

A 3D illustration of a blood vessel cross-section. The vessel is shown in a reddish-brown color. Inside, numerous red blood cells (erythrocytes) are depicted as biconcave discs, and several white blood cells (leukocytes) are shown as larger, spherical cells. The cells are distributed throughout the vessel, with some appearing to be in motion. The overall scene is set against a dark red background.

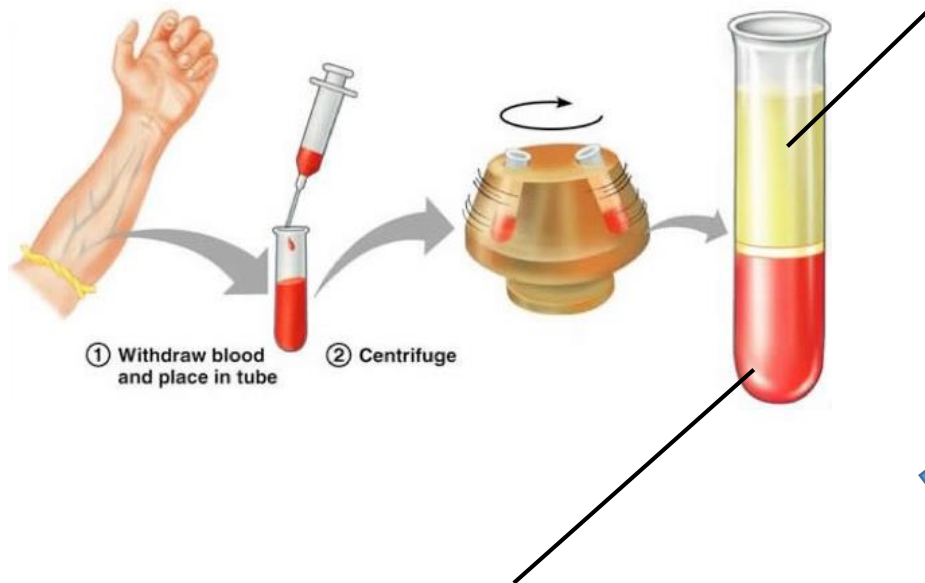
KREV A KRVETVORBA

Petr Vaňhara

Ústav histologie a embryologie LF MU

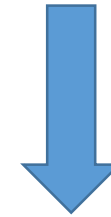
Krev je tělní tekutina

- 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

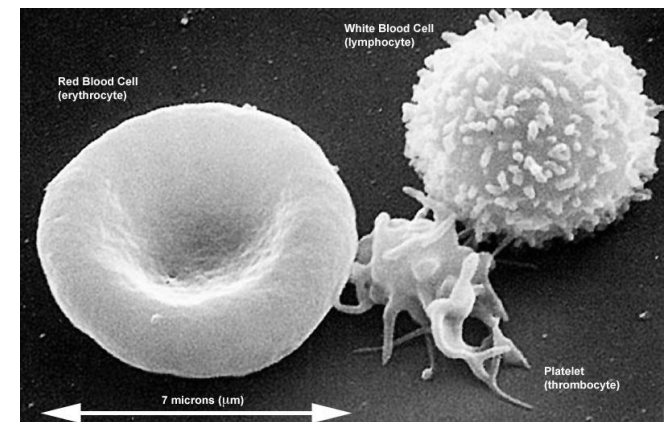
- ionty, proteiny, nízkomolekulární organické látky
- tekutá ECM



Krev lze považovat za trofickou pojivovou tkáň

formované krevní elementy – krvinky

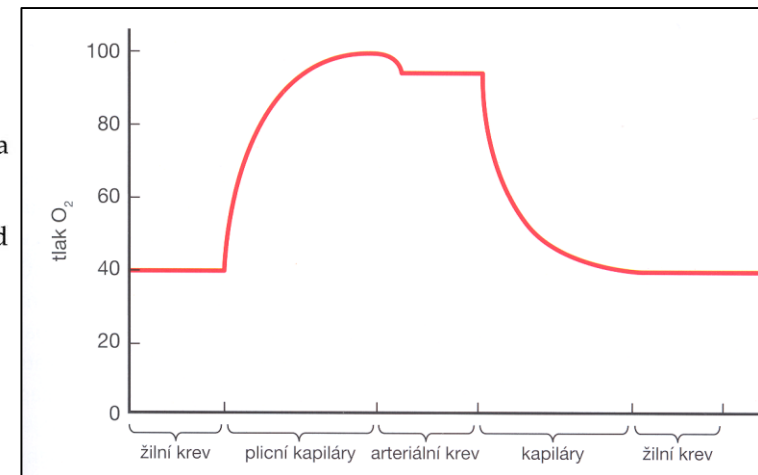
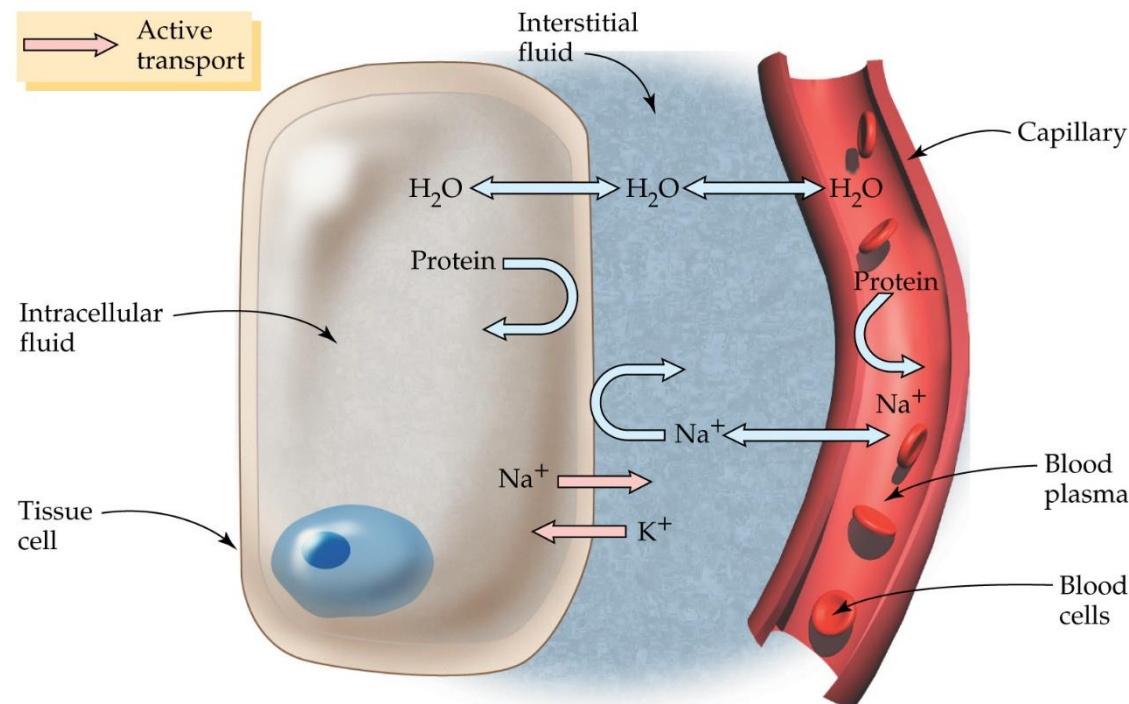
- erythrocyty
- leukocyty
- trombocyty



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

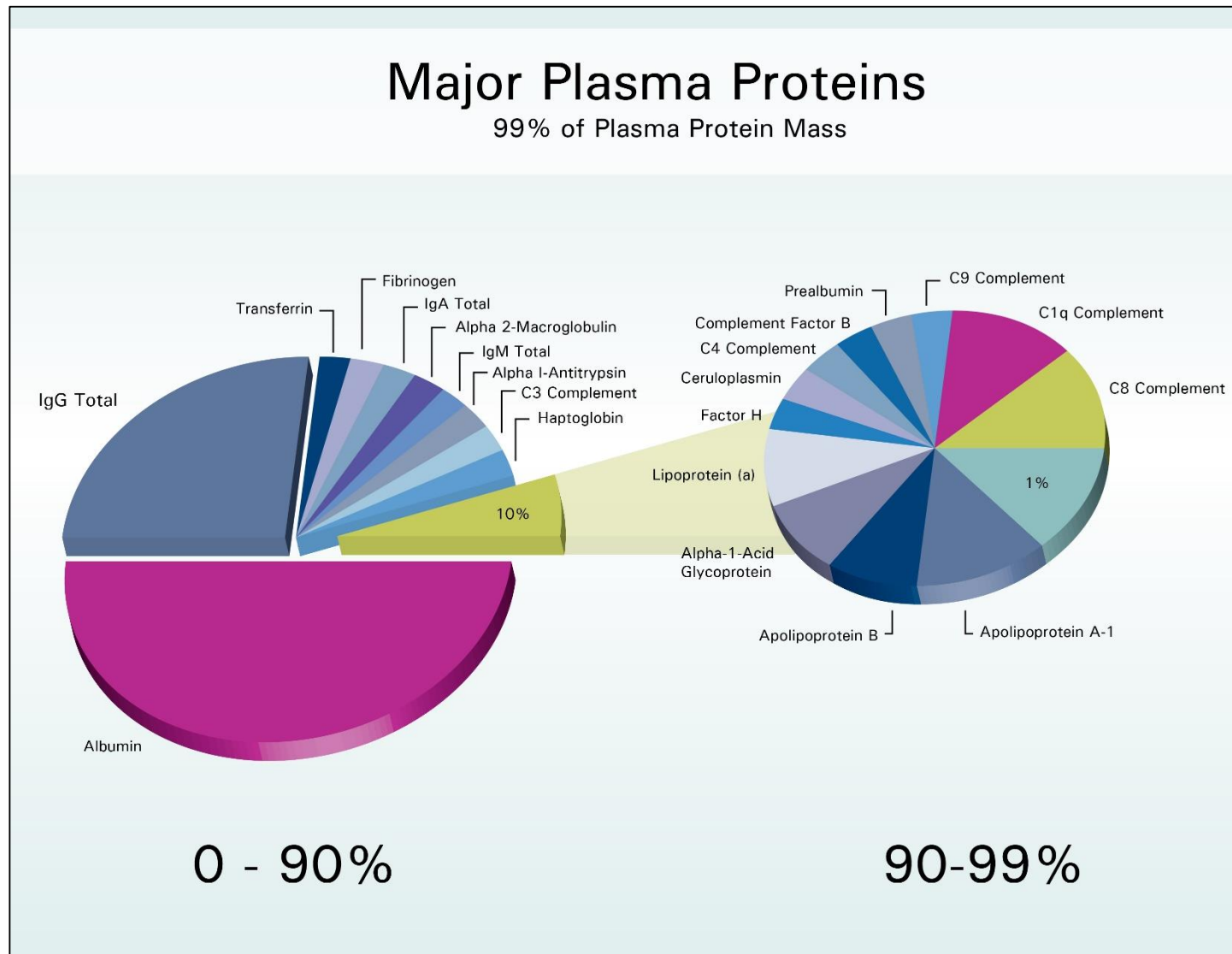


SLOŽENÍ KREVŇÍ PLAZMY JE VELMI STÁLÉ

- je regulované v úzkém rozmezí → zásadní pro klinickou medicínu

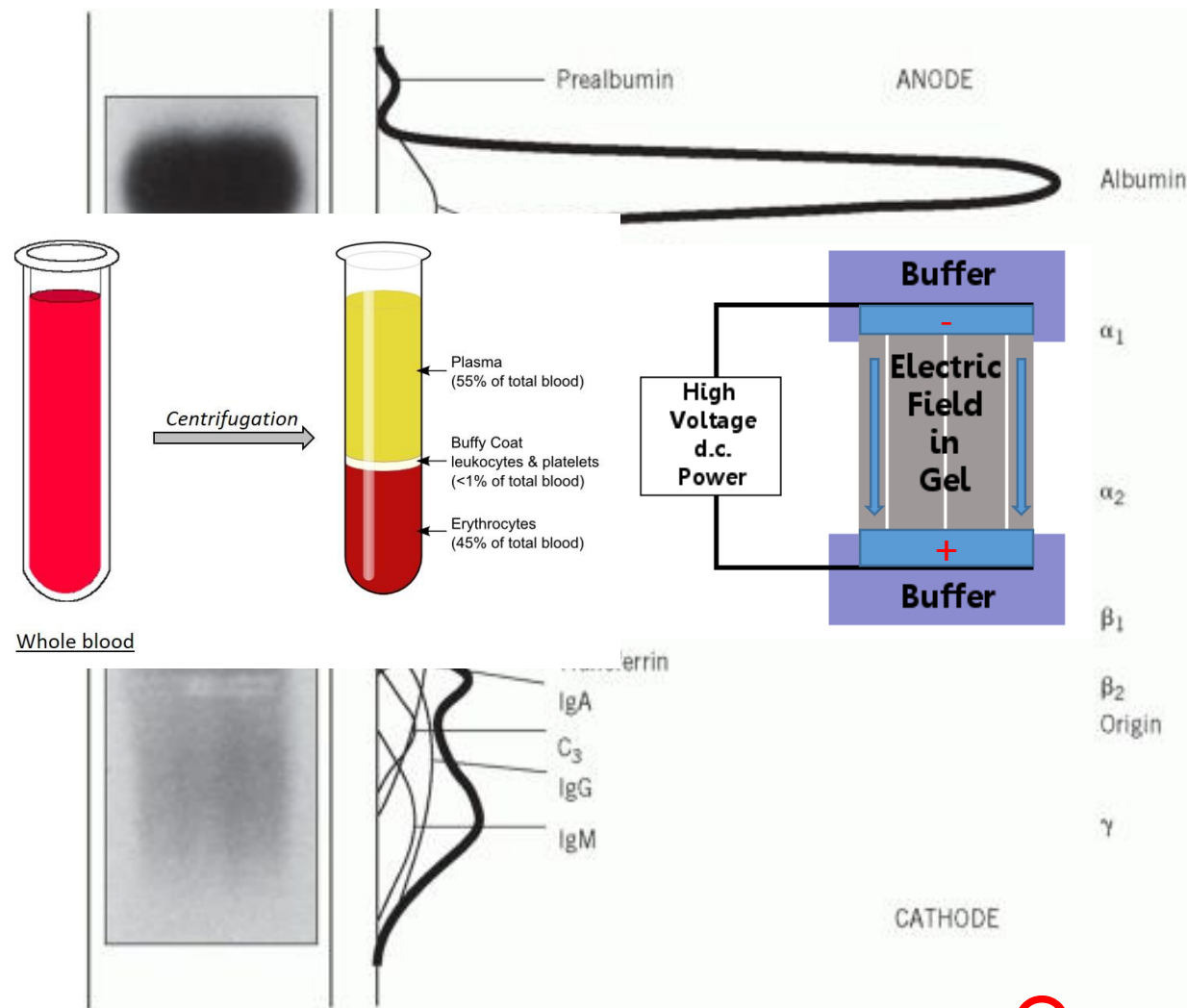
PROTEINY KREVŇÍ PLAZMY (7%)

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



PROTEINY KREVŇÍ PLAZMY (7%)

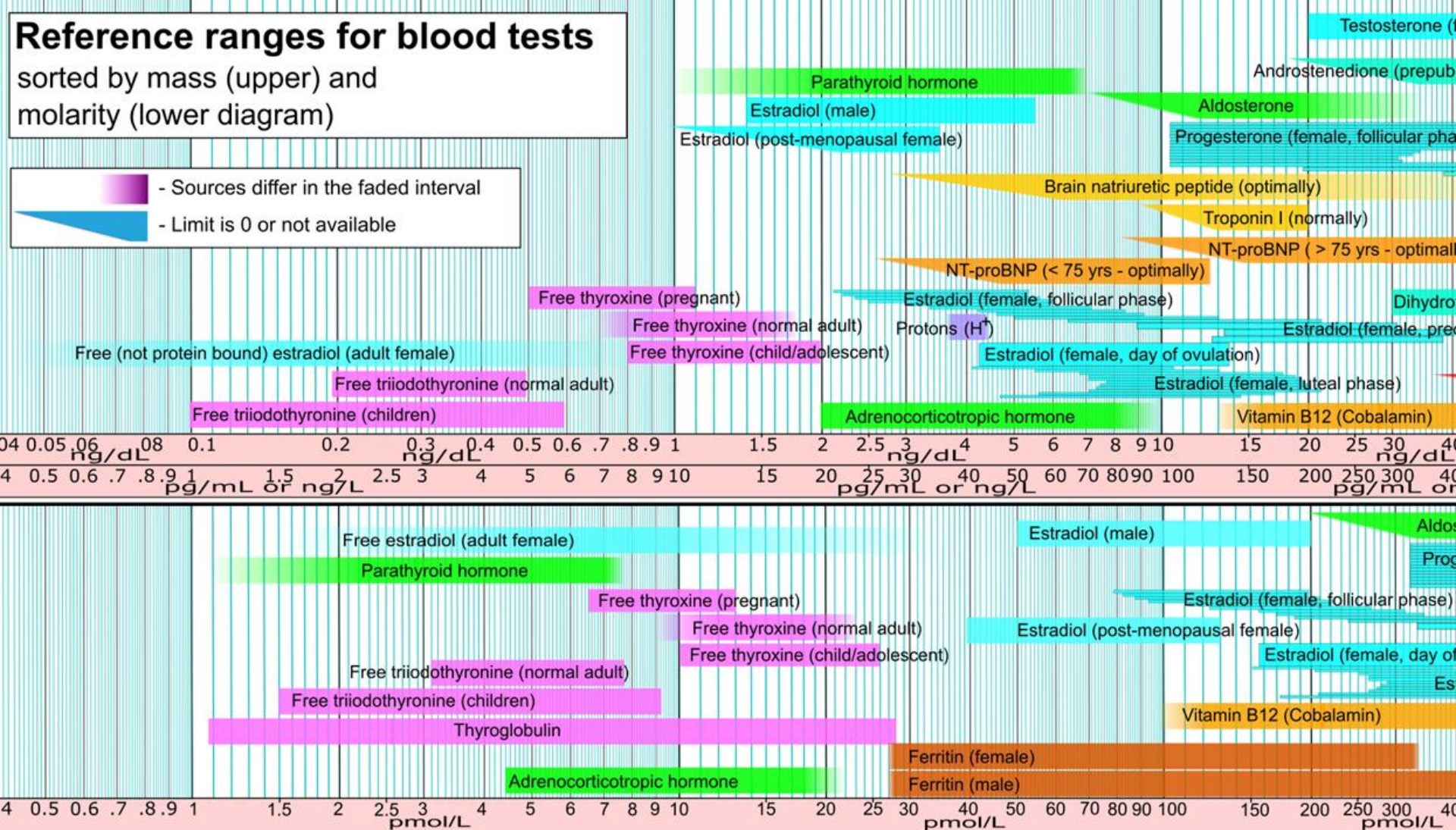
- **prealbumin**
 - transport
- **albumin**
 - 68kDa
 - transport
 - osmotický tlak
- **α1 oblast**
 - α1 lipoprotein (HDL)
 - α1 kyselý glykoprotein
 - α1 antitrypsin
 - (α1 fetoprotein)
- **α2 oblast**
 - α2 makroglobulin
 - haptoglobin
- **β1 oblast**
 - transferrin
 - hemopexin
- **β2 oblast**
 - β lipoprotein (LDL)
 - C4 (komplement)
- **β2 oblast**
 - CRP
 - fibrinogen
 - β2 mikroglobulin
 - C3 (komplement)
- **γ oblast**
 - IgA, IgG, IgM

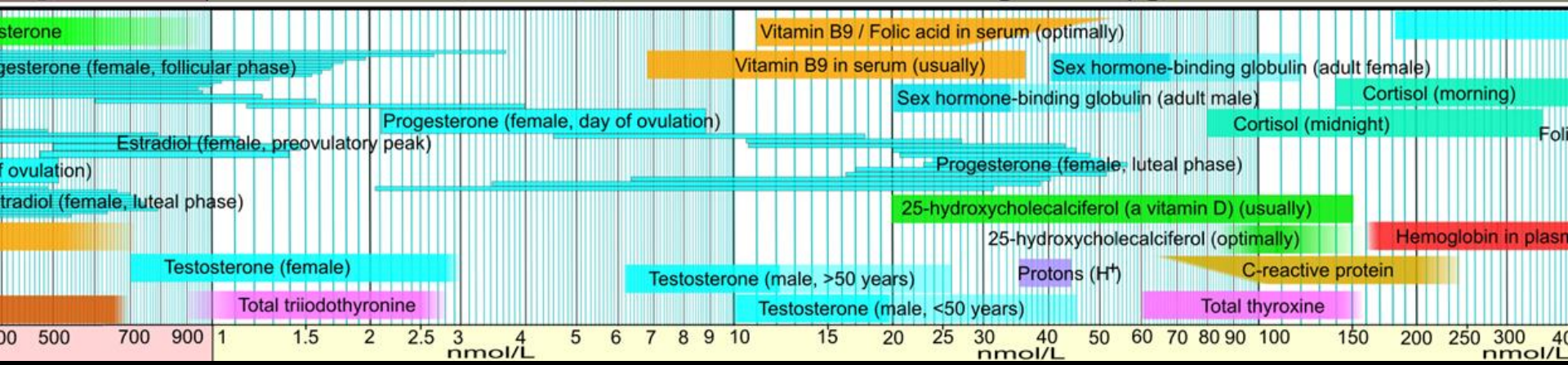
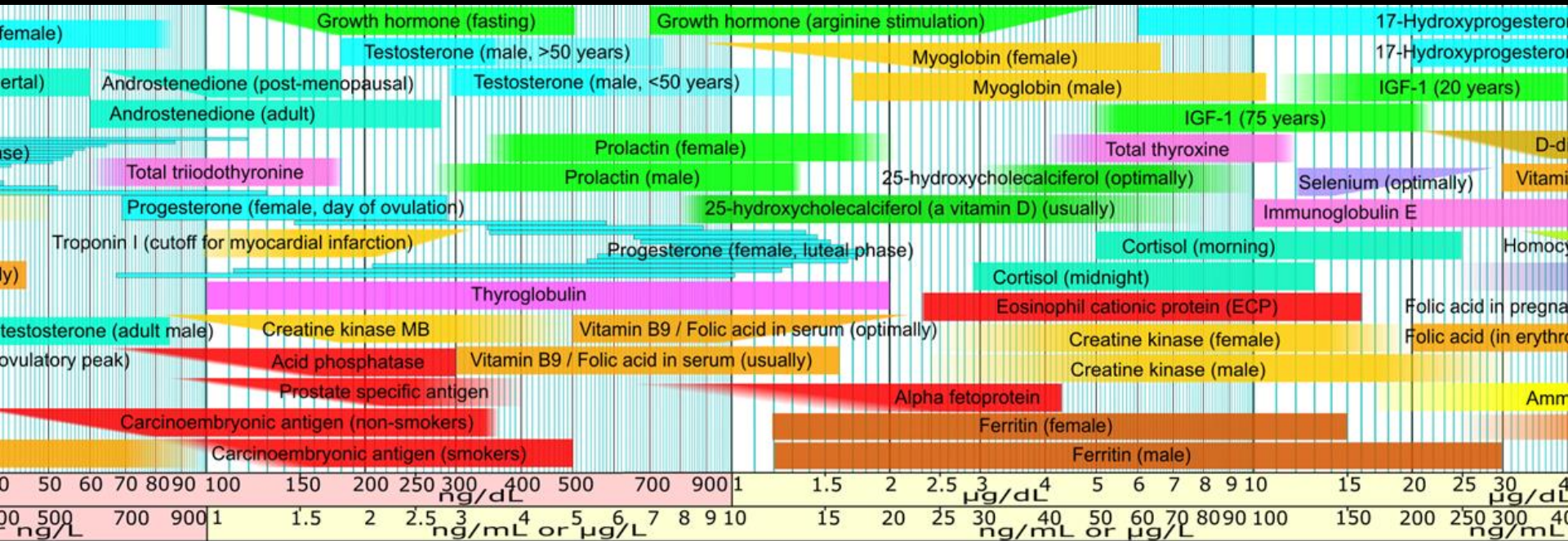


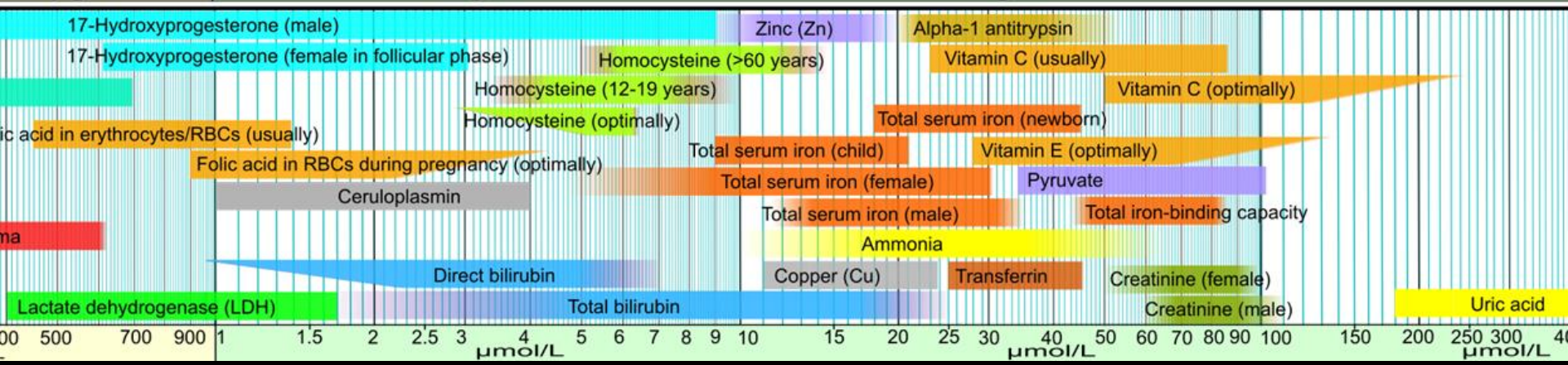
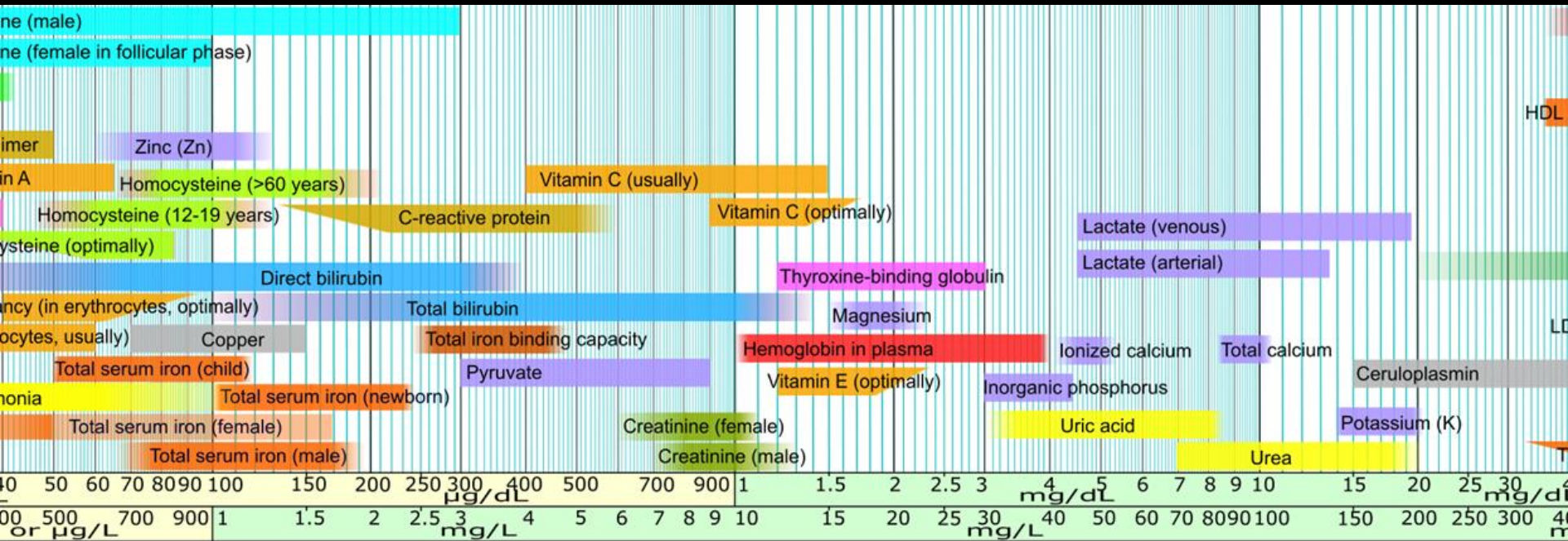
Reference ranges for blood tests

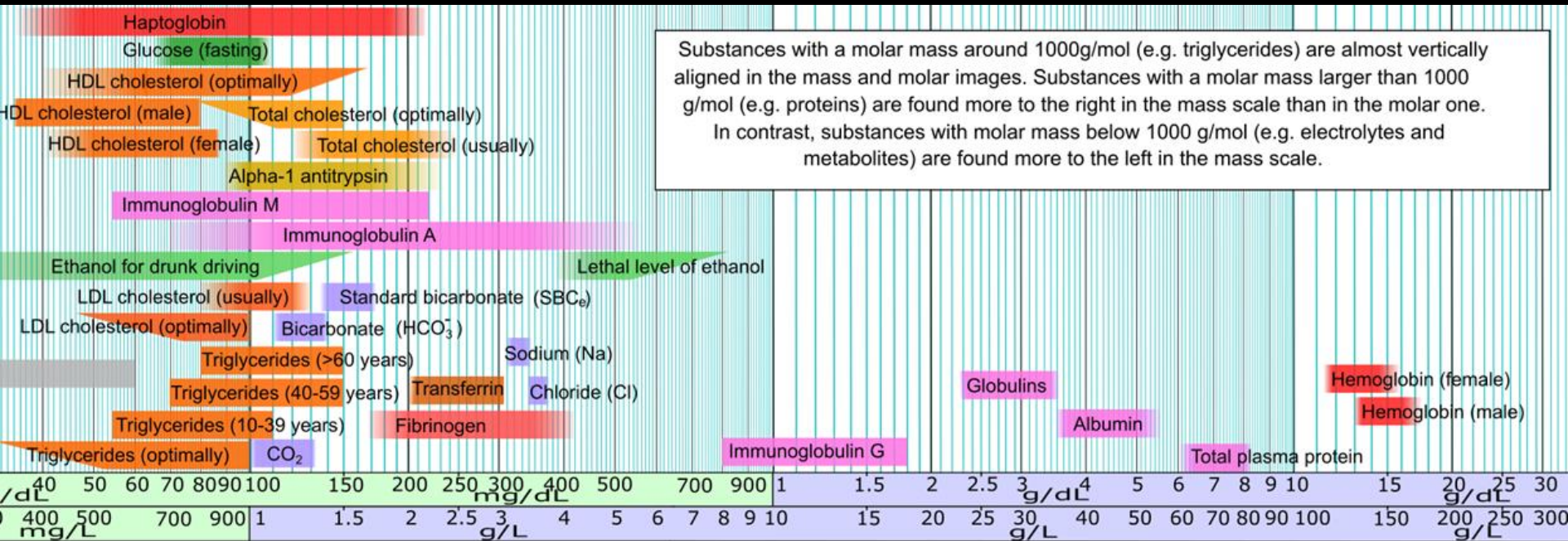
sorted by mass (upper) and molarity (lower diagram)

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

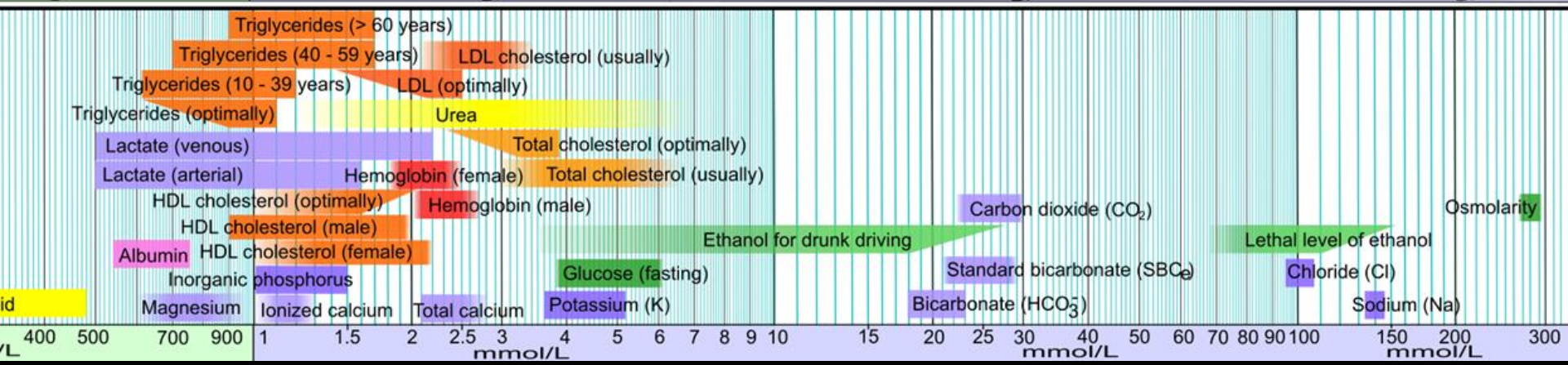






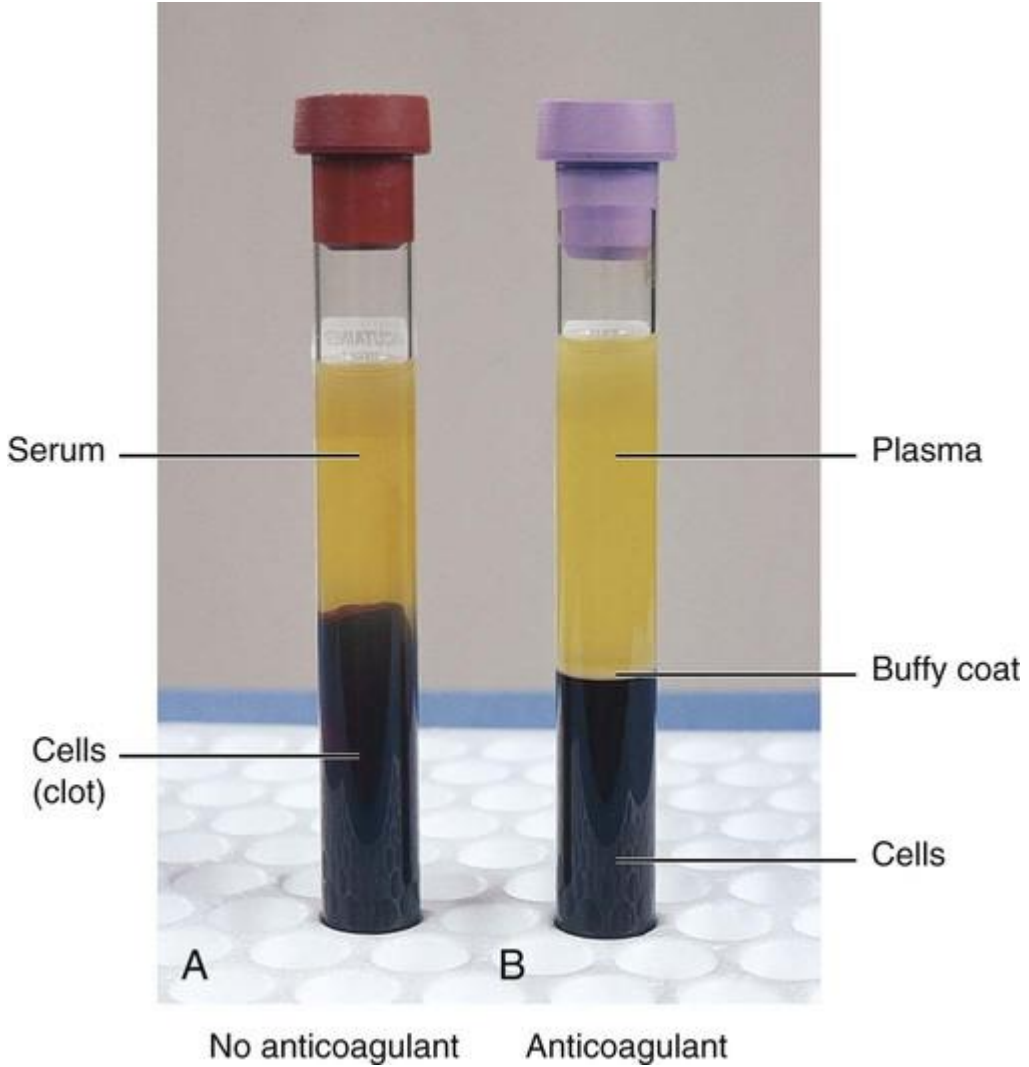


Substances with a molar mass around 1000g/mol (e.g. triglycerides) are almost vertically aligned in the mass and molar images. Substances with a molar mass larger than 1000 g/mol (e.g. proteins) are found more to the right in the mass scale than in the molar one. In contrast, substances with molar mass below 1000 g/mol (e.g. electrolytes and metabolites) are found more to the left in the mass scale.

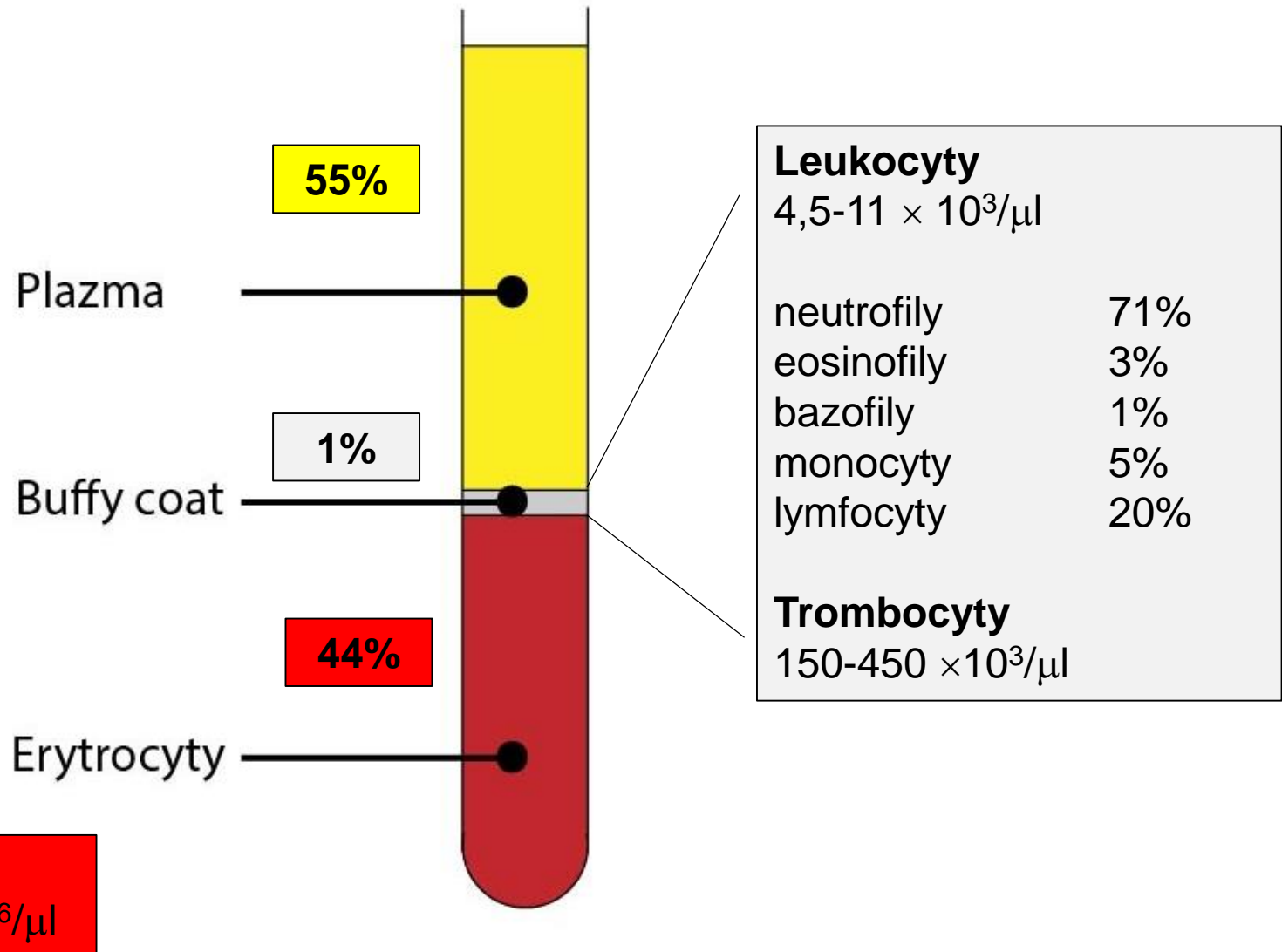


KREVNÍ PLAZMA A SÉRUM

- 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%

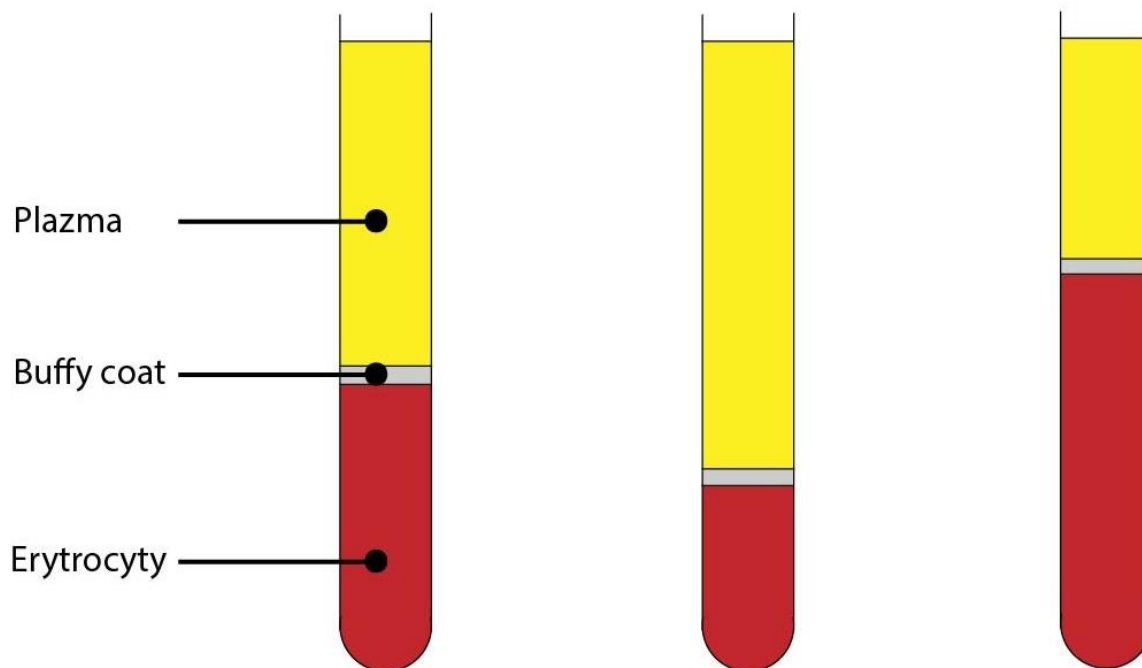


42±4%

Norma

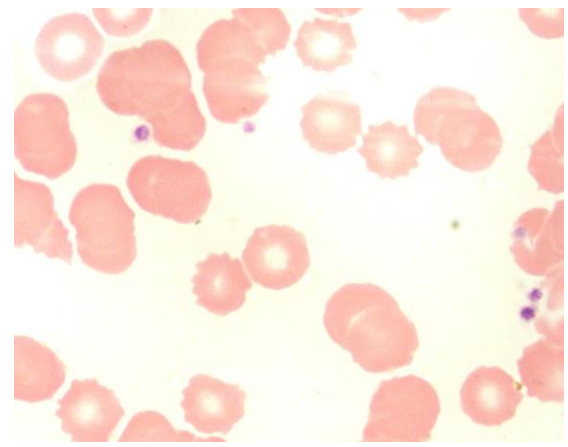
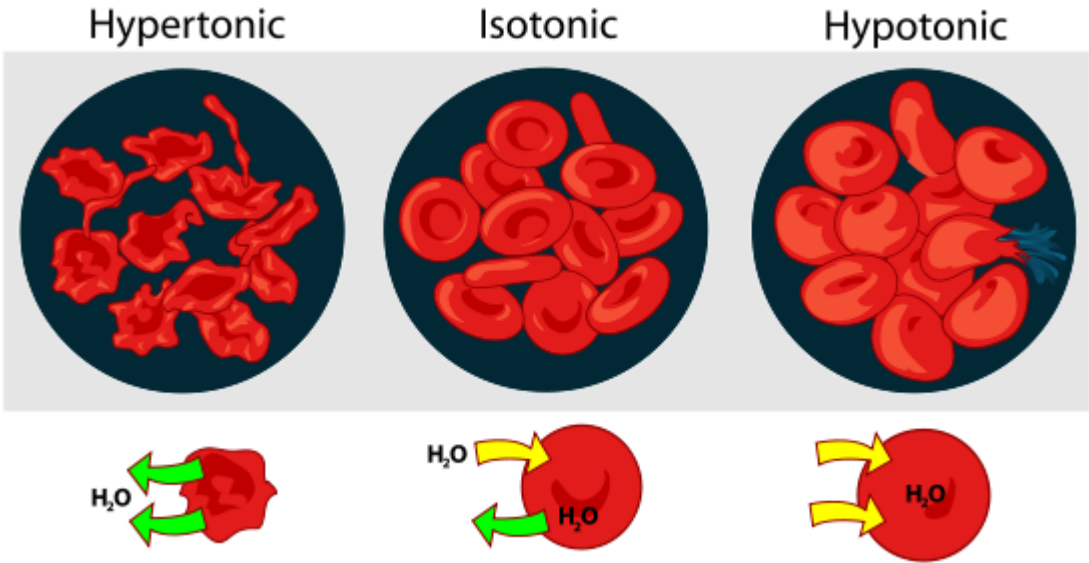
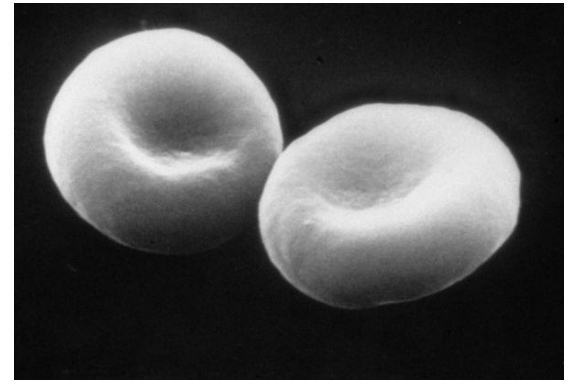
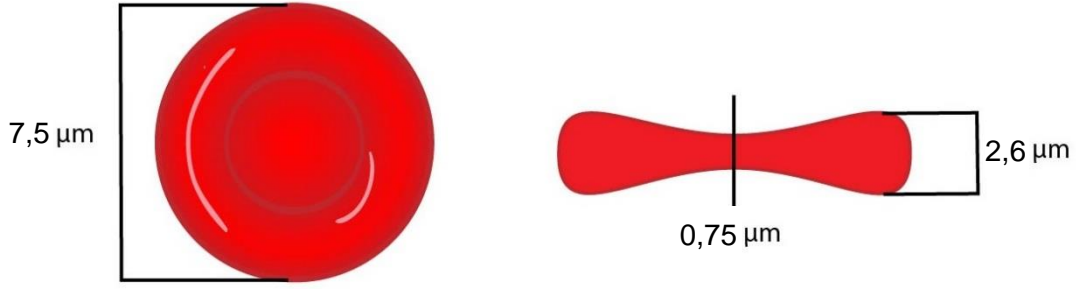
Anémie

Polycytémie



ERYTROCYTY

Velikost je závislá na osmotickém tlaku prostředí

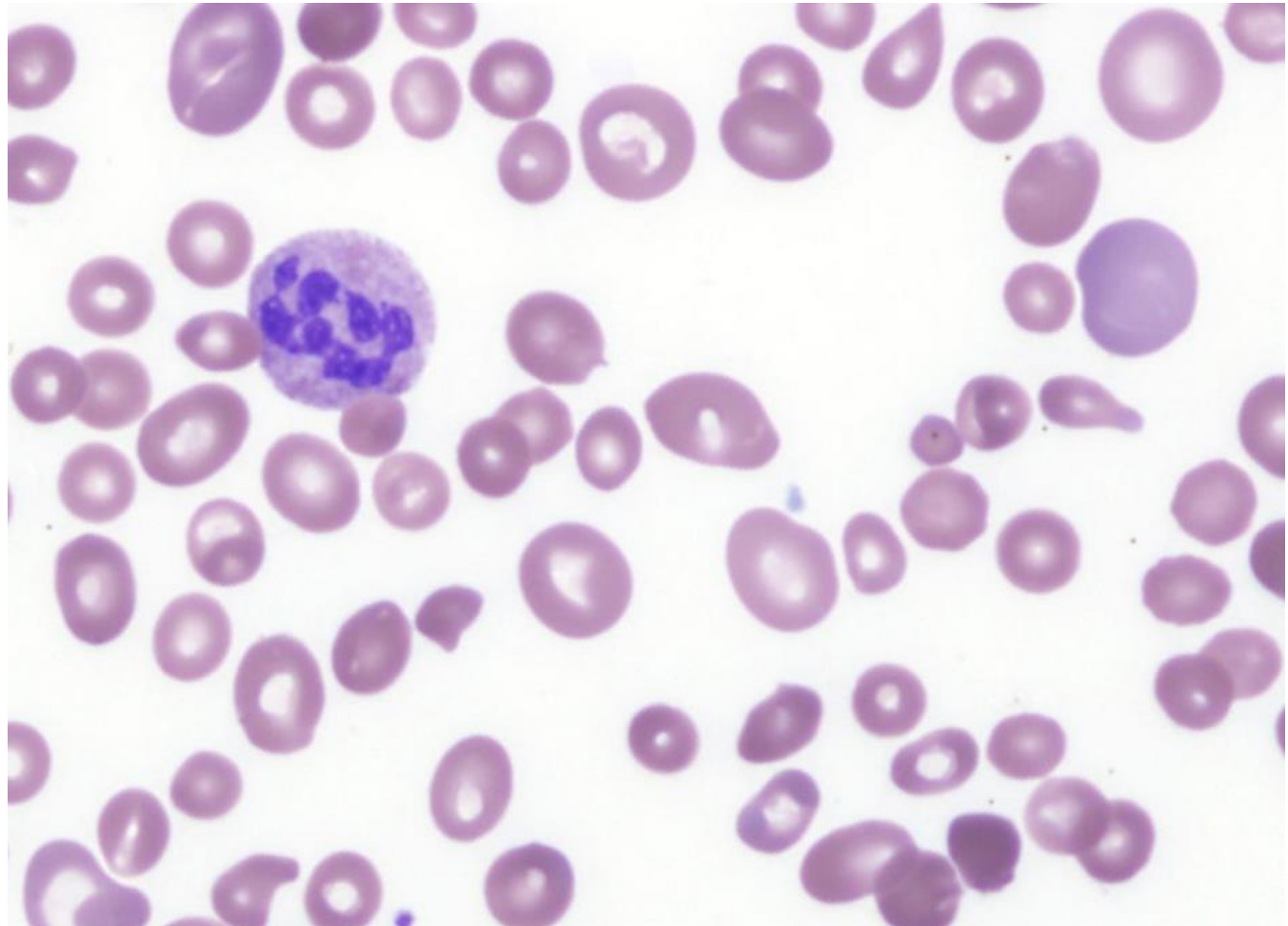


ERYTROCYTY

Odchylky od běžné velikosti

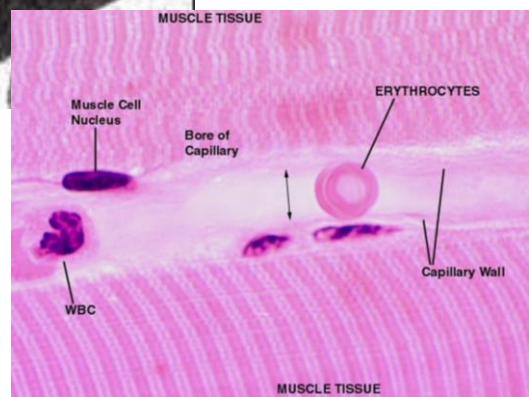
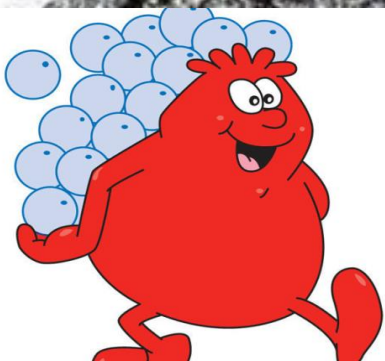
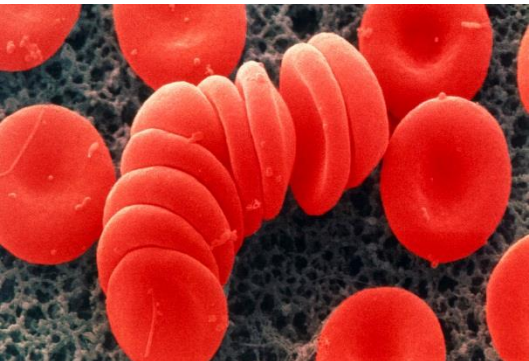
- **anisocytóza**

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



ERYTHROCYTY

Tvar erythrocytu umožňuje značnou flexibilitu



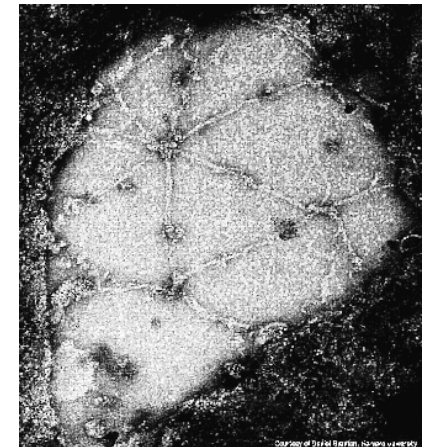
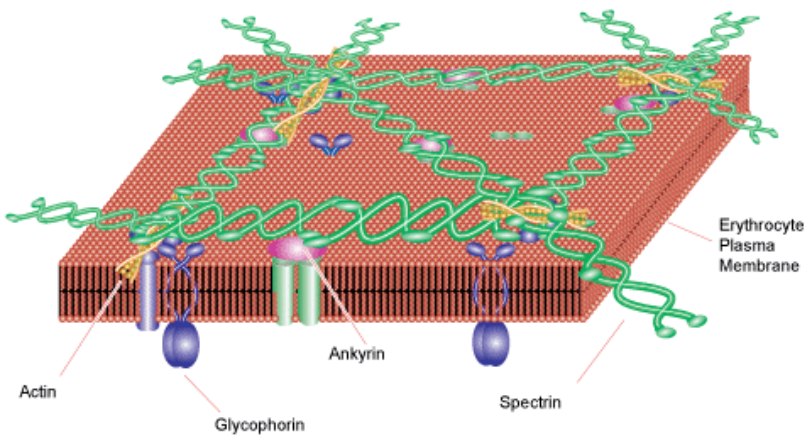
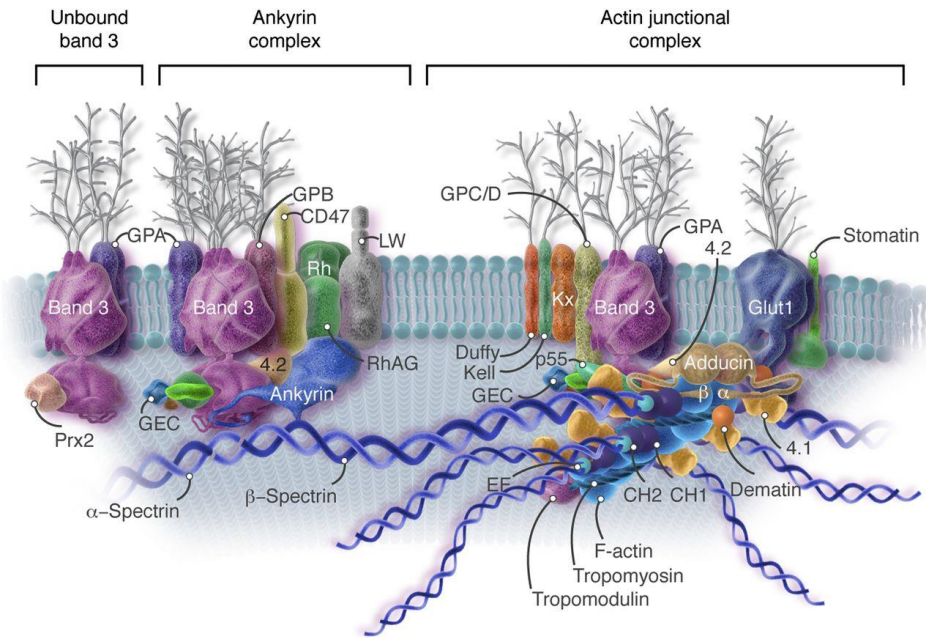
ERYTROCYTY

Tvar erythrocytů

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

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

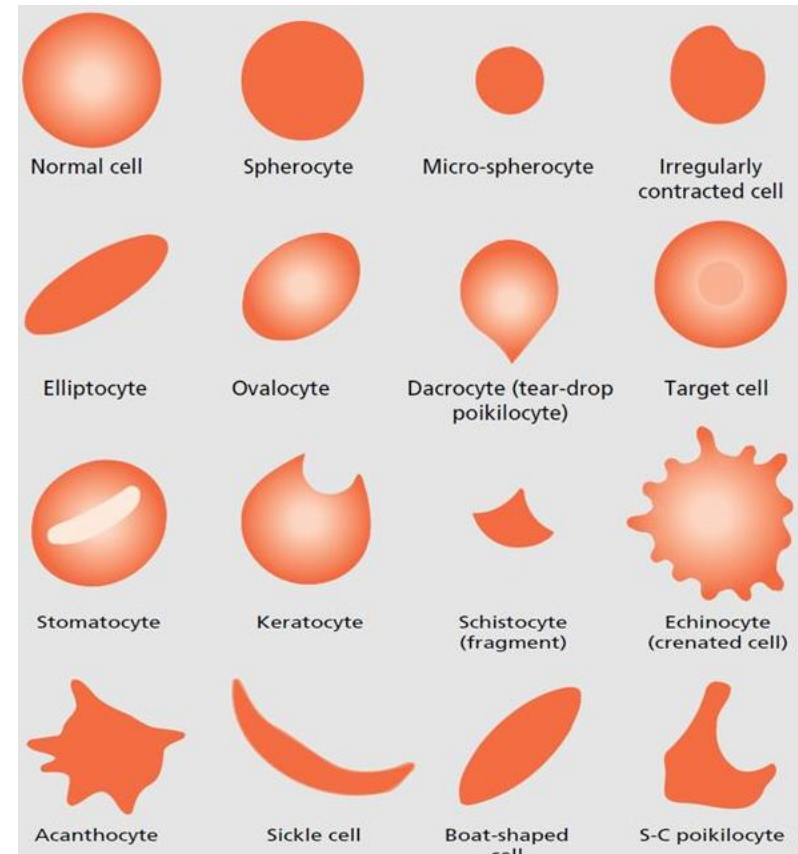
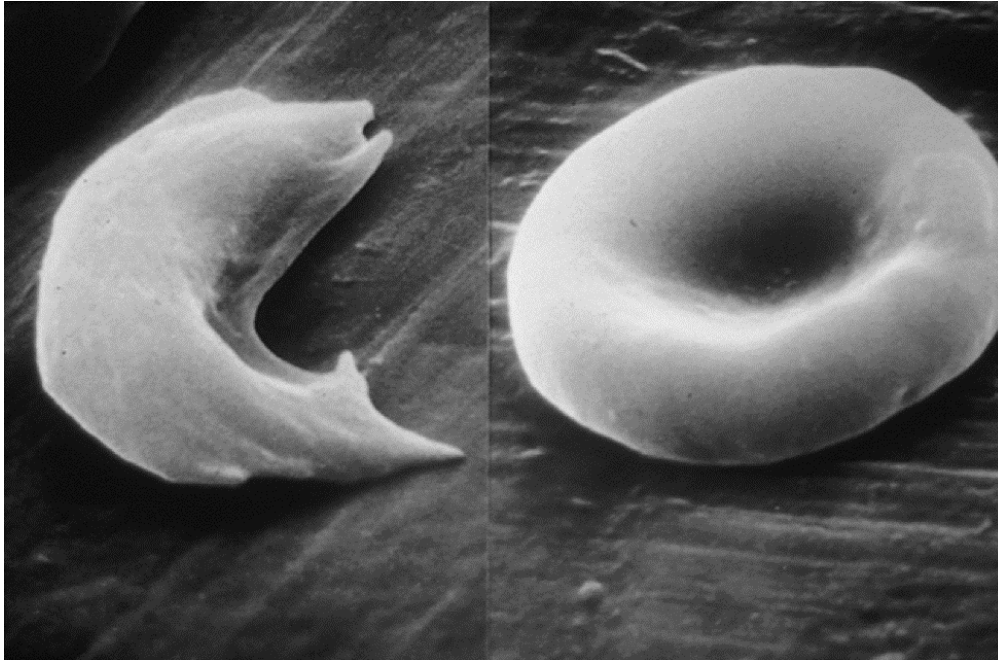
- **hemoglobin**



ERYTROCYTY

Odchylky od běžného bikonkávního tvaru

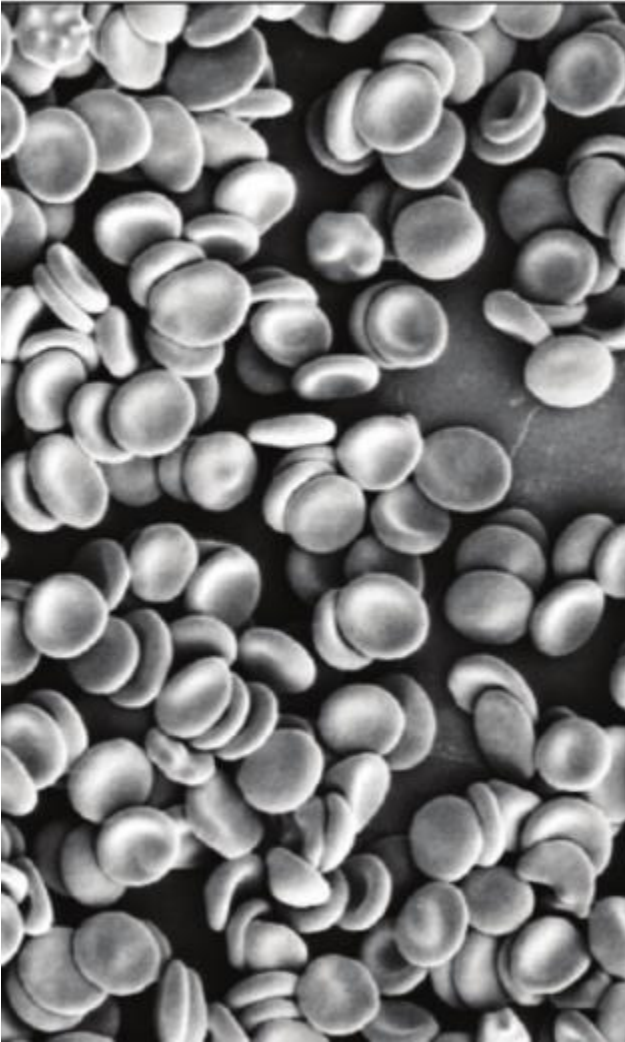
- **poikilocytóza**
 - **akantocyty** (nepravidelné trnovité výběžky membrány)
 - **kodocyty** („pneumatika“)
 - **echinocyty** (trnovité výběžky na celém povrchu)
 - **eliptocyty** (eliptický tvar)
 - **sferocyty** (kulovitý tvar)
 - **stomatocyty** (chybějící části membrány nebo jiné nepravidelnosti)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



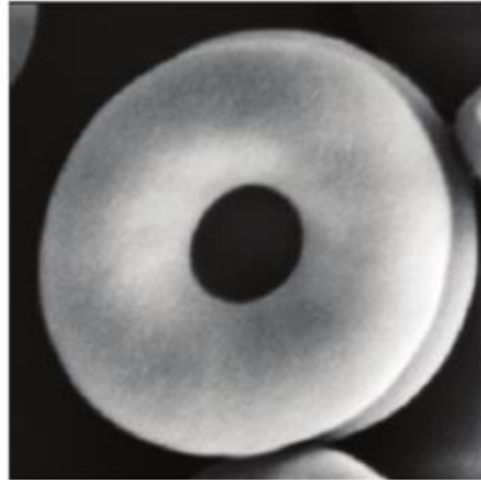
ERYTROCITY

Odchyly od běžného bikonkávního tvaru

Normální

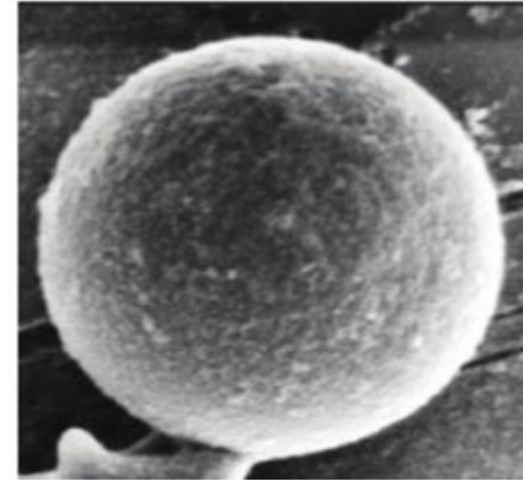


Kodocyt

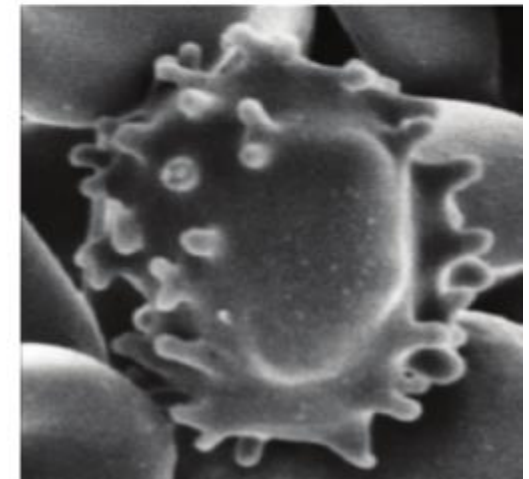
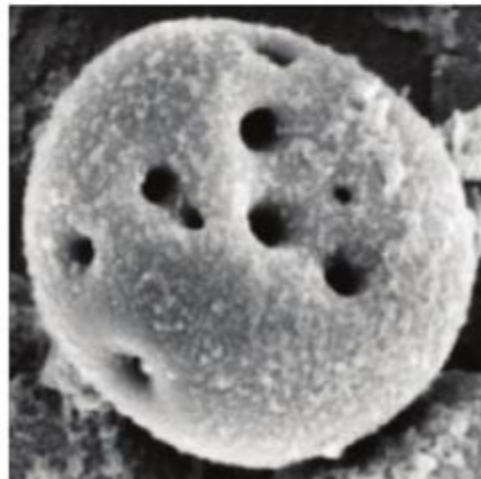


(b)

Sferocyt



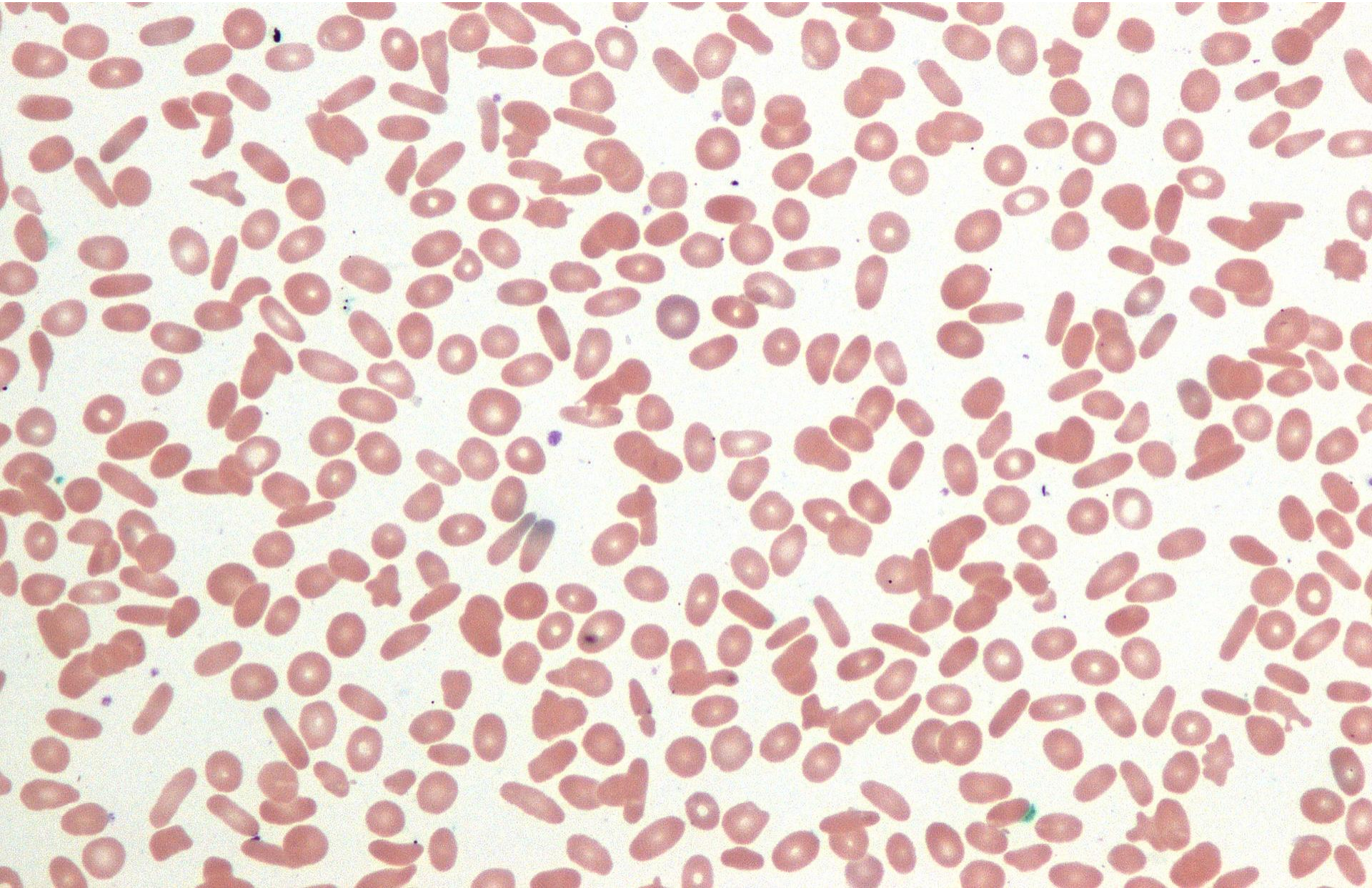
(d)



Echinocyt

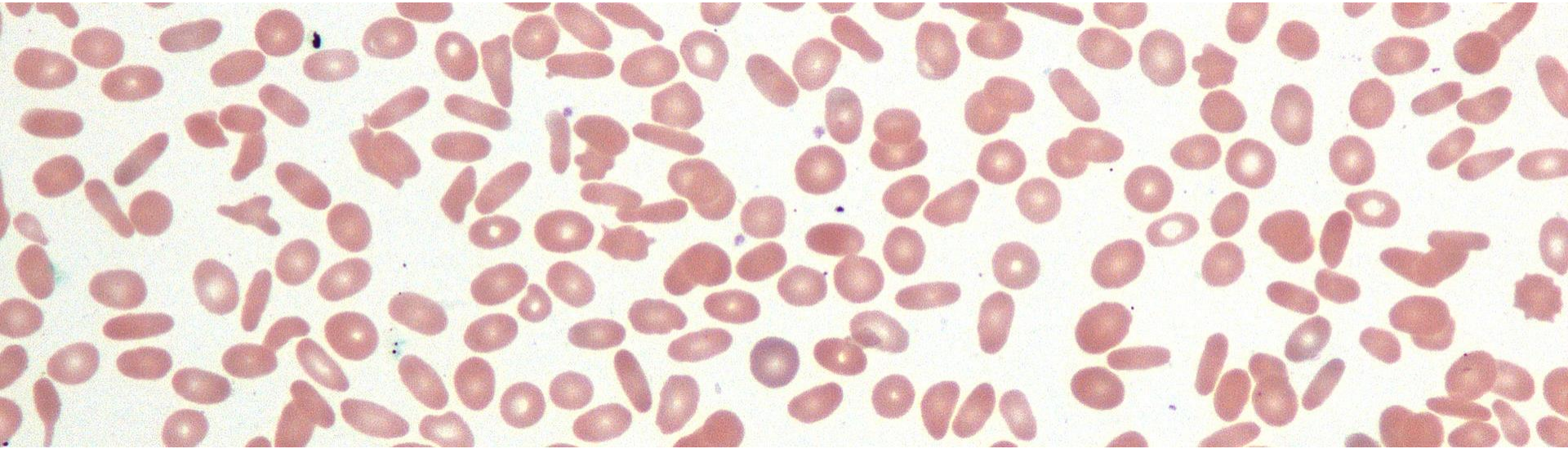
ERYTHROCYTY

Hereditární eliptocytóza

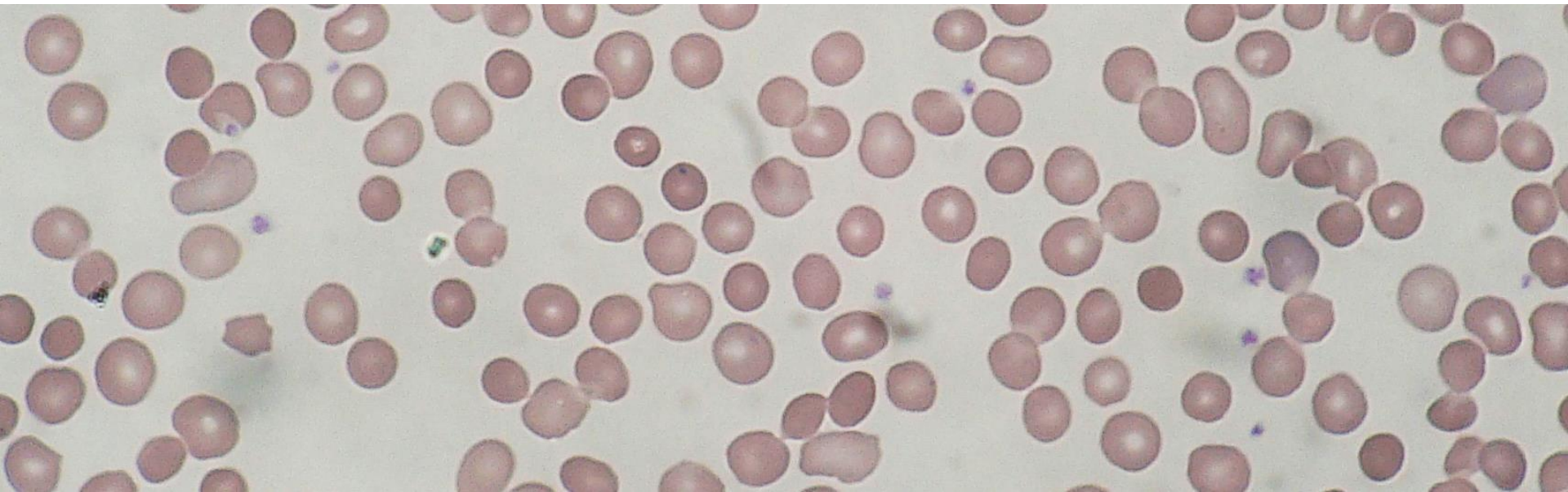


ERYTROCYTY

Hereditární eliptocytóza



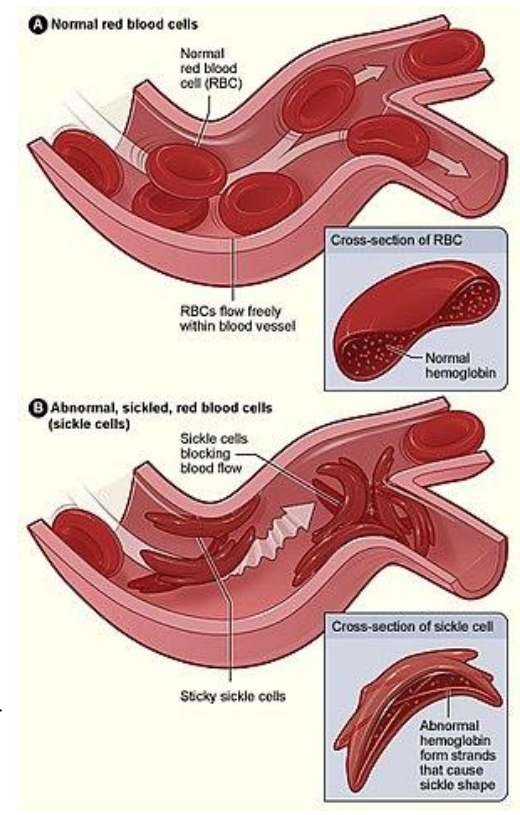
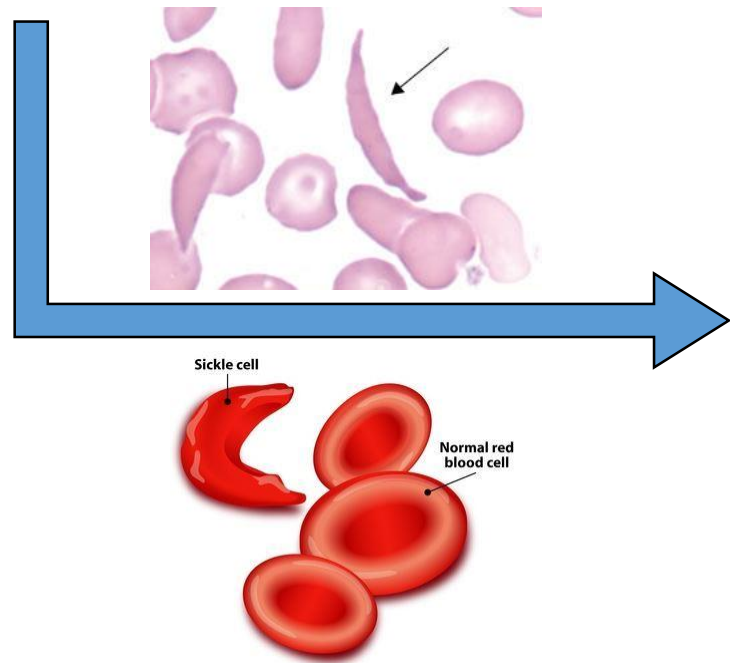
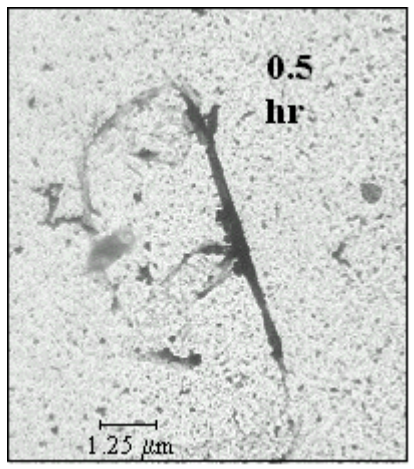
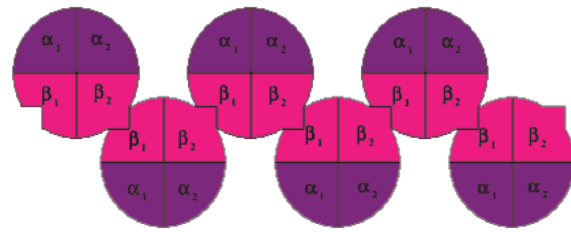
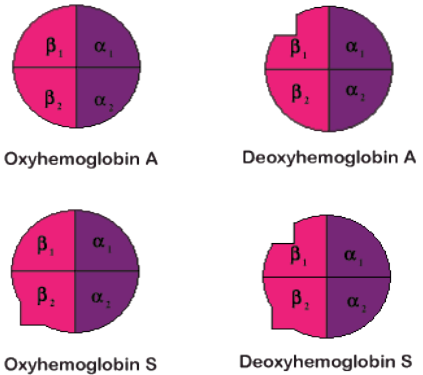
Hereditární sférocytóza



ERYTROCYTY

Srpkovitá anemie

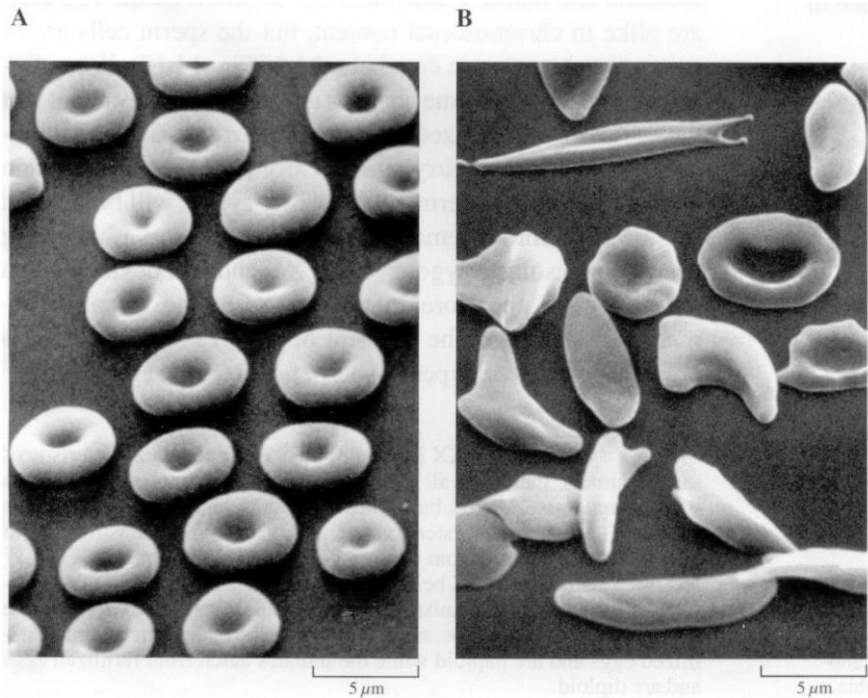
- Abnormální hemoglobin (hemoglobin S)



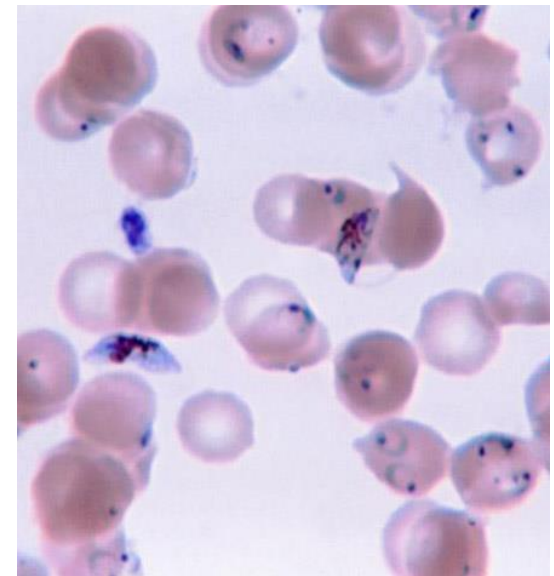
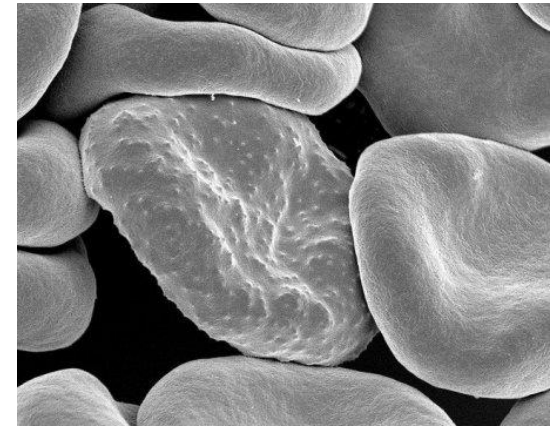
ERYTROCYTY

Srpkovitá anemie

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



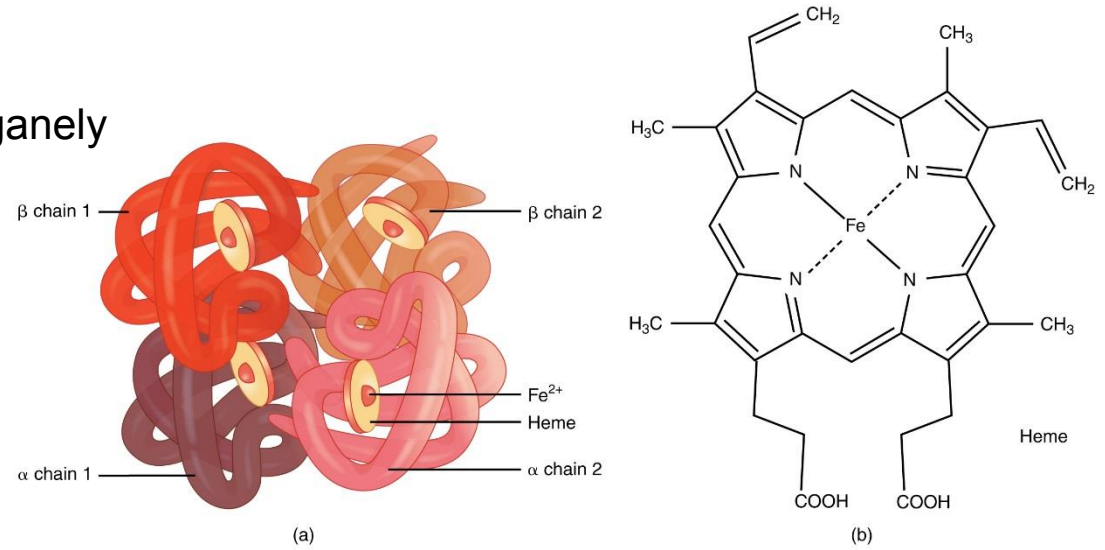
Malárie



ERYTROCYTY

Ultrastruktura

- Erythrocyty neobsahují jádro ani organely
- Anaerobní glykolýza
- Hemoglobin



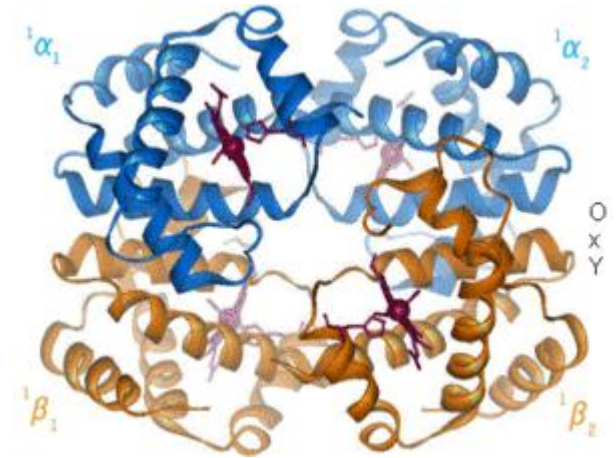
Heme



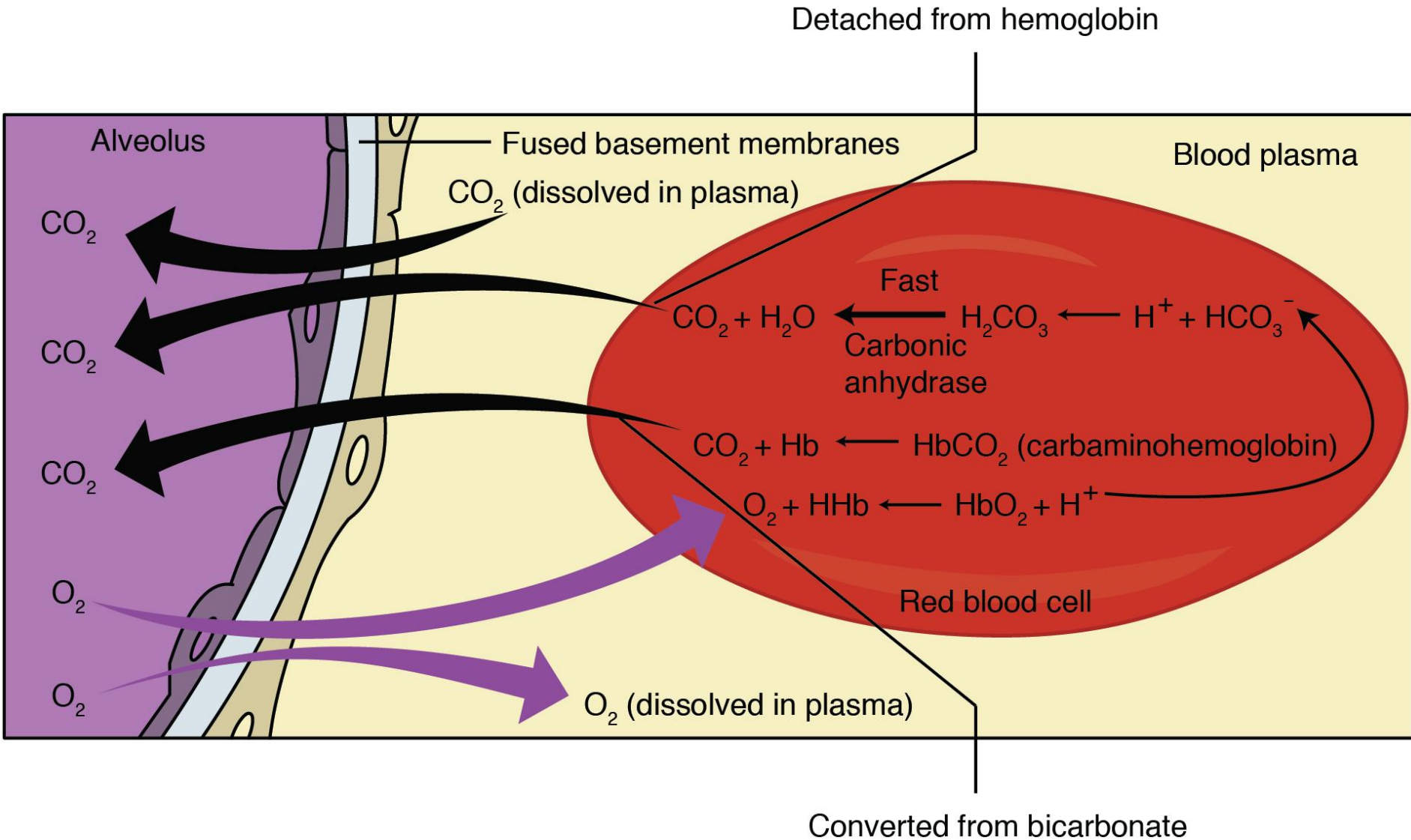
Hemoglobin



Erythrocyte

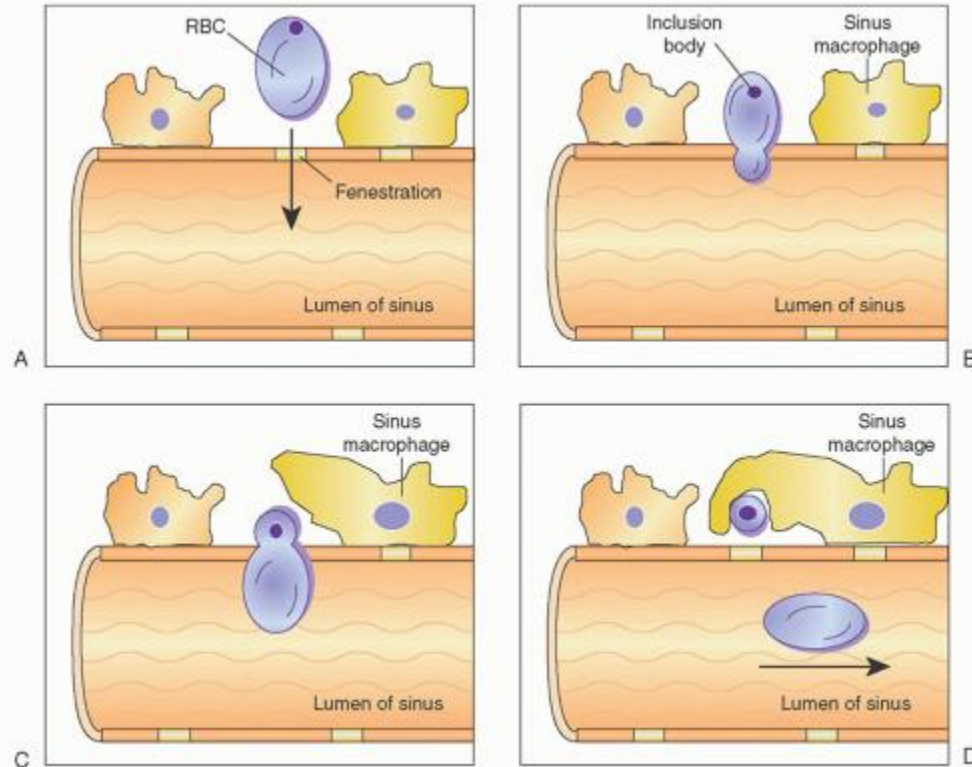
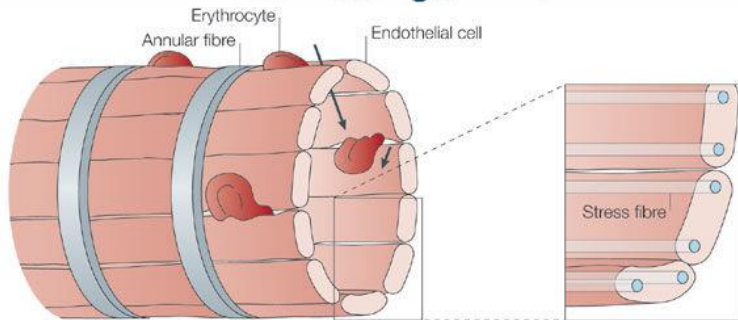
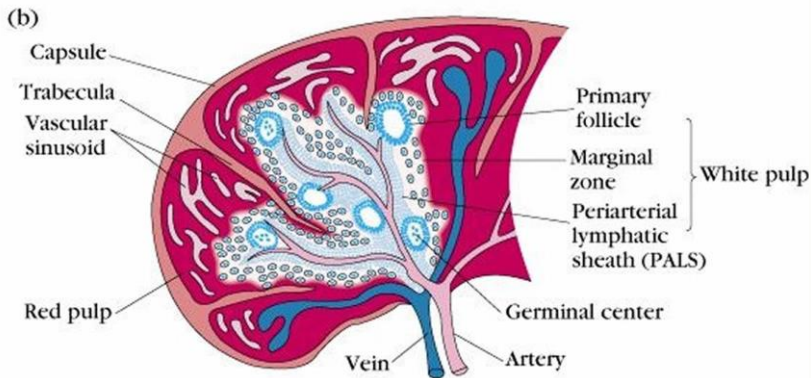
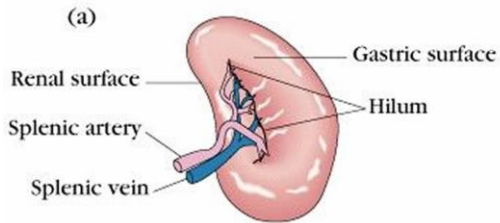
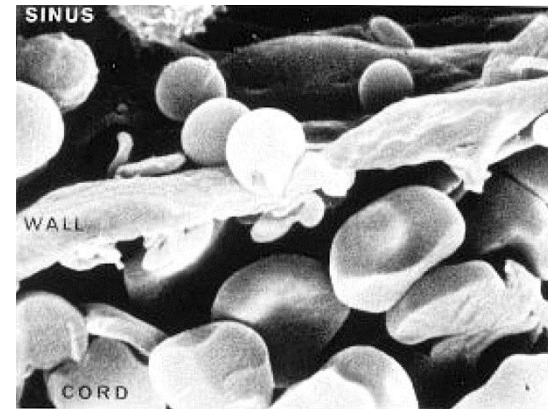


ERYTHROCYTE



ERYTHROCYTY

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



LEUKOCYTY

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

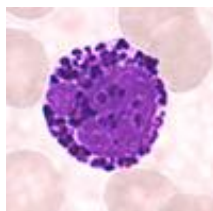
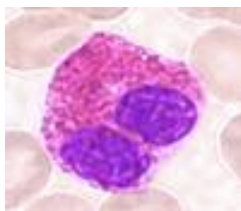
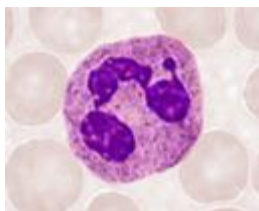
Granulocyty

Agranulocyty

Neutrofily

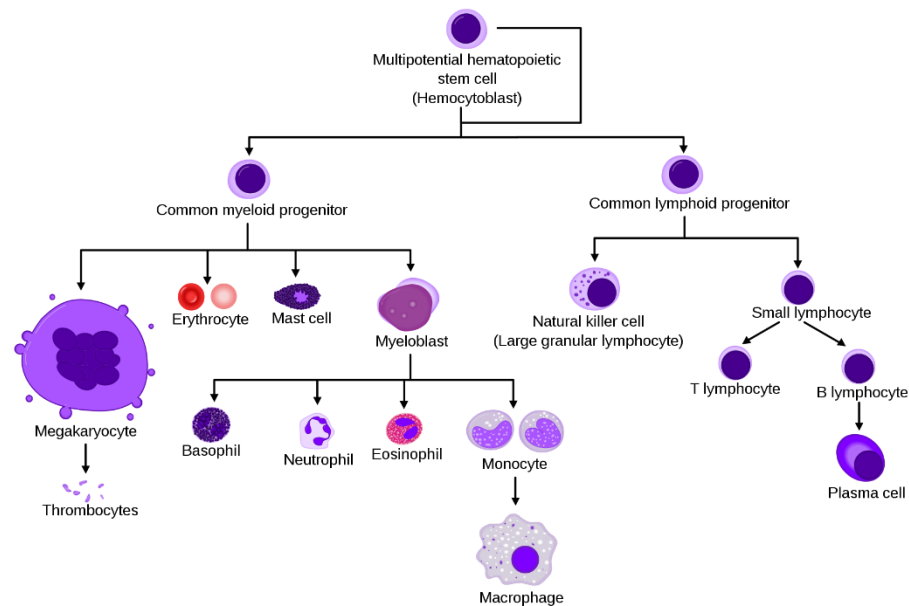
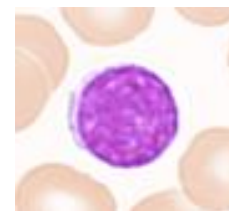
Eosinofily

Basofily



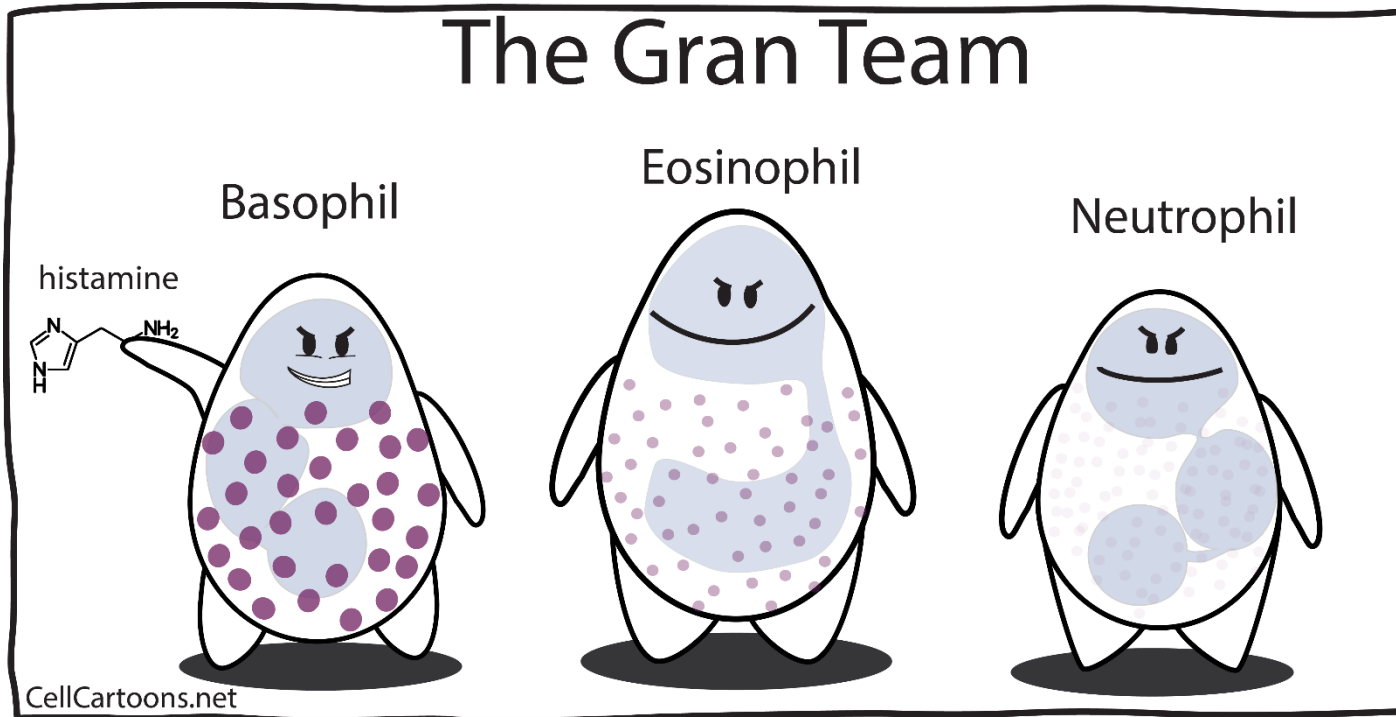
Monocyty

Lymfocyty



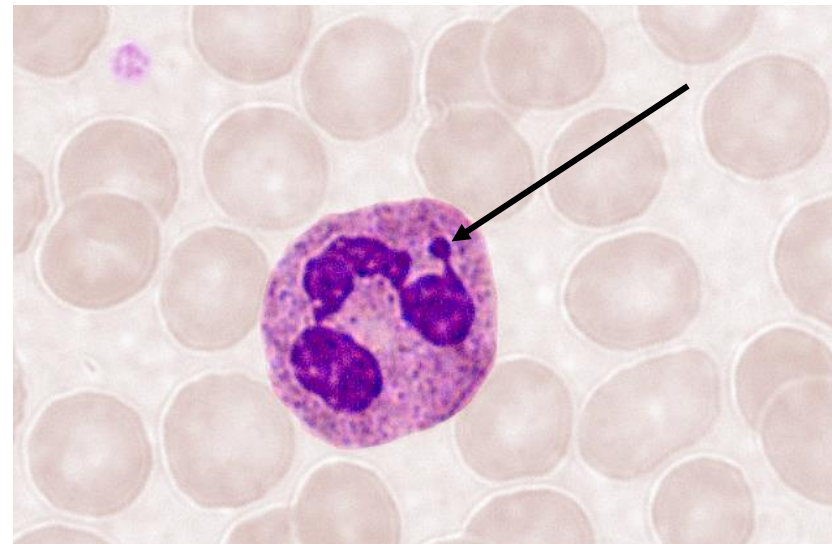
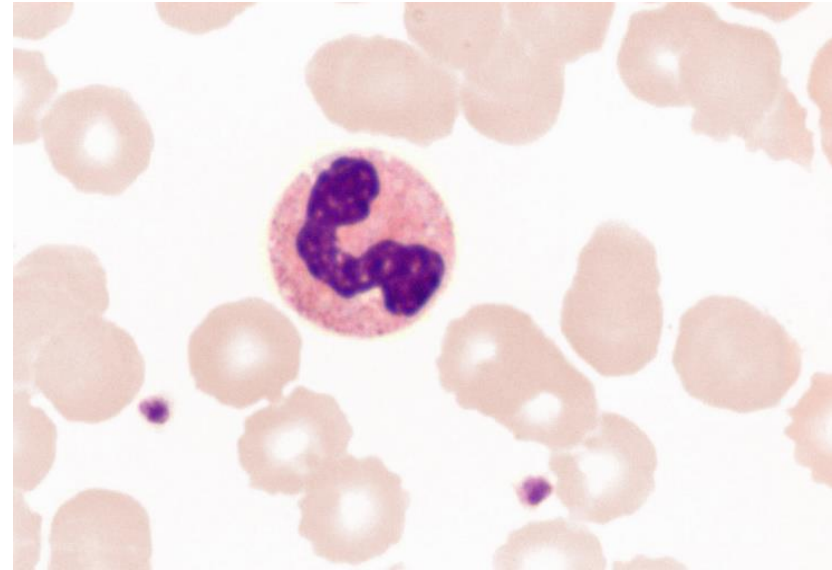
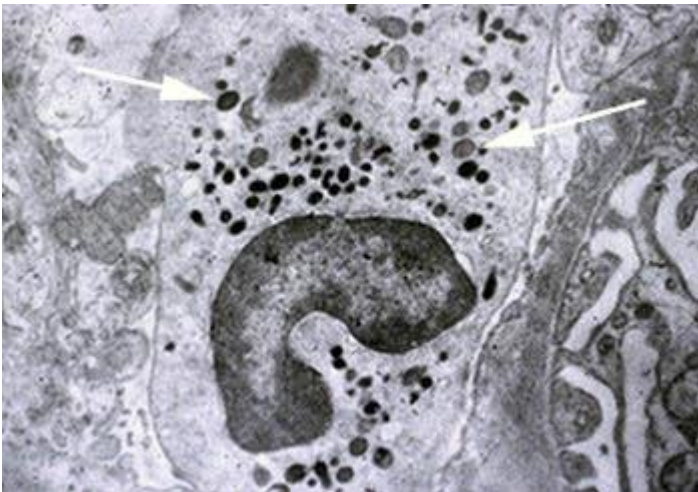
GRANULOCYTY

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

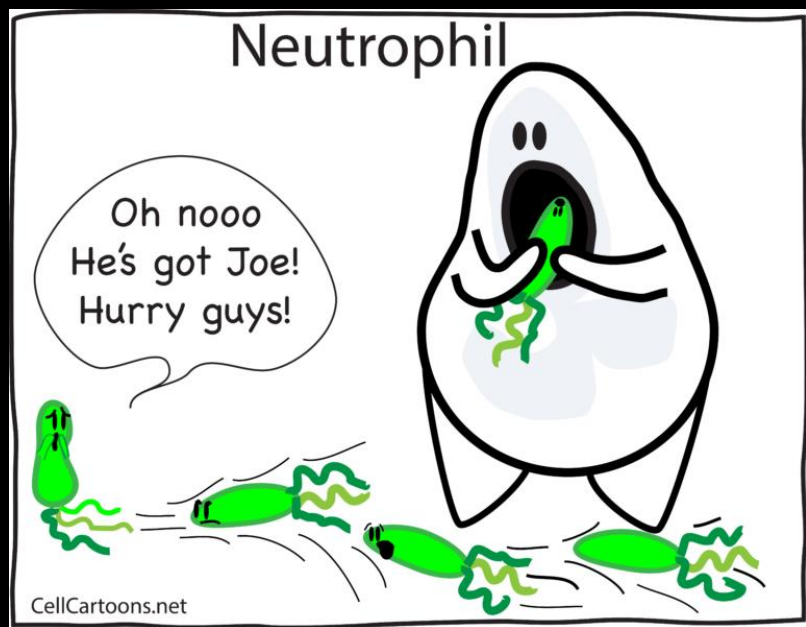
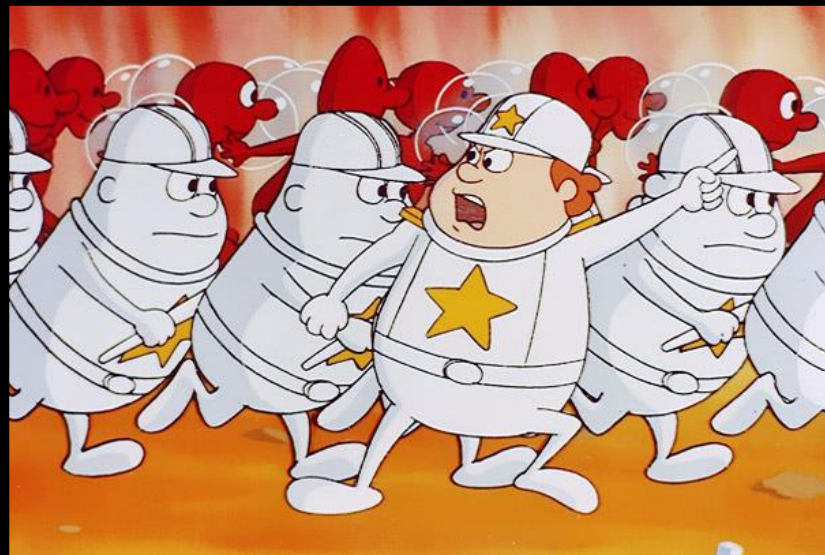


NEUTROFILNÍ GRANULOCYTY

- **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**

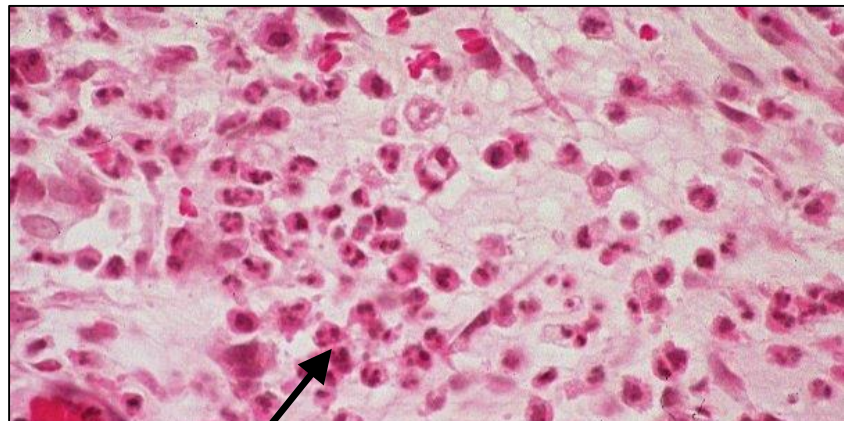
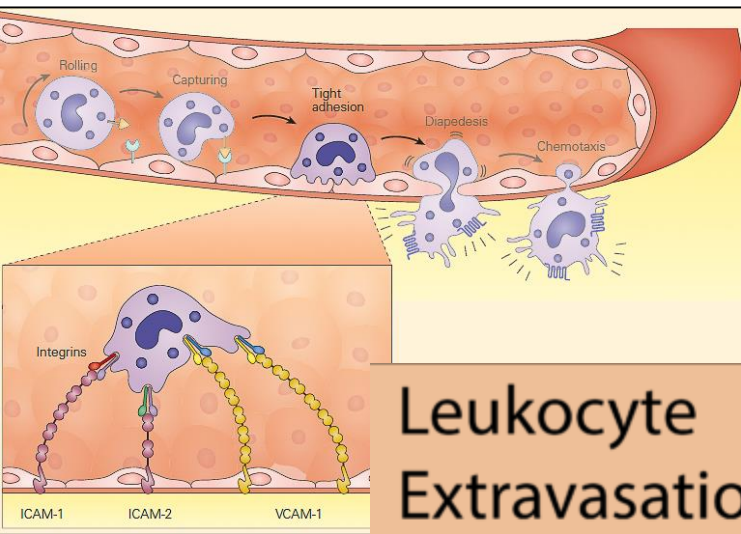


NEUTROFILNÍ GRANULOCYTY

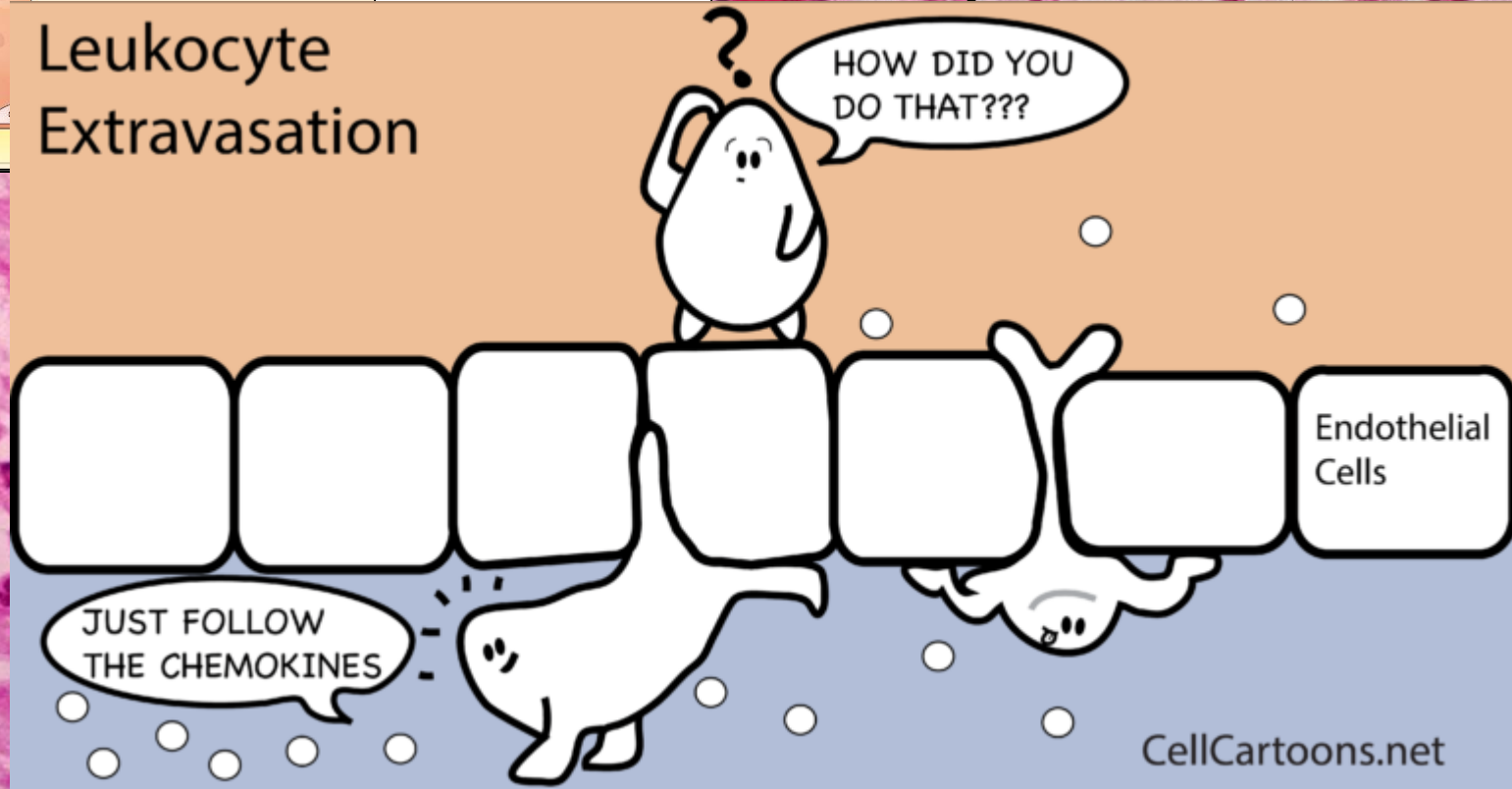


GRANULOCYTY

- Extravazace (diapedeza)

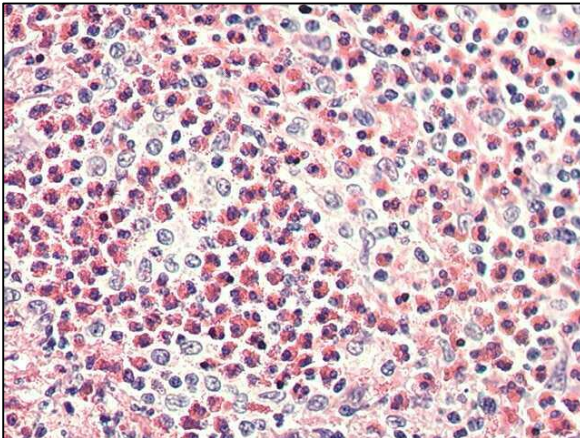
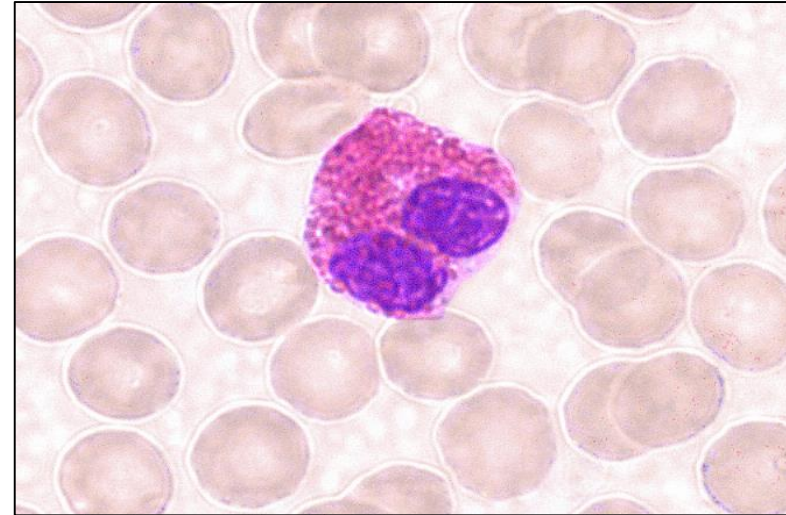


Leukocyte Extravasation



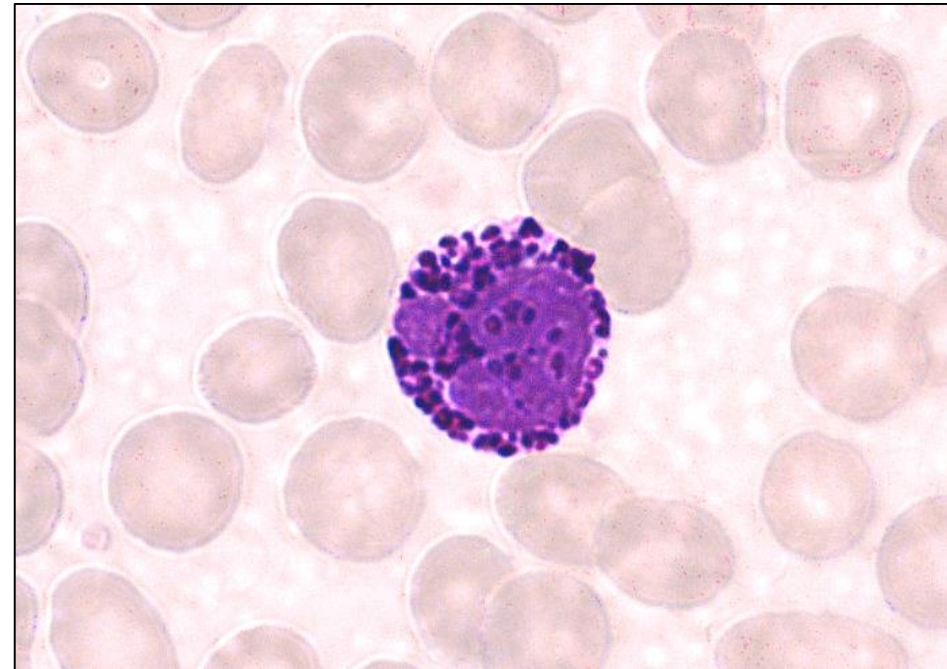
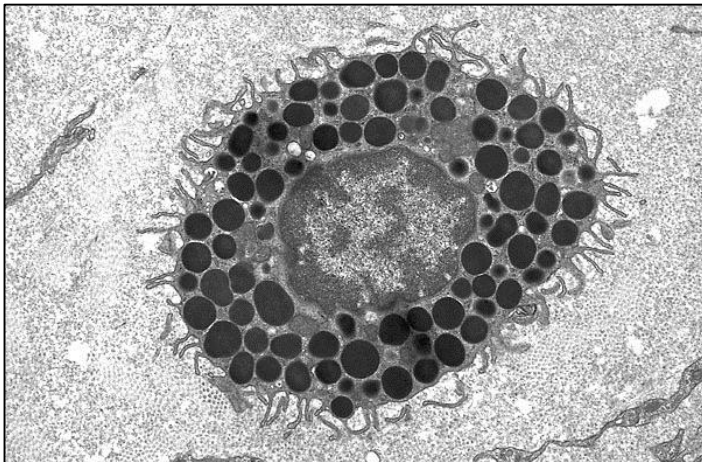
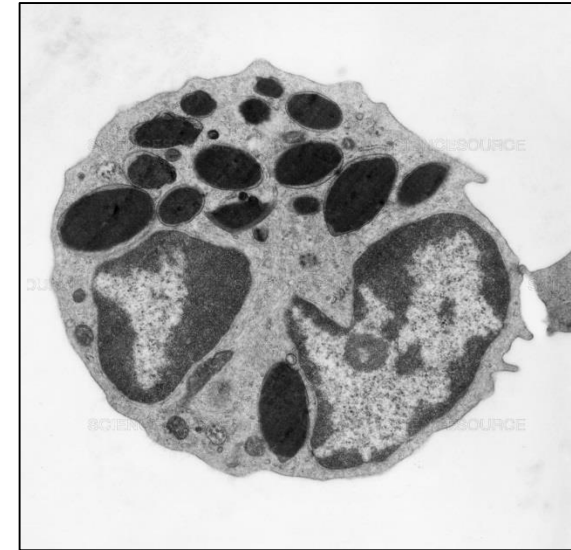
EOZINOFILNÍ GRANULOCYTY

- **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

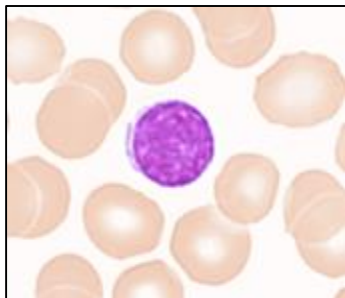
- **Bazofily**
 - <1% cirkulujících leukocytů
 - \varnothing 12 μm
 - Nepravidelné, dvousegmentové jádro, maskované granuly
- **Azurofilní (primární) granula**
 - myeloperoxidáza, lysozym, proteázy, defensiny
- **Bazofilní (sekundární) granula**
 - 0.5 μm
 - velká tmavá (basofilní)
 - heparin, histamin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



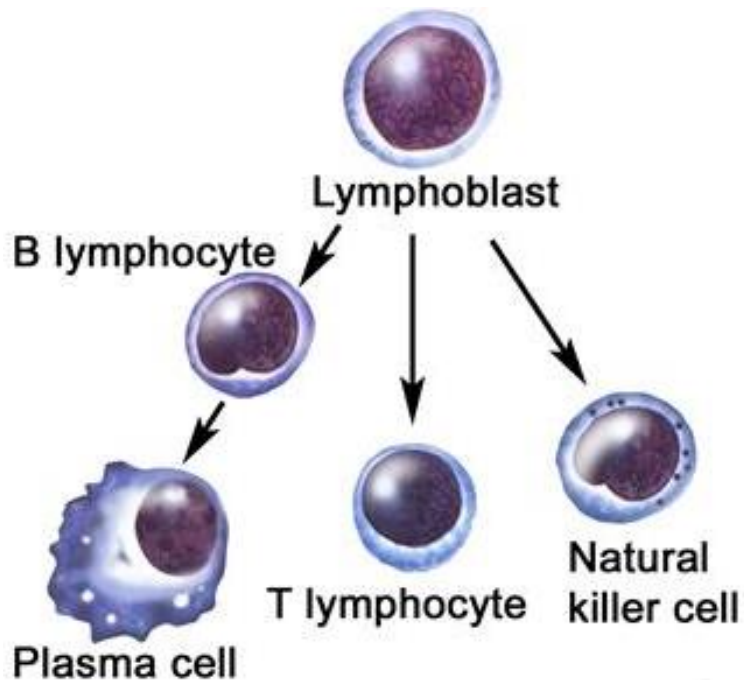
AGRANULOCYTY

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

Lymfocyty



Monocyty

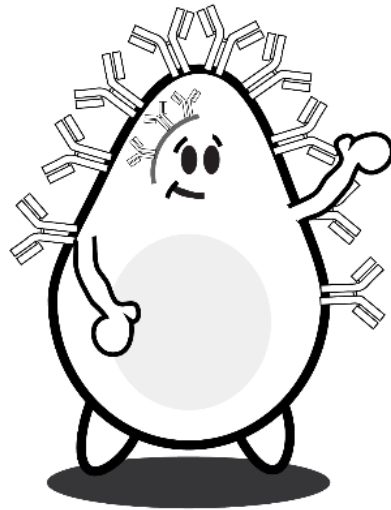


Lymphocytes

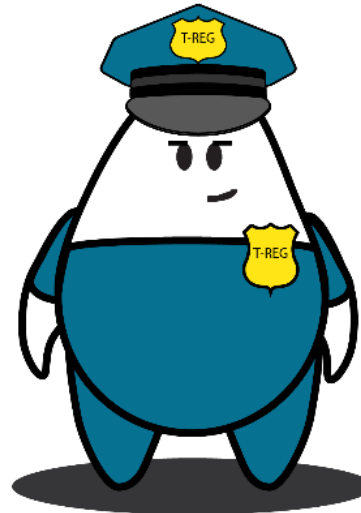
CD8 T Cell



B Cell



Regulatory
T Cell

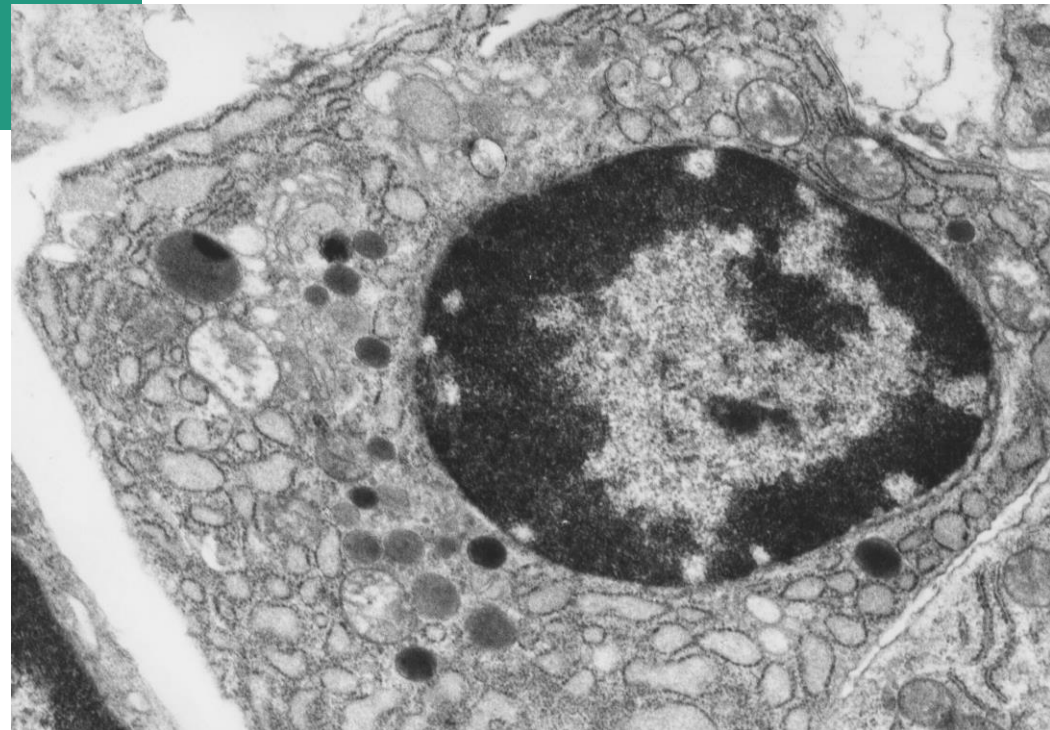
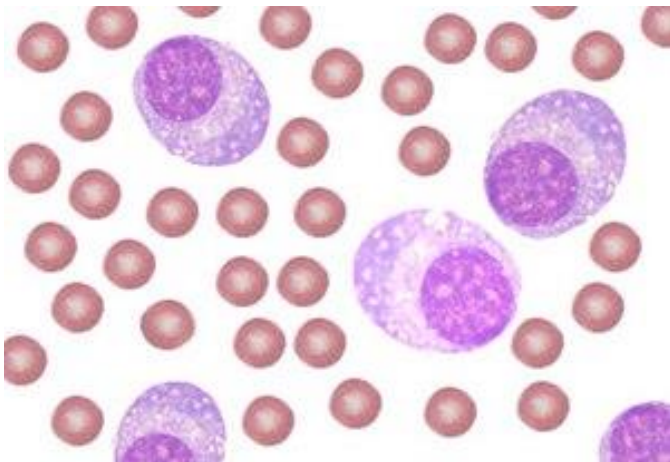
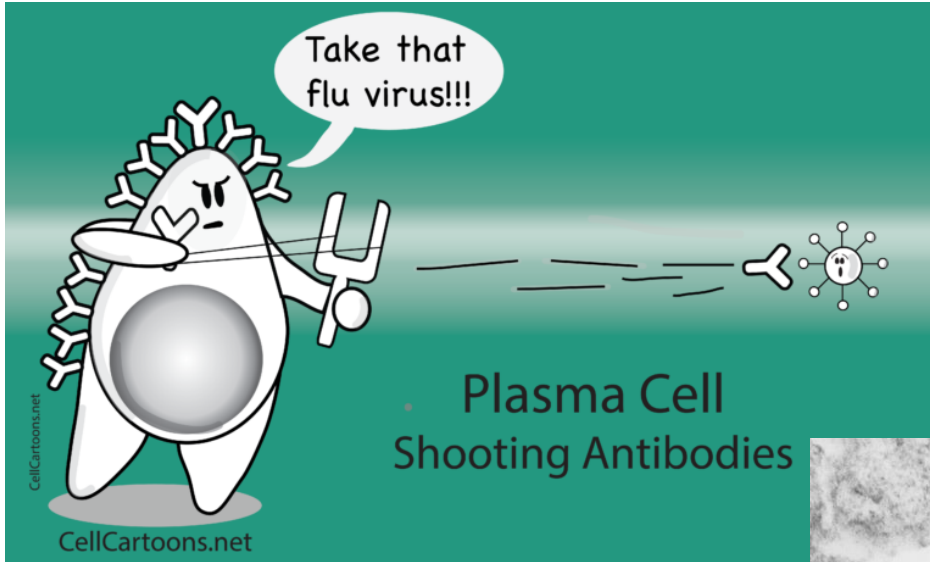


CD4 T Cell



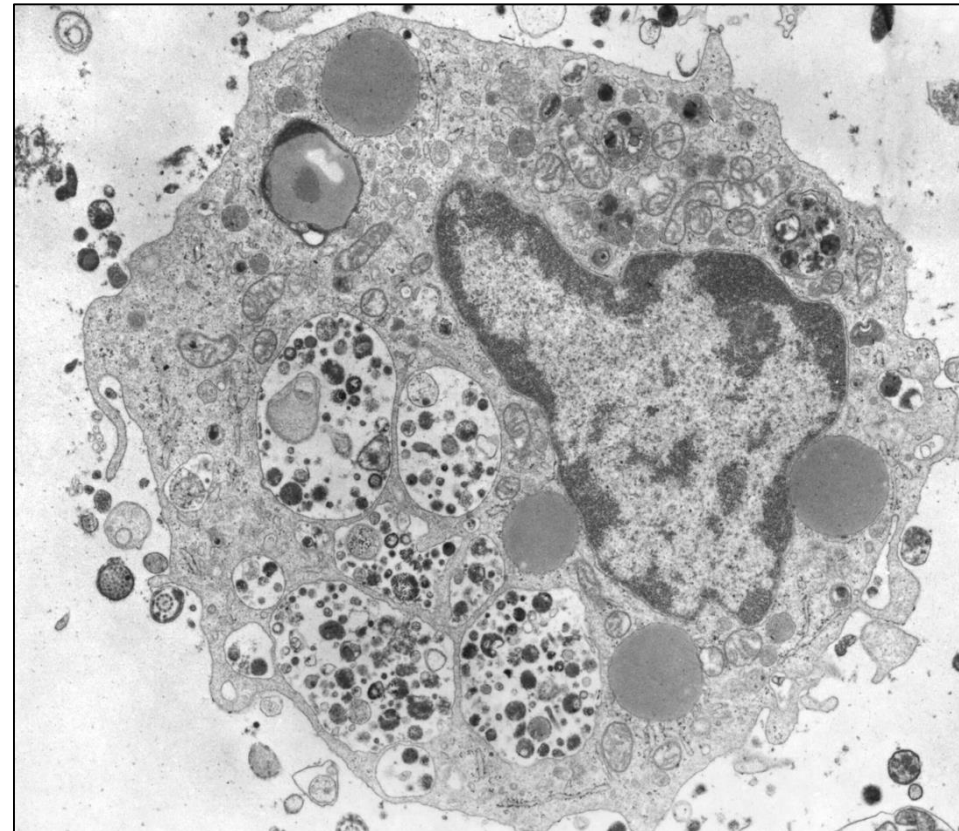
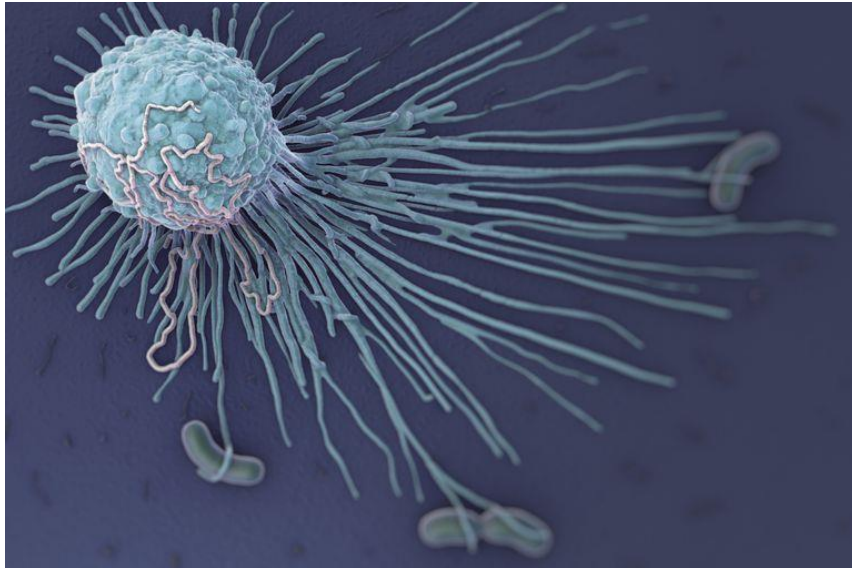
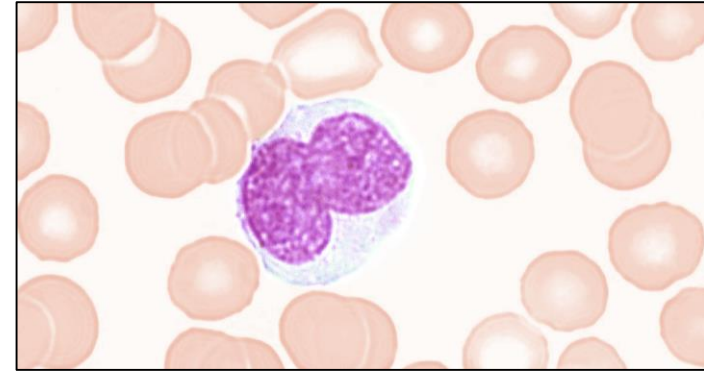
LYMFOCYTY

- 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

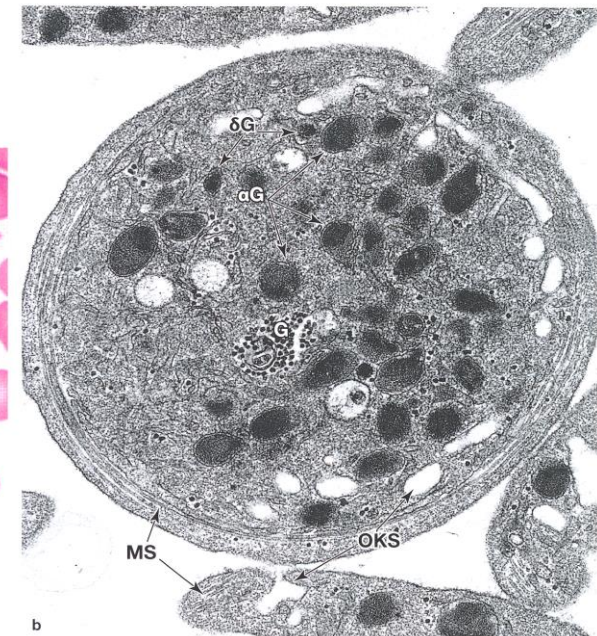
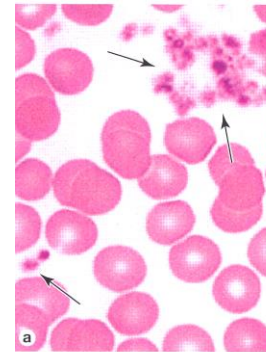
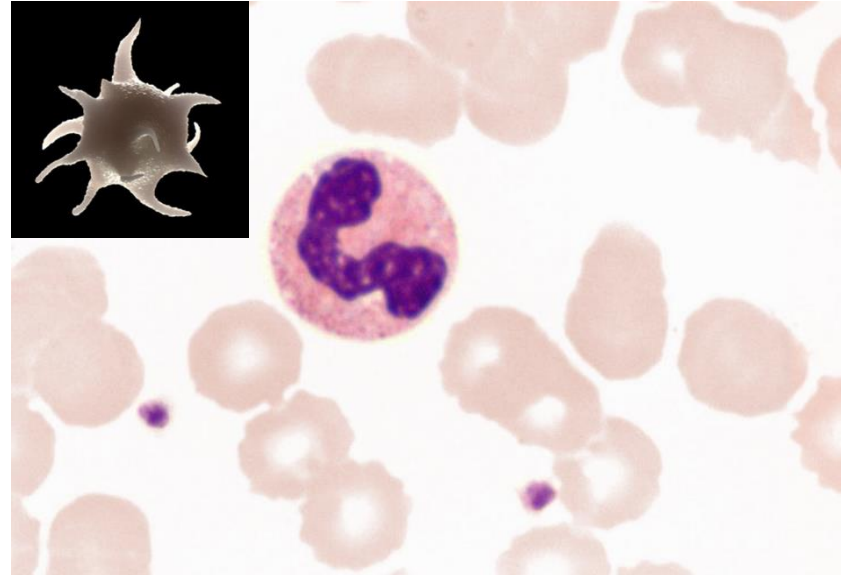
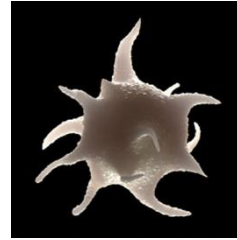
fibrinogen, PDGF

δ -granula
250-300 nm

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

λ -granula
175-200 nm

lyzosomální enzymy



TROMBOCYTY

1. Primární agregace destiček

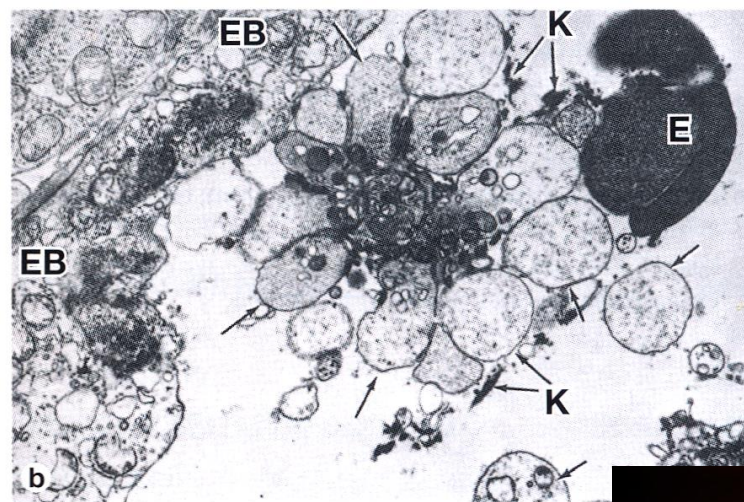
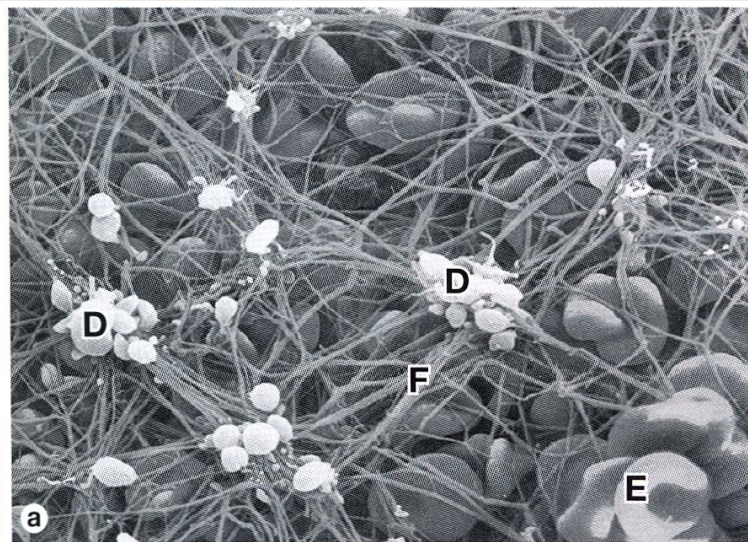
- narušení endotelu, obnažení kolagenních vláken
- destičková zátka

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

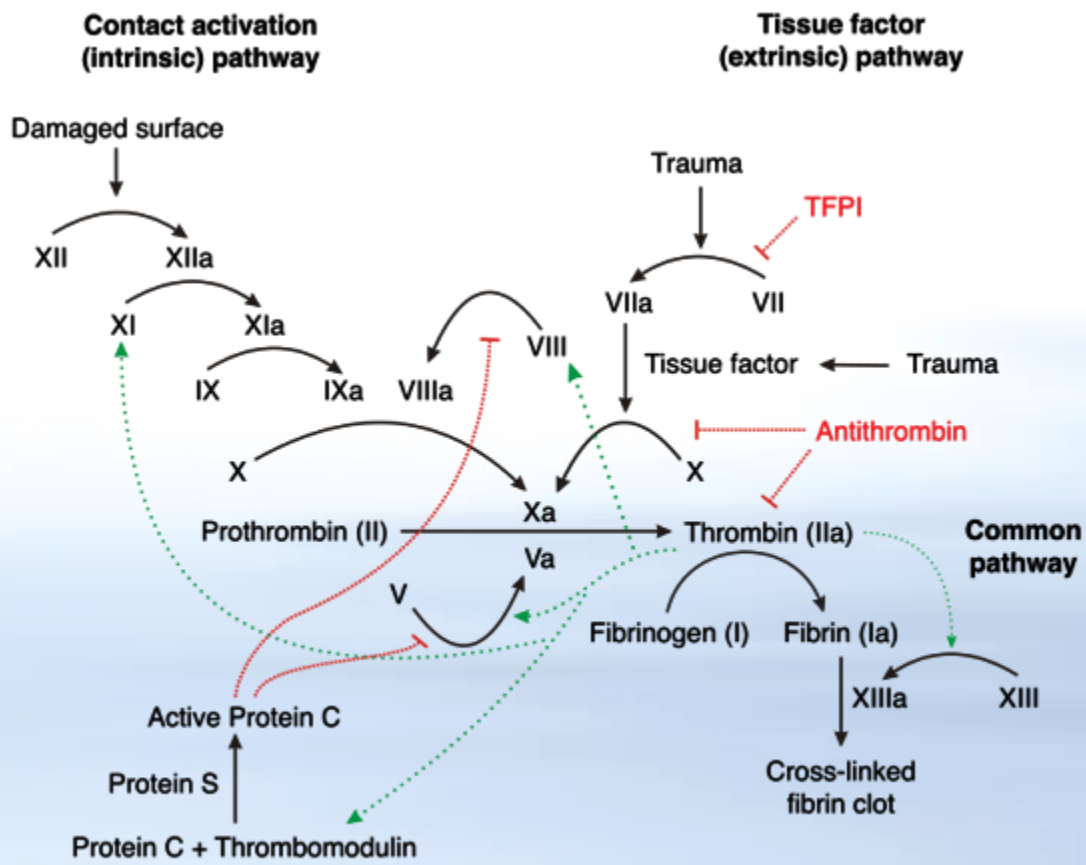
- kontrakce sraženiny (destičkový aktin a myosin)

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 %
-----------------	--	------------

$\Sigma = 100 \%$

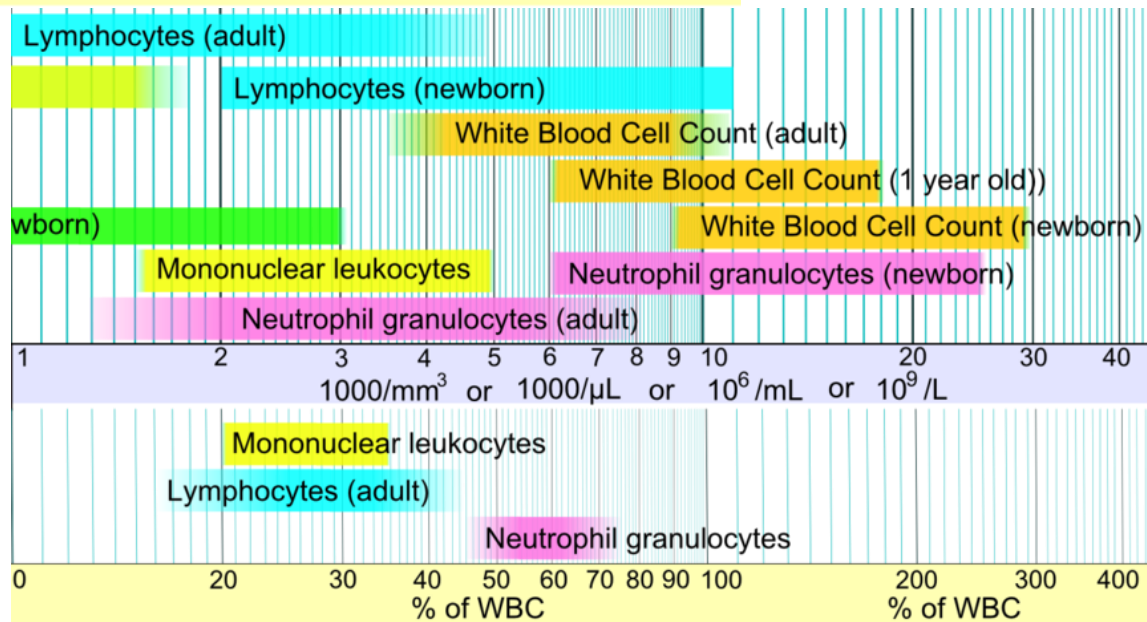
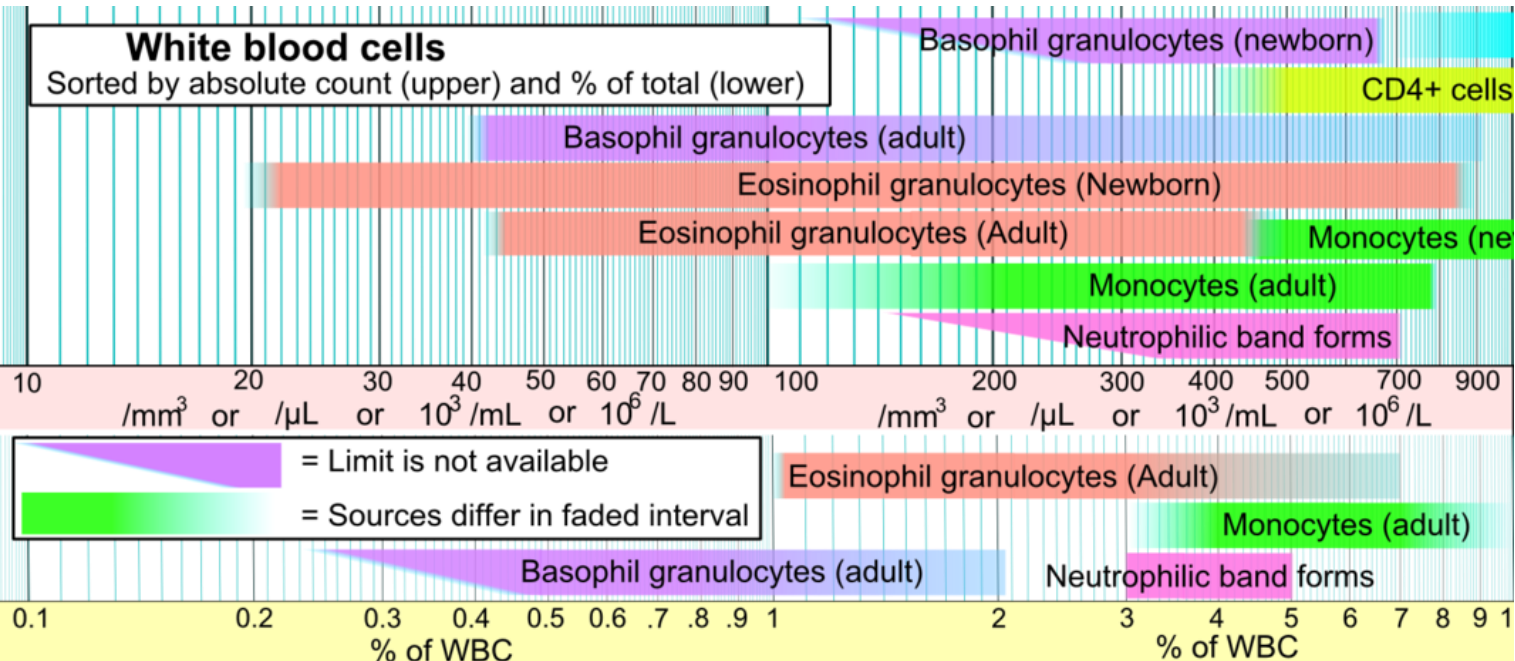
Odchyly od normy

	↑	↓
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



DIFERENCIÁLNÍ BÍLÝ OBRAZ KREVNI

Závislost na věku

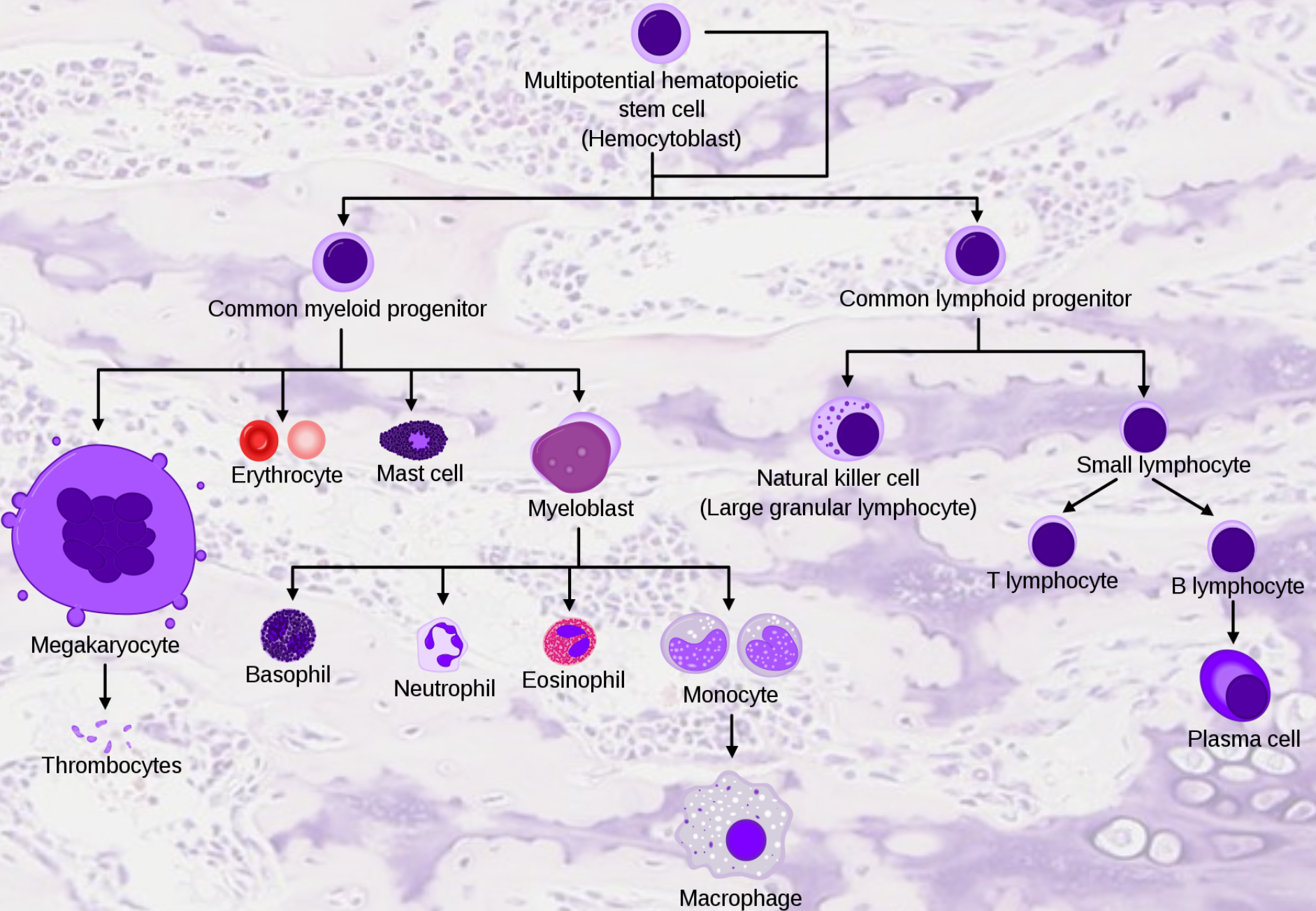
Age	Leukocytes ($\times 10^3$)	Neutrophils (%)	Lymphocytes (%)	Monocytes (%)	Eosinophils (%)
Birth	18	61	31	6	2
1 week	12.2	45	41	9	4
1 mo	10.8	35	56	7	3
6 mo	11.9	32	61	5	3
1 yr	11.4	31	61	5	3
4 yr	9.1	42	50	5	3
10 yr	8.1	54	38	4	2
16 yr	7.8	57	35	4	3

WBC, White blood cell.

LEUKOCYTY – SHRNU TÍ

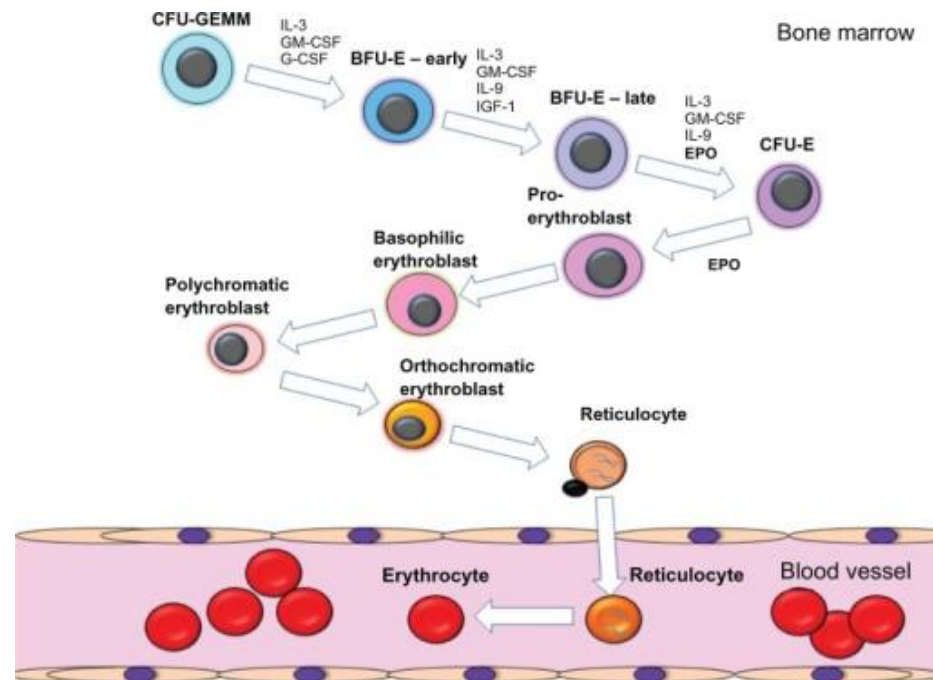
Leukocyt	Jádro	Granula	%	Životnost	Funkce
<u>Granulocyty</u>					
Neutrofily	3-5 segmentů	azurofilní + neutrofilní (světle růžová)	71	1-4 dny	mikrofág (bakterie)
Eozinofily	2 segmenty (laloky)	azurofilní + eozinofilní (jasně červená)	3	1-2 týdny	parazitické infekce (helminti), modulace lokální imunitní 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

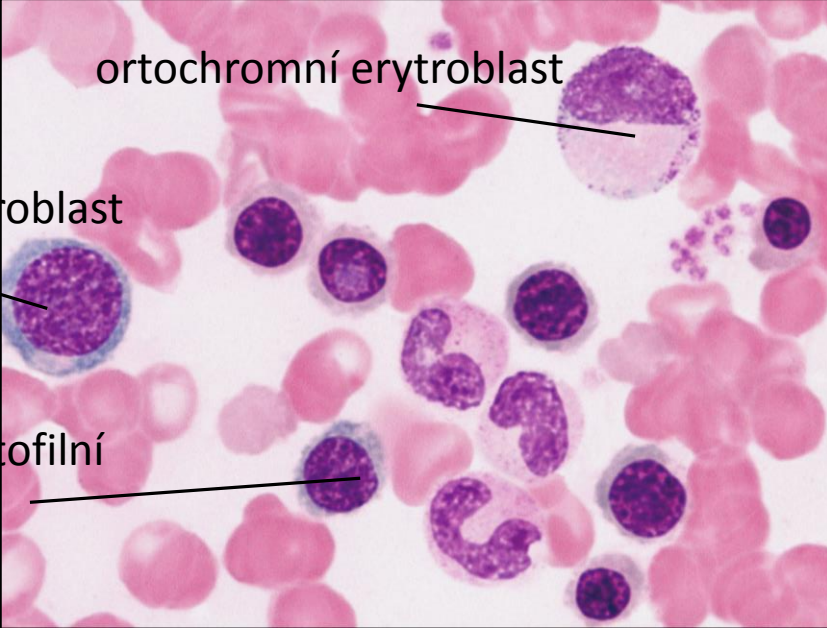
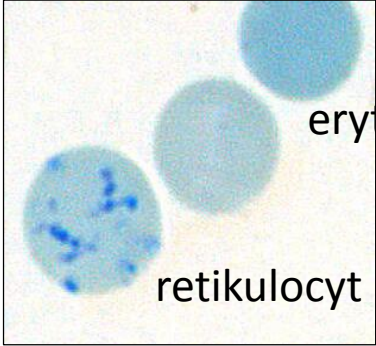
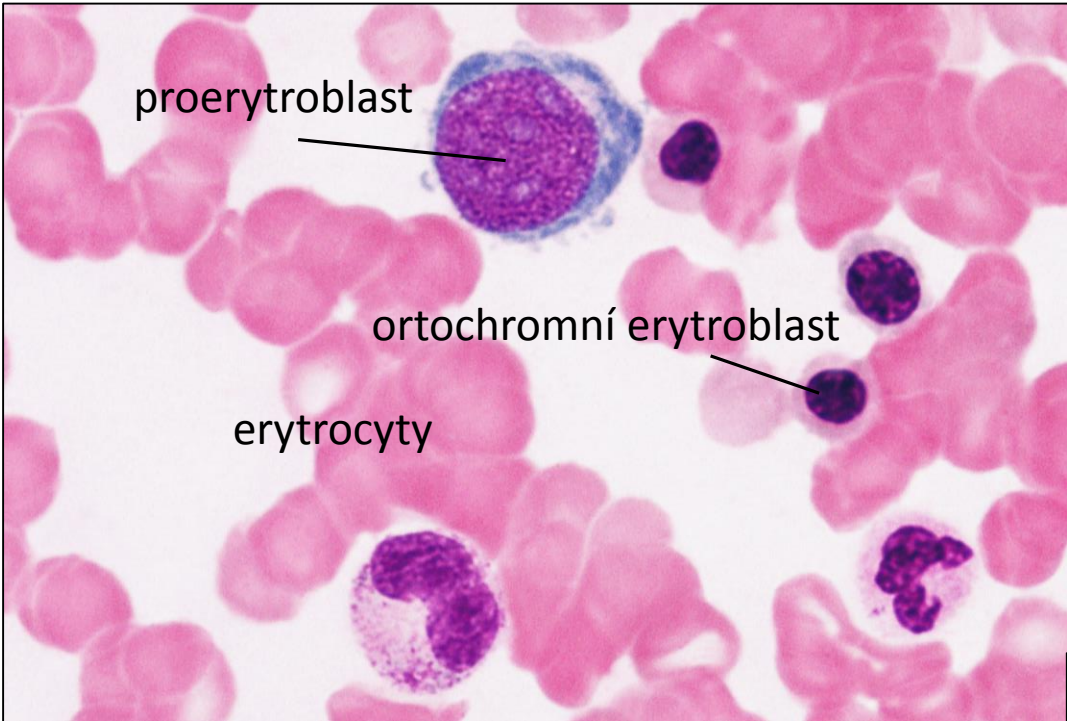


ERYTROPOEZE

- 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

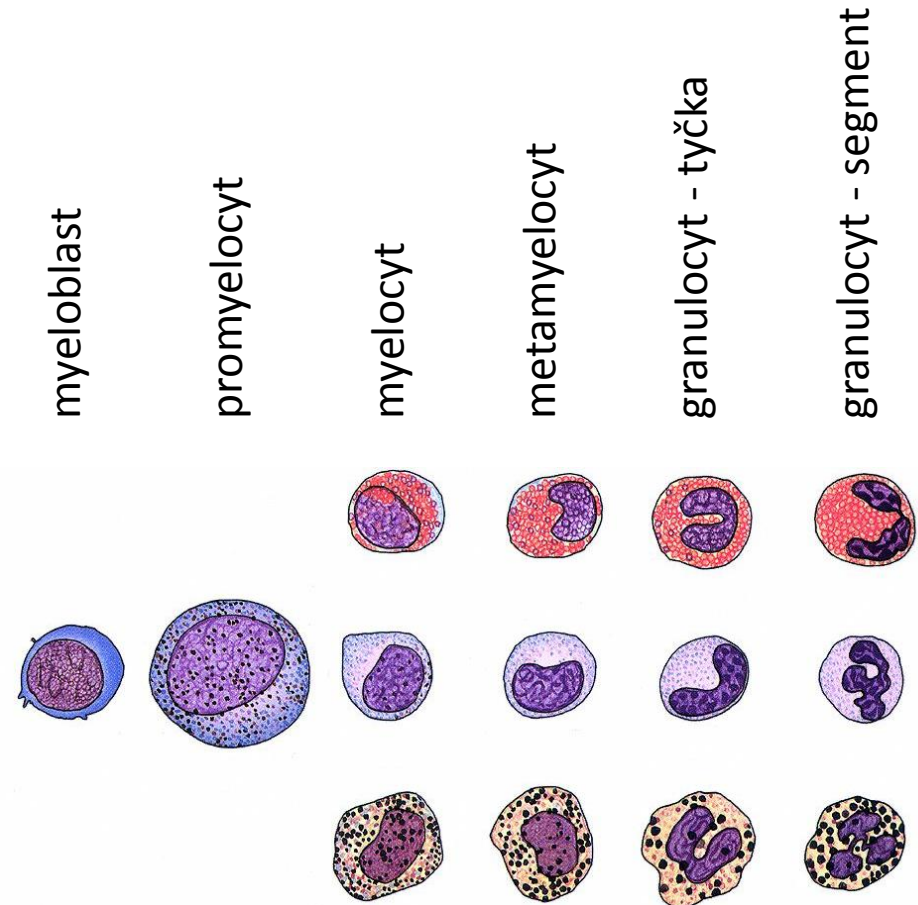


ERYTROPOEZE



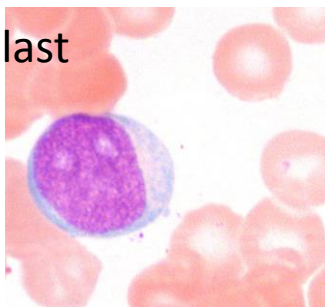
GRANULOPOEZE

- **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

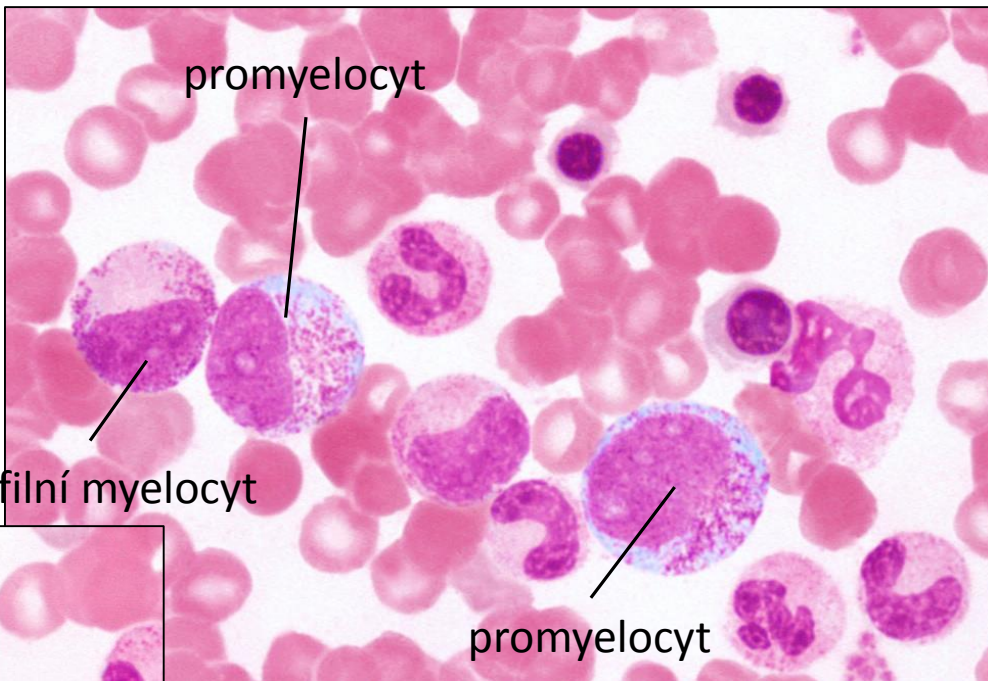


GRANULOPOEZE

myeloblast



promyelocyt



neutrofilní myelocyt

promyelocyt

polychromatofilní erythroblast

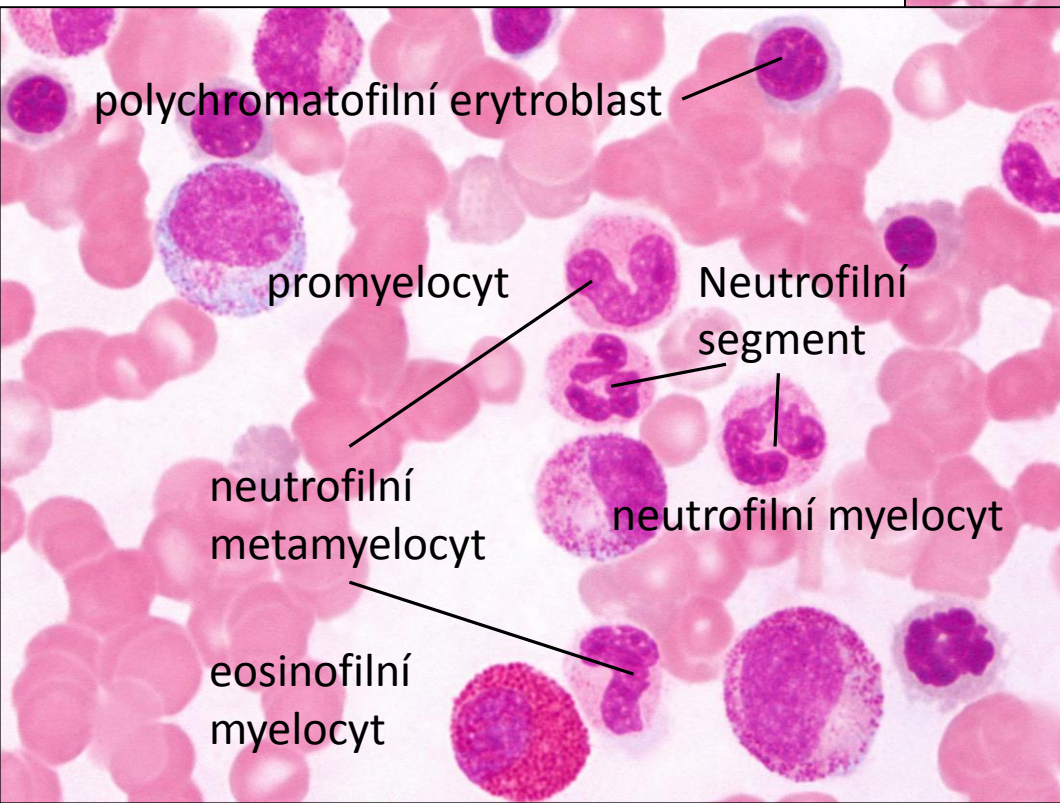
promyelocyt

Neutrofilní segment

neutrofilní metamyelocyt

neutrofilní myelocyt

eosinofilní myelocyt

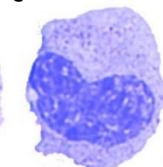
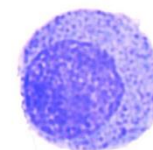
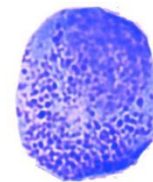
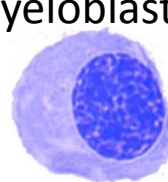


promyelocyt

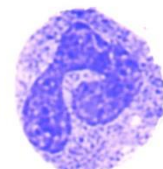
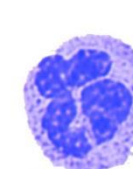
metamyelocyt

myeloblast

myelocyt

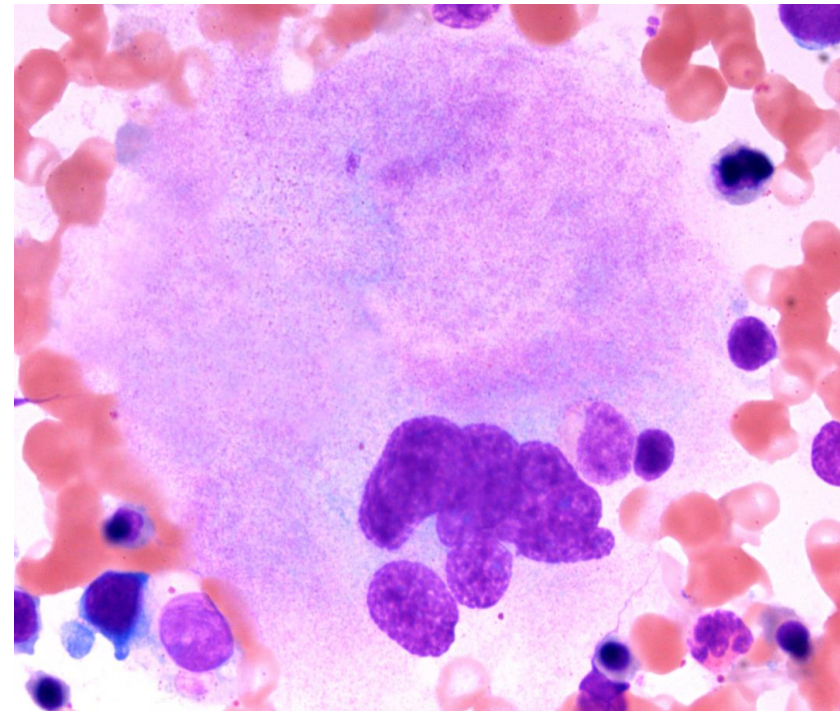
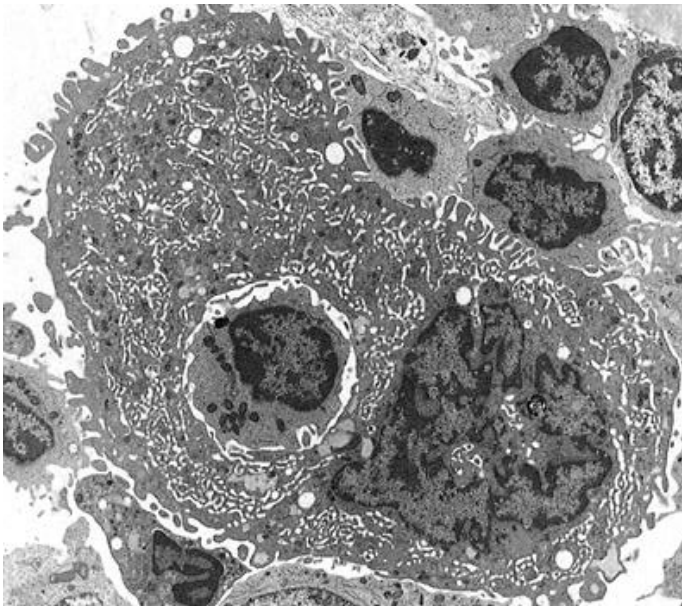
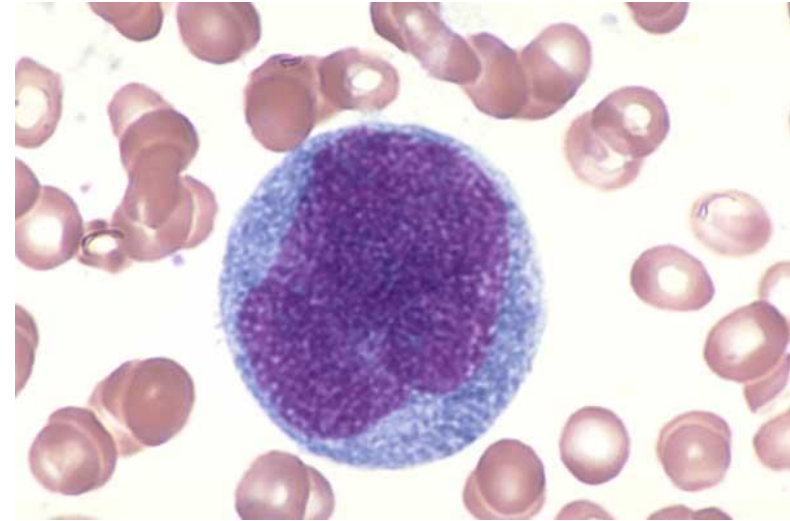


granulocyt



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

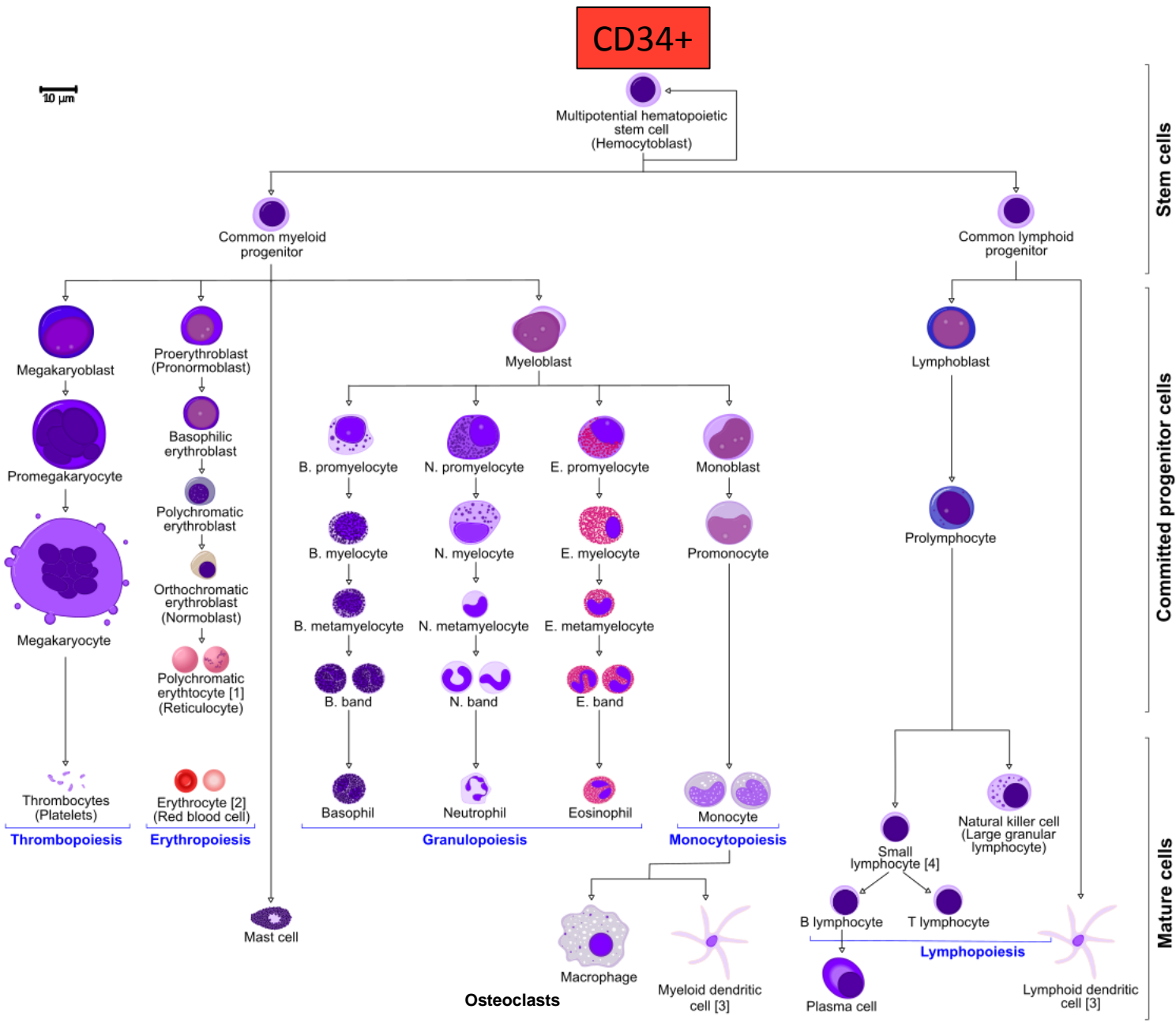
- **lymfoblast** (~18-20 μm)
 - kulaté-oválné jádro s jadérky
 - mírně bazofilní cytoplazma bez azurofilních granul
- **prolymfocyt** (~12-15 μm)
 - maturace do lymfocytů
- **lymfocyt**
 - další maturace a diferenciaci mimo kostní dřeň

PŘEHLED ADULTNÍ KRVETVORBY

Bone marrow

Blood

Tissue



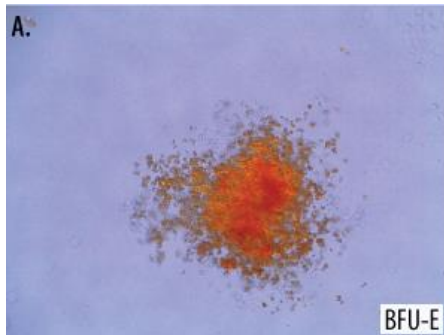
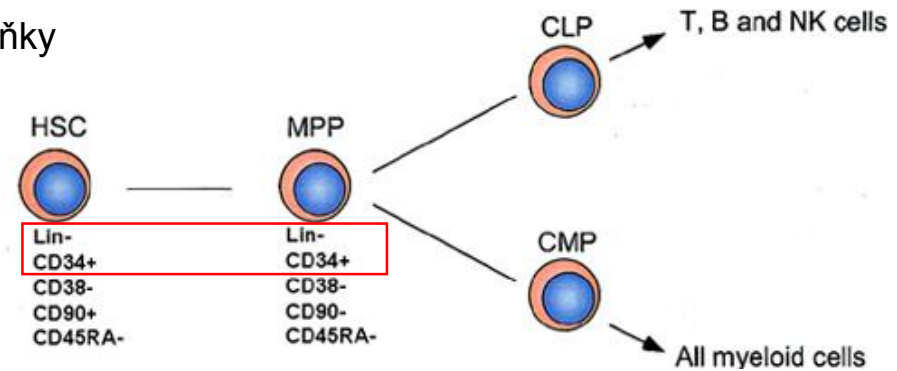
HEMATOPETICKÁ KMENOVÁ BUŇKA A PROGENITORY

• Hematopetická kmenová buňka

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

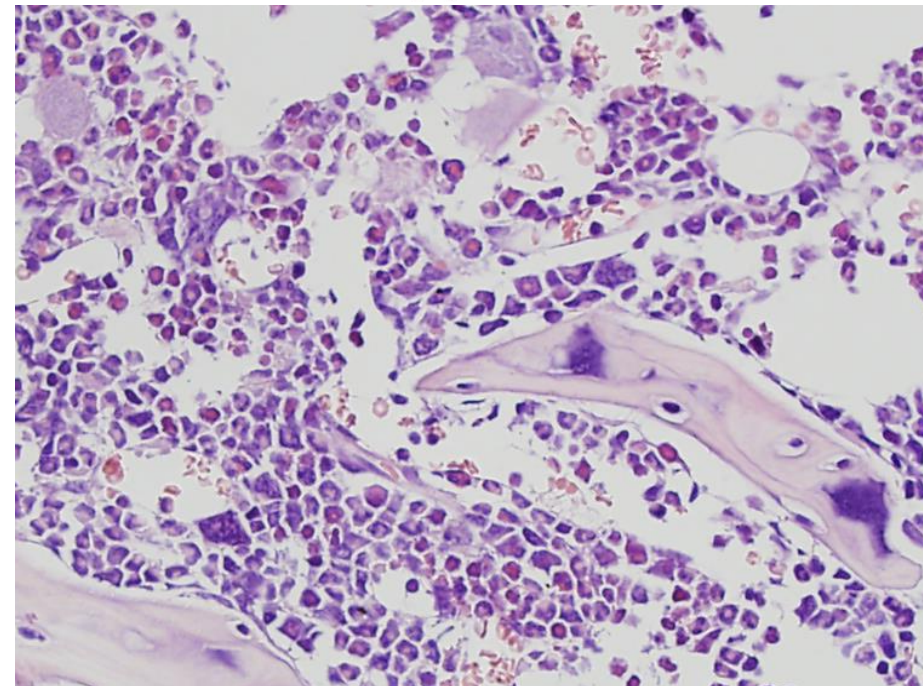
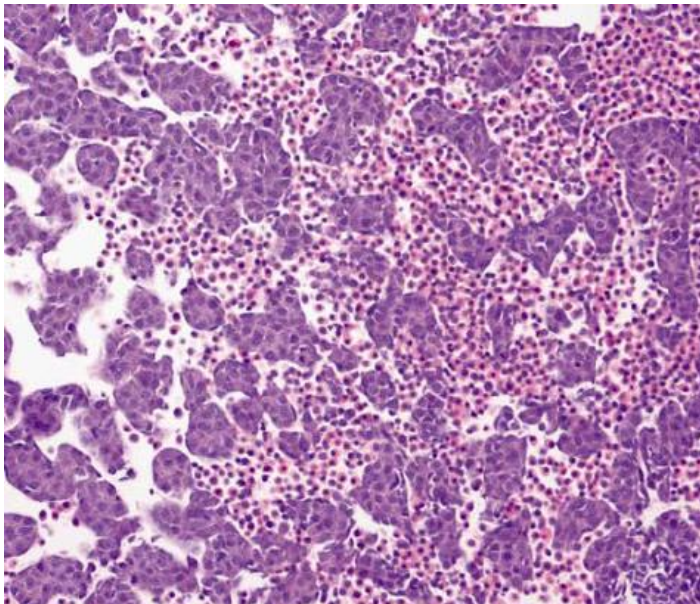
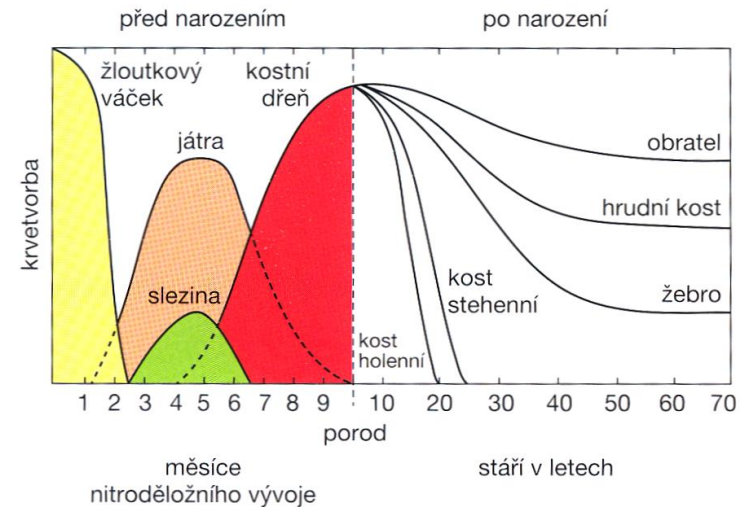
• Colony/Burst – Forming Unit – CFU/BFU

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



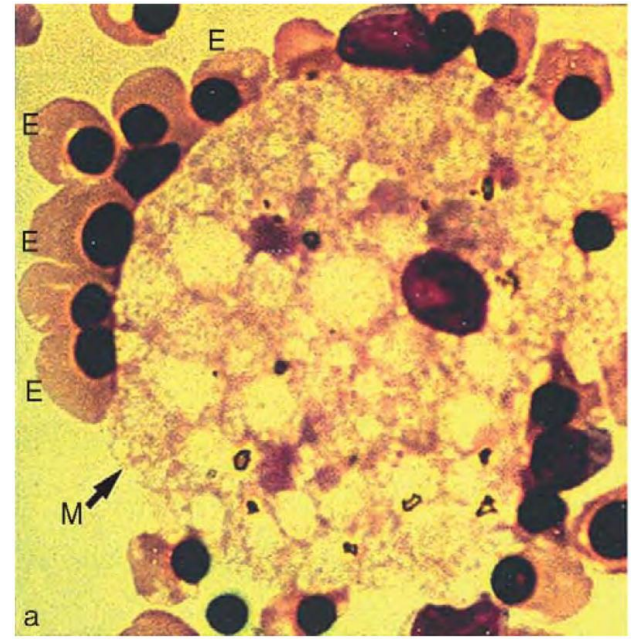
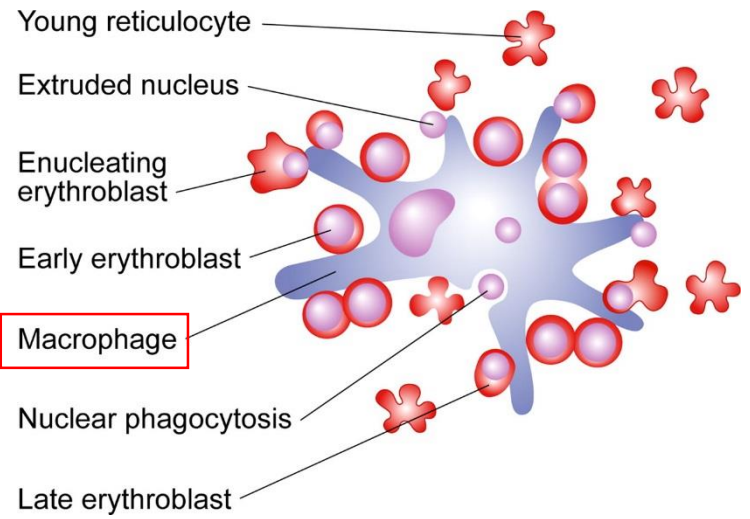
EMBRYONÁLNÍ KRVETVORBA

- **extraembryonální mezoblastická perioda (16-20. den – 8. týden)**
 - žlutkový 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

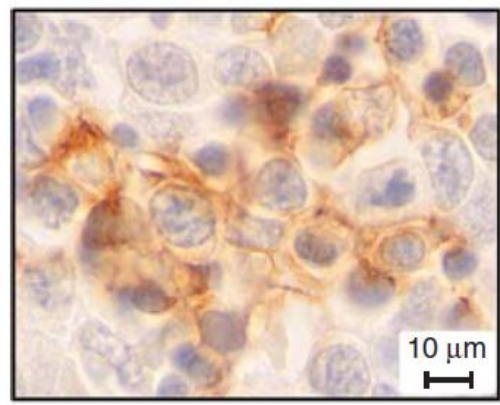


HEMATOPOETICKÉ OSTRŮVKY

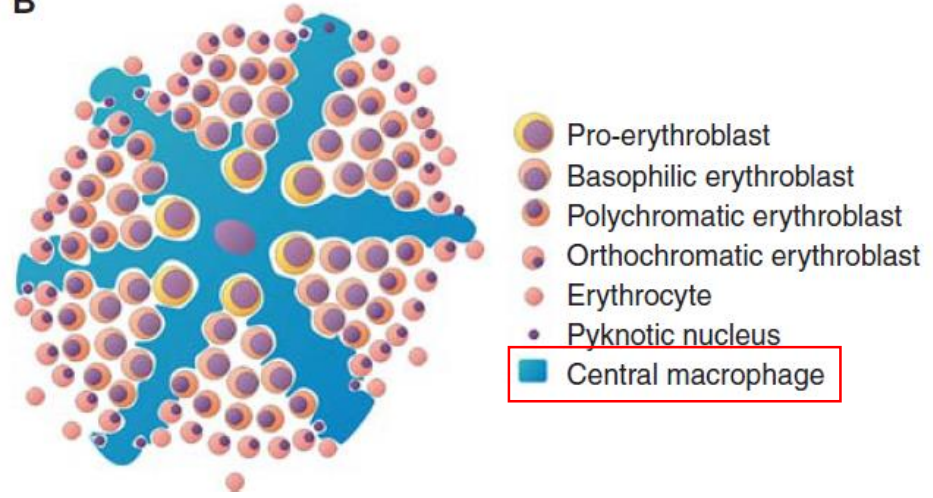
- Hepatolienální a medulární krvetvorba
- Erytroblastické ostrůvky



A



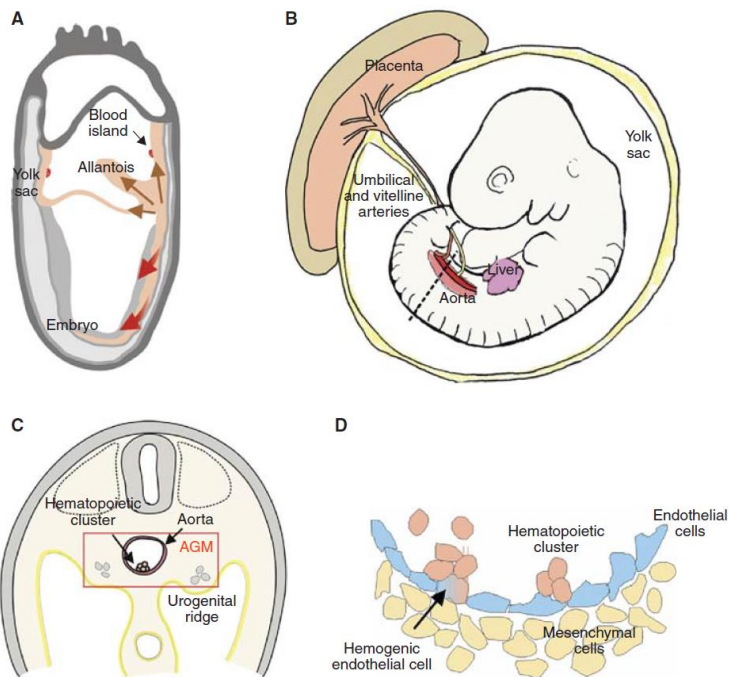
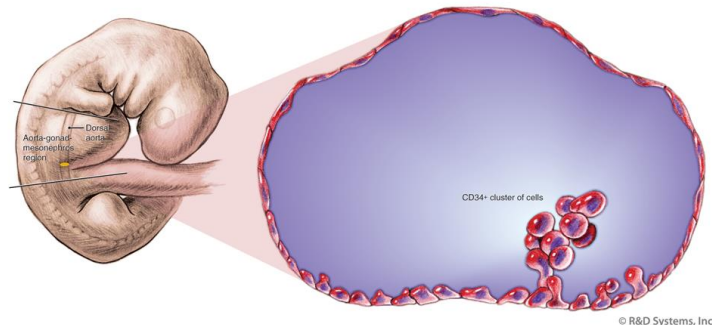
B



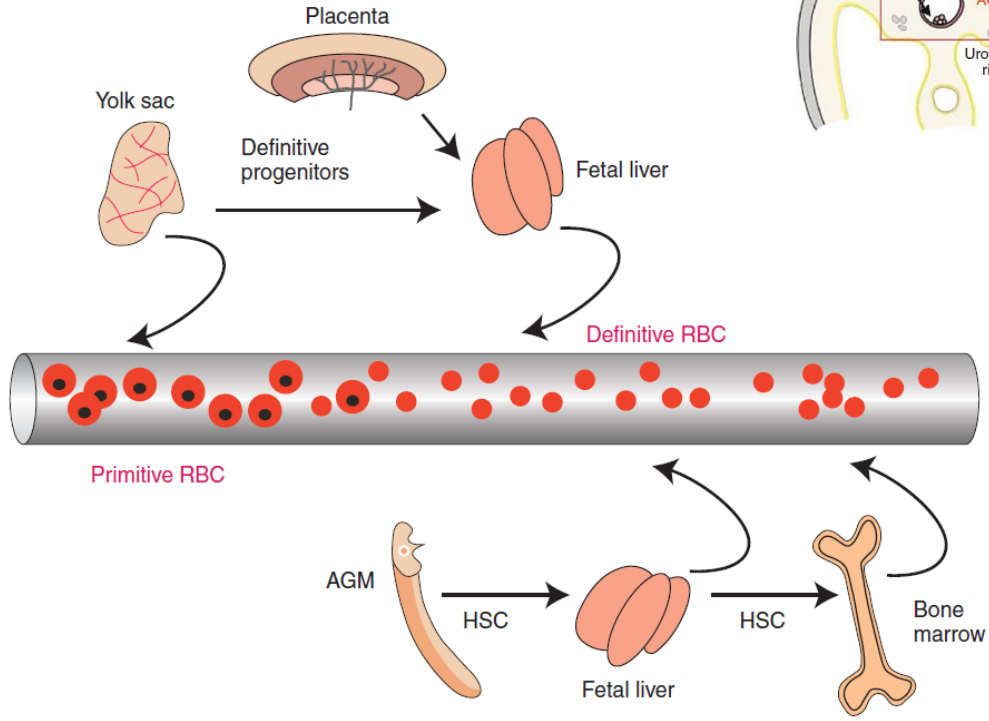
- Pro-erythroblast
- Basophilic erythroblast
- Polychromatic erythroblast
- Orthochromatic erythroblast
- Erythrocyte
- Pyknotic nucleus
- Central macrophage

INTRAEMBRYONÁLNÍ KRVETVORBA

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



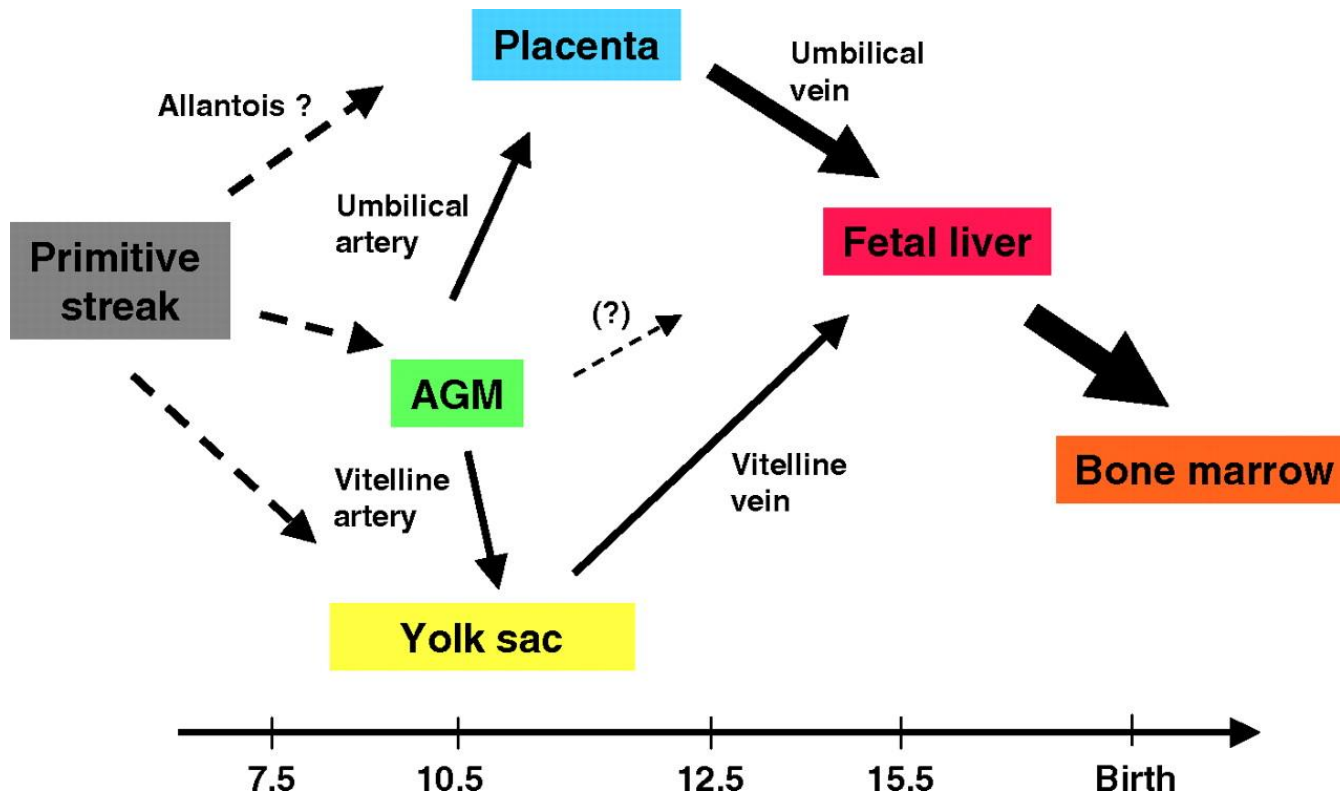
- **Placenta**



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

