

Tělní tekutiny

Mgr. Romana Klášterecká, Ph.D.

Množství a složení tělních tekutin

- Hlavní součástí vnitřního prostředí organismu tvoří voda.
- Celková tělesná voda CTV představuje 60% tělesné hmotnosti u muže, 50% u ženy.
- Kojenec 75% tělesné hmotnosti.

CTV

- Voda je uložena v několika oddílech(kompartmenty):
- V buňkách (*intracelulární tekutina – ICT*) tvoří 40% tělesné hmotnosti
- Mimo buňky (*extracelulární tekutina – ECT*), tvoří 20% tělesné hmotnosti (tkáňový mok, krevní plazma)
- Transcelulární tekutina

Složení tělních tekutin

Ionty	ECT (mmol/l)	ICT (mmol/l)
Na⁺	138 - 148	10
K⁺	4 - 5	140 – 160
Cl⁻	103	2 – 4
HCO₃⁻	28,3	10
Ca₂⁺	2,25 – 2,75	0,0001

Tělesné tekutiny

- Krev – proudí v uzavřené cévní soustavě
- Tkáňový mok – udržuje vnitřní prostředí (buňky)
- Lymfa – tekutina, jež vzniká z tkáňového moku (podobá se plazmě, obsahuje 99% lymfocytů a nepatrné množství erytrocytů a eozinofilů)

Krev

- **Krev je nejcennější tekutinou** - nedá se vyrobit, nikde v přírodě se nedá načerpat, nikde se nedá koupit. Člověk člověku může krev pouze darovat. Je tekutou lidskou tkání, průměrně velký dospělý člověk má kolem 5,5 litru krve (nebo asi 1/13 své hmotnosti).

Krev

- 7 – 9% tělesné hmotnosti
- U mužů více – rozdíl vzniká v pubertě, kdy se u mužů testosteron stimuluje erytropoezu.
- Má to biologický význam – testosteron stimuluje i rozvoj svalové tkáně, svalová tkáň má větší nároky na dodávky kyslíku a energetických látek, proto je zapotřebí, aby muži měli ↑krve s ↑obsahem erytrocytů.
- Denně se obnoví 50ml krve

Vlastnosti krve

Při popisování vlastností krve je vhodné držet se několika "pohledů":

- 1) **pohled fyzikální**
- 2) **pohled chemický**
- 3) **pohled biologický**

Fyzikální

- 1) **pohled fyzikální:**
- krev je tekutina, má červenou barvu, chuť má mírně nasládlou, je těžší než voda, je mírně zásaditá. Náhlá ztráta 1,5 l krve je životu nebezpečná, ale pomalou ztrátu až 2,5 l (téměř 1/2 celkového množství) mohou lidé přežít.

Chemické

- **2) pohled chemický:**
obsahuje několik hlavních složek chemických látek
- anorganické: nejvíce je vody, určité množství solí.
- organické: plazmatické bílkoviny, cukry, tuky, vitaminy a obranné látky.

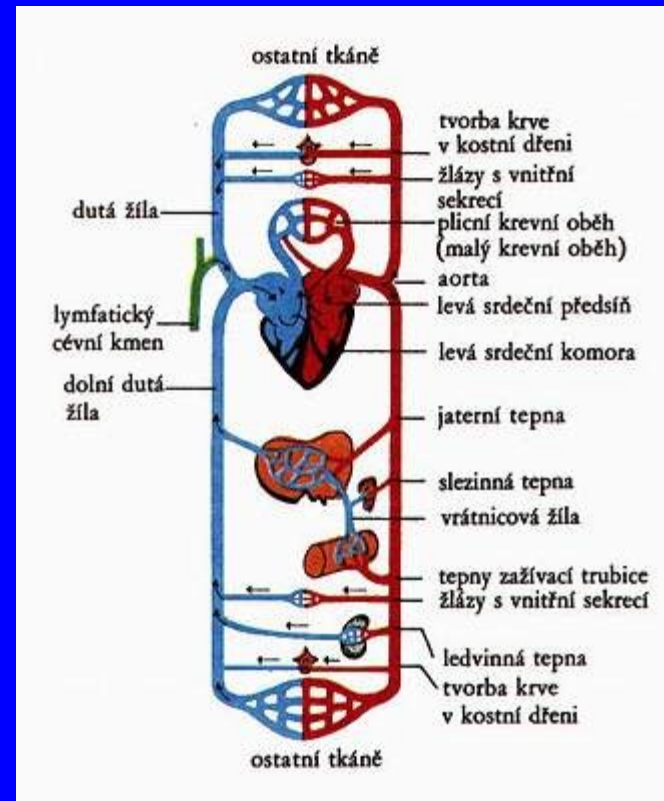
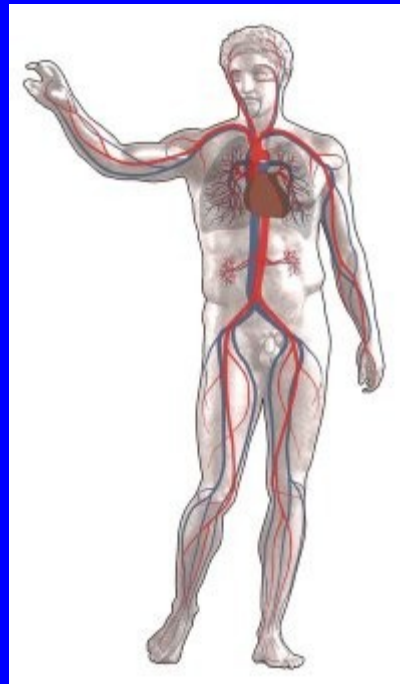
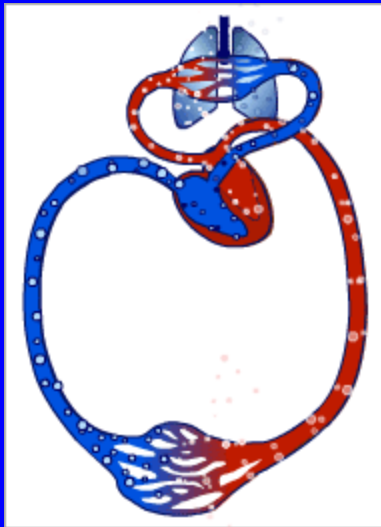
Biologické

- **3) pohled biologický:** v krevní plasmě se volně vznášejí 3 krevní součástky
- **Trombocyty** či krevní destičky (řádově statisíce v 1 ml).
- **Erytrocyty** či červené krvinky (řádově miliony v 1 ml),
- **Leukocyty** či bílé krvinky (řádově tisíce v 1 ml),

Krevní oběh

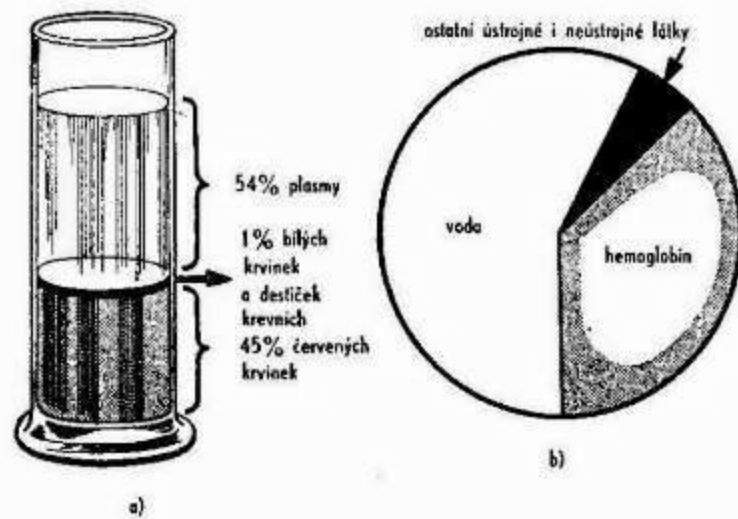
- Krev plní svoji úlohu jen tehdy, pokud se v organismu pohybuje
- Pohyb krve se uskutečňuje dutým systémem srdce a cév (endotel)
- **Malý krevní oběh** – okysličení krve
- **Velký krevní oběh** – rozvod krve do tkání

Krevní oběh



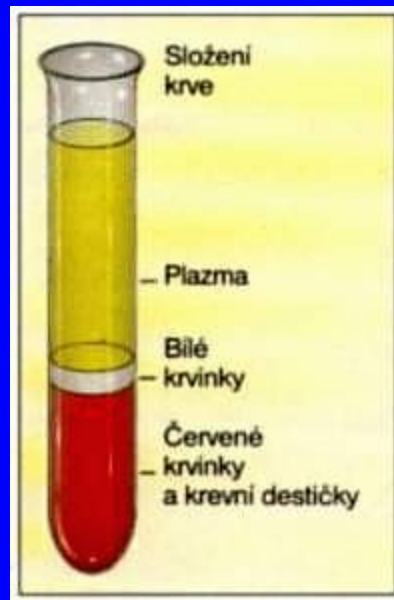
Složení krve

- **Plazma** (asi 55% celk. objemu krve)
- **Buněčné součásti** (45%)



a) Schema objemového složení krve

b) Látkové složení červené krvinky



Plazma

- 50-55% objemu krve
- Extracelulární světle žlutá, průhledná, lehce zkalená tekutina, ve které se pohybují krevní buňky (červené a bílé krvinky a krevní destičky – za patologických stavů i jiné typy buněk)
- Získá se stáčením nesrážlivé krve

Plazma

Za určitých okolností může plazma být:

- Lehce zkalená *chylózní* (tuky)
- Žlutě zbarvená *ikterická*
(hyperbilirubinémie)
- Červeně zbarvená *hemolytická* (rozpad erytrocytů)

Plazma

Obsahuje:

- Voda 92%
- Bílkoviny 7%
- Zbylé látky (anorganické a organické) 1%

Plazma

- **Anorganické látky**

- a) Kationty*

Na^+ , K^+ rovnovážný stav mezi nitro a mimobuněčnou tekutinou

Ca^{2+} , Mg^{2+} srážení krve, obranné reakce, nervová soustava

Fe^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} krvetvorba, funkce enzymů

Plazma

- **Anorganické látky**

b) Anionty

Cl⁻, Br⁻, J⁻, fosfáty, uhličitany, sírany

c) Plyny

O₂, CO₂, N₂

Plazma

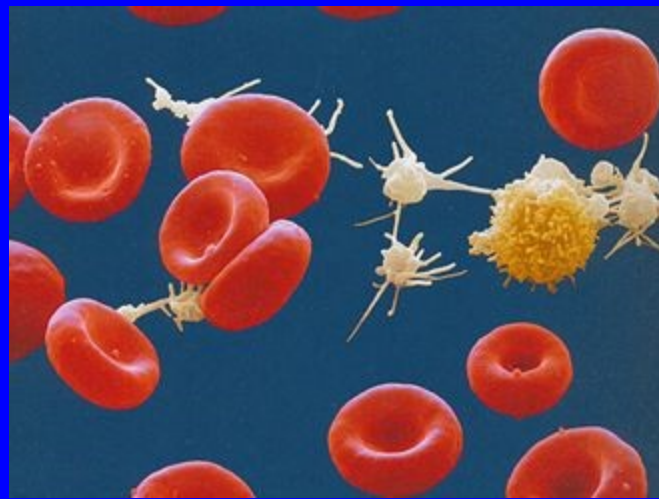
- **Organické látky**
- ***Bílkoviny:***
 - albuminy – osmotický tlak krve
 - globuliny – funkce přenašečů, obranné pochody
 - fibrinogen – srážení krve
 - faktory krevního srážení (glykoproteiny)

Plazma

- **Organické látky**
- *Sacharidy a lipidy*
 - cukry – k získání energie
 - lipidy – energetická rezerva, membrány
- *Látky tvořící se při metabolismu bílkovin*
 - bilirubin, močovina, acetonové látky, laktát
- *Látky nezbytné ve stopovém množství pro vývoj a funkci orgánů* (vitamíny, hormony)

Buněčné součásti krve

- **Červené krvinky** (erytrocyty)
erythros = červený, *kýtos* = buňka
- **Bílé krvinky** (leukocyty)
leukos = bílý, *kýtos* = buňka
- **Krevní destičky** (trombocyty)
thrombos = sedlina, sraženina



Funkce krvinek

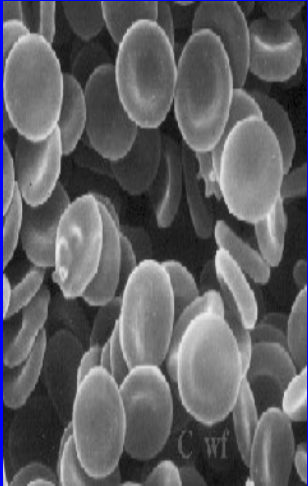
- **Erytrocyty** – přenášení O_2 a CO_2
 - udržování stálého pH krve
- **Leukocyty** – účastní se obranných a metabolických pochodů v organismu
- **Trombocyty** – zástava krvácení a regenerace cév

Erytrocyty

- Bezjaderné neúplné buňky bikonkávného tvaru
- Jedinou morfológicky odlišitelnou buněčnou strukturou je **cytoplazmatická membrána a cytoskelet**
- Vnitřek erytrocytu vyplněn hemoglobinem
- (95% sušiny)

Erytrocyty

- přizpůsobené transportu dýchacích plynů
- bezjaderné, bikonkávní (velký povrch => zvětšená plocha pro difuzi O₂), bez organel
- muži: 4,3 - 5,3 mil./1 μl , ženy: 3,8 - 4,8 mil./1 μl
- rozměry - normocyty:
- průměr: 7,5 μm,
- tloušťka: 2,6 μm
- uprostřed: 0,6 μm
- délka života: 120 dnů

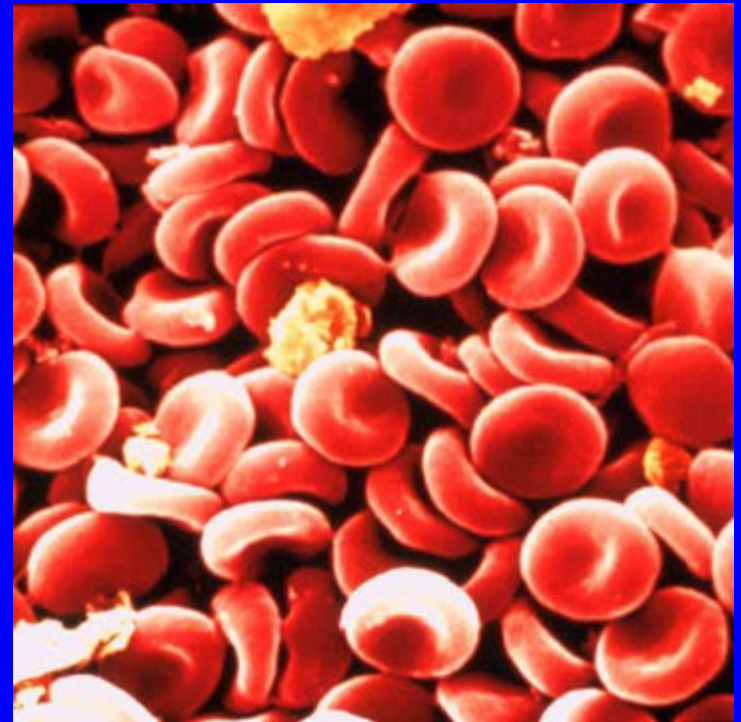


Hlavní funkce: transport kyslíku a oxidu uhličitého mezi plicemi a tkáněmi.

Vznikají v krvetvorných tkáních, odumírají ve slezině.

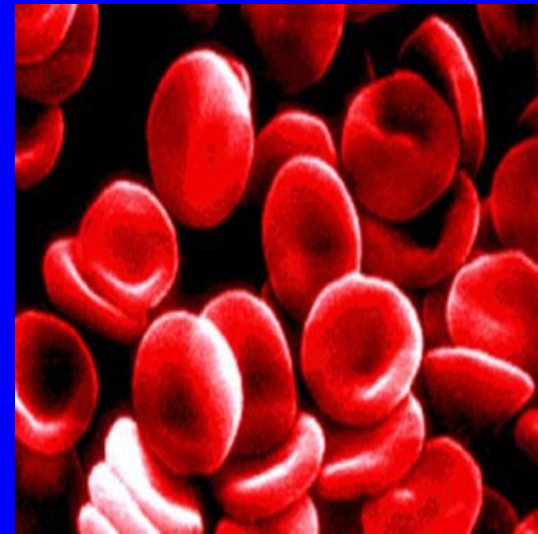
Erythrocyty

- Rozměry:
- $7,2 \pm 0,5 \mu\text{m}$ = normocyty
- $\downarrow 6,7 \mu\text{m}$ = mikrocyty
- $\uparrow 7,7 \mu\text{m}$ = makrocyty
- $\uparrow 9 \mu\text{m}$ = megalocyty



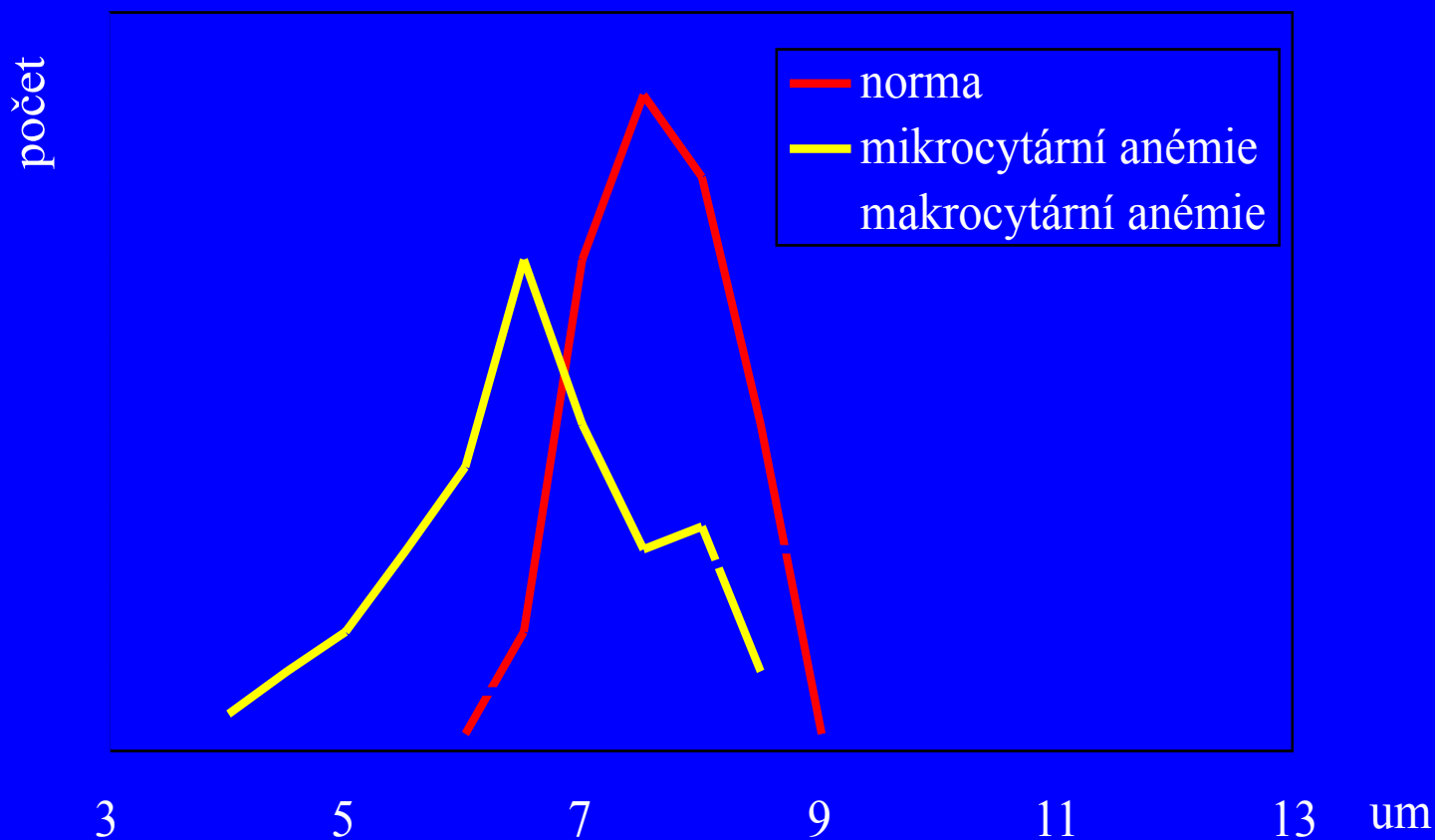
Anizocytóza

- Označuje výskyt erytrocytů o různém průměru
- Mluvíme o:
 - **Fyziologické a.** - kdy i u zdravých jedinců se vyskytuje určité množství erytrocytů o menším průměru než mají normocyty
 - **Patologická a.** – kdy je převaha erytrocytů větších nebo menších než je normocyt
- Perniciózní anemie – z nedostatku vit. B₁₂ → velké erytrocyty – megalocyty.
- Sideropenická anemie – z nedostatku Fe⁺⁺ → převaha mikrocytů.



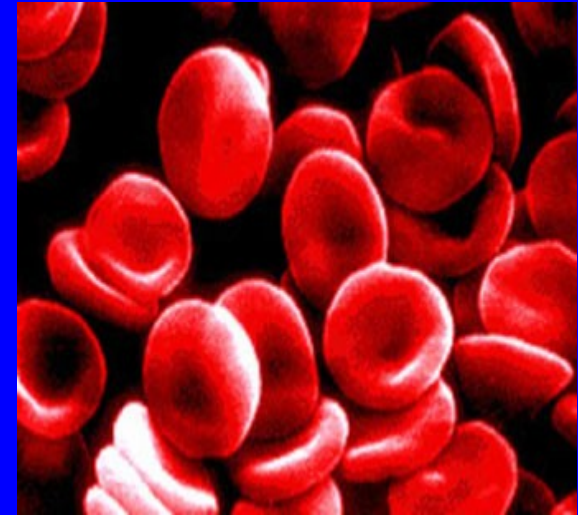
Price – Jones křivka

- Vyjádření vztahu mezi počtem erytrocytů určitého průměru a daným průměrem erytrocytu.
- Spolehlivé posouzení erytrocytů.



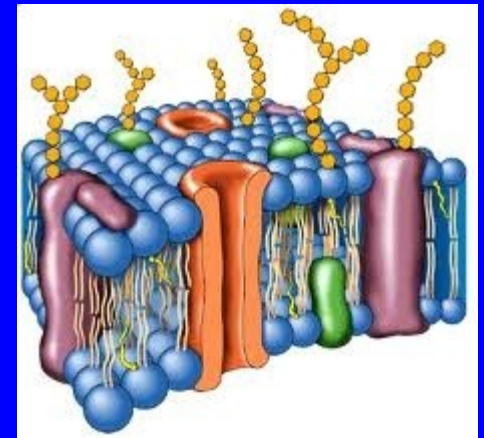
Erytrocyty

- 60% tvoří H₂O
- 40% sušina – pevné látky
 - 95% Hb
 - 5% skelet
- Při poruše membrány zbude skelet, Hb se vyplaví
- Skelet obsahuje kontaktilní proteiny, které odpovídají za bikonkávní tvar
- 120 dní bikonkávnost – tj. délka života ery.



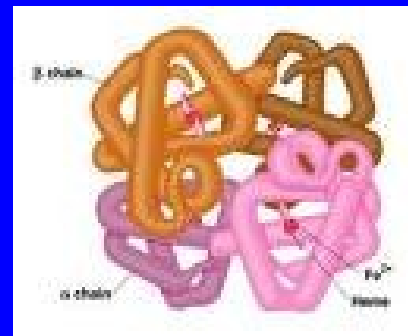
Erytrocyty

- Membránu červených krvinek představuje typická lipidová dvouvrstva se zanořenými či pouze periferními bílkovinami.
- **Hlavní bílkoviny jsou:**
 - Spektrin (membránový skelet)
 - Kapnoforin (kanál pro anionty)
 - Ankyrin
 - Aktin




Hemoglobin

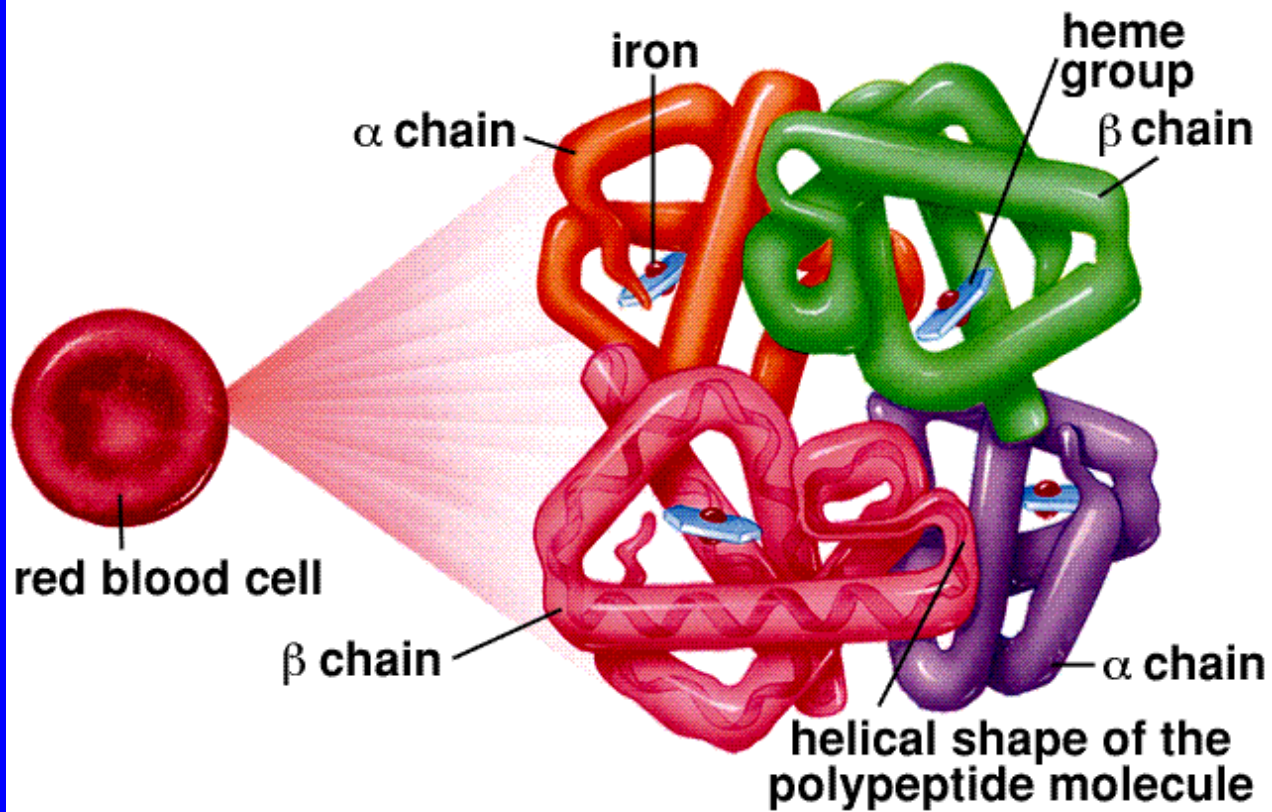
- Základní látka pro přenos krevních plynů.
- Syntetizován v nezralých buňkách červené řady od začátku po retikulocyt
- Chemicky se skládá z protoporfyrinu, který váže železo – tím vzniká HEM a z globinu(bílkovina).

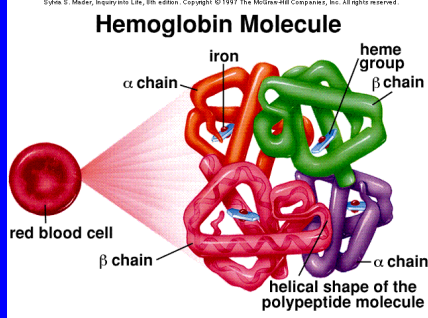


Hemoglobin

- Jednotlivé druhy hemoglobinů se liší v globinových řetězcích
- Jednotlivé typy řetězců se liší sekvencí aminokyselin, jichž je v každém řetězci okolo 140.
- Molekula hemoglobinu vykazuje navíc tzv. kvartérní strukturu, jedná se o tertrametr vytvořený vždy ze dvou dvojic různých polypeptidů, značených 

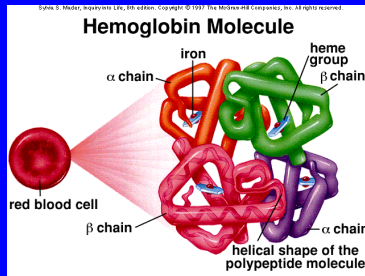
Hemoglobin Molecule





Hemoglobin

- Podle přítomnosti jednotlivých řetězců v konkrétní molekule pak hovoříme o hemoglobinu **adultním** (HbA – 2 řetězce α 2 β) hemoglobinu **fetálním** (HbF – 2 řetězce α 2 γ), o řadě variant embryonálních hemoglobinů.
- Tyto hemoglobiny se významně odlišují afinitou k molekulám kyslíku, tedy schopností ho vázat a dále ho uvolňovat ve



Hemoglobin

- Ontogenetický význam:
- Intrauterinně HbF - afinita vázat kyslík je vyšší, a proto se erytrocyty plně sytí kyslíkem, po porodu nahrazen během prvního roku HbA, který snadněji uvolňuje kyslík ve tkáních
- (výměna po narození spojena s rozpadem erytrocytů – novorozenecká žloutenka)

Leukocyty

A) Polymorfonukleární

B) Mononukleární

Leukocyty

- **A) Polymorfonukleární**

polys = mnohý, *morfé* = tvar, *nucleus*=jádro

polynukleáry, granulocyty

obsahují lysozomy a sekreční granula, dle jejich barvitelnosti:

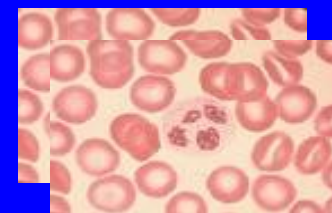
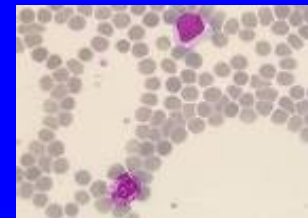
neutrofilní / eozinofilní / bazofilní

Leukocyty

- A) Polynukleáry – granulocyty
- **neutrofilní** – pohlcejí a ničí bakterie
- **eozinofilní** – (eozín –druh červeného barviva) –narušují větší parazity a účastní se zánětlivých reakcí
- **bazofilní** – (báze-zásada, barvivo zásadité povahy) –uvolňují ze sekrečních granulí histamin a serotonin

Leukocyty

- **NEUTROFILNÍ LEUKOCYTY**- nejpočetnější druh leukocytů u dospělého člověka. V cytoplazmě těchto mikrofágů jsou přítomny různé enzymy, které mají schopnost narušovat bakteriální či jiné struktury a ničit je. Součást nespecifického obranného systému jako mikrofágy. Schopnost pohlcovat cizorodé částice. Mladé formy mají jádro segmentované – tyčka, se stářím se počet segmentů zvyšuje.



Leukocyty

- **EOZINOFILNÍ LEUKOCYTY** – účast při alergických , autoimunitních a parazitárních onemocněních a při rekonvalescenci. Schopnost pohltit komplex alergen – protilátka a tím jej likvidují



- **BAZOFILNÍ LEUKOCYTY** – účast při alergických reakcích, srážení krve a při agregaci trombocytů.

Produkují heparin a histamin = heparinocyty



Leukocyty

A) Polymorfonukleární

B) Mononukleární

Leukocyty

- B) Mononukleární

monos – jediný

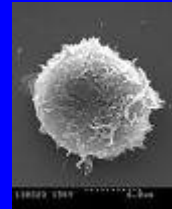
Buňky s nečleněným jádrem při pozorování
mikroskopem při malém zvětšení

Leukocyty

- B) Mononukleární
- **Lymfocyty** – zajišťují imunitní odpověď organismu
- **Monocyty** – jádro nepravidelně členěné, v tkáních se transformují v makrofágy
- **Plazmatické buňky**

Leukocyty

- **Monocyty** – žijí velmi dlouho, i několik let. V krvi cirkulují ještě jako nezralé buňky, které pak vycestují do tkáně a tam dozrávají v makrofágy. Mají největší fagocytární aktivitu. Jsou prekurzorem tkáňových makrofágů a společně tvoří monocyto-makrofágový systém. Jejich fagocytární aktivita je vyšší než u mikrofágů.
- Důležitou úlohu při imunitní látkové obraně, na svém povrchu umí vystavit bakteriální antigen a takto zpracovaný ho předložit lymfocytům (**antigen předkládající buňka**). To vede k dalšímu rozvoji imunitních reakcí.



Lymfocyty

- **Lymfocyty** – migrují do lymfatických orgánů a vracejí se zpět do krve. Jsou nositeli specifických obranných vlastností krve.
- Dělí se podle významu a funkcí v imunitních reakcích na lymfocyty typu T,B a NK.
- Po získání imunokompetence cirkulují v krvi a po vycestování z krve do tkání se opět do krve vracejí.
- Kontinuálně recirkulují mezi krví a lymfou.
- Nedostatek – lymfopenie
- Zvýšení počtu – lymfocytóza

Lymfocyty

- **T-lymfocyty** – jsou odvozeny od thymu, zabezpečují tzv. specifickou buněčnou imunitu a stimulují aktivaci B lymfocytů
- **B – lymfocyty** – od burza Fabricii, lymfoidní útvar u ptáků – byly zde poprvé identifikovány. Mění se v imunocyty (plazmatické buňky), produkují protilátky = humorální specifická imunita.
- Mají schopnost blastické transformace (znovu se dělit)

Leukocyty - funkce

- Obsahují velké množství antimikrobiálních enzymů. Procesem diapedeze (prostupování endotelovými buňkami kapilár) mohou leukocyty opouštět krevní řečiště, putovat tkání, např. k ložisku infekce (hlavně neutrofilní gr.) Takto vystupují i basofily a mění se v žírné buňky.
- Schopnost fagocytózy patří mezi nespecifické buněčné imunitní reakce

Mononukleární fagocytární systém (MFS)

- Tkáňové makrofágy (histiocyty)
- Krevní monocyty a jejich prekurzory v kostní dřeni

Společnou vlastností je aktivní **fagocytóza**, pinocytóza a schopnost pevně adherovat na povrchy

Fagocytózou odstraňují mikroorganismy a cizorodé částice

Trombocyty

- Neúplné bezjaderné buňky
- Účastní se fyziologických dějů zejména při **srážení krve**

Fyziologické funkce krve

- Přivádí tkáním živiny, kyslík, odvádí CO_2 a pomáhá udržet stálé pH vnitřního prostředí
- Odvádí odpadní produkty metabolismu
- Přenáší hormony, vitamíny, minerály
- Zajišťuje obranné mechanismy
- Podílí se na udržování tělesné teploty
- Udržuje tekutost krve

Vlastnosti krve

- Vysoce specializovaná tělesná tekutina proudící uzavřeným cévním systémem
- Důležitý spojovací a transportní systém
- Zajišťuje nepřetržitou výmenu látek mezi buňkami
- Pomáhá udržovat stálost vnitřního prostředí
- Tekutý orgán (část buněčná a tekutá)
- Má většinou červenou barvu

Některé charakteristiky krve

- Na každý kg hmotnosti je v lidském těle 70-75 ml krve (děti 80-85 ml)
- Z celkové hmotnosti těla krev 7-8% (1/13)
- Dospělý člověk = **5 l krve** (55-60% plasmy)
- Muži v poměru ke své hmotnosti mají o 5% červených krvinek více než ženy

Měrná hmotnost krve

- Závisí na
 - počtu erytrocytů
 - množství hemoglobinu
 - množství krevních bílkovin

Krev: 1054 – 1060

Plazma: 1024 – 1028

(klesá při anémii, stoupá při polyglobulii)

Viskozita (vazkost) krve

- Fyziologické hodnoty: 1,5-2,5 mPa.s
- Změny viskozity mohou vážně narušit krevní oběh
- Viskozita stoupá, když se zvyšuje počet krevních buněk, teplota nebo množství bílkovin v plazmě

Krev

- **Nativní (srážlivá)**– bez antikoagulačních přísad, aktivují se v ní za normálních okolností srážecí procesy a dochází ke krevnímu srážení
- **Nesrážlivá** – s antikoagulačními přísadami (na bázi *citrátové* – vyvazuje Ca^{2+} , *EDTA* – vyvazuje Ca^{2+} , *heparinu* –tvoří komplex s antitrombinem a trombinem)

Krev – dle místa odběru

- **Kapilární** (lanceta, kapilára nebo speciální nádobka)
- **Žilní** (vakuový nebo pístový uzavřený systém)
- **Arteriální** (kanyla)

Patofyziologie krve

(1) nedostatek krevních elementů (cytopenie)

- anemie, leukopenie, trombocytopenie, lymfopenie
- pancytopenie

(2) nadbytek krevních elementů

- hematologické malignity
- myeloproliferativní onemocnění, myelodysplastický syndróm
- reaktivní stavy

(3) poruchy krevního srážení

- krvácivé stavy (vrozené, získané)
- trombotické a trombofilní stavy

Krvetvorba

- Krvetvorba je nesmírně komplikovaný, komplexně řízený a dodnes ne dobře prozkoumaný proces (*Ketley a Newland 1997*)
- **Krvetvorba představuje proces tvorby krvinek v krvetvorných orgánech**

2 fáze krvetvorby člověka

- *Prenatální (předporodní)*
 - zárodečná – embryonální (položeny základy tkání a orgánů)
 - fetální – plodová (pokračuje vývoj orgánů až do porodu)
- *Postnatální (poporodní)*

Prenatální krvetvorba

Krvetvorba v období zárodečného života

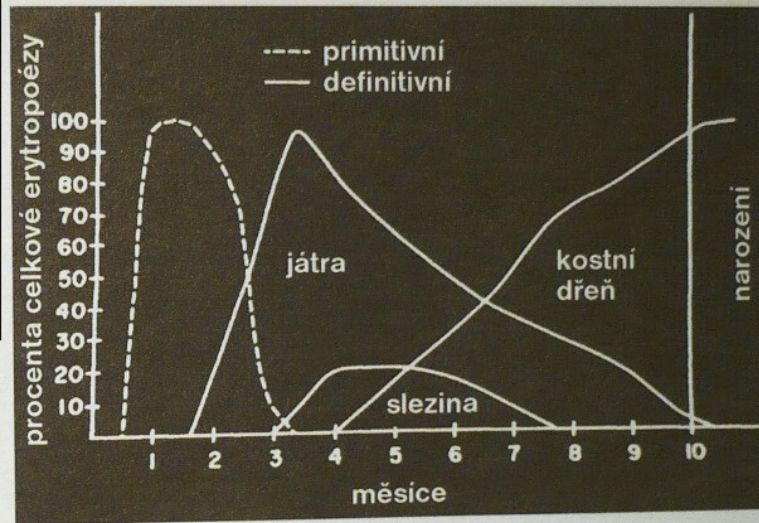
Začíná již ve velmi raném těhotenství

Dělí se na 3 období:

- Mezoblastové
- Hepatolienální
- Medulární (dřeňové)

Hemopoéza

Hemopoéza v jednotlivých obdobích vývoje krvinek (čárkovaně – žloutkový vak, liver, spleen – hepatolienární, bone marrow – dřeňové



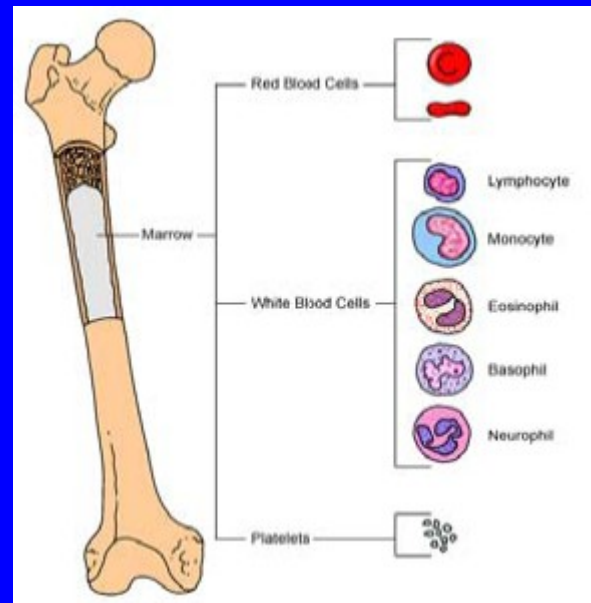
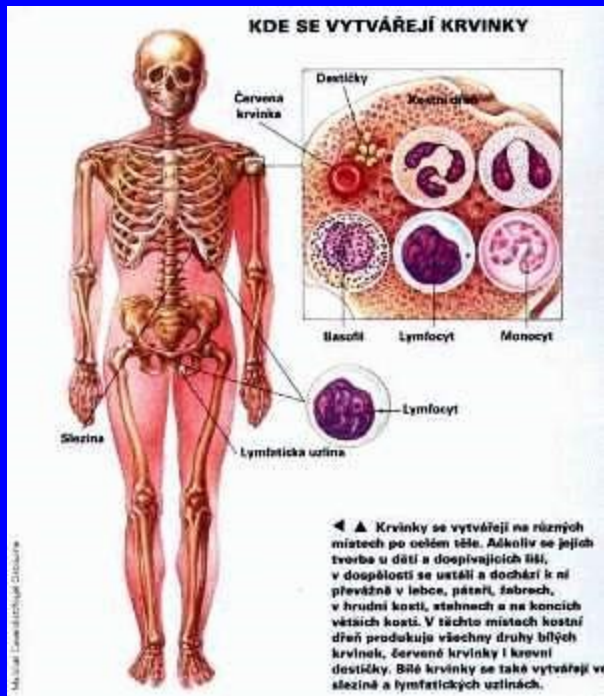
Postnatální krvetvorba

Za normálních okolností probíhá krvetvorba po narození jen v kostní dřeni.

Ta je zdrojem všech druhů krvinek v cirkulující krvi.

Část lymfocytů se tvoří i po narození v lymfatické tkáni, monocyty a makrofágy i v jiných tkáních organismu.

Vývoj a diferenciace krvinek



Místa tvorby krevních buněk v dospělosti

Lymfocyty:

- Lymfatické uzliny
- Jiné orgány s lymfatickou tkání (slezina, brzlík)
- Kostní dřeň

Místa tvorby krevních buněk v dospělosti

Monocyty:

- Kostní dřeň
- Lymfoidní tkáň

Místa tvorby krevních buněk v dospělosti

Trombocyty:

- Kostní dřeň
- Plíce (malá část)

Místa tvorby krevních buněk v dospělosti

Granulocyty:

- Kostní dřeň

Vývoj krevních buněk

- **Probíhá v KD od kmenových buněk přes buňky progenitorové, až po velmi diferencované buňky, které se účastní transportu kyslíku (erytrocyty), procesů srážení krve (trombocyty) a obranyschopnosti organismu (lymfocyty, monocyty, granulocyty).**

Kmenová buňka krvetvorby

- Výchozí buňkou všech krvinek je buňka **mezenchymu**, ta se diferencuje v **retikulární buňku** a ta se stává základem nosného systému pro krvinky.
- Mění se v **hemocytoblast**, který se stává v zárodečném období **kmenovou buňkou**

Kmenová buňka krvetvorby

- Během života probíhá v řadě tkání i v KD neustálá obnova již opotřebovaných buněk.
- V KD se uplatňuje stálá proliferační aktivita **nediferencované kmenové buňky**
- Rozsáhlý proces obnovy buněk KD závisí na početně malé populaci **hemopoetických kmenových buněk (HSC)**.

Pluripotentní kmenová buňka

- Primitivní krvetvorné buňky, jejichž proliferace a diferenciace vede k dlouhodobé repopulaci lidské krvetvorby se označují *SRC-SCID (Severe Combined Immune Deficiency) Repopulating Cell*:
- Nesou antigen CD34
- Postrádají znaky specifické pro jednotlivé krevní řady –CD38.

Pluripotentní kmenová buňka

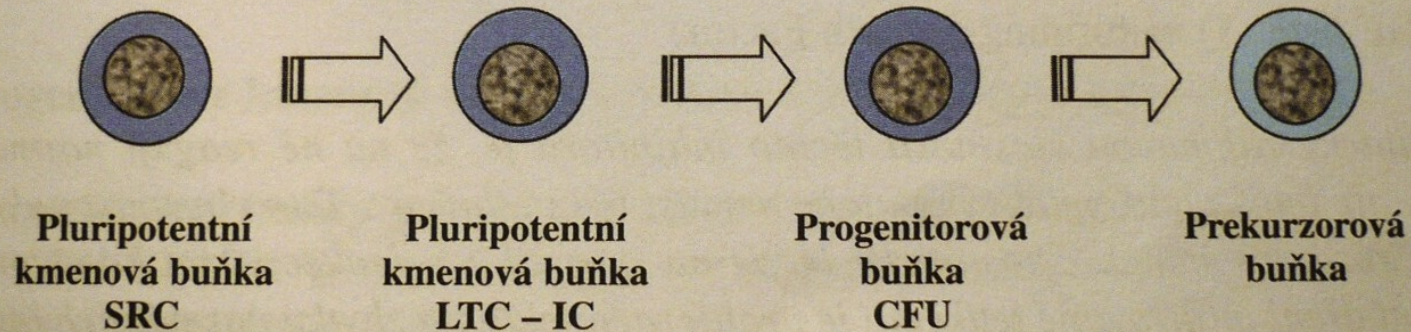
- **Imunofenotypisace** umožňuje tyto buňky stanovovat a současně i izolovat ze vzorku kostní dřeně.
- Z kmenové pluripotentní buňky vznikají v průběhu několika prvních dělení první bb., které jsou schopny se množit in vitro a dát vznik dlouhodobé kultuře krvetvorných buněk:

Pluripotentní kmenová buňka

- Tzv. *LTC-IC* (Long Term Culture – Initiating Cell)
- Dalšími děleními a diferenciací vznikají z těchto buněk progenitorové buňky

Buněčné typy nezralé hemopoézy

SCHÉMA BUNĚČNÝCH TYPŮ NEZRALÉ HEMOPOÉZY



Kmenová buňka krvetvorby

Kmenové buňky (CFU-S) jsou přítomny:

- V kostní dřeni (asi na 1000 jaderných bb. připadá 1 kmenová buňka)
- Ve slezině, játrech a lymf. uzlinách (málo)
- V obvodové krvi (na 20 000 bb. bílé řady připadá 1 kmenová buňka)

Kmenová buňka krvetvorby

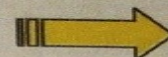
Je schopna dlouhodobé obnovy krvetvorby,
má 2 základní vlastnosti:

- **Schopnost sebeobnovy**
- **Schopnost diferencovat se do dalších typů buněk krvetvorby**

Hemopoéza

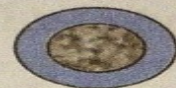
- Vzhledem k tomu, že bílá složka má několik konečných stádií krvinek, není její vývojová řada jednotná. Rozlišujeme:
- *myelopoézu* (granulomonocytovou, červenou a megakaryocytovou řadu)
- *lymfopoézu*

Pluripotentní kmenová buňka



Lymfopoéza

CFU-GEMM



Myelopéza



periferie

oblast CFU

mitosa

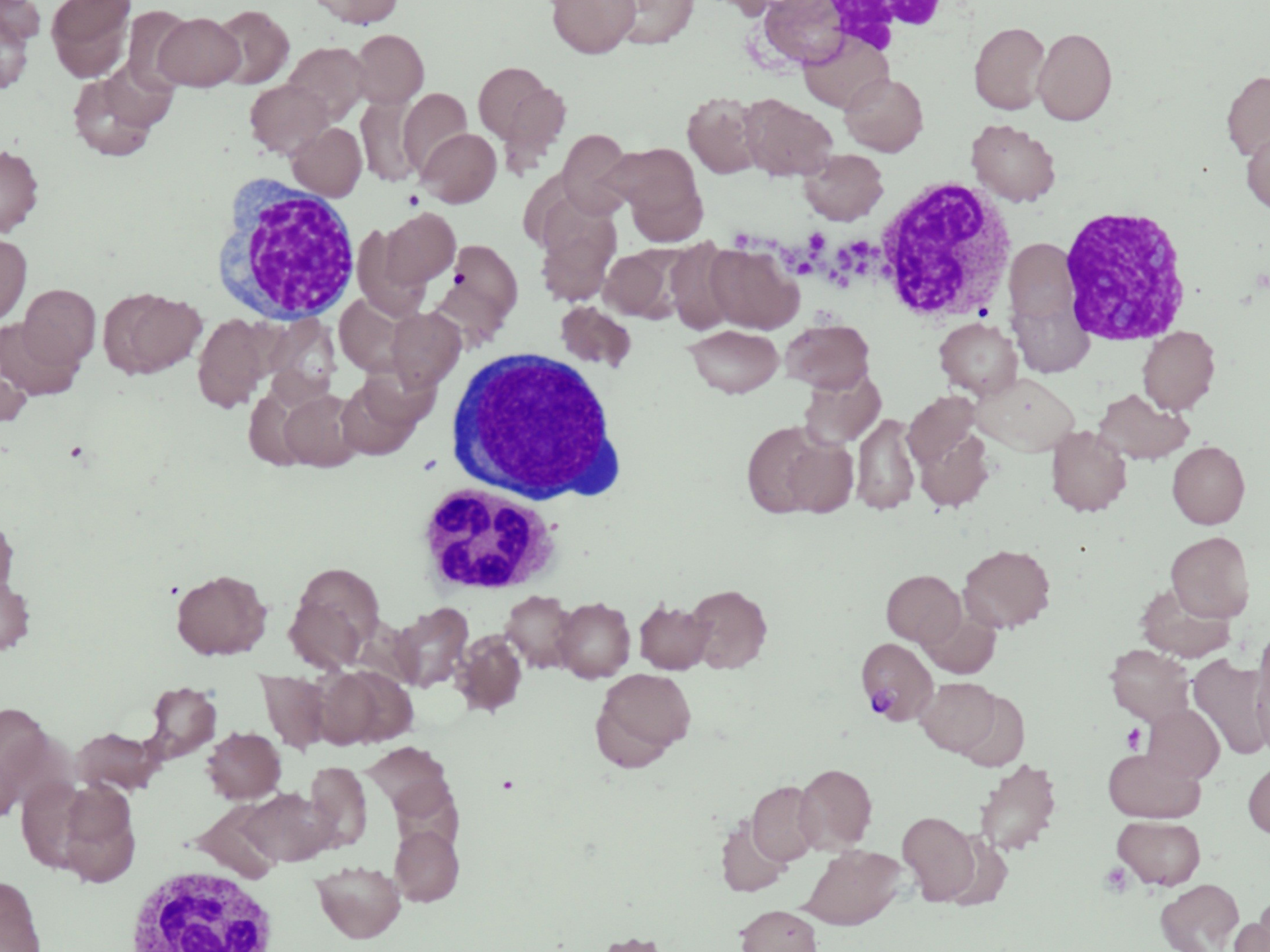


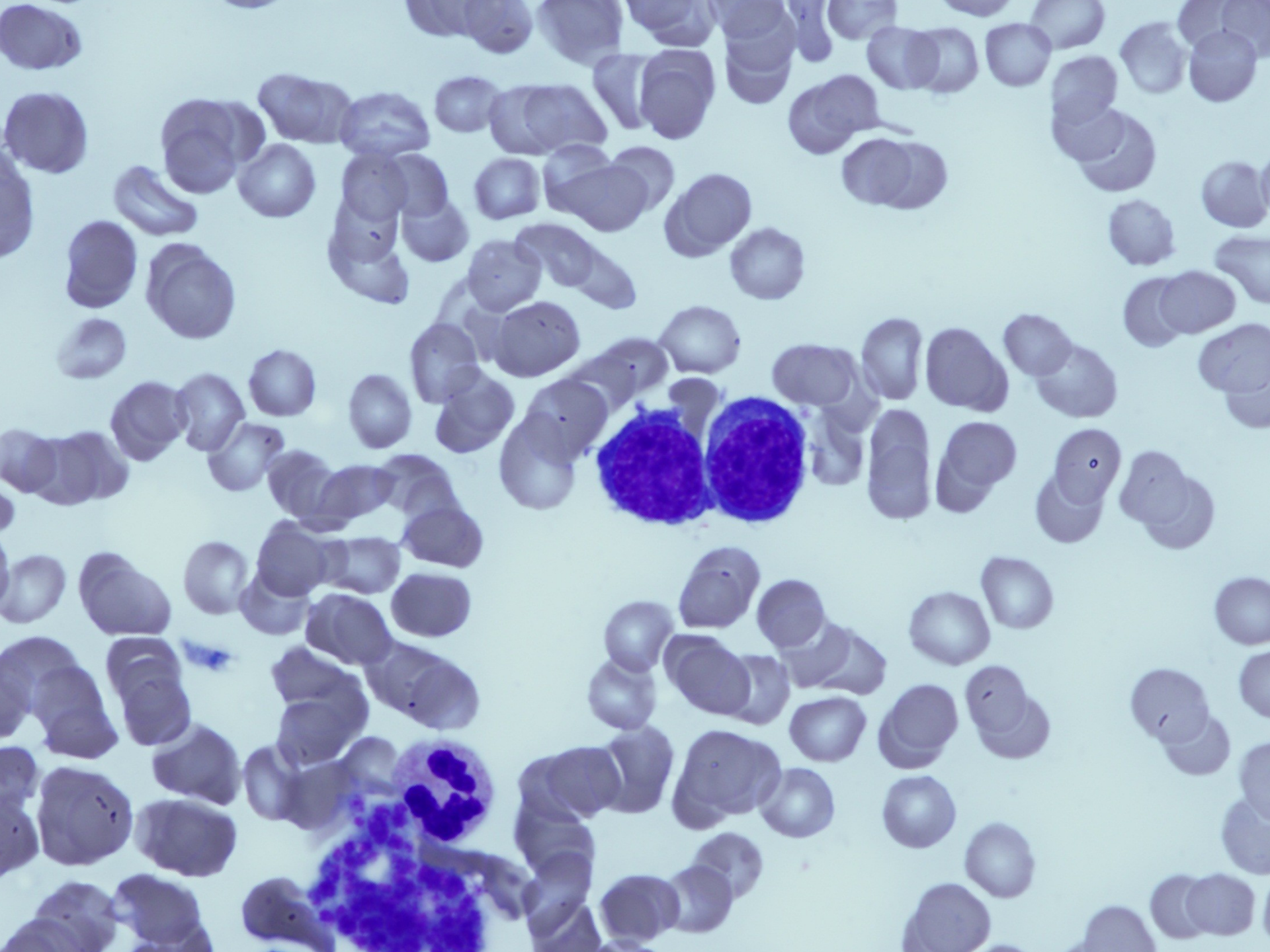
Erythropoéza

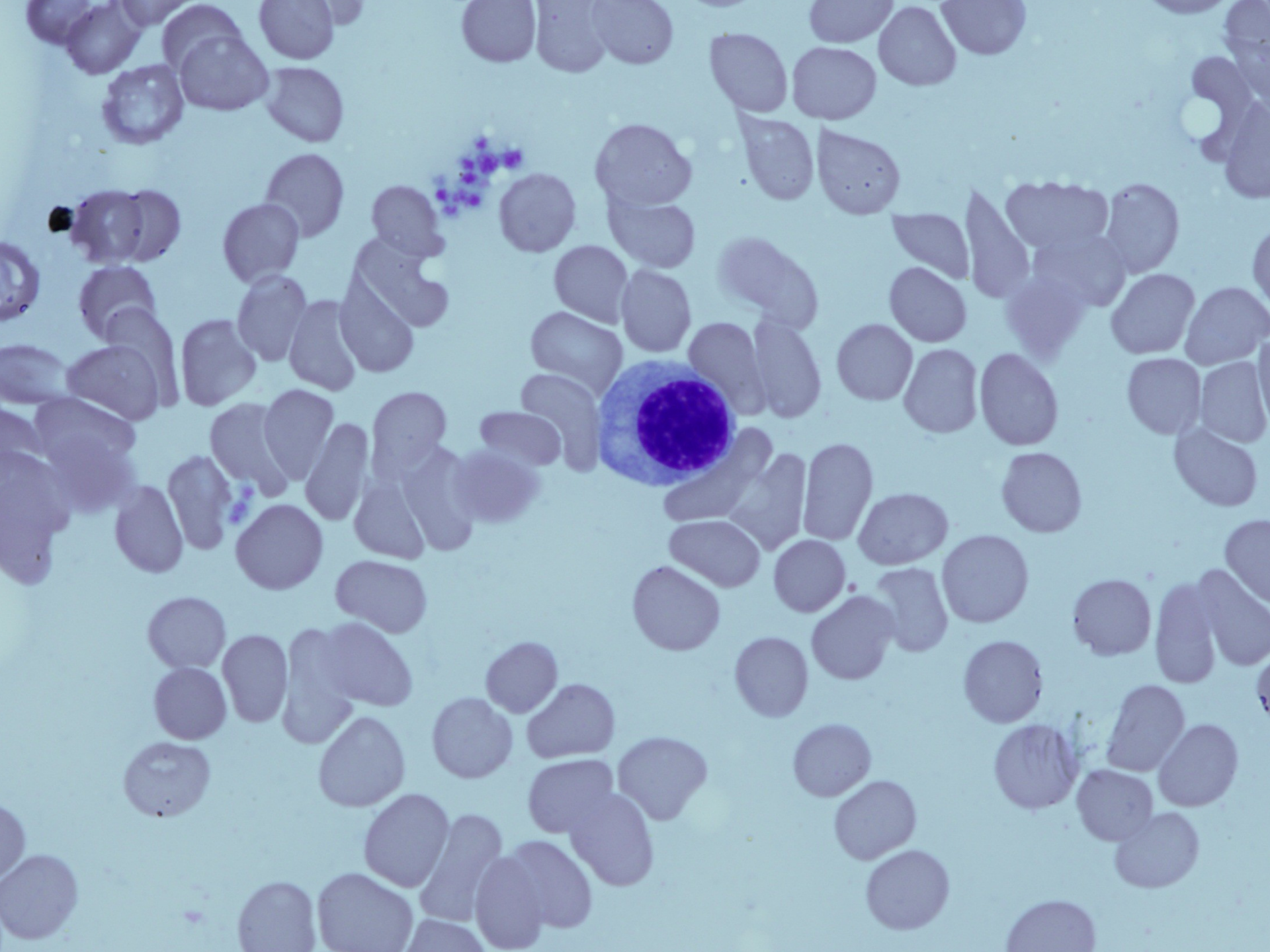
- proces tvorby a vývoje červené krvinky v červené (erytroidní) vývojové řadě
- Z nediferencovaných kmenových buněk se nejdříve tvoří **prekurzory** obsahující jádro
- Vypuzením nebo fragmentací jádra vznikají **retikulocyty**
- Ty během 48 hodin vyzrávají na **erytrocyty**

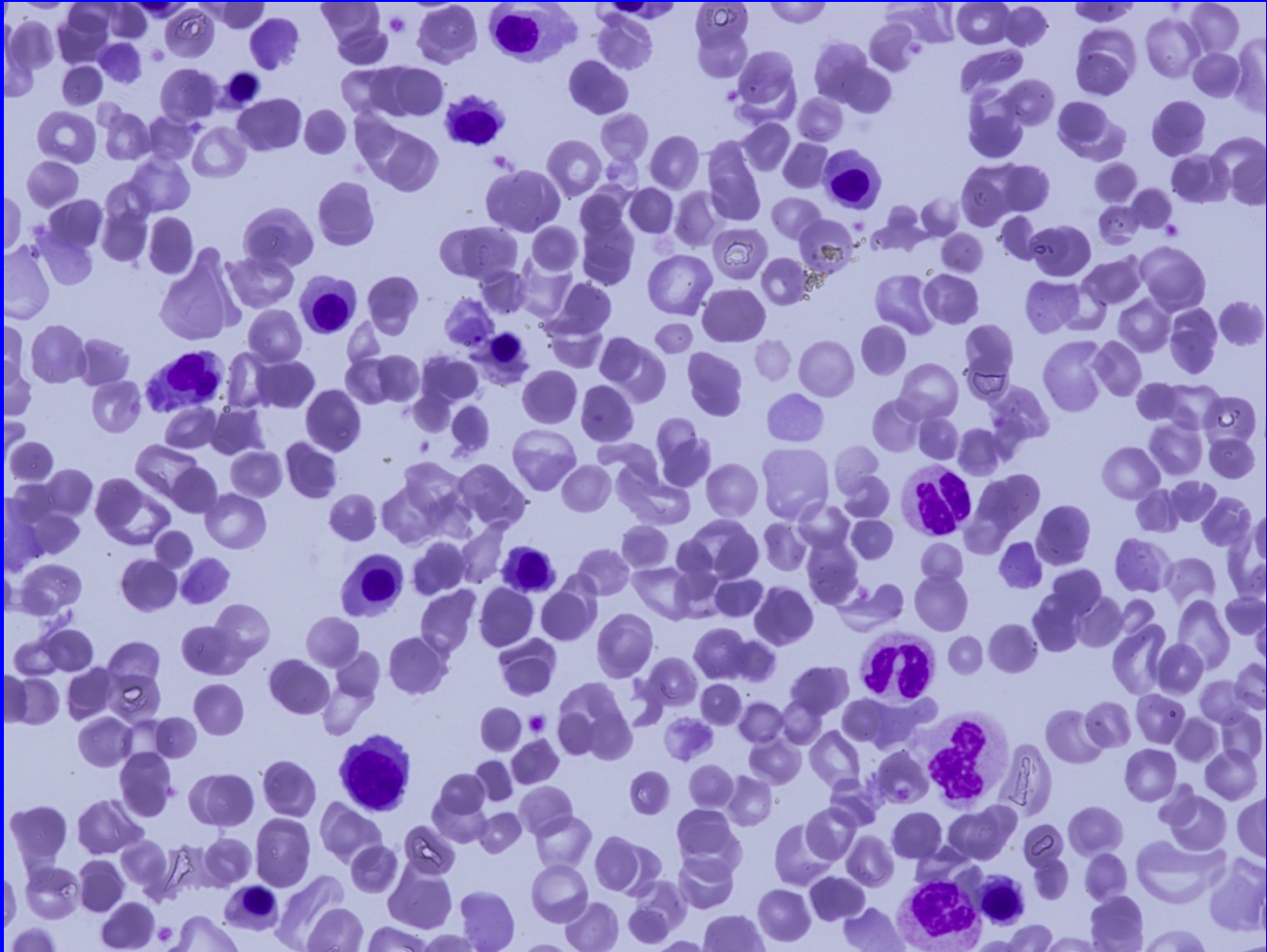
Vývojová linie erytrocytů

- Proerytroblast
- Basofilní erytroblast
- Polychromatofilní erytroblast
- Ortochromní erytroblast
- Retikulocyt
- Erytrocyt

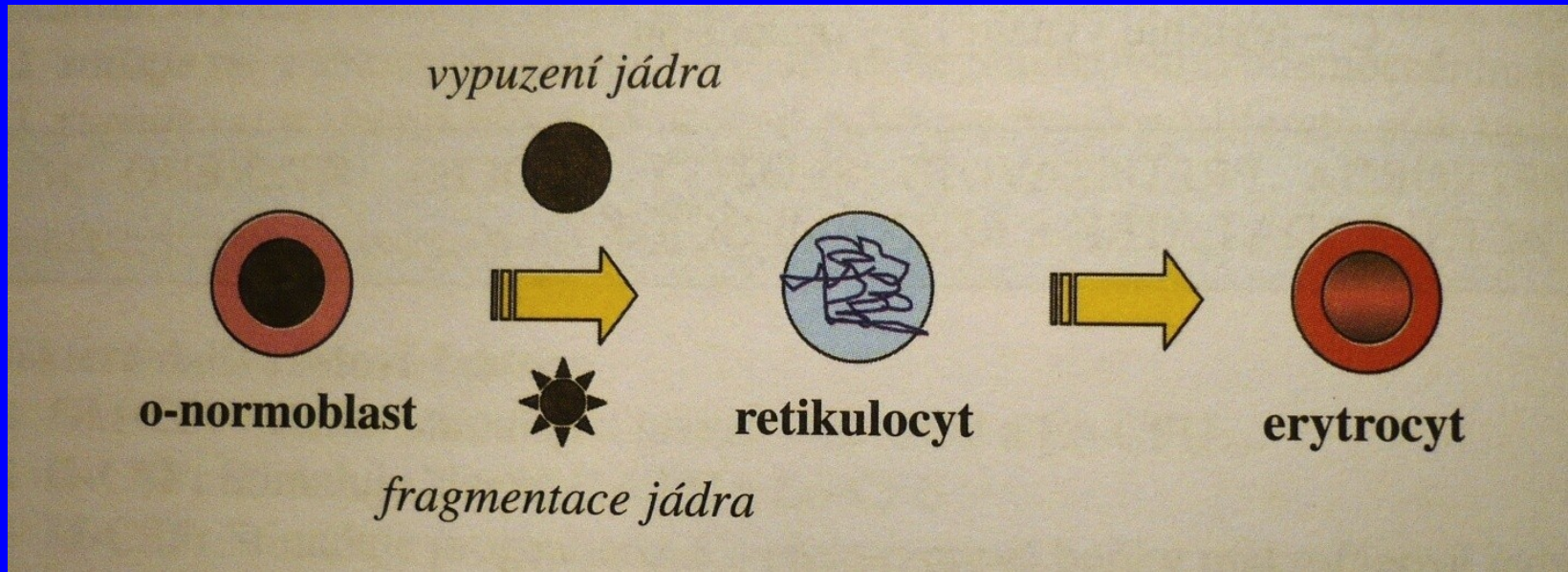








Erythropoéza



Erythropoéza

- Funkcí červené krvetvorby je zajistit tvorbu erytrocytů. Při normální erythropoéze se tvoří tolik erytrocytů, kolik jich organismus potřebuje.
- Erythropoéza je **regulována zpětnou vazbou** (tlumena vzestupem ery nad normu, stimulována poklesem ery), ovlivněna i déle trvající hypoxií.

Erythropoéza

- Řízení červené krvetvorby se děje hlavně pomocí cirkulujícího hormonu glykoproteinové povahy – **erythropoetinu**.
- EPO podněcuje diferenciaci určitých kmenových buněk (BFU-E a CFU-E) v erytroblasty

Megakaryopoéza

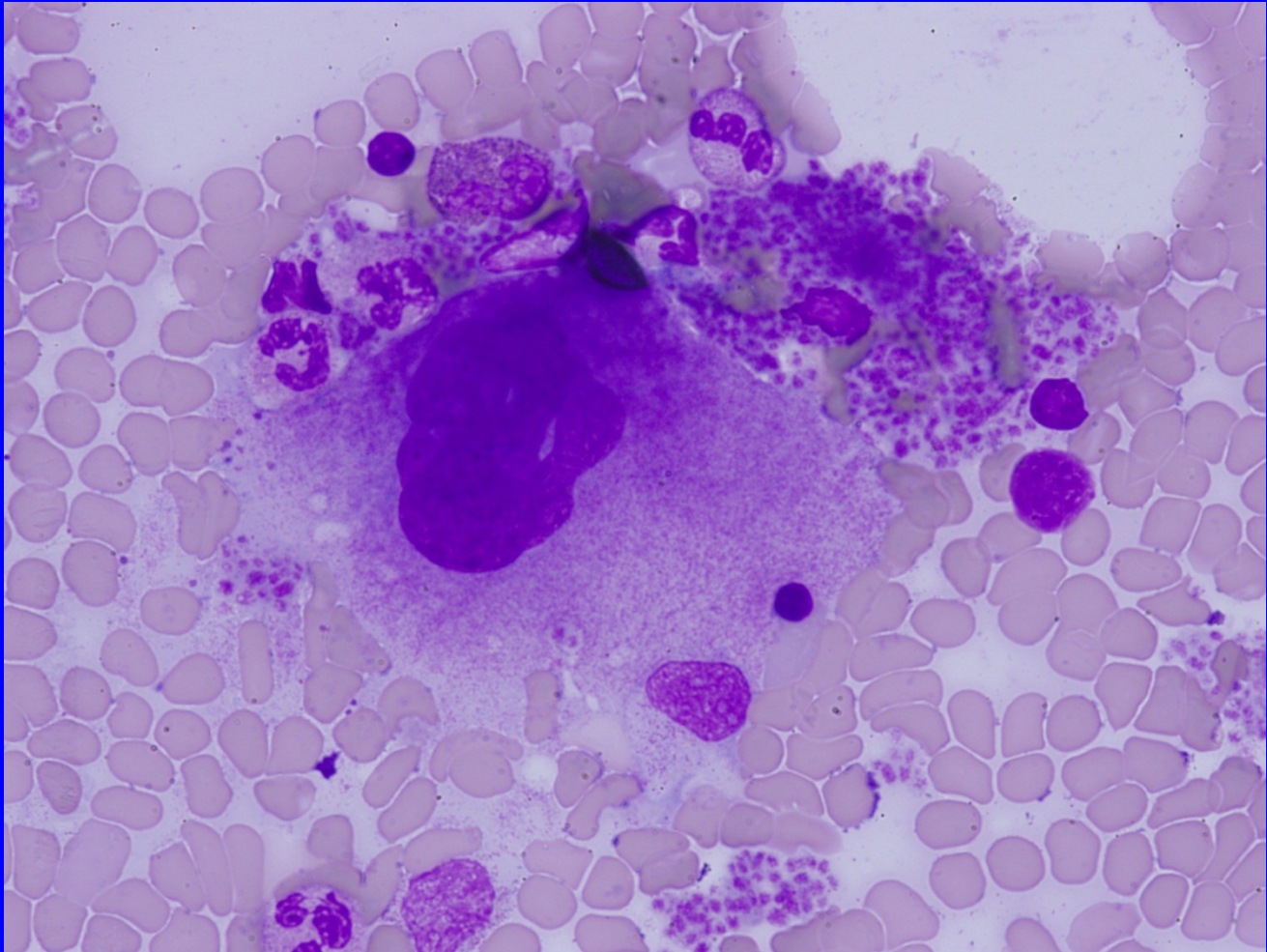
- Krevní destičky, trombocyty, nejsou buňkami, pouze fragmenty cytoplasmy obrovských buněk, megakaryocytů. Megakaryocyty se nacházejí v kostní dřeni. Vznikly z prekurzorové buňky, která se nazývá megakaryoblast.

Trombopoeza

- Trombopoeza je komplexní děj zahrnující aktivitu cytokinů, jako jsou **trombopoetin (TPO)**, erytropoetin, stem cell faktor, IL-3, IL-6. Nitrobněčně je pak trombopoeza ovlivňována signální drahou JAK2/STAT5. Klíčovým krokem procesu trombopoezy je interakce TPO s jeho receptorem (Mpl), který je produktem protoonkogenu c-Mpl. Molekuly, které jsou schopny vazby na receptor Mpl, stimulují trombopoezu a někdy nespecificky celou hematopoezu.

Vývojová línie trombocytů

- megakaryoblast
- promegakaryocyt
- megakaryocyt
- trombocyt



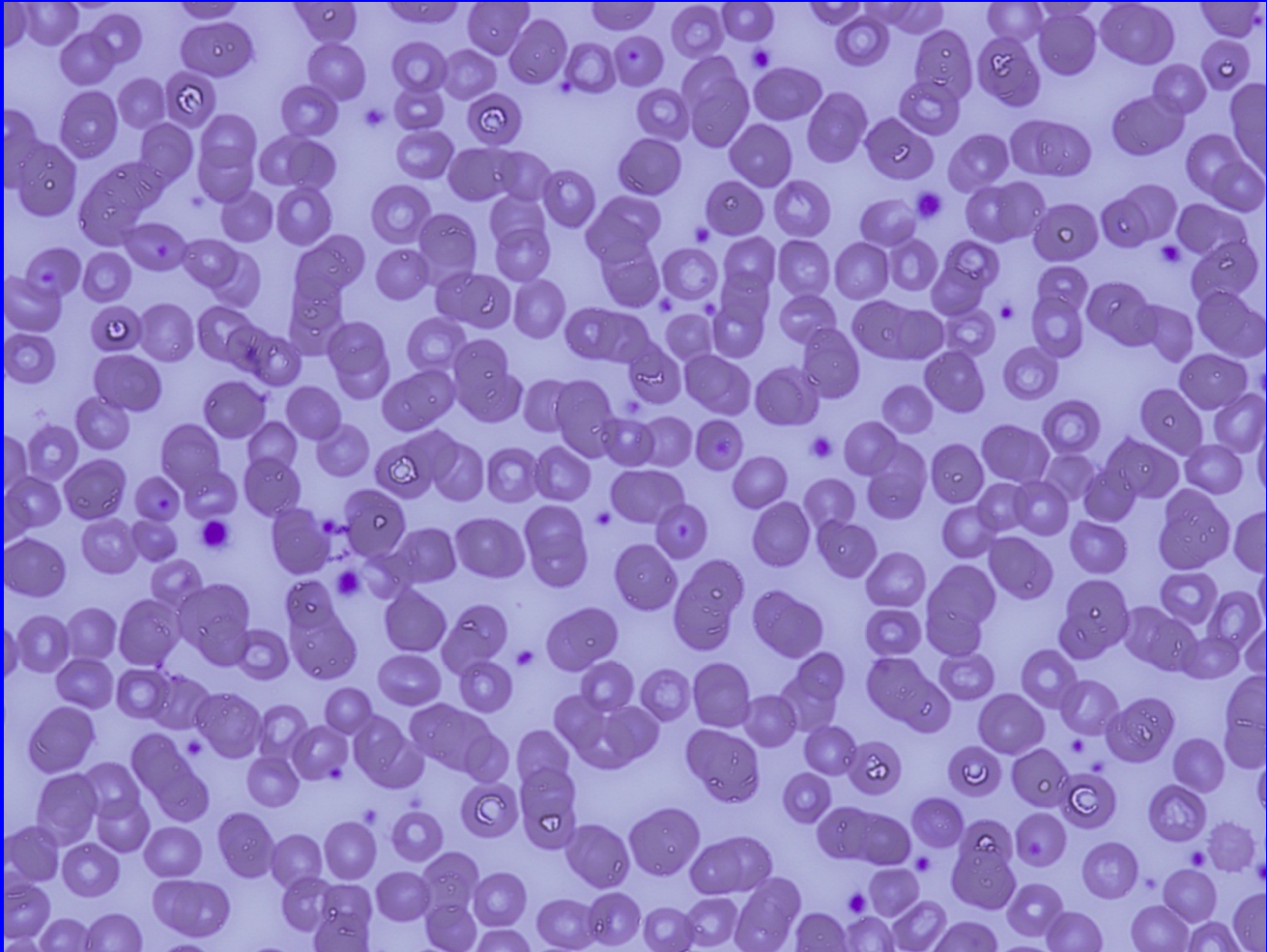
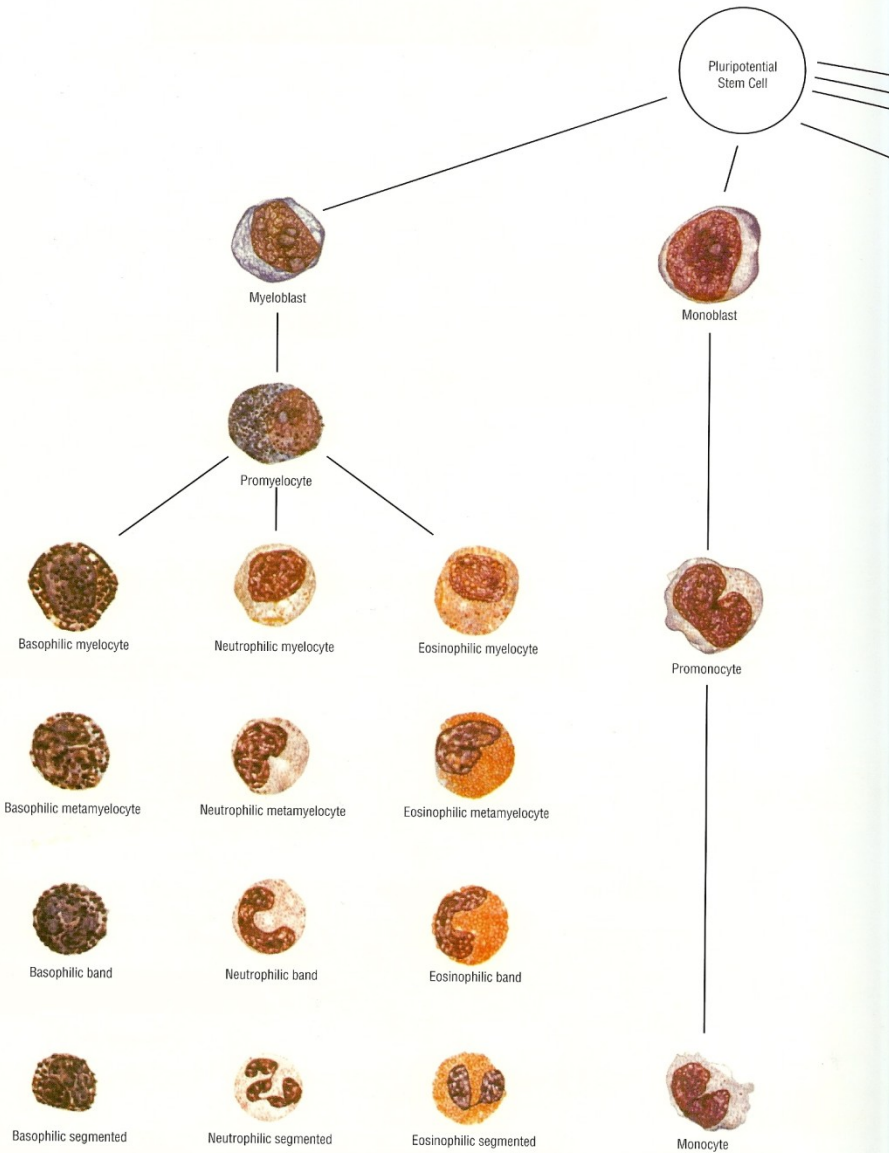
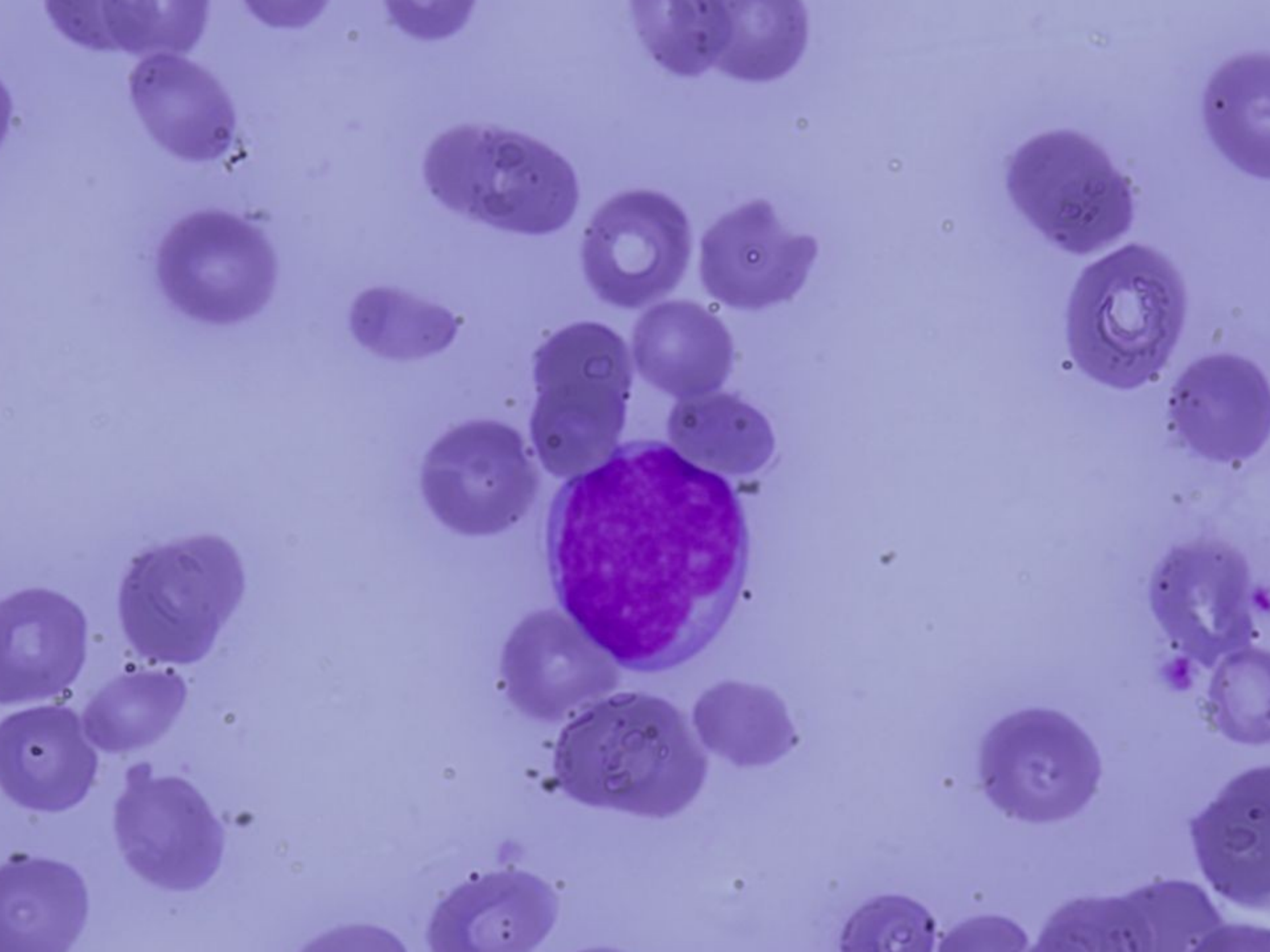


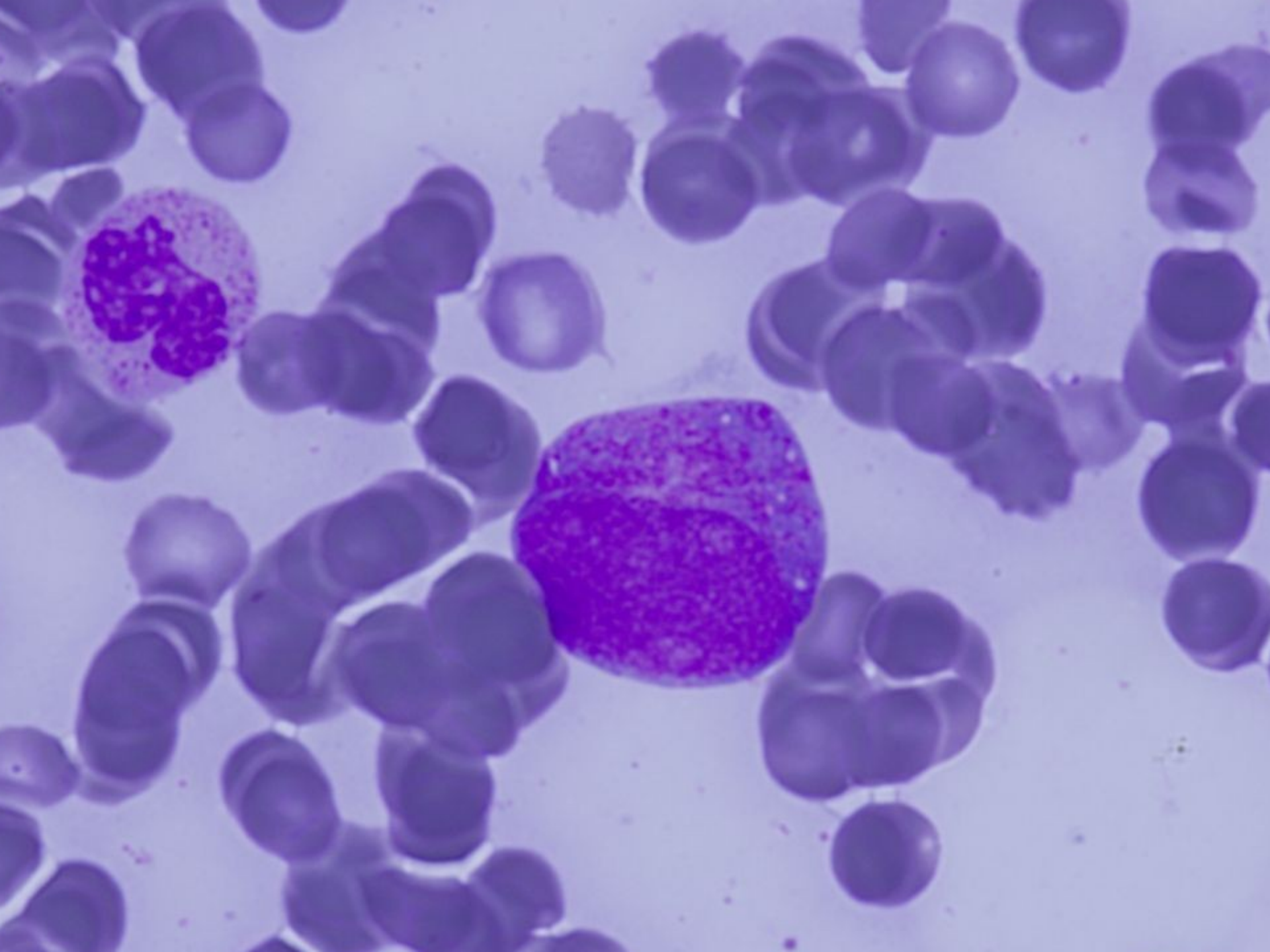
Plate 74. Origin and Development of Blood Cells

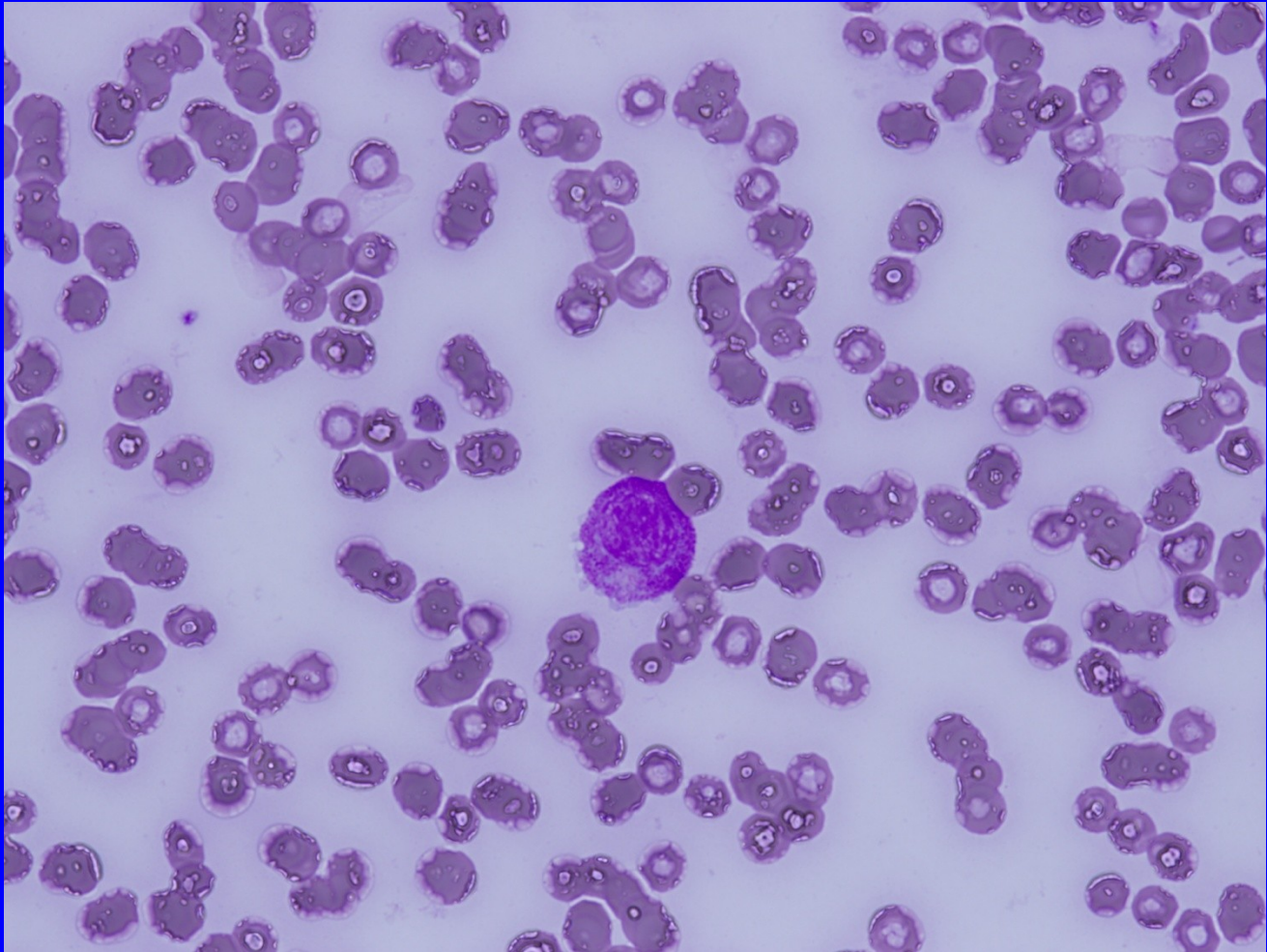


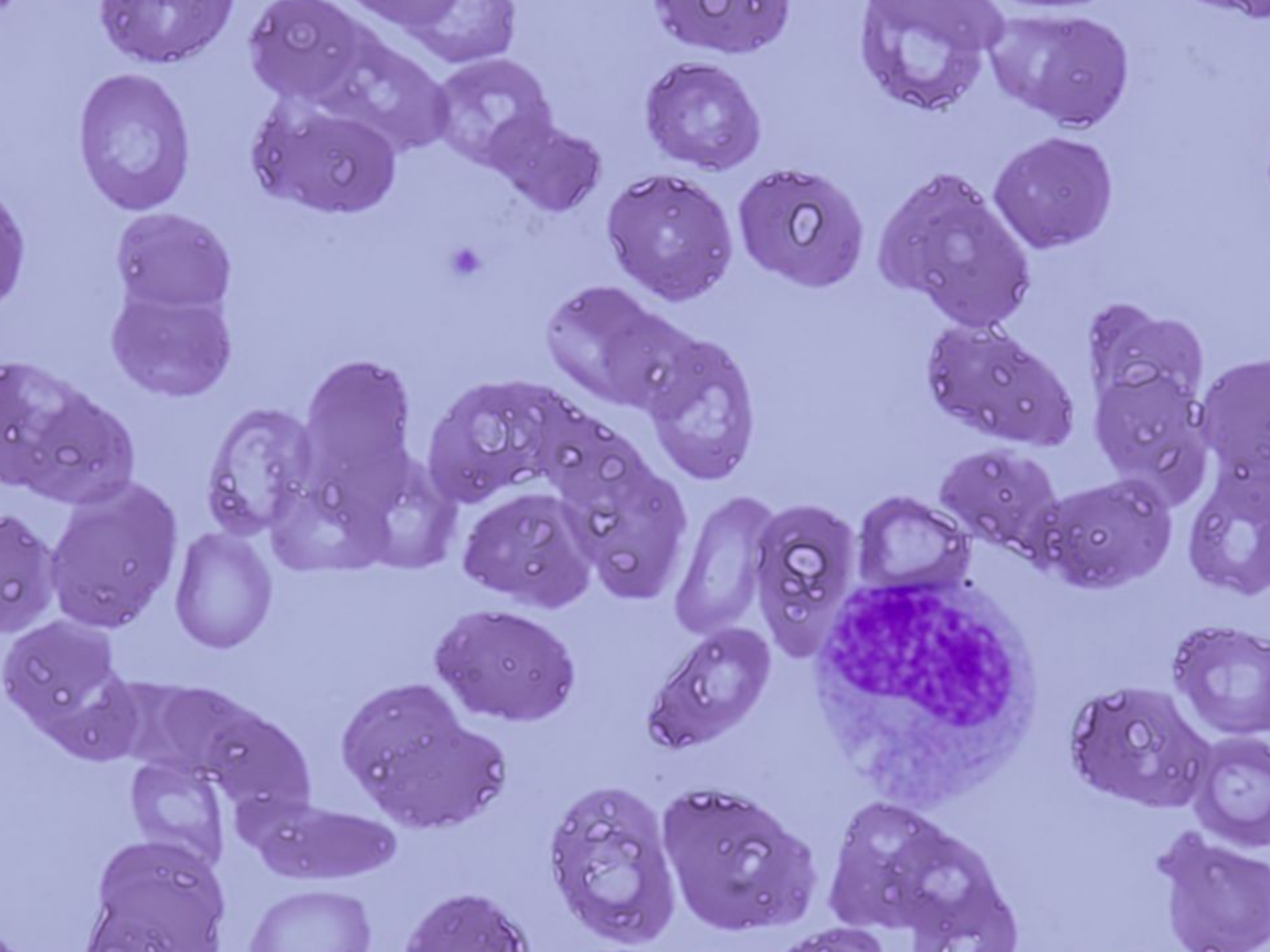
Vývojová línie granulocytů

- Myeloblast
- Promyleocyt
- Myelocyt(eozinofilní,bazofilní,neutrofilní)
- Metamyelocyt(eozinof,bazof.,neutrofilní)
- Tyčky (eozinofilní,bazofilní,neutrofilní)
- Segment(eozinofil,bazofil,neutrofil)

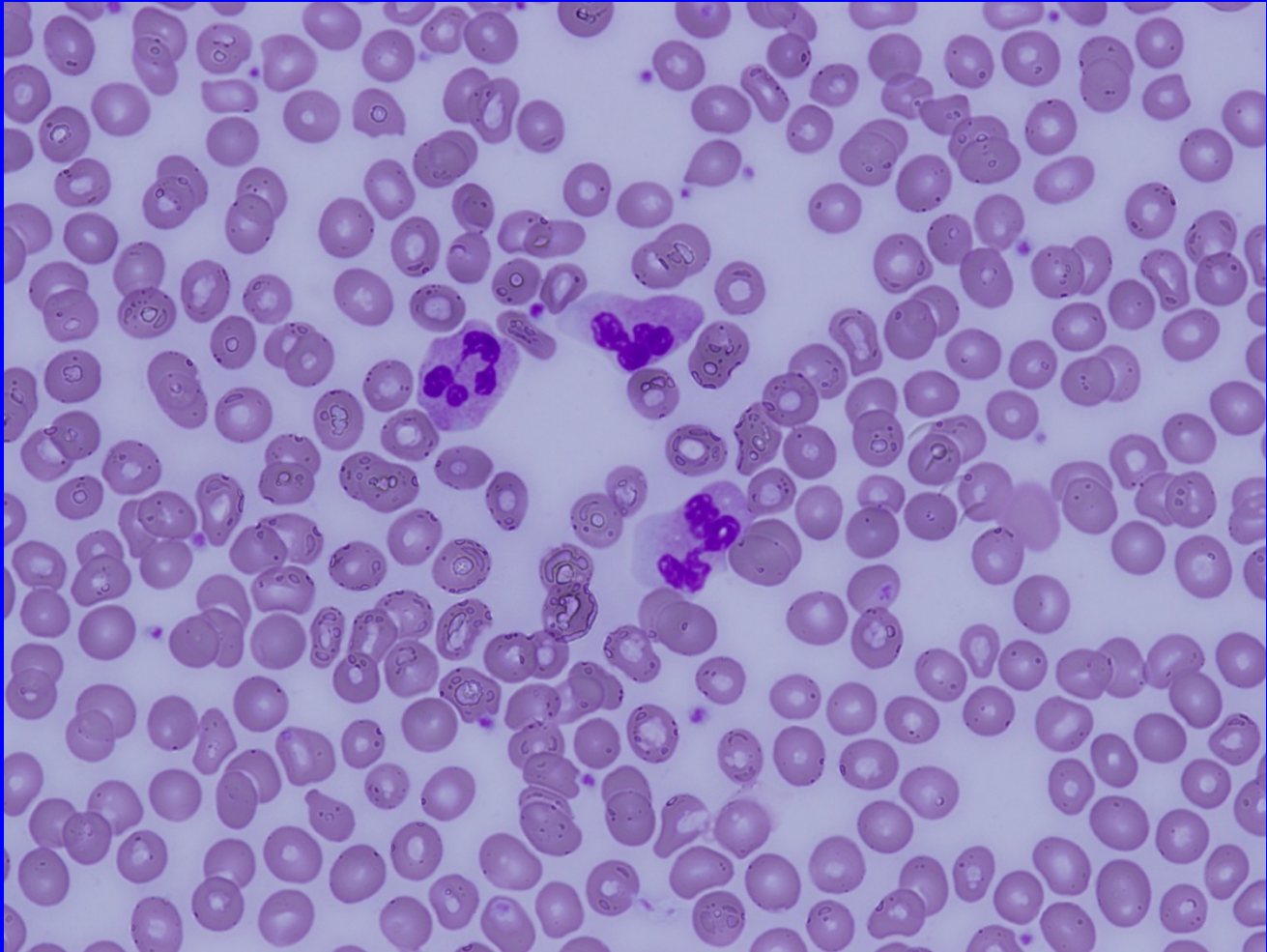


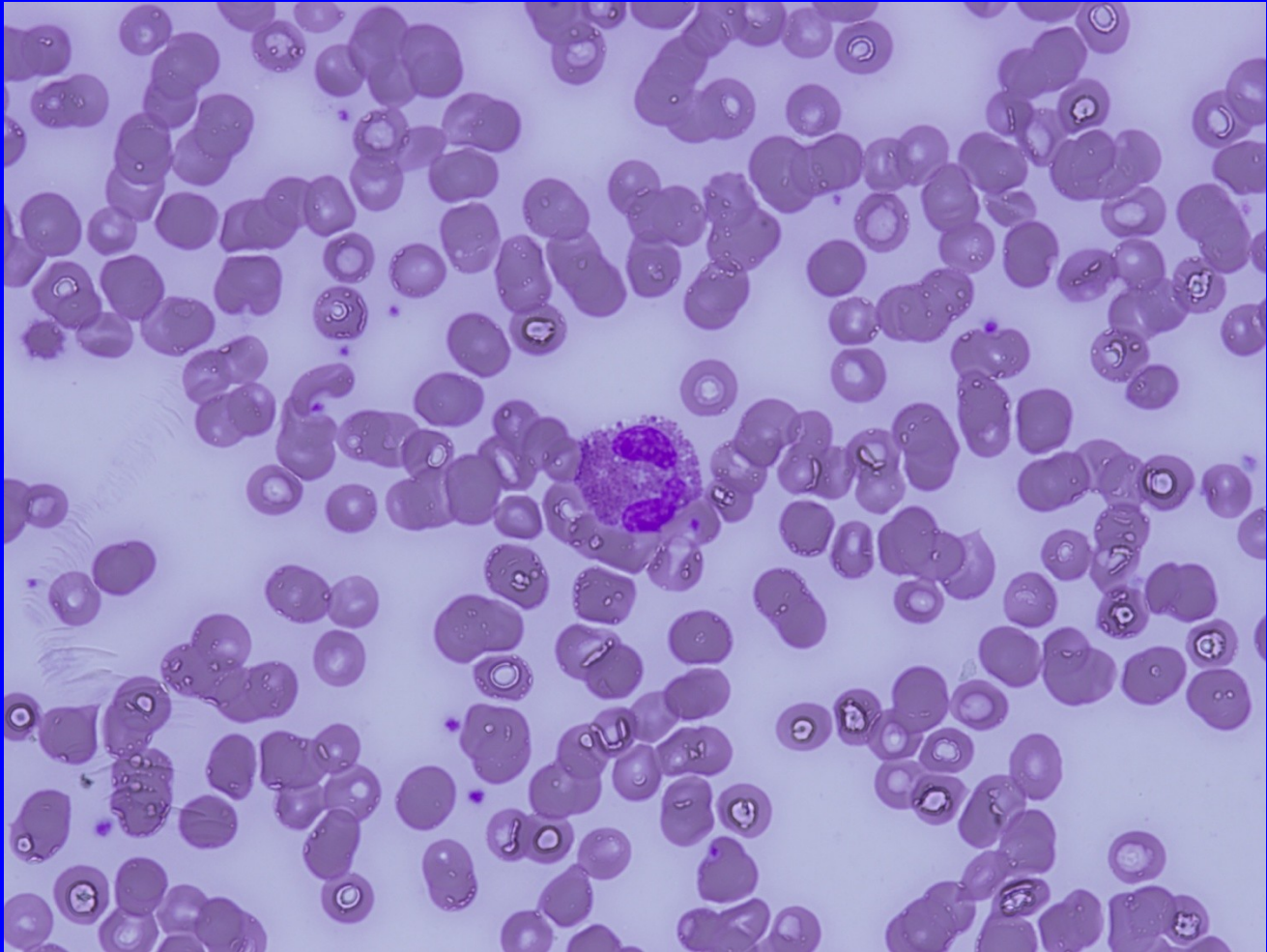


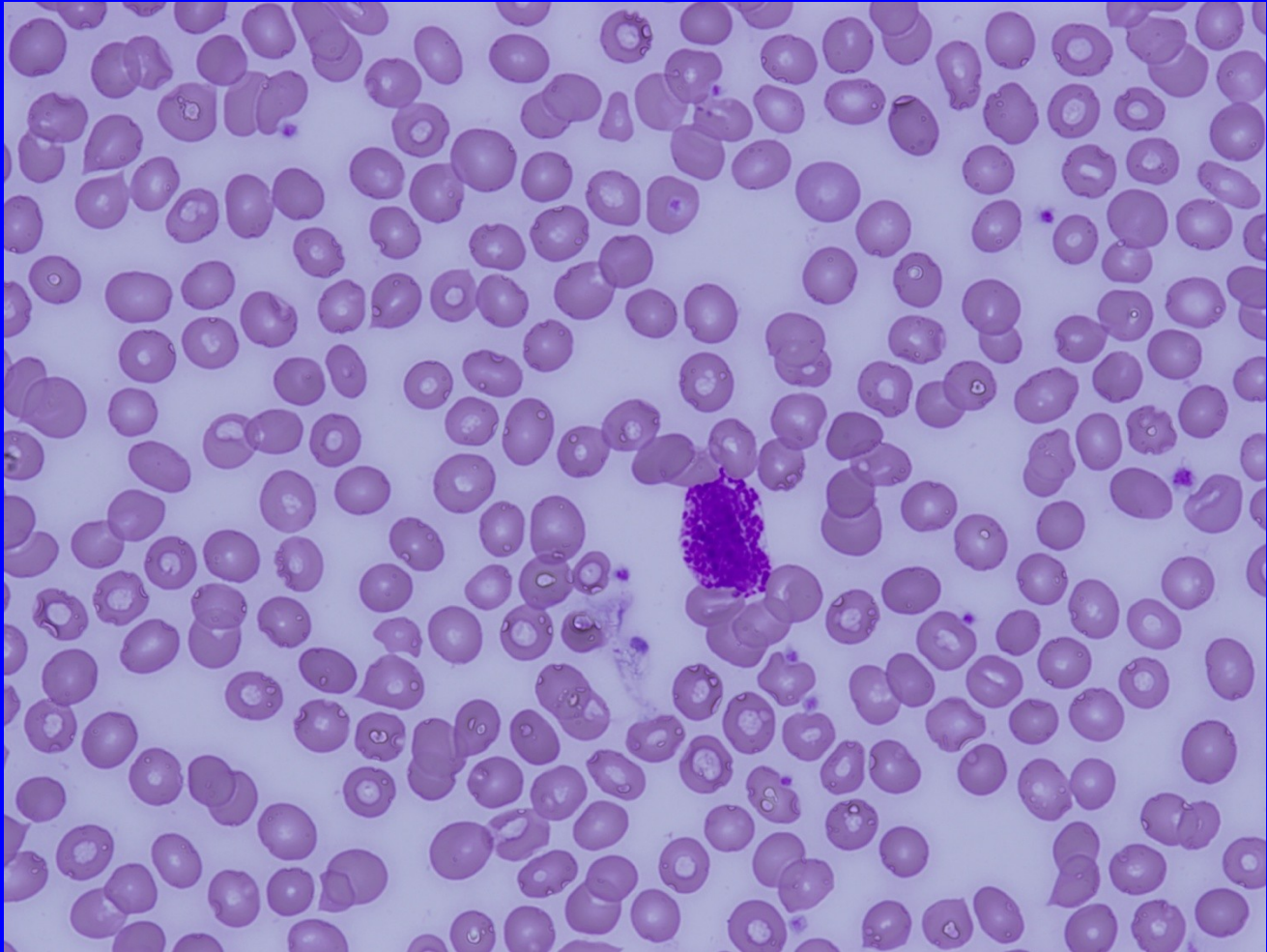






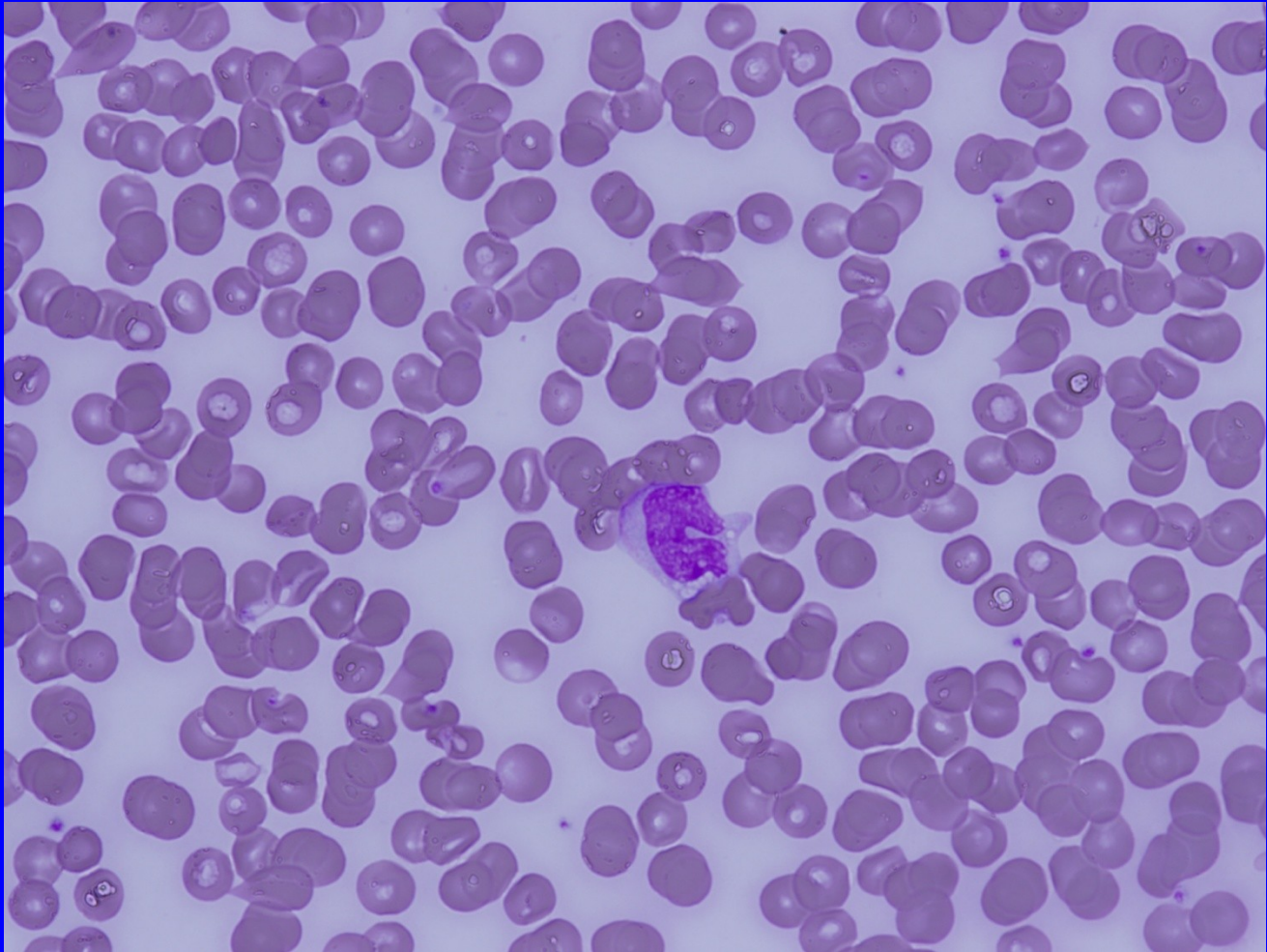






Vývojová línie monocytů(makrofágů)

- Monoblast
- Promonocyt
- Monocyt



Lymfopoéza

Lymfocyty se tvoří z

**mateřských lymfoidních kmenových
buněk,**

které dávají vznik lymfocytům, ale i jiným
elementům, jež jsou součástí např. podpůrných
tkáni. (Cooper, 1987)

Lymfatické tkáně

Primární lymfatická tkáň

- **Kostní dřeň** –v ní se vytváří progenitorové lymfoidní buňky, které v ní buď dále vyžívají a dávají vznik **B-lymfocytům**, nebo jako prothymocyty přestupují z kostní dřeně prostřednictvím cirkulace krve do thymu
- **Thymus** –tady prothymocyty zrají v **T-lymfocyty**, ze všech prothymocytů jenom 1-2% buď dozrává na T lymfocyty, ostatní buď se likvidují apoptózou

Sekundární lymfatická tkáň

Do ní přecházejí z KD a thymu B a T lymfocyty a NK buňky

Lymfopoéza

Buňky opouštějí primární lymfatické orgány krevní cestou a osídlují tzv.sekundární lymfatické orgány, v nichž se lymfocyty setkávají s antigeny, během svého pobytu ve dření a thymu získávají B a T lymfocyty panel membránových antigenu.

K největší tvorbě ly dochází během prvních měsíců života

Vývojové stádia B a T lymfocytů v kostní dřeni

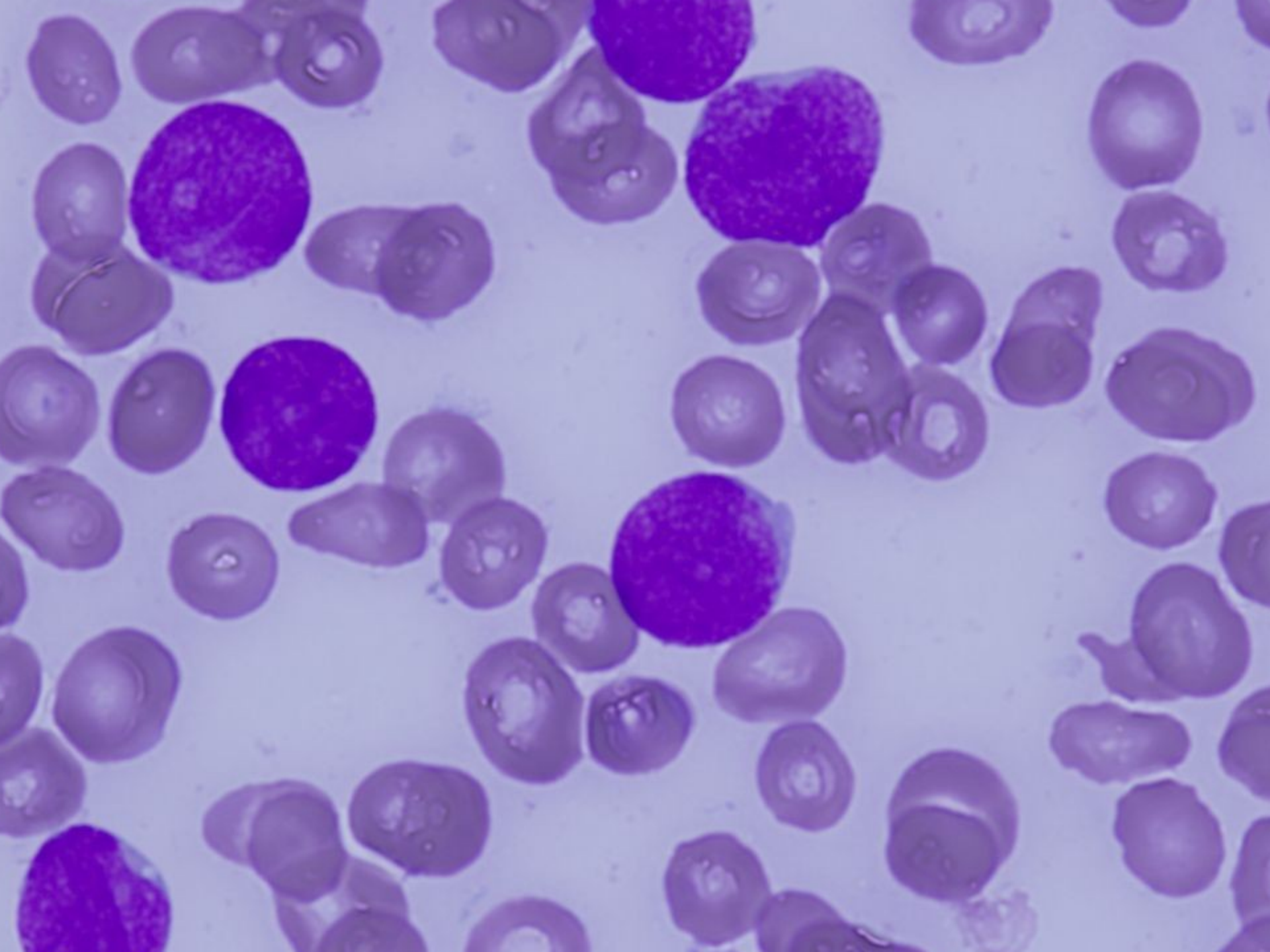
Pre-Pre B-lymfocyty

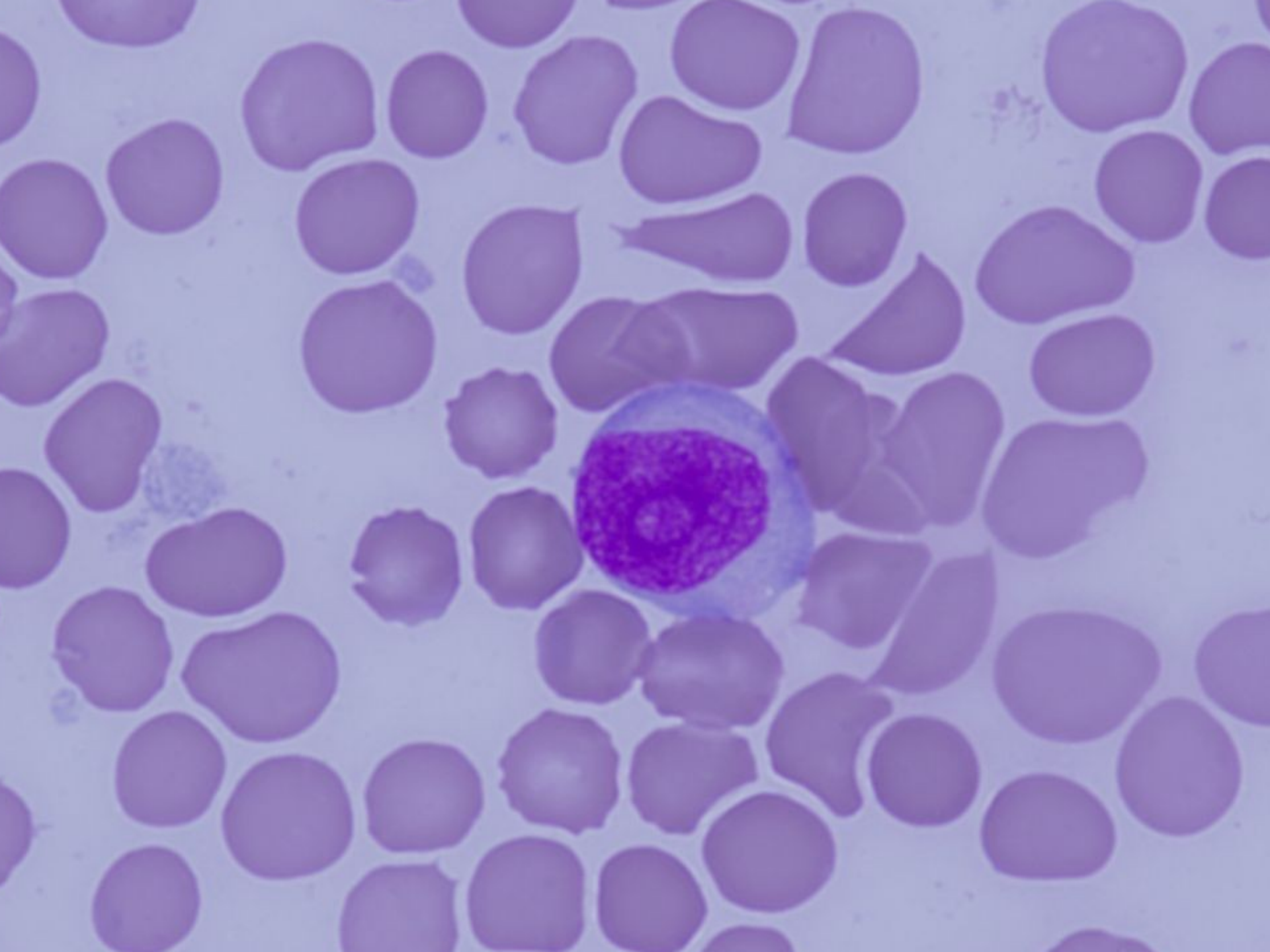
Pre-B lymfocyty

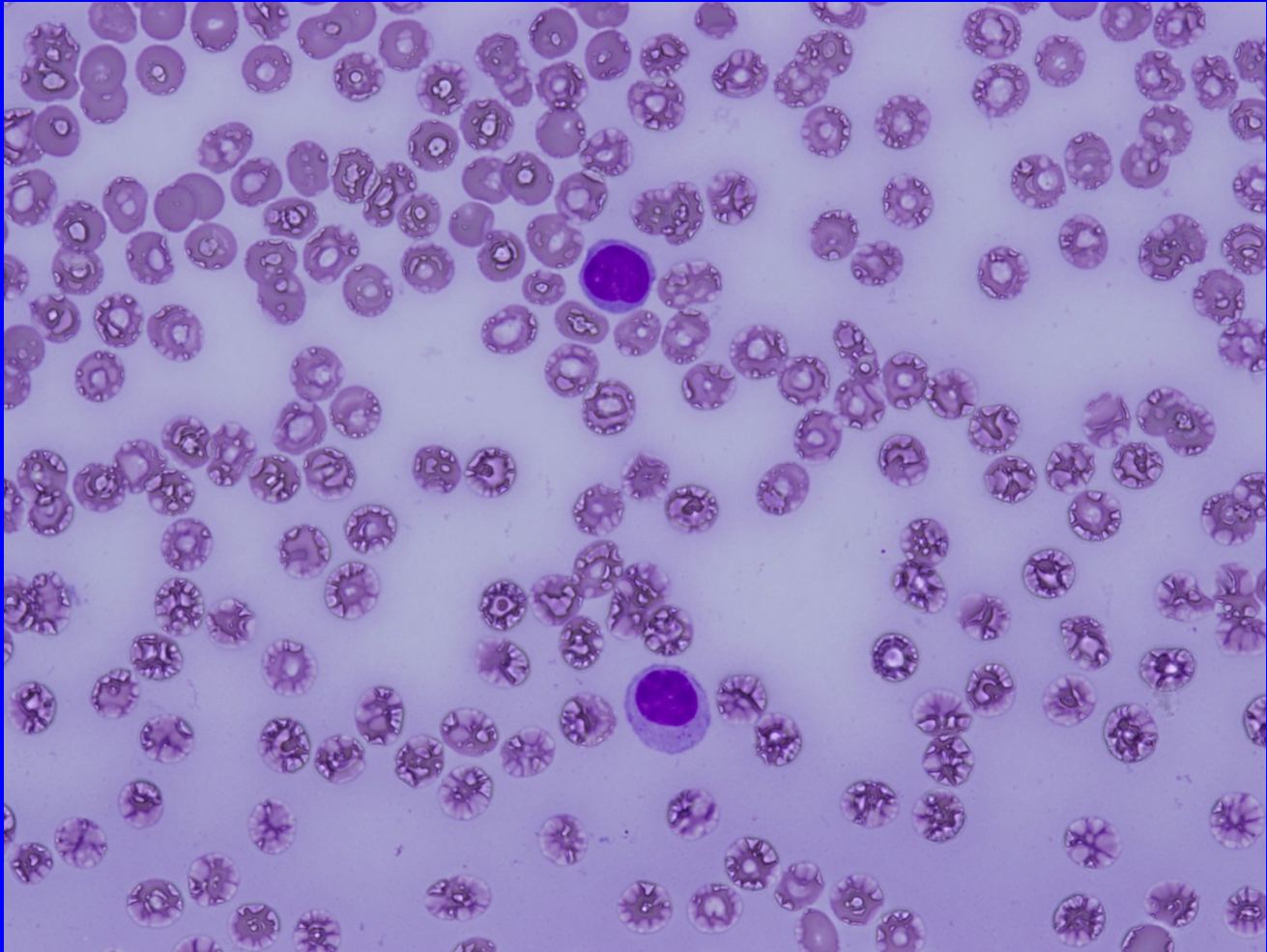
Časný B lymfocyty

Intermediární –B lymfocyty

Zralý- B lymfocyty







Děkuji za pozornost...