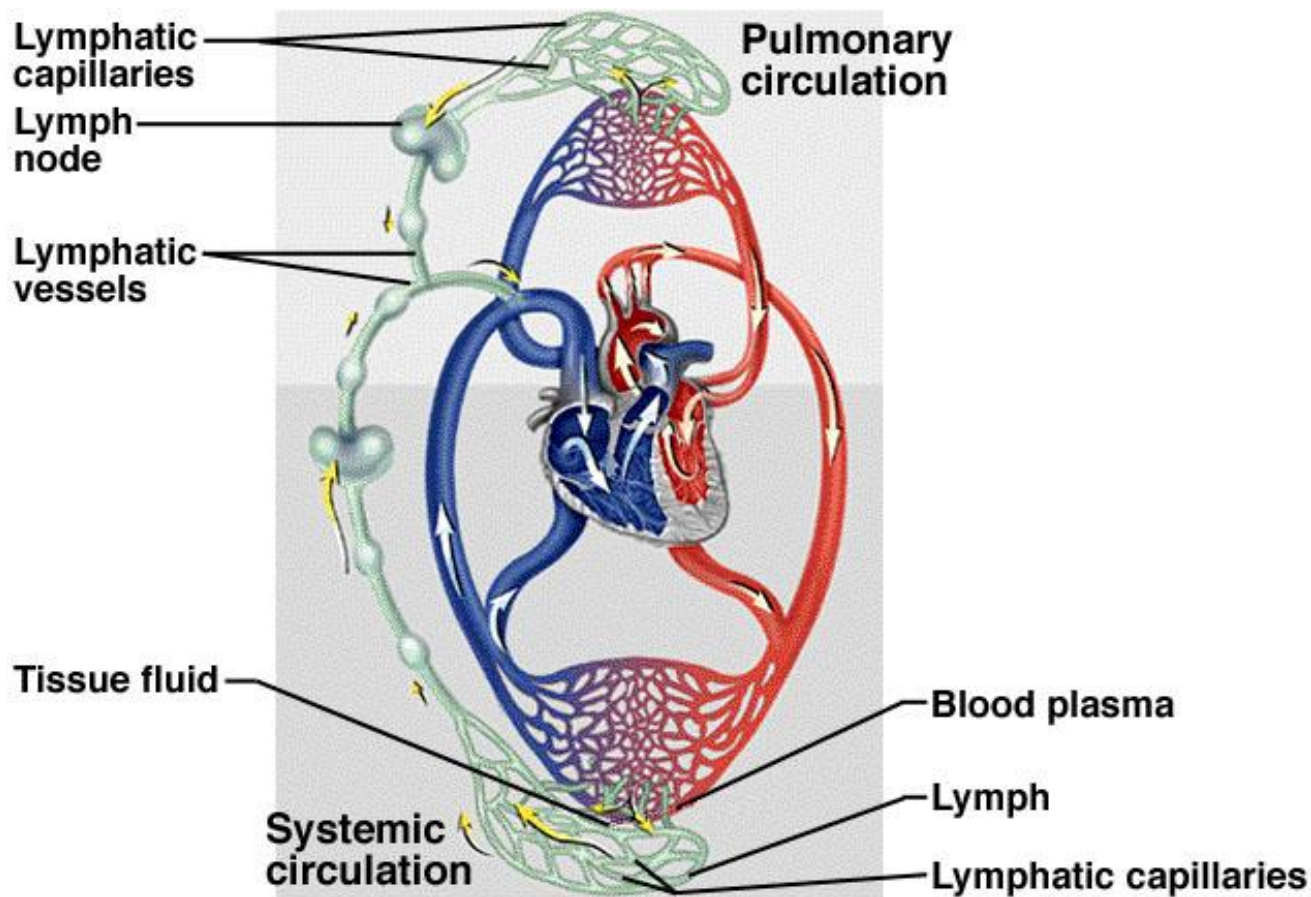


# Lymfatický systém



- v lymfatickém systému koluje asi 1 l lymfy
- nižší obsah bílkovin než v plazmě
- imunitní buňky (lymfocyty)
- lymfa ze střevních klků - tuky

# Lymfatické orgány a lymfatické cévy

## • Centrální

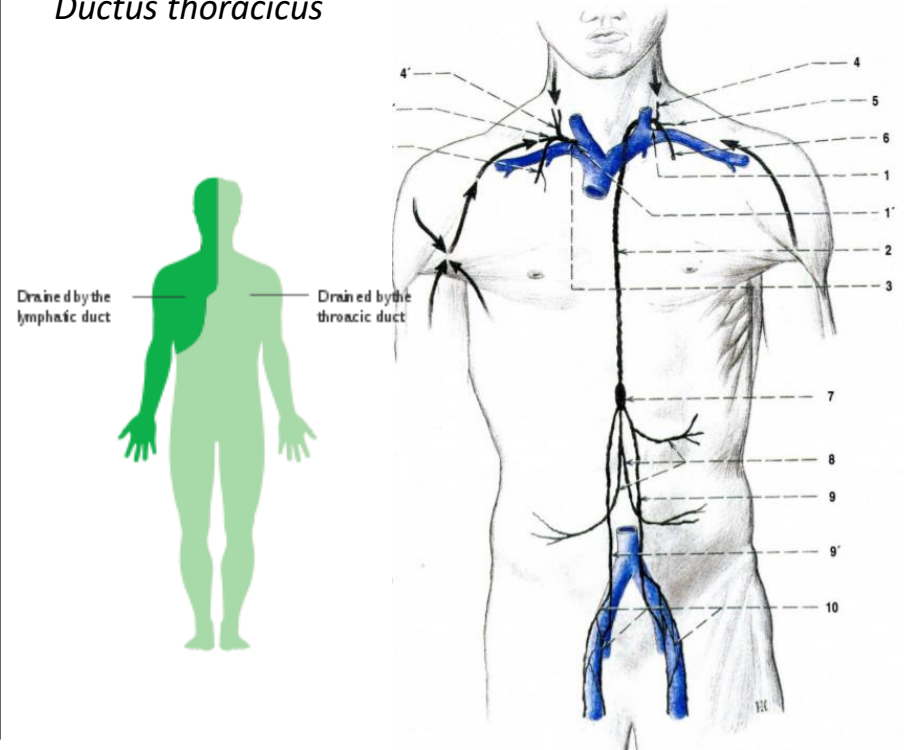
- Thymus (T-lymfocyty)
- Kostní dřeň (T, B-lymfocyty) - řazena k hemopoetickým orgánům

## • Periferní

- Opouzdřené – lymfatické uzliny, slezina
- Neúplně opouzdřené – tonzily
- Neopouzdřené – lymfatické uzlíky a lymfatická infiltrace (MALT – GALT, BALT..)

- Kapiláry
- Malé a střední lymfatické cévy
- Lymfatické kmeny

*Truncus lymphaticus dexter*  
*Ductus thoracicus*



# Thymus

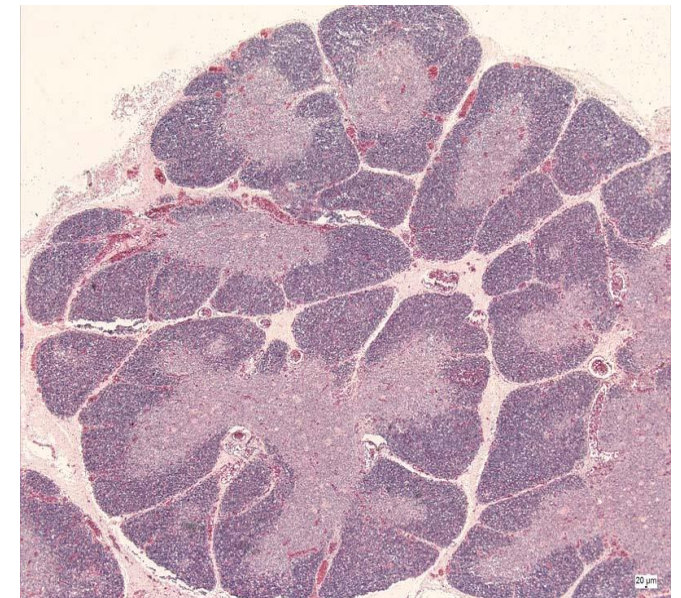
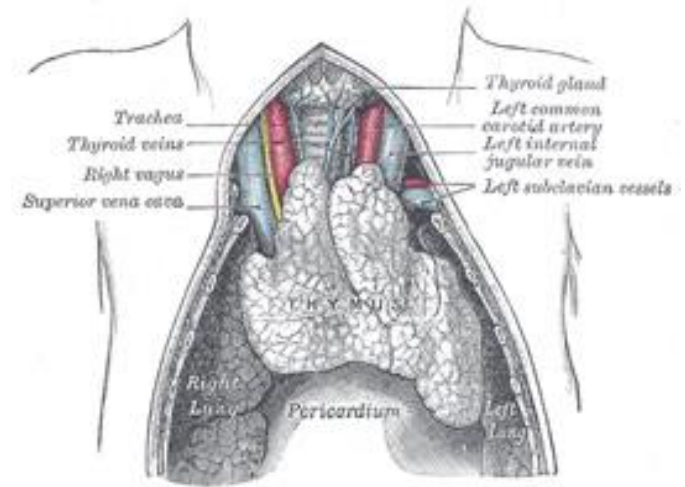
- velikost – různá – záleží na věku, dva laloky (*embryonální původ – 3. a 4. párová entoderm. žaberní výchlípka*)

→ lalůčky

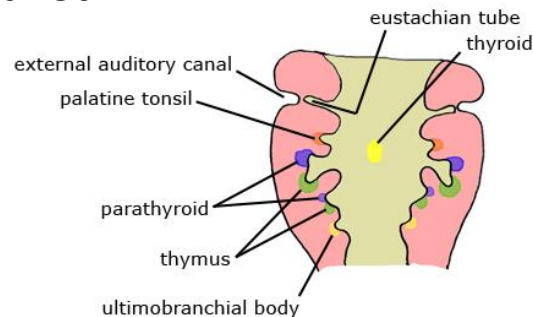
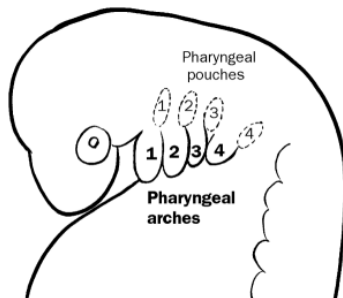
v dětství - 4–6 cm dlouhý, 2.5–5 cm široký, tloušťka: 1 cm, zvětšuje se až do puberty

- **stavba**

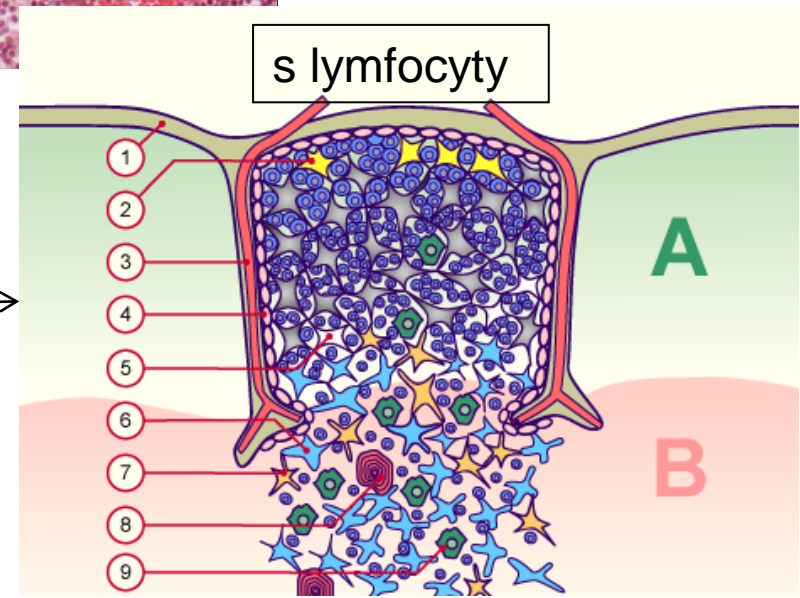
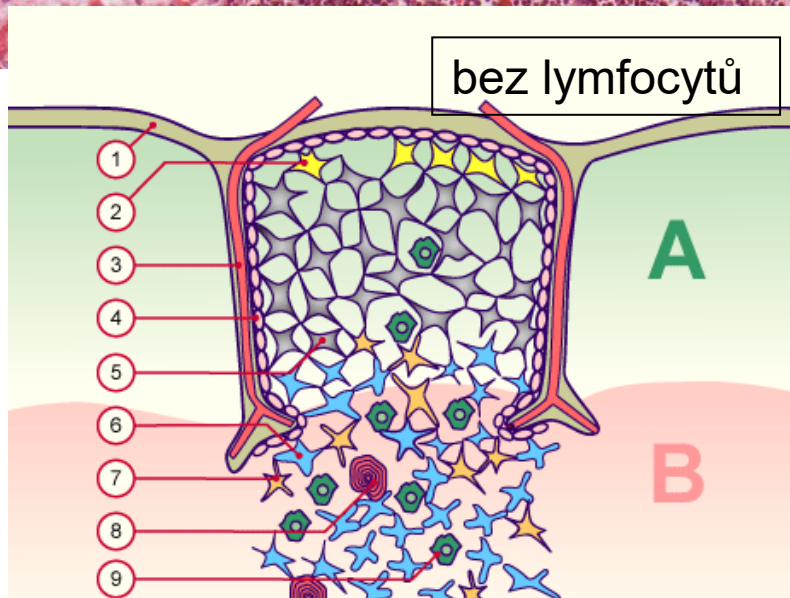
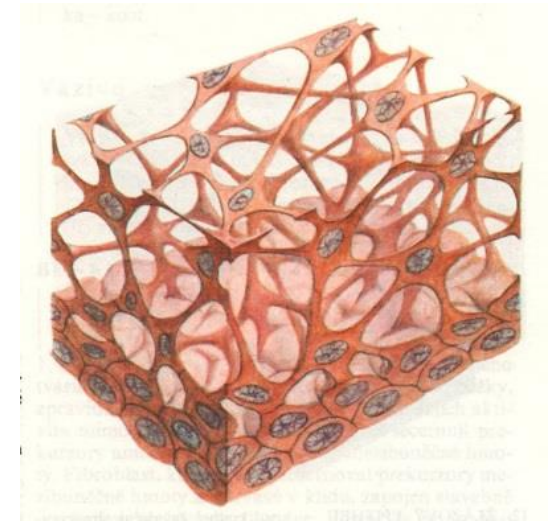
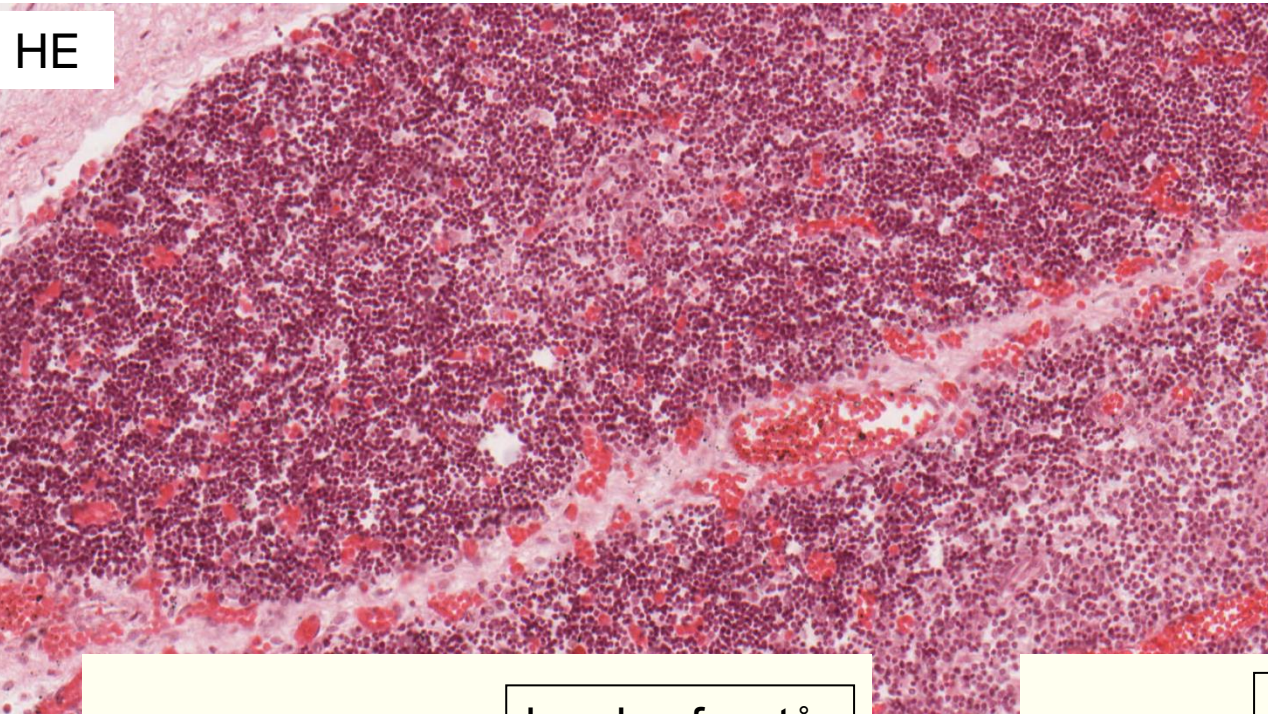
- vazivo – vazivové poudro + vazivová *septa* (lobuli), zasahují pouze do oblasti kůry
- parenchym – **cytoretikulum – epitelové retikulum**, do něhož jsou vloženy lymfocyty
- **kůra** – bariéra krev – parenchym thymu
- **dřeň** – lymfocyty v omezeném množství, vynikne epitelové retikulum, Hassalova tělíska



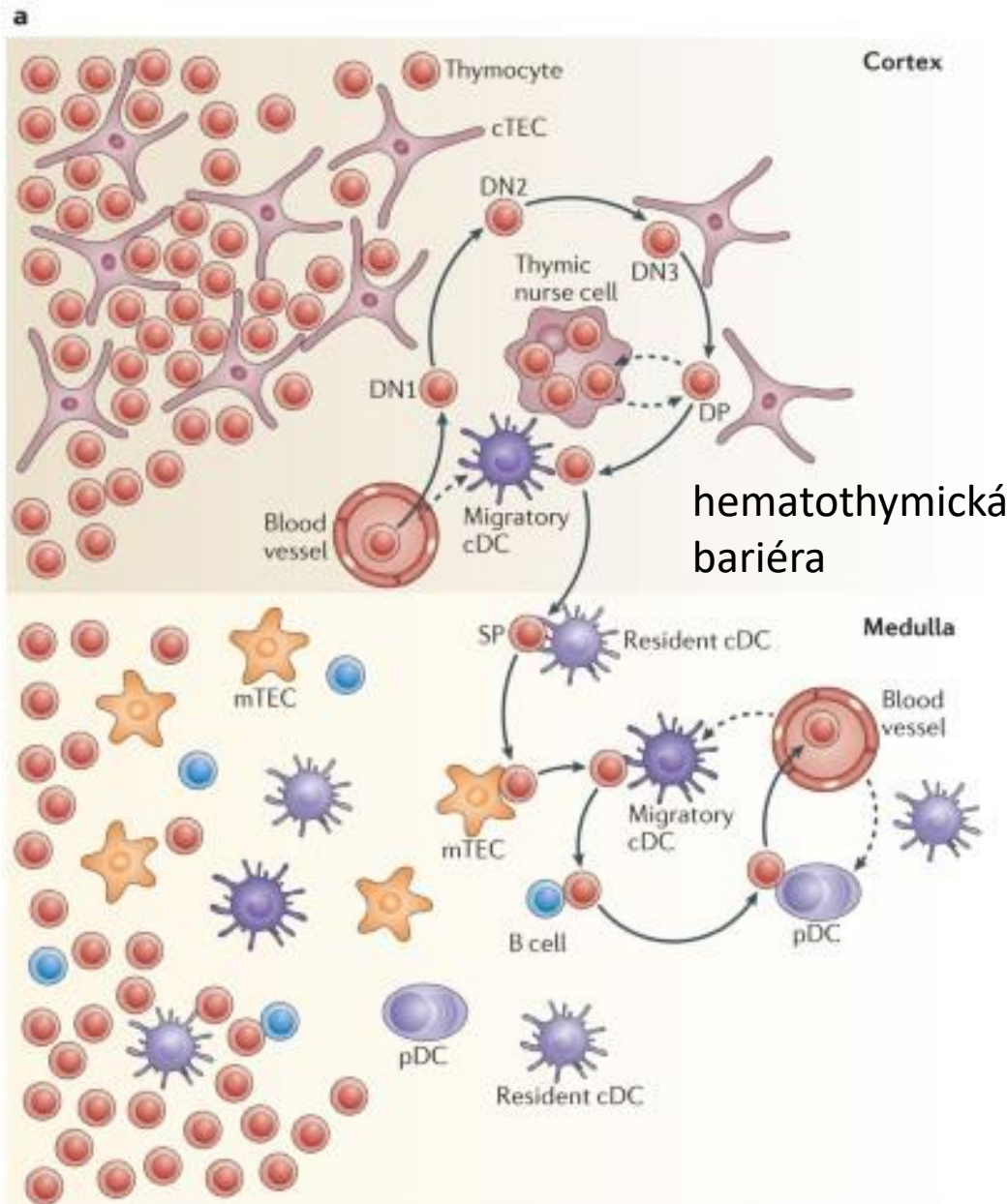
## původ









# Thymus mladý - retikulární epitel



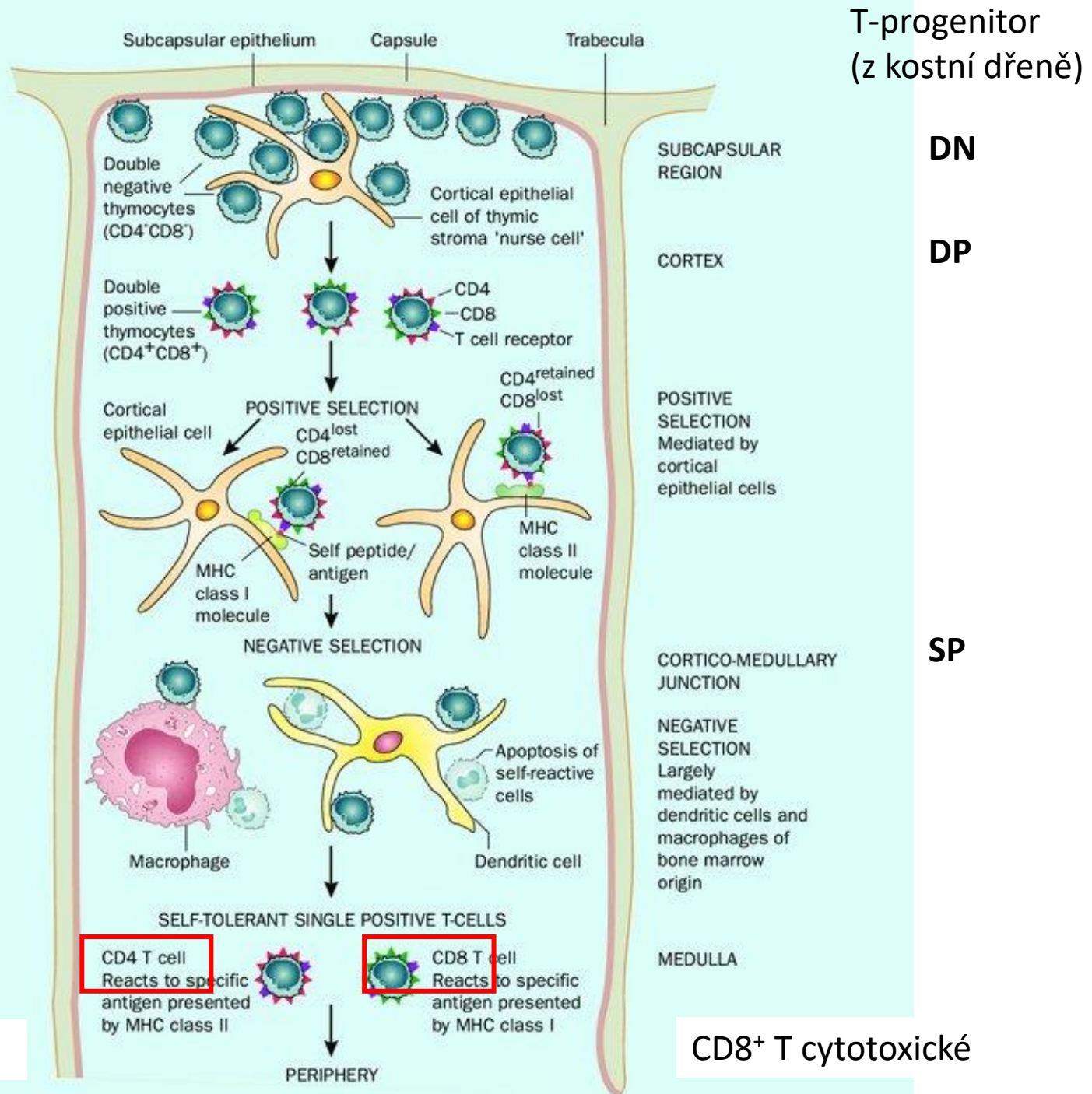
# Thymus – typy buněk



**b**

	<p><b>cTEC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unique 'private' proteolytic pathways</li> <li>• Efficient endogenous MHC class II loading</li> <li>• Constitutive macroautophagy</li> <li>• Thymic nurse cell formation</li> </ul>
	<p><b>mTEC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Promiscuous gene expression' (AIRE)</li> <li>• 'Public' proteolytic pathways</li> <li>• Efficient endogenous MHC class II loading</li> <li>• Macroautophagy</li> </ul>
	<p><b>Migratory cDC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steady-state immigration from peripheral sites</li> <li>• Import of peripheral antigens</li> <li>• 'Public' proteolytic pathways</li> <li>• Conventional MHC class II loading</li> <li>• Presentation of mTEC-derived and serum-borne antigens</li> </ul> <p>SIRPα<sup>-</sup>CD8<sup>-</sup></p>
	<p><b>Resident cDC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrathymic differentiation</li> <li>• 'Public' proteolytic pathways</li> <li>• Conventional MHC class II loading</li> <li>• Presentation of mTEC-derived and serum-borne antigens</li> </ul> <p>SIRPα<sup>-</sup>CD8<sup>+</sup></p>
	<p><b>pDC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steady-state immigration from peripheral sites</li> <li>• Import of peripheral antigens</li> <li>• 'Public' proteolytic pathways</li> <li>• Conventional MHC class II loading</li> <li>• No presentation of mTEC-derived TRAs?</li> </ul>
	<p><b>B cell</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrathymic or extrathymic origin?</li> <li>• Efficient presentation of BCR-captured antigens</li> <li>• 'Public' proteolytic pathways</li> <li>• No presentation of mTEC-derived TRAs?</li> </ul>

Thymus jako škola lymfocytů – pozitivní a negativní selekce



T-progenitor (z kostní dřeně)

DN

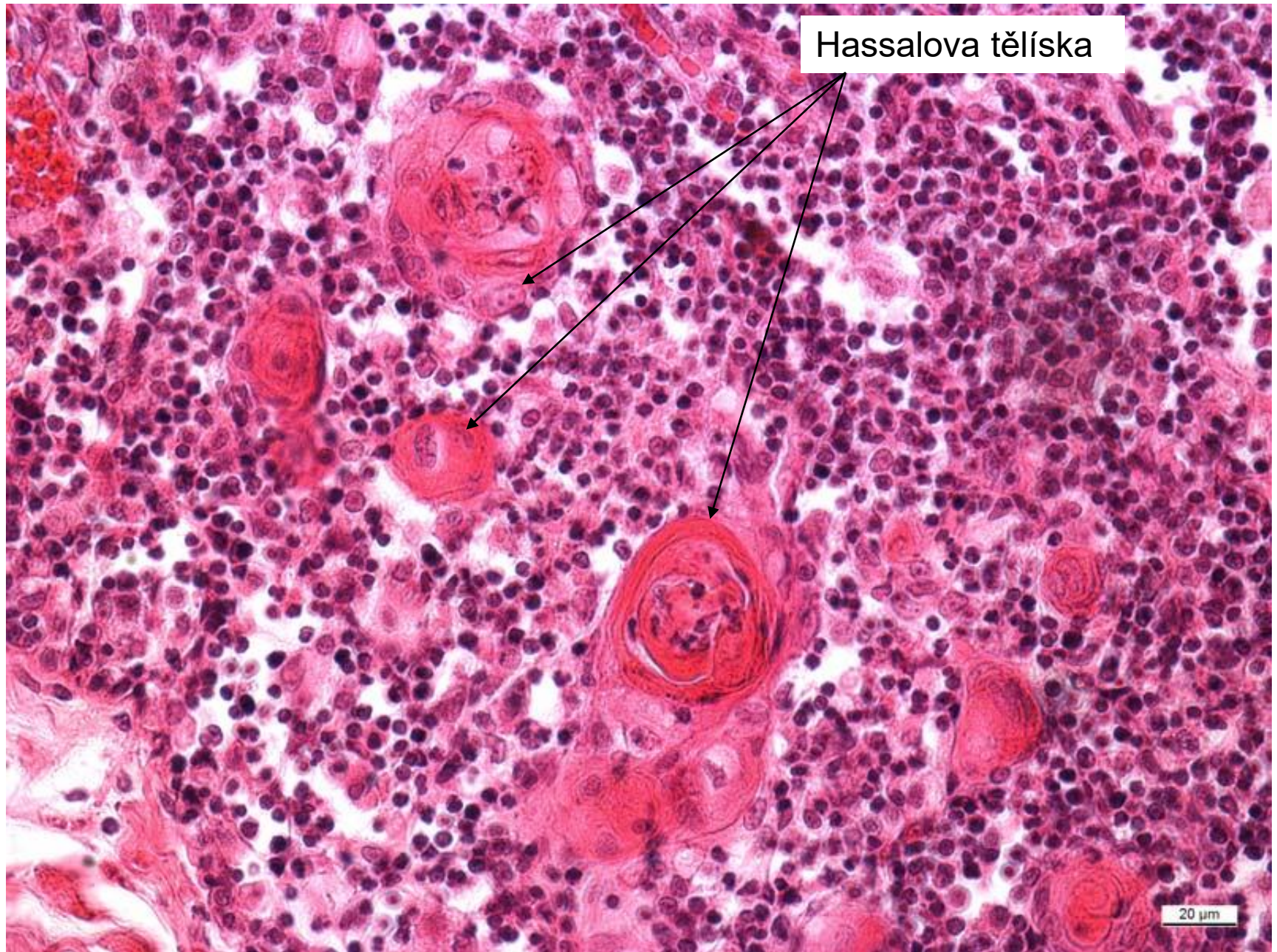
DP

SP

CD4<sup>+</sup> T helper

CD8<sup>+</sup> T cytotoxické

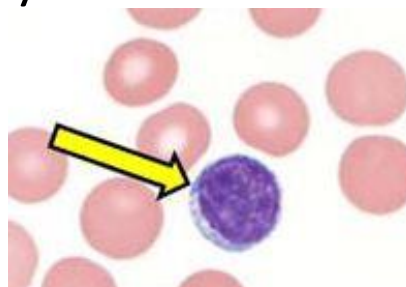
# Thymus - dřeň



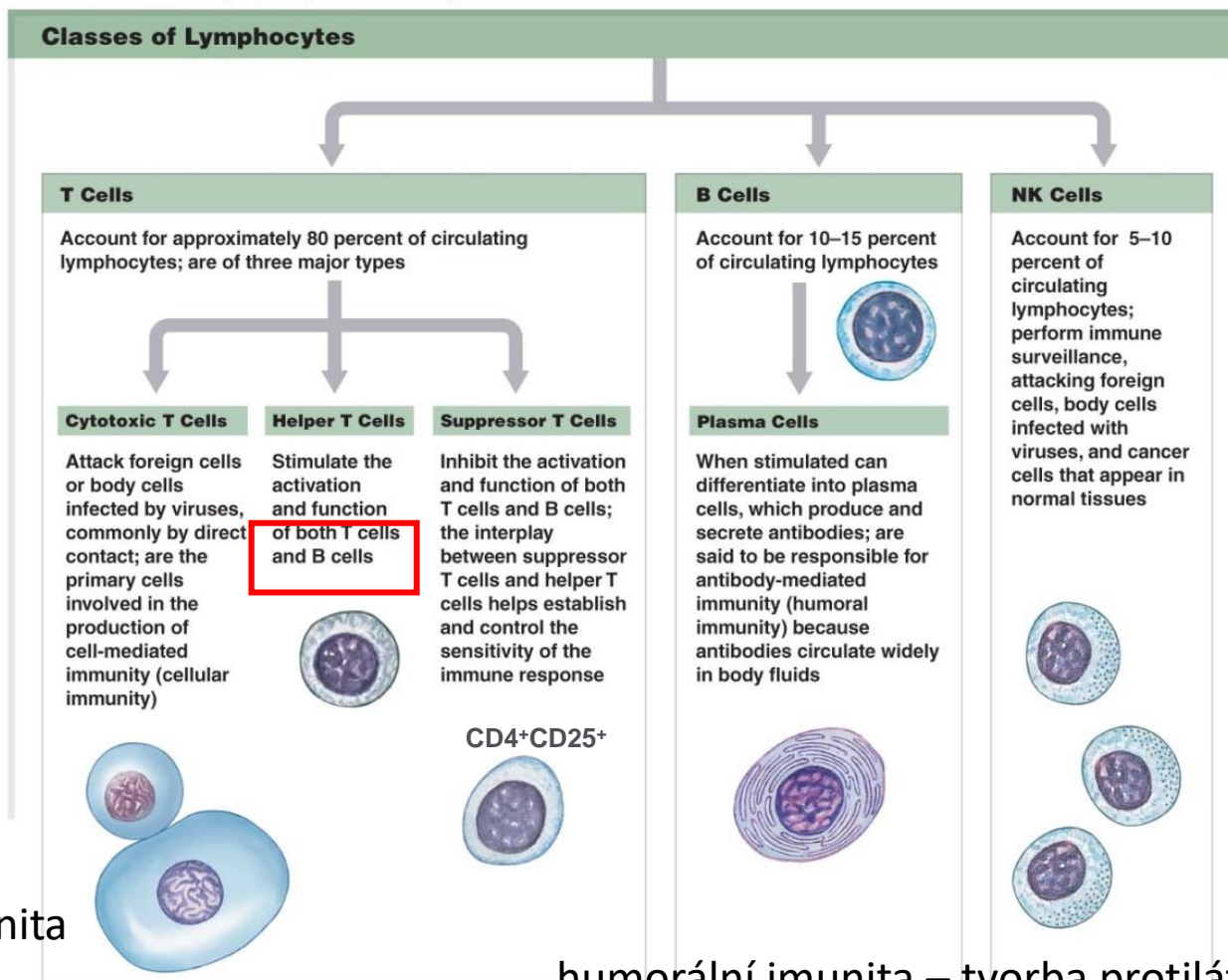


# Lymfocyty v krvi

lymfocyty 20-40 % z DBOK



The three classes of lymphocytes circulating in the bloodstream



T a B memory cells

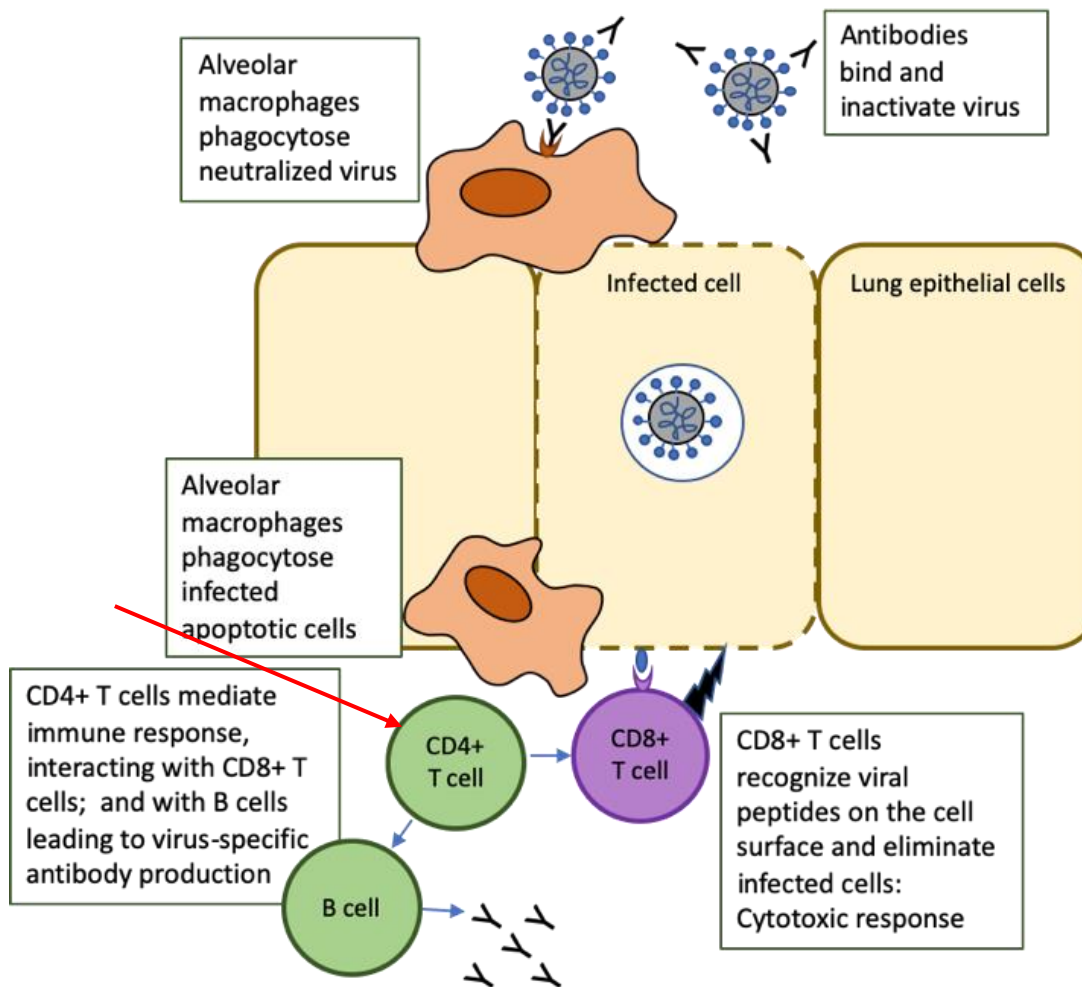
buněčná imunita

humorální imunita – tvorba protilátek

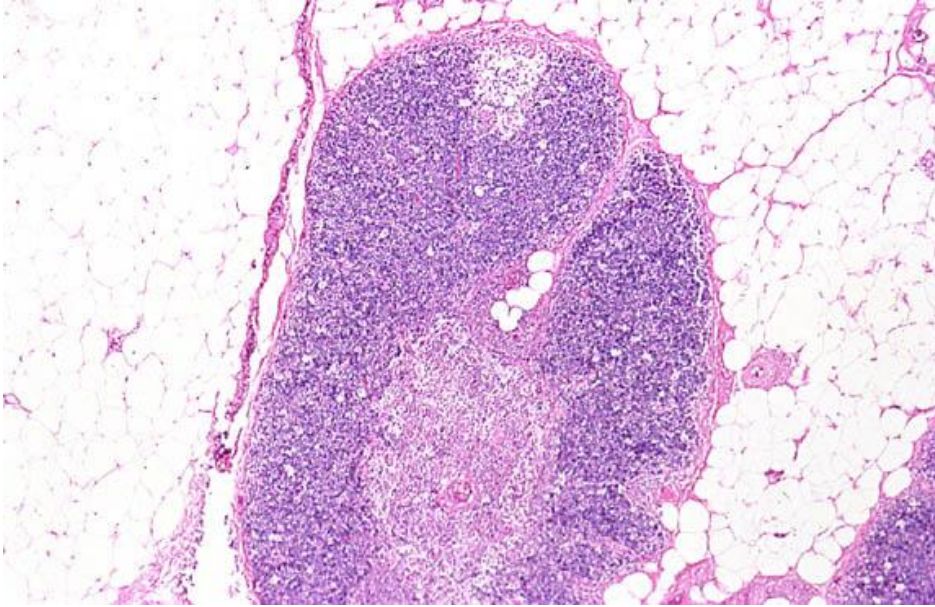


# Imunitní obrana u virové infekce

Dýchací systém  
– epitelové  
buňky



# Thymus v involuci

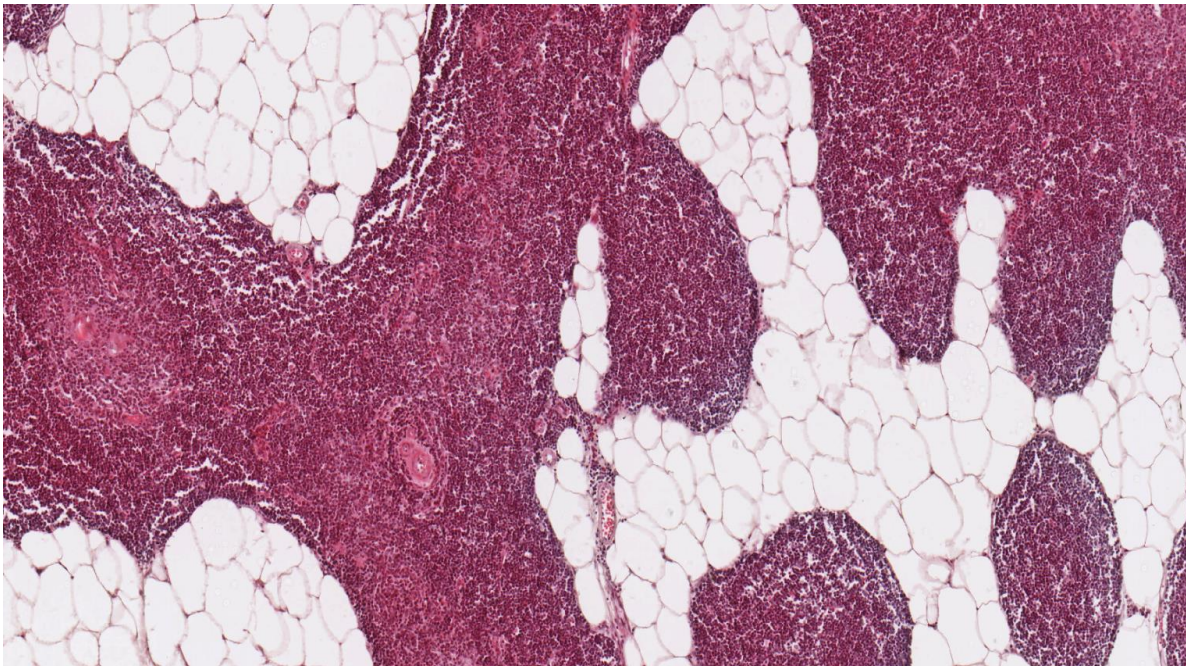


If you are not properly educated,  
you will be negatively selected.

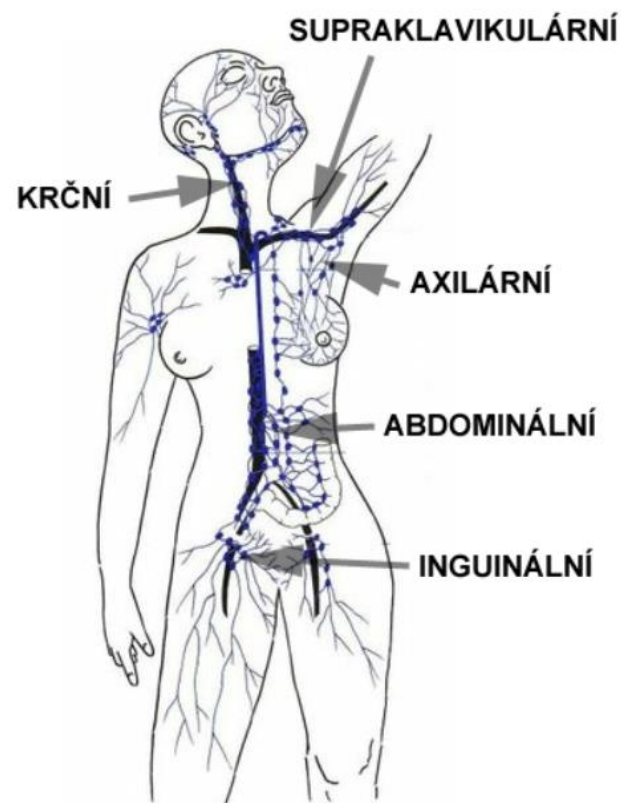
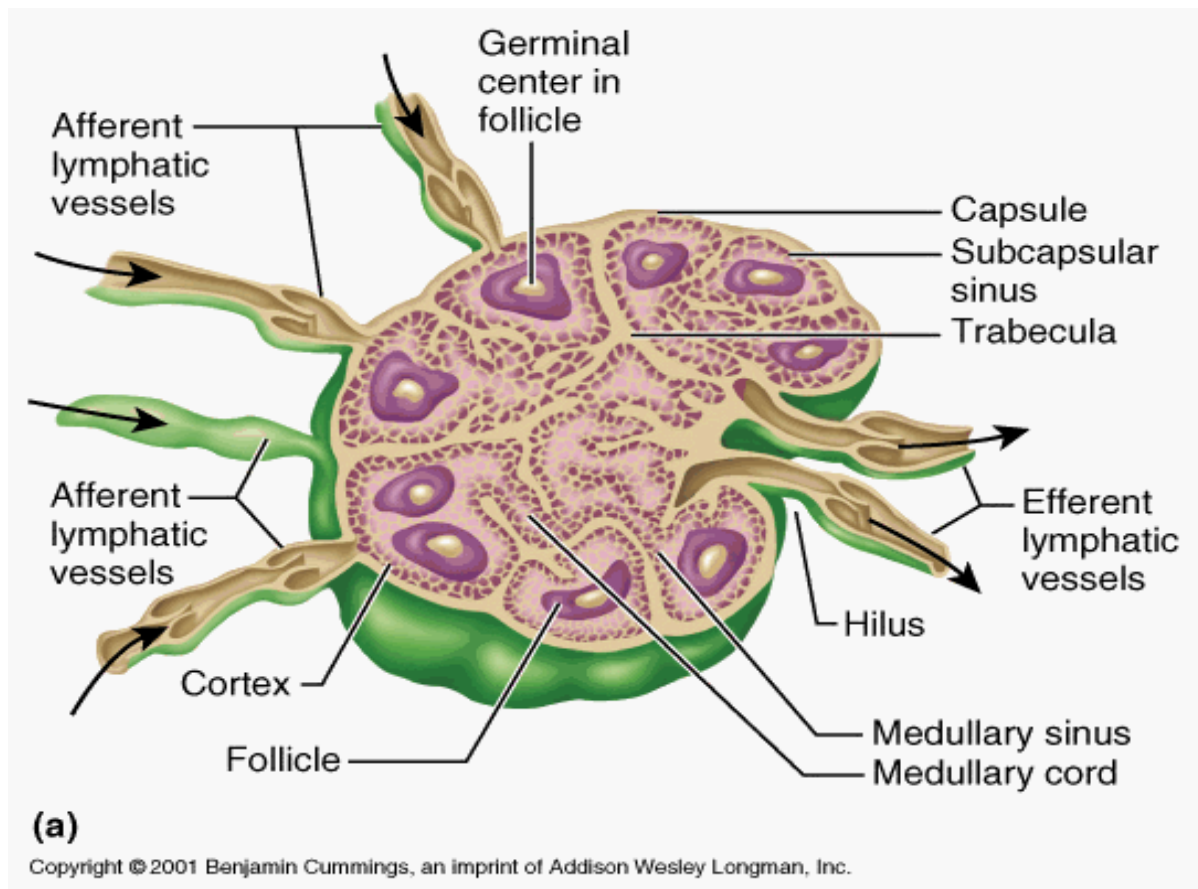


Education of T lymphocytes

© Immense Immunology Insight



# Lymfatická uzlina

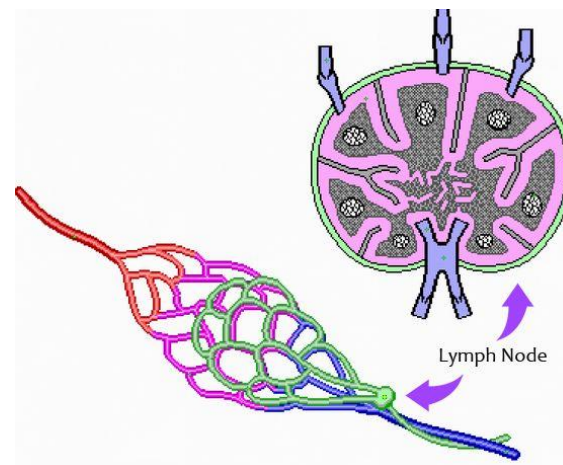


velikost: 1-25 mm  
tvar: oválný, ledvinovitý  
počet: 400-600

# Lymfatická uzlina (lymphonodus)

## • Stavba

- **vazivo** – vazivové pouzdro + vazivové *trámce a jemná septa*
- **lymfatická tkáň** – retikulární vazivo – retikulární buňky + retikulární vlákna – síť, do které jsou uloženy volné buňky

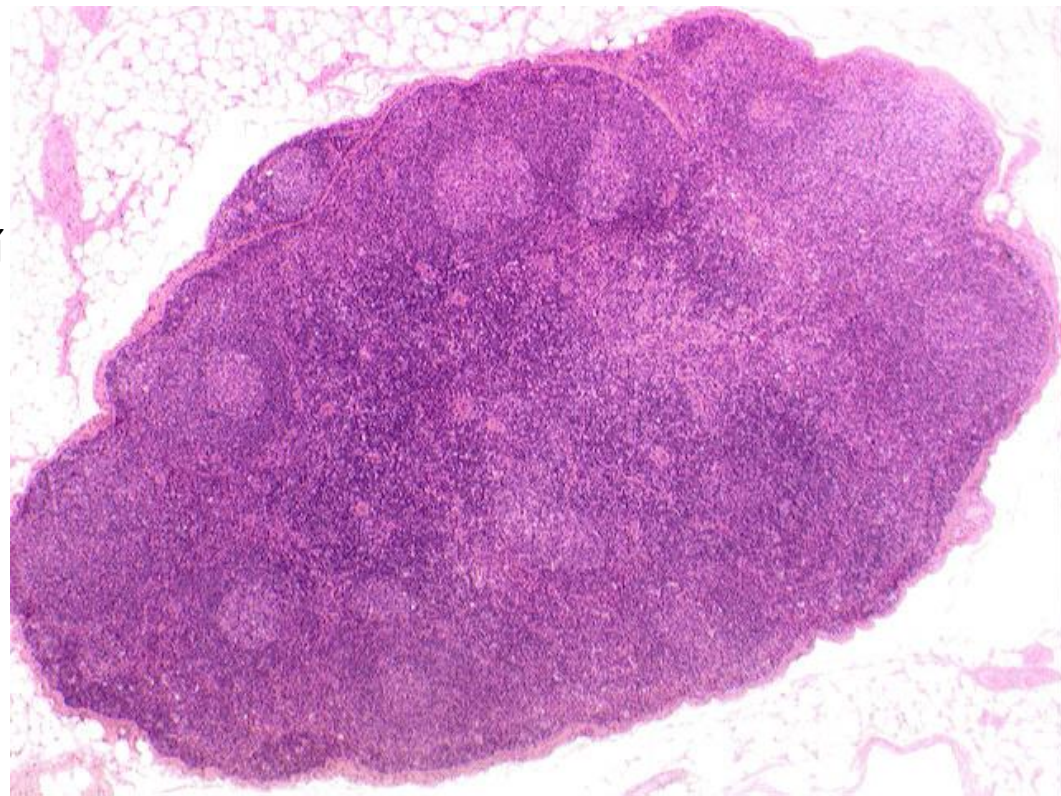


## • Vrstva korová

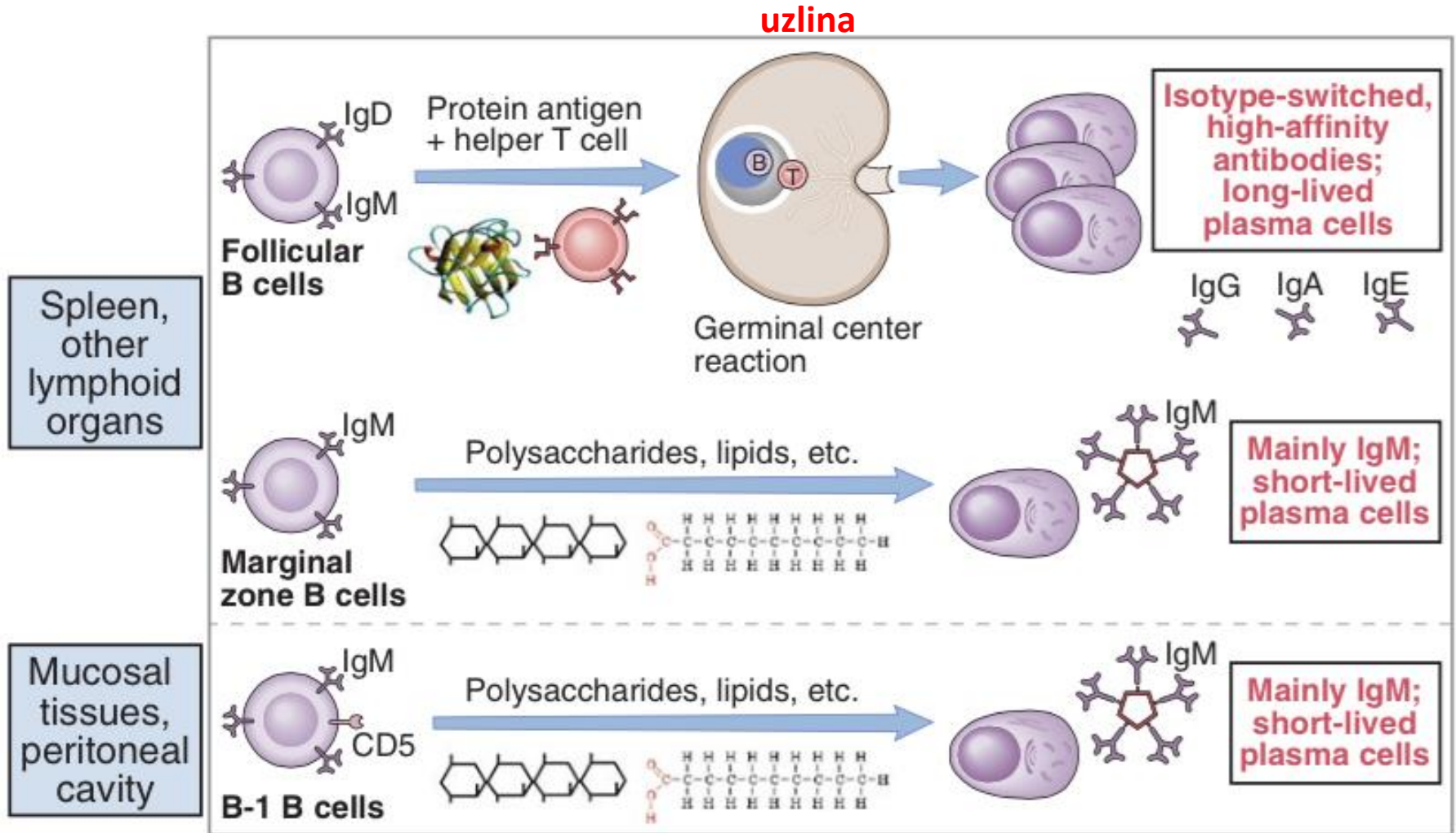
- lymfatické uzlíky (*folliculi lymphatici*) – primární a sekundární
  - **B-lymfocyty** (B-dependentní oblast)
- parakortikální oblast – T-lymfocyty, APC (T-dependentní oblast)
- **sinus subcapsularis** (marginalis)
- **sinusy korové** (perifolikulární)

## • Vrstva dřevá

- dřevové provazce
- **dřevové sinusy**

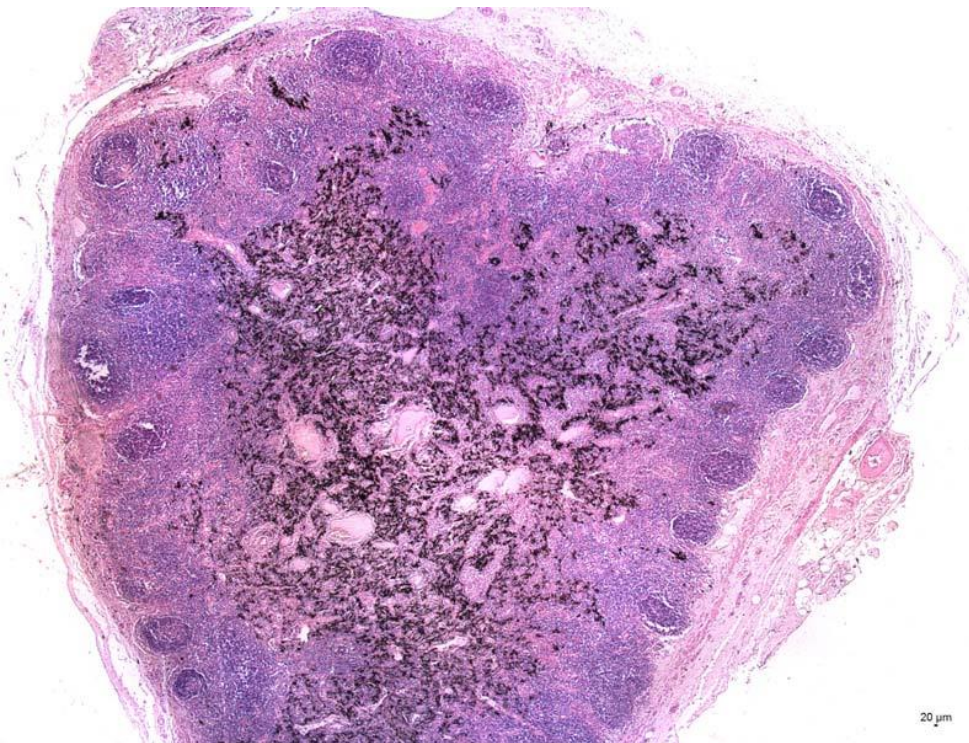


# B-lymfocyty, třídy protilátek – IgA, IgM, IgG



# Lymfatická uzlina

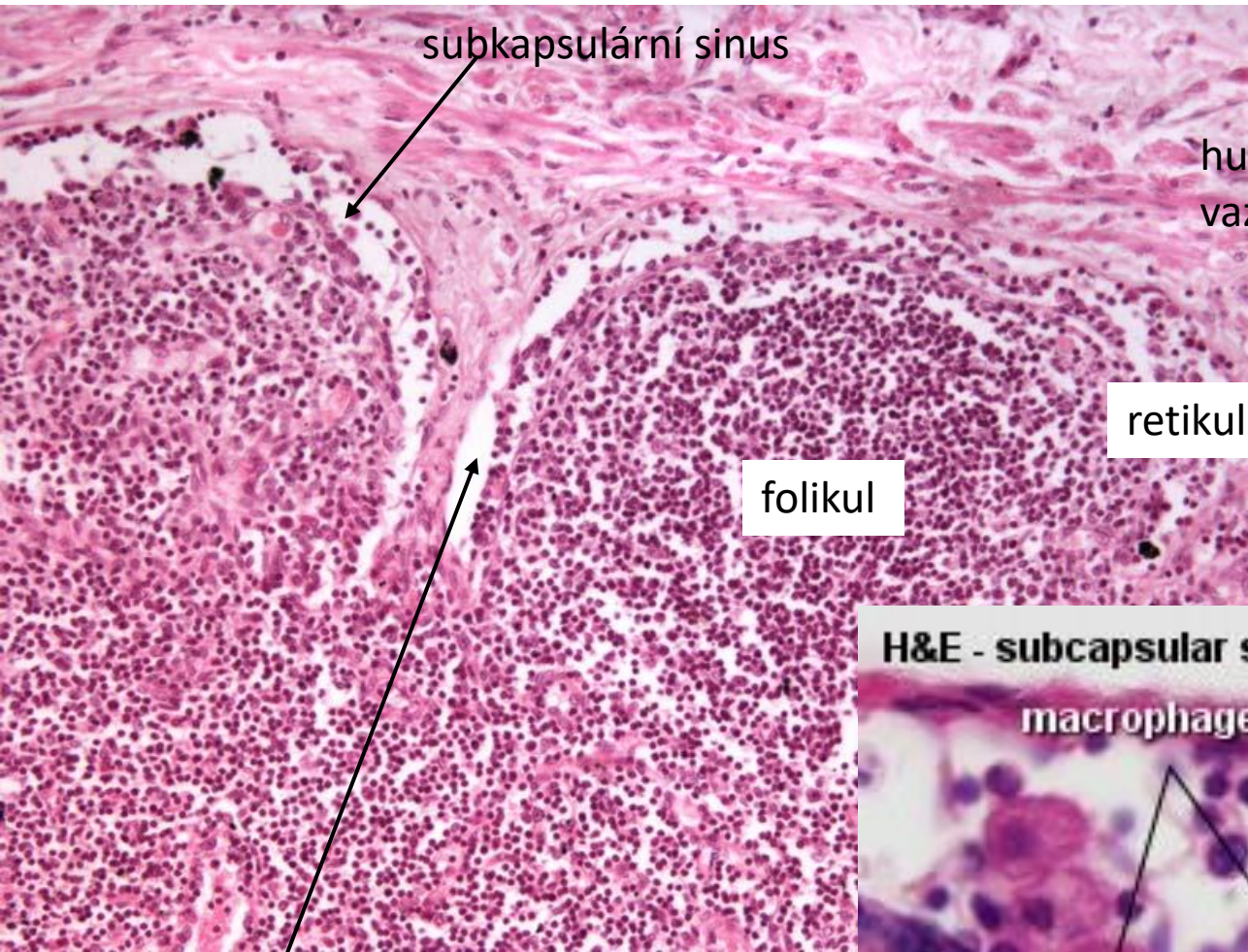
Uzlina jako biologický filtr lymfy:



uzlina z plicního hilu

UZLINY	ETIOLOGIE
<b>occipitální</b>	rubeola, pyodermie vlasaté části
<b>pre- a retroaurikulární</b>	zánět zvukovodu
<b>submandibulární</b>	gingivitis, zánět dolní čelisti nádorové postižení hltanu
<b>submentální</b>	nádorové postižení dolního rtu nebo jazyka
<b>krční podél kývačů</b>	infekce nebo tumor rinopharyngu nádorové postižení štítné žlázy
<b>supraklavikulární</b>	zánětlivé nebo tumorozní postižení prsu nádorové postižení plic Virchowova uzlina (vlevo) karcinom žaludku
<b>axilární</b>	zánětlivé nebo tumorozní postižení prsu
<b>tříselné a femorální</b>	zánětlivá afekce dolní končetiny záněty urogenitální nádorové postižení konečníku nebo dělohy

# Lymfatická uzlina



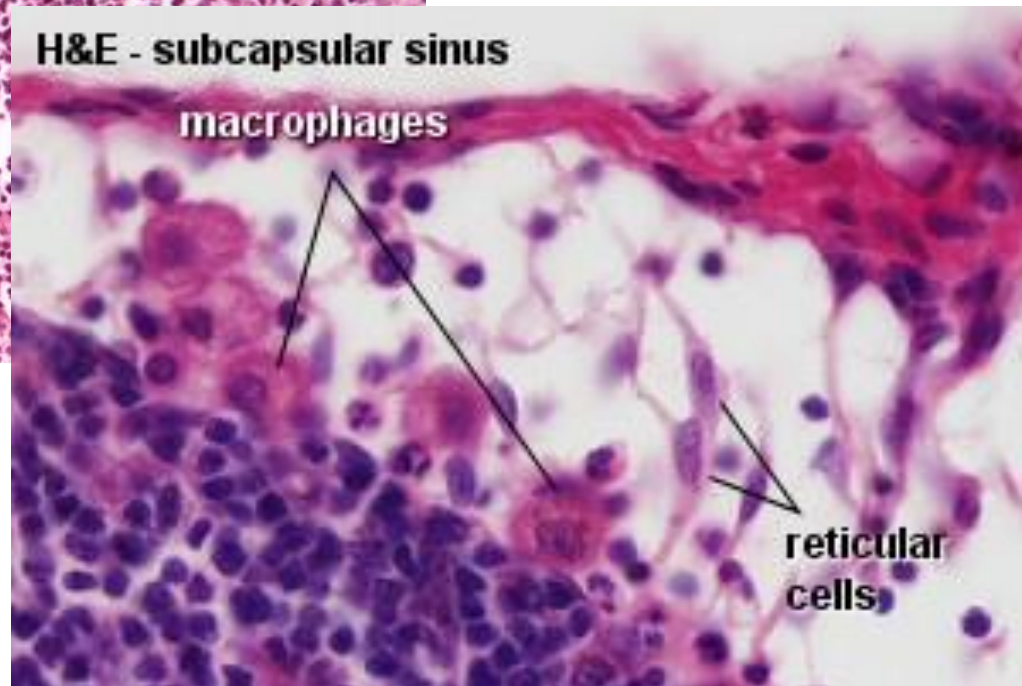
subkapsulární sinus

husté kolagenní  
vazivo

retikulární vazivo

folikul

kortikální (perifolikulární)  
sinus

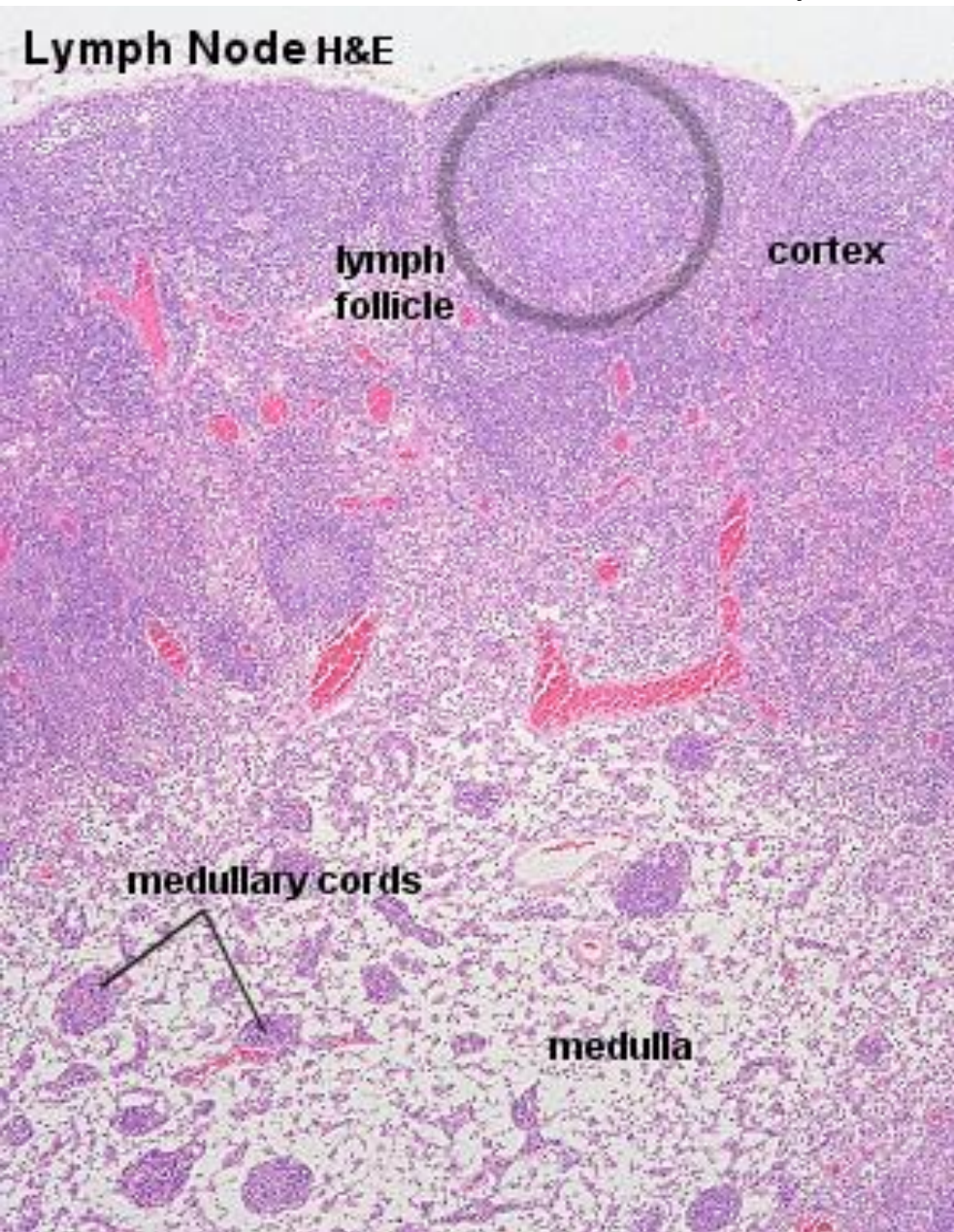


H&E - subcapsular sinus

macrophages

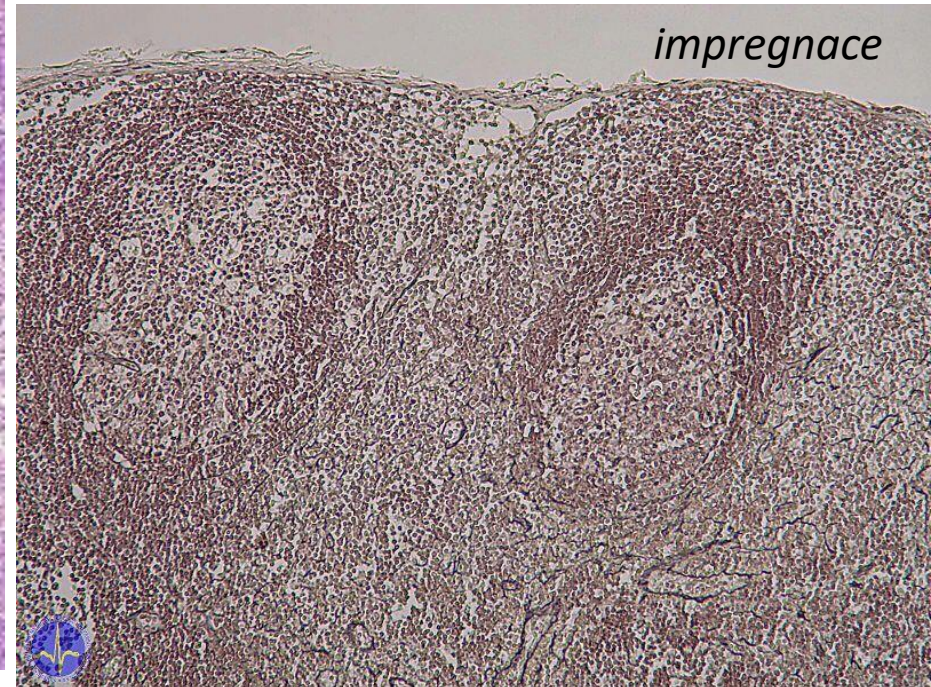
reticular  
cells

# Uzlina – lymfatické folikuly



sekundární  
lymfatické uzlíky

retikulární  
vazivo





# Lymfatická uzlina – antigen prezentující buňky

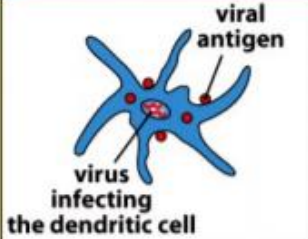
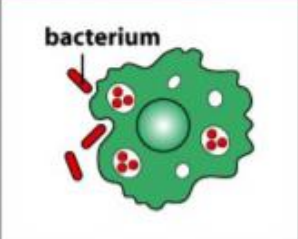
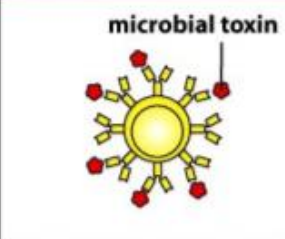
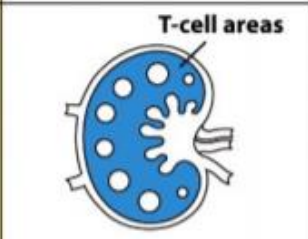
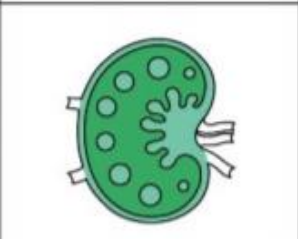
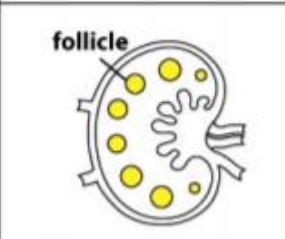
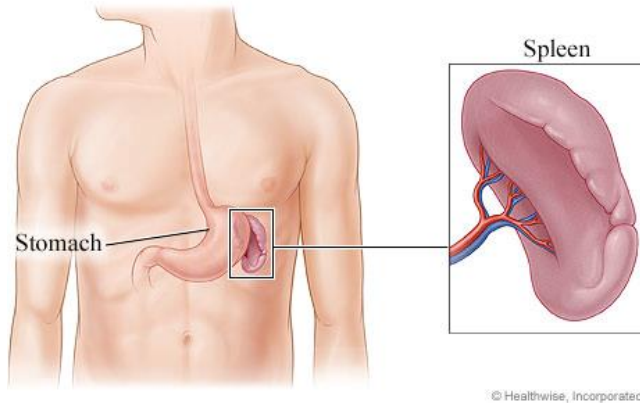
Professional antigen-presenting cells			
	Dendritic cell	Macrophage	B cell
Cell type	 <p>viral antigen virus infecting the dendritic cell</p>	 <p>bacterium</p>	 <p>microbial toxin</p>
Location in lymph node	 <p>T-cell areas</p>		 <p>follicle</p>
Antigen uptake	+++ Macropinocytosis and phagocytosis by tissue dendritic cells Viral infection	Phagocytosis +++	Antigen-specific receptor (Ig) ++++
MHC expression	Low on tissue dendritic cells High on dendritic cells in lymphoid tissues	Inducible by bacteria and cytokines - to +++	Constitutive Increases on activation +++ to ++++
Co-stimulator delivery	Constitutive by mature, nonphagocytic lymphoid dendritic cells ++++	Inducible - to +++	Inducible - to +++
Antigen presented	Peptides Viral antigens Allergens	Particulate antigens Intracellular and extracellular pathogens	Soluble antigens Toxins Viruses
Location	Ubiquitous throughout the body	Lymphoid tissue Connective tissue Body cavities	Lymphoid tissue Peripheral blood

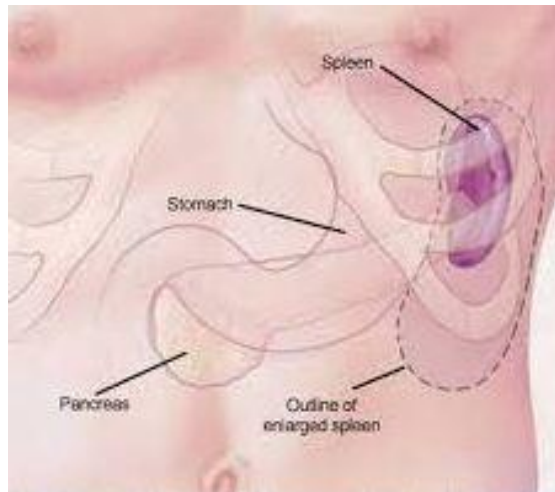
Figure 8.11 The Immune System, 3ed. (© Garland Science 2009)

# Slezina



VAZIVO (husté kolagenní vazivo, neuspořádané)  
– vazivové pouzdro kryté mesotelem +  
vazivové **trámce** (*trabeculae*)

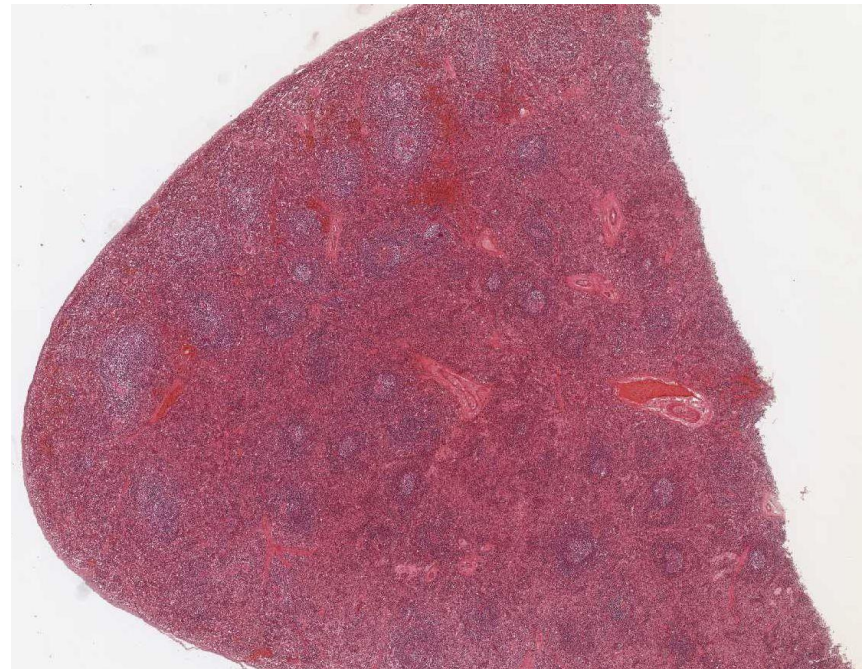
PULPA (dřeň) - retikulární vazivo  
**pulpa bílá**  
**pulpa červená**  
marginální zóna - mezi bílou a  
červenou pulpou



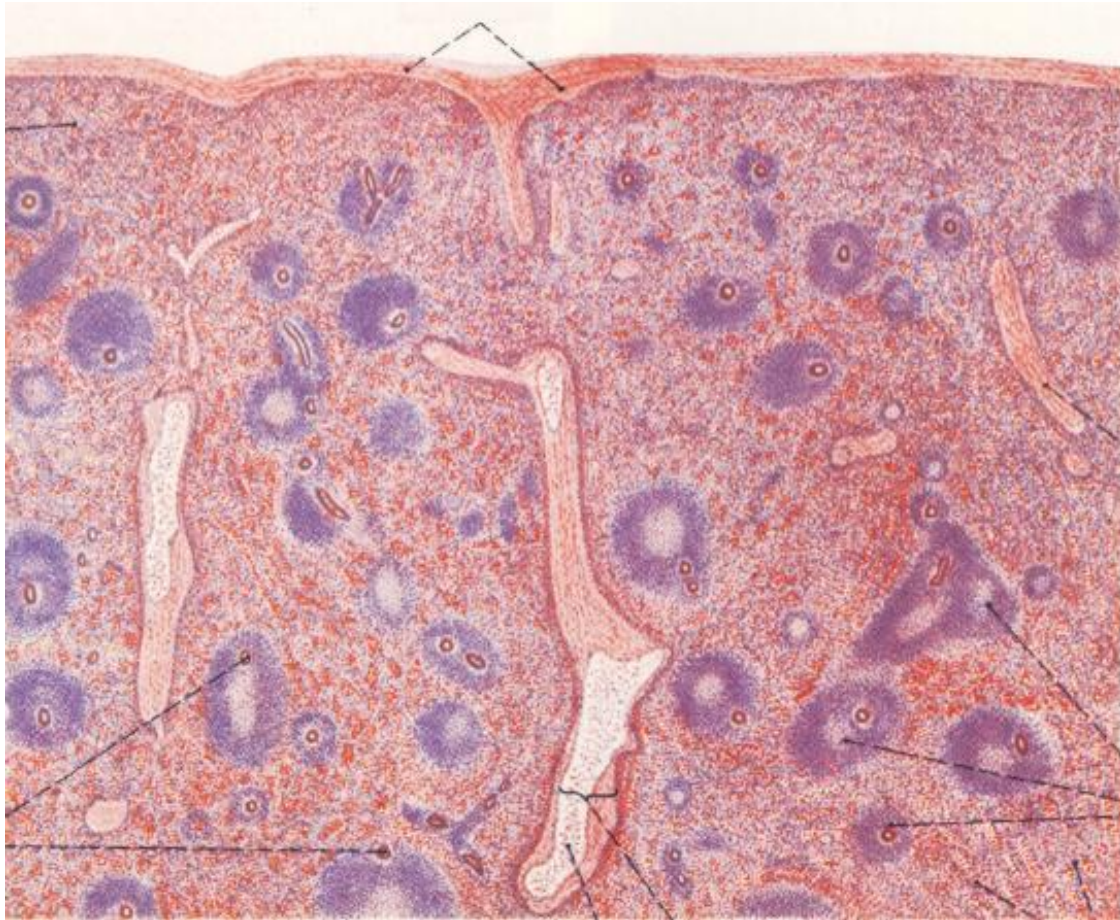
velikost: 10-13 cm, 6-8 cm, 4 cm  
hmotnost: 150 g

**Funkce:** imunitní, tvorba lymfocytů,  
zásobárna krve, destrukce erytrocytů

## KREVNÍ CÉVY



# Slezina



VAZIVO – vazivové pouzdro kryté mesotelem + vazivové trámce (trabeculae)

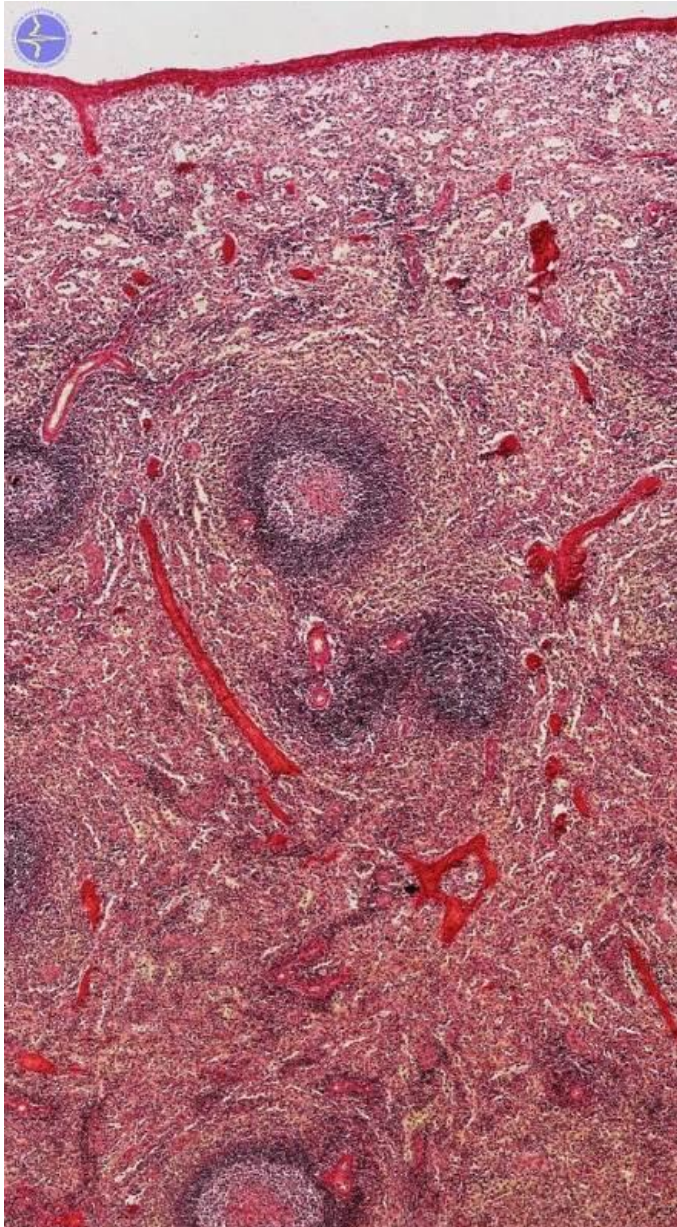
PULPA (dřeň)

**pulpa bílá** – retikulární vazivo s volnými buňkami, tvoří **PALS**, místy ztlušťuje v **lymfatické uzlíky**

**pulpa červená** – retikulární vazivo tvoří Billrothovy provazce, mezi nimi *slezinné sinusy*  
marginální zóna - mezi bílou a červenou pulpou

KREVNÍ CÉVY

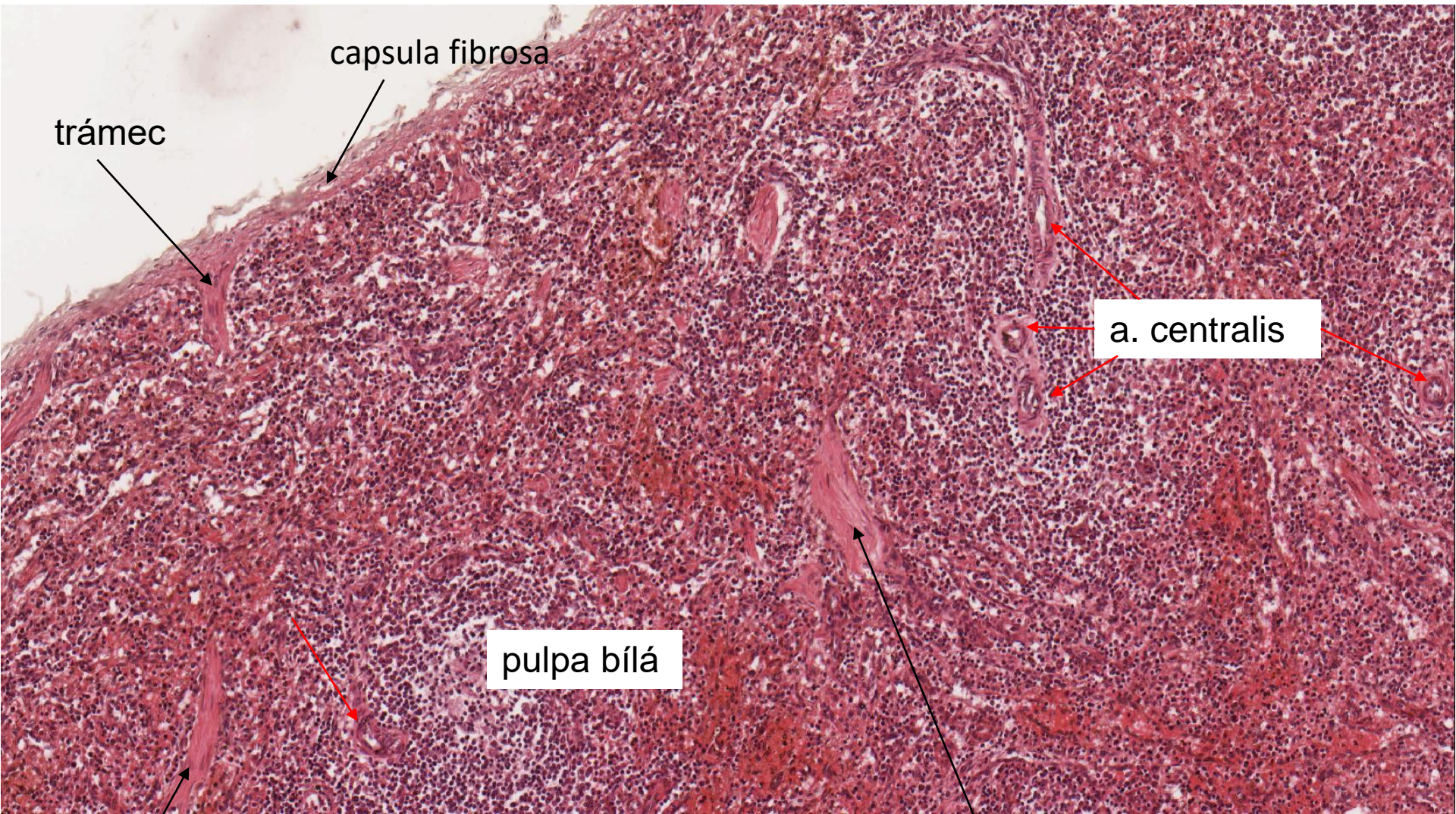
# Slezina



sekundární lymfatický uzlík – B-lymfocyty, marginální zóna –  
převážně B-lymfocyty  
PALS – převážně T-lymfocyty,  
**bílá pulpa** - vztah k **arteriálnímu** řečišti sleziny

# Slezina

HE



capsula fibrosa

trámec

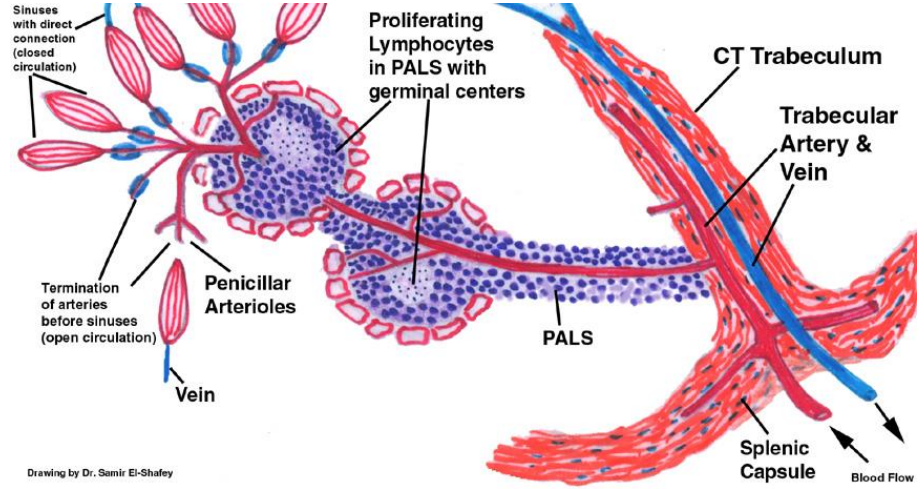
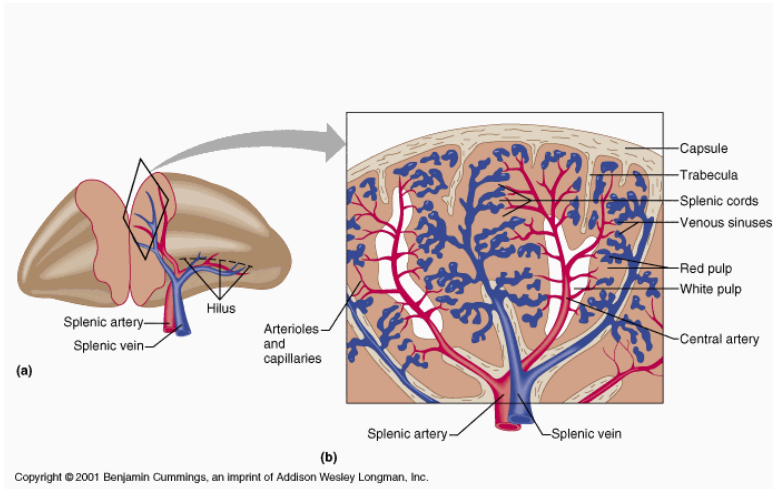
a. centralis

pulpa bílá

trámec

trámec

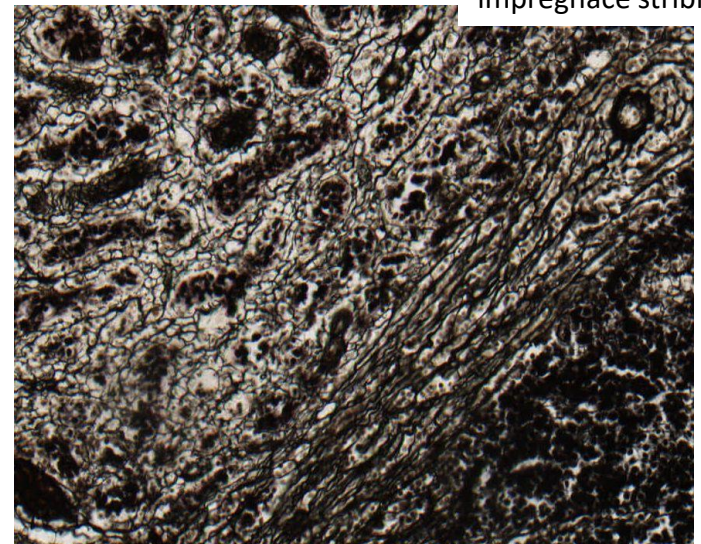
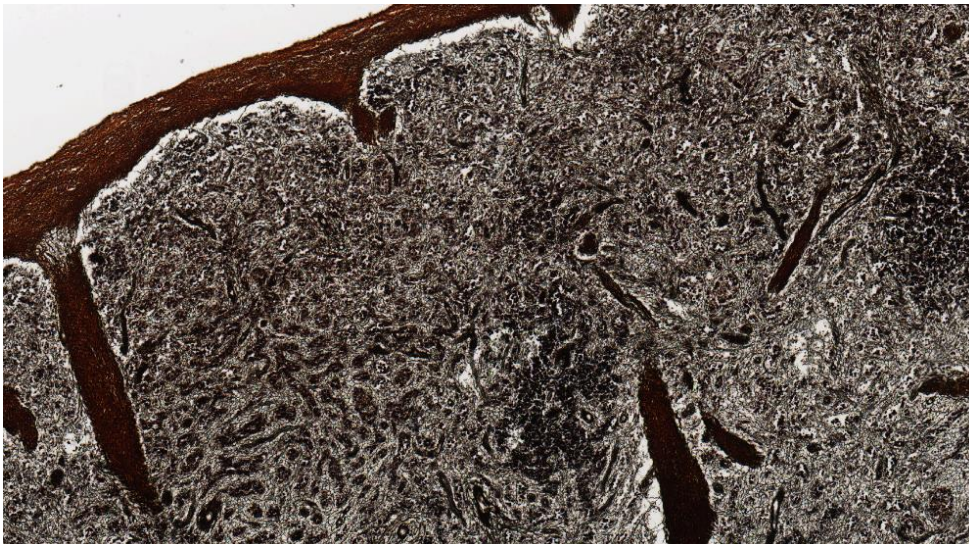
# Slezina – cévní systém



a. lienalis → aa. trabeculares → aa. centrales → arterioli penicillatae → dřeňová arteriola → opouzdřená arteriola → terminální arteriola (prekapilára) ..... venózní sinusy → vény pulpy → vény trabekulární → v. lienalis

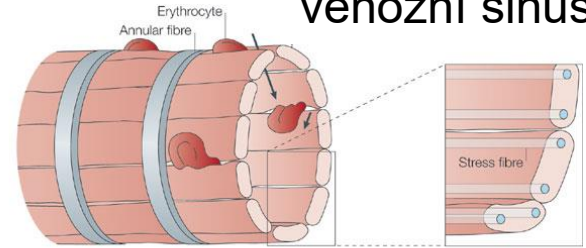
teorie otevřené a uzavřené cirkulace, kompromisní

impregnace stříbrem

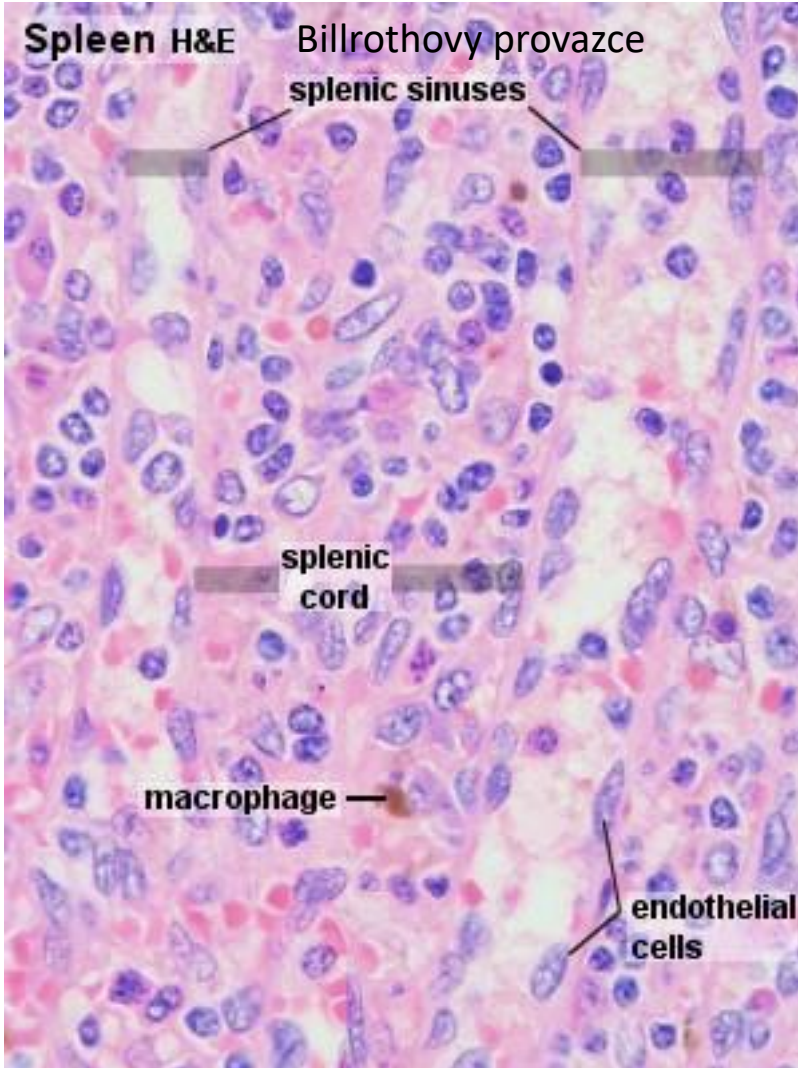


# Slezina – červená pulpa

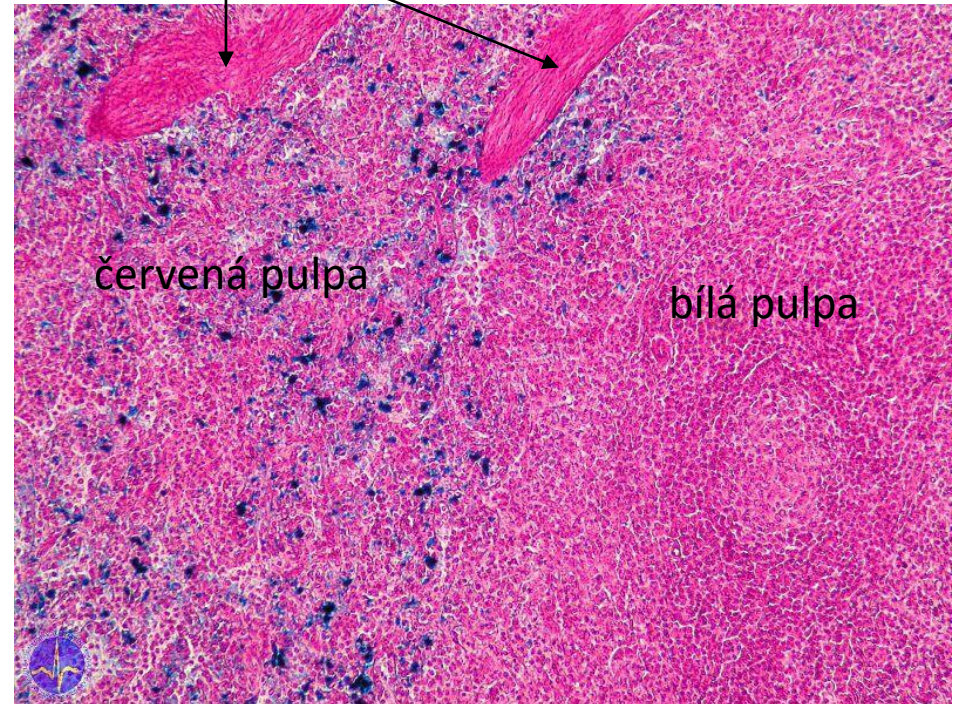
venózní sinusy



Copyright © 2005 Nature Publishing Group  
Nature Reviews | Immunology



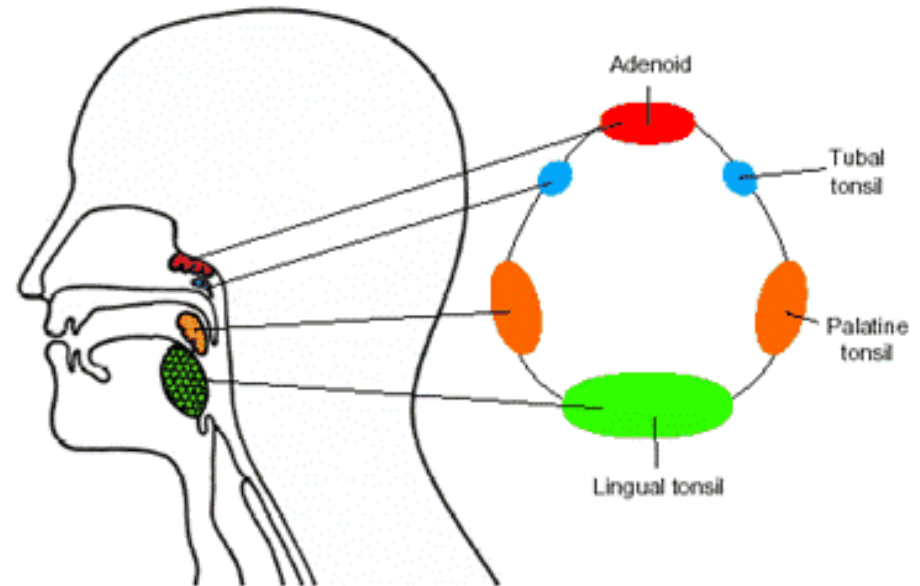
trámce



Nerozpustné tmavomodré sraženiny v červené pulpě představují železité ionty lokalizované v makrofázích (hemosiderofágy), rozkládající hemoglobin z erytrocytů (Perlsova reakce).

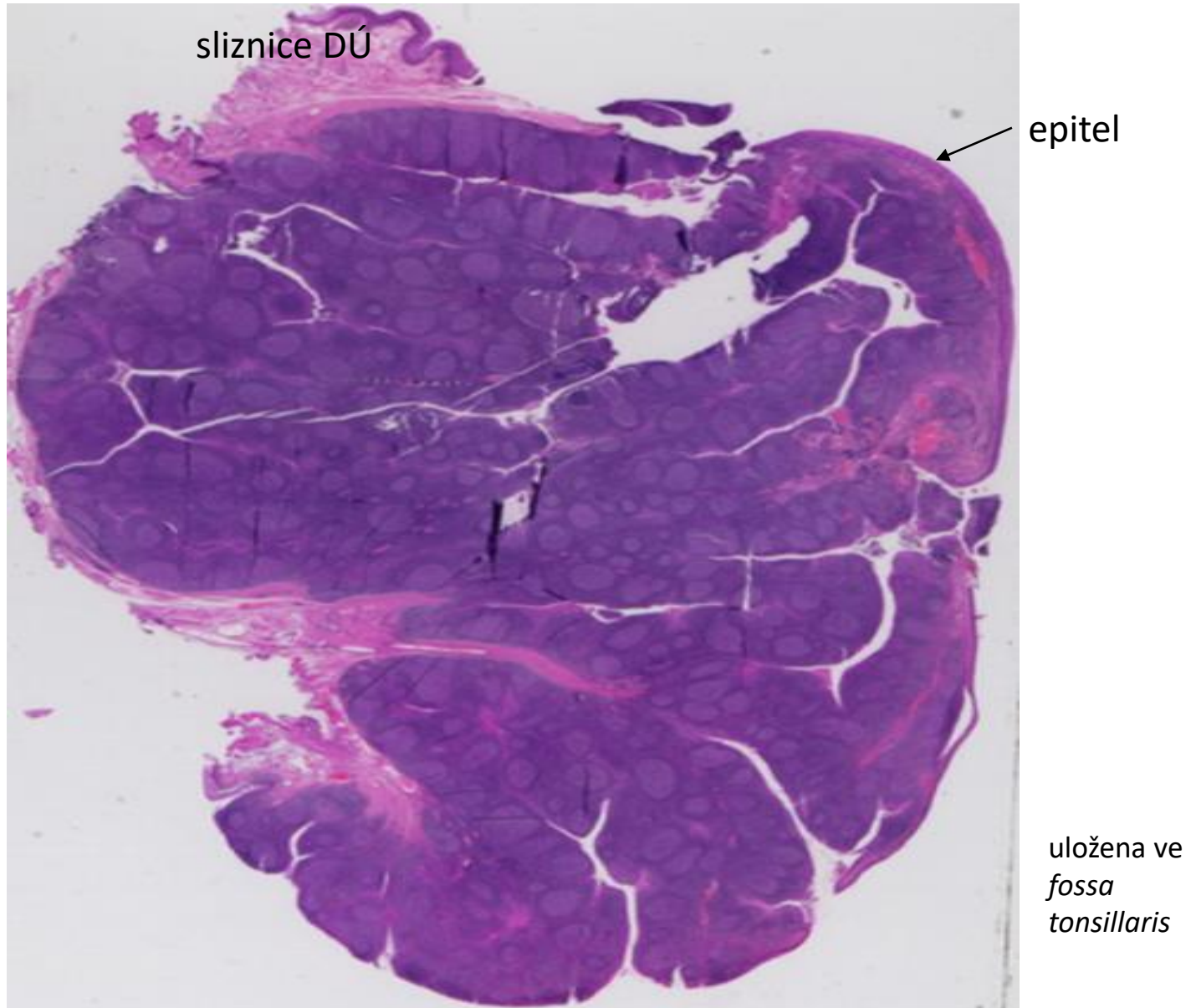
# Tonzily

- **lymfoepitelové orgány**
- t. palatina, t. lingualis, t. (naso)pharyngea, t. tubaria – *Waldeyerův mízní okruh*
- stavba
  - vazivo – pouzdro + tenká septa
  - **epitel** (různý) – na povrchu, zanořuje se do hloubky - **krypty**
  - lymfatická tkáň – uzlíky (*folliculi lymphatici*)



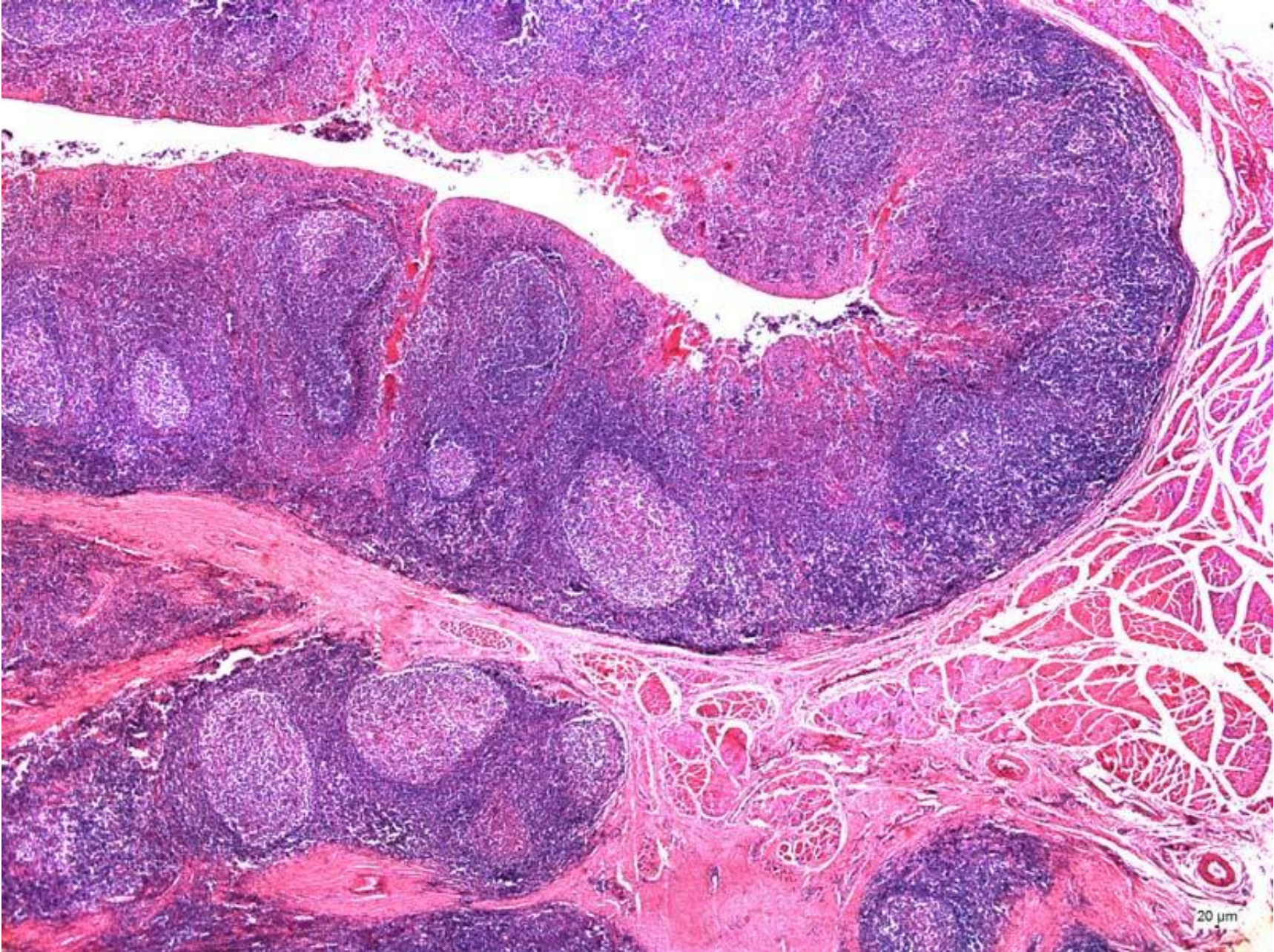


# Tonsilla palatina

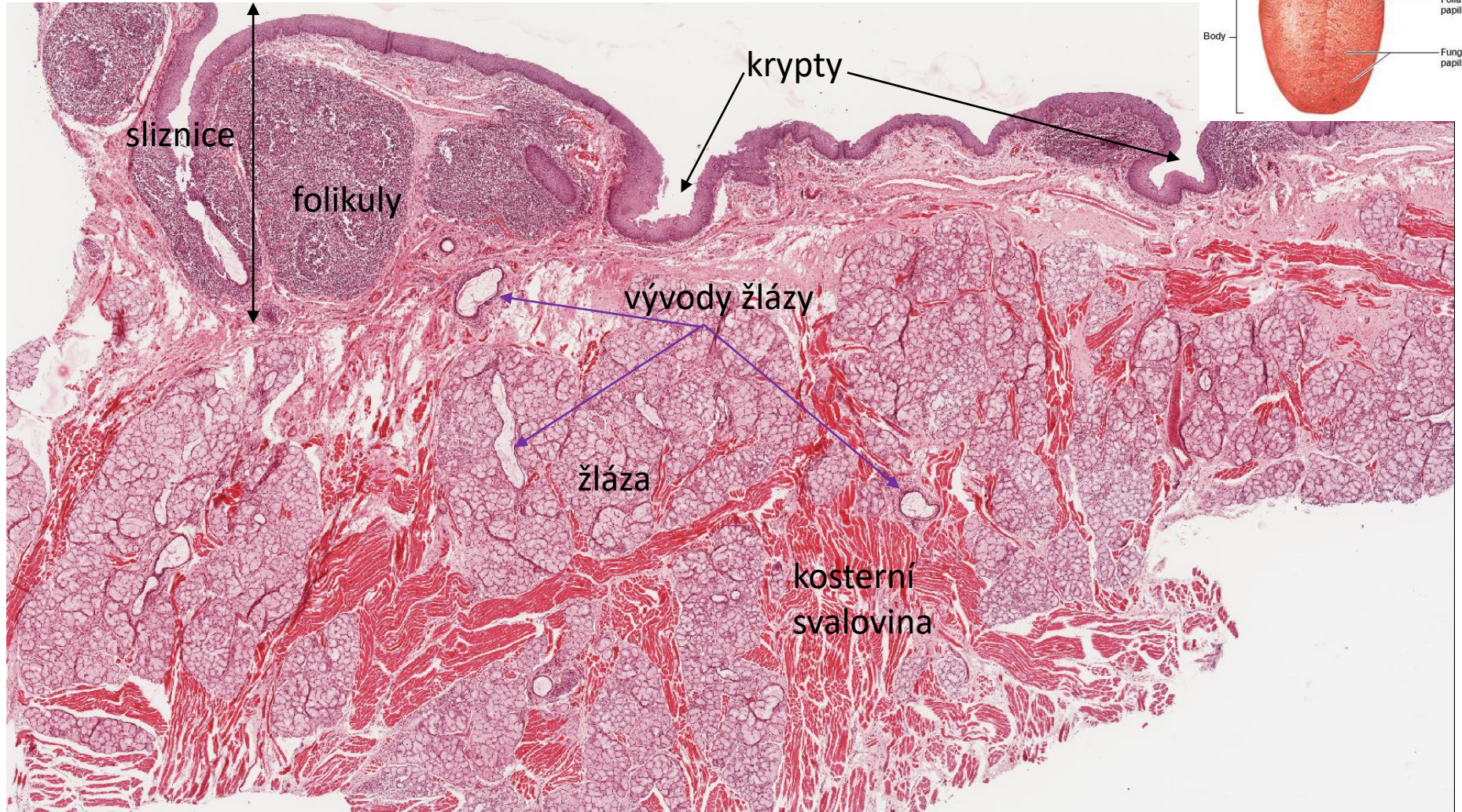
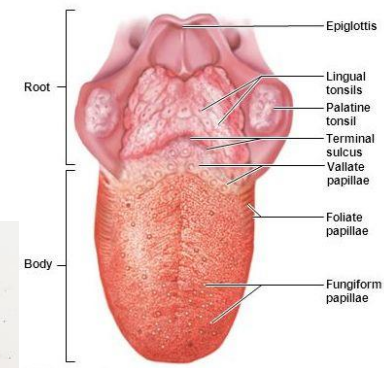


**povrch:** vrstevnatý dlaždicový epitel, **krypty:** hluboké, větvené, **detritus:** ano

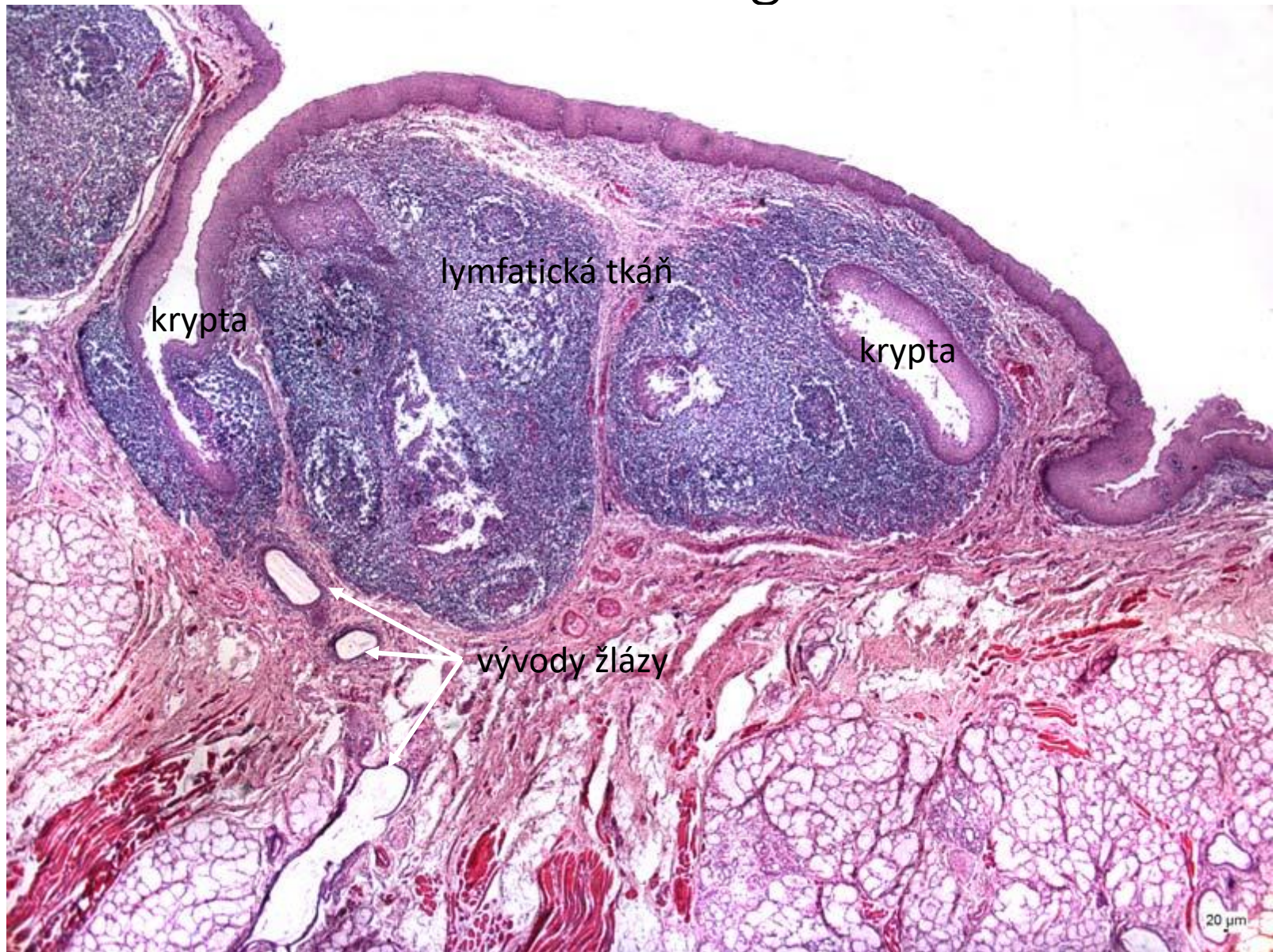
# Tonsilla palatina



# Tonsilla lingualis



# Tonsilla lingualis



**pouzdro:** neúplné, **krypty:** mělké, **detritus:** ne, pod tonsilou: **Weberovy žlázy**

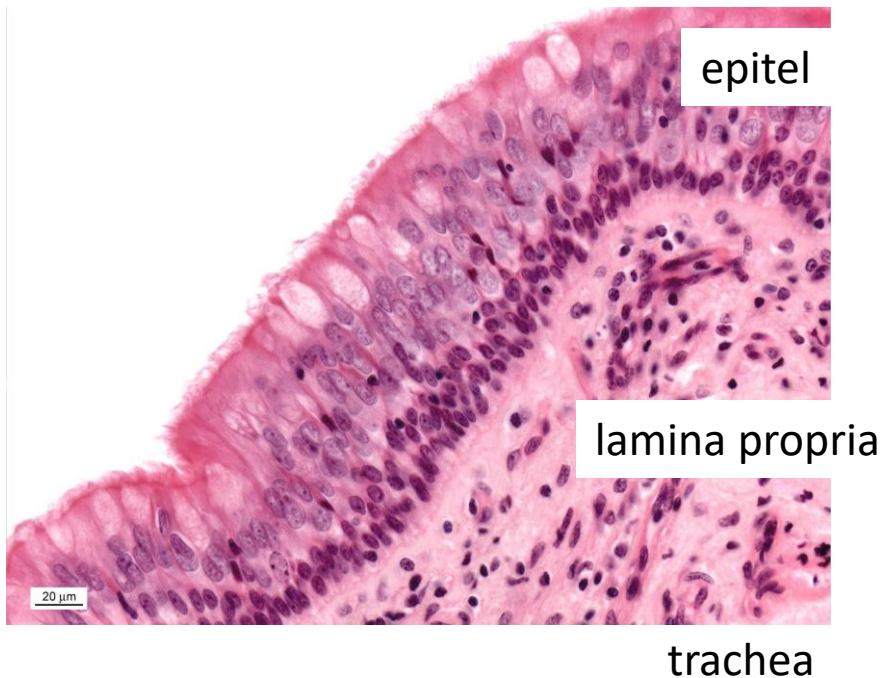
# Lymfatická tkáň asociovaná se sliznicí (mucosa associated lymphatic tissue = MALT)

## • Difúzní

- Makrofágy, T-, B- lymfocyty, neutrofily, eosinofily roztroušené v lamina propria sliznic různých orgánových systémů
  - GALT
  - BALT
  - NALT

## • Organizovaná

- Waldeyerův mízní okruh
- Peyerovy plaky v submukóze střeva
- Lymfatické folikuly v apendixu tlustého střeva

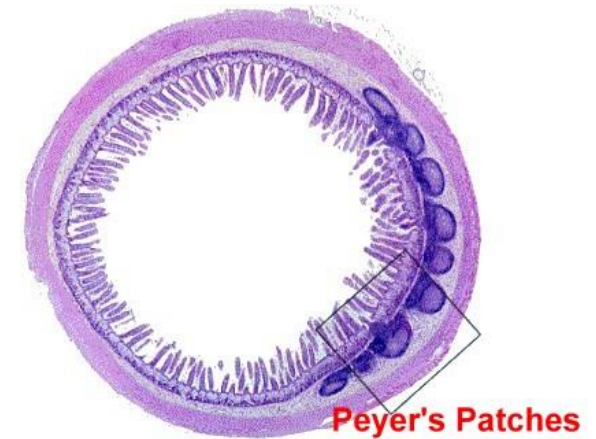
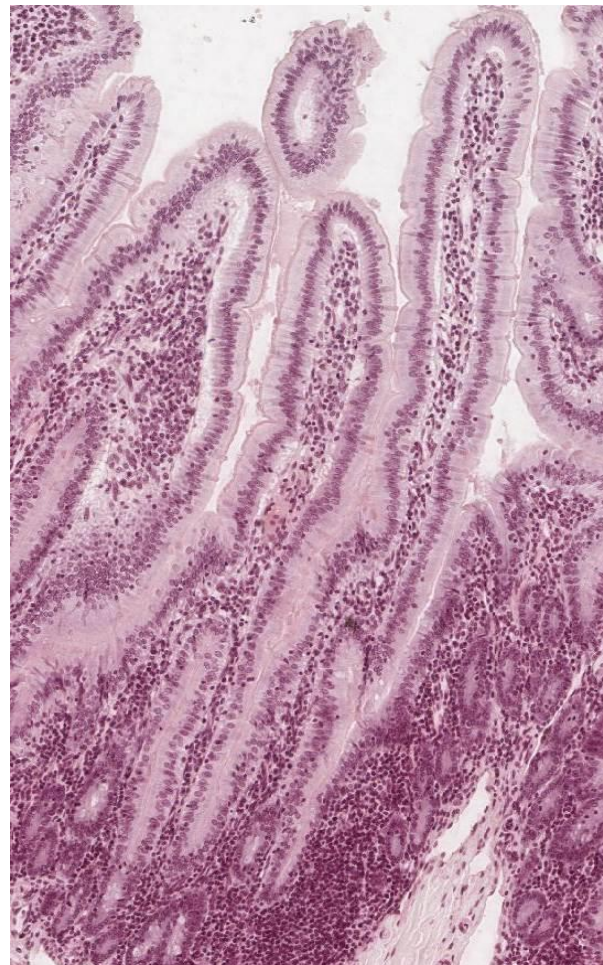
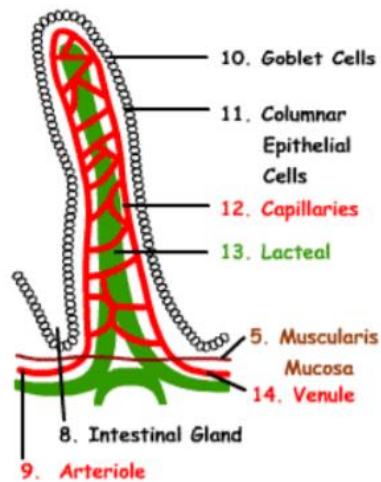


# Mucosa associated lymphatic tissue = MALT

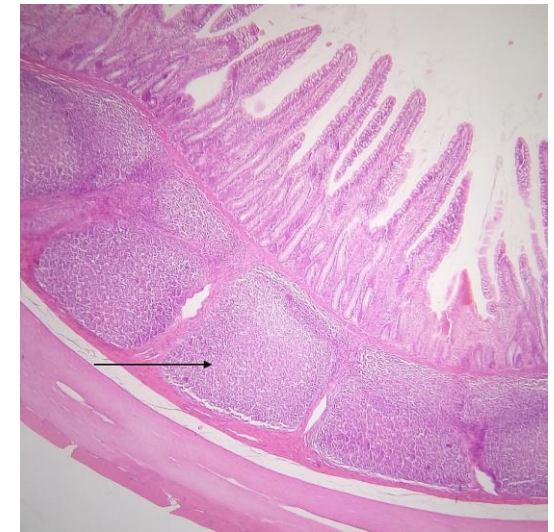
**GALT** - od pyloru → tenké střevo → tlusté střevo → konečník

**přímo pod epitelem – retikulární vazivo (*lamina propria mucosae*)**

- největší imunitní orgán
- *nodi lymphatici solitarii*
- *nodi lymphatici agregati* – Peyerovy plaky – v *tela submucosa*



tenké střevo - klky

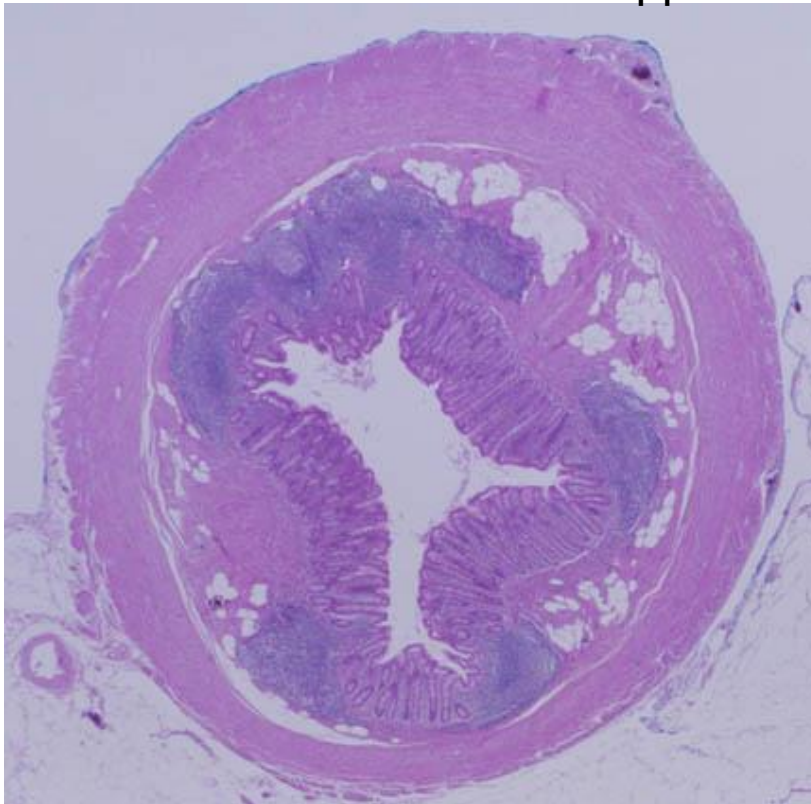


# Mucosa associated lymphatic tissue = MALT

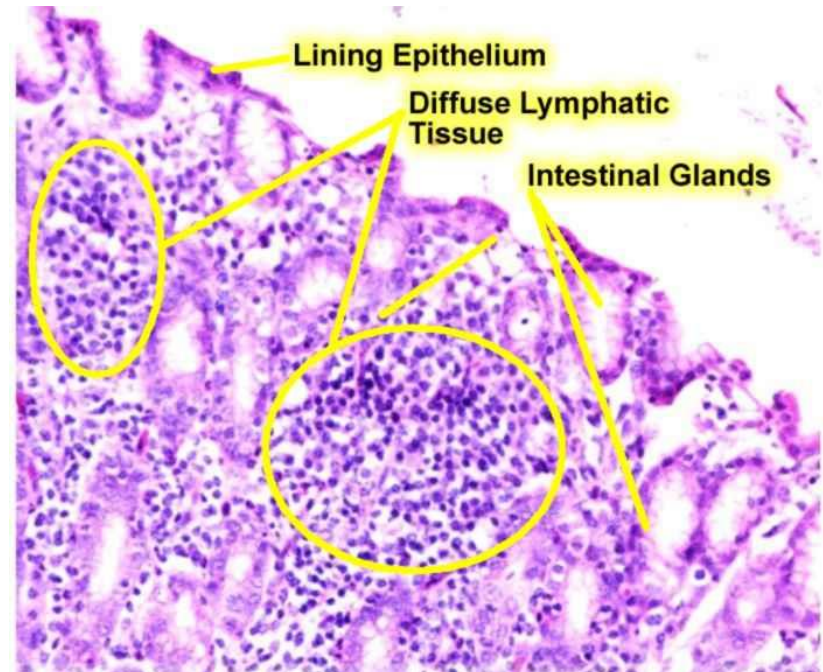
## GALT

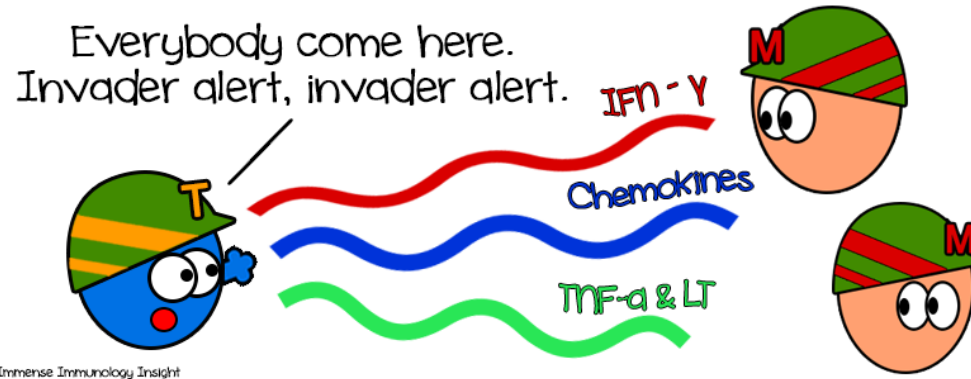
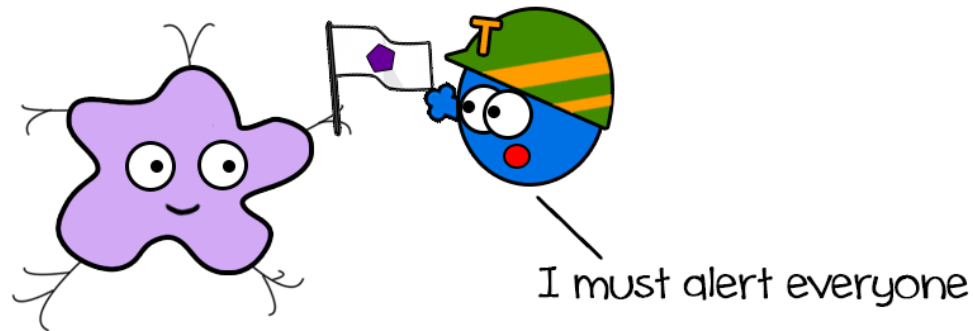
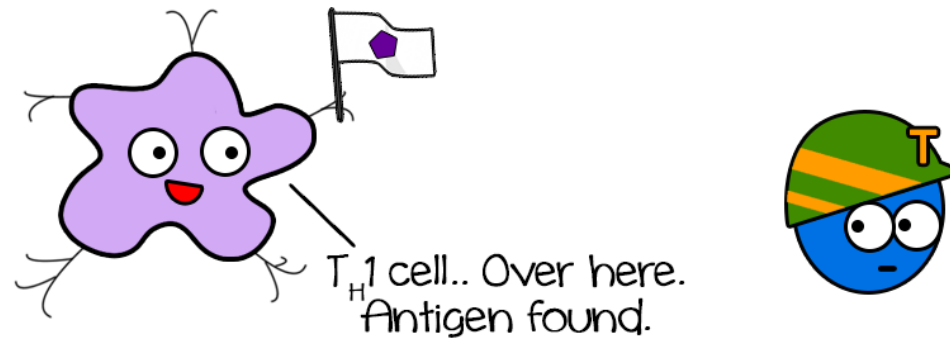
od pyloru žaludku → tenké střevo → tlusté střevo → konečník  
přímo pod epitelem – retikulární vazivo

appendix



tlusté střevo





Děkuji za pozornost.

Otázky a komentáře na: [jdumkova@med.muni.cz](mailto:jdumkova@med.muni.cz)