

Dýchací systém



Alena Kvasilová

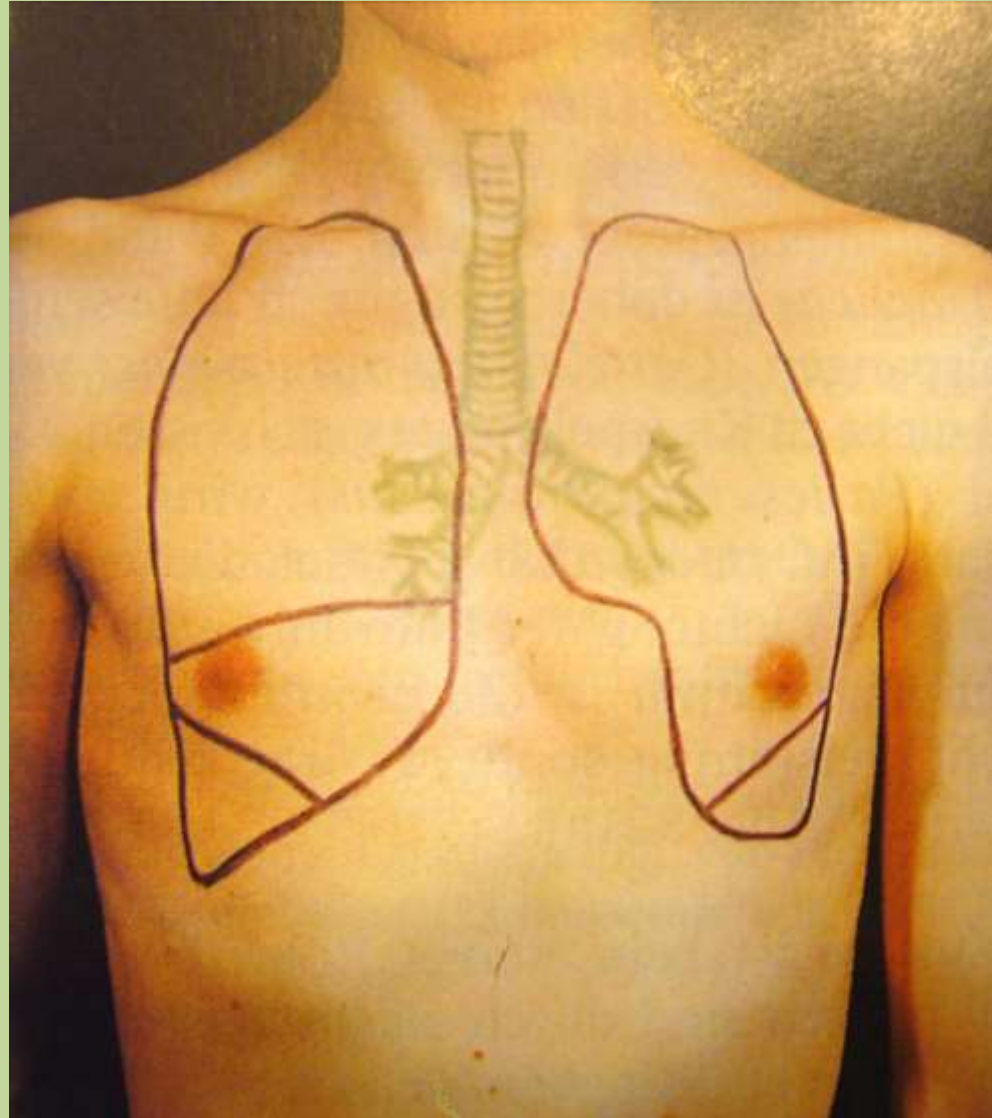
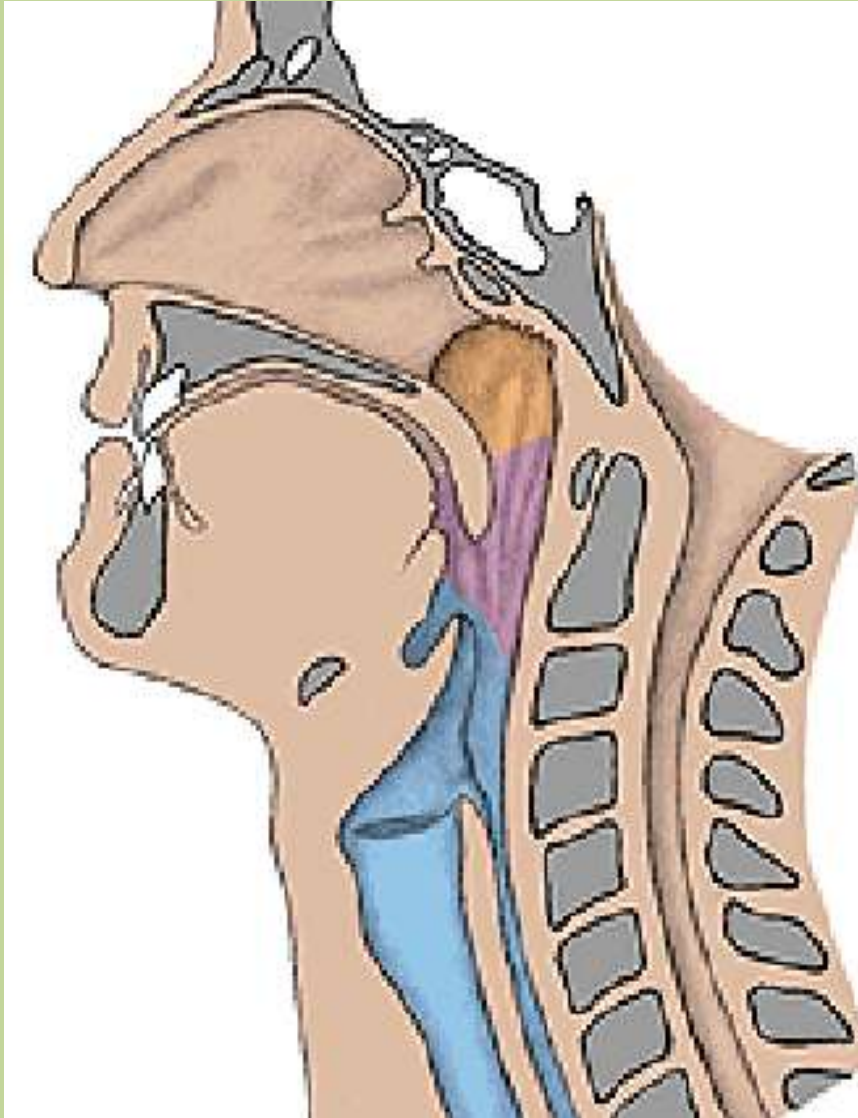
Dýchací systém (*Systema respiratorium*)

- **ZEVNÍ NOS A DUTINA NOSNÍ** - průchody a vyústění
- **VEDLEJŠÍ DUTINY NOSNÍ** - syntopie a vyústění
- **HRTAN** - stavba, funkce a poloha, inervace a cévní zásobení
- **PRŮDUŠNICE, PRŮDUŠKY** - stavba a poloha, koniotomie x tracheotomie
- **PLÍCE** - makroskopický popis, členění, otisky orgánů, arbor bronchialis et alveolaris, plicní segmenty, cévní zásobení, inervace, lymfatická drenáž, poloha a projekce plic
- **PLEURA A PLEURÁLNÍ DUTINA** - inervace pleury, punkce pleurální dutiny, pneumothorax, hranice pleury
- **MEDIASTINUM** - ohraničení, členění a obsah
- **DÝCHACÍ POHYBY a KINETIKA PLIC**

Dýchací systém (*Systema respiratorium*)

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

Dýchací systém (*Systema respiratorium*)



Dýchací systém (*Systema respiratorium*)

Dýchací cesty (horní a dolní):

- Zvlhčení a temperování vdechovaného vzduchu
- mukociliární transport
- lymfatická tkáň - BALT
(Bronchial-Associated Lymphoid Tissue)

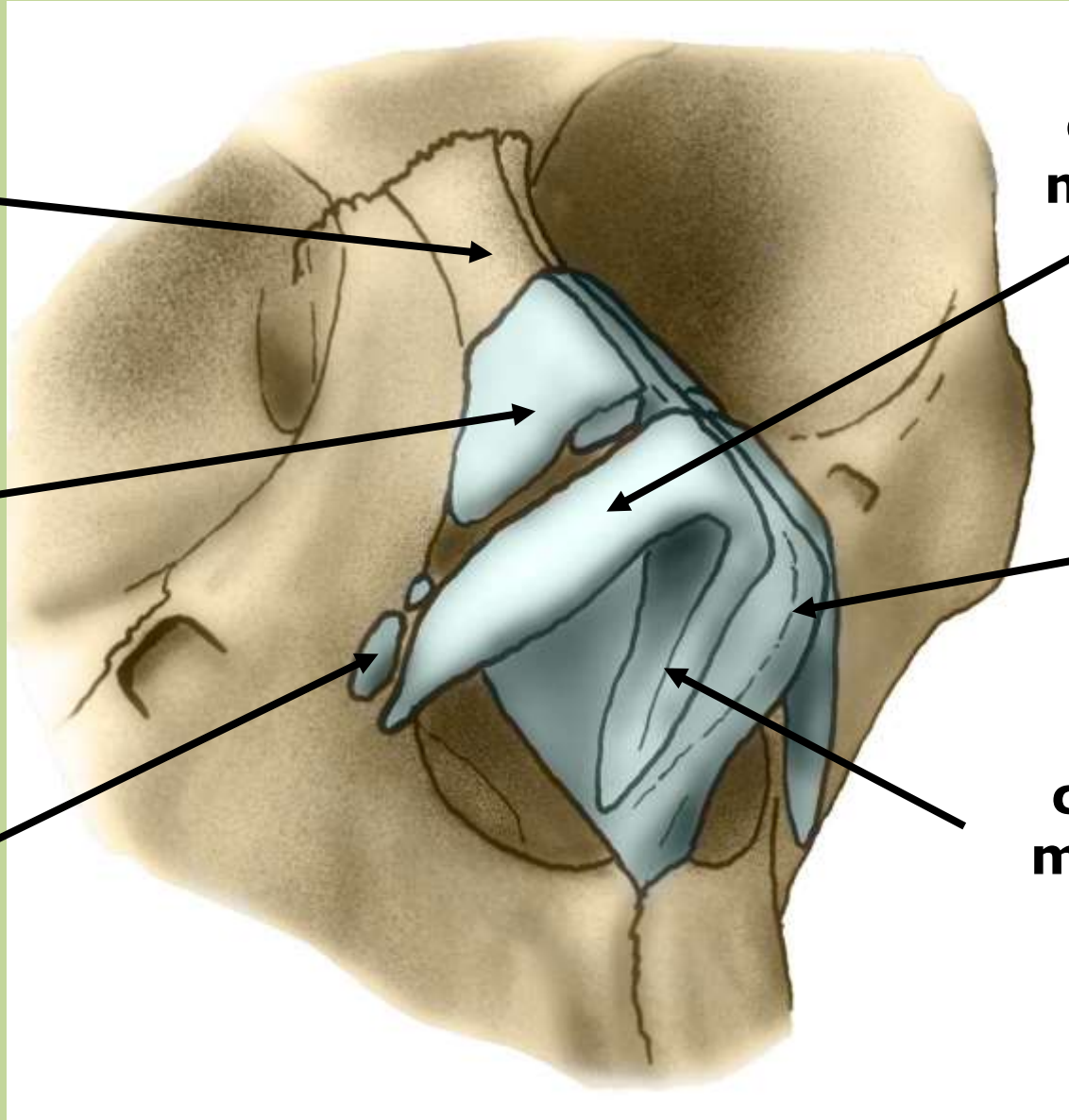
Respirační povrch plic

- Okolo 300 milionů alveolů o ploše 50-140 m²
- bariéra vzduch / krev

Funkce

- výměna plynů
- fonace
- čichový aparát

Zevní nos (*nasus externus*)



os nasale

**cart. alaris
major - crus
laterale**

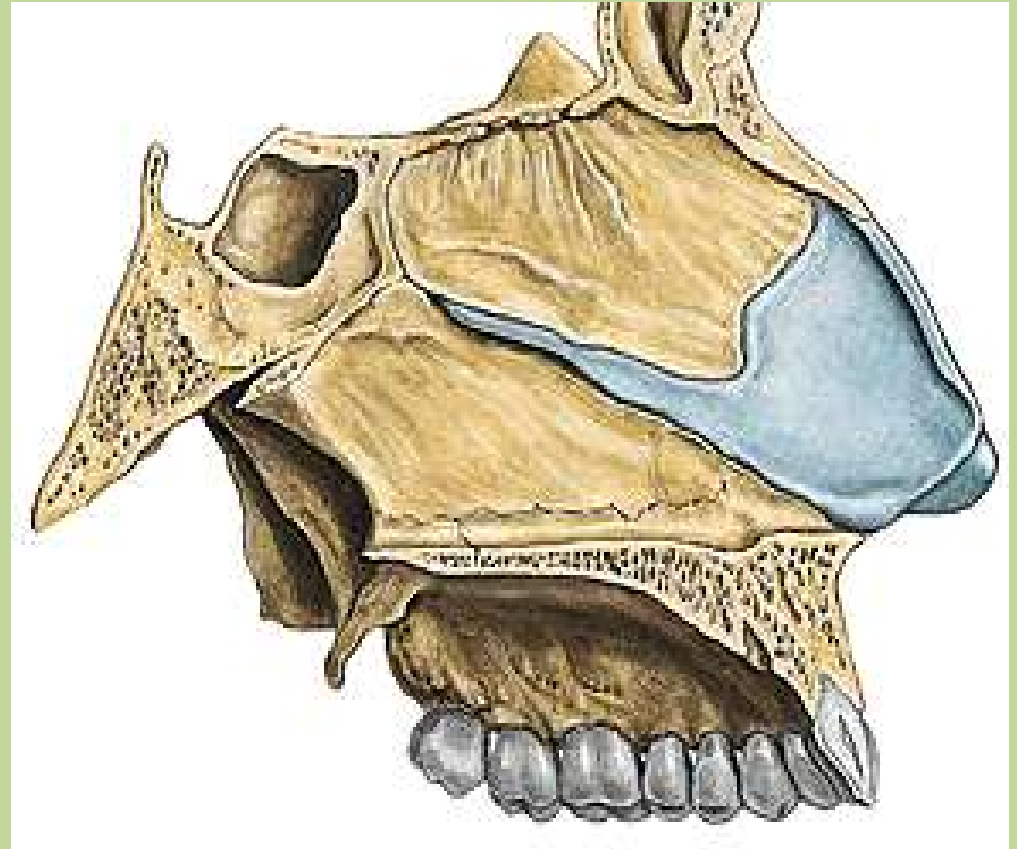
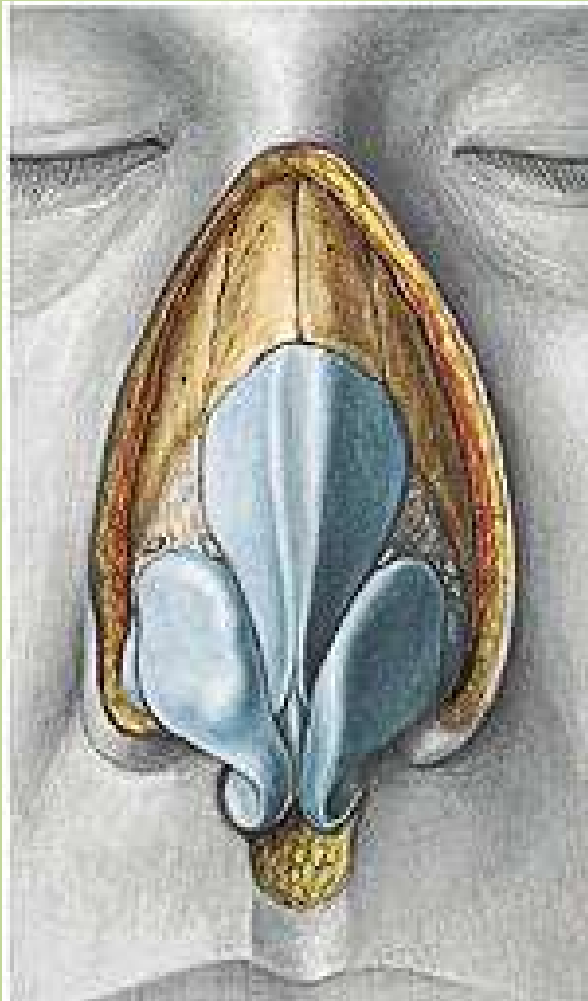
**cart. nasi
lateralis**

**cart. septi
nasi**

**cart. alaris
minor**

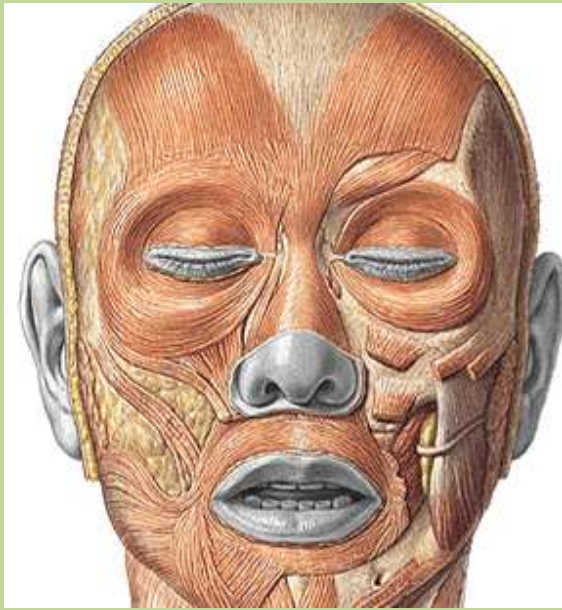
**cart. alaris
major - crus
mediale**

Zevní nos (*nasus externus*)

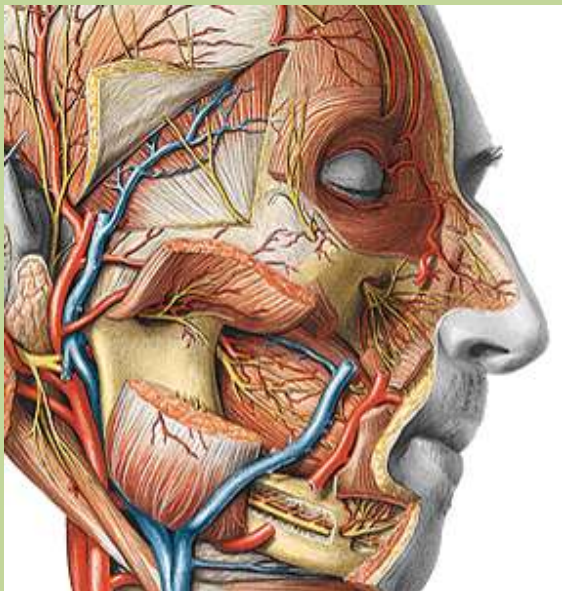


Septum nasi – pars membranacea, cartilaginea et ossea

Zevní nos (*nasus externus*)



Svaly: m. nasalis, m. levator labii superioris alaeque nasi (VII)



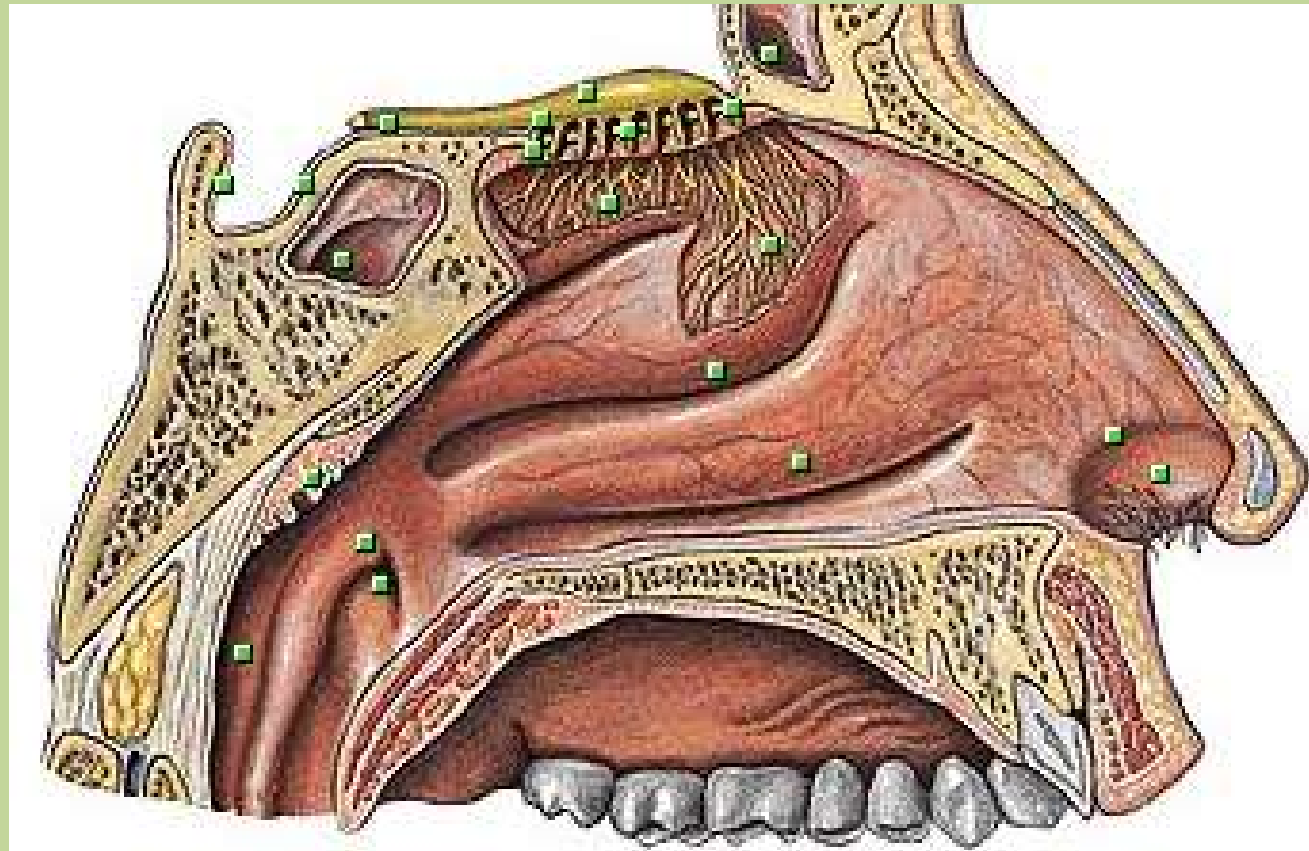
Cévy: a. angularis, a. dorsalis nasi, v. facialis, v. nasofrontalis

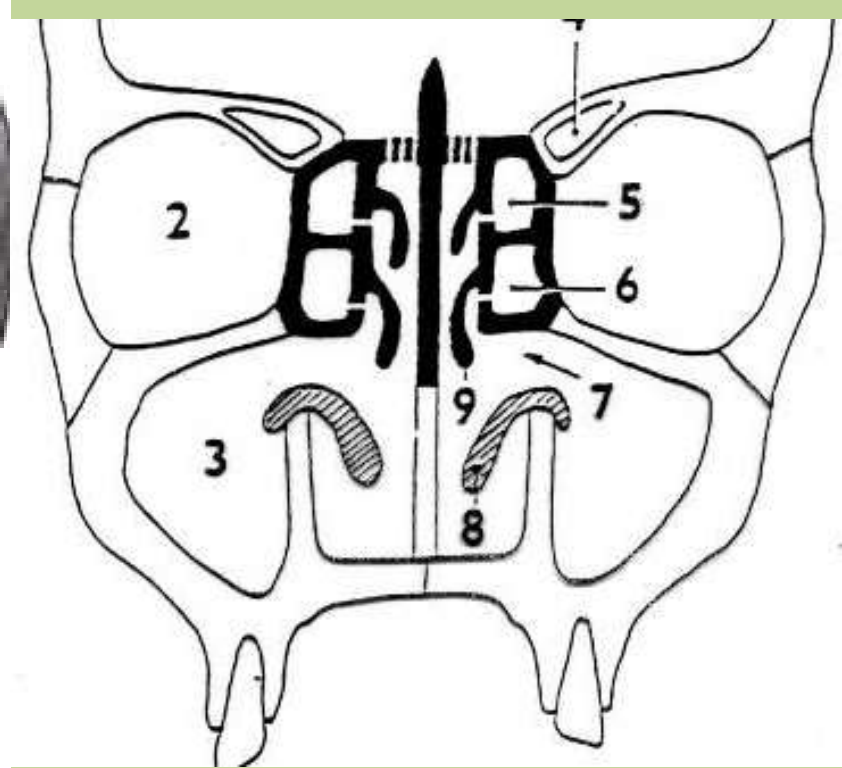
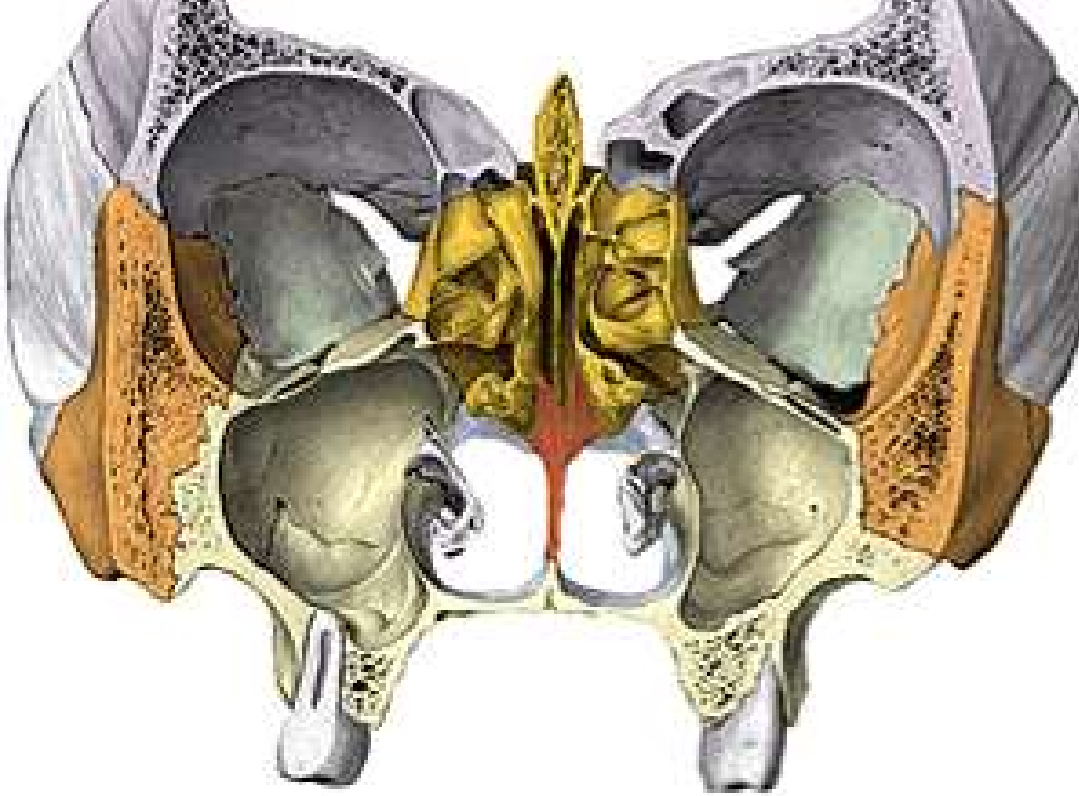
Lymfatika: nodi submandibulares

Inervace: r. nasalis externus (V1), n. infratrochlearis, rr. nasales externi (V2)

Cavitas nasi

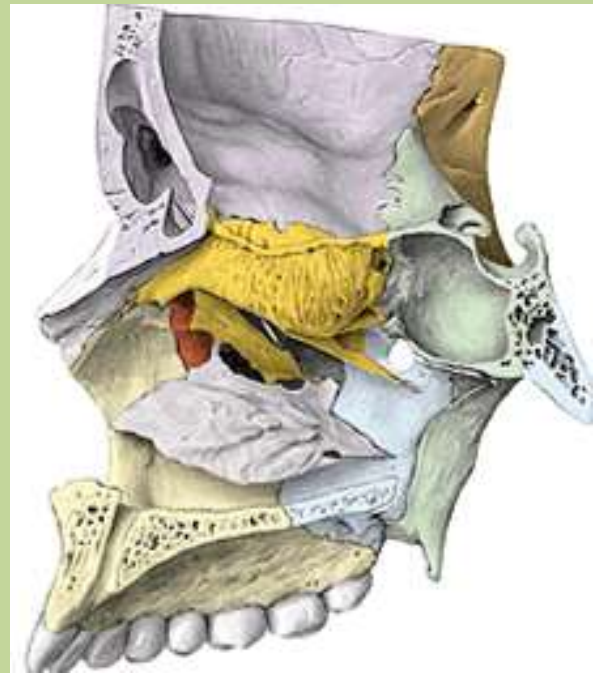
- nares
- vestibulum nasi
- cavitas nasi propria
- choanae





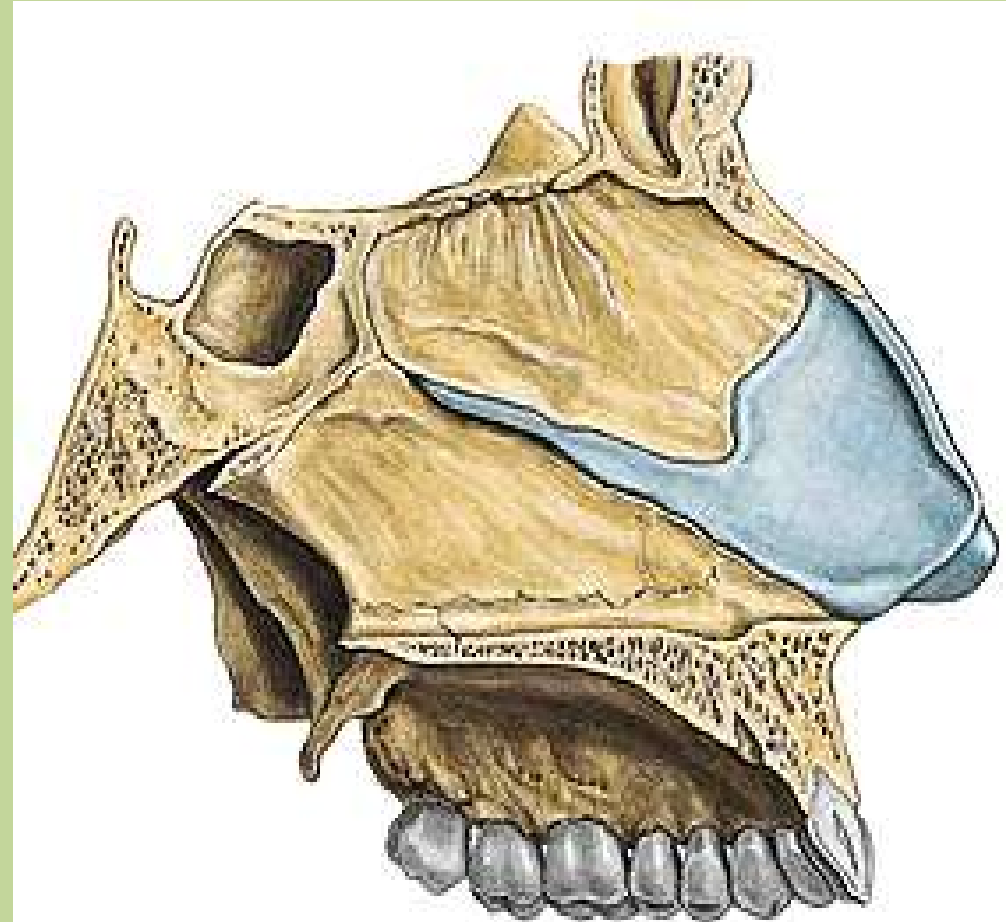
Cavitas nasi:

- ❑ **stěny**
- ❑ **septum**
- ❑ **conchae** – superior, media, inferior
- ❑ **meatus nasi** - superior, medius, inferior, communis
- ❑ **sinus paranasales, ductus nasolacrimalis**



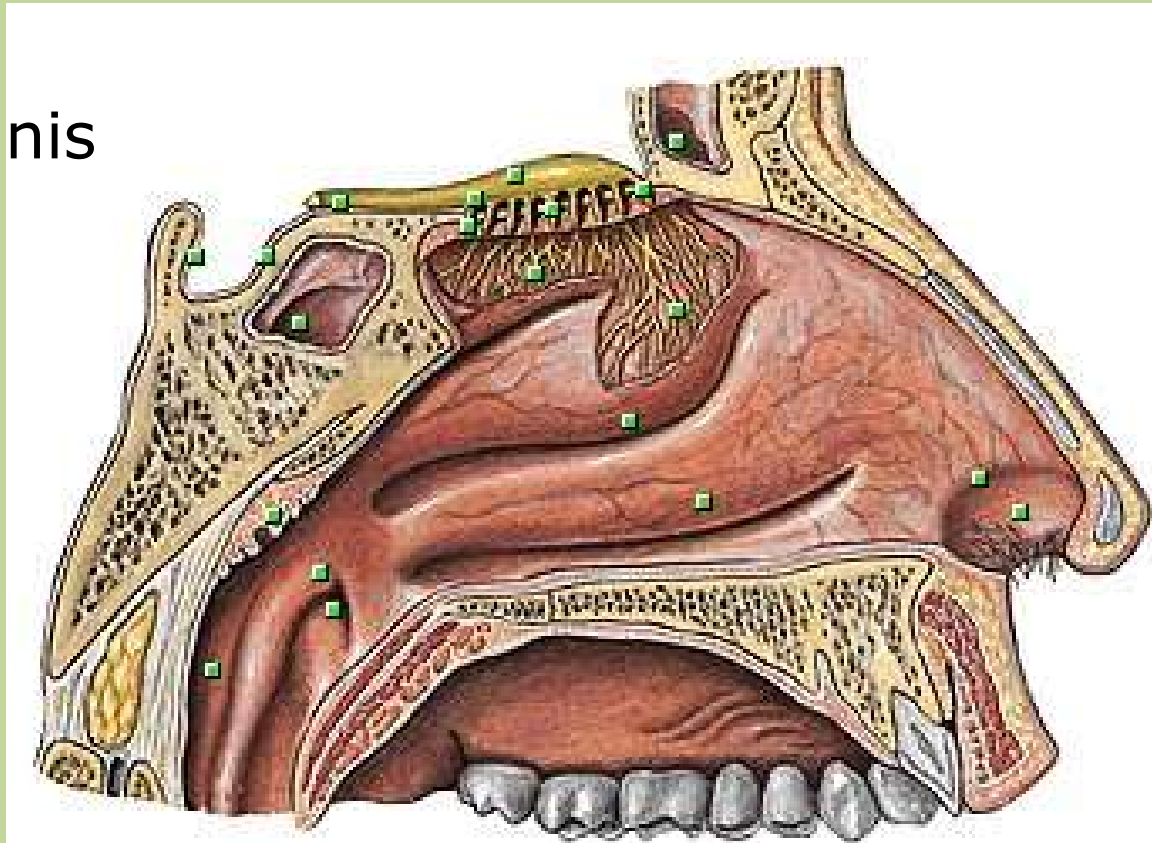
Septum nasi

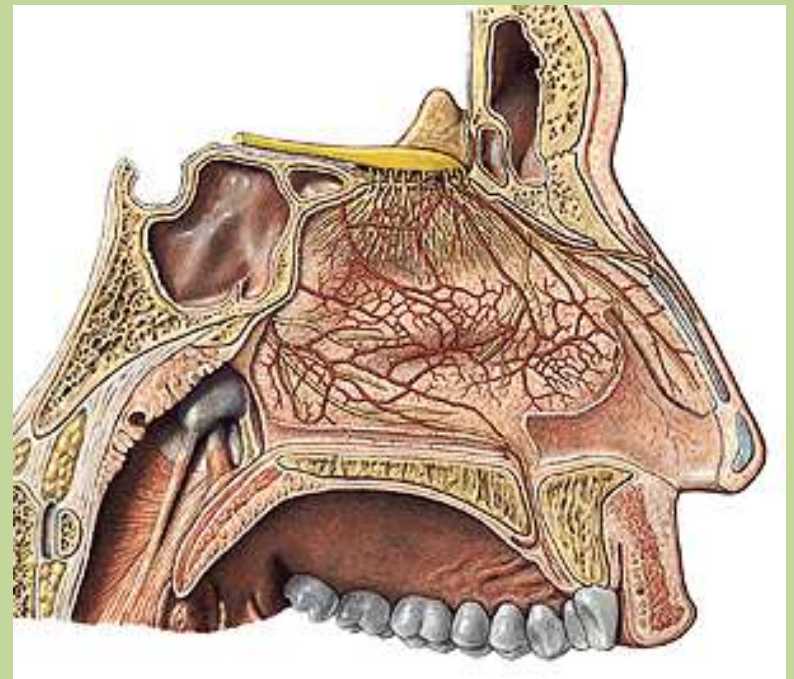
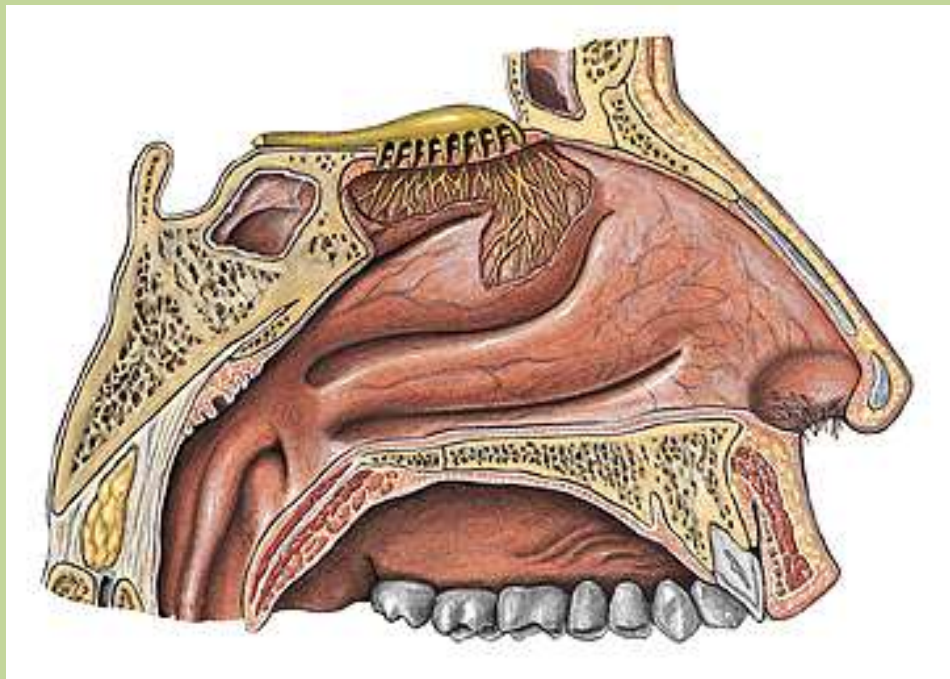
- pars ossea- lamina perpendicularis ossis ethmoidalis, vomer
- pars cartilaginea



Průchody a prostory

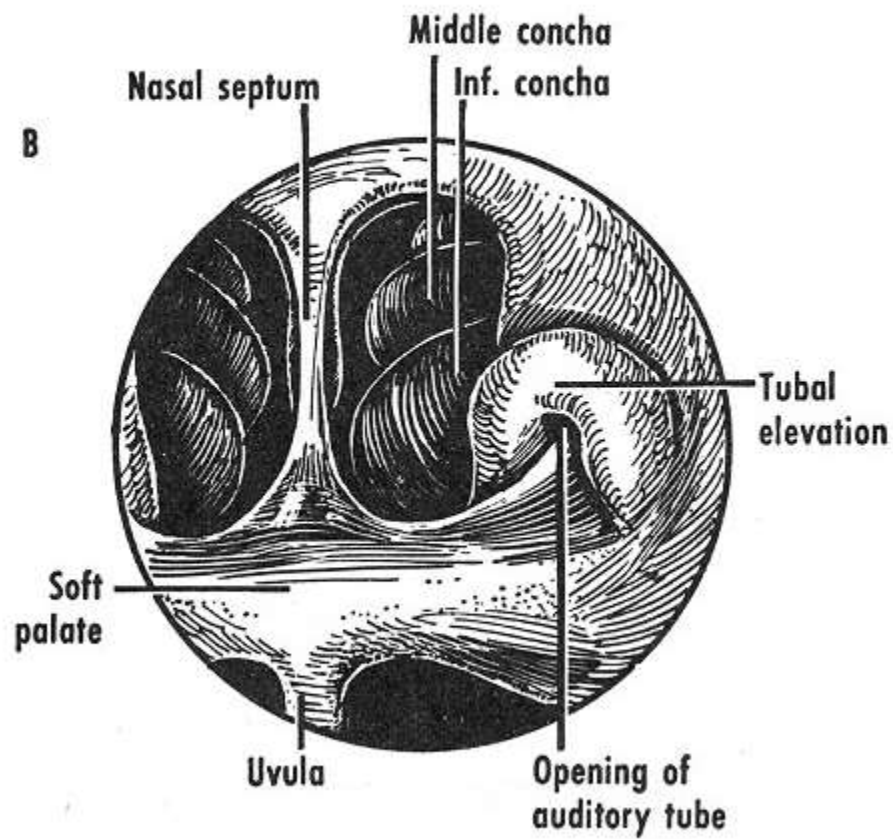
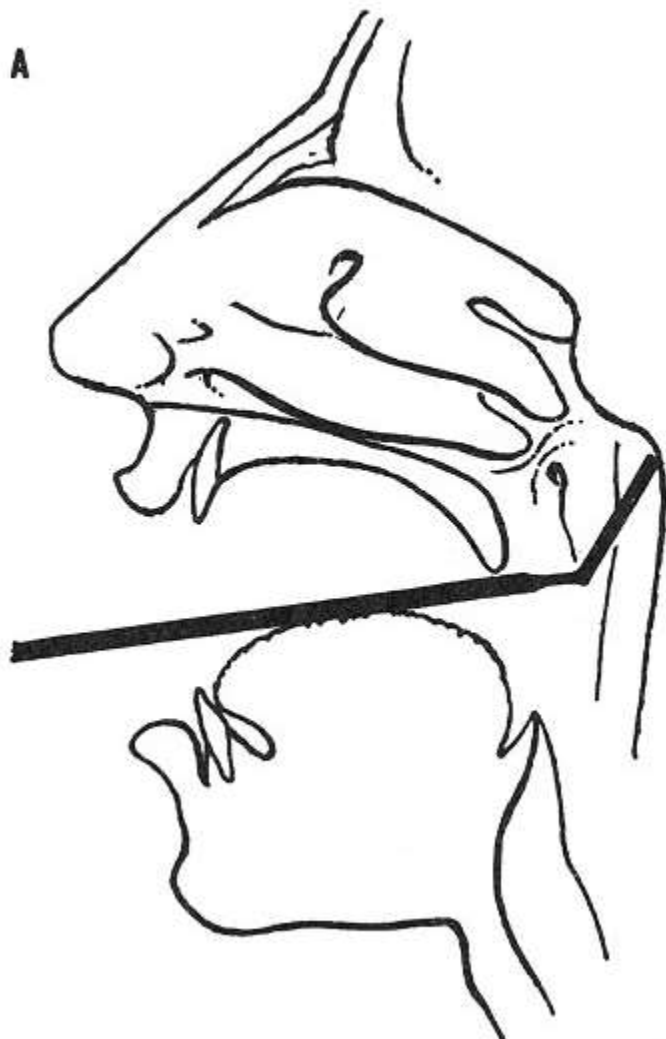
- nares
- meatus nasi superior
- meatus nasi medius
- meatus nasi inferior
- meatus nasi communis
- choanae





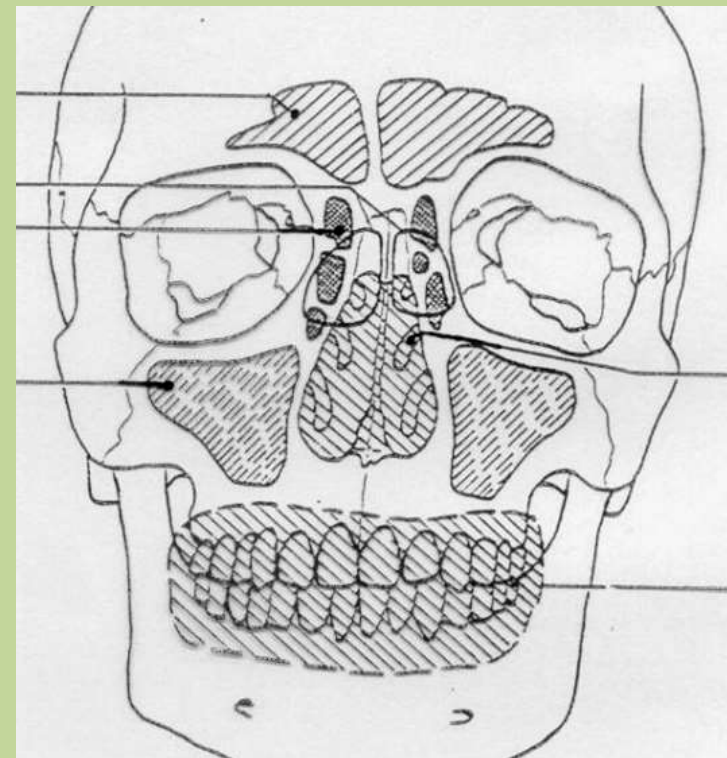
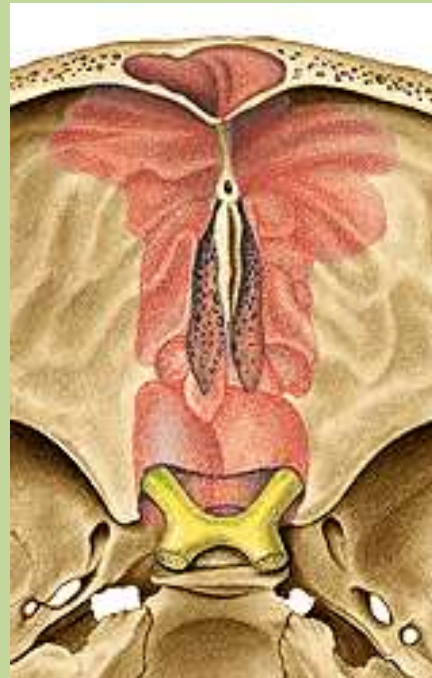
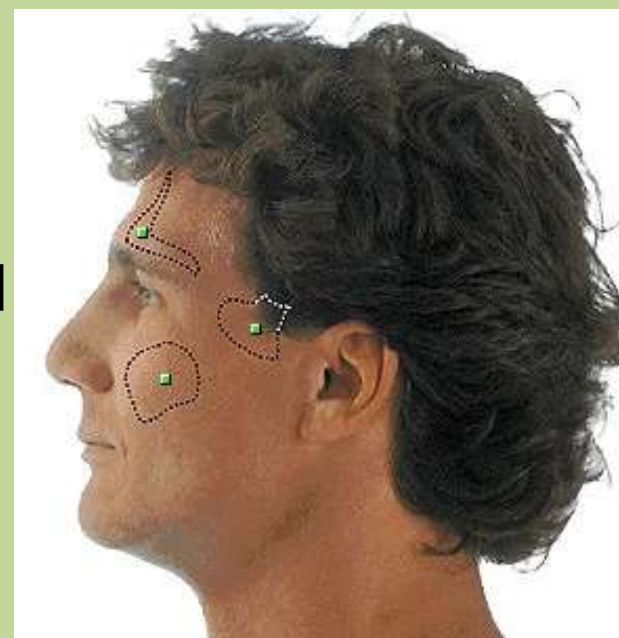
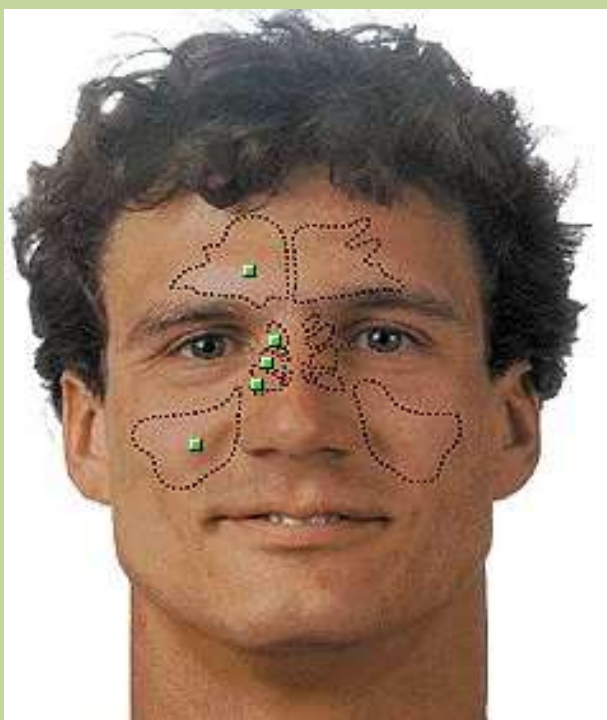
CAVITAS NASI: *nares, choanae, vibrissae, vestibulum*

- **Pars olfactoria** – čichový epithel
- **Pars respiratoria** – řasinkový epithel, glandulae nasales
- **ARTÉRIE** – větve a. ophthalmica, a. maxillaris, a. facialis
- **VÉNY** - plexus pterygoideus, vv. ophthalmicae, v. facialis, plexus cavernosus conchae
- **LYMFATIKA** – nodi cervicales prof. + nodi retropharyngeales
- **INERVACE:** větve n. maxillaris, n. ophthalmicus, **n. olfactorius**, parasymptikus (VII), krční symptikus



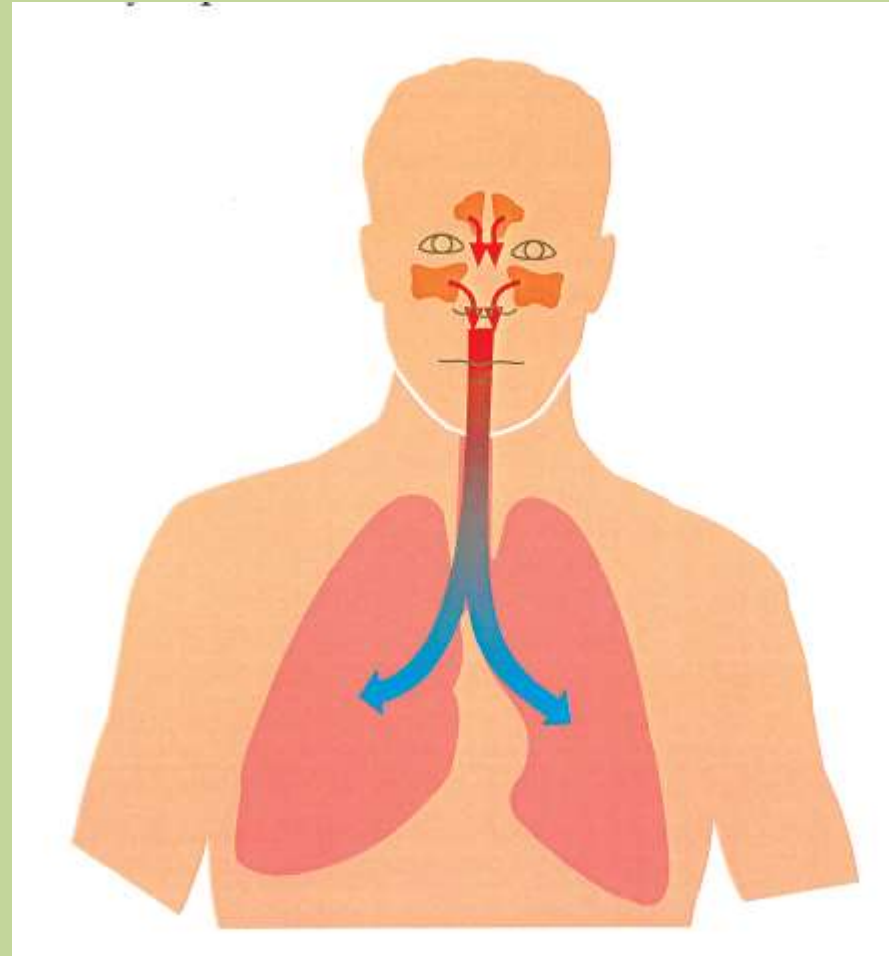
ZADNÍ RHINOSKOPIE

PROJEKCE PARANASÁLNÍCH DUTIN

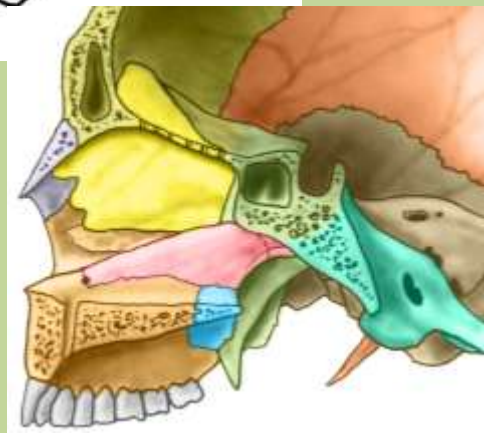
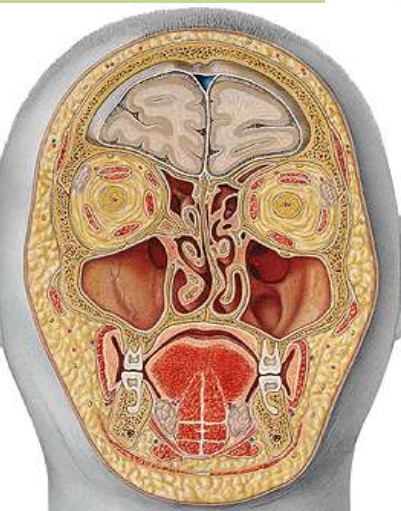
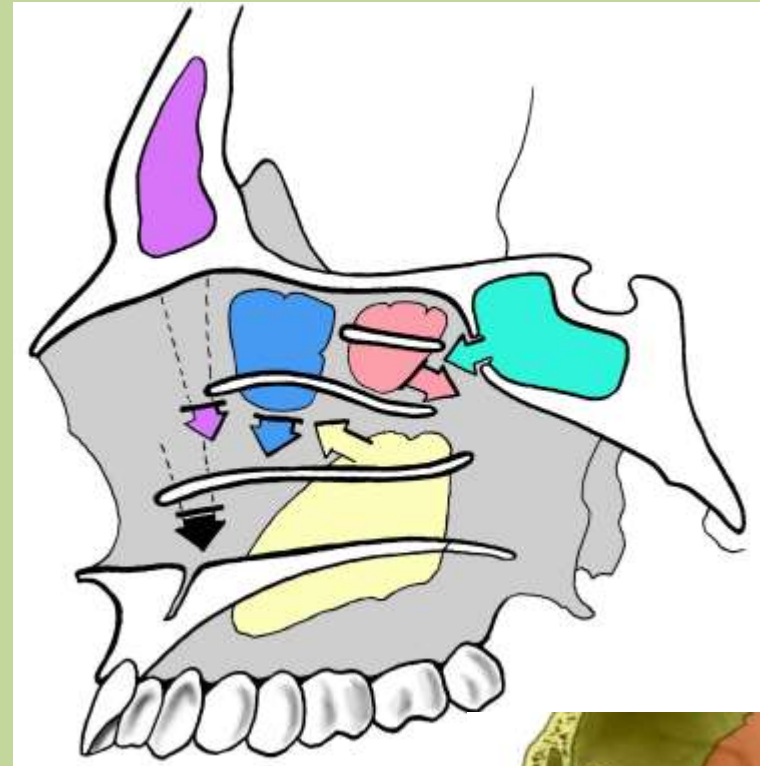
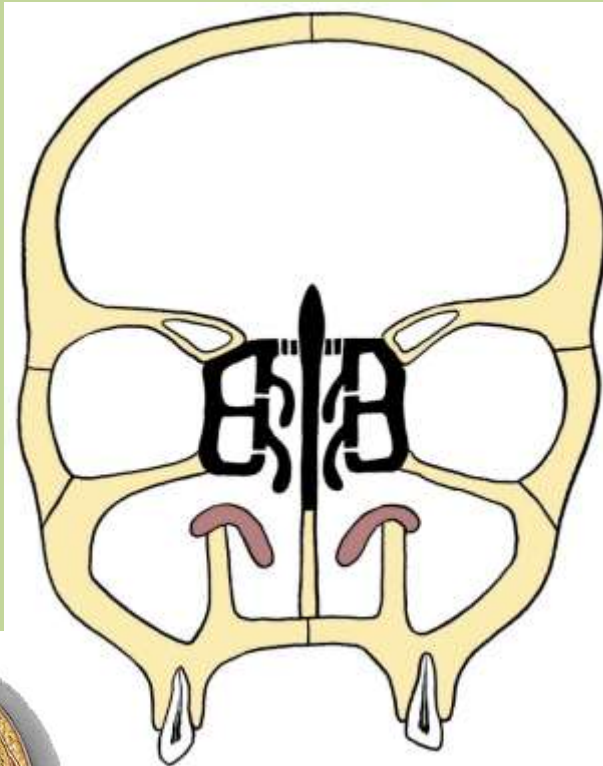


Funkce sinus paranasales

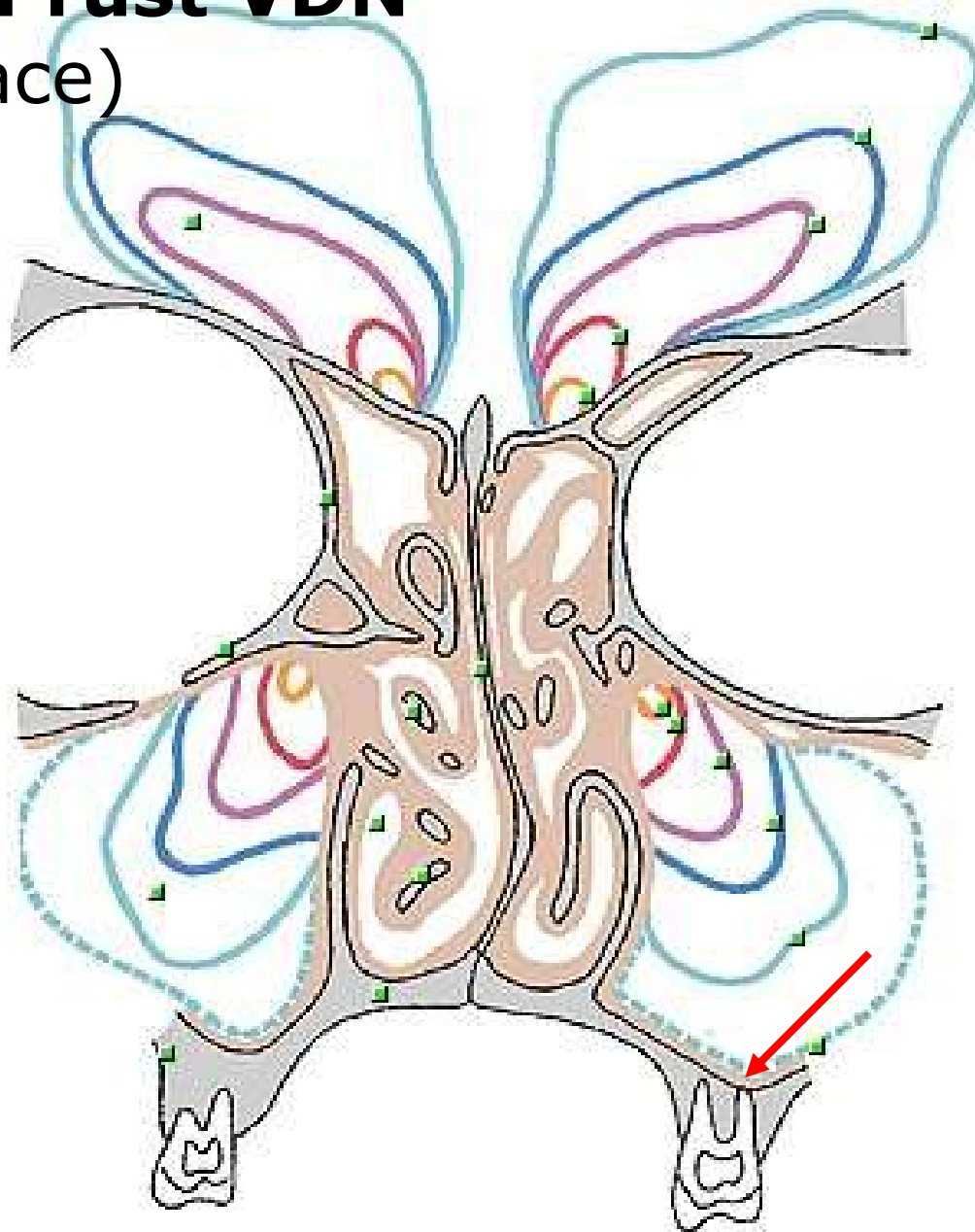
- ❖ **Rezonanční prostory** - dodávají hlasu jeho **zabarvení**
- ❖ **Odlehčení lebky**
- ❖ **Produkce NO** (oxidu dusnatého) ve sliznici – **bakteriostatický účinek**
- ❖ NO pak působí **vasodilataci v plicích** a lepší **oxygenaci a sycení O₂** arteriální krve

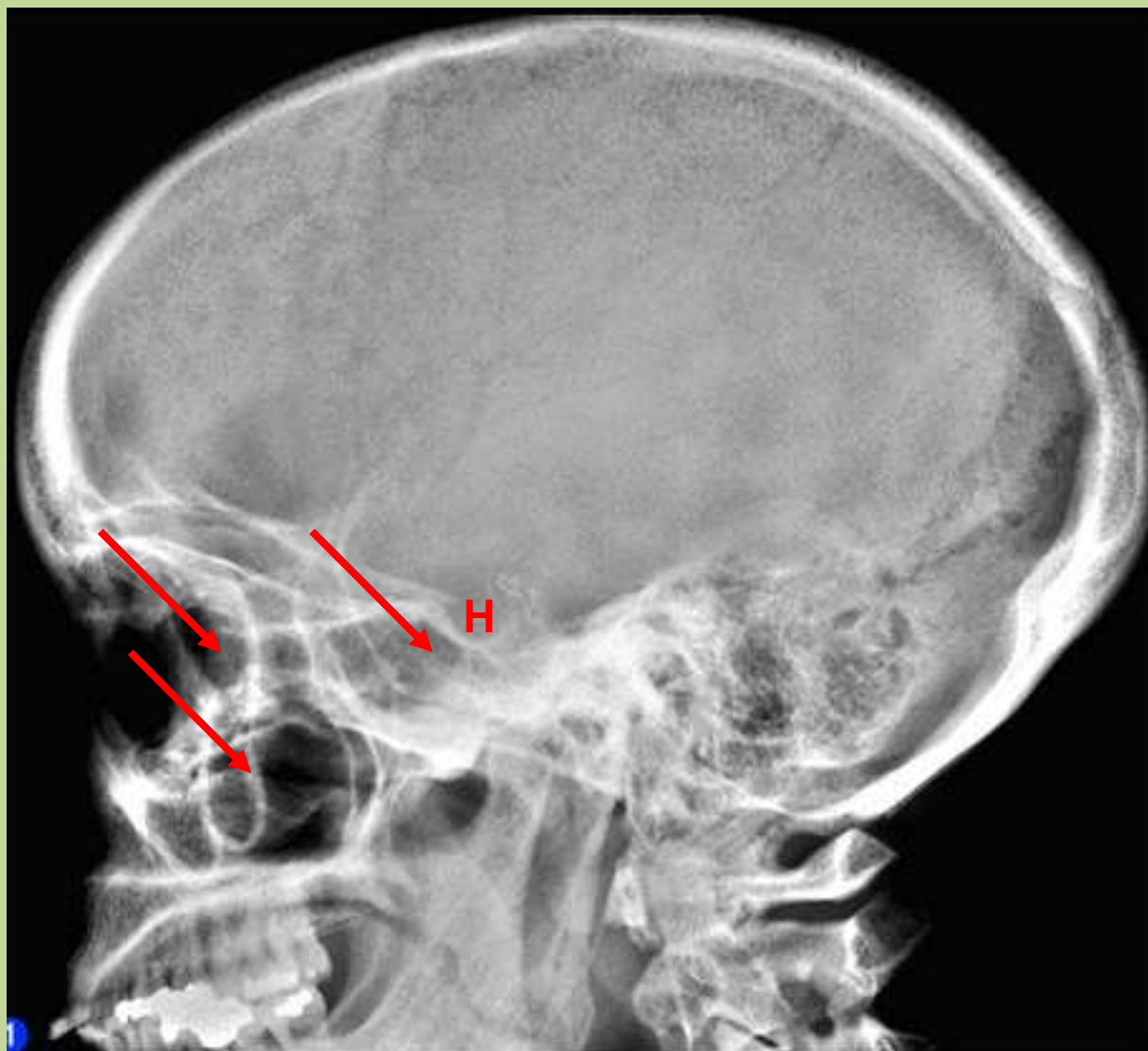


VDN a vyústění do jednotlivých nosních průchodů



Postnatální růst VDN (pneumatizace)





Boční RTG projekce

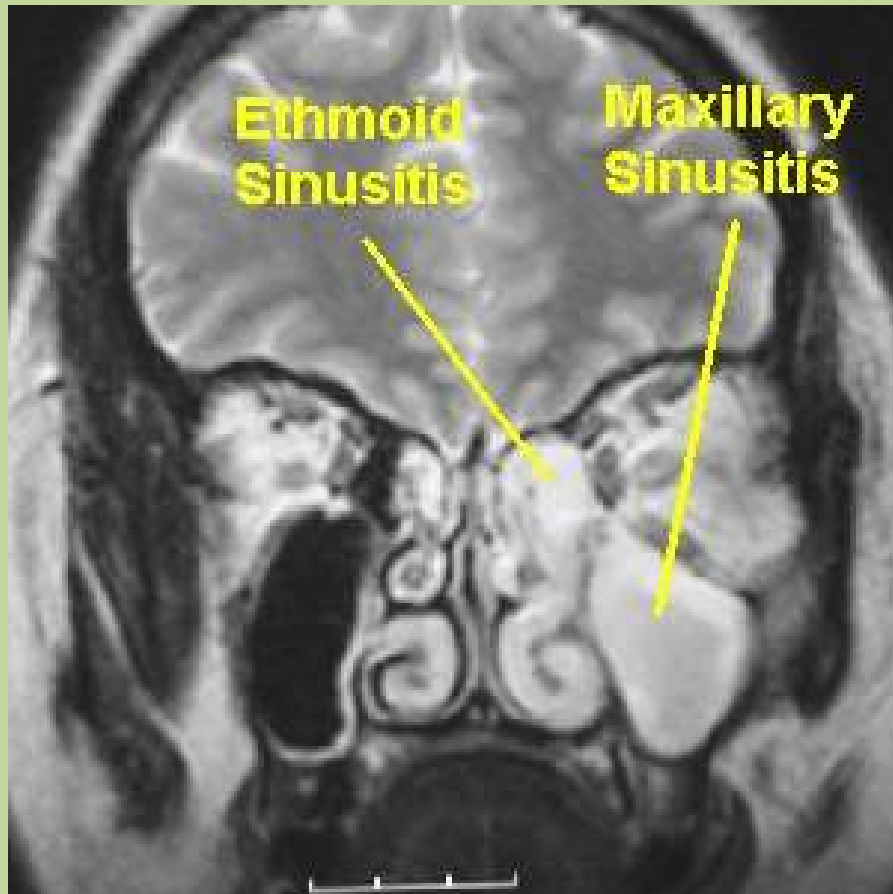


Frontální RTG projekce

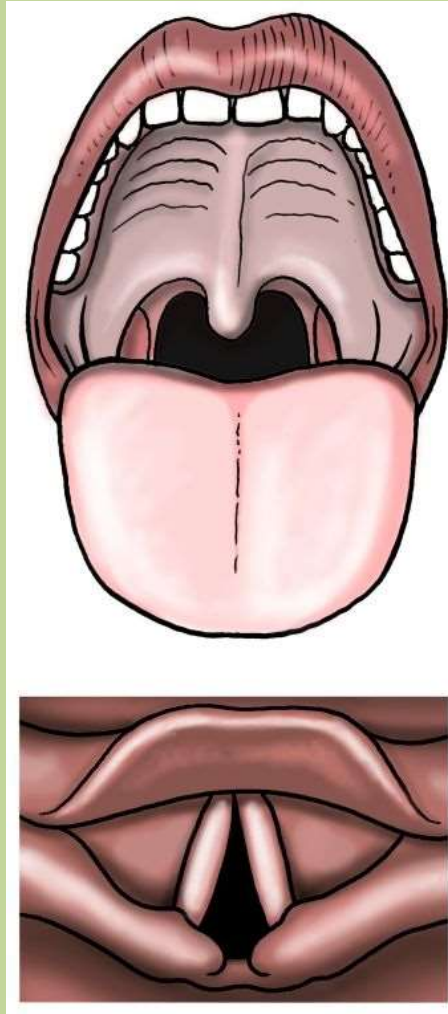


Frontální CT

SINUSITIS



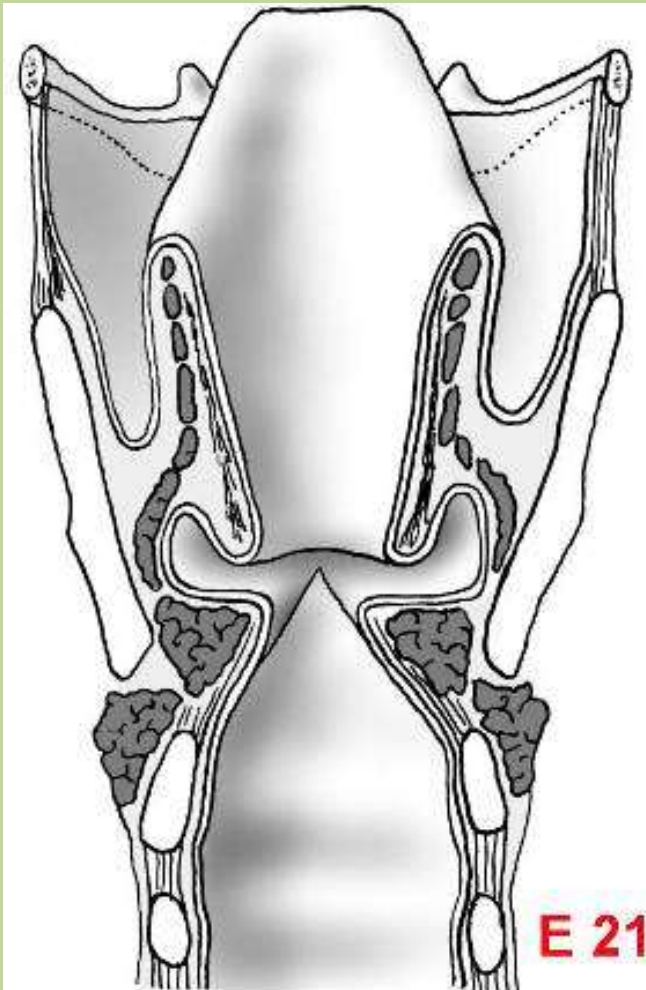
POHLED DO DUTINY ÚSTNÍ A LARYNGU



LARYNX

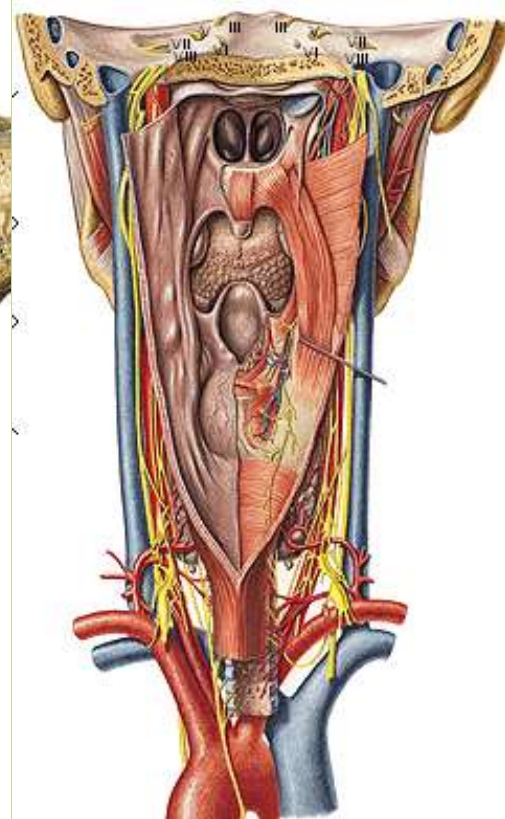
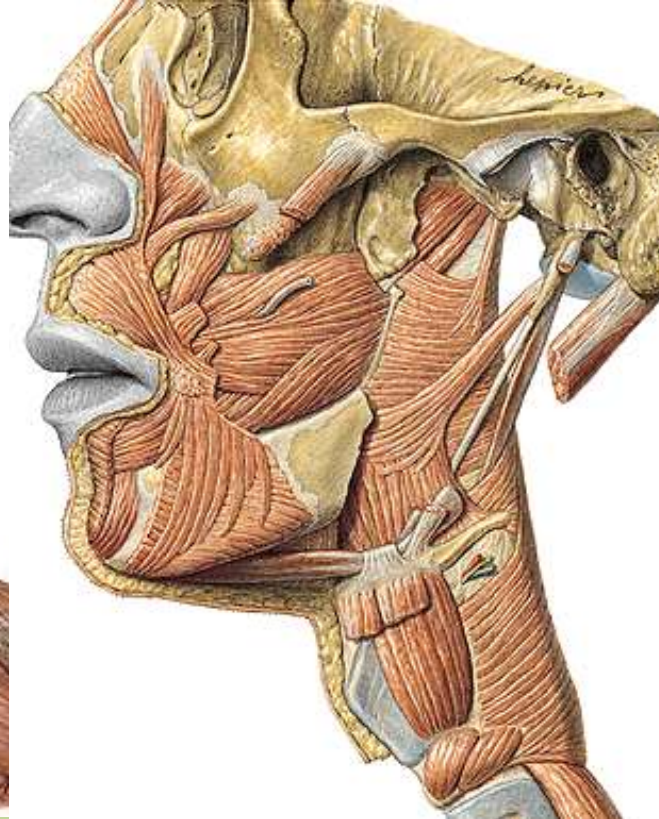
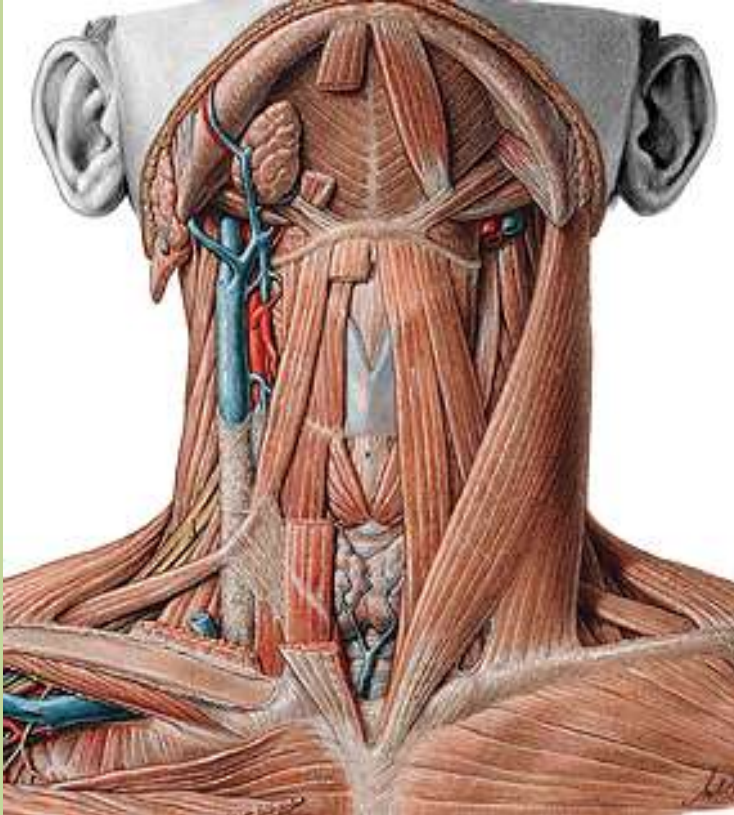
uzávěr dýchacích cest, fonační orgán

cavitas laryngis: aditus, vestibulum, ventriculus, glottis, cavitas infraglottica; plica aryepiglottica, plica vestibularis, plica vocalis, rima vestibuli, rima glottidis



TUNICA MUCOSA

- víceřadý
cylindrický epitel
s řasinkami, gl.
laryngeales,
lymfatické uzlíky,
- mnohvrstvený
dlaždicový
nekeratinizovaný
epitel na **plica**
vocalis



SYNTOPIE LARYNGU

Poloha laryngu:

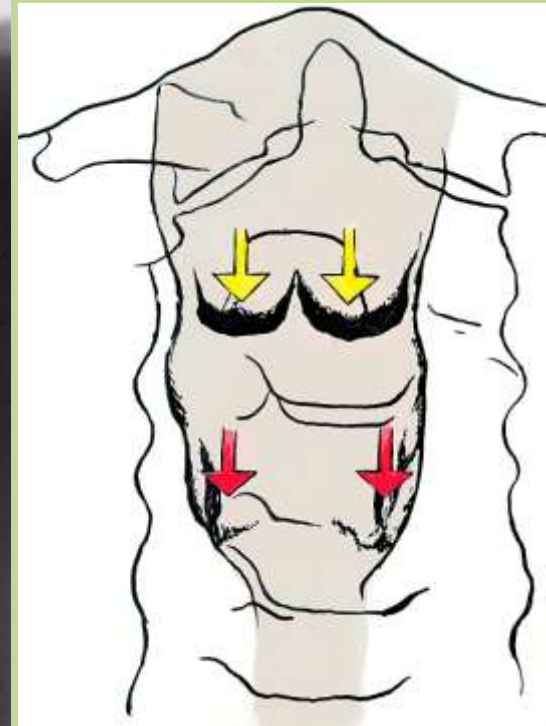
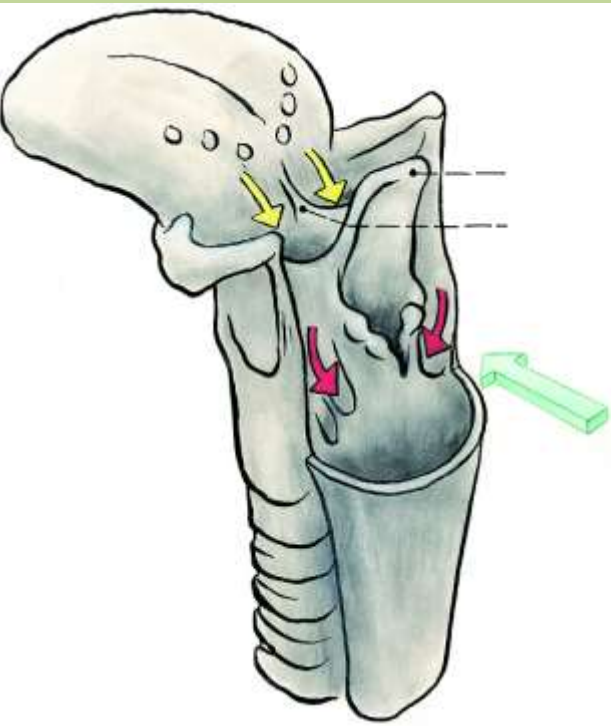
C4 – C5 v dospělosti

C3 – C4 u novorozence

- laryngopharynx
- zavěšen přes jazyku a suprahyoidními svaly k bazi lebeční
- infrahyoidní svaly

Pharynx/larynx

Polykání/dýchání

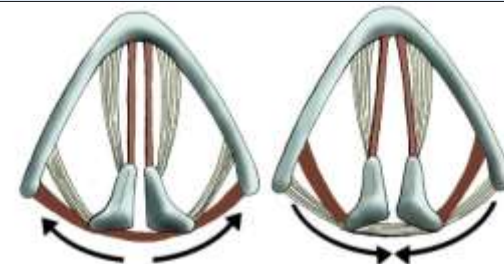


GLOTTIS – pohled laryngoskopickým zrcátkem

- **MUŽI** 24 – 30 mm
- **ŽENY** 20 mm

ADDUKCE

ABDUKCE



**Postavení
hlasivek**

tvorba hlasu

dýchání

Hrtan

- ❖ tvorba hlasu
- ❖ dýchání
- ❖ polykání
- ❖ kašel

pohlavní rozdíly na hrtanu:

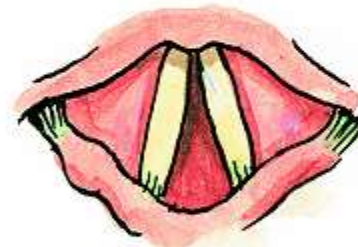
- celkově větší a delší hrtan u mužů než u žen
- **prominující hrtan** – „ohryzek“
- **mutace hlasu** – rychlý růst hrtanu v pubertě (testosteron)



tvorba hlasu



dýchání

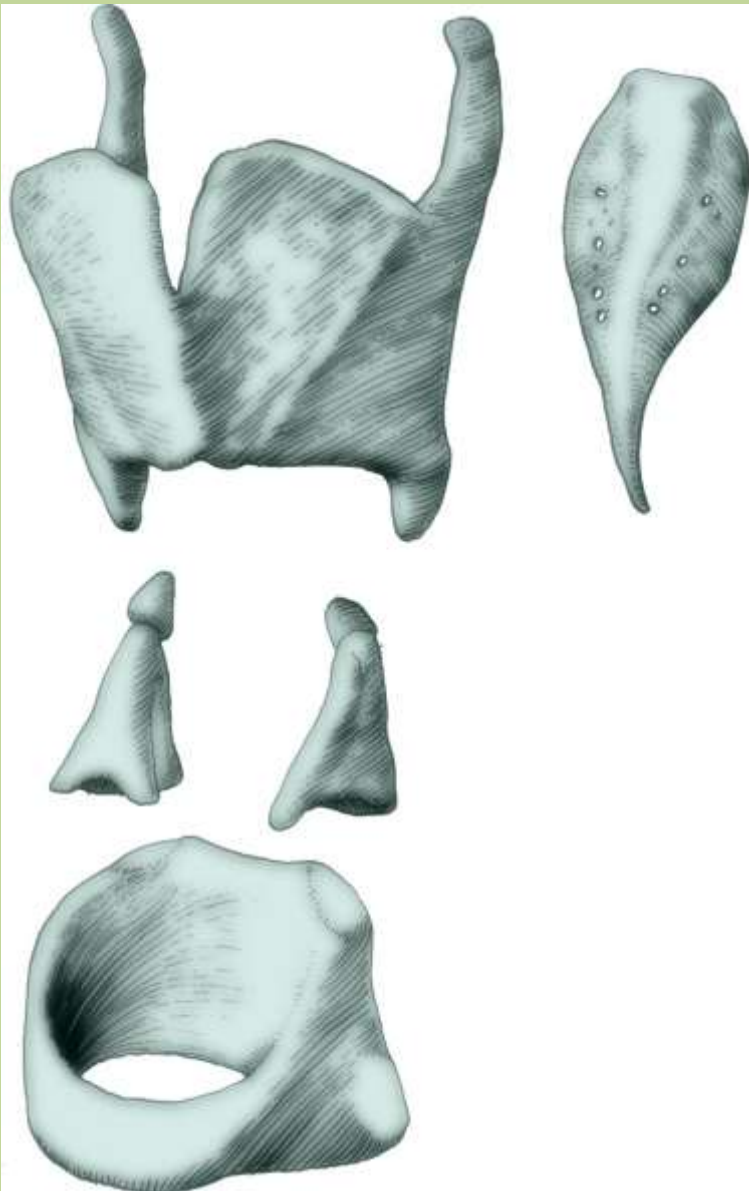


polykání

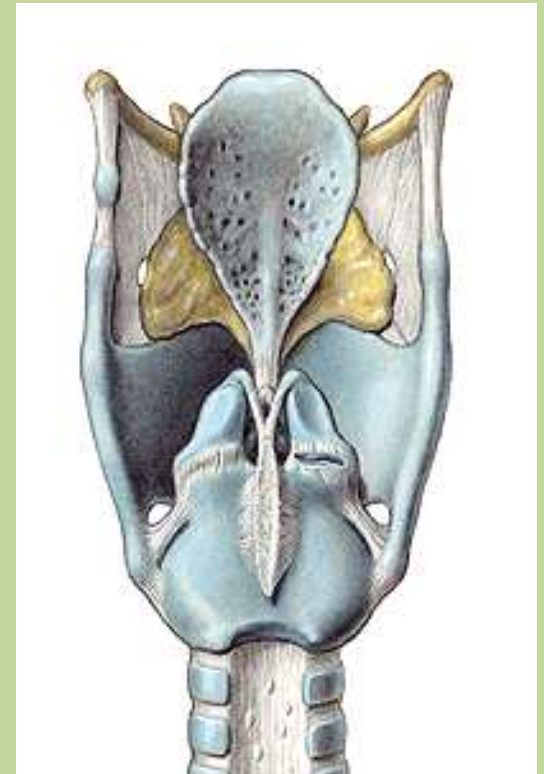
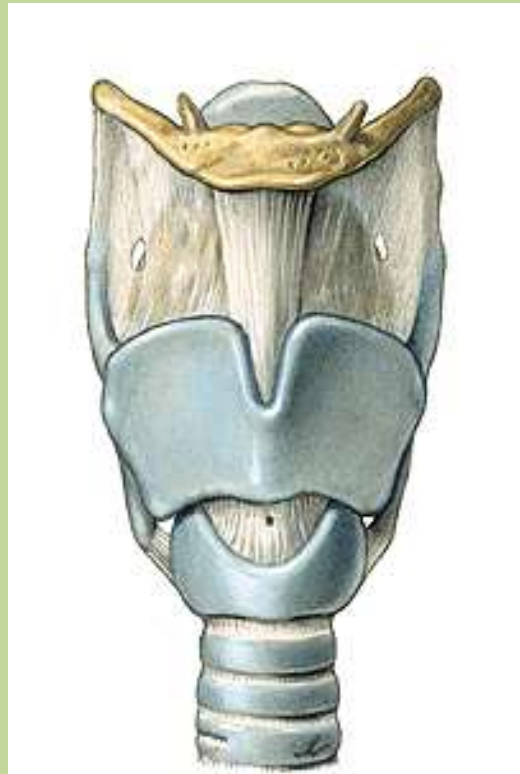


kašel

Chrupavky laryngu



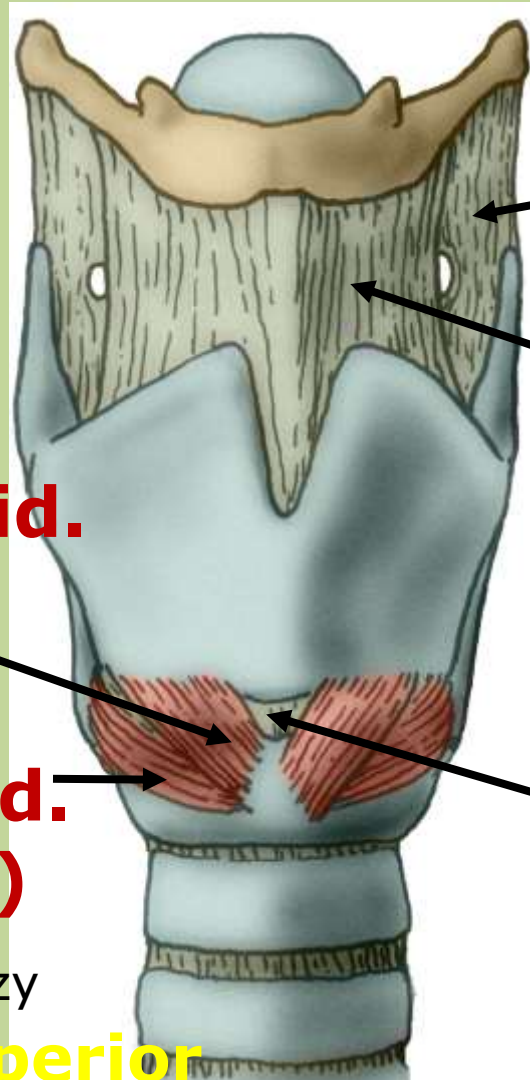
- **cart. thyroidea**
 - **epiglottis**
- **cart. arytenoidae**
- **cart. cricoidea**



CARTILAGINES LARYNGIS

- **Cartilago thyroidea** – lamina dx., sin., incisura superior, inferior cornu superius + inferius, linea obliqua, facies articularis cricoidea
- **Cartilago cricoidea** – arcus, lamina, facies articularis arytenoidea, thyroidea
- **Cartilago arytenoidea** – basis, apex, processus muscularis, vocalis
- **Epiglottis**
- **Cartilago cuneiformis, corniculata, triticea**

Přední sk. svalů laryngu



lig. ThyroHyoideum
lataterale

lig. ThyroHyoideum
mediale

m. Cricothyroid.
(pars recta)

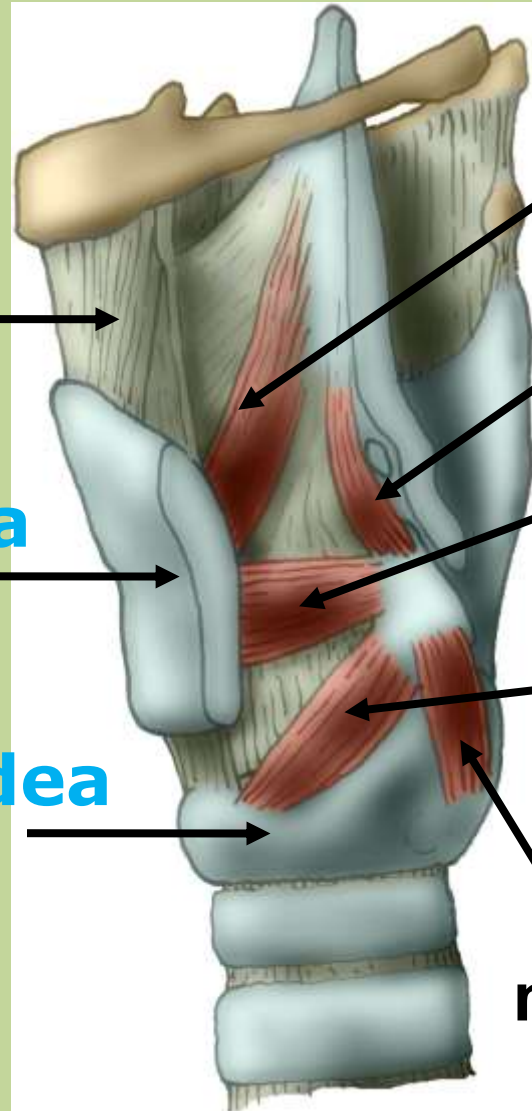
m. Cricothyroid.
(pars obliqua)

lig. Cricothyroideum

napínají hlasivkové vazy

n. laryngeus superior

Postranní sk. svalů laryngu



m. ThyroEpiglotticus

m. aryepiglotticus

m. ThyroArytenoideus

(**m. vocalis** - přibližování hlasivek)

m. CricoAryt. lateralis

m. CricoAryt. posterior

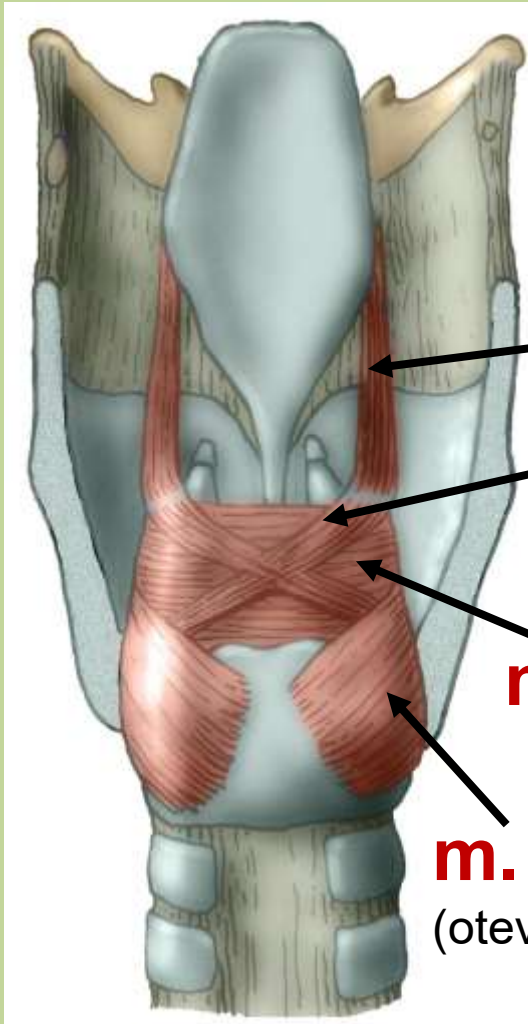
n. laryngeus recurrens

**membrana
thyrohyoidea**

cart. thyroidea

cart. cricoidea

Zadní sk. svalů laryngu



m. Aryepiglotticus

m. Arytenoideus obliquus

m. Arytenoideus transversus

m. Cricoarytenoideus posterior

(otevívá hlasivkovou štěrbinu – jediný abduktor!)

n. laryngeus recurrens

LARYNX - frontální řez

os hyoideum

rima vestibuli

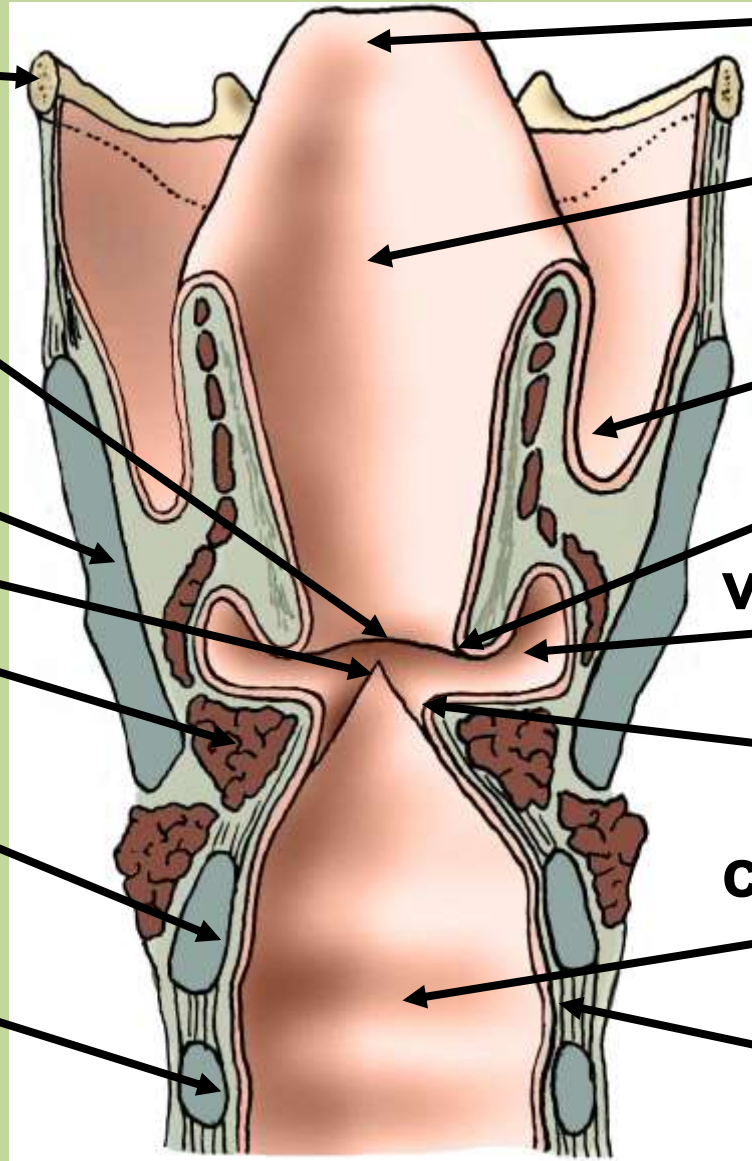
cart. thyroidea

rima glottidis

m. vocalis

cart. cricoidea

cart. trachealis



epiglottis

aditus laryngis
(vestibulum)

rec. piriformis

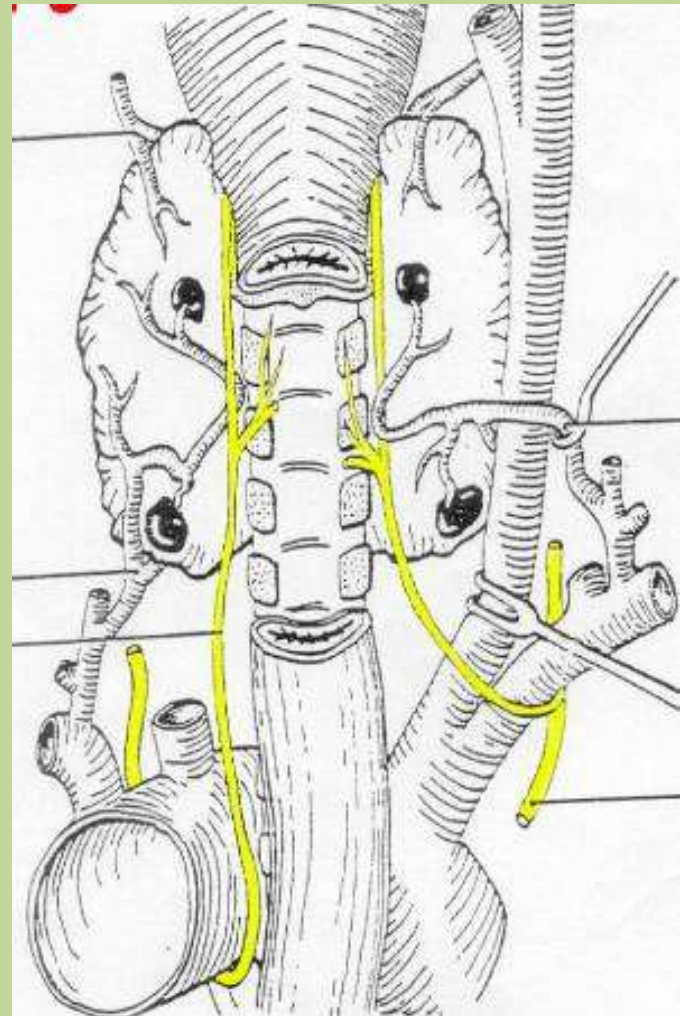
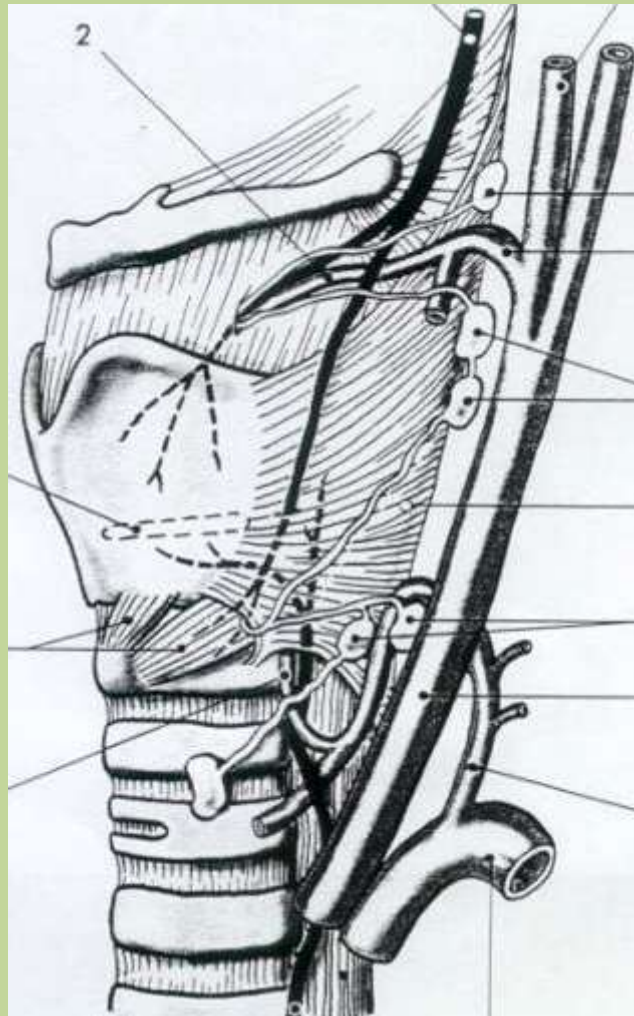
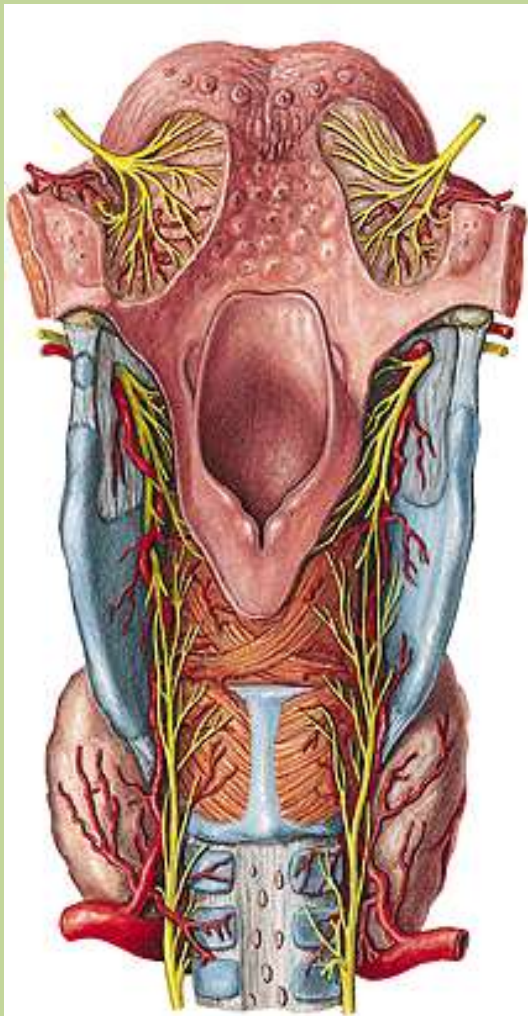
plica vestibularis

ventriculus laryngis

plica vocalis
(ligg. vocalia)

cavitas infraglottica

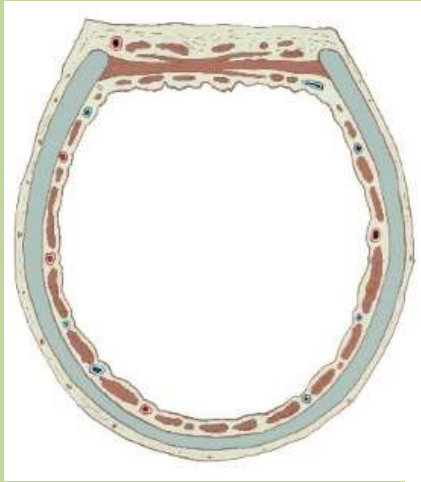
lig. cricotracheale



- **Cévní zásobení: a. laryngea superior, a. laryngea inferior, vv. laryngeae**
- **Inervace:** n. laryngeus superior, n. laryngesu recurrens (X.)
- **Lymfatika:** nodi cervicales profundi sup., inf.

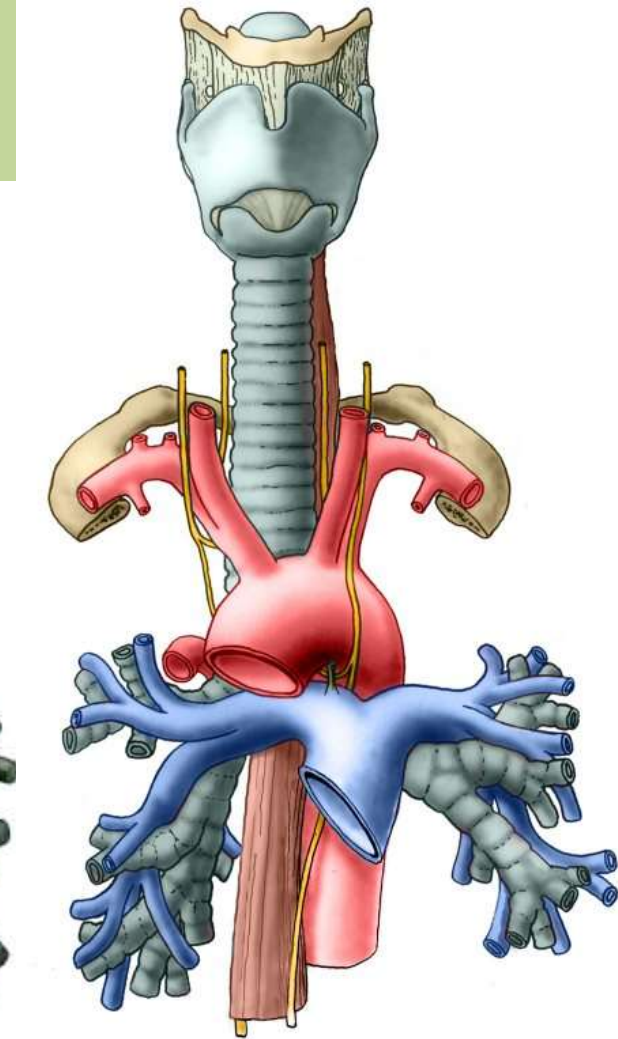
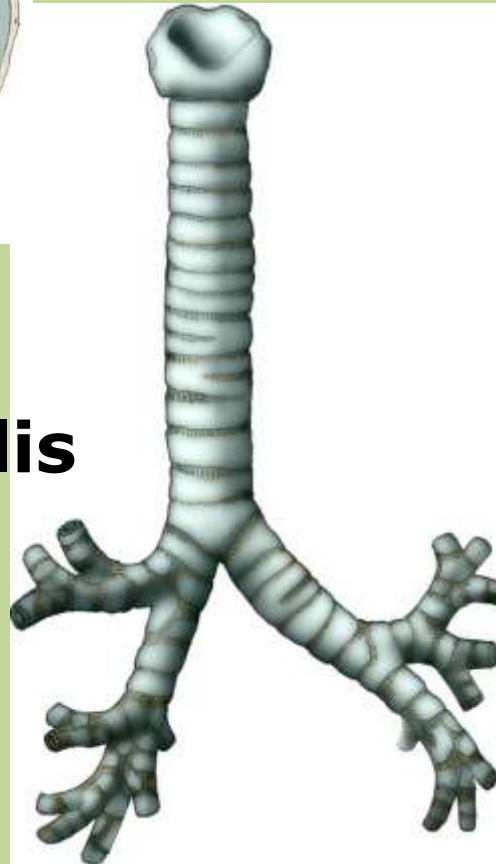
Trachea s bronchy

- trachea



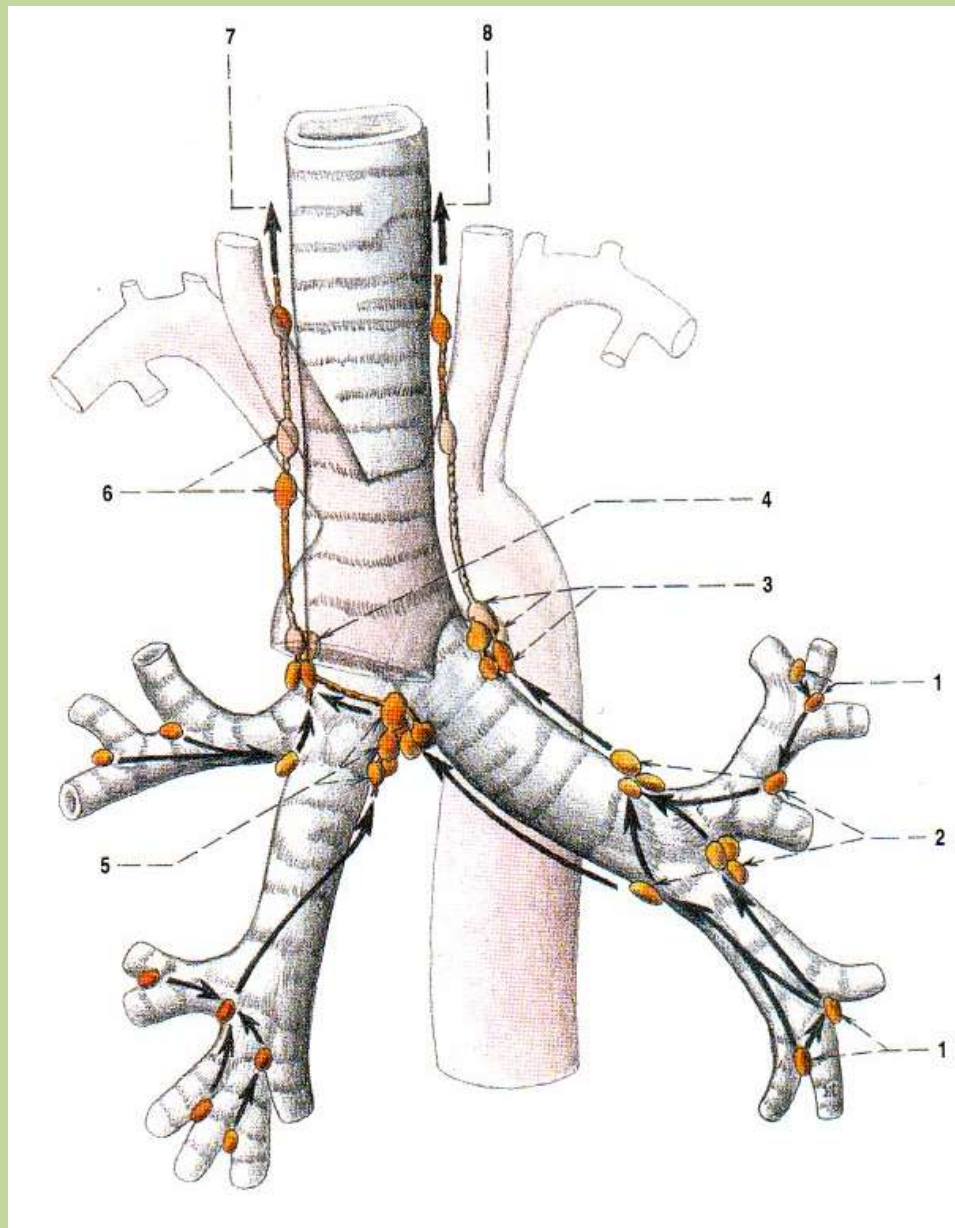
- bronchus principalis
dx. et sin.

- bronchus lobaris
(sup., med., inf.)

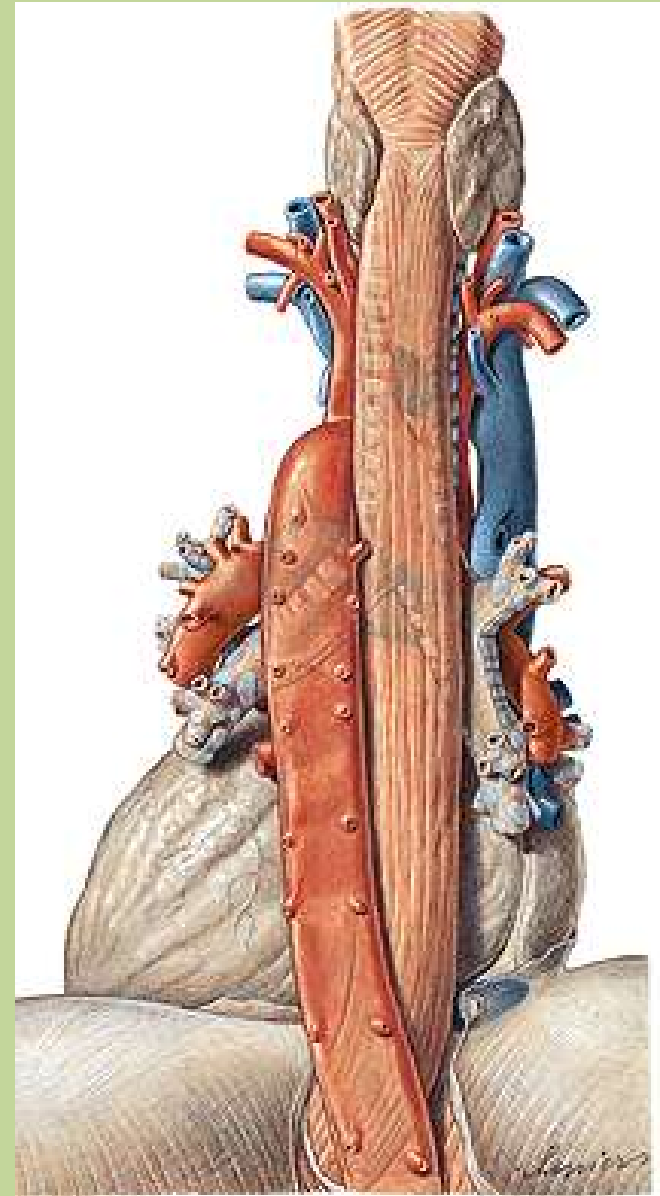
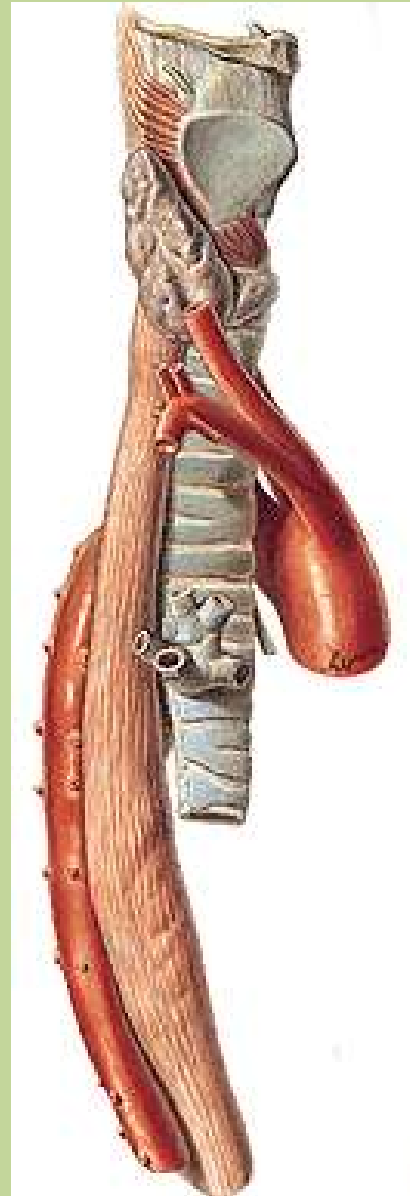
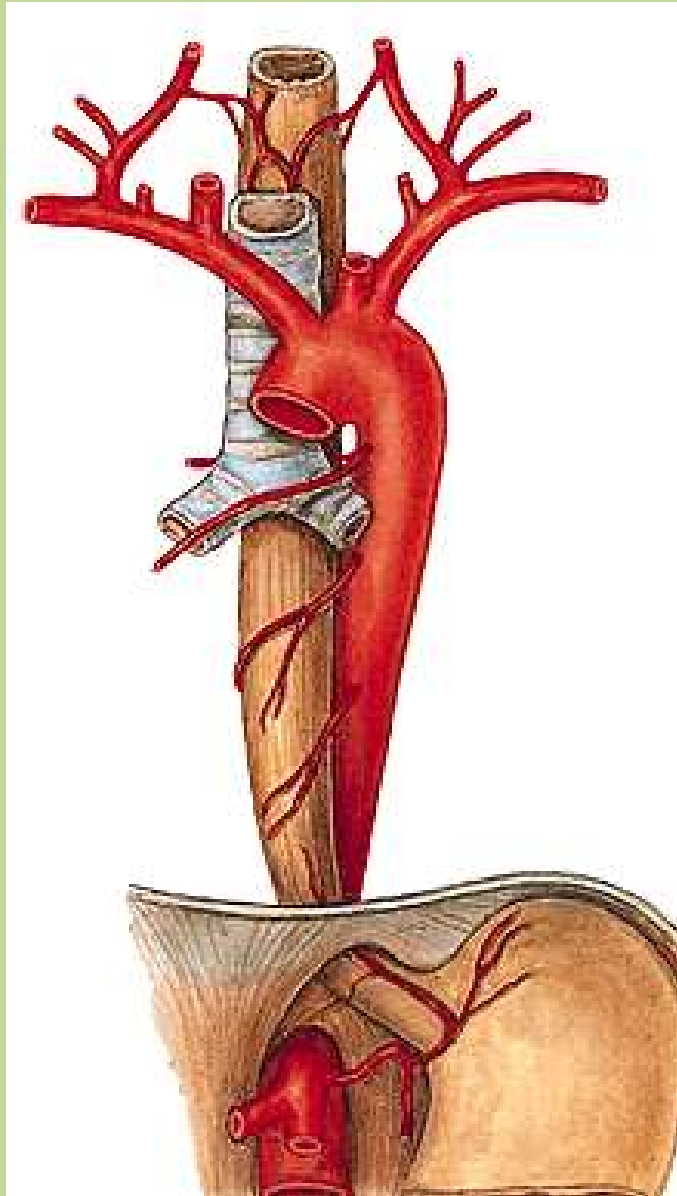


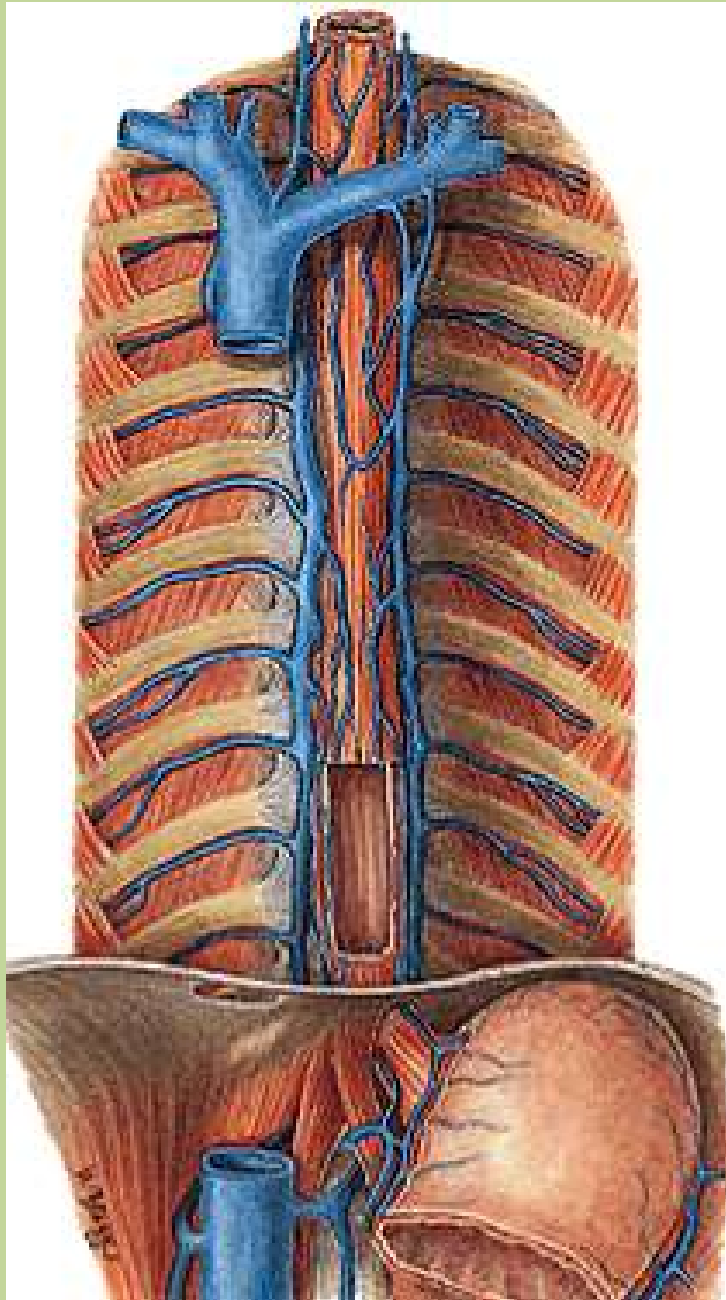
zpředu

Lymfatická drenáž

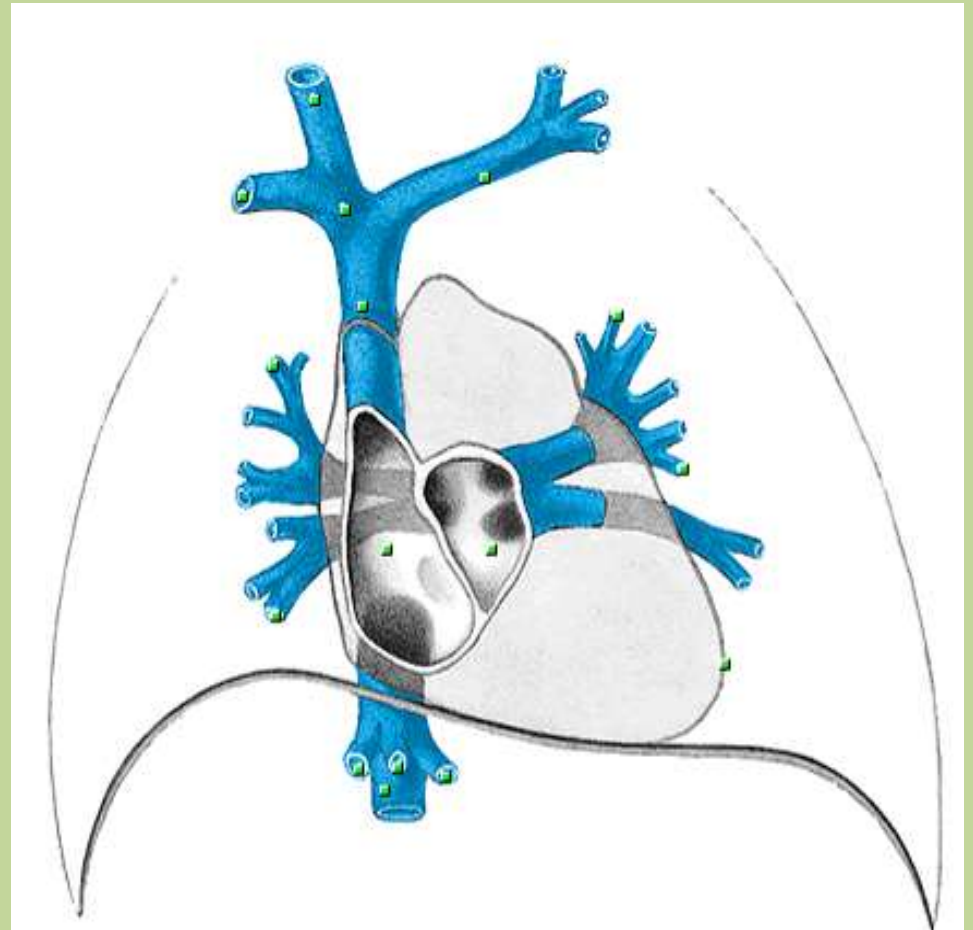


Trachea / oesophagus / aorta thoracica



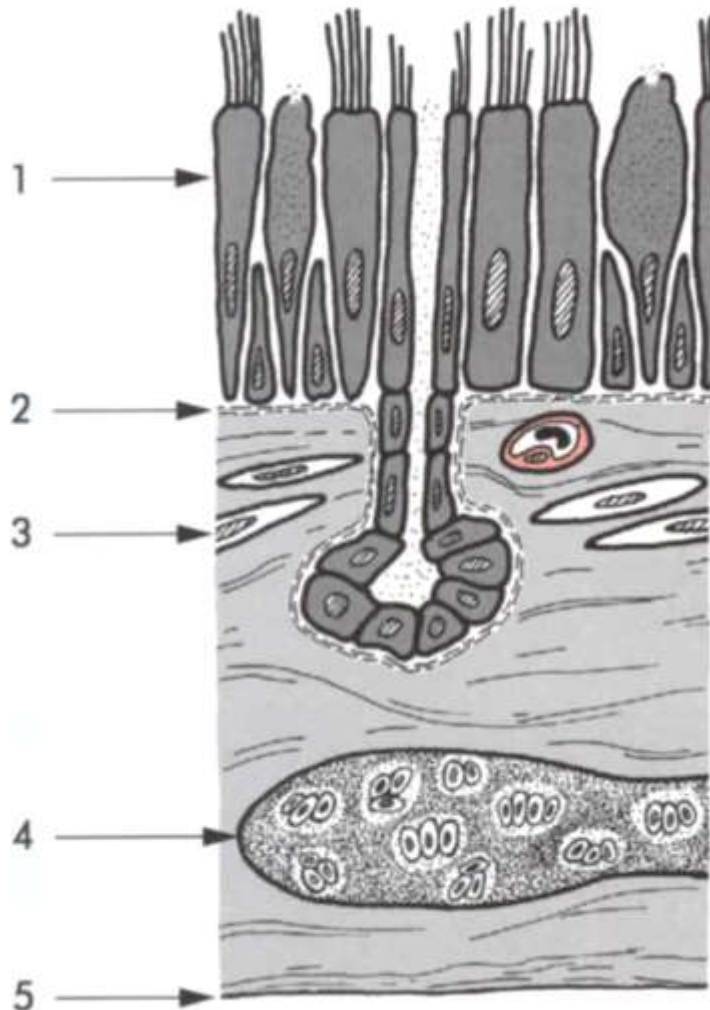


V. cava superior et inferior, v. azygos, v. hemiazygos, vv. pulmonales



Stavba bronchů

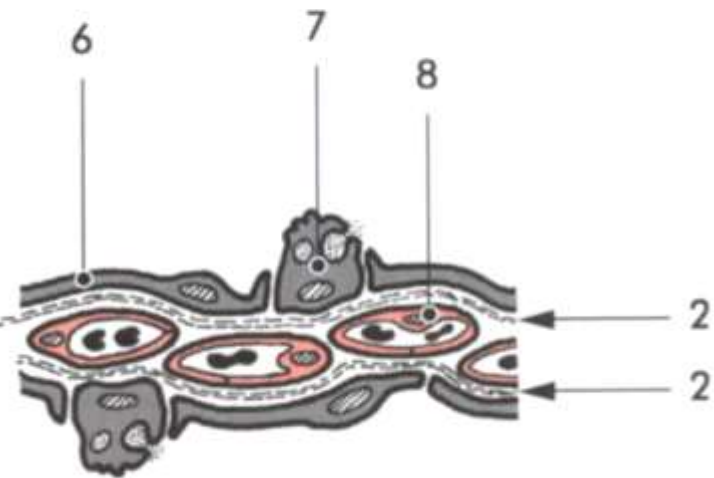
BRONCHUS



BRONCHIOLUS
TERMINALIS

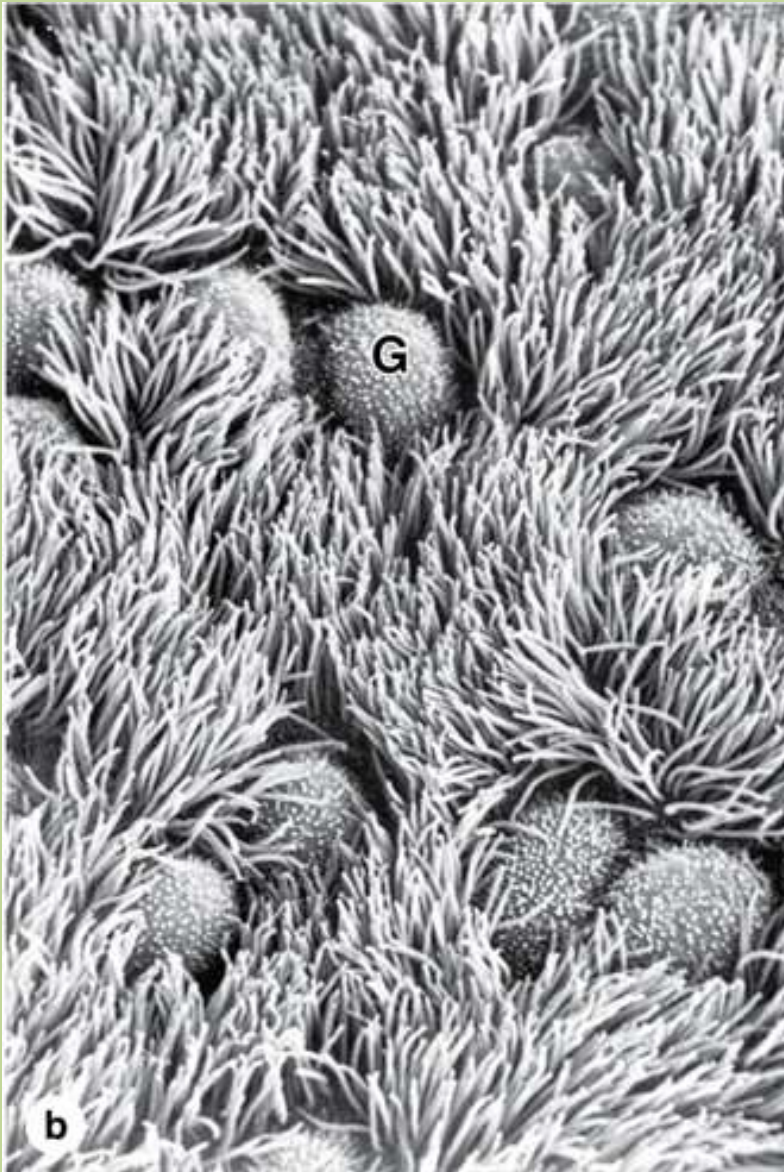


SEPTUM
INTERALVEOLARE



- 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

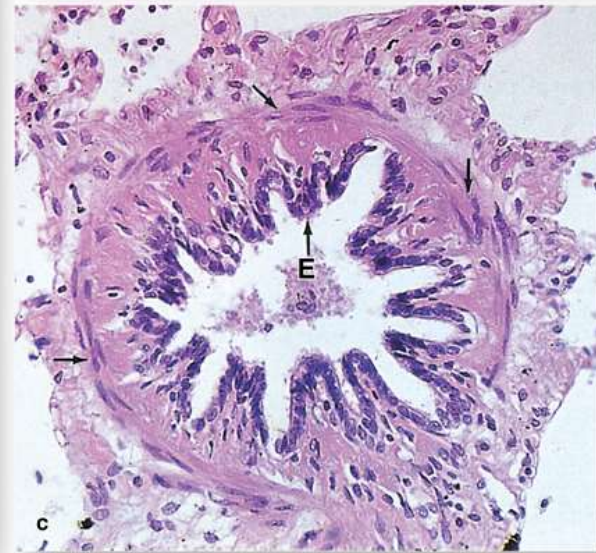
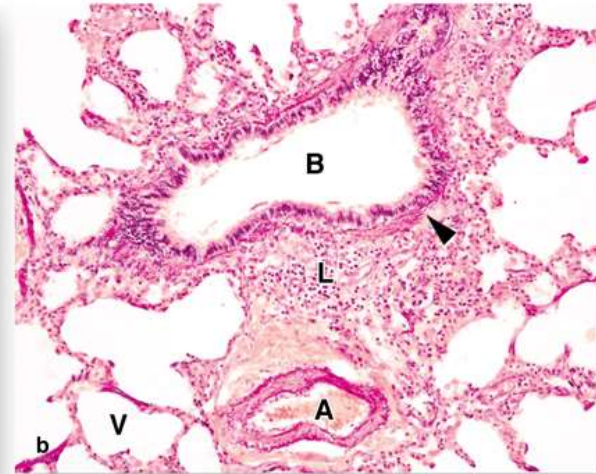
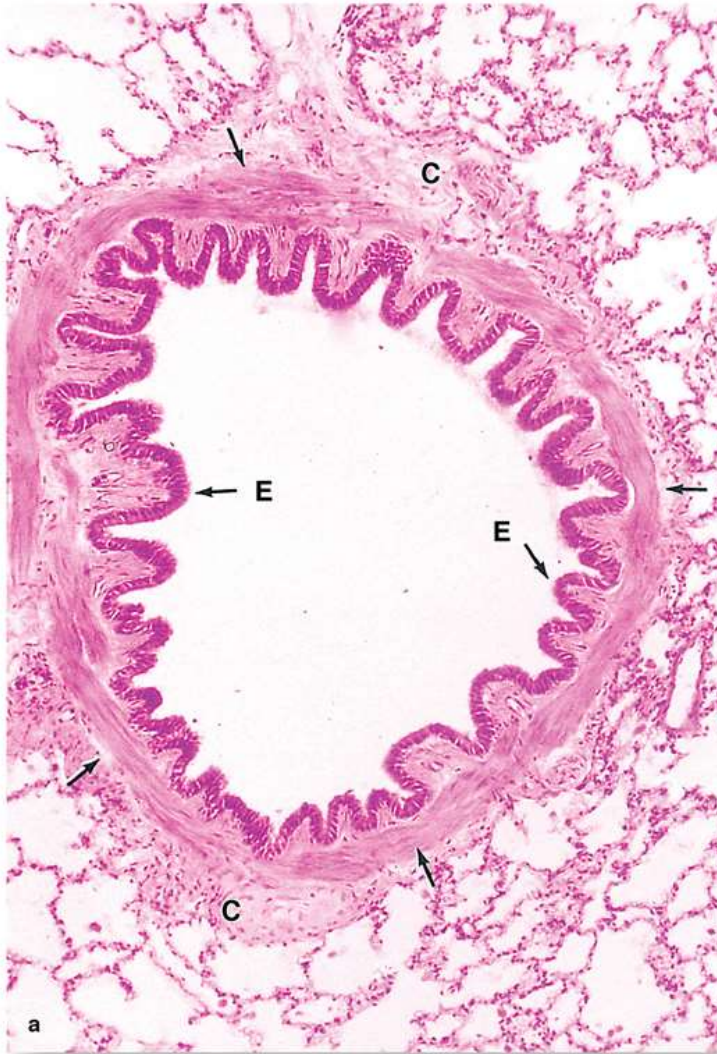
Histologie dýchacích cest



žlázy a cílie

Zdroj: Junquiera's Histology!

Bronchioli

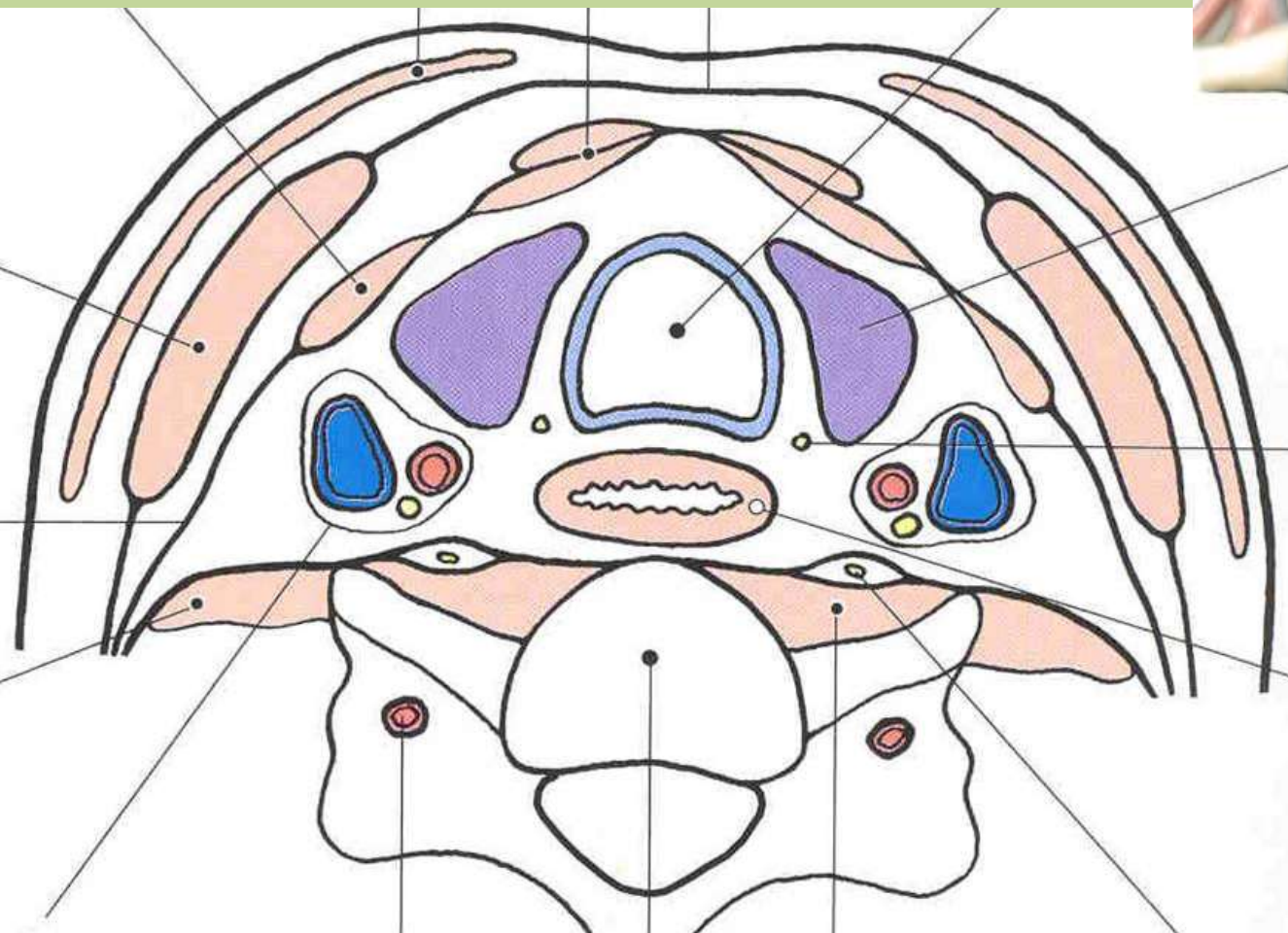
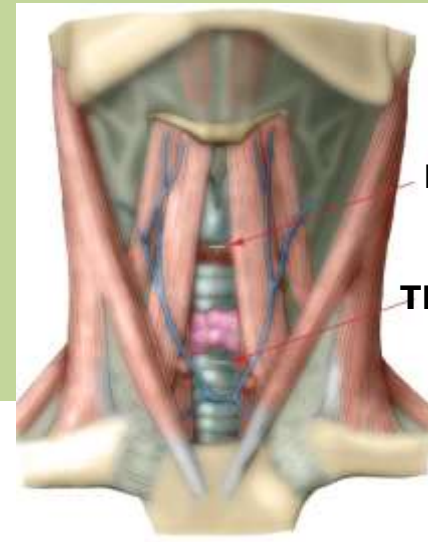


není chrupavka, jenom hladká svalovina
(bronchokostriktce při astmatickém záchvatu!)

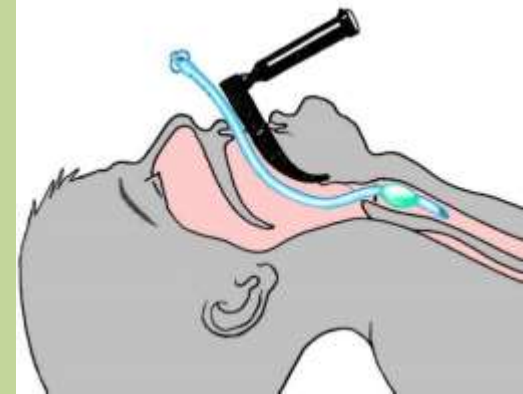


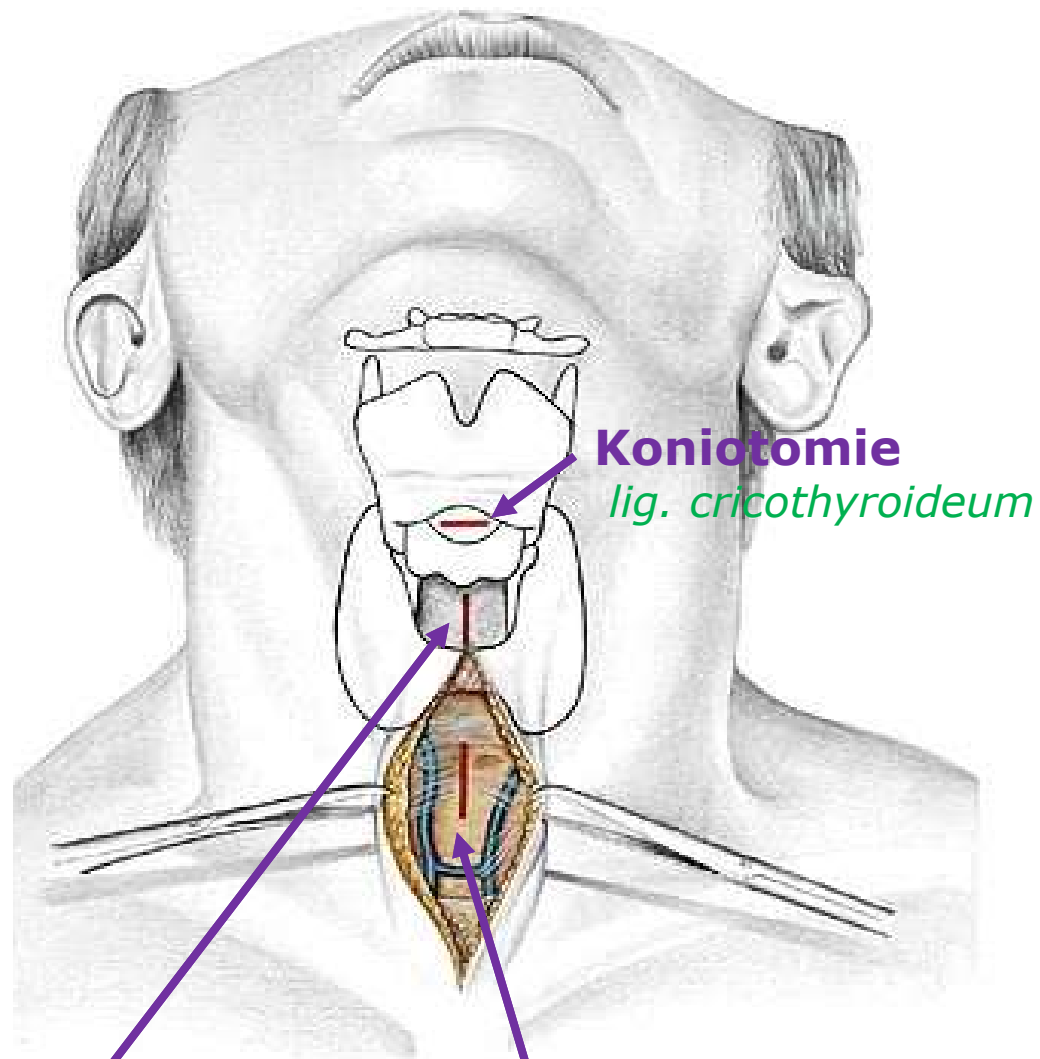
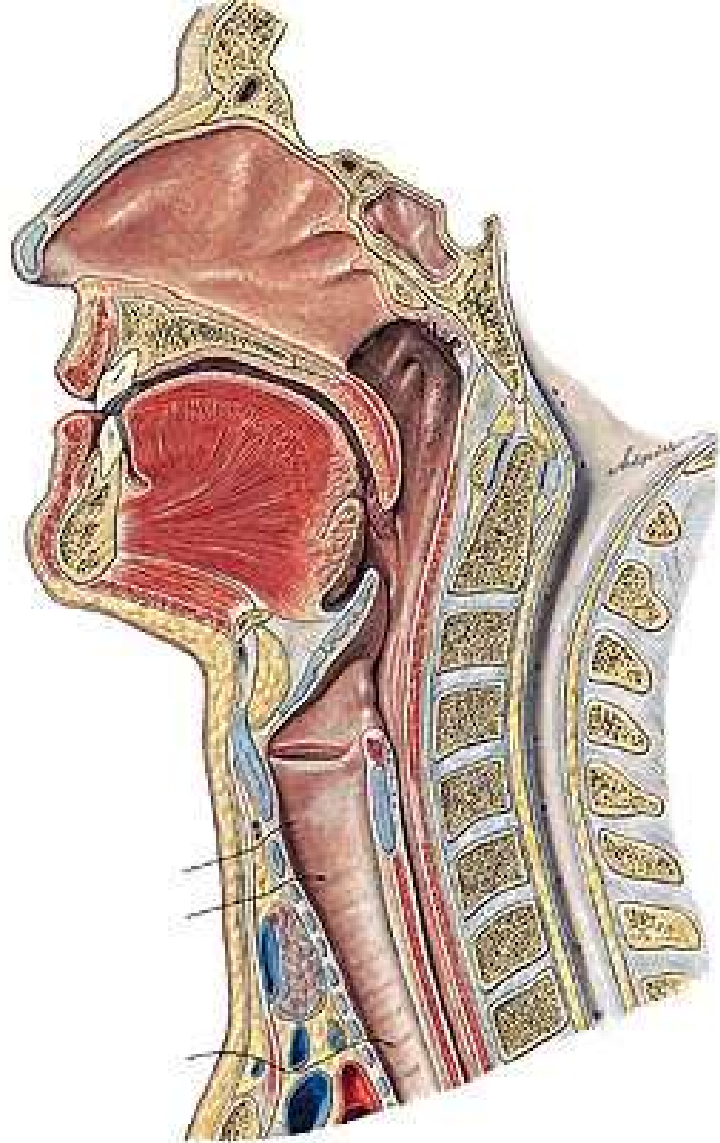
Aplikace sympatomimetik (bronchodilatancí) při astmatickém záchvatu

PRŮŘEZ KRKEM V OBLASTI C6



Endotracheální kanyla





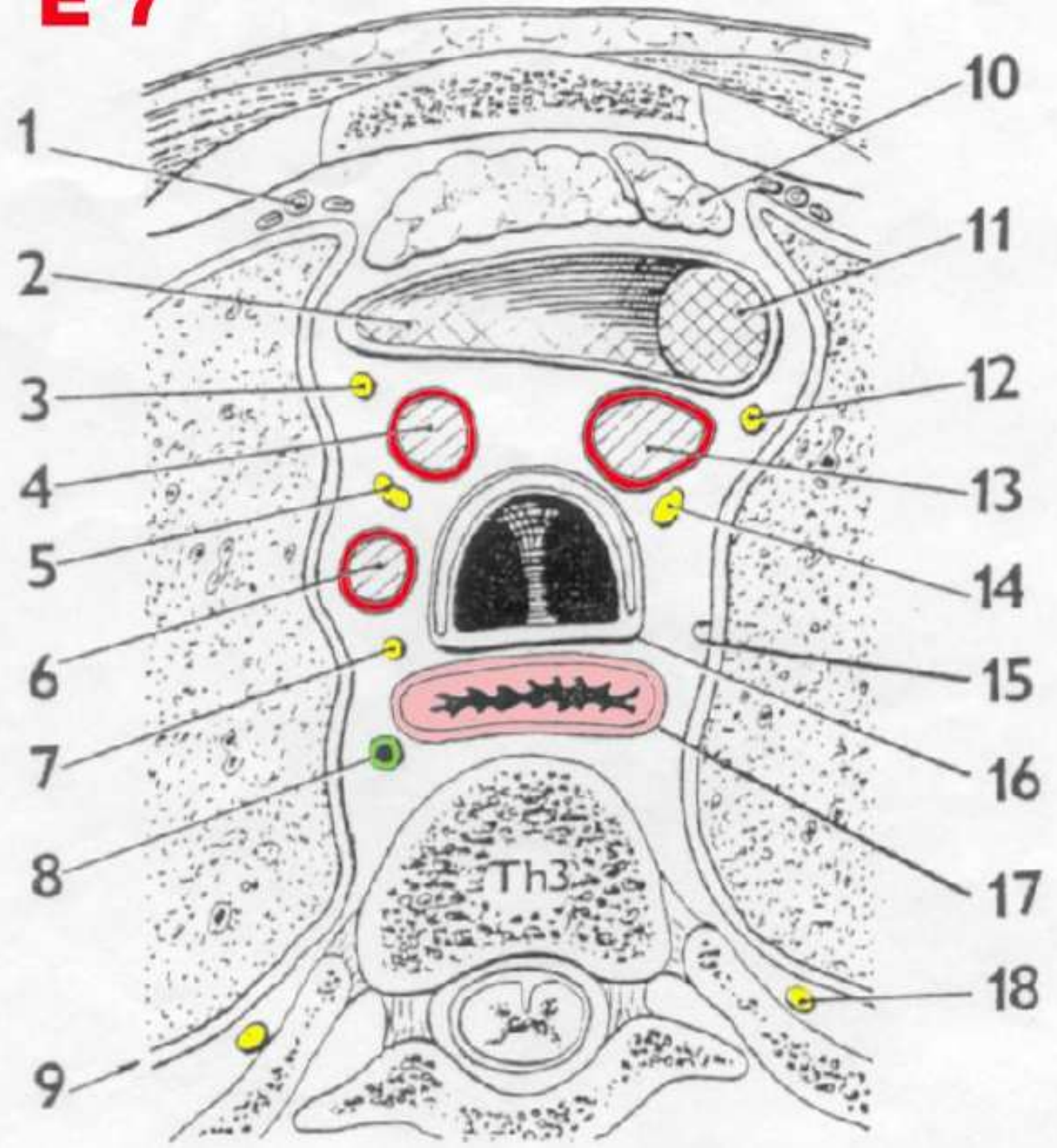
Koniotomie
lig. cricothyroideum

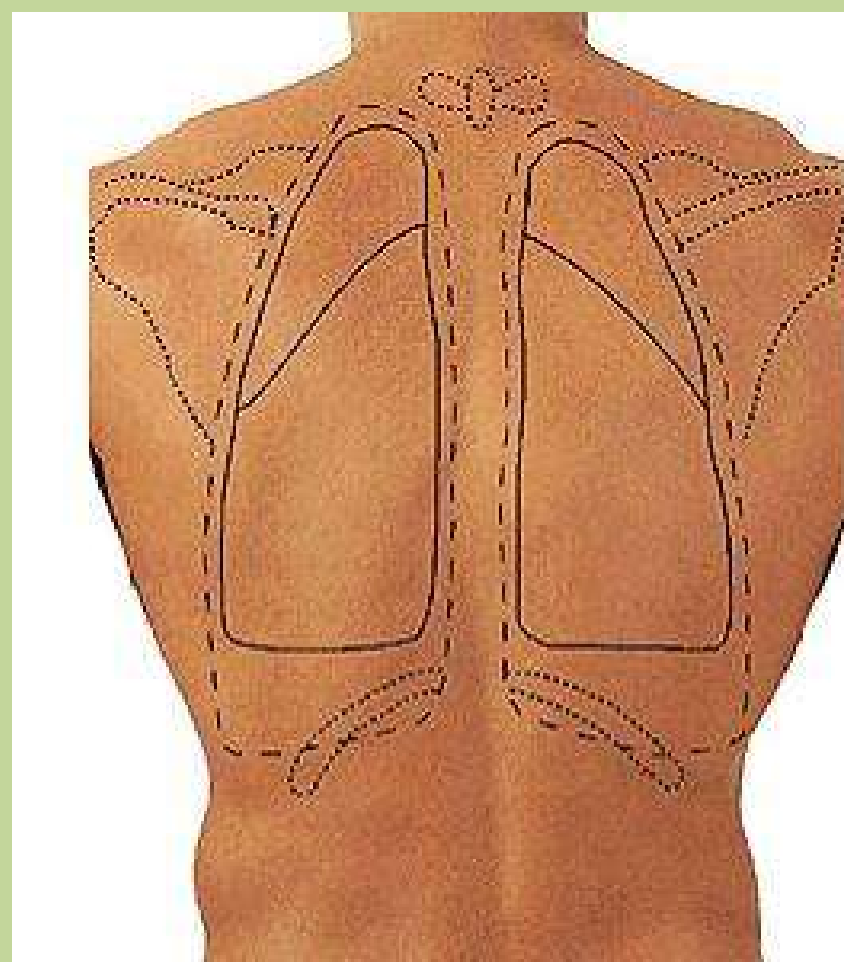
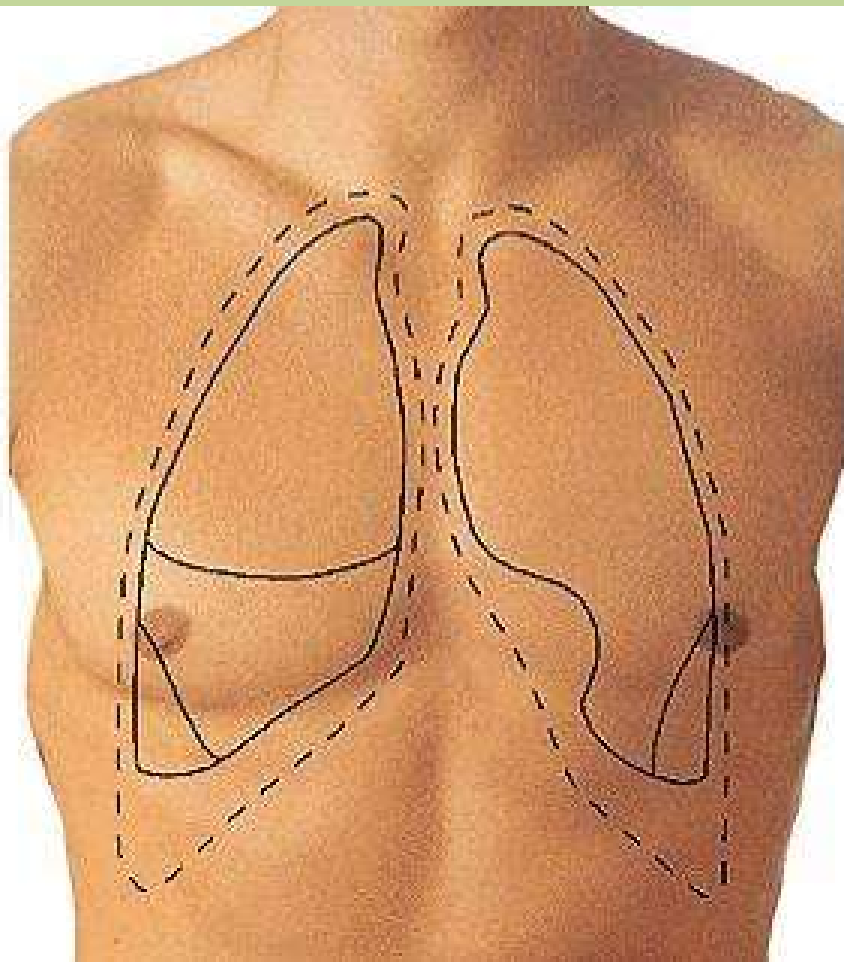
Tracheotomie

- horní (pod cart. crycoidea)
- dolní (pod 2. a 3. chrupavku)

E 7

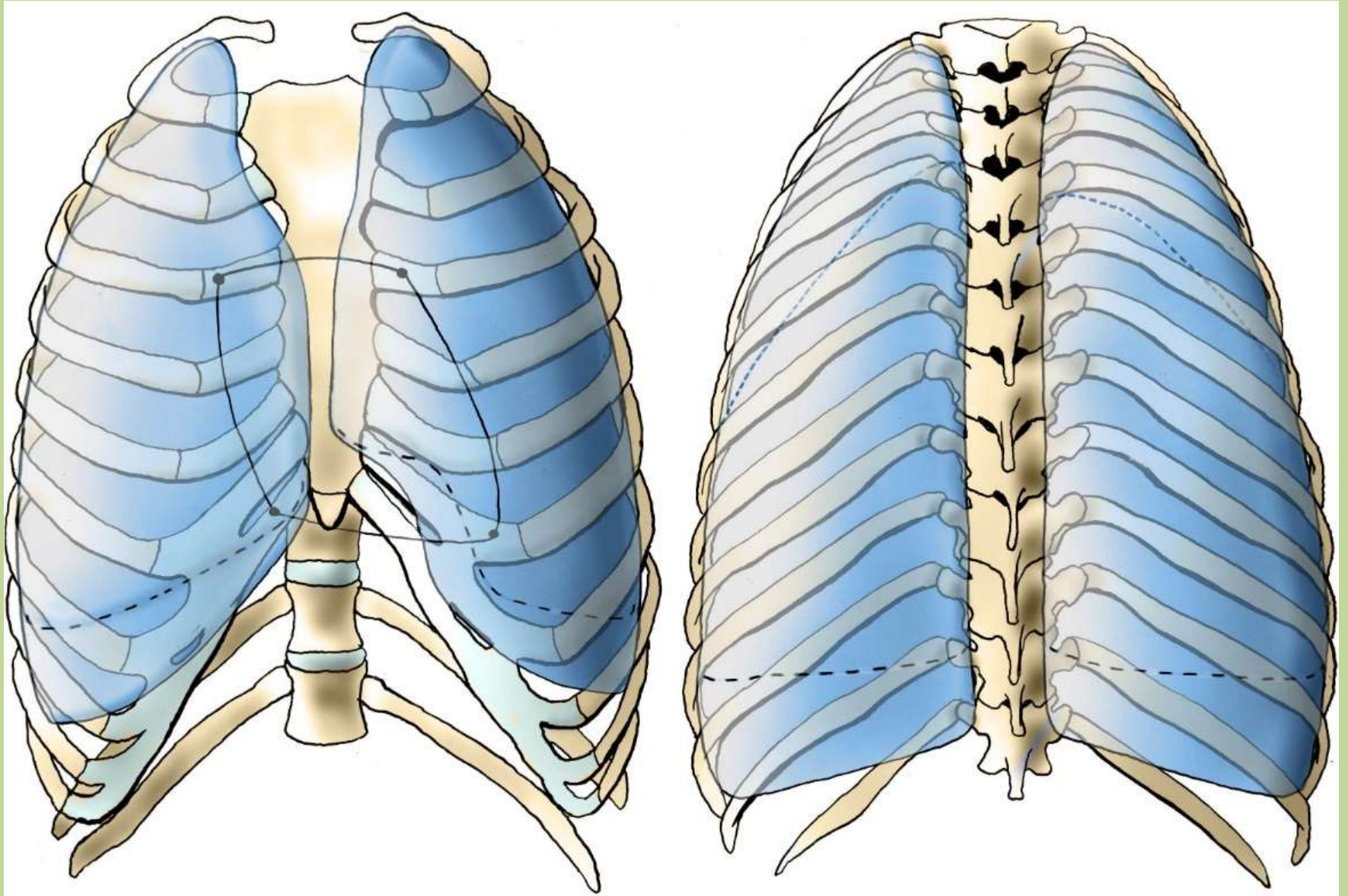
Th3

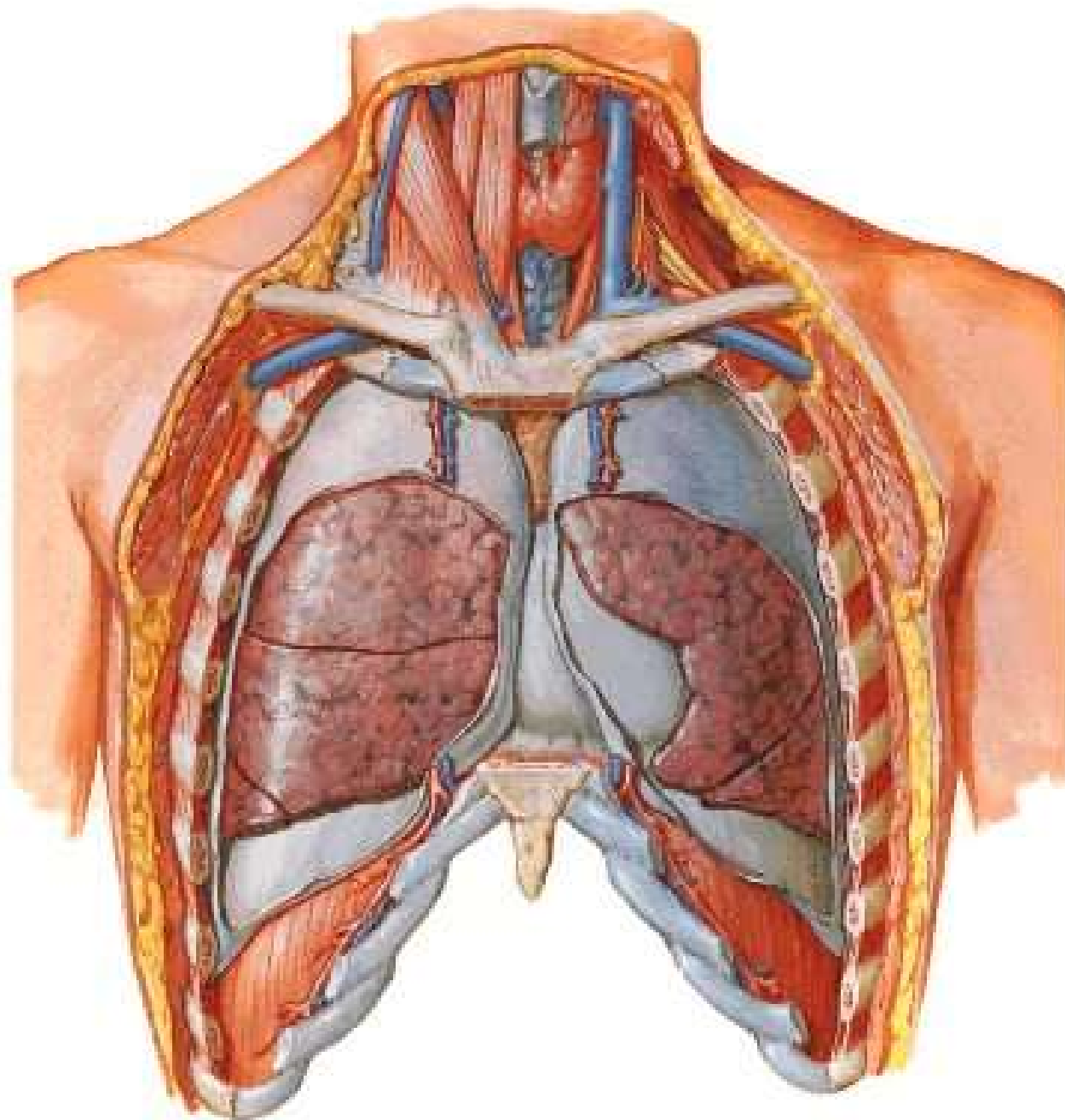




**Hranice plic a pleury, projekce plic
area interpleuralis superior, inferior**

Projekce hranic plic

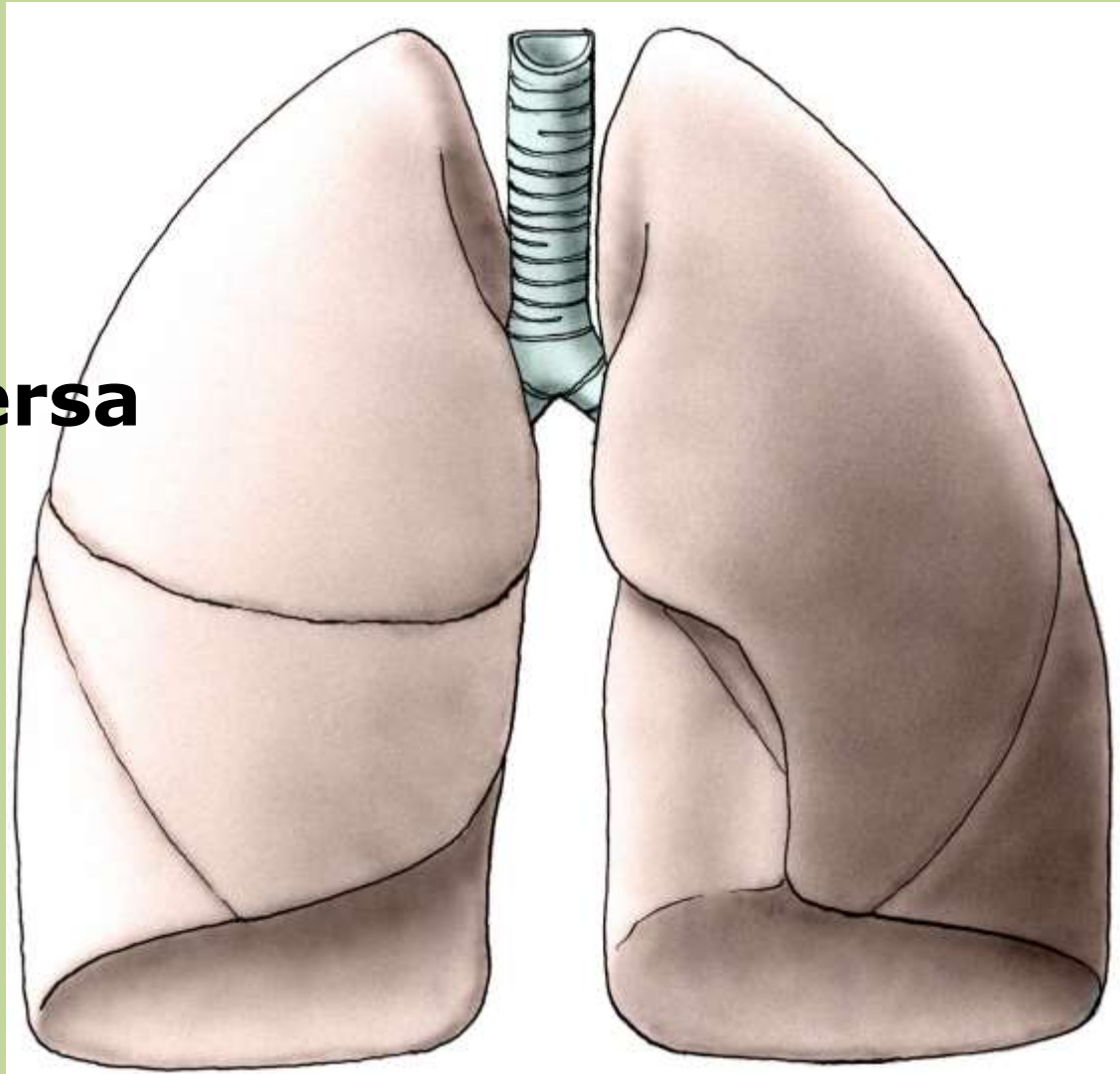




Plíce - zředu

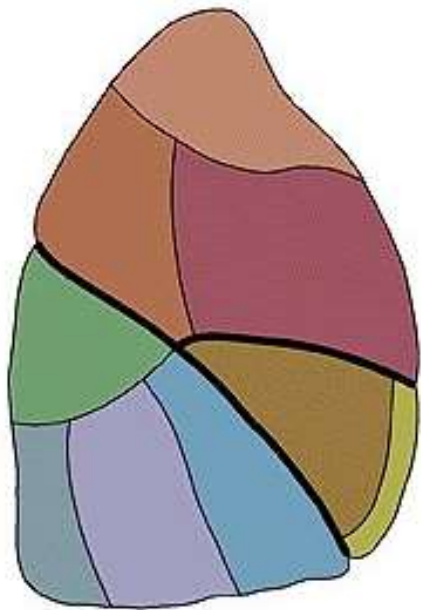
**fissura
transversa**

**fissura
obliqua
dx.**

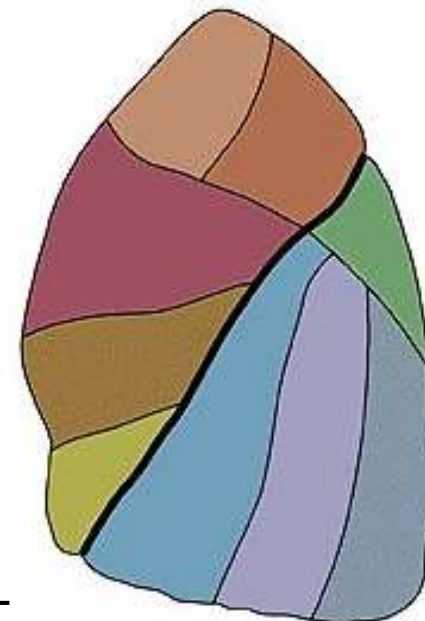
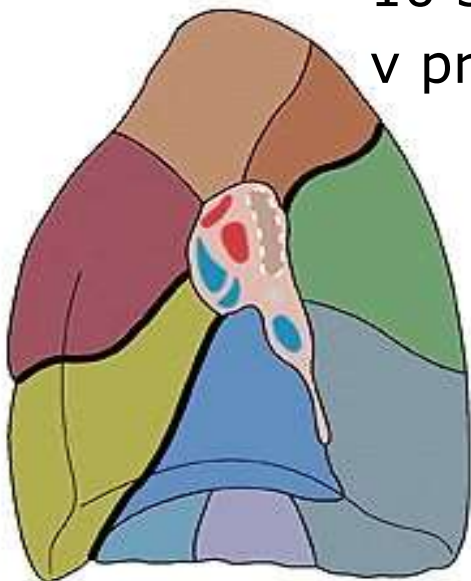


**fissura
obliqua
sin.**

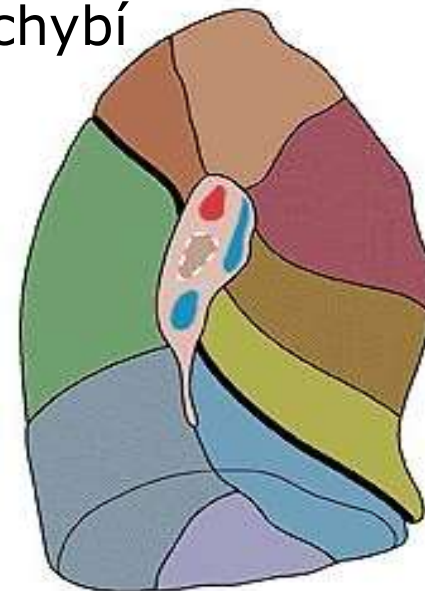
Bronchopulmonální segmenty



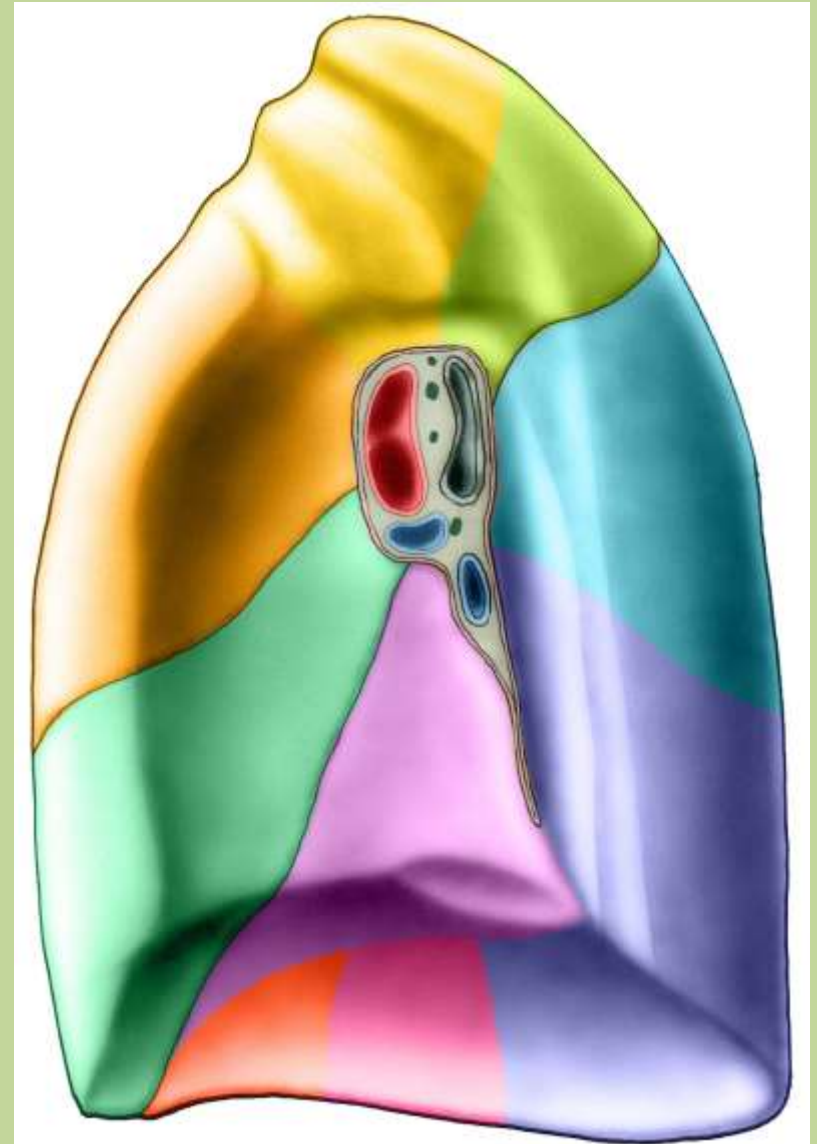
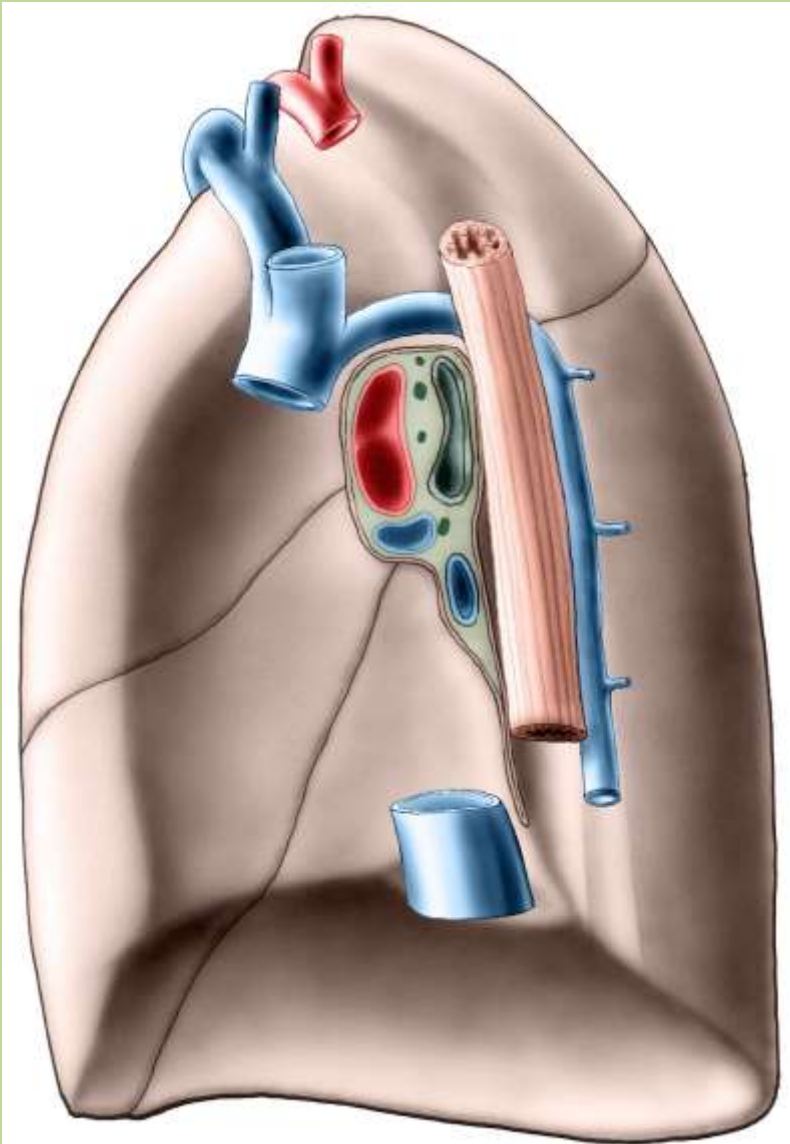
10 segmentů
v pravé plicí



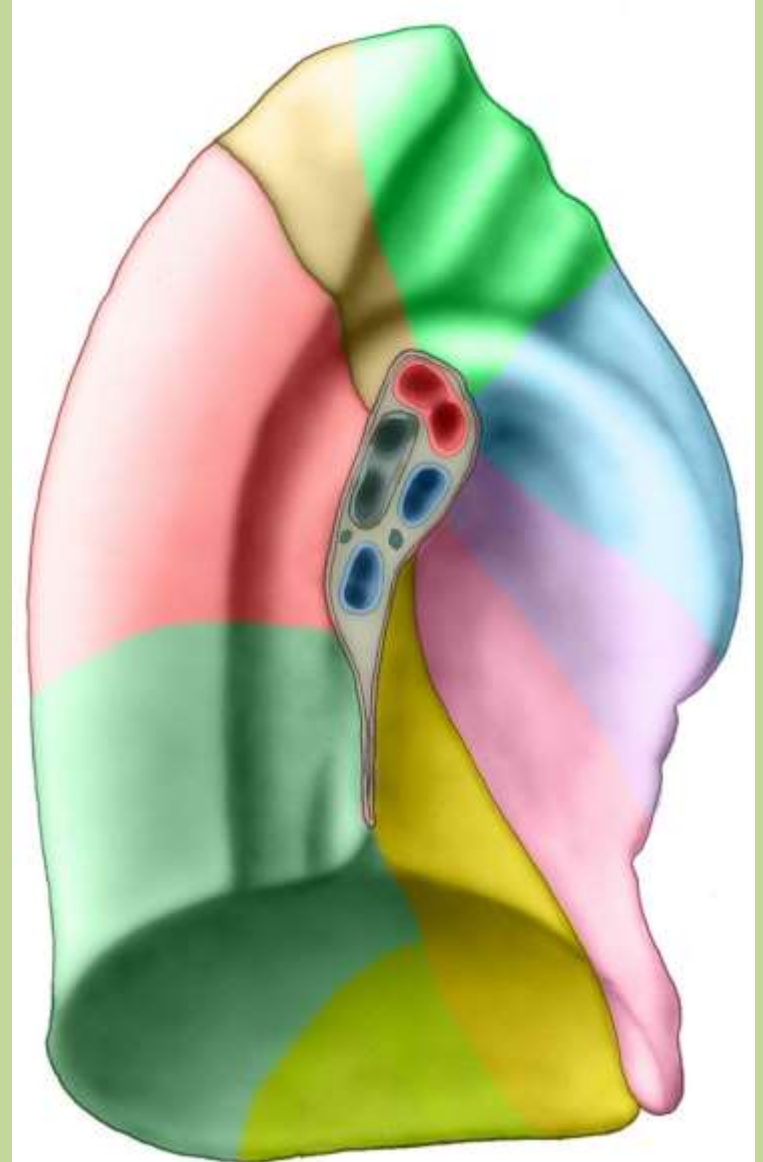
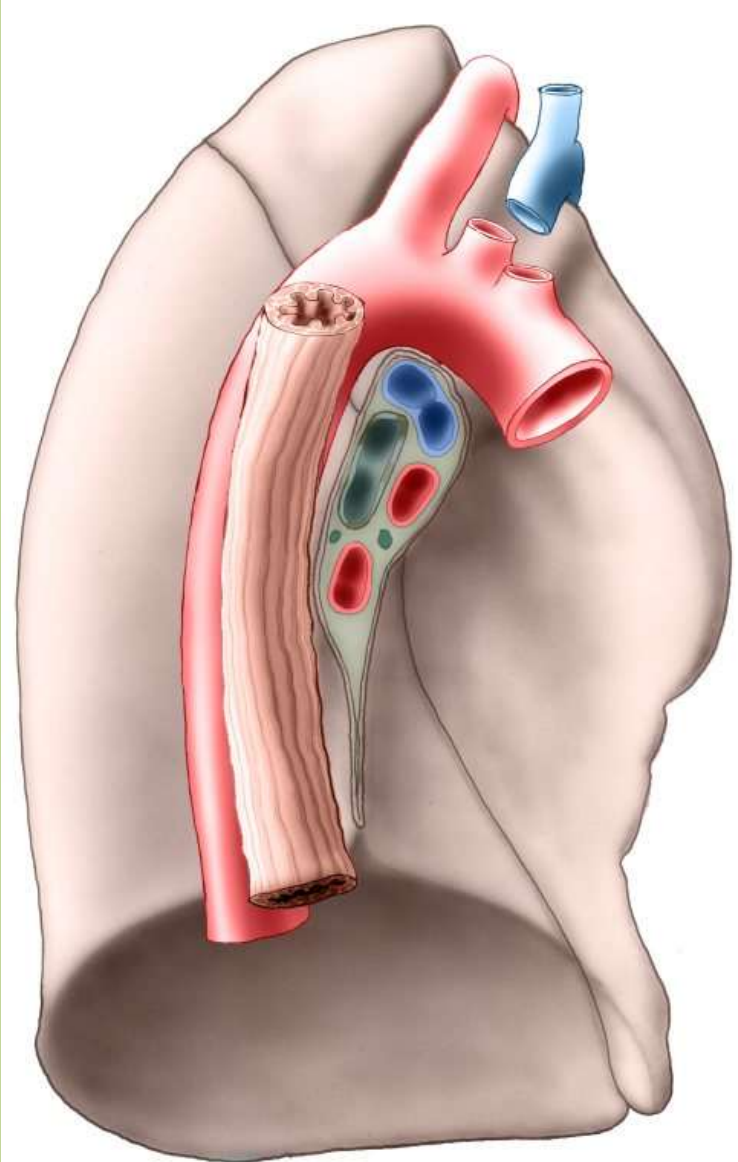
Vlevo splývá
1+2 segment,
7. segment chybí



Mediastinální plocha P plíce



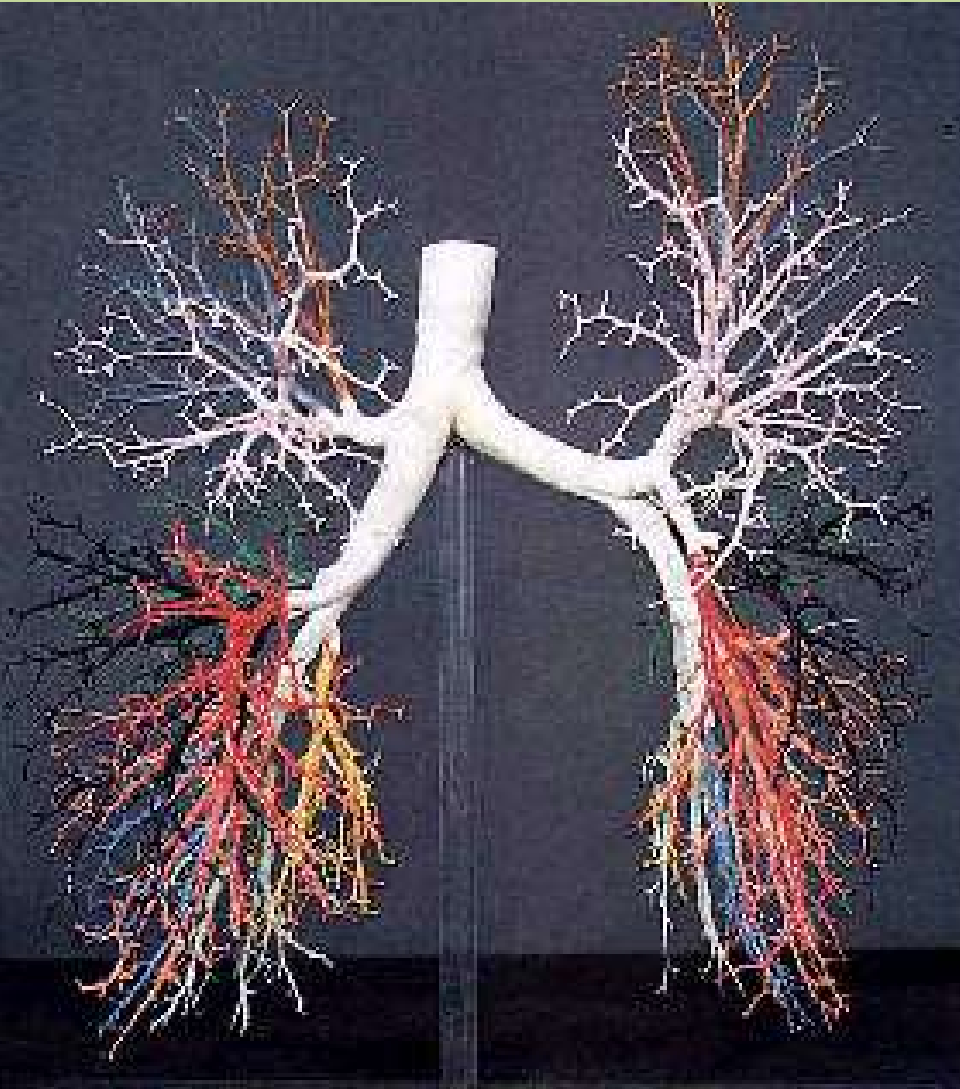
Mediastinální plocha L plíce



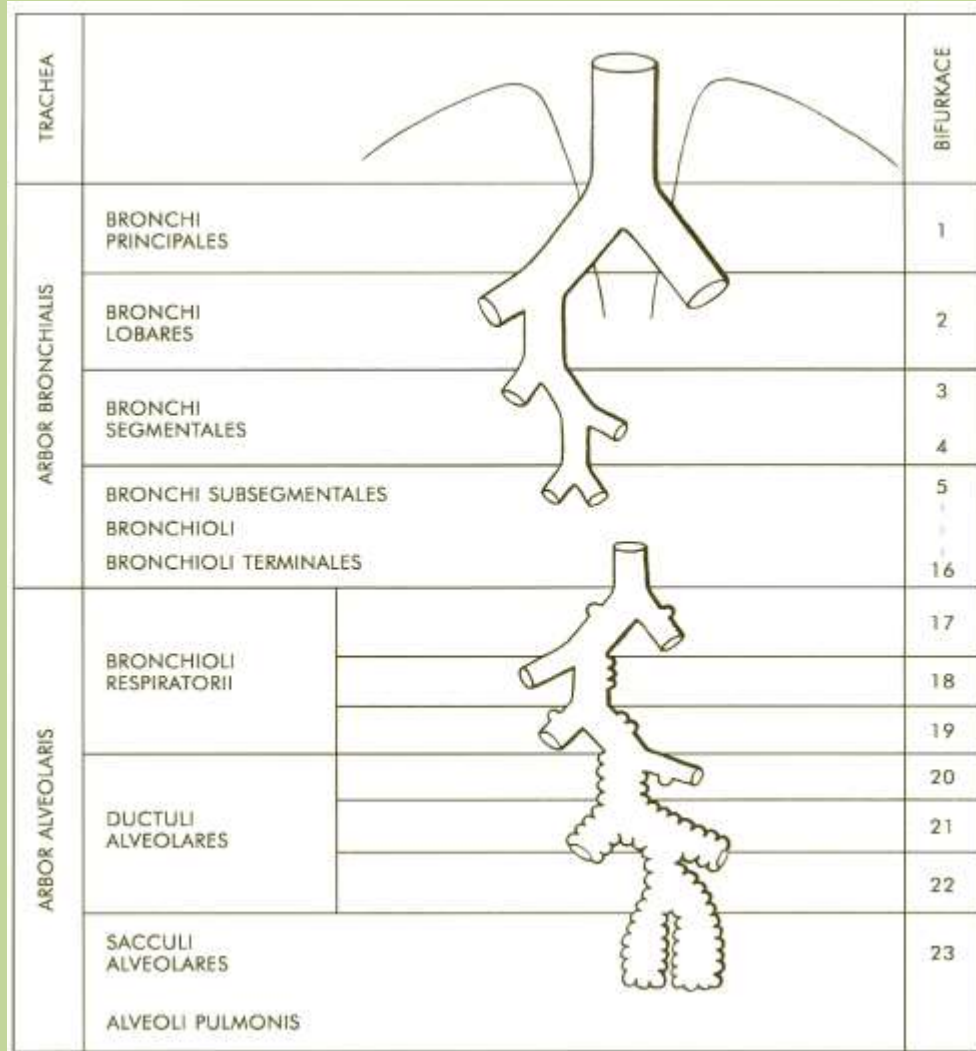
Bronchi

ARBOR BRONCHIALIS

1. bronchus principalis dx., sin.
2. bronchi lobares
 - dx.:** superior, truncus intermedius: bronchus lobaris medius, inferior
 - sin.:** lobaris superior, inferior
3. bronchi segmentales
 - 1 – 10 vpravo
 - 1 – 8 vlevo
4. bronchi subsegmentales
5. bronchioli terminales



Větvení dýchacích cest (23)



- **b. principales**
- **b. lobares**
- **b. segmentales**
- **b. subsegmentales**
- **bronchioli**
- **bron. terminales**
- **bron. respiratorii**
- **ductuli alveolares**
- **sacculi alveolares**
- **alveoli pulmonis**

Cévní zásobení bronchů:

aa. bronchiales

vv. bronchiales

Inervace bronchů:

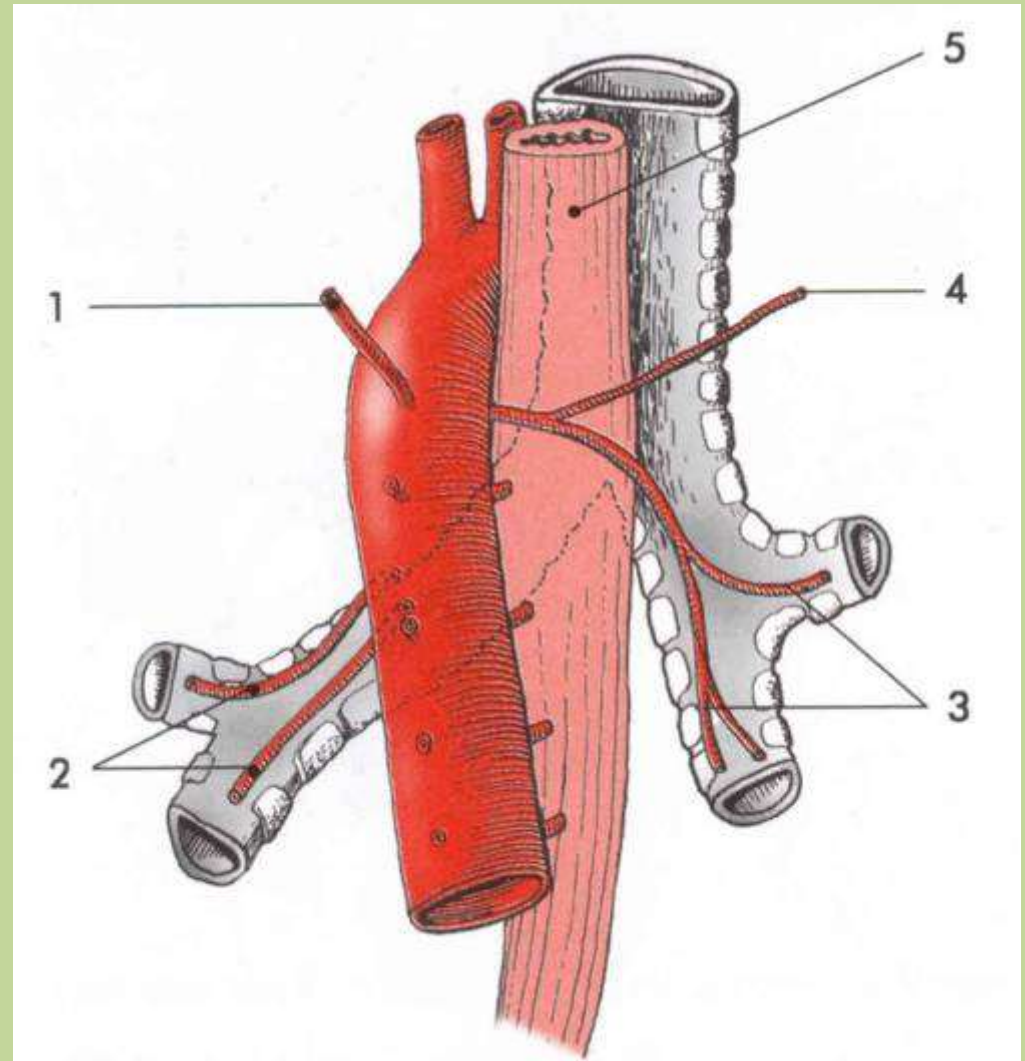
parasymp. (X.)

rr. bronchiales

**(bronchokonstrikce
+ vasodilatace)**

hrudní sympatikus

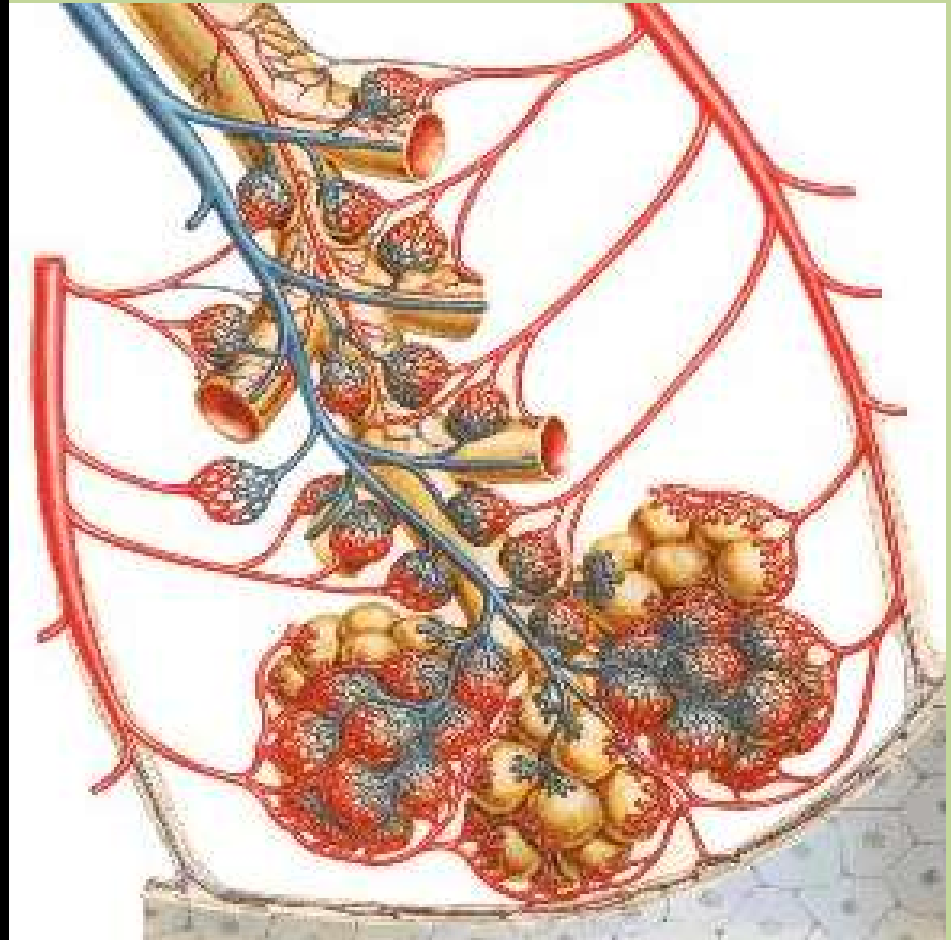
**(bronchodilatace
+ vasokonstrikce)**



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

řečiště **v. pulmonalis** leží ve
vazivu mezi segmenty

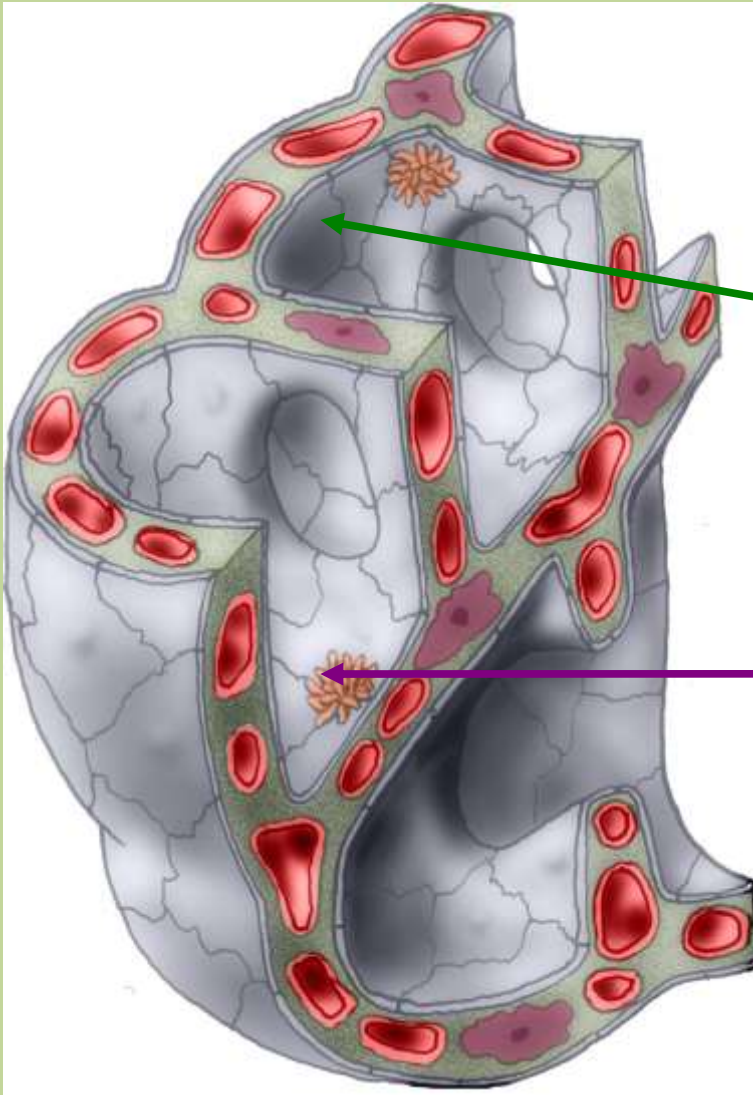
Nutritivní řečiště plic:
arteriální **rr. bronchiales**
a venózní **vv. bronchiales**
leží na zadní straně
bronchů



Inervace plic

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

Schéma plicních sklípků



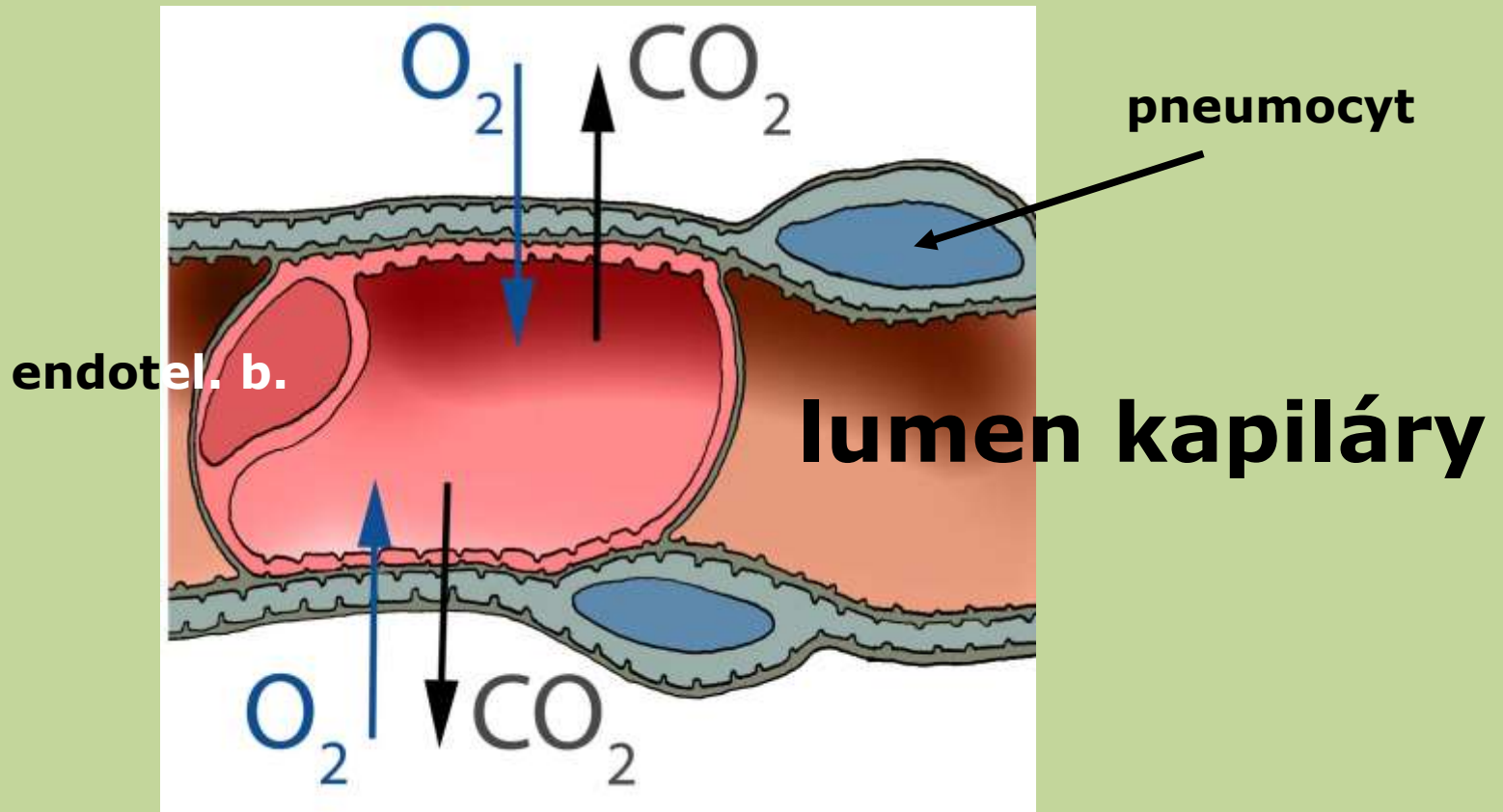
**membranózní
(*vystýlá alveolus*)**

x

**granulózní
pneumocyt
(*surfactant*)**

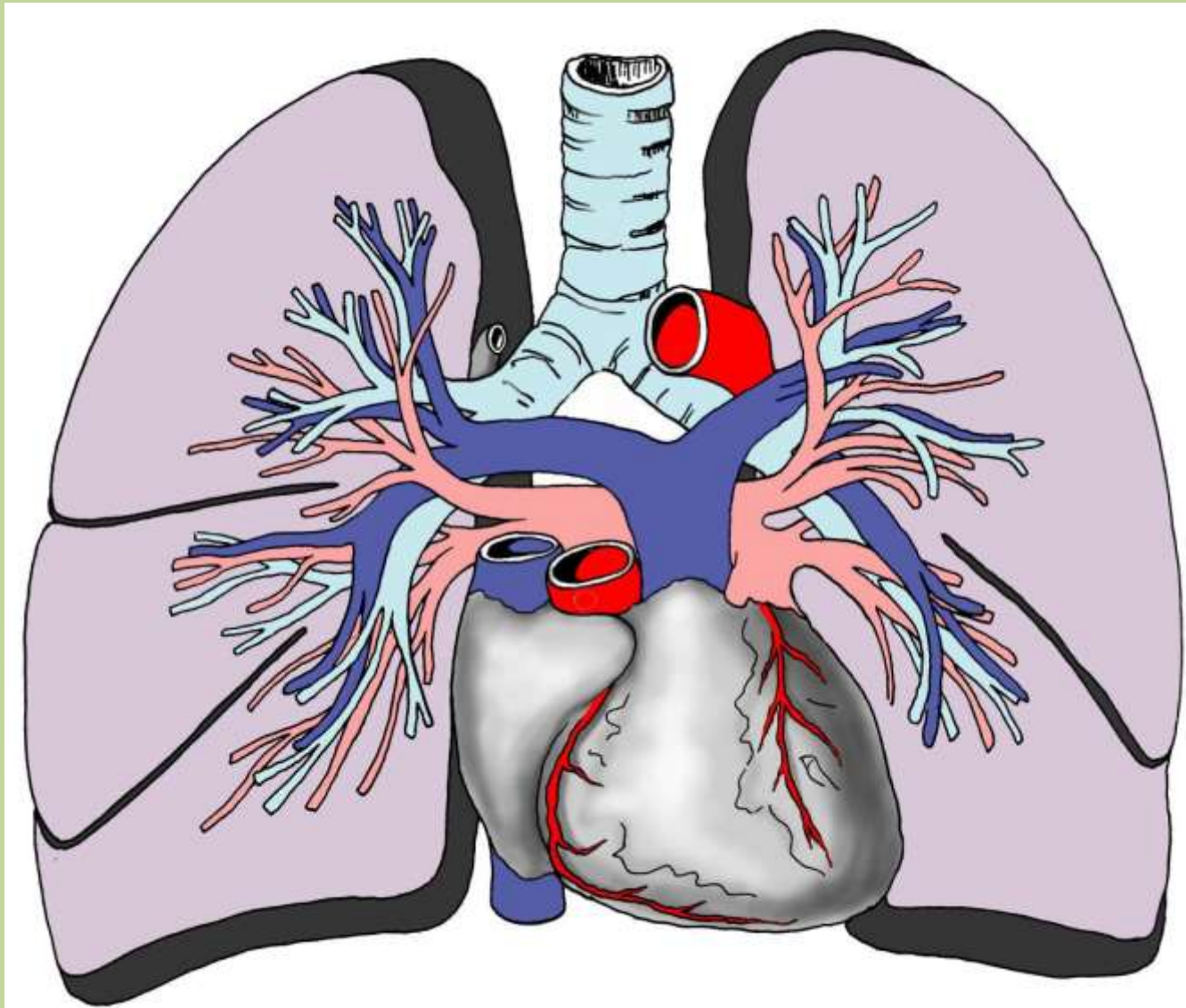
Schéma alveolo-kapilární bariéry

lumen alveolu



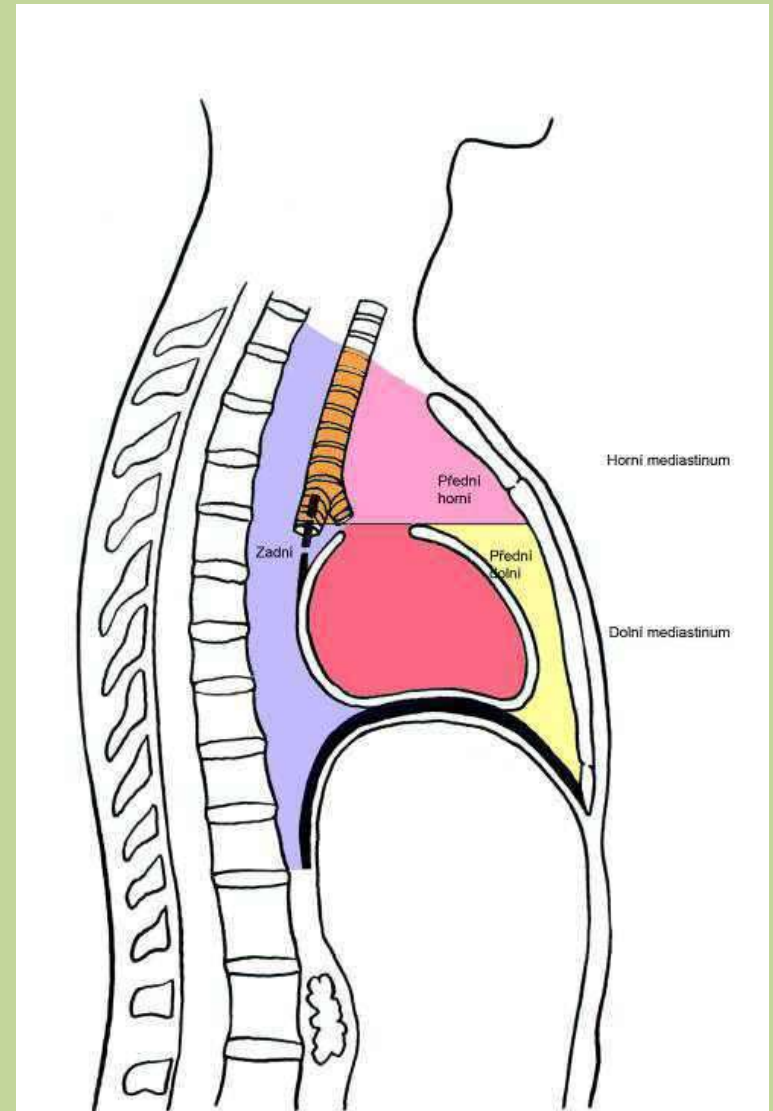
lumen alveolu

Plíce - topografie



Členění mediastina

- **MEDIASTINUM POSTERIUS**
(před páteří)
- **MEDIASTINUM ANTERIUS**
(ventrálně od trachey a zadní stěny perikardu)
 - **přední horní mediastinum**
 - **přední dolní mediastinum**
- šíření infekce před páteří od baze lební po bránici
- šíření infekce předním mediastinem

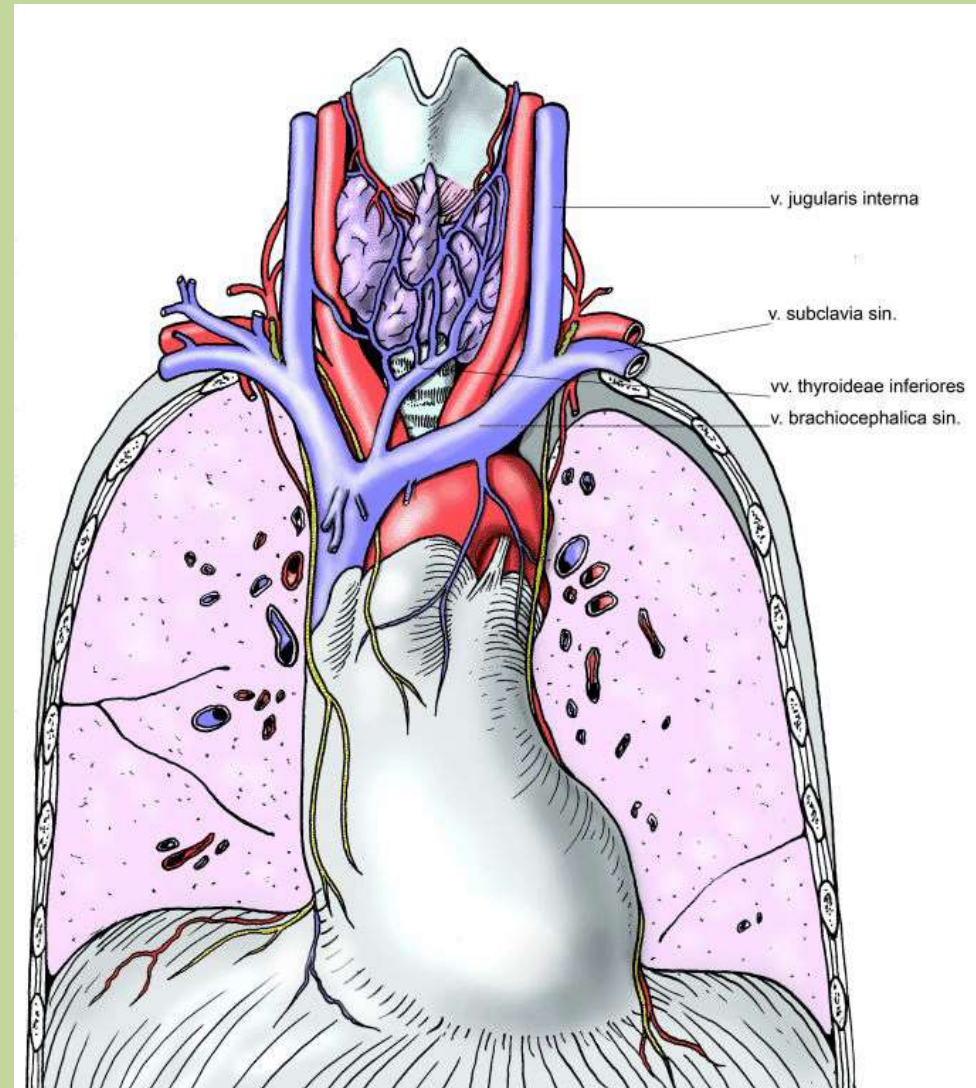


Mediastinum

prostor v hrudníku mezi pravou a levou pleurální dutinou (vyplněn orgány, cévami, nervy a řídkým vazivem)

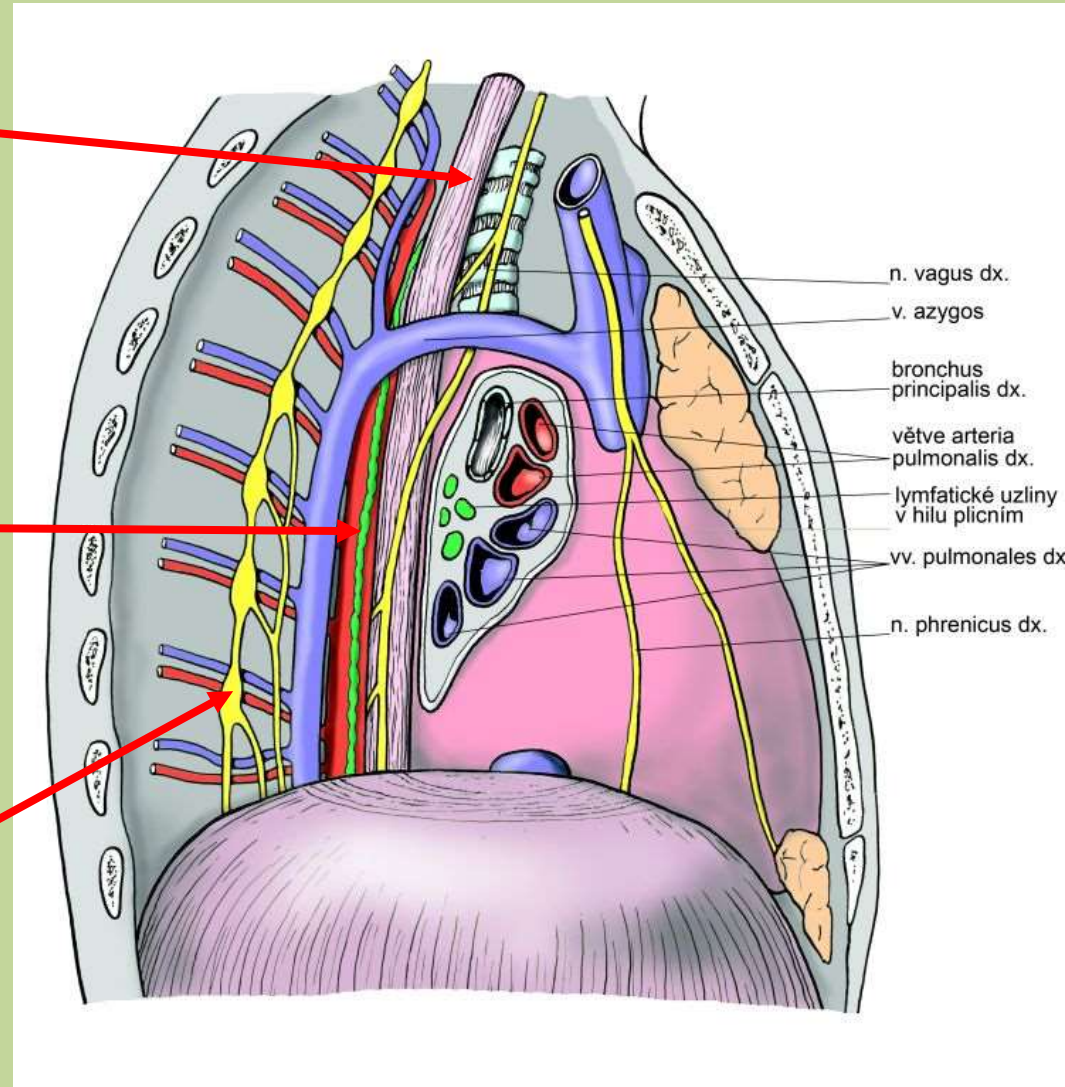
ohraňčen:

- **kraniálně** – apertura thoracis superior
- **kaudálně** – bránice
- **ventrálně** – sternum a žebra
- **dorsálně** – páteř



Zadní mediastinum

- **jícen**
- **n. vagus dexter et sinister** (plexus oesophageus)
- **konec oblouku aorty**
- **aorta thoracica**
- **ductus thoracicus**
- **v. azygos**
- **v hemiazygos et hemiazygos accessoria**
- **truncus sympaticus dexter et sinister**
- **lymfatické uzliny**



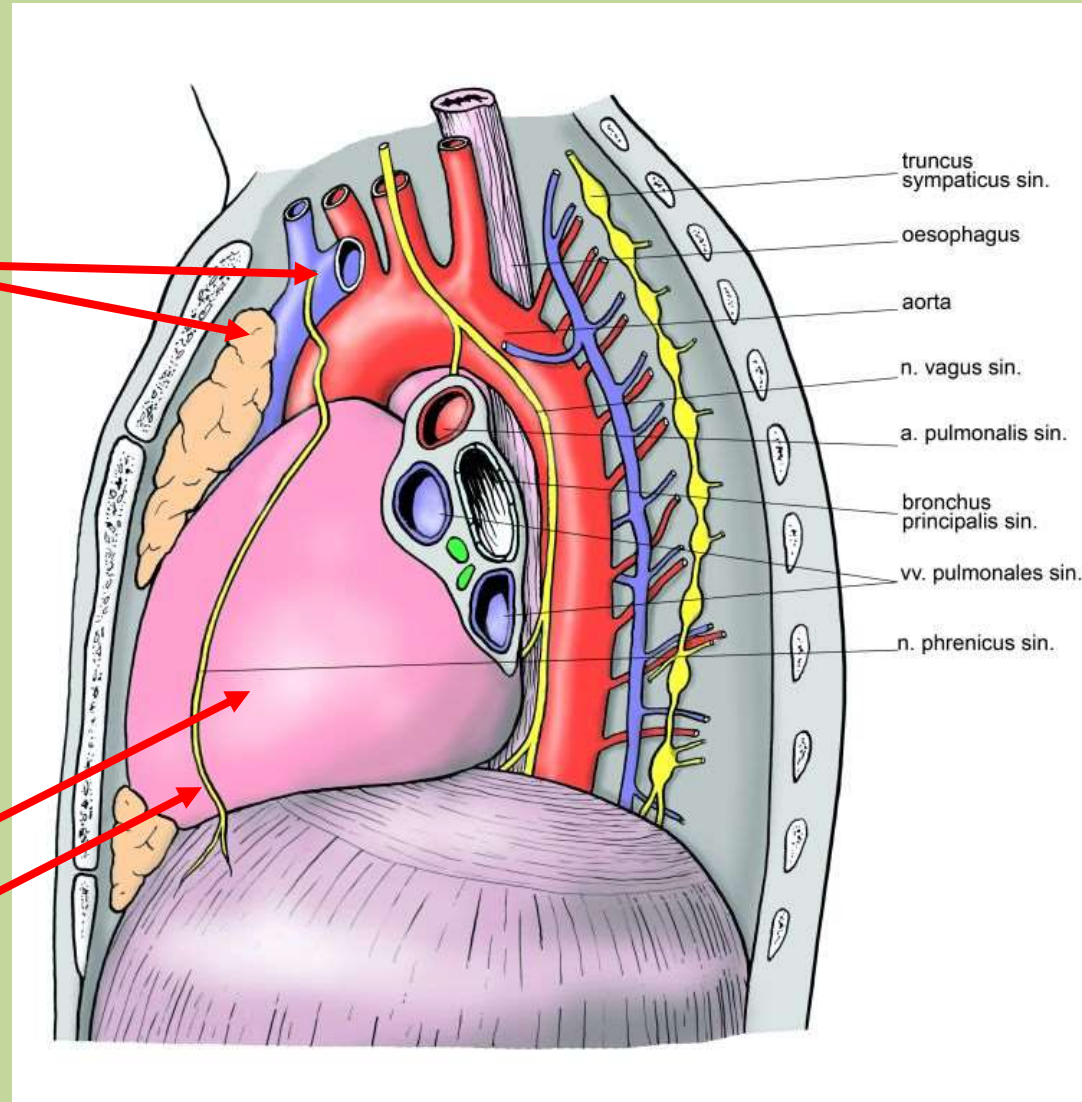
Přední mediastinum

přední horní mediastinum

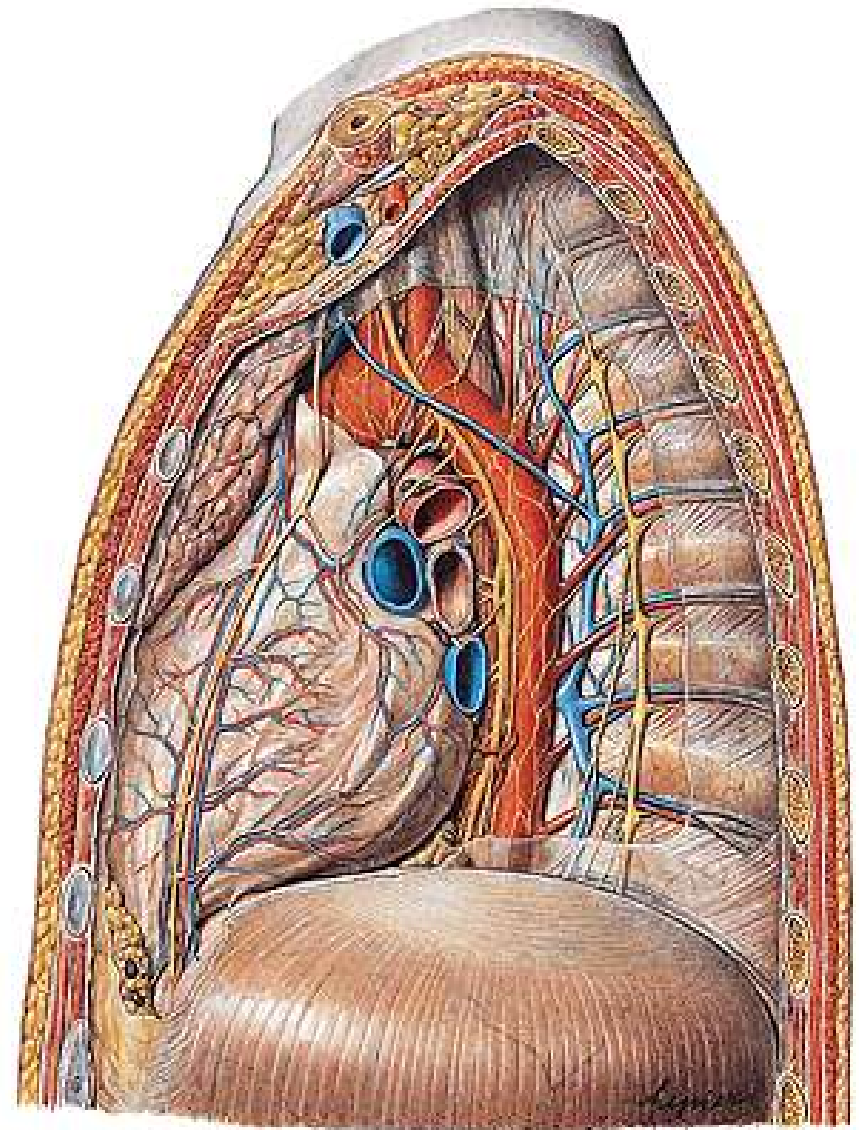
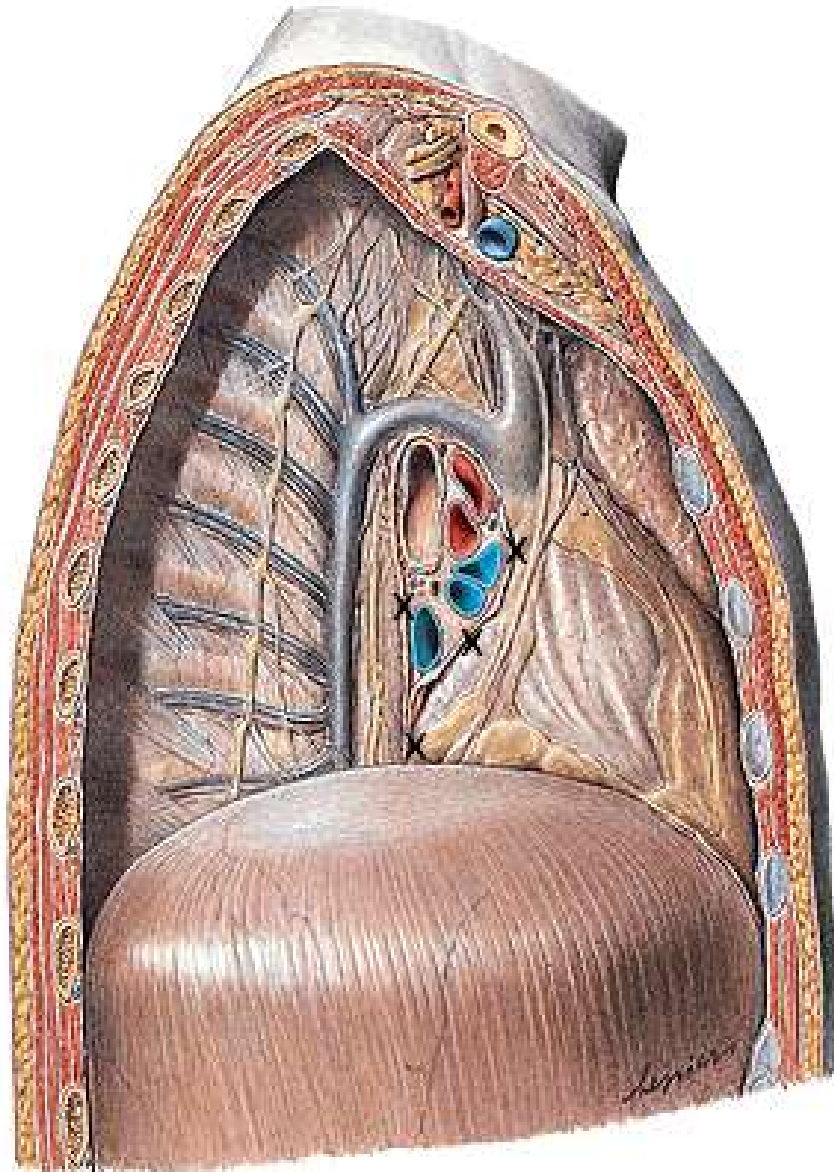
- thymus
- **vrstva žil** – vv. brachiocephalicae, v. cava sup., plexus thyroideus impar
- **vrstva tepen** – oblouk aorty a tepny z něj vystupující
- **trachea s bronchy, n. laryngeus recurrens**

přední dolní mediastinum

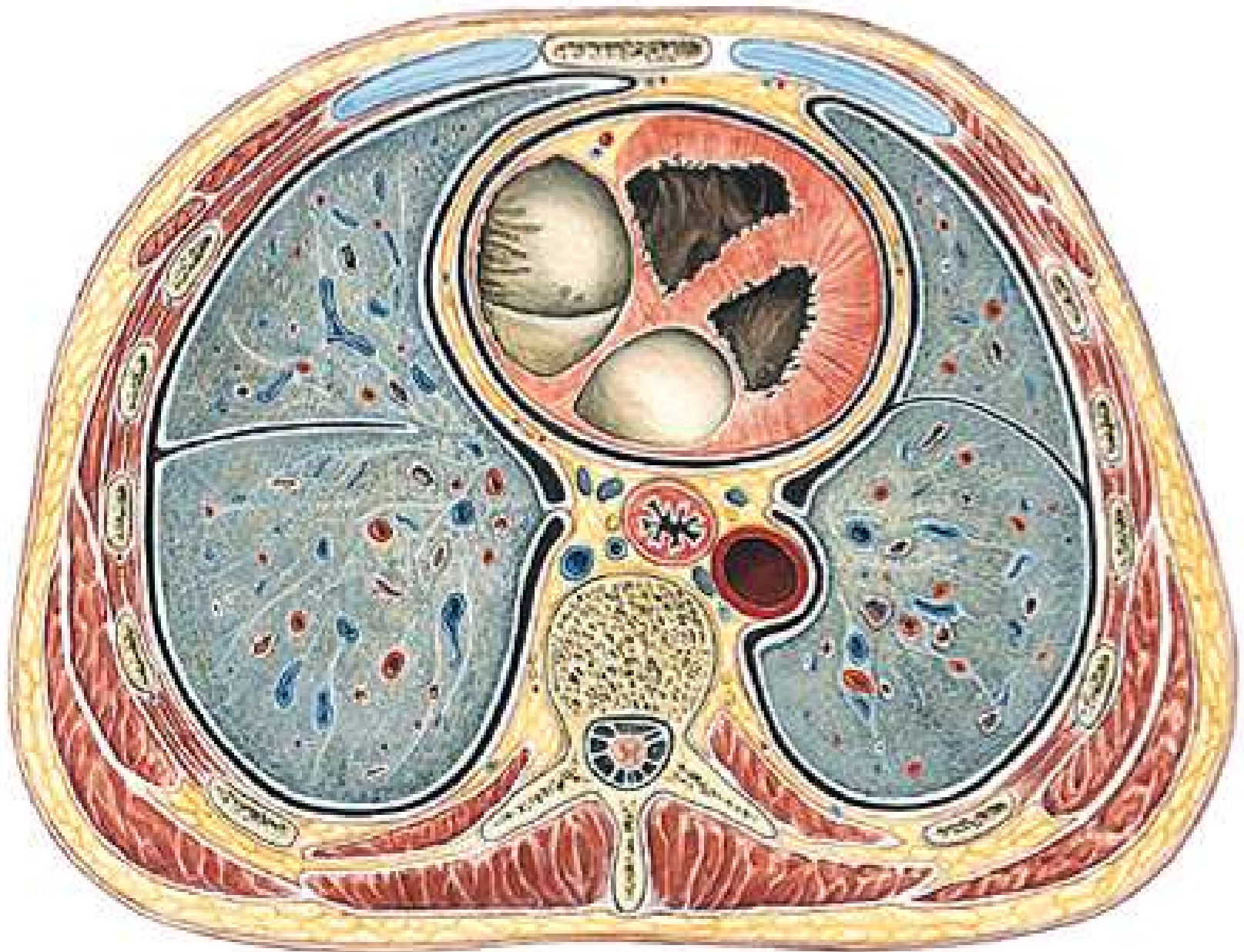
- srdce v perikardu
- **n. phrenicus**



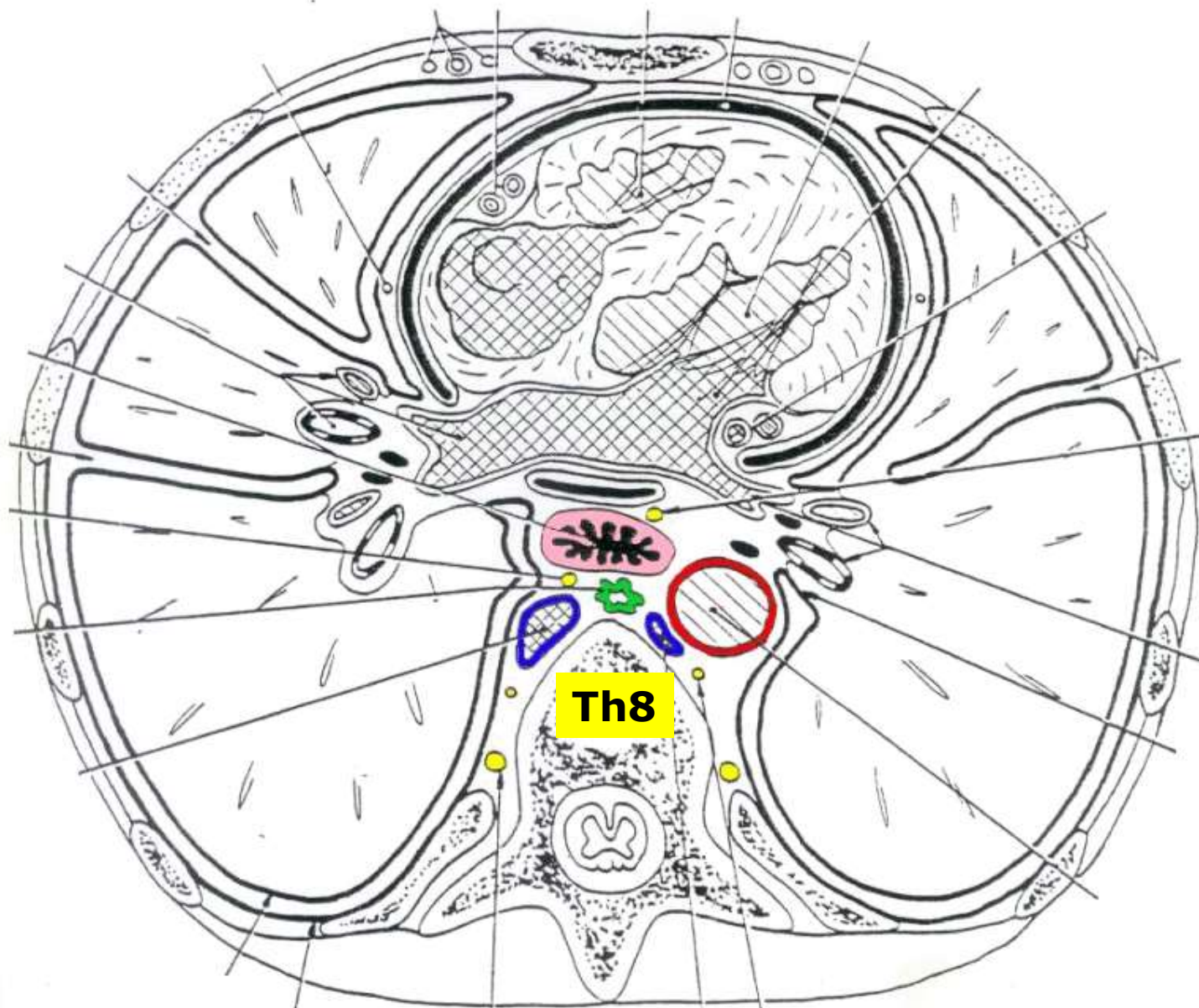
Orgány mediastina



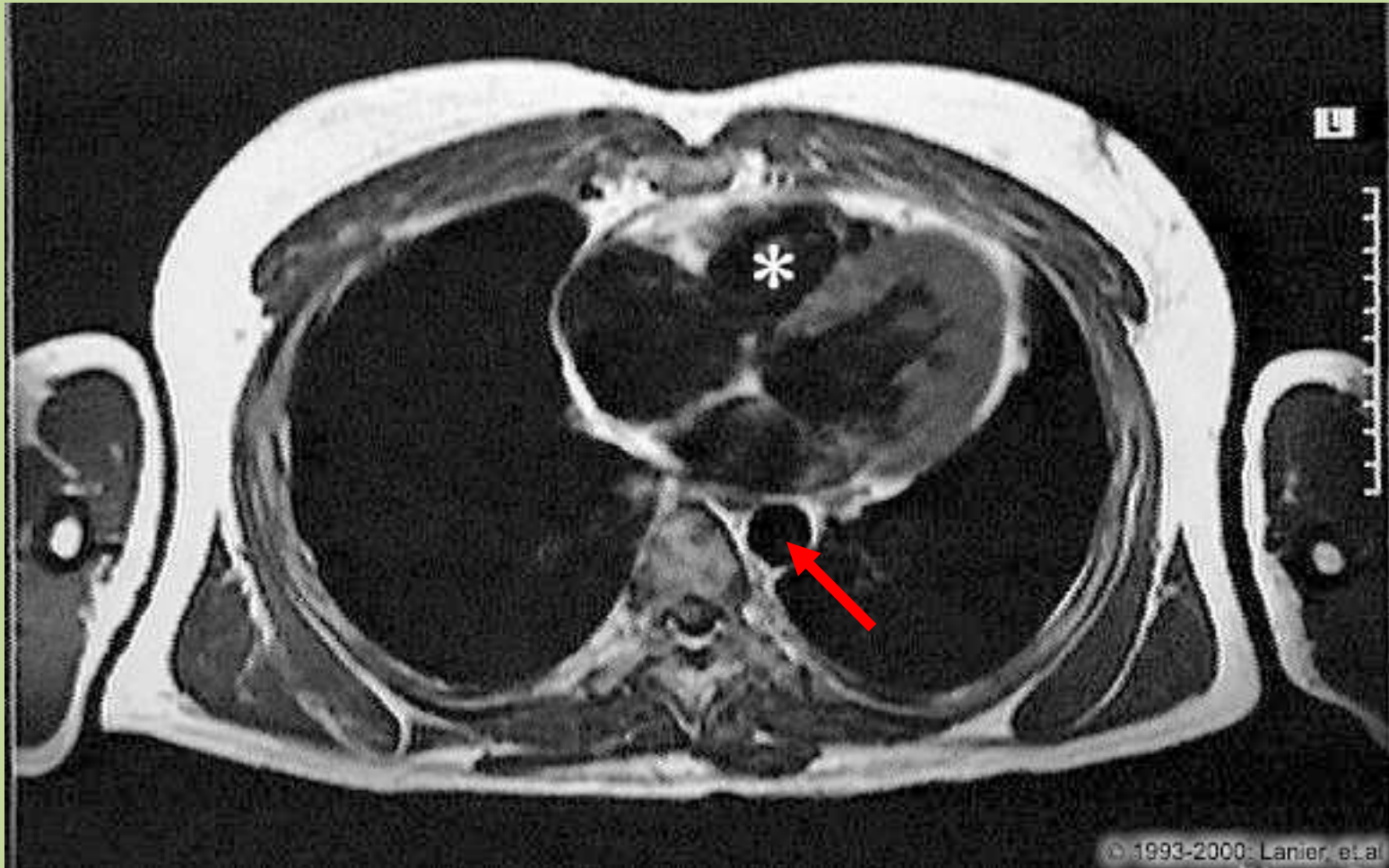
TRANSVERSÁLNÍ ŘEZ MEDIASTINEM



TRANSVERSÁLNÍ ŘEZ MEDIASTINEM



Co je tohle?



Dýchací svaly

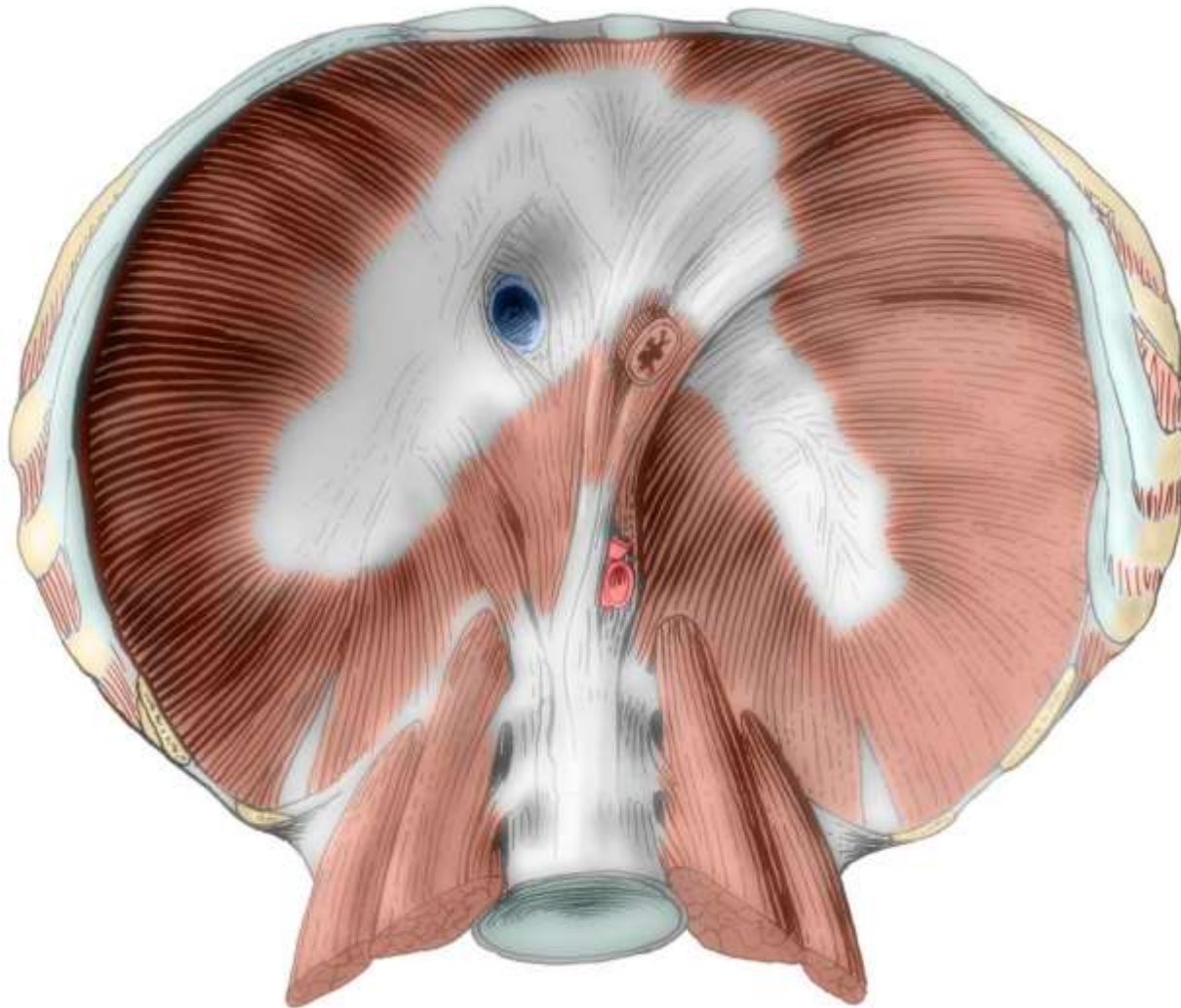
- **Inspirační (vdechové svaly)** – zvětšují hrudní dutinu, zdvihající žebra a bránici
- **Expirační (výdechové svaly)** – sklání žebra a tím zmenšují hrudní dutinu

v obou skupinách svaly **hlavní** (pracují stále) a **pomocné** (jen při intenzivním dýchání)

Inspirační svaly

- **Hlavní – bránice, mm. intercostales externi a mm. scaleni**
- **Pomocné – (svaly shora na žebrech), m. pectoralis major et minor, m. latissimus dorsi, m. serratus anterior et posterior superior, m. sternocleidomastoideus**

Diaphragm



Exspirační svaly

- **Hlavní** – **mm. intercostales interni et intimi** (intimi méně)
- **Pomocné** – (svaly zdola na žebrech), svaly stěny břišní, m. serratus posterior inferior

Mechanika dýchání

Nádech – zvětšení hrudní dutiny, zdvižením žebber a stažením bránice.

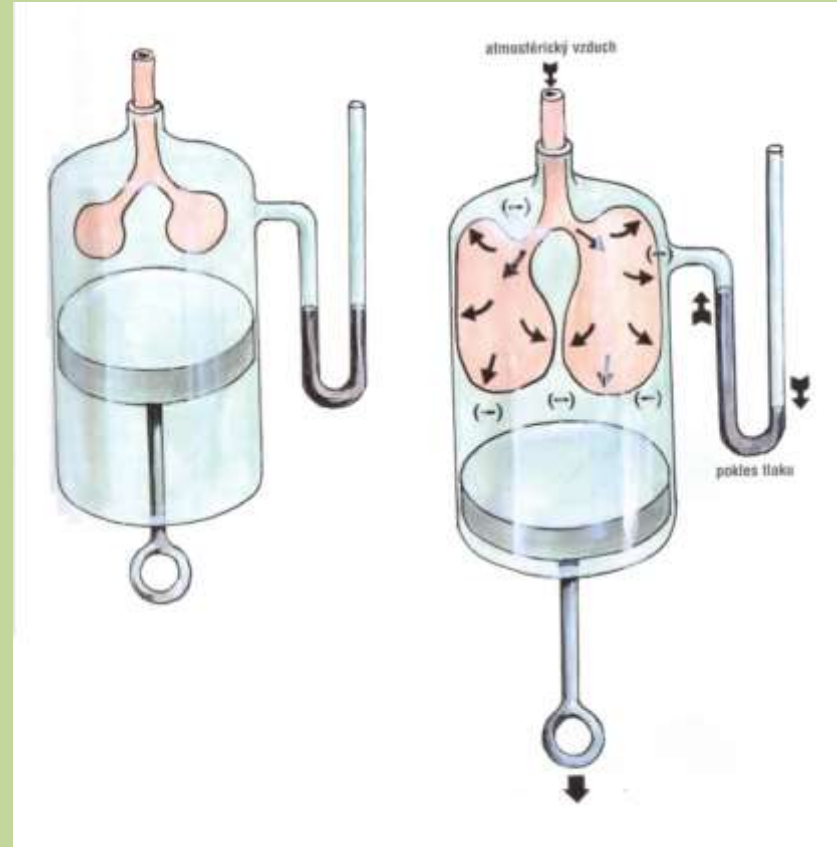
- **KOSTÁLNÍ DÝCHÁNÍ** – více pracují mezižeburní svaly
- **ABDOMINÁLNÍ DÝCHÁNÍ** – více pracuje bránice

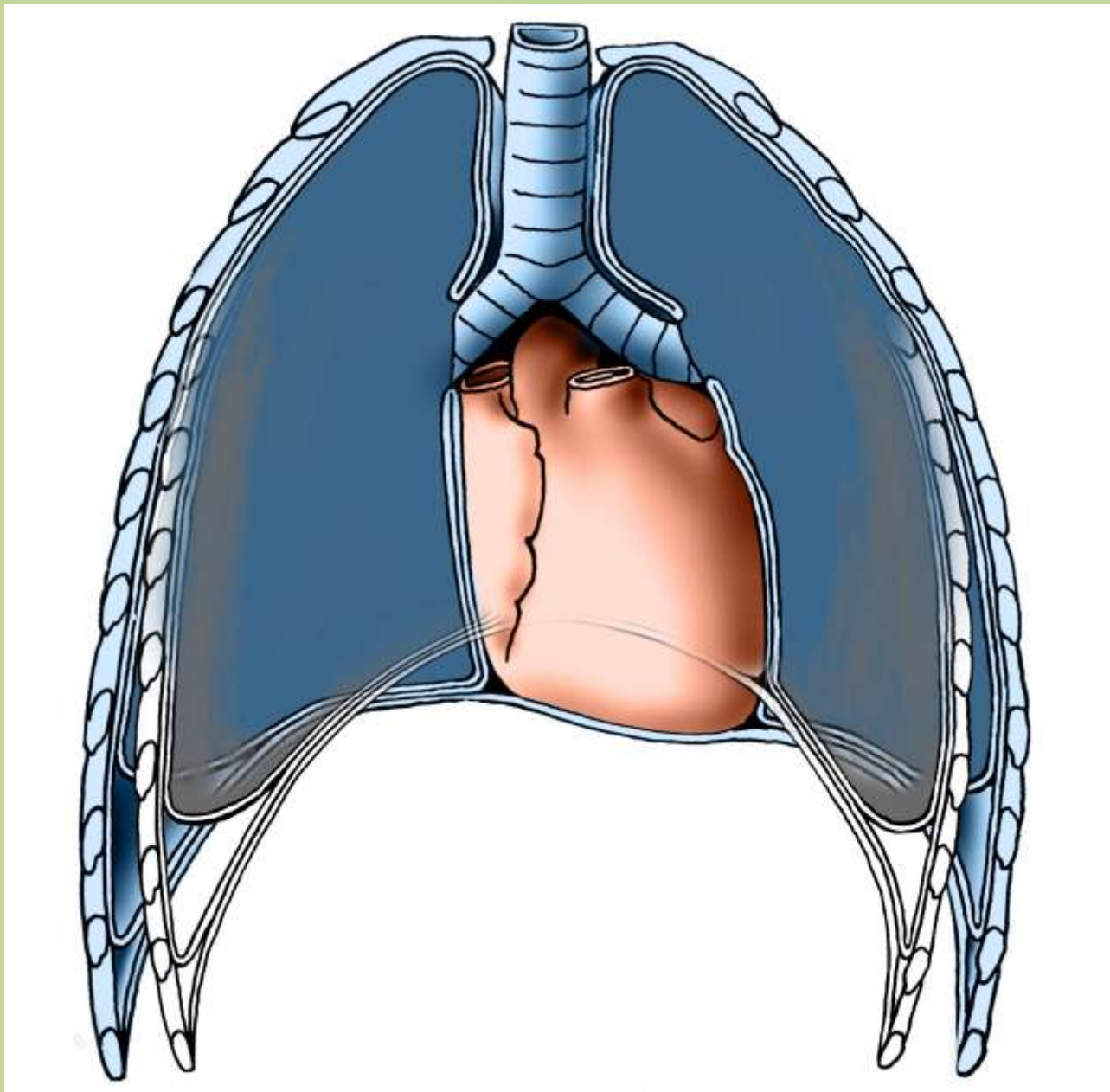
Normální dýchání je smíšené

U žen převažuje kostální
a u mužů abdominální dýchání

Dýchání

- **při nádechu** se rozšiřuje hrudní koš, s ním i pleurální dutiny a plíce. Vzniká tak **podtlak** – nasávání vzduchu do plic
- **při výdechu** se zmenšuje objem hrudního koše, pleurálních dutin a plic. **Plíce se stahují působením elastického vaziva směrem k plicnímu hilu**, ale jsou stále v kontaktu s pleurou





Pohyby bránice při dýchání

Důležité pojmy

- **VITÁLNÍ KAPACITA PLIC**

–maximální množství vzduchu, které můžeme vydechnout po největším možném nádechu (cca 4-5 litrů) – spirometr

- **INSPIRAČNÍ REZERVNÍ OBJEM**

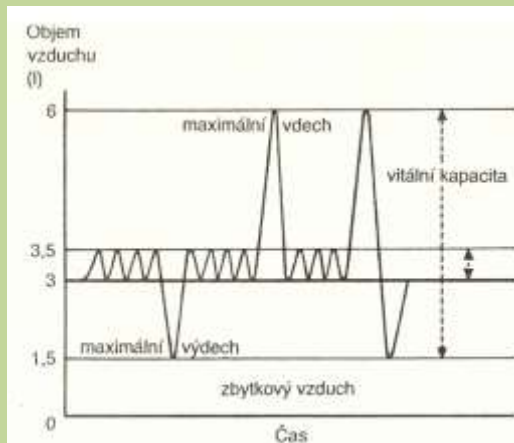
–objem vzduchu, který můžeme ještě usilovně vdechnout po klidném nádechu (až 3 litry)

- **EXSPIRAČNÍ REZERVNÍ OBJEM**

–objem vzduchu, který můžeme ještě usilovně vydechnout po klidném výdechu (do 1,5 litru)

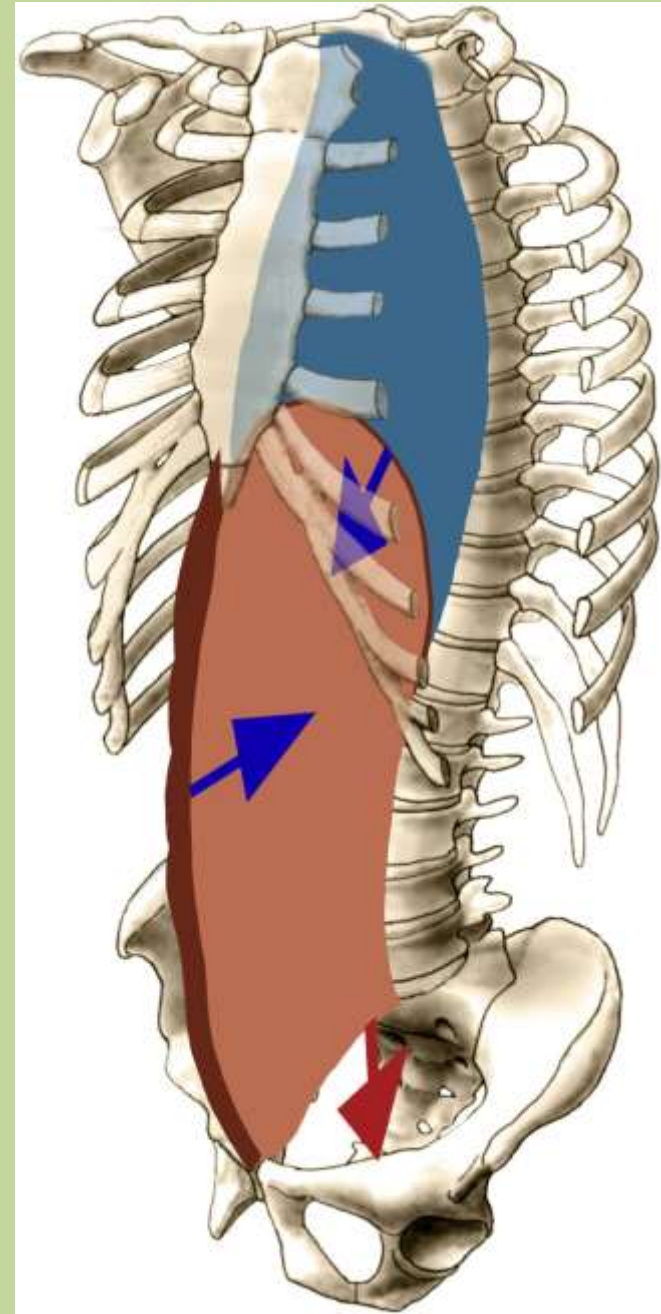
- **REZIDUÁLNÍ PLICNÍ OBJEM**

–objem vzduchu, který není možné z plic vydechnout (0,5–1 litr)



Břišní lis

- současná kontrakce všech břišních svalů společně s bránicí
- dochází k výraznému zvýšení tlaku v břišní dutině. Tento mechanismus spolu s relaxací svalů pánevního dna a hráze vede k **defekaci, mikci** a uplatňuje se i při **porodu**
- pokud jsou svaly pánevního dna kontrahovány, přispívá břišní lis k **fixaci páteře** například při zdvihání těžkého břemene



Plíce a pleura

- v pleurální dutině je **nižší tlak než atmosférický** (rozdíl 0,4 - 0,9 kPa)
- plíce jsou spojeny s okolím – atmosférický tlak
- vyšší tlak rozpíná plíce a drží je přitisknuté ke stěnám pleurálních dutin (mimo recessus pleurales)
- klouzání poplicnice po pohrudnici usnadňuje **pleurální tekutina** (suchý zánět pohrudnice je bolestivý)

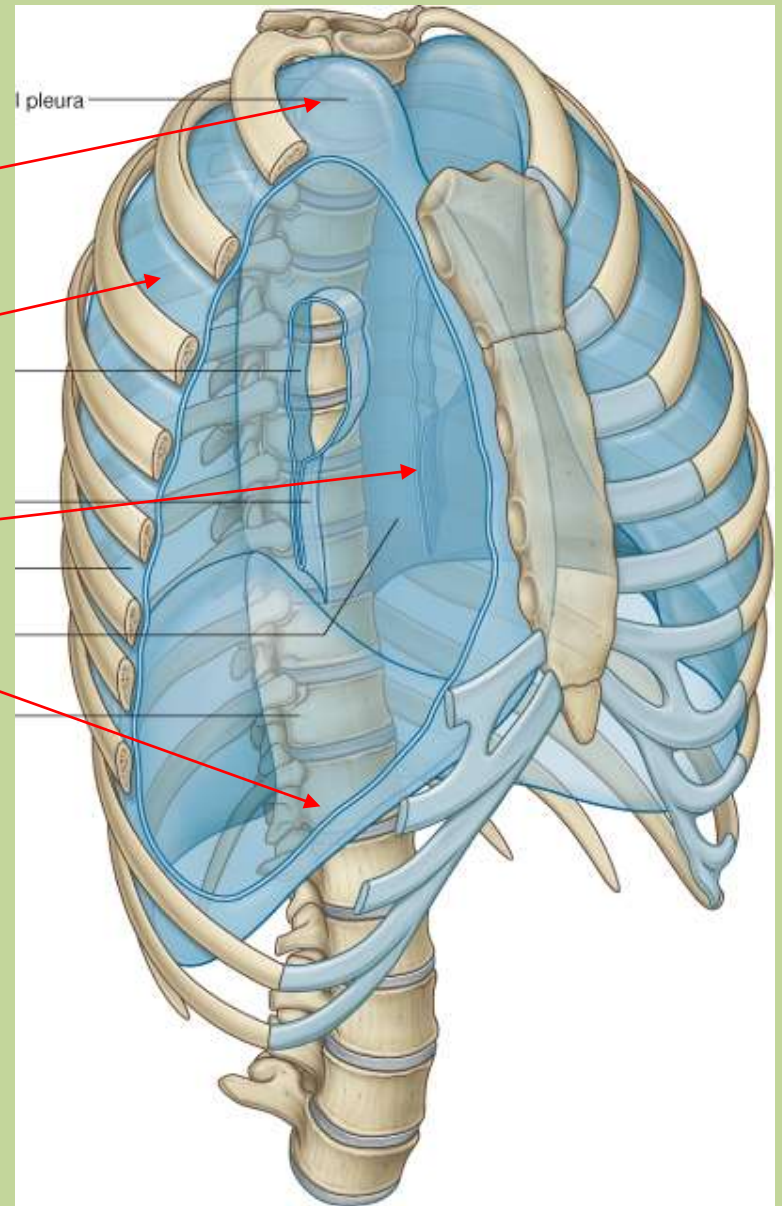
Pleura

Pleura – tenká serózní blána, podobná peritoneu (také výstelka původní coelomové dutiny), snadno srůstá

- **PLEURA VISCERALIS (poplicnice)** – na povrchu plic, pevně přirostlá k plíci
- **PLEURA PARIETALIS (pohrudnice)** – výstelka pleurální dutiny, bohatě inervovaná (*záněť bolí*)

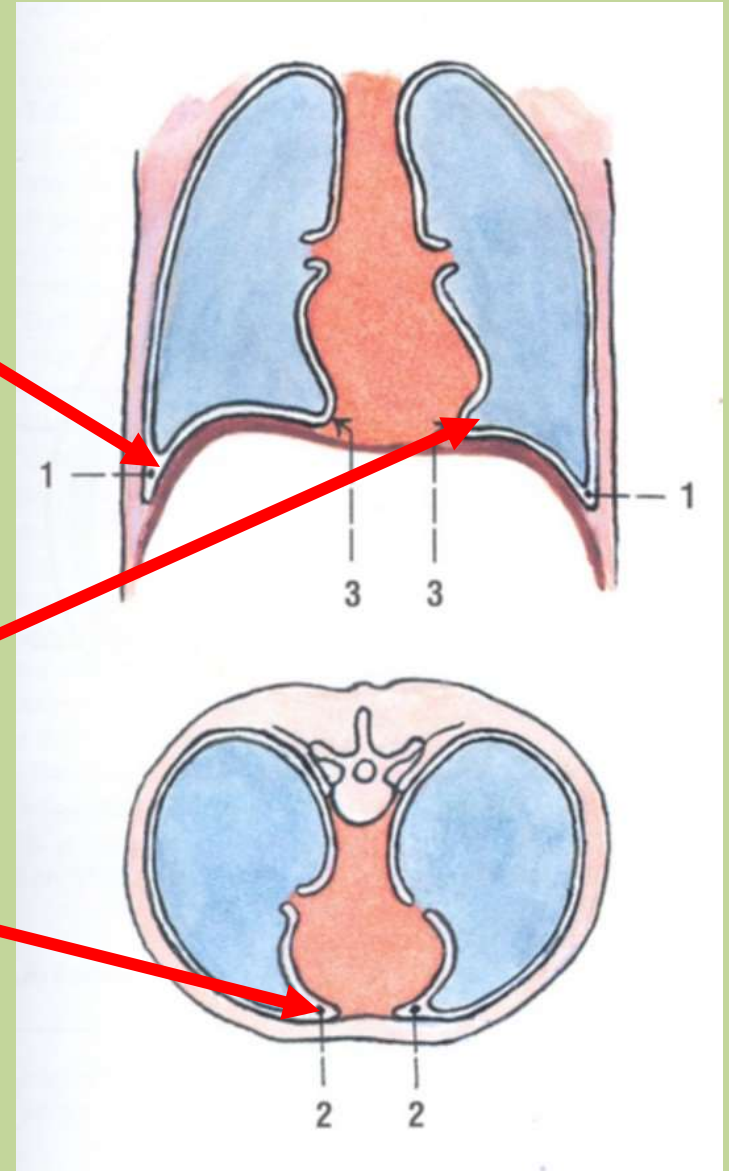
Pleura parietalis

- ❖ Cupula pleurae
- ❖ Pleura costalis
- ❖ Pleura mediastinalis
- ❖ Pleura diaphragmatica



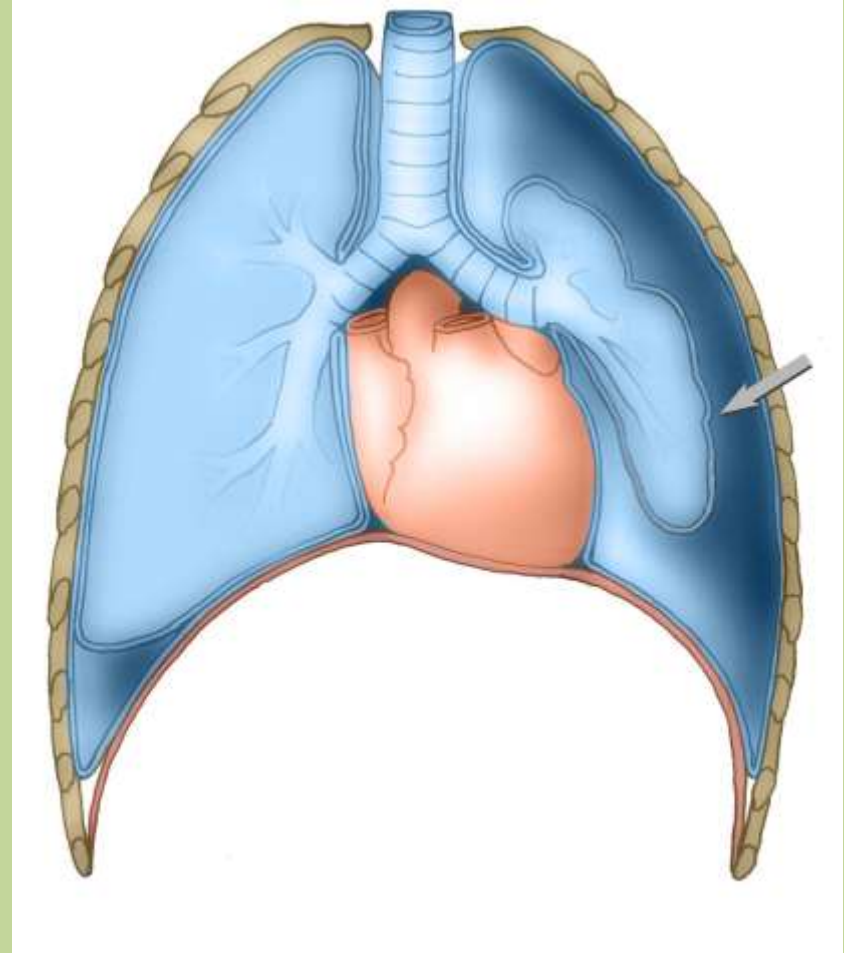
Záhyby pleury

- recessus costodiaphragmaticus – **hromadění krve nebo výpotku**
- recessus phrenicomedialastinalis
- recessus costomedialastinalis

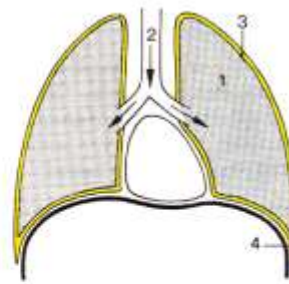
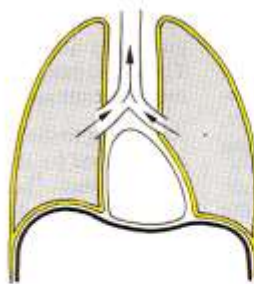


Pneumothorax

- **Při otevření pleurální dutiny** se poruší podtlak v pleurální dutině
- Vyrovnaní tlaků v pleurální dutině s okolím vede ke kolapsu plíce směrem k hilu a omezení ventilace
- Pneumothorax rozeznáváme na otevřený, zavřený a ventilový
- Řešením je hrudní drenáž a postupná resorpce vzduchu umožní znovurozvinutí plíce

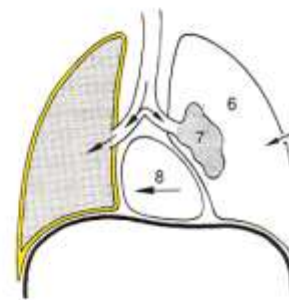
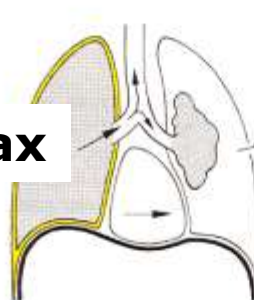


Normal



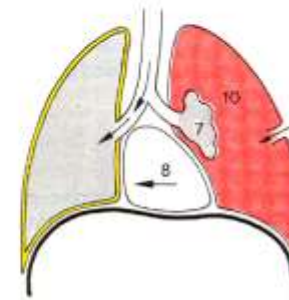
Normálně

Pneumothorax



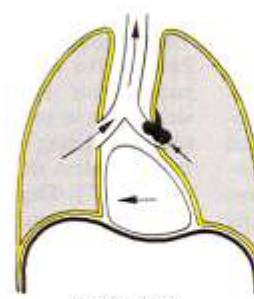
**Pneumothorax
otevřený**

Tension pneumothorax

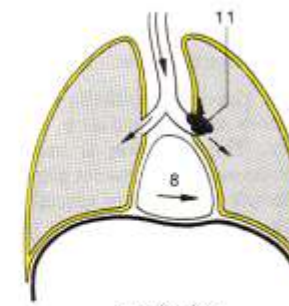


**Tensní
pneumothorax**

**Bronchial
narrowing**

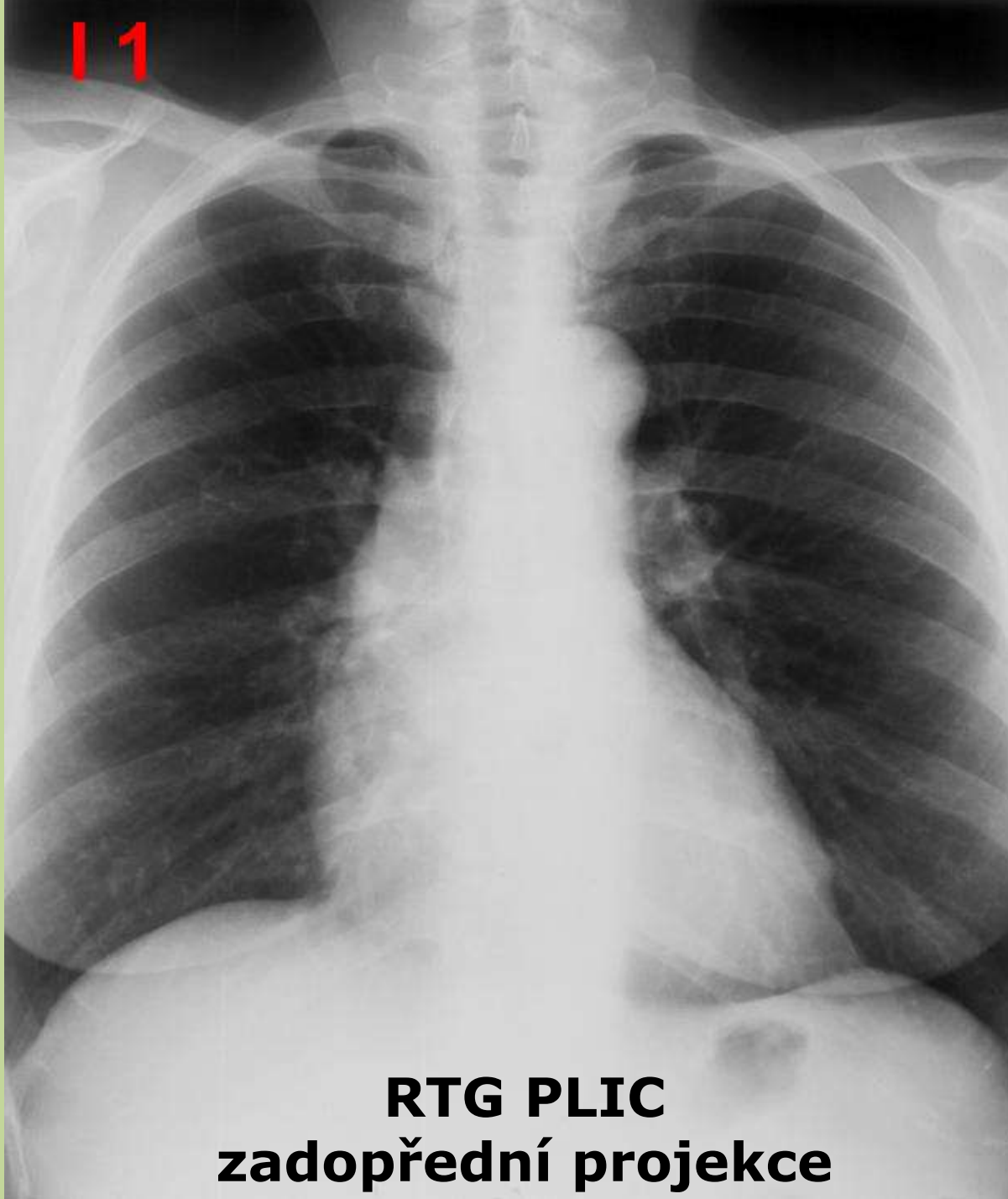


Expiration



Inspiration

Zúžení bronchů

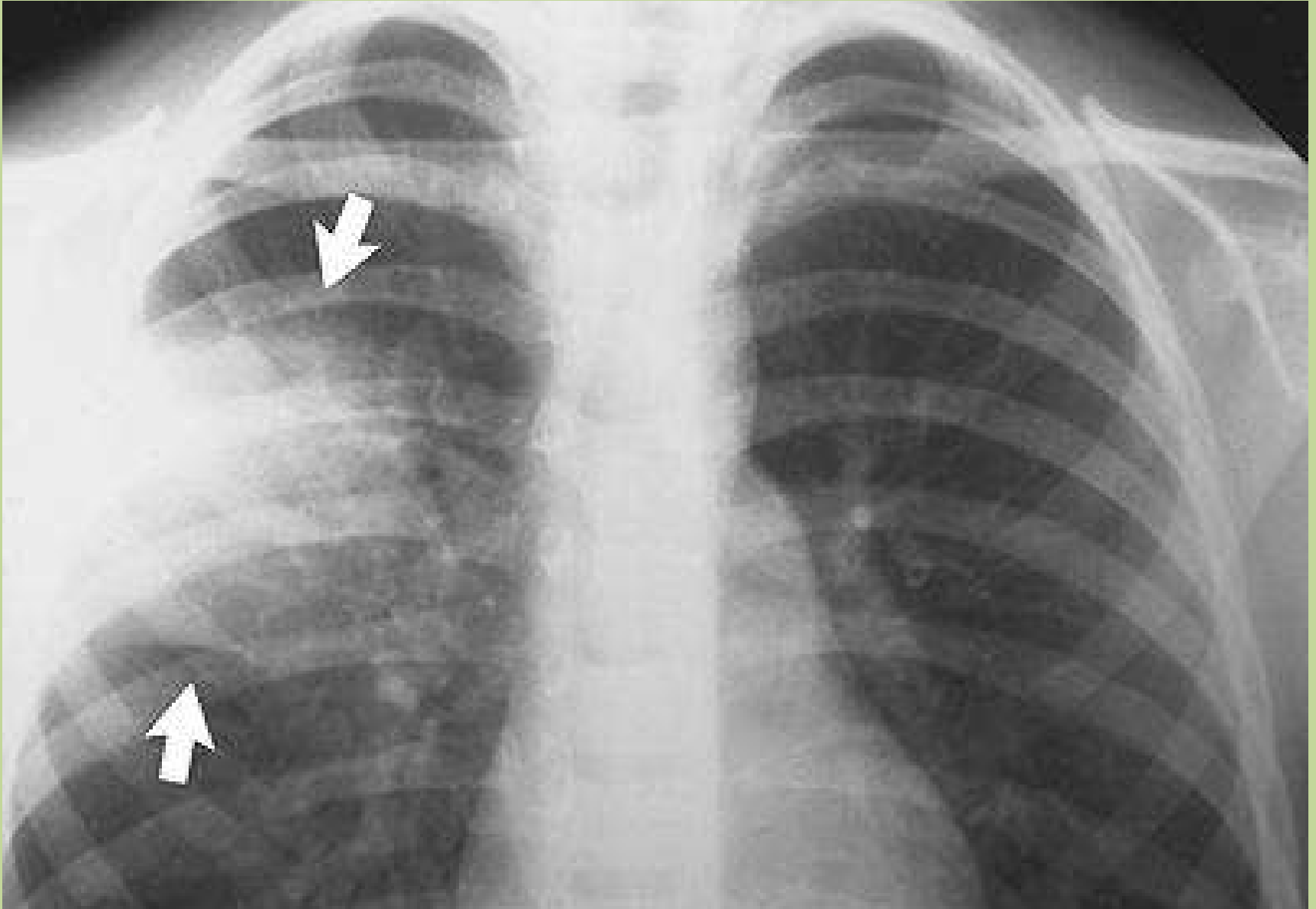


**RTG PLIC
zadopřední projekce**

Pneumothorax



Pneumonie



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, Churchill Livingstone, 1996

Zdroje obrázků:

Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie I., II. Urban, Fischer, 2003

Gray's Anatomy, 38th ed., Churchill Livingstone, 1995

Grim M: Dýchací ústrojí. str. 1 - 88. 5. díl Systematické, topografické a klinické anatomie (Petrovický P. a spol.) Karolinum, Praha 1996

Grim M, Druga R et al.: Základy anatomie 3. a 5. díl, Galén 2005, 2008

Lüllmann-Rauch R.: Histologie, Grada 2012

Sadler T.W.: Langmanova lékařská embryologie, Grada 2011

Sobottův atlas anatomie člověka, Grada, 2007