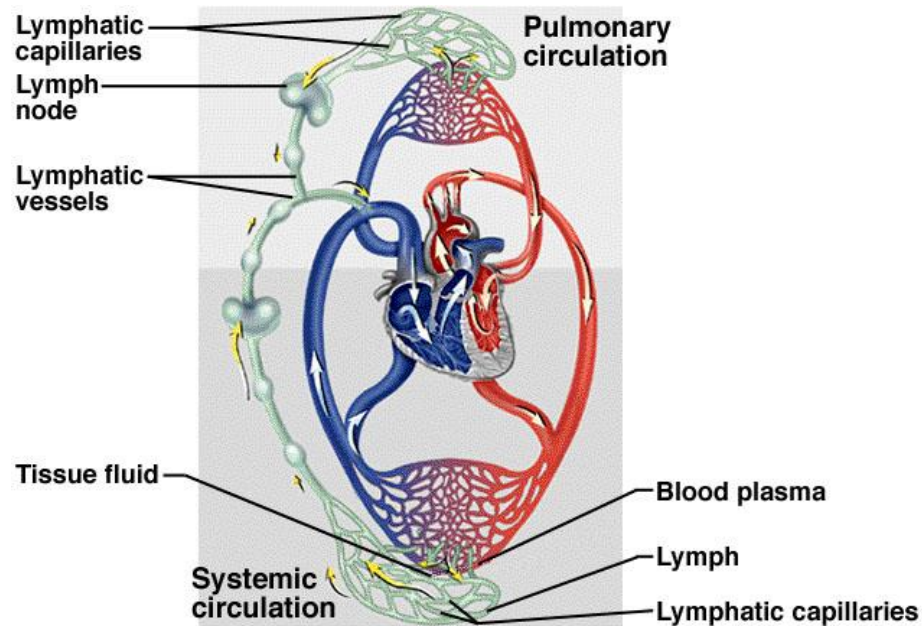


# Lymfatický (mízní) systém

---

**Mgr. Gabriela Ambrožová, Ph.D.**

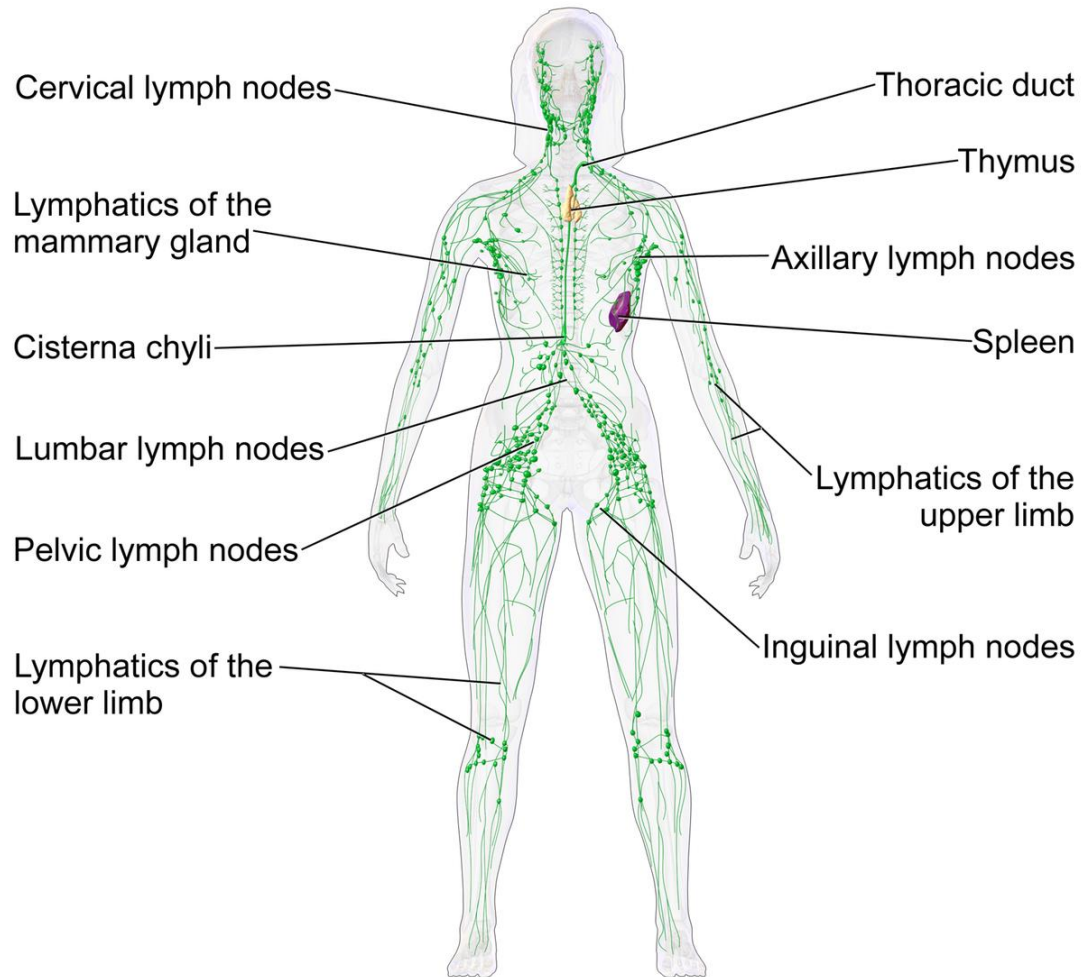
BFÚ AV ČR, FNUSA-ICRC, ÚEB MU  
ambrozova@ibp.cz



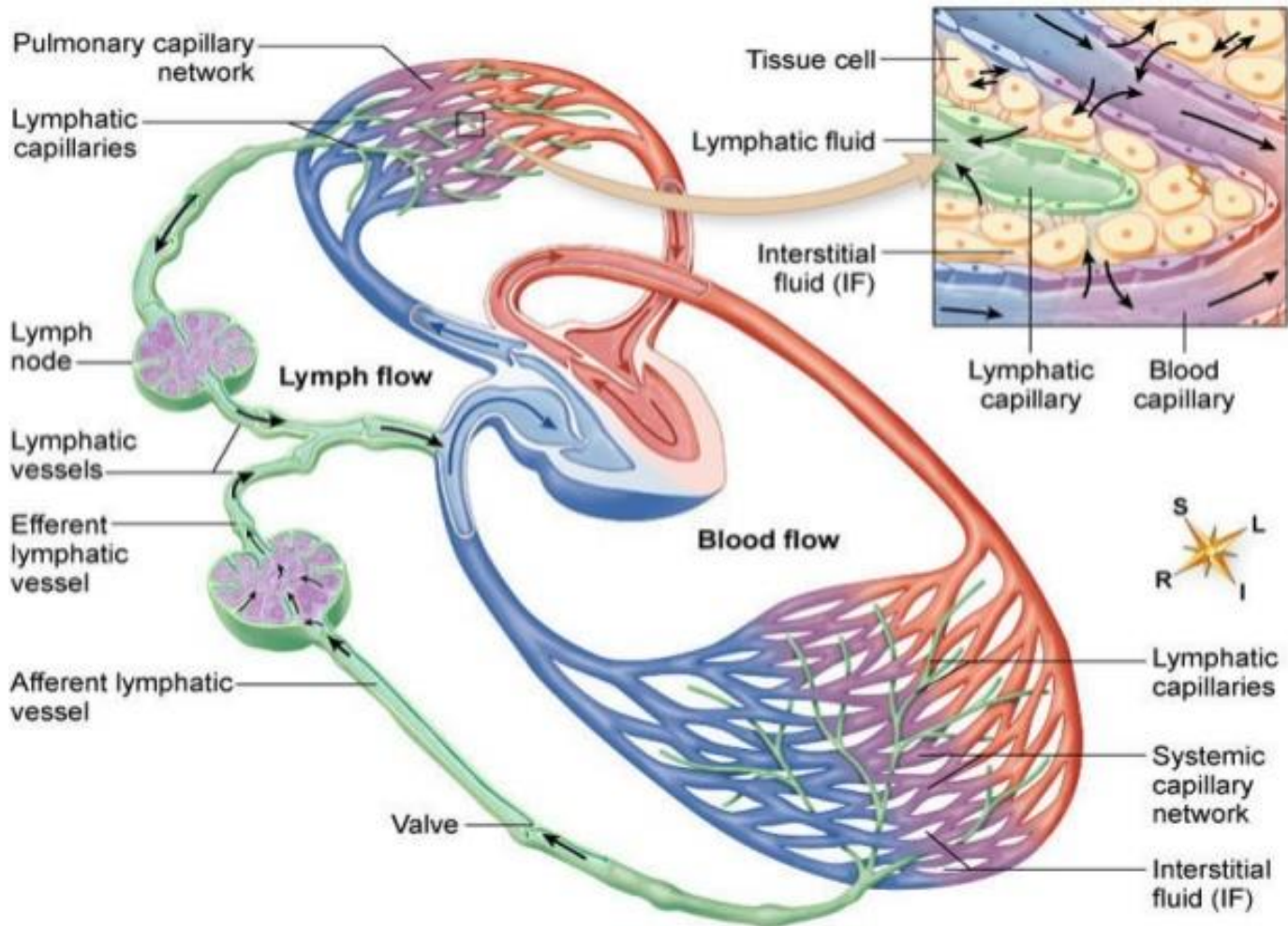
# Lymfatický systém

- **jednosměrná** soustava vedoucí lymfu (mízu) z tkáňového moku intersticia zpět do krevního řečiště
- **složení:**
  - lymfatické kapiláry – slepě zakončené v tkáňovém moku téměř všech orgánů, vstup tkáňového moku do lymf. systému díky tlaku intersticiální tekutiny
  - lymfatické cévy – ústí do žil v dolní části krku, pohyb lymfy díky chlopním, dýchacím + kosterním svalům
  - lymfatické uzliny – obohacení o buňky
  - lymfatické kmeny
  - lymfatické orgány – největší slezina

# Lymfatický systém



# Lymfatický systém



# Lymfa

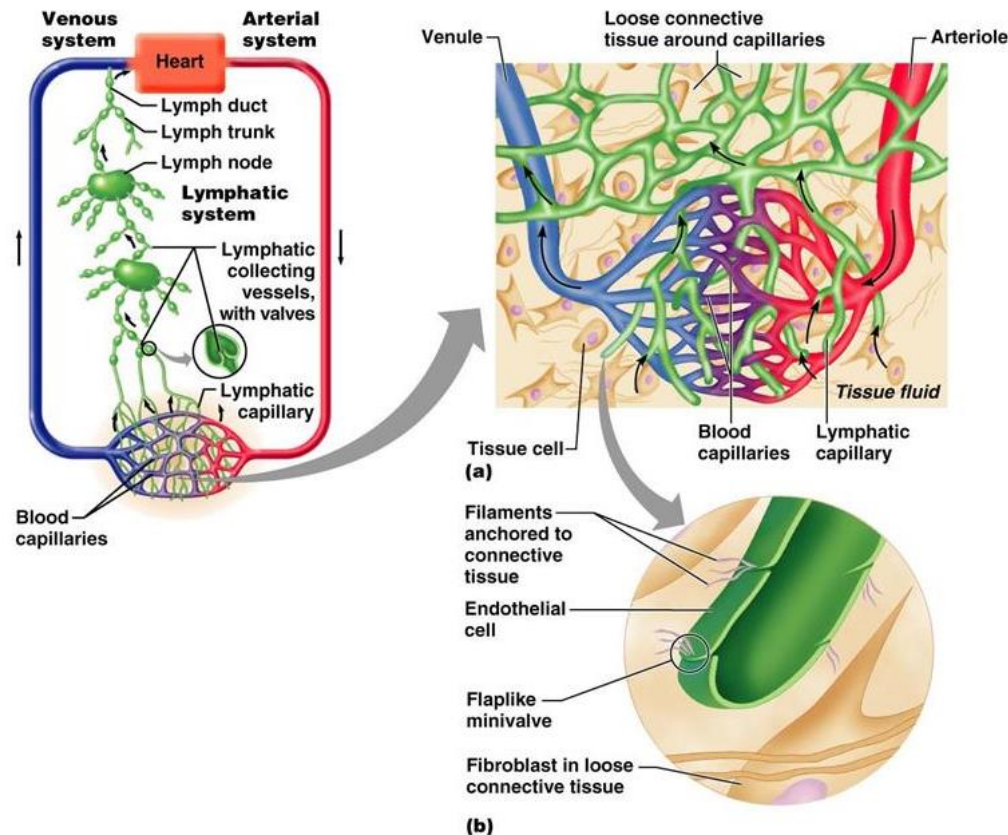
- čirá, mléčně zbarvená tekutina kolující v lymfatických cévách, sbírá se z celého těla a vrací se do krve
- obsahuje:
  - buňky (lymfocyty + Mo), ne v kapilárách!
  - bílkoviny (méně než plazma)
  - tuky (z lymf. cév střev – mléčné zakalení, na lačno - čirá)
  - NaCl (více než plazma)
- průchodem lymfatickými uzlinami se lymfa obohacuje buňkami a podobá se krevní plazmě, sráží se, sraženina je řidší a měkčí

# Obecné funkce lymfy

1. sbírá přebytek tkáňového moku tvořícího se ve tkáních, odvádí mízu do krve (alternativní cesta pro návrat tekutiny z intersticia do oběhu)
2. transport proteinů a velkých molekul z intersticia (těch, co do krevních kapilár neprojdou)
3. odvádí tuky (kapénky) z trávicí soustavy do krve (horní dutá žíla)
4. obranná – uzliny – bariéra proti šíření infekce
  - koncentrace lymfocytů (vytváří protilátky) + fagocytujících Mo/Mf (zadržují částice – prach, mikroorganismy, buňky, části buněk)

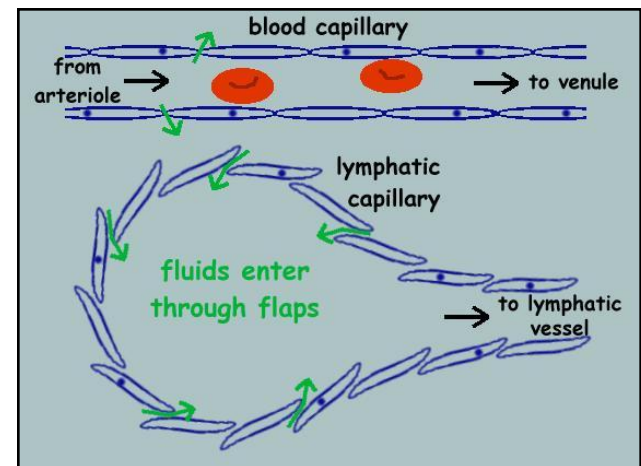
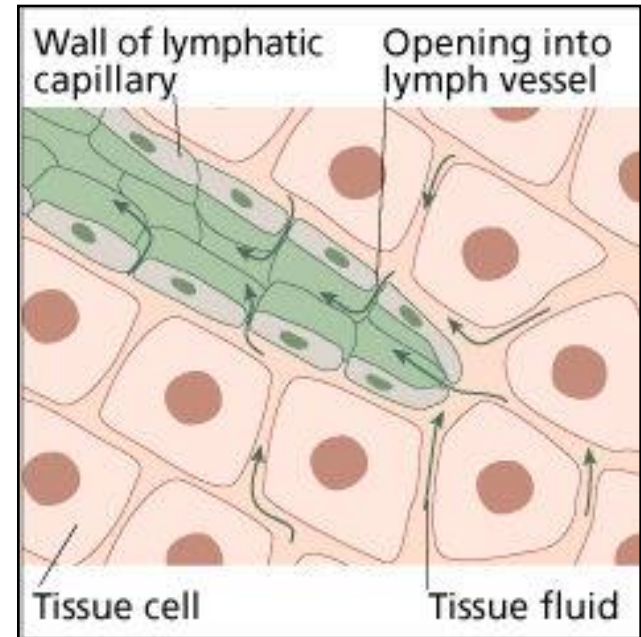
# Lymfatický systém

- lymfokinetika: krevní kapiláry – intersticiium – lymfatické kapiláry/cévy/kmeny – velké cévy



# Lymfatické kapiláry

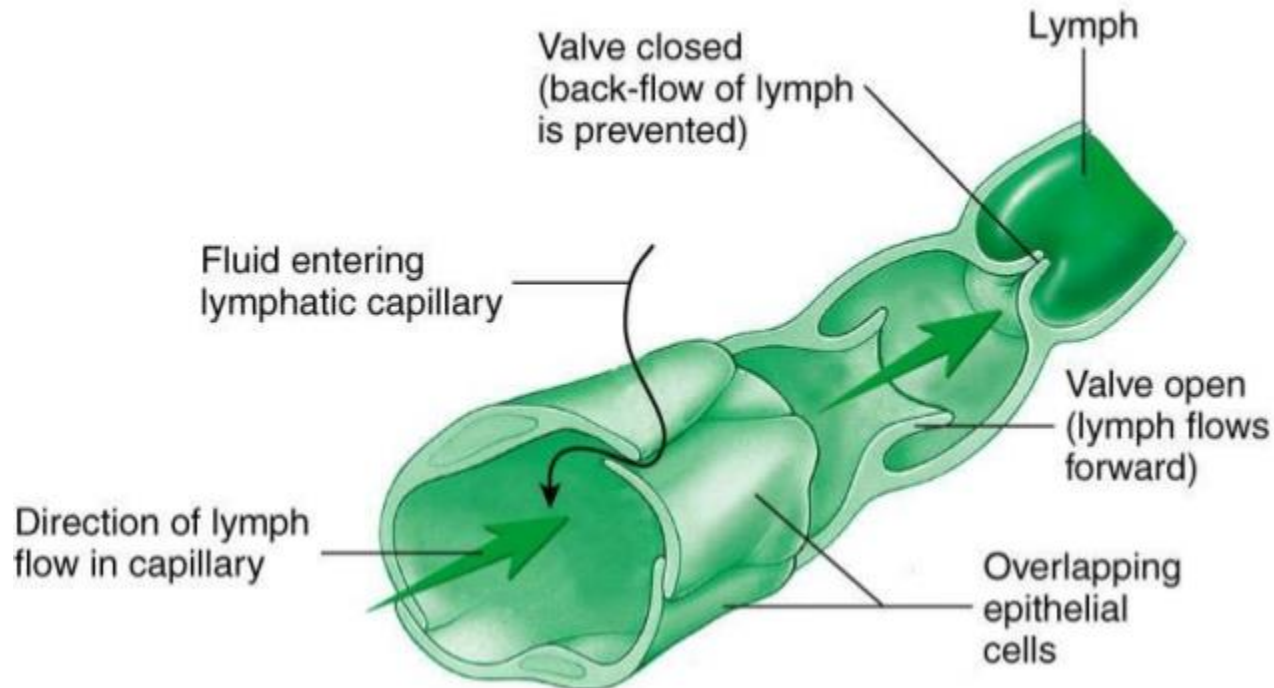
- začátek lymfatického systému - slepé výběžky mízních vlásečnic (stěny – jedna vrstva endotelových buněk) sbírající tkáňový mok, ten se přestupem do kapilár stává lymfou
- povrch je tvořen endoteliálními buňkami s kotvícími filamenti do okolní tkáně se strukturou jednocestného ventilu - chlopně tvoří překrývající se okraje endoteliálních buněk





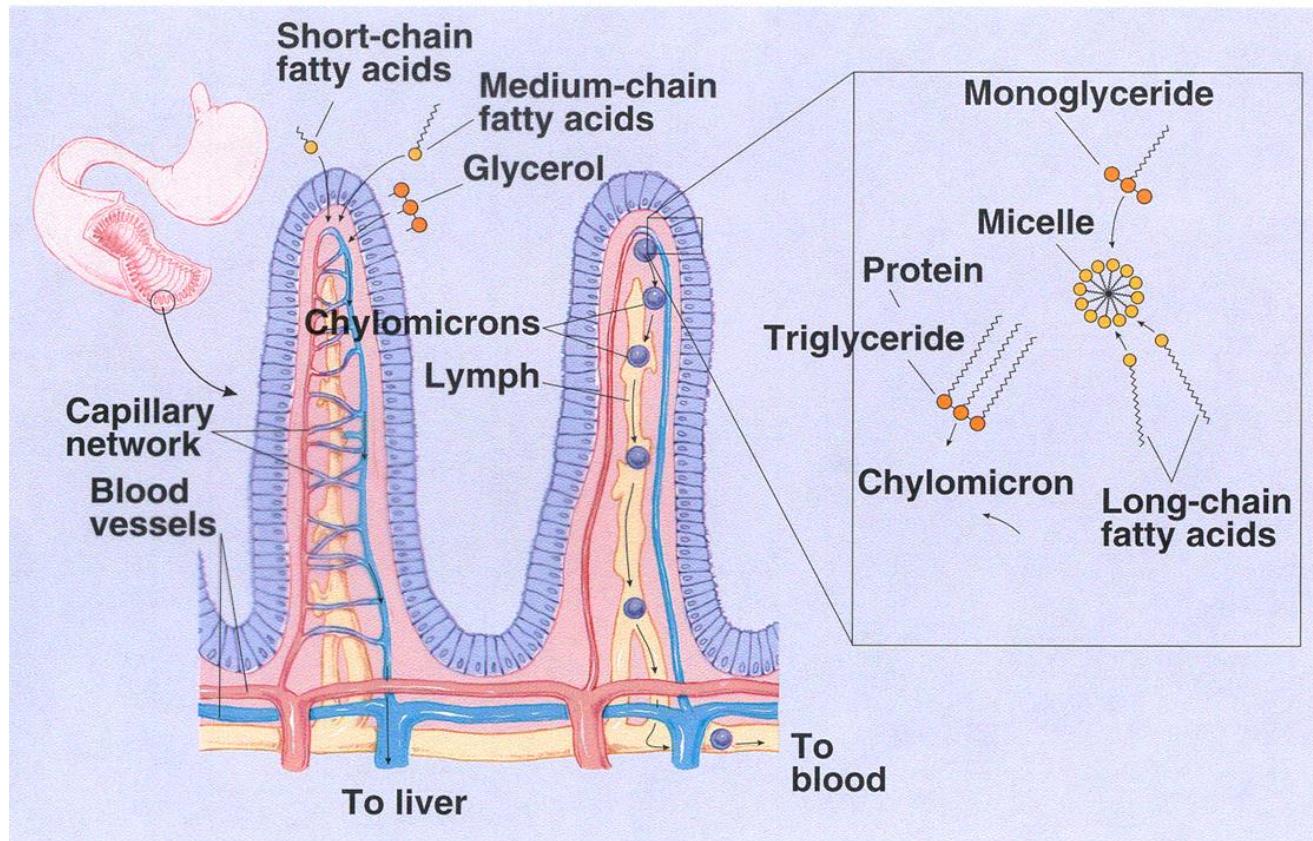
# Lymfatické kapiláry

- zabránění zpětného toku lymfy pomocí sept



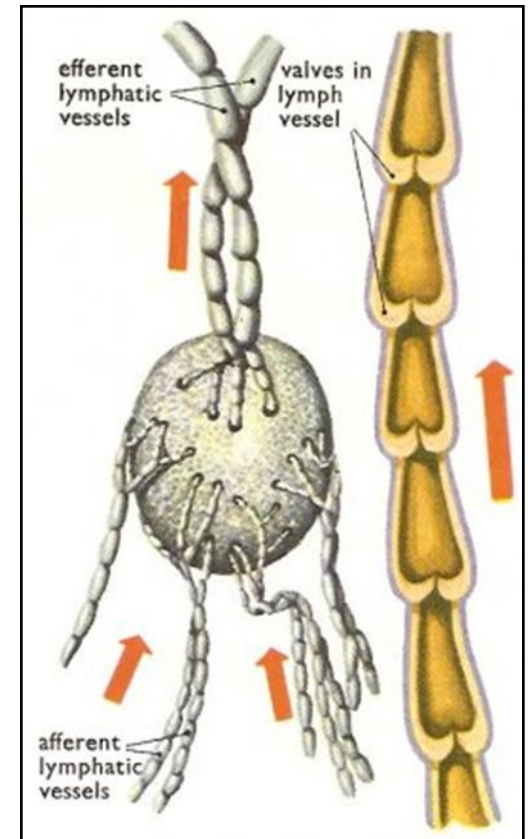
# Lymfatické kapiláry

- na rozdíl od krevních kapilár dokážou absorbovat i velké molekuly



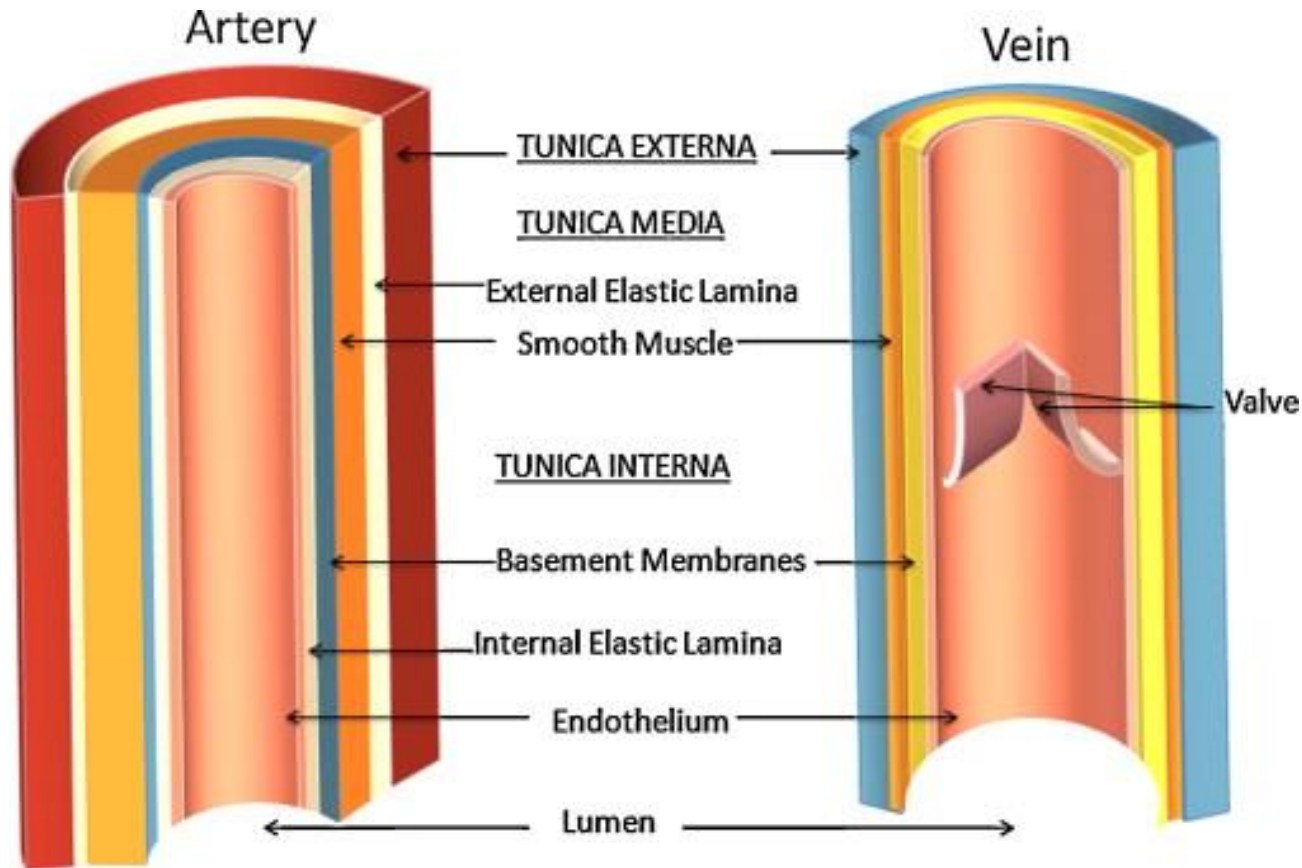
# Lymfatické cévy

- mízní vlásečnice se spojují v mízní = lymfatické cévy
- lymfatické cévy obsahují chlopně a ve stěnách buňky hladkého svalstva
- v průběhu mízních cév – mízní uzliny
- cévy se spojují v **mízní kmeny**
  1. **ductus thoracicus**  
(hrudní mízovod)
  2. **truncus lymfaticus dexter**  
(pravostranný mízní kmen)



# Stavba lymfatických cév

- lymfatické cévy připomínají stavbou tenké žíly



# Mízní kmeny

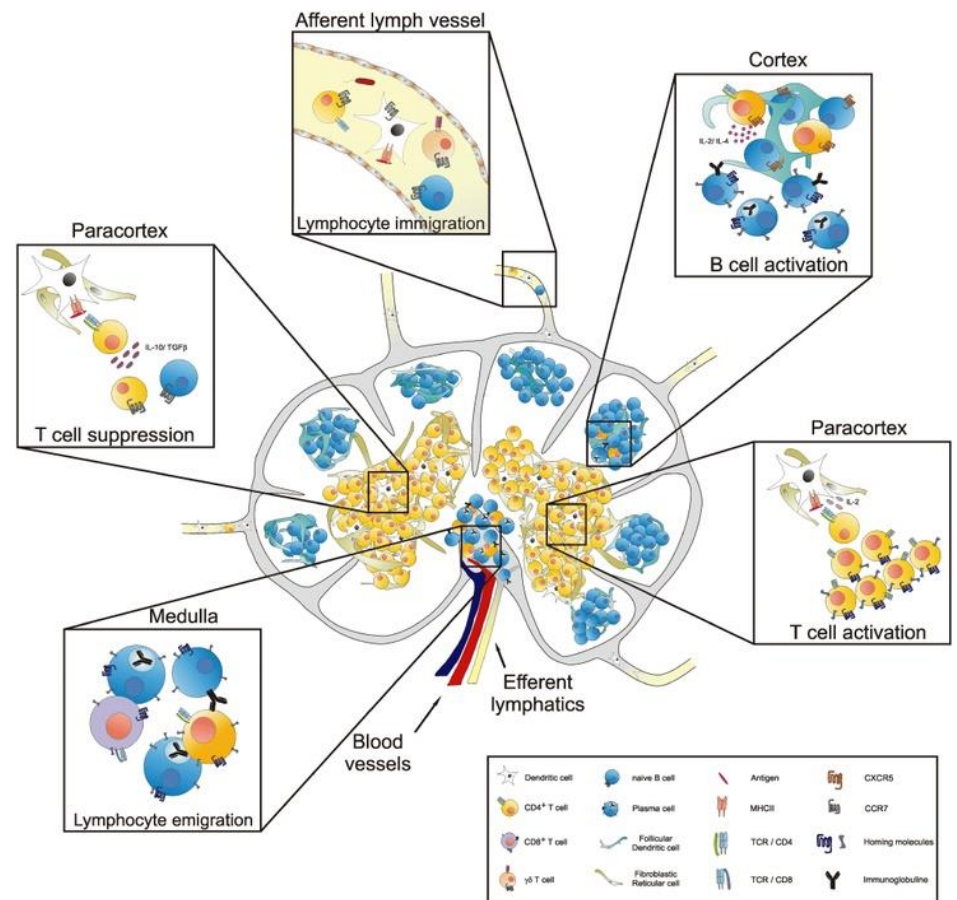
- 1. ductus thoracicus** (hrudní mízovod)
    - největší mízní kmen (lumen 4-6 mm), odvádí mízu z dolní a levé poloviny těla (bederní a střevní mízovod, levá plíce, levá horní končetina, levostranný kmen hrdelní – levá strana krku)
  - 2. truncus lymfaticus dexter** (pravostranný mízní kmen)
    - druhý mízní kmen
    - pravá polovina hlavy, krku, pravá horní končetina, pravá plíce
- mízovody ústí do levé, respektive pravé podklíčkové žíly (vena subclavia sinister et dexter) a odtud do horní duté žíly (vena cava superior)

# Pohon lymfy

- faktory zvyšující intersticiální tlak a tok lymfy:
  1. zvýšený kapilární tlak
  2. lymfatická pumpa - funkční segmenty oddělené chlopněmi
    - napnutí stěny cévy lymfou způsobí reflexní kontrakci hladkých svalů a posun tekutiny do dalšího segmentu
    - ve velkých cévách (DT) tato pumpa generuje tlak 50-100 mmHg
  3. externí komprese
    - kontrakce okolních kosterních svalů
    - pohyby celého těla (fyz. aktivita – až 30x zvýší průtok lymfy)
    - pulsace doprovodných arterií
    - podtlak v hrudní dutině (nahoru)
    - gravitace (dolů)

# Typy buněk v lymfatickém systému

- **T-lymfocyty** – cytotoxicita, aktivace B-lymfocytů a Mf
- **B-lymfocyty** – produkce protilátek
- **monocyty/makrofágy**  
– fagocytóza, aktivace T-lymfocytů
- **dendritické buňky**  
– zachycení Ag, transport do lymf. uzlin a aktivace T-lymfocytů
- (retikulární buňky – podpora ostatních buněčných typů)



# Lymfatické orgány

- obsahují lymfocyty a nelymfoidní buňky (Mf a DC)
- generování a zrání lymfocytů, iniciace imunitní odpovědi a její průběh
- **primární** (vznik a vývoj Leu) kostní dřeň, thymus
- **sekundární** (hlavní fáze Ag-specifické odpovědi) slezina, lymfatické uzliny, MALT

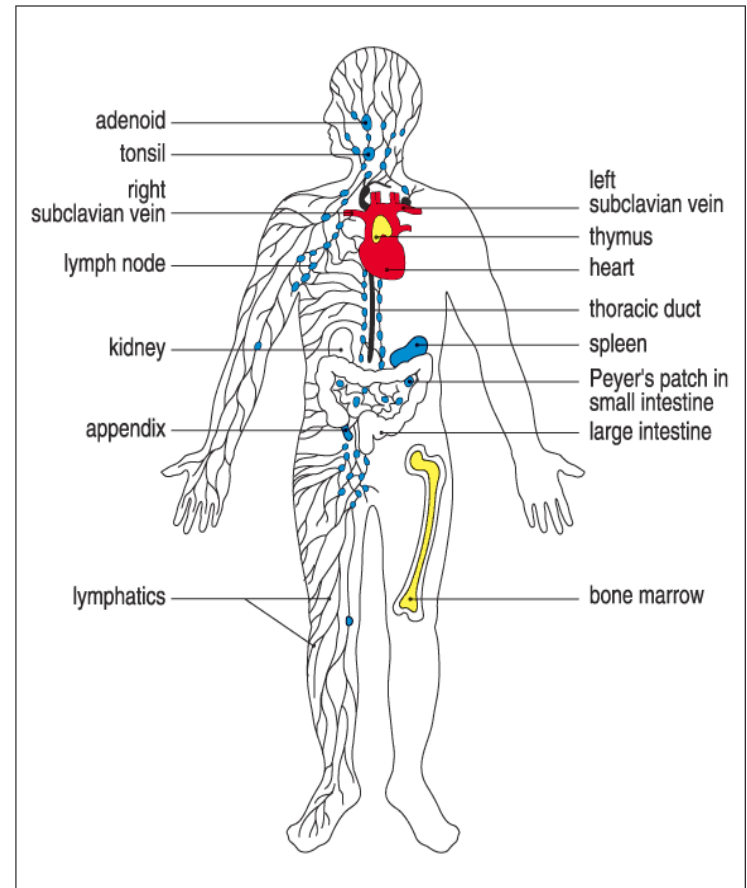
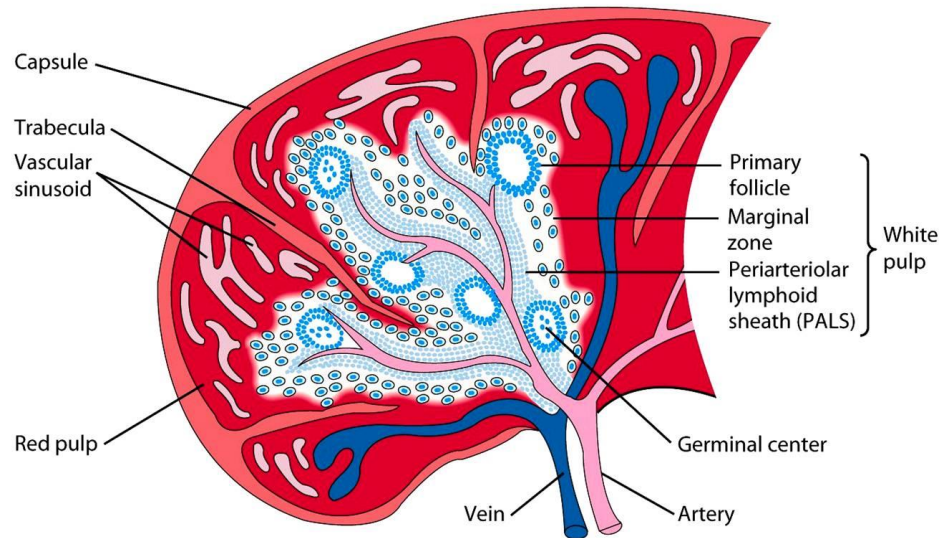


Fig 1.7 © 2001 Garland Science



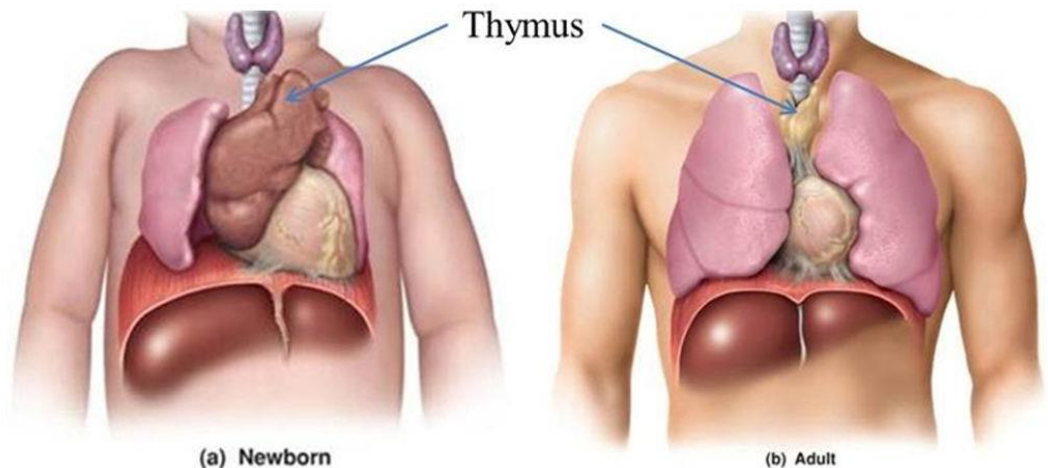
# Slezina

- funkce – zánik erytrocytů, tvorba lymfocytů
- 13x4cm, lokalizace: levá část dutiny břišní
- na povrchu vazivové pouzdro, uvnitř trámčina
  - červená dřeň – destrukce červených krvinek (1% zásoby krve) – odbourávány Mo/Mf z bílé dřeně
  - bílá dřeň – lymfocyty, Mo/Mf (syntéza Ab a odstraňování imunokomplexů )
- slezinová tepna – ve dřeni se větví, vytváří sinusy – endotelové buňky se schopností fagocytózy



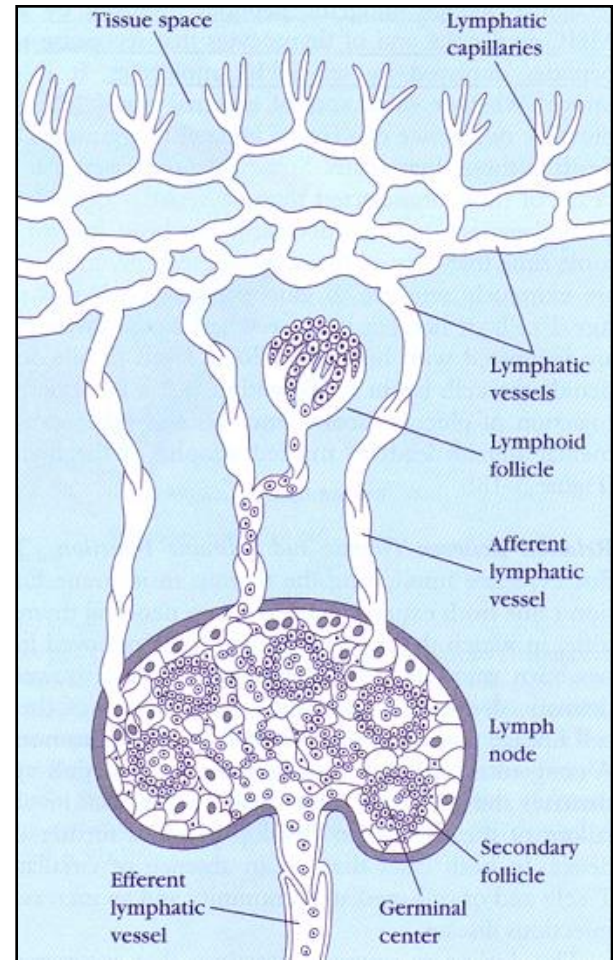
# Brzlík (thymus)

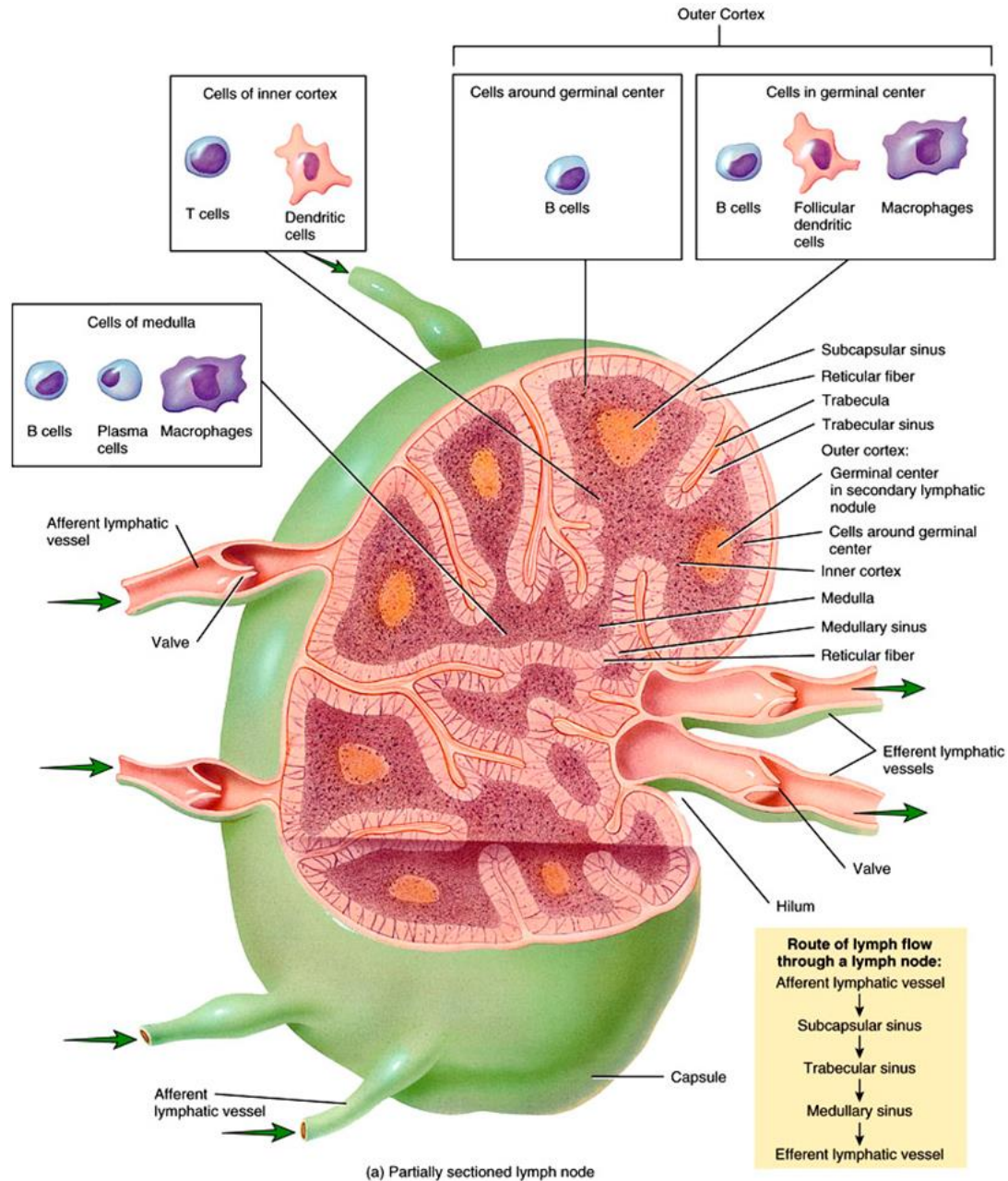
- funkce – vznik a vývoj leukocytů v rané fázi vývoje
- velikost s věkem zmenšuje,
  - u novorozence ovlivňuje vývoj lymfatické tkáně v dalších orgánech a uzlinách, od puberty dochází k pomalému zániku a nahrazování tukovou tkání,
- diferenciaci lymfocytů v imunokompetentní T-lymfocyty, kontrola lymfopoézy (v thymu i mimo)
- lokalizace: hrudní koš
- víc lymfocytů v kůře  
→ tmavší než dřev



# Mízní uzliny

- filtrují mizu a zadržují cizorodé částice - imunitní odpověď
- průměr 10-25 mm
- na povrchu je vazivová blána a uvnitř trámčina, prostory v trámčině jsou vyplněny lymfocyty
- vyskytují se jednotlivě i ve skupinách, nejvíce za boltcem, podél krkavic, v dolní čelisti, okolo trávicí soustavy v podpaždí, v tříselech





(a) Partially sectioned lymph node

# Mukózní/slizniční imunitní systém

= **MALT** – mucosa-associated lymphoid tissue

- celkem cca 400m<sup>2</sup>
- ochrana před infekčními a imunogenními Ag ze sliznice do cirkulace x autotolerance, slizniční homeostáza

1. **GALT** - gut-associated lymphoid tissue

- Peyeroovy plaky, apendix
- cca 25% střevní sliznice

2. **BALT** - bronchial/tracheal-associated lymphoid tissue

- krční a nosní mandle (tonsily a adenoidy) tvoří Waldeyerův kruh

3. **NALT** - nose-associated lymphoid tissue

4. **VALT** - vulvovaginal-associated lymphoid tissue

# Peyerovy plaky

- transport Ag střevním epitelem je zajišťován M-buňkami (microfold) – specializované enterocyty
- v subepiteliálních vrstvách jsou Ag zpracovány APC nebo lymfocyty – imunitní odpověď x orální tolerance
- mnoho chronických chorob včetně alergií může mít příčinu v poruše regulace slizniční imunity a tolerance

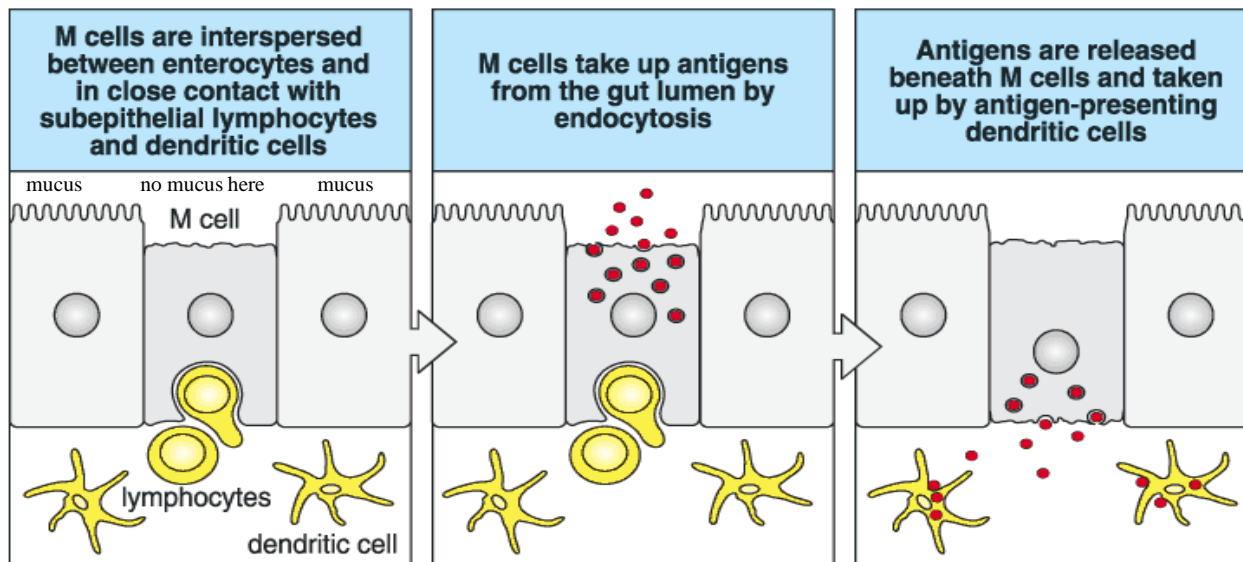
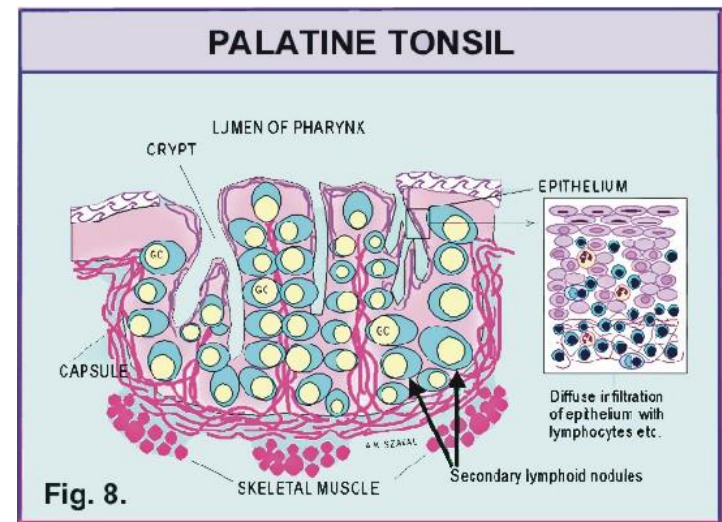


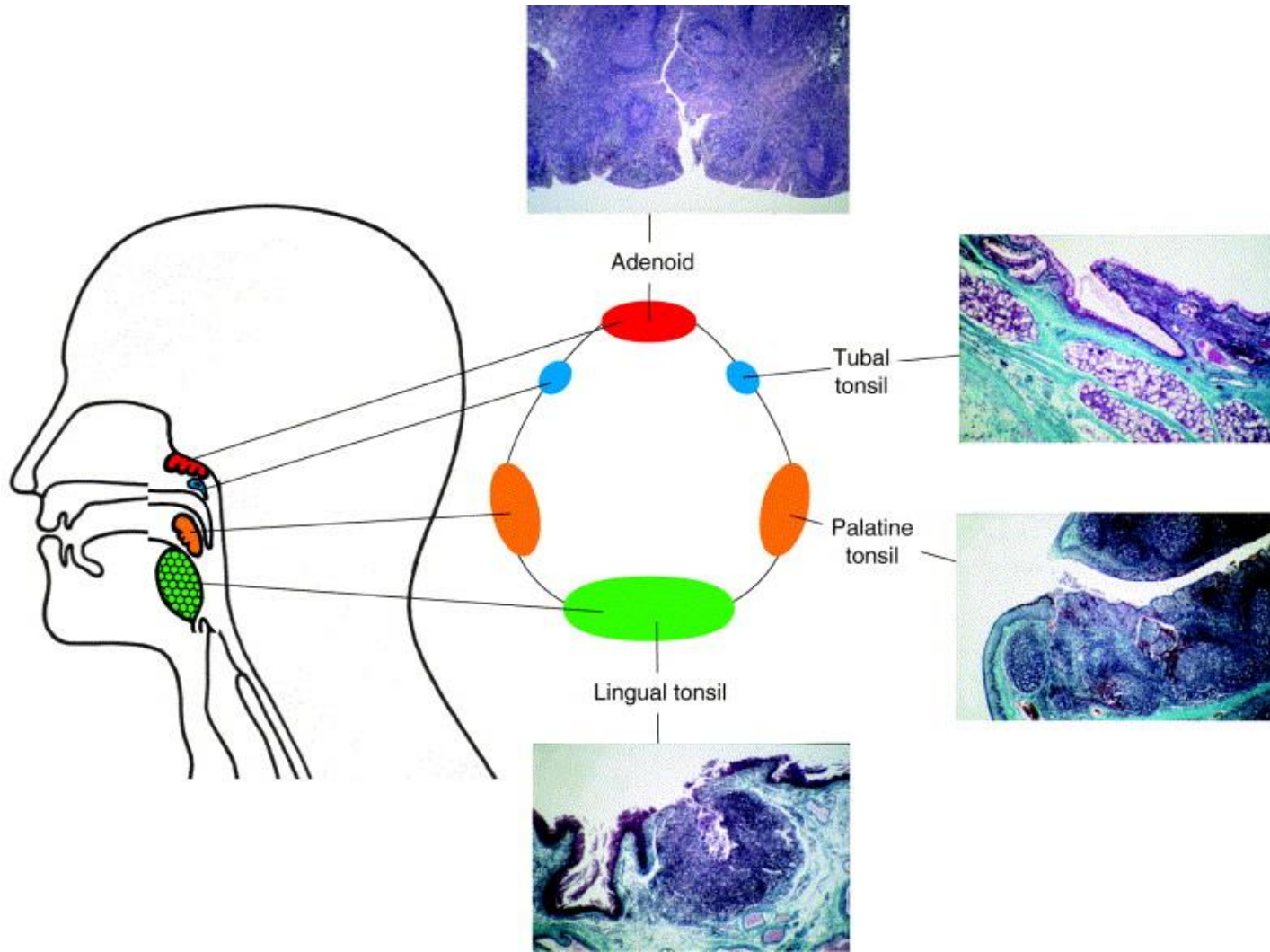
Fig 10.17 © 2001 Garland Science

# Mandle

- při vstupu do hltanu je nahromaděno větší množství lymfatické tkáně v podobě tonsil (mandlí)
- Waldeyerův lymfatický kruh
  - tonsilla pharyngea (adenoidní, nosohltanová, nosní)
    - nepárová
  - tonsilla palatina (patrová)
    - párová
  - tonsilla tubalia (tubální)
    - párová
  - tonsilla lingualis (jazyková)
    - nepárová



# Waldeyerův lymfatický okruh





# Osud antigenu v lymfatickém systému

1. interakce Ag s lymfatickým systémem (např. Payerovy plaky)
2. aktivace DC (např. LPS skrze TLR-4 a CD14) –
  - nezralá DC původ v kostní dřeni
3. maturace DC a její migrace do sekundárních lymfatických orgánů
4. aktivace T- a B-lymfocytů
  - naivní T-lymf se do lymf. orgánů dostávají skrze HEV (high endothel venules) – maturace
5. migrace zralých  $T_C$  a  $T_H$  cirkulací do místa infekce a plnění efektorové funkce

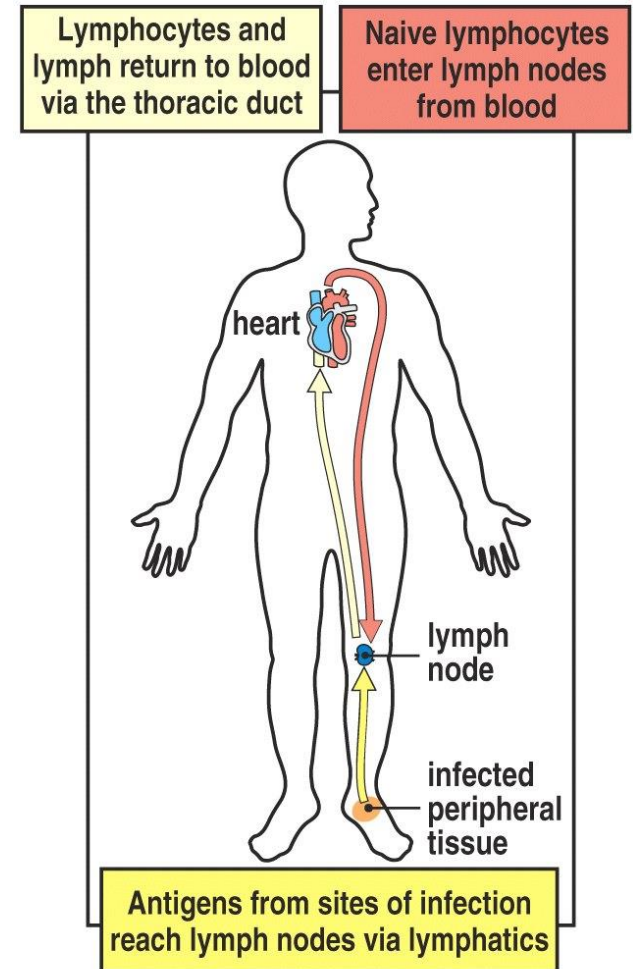


Figure 1-11 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

# Poruchy lymfatického systému

- množství tkáňového moku a lymfy > množství krve (cca 10,5 litru mízy, denně se jí vytvoří asi 2 - 3 litry, do žilní krve mízovody odtéká až 100 ml mízy/hod)
- špatný lymfatický koloběh souvisí s únavou, různými otoky (edémy), zatížením jater (1-2 litrů lymfy/den – při špatné filtraci lymfy – zatížení škodlivinami)
- „kosmetické“ problémy: akné, celulitida, zvětšené póry
- 24 hodin bez lymfatického systému = smrt

