

# Hematologie 1

## úvod

# Hematologie

MUDr. Jan Haber, CSc.

I. Interní klinika – klinika hematologie

Všeobecná fakultní nemocnice Praha 2

## **Obsahové zaměření přednášek:**

- 1. Obsah oboru klinické hematologie**
2. Základní a speciální vyšetřovací metody v hematologii
3. Krevní transfúze, indikace pro podání transfúze. Dárcovství krve. Problematika dárcovství krve
4. Potransfúzní reakce a komplikace - hemolytická transfúzní reakce, pyretická reakce, alergická reakce, infekční agens, viry, bakterie, další možná rizika
5. Autologní transfúze (autotransfúze) - indikace k autotransfúzi, druhy autotransfúzi, kontraindikace autotransfúzi

## Cílem studijního předmětu je získat poznatky

- z oblasti klinické hematologie
- o způsobu odběru krve pro hematologická vyšetření
- o laboratorních metodách v transfuzním lékařství
- o výrobě transfuzních přípravků
- o indikaci pro aplikaci transfuzních přípravků
- o riziku potransfuzních komplikací

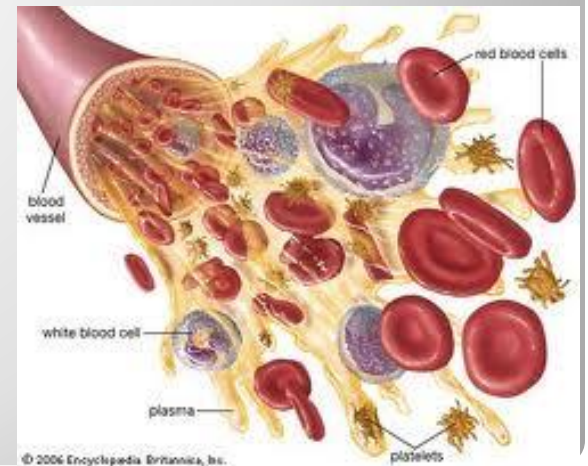
### **Po absolvování předmětu student/ka umí:**

- správně používat odbornou **terminologii**
- popsat **vyšetřovací metody** v hematologii
- používat **techniky odběru krve**
- popsat zásady správného **podání transfuzních přípravků**
- uplatňovat **bezpečnostní předpisy** ochrany zdraví při práci s biologickým materiálem.

# Hematologie 1

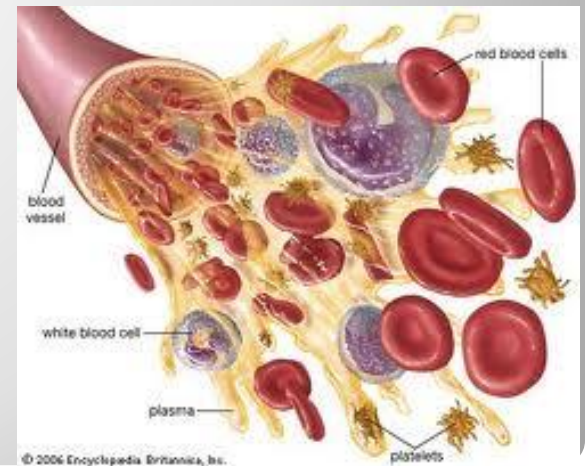
## úvod

- **Klinická hematologie a transfuzní služba**
  - charakteristika oboru
- **Složení krve a krvetvorných orgánů**

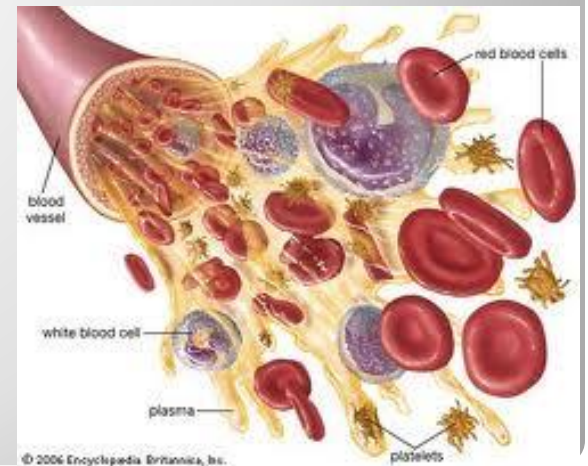


**Atestace z oboru:**

**Klinická hematologie  
a transfuzní služba**



# Obsah oboru klinická hematologie



# Co to je hematologie?

- **Hematologie je nauka o krvi**
- název je odvozen z řeckých slov haima (krev) a logos (slovo)
- zabývá se krví, krvetvornými orgány a krvetvorbou a to za
  - normálních (fyziologických) a
  - chorobných (patologických) stavů organismu.
- Hematologie je multidisciplinárním oborem a významně zasahuje i do ostatních oblastí medicíny

# Náplň hematologie

- **Náplň hematologie je široká:**
- léčba zhoubných krevních chorob (leukémie, lymfomy...) – onkologie
- tromboembolické příhody – kardiologie, angiologie
- krvácivé stavy – intenzivní medicína, chirurgie, gynekologie a porodnictví
- léčba některých maligních nádorů transplantací kostní dřeně – onkologie
- plazmaferézy – interní lékařství
- Posouzení druhotných (reaktivních) změn v KO:  
(infekce - horečka, anemie při krvácení žaludečního vředu...)



# Co to je hematologie?

- Multidisciplinární úloha hematologie je dána samotnou povahou krve, která jako jediný orgán v těle přichází do bezprostředního kontaktu s takřka všemi tkáněmi těla a tedy odráží i jejich změny.
- Hematologie se skládá ze dvou vyvážených částí: **klinické a laboratorní hematologie**.

# Co to je hematologie?

- - primárně studuje krevní elementy
- - **změny krvinek**
  - - jsou nejčastěji druhotným projevem nemoci a nikoli prvotní krevní chorobou (zápal plic – změny v počtu bílých krvinek)
  - - často jsou první známkou choroby (infekce..)
  - - proto laboratorní vyšetření krevního obrazu patří mezi základní

# 1

- **Základní a speciální vyšetřovací metody v hematologii**

# Vyšetřovací metody v hematologii /<sub>1</sub>

## **1/ Rutinní vyšetření krevního obrazu**

(na automatických analyzátorech, mikroskopicky)

## **2/ Vyšetření kostní dřeně – metody odběru vzorku**

**a/ trepanobiopsie** - histologické vyšetření kostní dřeně

**b/ aspirační punkce kostní dřeně** - cytologické vyšetření

## **3/ Speciální vyšetření**

- cytochemické vyšetření krevních buněk

- cytogenetické vyšetření buněk kostní dřeně

- molekulárně biologické (cytogenetické) vyšetření buněk kostní dřeně a nádorové tkáně

- imunofenotypizace (FACS)

- kultivace hematopoetických buněk *in vitro*

## **4/ Koagulační vyšetření - základní**

# Vyšetřovací metody v hematologii /2

## 1) Krevní obraz (KO)

- základní vyšetření v hematologii
- určuje počet krevních bb. a jejich parametrů
  - na analyzátorech krevních elementů
  - v indikovaných případech mikroskopicky

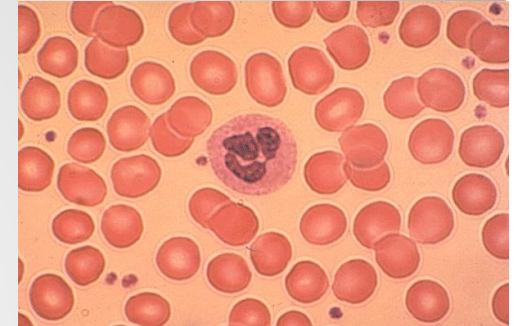
**Krevní obraz - počet:**

erytrocytů
leukocytů
destiček

# Vyšetřovací metody v hematologii / 3

## Červený krevní obraz (čko)

**Počet erytrocytů (ERY)** - v jednom litru krve  
fyziologické hodnoty      **muži: 4,3 - 5,7. 10<sup>12</sup>/l**  
                                         **ženy: 3,8 - 4,9. 10<sup>12</sup>/l**



fyziologické zvýšení počtu

novorozenci,

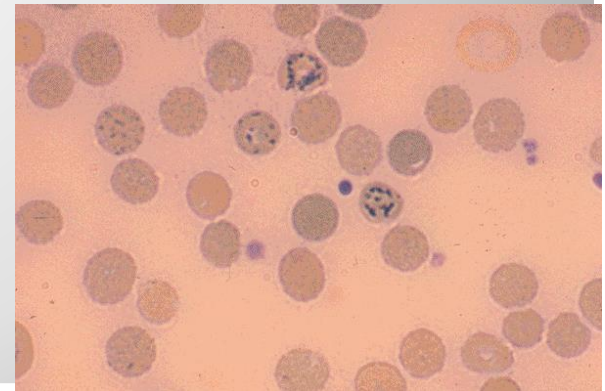
lidé žijící delší dobu ve vyšších nadmořských výškách

patologické zvýšení (polyglobulie)

srdeční vady, plicní onemocnění, polycytemia vera

### **retikulocyty**

- nejmladší ery v periferní krvi
- vypuzení jádra.. zbytky organel - ribozomy, ER
- relativní zastoupení: 0, 005 - 0, 015



# Vyšetřovací metody v hematologii / 4

## Červený krevní obraz (čko)

### Hemoglobin (Hb)

- červené krevní barvivo, - vyplňuje zralý erytrocyt
- umožňuje mu plnit funkci přenosu kyslíku.

**Muži: 136 – 176 g/l**

**Ženy: 120 - 168 g /l**

### Hematokrit (Htk) - poměr mezi objemem erytrocytů a plazmy:

- muži 40 : 60 %; ženy 35 : 65 %

Příklad: Htk 0,40 znamená, že v 1 litru krve je 400 ml erytrocytů

**Muži: 0,39- 0,49 l/l**

**Ženy: 0,35- 0,46 l/l**

Snížení Hb, Htk – anémie

Zvýšení Hb, Htk – polyglobulie, zahuštění krve - dehydratace



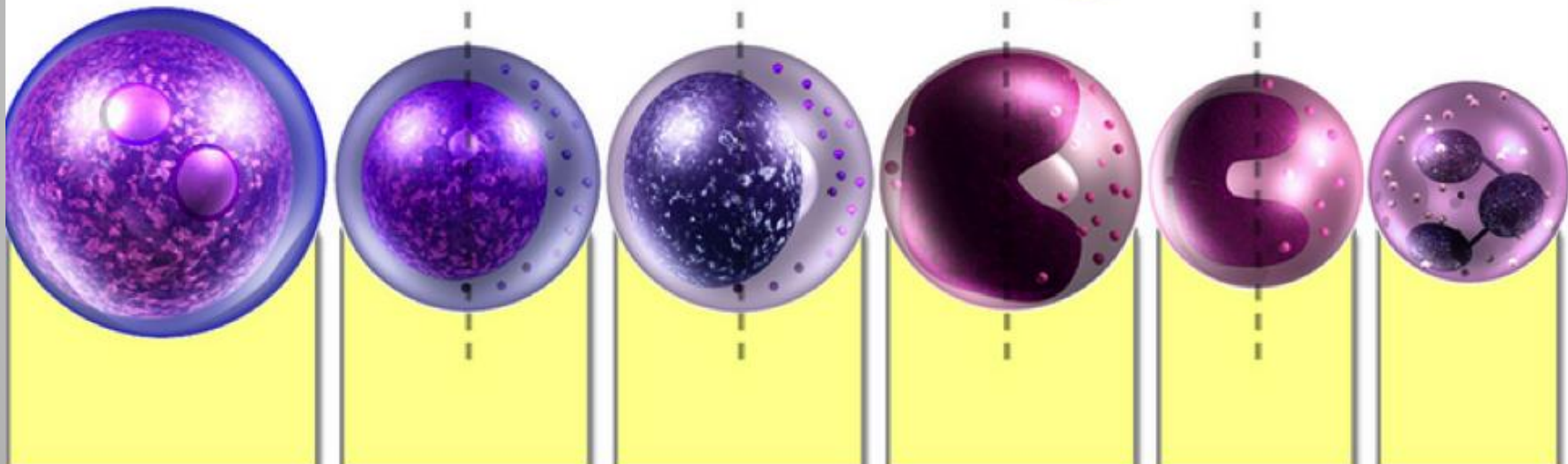


## DIFERENCIÁLNÍ KREVNÍ OBRAZ NORMÁLNÍ HODNOTY

Leukocyty	<b>3,6 – 9,6 <math>10^9/l</math></b>
Neutrofilní segment	<b>0,50 – 0,75 %</b>
Neutrofilní tyč	<b>0,01 – 0,05 %</b>  <b>posun doleva</b>
Eosinofilní segment	<b>0,00 – 0,04 %</b>
Basofilní segment	<b>0,00 – 0,01 %</b>
Monocyt	<b>0,03 – 0,10 %</b>
Lymfocyt	<b>0,20 – 0,40 %</b>

# REAKTIVNÍ ZMĚNY V DIFERENCIÁLNÍM KREVNÍM OBRAZE

Vyzrívání granulocytů



Myeloblast

Promyelocyt

Myelocyt

Metamyelocyt

Neutrofilní  
tyčka

Neutrofilní  
segment

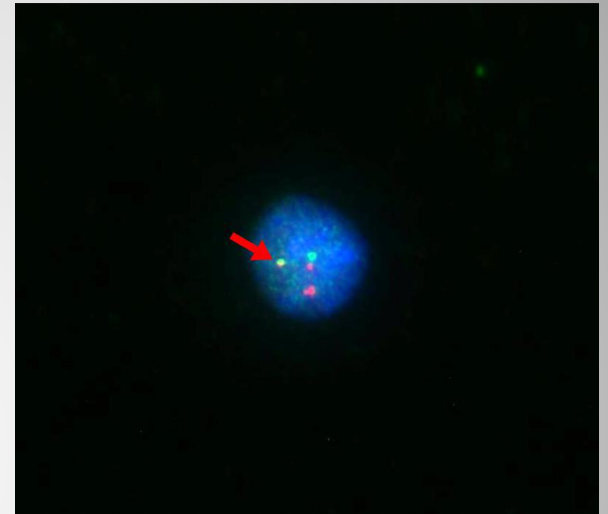
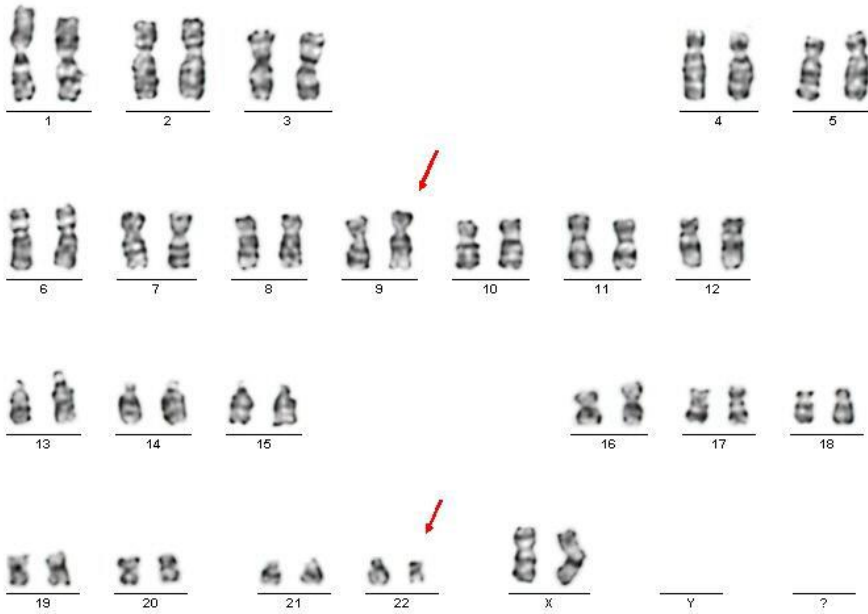
Posun doleva



# Cytogenetické / molekulárně biologické metody

- **cytogenetické metody** – průkaz translokací genů
- U hematologických onemocnění je nález klonu s patologickým karyotypem důkazem probíhajícího maligního procesu - např. **Philadelphia chromosom** u chronické myeloidní leukemie.
- Při opakovaných vyšetřeních v průběhu léčby leukémií umožní výsledek cytogenetického vyšetření
  - posoudit úspěšnost léčby
  - potvrdit remisi choroby
  - nebo odhalit blížící se relaps onemocnění
  - u pacientů po transplantaci kostní dřeně se pomocí cytogenetických metod sleduje úspěšnost léčby.

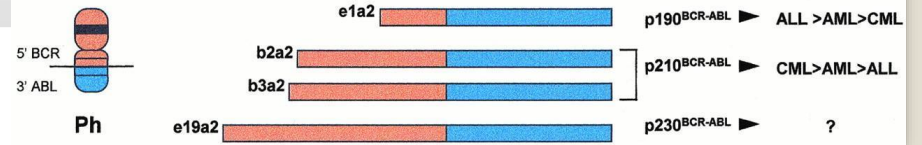
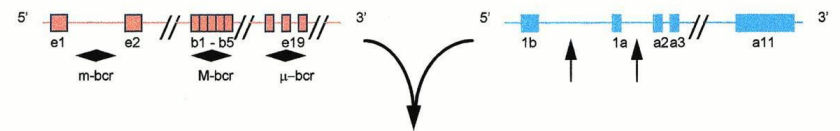
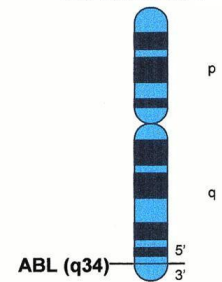
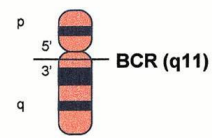
# Philadelphia chromosom



t(9;22)

Chromozóm 22

Chromozóm 9



# 4/ Koagulační vyšetření

## Hemokoagulační testy

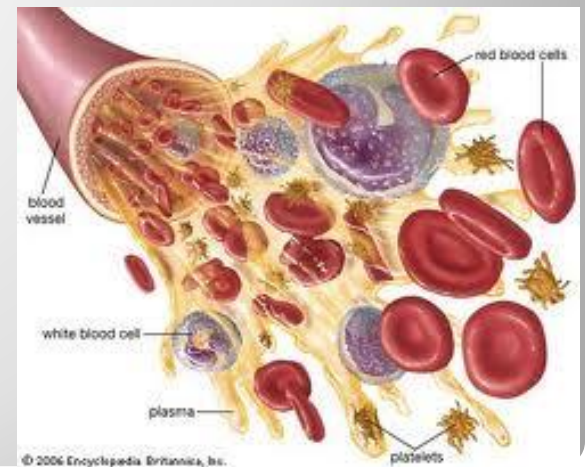
### A. Globální, skupinové, vyhledávací:

1. parciální tromboplastinový čas (PTT), resp. **aPTT**,
2. tromboplastinový test – Quickův test (**INR**),
3. trombinový čas (TT),
4. konzumpční protrombinový test,
5. retrakce koagula.

### B. Specifické:

1. izolované určení faktorů (I, II, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII),
2. tromboplastinový generační test,
3. určení antitrombinu III.

# Transfuzní služba



# Co to je transfuzní služba ?

## Náplň:

- odběry krve
- zpracování krve
  - výroba transfuzních přípravků
  - výroba krevních derivátů
- skladování a distribuce krve
- Před odběrem krve ke zpracování předchází vyšetření - prevence přenosu infekčních chorob

# Co to je transfuzní služba ?

Transfuzní služba je založena na dobrovolných, (nejčastěji bezplatných) **dárcích krve a krevních komponent**

Dárcovství krve je i v dnešní moderní době stále aktuální. Přes veškeré snahy se zatím nepodařilo vytvořit tekutinu, která by krev nahradila ve všech jejích vlastnostech, proto je odběr krve od dobrovolných dárců stále nezbytný.

## hlavní problémy dárcovství krve:

- 1/ zajištění dostatečného počtu vhodných dárců krve
- 2/ riziko přenosu infekčních nemocí



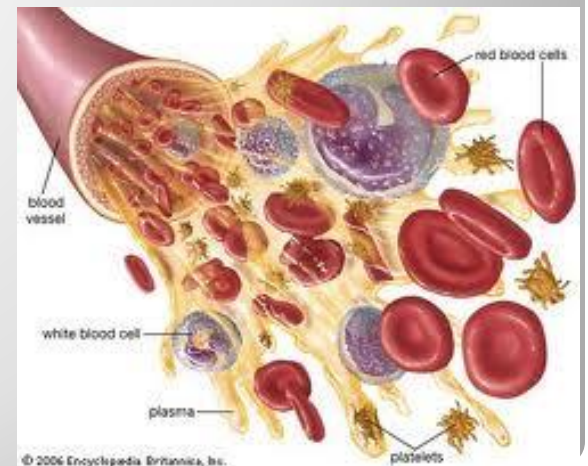
# Co to je transfuzní služba ?

## Dárcovství krve

- organizací jsou pověřeny **transfúzní stanice**, které jsou v každé větší nemocnici
- na transfúzní stanici se **krev získává od dárců** - dárcovství **je dobrovolné - bezplatné nebo placené**
- **krev** se zpracovává na konzervy - ukládá – konzervuje
- vytvářejí se i **krevní deriváty** - plazma, albuminy, globuliny, trombocyty

# Transfuzní služba

- budeme probírat:



# ABO krevní skupiny

## KREVNÍ SKUPINY

- Krevní skupina je popis vlastností červených krvinek.

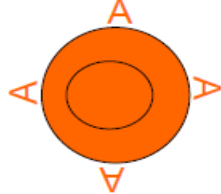
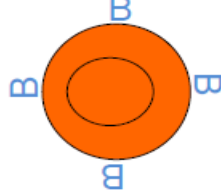
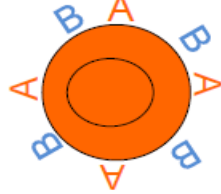
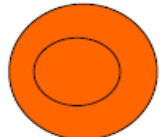
- rozeznáváme 4 krevní skupiny **A, B, AB, 0,**

- Krevní skupiny jsou určeny přítomností (nepřítomností) **antigenů- aglutinogenů A, B na povrchu erytrocytů.**

**Protilátky** proti aglutinogenům se nacházejí **v plazmě** a říkáme jim **aglutininy** - způsobují shlukování erytrocytů s příslušnými povrchovými aglutinogeny, tzv. **aglutinaci**

**Krevní skupina se dědí po rodičích**

# ABO krevní skupiny

Krevní skupina	Aglutinogen (antigen)	Aglutinin (protilátka - v plasmě)
A		anti-B
B		anti-A
AB		—
0		anti-A anti-B

# Příklad vyšetření KS v ABO systému

**příjemce**

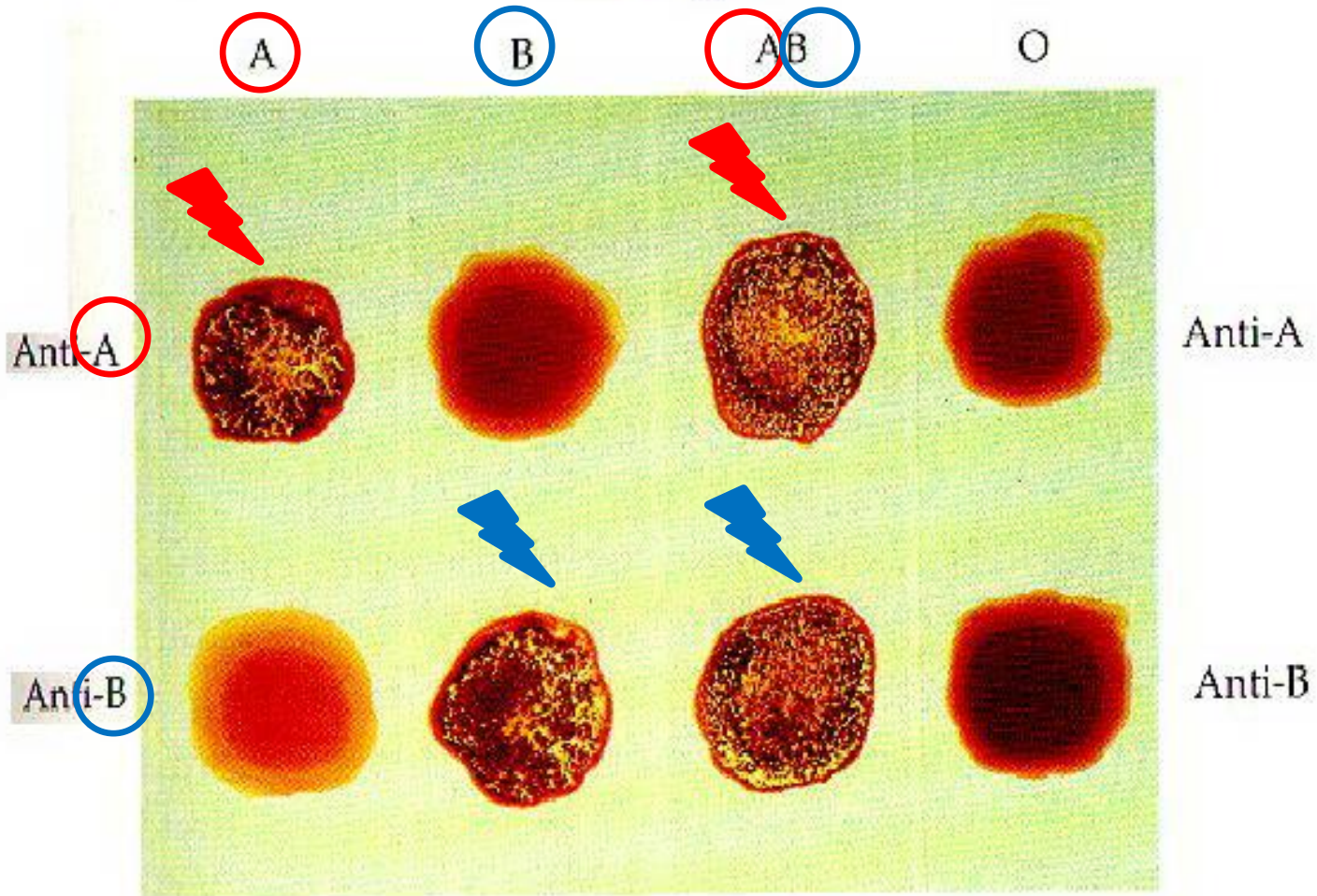
**dárce**

**Pozitivní reakce**

	Anti-A	Anti-B	Anti-AB		A cells	B cells	O cells
A							
B							
AB							
O							

**Negativní reakce**

# ABO krevní skupiny



# SYSTÉM Rh

Rh systém	Rh D antigen
Rh +	+
Rh -	-

- v erytrocytární membráně je 6 Rh – antigenů
- označují se C, D, E, c, d, e.
- pro transfuze krve má význam zejména antigen D.
- systém Rh se rozděluje na skupiny:
  - Rh pozitivní s přítomností antigenu D (85 %)
  - a Rh negativní s nepřítomností antigenu D (15 %)

	<b>D+</b>	<b>D-</b>
<b>D+</b>	++ Rh+	+ - Rh+
<b>D-</b>	+ - Rh+	-- Rh-

# Interakce Rh antigenu s protilátkou

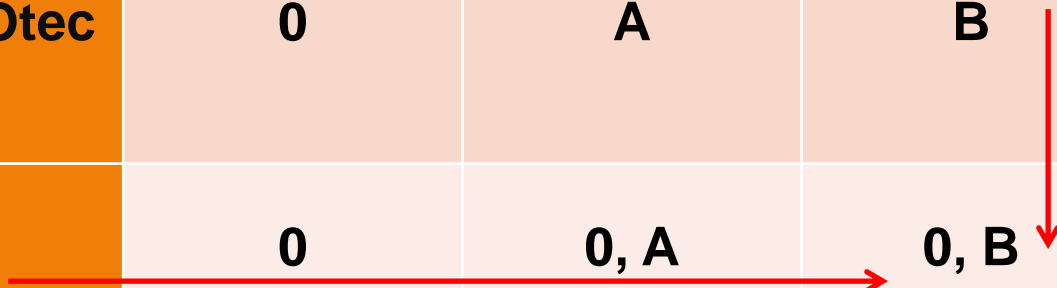
	Anti- Rh
Rh +	ANO
Rh -	NE



# ABO krevní skupiny

## Dědičnost krevních skupin

Matka\Otec	0	A	B	AB
0	0	0, A	0, B	A, B
A	0, A	0, A	0, A, B, AB	A, B, AB
B	0, B	0, A, B, AB	0, B	A, B, AB
AB	A, B	A, B, AB	A, B, AB	A, B, AB



- **Předtransfuzní vyšetření**
- **Krevní transfúze, indikace podání transfúze.**
- **Dárcovství krve**
- **Problematika dárcovství krve**

## STANDARDNÍ TRANSFÚZNÍ PŘÍPRAVKY

**450 ml plné krve do tzv. čtyřvaku**, poté následuje uložení na chladové desky, centrifugace, přetlačení a oddělení plazmy, přetlačení a oddělení tzv. buffy coatu s malým množstvím plazmy, doplnění resuspenzního roztoku ke zbylé erymase.

- **Vznik 3 druhů TP:**

1 /EBR (erytrocyty bez buffy coatu resuspendované)

2/ P (plazma),

3/ TB (trombocyty z buffy coatu),

- Rozdílné další zpracování a uskladnění

## **STANDARDNÍ TRANSFÚZNÍ PŘÍPRAVKY**

**Erytromasa** – je transfúzní přípravek obsahující červené krvinky, které zůstávají po odsátí plazmy.

Přidává se resuspenzní roztok, čímž se sníží viskozita jejich koncentrátu.

Nejčastěji se používají roztoky – SAG-M a ADSOL.

v roztoku SAG-M je možné uchovávat 35 – 42 dní

v roztoku ADSOL 42 dní při teplotě +4° C

**Používá se ke zvýšení objemu pro přenos kyslíku.**

## STANDARDNÍ TRANSFÚZNÍ PŘÍPRAVKY

**Trombocytový koncentrát** – krevní destičky v plazmě, připravují se z jednotky celé krve (od několika dárců)

**Trombocyty z aferézy deleukotizované (TAD, TAD-PED) – tromboferézy** (od jednoho dárce)

- **podáním trombo od jednoho dárce:**
  - = **nižší riziko aloimunizace v HLA systému**
  - = **snížení rizika přenosu virové infekce.**
- uchovávat za stálého promíchávání při teplotě 22° C ve speciálních vacích **5 dní**
- Musí mít udržené pH v rozmezí 6,0 – 7,4

# STANDARDNÍ TRANSFÚZNÍ PŘÍPRAVKY

**Krevní deriváty** – jsou izolované jednotlivé plazmatické bílkoviny ve více a nebo méně čisté formě:

**Albumín** – připravovaný jako 5% nebo 20% roztok plazmatických bílkovin, ze kterých 95% tvoří albumín.

**Imunoglobuliny** – připravuje se:

- polyspecifický IgG (gamaglobulin)
- specifický (hyperimunní) např. proti viru Hepatitidy B, proti antigenu D apod.

## STANDARDNÍ TRANSFÚZNÍ PŘÍPRAVKY /2

Chladové desky pro uskladnění plné krve po odběru



# STANDARDNÍ TRANSFÚZNÍ PŘÍPRAVKY /2

## Separátor plné krve






# U lůžka - potvrzení KS – **SANGVITEST**em (BED-SIDE TEST

**PACIENT:** \_\_\_\_\_  
 Rodné číslo: \_\_\_\_\_

Krevní sk. pacienta: \_\_\_\_\_

Krevní sk. dárce: \_\_\_\_\_

- Do příslušných barevných kroužků kápněte po 1 kapce diagnostika **Anti-A**, resp. **Anti-B**.
- Do červených kroužků kápněte po 1 kapce **krve pacienta** (v horní polovině kartičky), resp. **dárce - krevní konzervy** (v dolní polovině kartičky).
- Tyčinkou promíchejte kapky krve a diagnostik.
- Do jedné minuty odečtěte.



Reakce s diagnostikem		Krevní skupina
Anti-A	Anti-B	
+	-	A
-	+	B
+	+	AB
-	-	0

Datum: \_\_\_\_\_ CE 1023

**shlukování nastalo**

**příjemce a dárce mají skupinu**

v kruzích anti – A

A

v kruzích anti – B

B

ve všech 4 kruzích

AB

nenastalo nikde

0

# Potransfuzní reakce

# **Komplikace transfuze**

- **Akutní a pozdní reakce**
- **Lehké, středně těžké a těžké reakce**
- **Imunologické a neimunologické příčiny**

# Akutní komplikace transfuze

## Imunologické

- Akutní **hemolytická** reakce  
(Akutní HTR)
- **Febrilní** nehemolytická reakce  
(FNHRT)
- **Alergická + anafylaktická** reakce
- **Potransfuzní purpura a neutropenie**
- **TRALI** (transfuzion related acute lung injury)

## ● Neimunologické

- Septický šok
- Srdeční selhání
- Akutní pasivní hemolýza
- Hypotenze bradykinikového typu
- Diluční trombocytopenie a koagulopatie
- Poruchy ABR
- Iontové dysbalance (K,Ca,P)
- Hypotermie
- Transfuzní embolie

# Pozdní komplikace transfuze

## • Imunologické

- Pozdní hemolytická reakce
- TA-GvHD  
(Transfusion associated graft versus host disease)
- Potransfuzní purpura a neutropenie
- Alloimunizace antigeny
- Imunosuprese

## • Neimunologické

- Hemosiderosa
- Přenos infekcí

# 1. Příčiny hemol. potransfuzní reakce

- Nejčastěji **AB0 inkompatibilita**
- **Lidská chyba**
  - na klinickém odd.
  - v laboratoři nebo TO (vzorek, příjemce, transfuzní přípravek, špatná interpretace výsledků, administrativní chyba, chybná KS na štítku)
- Aplikace TP bez křížové zkoušky při vitální indikaci
- Neprokázaná imunní protilátka
  - (směs protilátek, podprahová kvantita, diluce vzorku, chyba v předtransfuzním vyšetření)

# 1. Hemolytická potransfuzní reakce

## klinické oddělení

### Okamžitá organizační opatření při akutní reakci

Přerušení transfúze se zachováním i.v. přístupu

- Kontrola identifikace pacienta a TP
- Vyloučení křížové záměny
- Kontrola makroskopického vzhledu TP
- Hlášení reakce krevní bance
- Zvážení jiných příčin hemolýzy
- Odběr vzorků k laboratornímu vyšetření (průkaz hemolýzy a její příčiny, orgánového postižení a rozvoje DIC)
- **Léčba:** hydratace, antipyretika, katecholaminy, kortikoidy, diuretika, léčba ledvinného a respiračního selhání, léčba DIC
- Zdravotní pitva v případě smrti pacienta.

# Dárcovství krve - DK

## DÁRCOVSTVÍ KRVE - DK OCEŇOVÁNÍ BEZPŘÍSPĚVKOVÝCH DÁRCŮ KRVE provádí ČČK:

- za první odběr získá odznak kapky krve
- 10 odběrů – bronzová medaile profesora Jánského
- 20 odběrů – stříbrná medaile
- 40 odběrů – zlatá medaile





# Dárcovství krve

## Dárcovství krve

- organizací transfúzní služby jsou pověřeny transfúzní stanice, které jsou v každé větší nemocnici
- na transfúzní stanici se krev získává od dárců - dárcovství dobrovolné - **bezplatné nebo placené**
- krev se zpracovává na konzervy - ukládá – konzervuje
- vytvářejí se i krevní deriváty - plazma, albuminy, globuliny, trombocyty

## Dárce krve

- člověk od 18-65 let
- musí být naprosto zdravý, bez infekce (hepatitida B...)

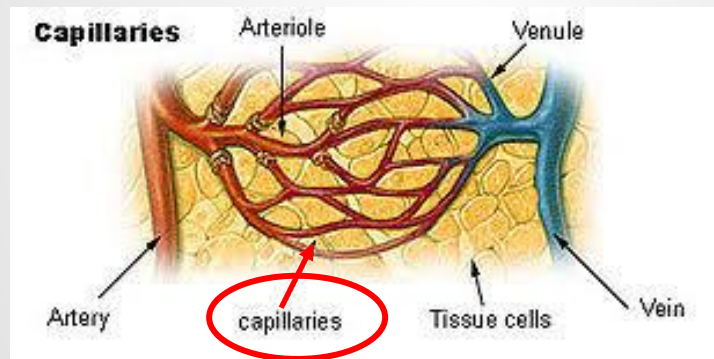
# Dárcovství krve - DK

## Věk dárců krve – od 18 – 60 let

- zdravotní stav a laboratorní nálezy jsou v normě
- před odběrem dodržovat dietu vyloučit tuky a škodliviny,
- těsně po odběru dostane na transfúzní stanici občerstvení
- má nárok na den volna po odběru krve
- musí být poučen a znát všechny informace, které jsou pro odběr důležité – rizika přenosu infekčních chorob, onemocnění po transfúzi a vyšetření před transfúzí

# Základní terminologie

- koagulační – srážlivý, srážecí (faktor)
- antikoagulační: protisrážlivý (např: EDTA, citrát, heparin)
- kapilára: nejmenší tepna, která spojuje arterioly a venuly

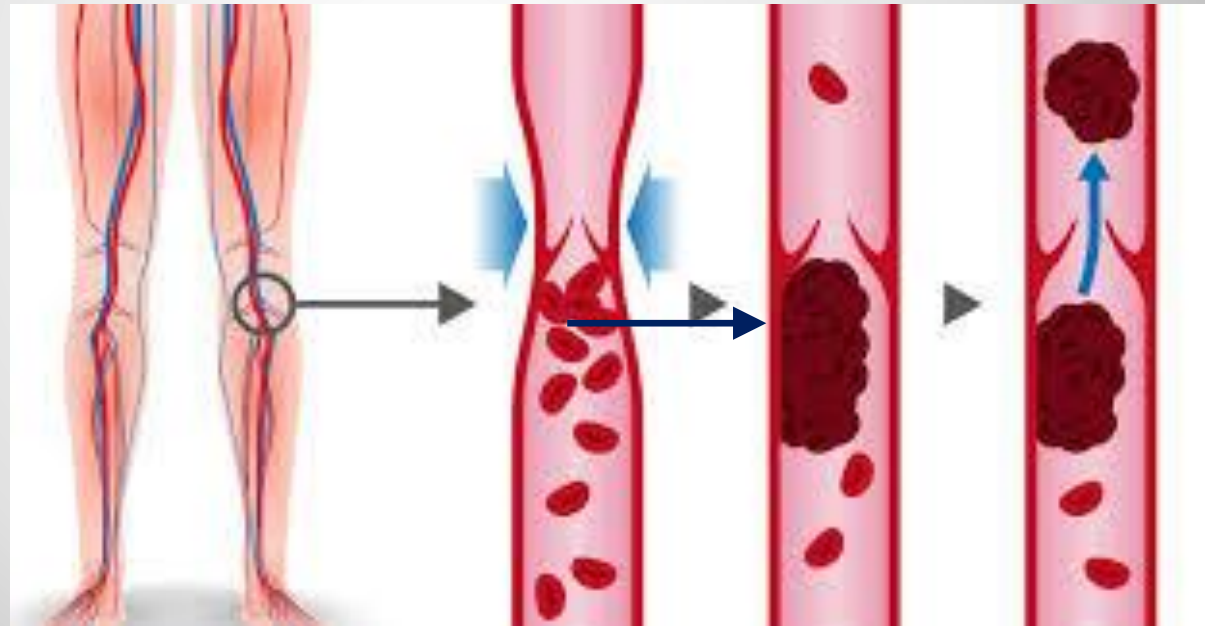


- hematom: podkožní výron krve  
(např. také v místě vpichu jehly)



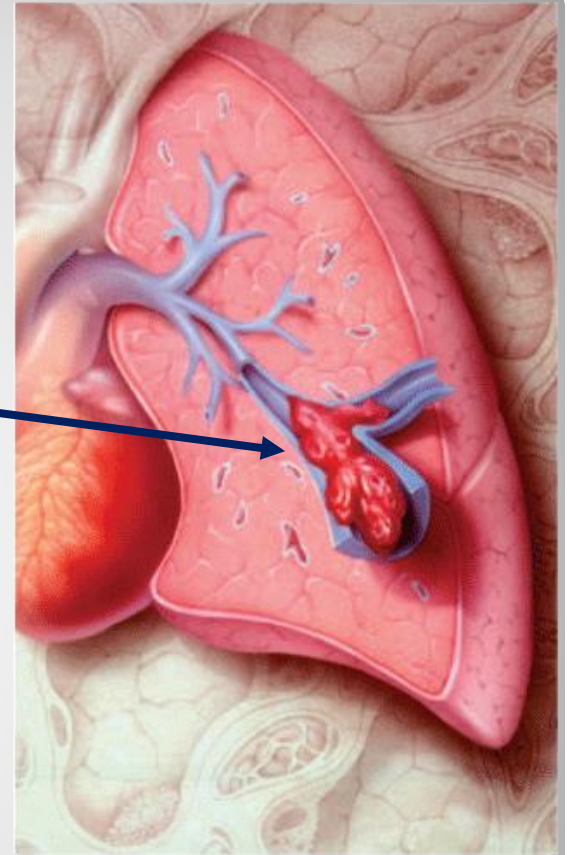
# Základní terminologie

- trombóza:
- v žíle dochází ke sražení (koagulaci) krve za vzniku trombu

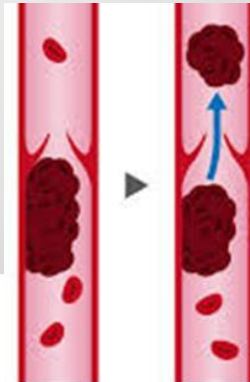


# Základní terminologie

- embolie: je vmetení a zaklínění vmetku (embolu) v cévách vedoucí k jejich ucpání a následné nedokrevnosti (ischemii) příslušné části těla (mozek, plíce, končetina)
- Jako embolus může fungovat například trombus →

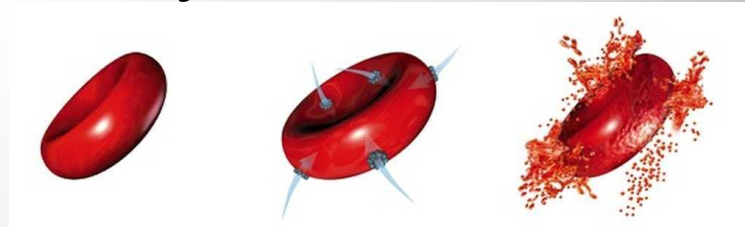


© Steve Ott, M.S. / Phototake



# Základní terminologie

- Hemoglobin (Hb): červené barvivo erytrocytu transportující kyslík do tkáně
- Hemolýza: rozpad červených krvinek s uvolněním Hb do plazmy. Hemolyzované vzorky nelze použít k laboratornímu vyšetření.

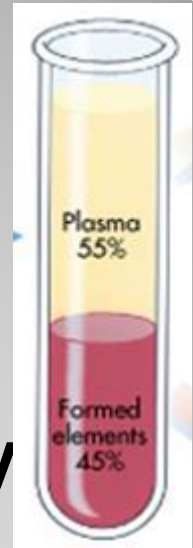


- Ikterus, ikterický: žloutenka, nažloutlý - barva kůže, ale i séra či plazmy (např. při hemolýze)
- Sideropenie – nedostatek železa

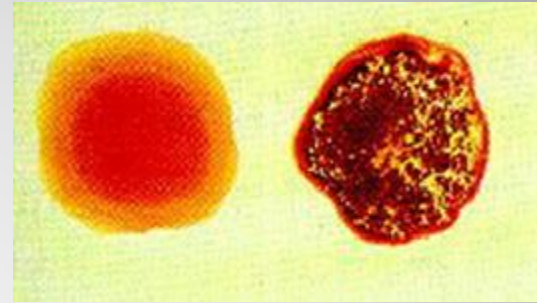


# Základní terminologie

- Plazma:
  - nažloutlá součást celé krve
  - bez buněčných elementů
  - obsahuje **bílkoviny a koagulační faktory**
  - obsahuje minerály, cukr...
- Sérum:
  - vzniká po vysrážení plné krve a následným odstraněním krevní sraženiny.
  - složením odpovídá krevní plazmě, avšak na rozdíl od plazmy **neobsahuje bílkoviny** (fibrinogen a další srážecí faktory krve)



# Základní terminologie



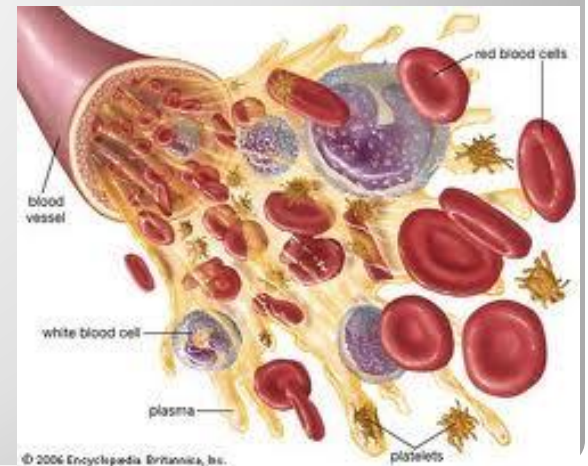
- **Aglutinace:**
  - shlukování erytrocytů v přítomnosti protilátky
  - při předtransfúzním vyšetření shlukuje protilátka anti A pouze erytrocyty skupiny A
- **Sérologické vyšetření:**
  - Laboratorní vyšetření spočívající v reakci antigenu (Ag) a protilátky (Ab - antibody)



# Hematologie 1

## úvod

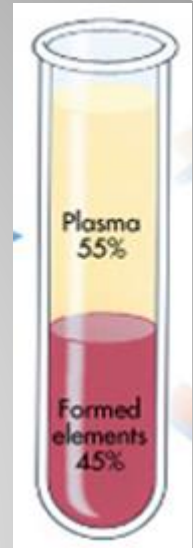
- **Klinická hematologie a transfuzní služba**  
- charakteristika oboru
- **Složení krve a krvetvorných orgánů**



# Složení a funkce krve

Krev je tekutý orgán, u něhož rozeznáváme:

- 1/ část buněčnou
- 2/ část tekutou

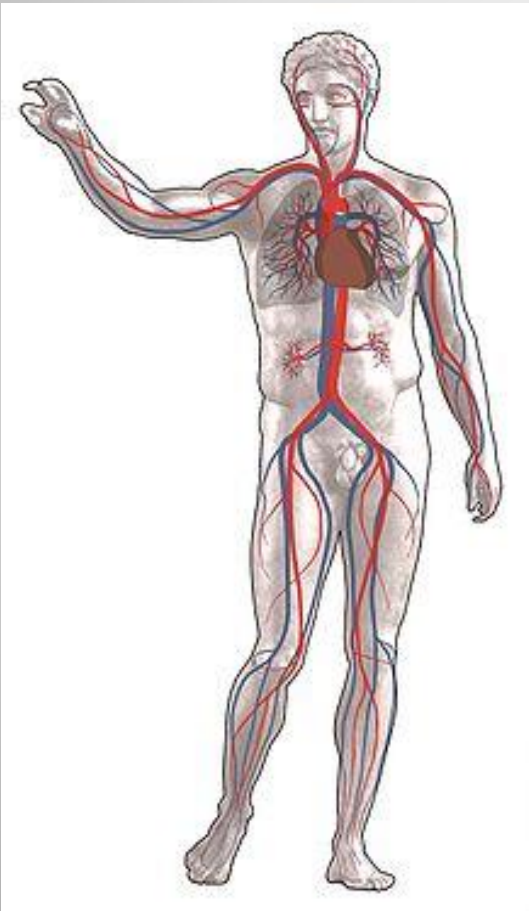


Skládá se z buněčných elementů rozptýlených v tekutém médiu – plazmě.

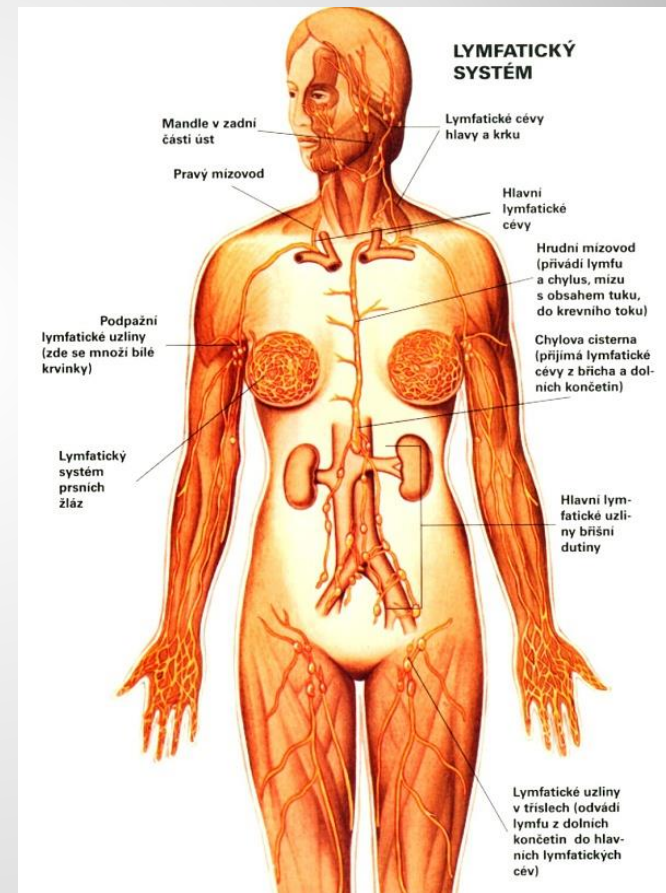
Krev je vysoce specializovaná tělesná tekutina, která proudí uzavřeným cévním systémem = krevní oběh.

# Složení a funkce krve

## KREVNÍ OBĚH

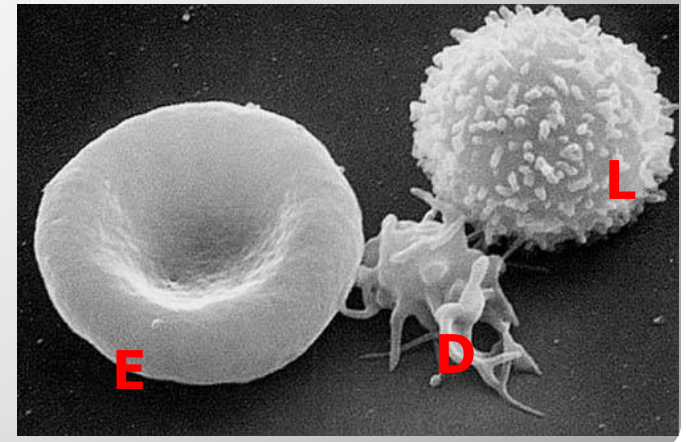
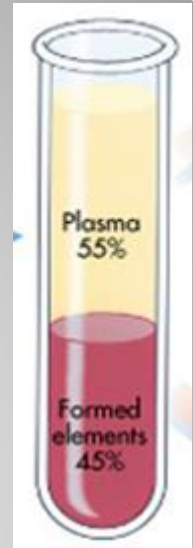


## LYMFATICKÝ OBĚH



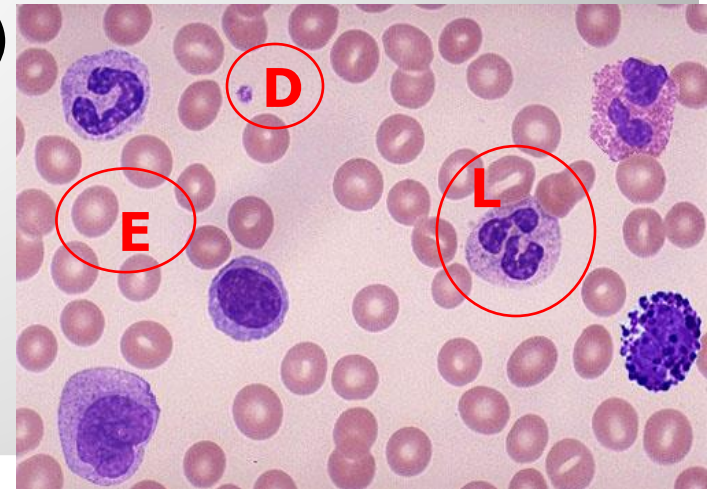
# Složení a funkce krve

- plná krev se skládá z:
  - **Plazmy** (~55%); cca 3 l, 5 % tělesné hmotnosti
  - **Krevních elementů**:
    - **Erytrocytů** (Ery; RBC) (~45%)
      - funkce: transport a výměna O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>
    - **Leukocytů** (Leu; WBC) (~1%)
      - funkce: obrana proti infekci
    - **Destiček** (Dest; Tr, PLt)
      - funkce: zástava krvácení

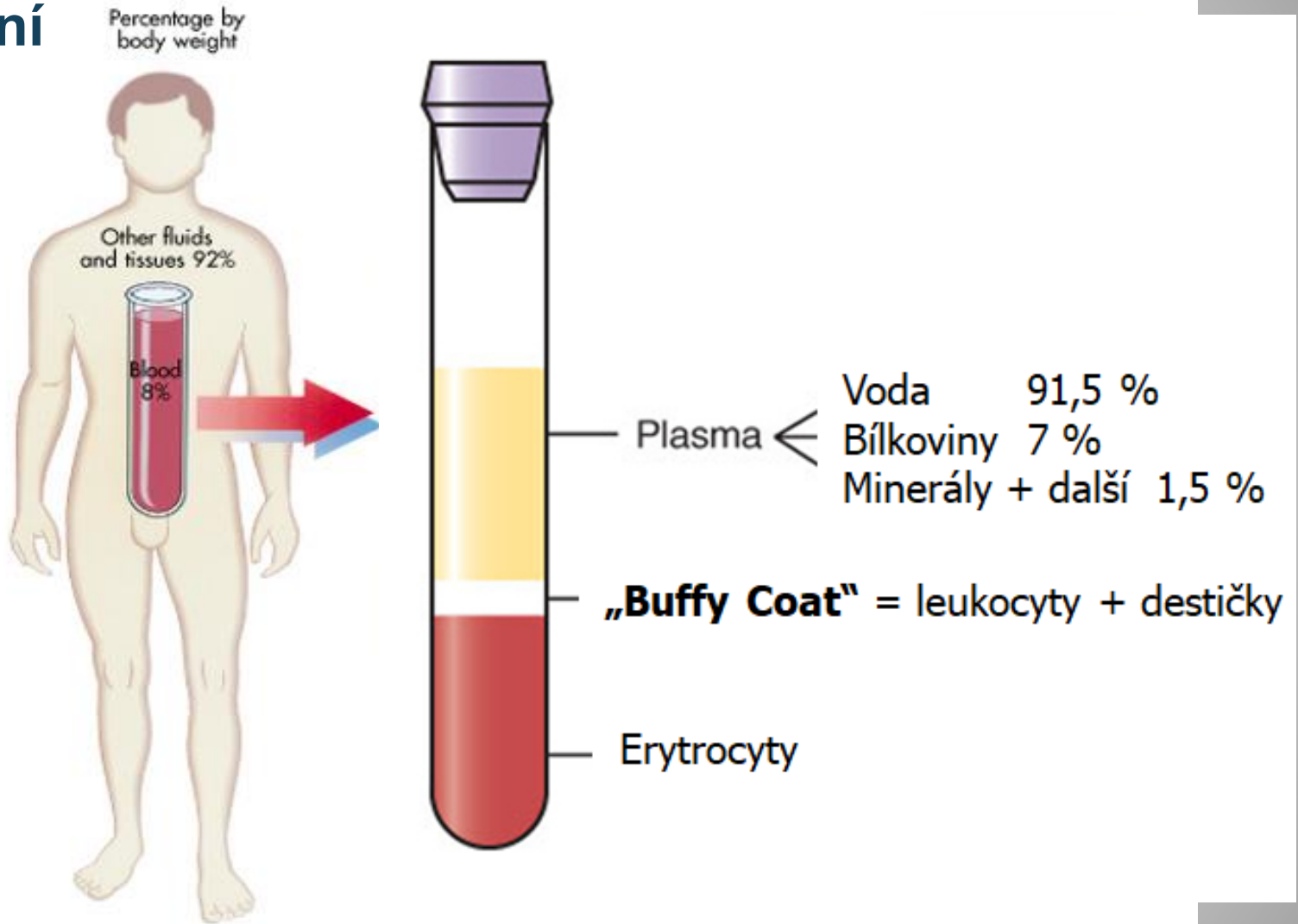


# Složení a funkce krve

- **plná krev se skládá z:**
  - **Plazmy** (~55%); cca 3 l, 5 % tělesné hmotnosti
  - **Krevních elementů:**
    - **Erytrocytů** (Ery; RBC) (~45%)
      - funkce: transport a výměna O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>
    - **Leukocytů** (Leu; WBC) (~1%)
      - funkce: obrana proti infekci
    - **Destiček** (Dest; Tr, PLt)
      - funkce: zástava krvácení



# Složení krve



# Složení a funkce krve

## Plazma:

tekutá součást krve bez krevních elementů

## Obsahuje:

vodu

výživné látky

elektrolyty

odpadové látky metabolismu

hormony

vitamíny a enzymy

plazmatické bílkoviny (fibrinogen, albumin, globuliny)

---

Pozn:

**Sérum** = plazma bez bílkovin, bez fibrinogenu a bez srážecích faktorů

# Složení a funkce krve

- **Krev transportuje :**
  - Výživné látky z trávicího traktu
  - O<sub>2</sub> z plic do tkání
  - CO<sub>2</sub> z tkání do plic
  - Odpadové produkty látkové výměny (metabolismu)
  - Hormony
- Pomáhá při distribuci tepla v organismu
- Reguluje acido-basickou rovnováhu



# Složení a funkce krve: erytrocyty

- Funkce červených krvinek, erytrocytů
  - Transport výživných látek z trávicího traktu
  - Transport  $O_2$  z plic do tkání (okysličená krev)
  - Transport  $CO_2$  z tkání do plic (odkysličená krev)
  - Transport odpadových látek metabolismu
  - Transport hormonů
  - Distribuce tepla v organismu
  - Spoluúčast na regulaci vnitřního prostředí organismu = acido-basické rovnováhy (ABR)
  - Hemoglobin: výměna plynů, ABR
- nedostatek erytrocytů = chudokrevnost, anémie

# Složení a funkce krve: erytrocyty

Odkysličená = žilní krev – tmavá



- Okysličená = tepenná krev - světlá

# ANÉMIE - KLINICKÉ PŘÍZNAKY:

Anémie – projevem krevní choroby  
příznakem jiné choroby  
relativní (= naředění krve. tj. není  
snížena celková masa erytrocytů) např.  
gravidita, zvětšení sleziny (splenomegalie)..

## Příznaky anémie:

a/ **obecné**

b/ **speciální** (při nedostatku železa, vit B12, při  
hemolýze..)

# Anemický syndrom

- Subjektivní obtíže
- závisí na rychlosti vzniku a hodnotě Hb
- **fyzická únava** – nevykonnost „ zadýchá se“
- **psychická únava** - malátnost, poruchy soustředění
- **dušnost** – námahová...klidová
- **pocit bušení srdce** (palpitace)
- bolest na hrudi ( kardiaci !!)
- hučení v uších
- **bolest hlavy**
- nechutenství (B12)
- pálení jazyka (Fe, B12)
- brnění prstů (B12)

# Anemický syndrom

- Objektivní nález

- bledost spojivek, sliznic, kůže

- subikterus (nažloutlé spojivky) = hemolýza, deficit vit. B12,

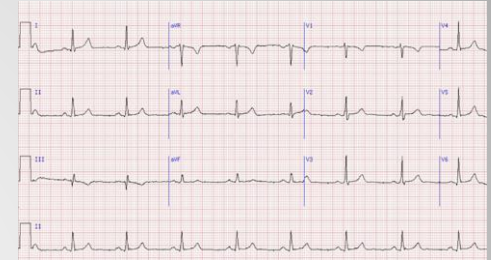
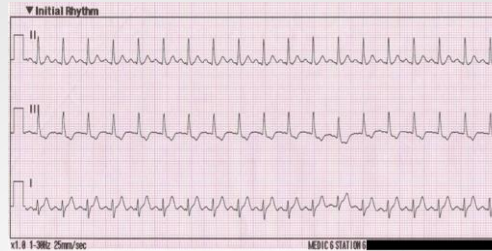
- unavený vzhled

- vyhlazený jazyk



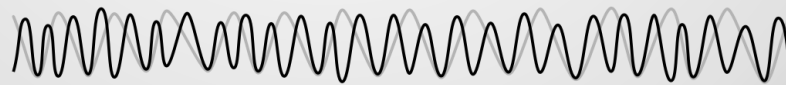
# Anemický syndrom

- Objektivní náález
- **tachykardie** > 90/min



- rychlostní šelesty při poslechu srdce (↑ MV - kompenzace )
- 
- **tachypnoe** - ↑ dechová práce, ↑ nároky na kyslík

## Tachypnoe



norma - vyznačena šedě

# Složení a funkce krve: **leukocyty**

## **Druhy bílých krvinek, leukocytů** **(WBC- White Blood Cells):**

### Granulocyty

Neutrofilní

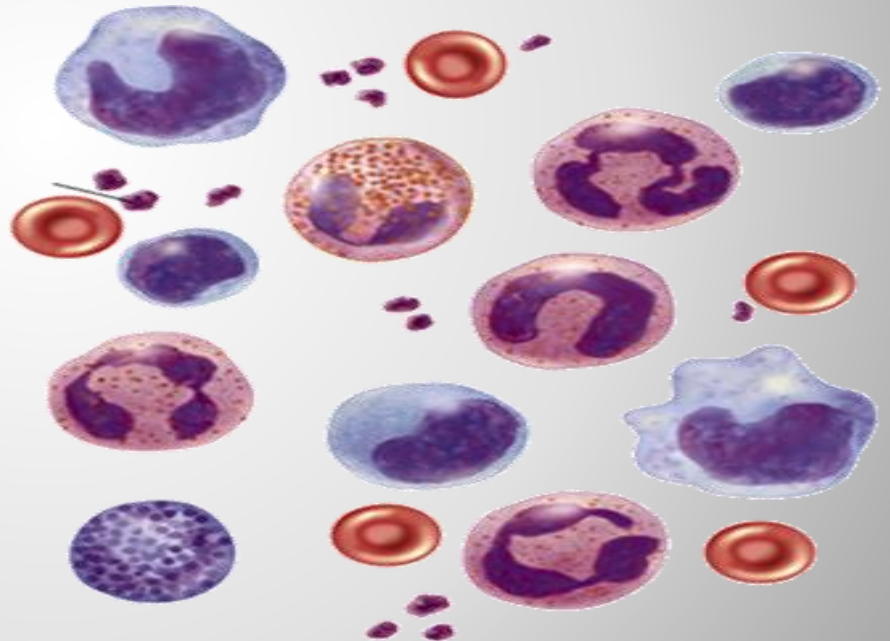
Eosinofilní

Basofilní

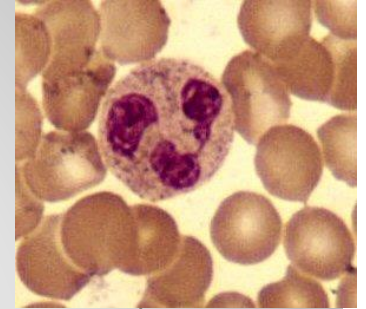
### Agranulocyty

**Lymfocyty**

Monocyty



# Složení a funkce krve: leukocyty



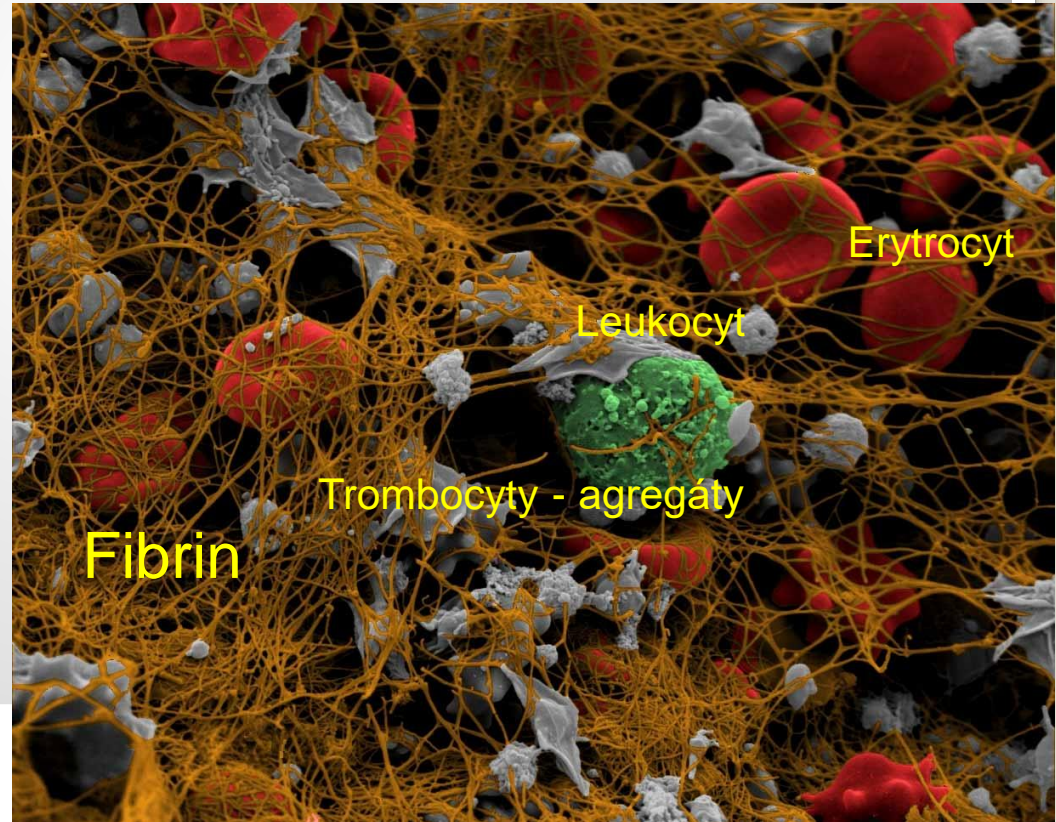
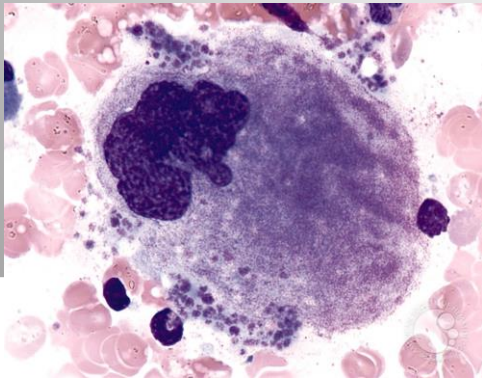
## Zásadní význam v protiinfekční obraně

- **Fagocytóza** – pohlcování škodlivých mikroorganismů a odpadových částic z krve a tkání
- **azurofilní granula** obsahují lytické enzymy, které **zabíjí mikroby**
- Produkci cytokinů (leukotrieny, tromboxany a prostaglandiny) se **účastní zánětlivého procesu**
- Odumřelé neutrofily vytvářejí **hnis**



# Složení a funkce krve: **trombocyty** destičky

- nejmenší z pevných součástí krve
- **zásadní postavení ve srážení krve**
- účastní se na vzniku **trombóza a embolií**
  
- nejsou buňkami, pouze fragmenty cytoplasmy obrovských buněk, **megakaryocytů** (mgc).
- mgc jsou v kostní dřeni



# Hematopoeza - krvetvorba

**Původ krevních buněk a krvetvorba během intrauterinního vývoje**  
- tvorba krevních buněk začíná 14.-20. den těhotenství.

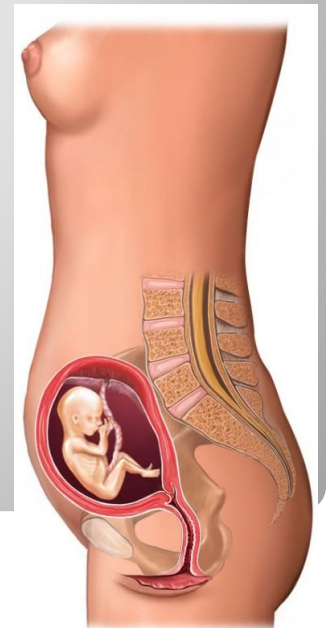
**1. období mezoblastové:** (mezoderm je střední zárodečný list u časně fáze lidského zárodku)

krevní ostrůvky - buňky se tvoří nejprve ve stěně **žloutkového váčku** (extraembryonálně), později v mezenchymovém pojivu embrya

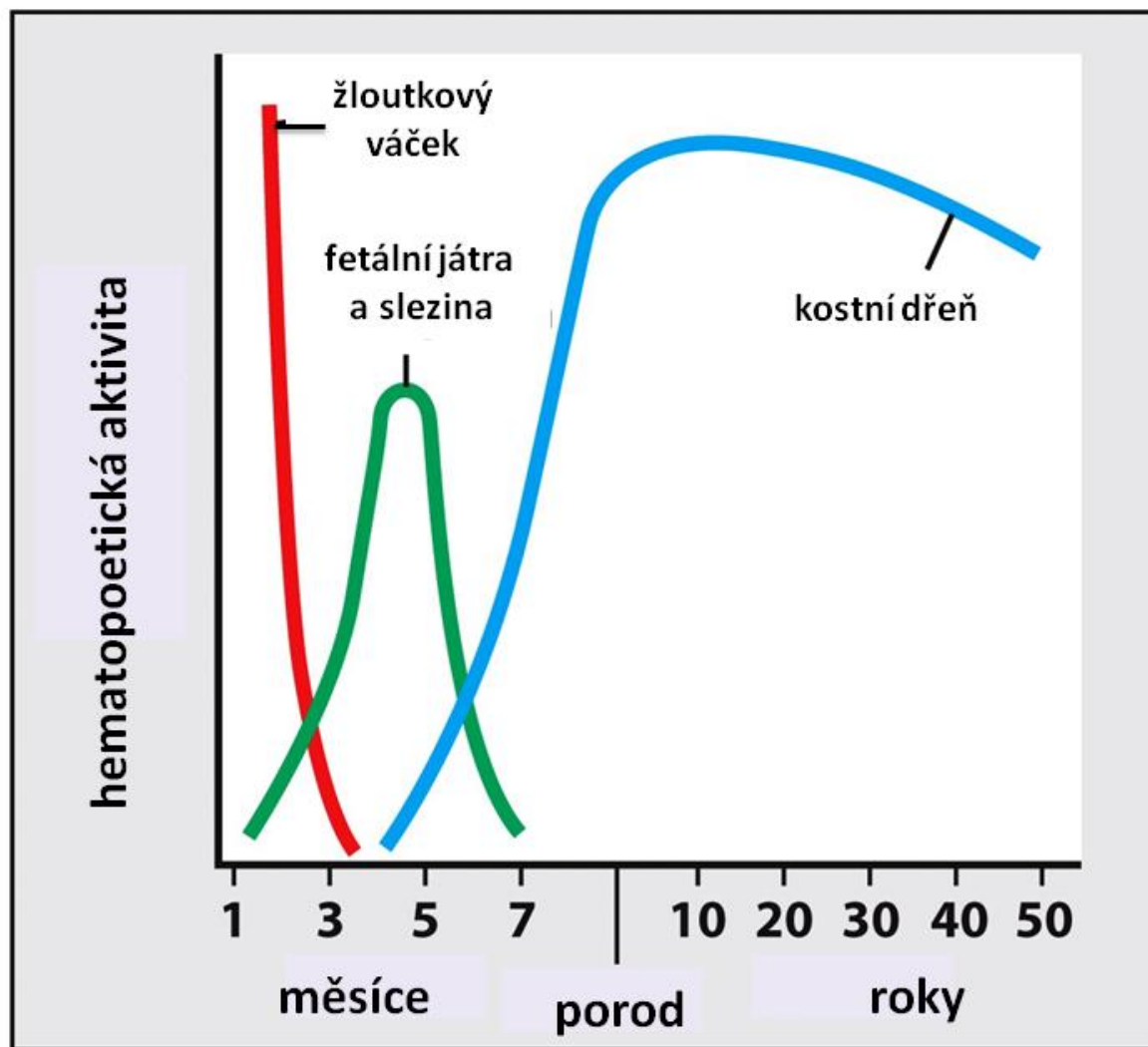
**2. období hepatolienální od 6. týdne,** 12. týden vrcholí  
7. měsíci ustává krvetvorba **v játrech a slezině** a po porodu probíhá krvetvorba pouze v kostní dřeni.

**3. období dřeňové krvetvorby**

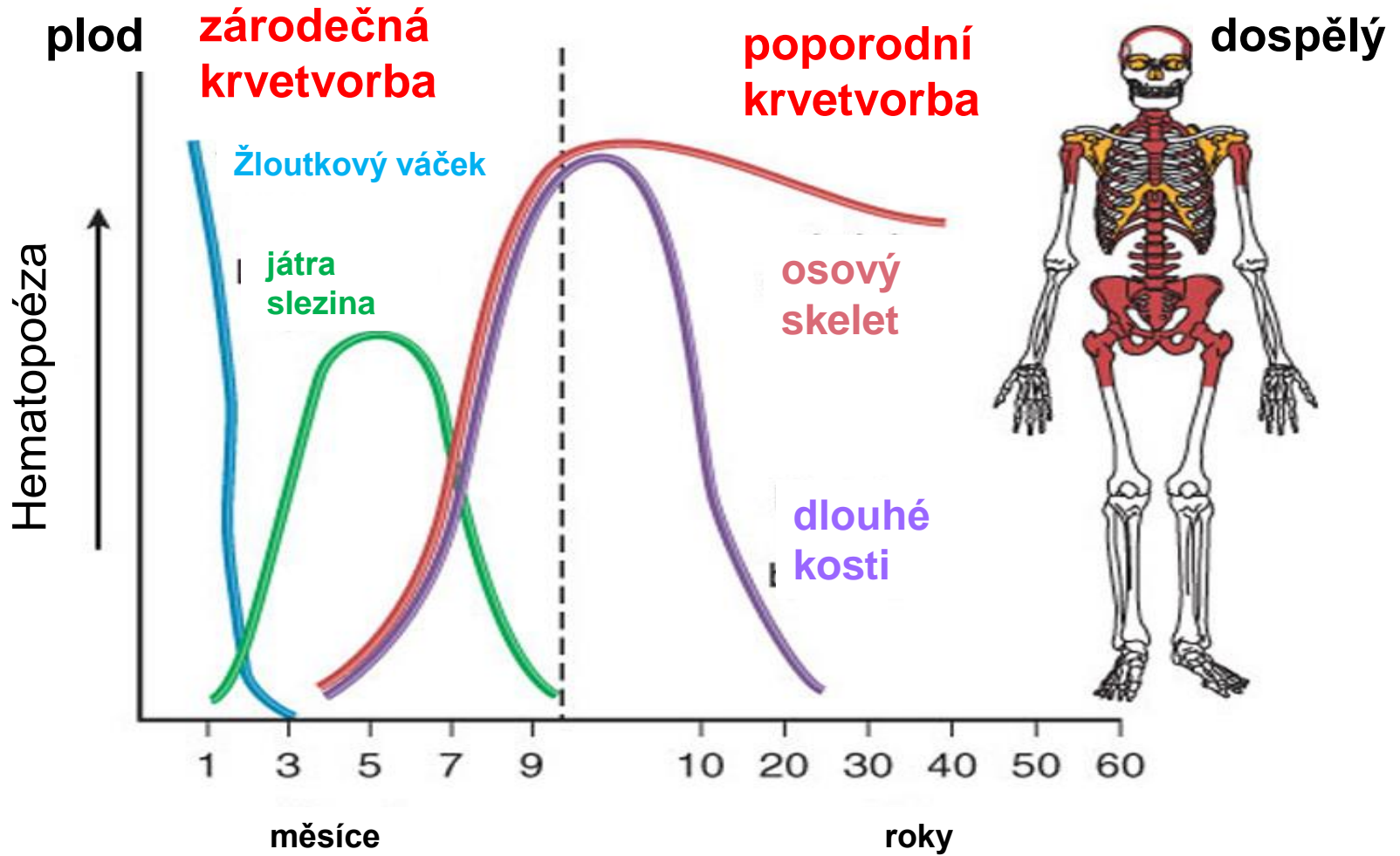
od 10. týdne intrauterinního vývoje, po narození zcela nahradí krvetvornou činnost jiných orgánů.



# Hematopoeza - krvetvorba



# Hematopoeza - krvetvorba



# Krvetvorné orgány

**Primární lymfoidní orgány**

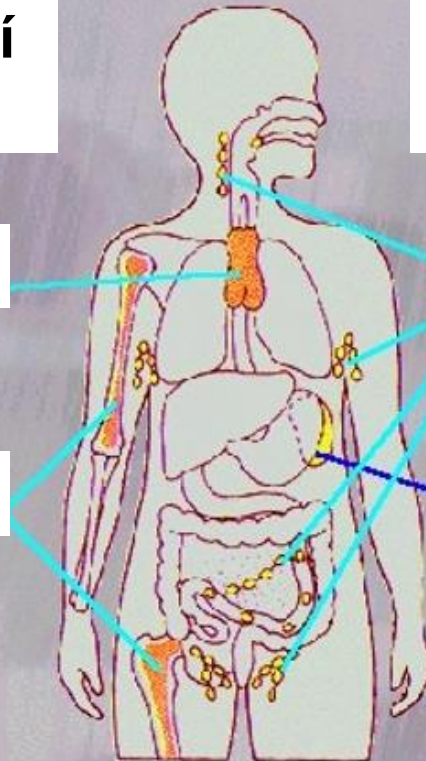
thymus (brzlík)

**kostní dřeň**

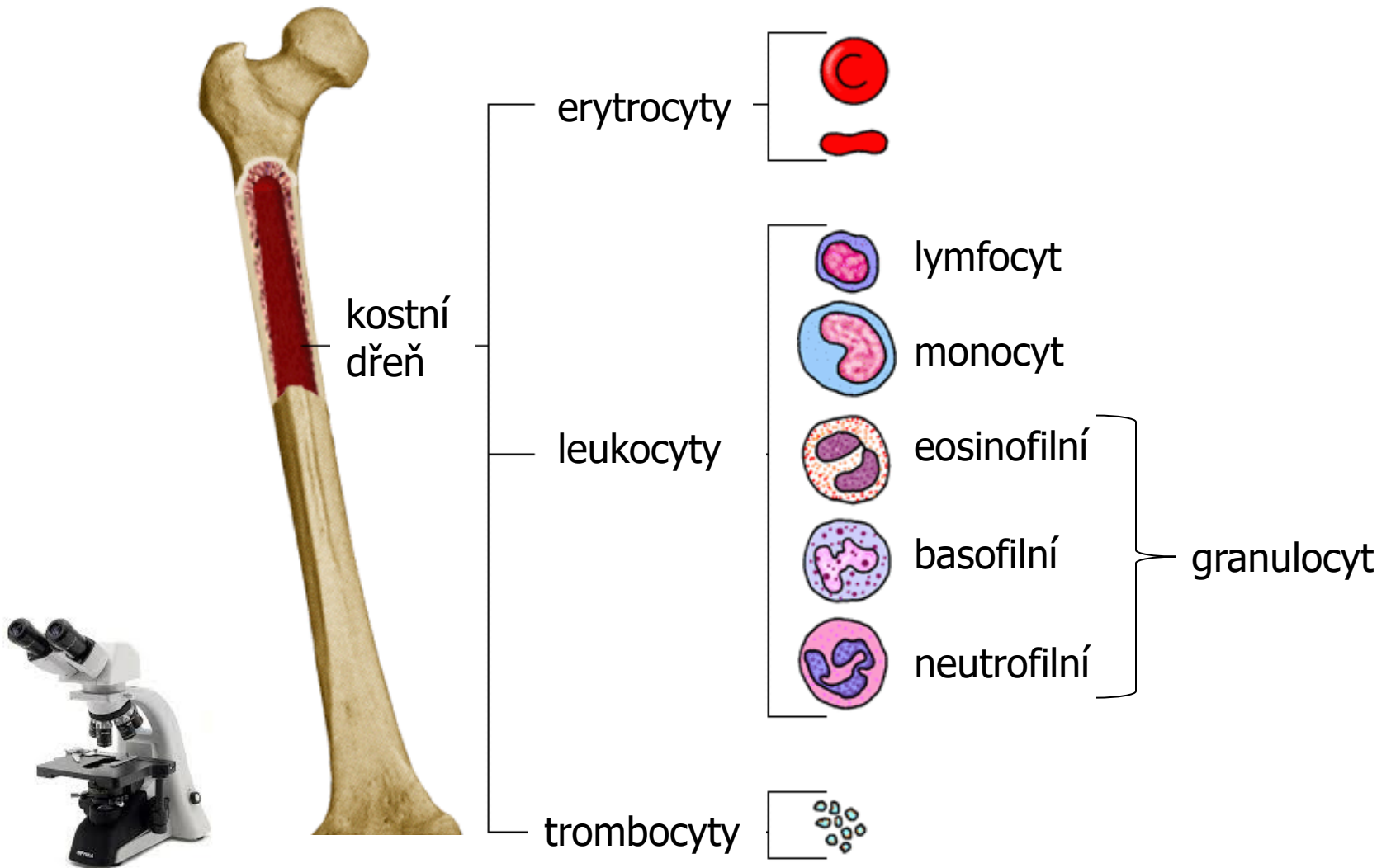
**Sekundární lymfoidní orgány**

**lymfatické uzliny**

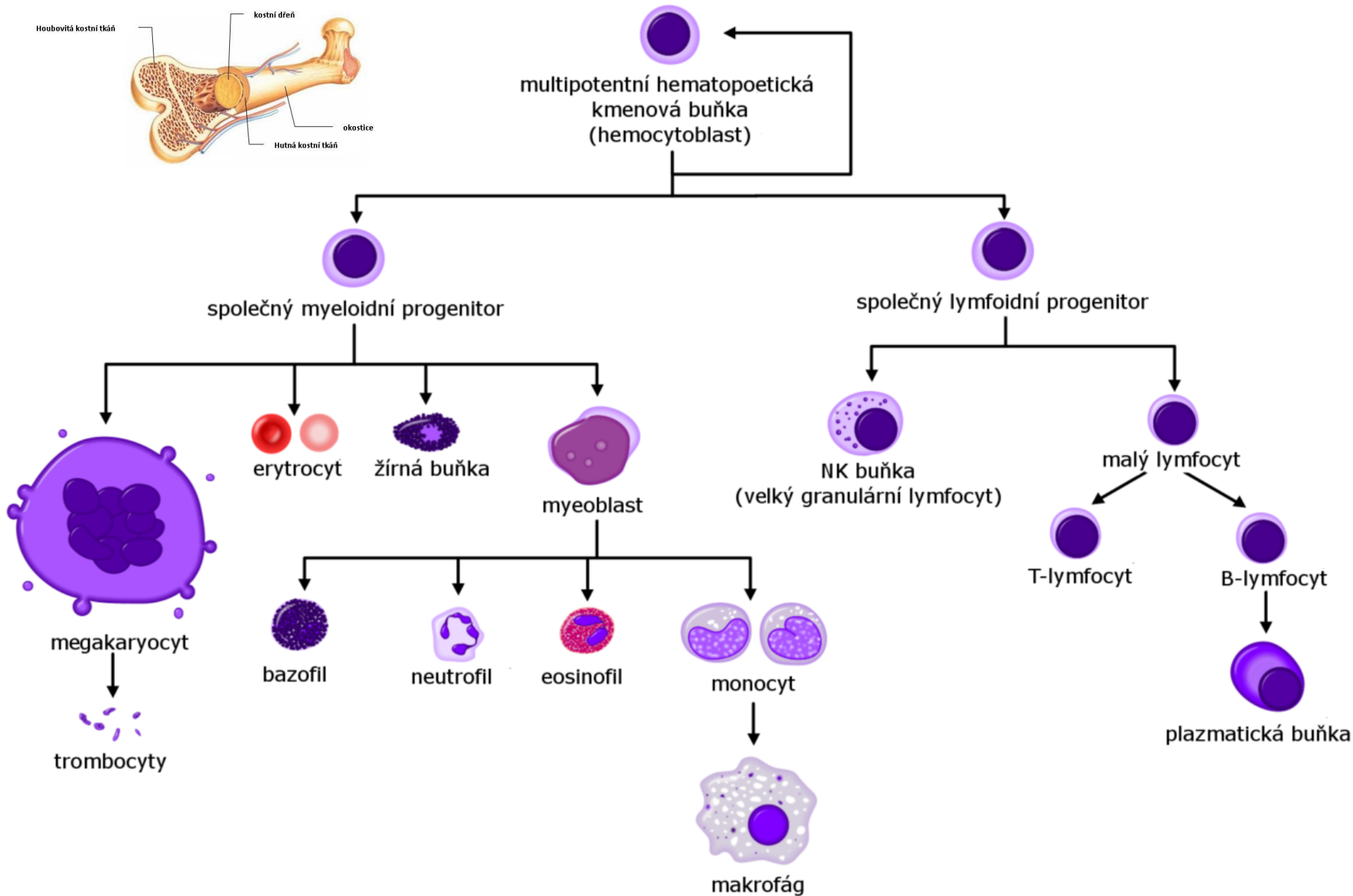
**slezina**



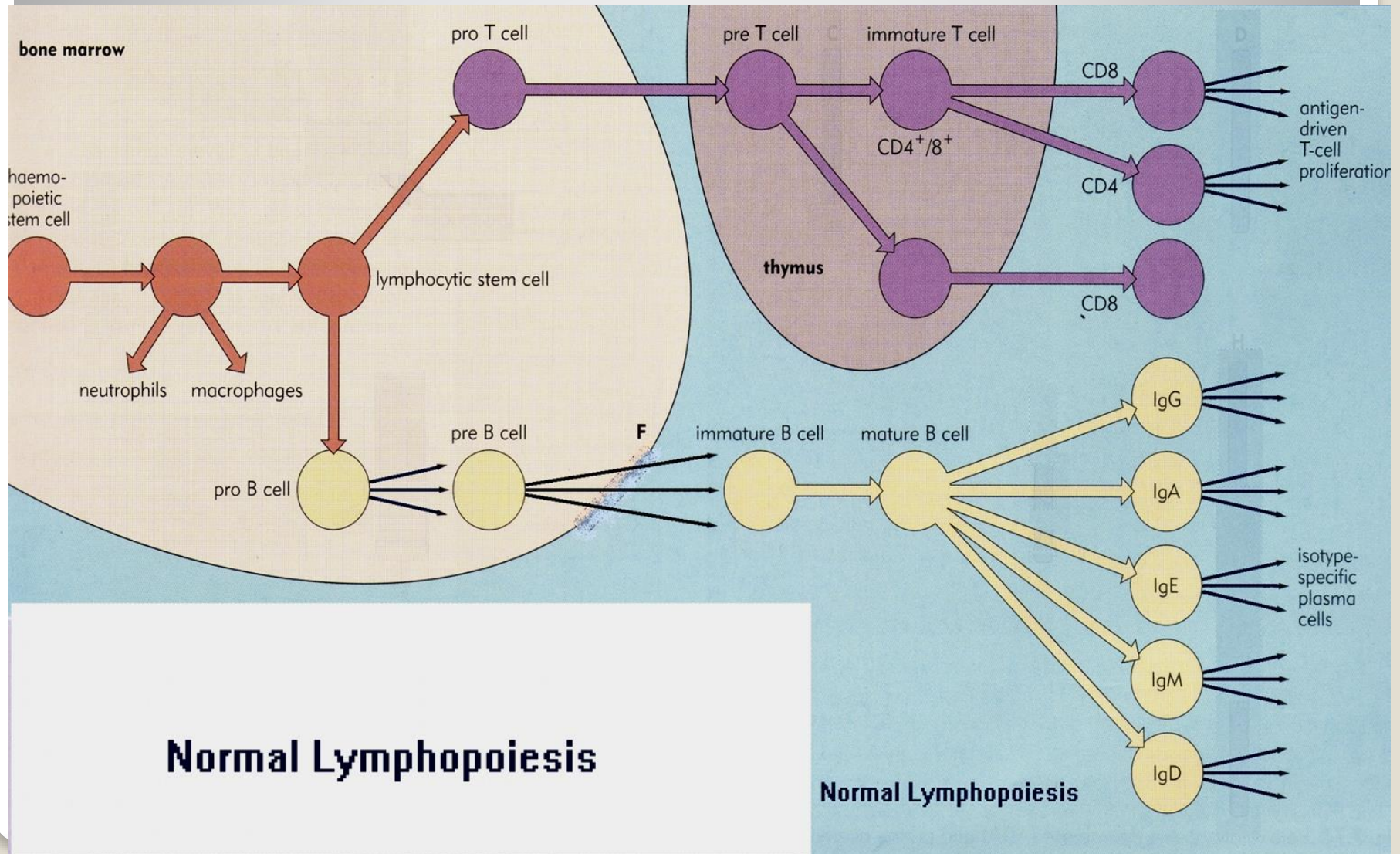
# Vznik a vývoj krvinek v kostí dřeni



# Vznik a vývoj krvinek v kostí dření



# Lymphopoeza

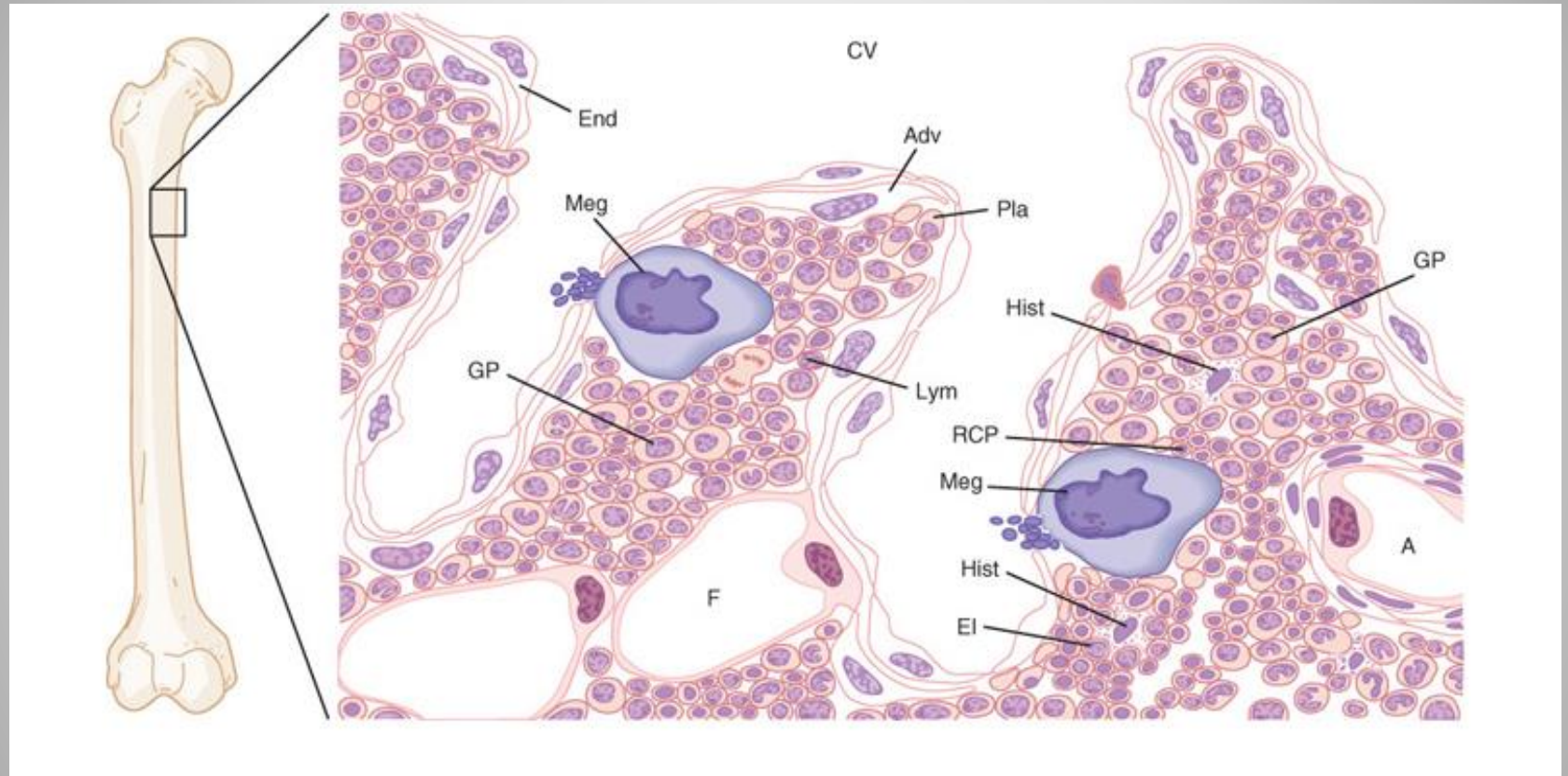


Normal Lymphopoiesis

Normal Lymphopoiesis



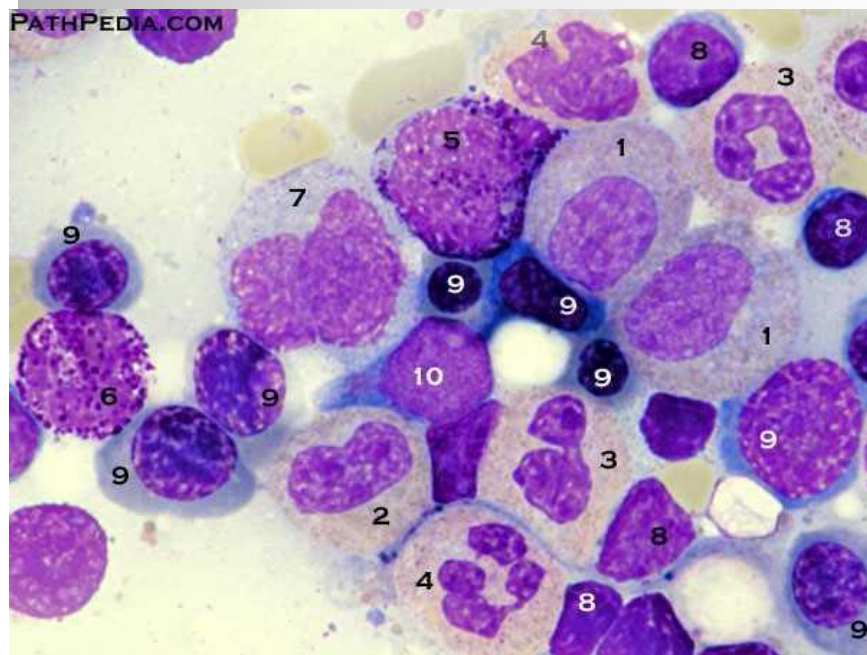
# Struktura kostní dřeně



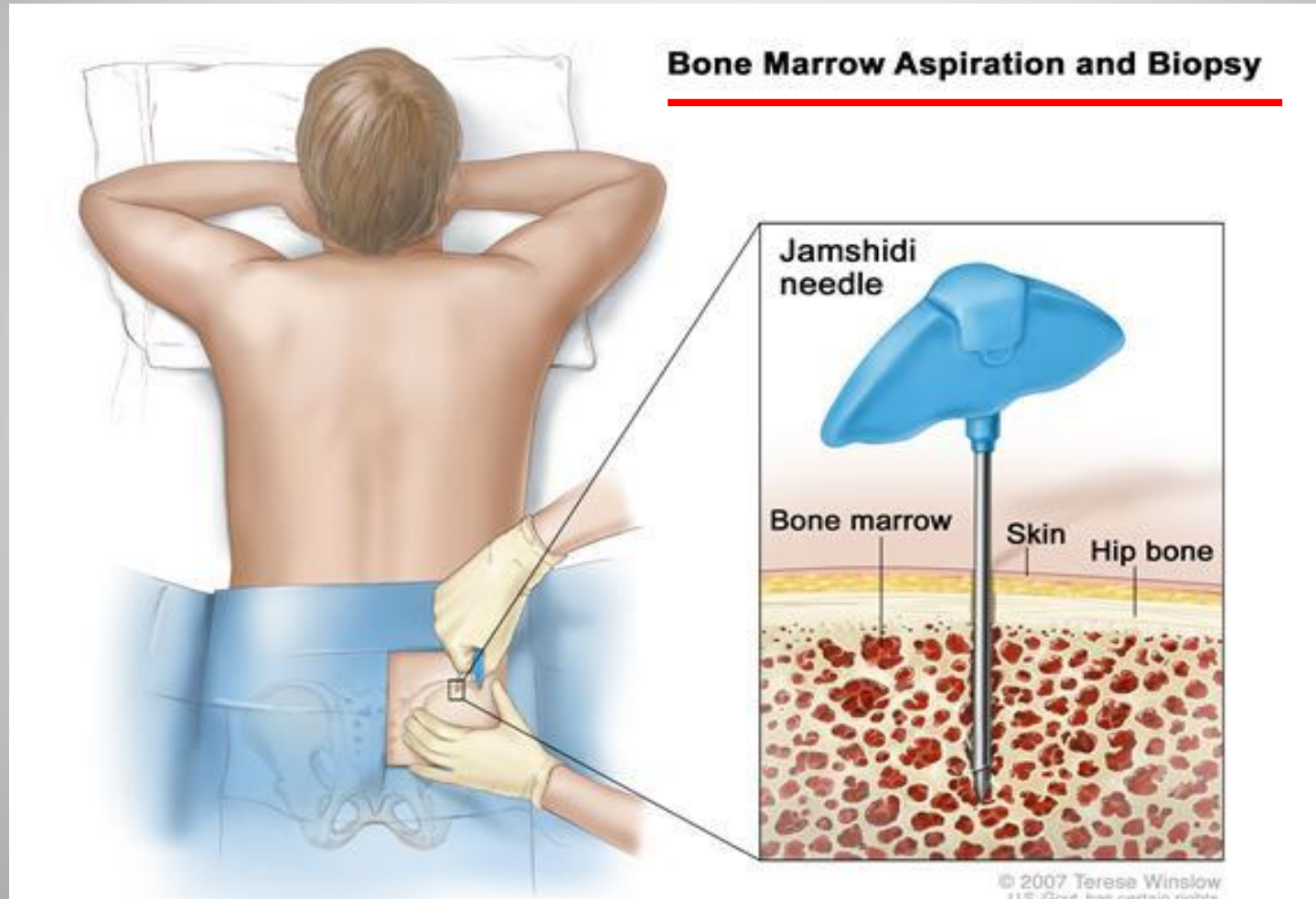
# Kostní dřeň

- Aspirát(nasátí)kostní dřeně:
- **cytologie – vyšetření buněk**

Biopsie kostní dřeně:  
**histologie – vyš. tkáně**



- a/ Trepanobiopsie - histologické vyšetření kostní dřeně**  
**b/ Aspirační punkce kostní dřeně - cytologické vyšetření**



## Ad 2/ Vyšetření kostní dřeně

**a/ Trepanobiopsie**

- histologické vyšetření

**b/ Aspirační punkce**

- cytologické vyšetření

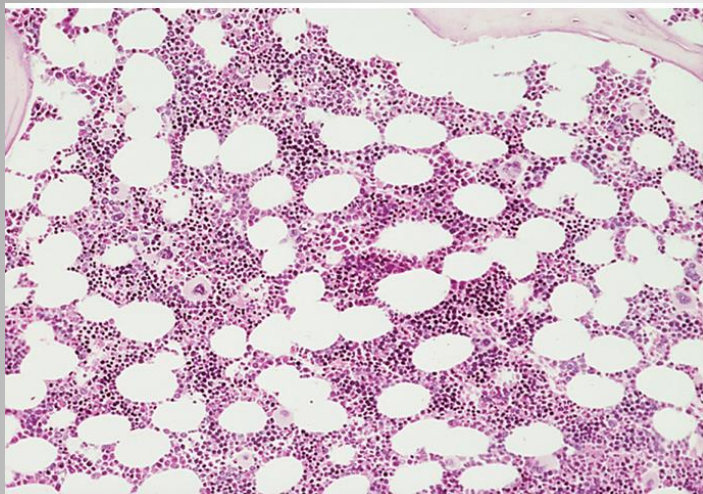
**b/1** při  
trepanobiopsii



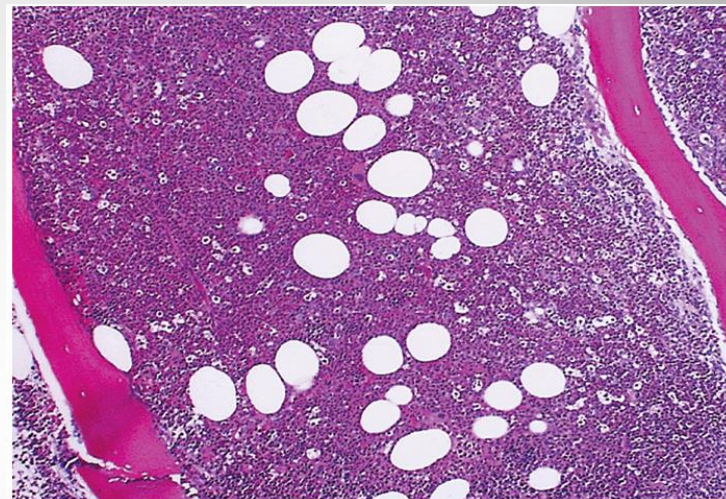
**b/2** aspirace ze  
sternální kosti



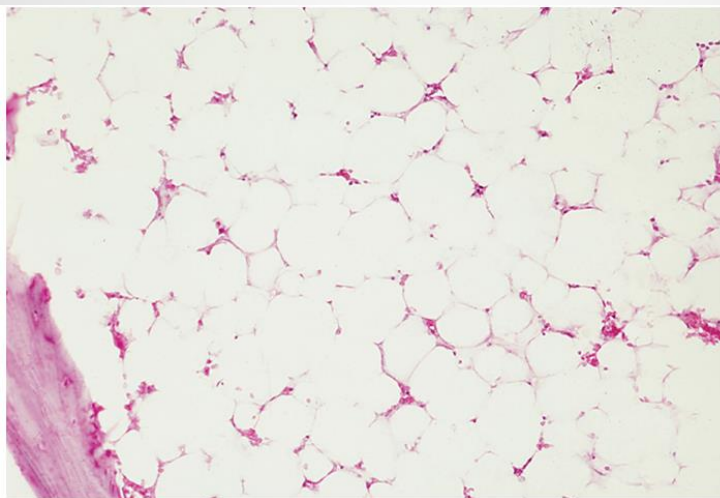
# Kostní dřeň - trepanobiopsie



Normální

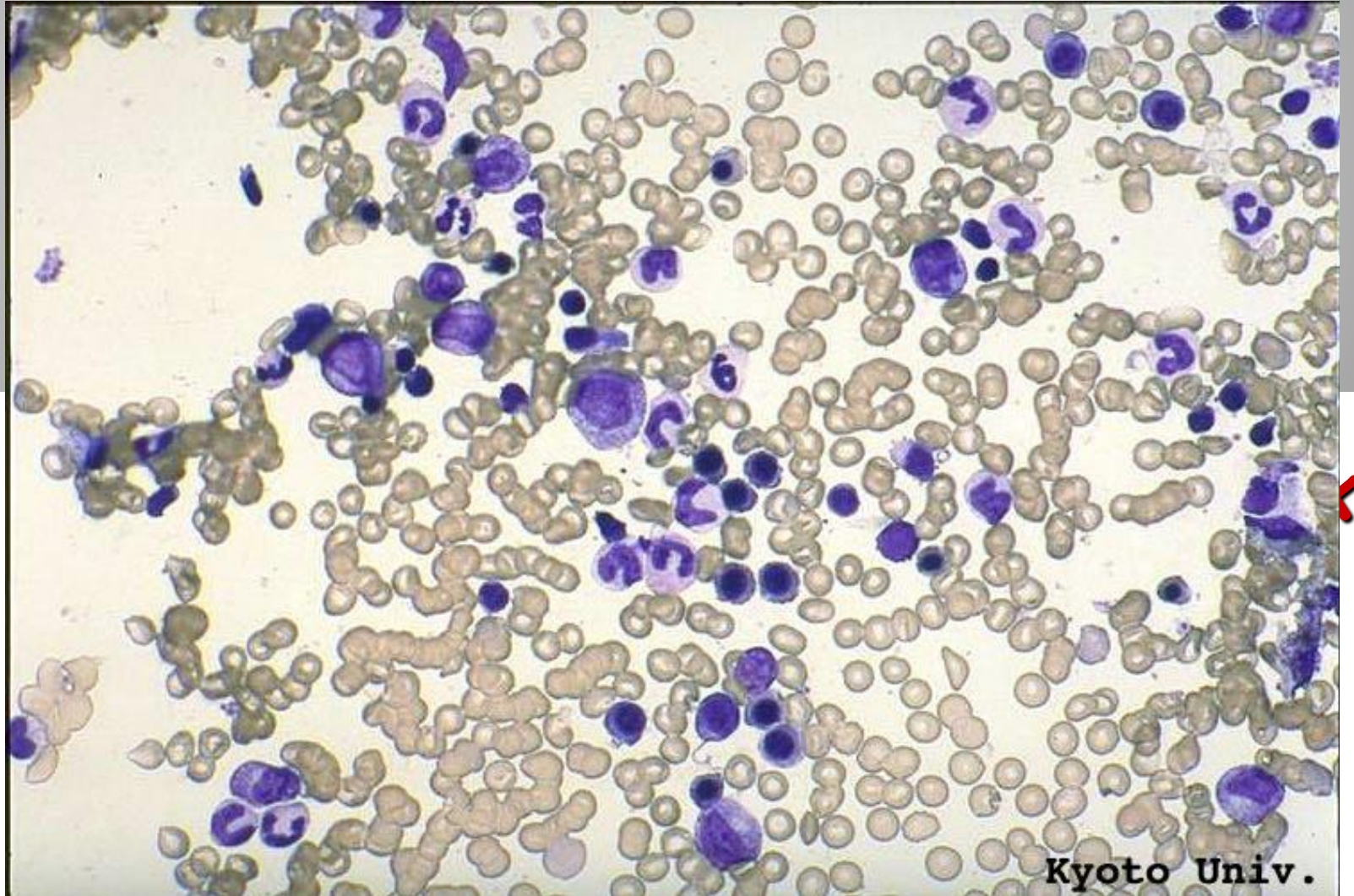


Hyperplastická  
(nadměrně buněčná)



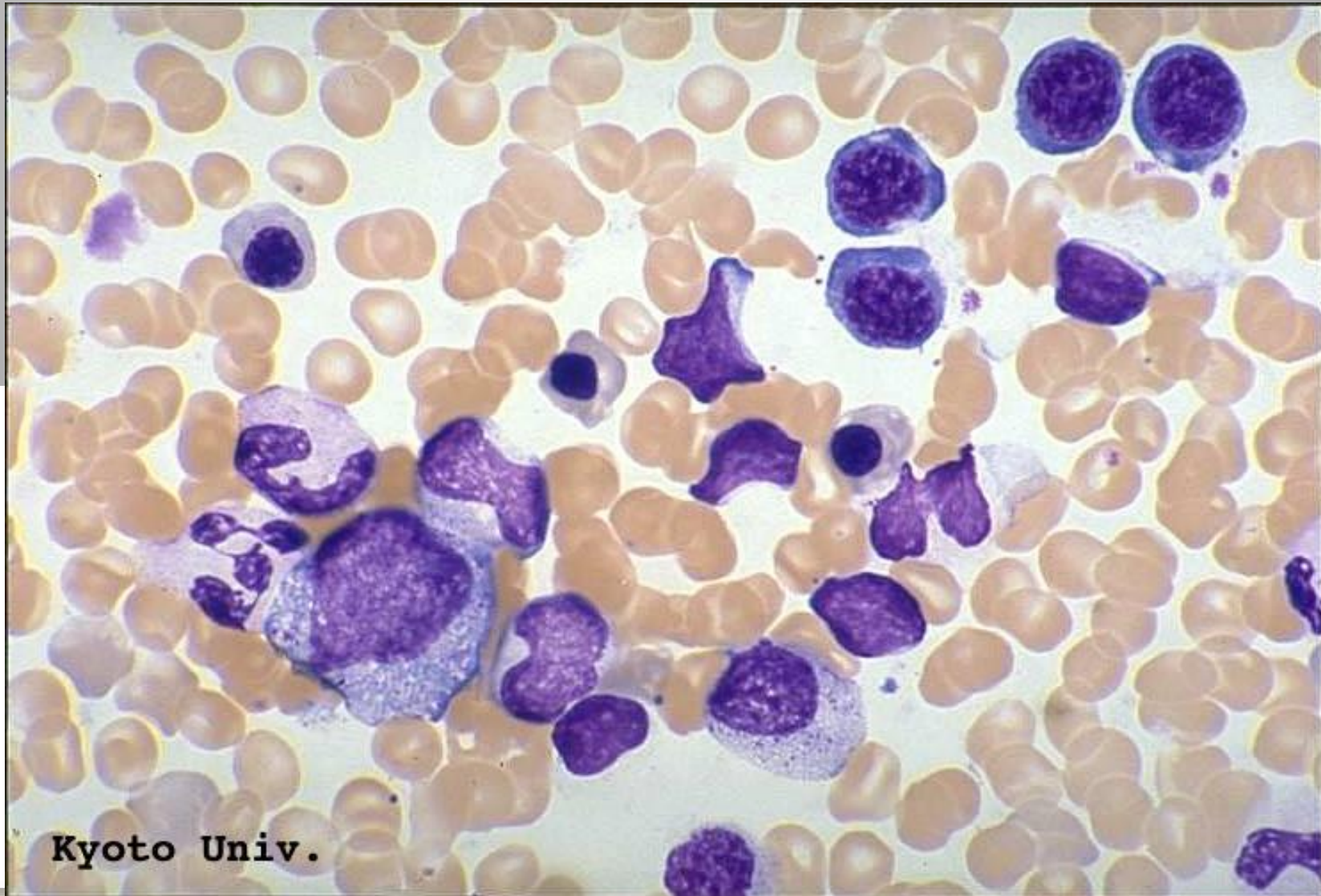
Hypoplastická  
(málo buněčná)

# Kostní dřeň – nátěr 400x



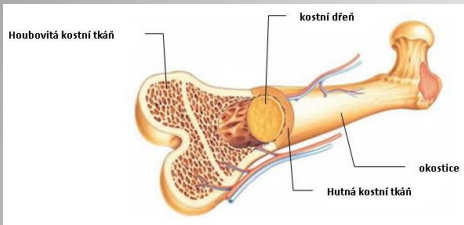
Kyoto Univ.

# Kostní dřeň – nátěr 1000x

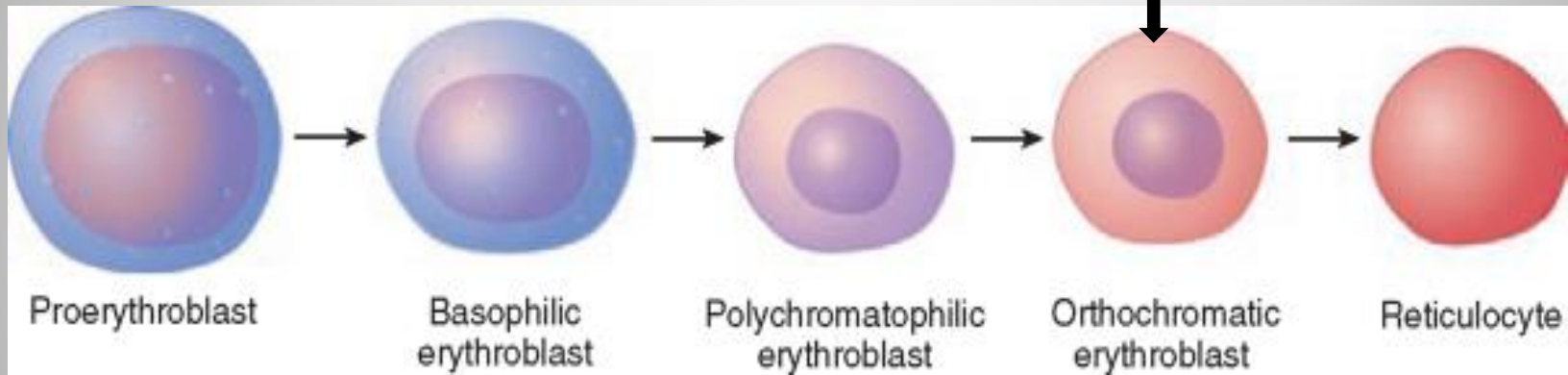


Kyoto Univ.

# Erythropoéza - vývoj erytrocytu



Expulse (vypuzení) jádra



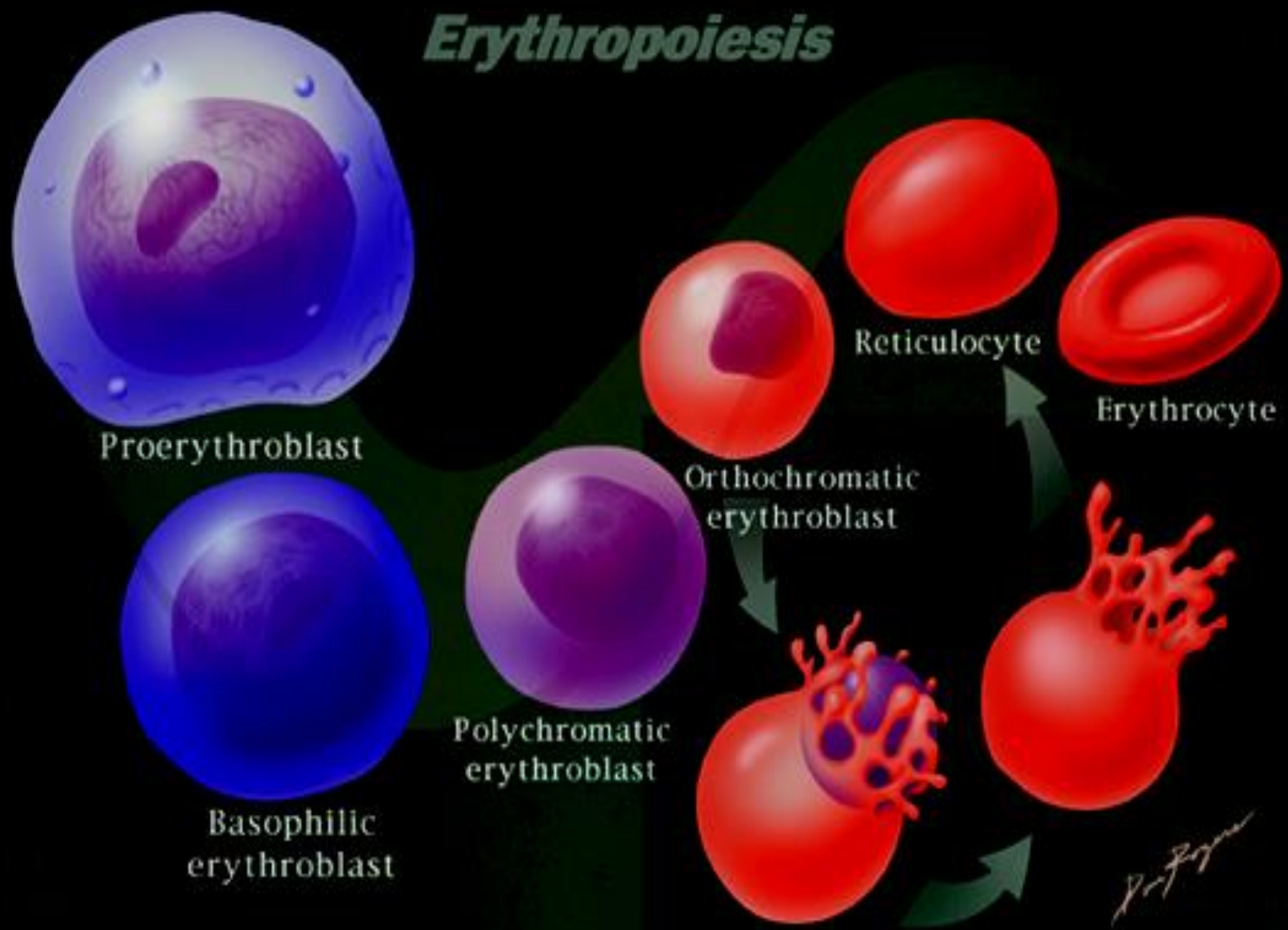
Proerythroblast	Bazofilní erythroblast	Polychromatofilní erythroblast	Ortochromní erythroblast	Retikulocyt
-----------------	------------------------	--------------------------------	--------------------------	-------------



Erytrocyt

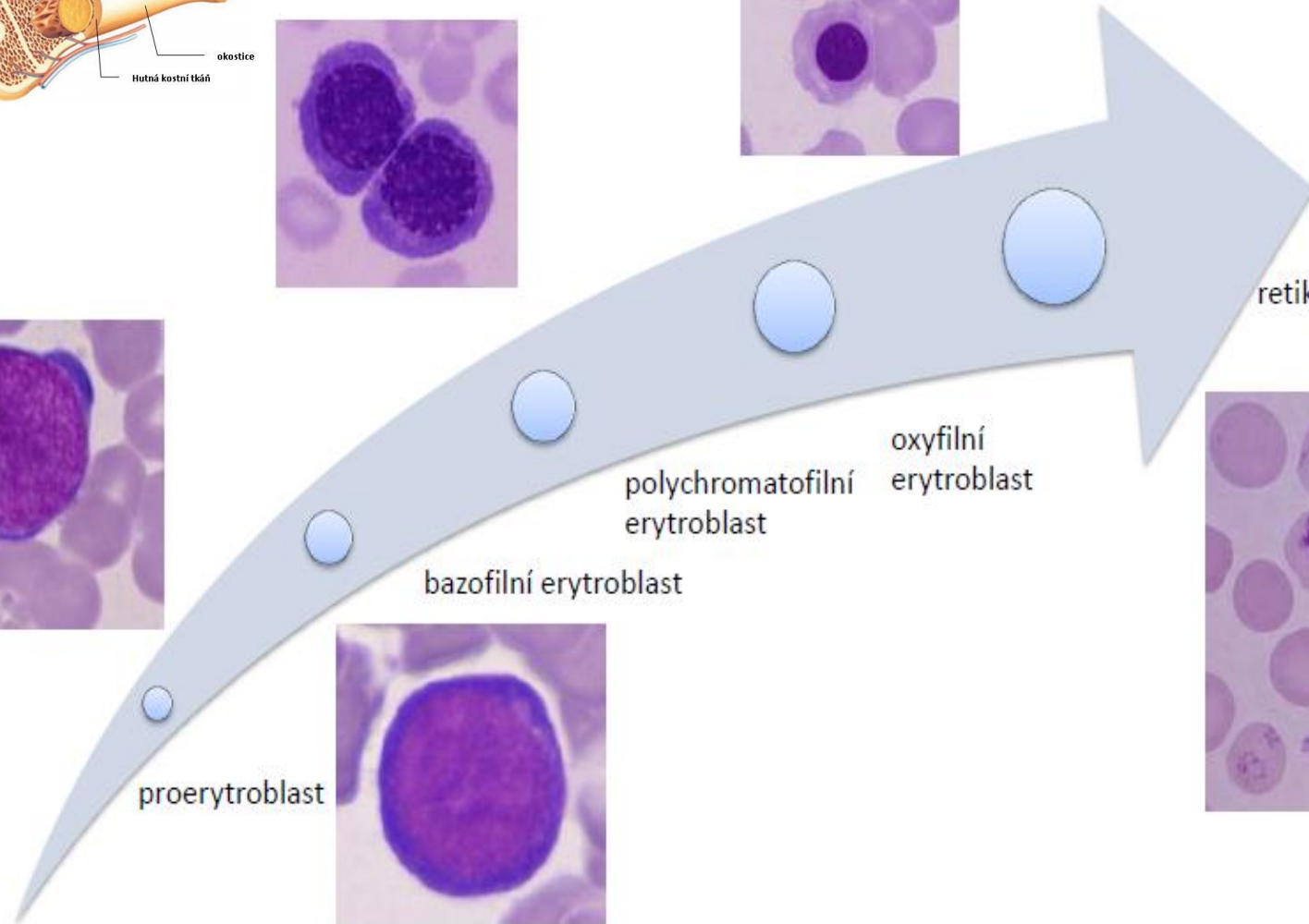
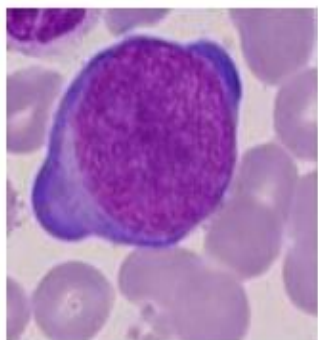
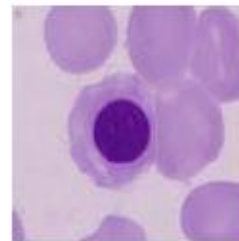
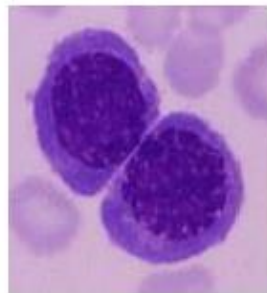
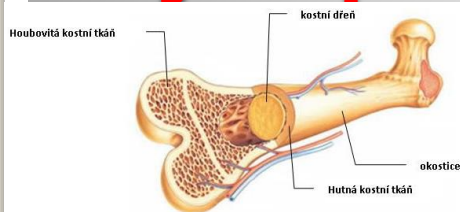


# Erythropoiesis



*Dr. P. P. P.*

# Erytropoéza - vývoj erythrocytu



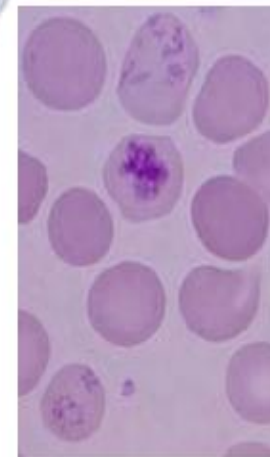
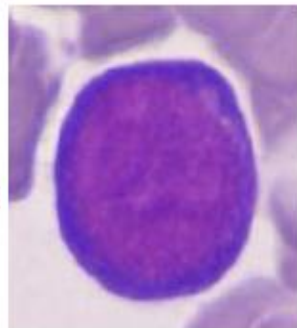
proerythroblast

bazofilní erythroblast

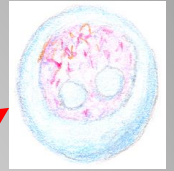
polychromatofilní erythroblast

oxyfilní erythroblast

retikuloct

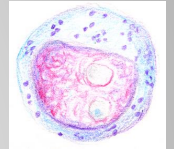


# Granulopoéza - vývoj bílých krvinek - granulocytů

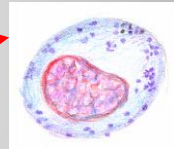


**Granulocyty** vznikají z prekursorových buněk, **myeloblastů**.

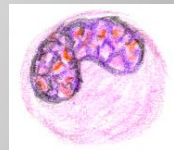
- během diferenciacce granulocytů jsou syntetizována **specifická granula**.



- U **myelocytů** již můžeme rozlišit typ vznikajícího granulocytu (neutrofilní, basofilní, eosinofilní).



- **metamyelocyt** se již dále nedělí a dozrává



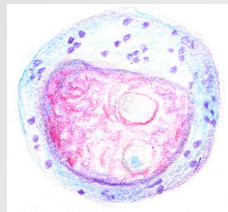
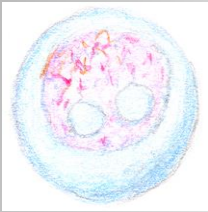
v granulocyty = zralá bílá krvinka (tyč..segment)



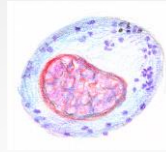
# Granulopoéza

**myeloblast**

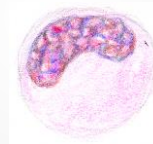
**promyelocyt**



neutrofilní  
raný



pozdní

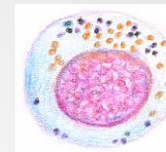


zralý eo

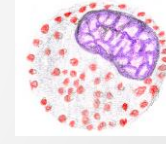


**myelocyt**

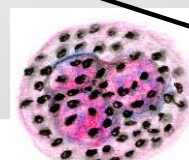
eosinofilní  
raný



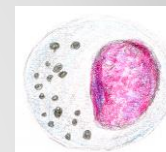
pozdní



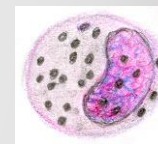
bazo



bazofilní  
raný



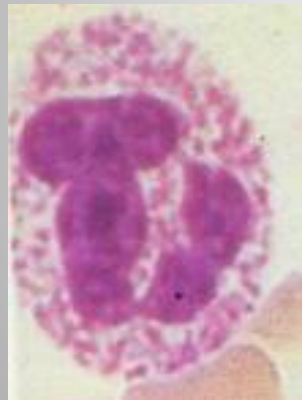
pozdní



neutrofil



**zrání**



**Zralý neutrofil - segment**

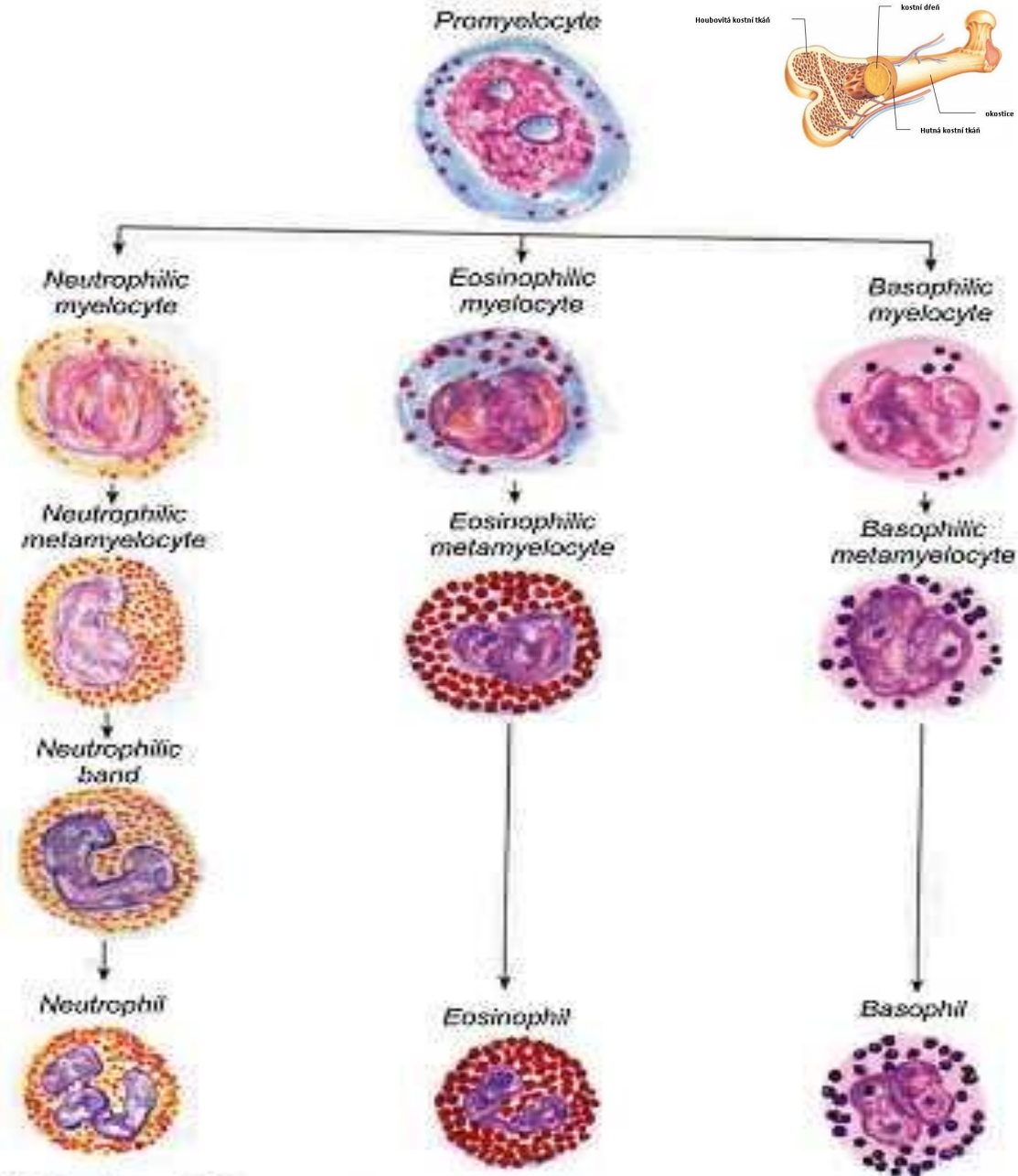
**metamyelocyt**



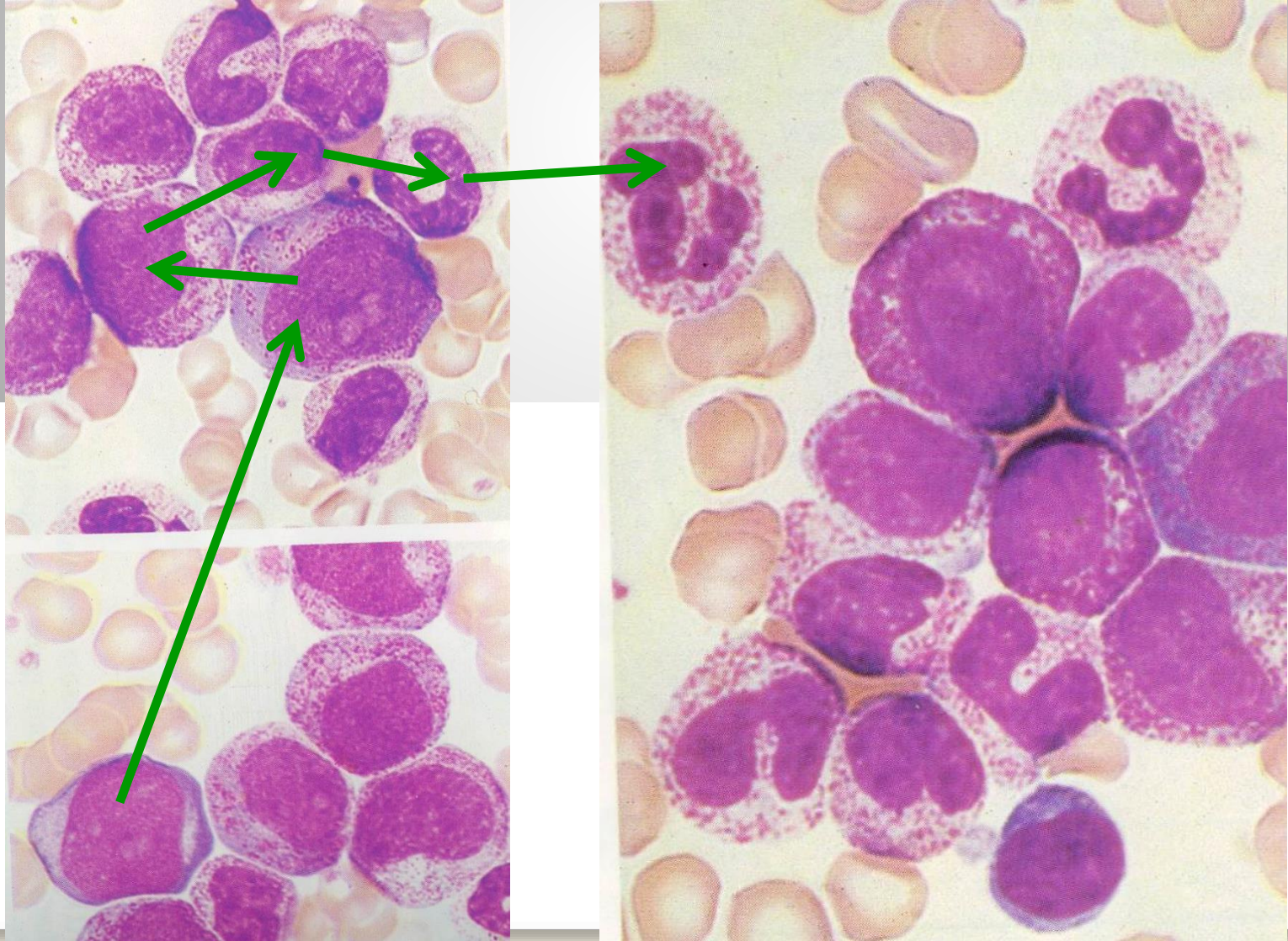
**tyčka**



# Vývoj a zrání granulocyty

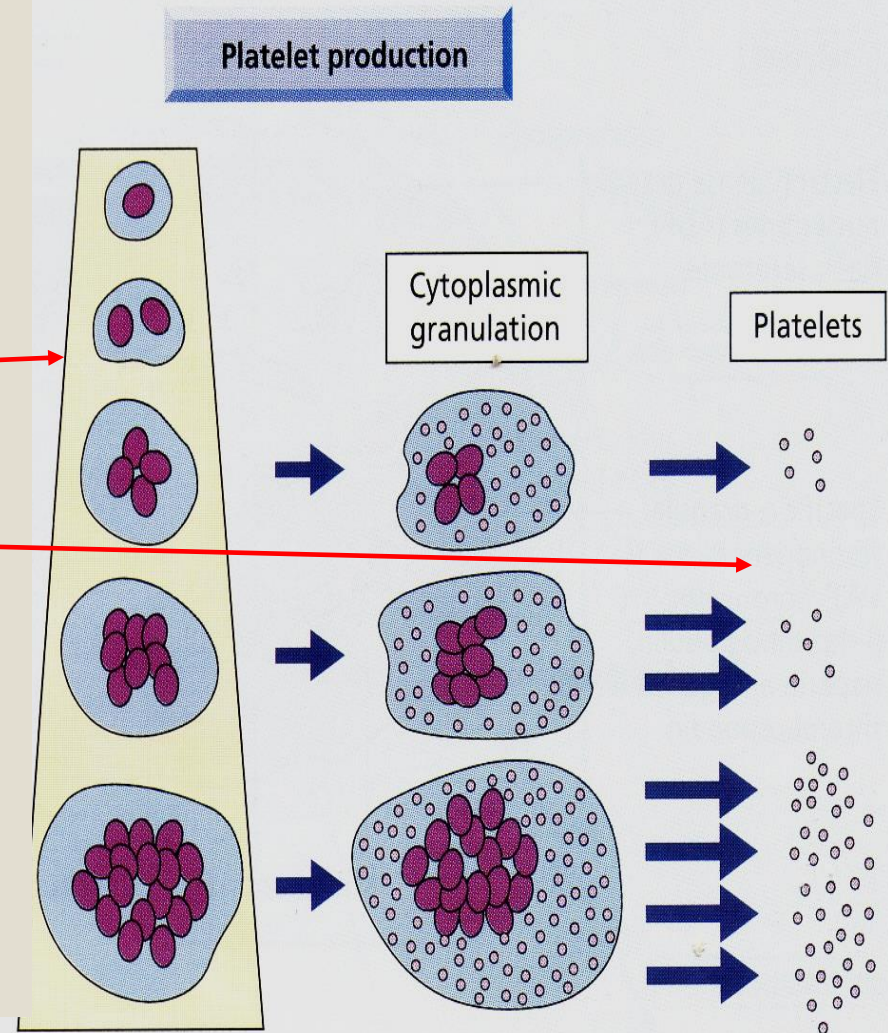


# Granulopoéza - vývoj granulocytů



# Trombopoéza - vývoj krevních destiček

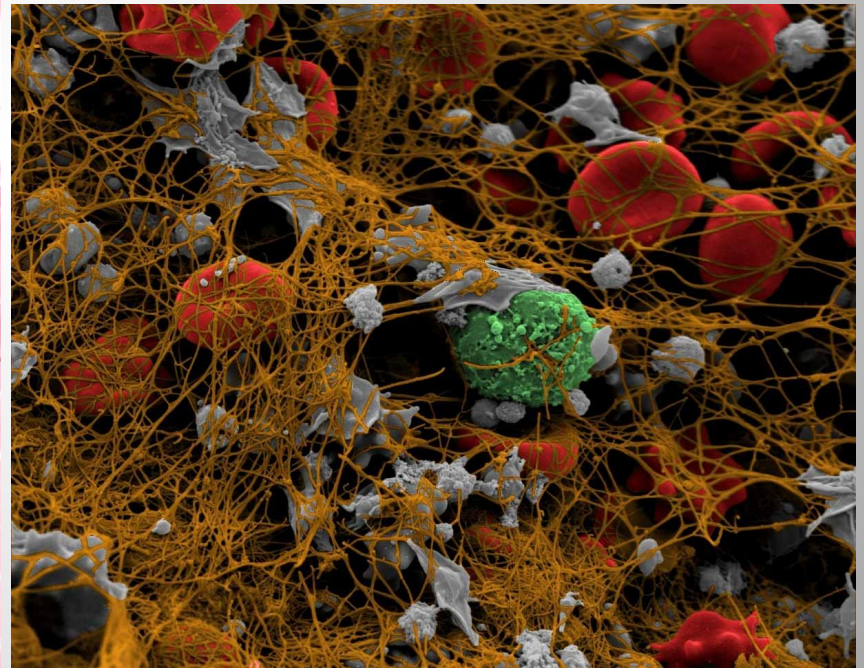
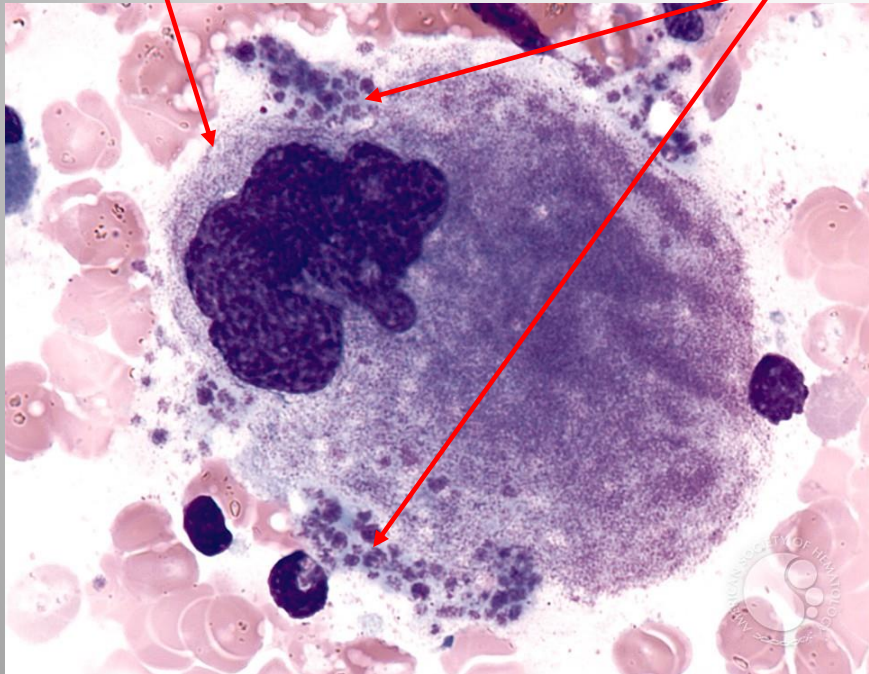
- hlavní role v primární hemostáze (srážení krve)
- délka života 7-10 dní
- megakaryocyty procházejí endomitotickým dělením
- Následuje odštěpování destiček
- 1/3 je ve slezině



# Trombopoéza - vývoj krevních destiček

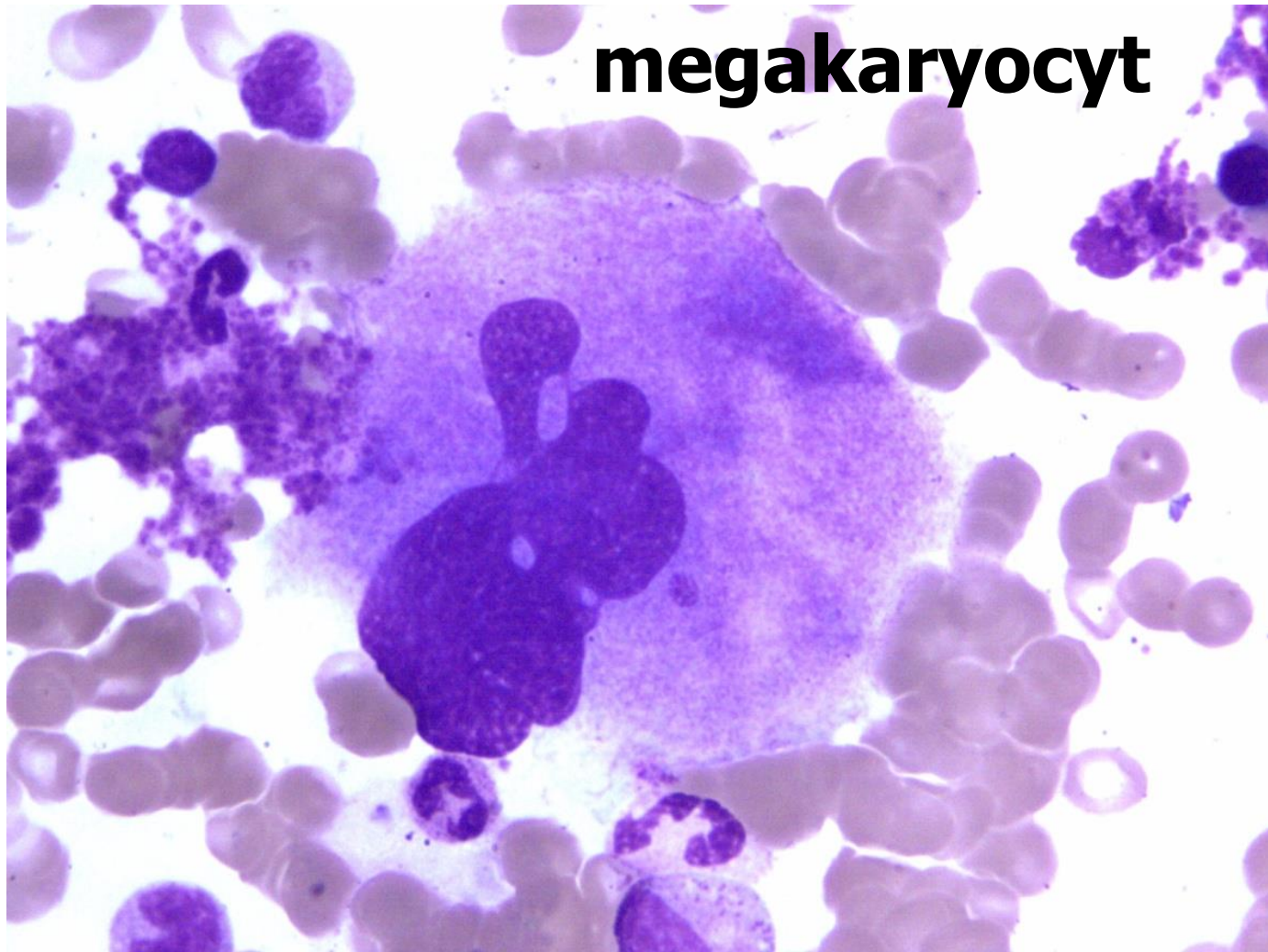
megakaryoblast -

- megakaryocyt (mgc) mnohojaderná gigantická buňka
- trombocyty (odštěpují se z mgc)

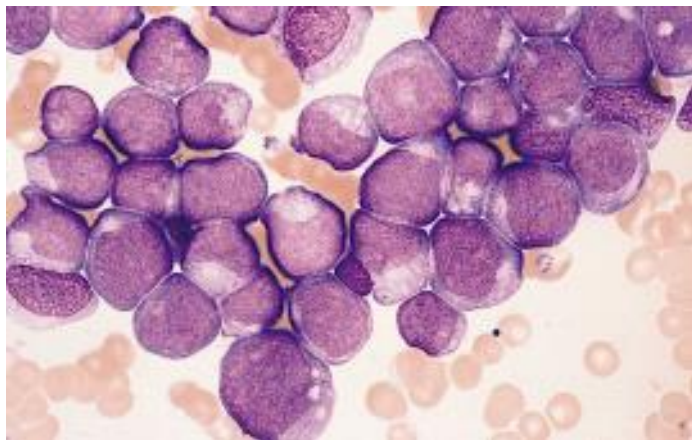




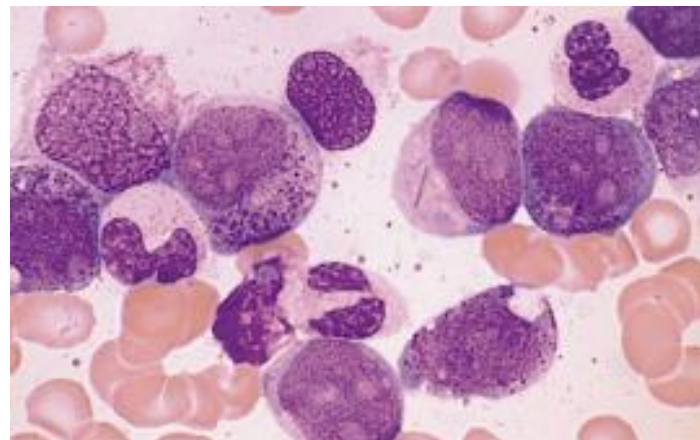
# Trombopoéza - vývoj krevních destiček



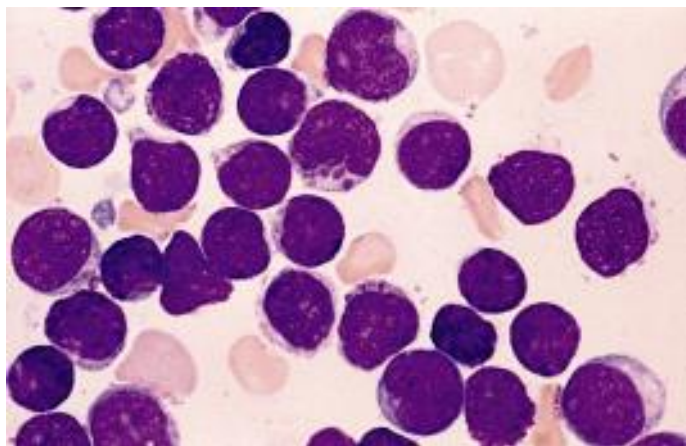
# Příklady krevních chorob – krevní buňky



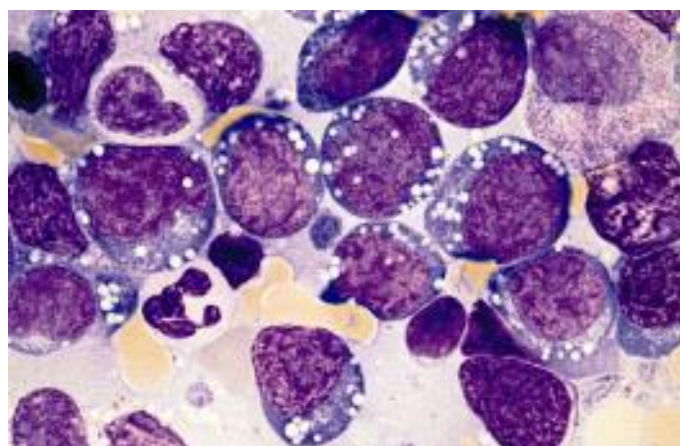
AML (M1)



AML (M2)

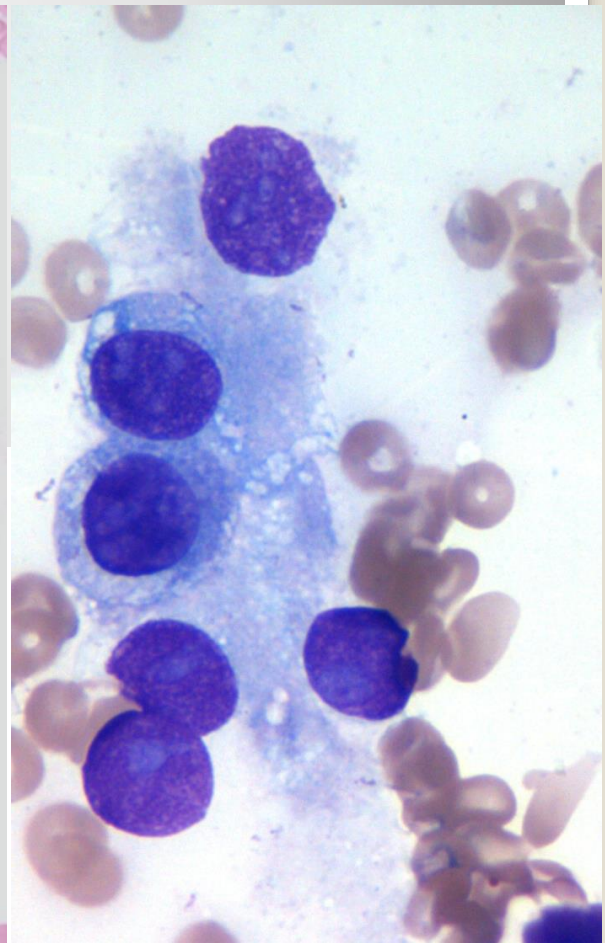
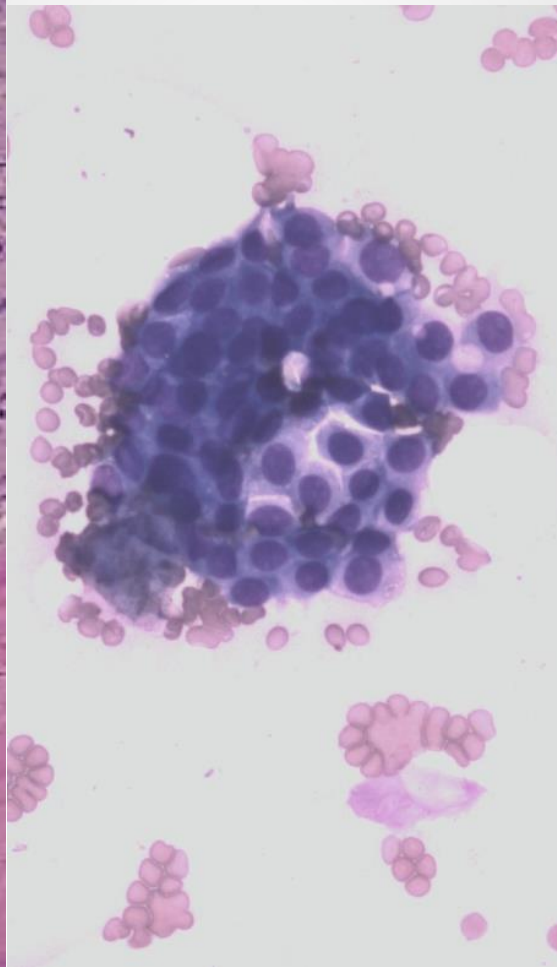
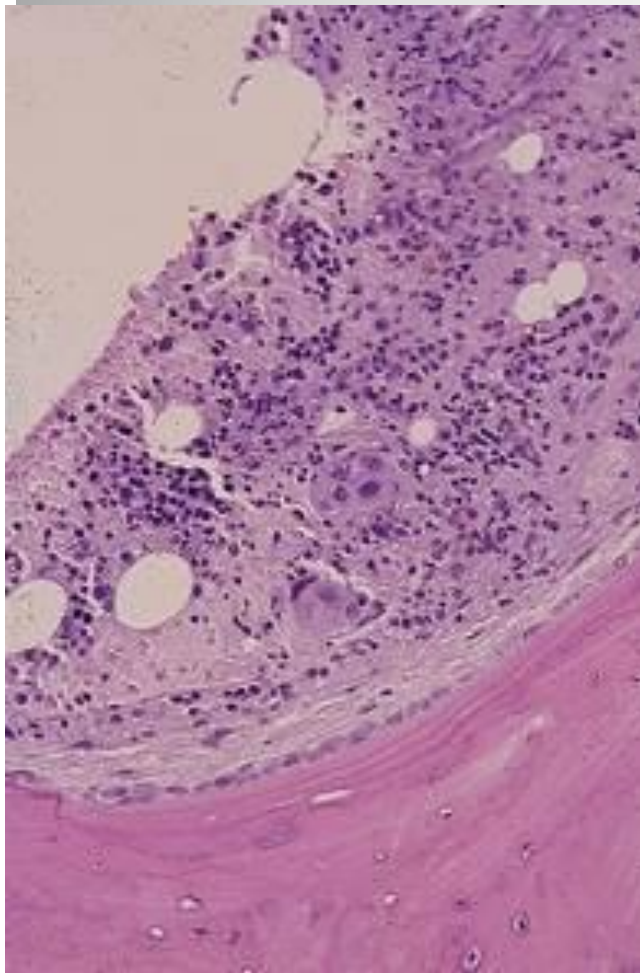


Pre-B ALL (L1)



„zralá“ B-ALL (L3)

# Infiltrace kostní dřeně – trsy karcinomových buněk



# Co to je hematologie?



# **Závěrečné shrnutí**

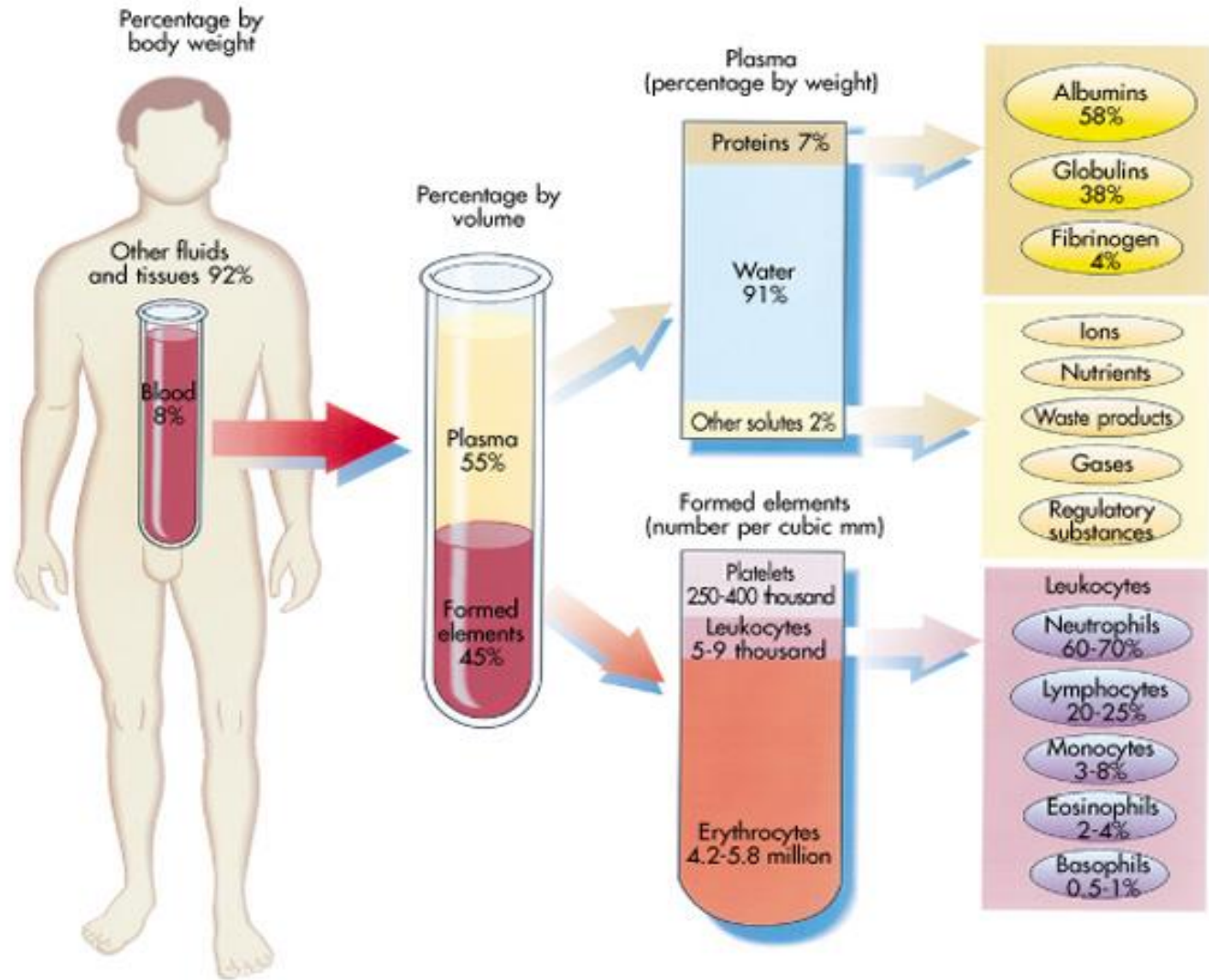
# Co to je hematologie?

- **Hematologie je nauka o krvi**, její název je odvozen z řeckých slov haima (krev) a logos (slovo). Zabývá se krví, krvetvornými orgány a krvetvorbou a to za
  - normálních (fyziologických) a
  - chorobných (patologických) stavů organismu.
- Hematologie je multidisciplinárním oborem a významně zasahuje i do ostatních oblastí medicíny

# Co to je hematologie?

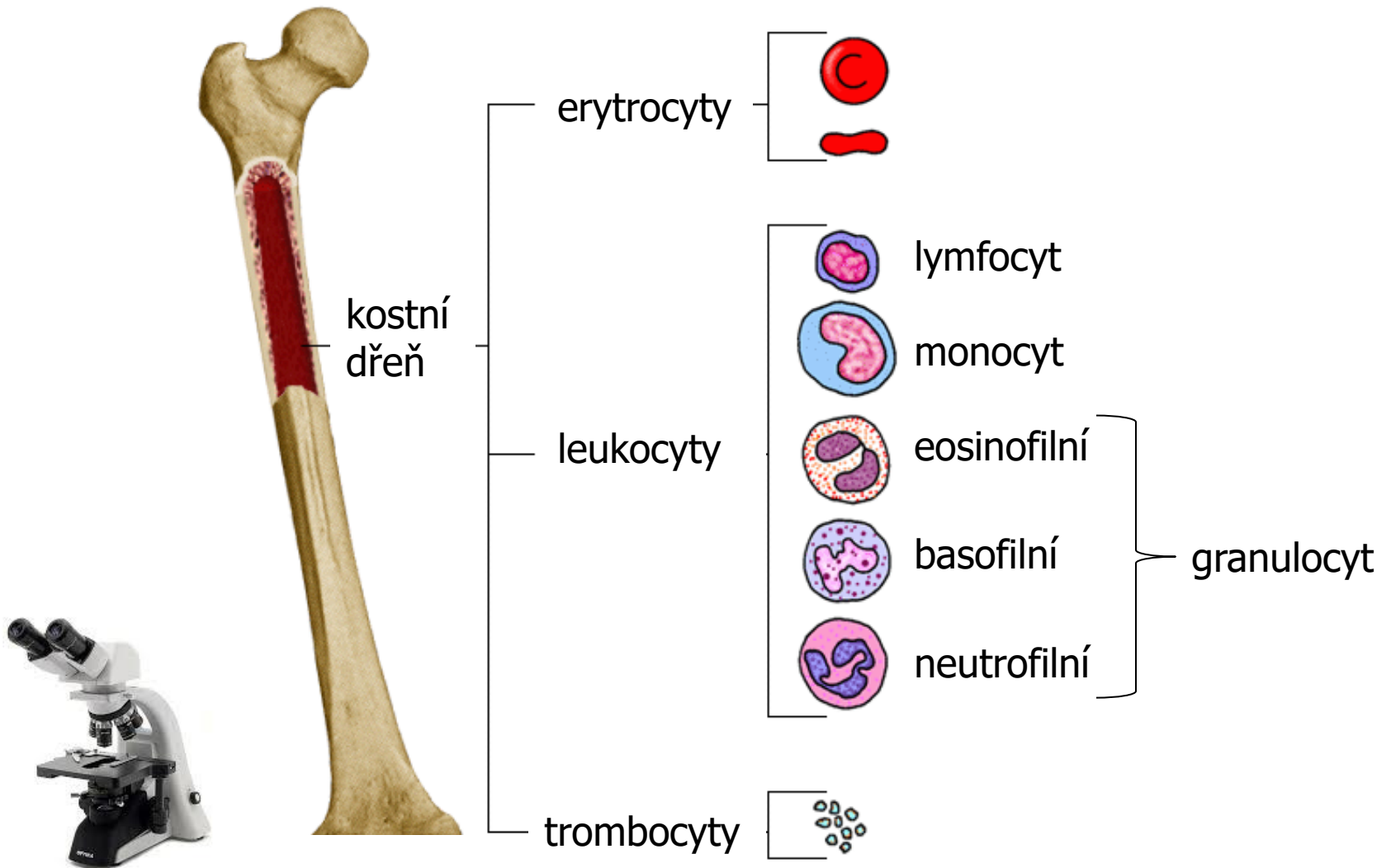
- Hematologie
- - **primárně studuje krevní elementy**
- - **změny krvinek**
  - - jsou nejčastěji druhotným projevem nemoci a nikoli prvotní krevní chorobou
  - - často jsou první známkou choroby (infekce..)
  - - proto laboratorní vyšetření krve patří mezi základní

# Složení krve





# Vznik a vývoj krvinek v kostí dřeni



# Složení a funkce krve: erytrocyty

- **Funkce erytrocytů**

- Transport výživných látek z trávicího traktu
- **Transport  $O_2$  z plic do tkání**
- **Transport  $CO_2$  z tkání do plic**
- Transport odpadových látek metabolismu
- Transport hormonů
- Distribuce tepla v organismu
- Spoluúčast na regulaci acido-basické rovnováhy (ABR)
- **Hemoglobin:** výměna plynů, ABR

# Složení a funkce krve: **leukocyty**

## **Druhy bílých krvinek, leukocytů** **(WBC- White Blood Cells):**

### Granulocyty

Neutrofilní

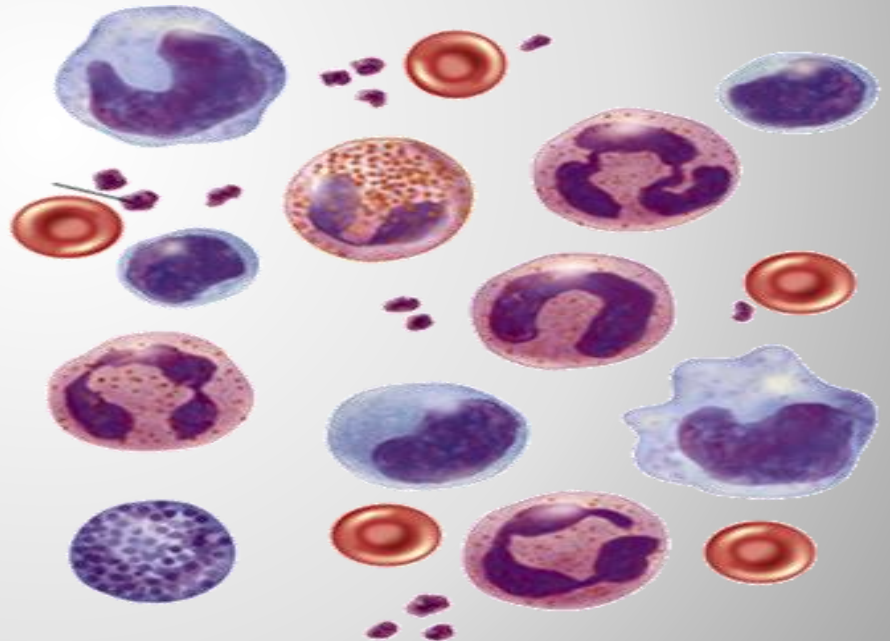
Eosinofilní

Basofilní

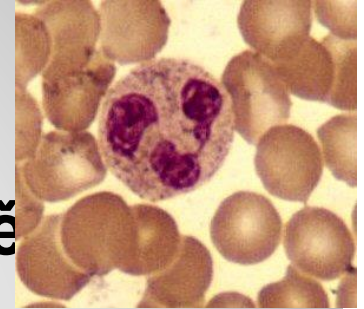
### Agranulocyty

**Lymfocyty**

Monocyty



# Složení a funkce krve: leukocytv

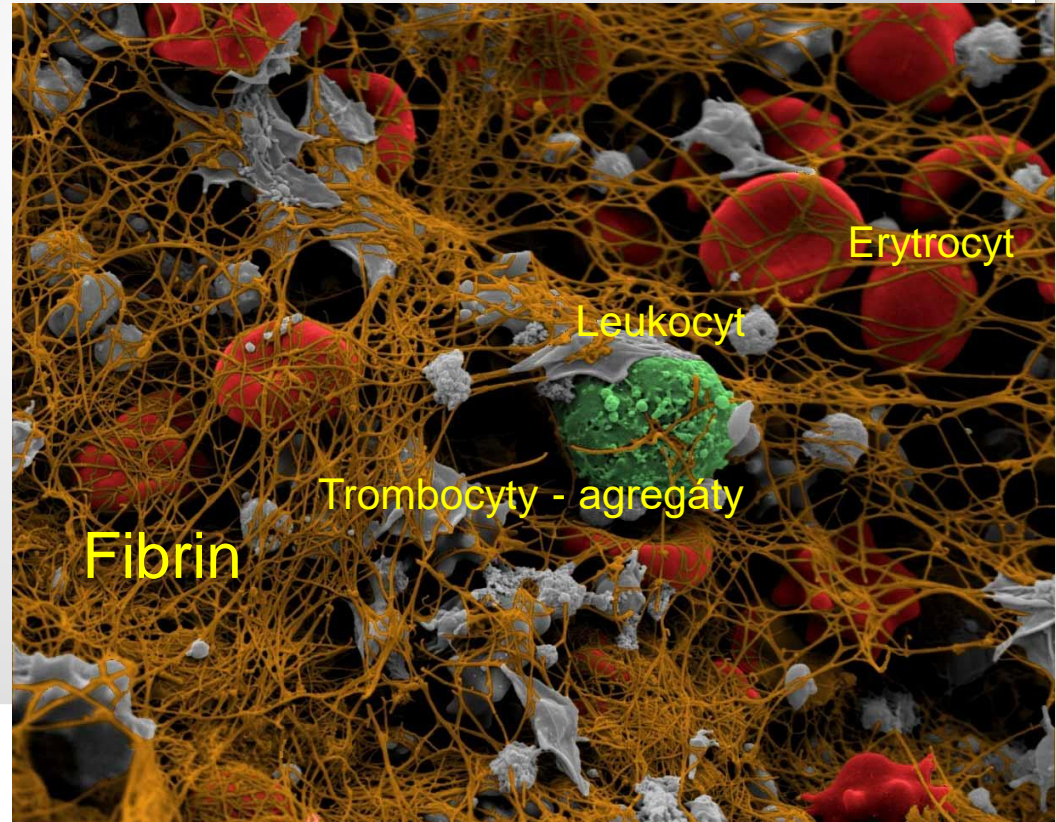
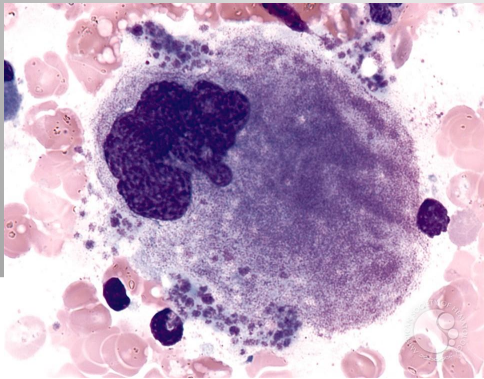


## Zásadní význam v protiinfekční obraně

- **Fagocytóza** – pohlcování škodlivých mikroorganismů a odpadových částic z krve a tkání
- azurofilní granula obsahují lytické enzymy, které **zabíjí mikroby**
- **účastní zánětlivého procesu**
- Odumřelé neutrofily vytvářejí **hnis**

# Složení a funkce krve: **trombocyty** destičky

- nejmenší z pevných součástí krve
- zásadní postavení ve srážení krve
- účastní se na vzniku trombóz a embolií
- nejsou buňkami, pouze fragmenty cytoplasmy obrovských buněk, megakaryocytů (mgc).
- mgc jsou v kostní dřeni



# Hematologie 1

## úvod

- **Klinická hematologie a transfuzní služba**  
- charakteristika oboru
- **Složení krve a krvetvorných orgánů**

