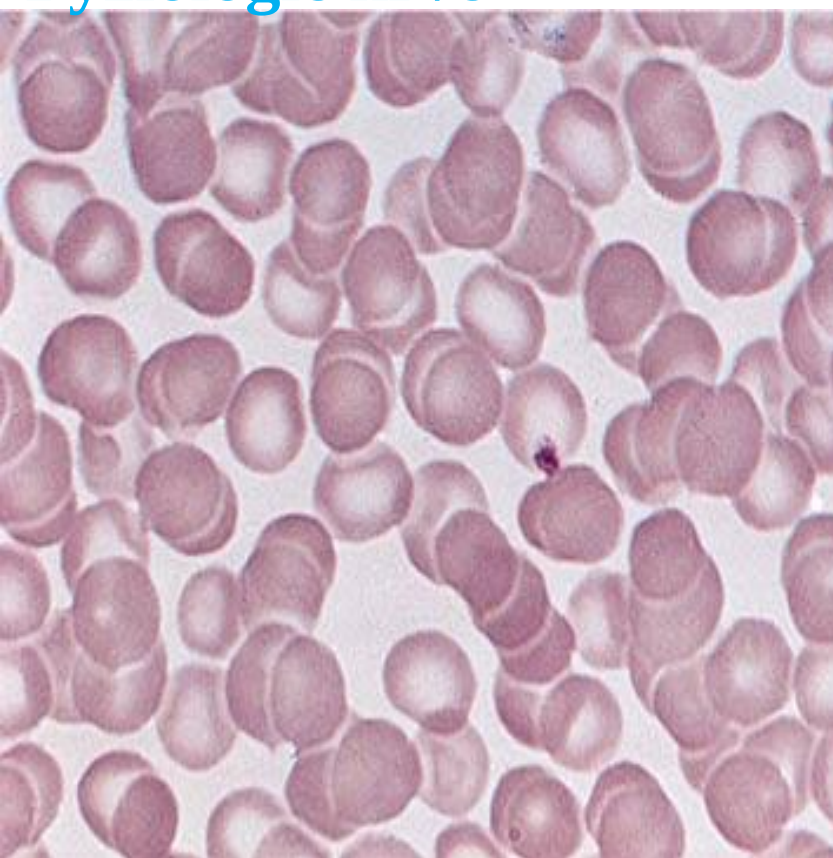


Krev

Fyziologie krve



MUDr. Richard Becke



Funkce krve

- Krev je tekutina kolující v uzavřeném kardiovaskulárním systému s mnoha funkcemi.
- A) transport vyživujících látek a O₂ k buňkám
- B) transport odpadních látek a CO₂ od buněk
- C) transport **hormonů** k cílovým buňkám
- D) udržování homeostázy / aktivace pufrů /, udržování termoregulace , srážení krve / koagulace /
- E) transport protilátek a buněk podílejících se na imunitě organismu / B a T lymfocyty /.

Množství a složení krve

- **Množství krve** : 4 – 6 litrů (dospělý člověk),tj.
- 7 – 10 % celkové tělesné hmotnosti.
- Složení krve :
- **A/ krevní plasma** a v ní :
- **B/ formované krevní elementy :**
- / erytrocyty, leukocyty, trombocyty /

Krevní plasma

- Je vodný roztok bílkovin, elektrolytů ,s obsahem dalších látek .
- **pH plasmy je 7,4 / plus, minus 0,04 /**
- **Voda : 90 – 92 % , Bílkoviny : 7 - 8 % (60 – 80 g / 1 litr plasmy)**
- **A) Albuminy** / 65 % všech proteinů / udržení koloidně osmotického tlaku /
- **B) Globuliny** / patří sem i imunoglobuliny – protilátky /
- **C) Fibrinogen** / srážení krve – vláknitý fibrin / , **Protrombin**
- **Krevní sérum je tekutina která zůstává po vysrážení krve – již neobsahuje fibrinogen**
- **Elektrolyty / kationty: Na / , anionty /chloridové a hydrogenkarbonátové/ důležité pro osmotický tlak**
- **Látky neproteinové povahy / močovina, kys.močová, kreatin,**
- **kreatinin, soli amonia /**
- **Hormony , enzymy , vitamíny**
- **Lipidy , Cholesterol volný , lipoproteiny / LDL, VLDL, HDL /**
- **Aminokyseliny**

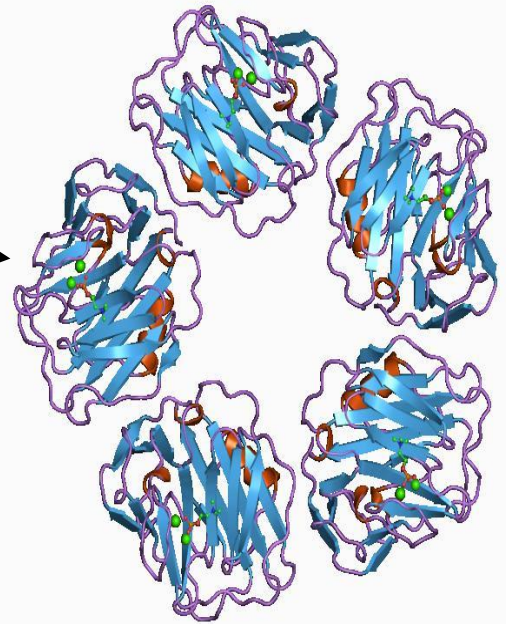
Krevní plasma

- **Některé fyziologické hodnoty a markery :**

- 1) **Glukóza** : 3,9 – 5,6 mmol / litr
- 2) **Cholesterol celkový** : 3,5 – 5,2 mmol / litr
- 3) **Močovina** : 3,0 – 7,6 mmol / litr

- **CRP : C – reaktivní protein**

- / strukturou je pentamer /,
- hlavní marker : probíhajícího zánětu
- **PSA** : Prostatický specifický
- antigen / prostata – karcinom /



Krevní elementy

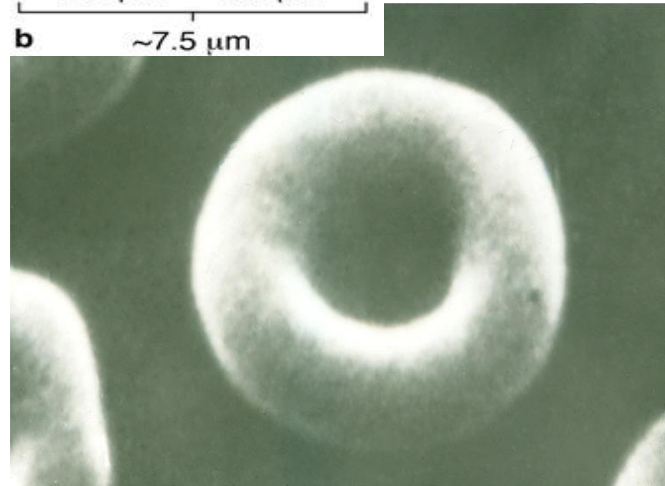
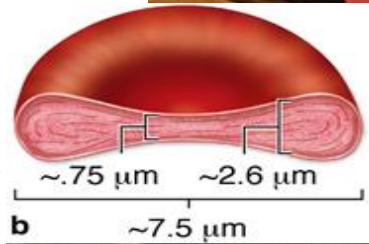
- Erytrocyty
- Leukocyty
- Trombocyty
- Počty elementů v krvi patří k nejzákladnějším fyziologickým znalostem ,
počítané na objemovou jednotku / μ l nebo litr
- krve /

Počty elementů v krvi

BUŇKY	POČET	
	MUŽI	ŽENY
ERYTROCITY	4,5 - 6 mil/ μ l	4 - 5,2 mil/ μ l
RETIKULOCYTY	0,5 – 2 %	
TROMBOCYTY	150 000 - 400 000/ μ l	
LEUKOCYTY	4000 - 10 000/ μ l	

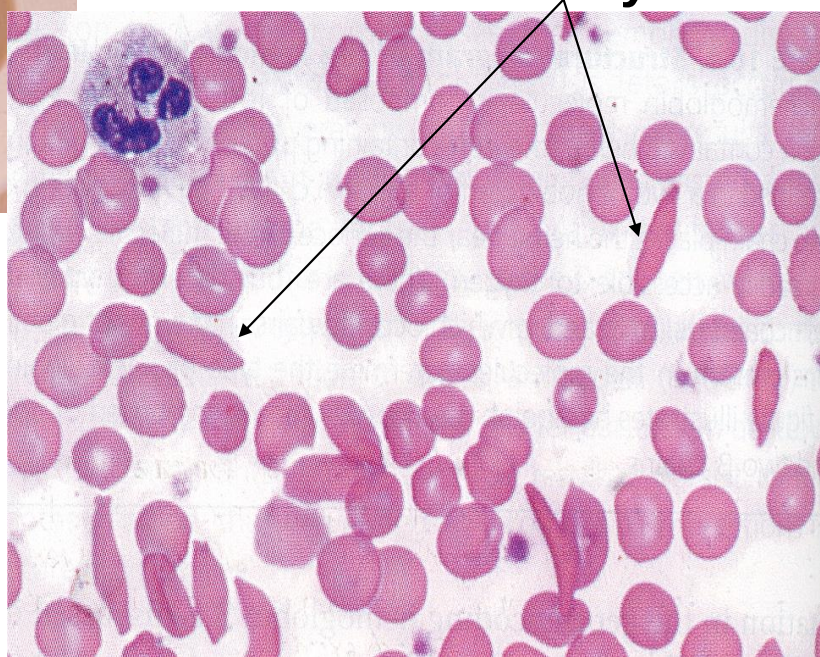
Erytrocyty

- Tvar bikonkávního terčíku / zvětšení plochy /
- Bezjaderný element ,
- **Hemoglobin: 33 – 35 % /ERY , tj. 32 pg +/- 2 pg/ ERY**
- **Cytoskelet!!!** (proteiny periferní a integrální)
- **Enzymy** v cytoplasmě – zpracovávají glukosu
- pro energetické potřeby erytrocytu
- .
- **Anisocytosa , poikilocytosa.**
- Zvýšený počet / polycytémie/, snížený počet / anémie /
- Mladý erytrocyt- **retikulocyt** / dozrává za
- 24 hodin v zralý erytrocyt
- **Normocyt** : erytrocyt o správné velikosti:
- / 7, 2 – 7,4 um /
- **Mikrocyt** / pod 6 / **Makrocyt** / nad 9 / ,
- **Megalocyt** / nad 12 um / velikosti



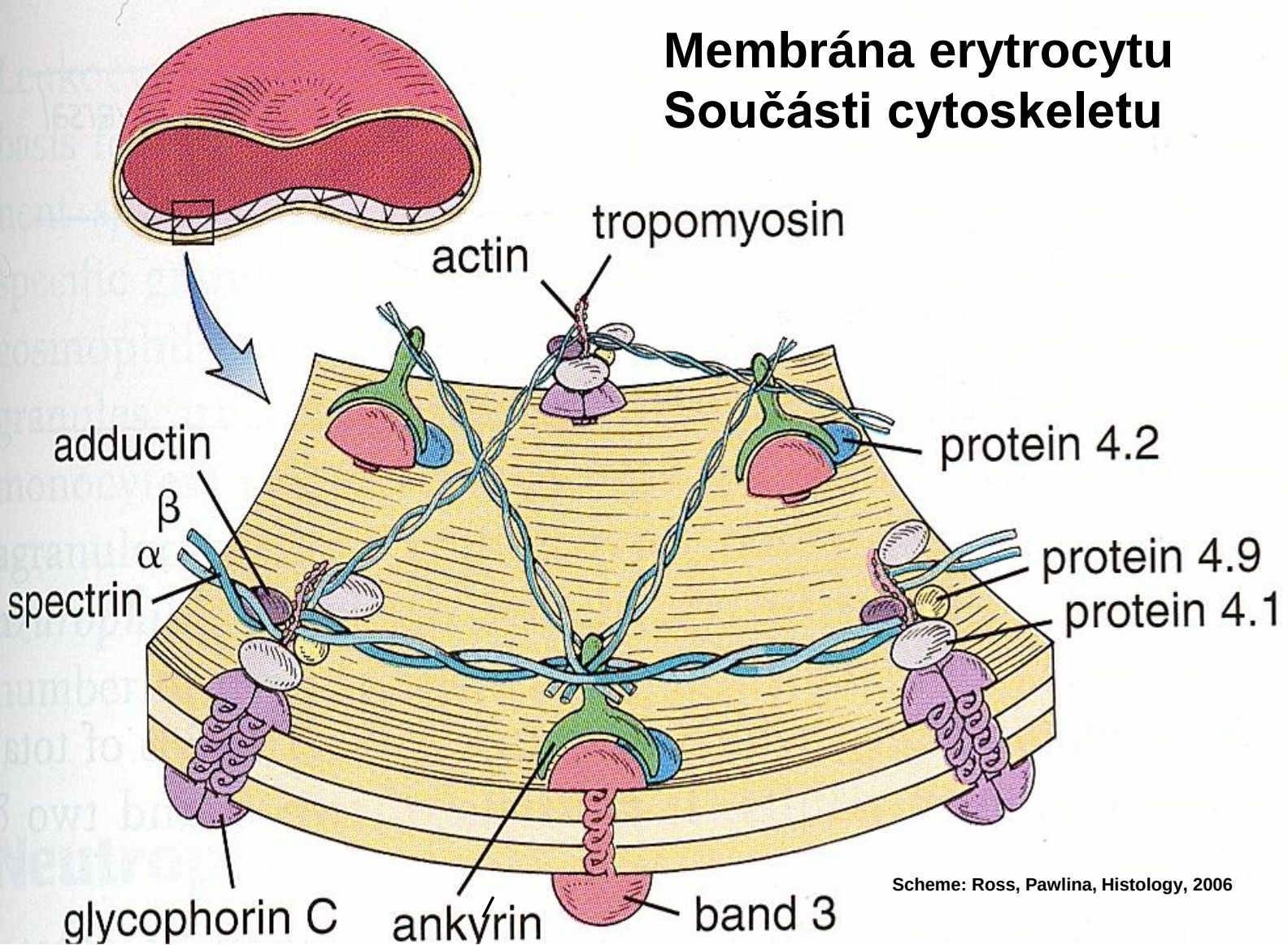


Anisocytóza



Poikilocytóza

Membrána erytrocytu Součásti cytoskeletu

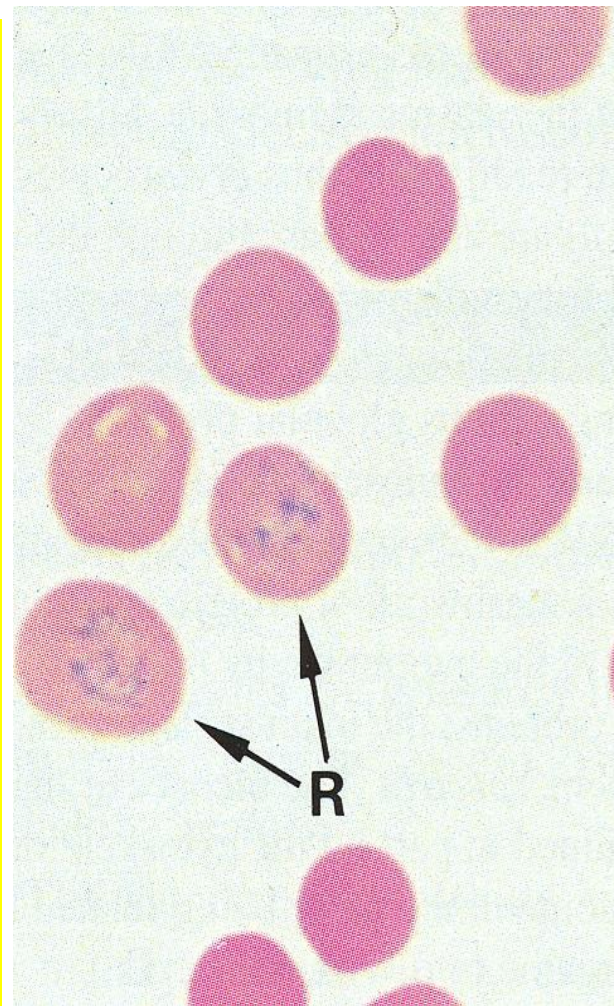


Buněčná membrána erytrocytu

- **Glycocalyx** na povrchu buněčné membrány erytrocytů – přítomnost **oligosacharidů** / vazba na **glycoforiny** / - **Aglutinogeny A a B.** / **nebo antigeny : A a B** /.
- **Přítomnost protilátek** (aglutininy) v plasmě proti těmto antigenům : **Anti – A , Anti - B**
jsou základem pro určení
- **Krevních skupin : (4 základní fenotypy)**
- **A , B , AB , 0**
- / Dr. Jánský , 1907 /
- Později objeven nový antigen : **Rh faktor** /polypeptid/
- / Landsteiner a Wiener , 1940 /, zjistili protilátku anti - Rh

retikulocyt

- 1/ už se vyplavuje z kostní dřeně do krve
- 2/ tvar a rozměry jako erytrocyt
- Hb obsahuje , plní funkci jako erytrocyt
- 3/ substantia reticulofilamentosa – zbytky **ribosomální RNA** v cytoplasmě
- 4/ Howell – Jollyho tělíčka nebo Cabotovy prstence – **zbytky DNA** v cytoplasmě retikulocytu.
- Zhruba za 24 hodin zralý erytrocyt
- Brilant – kresolová violeť nebo
- Brilant - kresolová modř



Hemoglobin s navázanými plyny :

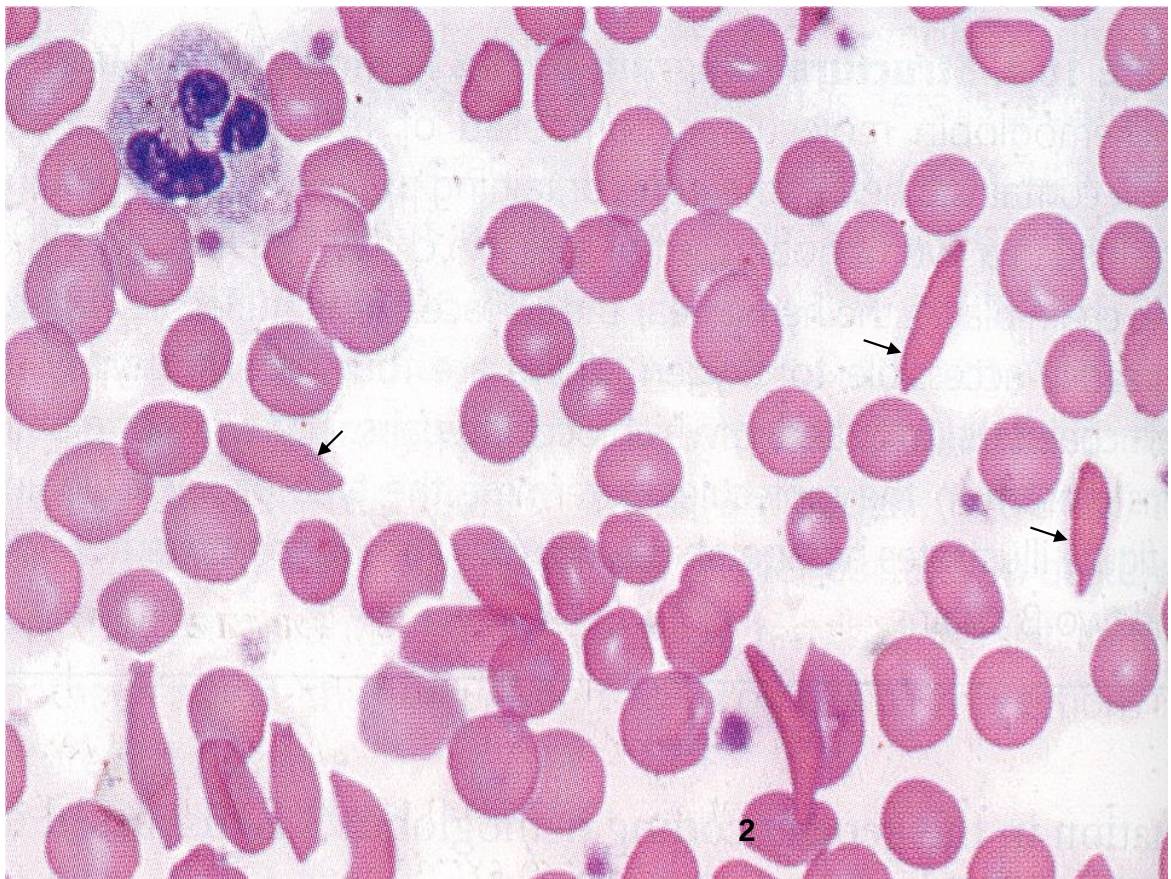
Hemoglobin – navázaný O₂ : oxyhemoglobin

Hemoglobin – navázaný CO₂ : karbaminohemoglobin

Hemoglobin – navázaný CO : karboxyhemoglobin

Oxidace hemoglobinu : methhemoglobin, železo je trojmocné

POIKILOCYTOSA erytrocytů

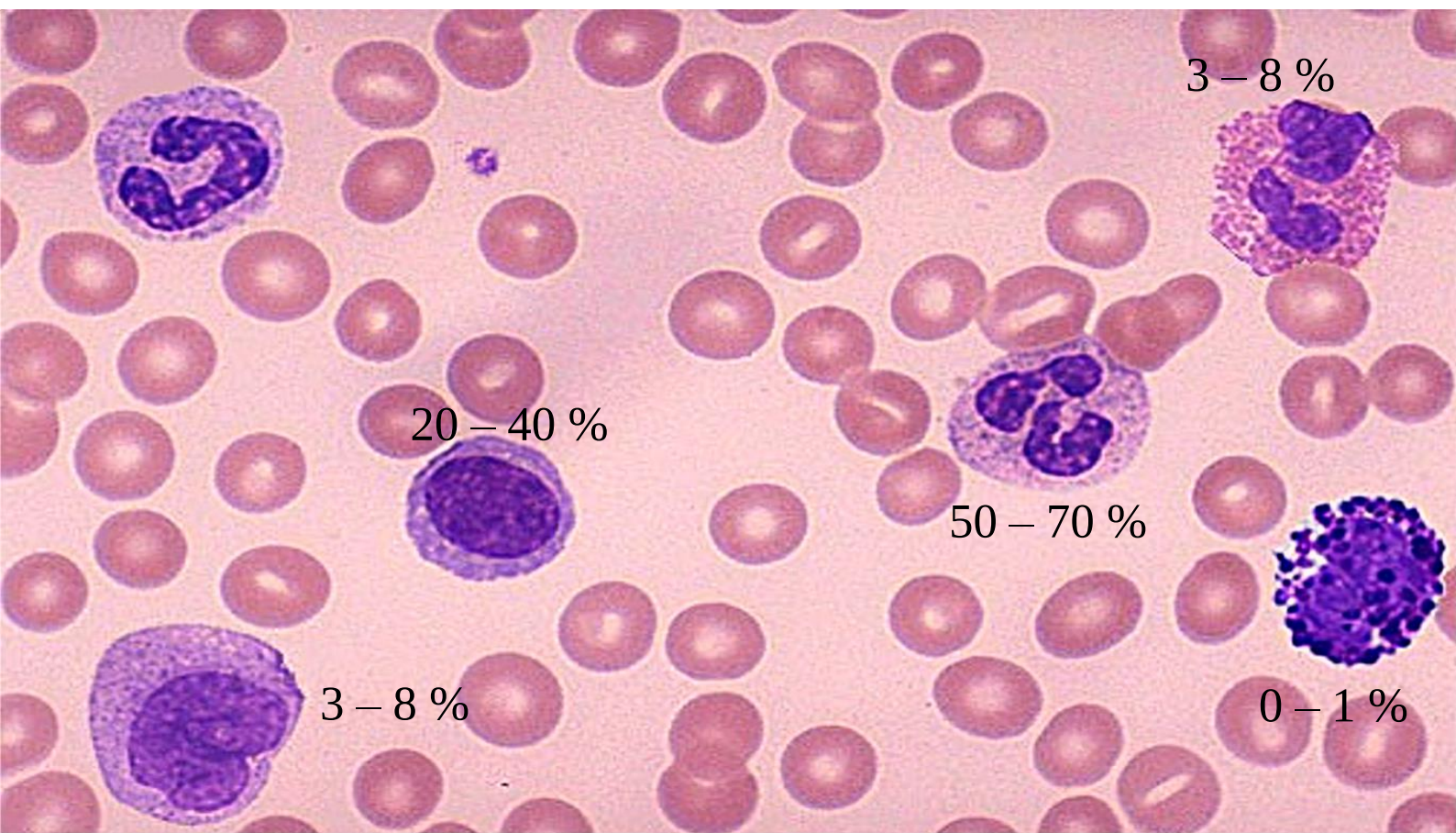


Photomicrographs: 1) Ross, Pawlina, Histology, 2006; 2) Wheater's Functional Histology, 2004

Leukocyty

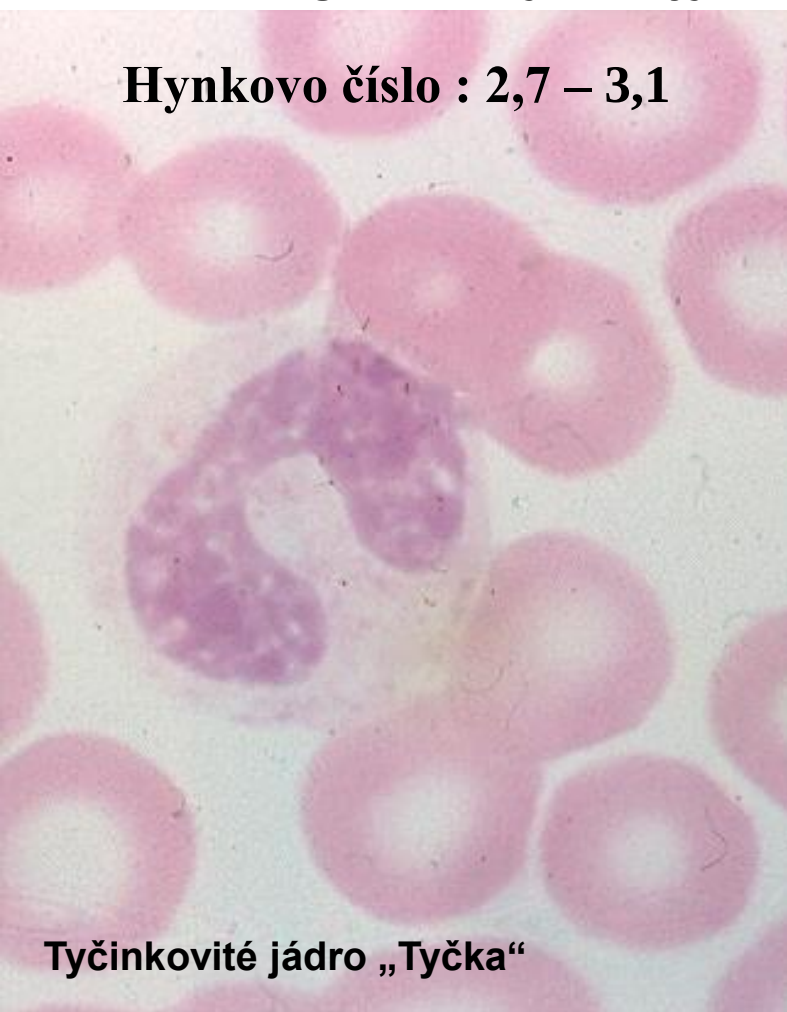
A/ Granulocyty / polymorfonukleáry /,specifická granula

B / Agranulocyty / mononukleáry /,pouze azurofilní granula



NEUTROFILNÍ GRANULOCYTY ,10 – 12 um v průměru , slabě eosinofilní cytoplasma ,neutrofilní i azurofilní granula
Postupná segmentace jádra vyjadřuje stáří neutrofilních granulocytů

Hynkovo číslo : 2,7 – 3,1



Tyčkovité jádro „Tyčka“



Drum- stick, Barrovo tělísko

Segmentované jádro / 4 /

NEUTROPHIL

Specifická, neutrofilní granula

Azurofilní granula – lysosomy, myeloperoxidasa

Funkce : **fagocytóza**

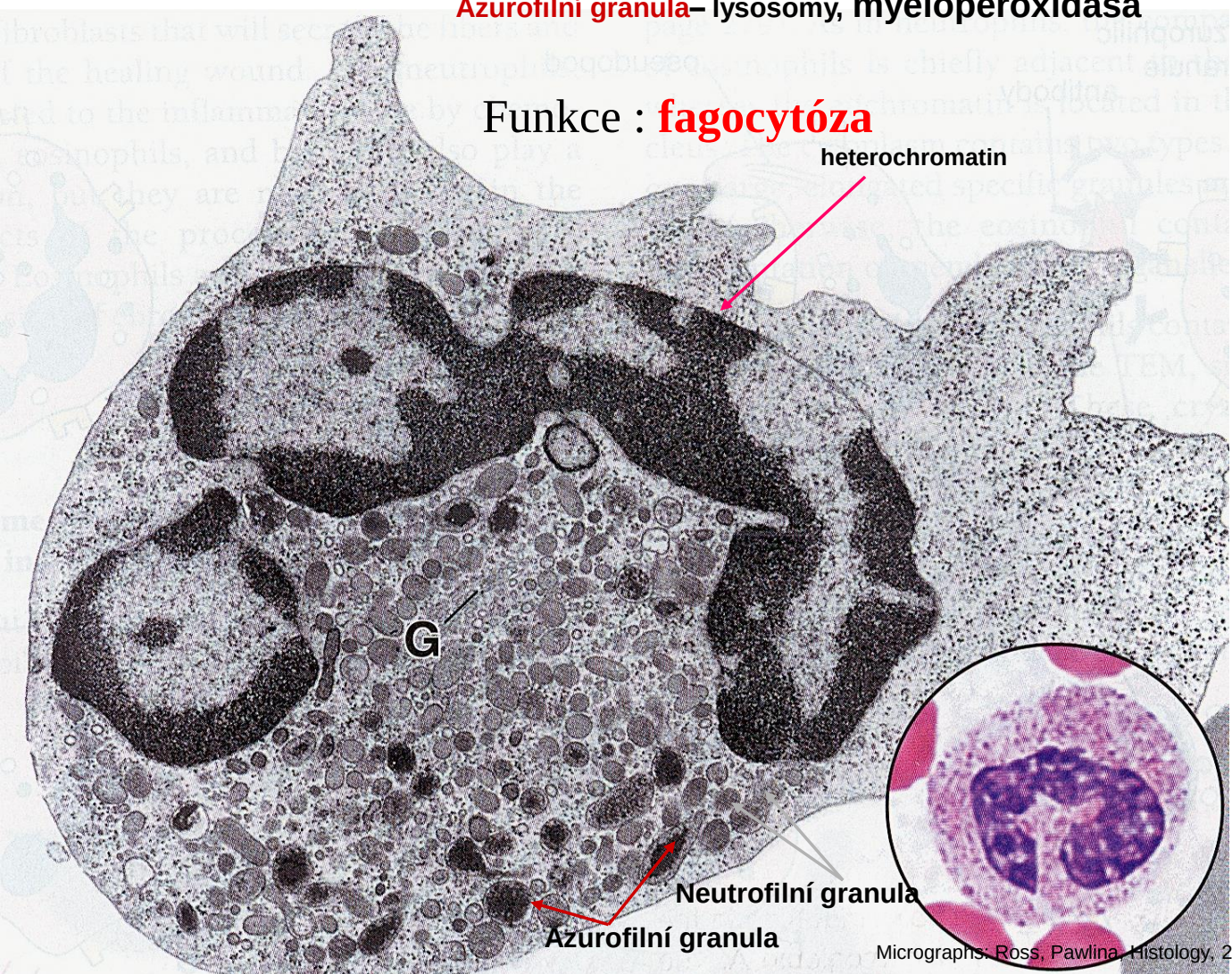
heterochromatin

G

Neutrofilní granula

Azurofilní granula

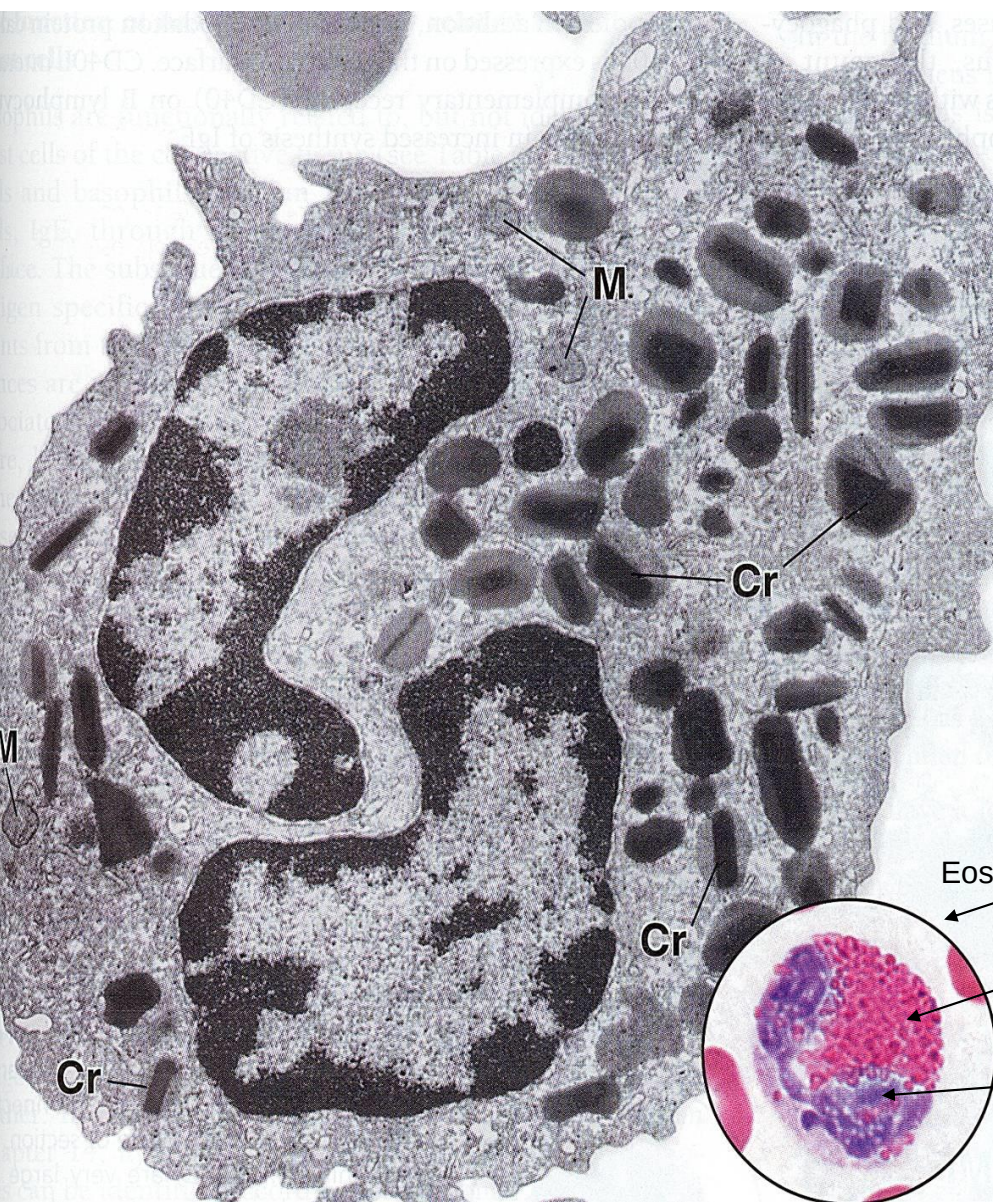
Micrographs: Ross, Pawlina, Histology, 2006



Průměrná doba života N.Gr.
4 – 8 hodin v krvi, 4 – 5 dnů v tkáni



Tzv. „tyčka“



EOSINOFILNÍ Granulocyt

Electronogram:

Eosinofilní specifická granula
obsahují enzymy :

- acid phosphatase
- eosinophil peroxidase
- histaminase
- arylsulfatase
- cathepsins
- collagenase

Funkce : **fagocytóza**

**Alergické reakce, parazitární
infekce**

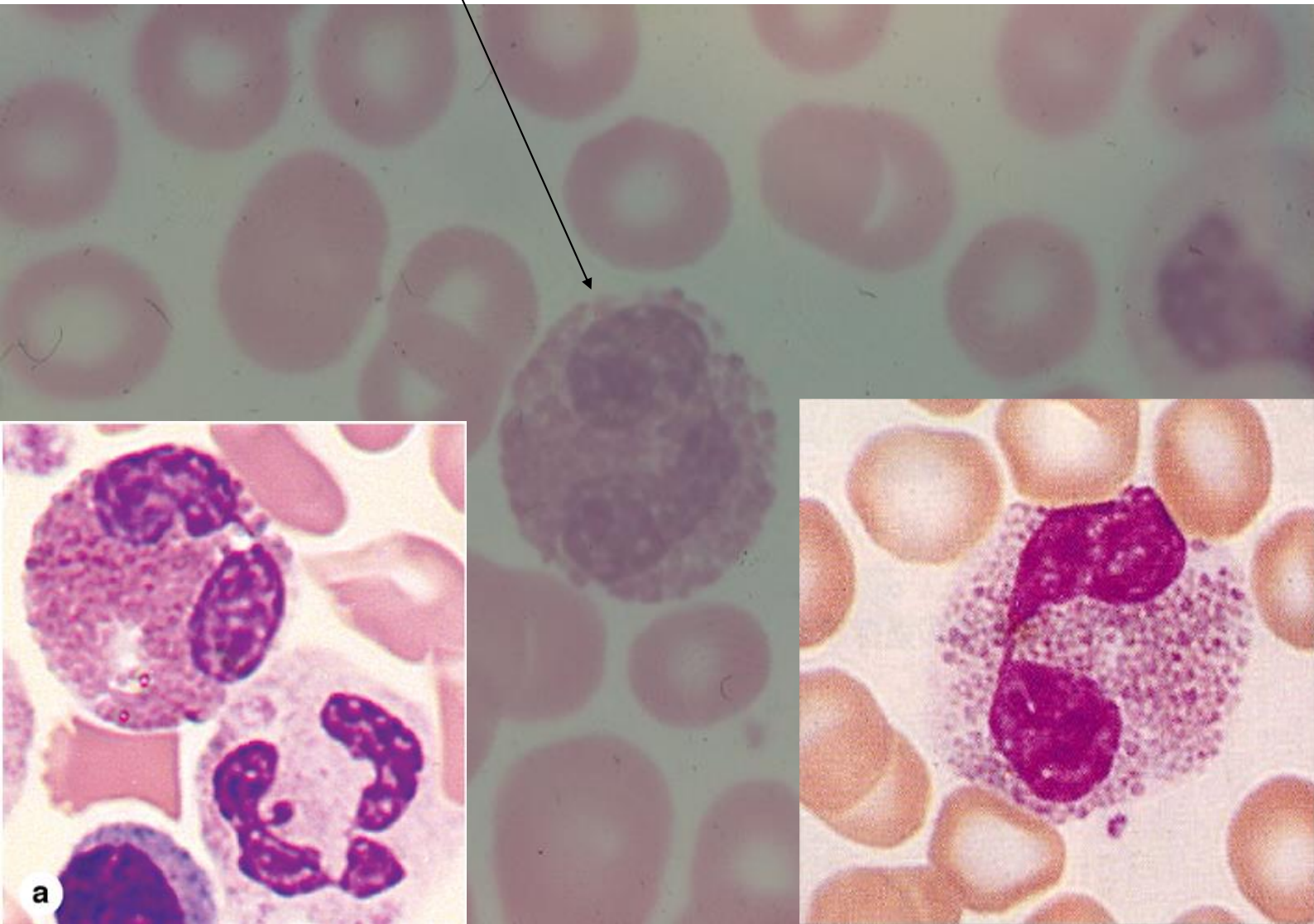
Eosinofil.gran. (blood smear, 12-14 μm)

Eosinofilní granula

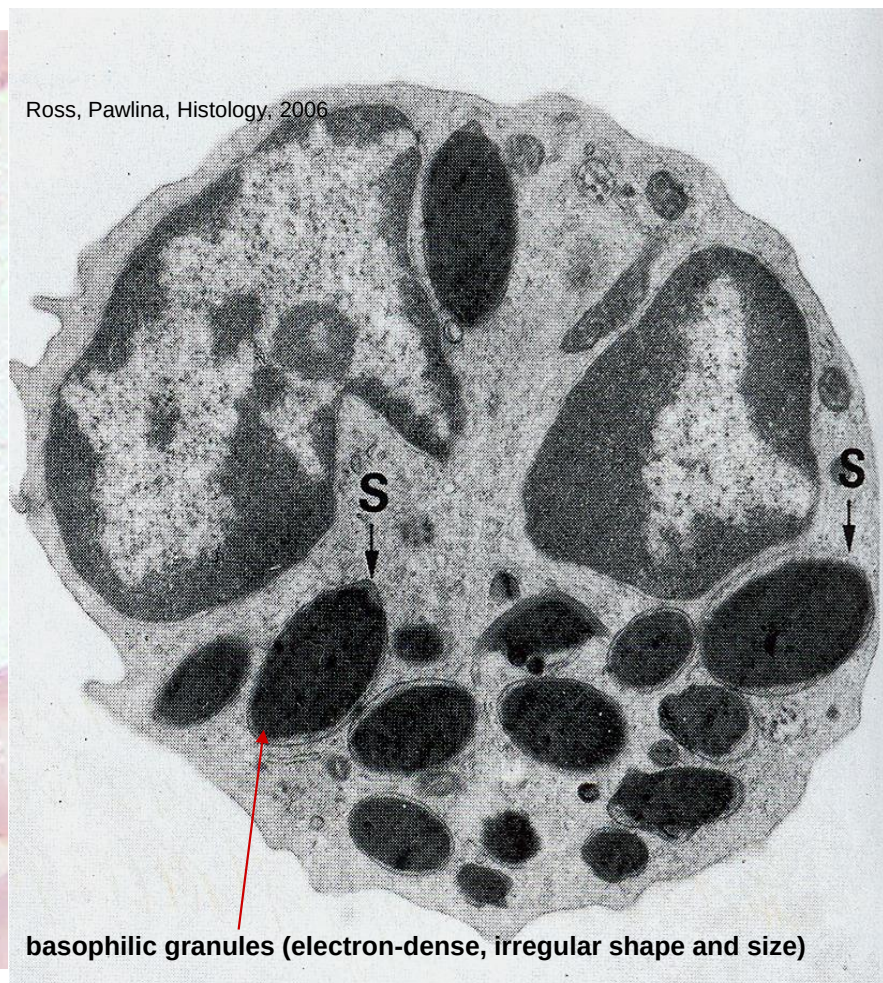
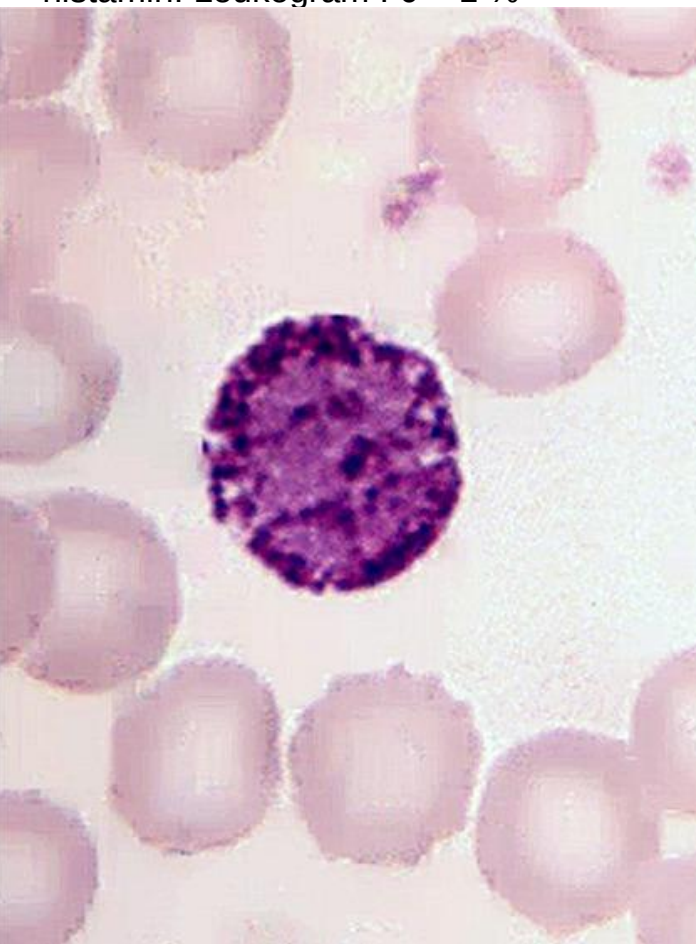
2 laločnaté jádro

Micrographs: Ross, Pawlina, Histology, 2006

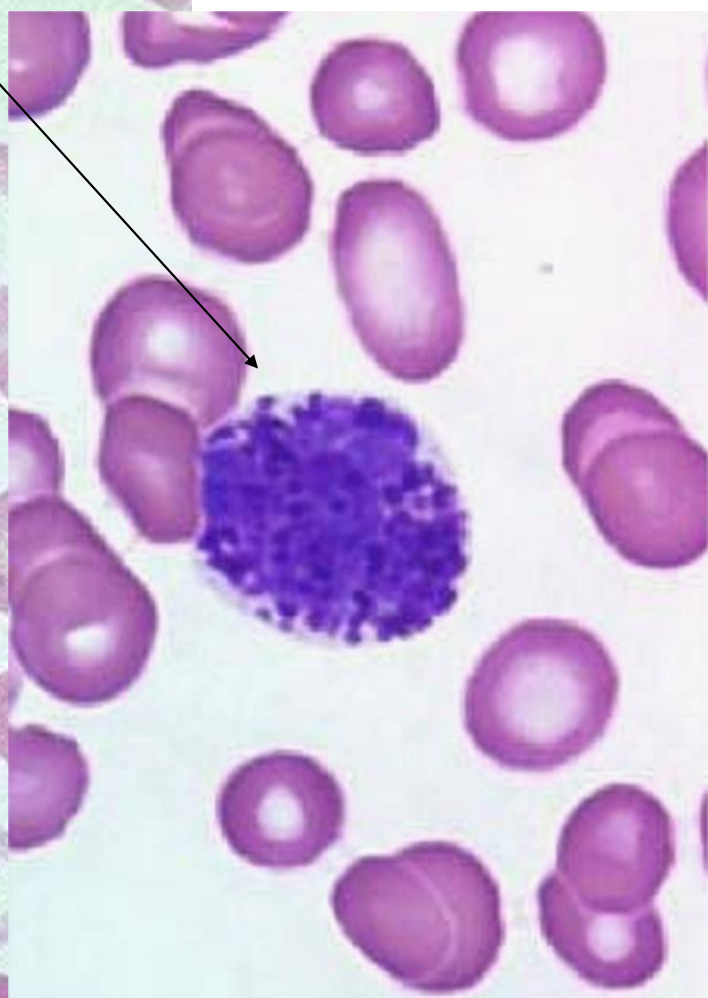
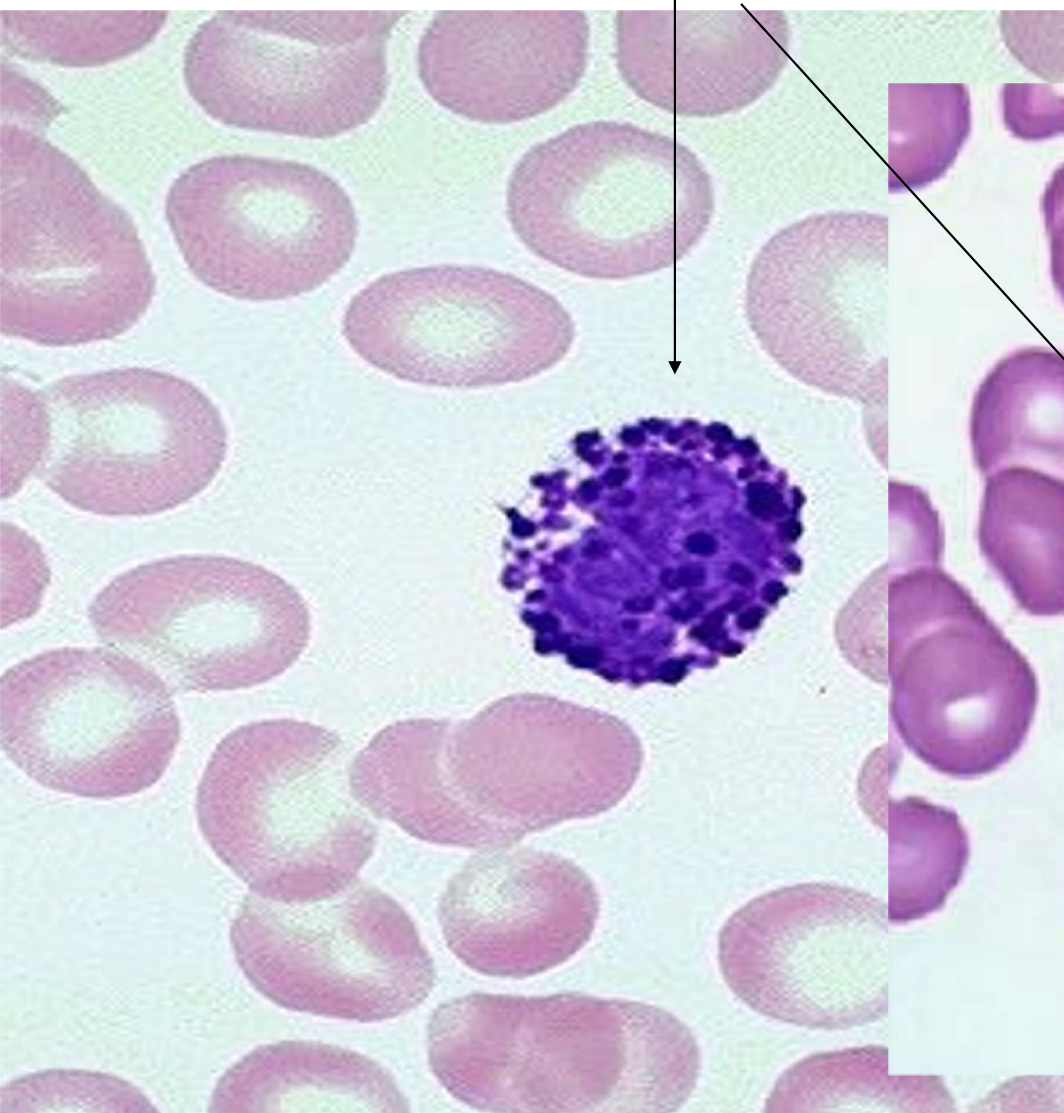
Eosinofilní granulocyt – 2 laločnaté / brýlovité / jádro



BASOFILNÍ GRAN. – 8 – 10 μm v průměru. Mnoholaločnaté jádro , v cytoplasmě velice tmavá – basofilní granula , obsahují **Heparin, histamin**, peroxidasu, leukotrieny .
Na membráně receptory pro IgE protilátky – návázání protilátek – degranulace- vyplaví se histamin. Leukogram : 0 – 1 %

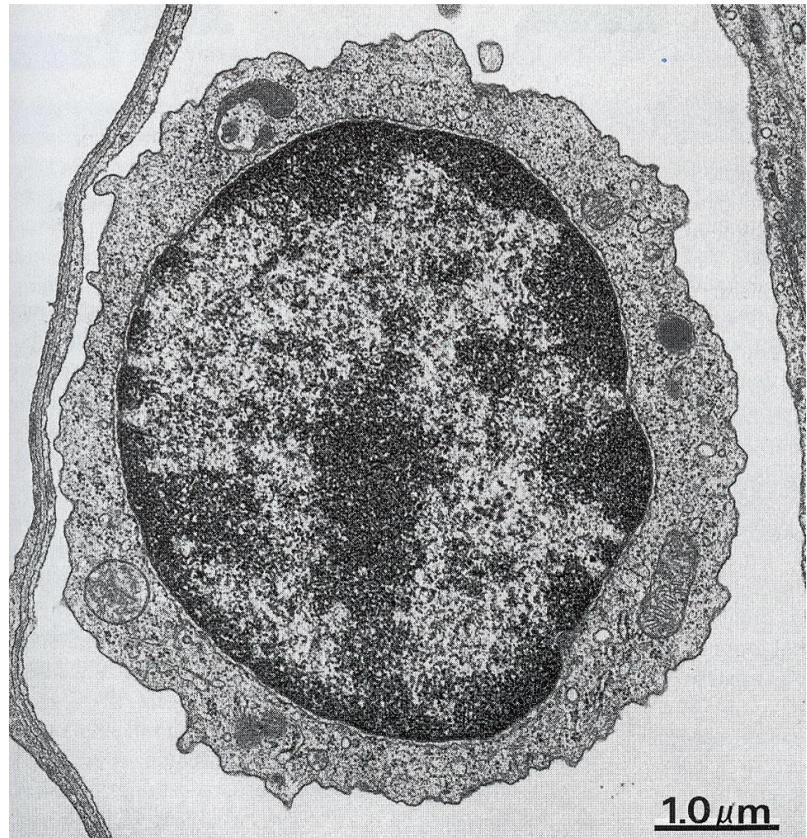
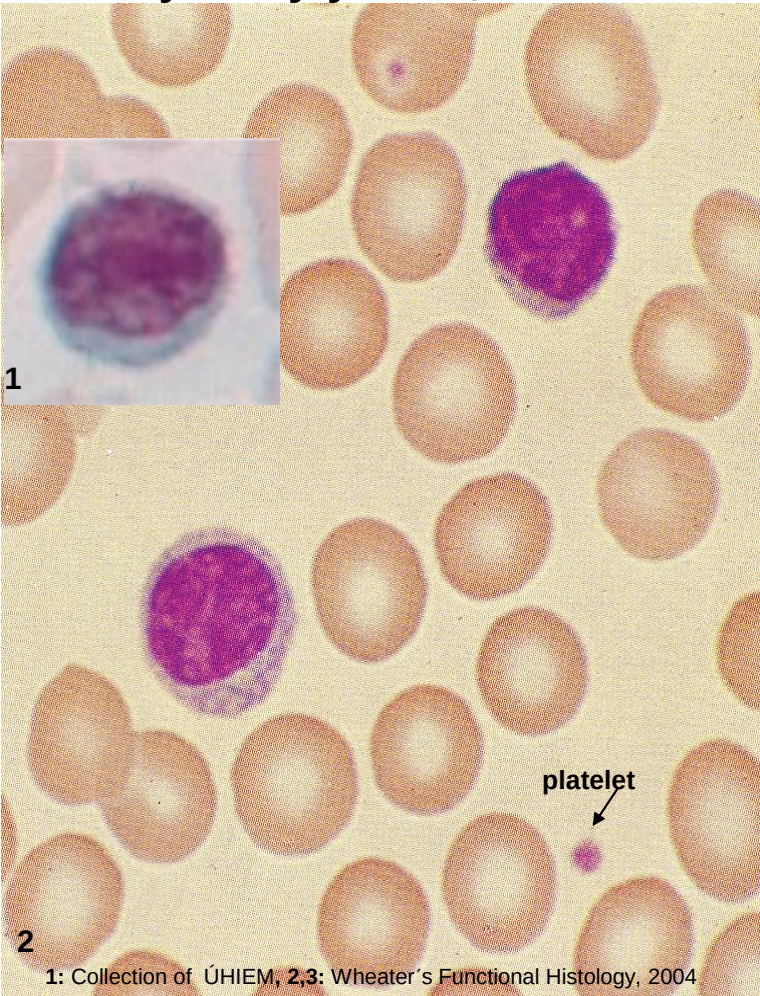


Basofilní granulocyty

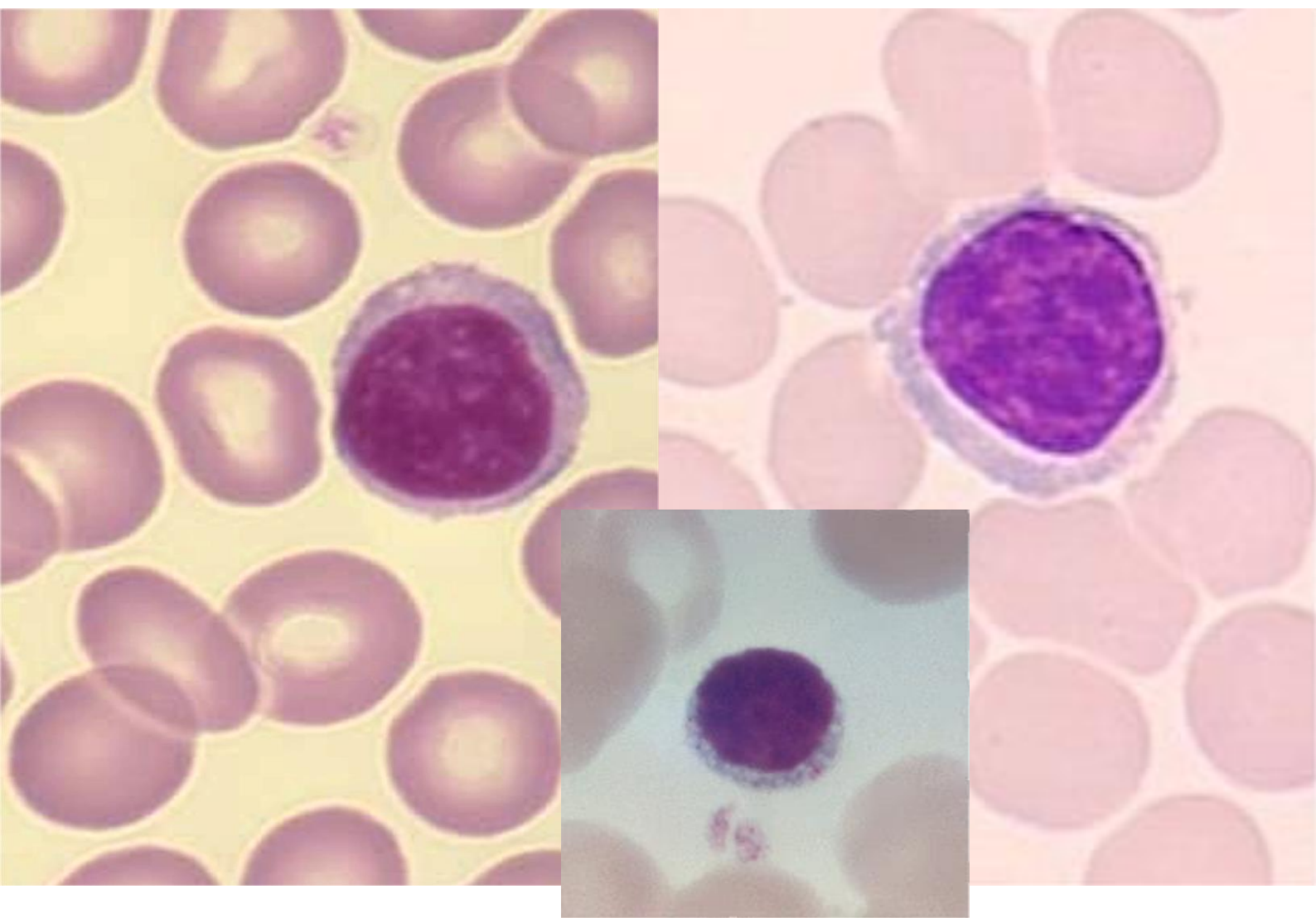


LYMFOCYTY - hlavní efektorové buňky specifické imunity , nejčastěji v krvi kolují tzv. malé lymfocyty – **průměr : 6 – 8 μm** . Nukleo – plasmový poměr ve prospěch jádra – velké kulaté jádro , úzký lem cytoplasmy okolo jádra, modrá cytoplasmata v Papp. Metodě.. Azurofilní granula přítomna.

B a T lymfocyty : Leukogram : 20 – 40 % , **97 % v krvi je T lymfocytů.**



Lymfocyty



MONOCYT - největší z leukocytů , **12 – 20 um v průměru** , jádro – oválné, nebo podkovovité nebo ledvinovité , cytoplasma – basofilní / šedomodrý odstín / , azurofilní granula v cytoplasmě.

Funkce – po opuštění krevního řečiště – mění se v **makrofág** . - **Fagocytóza**



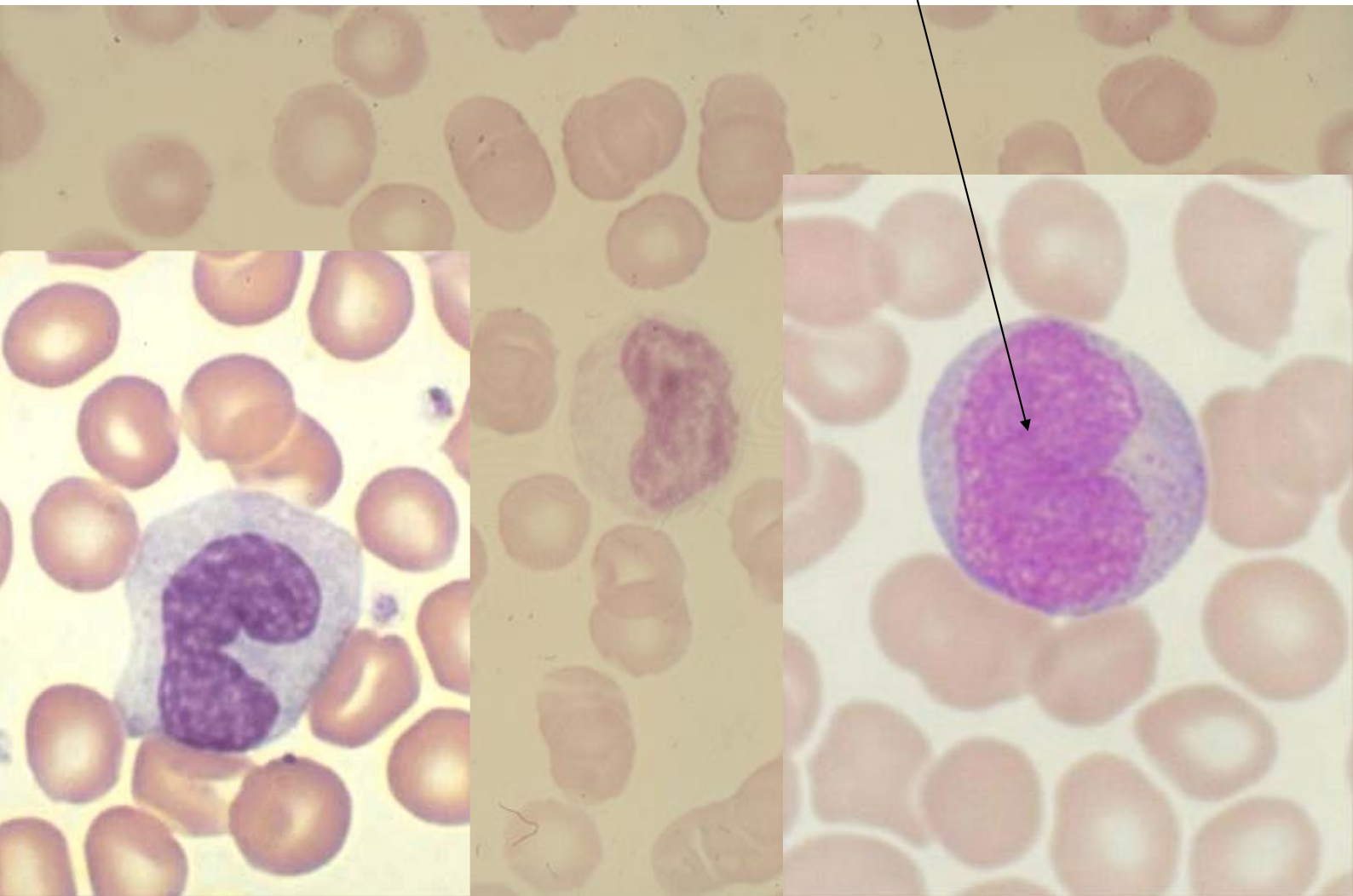
L = azurophilic granules

M = mitochondria

G = Golgi complex

Fig.:
Ross, Pawlina,
Histology, 2006

Monocyt – ledvinovitý tvar jádra
Leukogram : 3 – 8 %



Leukogram

Diferenciální obraz krevní

- Procentuální zastoupení leukocytů v periferní krvi – dá se stanovit z krevního nátěru!
- Hodnoty jsou v procentech !!!!!!!
- Zvýšené hodnoty některých leukocytů
- signalizují patologické procesy v organismu

Hynkovo číslo Arnethův obraz

- **Týkají se neutrofilních granulocytů.**
- Hynkovo číslo vyjadřuje stupeň zralosti
- N.G. , vyjádřené počtem segmentů jádra.
- **Normální hodnota : 2,7 – 3,1**
- **Na krevním nátěru pozorovat pouze neutrofilní granulocyty – sečíst všechny segmenty u 100 N.G. a toto číslo dělit 100.**
- Arnethův obraz je tabulkové vyjádření
- Hynkova čísla .

Trombocyty

- Vznikají jako fragmenty z cytoplasmy megakaryocytu.
- **Velikost : 2 – 4 um.**
- Diskoidní tvar – nejčastěji.
- Doba života destiček v krvi : 7 – 10 dnů
- Granuloméra : alfa , delta , lambda granula :
- Hyaloméra : oblast kolem granul
granula glykogenu , mitochondrie ,actin.filamenta,
svazky mikrotubulů.

Základní funkce : ochrana před ztrátou krve.

Schéma krevní destičky - trombocytu (Ross, Pawlina, Histology, 2006)

Peripheral Zone

plasma membrane
glycocalyx

Organelle Zone

λ granule (lysosome)

glycogen

α granules
fibrinogen, PDGF, coagulating factors

mitochondria

δ granules
ATP, ADP, serotonin, histamine

Structural Zone

Marginal bundle of microtubules

actin

myosin II

Membrane Systems

open canalicular system

dense tubular system

Bezjaderné diskoidní
buněčné fragmenty z velké
buňky : Megakaryocyt
Velikost : 2 – 4 μ m

ERY

Shluk trombocytů

granulomera
(purple granules)

hyalomera
(light-blue)

Collection of ÚHIEM

Slouží k uvolnění molekul

14 srážlivých faktorů

Trombocyty

