

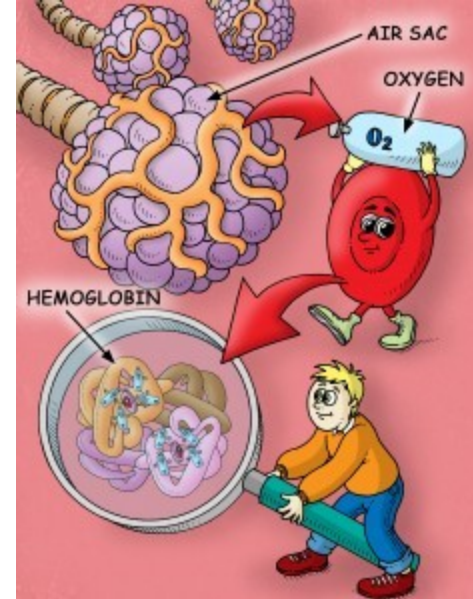


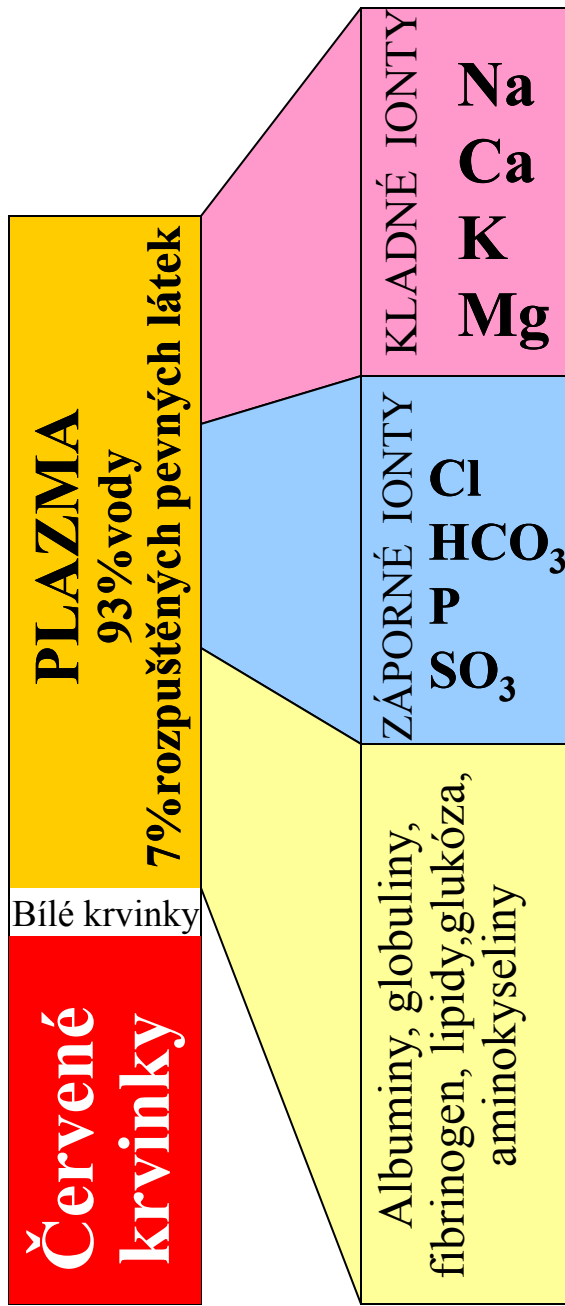
KREY

# 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<sup>+</sup>** (137-147 mmol/l) - udržení osmotického tlaku, objemu
- Cl<sup>-</sup>** (98-106 mmol/l) - udržení osmotického tlaku, objemu
- 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

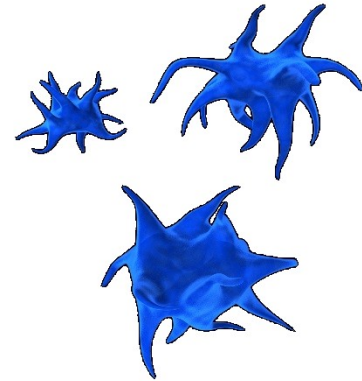
leukocyty

$4-10 \cdot 10^9/l$

Destičky

trombocyty

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



granulocyty

agranuloc

neutrofil

bazofil

eozinofil

monocyt

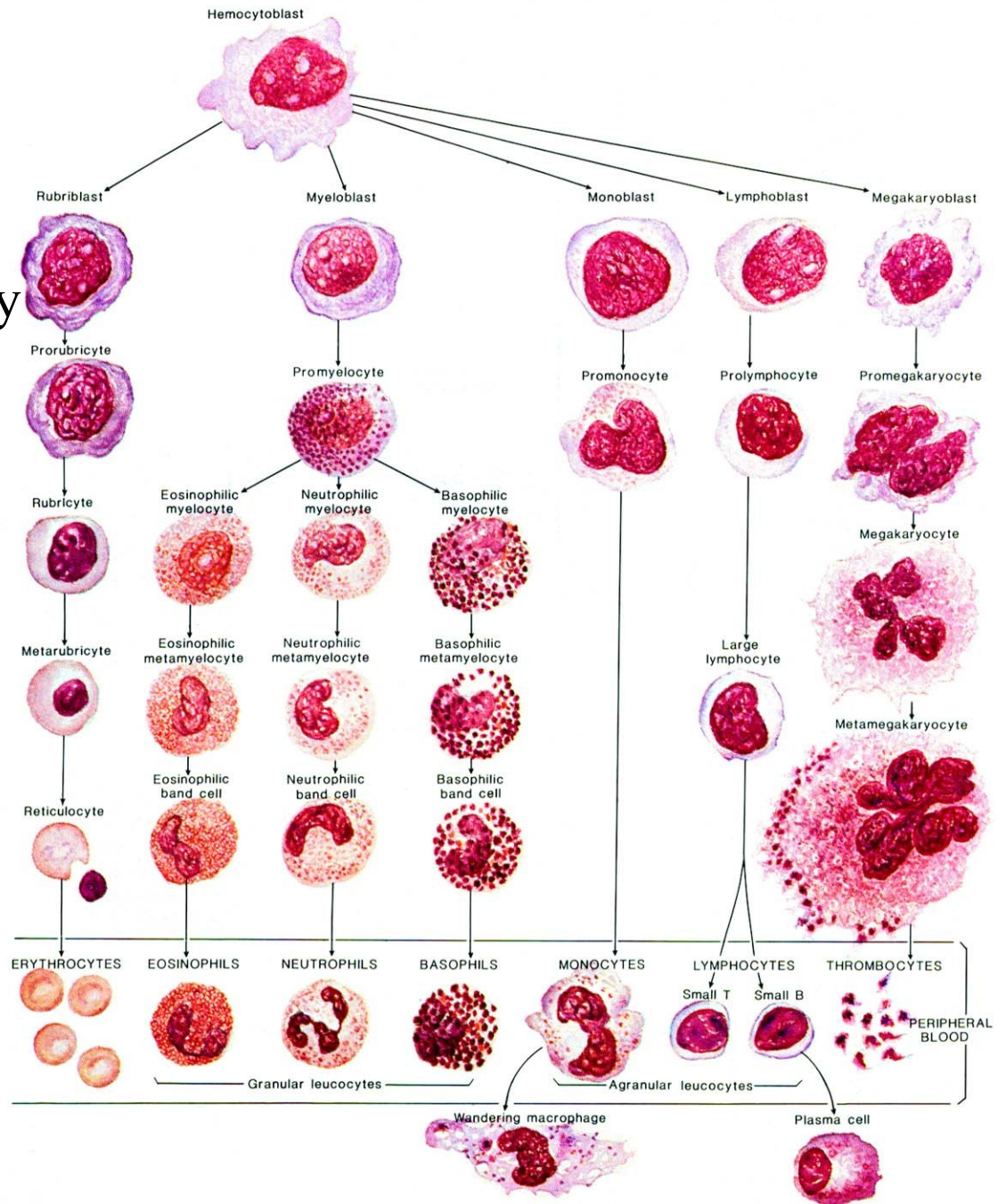
lymfocyt





# pluripotentní kmenová buňka

unipotentní  
determinované buňky

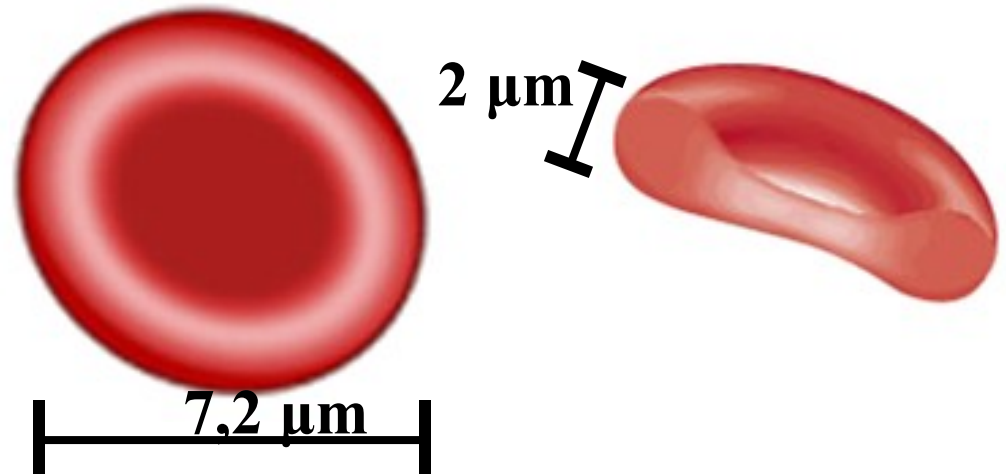


# ČERVENÉ KRVINKY

## *erythrocyty*

Jediná bezjaderná buňka

Bikonkávní tvar

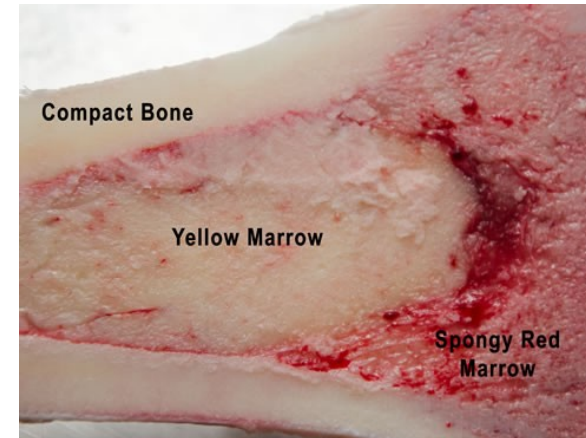


## *Funkce:*

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

**Vznik:** krvetvorné tkáně – dřeň  
velkých kostí

**Zánik:** slezina



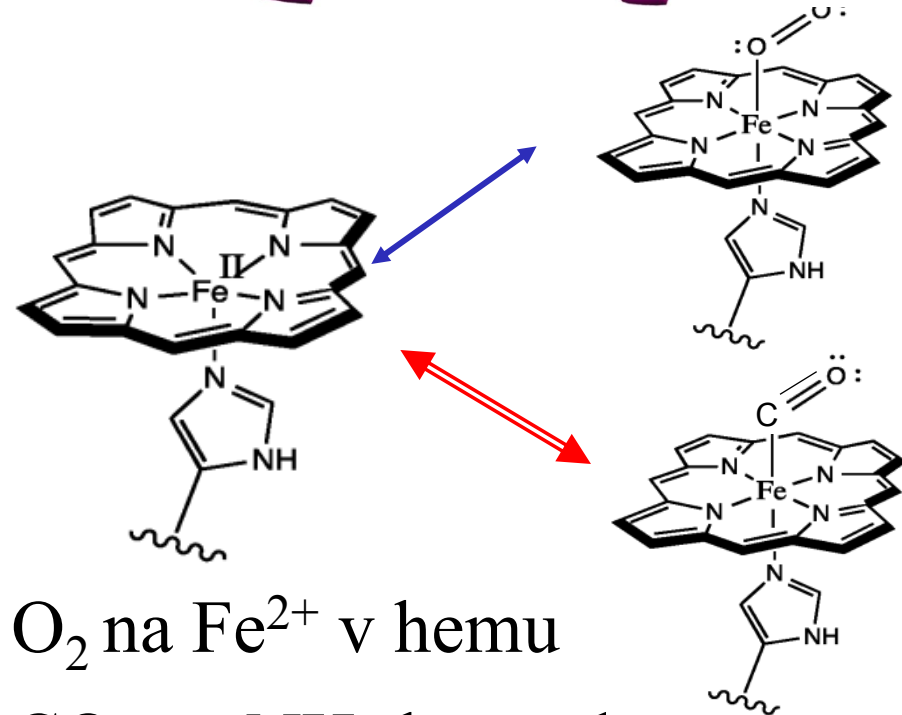
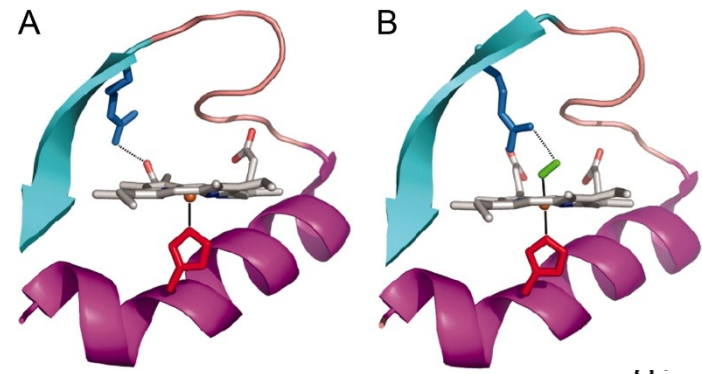
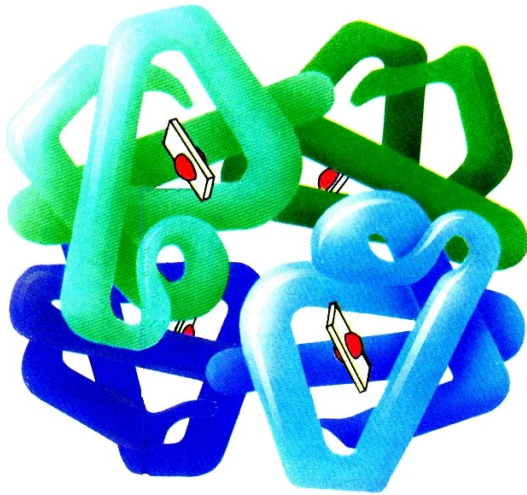


# HEMOGLOBIN

= 4 × (hem + bílkovina)

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

Dospělý: HbA  $\alpha 2 \beta 2$



**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

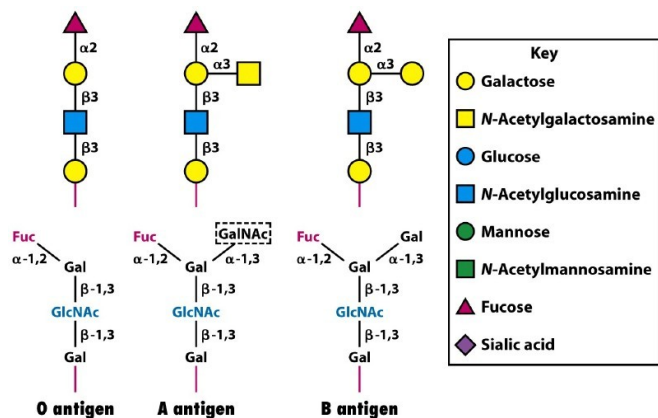
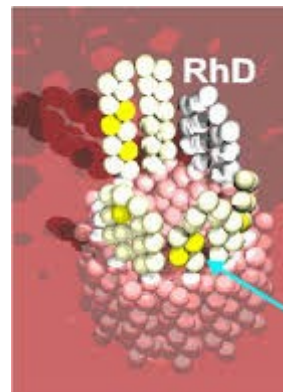
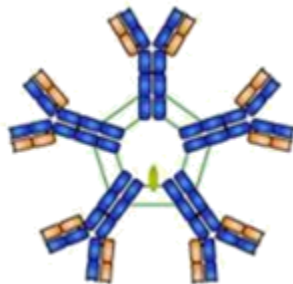


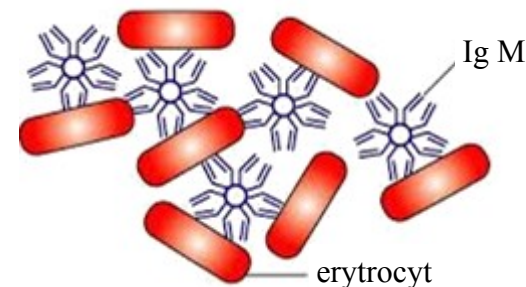
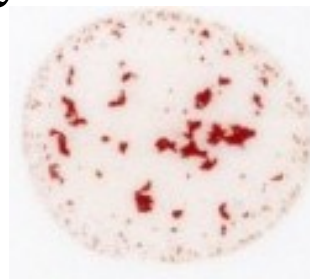
Figure 11-18  
Biochemistry, Sixth Edition  
© 2007 W.H. Freeman and Company



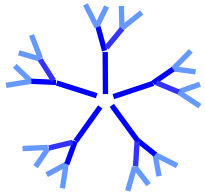
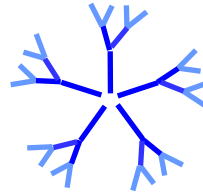
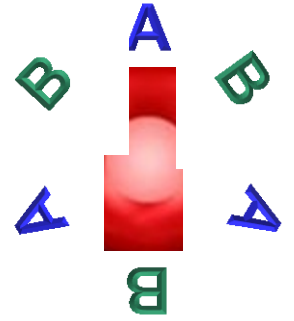
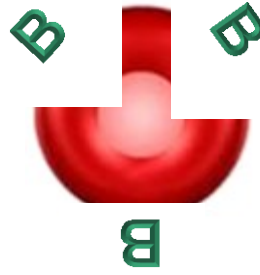
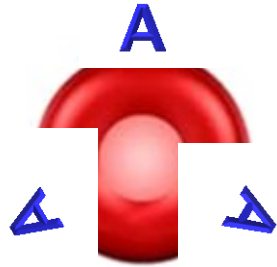
**Aglutinin** - protilátka proti aglutinogenu

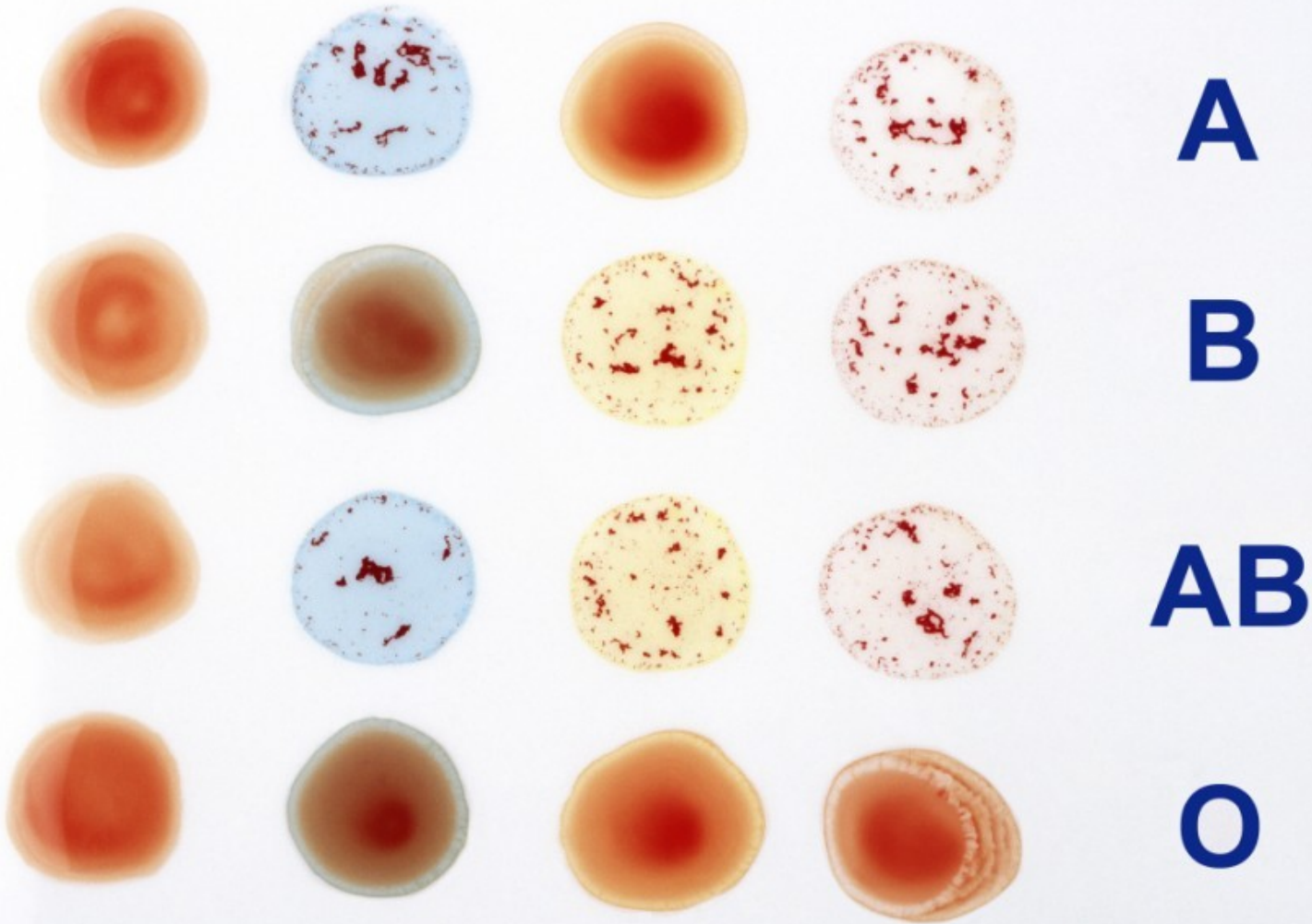


**Aglutinace** - shlukování červených krvinek









**A**

**B**

**AB**

**O**

# 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 - erytroblastóza

Žloutenka - ↑ bilirubinu díky hemolýze → Jádrový ikterus  
Mentální retardace

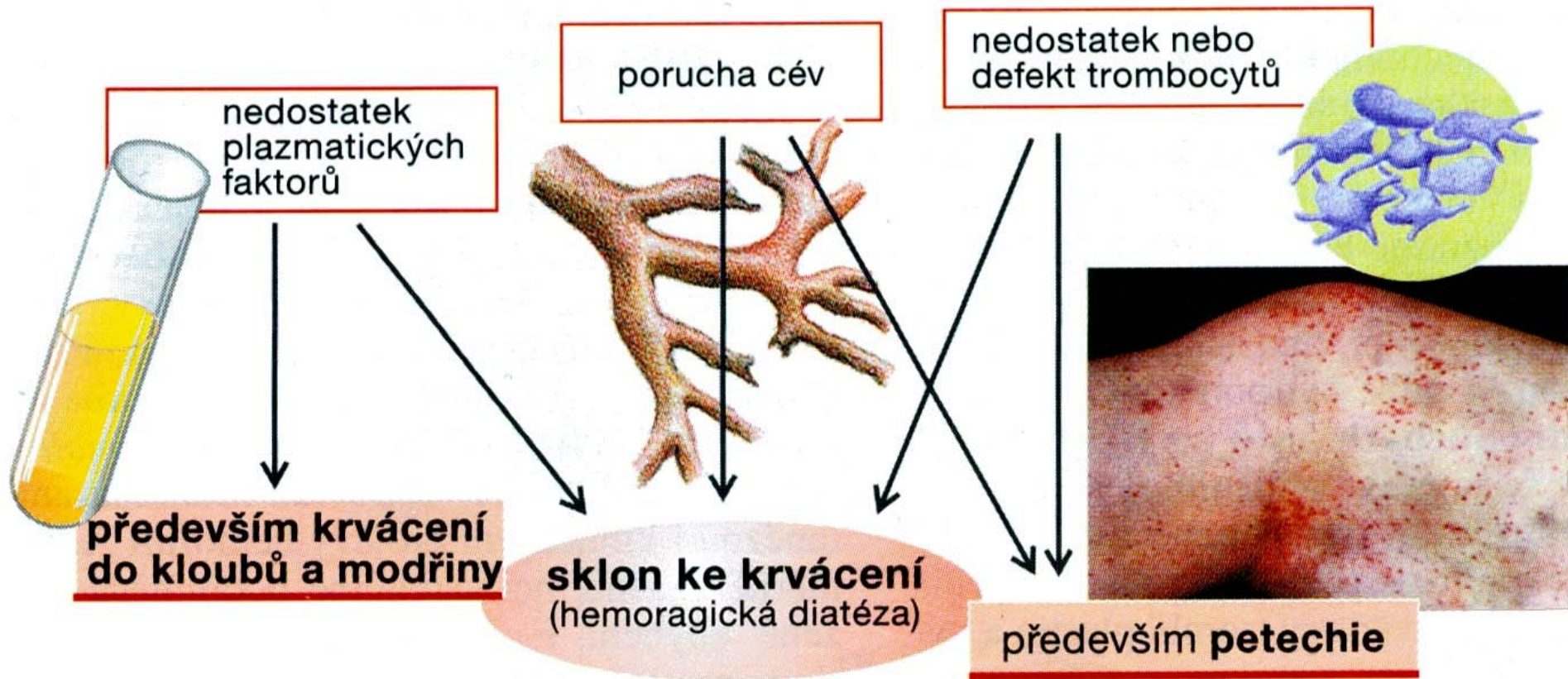
↑ objemu tekutin - otoky → Hydrops hlavy  
Srdeční selhání  
Otok jater, sleziny  
Ztráta sluchu

# SRÁŽENÍ

**koagulační faktory**

**cévy**

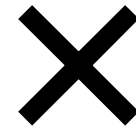
**destičky**



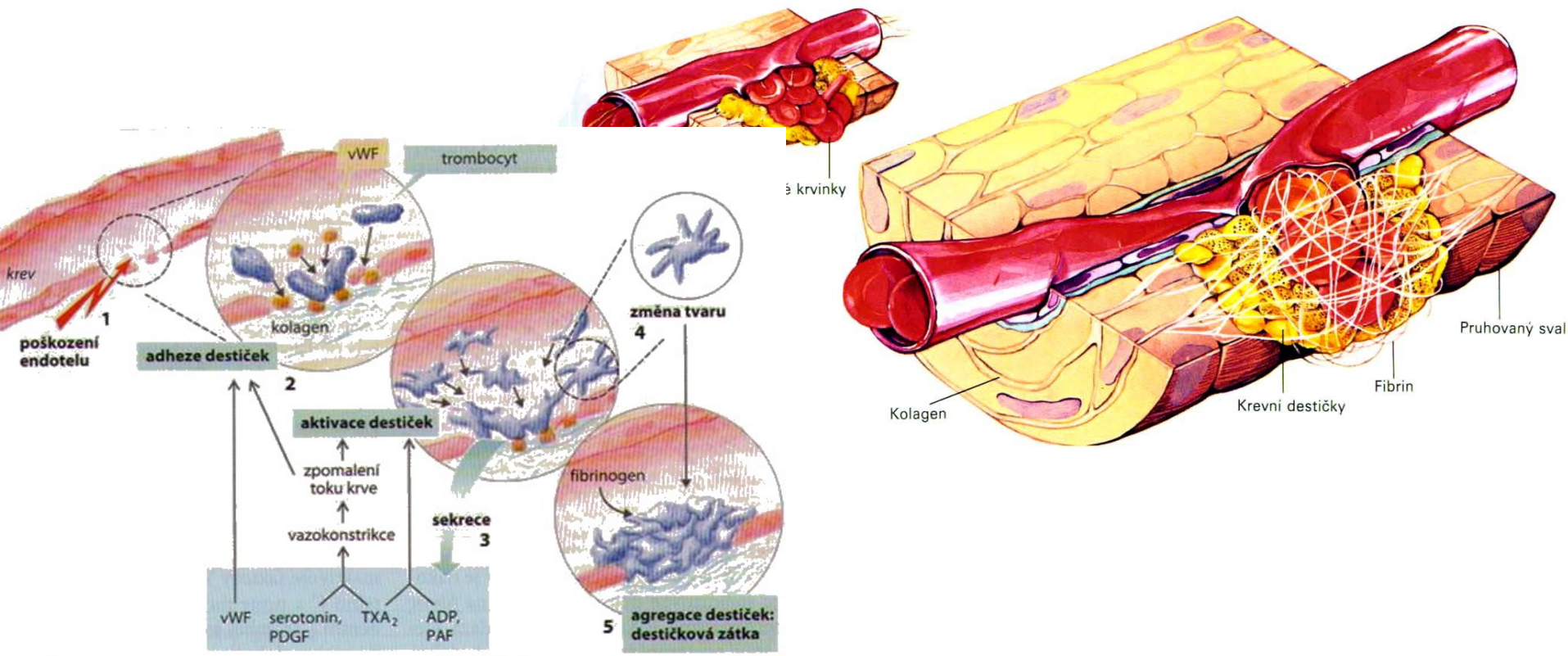


# HEMOSTÁZA

1. vazokonstrikce
2. bílý trombus
3. červený trombus



fibrinolytický  
systém





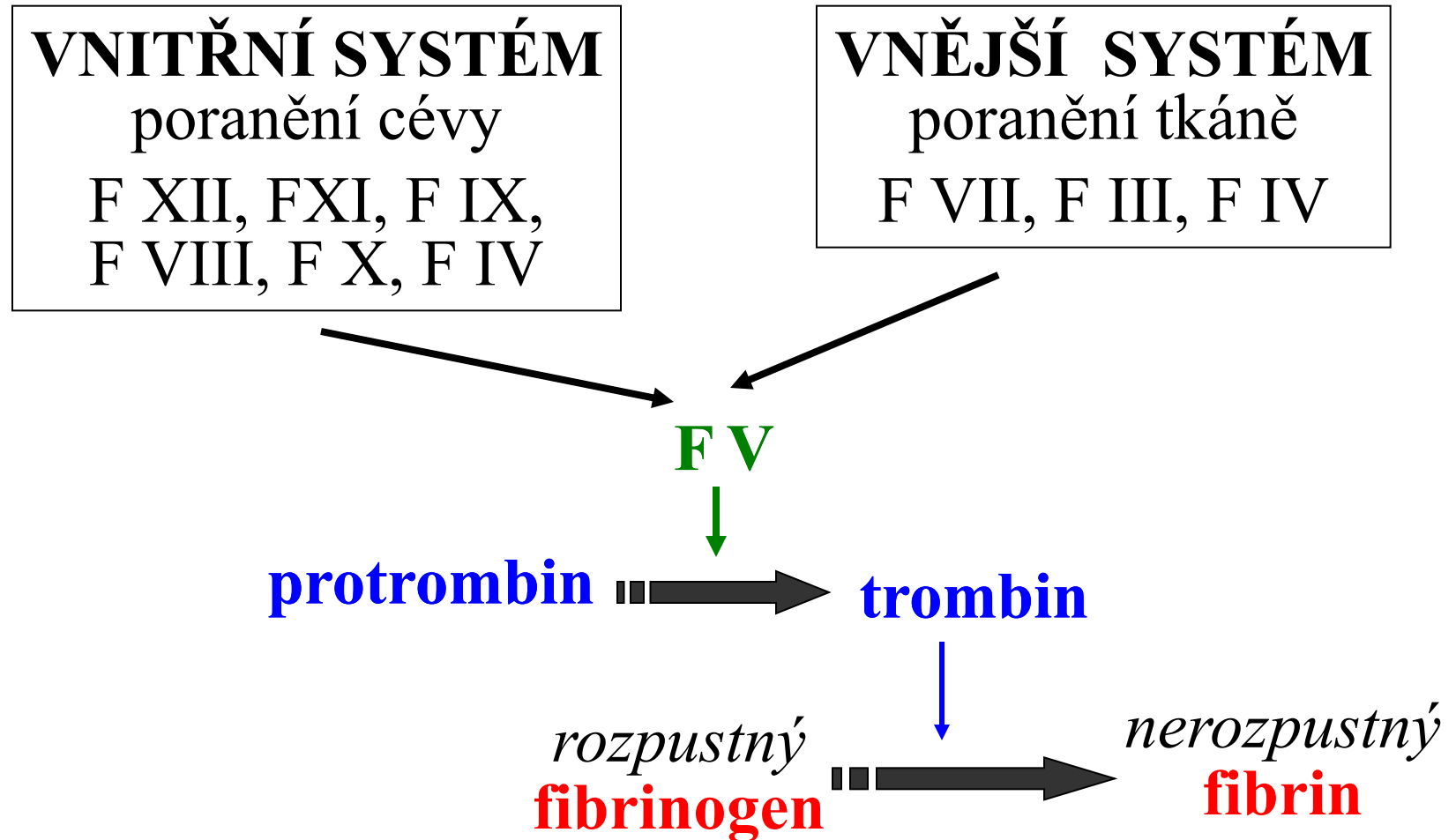
# *DESTIČKY*

- 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>

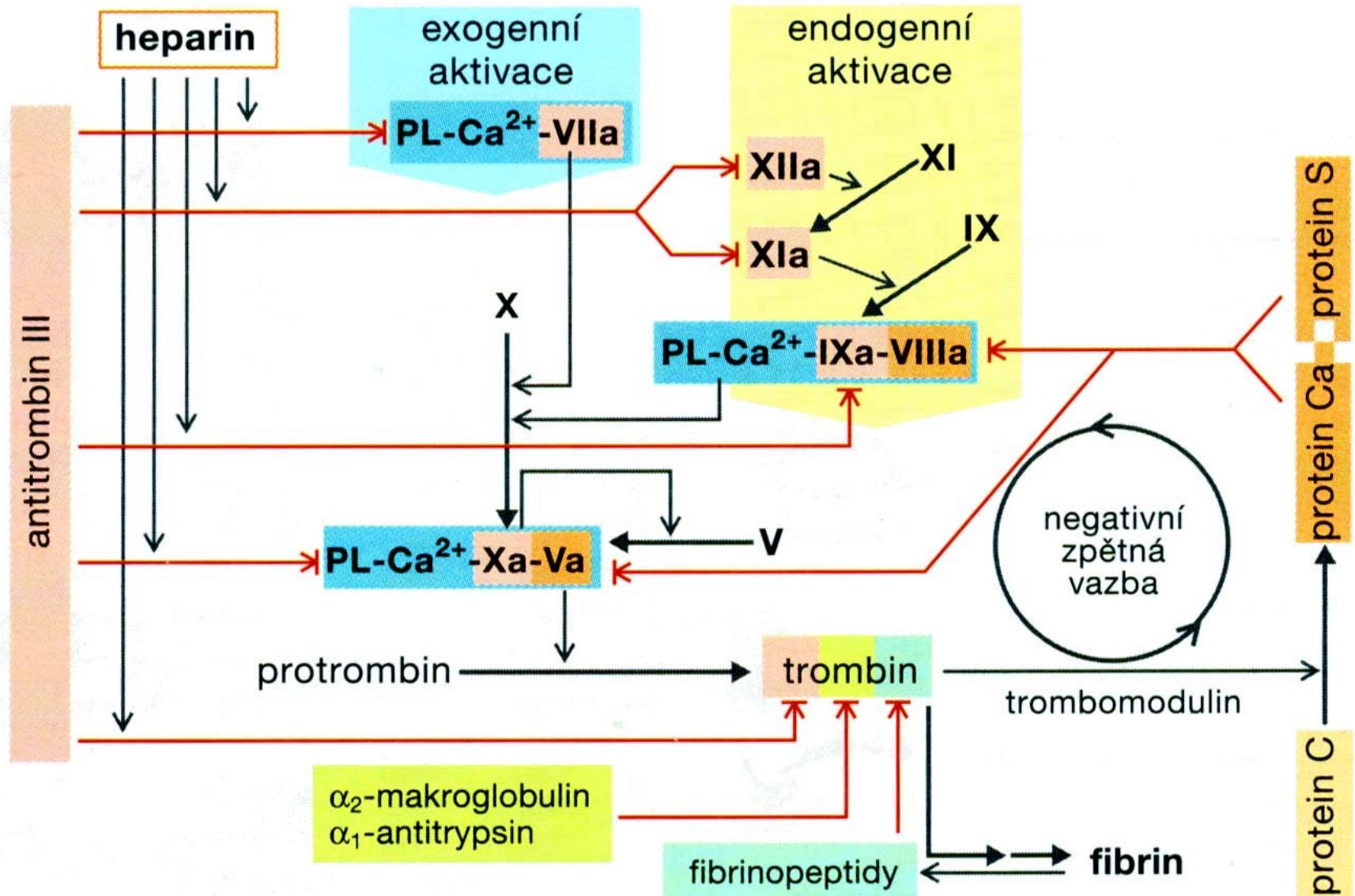
## **Důležité látky bránící koagulaci:**

*Tělu vlastní* – plazmin, heparin

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

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

# INHIBICE SRÁŽENÍ



# IMUNITA

- obrana organismu proti napadení škodlivých činitelů
- odstraňování nefunkčních nebo poškozených buněk organismu
- dozor nad odstraňováním heterologních (např. nádorových) buněk

**VROZENÁ** (nespecifická) × **ZÍSKANÁ** (specifická)

**BUNĚČNÁ** × **HUMORÁLNÍ**



# POJMY

**IMUNOGEN** - molekulární nebo nadmolekulární struktura, která může u příjemce vyvolat imunitní odpověď

**ANTIGEN** - schopnost molekuly reagovat s produkty získané imunity - s *protilátkami*,

- sloučeniny mohou reagovat s protilátkami, ale nemusí vyvolat imunitní odpověď

- všechny imunogeny jsou antigeny, ale ne všechny antigeny jsou imunogeny

*xenogenní antigen* - druhová rozdílnost

*alogenní antigen* - rozdílnost mezi jedinci téhož druhu

*isogenní antigen* - geny identických jednovaječných dvojčat

# POJMY

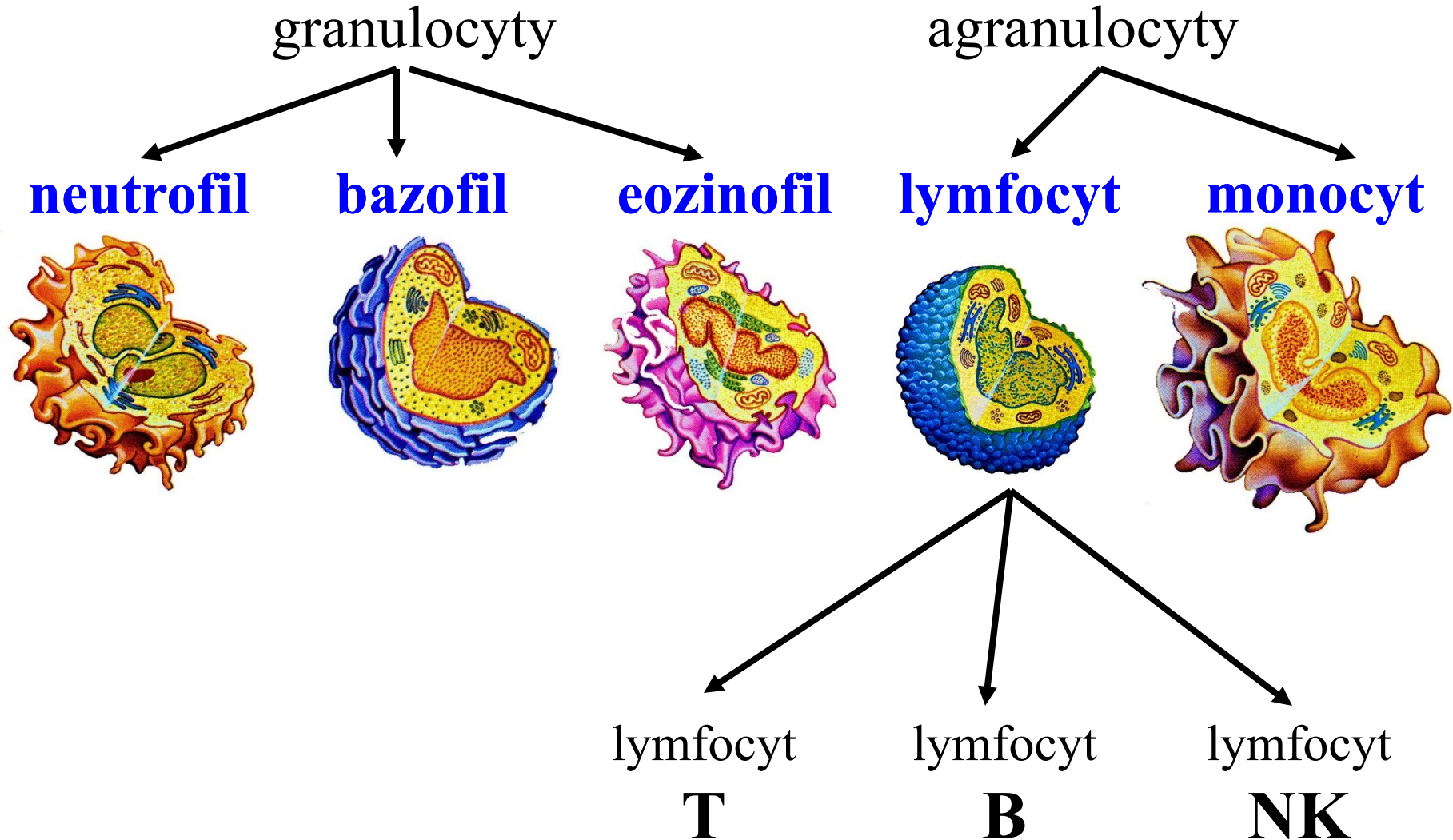
**IMUNOGENICITA** - vlastnost látky vpravené do organismu vyvolat imunitní odpověď

**HAPTEN** - nízkomolekulární látka sama o sobě může vyvolat imunitní odpověď až po navázání na jinou větší molekulu

**EPITOP** - část molekuly, která se váže na protilátku

**ADJUVANS** - látka zesilující imunitní odpověď

# ***BÍLÉ KRVINKY - LEUKOCYTY***



# HLAVNÍ HISTOKOMPATIBILNÍ KOMPLEX (HLA)

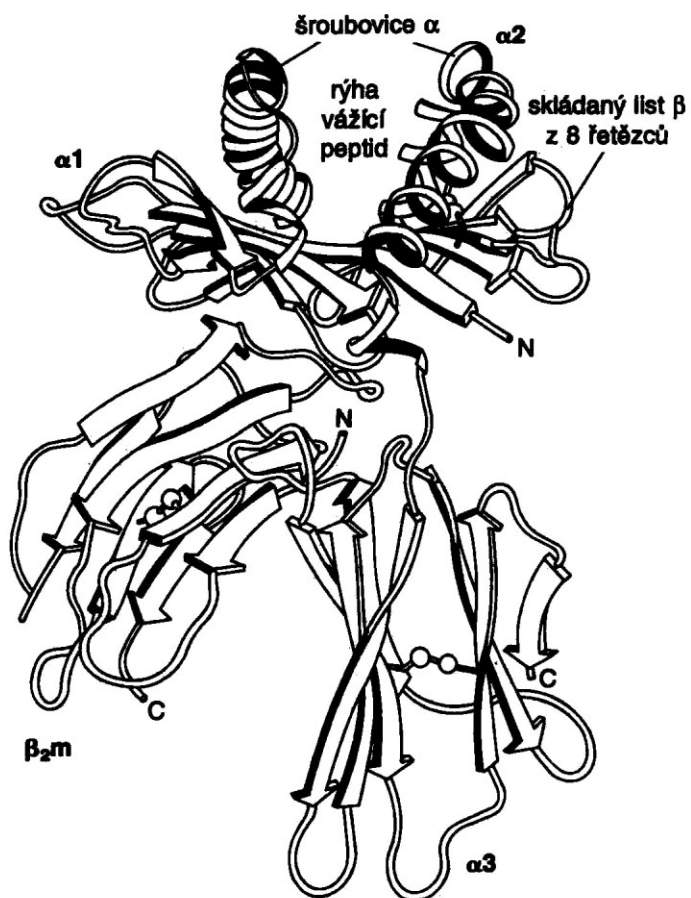
K úspěšné činnosti imunitního systému musí být tento systém schopný odlišit „*cizí*“ od „*vlastního*“. Toto rozlišení je dosaženo prostřednictvím molekul MHC v membráně buněk.

**I. třída** - přítomný na všech jaderných buňkách  
- předkládá „*cizí*“ molekulu (virovou, nádorovou)  
**cytotoxickým T lymfocytům**  
- při transplantaci je molekula I.třídy na buňkách darovaných orgánů přímo rozpoznána leukocyty příjemce → **odhojení štěpu**

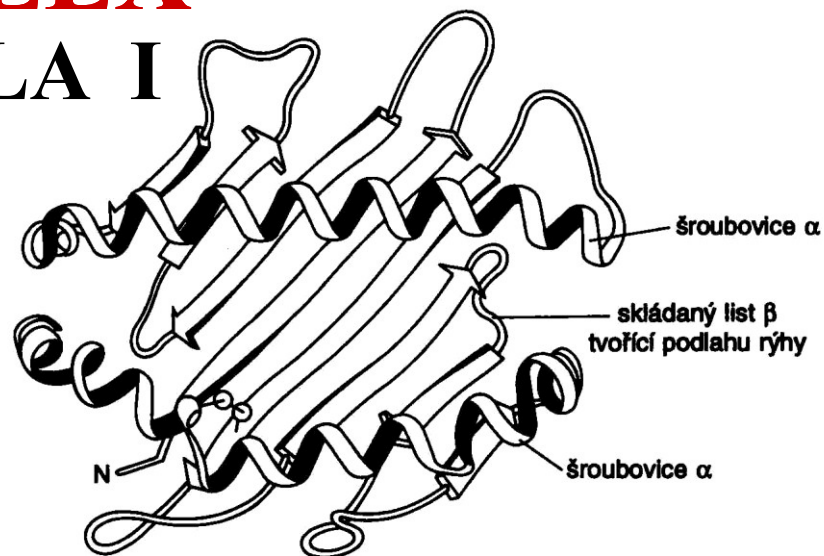
**II. třída** - prezentují pouze lymfocyty B, makrofágy; po aktivaci buňky T, buňky štítné žlázy, endotelové buňky  
- předkládá cizí molekuly **pomocným buňkám T**  
- při transplantaci kostní dřeně vyvolají molekuly II.třídy s navázanými neznámými bílkoviny na buňkách příjemce odpověď leukocytů dárce → **reakce štěpu proti hostiteli**

# HLAVNÍ HISTOKOMPATIBILNÍ KOMPLEX

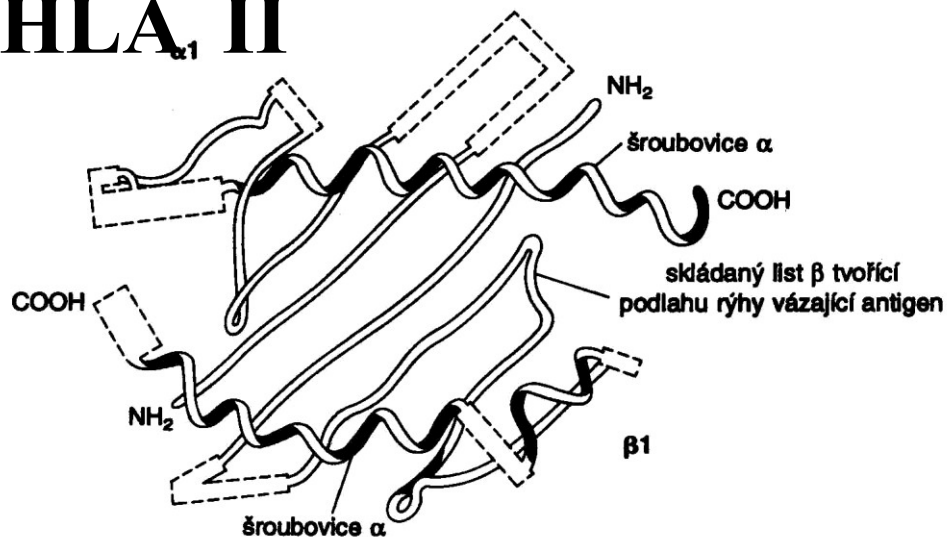
## HLA I



## HLA I



## HLA II



# LYMFOIDNÍ ORGÁNY

**Brzlík (thymus)** - neúčastní se imunitních reakcí

- poskytuje prostředí pro zrání T buněk

**Fabriciova burza a její ekvivalenty u savců** (střevní lymfoidní tkáň, apendix) - vznik a zrání B buněk (u člověka v kostní dřeni)

**Lymfatické uzliny** - filtr pro cizorodé částice a tkáňové zbytky

**Slezina**

**Lymfoidní tkáň asociována se sliznicemi** - difúzní lymfoidní tkáň slizničních povrchů (trávicí trakt, dýchací systém, ledvinový systém)

**Mandle (tonsily)** - umístěny v místě s největším kontaktem antigenů, hluboké krypty usnadňují zachycení cizích částic, odkud jsou transportovány do lymfoidních folikulů

# ***VROZENÁ (NESPECIFICKÁ) IMUNITA***

- schopnost normálního živočicha přebývat v prostředí bez poškození vyplývajícího z infekce určitými mikroorganismy

- není vázaná na předchozí individuální zkušenost s patogenními mikroorganismy

## **BUNĚČNÁ**

**MONOCYTY / MAKROFÁGY**

**GRANULOCYTY**

- fagocytóza

**NK BUŇKY**

- přirozená toxicita

## **HUMORÁLNÍ**

**KOMPLEMENT**

- alternativní cesta

**LEKTINY**

- C reaktivní protein

**INTERLEUKINY**

**INTERFERONY**



# VROZENÁ (NESPECIFICKÁ) IMUNITA

## KOŽNÍ A SLIZNIČNÍ BARIÉRY

**KŮŽE** - suchá, obsahuje baktericidní látky z potu a mazu  
- osídlení „cizími“ baktériemi je znesnadněno přítomností „vlastních“, symbiotických, baktérií (mikroflóra)

### TRÁVICÍ TRAKT

dutina ústní - odlučování povrchových epiteliálních buněk  
- přítomnost *baktericidních* (baktérie zabíjející) látek ve slinách

žaludek - přítomnost kyseliny chlorovodíkové (HCl)

střevo - působí žlučové kyseliny  
- hlen na střevní sliznici  
- normální střevní mikroflóra  
- rychle se obnovující střevní sliznice  
- podslizniční fagocyty

reflexy - zvracení, průjmy

# VROZENÁ (NESPECIFICKÁ) IMUNITA

## KOŽNÍ A SLIZNIČNÍ BARIÉRY

**DÝCHACÍ SYSTÉM** - řasinkový epitel odnáší hlen se zachycenými bakteriemi a nečistotami do hltanu, následuje spolknutí a zničení HCl v žaludku

- v hlenu jsou přítomny protilátky a inhibitory virů

reflexy - kýchání, kašel, bronchokonstrikce (zúžení bronchů)

**MOČOVÉ CESTY** - rychlý proud moči

- hleny a lehce kyselé sekrety

pochva ženy - „*Döderleinův*“ *laktobacil* - vytváří kyselinu mléčnou, která brání množení jiných bakterií

**OKO** - mrkání a omývání slzami (baktericidní látky)

**ANATOMICKÉ STRUKTURY**

- druhotně vznikající opouzdření ložisek zánětu

- krevně-orgánové bariéry

# MONOCYTY A MAKROFÁGY

Soubor buněk rozprostřených v celém organismu nadaných schopností fagocytózy

**MONOCYTY**- několik hodin cirkulují v krvi a pak vycestovávají do tkání, kde se z nich stávají **MAKROFÁGY** (histiocyty ve vazivu, alveolární makrofágy, mikroglie v mozku, fixní makrofágy v lymfatickém systému a ve slezině),

- schopny specificky (s pomocí protilátek) i nespecificky rozpoznat a pohltnout bakterii, rozložit ji a její antigeny prezentovat na svém povrchu

## **LYMFOCYTY NK - přirození zabíječi**

- obrana proti virovým infekcím a nádorovým buňkám bez potřeby rozeznat HLA na cílové buňce
- nemají antigenní specifitu, nemají imunologickou paměť
- zabíječská aktivita je aktivována interleukiny
- snadno zabíjí buňky „ochuceny“ protilátkou

## **NEUTROFILY- mikrofágy**

- obrana těla proti pronikajícím mikroorganismům
- v cytoplazmatických granulách jsou obsaženy trávicí enzymy (nitrobuněčné nebo mimobuněčné usmrcování a trávení mikroorganismů)

**BAZOFILY** - v granulech je obsažen *histamin*

**EOZINOFILY** - zabíjení parazitů

- úloha při vzniku alergie (např. astmatu)

# *FAGOCYTOSA*

***Migrace*** - fagocyty cestují směrem k částicím, které mají být pohlceny. Při cestě z cév přilnou k endotelu (***adherují***) a protáhnou se mezi jednotlivými endotelovými buňkami (***diapedéza***).

***Fagocytóza*** - fagy sérií postupných kroků rozpoznají cizorodou částici, poznají ji, přilnou (***adherují***) a pohltní (***ingesce***). Následně uvolní obsah granul do fagocytárních vakuol (***degranulace***) a zintenzivní svůj oxidativní metabolismus (respirační vzplanutí).  
- fagocytóza může být usnadněna navázáním „ochucovadel“ - ***OPSONINŮ*** (protilátky nebo komplement)

*migrace*



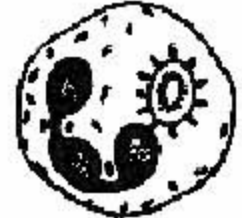
*adheze*



*ingesce*

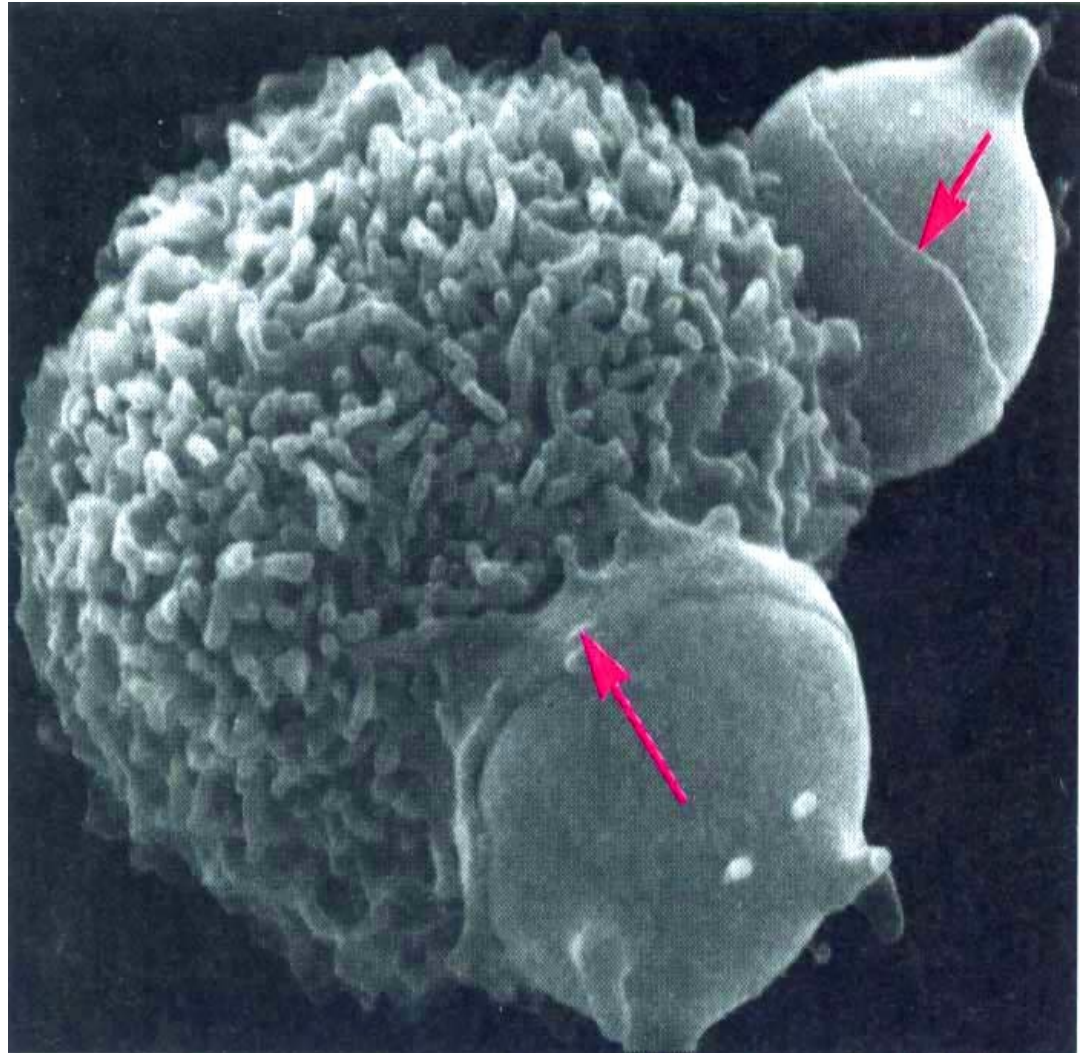
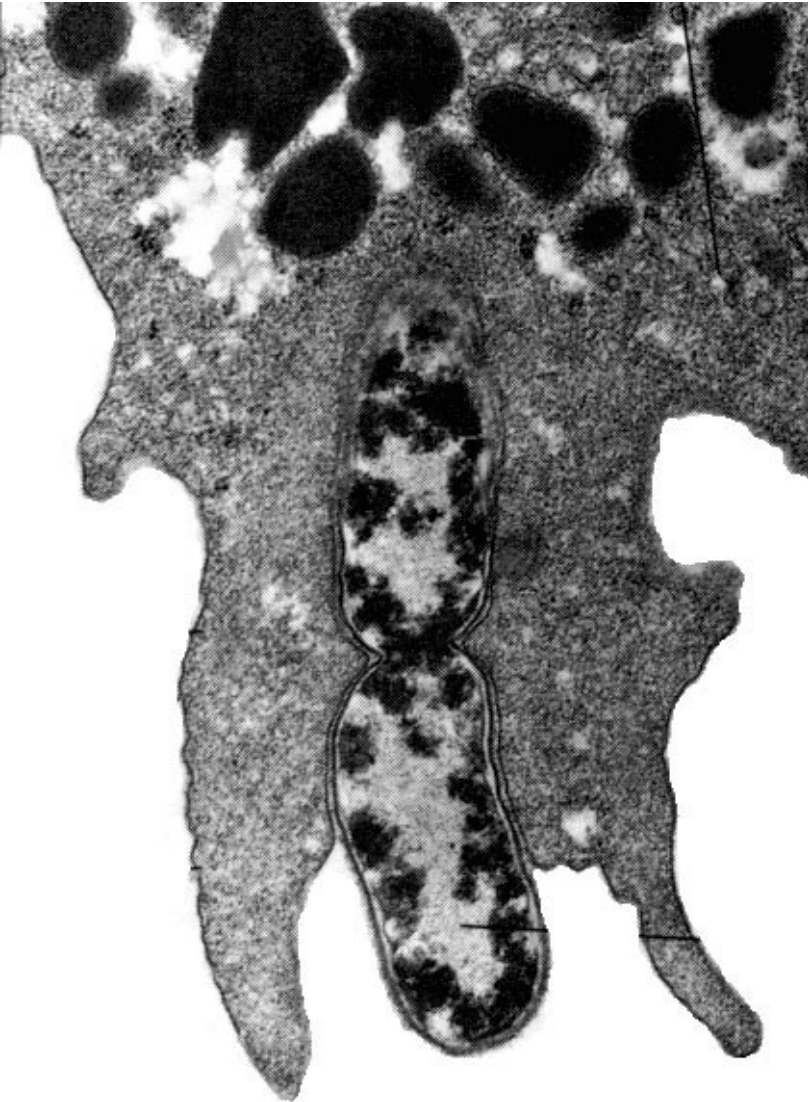


*degradace*





# ***FAGOCYTOSA***



# ***KOMPLEMENT***

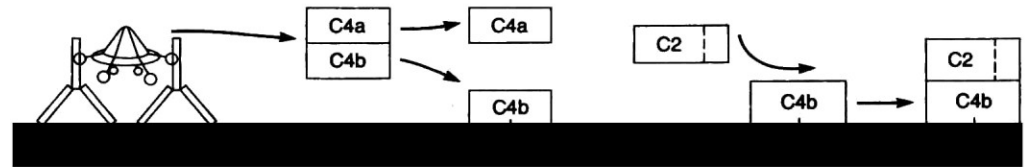
- skupina faktorů přítomných v normálním séru aktivovaných kaskádovitým způsobem
- komplement po vazbě na antigen v povrchu buněk vede k nezvratnému poškození buňky - cytolýze

**klasická cesta** - komplement je aktivován komplexem antigen-protilátka

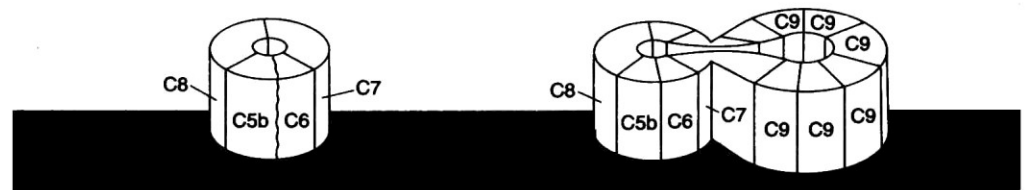
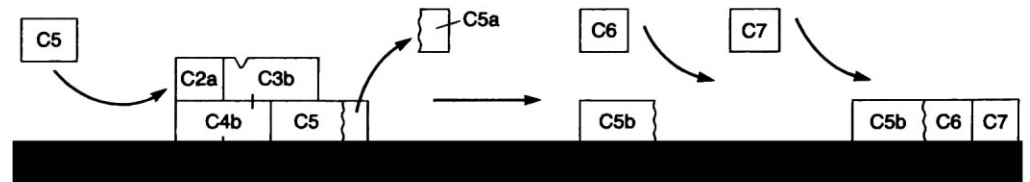
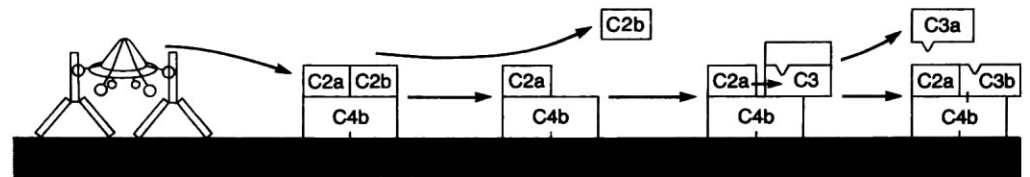
**alternativní cesta** - komplement je aktivován povrchovými bakteriálními polysacharidy



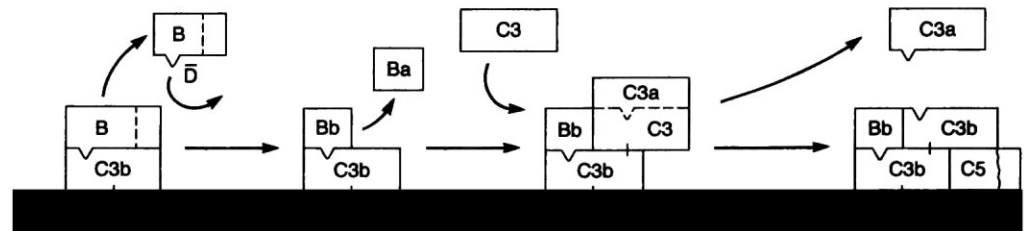
# KOMPLEMENT



## Klasická dráha



## Alternativní dráha



# ZÍSKANÁ (SPECIFICKÁ) IMUNITA

**HUMORÁLNÍ** – zprostředkována *B lymfocyty*



**BUNĚČNÁ** – zprostředkována **T lymfocyty**

**T lymfocyty** vyžívají v *brzlíku (thymu)*, kde se školí k rozeznávání *vlastních* antigenů a k ničení antigenů *cizích*

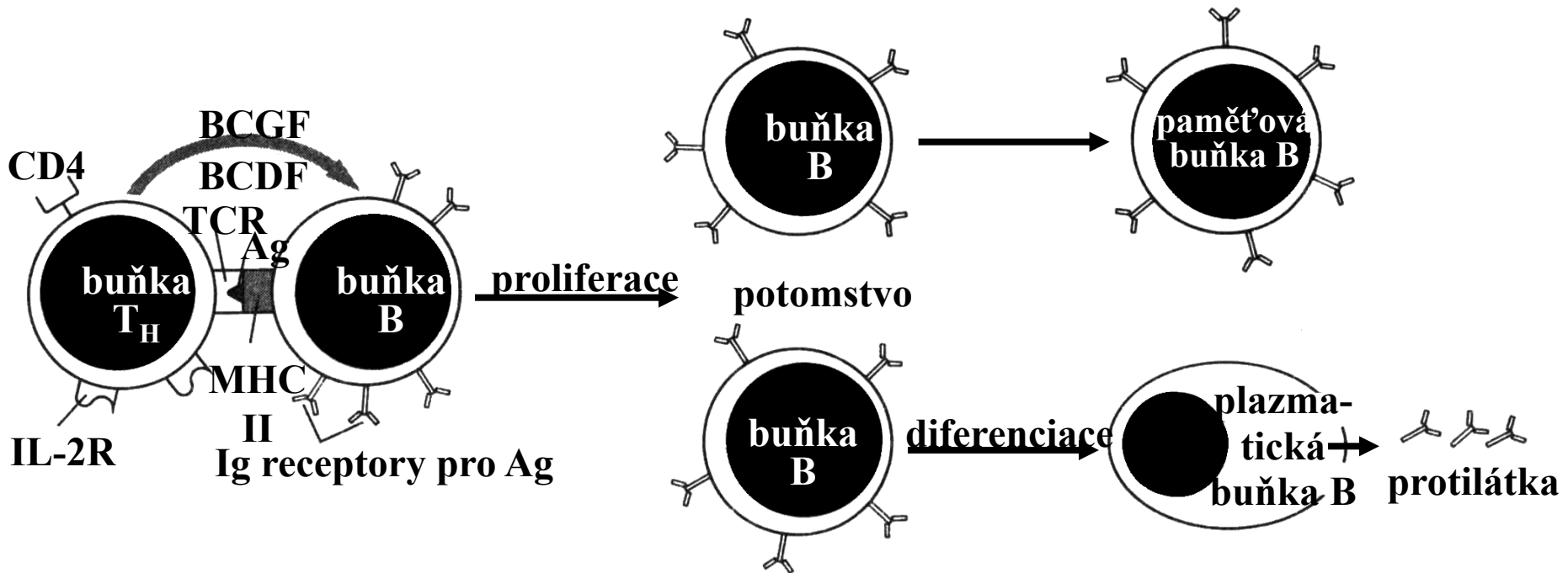
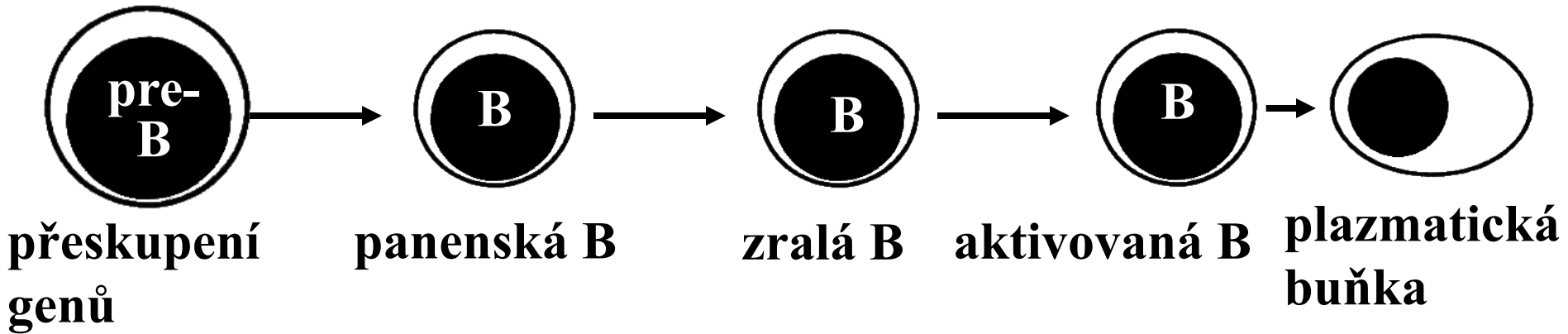
pomocné  
buňky

paměťové  
buňky

tlumivé  
buňky

cytotoxické  
buňky

# LYMFOCYTY B



# IMUNOGLOBULINY

- bílkoviny s protilátkovou aktivitou
- vážou se s antigenem, který vyvolal jejich tvorbu

**IgG** (75% z celkového množství) - prochází placentou a zajišťuje obranu novorozence v prvních měsících života

- fixují komplement (aktivace klasické cesty)
- OPSONIN - usnadňují pohlcení bakterie fágem

**IgA** (15%) - dominantní třída slizničního imunitního systému

**IgM** (10%) - první protilátka časné imunitní odpovědi

**IgD** (0,2%) - nejasný význam

**IgE** (0,004%) - obrana proti parazitárním bakteriím

- vazba na žírné buňky způsobuje uvolnění histaminu (alergie)



# LYMFOCYTY T

- vznik v kostní dřeni, dozrávání v thymu
- zahajují imunitní odpověď
- regulují činnost dalších leukocytů pomocí vylučovaných faktorů

klasifikace dle CD:

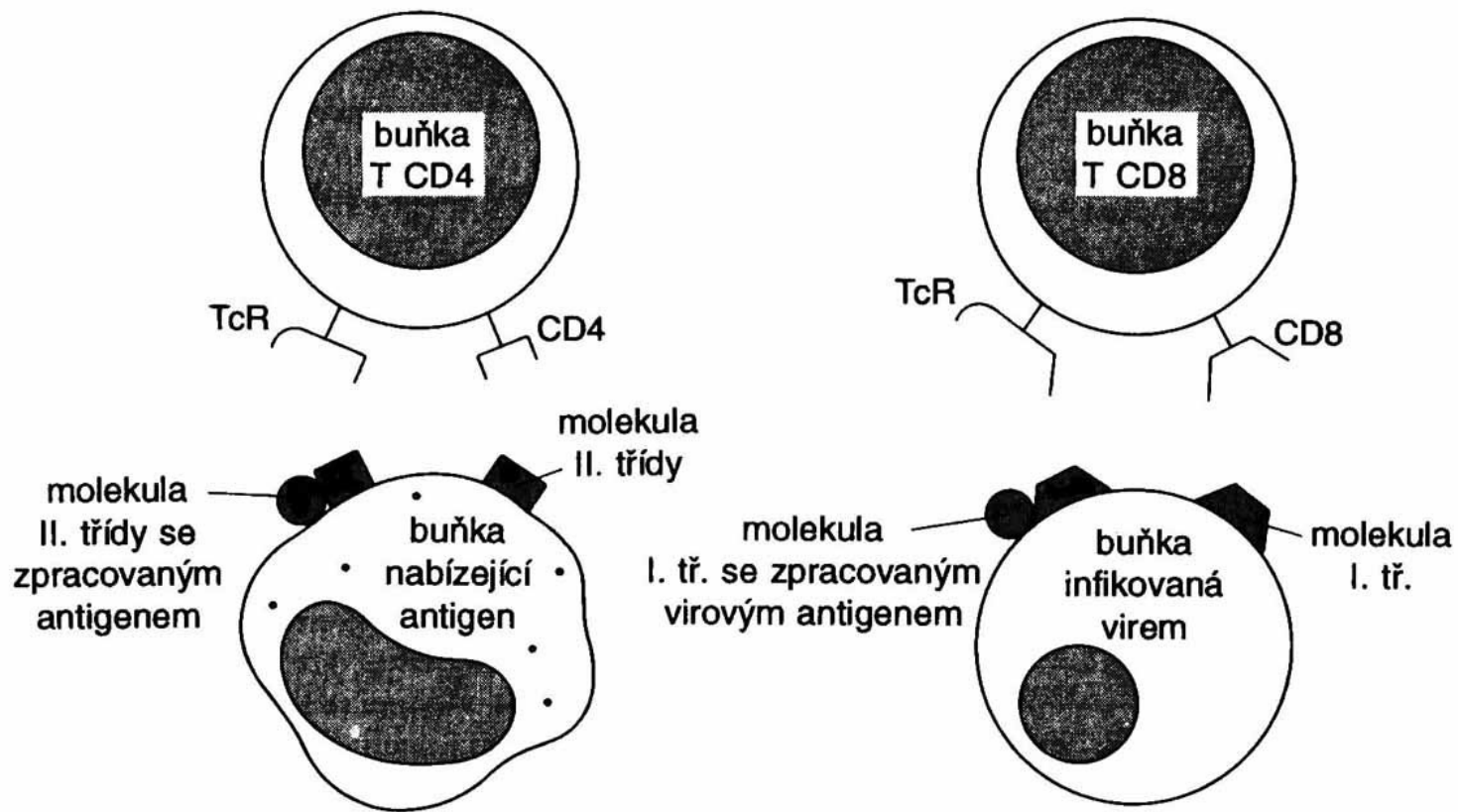
CD4+ - vážou se s HLA II.třídy

CD8+ - vážou se s HLA I.třídy

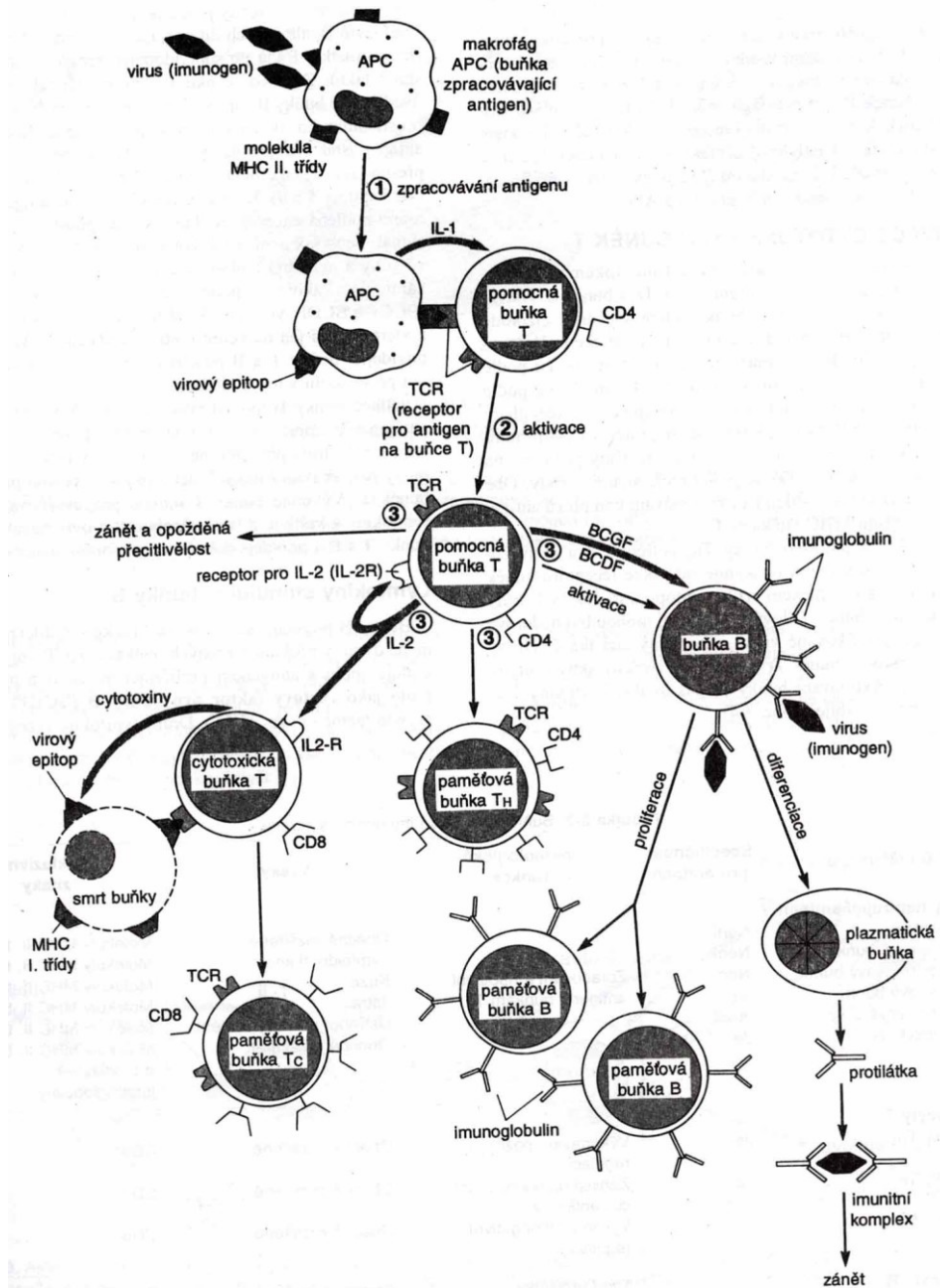
**Pomocné T buňky (CD 4+)**- zvyšují odpověď B buněk a cytotoxických T buněk, produkují interleukiny

**Cytotoxické T buňky (CD 8+)** - zabíjejí buňky, které jsou vnímané jako cizí (buňky napadené virem nebo buňky transplantovaného orgánu)

**Supresorové (tlumivé) T buňky (CD 8+)** - brání činností jiných buněk







# *Změny chování vyvolané nemocí a imunita*

## **Nemocní lidé**

- pocity slabosti, únavy, omezení příjmu potravy, snížená schopnost duševně se koncentrovat,
- jsou depresivní, letargičtí, ztrácejí zájem o okolí

## ***Aktivace imunitního systému***

- ↑ cytokinu IL1 – horečka – ↑ termogeneze, změna chování (vyhledávání teplejšího prostředí, omezení tělesné aktivity)
- ↓ koncentrace železa (makrofágy pohlcují Fe + snížený příjem bílkovin v potravě)
- ↑ cytokiny – amygdala – snížení pohybové aktivity, omezení zájmu o prostředí jak sociální, tak životní, narušení schopnost učit se a zapamatovat si nové podněty

# ***DEPRESE a imunita***

*genetická dispozice × stresové prostředí*

**Oslabení fyzického zdraví** (*důsledek × příčina*)

## **Změny počtu a funkce buněk**

- ↓ tvorba imunoglobulínu
- ↑ tvorba cytokinů (TNF, interleukin-6, interferon  $\gamma$ )

Atheroskleróza → aktivace makrofágů v cévní stěně – uvolnění cytokinů – změna vlastností cévní stěny a destiček - tvorba plaku (atheromu) – ruptura plaku – TROMBUS - EMBOLUS

**PSYCHOLOGICKÝ STRES**

# ***SCHIZOFRENIE a imunita***

*narušení vývojových procesů v mozku temporální limbické oblasti*

**Abnormální funkce imunitního systému** → zánětová reakce mozku

- ↑ propustnost krevně-mozkové bariéry
- ↑ množství protilátek proti neurotropním virům (?), autoproti látky (?)
- ↑ tvorba cytokinů (interleukin-2, -6)
- ↓ tvorba imunoglobulínu

# *Drogy a imunita*

**Indické konopí** – snížená schopnost fagocytózy makrofágů, funkce NK buněk, snížení proliferace T lymfocytů, aktivace B lymfocytů (↓IgG, IgM, IgA, ↑ **IgE**)

**Kokain** - tlumí proliferaci T lymfocytů, snížená funkce makrofágů a NK buněk (*působením kokainu zesílená replikace viru HIV*)

**Heroin** – snížení aktivity NK buněk a CD4<sup>+</sup> T lymfocytů

# IMUNIZACE

**Pasivní imunizace** - podání specifických protilátek (*IgG*)  
- okamžitá reakce s antigenem, omezená délka ochrany  
- neaktivuje se vlastní imunitní systém  
- nevznikají paměťové buňky

**Aktivní imunizace** - podání antigenního materiálu  
(*mrtvé/oslabené viry, bakterie nebo toxiny*)  
- nutnost podání dlouho před stykem s antigenem  
- aktivace vlastního imunitního systému  
- vznikají paměťové buňky – dlouhodobá imunita

# PORUCHY IMUNITY

**ALERGIE** – přehnaná, neúměrná reakce imunitního systému na běžný zevní podnět

**AIDS** (*syndrom získané imunodeficiency*)  
– infekční onemocnění, virus HIV napadá buňky imunitního systému (T pomocné lymfocyty a makrofágy), narušena schopnost obrany

**AUTOIMUNITNÍ ONEMOCNĚNÍ** – narušená schopnost rozeznávat vlastní buňky od cizích, dochází k poškození vlastních tkání