

Dýchací systém II

Dýchací cesty

horní

dolní

Respirační oddíl

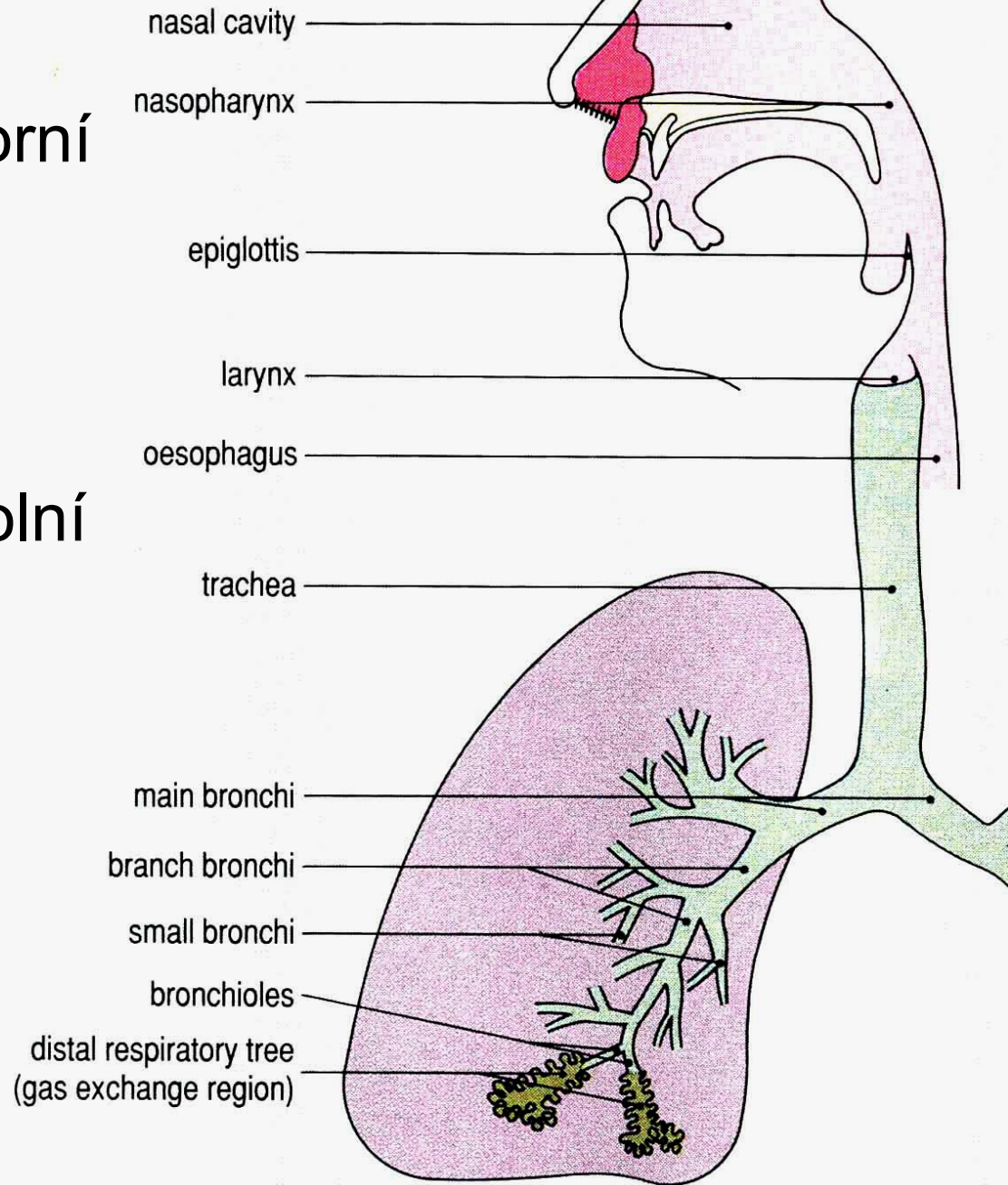
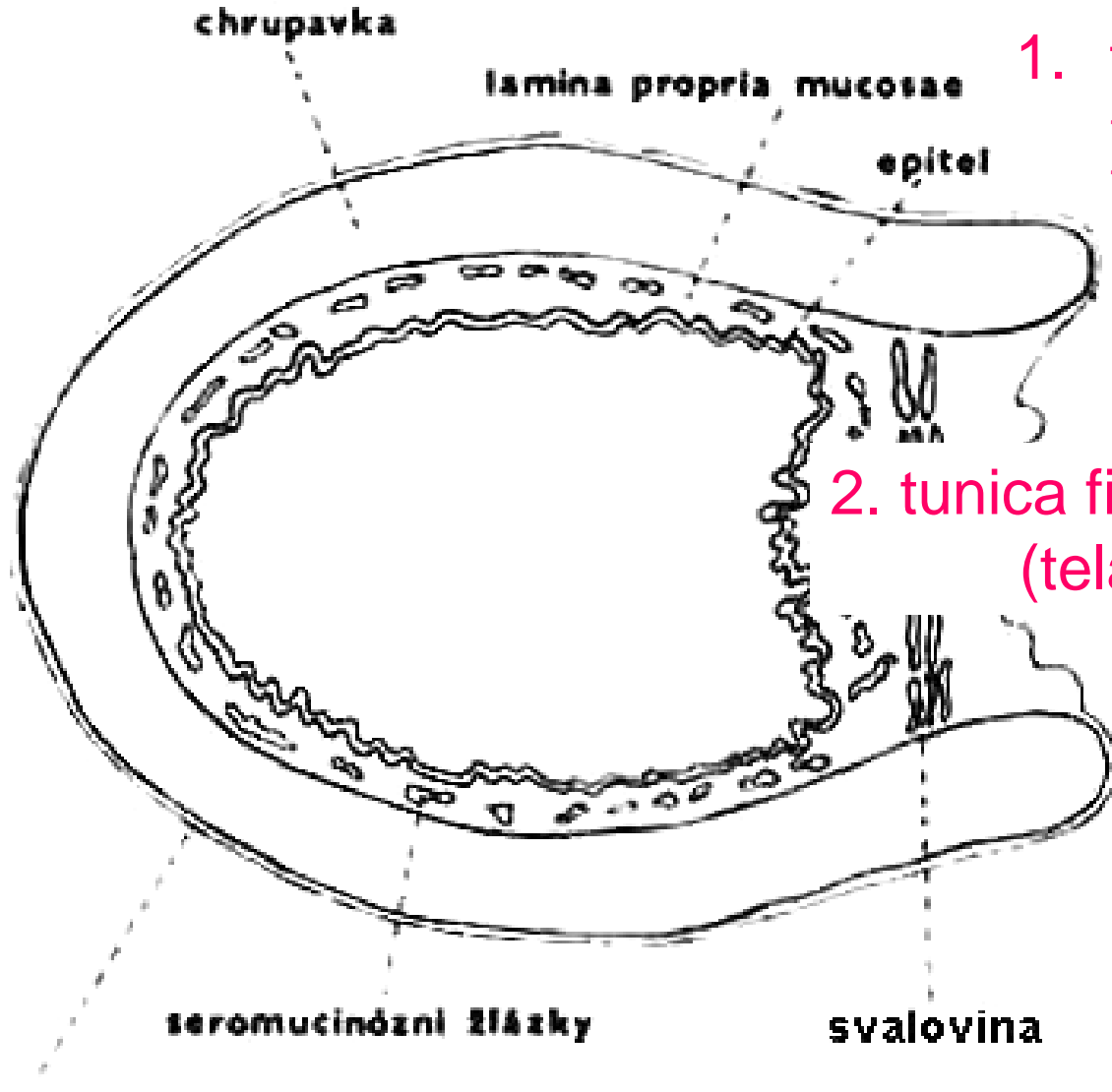


Schéma stavby stěny dýchacích cest



1. tunica mucosa

- lamina epithelialis mucosae
- lamina propria mucosae

2. tunica fibromusculocartilaginea (tela submucosa)

3. tunica adventitia



M

S

C

Epitel dýchacích cest – víceřadý cylindrický s řasinkami

100 μm

A light micrograph showing a cross-section of the respiratory tract epithelium. The tissue is stained with hematoxylin and eosin (H&E), showing multiple layers of cells. The surface layer consists of tall, columnar cells with cilia (not clearly visible but implied by the text). Below this is a layer of shorter, more rounded cells, likely goblet cells or submucosal glands. The overall structure is stratified and organized into distinct layers. A black scale bar is positioned above the tissue, labeled '100 μm'.

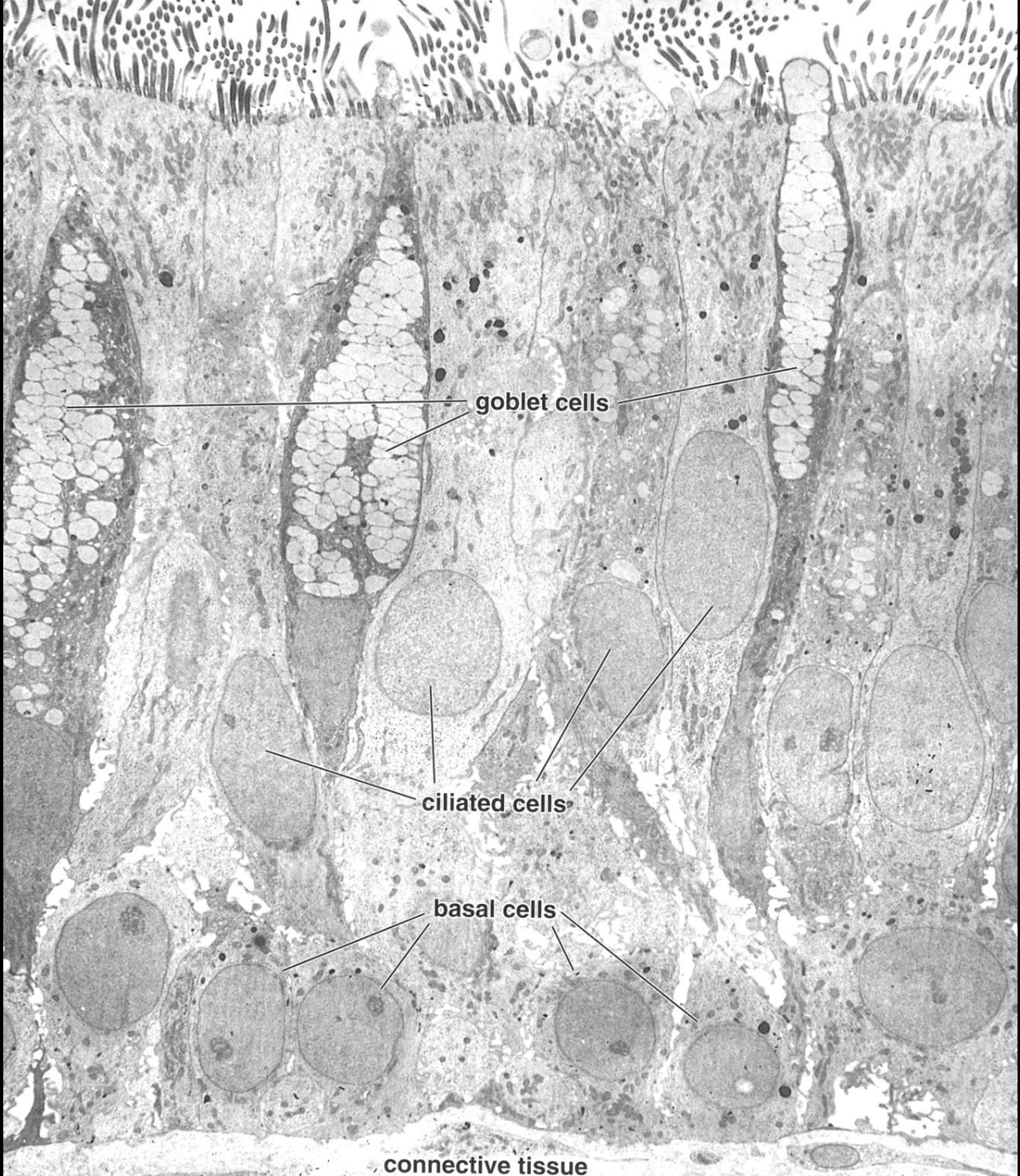
Buňky:

řasinkové
pohárkové

DNES

kartáčové (chomáčkové)

basální



goblet cells

ciliated cells

basal cells

connective tissue

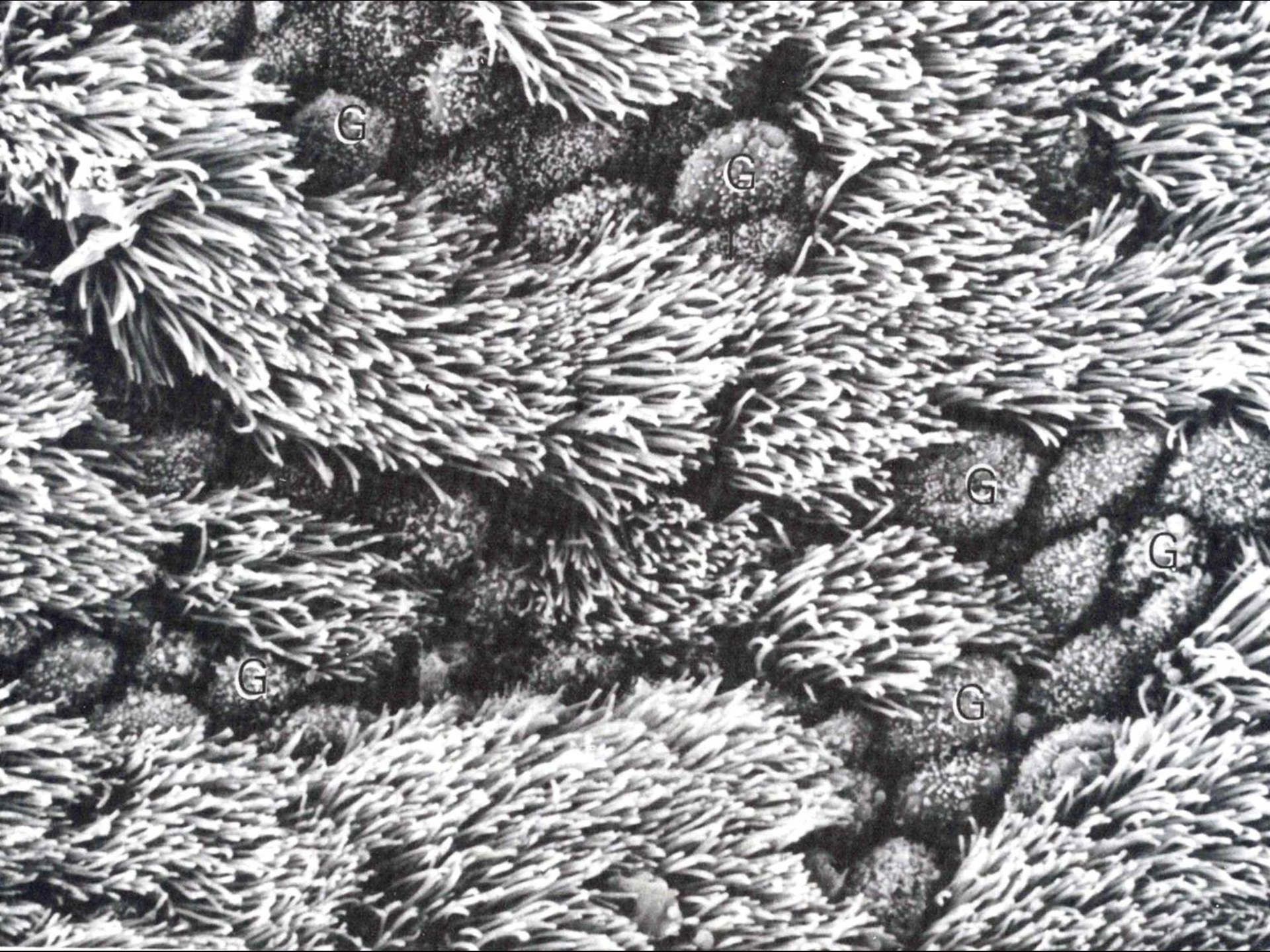
10 μm

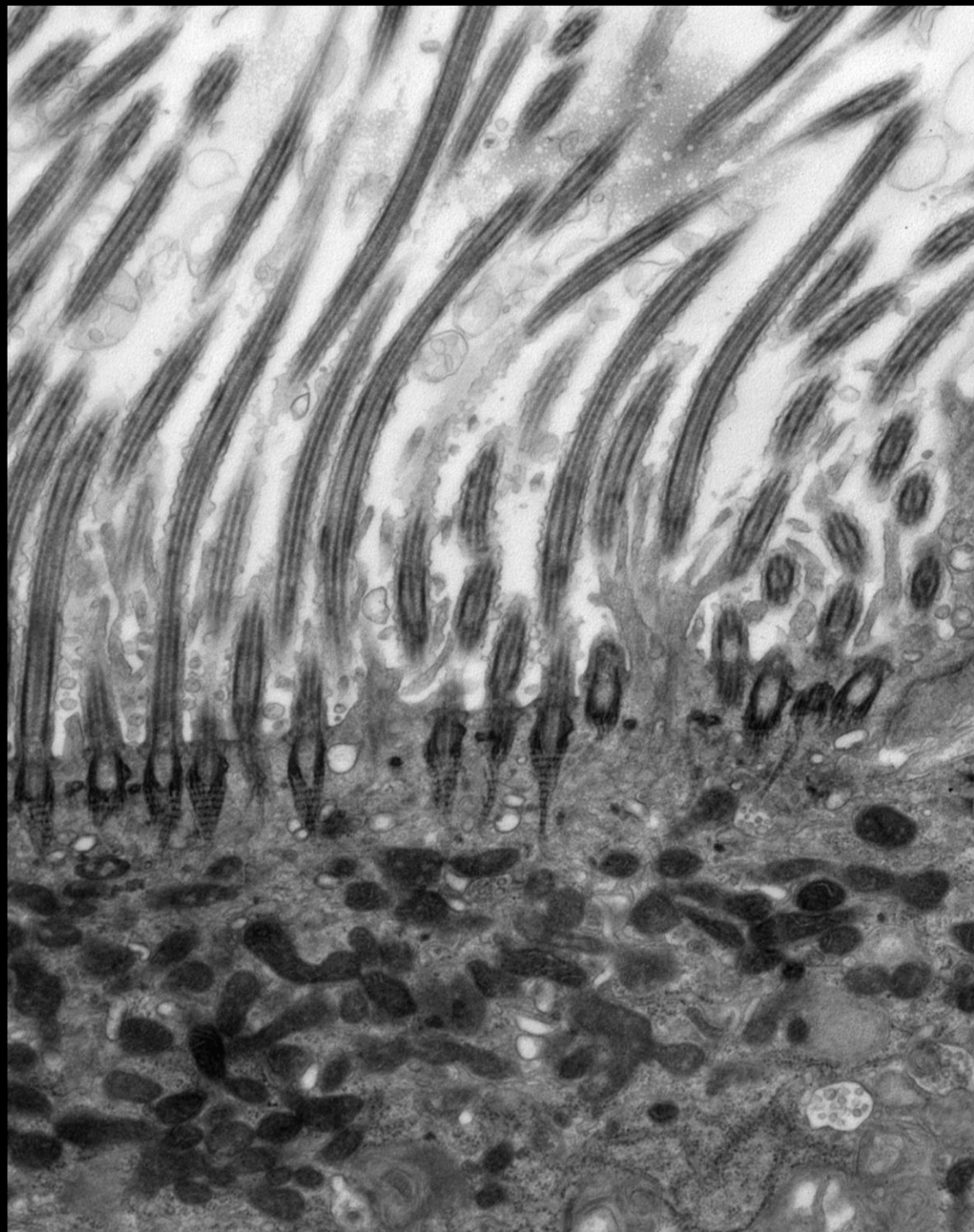
**Buňky
řasinkové**

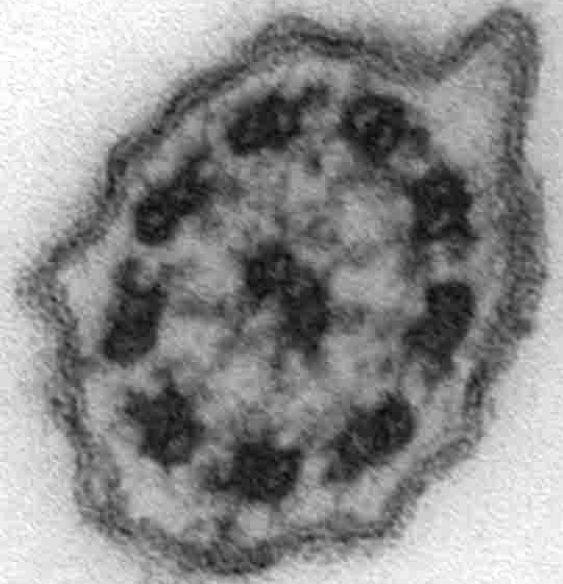
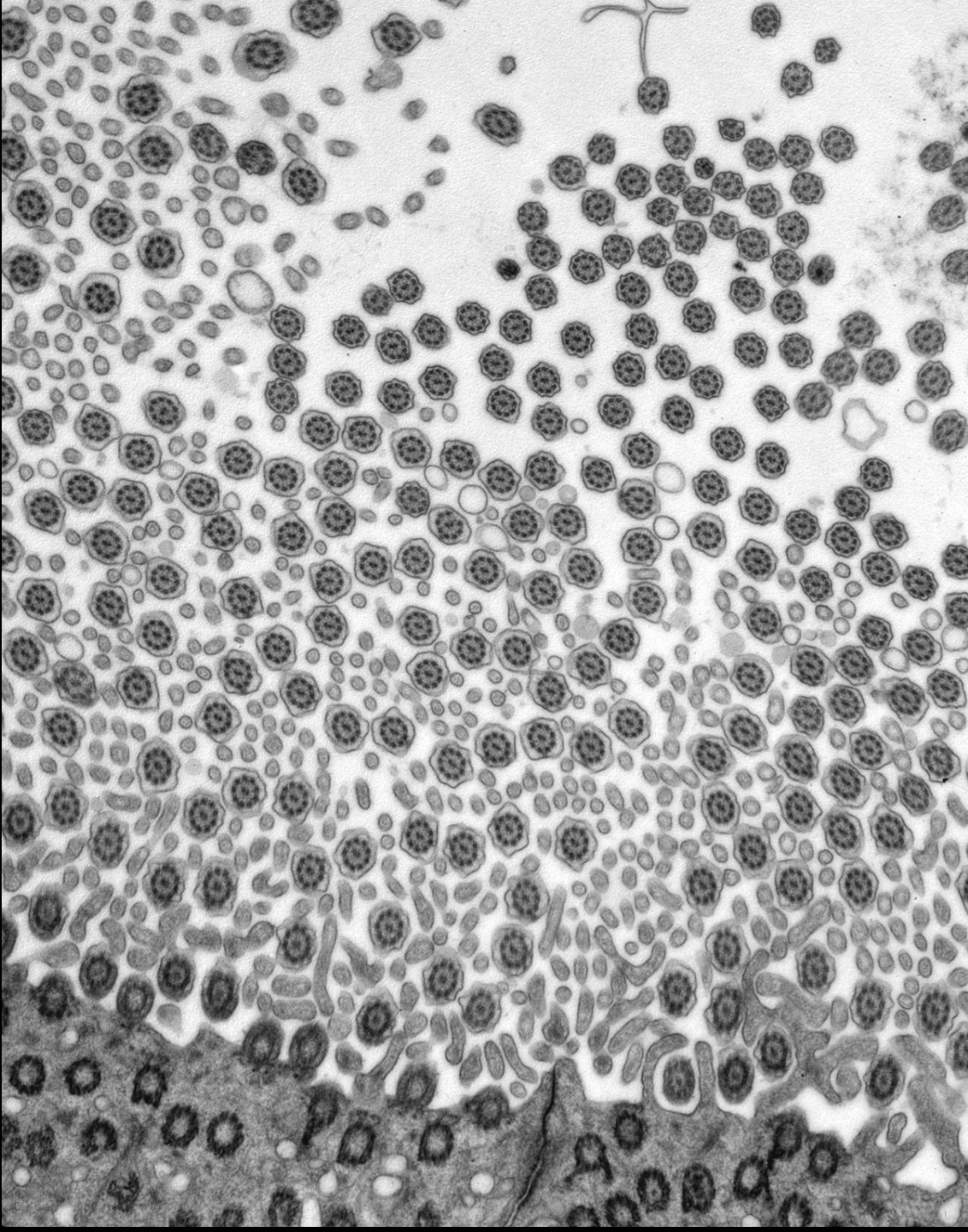


Řasinkový lem

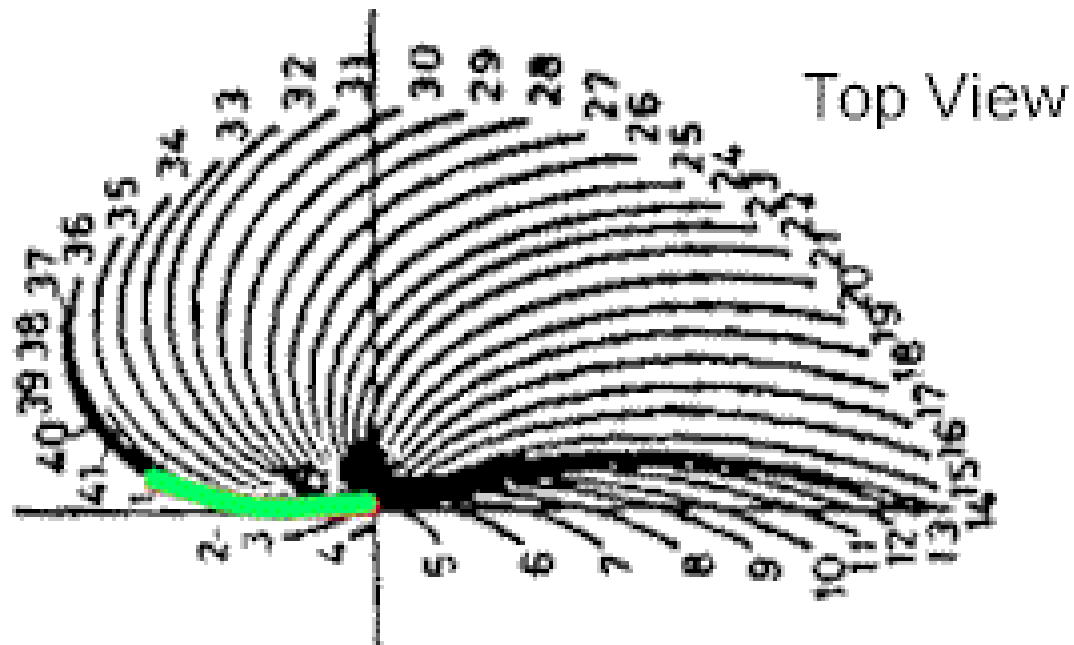
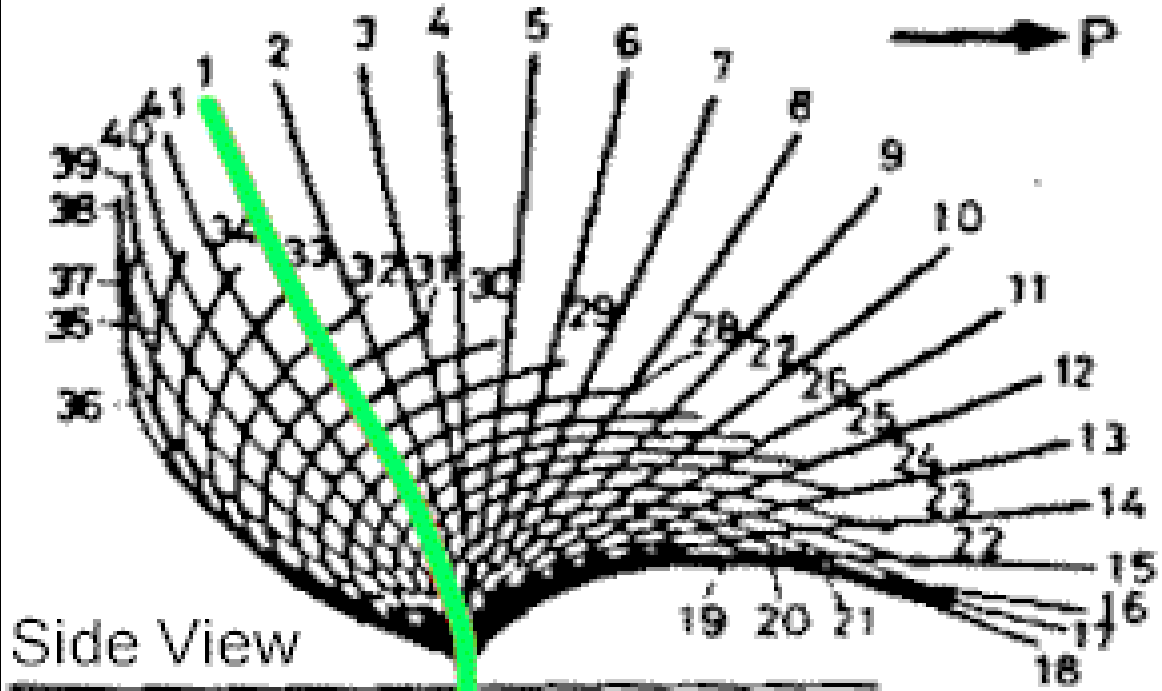




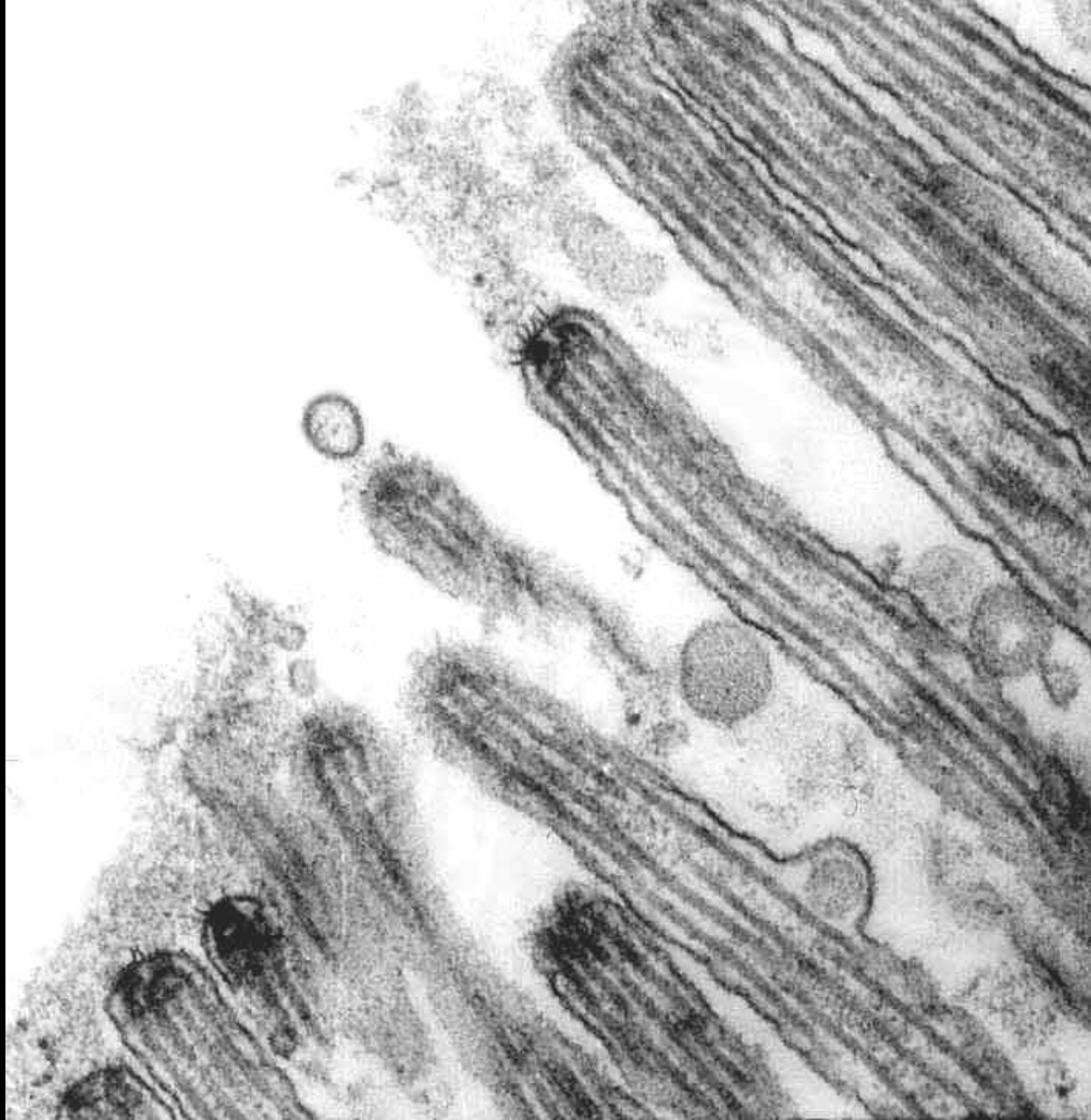


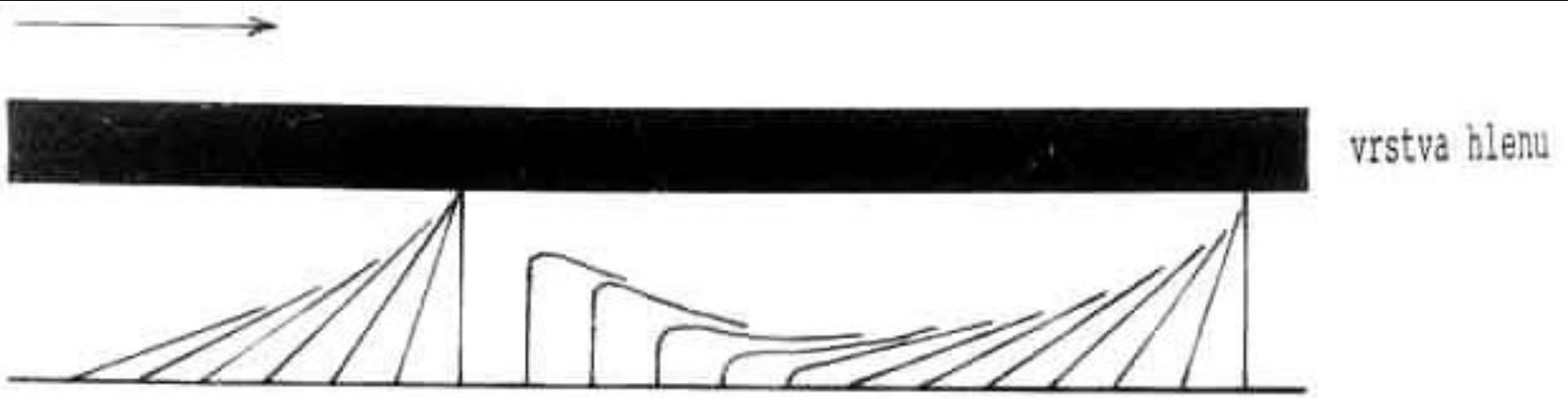
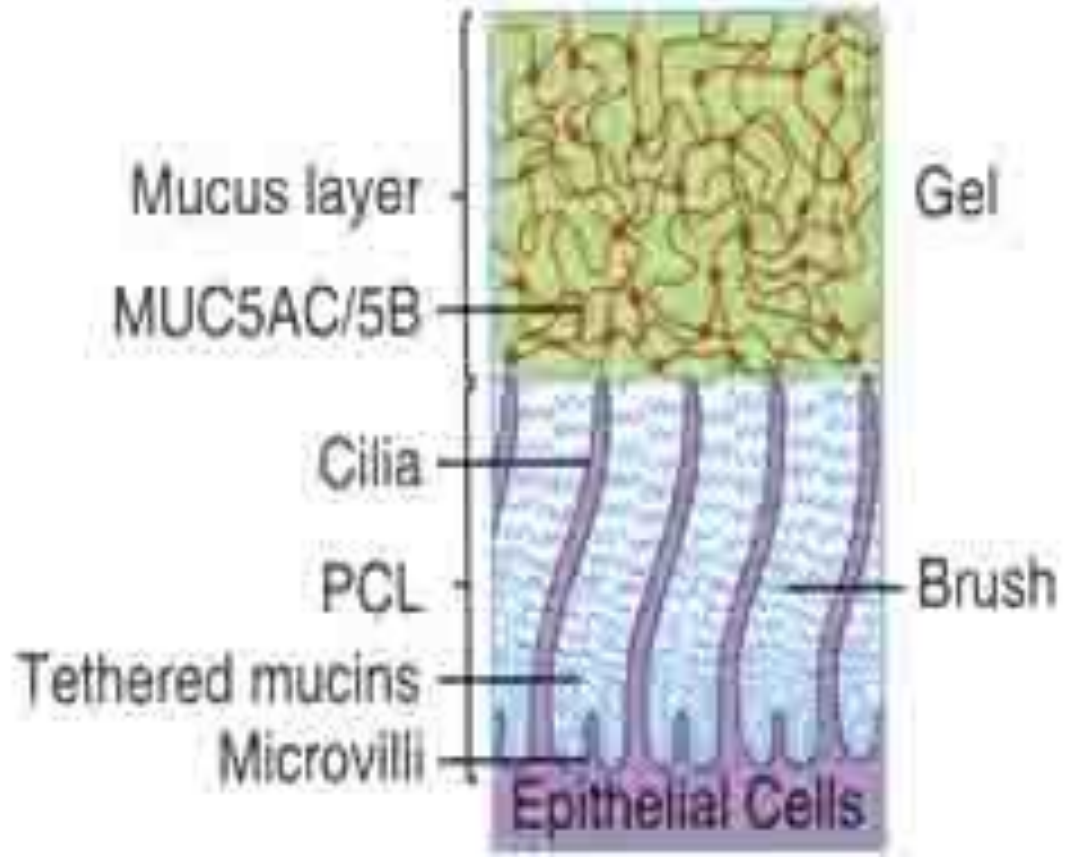


200 nm



Zdroj: UBC Dep. of Zoology
 (http://www.zoology.ubc.ca/courses/bio332/flagellar_motion.htm, Biology 332, Protistology Term 2, Flagellar motion in Paramecium)





Primární ciliární dyskineze (PCD)

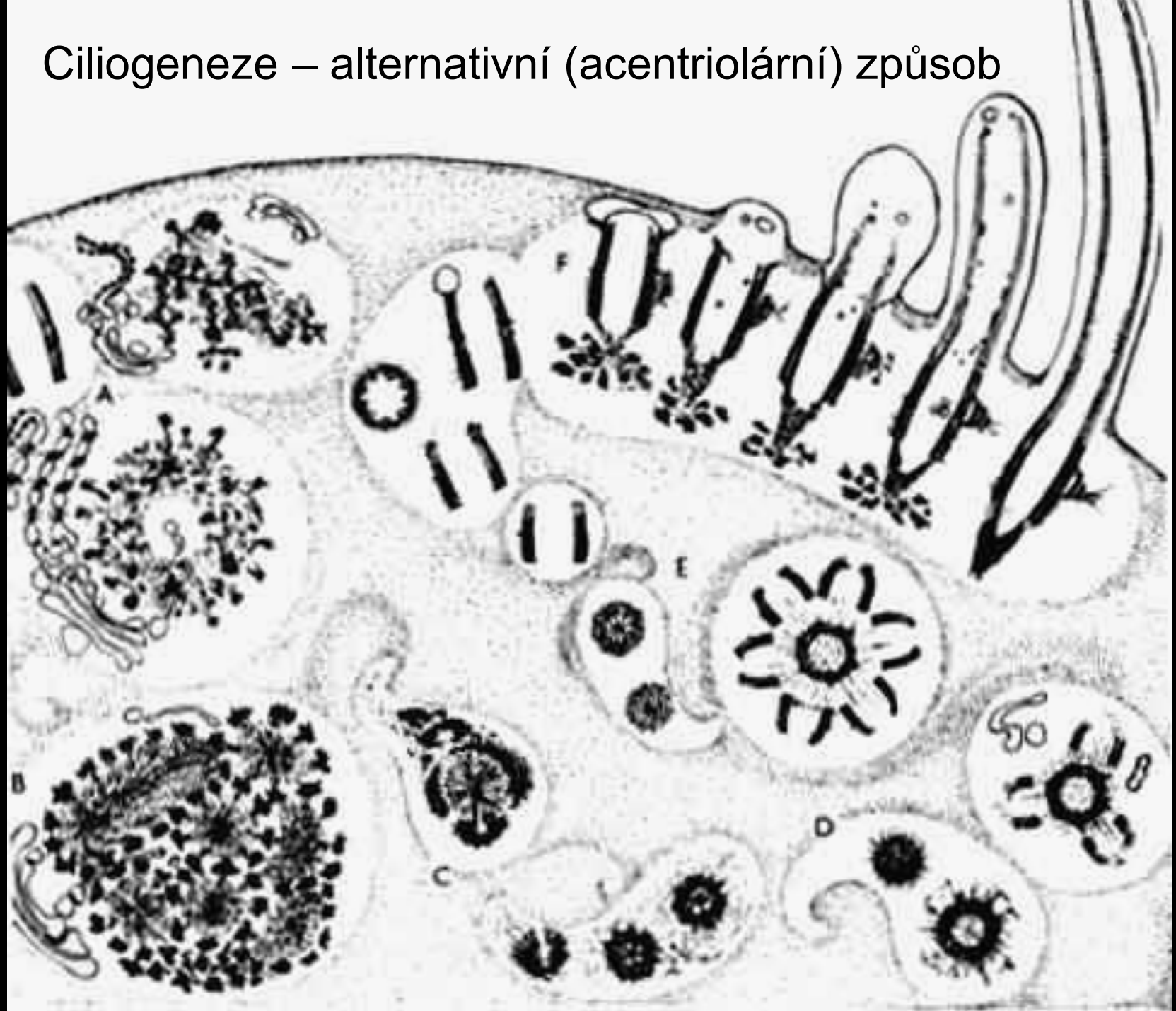
absence dyneinových ramének

Kartagenerův syndrom

- chronická sinusitída
- bronchiektázie
- situs viscerum inversus

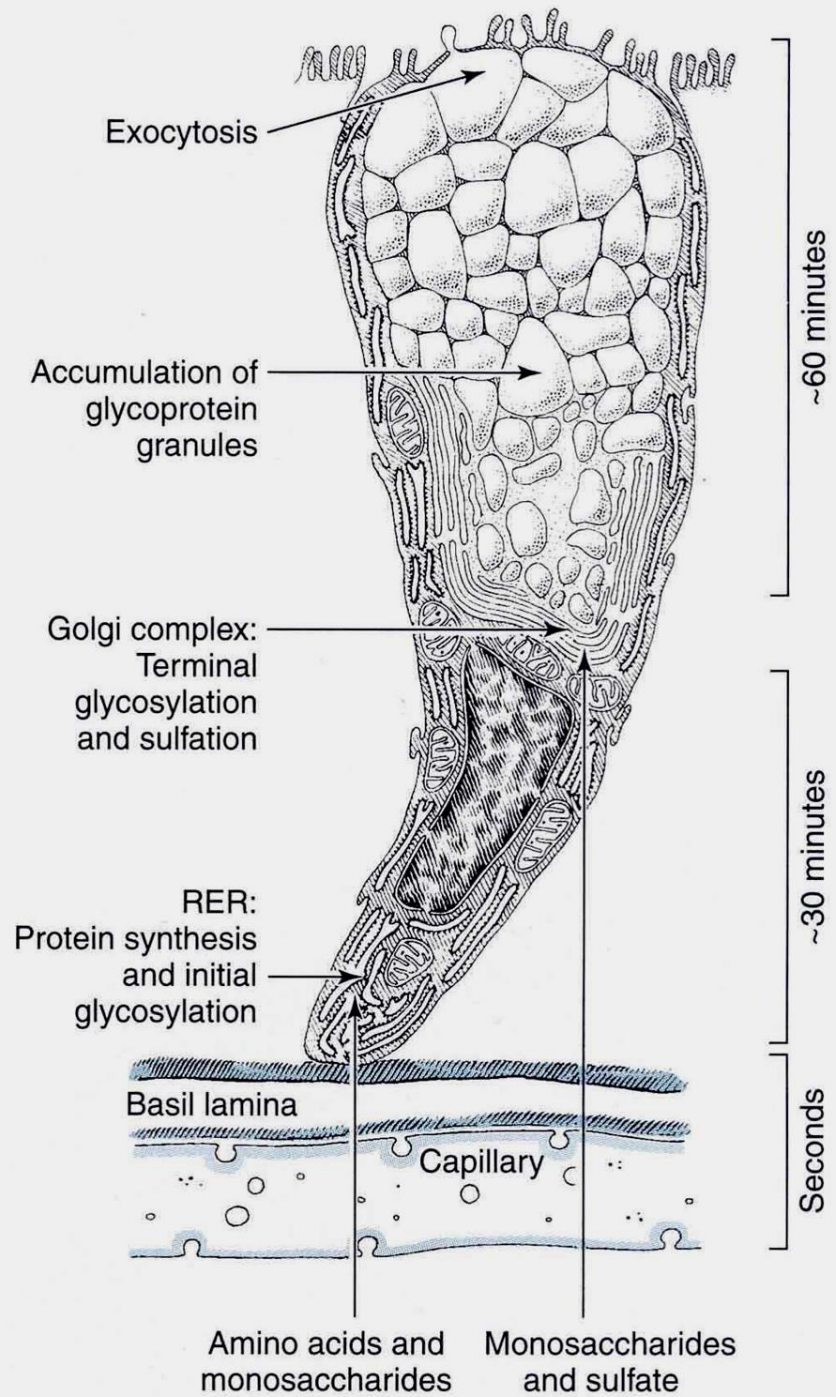
200 nm

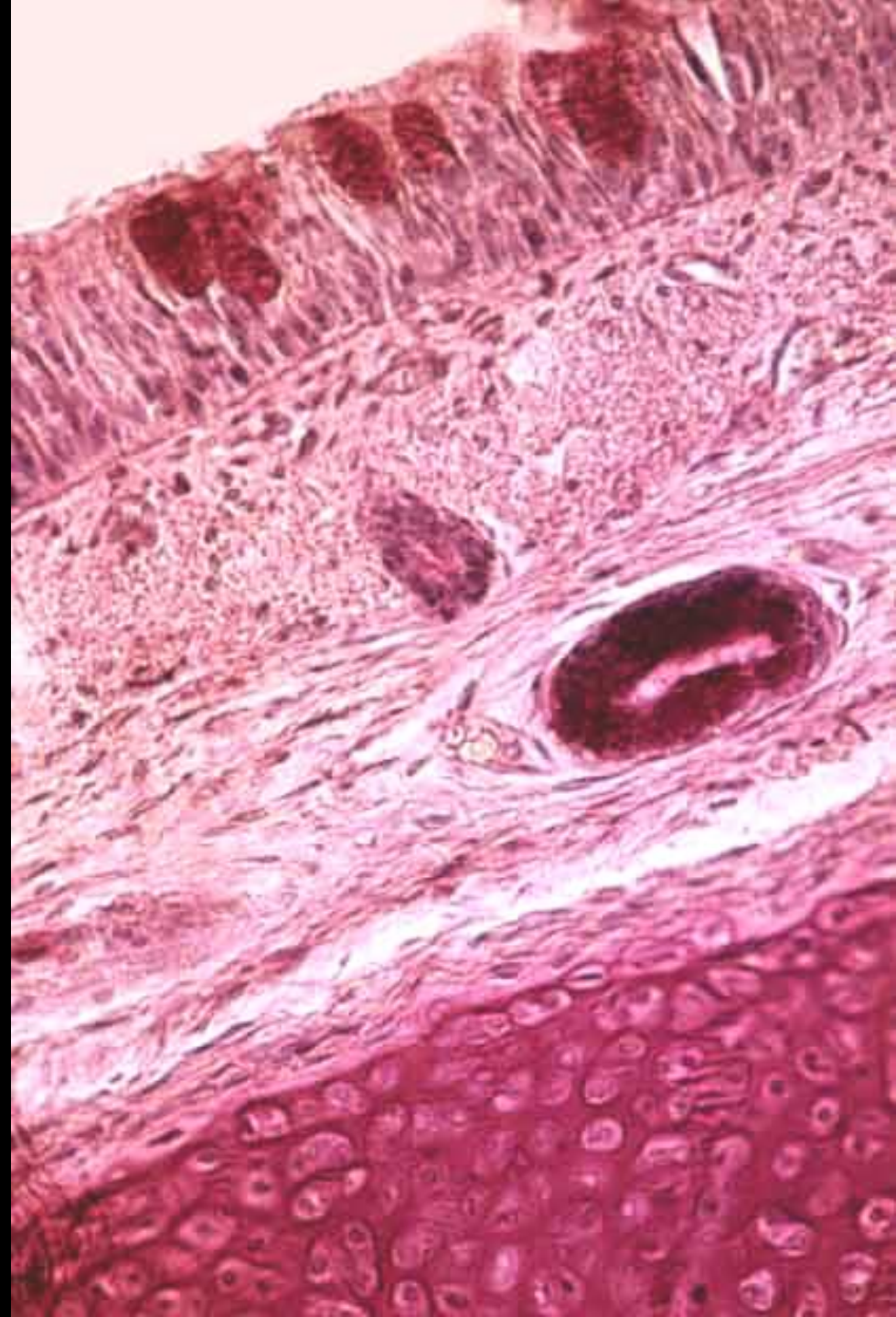
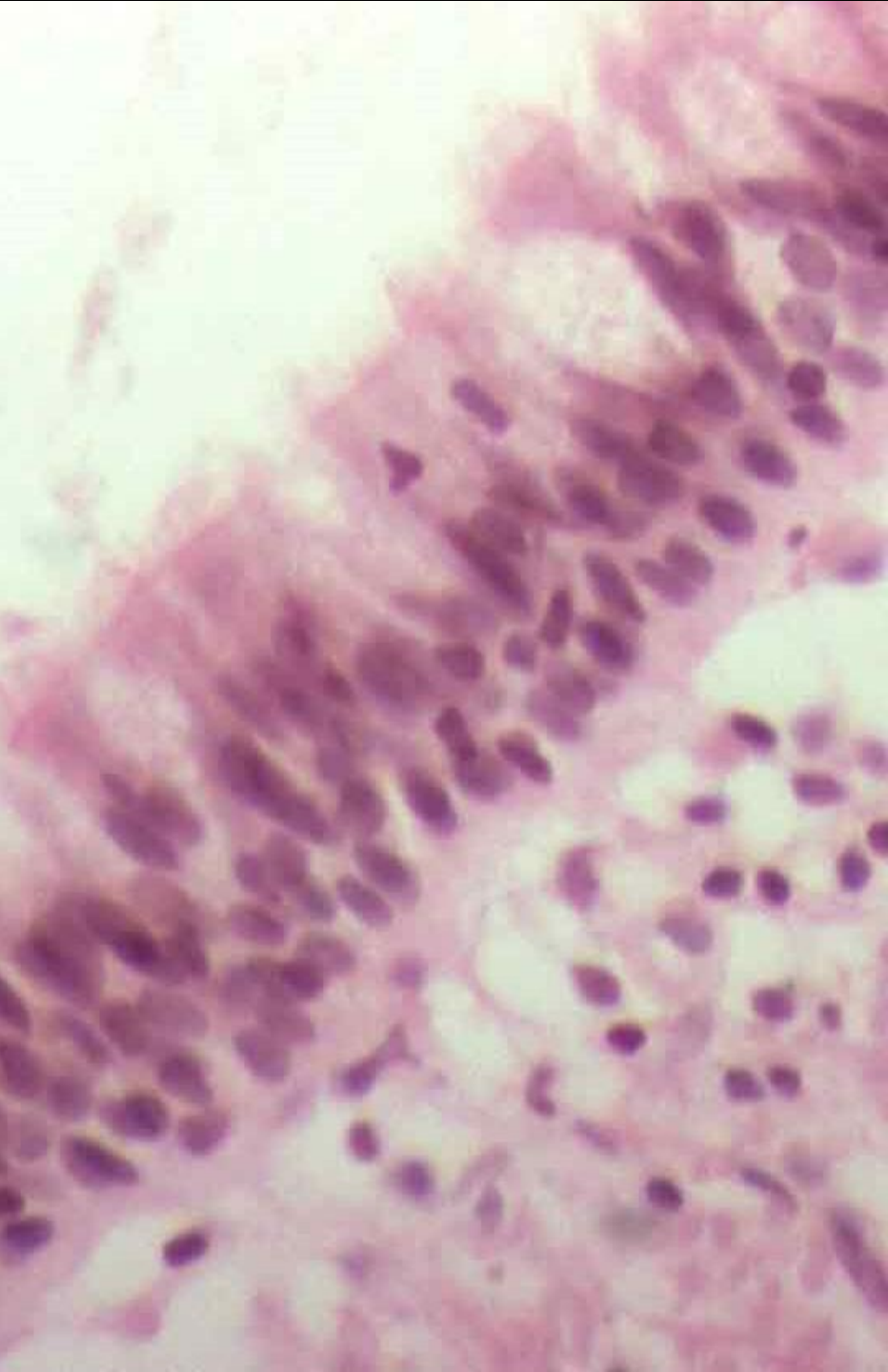
Ciliogeneze – alternativní (acentriolární) způsob

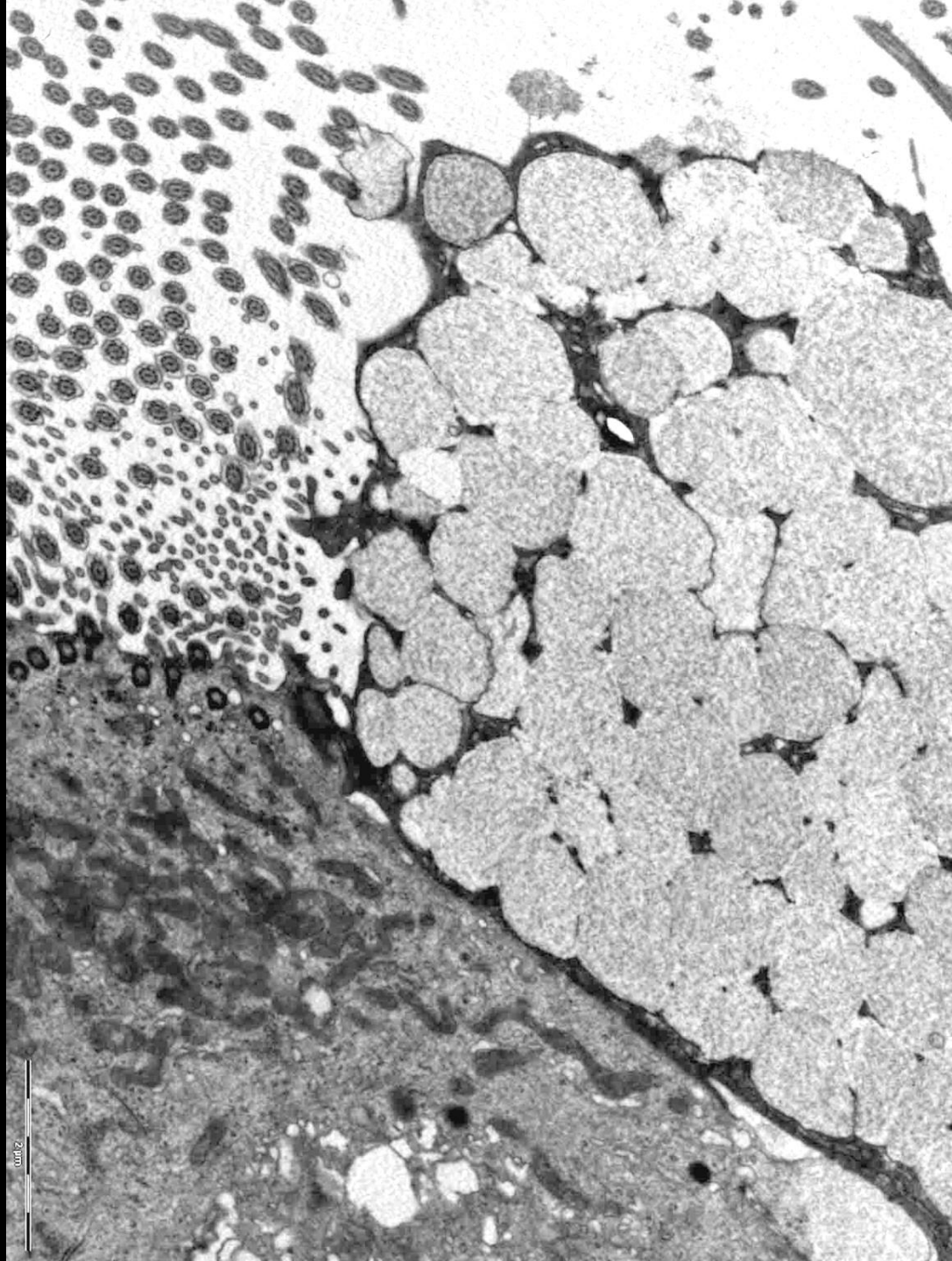


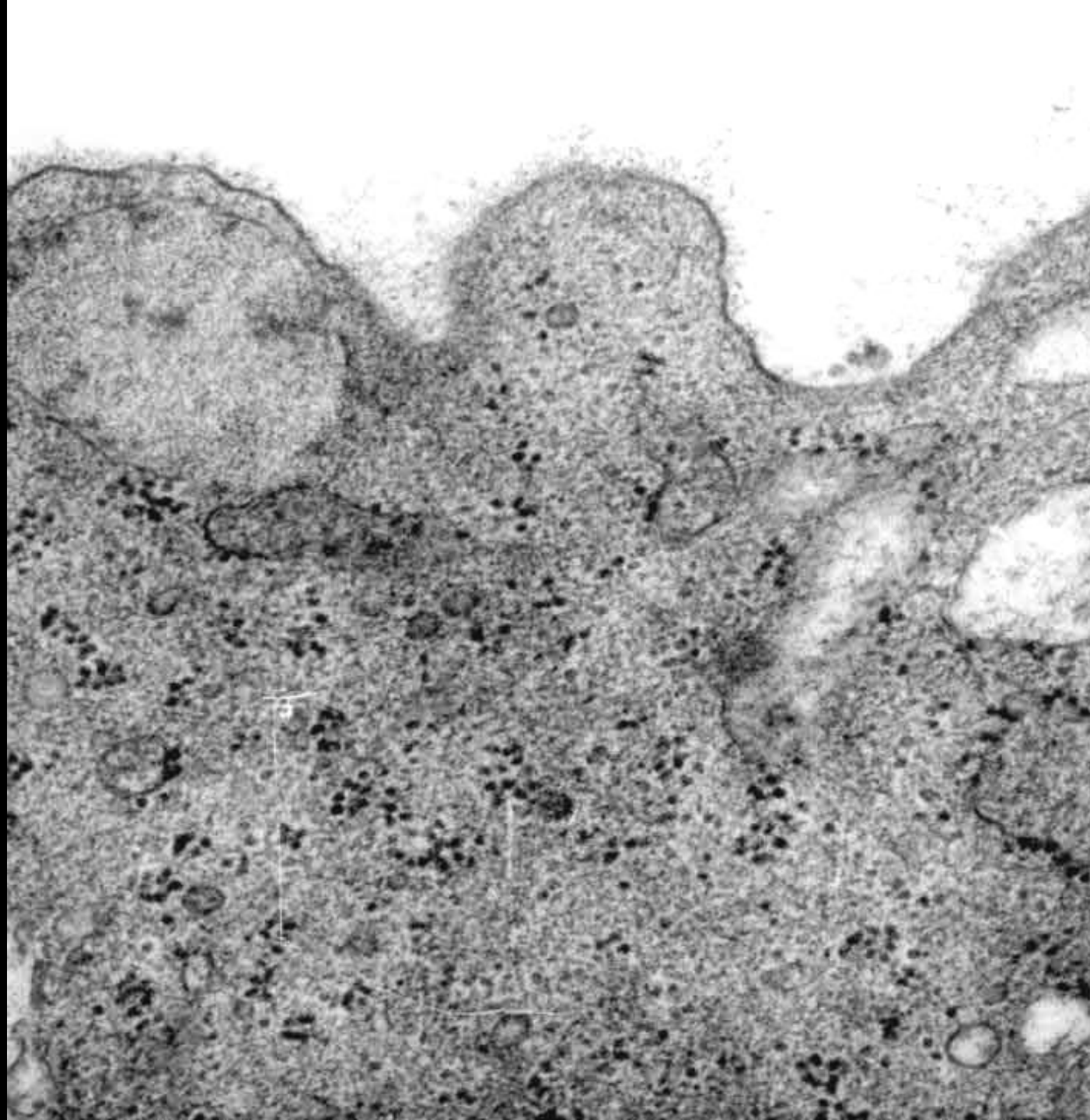


Buňky pohárkové

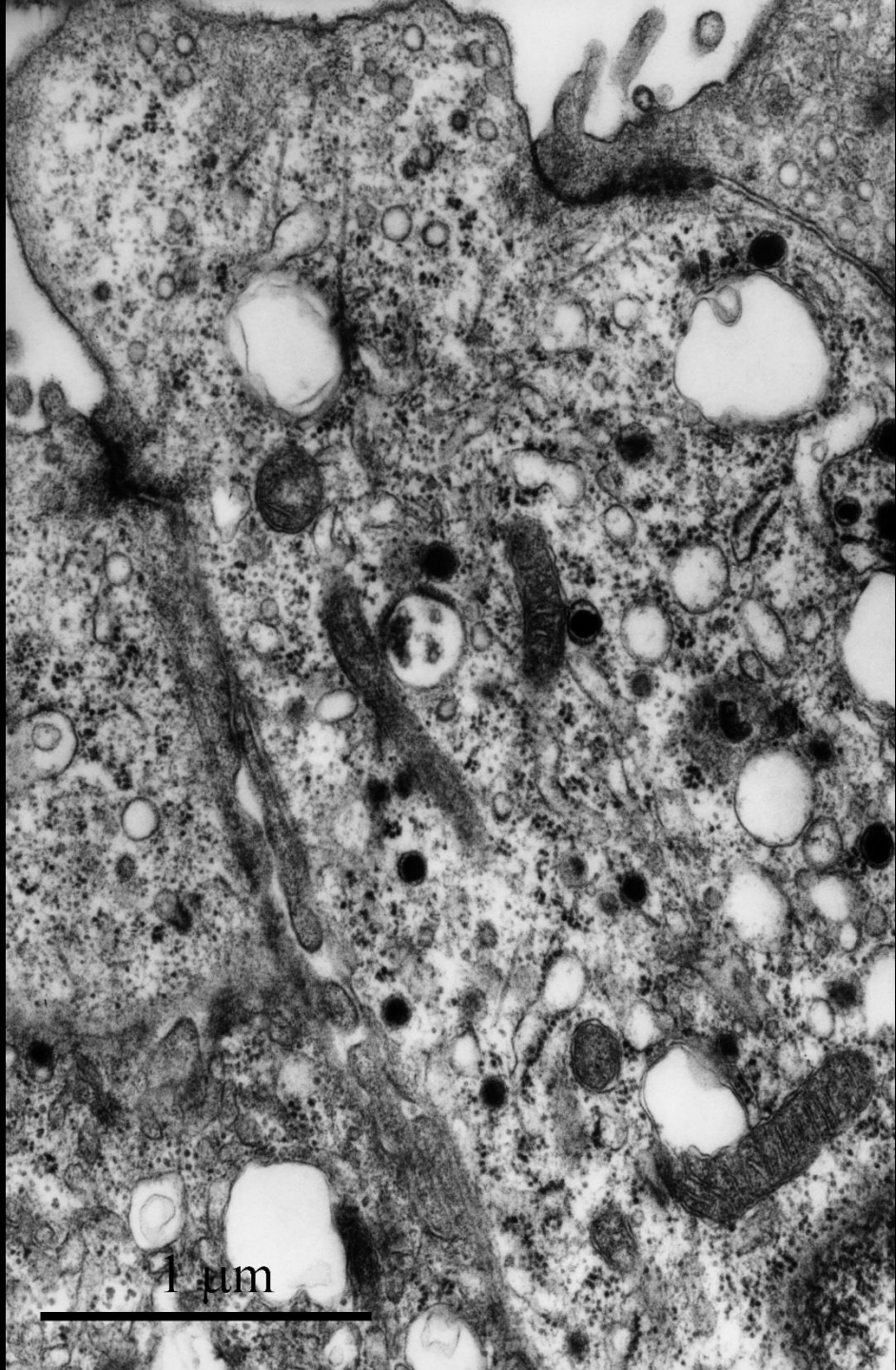


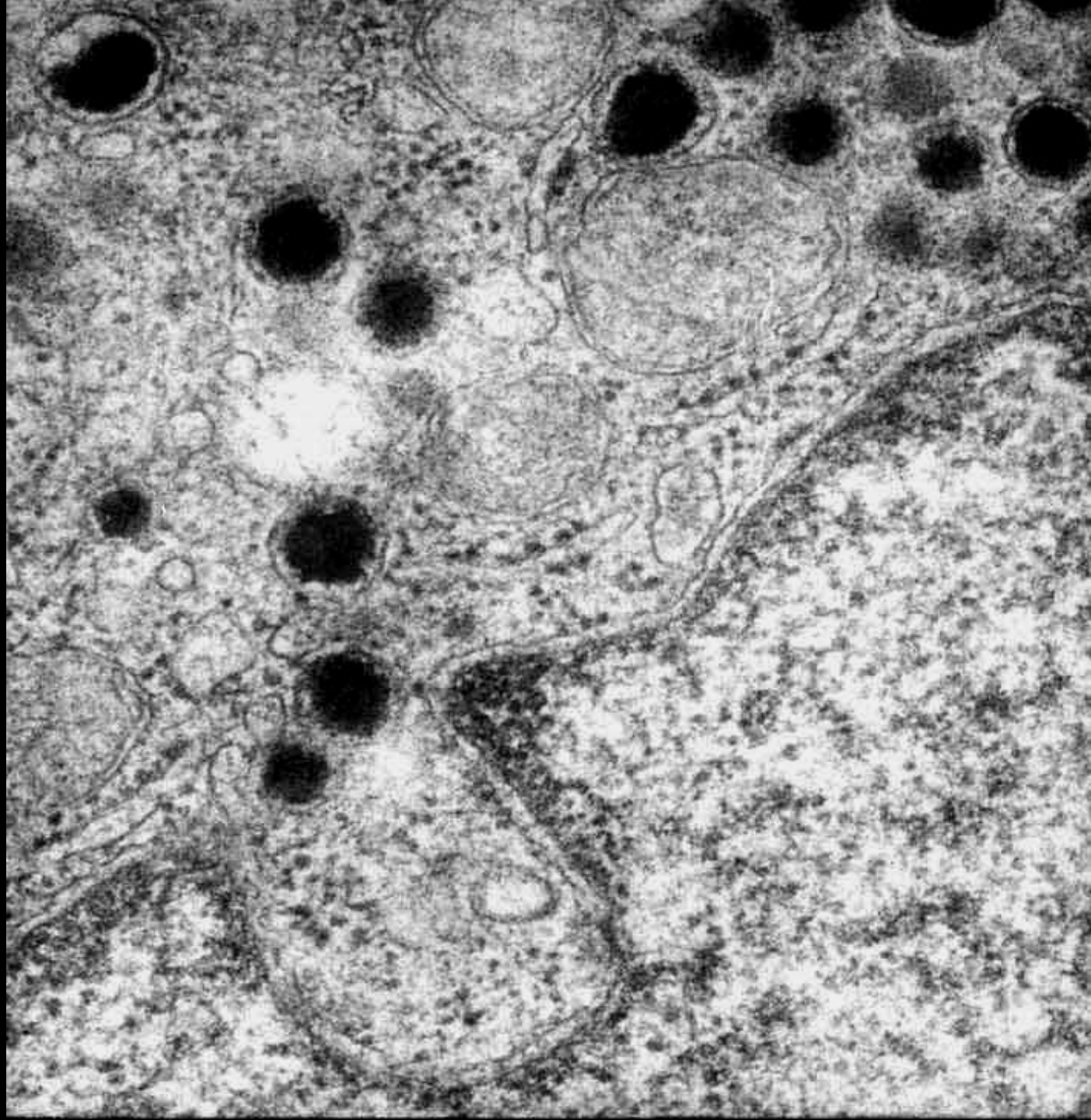






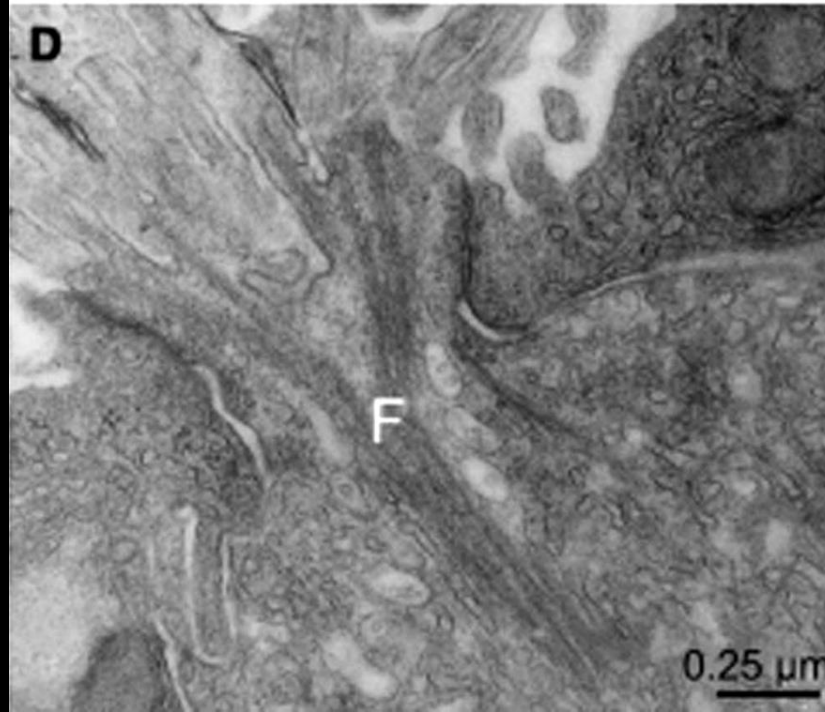
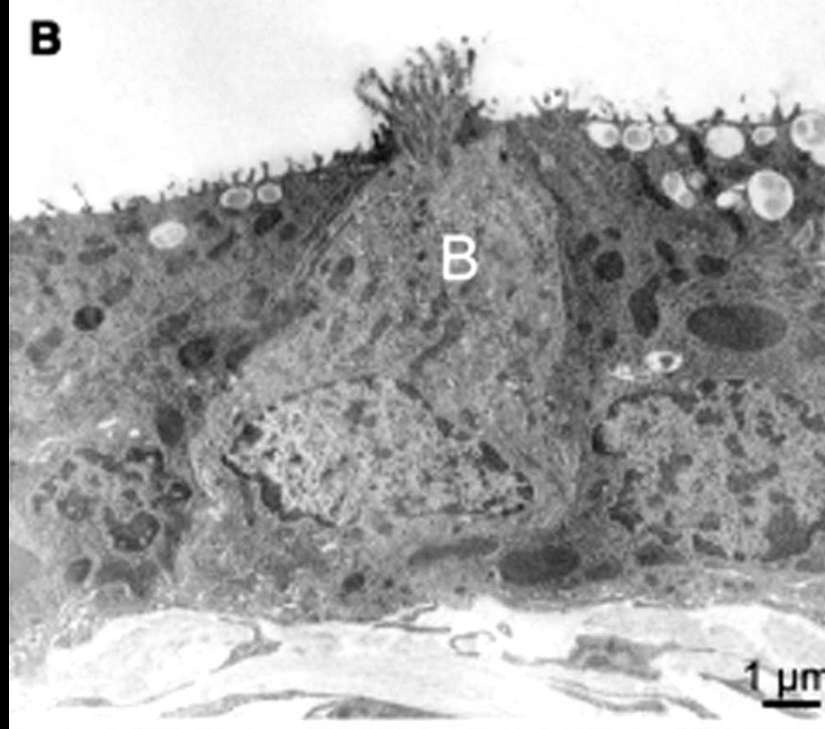
Buňky DNES



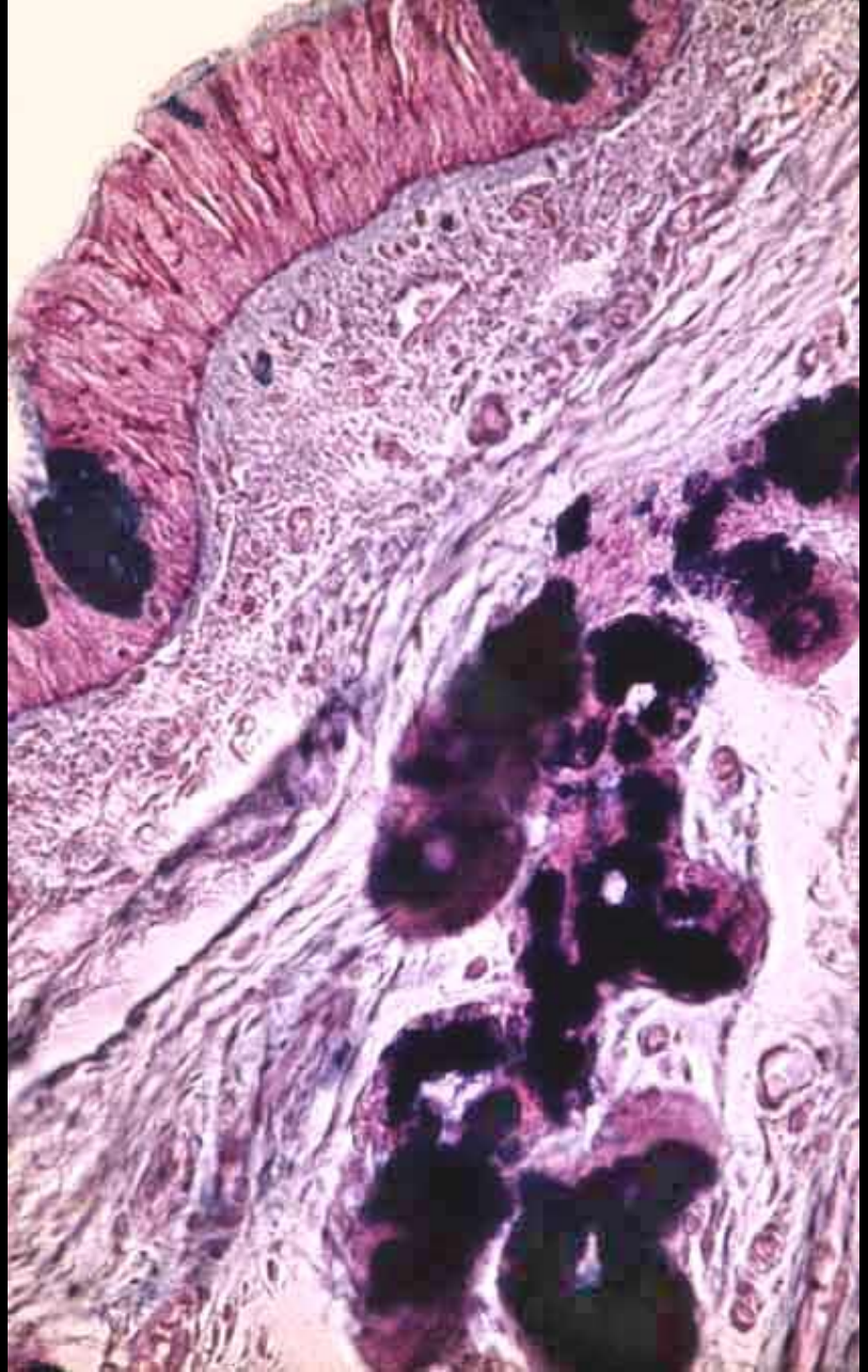
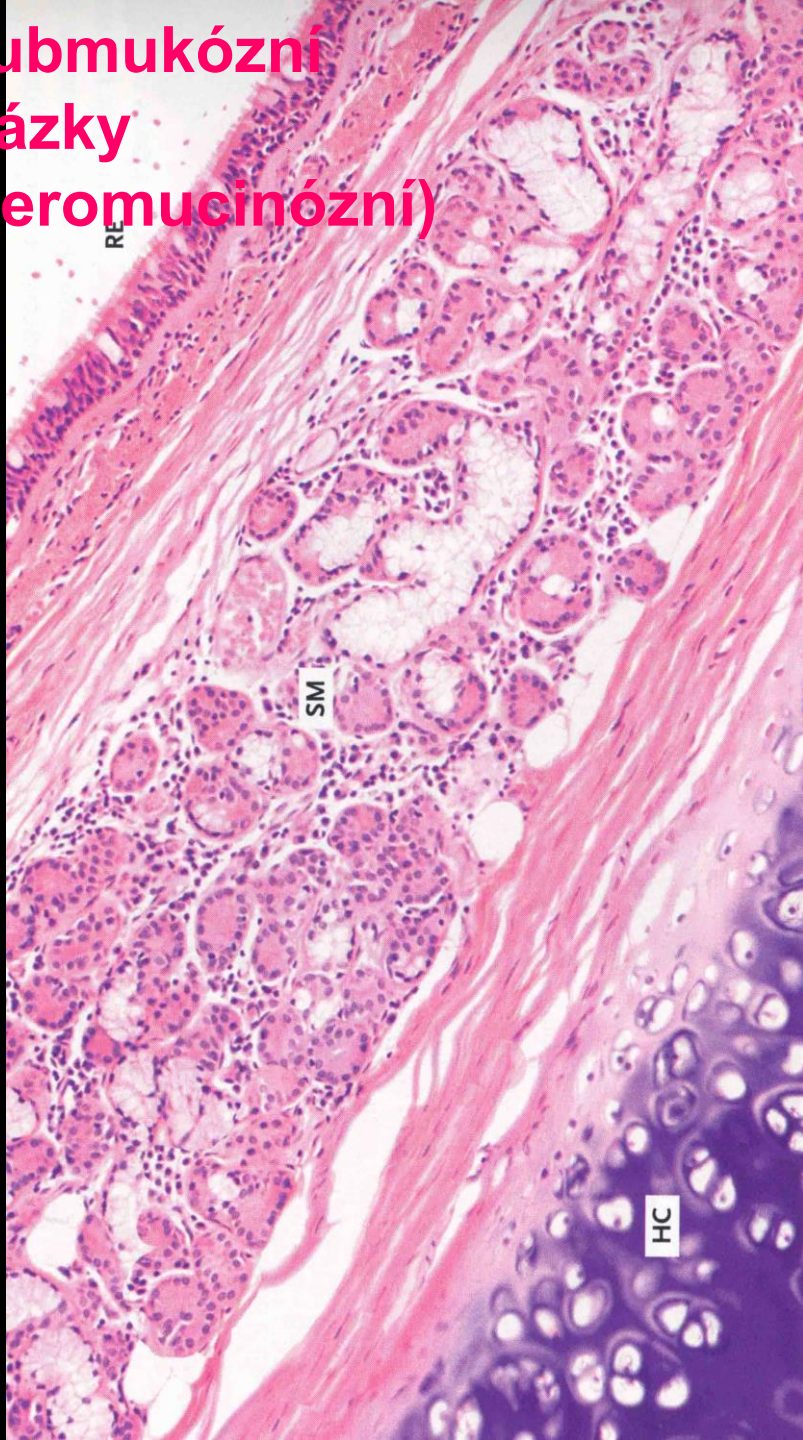


Buňky kartáčové (chomáčkové)

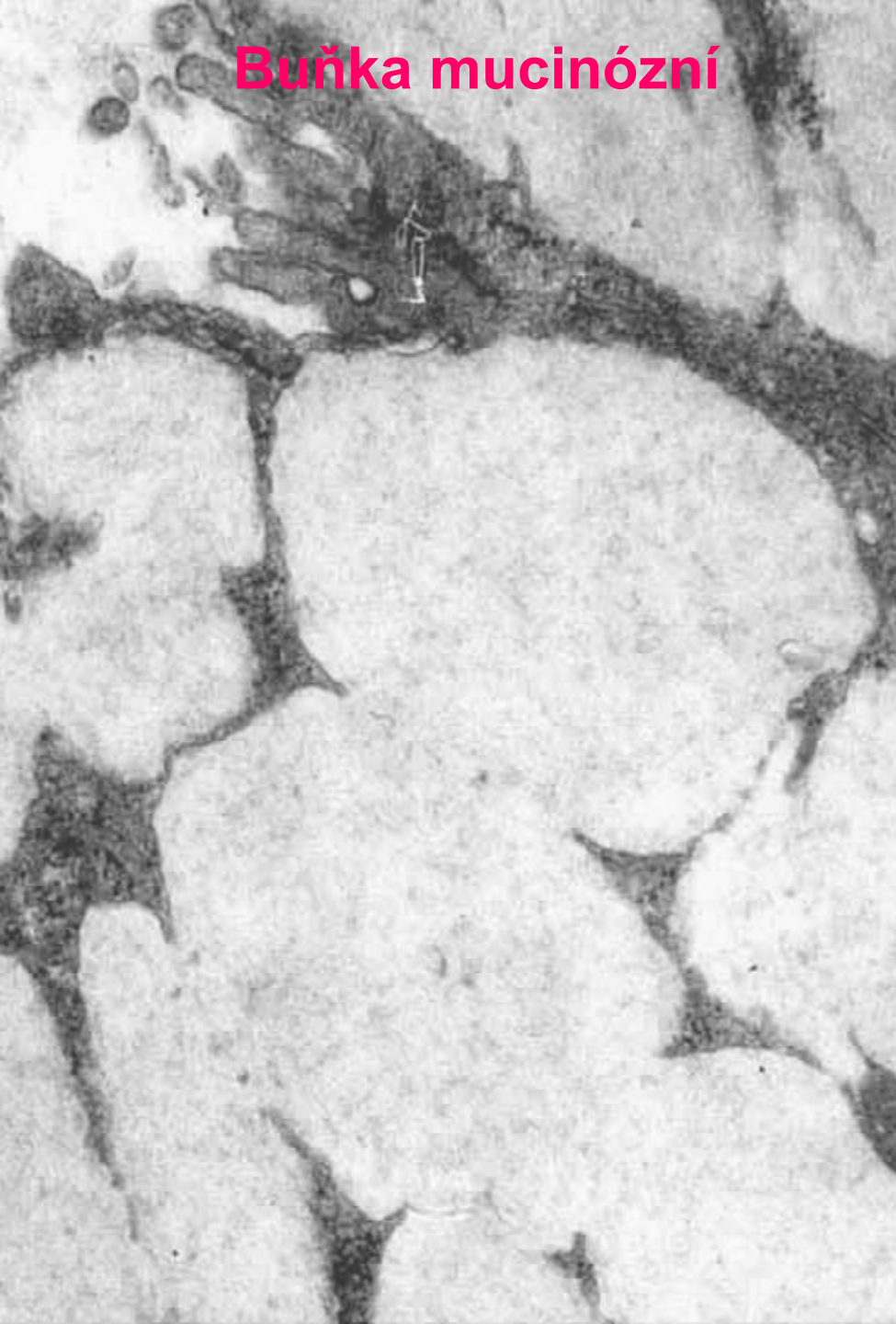
- chemosenzorické buňky
- mikrovilky zvětšují plochu apikální buněčné membrány, jsou zakotvené do cytoplasmu dlouhými svazky mikrofilament (F)
- membránové receptory chuti (gustducin)
- cholinergní přenos na senzitivní zakončení (n. vagus)
- reagují na „hořkou chuť“ bakteriálních produktů a dalších potenciálně nebezpečných látek vyvoláním obranných reflexů



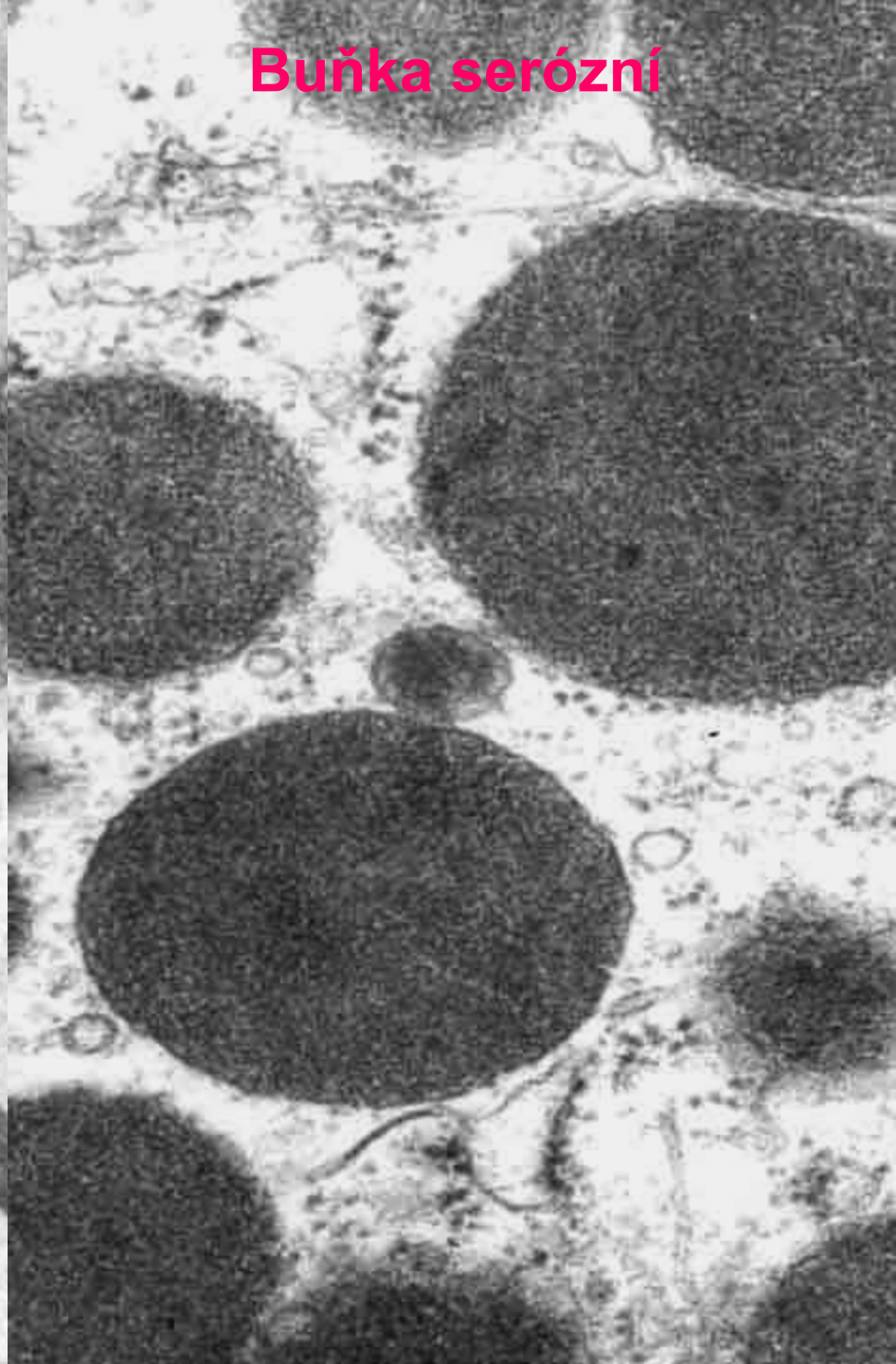
Submukózní žlázy (seromucinózní)



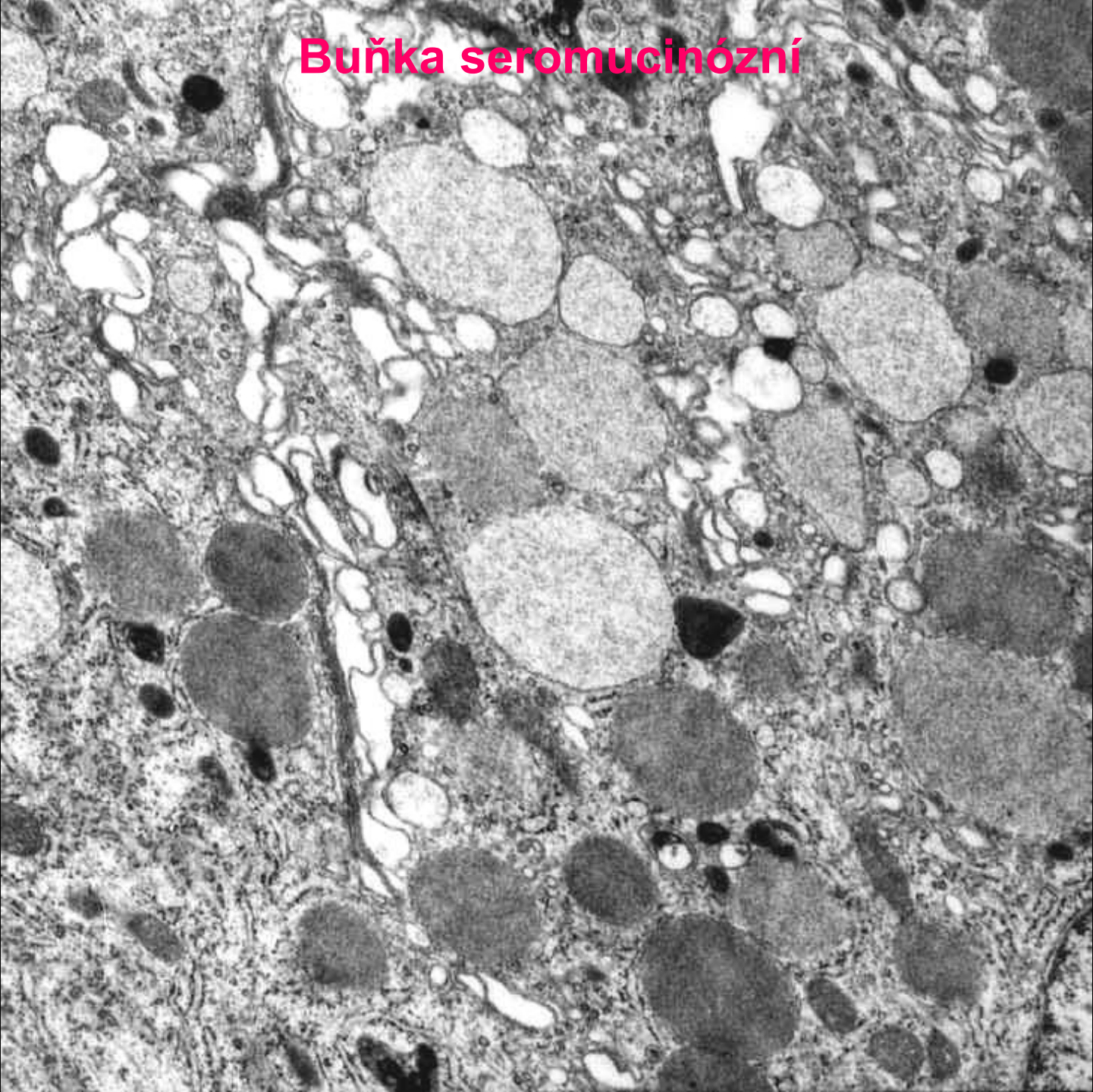
Buňka mucinózní



Buňka serózní



Buňka seromucinózní

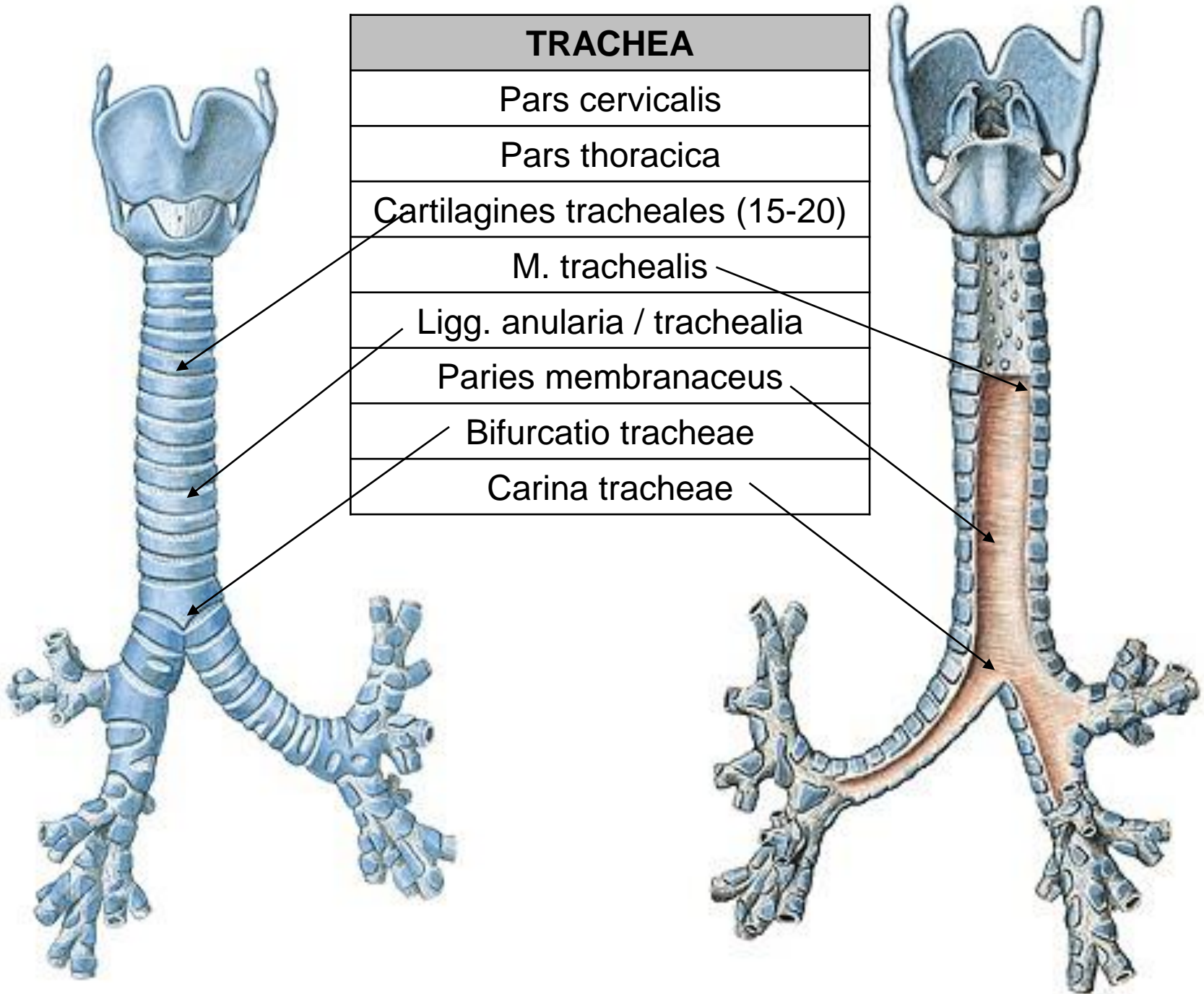


Průdušnice (*Trachea*)

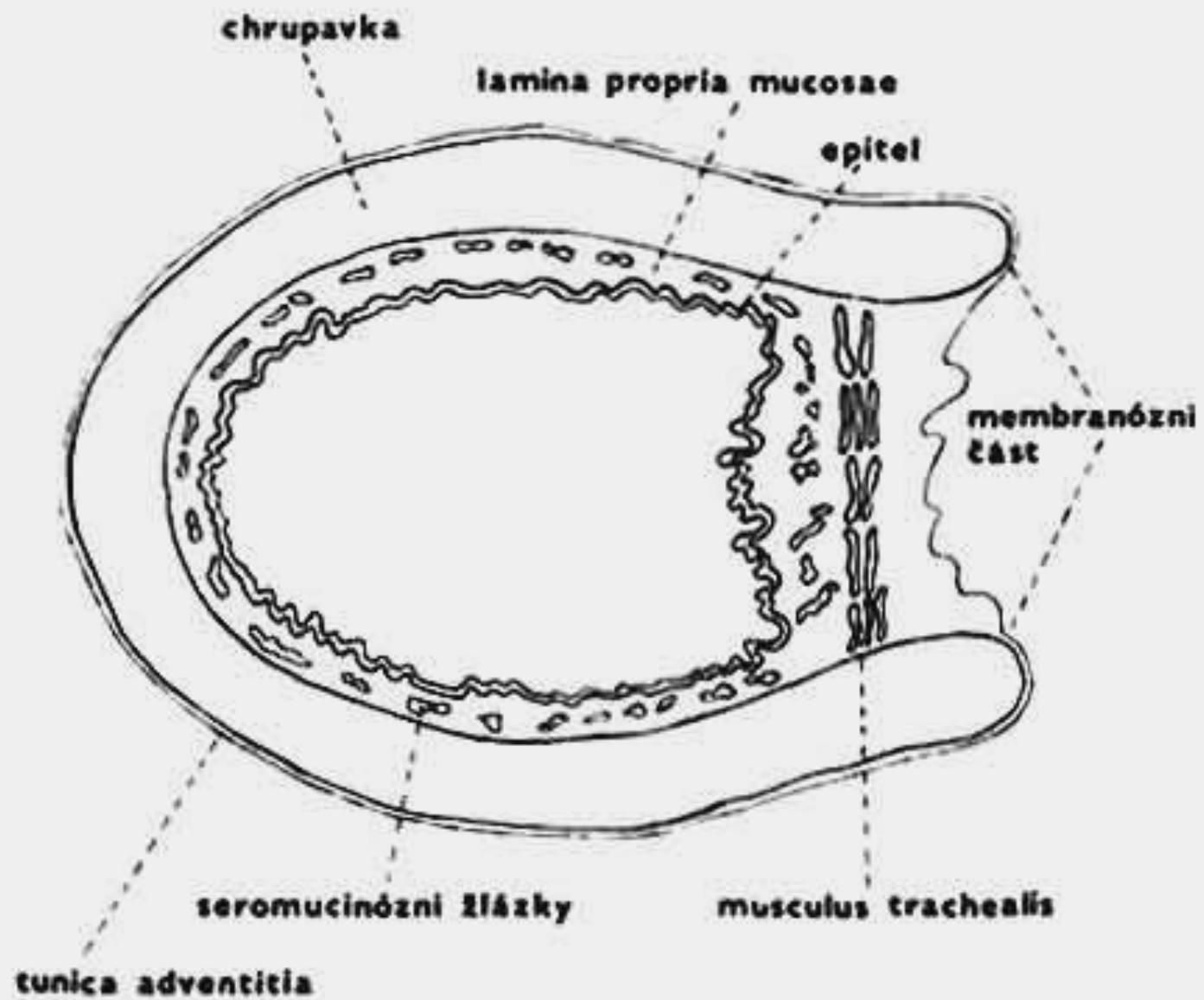
- pars cervicalis (C6-C7)
- pars thoracica (T1-T4)

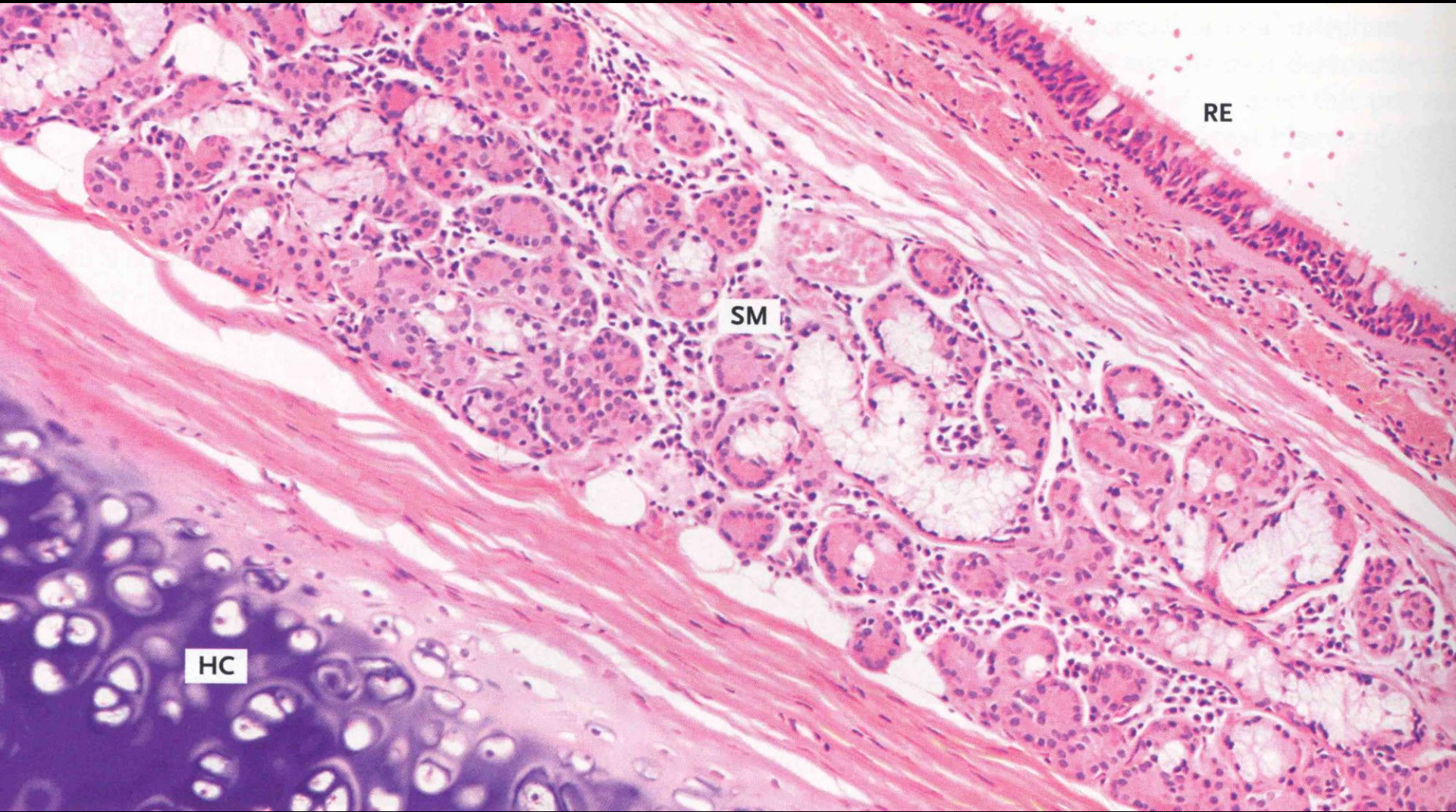
novorozenec od C4, dítě od C5

- bifurcatio tracheae (T4)
 - = 1. dělení průduškového stromu
- carina tracheae
- rozměry: délka 10-11 cm, průměr 12 mm
- syntopie: *vpředu* štítná žláza, *vzadu* jícen



TRACHEA







**Musculus trachealis - hladký
(příčné i podélné svazky)**

This histological image shows a section of the trachea. The central feature is the muscularis trachealis, composed of smooth muscle bundles. These bundles are arranged in both transverse and longitudinal orientations, as indicated by the text. The transverse bundles appear as dense, eosinophilic (pink) bands, while the longitudinal bundles show a more organized, parallel arrangement of muscle fibers. The surrounding tissue includes the mucosa and submucosa, with various glands and connective tissue elements visible.

Průdušnice – zásobení

- Tepny:

- a. thyroidea inf. → rr. tracheales
- aorta thoracica → rr. bronchiales
- (a. thyroidea ima – 2 %)
- *novorozenci a děti* – větve z tepen brzlíku

- Žíly:

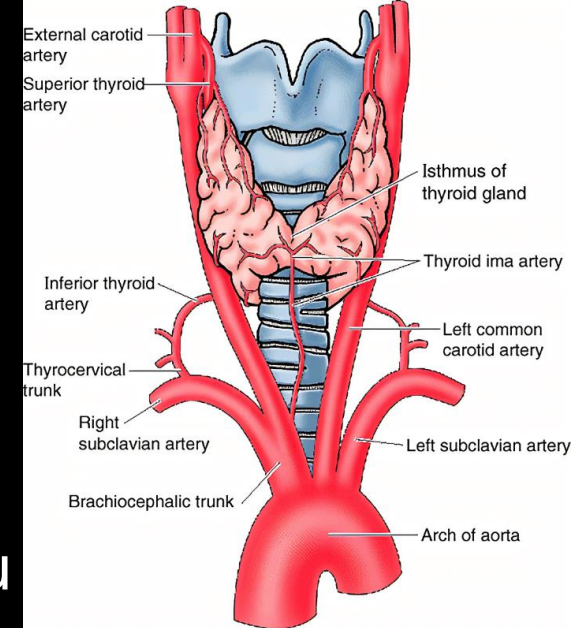
- vedou do žil jícnu, do plexus thyroideus impar a do v. brachiocephalica sin.

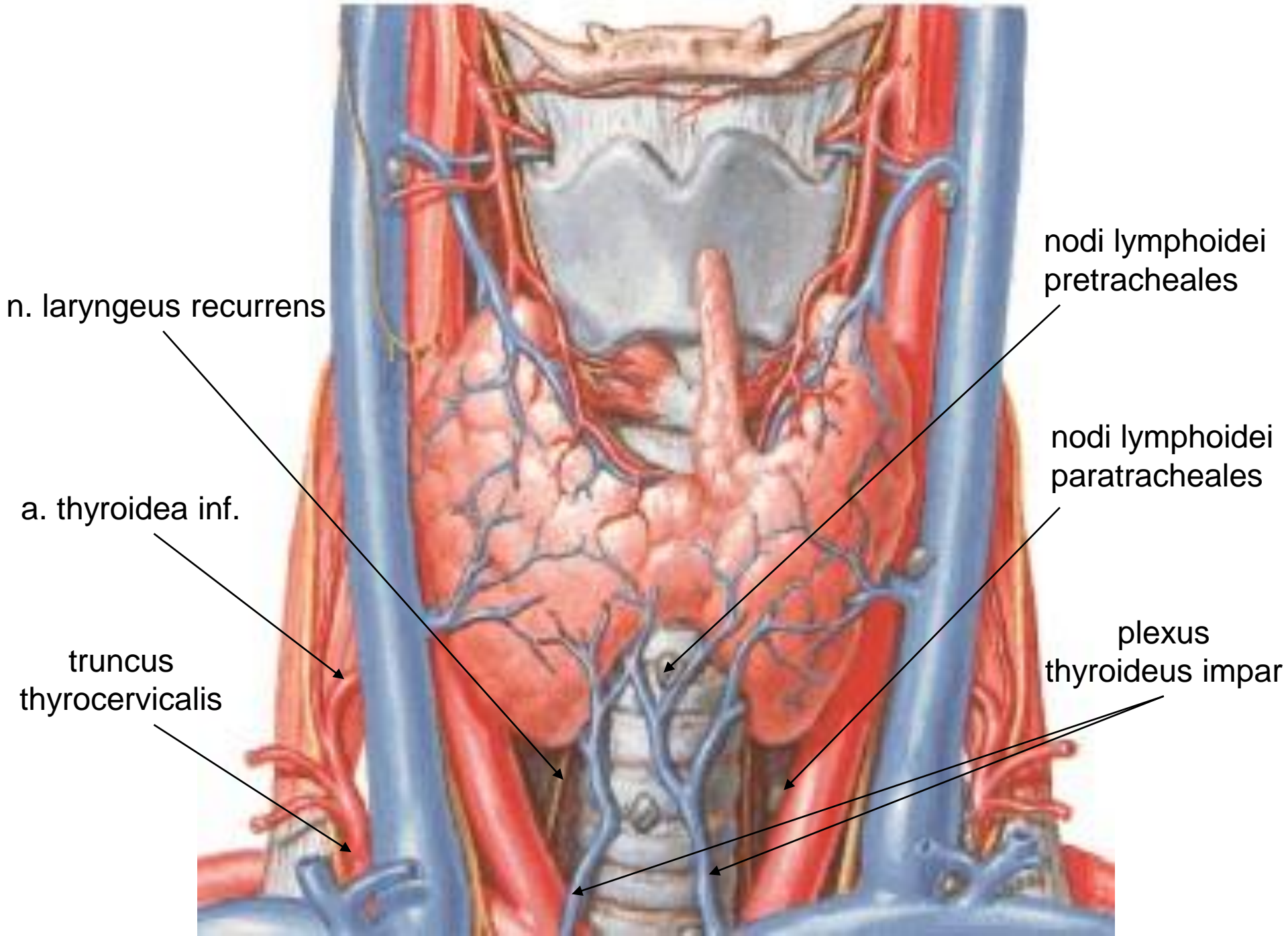
- Míza:

- nodi tracheobronchiales, paratracheales, pretracheales
→ truncus bronchomediastinalis dx.+ sin.

- Nervy:

- n. vagus → n. laryngeus recurrens
- truncus sympathicus





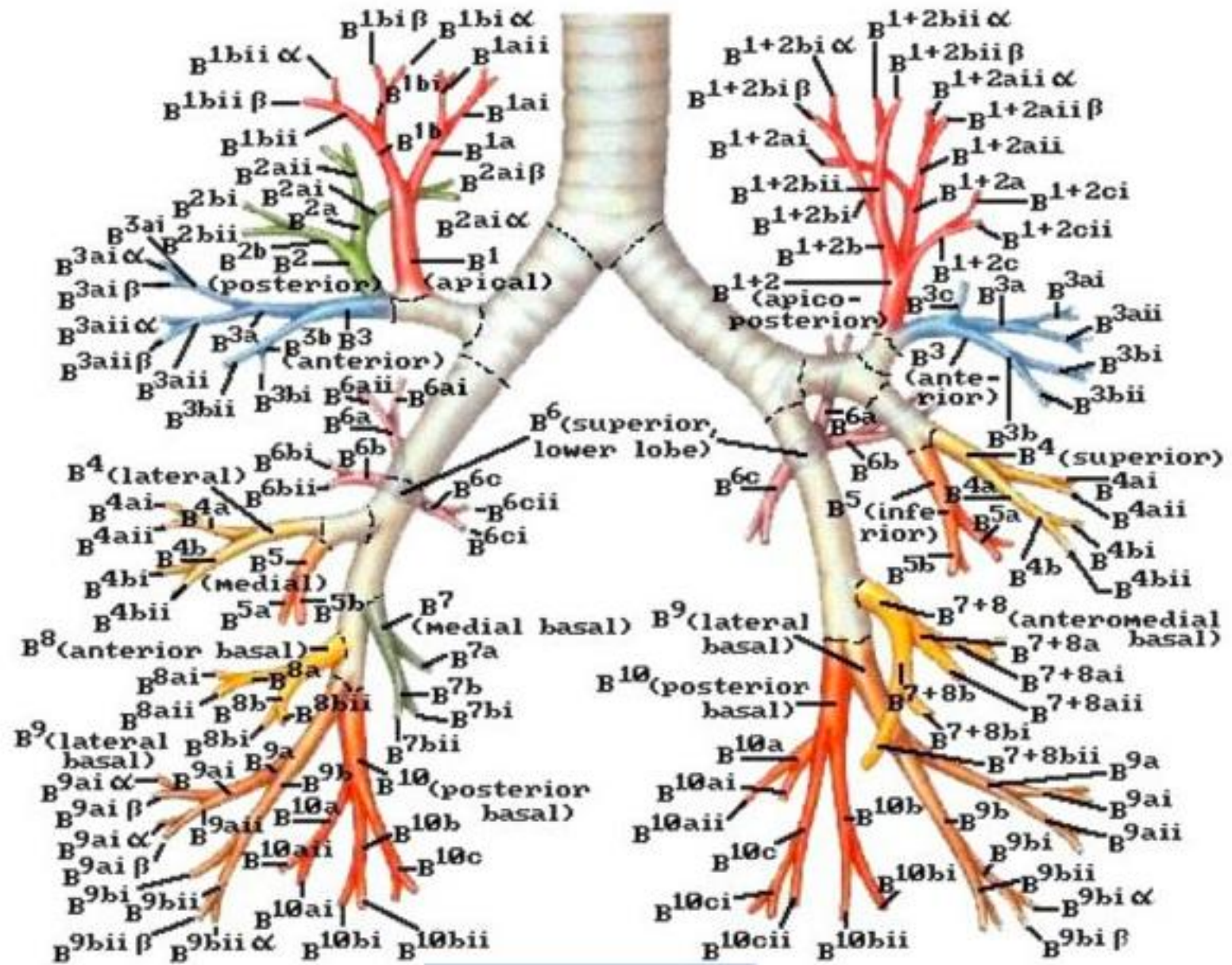
Průduškový strom (*Arbor bronchialis*)

23 dělení – dichotomická dělení

- primární průdušky (***bronchus principalis dexter + sinister***)
 - pravý: kratší, širší, rovný, přímý → **cizí těleso vniká v 75 % do pravého**
- sekundární průdušky (***bronchi lobares***)
 - 2 vlevo a 3 vpravo
- terciární průdušky (***bronchi segmentales***)
 - 8 vlevo a 10 vpravo
 - vlevo: 1+2 spojen, 7+8 spojen v 90 %
 - *výjimka: 6. bronchus segmentalis obou stran se dělí trichotomicky!*

Nomenclature of Bronchi

Schema



Průduškový strom (*Arbor bronchialis*)

- průdušky 4. řádu (*bronchi subsegmentales*) – menší než 5 mm

b = ventrální, **a** = dorzální

- průdušky 5. řádu: **ii** = ventrální, **i** = dorzální
- průdušky 6. řádu: **β** = ventrální, **α** = dorzální

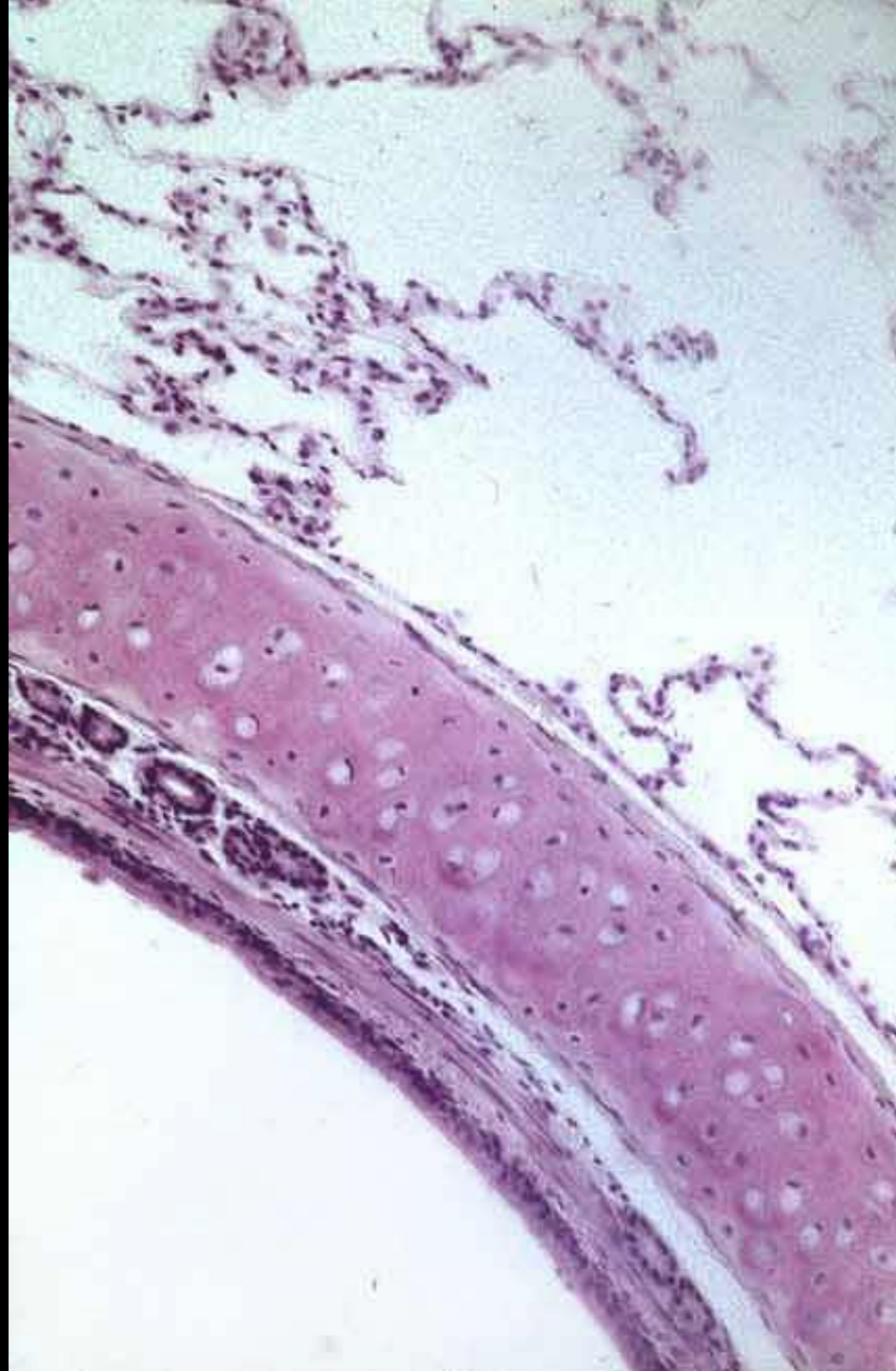


- **průdušinky (*bronchioli*)** – menší než 1 mm
= 14.-16. řád (vzniká 14-tým dělením)

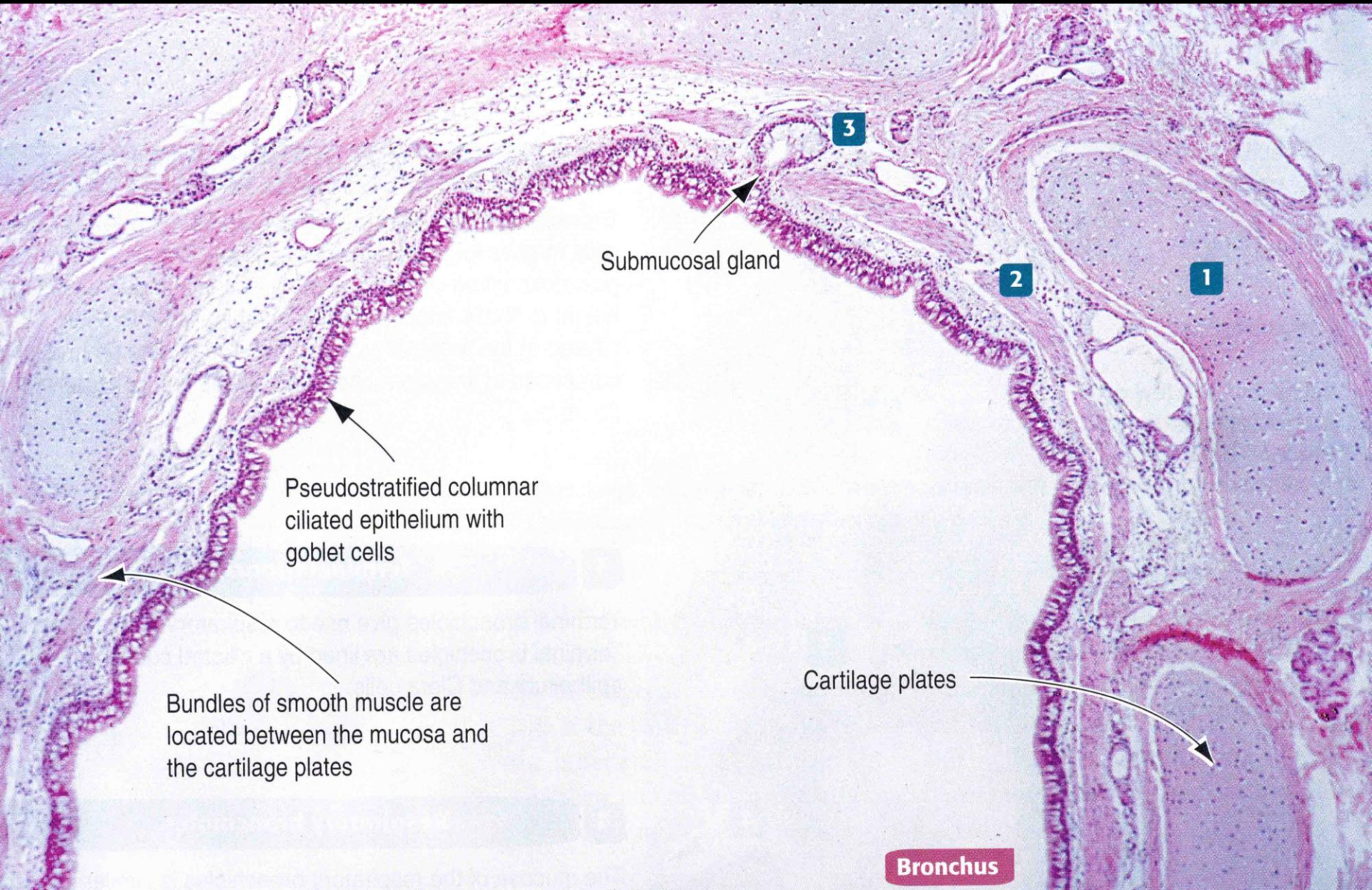


- **koncové průdušinky (*bronchioli terminales*)**
1 bronchiolus terminalis = 1 plicní lalůček (patrný na povrchu plíce)
= vzniká 16-tým dělením

Velký bronchus



Malý bronchus



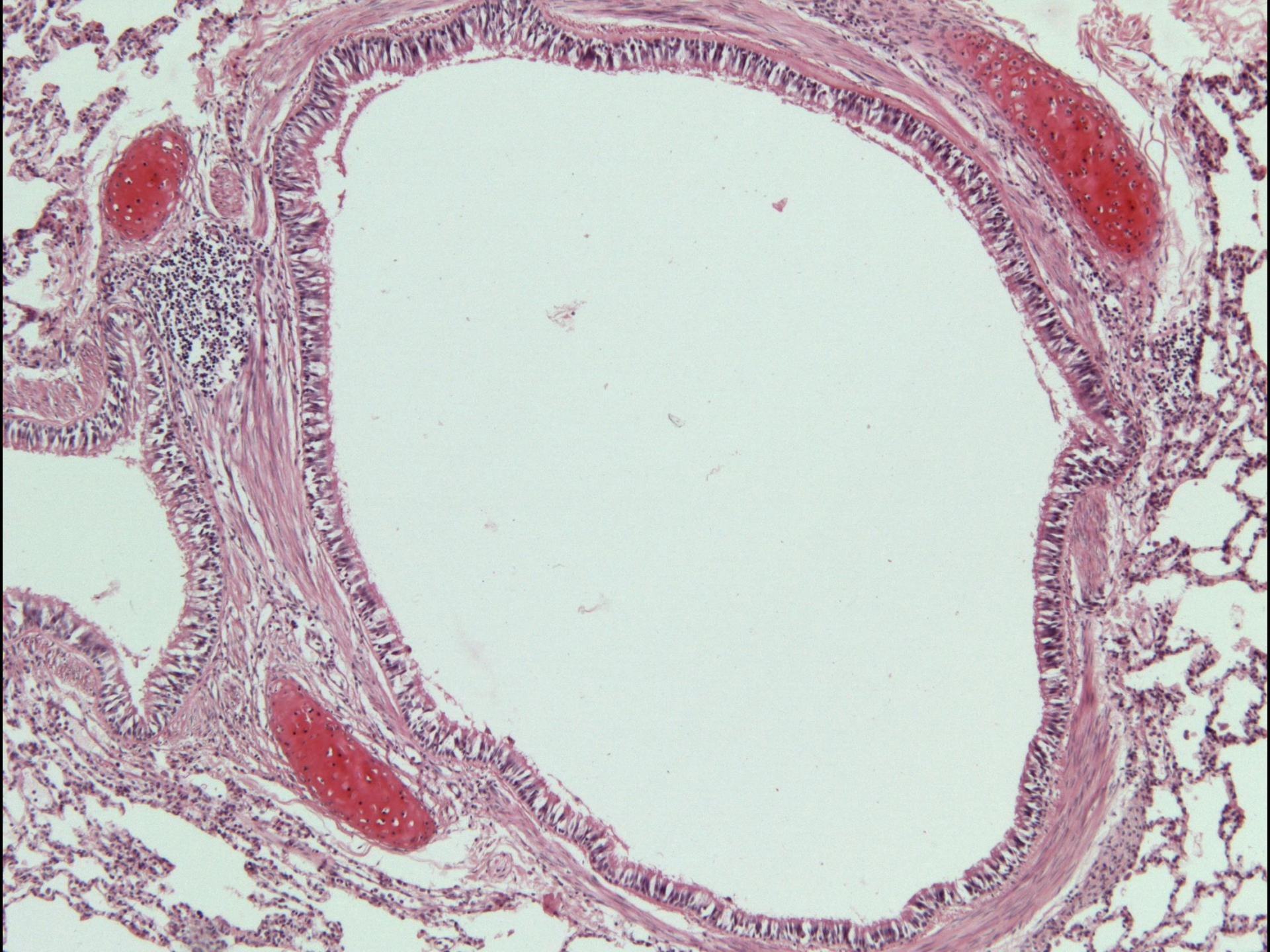
Submucosal gland

Pseudostratified columnar ciliated epithelium with goblet cells

Bundles of smooth muscle are located between the mucosa and the cartilage plates

Cartilage plates

Bronchus



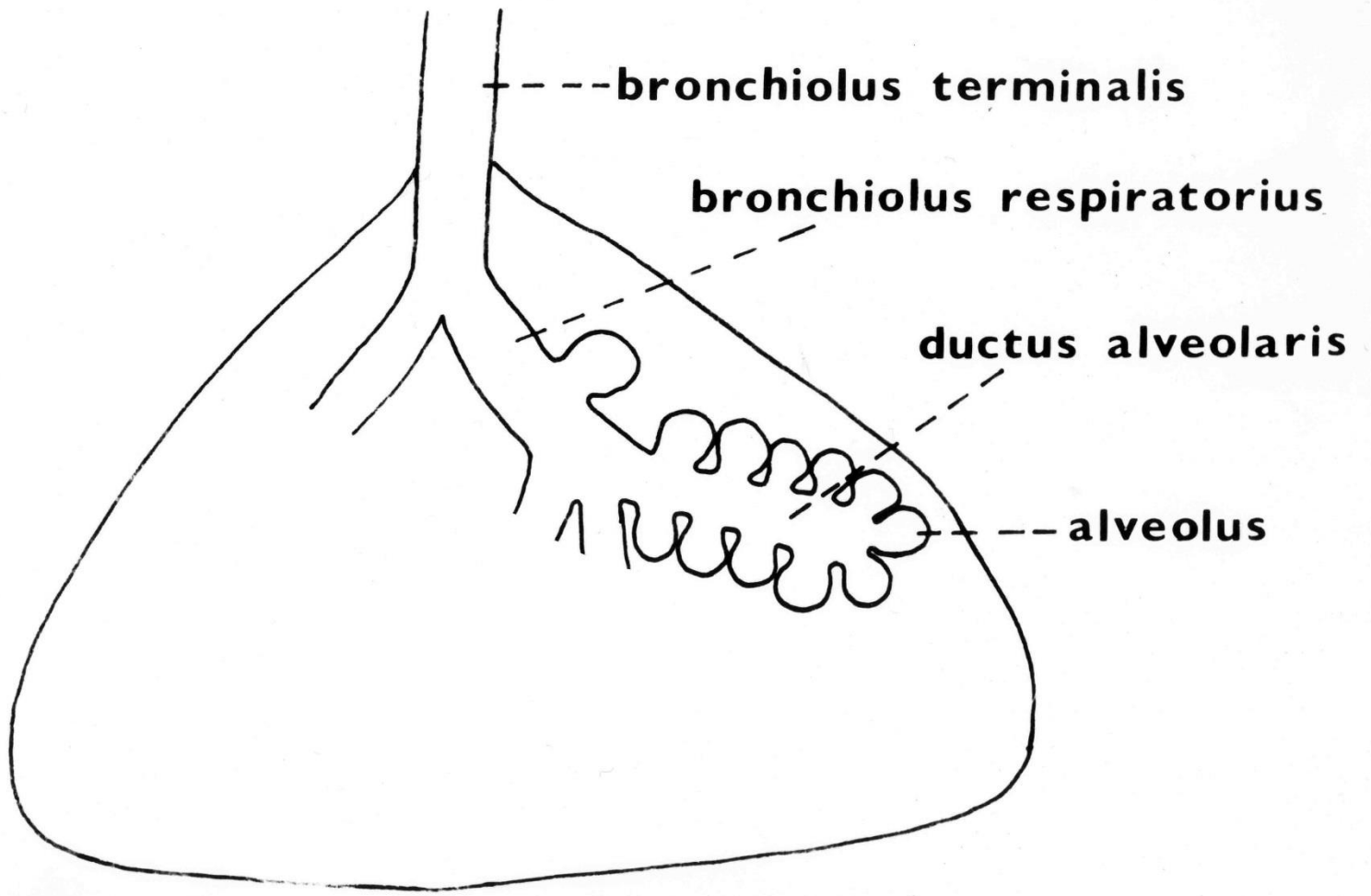


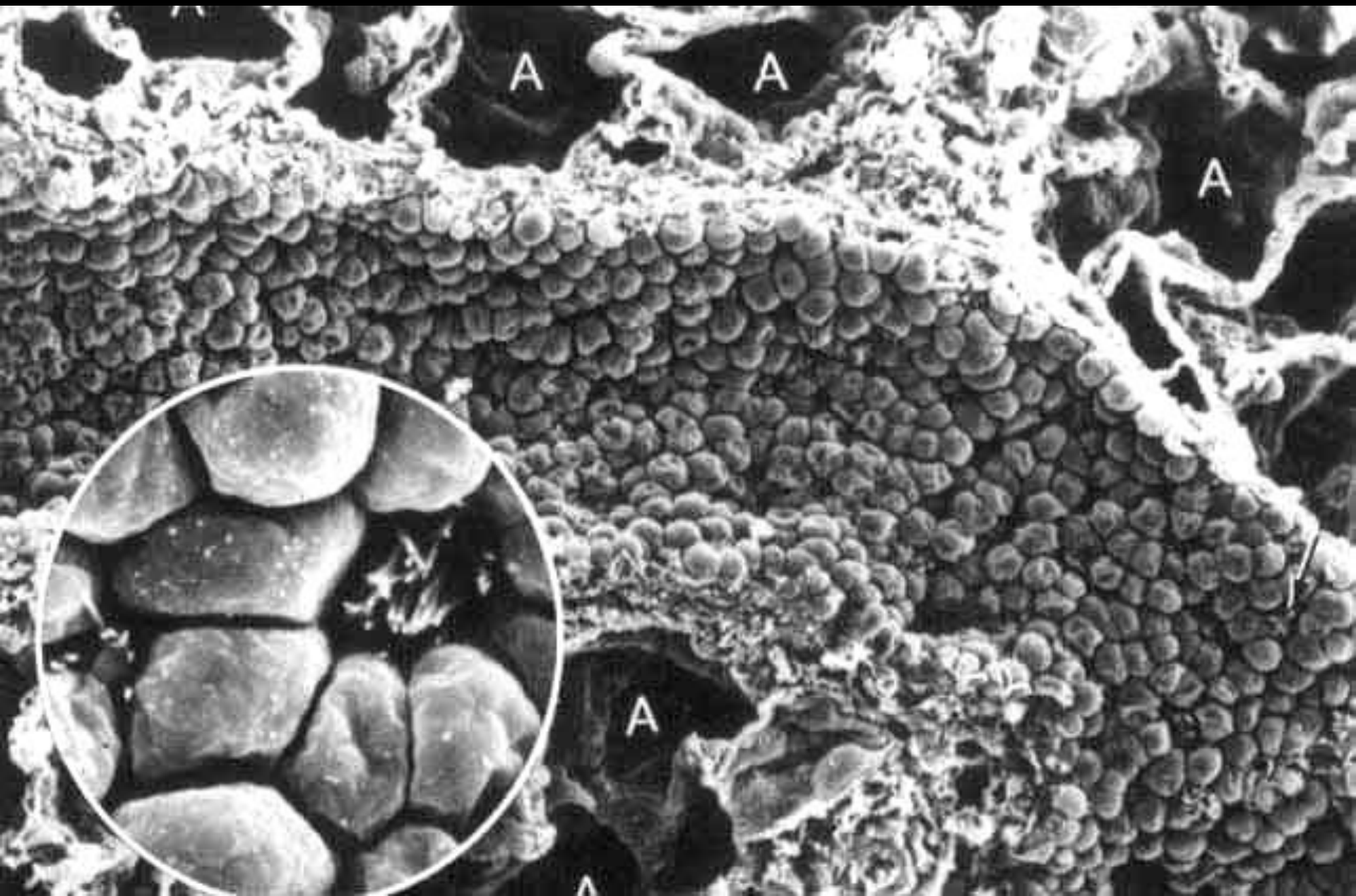
Bronchiolus

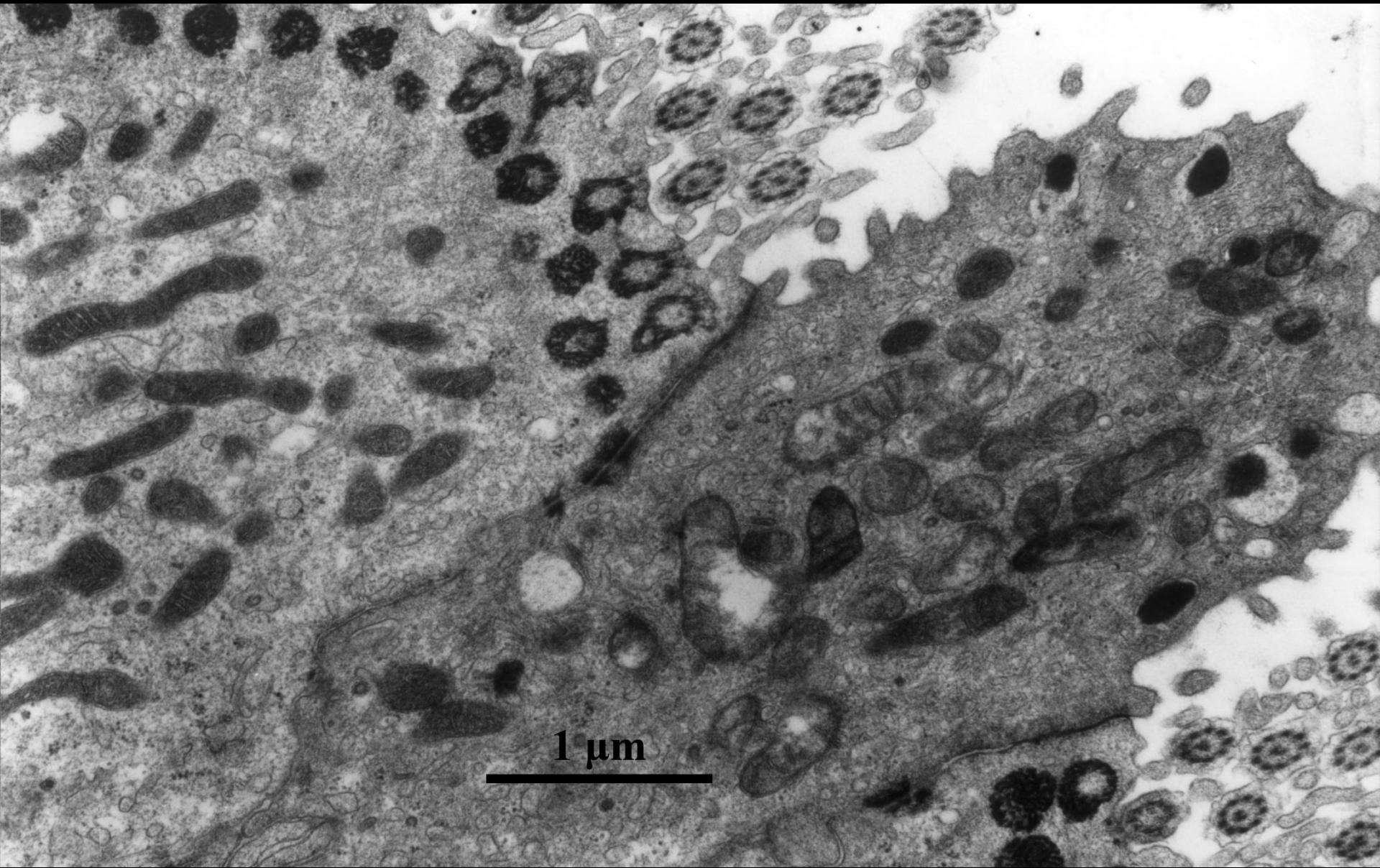


Terminální bronchiolus

LOBULUS PULMONALIS

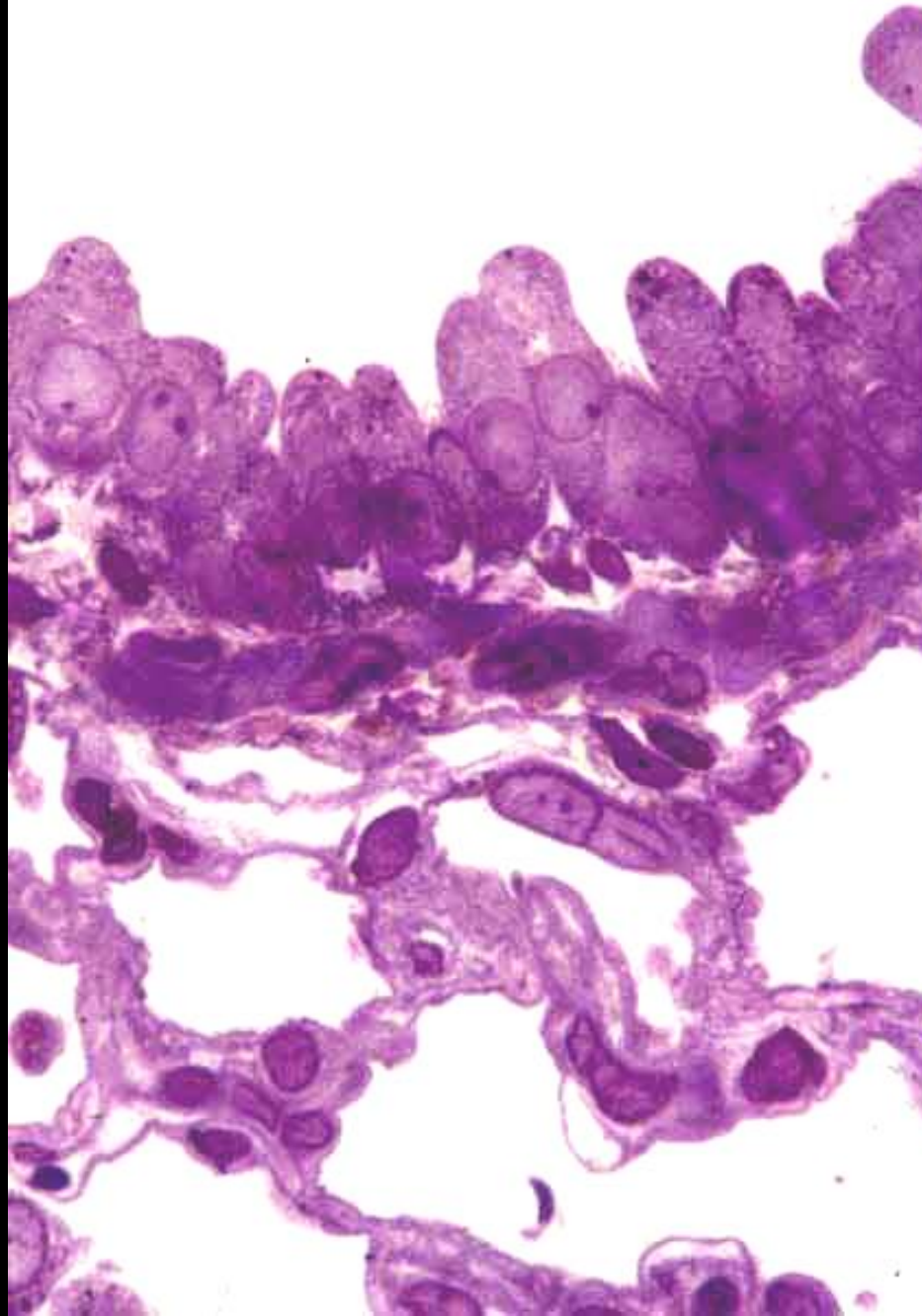


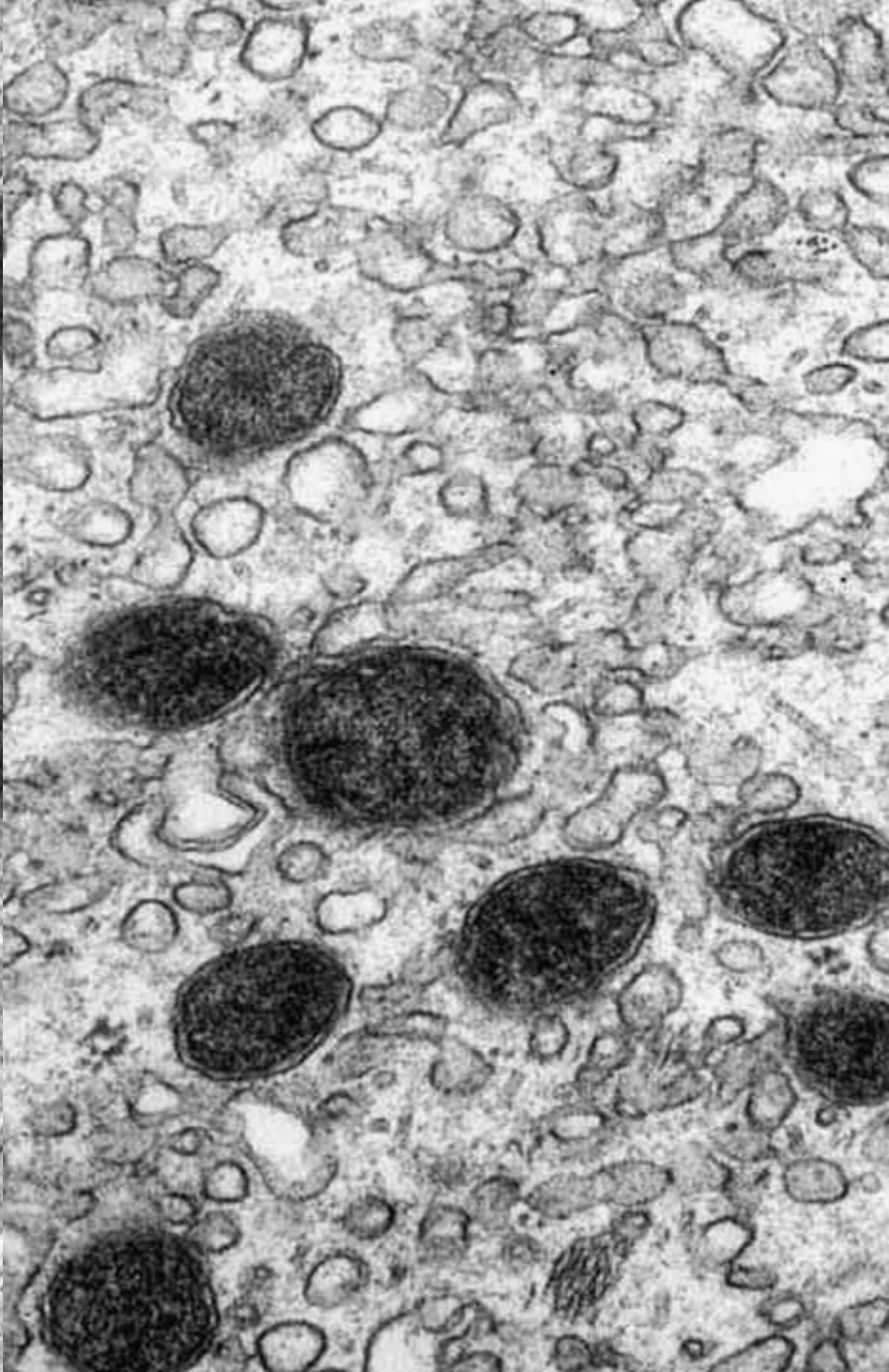
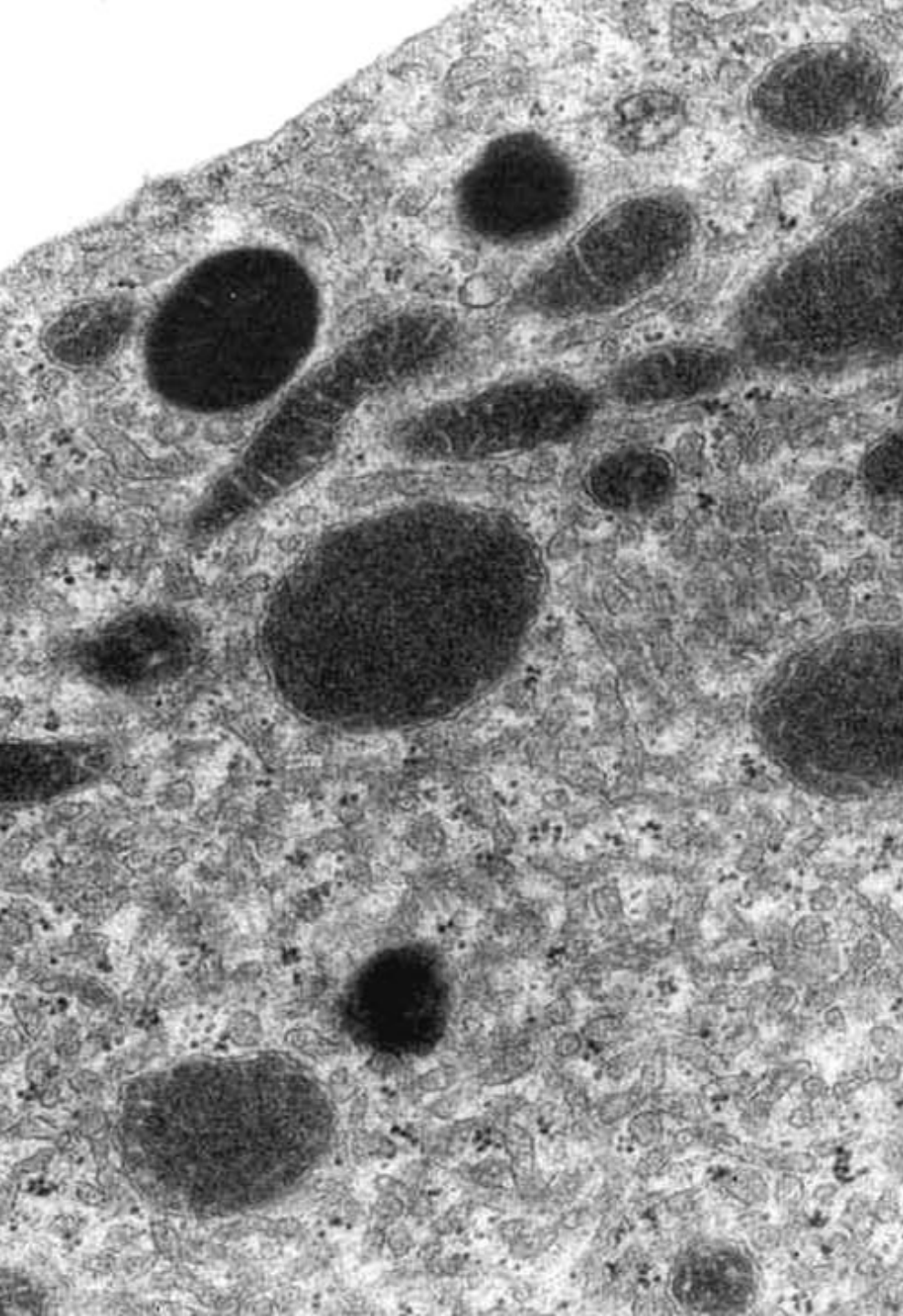




1 μm

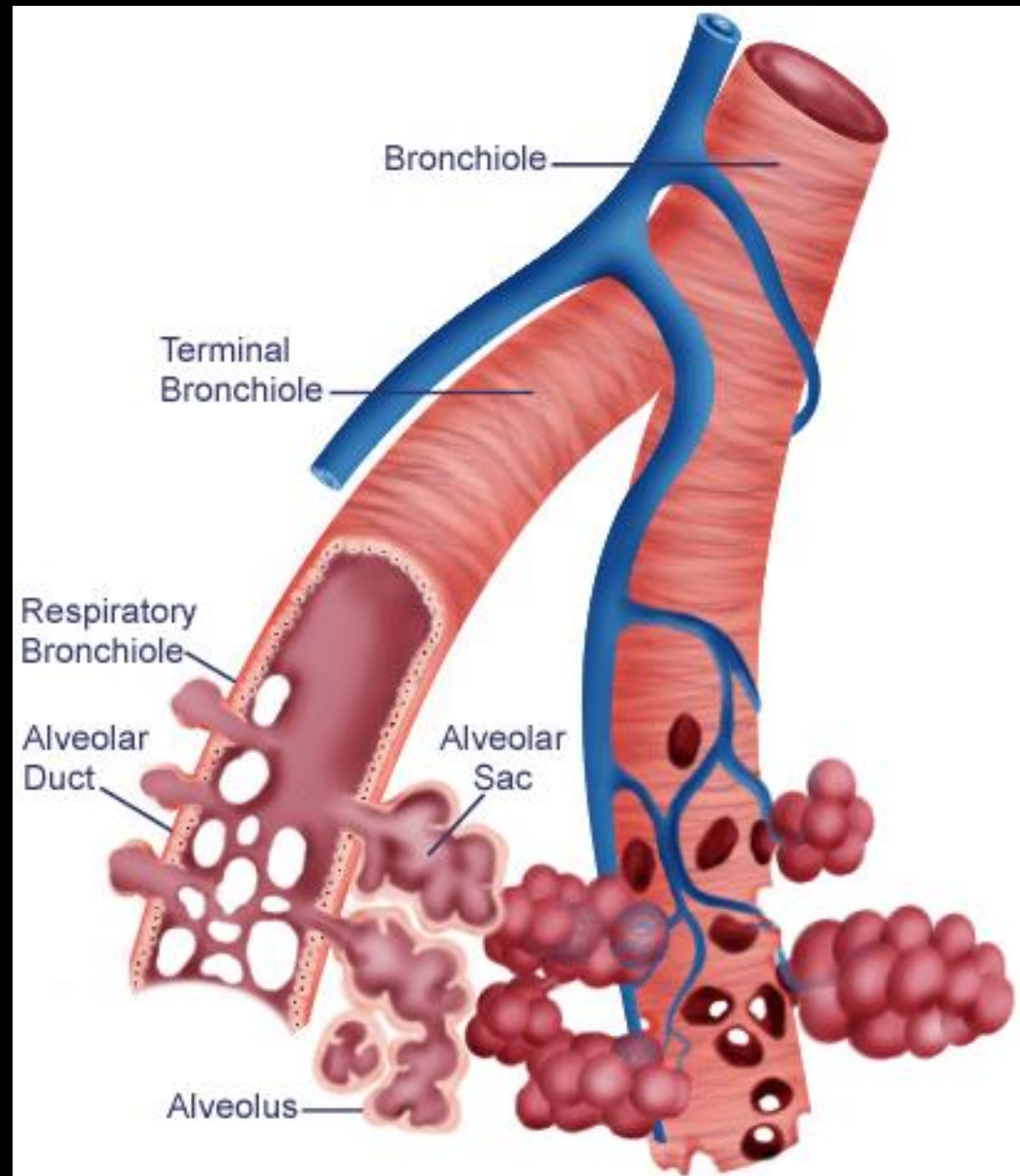
Kyjovité (Clarovy) buňky





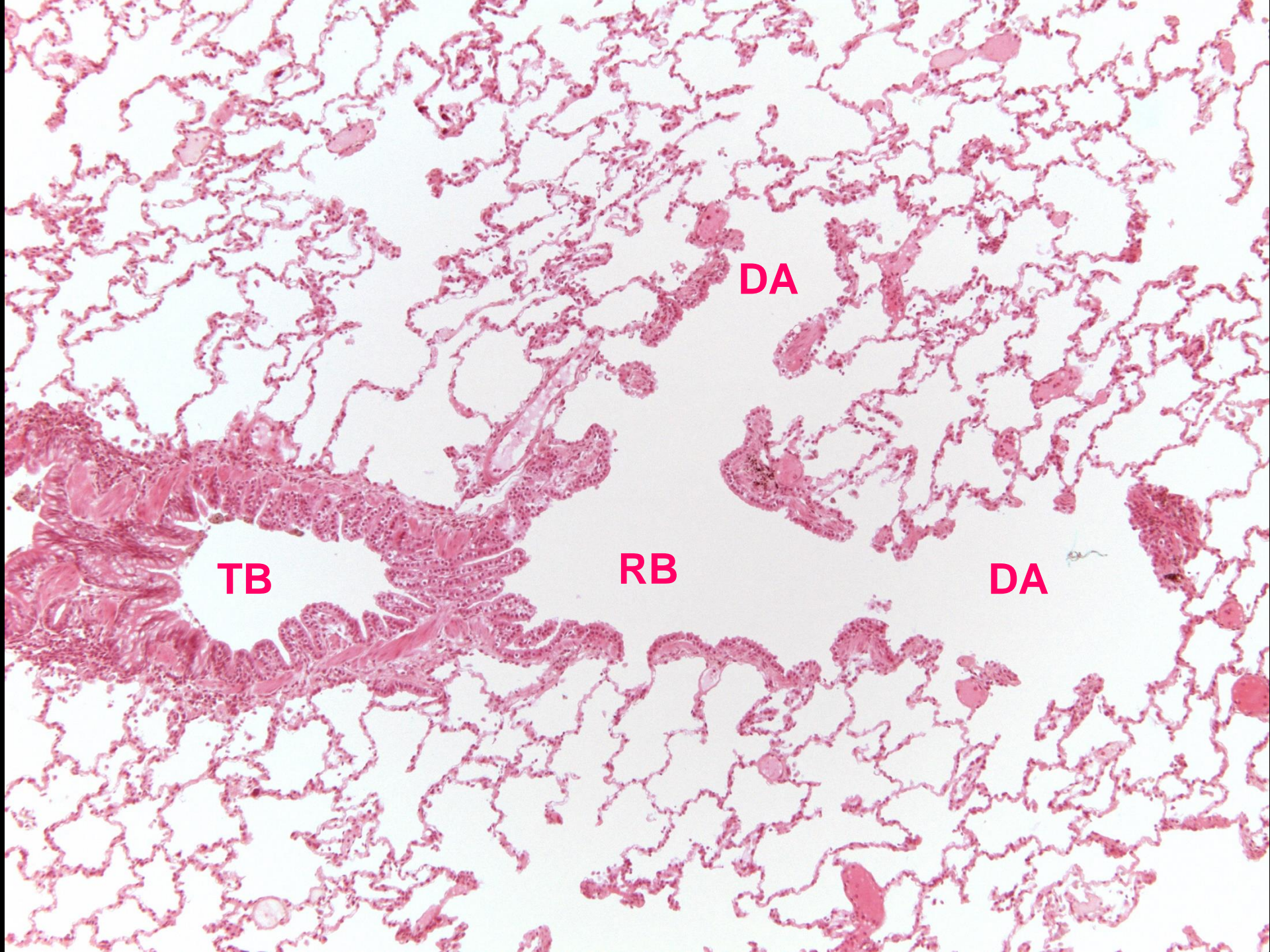
Sklípkový strom (*Arbor alveolaris*)

- dichotomické dělení
- navazuje na bronchioli terminales
- 17.–23. řád
- **funkčně respirační oddíl**



Sklípkový strom (*Arbor alveolaris*)

- **dýchací průdušinky** (*bronchioli respiratorii*)
17.-19. řád (vzniká 17-tým dělením)
 - ze stěn se vyklenují plicní sklípky
 - 19. řád tvoří **acinus pulmonalis** (8 acinů dohromady tvoří jeden lalůček)
- **sklípkové chodbičky** (*ductus alveolares*)
20.-22. řád
 - ze stěn se vyklenují plicní sklípky
 - na konci ductus alveolaris 3. řádu je **předsíň** (*atrium*), rozdělené posledním, 23. dělením, obvykle na dva:
↙↘
- **sklípkové váčky** (*sacculi alveolares*)
23. řád
 - vyklenující se už jen v:
- **plicní sklípky** (*alveoli pulmonis*)



TB

RB

DA

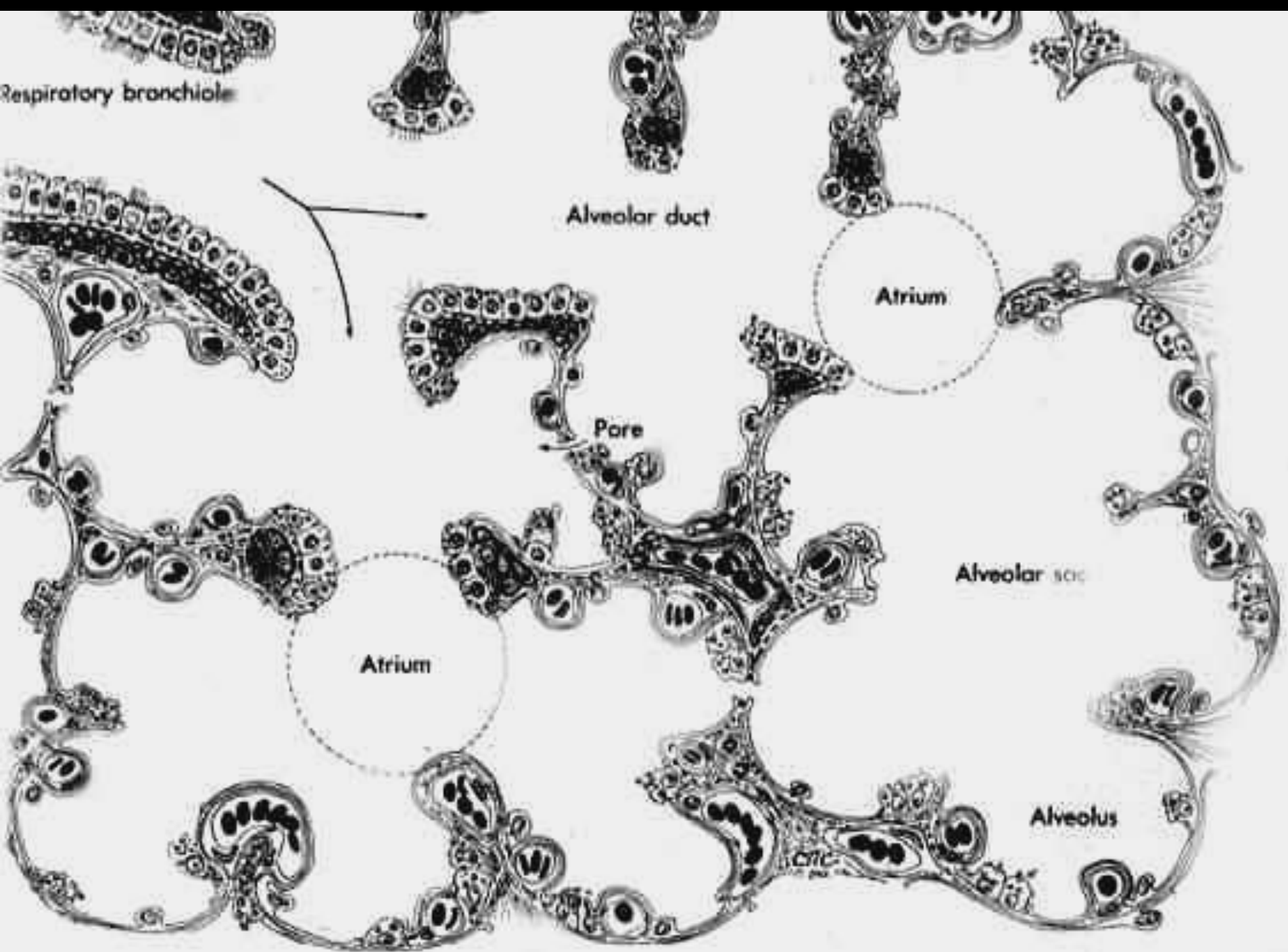
DA

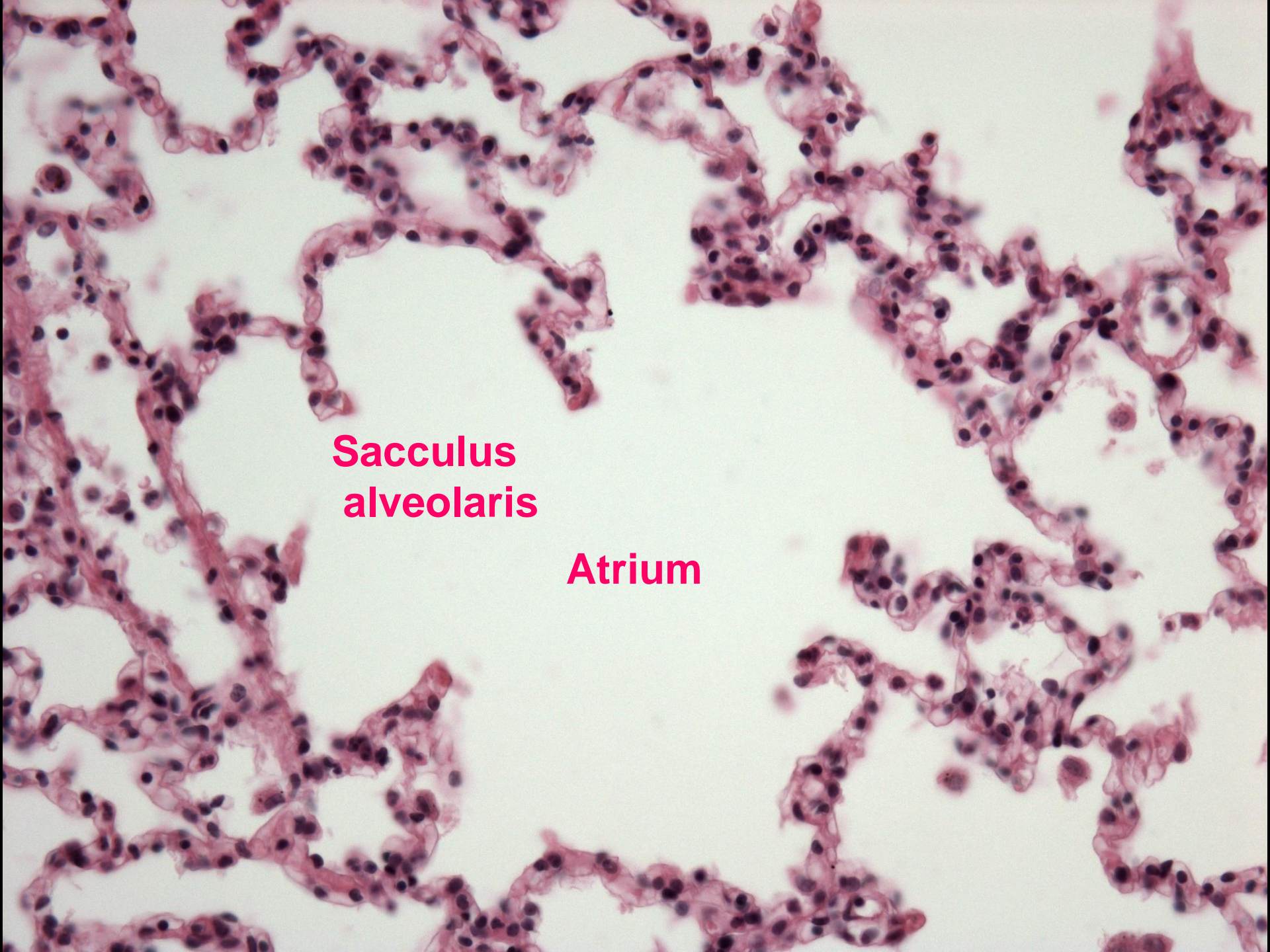
A histological micrograph of lung tissue stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image displays a complex network of alveolar sacs and bronchioles. A prominent feature is a respiratory bronchiole, which is a small airway with a wall composed of a single layer of cuboidal epithelial cells. The lumen of this bronchiole is partially filled with a pinkish, eosinophilic material, likely mucus or cellular debris. The surrounding alveolar walls are thin and consist of a single layer of flattened alveolar cells. The overall structure is highly branched and interconnected, typical of the lung's architecture.

Respirační bronchiolus

A histological section of mammary gland tissue stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows a complex network of ducts and alveoli. The ducts are lined by a single layer of cuboidal epithelial cells, and the alveoli are filled with secretory cells. The overall structure is highly branched and interconnected. The text "Ductus alveolaris" is overlaid in red in the center of the image.

Ductus alveolaris

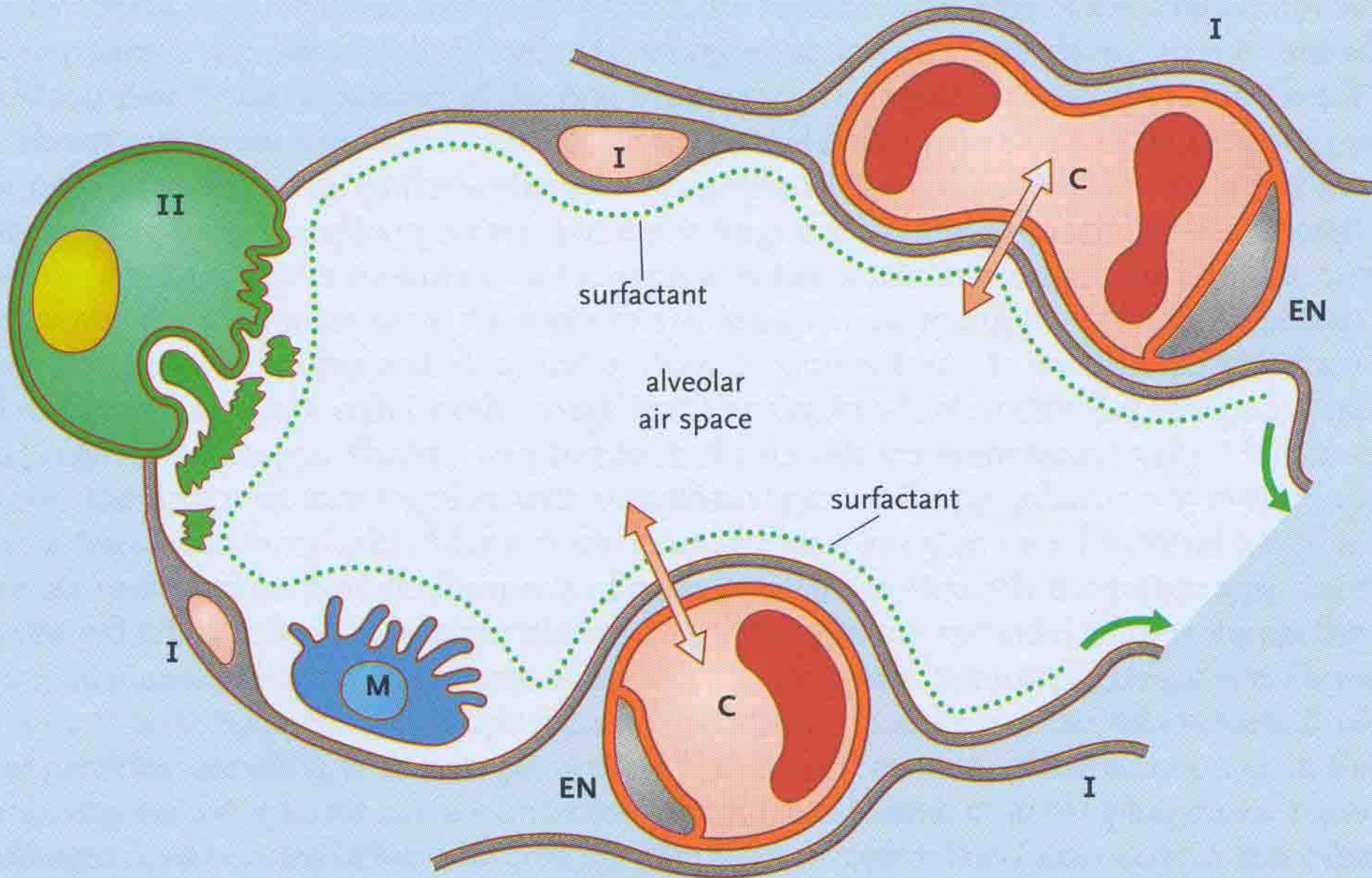


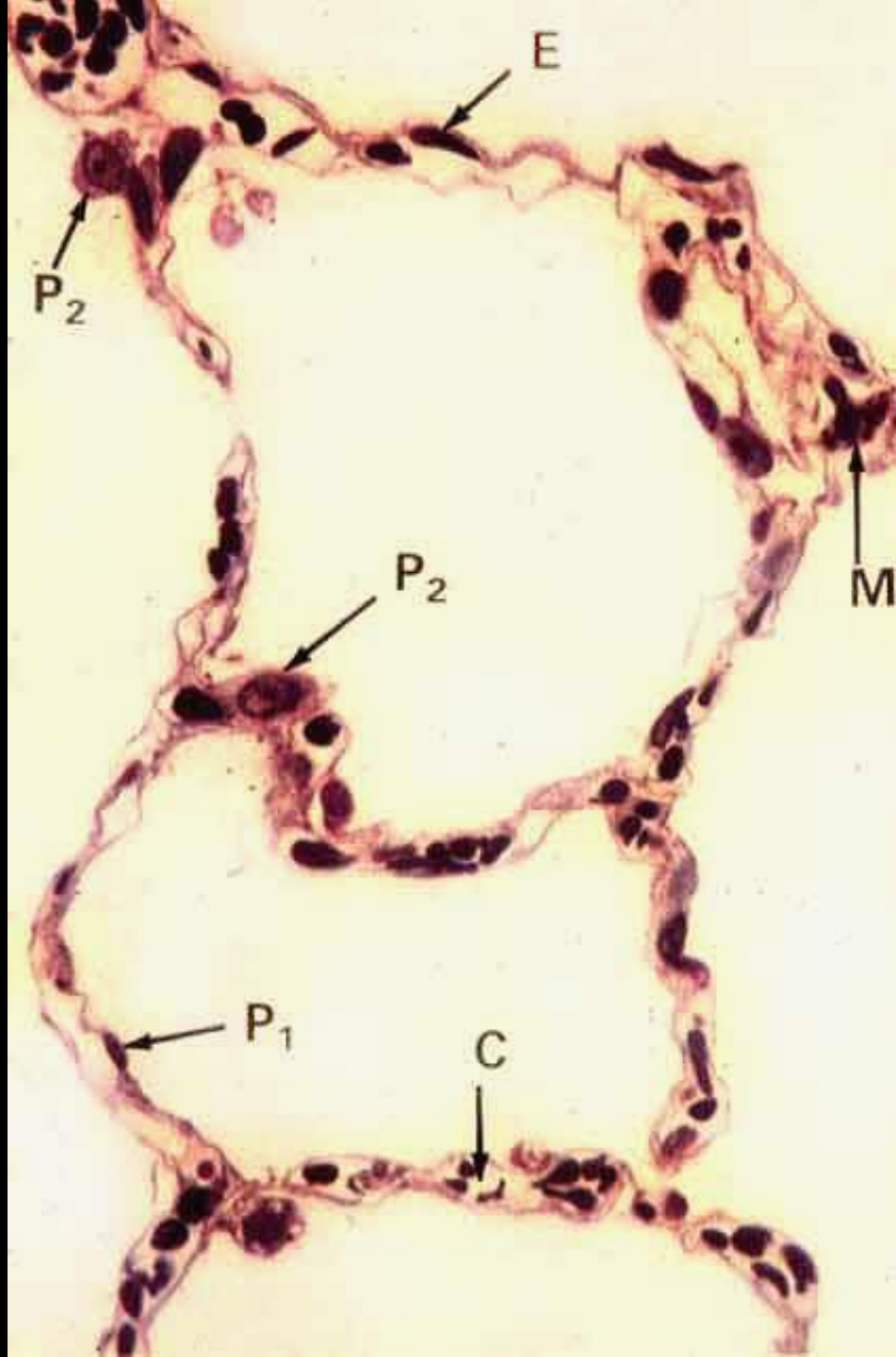


**Sacculus
alveolaris**

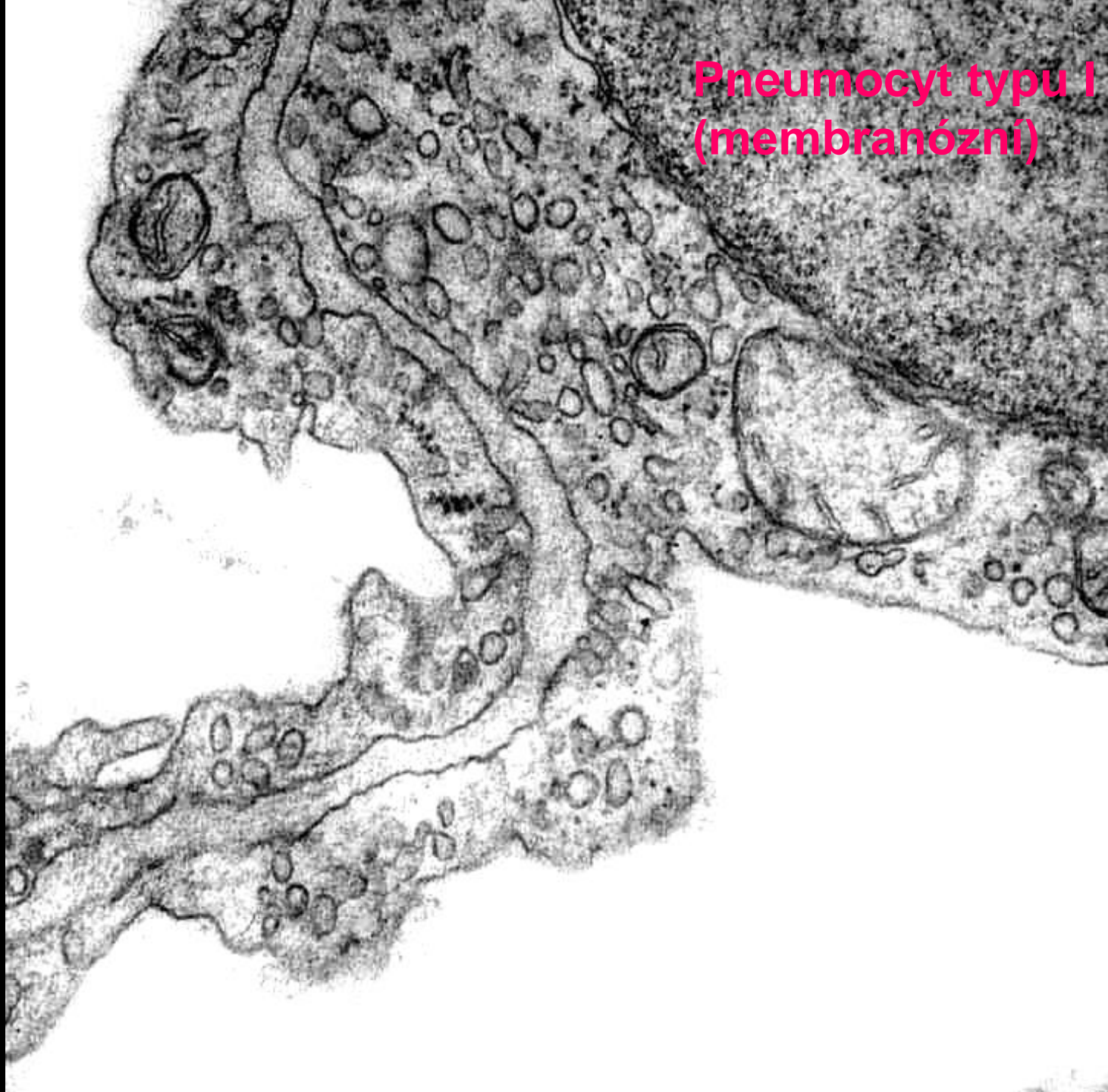
Atrium

Plicní alveolus

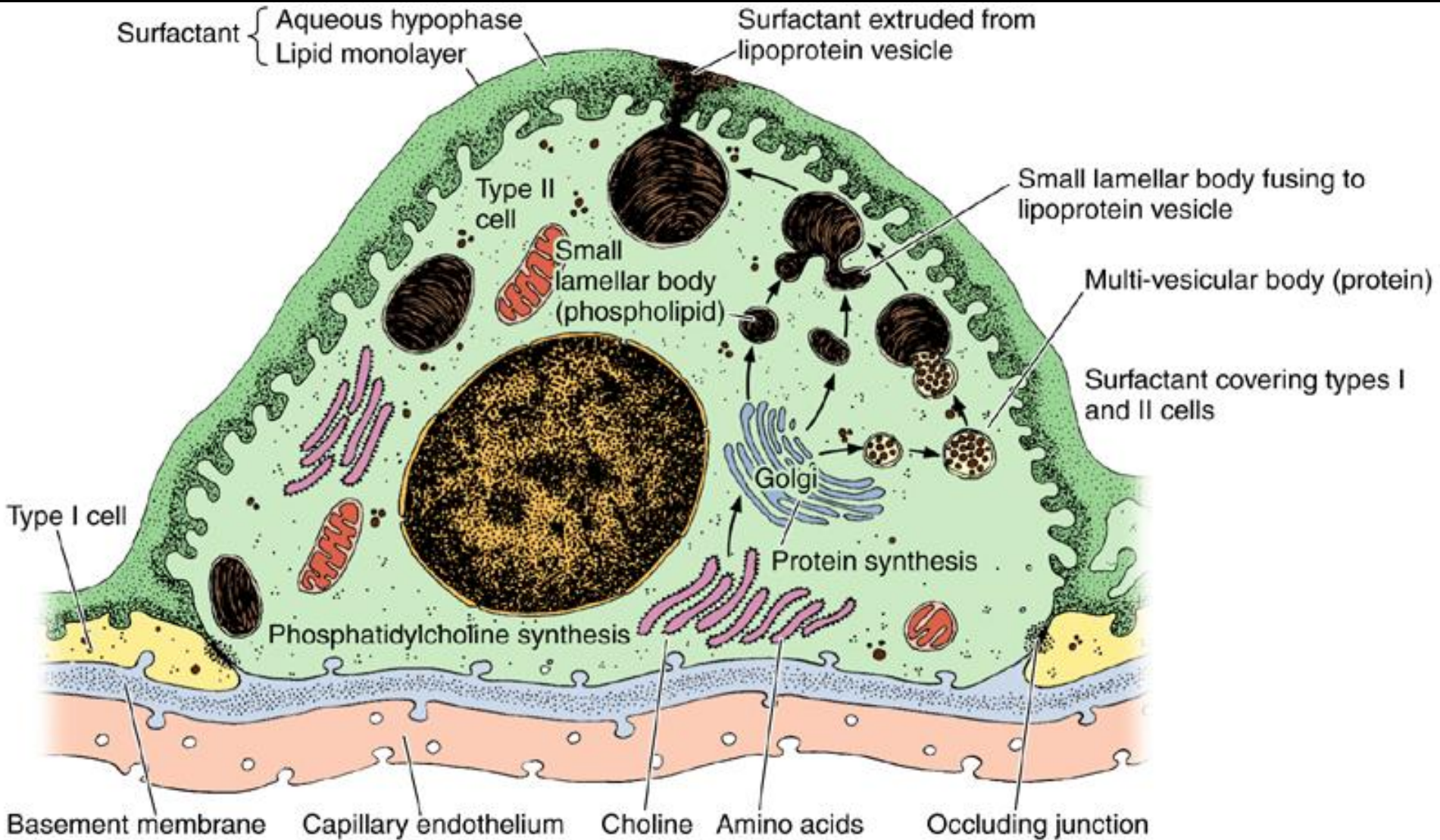


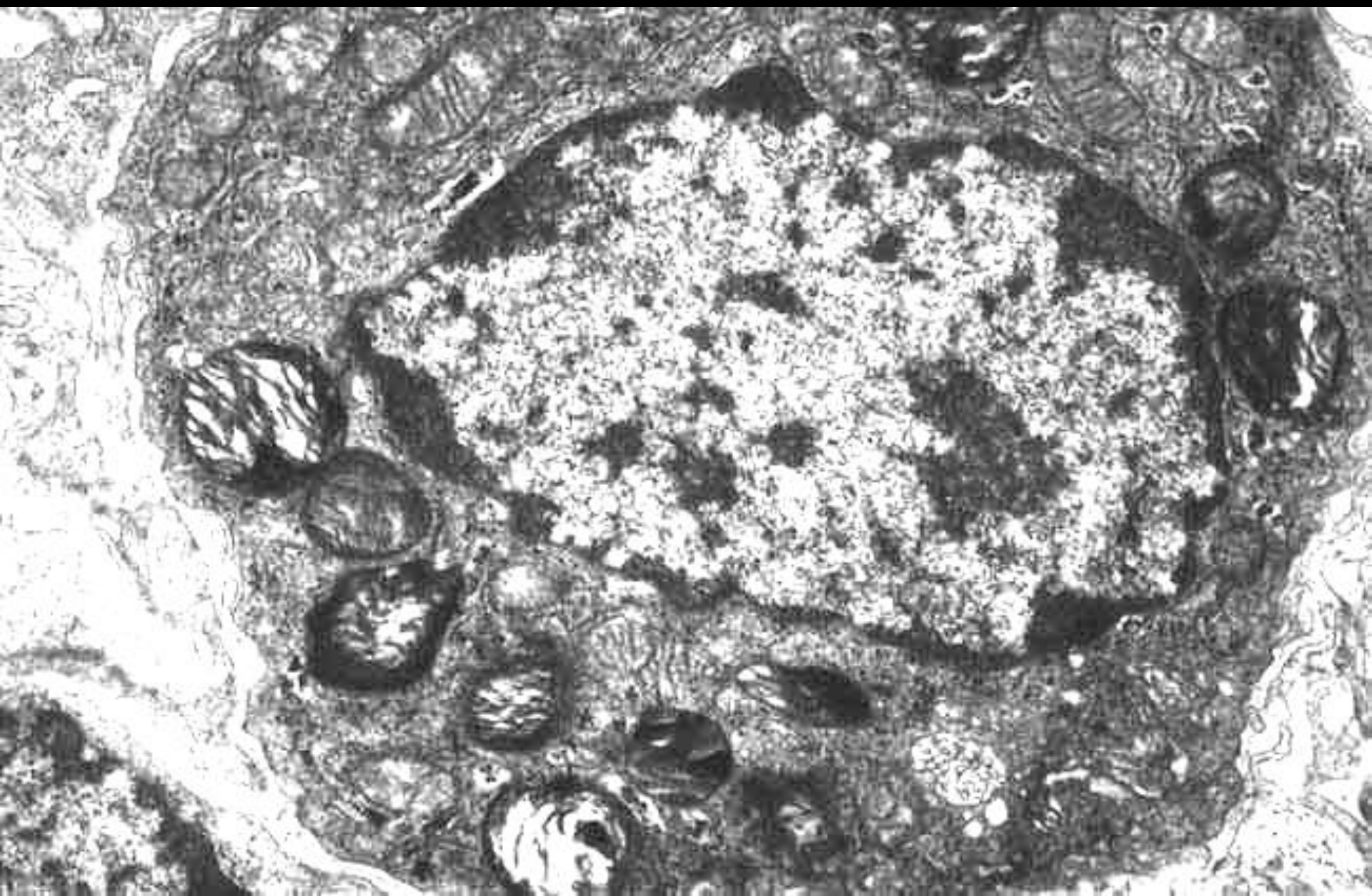


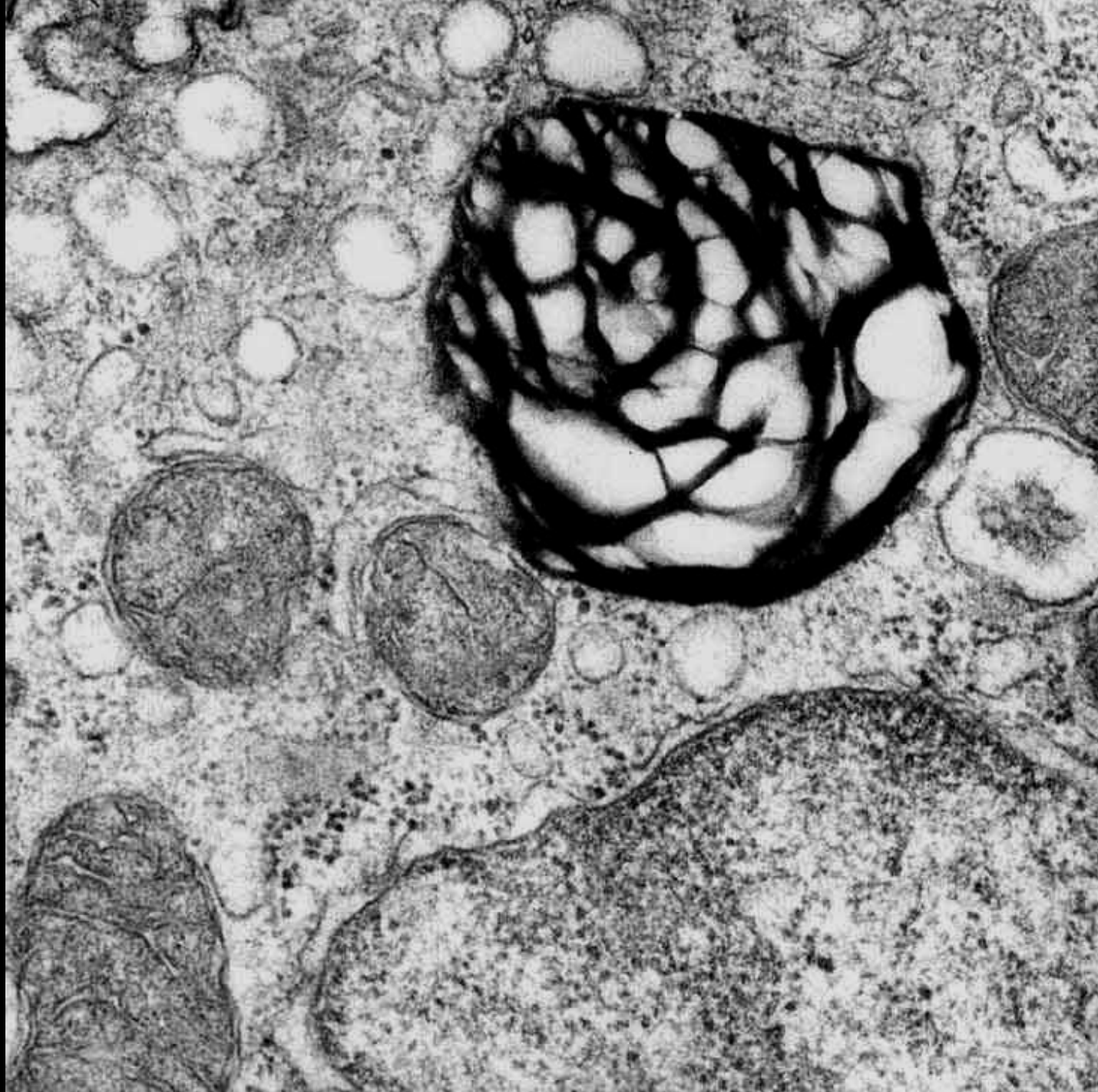
**Pneumocyt typu I
(membranózní)**



Pneumocyt typu II (granulární)



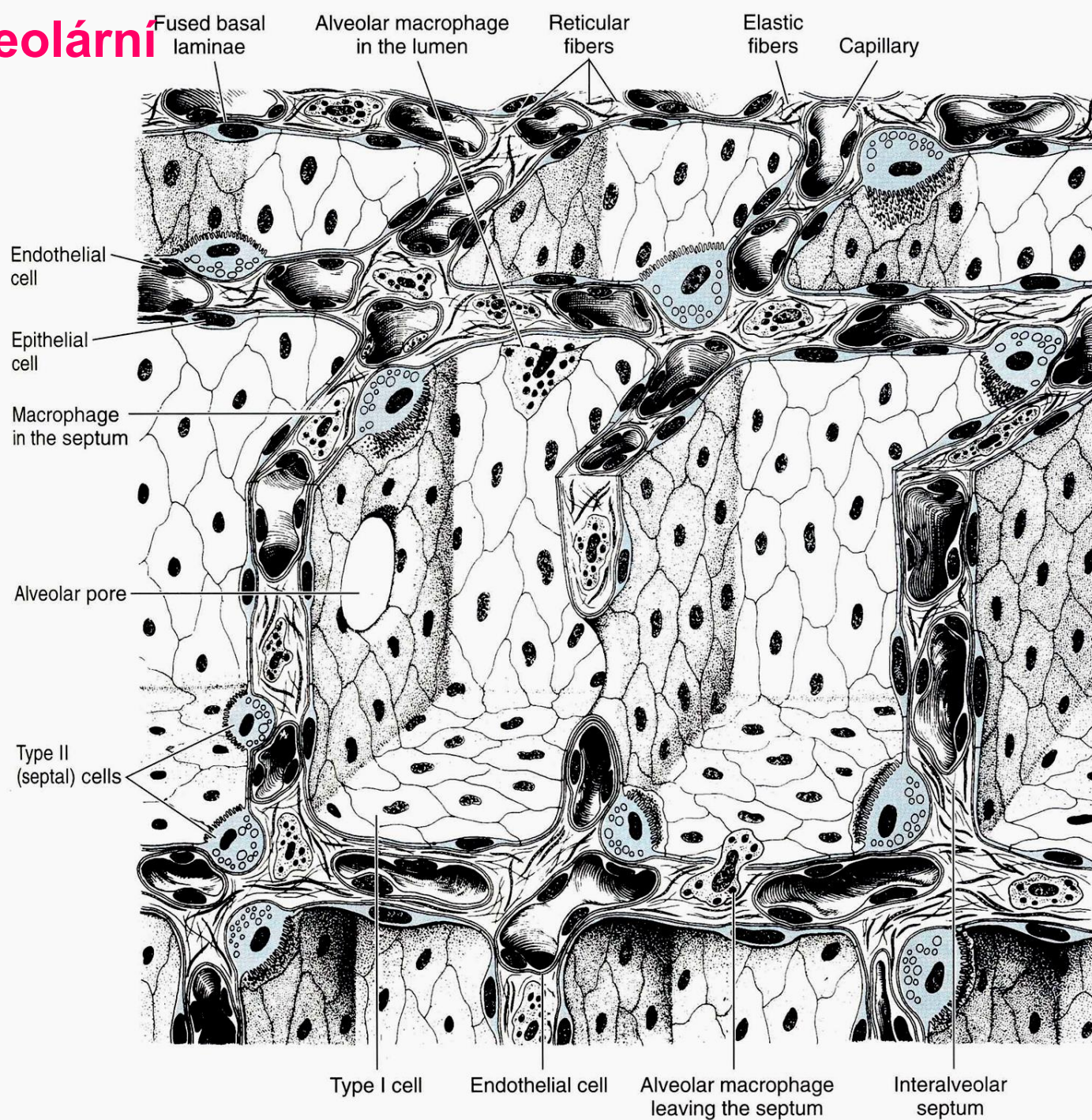




Surfaktant (*Surfactantum*) (alveolární „lining complex“)

- surface-active-agent
- snižuje povrchové napětí plicních sklípků
- zabraňuje jejich kolabování během výdechu
- vodní hypofáze a lipidová epifáze
(dipalmitoyl lecitin)
- resorpce a obnova buňkami sklípků
- průchod do dýchacích cest →
bronchoalveolární tekutina

Interalveolární septa



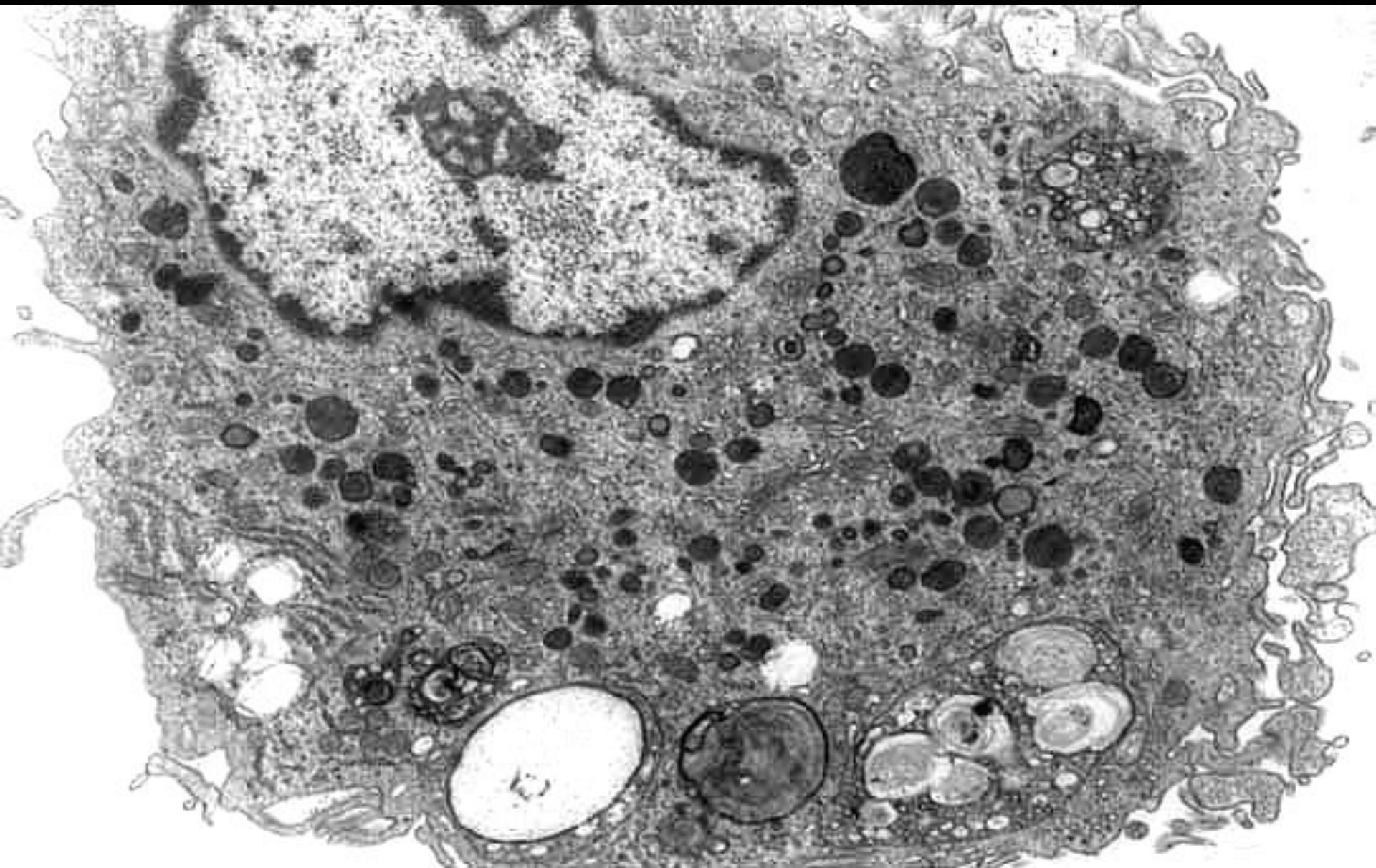


Tlustý oddíl septa

**Intersticiální
makrofág**

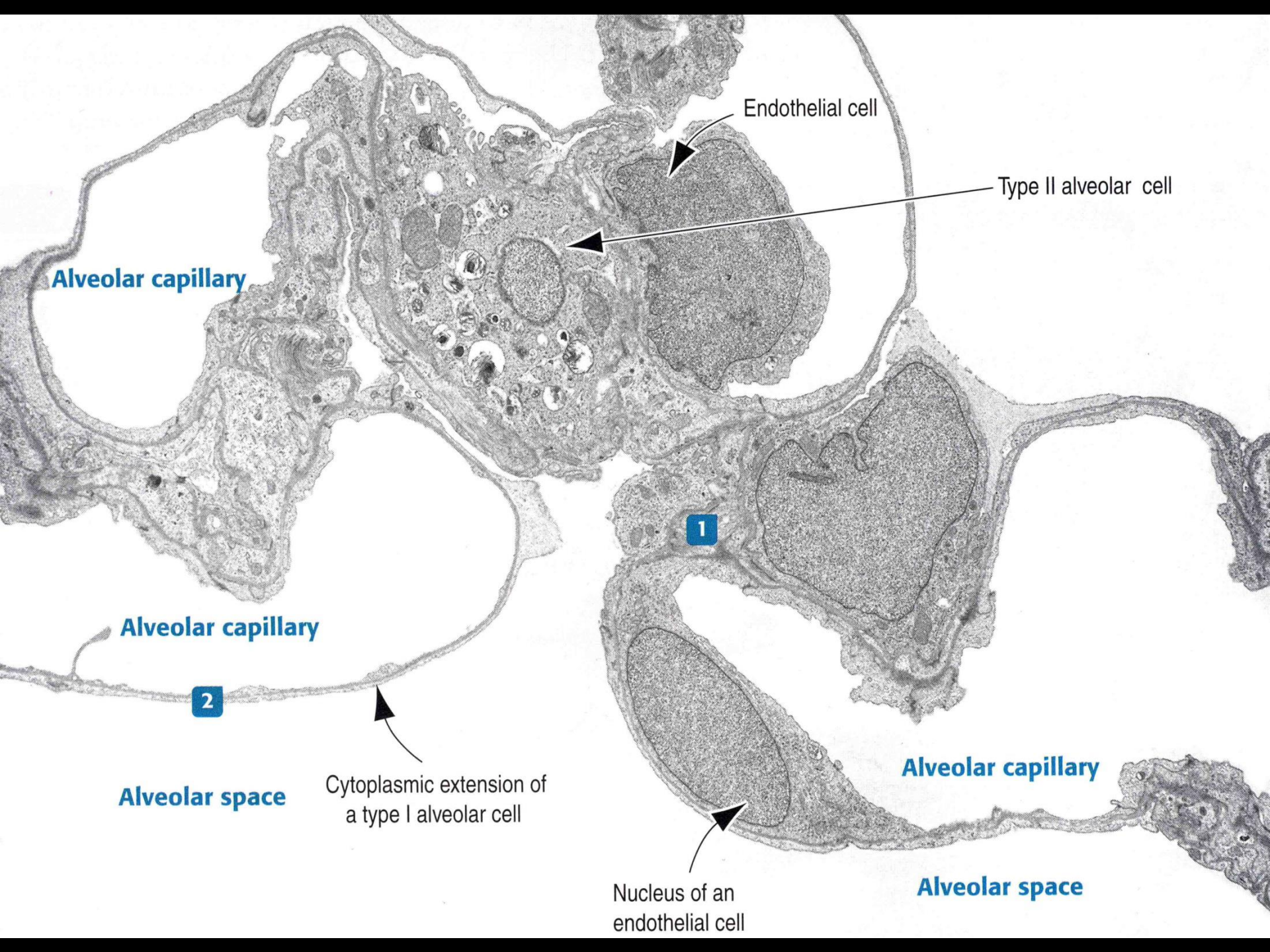
Alveolární makrofág





A histological micrograph of placental tissue, stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows a cross-section of a chorionic plate septum, which is a thin, fibrous structure that divides the chorionic plate into lobes. The septum is composed of connective tissue and contains small blood vessels. The surrounding tissue is the chorionic plate, which is a layer of connective tissue that surrounds the fetus in the uterus. The overall appearance is that of a thin, pinkish, fibrous structure with some small, dark-staining nuclei scattered throughout.

Tenký oddíl septa



Alveolar capillary

Endothelial cell

Type II alveolar cell

Alveolar capillary

2

Alveolar space

Cytoplasmic extension of a type I alveolar cell

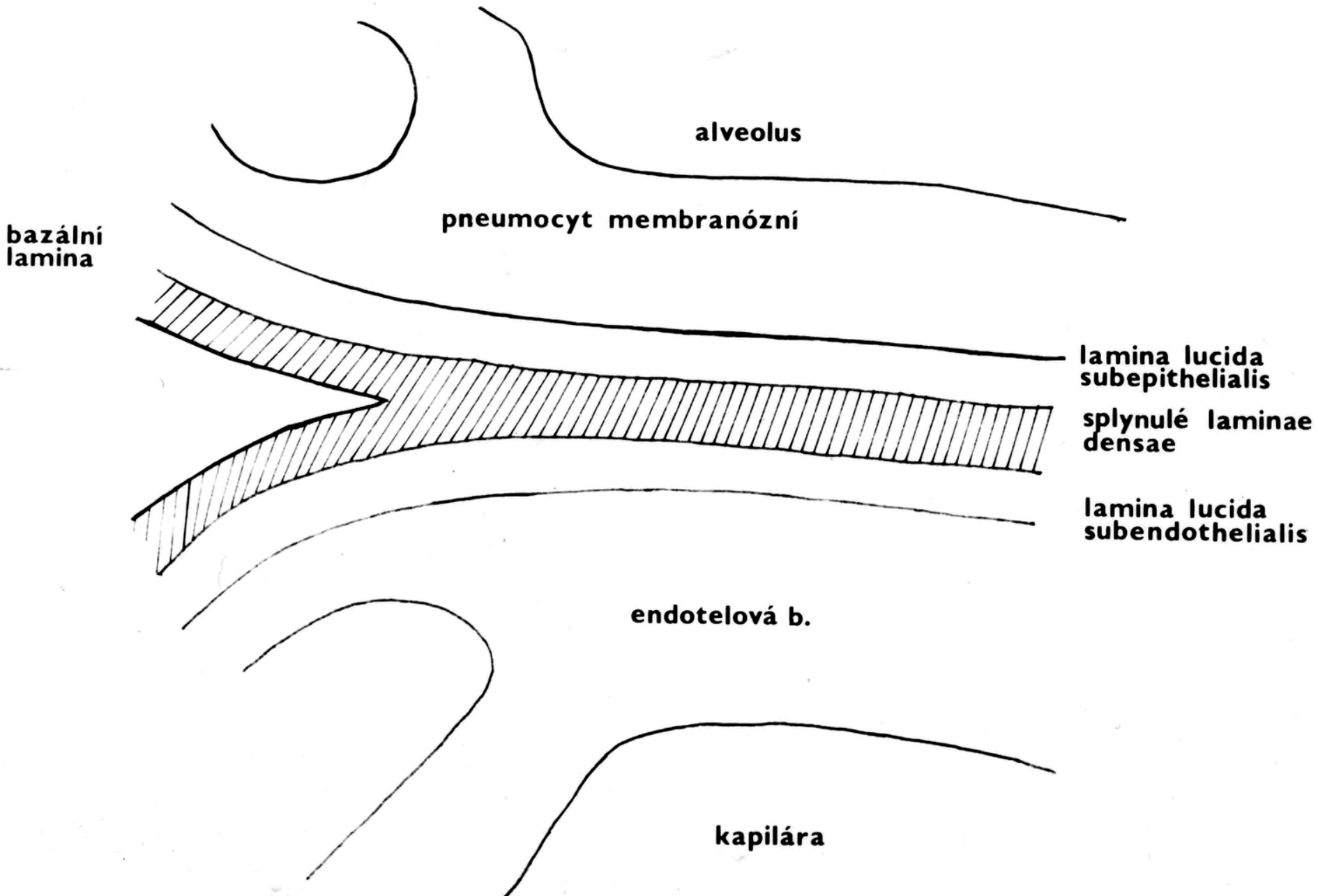
1

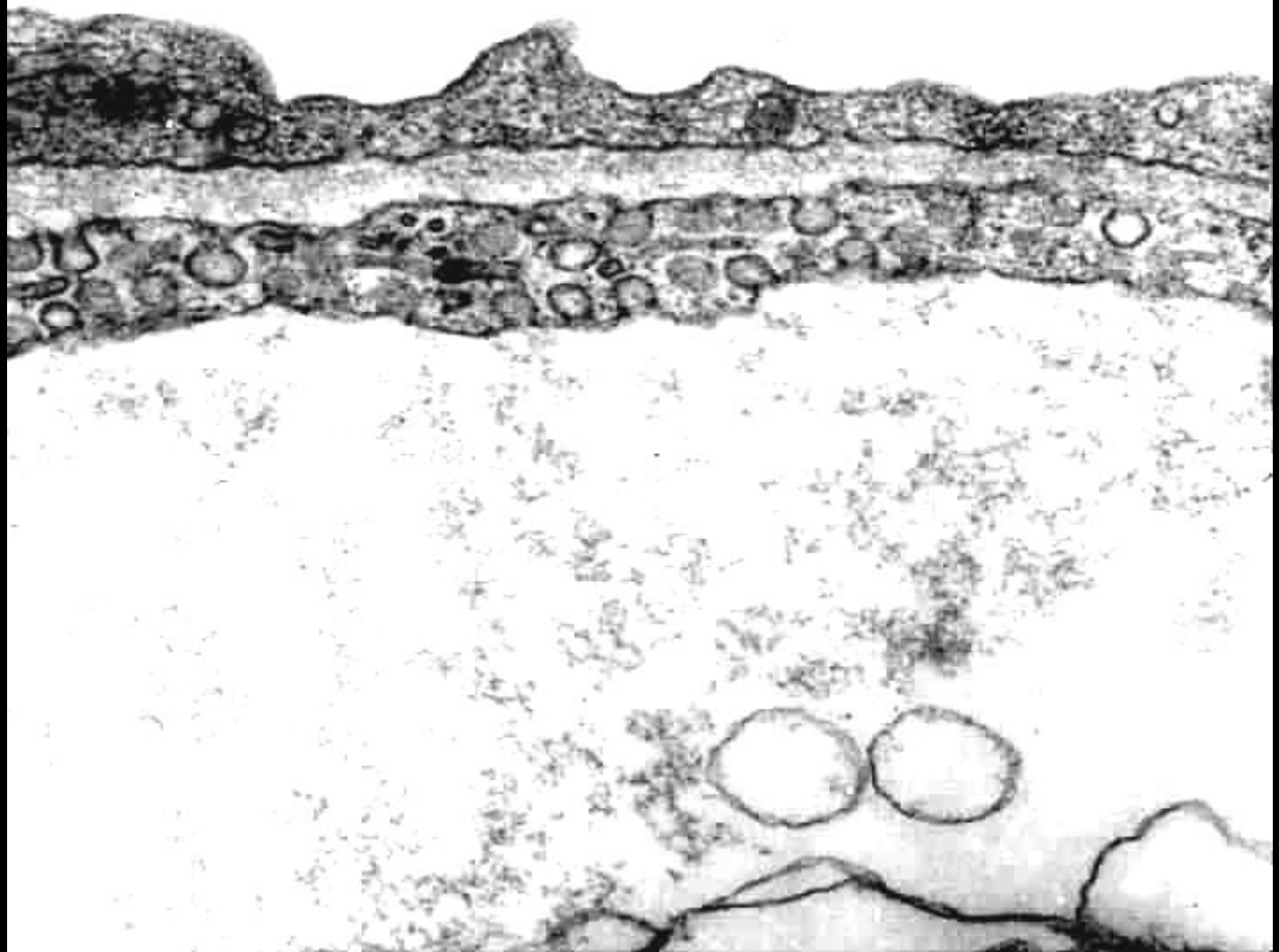
Alveolar capillary

Alveolar space

Nucleus of an endothelial cell

Bariéra krev-vzduch





Plíce (*Pulmo*) – popis

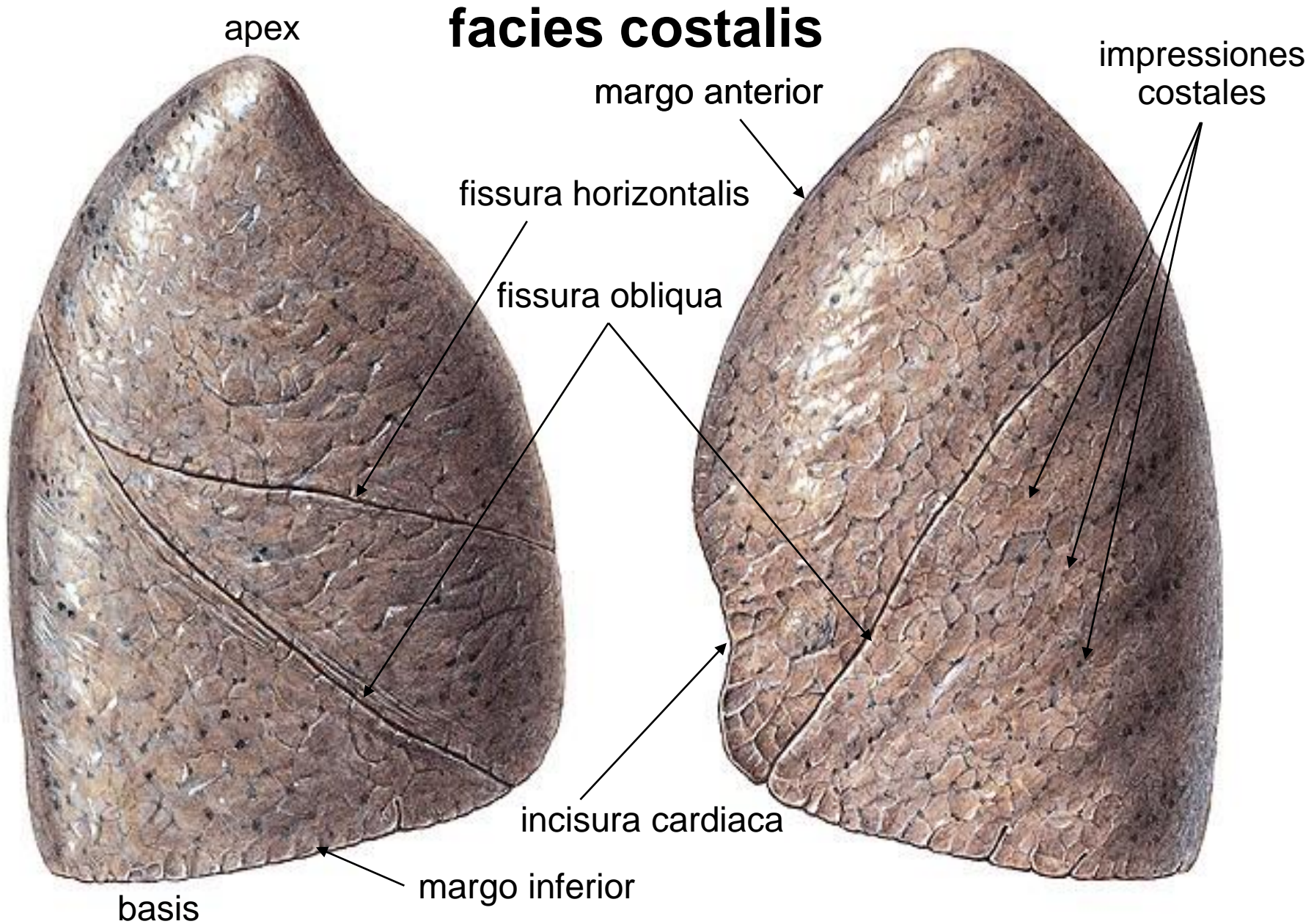
- 1 plíce = plicní křídlo

popis: basis, apex

- facies costalis (+ pars vertebralis)
- facies mediastinalis (+ impressio cardiaca)
- facies diaphragmatica
- (facies interlobaris)
- margo anterior (incisura cardiaca p.sin.)
- margo inferior
- hilum pulmonis, radix pulmonis
- fissura obliqua, fissura horizontalis p. dx.
- otisky

PRAVÁ PLÍCE

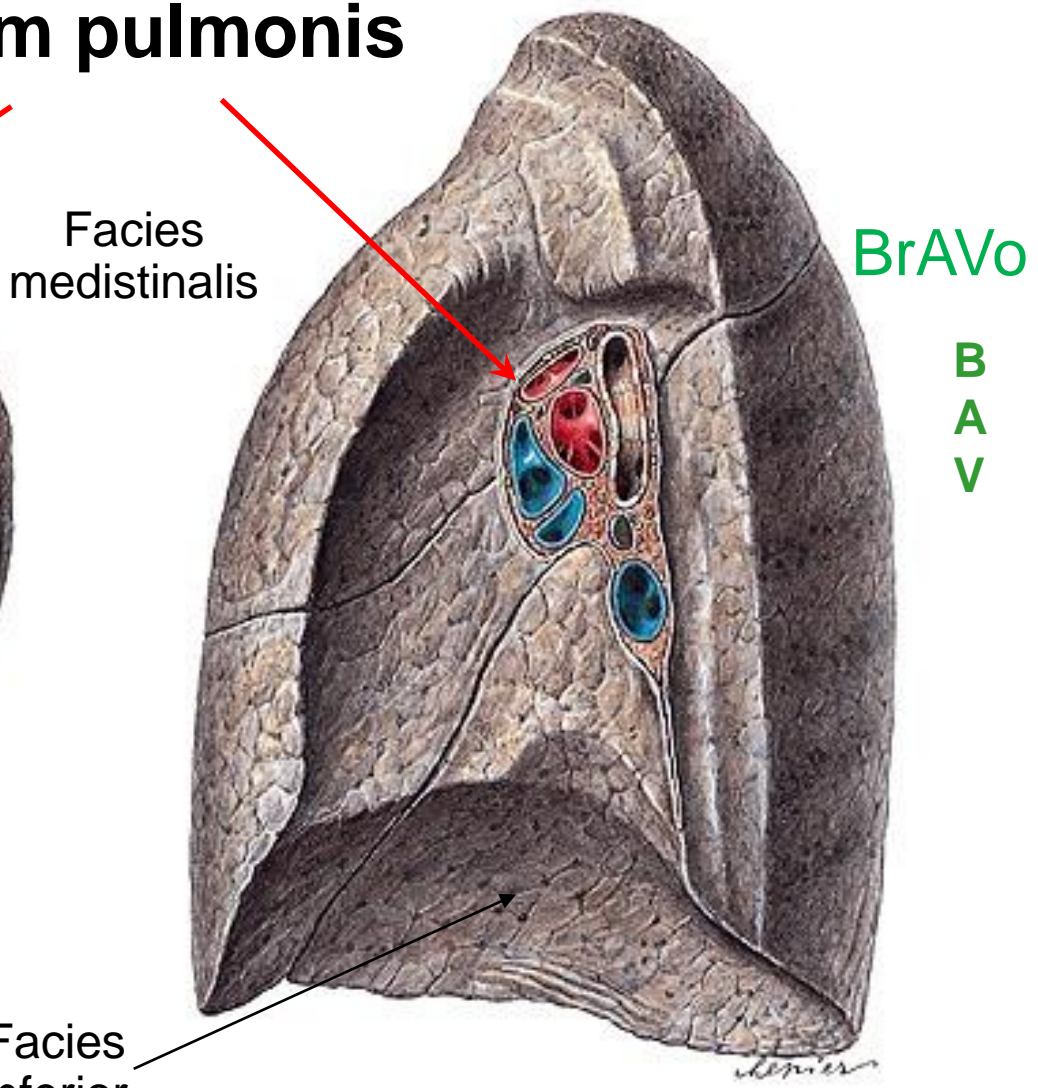
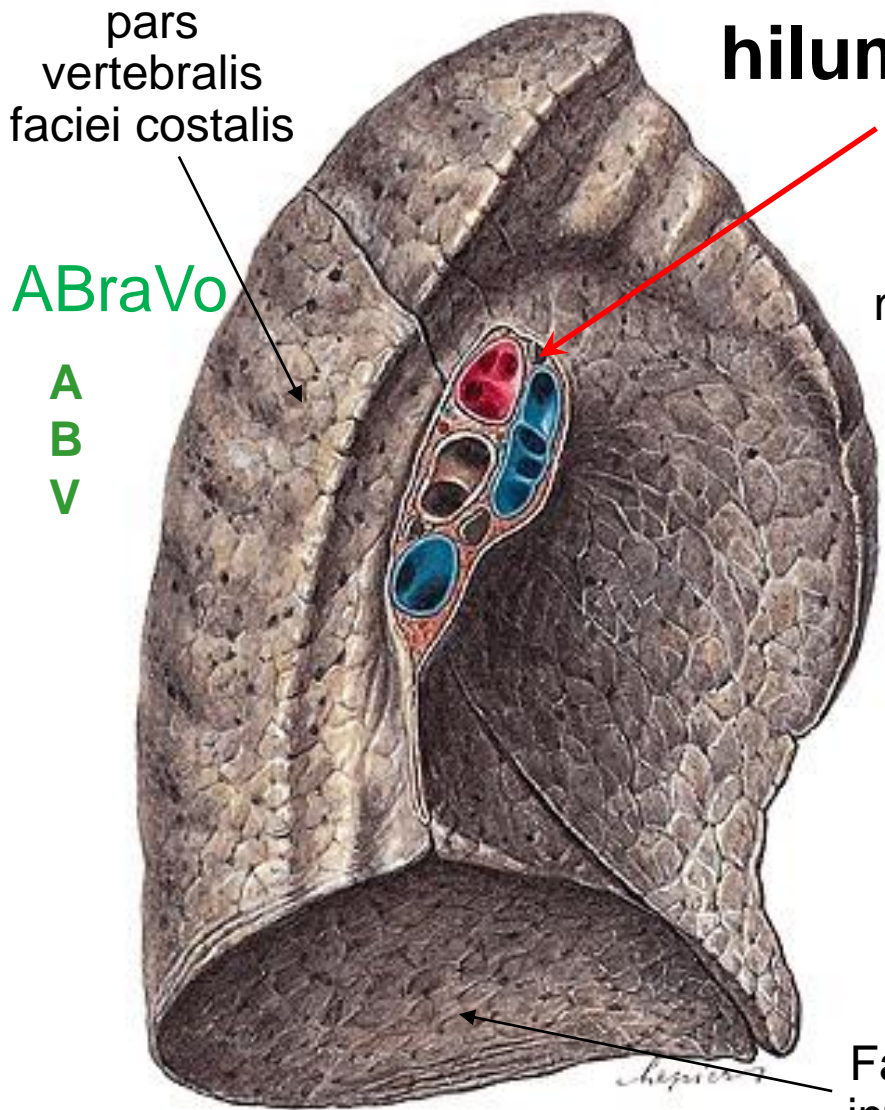
LEVÁ PLÍCE



LEVÁ PLÍCE

PRAVÁ PLÍCE

hilum pulmonis



Plíce – otisky

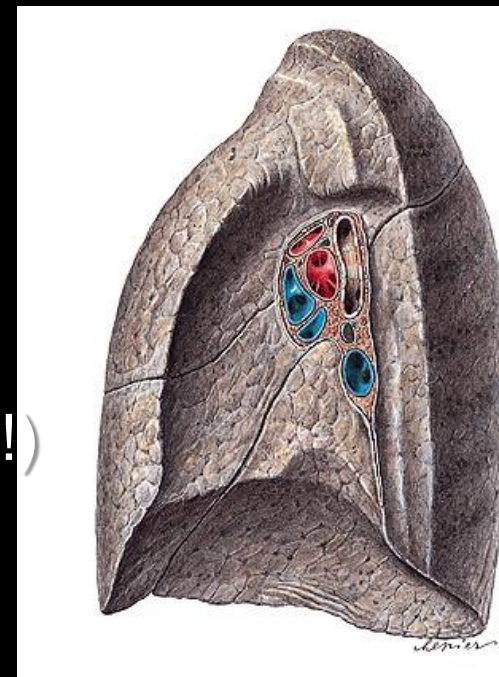
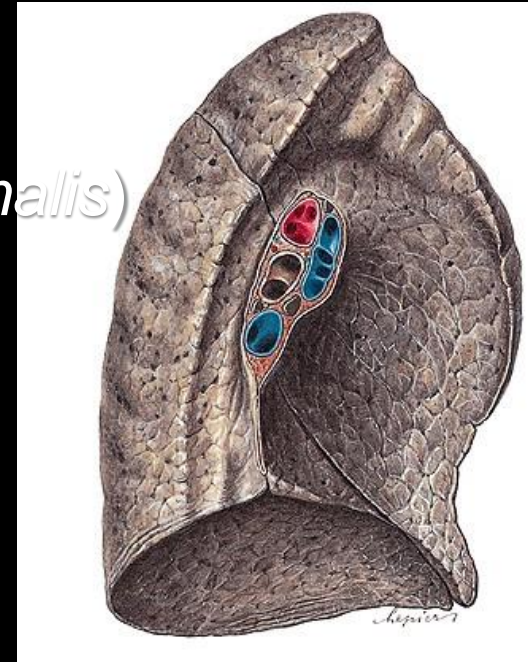
- sulcus arteriae subclaviae (*facies mediastinalis*)
- impressio costae primae (*margo anterior*)
- impressiones costarum (*facies costalis*)
- impressio cardiaca (*facies mediastinalis*)

Levá plíce: vše na facies mediastinalis

- sulcus aorticus
- impressio oesophagea
- sulcus venae brachiocephalicae sinistrae

Pravá plíce: vše na facies mediastinalis

- sulcus venae cavae superioris
- sulcus venae azygoi (*nesprávně s.v. azygos!*)
- sulcus oesophageus



Plíce – dělení

- **pravá** plíce – **3** laloky (sup., medius, inf.)
- **levá** plíce – **2** laloky (sup., inf.)
 - lingula p. sin.
- **dílce; segmenty** (*segmenta bronchopulmonalia*)
 - **10** vpravo
 - **10** vlevo (někdy **8**)
 - I+II spojen, VII v 90 % chybí

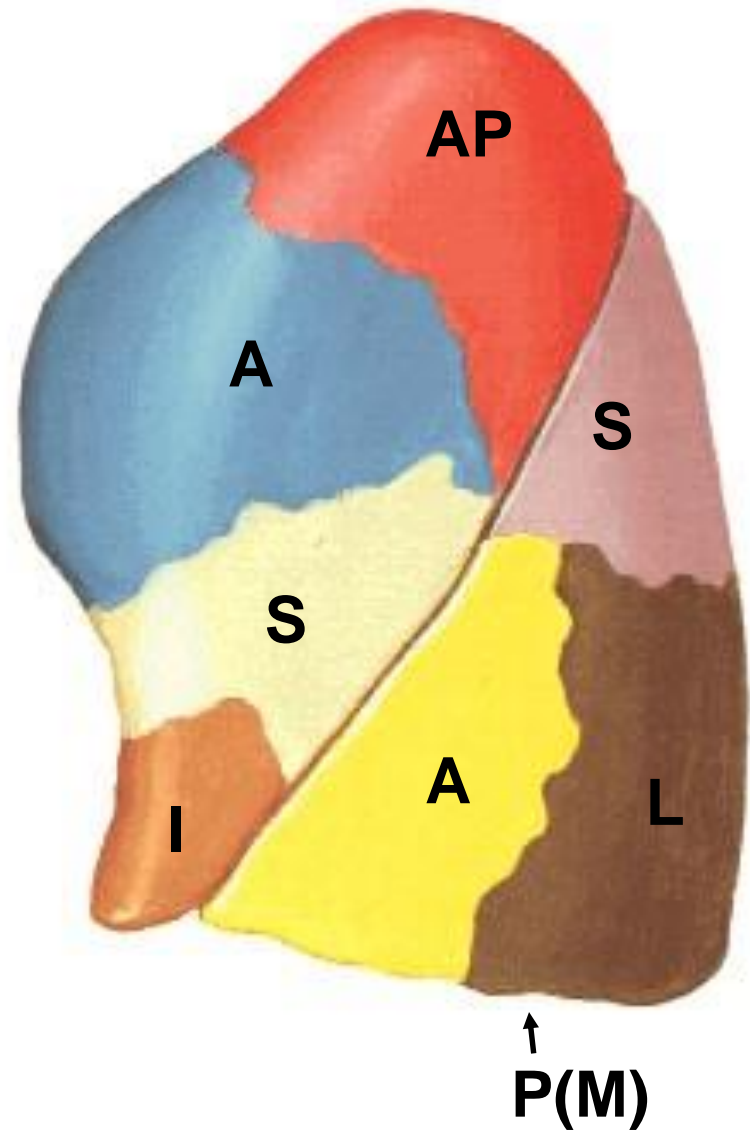
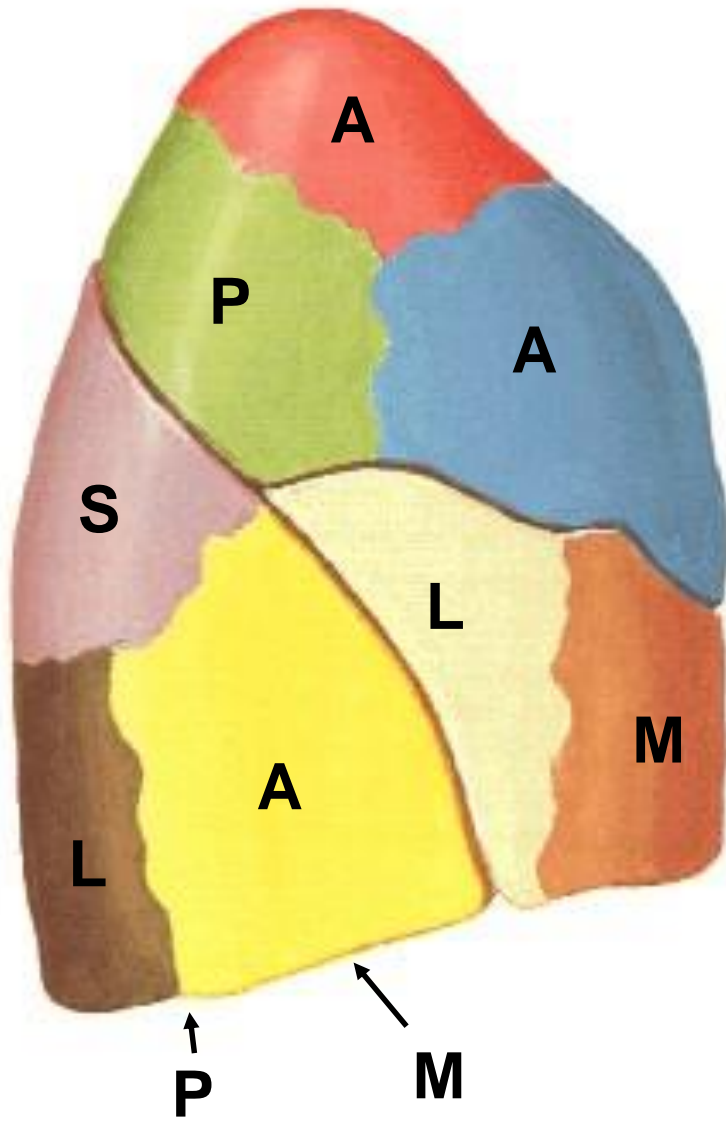
Dílce = Segmenty

pravá plíce (apalmsmalp)

levá plíce (apasismalp)

| Zkratka | Segmentum | Číslo segmentu | Lalok | Zkratka | Segmentum | Číslo segmentu | Lalok |
|---------|--------------------|----------------|---------|---------|----------------------|----------------|-------|
| A | apicale | I | horní | AP | apico-posteriorus | I + II | horní |
| P | posteriorus | II | | A | anteriorus | III | |
| A | anteriorus | III | | S | lingulare superiorus | IV | |
| L | laterale | IV | střední | I | lingulare inferiorus | V | |
| M | mediale | V | | S | superius | VI | dolní |
| S | superius | VI | dolní | M | basale mediale | VII | |
| M | basale mediale | VII | | A | basale anteriorus | VIII | |
| A | basale anteriorus | VIII | | L | basale laterale | IX | |
| L | basale laterale | IX | | P | basale posteriorus | X | |
| P | basale posteriorus | X | | | | | |

Dílce = Segmenty plic



Segmenta bronchopulmonalia

Pulmo dexter, lobus superior

Segmentum apicale [S I]

Segmentum posterius [S II]

Segmentum anterius [S III]

Pulmo dexter, lobus medius

Segmentum laterale [S IV]

Segmentum mediale [S V]

Pulmo dexter, lobus inferior

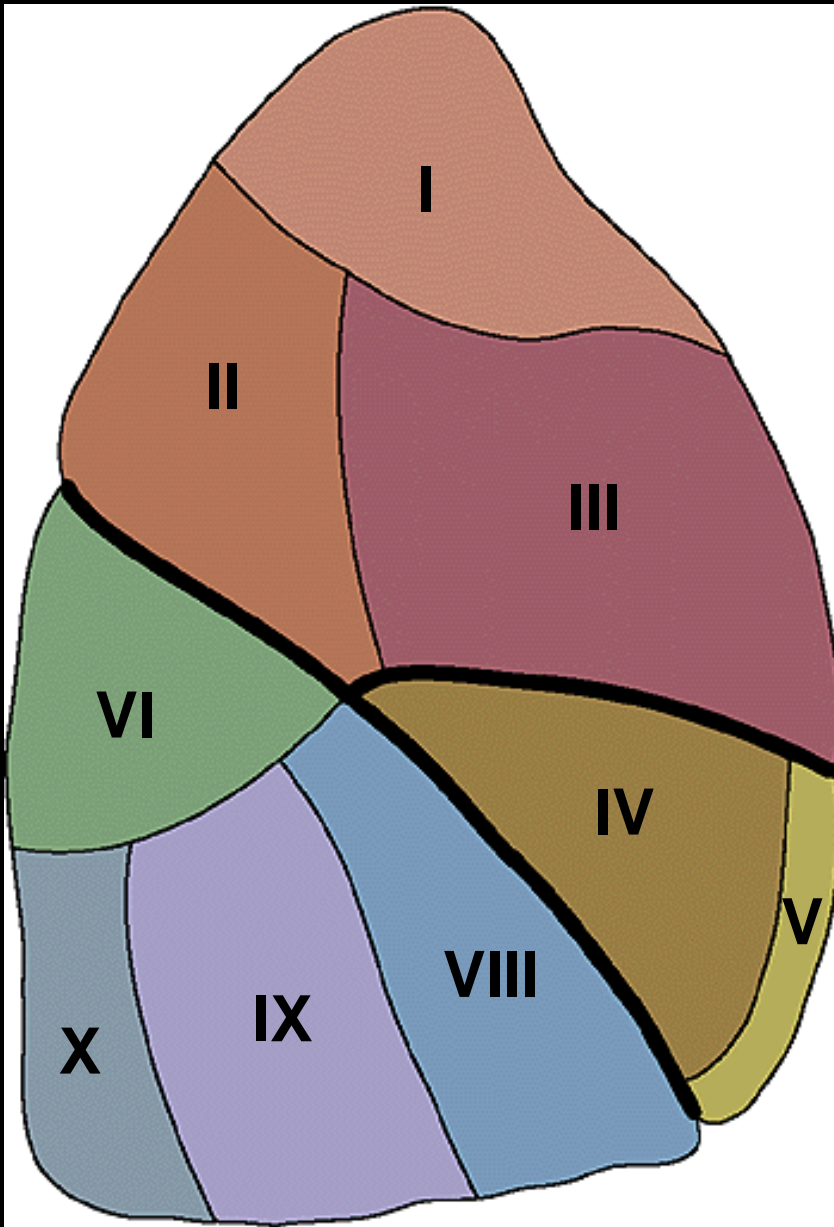
Segmentum superius [S VI]

Segmentum basale mediale
(cardiacum) [S VII]

Segmentum basale anterius [S VIII]

Segmentum basale laterale [S IX]

Segmentum basale posterius [S X]



Segmenta bronchopulmonalia

Pulmo sinister, lobus superior

Segmentum apicoposterius [S I+II]

Segmentum anterius [S III]

Segmentum lingulare superius [S IV]

Segmentum lingulare inferius [S V]

Pulmo sinister, lobus inferior

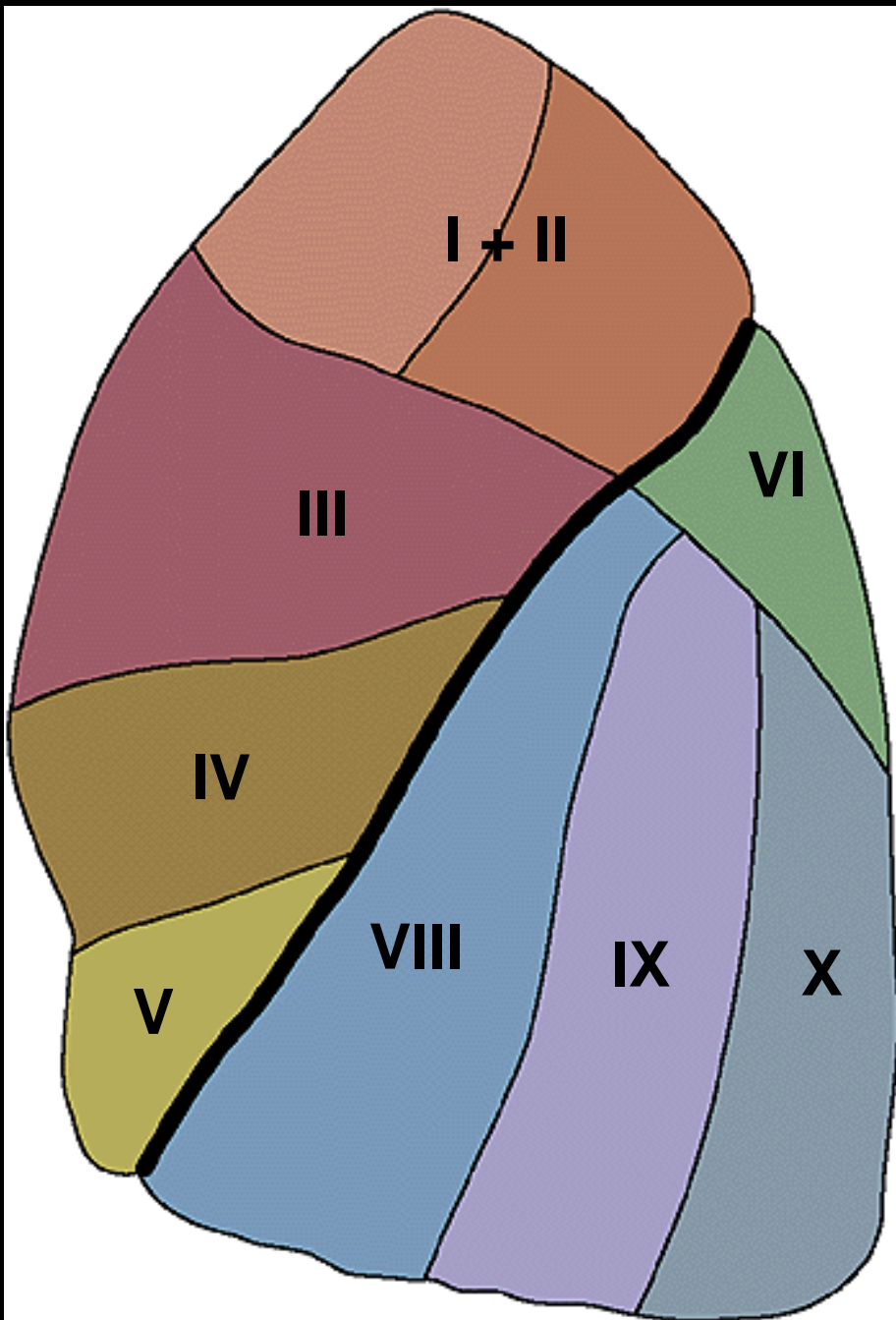
Segmentum superius [S VI]

Segmentum basale mediale
(cardiacum) [S VII] (10 %)

Segmentum basale anterius [S VIII]

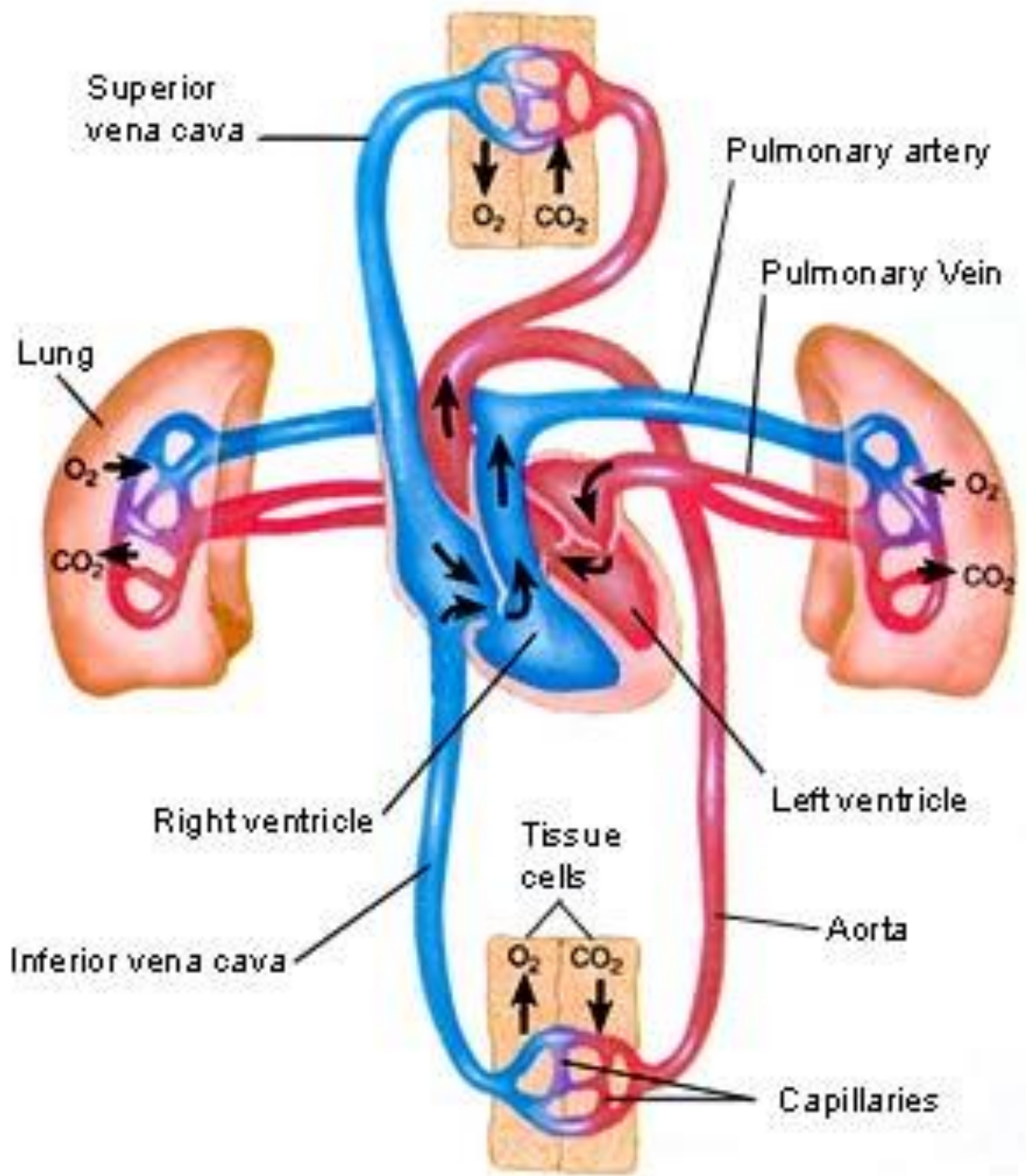
Segmentum basale laterale [S IX]

Segmentum basale posterius [S X]

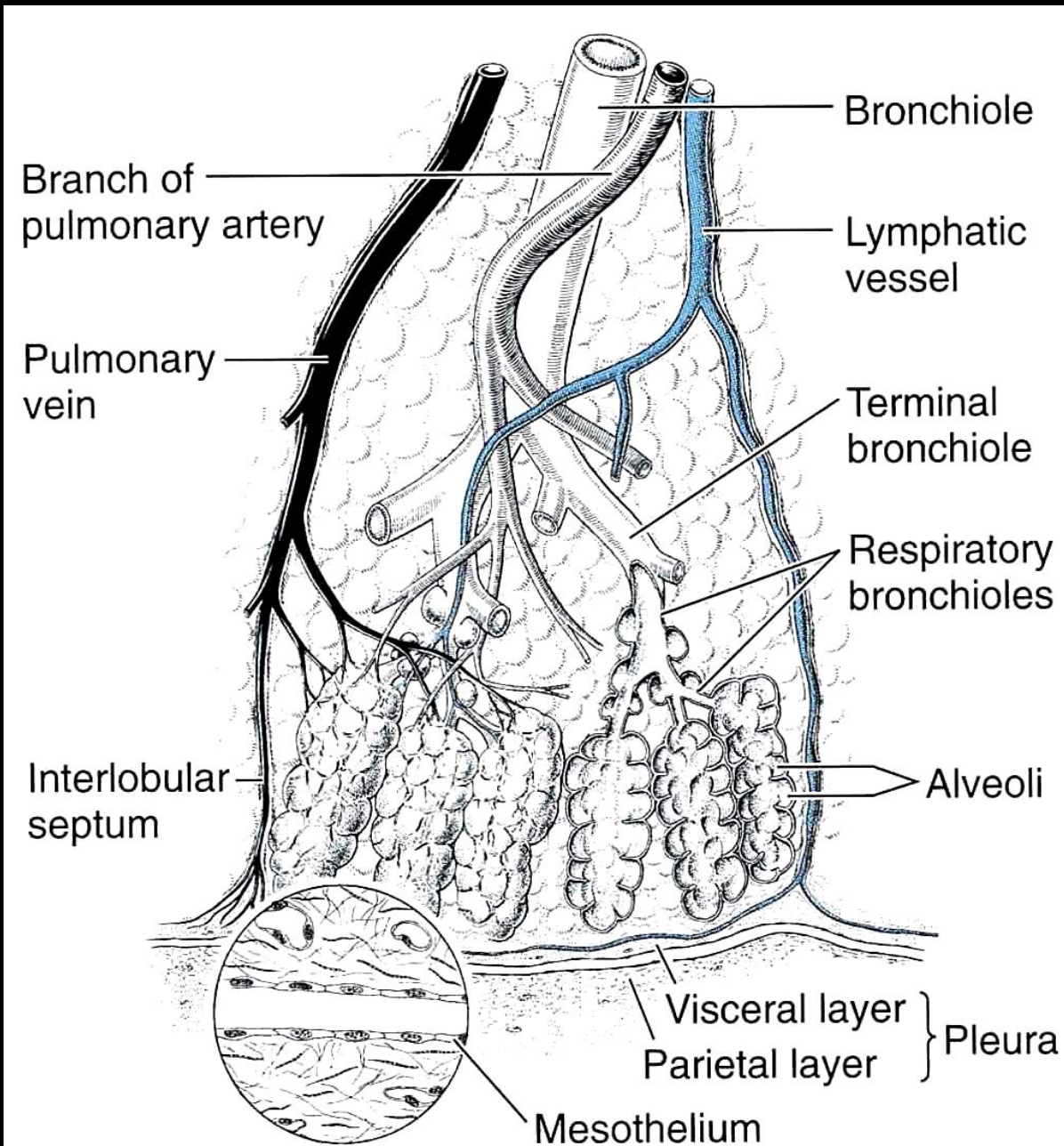


Cévní zásobení plic – funkční oběh

- pravá srdeční komora (odkysličená krev) → truncus pulmonalis → arteria pulmonalis dx.+ sin. → větvení odpovídá průduškám
 - vlevo hyperarteriální bronchus, vpravo eparteriální bronchus
- elastické tepny
 - nízkotlaké řečiště 25/5 Torr
 - svalovina jen u plodů, u dospělých až od < 1 mm
- vlasečnice (souvislé) → okysličená krev
- žilky nezávisle na tepnách v septech mezi lalůčky
- 4 **venae pulmonales** (2 vpravo a 2 vlevo) → levá srdeční síň

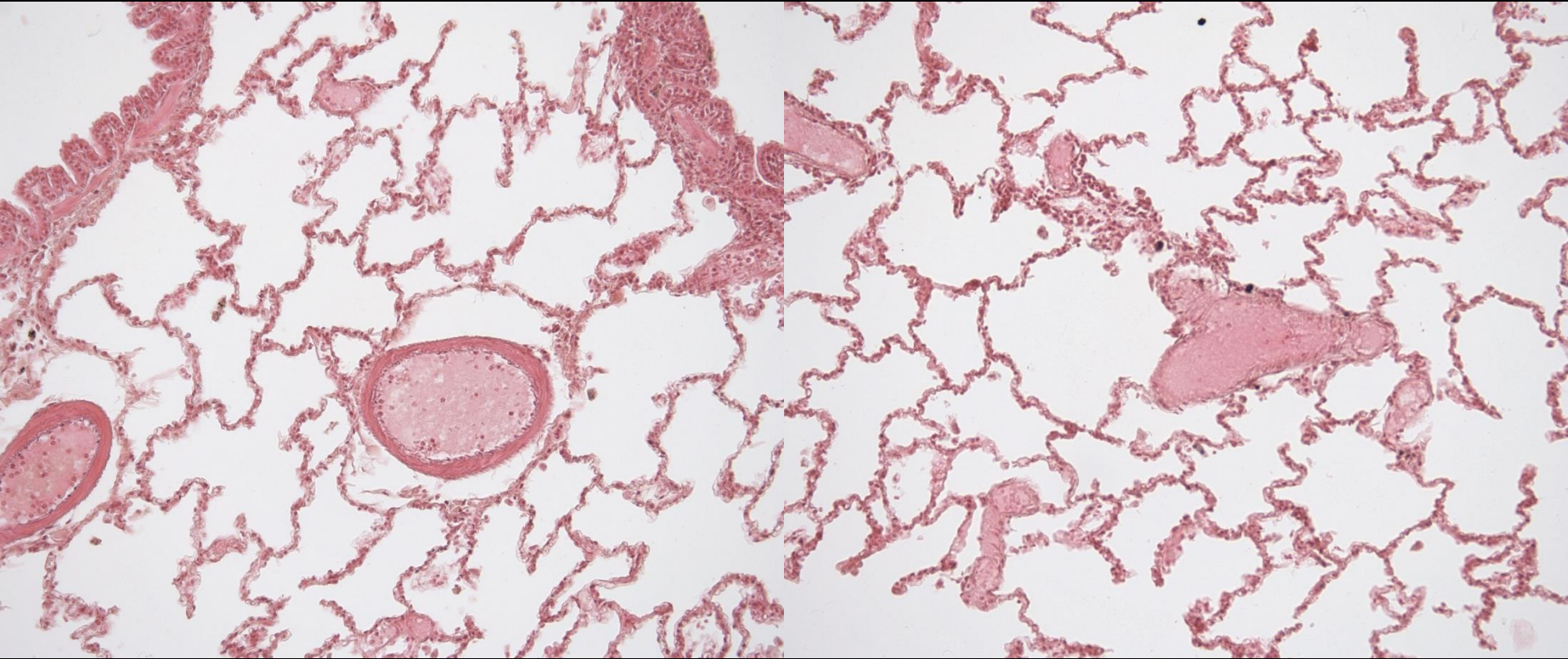


Cévní a lymfatické zásobení plicního lalůčku



Plicní artérie

Plicní žíly



Cévní zásobení plic – nutritivní oběh

- aorta thoracica → rami bronchiales
 - 1 vpravo – nejčastěji z a. intercostalis tertia
 - 2 vlevo přímo z hrudní aorty
- podél průdušek až po bronchioli respiratorii
 - (rami bronchiales accessorii v lig. pulmonale)
- venae bronchiales
 - hluboká soustava ústí do vv. pulmonales
 - povrchová odvádí krev z mimoplicních průdušek, poplicnice a hilových uzlin → vv. pulmonales nebo v. azygos / hemiazygos accessoria

Plíce – mízní odtok

- povrchová subpleurální pleteň
- hluboká pleteň podél průdušek a cév
- plicní sklípky nemají ve stěnách mízní cévy

nodi lymphoidei **intrapulmonales** → n.l.

bronchopulmonales → n.l. **tracheobronchiales**

inferiores (*obě plíce kromě tří levých horních segmentů*

I+II, III) → n.l. **tracheobronchiales sup. dx.** → truncus

bronchomediastinalis dx. → angulus venosus **dx.** → v.

brachiocephalica dx.

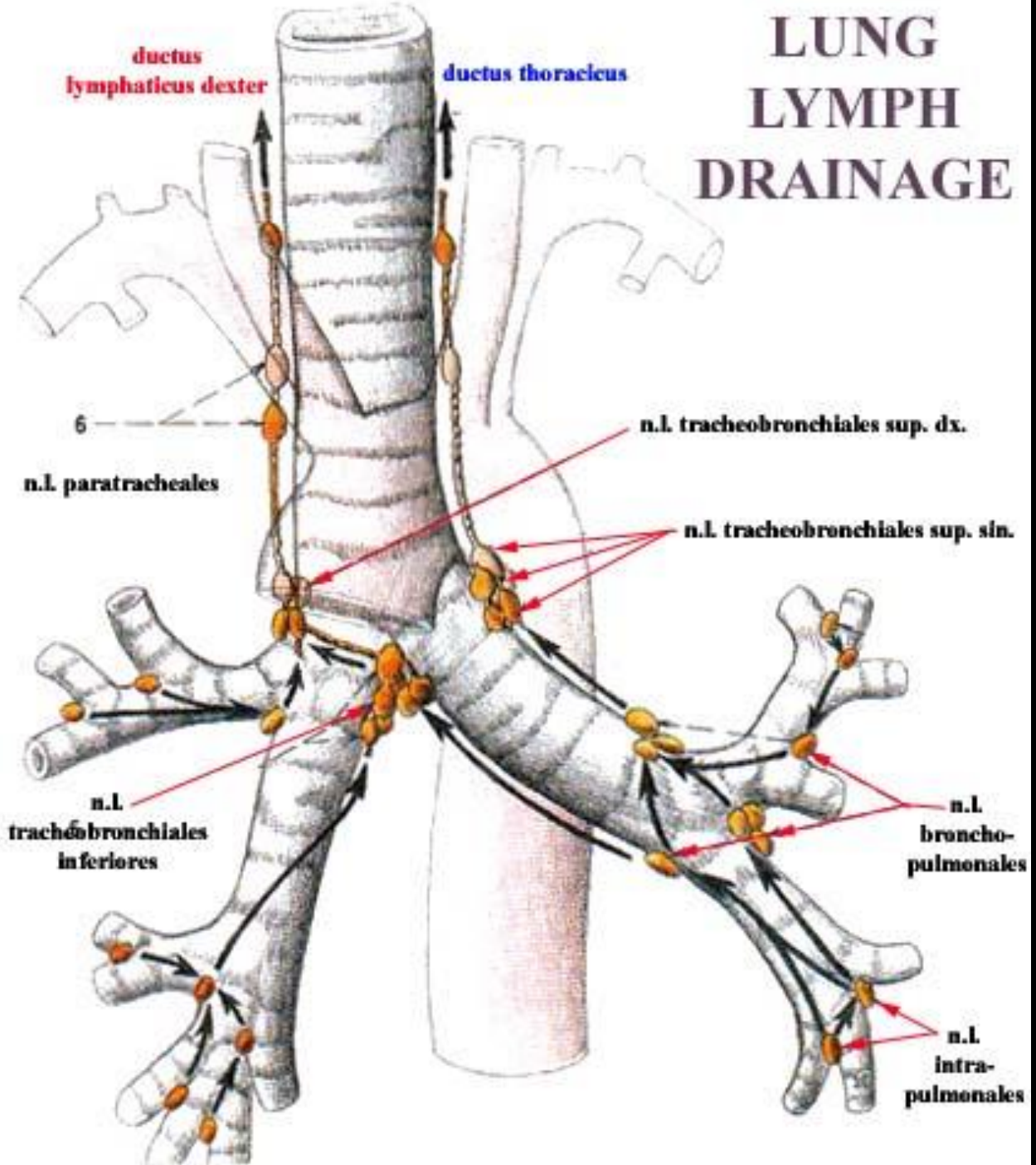
I+II, III segmenty vlevo – rovnou do n.l.

tracheobronchiales sup. sin. → truncus

bronchomediastinalis sin. → ductus thoracicus →

angulus venosus **sin.** → v. **brachiocephalica sin.**

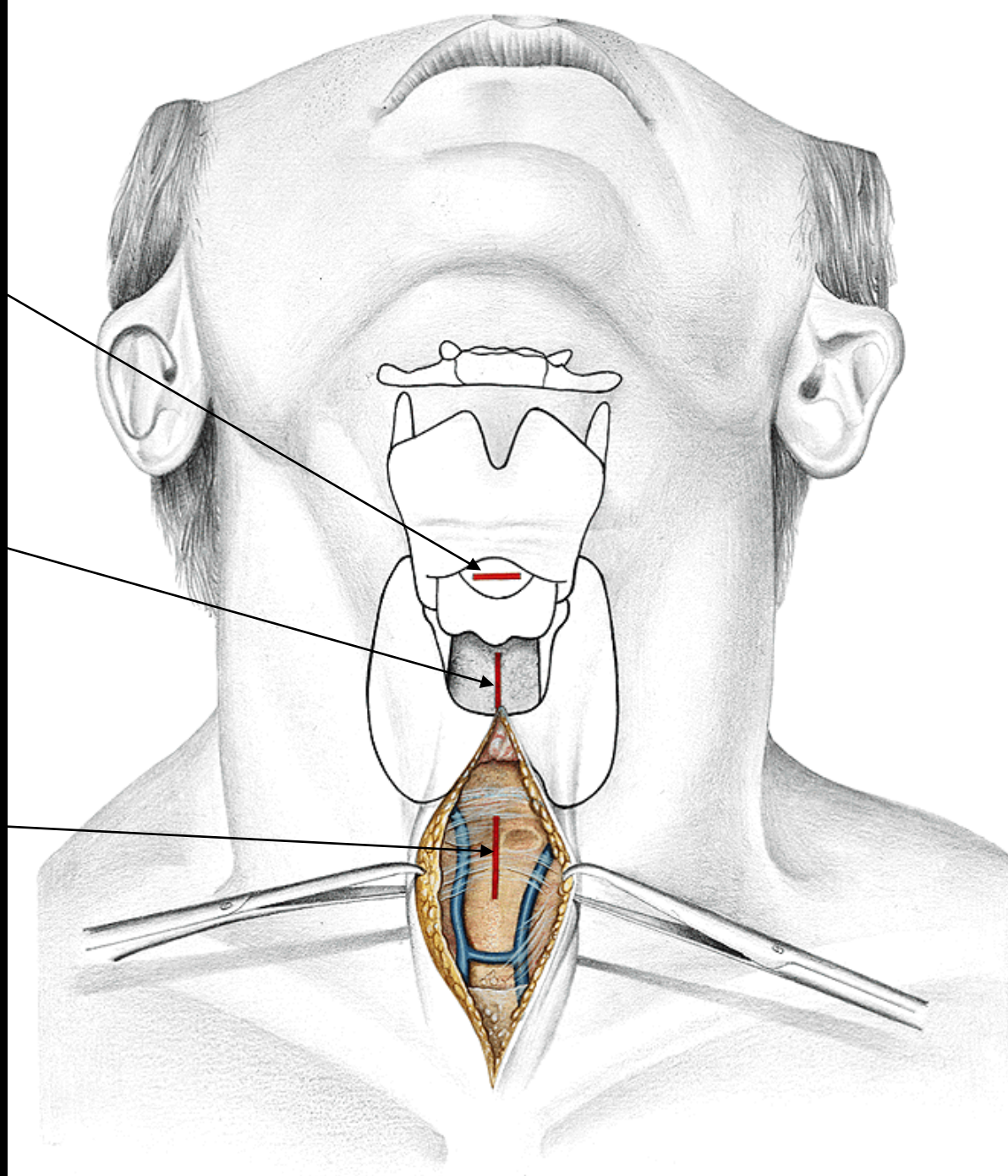
LUNG LYMPH DRAINAGE



Plíce – inervace

- n. vagus → rr. bronchiales
viscerosenzitivní (z mechanoreceptorů)
+ autonomní parasympatické podněty
- truncus sympathicus (T2-4) → rr.
pulmonales thoracici
autonomní sympatické podněty

- koniotomie
- horní tracheotomie
- dolní tracheotomie



Koniotomie (koniopunkce)

- rychlý zásah v nemocnici v případě, že nejde ani intubovat, ani kanylovat, ani oxygenovat
- transverzální řez mezi cartilago thyroidea et cricoidea skrz *lig. cricothyroideum medianum* (dříve „lig. conicum“)
- koniopunkční set
- BACT (bougie-assisted cricothyrotomy)



Koniotomie (koniopunkce)

přístup vede skrz následující vrstvy:

- kůže + podkožní vazivo
- lamina superficialis fasciae cervicalis
- lamina pretrachealis fasciae cervicalis
- lig. cricothyroideum medianum + sliznice

!Cave!

- propojené rr. cricothyroidei a. laryngeae superioris těsně pod cartilago thyroidea
- lobus pyramidalis glandulae thyroideae (40 %)

Tracheotomie

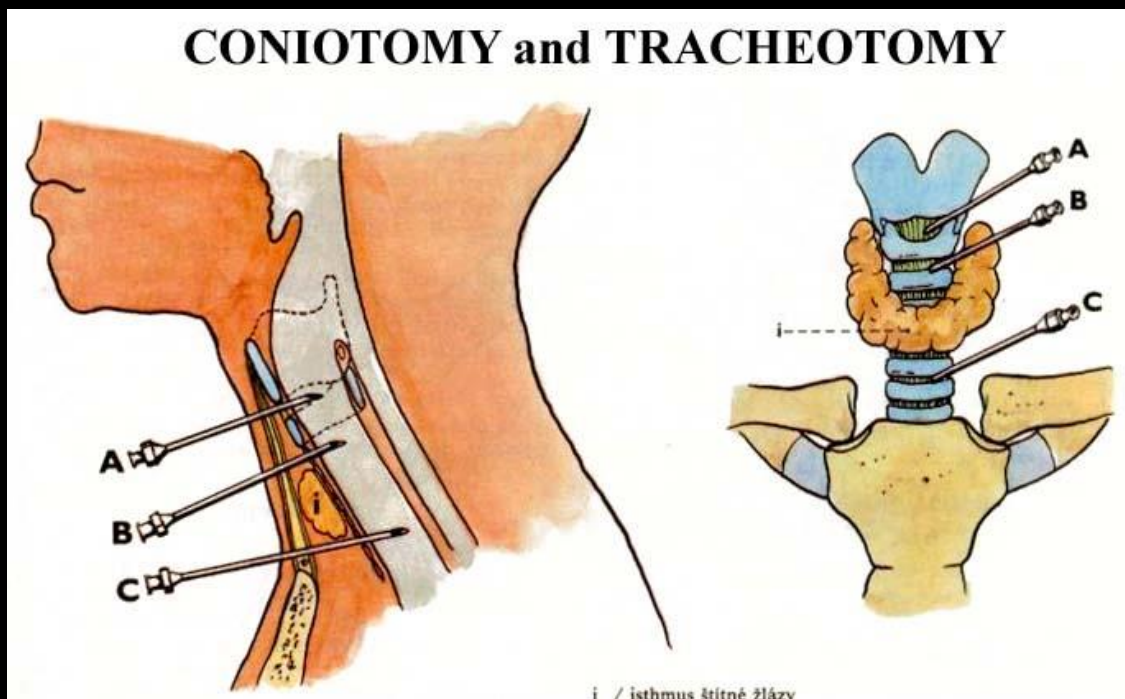
sagitální řez pro kanylaci skrze několik chrupavek průdušnice

- **tracheostomia superior**

- nad isthmus glandulae thyroideae (v rozsahu cartilago trachealis 2-4)

- **tracheostomia inferior**

- pod zúžením, nad incisura jugularis



Tracheotomie – přístup

přístup vede skrz následující vrstvy:

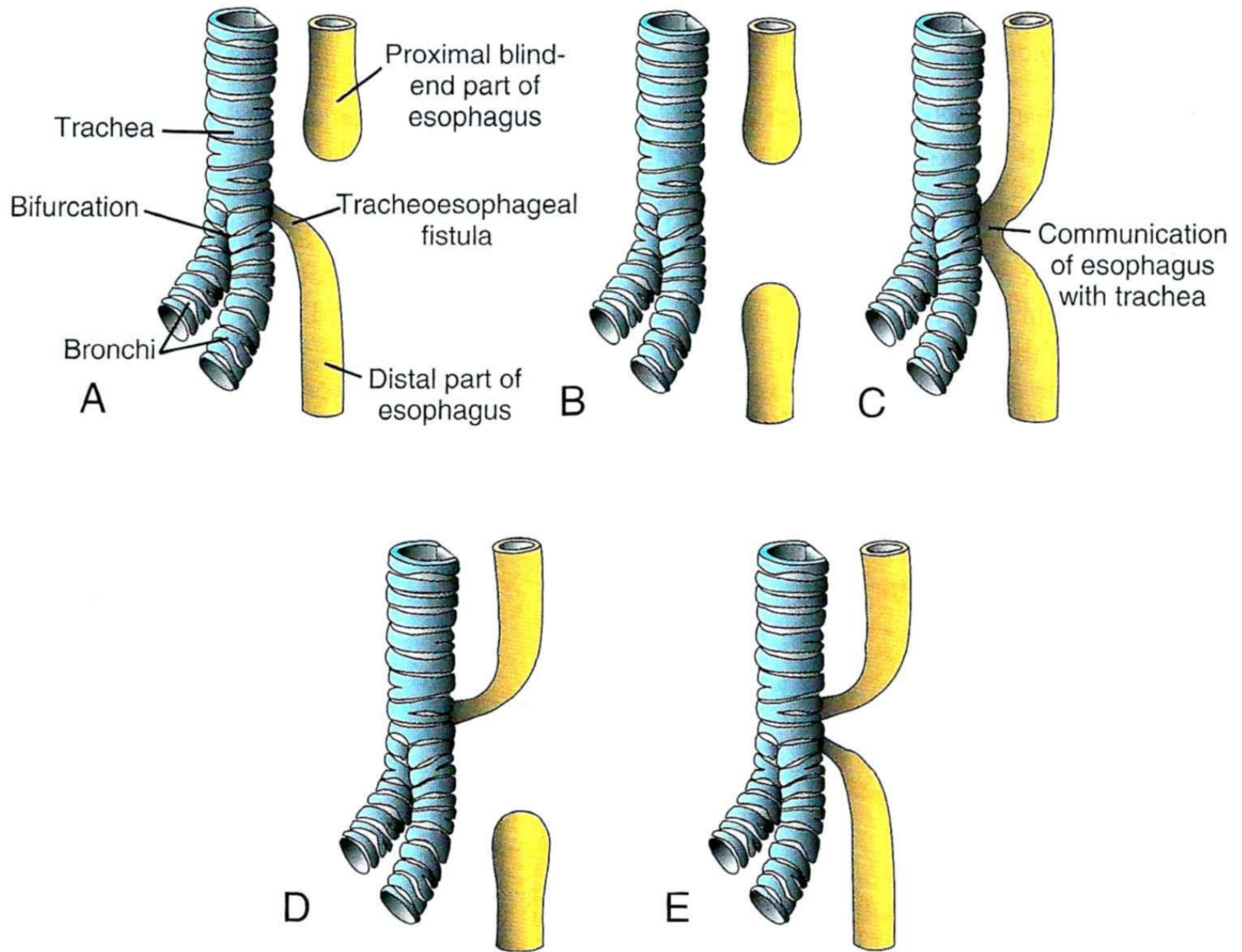
- kůže + podkožní vazivo
- lamina superficialis fasciae cervicalis
- žilní arcus venosus jugularis (*pouze u dolní*) ve spatium suprasternale
- lamina pretrachealis fasciae cervicalis
 - + protětí středového vazivového spojení mm. sternohyoidei obou stran (linea alba cervicis) (*pouze u dolní*)
- žilní plexus thyroideus impar (*pouze u dolní*)
- cartilagine tracheales + ligg. anularia + sliznice

Tracheotomie – rizika

krvácení z:

- plexus thyroideus impar
- a. thyroidea ima (2 %)
- arcus venosus jugularis
- lobus pyramidalis glandulae thyroideae (40 %)

Tracheoefageální píštěl, atrézie jícnu

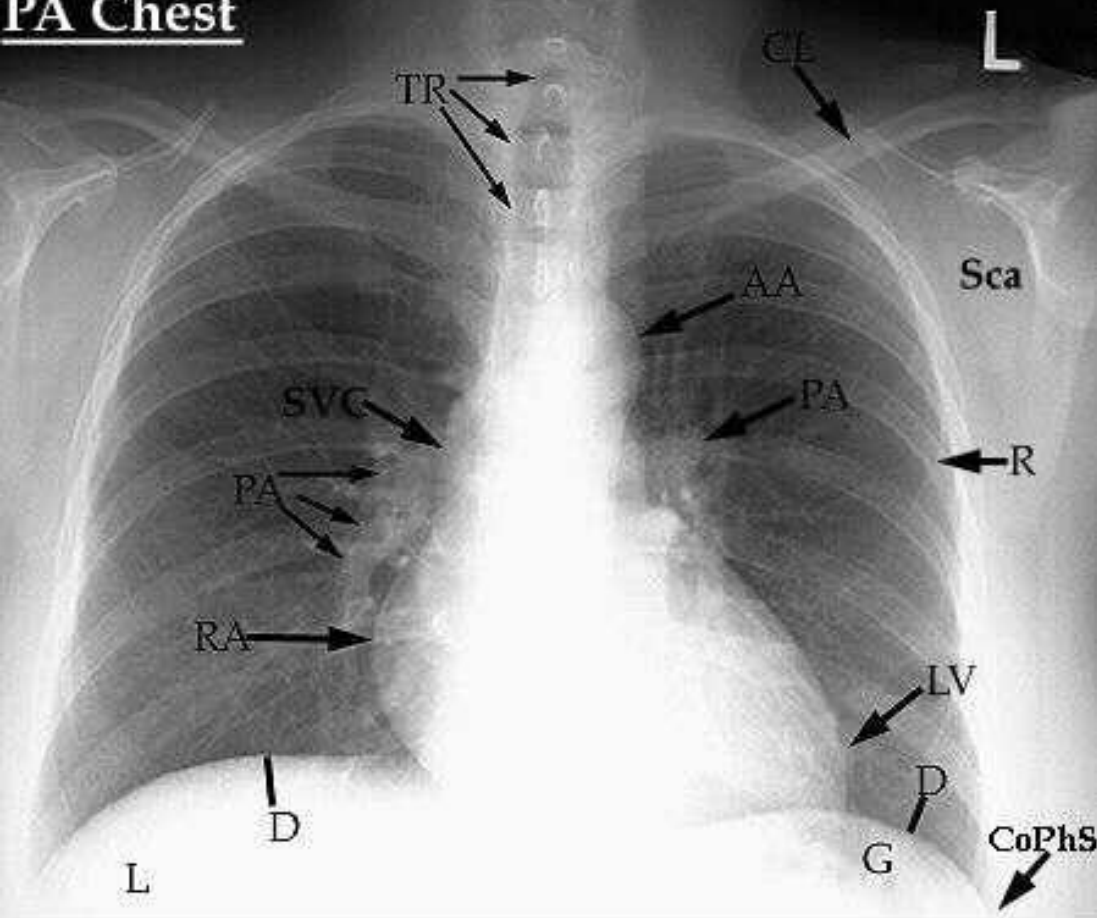


Plíce – klinické vyšetření

- pohled, poklep, poslech, pohmat
- rtg, CT
- bronchoskopie (rigidní, flexibilní)
- bronchografie
- spirometrie (vitální kapacita plic)

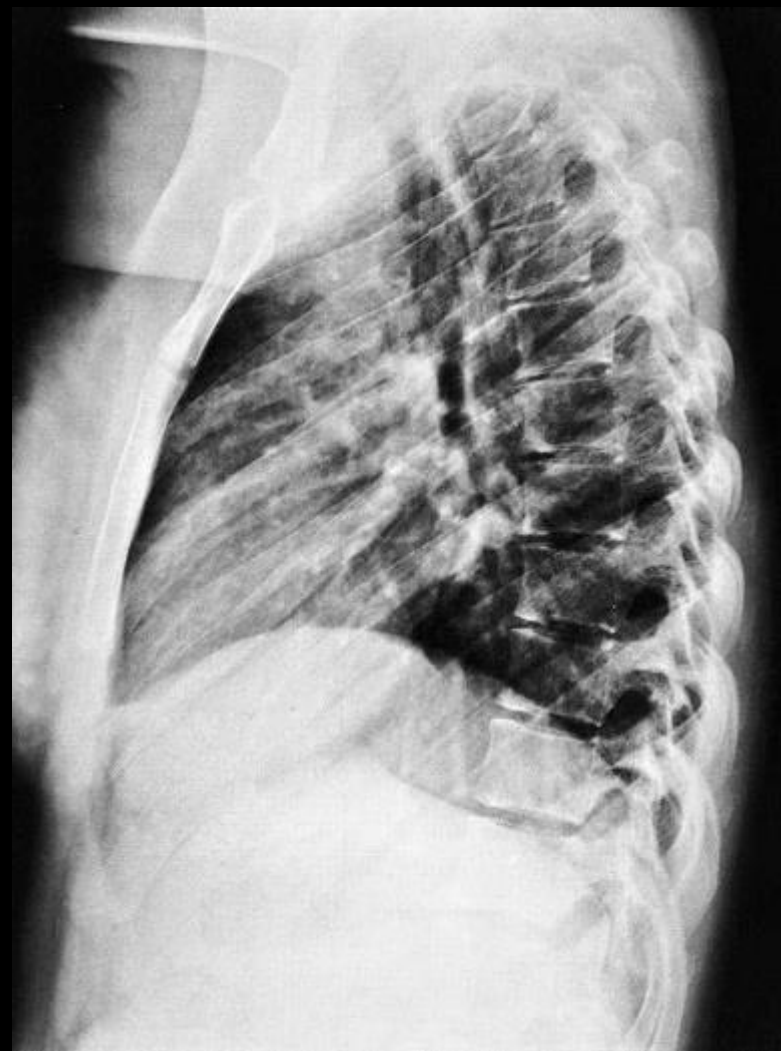
Předožadní a boční rtg hrudníku

PA Chest



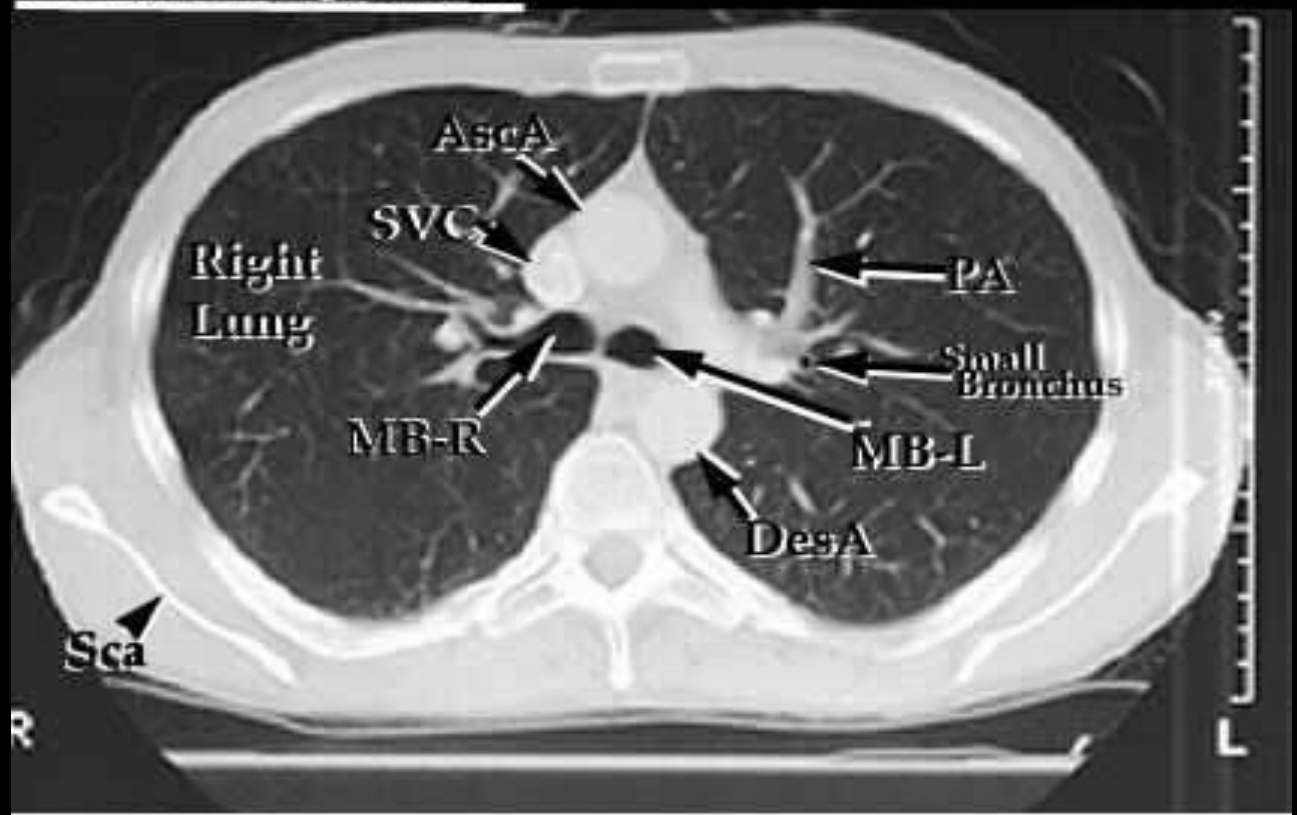
PA=Pulmonary Artery
TR=Trachea
CL=Clavicle
AA=Aortic Arch
SVC=Superior Vena Cava
RA=Right Atrium
CoPhS=Costophrenic Sulcus

LV=Left Ventricle
D=Diaphragm
G=Gastric Air Bubble
L=Liver
Sca=Scapula
R=Rib



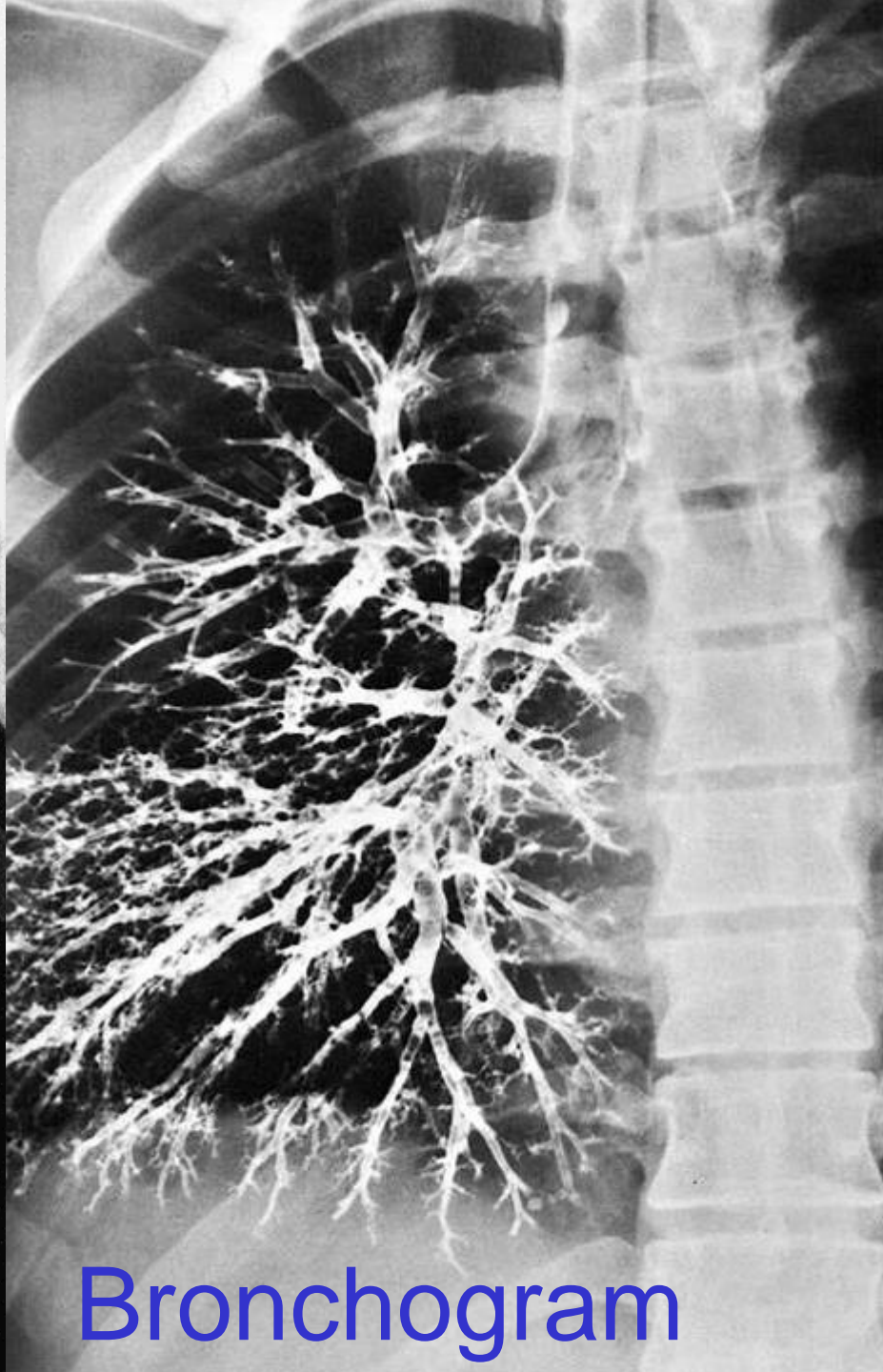
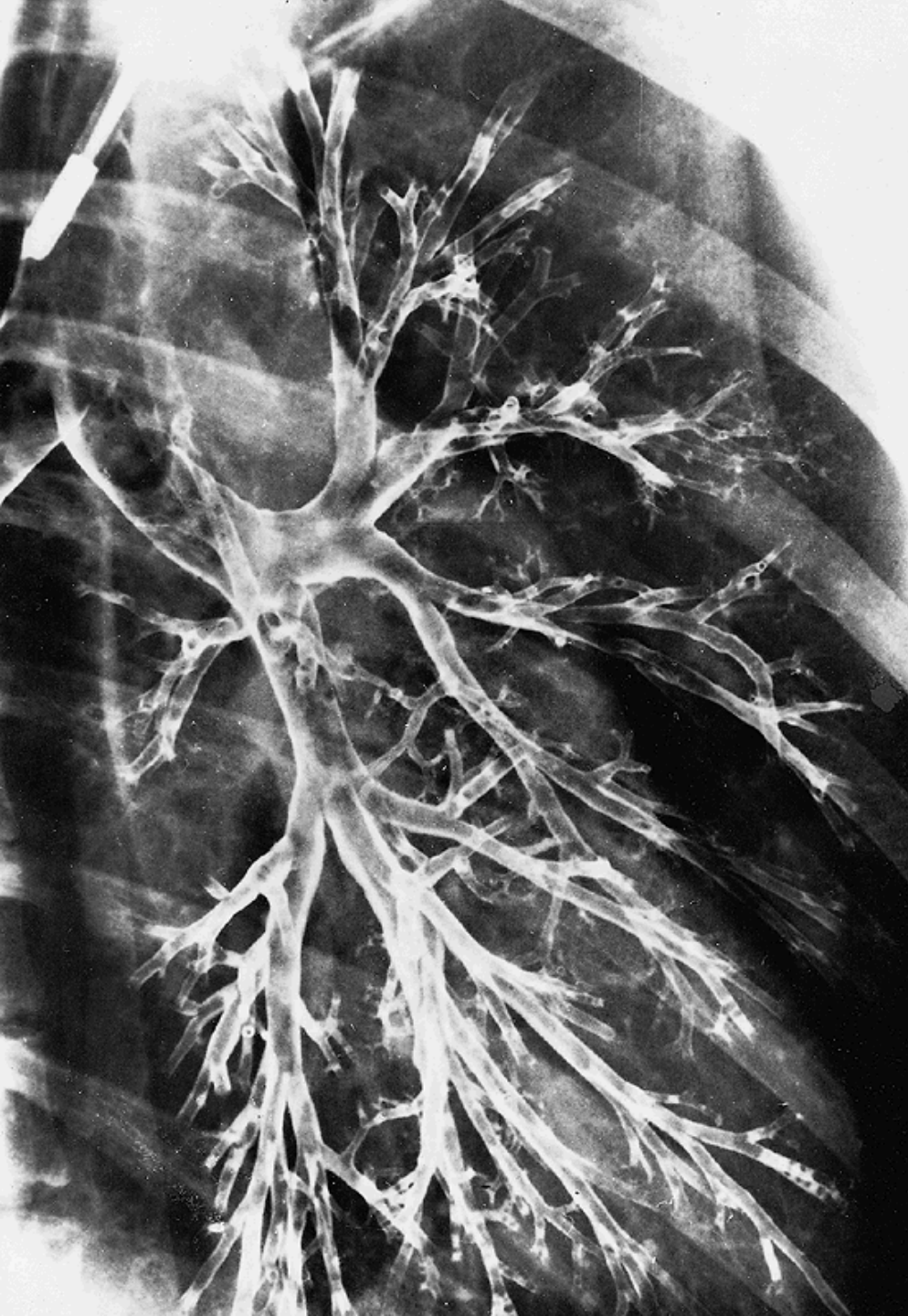
CT hrudníku

CT Axial-Lung window



MB-R=Main
Stem Bronchus
Right
MB-L=Main
Stem Bronchus
Left
Sca=Scapula
PA=Pulmonary
Artery

DesA=Descending Aorta
AscA=Ascending Aorta
SVC=Superior Vena Cava



Bronchogram

Plíce – klinické jednotky

- atelektáza
- embólie
- bronchiektázie
- fibróza
- plicní edém
- RDS (IRDS), ARDS
- rozedma (emfyzém)
- nádory, záněty (např. TBC)

Cystická fibróza (mukoviscidóza)

- porucha transportu iontů apikální membránou buněk (chloridový kanál)
- nedostatečná hydratace hlenové vrstvy → zvýšený viskozita
- snížení periciliární vrstvy tekutiny → chybění volného prostoru pro kmitání řasinek → hlen naléhá přímo na epitel
- ucpání průdušek hlenem → chronický zánět + bronchiektázie → dechová nedostatečnost

Nádory plic

- dlaždicobuněčný karcinom
 - vliv kouření
 - vychází z metaplastických míst epitelu dýchacích cest ve vícevrstevný dlaždicový
- malobuněčný bronchiální karcinom
 - vysoce zhoubný nádor (z DES buněk)
- neuroendokrinní nádor (karcinoid)
 - může být hormonálně aktivní

Malobuněčný karcinom plic

