

Buňky a tkáně imunitního systému

Milan Číž

Lymforetikulární tkáň

retikulární pojivo, vyplněné volnými buňkami

retikulární pojivo – retikulocyty

volné buňky – různá vývojová stadia lymfocytů, makrofágů, mikrofágů

řidká lymfoidní tkáň – převažují retikulocyty

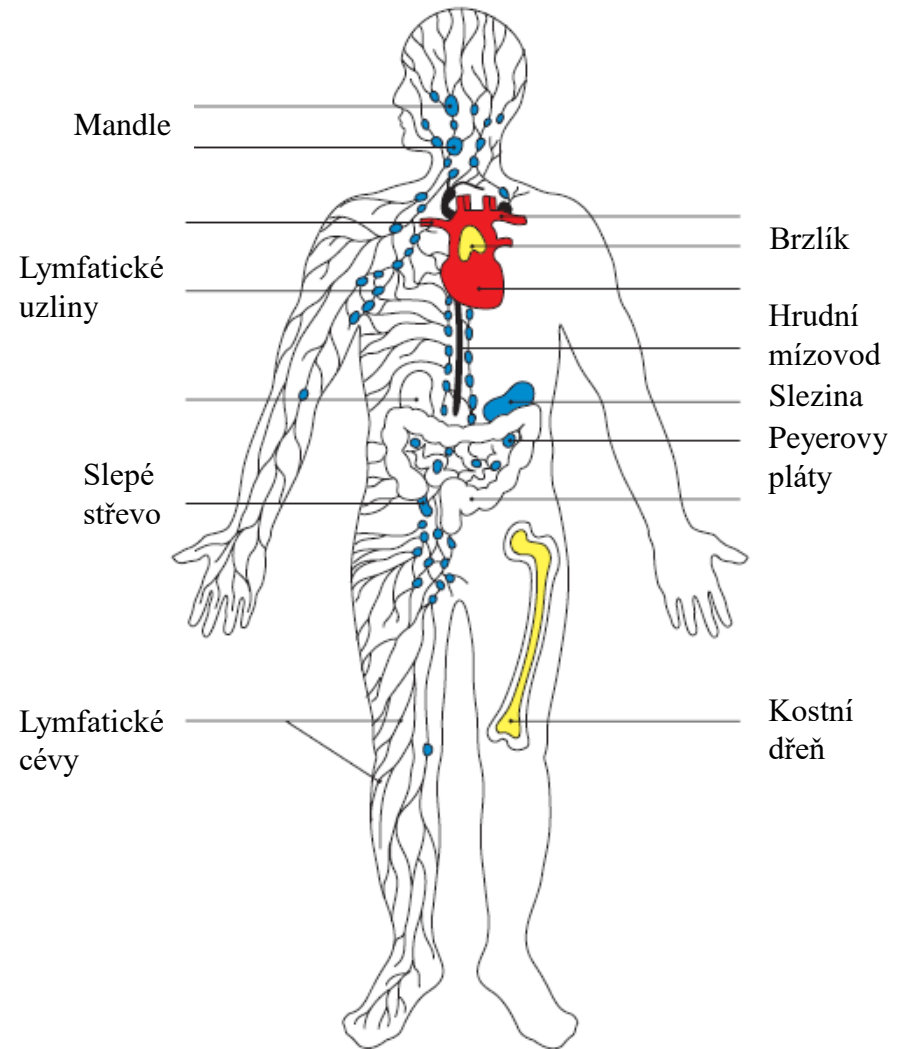
hustá lymfoidní tkáň – převažují lymfocyty

Lymforetikulární tkáň

primární lymfoidní orgány

sekundární lymfoidní orgány

lymfatický cévní systém



Lymfatický cévní systém

- obranné mechanismy - mízní uzliny
- regulace stálosti vnitřního prostředí (tzv. homeostáze)
- odvod tkáňového moku z tkání
- odvod tuků ve formě kapének do horní duté žíly
- odvod produktů metabolismu (škodlivé, nepotřebné látky) z těla
- přívod živin do krve

mízní vlásečnice (lymfatické kapiláry) – mízní cévy - lymfatické uzliny – hrudní mízovod - žilní systém

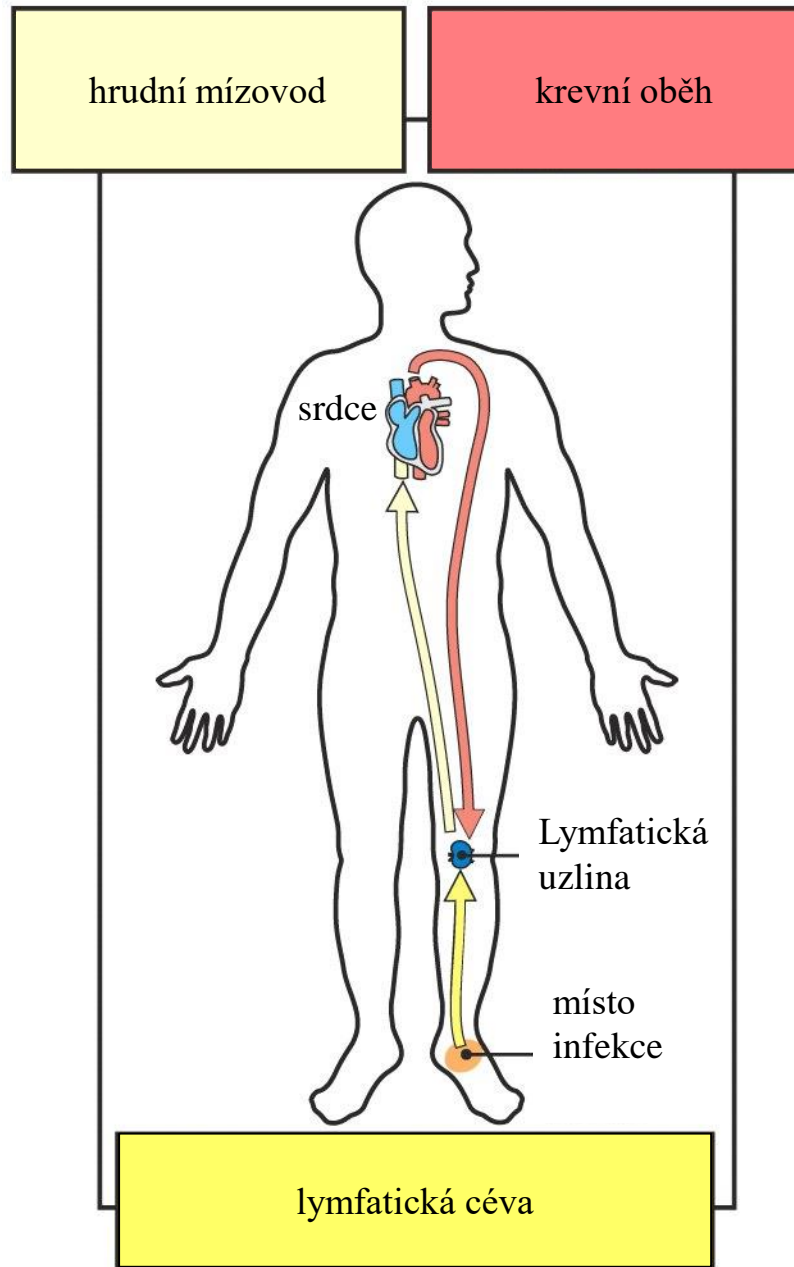


Figure 1-11 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

Primární lymfoidní orgány

vývoj a diferenciacie buněk imunitního systému

brzlík (thymus)

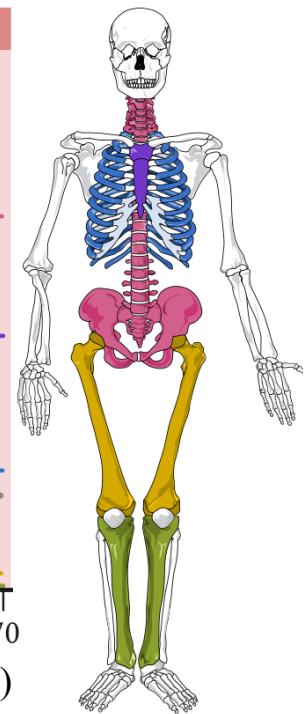
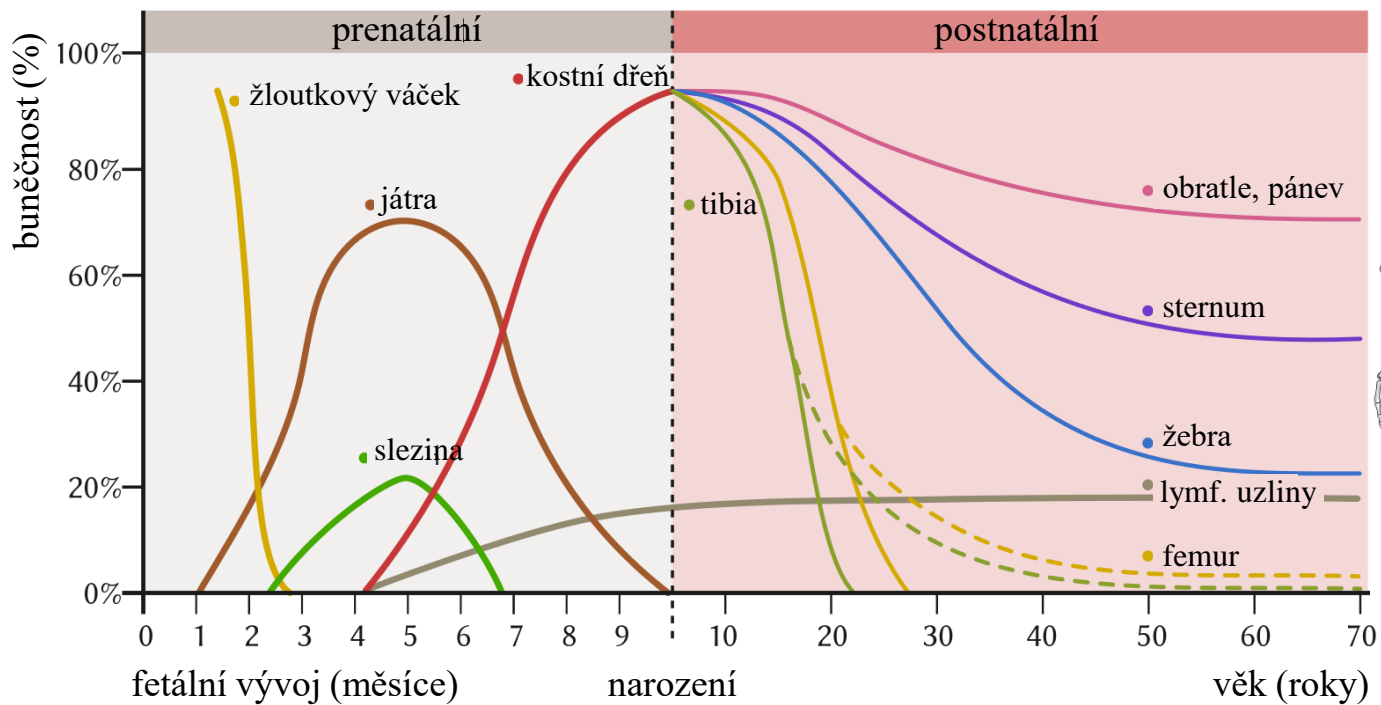
Fabricsiův váček (bursa Fabricii) ~ kostní dřeň

Primární lymfoidní orgány

embryonální období – žloutkový váček

fetální období – játra, slezina

dlouhé kosti → ploché kosti, páteř

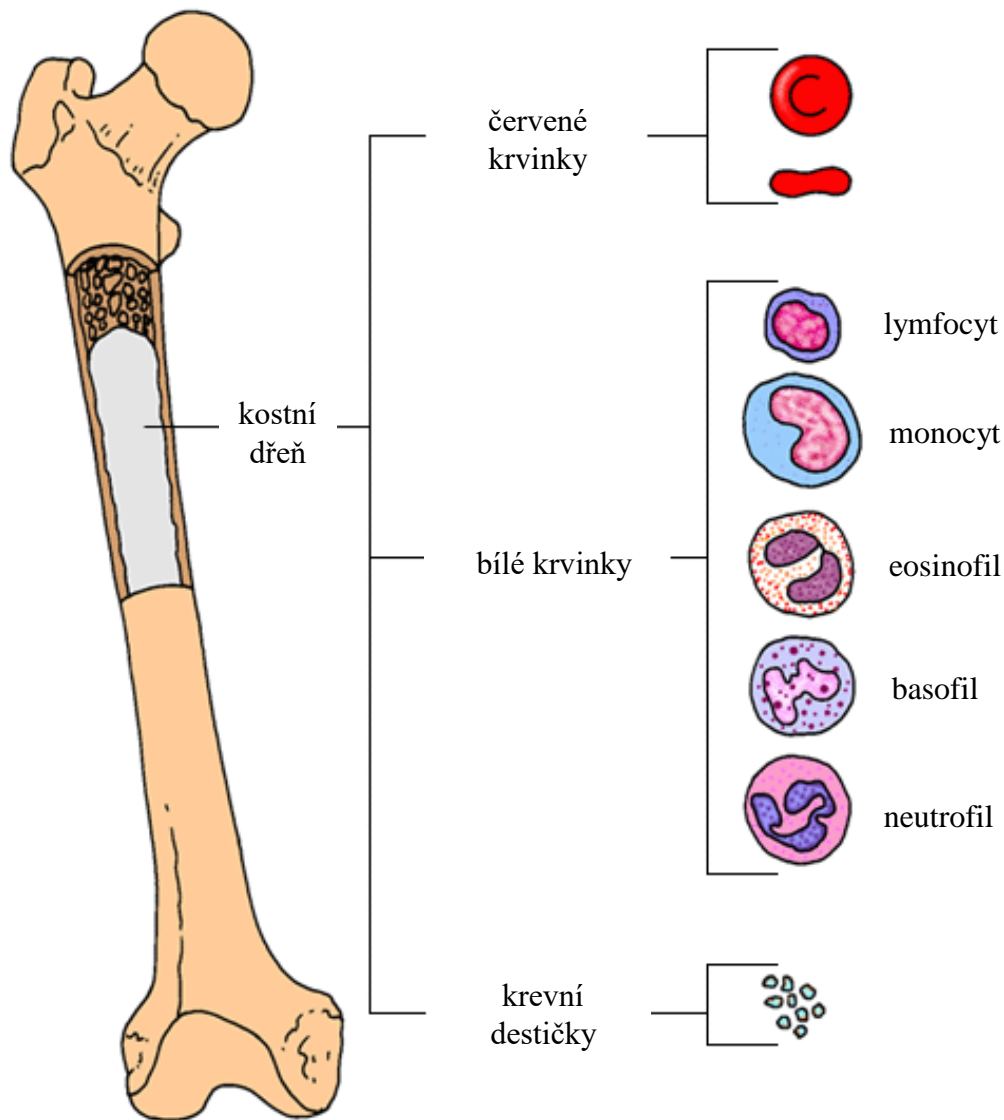


Primární lymfoidní orgány

Kostní dřeň

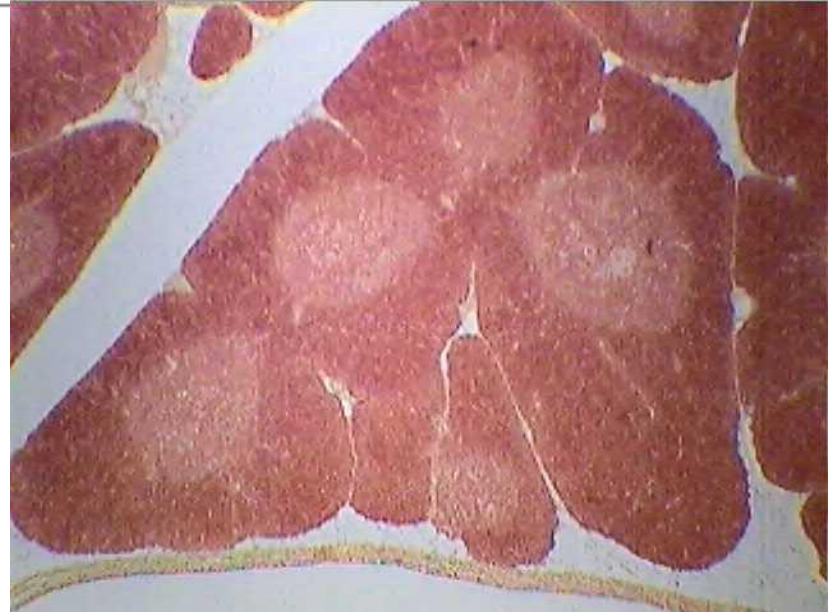
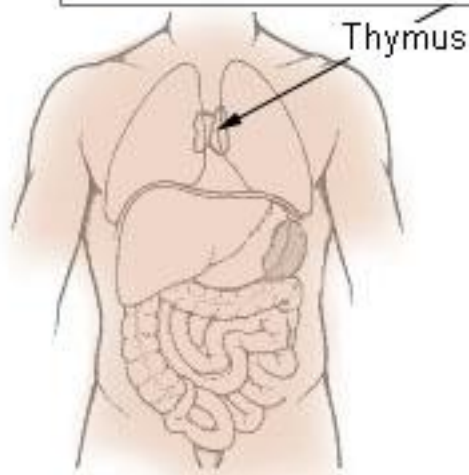
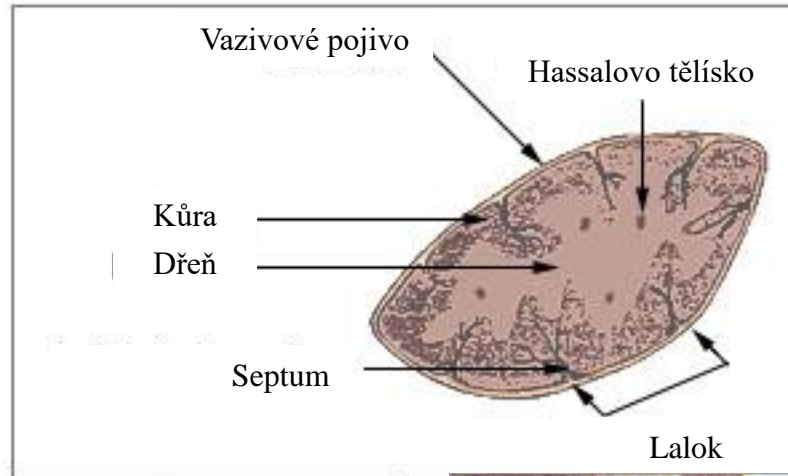
hematopoetické kmenové buňky

erytroidní linie
lymfoidní linie
myeloidní linie



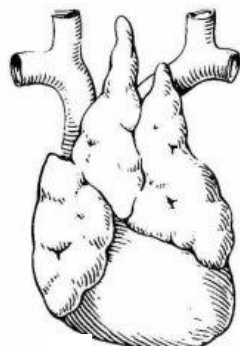
Primární lymfoidní orgány

Brzlík

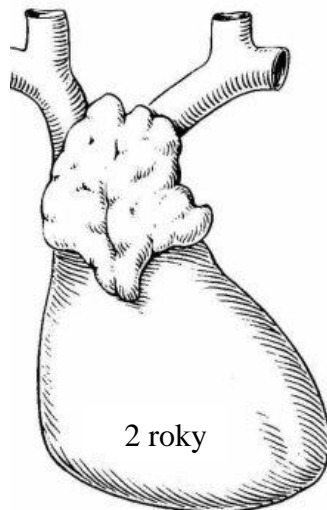


Primární lymfoidní orgány

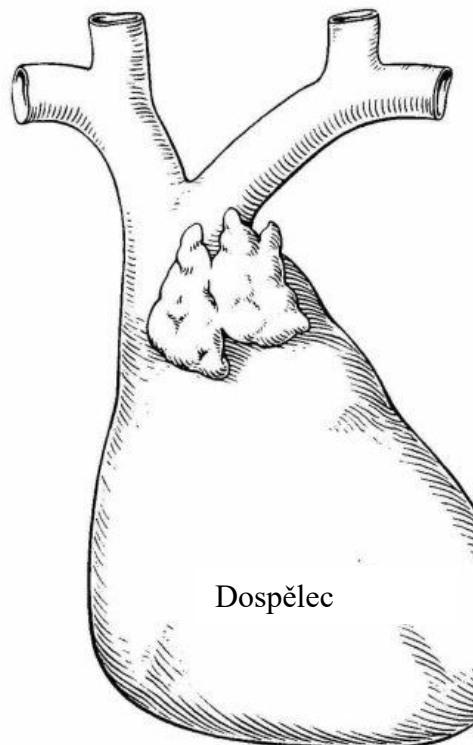
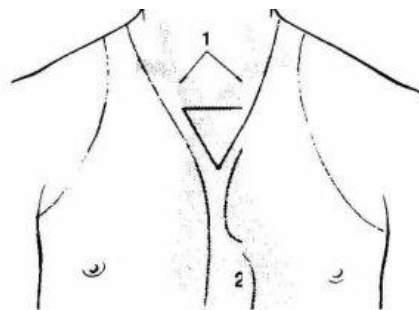
Brzlík



Novorozenec



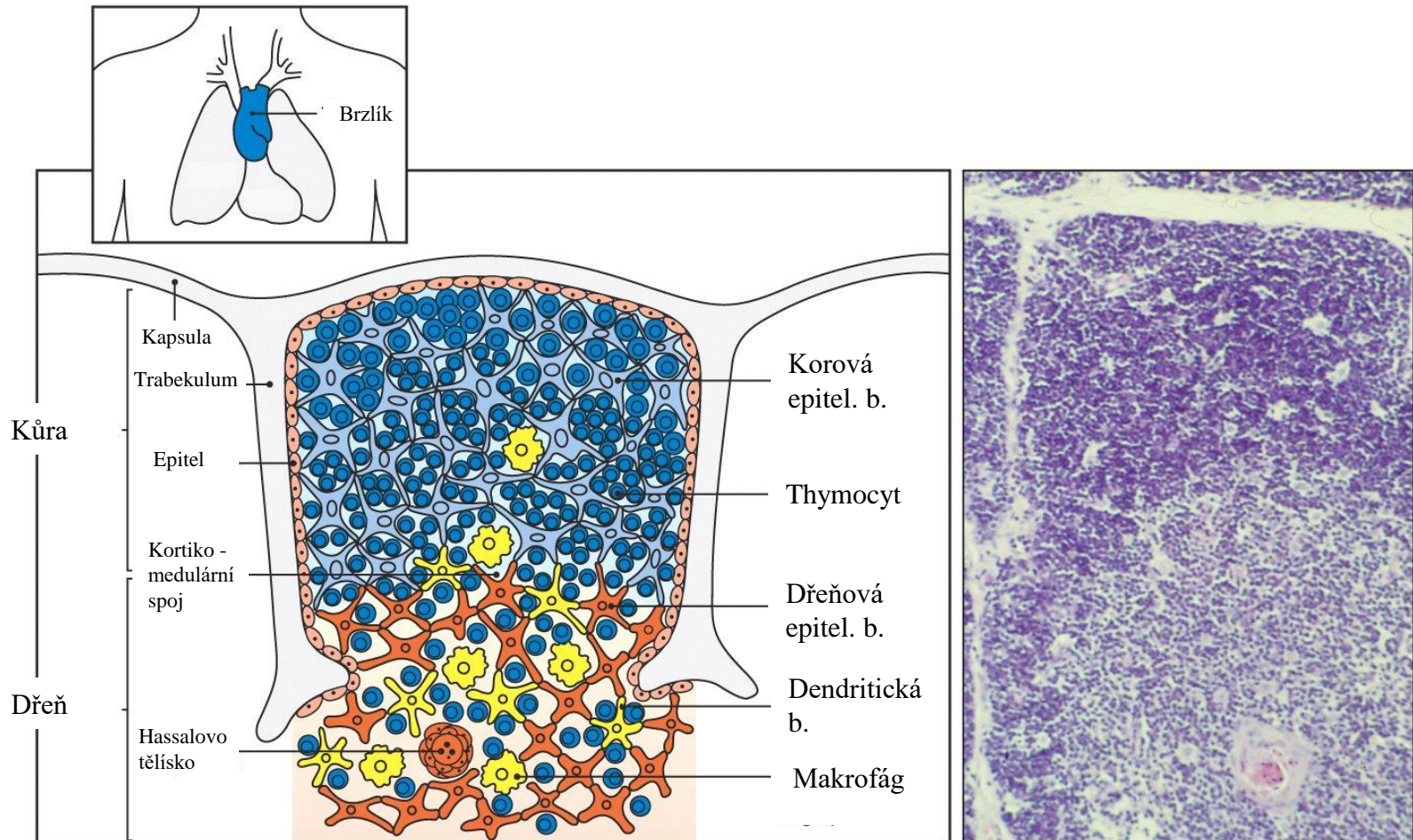
2 roky



Dospělec

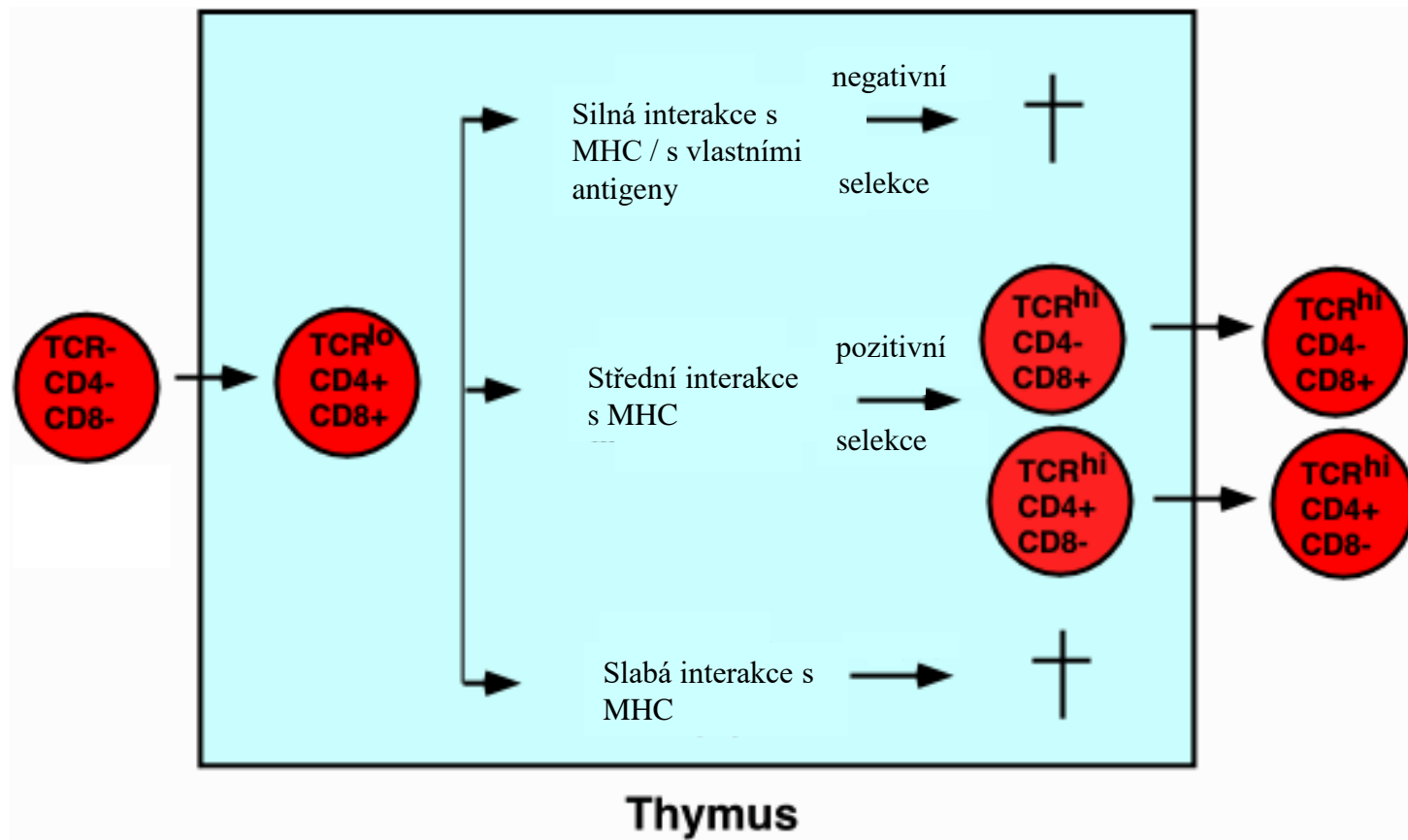
Primární lymfoidní orgány

Brzlík



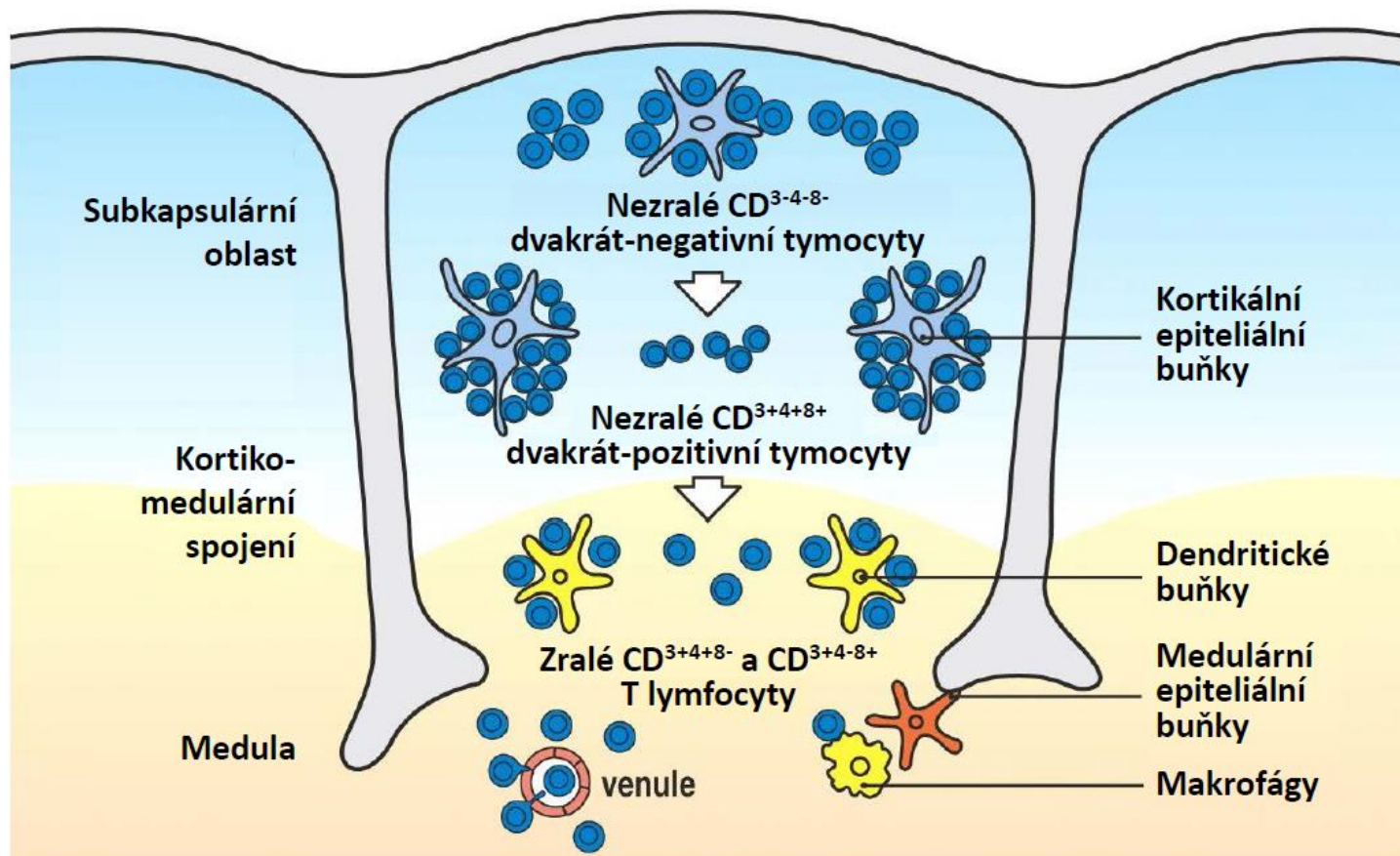
Primární lymfoidní orgány

Brzlík



Primární lymfoidní orgány

Brzlík



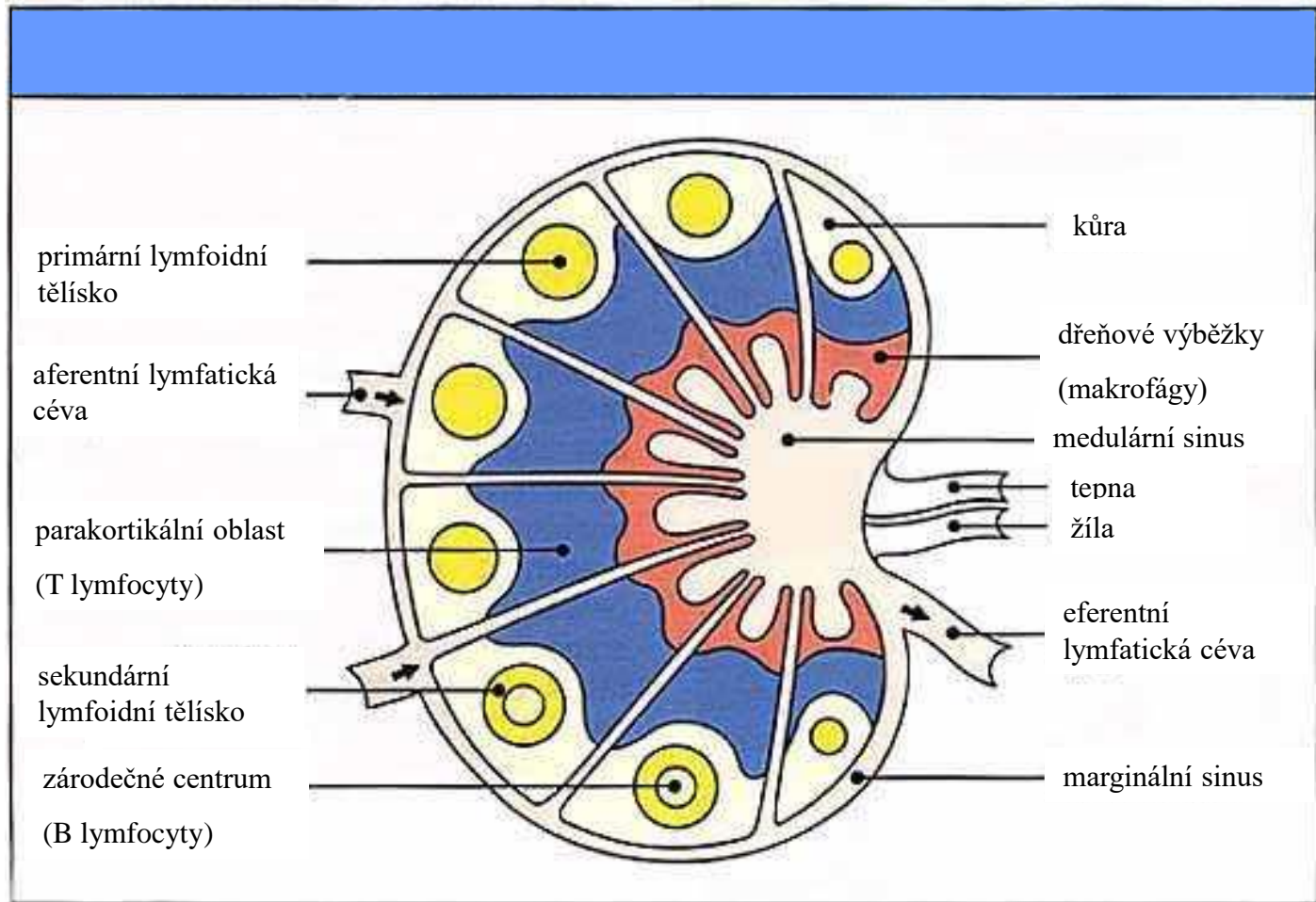
Sekundární lymfoidní orgány

Mízní uzlíky

útvary husté lymforetikulární tkáně
dočasné

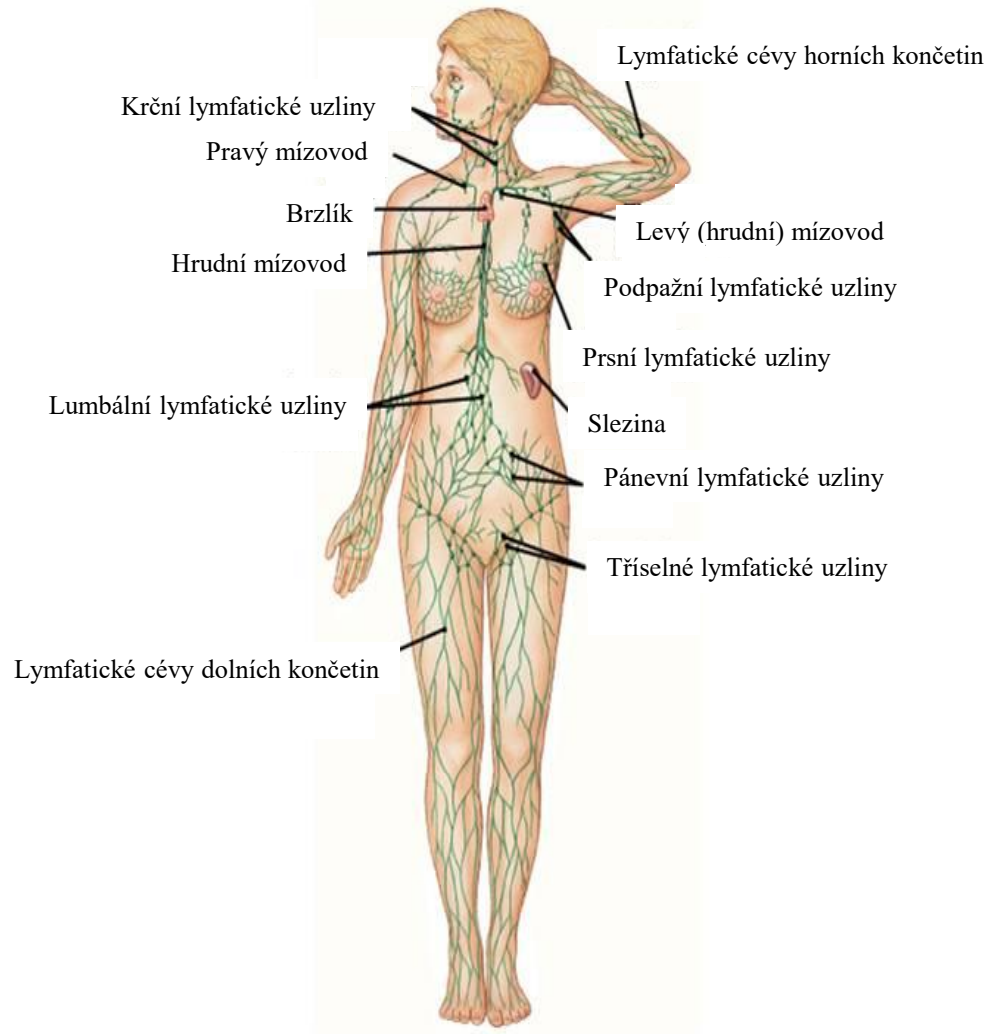
Sekundární lymfoidní orgány

Mízní uzliny



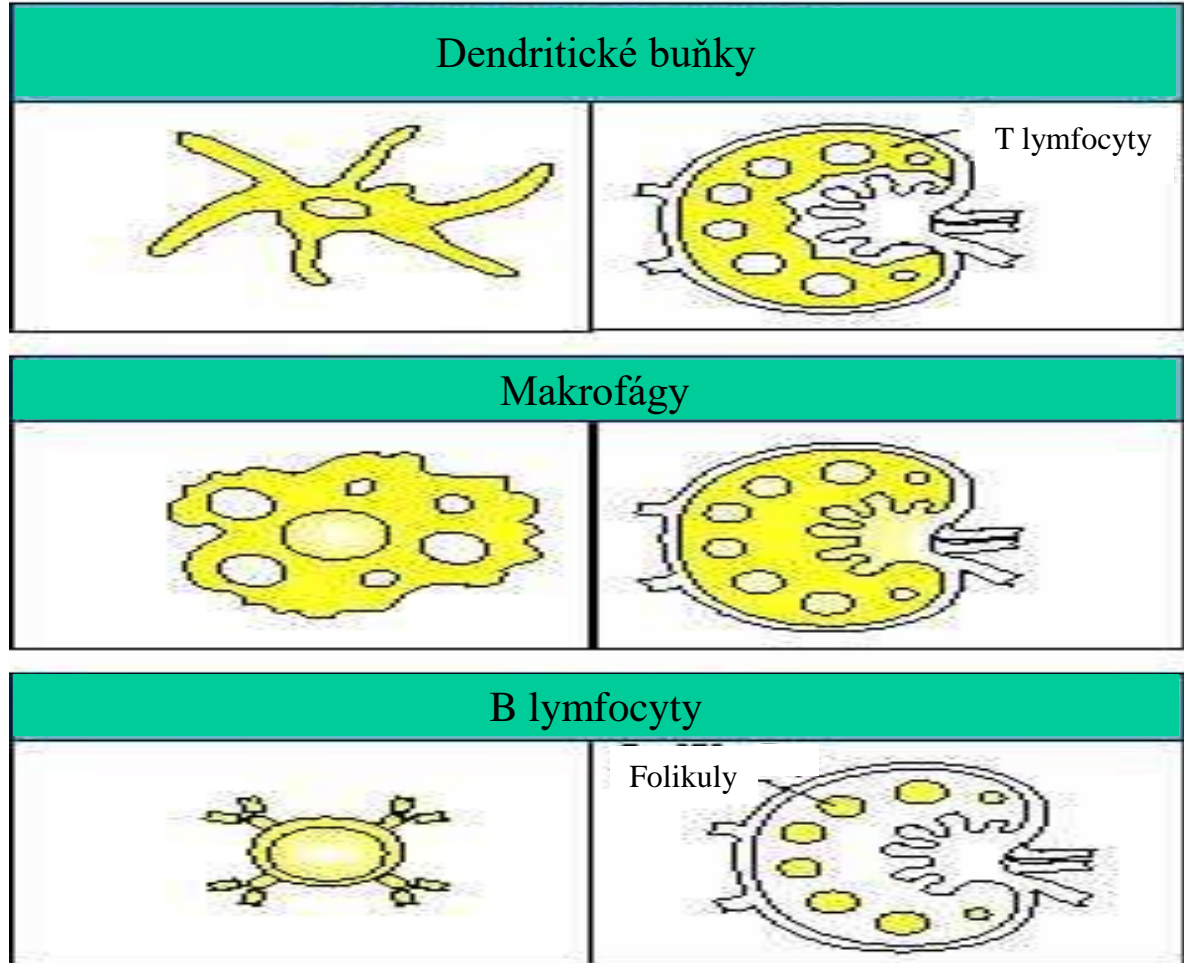
Sekundární lymfoidní orgány

Mízní uzliny



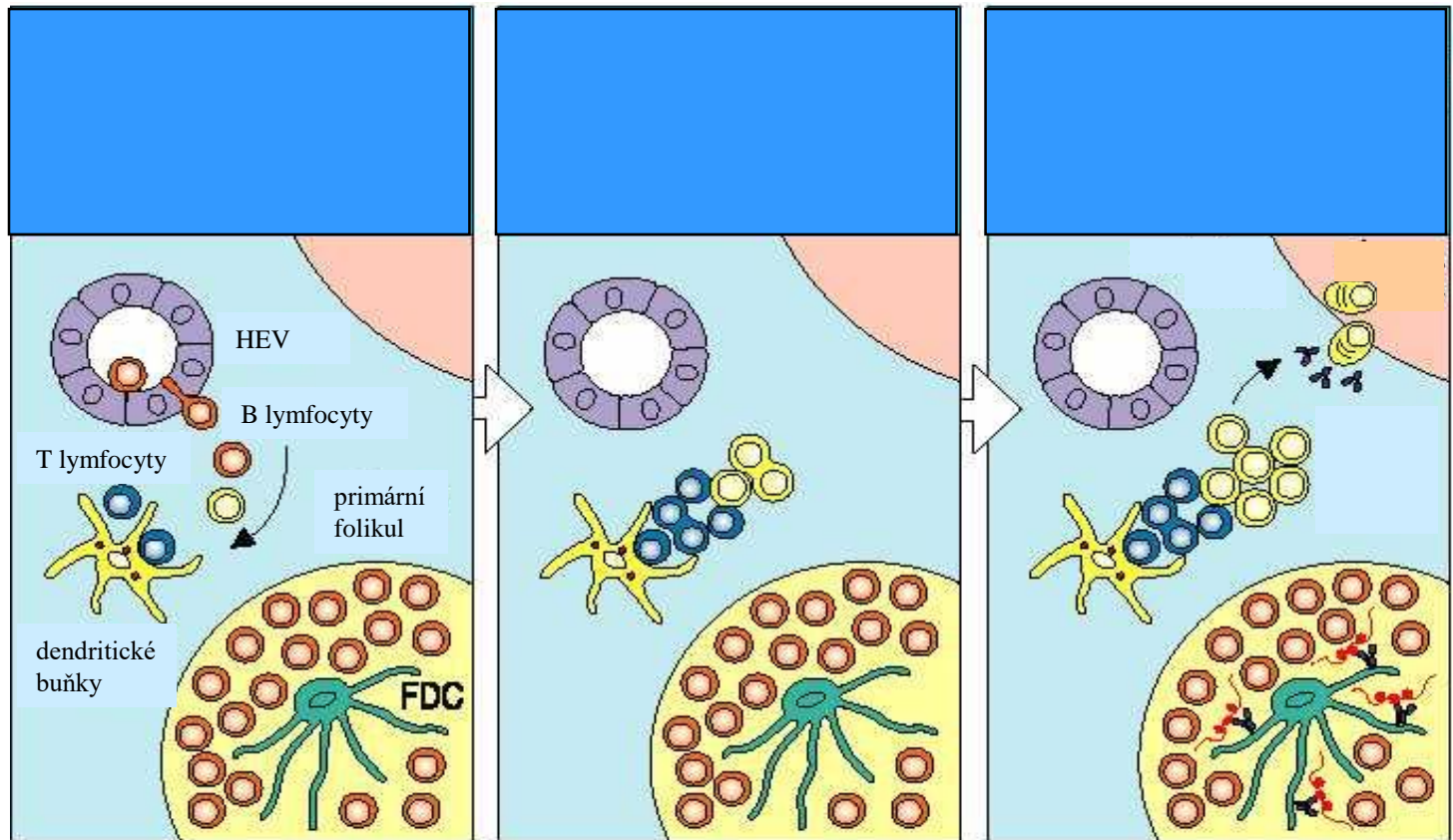
Sekundární lymfoidní orgány

Mízní uzliny



Sekundární lymfoidní orgány

Mízní uzliny



Sekundární lymfoidní orgány

Mandle

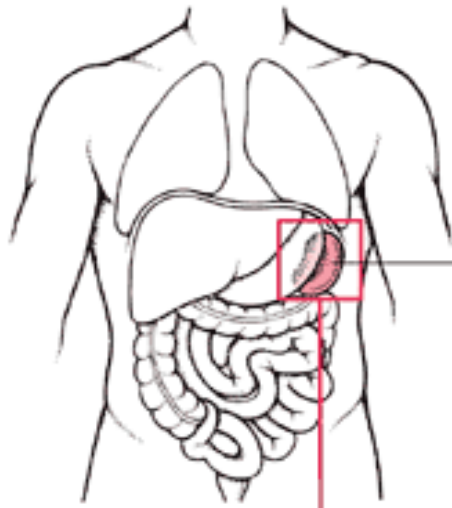
Waldeyerův okruh

- nosohltanové mandle (~ nosní mandle = adenoidy) - v klenbě nosohltanu
- patrové mandle (~ krční mandle = tonsily) - mezi patrovými oblouky v místech přechodu dutiny ústní a hltanu
- jazykové mandle - pod sliznicí kořene jazyka
- tubární mandle - pod sliznicí hltanu okolo ústí Eustachovy trubice

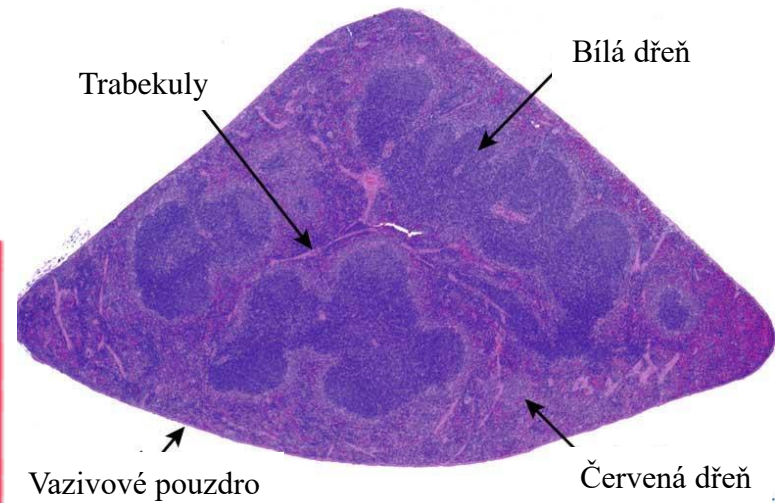
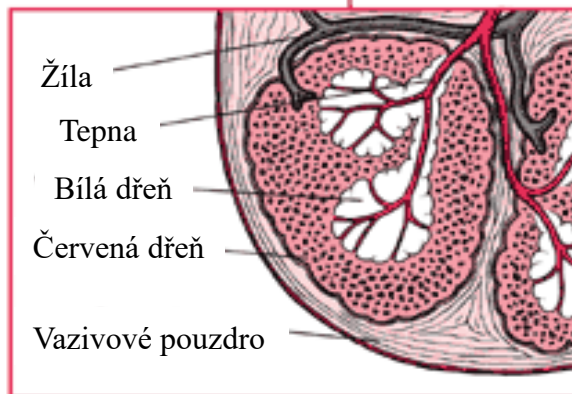
Sekundární lymfoidní orgány

Slezina

- funkce: zánik opotřebovaných červených krvinek
- levá část dutiny břišní pod bránicí za žaludkem
- 13 cm dlouhá, 4 cm široká
- povrch: vazivové pouzdro
- uvnitř: trámčina vyplněna tmavě červenou dření (*pulpa*) – z červených krvinek – zásobárna 1% objemu krve (u jiných živočichů více)
- v dření uzlíčky mízní tkáně = bílá dřeň sleziny – obsahuje lymfocyty + monocyty – přeměňují se na makrofágy – v červené dření odbourávají 90% zanikajících červených krvinek
- v bílé dření také syntéza protilátek a odstraňování imunitních komplexů
- slezinová tepna – větví se – ve dření vytváří prostory vystlané endotelem (*sinusy*) – endotelové buňky mají schopnost fagocytózy

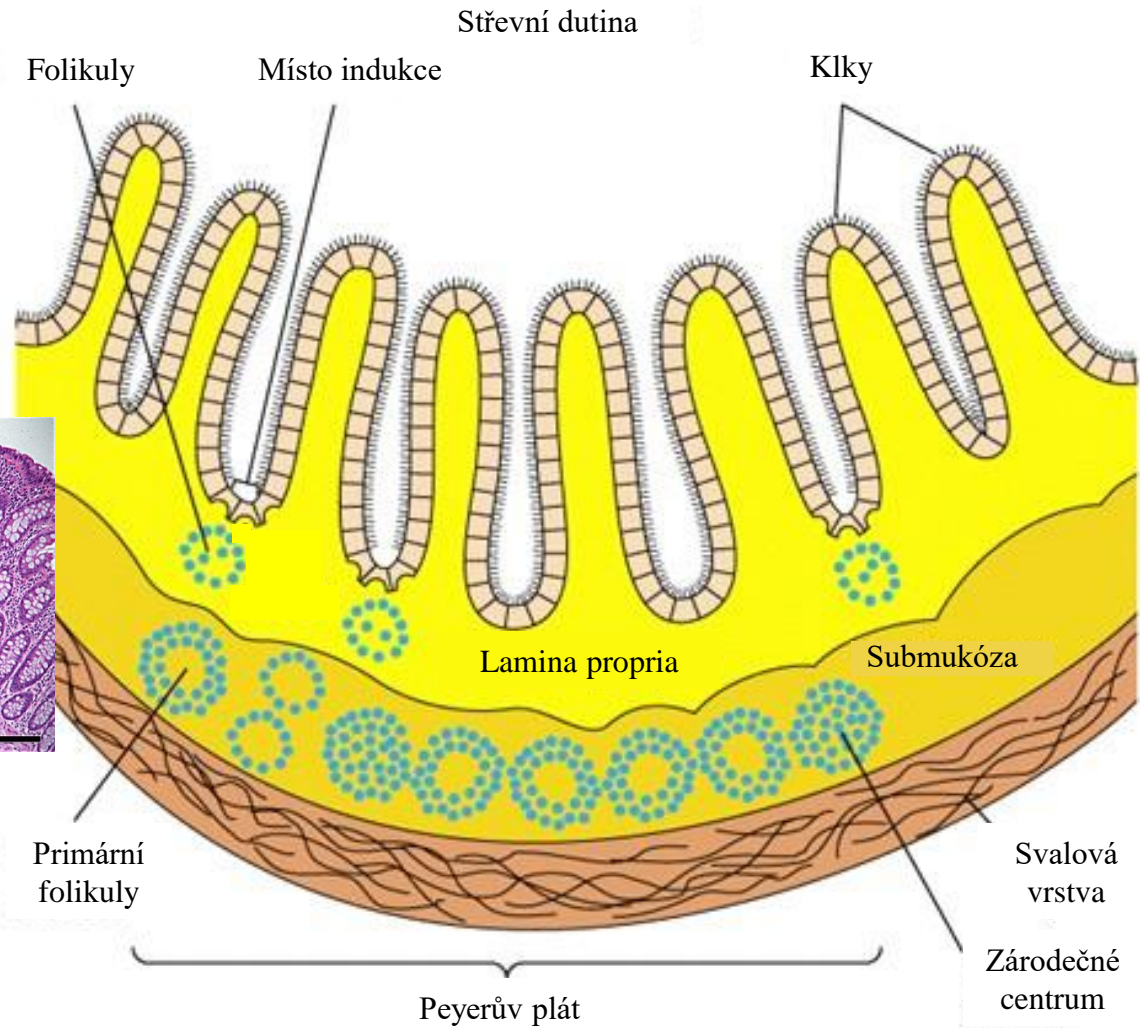
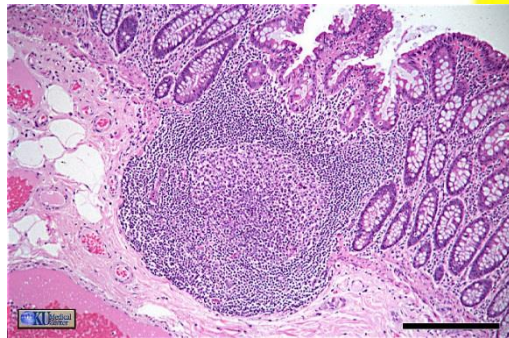


Slezina



Sekundární lymfoidní orgány

Peyerovy pláty



Sekundární lymfoidní orgány

Slizniční imunitní systém

obecné obranné mechanismy (pohyb řasinek, proudění vzduchu a tekutin, sekrety žláz)

organizovaný lymfatický systém (lymfoidní folikuly, indukce imunitní reakce)

difúzní lymfatický systém (volné leukocyty, efektorové mechanismy)

MALT = mucosa-associated l.t.

GALT = gut-associated l.t. (Peyerovy pláty, apendix)

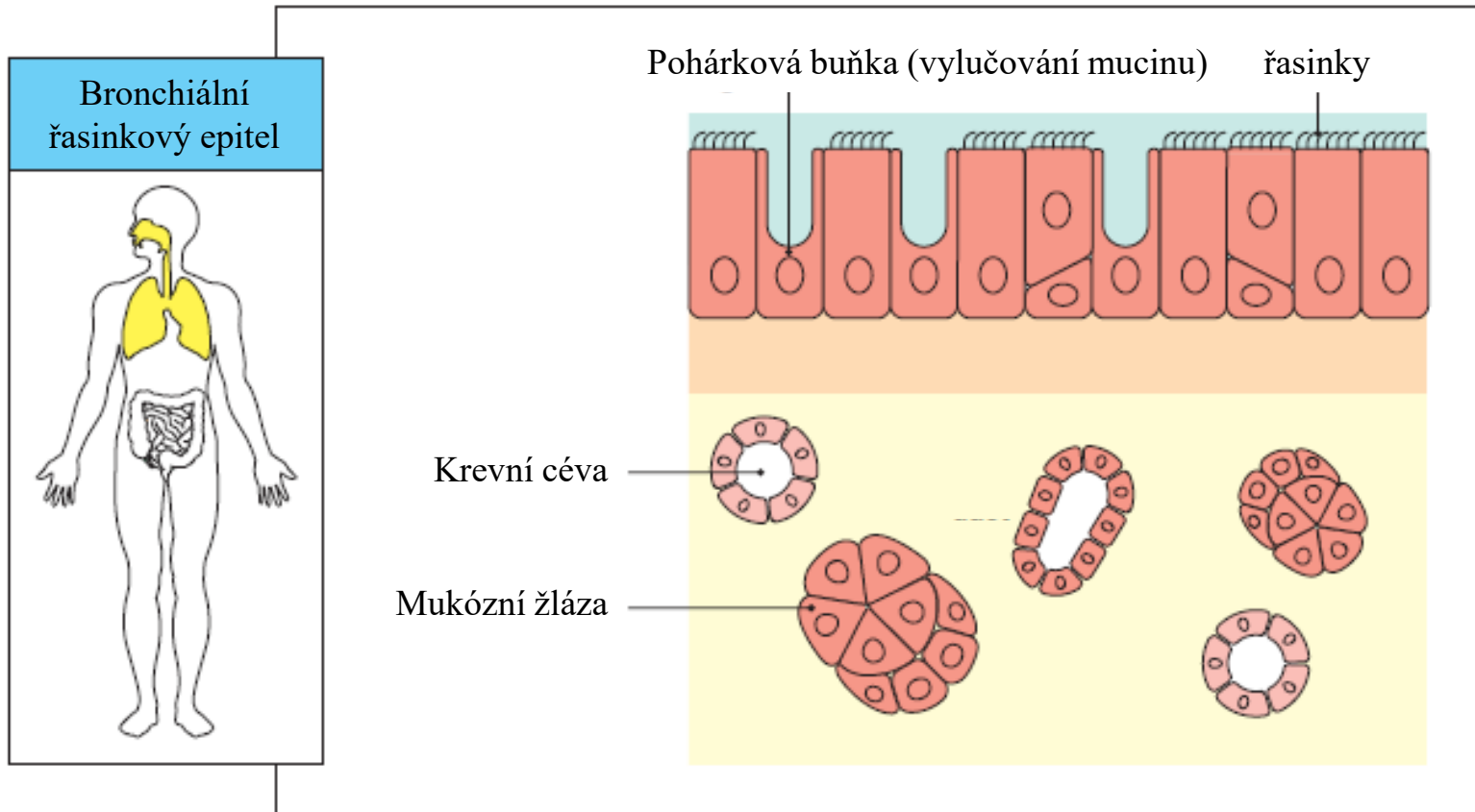
BALT = bronchial/tracheal-associated l.t. (nosní a krční mandle)

NALT = nose-associated l.t.

VALT = vulvovaginal-associated l.t.

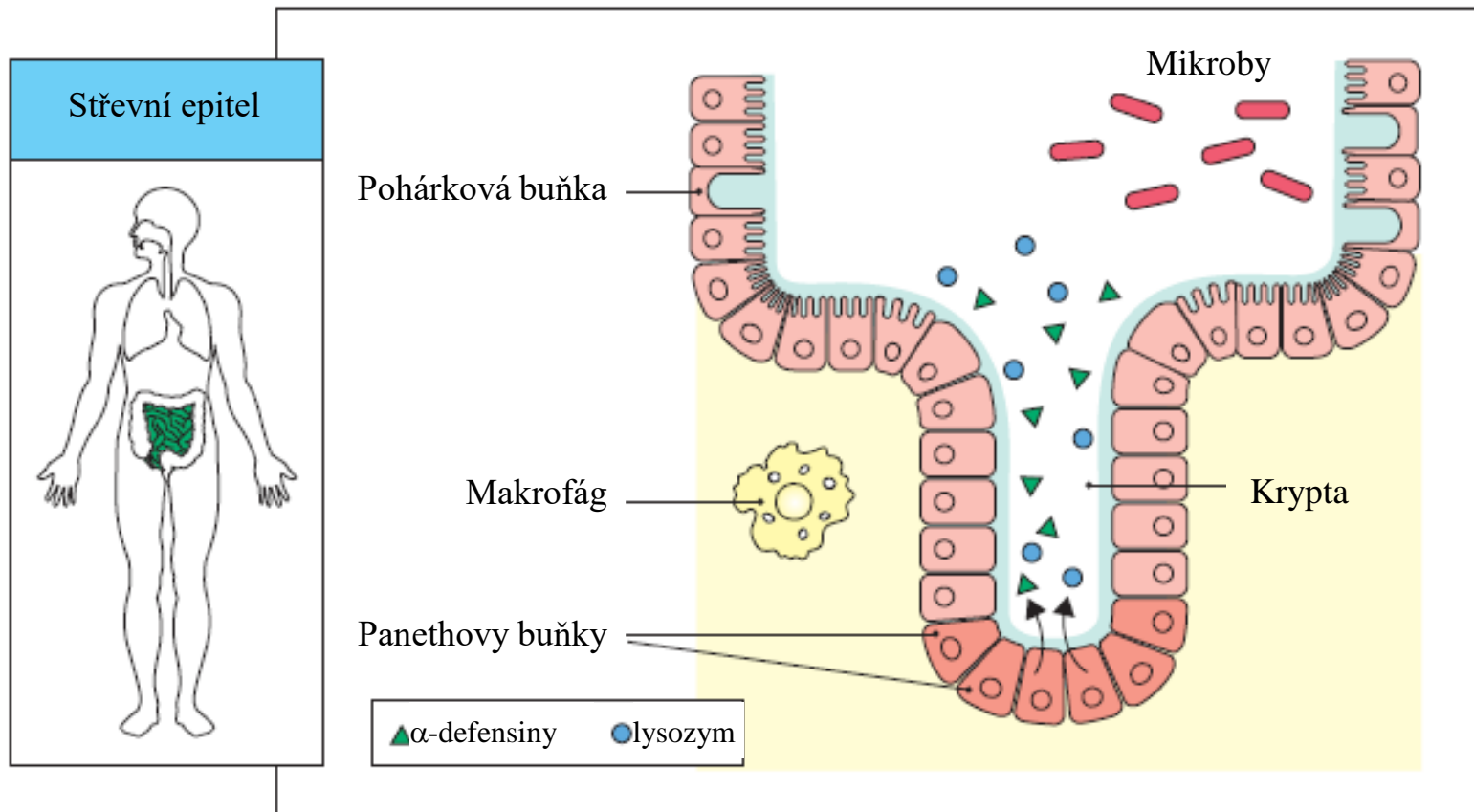
Sekundární lymfoidní orgány

Slizniční imunitní systém

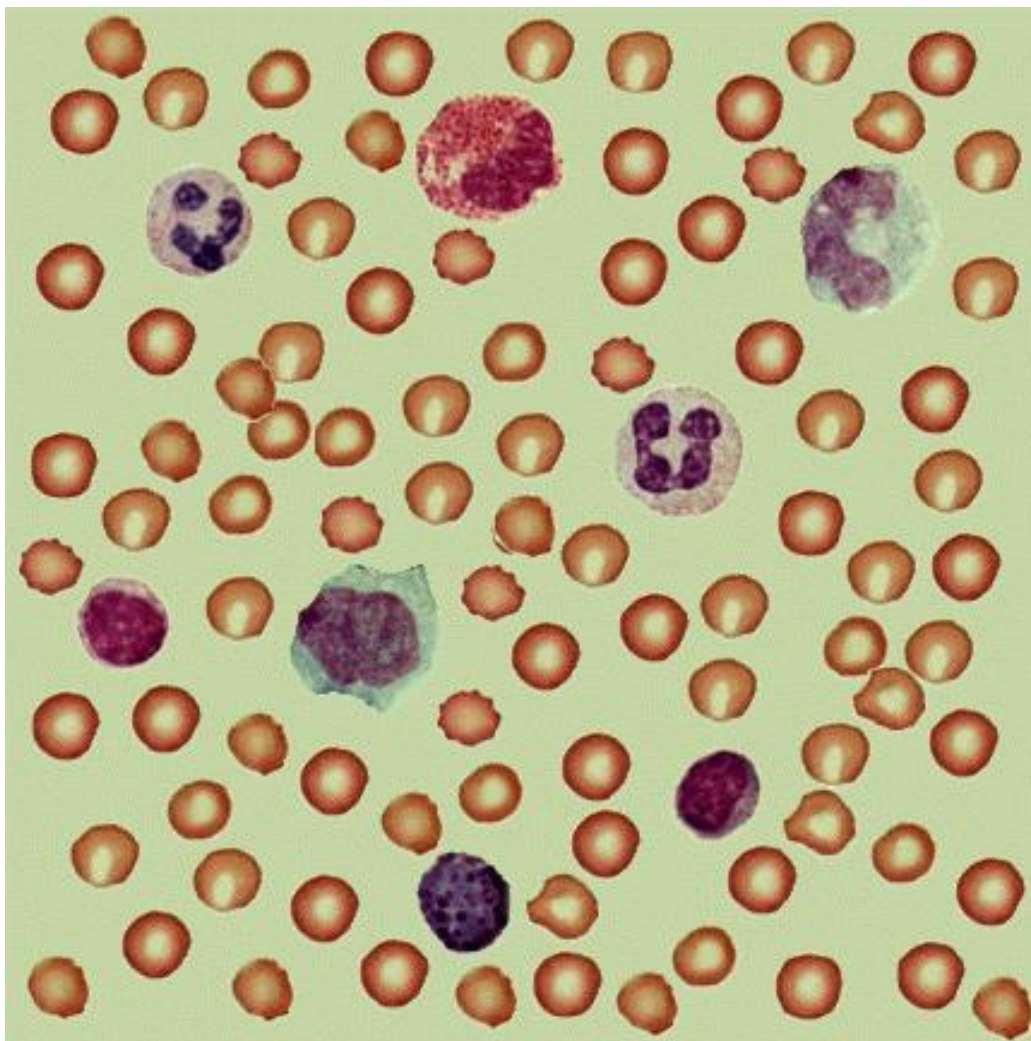


Sekundární lymfoidní orgány

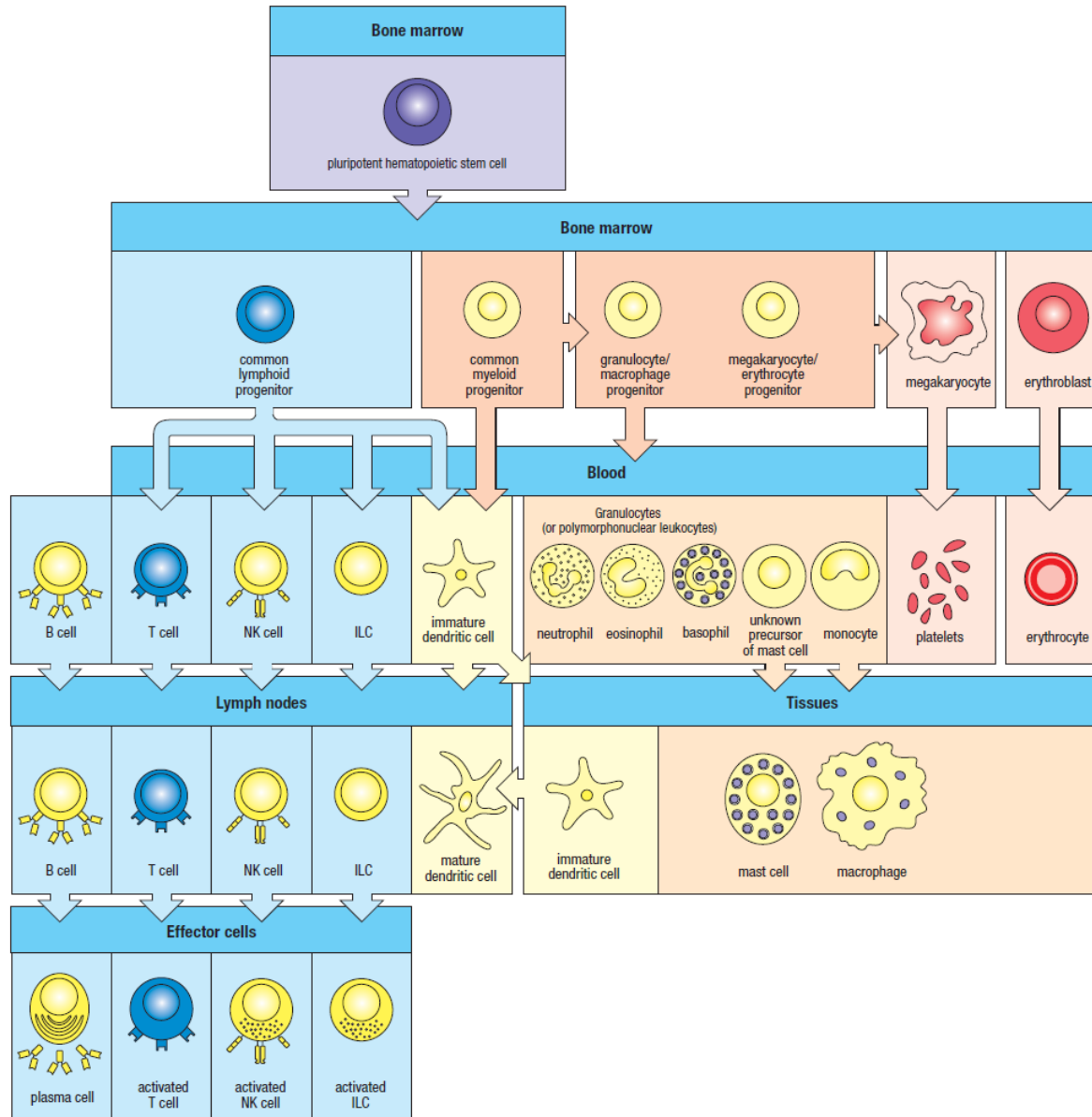
Slizniční imunitní systém



Buňky imunitního systému



Buňky imunitního systému



Buňky imunitního systému

Mononukleární fagocytární systém

5 – 10 % leukocytů

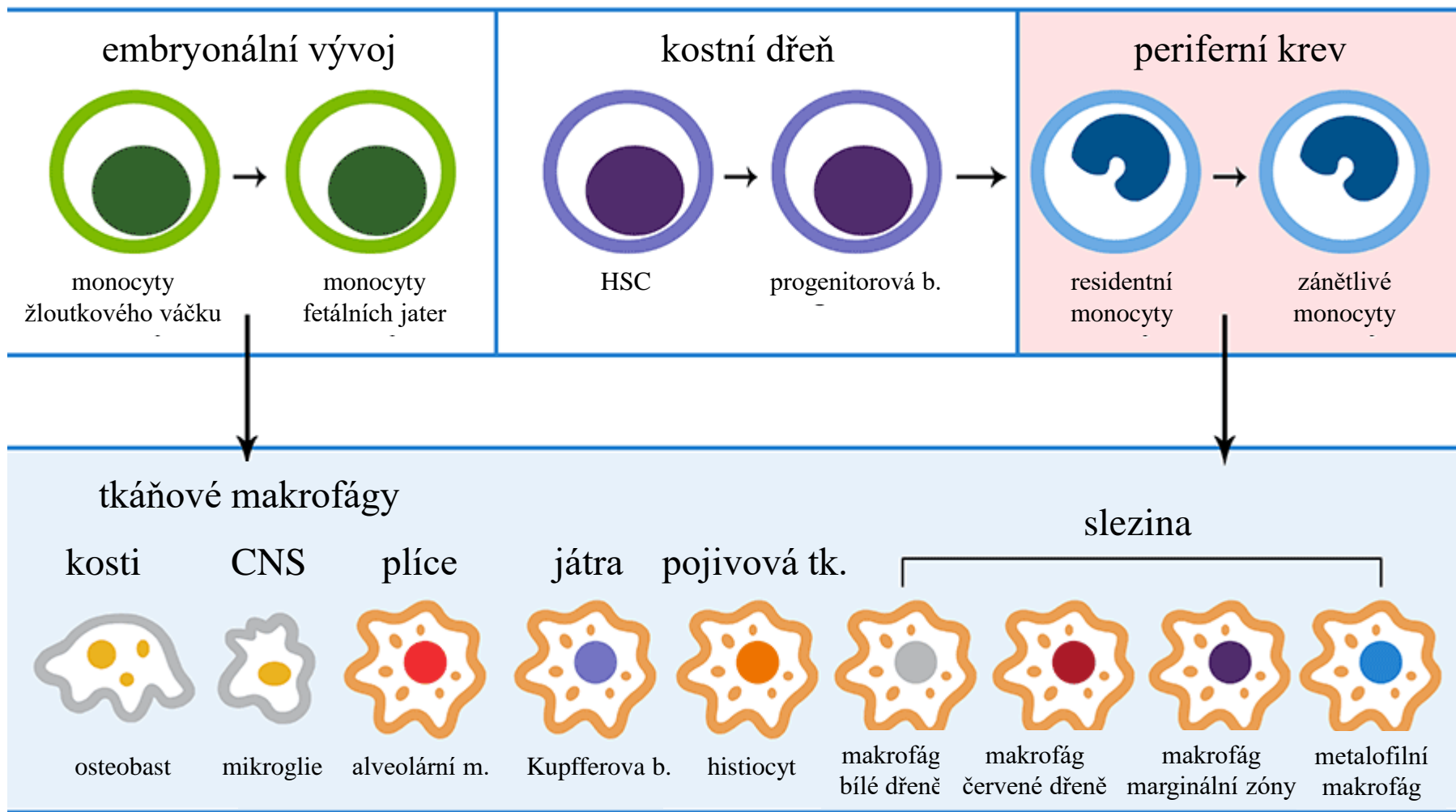
80 dní

zachovaná schopnost mitózy

velké amoeboidní buňky s ledvinovitým jádrem

Buňky imunitního systému

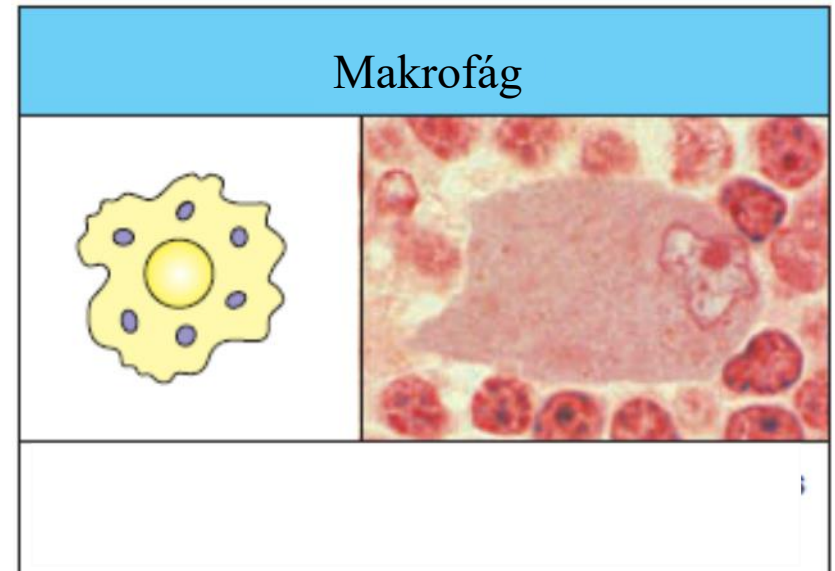
Mononukleární fagocytární systém



Buňky imunitního systému

Mononukleární fagocytární systém

- fagocytóza, zabíjení, obnova tkání, prezentace antigenu
- charakteristické jádro
- CD14 membránový marker
- aktivují se působením cytokinů
- samy cytokiny produkují
- likvidují i maligní a pozměněné vlastní struktury



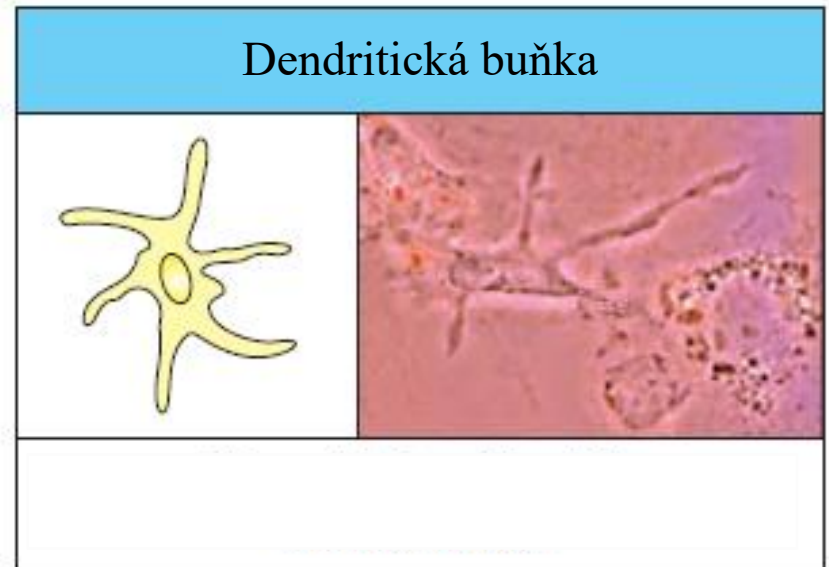
Buňky imunitního systému

Dendritické buňky

Heterogenní populace buněk
(různé fenotypové a funkční
znaky)

Vychytávají antigeny v
periferních tkáních

Profesionální APC



Buňky imunitního systému

Polymorfonukleární fagocytární systém

- neutrofily (60 – 70% leukocytů)
- bazofily (0 – 1% leukocytů)
- eozinofily (1 – 3% leukocytů)

zaškrcované jádro

CD66 membránový marker


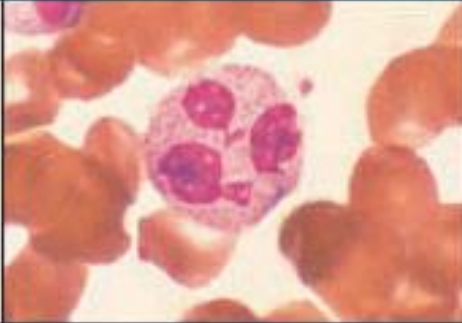
velké množství různě barvitelných granul v cytoplazmě


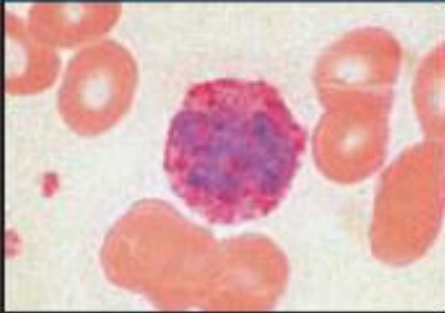
žijí několik hodin


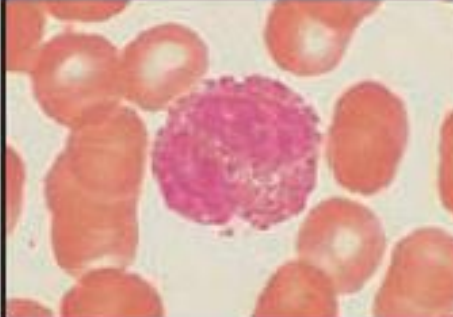
- první obranná linie v boji proti patogenním mikroorganismům
- chemotaxe
- fagocytóza
- generování RMK a RMD
- degranulace

Buňky imunitního systému

Polymorfonukleární fagocytární systém

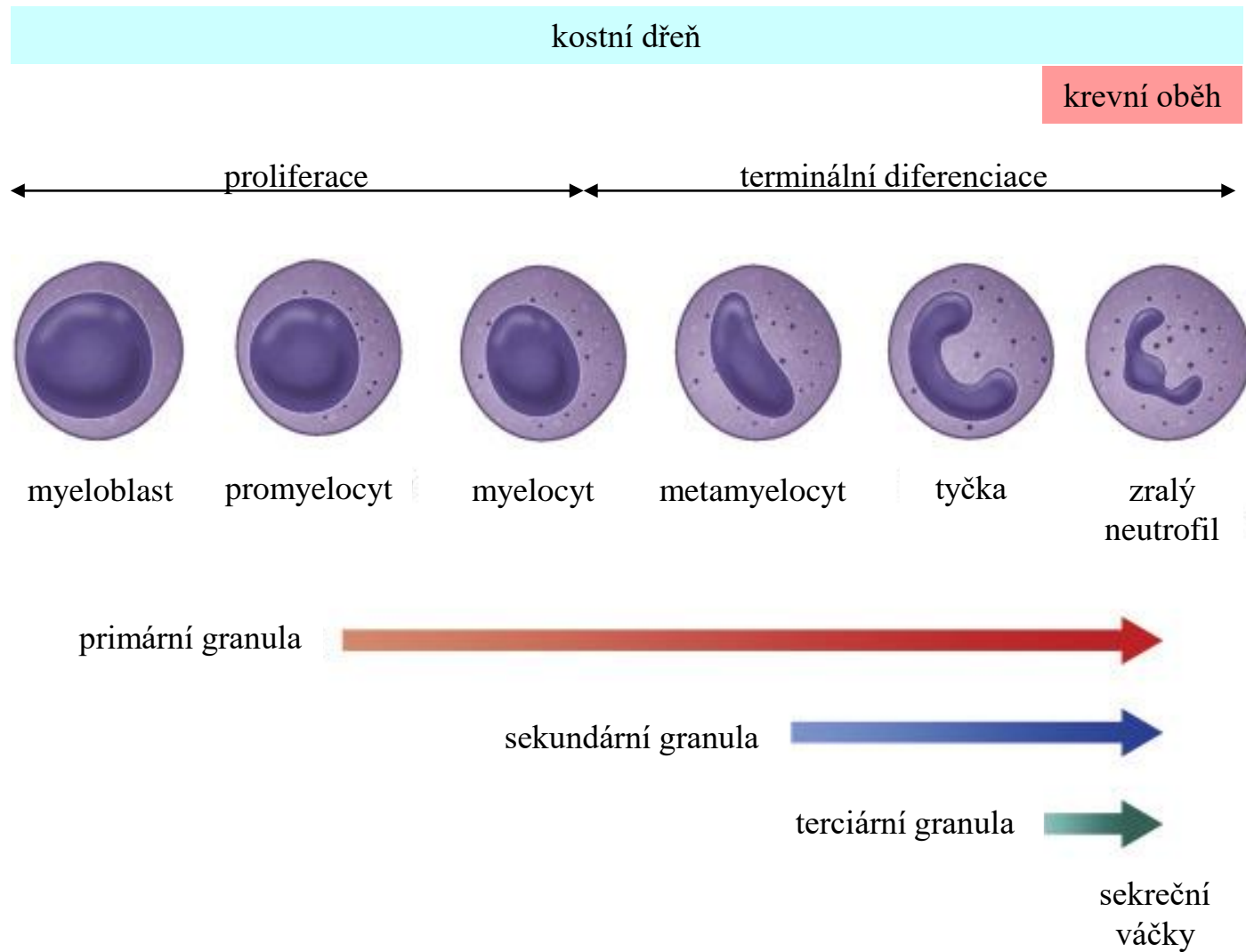
Neutrofil	
	
Fagocytóza, mikrobicidní mechanismy	

Bazofil	
	
Alergie, anti-parazitární imunita	

Eozinofil	
	
Protilátkami označení paraziti	

Buňky imunitního systému

Polymorfonukleární fagocytární systém



Buňky imunitního systému

Polymorfonukleární fagocytární systém

azurofilní granula (1.)

MPO

neutrální serinové protázy

katepsin G

elastáza

defensiny

lysozym

specifická granula (2.)

laktoferin

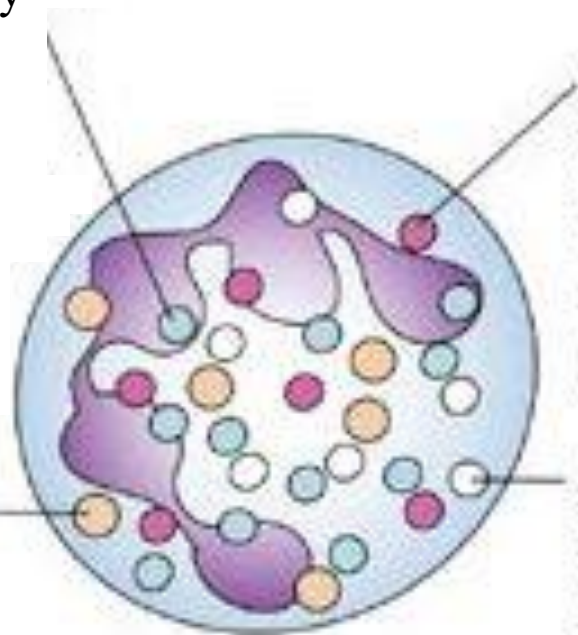
lysozym

kolagenáza

gelatináza

CD11b/CD18

fMLP receptor



gelatinázová granula (3.)

lysozym

gelatináza

CD11b/CD18

acetyltransferáza

sekreční váčky

CD11b/CD18

CR1

fMLP receptor

alkalická fosfatáza

Buňky imunitního systému

	Monocyty/makrofágy	Neutrofilly
Morfologie	Velké mononukleární buňky	Malé buňky se zaškrcovaným jádrem
Lokalizace	Krev/tkáně	Krev – odvod do místa infekce
Po zabití bakterie	Migrují do lokálních lymf. uzlin	Umírají na místě apoptózou (zbytek je zlikvidován makrofágy)
Prezentace antigenu	Mohou prezentovat Ag (exprimují MHC 2. třídy)	Nemohou prezentovat Ag (neexprimují MHC 2. třídy)

Buňky imunitního systému

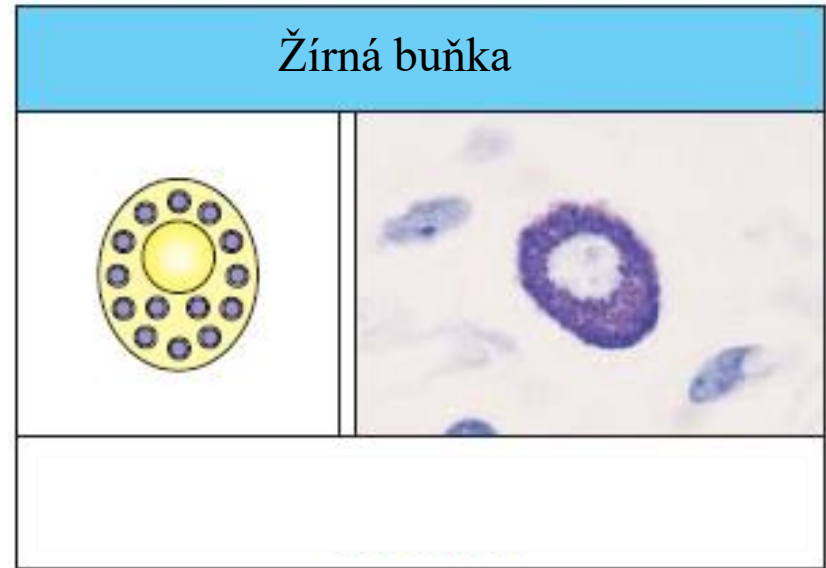
Žírné buňky

Kůže, trávicí soustava

Podobná funkce jako bazofily v krvi

Uvolňování histaminu, heparinu

$Fc\epsilon R$



Buňky imunitního systému

Lymfocyty

B lymfocyty

T lymfocyty

- T_H lymfocyty

- T_{reg} lymfocyty ~ T_S lymfocyty

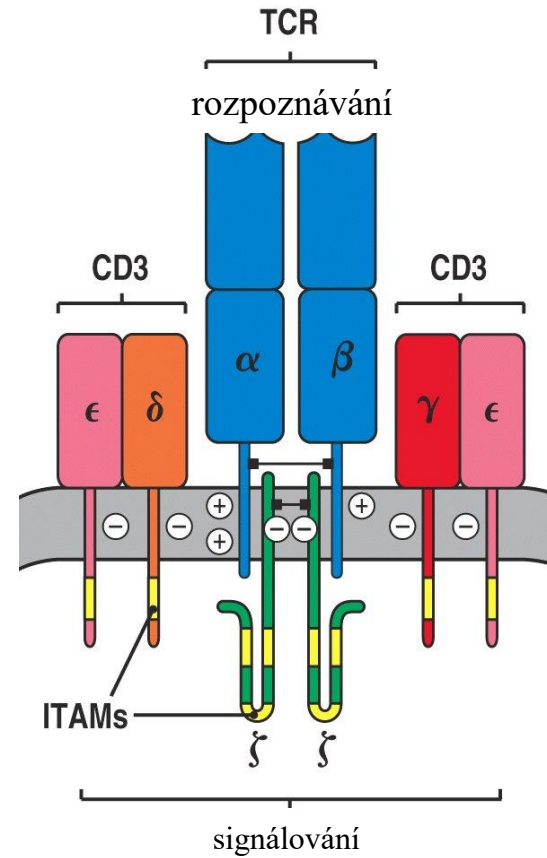
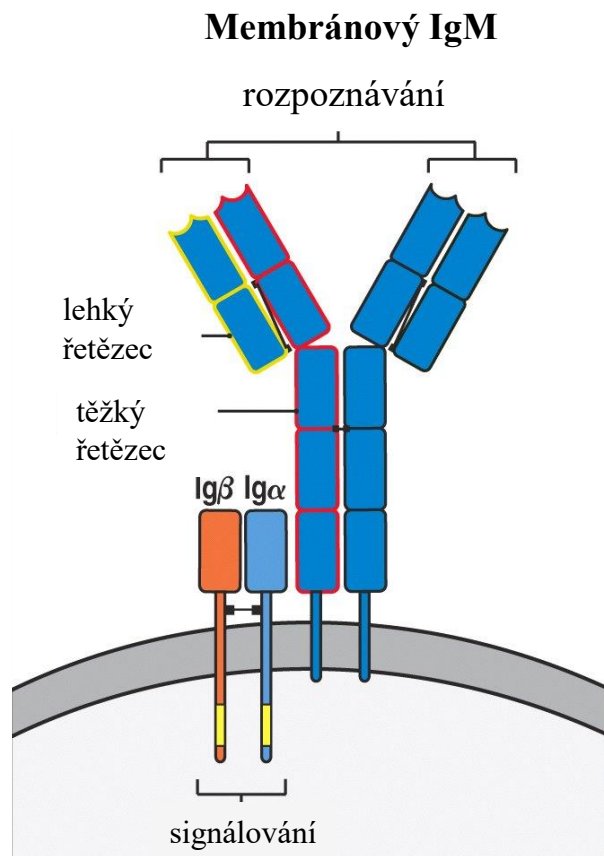
- T_C lymfocyty

NKT lymfocyty

NK buňky

Buňky imunitního systému

Lymfocyty



Buňky imunitního systému

Lymfocyty

T_H lymfocyty

T_{H1} lymfocyty: spolupráce s makrofágy a jejich stimulace k přeměně v aktivované makrofágy (zánětlivé T lymfocyty; přecitlivělost pozdního typu), obrana proti intracelulárním patogenům

T_{H2} lymfocyty: spolupráce s B lymfocyty, pomnožení daného klonu B lymfocytů a jejich diferenciaci do plazmatických buněk

T_{H17} lymfocyty: spolupráce s neutrofily, obrana proti extracelulárním patogenům

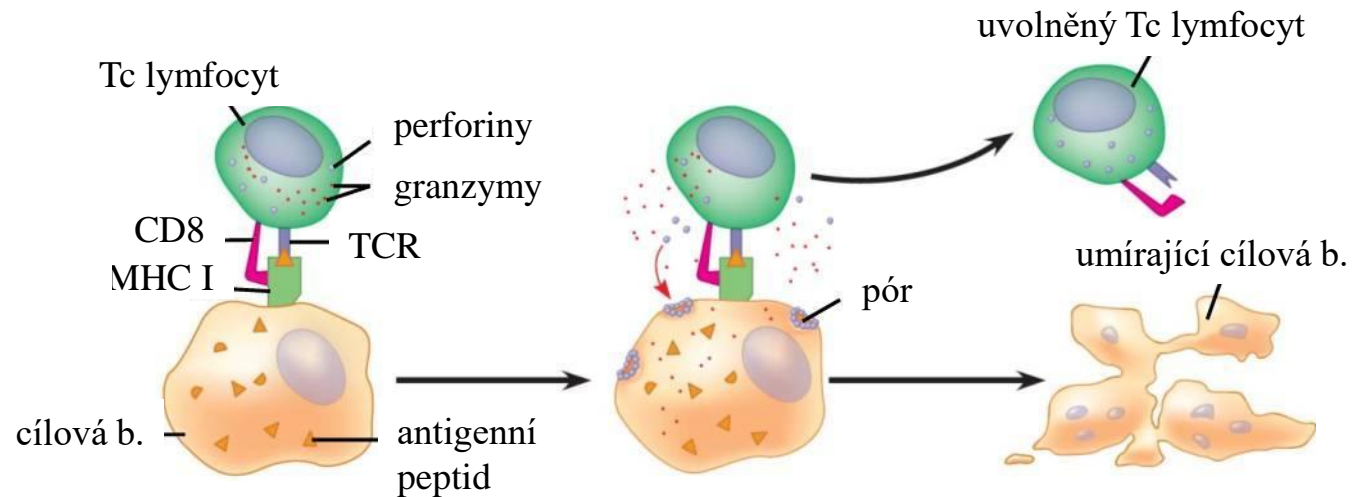
T_{H0} lymfocyty

T_{H3} lymfocyty

Buňky imunitního systému

Lymfocyty

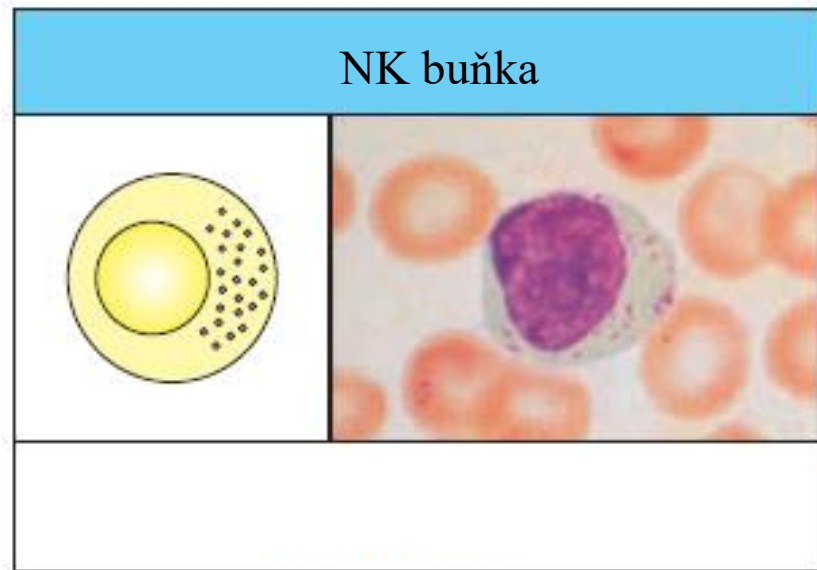
T_C lymfocyty:
cytotoxická granula (perforin, granzymy)
Fas-ligand
TNF- β (lymfotoxin)



Buňky imunitního systému

Lymfocyty

NK buňky



velké granulární lymfocyty

rozeznávají buňky, které na svém povrchu exprimují málo MHC-I
(nádorové buňky, buňky napadené viry)

stimulační (rozeznávají povrchové, adhezivní molekuly) a inhibiční
receptory (rozeznávají MHC-I)

Buňky imunitního systému

Lymfocyty

NK buňky

