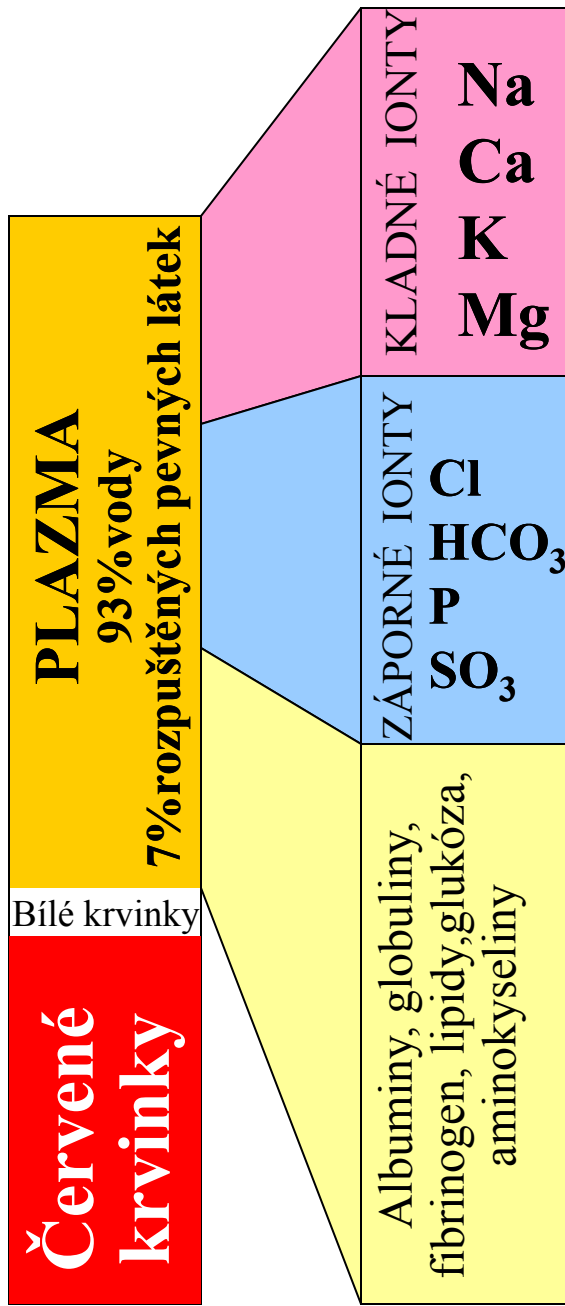


# KREV

## 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

## *krvní plazma*

- Anorganické látky
- Organické látky

## *formované krevní elementy*

# *KREVNÍ PLAZMA*

## Anorganické látky

- Na<sup>+</sup>** (137-147 mmol/l) - udržení osmotického tlaku, objemu, pH
- Cl<sup>-</sup>** (98-106 mmol/l) - udržení osmotického tlaku, objemu, pH
- K<sup>+</sup>** (3,8-5,1 mmol/l) - činnost svalů (hl. myokardu)
- Ca<sup>2+</sup>** (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
- Mg<sup>2+</sup>** (0,75-1,25 mmol/l) - aktivita enzymů, nervová dráždivost
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** (25-34 mmol/l) - transport CO<sub>2</sub>, součást nárazníkové soustavy pro udržení pH
- Fe** (16-25 μmol/l) - součást hemoglobinu - transport plynů
- I** (275-630 nmol/l) - tvorba hormonů štítné žlázy

# *KREVNÍ 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

•  $\alpha$ -globuliny - transport hormonů, kovů, vitamínů

•  $\beta$ -globuliny - vazba hemu, vit. B12, železa, transport cholesterolu

•  $\gamma$ -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

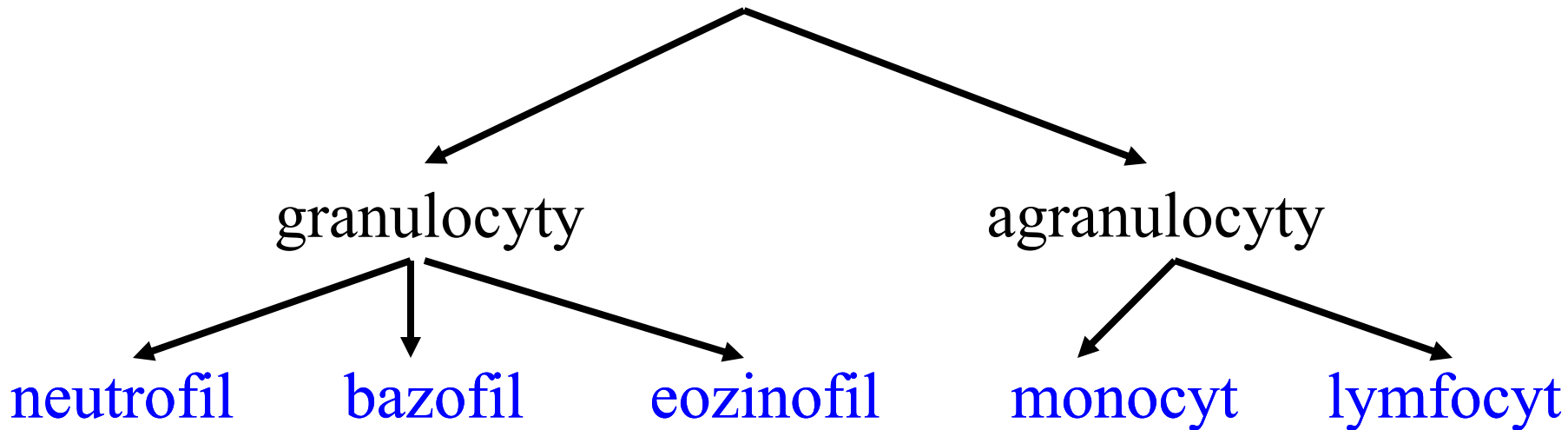
**Hormony, vitamíny, enzymy, léky**

# *FORMOVANÉ KREVŇÍ ELEMENTY*

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

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

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

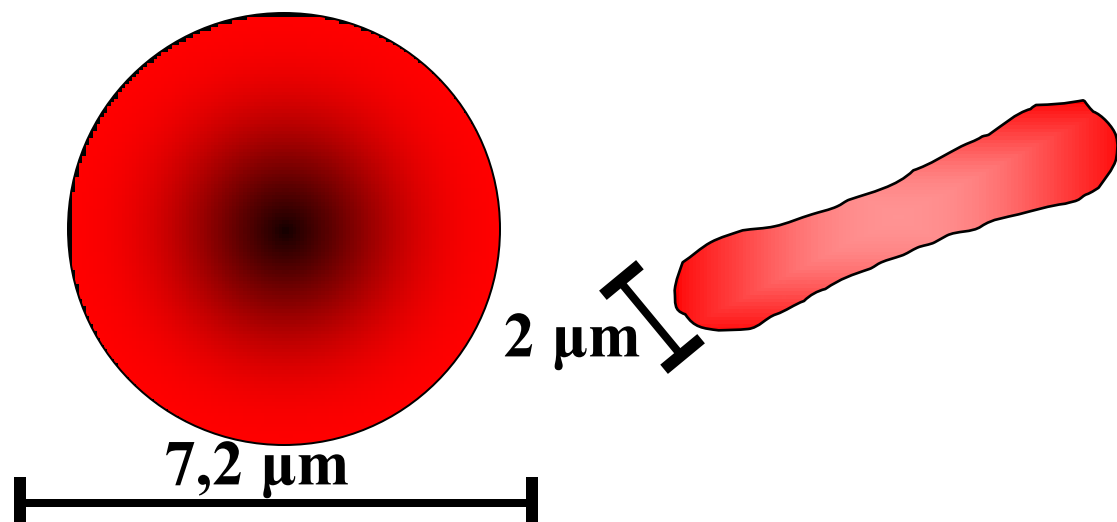


# ČERVENÉ KRVINKY

## *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)

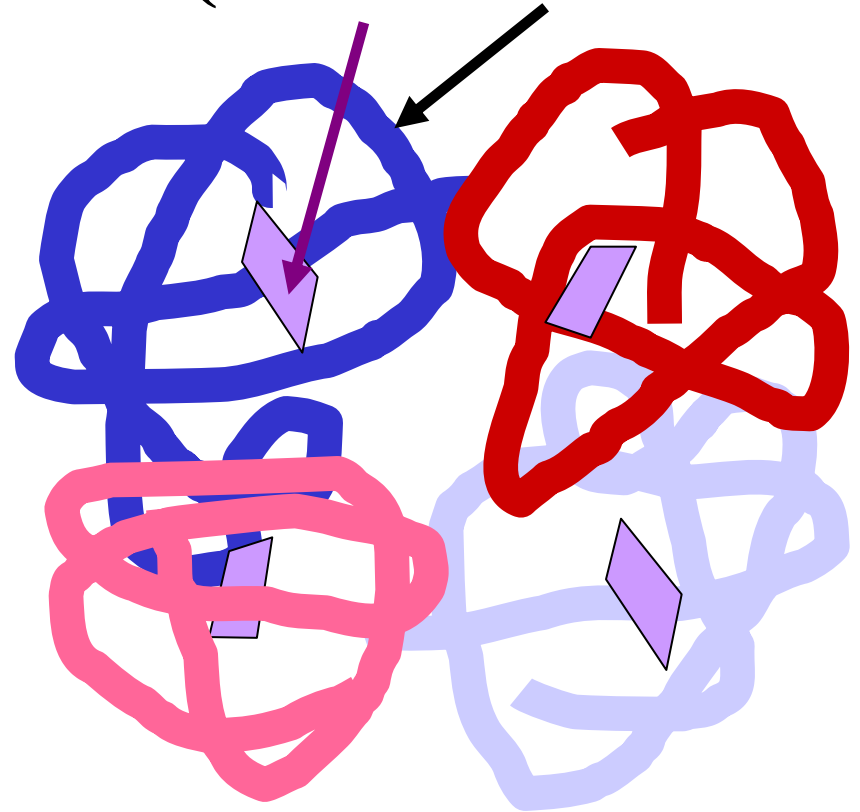
$\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$

Embryo:  $\epsilon 4$  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*

4,5-6,3.10<sup>12</sup>/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 B<sub>12</sub>** - 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

↓ **pO<sub>2</sub> 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** → **CO<sub>2</sub>** + **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

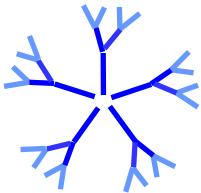
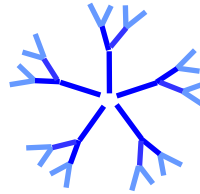
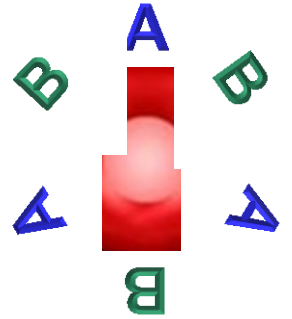
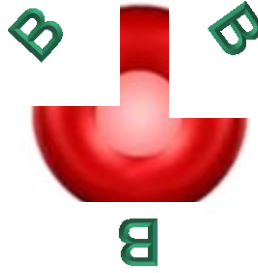
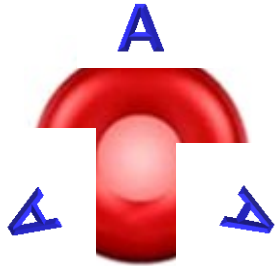
# KREVNÍ SKUPINY

- 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





# KREVNÍ SKUPINY

## 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

Hemolytická  
anémie  
novorozenců

<https://www.youtube.com/watch?v=ksC7JxLQrv4>

↑ počet mladých Erc - erytoblastóza

Žloutenka - ↑ bilirubinu díky hemolýze → Jádrový ikterus  
Mentální retardace

↑ objemu tekutin - otoky

Hydrops hlavy Ztráta sluchu  
Srdeční selhání  
Otok jater, sleziny

# SRÁŽENÍ

**koagulační  
faktory**

**cévy**

**destičky**

## HEMOSTÁZA

- 1. vazokonstrikce**
- 2. bílý trombus**
- 3. červený trombus**



**fibrinolytický  
systém**

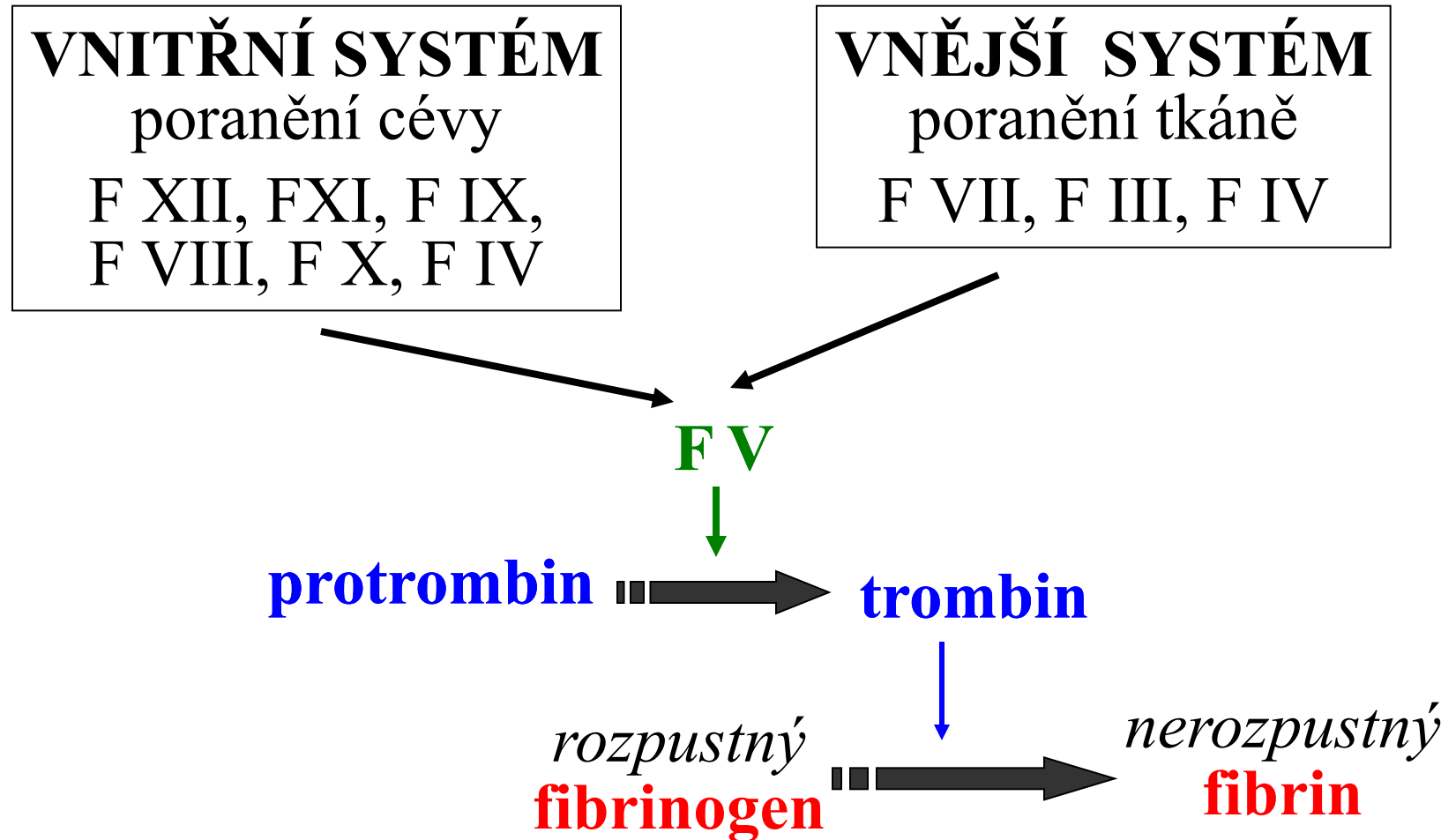
# *DESTIČKY*

- 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

Ca<sup>2+</sup>

## **Důležité látky bránící koagulaci:**

*Tělu vlastní* – plazmin, heparin

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

- látky *vyvazující* Ca<sup>2+</sup> (pouze ve zkumavce)