

A 3D illustration of a blood vessel in cross-section. The vessel walls are shown in a reddish-brown color. Inside the vessel, numerous red blood cells (erythrocytes) are depicted as biconcave discs, and several white blood cells (leukocytes) are shown as larger, spherical cells with distinct nuclei. The cells are arranged as if they are flowing through the vessel.

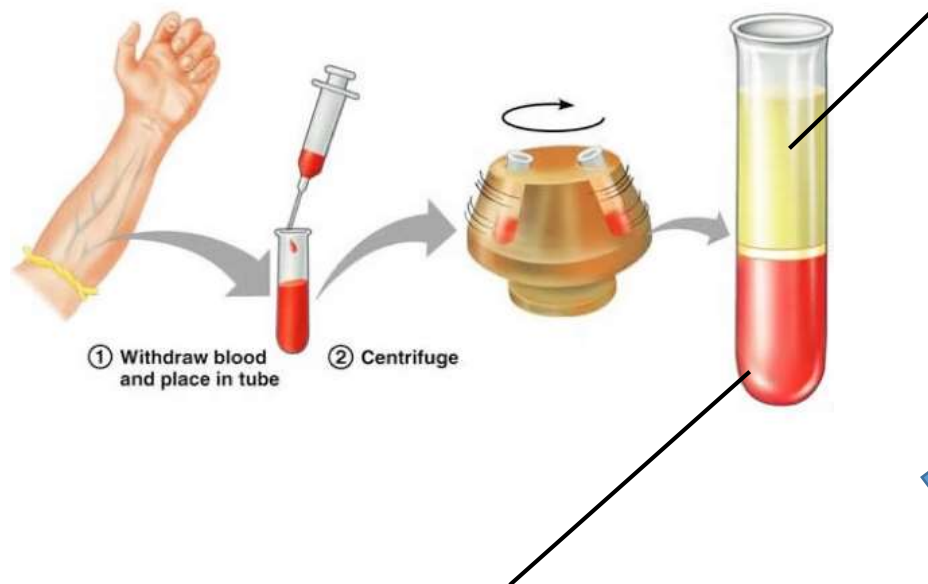
KREV A KRVETVORBA

Petr Vaňhara

Ústav histologie a embryologie LF MU

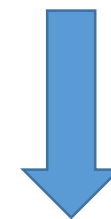
Krev je tělní tekutina

- transportní médium (O_2 , CO_2 , metabolity, hormony, živiny...)
- homeostáza vnitřního prostředí těla (termoregulace, acidobazická rovnováha, onkotický tlak)
- integrita kardiovaskulárního systému (srážecí kaskáda)
- imunitní reakce



plazma

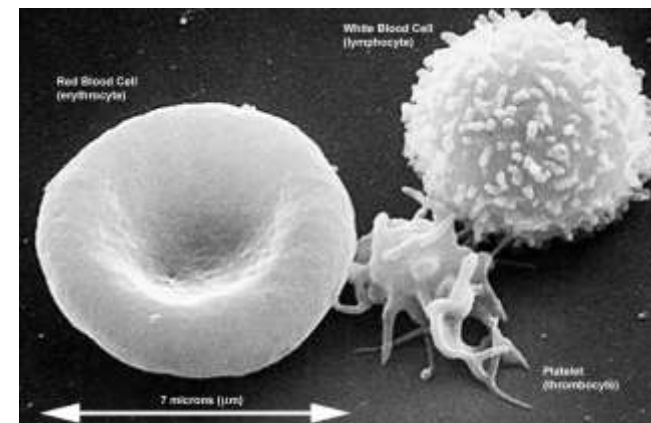
- ionty, proteiny, nízkomolekulární organické látky
- tekutá ECM



Krev lze považovat za trofickou pojivovou tkáň

formované krevní elementy – krvinky

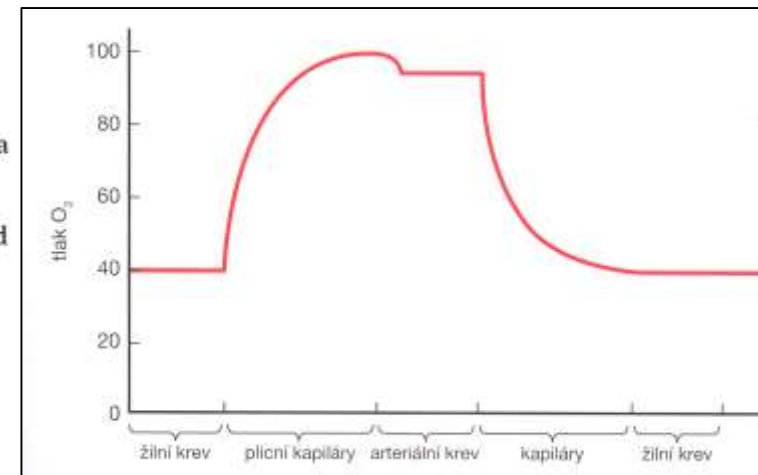
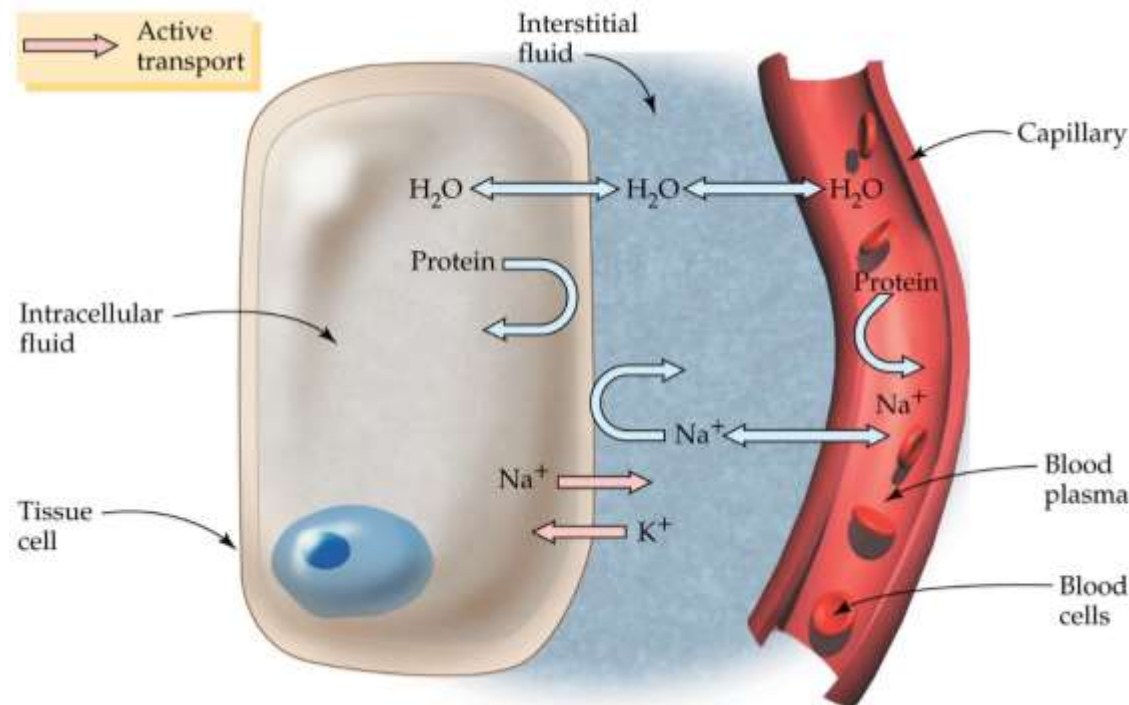
- erytrocyty
- leukocyty
- trombocyty



KREVŇÍ PLAZMA A TKÁŇOVÝ MOK

plazma

- 2,8-3,5 l
- pH 7.4 (\pm 0.05)
- ~ 92% voda
- ~ 1% **ionty** (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^-), **nízkomolekulární organické látky** (glukóza, aminokyseliny, cholesterol, lipidy, odpadní produkty), **dýchací plyny**
- ~ 7% **proteiny** (albuminy, globuliny, fibrinogen)



IONTY A MALÉ MOLEKULY KREVŇÍ PLAZMY (~1%)

- ~ 1% **ionty** (Na, K⁺, Ca⁺, Mg⁺, Cl⁻, HCO₃⁻), **nízkomolekulární organické látky** (glukóza, aminokyseliny, cholesterol, lipidy, odpadní produkty), **dýchací plyny**

	Sodík	136–148 mmol/l	Osmotický tlak, objem, pH
	Draslík	3,7–5,0 mmol/l	Membránový potenciál buněk (nervové, svalové)
Kationty	Vápník	2,15–2,61 mmol/l	Permeabilita membrán, srážení krve, nervosvalový přenos
	Hořčík	0,66–0,94 mmol/l	Kofaktor enzymů, nervové přenosy
	Železo ♂	12–27 μmol/l	Kofaktor enzymů, součást hemu v hemoglobinu
	Železo ♀	10–24 μmol/l	
	Měď	12–22 μmol/l	Kofaktor enzymů
	Chloridy	95–110 mmol/l	Osmotický tlak, objem, pH
Anionty	Hydrogenuhličitan [HCO ₃] ⁻	22–26 mmol/l	Transport CO ₂ , pufr - pH
	P _i	0,6–1,4 mmol/l	Pufr - pH
	Jód	276–630 μmol/l	Hormony štítné žlázy

IONTY A MALÉ MOLEKULY KREVŇÍ PLAZMY (~1%)

- ~ 1% **ionty** (Na, K⁺, Ca⁺, Mg⁺, Cl⁻, HCO₃⁻), **nízkomolekulární organické látky** (glukóza, aminokyseliny, cholesterol, lipidy, odpadní produkty), **dýchací plyny**

Glukóza	3,3–6,1 mmol/l
Aminokyseliny	2,3–3,9 mmol/l
Močovina	3,0–7,6 mmol/l
Lipidy	4–9 g/l
Triacylglyceroly	0,5–1,8 mmol/l
Fosfolipidy	1,8–2,5 g/l
Kreatinin	55–110 μmol/l
Cholesterol (celkový)	3,5–5,2 mmol/l
Bilirubin	3,3–18,0 μmol/l
Laktát	0,55–2,22 mmol/l

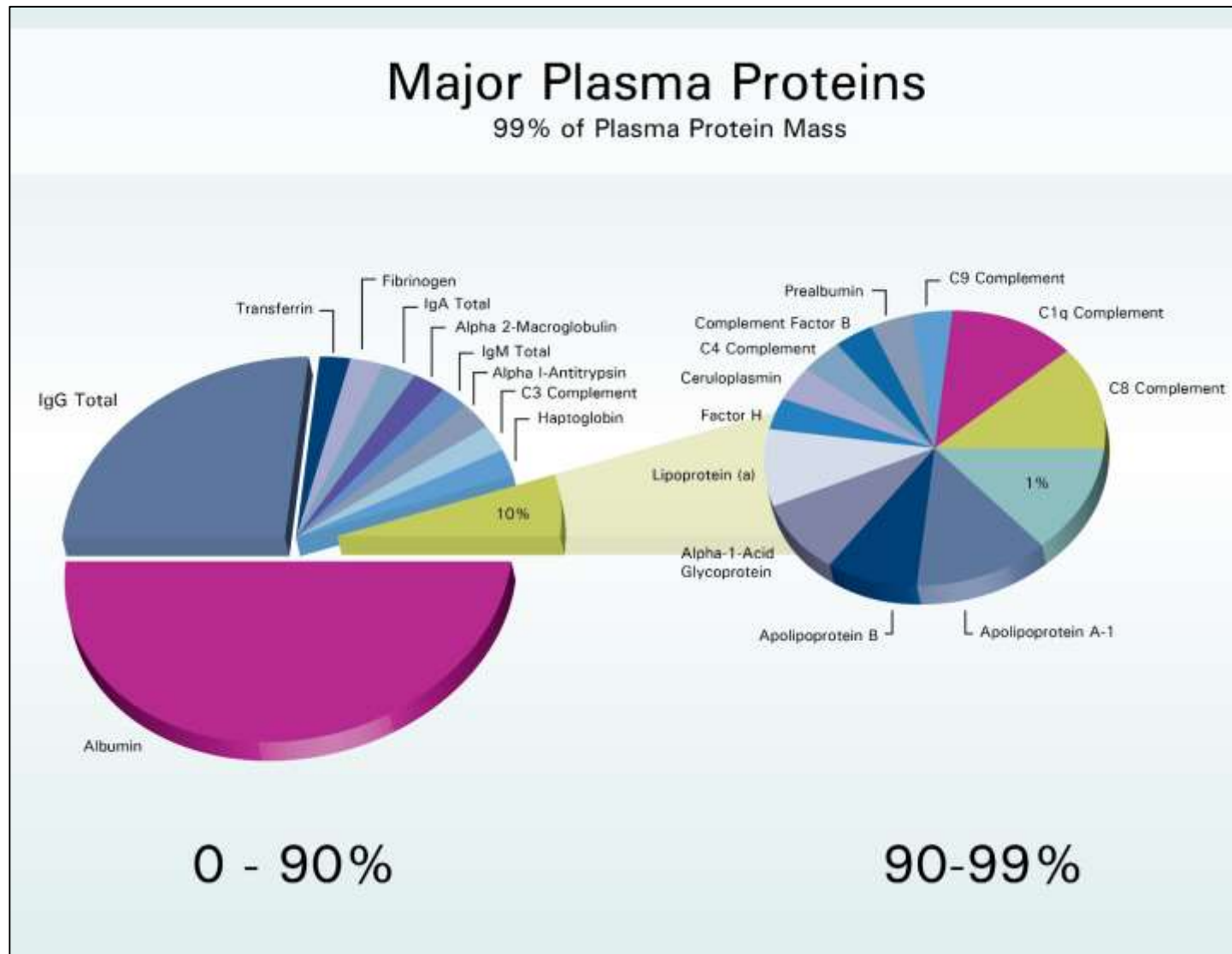


SLOŽENÍ KREVŇÍ PLAZMY JE VELMI STÁLÉ

- je regulované v úzkém rozmezí → zásadní pro klinickou medicínu

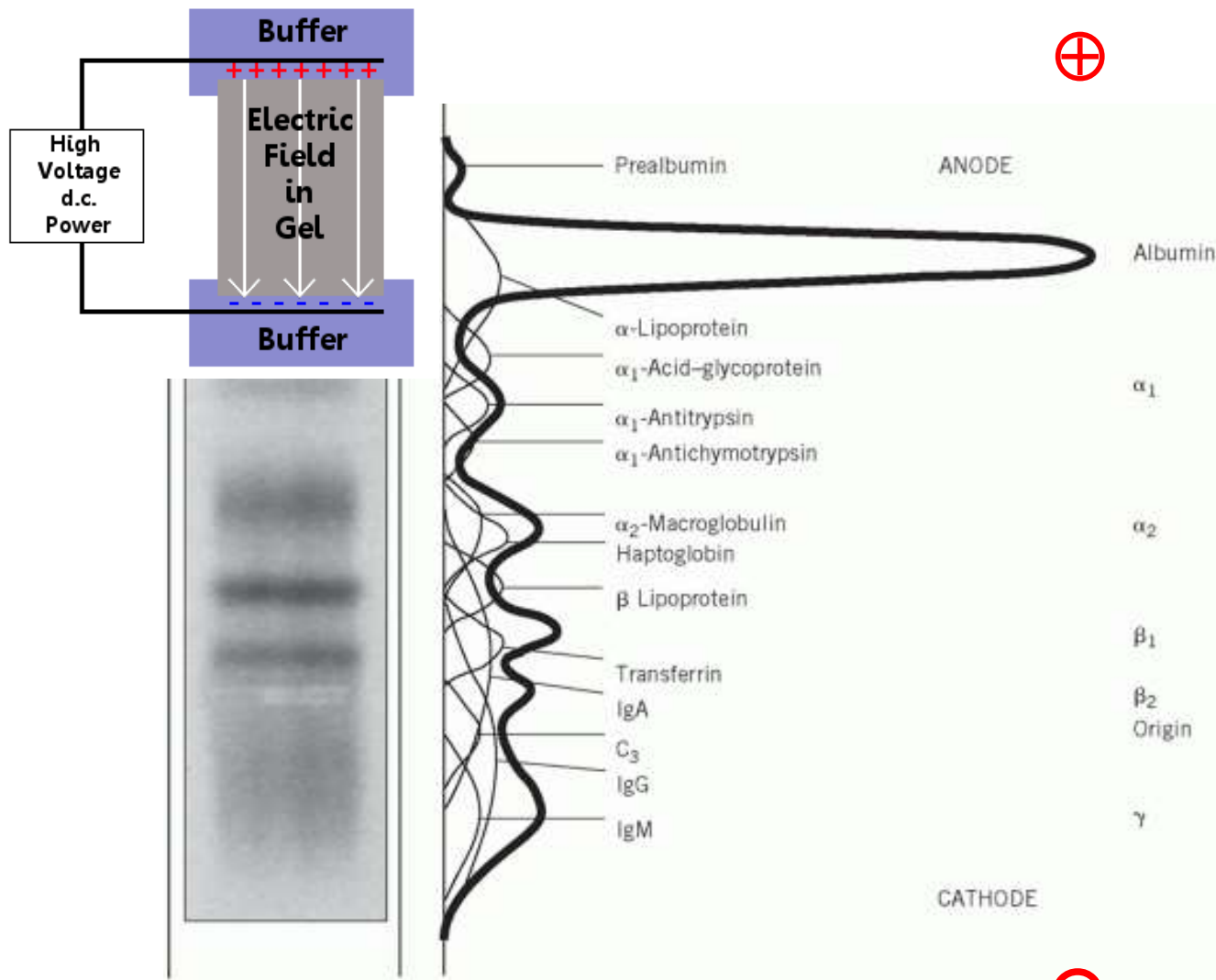
PROTEINY KREVŇÍ PLAZMY (7%)

- osmotický tlak krve
- transport
- koagulace
- imunitní odpověď
- regulační proteiny



PROTEINY KREVŇÍ PLAZMY (7%)

- **prealbumin**
 - transport
- **albumin**
 - 68kDa
 - transport
 - osmotický tlak
- **α_1 oblast**
 - α_1 lipoprotein (HDL)
 - α_1 kyselý glykoprotein
 - α_1 antitrypsin (α_1 fetoprotein)
- **α_2 oblast**
 - α_2 makroglobulin
 - haptoglobin
- **β_1 oblast**
 - transferrin
 - hemopexin
- **β_2 oblast**
 - β lipoprotein (LDL)
 - C4 (komplement)
- **β oblast**
 - CRP
 - fibrinogen
 - β_2 mikroglobulin
 - C3 (komplement)
- **γ oblast**
 - IgA, IgG, IgM

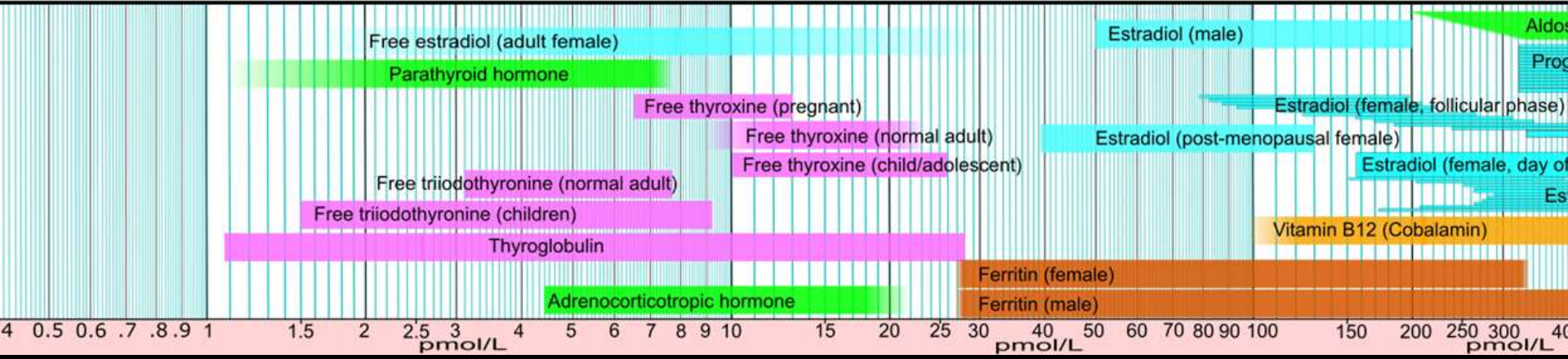
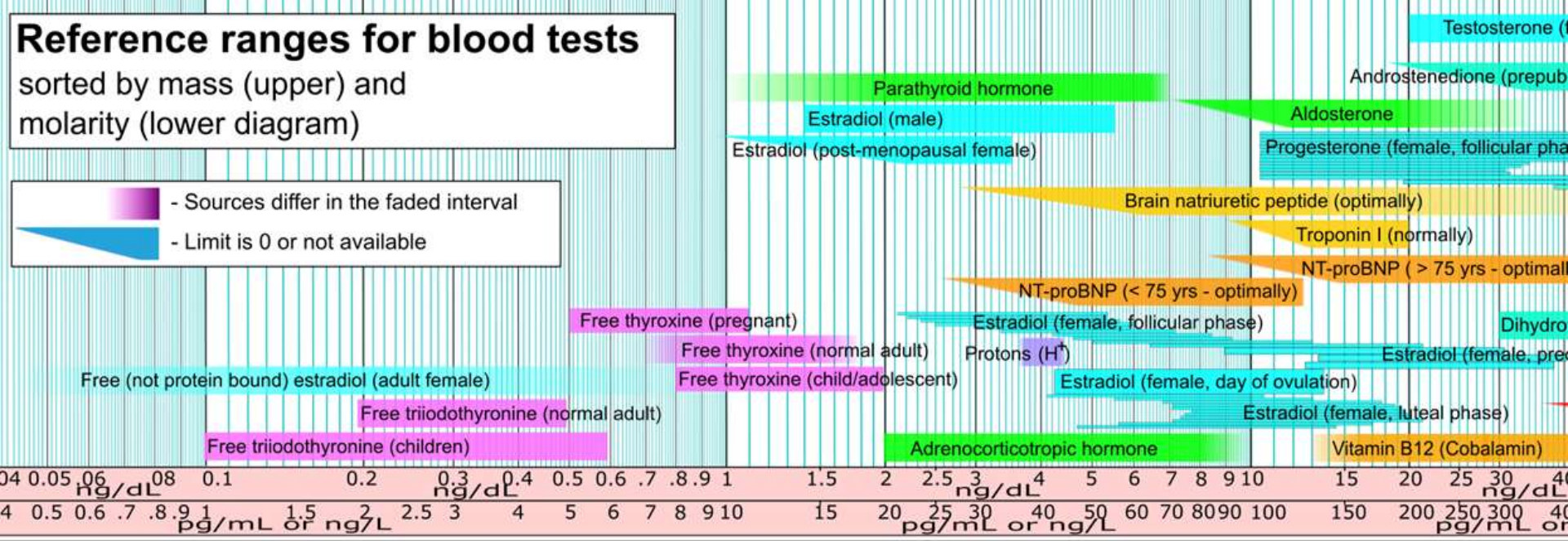


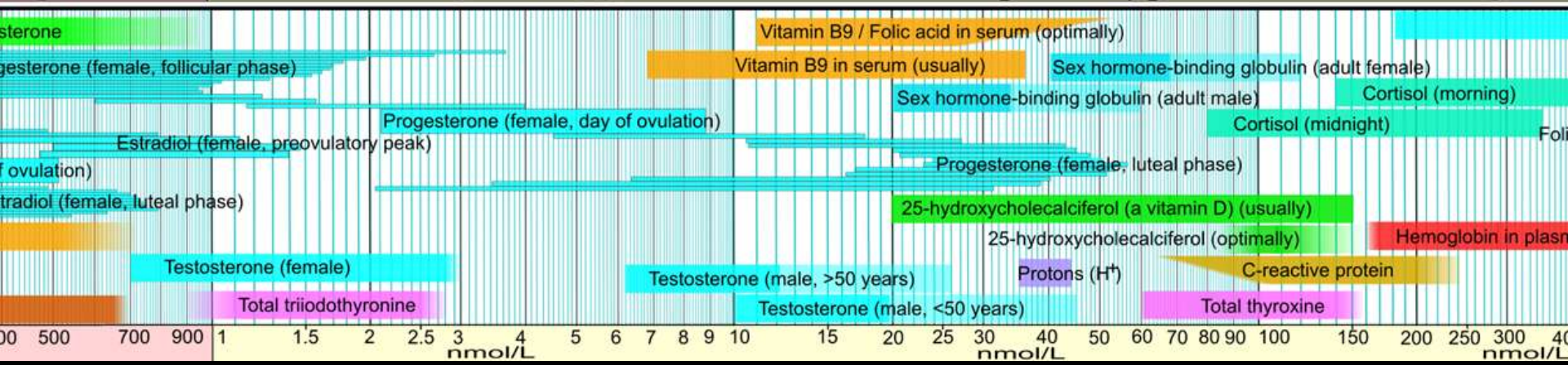
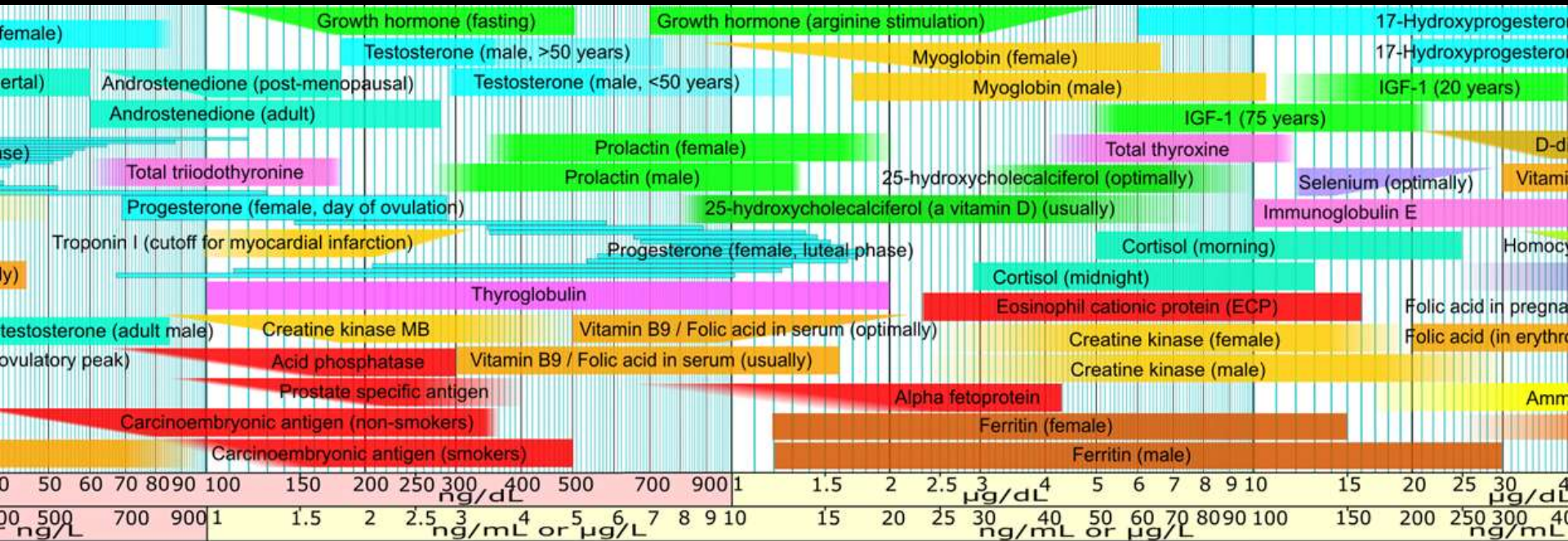
Electrophoretic separation of serum proteins
A. Electrophoretogram of normal serum on cellulose acetate strip
B. Densitometric scanning from cellulose acetate strip converts bands to characteristic peaks of albumin, α_1 -globulin, α_2 -globulin, β -globulin and γ -globulin

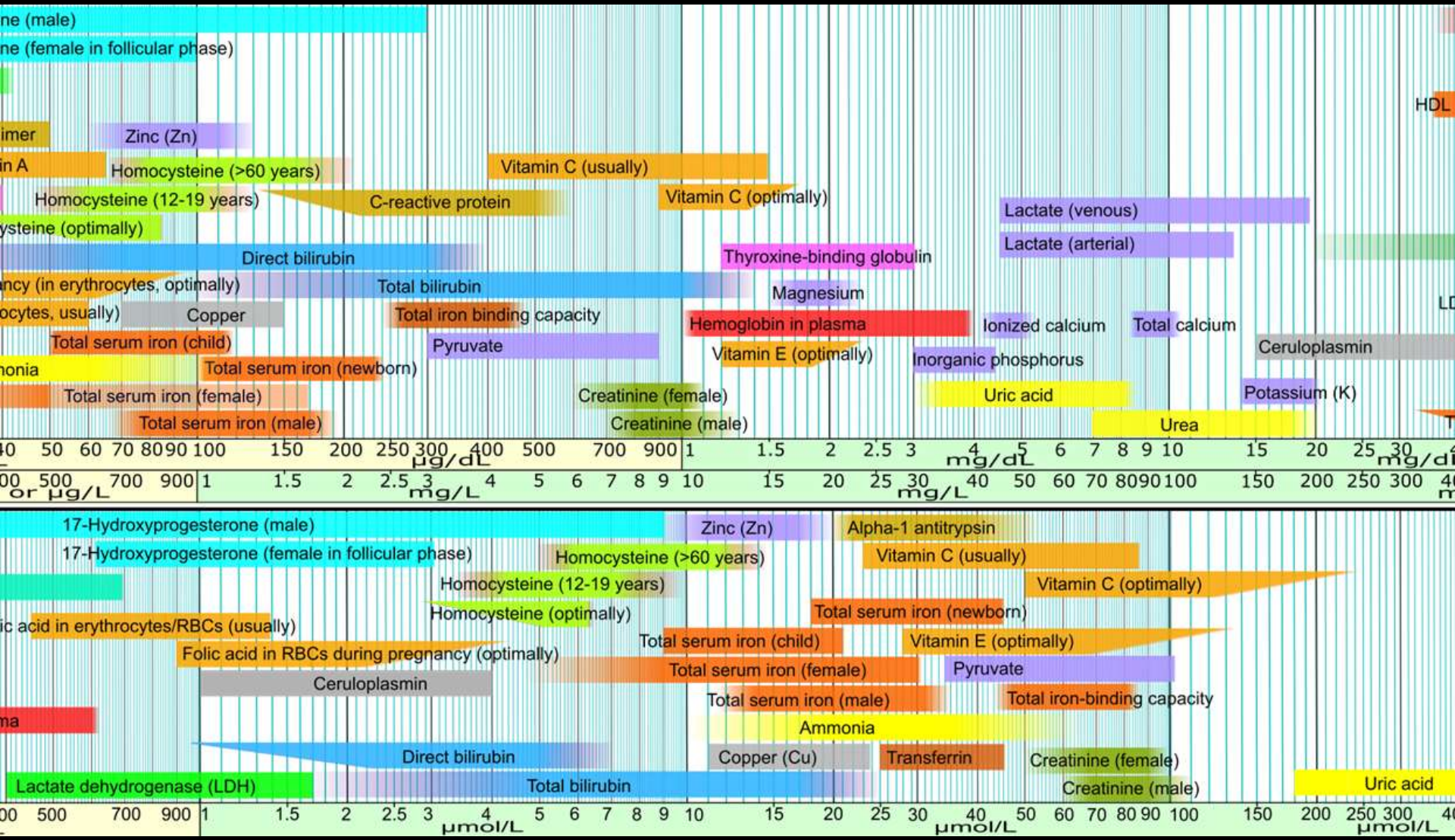
Reference ranges for blood tests

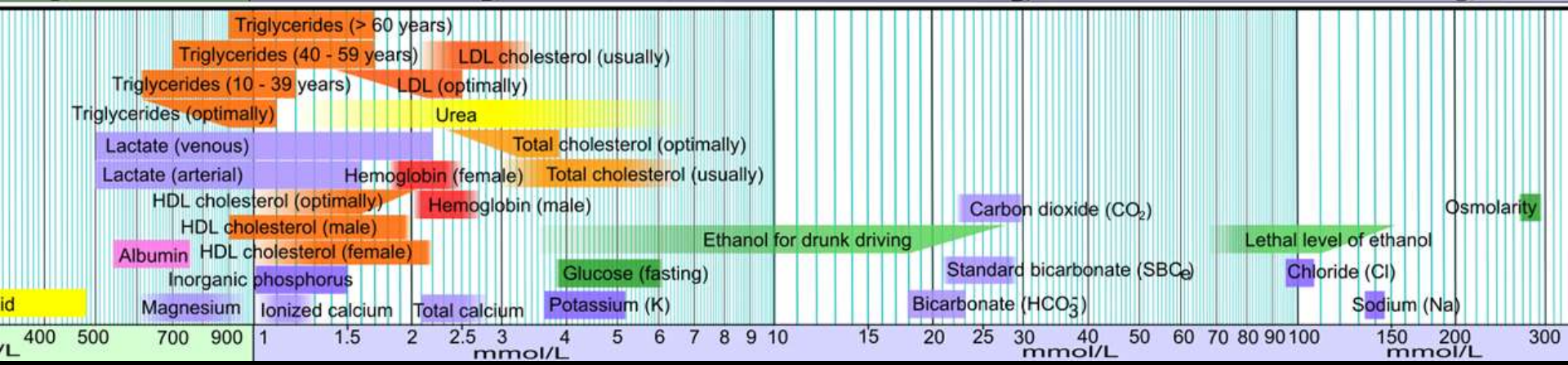
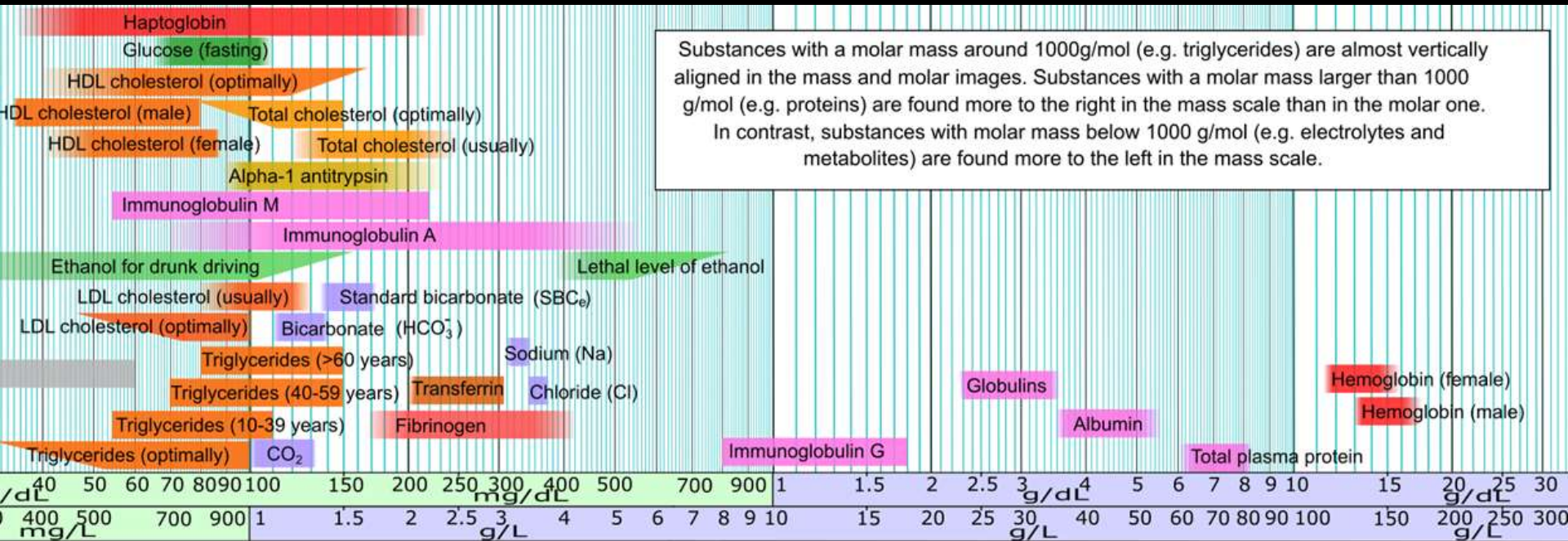
sorted by mass (upper) and molarity (lower diagram)

- Sources differ in the faded interval
- Limit is 0 or not available



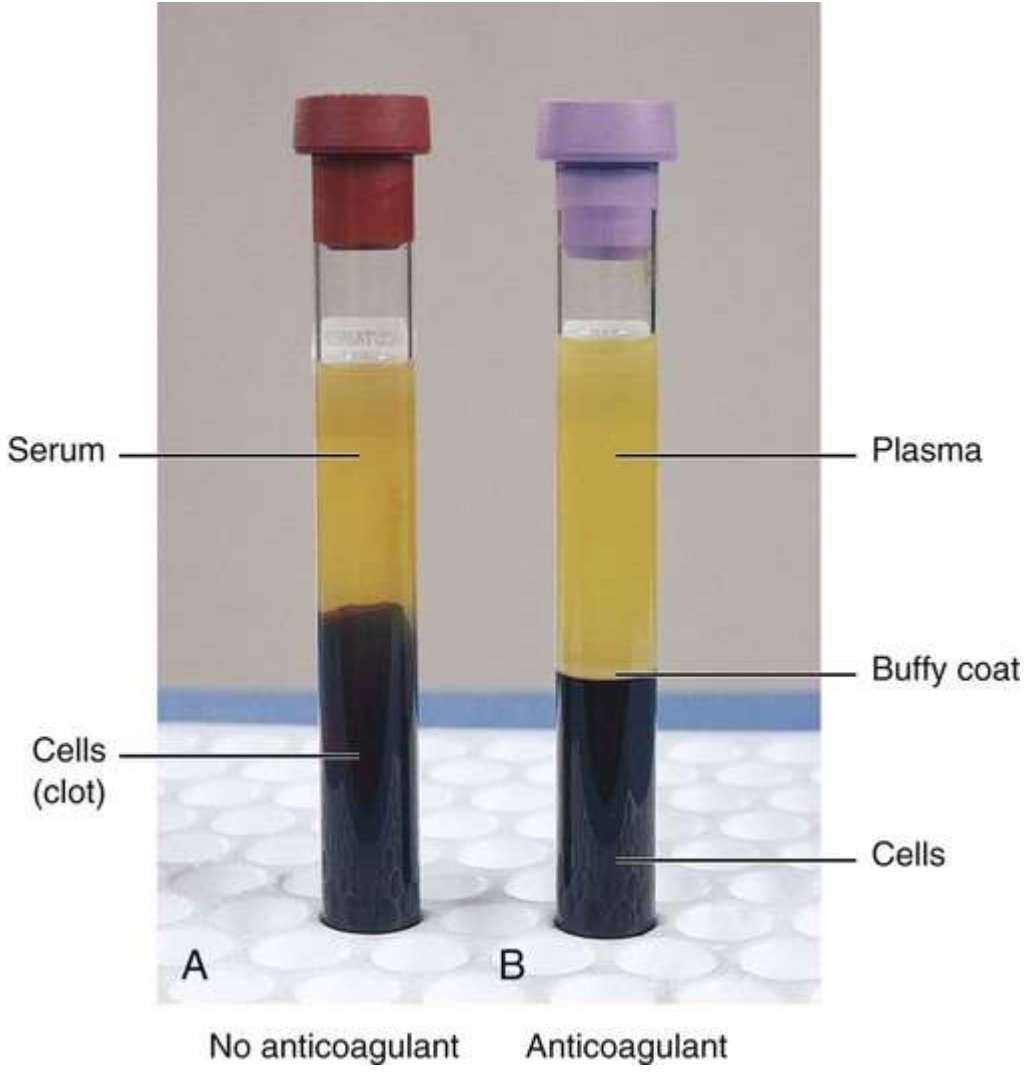




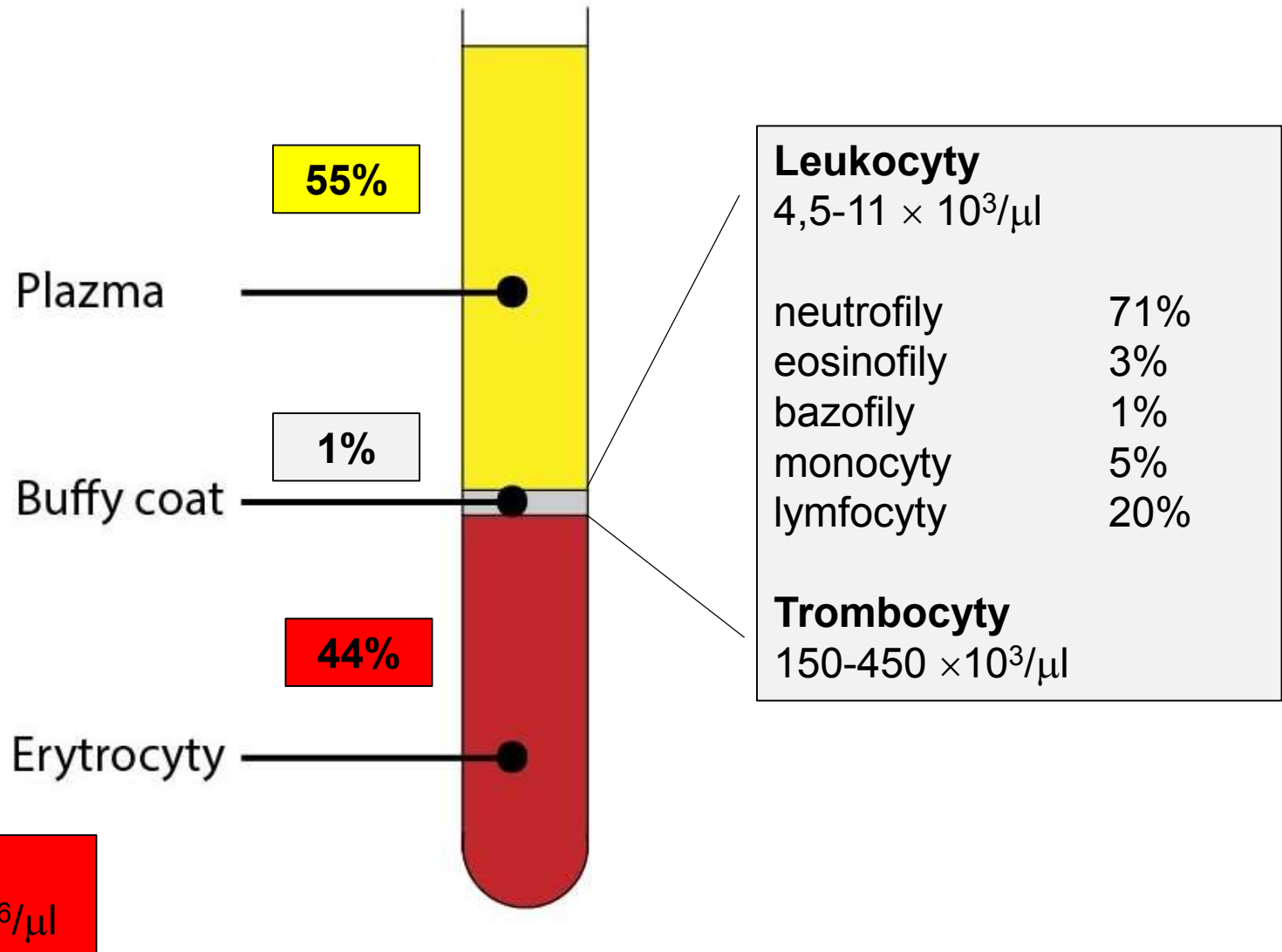


KREVNÍ PLAZMA A SÉRUM

- sérum ≠ plazma



FORMOVANÉ KREVŇÍ ELEMENTY



HEMATOKRIT

Podíl objemu erytrocytů a objemu plné krve

Erytrocyty
 $4,2-6,2 \times 10^6/\mu\text{l}$

HEMATOKRIT



47±5%

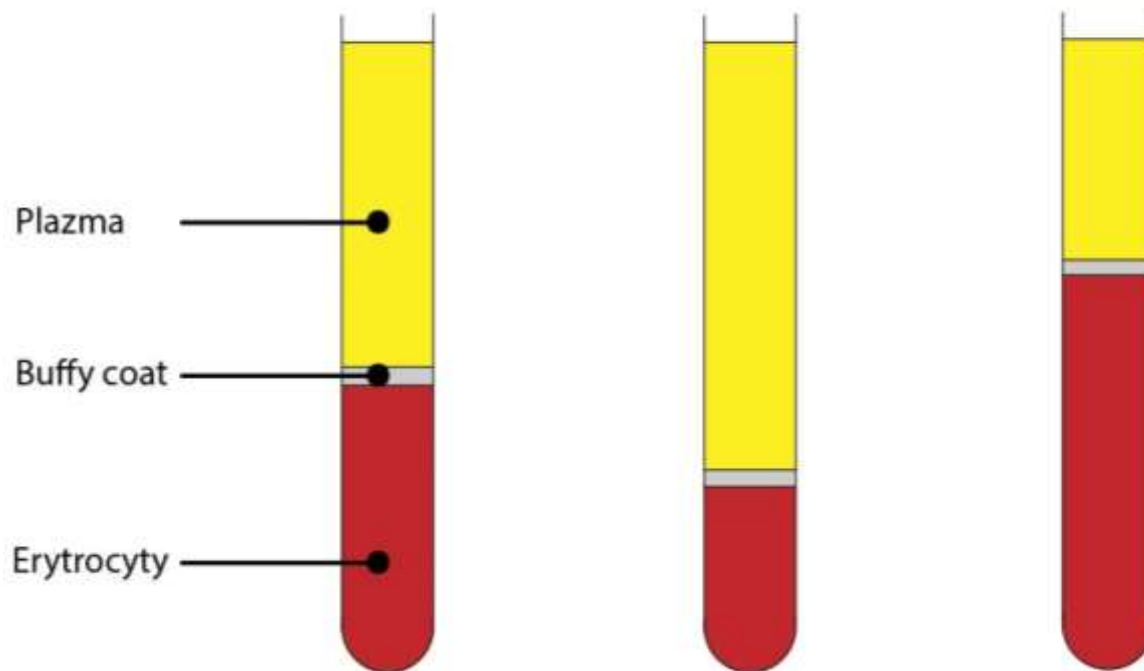


42±4%

Norma

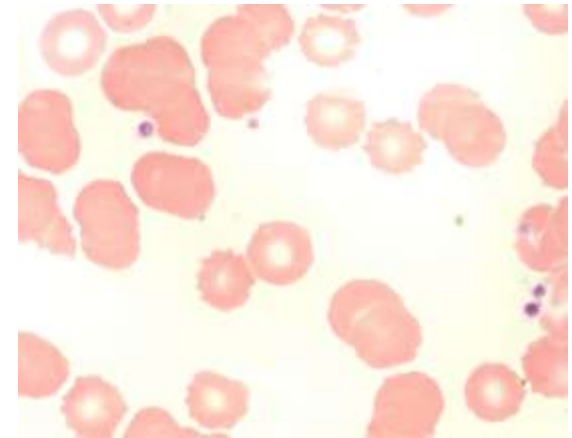
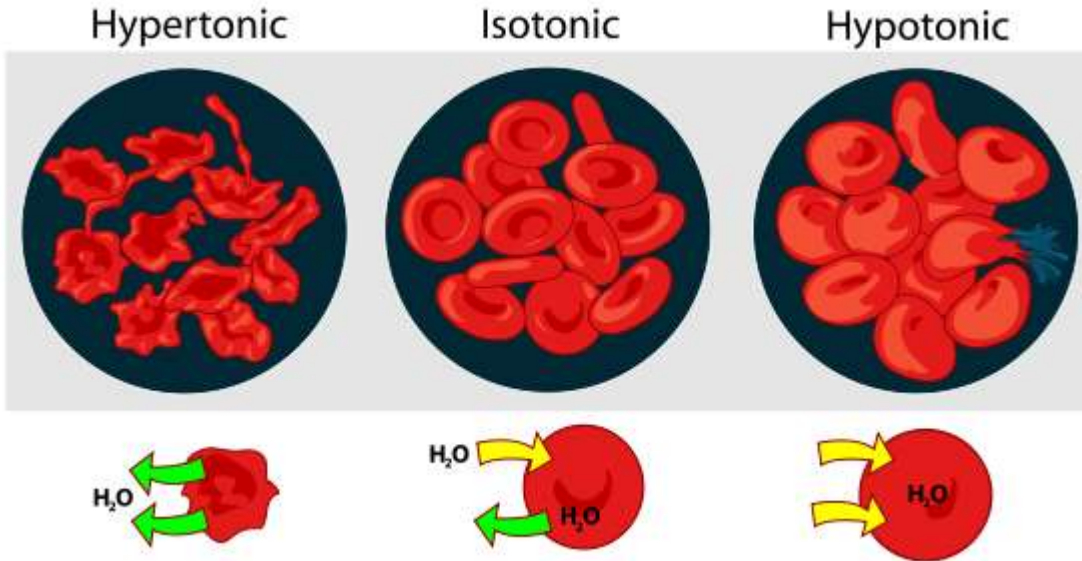
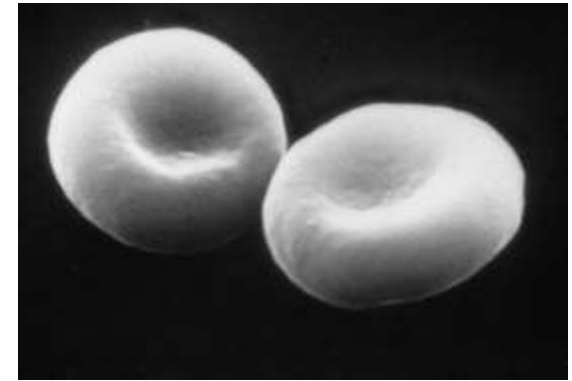
Anémie

Polycytémie



ERYTROCYTY

Velikost je závislá na osmotickém tlaku prostředí

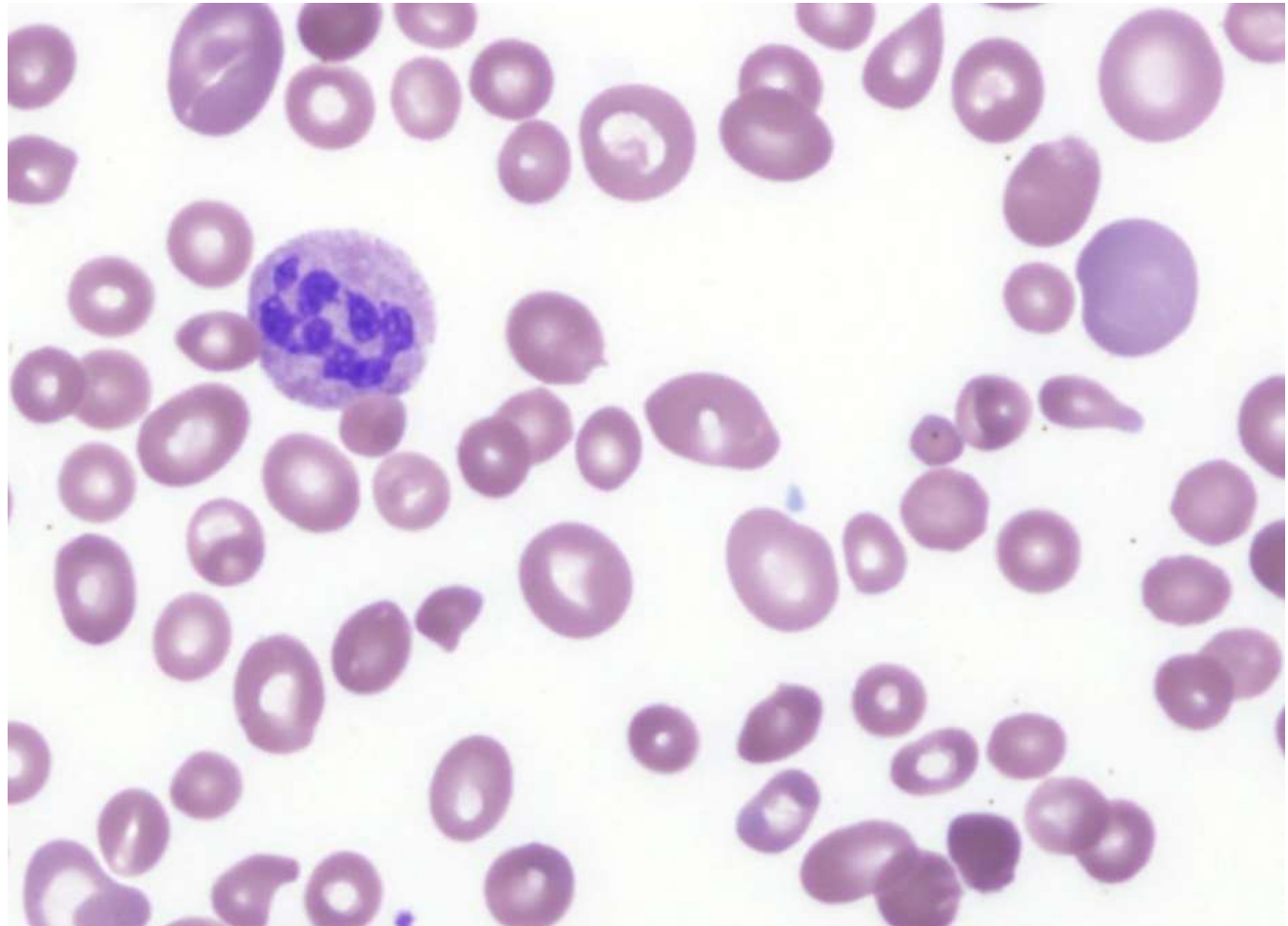


ERYTROCYTY

Odchylky od běžné velikosti

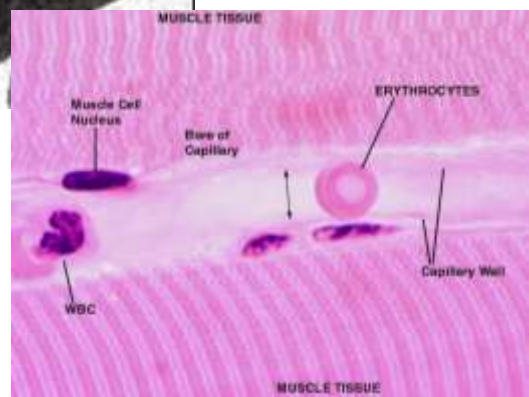
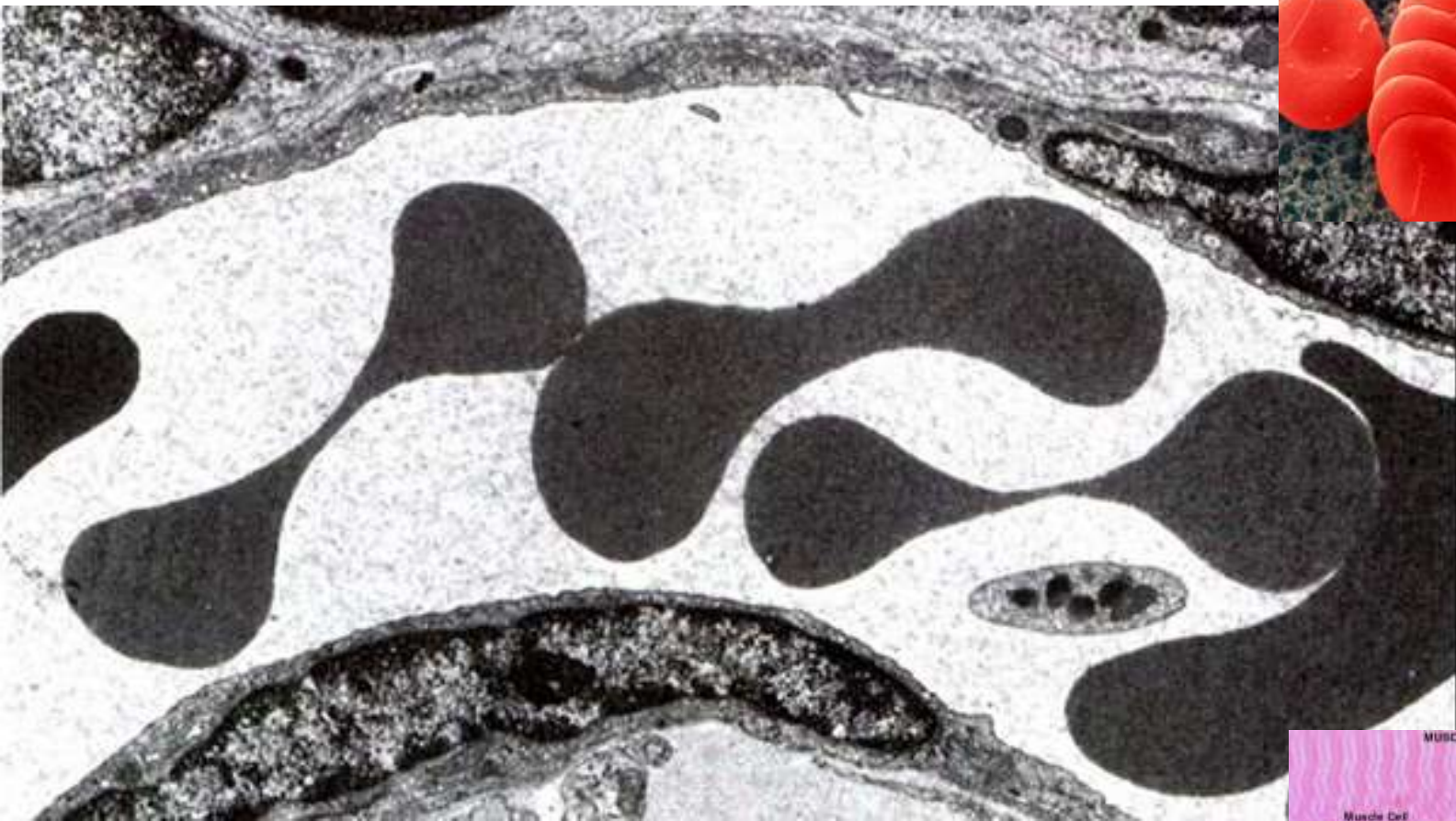
- **anisocytóza**

- makrocyty ($>9 \mu\text{m}$)
- mikrocyty ($<6 \mu\text{m}$)



ERYTHROCYTY

Tvar erythrocytu umožňuje značnou flexibilitu



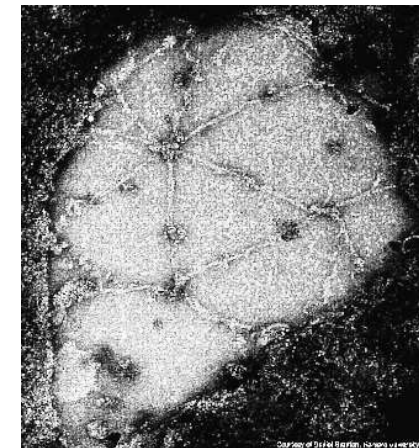
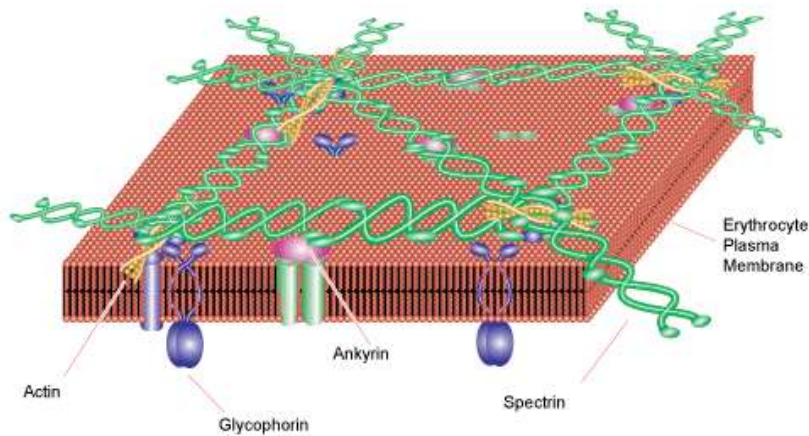
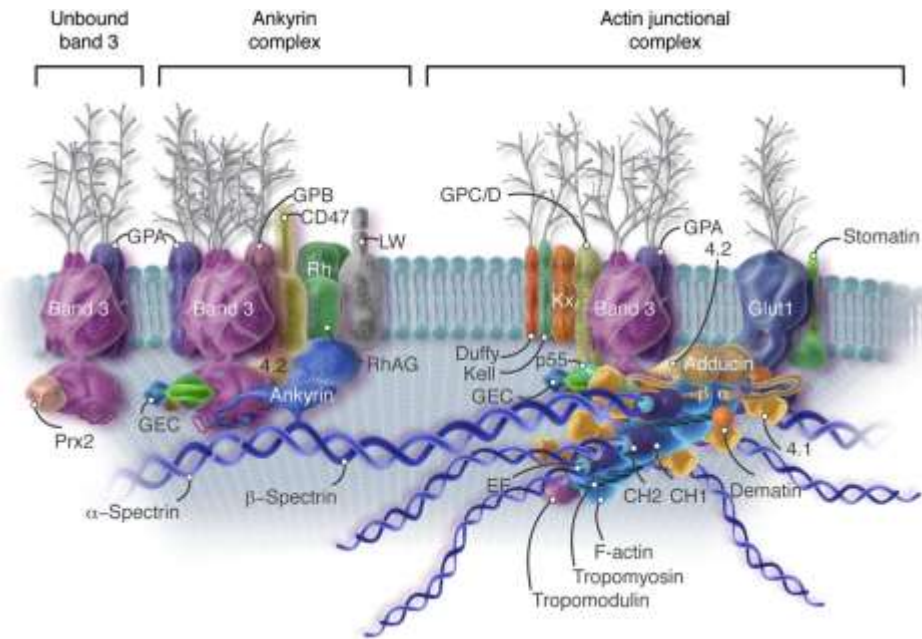
ERYTHROCYTY

Tvar erythrocytů

- **integrální proteiny**
 - band 3, glykoprotein A (iontové transportéry)
- **spektrin**
- **ankyryn**

- **aktin a s aktinem asociované proteiny**
 - tropomodulin, tropomyosin

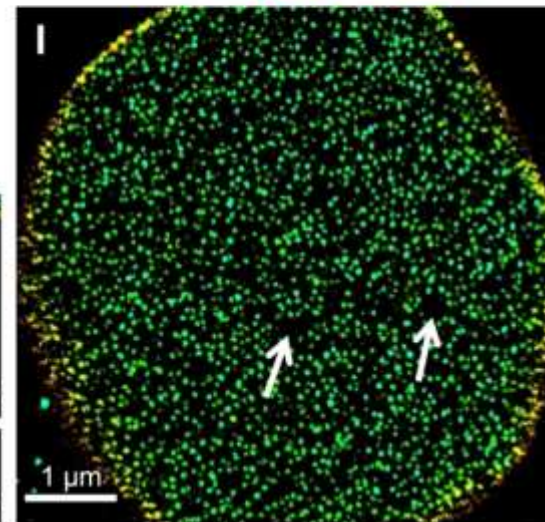
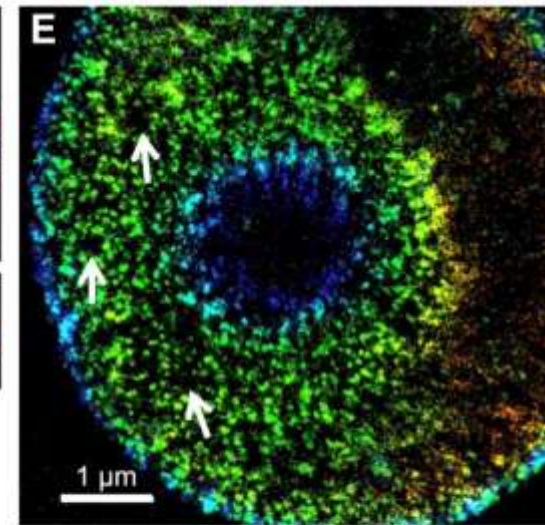
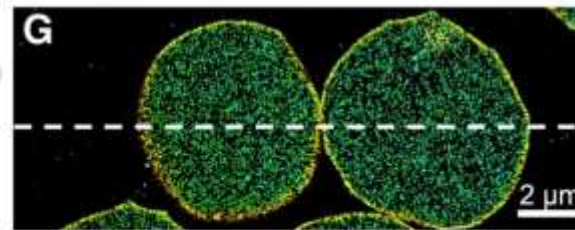
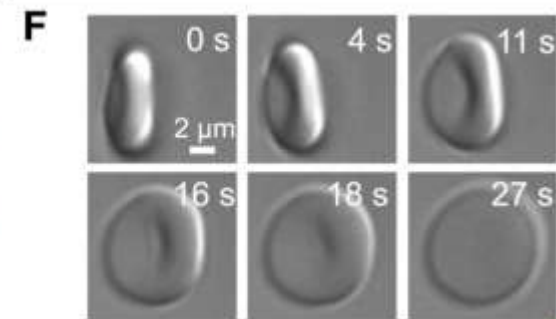
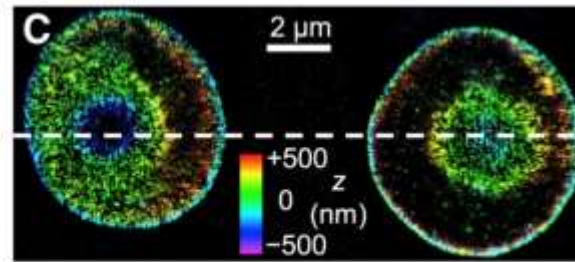
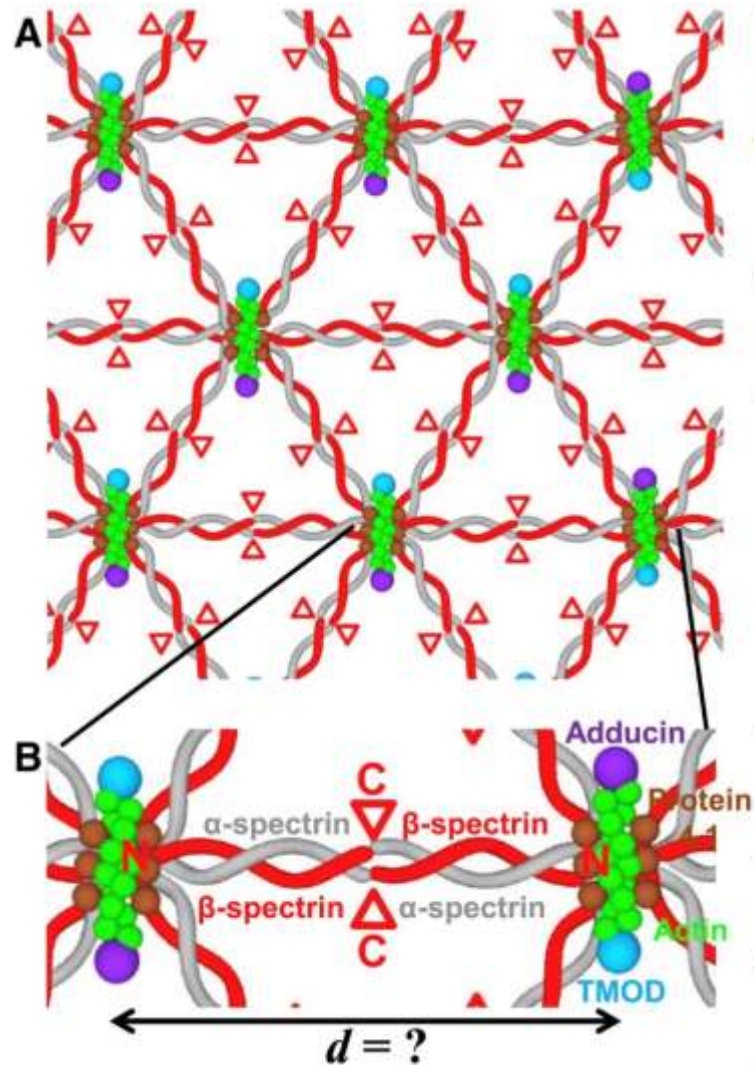
- **hemoglobin**



ERYTHROCYTY

Super-Resolution Microscopy for the Cytoskeleton of Membrane-Preserved Erythrocytes

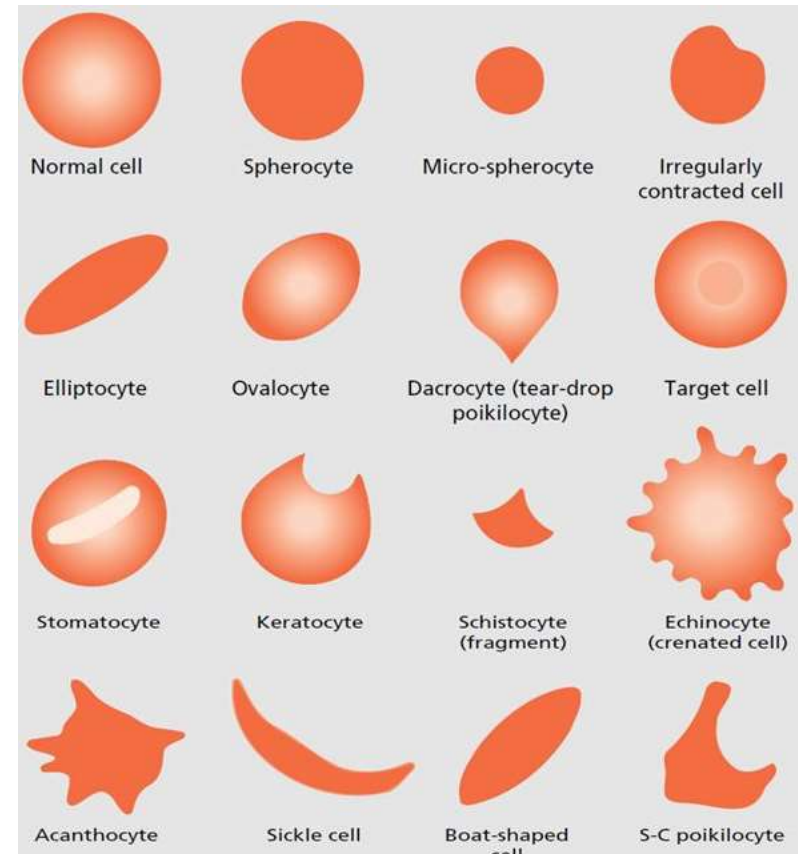
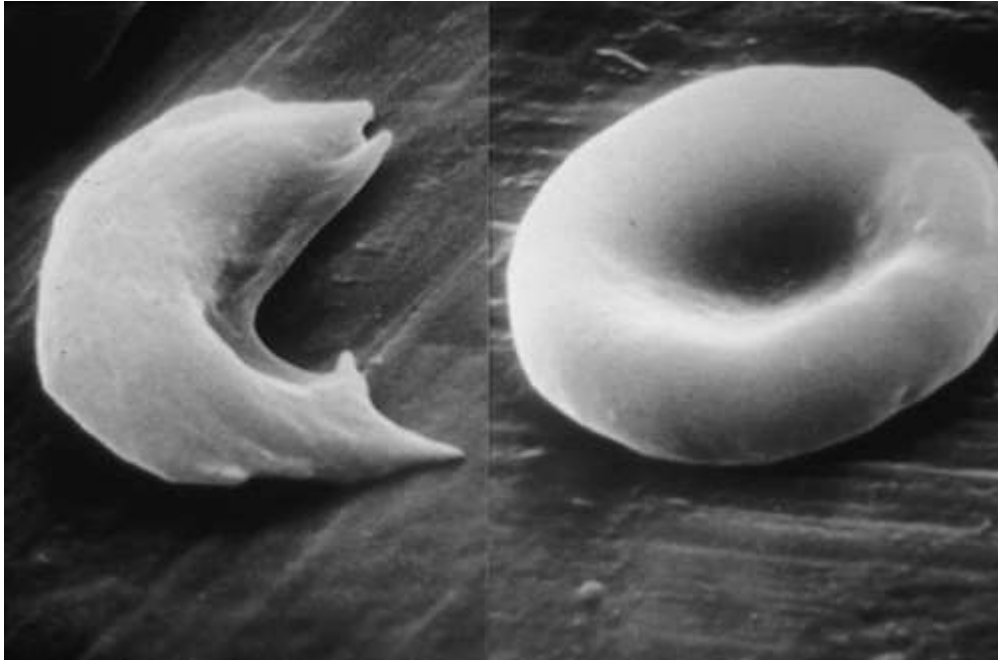
doi: 10.1016/j.celrep.2017.12.107.



ERYTROCYTY

Odchylky od běžného bikonkávního tvaru

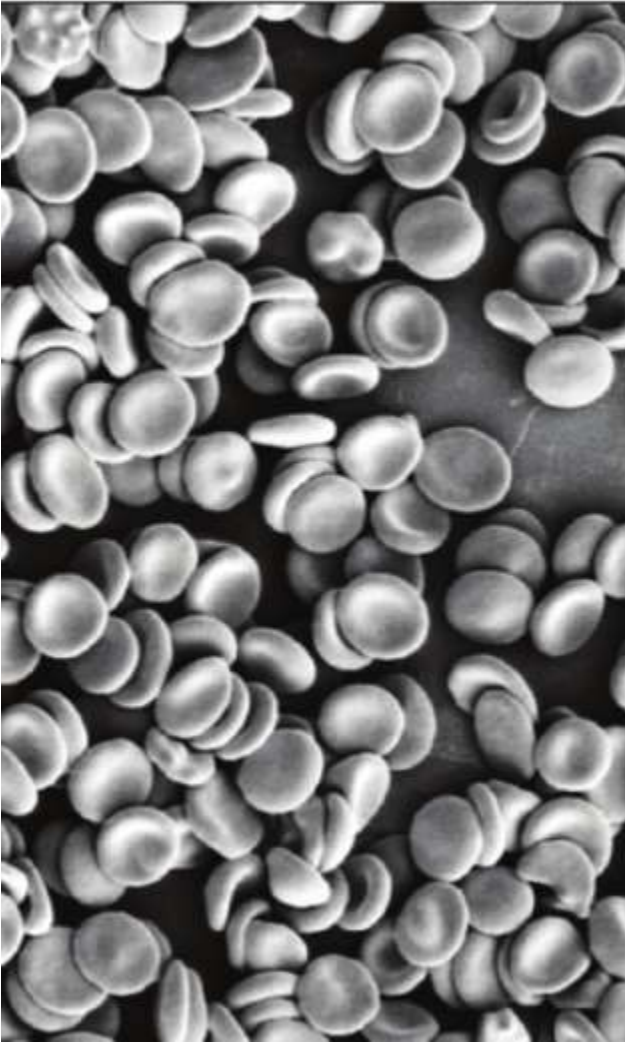
- **poikilocytóza**
 - **akantocyty** (nepravidelné trnovité výběžky membrány)
 - **kodocyty** („pneumatika“)
 - **echinocyty** (trnovité výběžky na celém povrchu)
 - **eliptocyty** (eliptický tvar)
 - **sferocyty** (kulovitý tvar)
 - **stomatocyty** (chybějící části membrány nebo jiné nepravidelnosti)
 - **drepanocyty** (srpkovitý tvar)
 - **dakrocyty** (kapkovitý tvar)



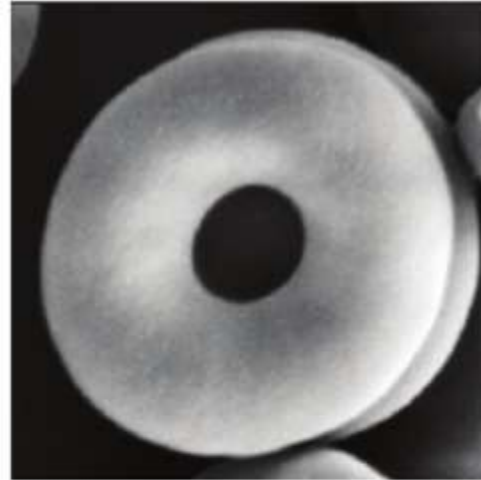
ERYTROCITY

Odchyly od běžného bikonkávního tvaru

Normální



Kodocyt

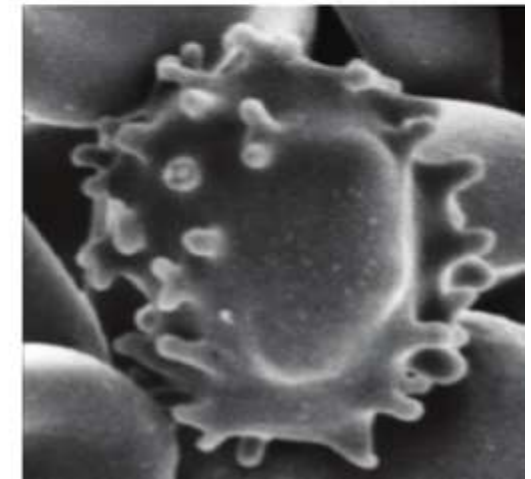
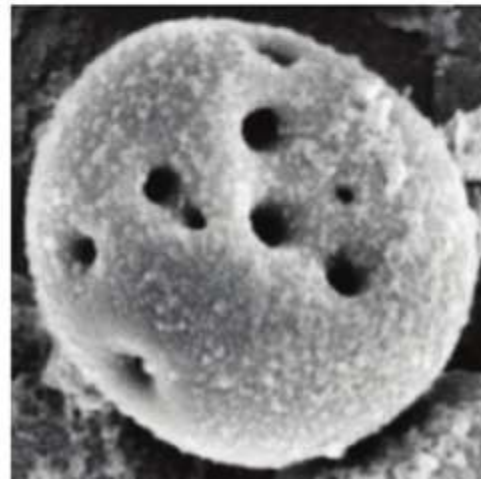


(b)

Sferocyt



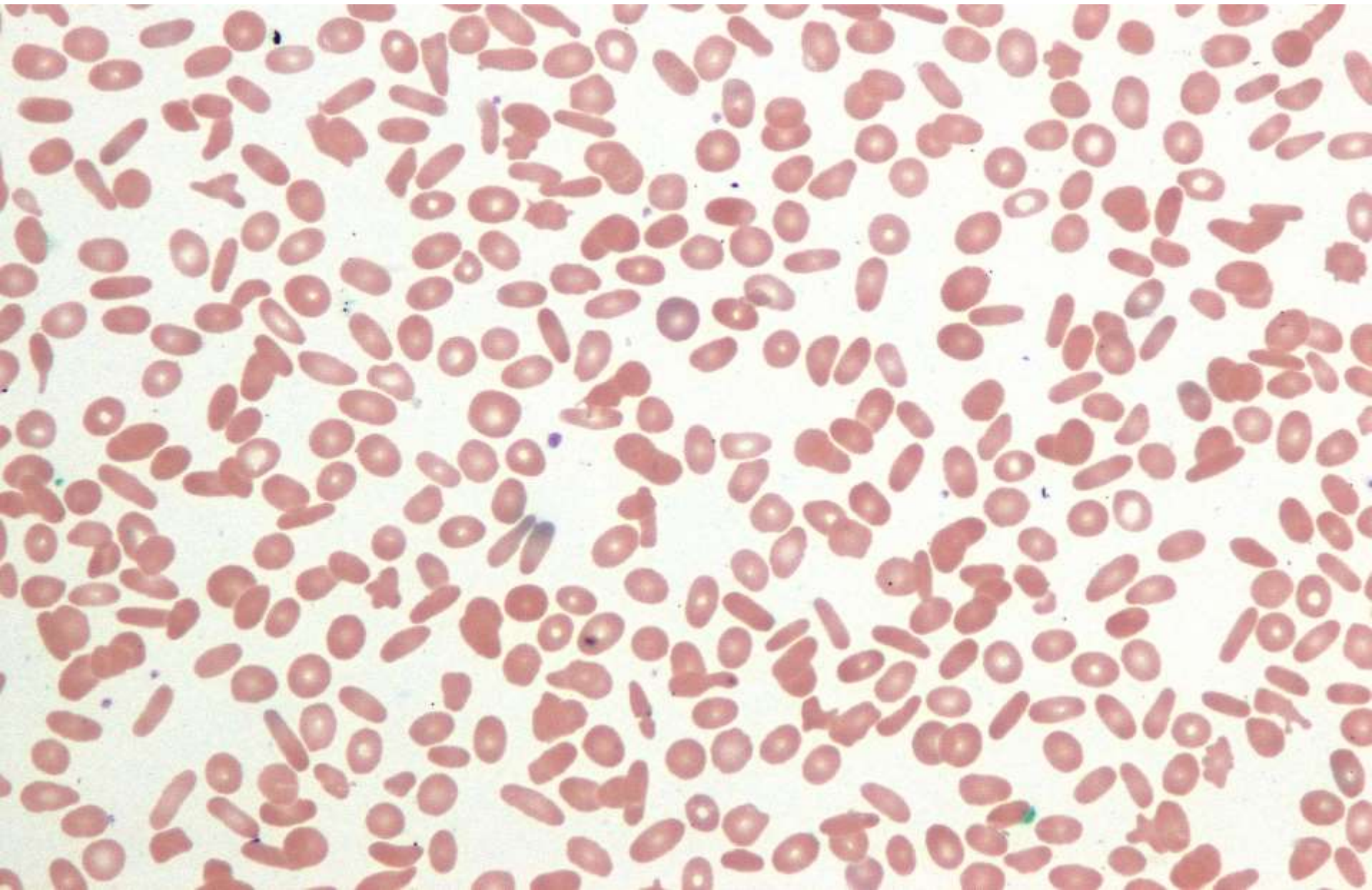
(d)



Echinocyt

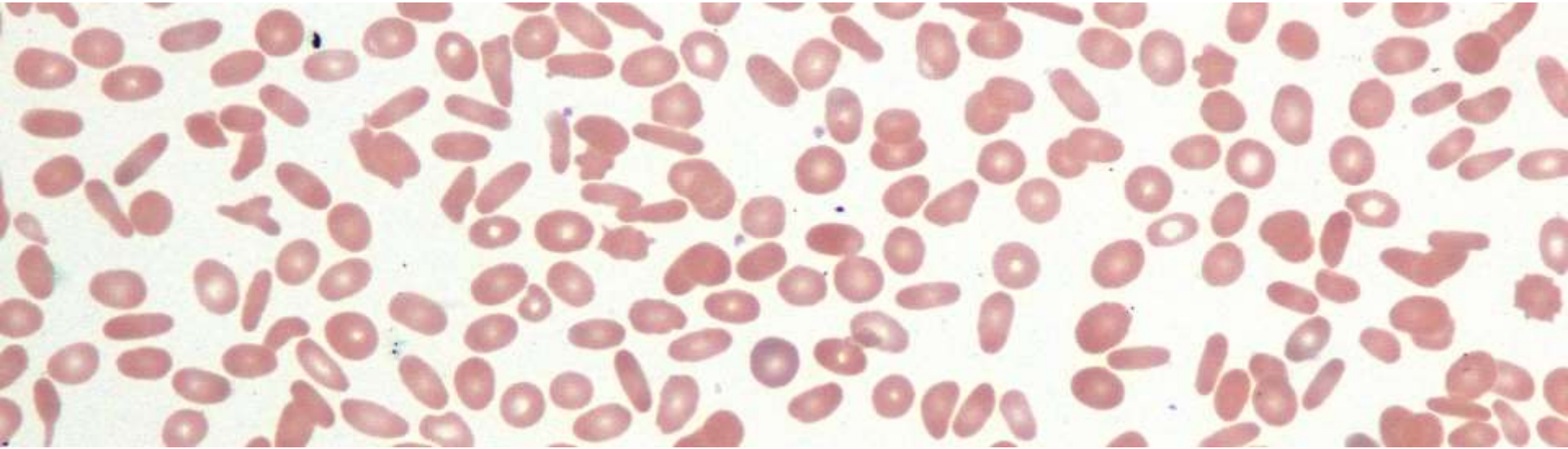
ERYTHROCYTY

Hereditární eliptocytóza

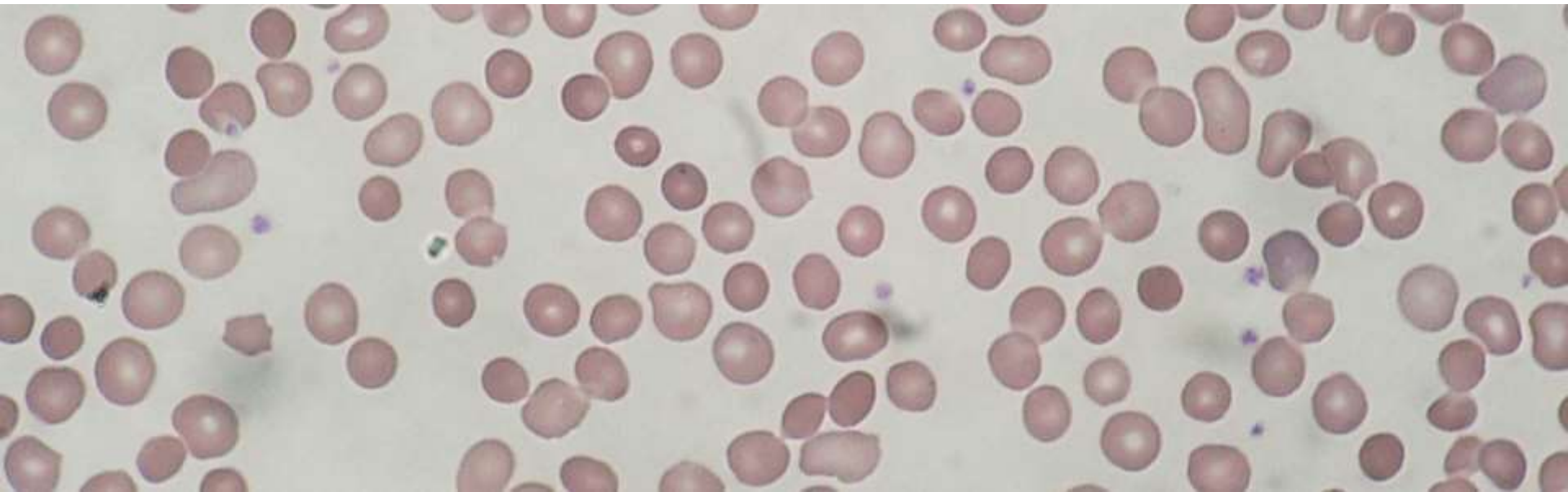


ERYTHROCYTY

Hereditární eliptocytóza



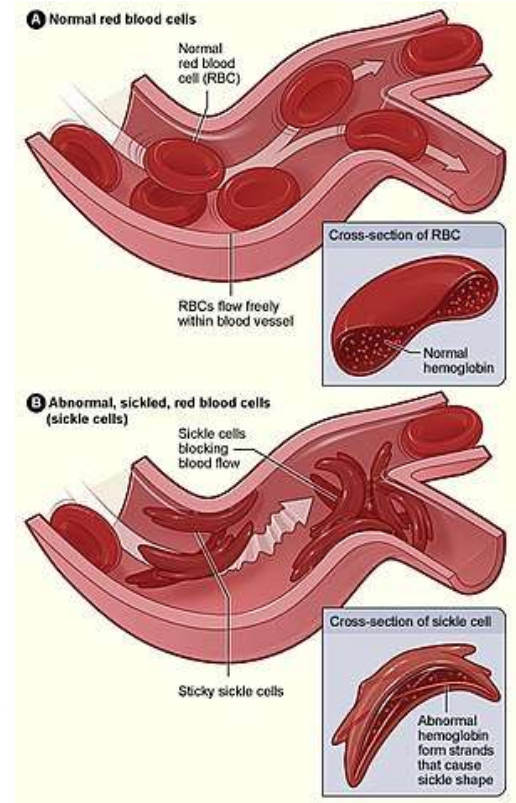
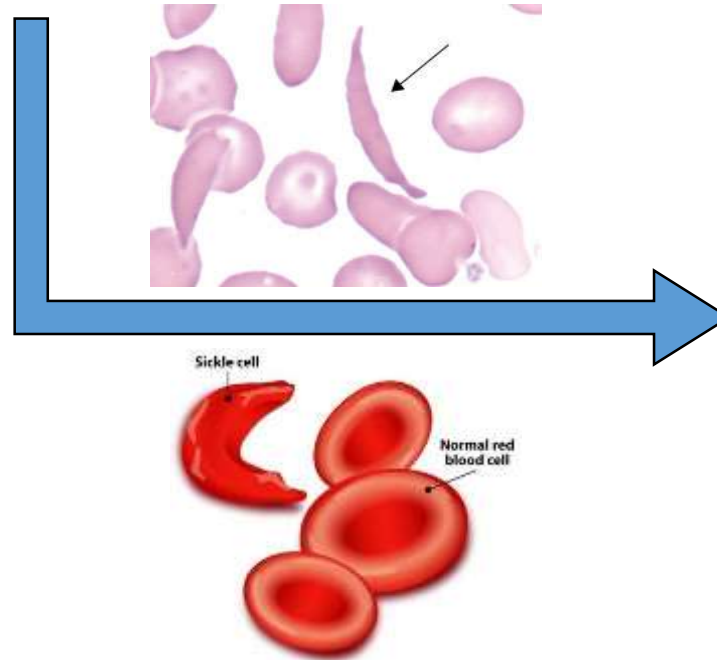
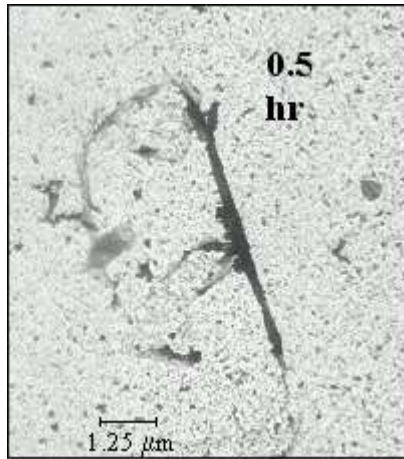
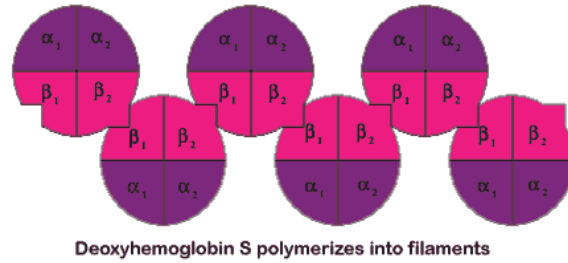
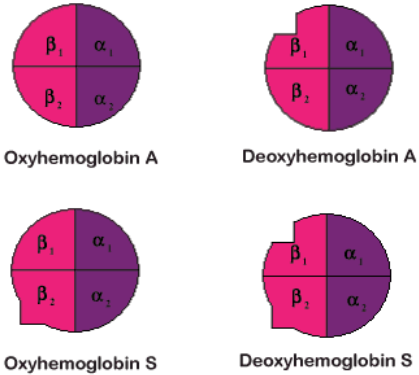
Hereditární sférocytóza



ERYTROCYTY

Srpkovitá anemie

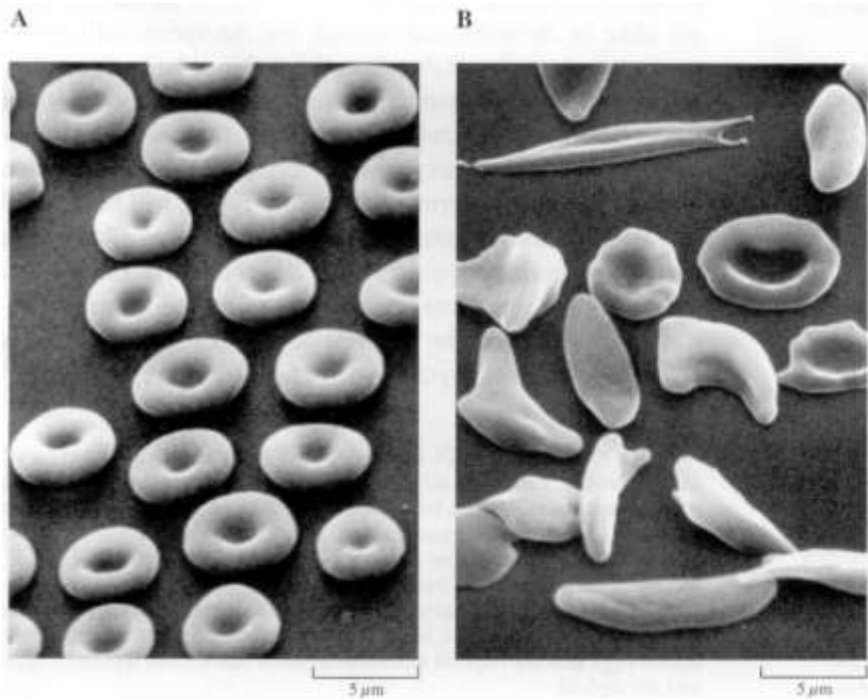
- Abnormální hemoglobin (hemoglobin S)



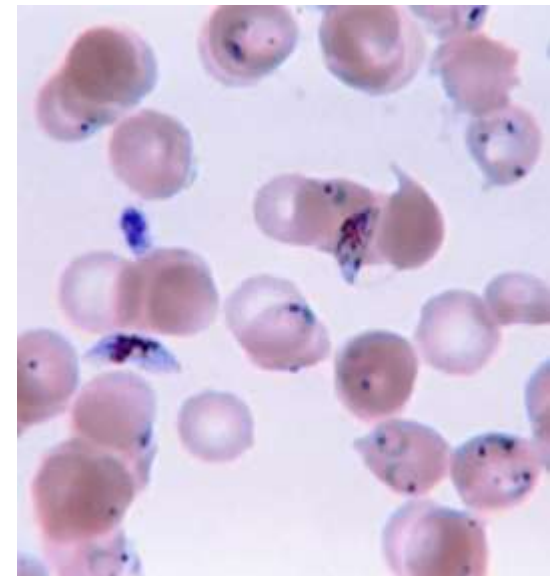
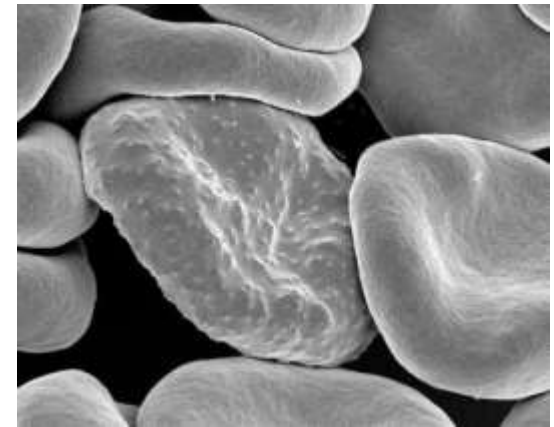
ERYTHROCYTY

Srpkovitá anemie

- Patologický genotyp (heterozygot HbS/HbA) může být i prospěšný



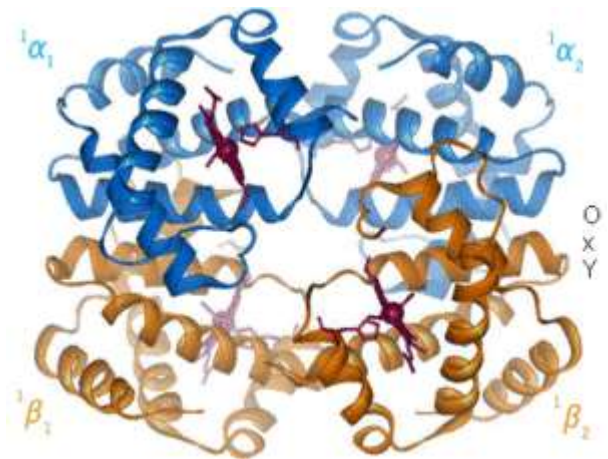
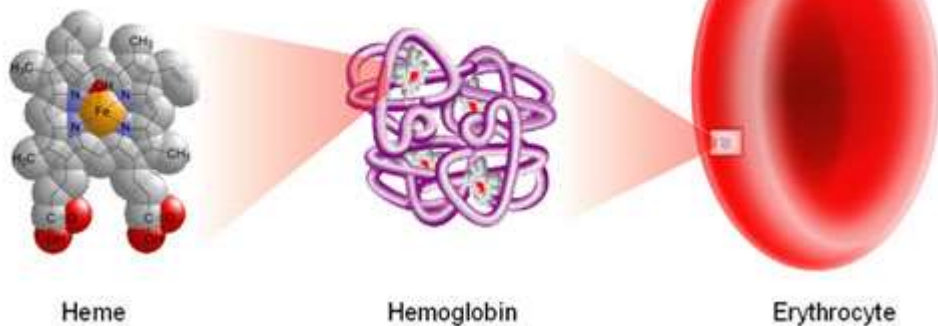
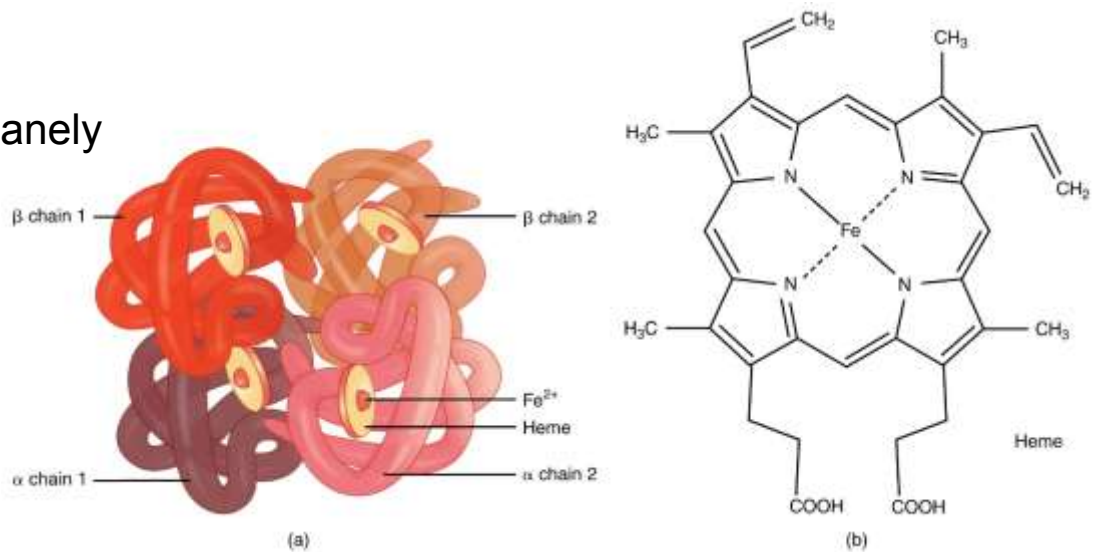
Malárie



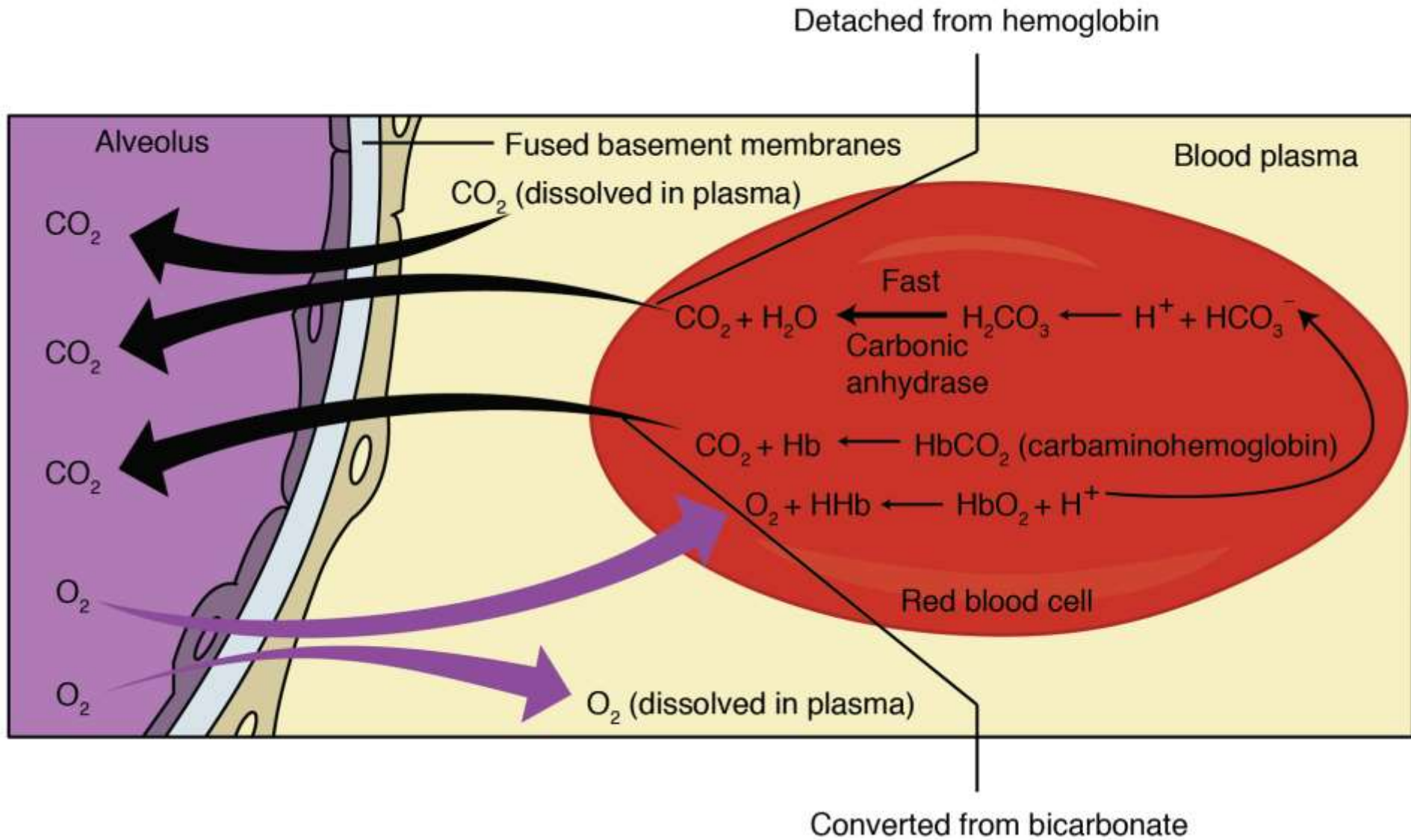
ERYTROCYTY

Ultrastruktura

- Erythrocyty neobsahují jádro ani organely
- Anaerobní glykolýza
- Hemoglobin

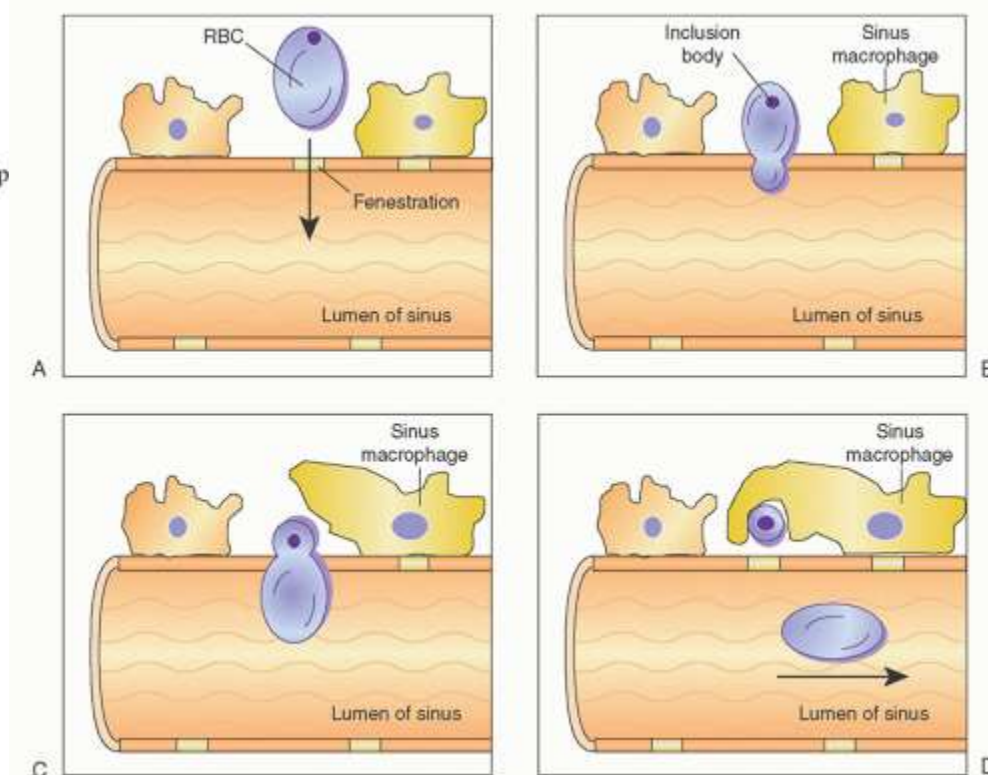
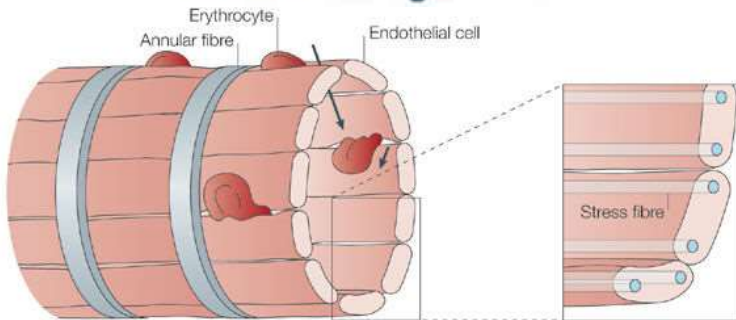
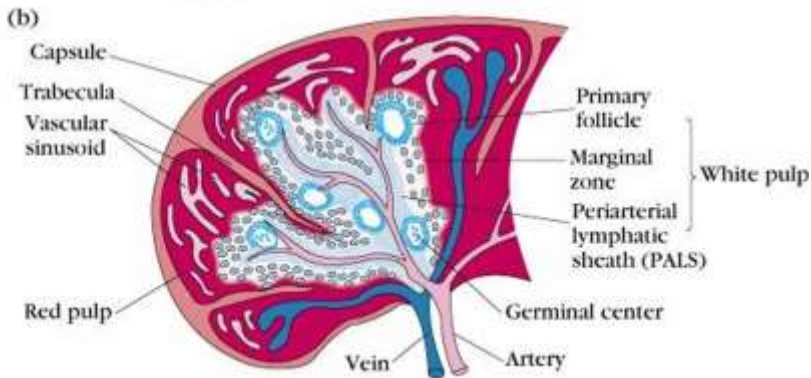
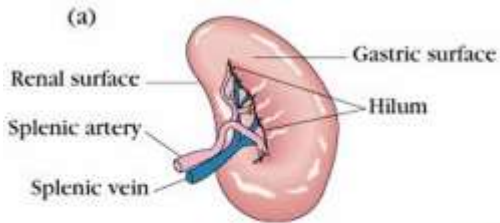
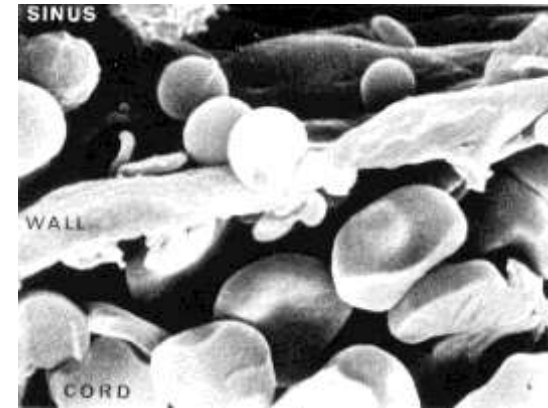


ERYTHROCYTY



ERYTHROCYTY

- Životnost 120 dní
- Konstantní poškození
- Opravy jsou nemožné
- Odstranění starých a poškozených erytrocytů ve slezině

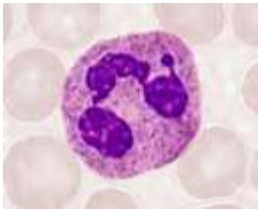


LEUKOCYTY

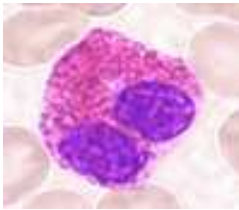
- imunitní odpověď
- morfologická klasifikace – **přítomnost cytoplazmatických granul**
(neodpovídá schématu hematopoeze)

Granulocyty

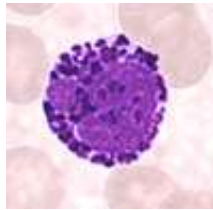
Neutrofily



Eosinofily

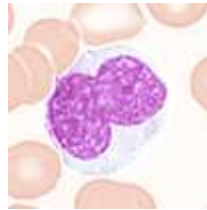


Basofily

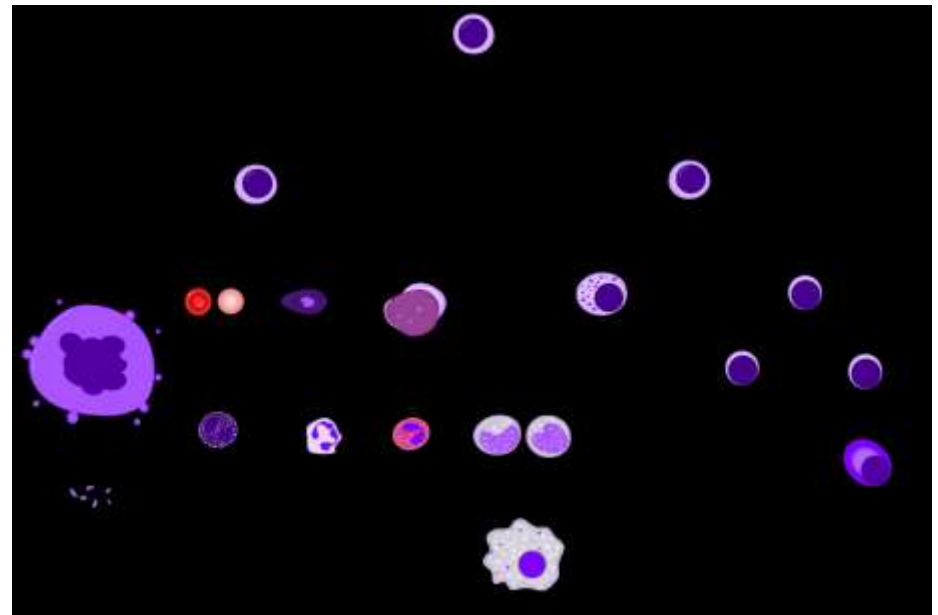
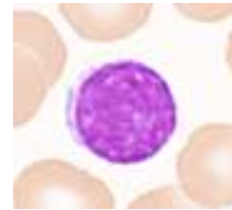


Agranulocyty

Monocyty



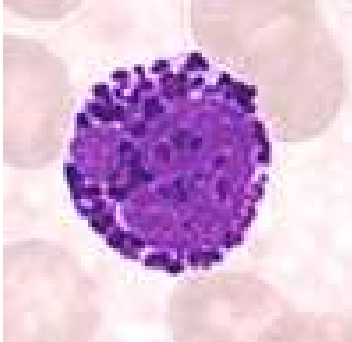
Lymfocyty



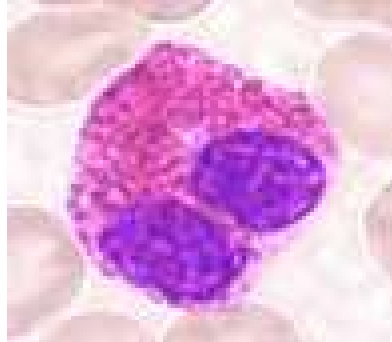
GRANULOCYTY

- Lyzosomy (primární, azurofilní, nespecifická granula)
- Specifická (sekundární) granula
- Polymorfní jádro
- Terminálně diferencované
- Krátká životnost
- Redukované ER, GA i počet mitochondrií (anaerobní glykolýza)
- Apoptóza

Bazofily



Eozinofily

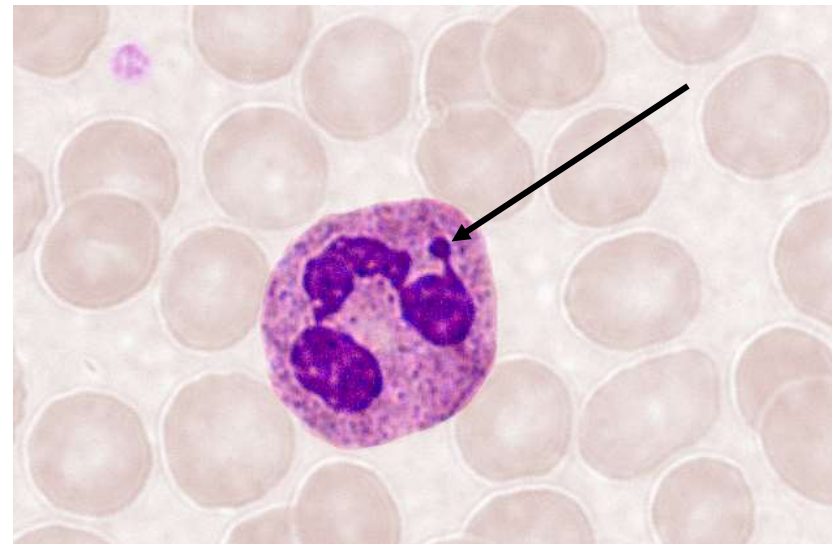
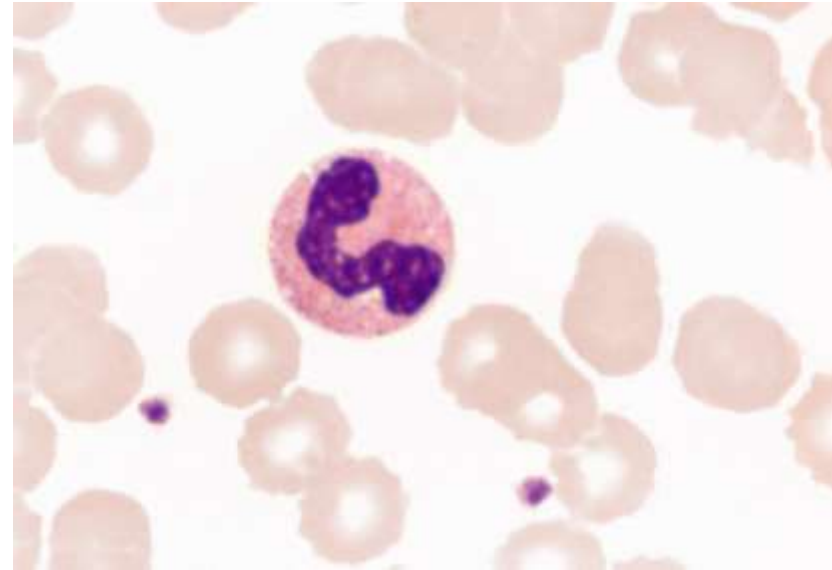
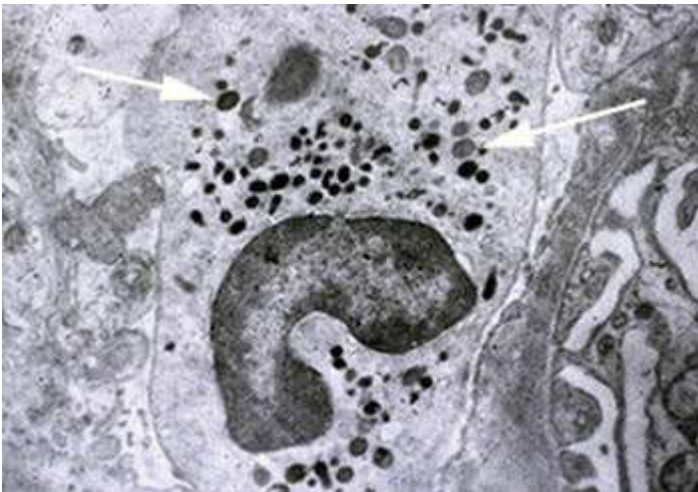


Neutrofil

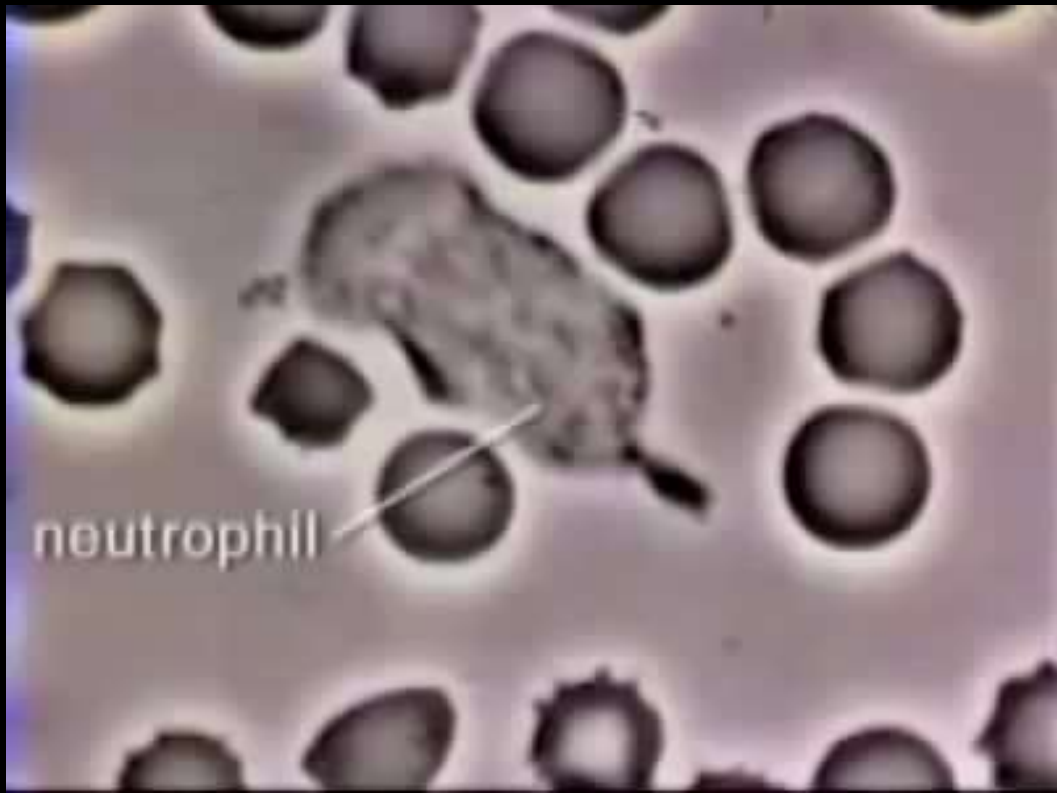


NEUTROFILNÍ GRANULOCYTY

- **Neutrofilny**
 - 50-70% cirkulujících leukocytů
 - $\varnothing > 12 \mu\text{m}$
 - Segmentované jádro
 - Barrovo tělísko u žen
 - **Azurofilní (primární) granula**
 - myeloperoxidáza, lysozym, proteázy, defensiny
 - **Neutrofilní (sekundární) granula**
 - kolagenáza, baktericidní enzymy
 - Chemotaxe dalších leukocytů
 - Mikrofágy
- **Neutrofilní tyčka**
- **Neutrofilní segment**

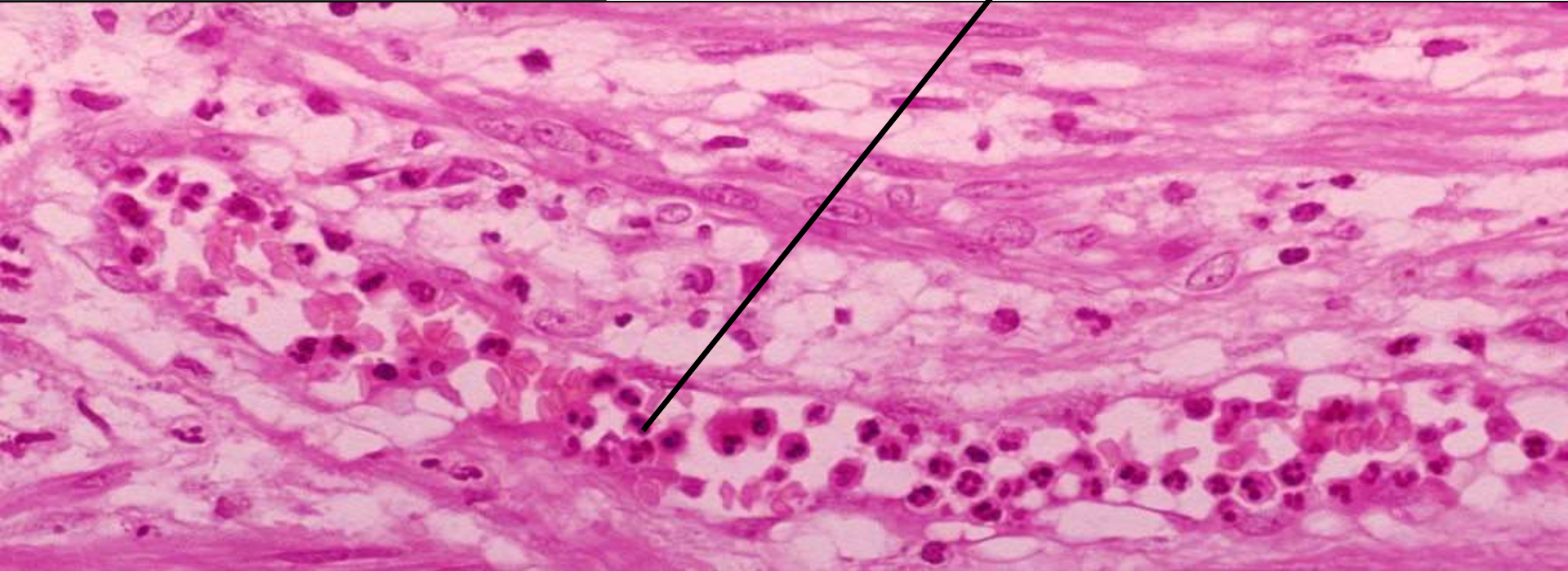
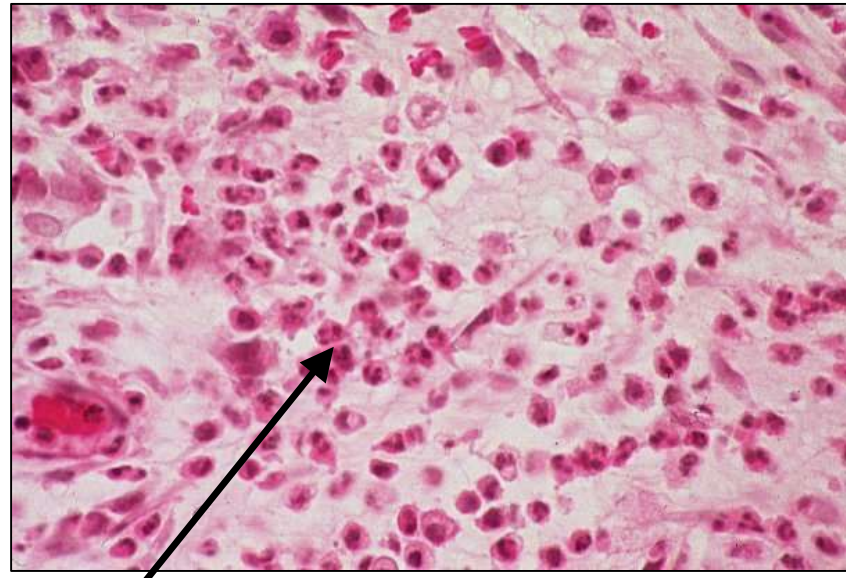
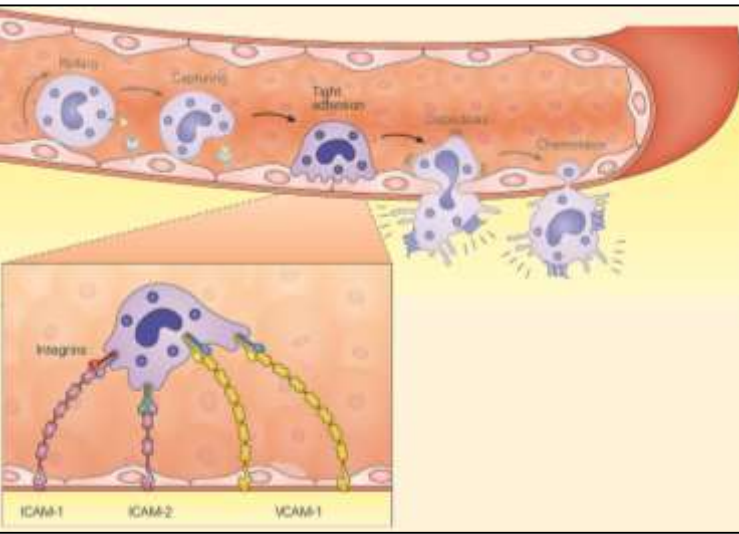


NEUTROFILNÍ GRANULOCYTY



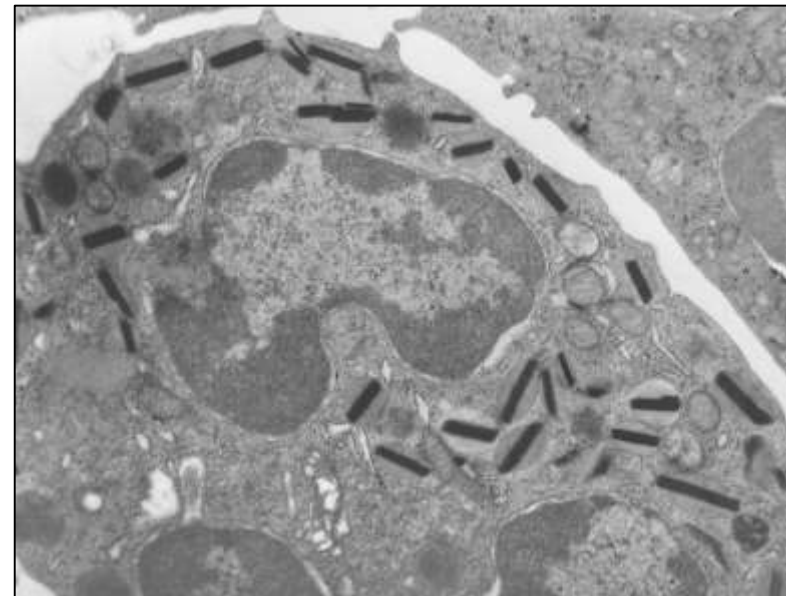
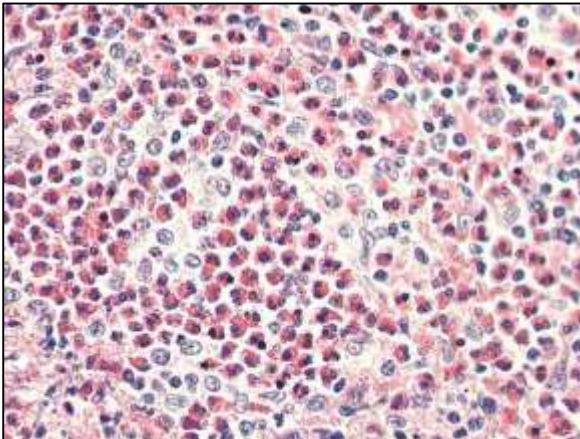
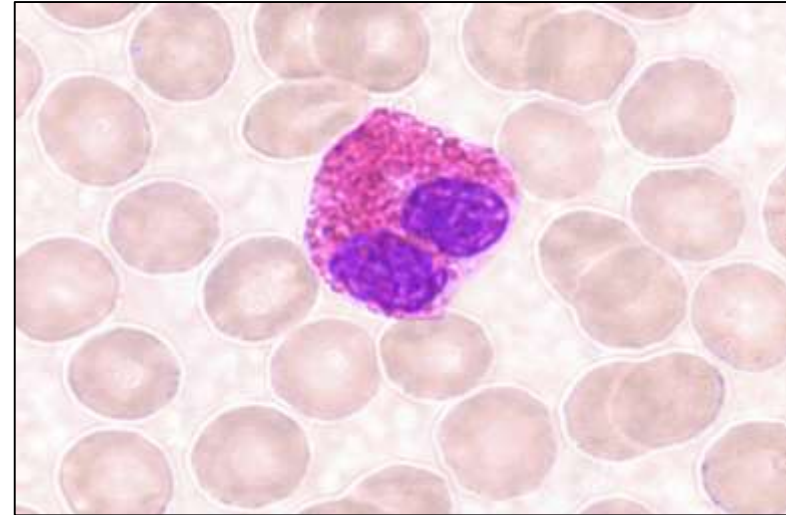
GRANULOCYTY

- Extravazace (diapedeza)



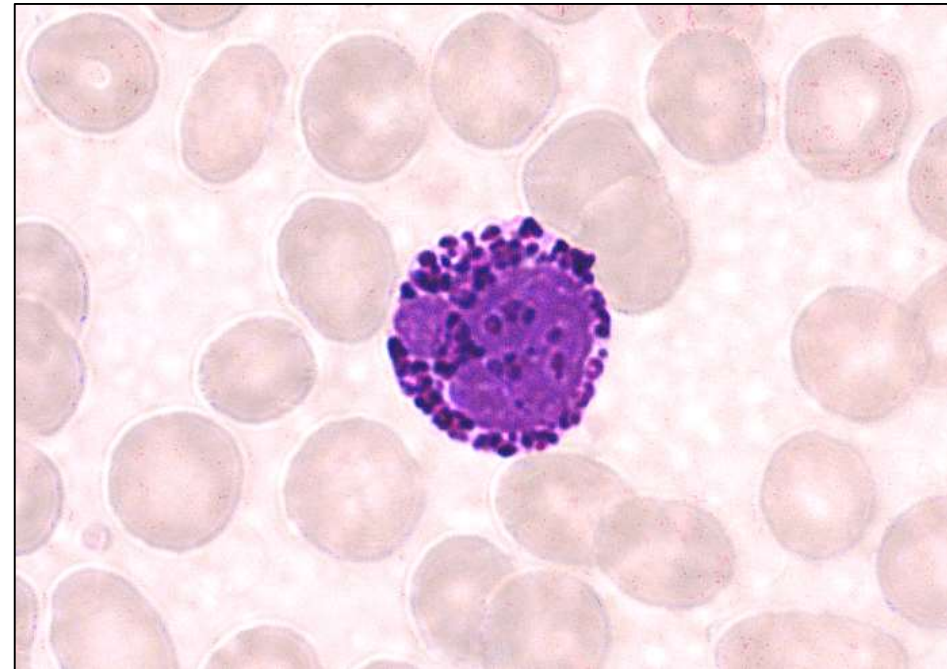
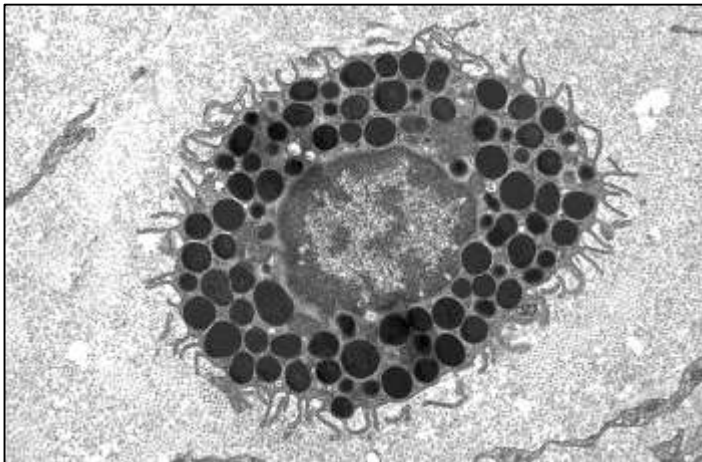
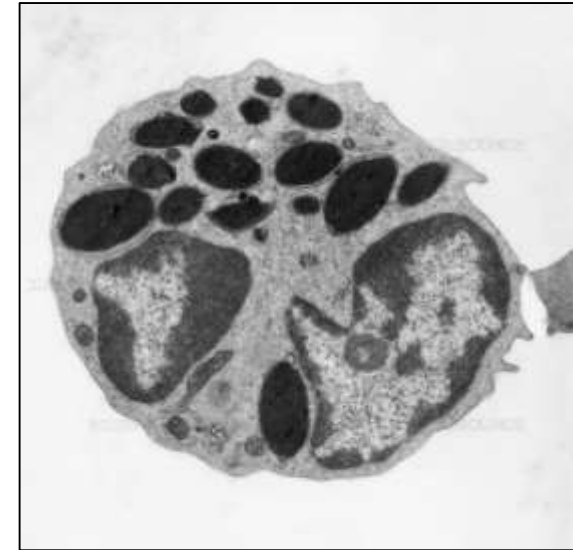
EOZINOFILNÍ GRANULOCYTY

- **Eozinofily**
 - 1-4% cirkulujících leukocytů
 - \varnothing 12-15 μm
 - Nepravidelné, typicky dvousegmentové jádro
 - **Azurofilní (primární) granula**
 - myeloperoxidáza, lysozym, proteázy, defensiny
 - **Eozinofilní (sekundární) granula**
 - jasně červená (eosinofilní)
 - hlavní bazický protein
 - peroxidáza
 - cytokiny, chemokiny
- Chemotaxe dalších leukocytů
- Fagocytóza komplexů antigen-protilátka
- Parazitární infekce, alergické reakce
- Chronický zánět



BAZOFILNÍ GRANULOCYTY

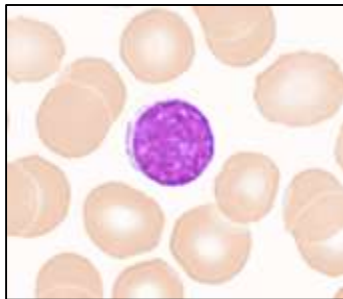
- **Bazofily**
 - <1% cirkulujících leukocytů
 - \varnothing 12 μm
 - Nepravidelné, dvousegmentové jádro, maskované granuly
- **Azurofilní (primární) granula**
 - myeloperoxidáza, lysozym, proteázy, defensiny
- **Bazofilní (sekundární) granula**
 - 0.5 μm
 - velká tmavá (basofilní)
 - heparin, histamin - vazodilatace
 - fosfolipáza A
- Analoga žírných buněk
- Receptory pro IgE
- Alergie, anafylaxe, zánět



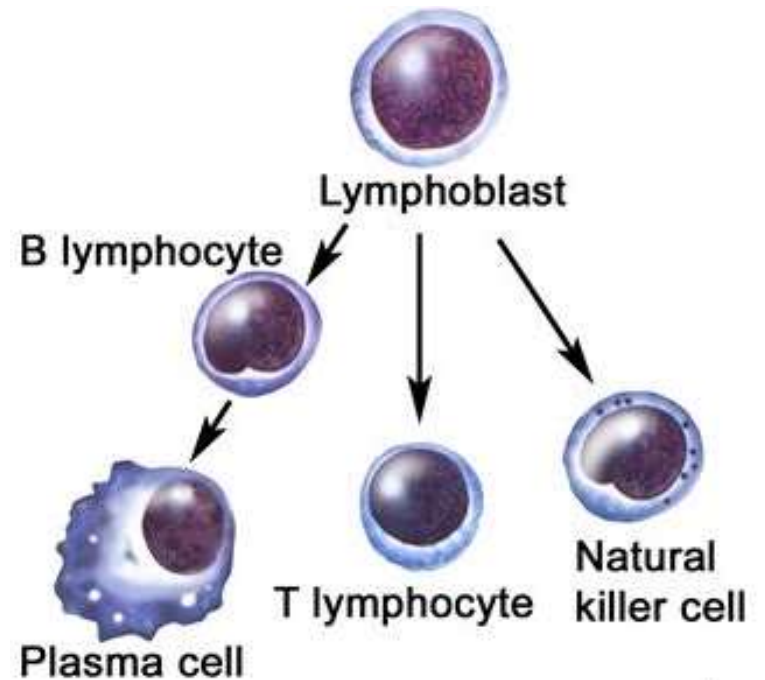
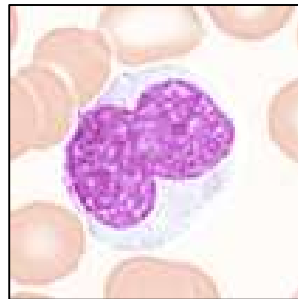
AGRANULOCYTY

- Pouze lyzozomy (azurofilní, nespecifická granula)
- Specifická granula chybí
- Nesegmentované jádro

Lymfocyty

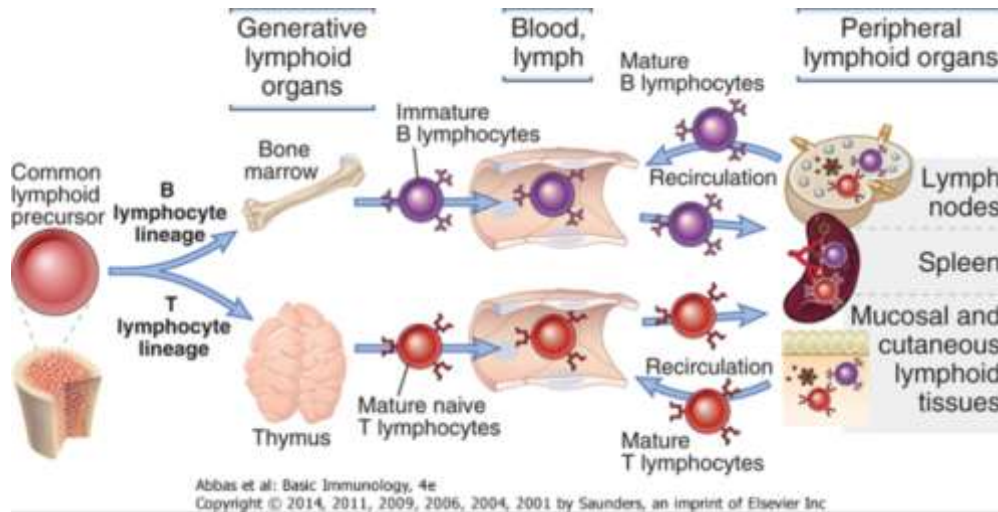
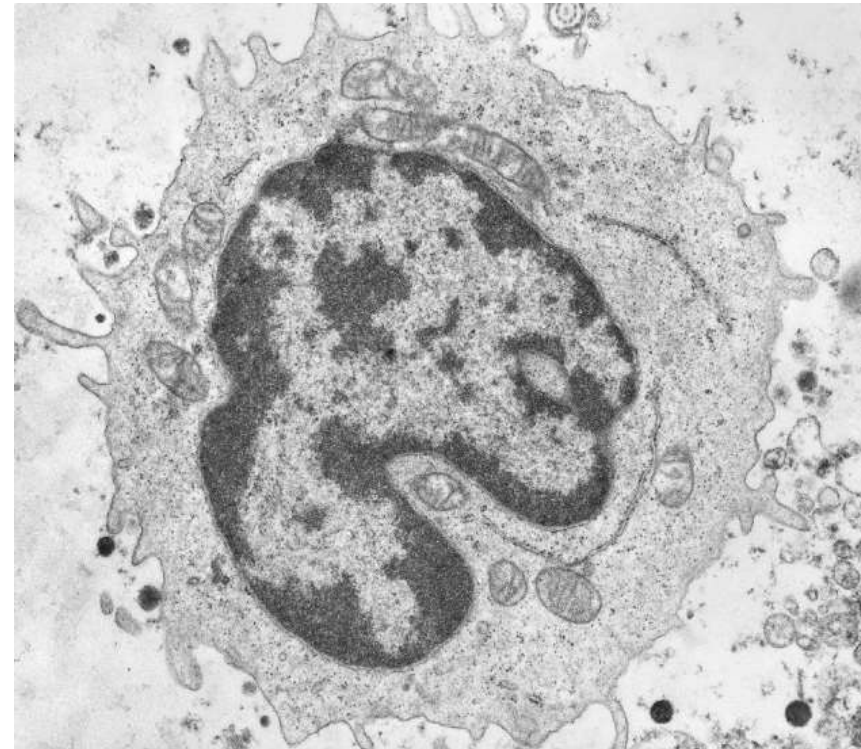
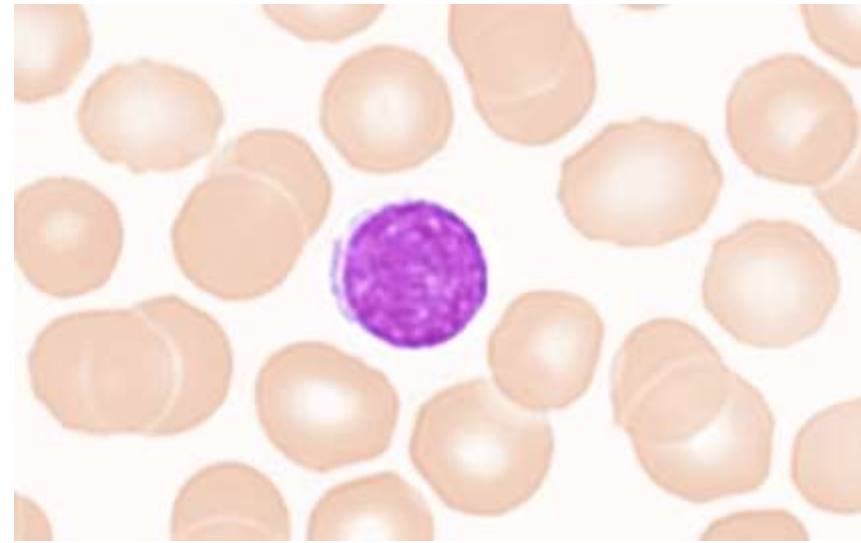


Monocyty



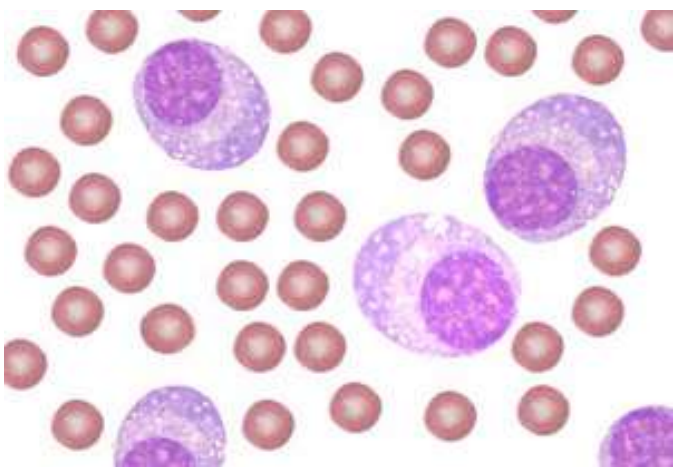
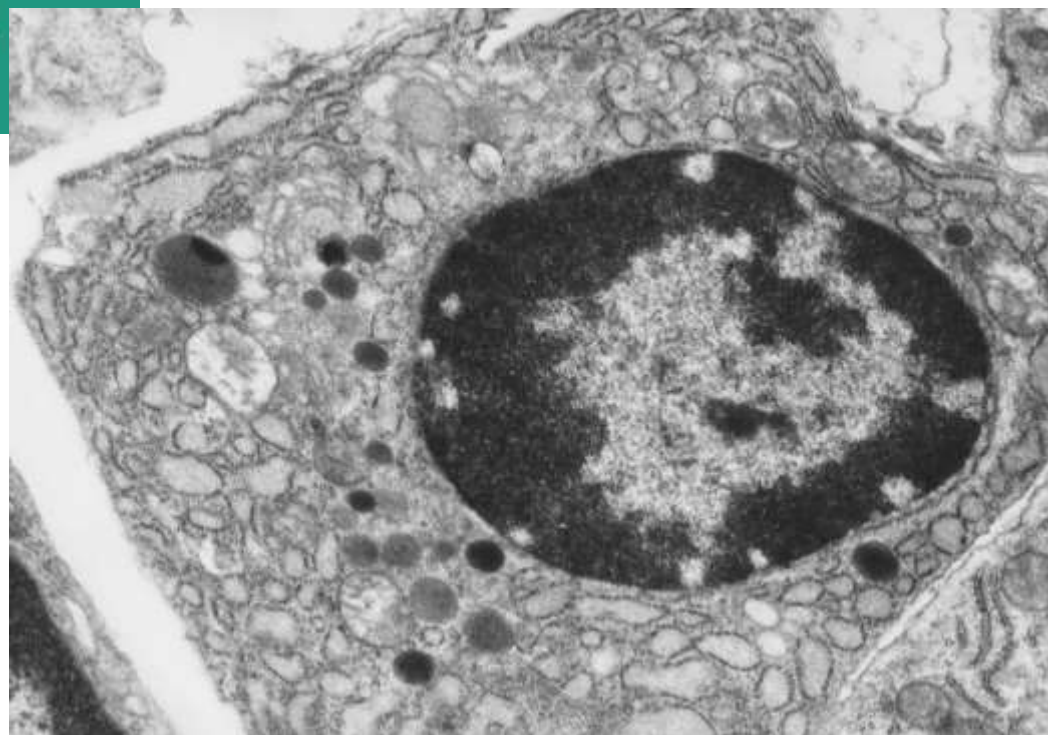
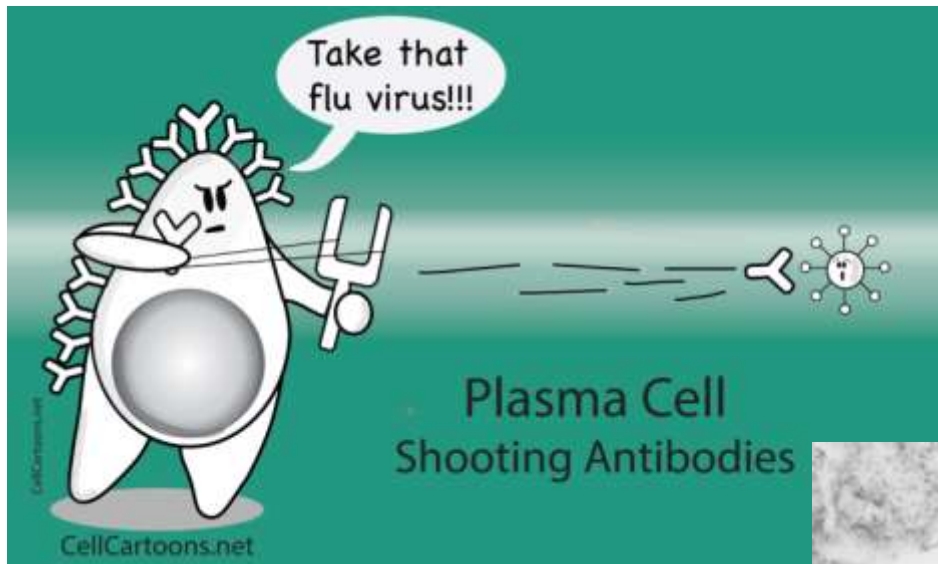
LYMFOCYTY

- Kulaté dominantní jádro
- Bazofilní cytoplazma
- Variabilní životnost
- Biologicky různé lymfocyty (B, T, NK) jsou morfologicky nerozlišitelné
- Malé, střední a velké
- Kostní dřeň, thymus
- BCR/TCR/Protilátky s ohromnou variabilitou



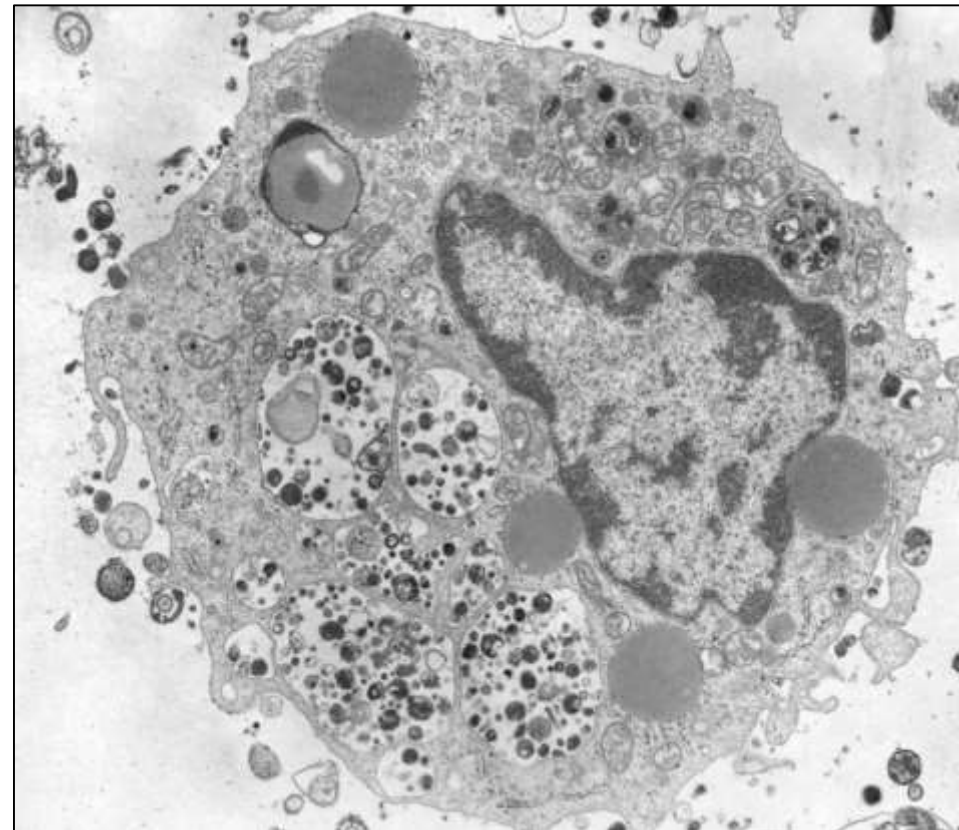
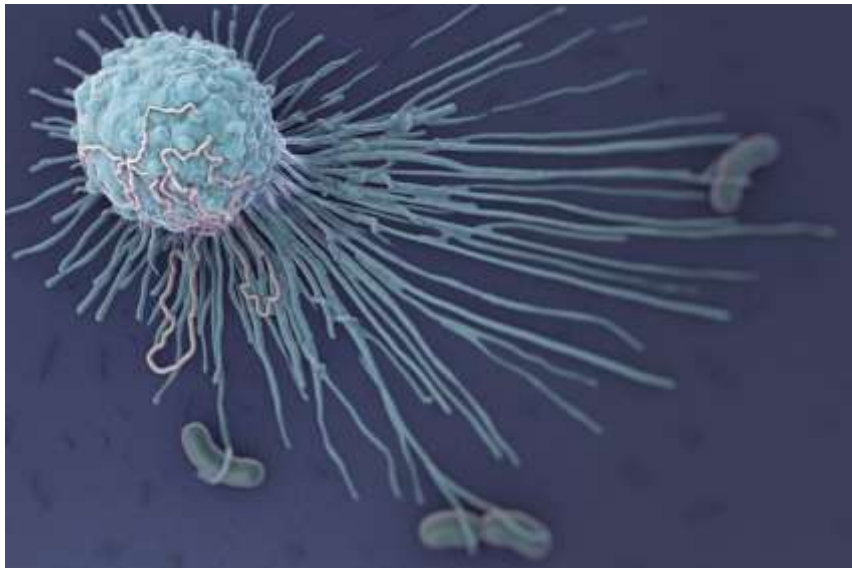
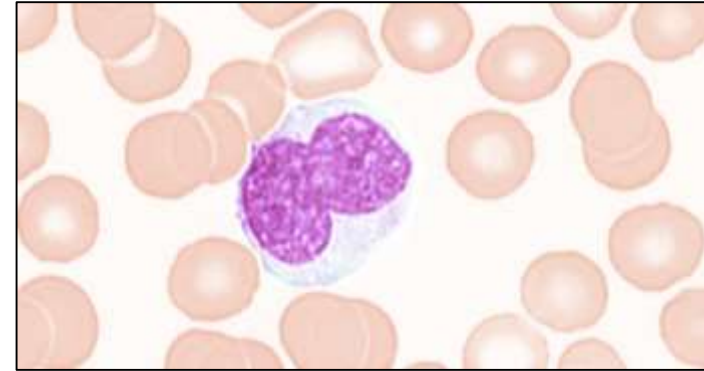
LYMFOCYTY

- Plazmatické buňky



MONOCYTY

- \varnothing 12-15 μm
- Cirkulující prekurzory makrofágů, osteoklastů, mikroglíí, Kupferových buněk a dendritických buněk
- Mononukleární fagocytární systém
- Velké oválné (fazolovité) jádro s méně kondenzovaným chromatinem a 2-3 jadérky
- Bazofilní cytoplazma
- Azurofilní granula



TROMBOCYTY

- Bezjaderné buněčné fragmenty
- \varnothing 2-3 μm , tvar disku
- hyalomera, granulomera
- $150-400 \times 10^3/\mu\text{l}$
- srážení krve, oprava poškození cévní stěny

α -granula

300-500 nm

fibrinogen, PDGF

δ -granula

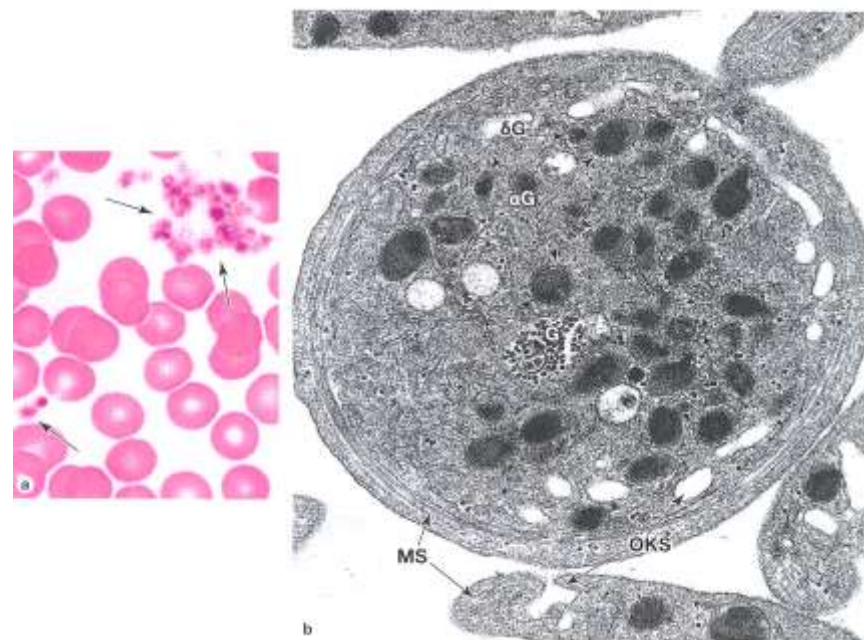
250-300 nm

serotonin, Ca^{++}
pyrophosfát
ADP, ATP

λ -granula

175-200 nm

lyzosomální enzymy



TROMBOCYTY

1. Primární agregace destiček

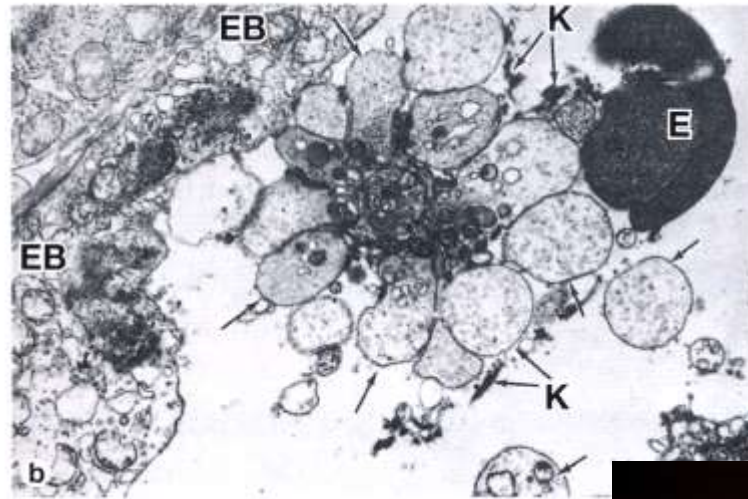
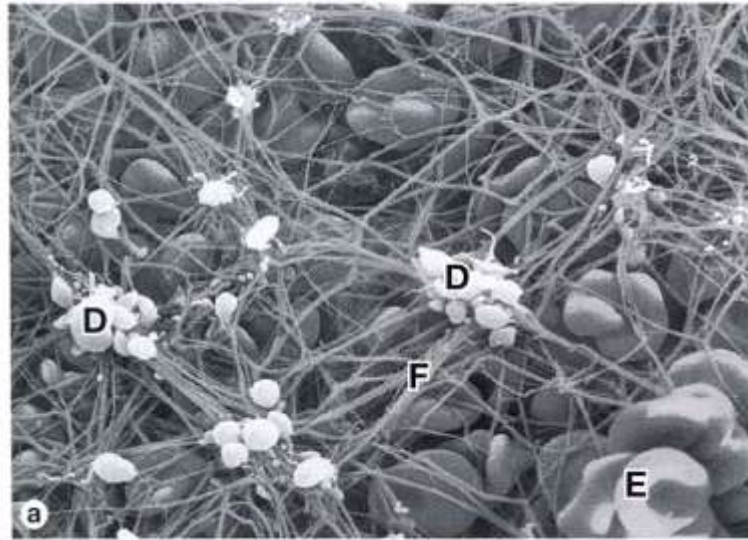
- narušení endotelu, obnažení kolagenních vláken
- destičková zátka

2. Sekundární agregace destiček

- srážecí faktory, ADP z agregovaných trombocytů – další trombocyty – *bílý trombus*

3. Koagulace – srážení krve

- tvorba fibrinové sítě zachycující erytrocyty – *červený trombus*



4. Retrakce trombu

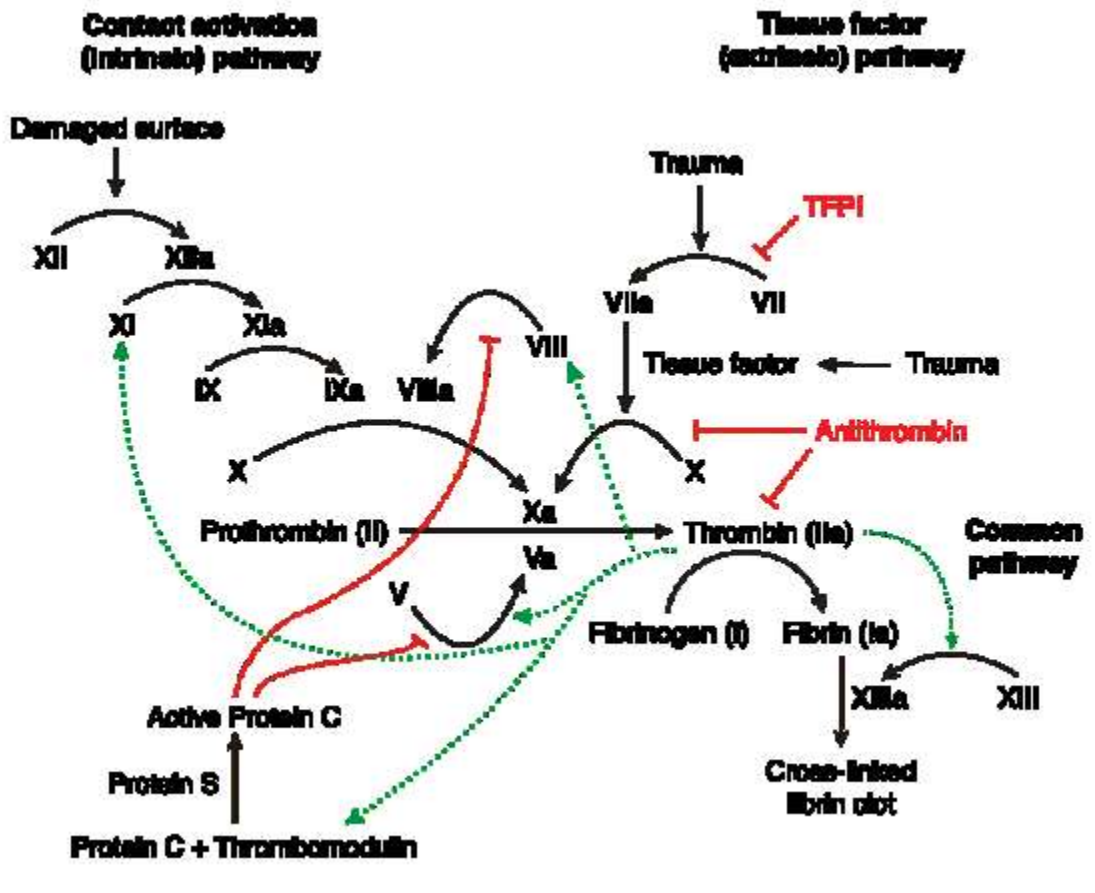
- kontrakce sraženiny (destičkový aktin a myosin)

5. Trombolýza

- rozpuštění sraženiny (plazmin) a hojení tkáně



TROMBOCYTY



DIFERENCIÁLNÍ BÍLÝ OBRAZ KREVNI

Norma

Neutrofily	tyčky	4 %
-------------------	--------------	------------

	segmenty	67 %
--	-----------------	-------------

1:17

posun doleva

zvýšený počet tyček

posun doprava

zvýšený počet segmentů

Eozinofily		3 %
-------------------	--	------------

Bazofily		1 %
-----------------	--	------------

Lymfocyty		20 %
------------------	--	-------------

Monocyty		5 %
-----------------	--	------------

$\Sigma = 100 \%$

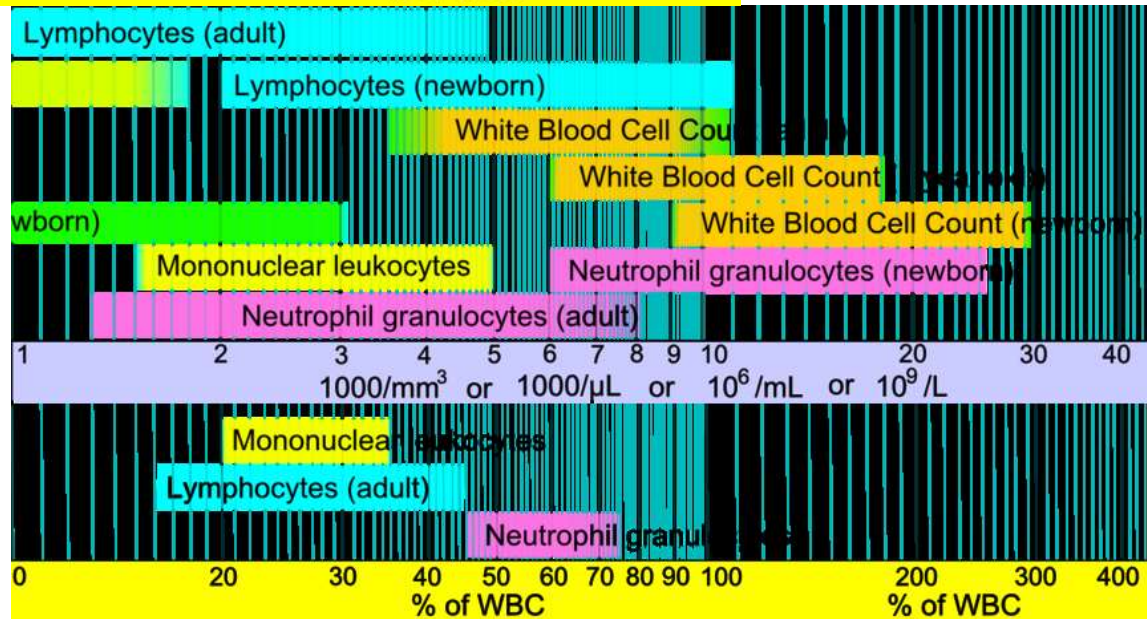
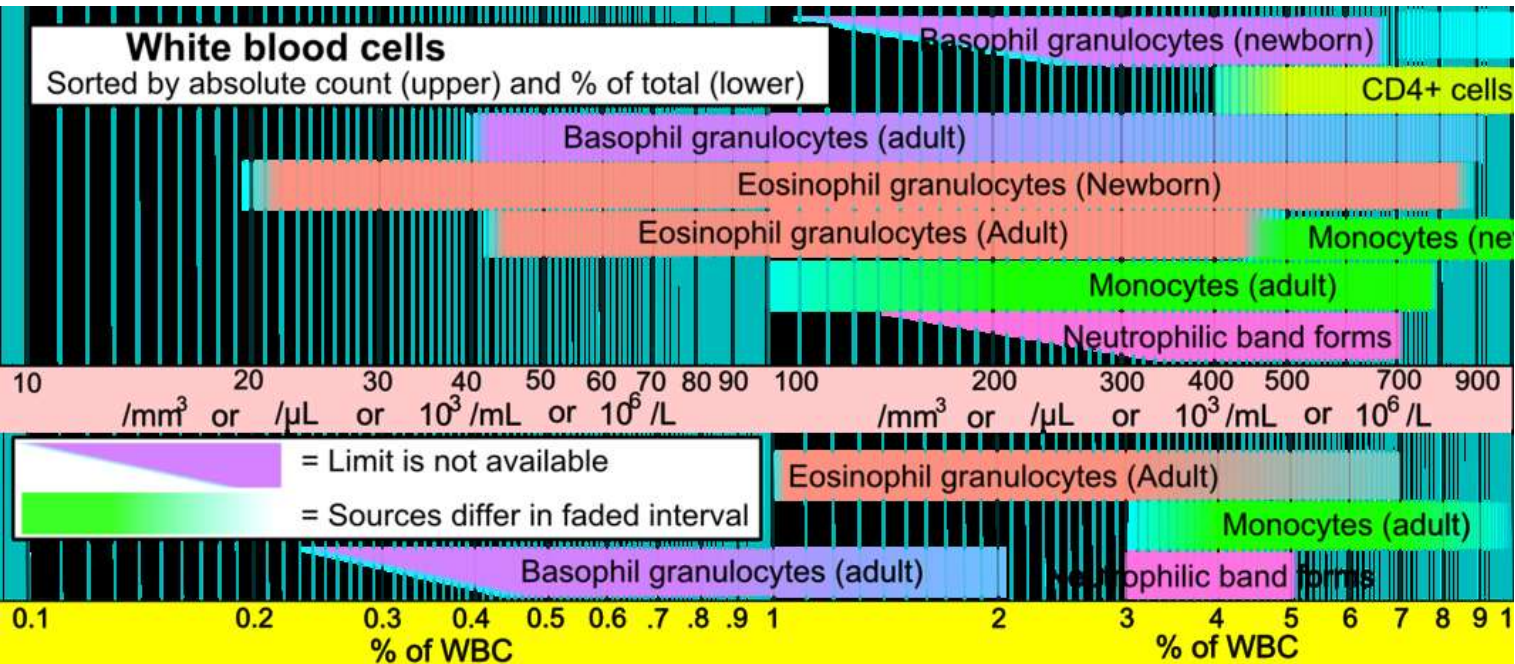
Odchyłky od normy

	↑	↓
Neutrofily	neutrofilní granulocytóza	neutrofilní granulocytopenie
Eozinofily	eozinofilní granulocytóza	eozinofilní granulocytopenie
Bazofily	bazofilní granulocytóza	bazofilní granulocytopenie
Lymfocyty	lymfocytóza	lymfocytopenie
Monocyty	monocytóza	monocytopenie

Příklad populační variability

Neutrofily	tyčky	0-5 %
	segmenty	35-85 %
Eozinofily		0-4 %
Bazofily		0-1 %
Lymfocyty		20-50 %
Monocyty		2-6 %

DIFERENCIÁLNÍ BÍLÝ OBRAZ KREVNI



Wikipedia

DIFERENCIÁLNÍ BÍLÝ OBRAZ KREVNÍ

Závislost na věku

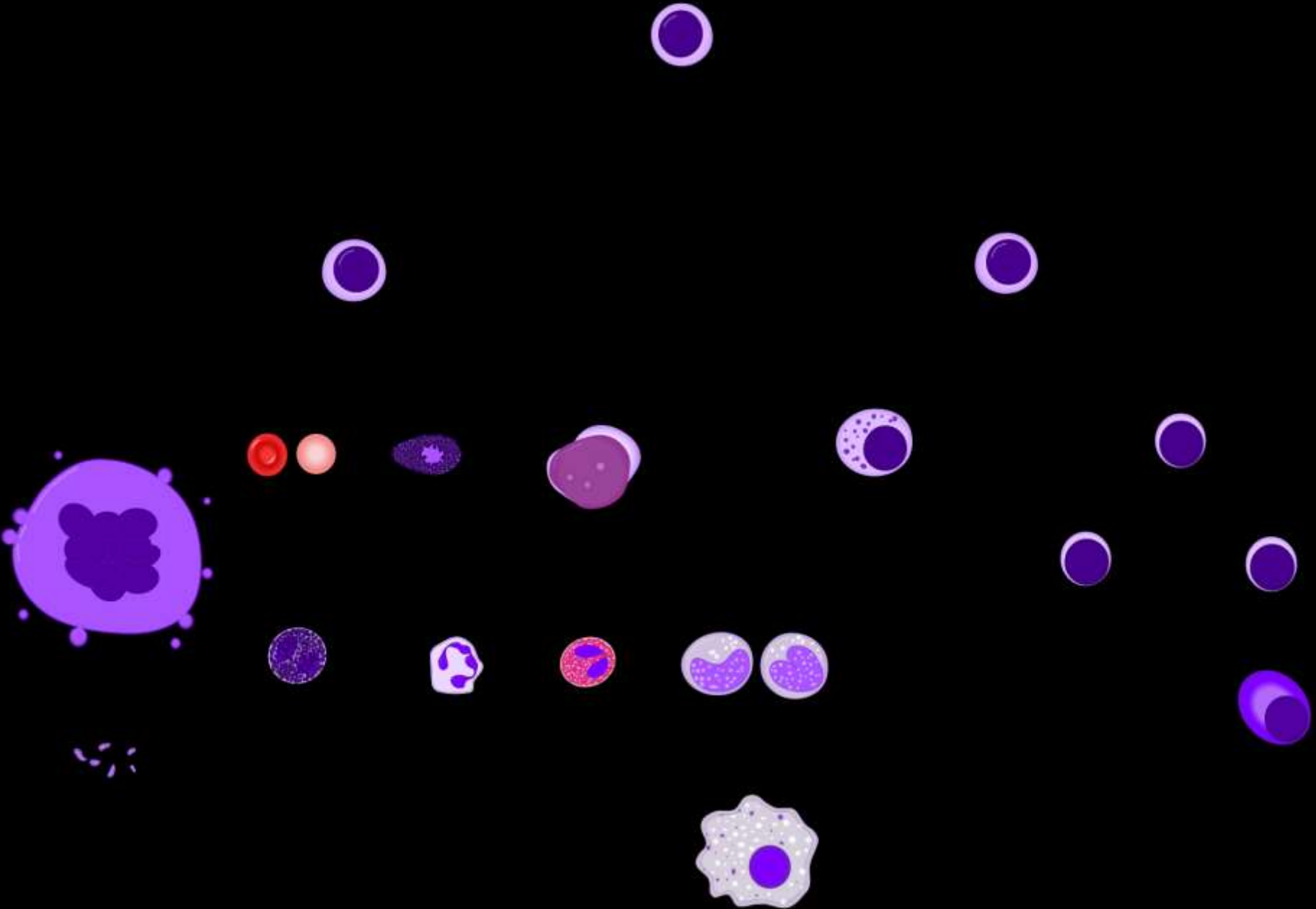
Age	Leukocytes ($\times 10^3$)	Neutrophils (%)	Lymphocytes (%)	Monocytes (%)	Eosinophils (%)
Birth	18	61	31	6	2
1 week	12.2	45	41	9	4
1 mo	10.8	35	56	7	3
6 mo	11.9	32	61	5	3
1 yr	11.4	31	61	5	3
4 yr	9.1	42	50	5	3
10 yr	8.1	54	38	4	2
16 yr	7.8	57	35	4	3

WBC, White blood cell.

LEUKOCYTY – SHRNU TÍ

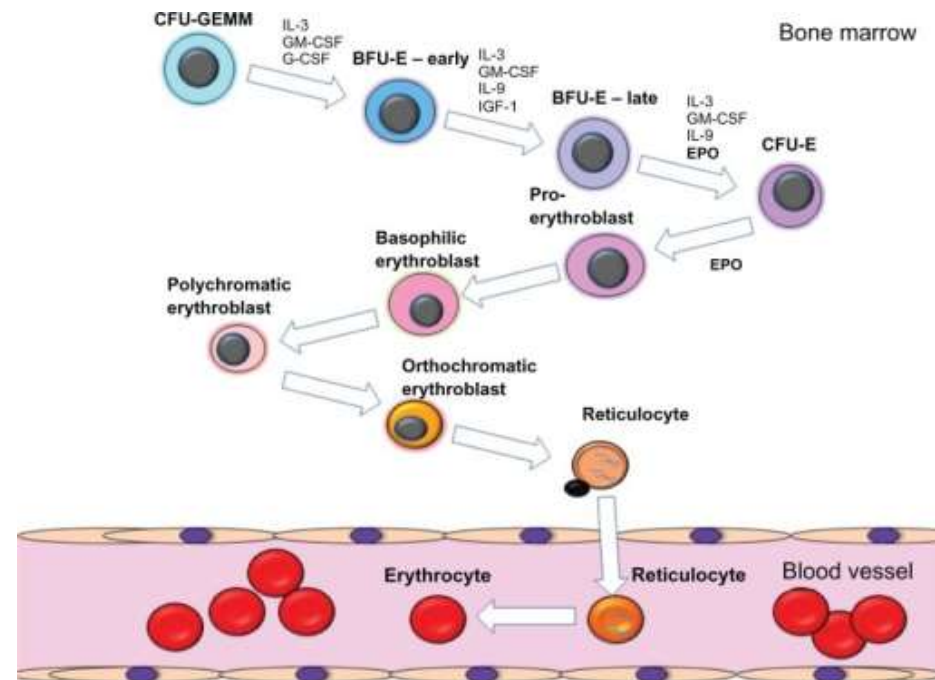
Leukocyt	Jádro	Granula	%	Životnost	Funkce
<u>Granulocyty</u>					
Neutrofily	3-5 segmentů	azurofilní + neutrofilní (světle růžová)	71	1-4 dny	mikrofág (bakterie)
Eozinofily	2 segmenty (laloky)	azurofilní + eozinofilní (jasně červená)	3	1-2 týdny	parazitické infekce (helminti), modulace lokální imunitní reakce
Bazofily	2 segmenty nebo tvar „S“	azurofilní + bazofilní (modrofialová)	1	měsíce	modulace lokální imunitní reakce, uvolnění histaminu
<u>Agranulocyty</u>					
Lymfocyty	kulaté	nejsou	20	hodiny – roky	adaptivní imunita, mnoho funkcí
Monocyty	ledvinovité	jen azurofilní	5	hodiny – roky	prekurzory buněk monocyto-makrofágového systému

HEMATOPOEZE

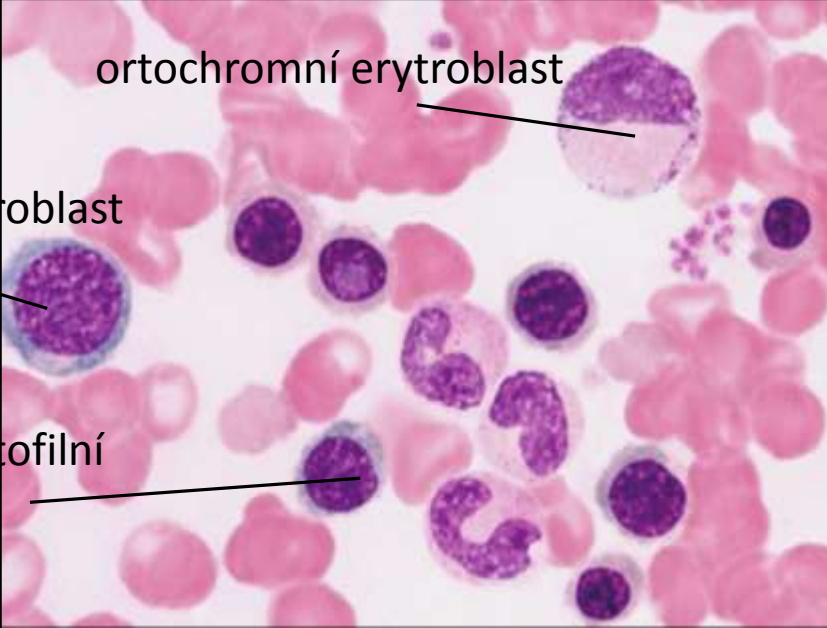
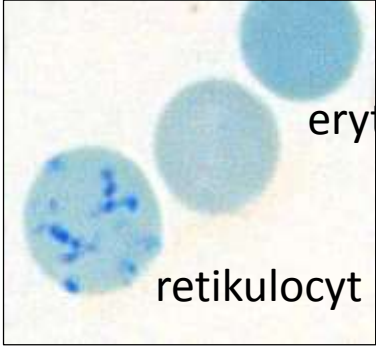
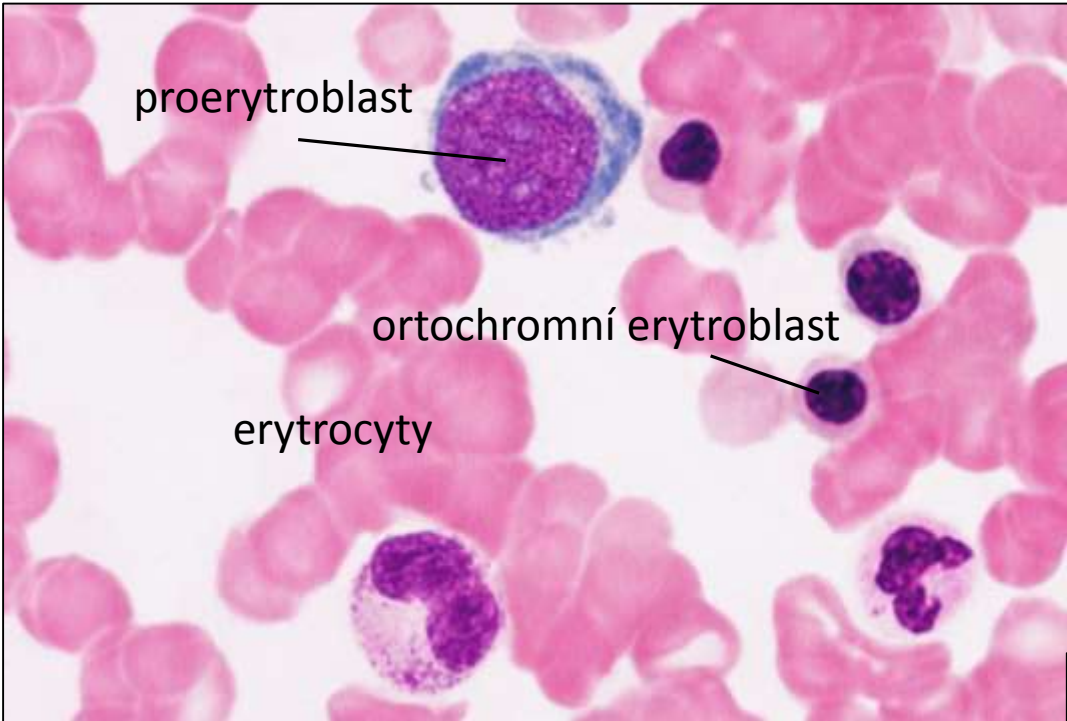


ERYTROPOEZE

- 2×10^{11} nových erytrocytů denně
- **proerytroblast** (~14-19 μm)
 - mitoticky aktivní
 - dominantní, kulaté jádro s 1-2 jádérky
 - mírně bazofilní cytoplazma
- **bazofilní erytroblast** (~13-16 μm)
 - mitoticky aktivní
 - heterochromní jádro s nezřetelnými jádérky
 - bazofilní cytoplazma
- **polychromatofilní erytroblast** (~13-16 μm)
 - mitoticky aktivní
 - **produkce hemoglobinu**
 - šedomodrá cytoplazma – bazofilní (polyribosomy a acidofilní aspekt (hemoglobin)
 - heterochromní jádro (šachovnice)
- **ortochromatofilní erytroblast** (~8-10 μm)
 - mitoticky neaktivní
 - malé, kompaktní, excentrické, pyknotické jádro → extruze
 - mírně acidofilní cytoplazma s bazofilními reziduy
- **reticulocyt** (polychromatofilní erytrocyt, ~ 7-8 μm)
 - **nemá jádro, stále sférická buňka**
 - acidofilní cytoplazma
 - *substantia reticulofilamentosa* – speciální barvení (brilliant cresyl blue)
- **erytrocyt** (~7-8 μm)
 - **bezjaderný, bikonkávní disk**
 - acidofilní cytoplazma

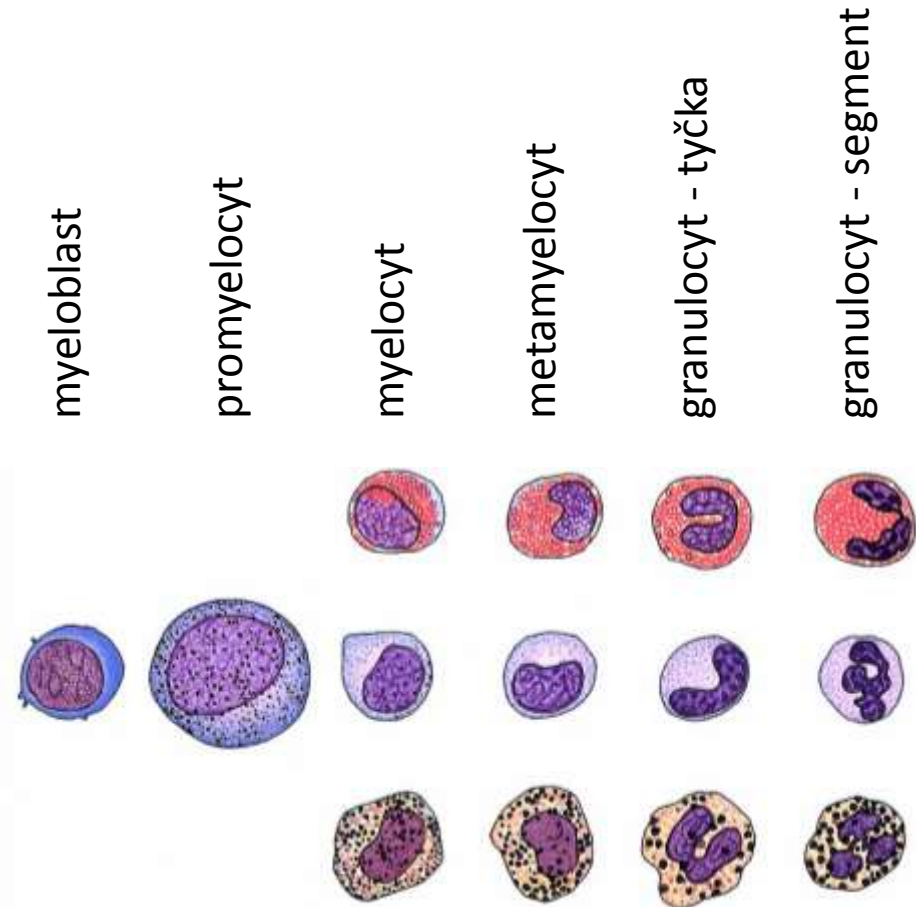


ERYTROPOEZE



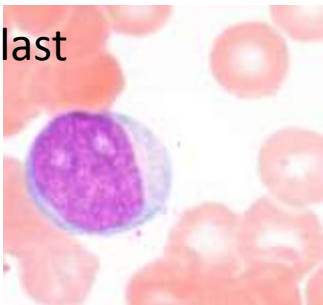
GRANULOPOEZE

- **myeloblast** (~15 μm)
 - mitoticky aktivní
 - kulaté nebo oválné jádro, bohatý euchromatin
 - 2-6 jadérek
 - slabě bazofilní cytoplazma bez granul
- **promyelocyt** (~15-24 μm)
 - mitoticky aktivní
 - kulaté nebo oválné jádro, částečně kondenzovaný chromatin
 - slabě bazofilní cytoplazma s azurofilními granuly
- **neutrofilní, eozinofilní a bazofilní myelocyt** (~10-16 μm)
 - mitoticky aktivní
 - kulaté nebo oválné jádro, částečně kondenzovaný chromatin
 - zvyšující se počet specifických granul v cytoplazmě
- **neutrofilní, eozinofilní a bazofilní metamyelocyt** (~10-12 μm)
 - mitoticky neaktivní
 - podkovovité jádro s kondenzovaným chromatinem
- **neutrofilní, eozinofilní a bazofilní granulocyt** (~10-12 μm)
 - segmentace jádra
 - azurofilní i specifická granula

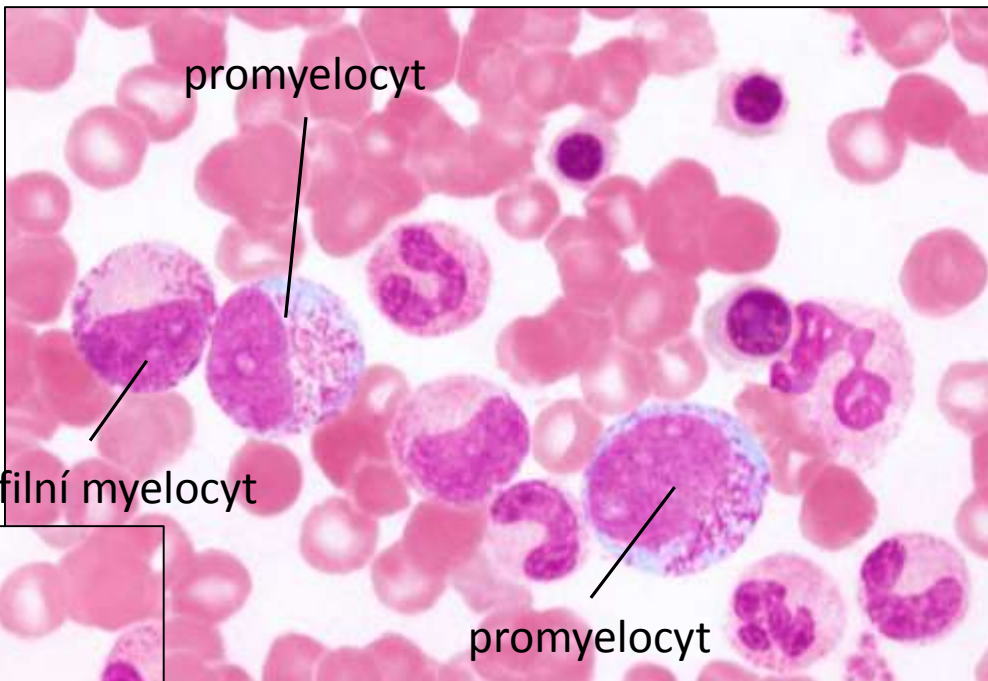


GRANULOPOEZE

myeloblast



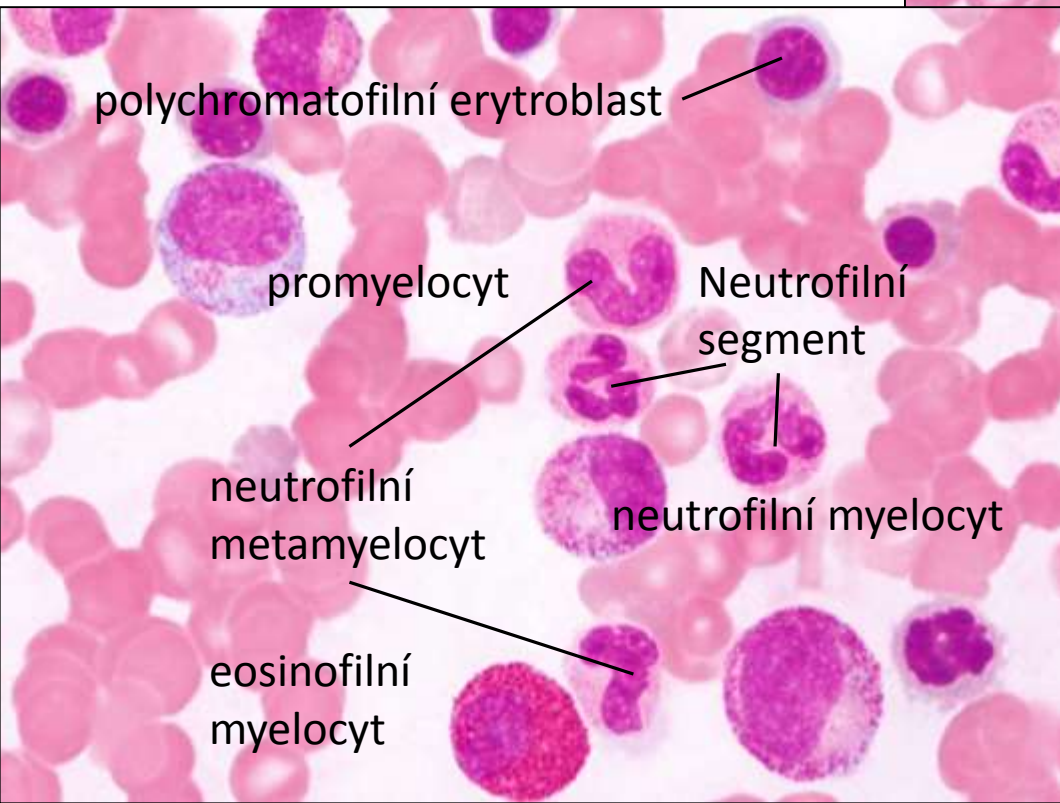
promyelocyt



neutrofilní myelocyt

promyelocyt

polychromatofilní erythroblast



promyelocyt

Neutrofilní segment

neutrofilní metamyelocyt

neutrofilní myelocyt

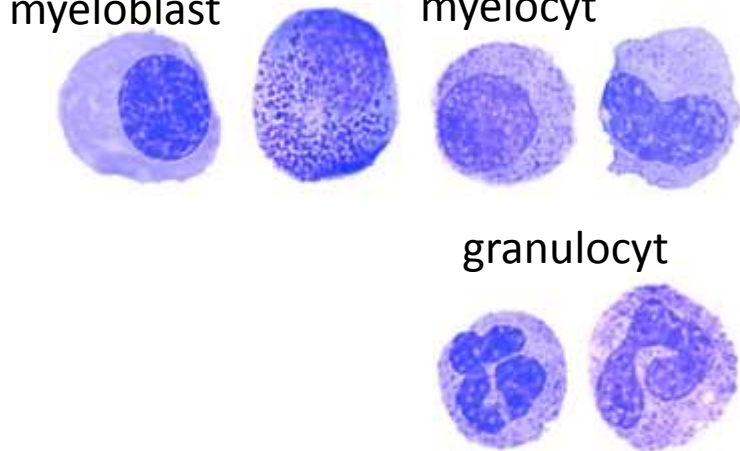
eosinofilní myelocyt

myeloblast

promyelocyt

myelocyt

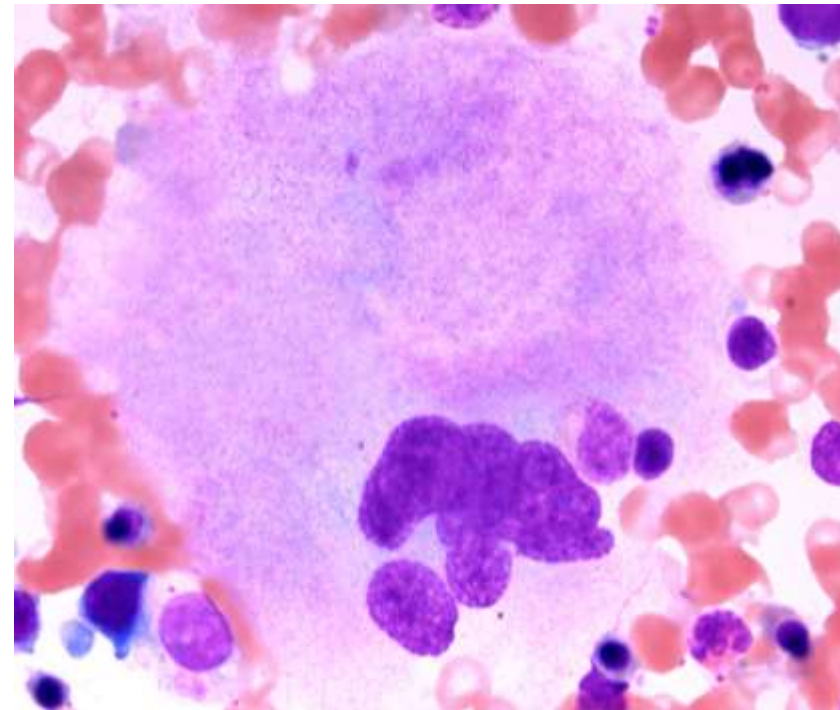
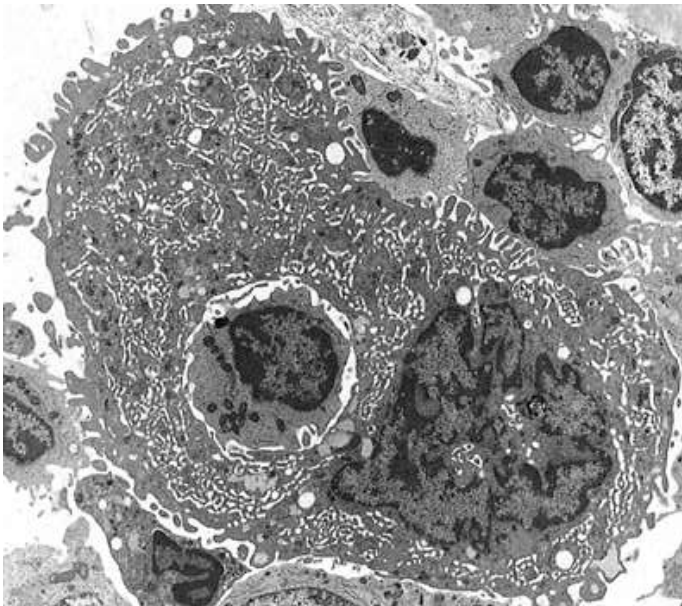
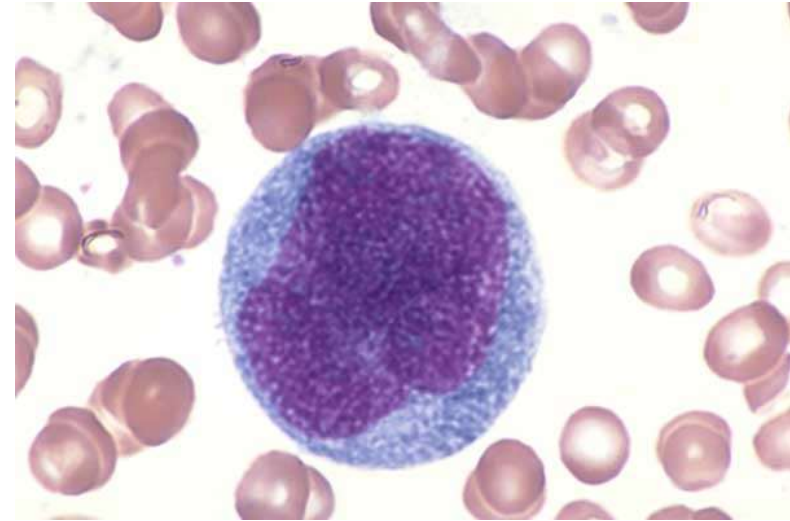
metamyelocyt



granulocyt

TROMBOPOEZE

- **megakaryoblast** (až 30 μm)
 - velké, oválné jádro s nápadnými jadérky
 - bazofilní cytoplazma
 - série endomitóz
- **promegakaryocyt** (až 100 μm)
 - velká buňka s polyploidním jádrem (8n-64n)
- **megakaryocyt** (80-150 μm)
 - polyploidní jádro s laloky (8n-64n)
 - azurofilní a destičková granula
 - vícečetné centrioly, vyvinuté ER a Golgiho aparát
 - četné membránové invaginace – demarkační kanály (linie)



MONOCYTOPOÉZA A LYMFOPOÉZA

MONOCYTOPOÉZA

- **monoblast** (~16 μm)
 - mitoticky aktivní
 - kulaté nebo ledvinovité jádro s jadérky
 - mírně bazofilní cytoplazma
- **promonocyt** (~16-20 μm)
 - mitoticky aktivní (1-2)
 - velké jádro se zářezem, nepatrná jadérka
 - bazofilní cytoplazma
 - azurofilní granula
- **monocyt**
 - krátce v cirkulaci, poté opouští krevní oběh a diferencuje v tkáňové makrofágy

LYMPHOPOÉZA

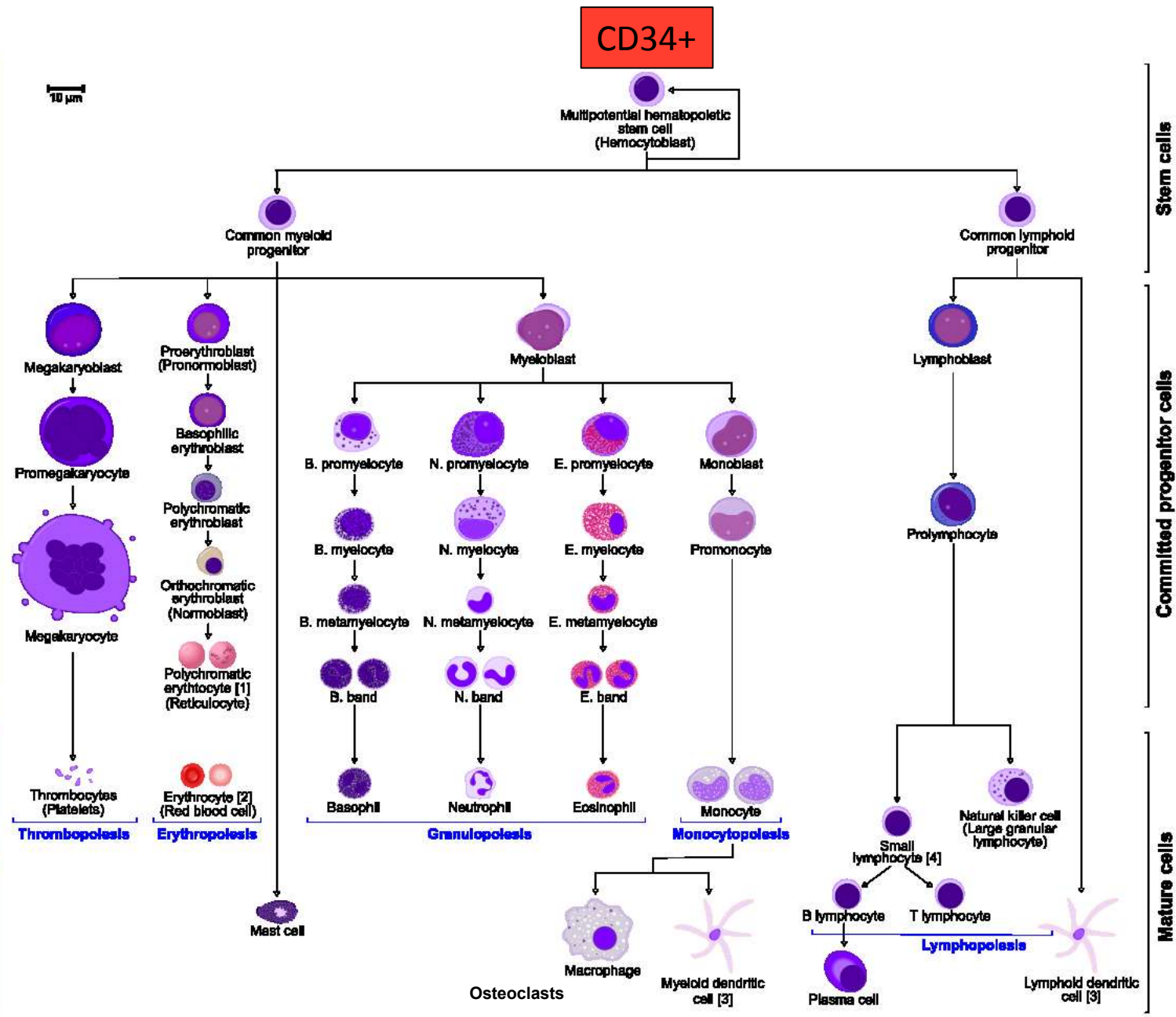
- **lymfoblast** (~18-20 μm)
 - kulaté-oválné jádro s jadérky
 - mírně bazofilní cytoplazma bez azurofilních granul
- **prolymfocyt** (~12-15 μm)
 - maturace do lymfocytů
- **lymfocyt**
 - další maturace a diferenciaci mimo kostní dřeň

PŘEHLED ADULTNÍ KRVETVORBY

Bone marrow

Blood

Tissue



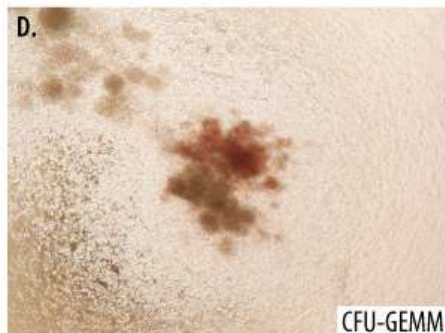
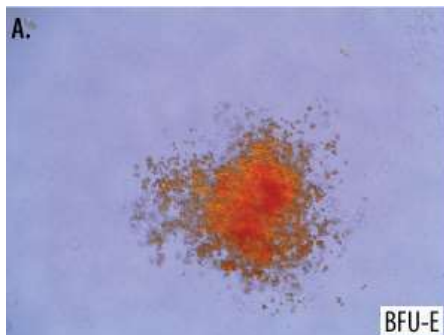
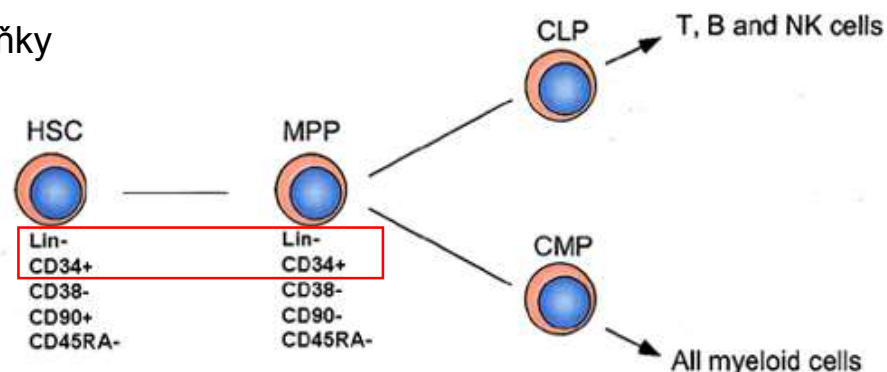
HEMATOPETICKÁ KMENOVÁ BUŇKA A PROGENITORY

- **Hematopetická kmenová buňka**

- Klidová, pomalý buněčný cyklus
- Transmembránový fosfoglykoprotein CD34⁺ - adheze v niche
- Neexprimuje povrchové markery determinovaných linií (je Lin⁻)
- Transplantace

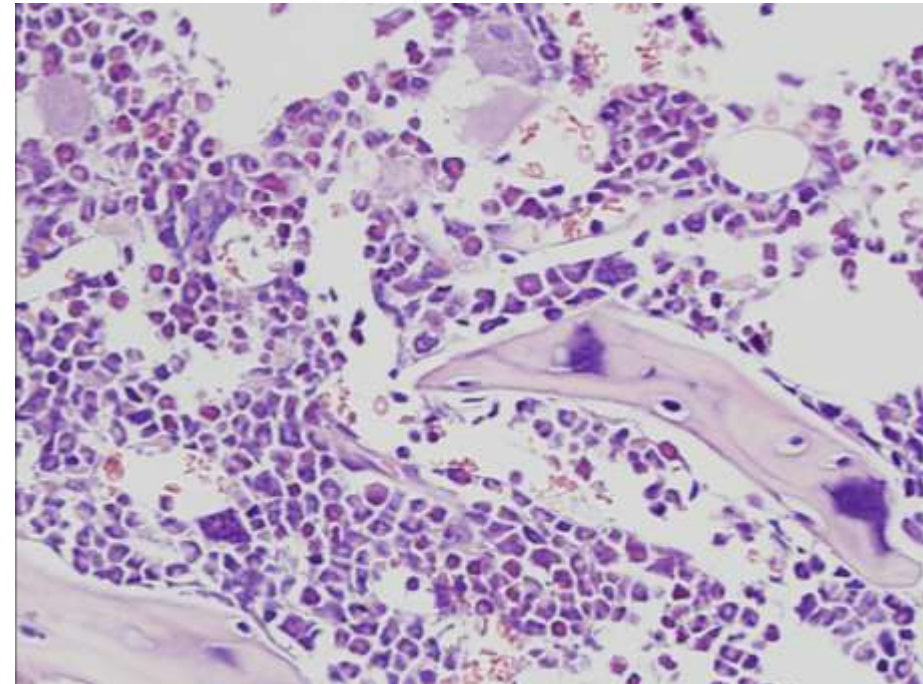
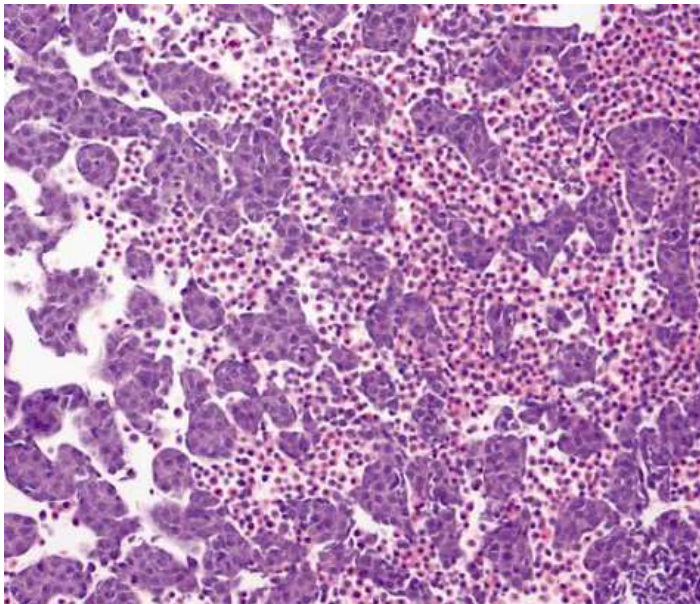
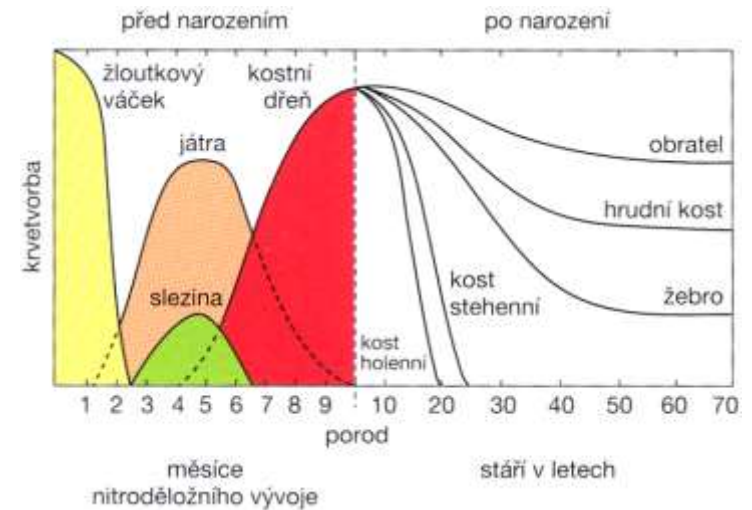
- **Colony/Burst – Forming Unit – CFU/BFU**

- Progenitory jednotlivých linií – unipotentní kmenové buňky
- Tvoří kolonie in vitro



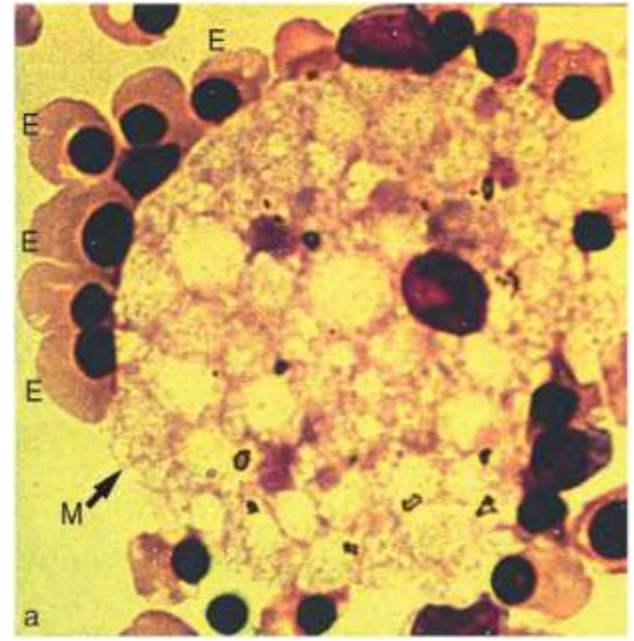
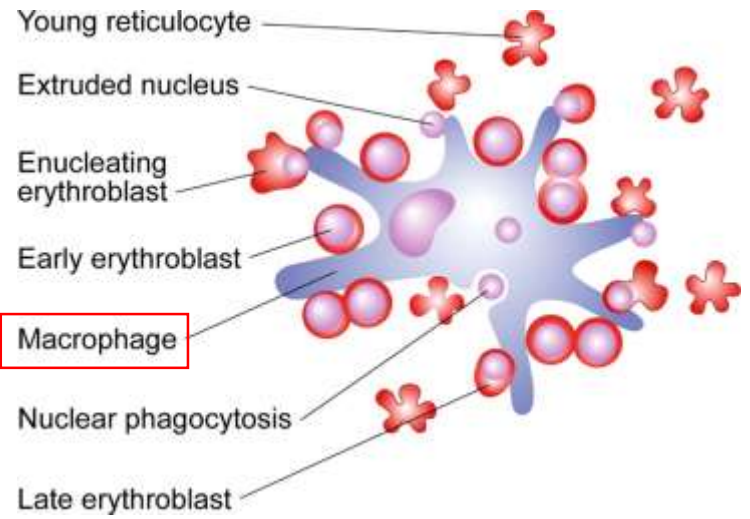
EMBRYONÁLNÍ KRVETVORBA

- **Extraembryonální mezoblastická perioda (16-20. den – 8. týden)**
 - žloutkový váček
 - klasický model – hemangioblasty (bipotentní buňky)
 - velké jaderné erytroidní buňky
- **aorta-gonad-mesonephros (28. den – 4. týden)**
 - para-aortické clustery v mezodermu splanchnopleury
 - zdroj embryonálních krvetvorných kmenových buněk
- **hepatolienální perioda (1. měsíc – krátce po porodu)**
 - kolonizace fetálních jater a sleziny
- **medulární perioda (4-6. měsíc – celý život)**
 - kostní dřeň

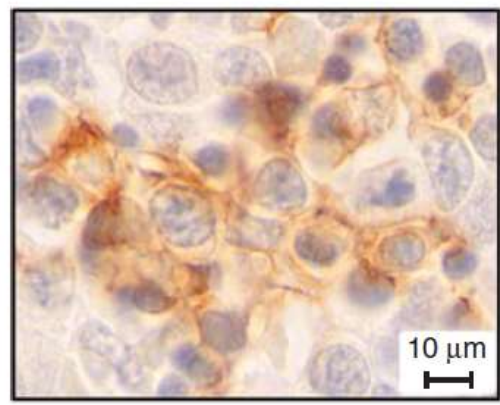


HEMATOPOETICKÉ OSTRŮVKY

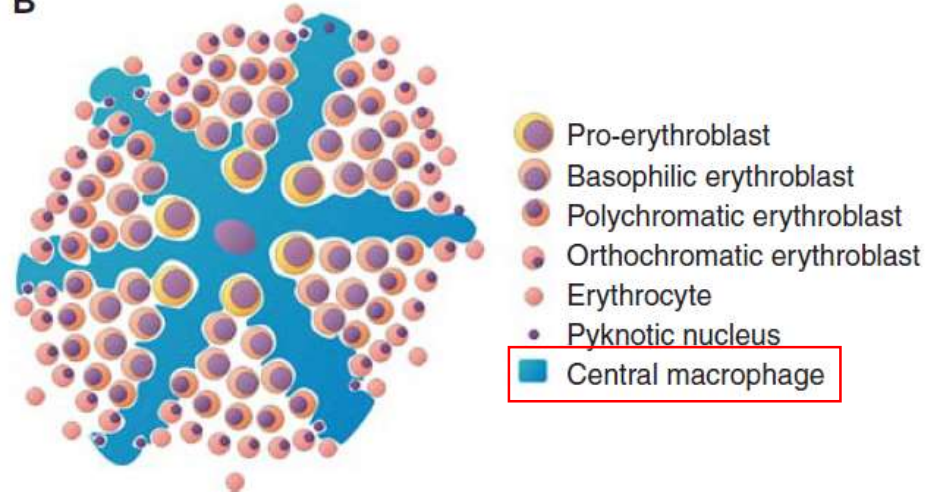
- Hepatolienální a medulární krvetvorba
- Erytroblastické ostrůvky



A

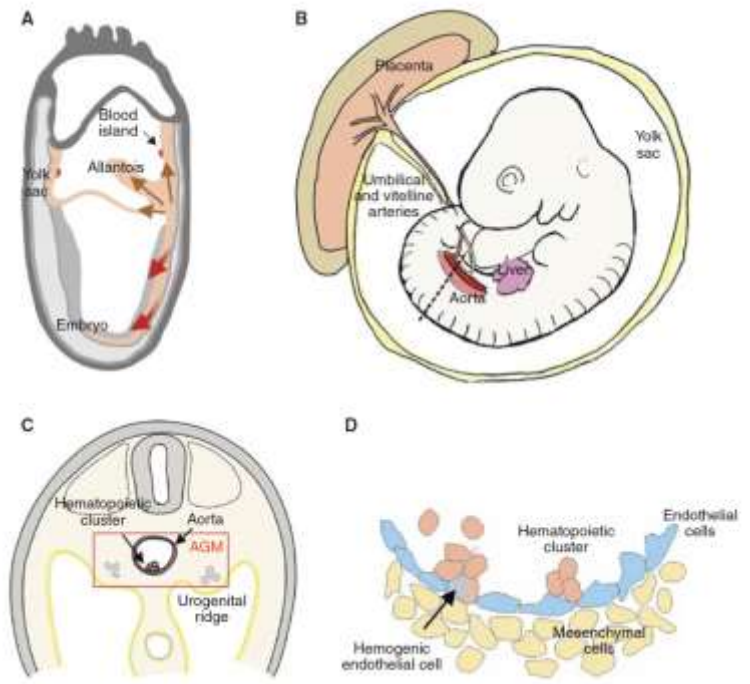


B

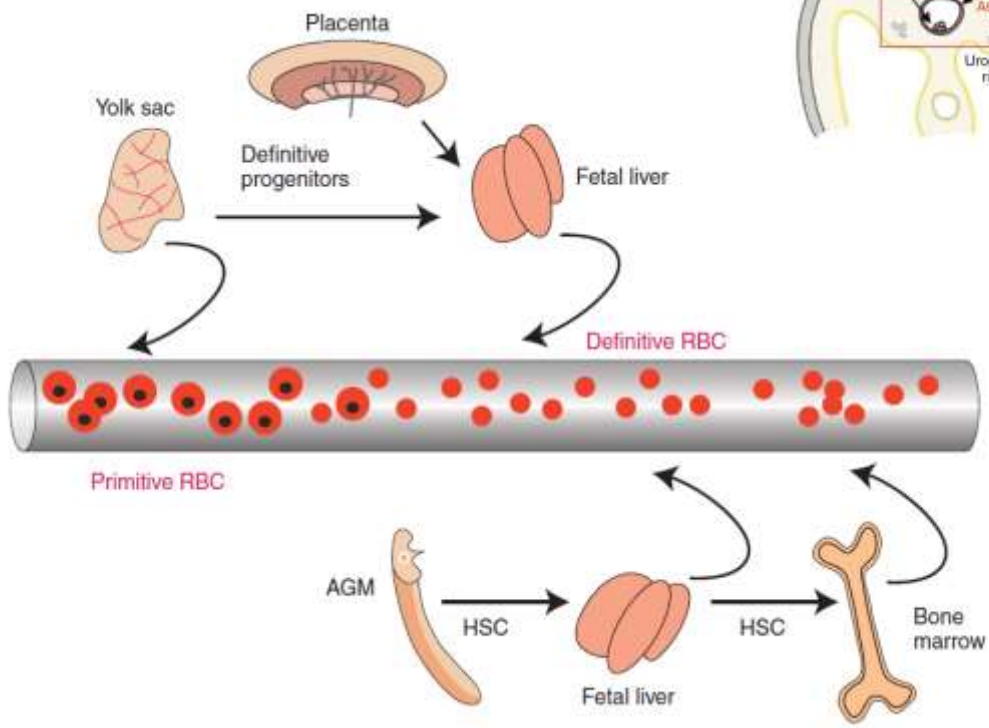


INTRAEEMBRYONÁLNÍ KRVETVORBA

- **Aorta-gonad-mesonephros (28. den – 4. týden)**
- para-aortické clustery v mezodermu splanchnopleury
- zdroj embryonálních krvetvorných kmenových buněk



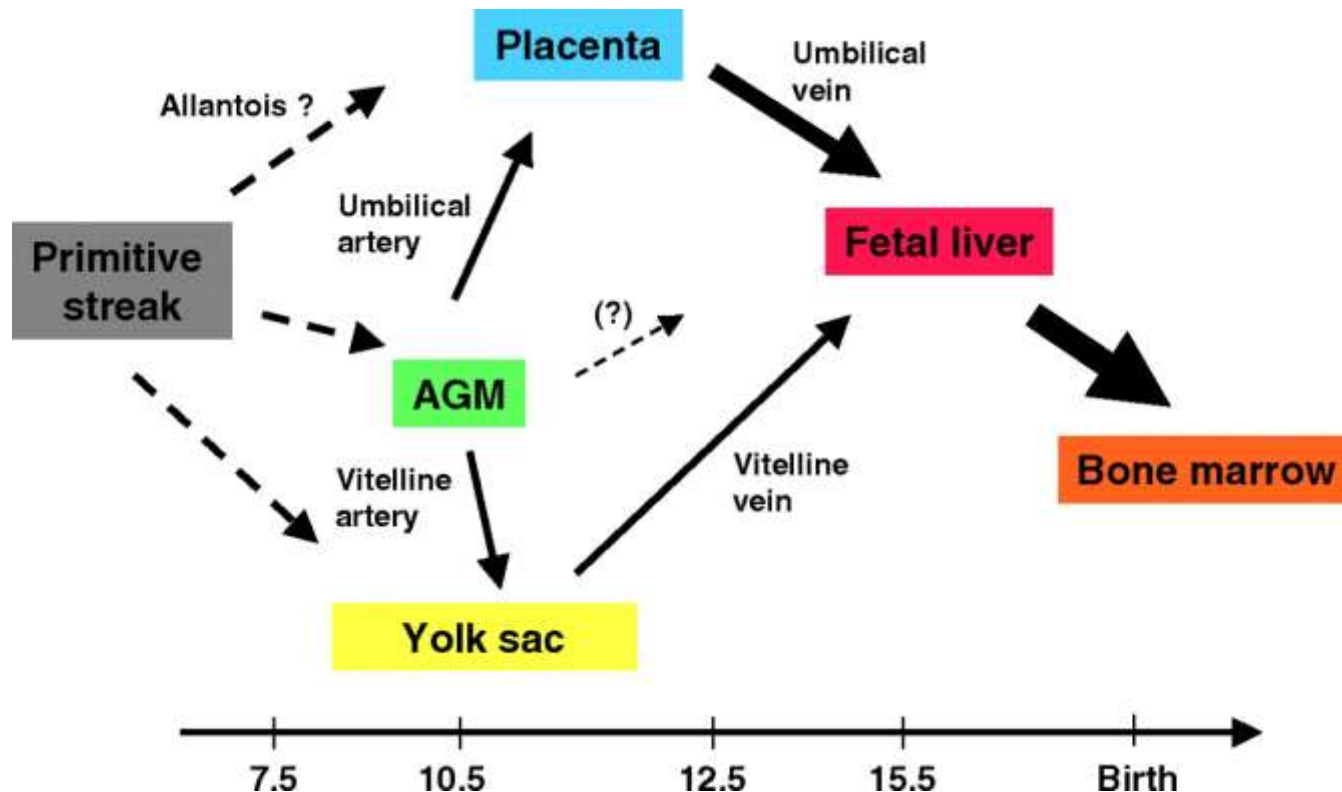
- **Placenta**



KRVETVORBA - SHRNUTÍ

Embryonální

- žloutkový váček
- AGM
- játra a slezina
- kostní dřeň



Adultní

- kostní dřeň
- červená/žlutá
- extramedulární hematopoéza výjimečně (patologicky)

DĚKUJI ZA POZORNOST

pvanhara@med.muni.cz
www.med.muni.cz/histology

