

# Nemoci krve a krevtovorných orgánů

Anatomie a fyziologie krevtvorby

Poruchy pluripotentní kmenové buňky

Poruchy červené krevní řady

Poruchy bílé krevní řady

Poruchy koagulace

Vyšetřovací metody a další praktické aspekty

# Krev

= suspenze **krvních buněk** v **krvní plazmě**

## Funkce:

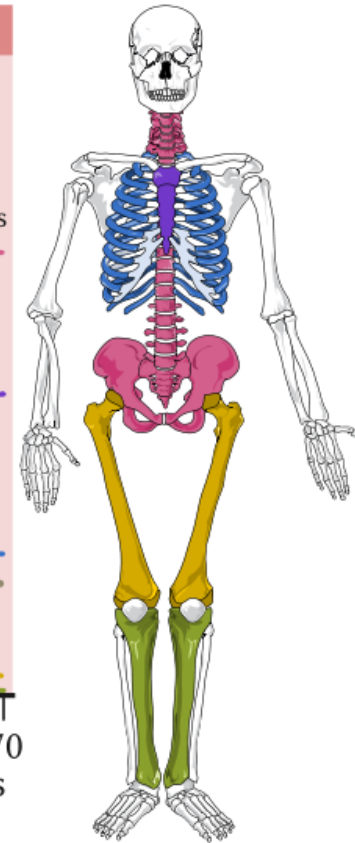
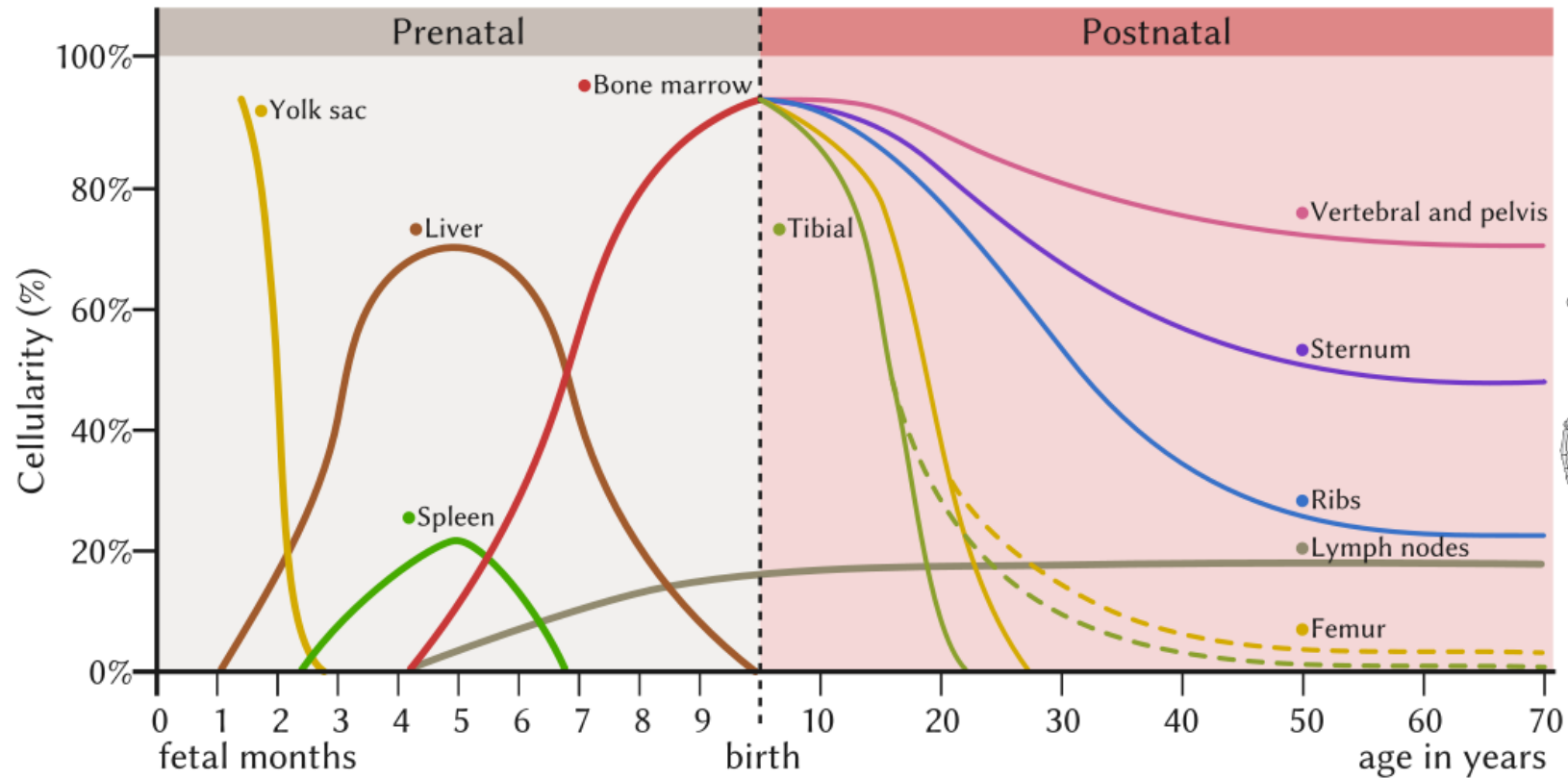
- Transport (dýchacích plynů, živin, hormonů, vitaminů, zplodin metabolismu),
- Termoregulace,
- Udržování stálého vnitřního objemu a onkotického tlaku,
- Udržování acidobazické rovnováhy (stálost pH),
- Imunitní funkce,
- Zástava krvácení (hemostáza) a srážení krve (hemokoagulace).

# Krvetvorba (hematopoeza)

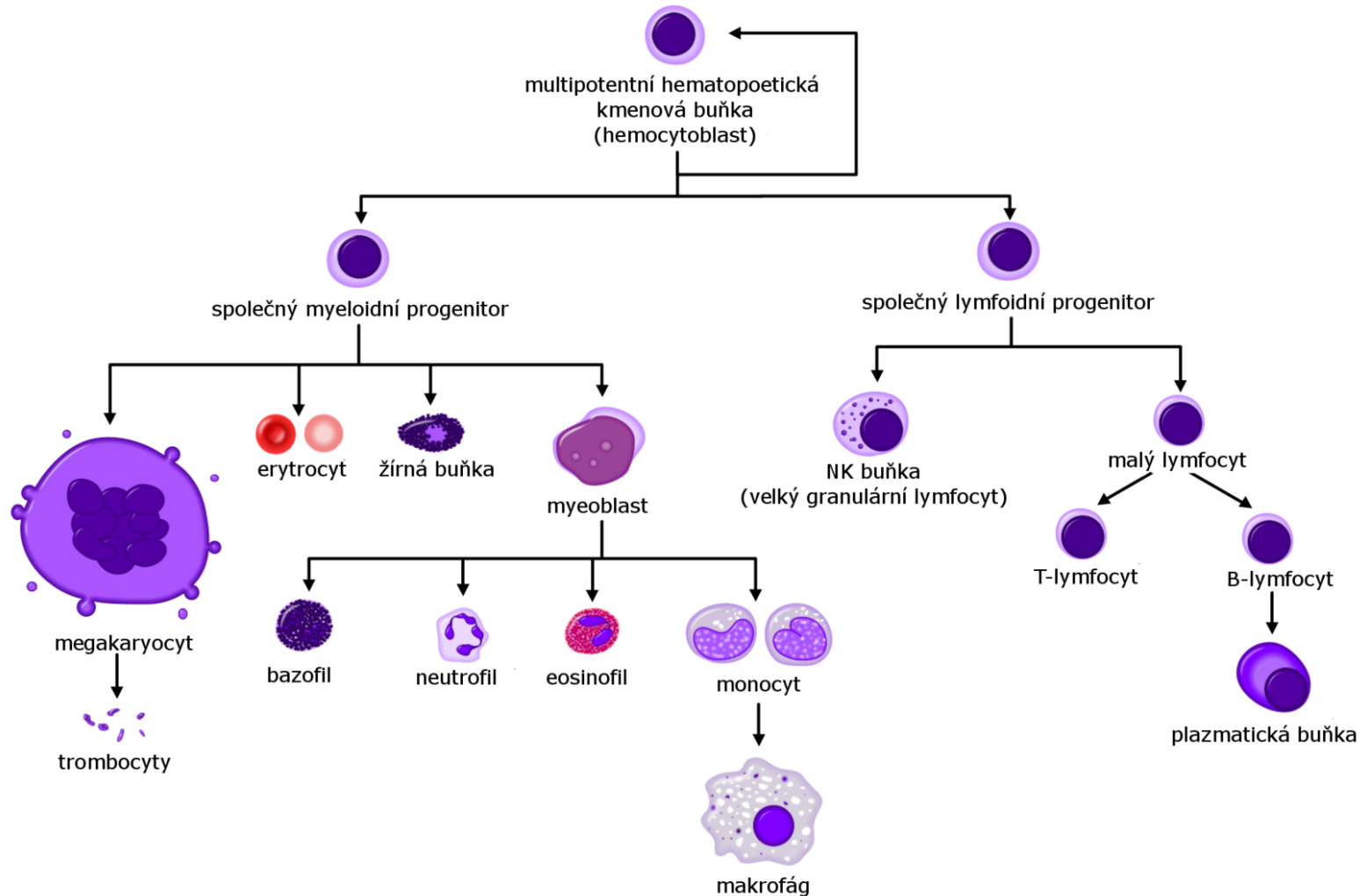
= tvorba krevních **buněčných** komponentů

- probíhá jako **neustálá** obnova krevních elementů po celý život = množení (**proliferace**) a mnohostupňové vyzrávání (**maturace a diferenciaci**)
- je regulovaná **cytokiny** – např. růstovými faktory (GM-CSF, G-CSF, TPO, EPO), interleukiny (IL1-IL?)...
- v průběhu vývoje jedince **se mění její intenzita** v jednotlivých krvetvorných orgánech

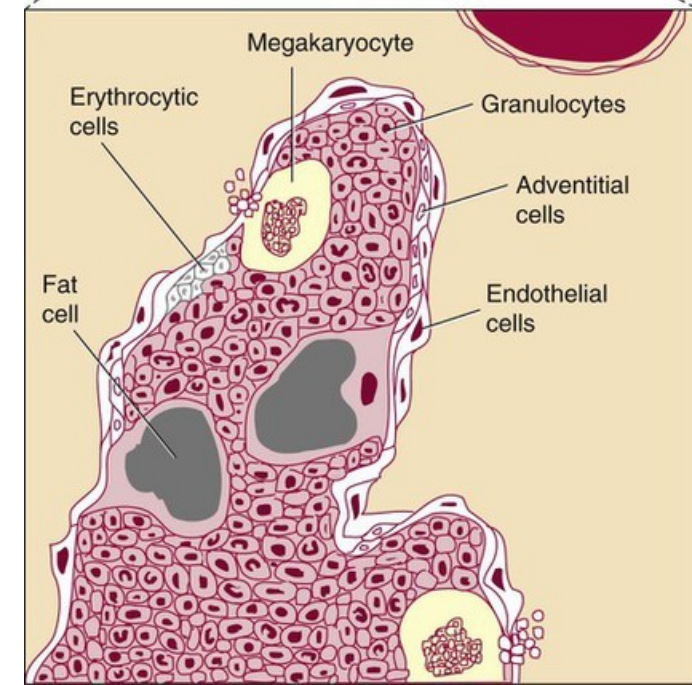
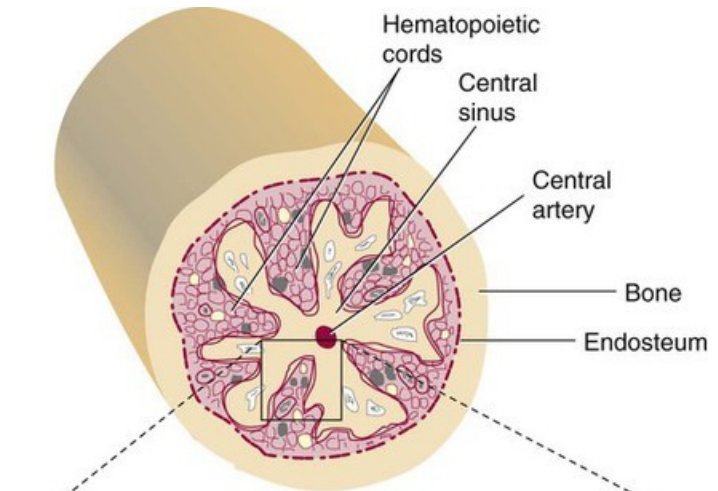
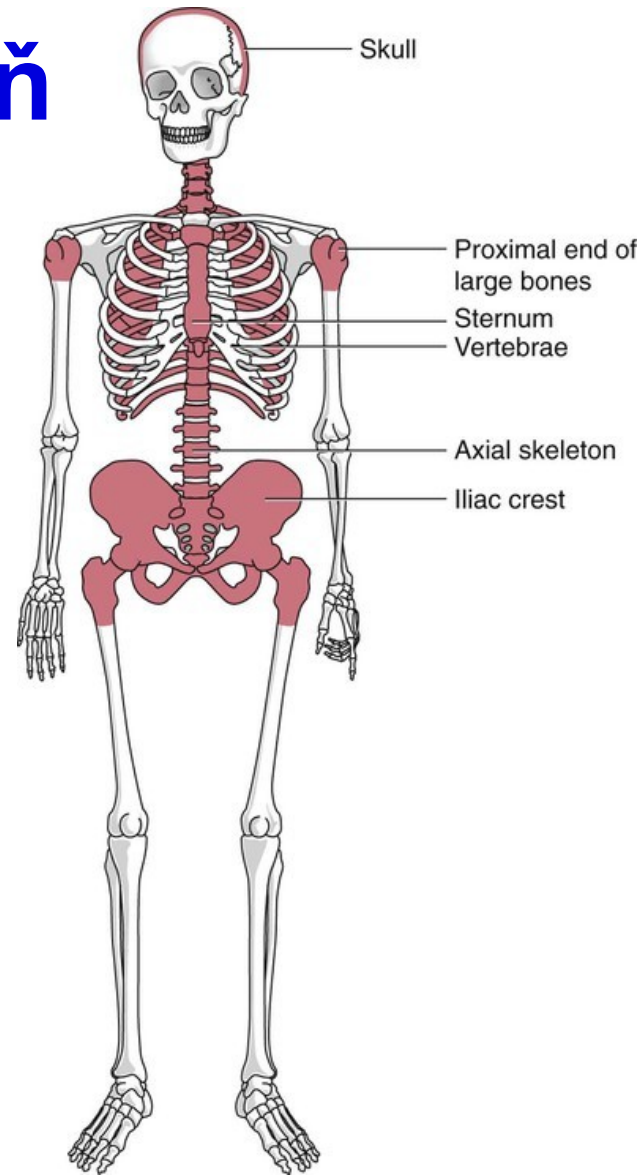
# HEMATOPOIESIS



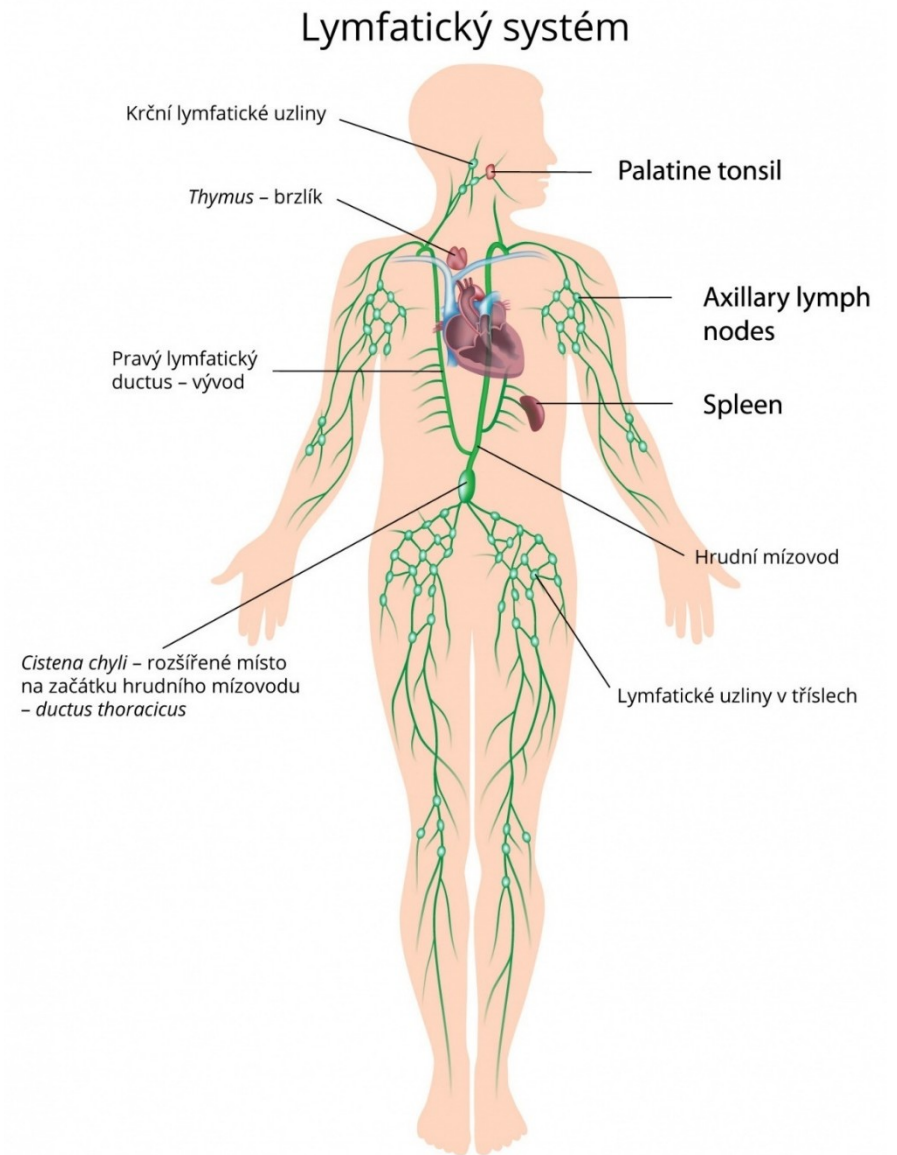
# 1 kmenová buňka – 2 vývojové řady



# Kostní dřeň



- Jako součást imunitního systému souvisí krevotvorba i se **systémem lymfatickým** (mízním)
- = jednosměrný drenážní systém vedoucí z mezibuněčných prostor do krve
- **lymfatické orgány**
  - ✓ **primární (centrální)**
    - Brzlík (thymus)
    - Kostní dřeň
  - ✓ **sekundární (periferní)**
    - Slezina (lien)
    - mízní uzliny
    - MALT (mucosa associated lymphoid tissue)
- **lymfatické cévy s protékající lymfou**



- **kostní dřeň** – novotvořené buňky přestupují z oddílu krvetvorného do cévního a jsou vyplavovány do periferie
- **slezina** – fazolovitý orgán velikosti 12x6x6cm uložený v levém podžebří, imunitní rekce, dohled nad krevními elementy
- **thymus** – významný hlavně v dětství, v dospělosti regreduje, dodává lymfocytům předurčení T – pro buněčnou imunitu
- **MALT** (mucosa-associated lymphoid tissue = lymfatická tkáň vázaná na sliznice, např. trávící trubice nebo dýchacích cest) – dává lymfocytům předurčení B – pro protilátkovou imunitu
- **lymfatické uzliny** – vloženy do průběhu lymfatických cév, fazolovitého tvaru, lymfa přináší částice, ty jsou zachyceny a uzlina spouští imunitní odpověď



# Poruchy krvetvorby

- **„-penie“** = snížení počtu pod normu
  - „bi-, tri- cytopenie“ = snížení počtu ve 2, 3 krevních řadách
  - „pancytopenie“ = týkající se všech krevních řad
- **„-émie, -filie, -óza“** = zvýšení počtu nad normu
  - „polycytémie, polyglobulie“ = zvýšení počtu červených krvinek
- **„-patie“** = strukturální nebo funkční porucha bez ohledu na počet
  - „koagulopatie“ = chorobný stav zvýšené krvácivosti způsobené nedostatkem nebo poruchou koagulačních faktorů, popř. přítomností jejich inhibitorů

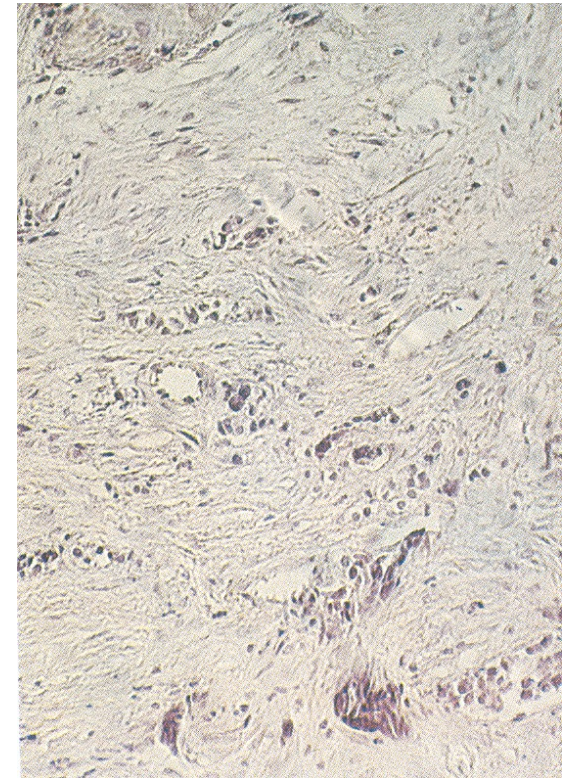
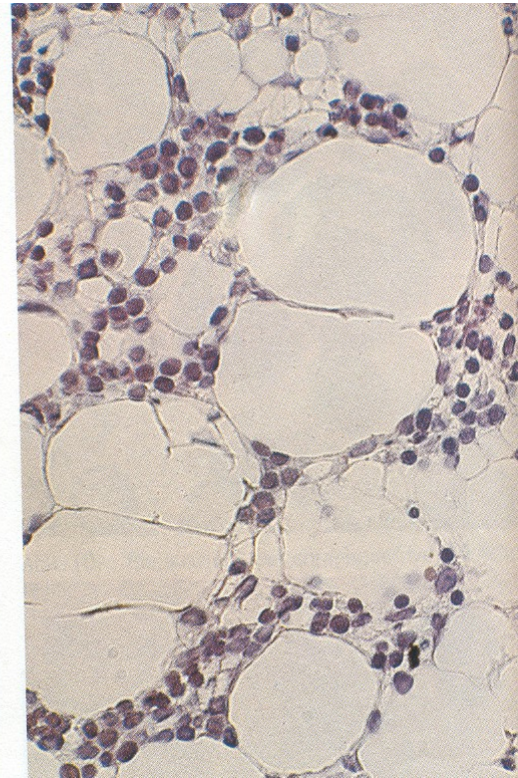
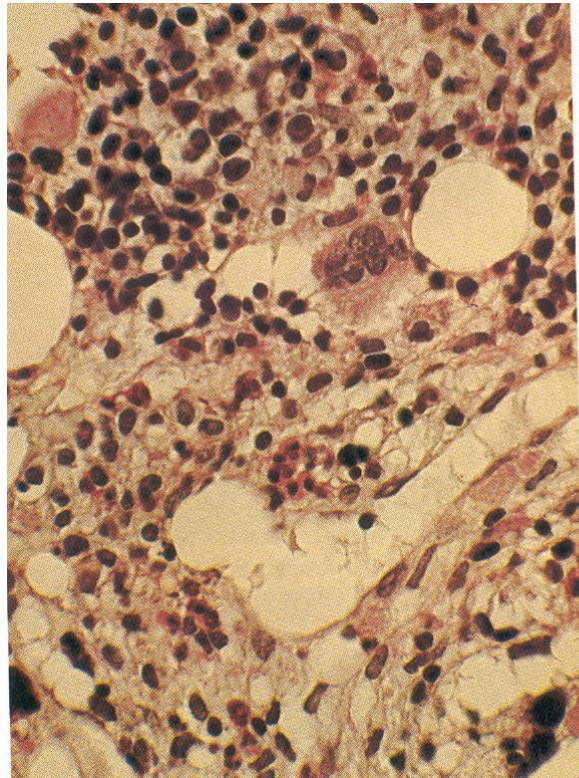
# Poruchy kmenové buňky

## Snížení krvetvorby

- **aplastická anémie (nebo aplastická pancytopenie)**  
dochází k nahrazování funkční kostní dřeně tukovou tkání;  
krvácivé a infekční komplikace, riziko přetížení železem z opakovaných transfuzí,  
možnost přechodu v leukémii;  
léčba – odstranění noxy, imunosuprese, cytostatika, splenektomie podle délky  
přežívání krevních elementů, růstové faktory, allogenní transplantace kostní dřeně,  
podpurná terapie (antibiotika, antimykotika, virostatika, převody krevních derivátů)
- **primární myelofibróza** - postupná náhrada krvetvorby ve dřeni fibrózní tkání, obnovení  
extramedulární krvetvorby
- **útlum kostní dřeně dále způsobují některé léky** (antibiotika, antiepileptika, cytostatika...)

# Trepanobiopsie kostní dřeně

- 1) normální nález
- 2) aplastická anémie
- 3) myelofibróza



# Poruchy kmenové buňky

## Zvýšení krvetvorby

- **primární polycytémie (polyglobulie)**

zmnožení všech řad, nejvíce červené, je potřeba odlišit od sekundární polycytémie (např. při snížené saturaci krve kyslíkem)

únavnost, červená barva v obličeji, překrvení spojivek, pálení kůže, svědění, splenomegalie; hrozí tendencí k TEN, přechodem do myelofibrózy, leukémie, hemoragická diatéza

- **chronická myeloidní leukémie (CML)** – viz dále

- **primární trombocytémie** – viz dále

## Poruchy vyžívání a diferenciace krevních elementů

### • myelodysplastický syndrom (MDS)

porucha vyžívání všech řad vedoucí k vývoji funkčně nekvalitních buněk, (pan)cytopenii, změny postupně narůstají až po obraz leukémie

slabost, bledost, náchylnost k infektům, krvácivé komplikace, dravě probíhající infekce pro nekvalitní granulocyty

léčba – není optimální; malé dávky cytostatik růstové faktory, podpora diferenciace, alogenní transplantace KD

## Porucha membrány krevních elementů

### • paroxysmální noční hemoglobinurie

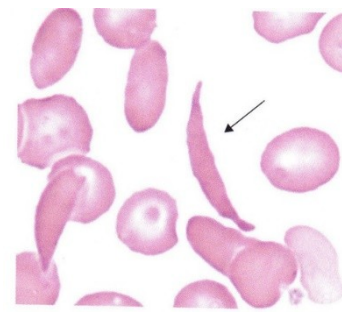
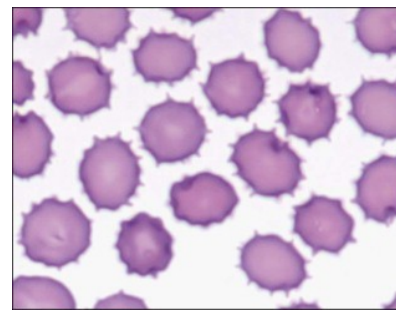
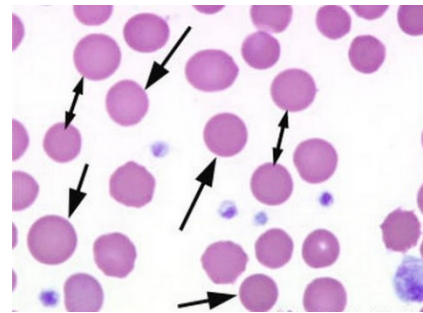
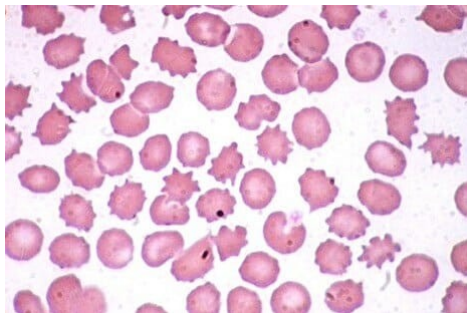
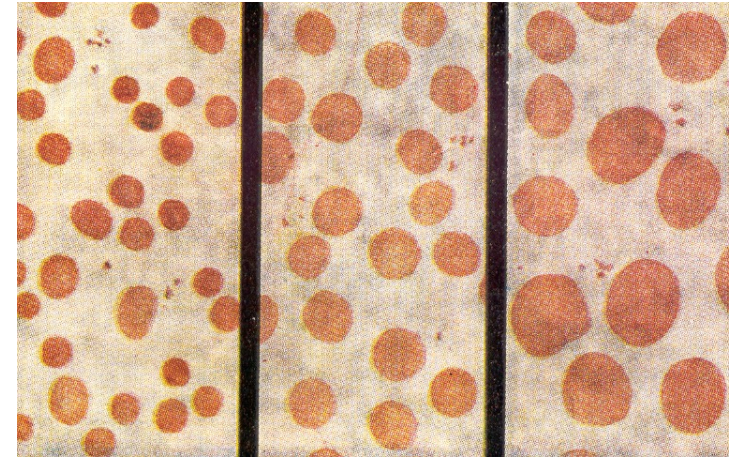
získanou genetickou mutací hematopoetické buňky dochází k změnám v buněčné membráně erytrocytů a tím k jejich zvýšenému odbourávání (systémem komplementu)

subikterus, občasné (zvláště noční) ataky křečí v břicho, celkově nepříznivého stavu a hemoglobinurie – chronická hemolytická anemie, krvácivé projevy z trombopenie, riziko obstrukce ledvinných tubulů hemoglobinem, krvácivé komplikace, trombóza jaterních žil, mozkových splavů, lienální žíly

léčba – není známá, steroidy ke stabilizaci membrán, v těžkých případech alogenní transplantace KD

# Červené krvinky - erytrocyty

- přenašeč krevních plynů
- tvorba je stimulovaná hormonem **erytropoetinem**, výrazný vliv na ni má hladina **železa**, **vitaminu B12** a **kyseliny listové**
- dle velikosti **normocyt** (cca 7,5  $\mu\text{m}$ ), **mikrocyt** a **makrocyt** →
- normálně **bikonkávní tvar** (na příčném řezu „dlouhý piškot“) – patologické odchylky tvaru: **poikilocyty** (nepravidelné), **sférocyty** (kulovité), **echinocyty** (trnité výběžky), **drepanocyty** (srpkovité)



# Červené krvinky - erytrocyty

- délka života **120 dní**
- normální počet u mužů  $4,3-5,7 \times 10^{12}/l$ , u žen  $3,8-4,9 \times 10^{12}/l$ 
  - **zvýšení počtu = polycytémie / polyglobulie**
    - **hyperviskózní syndrom** - se stoupajícím hematokritem klesá průtok krve menšími cévami, zhoršuje se přenos kyslíku do tkání, plus zvýšené riziko cévních trombóz
  - **anémie = snížení koncentrace hemoglobinu** pod 135g/l u mužů a pod 120g/l u žen (obvykle spojena i s erythrocytopenií)
    - slabost, únavnost, tachykardie, dušnost, závratě, pády, manifestace ischemické choroby srdeční, srdečního selhání, cévních mozkových příhod a TIA, jiné neurologické příznaky, plus příznaky z ev. deficitů
    - diagnostika – KO, retikulocyty (t.j. nezralé erythrocyty – zvýšeně se vyplavují při ztrátách nebo rozpadu erythrocytů), Hb, MCV, hladina Fe, vazebná kapacita, saturace, hladina B12, kyseliny listové, křivka železa, sternální punkce, trepanobiopsie
    - léčba – odstranění příčin, dodání chybějících stavebních kamenů

# Anémie ze snížené tvorby

## ➤ Útlum nebo útlak normální krvinek

## ➤ Sideropenická anémie

- z nedostatku železa – tvoří se mikrocyty
- zvýšené ztráty krve či spotřeba krvinek, snížená dodávka železa potravou, poruchy střevní resorpce železa, přítomnost nádorového onemocnění
- postihuje 10% fertálních žen ve vyspělých zemích, 50% v rozvojových
- léčba – řešení příčin ztrát, dodávka Fe se zajištěním kyselého pH žaludku (kombinace s kyselinou askorbovou), při poruchách resorpce podání železa i.v. nebo i.m.



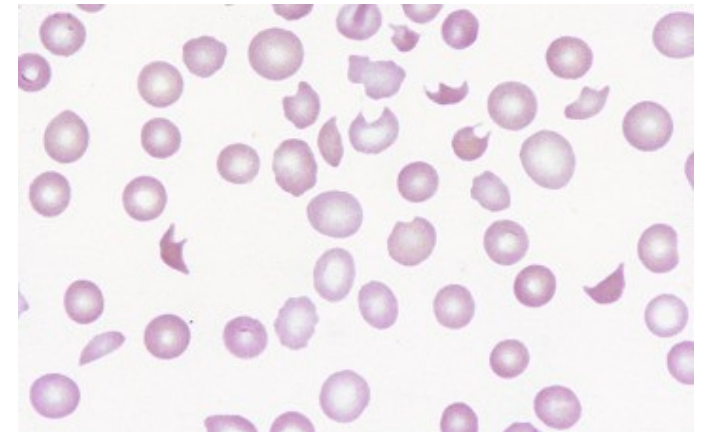
# Anémie ze snížené tvorby

## ➤ Megaloblastové anémie

- z deficitu vit. B12 nebo kyseliny listové
- přítomny megaloblastová přestavba kostní dřeně a makrocyty v periferní krvi
- **perniciózní anémie** – z poruchy vstřebávání vit. B12 pro poruchu žaludeční sliznice (nedostatek intrinsic faktoru, chronická atrofická gastritida, možná produkce autoprotilátek proti žaludeční sliznici nebo proti vnitřnímu faktoru)
  - pro deficit vit. B12 spojena i s glossitidou, polykacími obtížemi, syndromem zadních provazců míšních
  - léčba – dodávka vitamínu B12 parenterálně: 1000ug denně, po 5-7 dnech nastává retikulární krize (t.j. několikanásobný vzestup retikulocytů), udržovací dávka 300ug měsíčně (i preventivně po resekcích žaludku a střev)
    - u nemocných s atrofickou gastritidou 1x ročně GFS – prekanceróza!
- **další příčiny:** střevní sliznice (celiakální sprue, poresekční – do 3 let), nutriční (snížení obsahu kyseliny listové ve stravě), polékové (cytostatika, biseptol), alkohol, těhotenská megaloblastová anémie

# Anémie ze zvýšené destrukce

- anémie způsobené zkráceným přežíváním erytrocytů – hemolýza
  - subikterus až ikterus (ze zvýšené hladiny uvolněného bilirubinu), při zhoršení (hemolytická krize) bolesti břicha, bederní krajiny, může napodobit NPB, hemoglobinurie
  - při rozpadu erytrocytů se sice objem cirkulující krve neztrácí, ale je tu riziko selhání ledvin z ucpání ledvinných tubulů uvolněným hemoglobinem, dále hrozí i rozvoj DIC
  - léčba: u získaných kortikoidy, imunosuprese, plazmaferéza, vysoké dávky Ig, u vrozených režimová a dietní opatření, vyvarovat se léků
- **vrozené** – tvarové odchylky erytrocytu, odlišné složení hemoglobinu, odlišný metabolismus – anémie korpuskulární
  - **získané** – autoimunitní s tepelnými nebo chladovými PL, poléková, symptomatická (malignity), mikroangiopatická (schistocyty – helmicovité / skořápkovité útržky erytrocytů), paroxysmální chladová nebo noční hemoglobinurie



# Anémie ze zvýšených ztrát

## ➤ akutní posthemoragická anémie

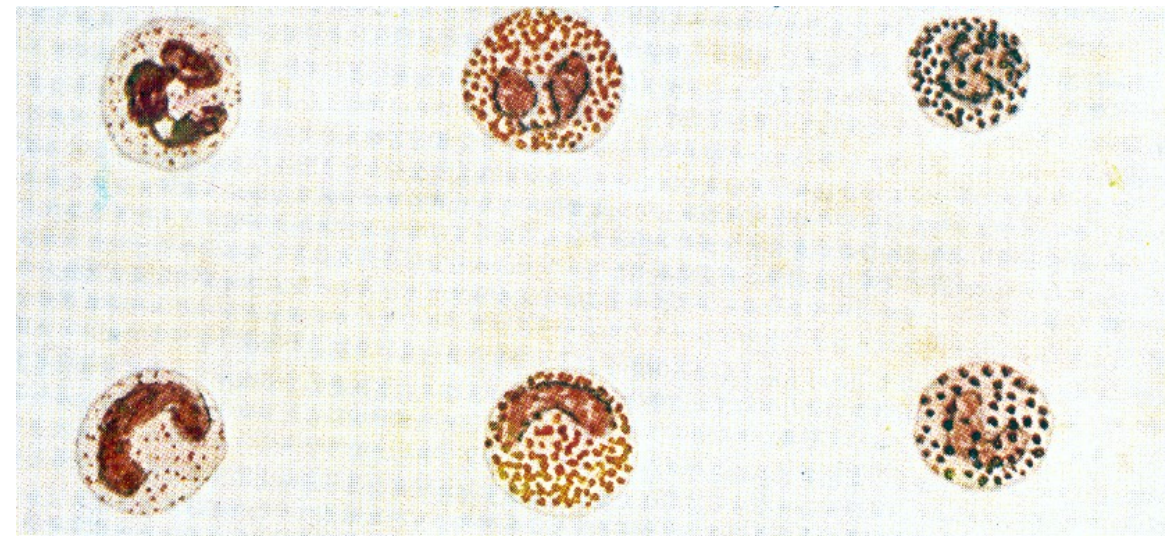
- náhle vzniklá masivnější krevní ztráta - úrazy, krvácení do GIT, dýchacího traktu, extrauterinní gravidita, velké operační výkony
- kromě tkáňové hypoxie ze ztráty „transportérů kyslíku“ přítomna i ztráta intravaskulárního objemu spojená (dle tíže ztráty) s hypotenzí, tkáňovou hypoperfuzí až šokovým stavem – zvýšené riziko multiorgánového selhání
- léčba – řešení příčiny krvácení, doplnění intravaskulárního objemu – krystaloidy (glukóza, FR), koloidy (plazmaexpandéry), krevní plazma, erytrocytární masa

## ➤ chronická posthemoragická anémie

- z dlouhodobých menších krevních ztrát - drobné krvácení do GIT, urogenitálního traktu, opakované silnější menstruace
- postupně dochází k vyčerpání zásob Fe a vzniká sideropenická anémie

# Bílé krvinky - leukocyty

- **granulocyty** – kulovitý tvar, velikost 20um, délka života 5 dní
- **eosinofilní** - roli při alergických reakcích (fagocytují komplex alergen-protilátka) a při ochraně proti parazitárním onemocněním
  - **basofilní** - se uplatňují při vzniku alergické reakce a dále se podílejí na likvidaci parazitárních onemocnění
  - **neutrofilní** (polymorfonukleáry) - čím starší, tím dělenější jádro (mladý granulocyt – tyčka, starší – segment), úkolem je obrana proti extracelulárním bakteriím (fagocytózou)



# Bílé krvinky - leukocyty

## ➤ agranulocyty

- **lymfocyt** – imunokompetentní buňka, velikost 5-7 $\mu$ m
  - lymfocyt T – buněčná imunita,
  - lymfocyt B – protilátková imunita, vyvíjí se v plazmatické buňky (plasmocyty) produkující protilátky (imunoglobuliny) a v paměťové B-lymfocyty
  - NK buňky - schopny rychle zabít některé nádorové buňky a buňky infikované virem, nemají antigenně specifické receptory
- **monocyt** – jednojaderná buňka, velikost 6-8 $\mu$ m, schopnost pohlcovat částice



# Poruchy bílé krevní složky

- kvantitativní, výjimečně kvalitativní odchylky bílých krvinek
- normální **diferenciální bílý obraz krevní** („DBOK“, „diferenciál“):
  - neutrofily 50-75%,
  - tyčky 4%
  - eosinofily 1-5%
  - basofily do 1%
  - lymfocyty 20-45%
  - monocyty 2-10%
- **snížení počtu** - cytostatika, ozáření, splenomegalie, toxické působení (např. některá ATB), útlak krvetvorby
- **zvýšení počtu** – záněty, nádory, alergie, parazitózy, léčba steroidy, hypoxie, stres
  - **leukemoidní reakce** = vzestup počtu leukocytů na hodnoty obvyklé při nádorových onemocněních krvetvorby, ale bez průkazu malignity, např. při těžkých infekcích, krvácení, intoxikaci, hemolýze

# Maligní *transformace*

(klonální maligní zvrát) hematopoetické buňky

- vede k **poruše vyžívání a diferenciaci**, ale se zachovalým, případně **zvýšeným proliferacním potenciálem**
- příčinou je **chromozomální aberace nebo mutace genu**
  - ionizujícím zářením
  - chemickými látkami – benzen a další aromatické uhlovodíky, cytostatika, alkylační činidla a další karcinogeny
  - některými genetickými chorobami / syndromy – např. Downův, Klinefelterův, Wiskottův-Aldrichův, Fanconiho anémie
  - zděděnou genetickou predispozicí k onkologickým onemocněním
  - viry – HTLV-1 působí vznik leukemie z T-buněk u dospělých, možná souvislost s EBV
  - z neznámé příčiny

# Leukémie (hemoblastózy)

- **heterogenní** skupina **zhoubných** nádorových chorob krve tvorby
- vedle **populace vycházející z normálních kmenových buněk** pak existuje i **leukemická populace** vycházející z kmenových buněk maligně transformovaných
- **vytlačování normální krve tvorby** v kostní dřeni **funkčně méněcennou** leukemickou populací – symptomy z deficitu jednotlivých funkčních krevních elementů (projevy anémie, trombocytopenie, granulopenie, lymfopenie)
- možný autoimunitní podklad anémie a trombocytopenie při tvorbě **autoprotilátek** proti vlastním erytrocytům nebo trombocytům maligními (B-)lymfocyty
- tyto nezralé buňky (**blasty**) jsou vyplavovány do periferní krve a nacházejí se jako **difusní nebo nodulární infiltráty** zejména v játrech, slezině, uzlinách, ale i v jiných orgánech (CNS, kůže, ledviny...), pak se přidávají i **příznaky z poruchy jejich funkce**



# Leukémie (hemoblastózy)

## ➤ možné příznaky a komplikace:

- (sub)febrilie neinfekčního původu, noční (i denní) pocení, úbytek hmotnosti (alespoň 10% za 6 měsíců), nechutenství
- příznaky anémie - únava, nevykonnost, dušnost, v krajním případě hypoxie až ischemické příhody
- hromadění imunologicky nekompetentních leukocytů v některých řadách vede k imunodeficitu, opakovaným infekcím s možností fulminantního až septického průběhu, uplatňují se oportunní patogeny (Candida, plísně - Aspergillus, Pneumocystis, mykobakteria, Herpes simplex, Cytomegalovirus...), špatně se hojí rány
- vysoký počet leukocytů zvyšuje viskozitu krve, která může způsobit zmenšení průtoku až zástavu krve (leukostáza)
- krvácivé projevy v důsledku trombocytopenie - petechie, epistaxe, i vážnější krvácení
- bolesti v krku, bolesti kloubů a kostí (osteolýza při MM, kostní metastázy)
- lymfadenopatie v nejrůznějších lokalizacích, hepatomegalie nebo splenomegalie (tlak / bolest v podžebřích, dyspepsie, poruchy pasáže GIT), zvětšené uzliny mohou působit i lokální příznaky (kašel, syndrom HDŽ)

# Leukémie (hemoblastózy)

## ➤ leukémie podle klinického průběhu

akutní - neléčené končí smrtí během několika měsíců

chronické - nemocní mohou přežívat i několik let

## ➤ leukémie podle výchozí krevní řady

### myeloidní

akutní myeloidní leukémie (AML) – typy 1 - 4., ve 4. skupině se rozlišují M0-M7

akutní promyelocytární leukémie (M3) - bouřlivý průběh s rychlým nástupem [DIC](#) a konsumpční koagulopatií (krvácení kvůli spotřebování srážlivých faktorů), smrtelnou komplikací bývá krvácení do mozku,

### lymfoidní (lymfoblastické)

akutní lymfoblastická leukémie (ALL) – nejčastější leukémie dětského věku

chronická lymfoidní leukémie (CLL) – nejčastější leukémie dospělého věku, možný přechod v lymfom

### maligní transformace pluripotentní kmenové buňky

chronická myeloidní leukémie (CML) – přítomnost Philadelphského chromozomu, možný blastický zvrát do obrazu akutní leukémie

### není znám jejich nenádorový ekvivalent

leukemie z vlasatých buněk – chronicky probíhající, řadí se mezi non-Hodgkinské lymfomy s nízkou malignitou

# Lymfomy

= maligní nádory z lymfatické tkáně (lymfatických uzlin + mimouzlinové lymfatické tkáně)

- **Hodgkinův lymfom** - blastická transformace lymfocytů, méně často monocytů; lokální nebolestivé zvětšení lymfatických uzlin
- **Nonhodgkinské lymfomy** (NHL) - skupina maligních lymfoproliferačních chorob z T nebo B lymfocytů, zvláštní chorobou je mnohočetný myelom; oproti HL navíc postihují i extralymfatické orgány a jsou agresivnější - horší prognóza, častěji recidivují; mohou primárně vznikat i v kůži (např. Mycosis fungoides), CNS...
  - B-lymfomy (80 %, většinou příznivější průběh)
  - T-lymfomy
  - NK-lymfomy
- **Primární extranodální lymfomy** (MALTomy) – vychází ze slizniční lymfatické tkáně, 90% jsou nízcí maligní lymfomy žaludku při infekci H. pylori

# Lymfomy

## ➤ Mnohočetný myelom

= klonální transformace B-lymfocytů v plazmocyt produkující monoklonální protilátky (IgG, IgA, IgD) nebo lehké řetězce imunoglobulinů (tzv. paraprotein)

- vytváří ložiska osteolýzy (kostní bolesti, patologické fraktury)
- komplikace: myelomová ledvina, hyperkoagulační stavy, hyperkalcémie, hyperviskozita, fulminantní infekce, amyloidóza (t.j. ukládání nadbytečně se tvořících lehkých řetězců do tkání, např. játra, ledviny, střevo, myokard, způsobující poruchu jejich funkce)



# Léčba leukemií a lymfomů

## ➤ Léčba:

- kurativní nebo paliativní
- indukční, po navození remise konsolidační, udržovací
- komplexní podpůrná péče - likviduje nebo zmírňuje následky podané agresivní léčby (anémie, krvácení, infekce), profylaxe infekcí, léčba mukozitidy, další komplikace
- hyperleukocytární formy - série **leukodeplečních výkonů** s cílem snížit počet leukocytů na méně než  $50\ 000 \times 10^9/l$ , což sníží riziko rozvoje **syndromu nádorového rozpadu**
- hyperviskozita – **plazmaferéza**
- hyperkalcémie (při osteolýze) – hemodialýza, bisfosfonáty, kalcitonin, diuretika
- infekce – podpora Ig
- **transplantace** kostní dřeně (allogenní, autologní)
- imunoterapie **monoklonálními protilátkami** (tzv. biologická léčba)
- infiltrace orgánů (zejména lymfoblastické typy) – **radioterapie, fotosenzibilizace**

# Krevní destičky - trombocyty

= fragmenty cytoplazmy megakaryocytů, velikost 3 – 4  $\mu\text{m}$

➤ životnost 9 - 12 dnů

➤ role v **hemostáze** (stavění krvácení)

- účast na **tvorbě bílého trombu** plus látky z destičkových granul se uplatňují při **vazokonstrikci** v místě poranění, **hemokoagulaci** a následné **reparaci** poraněné cévy

➤ normální počet  **$150\text{--}300 \cdot 10^9$**  v 1 litru krve

- **trombocytémie**

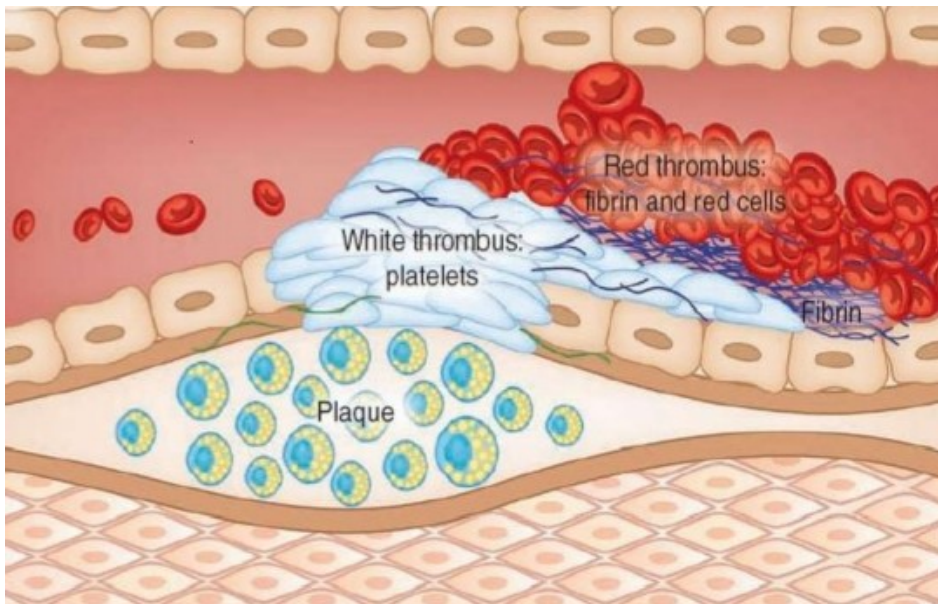
- **primární trombocytémie** = monoklonální proliferace megakaryocytární řady; vede ke zvýšení počtu trombocytů nad  $600 \times 10^9/\text{l}$ , méněcennosti destiček, a z toho komplikacím trombotickým i krvácivým

- **trombocytopenie** – viz dále

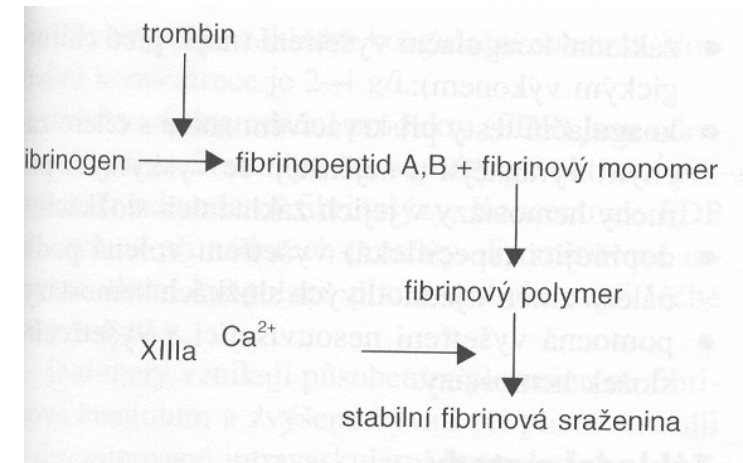
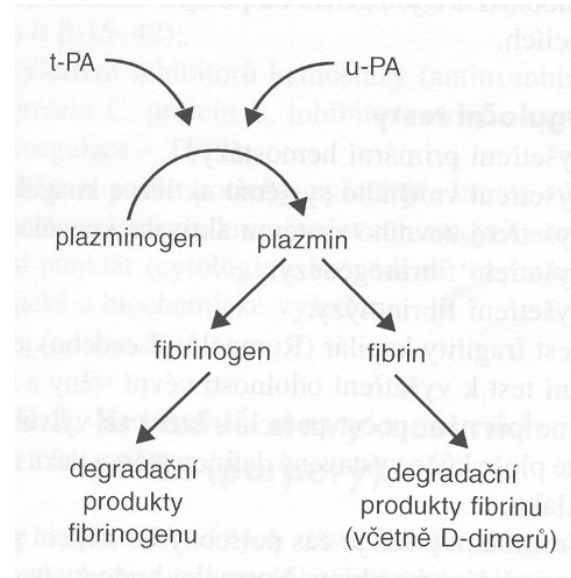
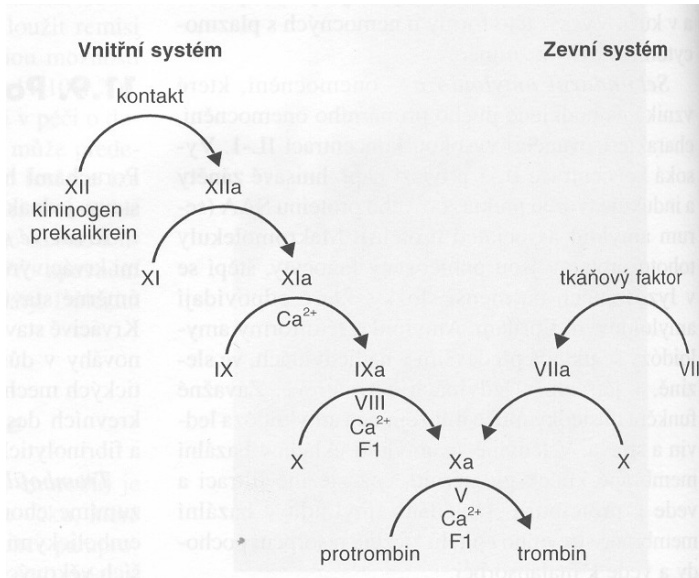
- **trombocytopatie** – viz dále

# (Hemo)koagulace

- **jeden z dějů** vedoucích **k zástavě krvácení** (hemostáze)
- základním principem je vytvoření **fibrinové sítě**, která zachytává erytrocyty, leukocyty a trombocyty z krevního řečiště a tvoří **definitivní trombus**, nahrazující primární (bílý) trombus
- cévní stěna je vystlaná **endoteliálními buňkami** a neporušená se vyznačuje **elasticitou** a **nesmáčivostí**. Při jejím narušení (poranění) se z poškozených endotelových buněk **uvolní určité koagulační faktory** a odhalí se smáčivý povrch pod endotelem, čímž se **aktivuje koagulační kaskáda**.



# Fáze krevní koagulace



- **primární hemostáza** = vasokonstrikce cévy, adheze a agregace trombocytů, degranulace trombocytů - vzniká primární (bílý) trombus
- **sekundární hemostáza** = hemokoagulace = aktivace protrombinu (vnitřní a zevní systém) na trombin, tvorba fibrinu – vzniká definitivní (červený) trombus
- **rozpuštění fibrinu** = fibrinolýza = aktivace plasminogenu na plazmin, degradace fibrinu - rozpouštění trombu



## Inhibitory srážení krve:

- **antitrombin III (AT III)** – inhibitor trombinu a vytváří ireverzibilní komplex i s faktory XI,X,IX (čím je inaktivuje); jeho katalyzujícím kofaktorem je heparin
- **protein C, protein S** – štěpí faktory V,VIII
- **trombomodulin** – na membráně neaktivovaného endotelu; vyvazuje trombin, který pak následně aktivuje protein C a S
- **kumariny** – antagonisté vitamínu K (warfarin)
  - **vitamin K dependentní faktory:** II,VII,IX,X (vit.K je zásadní pro jejich vazbu  $Ca^{2+}$  jako kofaktoru v koagulační kaskádě), protein C a S (role v jejich syntéze)
- **hirudin** – přímý inhibitor trombinu; produkován pijavicemi

## Aktivátory fibrinolytického systému (fibrinolytika)

- **urokináza, streptokináza** – aktivují plazminogen na plazmin
- **tPA** – tkáňový aktivátor plazminogenu (altepláza)

# Vyšetření při koagulačních poruchách

- anamnéza, fyzikální vyšetření
- KO (krevní obraz) – počet destiček
- zevní systém – INR, hladiny faktorů
- vnitřní systém – aPTT, hladiny faktorů
- trombinový čas, hladina fibrinogenu
- D-dimery, EGT, FDP (degradační produkty fibrinu)
- euglobulinová fibrinolýza
- test kapilární krvácivosti
- test fragility kapilár – Rumpel-Leede
- hladiny inhibitorů – PC, PS, ATIII

**Hemokoagulace a fibrinolýza probíhají neustále současně**, jde jen o to, na kterou stranu je právě nachýlená (ne)rovnováha !

Krajními polohami jsou potom **krvácivé stavy (hemorhagické diatézy)** na jedné straně a **trombofilní stavy (trombembolická nemoc)** na druhé straně.

# Krvácivé stavy – hemoragická diatéza

- z poruch cévní stěny = **vaskulopatie**
- z poruch počtu nebo kvality destiček = **trombocytopenie a trombocytopatie**
- z poruch nebo nedostatku koagulačních faktorů = **koagulopatie**
  - vrozené – hemofilie, afibrinogenémie
  - získané – hypovitaminosa K, jaterní insuficience
    - diseminovaná intravaskulární koagulace

# Krvácení z poruch cévní stěny

- vrozená nebo získaná porucha způsobující větší křehkost cévní stěny
- **Etiologie:** nedostatek vit. C, vrozené poruchy pojivové tkáně, stařecká purpura, léčba steroidy, Cushingův sy, vaskulitidy, Henoch-Schoenleinova purpura (závažnější postinfekční autoimunitní porucha)
- **Příznaky:** petechie až sufuze na kůži, při Henoch Schoenleinově purpuře i na vnitřních orgánech (projevující se jako bolesti břicha, kloubů, meléna, hematurie, neurologické příznaky)
- **Diagnostika:** Rumpel-Leede pozitivní, CIK
- **Léčba:** symptomatická, steroidy



# Krvácení ze sníženého počtu trombocytů

## Etiologie trombocytopenie:

- snížená tvorba – útlum
- zvýšené odbourávání – tvorba PL – ITP
- zvýšená spotřeba - TTP, HUS
- poheparinová trombocytopenie
- sekundární trombocytopenie
- hypersplenismus – zvýšené vychytávání zvětšenou slezinou
- mimotělní oběh, umělé srdeční chlopně – destičky se rozbíjí

## Příznaky:

petechie na kůži a sliznicích, dobře pozorovatelné na měkkém patře

## Diagnostika:

počet thr, PL proti thr, sternální punkce, CIK, pátrat po DIC, pátrat po systémových chorobách pojiva

## Léčba:

základní choroba, dodávka trombocytárních koncentrátů, u ITP steroidy, vyšší dávky Ig, event. splenektomie

**POZOR! Neaplikovat injekce i.m. !**

# Krvácení při trombocytopatii

= vrožený nebo získaný defekt membrány nebo enzymatického vybavení destičky

## Etiologie:

- vrožená porucha
  - nepřilnavost (při poruše povrchových glykoproteinových komplexů) - Glanzmanova choroba, Bernardův-Soulierův syndrom
  - von Willebrandova nemoc – narušuje funkci destiček sekundárně, viz další snímek
- získaná porucha
  - při farmakoterapii - ASA a další antiagregancia, penicilin
  - urémie

## Příznaky:

spontánní krvácení obtížně stavitelné při poraněních, operacích, porodu

## Diagnostika:

prodloužená doba krvácení

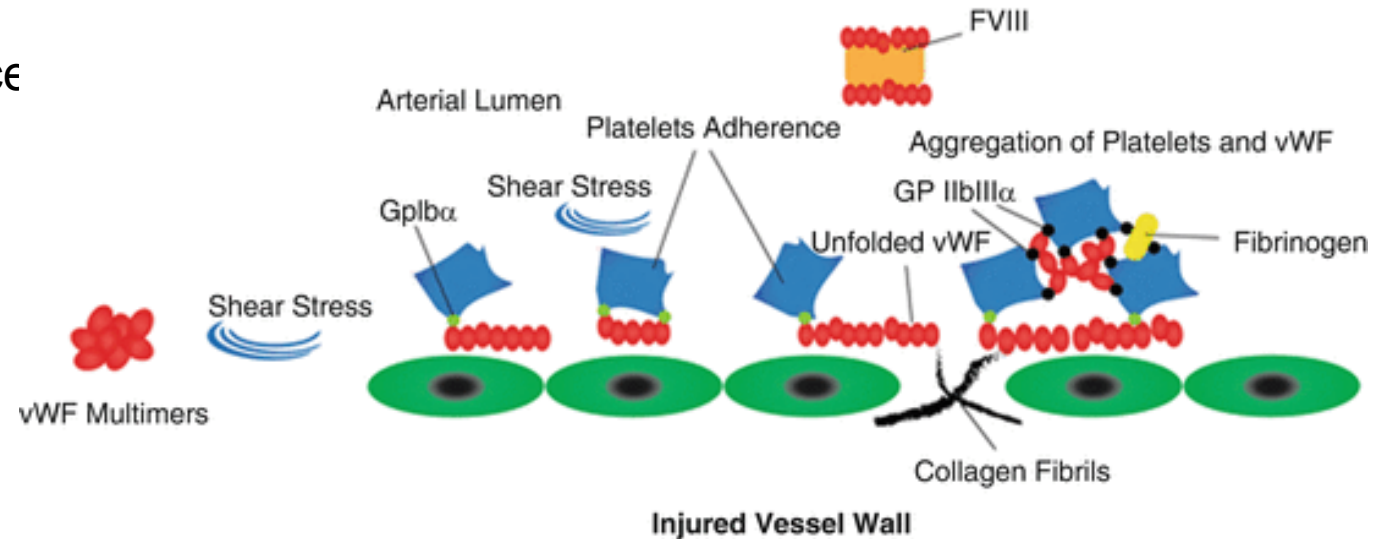
## Léčba:

kauzální, stavění krvácení, vysazení léků

# Von Willebrandova choroba

= nedostatek nebo špatná funkce von Willebrandova faktoru vedoucí k

- 1) porušení adheze a vzájemné agregace destiček
  - 2) a také k neschopnosti vázat plazmatický faktor VIII (čímž ho nestabilizuje a neochrání před degradací)
- AD dědičná mutace genu pro vWF, jedno z nejčastějších vrozených onemocnění srážlivosti krve
  - 3 typy – různá tíže projevů (zvýšená krvácivost při operaci, porodu, úraze, časté epistaxe, zvýšená tvorba modřin, silnější menstruační krvácení, může být krev v moči a ve stolici, u těžkých forem krvácení do kloubů)
  - léčba není nutná, ev. před výkonem substituce



# Krvácivé stavy z vrozených poruch koagulačních faktorů

## Hemofilie:

= vrozená porucha syntézy faktoru VIII (A), IX (B), XI (C)

- neadekvátní krvácení při malých poraněních – do kloubů (následně může vést k trvalým deformitám – hemofilická artropatie), do GIT, do CNS, nadměrné krvácení z pupečníku při porodu, při obřízce
- A,B – XR dědičnost (muž onemocní, žena pouze přenašečka); C – autosomálně intermediárně dědičná (postihuje i ženy), mírnější průběh
- léčba substituční - koncentráty faktorů preventivně k udržení hladiny, doplnění faktorů před jakýmkoli invazivním výkonem, léčebně při počínajícím krvácení (riziko postupného vytvoření se protilátek), podpurná léčba (RHB);
- **POZOR - Neaplikovat injekce i.m. !**





# Krvácivé stavy ze získaných poruch koagulačních faktorů

## Diseminovaná intravaskulární koagulace – DIC:

= aktivace intravaskulární tvorby trombů (hyperkoagulační stav, dochází k mikroischemizacím), tím se spotřebovávají koagulační faktory plus se aktivuje fibrinolýza (to vede zase k tendenci ke krvácení)

- zpočátku bez příznaků, později zvýšené krvácení (rozkrvácí se i několik dní staré vpichy), orgánové dysfunkce z mikrotrombů, až možnost multiorgánového selhání
- etiologie – intravaskulární přítomnost látek schopných aktivovat koagulační kaskádu
  - endotoxiny – při sepsi, malárii, virózách
  - embolie plodové vody, retence plodu, placenty
  - významné odkrytí smáčivé plochy – disekce, PE, popáleniny, crush syndrom
  - reakce antigen – protilátka, anafylaktický šok, inkompatibilní transfuze
  - další příčiny – akutní renální selhání, hadí jed, akutní leukémie, mimotělní oběh

# Diagnostika a léčba DIC

- **při hyperkoagulaci:** nízkomolekulární hepariny, heparin 10 000j. kontinuálně denně
- **při manifestním DIC:** ATIII, event. čerstvá plazma
- **při hyperfibrinolýze:** antifibrinolytika – Pamba, Cyklokapron, EAC

AT III	-	↓	↓↓
aPTT	↓	↑	↑↑
INR	↓	↑	↑↑
trombocyty	norma, mírné snížení	↓↓	↓↓
fibrinogen	norma, mírné snížení	↓↓	↓↓
fibrinové monomery	+	+	+
degradační produkty	-	+/-	+++
fibrinolýza	norma	norma	zkrácení

# Trombofilní stavy

= vyšší sklon k vzniku intravaskulární trombózy – recidivující trombózy od mladého věku (3. dekády)

- **vrozené** - defektní hemokoagulační nebo fibrinolytické faktory
  - Leidenská mutace (mutace faktoru V),
  - mutace faktoru II,
  - deficit antitrombinu III, proteinů C a S, hyperhomocysteinemie
- **získané** – vychází z **Virchowovy trias**:
  - **stáza** (pooperační období, období po porodu, těhotenství),
  - **poškození cévních stěn** (úrazy, popáleniny, varikozity, sepse, posttrombotické syndromy),
  - **abnormality krve** (těhotenství, orální kontraceptiva, malignity, nefrotický syndrom, traumata, popáleniny, infekce),
    - hlavními rizikovými faktory jsou **věk** (nad 40 let) a **pohlaví** (ženy – estrogeny, kontraceptiva), dále **kouření** a **obezita**

# Vyšetřovací metody v hematologii

## ➤ anamnéza, fyzikální vyšetření

➤ **laboratorní vyšetření** – KO (hladina Hb může poklesnout i s několikahodinovým zpožděním!), diff. bílý obraz krevní, FW (sedimentace), hladiny Fe, B12, folátu, Ca, KM, LD, B2M, CRP, jaterní soubor, urea, kreatinin, koagulační parametry – aPTT, INR, DDimer, EGT, FDP, fibrinogen

- **hiatus leucaemicus** – vedle nezralých buněk (myeloblastů) jsou přítomny zralé granulocyty, ale chybí mezistupně granulopoezy (promyelocyty, myelocyty, metamyelocyty) – typický pro AML, chybí u CML
- **speciální metodiky** – barvení krevních nátěrů PAS – lymfoidní elementy, POX, Sudan – myeloidní, ALP v leu (u zánětu zvýšená), flowcytometrie s imunofenotypizací (podle CD antigenů na buněčném povrchu), délka přežívání krevních elementů, cytogenetické vyšetření – Philadelfský chromozom a jiné

- **sternální punkce** (aspirát kostní dřeně na cytologické vyš.), **trepanobiopsie** (váleček kostní dřeně na histologické vyš.), **biopsie** lymfatických uzlin, sleziny, jater
- lumbální punkce
- stanovení histopatologického, ev. imunohistochemického typu z bioptického vzorku
- **RTG hrudníku, USG břicha** (posouzení adenopatie, hepatosplenomegalie)
- **CT** hrudníku, břicha a malé pánve v rámci stagingu onkologického onemocnění



# Zvětšení lymfatických uzlin (lymfadenopatie) – diff. dg.

➤ nádorové

➤ nenádorové

- infekční etiologie
  - virové – CMV, EB, HIV, hepatitidy, zarděnky, spalničky
  - bakteriální – TBC, brucelóza, tularémie, listerióza, chlamydie, syfilis
  - parazitární – toxoplazma, exotické
  - plísňové
- neinfekční etiologie
  - autoimunitní, sarkoidóza, kožní onemocnění, štípnutí hmyzem, lékové reakce



# Transplantace krvetvorné tkáně

- autologní, allogenní
- odběr kostní dřeně / sběr periferních kmenových buněk (vyplaveny do oběhu po stimulaci kostní dřeně)
- příprava nemocného před transplantací
- podání štěpu
- období do uchycení štěpu
- další průběh

# Děkuji za pozornost

