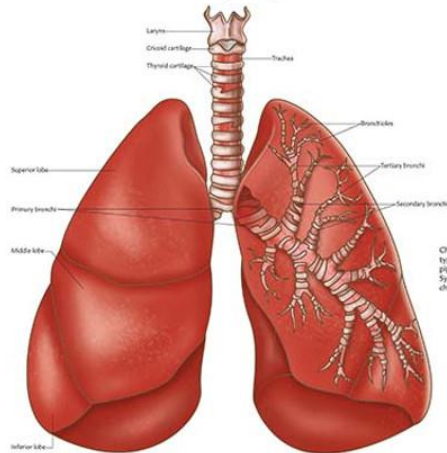


# DÝCHACÍ SYSTEM

Petr Vaňhara  
2024

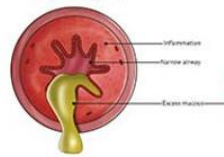
# DISEASES OF THE LUNGS

## Healthy Lungs



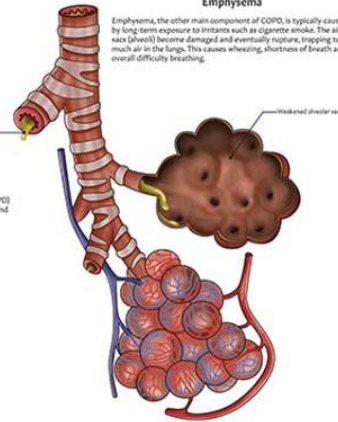
## Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)

### Chronic Bronchitis



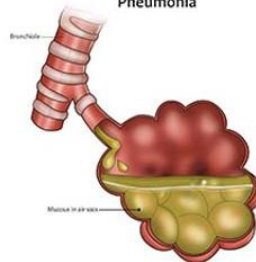
Chronic bronchitis is a type of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) typically caused by a viral infection. This long term inflammation of the wind pipes (bronchi) leads to mucous build-up which causes airway irritation. Symptoms include coughing, shortness of breath, tightness in the chest, sputum, headache and the production of mucus.

### Emphysema



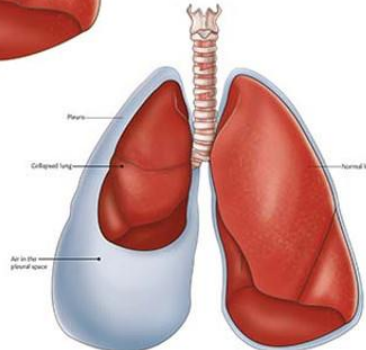
Emphysema, the other main component of COPD, is typically caused by long term exposure to irritants such as cigarette smoke. The air sacs (alveoli) become damaged and eventually rupture, trapping too much air in the lungs. This causes wheezing, shortness of breath and overall difficulty breathing.

## Pneumonia



Pneumonia is when the lungs' air sacs (alveoli) fill up with fluid or pus, making it difficult to breathe properly. It typically occurs as a result of bacterial or viral infection. It can also occur when food or liquid is breathed into the lungs (aspiration pneumonia). Symptoms include a persistent cough, shortness of breath, chest pain, fever and fatigue.

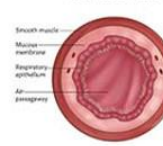
## Pneumothorax



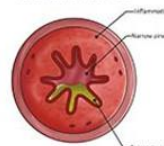
A pneumothorax, or a collapsed lung, occurs when air leaks into the space between your lung and chest wall called the pleural space. This increased pressure causes the lung, or a portion of the lung, to collapse. A pneumothorax can be traumatic (the result of an injury such as a blow to the chest) or nontraumatic (from lung disease such as COPD). Lifestyle factors such as smoking can also put someone at risk for pneumothorax.

## Asthma

### Normal Bronchiole

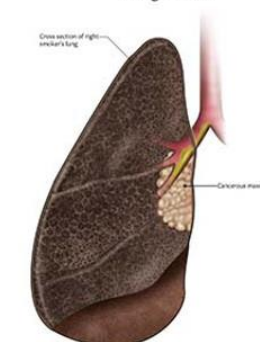


### Asthmatic Bronchiole



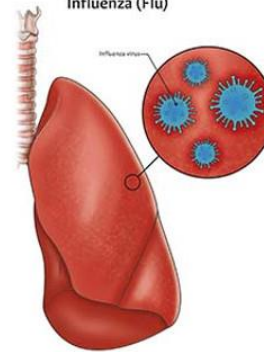
Asthma is a respiratory condition that causes the airway to become inflamed and more narrow than usual, making breathing difficult. Symptoms include irritation, inflammation and coughing. Although asthma has similar symptoms as bronchitis, they have different causes. Asthma can be caused by triggers such as airborne allergens, smoking, cold air, physical activity and genetics.

## Lung Cancer



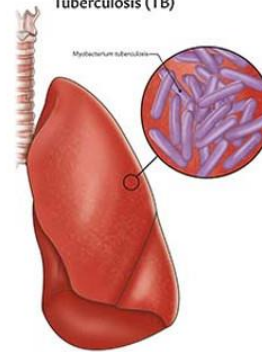
Lung cancer is one of the most common cancers. Although lung cancer can occur in anyone, smokers are at the greatest risk. Signs and symptoms include persistent cough, coughing up blood, shortness of breath, chest pain, headache, fatigue and weight loss.

## Influenza (Flu)



Influenza (commonly known as "flu") is a contagious virus that affects the nose, throat and lungs. It is a very infectious virus spread by the germs from a cough or sneeze of an infected person. Symptoms of the flu include a high temperature, body aches, fatigue, head ache, sore throat and cough.

## Tuberculosis (TB)



Tuberculosis (TB) is an infectious bacterial disease which usually infects the lungs. It is spread through prolonged exposure, typically the inhalation of the germs from a cough or sneeze of an infected person. Symptoms include persistent cough, coughing up blood, chest pain, fatigue and fever. If left untreated, permanent lung damage can occur.

# PROČ SE ZABÝVAT PLICNÍ ULTRASTRUKTUROU A HISTOGENEZÍ?

| <b>Onemocnění</b>  | <b>Postižená tkáň</b>  | <b>Terapeutický cíl</b>   |
|--|--|---|
| <b>RDS</b>   | Alveolární epitel<br>Endotel kapilár                               | Regenerace epitelu a kapilární sítě   |
| <b>Astma</b>   | Bronchiolární epitel<br>Myofibroblasty<br>Hladká svalovina DC      | Útlum zánětu<br>Prevence remodelace DC<br>Prevence hyperplasie hladké svaloviny                   |
| <b>Chronická plicní nemoc</b><br>(Bronchopulmonární dysplasie) | Alveolární epitel<br>Endotel kapilár<br>Intersticiální fibroblasty | Útlum zánětu<br>Prevence fibrotizace a cévní dysgeneze<br>Regenerace alveolárních sept a epitelíí |
| <b>Cystická fibróza</b>  | Epitel DC  | Genová terapie CFTR<br>(cystic fibrosis conductance regulator)                                    |
| <b>CHOPN</b>   | Alveolární epitel<br>Endotel kapilár<br>Intersticiální fibroblasty | Komplexní obnova 3D alveolární architektury   |
| <b>Bronchiolitis obliterans</b>                                | Epitel DC  | Regenerace bronchiolárního epitelu<br>Prevence obliterace bronchiolů                              |
| <b>Nádorová onemocnění</b>                                     | Všechny plicní tkáně   | Úplná eliminace abnormálních tkání,<br>regenerace plicních struktur                               |

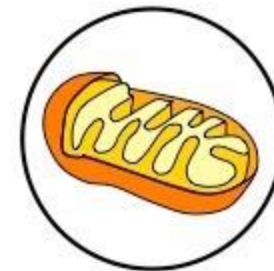
Respirace = dýchání = proces výměny plynů kyslíku, oxidu uhličitého mezi organismem a zevním prostředím.



Ventilace



Výměna plynů a perfúze plic



Buněčná respirace

Respirace vnější  
(plicní)

Respirace vnitřní  
(tkáňová)

- **Syntéza a aktivace** vazoaktivních látek, hormonů neuropeptidů, eikosanoidů, lipoproteinových komplexů ...
- **Hemostáza** – tromboplastin, heparin ...
- **Imunita** – aktivace komplementu, leukocytů, produkce cytokinů ...

## Horní dýchací cesty

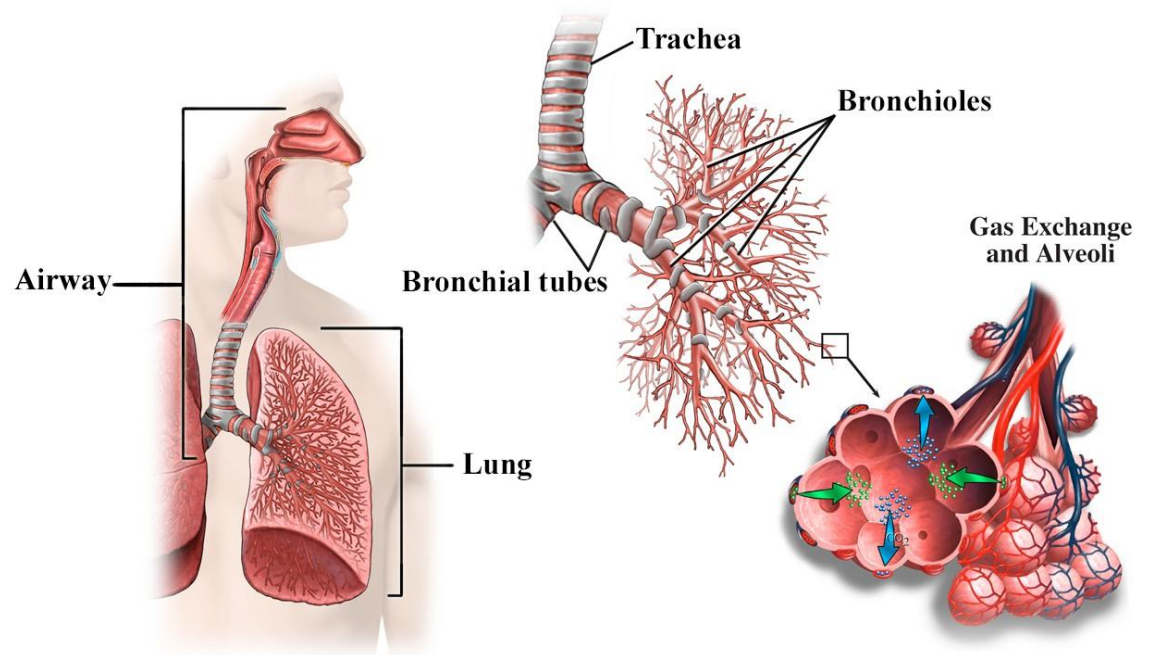
- nosní dutina
- vedlejší nosní (*paranasální*) dutiny
- nasopharynx (nosohltan)
- oropharynx

*apertura thoracis superior*

## Dolní dýchací cesty

- hrtan
- průdušnice (*trachea*)
- průdušky (*bronchi*)
- průdušinky (*bronchioli*)

} – **průduškový (bronchiální) strom**

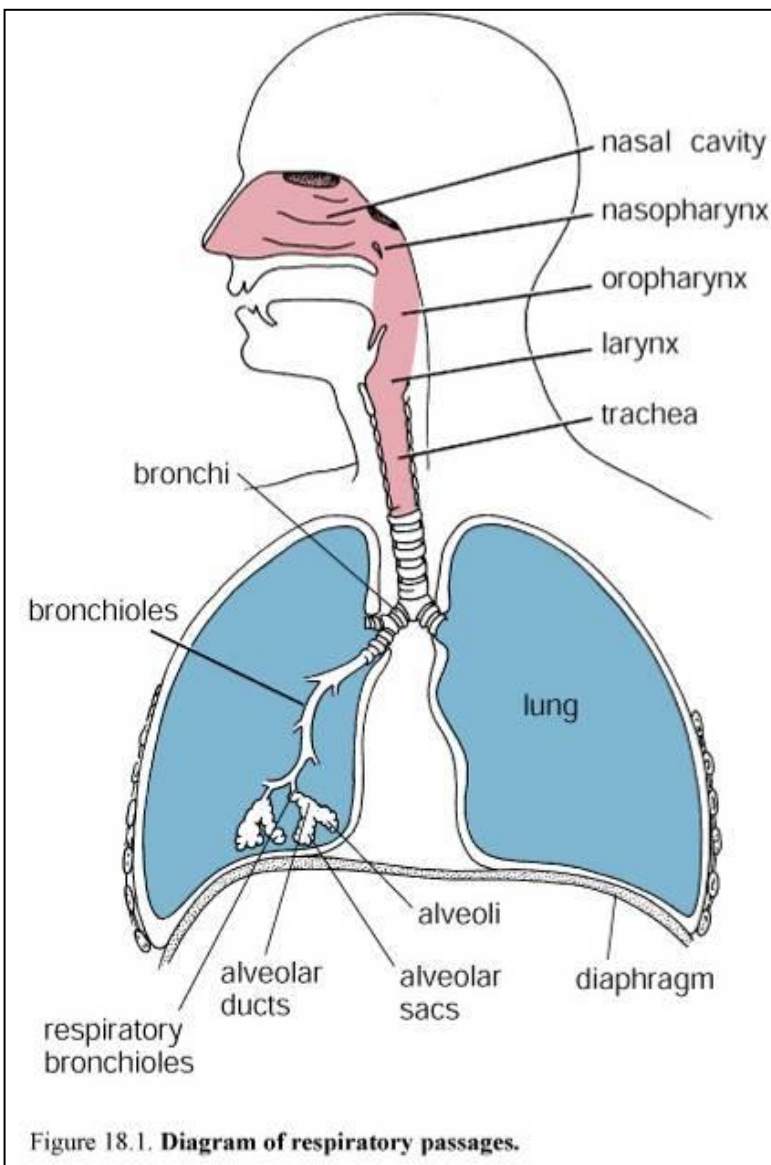


© Nucleus Medical Media All Rights Reserved www.nucleusinc.com

## Respirační oddíl – sklípkový strom

- respirační bronchioly
- alveolární chodbičky (*ductus alveolares*)
- alveolární váčky (*sacculi alveolares*)
- plicní sklípky (*alveoli*)

# OBEČNÉ ZNAKY DÝCHACÍCH CEST



## Funkce DC

- Transport
- Zvlhčení
- Filtrace
- Ohřátí

## Stavba DC

### Kost / Chrupavka

*(mechanická podpora)*

### Sliznice

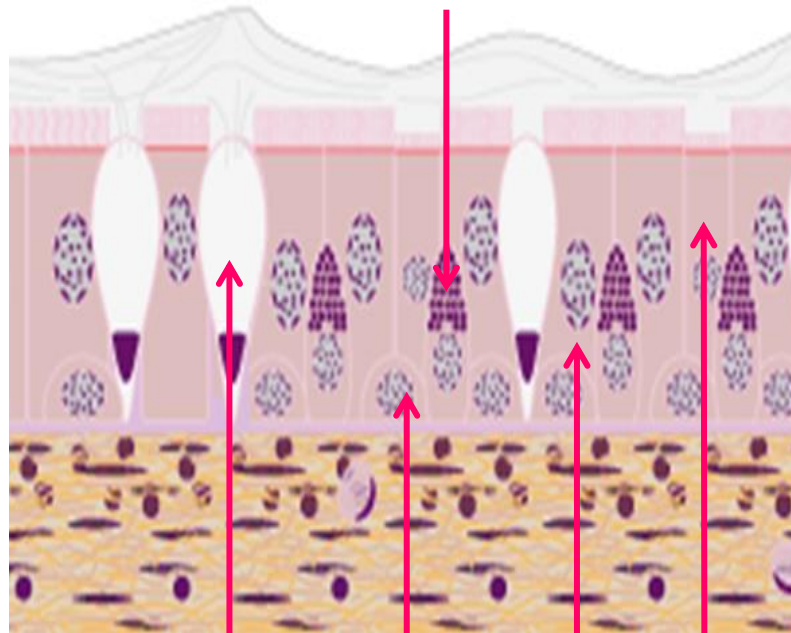
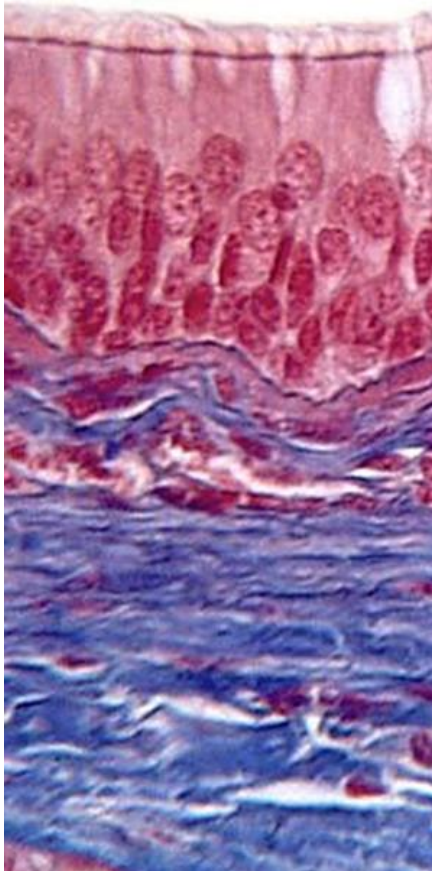
- Epitel
- Lamina propria

# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST



Neuroendokrinní bb. (Kulčického) ←

DNES



Vrstva hlenu

**Lamina epithelialis mucosae**

Víceřadý cylindrický epitel s řasinkami a pohárkovými buňkami

**Lamina propria mucosae**

- řídké kolagenní vazivo
- arteriální a venózní pleteně
- hojné smíšené seromucinózní žlázky
- MALT

**Pohárkové b.**  
(mucin)

**Bazální b.**  
(kmenové buňky)

**Kartáčové bb.**  
(chemosensorické)  
(podobné bb. chuťových pohárků)

**Řasinkové b.**  
(nejhojnější)

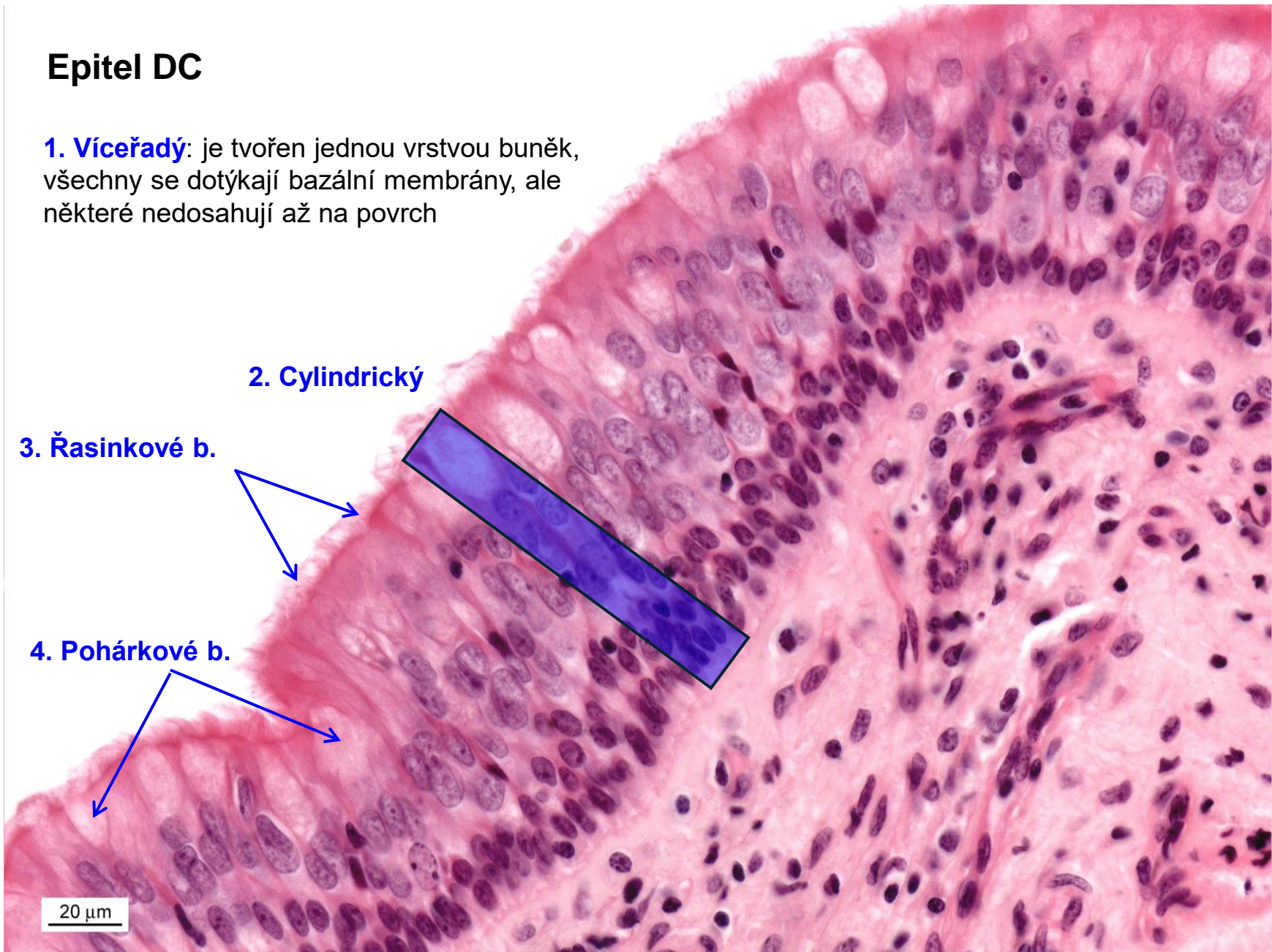
## Epitel DC

**1. Víceřadý:** je tvořen jednou vrstvou buněk, všechny se dotýkají bazální membrány, ale některé nedosahují až na povrch

**2. Cylindrický**

**3. Řasinkové b.**

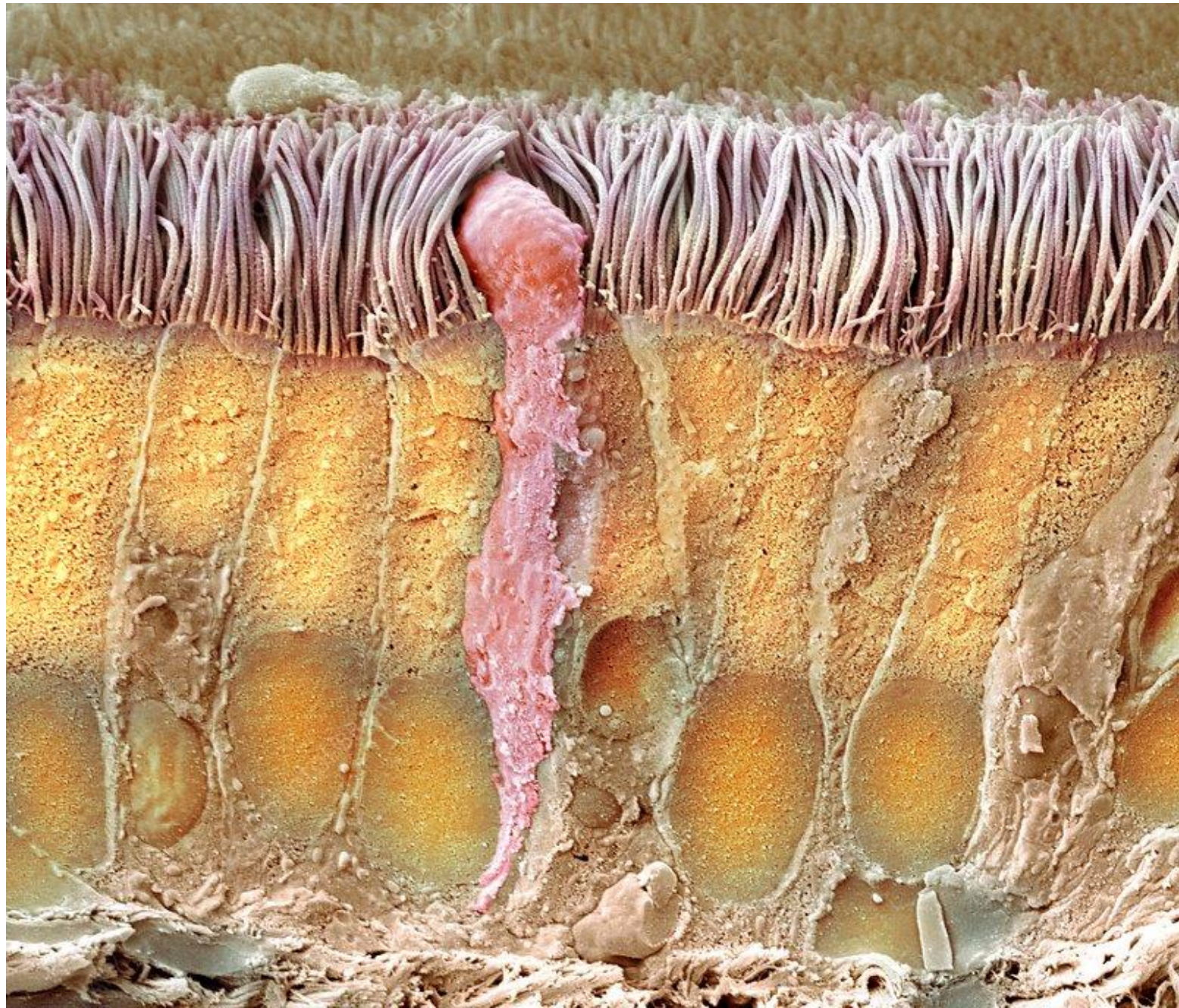
**4. Pohárkové b.**



20 μm



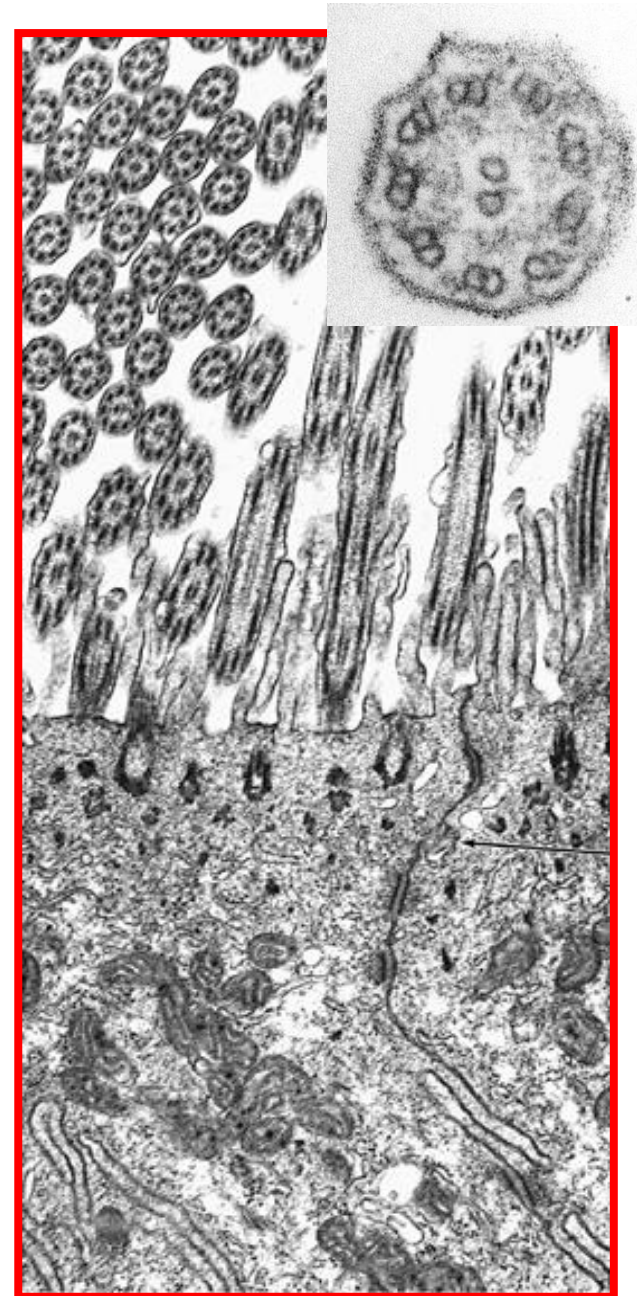
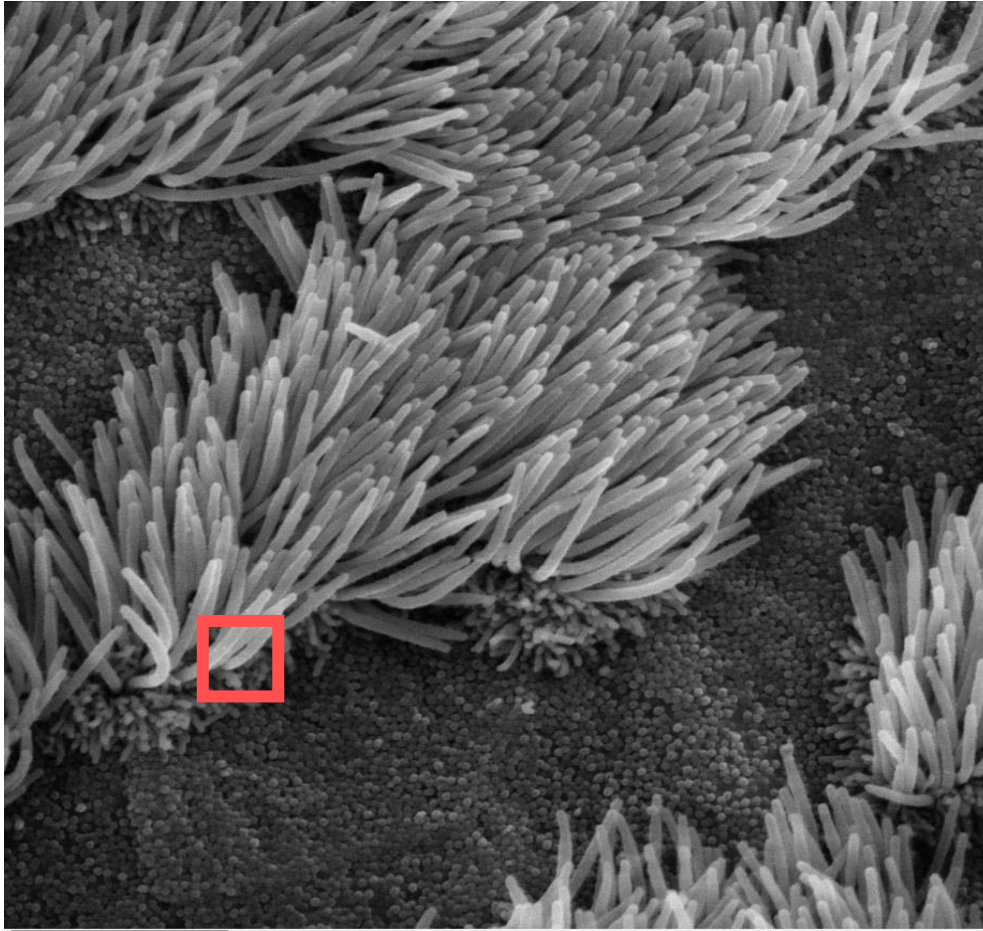
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST



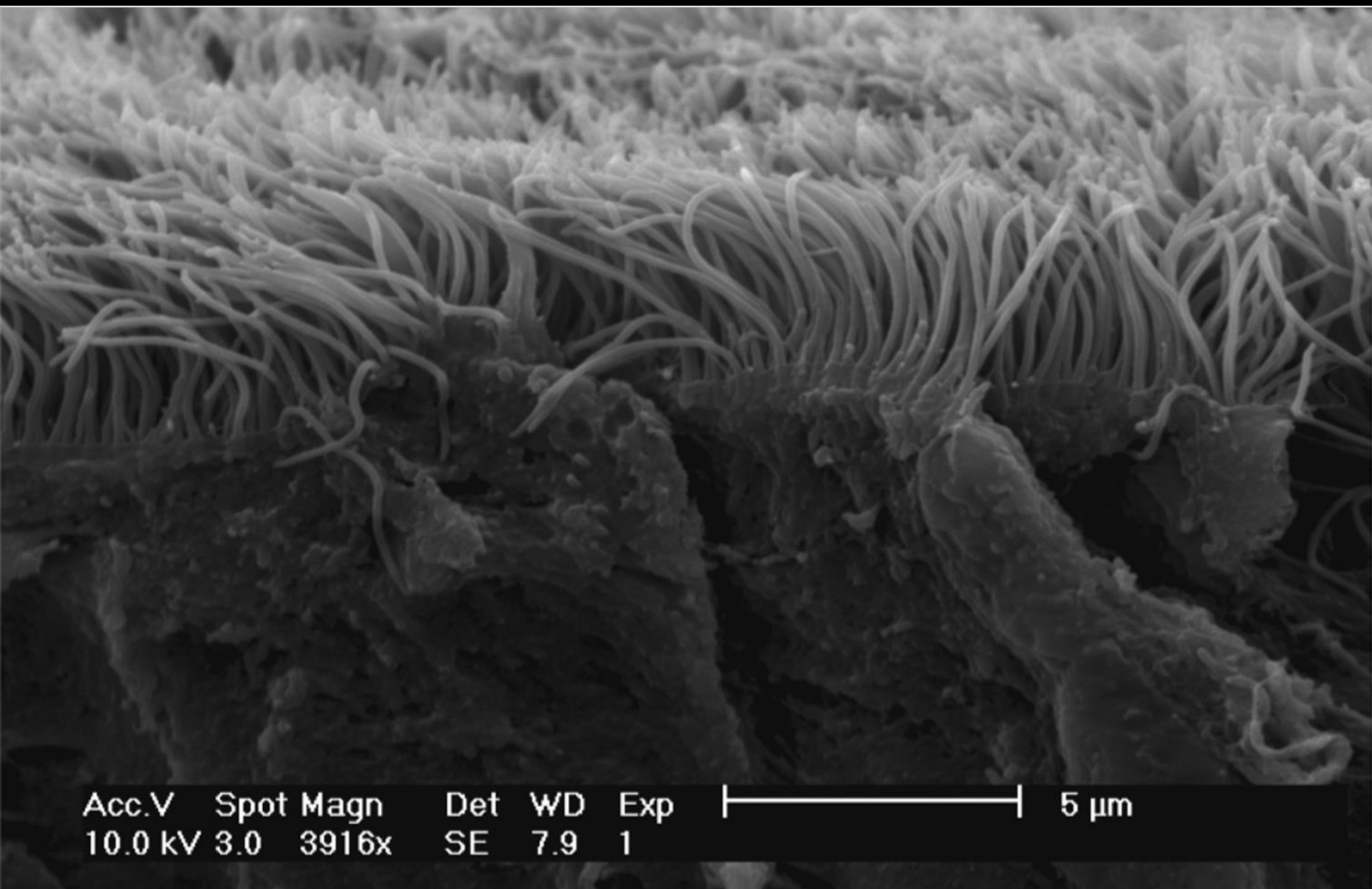
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST

## Řasinkové buňky

- až stovky kinocilií (5-10  $\mu\text{m}$ ) na jedné řasinkové buňce
- bazální tělísko, žíhaná nožka, axonema
- ciliopatie
- viz přednáška H&E I jaro 2024 – Epitelová tkáň



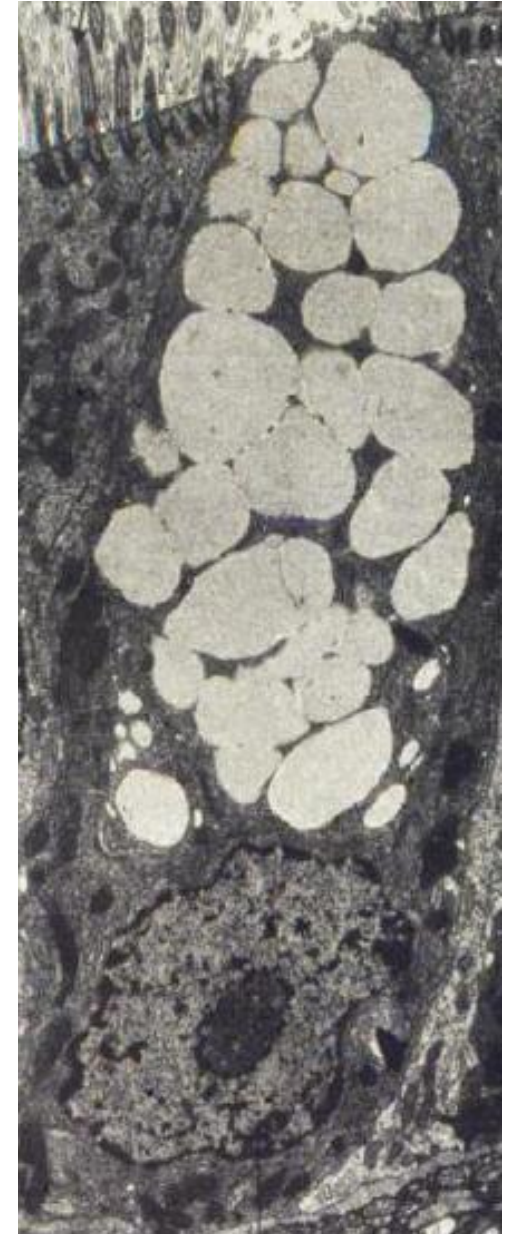
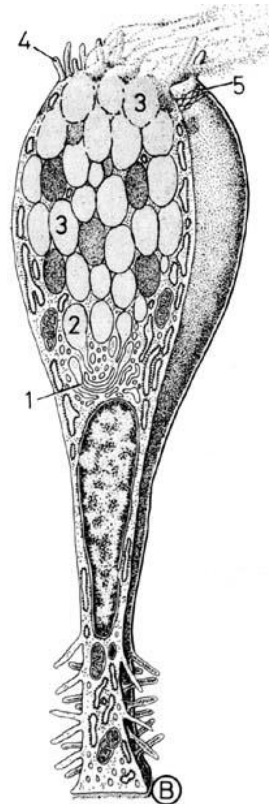
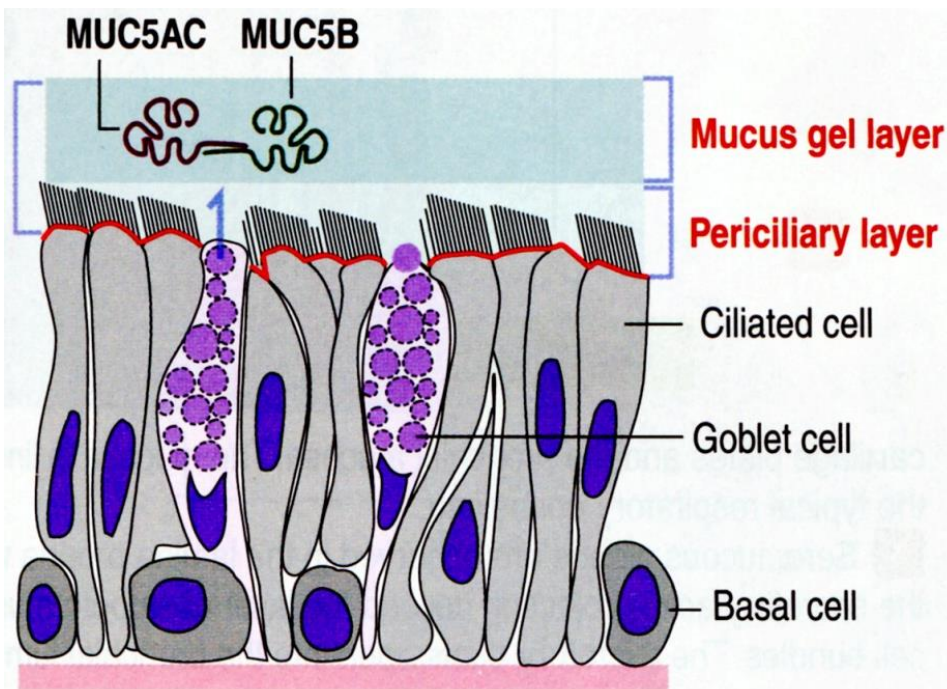
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST



# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST

## Hlen - mucus

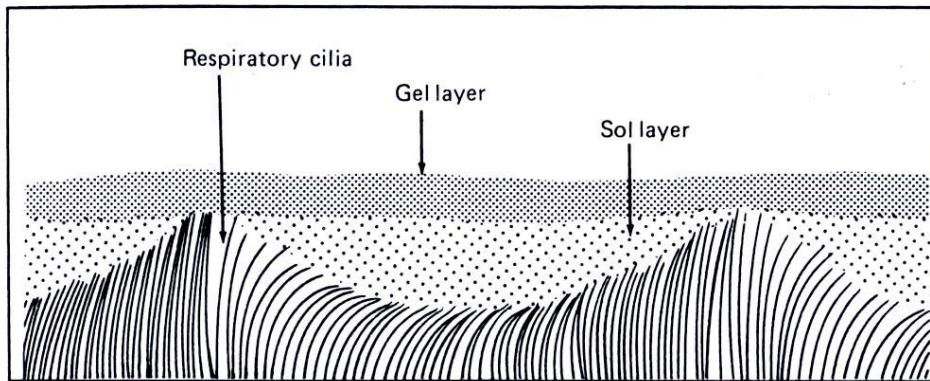
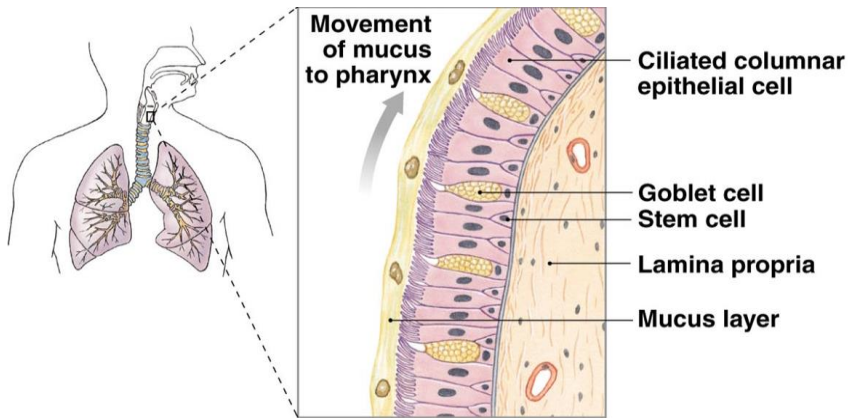
- pohárkové buňky a seromucinózní žlázy
- voda (97%), glykoproteiny (muciny) a další proteiny, lipidy
- gelová, a periciliární fluidní fáze - viskoelastická
- zvlhčuje sliznici a vzduch
- obsahuje IgA imunoglobuliny (slizniční imunita)
- zachycuje částice ze vzduchu, pomáhá čistit dýchací cesty
- CF



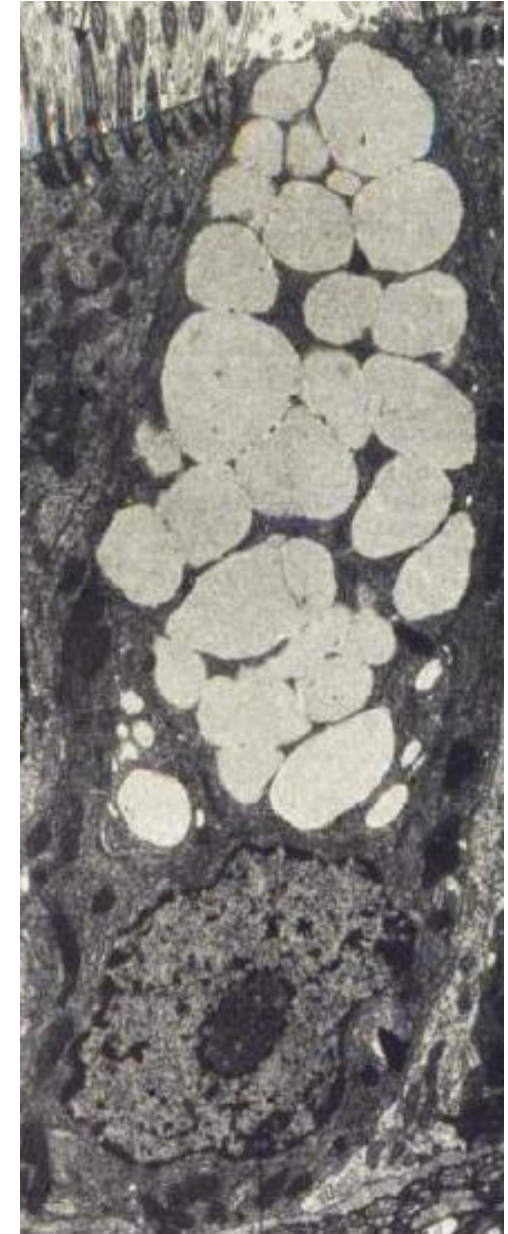
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST

## Mukociliární transport

- koordinovaný pohyb řasinek směrem k nosohltanu
- 5 mm/hod

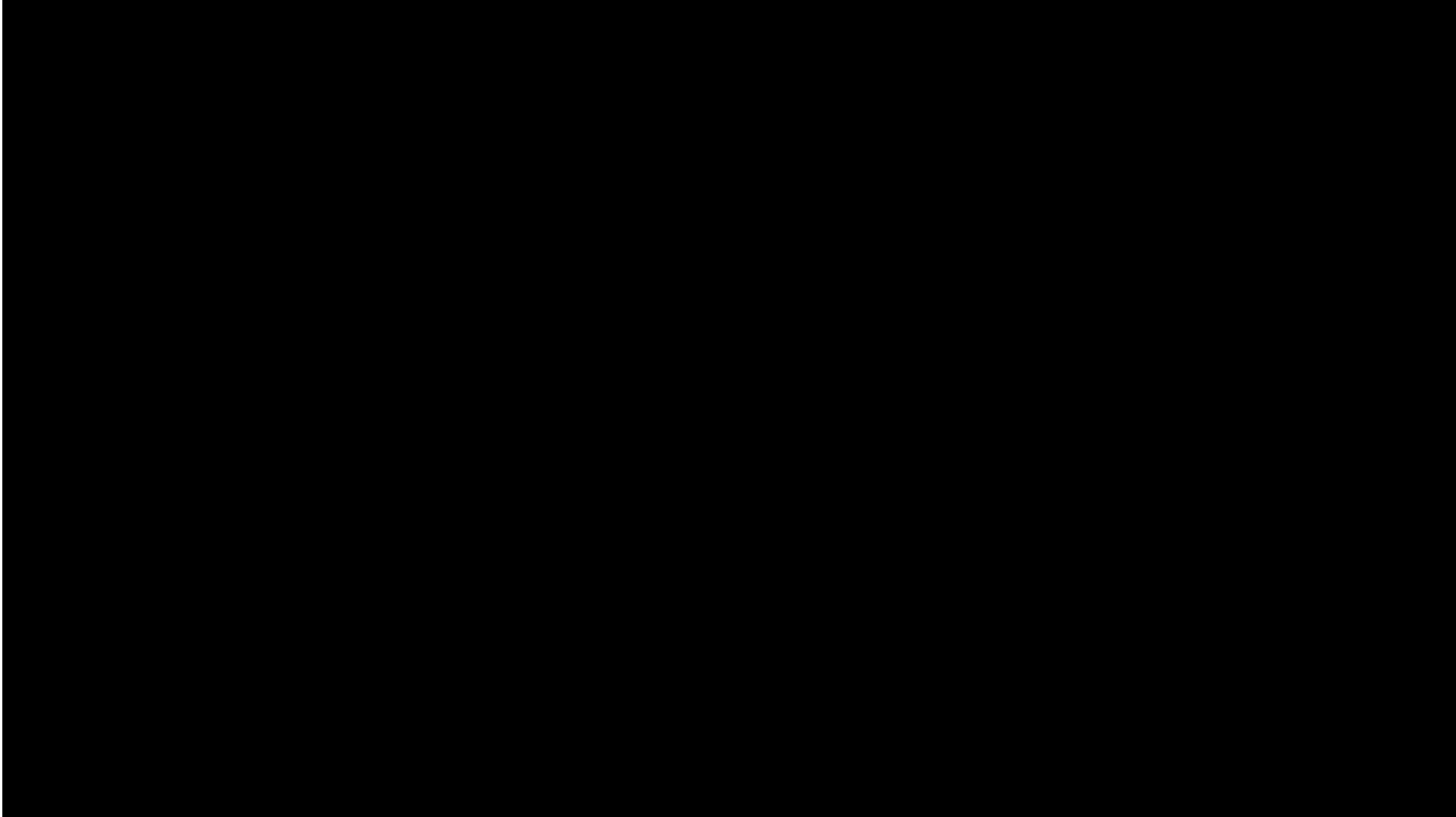


Respiratory cilia are bathed in the sol portion of the mucus layer above them. Their power strokes allow mucus movement by contacting the viscous gel layer, always in the same direction. (From Martin DE and Youtsey JW: Respiratory anatomy and physiology, St Louis, 1988, The CV Mosby Co.)



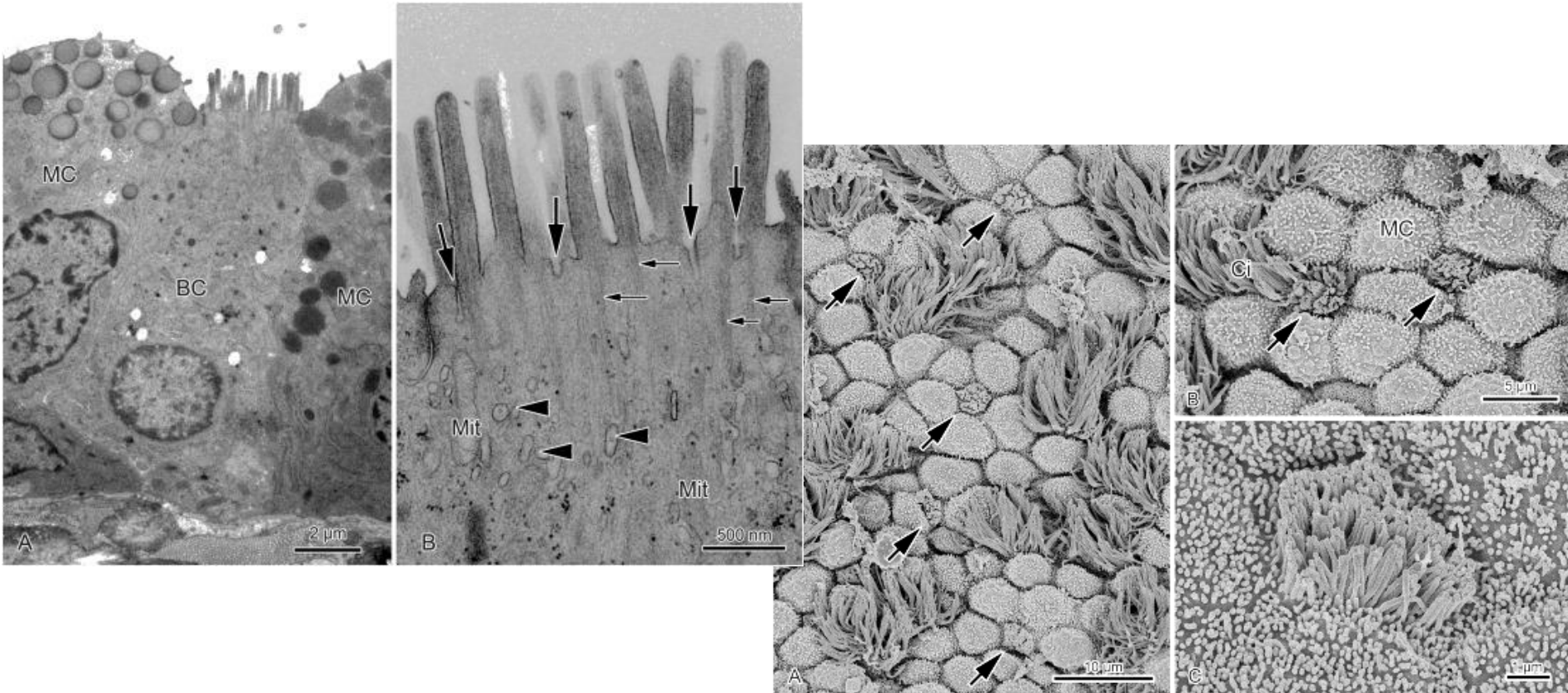
## Mukociliární transport

- koordinovaný pohyb řasinek směrem k nosohltanu
- 5 mm/hod



## Kartáčové buňky

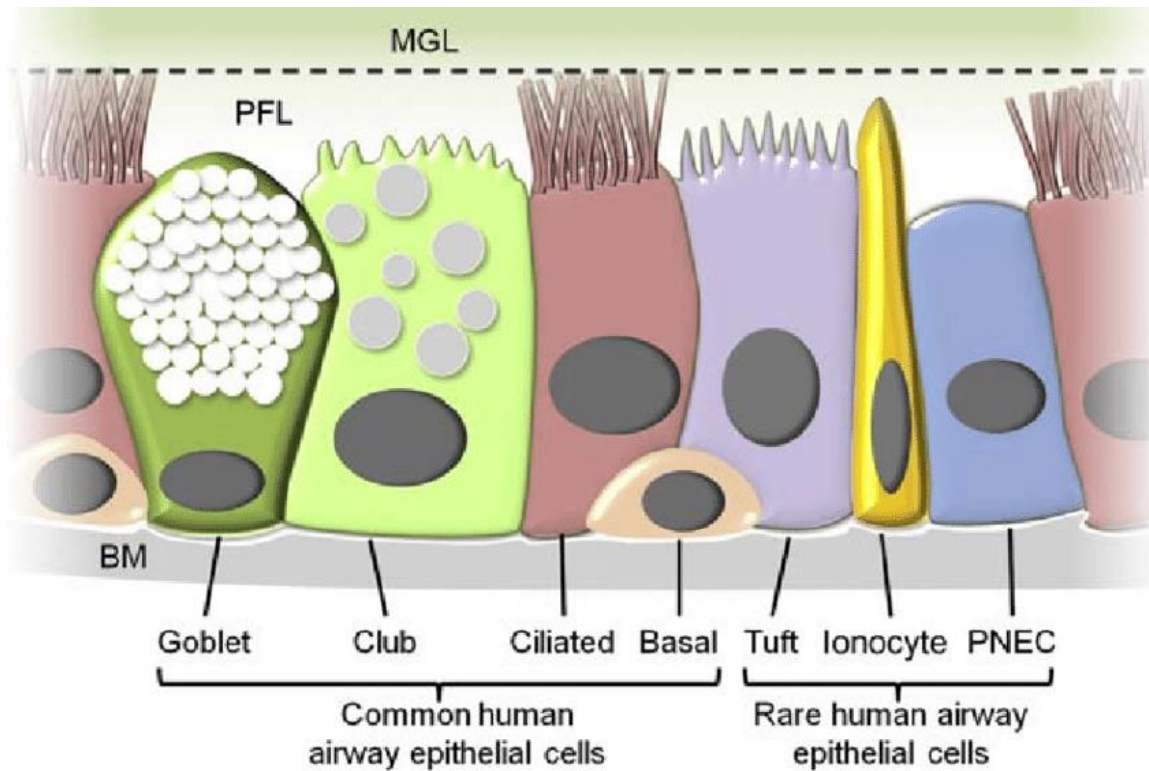
- chemosenzorické
- nemají řasinky, ale mají mikroklyky
- inervace s n. trigeminus – senzitivita DC a plicních sklípků
- sekreční/absorpční funkce



# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST

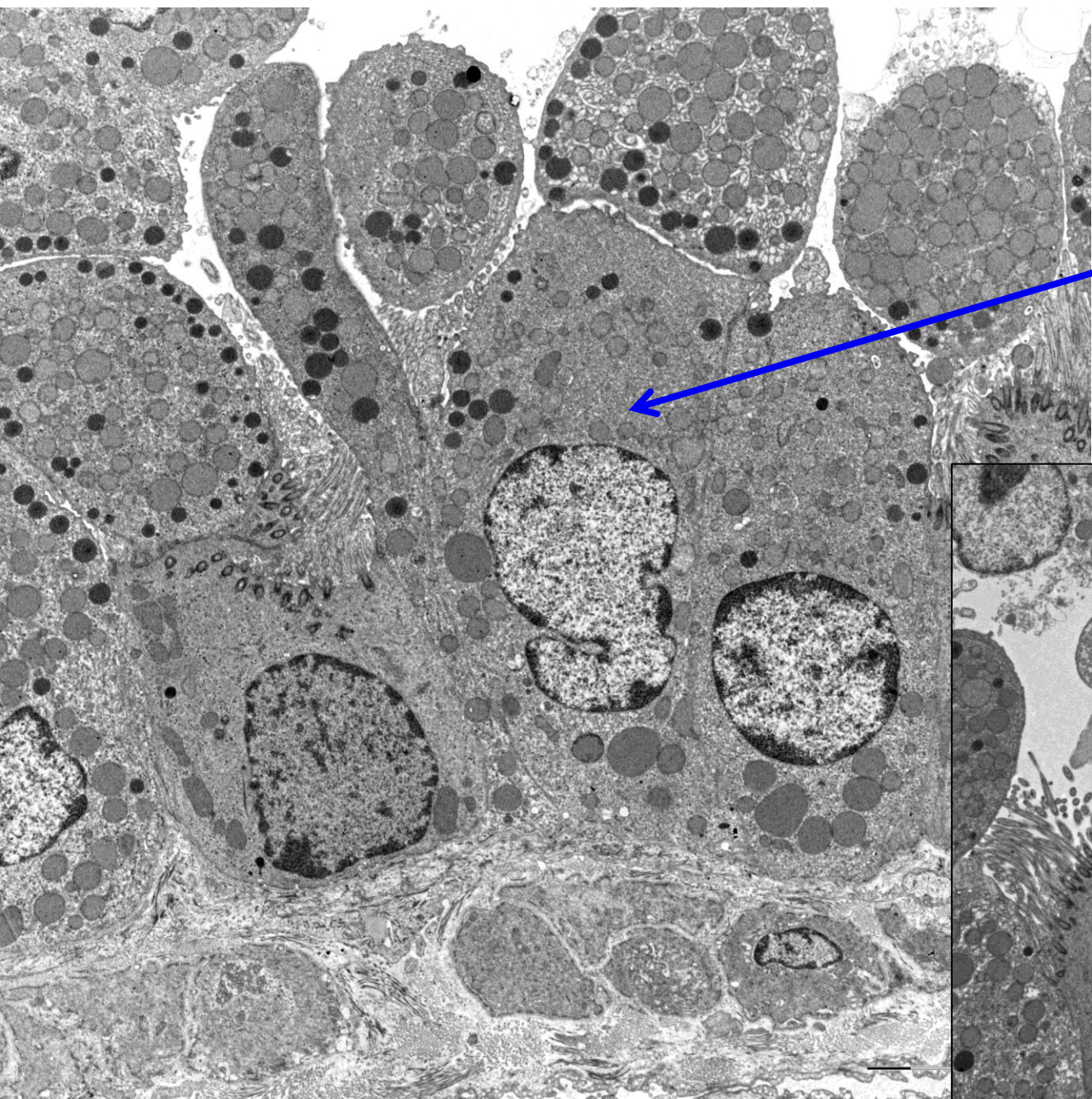
## Kyjovité buňky

- bronchiolární sekreční buňky
- produkce GAGs, protektivní funkce
- řada enzymologicky významných enzymů (lysozym, tryptáza)
- inaktivace toxinů v SER cestou cytochromu P-450
- mitoticky aktivní, mohou diferencovat do řasinkových i neřasinkových buněk sliznice

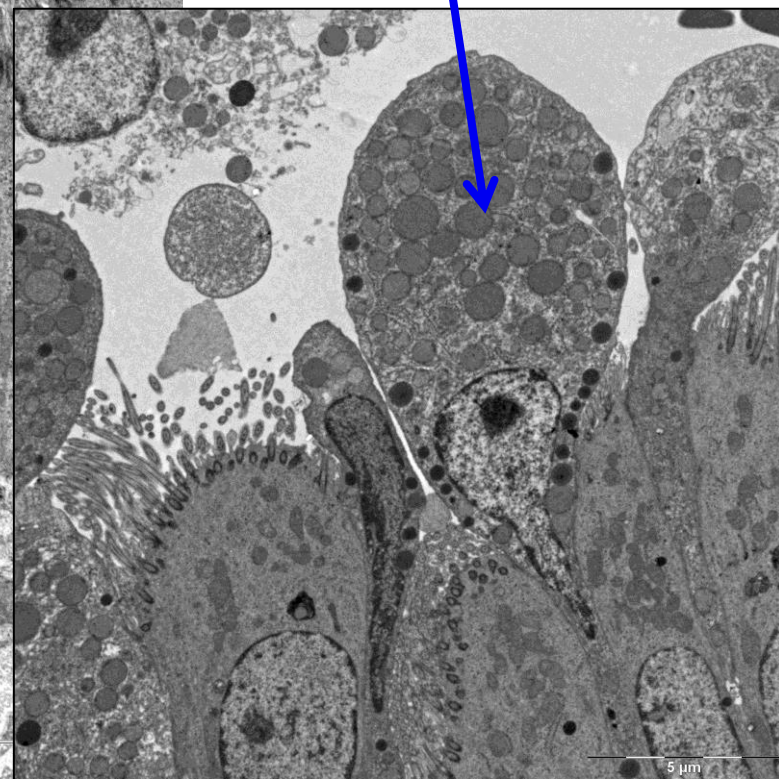
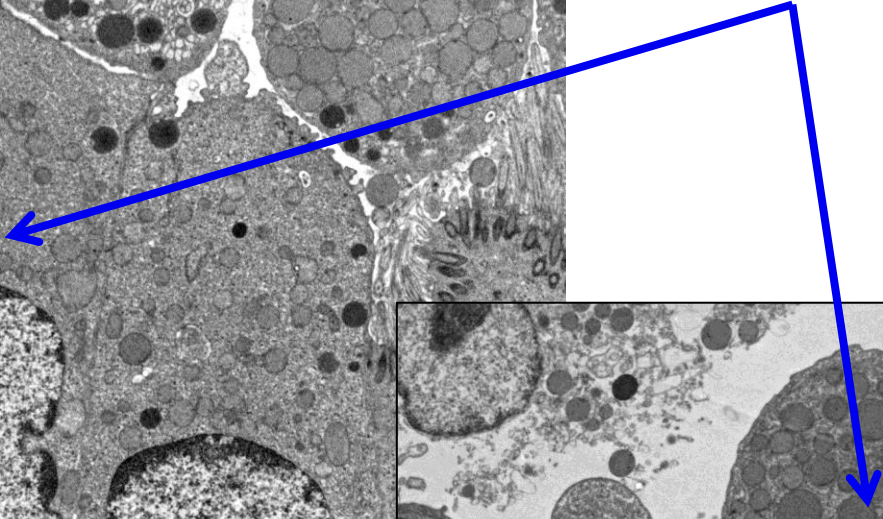




# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST



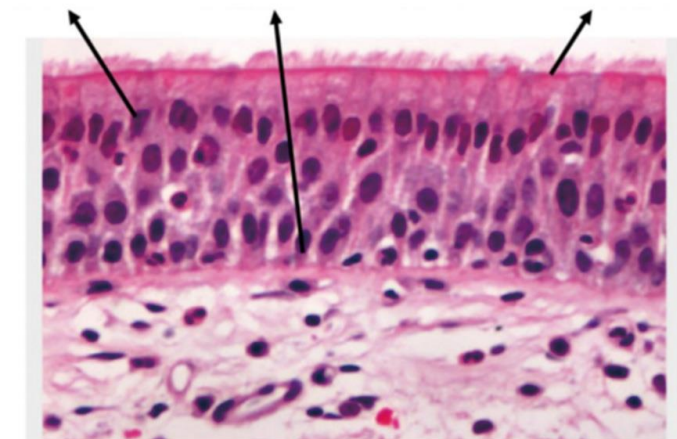
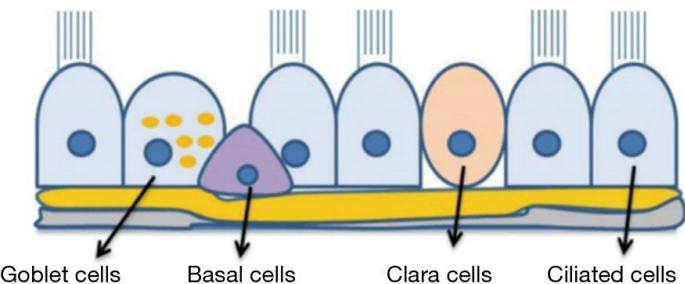
Kyjovité buňky



Clarovy buňky



Kyjovité buňky (club cells)



## HISTORICAL PERSPECTIVE

### The Clara cell: a “Third Reich eponym”?

A. Winkelmann\* and T. Noack#

**ABSTRACT:** German anatomist Max Clara (1899–1966) described the “Clara cell” of the bronchiolar epithelium in 1937. The present article investigates Clara’s relationship with National Socialism, as well as his use of tissue from executed prisoners for research purposes, details about both of which are largely unknown to date. Our methodology for the present study focussed on analysis of material from historical archives and the publications of Clara and his co-workers.

Clara was appointed as Chair of Anatomy at Leipzig University (Leipzig, Germany) in 1935. He owed his career, at least in part, to Nazi support. He was an active member of the Nazi party (Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei (NSDAP)) and engaged in university politics; this included making anti-Semitic statements about other academics in appointment procedures. Nevertheless, he also supported prosecuted colleagues.

Much of Clara’s histological research in Leipzig, including his original description of the bronchial epithelium, was based on tissue taken from prisoners executed in nearby Dresden (Germany).

Max Clara was an active and outspoken Nazi and his histological research exploited the rising number of executions during the Nazi period. Clara’s discovery is thus linked to the Nazi system. The facts given in the present paper invite discussion about the eponym’s neglected history and its continued and problematic use in medical terminology.

**KEYWORDS:** Bronchioli, Clara cell protein, histology, National Socialism, research ethics

#### AFFILIATIONS

\*Institute of Cell Biology and Neurobiology, Center for Anatomy, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, and

#Institute of the History of Medicine, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany.

#### CORRESPONDENCE

A. Winkelmann  
Institute of Cell Biology and Neurobiology  
Center for Anatomy Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Schumannstr. 20/21  
D-10117 Berlin  
Germany  
E-mail: andreas.winkelmann@charite.de

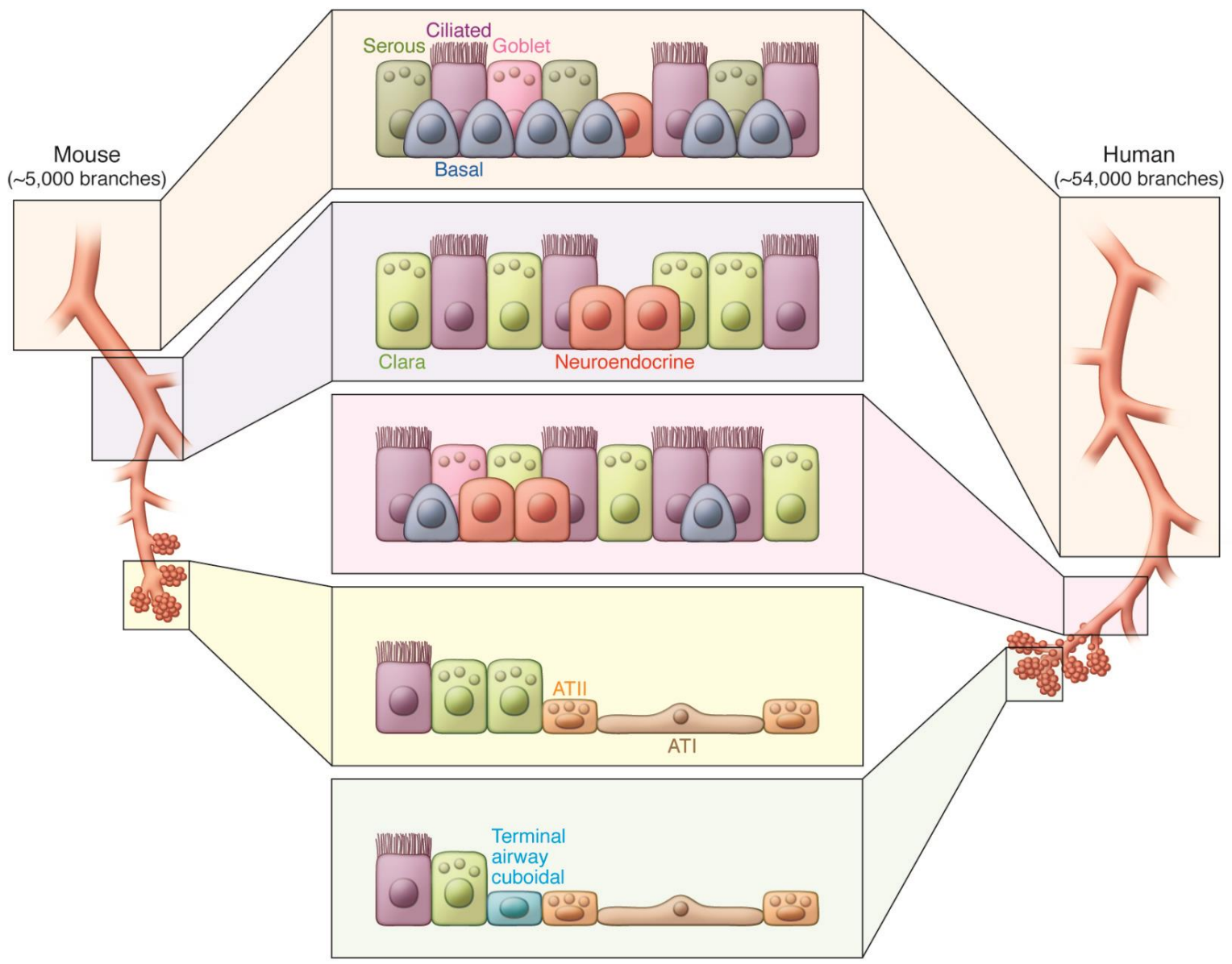
Received:

Sept 15 2009

Accepted after revision:

Feb 22 2010

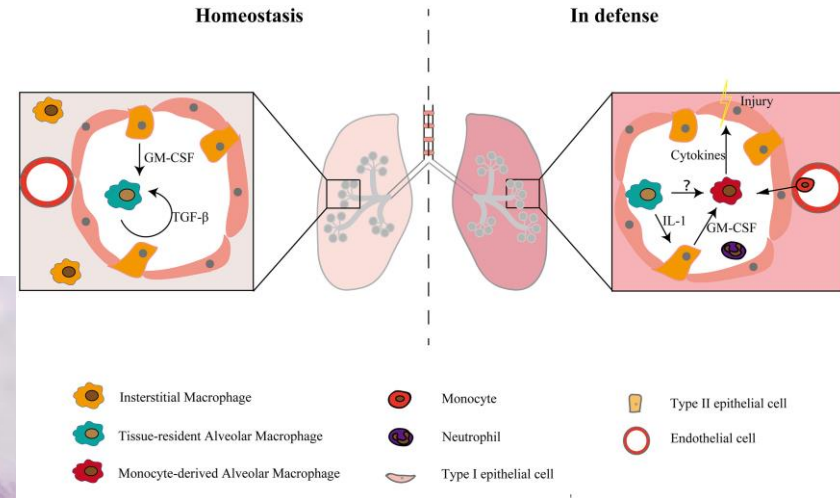
# ZMĚNY VE STRUKTUŘE EPITELU V PRŮBĚHU DÝCHACÍCH CEST



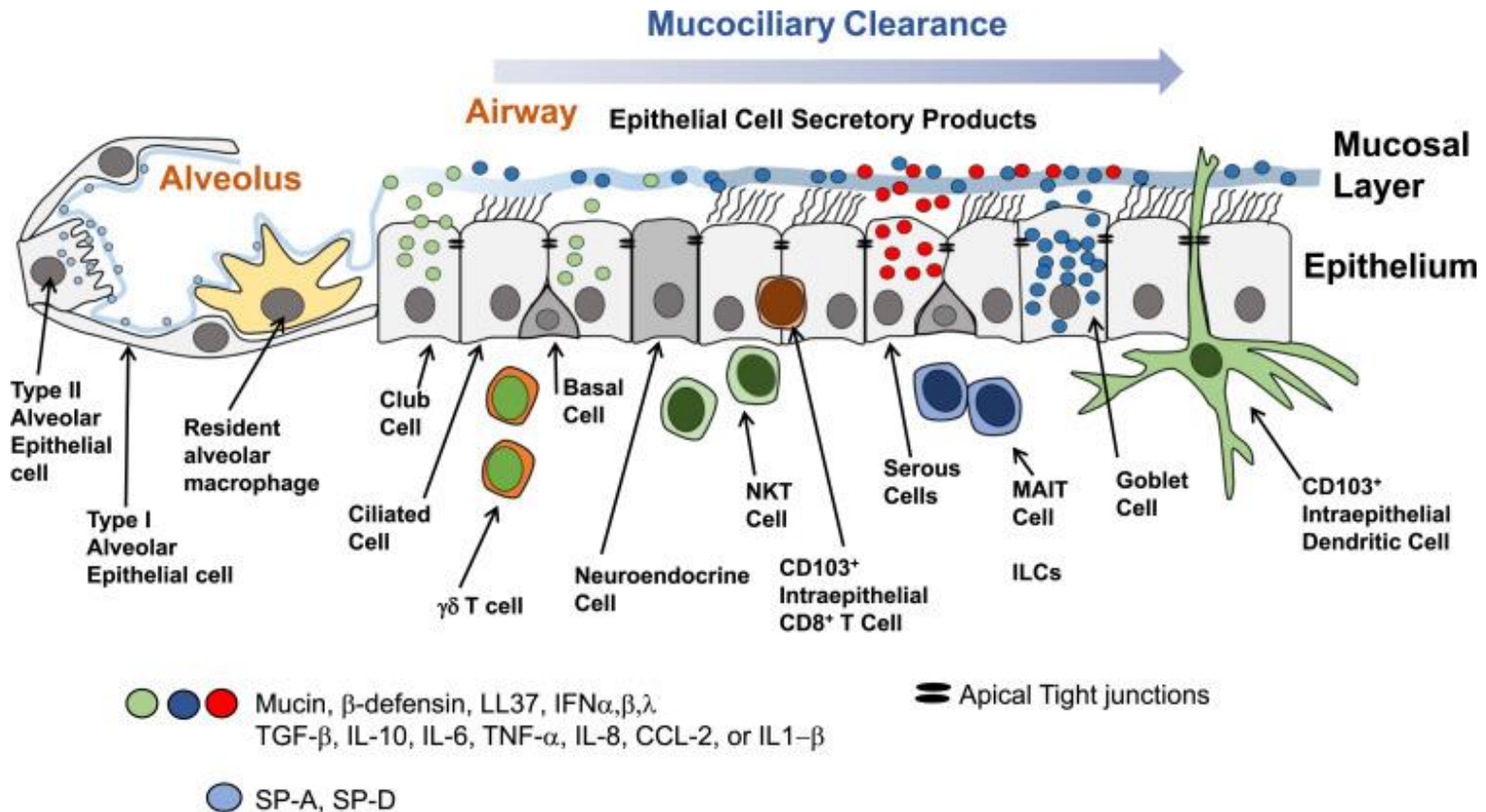
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST

## Makrofágy

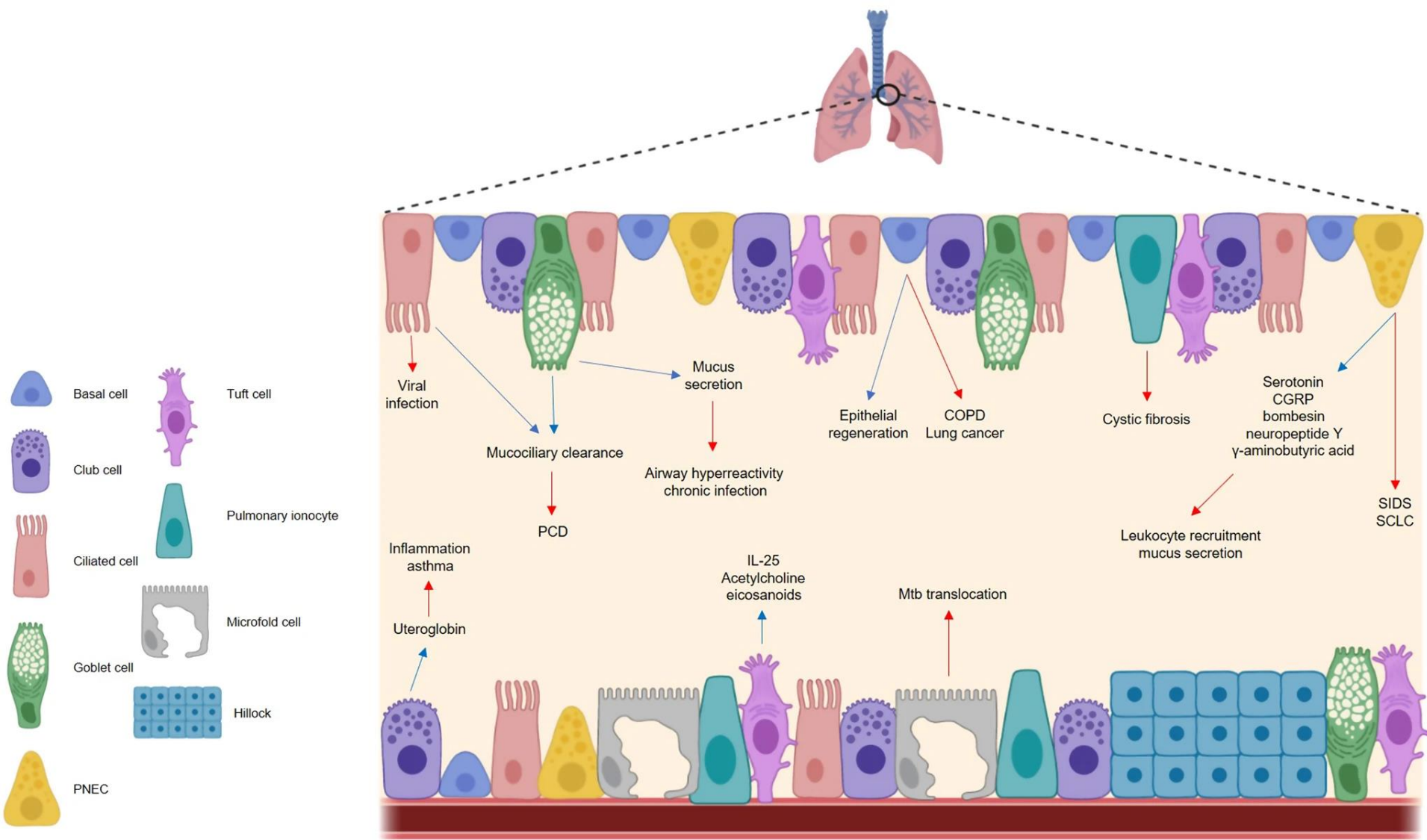
- vrozená imunita
- homeostáza tkáňového mikroprostředí
- fagocytóza nečistot a patogenů
- epiteliální integrita



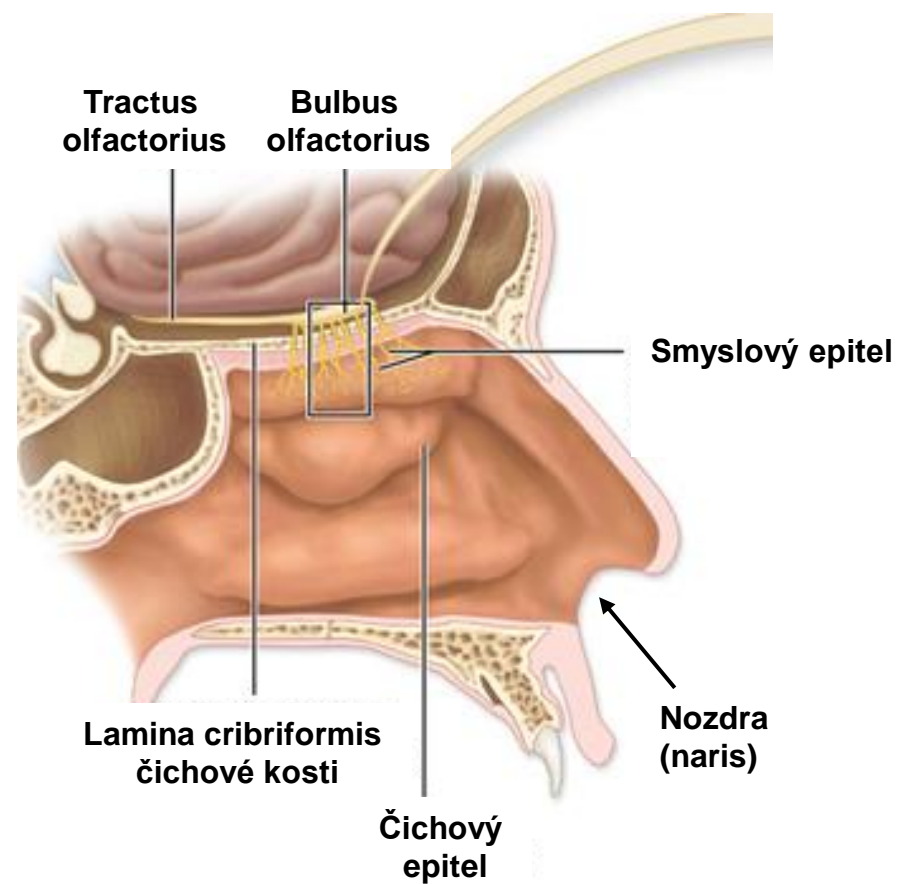
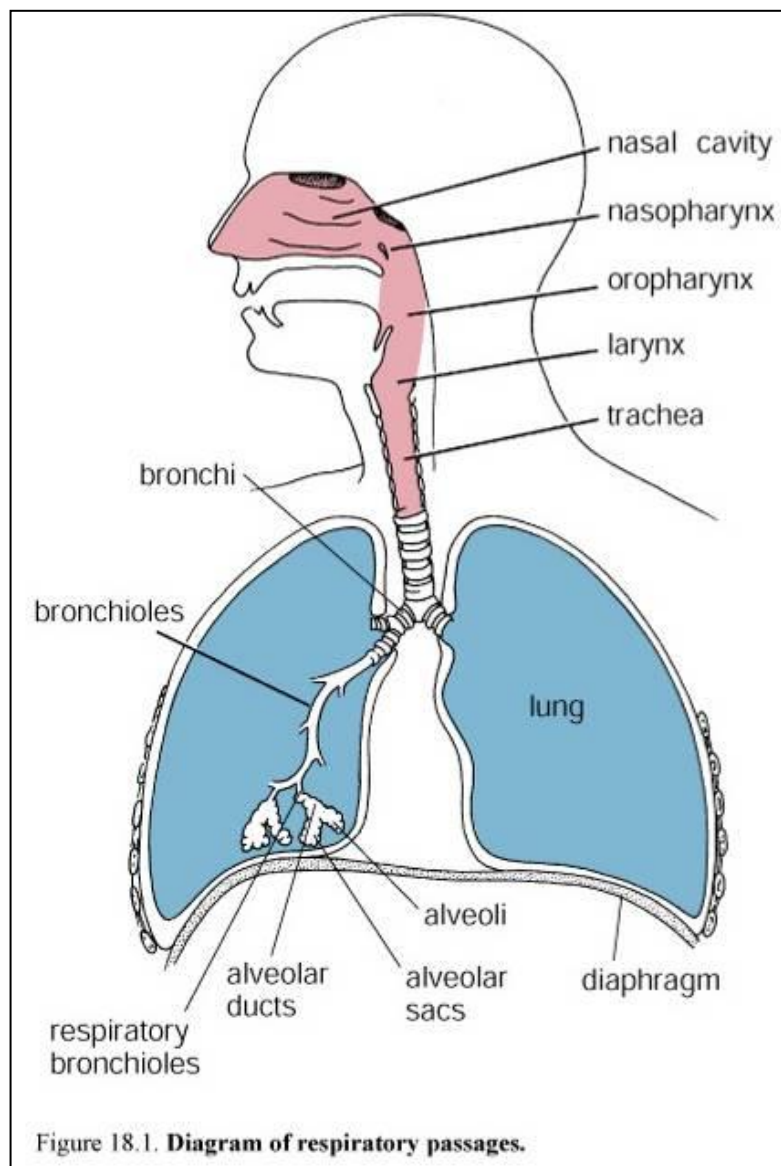
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST



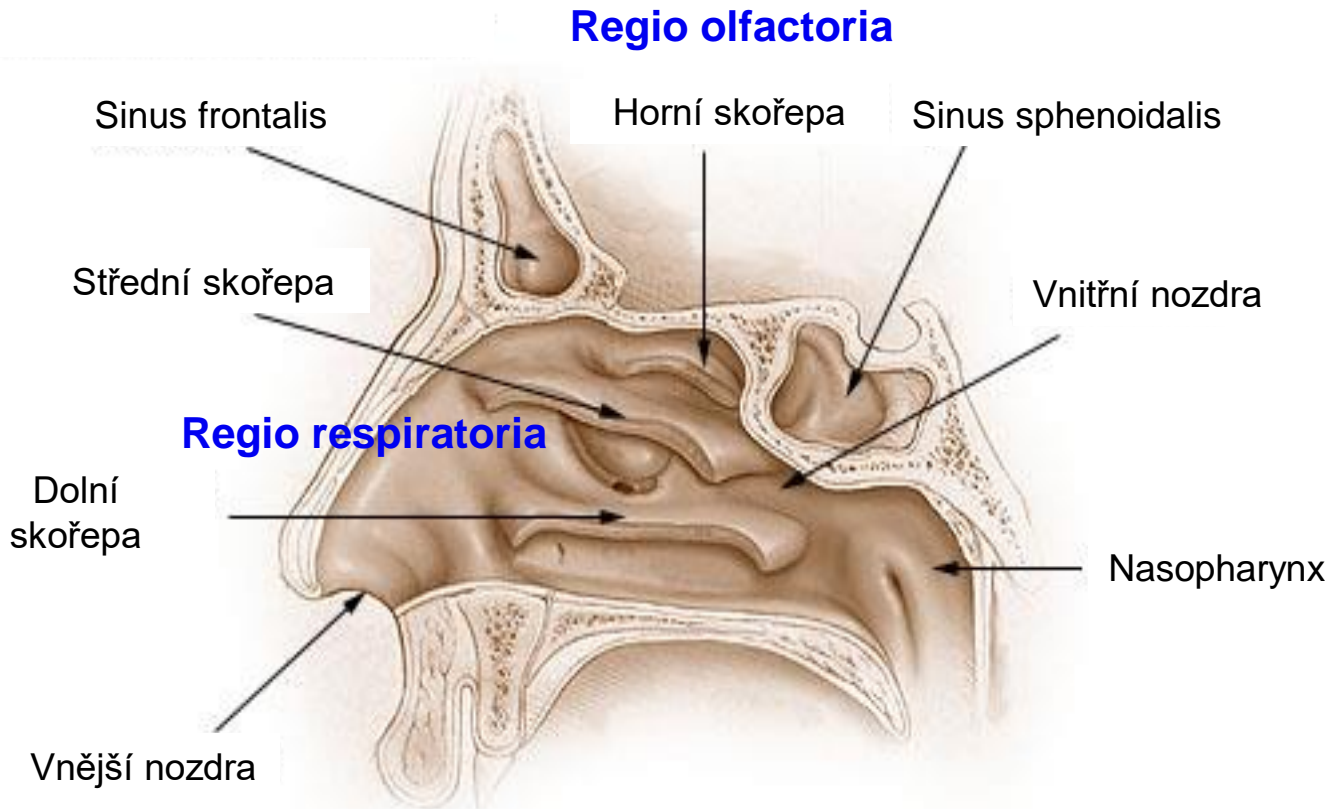
# SLIZNICE DÝCHACÍCH CEST – STÁLE MNOHO NEZNÁMÉHO



# NOSNÍ DUTINA



# NOSNÍ DUTINA



## Regio cutanea

### Regio cutanea

Epidermis včetně kožních adnex, ve vestibulu přechází v epitel dýchacích cest

### Regio respiratoria

Sliznice dýchacích cest, v lamina propria seromucinózní žlázy, podkladem je kost nebo chrupavka, podslizniční vazivo chybí

### Regio olfactoria

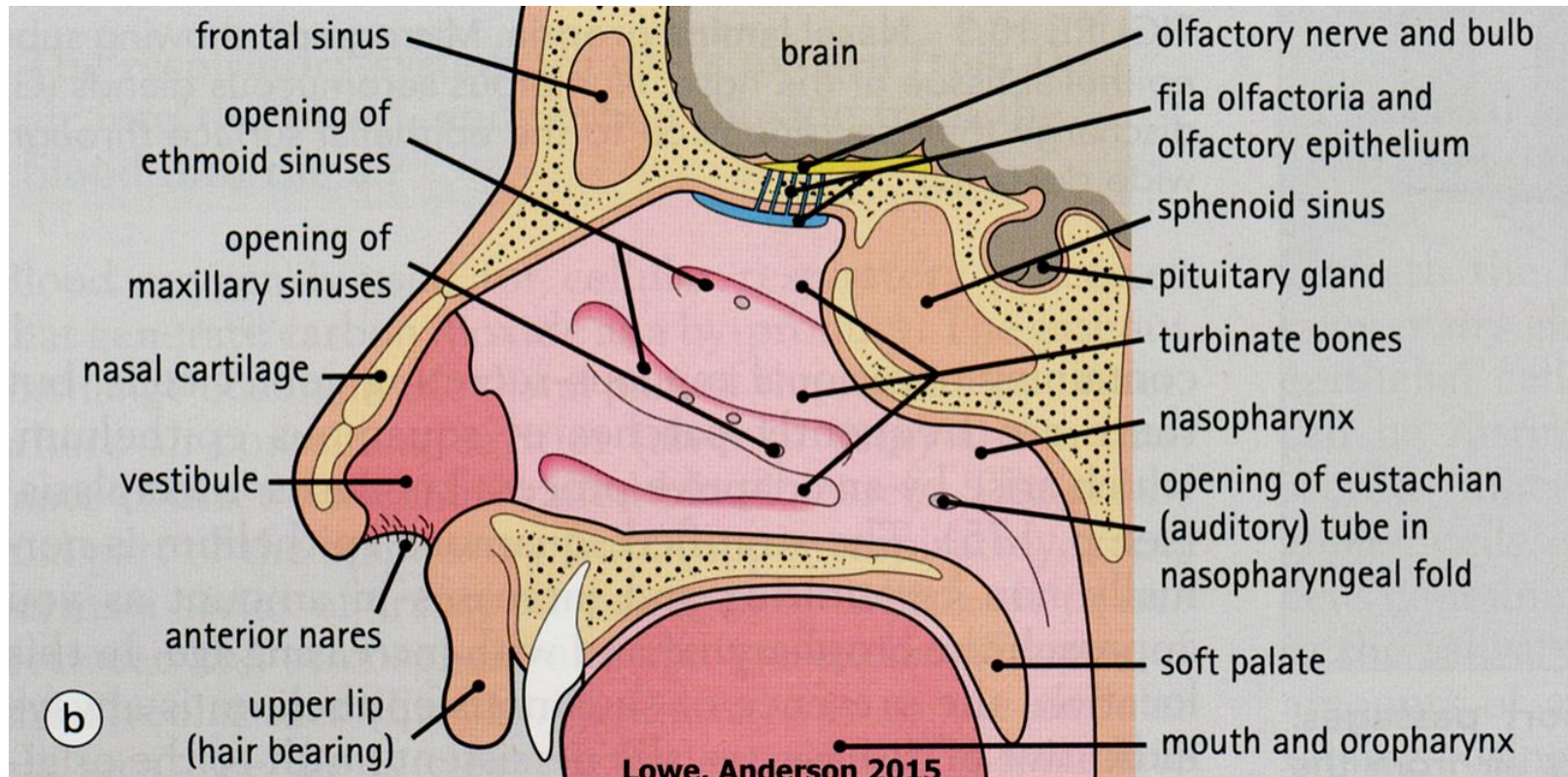
Smyslový epitel, lamina propria s Bowmanovými řílázy



# NOSNÍ DUTINA – VESTIBULUM NASI

## Regio cutanea

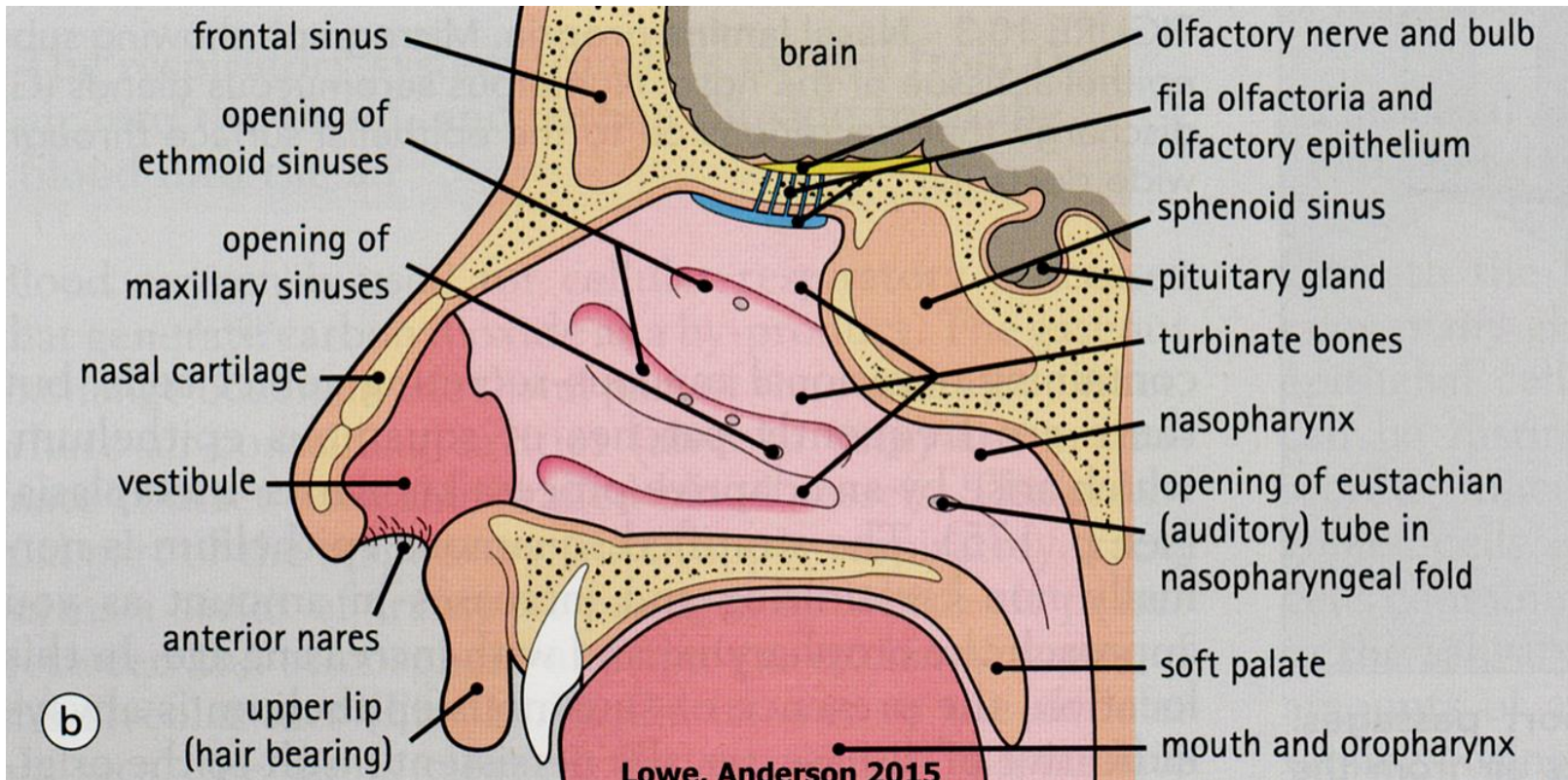
- 5 – 6 mm široká zóna od nozder
- přechod dermis ve sliznici dýchacích cest – chlupy + mazové a potní žlázy
- vrstevnatý dlaždicový keratinizující epitel



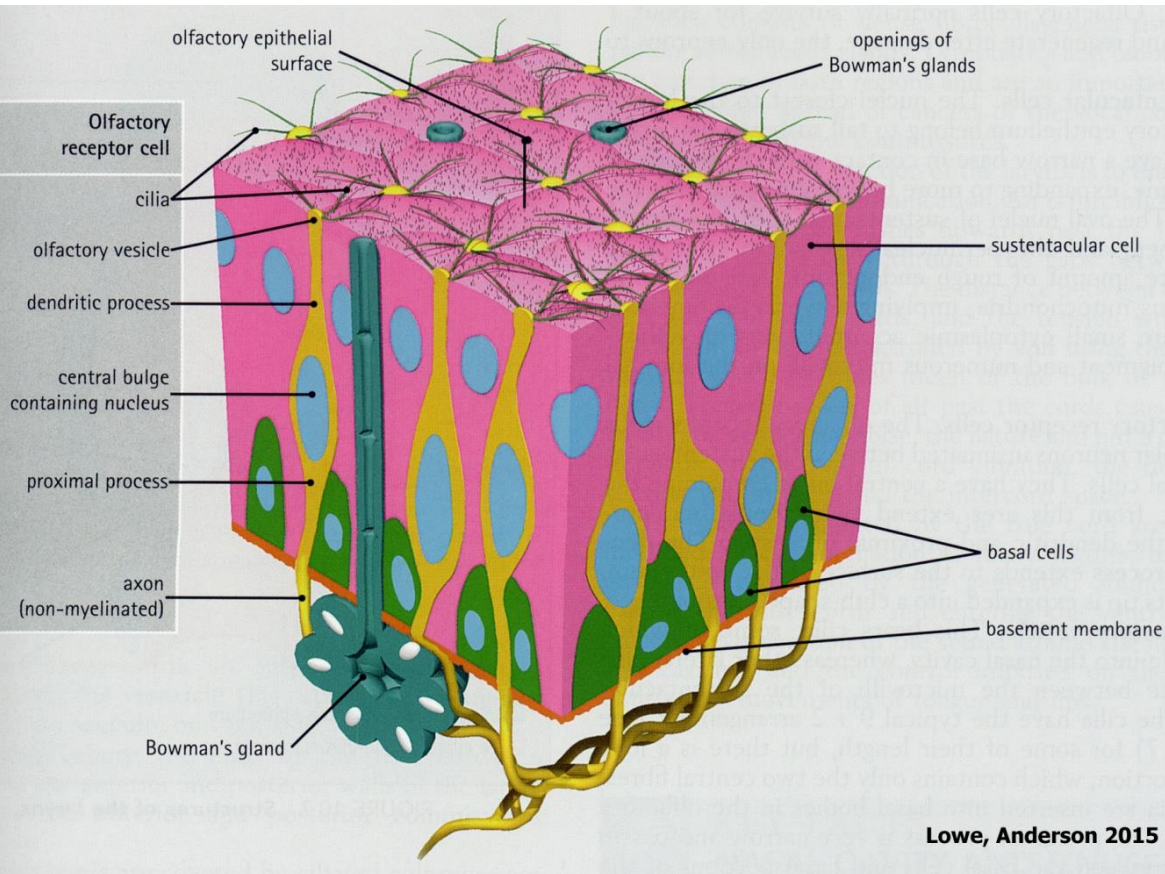
# NOSNÍ DUTINA – VESTIBULUM NASI

## Regio olfactoria

- Strop nosní dutiny, horní část nosní přepážky, horní skořepa
- 70-100  $\mu\text{m}$
- Víceřadý cylindrický epitel se smyslovými buňkami
- Lamina propria s arteriálními a venózními pleteněmi
- Axony smyslových buněk
- Bowmanovy žlázy



# NOSNÍ DUTINA – REGIO OLFACTORIA



## Čichové buňky

- bipolární neuron - apex – dendrit – čichový vezikul
- 10-20 nepohyblivých řasinek odstupuje z jednoho vezikulu
- modifikované řasinky obsahují receptory pro odoranty
- báze buňky - axon

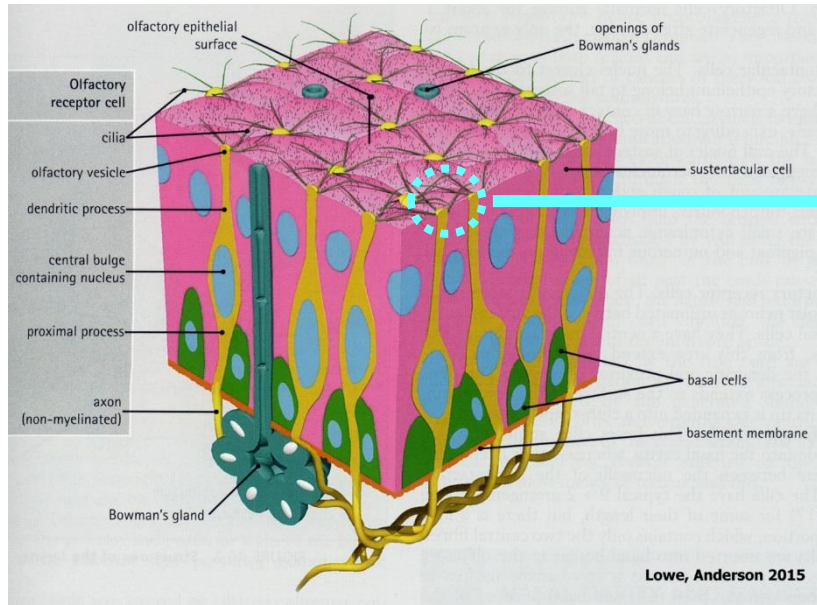
## Podpůrné buňky (sustentakulární)

- kartáčový lem - mikroklky
- fyzická podpora + výživa

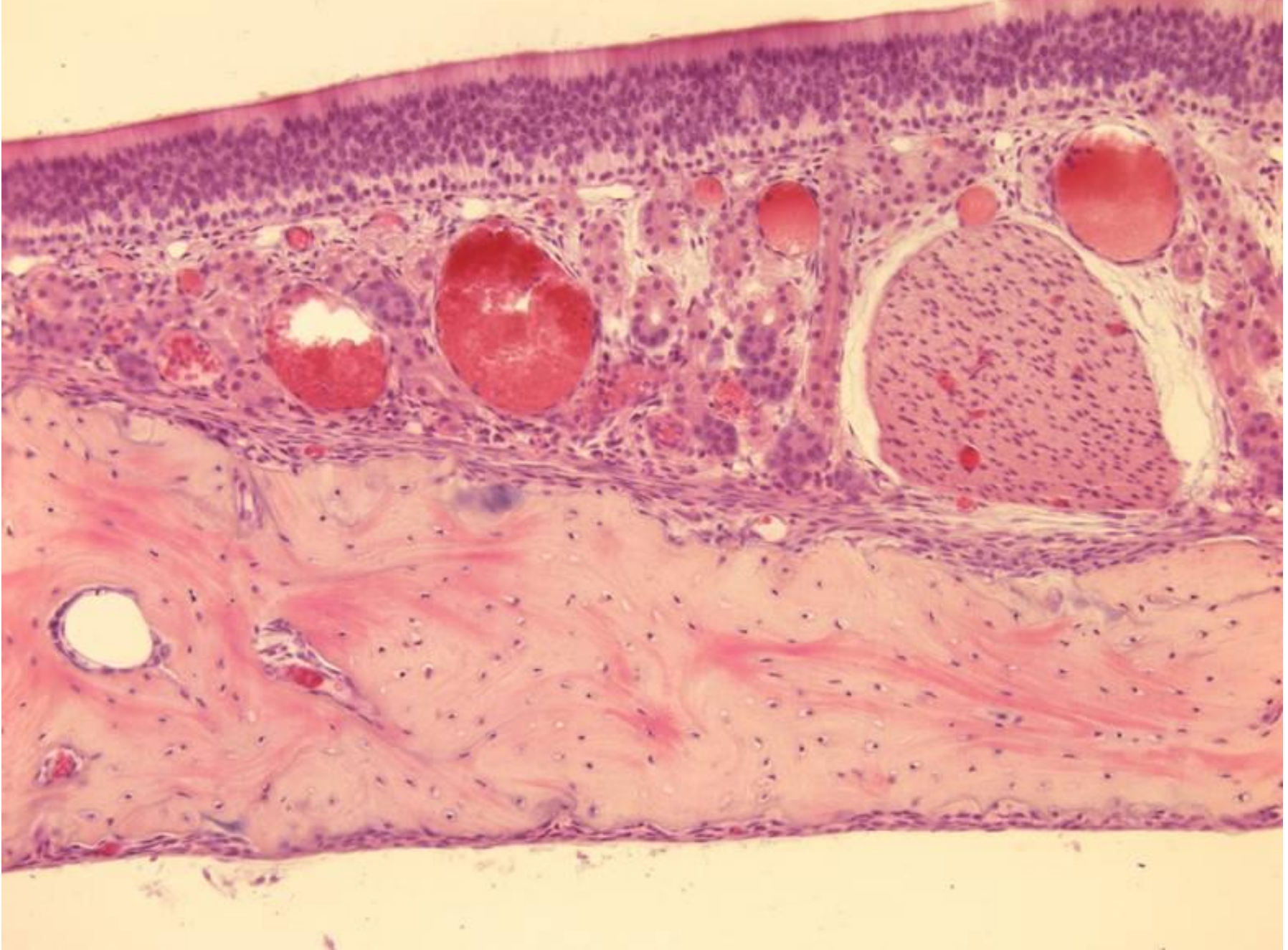
## Bazální buňky

- nízké bazofilní
- kmenové buňky podpůrných i čichových buněk (*regenerace neuronů*)

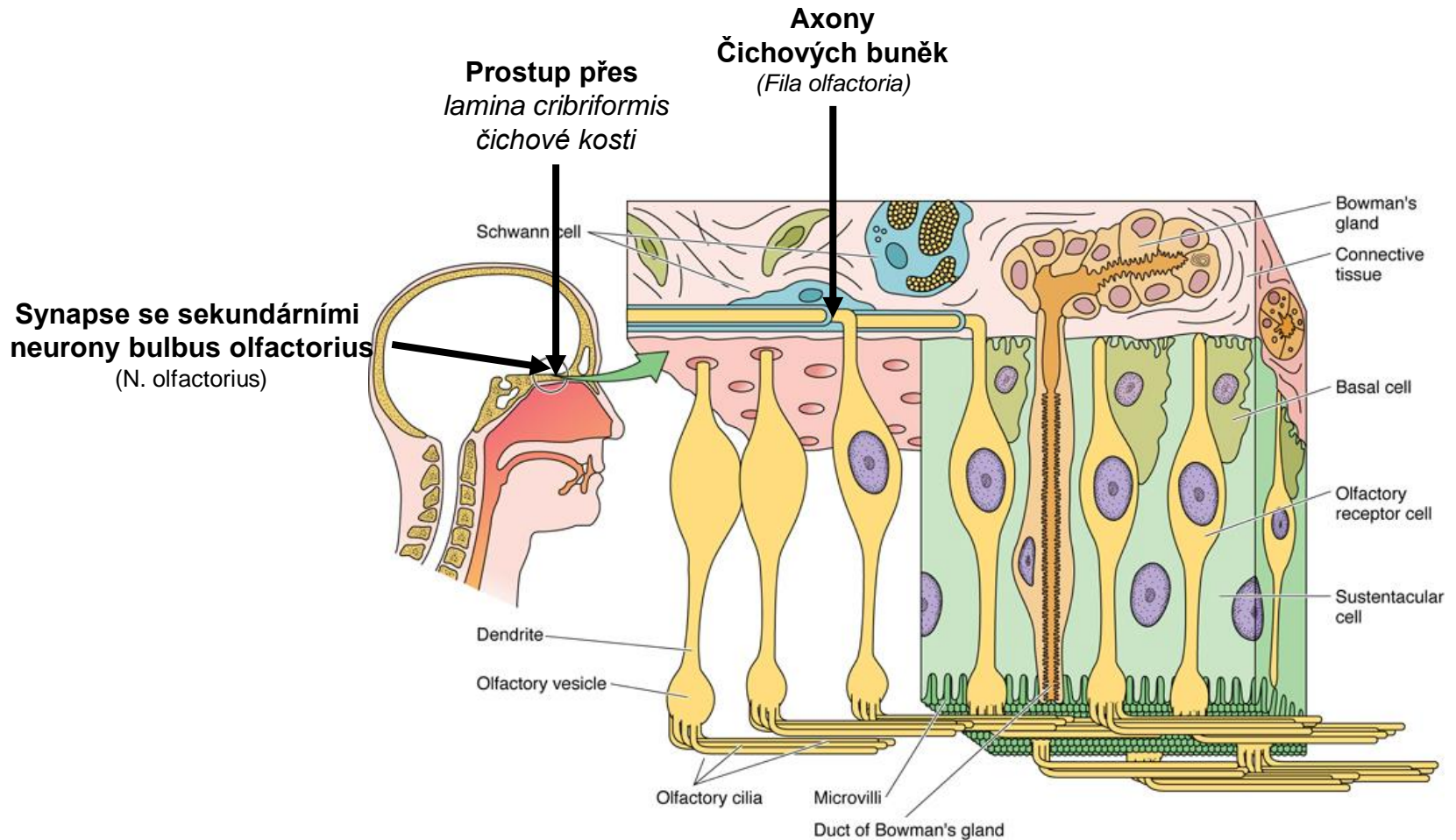
# NOSNÍ DUTINA – REGIO OLFACTORIA



# NOSNÍ DUTINA – REGIO OLFACTORIA



# NOSNÍ DUTINA – REGIO OLFACTORIA



# NOSNÍ DUTINA – NOSNÍ SKOŘEPA



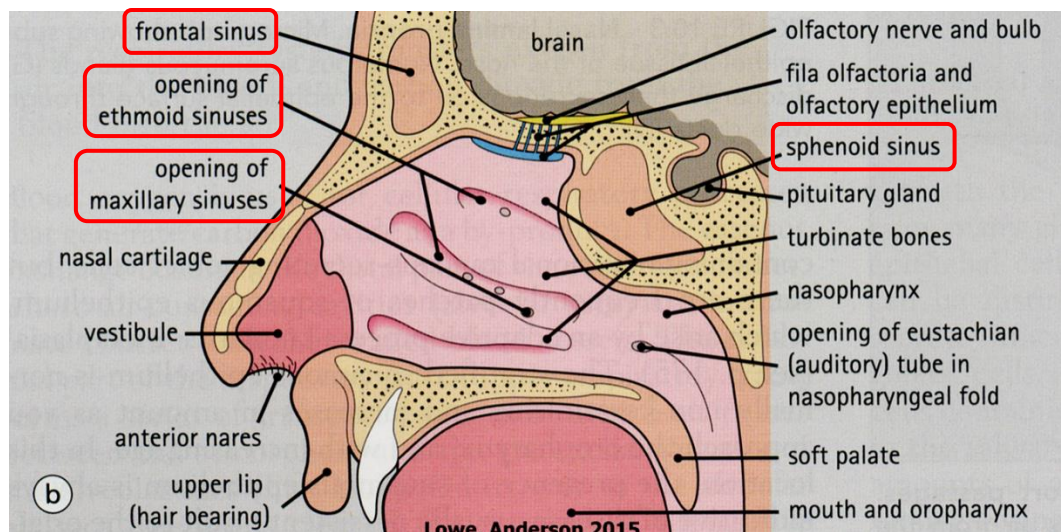
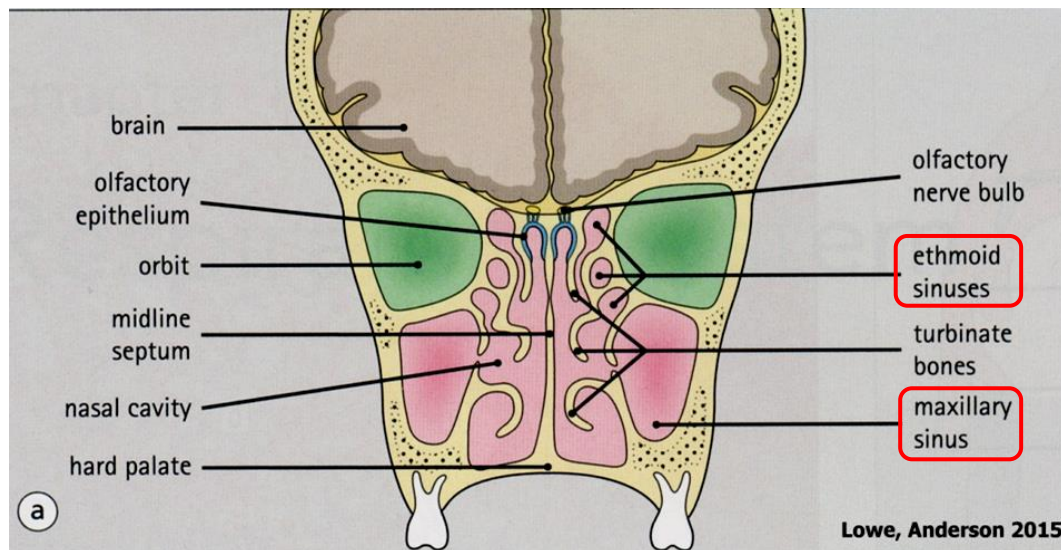
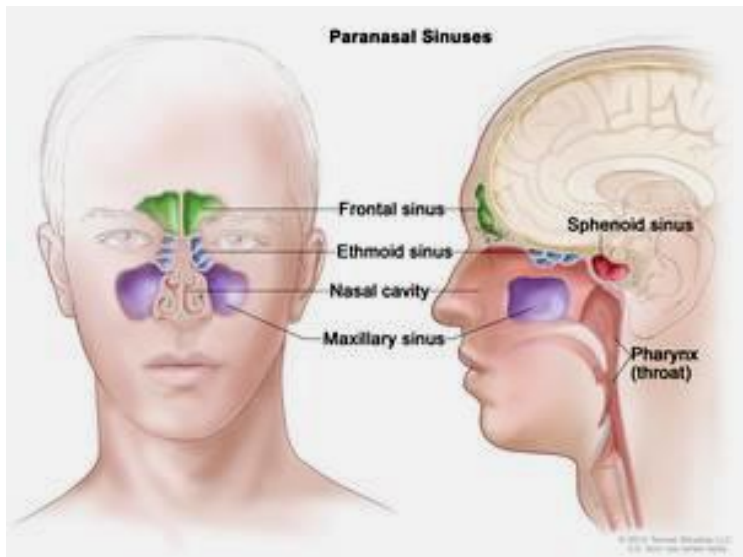
**Kisselbachova pleteň**

# NOSNÍ DUTINA – SINUS PARANASALES

- sinus maxillaris (15-25 cm<sup>3</sup>)
- sinus ethmoidalis
- sinus frontalis
- sinus sphenoidalis

## Sliznice

- obdoba sliznice dýchacích cest
- slabší, méně žlázek
- chybí submukóza





# NASOPHARYNX (pars nasalis pharyngis) A OROPHARYNX (p. oralis ph.)

## Křížení dýchacího a trávicího traktu

### Nasopharynx

- víceřadý cylindrický epitel s řasinkami
- tonsila pharyngea (nosní mandle – infiltrace lamina propria lymfocyty)
- vyústění Eustachovy trubice

### Oropharynx

- vrstevnatý dlaždicový epitel

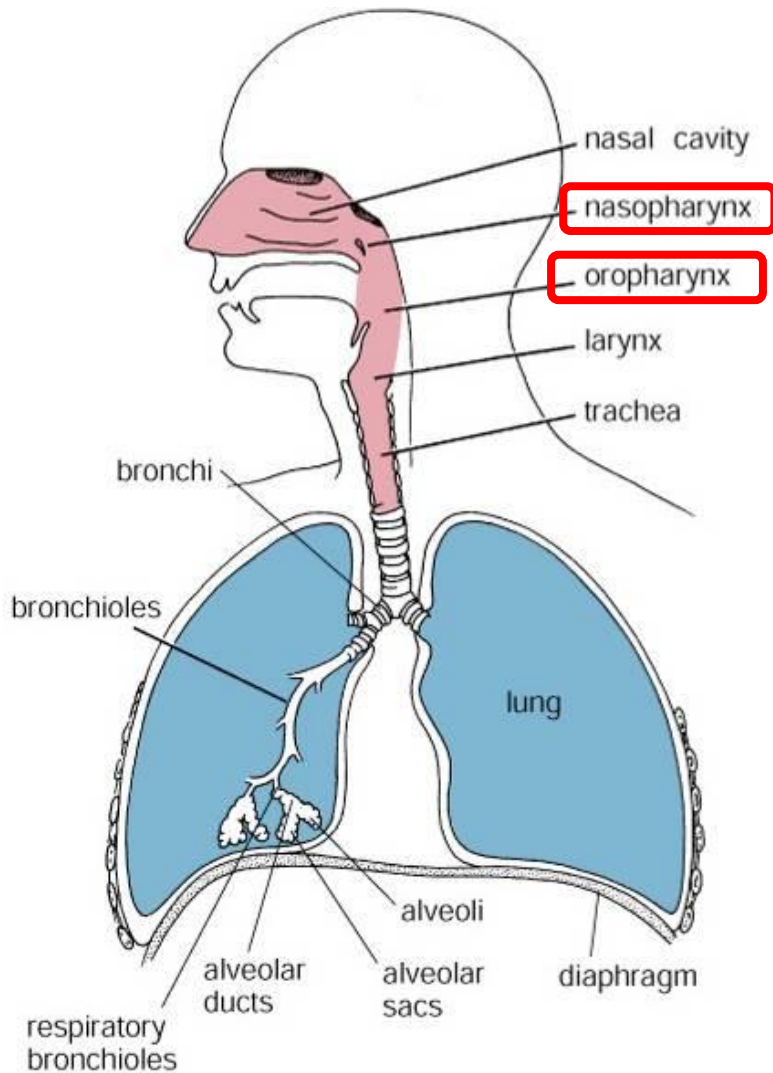


Figure 18.1. Diagram of respiratory passages.

# LARYNX

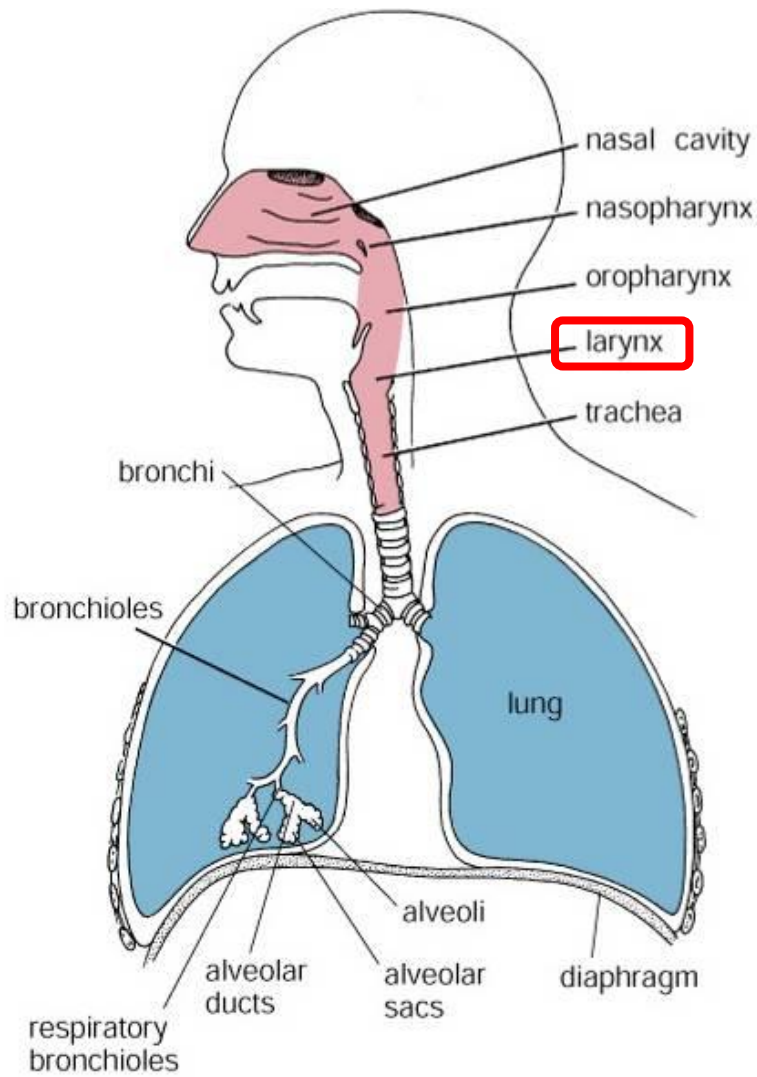
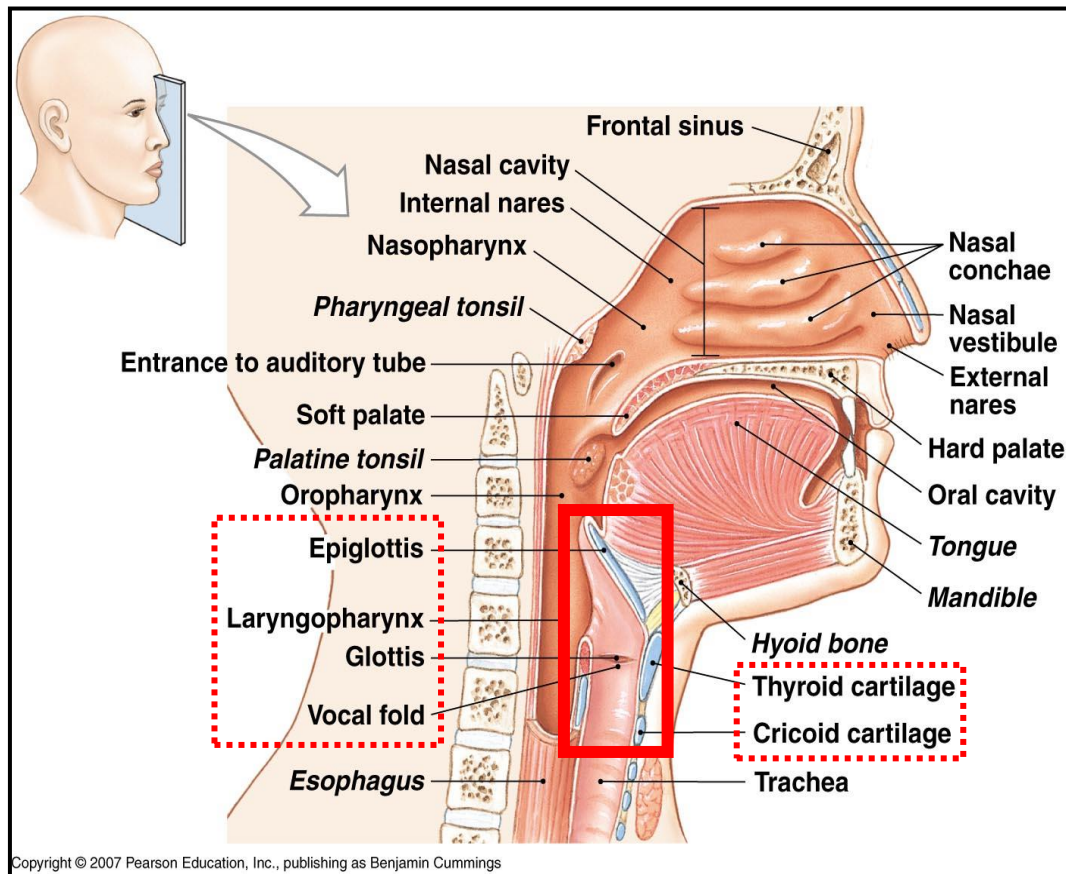
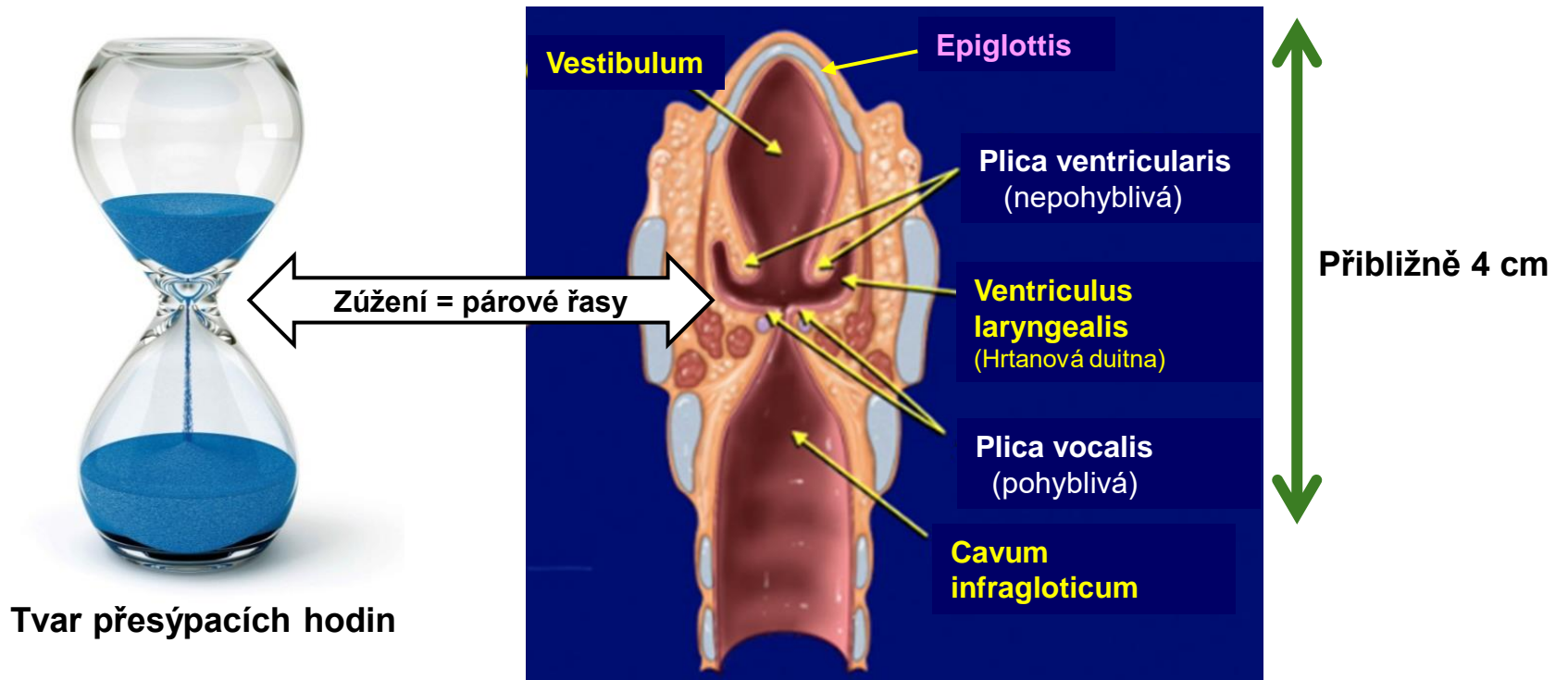


Figure 18.1. Diagram of respiratory passages.



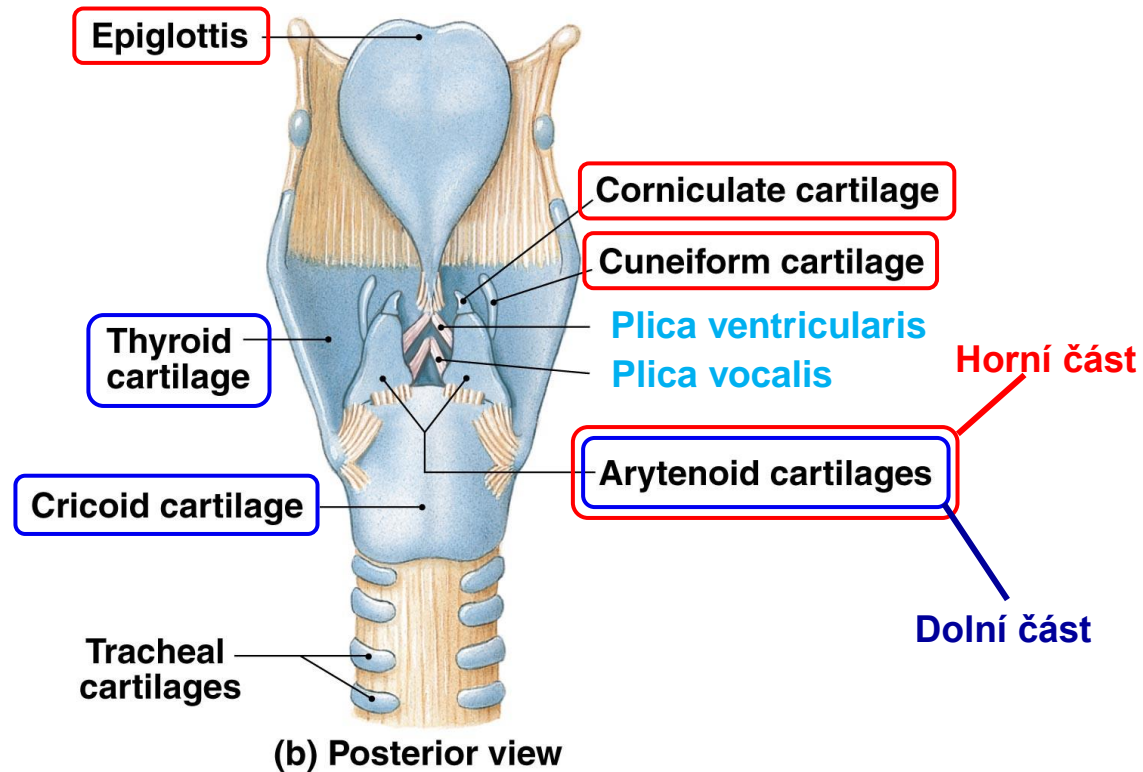
# LARYNX



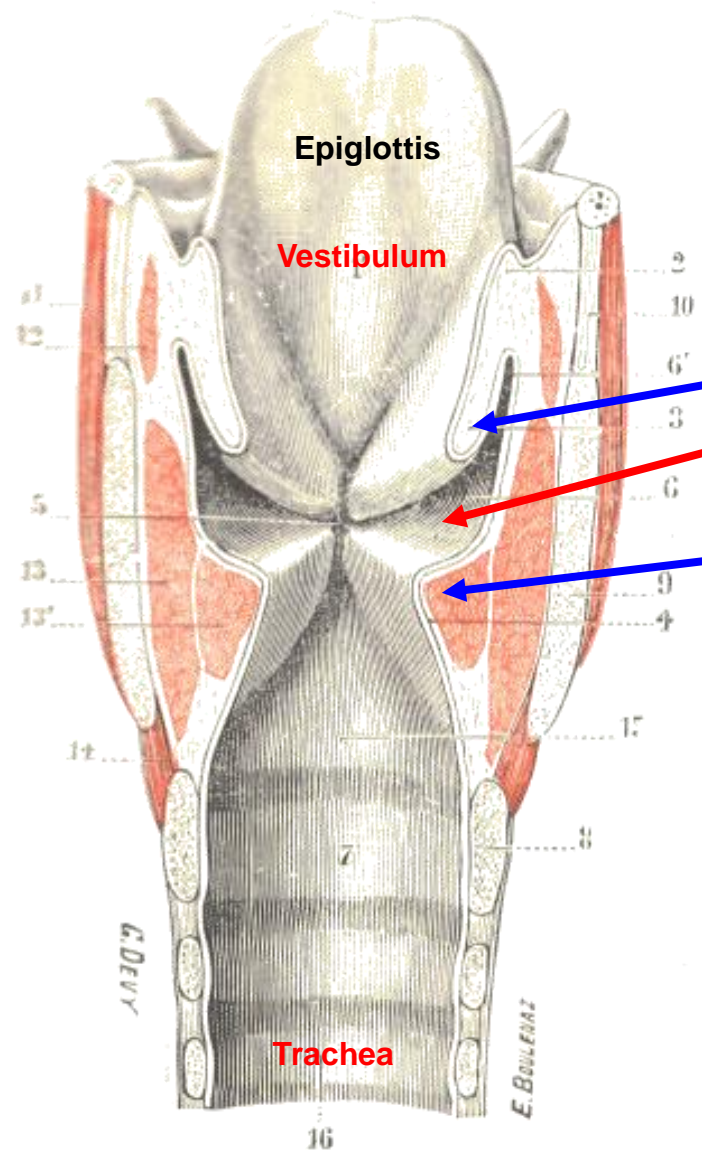
## Chrupavky laryngu

Spojeny vazy a ovládány svaly.

- Hyalinní
- Elastické



# LARYNX



Epiglottis

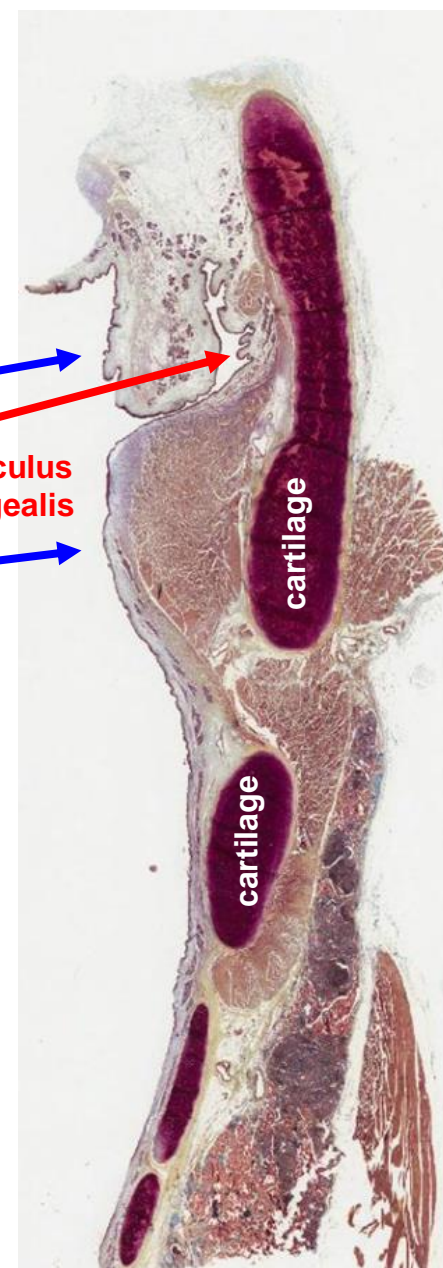
Vestibulum

Trachea

Plica ventricularis

Ventriculus laryngealis

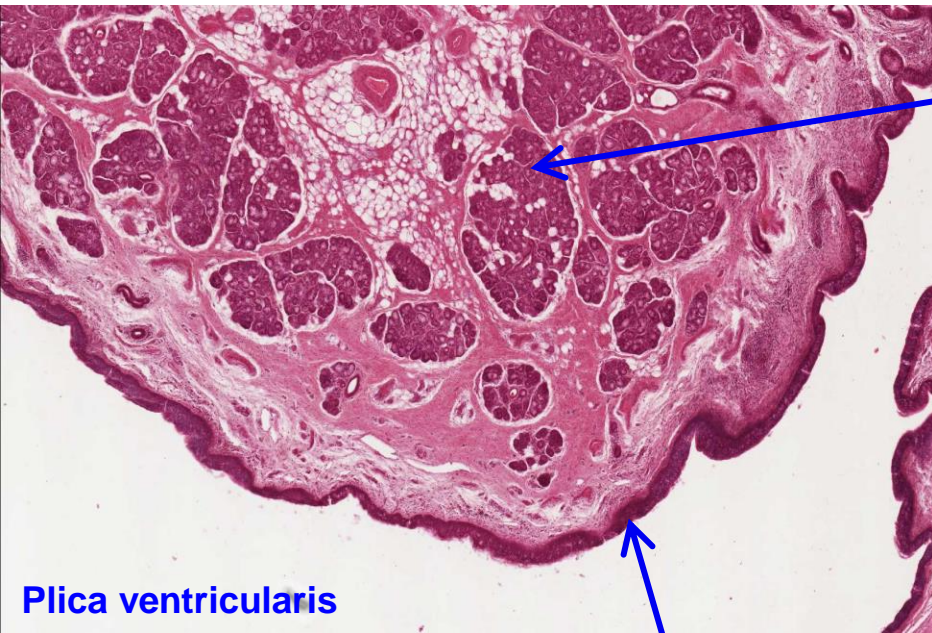
Plica vocalis



cartilage

cartilage

# LARYNX

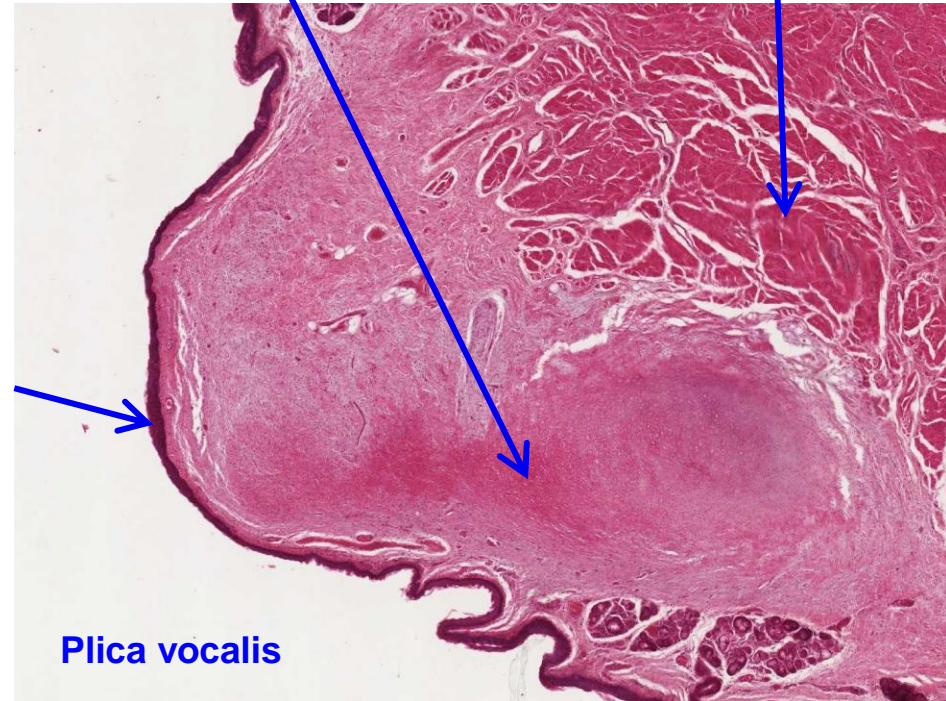


Žlátky (seromucinózní)

Plica ventricularis

Víceřadý cylindrický  
epitel s řasinkami

Vrstevnatý  
dlaždicový epitel

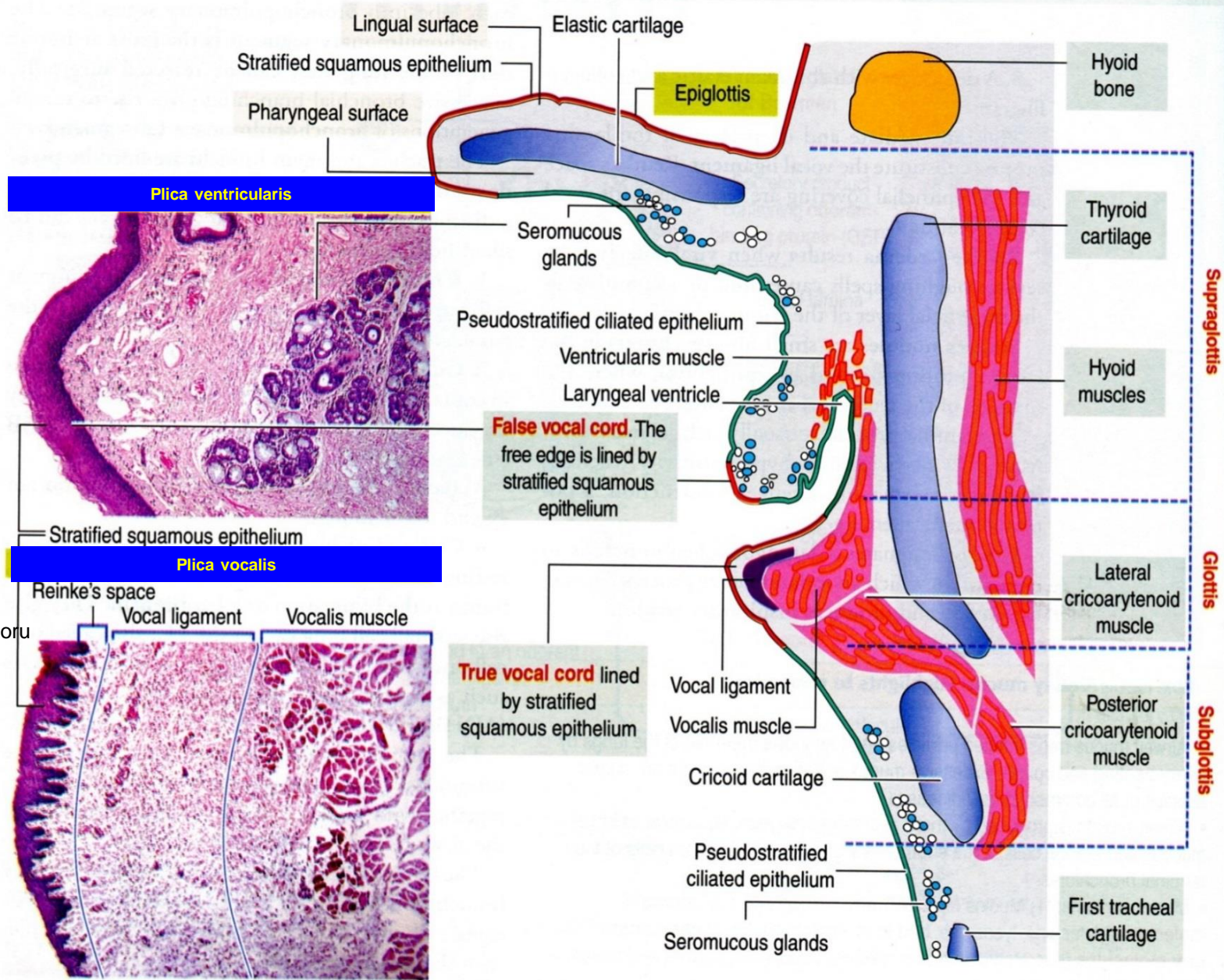


Ligamentum vocale  
(elastické)

Musculus vocalis  
(kosterní)

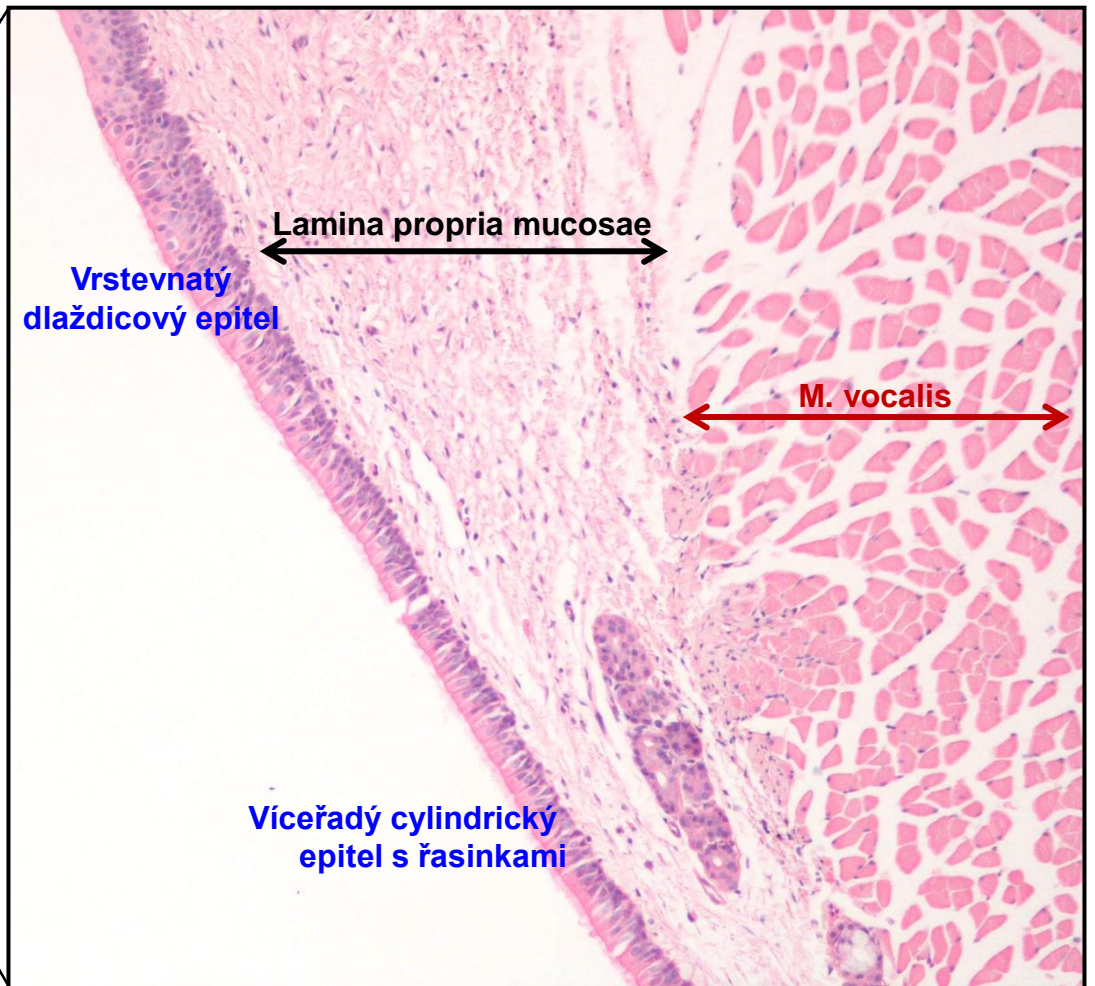
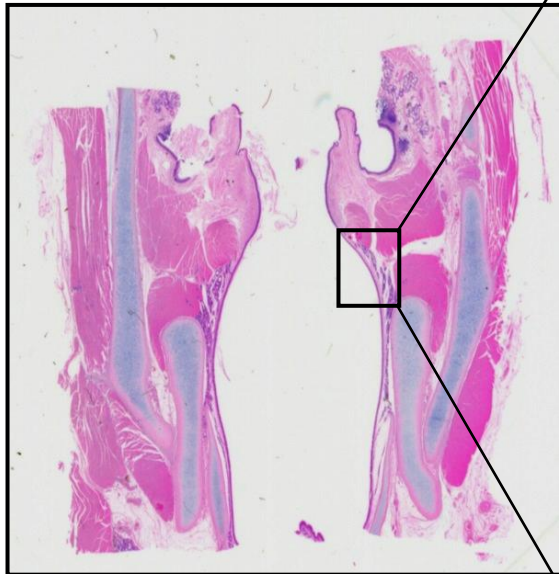
Plica vocalis

# LARYNX



# LARYNX

## Přechod epitelů na spodním okraji plicia vocalis

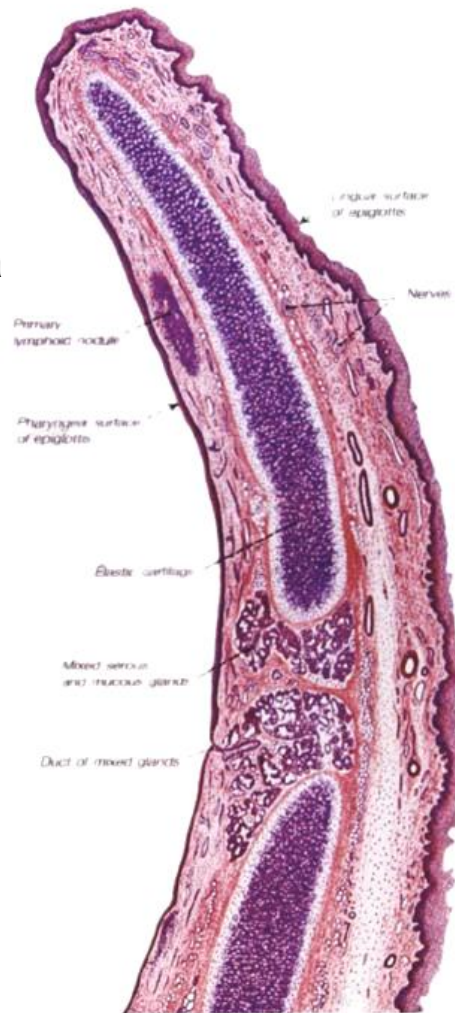




# LARYNX – EPIGLOTTIS

Laryngeální strana

Víceřadý cylindrický  
epitel s řasinkami



Lingvální strana

Vrstevnatý  
dlaždicový epitel

# LARYNX – EPIGLOTTIS



20  $\mu$ m

# TRACHEA

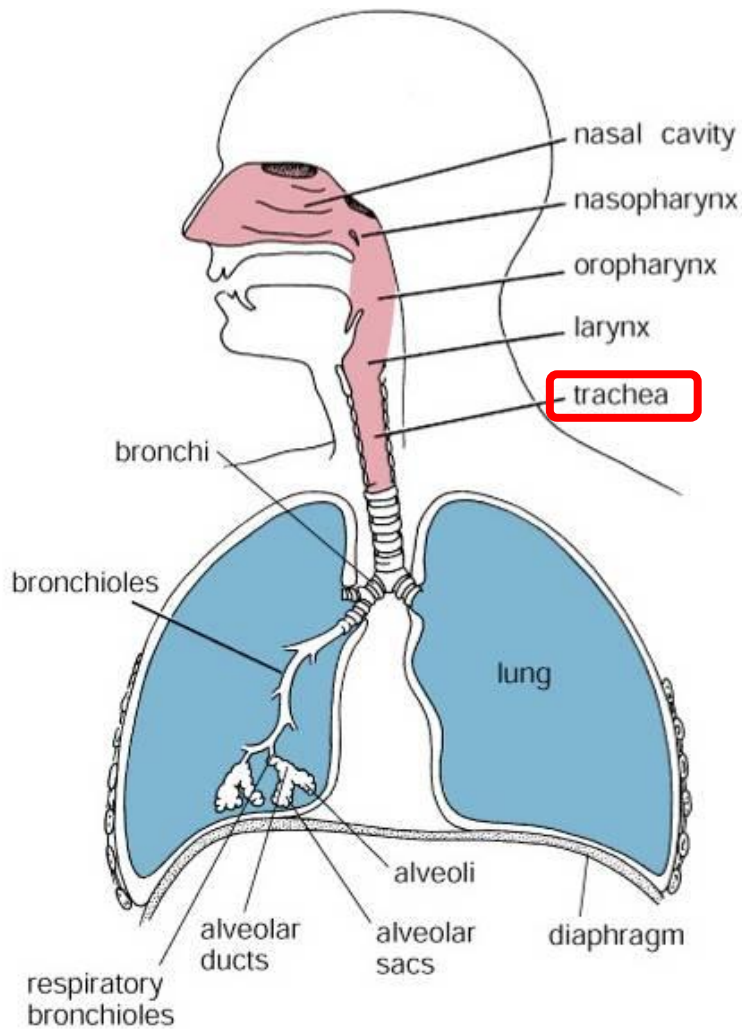
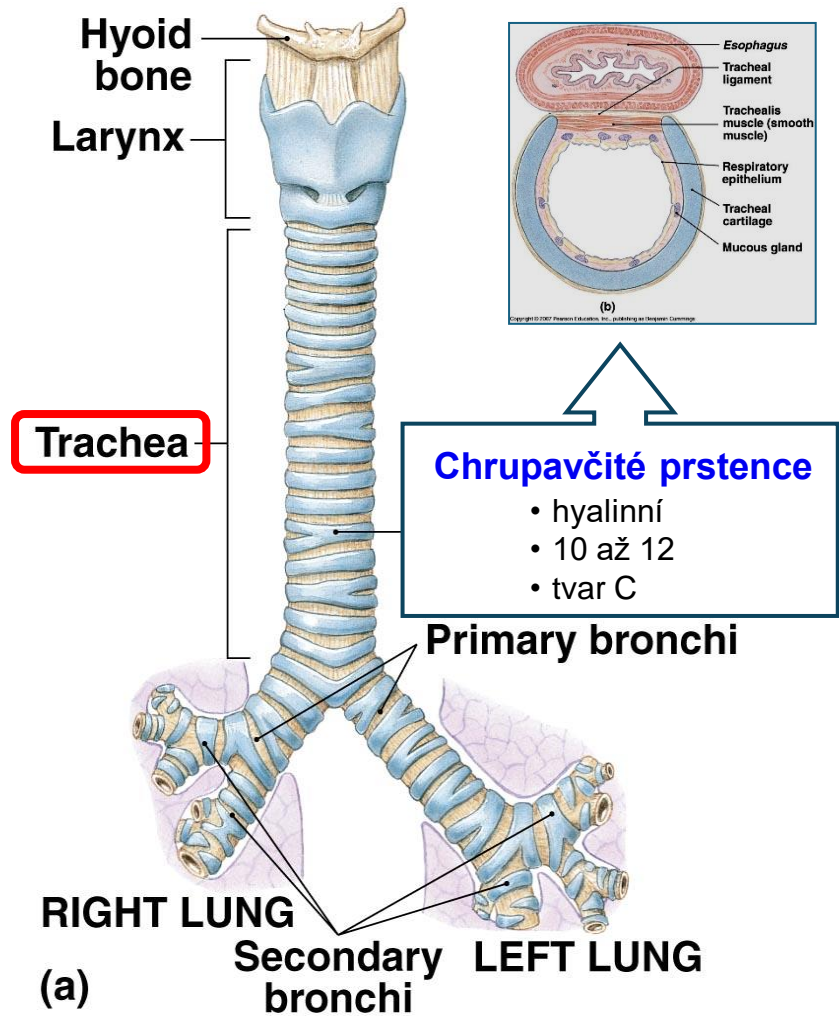


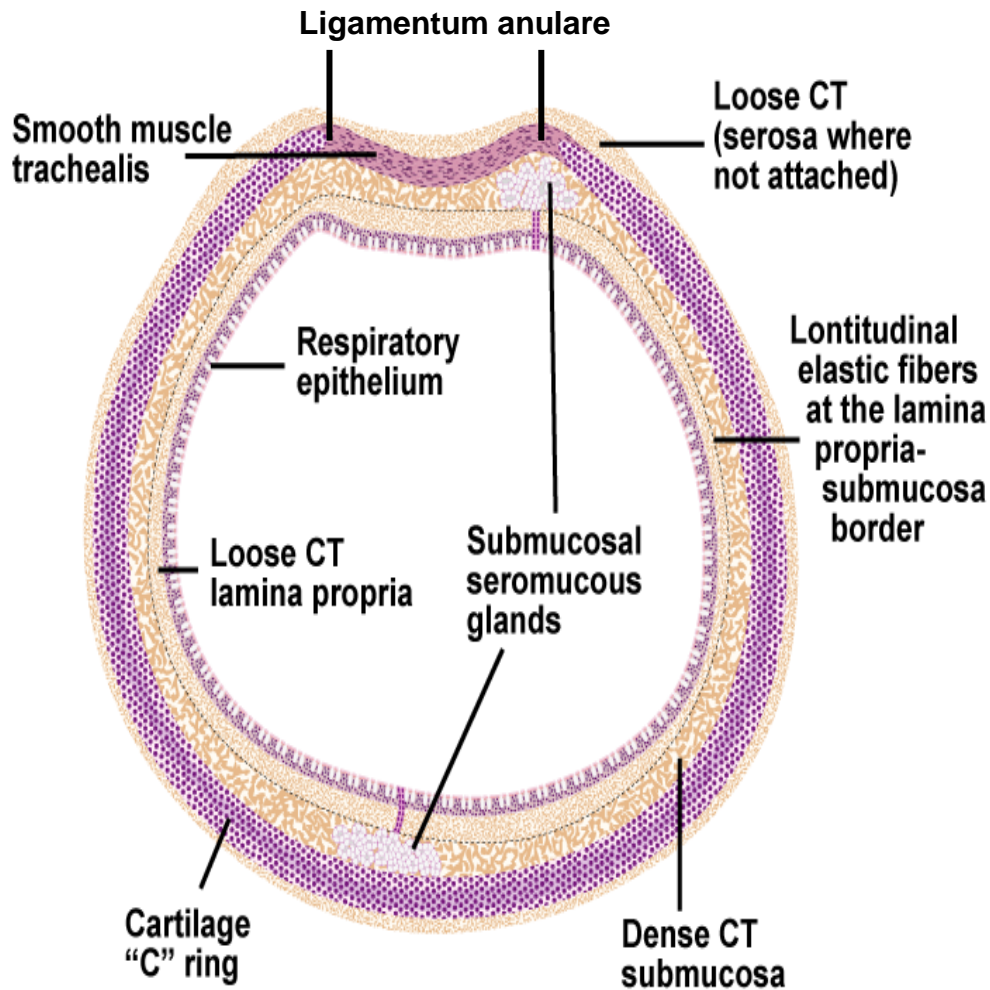
Figure 18.1. Diagram of respiratory passages.

Délka cca.: 12 cm  
Průměr cca: 2 cm

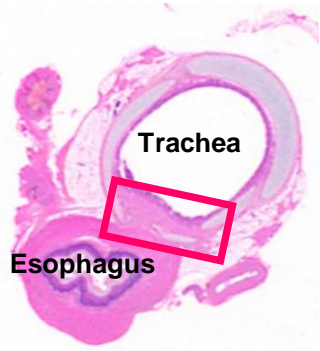


# TRACHEA

- Sliznice – epitel dýchacích cest
- Opěrný aparát - **tunica fibro-musculo-cartilaginea**
- Tunica adventitia



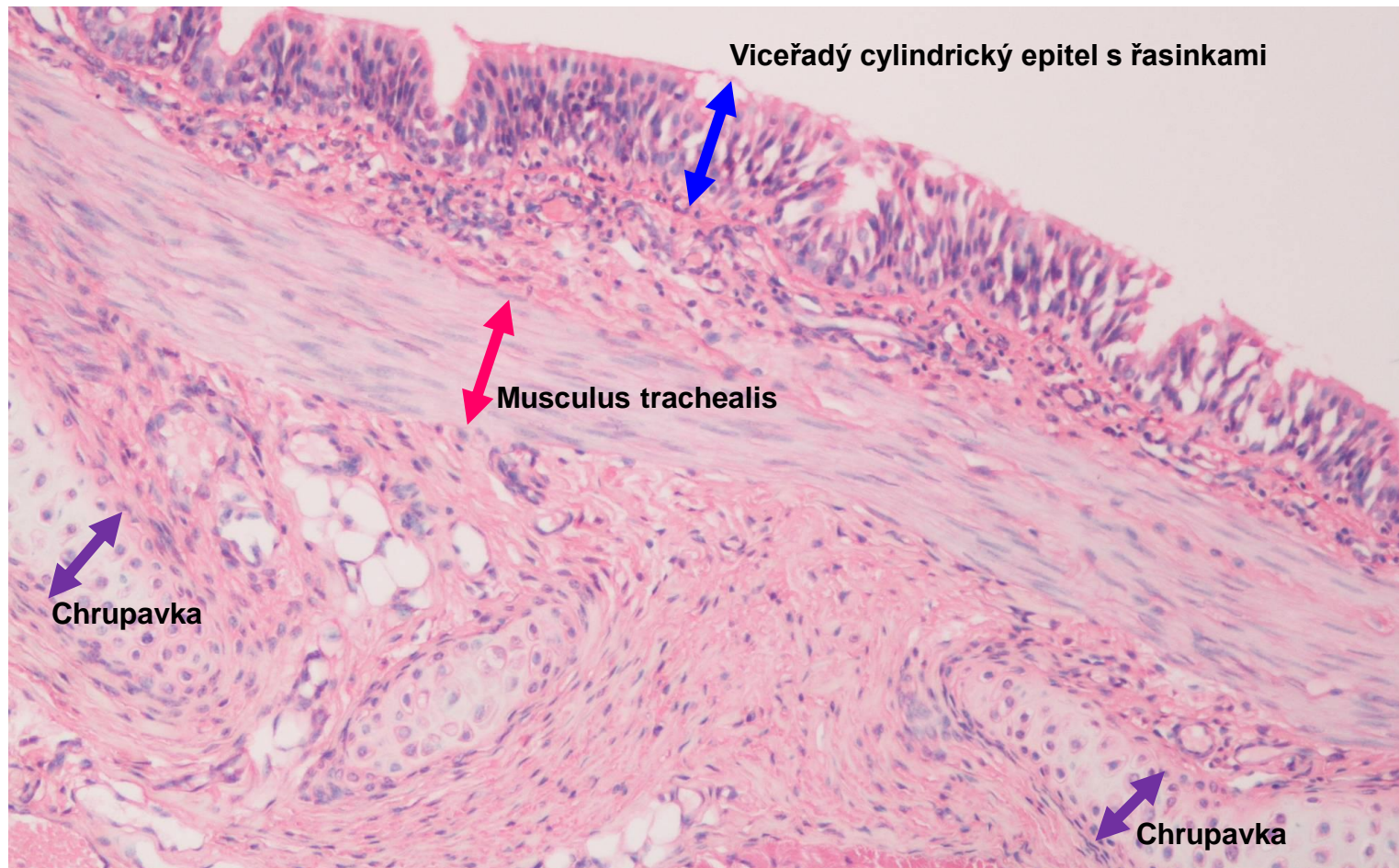
# TRACHEA



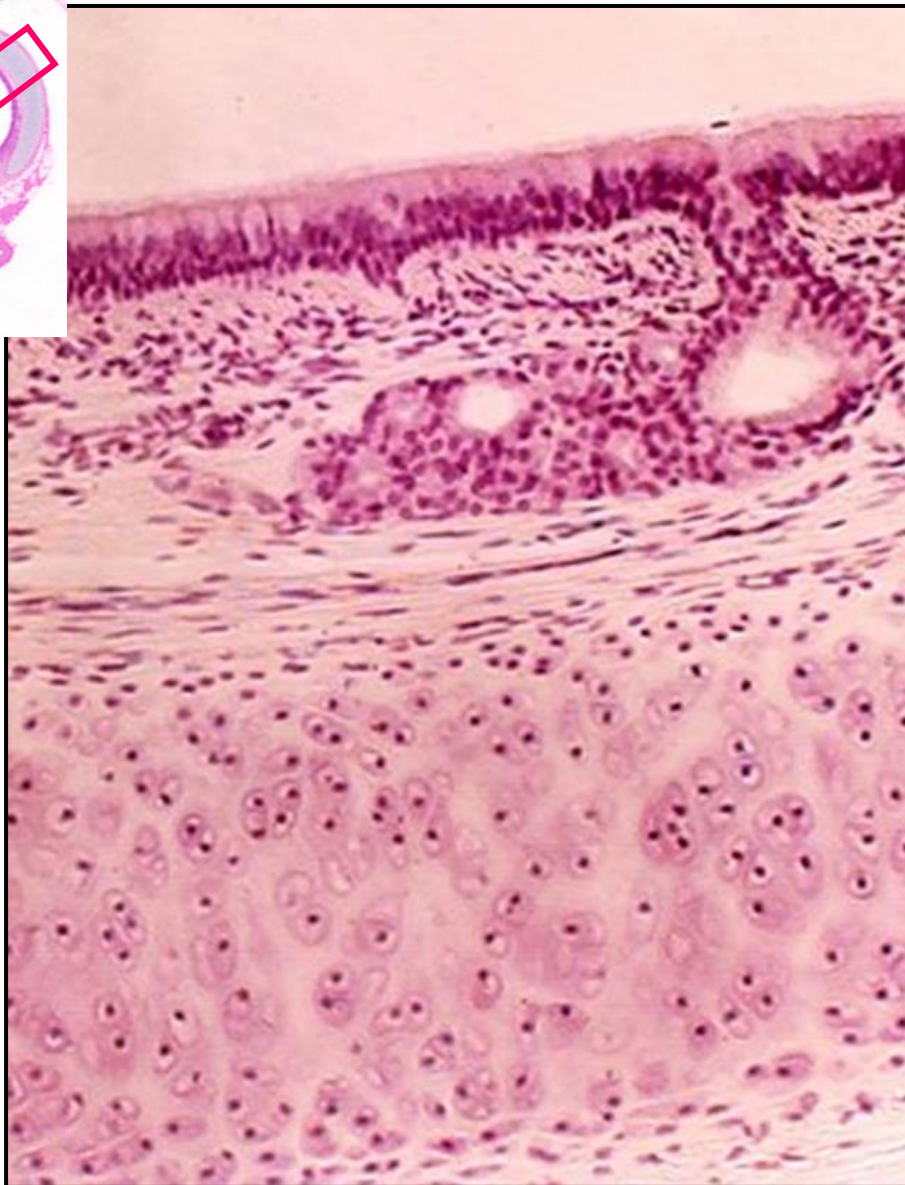
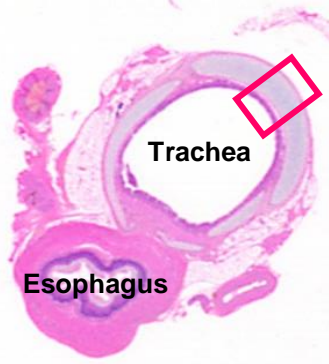
## Paries membranaceus

- vazivová membrána

## Musculus trachealis



# TRACHEA



**Víceřadý cylindrický epitel s řasinkami**

- bifurkace: vrstevnatý dlaždicový epitel

**Sliznice**

**Lamina propria mucosae**

- fibroelastické vazivo + lymfoidní buňky
- bohatá inervace – kašlací reflex
- četné seromucinózní žlázy – gll. tracheales (dominantně v úrovni ligg. anularia)

**Perichondrium**

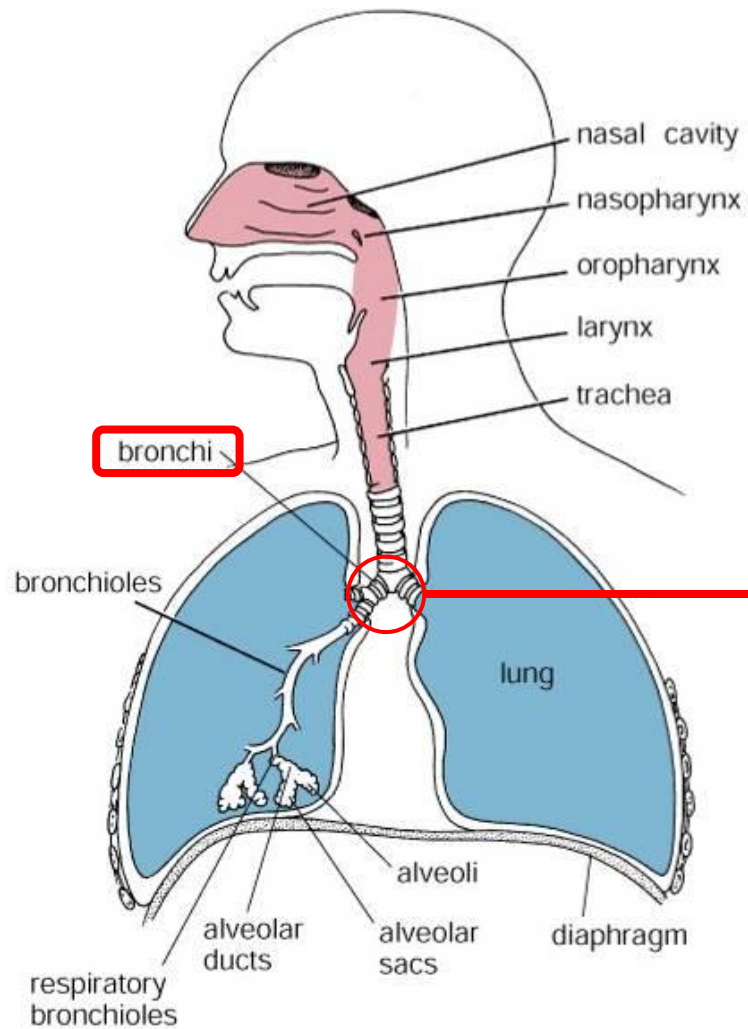
**Chrupavka** – prstence spojeny ligg. anularia

**Adventitia**

- fibroelastické vazivo

# BRONCHIÁLNÍ STROM

Začíná bifurkací průdušnice



**Primární bronchy – extrapulmonální**

- menší průměr, slr stejná stavba jako trachea
- doprovázeny plicními arteriemi, žilami, a lymfatickými cévami
- gl. bronchiales

Figure 18.1. Diagram of respiratory passages.

# BRONCHIÁLNÍ STROM

## Anizotomní dichotomické větvení

### Primární (hlavní) bronchy

Lobární bronchy (vlevo 2, vpravo 3)

Segmentové bronchy (10),  $\varnothing$  cca 8 mm

### Střední, malé a nejmenší bronchy

- 7 generací větvení do  $\varnothing$  cca 1 mm

### Bronchioly

- chybí chrupavka a žlázy
- $\varnothing < 1$  mm
- jeden primární bronchiolus definuje **plicní lalůček**
- 4 x se větví, poslední větve jsou:

### Terminální bronchioly

- konečný úsek dýchacích cest
- $\varnothing$  cca 0,4 – 0,5 mm

### Respirační bronchioly

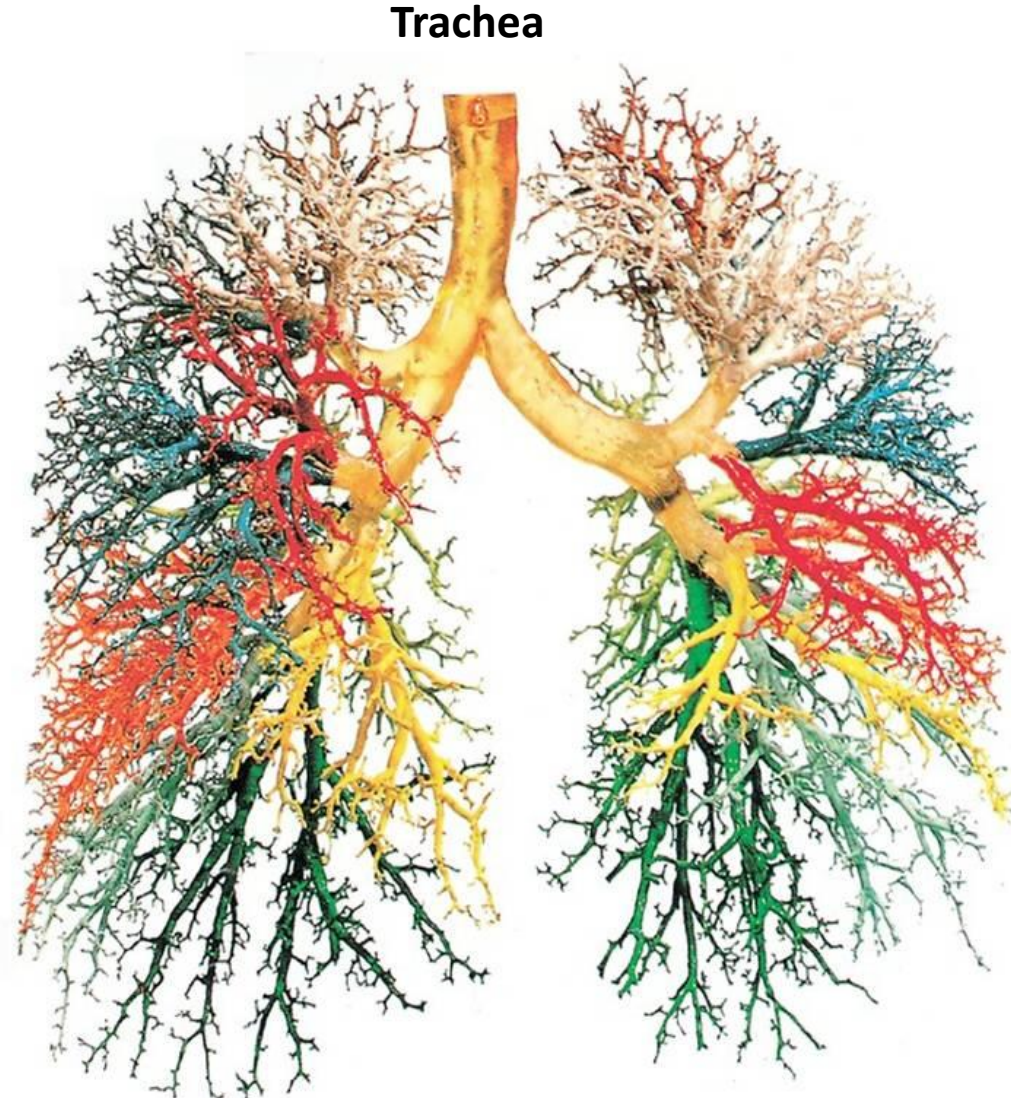
- $\varnothing$  cca 0,4 mm
- 3 generace větvení

### Ductuli alveolares

- 5-7 generací větvení

Sklípkový strom

Sacculi alveolares

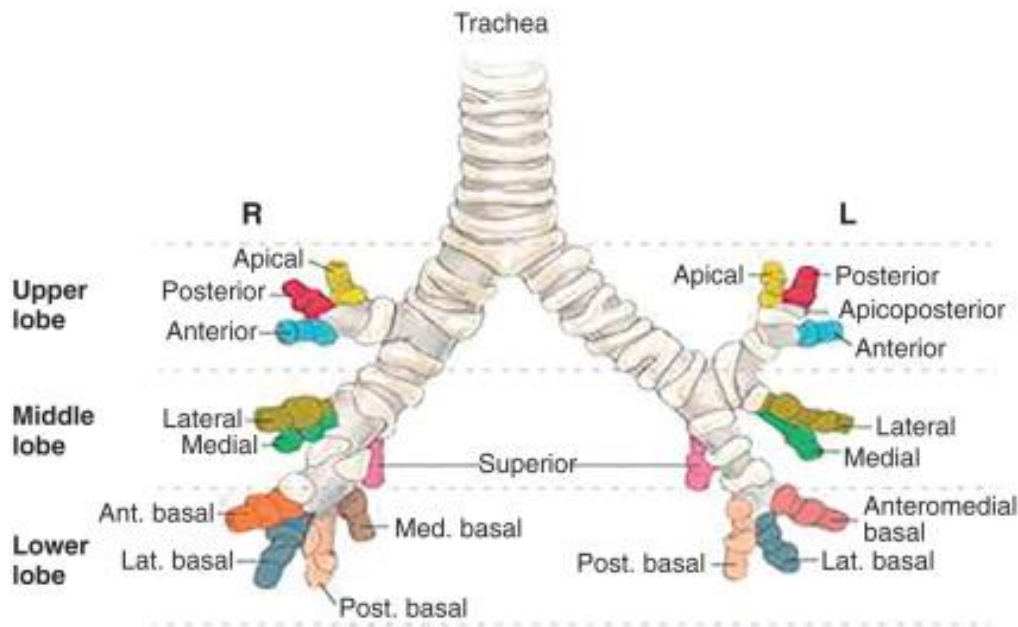




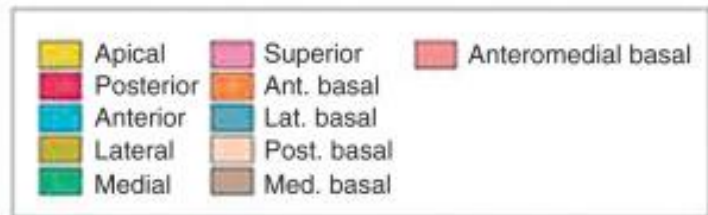
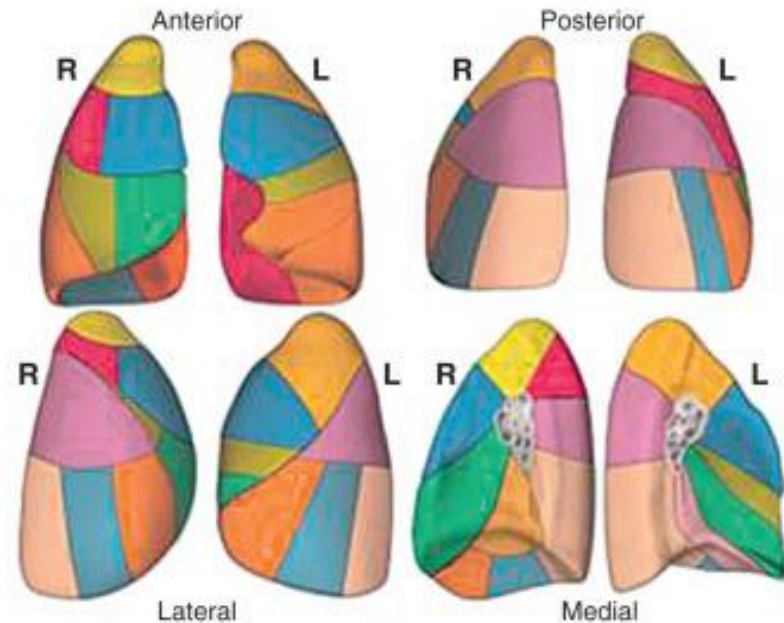
# BRONCHIÁLNÍ STROM

## Bronchopulmonární segment

- jeden segment – cca 10-12% objemu plíce
- vlastní cévní zásobení
- fibrózní pouzdro
- důležité v plicní chirurgii



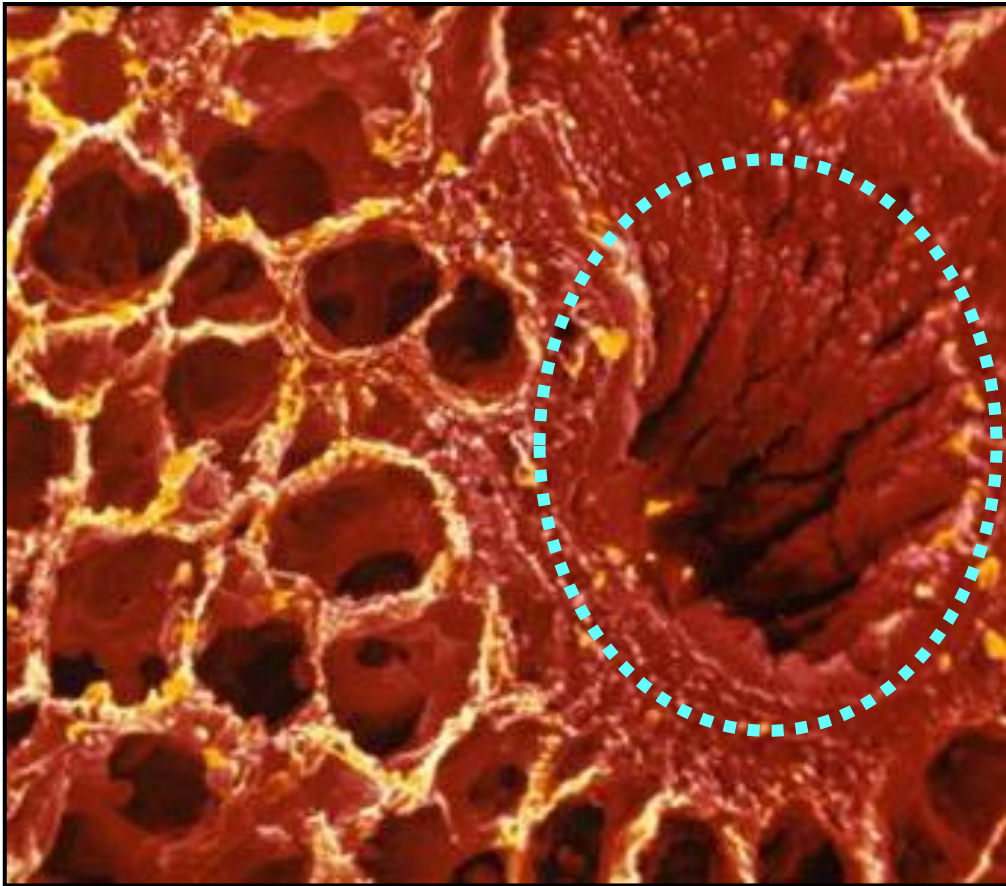
A



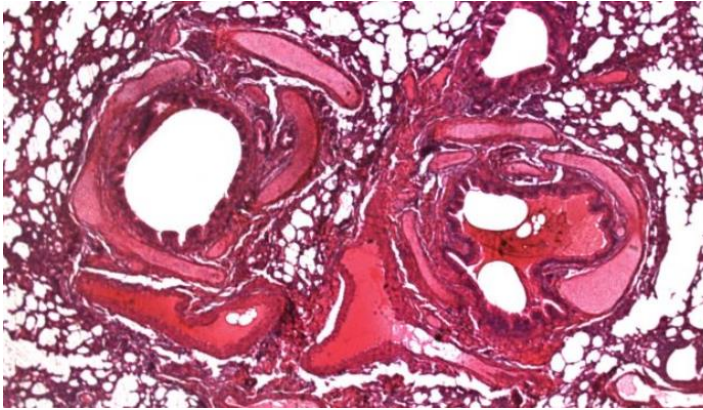
B

# BRONCHIÁLNÍ STROM

## Makroskopický obraz



## Bronchus - průduška



### Sliznice

- typický epitel dýchacích cest, nejpočetnější řasinkové buňky, pohárkové a bazální buňky
- výška epitelu distálně klesá
- podélná elastická vlákna v lamina propria
- seromucinózní bronchiální žlázy v lamina propria
- BALT v lamina propria

### Hladká svalovina

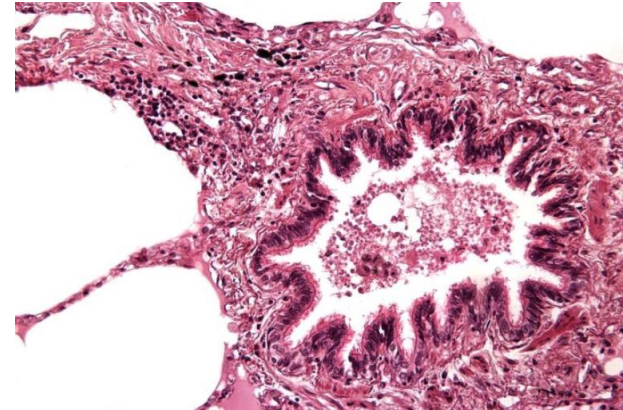
### Podpurná vazivo-chrupavčitá vrstva

- nepravidelné chrupavčité ploténky

### Peribronchiální vazivo

- od plicního hilu po bronchioly

## Bronchiolus - průdušinka



### Sliznice

- jednovrstevný epitel s řasinkovými buňkami
- pohárkové buňky vzácné a distálně zcela chybí
- neuroendokrinní buňky
- kyjovité buňky
- respirační bronchioly – kubické buňky bez řasinek, příležitostně pneumocytů typu II

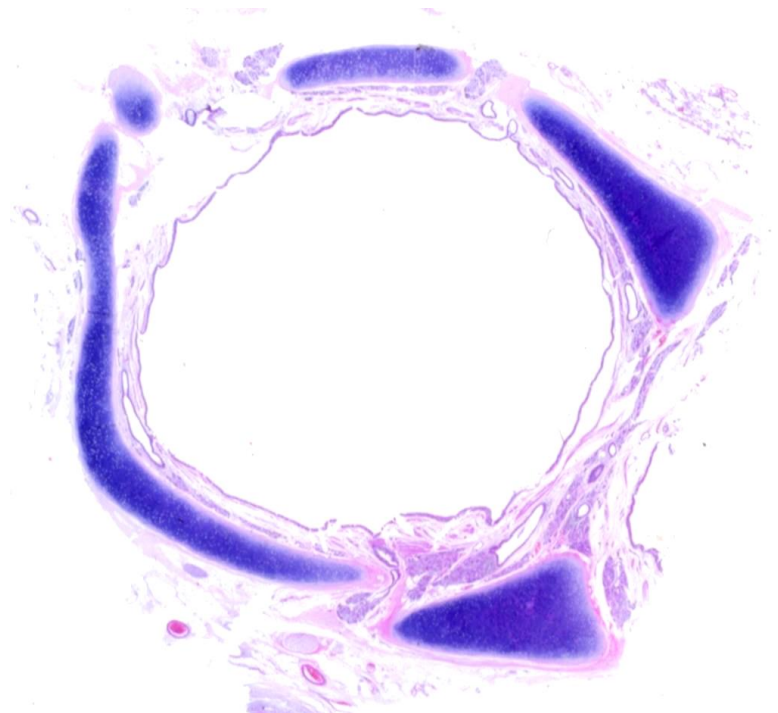
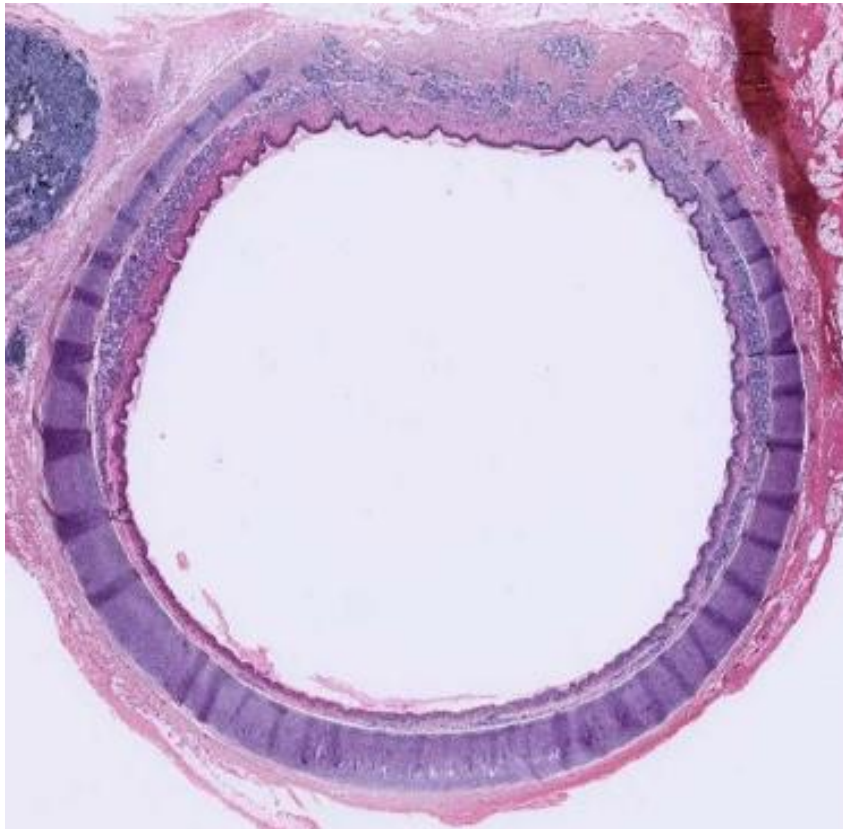
### Relativně silná vrstva hladké svaloviny

### Chrupavky i žlázy chybí

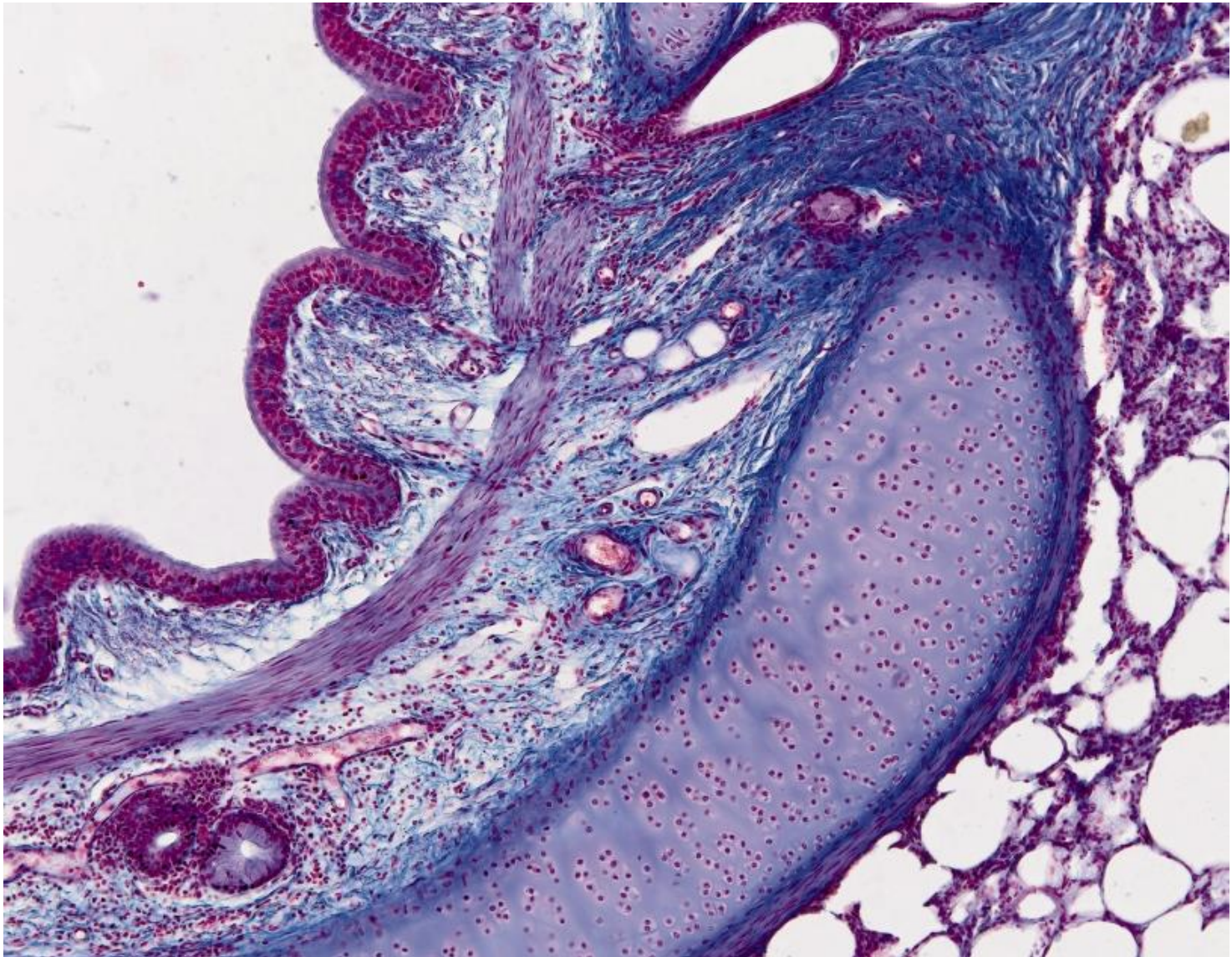
### Vazivo

- přechází ze stěny bronchiolu na okolní elastické vazivo – udržení průsvitu

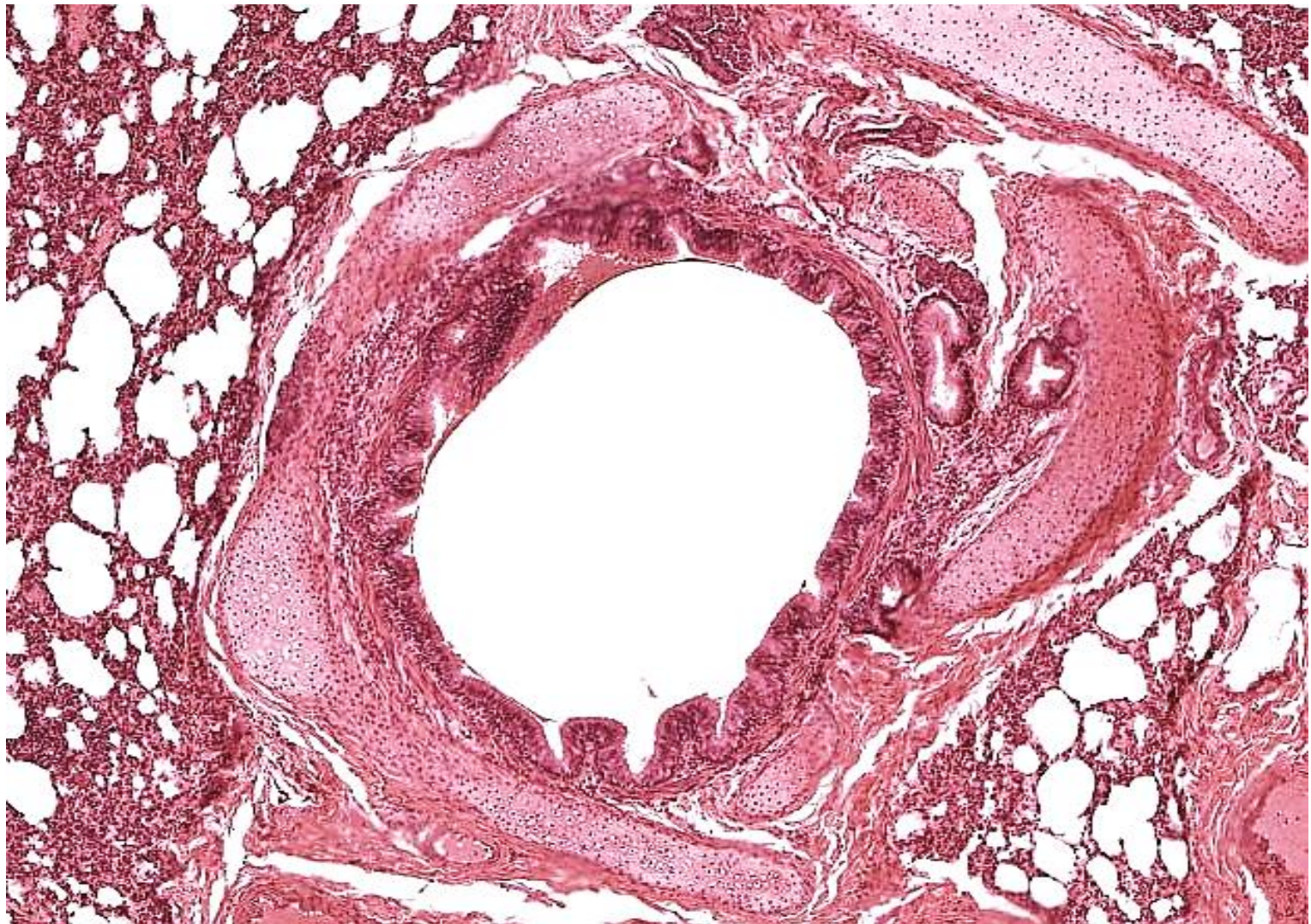
**Bronchus vs. trachea**



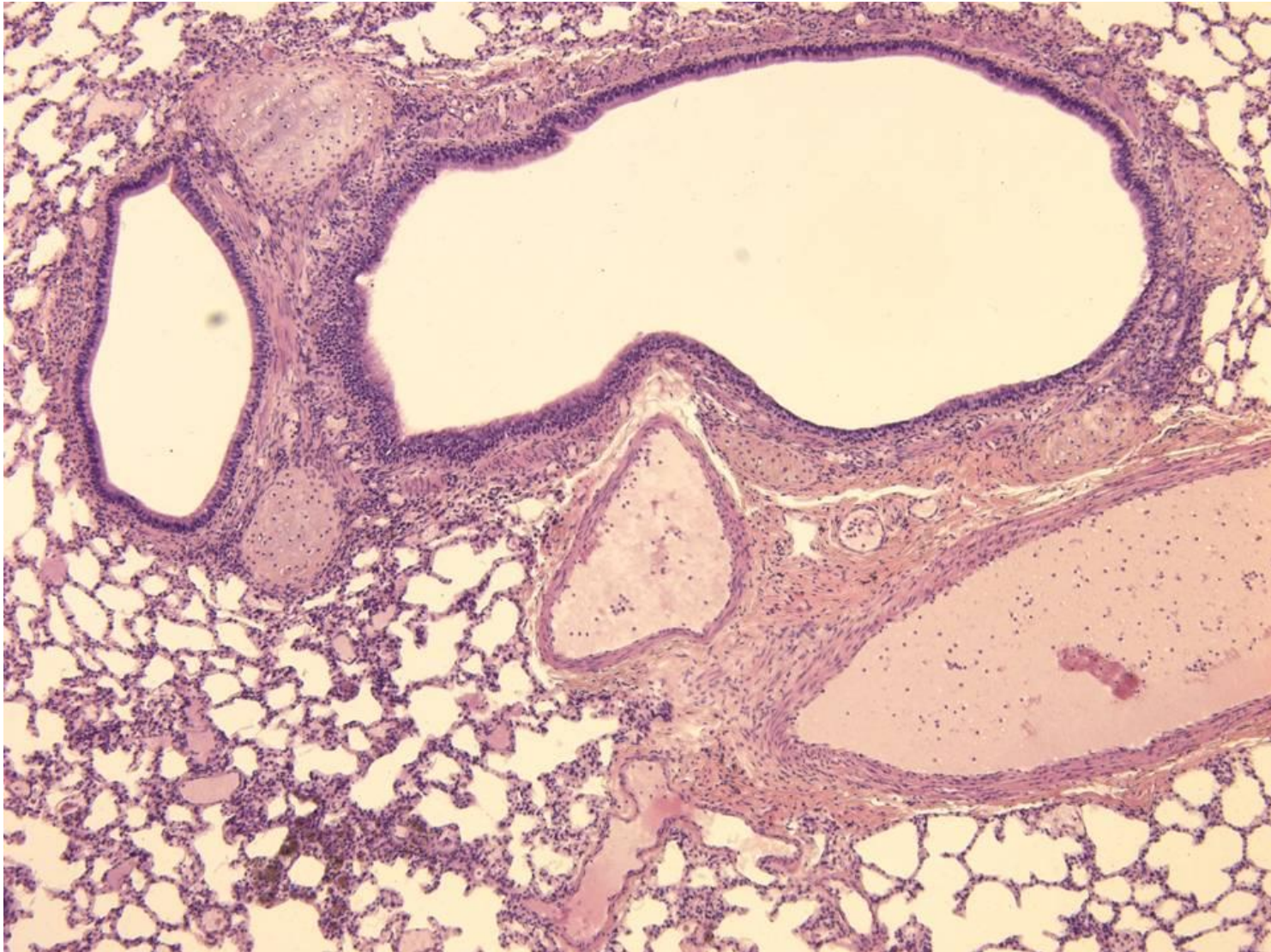
## Intrapulmonální bronchus



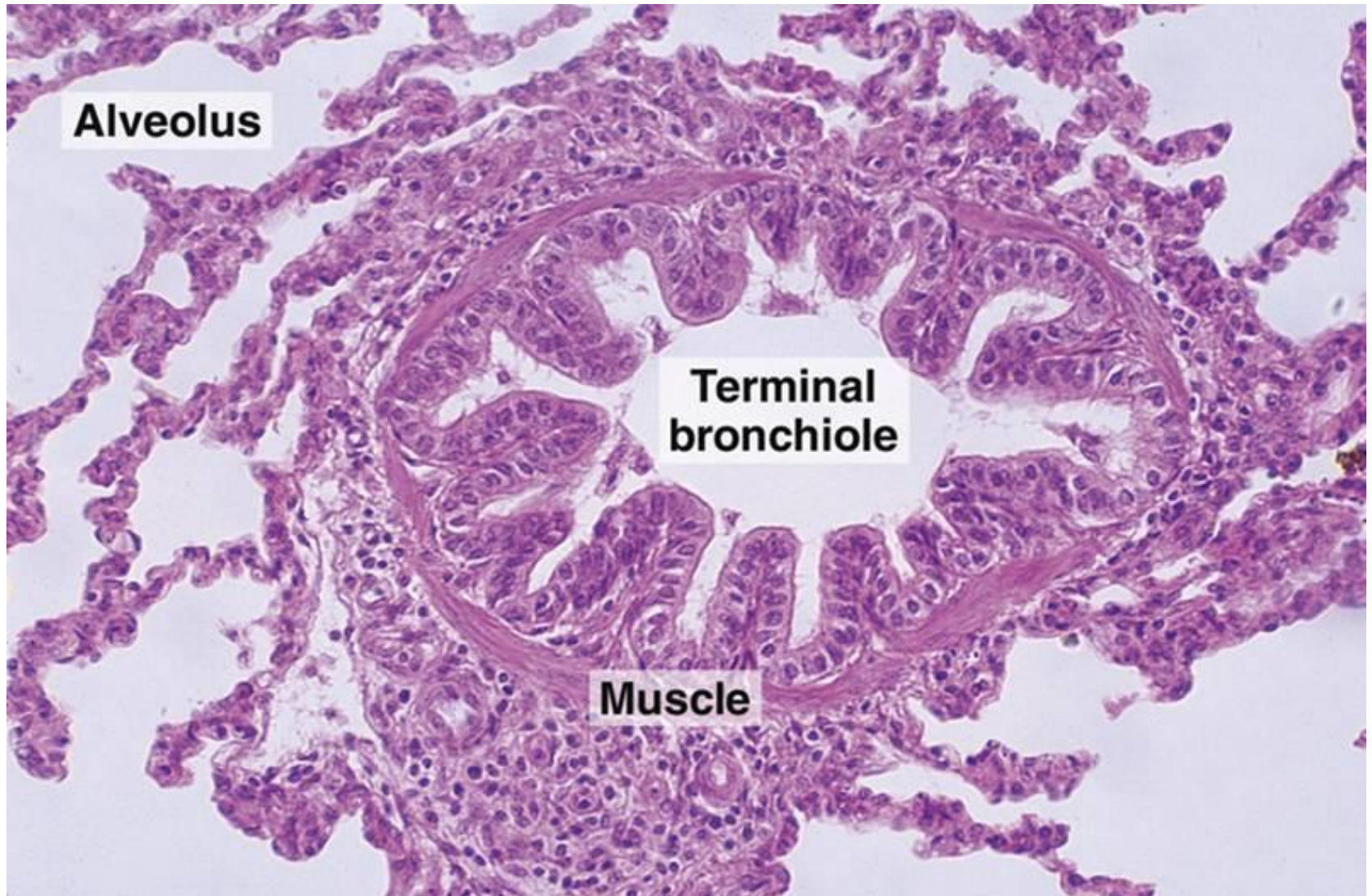
## Intrapulmonální bronchus



## Intrapulmonální bronchus

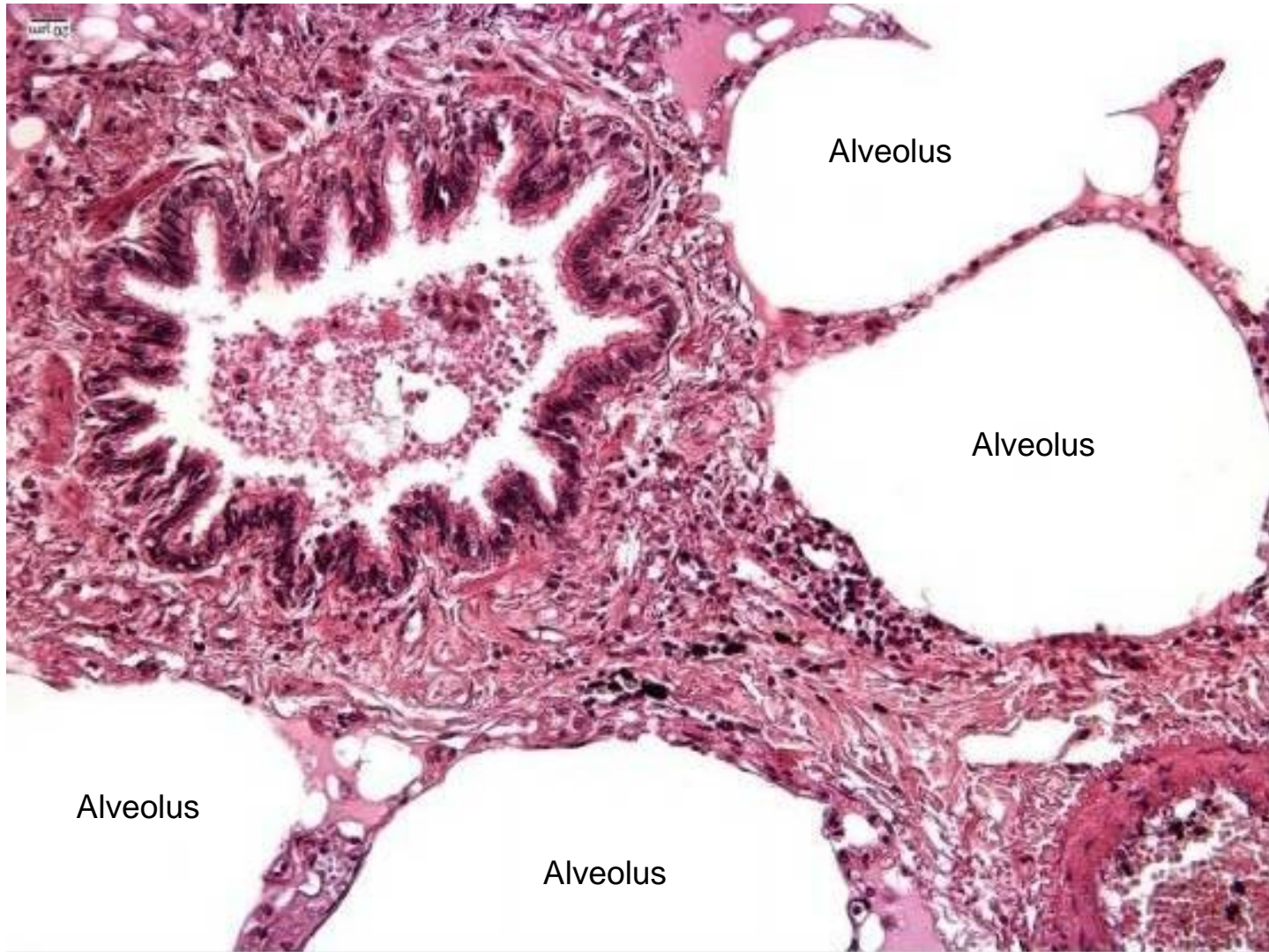


## Bronchioly – od primárních po terminální

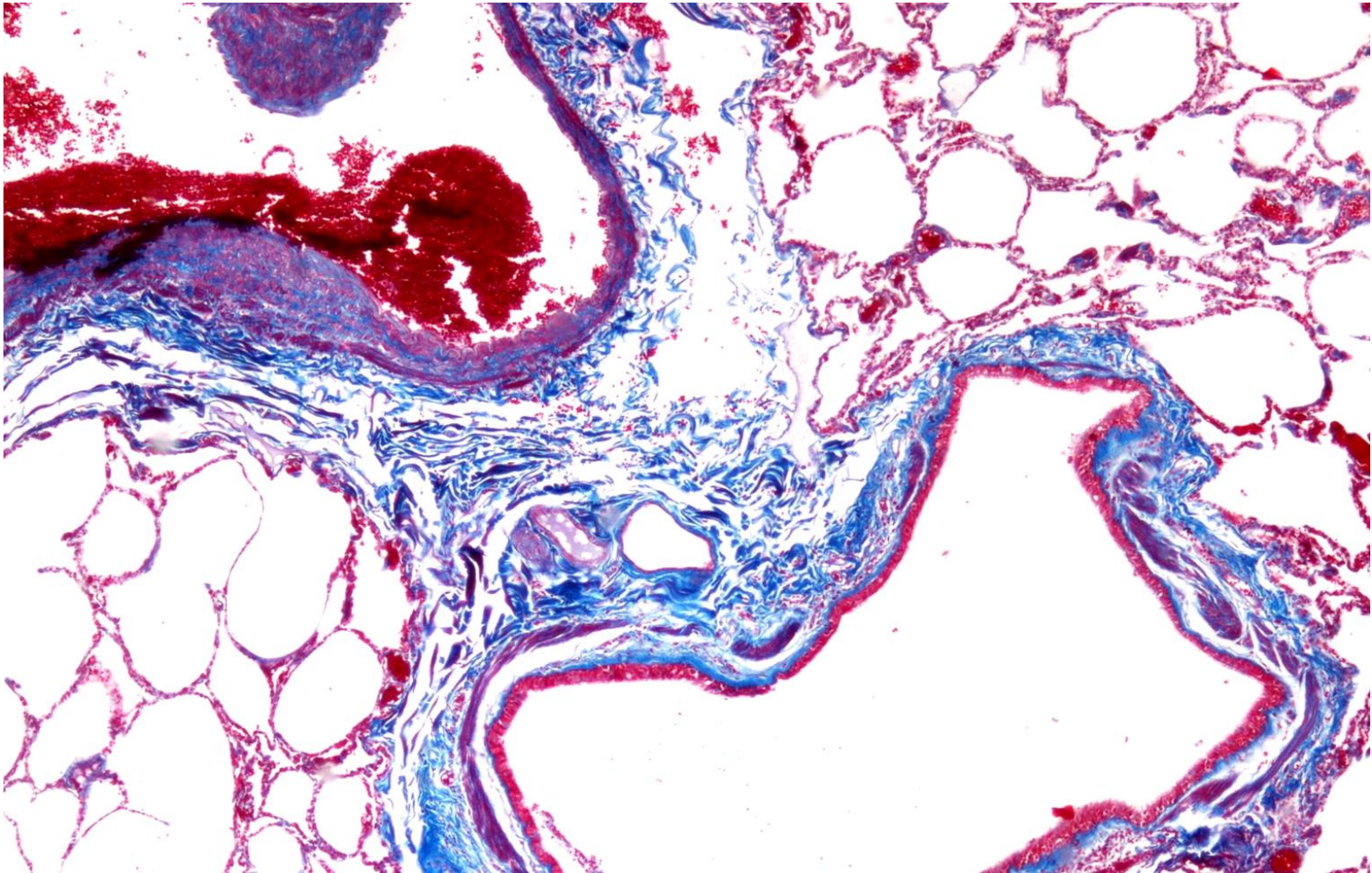




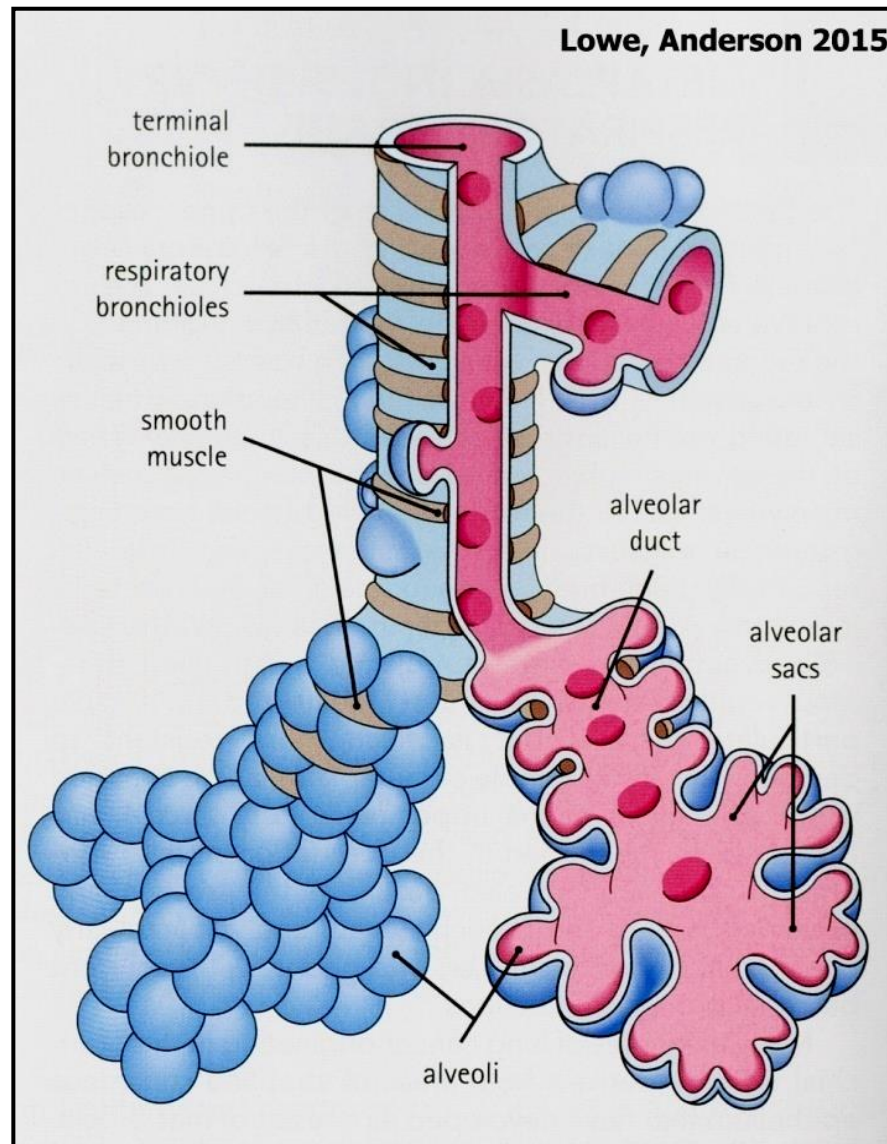
## Bronchioly – od primárních po terminální



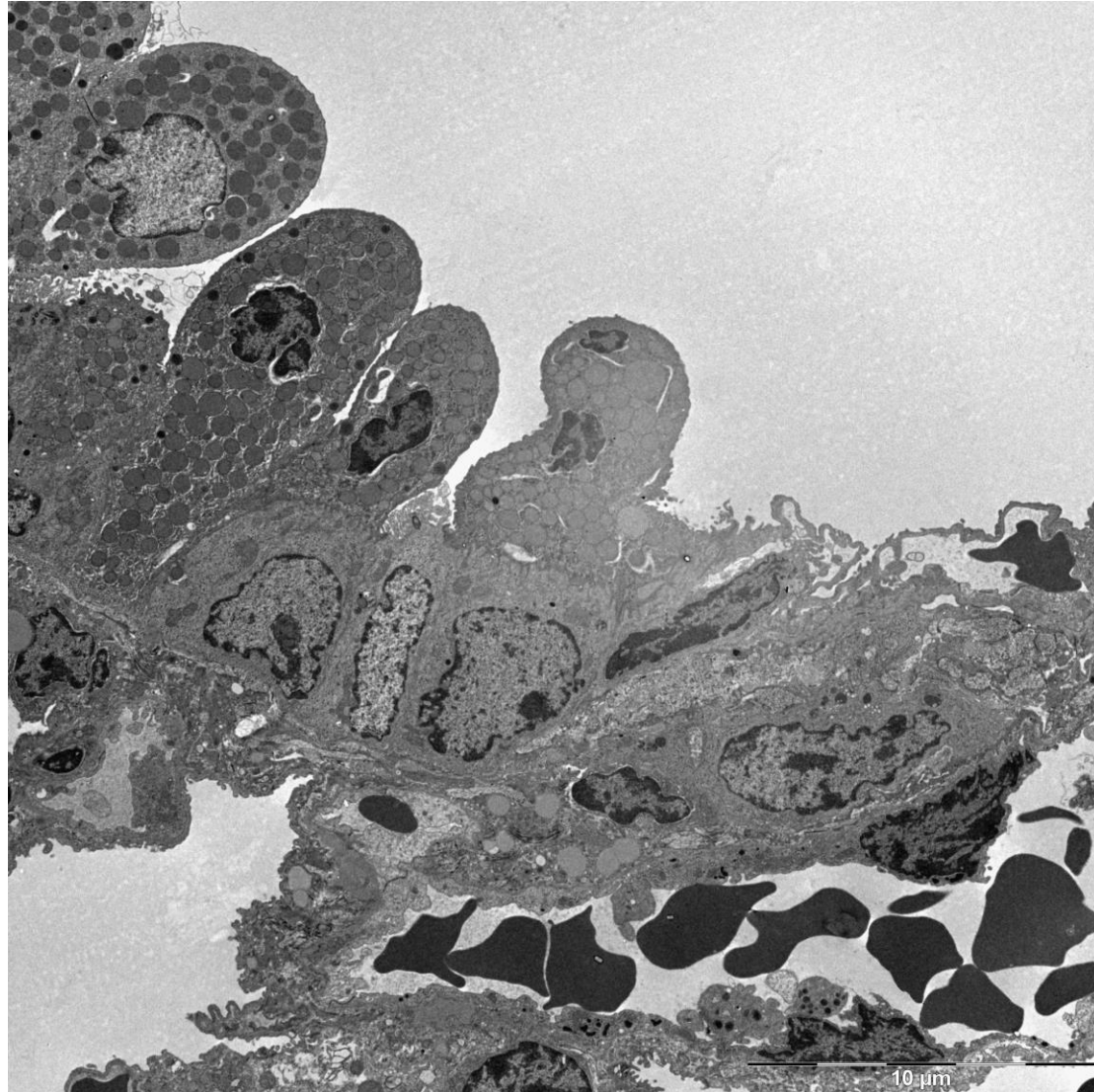
## Bronchioly – od primárních po terminální



## Terminální vs. respirační bronchioly

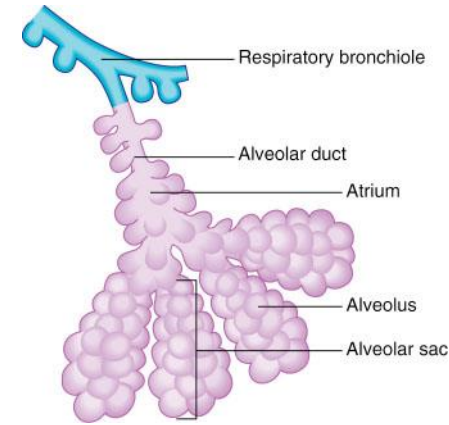
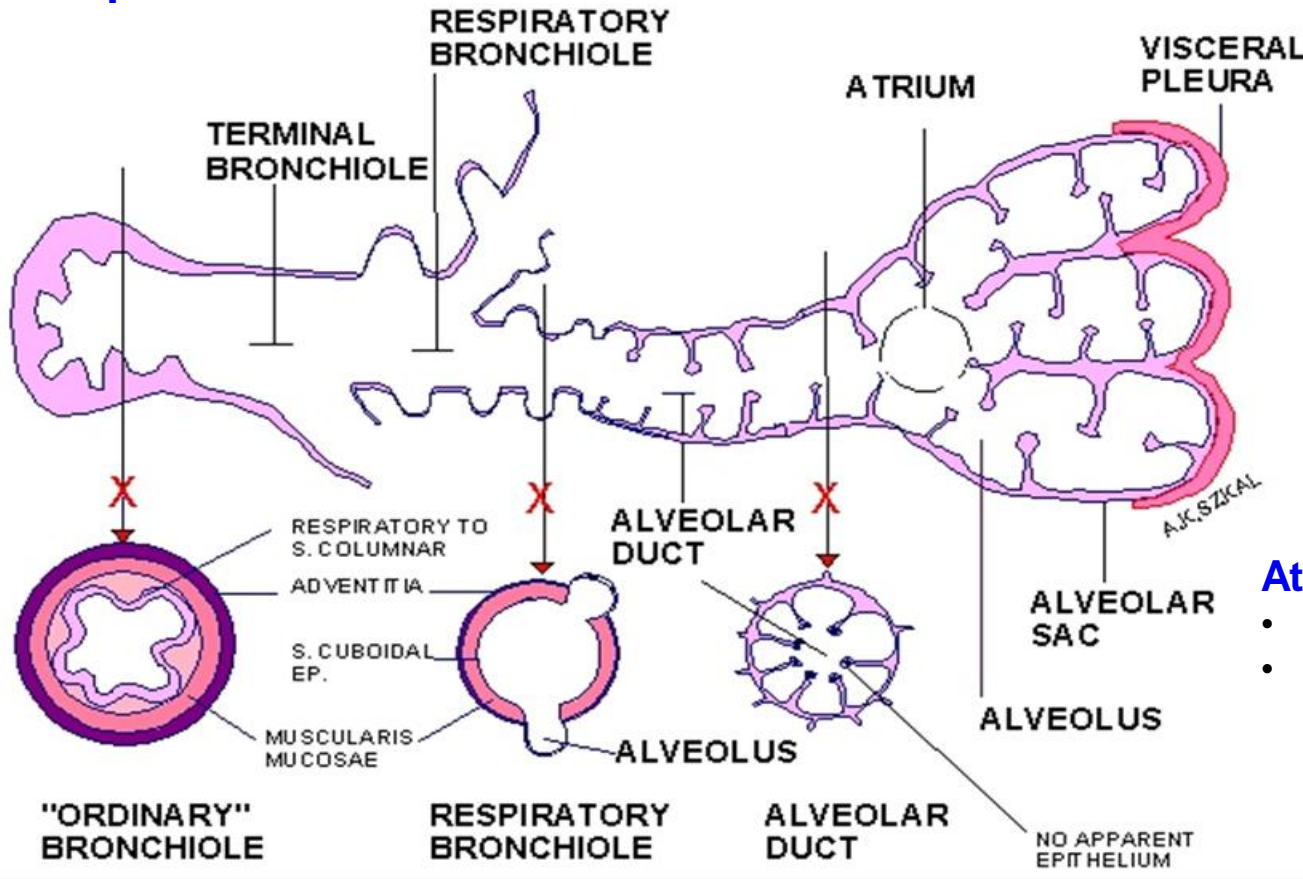


## Respirační bronchiolus a plicní sklípek



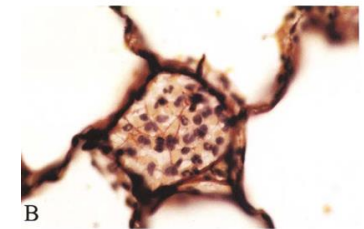
# SKLÍPKOVÝ STROM

## Respirační oddíl



### Atrium

- vstup do alveolárního váčku
- elastická vlákna



### Ductus alveolares – stěna tvořena:

- skupinami kubických buněk
- individuálními alveoly a jejich ústím
- elastickými vlákny
- hladkosvalovými buňkami kolem vstupů do alveolů

### Sacculi alveolares

- skupiny alveolů otevřených do společné předsíně

# SKLÍPKOVÝ STROM

## Respirační oddíl

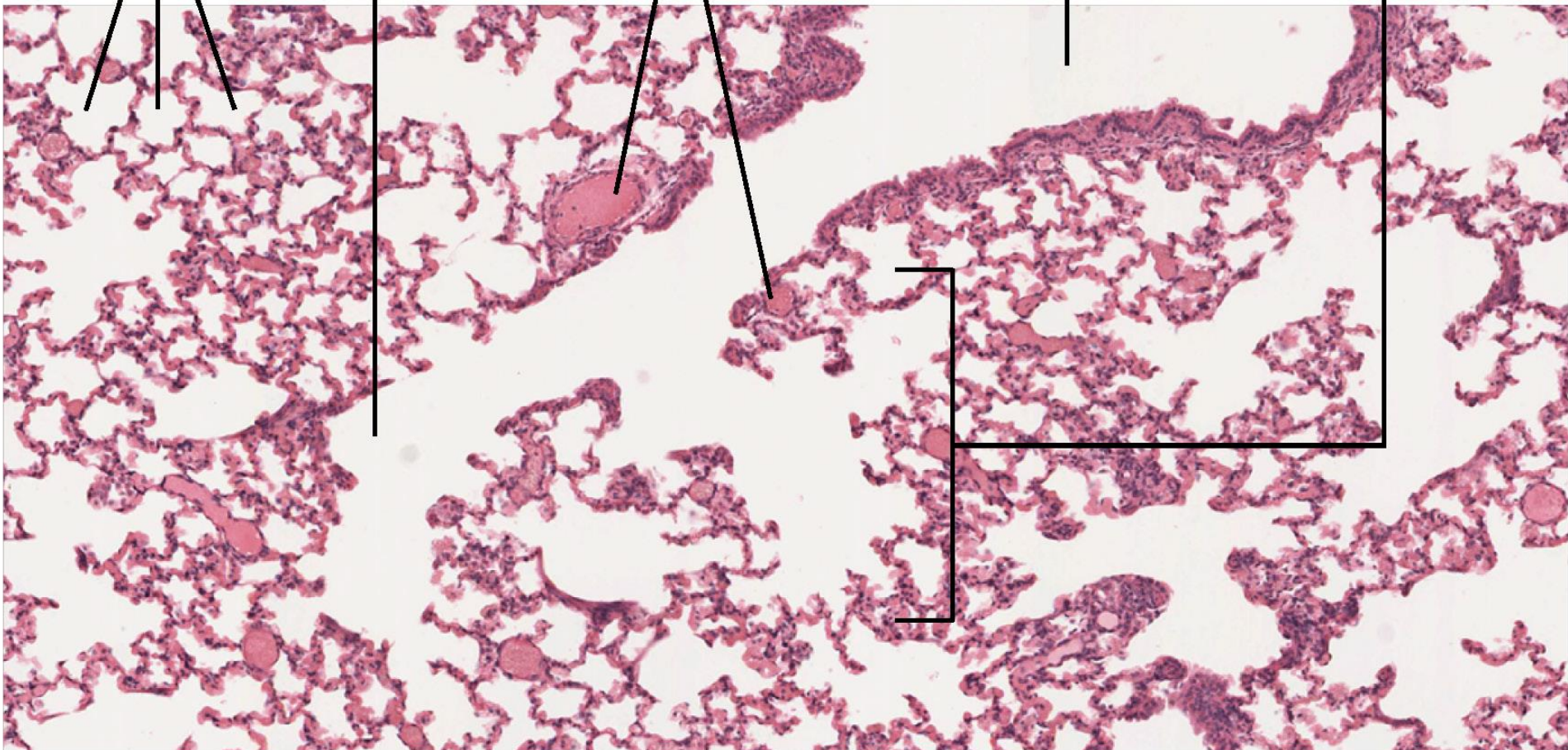
Alveoli

Alveolar duct

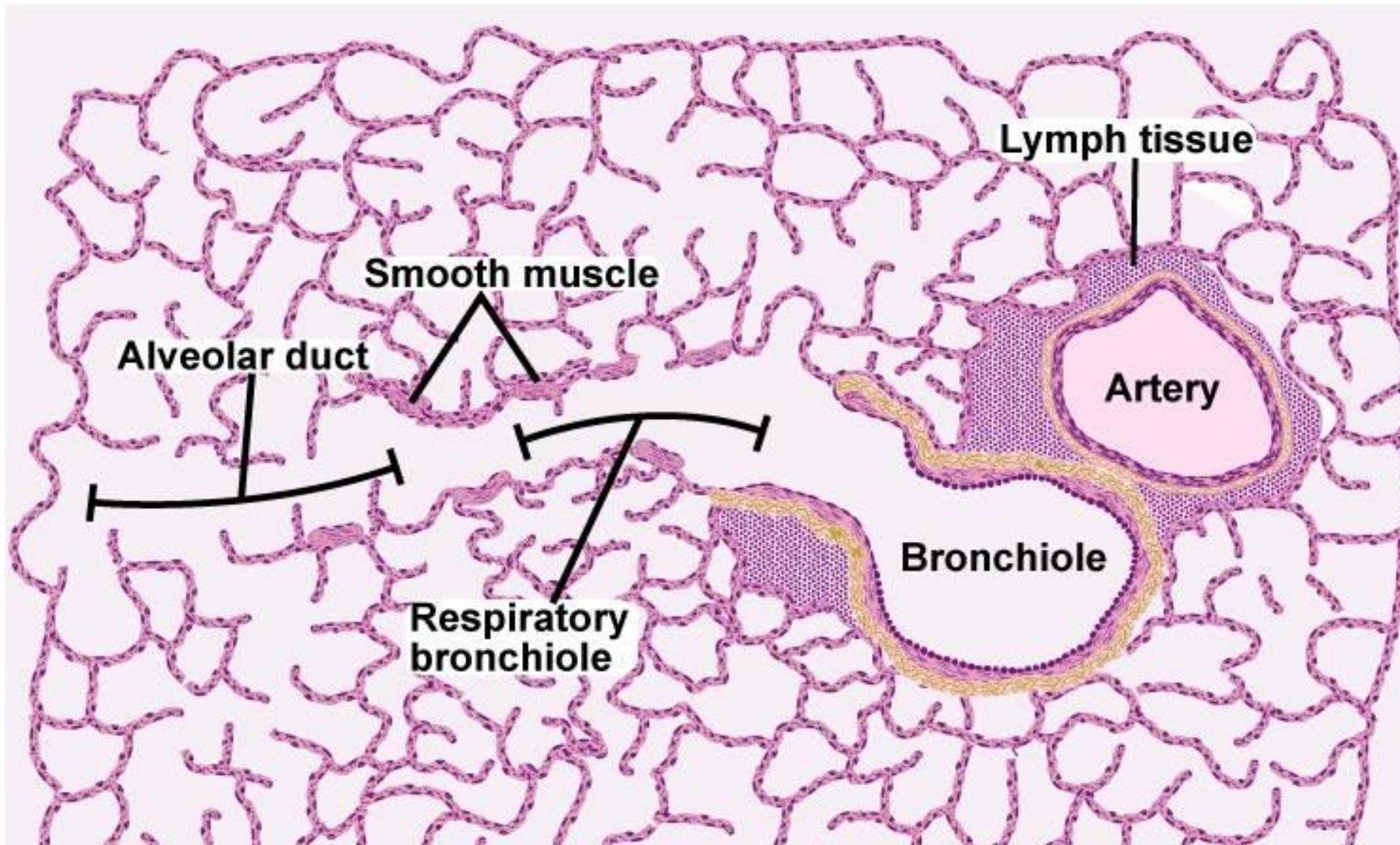
Blood vessels

Lumen of bronchiole

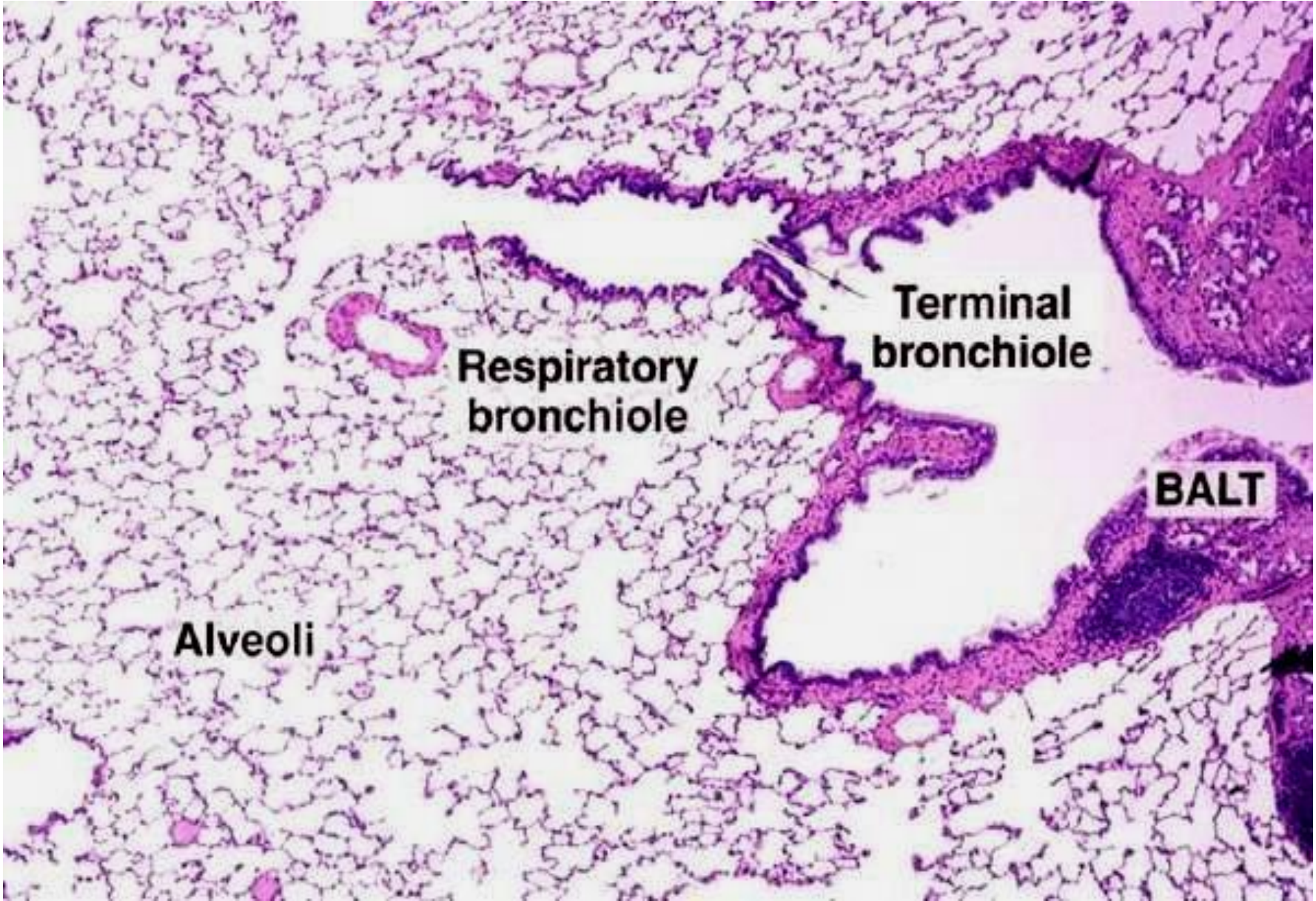
Alveolar sac



## Respirační oddíl



# Respirační oddíl



Alveoli

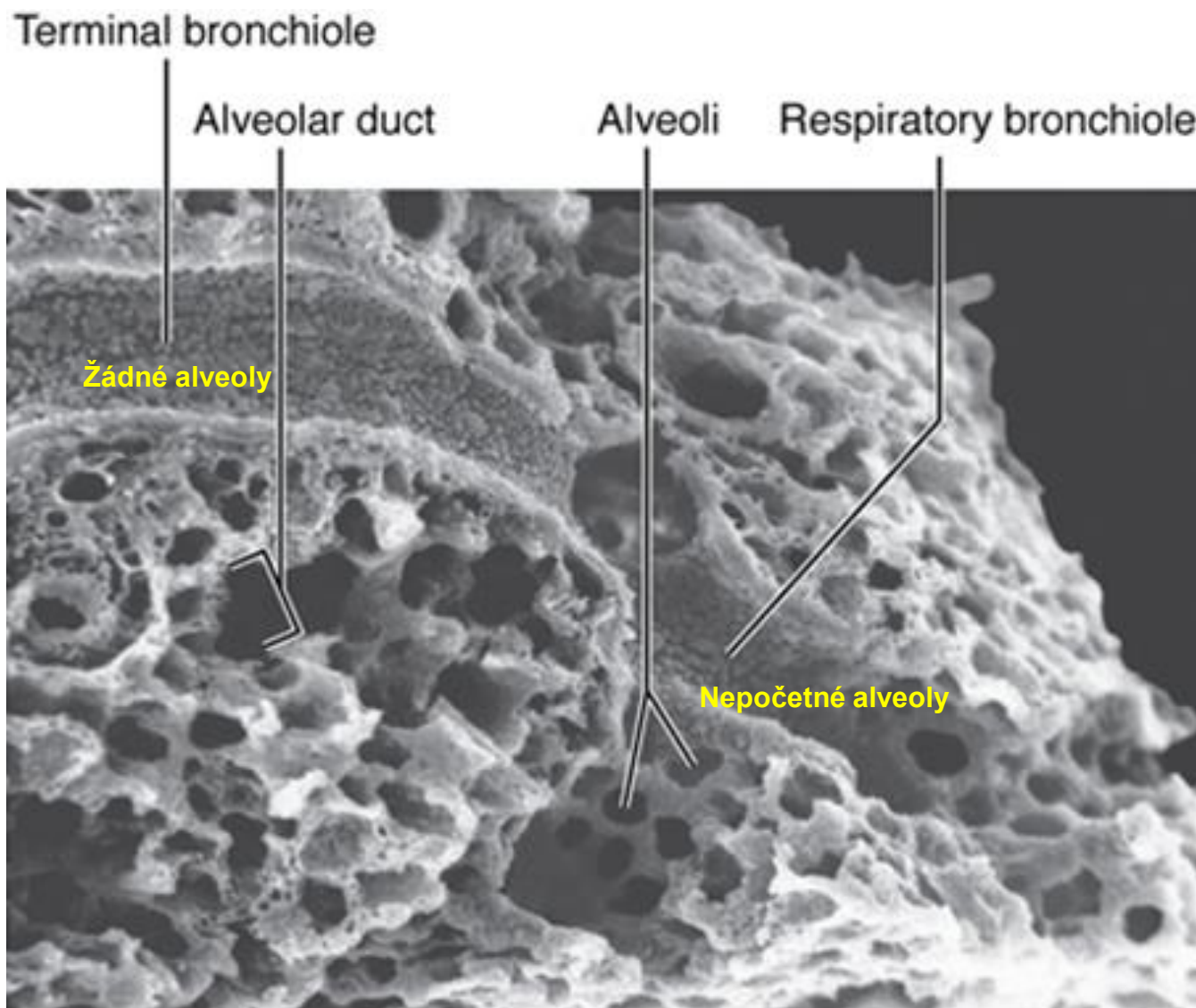
Respiratory bronchiole

Terminal bronchiole

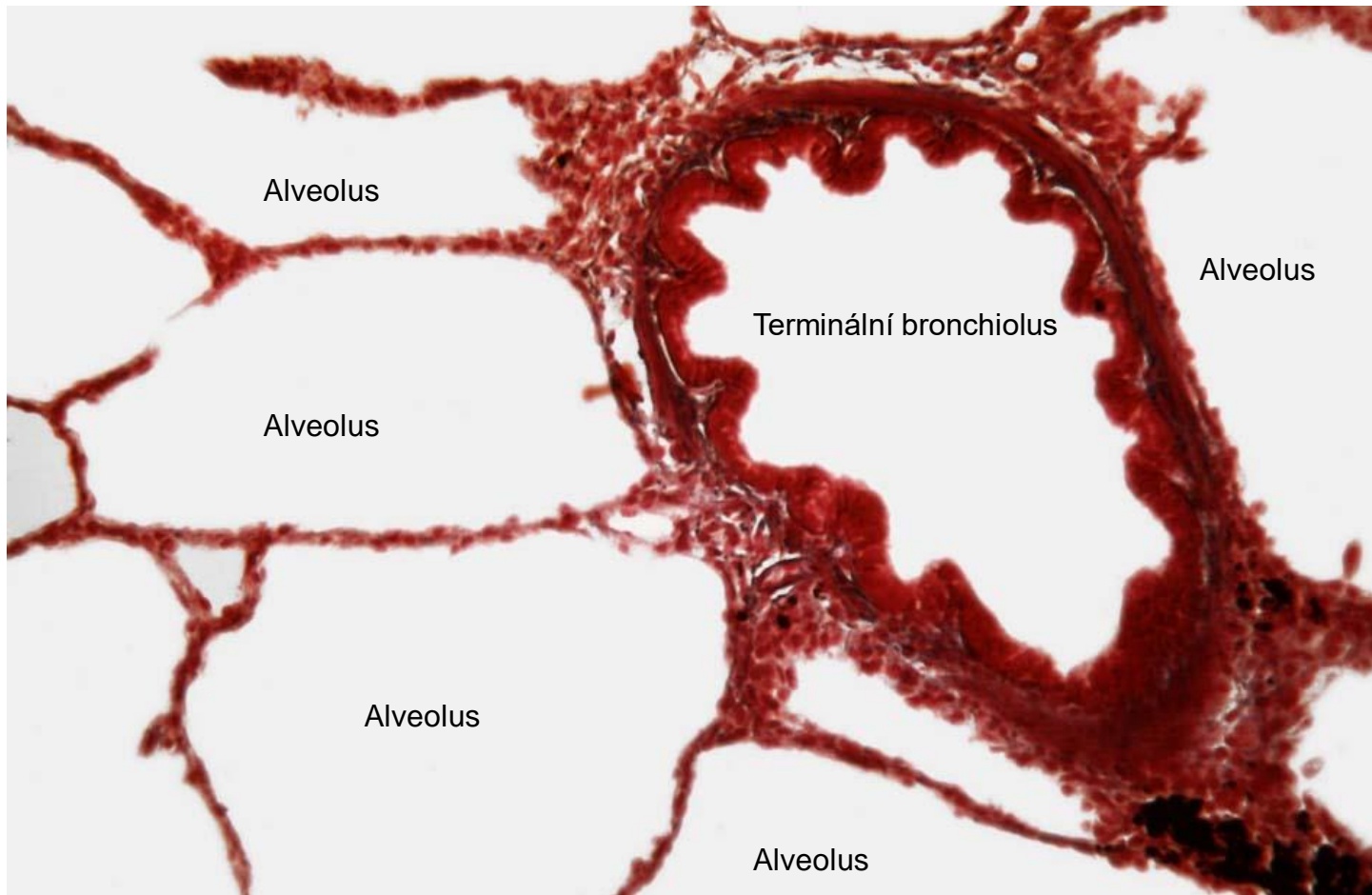
BALT



## Respirační oddíl

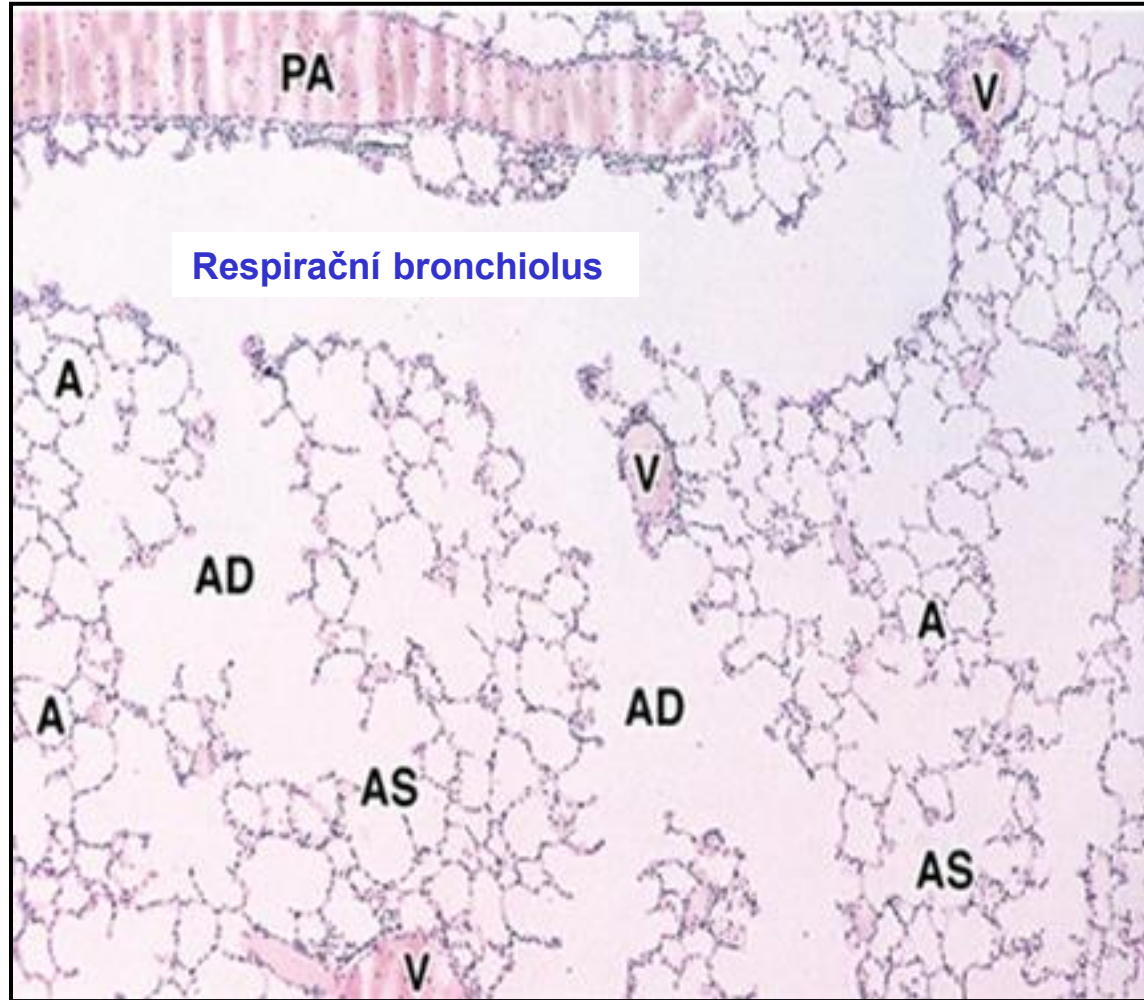


## Respirační oddíl



Hvězdicovitý průsvit bronchiolu je post-fixační artefakt

## Respirační oddíl



AD - Alveolar duct

AS – Alveolar sac

A - Alveolus

V – Vein

PA – Perialveolar artery

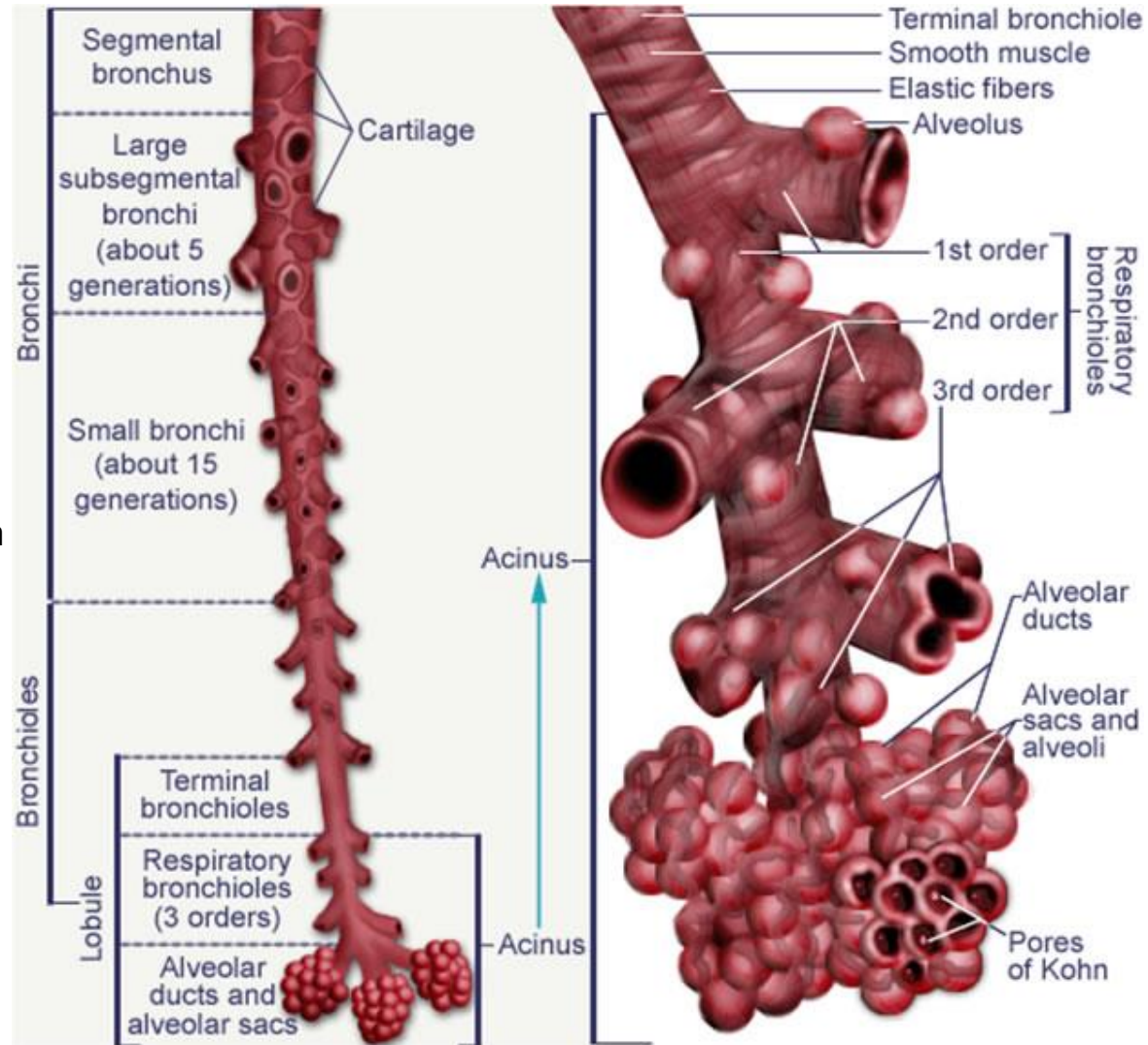
# SKLÍPKOVÝ STROM

## Plicní lalůček (lobulus pulmonis)

- tvoří jej cca 8 plicních acinů
- velikost cca 2 cm

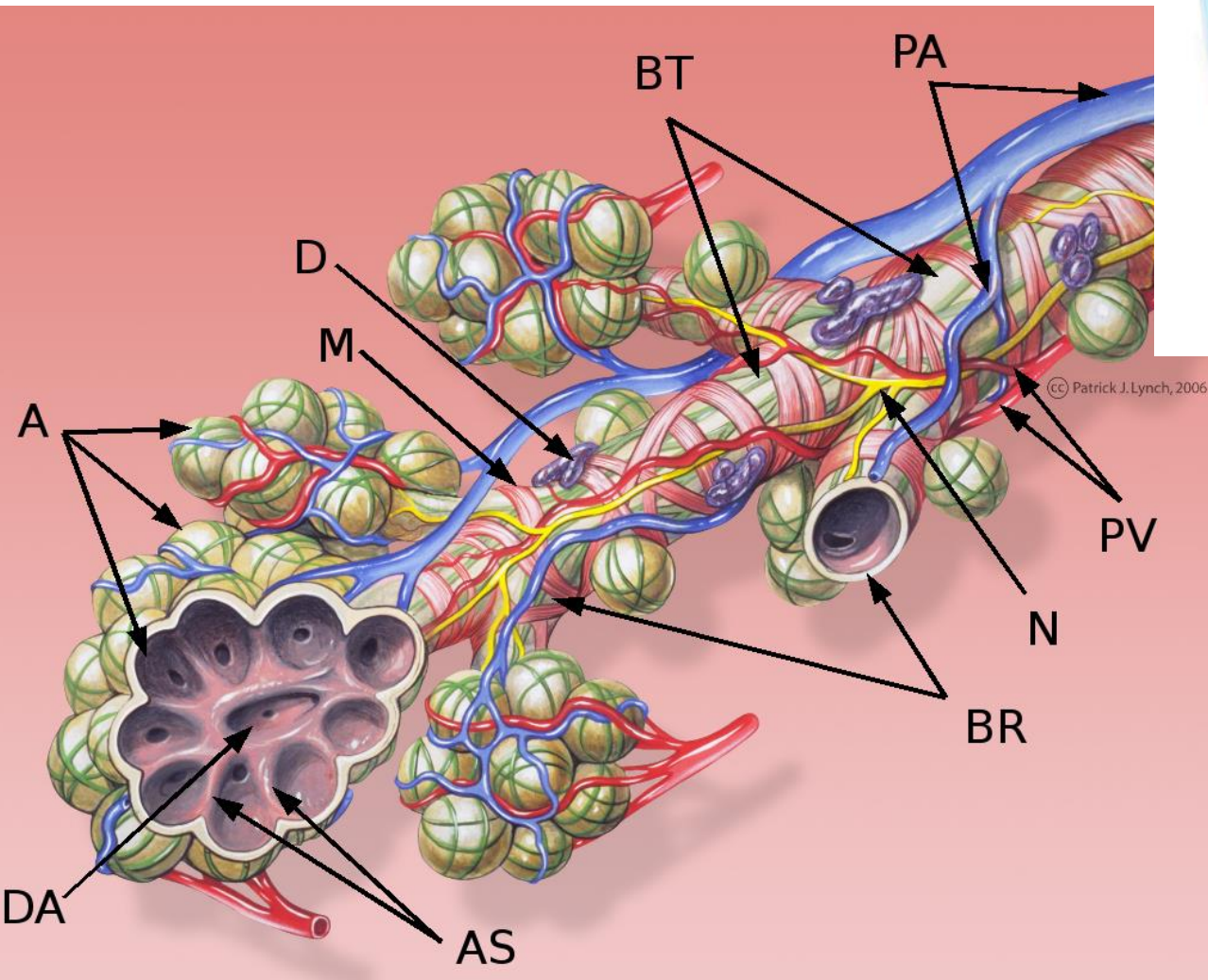
## Plicní acinus (acinus pulmonis)

- zahrnuje všechny respirační bronchioly, ductus alveolares a několik tisíc plicních sklípků – alveolů, náležících k jednomu terminálnímu bronchiolu
- velikost cca 0,5 mm, obdám velmi tenkým fibrózním pouzdrém
- morfologická jednotka důležitá pro některá plicní onemocnění (emfyzém)

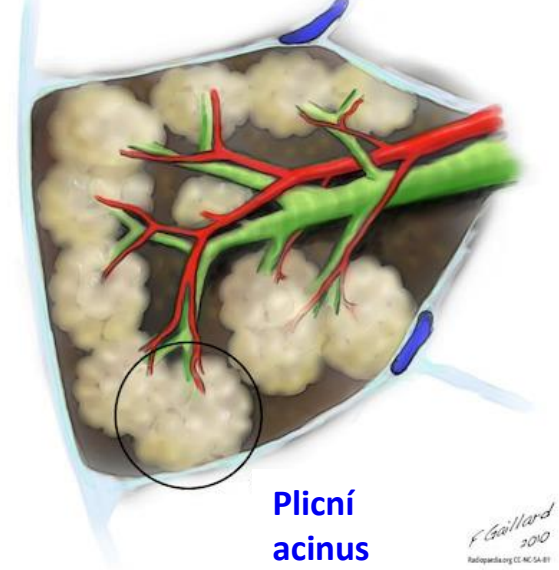


# SKLÍPKOVÝ STROM

## Plicní acinus

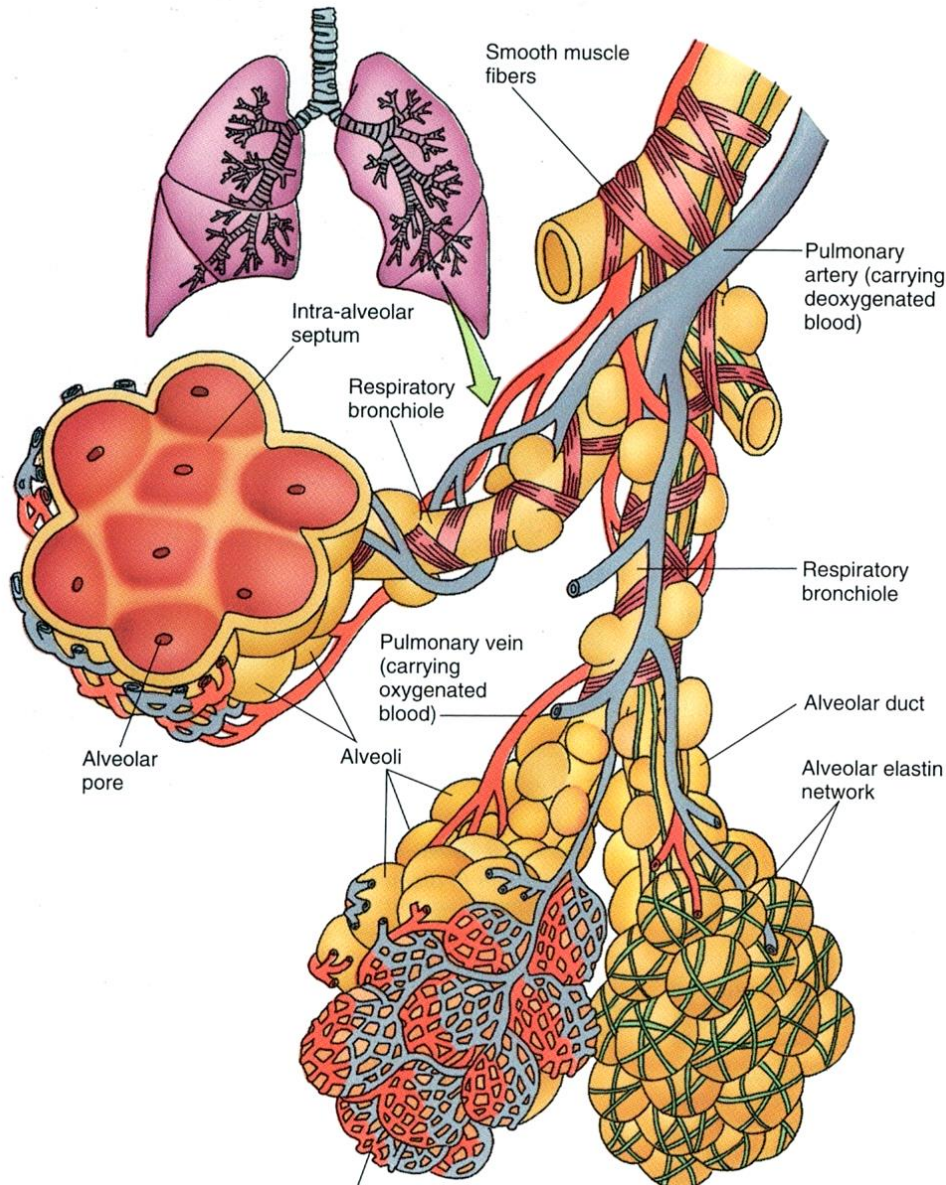


## Plicní lalůček



F. Gaillard  
2010  
Kulopodkary CC BY SA 4.0

## Místo výměny dýchacích plynů



## Plicní sklípky – alveoly

- průměr cca 200  $\mu\text{m}$
- celkový počet cca 300 – 400 millionů
- celková plocha cca 100 – 140  $\text{m}^2$
- interalveolární septa (elastin + kolagen typu III)
- alveolární póry (Kohnovy; 8 – 60  $\mu\text{m}$  průměr)
- kapiláry s celistvou stěnou

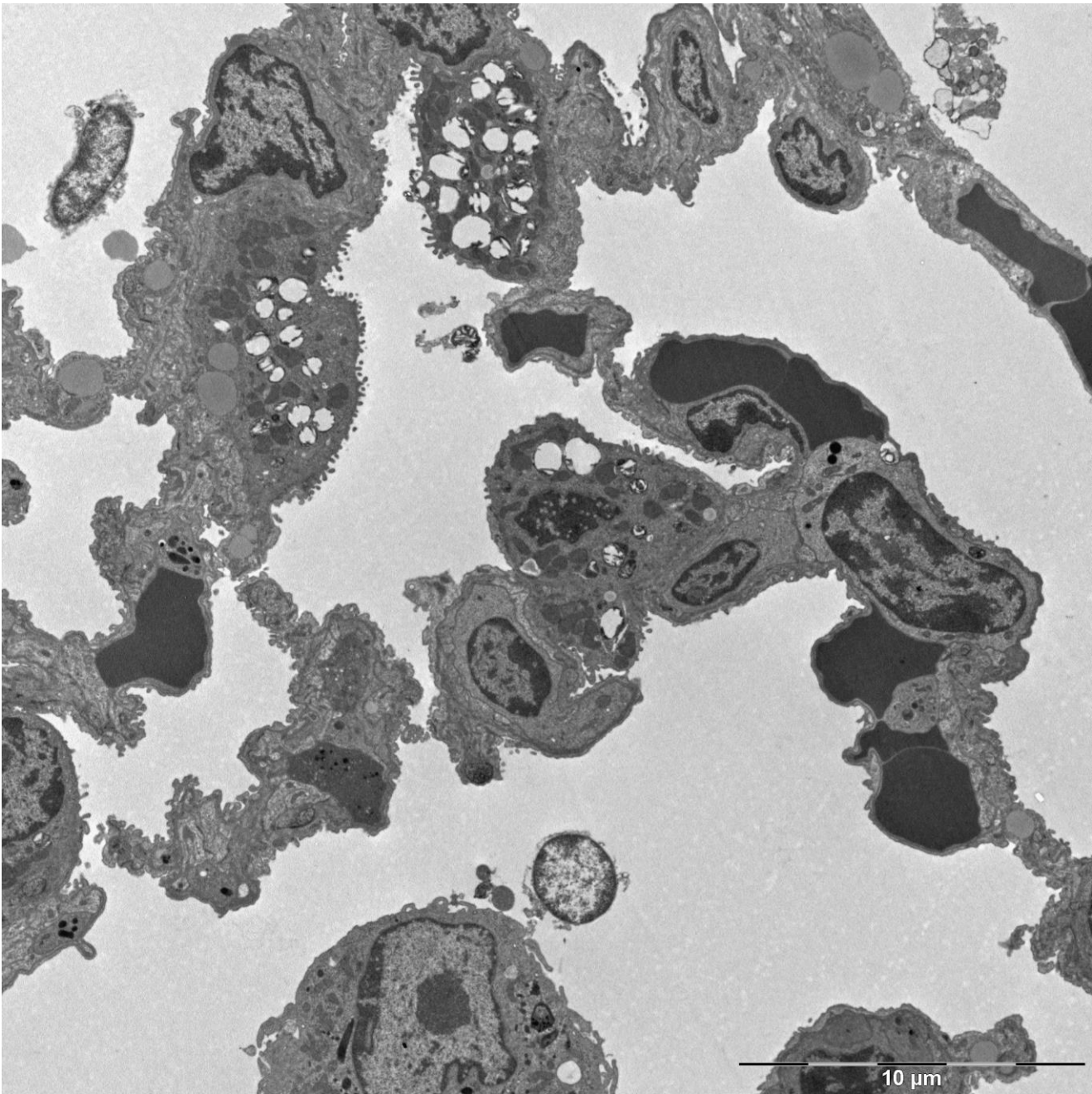
## Pneumocyty I. typu – membranózní

- velmi ploché buňky tvořící alveolokapilární bariéru

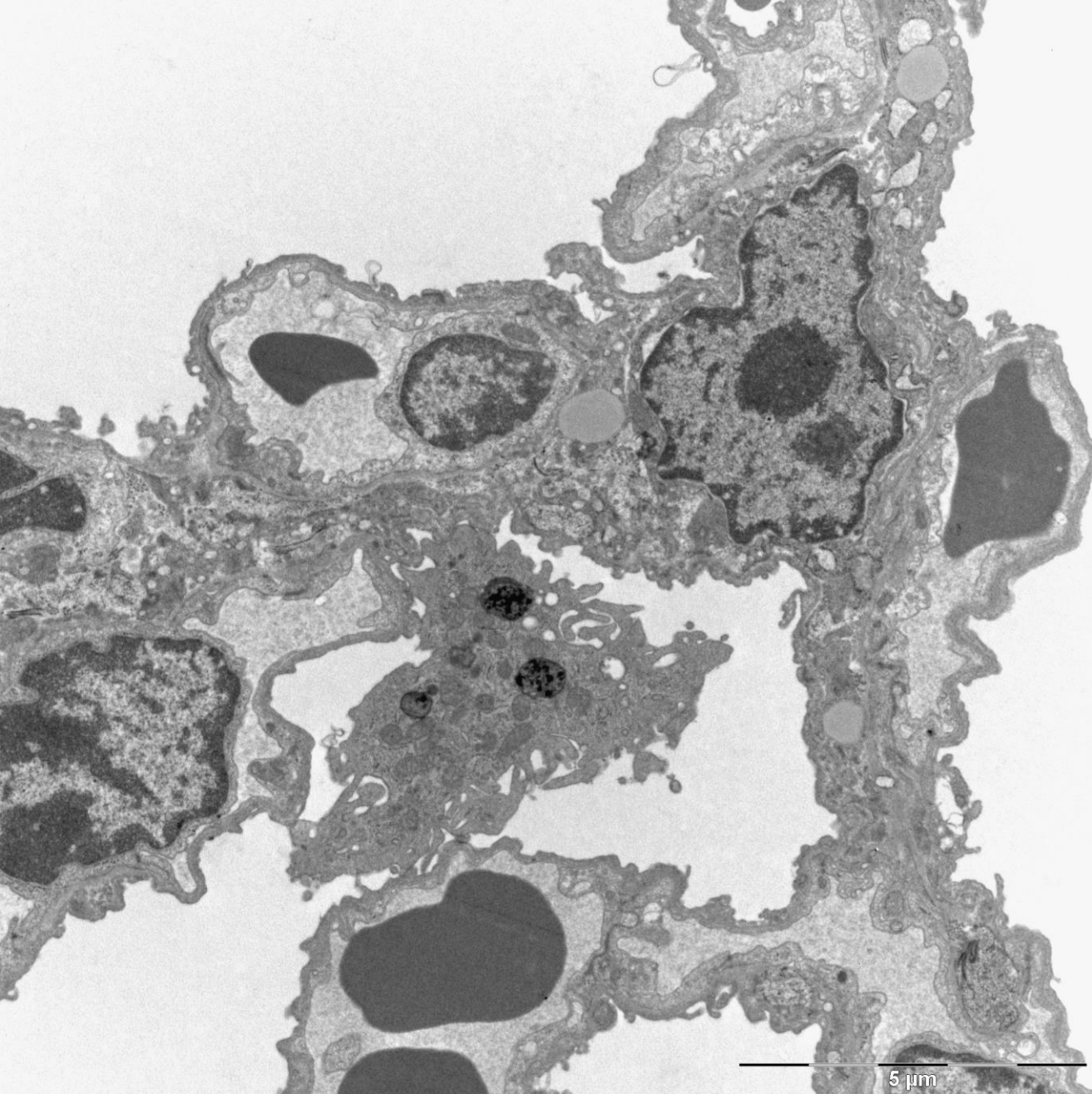
## Pneumocyty II. typu – granulózní

- malé, kulovité, velmi početné
- produkce surfaktantu

# PLICNÍ SKLÍPKY

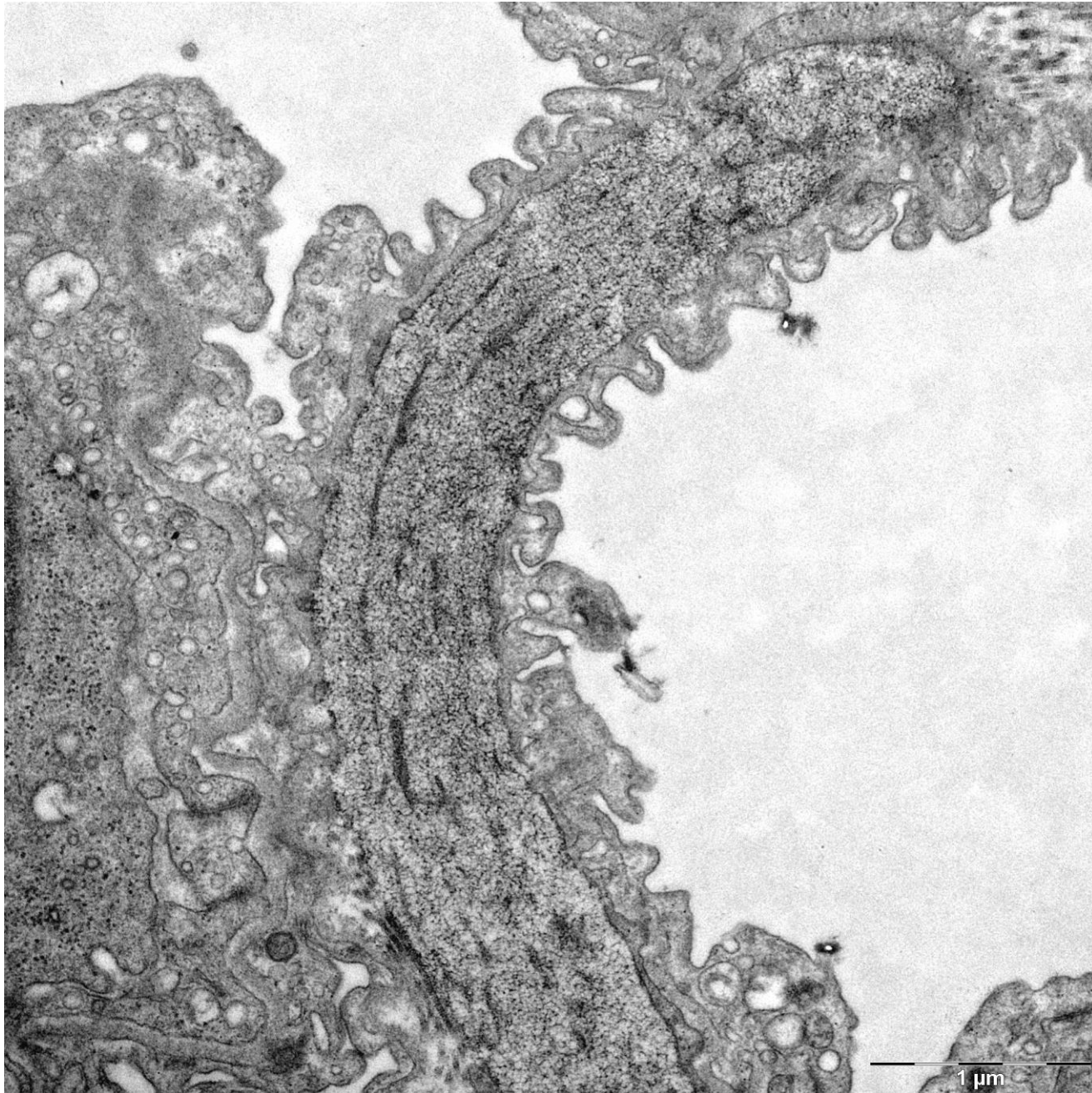


# PLICNÍ SKLÍPKY

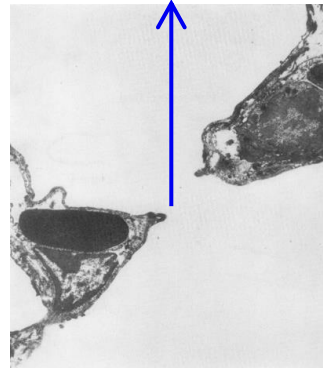
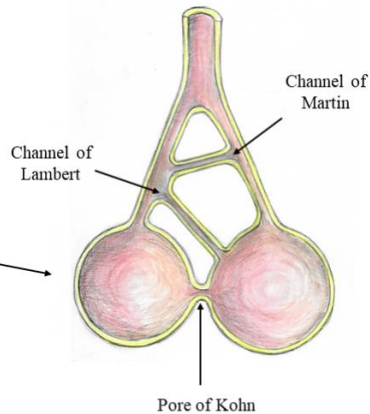
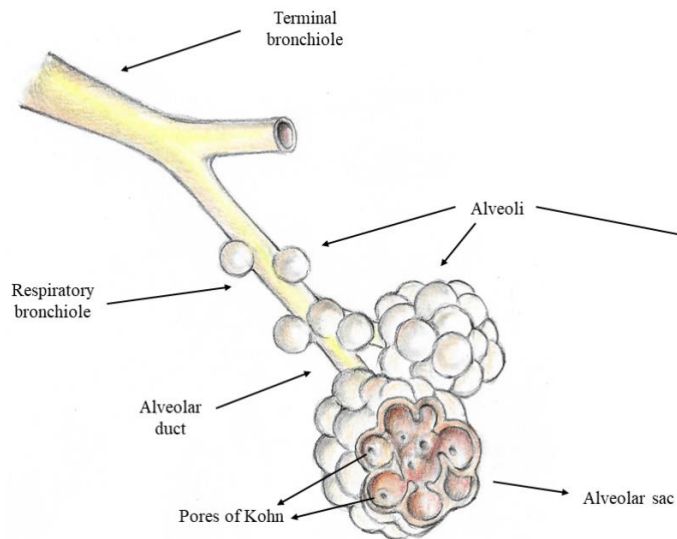




# PLICNÍ SKLÍPKY



# PLICNÍ SKLÍPKY – KOLATERÁLNÍ VENTILACE



10.1136/thx.27.4.433

## Kohnovy póry

- mezi sousedícími alveoly
- 13-21 v každém alveolu, 3-13  $\mu\text{m}$
- chybí u novorozenců, vyvíjejí se kolem 3-4 roku života spolu s vývojem alveolů

## Lambertovy kanály

- bronchoalveolární spojení mezi alveoly a bronchioly
- 30  $\mu\text{m}$
- vyvíjí se spolu s Kohnovými póry

## Martinovy kanály

- mezi terminálními a respiračními bronchioly
- variabilní velikost 30-150  $\mu\text{m}$

## Interlobulární kanály

- až 200  $\mu\text{m}$

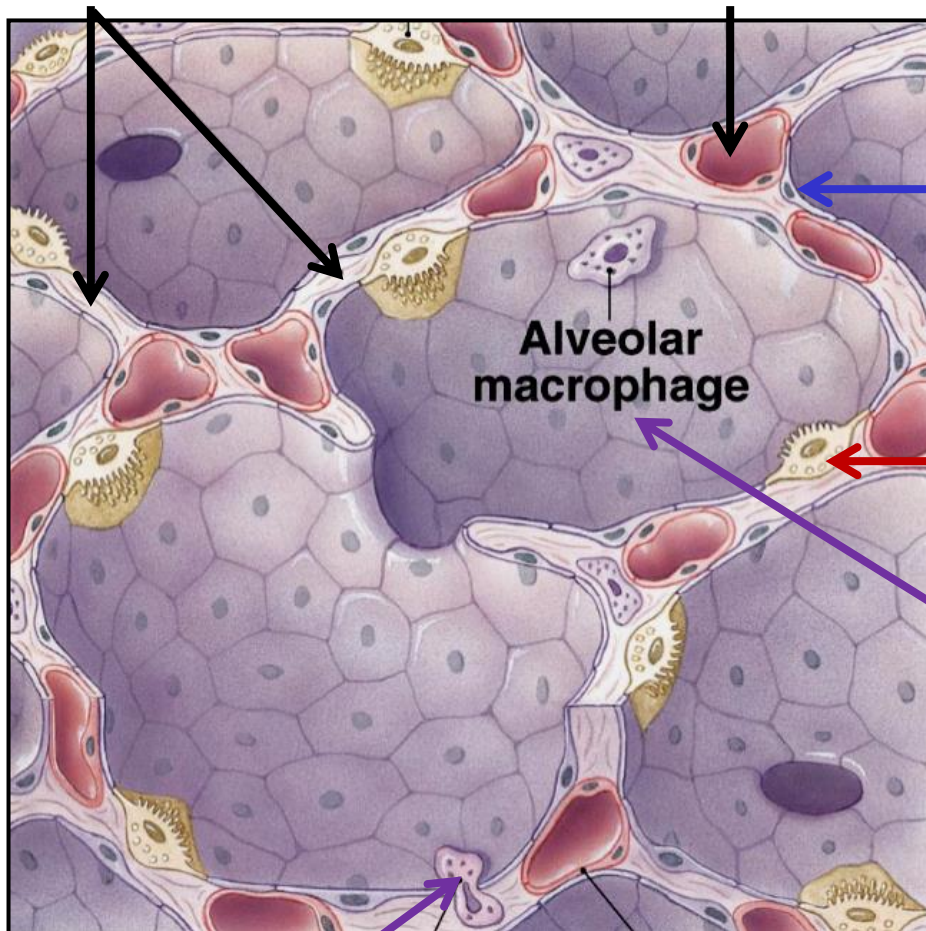
10.22541/au.159818335.5362380

**Klinický význam u různých plicních onemocnění (např. CHOPN)**

# PLICNÍ SKLÍPKY

Elastická vlákna

Kapilára



## Pneumocyty typu I (membranózní)

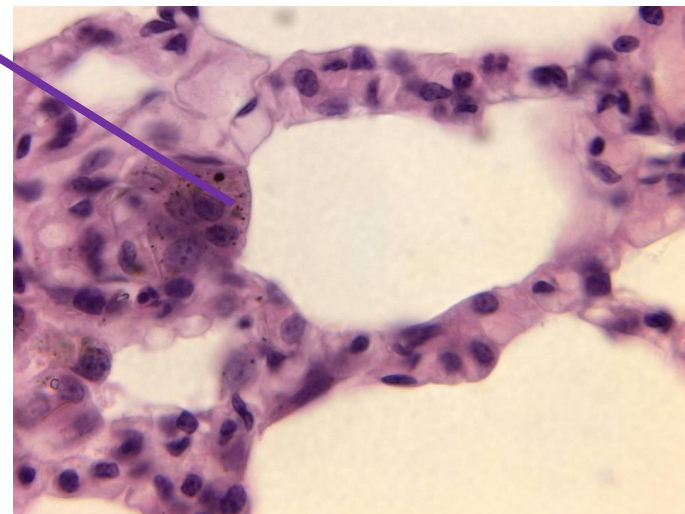
- velmi ploché – místy i jen 80 nm
- okluzní spoje
- cca 95% alveolárního povrchu

## Pneumocyty typu II (granulární)

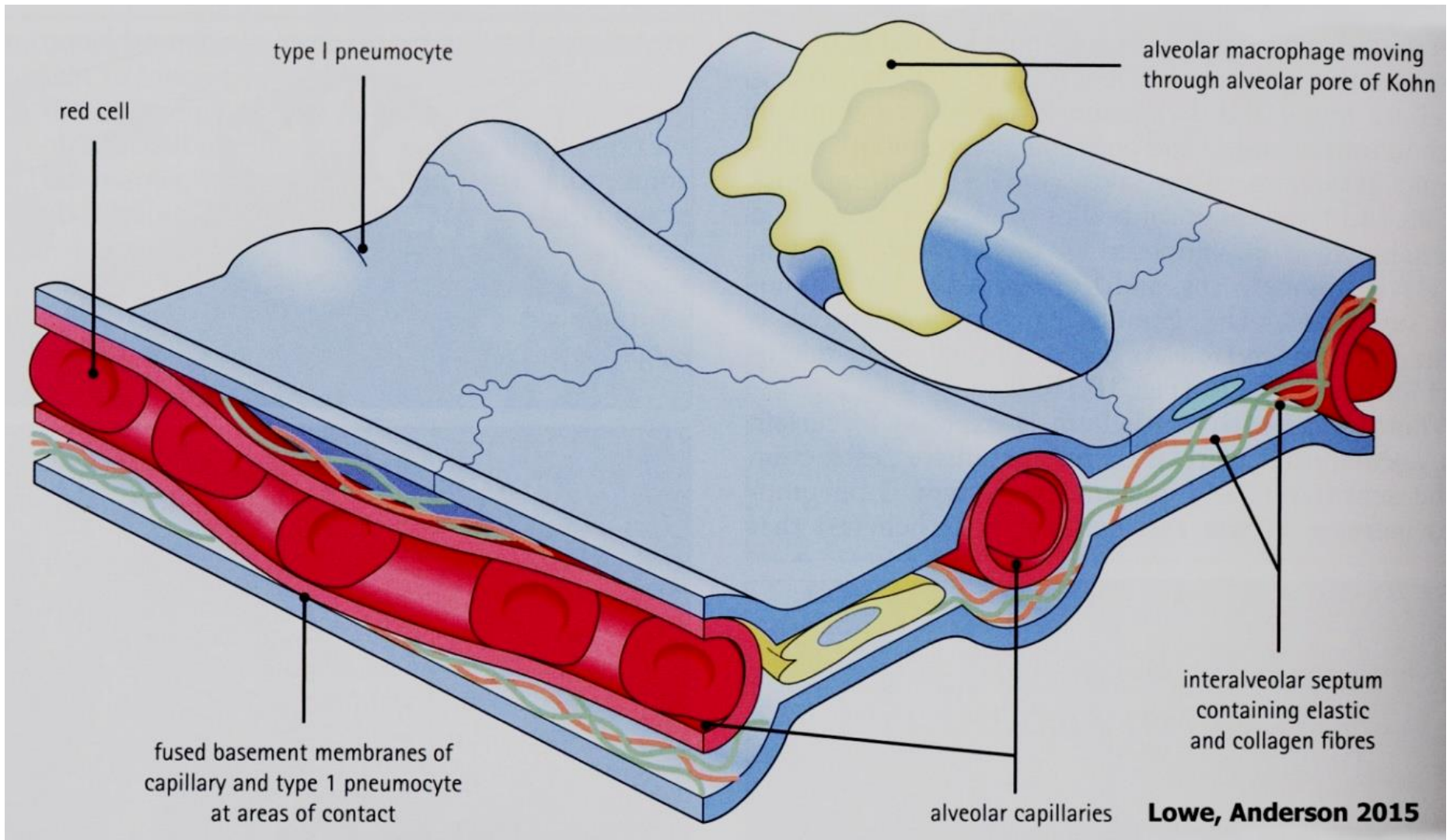
- kubické (10  $\mu\text{m}$ )
- početnější než pneumocyty typu I
- lamelární tělíska – surfaktanty SP-A, -B, -C, -D
- kmenové buňky (pro pneumocyty typu I a II)

## Alveolární makrofágy – „prašné buňky“

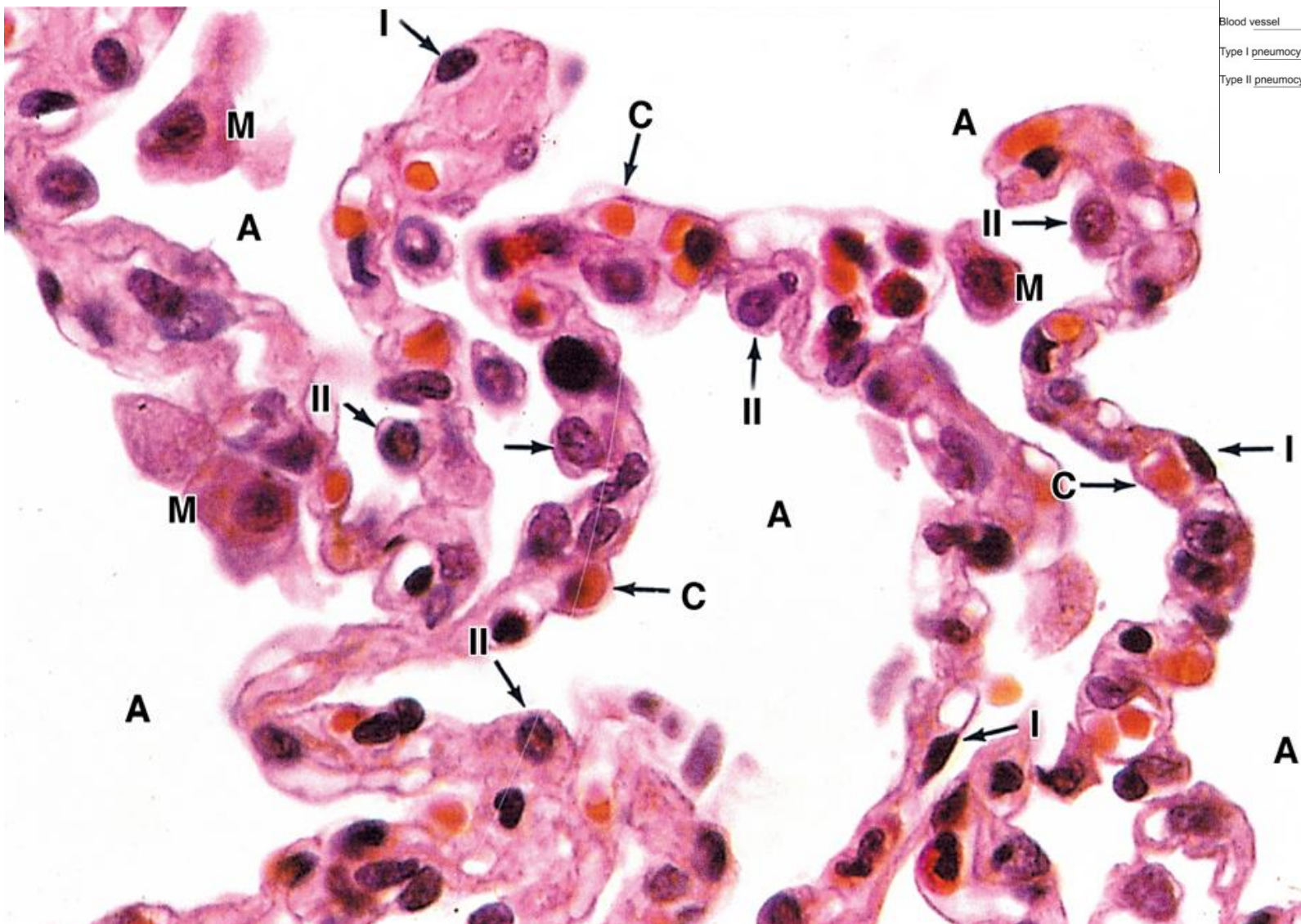
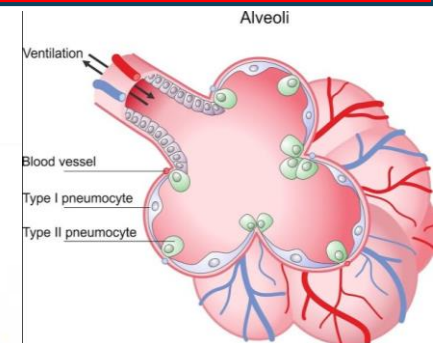
- pohyblivé
- některé migrují do hltnu kde jsou spolknuty či vykašlány
- některé migrují lymfatickými cévami



# PLICNÍ SKLÍPKY – INTERALVEOLÁRNÍ SEPTUM



# PLICNÍ SKLÍPKY – ALVEOLOKAPILÁRNÍ BARIÉRA



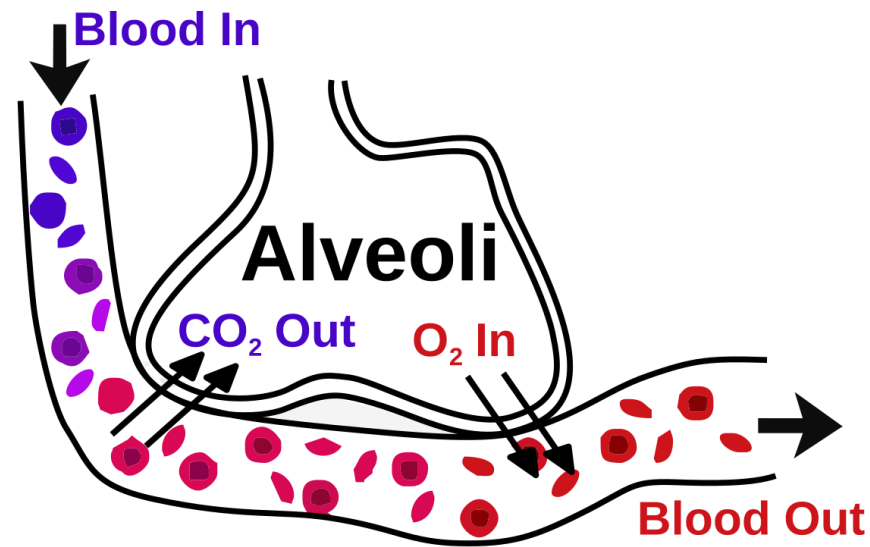
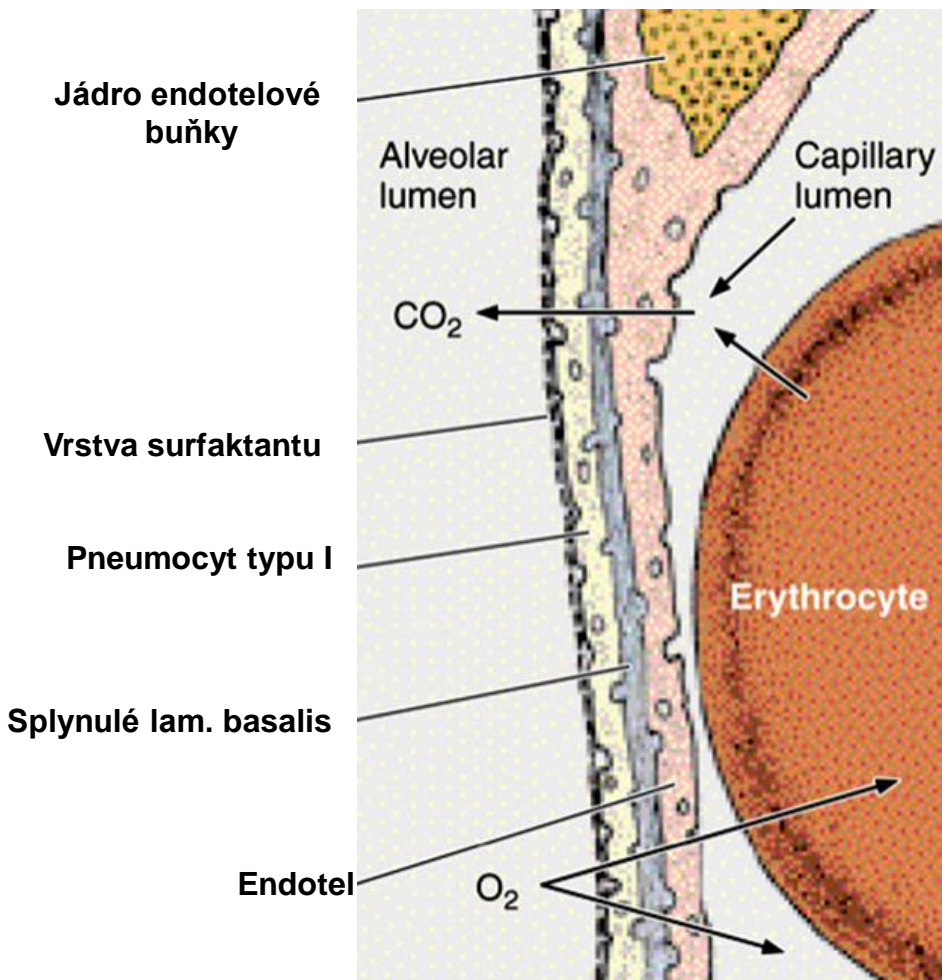
I – pneumocyt typu I    II – pneumocyt typu II    A - alveolus    C - kapilára    M - makrofág

# PLICNÍ SKLÍPKY – ALVEOLOKAPILÁRNÍ BARIÉRA

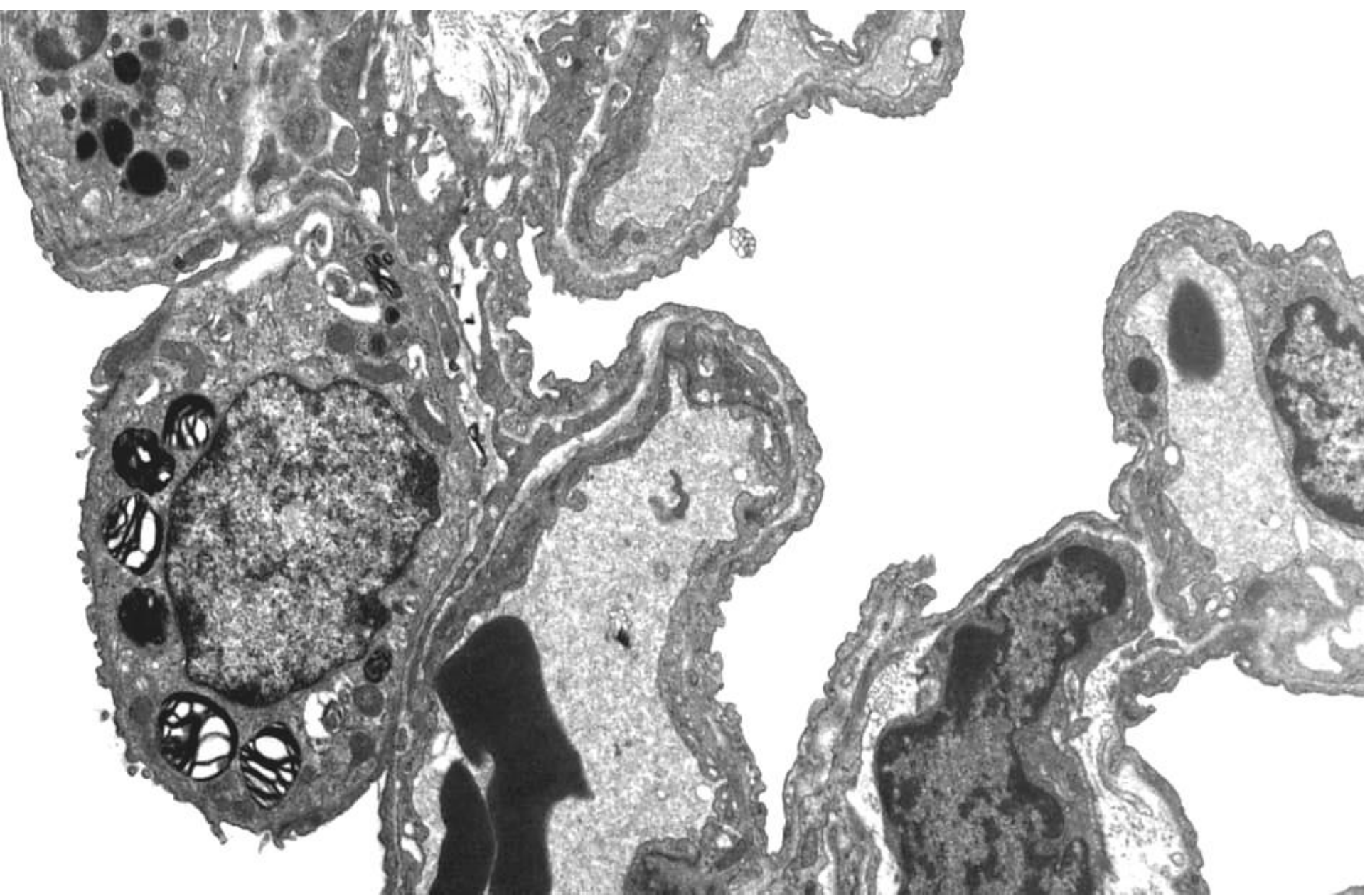
0,1 – 1,5  $\mu\text{m}$



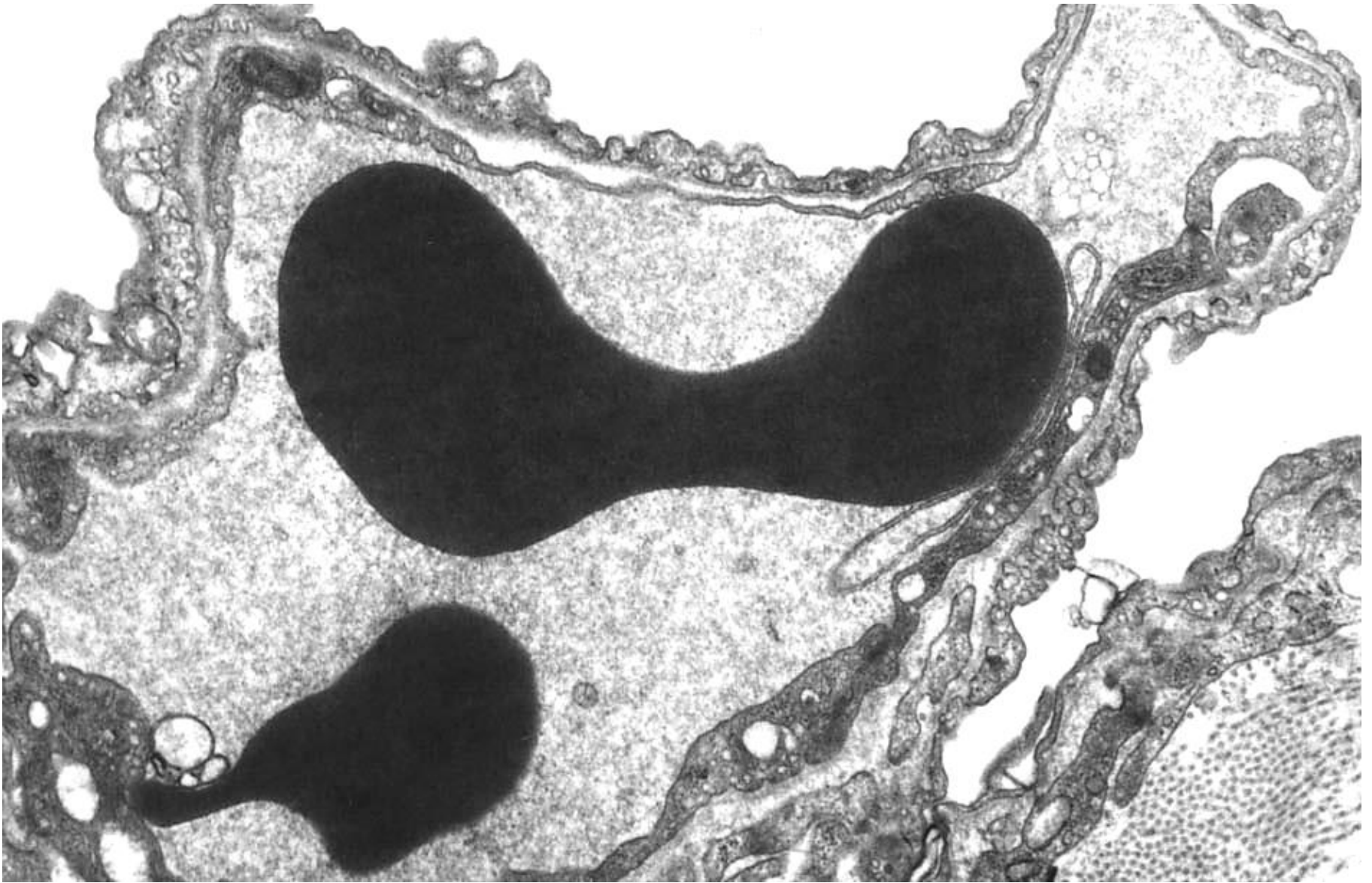
Výměna plynů: pasívně difúzí na základě gradientu parciálního tlaku



# PLICNÍ SKLÍPKY – ALVEOLOKAPILÁRNÍ BARIÉRA

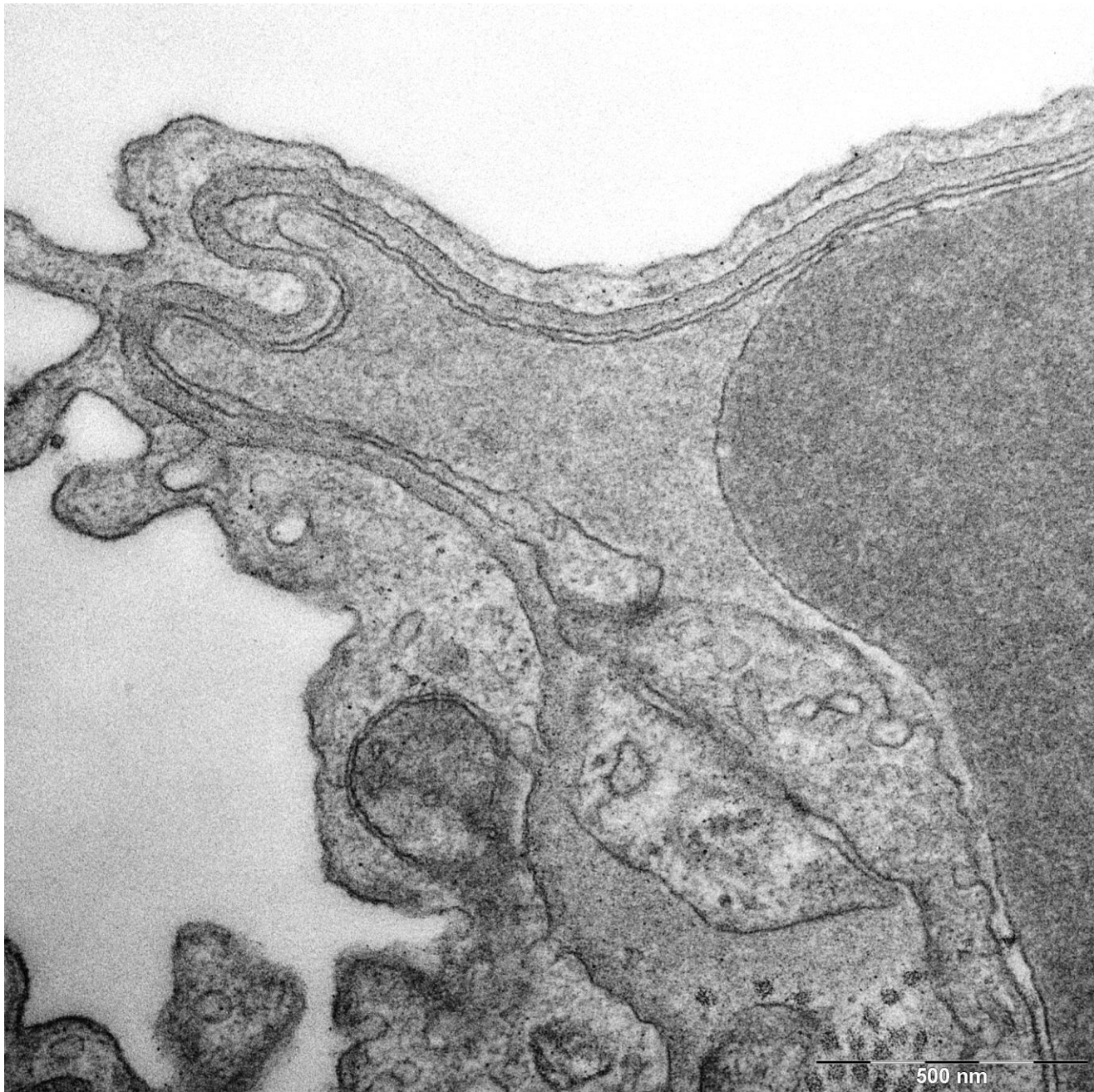


# PLICNÍ SKLÍPKY – ALVEOLOKAPILÁRNÍ BARIÉRA

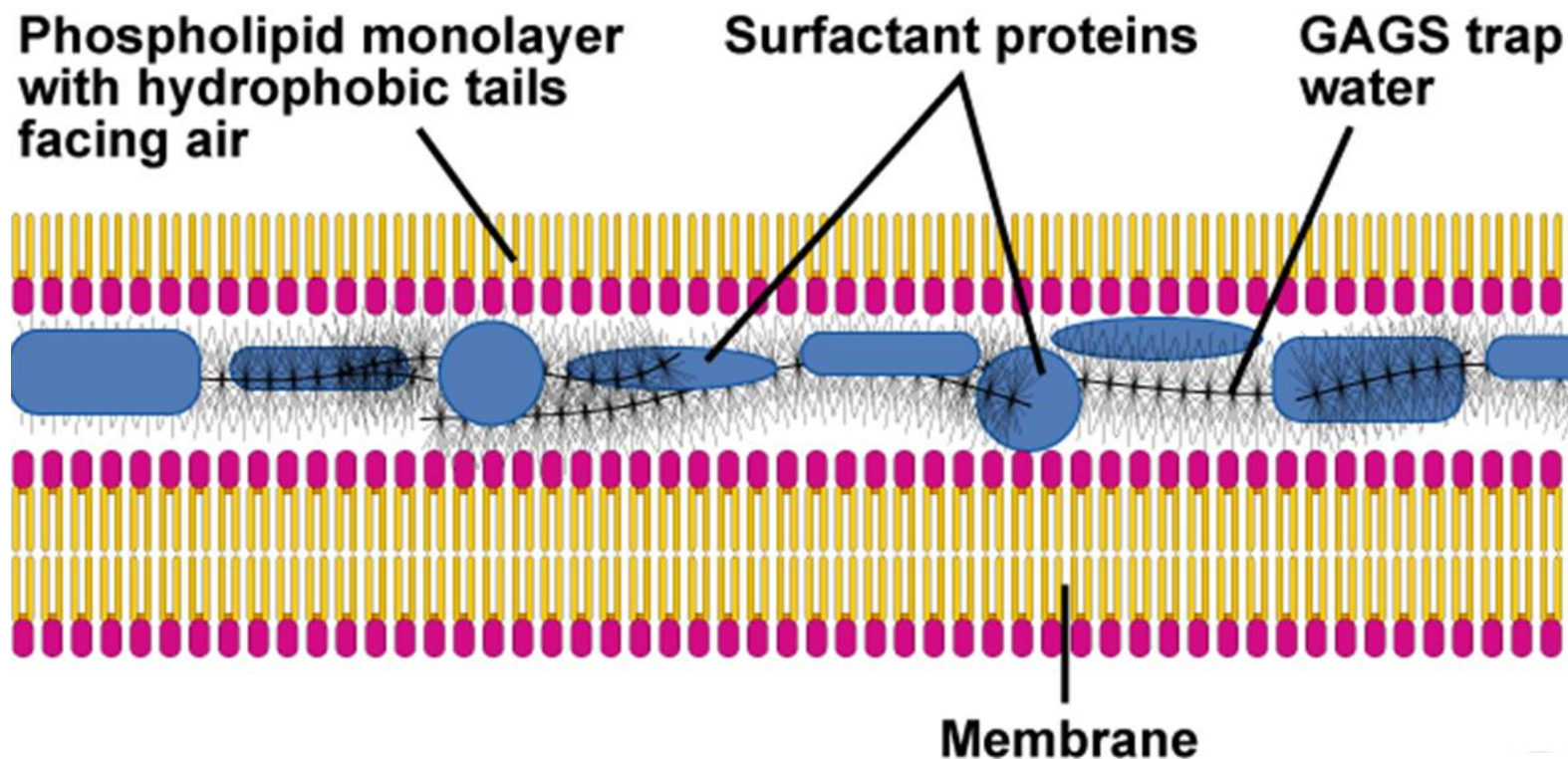




# PLICNÍ SKLÍPKY – ALVEOLOKAPILÁRNÍ BARIÉRA



## Lumen alveolu

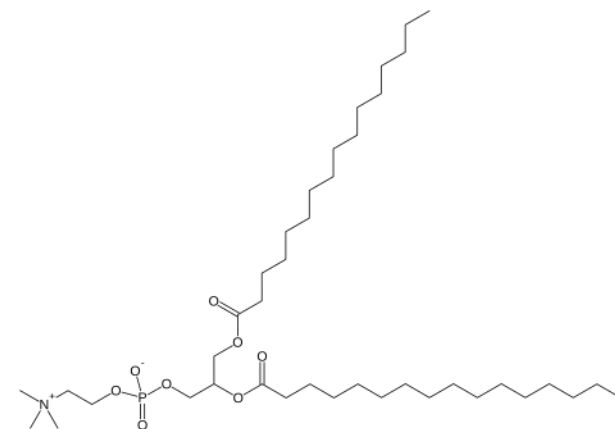
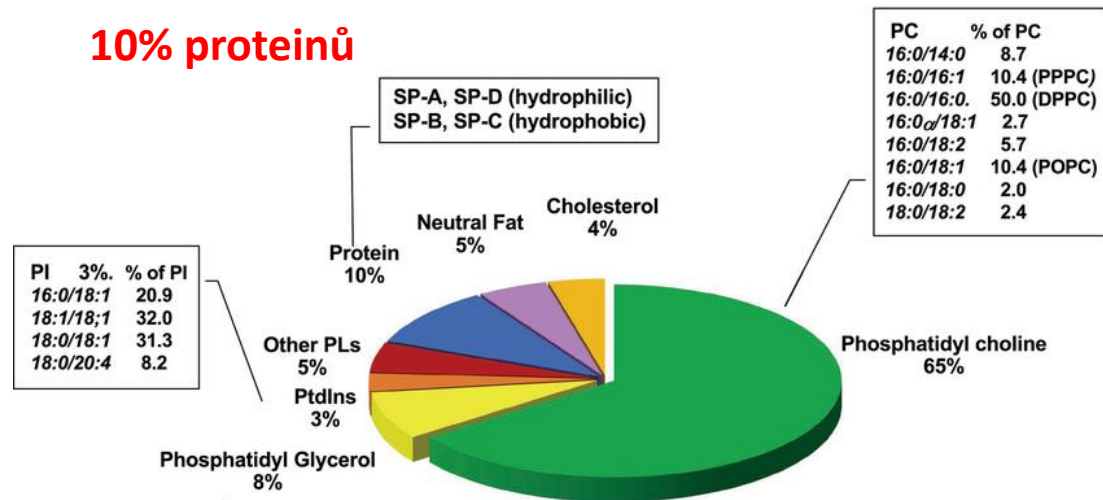


Cytoplazma pneumocytu typu I

# PLICNÍ SKLÍPKY – SURFAKTANT

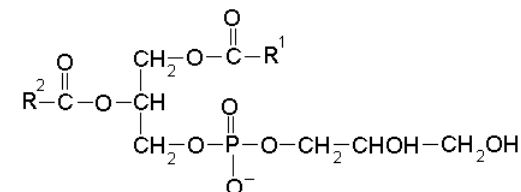
## Surfactant Composition in Human BALF

**10% proteinů**



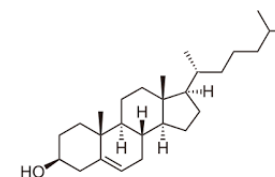
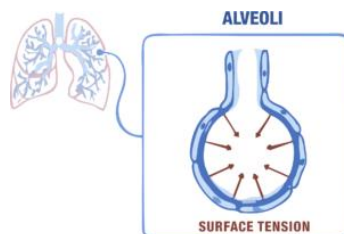
**40% dipalmitoylfosfatidylcholin**

**90% lipidů**



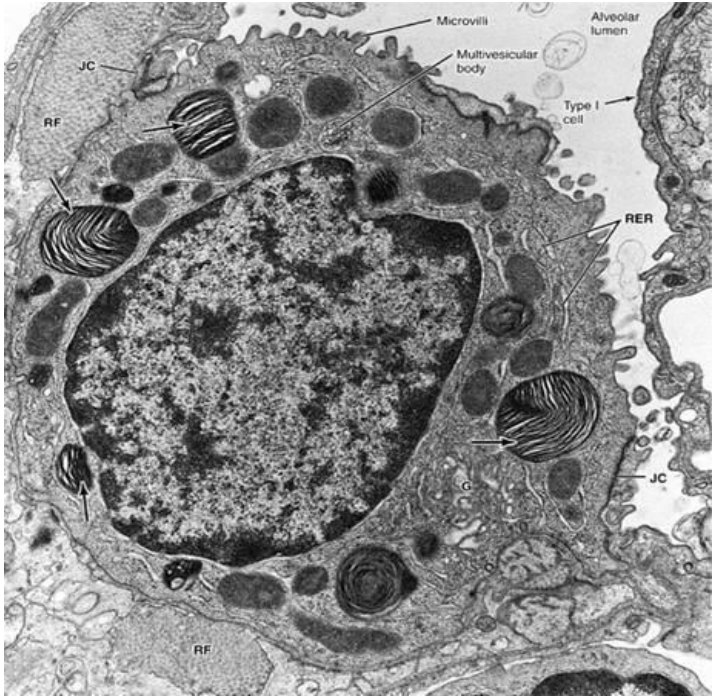
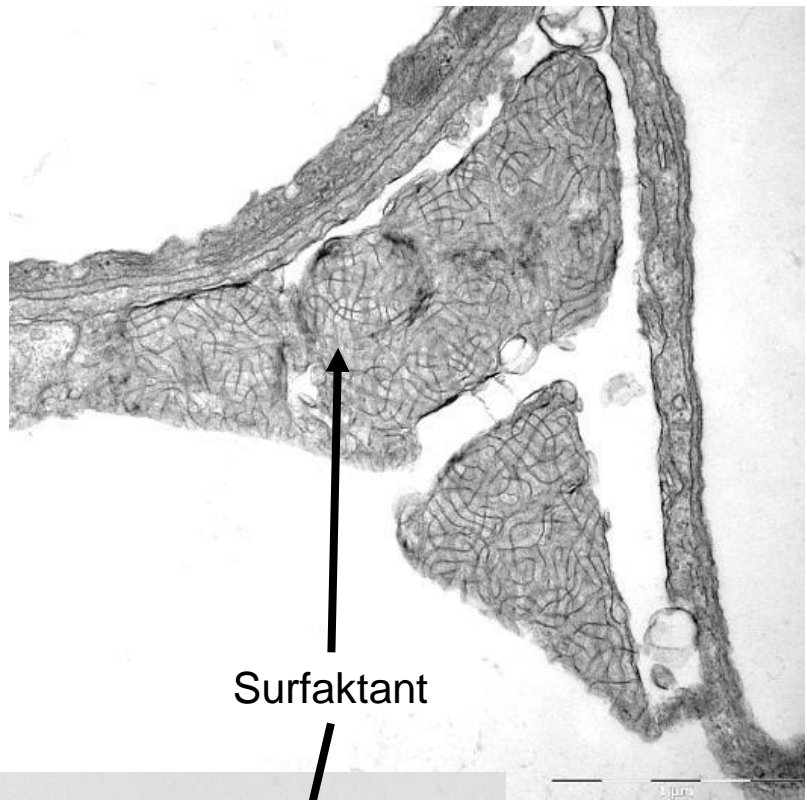
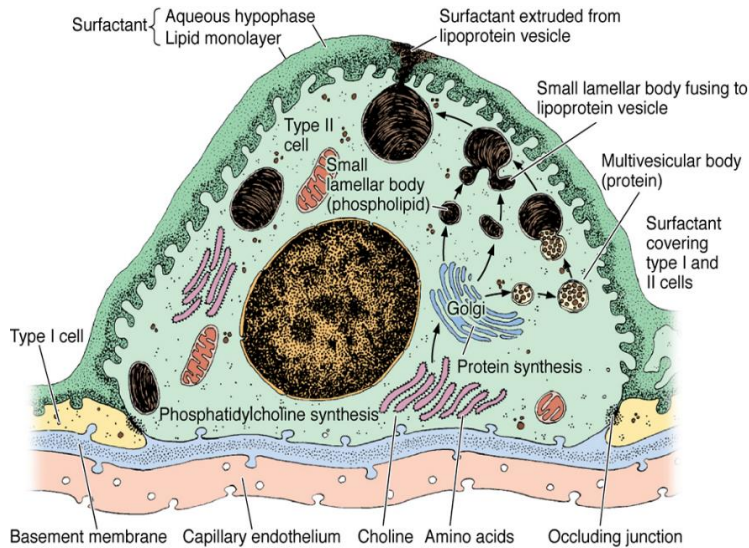
**40% další fosfolipidy (např. fosfatidylglycerol)**

- snižuje povrchové napětí
- usnadňuje dýchání (compliance)
- imunologická bariéra

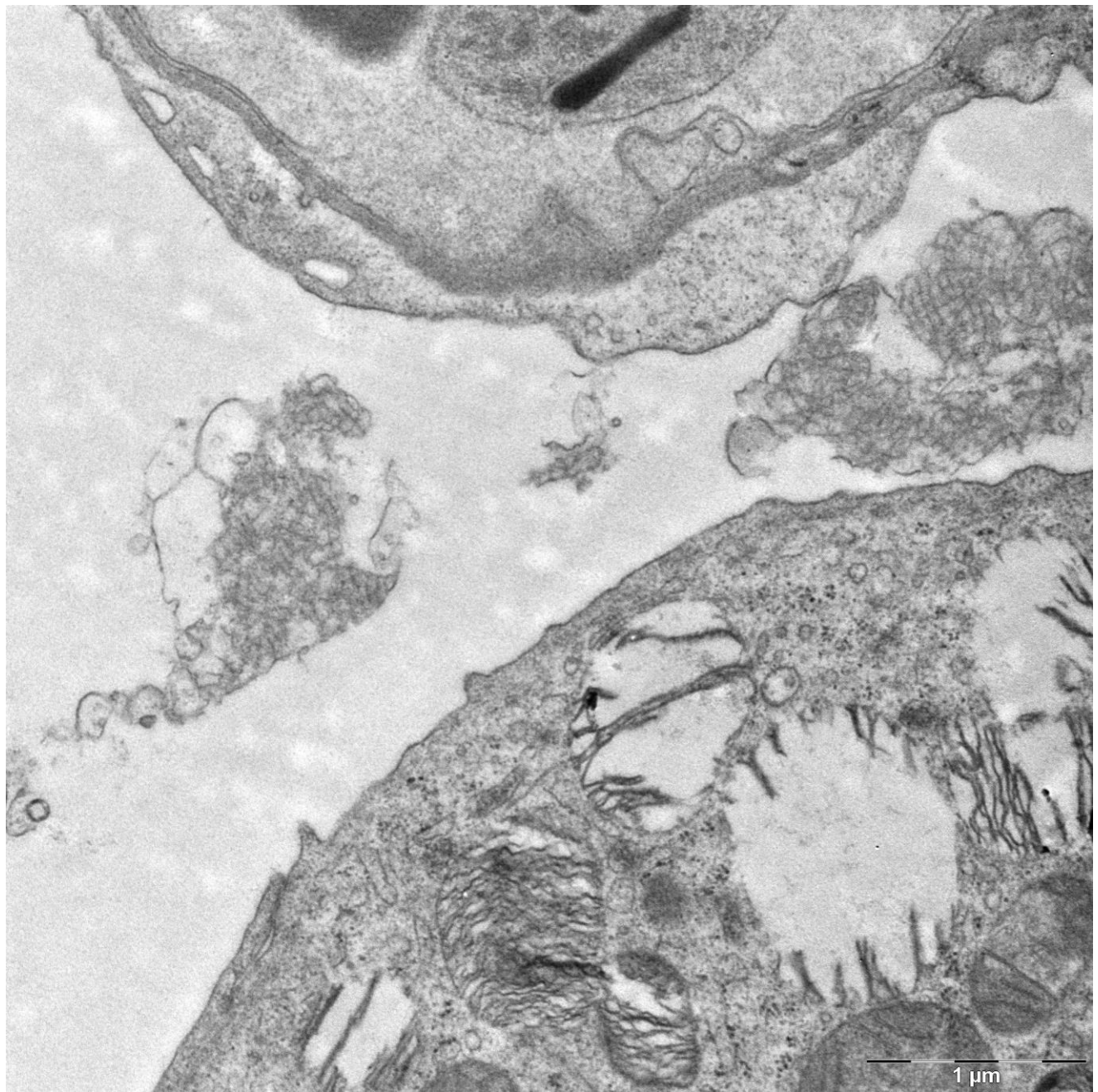


**10% neutrální lipidy (např. cholesterol)**

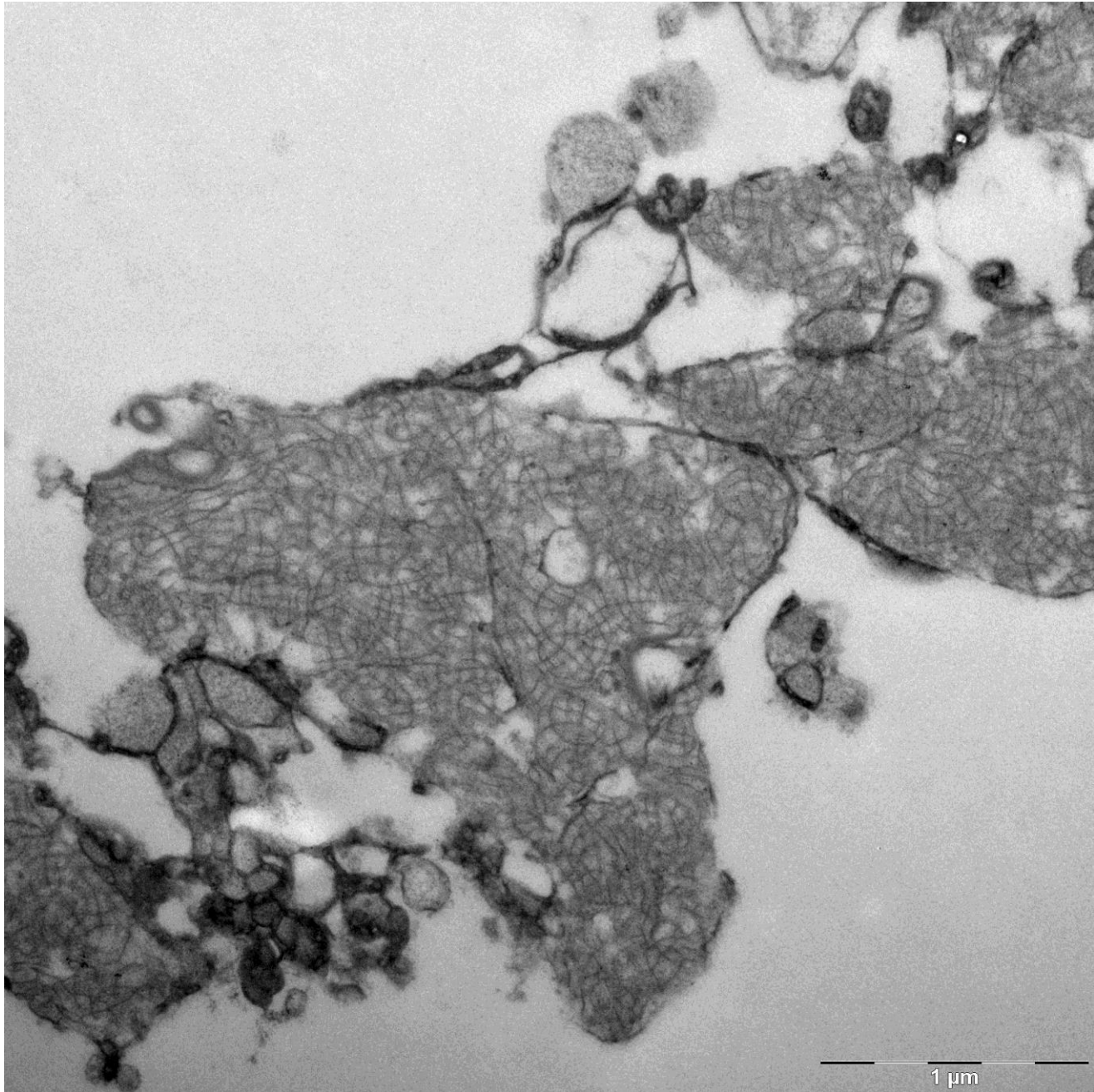
# PLICNÍ SKLÍPKY – PNEUMOCYTY TYPU II



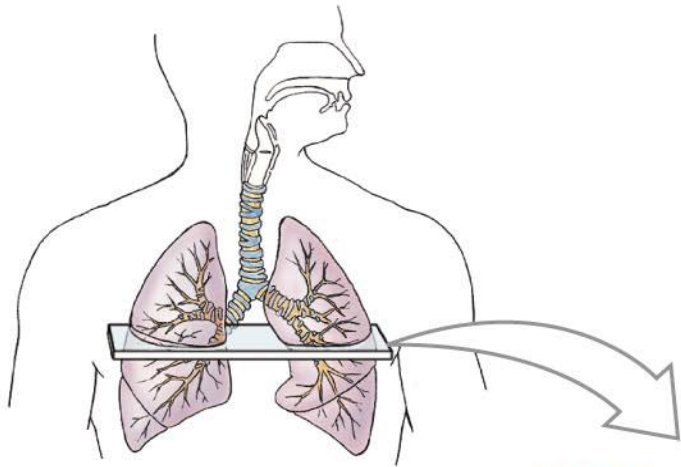
# PLICNÍ SKLÍPKY – PNEUMOCYTY TYPU II



# PLICNÍ SKLÍPKY – SURFAKTANT

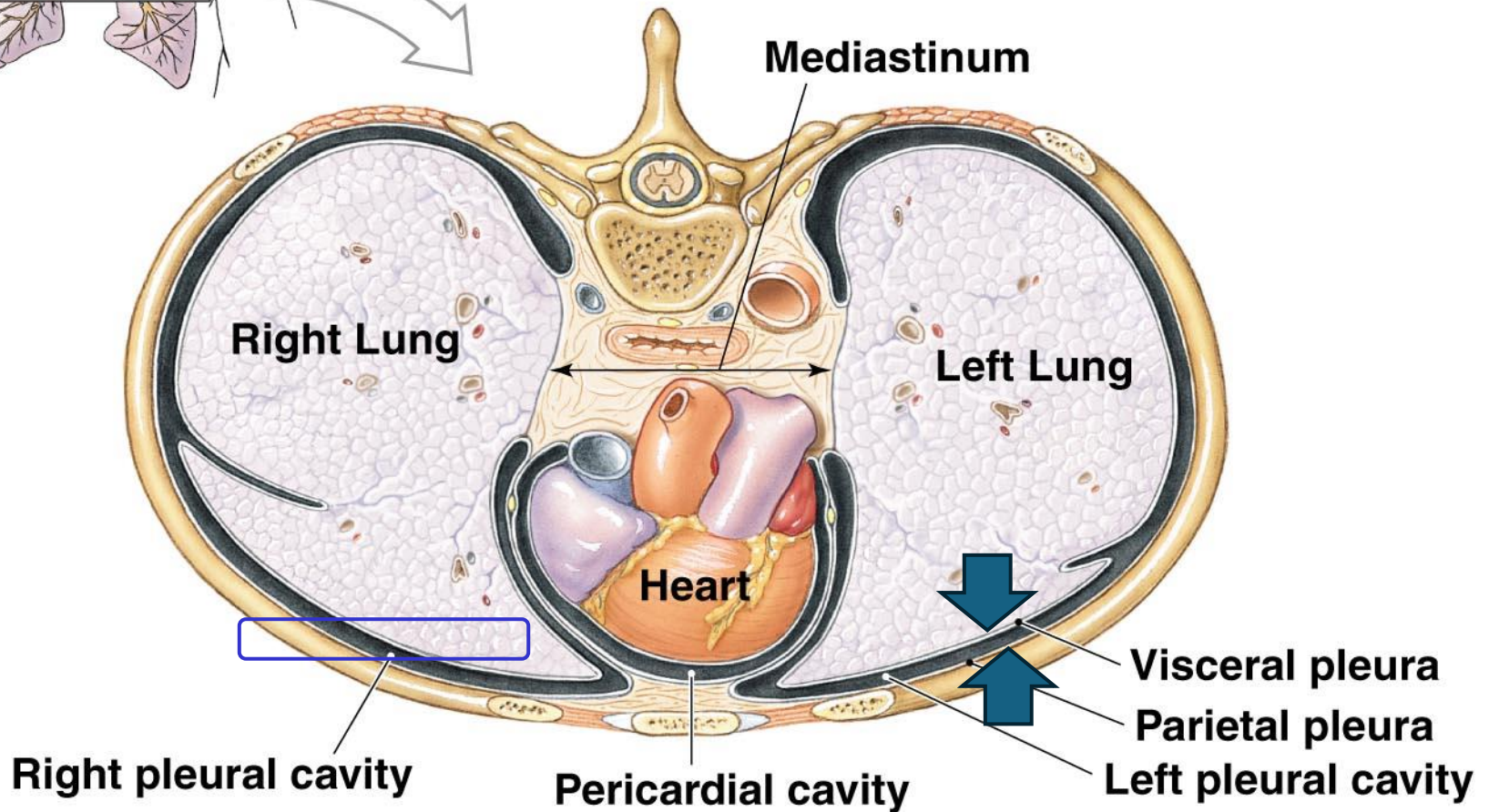


# PLEURA



**Viscerální pleura** (poplicnice) – pokrývá plíce

**Parietální pleura** (pohrudnice) – vystýlá hrudní dutinu



# PLEURA

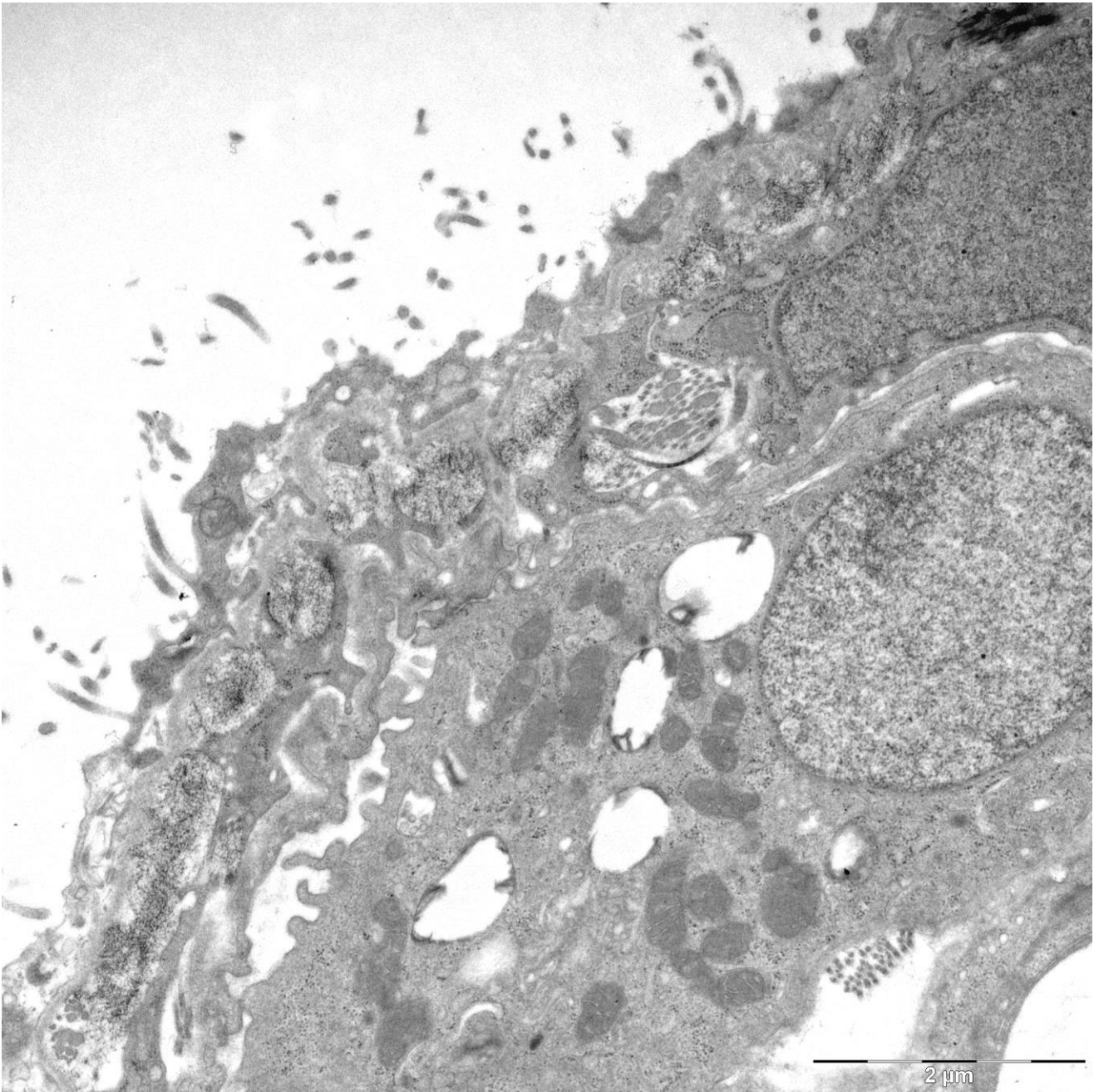


← **Mezotel** (jednovrstvý dlaždicový ep.)

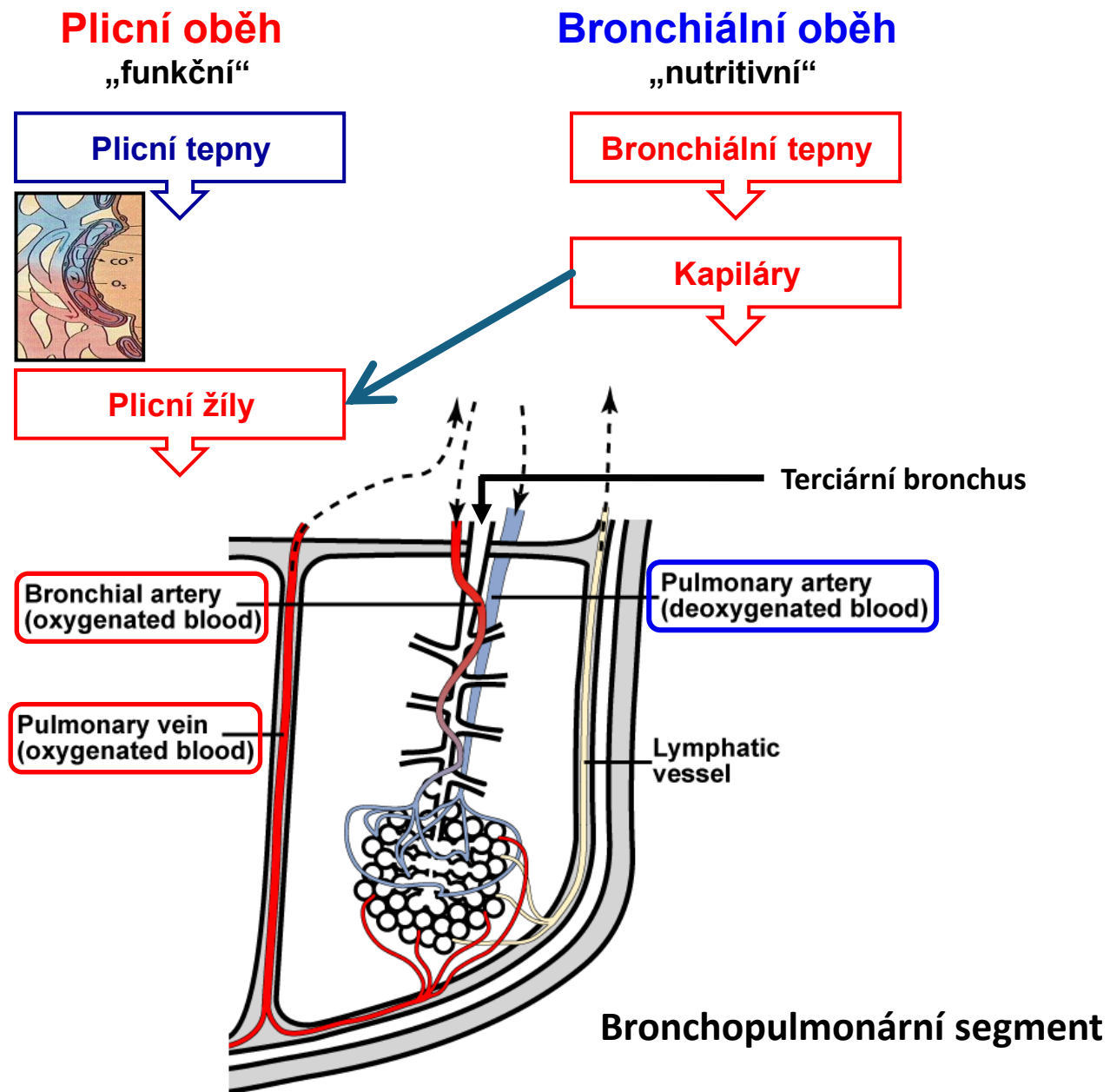
↑  
↓ **Tená vrstva vaziva** (cca 1 mm)



PLEURA



# CÉVNÍ ZÁSObENÍ PLIC



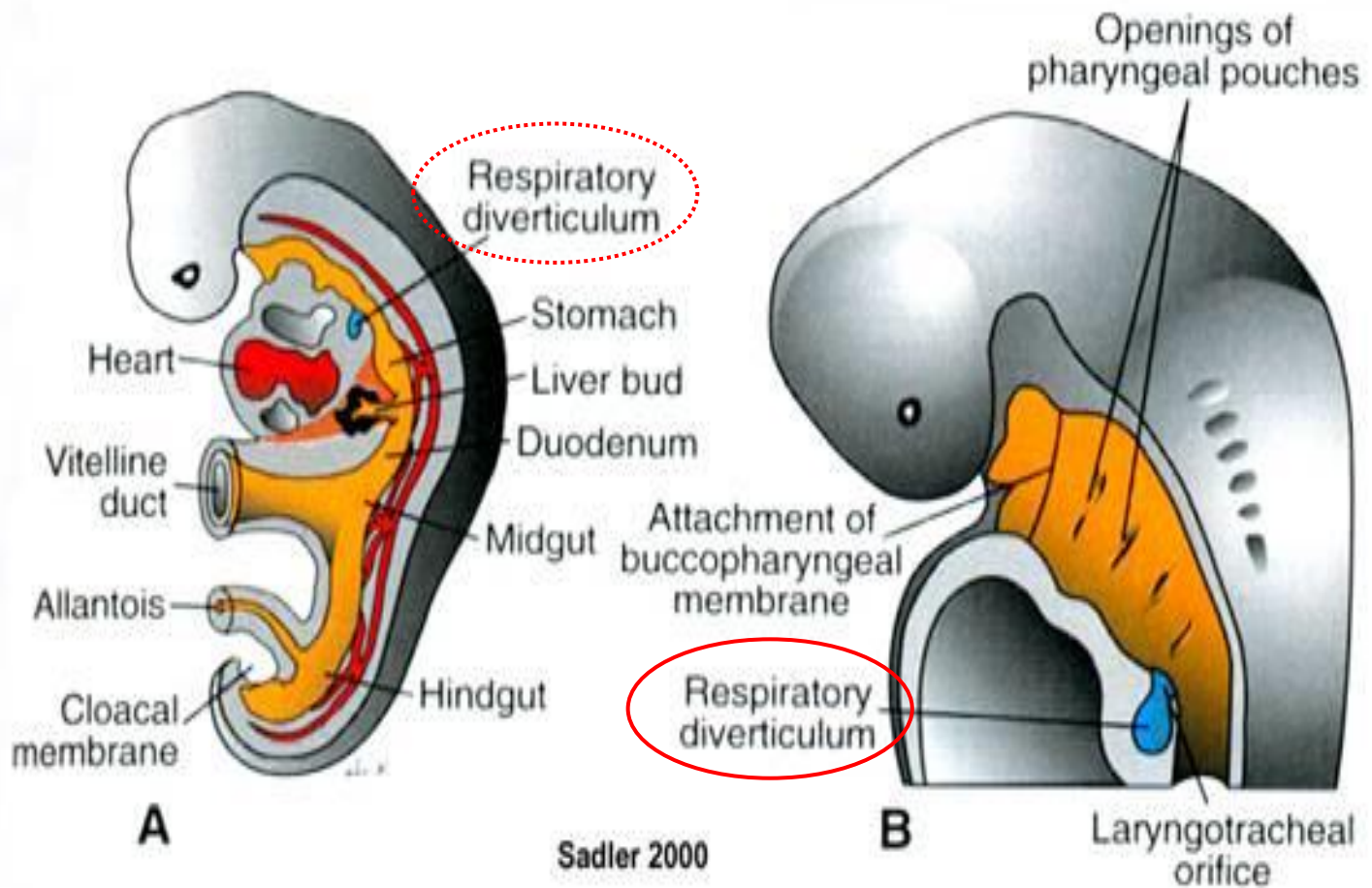
# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ PLIC

## Entoderm

- epitel
- žlázy

## Mezenchym

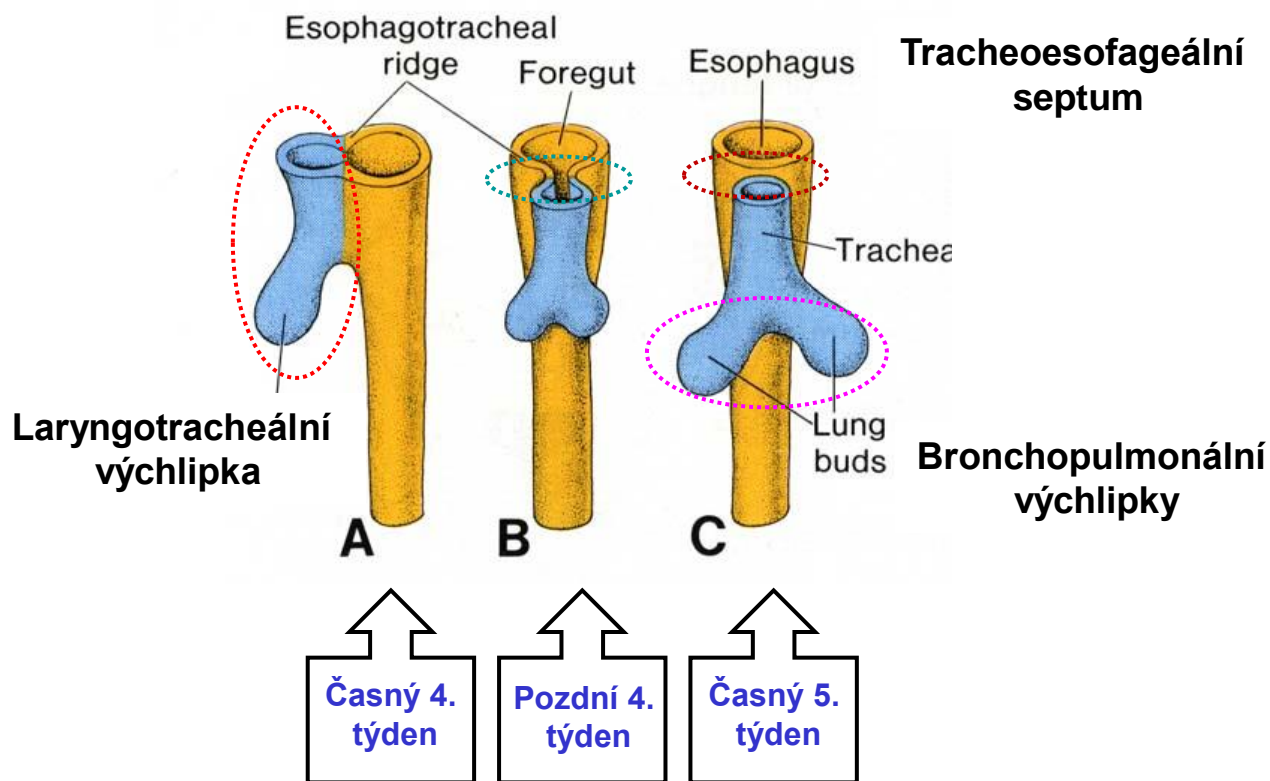
- vazivo
- chrupavka
- svalová tkáň

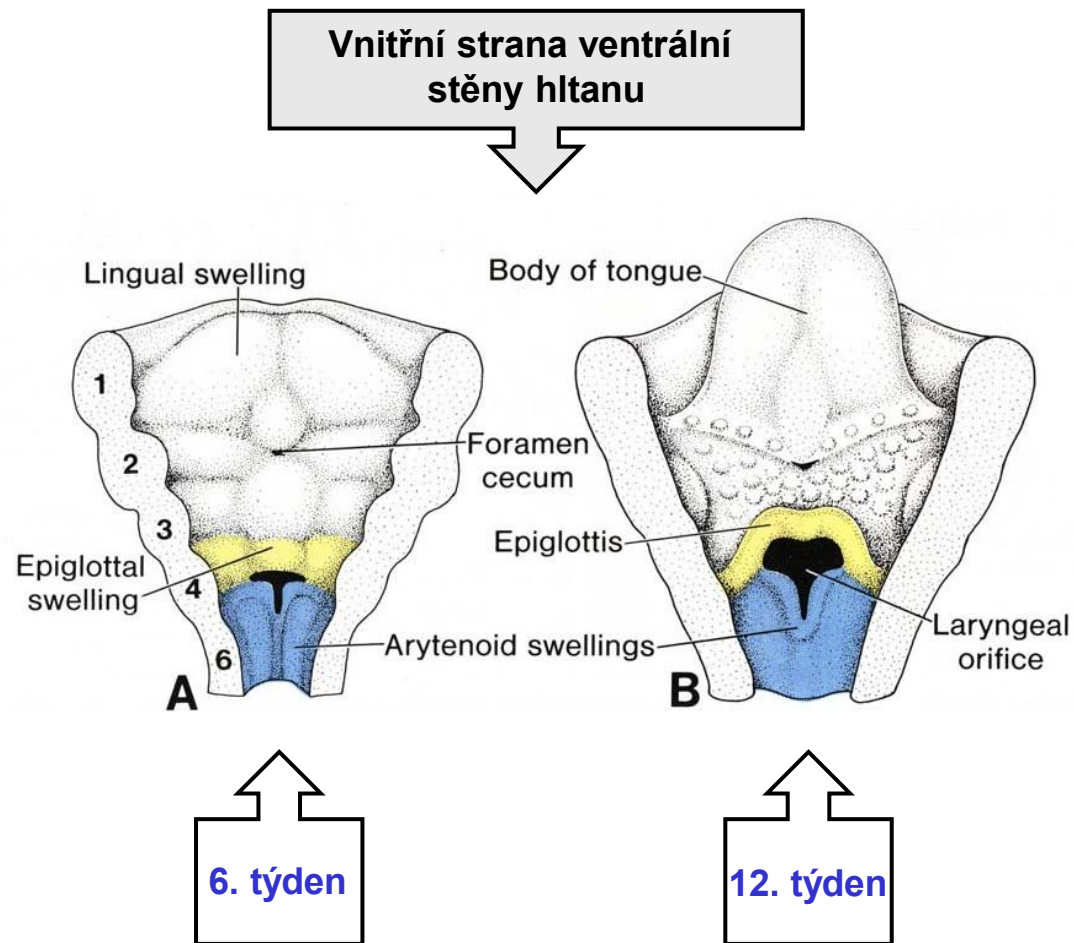


Začátek 4. týdne: **Laryngotracheální výchlípk**a předního střeva (ventrální strana)

# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ PLIC

## Tracheoesofageální řasy





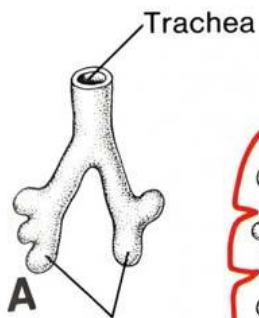
- **Lumen** nejprve **obliteruje** a později **rekanalizuje**
- vyvíjí se **Ventriculus pharyngealis + Plica ventricularis a Plica vocalis**
- vyvíjí se **chrupavky + vazy + svaly hltanu** (ze 4. and 6. žaberního oblouku)

## Celkový počet větvení

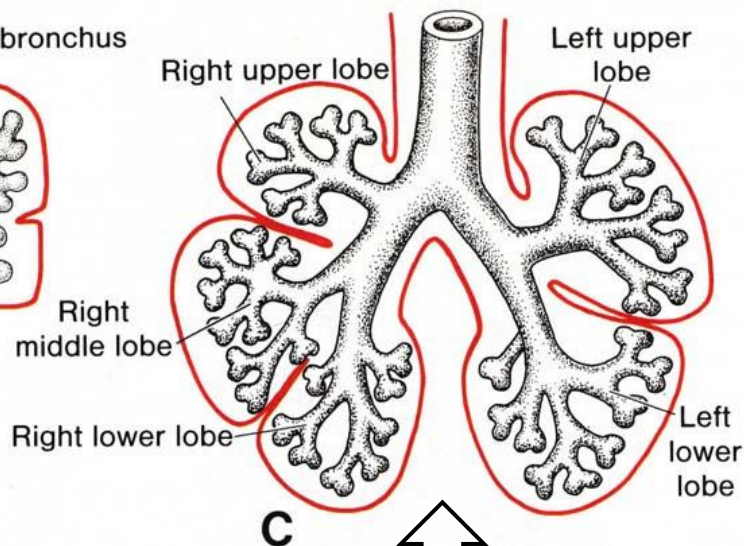
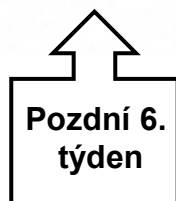
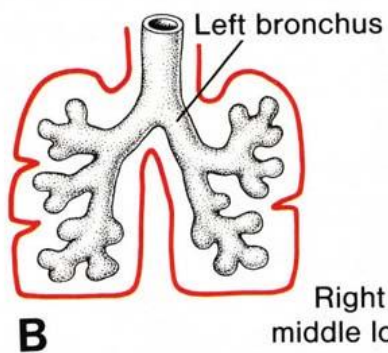
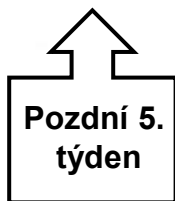
Před narozením - 18 x

Po narození - 7x

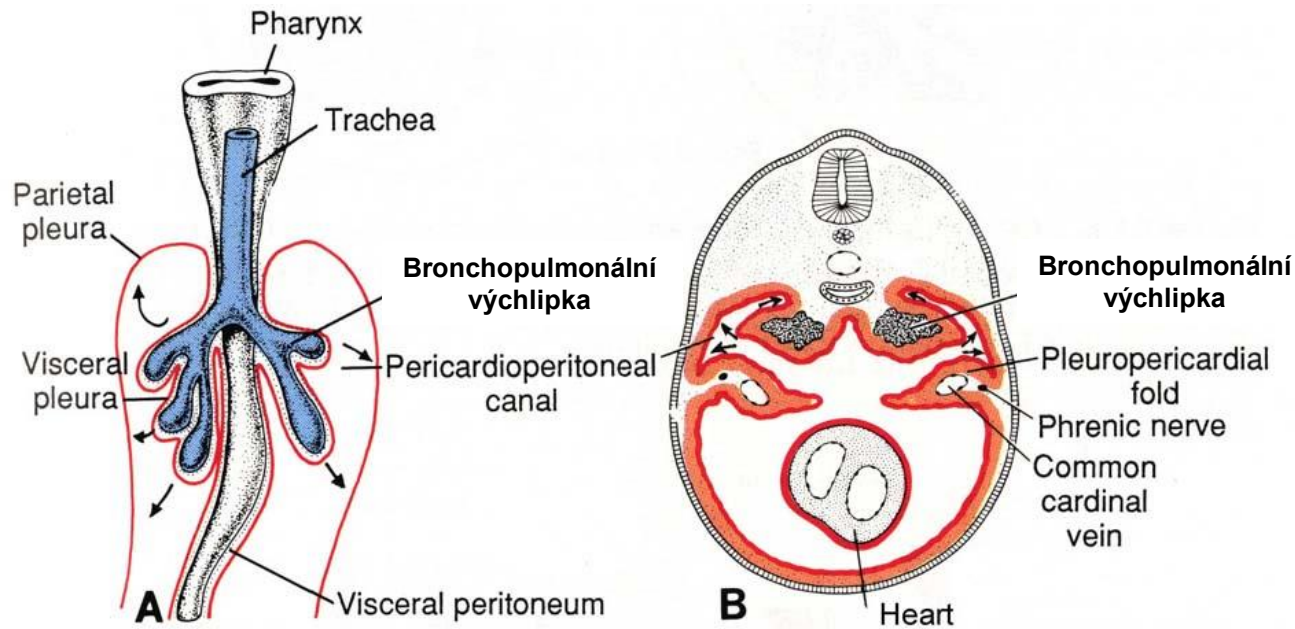
až do 8 roku věku



Bronchopulmonální  
výchlípky



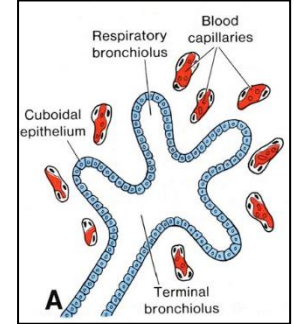
# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ PLIC



- **bronchopulmonální výchlípky** penetrují do **primitivních pleurálních dutin**
- splanchnický mezoderm, pokrývající vnější povrch plic, vytváří **viscerální pleuru**
- tělní mezoderm, vystylající tělní dutinu, vytváří **parietální pleuru**
- prostor mezi viscerální a parietální pleurou dává vznik **pleurální dutině**

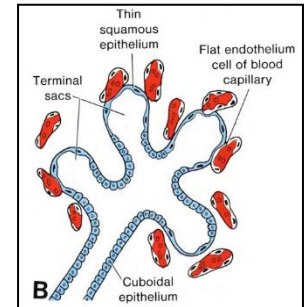
## Stádium pseudoglandulové (5. – 17. týden)

- jsou vytvořeny terminální bronchioly
- terminální bronchioly jsou slepě zakončeny – připomínají exokrinní žlázu
- jednovrstvý kubický epitel (entoderm)
- **respirační bronchioly ani alveoly nejsou vyvinuty**



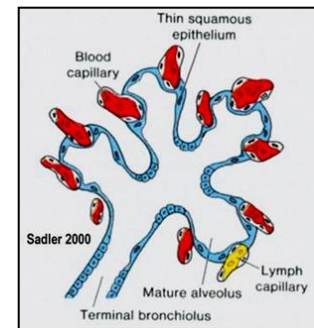
## Stádium kanalikulární (13. – 25. týden)

- vyvíjí se respirační bronchioly a váčky, vaskularizace
- dýchání a přežití je možné, pouze ale s lék. pomocí
- **stále závažný stupeň nezralosti**



## Stádium primitivních alveolů (terminálních sakulů) (24. týden - porod)

- významný nárůst počtu váčků a alveolů s dobře diferencovanými pneumocyty
- **vytvořena bariéra krev-vzduch**
- **od 26. týdne je možné přežití bez lék. pomoci** (hmotnost plodu cca 1000 g)

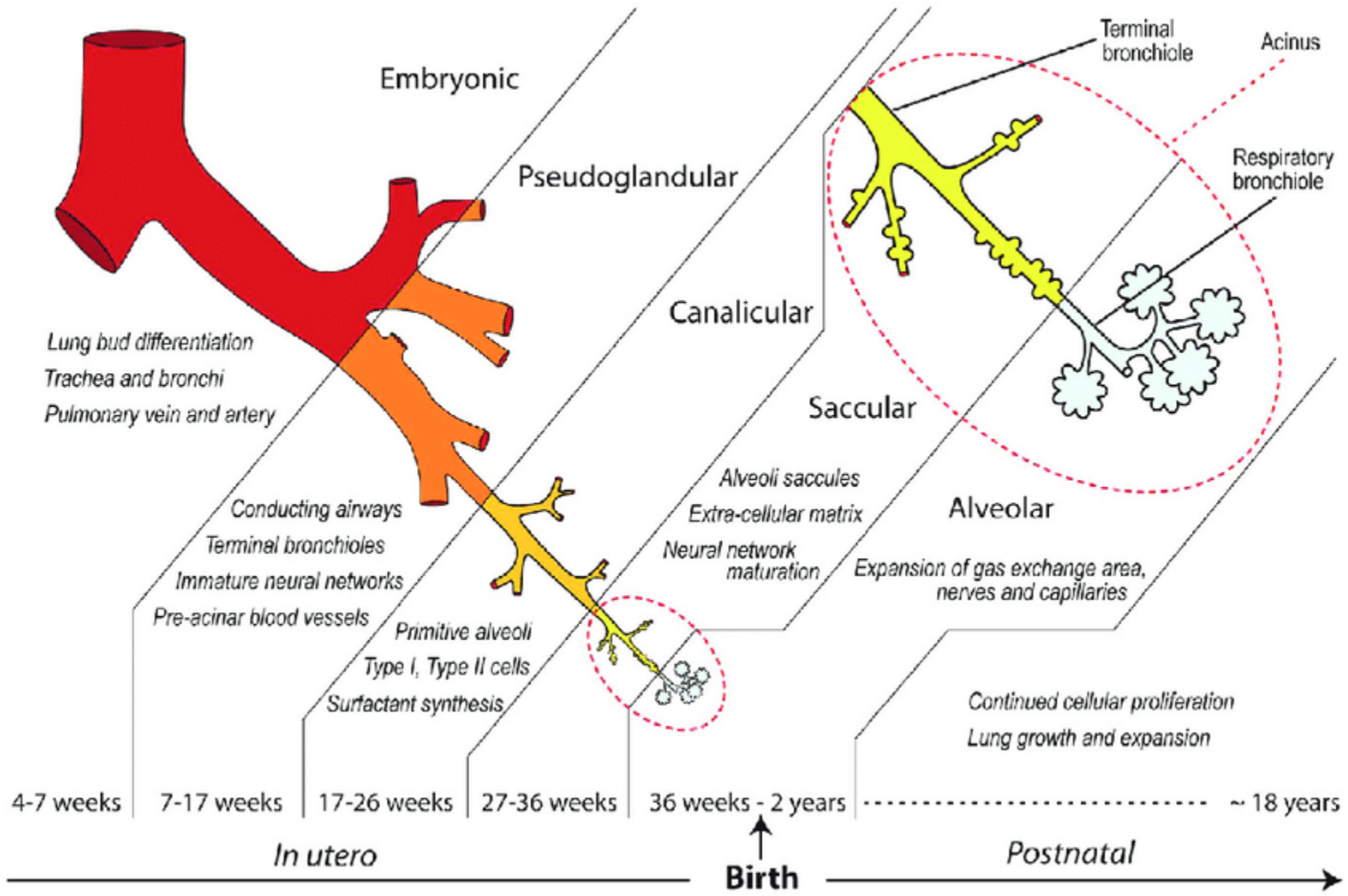


## Stádium definitivních alveolů (alveolární) (32. týden - 8. rok)

- nejdelší stádium
- vývoj plic se ukončuje

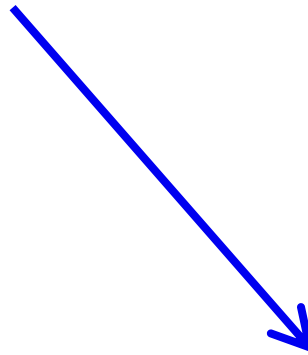


# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ PLIC

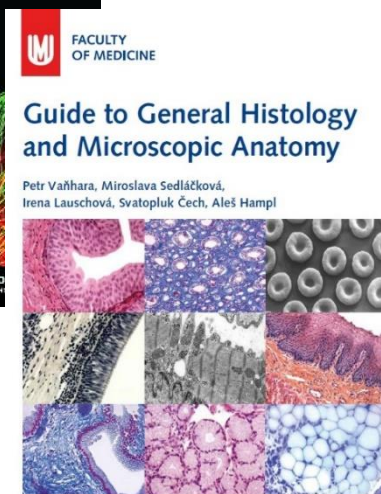
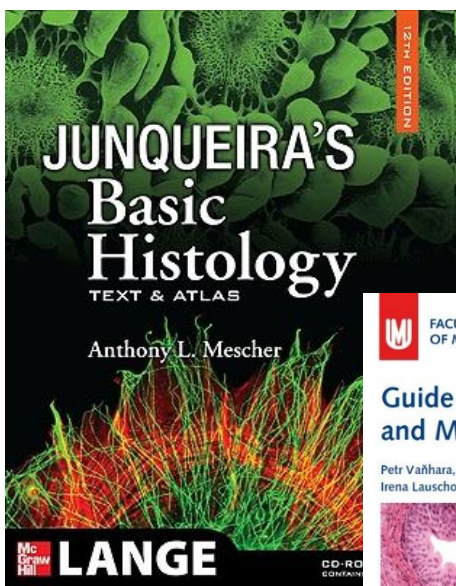
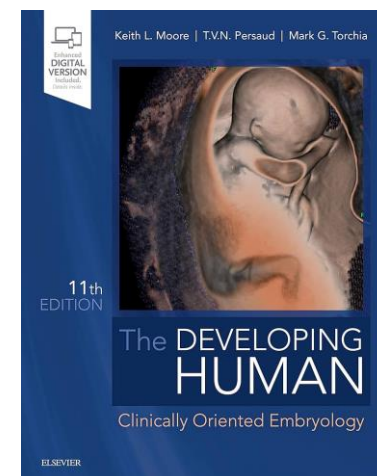
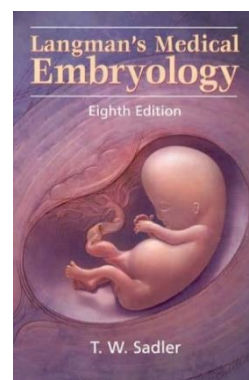
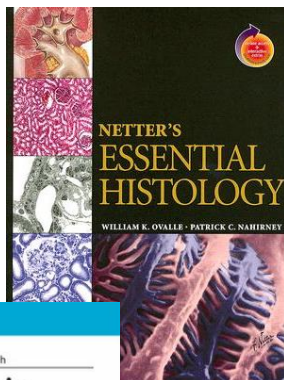
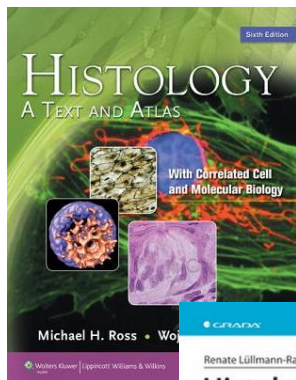
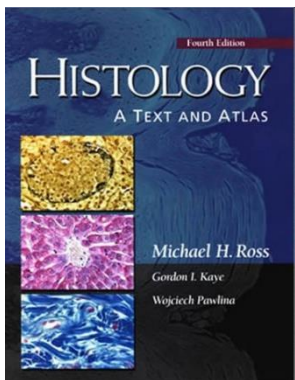


## Příklady

- Atrézie/stenóza/diafragma laryngu
- Ageneze/hypoplázie plic
- Stenóza trachey a tracheoezofageální píštěl – VACTERL
- Bronchiální abnormality
- Sekvestrace plic
- Kongenitální emfyzém
- Monogenně podmíněné choroby - CF
- Poruchy dýchací soustavy v souvislosti s oligohydramnion
- RDS
- Vrozené vady velkých cévních kmenů

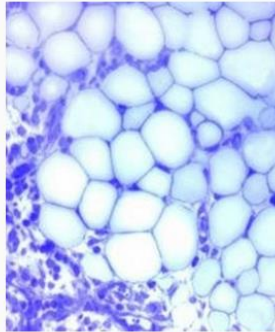


# RESOURCES



Masaryk University, Brno 2017

**Histologický atlas**  
doporučený studijní materiál



**Elektron-mikroskopický atlas tkání a orgánů**  
pro další studium



**Interaktivní embryologický atlas**  
pro další studium



# Děkuji za pozornost

pvanhara@med.muni.cz

<http://www.histology.med.muni.cz>