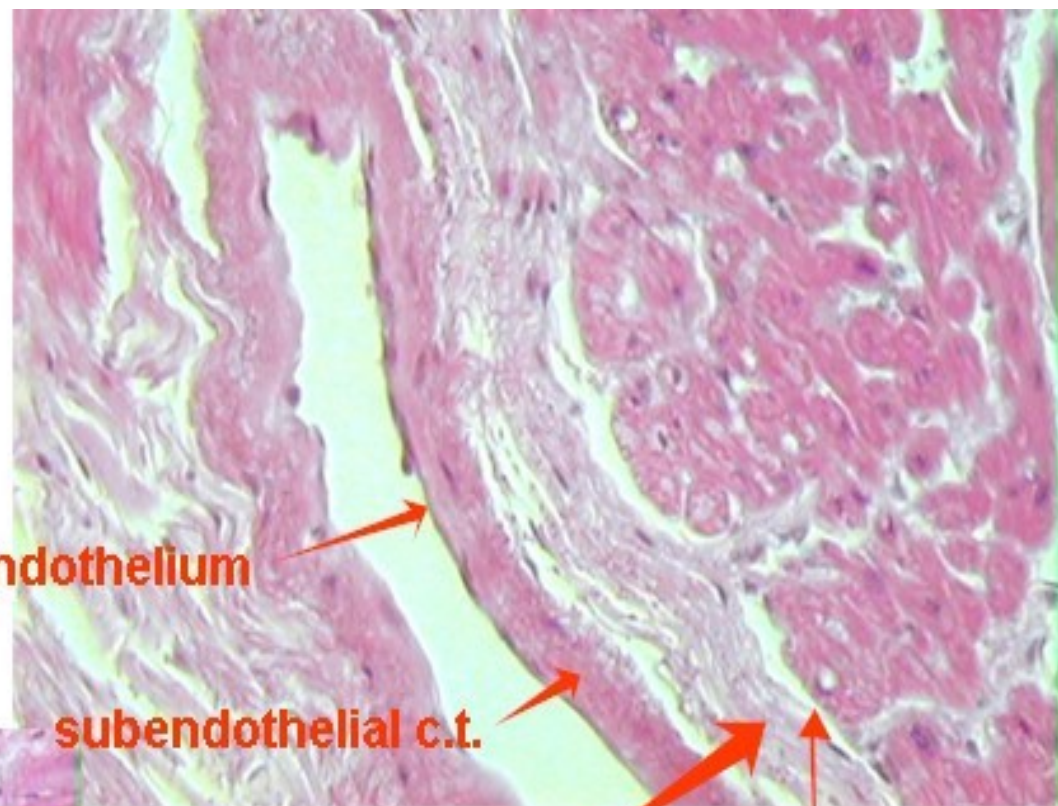
Endokard

Perikardová dutina



Endokard – vrstvy

- 1 – endotel (epitel)
- 2 – subendotel (vazivo)
- 3 – elasticko-muskulární vrstva (elastická vlákna, sval. buňky)
- 4 – subendokard (řídké vazivo, cévy, nervy)

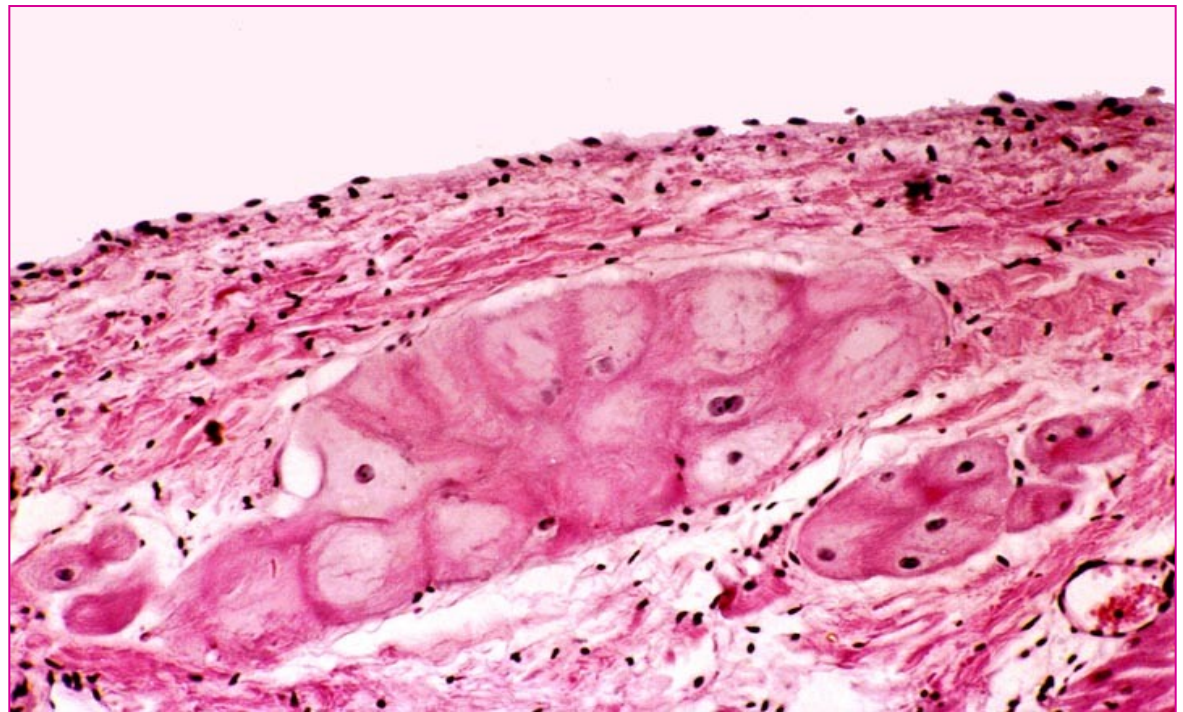
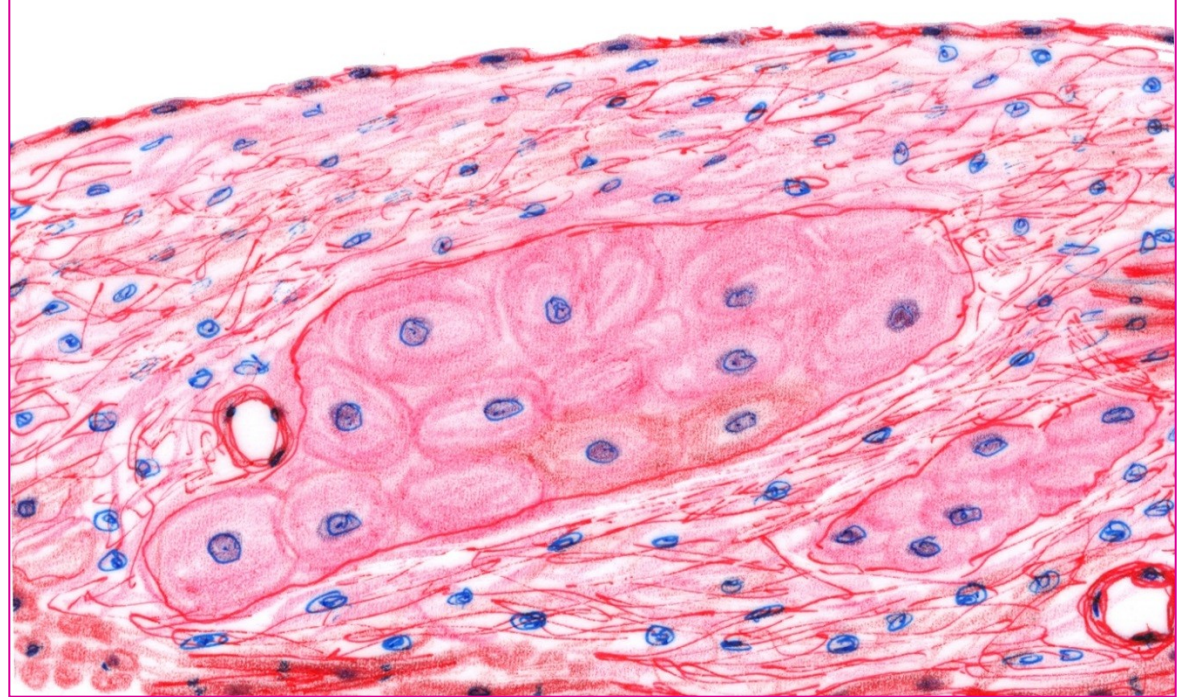


middle layer

subendocardial layer

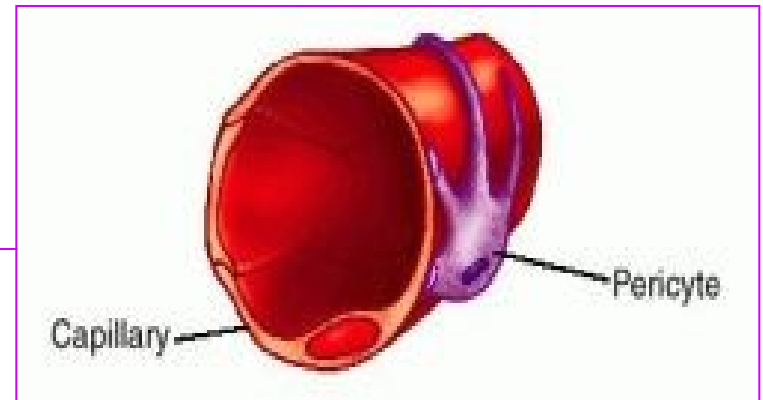
Purkyňovy buňky v endokardu

– součást vzrušivého
(excitomotorického)
systému v srdci



Krevní kapiláry

- \varnothing 8 μm (některé až 30-40 μm)
- lumen je vystláno 1-2 endotelovými buňkami
- kapilární síť mezi arteriemi a vénami
- retikulární vlákna
- pericyty

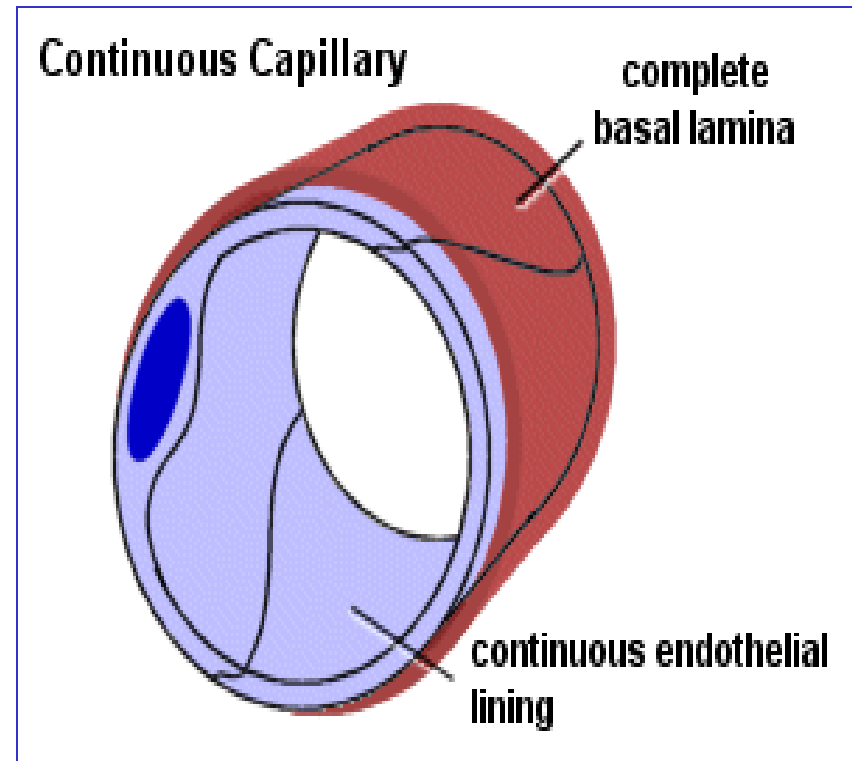


3 typy kapilár

- souvislé
- fenestrované
- sinusoidy

Souvislá kapilára

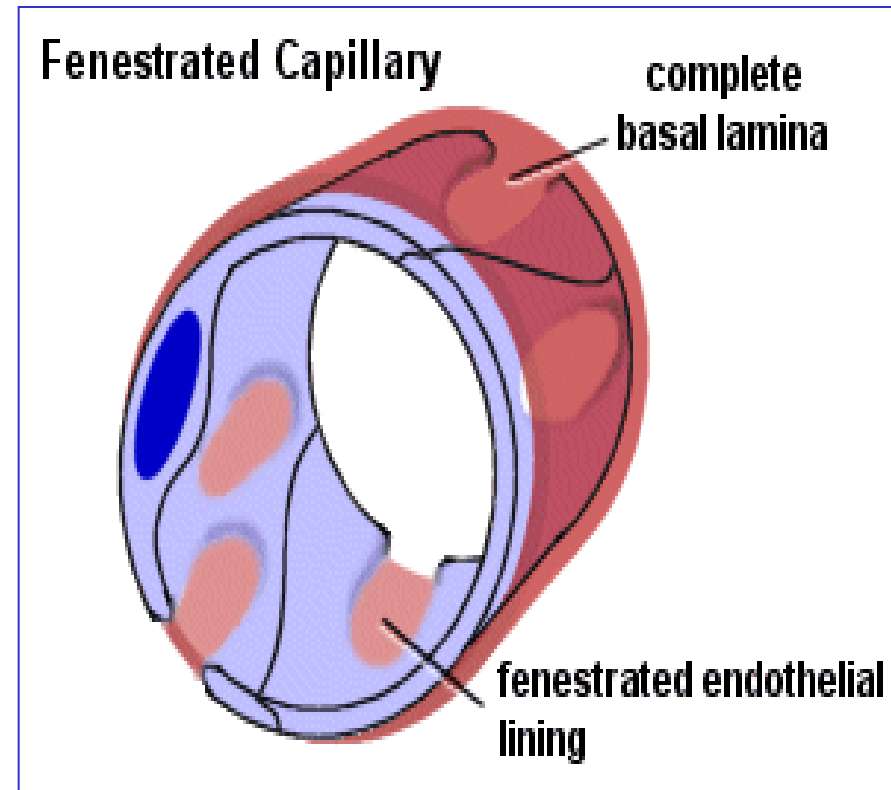
- \varnothing cca 8 μm
- Stavba stěny:
 - endotel – 1-2 buňky
(zonulae occludentes, nexusy)
 - lamina basalis
 - pericyty
 - retikulární vlákna
- difuze malých molekul, vody a iontů



Výskyt:
svaly, mozek (CNS)

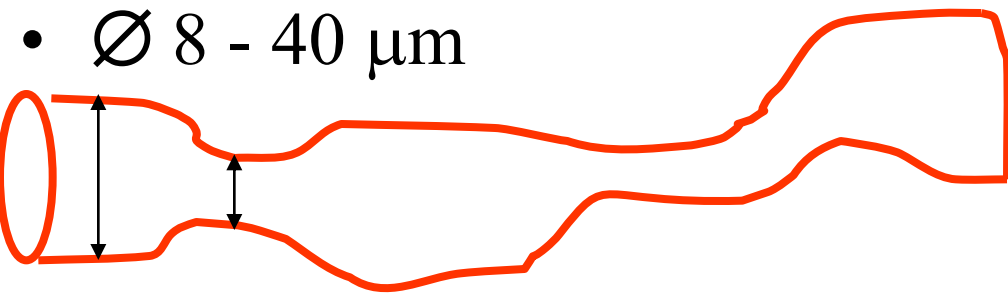
Fenestrovaná kapilára

- Endotelové buňky s otvory přepaženými diafragmou („fenestra“), 70 nm Ø
- souvislá lamina basalis
- v orgánech s intenzivním metabolismem a výměnou látek
- prostup malých molekul a proteinů

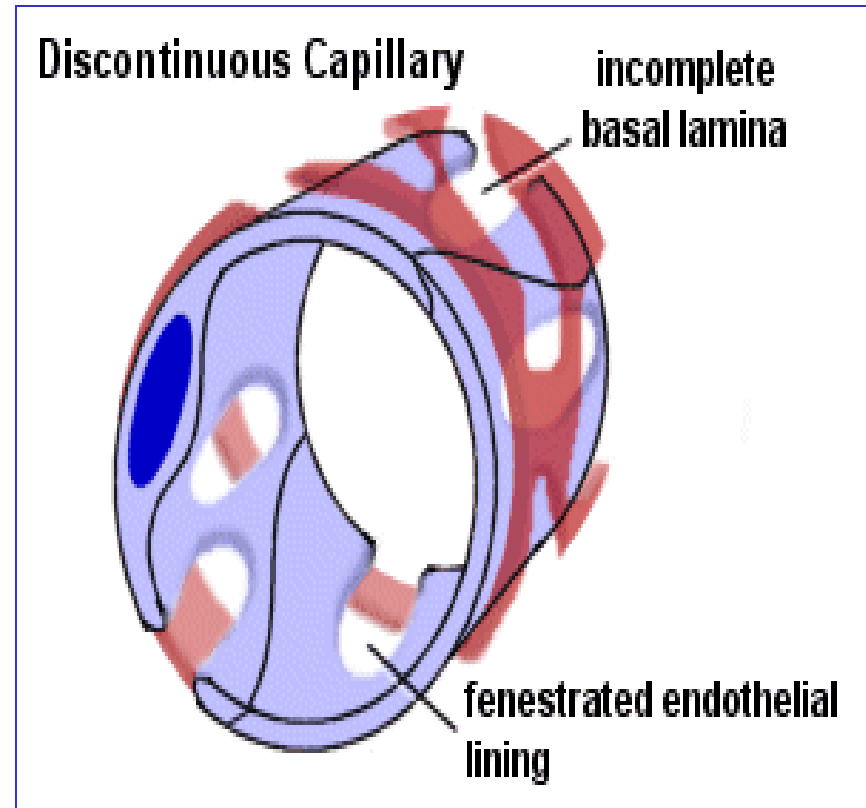


Výskyt:
střevní klky, endokrinní žlázy

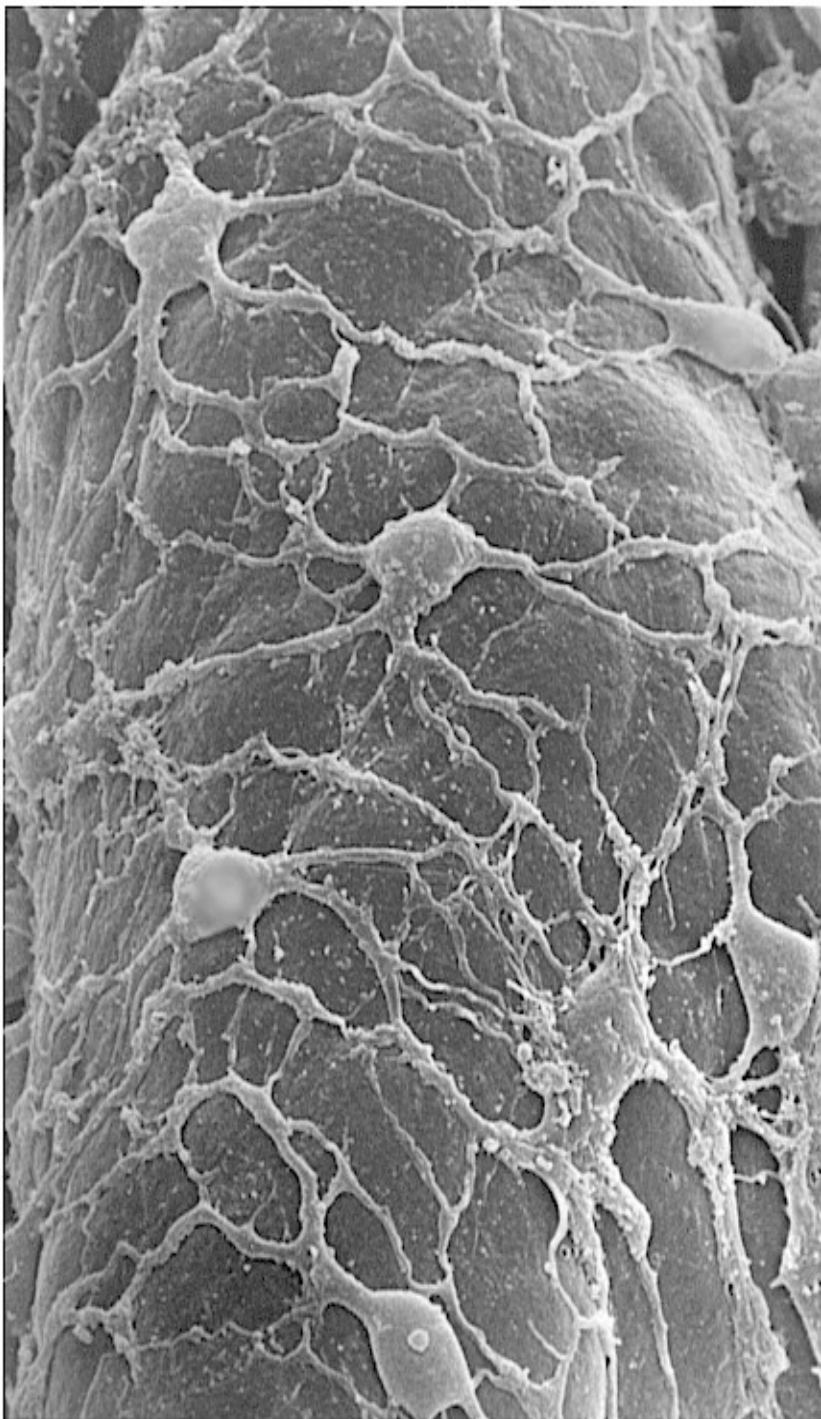
Sinusoidální kapilára (sinusoida)



- endotel – fenestra, póry a intercelulární štěrby; některé bb. fagocytují
- nesouvislá lamina basalis
- retikulární vlákna
- vstup krve a plazmatických proteinů



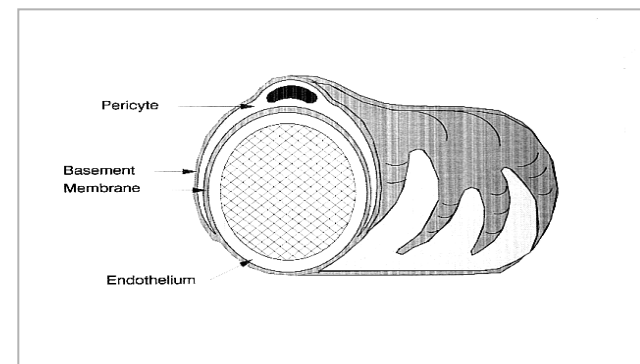
Výskyt:
játra, slezina, kostní dřeň



Pericyty



- cytoplazmatické výběžky kolem kapiláry,
- aktin, myosin, tropomyosin
- vlastní lamina basalis



Arterie

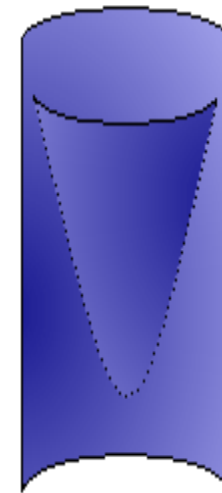
Podle průměru, morfologických rozdílů a poměru elastických vláken a hladkých svalových buněk:

- Arterioly $\varnothing < 0,5$ mm
- „Svalové“ arterie (malé a střední), $\varnothing 0,5 - 10$ mm
- „Elastické“ arterie (velké: aorta a její větve)

Vény

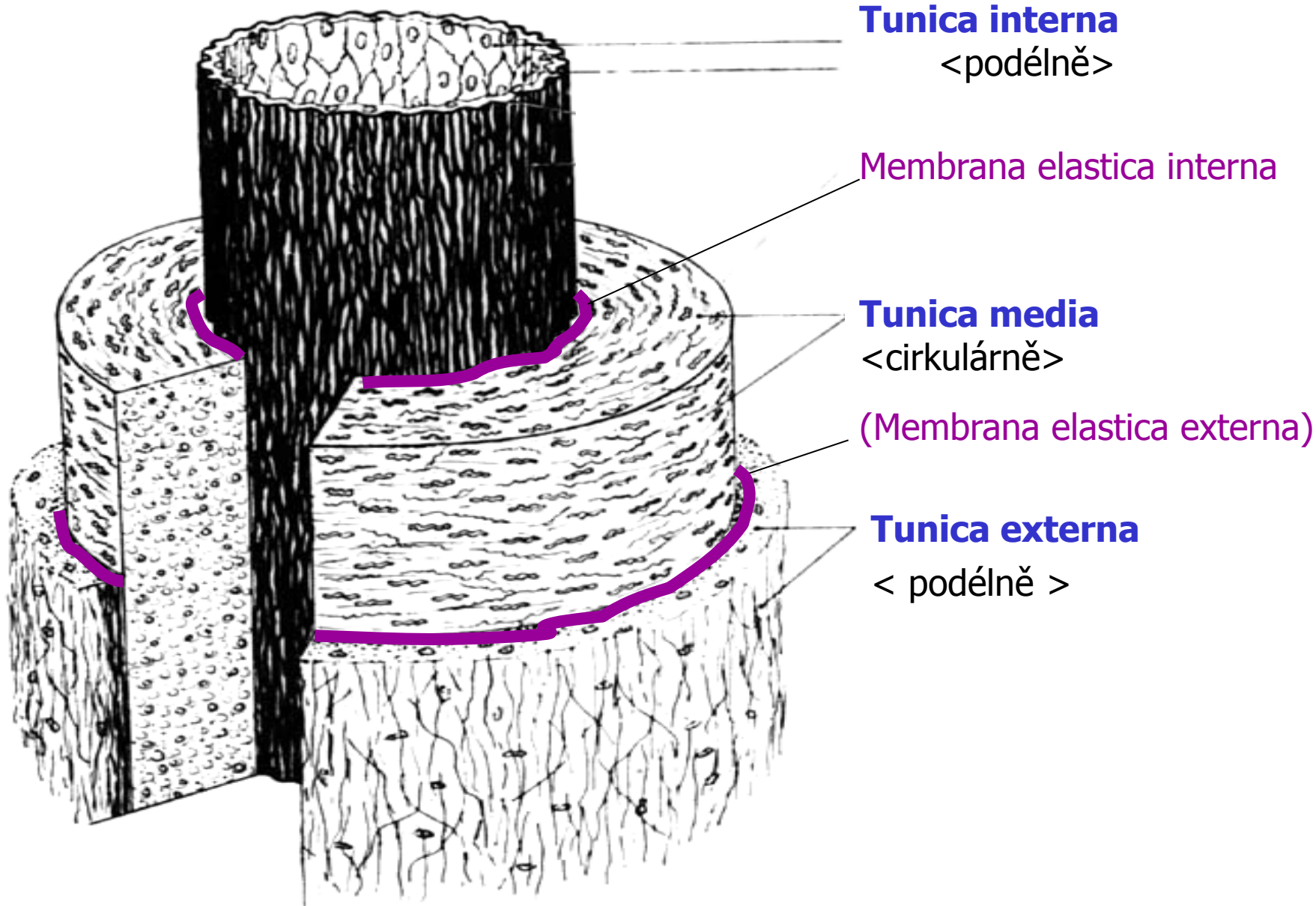
- **Venuly** \varnothing 0,2 – 1 mm
- **Malé a střední vény** \varnothing 1 – 10 mm
- **Velké vény** (v. cava inf. et. sup. - the largest vein)

- **Chlopně**
 - duplikatury endotelu
 - vyztužené elastickým vazivem.
 - brání žilnímu návratu sloupce krve



pocket valve

Stavba stěny cév - obecně



Stavba stěny krevních cév

– obecně –

- **tunica interna (intima)**

endotel + subendotel (vazivo)

_____ **membrana elastica interna** _____

- **tunica media**

hladká sval. tkáň + elastické blanky – cirkulárně

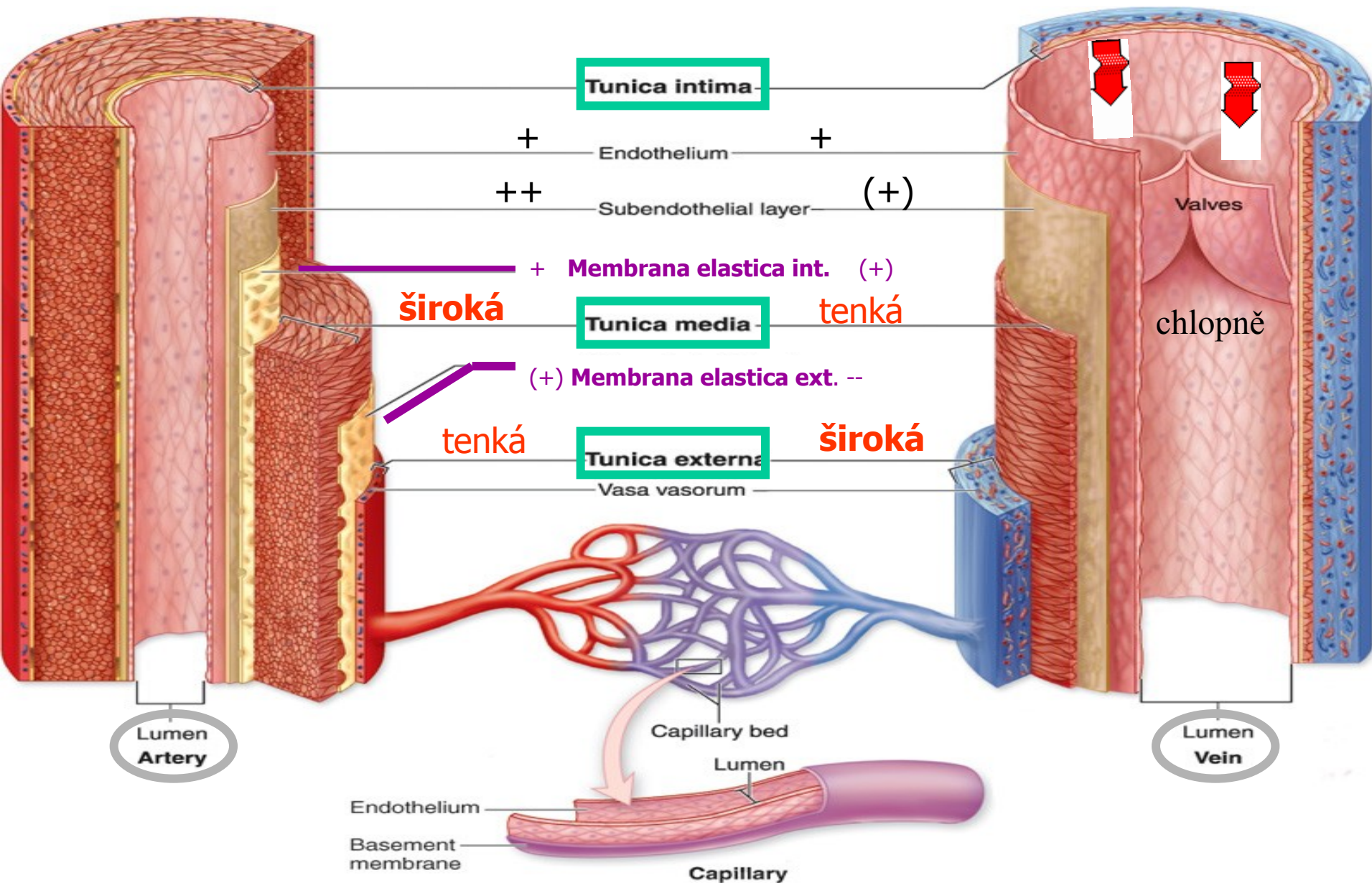
_____ **membrana elastica externa** _____

- **tunica externa (adventitia)**

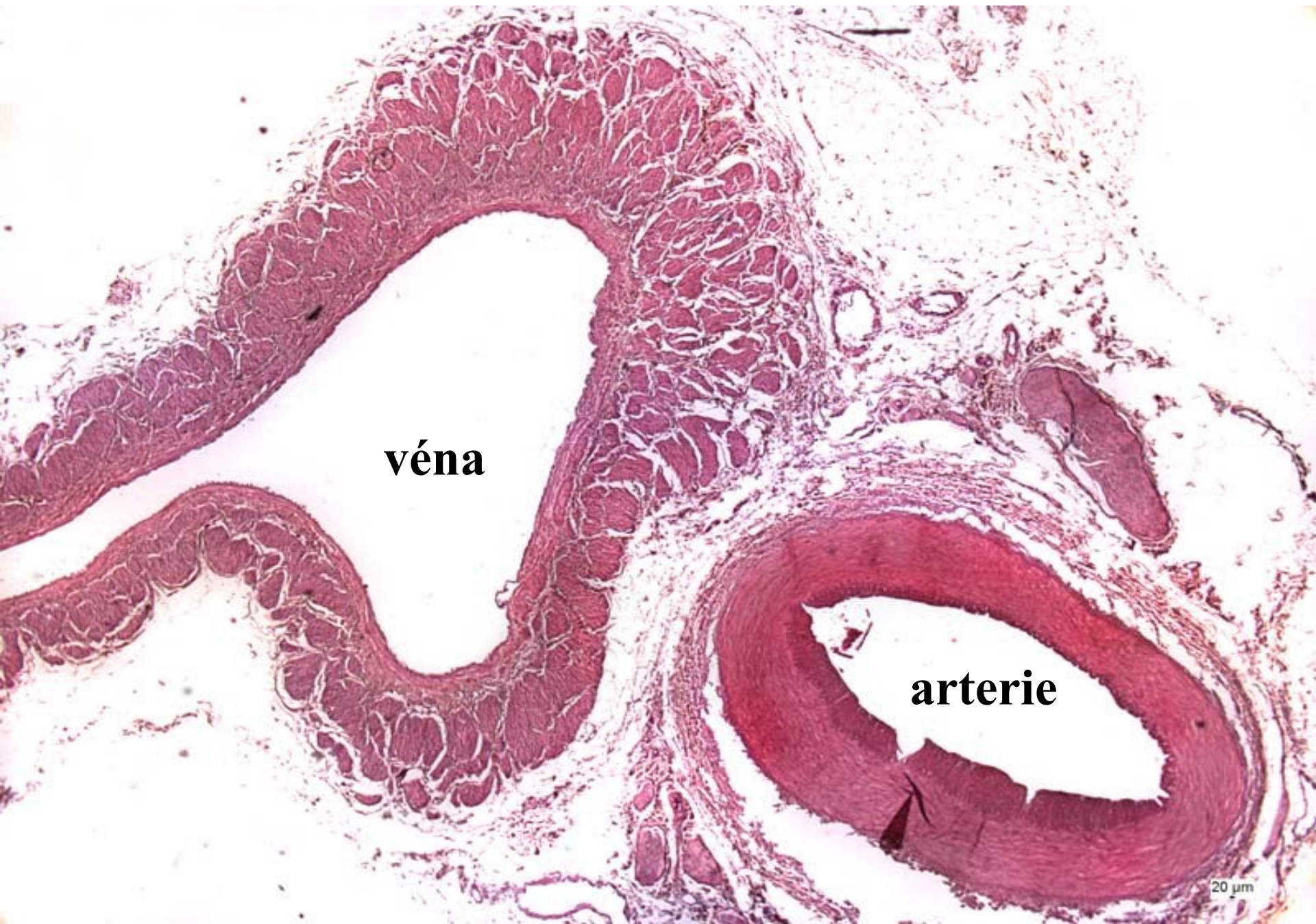
řídke kolag. vazivo + nervy + vasa vasorum

(+ podélně leiomyocyty – pouze ve vénách)

Morfologické rozdíly mezi arterií a vénou – obecně:



Arterie svalového typu s vénou (HE)



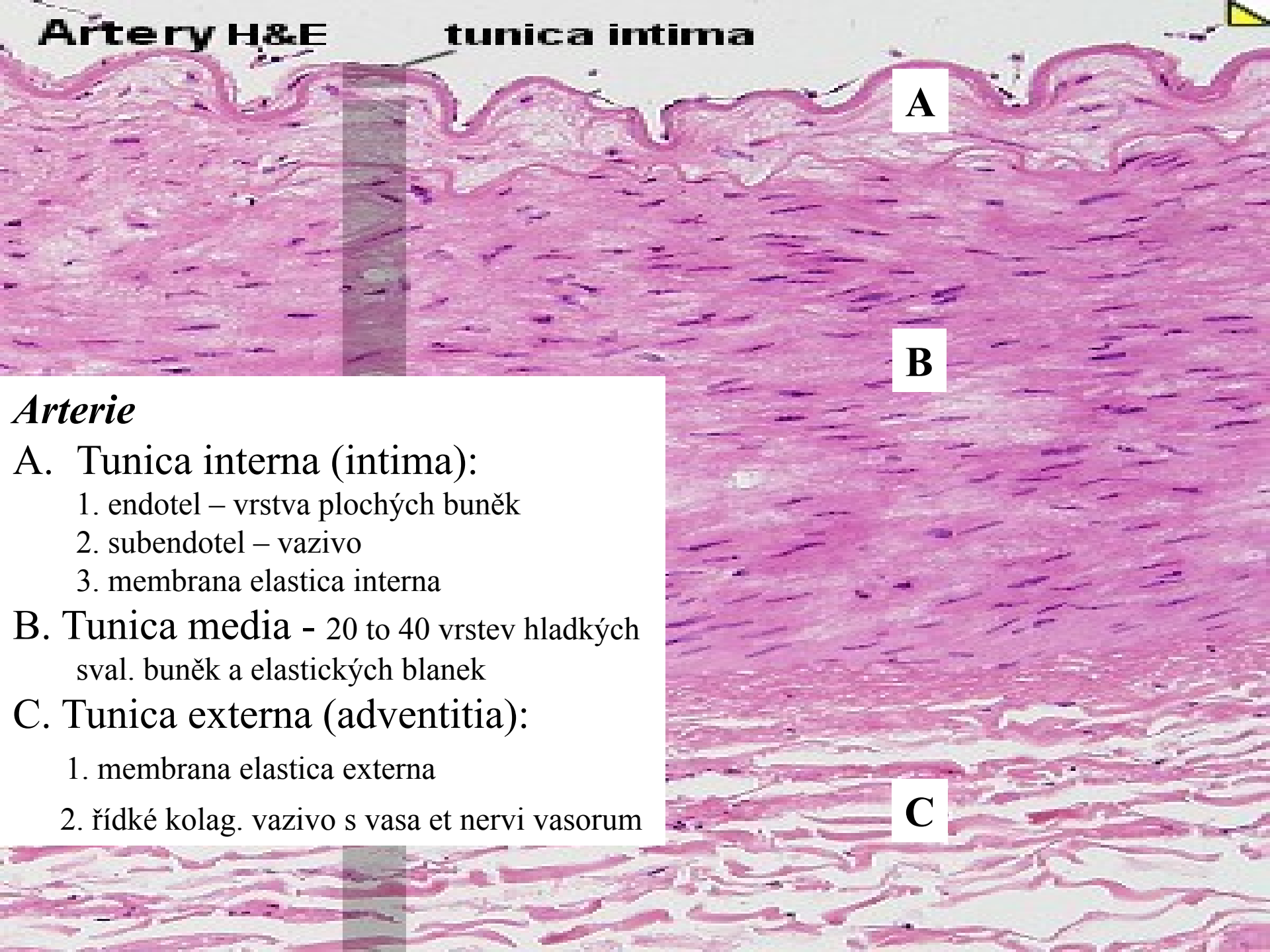
véná

arterie

20 μ m

Artery H&E

tunica intima



A

B

C

Arterie

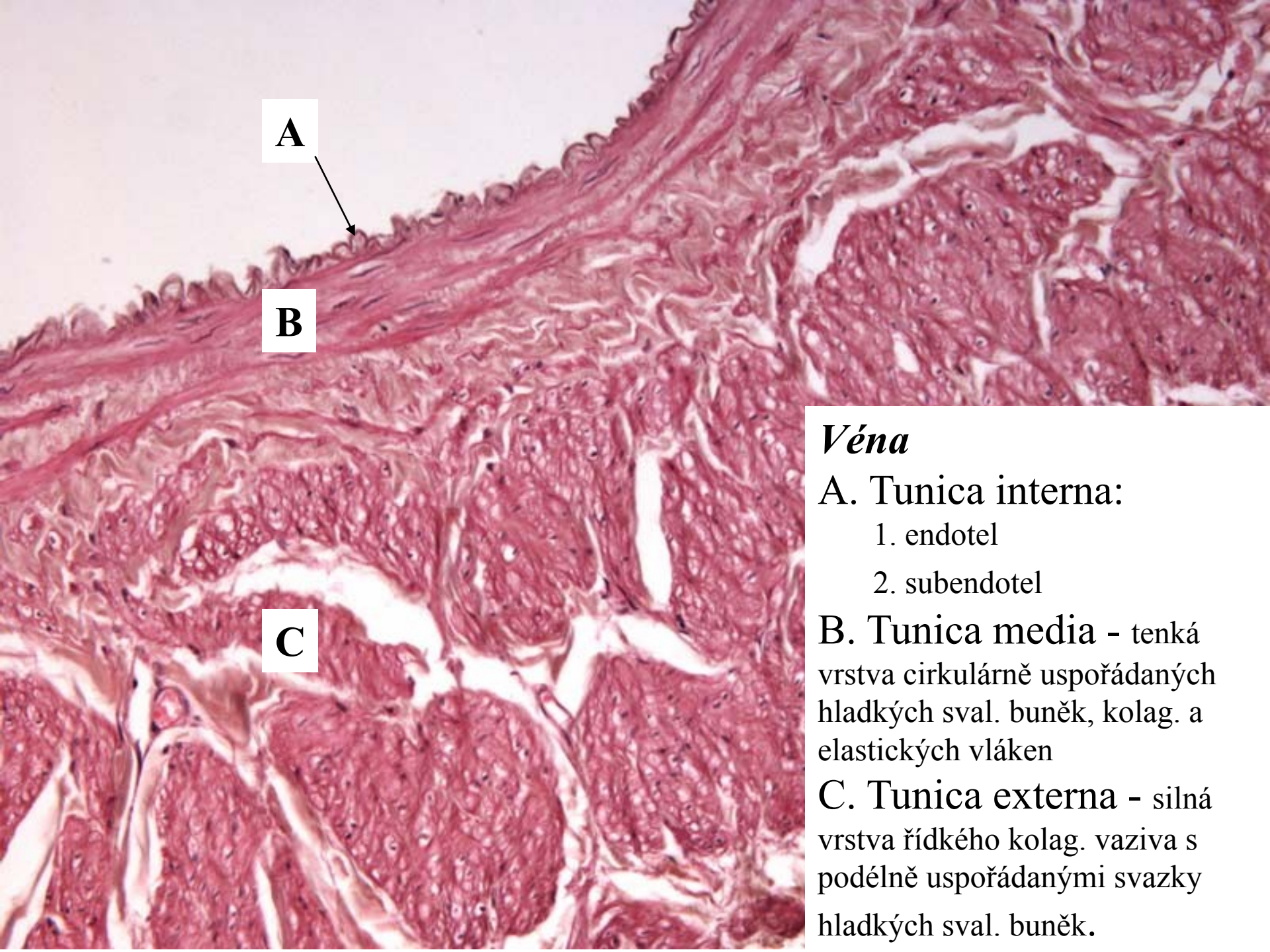
A. Tunica interna (intima):

1. endotel – vrstva plochých buněk
2. subendotel – vazivo
3. membrana elastica interna

B. Tunica media - 20 to 40 vrstev hladkých sval. buněk a elastických blanek

C. Tunica externa (adventitia):

1. membrana elastica externa
2. řídké kolag. vazivo s vasa et nervi vasorum



A

B

C

Věna

A. Tunica interna:

1. endotel
2. subendotel

B. Tunica media - tenká vrstva cirkulárně uspořádaných hladkých sval. buněk, kolag. a elastických vláken

C. Tunica externa - silná vrstva řídkého kolag. vaziva s podélně uspořádanými svazky hladkých sval. buněk.

Velká tepna:

A

B

C

Aorta

A. Tunica interna (až 100 μm):

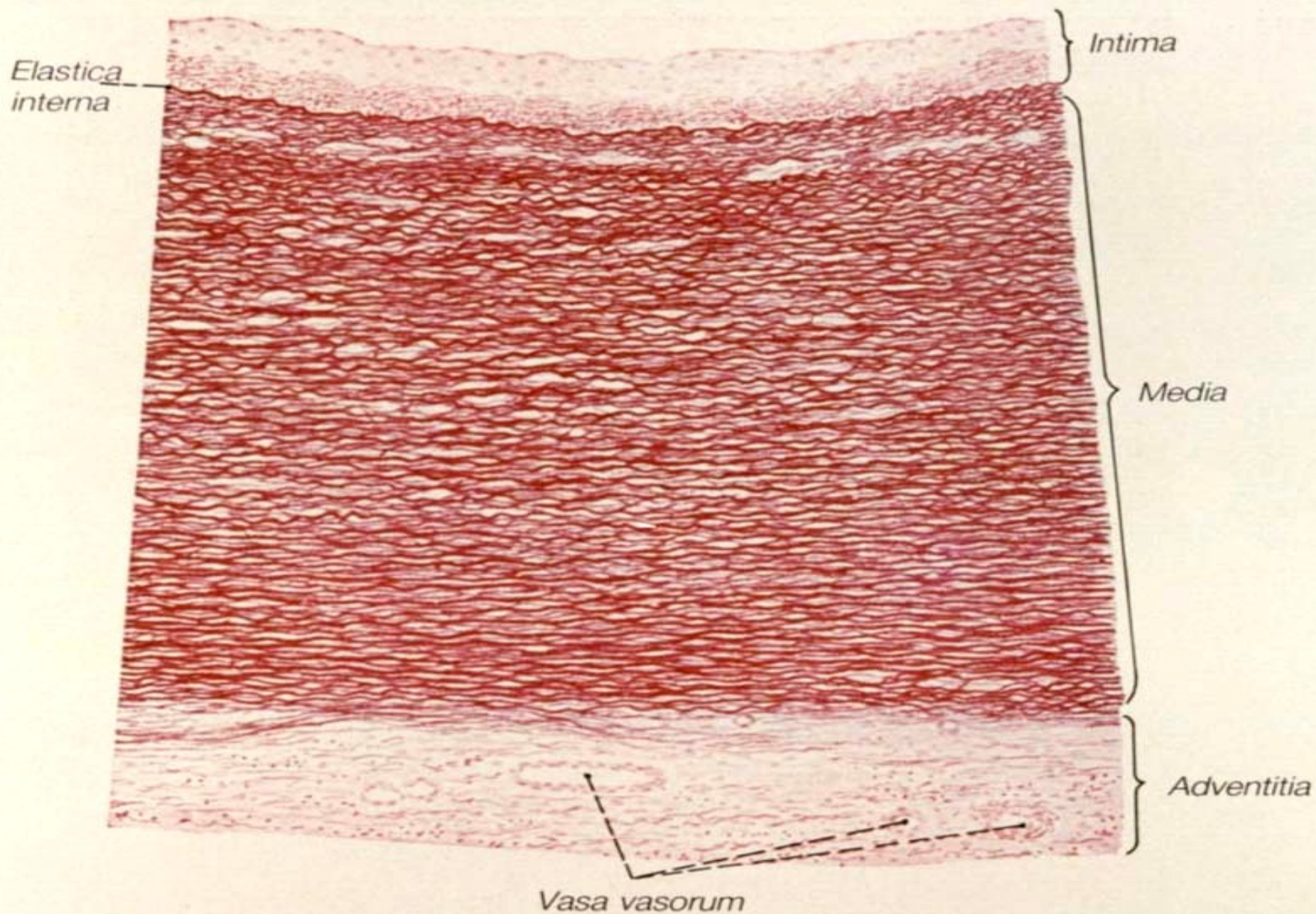
1. endotel
2. subendotel

B. Tunica media (nejširší):

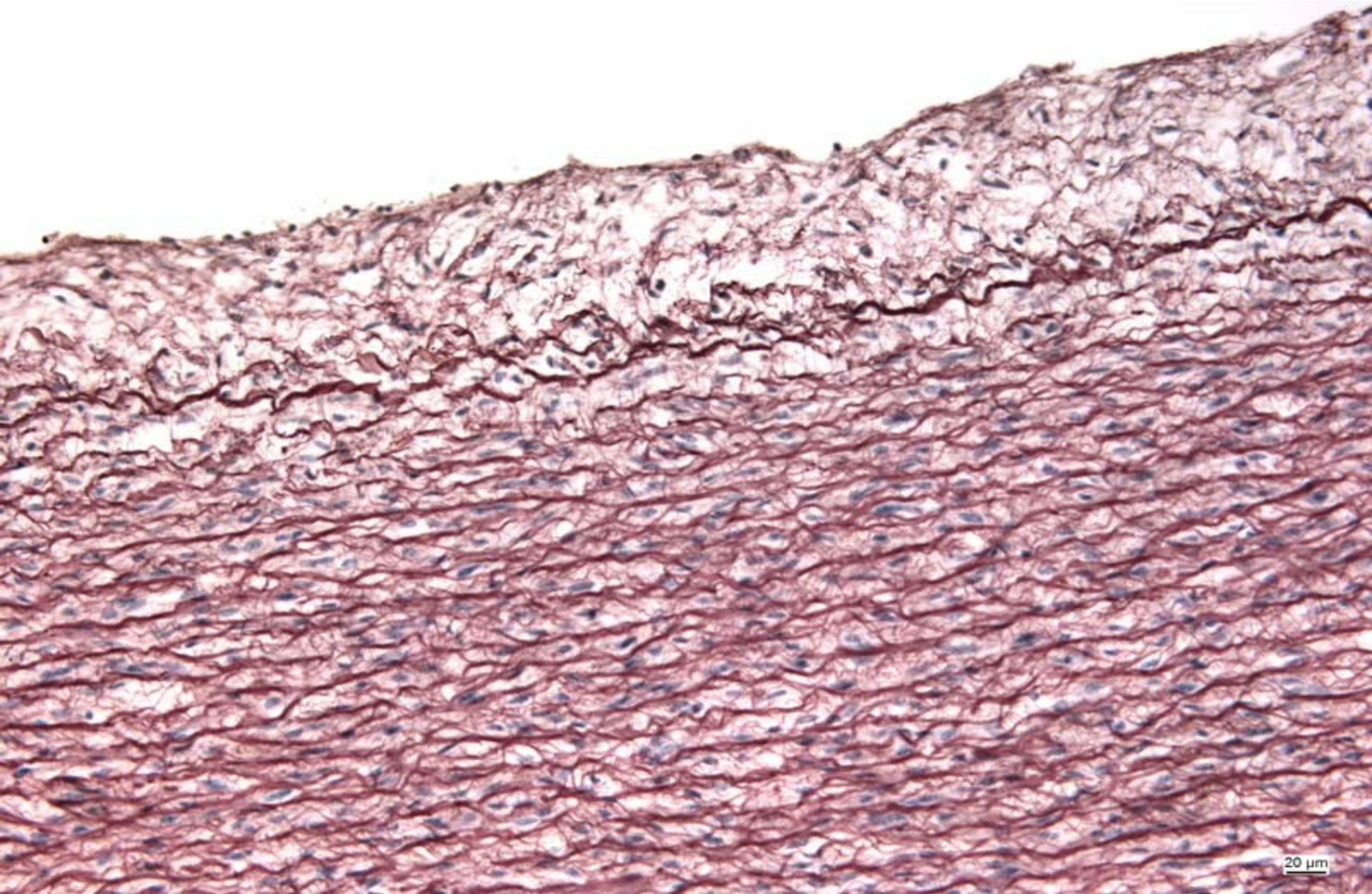
1. 50-60 elastic fenestrovaných membrán
2. cirkulárně orientované hladké sval.bb.

C. Tunica externa – tenká, řídké kolag. vazivo vasa et nervi vasorum.

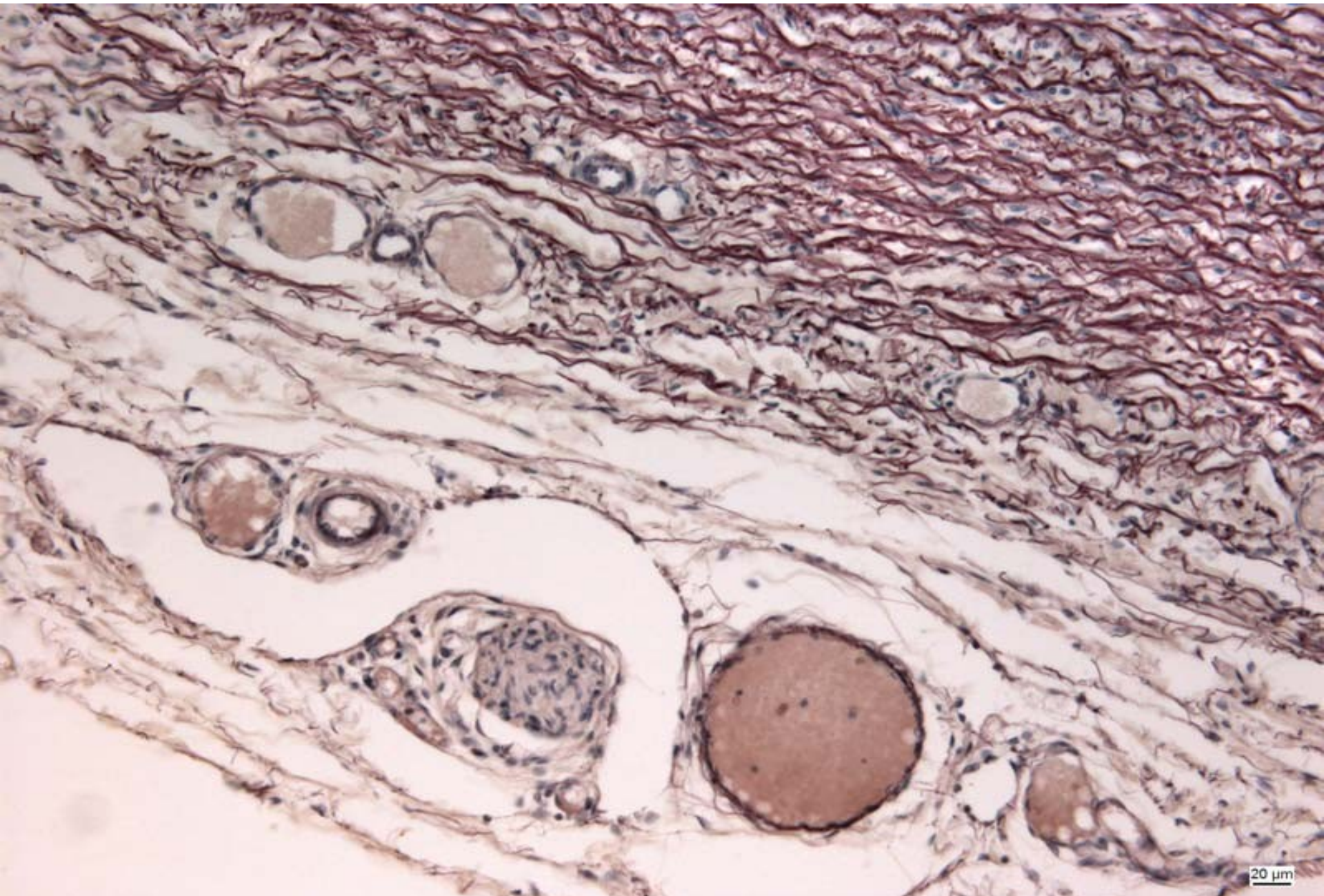
Aorta (orcein – elastické fenestrované membrány)



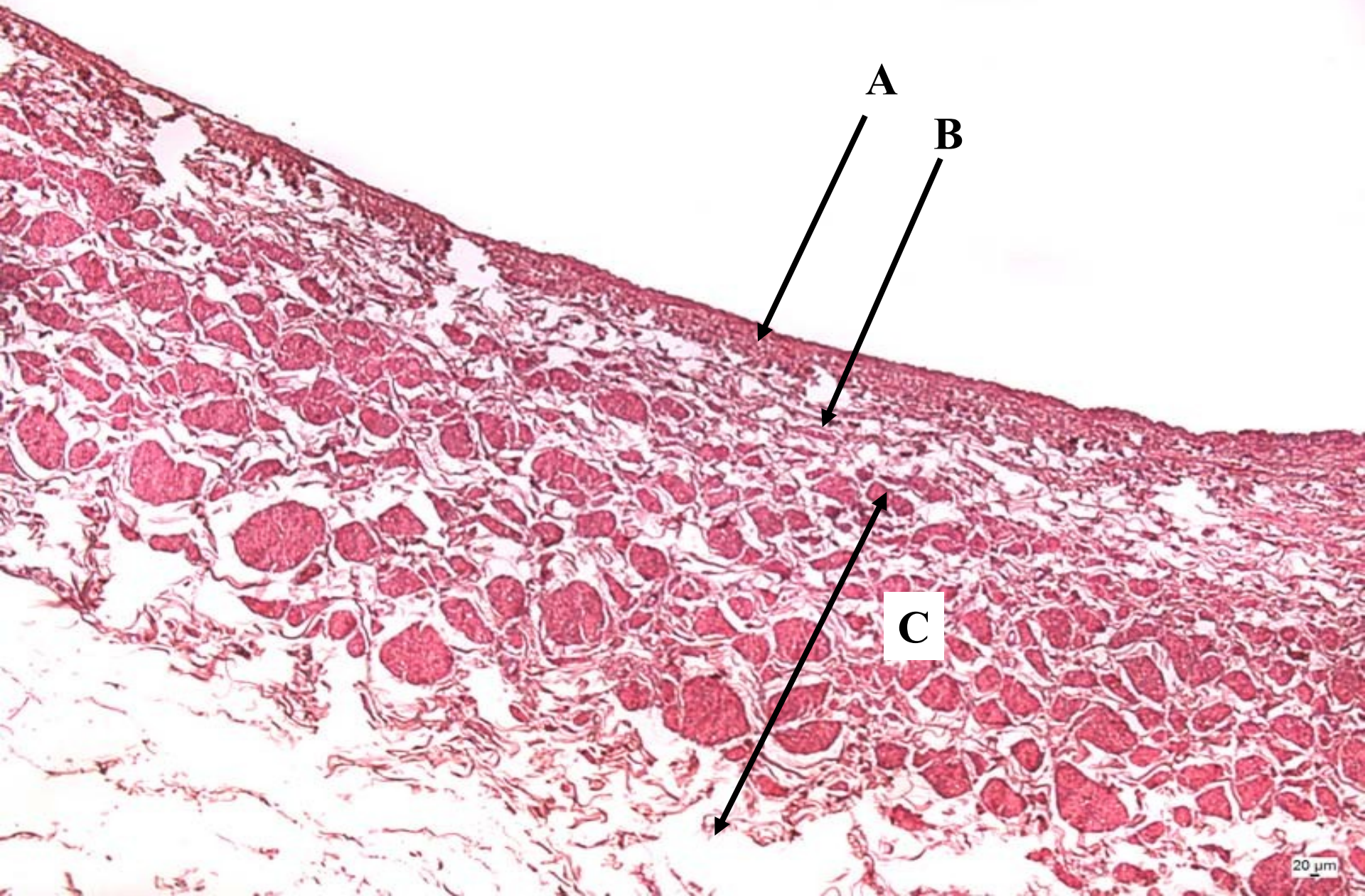
Aorta (orcein)



Aorta (orcein)



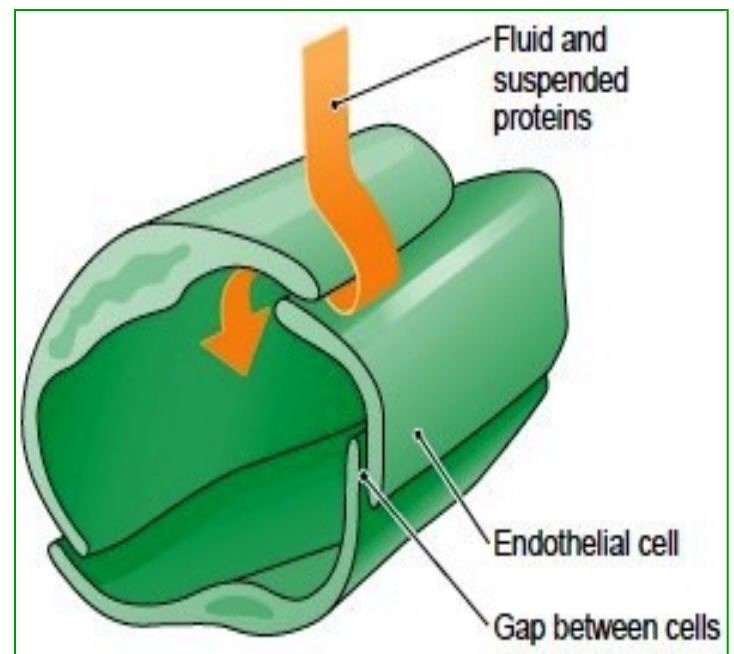
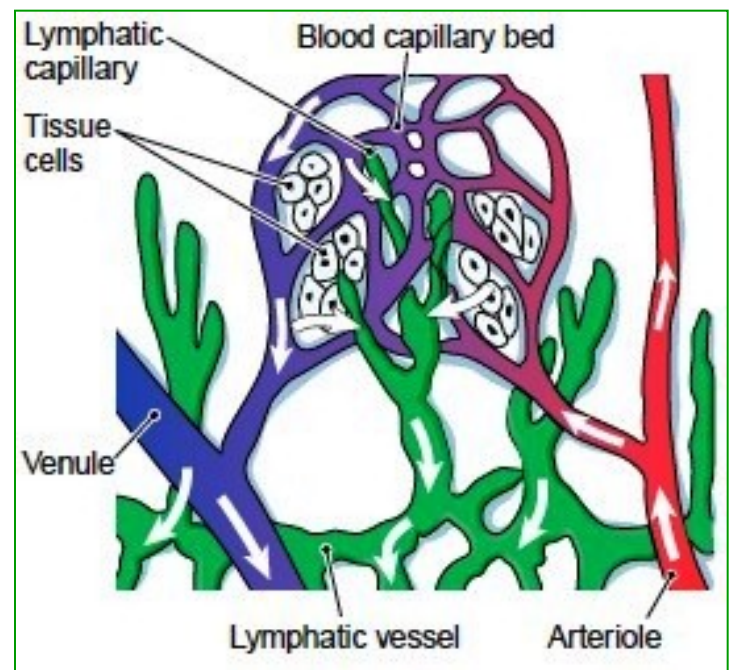
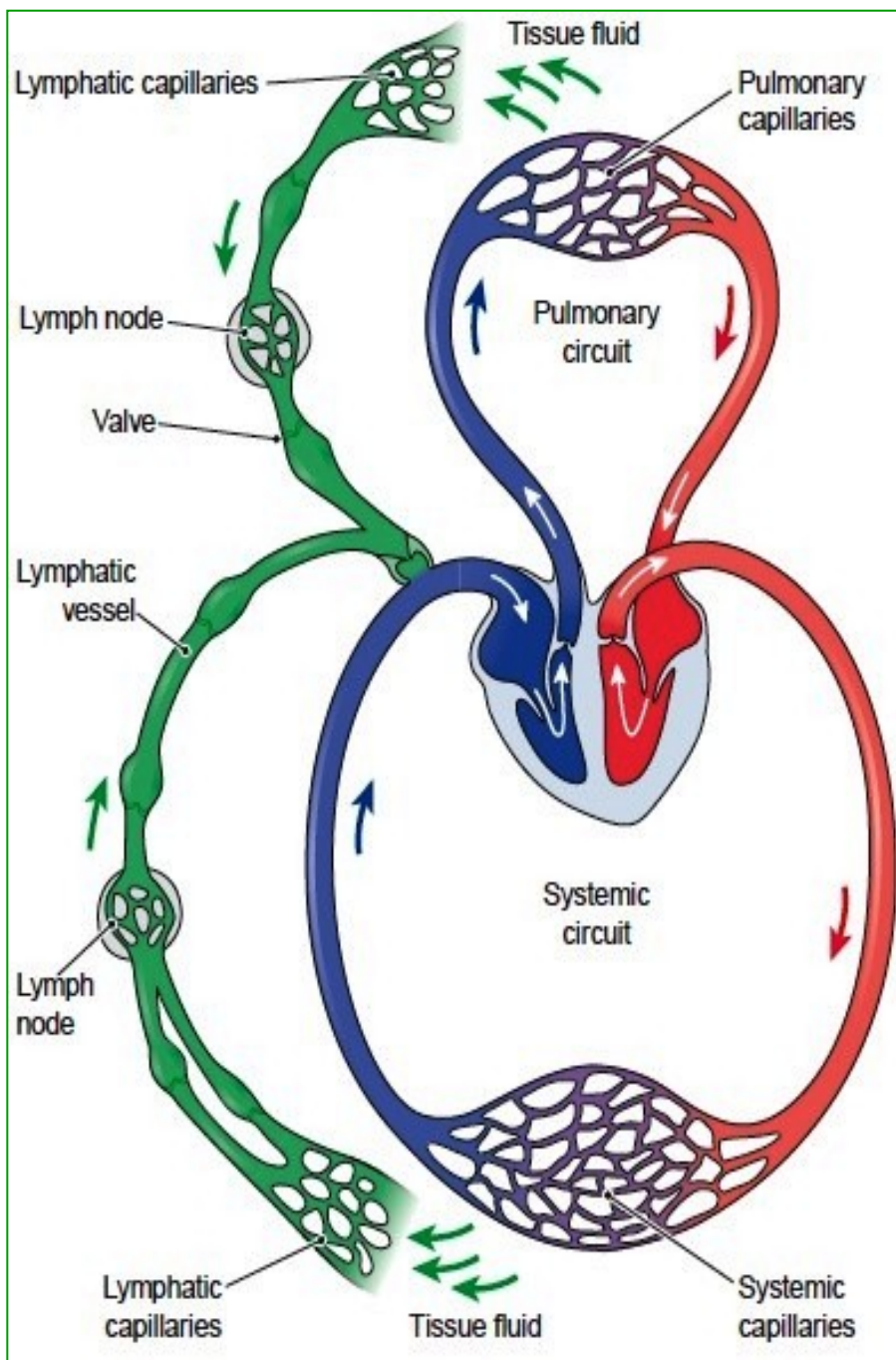
Velká vena: vena cava (HE)



A

B

C



Vessels in purple area drain into right lymphatic duct

Vessels in red area drain into thoracic duct

Right lymphatic duct

Axillary nodes

Mammary vessels

Lumbar nodes

Femoral vessels

Popliteal nodes

Tibial vessels

Thoracic duct

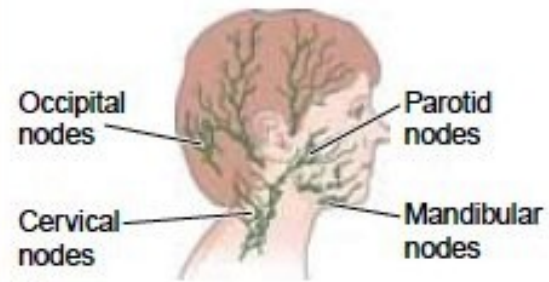
Mesenteric nodes

Cubital nodes

Cisterna chyli

Iliac nodes and vessels

Inguinal nodes



A

Right internal jugular vein

Right lymphatic duct

Right subclavian vein

Right brachiocephalic vein

Left internal jugular vein

Left lymphatic duct

Left subclavian vein

Superior vena cava

Left brachiocephalic vein

B

