

Tematická oblasť

## “Nové technológie vo výučbe “

Názov projektu

“ Inovácia praktickej výučby multimediamiálnou projekciou zo všeobecnej a špeciálnej histológie”

- KEGA – reg. Číslo 3/5185-07 (doba riešenia 2007- 2009 )

Vedúci projektu **prof. MVDr. Mikuláš Pomfy, Csc.**  
**pomfym @post.sk**

**20. November 2007**  
**BRNO**





**Dýchacia sústava**

***Systema respiratorium***

**Vývoj dýchacích orgánov** sa uskutočňuje na ventrálnej stene faryngálneho červa z jeho **entodermového vyklenutia tzv. laryngotracheálneho žliabku**.

Laryngotracheálny žliabok sa postupne predlžuje do **laryngotracheálnej rúrky**, ktorá rastie kaudálnym smerom pozdĺž steny faryngálneho červa.

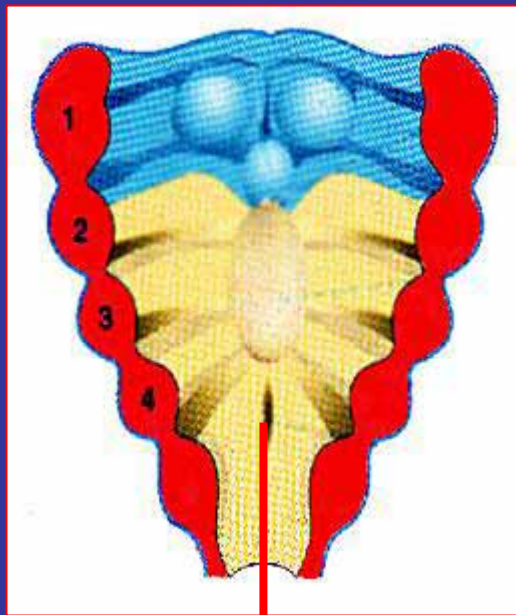
**Dolný koniec laryngotracheálnej rúrky** sa vakovite rozšíri, vzniká **základ pľúc** (pulmo)

Z laryngotracheálnej rúrky sa vyvinie **hrtan** (larynx) a **priedušnica** (trachea)

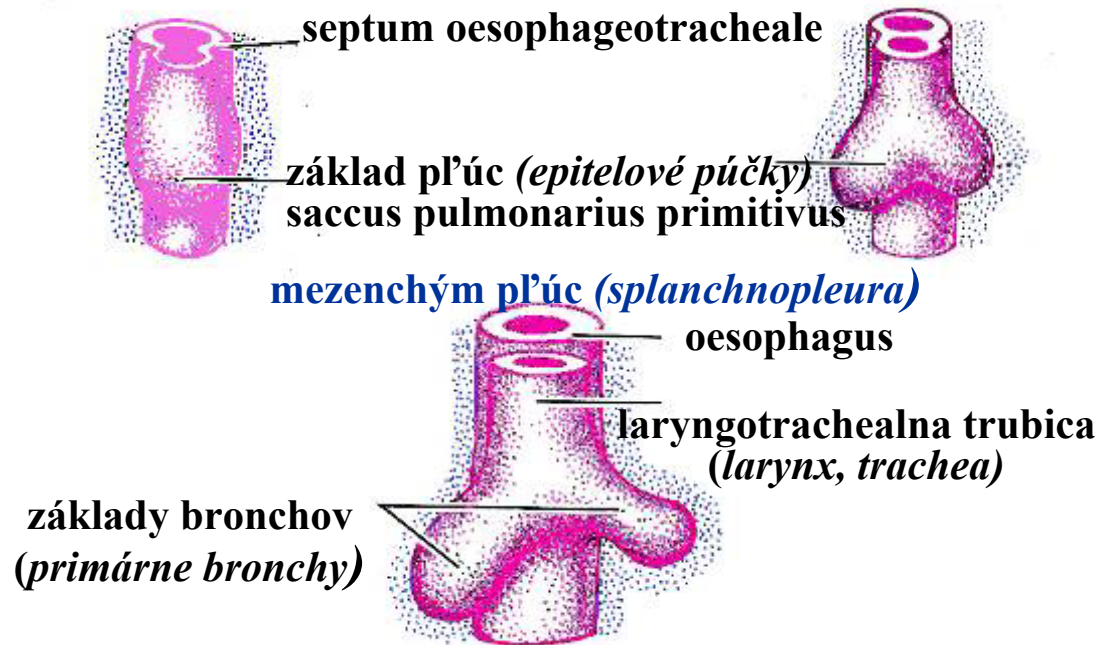
Z **entodermového laryngotracheálneho základu** sa vytvorí **epitelová výstelka** steny hrtanu, priedušnice, bronchov, bronchiolov a alveol.

Z entodermového laryngotracheálneho základu vznikajú **aj žliazky dýchacích ciest**.

Z **okolitého mezenchýmu** (splanchnopleura) sa vyvíjajú – **väzivo, hladké svaly, chrupky a cievy dýchacích orgánov**



laryngotracheálny žliabok



## Z funkčného hľadiska dýchací systém rozdelíme:

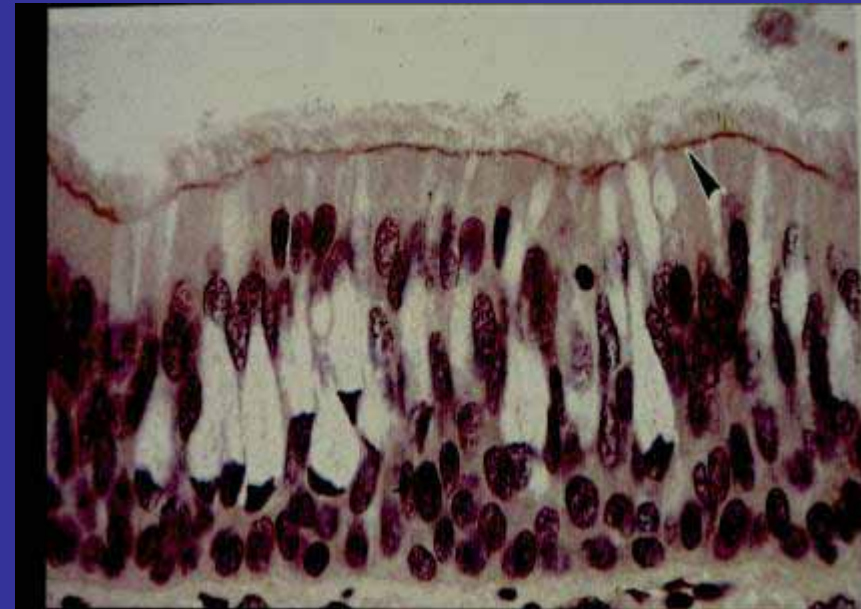
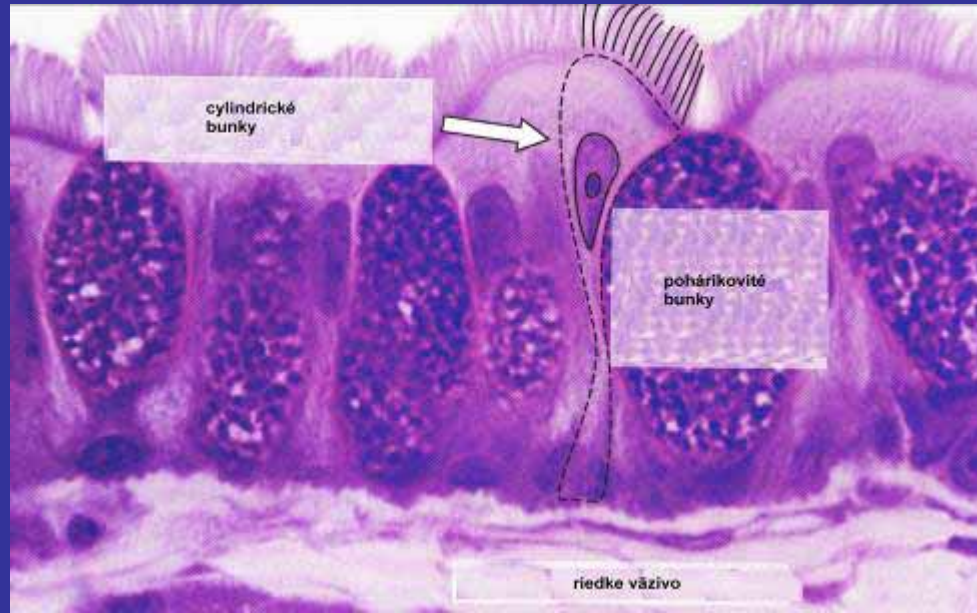
- dýchacie cesty - **horné** - nosová dutina - cavitas nasalis
    - vedľajšie nosové dutiny - sinus paranasales
    - nosohltan – nasopharynx
  - **dolné** - hrtan - larynx
    - priedušnica – trachea
    - bronchy-bronchi
    - bronchioly-bronchioli
    - terminálne bronchioly-bronchioli terminales
  - **respiračný oddiel – pulmonálna jednotka**
    - respiračné bronchioly – bronchioli respiratorii
    - alveolárne chodbičky – ductuli alveolares
    - alveolárne vaky – sacculi alveolares
    - alveoly – alveoli
- vedenie vzduchu obidvoma smermi**
- výmena plynov ( $O_2$  -  $CO_2$ ) medzi stenou pľúcnych alveol, endotelom kapilár a erytrocytom, (bariéra vzduch- krv)**

**Dýchacie cesty** :- musia byť dostatočne **pevné, ohybné** (chrupka hyalínová, elastická)

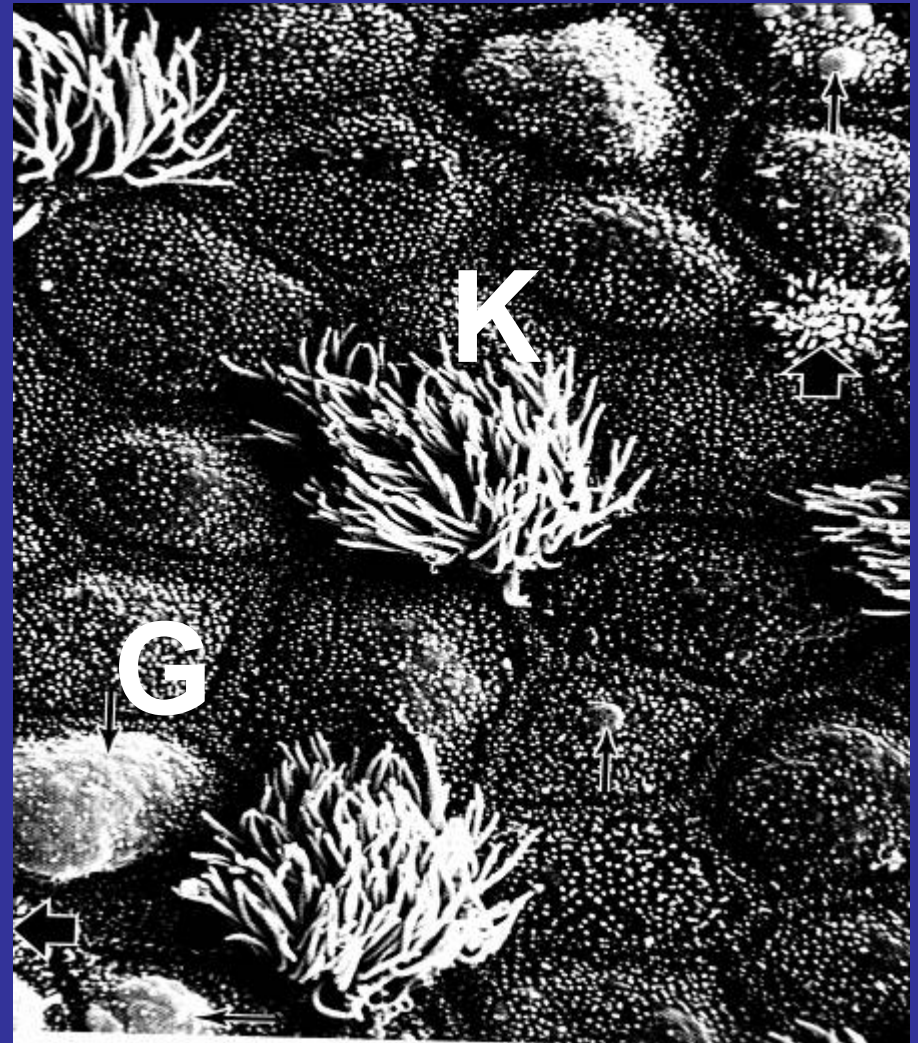
- **pružné** (elastické vlákna, zväzky hladkosvalových buniek)
- **regulujú** množstvo vdychovaného a vydychovaného vzduchu

## Epitel dýchacích ciest:

- prevažne **viacradový cylindrický s riasinkami (kinocílie)**
- **cylindrické bunky (kinocílie, mikroklky, transport sekrétu)**
- **cylindrické bunky bez kinocílií a mikroklkov**
- **pohárikovité bunky** – sekréčne, mucinózne, produkujú sekrét riedky aj viskózne
- **pohárikovité bunky** po začiatok terminálnych bronchiolov, **potom Clara bunky**
- **bazálne bunky** – nediferencované (diferencujú sa na cylindrické, pohárikovité)
- **neuroendokrinné bunky** - jednotlivo i v skupinách
  - v malých bronchoch a bronchioloch
  - produkujú biogénne amíny
  - môžu sa zúčastniť mucinózných s serózných sekréčných procesov
  - vznik karcinoidov a niektoré typy bronchiálnych karcinómov



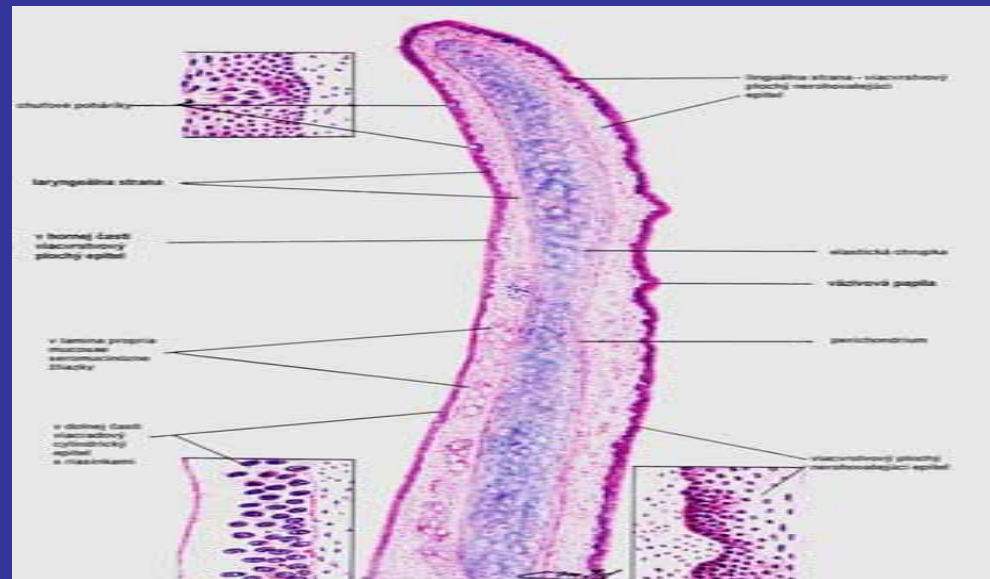




**Rastrovací EM.** Obraz G – pohárikovité bunky, K – cylindrické bunky s kinocíliami

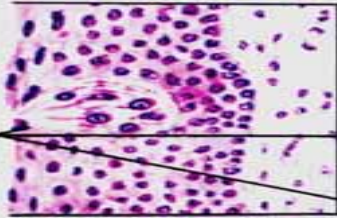
# Epiglottis – hrtanová príklopka

- základ tvorí elastická chrupka – cartilago epiglottis, pokrytá z oboch strán epitelom ( chuťové poháriky- gemmae gustatoriae epiglotticae)
- **epitel na línquálnej a hornej laryngeálnej strane** – viacvrstvový plochý nerohovatejúci
- **epitel v dolnej polovici laryngeálnej strany** – viacradový cylindrický s riasinkami
- **lamina propria mucosae** :
  - na línquálnej strane tvorí väzivové papily na laryngeálnej strane sú zriedkavé , málo výrazné
  - riedke kolagénové väzivo
  - väčšie množstvo elastického väziva
  - seromucinózne žliazky – gll. epiglotticae (hlavne v dolnej časti príklopky), vývody ústia na laryngeálnej strane, na línquálnej strane vývody prerážajú chrupku





chut'ové poháriky

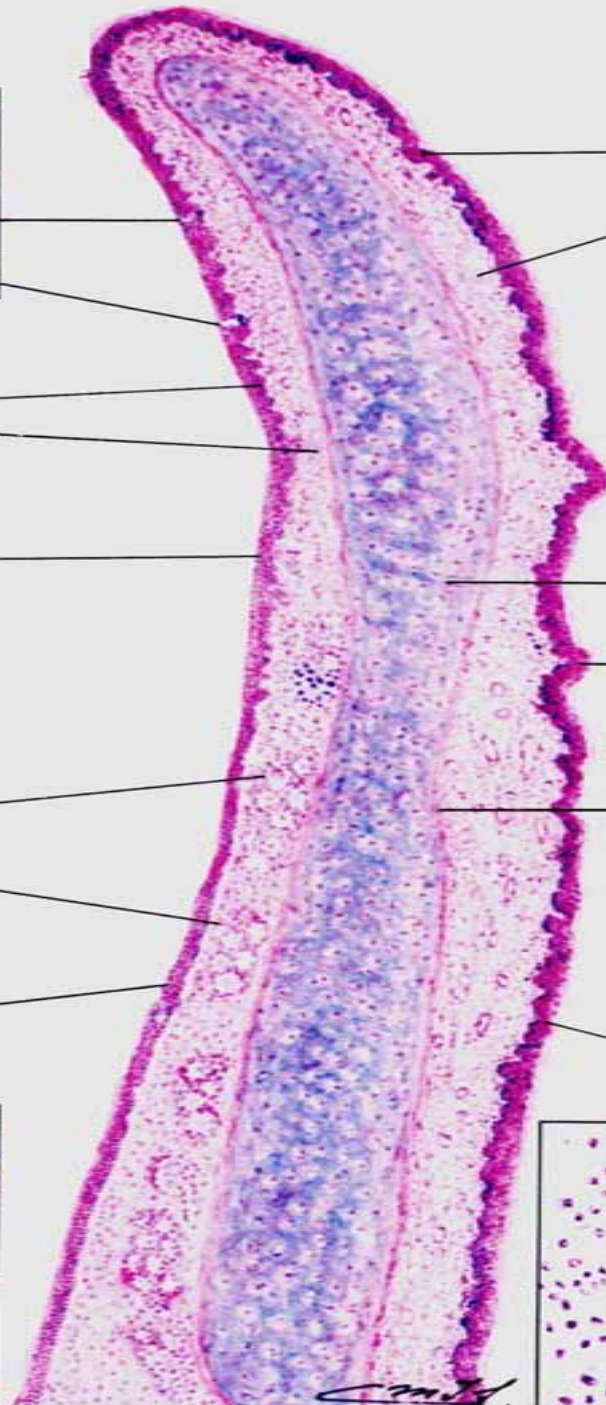
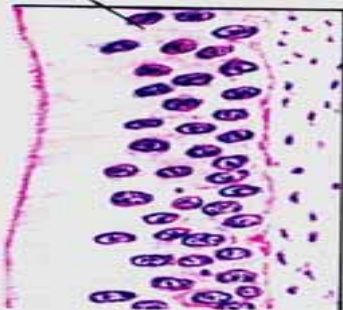


laryngeálna strana

v hornej časti  
viacvrstvový  
plochý epitel

v lamina propria  
mucosae  
seromucinózne  
žliazky

v dolnej časti  
viacradový  
cylindrický  
epitel  
s riasinkami



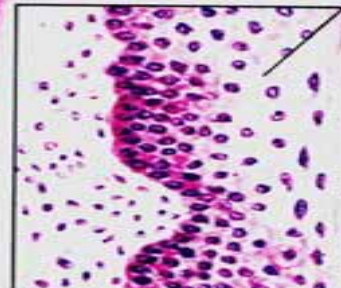
linguálna strana - viacvrstvový  
plochý nerohovatejúci  
epitel

elastická chrupka

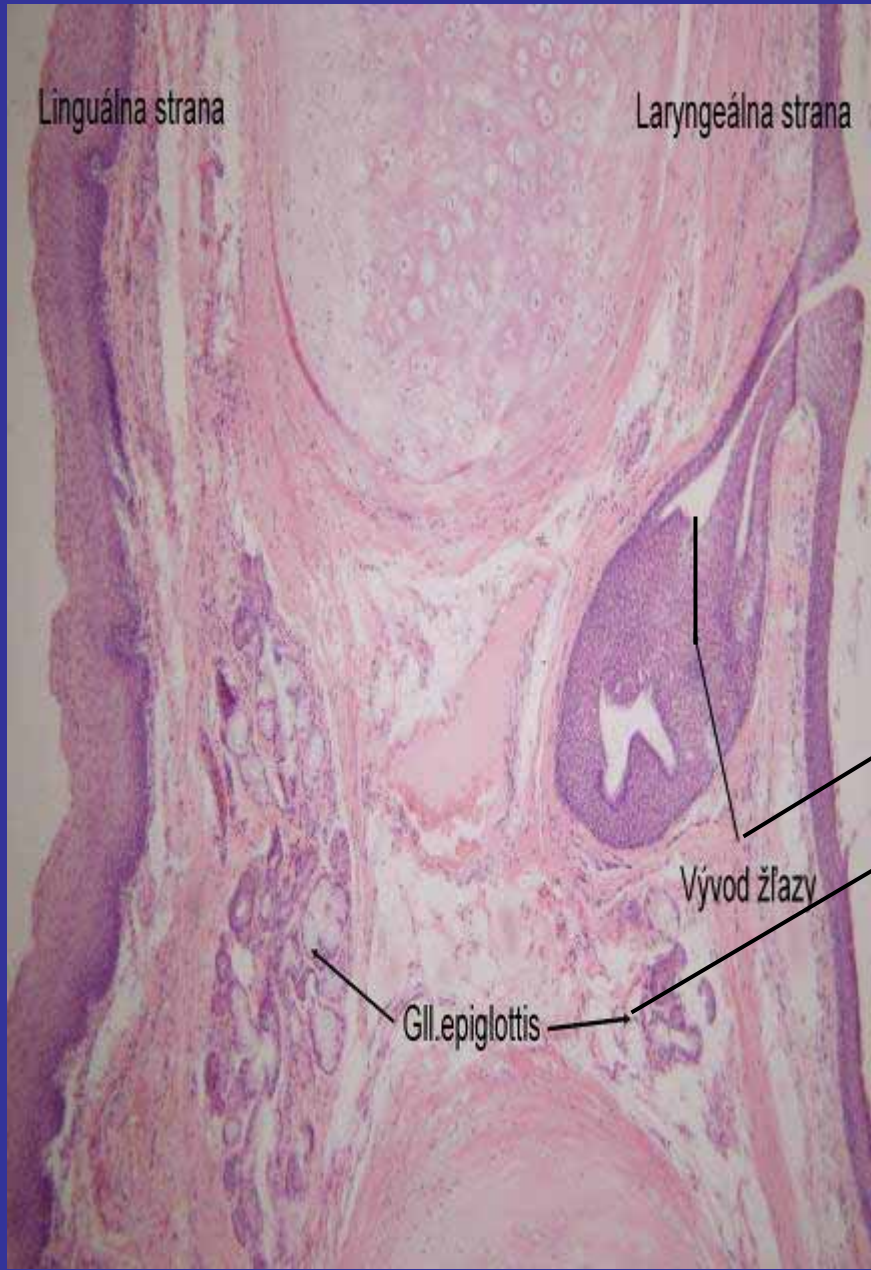
väzivová papila

perichondrium

viacvrstvový plochý  
nerohovatejúci epitel



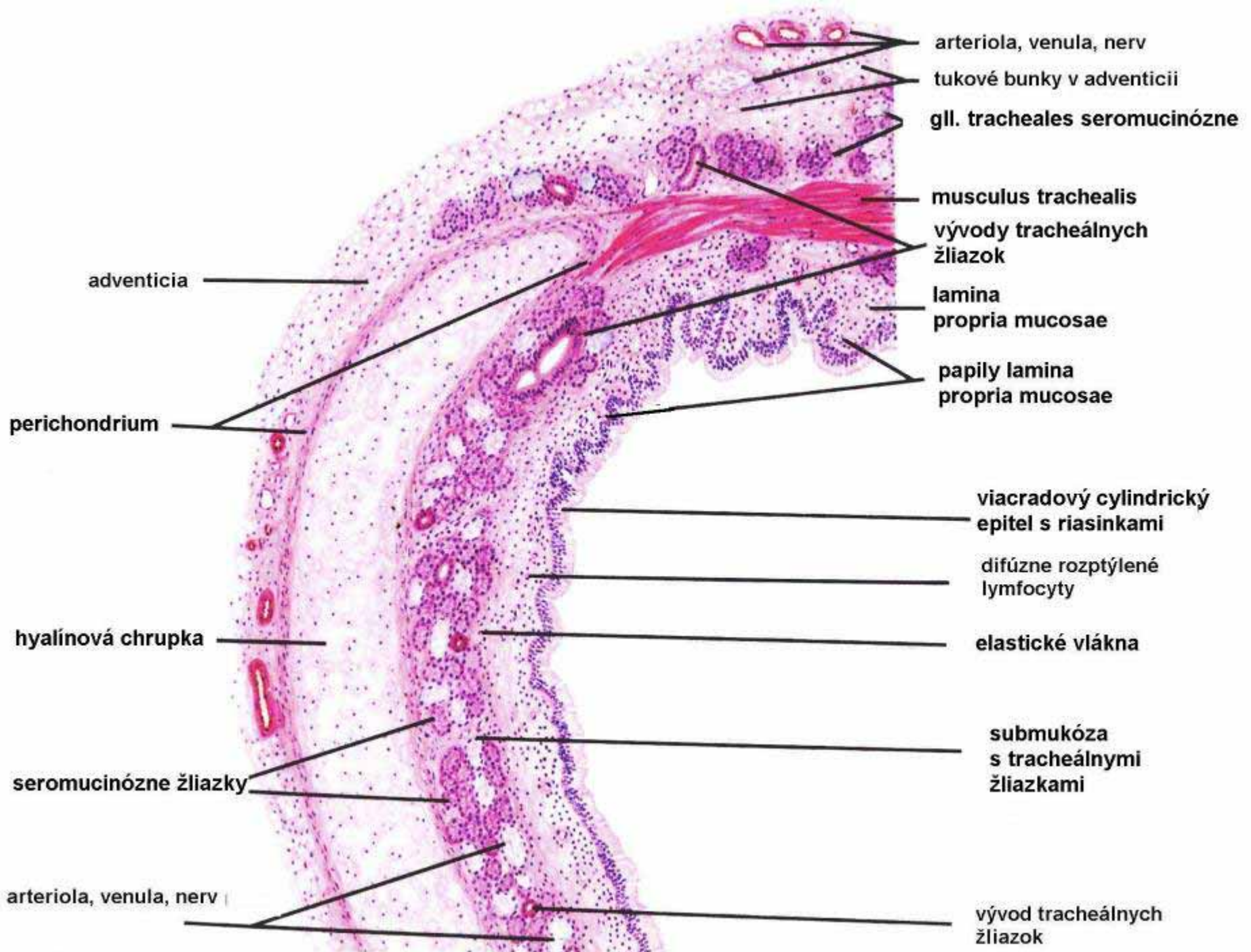




## Trachea – priedušnica

- **epitel** – viacradový cylindrický s riasinkami
- vysoké cylindrické bunky s riasinkami
- cylindrické bunky bez riasiniek
- bazálne bunky
- pohárikovité, hlienotvorné bunky
- **bazálna membrána** (výrazná)
- **lamina propria mucosae** – tenká, tvorená riedkym kolagénovým väzivom, lymfatické folikuly, imunokompetentné lymfocyty, plazmatické bunky, seromucinózne žliazky ( gll.tracheales)
  
- **podslizničné väzivo – tela submucosa**
  - riedke kolagénové väzivo
  - malý počet seromucinóznych žliazok, väčší počet v membránovej časti
  - jednoduché alebo rozvetvené tuboalveolárne seromucinózne žliazky
  - neúplné prstence hyalínovej chrupky v tvare písmena C
  - na dorzálnej strane priedušnice niektoré prstence chrupky spolu komunikujú, iné sa spájajú fibroelastickým väzivom ( lig.annularia) a vrstvičkou hladkosvalových buniek
  
- **tunica adventitia** – riedke kolagénové väzivo plynule prechádza do okolitého väziva obsahuje cievy, nervy





arteriola, venula, nerv  
tukové bunky v adventicii  
gll. tracheales seromucinózne

musculus trachealis  
vývody tracheálnych žliazok

lamina propria mucosae

papily lamina propria mucosae

adventicia

perichondrium

viacradový cylindrický epitel s riasinkami

difúzne rozptýlené lymfocyty

elastické vlákna

submukóza s tracheálnymi žliazkami

hyalínová chrupka

seromucinózne žliazky

vývod tracheálnych žliazok

arteriola, venula, nerv



# Trachea – priedušnica

lamina propria  
mucosae

hyalínová chrupka

arteriola

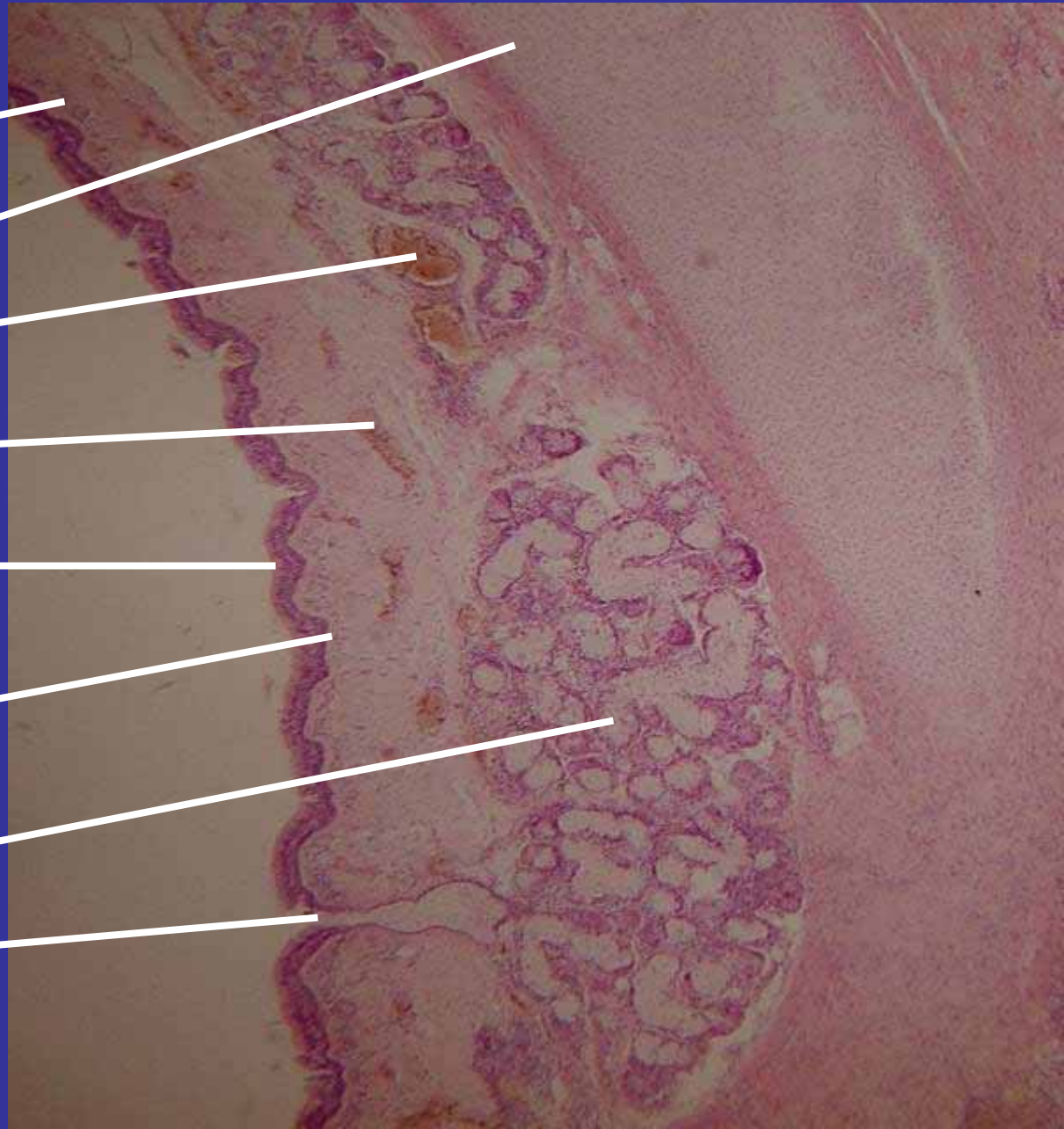
venula

viacradový cylindrický  
epitel s riasinkami

bazálna membrána

seromucinózne žliazky

vývod



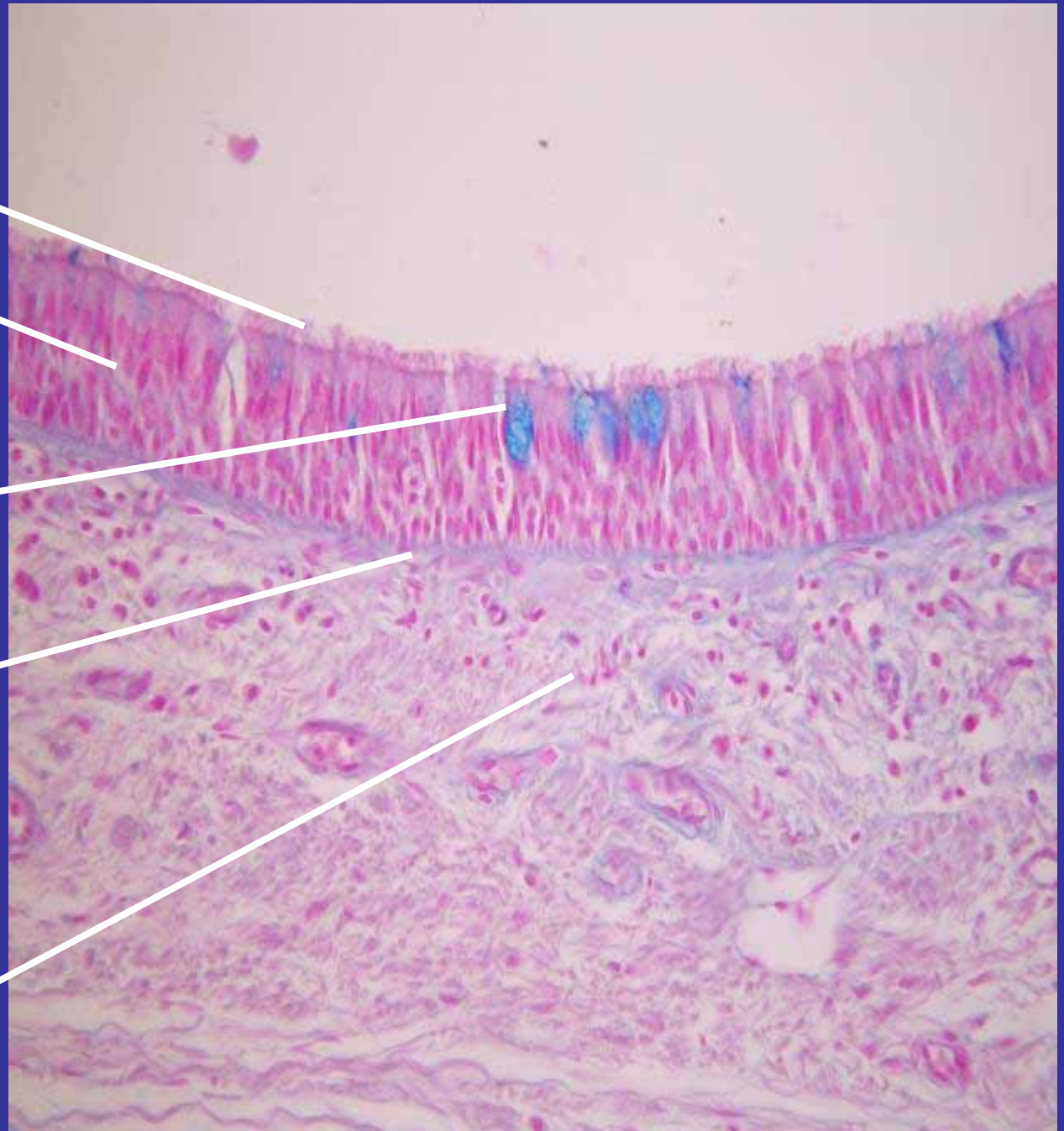
**kinocílie**

**viacradový cylindrický  
epitel**

**pohárikovité bunky  
(mucinózne)**

**bazálna membrána**

**lamina propria mucosae**

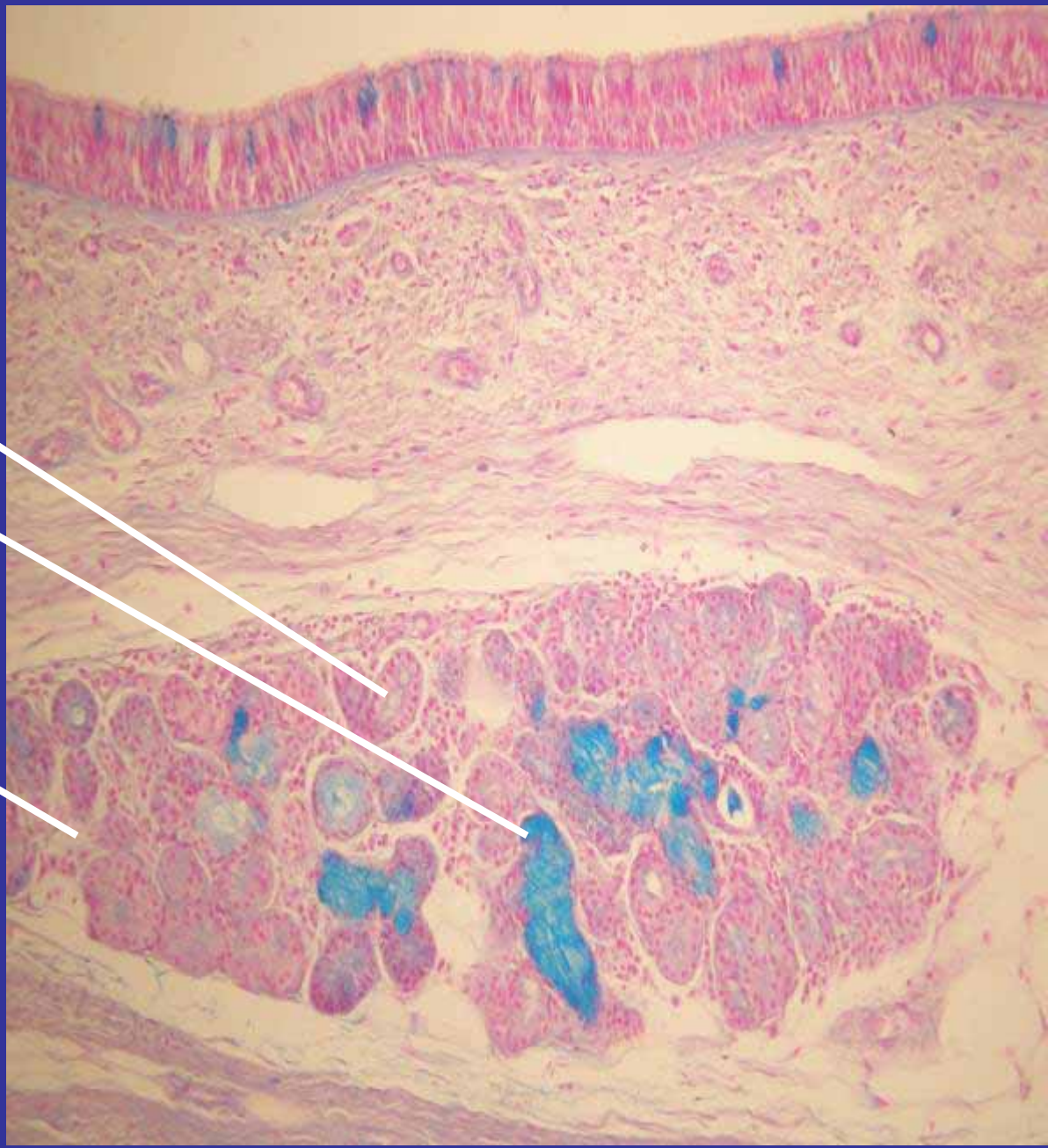




serózne

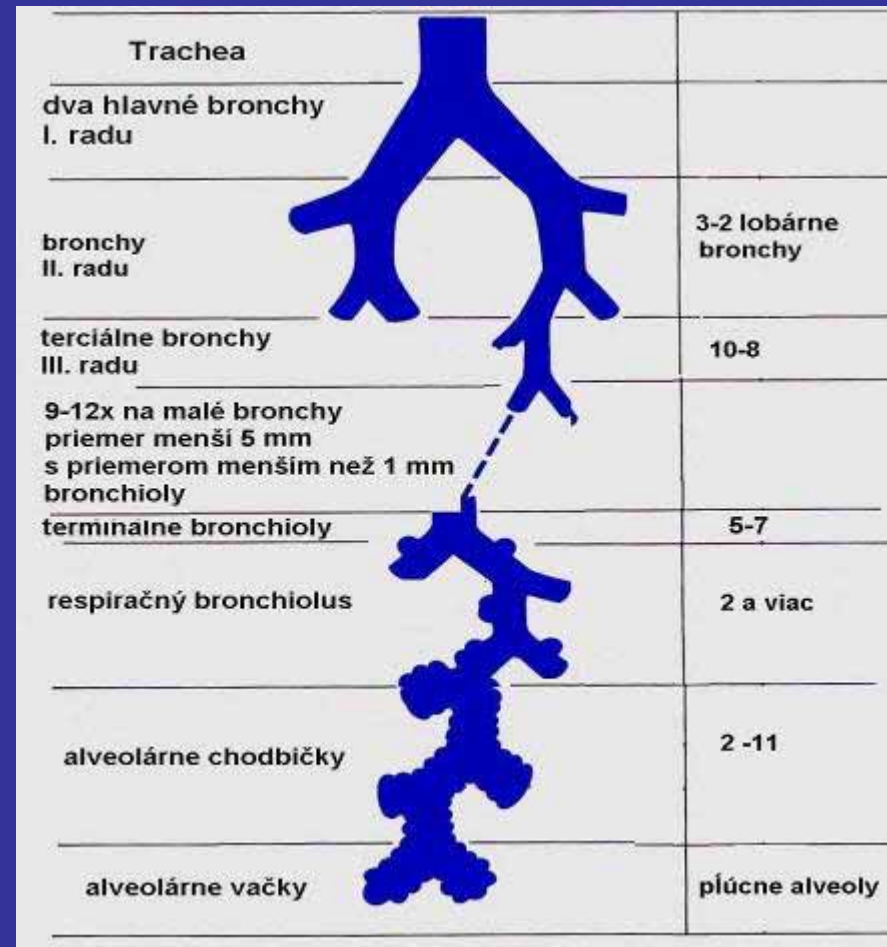
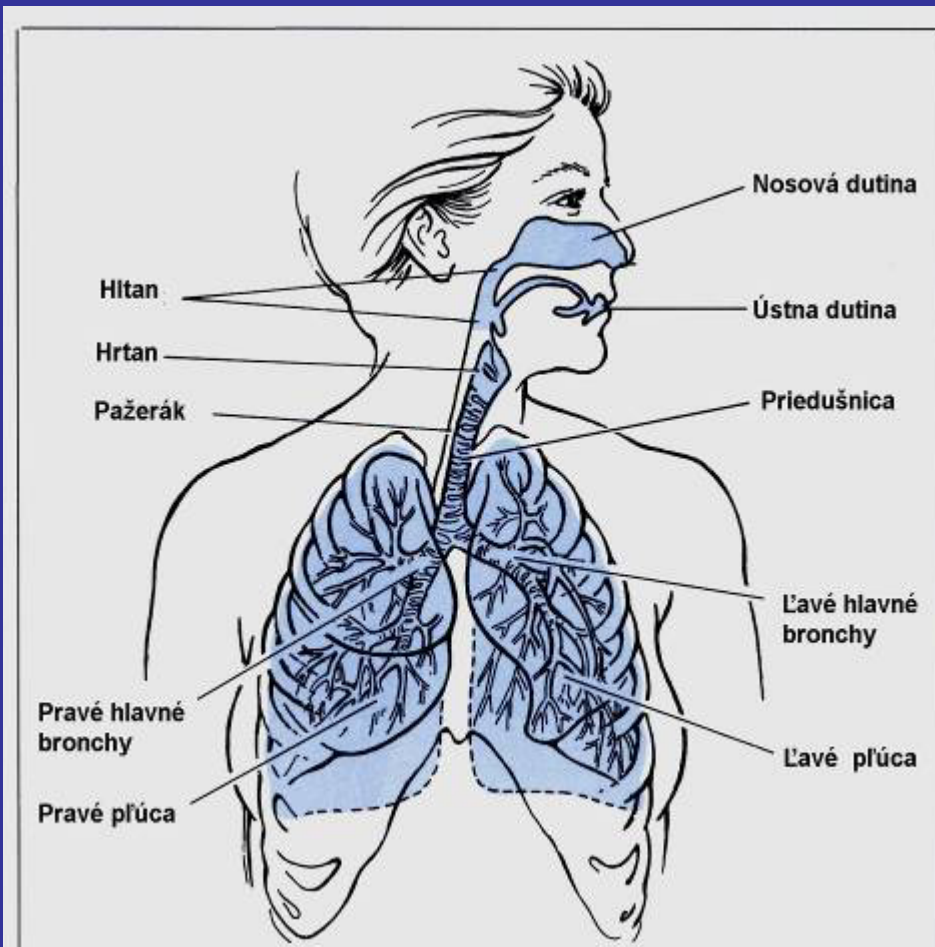
mucinózne

rozvetvená  
tuboalveolárna žliazka





# Pľúca – pulmo



sú párový orgán

- zaberajú prevažne celú hrudníkovú dutinu
- osou pľúc je **bronchiálny strom**
- v oblasti bifurkácie **trachea** sa vetví v **dva hlavné bronchy ( I. radu )**, ktoré vstupujú do pľúc v oblasti pľúcneho hilu
- **pľúcny hilus tvoria** – bronchy
  - krvné, lymfatické cievy
  - nervové vlákna obklopené kolagénovým väzivom

# Bronchiálny strom

- Trachea
- dva hlavné bronchy – I. radu – vpravo tri, vľavo dva – lobárne bronchy- II. radu
- lobárne bronchy sa delia vpravo na desať, vľavo na osem terciálnych bronchov – bronchy III. radu
- terciálne bronchy ventilujú jednotlivé bronchopulmonálne segmenty
- bronchopulmonálne segmenty tvoria samostatnú anatomickú a funkčnú jednotku pľúc
- terciálne bronchy sa ďalej vetvia na deväť až dvanásť krát na bronchy so stále menším priemerom
- s priemerom menším než 5 mm sú malé bronchy
- s priemerom menším než 1 mm sú bronchioly
- bronchioly sa vetvia na päť až sedem terminálnych bronchiolov( bronchioli terminales) – predstavujú posledný úsek prívodných dýchacích ciest
  
- terminálne bronchioly zásobujú pľúcne lalôčky vzduchom
- pľúcne lalôčky – lobuli pulmonales – predstavujú základnú jednotku pľúcneho parenchýmu
  - majú tvar pyramídy
  - sú ohraničené väzivovým septom

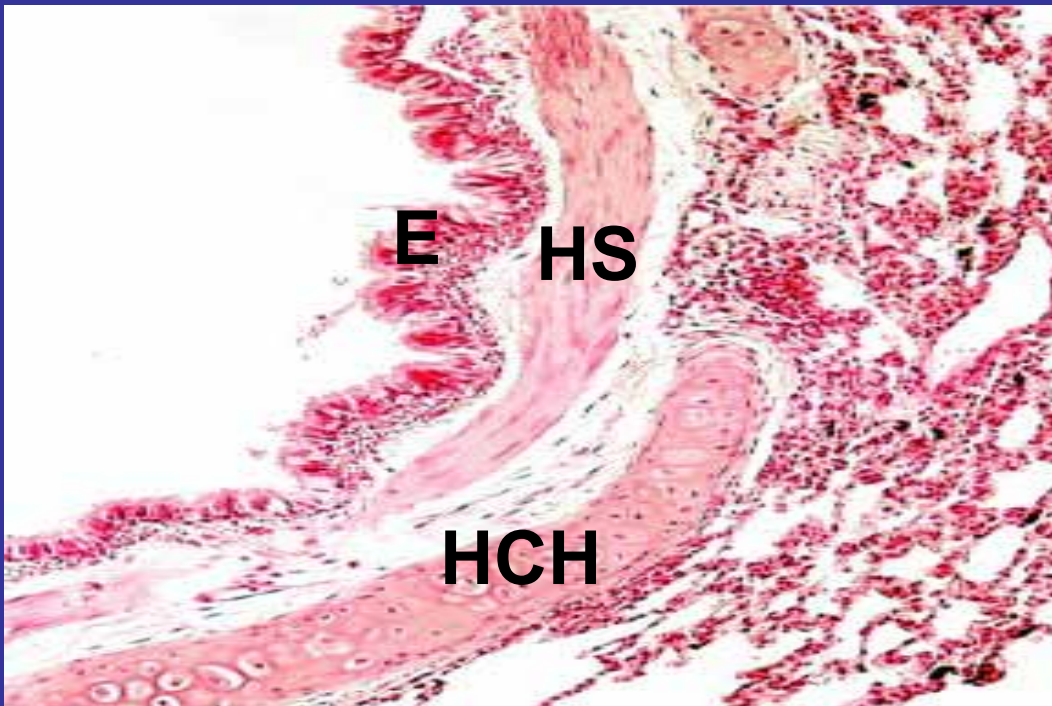
- **terminálne bronchioly sa vetvia na dva i viac respiračných bronchiolov – bronchioli respiratorii**
- **respiračné bronchioly predstavujú prvý úsek respiračného oddielu dýchacieho systému**
- **respiračné bronchioly sa vetvia na dva až jedenásť ductuli alveolares**
- **ductuli alveolares končia slepo v sacculi alveolares**
- **sacculi alveolares vlastnia pľúcne alveoly-alveoli pulmones**
- **v priebehu vetvenia bronchiálneho stromu štruktúra steny sa postupne zjednodušuje**
- **mení sa usporiadanie chrupiek, hladkosvalových buniek, elastických vláken**
- **postupne miznú seromucinózne žliazky**
- **mení sa epitelová výstelka bronchiálneho stromu**

**Hlavné bronchy (bronchy I.radu) - dichotomicky sa vetvia**

- **mikroskopická štruktúra je podobná ako v trachey**
- **sú vystlané viacradovým cylindrickým epitelom**
- **lamina propria mucosae – riedke kolagénové väzivo, početné lymfatické uzlíky hlavne v mieste vetvenia sa bronchiálneho stromu, imunokompetentné lymfocyty, makrofágy, plazmatické bunky, seromucinózne žliazky**
- **medzi lamina propria mucosae a submucosa v bronchoch je viac elastických vláken v porovnaní s tracheou a zväzky špirálovite usporiadaných hladkosvalových buniek**
- **tela submucosa - chrupka nemá pravidelný tvar, taký aký je v trachey**
  - **vo veľkých bronchoch sú vytvorené úplné chrupkové prstence, v menších bronchoch sú neúplné chrupkové prstence ( fragmenty)**



- Malé bronchy** (priemer menší ako 5 mm) – **epitel** viacradový cylindrický s kinocíliami
- menej pohárikovitých buniek
  - pribúdajú bunky **difúzneho neuroendokrinného systému** , syntetizujú peptidy – serotonín, bombesín – regulujú veľkosť lúmenu dýchacích ciest
  - úbytok seromucinóznych žliazok
  - pribúdajú zväzky hladkosvalových buniek
- **v tela submucosa** malých bronchov – prstence chrupky sú nahradené chrupkovými platničkami alebo ostrovčekmi hyalínovej chrupky pospájané zväzkami hladkosvalových buniek

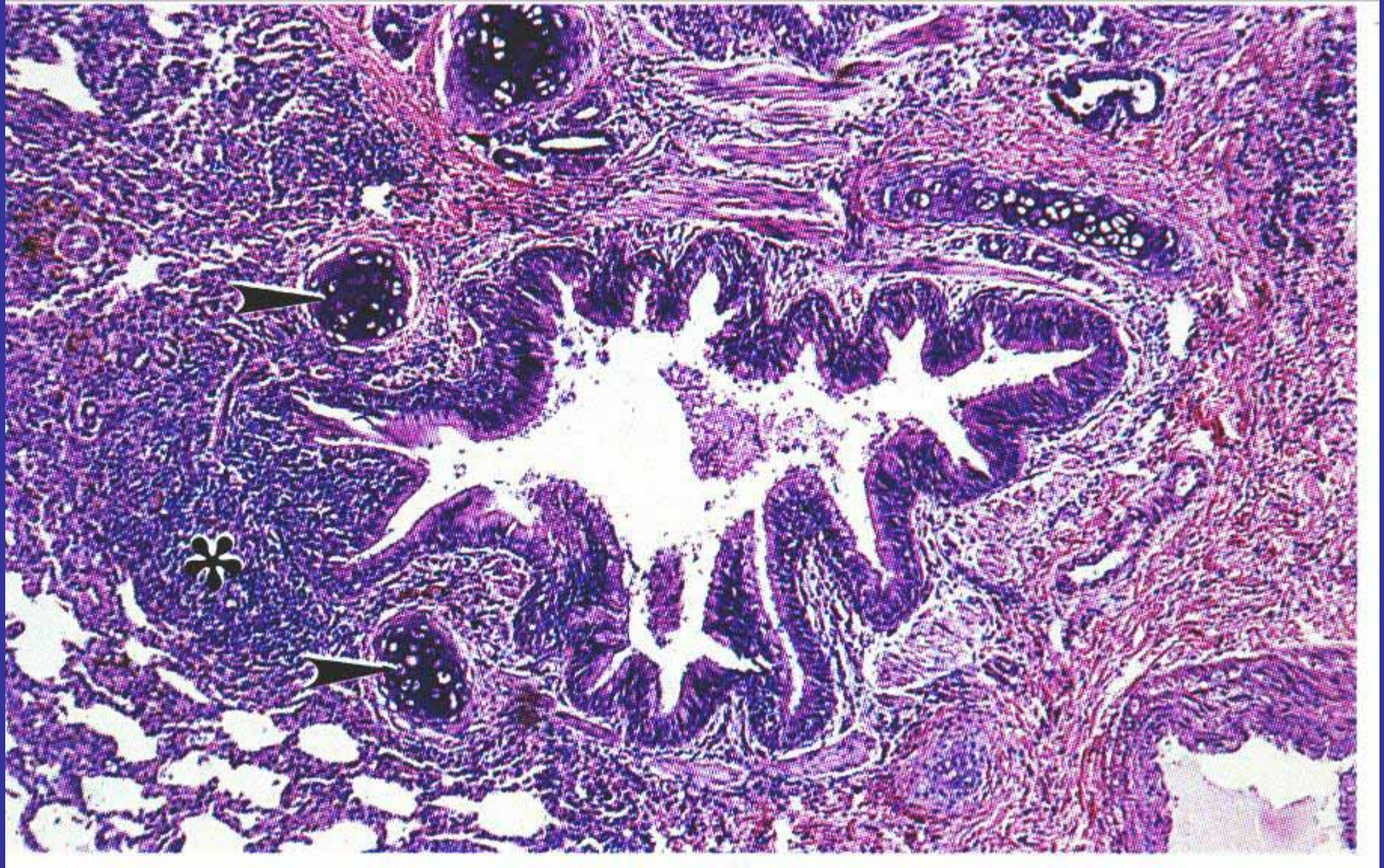


E- viacradový cylindrický epitel

HS – hladká svalovina

HCH – hyalínová chrupka





**SM. Obraz bronchu.** Malé úseky hyalínovej chrupky (šípky), lymfatické tkanivo





## **Bronchioly** (priemer menší než 1 mm)

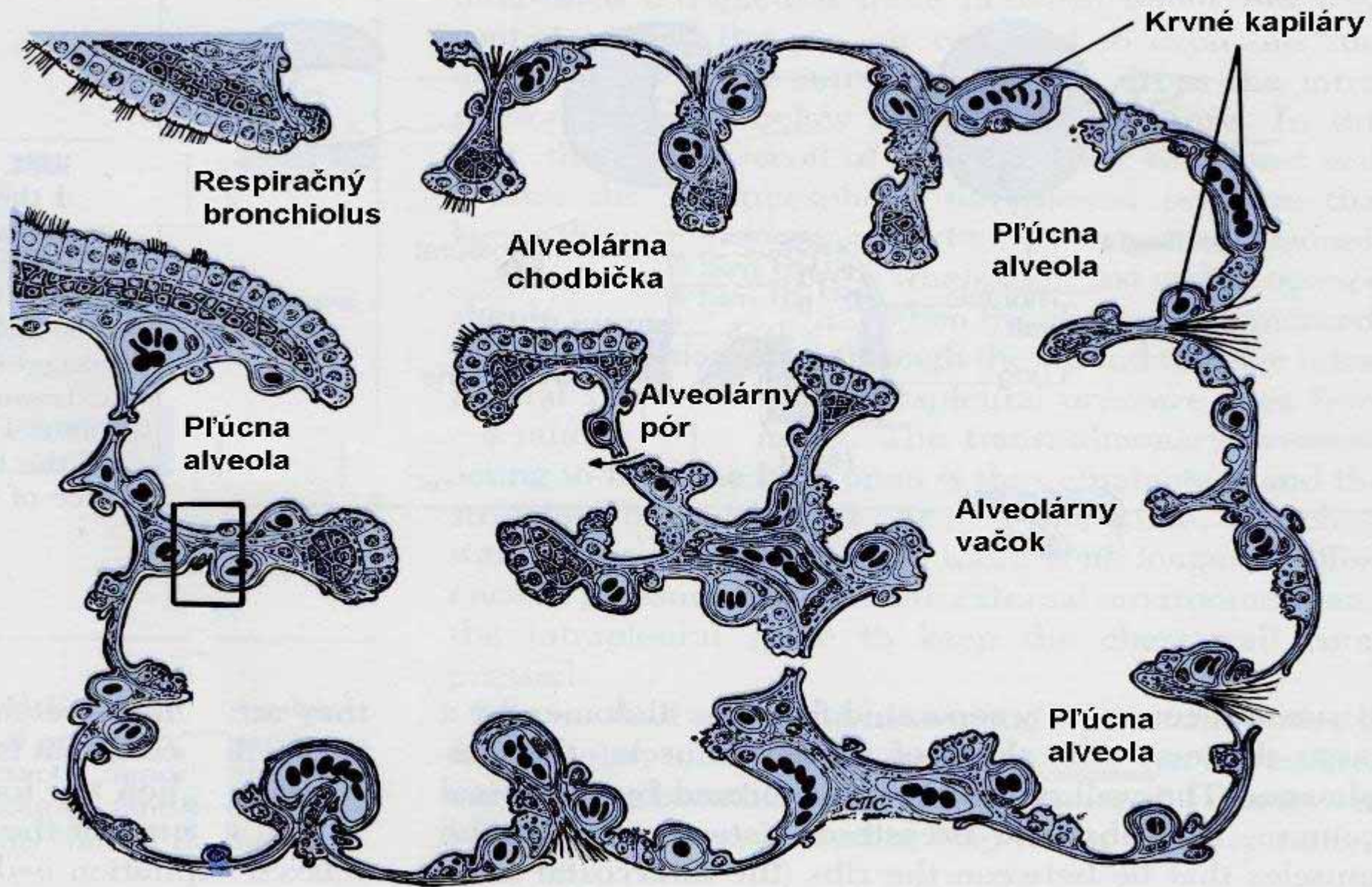
- **epitel** viacradový cylindrický s kinocíliami
- málo pohárikovitých buniek
- **častý výskyt** neuroendokrinných buniek v skupinkách – **neuroepitelové telieska**
- **chýbajú** seromucinózne žliazky i chrupka
- **vyskytujú sa** hladkosvalové bunky a početné elastické vlákna

## **Terminálne bronchioly** - **epitel** jednovrstvový cylindrický

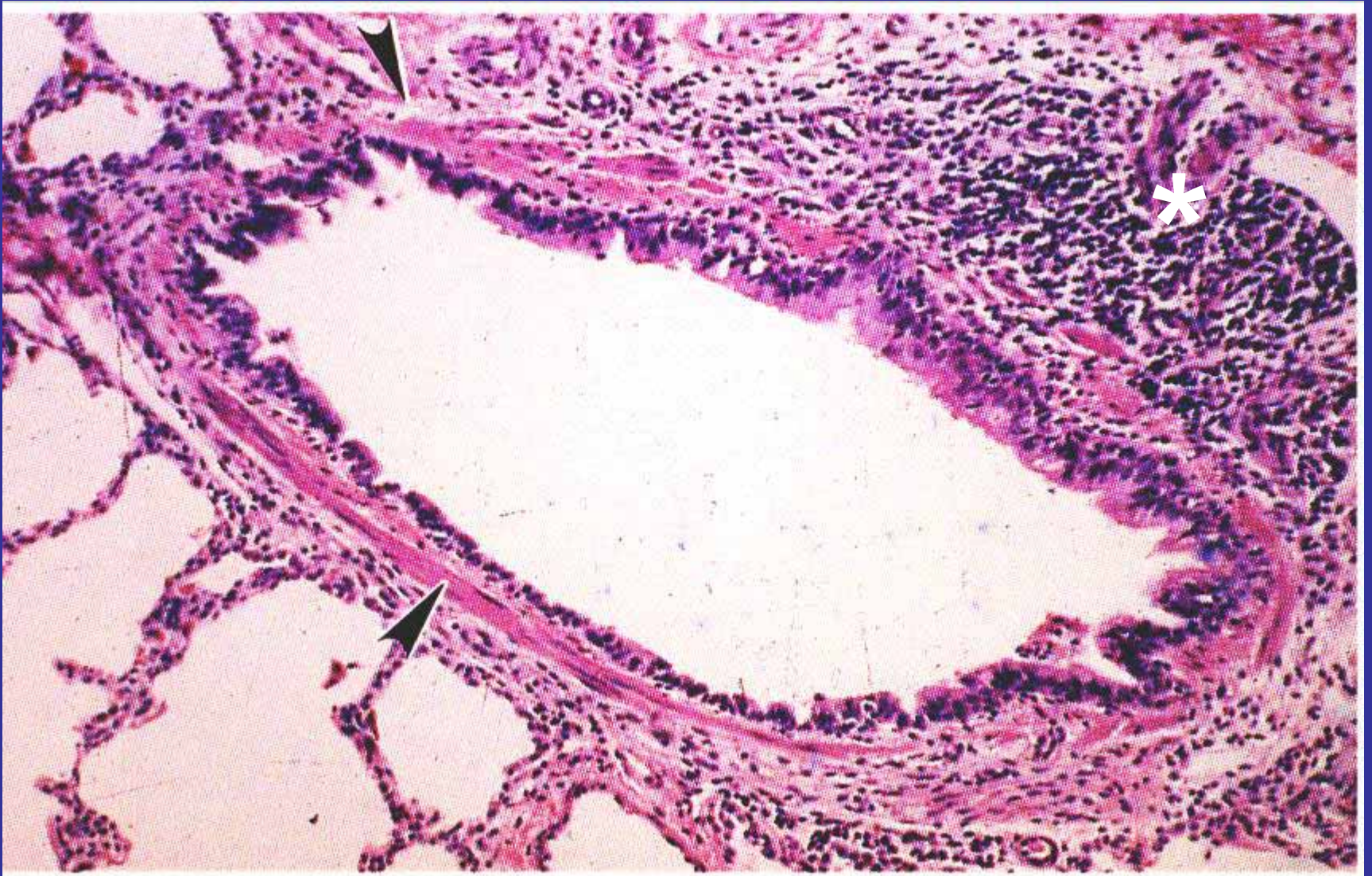
- **pohárikovité bunky** sú nahradené **Clara bunkami**
- **Clara bunky** majú cylindrický tvar, apikálnou časťou siahajú do lúmenu bronchiolu
- **v cytoplazme** nachádzame **málo vyvinuté** granulované endoplazmatické retikulum – **veľké** mitochondrie a Golgiho komplex. V apikálnej časti buniek je **výrazne vyvinuté** hladké endoplazmatické retikulum a **výrazne** elektrodenzné granuly.
- **hladké endoplazmatické retikulum** zohráva úlohu **v procese detoxikácie** cudzorodých látok pomocou cytochróm P- 450 a monooxidáz
- **sekréčne granuly** (elektrodenzné) obsahujú **sekrét bohatý na špecifické proteíny**
- sekrét tvorí riedku vrstvu vyplňujúci priestory medzi kinocíliami
- **cylindrické bunky** sú nízkeho až kubického tvaru, na apikálnom póle majú menej vyvinuté kinocílie a sú kratšie
- terminálny bronchiolus sa vetví v respiračný bronchiolus – **začiatok respiračného oddielu dýchacieho systému**



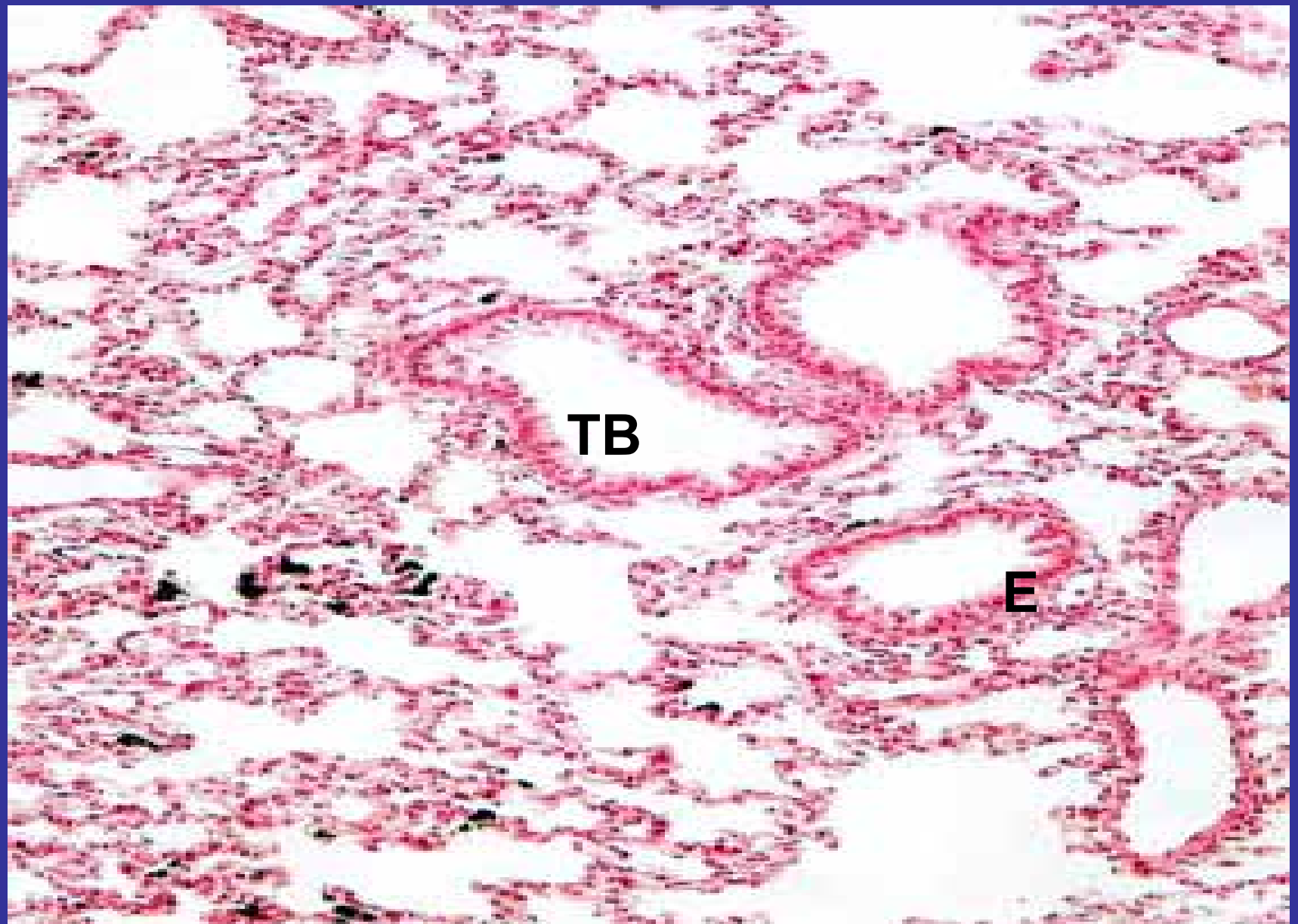
# Schéma respiračného oddielu pľúc





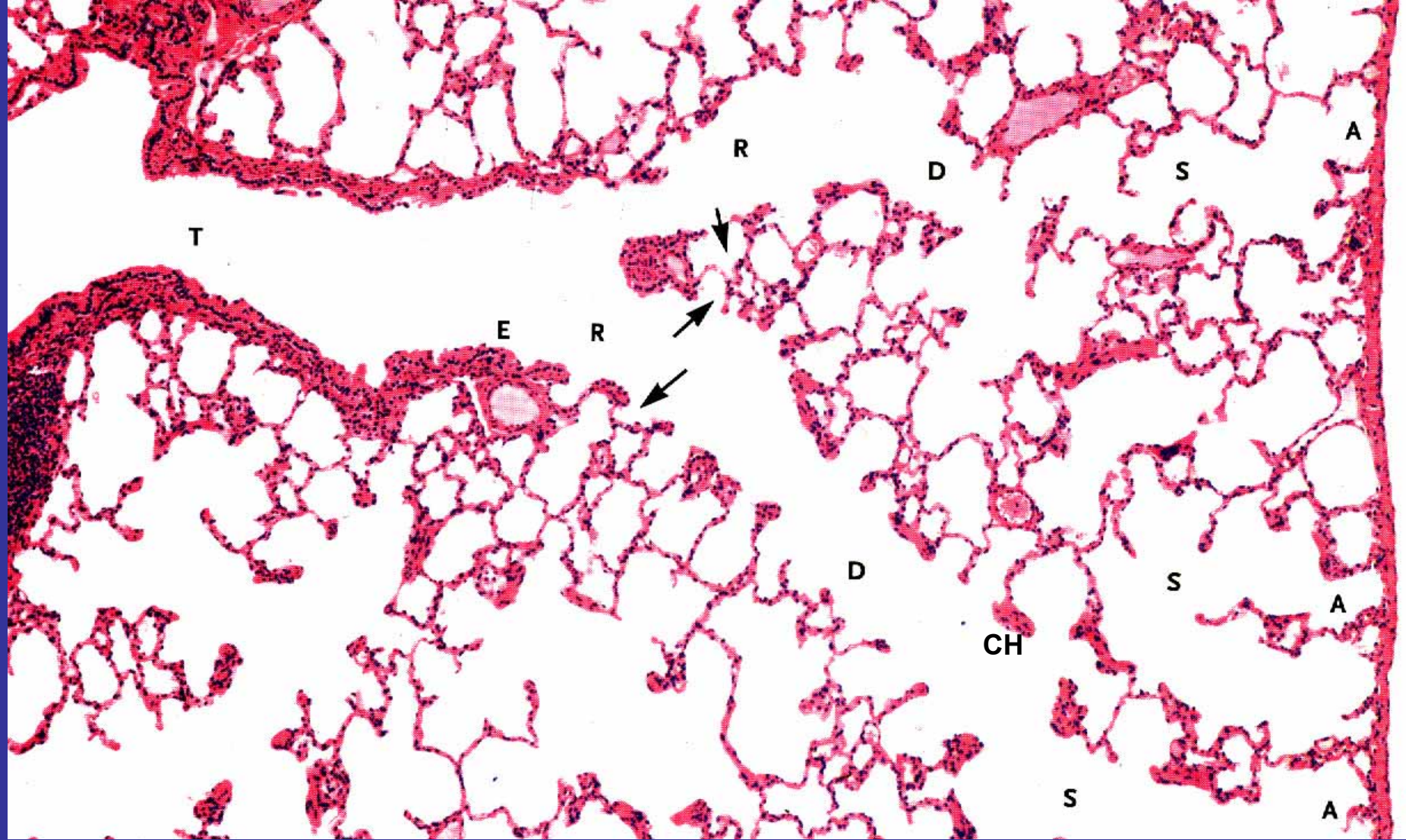


**SM. obraz bronchiolu.** Hladkosvalová vrstvička (šípky), lymfatické tkanivo - \*



**SM. obraz terminálneho bronchiolu TB. E - jednovrstvový kubický epitel s Clara bunkami.**





**SM. obraz respiračného oddielu pľúc** T- terminálny bronchiolus, E - jednovrstvový kubický epitel, R – respiračný bronchiolus, D – alveolárne chodbičky, S – pľúcne vačky A – pľúcne alveoly (šípky) , CH – vstup do pľúcneho alveolu (antrum)



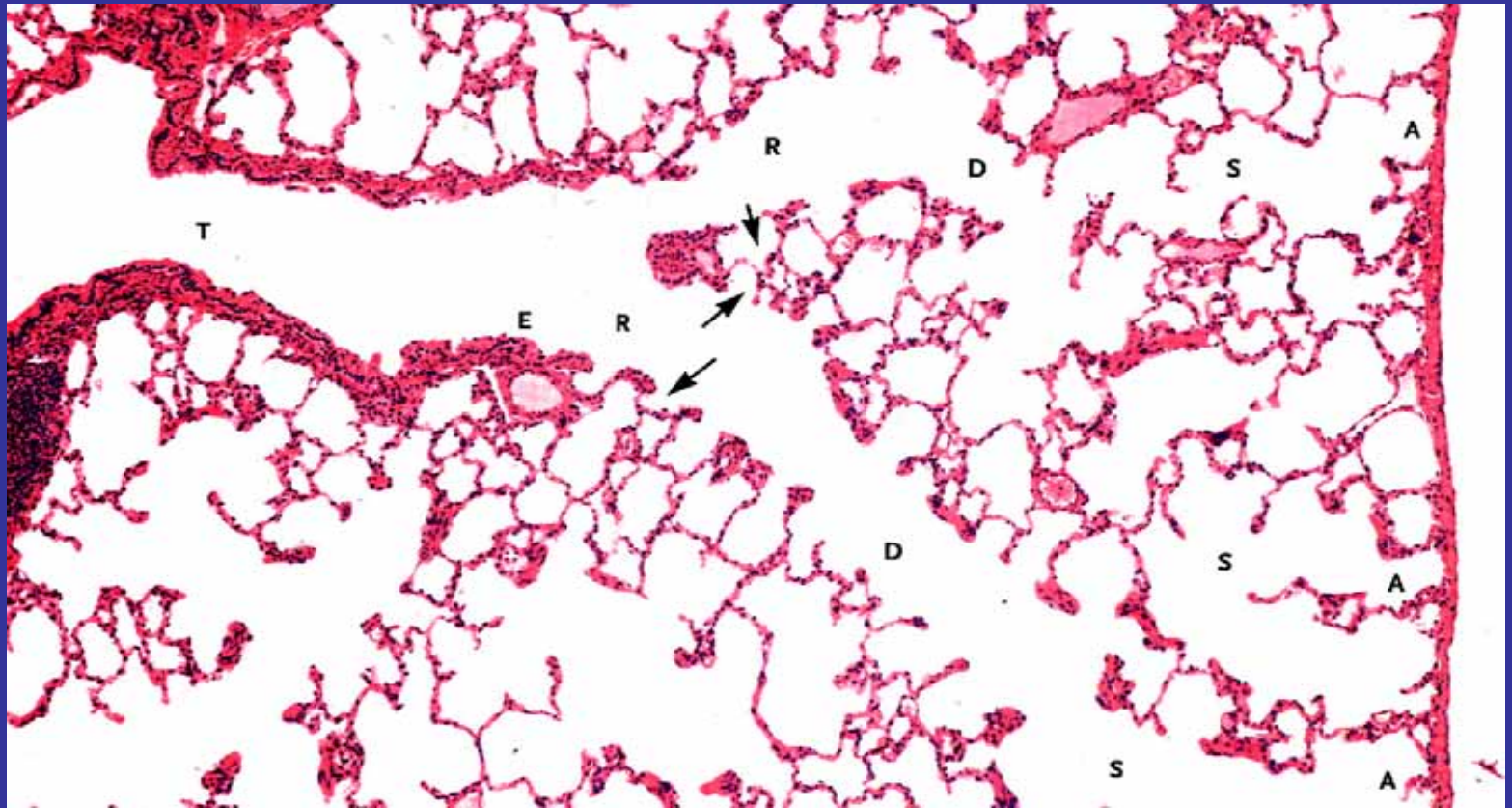


**SM. obraz respiračného bronchiolu.** Pozorujeme zmenu epitelovej výstelky terminálneho bronchiolu (jednovrstvový cylindrický ) v respiračnom bronchirole (jednovrstvový nízky cylindrický až kubický ) \* , otvory do pľúcnych alveol (šípky)



## Ductus alveolaris

- sú tenké tubulózne útvary
- sú vystlané plochými bunkami
- zo steny **vystupujú vedľa seba alveoly**
- **v stene** sa nachádzajú hladkosvalové bunky tvoriace sfinktery okolo miesta odstupe alveol, predstavujú najdistálnejšie miesto výskytu hladkosvalových buniek – **vstup do pľúcnych alveol ( atrium)**



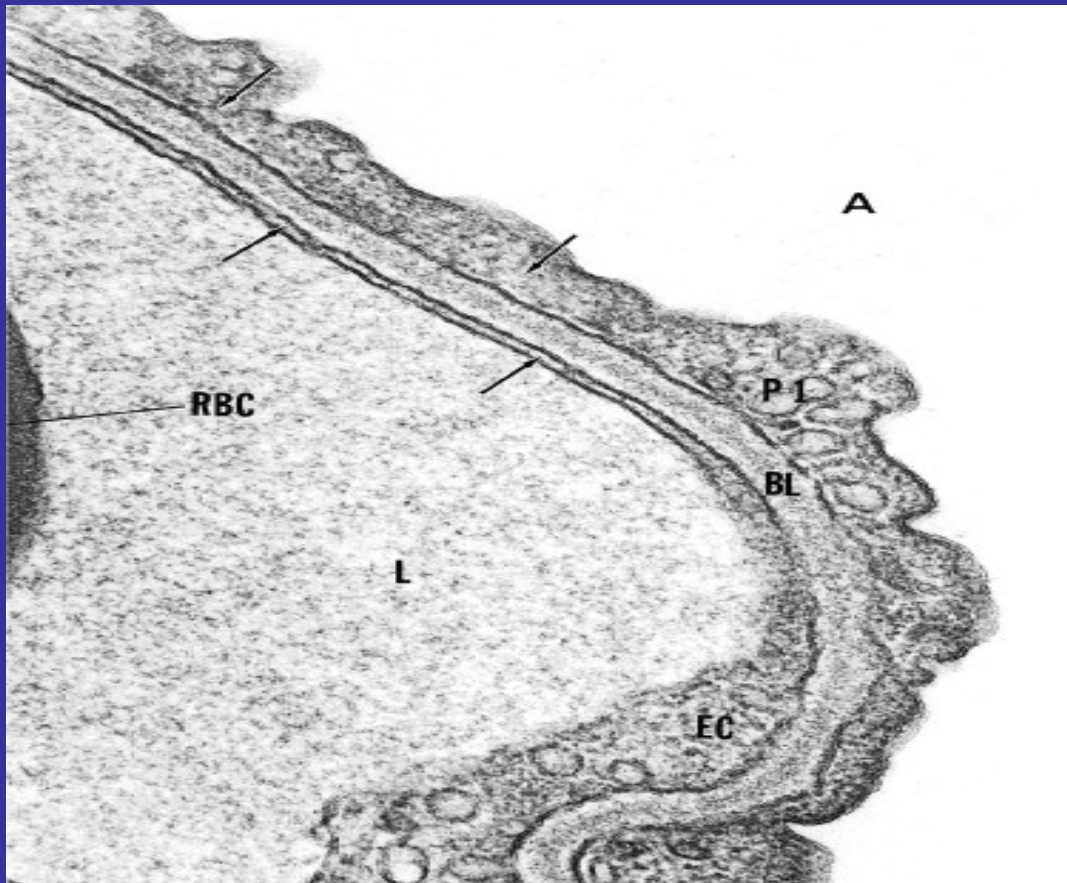
## Prúčne alveoly

- predstavujú slepo končiaci bronchiálny strom
- sú polyedrické výchlipky steny **bronchiolus respiratorius**,  
**ductus alveolaris**,  
**sacculi alveolares**
- **výstelku tvoria**
  - pneumocyty I. radu – membránovité pneumocyty
  - pneumocyty II. radu – granulárne pneumocyty
  - alveolárny makrofág
  - sú uložené na dobre vyvinutej bazálnej membráne
  - stenu alveol spevňuje sieť retikulárnych a elastických vlákien
  - steny alveol sa prikladajú k sebe, tvoria interalveolárne septum
- **interalveolárne septum** - je ohraničené dvoma tenkými cytoplazmatickými výbežkami, pneumocytov, ohraničené bazálnou membránou, malým množstvom kolagénového väziva a sieťou kapilár
  - v interalveolárnych septách sa vyskytujú póry :
  - pre vyrovnanie tlaku medzi nimi
  - prostredníctvom nich sa alveoly medzi sebou spájajú
  - umožňujú kolaterálnu cirkuláciu vzduchu



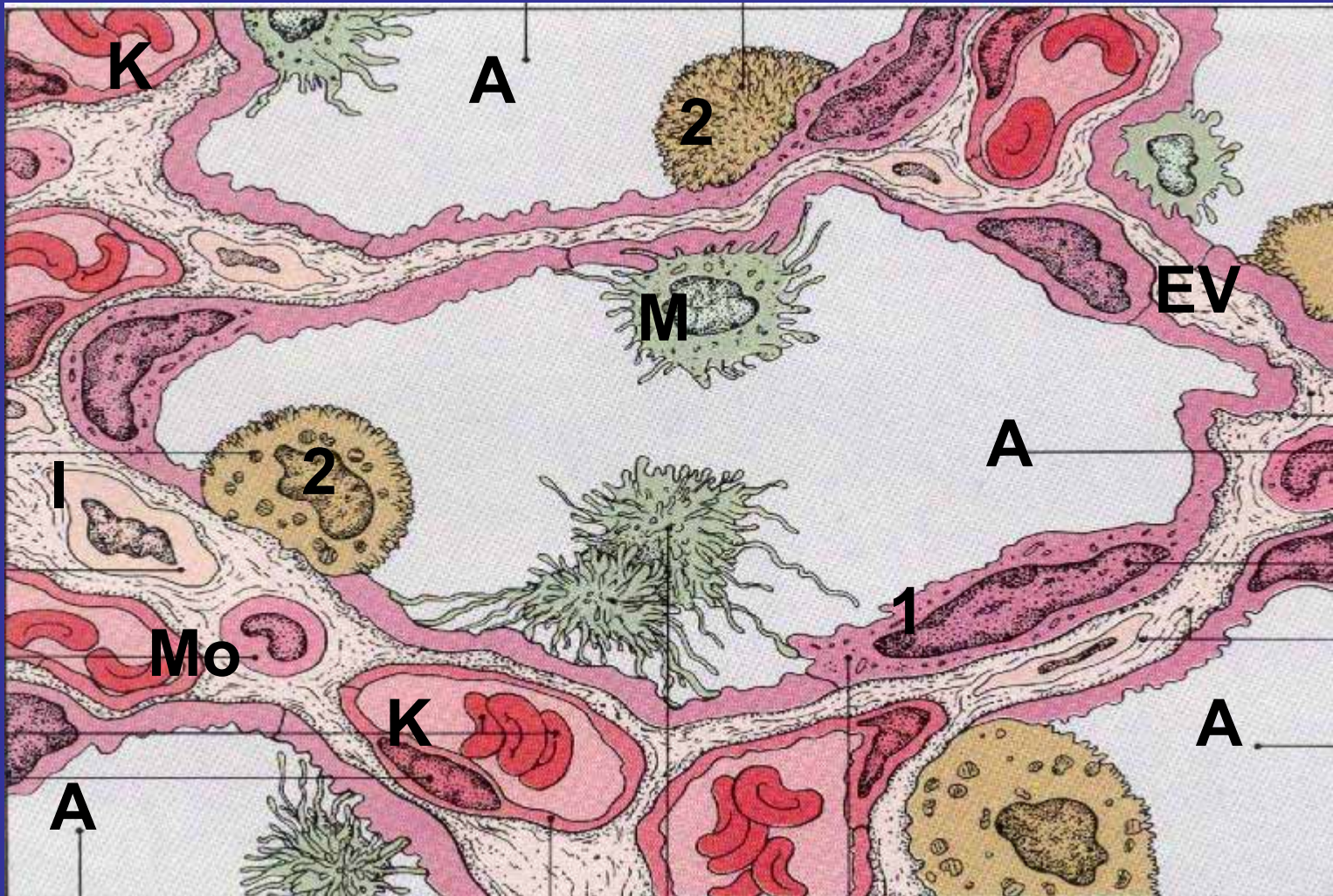
## Interalveolárne septum

- Rozlišujeme - **tenký oddiel** – **vzduch-krv bariéra**, membranózny pneumocyt, bazálne membrány, endotel kapilár (kontinuálny typ)
  - **hrubý oddiel** – fibroblasty, žirne bunky, zriedka lymfocyty, makrofágy, intersticiálne kontraktilné bunky, retikulárne, elastické vlákna, asi 20% kolagénových vlákien



- A – lúmen pľúcneho alveolu
- P1 – membranózny pneumocyt
- EC – endotel kapiláry
- L – lúmen kapiláry
- RBC – erytrocyt
- BL – bazálna membrána

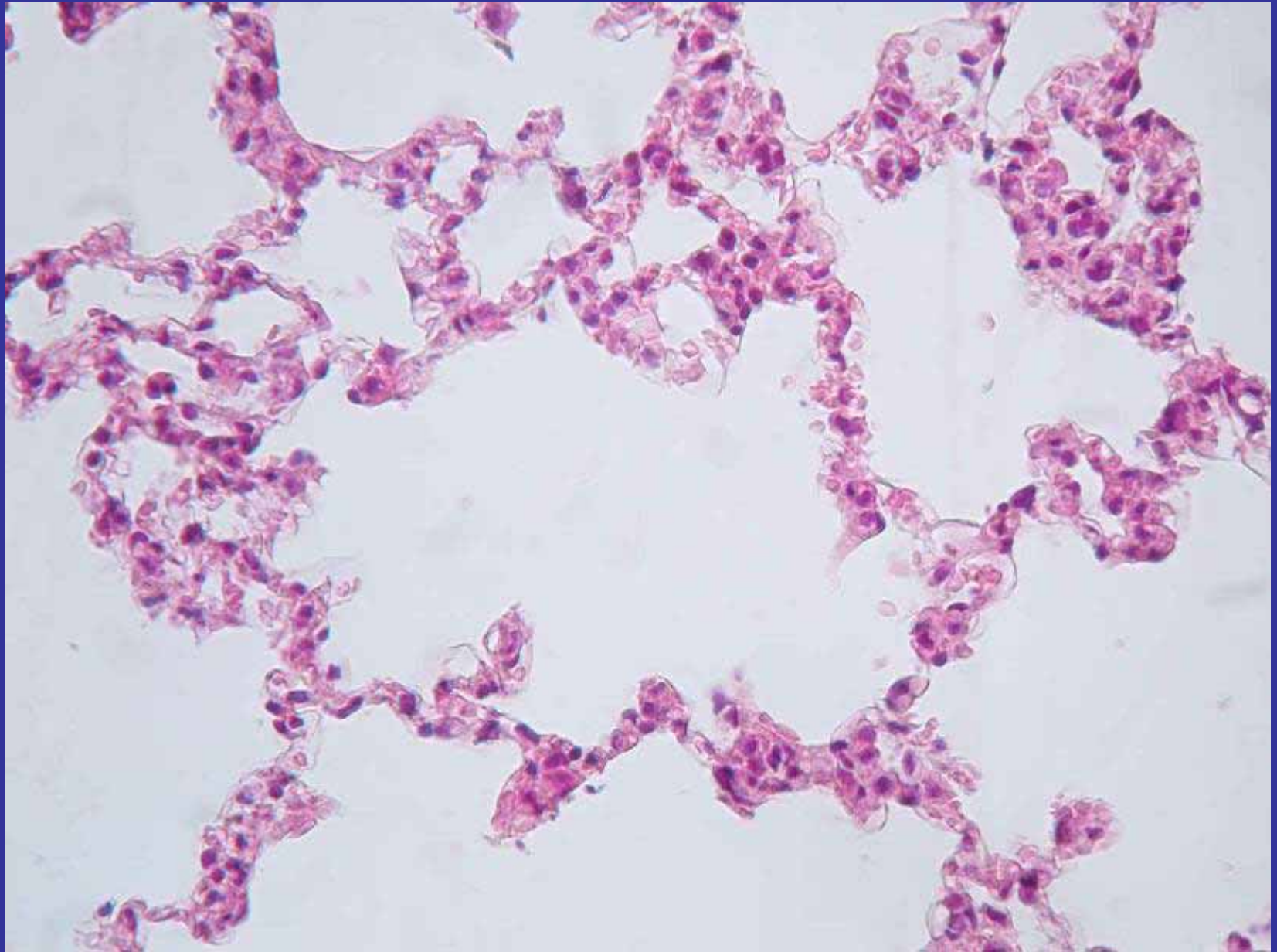
## Pľúcny parenchým (schéma)



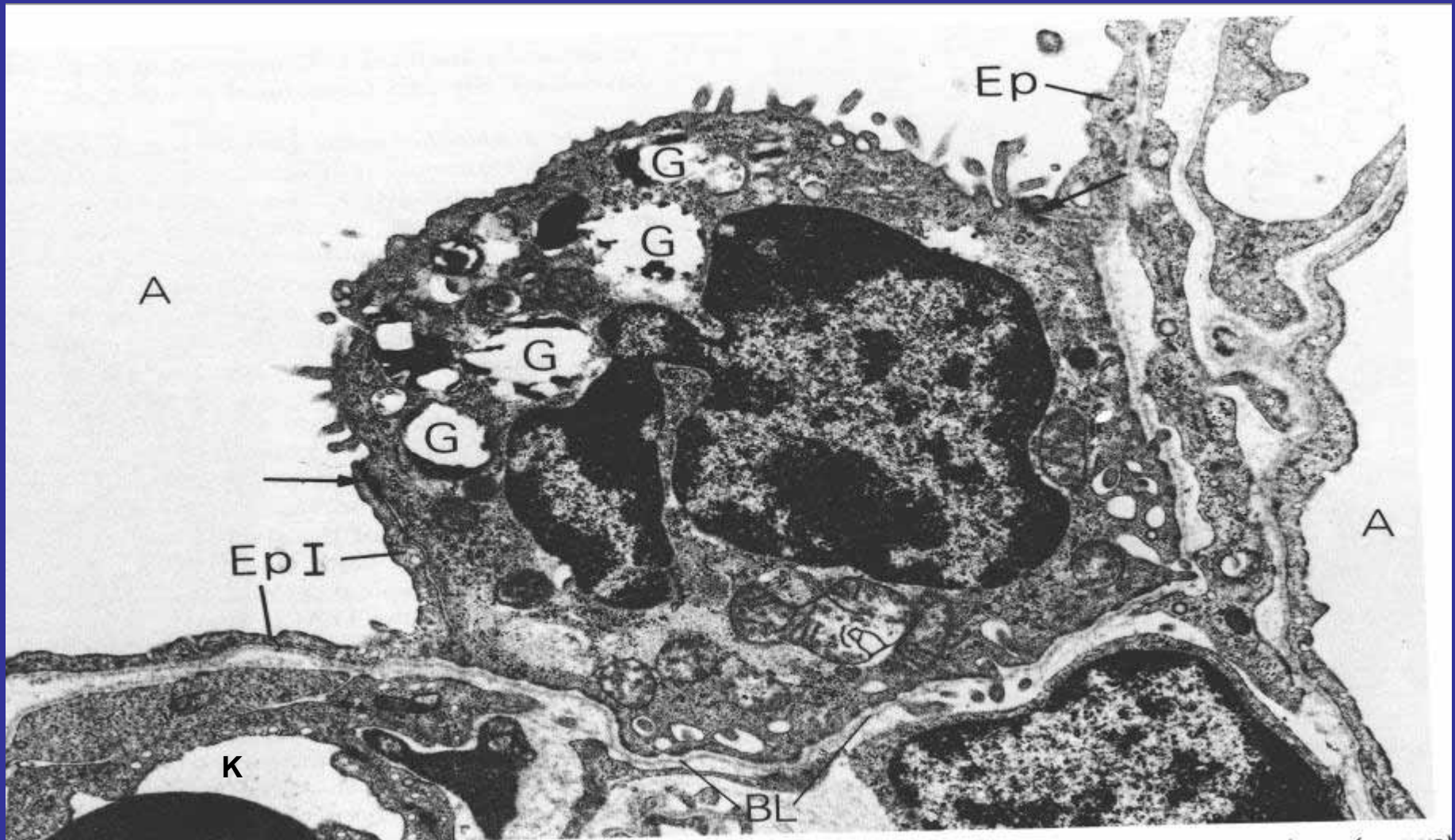
A - alveoly, 1 - membranózny pneumocyt, 2 - granulárny pneumocyt, M - makrofág  
I – interalveolárne septum (fibroblast, žirna bunka, intersticiálne kontraktilné bunky, lymfocyt, makrofág), EV - elastické, retikulárne, kolagénove vlákna , K - kapilára, Mo - monocyt



## Pľúcny parenchým



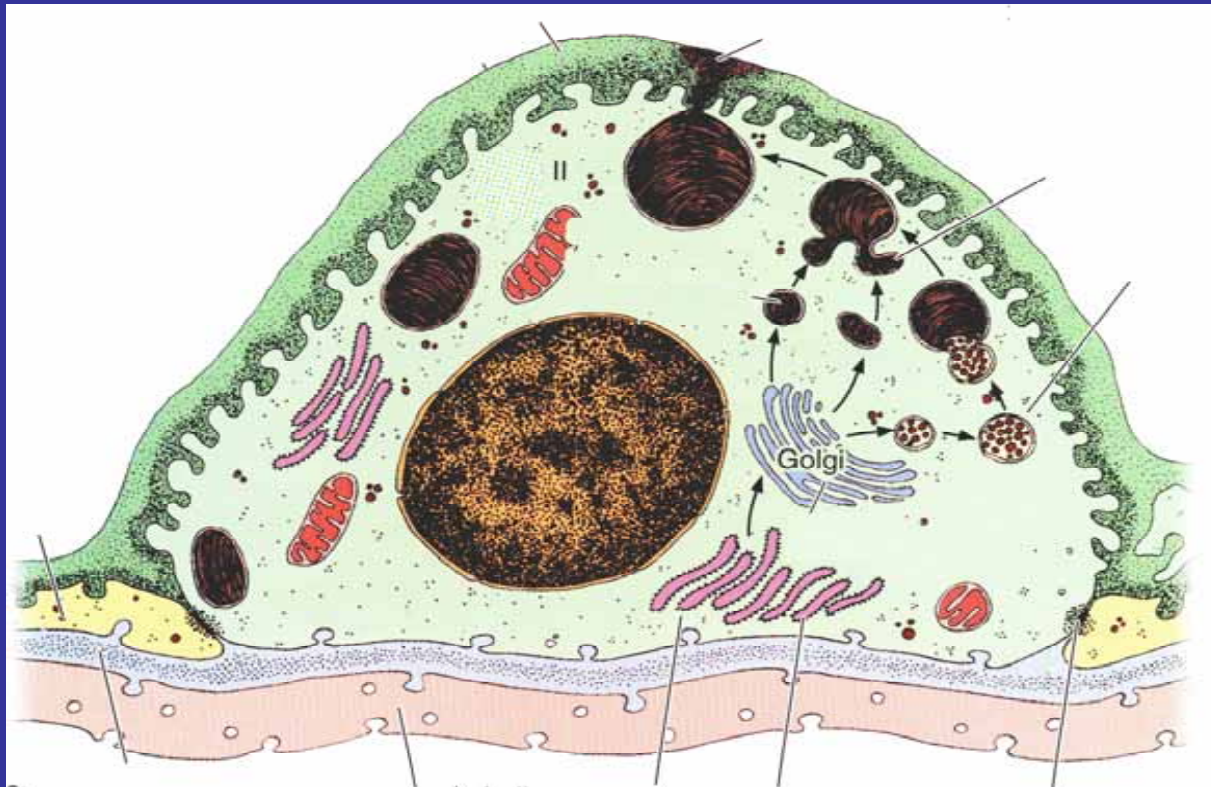




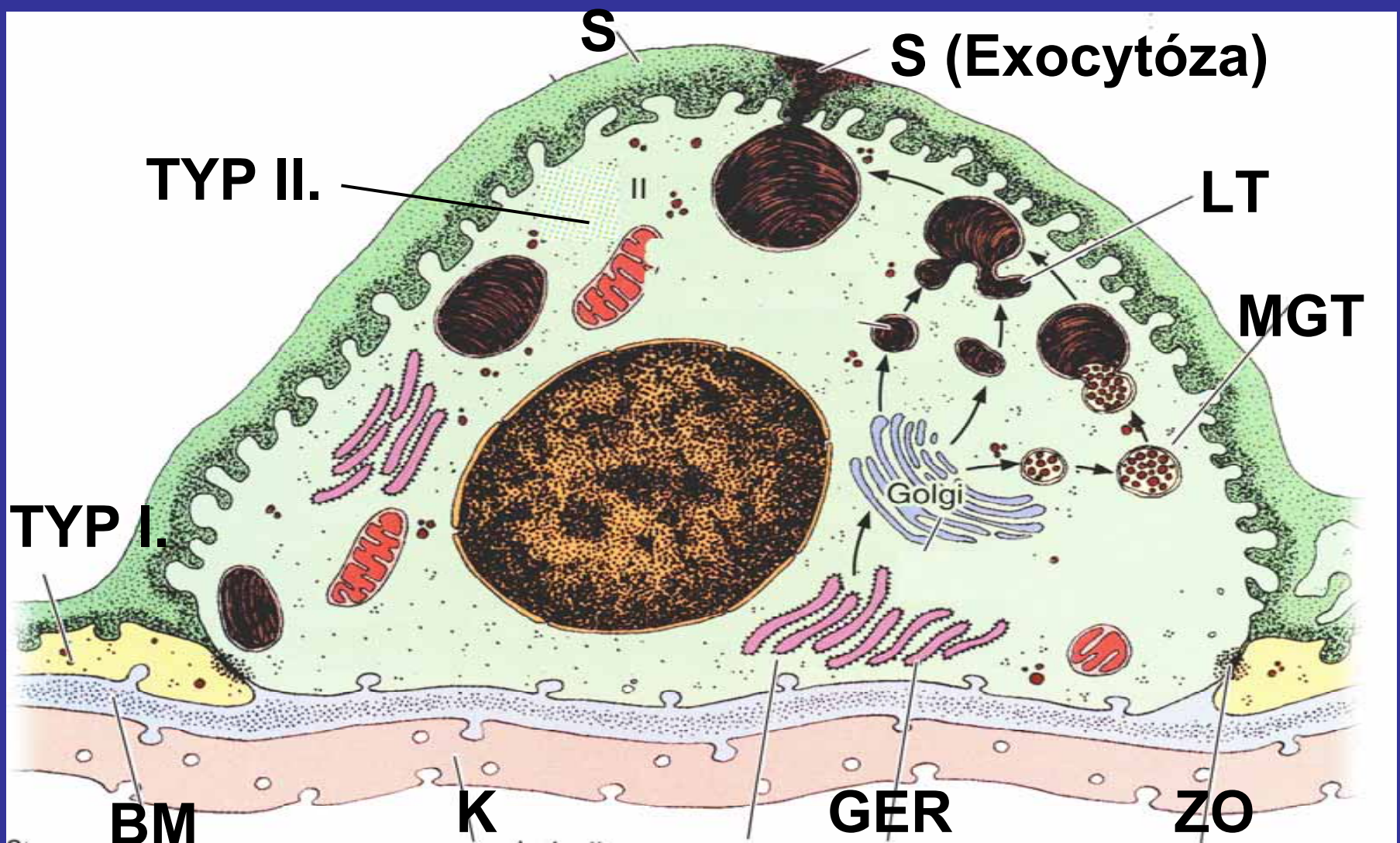
**EM. pneumocytu II. typu**, na apikálnom póle krátke mikrovilky, v cytoplazme mitochondrie, granulované endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, granuly ohraničené membránou (lamelárne telieska, surfaktant, glykozaminoglykány, fosfolipidy, proteíny), zonula occludens (šípky), EPI-membranoznyi pneumocyt, A-lúmen pľúcneho alveolu, BL-bazálna membrána, K-kapilára

## Sekrécia surfaktantu pneumocytu II. typu

-**surfaktant je proteín – lipidový komplex** syntetizovaný v granulovanom endoplazmatickom rektikule a v Golgiho komplexe, uskladnený v lamelárnych telieskach. Vylučuje sa na povrch epitelovej výstelky pľúcneho alveolu **exocytózou**, tvorí monomolekulárny film pokrývajúci vodnú hypofázu. Ak v epitelovej výstelke pľúcneho alveolu sa vyskytujú makrofágy sú tiež pokryté surfaktantom. **Zonulae occludentes** tvoria tesne spojenia medzi epitelovými bunkami, bránia úniku tkanivovej tekutiny do lúmenu pľúcneho alveolu.







S- surfaktant, LT – lamelárne telieska, MGT – malé granulované telieska, ZO - zonula occludens , GER – granulované endoplazmatické retikulum, K- stena kapiláry, BM – bazálna membrána, TYP I. – membránový pneumocyt, TYP II. - granulárny pneumocyt



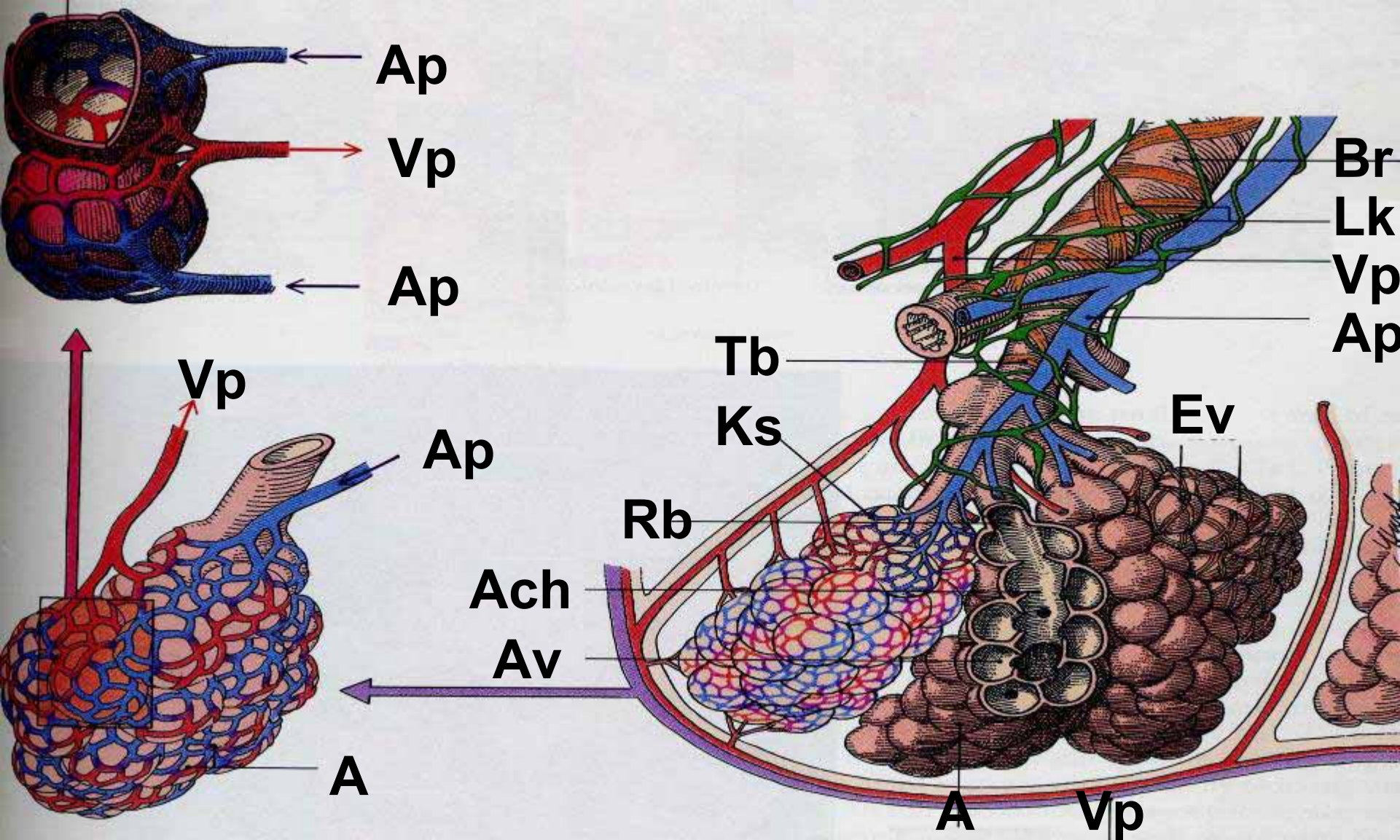
## Cievne zásobenie pľúc.

Krvný obeh v pľúcach je **nutričný** (systémový)  
**funkčný** (pulmonálny)

**Funkčný obeh** v pľúcach zabezpečujú **aa. pulmonales**

aa. pulmonales sú tenkostenné (25 mm Hg systolicky, 5mm Hg diastolicky). Stena artérií obsahuje viac hladkosvalových buniek a elastických vláken, ako vo vénach. Artérie vlastnia membrana elastica interna, vo vénach chýba. Aa. pulmonales sa postupne vetvia v arterie menšieho prievitu, sú obklopené adventíciou bronchov a bronchiolov. Na úrovni ductus alveolaris tvoria v interalveolárnych septách kapilárnu sieť, sú v tesnom kontakte s alveolárnym epitelom ( tvoria krv vzduch bariéru ). Kapilárna sieť sa zbieha vo venuly v pľúcnom parenchýme, prebiehajú samostatne. Venuly sú spevnené väzivovým obalom a vstupujú do interlobulárnych sept. Ak vény opúšťajú lobulus, sledujú bronchioly a smerujú k hilu.

**Nutričné cievy** doprevádzajú bronchiálny strom a zásobujú krvou pľúcny parenchým až do úrovne respiračného bronchiolu, kde tvoria anastomózy s malými vetvičkami ( kapilármi ) aa. pulmonales.



Br – bronchiolus, Lk – lymfatická kapilára, Vp – venae pulmonales, Ap - arteriola pulmonalis, Ev – elastické vlákna, Tb - terminálny bronchiolus, Ks - kapilárna sieť Rb – respiračný bronchiolus, Ach – alveolárna chodbička, Av – alveolárny vačok, A – alveoly, Vp – viscerálna pleúra



## Lymfatické cievy pľúc.

Lymfatické cievy prebiehajú pozdĺž bronchov vedľa pulmonálnych artérií až do interlobulárnych sept. Vchádzajú do lymfonodov v hilus pulmonalis. Ide o **hlbokú lymfatickú drenáž**. **Povrchová lymfatická drenáž** sa nachádza vo viscerálnom liste pleury a smerujú tiež k hilu pľúc. Vyskytujú sa na celom povrchu pleury, prenikajú prostredníctvom interlobulárnych sept do pľúcneho parenchymu. Lymfatické cievy sa nevyskytujú na terminálnych úsekoch bronchiálneho stromu distálne od ductus alveolaris.

## Inervácia pľúc

-zabezpečujú **parasympatikové i sympatikové eferentné vlákna**, ako aj **aferentné viscerálne vlákna**. Väčšina nervov sa vyskytuje vo väzive v okolí bronchiálneho stromu väčšieho priesvitu

## Pleura

- je serózna blana pokrývajúca pľúca
- pozostáva z **dvoch listov** - **parietálny (pohrudnica)**
  - **viscerálny (popľúcnica)**
- obidva pleurálne listy v hile splynú
- obidva listy sú pokryté **mezotelom**, **väzivo** pleury tvoria **kolagénové, elastické vlákna**
- medzi listami pleury sa nachádza **pleurálna dutinka** vyplnená tekutinou, ktorá počas respiračného pohybu umožňuje kĺzavý pohyb listov

## Obranné mechanizmy pľúc

- častice väčšie než  $10\ \mu\text{m}$  sú zachytávané na sliznici dutiny nosovej
- menšie častice než  $10\ \mu\text{m}$  sú zachytávané vo vrstve hlienu na cylindrickom epiteli
- malé častice sú odstránené alveolárnym makrofágom
- nešpecifické mechanizmy prebiehajú v lymfatickom tkanive bronchov, kde prebiehajú komplikované imunitné procesy vo folikuloch obsahujúce B a T lymfocyty, ktore sú vo vzájomnej interakcii s pľúcnymi makrofágmi



# Použité písomníctvo

Konrádová V., Uhlík J., Vainer L.  
Funkční histologie  
Ústav histologie a embryologie II. LF UK Praha  
Druhé vydání 2000  
ISBN 80-86 022-80-3  
BRNO

L. Carlos Junqueira, José Carnerio, R. O. Kelly  
Základy histologie 1997  
7. Vydanie, preklad : R.Jelínek Praha  
ISBN 80-85787-37-7

Horký D., Čech S.  
Mikroskopická anatomie  
Masarykova univerzita LF Brno 1999  
ISBN 80-201-2208-6

Kapeller K. a kol. autorov  
Ústav histologie a embryologie LF UK Bratislava  
Vydavateľstvo osvetra Martin 1988  
ISBN 70-039-88

Vacek Z.,  
Histologie a histologická technika ( díl 1.)  
Institút pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně (1995)  
ISBN 80-7013-201-9

Paul R. Wheater, H. George Burkitt, Victor G. Daniels  
Wheater's functional histology (A Text and color Atlas) 1997  
ISBN 0-443-05688-9

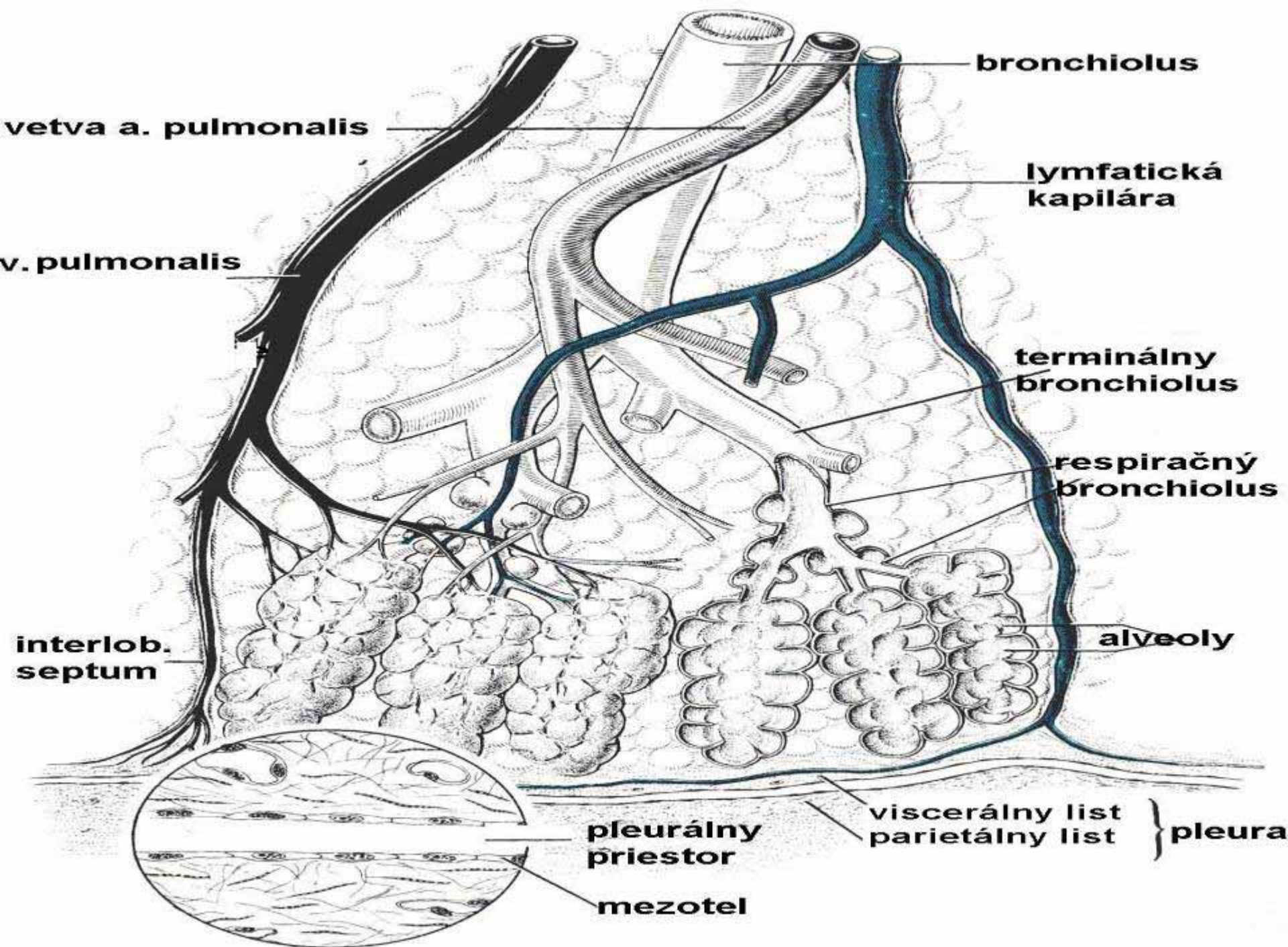
IRWIN Bergman  
Color atlas of basic histology  
Second edition 1998  
ISBN 0-8385-1321-2

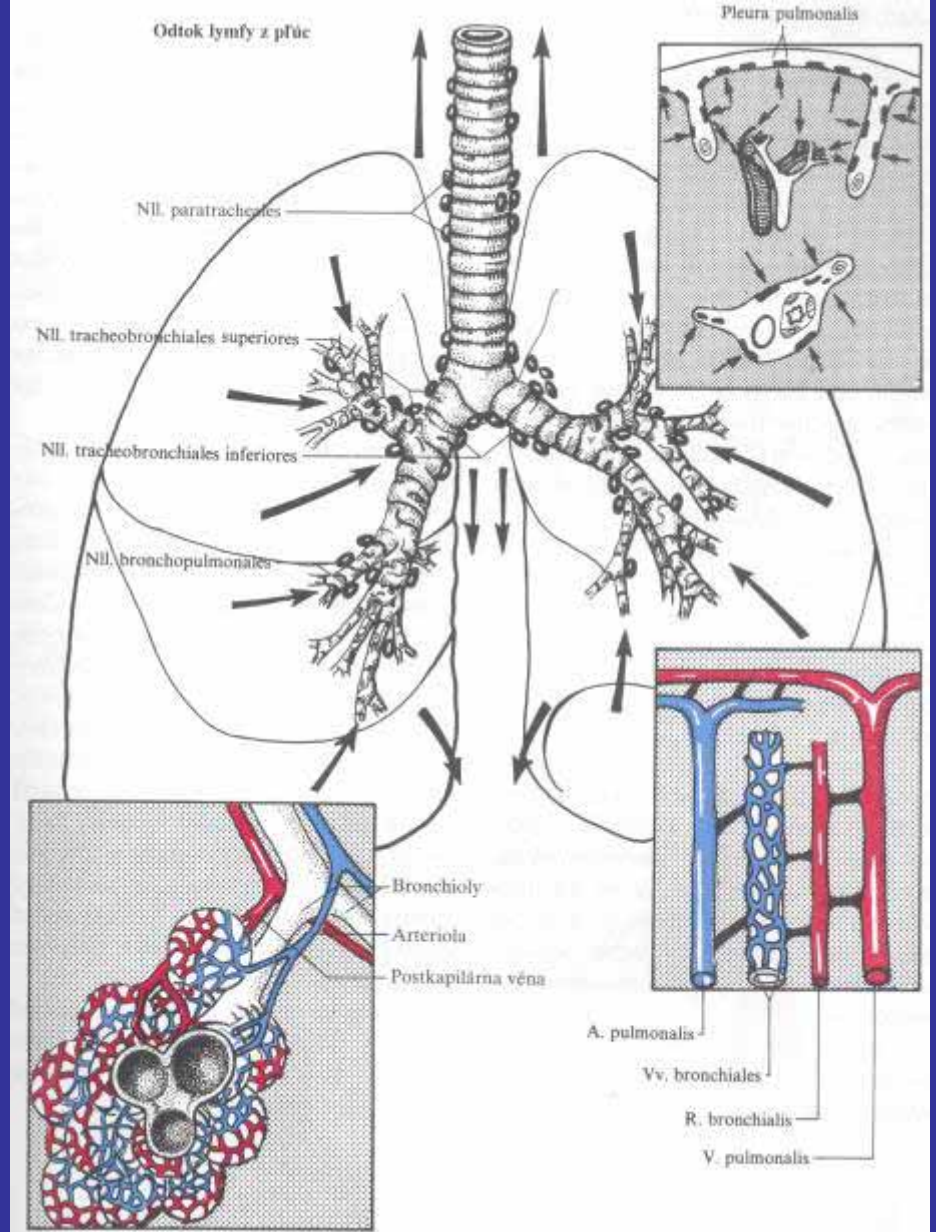
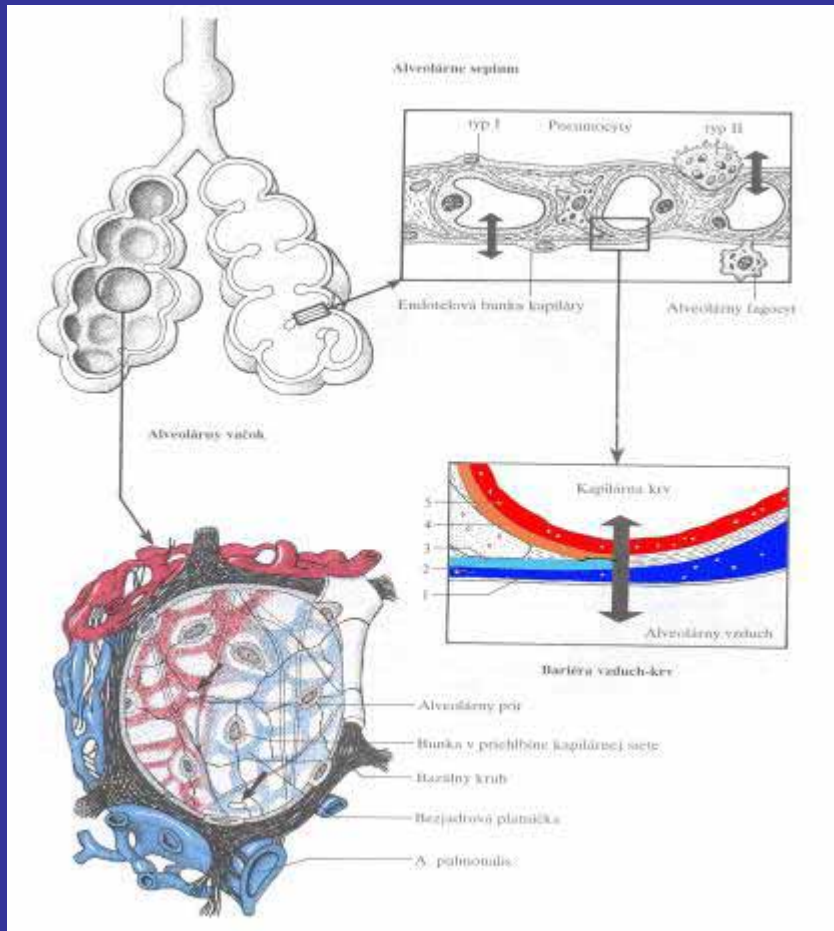
Michael H. Ross, Lynn J. Romrell, Gordon I. Kaye  
Histology a text and atlas  
Third edition 1995  
ISBN 0-683-07369-9

Luiz Carlos Junqueira, José Carneiro  
Basic Histology text and atlas  
Tenth edition 1998  
ISBN 0-07-121565-4

B. Young, J. W. Heath  
Functional histology a text and color atlas  
Fourth edition 2000  
ISBN 0-443-05612-9









**Vítajte na dnešnom  
praktickom cvičení**