

KREV

Funkce krve:

- ✓ **transportní** - *přenos dýchacích plynů, živin odpadových látek*
- ✓ **homeostatická** - *udržení stálosti vnitřního prostředí (teploty, pH, koncentrace iontů, objemu; hemostáza)*
- ✓ **obranná** - *obrana proti infekci, odstranění vlastních nefunkčních buněk, nebo nádorových buněk*
- ✓ **přenos informací** - *transport hormonů od endokrinních k cílovým buňkám*

KREV

krevní plazma

- Anorganické látky
- Organické látky

formované krevní elementy

KREVNÍ PLAZMA

Anorganické látky

- Na⁺** (137-147 mmol/l) - udržení osmotického tlaku, objemu, pH
- Cl⁻** (98-106 mmol/l) - udržení osmotického tlaku, objemu, pH
- K⁺** (3,8-5,1 mmol/l) - činnost svalů (hl. myokardu)
- Ca²⁺** (0,75-1,25 mmol/l) - nervová dráždivost, stažlivost svalu, srážení krve, propustnost membrán, mineralizace kostí
- P** (0,65-1,62 mmol/l) - regulace pH, mineralizace kostí
- Mg²⁺** (0,75-1,25 mmol/l) - aktivita enzymů, nervová dráždivost
- HCO₃⁻** (25-34 mmol/l) - transport CO₂, součást nárazníkové soustavy pro udržení pH
- Fe** (16-25 μmol/l) - součást hemoglobinu - transport plynů
- I** (275-630 nmol/l) - tvorba hormonů štítné žlázy

KREVŇÍ PLAZMA

Organické látky

Plazmatické proteiny 60-80 g/l

• **Albuminy** 40-48 g/l - onkotický tlak, transport iontů, mastných kyselin, pigmentů, látek tělu cizích, hormonů

• **Globuliny** 18-30 g/l

• α -globuliny - transport hormonů, kovů, vitamínů

• β -globuliny - vazba hemu, vit. B12, železa, transport cholesterolu

• γ -globuliny - protilátky, specifická imunita

• **Fibrinogen** 3 g/l - srážení krve

Tuky 4-10 g/l

Glukosa 4-5,5 mmol/l

Dusíkaté látky (mimo bílkoviny) 0,2-0,4 g/l - močovina, bilirubin, aminokyseliny

Hormony, vitamíny, enzymy, léky

FORMOVANÉ KREVNÍ ELEMENTY

Červené krvinky
erythrocyty
 $5 \cdot 10^{12}/l$



Bílé krvinky
leukocyty
 $4-10 \cdot 10^9/l$

Destičky
trombocyty
 $150-400 \cdot 10^9/l$



granulocyty

agranulocyty

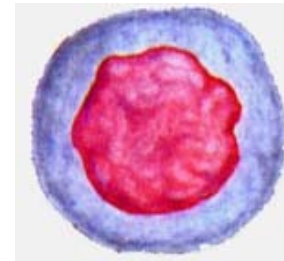
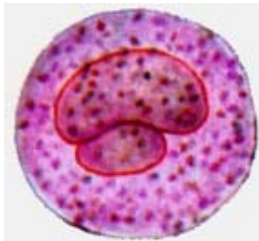
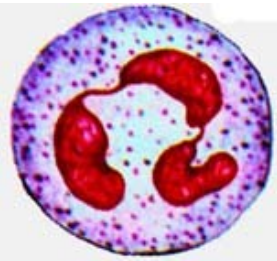
neutrofil

bazofil

eozinofil

monocyt

lymfocyt



ČERVENÉ KRVINKY

erythrocyty

Jediná bezjaderná buňka

Bikonkávní tvar

Funkce:

- Přenos O_2 a CO_2 mezi plícemi a tkáněmi
- Spolupodílejí se na udržení stálého pH krve

Vznik: krvetvorné tkáně - dřeň velkých kostí
(*erythropoetin; vitamín B_{12} , kyselina listová, Fe^{2+}*)

Zánik: slezina

HEMOGLOBIN

= 4 × (hem + bílkovina)

α β γ δ ϵ

Embryo: ϵ_4 nebo $\alpha_2\epsilon_2$

Plod: HbF $\alpha_2\gamma_2$

Dospělý: HbA $\alpha_2\beta_2$

HbA2 $\alpha_2\delta_2$

Oxyhemoglobin: vazba O_2 na Fe^{2+} v hemu

Karbaminohemoglobin: vazba CO_2 na NH_2 konce bílkoviny

Karboxyhemoglobin: vazba CO na Fe^{2+} v hemu

Methemoglobin: hem s Fe^{3+} - nemůže vázat O_2

RBC (ERY)

počet červených krvinek

4,5-6,3.10¹²/l

↑ POLYCYTEMIE
↓ OLIGOCYTEMIE

HCT

hematokrit

0,38-0,49 l/l

HGB

koncentrace hemoglobinu

140-180 g/l

↑ POLYGLOBULIE
↓ ANÉMIE

MCV

střední objem Ery

82-97 fl

↑ MAKROCYT
↓ MIKROCYT

MCH

*průměrný obsah
hemoglobinu v Ery*

27-33 pg

- NORMOCHROMNÍ
↓ HYPOCHROMNÍ

MCHC

*průměrná koncentrace
hemoglobinu v Ery*

320-360 g/l

- NORMOCHROMNÍ
↓ HYPOCHROMNÍ

SEDIMENTACE

- rychlost sedání krvinek v nesrážlivé krvi

↑ SEDIMENTACE

velké erythrocyty, malé množství

↑ pH

↑ tuky, cholesterol

↑ bílkoviny (fibrinogen, globuliny)

Muži 2-8 mm/hod

Ženy 7-12 mm/hod

ERYTROPOEZA

- tvorba červených krvinek

Ontogeneze

3. týden - žloutkový vak

6. týden - játra (tvorba v žloutkovém vaku zaniká)

12. týden - slezina

20. týden - kostní dřeň

32. týden - přesmyk z embryonálního hemoglobinu na HbF

novorozenec - krvetvorba pouze v kostech přesmyk HbF na dospělý hemoglobin HbA

dospělý člověk - krvetvorba v hrudní kosti, obratlech, žebrech, v klíční kosti, v pánevních kostech, v plochých lebečních kostech, v proximálních epifýzách některých dlouhých kostí

ERYTROPOEZA

- látky potřebné pro tvorbu

aminokyseliny - bílkovinná část hemoglobinu

železo - vazba kyslíku na hemoglobin a myoglobin

vitamín B₁₂ - důležitý pro syntézu DNA

kyselina listová - důležitý pro syntézu DNA

ERYTROPOEZA

- regulace

Erythropoetin - *tvorba v ledvinách*

- působí na erythropoetin-citlivé determinované progenitorové buňky v kostní dřeni
- stimuluje syntézu nukleových kyselin
- aktivuje geny potřebné k syntéze hemoglobinu
- zvyšuje příjem Fe

↓ pO₂ ve tkáních

výšková hypoxie
ztráta krve
otrava CO
stagnační hypoxie

ERYTROPOEZA

- regulace

androgeny - ↑ erytropoezu stimulací tvorby erythropoetinu

estrogeny - ↓erytropoezu utlumením tvorby erythropoetinu

hormony štítné žlázy - ↑ erytropoezu

růstový hormon - ↑ erytropoezu

hormony kůry nadledvin - ↑ erytropoezu

prostaglandin E - ↑ produkci eryttropoetinu v ledvinách

stimulace hypotalamu

Zánik červených krvinek

Slezina - fagocytóza starých a poškozených erytrocytů

Hemoglobin → **globin** + **hem**

Globin → **aminokyseliny**

Hem → **CO₂** + **Fe** + **biliverdin**

Biliverdin → **bilirubin** (žlučové barvivo) →

→ **konjugovaný bilirubin** (v játrech) →

→ **urobiliny a sterkobiliny** (ve stolici)

Fe - syntéza dalšího hemoglobinu

HEMOLÝZA

- rozpad červených krvinek

Osmotická hemolýza

hypotonické prostředí - krvinka přijímá vodu až dojde k poškození membrány, kudy uniká hemoglobin

hypertonické prostředí - voda opouští krvinky, může rovněž dojít k poškození membrány a úniku hemoglobinu

Fyzikální hemolýza - poškození při třepání šlehání, působení ultrazvuku, nízké či vysoké teploty, záření

Chemická hemolýza - látky rozpouštějící nebo reagující s lipidy v membráně krvinek (např. saponáty)

Toxická hemolýza - bakteriální, hadí nebo rostlinné jedy

Imunologická hemolýza - působení protilátek s komplementem

KREVNÍ SKUPINY

- Aglutinogen* - glykoprotein v membráně červených krvinek
Aglutinin - protilátka proti aglutinogenu
Aglutinace - shlukování červených krvinek

System ABO:

- O** žádný aglutinogen *v membráně*
v plazmě protilátky anti-A a anti-B
- A** *v membráně* aglutinogen A
v plazmě protilátka anti-B
- B** *v membráně* aglutinogen B
v plazmě protilátka anti-A
- AB** *v membráně* aglutinogen A i B
v plazmě žádná protilátka

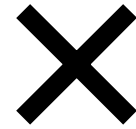
Rh – systém:

- Rh+** - v membráně **přítomen**
aglutinogen D
- Rh-** - v membráně **není**
aglutinogen D

! Za normálních okolností !
nejsou přítomny v plazmě
protilátky proti aglutinogenu D

HEMOSTÁZA

1. vazokonstrikce
2. bílý trombus
3. červený trombus



fibrinolytický
systém

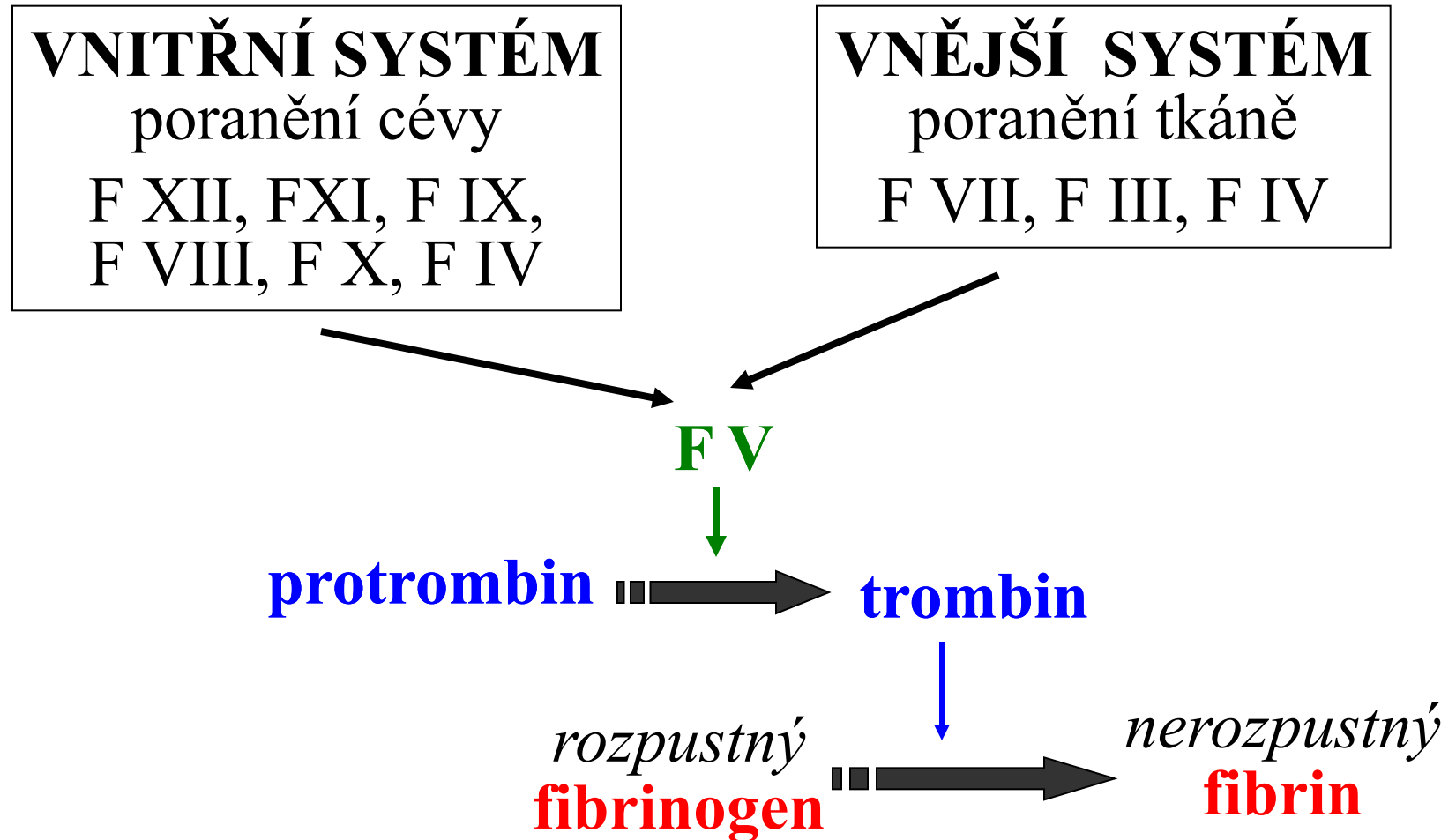
DESTIČKY

- vznikají ve dřeni fragmentací *MEGAKARYOCYTŮ*
- bezjaderné malé disky
- aktivovány „*von Willebrandovým*“ faktorem, který je produkovaný endoteliálními buňkami
 - přilnutí destiček na obnažený kolagen
- produkce vazokonstrikčních látek (*serotonin, thromboxanA*)
- thromboxan A zesiluje aktivaci destiček (*blokuje ASPIRIN*)

ZÁSTAVA KRVÁCENÍ - HEMOSTÁZA

Bílkoviny: faktor I-III, V, VII-XIII

Ca^{2+} : F IV



SRAŽENÍ KRVE - HEMOKOAGULACE

Sérum - plazma bez hemokoagulačních faktorů

Látky důležité pro koagulaci:

Vitamín K

Ca²⁺

Důležité látky bránící koagulaci:

Tělu vlastní – plazmin, heparin

Tělu cizí - látky *blokující* funkci vitamínu K (Warfarin)

- látky *vyvazující* Ca²⁺ (pouze ve zkumavce)