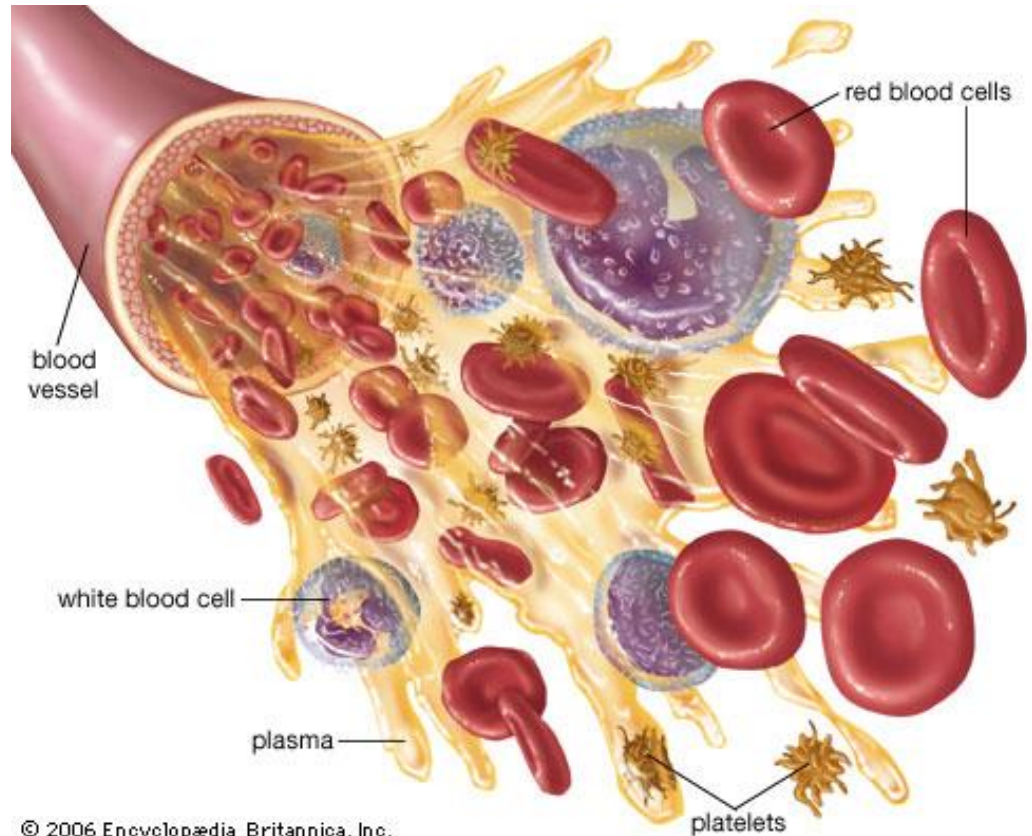
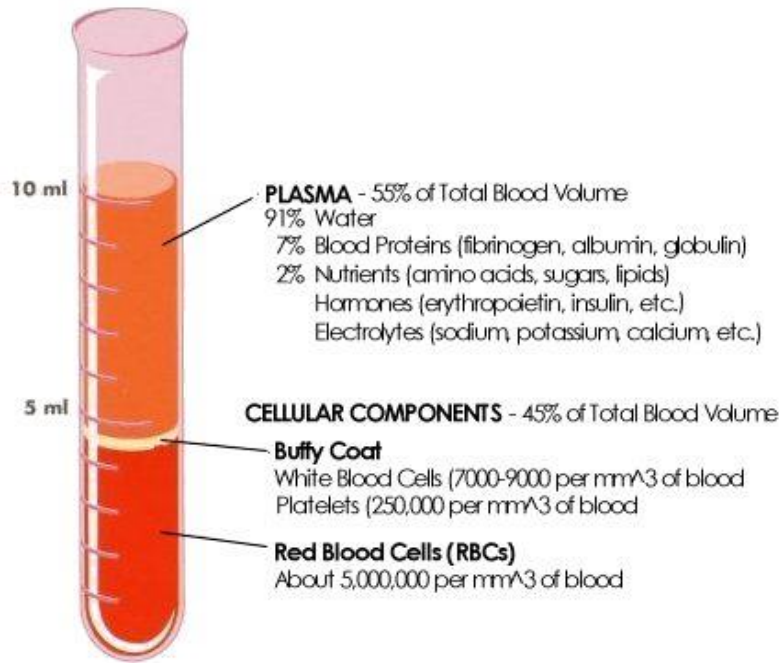


KREV



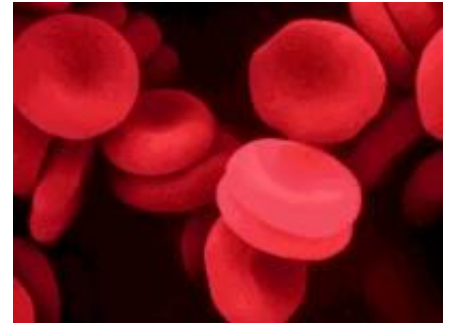
Krevní buňky (formované elementy)

Red blood cells (RBC) – **erythrocyty** - 4 – 6 milionů/ 1 μ l

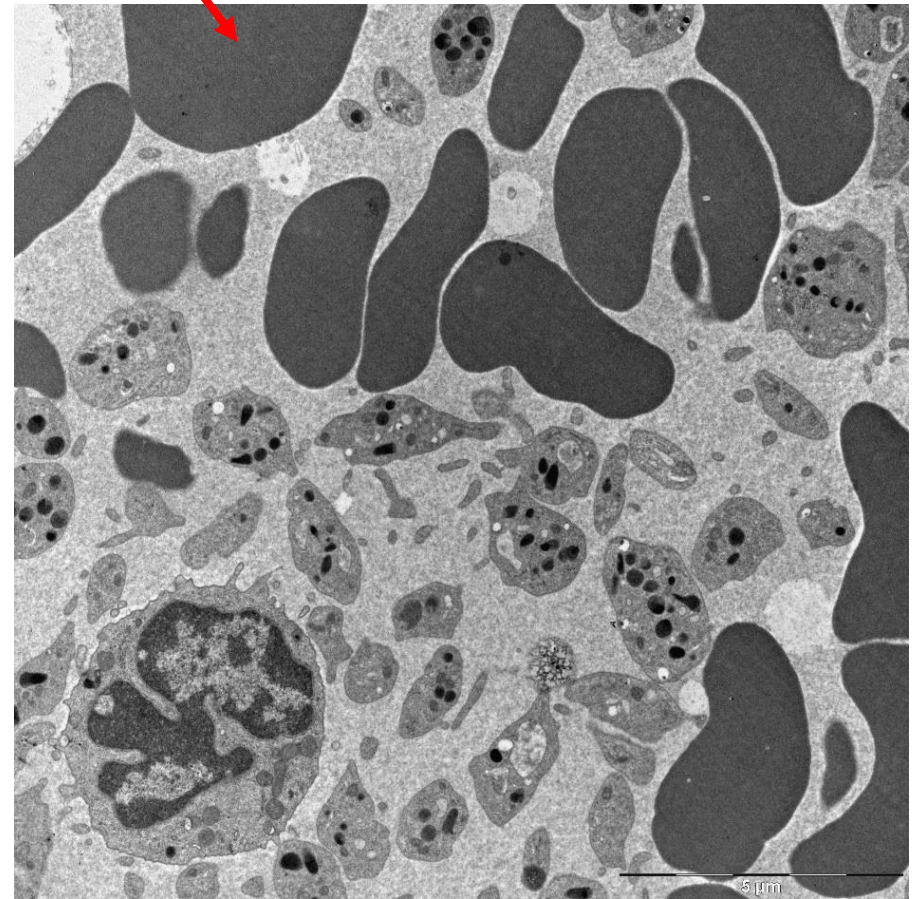
White blood cells (WBC) – **leukocyty** - 5,000 – 9,000/ 1 μ l

Platelets (PLT) – **trombocyty** - 150,000 – 300,000/ 1 μ l

ERYTROCYTY

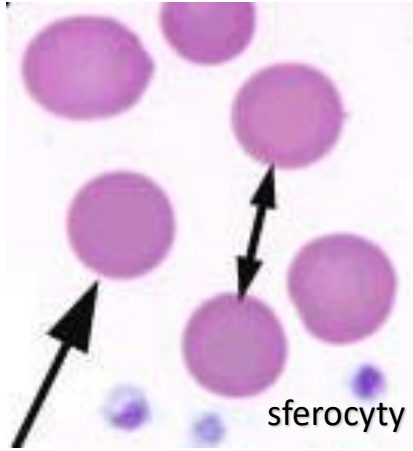


- 4 – 6 milionů/ μl
- tvar: bikonkávní terčík
- velikost: **7.4 μm** (normocyt)
- struktura:
 - plazmalema
 - cytoplazma + hemoglobin 33 %
 - chybí jádro a buněčné organely
- životnost: 120 dní
- funkce: transport O_2 a CO_2

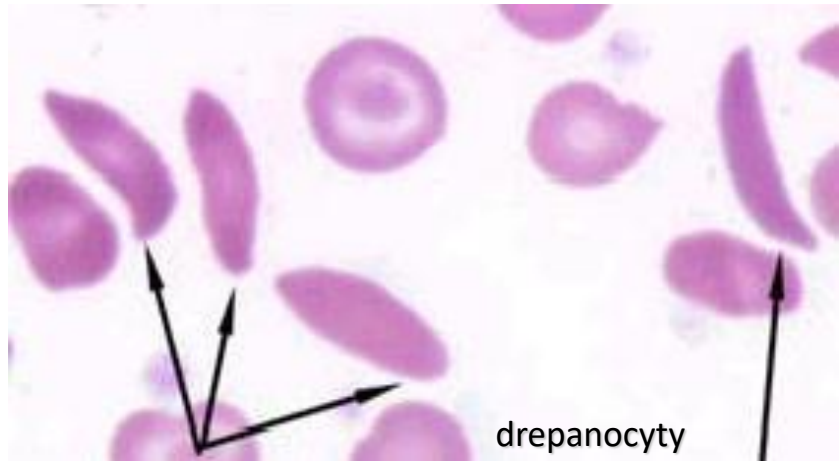


poikilocytóza a anisocytóza

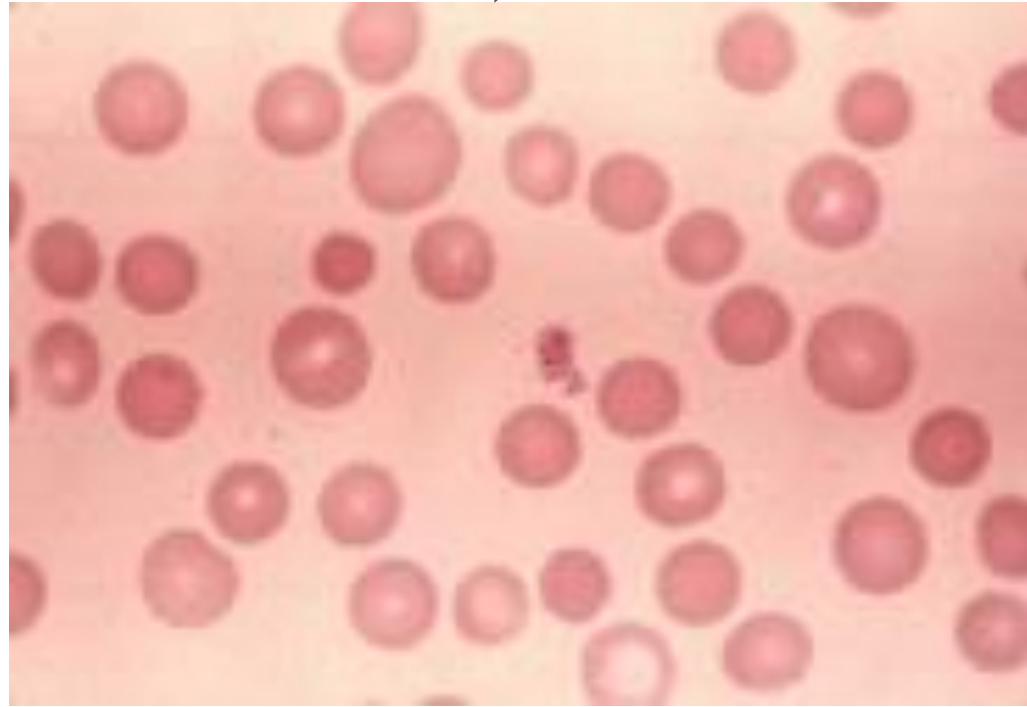
různý tvar



např.

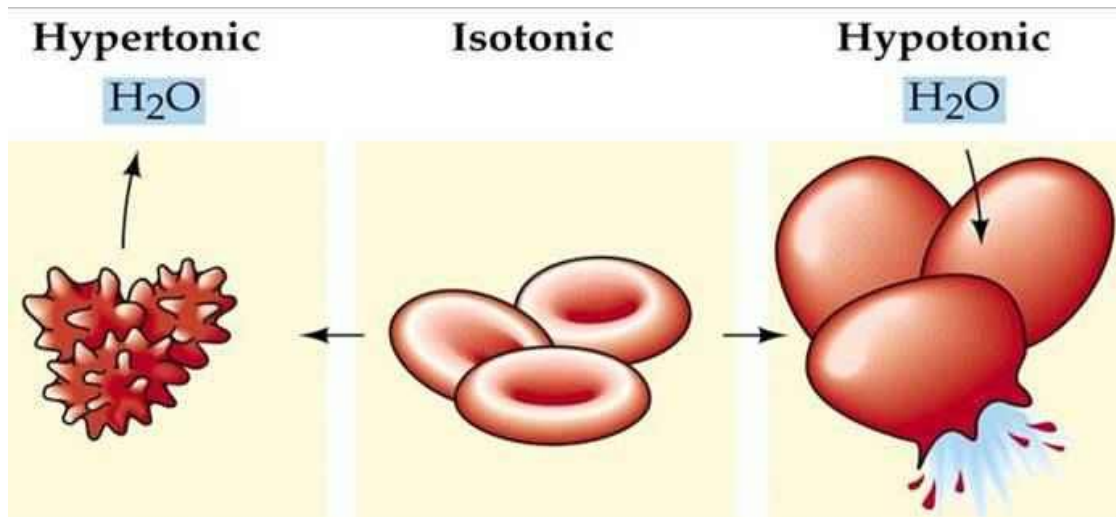


různá velikost



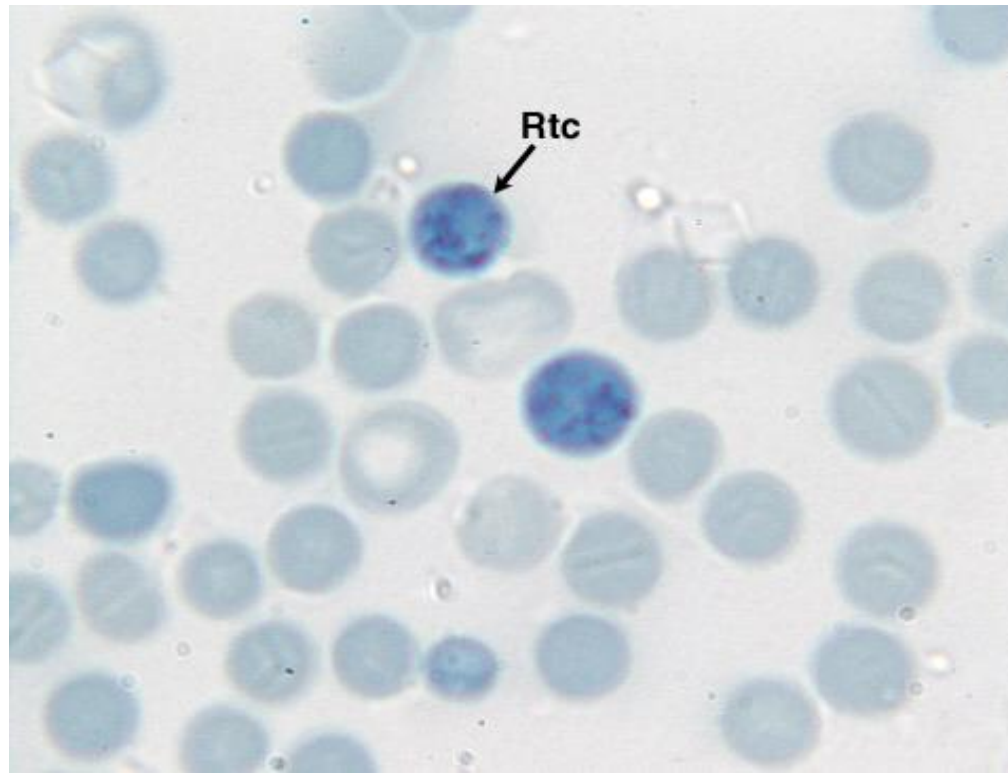
polyglobulie, polycytémie, erythrocytóza – zvýšený počet ery
anemie – snížený počet ery

- **osmotická resistance 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, plazmalema praská - **hemolýza**



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

granulocyty

- neutrofily
- eosinofily
- basofily

obecná charakteristika

polymorfonukleáry (PMN)

acidofilní cytoplazma

specifická + azurofilní granula

agranulocyty

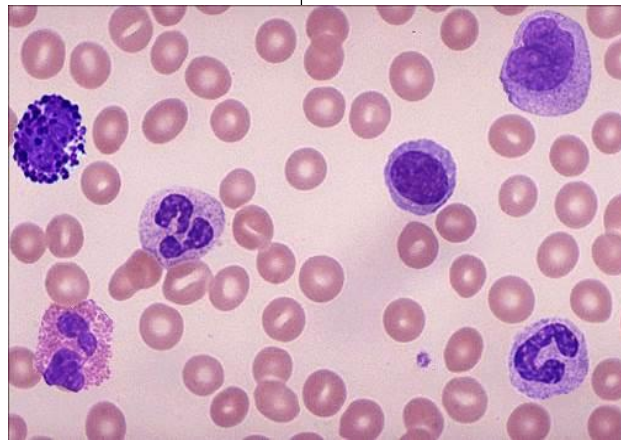
- lymfocyty
- monocyty

obecná charakteristika

mononukleáry

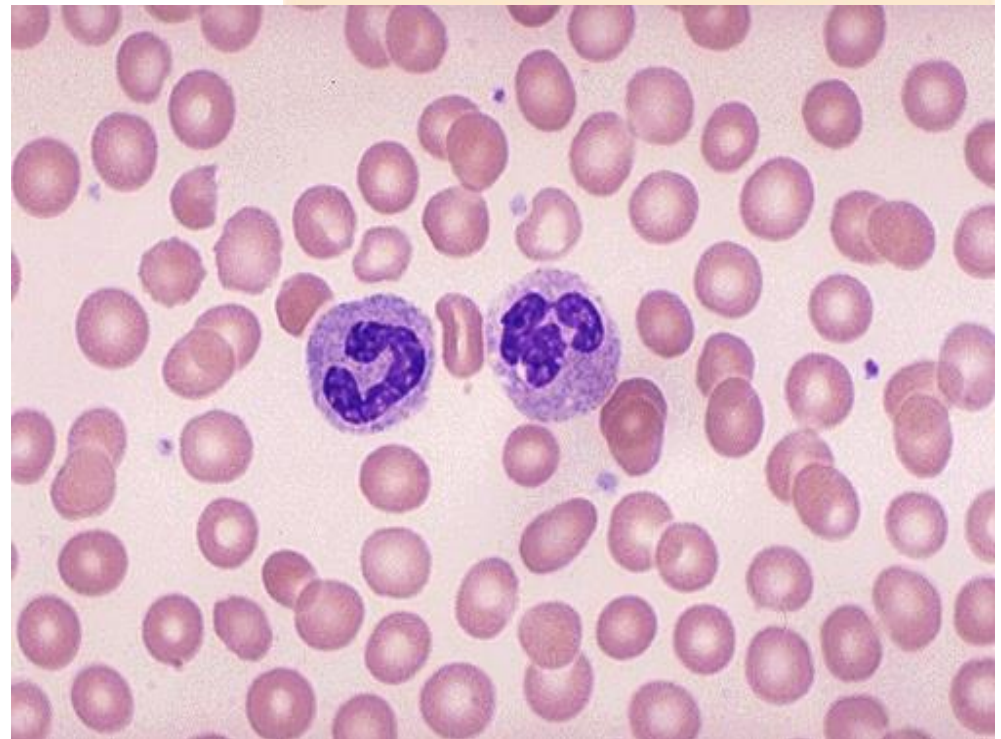
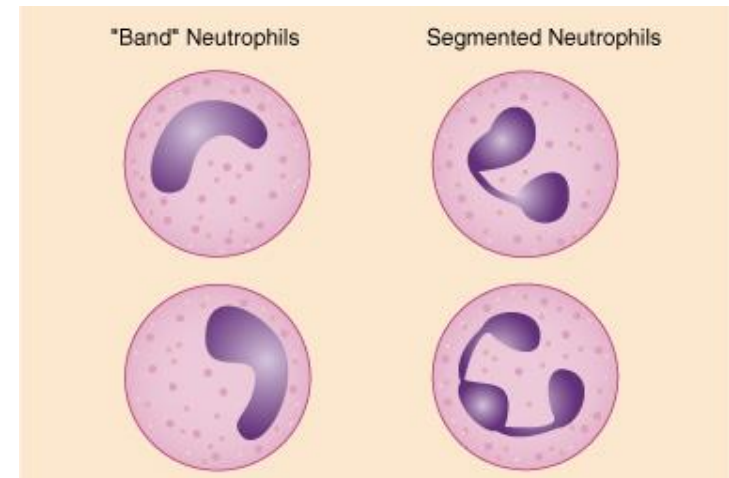
basofilní cytoplazma

jenom azurofilní granula



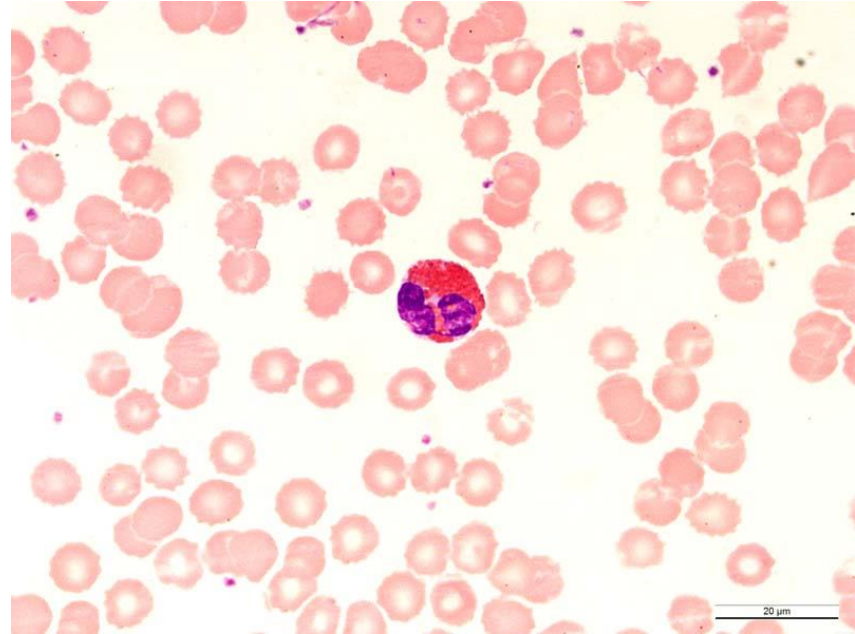
Neutrofilní granulocyty

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



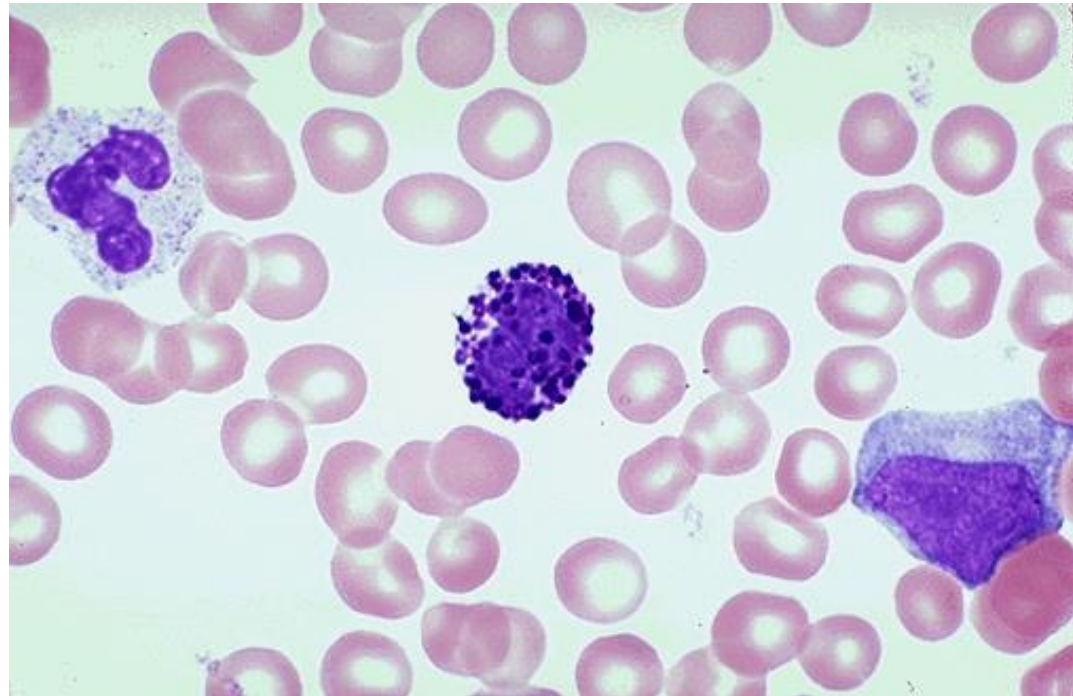
Eosinofilní granulocyty

- 1– 4 % z DBOK
- \varnothing 12 – 14 μm
- cytoplazma: acidofilní
- specifická granula: eosinofilní
- jádro: 2 laloky propojené tenkým chromatinovým můstkem, připomíná činku nebo brýle
- funkce: fagocytóza komplexů antigen-protilátka
- \uparrow - **eosinofilie** – alergie, parazitární onemocnění



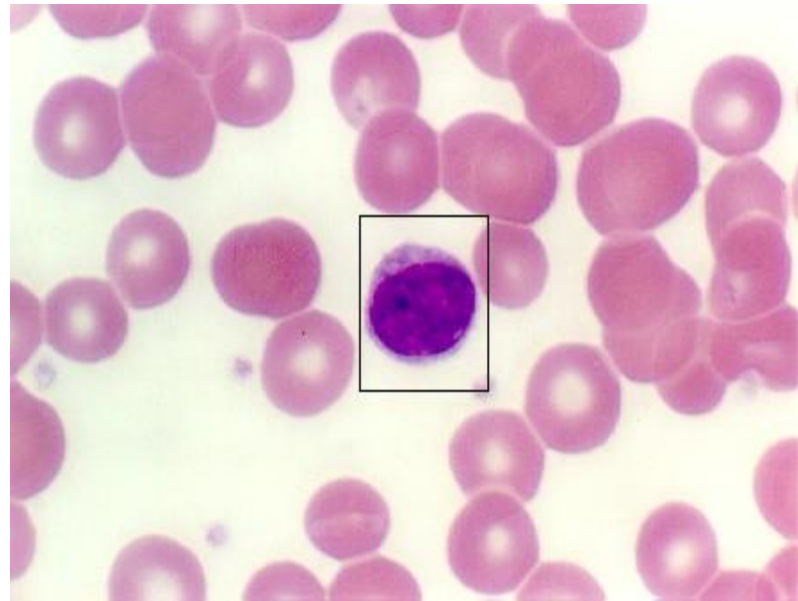
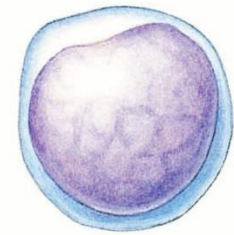
Basofilní granulocyty

- do 1 % z DBOK
- \varnothing do 10 μm
- cytoplazma: lehce basofilní
- specifická granula:
 - **basofilní** - heparin, histamin, ..
- jádro: nepravidelně laločnaté, tvar „tlustého písmene S“
- funkce: hypersensitivita



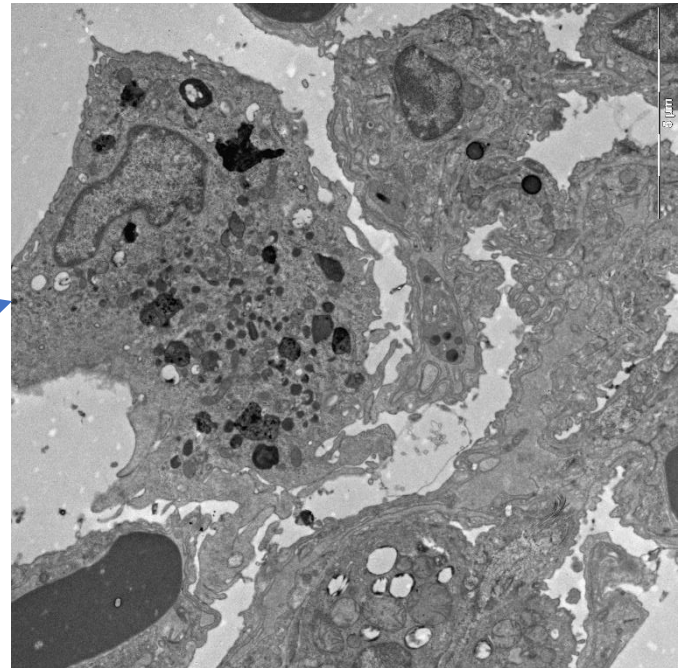
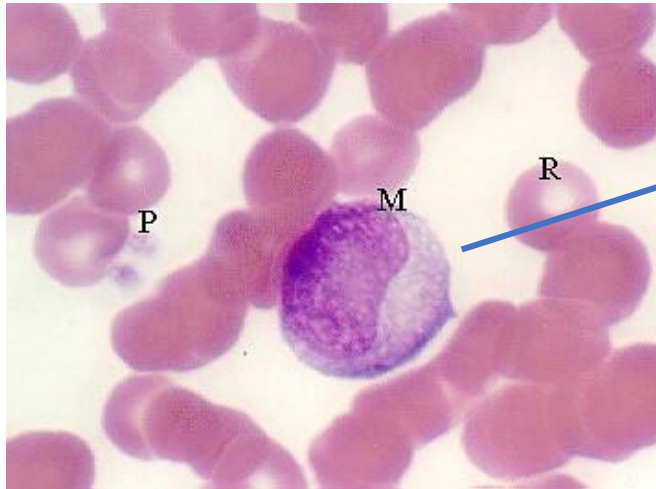
Lymfocyty

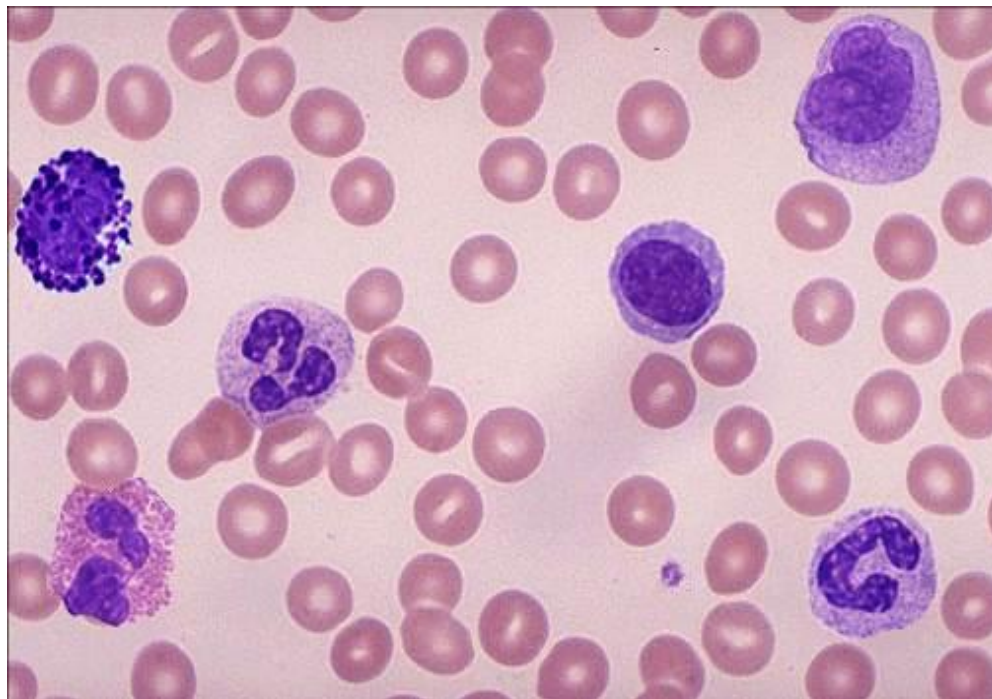
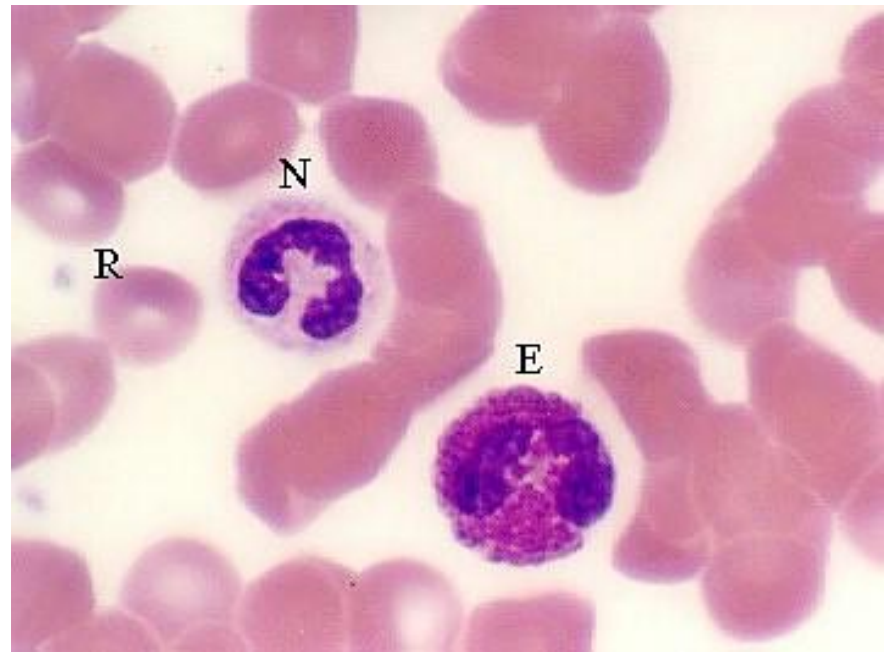
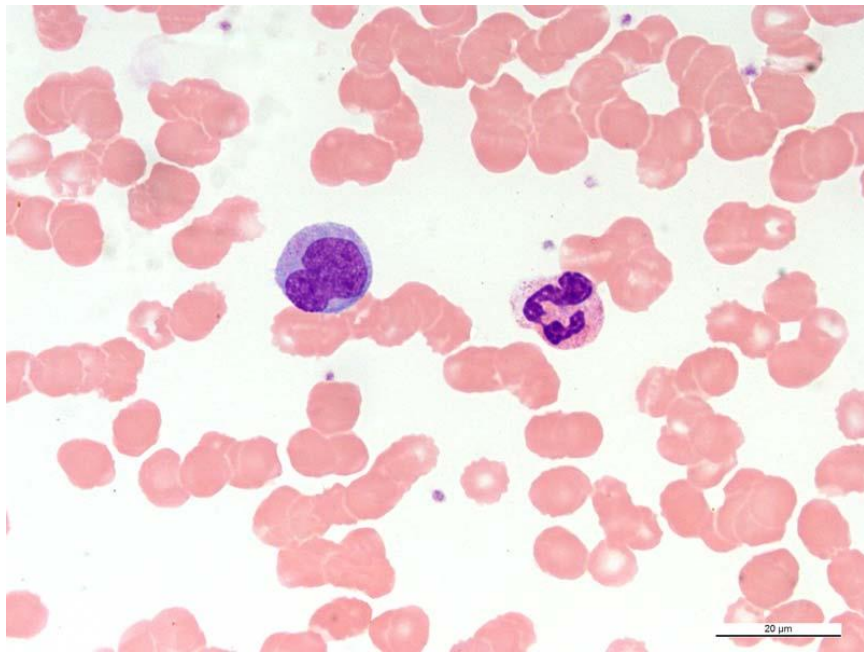
- **20 -25 %** z DBOK
- mononukleáry
- cytoplazma – modrá s azurofilními granuly, četné ribosomy (**basofilní**)
- **chybí specifická** granula
- mononukleáry - jádro – kulaté, hyperchromatické
- třídění:
 - T- a B-lymfocyty
 - malé (\varnothing 8 μm),
 - střední (\varnothing 10-12 μm),
 - velké (\varnothing 16-18 μm)



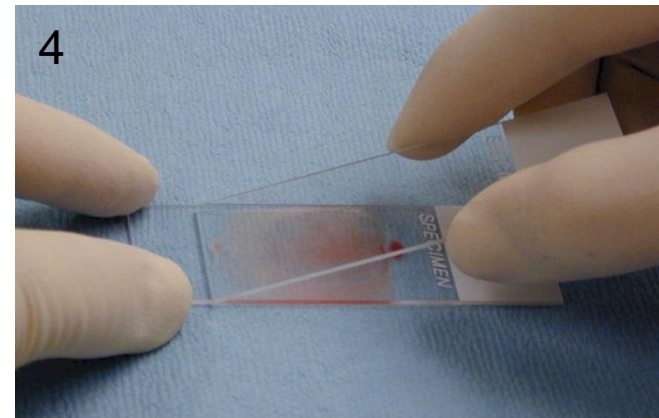
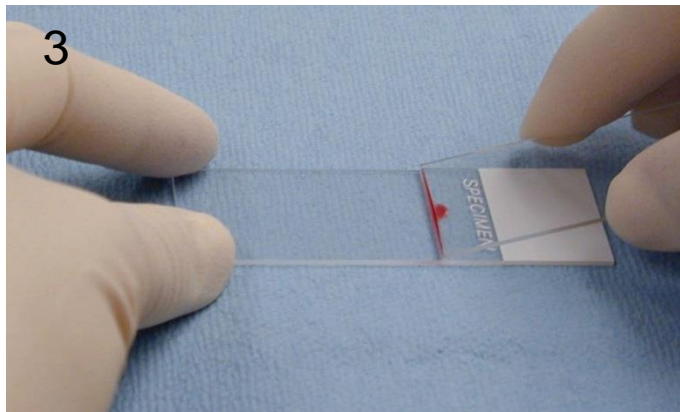
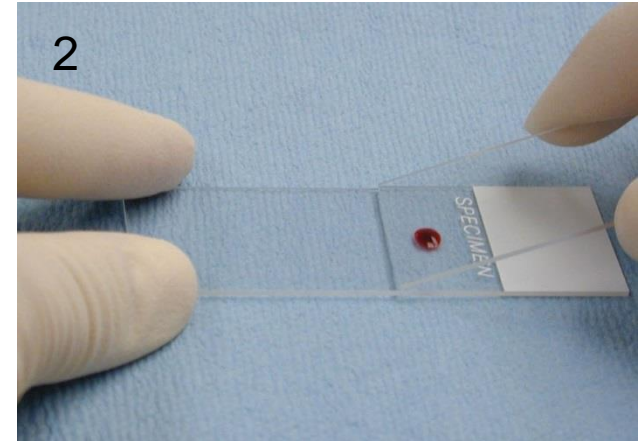
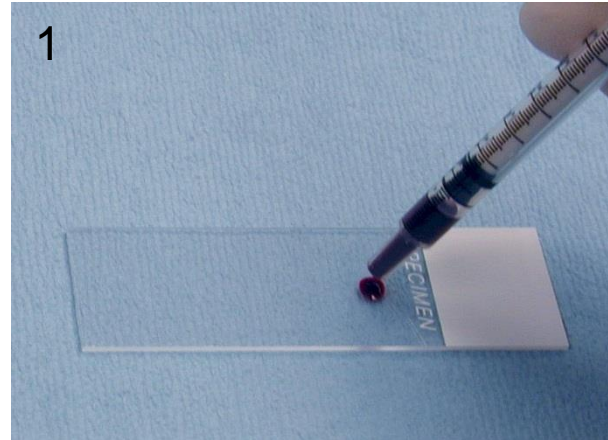
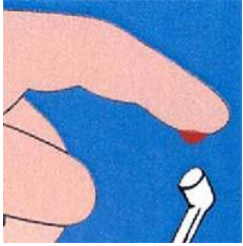
Monocyty

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

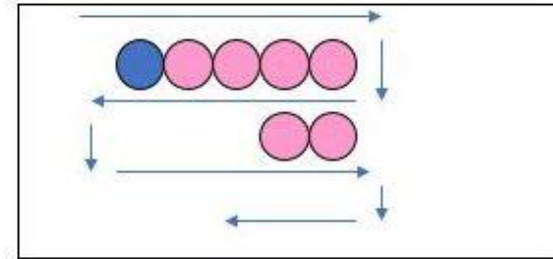
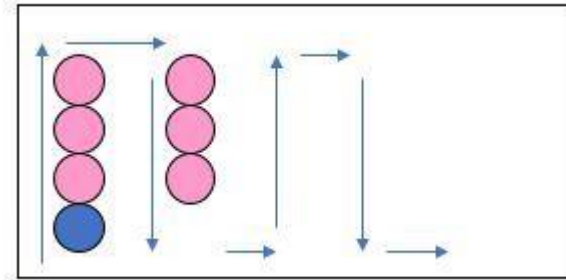
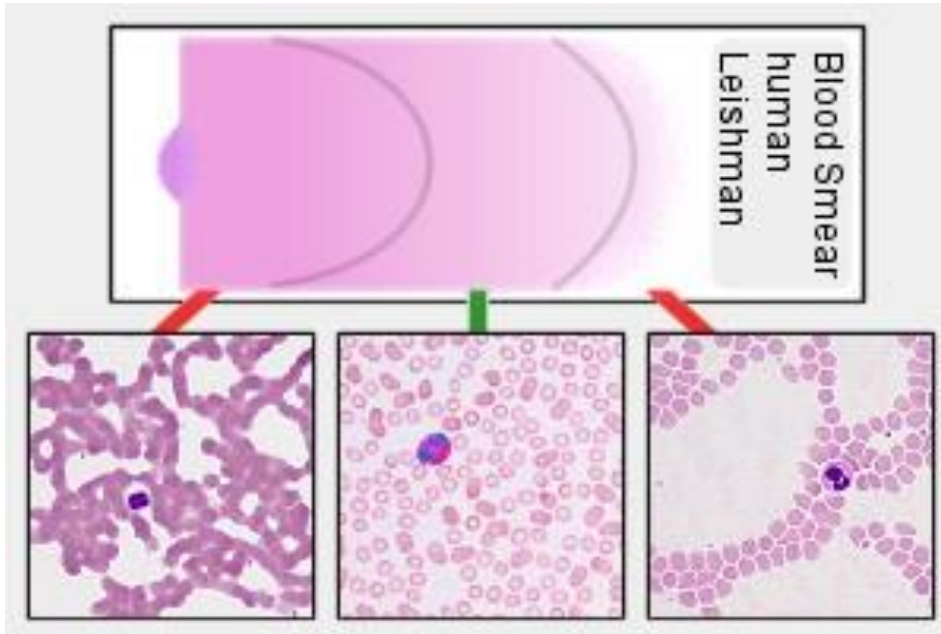




Jak připravit krevní nátěr?



Jak připravit krevní nátěr?



krevní nátěr fixovat (methylalkohol, 3-5 minut) a barvit (speciální panoptické barvení dle Pappenheima)

	1	2
Neu tyčky	/	
Neu segmenty	### //	///
Eos		/
Baso		
Ly	//	////
Mono		//
	10	10



	9	10	výsledky
Neu tyčky	//		
Neu segmenty	### /	///	
Eos	/	//	
Baso		/	
Ly	/	###	
Mono			
	10	10	100

Diferenciální bílý obraz krevní

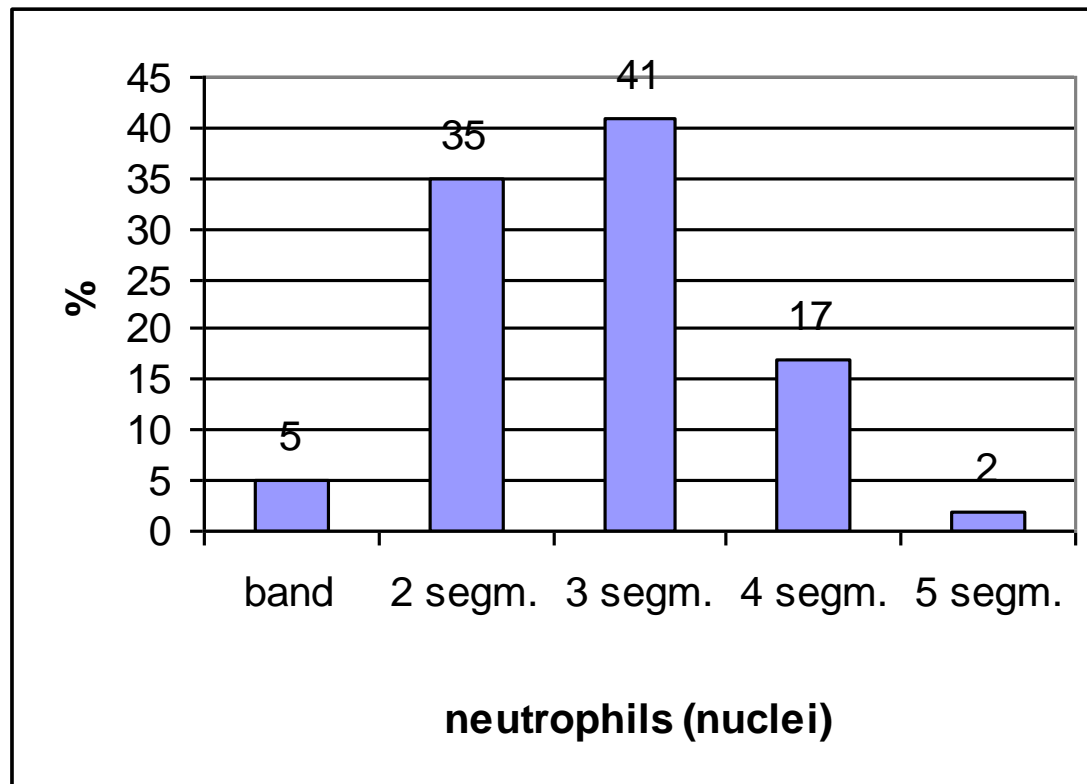


Neutrofily - tyčky	4 %
- segmenty	67 %
Eosinofily	3 %
Basofily	1 %
Lymfocyty	20 %
Monocyty	5 %
	$\Sigma = 100 \%$

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

Neutrofilly

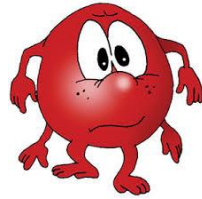
- tyčky : segmenty - 4 % : 68 % → 1 : 17
- posun doleva
- posun doprava
- Hynkovo číslo – 2.7



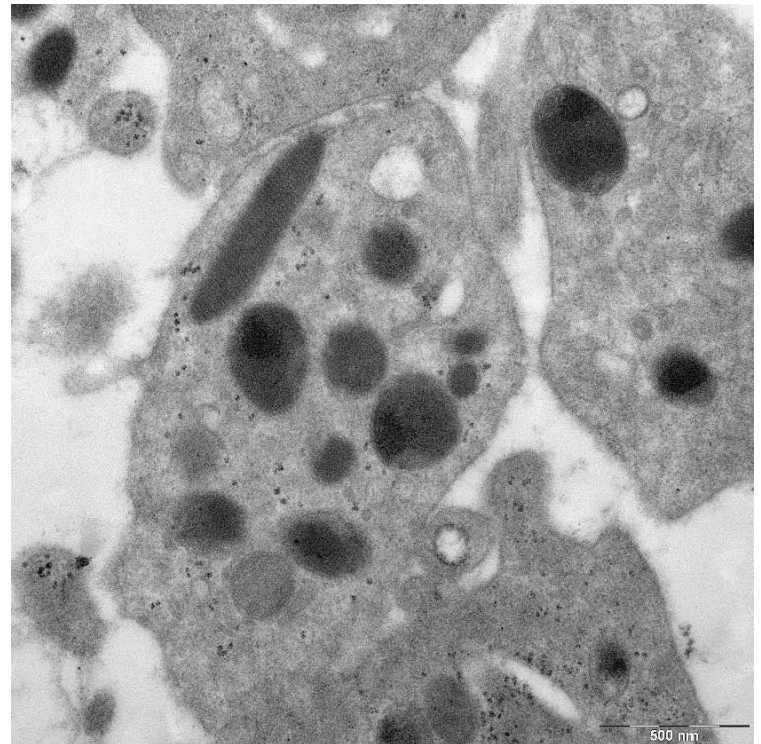
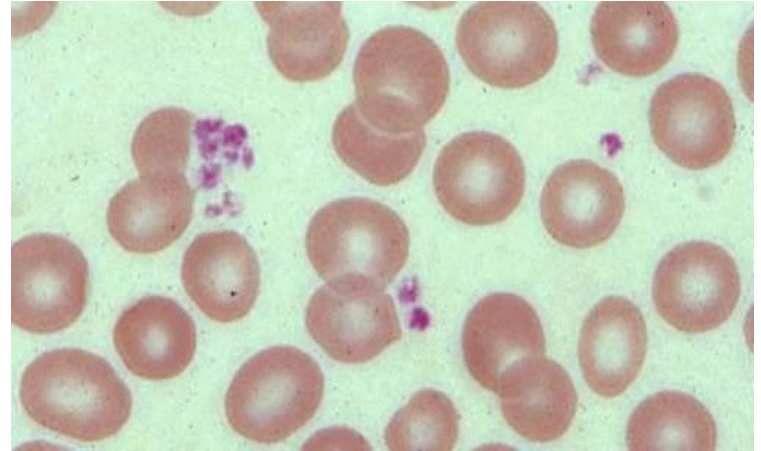
HEMATOLOGIC

Bleeding time (template)	2-7 minutes	2-7 minutes
Erythrocyte count		
Male	4.3-5.9 million/mm ³	4.3-5.9 x 10 ¹² /L
Female	3.5-5.5 million/mm ³	3.5-5.5 x 10 ¹² /L
Erythrocyte sedimentation rate (<u>Westergren</u>)		
Male	0-15 mm/h	0-15 mm/h
Female	0-20 mm/h	0-20 mm/h
Hematocrit		
Male	41-53%	0.41-0.53
Female	36-46%	0.36-0.46
Hemoglobin A _{1c}	≤6%	≤0.06
Hemoglobin, blood		
Male	13.5-17.5 g/dL	2.09-2.71 mmol/L
Female	12.0-16.0 g/dL	1.86-2.48 mmol/L
Hemoglobin, plasma	1-4 mg/dL	0.16-0.62 mmol/L
Leukocyte count and differential		
Leukocyte count	4,500-11,000/mm ³	4.5-11.0 x 10 ⁹ /L
Segmented neutrophils	54-62%	0.54-0.62
Bands	3-5%	0.03-0.05
Eosinophils	1-3%	0.01-0.03
Basophils	0-0.75%	0-0.0075
Lymphocytes	25-33%	0.25-0.33
Monocytes	3-7%	0.03-0.07
Mean corpuscular hemoglobin	25.4-34.6 pg/cell	0.39-0.54 fmol/cell
Mean corpuscular hemoglobin concentration	31-36 % Hb/cell	4.81-5.58 mmol Hb/L
Mean corpuscular volume	80-100 μm ³	80-100 fl
Partial thromboplastin time (activated)	25-40 seconds	25-40 seconds
Platelet count	150,000-400,000/mm ³	150-400 x 10 ⁹ /L
Prothrombin time	11-15 seconds	11-15 seconds
Reticulocyte count	0.5-1.5% of red cells	0.005-0.015
Thrombin time	<2 seconds deviation from control	<2 seconds deviation from control
Volume		
Plasma: Male	25-43 mL/kg	0.025-0.043 L/kg
Plasma: Female	28-45 mL/kg	0.028-0.045 L/kg
Red cell: Male	20-36 mL/kg	0.020-0.036 L/kg
Red cell: Female	19-31 mL/kg	0.019-0.031 L/kg

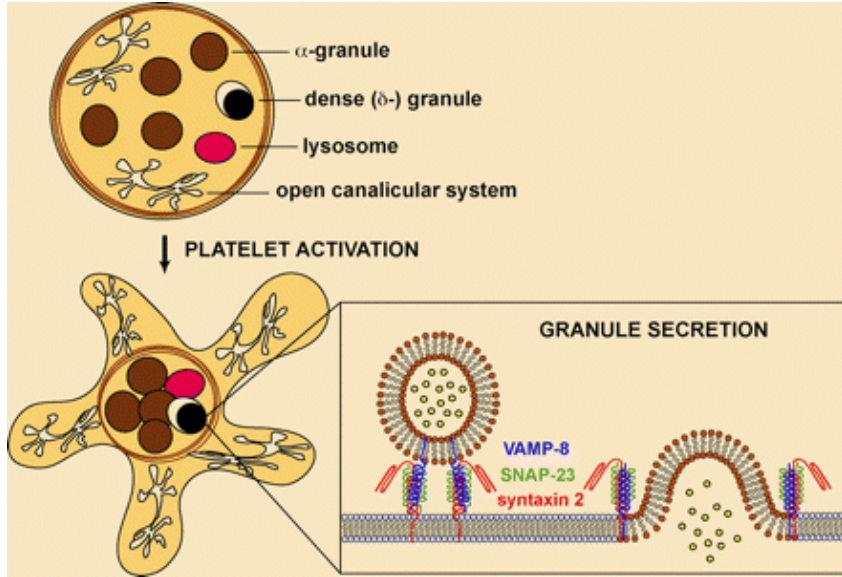
TROMBOCYTY



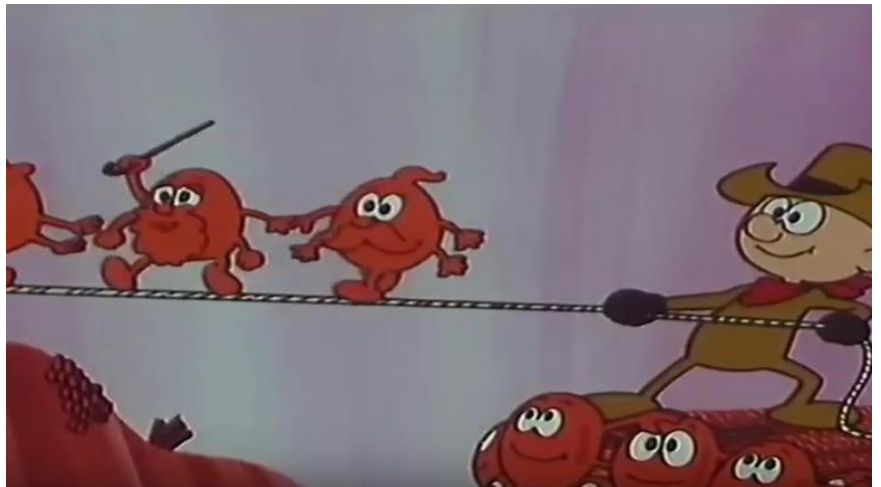
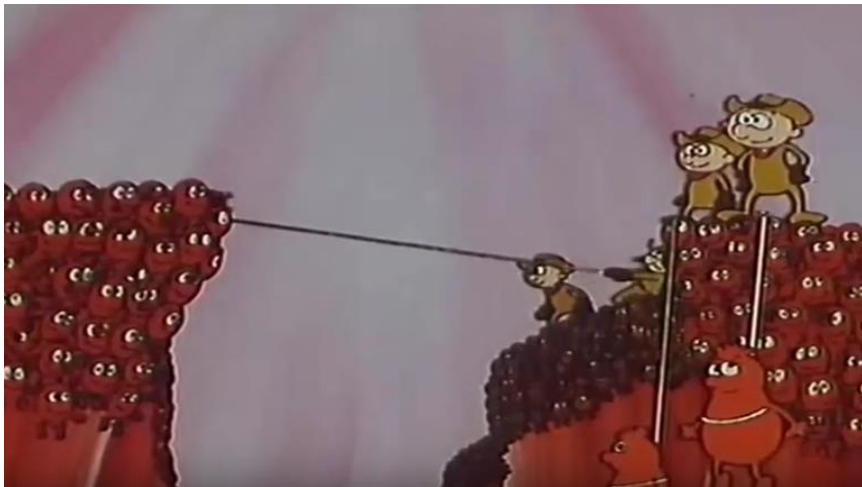
- nejsou buňky, ale fragmenty cytoplazmy megakaryocytů
- tvar: primárně vřetenovitý, po aktivaci - pseudopodie
- velikost: 2 – 4 μm
- **hyalomera** světle modrá periferie
- **granulomera** červeně zbarvená zrníčka v centru destičky
- životnost: 10-12 dnů
- funkce: hemostáza (zástava krvácení)



Aktivace trombocytů



- změna tvaru, nové uspořádání cytoskeletu
- centralizace organel
- uvolnění obsahu denzních granul (ADP, ATP, serotonin)
- uvolnění obsahu α granul (fibrinogen, fibronectin, vWF)
- vystavení receptorů pro fibrinogen a fibronectin na povrchu destičky
- uvolnění kyseliny arachidonové \rightarrow thromboxan A2 (mediátor agregace destiček)



Hemopoéza

denní obnova / kg

2.5×10^9 erytrocytů

1×10^9 granulocytů

2.5×10^9 trombocytů

Všechny krvinky se vyvíjejí ze stejné pluripotentní kmenové buňky kostní dřeně (*pluripotential PHSC*) - **hemopoietické kmenové buňky**.

Kmenová buňka se brzy diferencuje ve dvě buněčné linie – **myeloidní a lymfoidní** (*multipotential hemopoietic stem cells* – CFU-S - colony-forming unit-spleen a CFU-Ly - colony-forming unit-lymphocyte).

Dávají vzniknout buňkám *progenitorním*, které se diferencují v *prekursorové buňky* – **blasty**, které jsou už cytologicky heterogenní a dobře rozpoznatelné histologicky.

Tvorba krevních tělísek probíhá v **hemopoetických orgánech** – kostní dřeň, brzlík (T-lymfocyty), tonsily, lymfatické uzliny, bílá pulpa sleziny (B-lymfocyty).

Hemopoéza je aktivována a řízena hemopoetickými růstovými faktory. Nejznámější jsou **erythropoetin**, interleukin-3, IL-7, CSF-G (granulocyte colony-stimulating factor), CSF-GM (granulocyte-macrophage CSF), CSF-M (macrophage CSF).

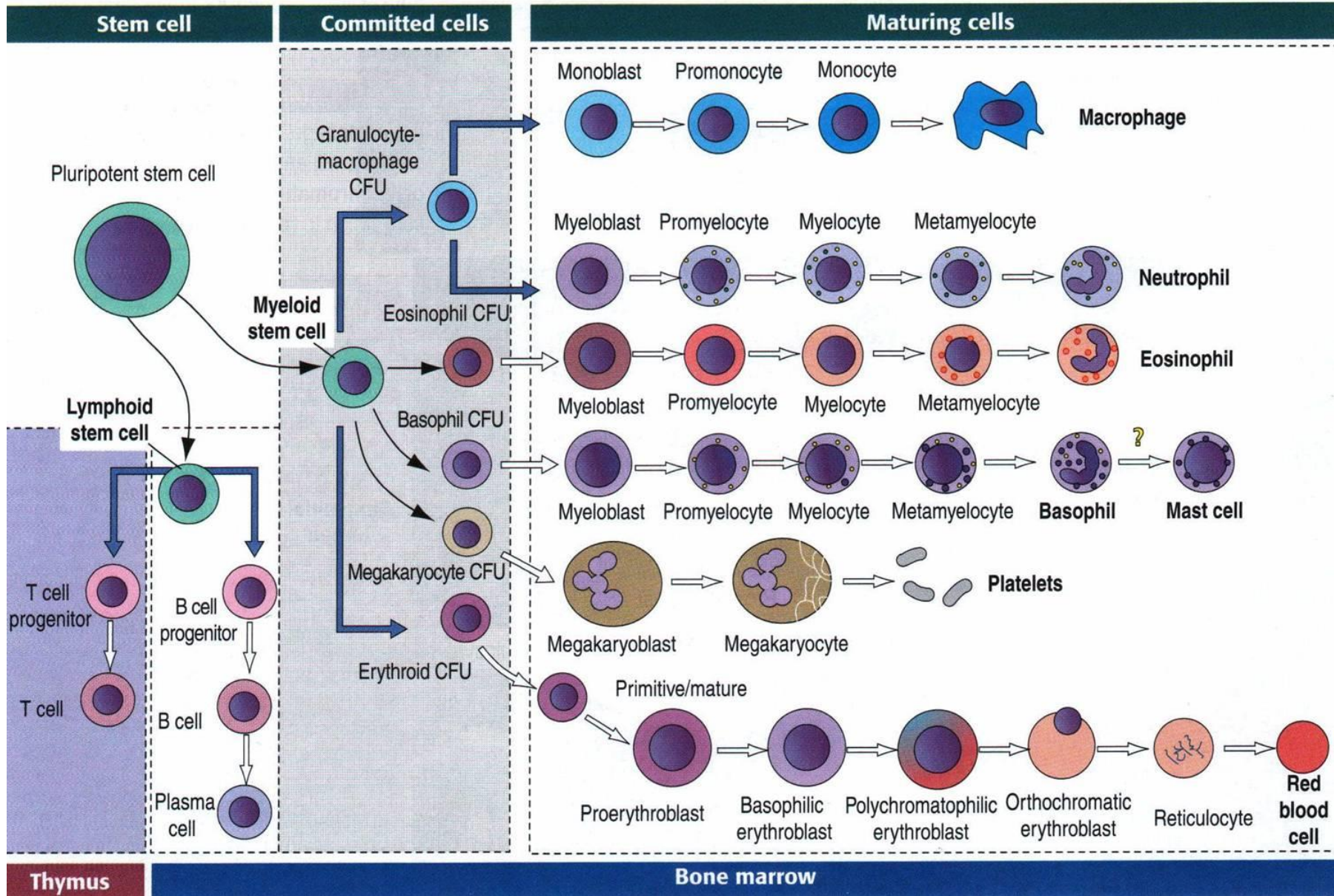
CFU-E - erythrocytes

CFU-GM – granulocyte-monocyte

CFU-L – lymphocytes

CFU-Me – megakaryocytes

The hematopoietic hierarchy



ERYTROPOÉZA



Proerythroblast



Basophilic erythroblast



Polychromatophilic erythroblast



Orthochromatophilic erythroblast



Reticulocyte



Erythrocyte



Myeloblast



Promyelocyte



Early neutrophilic myelocyte



Late neutrophilic myelocyte



Neutrophilic metamyelocyte



Band cell



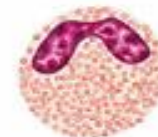
Mature neutrophil



Early eosinophilic myelocyte



Late eosinophilic myelocyte



Eosinophilic metamyelocyte



Mature eosinophil



Early basophilic myelocyte



Late basophilic myelocyte



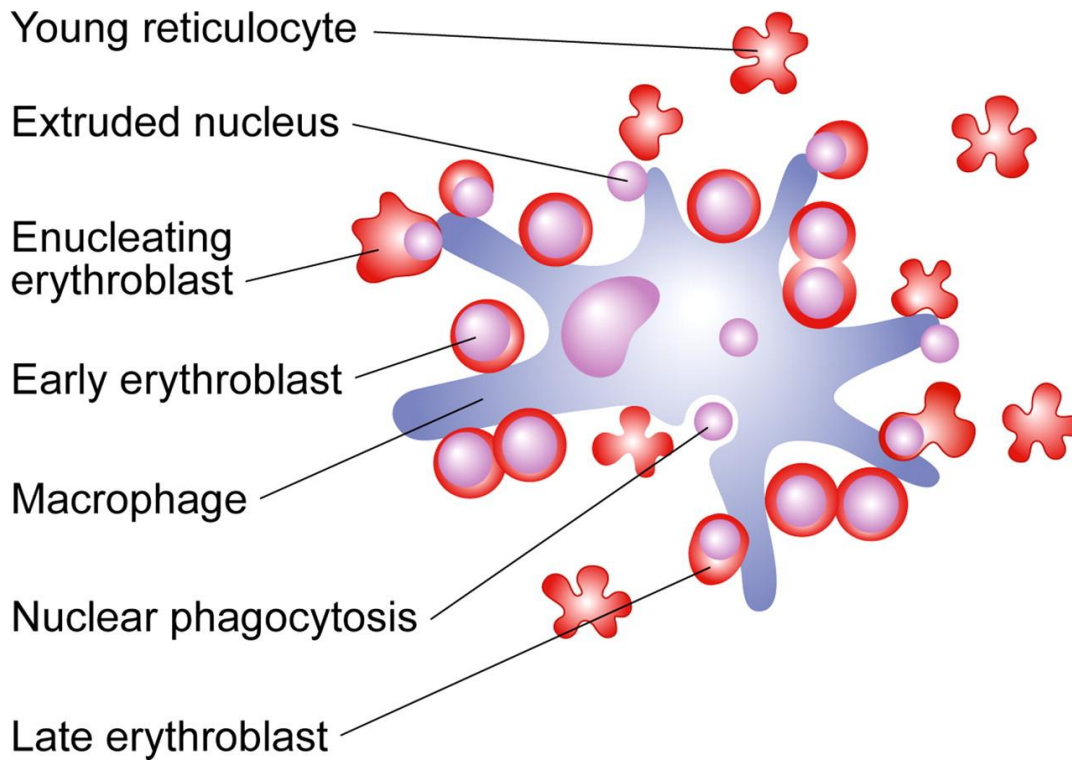
Mature basophil

Erythropoéza

- **Proerythroblast** - 15-20 μm , velké světlé jádro s jadérky, cytoplazma basofilní /ribosomy/, patrné projasnění kolem jádra, cytoplazma vybíhá v „ouška“
- **Basofilní erythroblast** – 15-16 μm , jádro menší, tmavší, bez jadérek, cytoplazma basofilní
- **Polychromatofilní erythroblast** – 12-13 μm , zvýšená syntéza Hb /barví se i eosinem → dvojitá barevná reakce cytoplazmy/
- **Ortochromatofilní erythroblast** – 9-10 μm , dále se nedělí, malé až pyknotické jádro, cytoplazma eosinofilní, enukleace jádra
- **Retikulocyt** – zbytky polyribosomů a mitochondrií – substantia retikulofilamentosa, tvoří 1-2 % ery v periferní krvi, do 48 hod dozrávají
- **Erythrocyt**



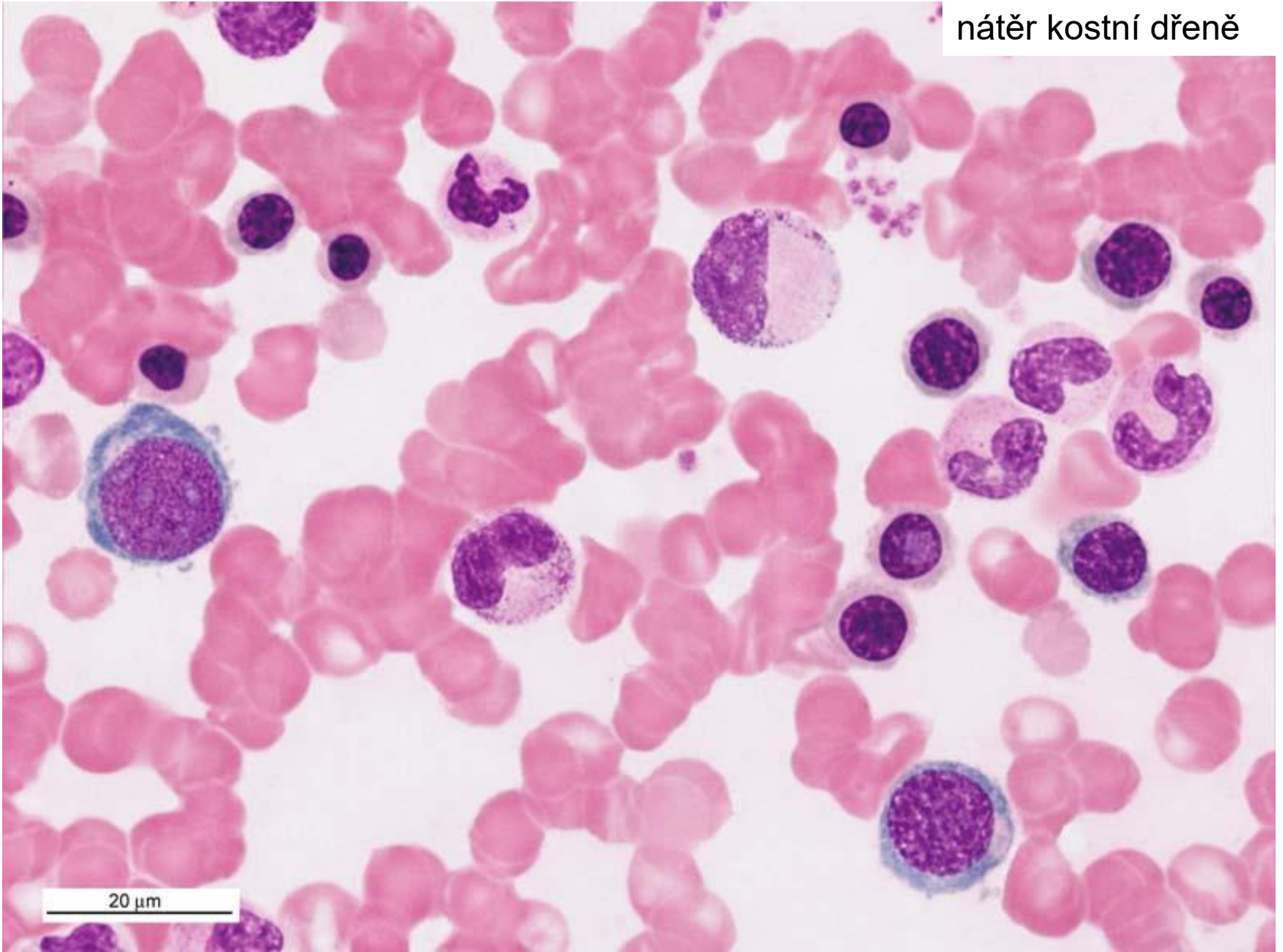
Erythropoéza



- proliferace a diferenciace buněk probíhá v tzv. krevních ostrůvcích kolem centrálního makrofágu
- trvá přibližně 7-8 dní

Erytropoéza

nátěr kostní dřeně



20 μm

GRANULOPOÉZA



Proerythroblast



Basophilic erythroblast



Polychromatophilic erythroblast



Orthochromatophilic erythroblast



Reticulocyte



Erythrocyte



Myeloblast



Promyelocyte



Early neutrophilic myelocyte



Late neutrophilic myelocyte



Neutrophilic metamyelocyte



Band cell



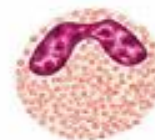
Mature neutrophil



Early eosinophilic myelocyte



Late eosinophilic myelocyte



Eosinophilic metamyelocyte



Mature eosinophil



Early basophilic myelocyte



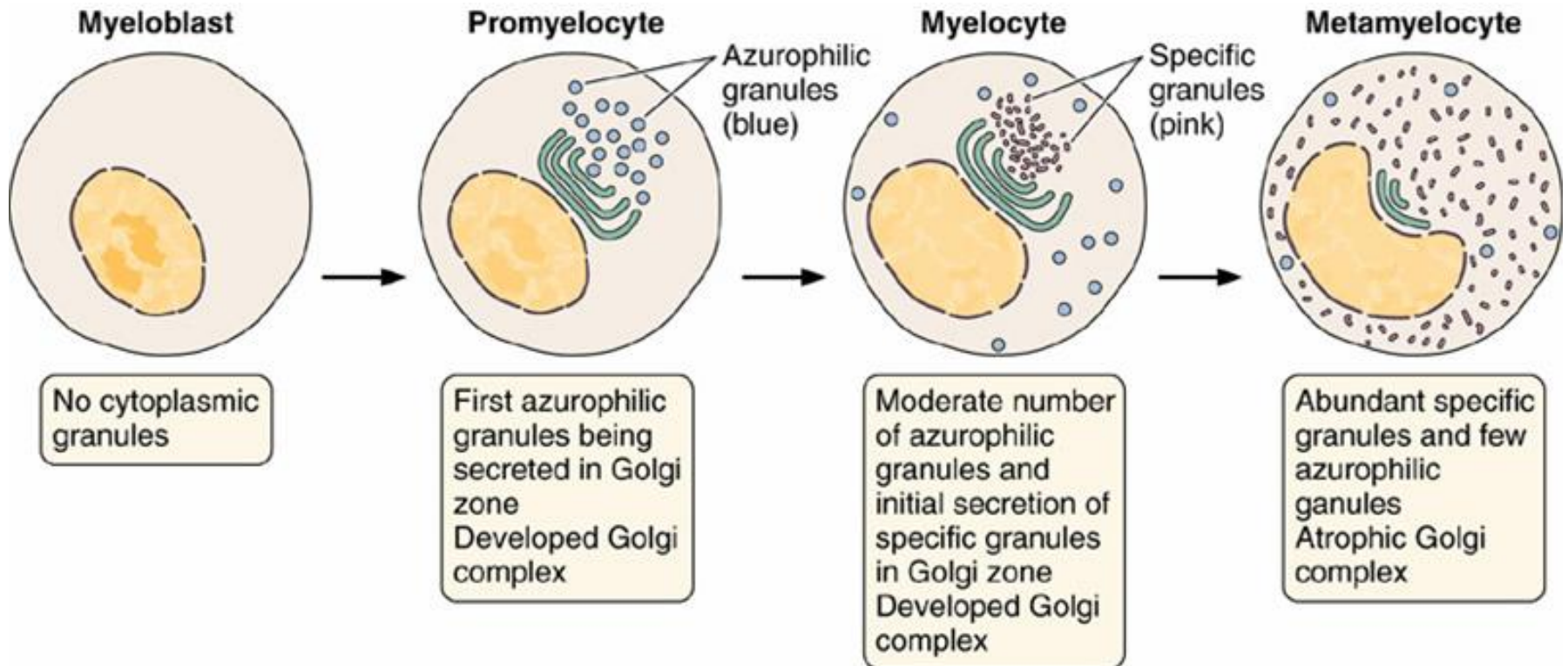
Late basophilic myelocyte



Mature basophil

délka: 14 – 18 dní

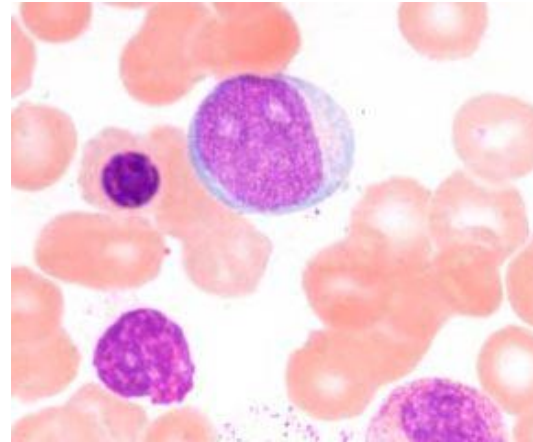
Granulopoéza



Granulopoéza

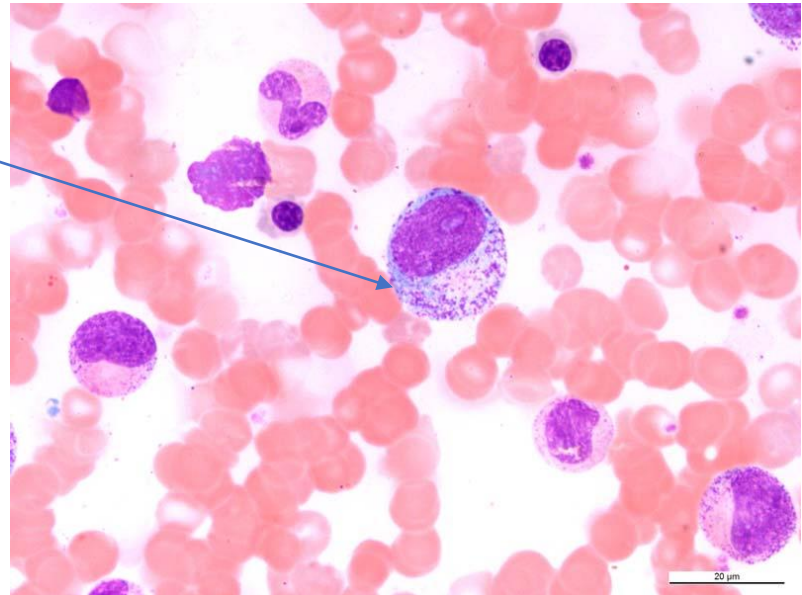
myeloblast

prekursorová buňka – 15-20 μm , jádro s jemně rozptýleným chromatinem, více jadérek, středně basofilní cytoplazma



promyelocyt

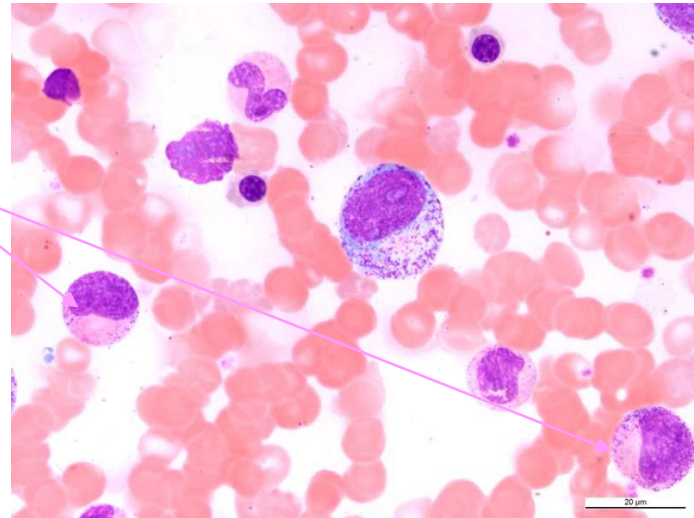
25-30 μm , oválné jádro, jadérka, azurofilní granula



Granulopoéza

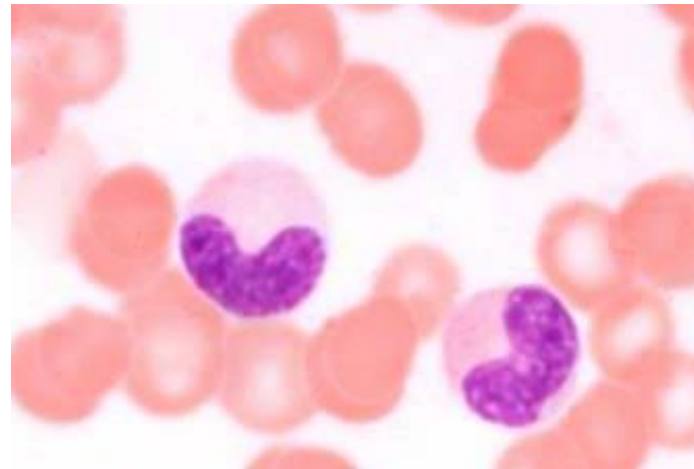
myelocyt

15-20 μm , jádro tvaru D, leží excentricky, bez jadérek, granula zralá – *neutrofilní, eosinofilní, basofilní*



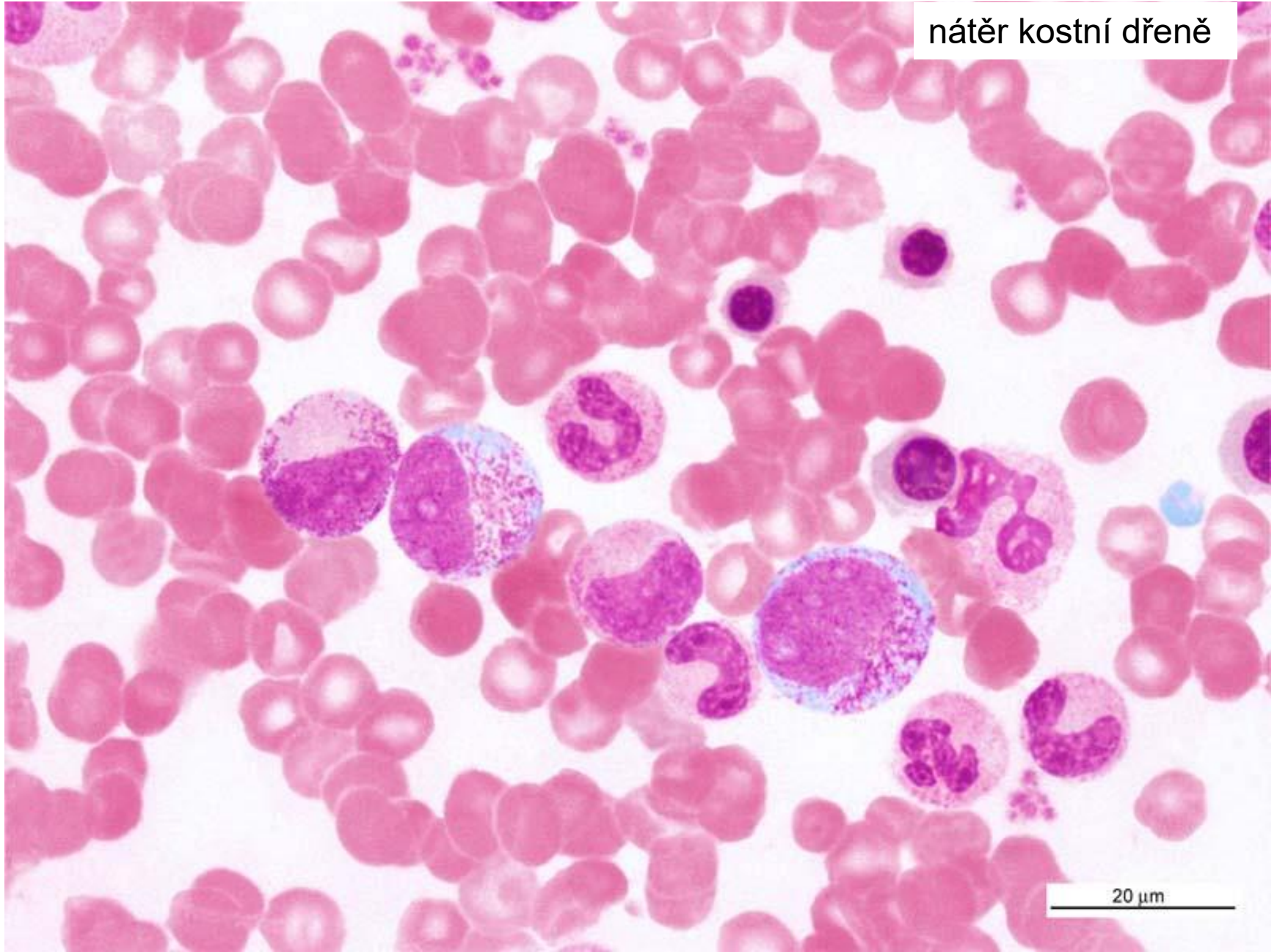
metamyelocyt

12-14 μm , jádro tvaru tyčky nebo ledvinovité, cytoplazma jako u zralých granulocytů, zralá granula - *neutrofilní, eosinofilní a basofilní*
metamyelocyt



Granulopoeza

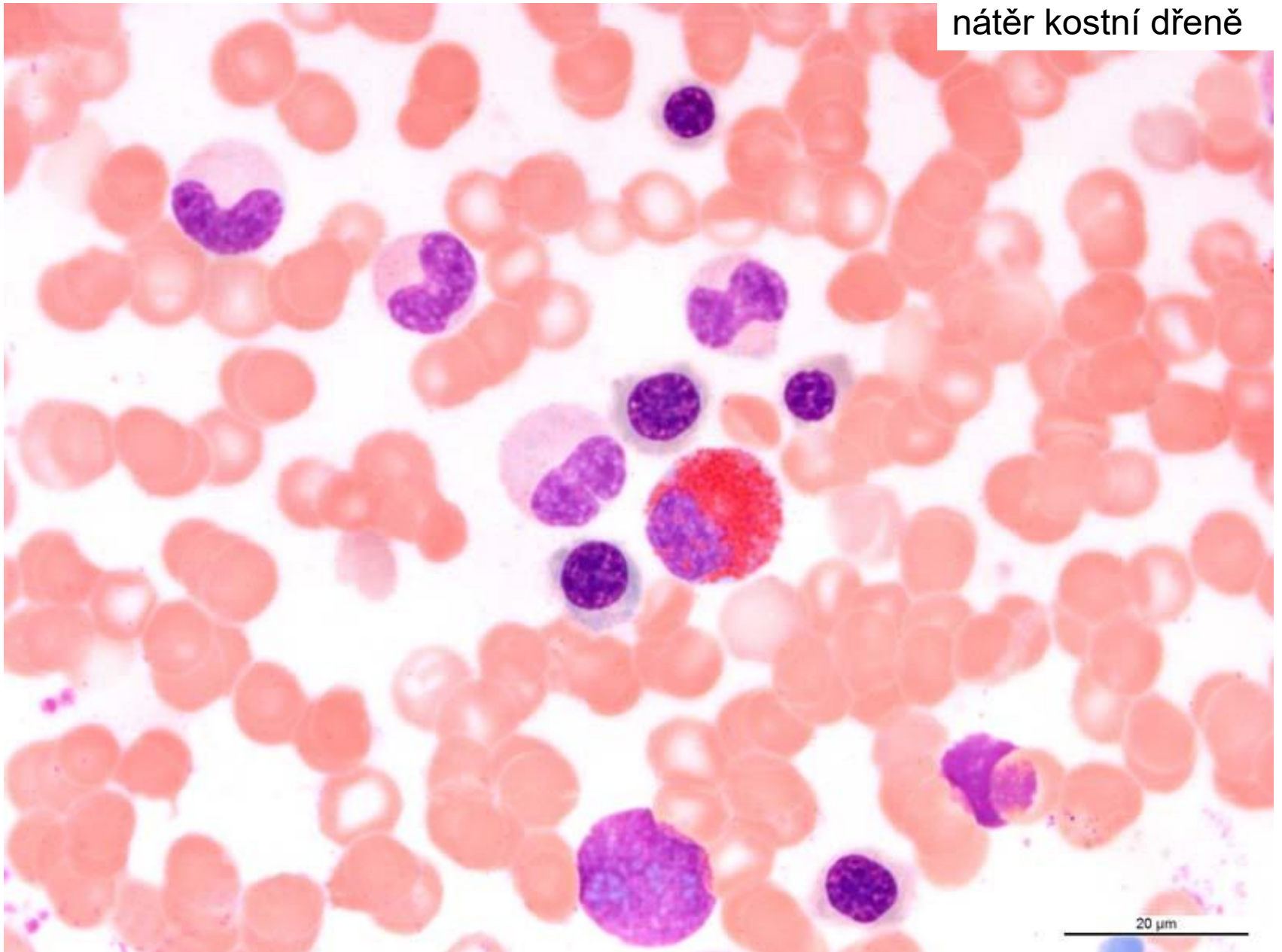
nátěr kostní dřeně



20 μ m

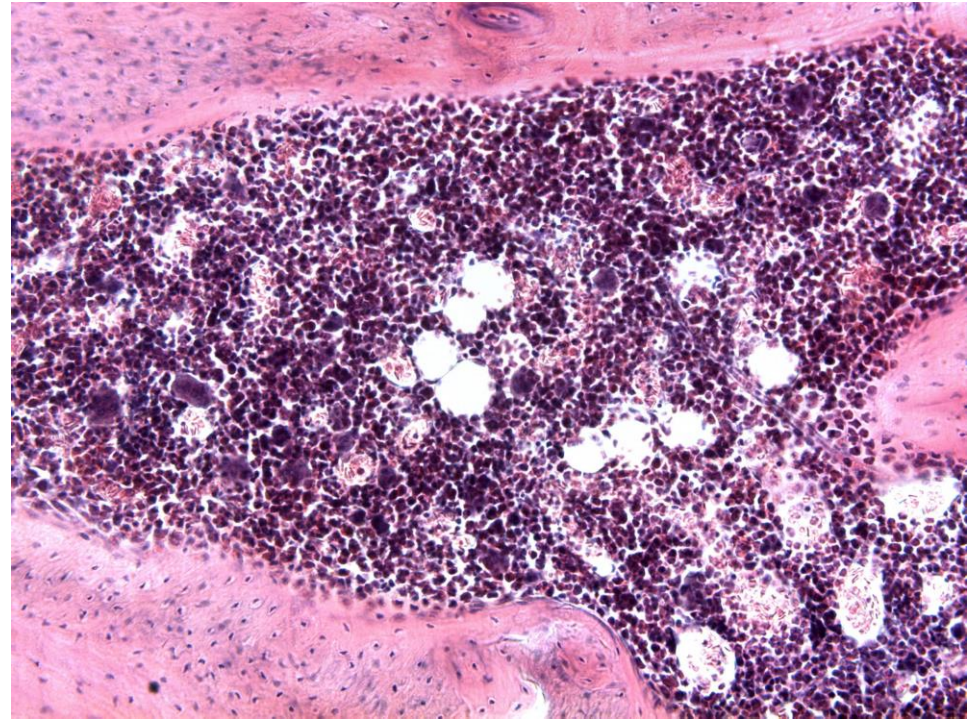
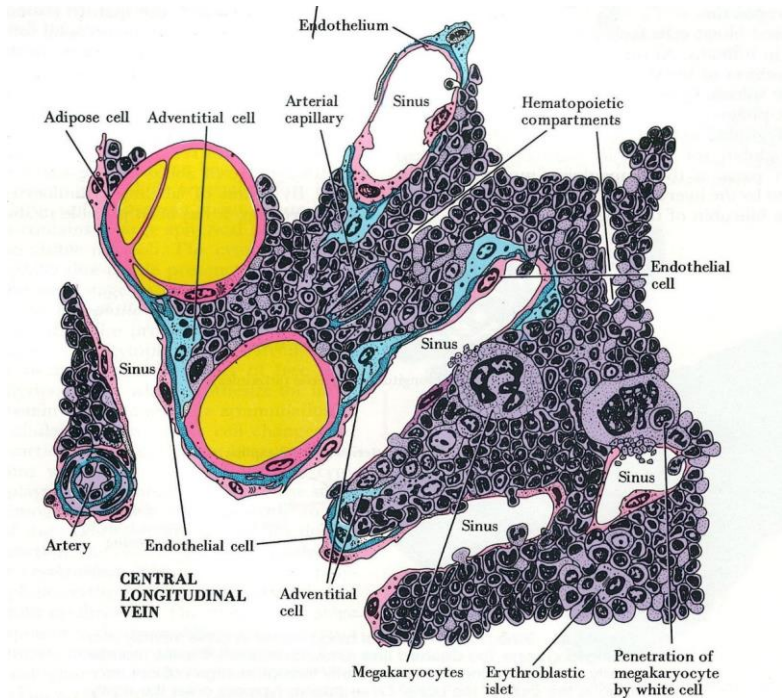
Granulopoeza

nátěr kostní dřeně



Kostní dřeň

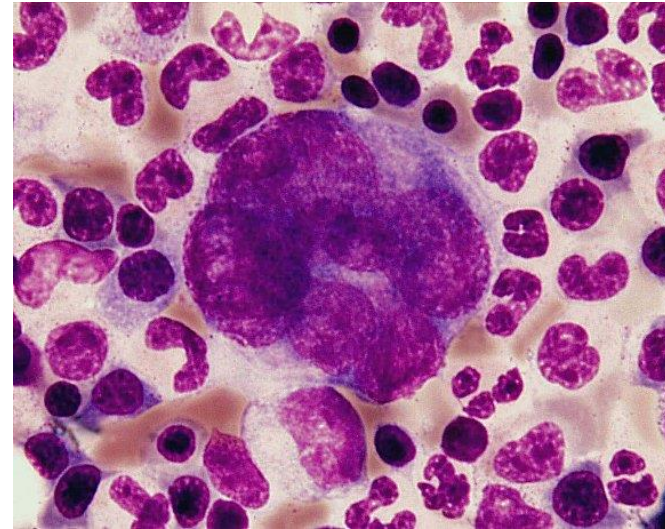
- stroma
 - **retikulární vazivo** – retikulární buňky, retikulární vlákna a jemná amorfní matrix
- provazce hemopoetické tkáně
- sinusoidní kapiláry



medulla ossium rubra

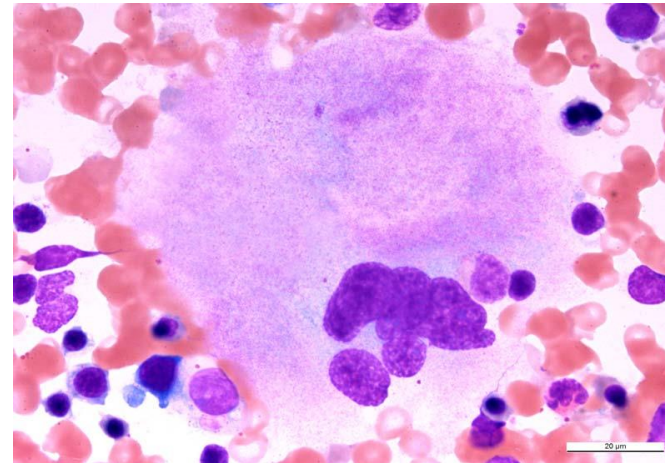
Trombopoéza

- megakaryoblast
 - 15-45 μm , ovoidní jádro s jadérky, basofilní cytoplazma
- promegakaryocyt



promegakaryocyt

- **megakaryocyt**
 - 80-150 μm
 - **polyploidní** (16n-64n – endomitóza) a mnohonásobně členěné jádro
 - cytoplazma basofilní
 - demarkační membrány
 - z jednoho až 8.000 trombocytů



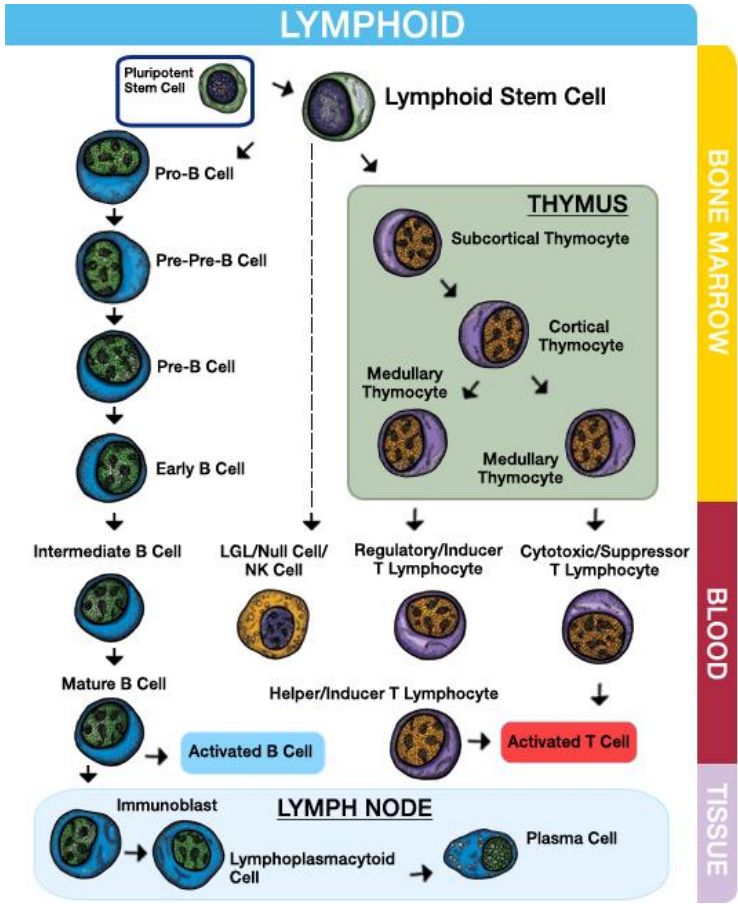
megakaryocyt

Vývoj lymfocytů a monocytů

lymfoblast
prolymfocyt
lymfocyt

monoblast
promonocyt
monocyt

Buněčné zastoupení kostní dřeně

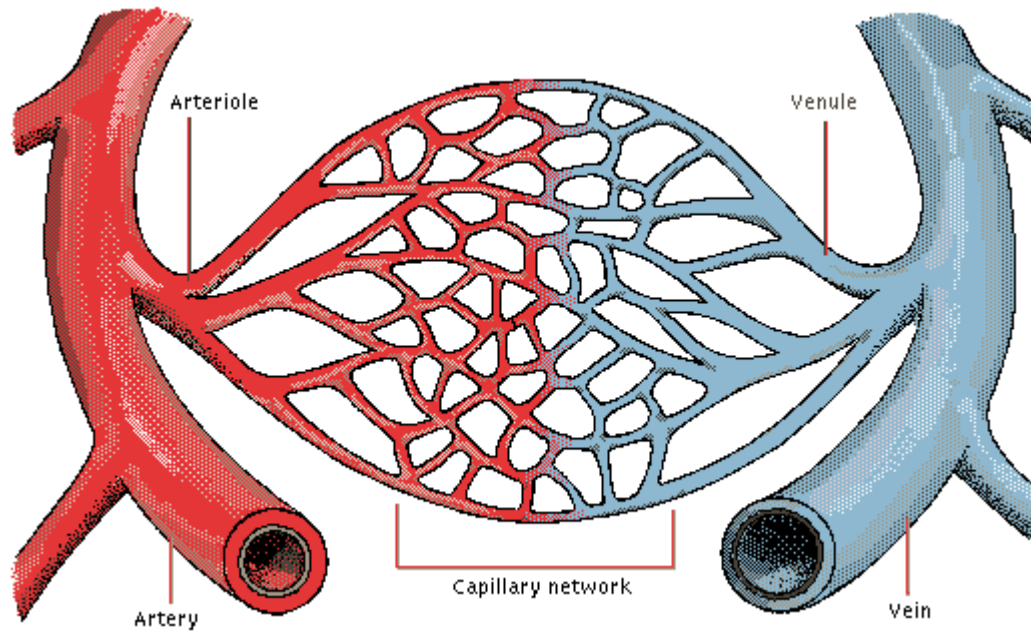


Cellular constitution of the red bone marrow parenchyma^[6]

Group	Cell type	Average fraction	Reference range
Myelopoietic cells	Myeloblasts	0.9%	0.2-1.5
	Promyelocytes	3.3%	2.1-4.1
	Neutrophilic myelocytes	12.7%	8.2-15.7
	Eosinophilic myelocytes	0.8%	0.2-1.3
	Neutrophilic metamyelocytes	15.9%	9.6-24.6
	Eosinophilic metamyelocytes	1.2%	0.4-2.2
	Neutrophilic band cells	12.4%	9.5-15.3
	Eosinophilic band cells	0.9%	0.2-2.4
	Segmented neutrophils	7.4%	6.0-12.0
	Segmented eosinophils	0.5%	0.0-1.3
Segmented basophils and mast cells	0.1%	0.0-0.2	
Erythropoietic cells	Pronormoblasts	0.6%	0.2-1.3
	Basophilic normoblasts	1.4%	0.5-2.4
	Polychromatic normoblasts	21.6%	17.9-29.2
	Orthochromatic normoblast	2.0%	0.4-4.6
Other cell types	Megakaryocytes	< 0.1%	0.0-0.4
	Plasma cells	1.3%	0.4-3.9
	Reticular cells	0.3%	0.0-0.9
	Lymphocytes	16.2%	11.1-23.2
	Monocytes	0.3%	0.0-0.8

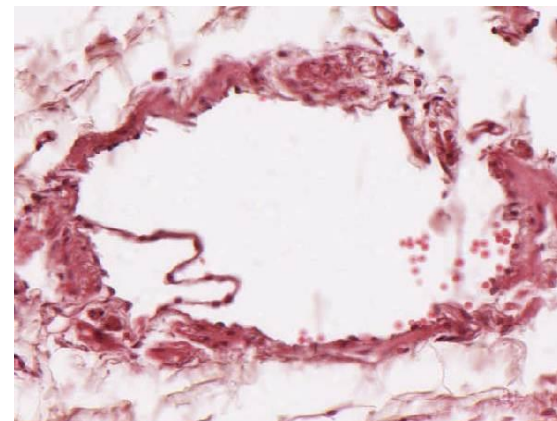
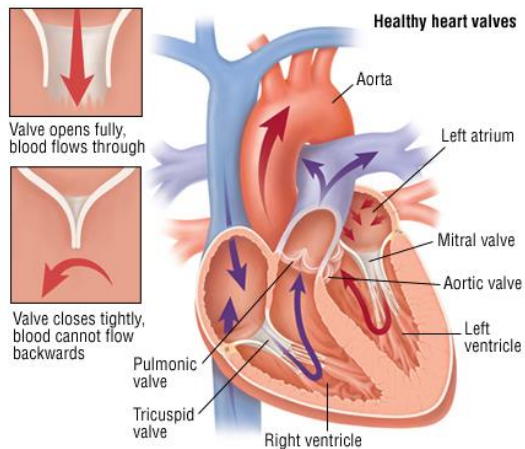
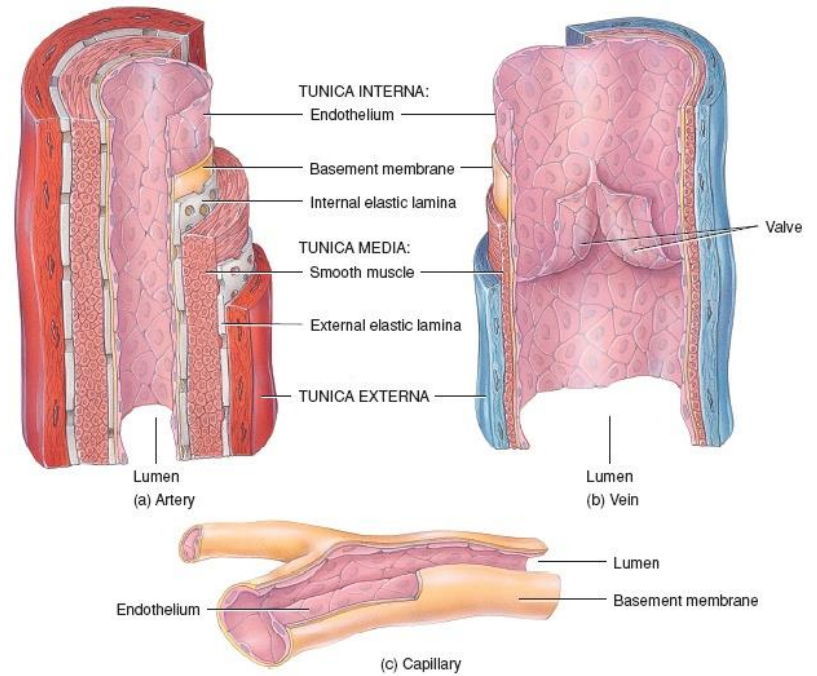
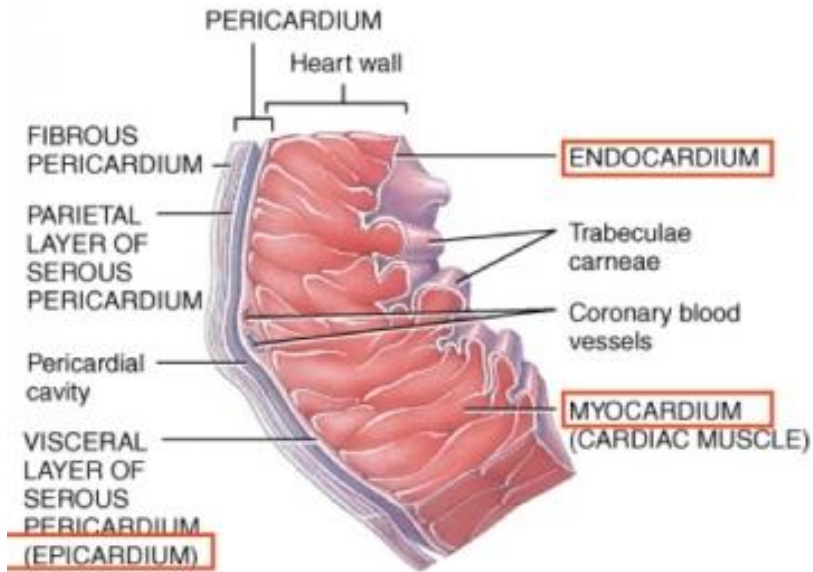
myeloidní : erythroidní - 3:1

Stavba kardiovaskulární soustavy



Stavba srdce a cév

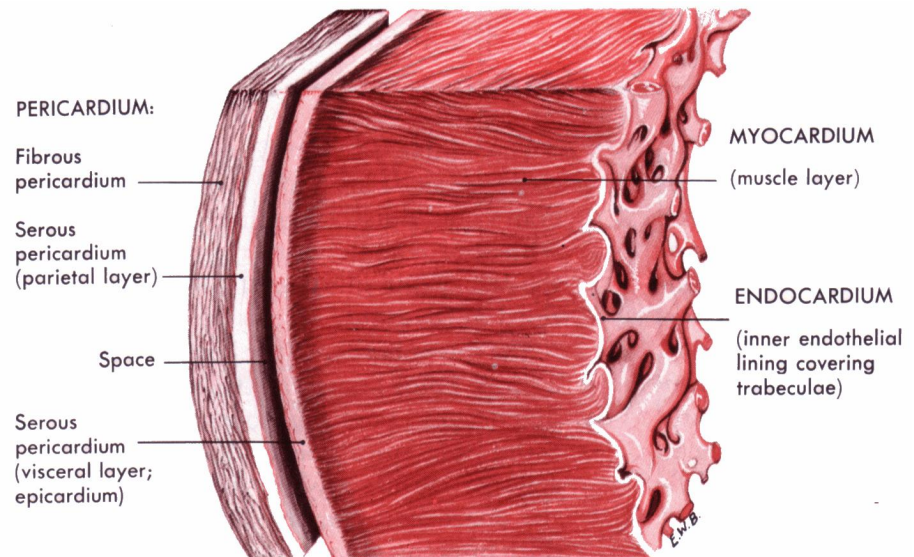
Pericardium and Heart wall



Stavba srdce



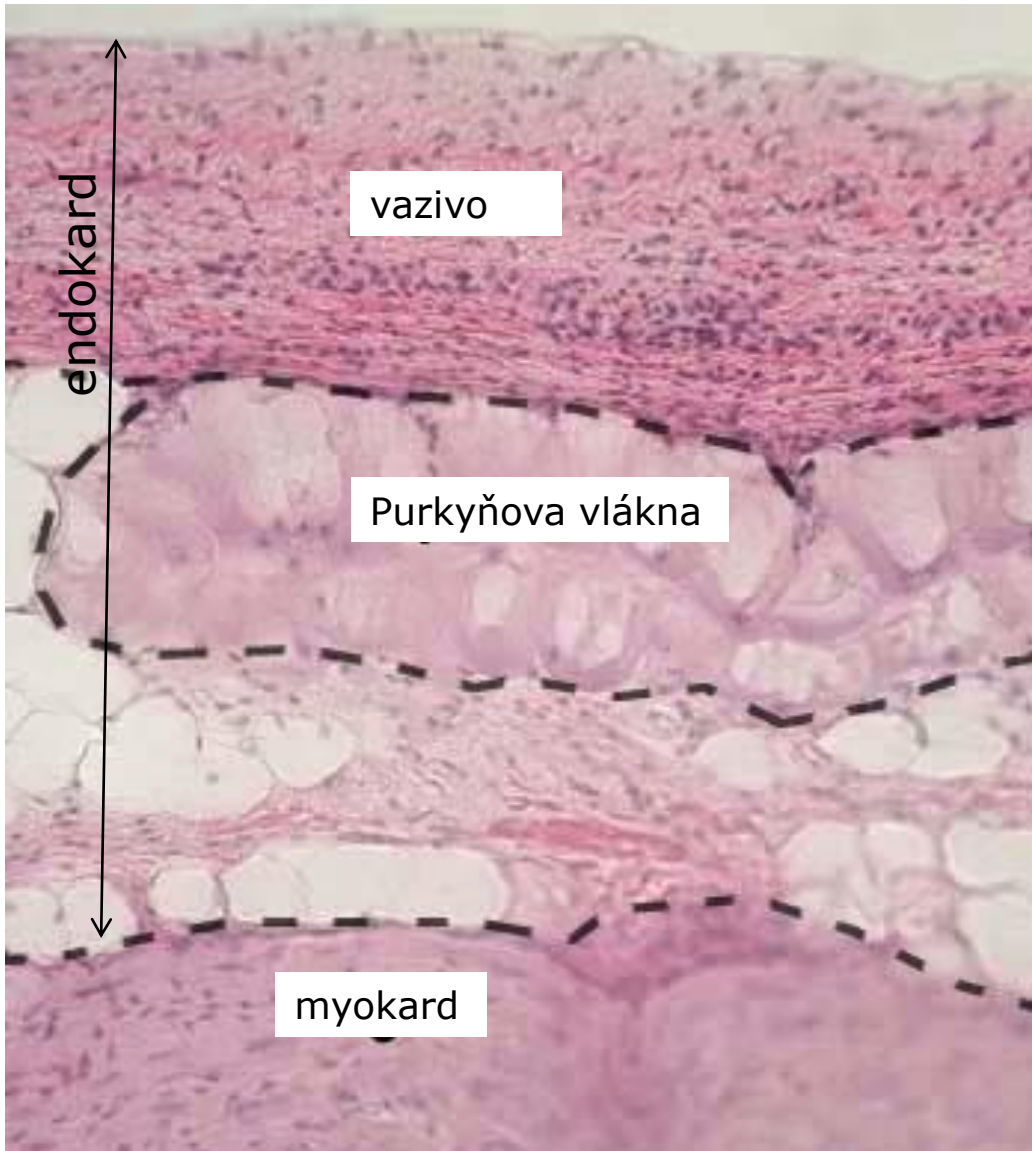
- Endokard
 - endotel
 - subendotelové vazivo
 - elasticko-muskulární vrstva
 - subendokardové vazivo (i větve převodního systému)
- Myokard
- Epikard – viscerální list perikardového vaku
 - jednovrstvený plochý epitel
 - lamina propria
 - subepikardové vazivo (i tuková tkáň)
- Perikard – parietální list perikardového vaku



Section of the heart wall showing the components of the outer pericardium (heart sac), muscle layer (myocardium), and inner lining (endocardium).

Mezi epikardem a perikardem dutina – 50 ml tekutiny.

Srdce - endokard

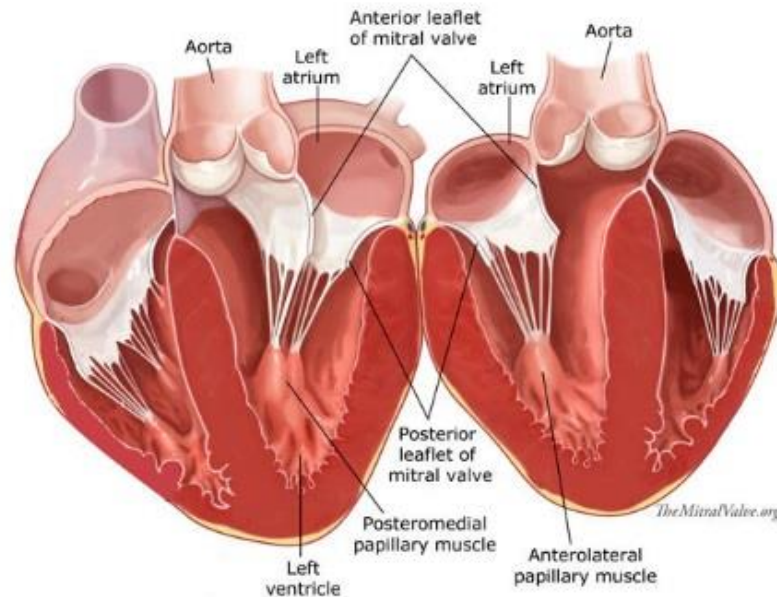


- endotel
- subendotelové vazivo
- elasticko muskulární vrstva
- subendokardové vazivo

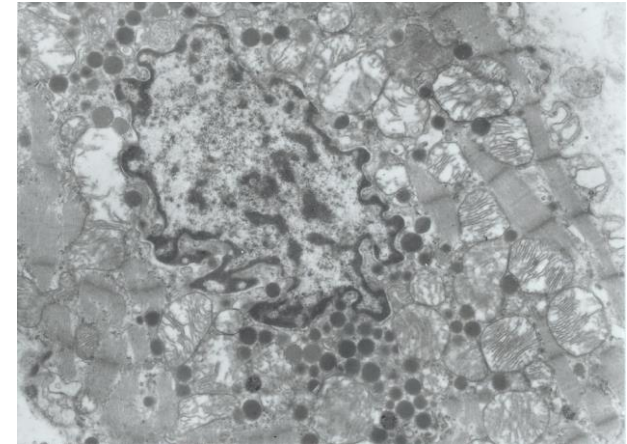
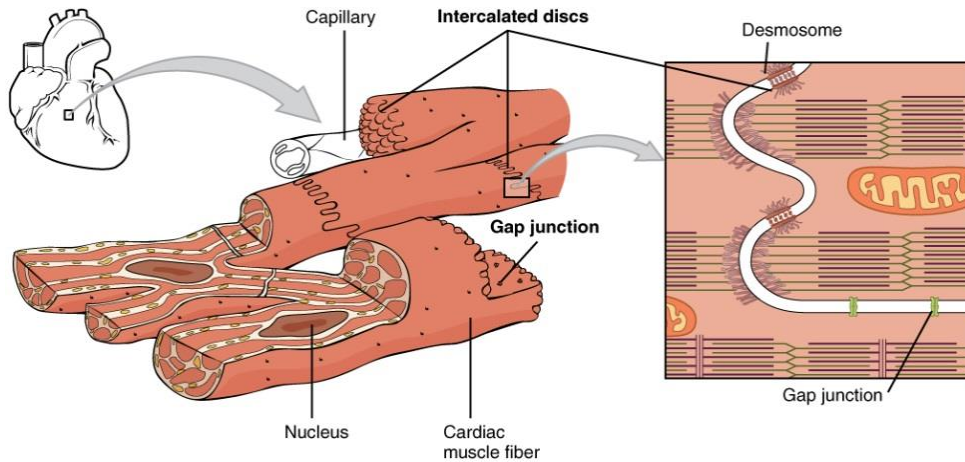
Chlopně

- endokardové řasy vyztužené tuhou vazivovou ploténkou (pokračování srdečního skeletu)
- jsou vždy bezcévné
- upínají se do nich chordae tendinae

- I. srdeční ozva – uzavírání cípových chlopní (mitrální a trojcípé)
- II. srdeční ozva – uzavírání aortální a pulmonální chlopně (poloměsíčné)



Srdeční svalová tkáň



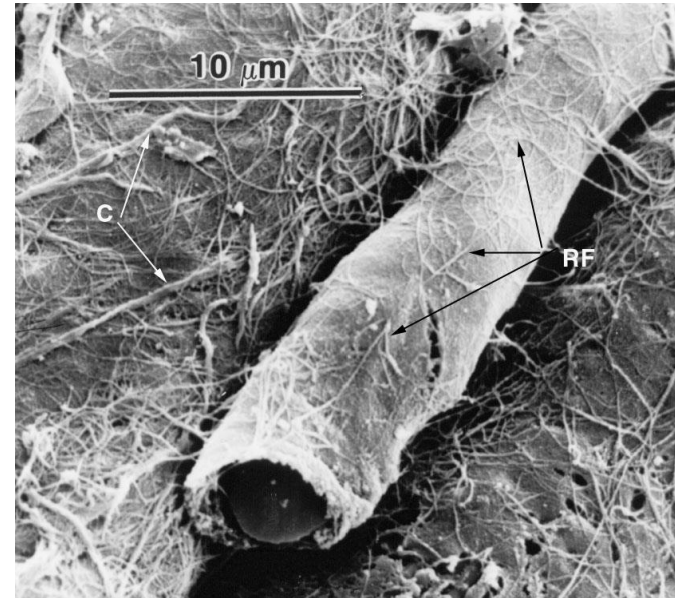
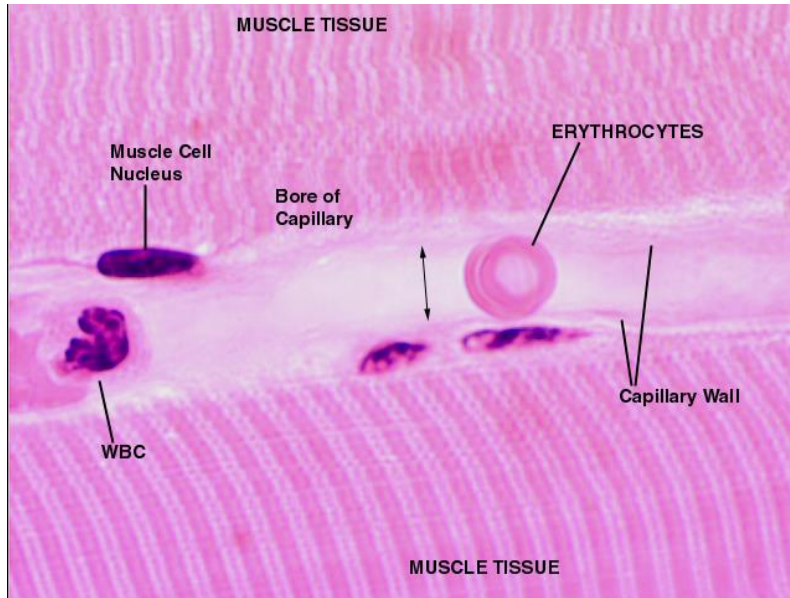
kardiomyocyty

- válcovitý nebo s výběžky (Y)
- 1 oválné jádro uprostřed s 1 nebo 2 jadérky
- sarkolema + lamina basalis
- **myofibrily** – žíhané
- hojné **mitochondrie**
- GA, glykogen, lipofuscin, lipidy
- SR - diády

kardiomyocyty síní menší
menší počet T-tubulů
granula s ANF (aurikulin)

myokard síní je tenčí než komor
myokard PK – 4 mm
myokard LK – 10 – 12 mm

Cévy – kapiláry (vlásečnice)



Marcello Malpighi byl italský biolog a lékař, je označován jako „Otec mikroskopické anatomie, histologie, fyziologie a embryologie“

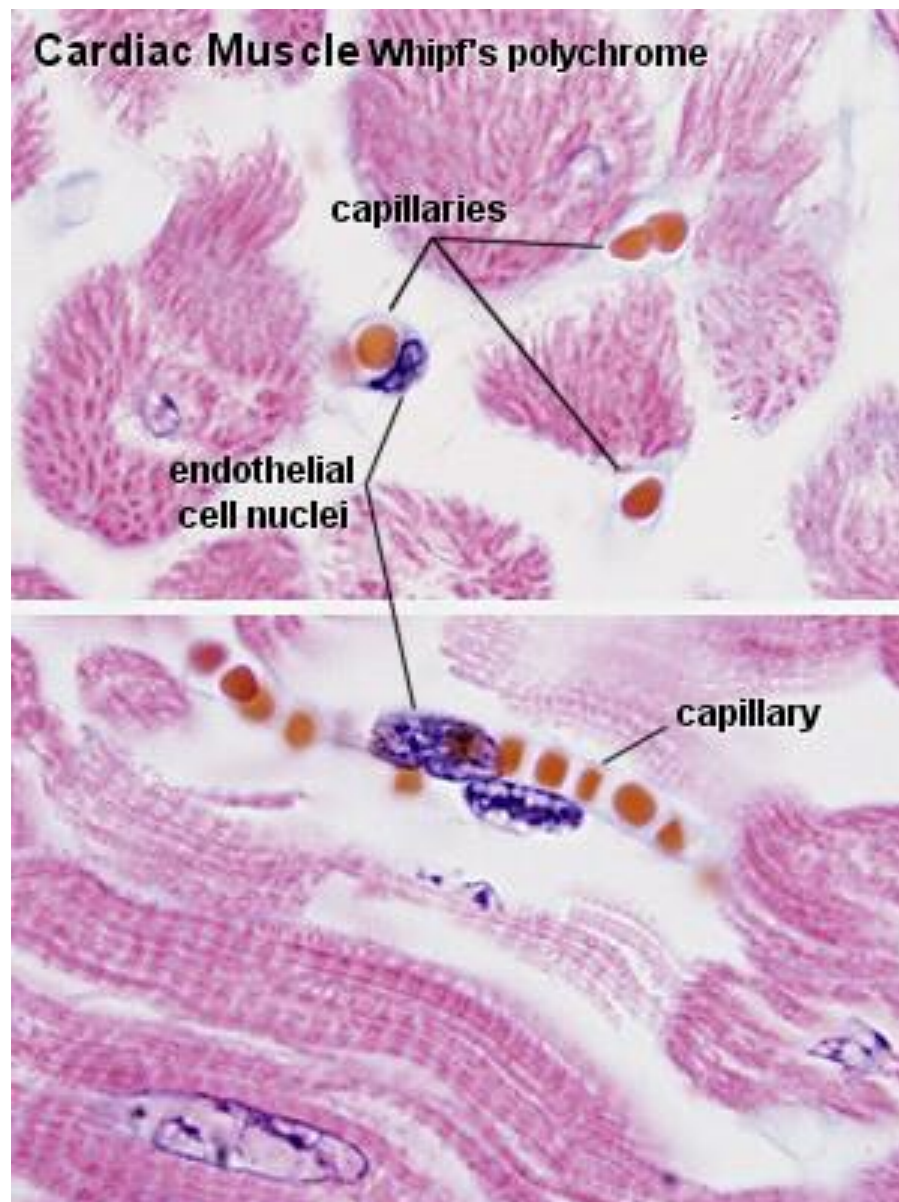
V roce 1661 identifikoval a popsal plicní kapilární síť spojující malé arterie a vény, jeden z největších objevů v historii vědy.

Kapiláry

- kapiláry se souvislou endotelovou výstelkou
- kapiláry fenestrované
- kapiláry s póry
- kapiláry sinusoidní

endotelová buňka + bazální lamina

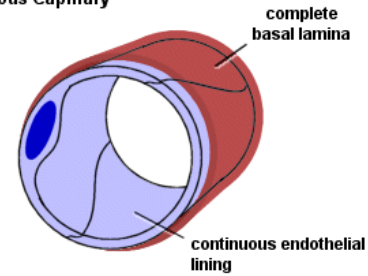
- **Metabolické funkce kapilár**
 - výměna plynů, živin
 - propustnost kapilár /ovlivňování../
 - diapedéza leukocytů
 - deaktivují PG, Ser, kininy
 - katabolizují lipoproteiny..
 - konvertují angiotenzin I→II, syntetizují NO
 - uvolňují prostacykliny /inhibice agregace destiček/
 - syntetizují von Willebrandův faktor



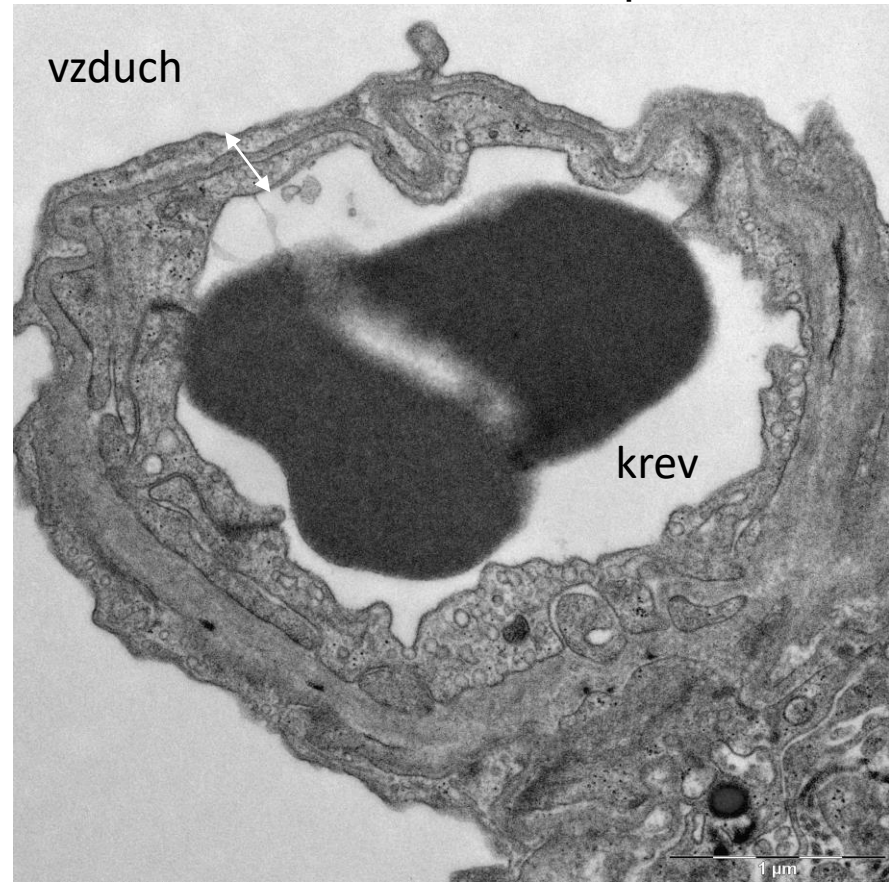
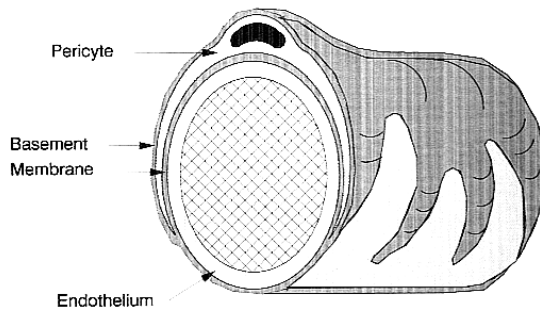
Kapiláry se souvislou endotelovou výstelkou

- 6-30 μm
- svalstvo, plíce
- bariéra krev-orgán (mozek, thymus, testis)
- stavba
 - **endotelové buňky** + lamina basalis /1 buňka stačí k vystlání příčného průměru kapiláry/
 - pericyty + jemná kolagenní a retikulární vlákna

Continuous Capillary



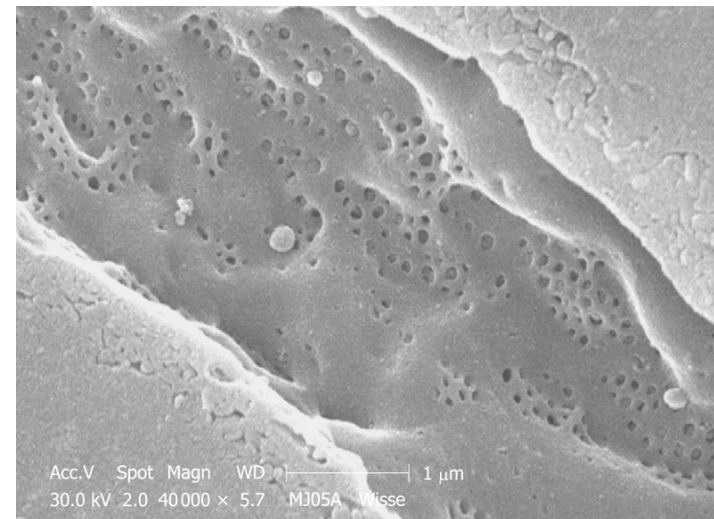
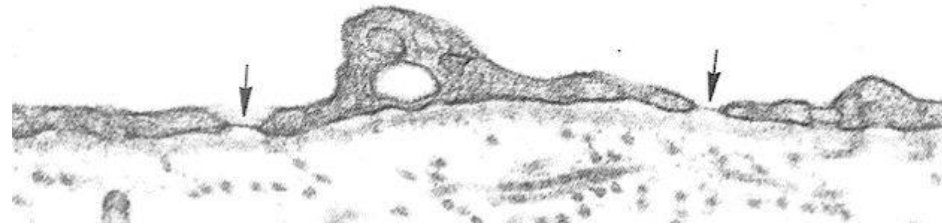
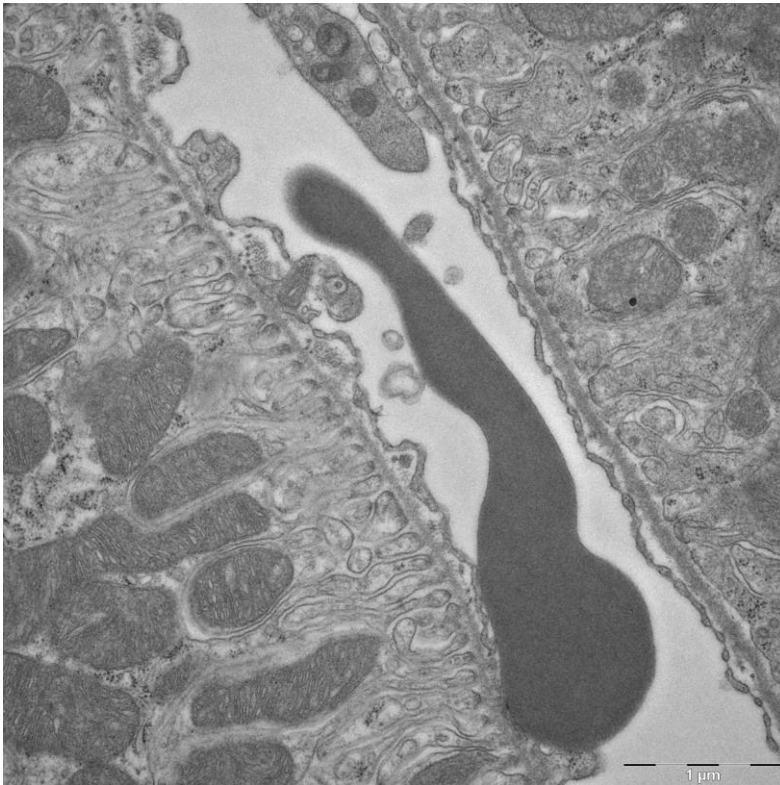
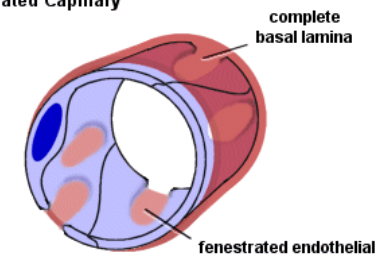
plicní *alveolus*



Kapiláry fenestrované

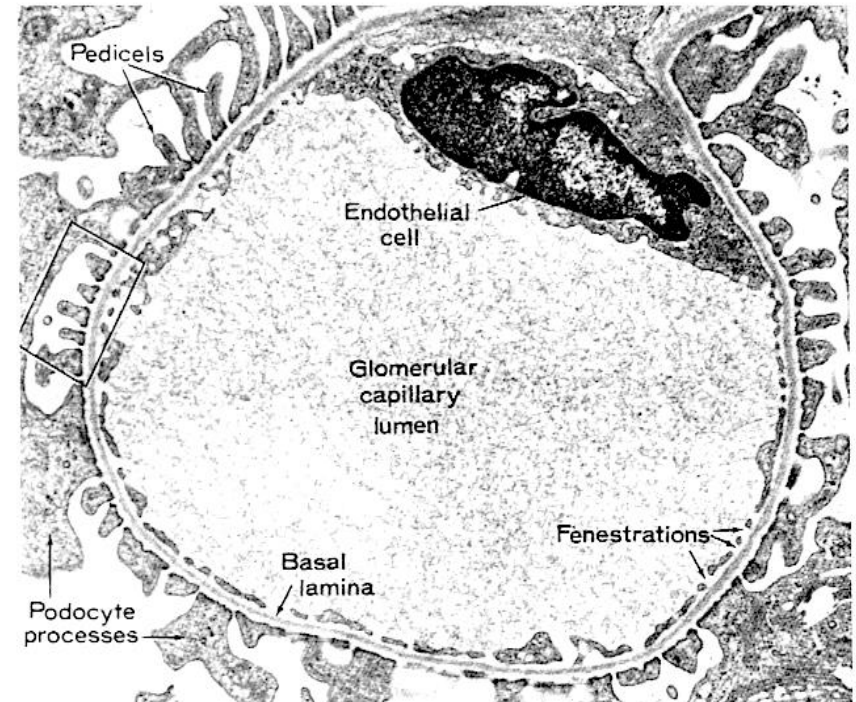
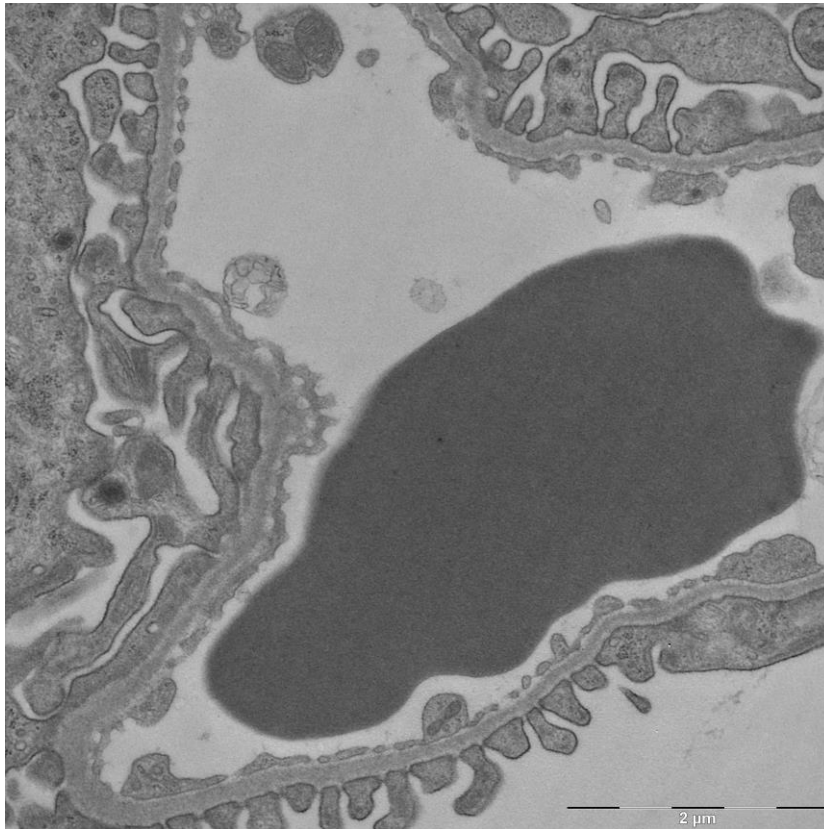
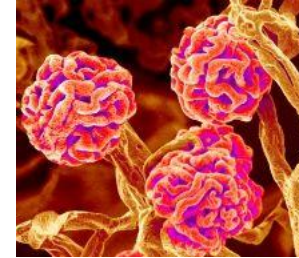
- ve výběžcích **endotelových buněk** – fenestrace (60-80 nm) přepažené diafragmou
- lamina basalis kompletní
- střevní klky, endokrinní žlázy

Fenestrated Capillary



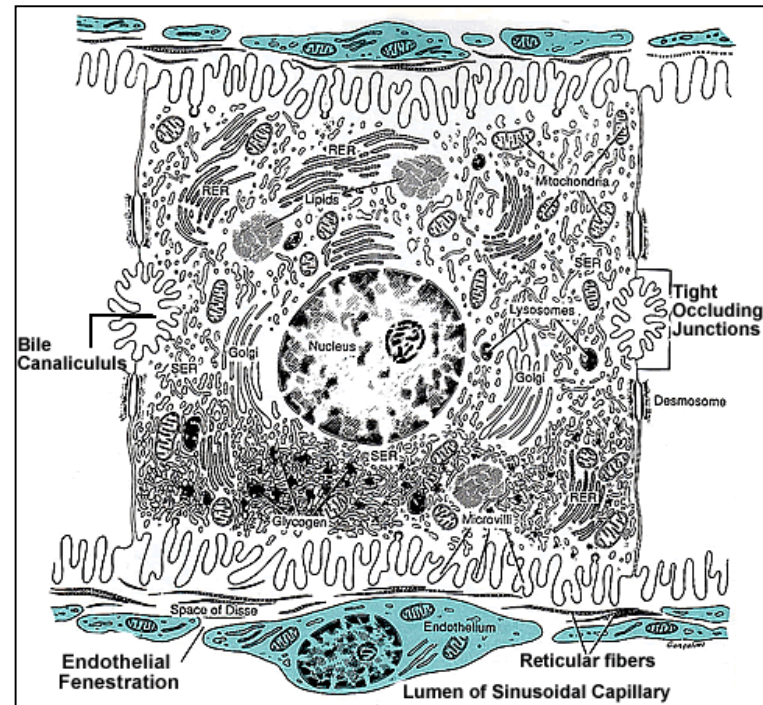
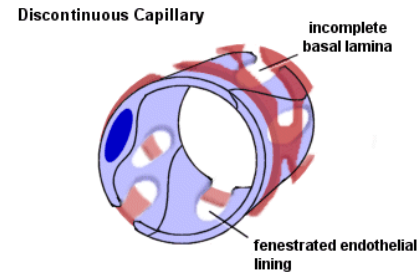
Kapiláry s póry

- fenestrace bez diafragmy – jenom glomeruly ledvin



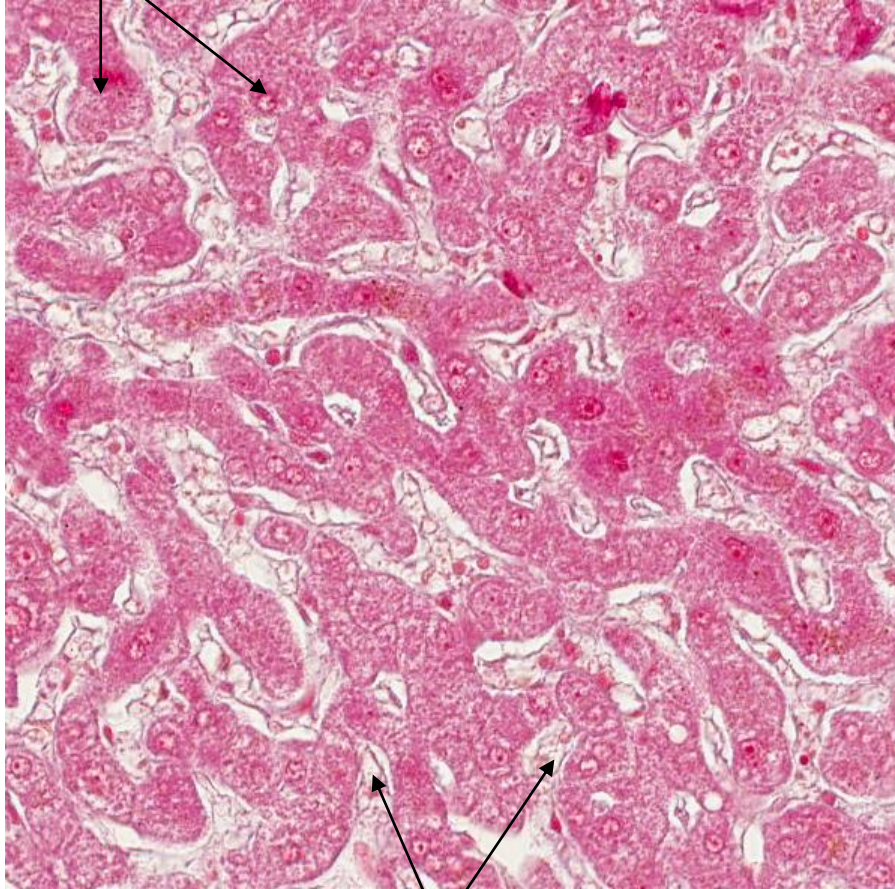
Kapiláry sinusoidní

- nepravidelné lumen – průměr (8-40 μm) kolísá v průběhu téže kapiláry
- štěrby mezi buňkami
- **fenestrace** v cytoplasmě buněk
- **nesouvislá lamina basalis**
- schopnost fagocytózy endotelových buněk
- játra, kostní dřeň, endokrinní žlázy



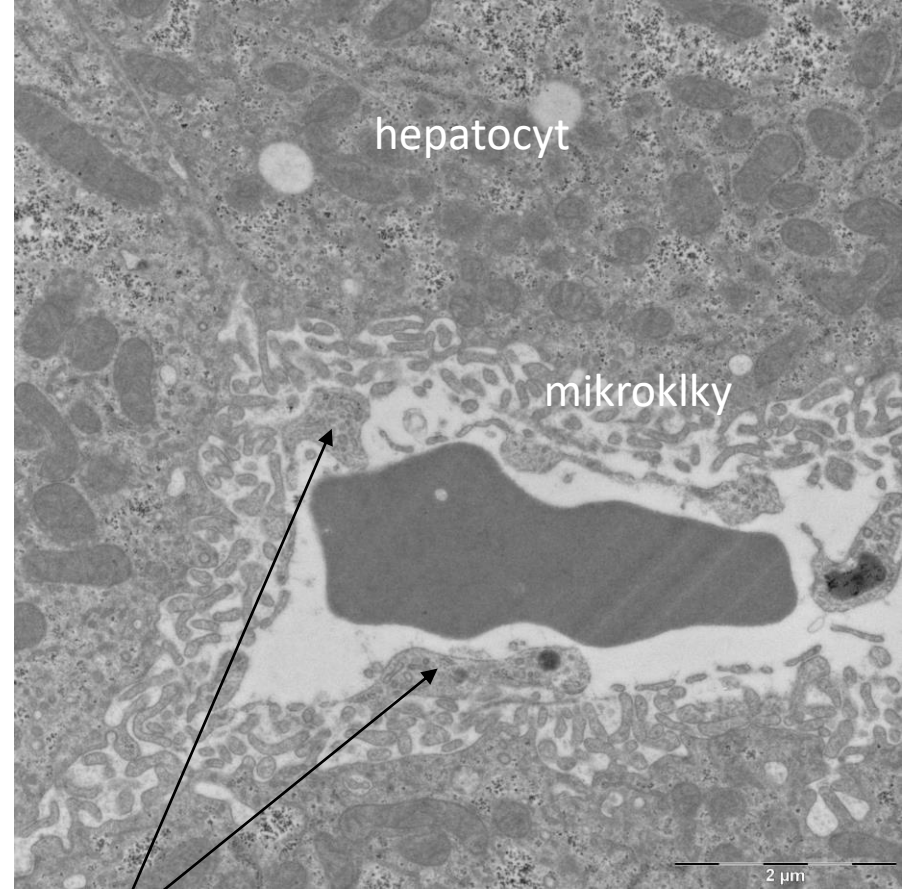
Kapiláry sinusoidní

hepatocyty



SM

kapiláry



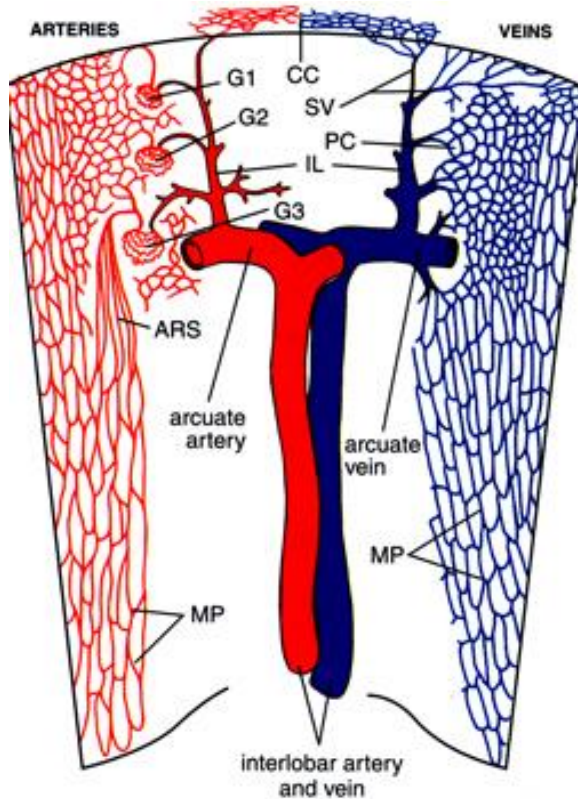
kapiláry

TEM

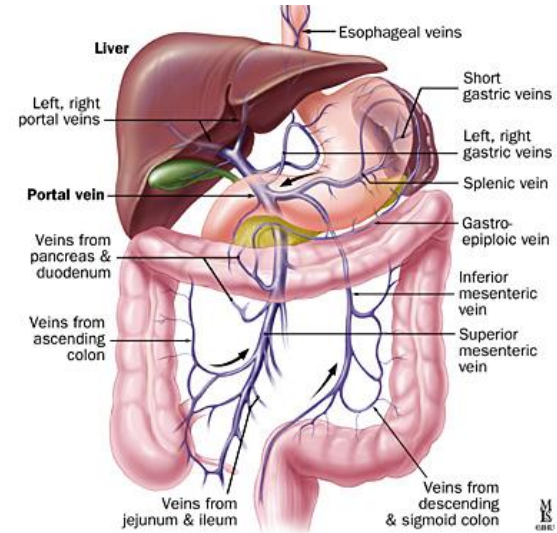
Portální oběh

dva systémy kapilárního řečiště za sebou

arteriální

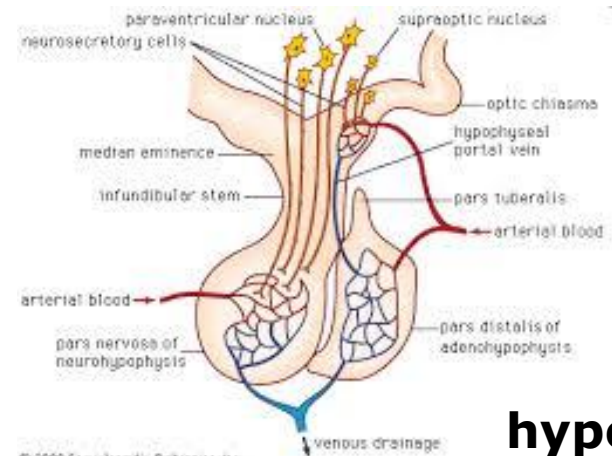


ledviny



játra

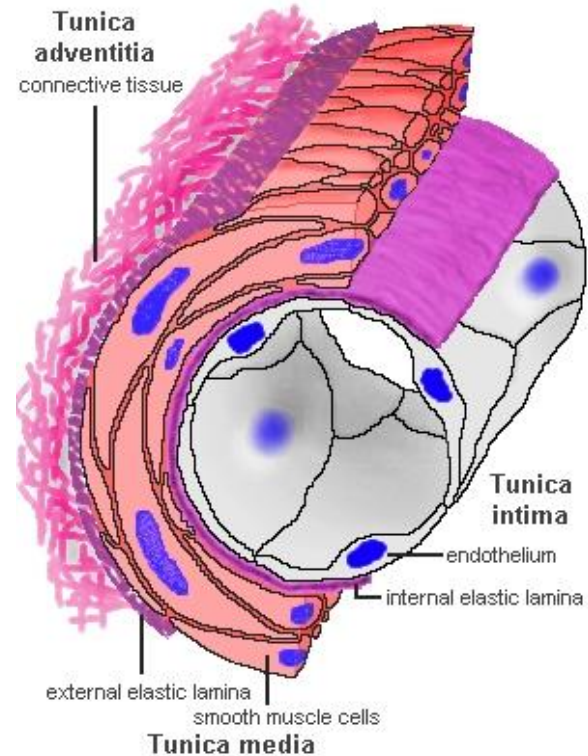
venózní



hypofýza

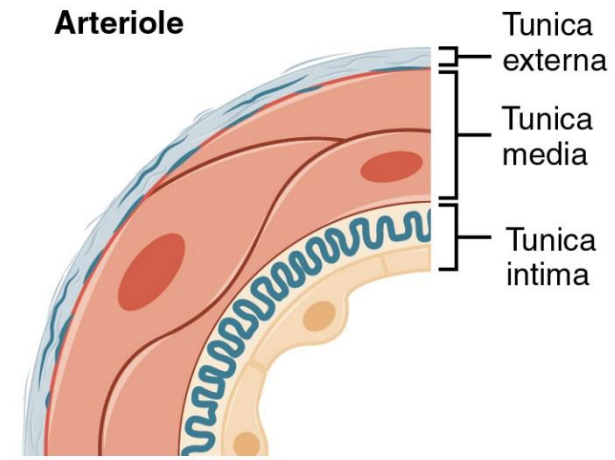
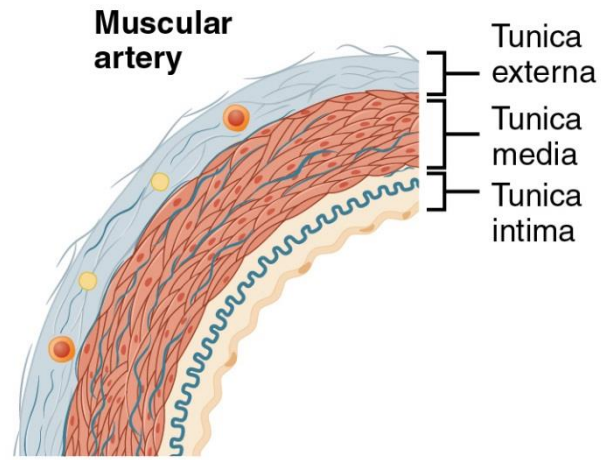
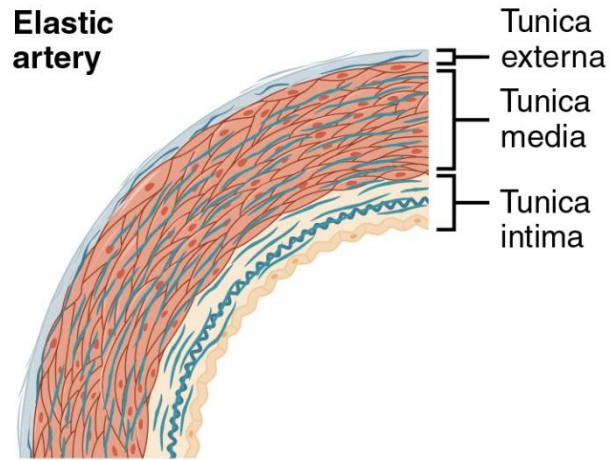
Obecná stavba cév

- **T. interna (intima)**
 - endotel
 - subendotelové vazivo – kolagenní + retikulární vlákna
- **T. media** – cirkulárně uspořádané hladké svalové buňky + elastická vlákna
- **T. externa (adventitia)**- řídké kolagenní vazivo



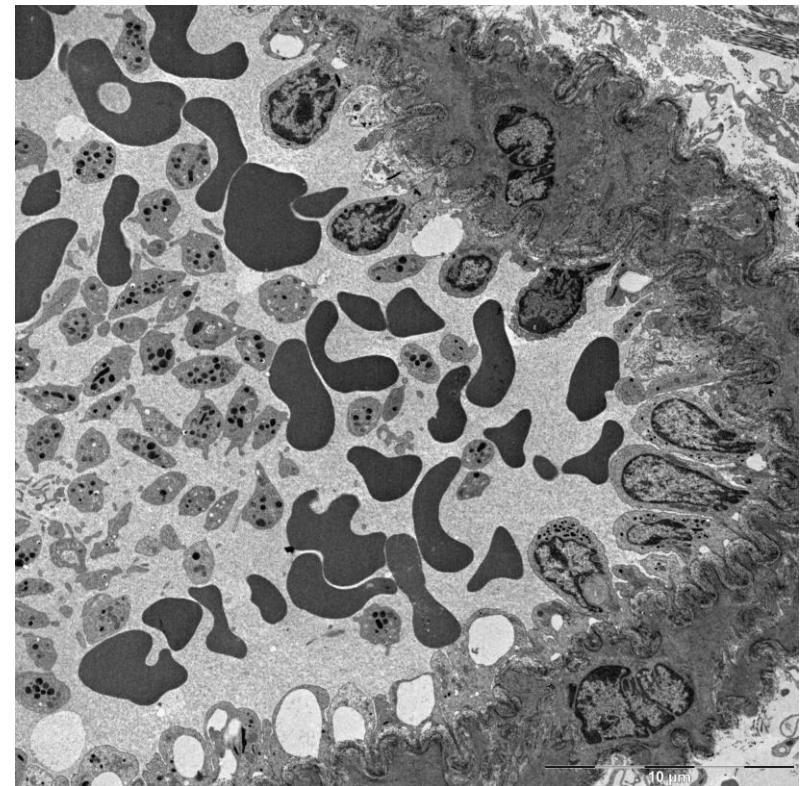
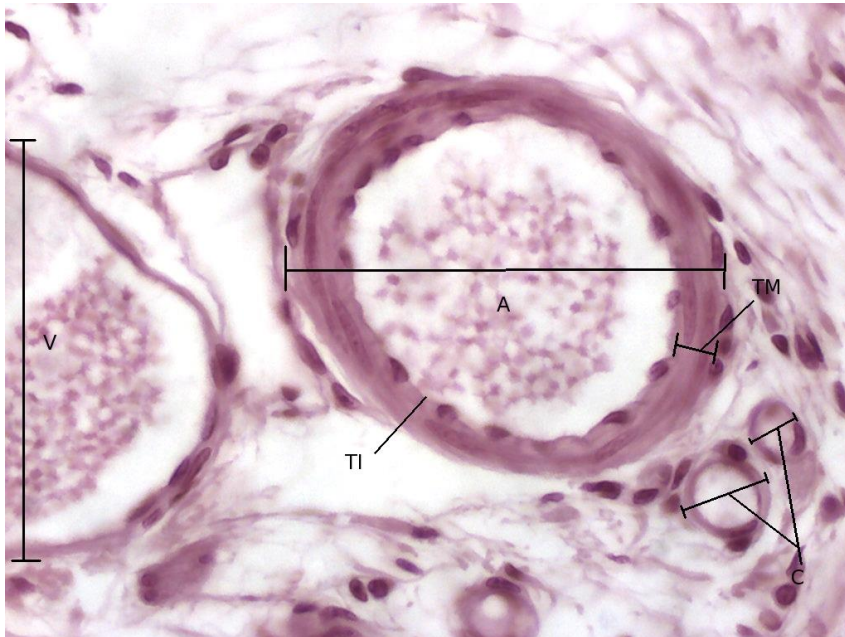
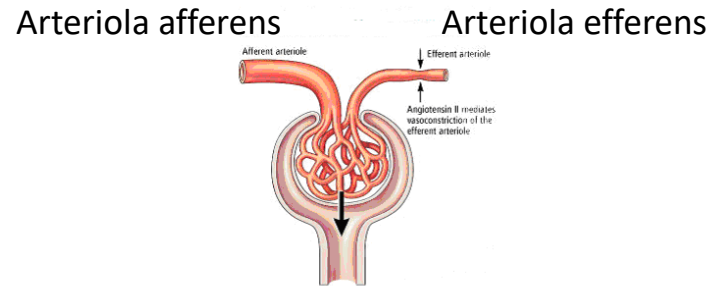
Arterie

- Arterie velkého kalibru (elastické)
- Arterie malého a středního kalibru (svalové)
- Arterioly



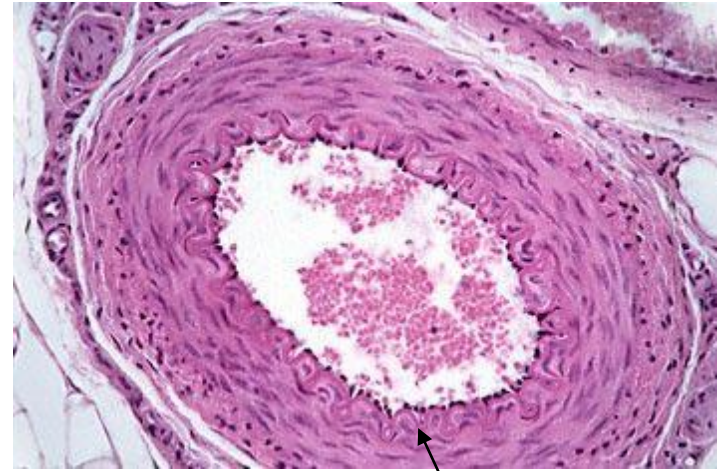
Arterioly

- lumen < 0.5 mm
- endotel – Weibel-Paladeho granula (s faktorem VIII)
- membrana elastica interna
- media – 1-3 (5) vrstev hladkých svalových buněk

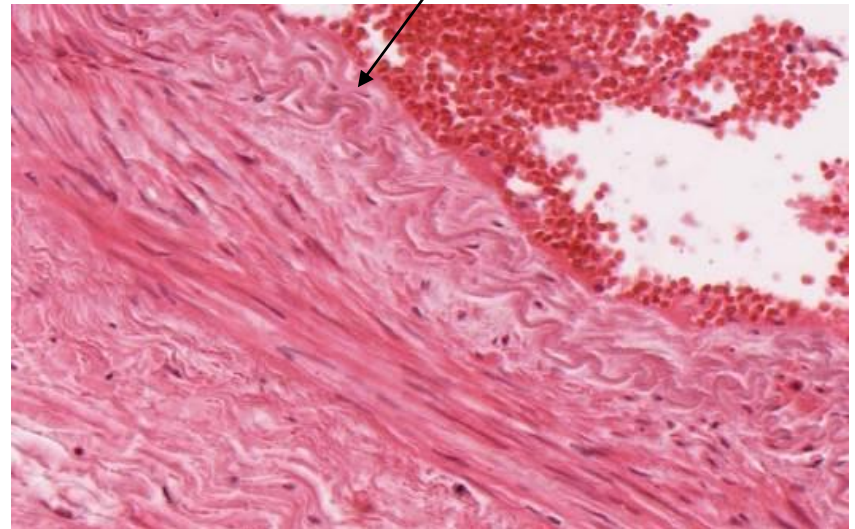
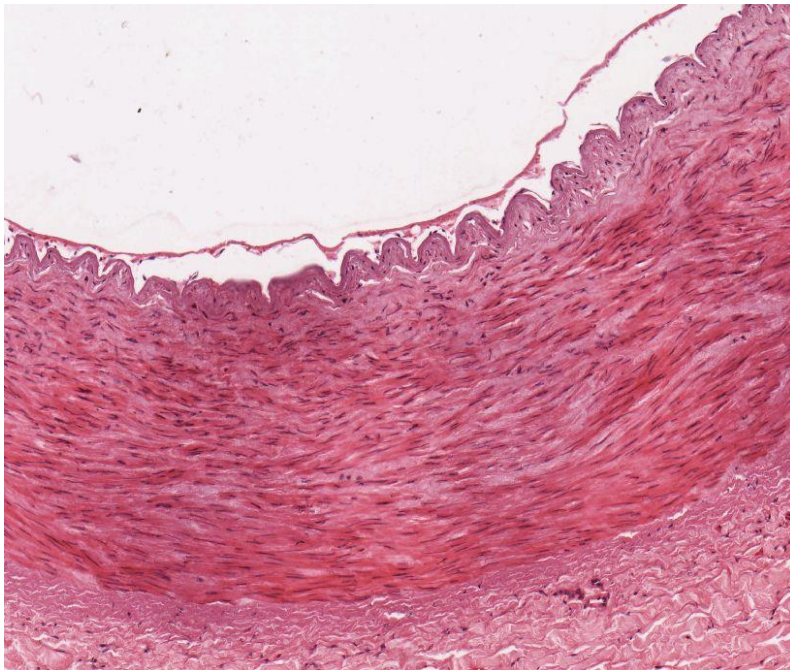


Arterie svalového typu

- **t. intima**
 - endotel
 - subendotelové vazivo
- **membrana elastica interna** – zahuštěná síť elastických vláken
- **t. media** – nejtlustší (až 40 vrstev hladkých svalových buněk), kolagenní a elastická vlákna
- **membrana elastica externa**
- **t. externa** – řídké kolagenní vazivo

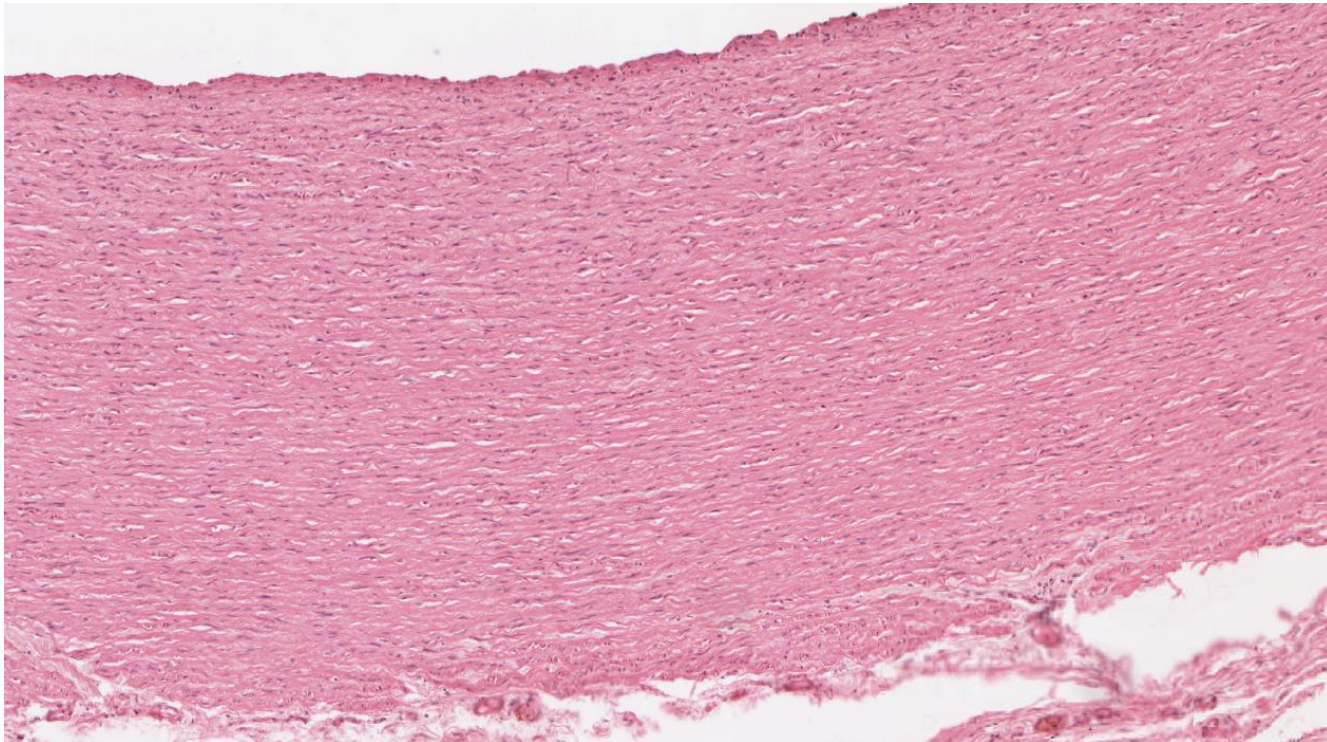
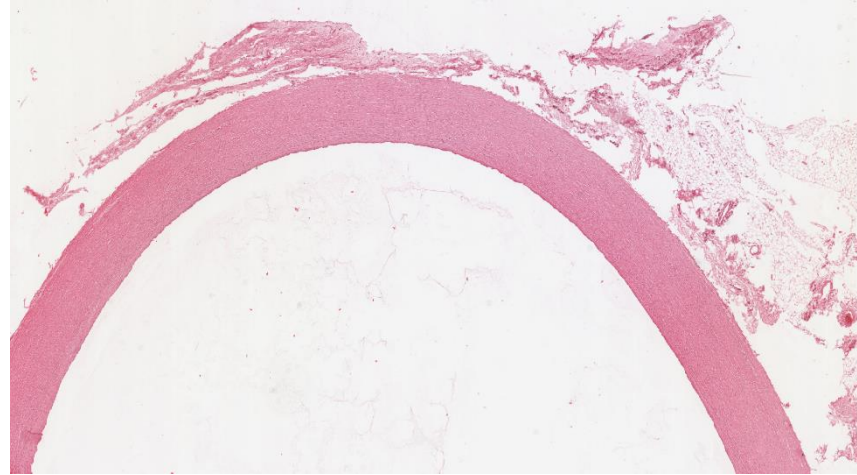


membrana elastica interna

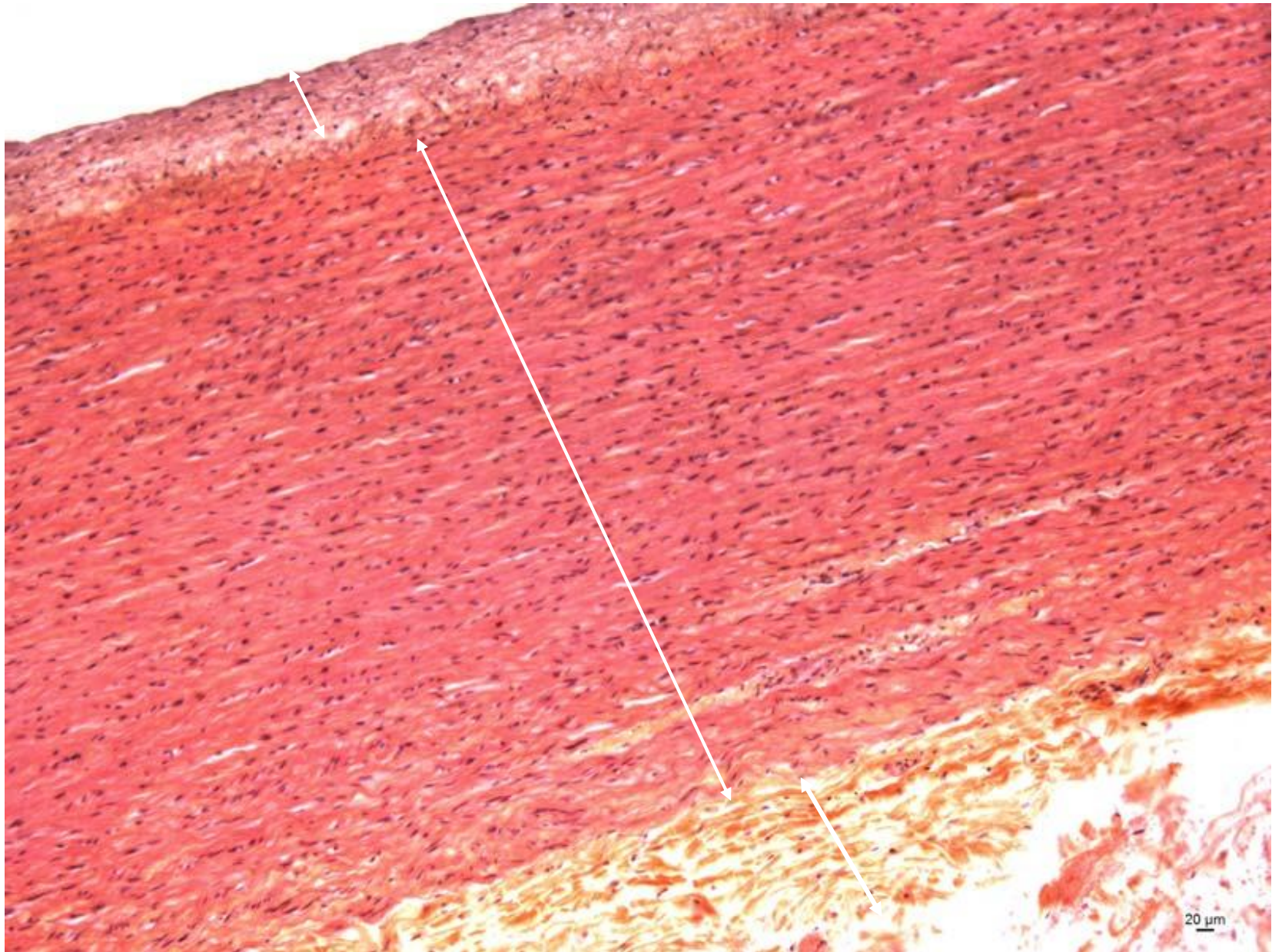


Arterie velkého kalibru (elastické)

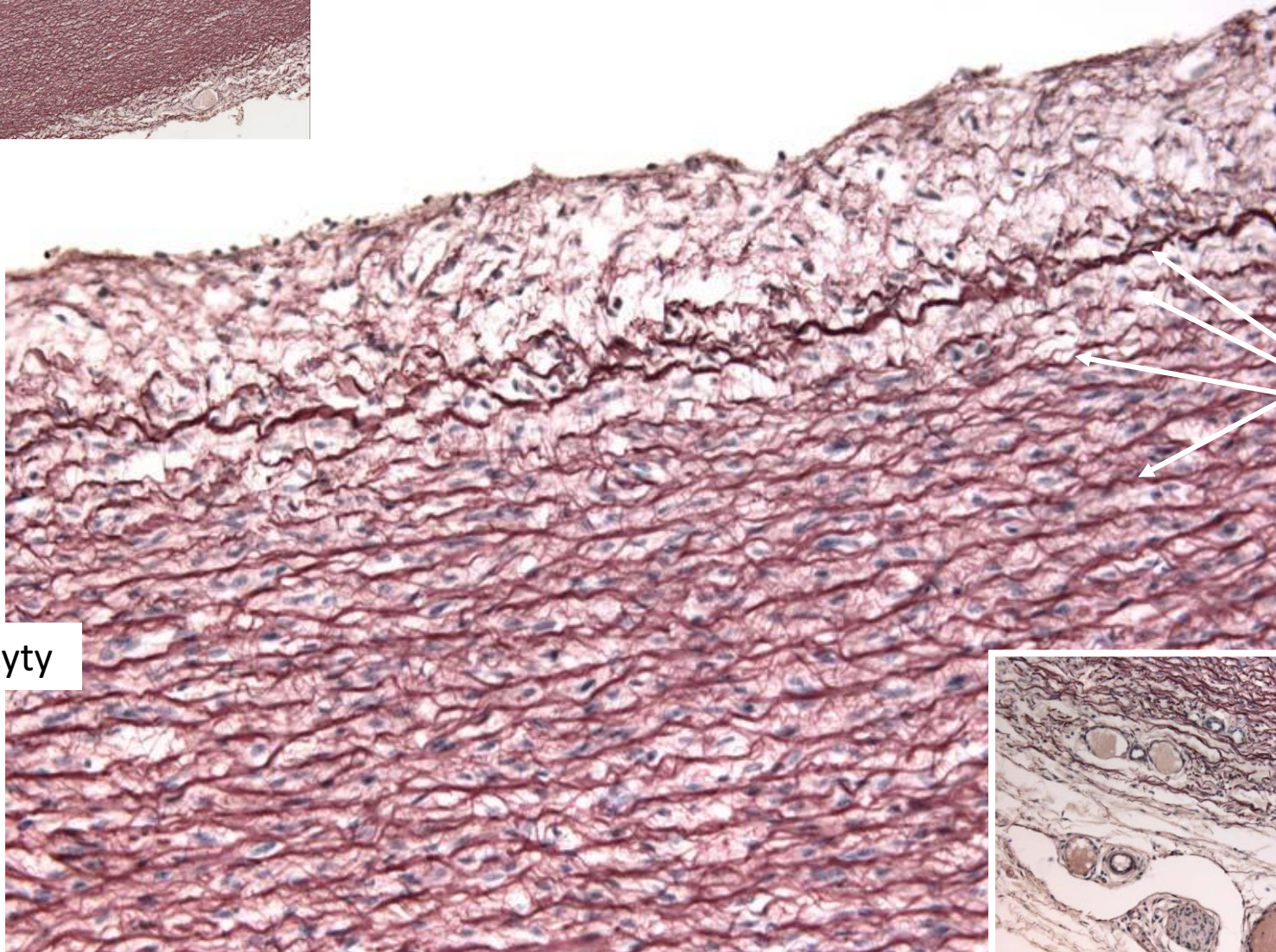
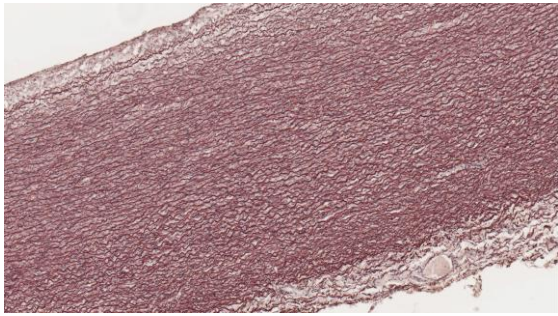
- T. intima – poměrně mohutná
 - endotel
 - subendotelové vazivo – rosolovitě
- T. **media** – nejmohutnější, bohatá na elastická vlákna – **membranae fenestratae**
- T. externa – tenká, longitudinálně orientovaná kolagenní a elastická vlákna, vasa vasorum, nervi vasorum



Aorta – arterie elastického typu

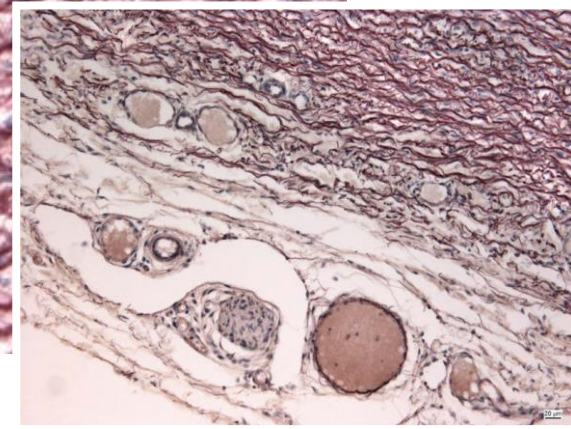


Aorta (orcein)



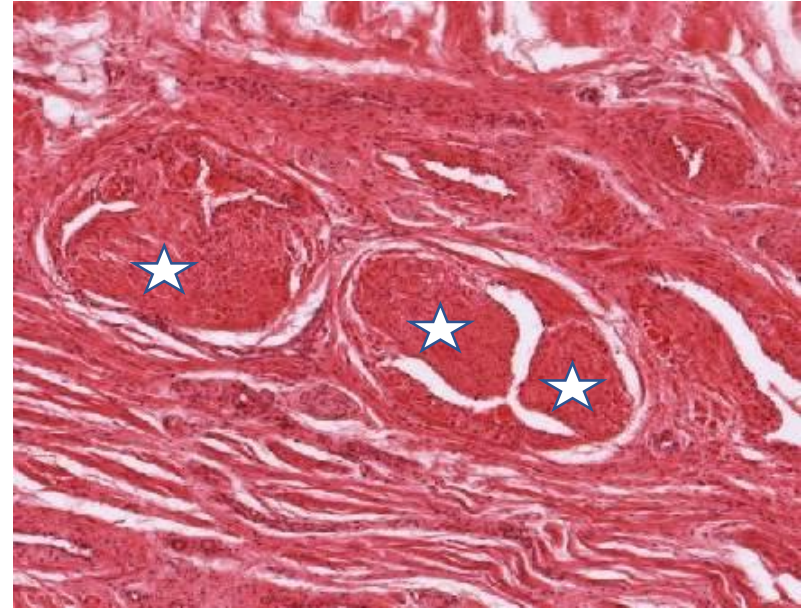
elastické
membrány

leiomyocyty



Arterie uzavíracího typu

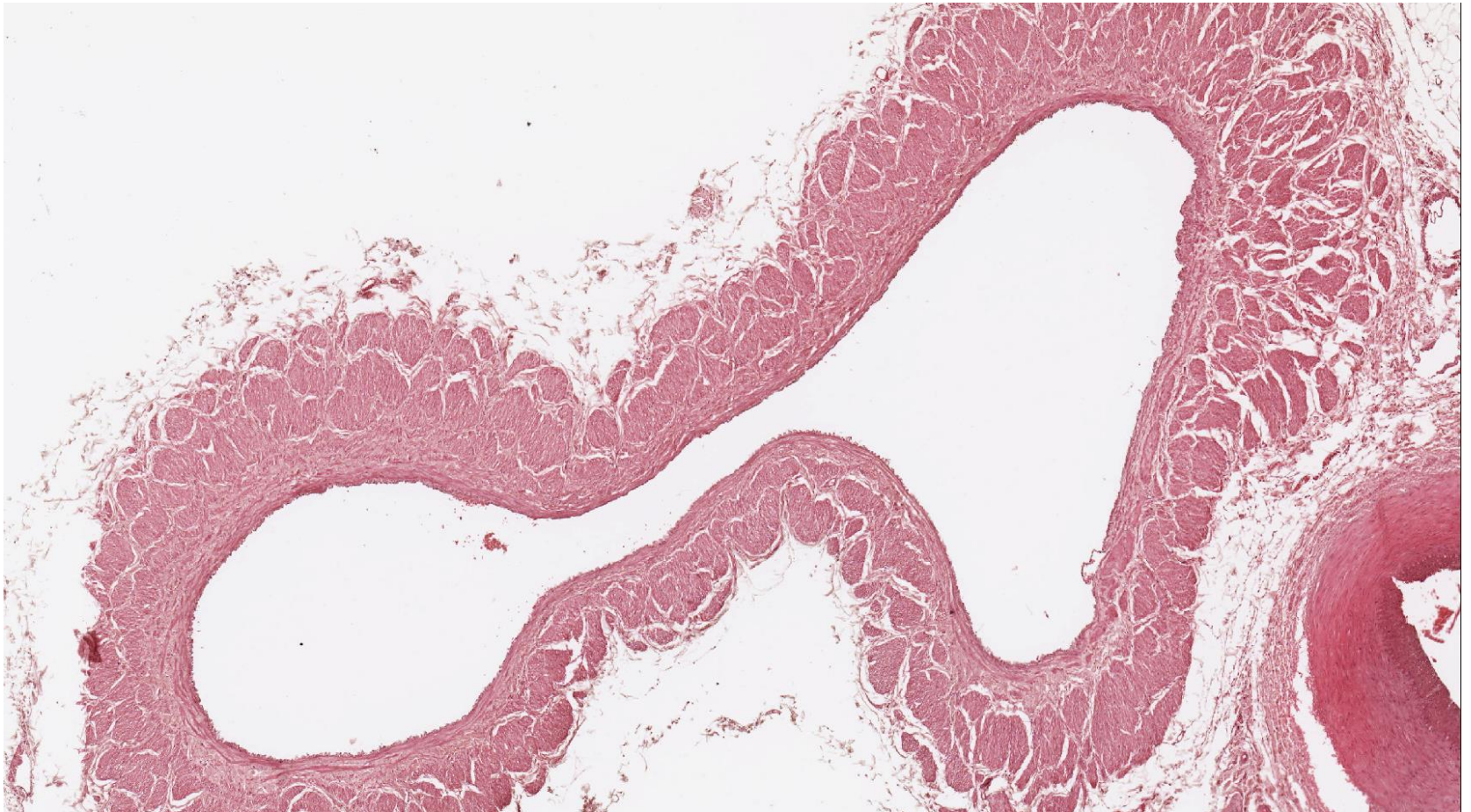
hladké svalové buňky longitudinálně
na **rozhraní** intima-media, vyklenují
intimu dovnitř – funkčně jako
chlopně, regulace průtoku krve



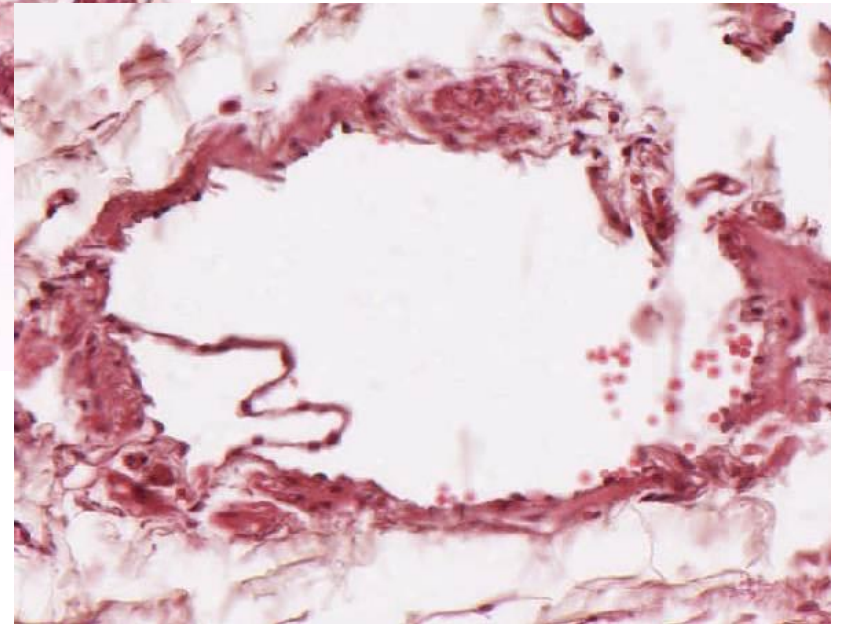
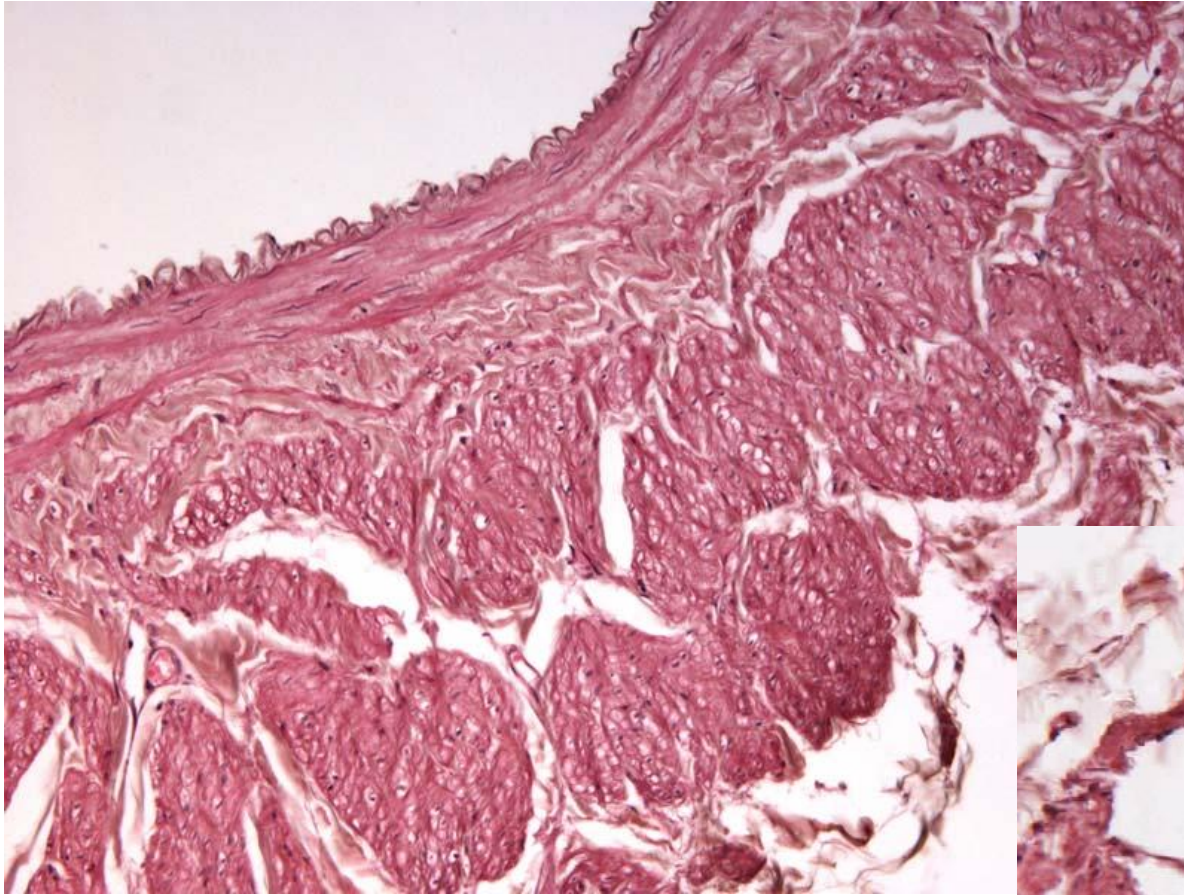
a. dorsalis penis
a. thyroidea..

Vény

- Velké vény
 - Malé a střední vény – 1-9 mm
 - Venuly – 0.2-1 mm
- T. intima a media jsou tenčí, **adventicia** nejtlustší, vrstvy nejsou dobře ohraničeny, ve stěně větší množství kolagenních vláken, žilní chlopně
 - Adventicia velkých vén – navíc obsahuje svazky longitudinálně probíhajících hladkých svalových buněk

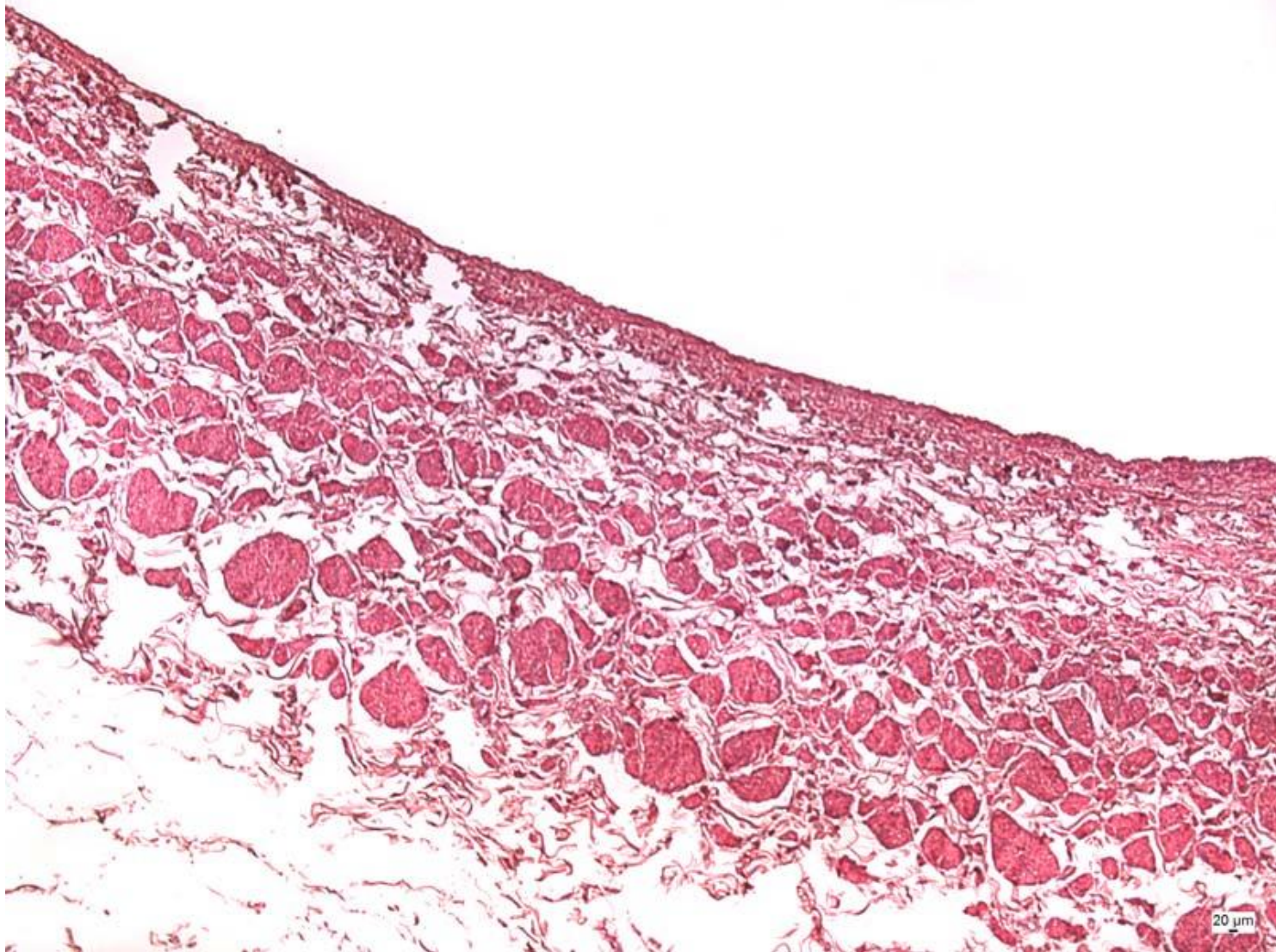


Malé a střední vény



chlopně – derivát intimy, malé a střední vény dolní poloviny těla

Velké vény - vena cava



Děkuji Vám za pozornost.

Případné dotazy: jdumkova@med.muni.cz