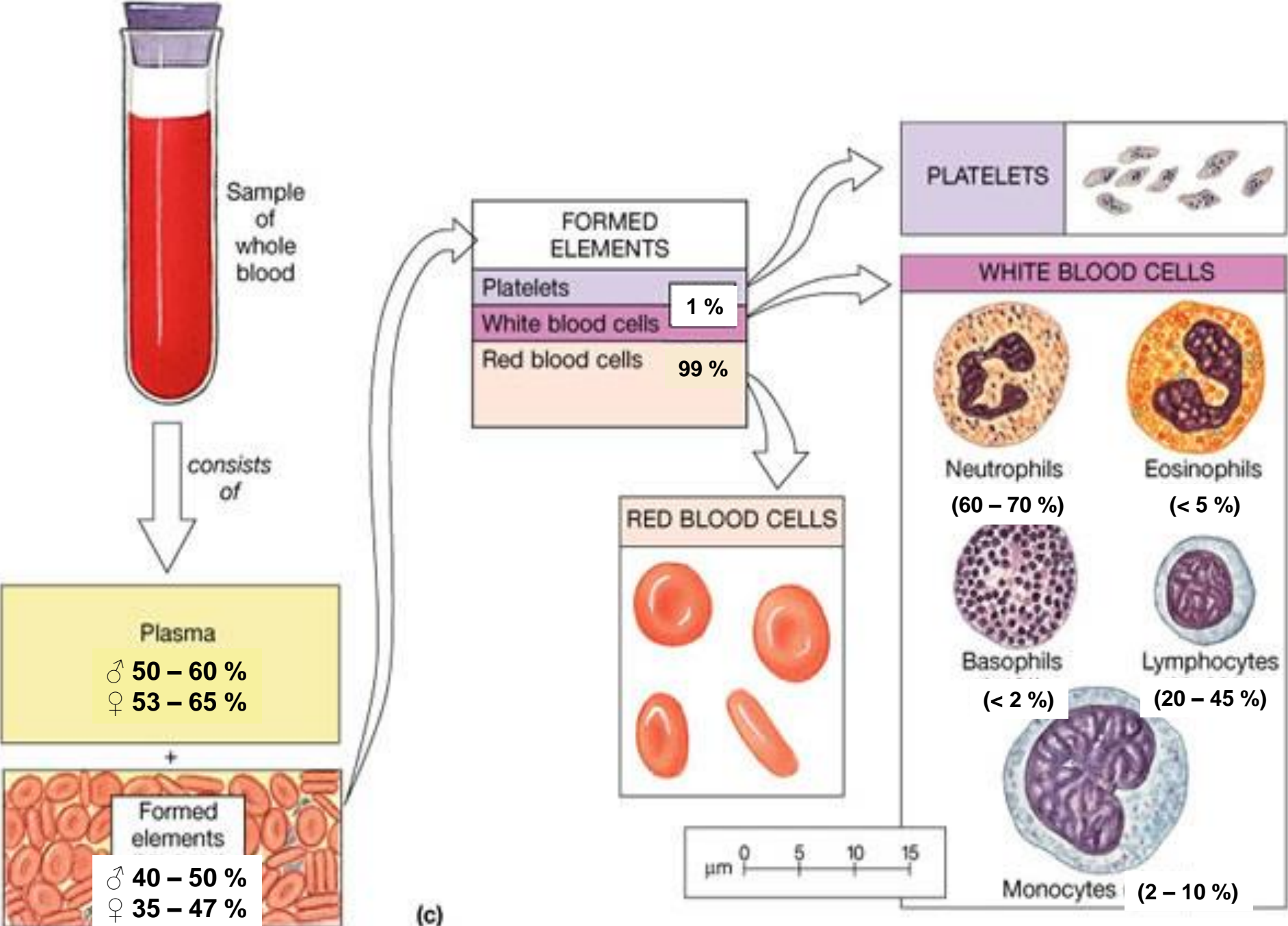


# Krev

**tělní tekutiny - krev, lymfa, tkáňový mok**



(c)

***krvní plasma*** - nažloutlá tekutina

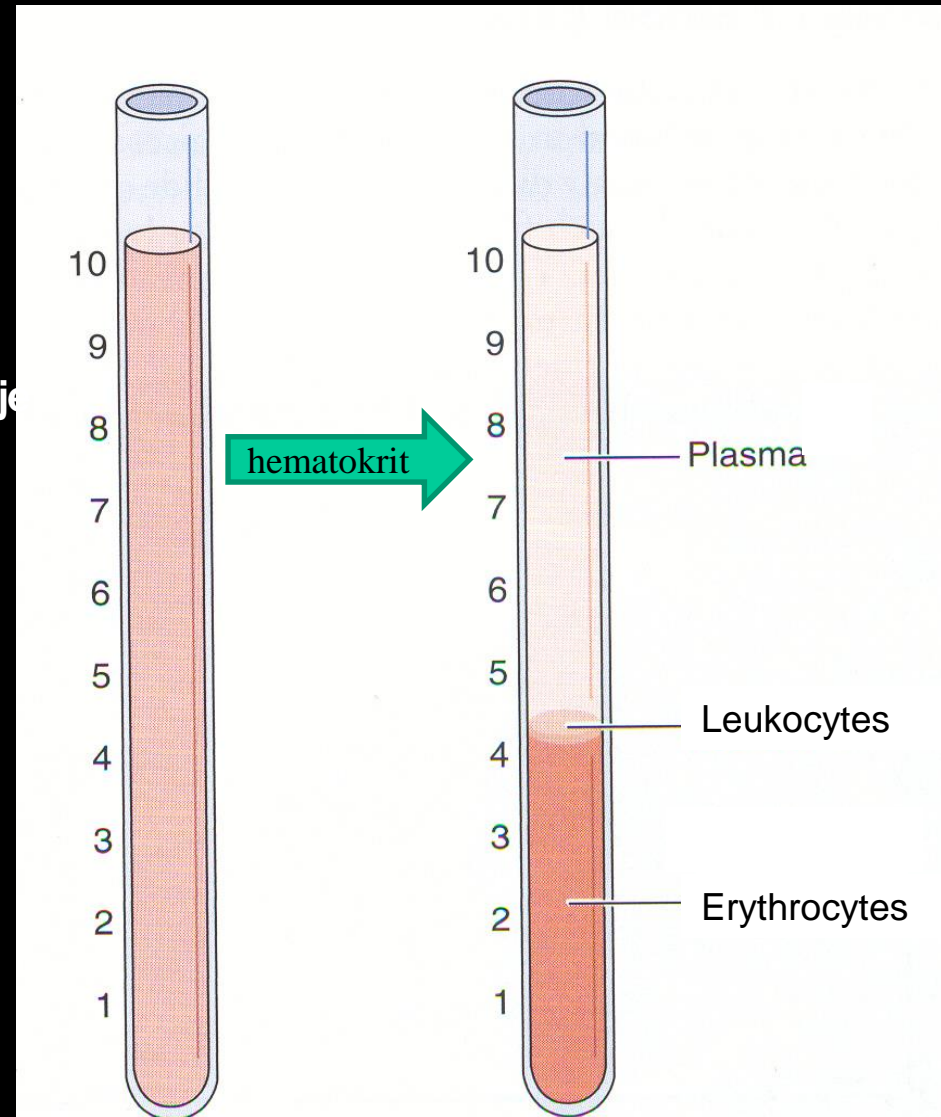
složení: 90% voda, 9 % organické sloučeniny (proteiny: albumin,  $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ - globuliny, fibrinogen, komplement, aminokyseliny, glukosa, vitaminy, hormony, lipidy, lipoproteiny atd.), 0,9 % anorganické soli

poměr plasmy a formovaných elementů =  
**hematokrit** 0,35- 0,47 ženy  
0,40- 0,50 muži

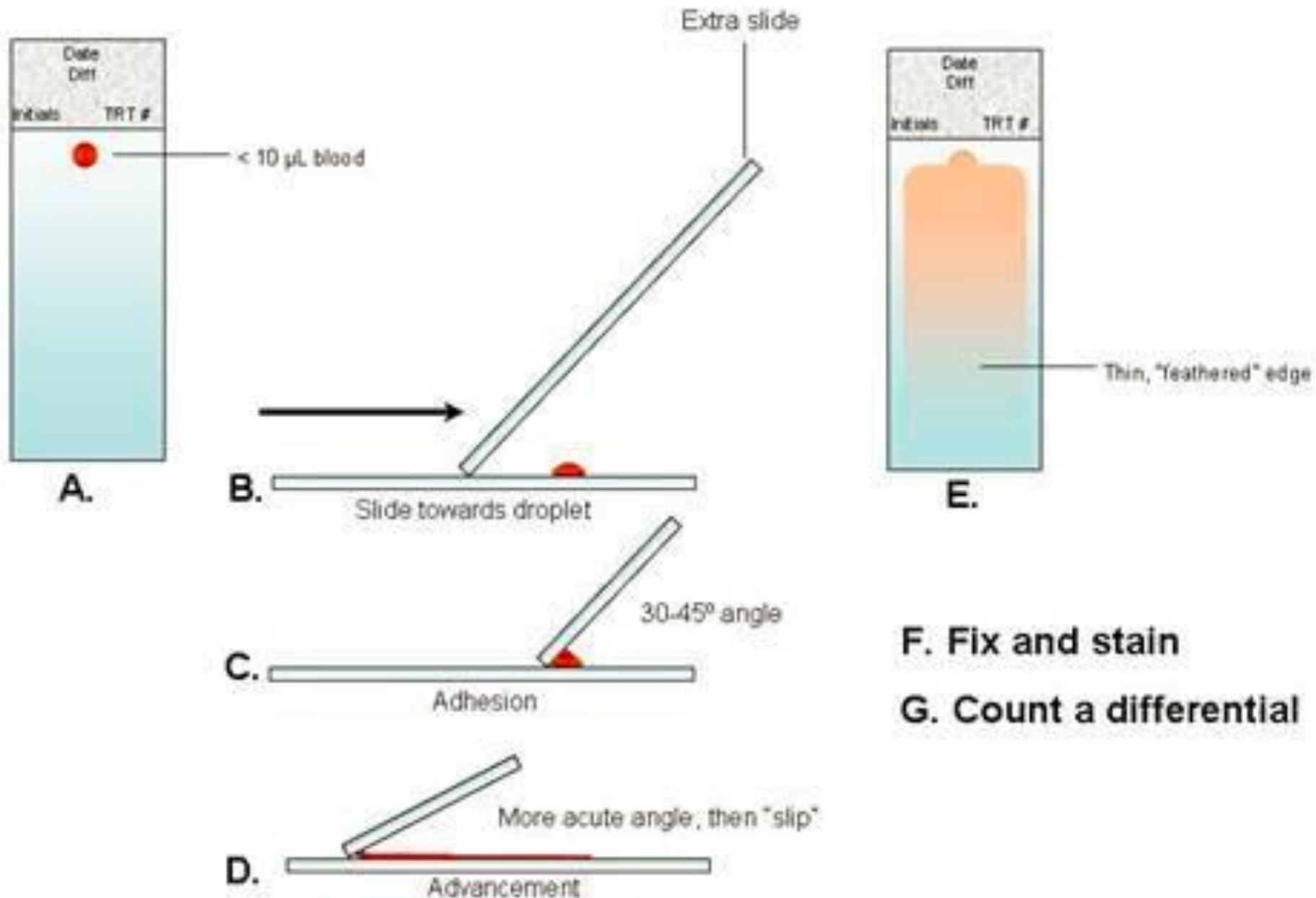
je- li krev odebrána z oběhového systému vytvoří se krvní sraženina- koagulum (obsahuje krevní elementy) a krvní serum

serum je čirá tekutina, ekvivalent plasmy bez fibrinogenu, proteinu, který je konvertován při srážení krve ve fibrin, a bez srážecích faktorů

antikoagulancia: heparin, citrát sodný



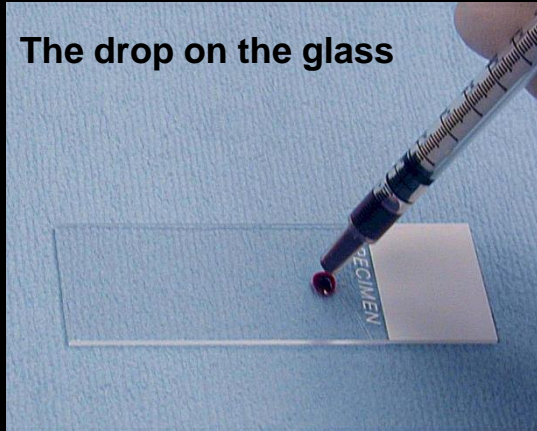
# Zhotovení krevního nátěru



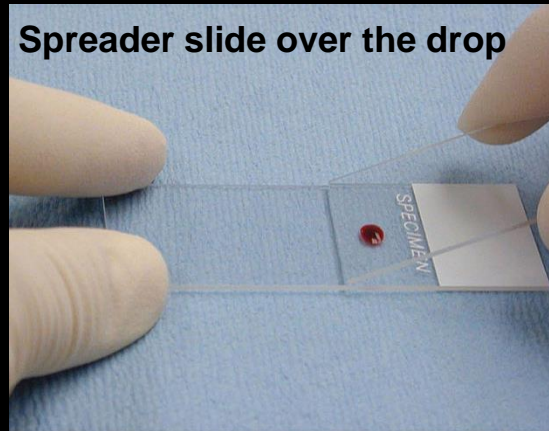


# Zhotovení krevního nátěru

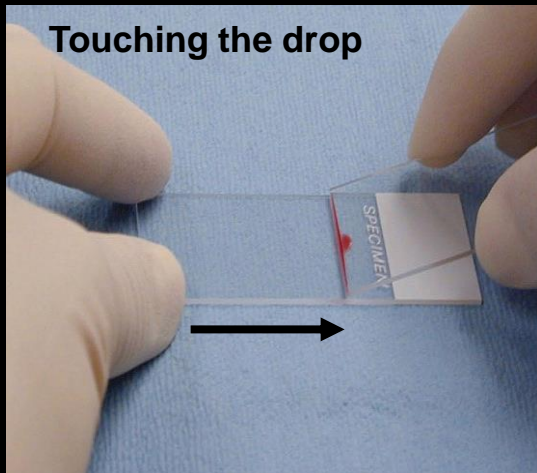
The drop on the glass



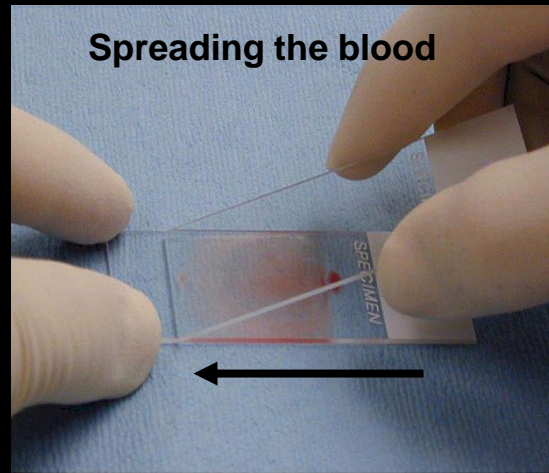
Spreader slide over the drop



Touching the drop

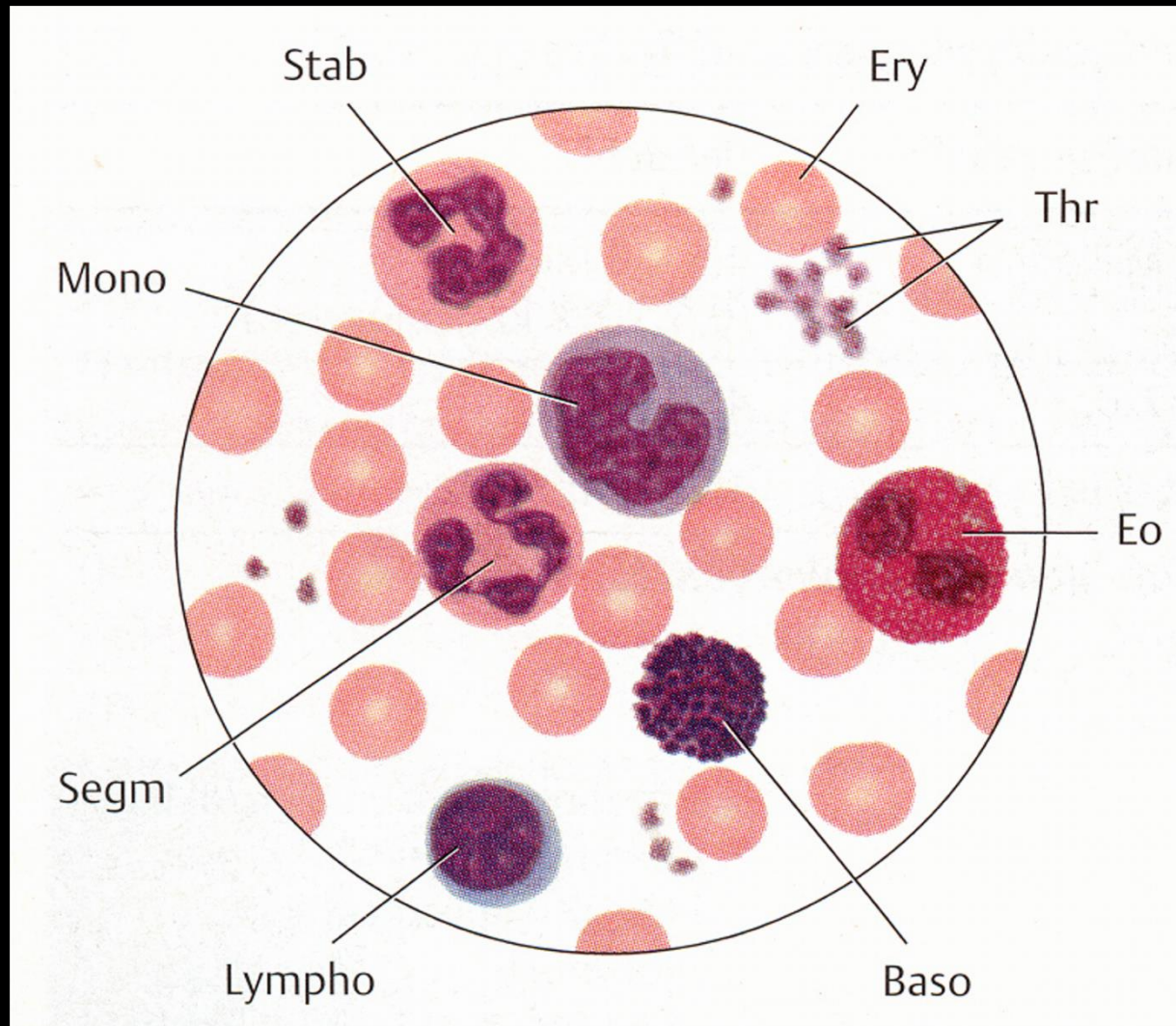


Spreading the blood



# Barvení krevního nátěru: Pappenheimova panoptická metoda

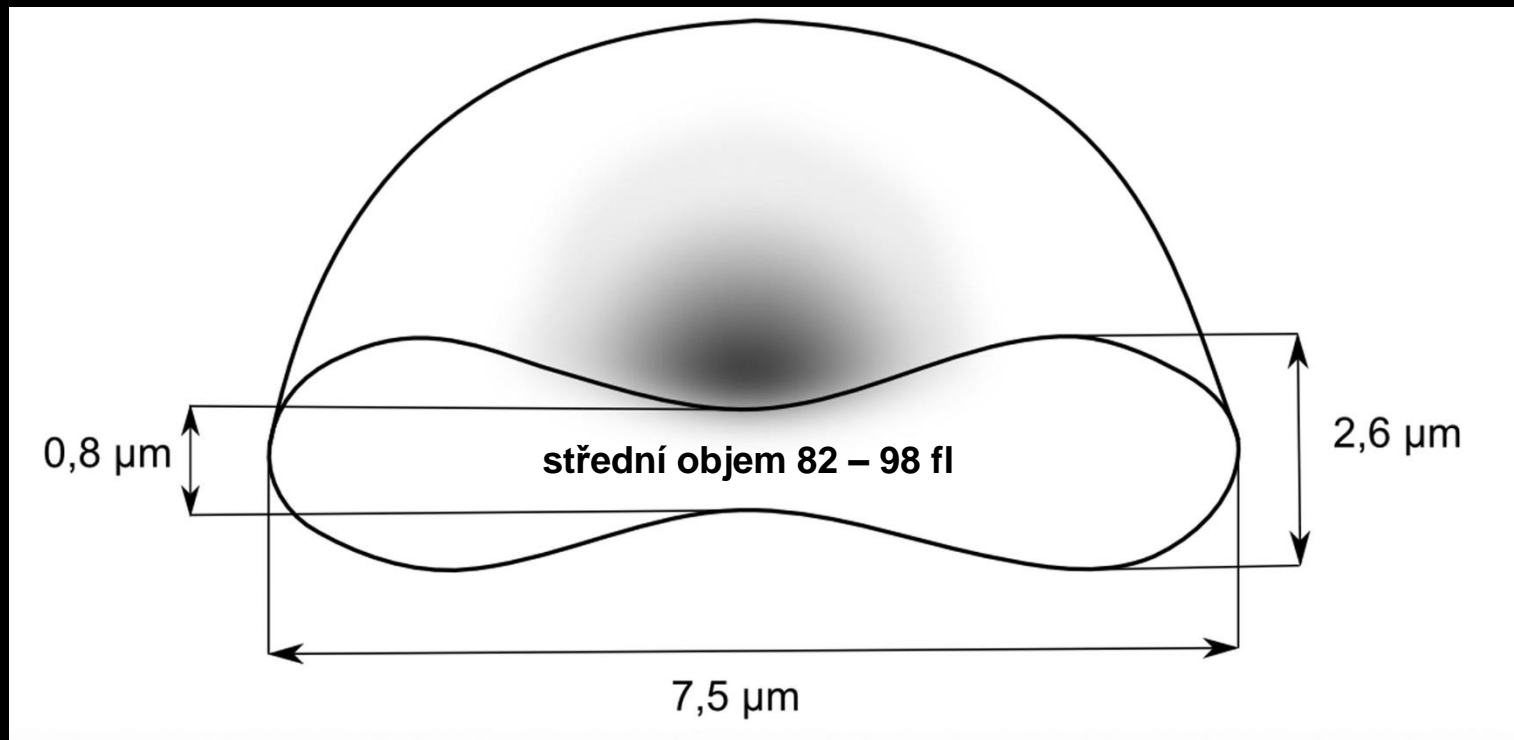
- Mayův–Grünwaldův roztok = metanol (fixace) + metylenová modř (zásaditá, barví jádra a granula basofilních granulocytů) + eosin (kyselý, barví hemoglobin a granula eosinofilních granulocytů)
- roztok podle Giemsy a Romanowskeho = azur B (oxidační produkt metylenové modři, barví purpurově azurofilní granula) + eosin



# Červené krvinky, erythrocyty

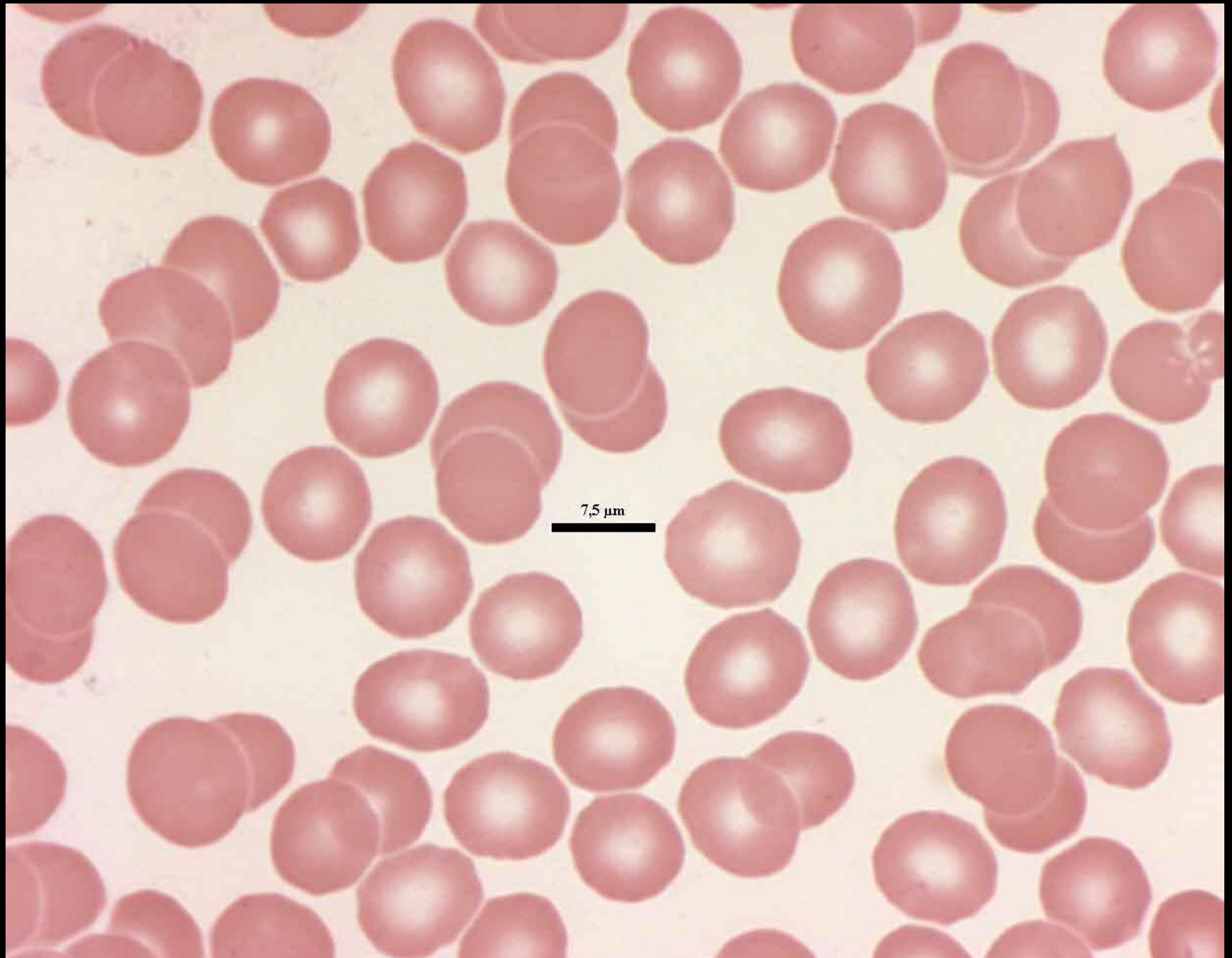
muži 4,0 – 5,8 milionů/ $\mu\text{l}$  ( $\text{mm}^3$ )

ženy 3,8 – 5,2 milionů/ $\mu\text{l}$  ( $\text{mm}^3$ )

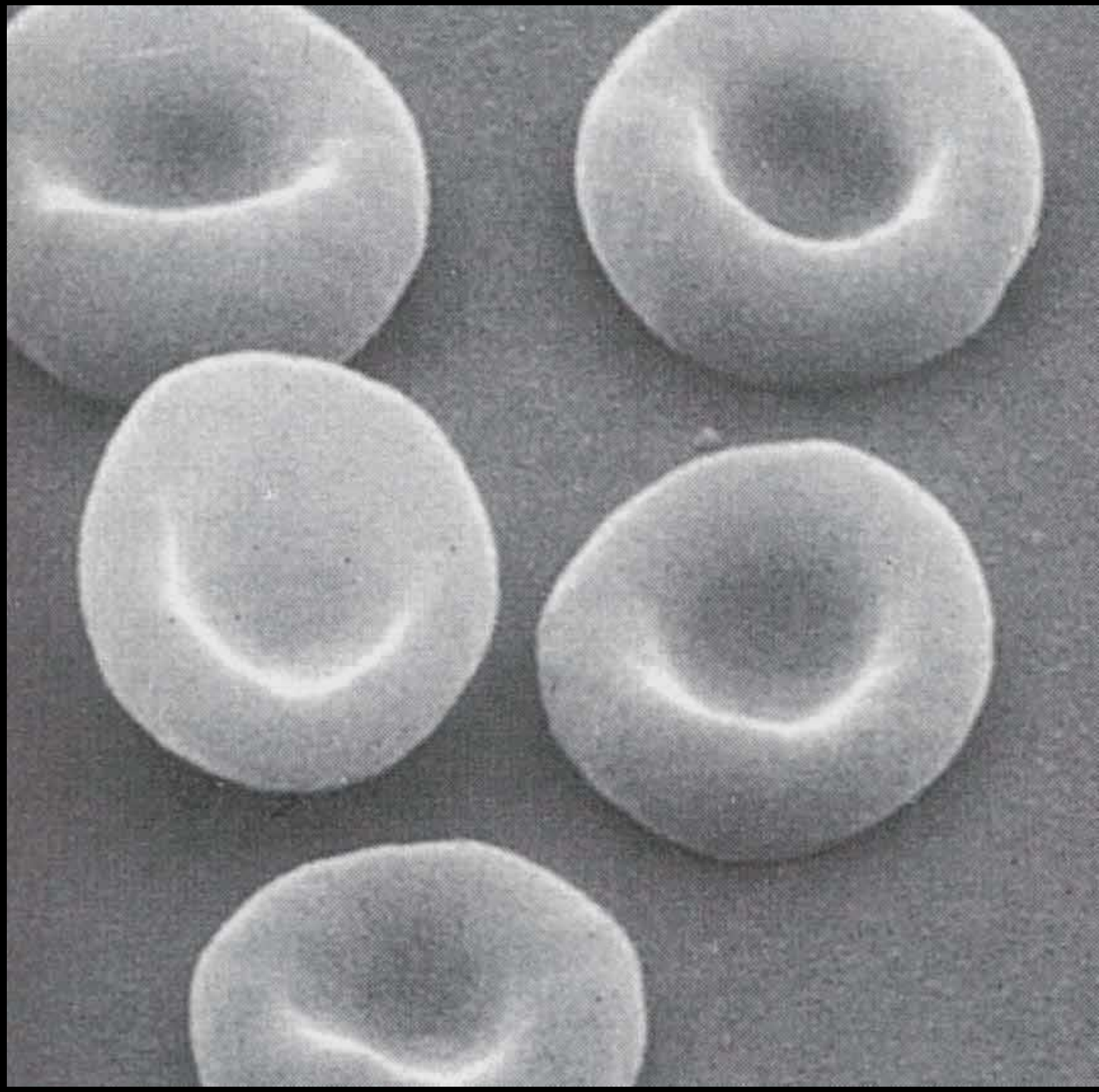


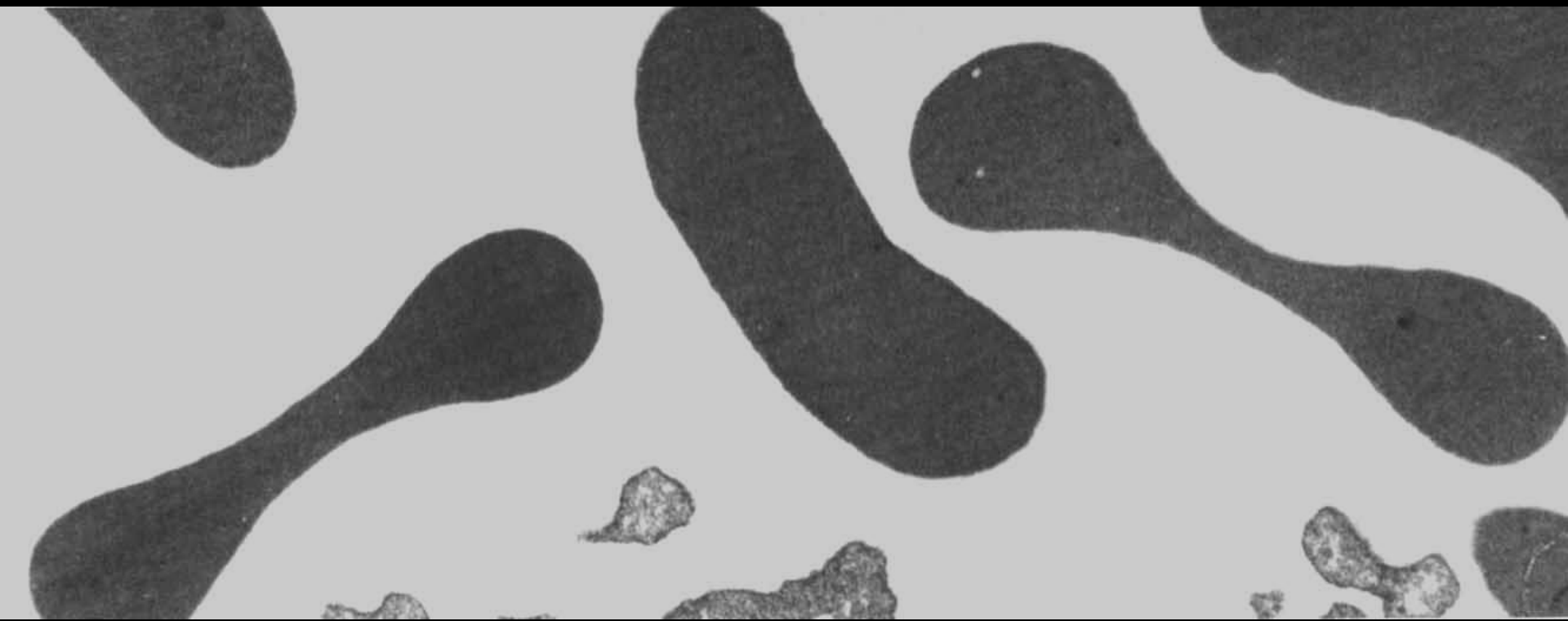


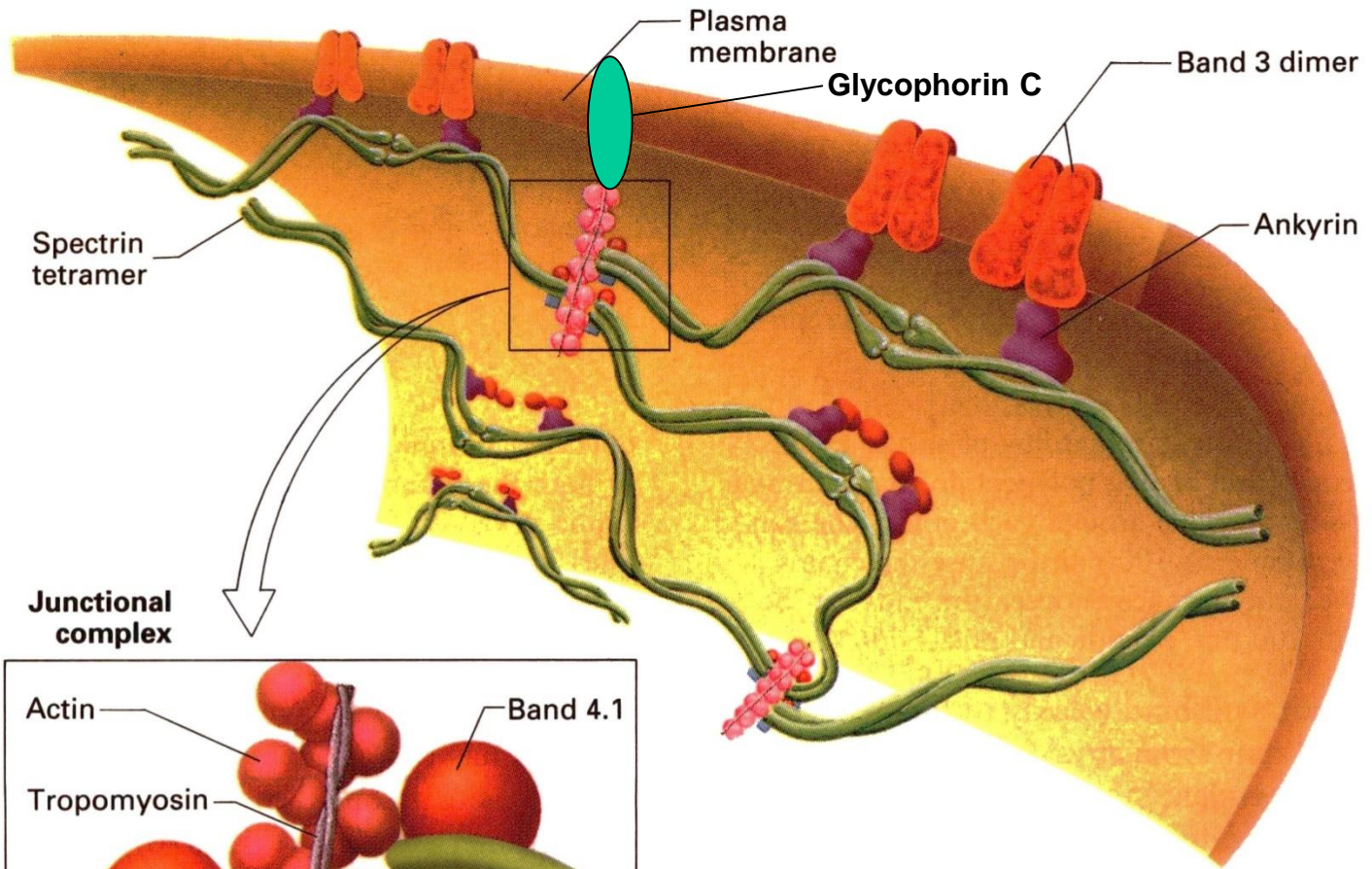
# normocytu



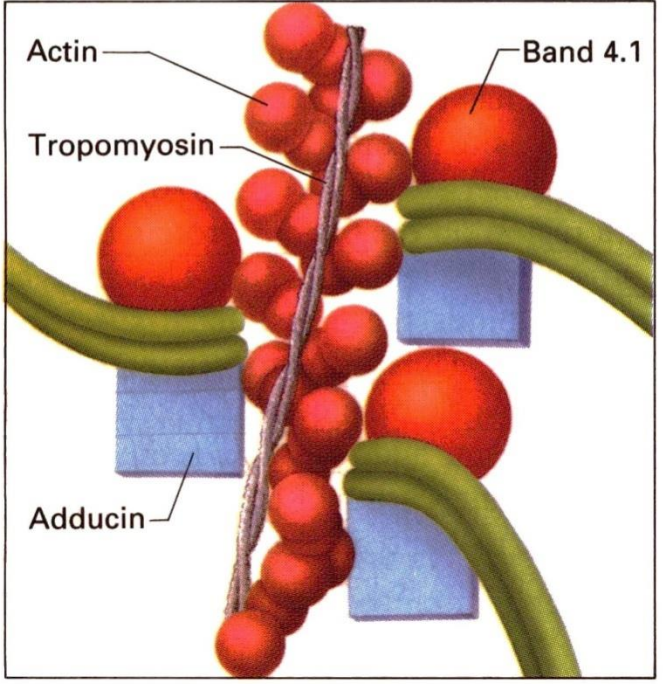




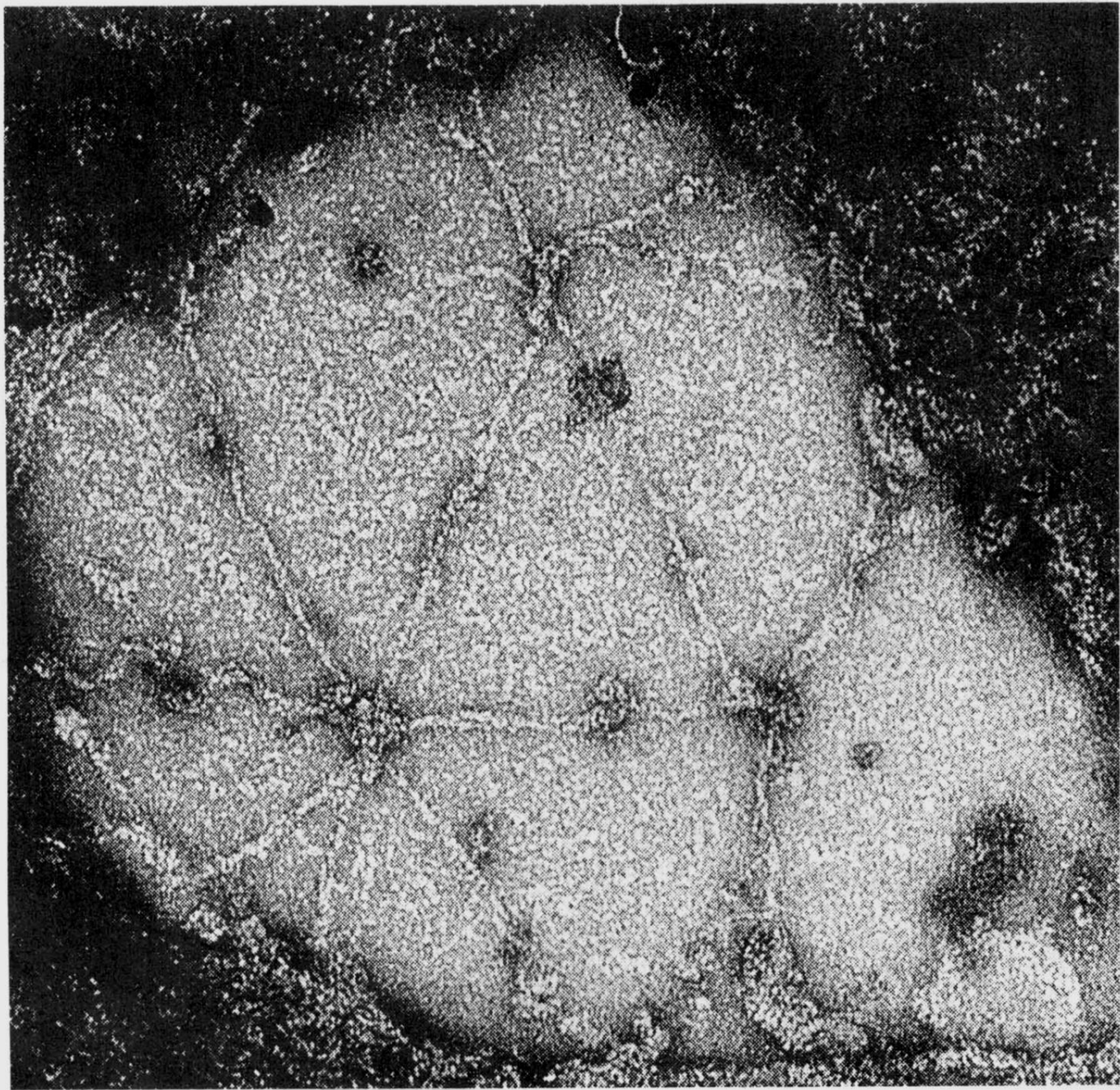




**Junctional complex**



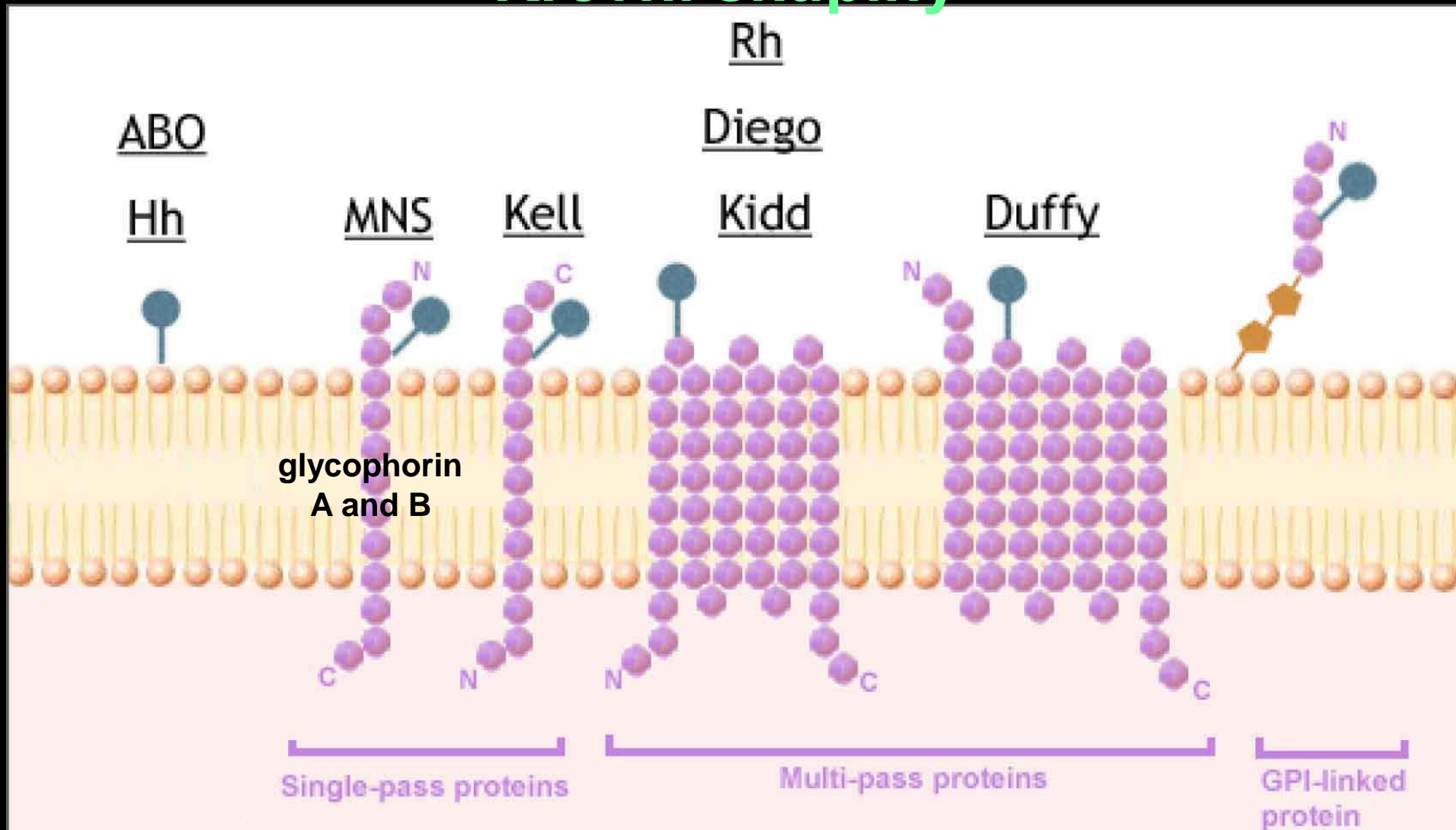






0.1 μm



# Krevní skupiny

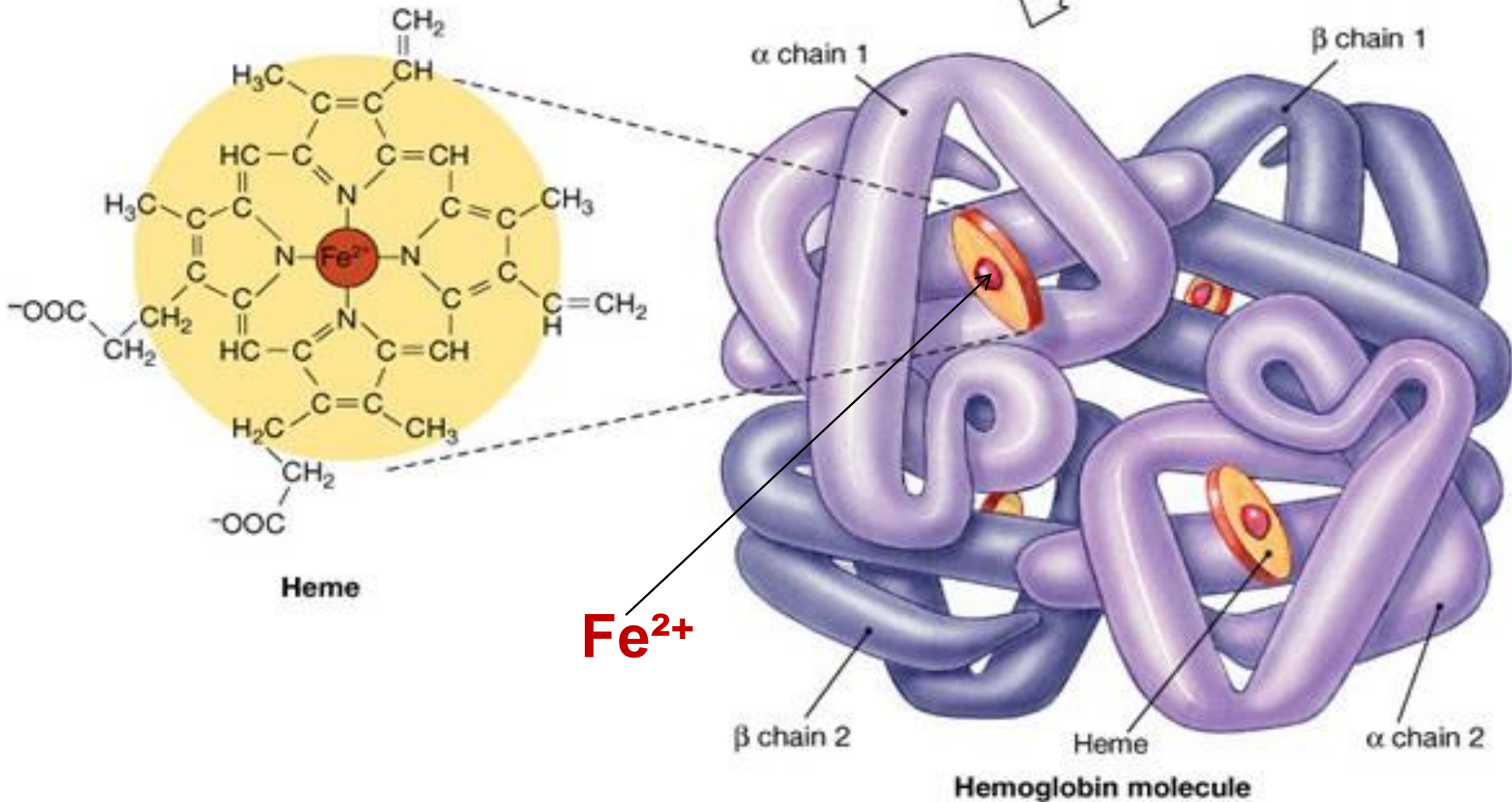


Key: N = NH<sub>2</sub> terminal     = N-glycan     = GPI-linkage  
C = COOH terminal    (GPI = glycosylphosphatidylinositol)

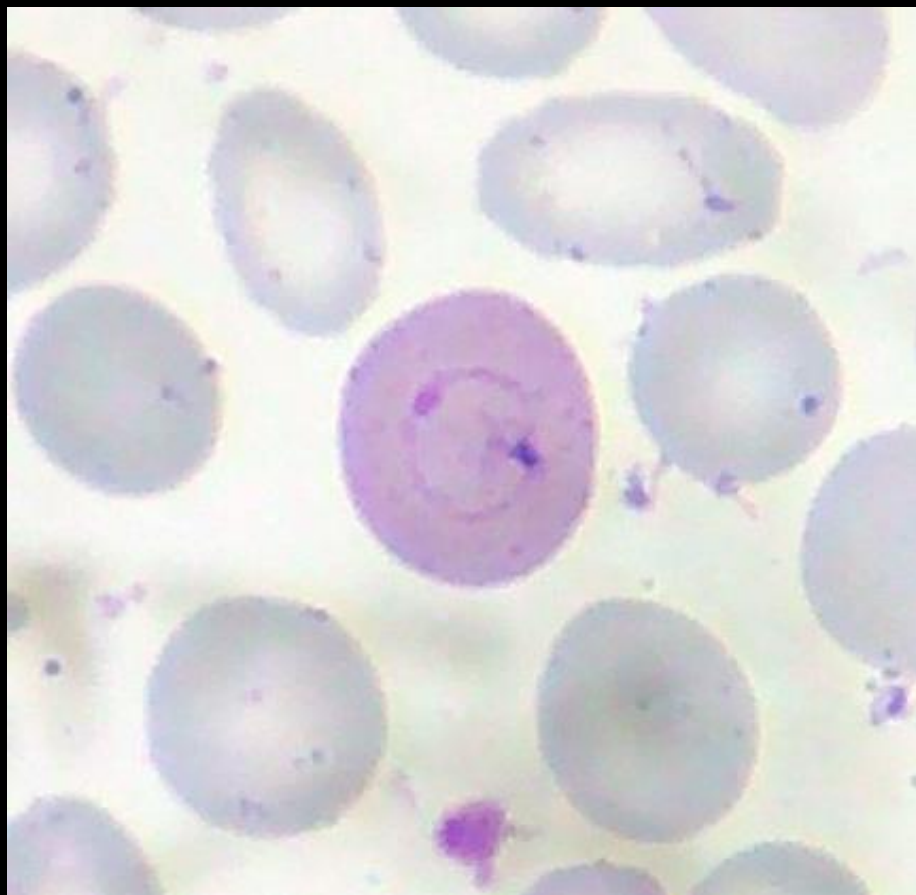
# Hemoglobin

- eosinofilní
- 4 globinové řetězce + 4 hemy ( $\text{Fe}^{2+}$ )
- dospělí: A ( $2\alpha, 2\beta$ ) 95%,  $A_2$  ( $2\alpha, 2\delta$ ) 3%, F ( $2\alpha, 2\gamma$ ) 2%
- hemoglobin +  $\text{O}_2$  = oxyhemoglobin
- hemoglobin +  $\text{CO}_2$  = karbaminohemoglobin
- hemoglobin + CO = karboxyhemoglobin
- hemoglobin +  $\text{NO}_2^-$  = methemoglobin
- 32 - 36 % objemu erytrocytu
- 135 - 175 g/l u mužů a 120 - 160 g/l u žen
- 28 - 34 pg v 1 erytrocytu

# hemoglobin



# Zbytky jádra v erythrocytu



**Cabotův prstenec**



**Howellovo-Jollyho tělísko**



# Zánik erytrocytů

- průměrná délka života 120 dní
- snížení membránového transportu, zhoršení flexibility
- odkrytí oligosacharidových řetězců, které byly před tím maskovány kyselinou sialovou
- aktivace mechanismů vedoucích k tzv. eryptóze, vystavení fosfatidylserinu v zevním listu membrány
- fagocytóza makrofágy, hl. ve slezině

# Bílé krvinky, leukocyty

**dospělí: 4 000 – 10 000/ $\mu$ l ( $\text{mm}^3$ )**

**1. den: 9 000 – 38 000/ $\mu$ l**

**7. den: 5 000 – 21 000/ $\mu$ l**

**10 – 15 let: 4 500 - 13 500/ $\mu$ l**




exprimují membránové ligandy pro E- a P-selektiny (cell adhesion molecules) endotelových buněk – marginální pool

“rolling“ po cévní stěně

diapedéza, emperipoléza, chemotaxe

# Diferenciální rozpočet (leukogram)



## A) granulocyty

60 – 70 %		10-12 $\mu\text{m}$	neutrofilní granulocyty	
< 5 %		12-14 $\mu\text{m}$	eosinofilní	"
< 2 %		10 $\mu\text{m}$	basofilní	"

## Polymorfonukleární

---

## B) agranulocyty

20 – 45 %		6 - 8 $\mu\text{m}$	lymfocyty	
2 – 10 %		12-20 $\mu\text{m}$	monocyty	

## Mononukleární

# Provedení diferenciálního rozpočtu

Meandrovitý způsob  
prohlížení preparátu



buňka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$ (%)
N tyč		→									
N segment											
EO											
BA											
LY											
MO											
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

10 značek v každém sloupci.....celkem napočítat a rozpoznat 100 (200) leukocytů



# Granulocyty (polymorfonukleární leukocyty)



Neutrofilní granulocyt



Eosinofilní granulocyt

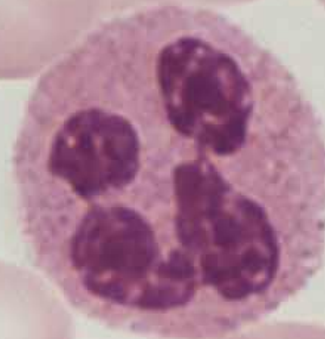


Basofilní granulocyt

# Neutrofilní granulocyty, neutrofily

velikost : 10 – 12  $\mu\text{m}$

60 – 70 %



13  $\mu\text{m}$

specifická granula (lososově růžová)

a

azurofilní granula (purpurově červená)

# NEUTROFILNÍ GRANULOCYTY

Arnethův obraz



5 %

tyč



35 %



41 %



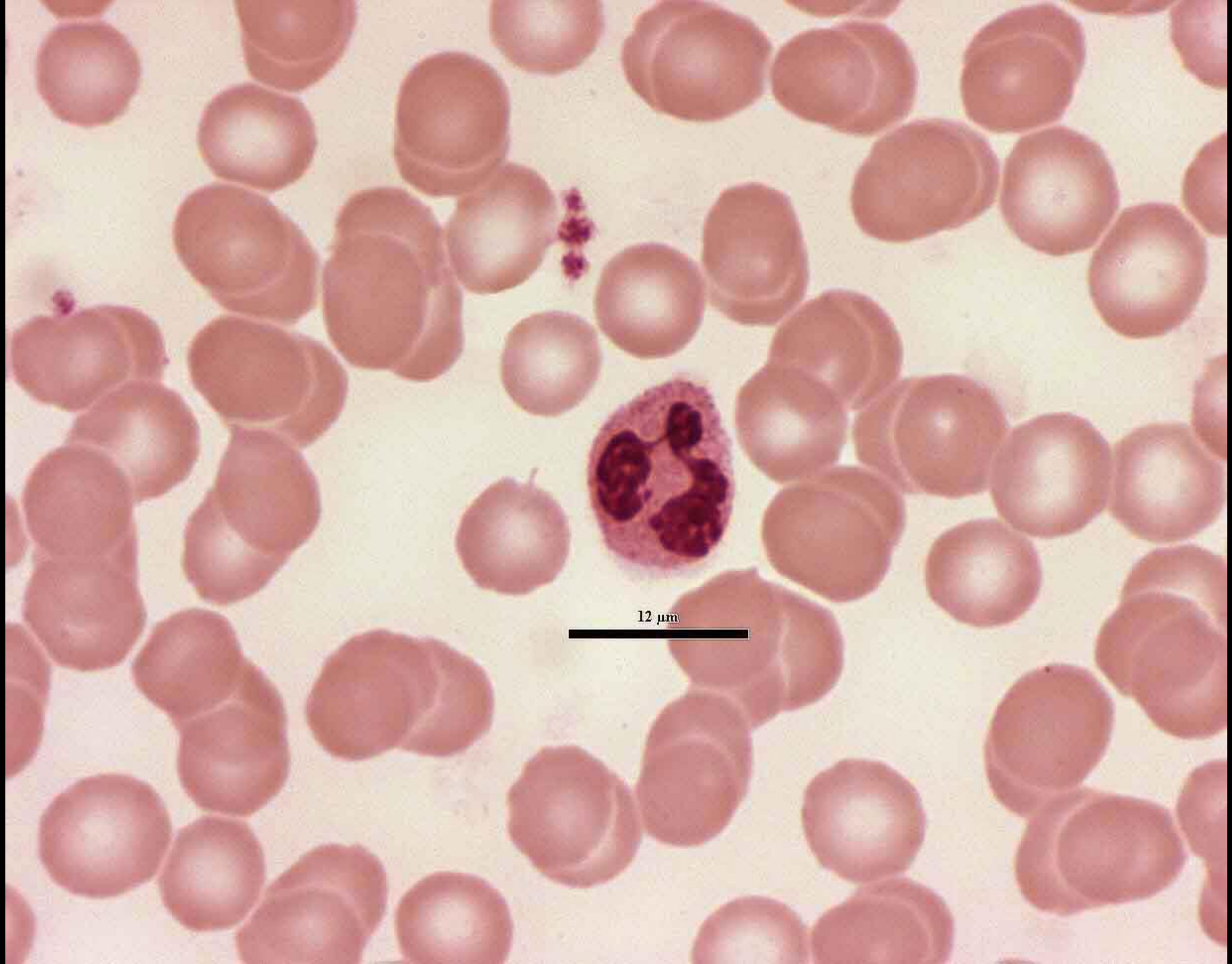
17 %



2 %

hypersegmentovaný  
neutrofilní  
granulocyt

Hynkovo číslo – průměrný počet segmentů, normálně kolem 3,  
posun doleva, posun doprava

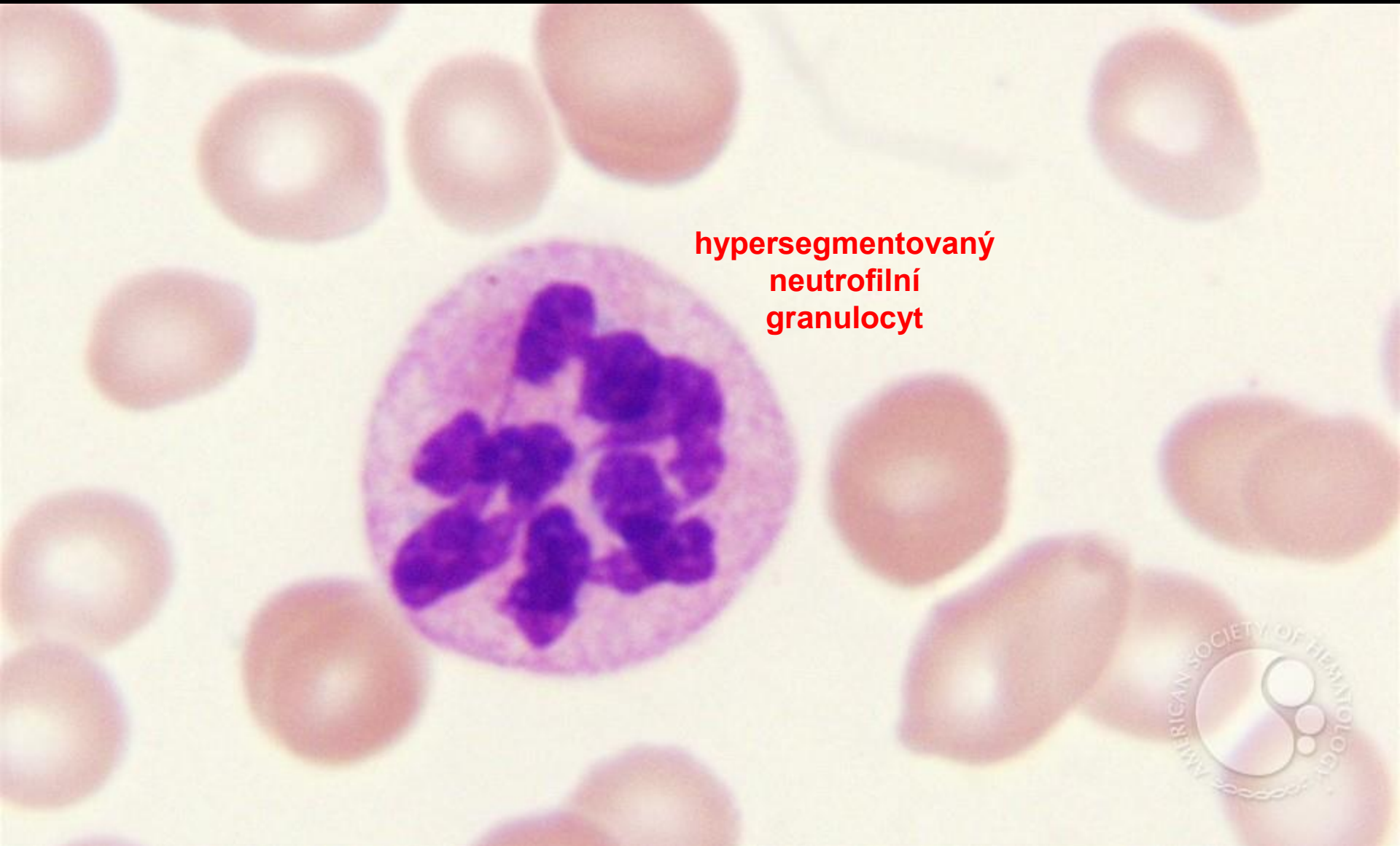






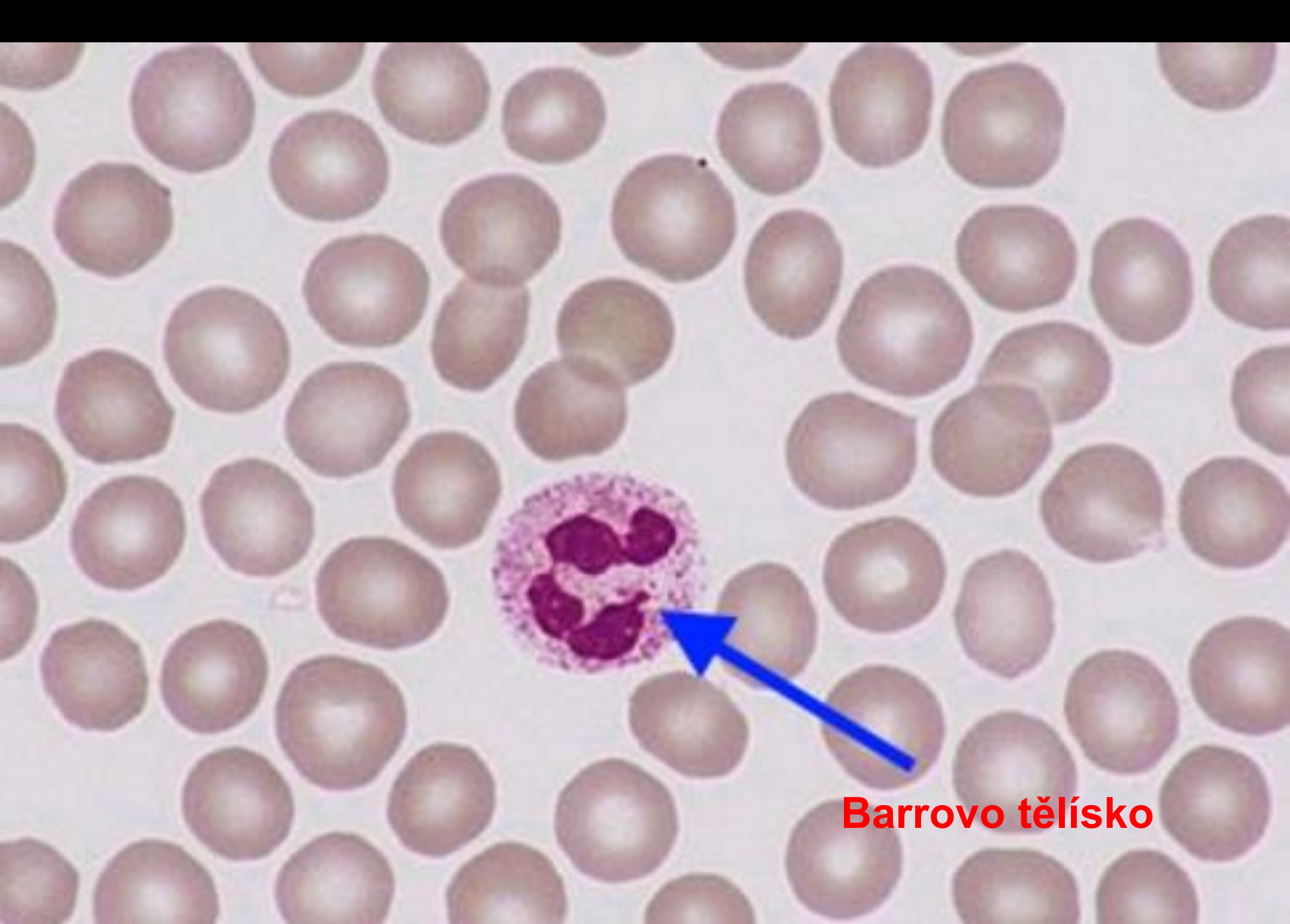
tyč





**hypersegmentovaný  
neutrofilní  
granulocyt**





**Barrovo tělísko**



Specific granules

Azurophilic granules

**TYP BUŇKY**

**SPECIFICKÁ GRANULA**

**AZUROFILNÍ GRANULA**

**NEUTROFILNÍ GRANULOCYT**

**alkalická fosfatáza**

**kolagenáza**

**laktoferrin**

**lysozym**

**fagocytiny**

**fosfolipáza**

**aktivátory komplementu**

**Neutrofilní granulocyty – terciální granula (metaloproteinázy, fosfatázy)**

**lysosomální enzymy**

**myeloperoxidáza**

**lysozym**

**defensiny**

**EOSINOFILNÍ GRANULOCYT**

**eosinofilní peroxidáza (EPO)**

**hlavní basický protein (MBP)**

**eosinofilní kationický protein (ECP)**

**specifický neurotoxin (EDN)**

**arylsulfatáza**

**histamináza**

**lysosomální enzymy**

**BASOFILNÍ GRANULOCYT**

**heparin**

**histamin**

**chondroitinsulfát**

**pomalou reagující substance anafylaxe (SRS-A)**

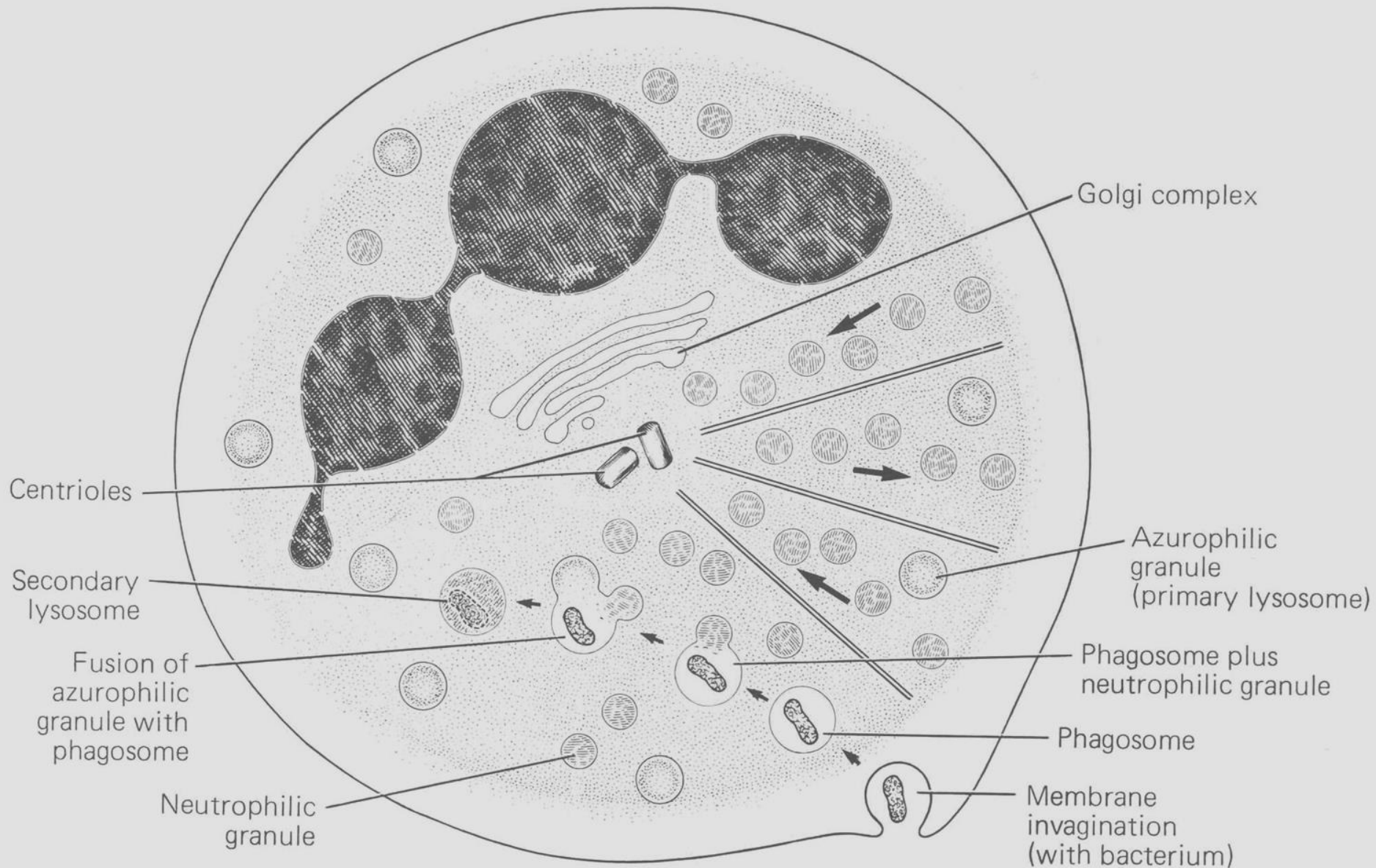
**chemotaktický faktor eosinofilů**

**lysosomální enzymy**







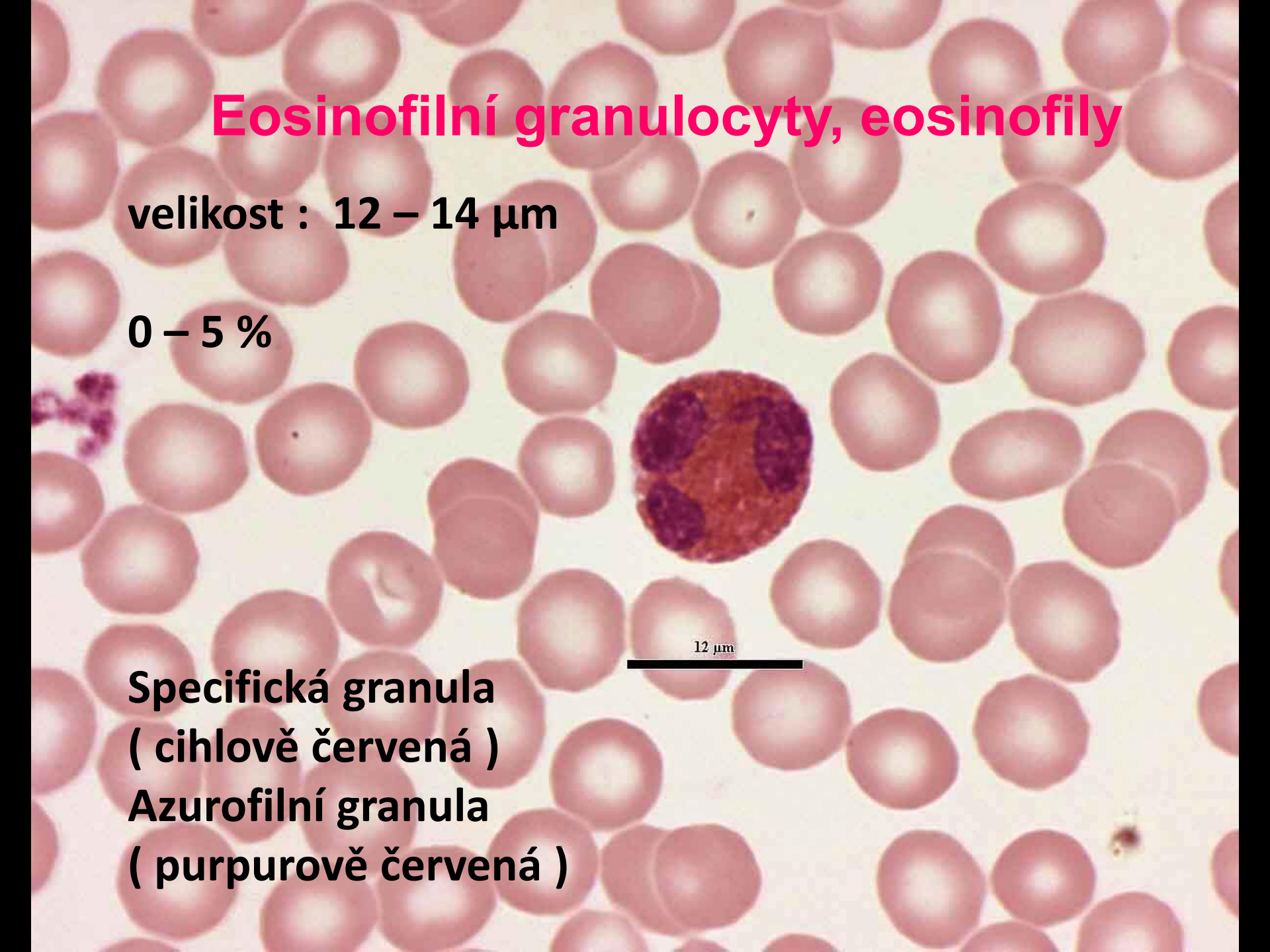


# Eosinofilní granulocyty, eosinofily

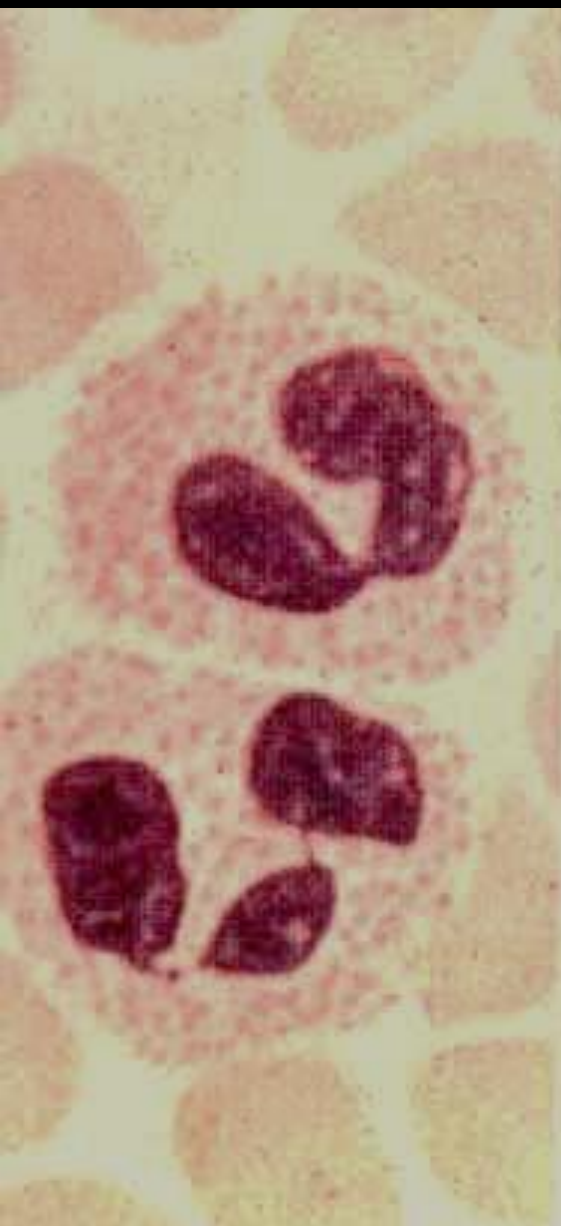
velikost : 12 – 14  $\mu\text{m}$

0 – 5 %

12  $\mu\text{m}$

A microscopic image showing a field of red blood cells (erythrocytes) and one prominent eosinophil. The eosinophil is characterized by its large size and two distinct lobes of dark purple granules. A scale bar below the eosinophil indicates a length of 12 micrometers. The background is filled with numerous smaller, pale pink erythrocytes.

Specifická granula  
( cihlově červená )  
Azurofilní granula  
( purpurově červená )







**TYP BUŇKY**

**SPECIFICKÁ GRANULA**

**AZUROFILNÍ GRANULA**

**NEUTROFILNÍ GRANULOCYT**

alkalická fosfatáza

kolagenáza

laktoferrin

lysozym

fagocytiny

fosfolipáza

aktivátory komplementu

Neutrofilní granulocyty – terciální granula (metaloproteinázy, fosfatázy)

lysosomální enzymy

myeloperoxidáza

lysozym

defensiny

**EOSINOFILNÍ GRANULOCYT**

eosinofilní peroxidáza (EPO)

hlavní basický protein (MBP)

eosinofilní kationický protein (ECP)

specifický neurotoxin (EDN)

arylsulfatáza

histamináza

lysosomální enzymy

**BASOFILNÍ GRANULOCYT**

heparin

histamin

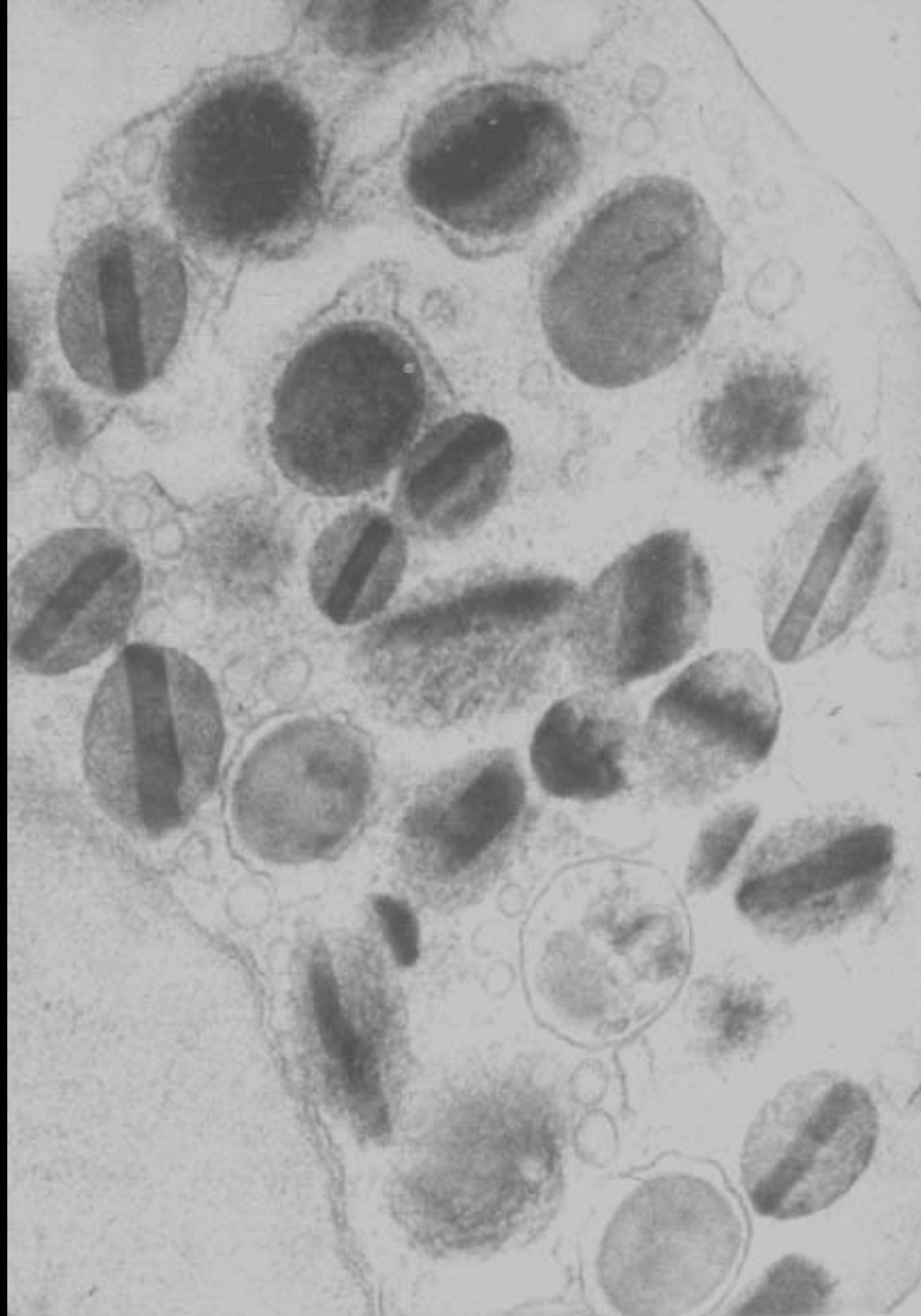
chondroitinsulfát

pomalou reagující substance anafylaxe (SRS-A)

chemotaktický faktor eosinofilů

lysosomální enzymy





# Basofilní granulocyty, basofily

velikost : 8 – 10  $\mu\text{m}$ ,

0 – 2 %

Specifická granula

( 0,5  $\mu\text{m}$  )

Tmavě modrá – fialová

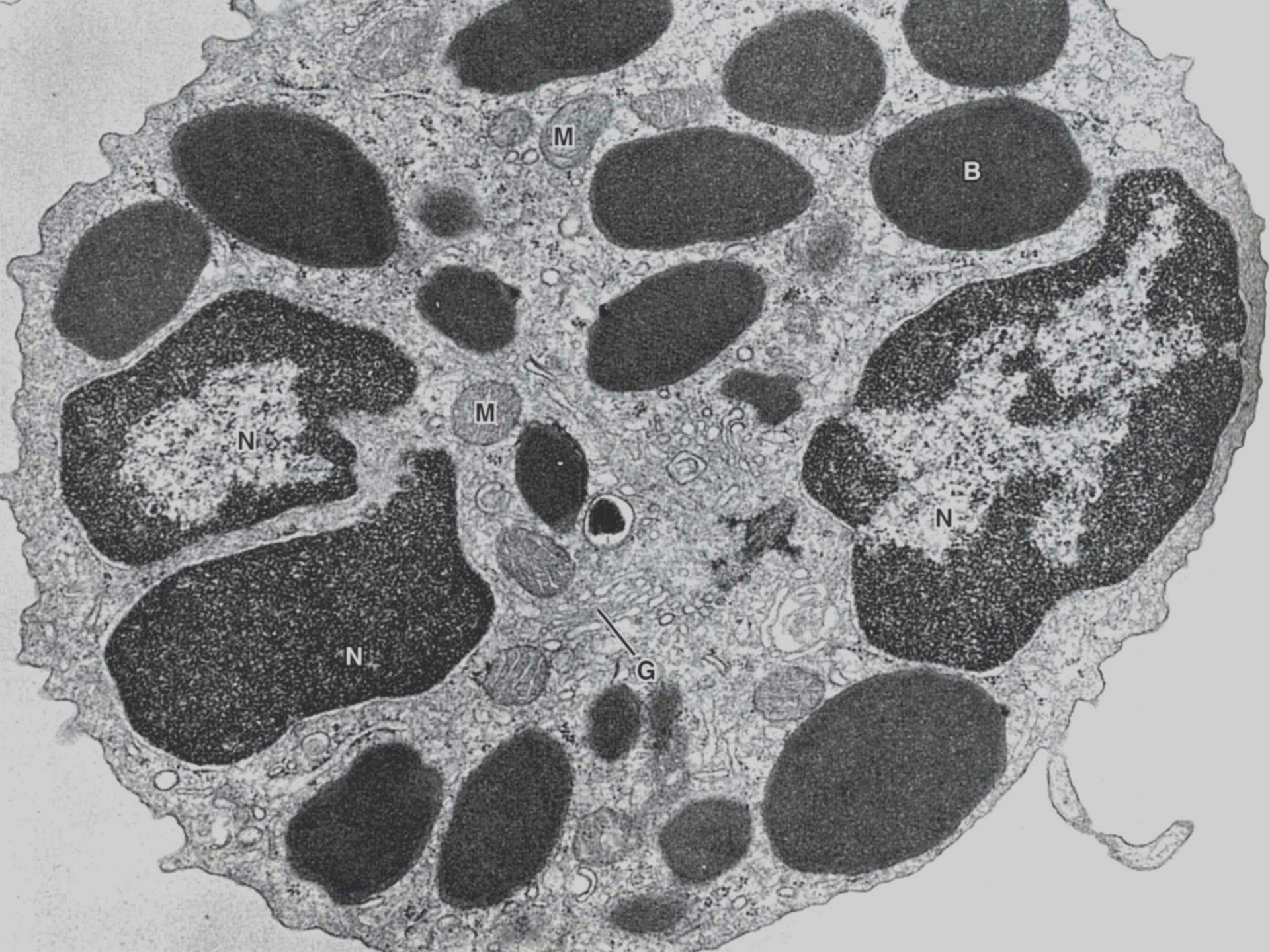
Azurofilní granula

Purpurově červená



10  $\mu\text{m}$







## TYP BUŇKY

## SPECIFICKÁ GRANULA

## AZUROFILNÍ GRANULA

### NEUTROFILNÍ GRANULOCYT

alkalická fosfatáza

kolagenáza

laktoferrin

lysozym

fagocytiny

fosfolipáza

aktivátory komplementu

Neutrofilní granulocyty – terciální granula (metaloproteinázy, fosfatázy)

lysosomální enzymy

myeloperoxidáza

lysozym

defensiny

### EOSINOFILNÍ GRANULOCYT

eosinofilní peroxidáza (EPO)

hlavní basický protein (MBP)

eosinofilní kationický protein (ECP)

specifický neurotoxin (EDN)

arylsulfatáza

histamináza

lysosomální enzymy

### BASOFILNÍ GRANULOCYT

heparin

histamin

chondroitinsulfát

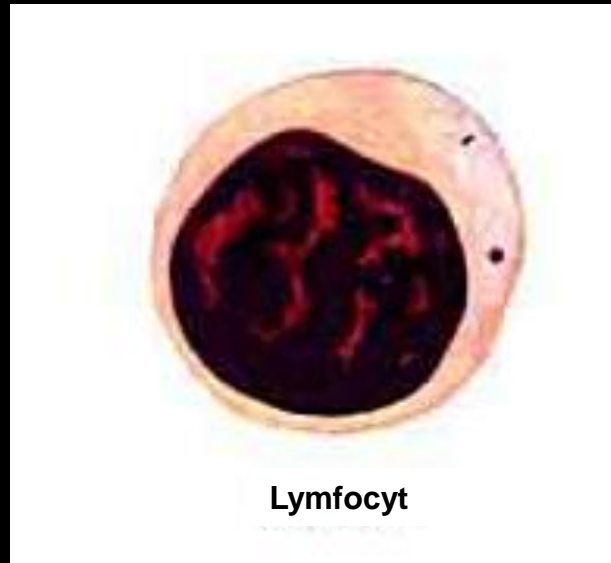
pomalou reagující substance anafylaxe (SRS-A)

chemotaktický faktor eosinofilů

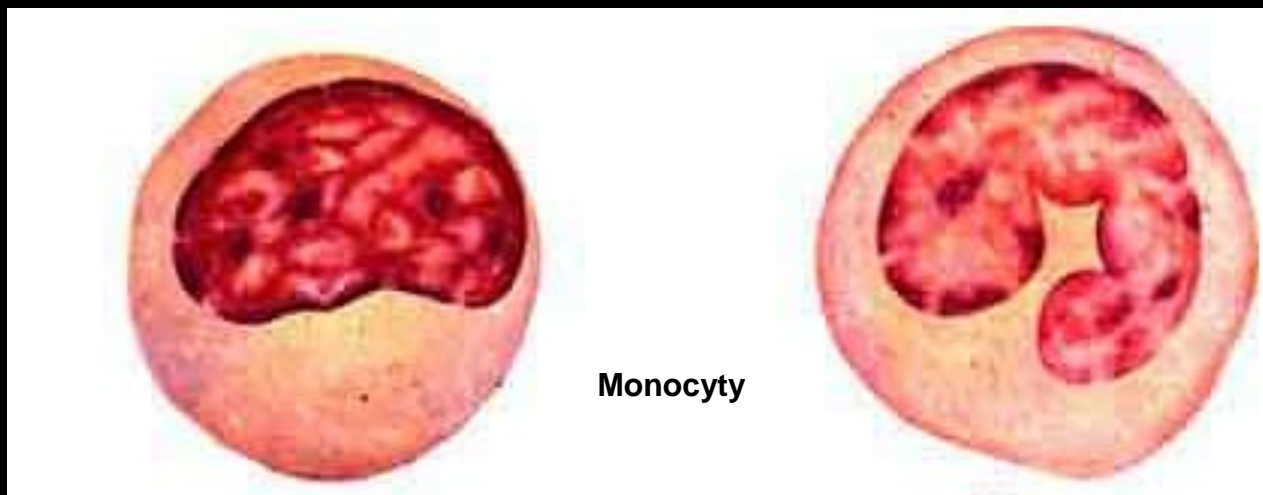
lysosomální enzymy



# Agranulocyty (mononukleární leukocyty)



20 – 45 %



2 – 10 %

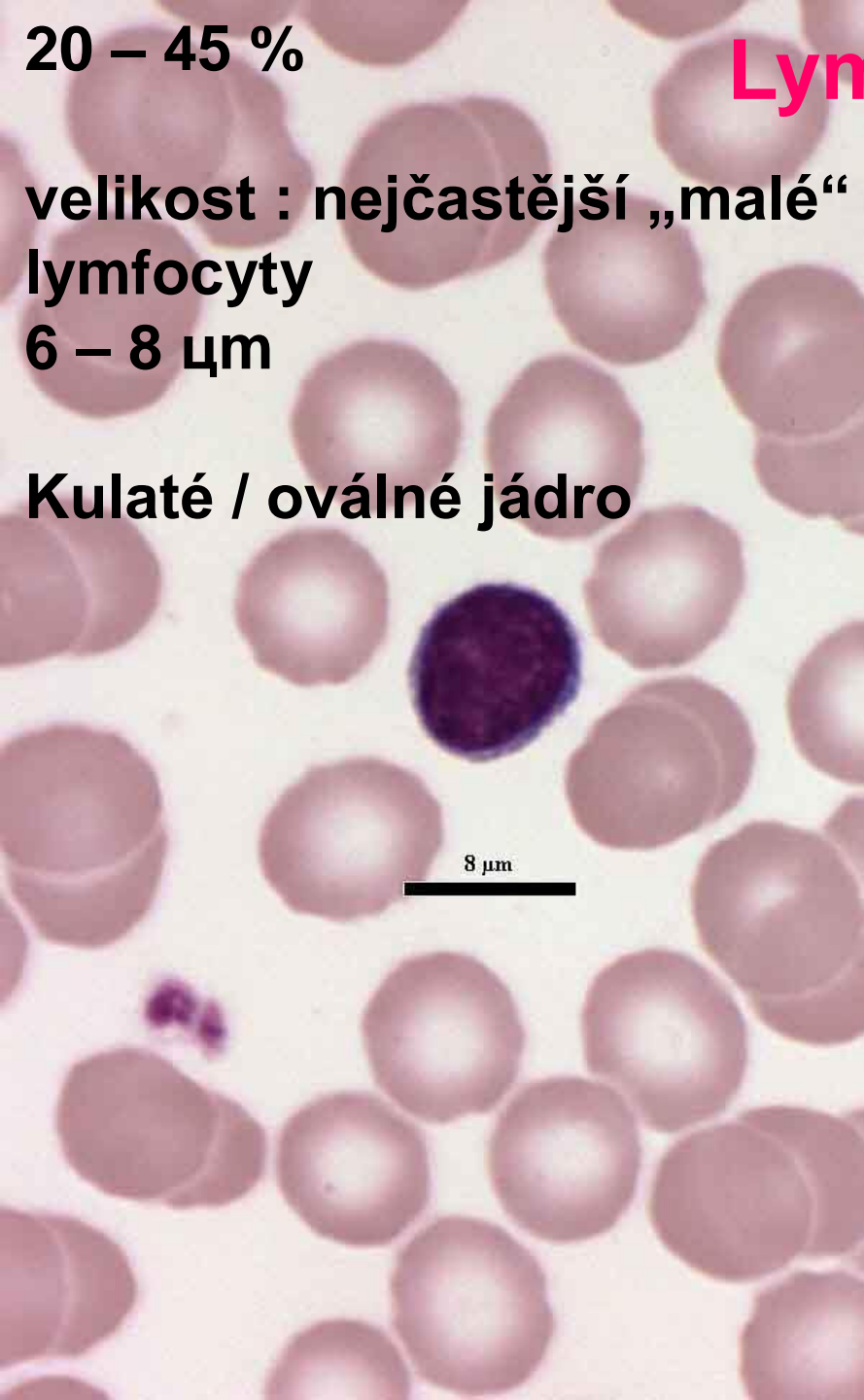
# Lymfocyty

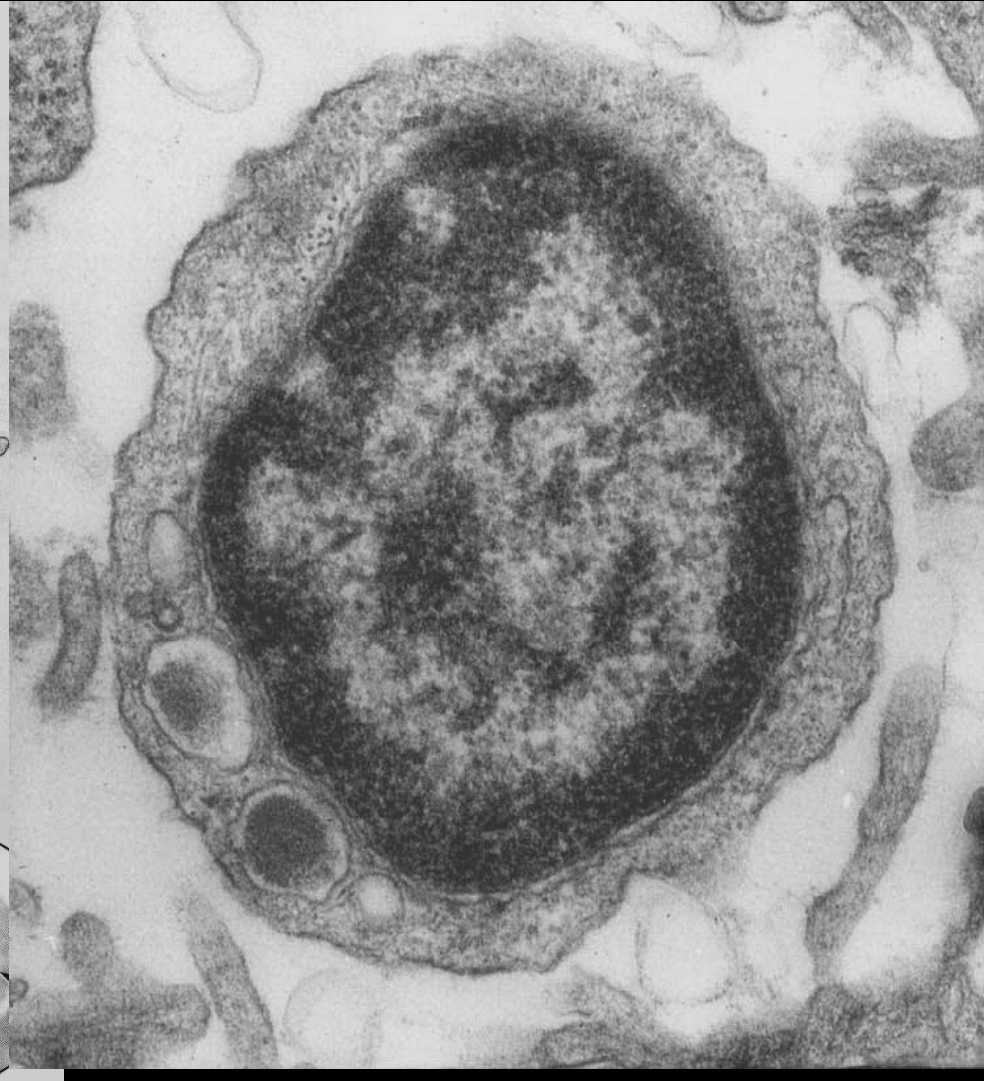
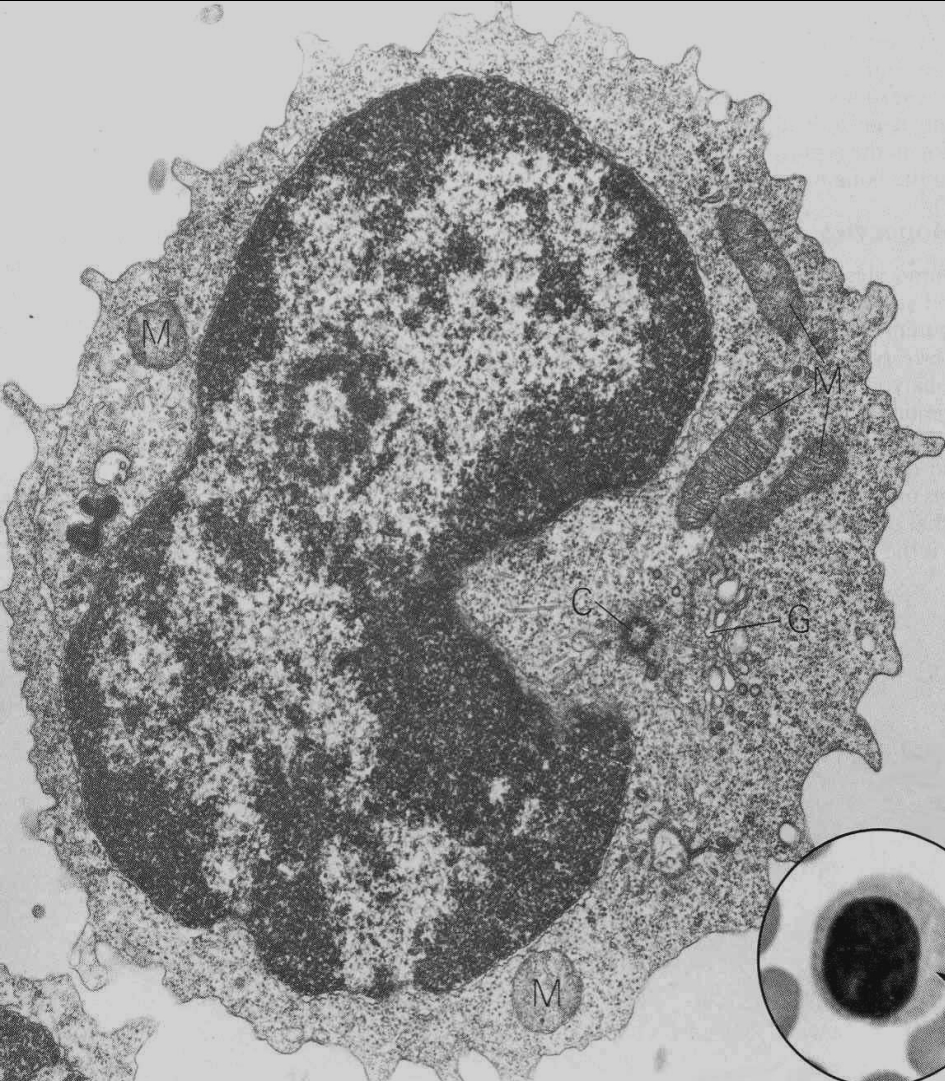
20 – 45 %

velikost : nejčastější „malé“  
lymfocyty

6 – 8  $\mu\text{m}$

Kulaté / oválné jádro







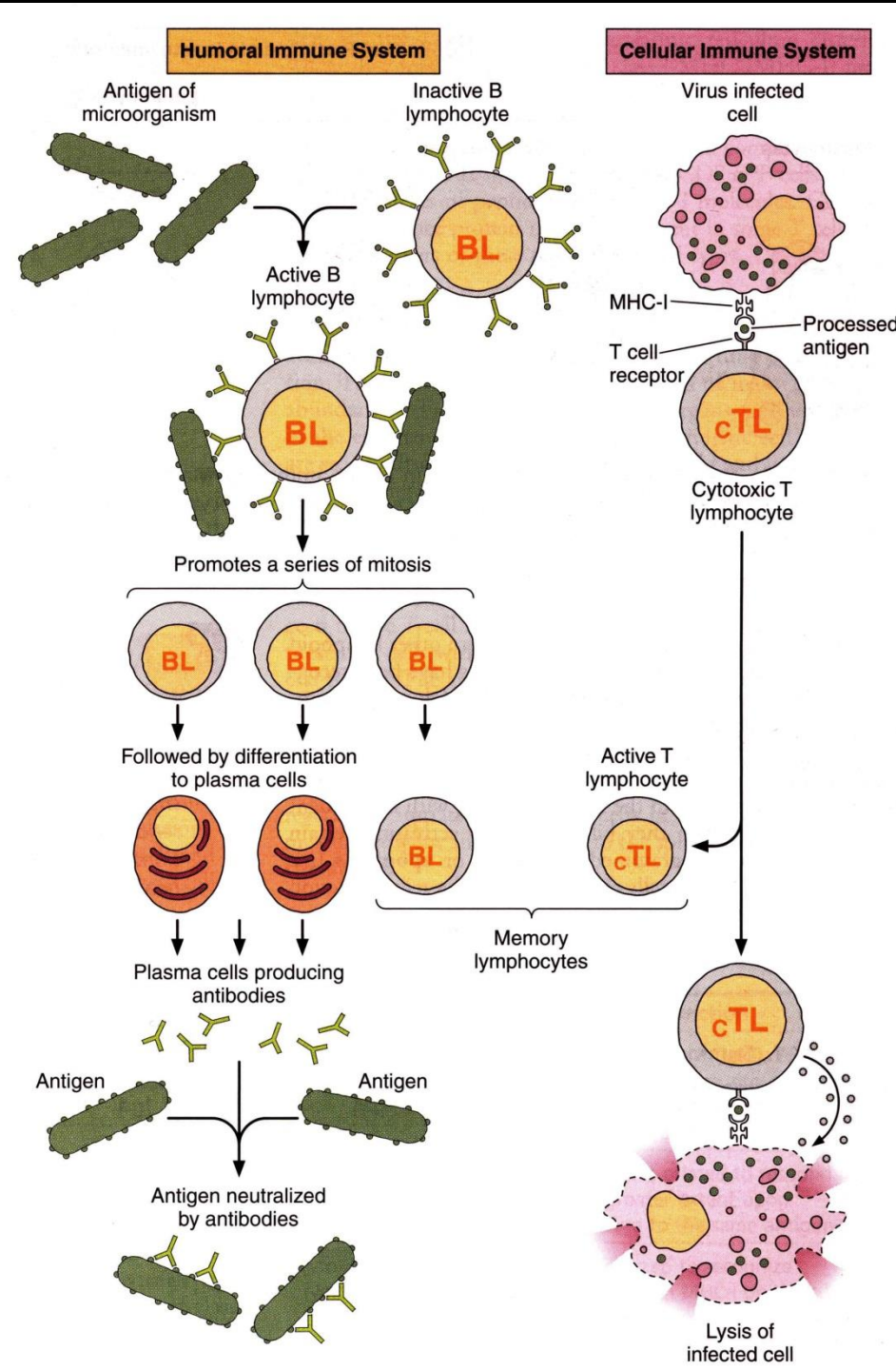




**antigenně specifický  
stimulační signál**

**BL – rozpoznávají a  
váží volné antigeny**

**efektorové buňky**

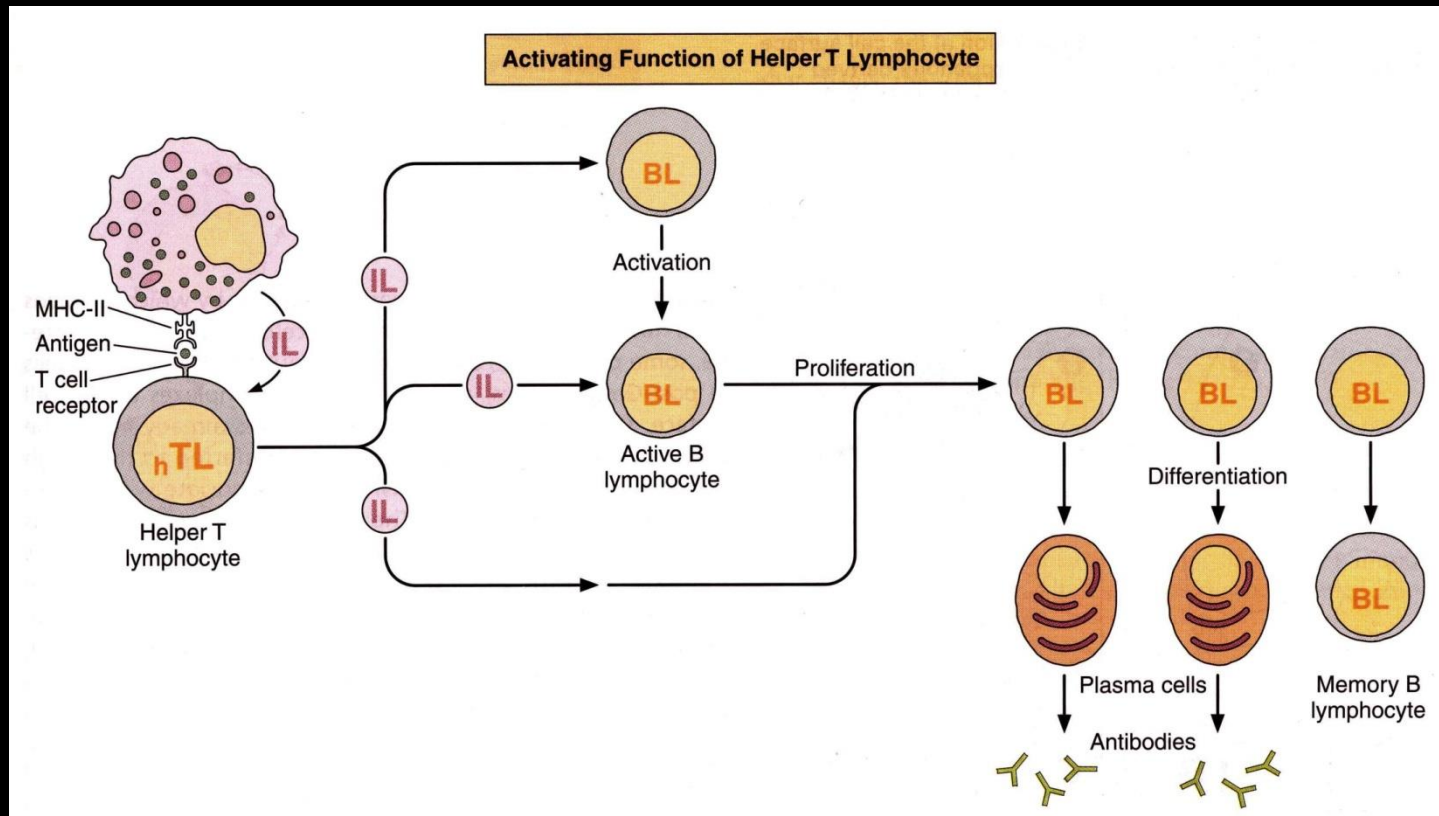


**T<sub>c</sub>L –  
rozpoznávají a  
váží buňky s  
komplexy  
MHC I a  
antigenu**

**antigen vzniká  
proteasomovou  
digescí**

**perforin  
granzymy**

# $T_hL$ – rozpoznávají a váží buňky s komplexy MHC II a antigenu antigen vzniká lysosomální digescí



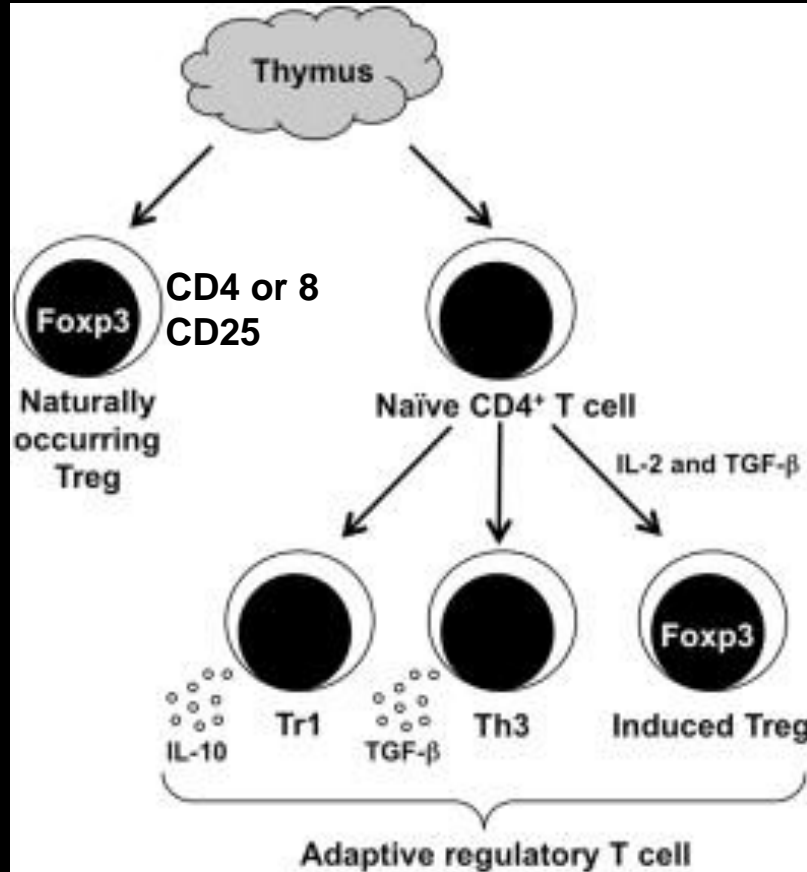
$T_{h1}$  aktivují makrofágy interferonem- $\gamma$   $\rightarrow$  fagocytóza (vnitrobuněční parazité)

$T_{h2}$  aktivují eosinofilní a basofilní granulocyty a žírné buňky pomocí IL-4 a IL-13  
 $\rightarrow$  mimobuněční parazité

$T_{h17}$  aktivují neutrofilní granulocyty pomocí IL-17

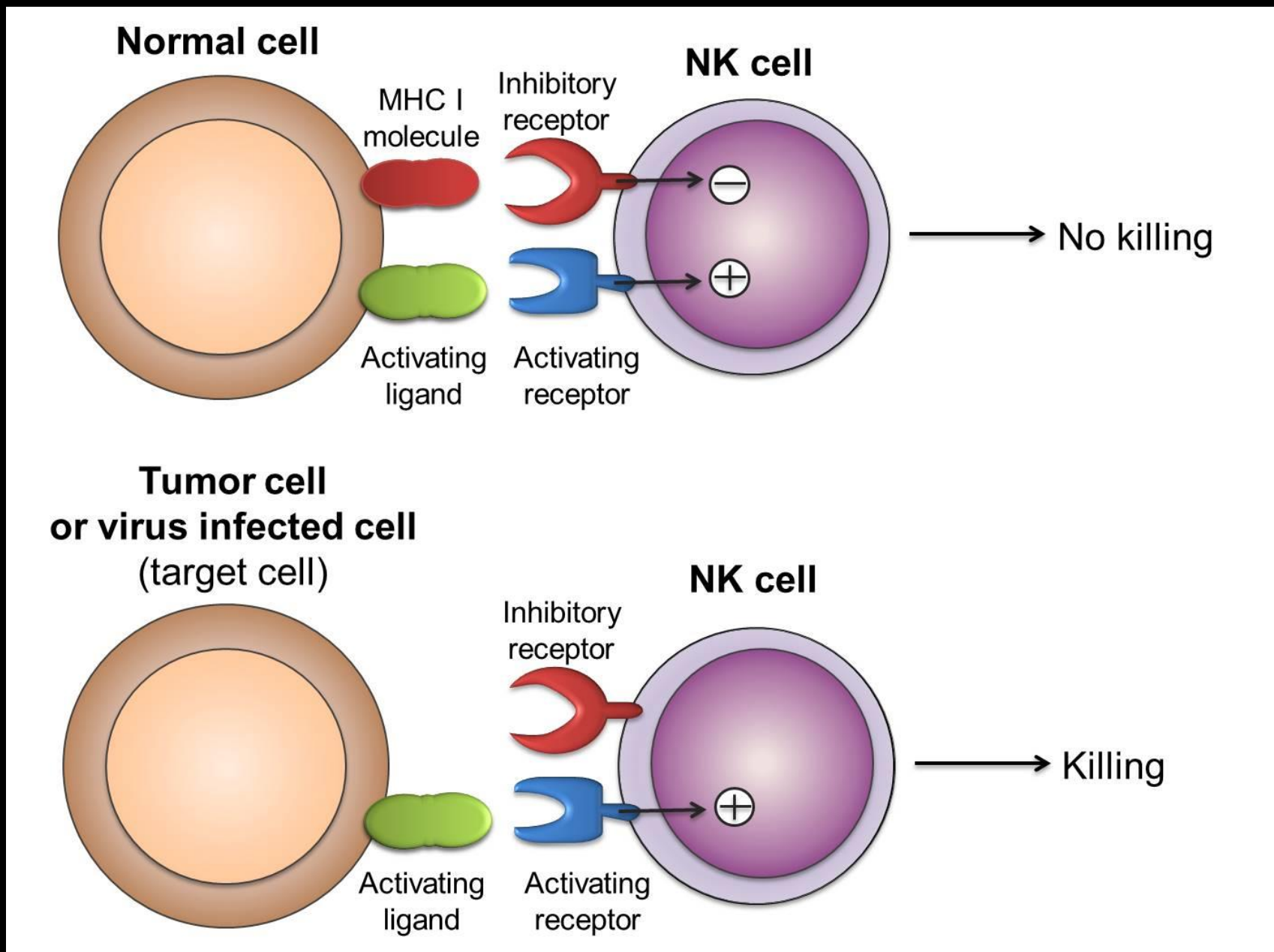
$T_{hf}$  koaktivují BL pomocí IL-21 a IL-4  $\rightarrow$  proliferace a diferenciace v plasmatické buňky, rozhodnutí o isotypu

# T<sub>reg</sub>L



**přirozené** omezení aktivity autoreaktivních T lymfocytů (Th i Tc)  
**indukované** tlumení přehnaných imunitních odpovědí

# NK – rozpoznávají a zabíjejí buňky s chybně nebo nedostatečně exprimovaným MHC I



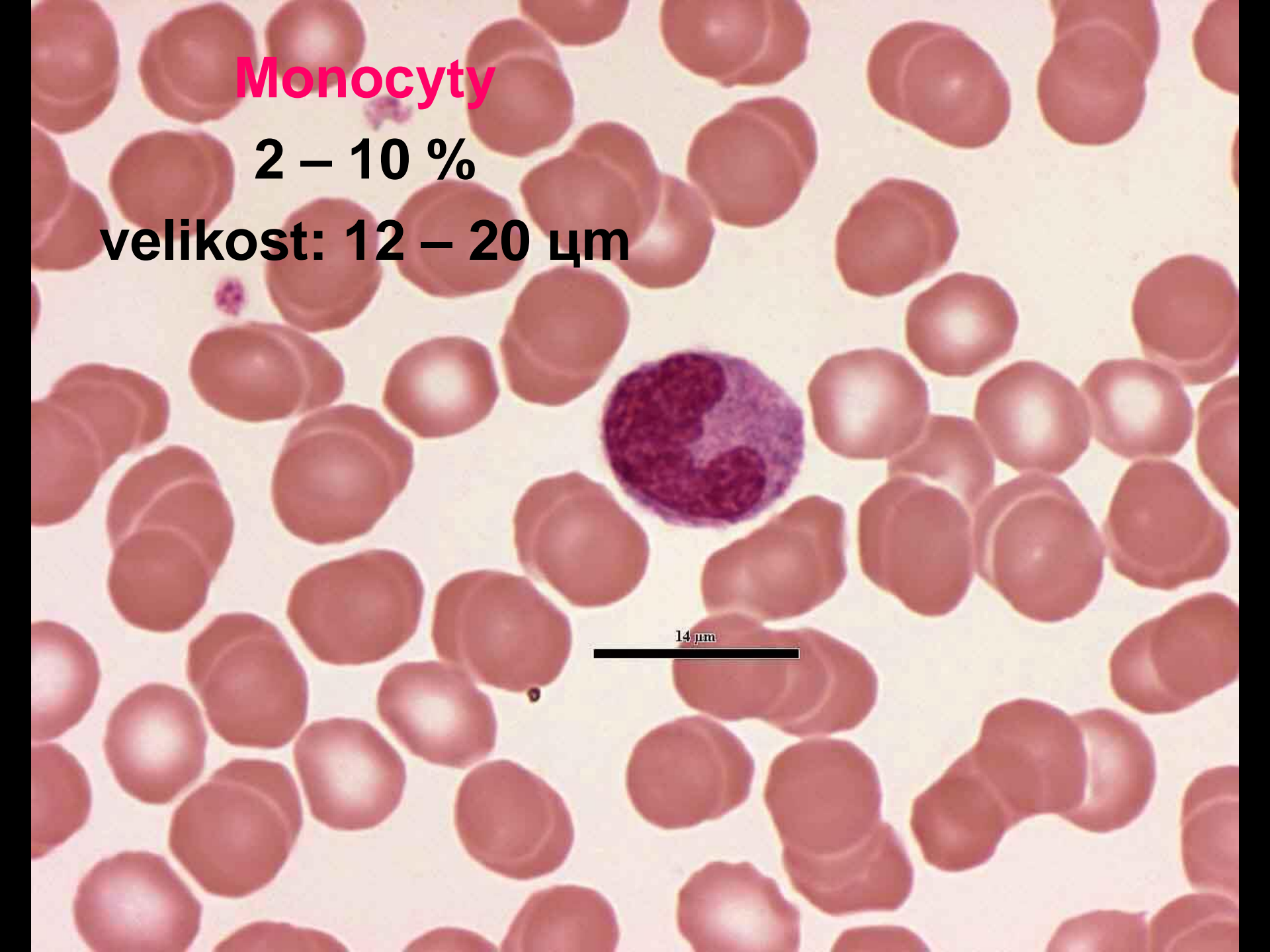


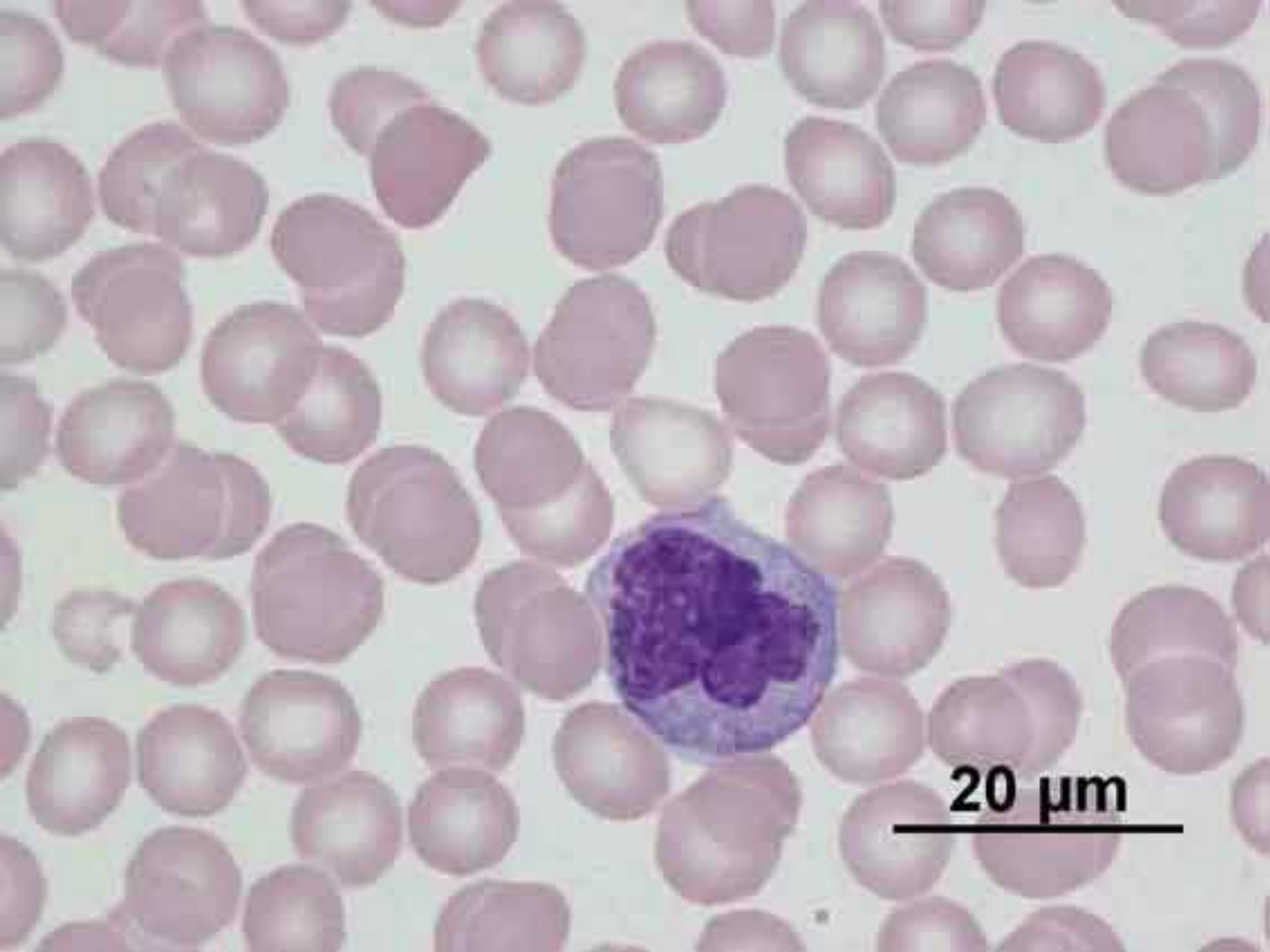
# Monocyty

2 – 10 %

velikost: 12 – 20  $\mu\text{m}$

14  $\mu\text{m}$



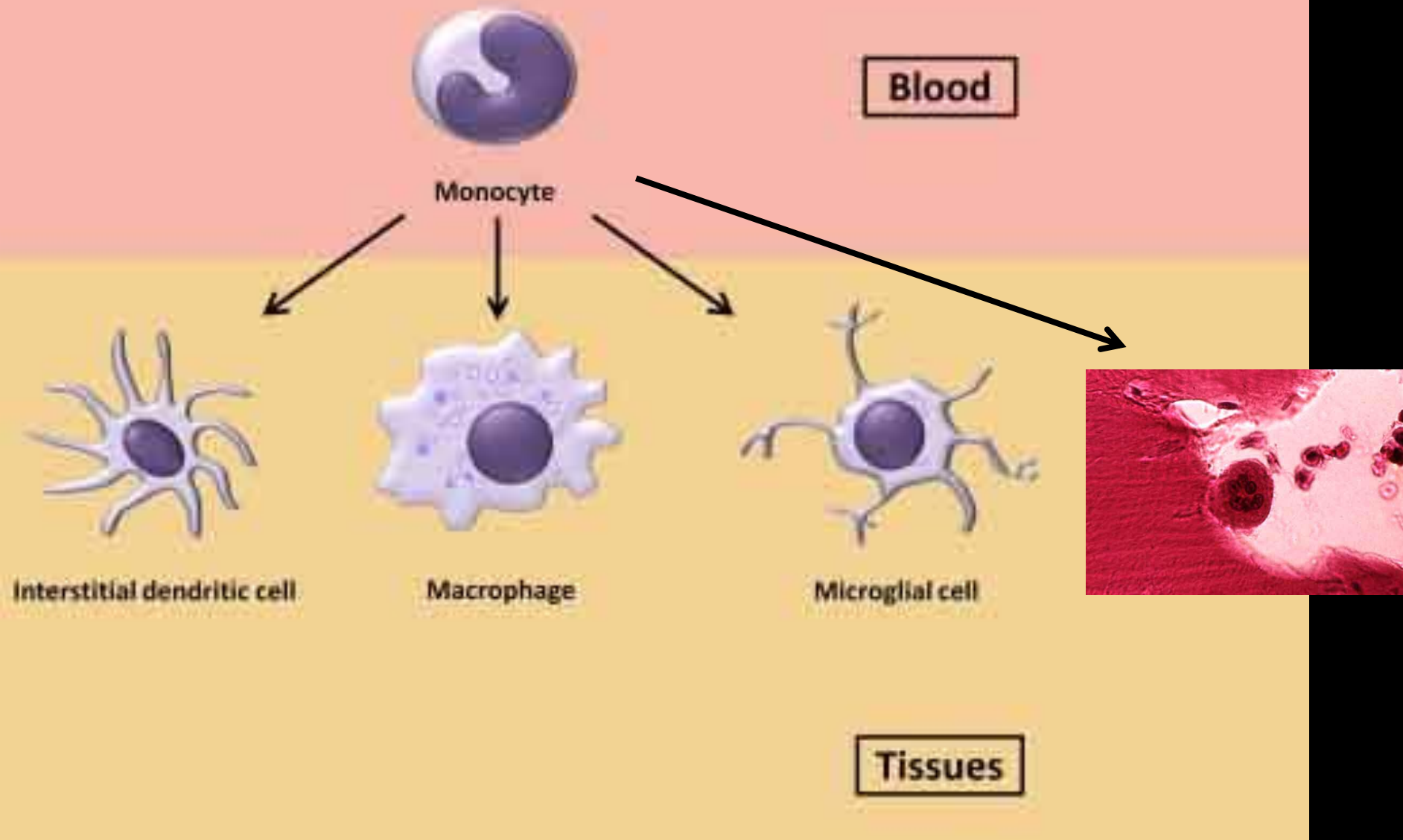


20  $\mu\text{m}$





# Monocyto-makrofágový systém





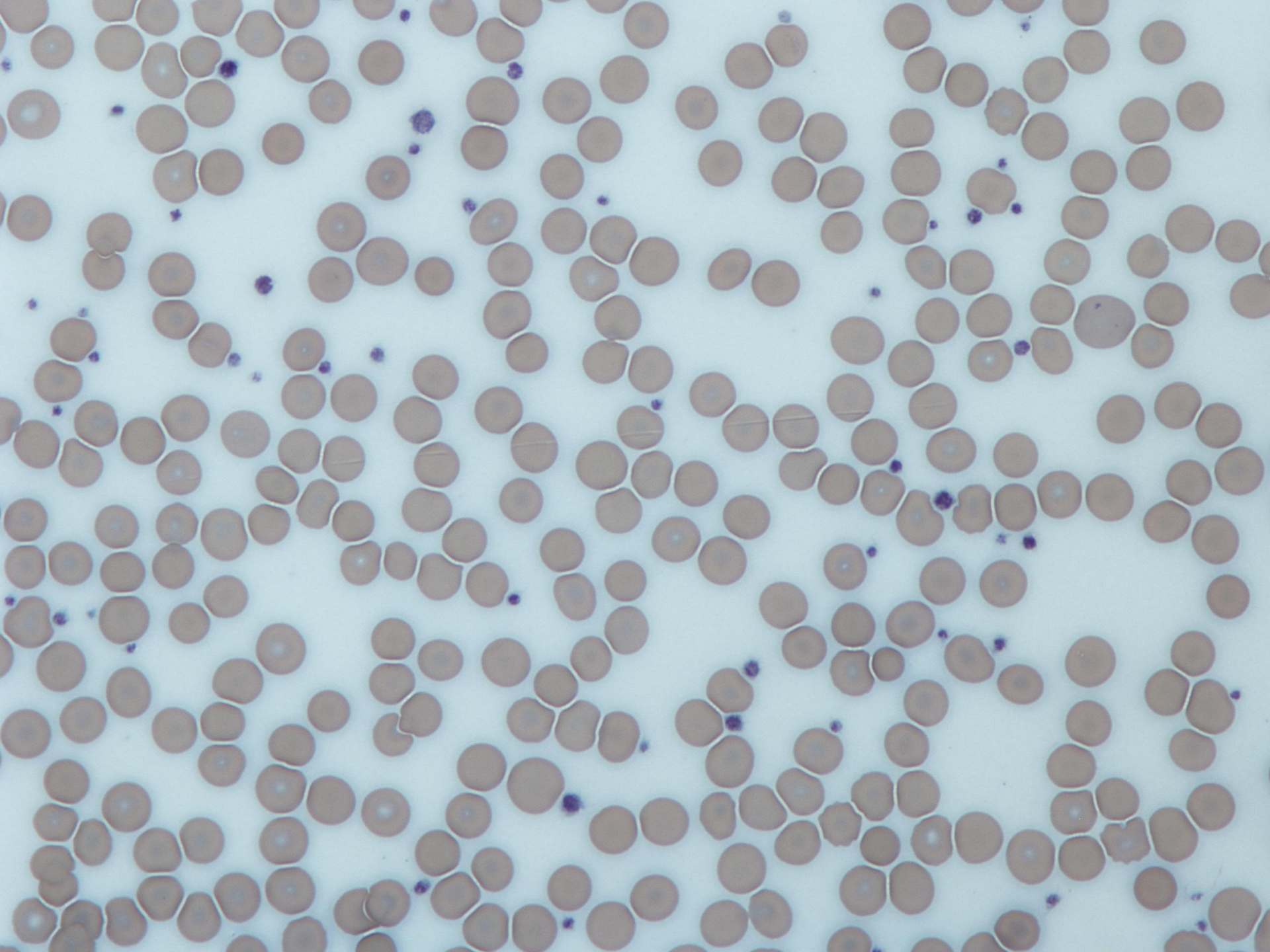
# Krevní destičky, trombocyty

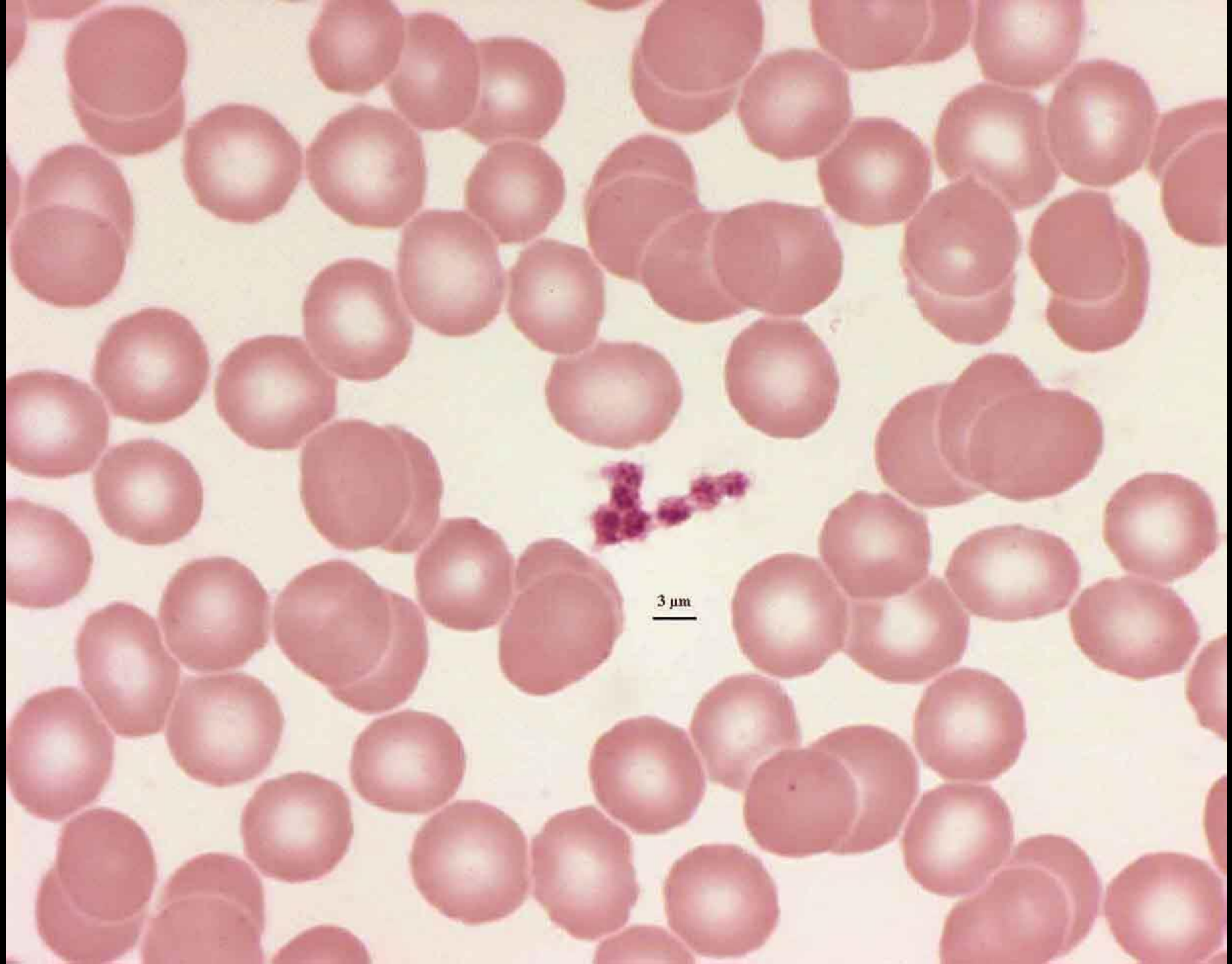
150 000 – 400 000/ $\mu$ l ( $\text{mm}^3$ )

bezjaderné diskovité fragmenty megakaryocytů

2 – 5  $\mu\text{m}$

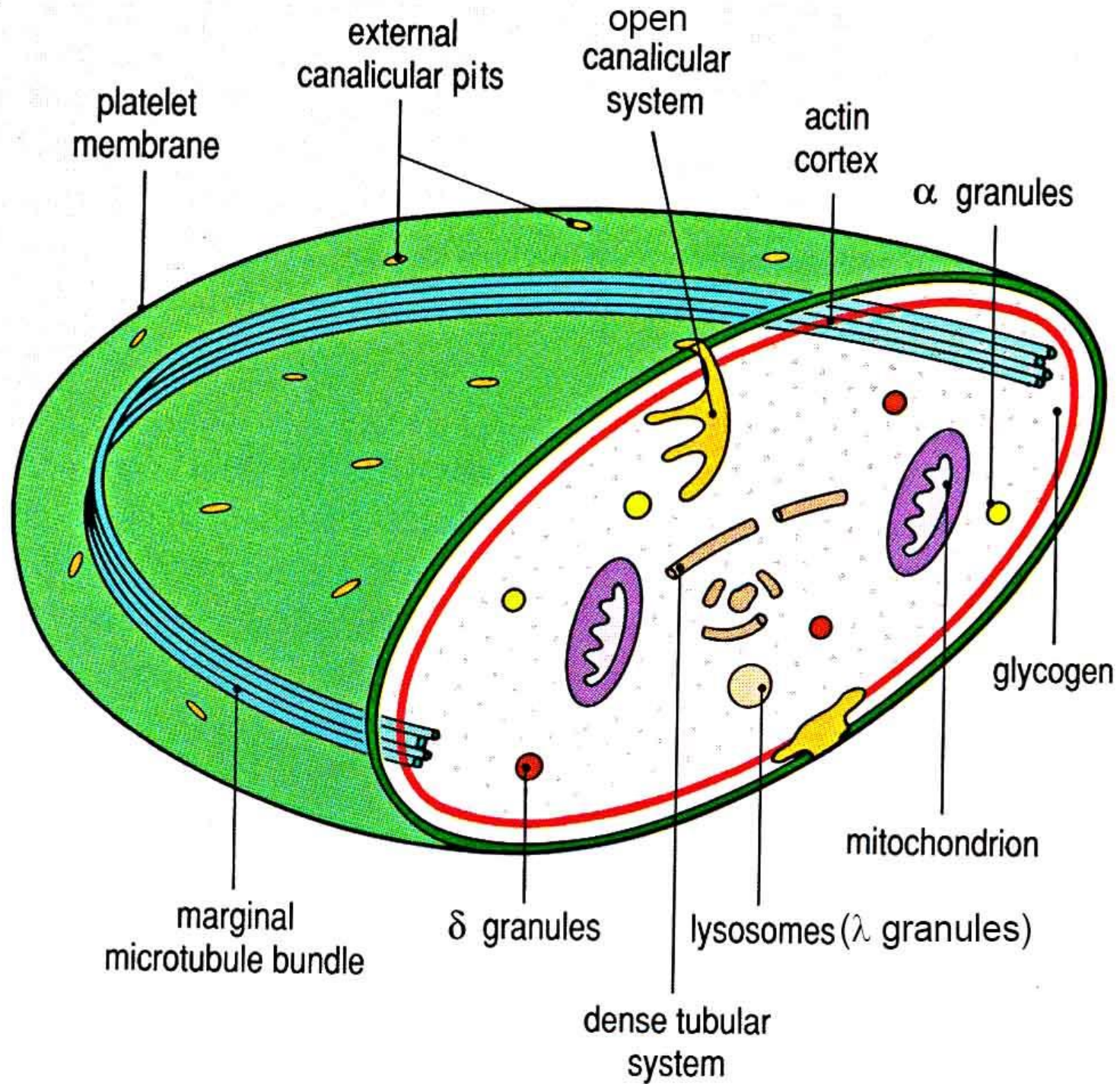
srážení krve



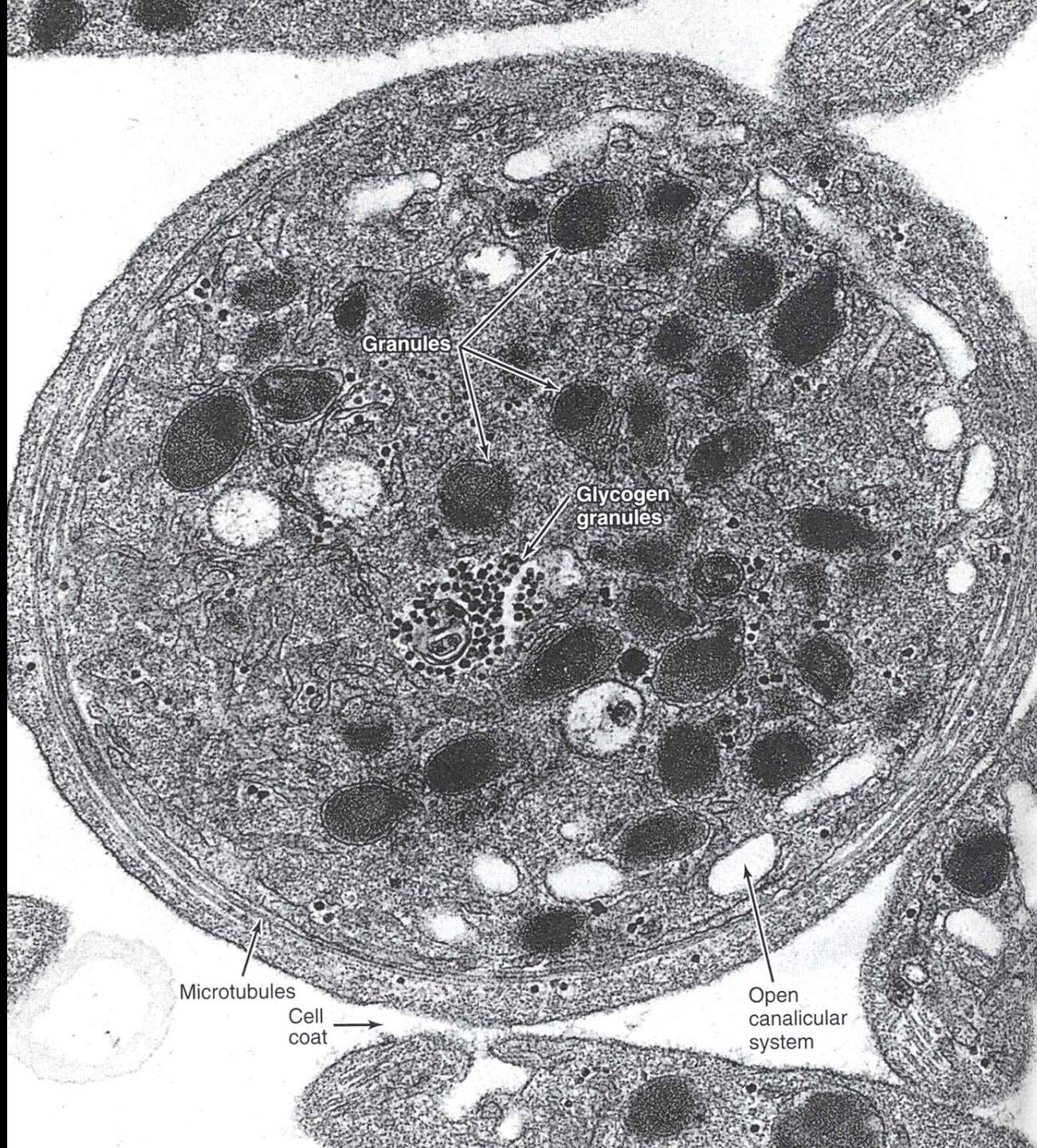


3 μm









Granules

Glycogen granules

Microtubules

Cell coat

Open canalicular system



