

# 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

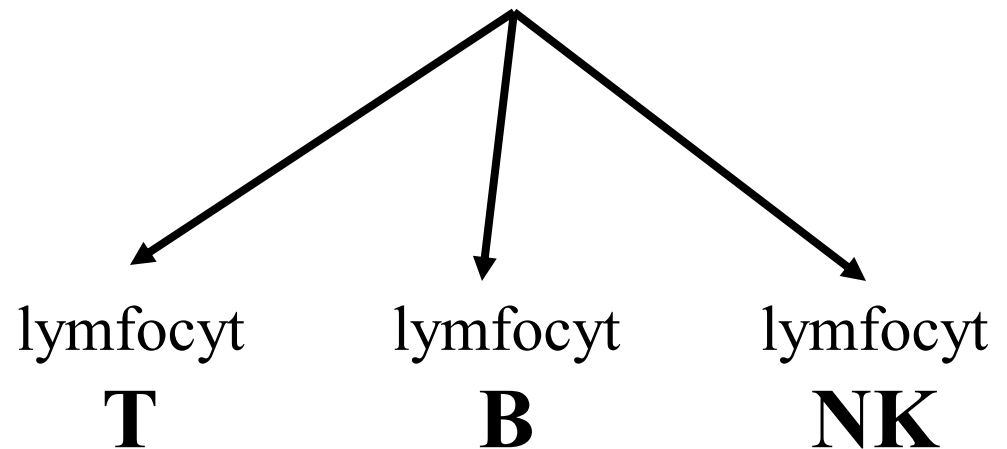
**IMUNOGENICITA** - vlastnost látky vpravené do organismu vyvolat imunitní odpověď

**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 bílkovinami na buňkách příjemce odpověď leukocytů dárce → **reakce štěpu proti hostiteli**

# 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 - kýčání, 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*



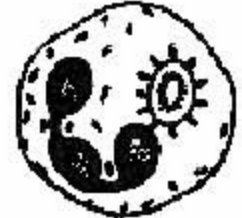
*adheze*



*ingesce*



*degradace*



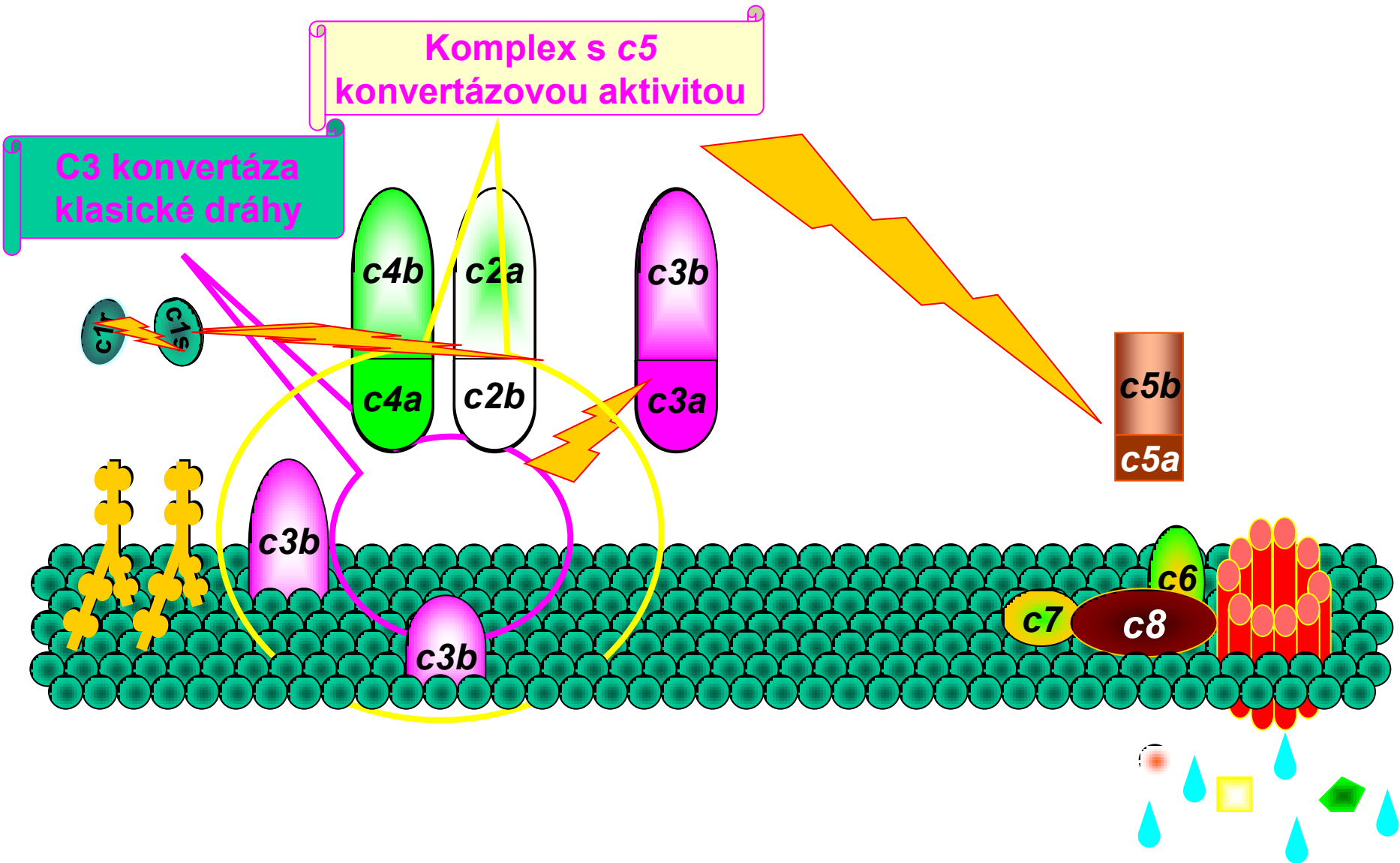
# ***KOMPLEMENT***

- 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

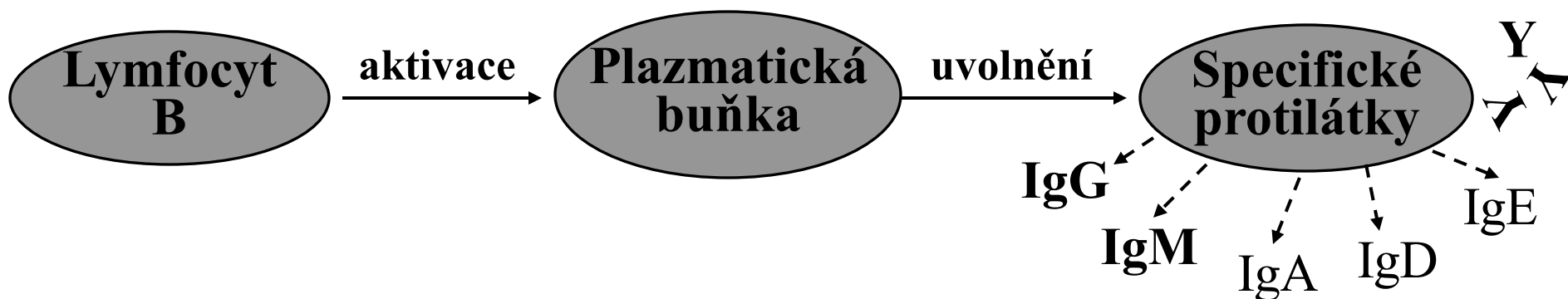
**alternativní cesta** - komplement je aktivován povrchovými bakteriálními polysacharidy

# KLASICKÁ CESTA



# 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*

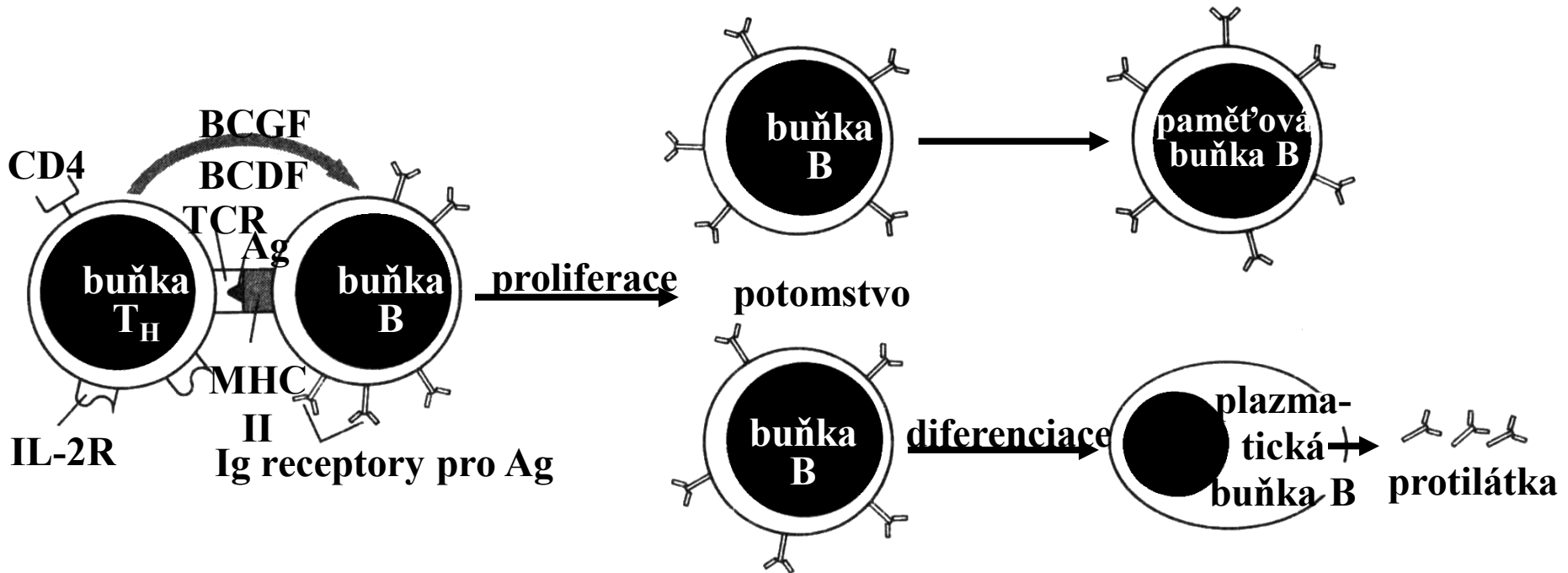
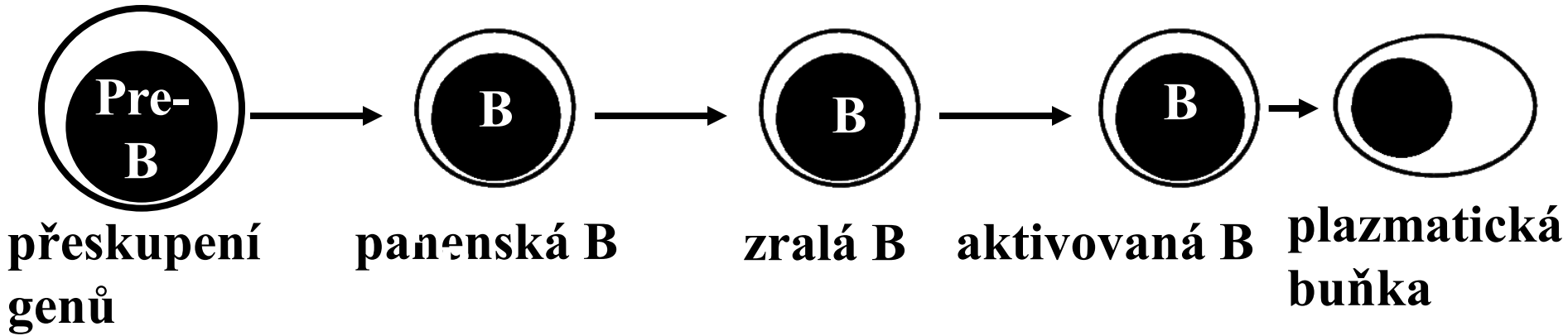
pomocné  
buňky

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%) - prvá protilátka časné imunitní odpovědi

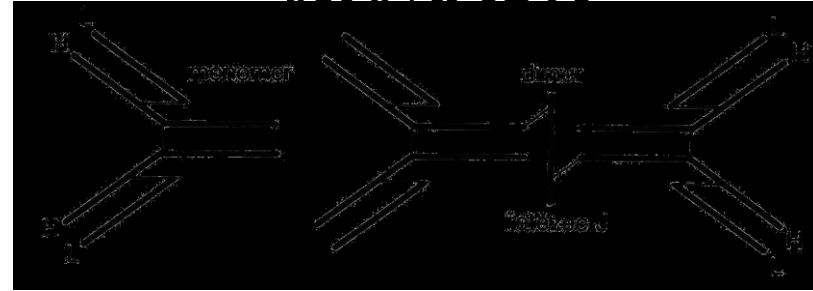
**IgD** (0,2%) - nejasný význam

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

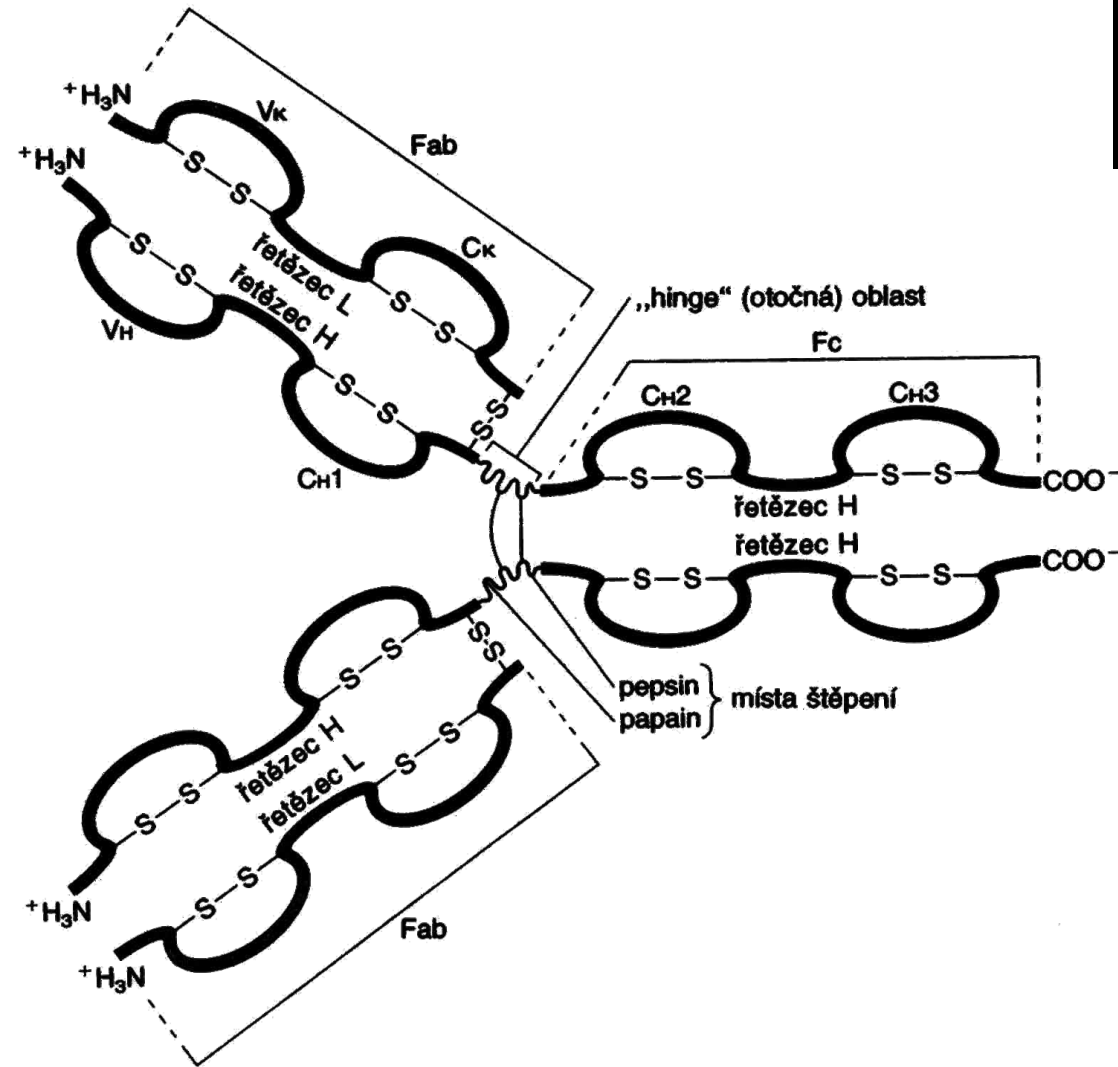
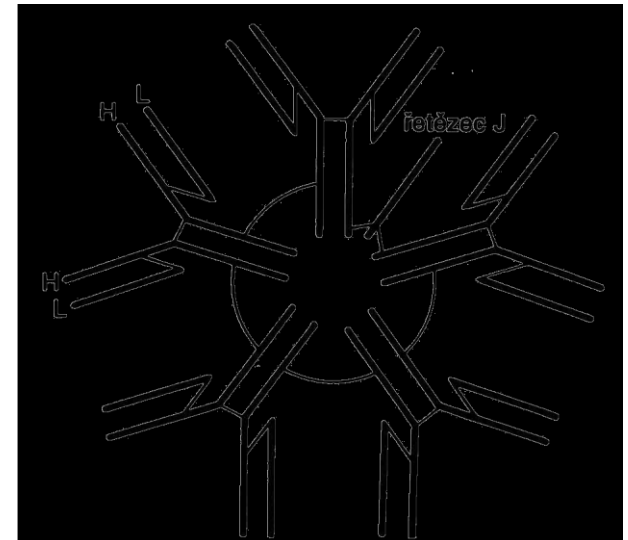
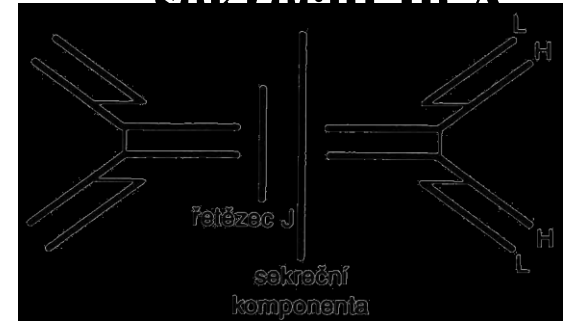
- vazba na žírné buňky způsobuje uvolnění histaminu (alergie)

# MODEL MOLEKULY IMUNOGLOBULINU

## sérová Ig A



## složení Ig A



# LYMFOCYTY T

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

## klasifikace dle CD:

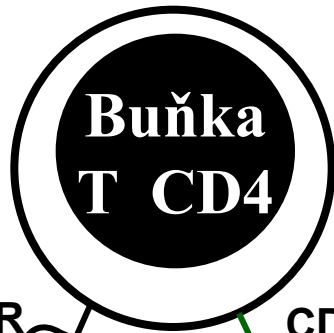
CD4+ - vážou se s HLA II.třídy

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



TcR CD 4

HLA II. třídy

HLA II. třídy  
se zpracovaným  
antigenem

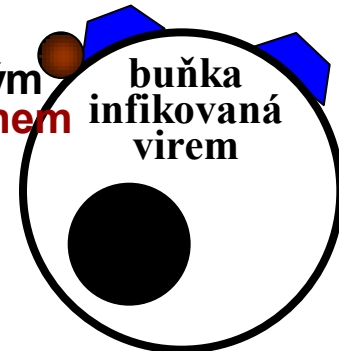


buňka  
prezentující  
antigen



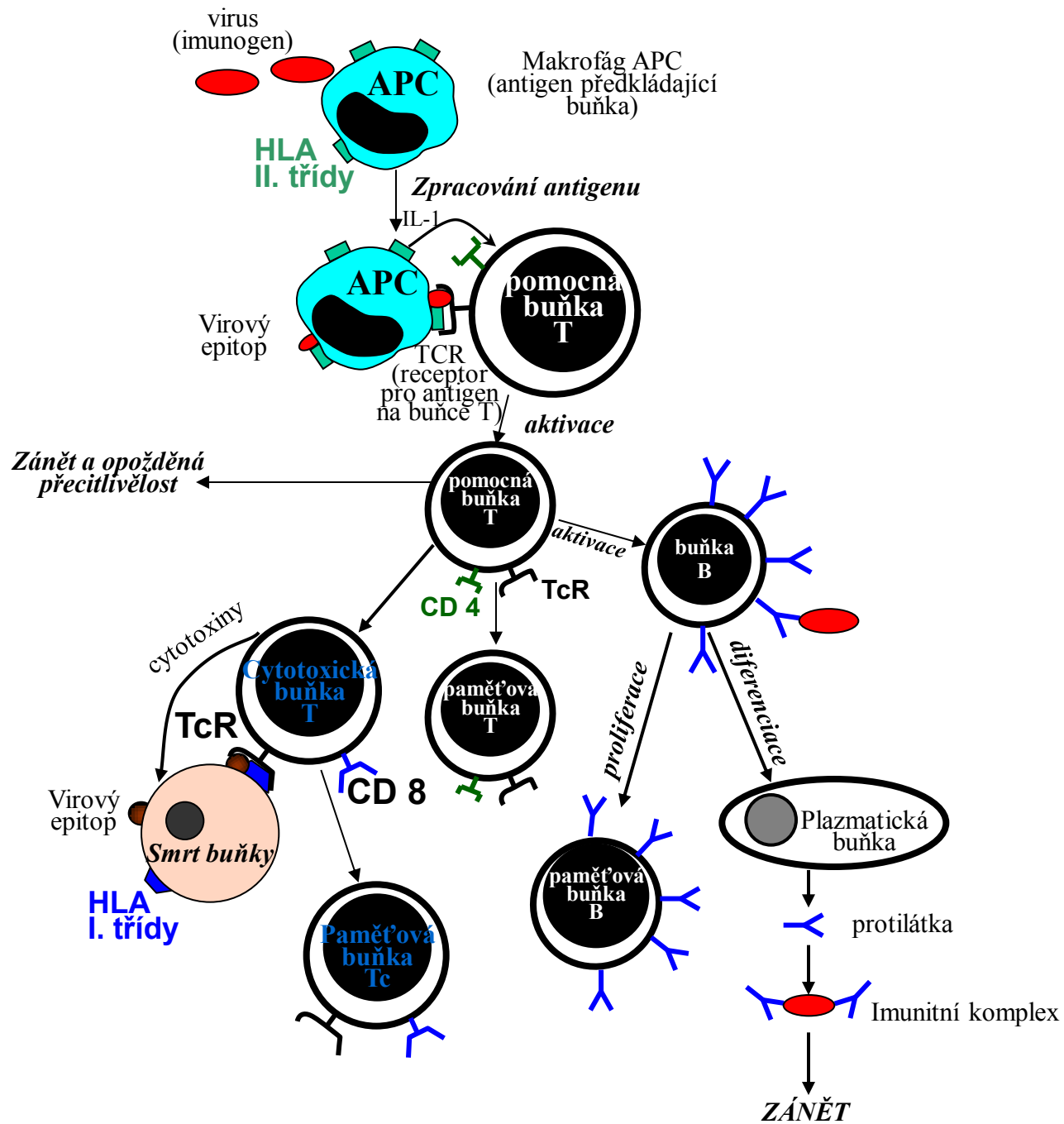
TcR CD 8

HLA I. Třídy  
se zpracovaným  
virovým antigenem



buňka  
infikovaná  
virem

HLA I. třídy



# 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