

UNIVERSITAS CAROLINA PRAGENSIS

Univerzita Karlova v Praze – 1. lékařská fakulta

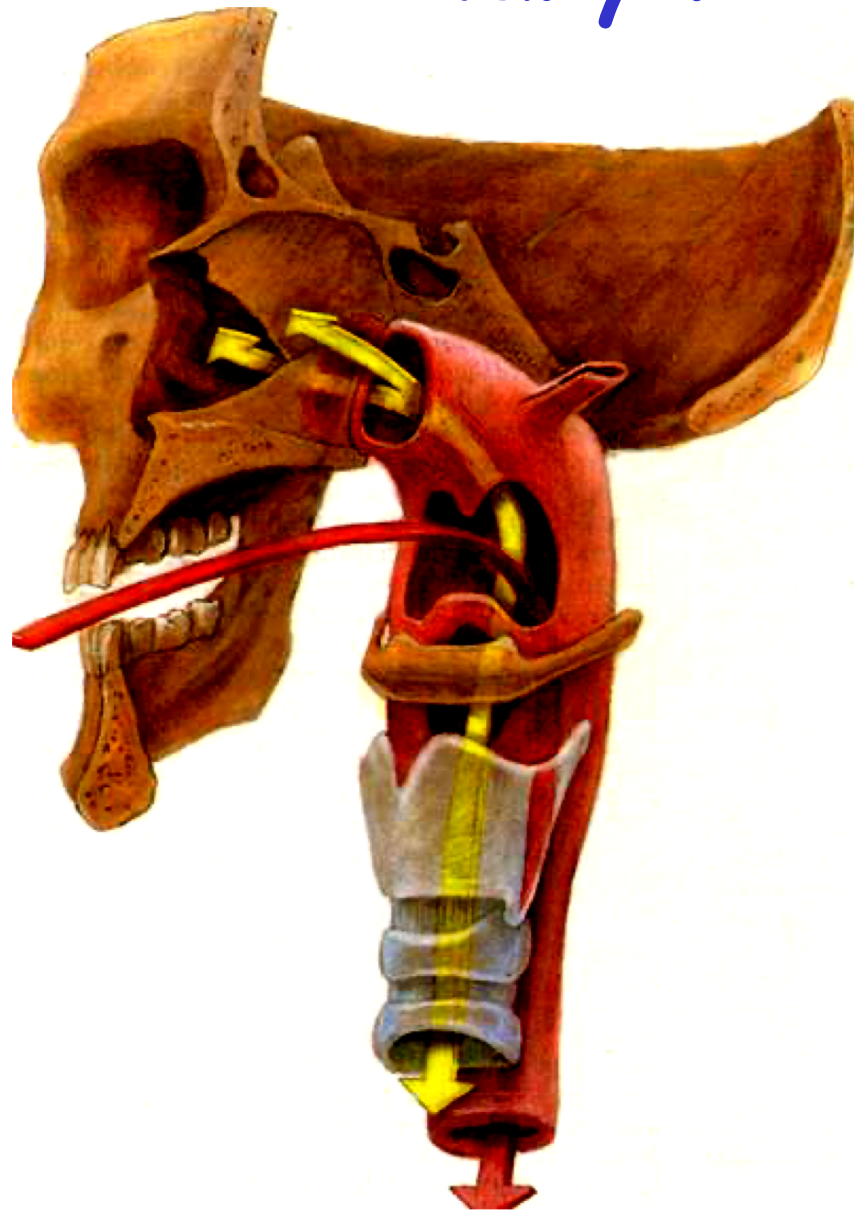


Dýchací systém I **systema respiratorium**

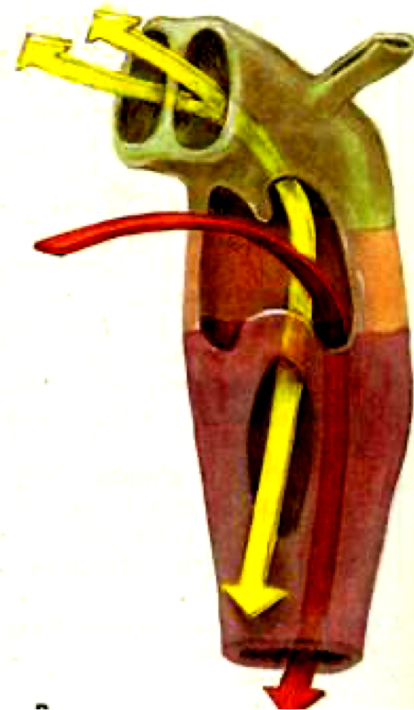
Anatomický ústav

Autor: Ondřej Naňka / Petr Valášek
Obor: všeobecné lékařství

Pharynx



Pars nasalis
Pars oralis
Pars laryngea



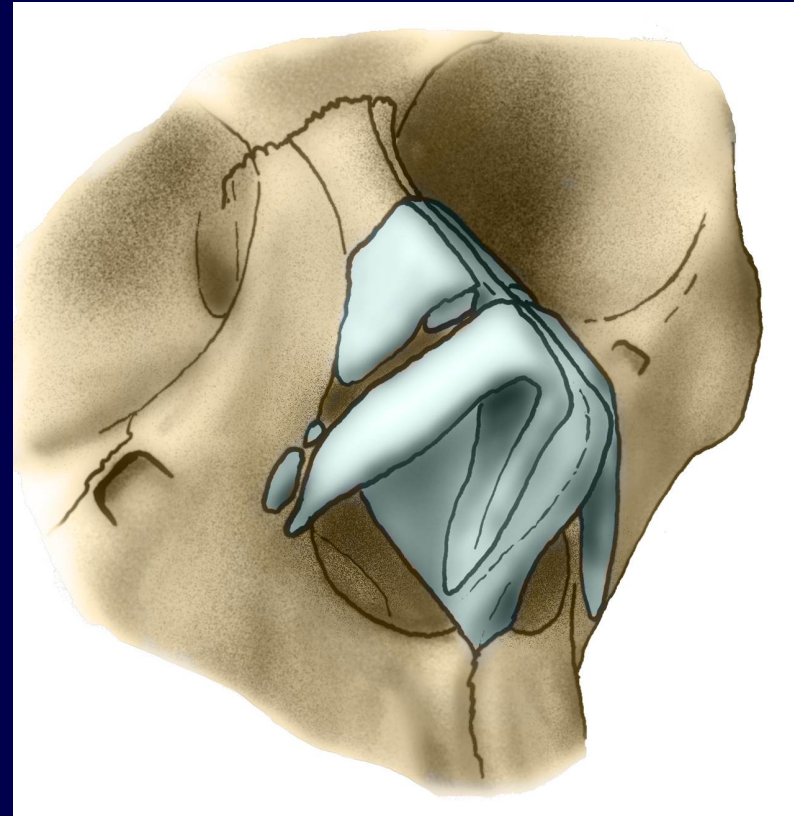
- **Horní cesty dýchací** – cavitas nasi, pars nasalis pharyngis (nasopharynx)
- **Dolní cesty dýchací** – larynx, trachea, bronchi, pulmones
- plíce v cavitas pleuralis

Nasus externus – zevní nos

- radix nasi
- dorsum nasi
- alae nasi
- nares
- septum nasi

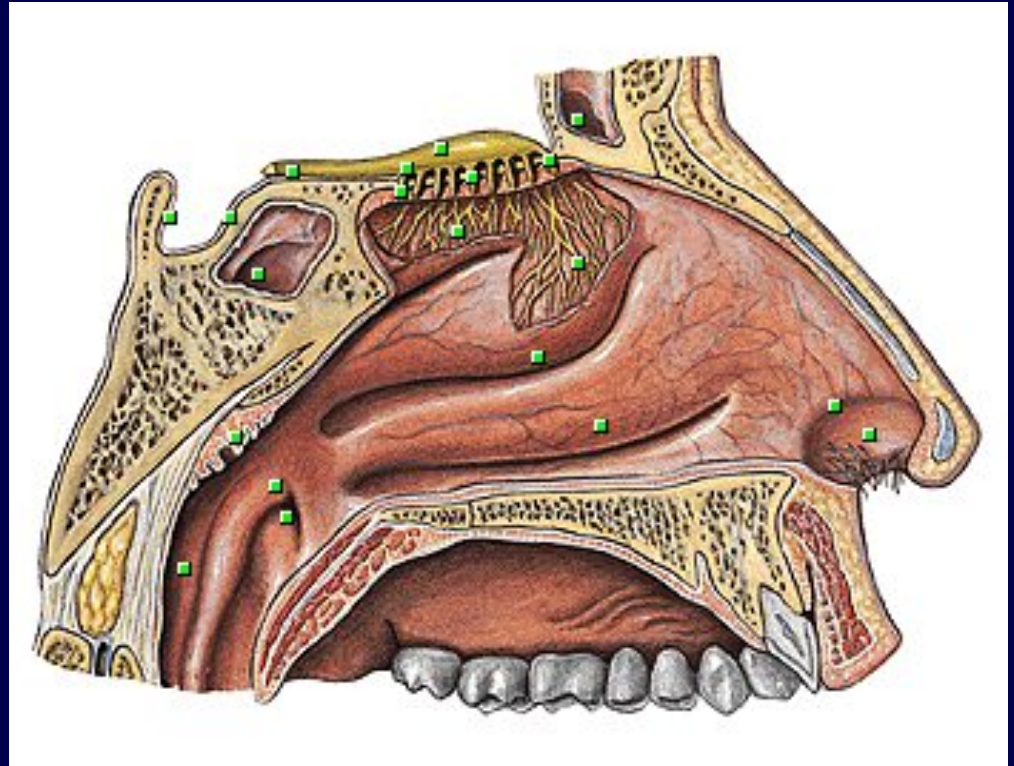
- cartilagines nasi

**Cartilago alaris major –
crus laterale et mediale,
Cartilago alaris minor,
cartilago septi nasi**

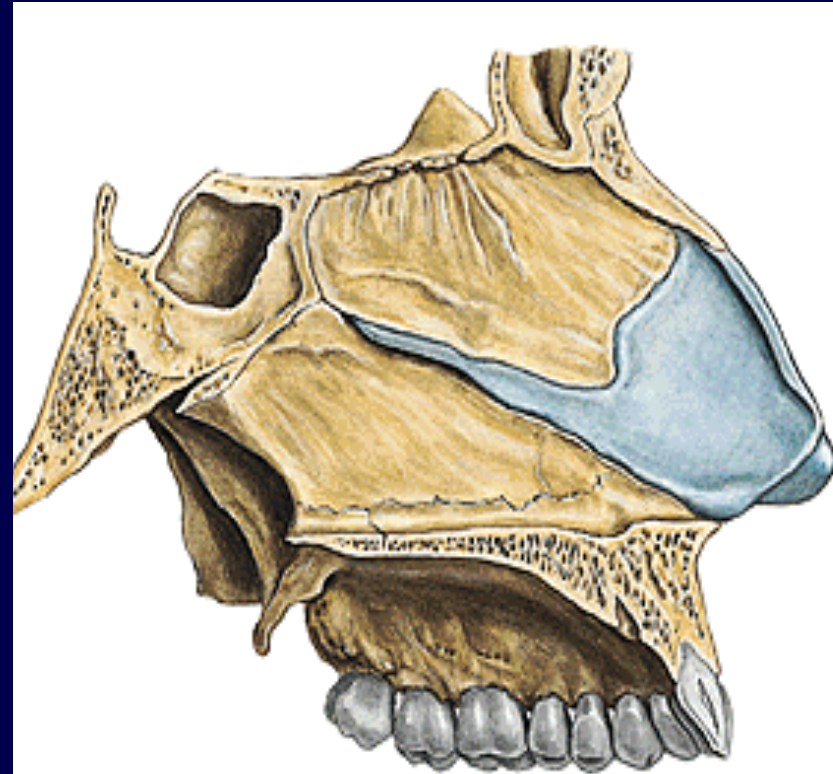
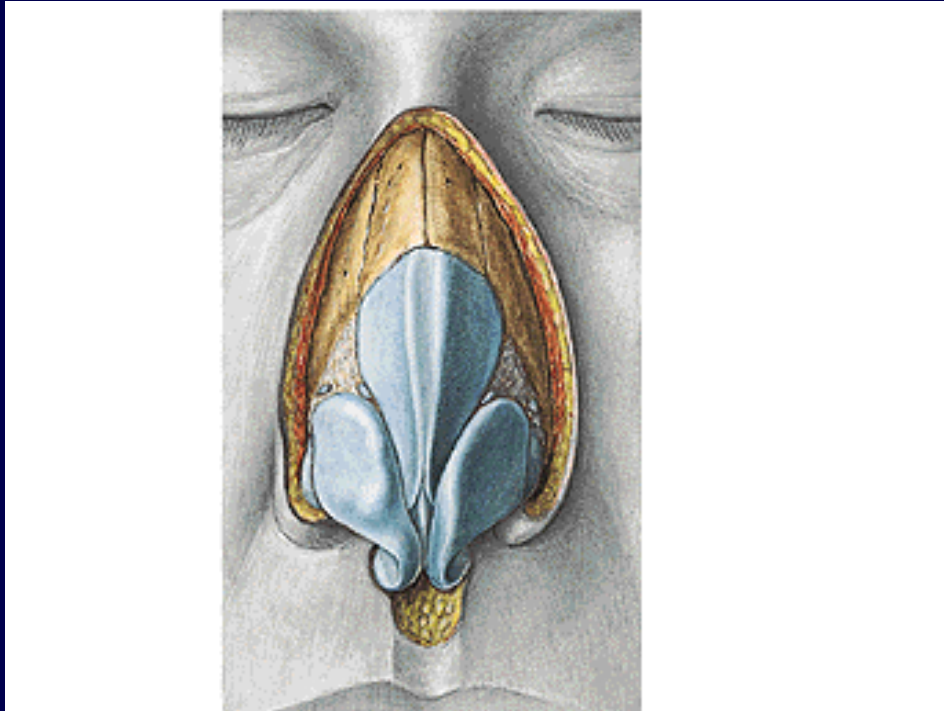


Cavitas nasi

- vestibulum nasi
(*vibrissae, limen*)
- cavitas nasi
propria
- choanae



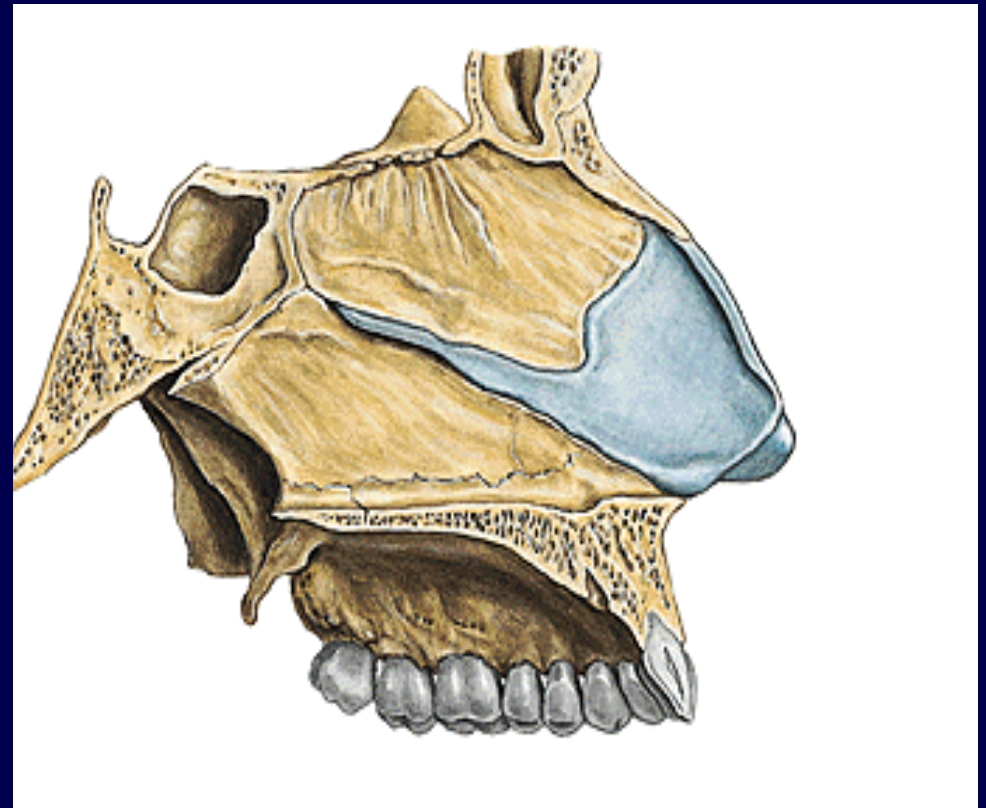
Septum nasi



**Septum nasi – pars membranacea/cutanea,
cartilaginea et ossea**

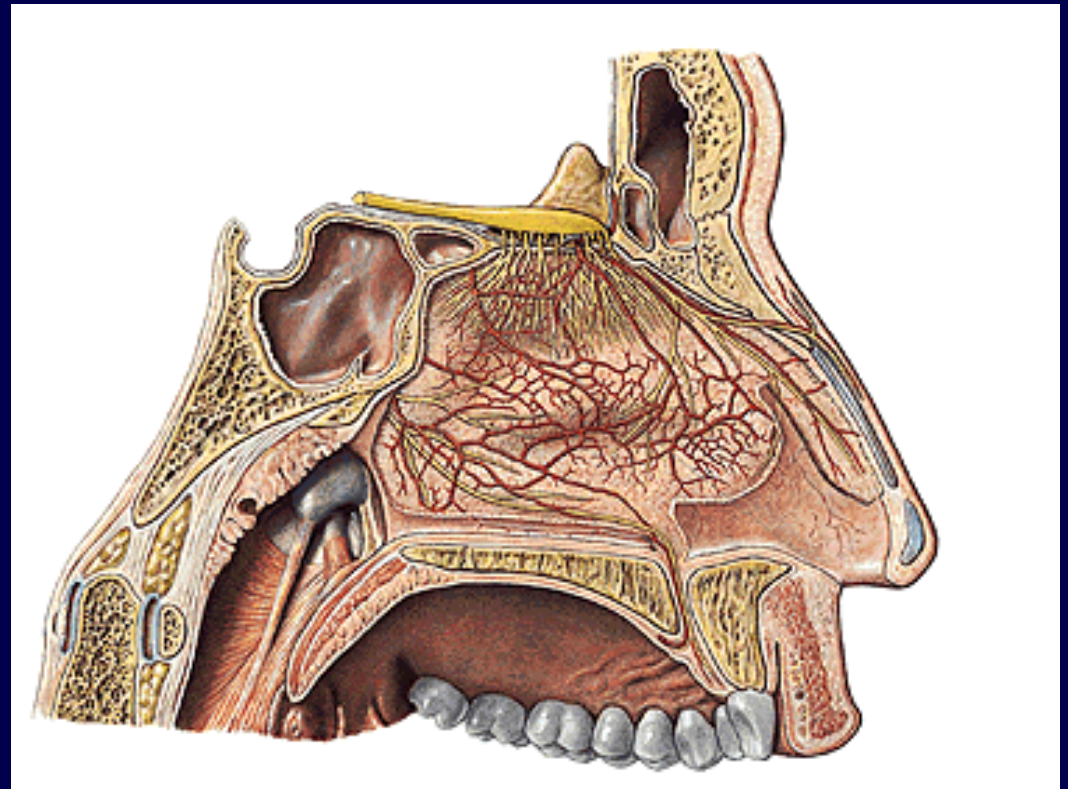
Septum nasi

- pars ossea–
lamina
perpendicularis
ossis ethmoidalis,
vomer
- pars cartilaginea
(kokain...
perforace)



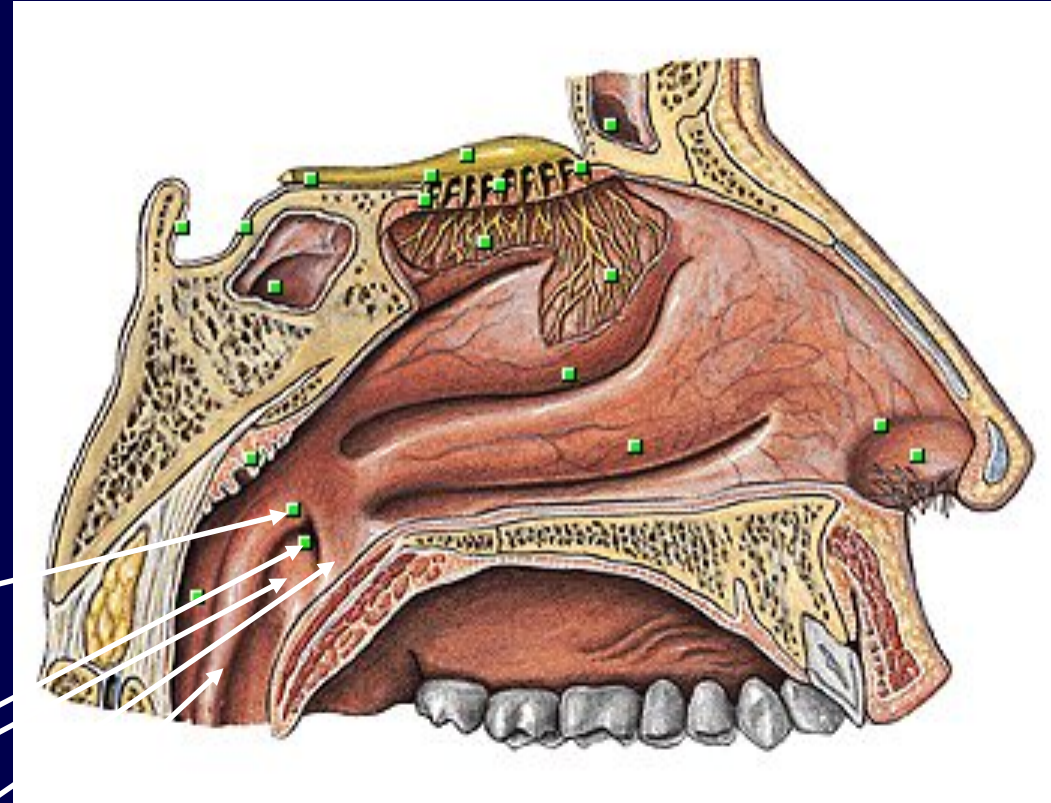
Strop dutiny nosní

- os frontale
- lamina cribrosa
ossis ethmoidalis
- corpus ossis
sphenoidalis
- pars olfactoria (asi
jako 1Kč mince)



Laterální stěna dutiny nosní

- corpus maxillae, proc. frontalis maxillae, os lacrimale, os ethmoidale, lamina perpendicularis ossis palatini
- concha nasalis superior, concha nasalis media (os ethmoidale)
- concha nasalis inferior
- Torus tubarius
- Ostium tubae auditivae
- Torus levatorius
- Plica salpingopalatina
- Plica salpingopharyngea



Pars olfactoria – čichový epithel
5cm²

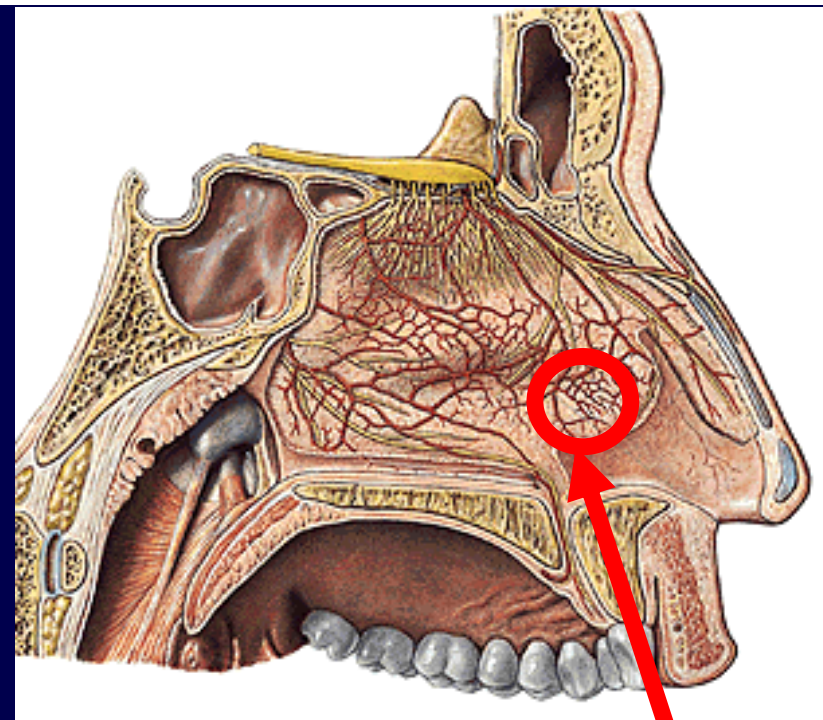
Pars respiratoria – řasinkový
epithel, glandulae nasales

Arterie

ACI – ophthalmica – ethmoidalis
ant/post

ACE – maxillaris – palatina desc

ACE – sphenopalatina– nasales
posteriores laterales/septi



locus Kiesselbachi

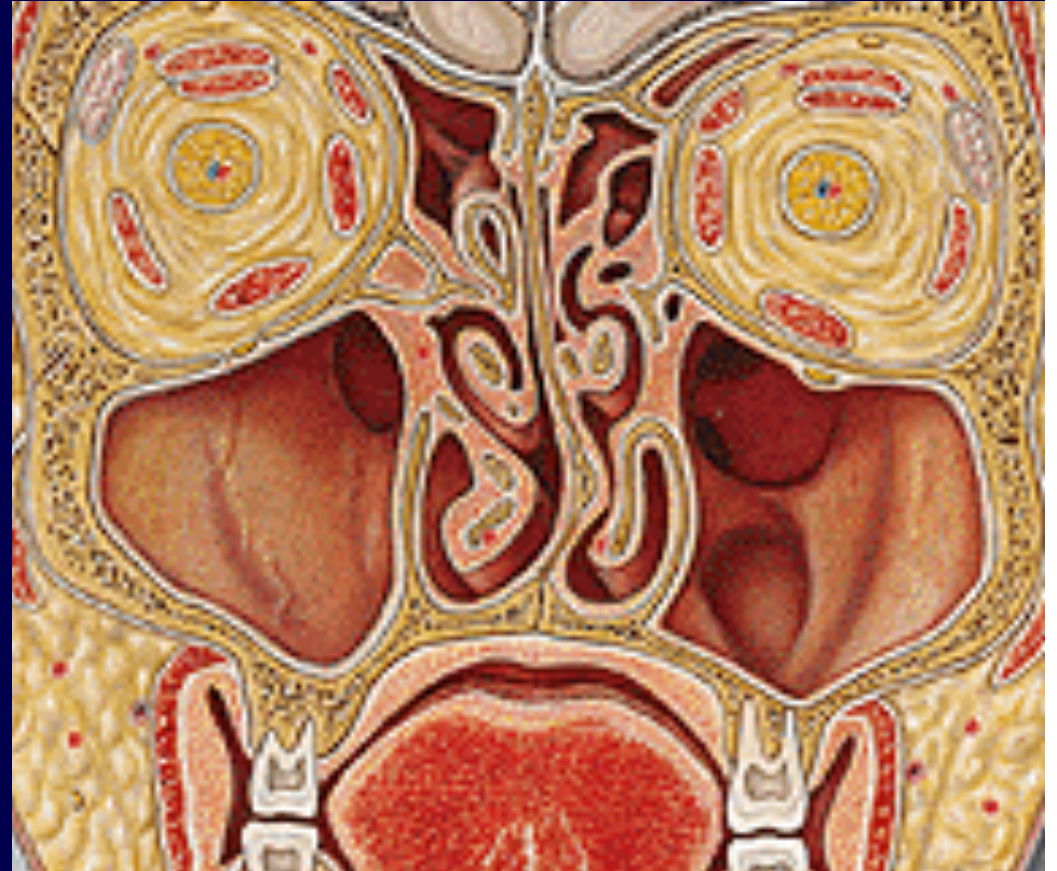
Vény – **PLEXUS CAVERNOSI CONCHARUM**
plexus pterygoideus, vv. ophthalmicae, v. facialis

Lymfatika – **nodi cervicales prof. + retropharyngeales**

Inervace n. ophthalmicus (V1) + n. maxillaris (V2)
n. olfactorius (II)
parasymptikus (VII), krční sympatikus

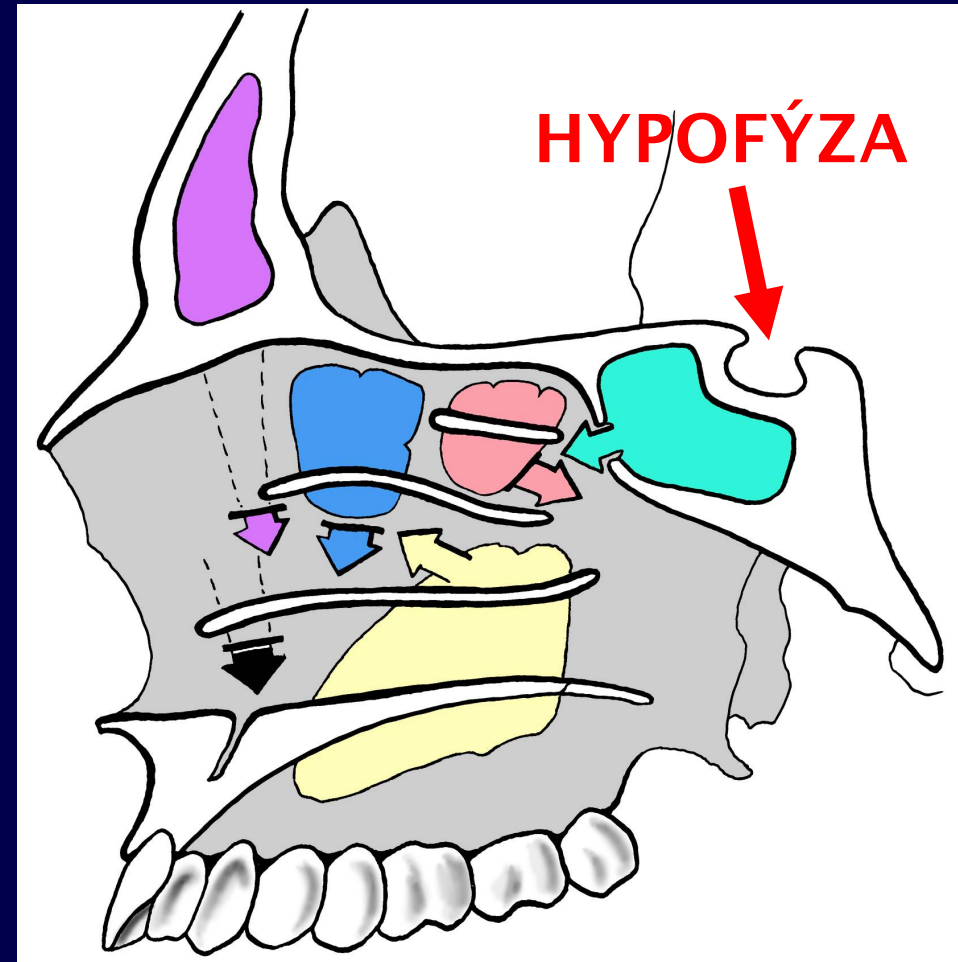
Průchody a prostory

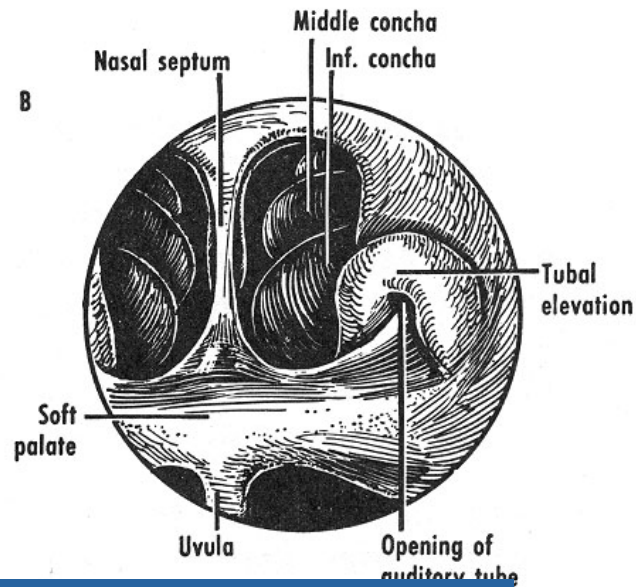
- nares
- meatus nasi superior
- meatus nasi medius
- meatus nasi inferior
- meatus nasi communis
-
- choanae



Sinus paranasales a jejich ústí do průchodů nosních

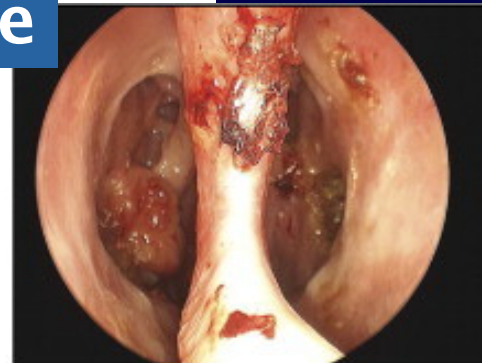
- meatus nasi superior
sinus sphenoidalis
cellulae ethmoidales post.
- meatus nasi medius
sinus frontalis
sinus maxillaris
cellulae ethmoidales ant.
- meatus nasi inferior
ductus nasolacrimalis



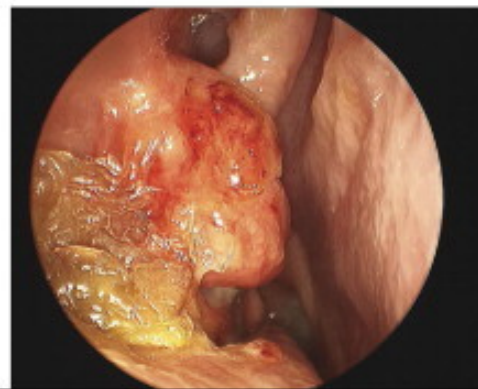


Zadní rhinoskopie

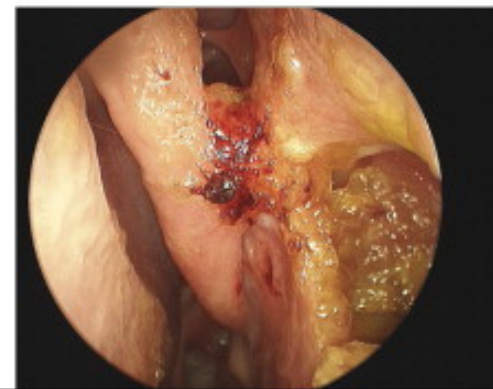
A



B



C



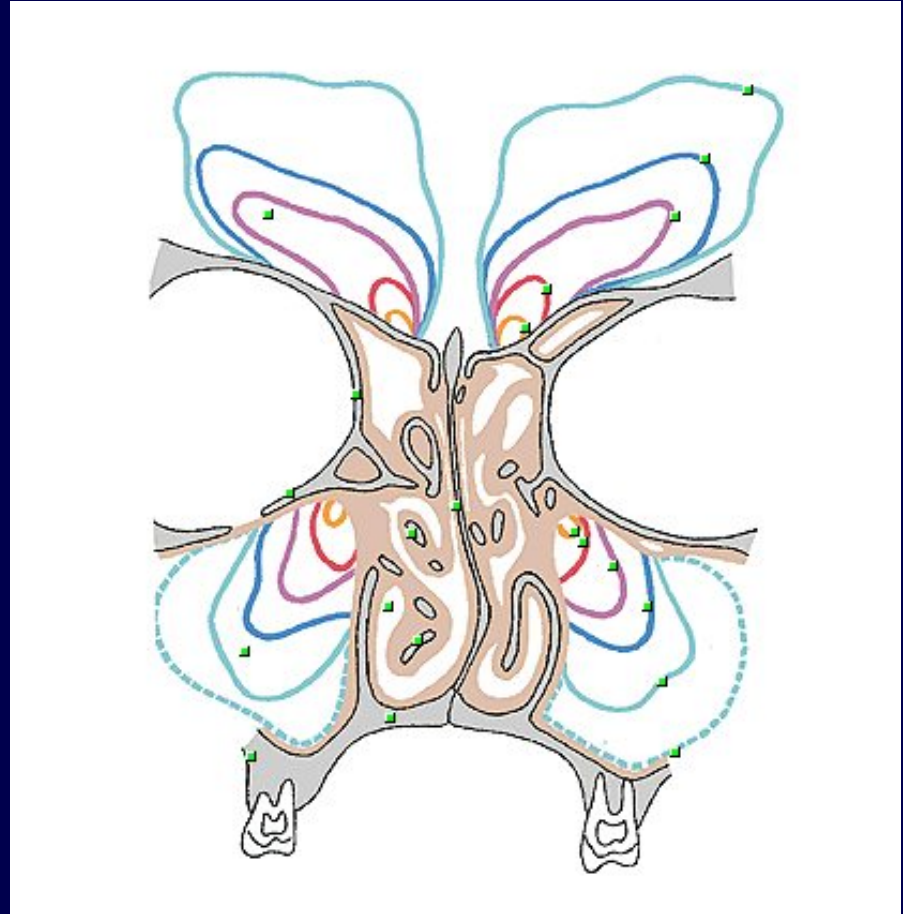
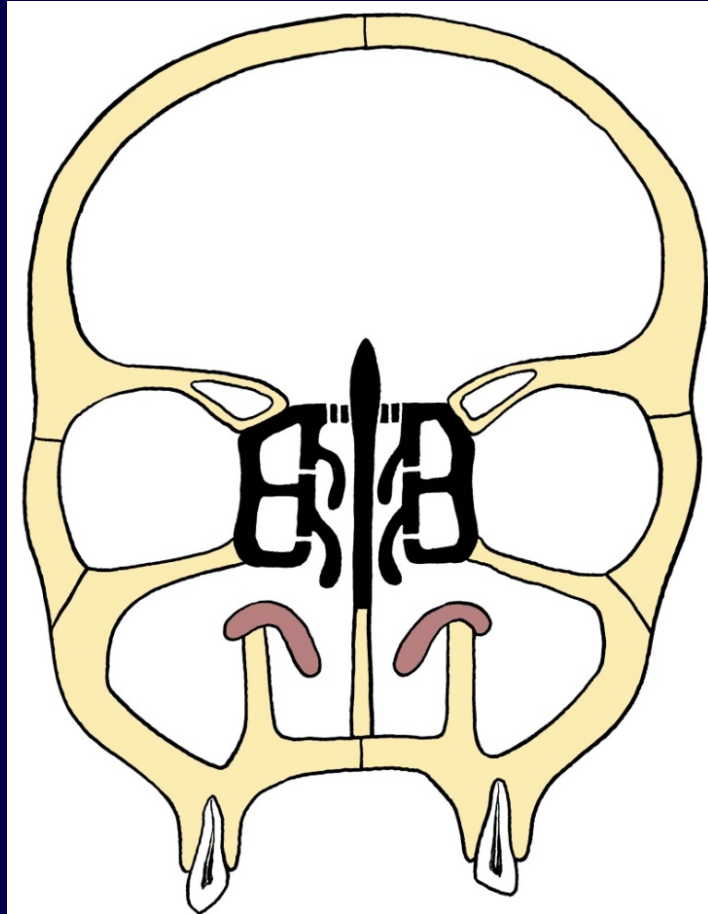
Néti – průplachy nosu

100ml vlažné/teplé vody

0,9g soli (1/5 rovné lžičky)

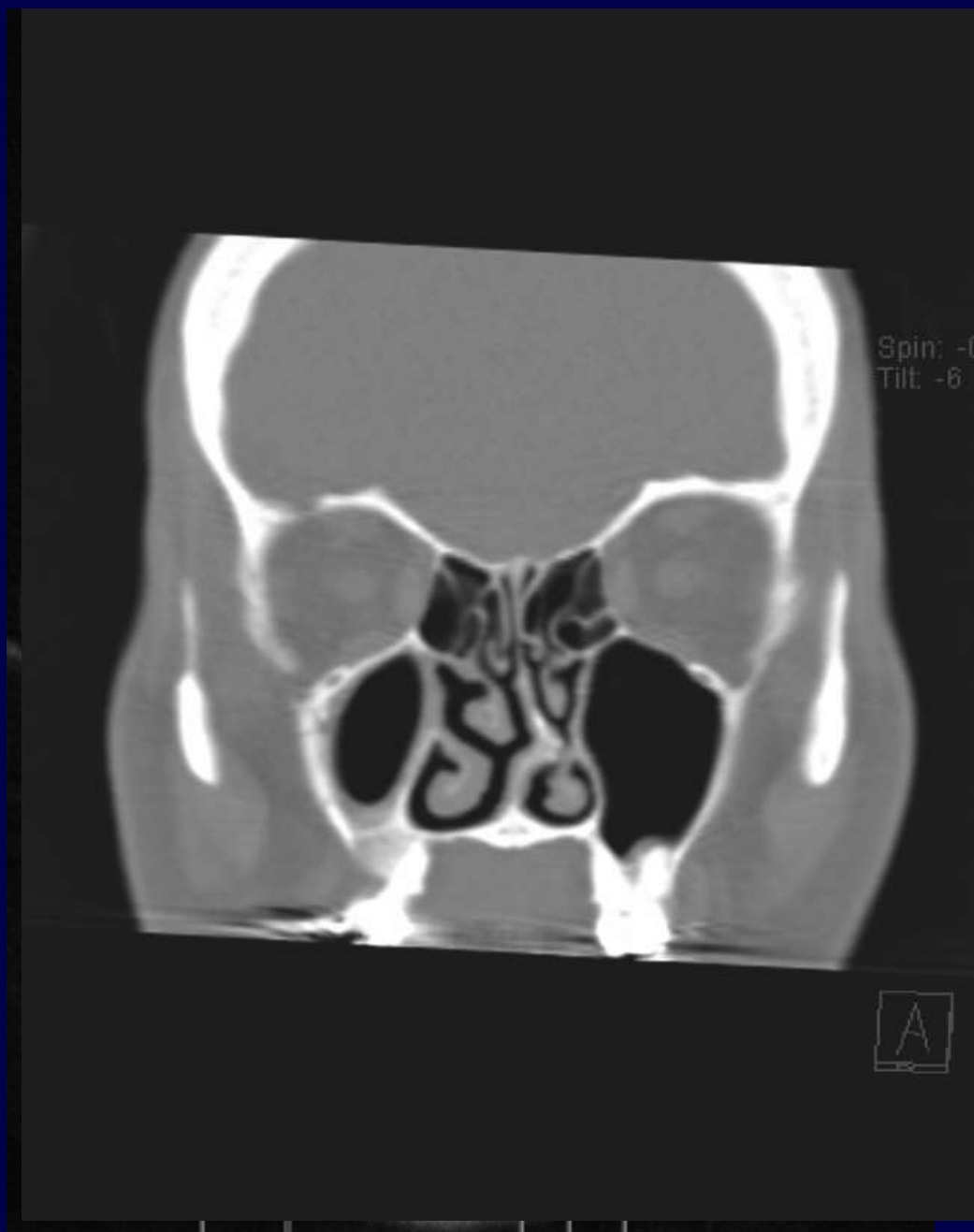
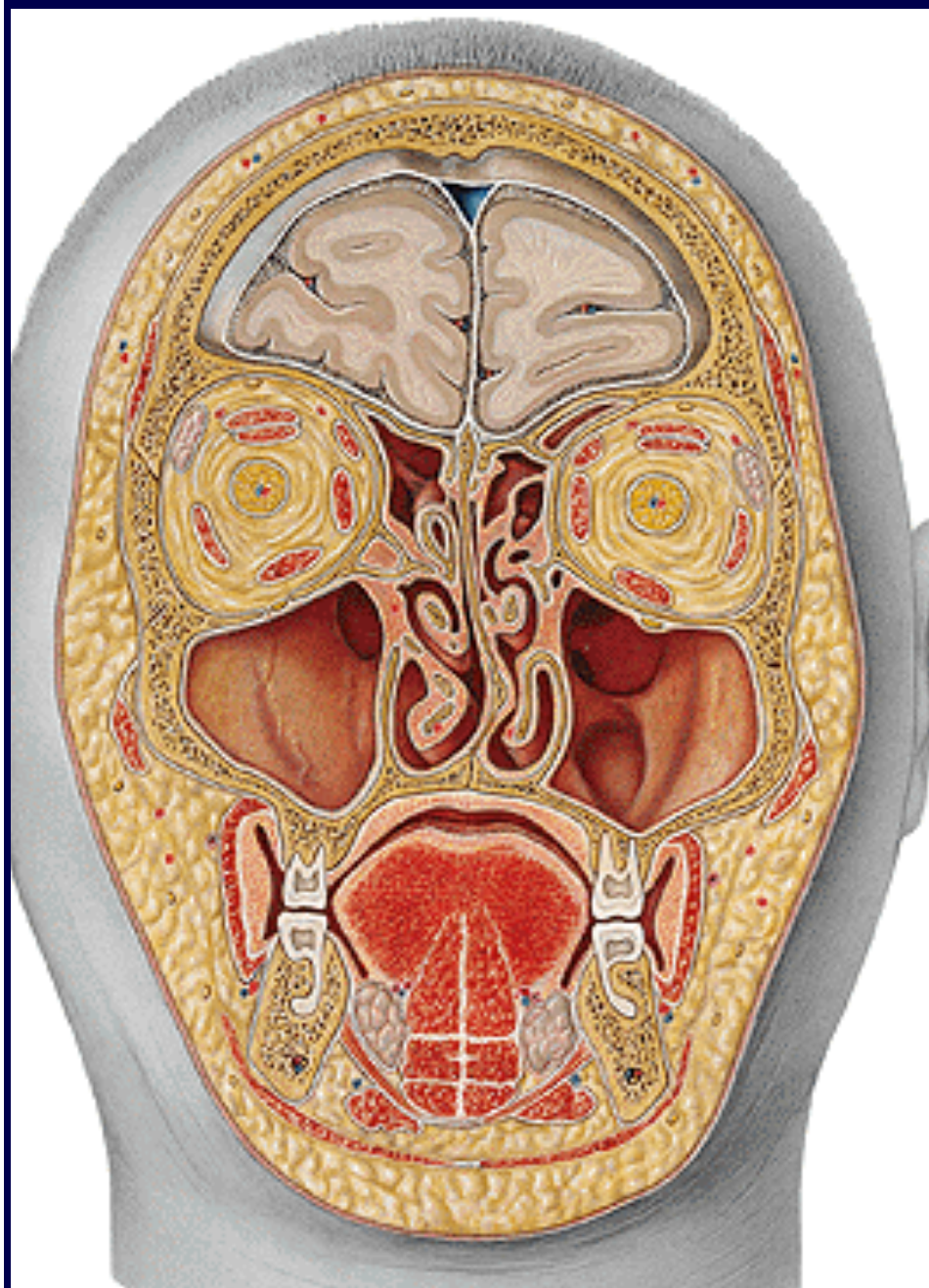
Nebo teplá Vincentka, také zhruba
fyzilogický roztok.

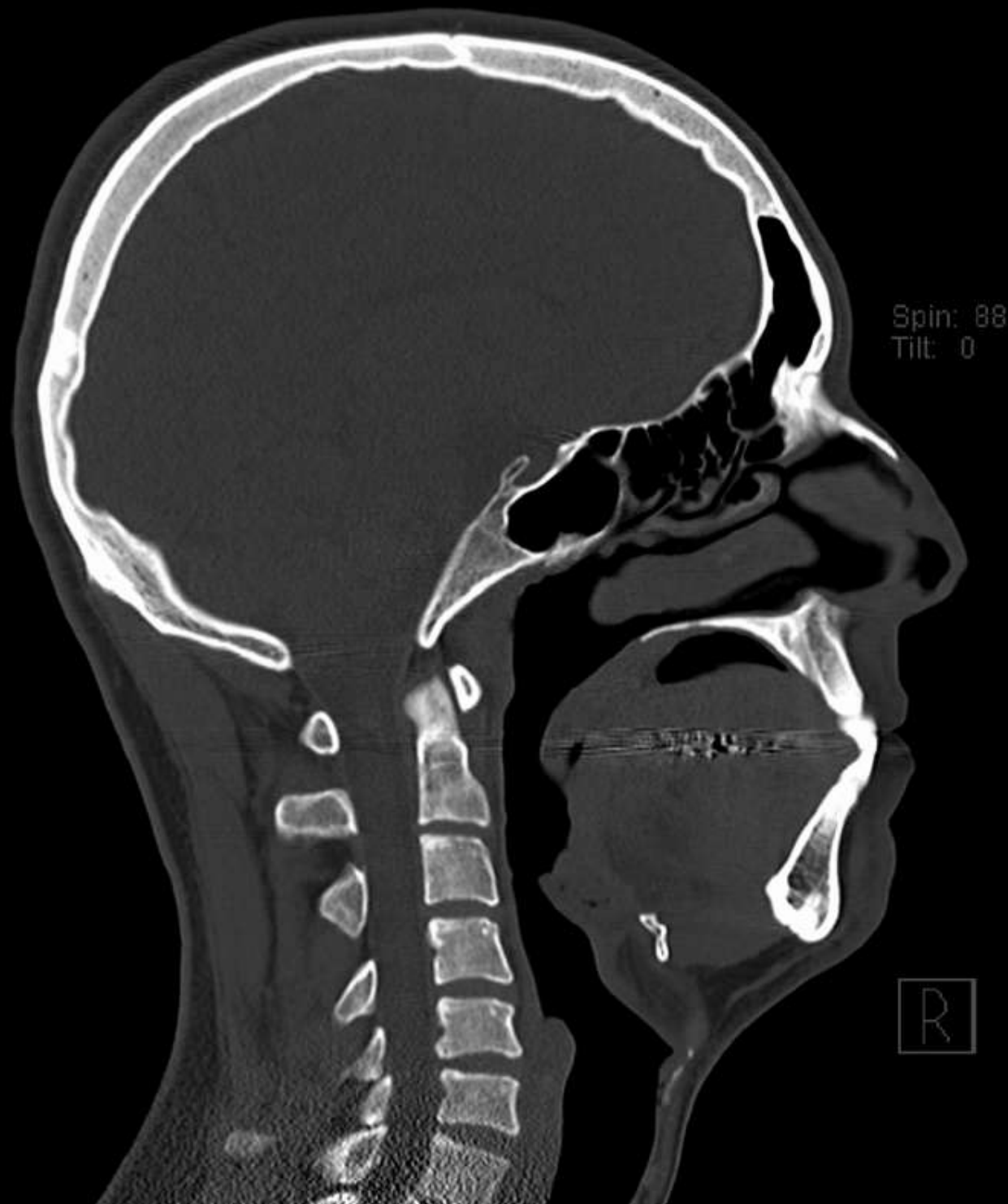
Pneumatizace a růst vedlejších dutin nosních



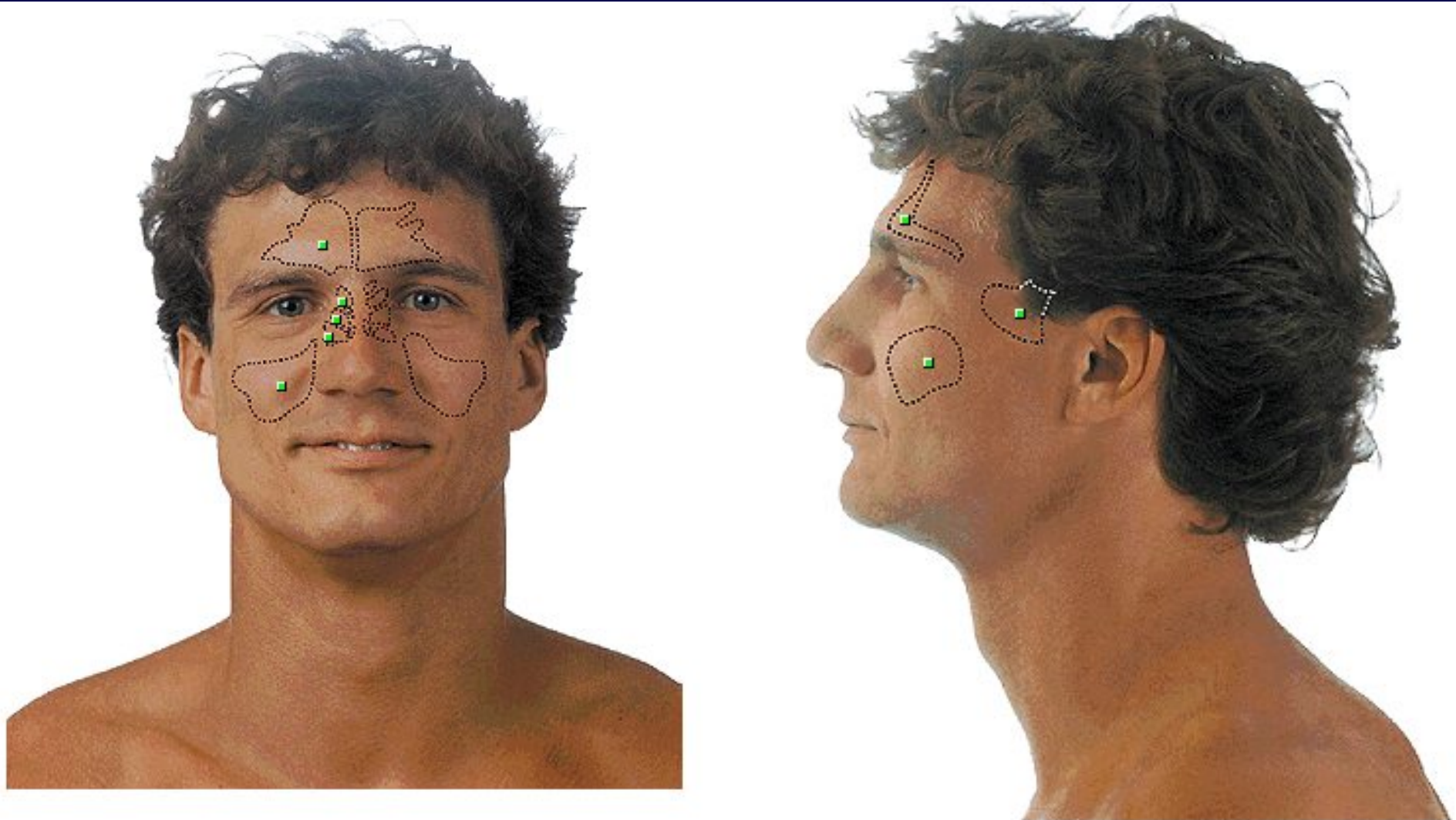
U novorozence jsou přítomny etmoidální dutiny a jsou založeny maxilární.

Frontální kost pneumatizuje od 4 let věku a sfenoidální od 5 let.





Projekce sinus paranasales



Rekurentní sinusitidy...

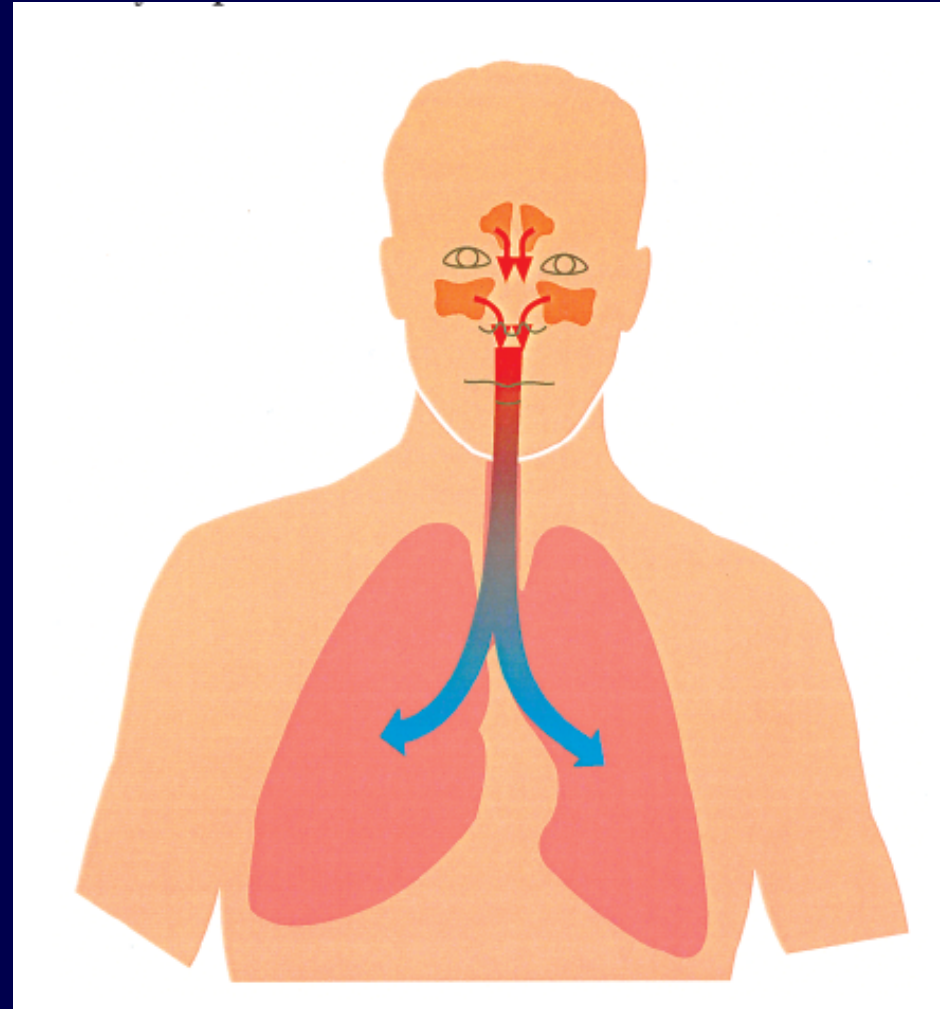
„smrkej Pepíčku pořádně!“

A single nose blow can propel up to 1 mL of viscous fluid in the middle meatus into the maxillary sinus.

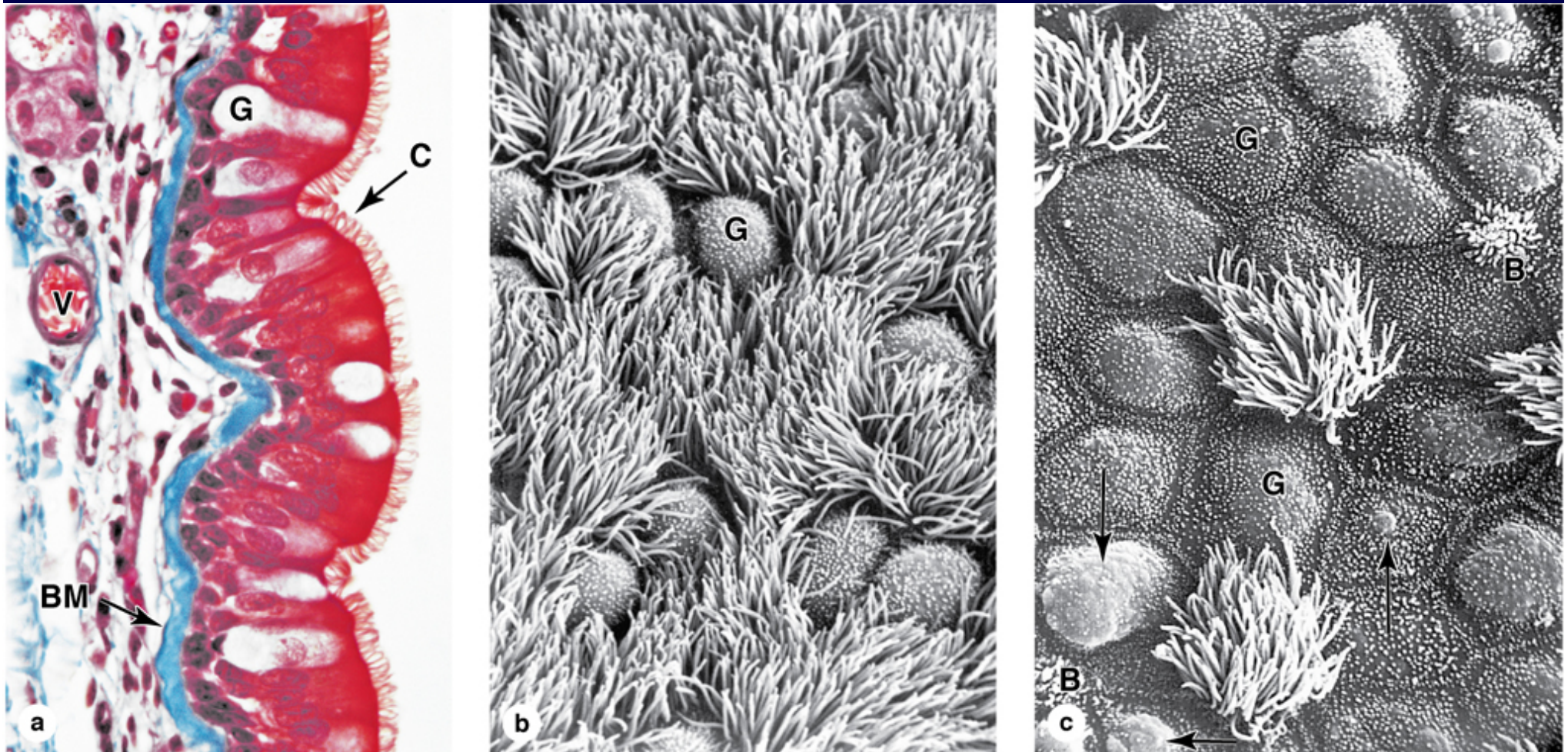
Gwaltney JM Hendley JO et al., (2000) 30 (2): 387-391. *Clin Infect Dis*, Nose Blowing Propels Nasal Fluid into the Paranasal Sinuses

Funkce sinus paranasales

- Rezonanční prostory – dodávají hlasu jeho zabarvení
- Odlehčení lebky
- Produkce NO (oxidu dusnatého) ve sliznici – bakteriostatický účinek
- NO pak působí vasodilataci v plicích a lepší oxygenaci a sycení O₂ arteriální krve

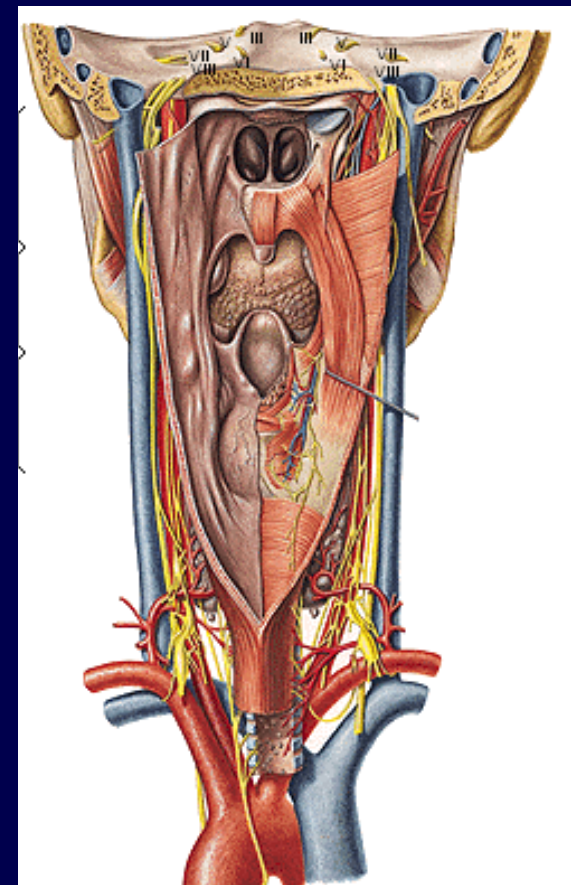
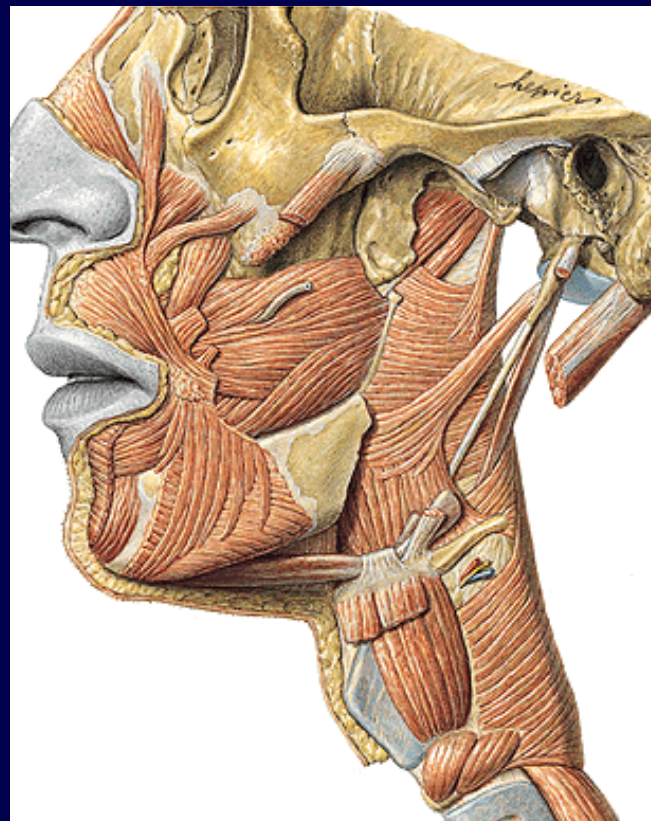
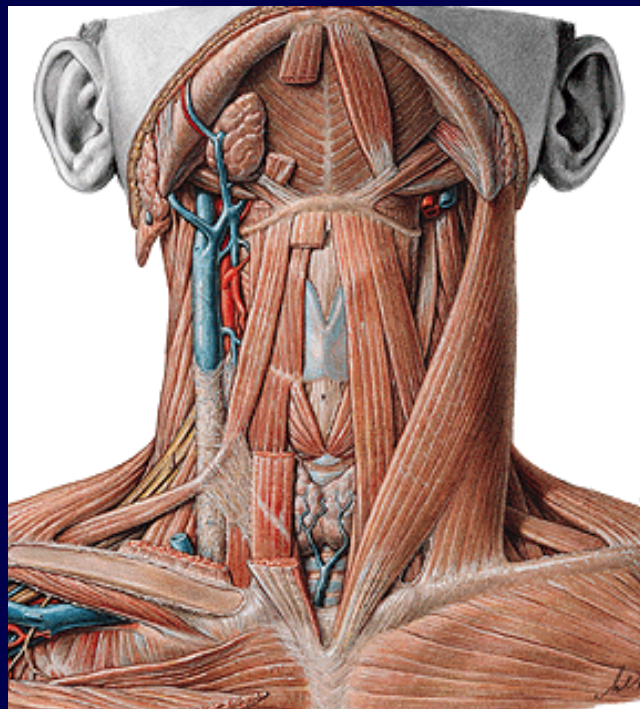


Histologie dýchacích cest



Zdroj: Junquiera's Histology

Video prof. Špaček, LFHK



Syntopie laryngu

C4 – C5 v dospělosti

C3 – C4 u novorozence

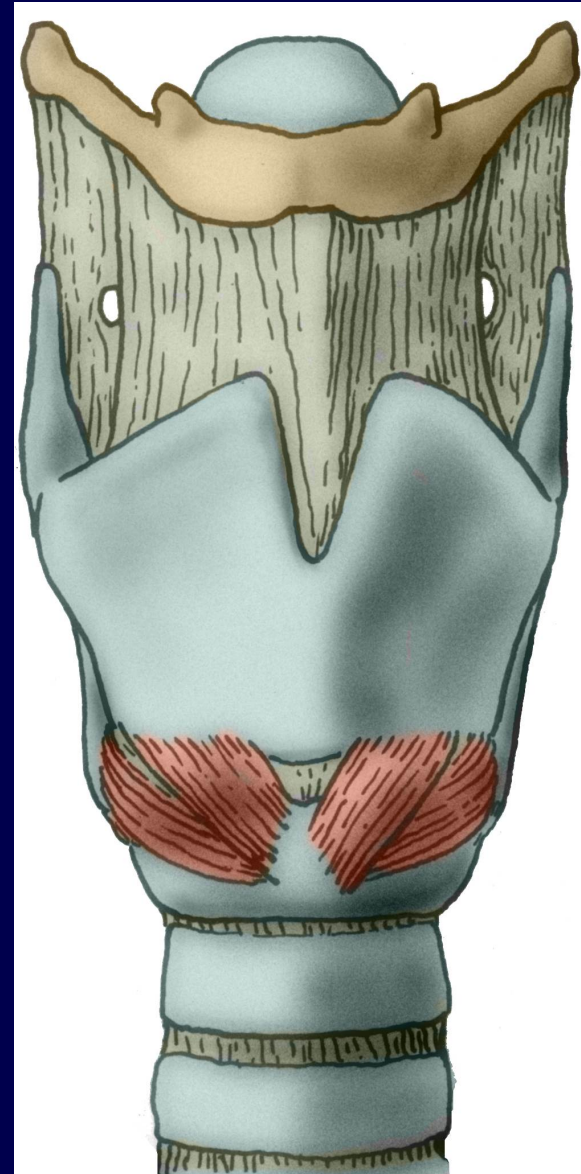
Laryngopharynx

Zavěšen přes jazyku a suprahyoidními svaly k bazi lební

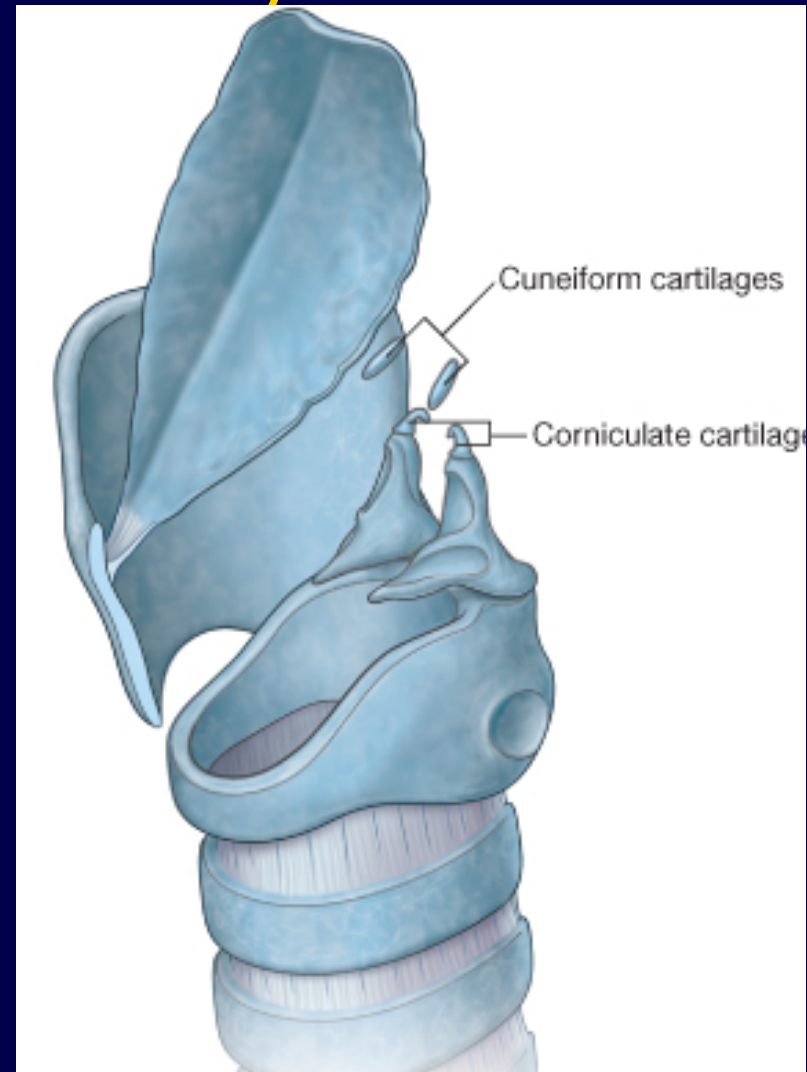
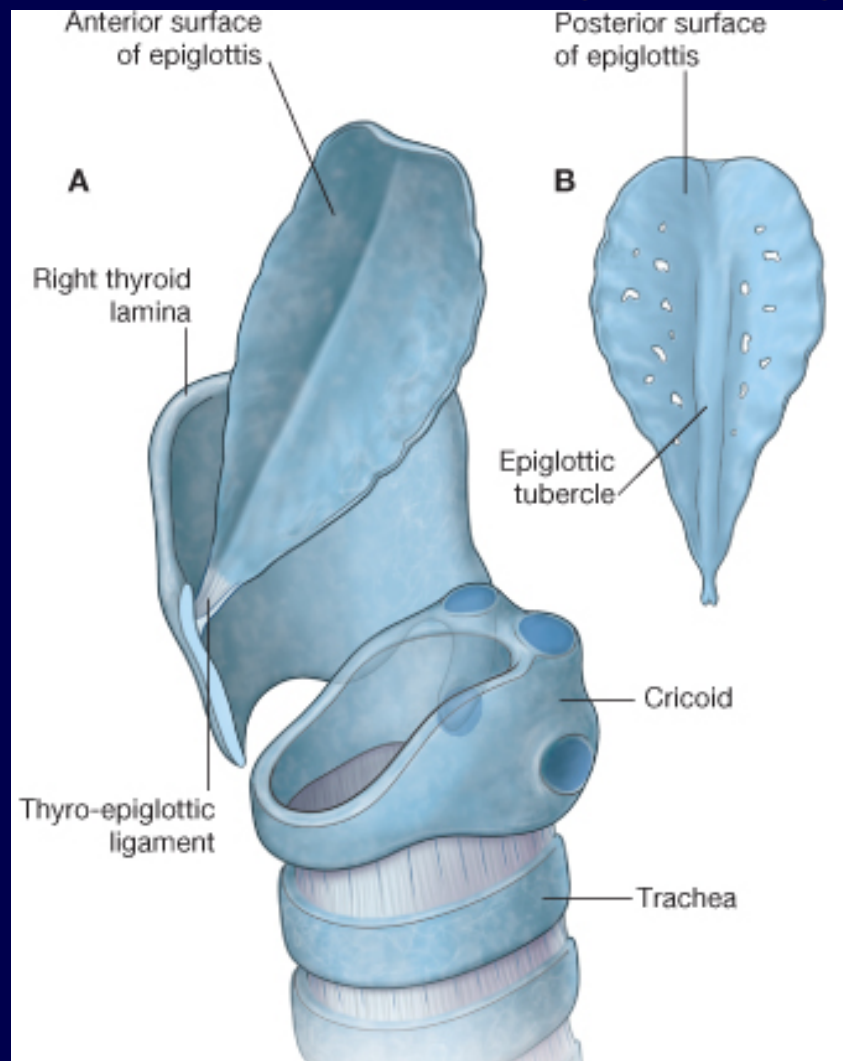
Infrahyoidní svaly

Larynx – hrtan

- cartilago thyroidea
- cartilago cricoidea
- cartilago arytenoidea
- cartilago epiglottica (elastická)
- cuneiformis corniculata
- triticea



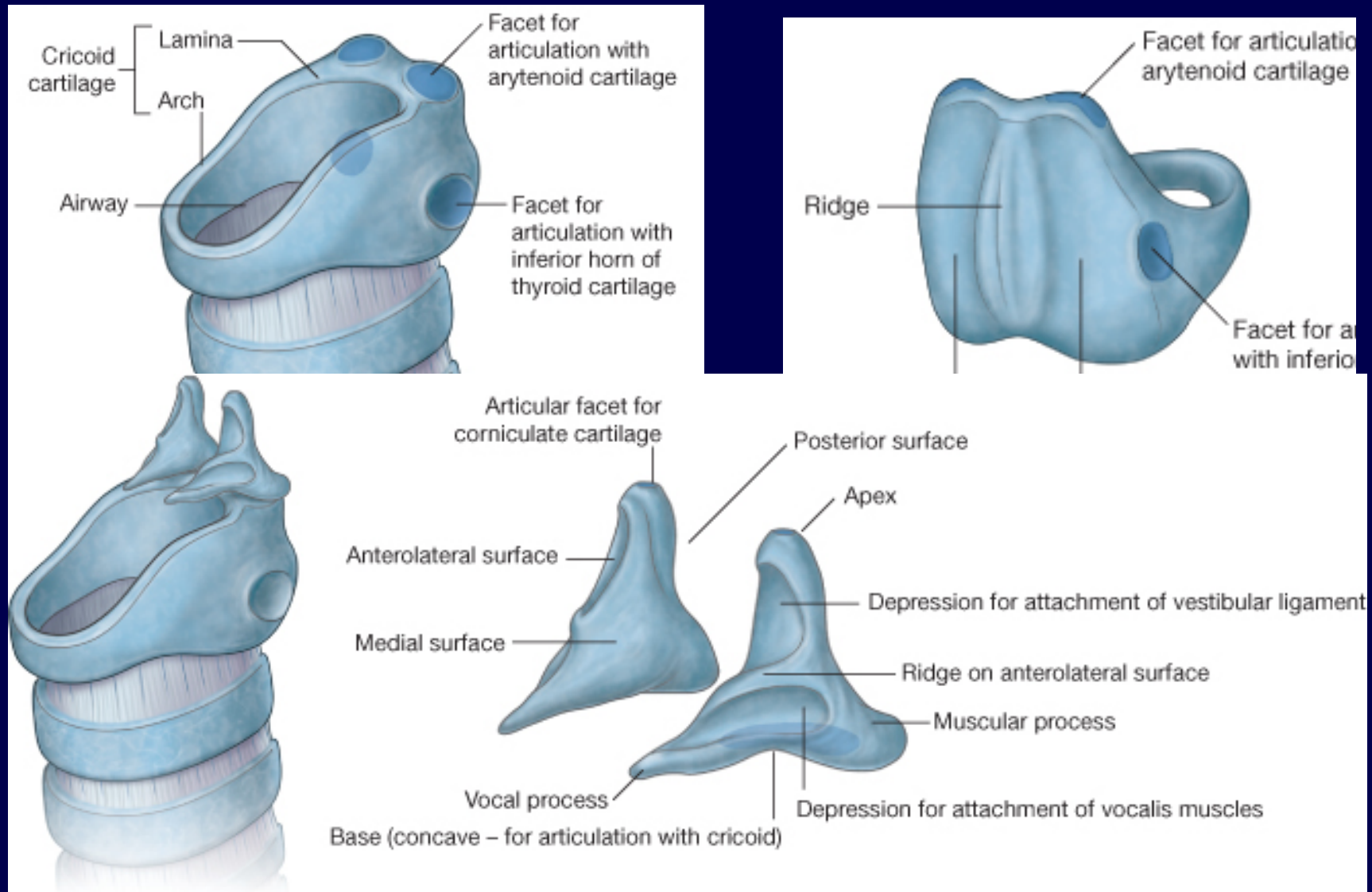
Cartilago epiglottica et thyroidea



Cartilago thyroidea – lamina dx., sin., incisura superior, inferior cornu superius + inferius, linea obliqua, facies articularis cricoidea

Epiglottis – petiolus, lamina

Cartilago cricoidea et arytaenoidea

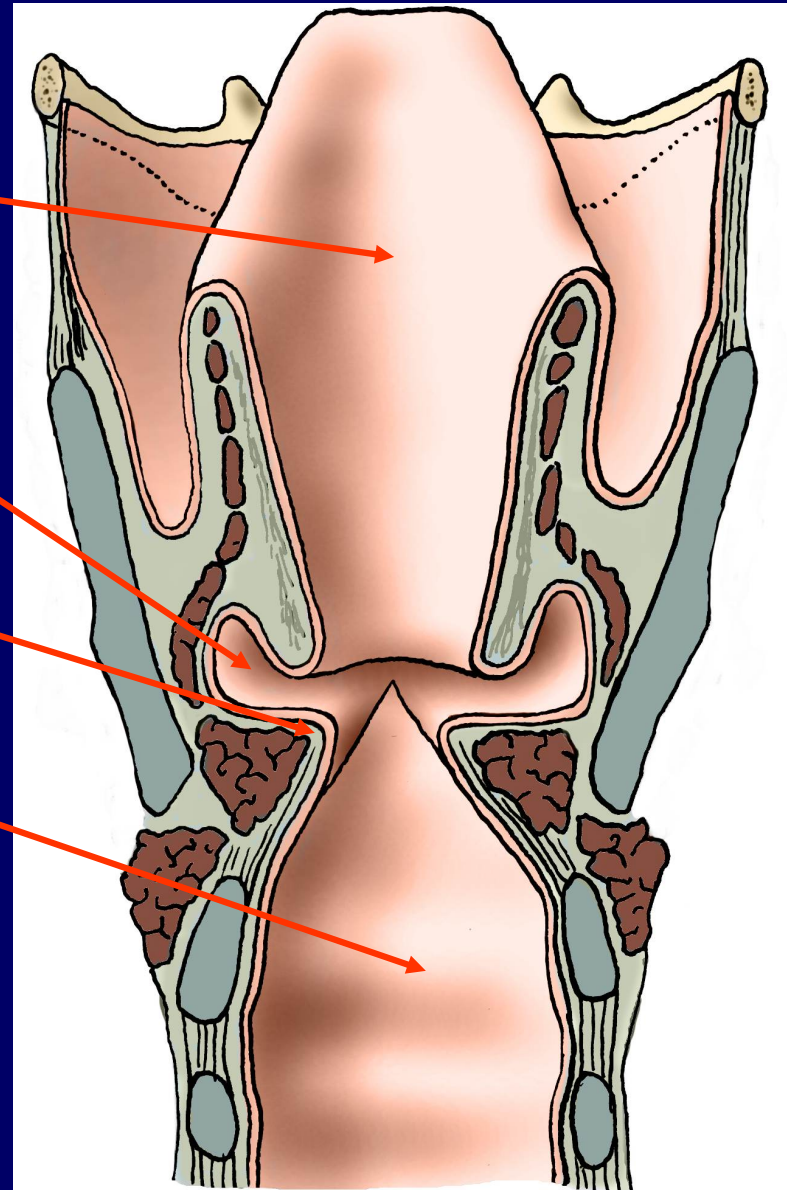


Cartilago cricoidea – arcus, lamina, facies articularis arytenoidea, thyroidea

Cartilago arytaenoidea – basis, apex, processus muscularis, vocalis

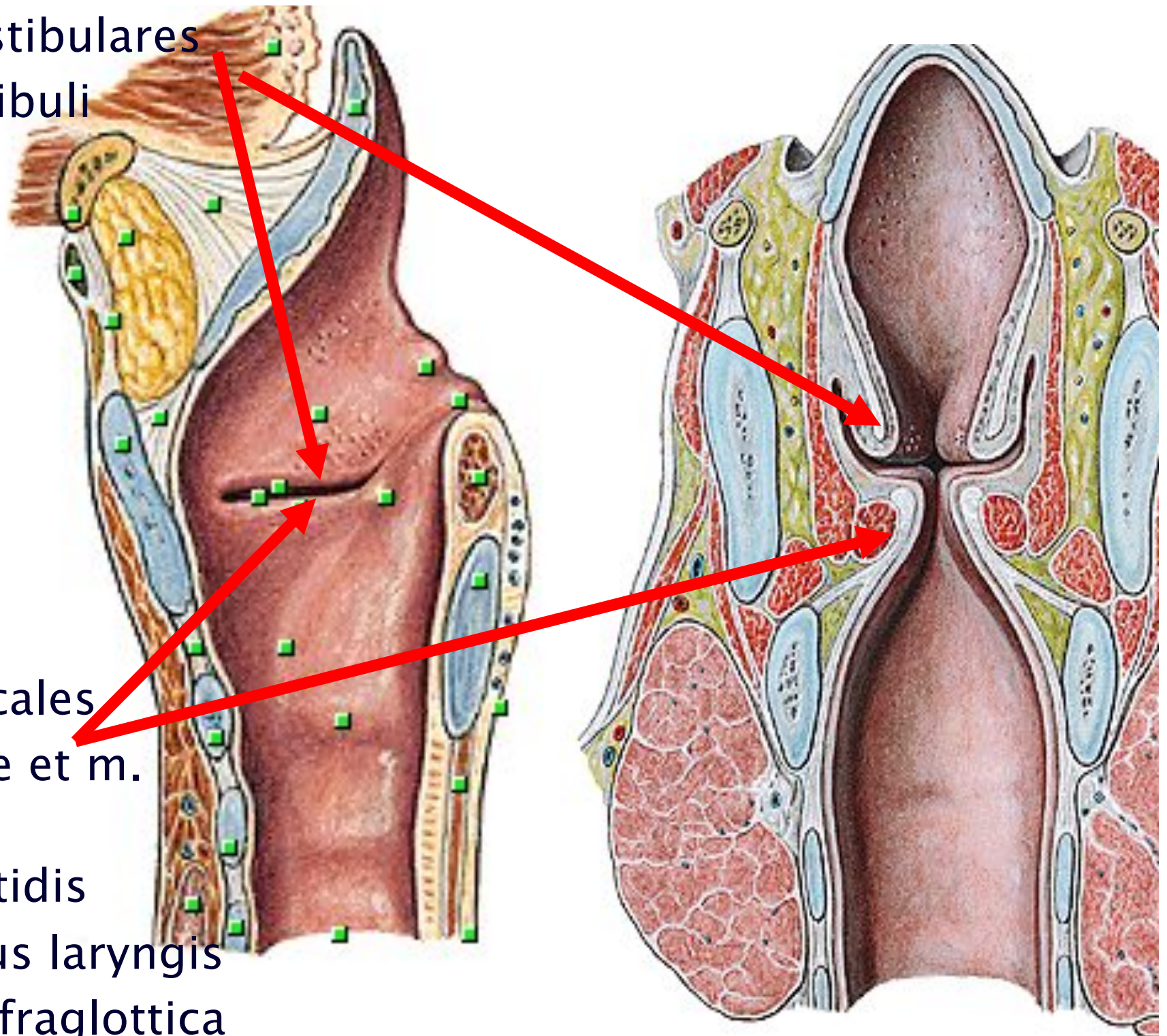
Dutina hrtanu – cavitas laryngis

- aditus laryngis
- vestibulum laryngis
- glottis (hlasivka)
- cavitas infraglottica



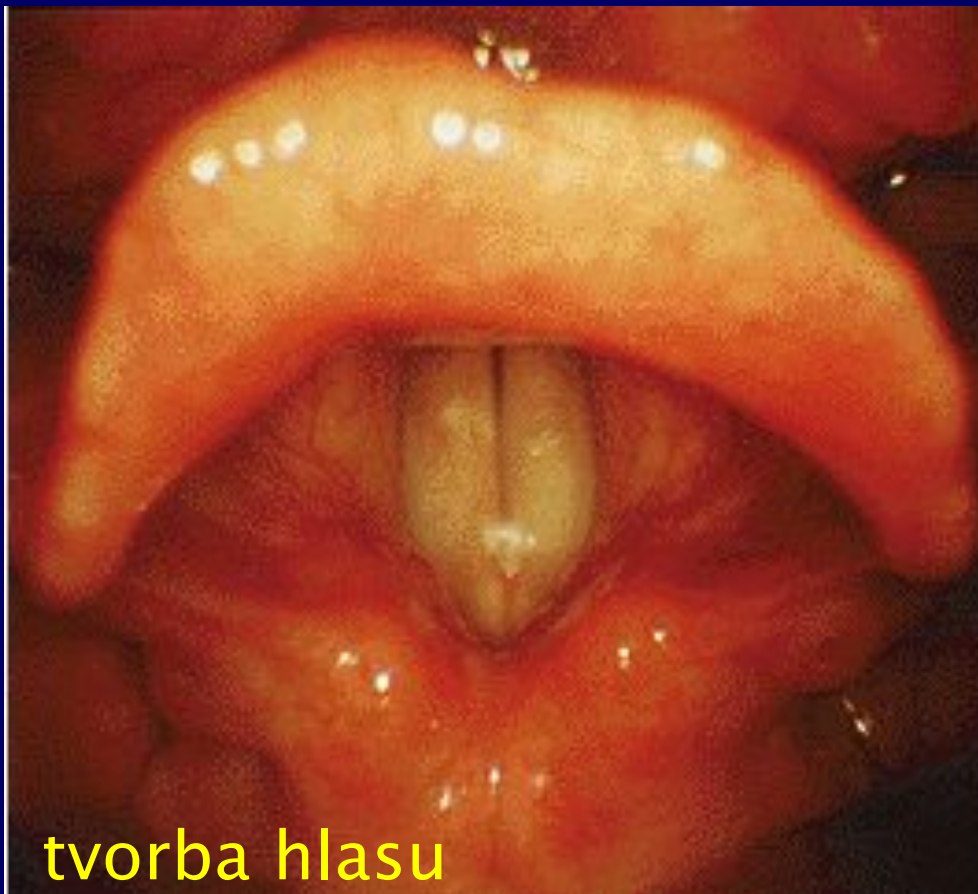
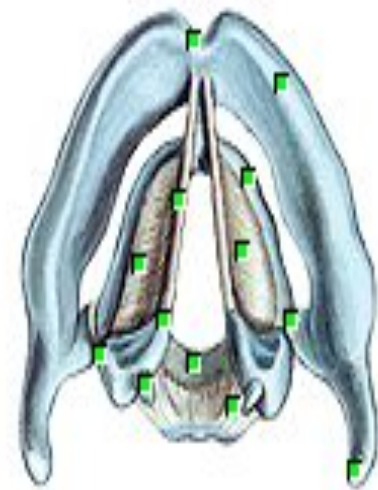
plicae vestibulares
rima vestibuli

plicae vocales
lig. vocale et m.
vocalis
rima glottidis
ventriculus laryngis
cavitas infraglottica

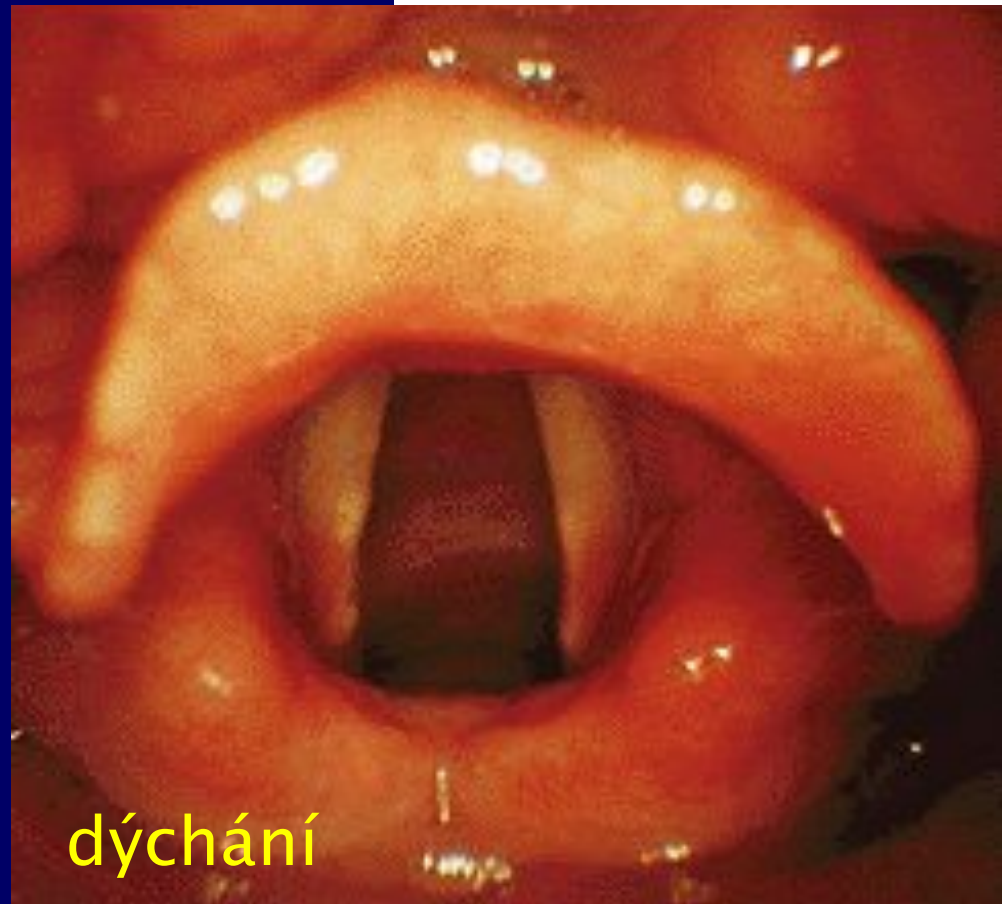


Glottis – pohled
laryngoskopickým zrcátkem

muži 24 – 30 mm, ženy
20mm



tvorba hlasu



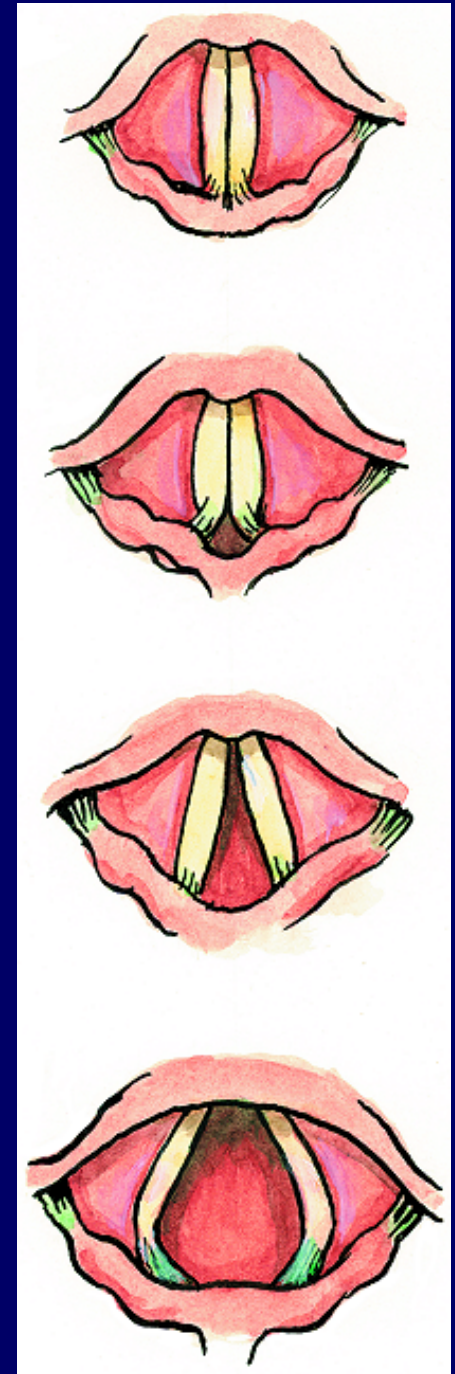
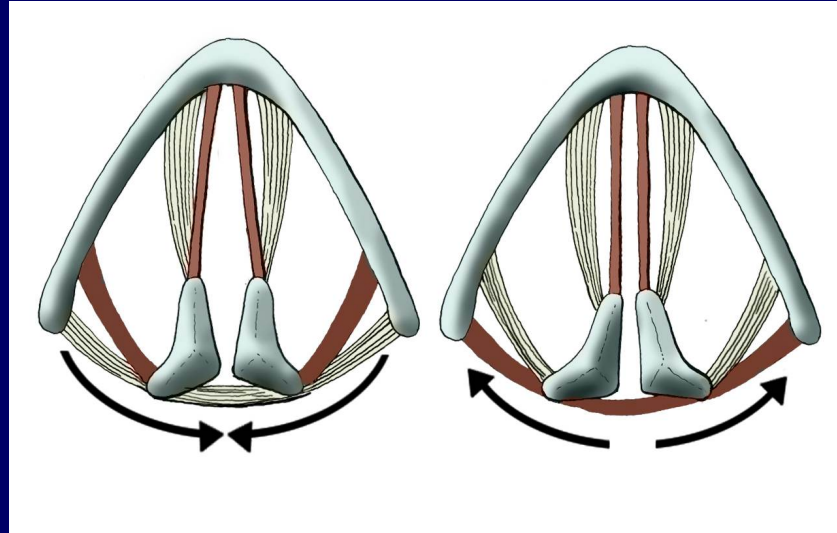
dýchání

Hrtan

- tvorba hlasu
- dýchání
- kašel
- polykání

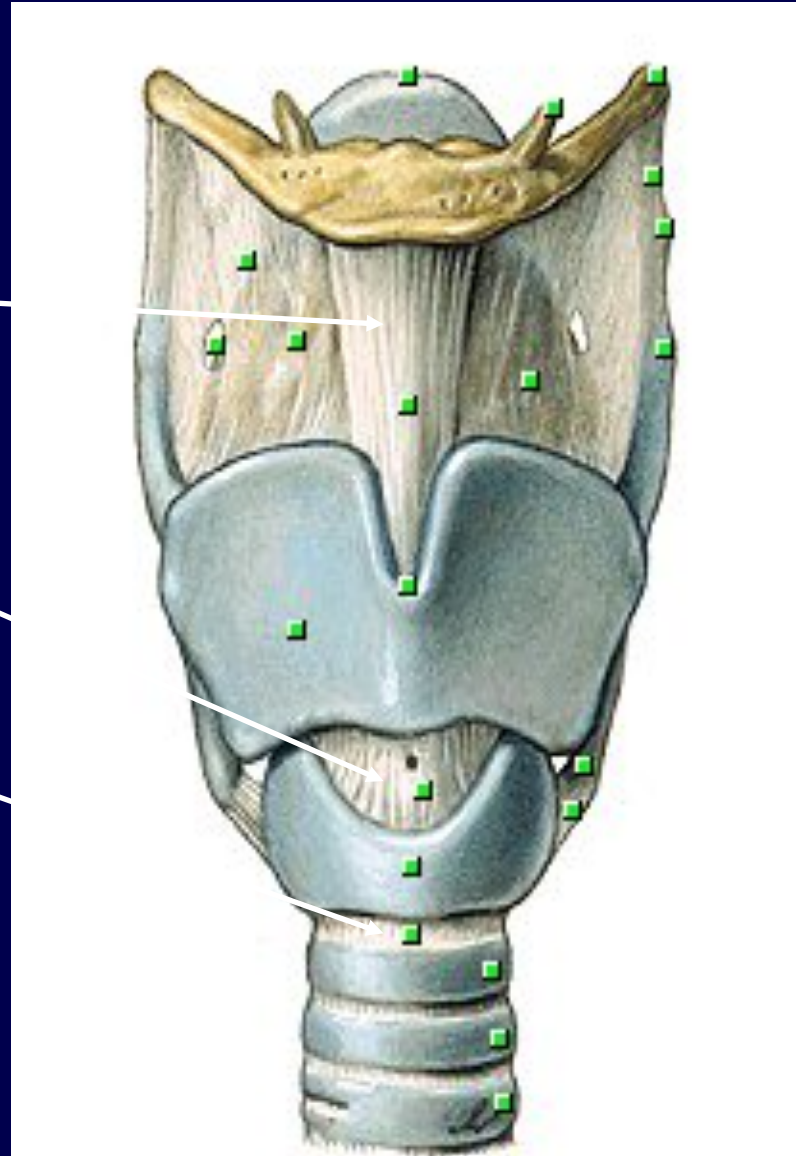
pohlavní rozdíly hrtanu

- celkově větší a delší hrtan u mužů než u žen
- prominující hrtan – ‘ohryzek’
- mutace hlasu – rychlý růst hrtanu v pubertě (testosteron)

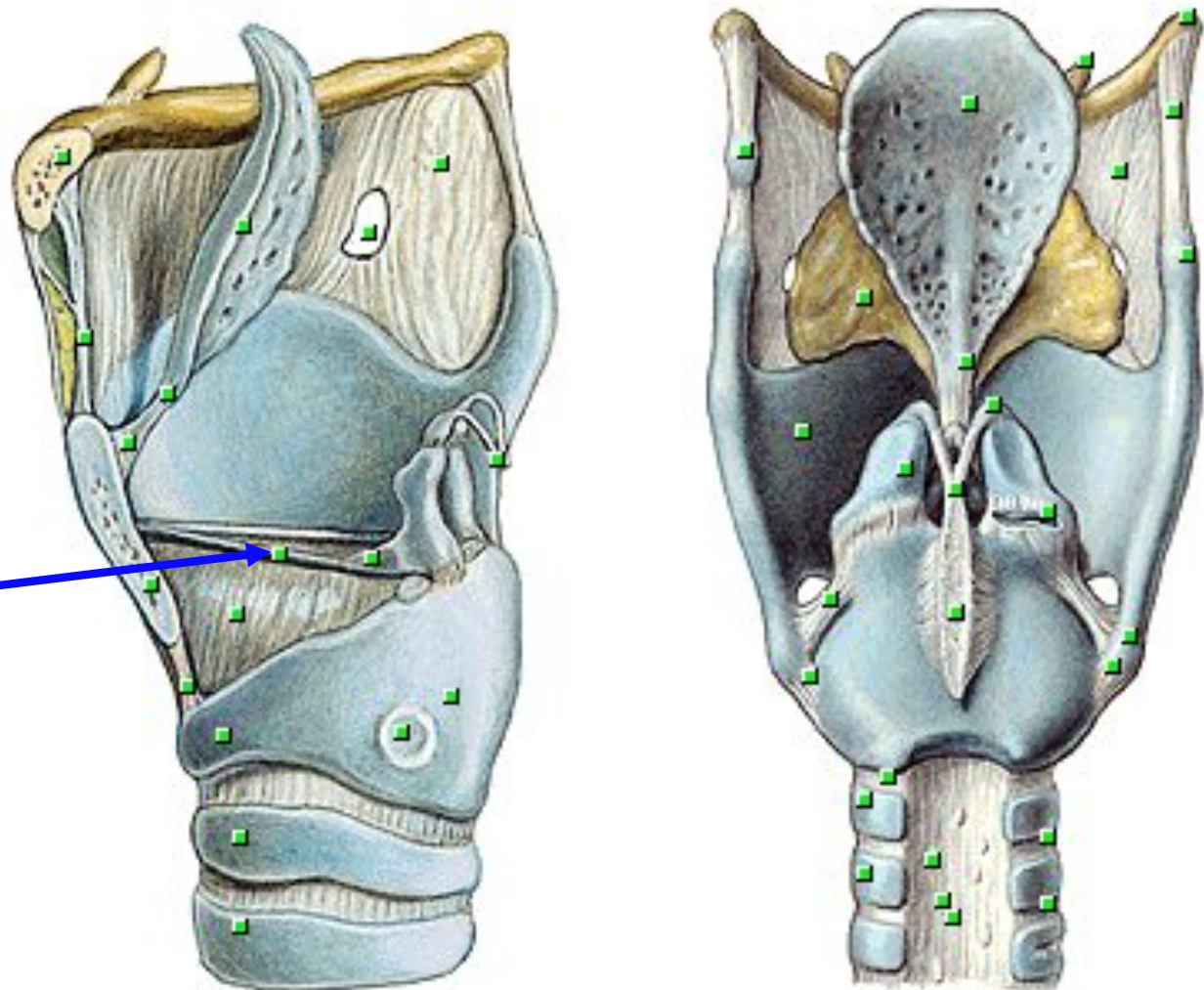


Vazy a membrány hrtanu

- membrana thyrohyoidea
- membrana cricothyroidea (**lig. conicum**)
- lig. cricotracheale



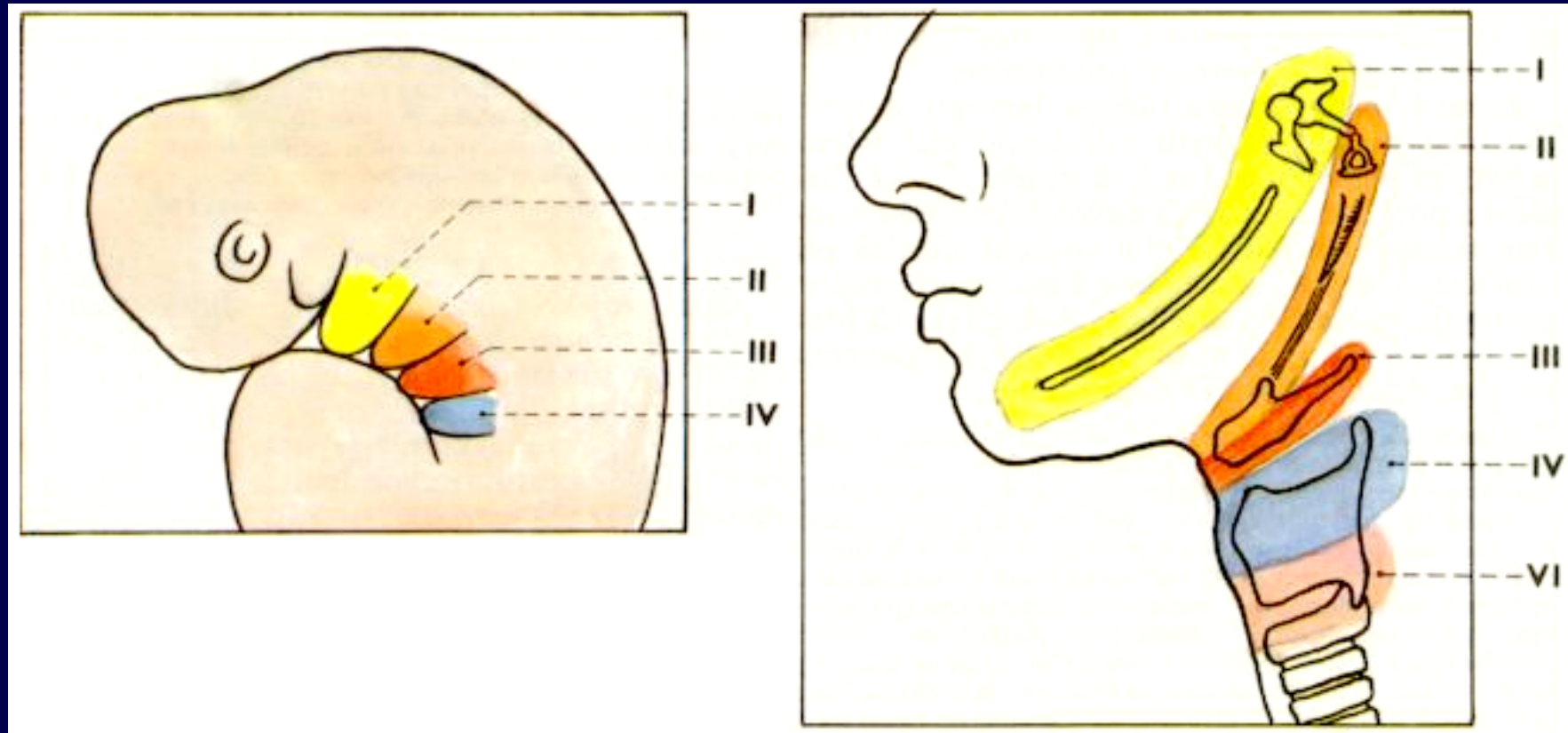
- ligamentum vocale



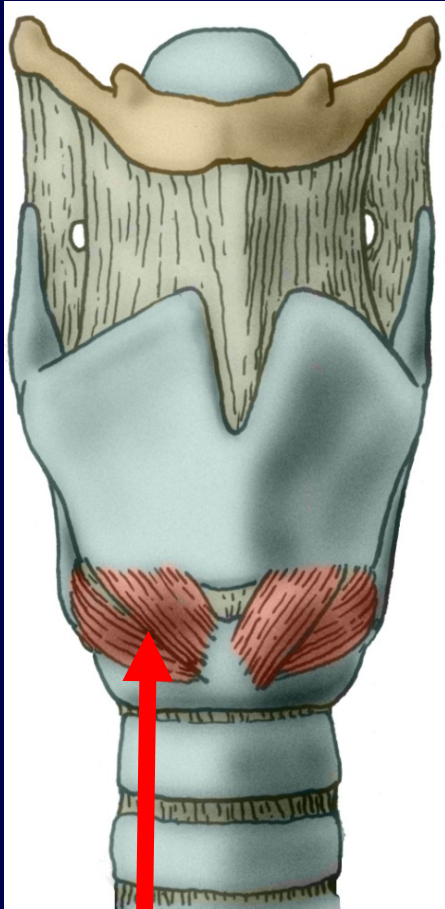
Ligamenta a membrány

membrana thyrohyoidea, lig. cricotracheale, lig. cricothyroideum, lig. vocale, lig. vestibulare, membrana fibroelastica laryngis: membrana quadrangularis + conus elasticus (membrana cricovocalis)

Vývoj hrtanu



Svaly hrtanu

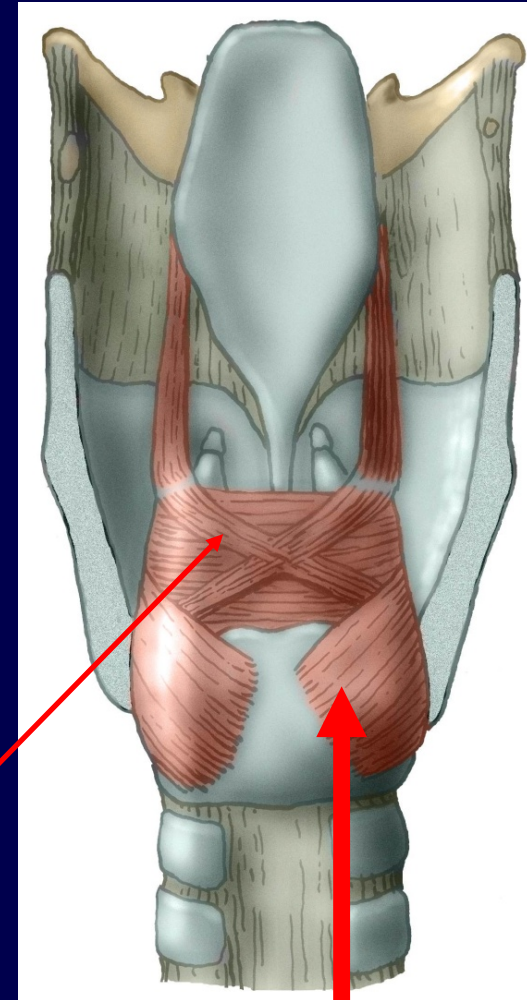


přední skupina

m. cricothyroideus (napíná hlasivkové vazy)

m. cricoarytenoideus post. (otvírá hlasivkovou štěrbinu)

m. arytenoideus



zadní skupina

Svaly hrtanu

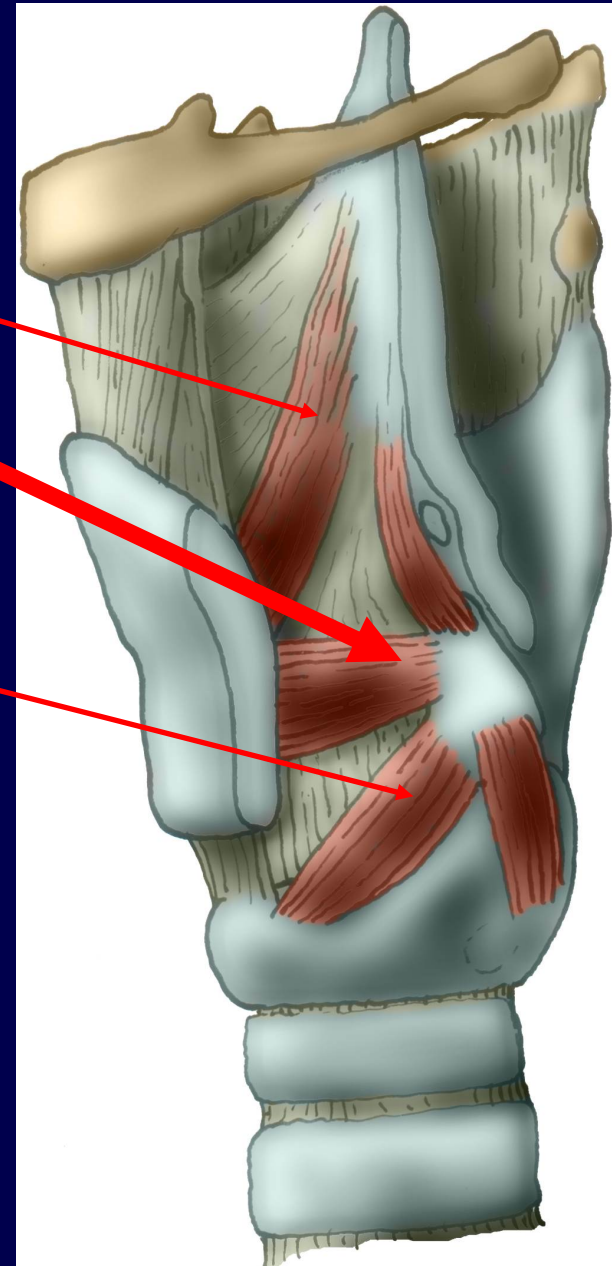
laterální

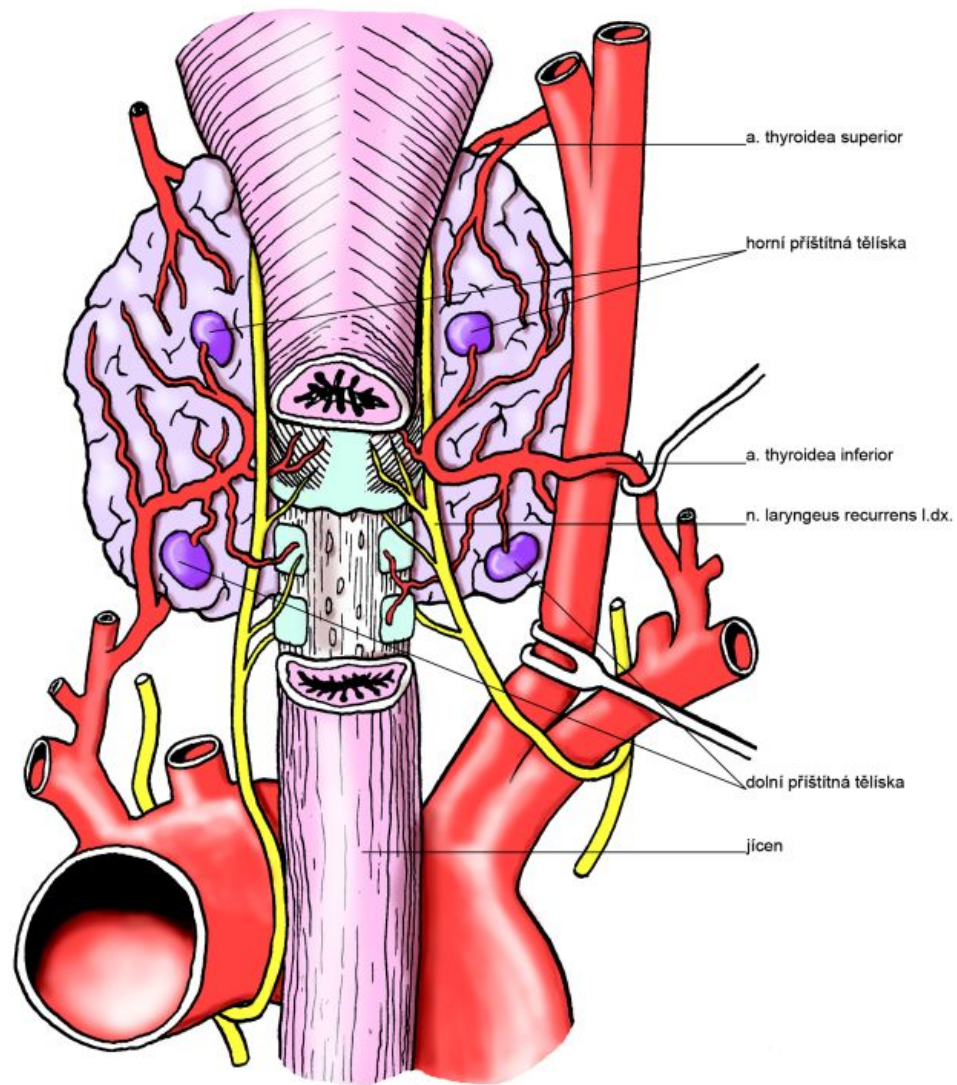
- m. thyroepiglotticus
- m. thyroarytenoideus (m. vocalis)
(přibližování hlasivek)
- m. cricoarytenoideus lat.

n. vagus

n. laryngeus superior – pouze m. cricothyroideus

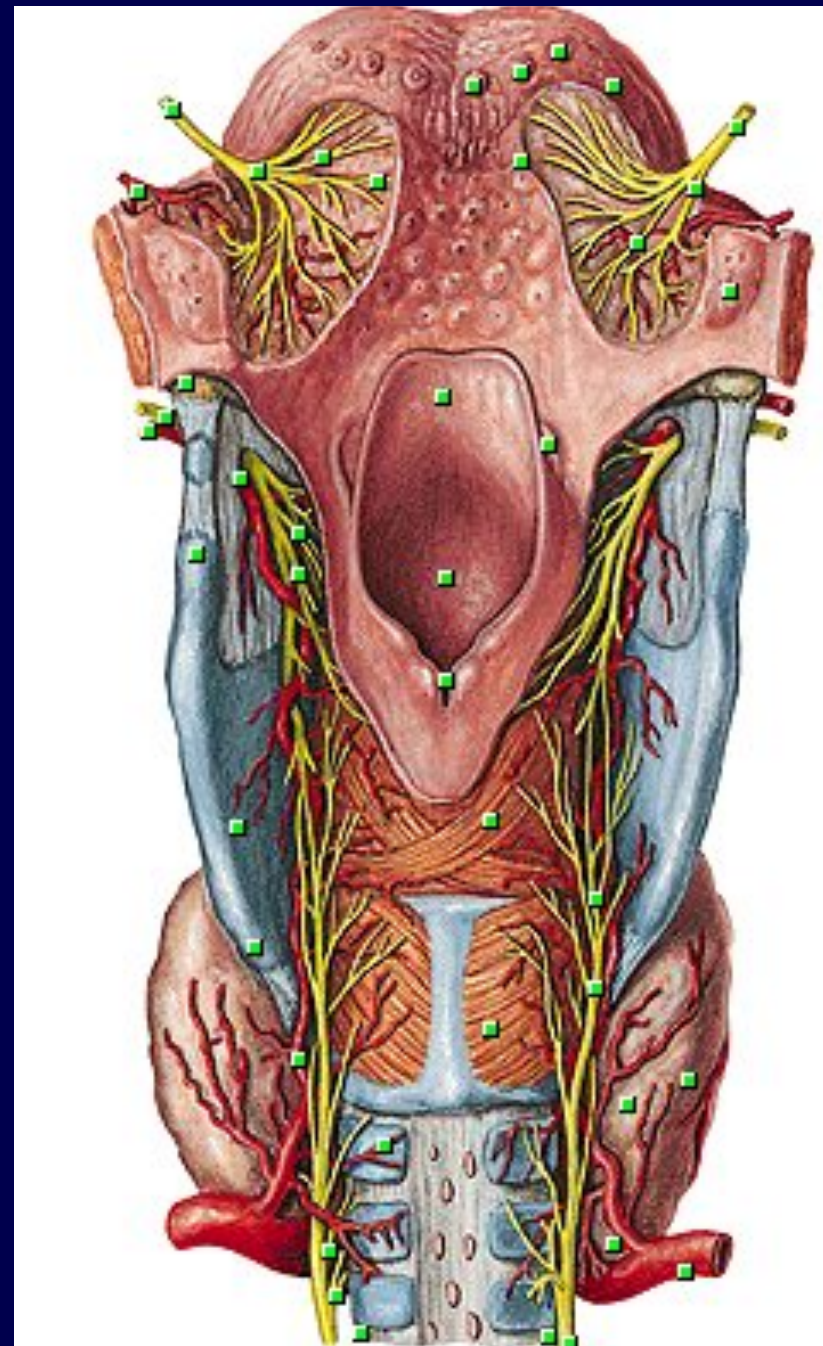
n. laryngeus recurrens (koncová větev n. laryngeus inferior) – všechny ostatní



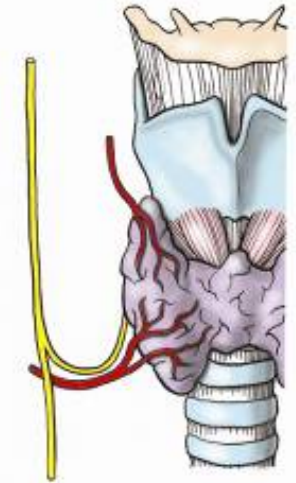


porušení NLR při operacích
štítné žlázy – dušnost, chraptot

laryngospasmus – křečovitě
sevření hlasivkové štěrbiny



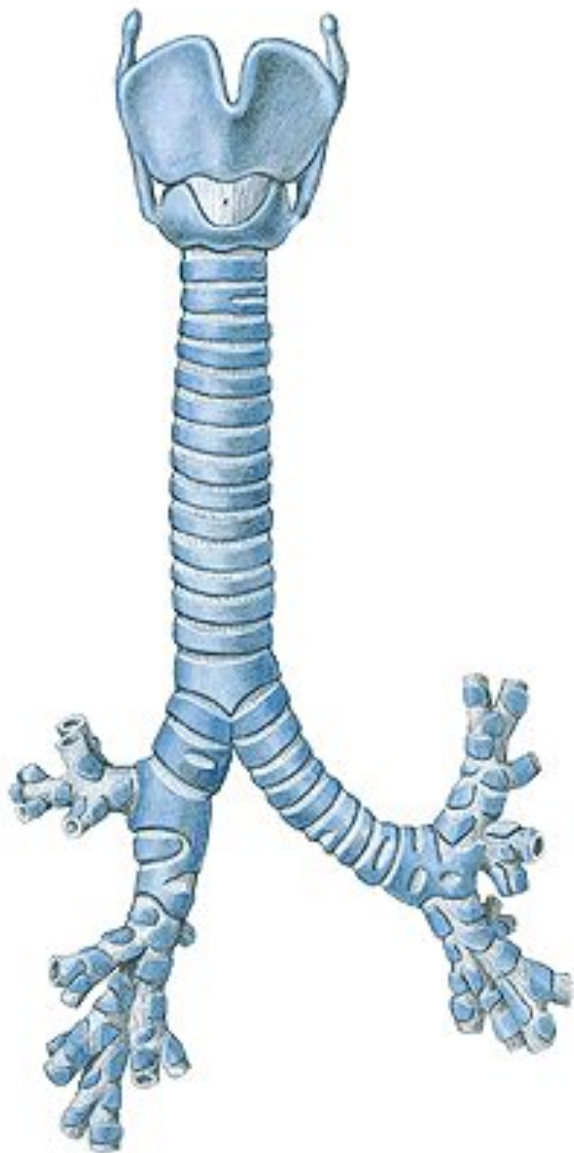
n. laryngeus non-recurrens



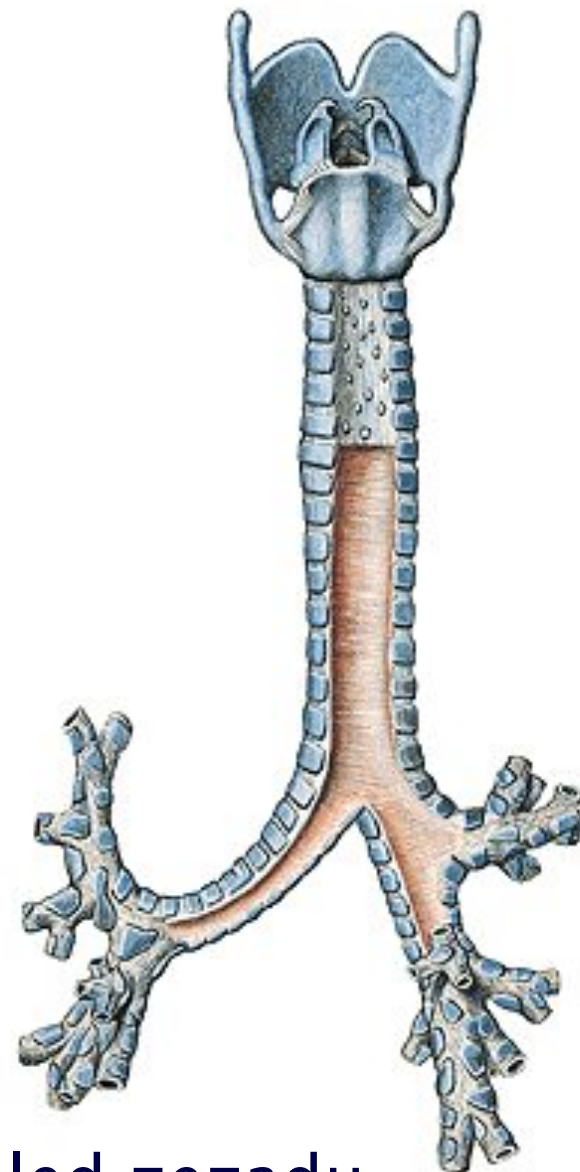
a. subclavia dx.

a. carotis comm. dx.

Trachea – průdušnice



Pohled zepředu



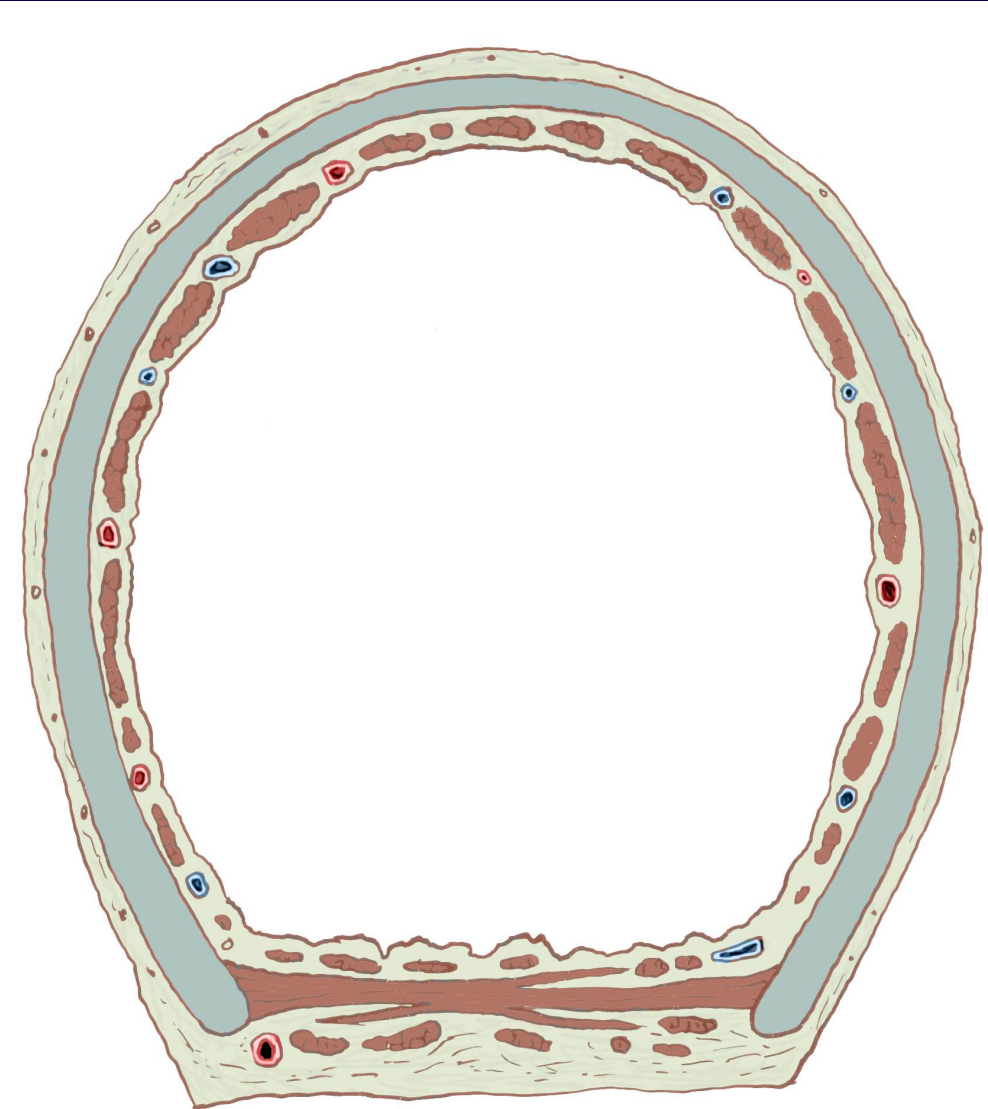
pohled zezadu



Trachea

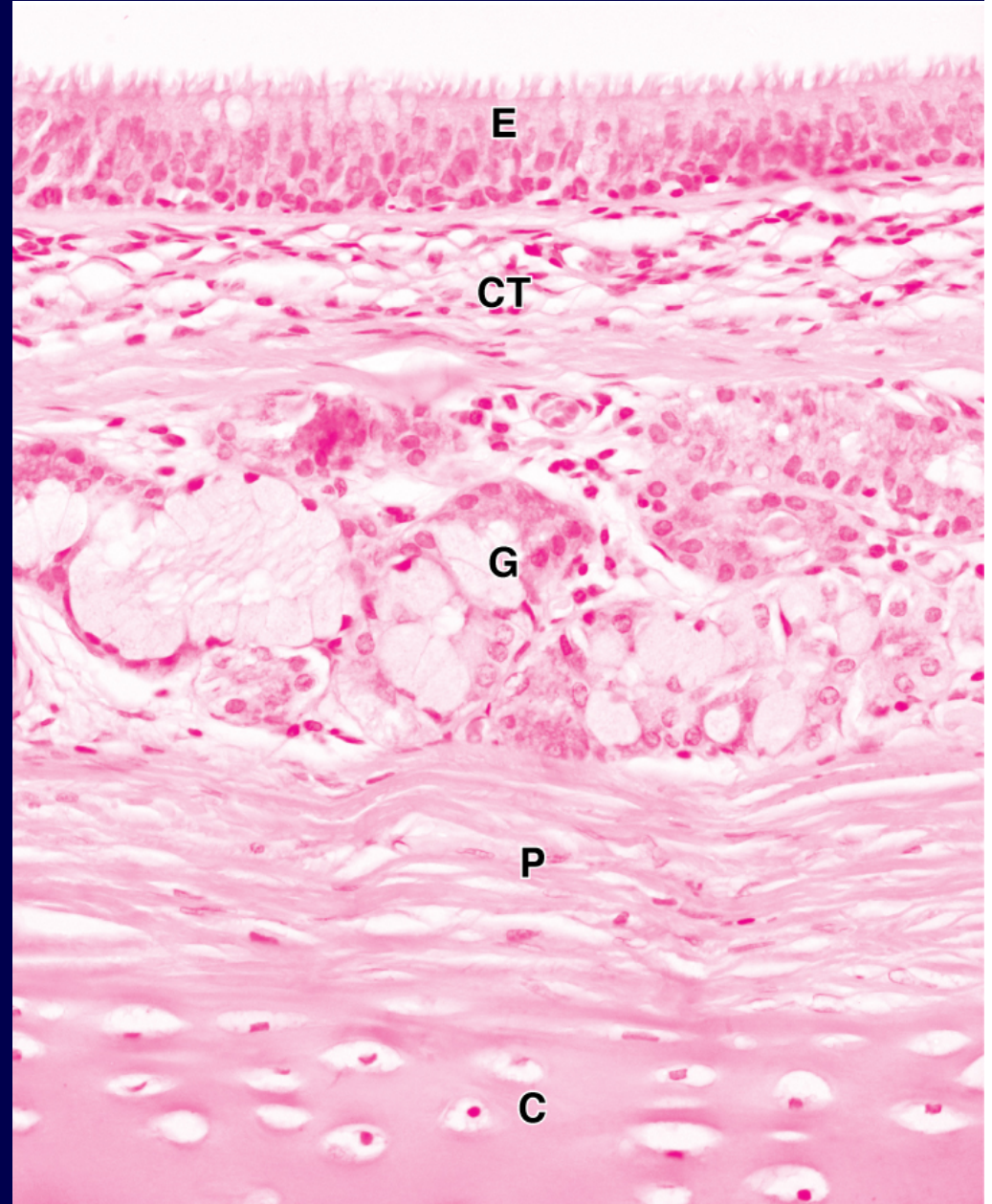
12cm dlouhá

- cartilagineae tracheales (15–20)
- ligamenta trachealia
- paries membranaceus (vazivo a hladká svalovina – reguluje průsvit)



Histologie průdušnice

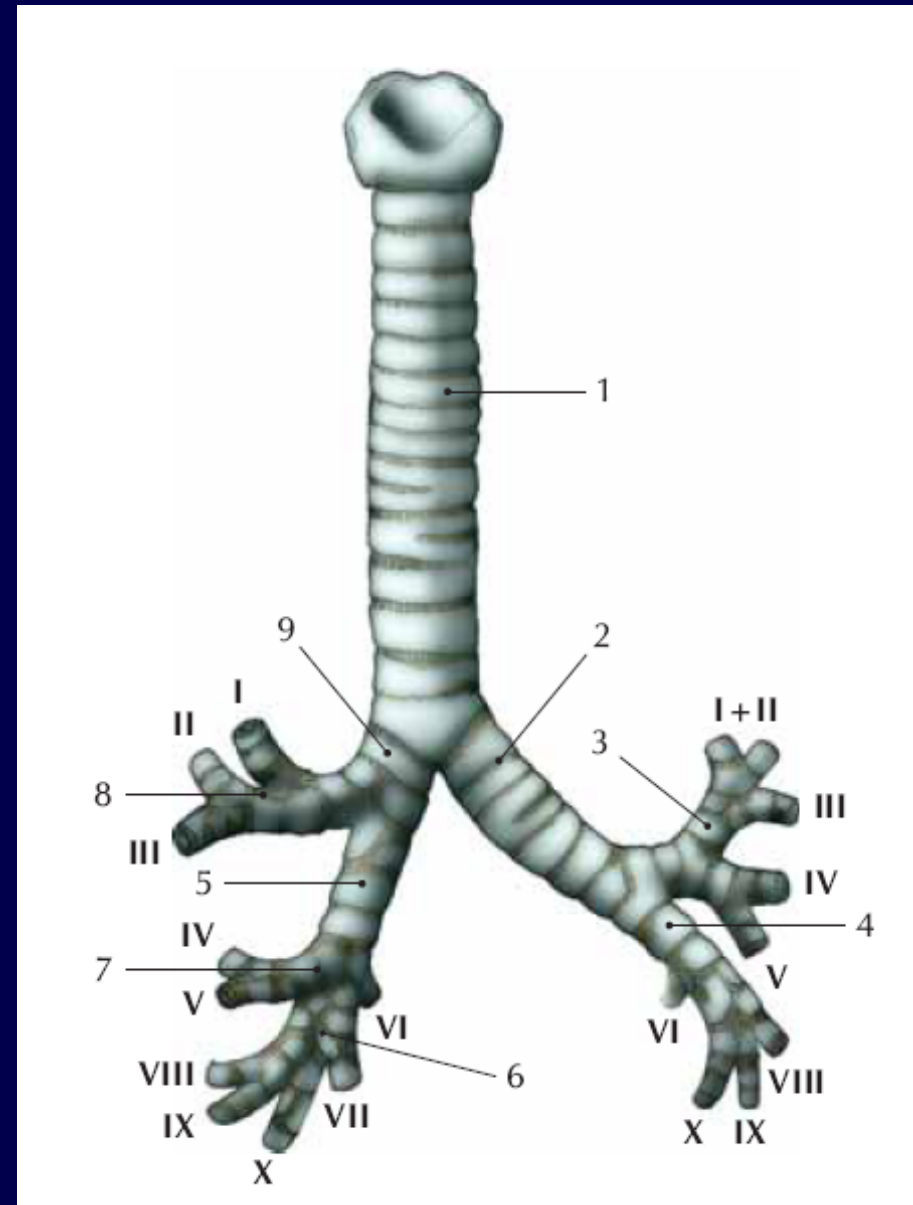
- epitel (cylindrický s řasinkami a pohárkovými buňkami)
- vazivo
- žlázy v lamina propria
- hyalinní chrupavka s perichondriem
- hladký sval (m.trachealis)

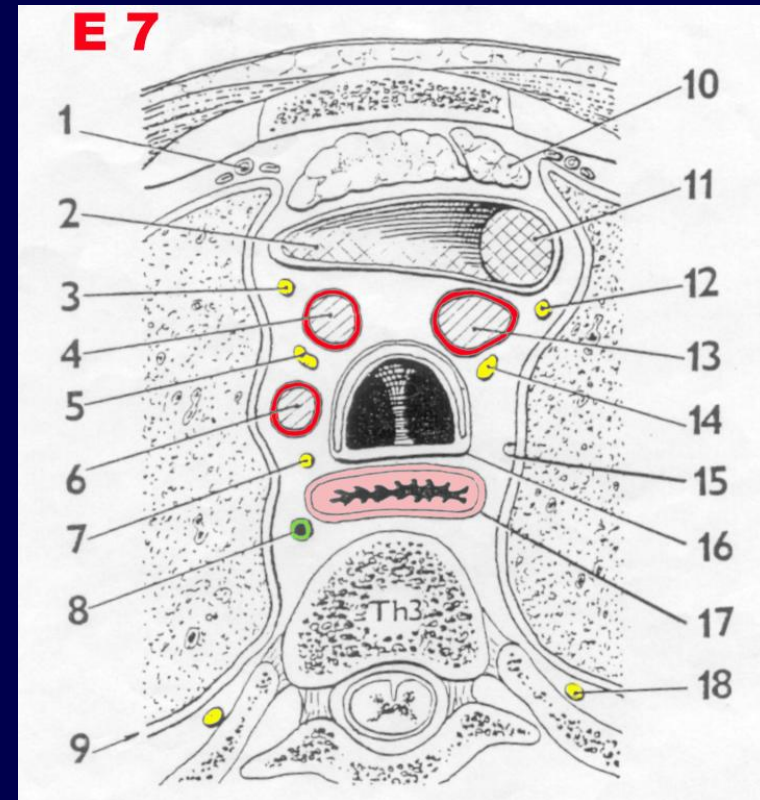
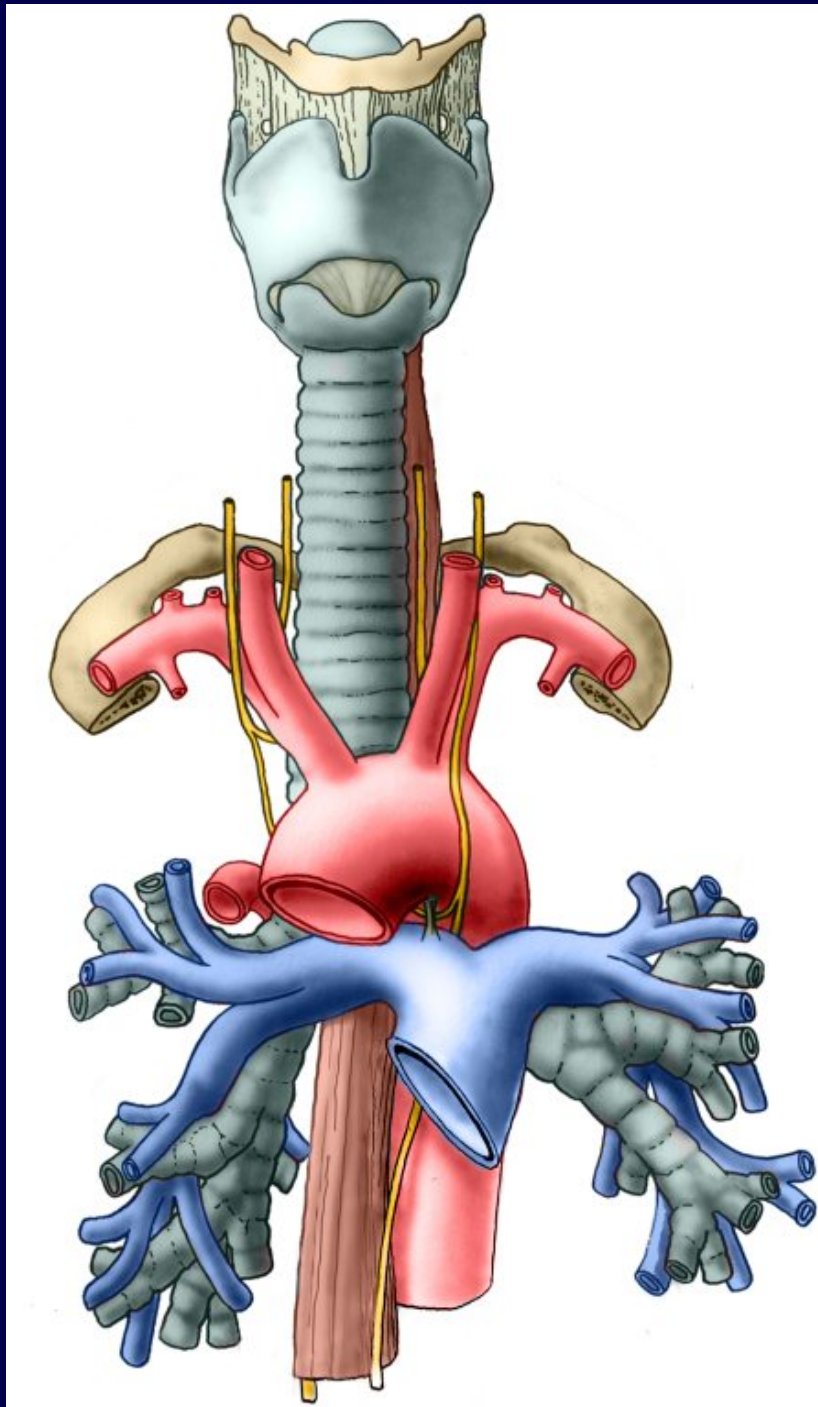


Trachea et bronchi

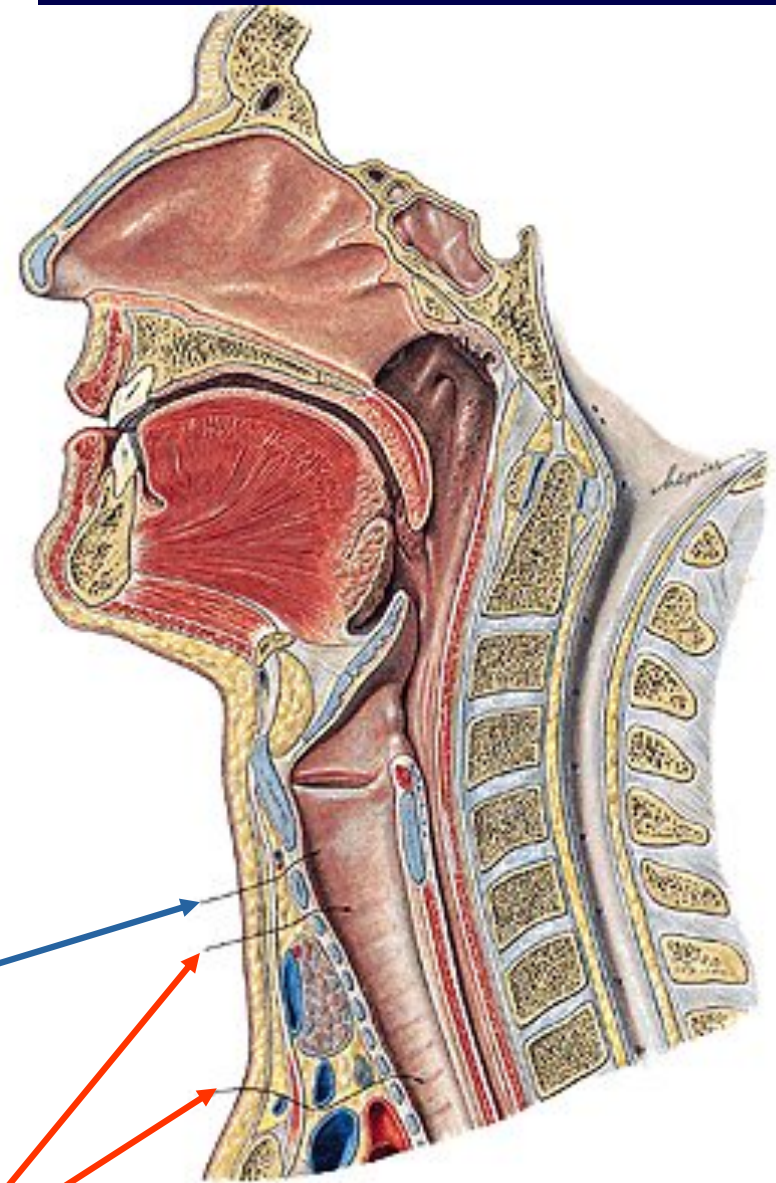
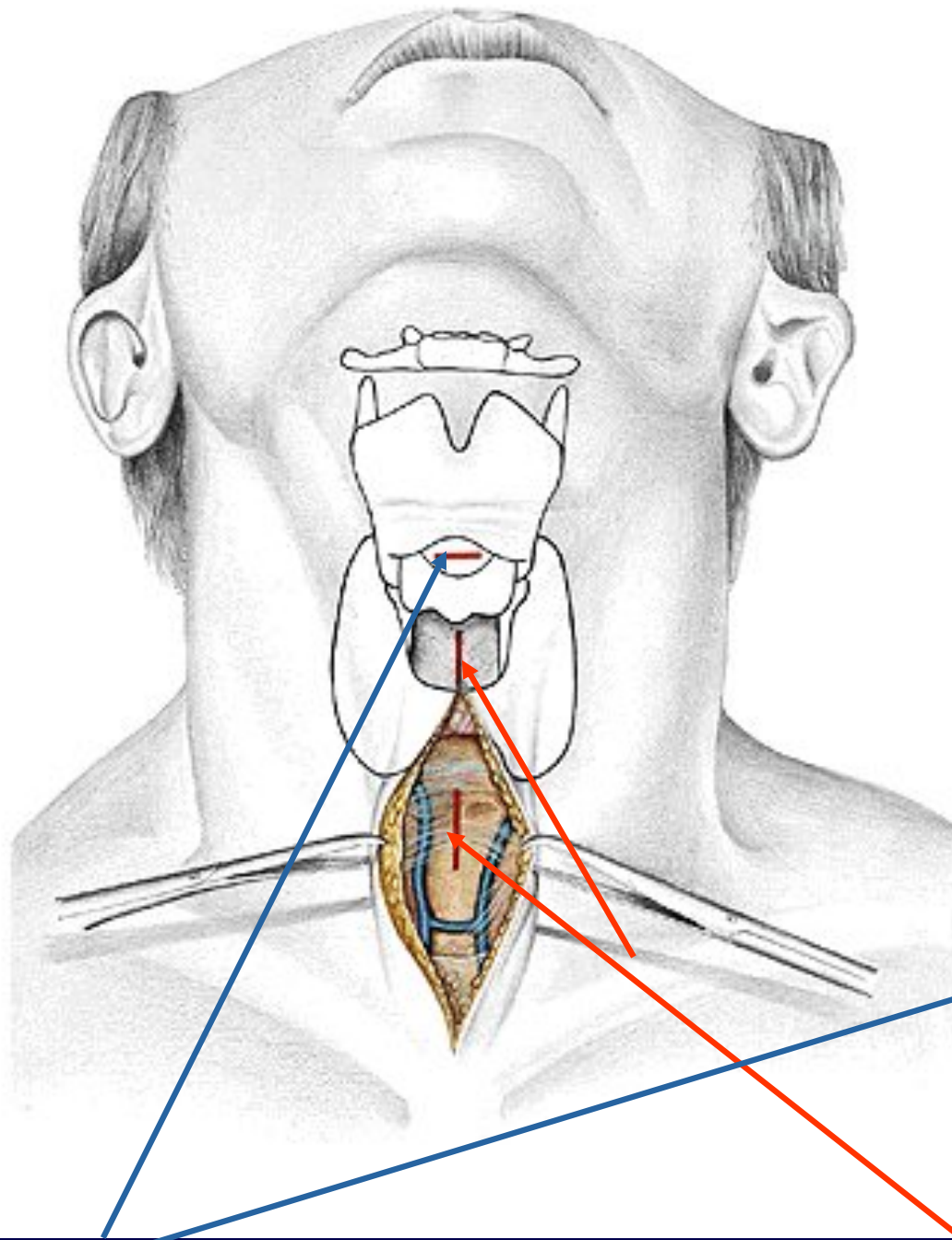
- trachea
- bifurcatio tracheae
- bronchus principalis dexter et sinister
- bronchi lobares
- bronchi segmentales

vdechnutá cizí tělesa
jsou v 75% v pravém
bronchu





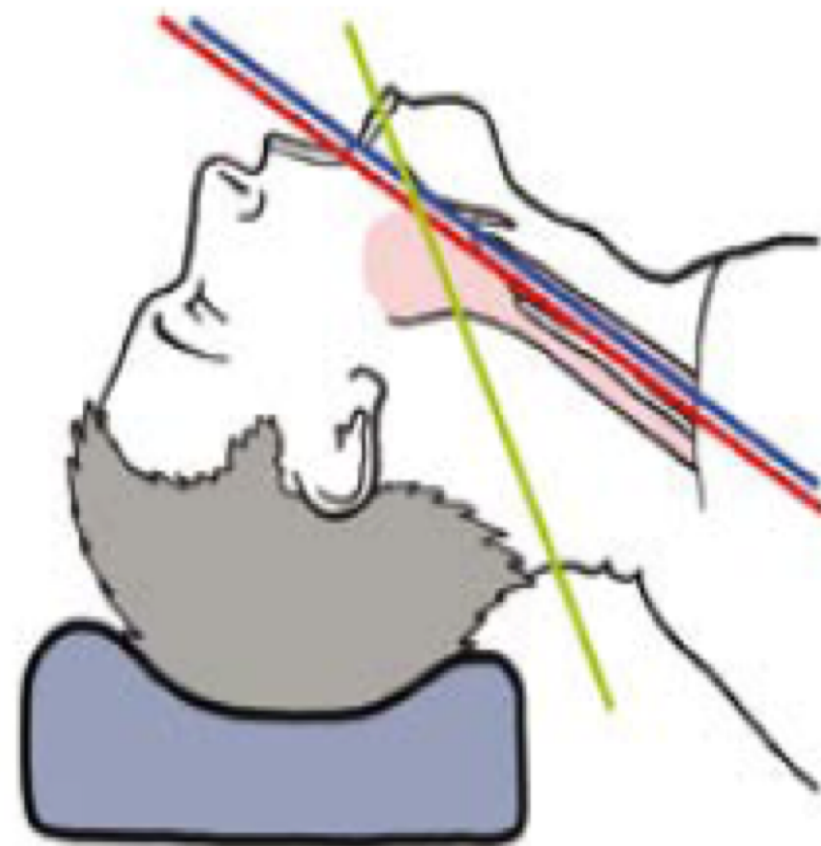
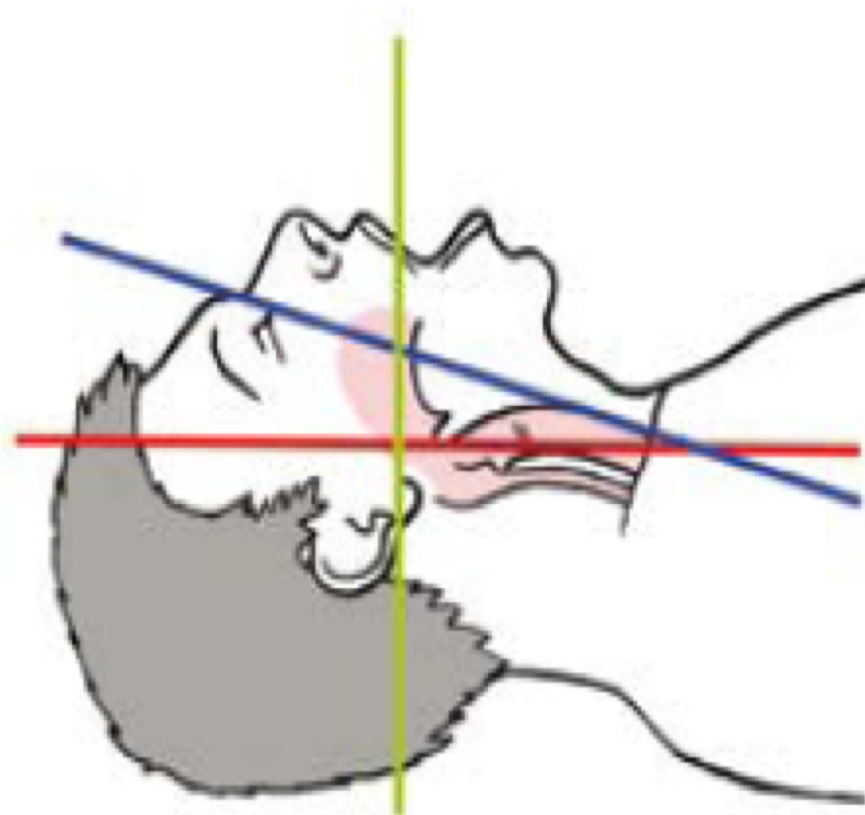
Syntopie trachey



koniotomie

a

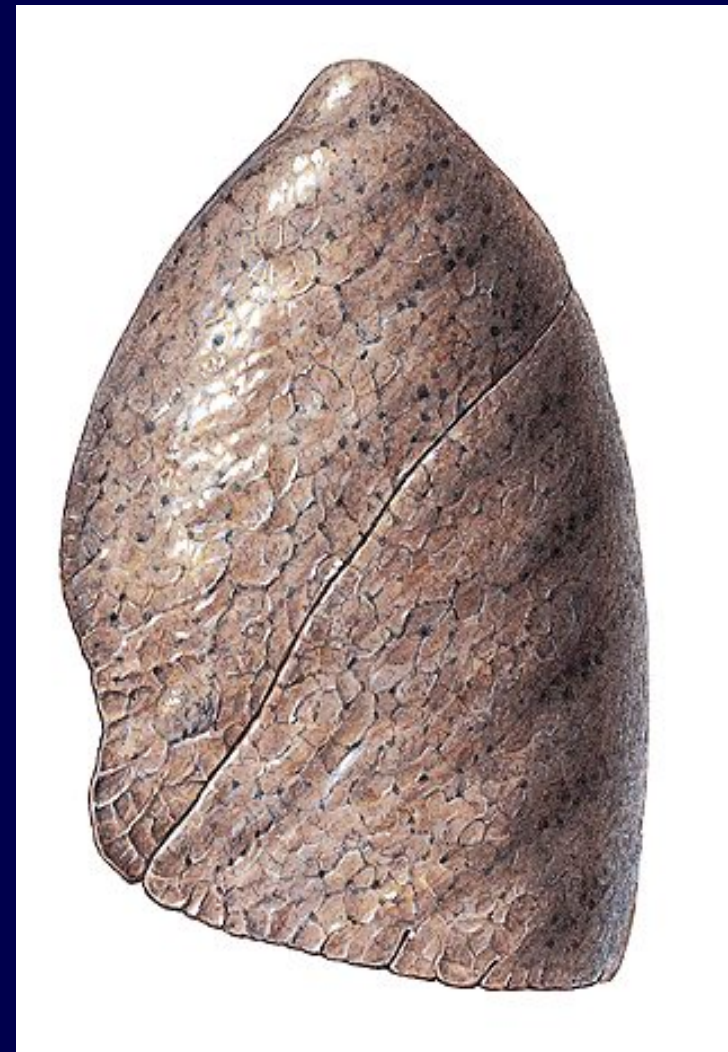
tracheotomie

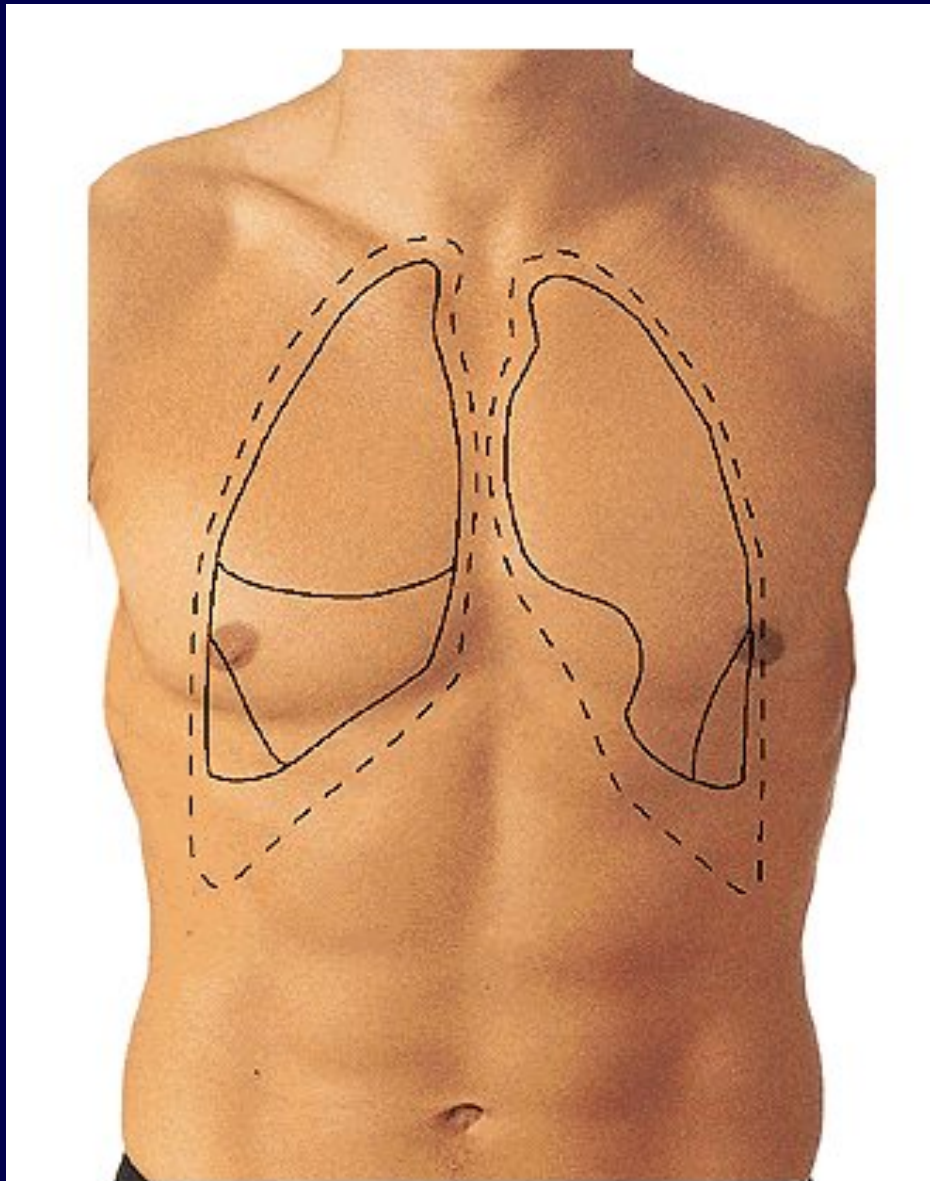


Obr. 20.5. Nejvýhodnější poloha pro orotracheální intubaci při podložení hlavy a ramen, dojde k vyrovnání osy dutiny ústní, hltanu a hrtanu lépe než při jednoduchém záklonu hlavy

Pulmones – plíce

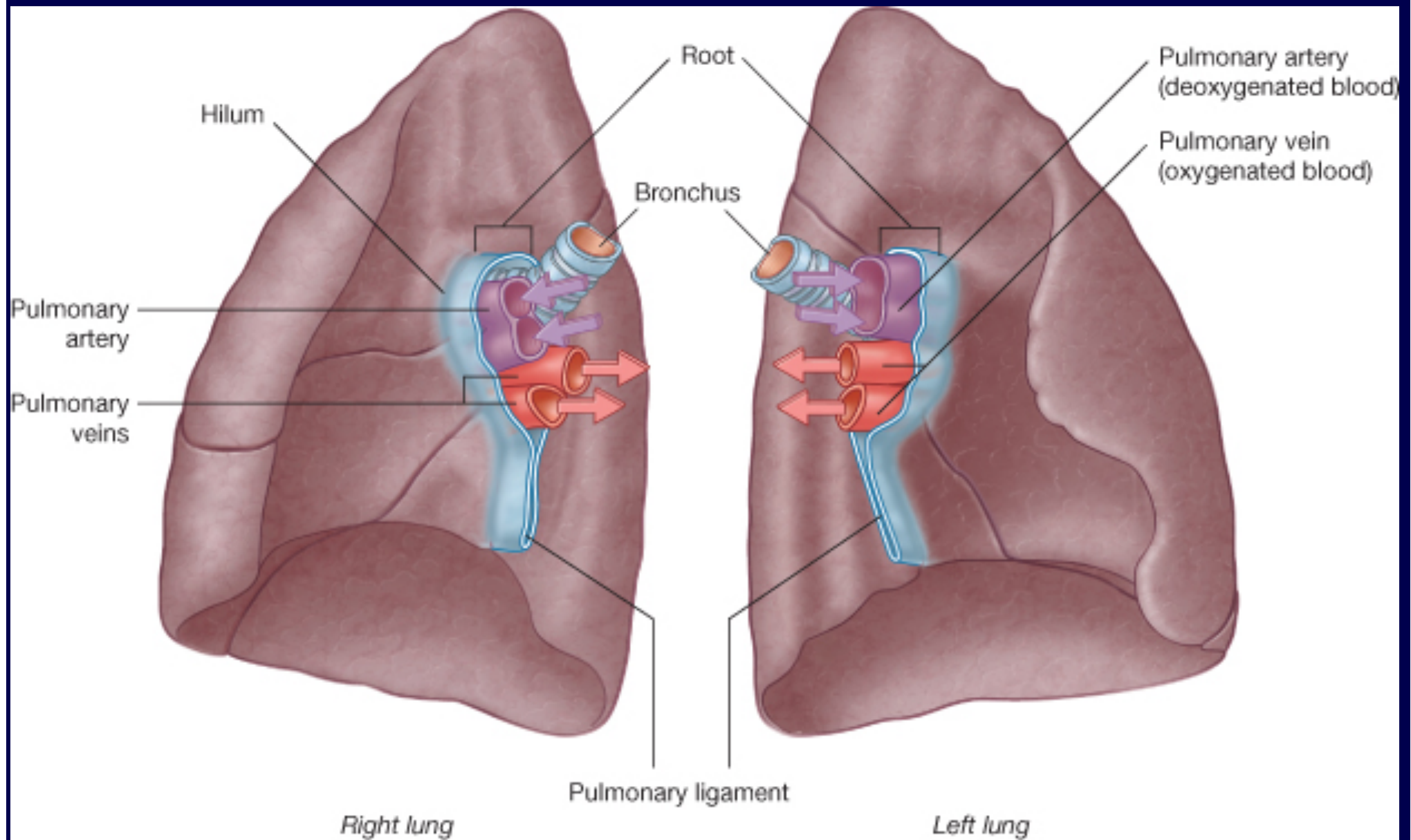
- basis pulmonis
- apex pulmonis
- facies costalis
- facies mediastinalis
- facies diaphragmatica
- hilus pulmonis



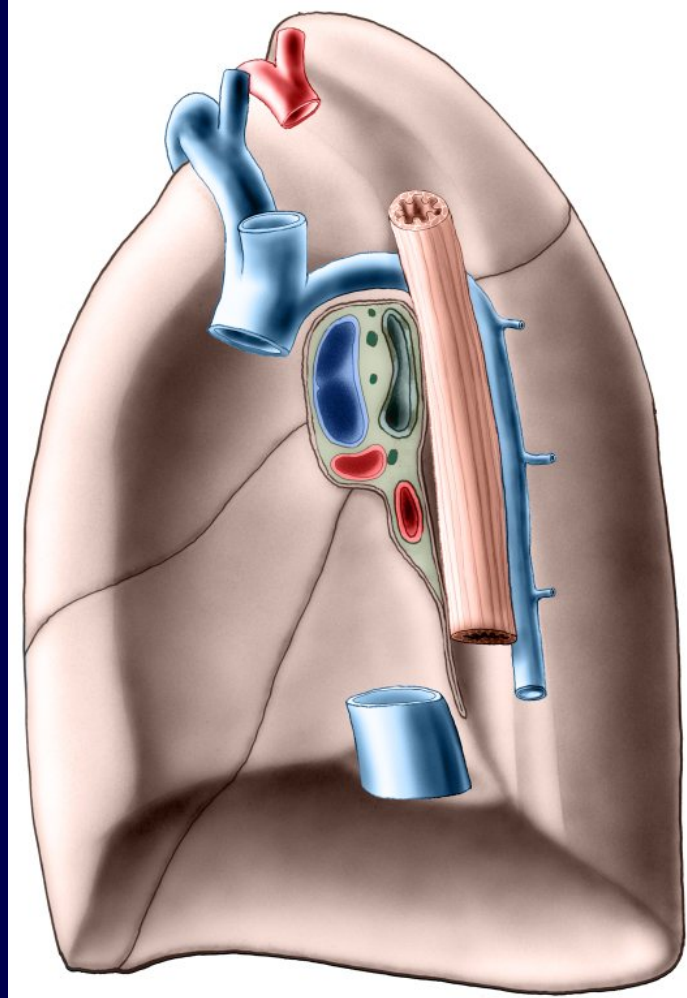


Hranice plic

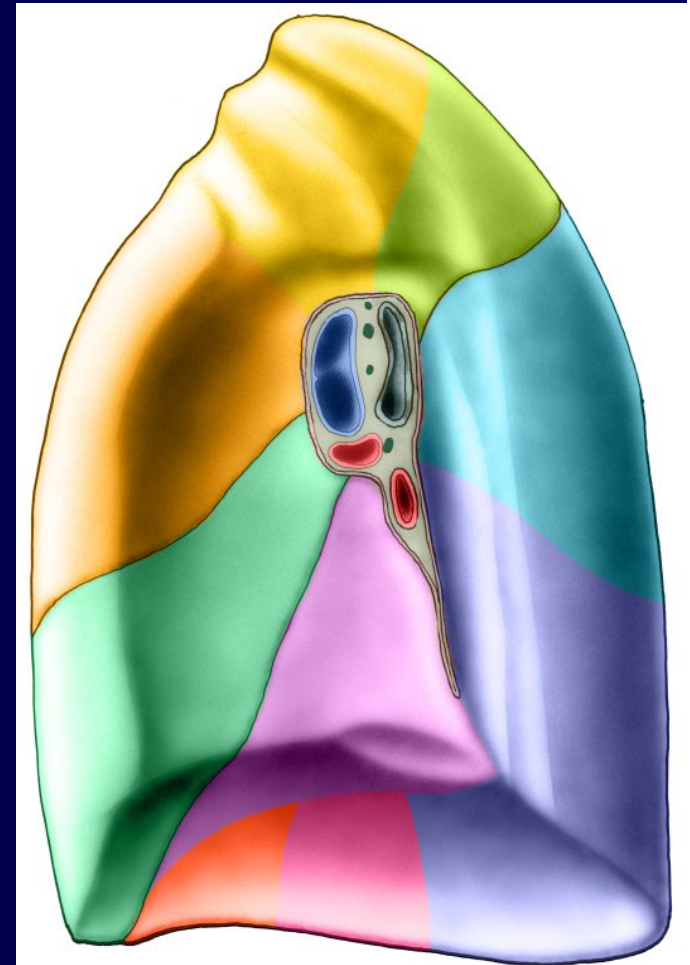
Plicní hilus



Otisky pulmo dexter

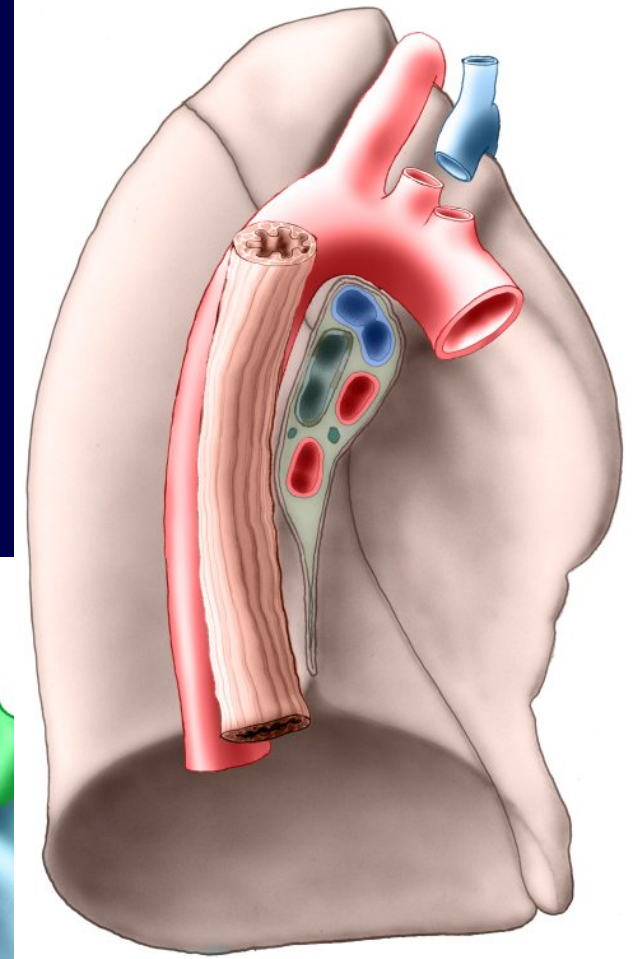
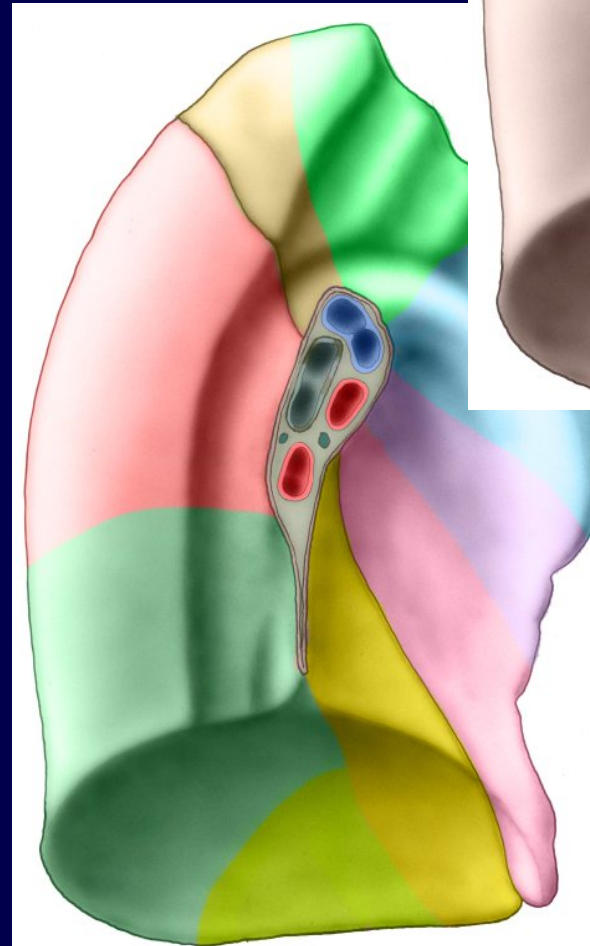


- sulcus arteriae subclaviae
- sulcus venae cavae superioris
- sulcus venae azygos
- sulcus oesophageus
- impressio costae primae



Otisky pulmo sinister

- sulcus arteriae subclaviae
- sulcus venae
brachiocephalicae sinistrae
- impressio costae primae
- incisura cardiaca
- sulcus aorticus
- impressio oesophagea



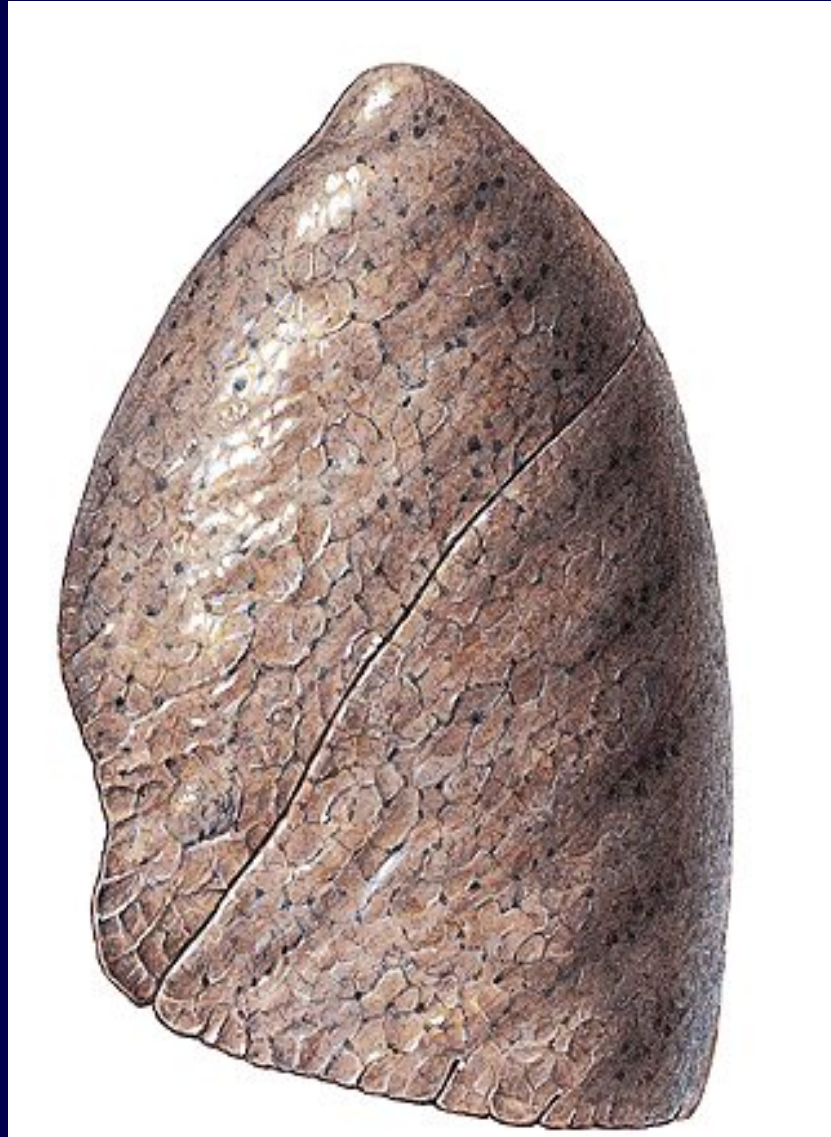
Pulmo dexter

- lobus superior
- lobus medius
- lobus inferior
- fissura obliqua
- fissura horizontalis

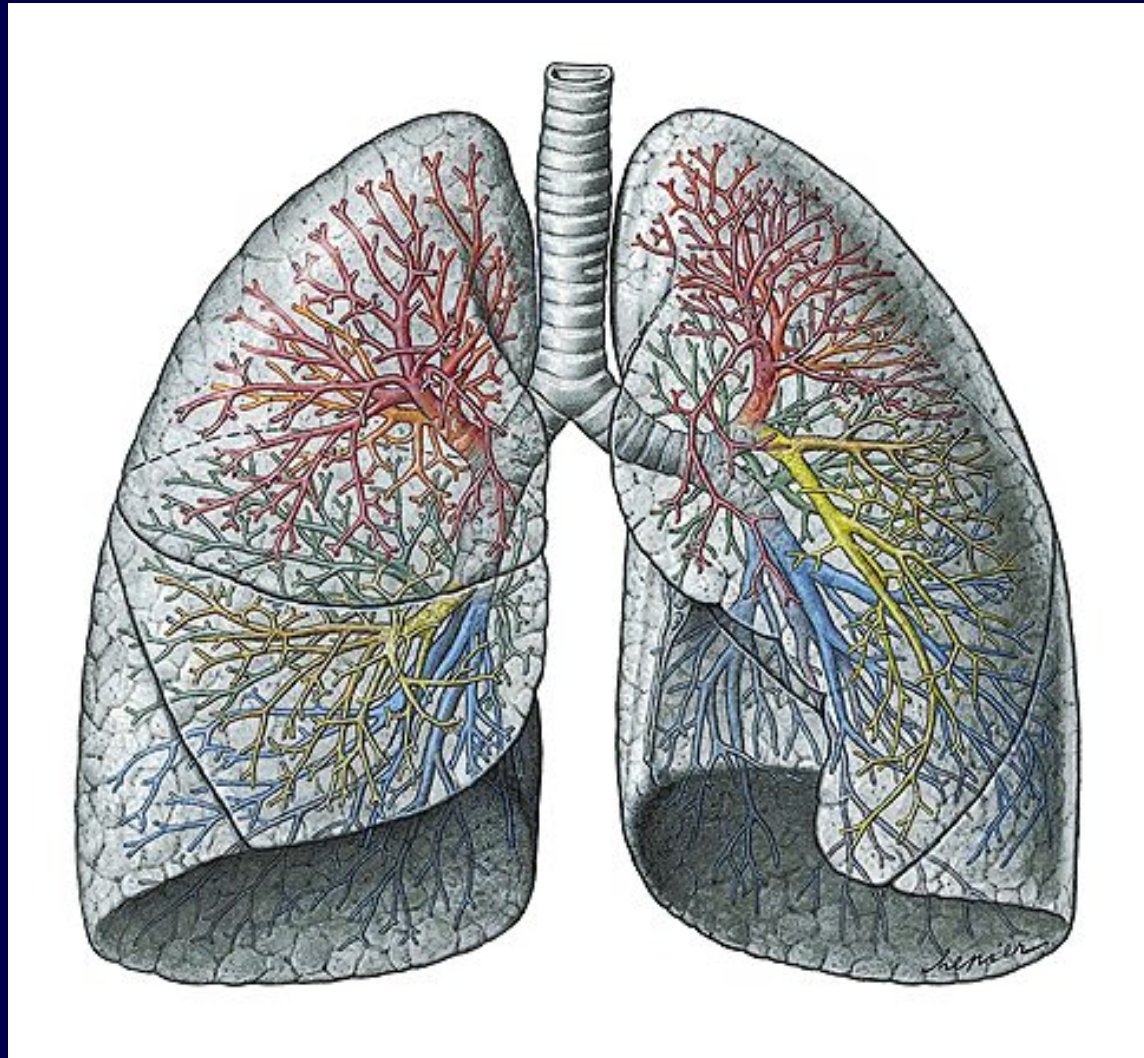


Pulmo sinister

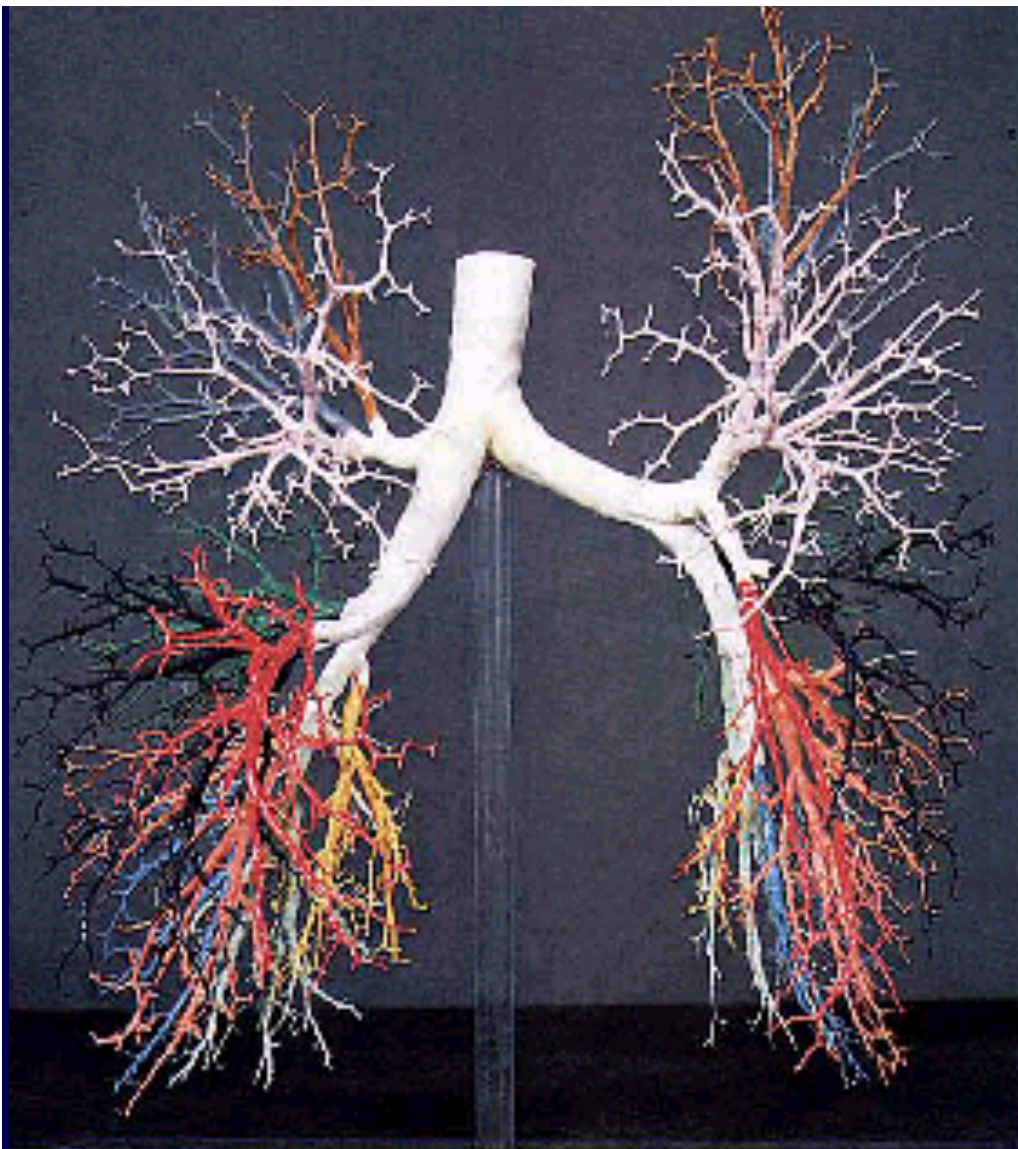
- lobus superior
- lobus inferior
- fissura obliqua



Členění plic a intrapulmonální větvení bronchů



- segmenta bronchopulmonalia



Bronchi

Arbor bronchialis

1. bronchus principalis dx., sin.

2. bronchi lobares

dx.:

superior

truncus intermedius:

medius, inferior

sin.: superior, inferior

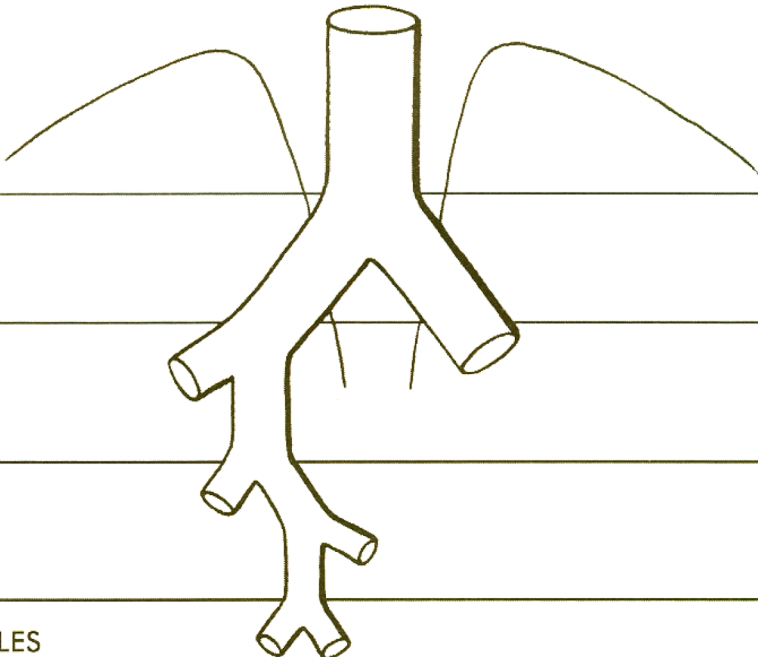
3. bronchi segmentales

10 vpravo

8 vlevo

4. bronchi subsegmentales

5. bronchioli terminales

TRACHEA				BIFURKACE	
ARBOR BRONCHIALIS	BRONCHI PRINCIPALES			1	
	BRONCHI LOBARES			2	
	BRONCHI SEGMENTALES			3	
				4	
BRONCHI SUBSEGMENTALES			5		
BRONCHIOLI			6		
BRONCHIOLI TERMINALES			7		
			8		
ARBOR ALVEOLARIS	BRONCHIOLI RESPIRATORII		9		
			10		
			11		
	DUCTULI ALVEOLARES		12		
			13		
			14		
	SACCULI ALVEOLARES			15	
	ALVEOLI PULMONIS			16	

Arbor bronchialis

Segmenta

bronchopulmonaria

Lobus superior dx.:
segmentum

S1– apicale

S2– posterius

S3– anterius

Lobus medius dx.:
segmentum

S4– mediale

S5– laterale

Lobus inferior dx.:
segmentum

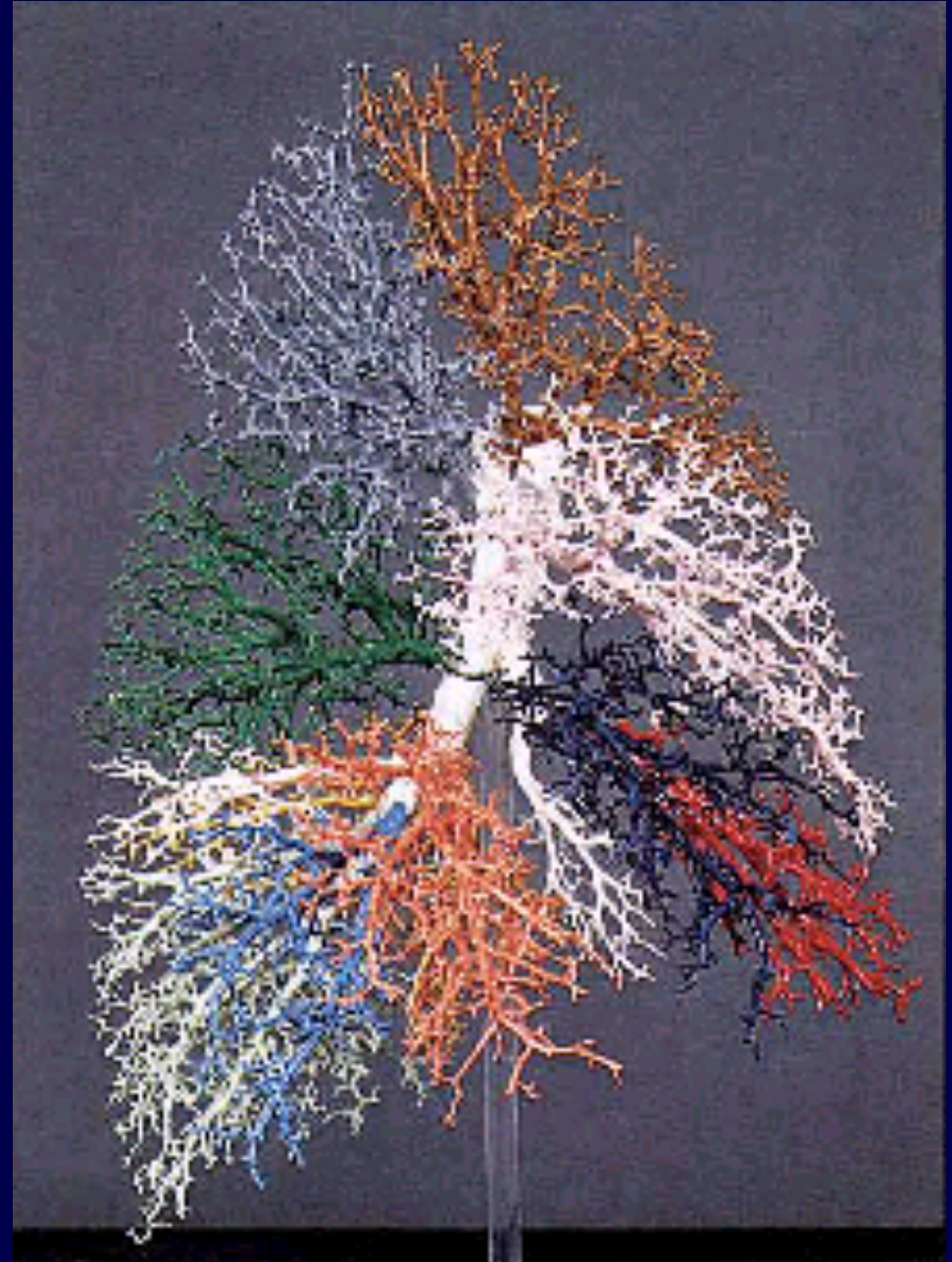
S6–superius

S7– basale mediale

S8–basale anterius

S9– basale laterale

S10–basale posterius



Arbor bronchialis

Segmenta
bronchopulmonaria

Lobus superior sin.:
segmentum

S1+2– apicoposterius

S3–anterior

S4– lingulare superius

S5– lingulare inferius

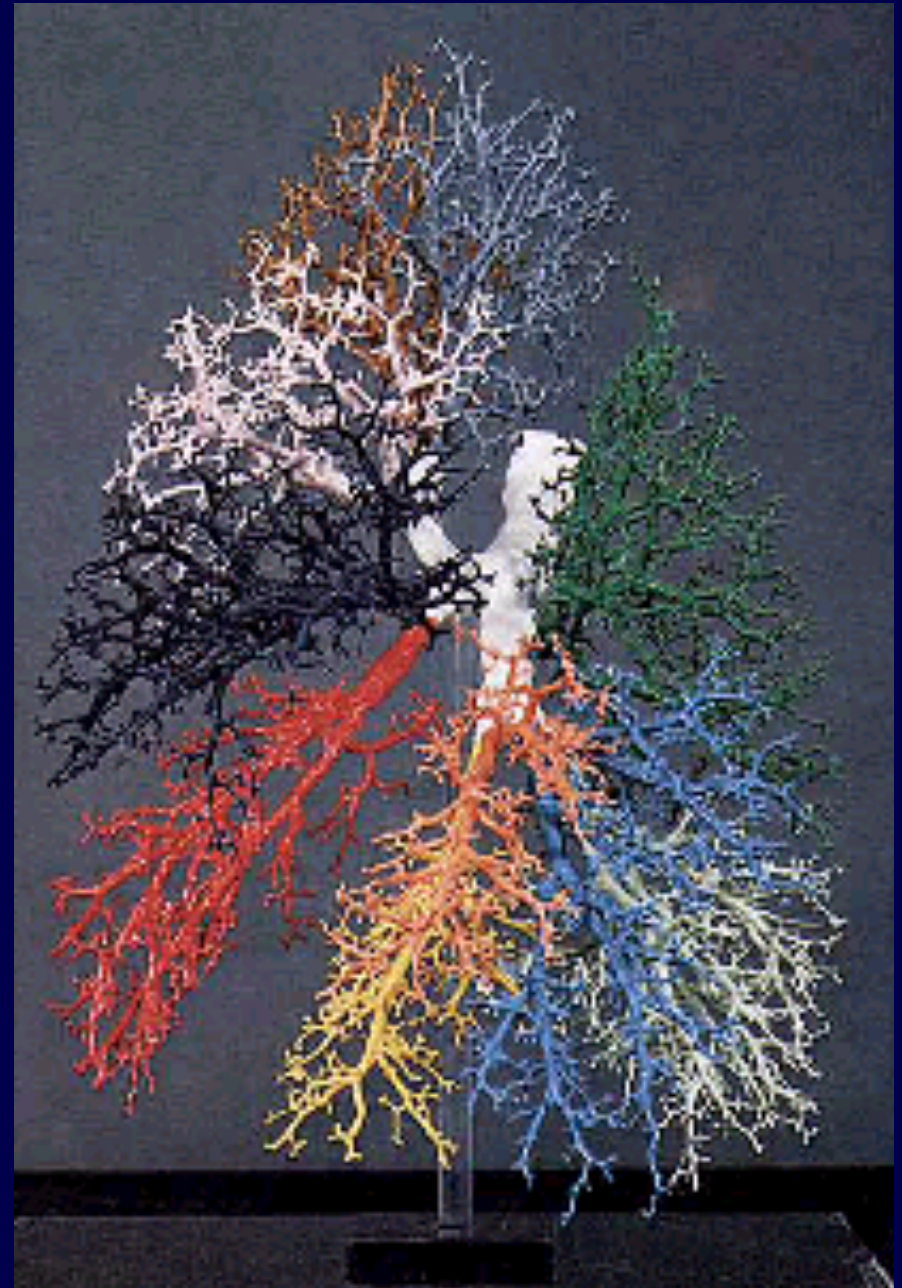
Lobus inferior dx.:
segmentum

S6–superius

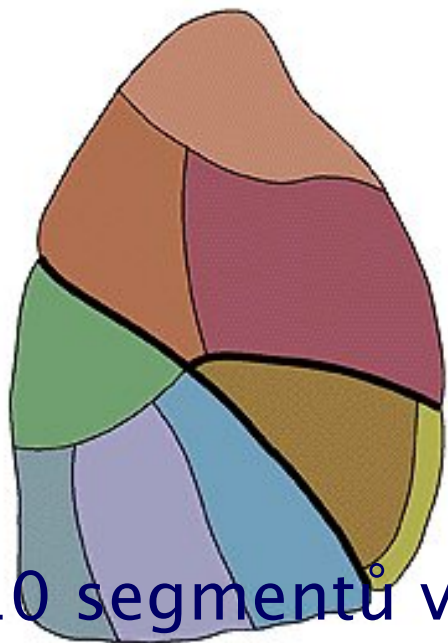
S8–basale anterior

S9– basale laterale

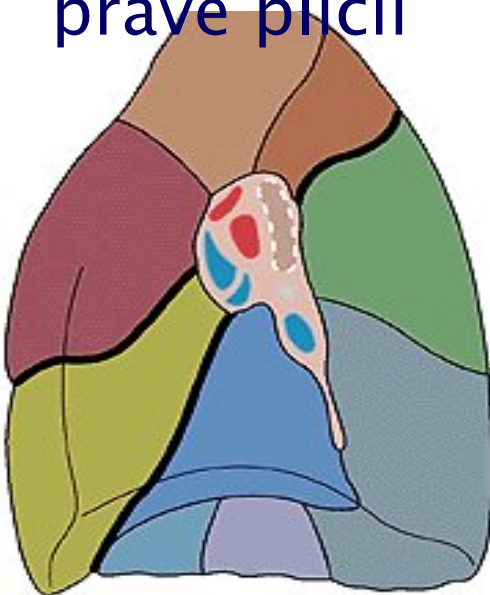
S10–basale posterius



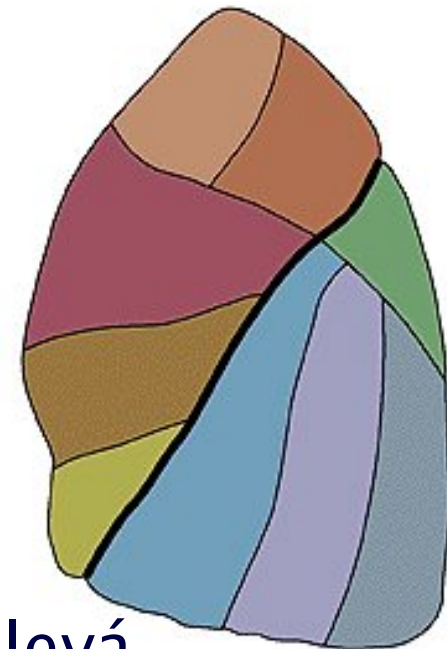
Bronchopulmonální segmenty



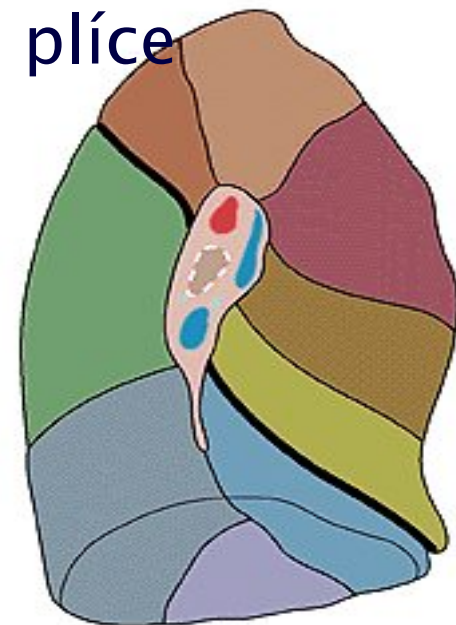
10 segmentů v
pravé plíci

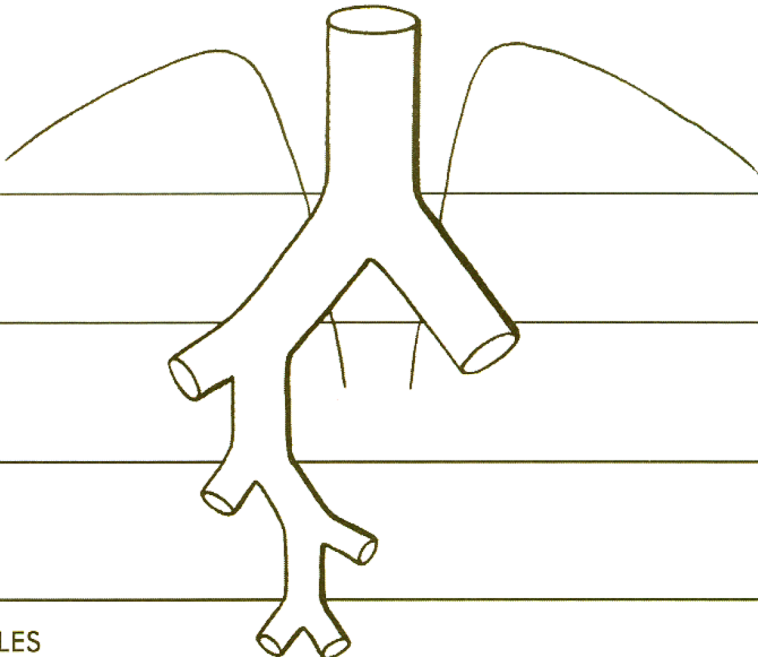


Vlevo splývá
1+2 segment,
7. segment chybí

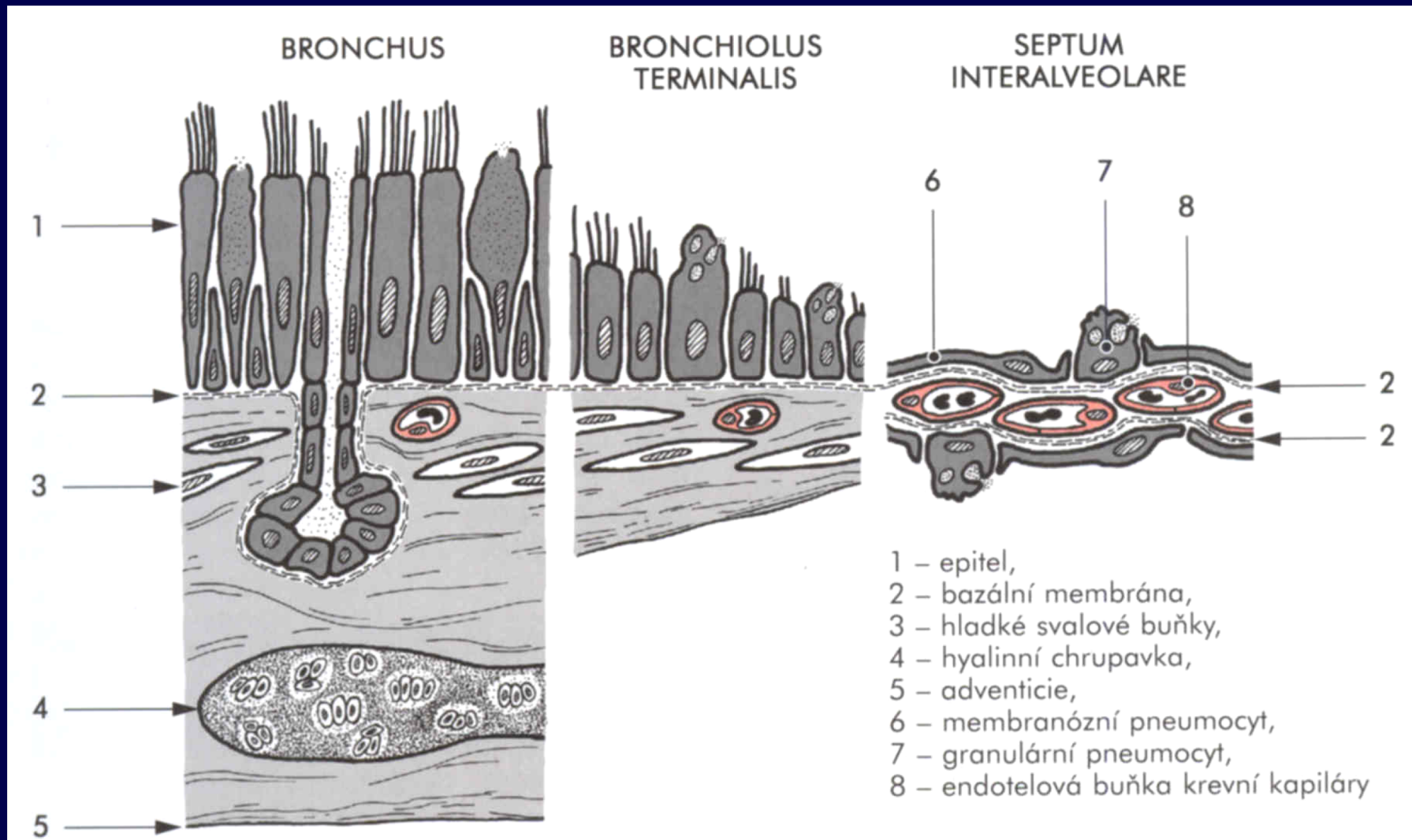
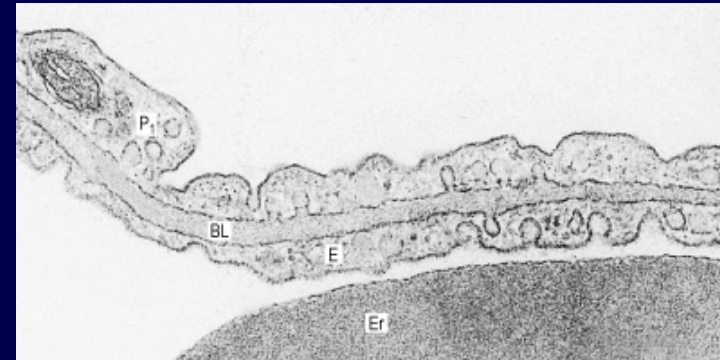


levá
plíce



TRACHEA				BIFURKACE	
ARBOR BRONCHIALIS	BRONCHI PRINCIPALES			1	
	BRONCHI LOBARES			2	
	BRONCHI SEGMENTALES			3	
				4	
BRONCHI SUBSEGMENTALES			5		
BRONCHIOLI			6		
BRONCHIOLI TERMINALES			7		
			8		
ARBOR ALVEOLARIS	BRONCHIOLI RESPIRATORII		9		
			10		
			11		
	DUCTULI ALVEOLARES		12		
			13		
			14		
	SACCULI ALVEOLARES			15	
				16	
				17	
				18	
ALVEOLI PULMONIS			19		

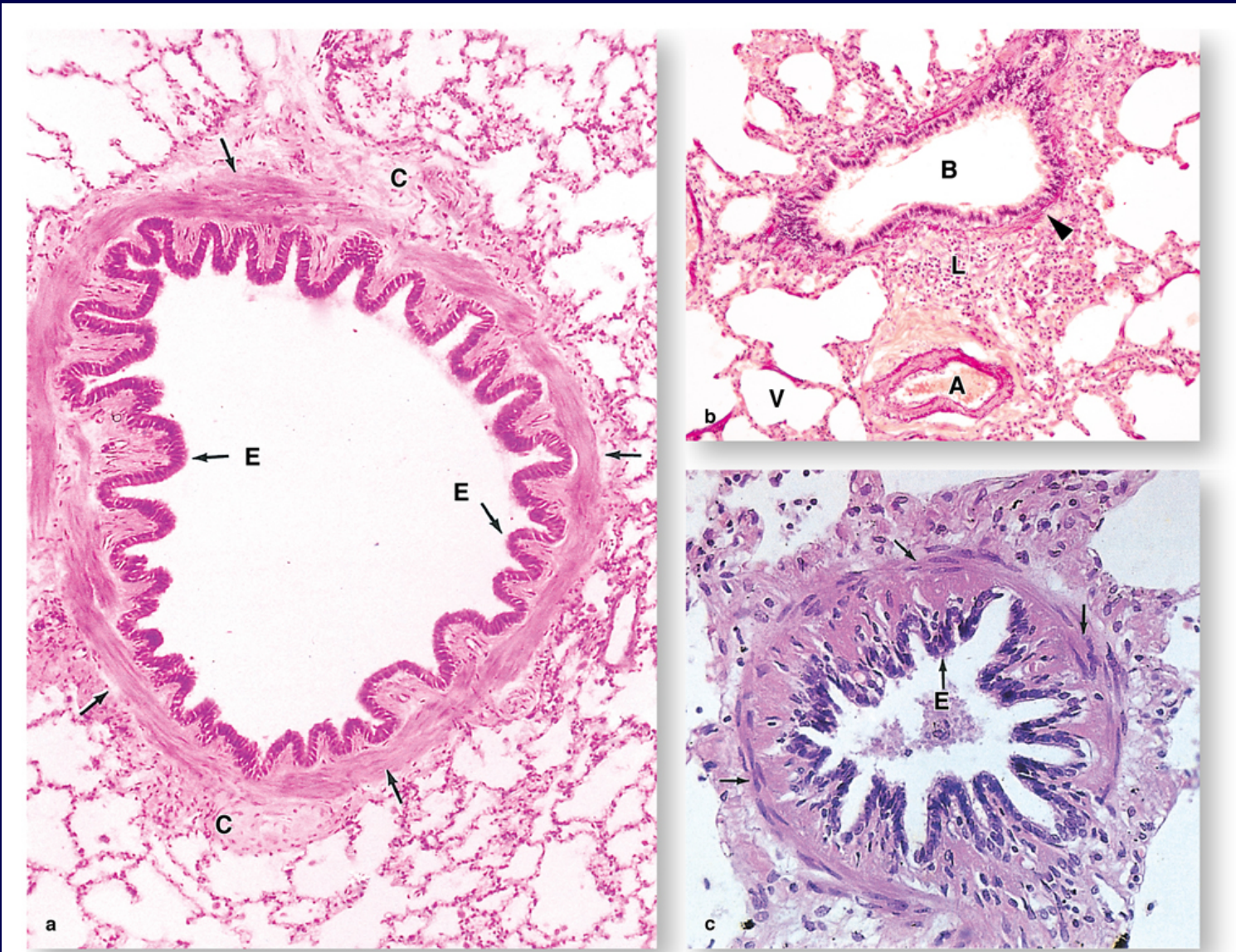
Stavba bronchů
septum interalveolare
 tunica mucosa
 tunica fibromusculocartilaginea
 tunica adventitia (peribronchium)



- 1 – epitel,
- 2 – bazální membrána,
- 3 – hladké svalové buňky,
- 4 – hyalinní chrupavka,
- 5 – adventicie,
- 6 – membranózní pneumocyt,
- 7 – granulární pneumocyt,
- 8 – endotelová buňka krevní kapiláry

Bronchioly

- není chrupavka, jenom hladká svalovina => **bronchokostrikce při astmatickém záchvatu!**



Dýchací oddíly plic a jejich bronchy

arbor bronchialis

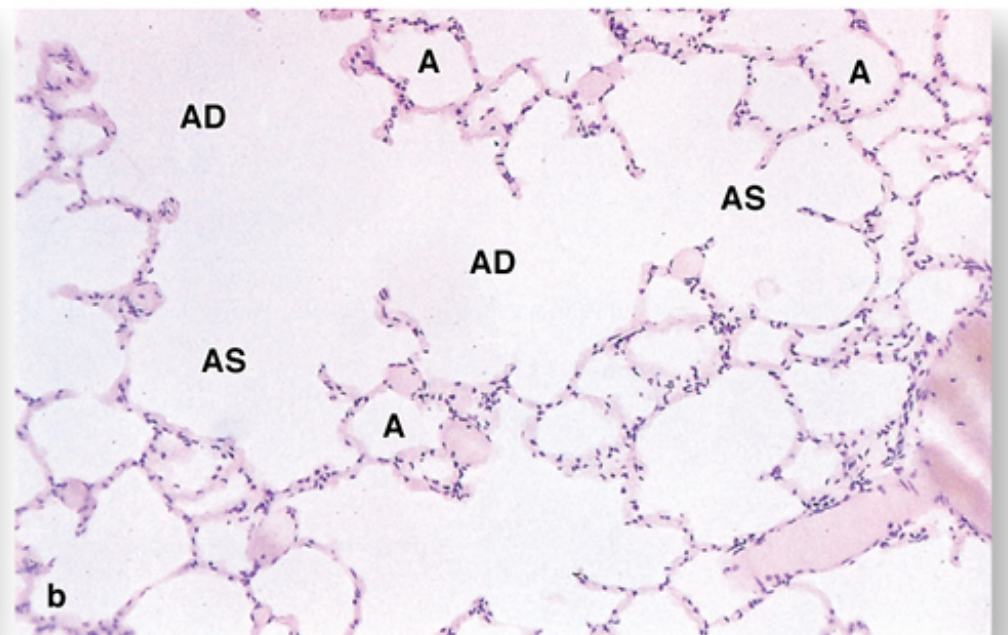
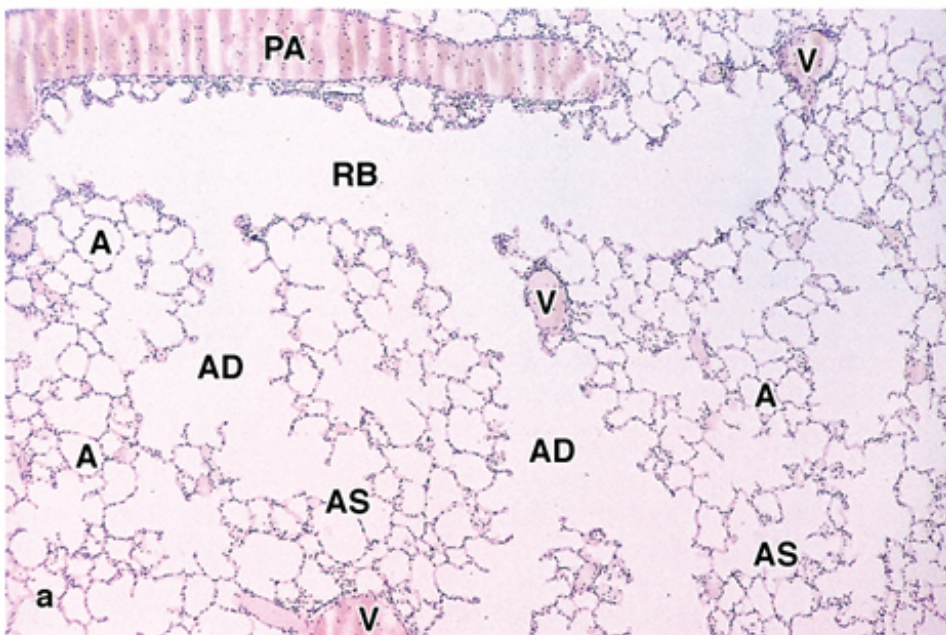
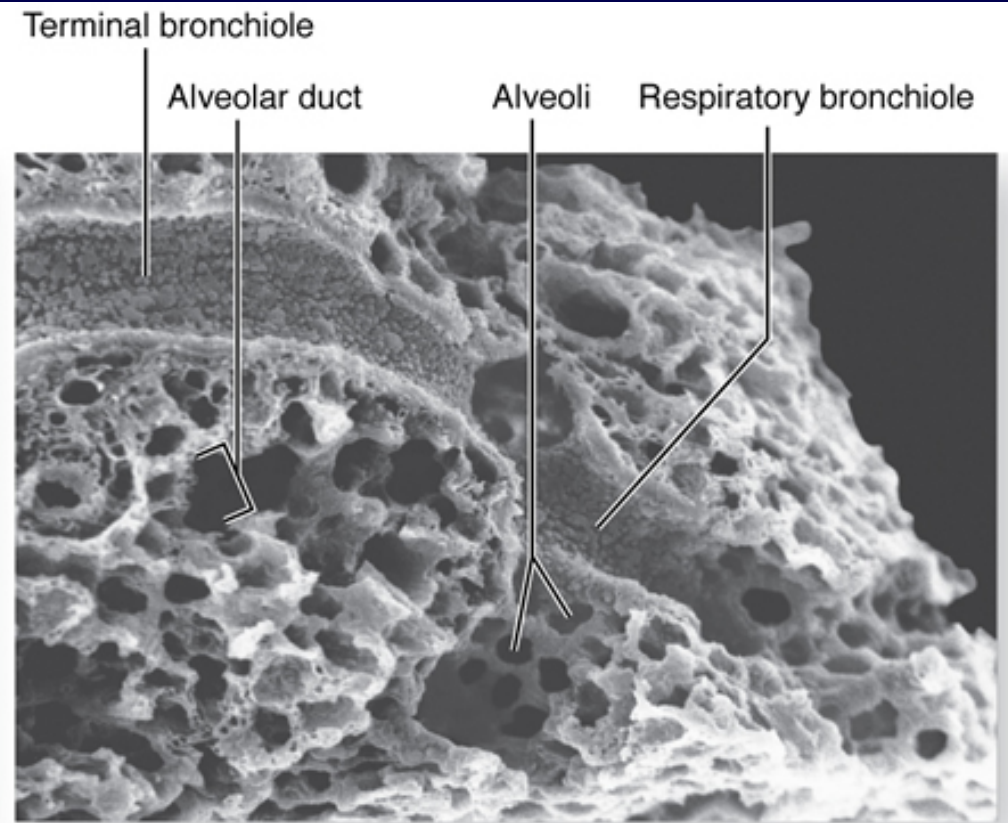
- bronchioli (průdušinky) už nemají chrupavčitou výztuhu (cca 12 větvení)
- bronchioli terminales – lobus pulmonis secundarius (je vidět na povrchu plíce 1cm)

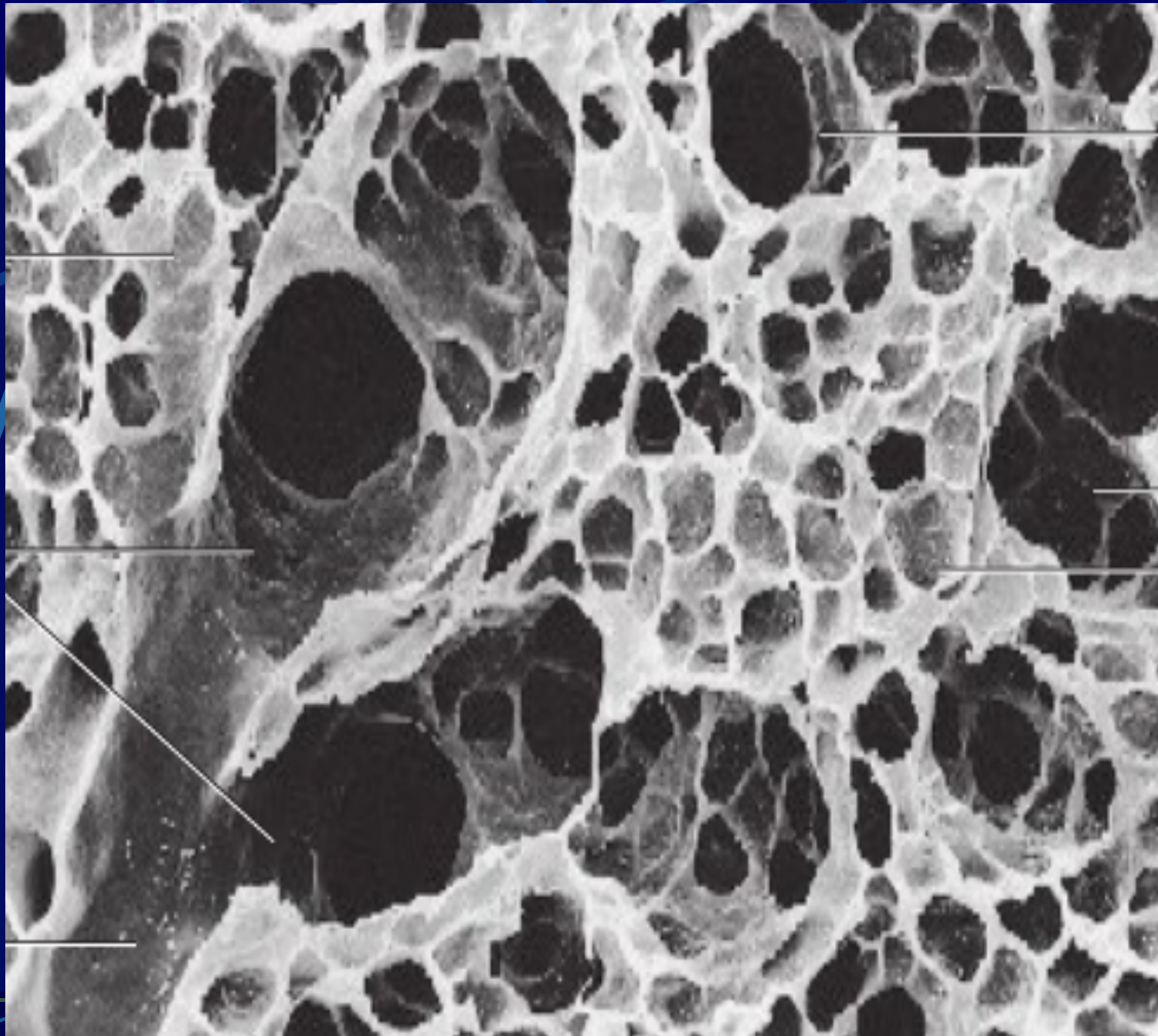
arbor alveolaris

- bronchioli respiratorii 1. řádu – lobulus pulmonis primarius
- ductuli alveolares – sacculi et alveoli pulmonis (cca 24 větvení)



Histologie plicní tkáně na řezu a v obrazu rastrovací elektronové mikroskopie





Bronchiolar epithelial cell types:

Brush

Neuroendocrine

Ciliated

Non-ciliated

Clara

Interalveolar septum

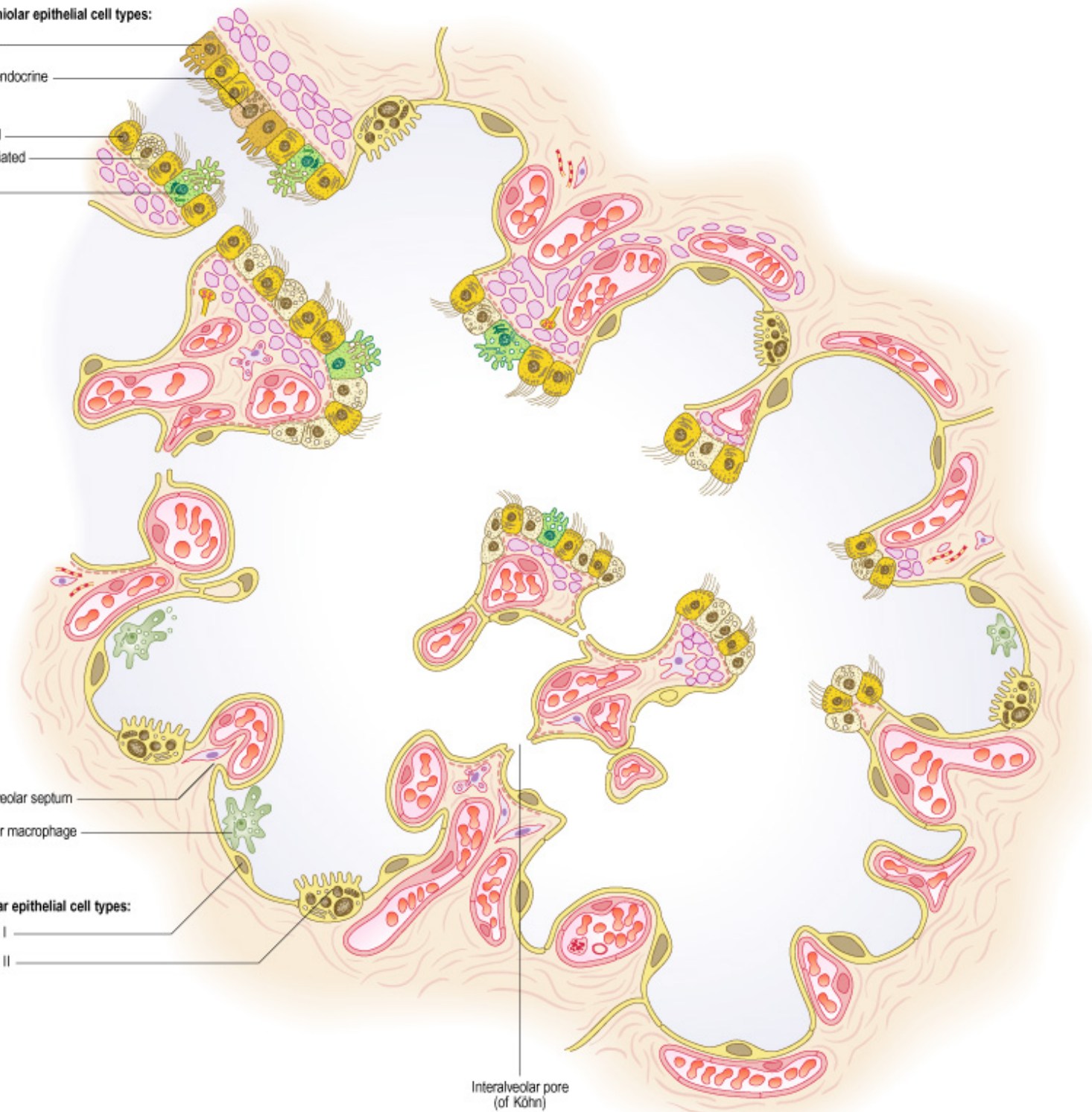
Alveolar macrophage

Alveolar epithelial cell types:

Type I

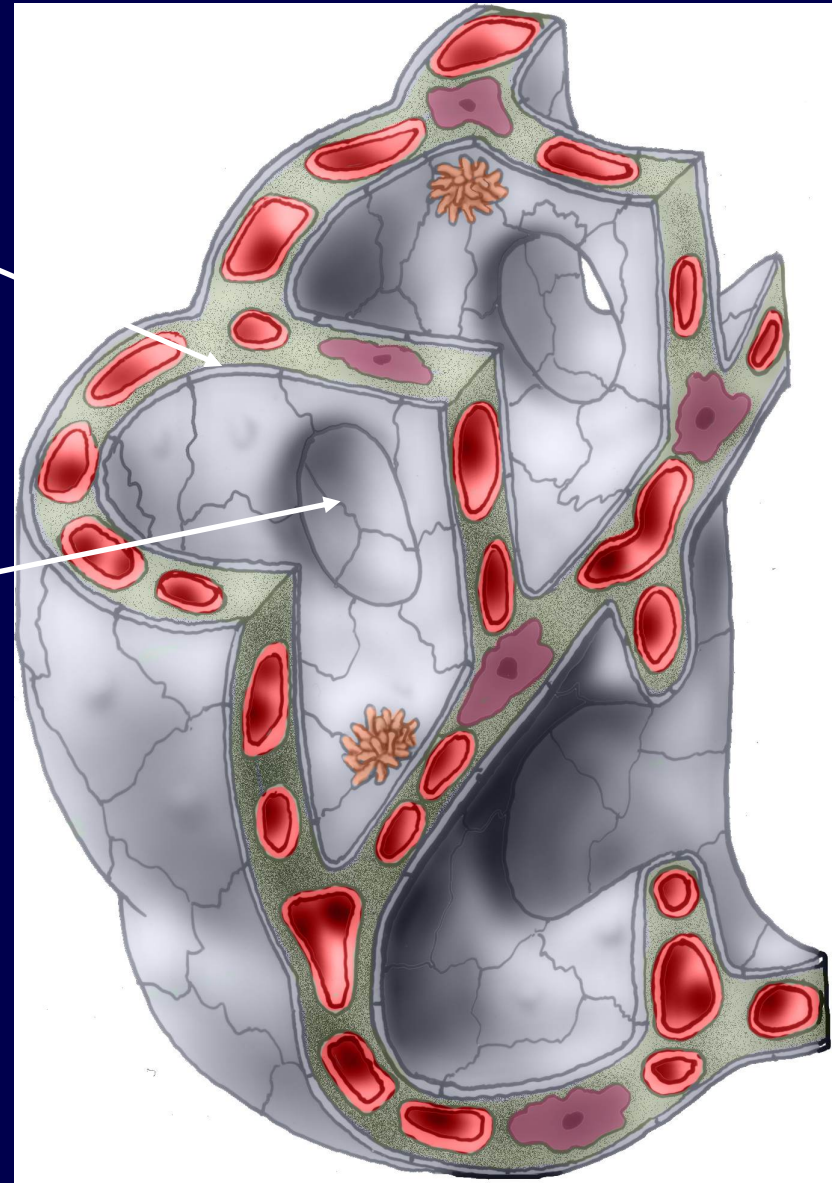
Type II

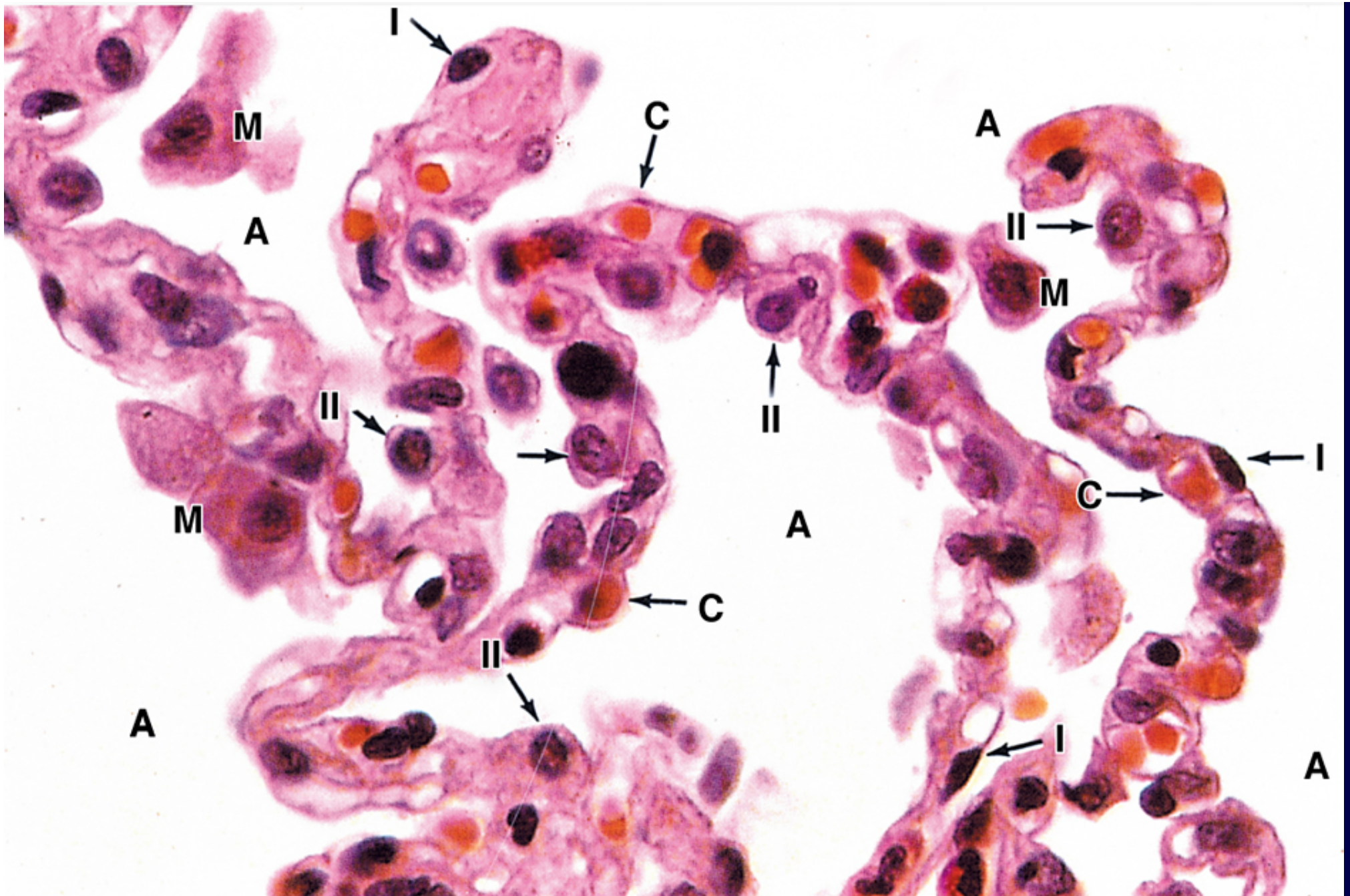
Interalveolar pore
(of Köhn)



Alveoly

- **membranosní pneumocyty** (tenké buňky tvoří souvislou výstelku alveolů)
- **alveolární póry** (spojují sousední alveoly)
- **sekreční pneumocyty** (produkují surfaktant – brání kolapsu alveolů)



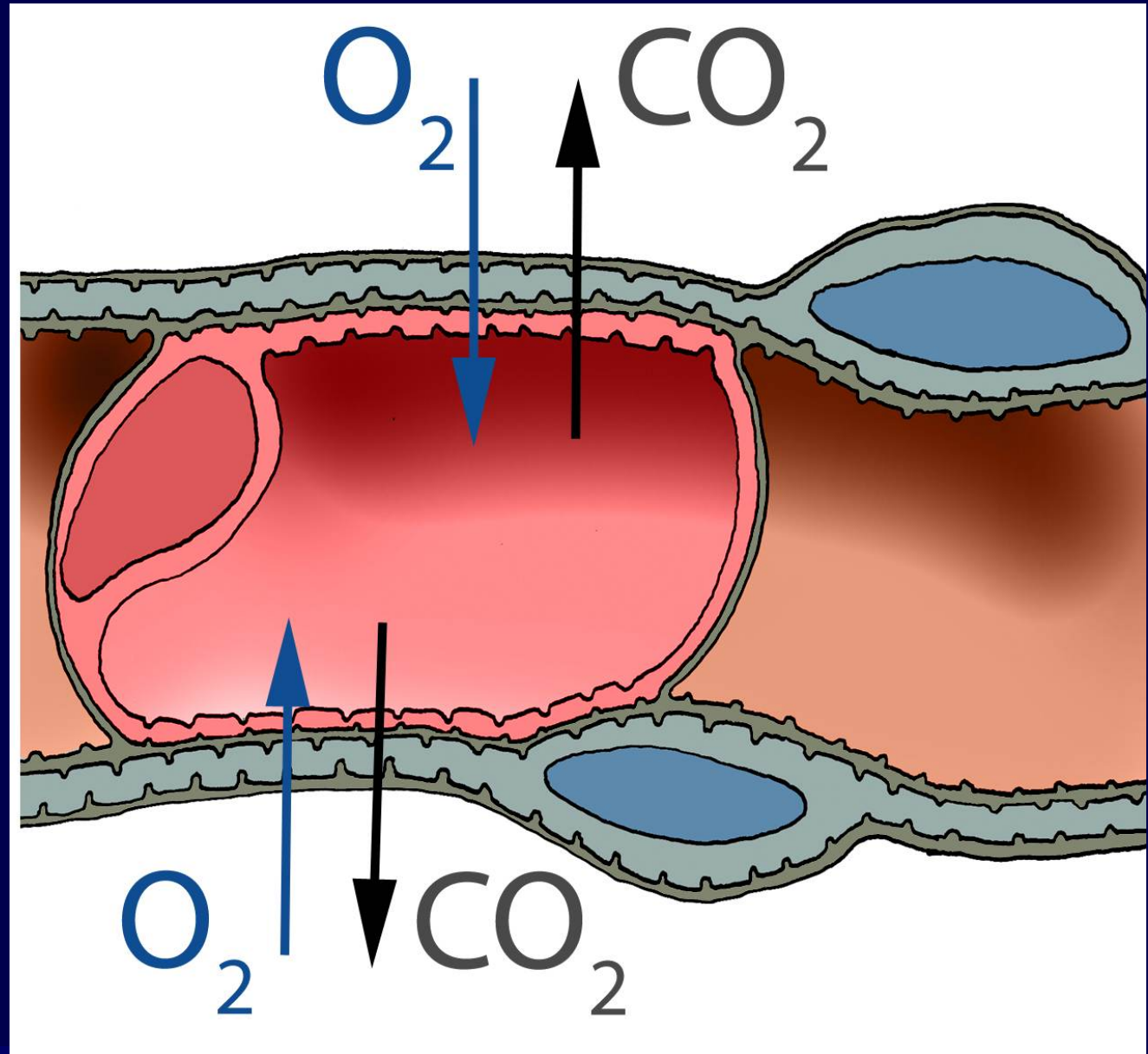


Alveoly v detailu: kapiláry, pneumocyty typu I a II, makrofágy

alveolus

kapilára

alveolus



Alveolokapilární bariéra

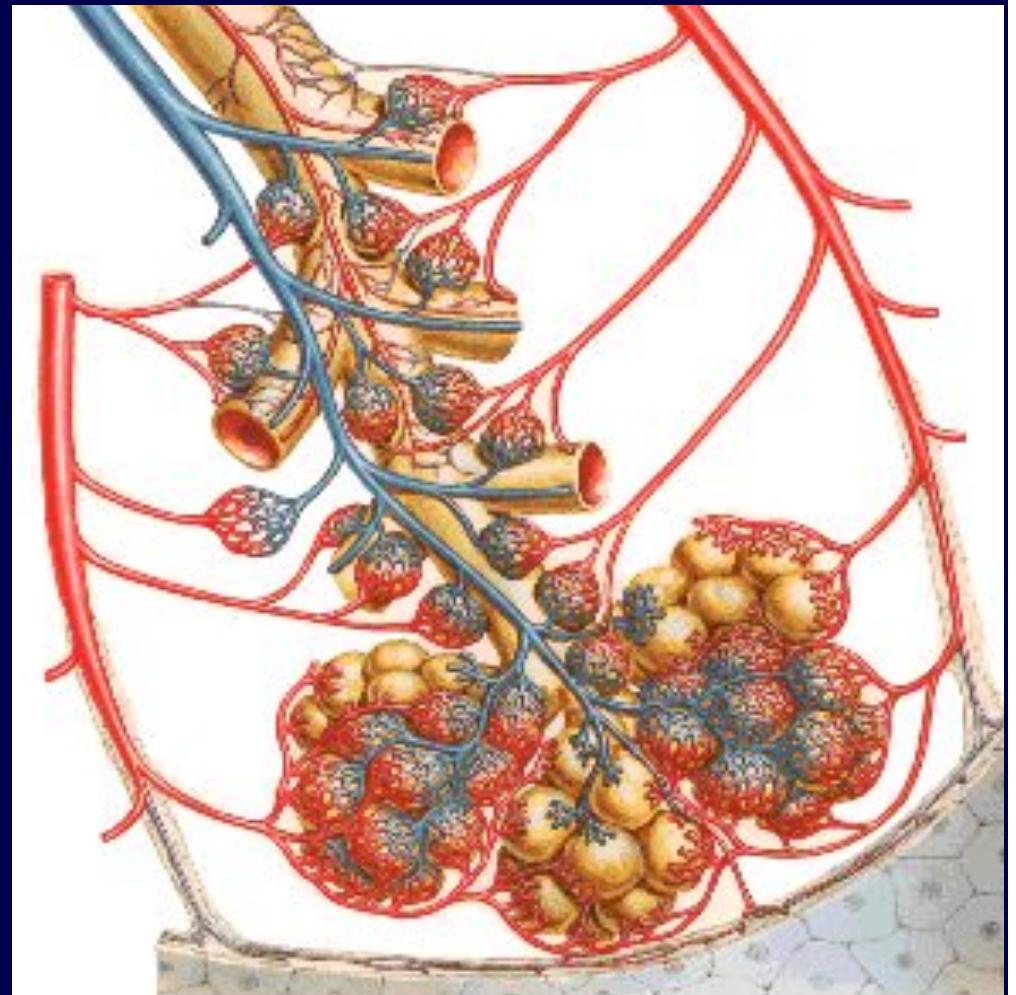
Funkční cévní řečiště plic:
větve a. pulmonalis
probíhají spolu s bronchi
segmentales

řečiště v. pulmonalis
leží ve vazivu mezi
segmenty

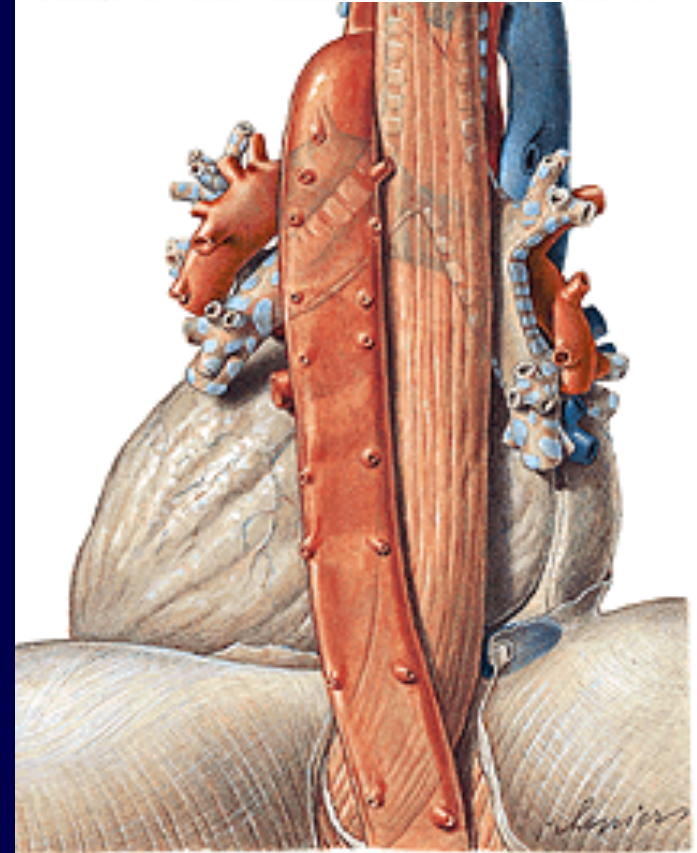
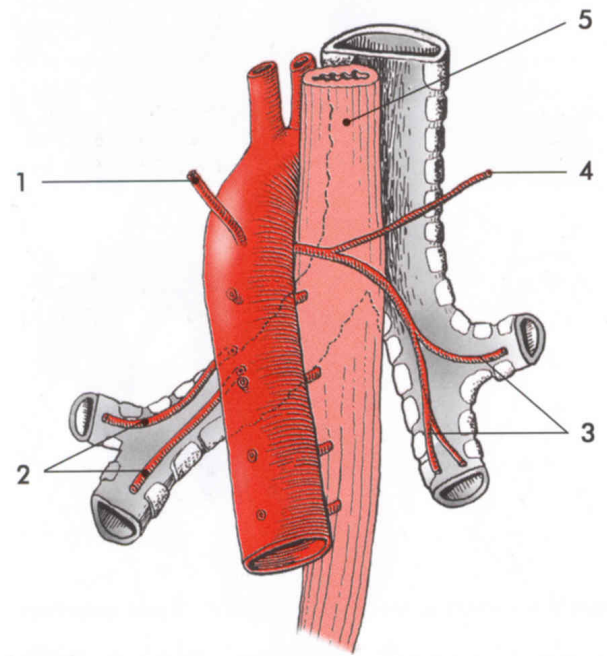
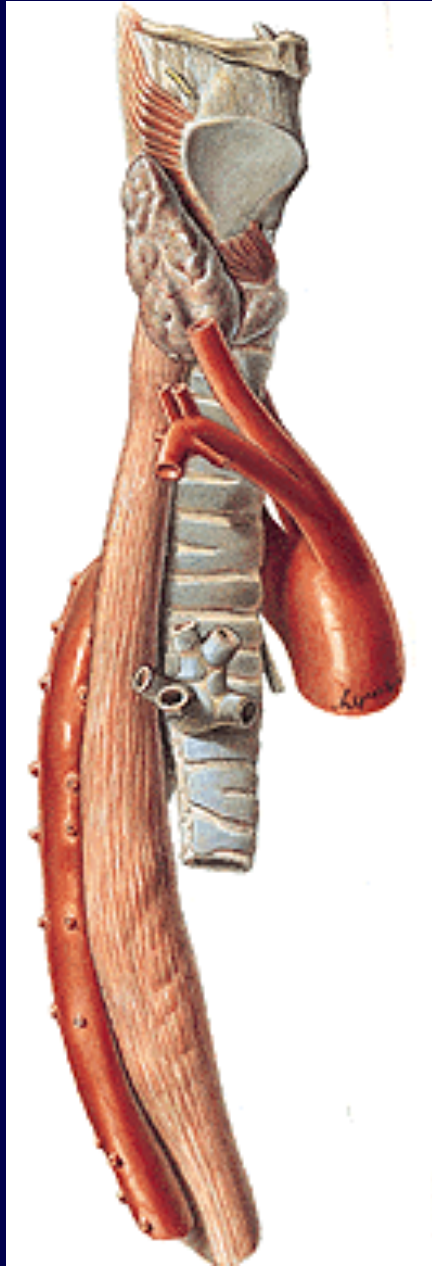
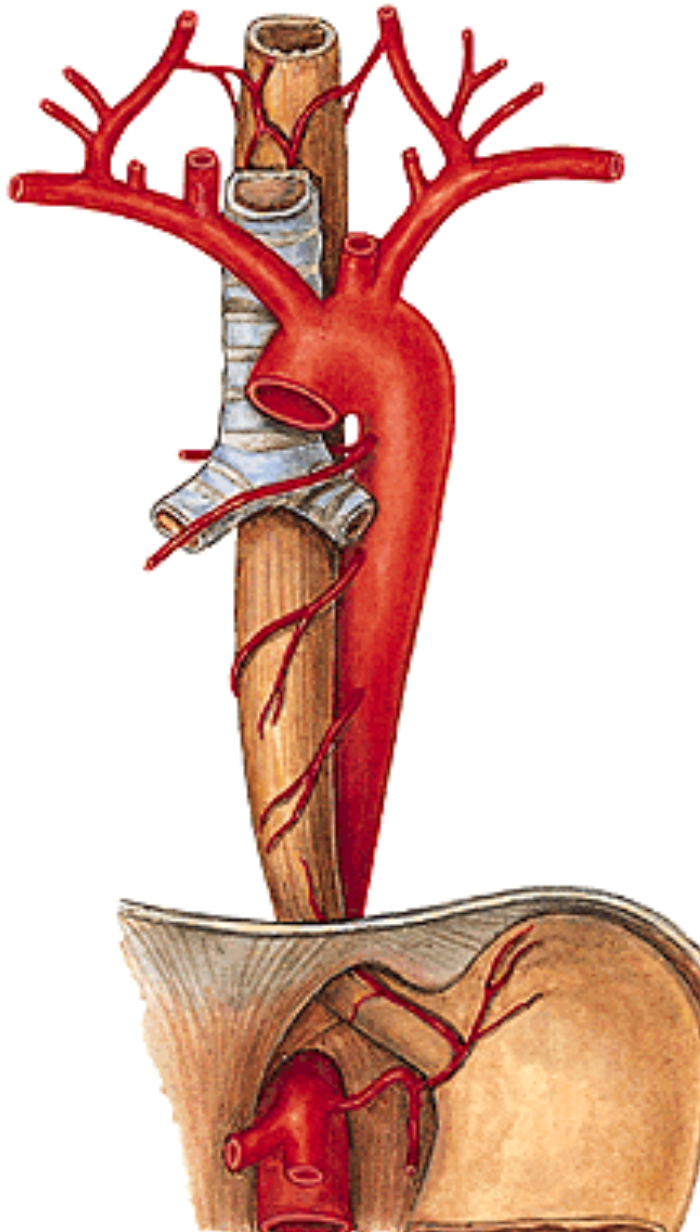
Nutritivní řečiště plic:
arteriální rr. bronchiales
a venosní vv. bronchiales
leží na zadní straně
bronchů

Inervace plic

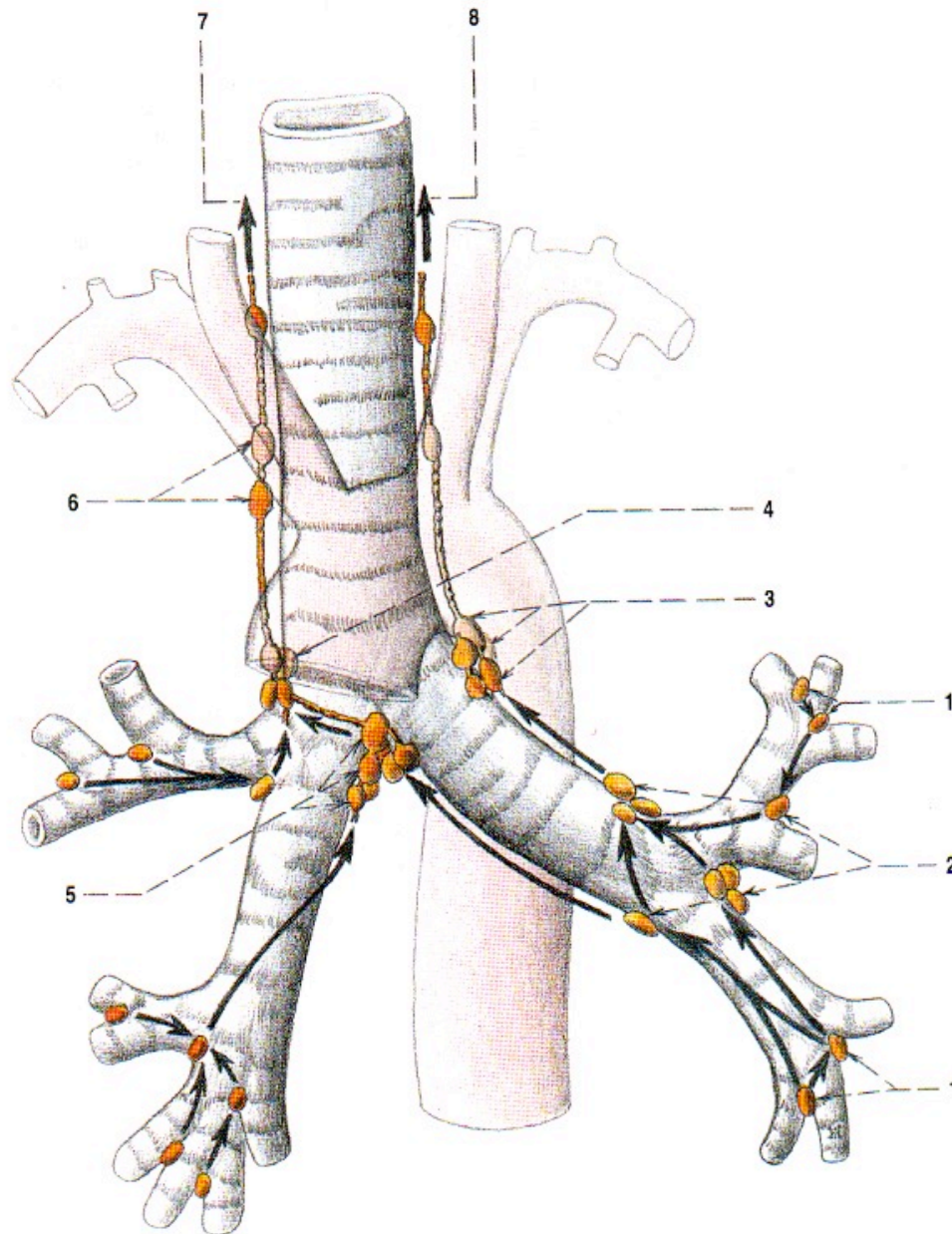
plexus pulmonalis anterior + posterior, peribronchialní a
periarteriální pleteně (parasymphatická, symphatická a
senzitivní nervová vlákna



Aorta thoracica



Lymfatická drenáž



Povrchová

podél vv. pulmonales do
nn. bronchopulmonales

Hlubká

podél bronchů

nn. pulmonales

nn. bronchopulmonales

nn. tracheobronchiales
(dextri, inferiores, sinistri)

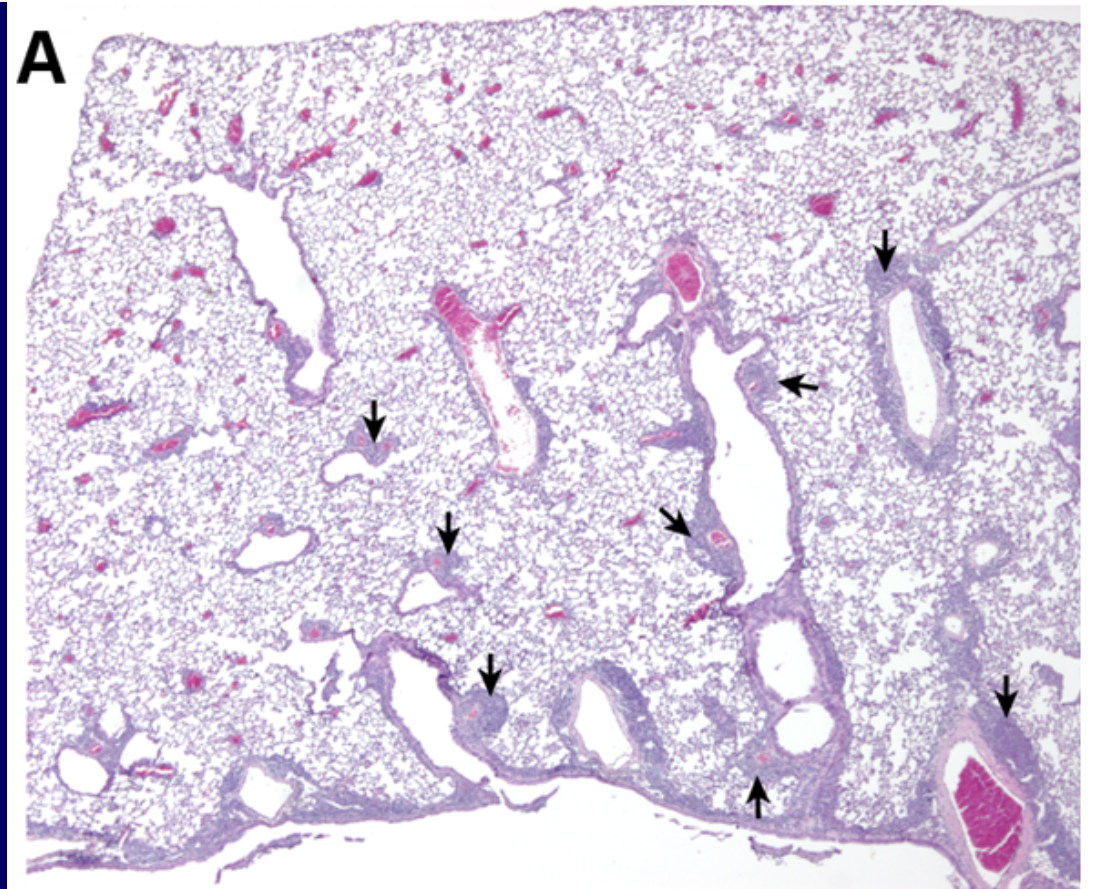
Trunci bronchomediastinales

Dx+kaudSin: ductus lymph. dx

kranSin: ductus thoracicus

BALT

part of mucosa-associated lymphoid tissue (MALT) consists of lymphoid follicles in the lungs and bronchus



Bronchus-associated lymphoid tissue (BALT) is a constitutive mucosal lymphoid tissue adjacent to major airways in some mammalian species, including rats and rabbits, but **not humans or mice**. **Inducible BALT** is an ectopic lymphoid tissue formed upon inflammation or infection. Both BALT and iBALT acquire antigens from the airways and initiate local immune responses and maintain memory cells in the lungs.

Inervace

Parasympatikus: n. vagus (X.) –
BRONCHOKONSTRIKCE

Sympatikus: rr. pulmonales z truncus sympathicus
(2.–4. hrudní ganglion)

Použitá literatura:

Čihák R: Anatomie 2. Praha, Grada, 2002

Grim M, Druga R et al: Základy anatomie 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém, Praha, Karolinum, Galén, 2005

Naňka O, Elišková M: Přehled anatomie, 2. vyd., Galén – Karolinum, Praha 2009

Netter F: Atlas of Human Anatomy, 4th ed., Saunders, 2006

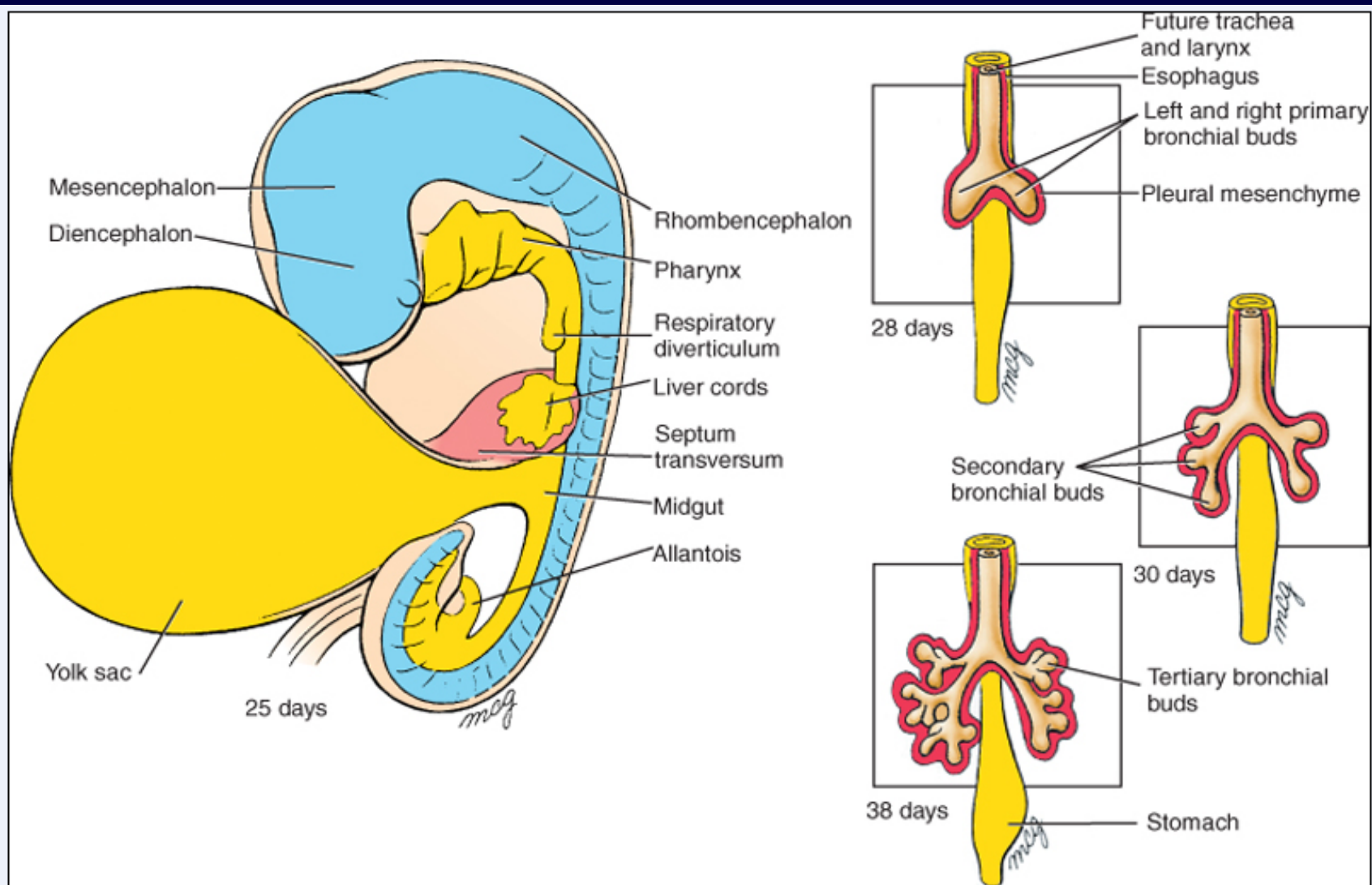
Silbernagel S, Despopoulos A: Atlas fyziologie člověka. Grada, 2. vyd., 1993

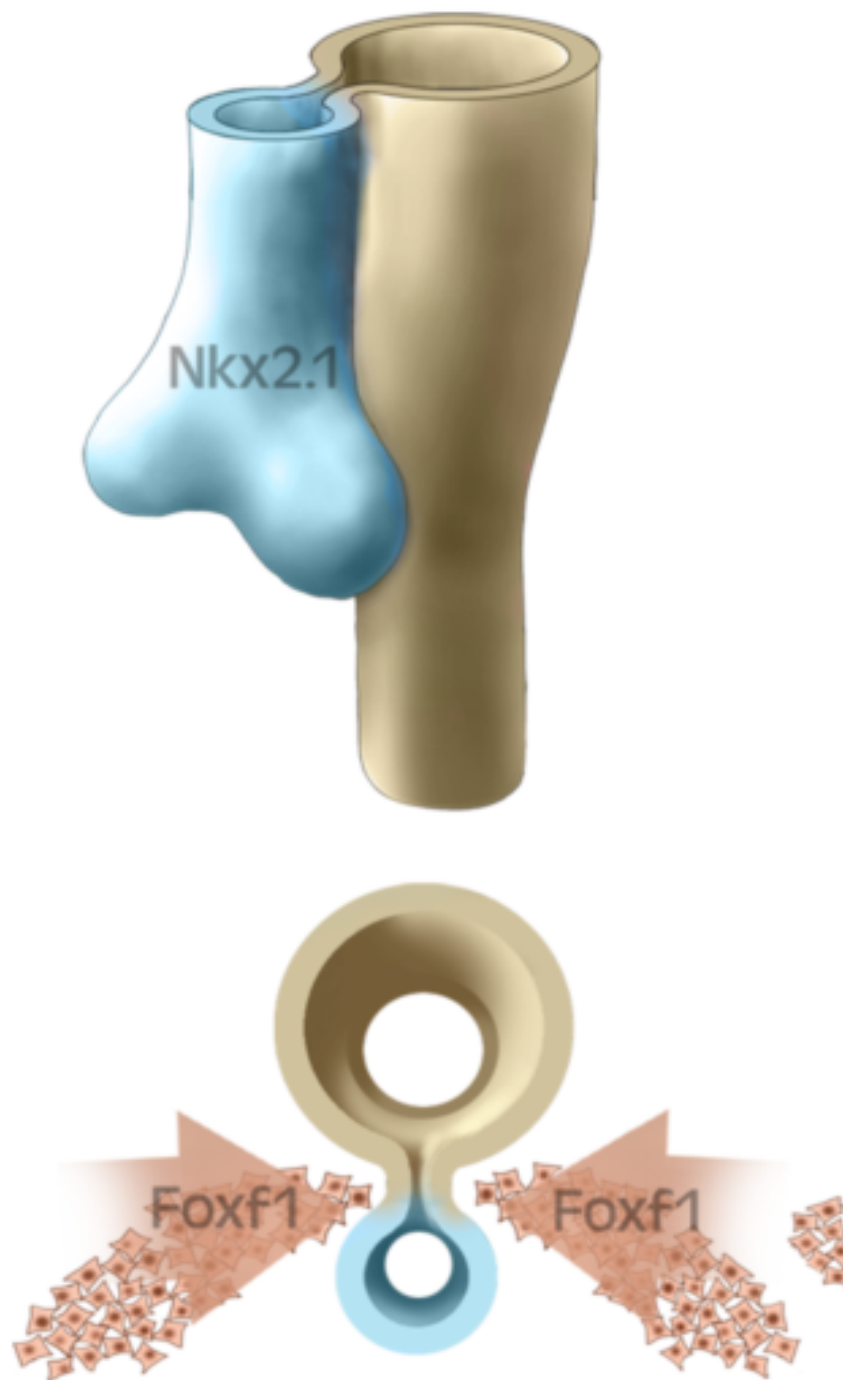
Sobotta J: Atlas of Human Anatomy Vol 1 –2 Munich, Urban und Schwarzenberg, 1998

Tillmann BN: Atlas der Anatomie. Springer Medizin Verlag Heidelberg 2005

Williams P & Warwick R: Gray's Anatomy, 37 ed, Churhill Livingstone, 1996

Od profesora Grima





Vývoj plic

Zahrnuje několik postupných fází:

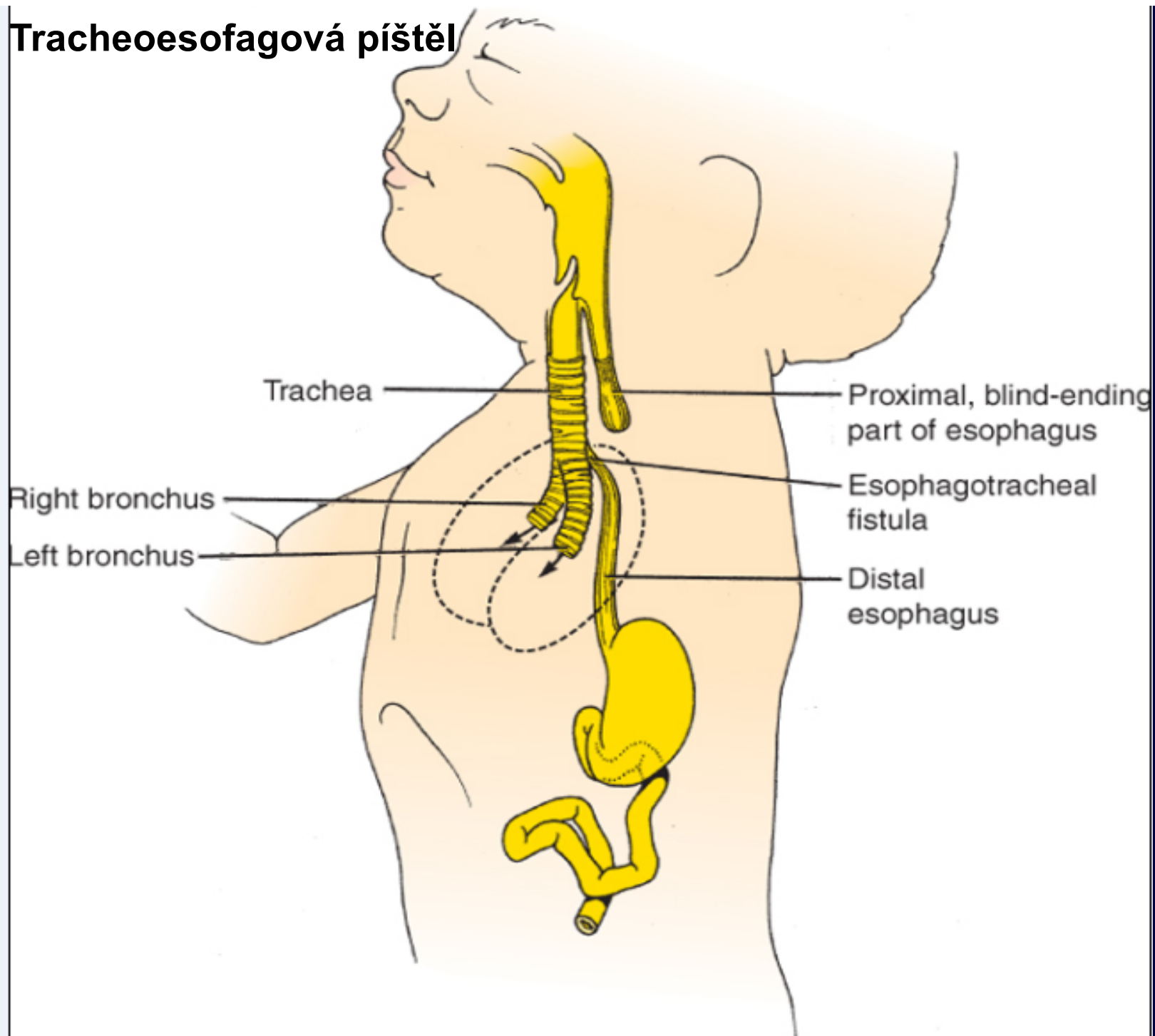
vznik laryngotracheové výchlípky a její oddělení od jícnu, vytvoření **bronchoalveolárního stromu**, determinace buněk respiračního systému, regionální diferenciacce jeho epithelu a jeho interakce s **endothelem cévního řečiště** a **alveologenezí**.

Epithelové buňky výchlípky exprimují transkripční faktor **Nkx2.1**, který je **носителем identity respiračního epithelu** a pro vývoj plic má zásadní význam.

Je exprimován v epithelu rostoucích výchlípek a s postupujícím věkem jeho exprese klesá. V dospělosti je exprimován pouze v granulárních pneumocytech.

Laryngotracheová epithelová výchlípka vzniká na přední stěně embryonálního faryngu pod vlivem exprese genu **Foxf1** v okolním mesenchymu.

Tracheoesofagová píštěl



Období vývoje plic, stádia

Embryonální

laryngotracheální výchlípka: do 8. týdne

6. pár aortálních oblouků = aa. pulmonales

Fetální

pseudoglandulární: do 16. týdne

kanalikulární: do 24. týdne

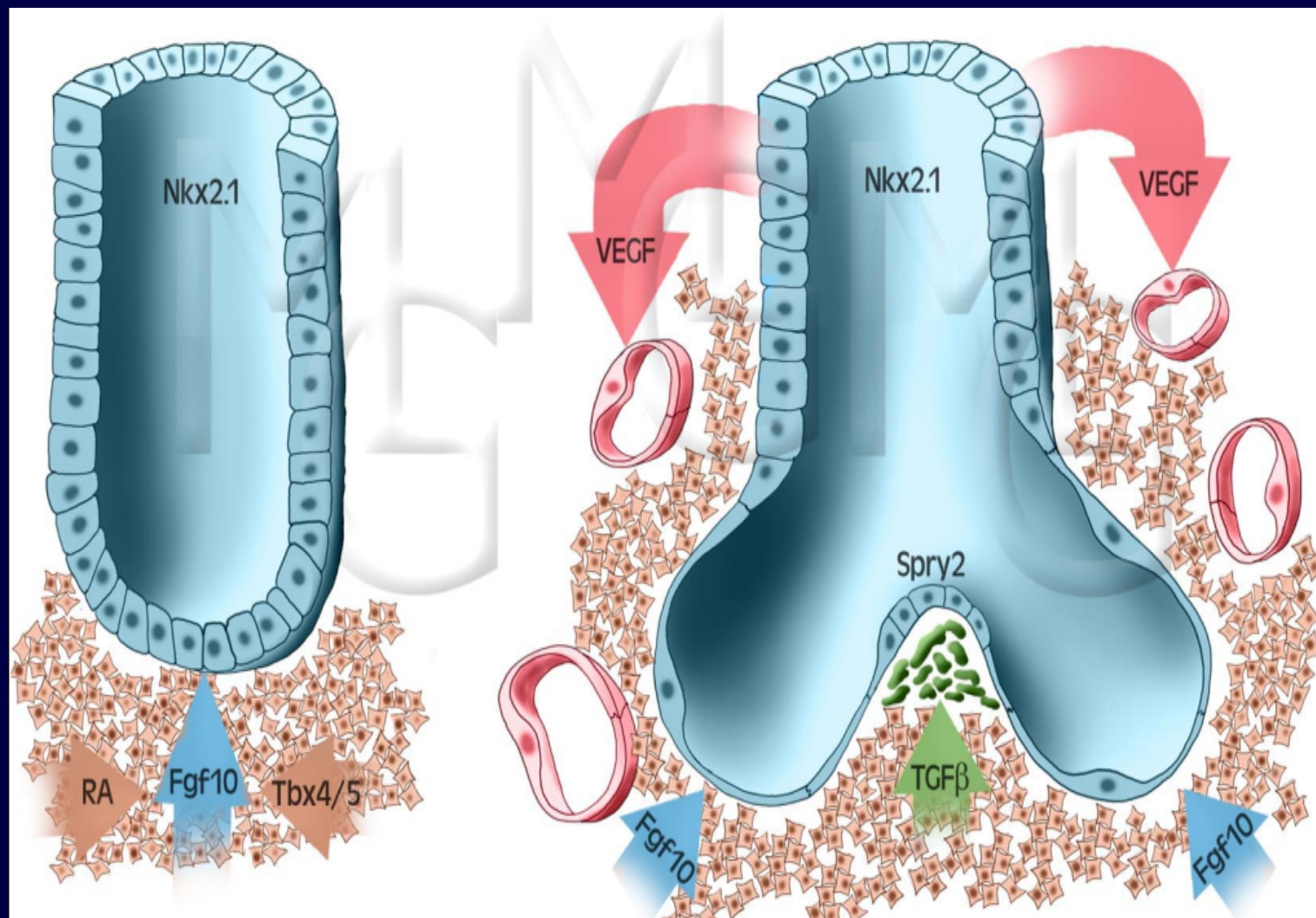
sakulární: od 24. týdne

surfaktant od 24. týdne

10% alveolů do narození

Postnatální

alveolární postnatální: 90% alveolů do 2. roku



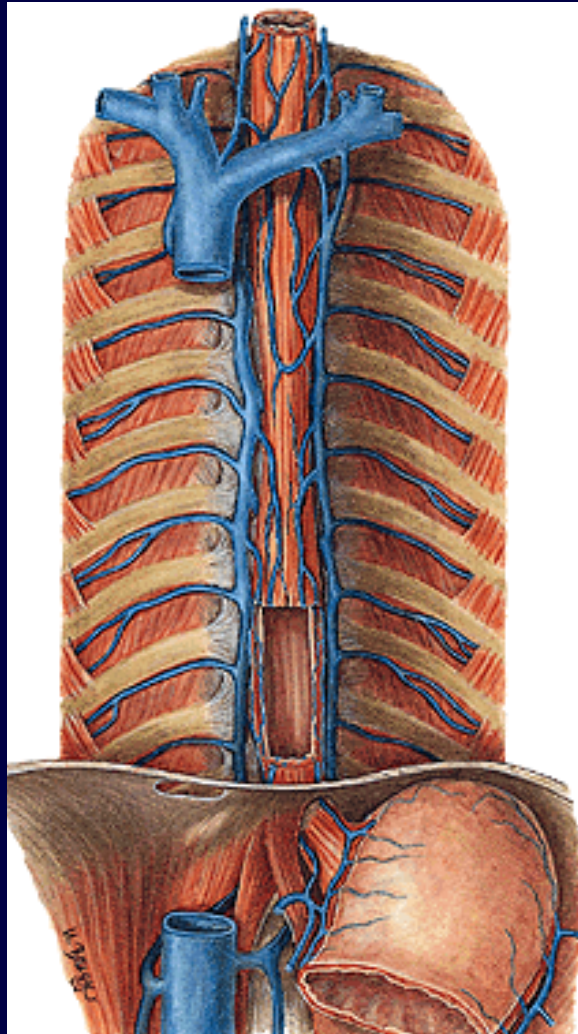
Tvorbu a větvení výchlípky stimuluje růstový faktor **Fgf10** produkovaný okolním mesenchymem, který se chová jako signální centrum pro vyrůstání apikálního epitelu. Sekreci **Fgf10** podporuje retinová kyselina (**RA**) a transkripční faktory **Tbx4** a **Tbx5**. Mezi vrcholky větvcí se výchlípky produkuje mesenchym **Tgfβ** a ten produkci **Fgf10** inhibuje. Stimulační a inhibiční faktory produkované mesenchymem zodpovídají tedy za tvorbu výchlipek a záhybů mezi nimi.

Na signalizaci z mesenchymu reagují epitelové buňky proliferací a růstem výchlipek nebo naopak útlumem růstu a tvorbou záhybů mezi nimi. Tento děj se za vývoje plic mnohonásobně opakuje. Podílejí se na něm také další faktory: v epitelu i v mesenchymu je exprimován transkripční faktor **Gata 6**, který podporuje dichotomní větvení epitelových výchlipek. Je-li Gata 6 inhibován, větvení je redukováno.

Celkem proběhne 23 bifurkací.

Interakce alveolárního stromu a tvořícího se **kapilárního řečiště** je parakrinně řízena růstovým faktorem cévního endotelu (**VEGF**), který secernují epitelové buňky. Pod jeho vlivem se angiogenní buňky diferencují v endotel a tvoří kapilární pleteně v septech mezi alveoly.





V. cava superior, inferior
v. azygos, v. hemiazygos
vv. pulmonales

