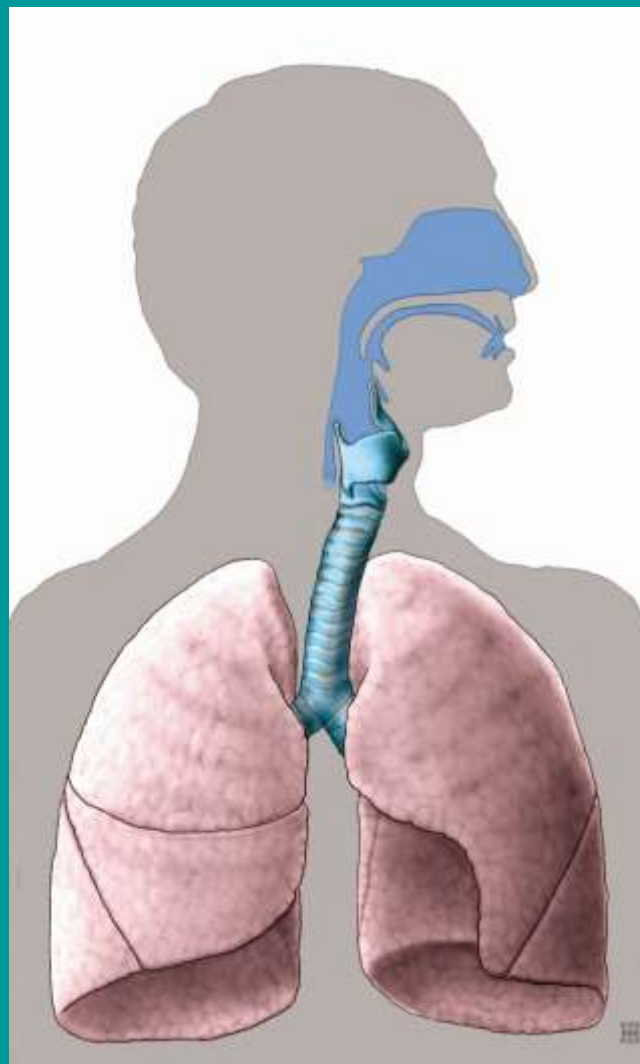


Obr. 14. **8 Mukociliární transport na respiračním epitelu.** Kinocilie kmitají ve vodné fázi s nižší viskozitou (periciliární vrstva tekutiny, **Pcv**) a transportují na něm ležící vrstvu hleny, **MUC**) včetně zachycených částíček prachu (šedě) ve směru šipek. Během kmitu je posouván hlenový film. Všimněte si metachronní koordinace kmitání cilií.

Obrázek z R. Lüllmann-Rauch: Histologie, Grada 2012
k videu mukociliární transport



**Dýchací systém, mediastinum, aorta, v. cava superior,
syntopie thymu**

Miloš Grim

Anatomický ústav 1. LF UK Praha, zimní semestr 2018/ 2019

Dýchací systém, systema respiratorium

Zevní nos, dutina nosní, vedlejší dutiny nosní, nasopharynx, hrtan, prudušnice, průdušky, plíce, pohrudnice, poplicnice, dutina hrudní, dýchací pohyby

Dýchací cesty (horní a dolní) :

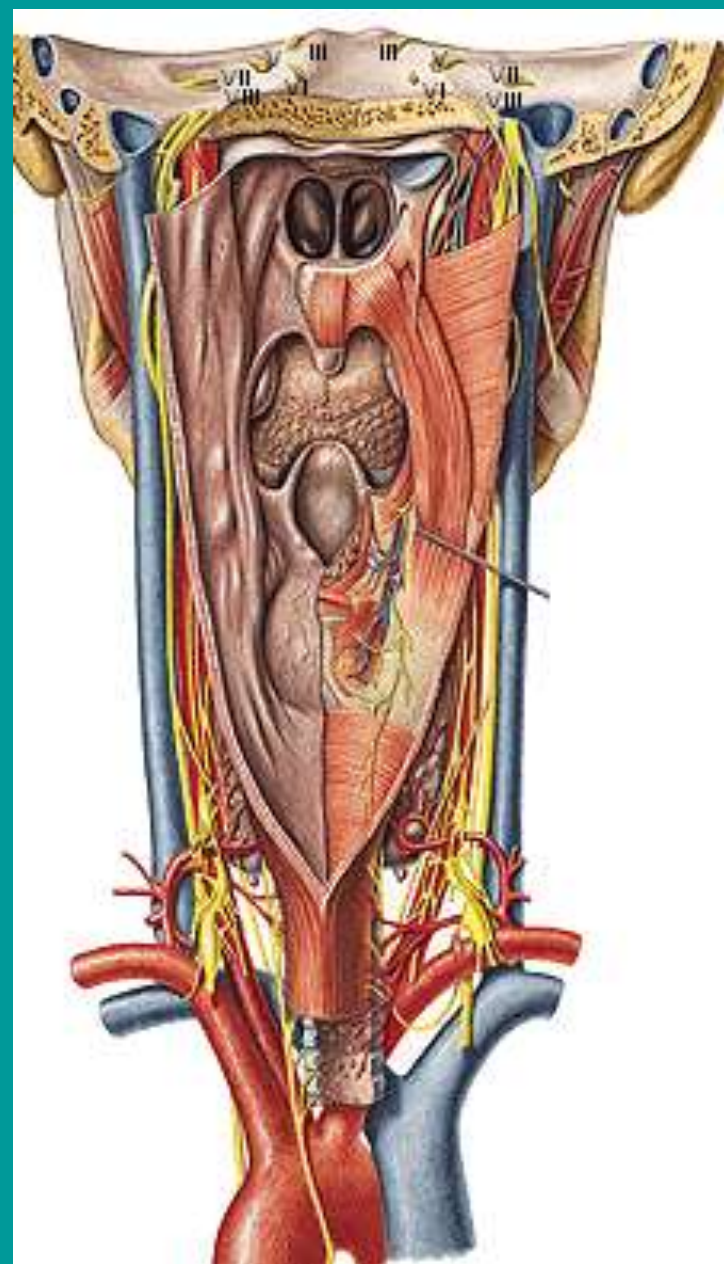
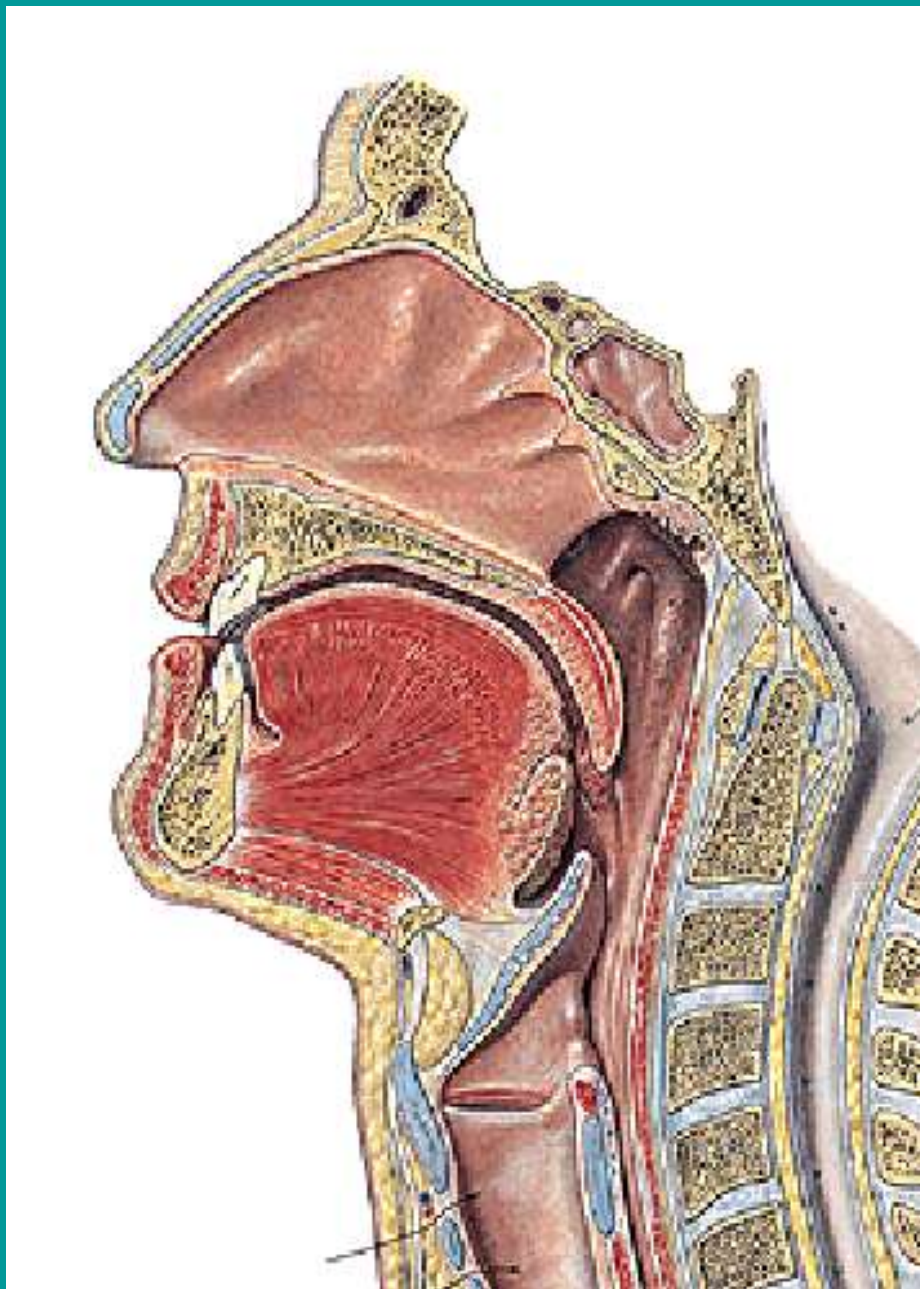
Zvlhčení a temperování vdechovaného vzduchu, mukociliární transport, lymfatická tkáň - BALT (Bronchial-Associated Lymphoid Tissue)

Respirační povrch plic

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

Funkce

výměna plynů, fonace,
čichový aparát, stabilizace hrudníku,
biochemické funkce endothelu plicních kapilár



Horní cesty dýchací

Základní pojmy 1

Termínem dýchání (vdech, výdech) označujeme **ventilaci plic**. Zajišťuje výměnu vzduchu v plicích a umožňuje **respiraci**.

Respirace spočívá v **pasivní difuzi molekul O₂ a CO₂** z míst s vyšším parciálním tlakem na místa s nižším parciálním tlakem příslušného plynu. Umožňuje **transport O₂ do tkání a odstraňování CO₂ z tkání**.

Jen pasivní difuze by ale v mnohobuněčném organismu nestačila. **Výměnu urychluje cirkulace krve a dýchací systém. Oba systémy mají pumpu, která uvádí do pohybu příslušné medium (krev a vzduch)**. Pro respiraci je pumpou hrudní koš a bránice, pro cirkulaci srdce. **Perfuzie tkání je umožněna prouděním krve v kapilárách**.

S dýchacím systémem je spojen **čichový orgán a hlasové ústrojí**

Základní pojmy 2

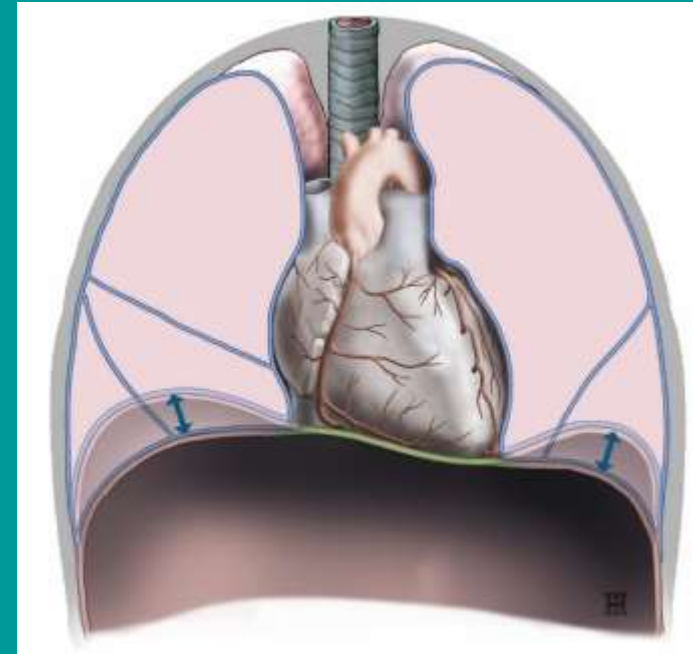
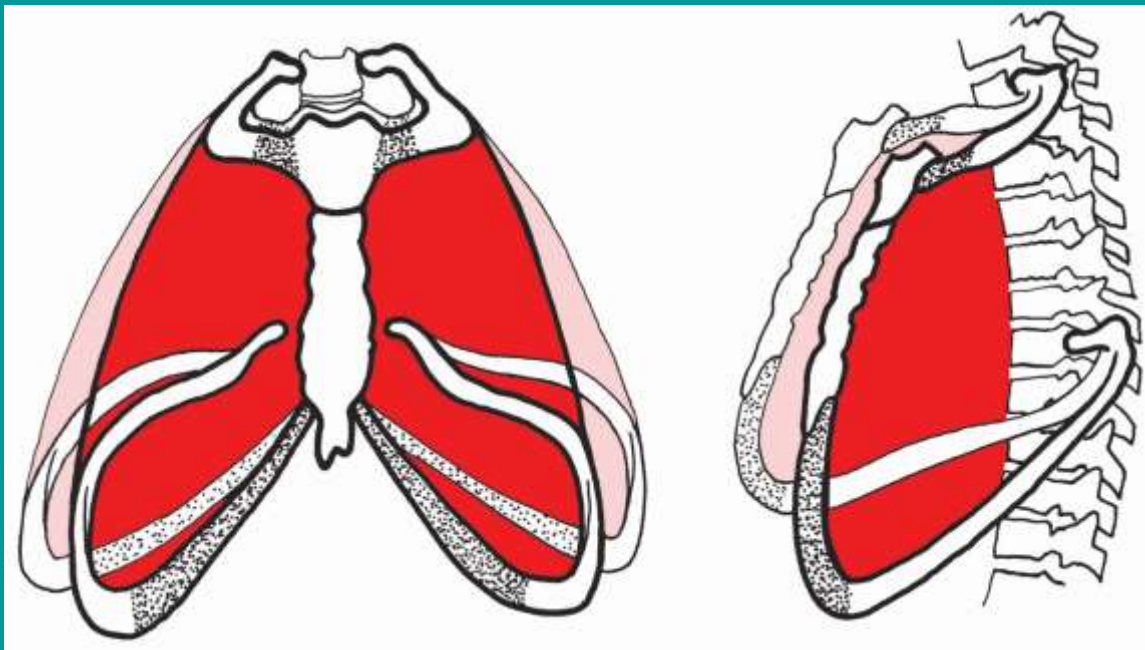
Plíce jsou elastické vaky uvnitř těla. Jsou párové. Vznikly z **laryngotracheové výchlípky entodermu faryngu**. Vstup ovládá **glottis**. Na tracheu navazuje **bronchiální strom**. V plicích proudí vzduchu **dvousměrné po jedné trase** – vdech a výdech, kdežto např. okolo žaber proudí voda plynule jedním směrem.

Výměna plynů probíhá pouze v **alveolech**. Část vzduchu, který se do alveolů nedostane a na výměně plynů se nepodílí představuje **mrtvý dýchací prostor (VD)**. Tvoří ho dýchací cesty až po terminální bronchioly. Má objem asi **150 ml**.

Výměna plynů je tím efektivnější, čím větší je **plocha** pro výměnu, čím menší je **vzdálenost**, na kterou musí molekuly difundovat a čím nižší je **resistence tkání k difuzi**.

Při kostálním dýchání, hrudník se rozšiřuje do stran a dopředu

Dýchací pohyby bránice



Dýchací pohyby a kinetika plic

Inspirační x expirační svaly

I: diaphragma, mm. intercostales externi, mm. scaleni

E: mm. intercostales interni, intimi, při klidném dýchání je expirace pasivní děj

abdominální x kostální x smíšené dýchání,
stabilizace hrudníku

elasticita plic, negativní tlak v pleurální dutině,

Klinická anatomie

perkuse, auskultace, rtg, CT, MRI, bronchoskopie,
pleurální punkce, pneumothorax

VT – objem jednoho klidného vdechu – 500 ml

IRV – inspirační rezervní objem – 3300 ml

ERV – expirační rezervní objem – 1200 ml

VC – vitální kapacita plic – 5000 ml

RV – reziduální objem – 1700 ml

TLC – totální kapacita plic ($VC+RV$) – 6700 ml

VD Mrtvý dýchací prostor – vzduch, který se nepodílí na výměně plynů - asi 150 ml

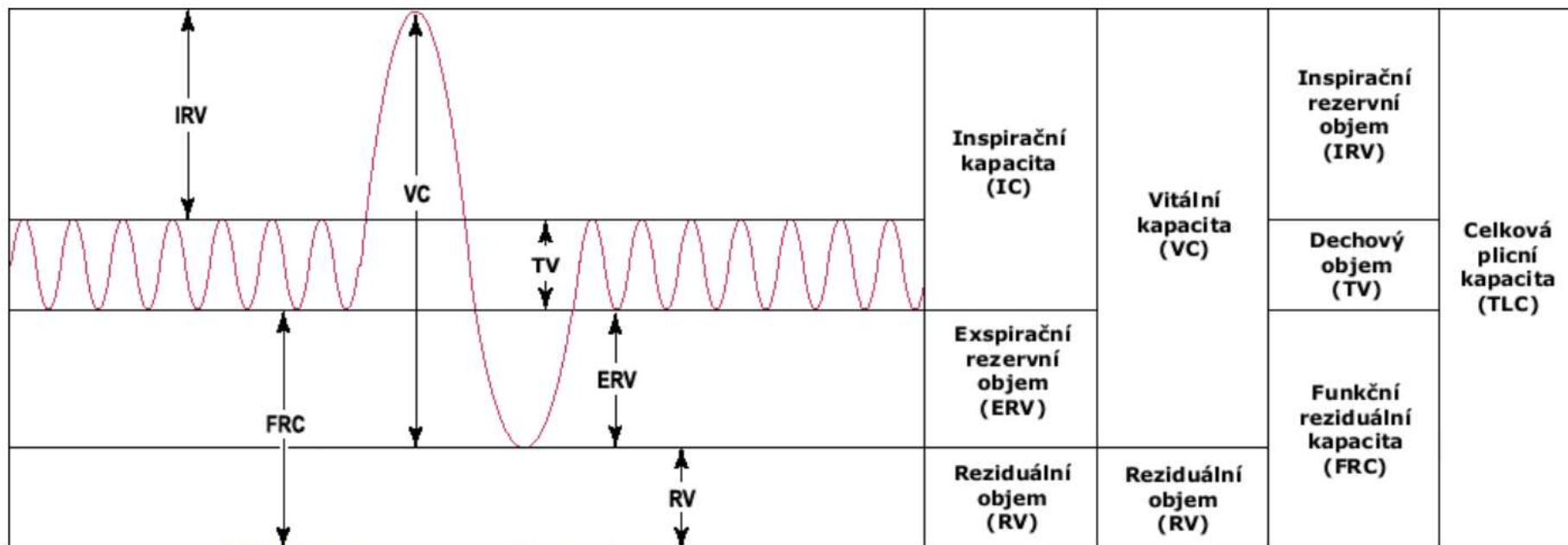
Soubor:LungVolume cs.png



Soubor

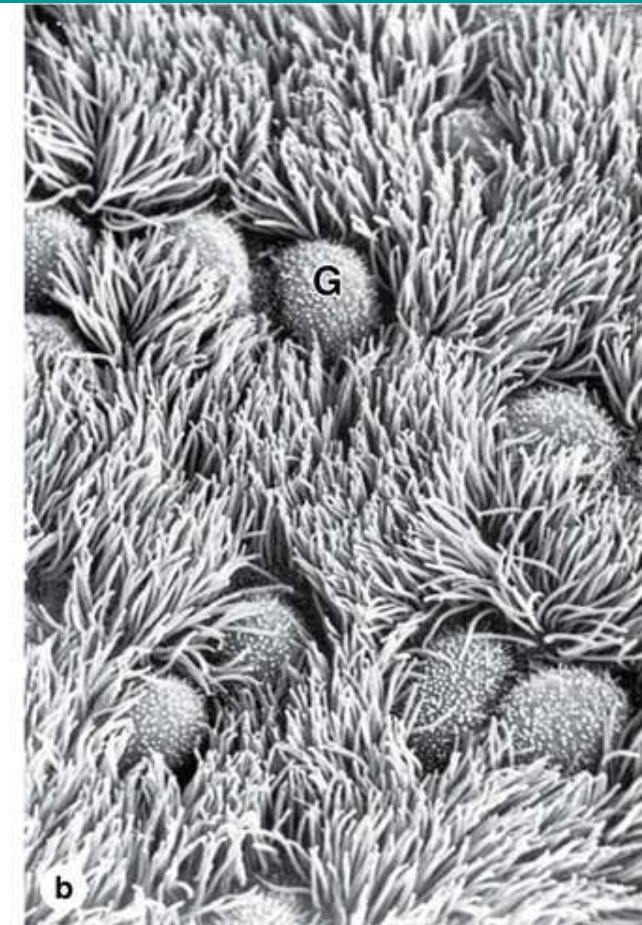
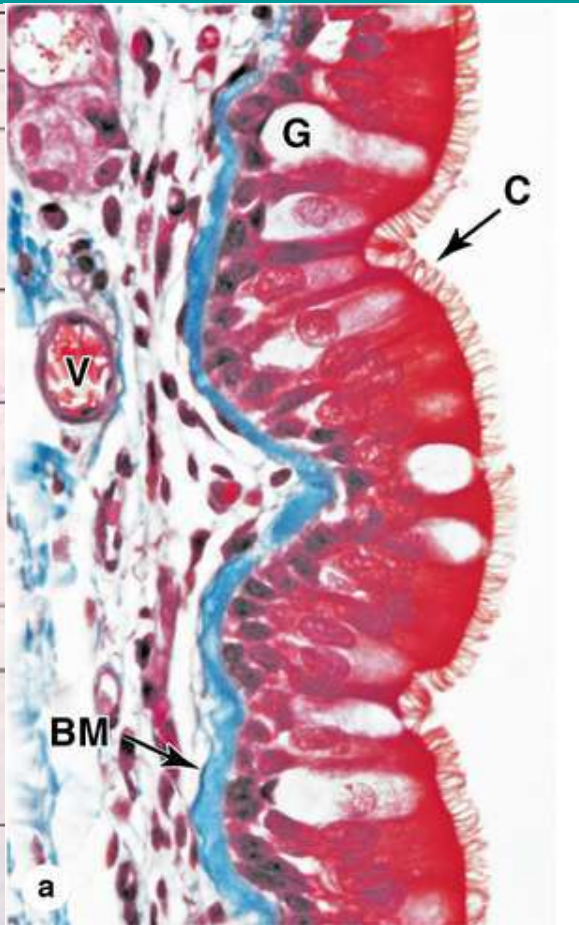
Historie souboru

Využití souboru



VT – objem jednoho klidného vdechu – 500 ml, IRV – inspirační rezervní objem – 3300 ml ERV – expirační rezervní objem – 1200 ml VC – vitální kapacita plic – 5000 ml RV – reziduální objem – 1700 ml TLC – totální kapacita plic ($VC+RV$) – 6700 ml VD Mrtvý dýchací protostor – vzduch, který se nepodílí na výměně plynů - asi 150 ml

Sliznice dýchacích cest



řasinkové buňky, pohárkové buňky

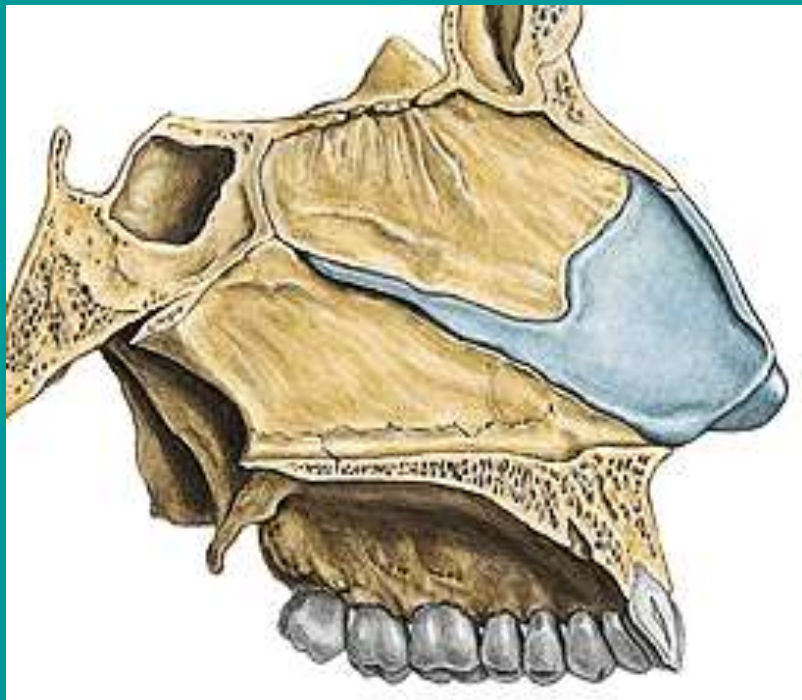
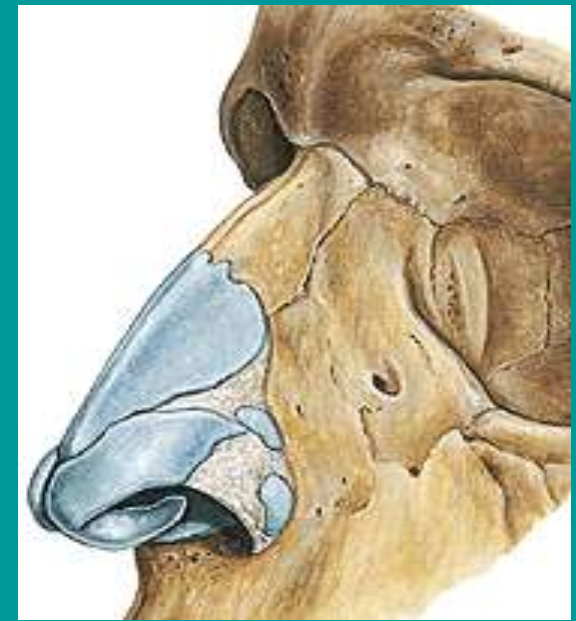
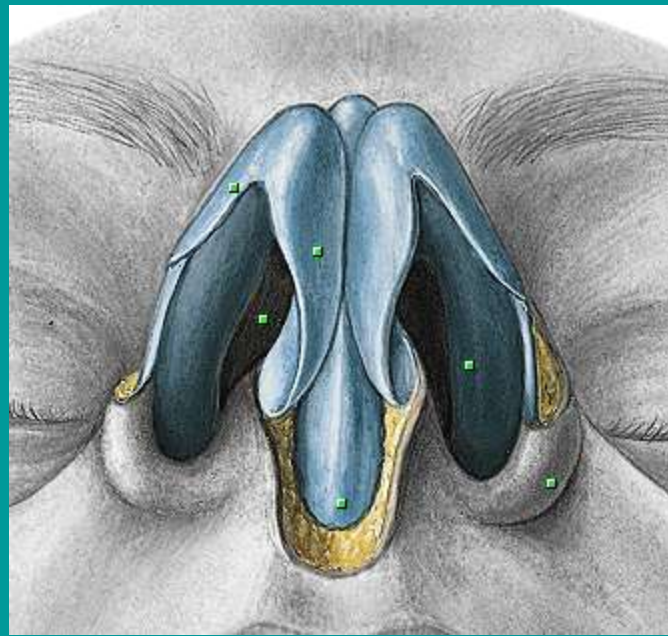
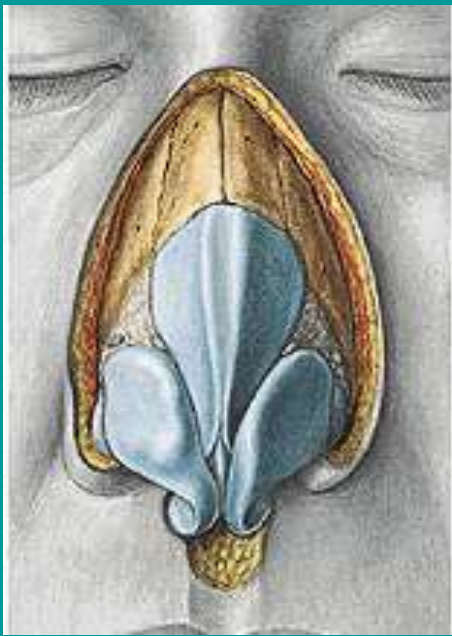
Take home message

Dýchací systém - respirační funkce, fonace, čich, stabilizace hrudníku,

biochemické funkce endothelu plicních kapilár

vomeronasální orgán – feromony?

NO produkovaný sliznicí vedlejších dutin nosní je aerokrinní hormon

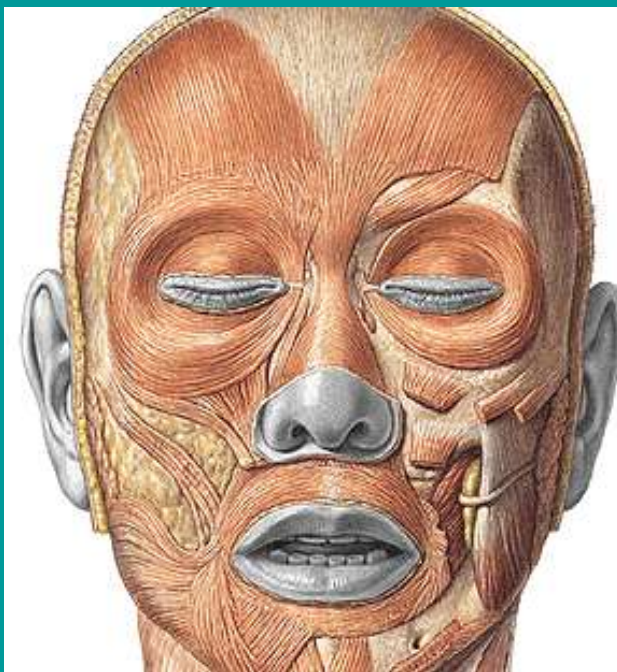


Nasus externus - radix, dorsum, apex, ala nasi

Cartilagines nasales:

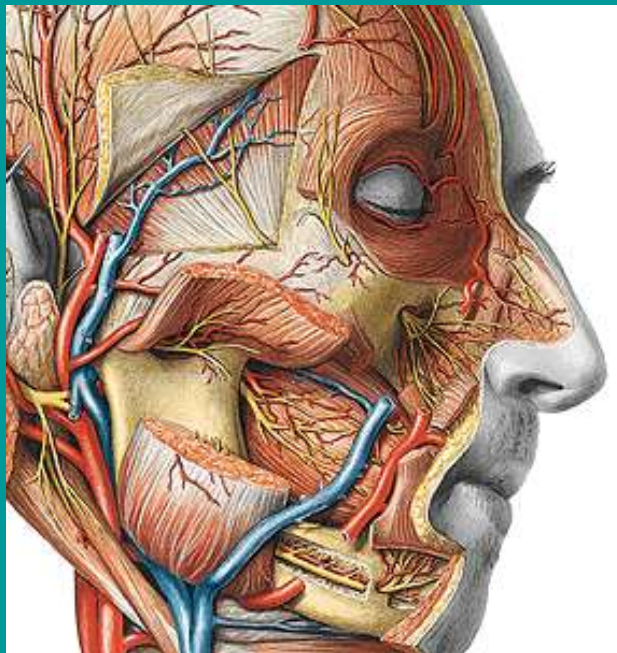
c. alaris major - crus laterale et mediale, c. alaris minor, c. septi nasi – processus lateralis, c. vomeronasalis

Septum nasi – pars ossea, membranacea, cartilaginea



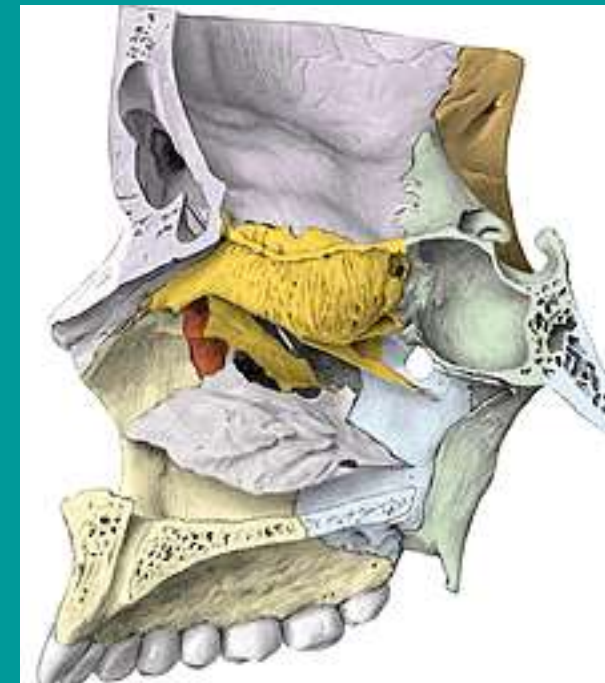
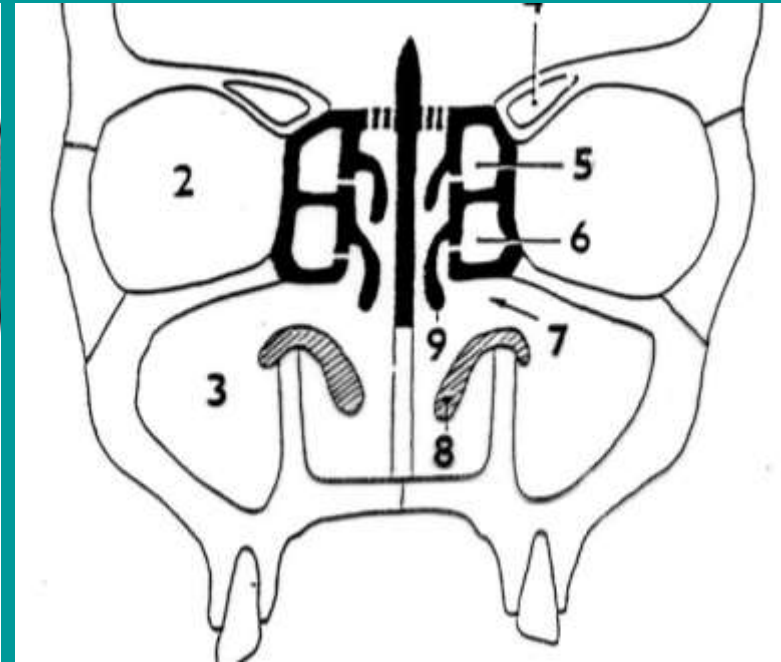
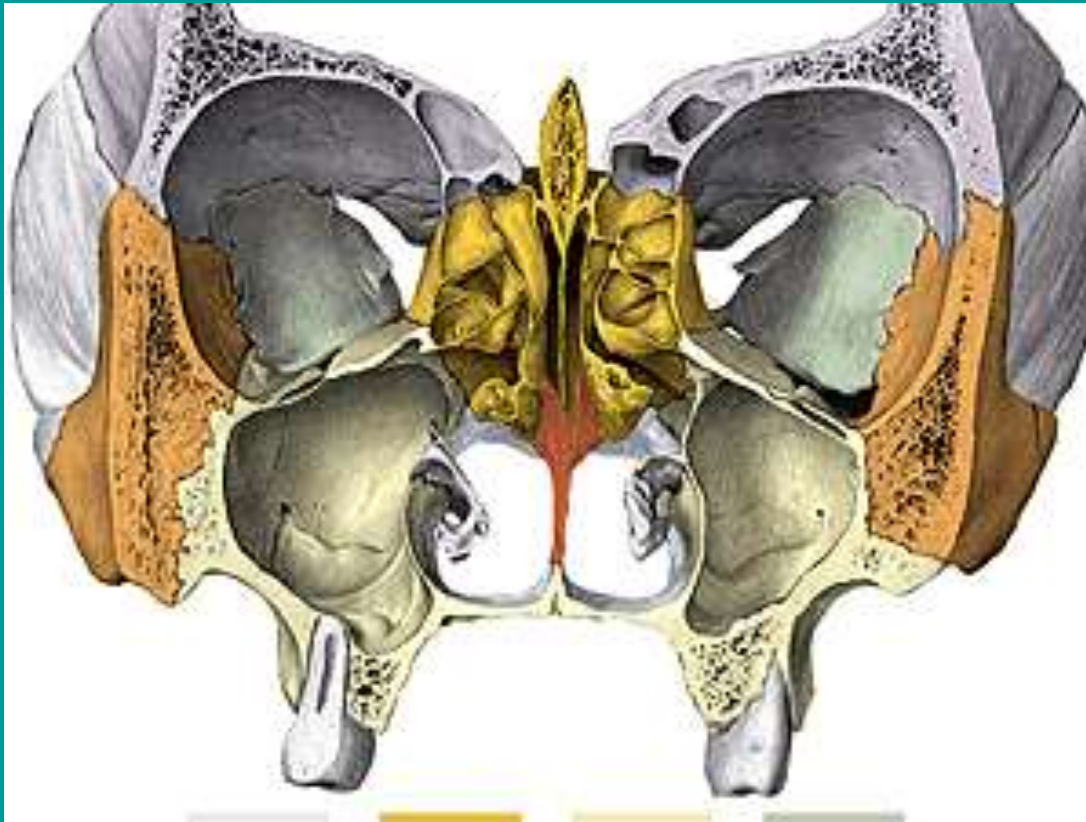
Svaly - m. nasalis,
m. levator labii superioris
alaeque nasi (VII)

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



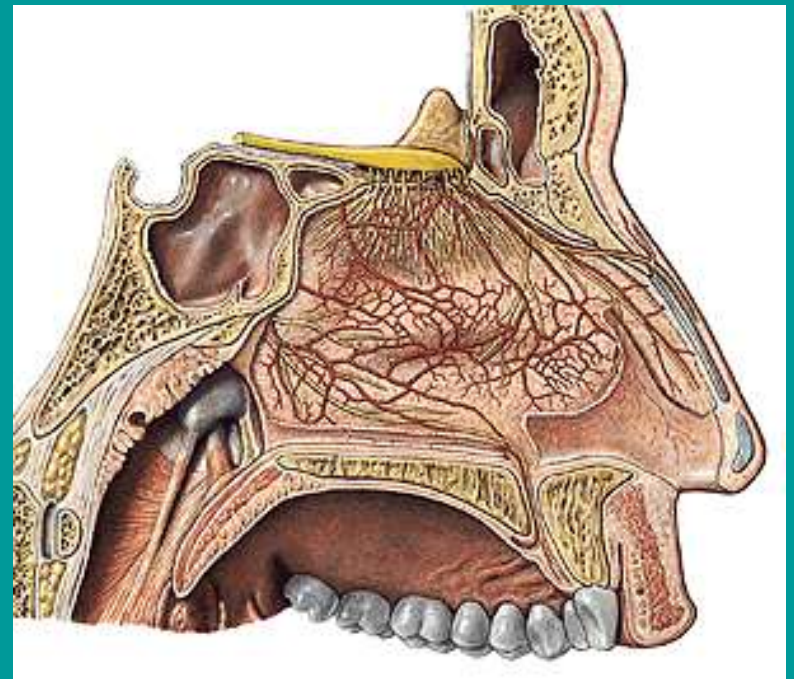
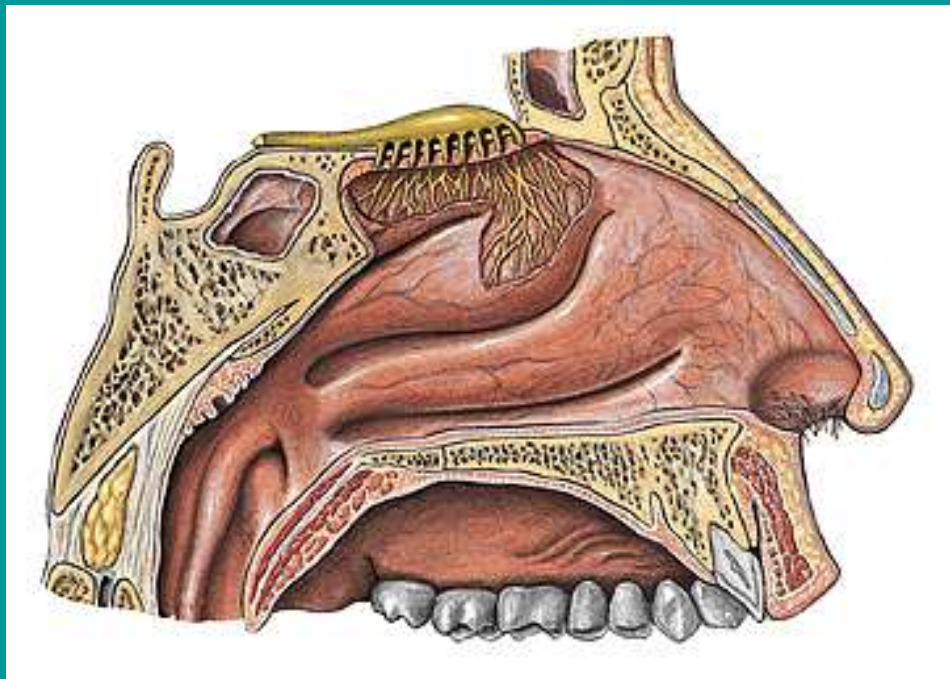
Lymfatika: nodi
submandibulares,

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



Cavitas nasi: skeletní podklad
 stěny, septum, conchae – superior, media,
 inferior, Meatus nasi - superior, medius,
 inferior, communis
 Sinus paranasales, ductus nasolacrimalis
 Syntopie nosní dutiny





Cavitas nasi : nares, choanae, vibrissae, vestibulum

Sliznice - pars olfactoria – čichový epithel,

pars respiratoria – řasinkový epithel, glandulae nasales

Arterie – větve a. ophthalmica, a. maxillaris, a. facialis,

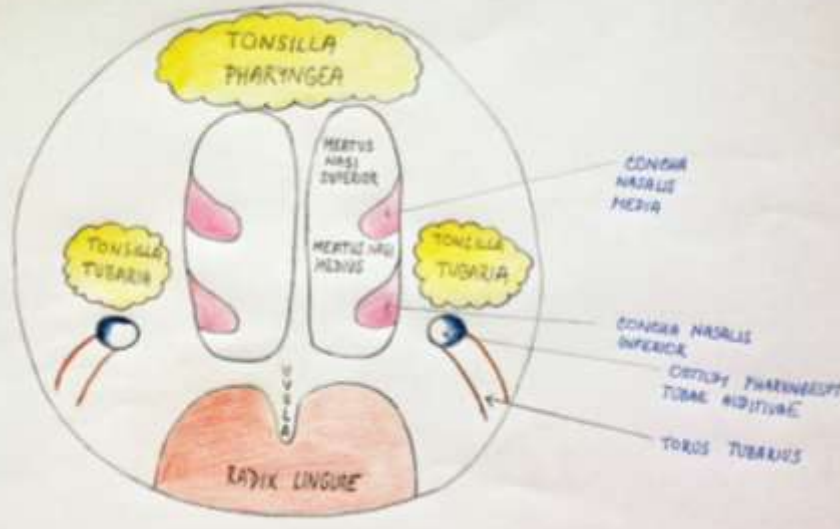
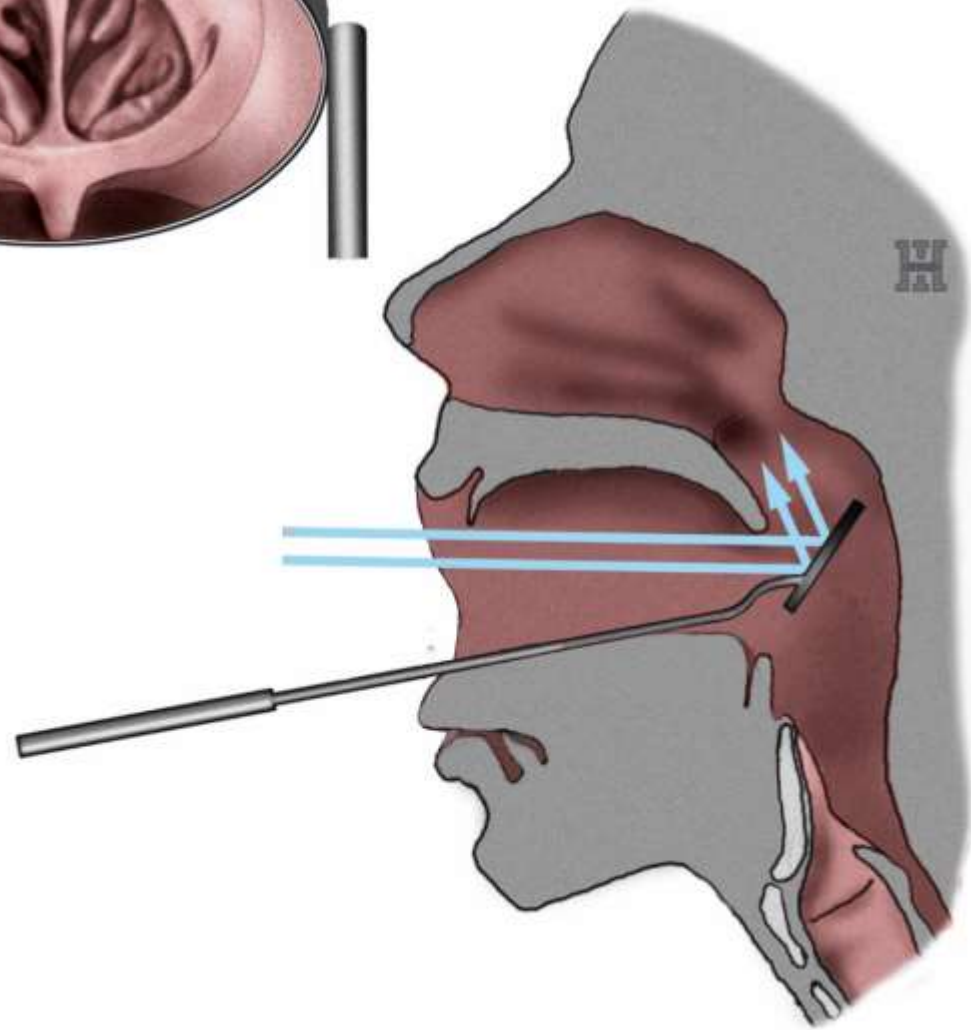
Vény - plexus pterygoideus, vv. ophthalmicae, v. facialis,

plexus cavernous conchae,

Lymfatika – nodi cervicales prof. + nodi retropharyngeales

Inervace: větve n. maxillaris, n. ophthalmicus,

n. olfactorius, parasympatikus (VII), krční sympatikus



zadní rhinoskopie

Sinus paranasales, vyústění

Sinus maxillaris - hiatus semilunaris

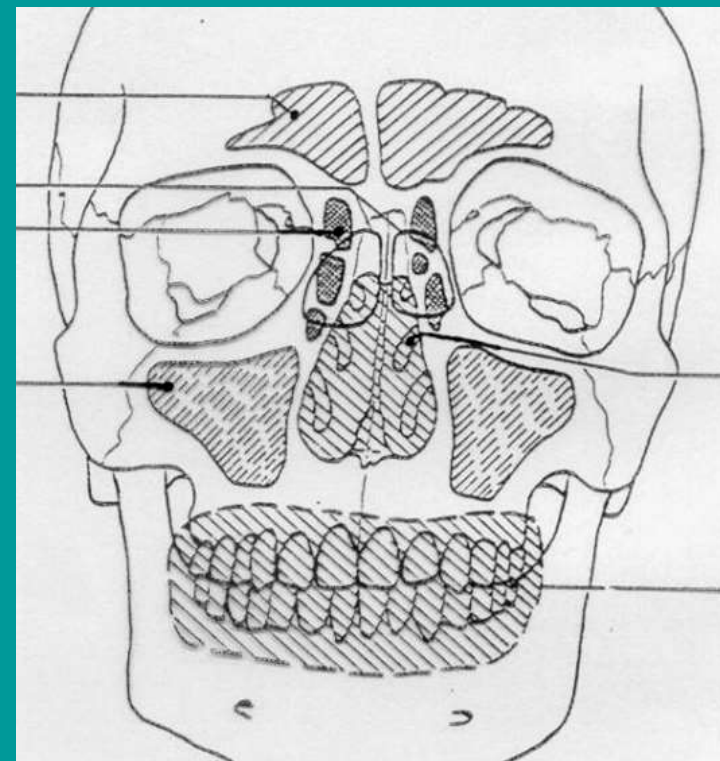
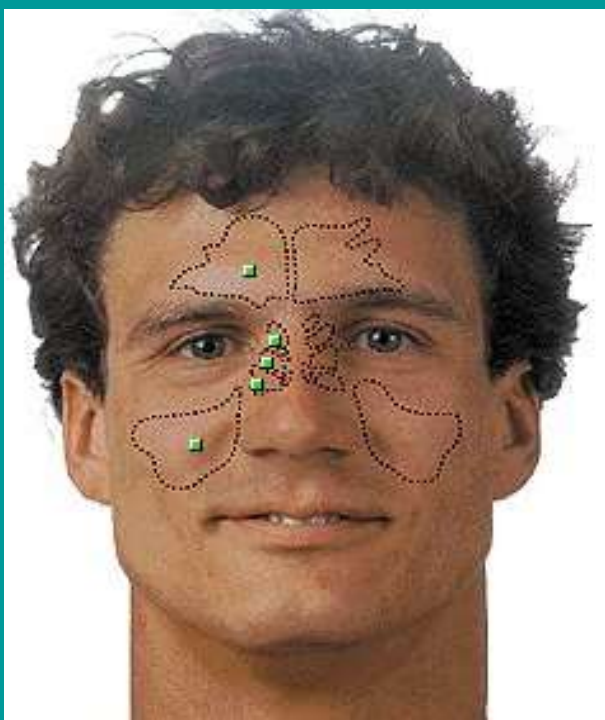
Sinus frontalis – ductus nasofrontalis,
infundibulum ethmoidale

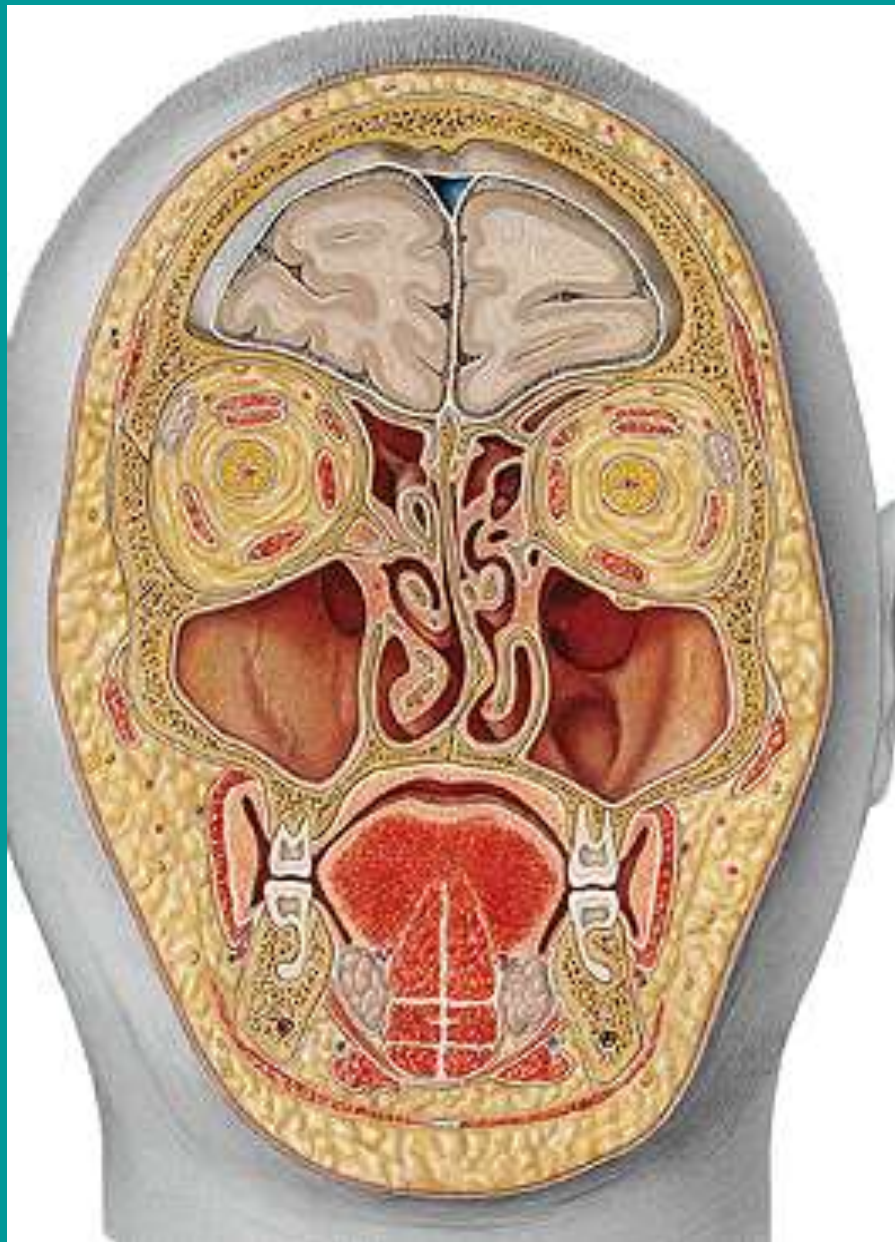
Cellulae ethmoidales – anteriores, mediae,
posteriores,

Sinus sphenoidalis

Projekce paranasálních dutin

Paranasální
dutiny zvětšují
plochu sliznice,
tvoří rezonanční
hlasový prostor,
zmenšují
hmotnost kostí,
produkuji NO

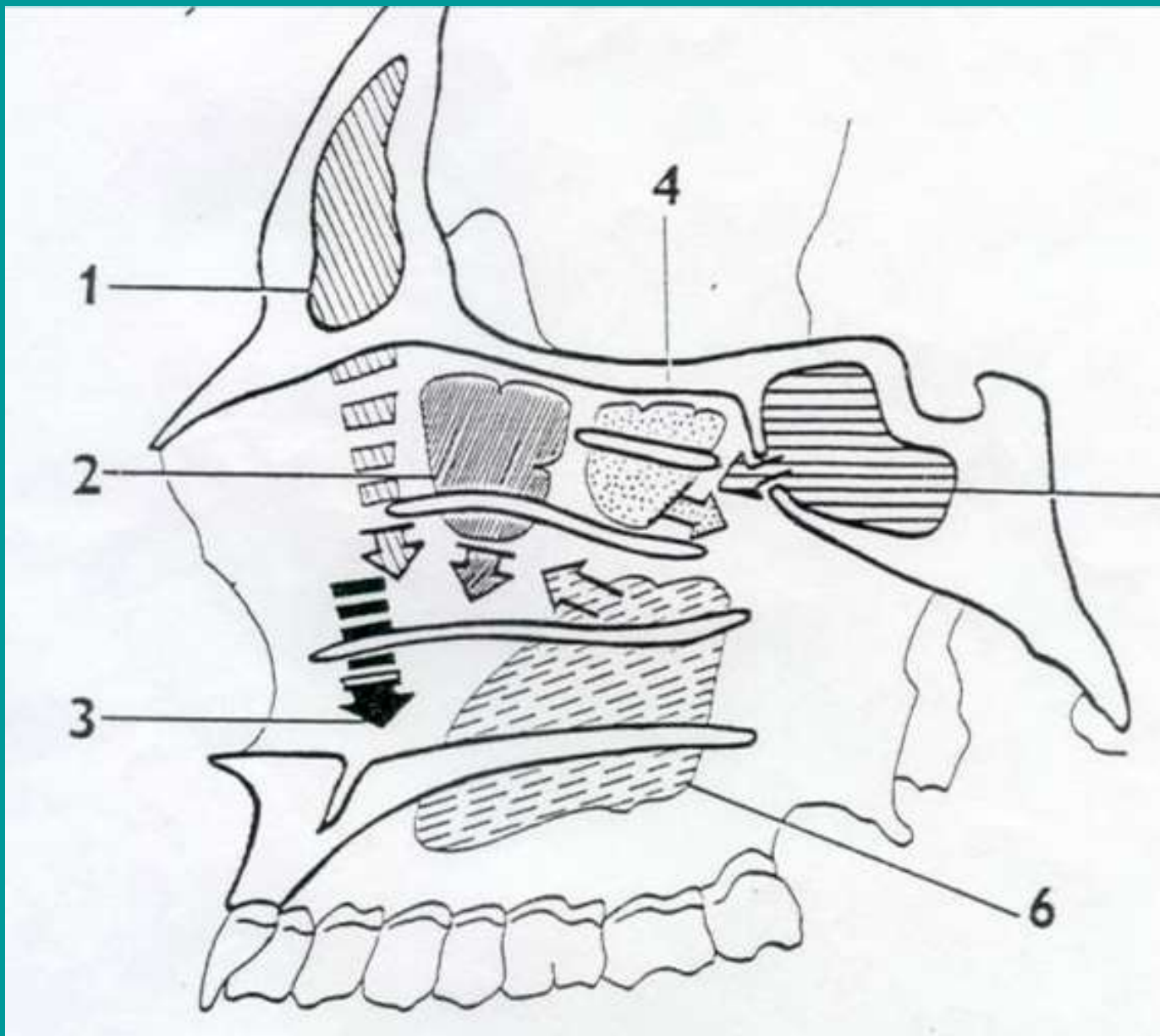




Nosní dutina a vedlejší dutiny nosní na frontálním řezu

Sinus frontalis, sinus maxillaris, sinus sphenoidalis





Vyústění sinus paranasales (a ductus nasolacrimalis) do nosních průchodů

Nitric Oxide and the Paranasal Sinuses

The discovery within the paranasal sinuses for the production of nitric oxide (NO) has altered the traditional explanations of sinus physiology. The discovery of NO gas production in the paranasal sinuses occurred in 1995. The impact that finding has had both in the basic science and clinical arenas. It was shown that healthy paranasal sinus epithelium expresses an inducible NO synthase that **continuously generates large amounts of NO**, a pluripotent gaseous messenger with **potent vasodilating, and antimicrobial activity**.

This NO can be measured noninvasively in nasally exhaled breath. The role of NO in the sinuses is likely to **enhance local host defense mechanisms** via **direct inhibition of pathogen growth and stimulation of mucociliary activity**. **NO gas from the nose and sinuses is inhaled with every breath and reaches the lungs in a more diluted form to enhance pulmonary oxygen uptake via local vasodilation.** **NO may be regarded as an “aerocrine” hormone.**

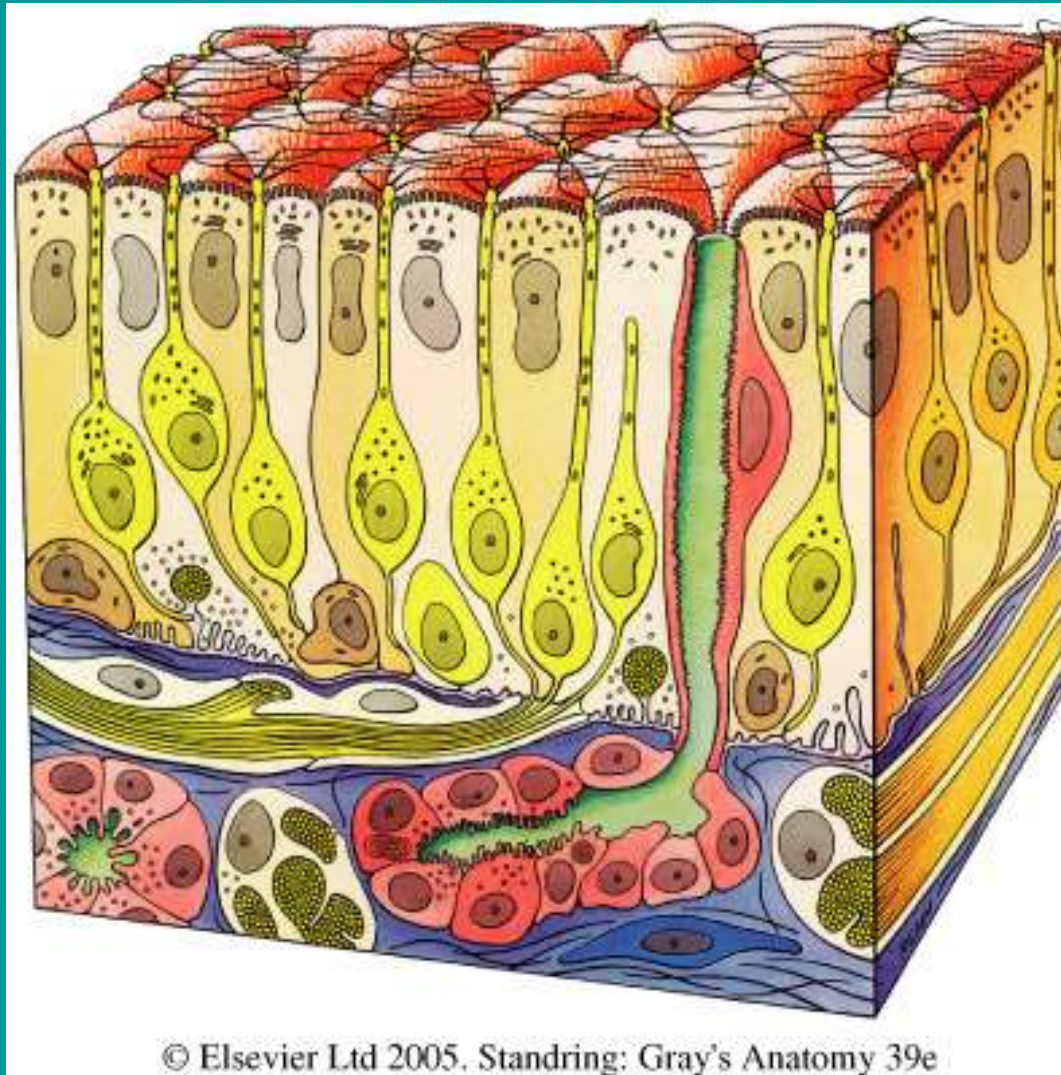
Faktory ovlivňující hladinu vydechovaného NO

Měření vydechovaného **oxidu dusnatého** je považováno za důležitý ukazatel probíhajícího zánětu u astmatu. Jeho největším přínosem je monitorace zánětu a hodnocení účinnosti probíhající terapie.

Zvýšení hodnoty může způsobit: virová infekce horních cest dýchacích, alergická rýma, dieta bohatá na dusičnany, aplikace bronchodilatancií před vyšetřením.



Organum olfactorium



čichový epithel: čichové receptorové buňky, podpůrné b.,
basální b., gl. olfactoriae

Organum olfactorium

Pars olfactoria nosní sliznice 5 cm²

10 milionů čichových receptorových buněk – bipolárních neuronů, které pocházející z čichové plakody. Na povrch sliznice vysílají dendrit, který končí 10 – 25 ciliemi (mikrovili). Je to vlastní dendritická zona, v ciliích jsou uloženy čichové receptory, cilie jsou zanořeny do hlenu, který zachycuje pachové látky. Ty se vážou na vazebný protein tvořený v gl. olfactoriae. Axony tvoří svazečky, fila olfactoria, jejichž soubor je čichový nerv. Ten končí na dendritech mitrálních buněk v bulbus olfactorius. Axony mitrálních buněk tvoří tractus olfactorius a ten končí v primární čichové kůře, area 28, 52 a v amygdale. Z ní pak jdou další projekce do hippokampu a do hypothalamu. Navazující projekce jdou přes thalamus do neokortikální orbitofrontální kůry. Bylo identifikováno 400 funkčních genů pro čichové receptory, každý olfaktorický neuron má jen jeden typ receptoru.

Paralelní strukturou k čichovému epithelu v regio olfactoria je chemorecepční vomeronasální (Jacobsenův) orgán (VNO)

Organum vomersonasale (Jacobsonův orgán)

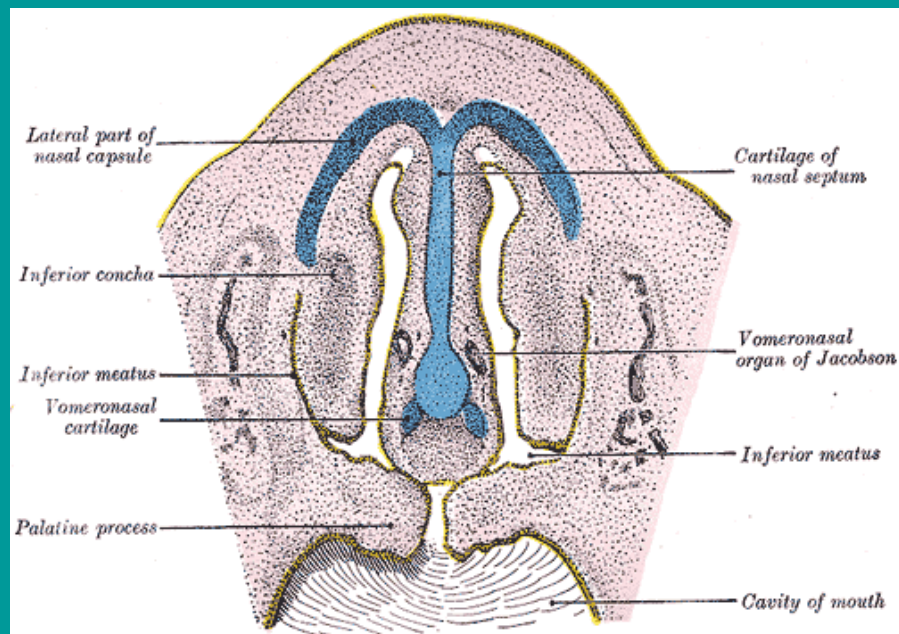
Byl studován zejména na zvířecích modelech a teprve nověji jsou k dispozici údaje, které ukazují, že VNO u člověka ve značném rozsahu persistuje, a že chemorecepční buňky ve VNO mají u člověka odobnou funkci jako u ostatních obratlovců: deteguje feromony a dodává do CNS signály, které ovlivňují sociální a reprodukční chování.



Embryonální myš
anti-c-myc Ab, základ
VNO modře (2005)

Jacobsonův orgán čili organum vomersonasale

tvoří párová trubička, která probíhá podél septum nasí. U dospělého člověka je až 10 mm dlouhá a otevírá se do vestibulum nasi asi 2 cm od nozder. Její ústí je cca 1 mm široké a je patrné u 95 % jedinců. Epithel obsahuje chemorecepční buňky a mezi nimi tenká nervová vlákna. U některých obratlovců jsou chemorecepční buňky VNO dosažitelné z ústní dutiny přes *foramen incisivum*.



Kanálek je vystlán epitelem, který obsahuje velké množství čichových receptorů. Na ně navazuje svazek nervových vláken, která tvoří *n. terminalis* a ten vstupuje do lebeční dutiny přes *lamina cribrosa*. VNO je u plazů hlavní orgán čichu.

N. Terminalis se podle prvních studií zanořuje do lamina terminalis hypothalamu (Vilensky, 2014), a proto byl nazván n. terminalis.

Často je označován jako **nultý hlavový nerv**. Jiná pozorování popisují *n. vomeronasalis*, nebo *n. vomeronasalis-terminalis* – VTN (Monti-Bloch et al., 1998), jako společný aferentní nerv z VNO a nosní sliznice.

O projekci aferentních vláken n. terminalis nejsou pro člověka a primáty k dispozici morfologické nálezy.

Experimentální studie prováděné u dobrovolníků, však ukázaly receptorové potenciály na electrovomeroqramu po stimulaci VNO. Na ně navazovalo ovlivnění vegetativního nervového systému. Funkční magnetická resonance ukázala při stimulaci VNO aktivaci hypothalamu, amygdaly a struktur limbického systému.

Feromony u člověka? Jejich detegování? N. terminalis?

..ich rieche Menschenfleisch.

*J. @ W. Grimm: Die sieben Raben
(1816- 1818)*

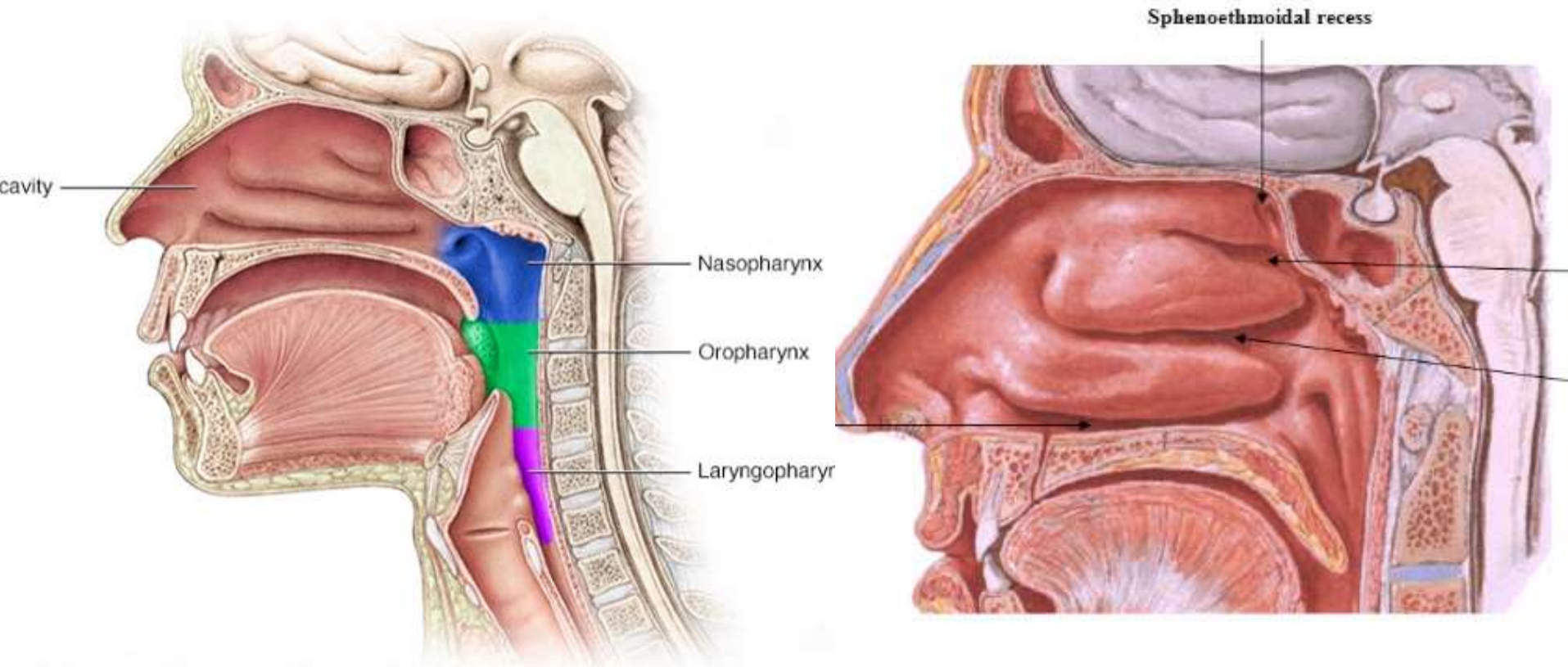


..čichám, čichám člověčinu, koho tady babo máš ?

B. Němcová (1845 - 1847)

Dutina nosní a nasopharynx

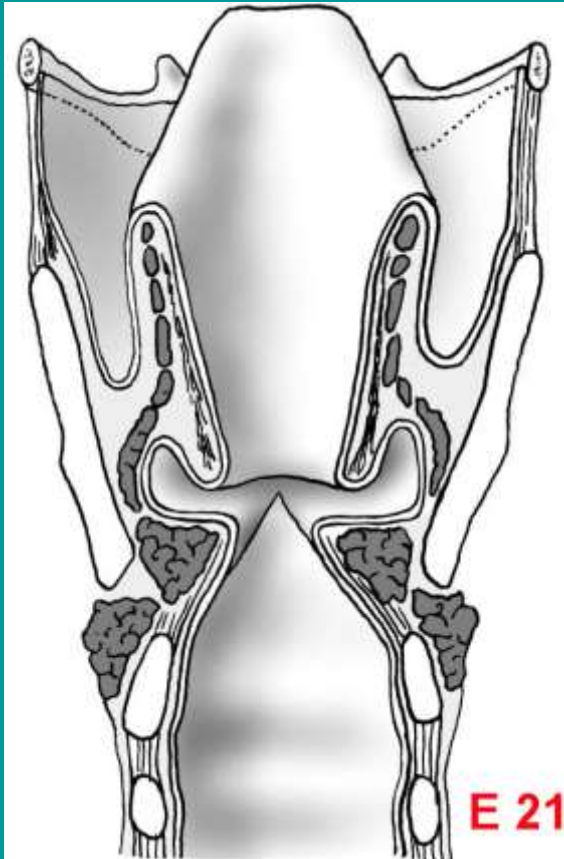
ostium pharyngeum tubae auditive, tonsilla pharyngealis,
tonsilla tubaria



LARYNX

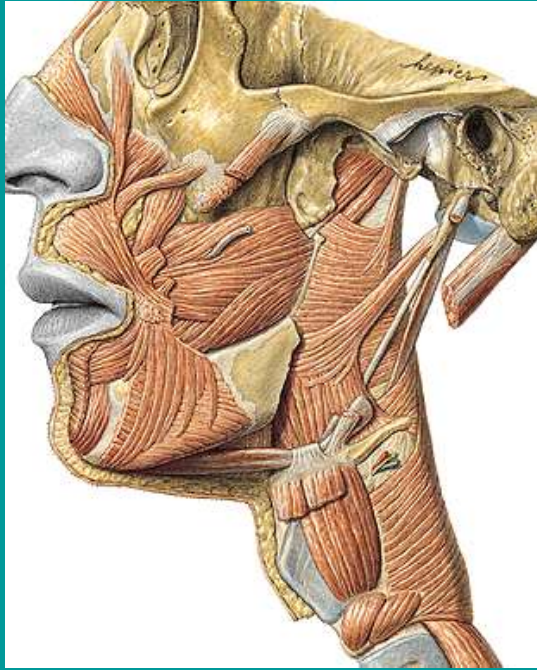
uzávěr dýchacích cest, fonační orgán

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



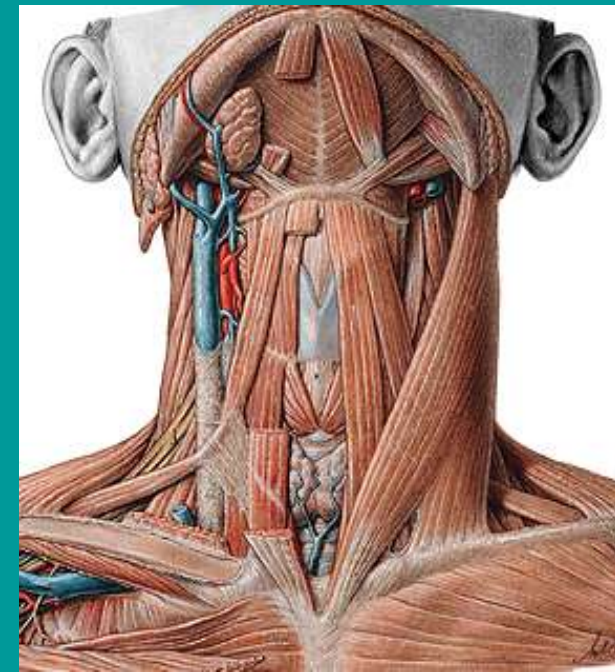
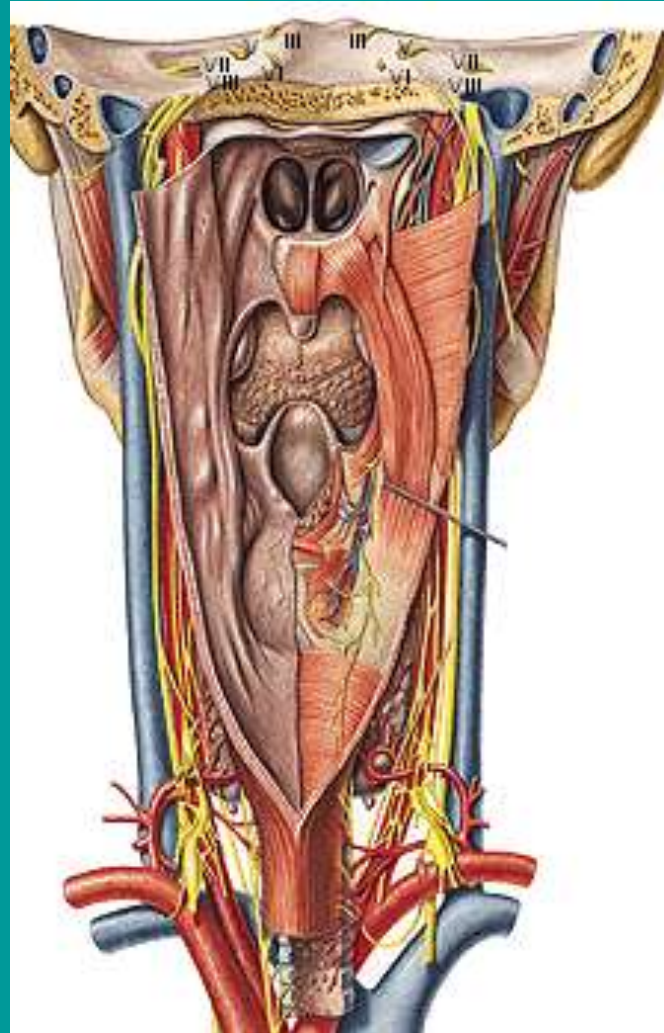
Tunica mucosa
víceřadý cylindrický
epithel s řasinkami,
gl. laryngeales,
lymfatické uzlíky,

mnohovrstvený
dlaždicový
nekeratinizovaný
epithel na plica
vocalis



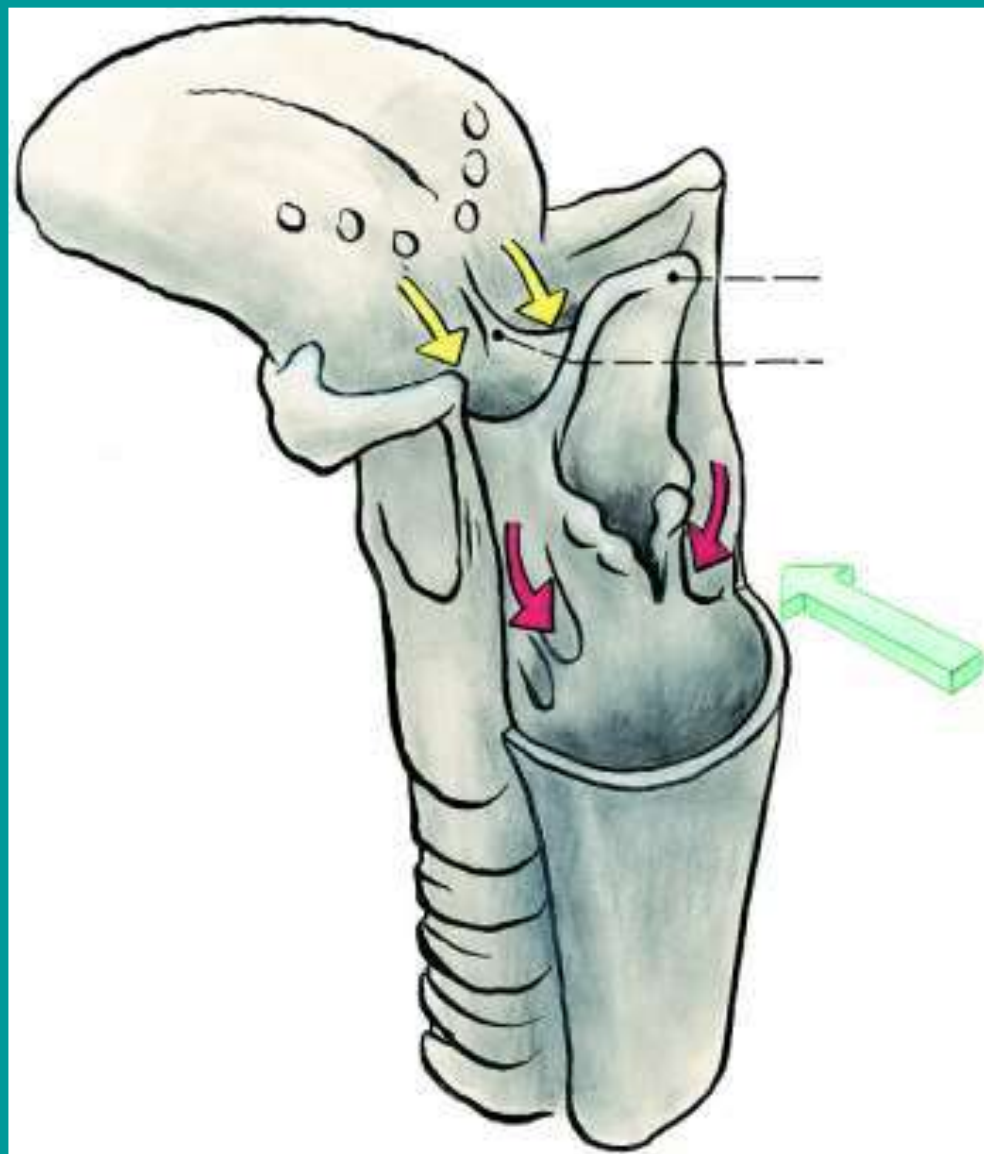
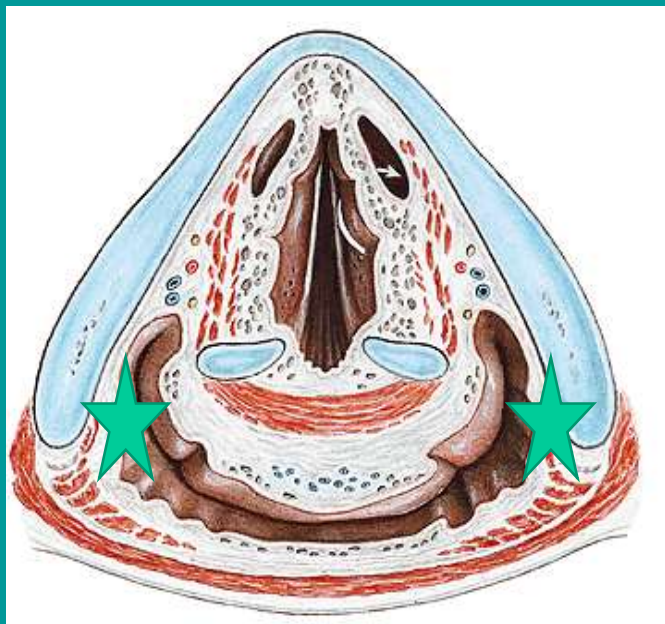
pharynx
larynx

Pharynx - choanae,
isthmus faucium,
aditus laryngis

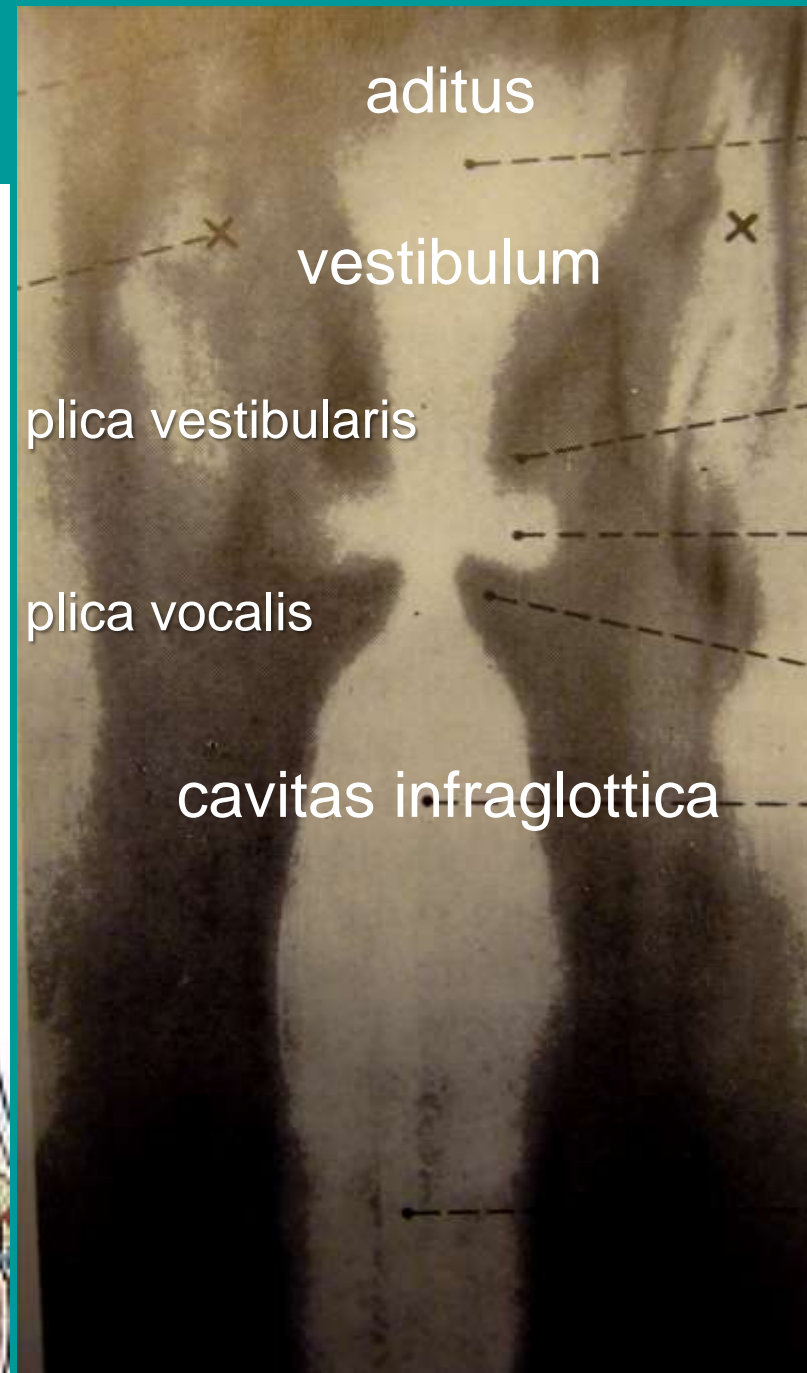
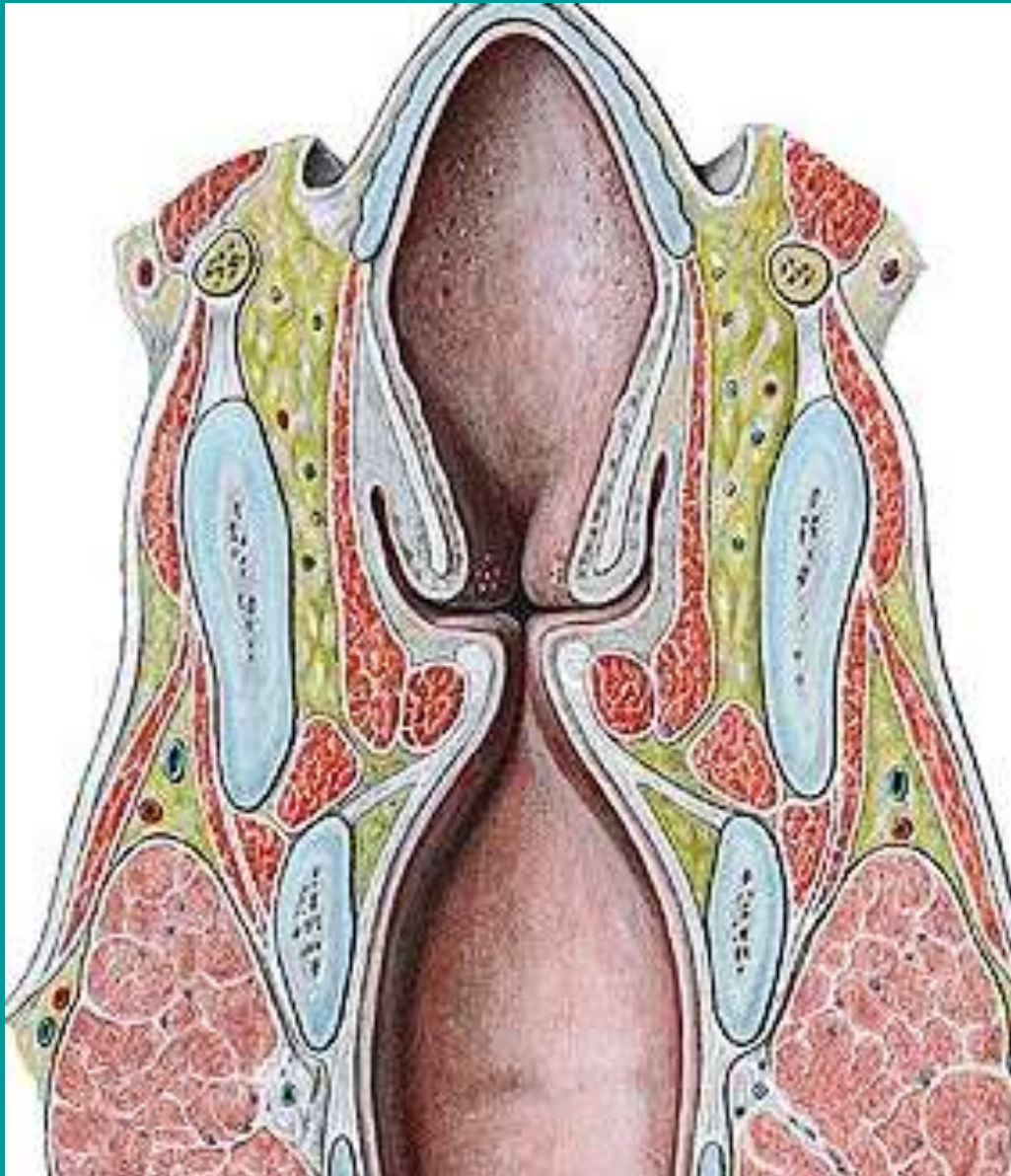


prominentia
laryngea

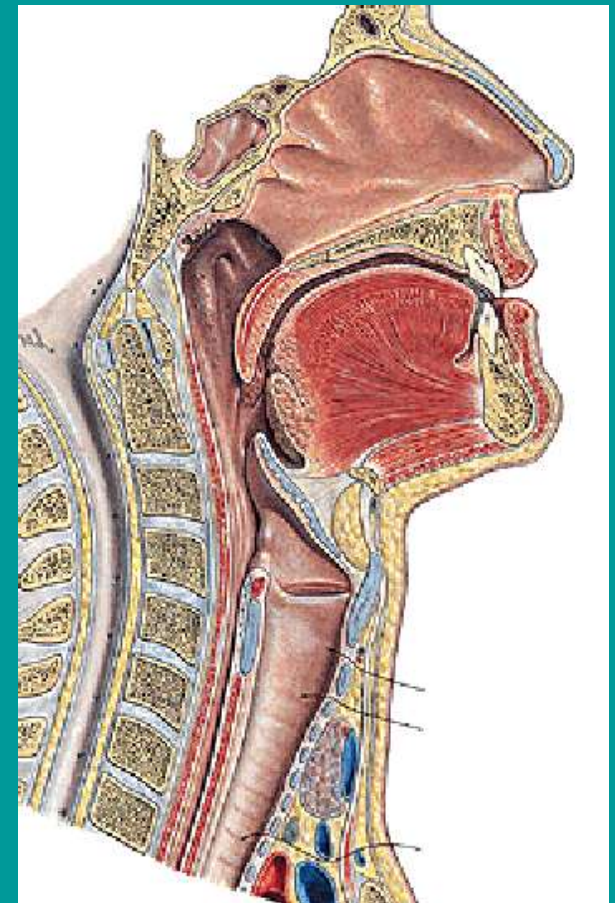
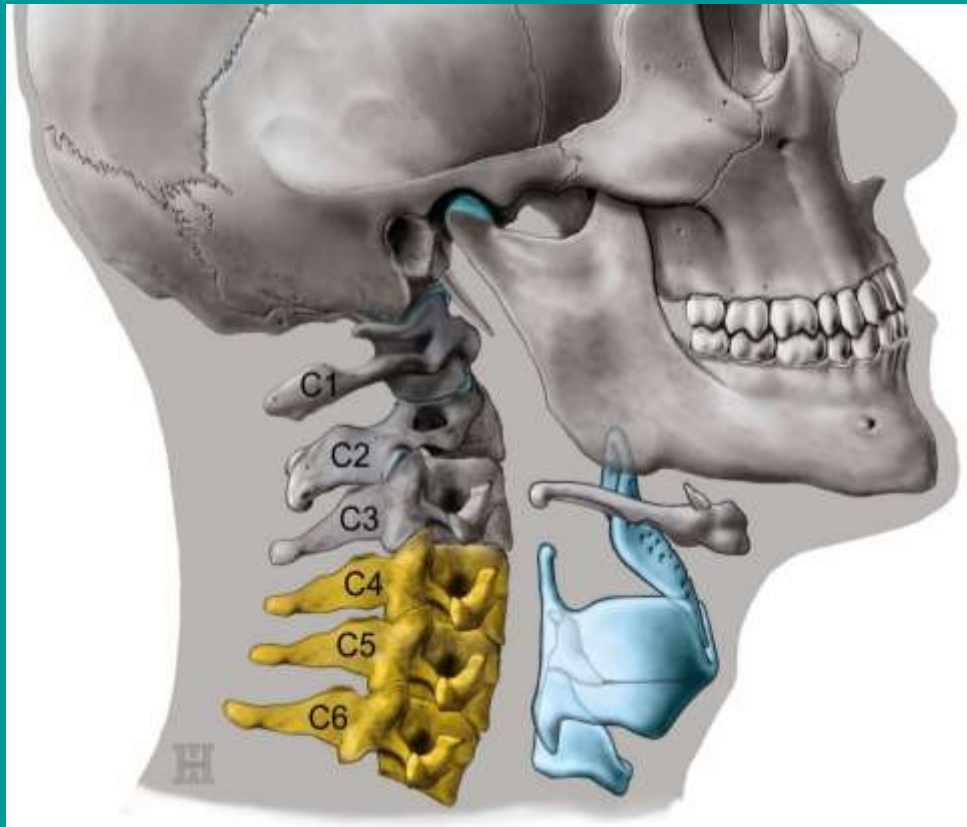
Recessus piriformis pharyngis (červené šipky, hvězdičky) umožňuje při vyšší poloze laryngu současné polykání i dýchání



Dutiny laryngu – aditus, vestibulum, ventriculus, cavitas infraglottica



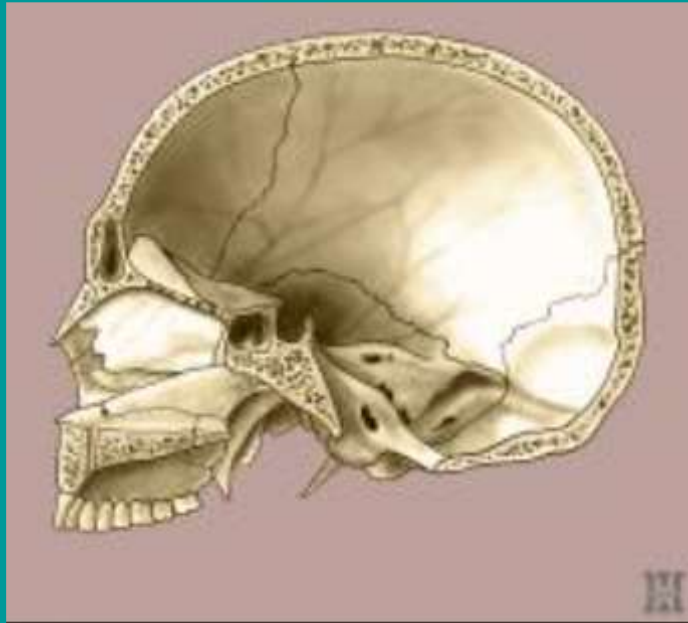
Skeletotopická projekce laryngu, jeho poloha



Poloha laryngu: C4 – C5 v dospělosti,
u novorozence C3 – C4

Kyfosa baze lebeční - úhlovité zalomení za přední jámou v místě sella turcica, je pro člověka typické.

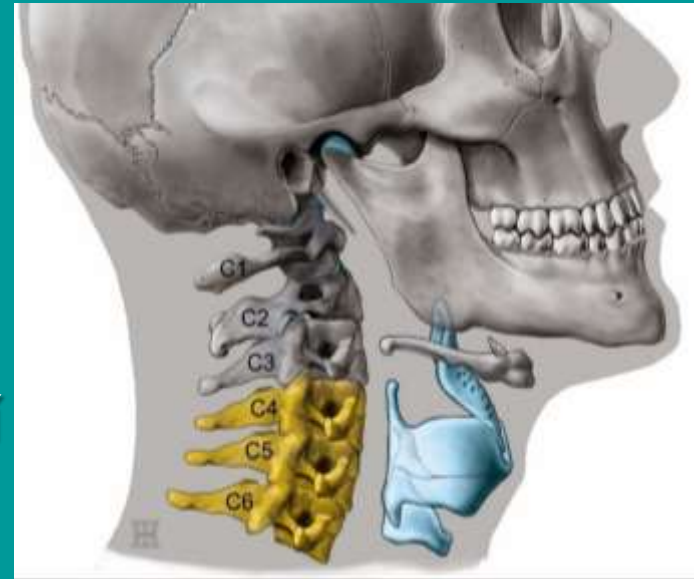
Celé splachnokranium leží díky kyfose pod bazí lebeční na rozdíl od lebky např. čtyřnohého savce, kde leží splachnokranium zcela vpředu.



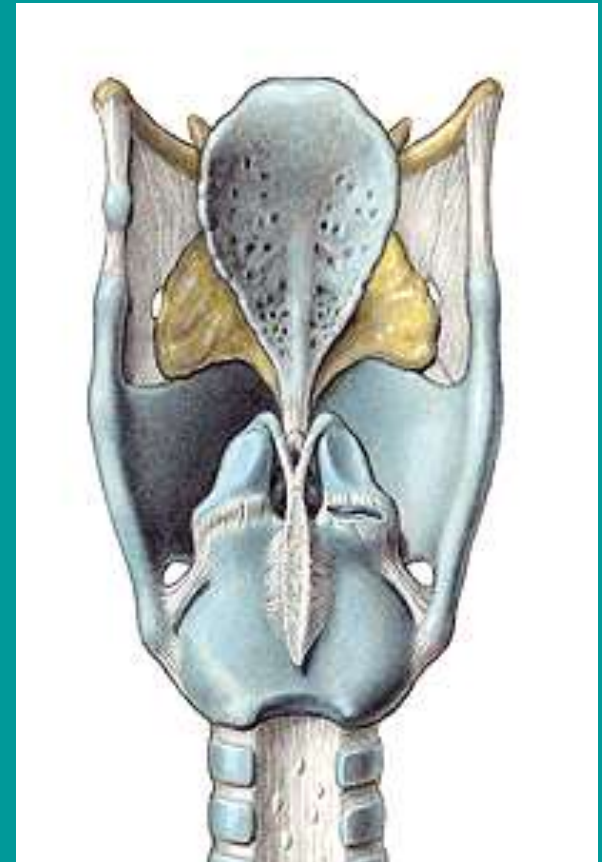
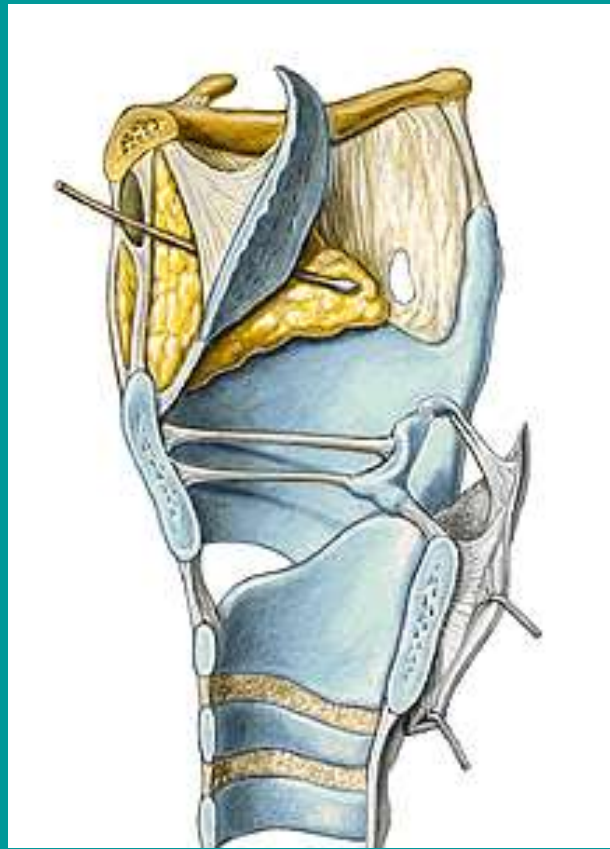
Kyfosa způsobila, aby **larynx sestoupil až na krk (C4 – C6),**

(u ovorozence leží ve výši C3-C4).

Nad laryngem tím vznikl prostor rezonančních dutin, který je nazýván **vokální trakt** (dutina nosní, dutina ústní, dutina hltanová). V něm dochází k finální úpravě zvuku. Jeho velikost a tvar je modifikován mluvidly (rty, jazyk, měkké patro a čelisti se zuby, svaly stěny faryngu). Každé hlásce odpovídá určitá konfiguraci vokálního traktu.



Zčásti podle Laitman et al. Am J. Anat 152: 467, 1978



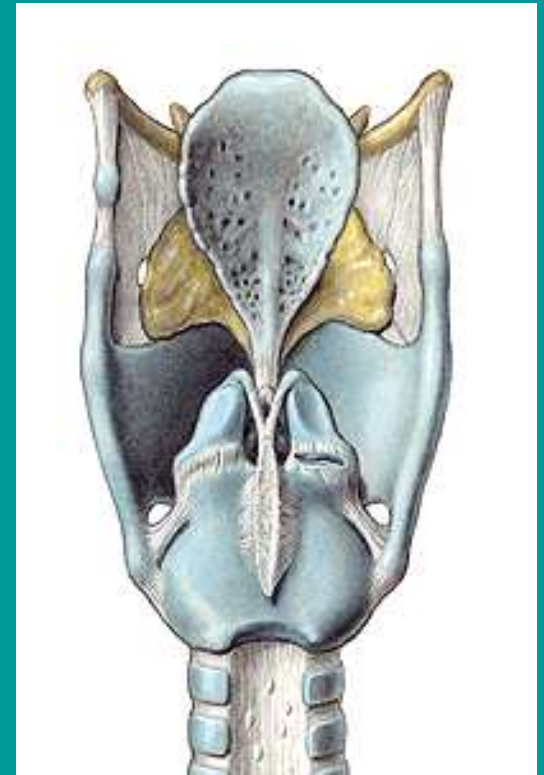
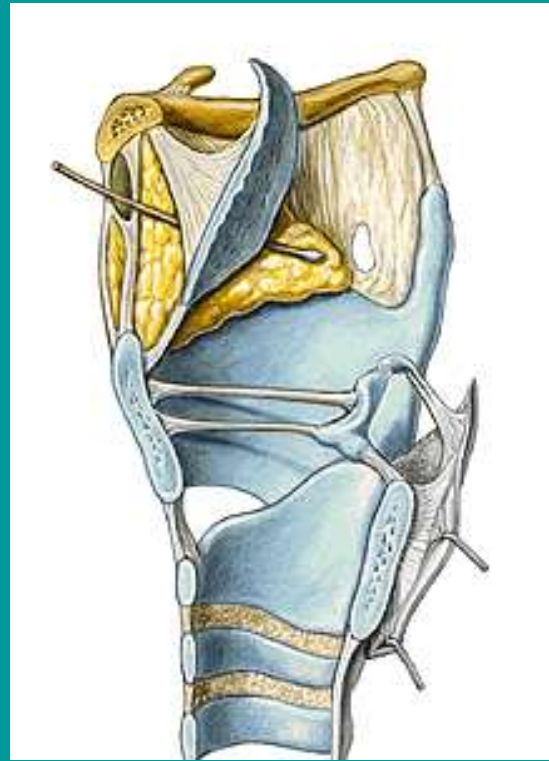
Cartilagine laryngis

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, proc. muscularis, vocalis

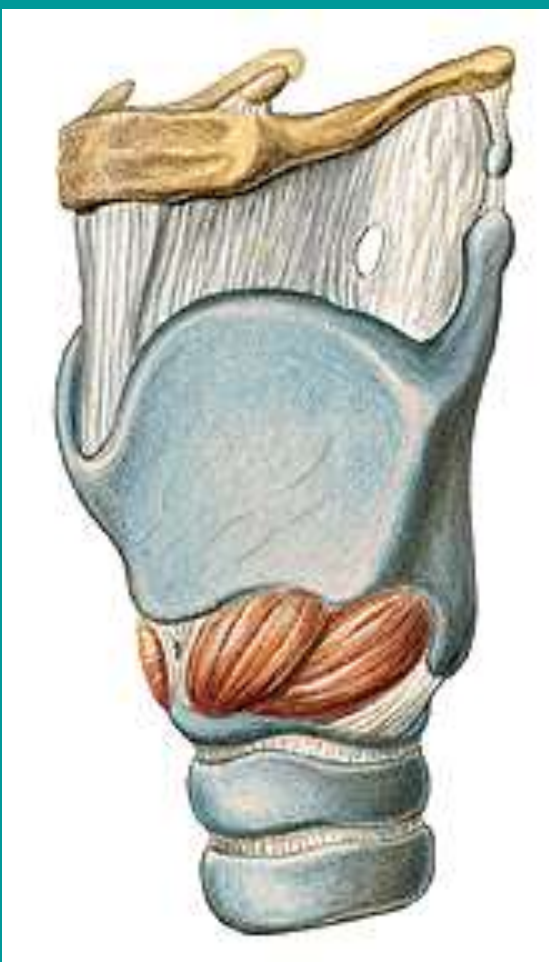
Epiglottis, Cartilagine cuneiformes, corniculatea, triticea



Ligamenta a membrány

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

Articulationes laryngis: cricoarytenoidea, cricothyroidea

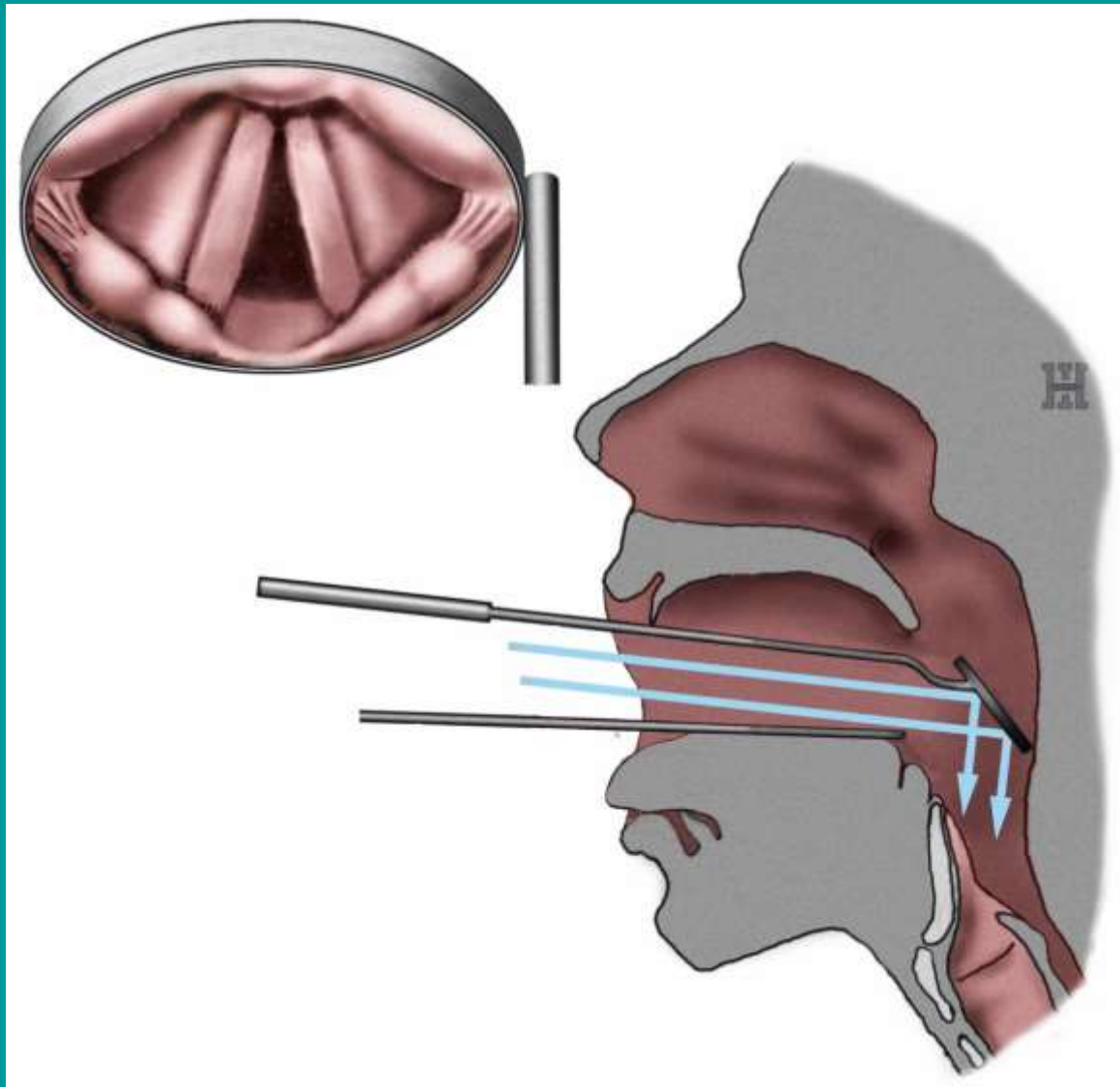


Mm. laryngis

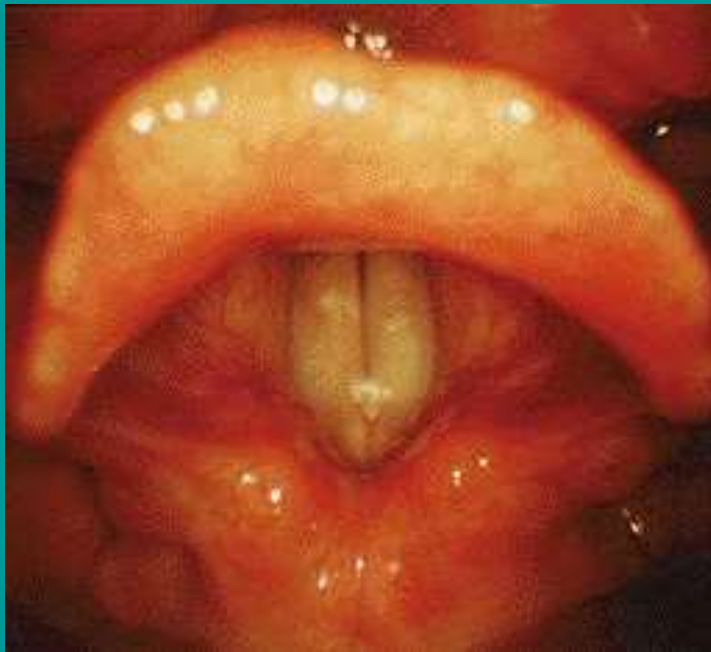
Ventrální skupina: m. cricothyroideus- pars recta, p. obliqua

Laterální skupina: m. cricoarytenoideus lateralis, m. thyroarytenoideus, m. vocalis, m. thyroepiglotticus

Dorzální skupina: m. cricoarytenoideus posterior, m. arytenoideus- pars transversa, p. obliqua, m. aryepiglotticus



laryngoskopie



fonace

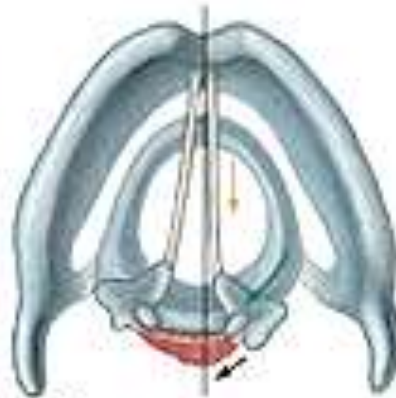


respirace

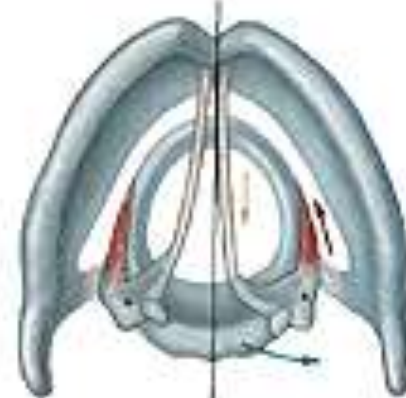
laryngoskopie



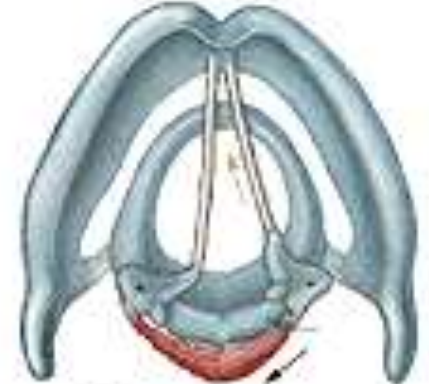
a



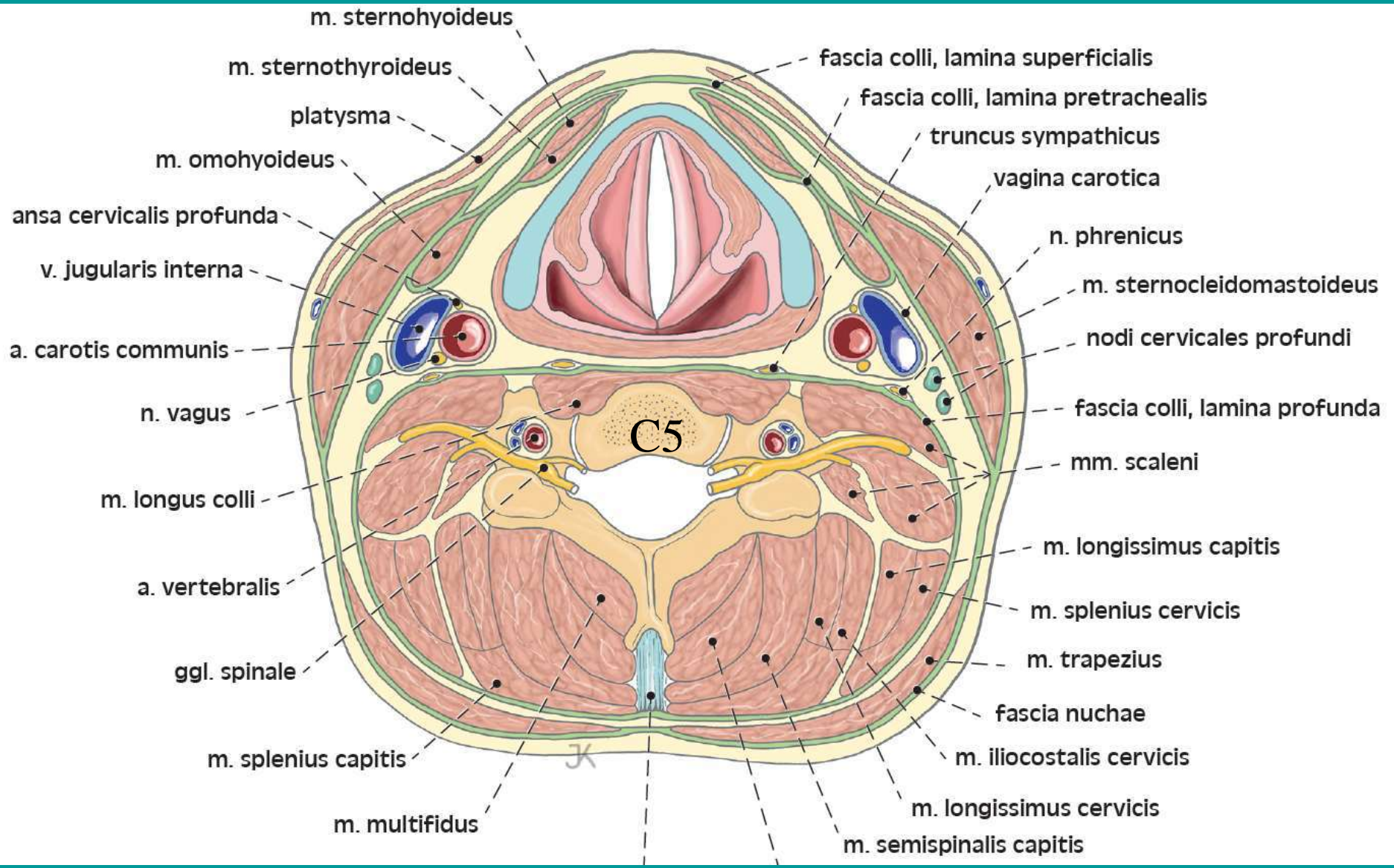
b



c

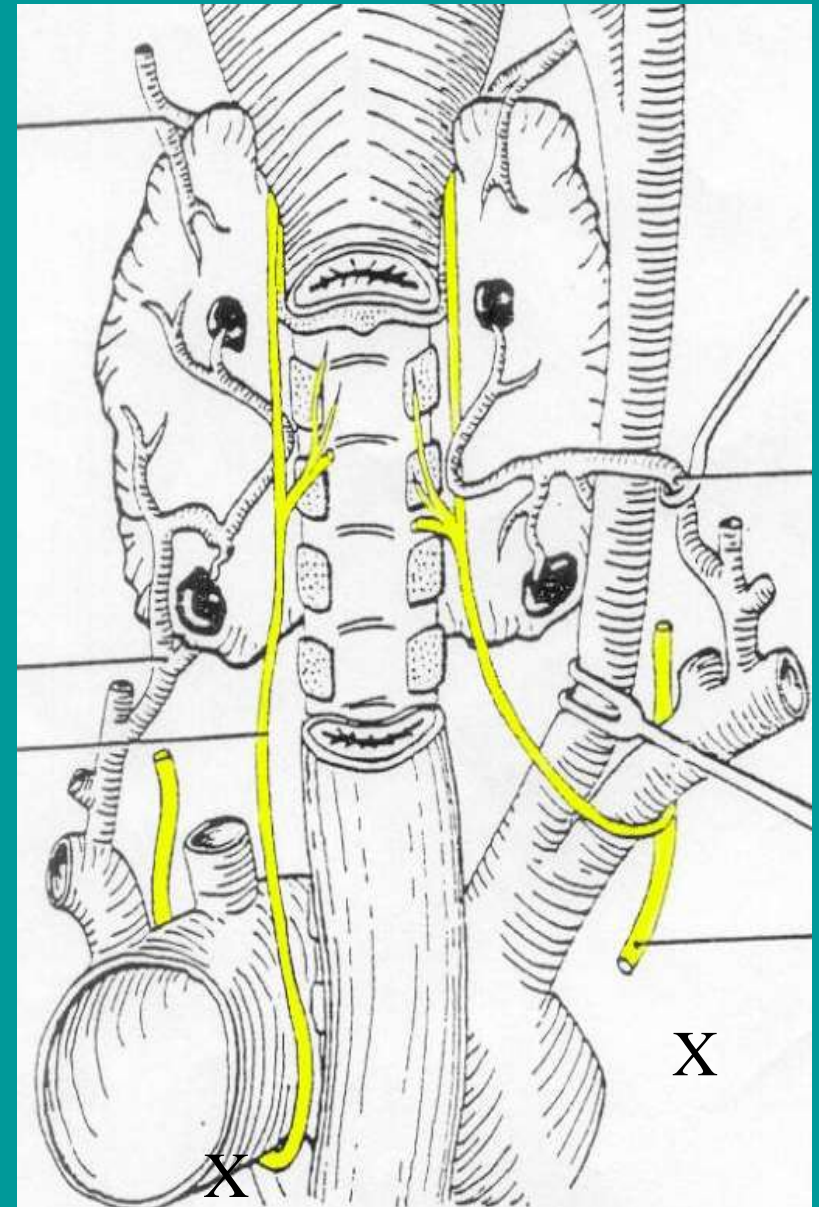
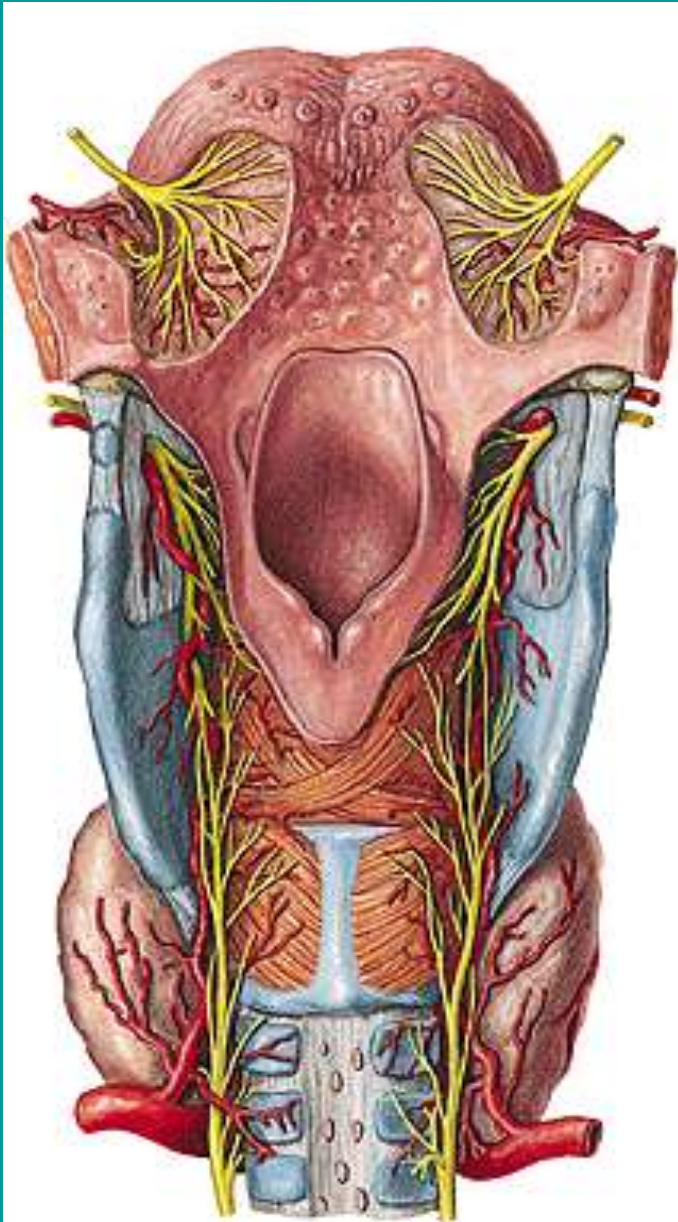


d

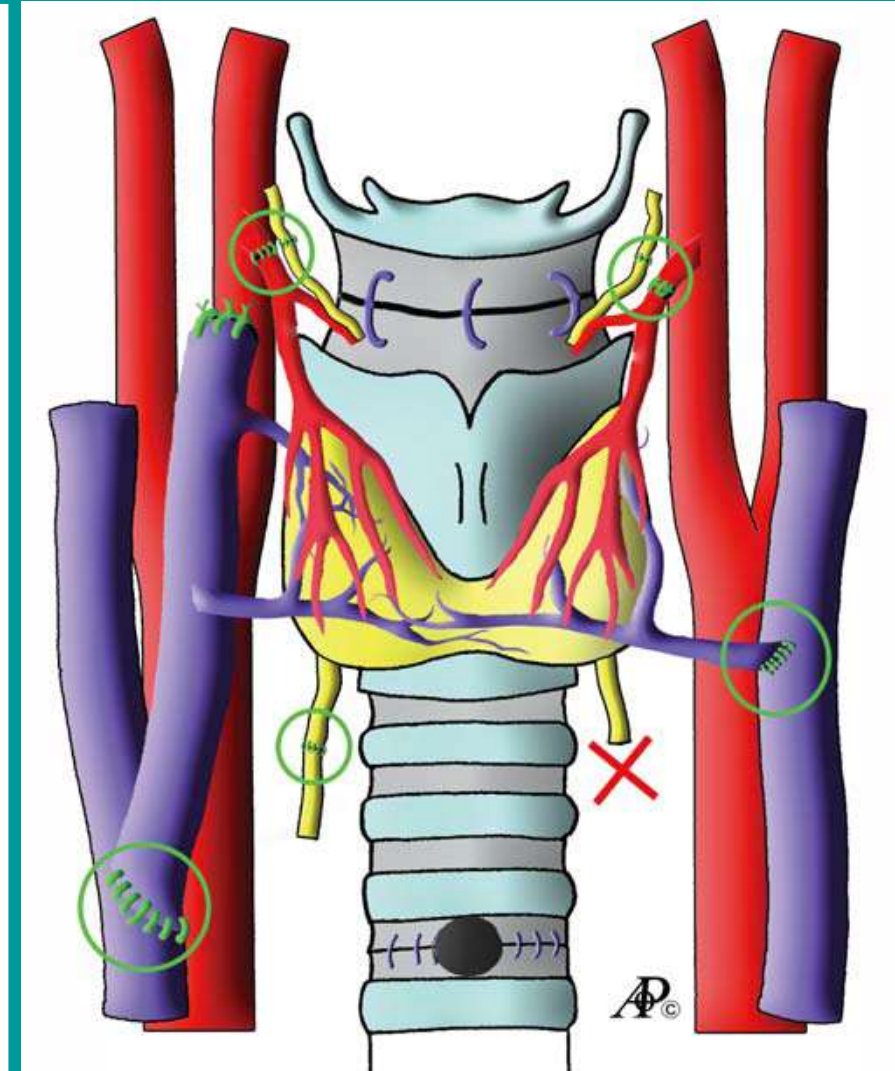
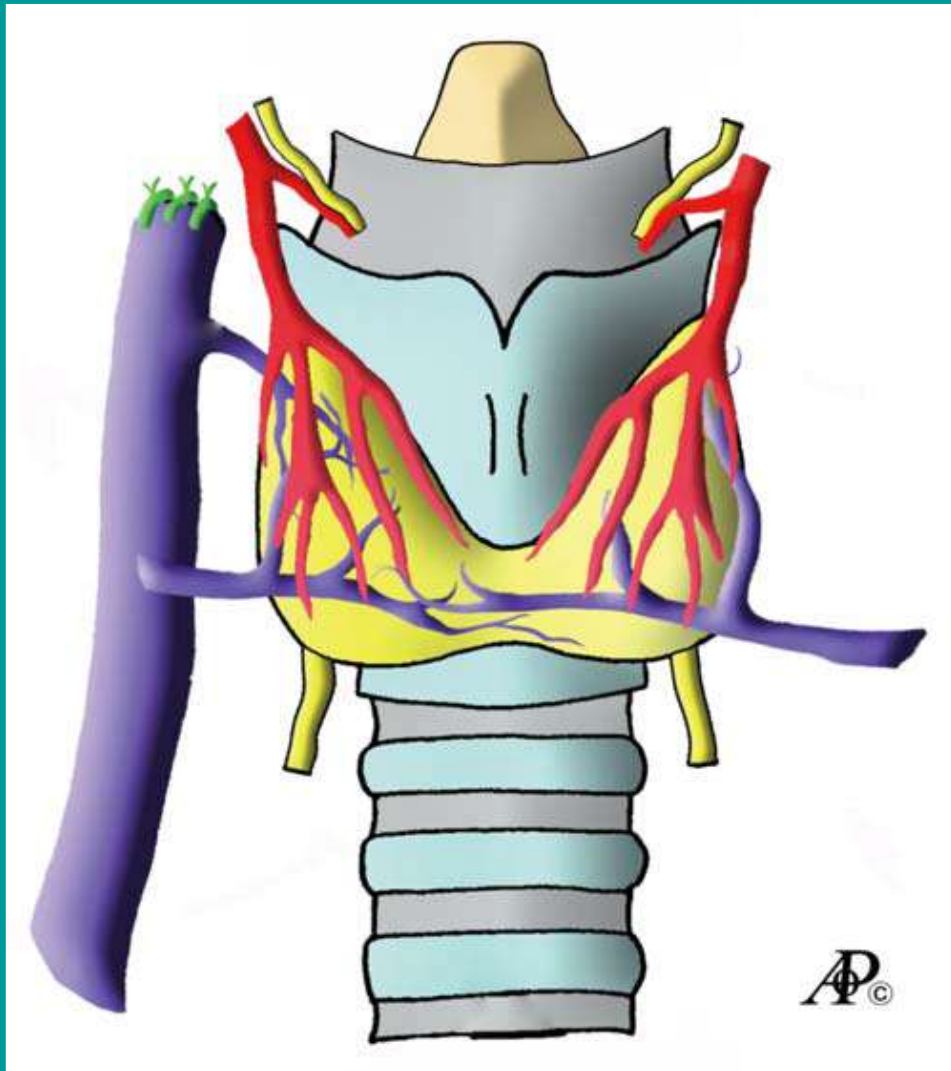


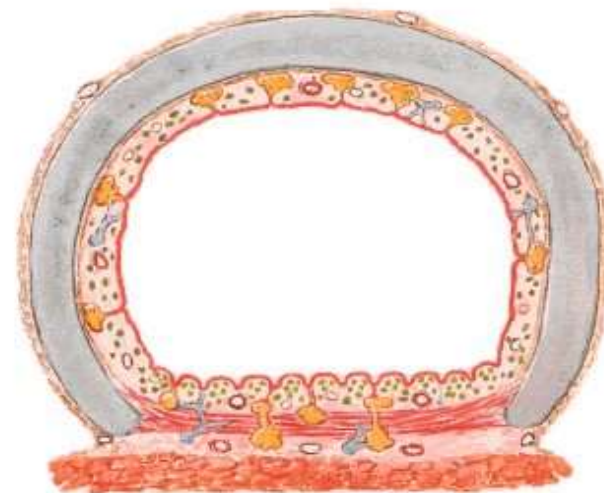
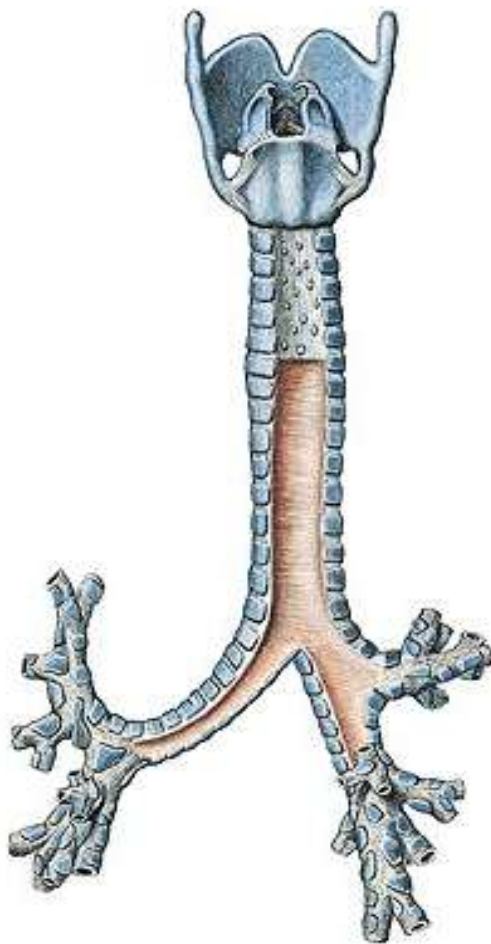
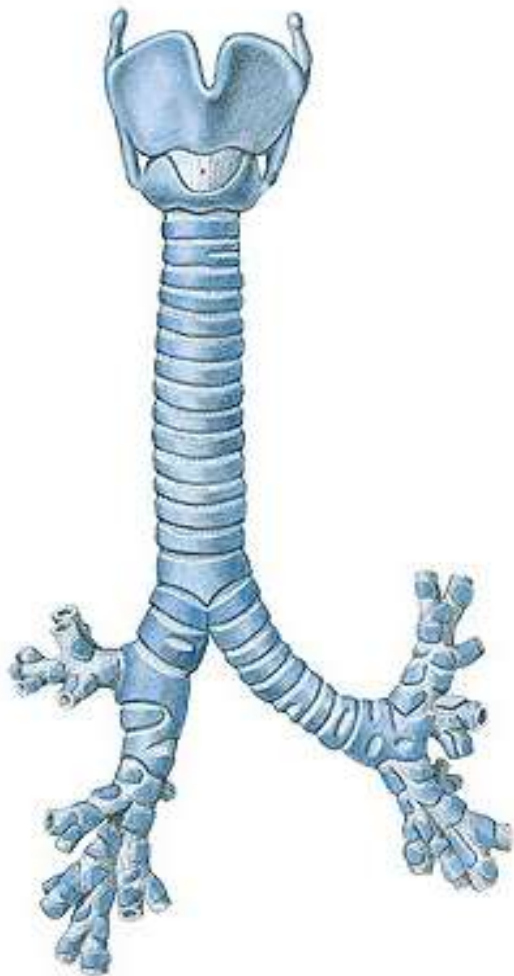
Larynx a pars laryngea pharyngis, recessus piriformis

Cévní zásobení, inervace: a. laryngea superior et inferior,
n. laryngeus superior, n. laryngeus recurrens (X.)



Transplantace laryngu ??

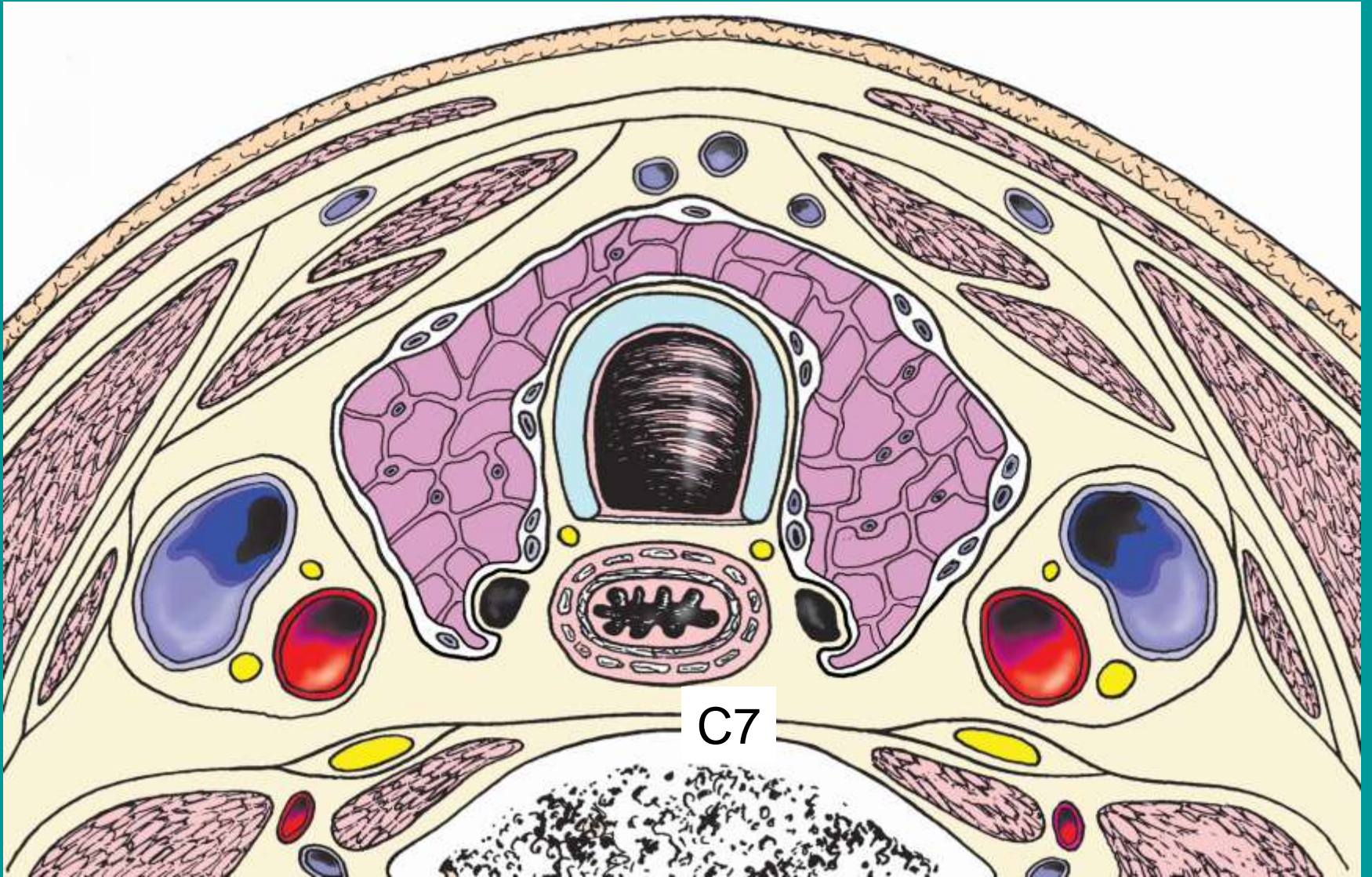




Trachea

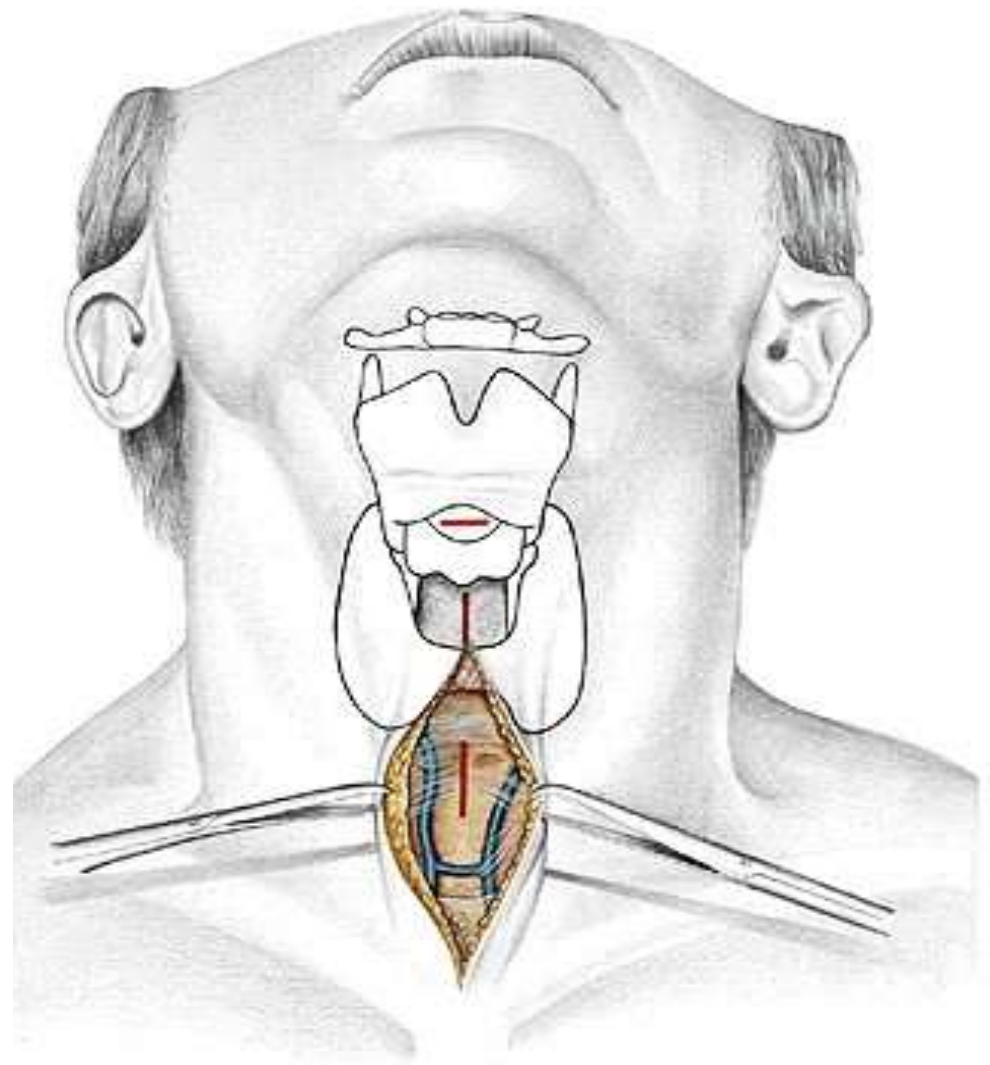
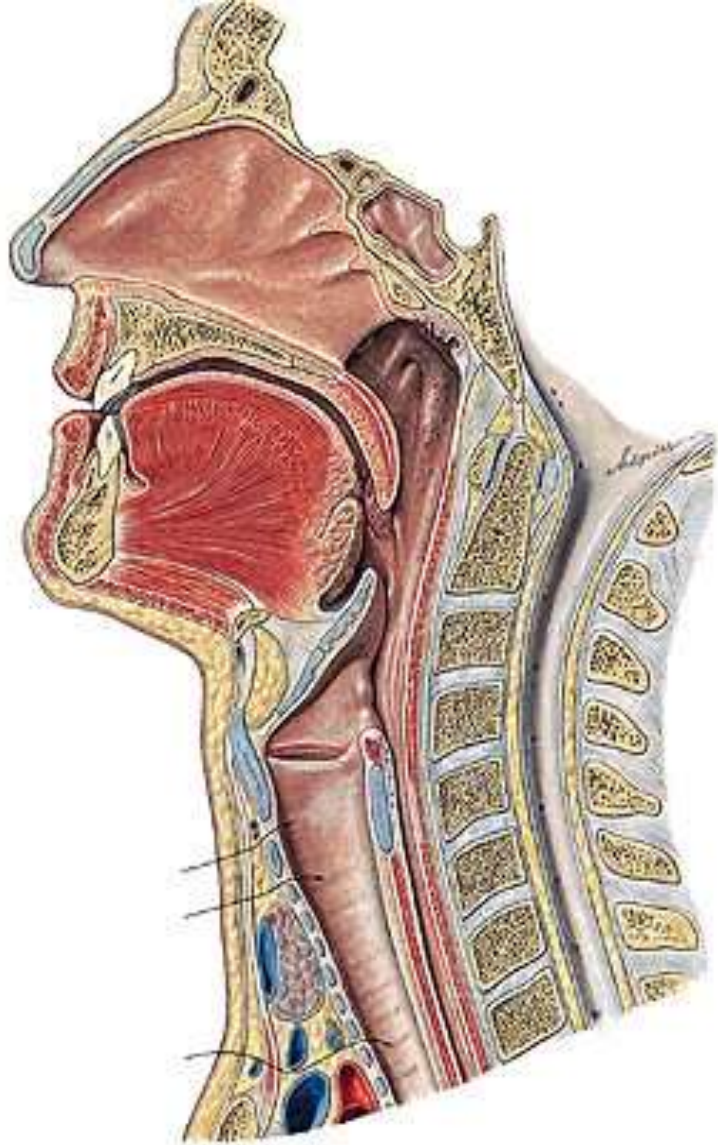
průsvit cca 16 mm,
tunica mucosa,
gl. tracheales

pars cervicalis, pars thoracica, bifurcatio tracheae, 12 cm od C6 po Th5 (2. mezižebří), cartilagineae tracheales (16 – 20), ligg. anularia, carina tracheae, lig. cricotracheale, paries membranaceus, tunica adventitia

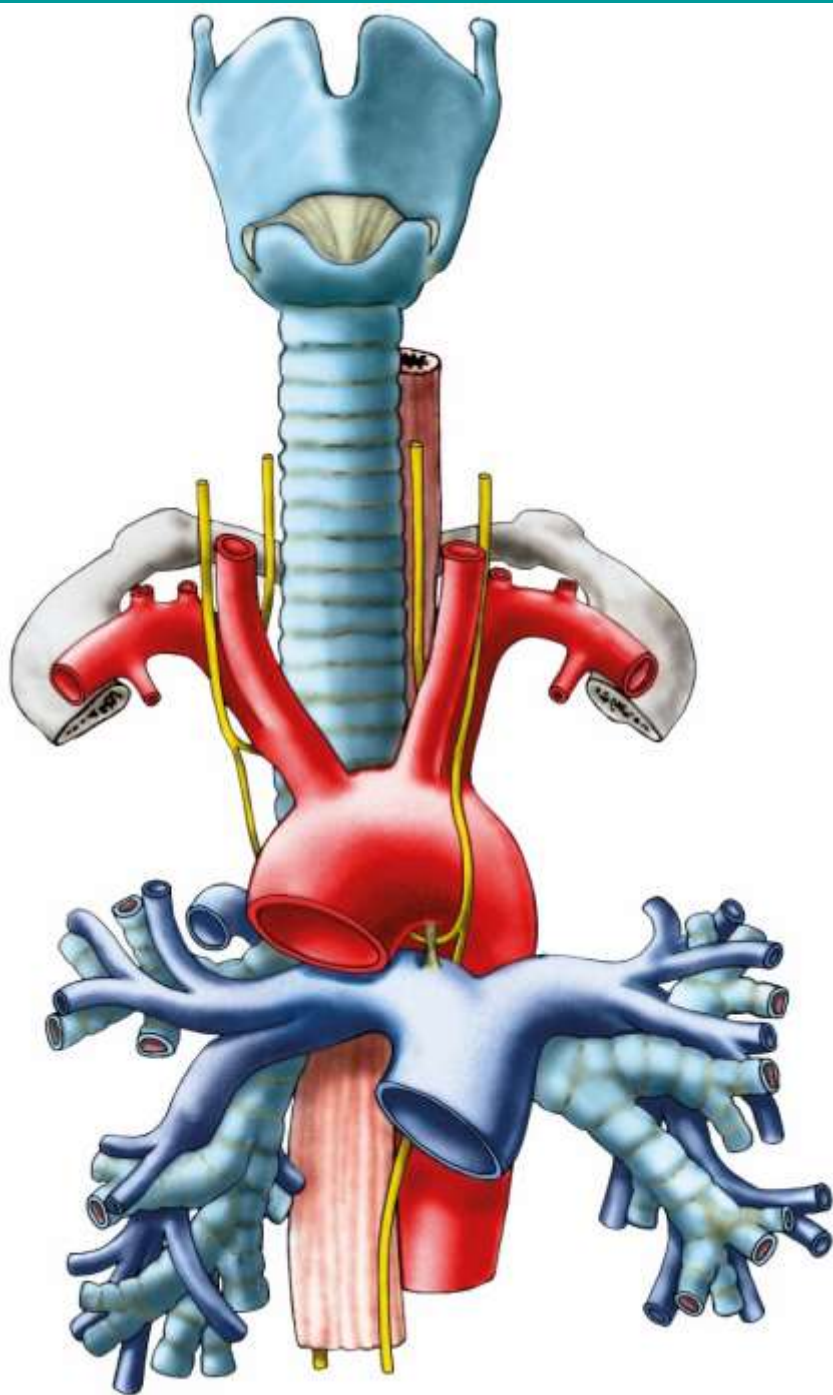


C7

Syntopie pars cervicalis tracheae



Tracheotomie – 2. a 3. chrupavka proříznuty



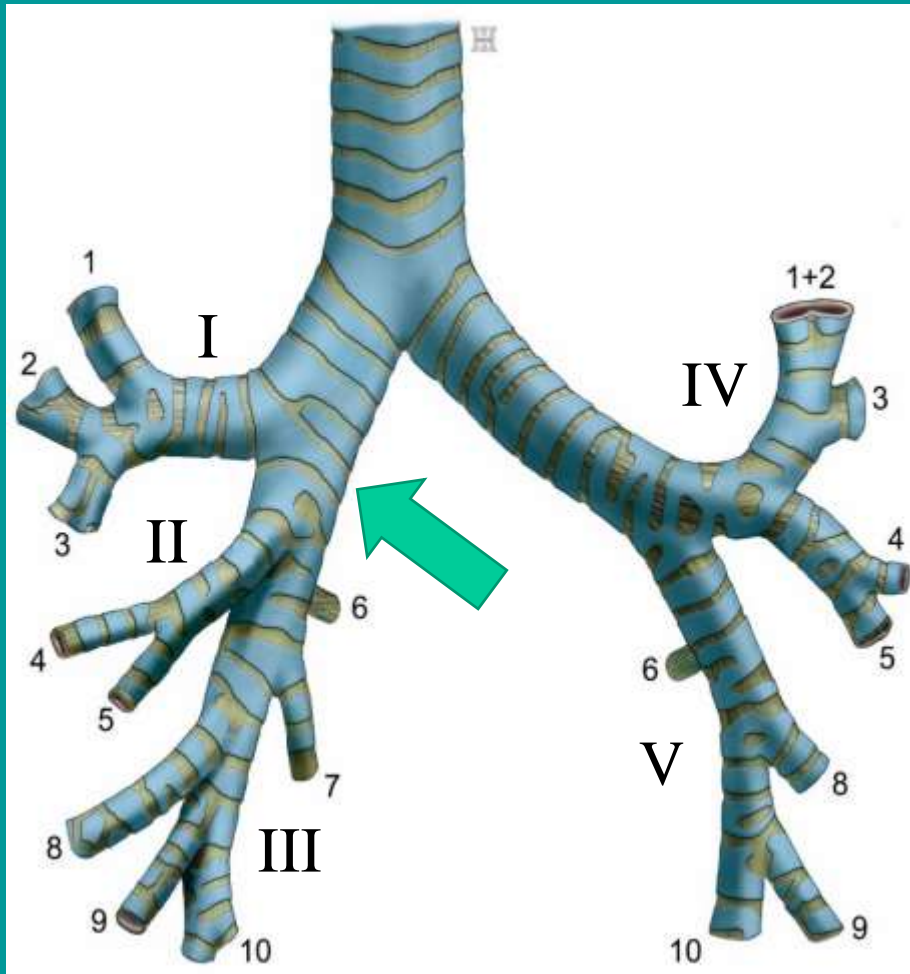
**Syntopie pars thoracica
tracheae**

Bronchi

bronchialní strom, arbor bronchialis

bronchi principales, truncus intermedius,

bronchi lobares, bronchus superior, bronchus medius
(dx.), bronchus inferior



Bronchi lobares jsou označeny římskými číslicemi,

I - bronchus lobaris sup. dex.,
II - bronchus lobaris medius,
III - bronchus lobaris inf. dx.,
IV - bronchus lobaris sup. sin.,
V - bronchus lobaris inf. sin.

šipka označuje truncus intermedius

„bronchiální“ strom

Membrana
brochoperikardiaca



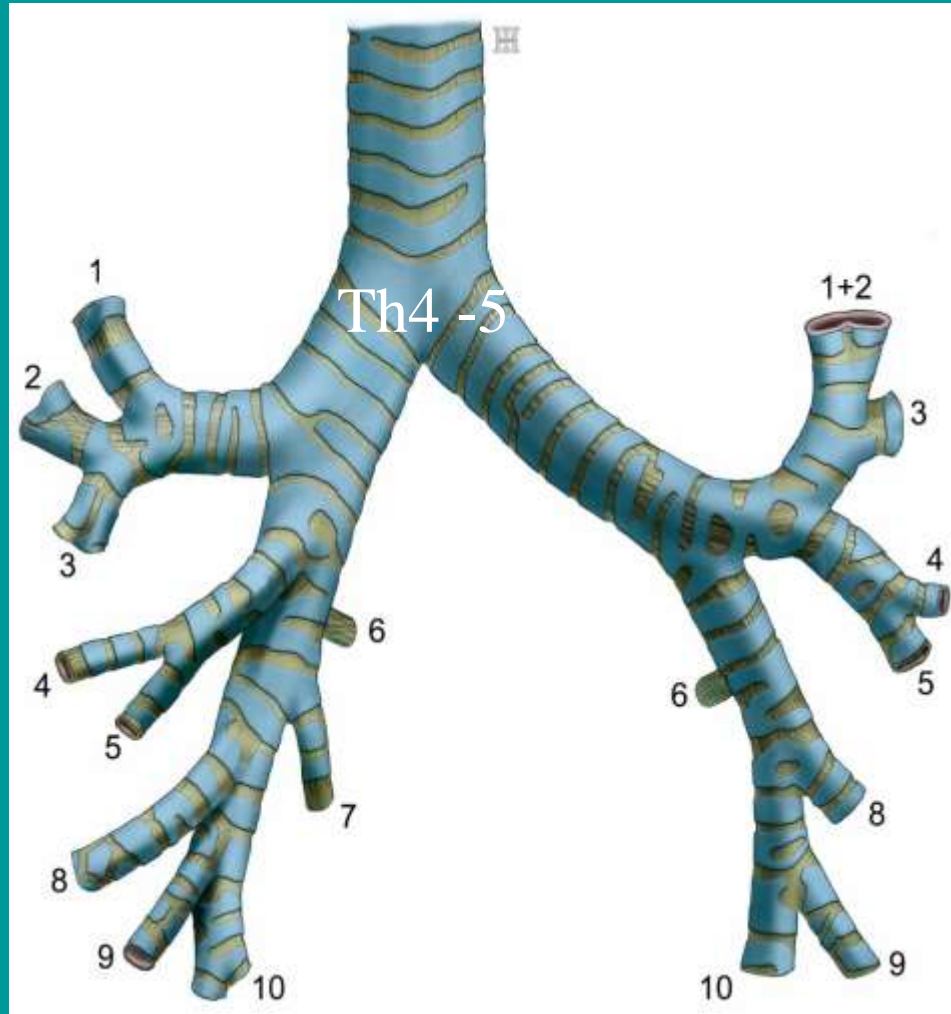
Arbor bronchialis dx.

Bronchus segmentalis:

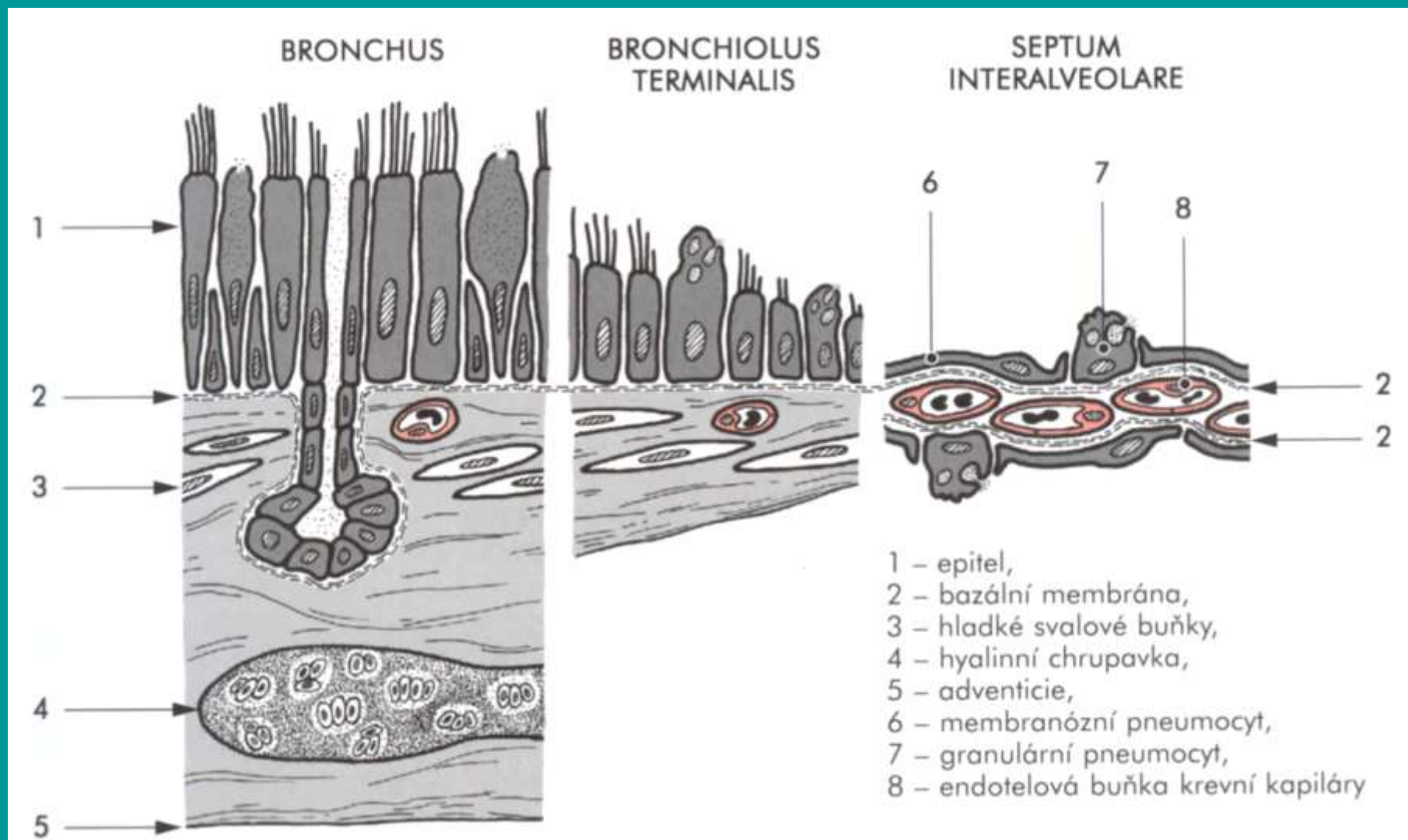
1 – apicalis, 2 – posterior,
3 – anterior, 4 – lateralis,
5 – medialis, 6 – superior
(apicalis), 7 – basalis medialis
(cardiacus), 8 – basalis anterior,
9 – basalis lateralis, 10 – basalis
posterior.

Arbor bronchialis sin.

Bronchus segmentalis: 1,2 –
apicoposterior, 3 – anterior,
4 – lingularis superior,
5 – lingularis inferior,
6 – superior (apicalis), (7 není
vytvořen), 8 – basalis anterior,
9 – basalis lateralis,
10 – basalis posterior



Stavba arbor bronchialis a interalveolárních sept v arbor aleveolaris tunica mucosa, tunica fibromusculocartilaginea, tunica adventitia (peribronchium)



Cévní zásobení bronchů

rr. bronchiales,
vv. bronchiales,

Inervace

parasymp. (X.)

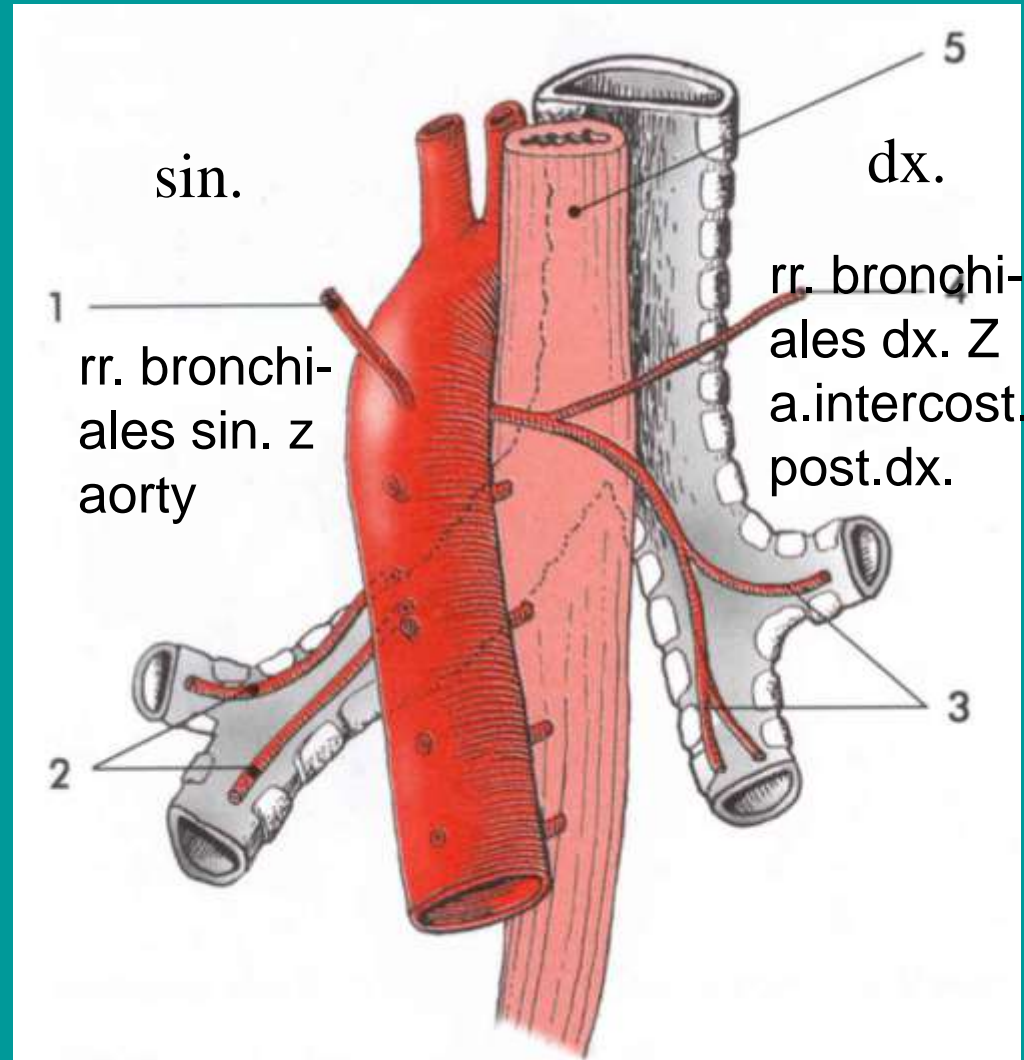
rr. bronchiales

(bronchokonstrikce +
vasodilatace)

asthma bronchiale

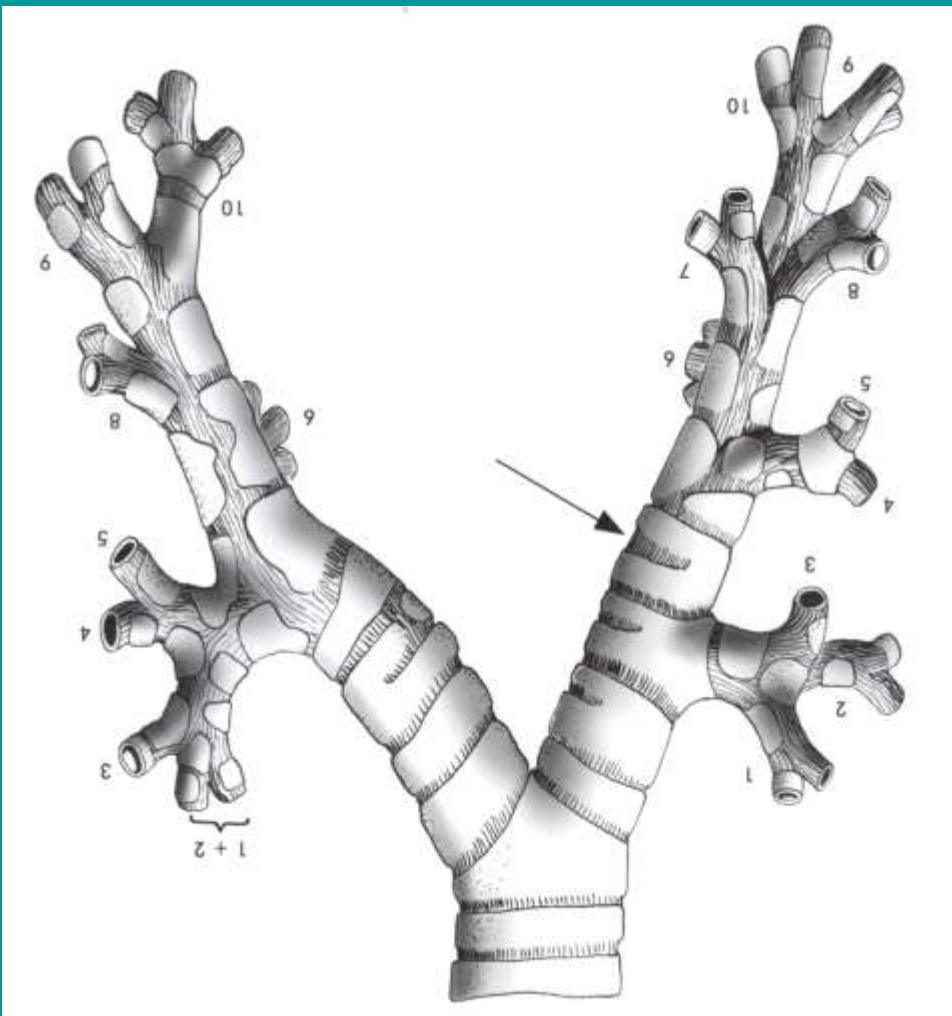
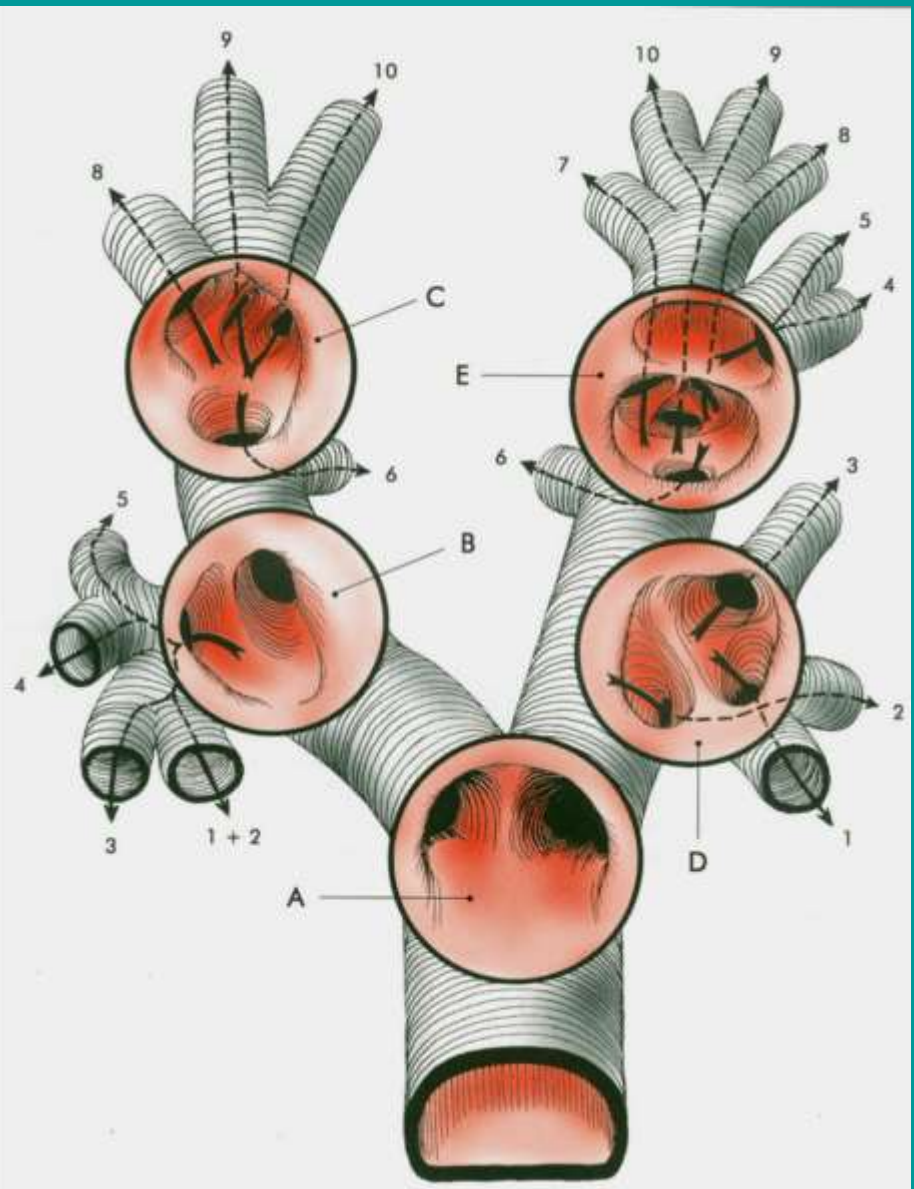
hrudní sympatikus

(bronchodilatace +
vasokonstrikce)

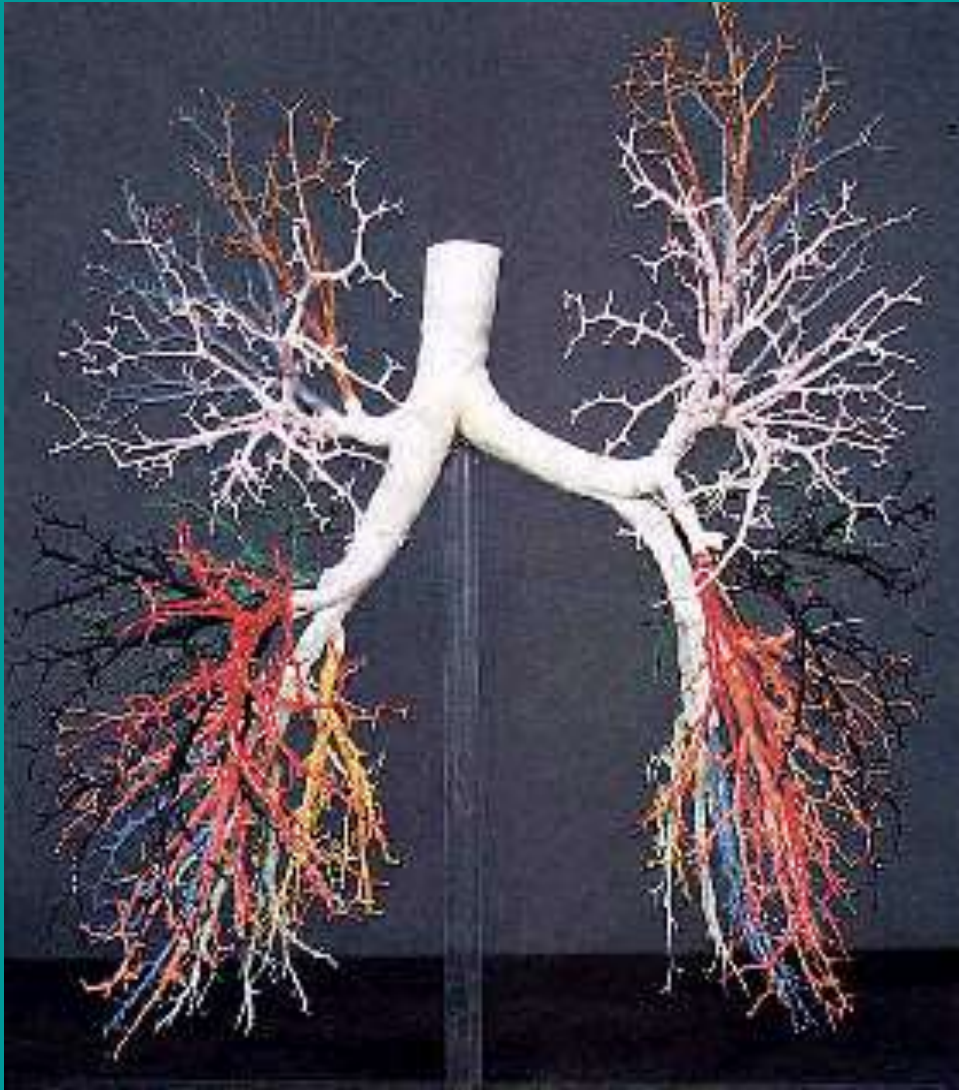




Bronchodilatace po aplikace sympatomimetika při asthma bronchiale



podklady pro bronchoskopii



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

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

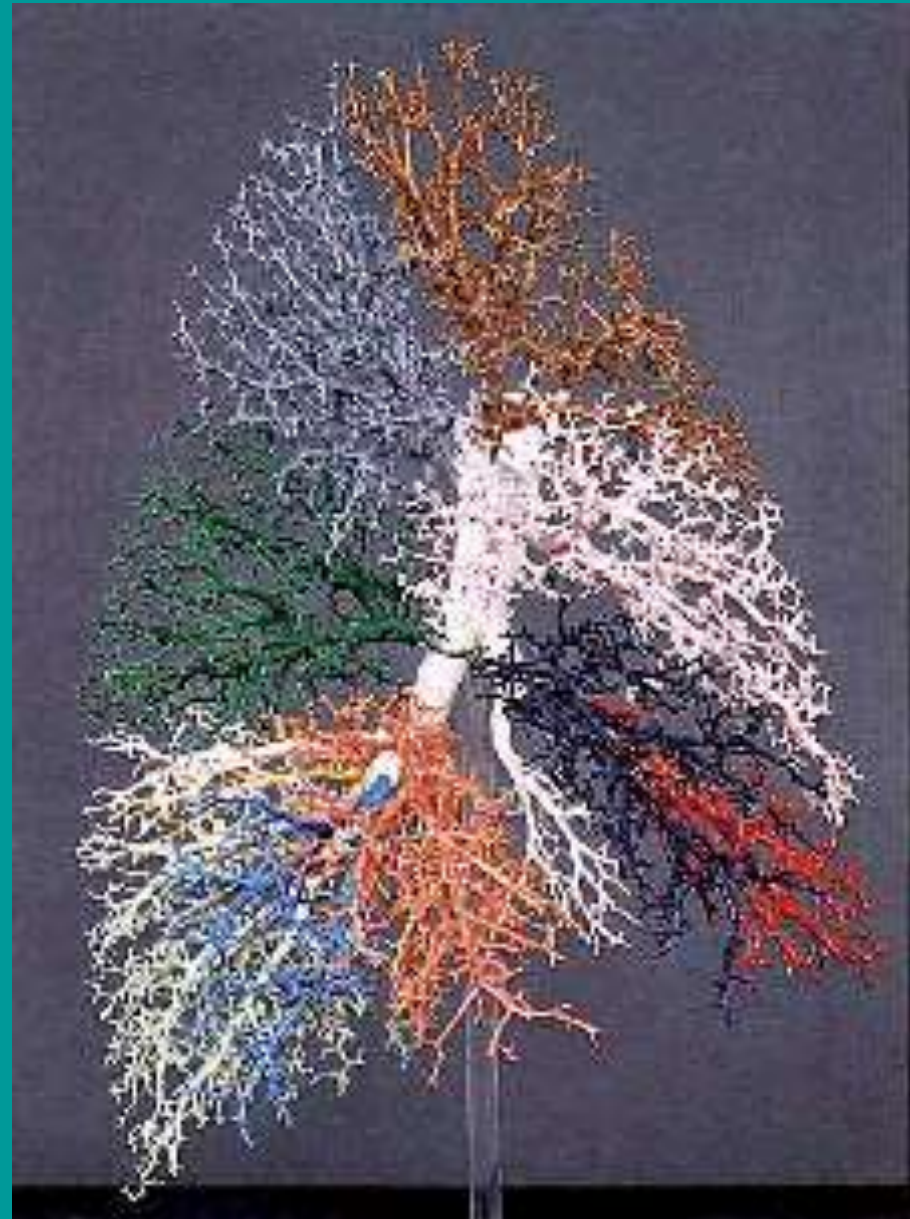
S6-superius

S7- basale mediale

S8-basale anterius

S9- basale laterale

S10-basale posterius



Arbor bronchialis

Segmenta bronchopulmonaria

Lobus superior sin.:

segmentum

S1(1+2)-apicoposterius

S3-anterius

S4- lingulare superius

S5- lingulare inferius

Lobus inferior dx.:

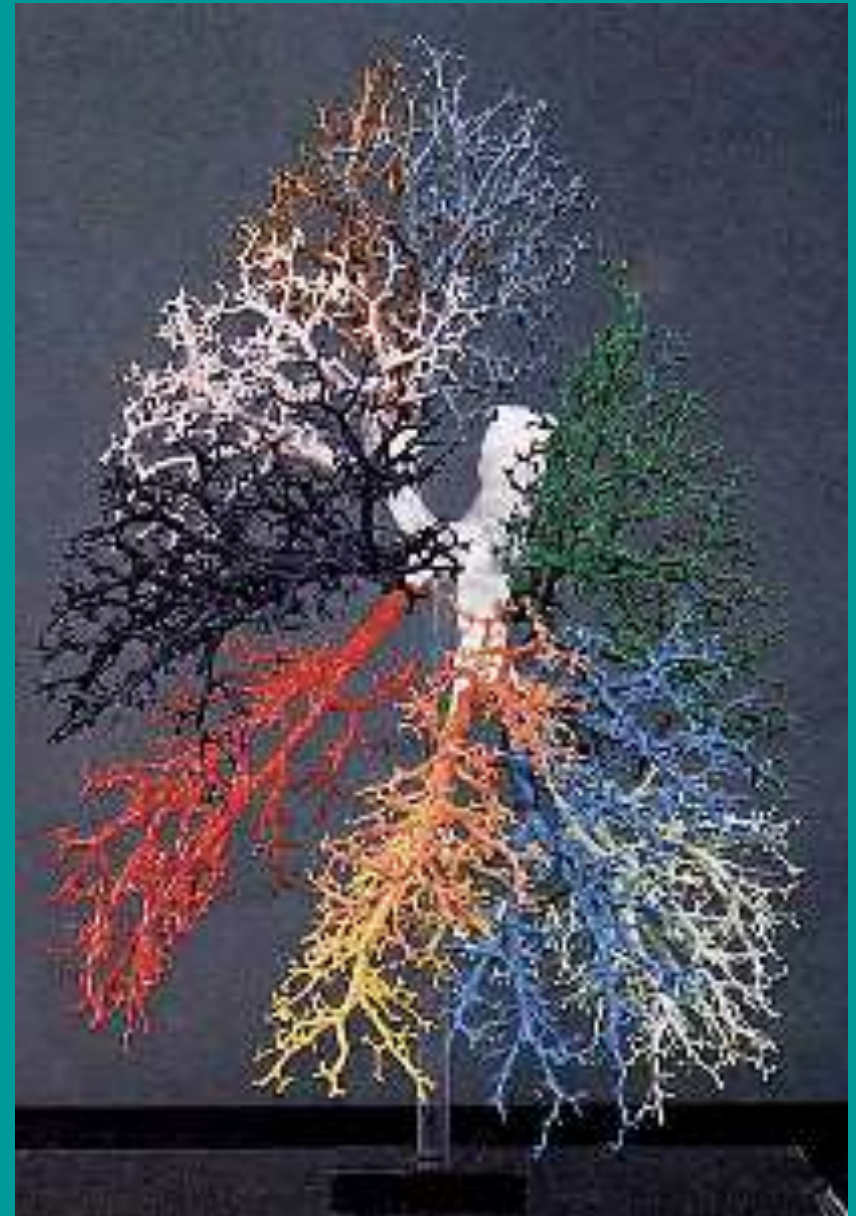
segmentum

S6-superius

S8-basale anterius

S9- basale laterale

S10-basale posterius

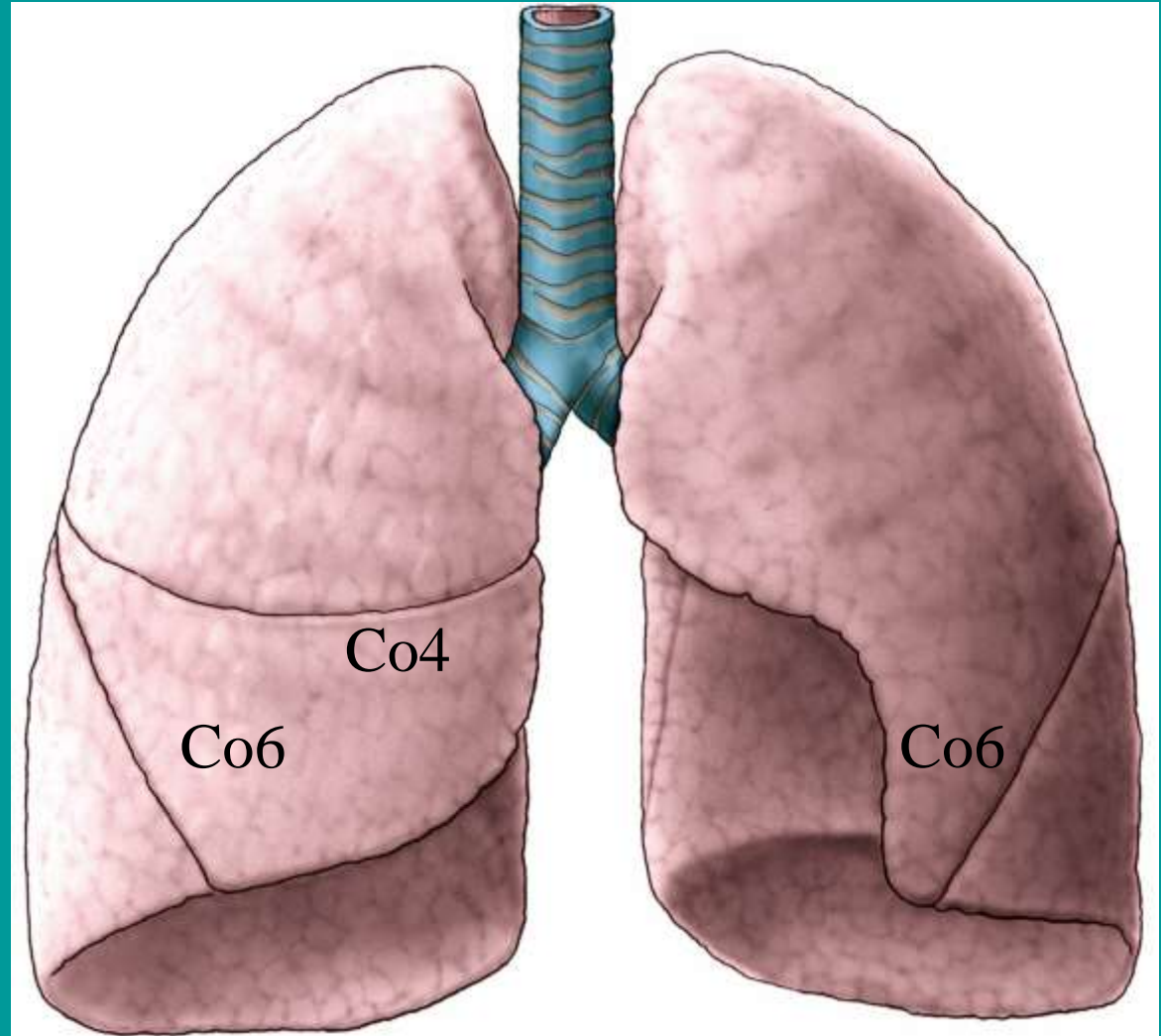


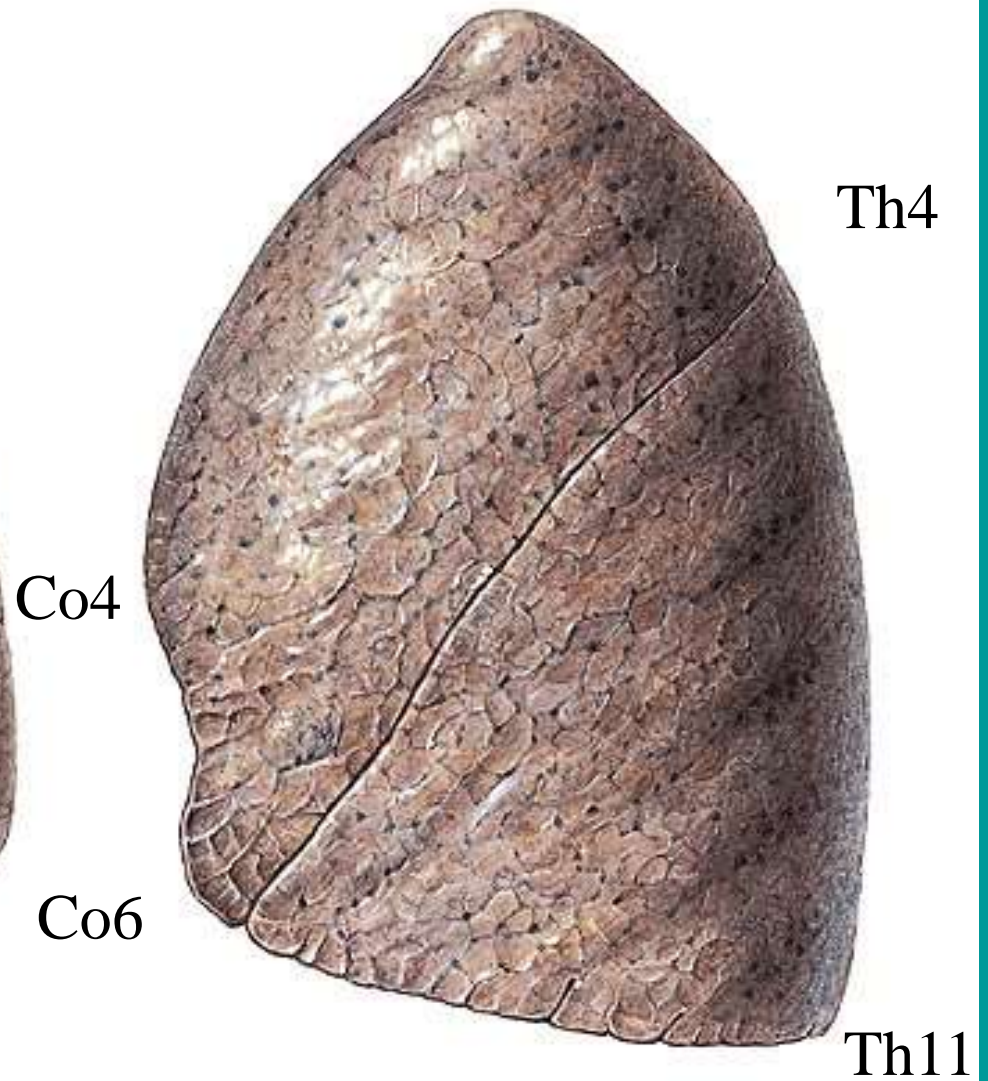
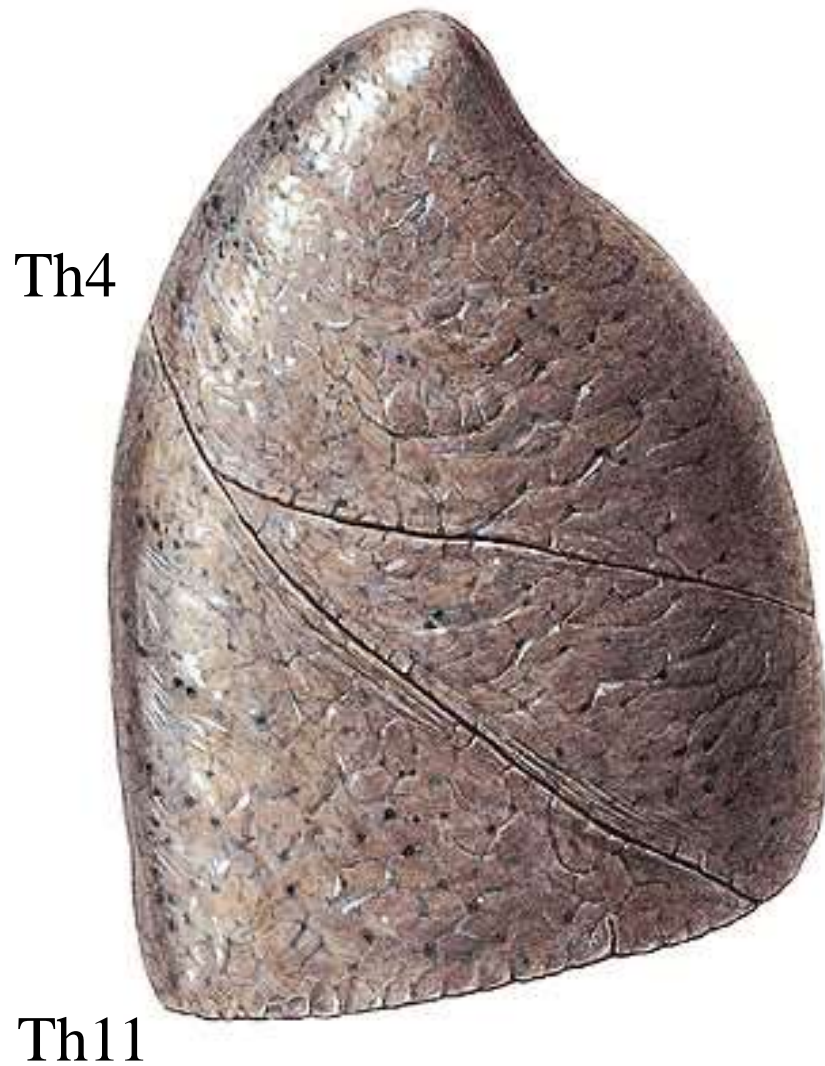
Pulmones

pulmo dexter, sinister, lobus superior, inferior,
medius (dx.) basis, apex, hilum, radix,

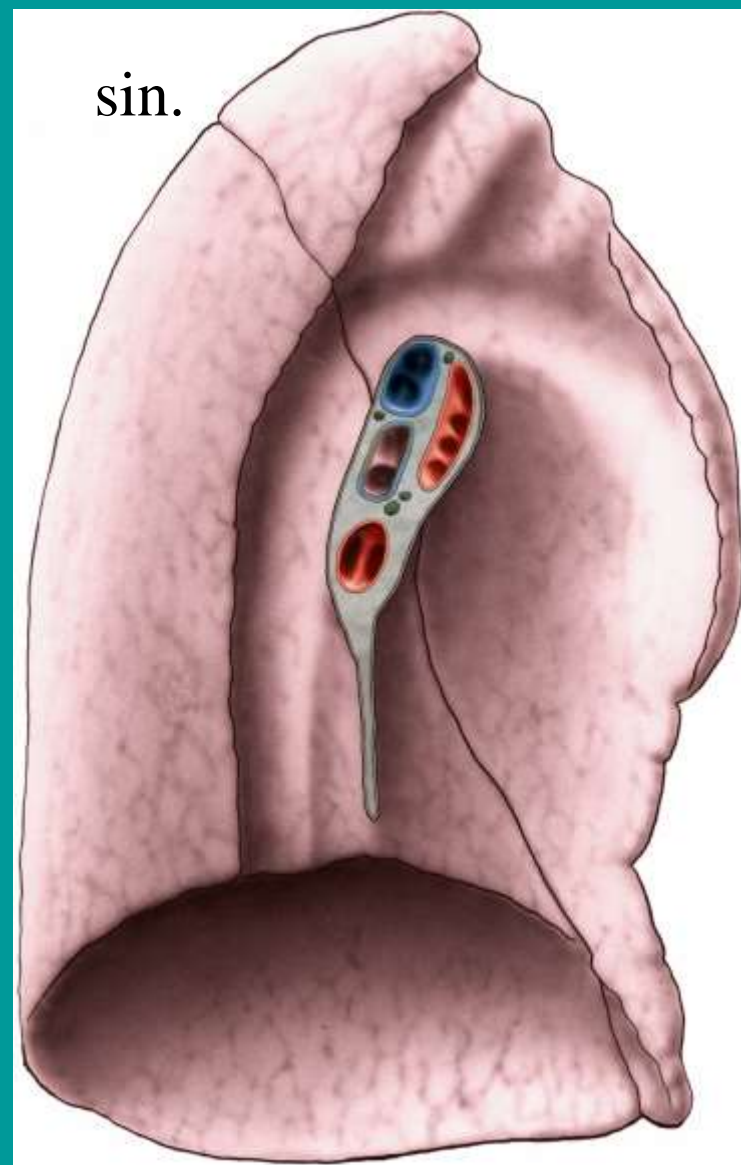
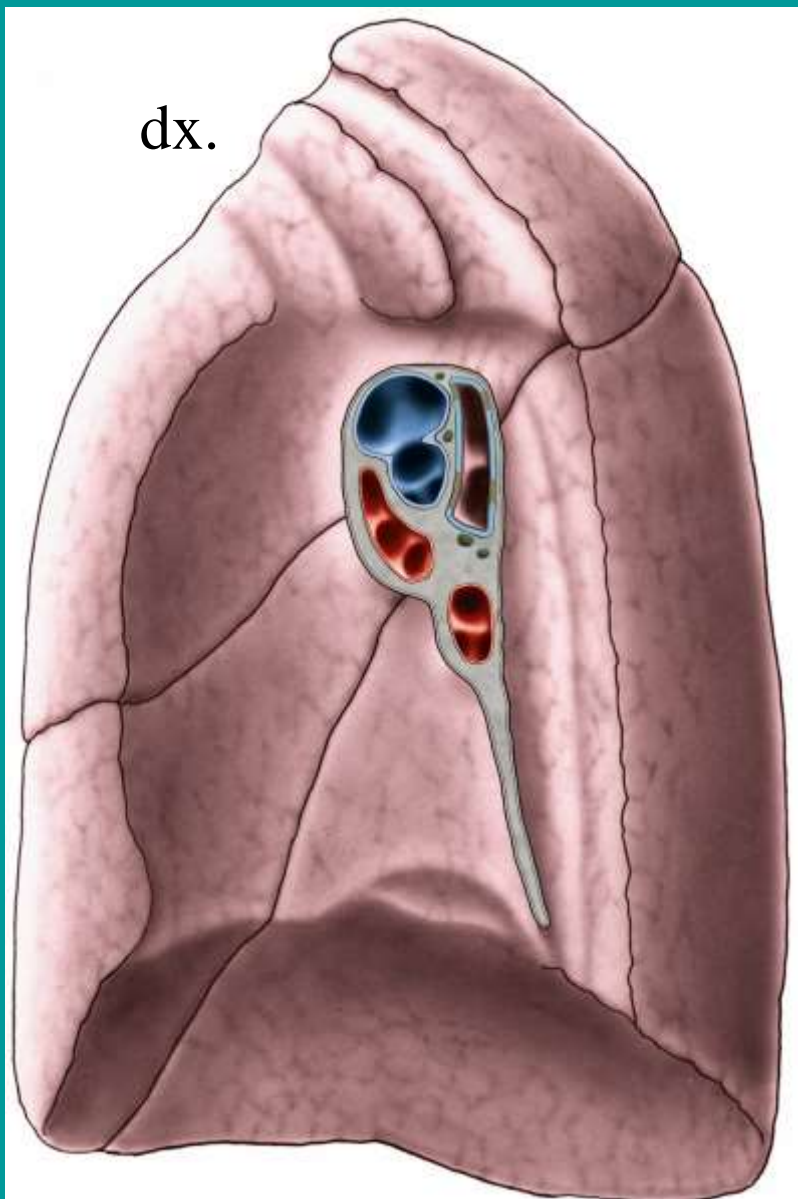
Facies costalis,
vertebralis,
mediastinalis,
diaphragmatica,
interlobaris,

fissura obliqua,
horizontalis,
Impressio cardiaca,
lingula, margo
anterior, inferior,
mesopneumonium,
pleura visceralis



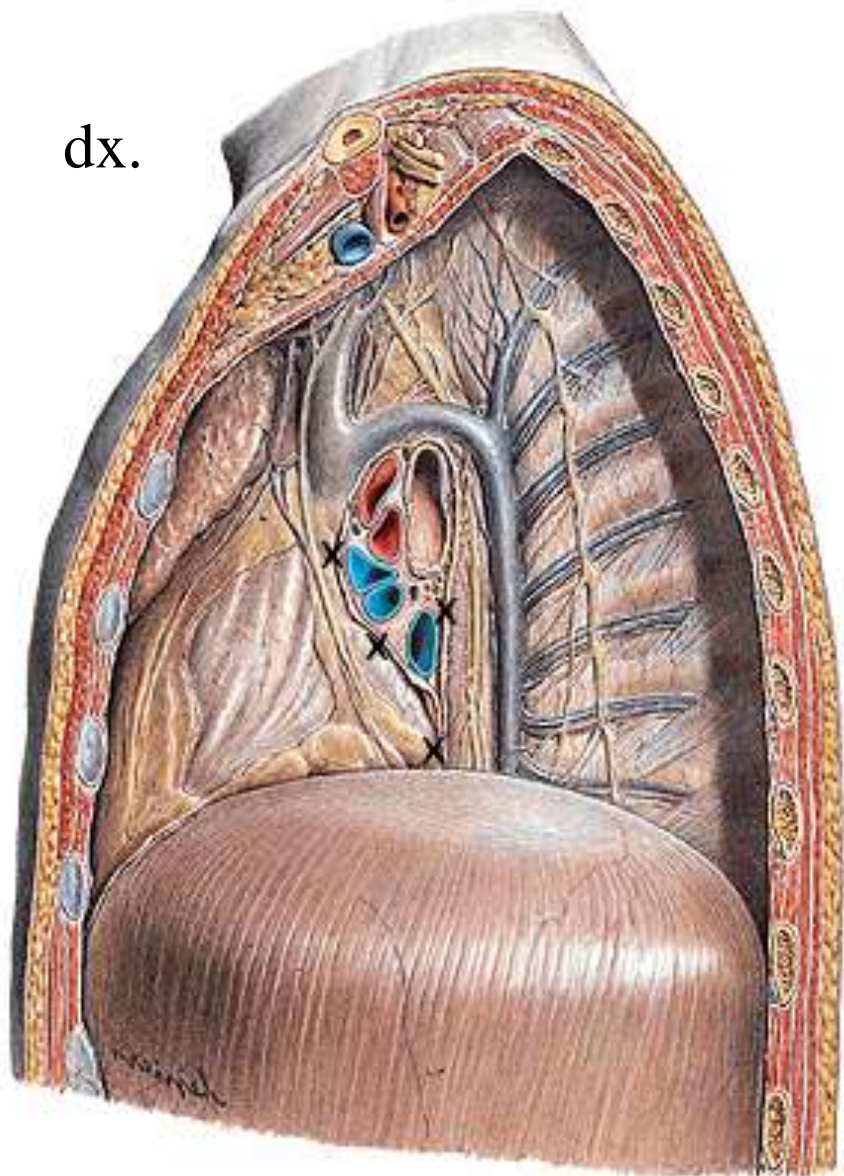


laterální plocha pravé a levé plíce, skeletotopie

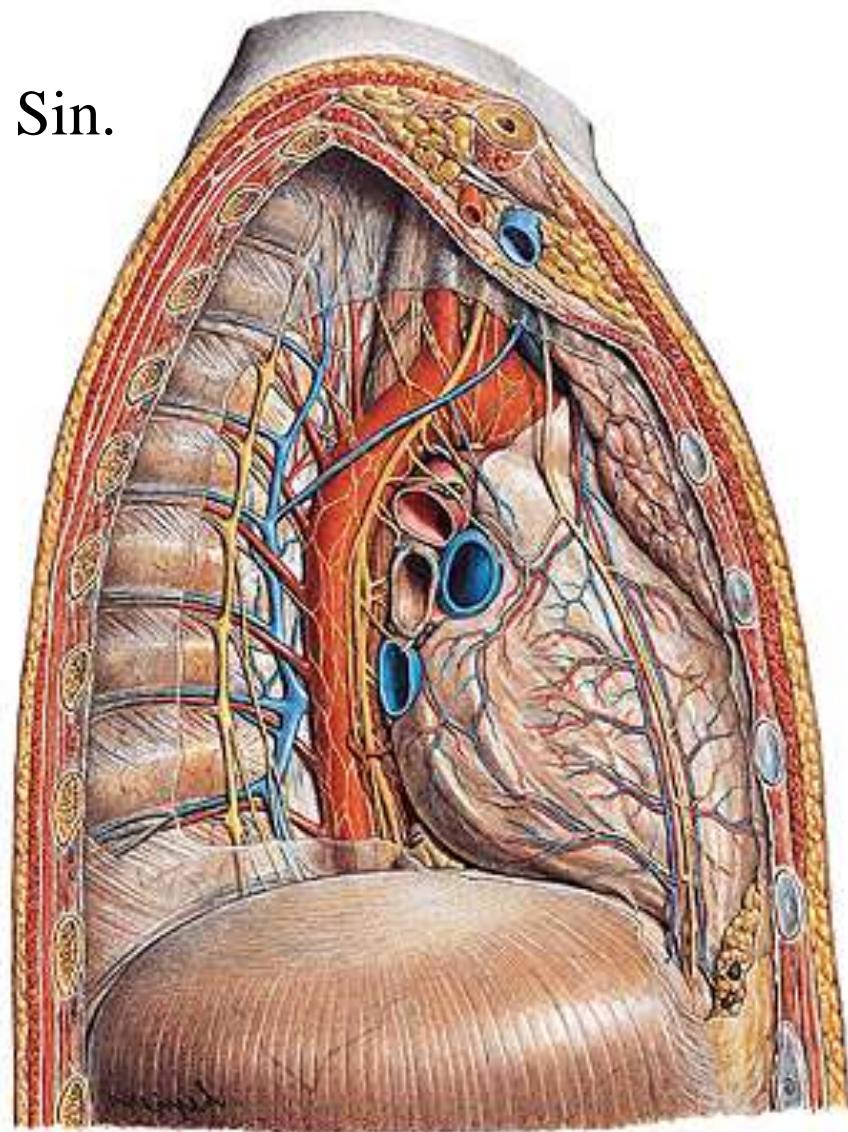


Syntopie mediastinální plochy pravé a levé plíce

dx.



Sin.

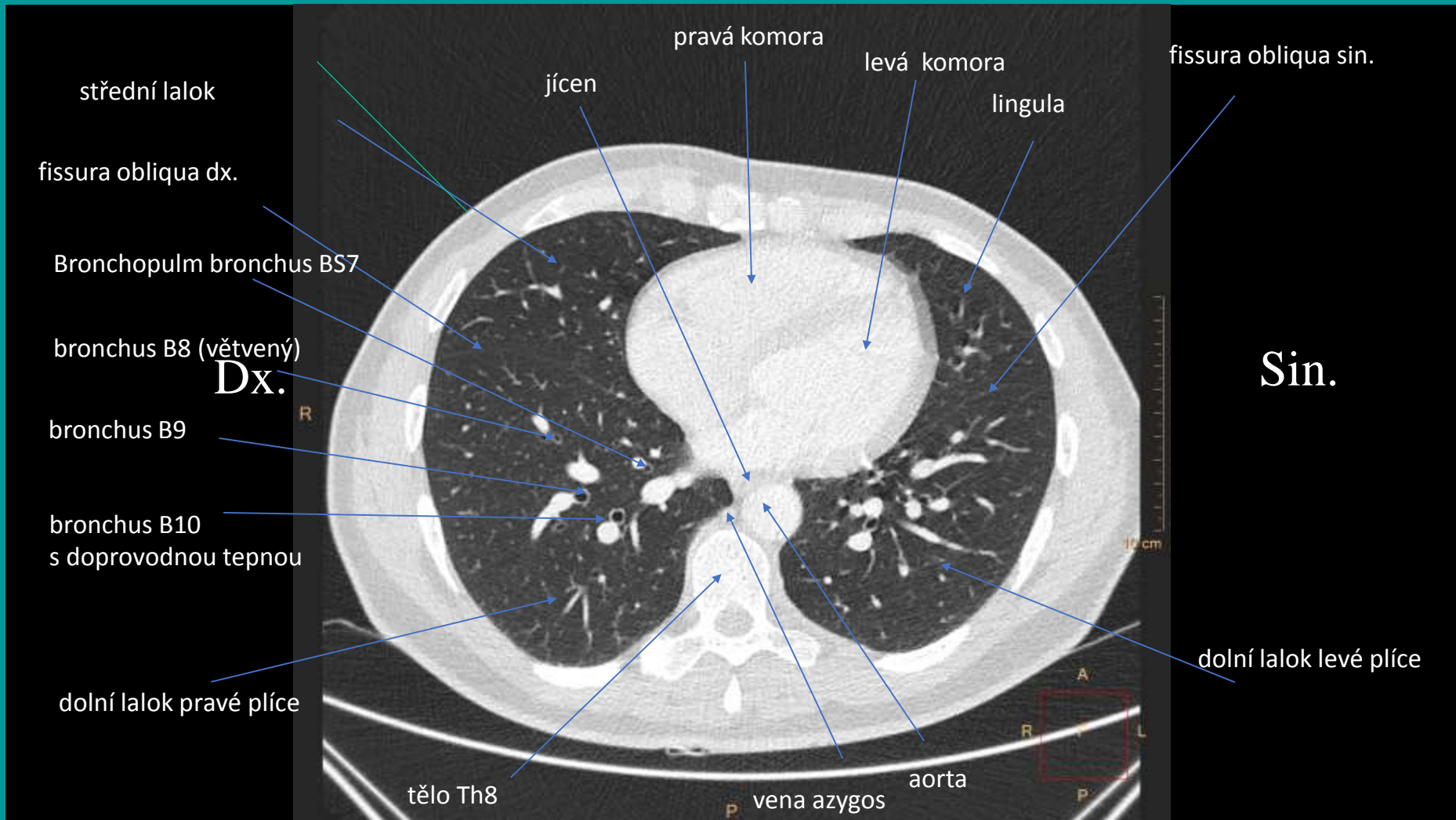


pohled do mediastina z pravé a levé strany

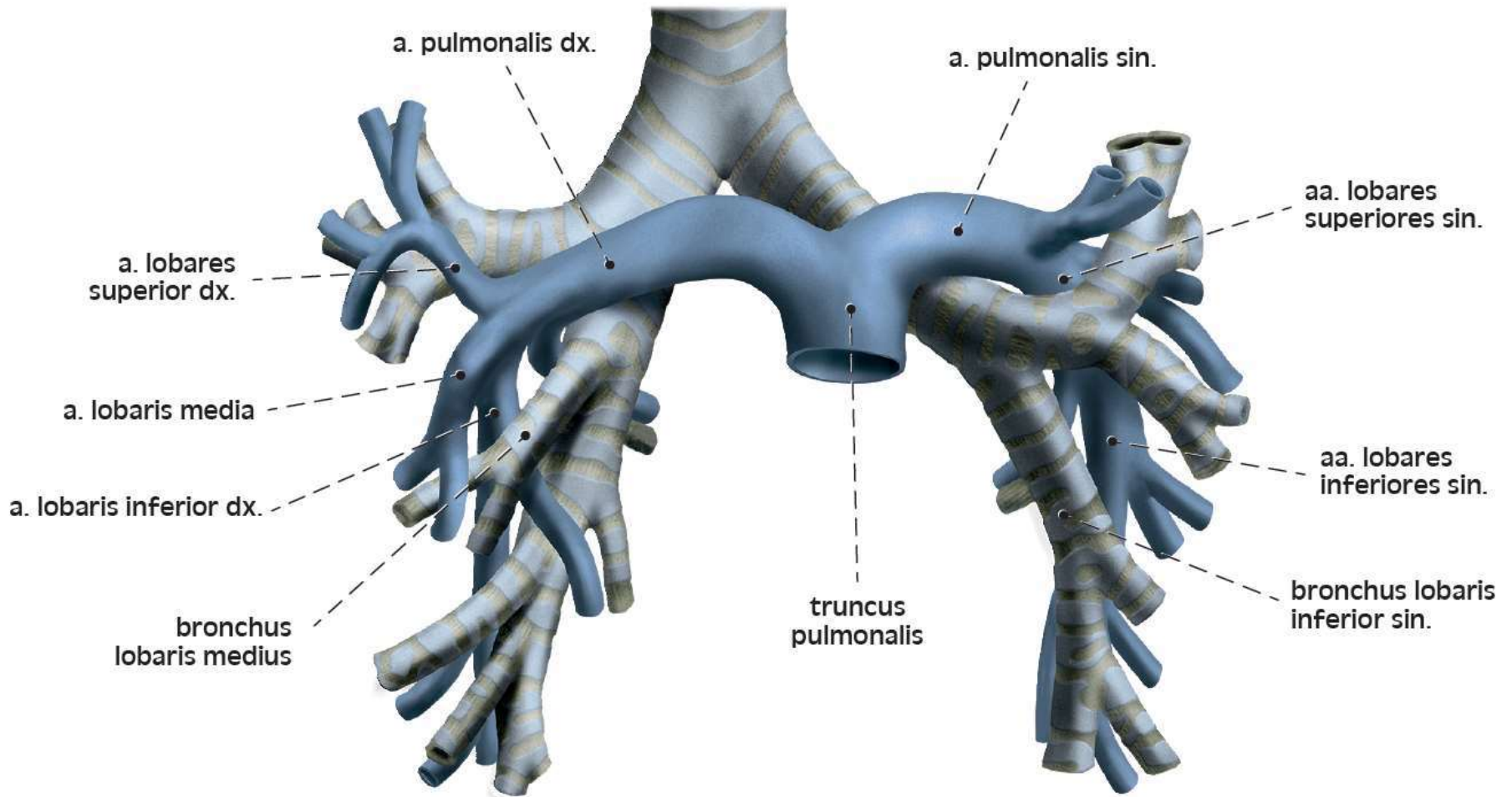


Rtg plic, zadopřední projekce

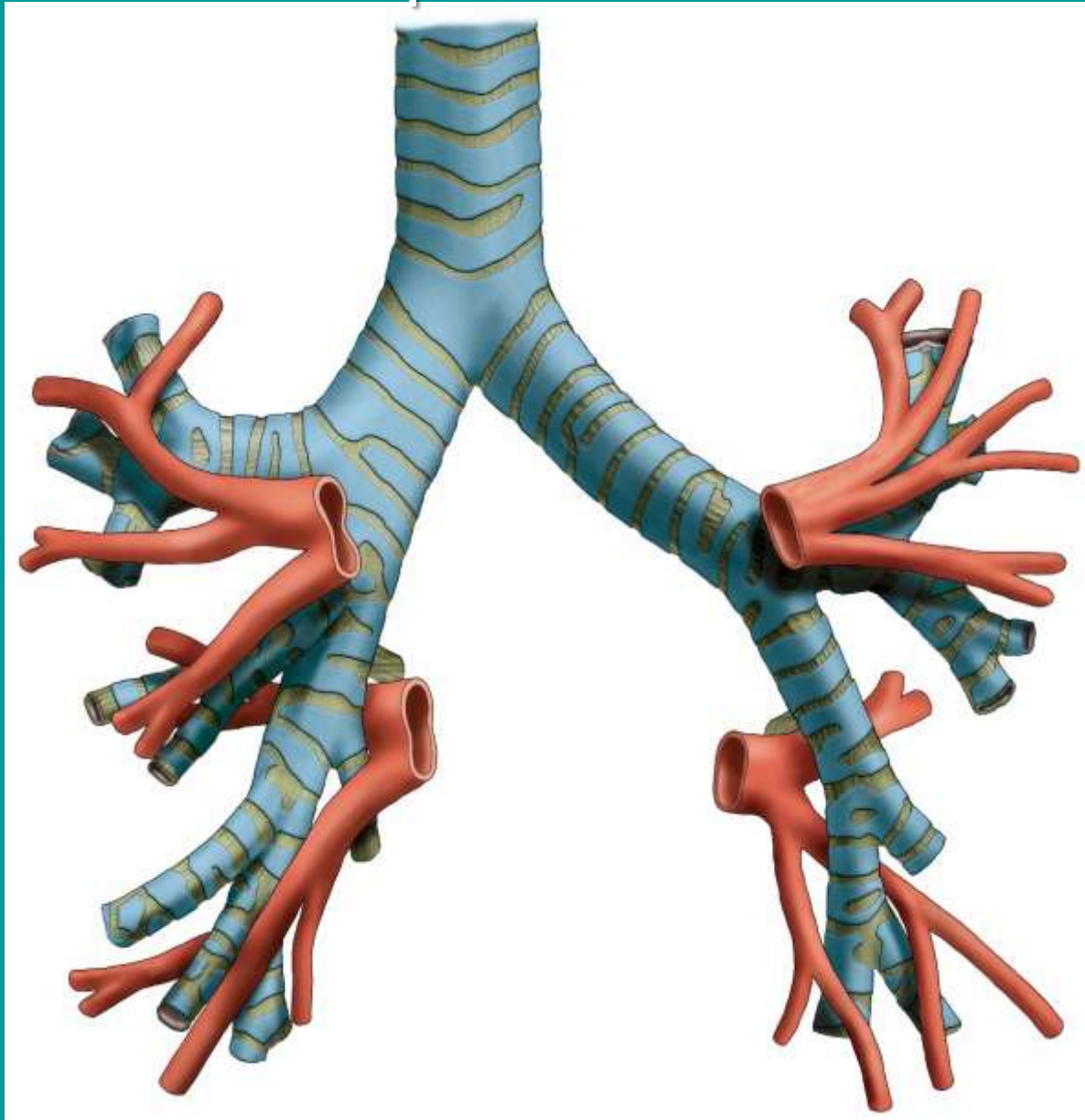
Řez hrudníkem v transverzální rovině ve výši Th8 -MRI

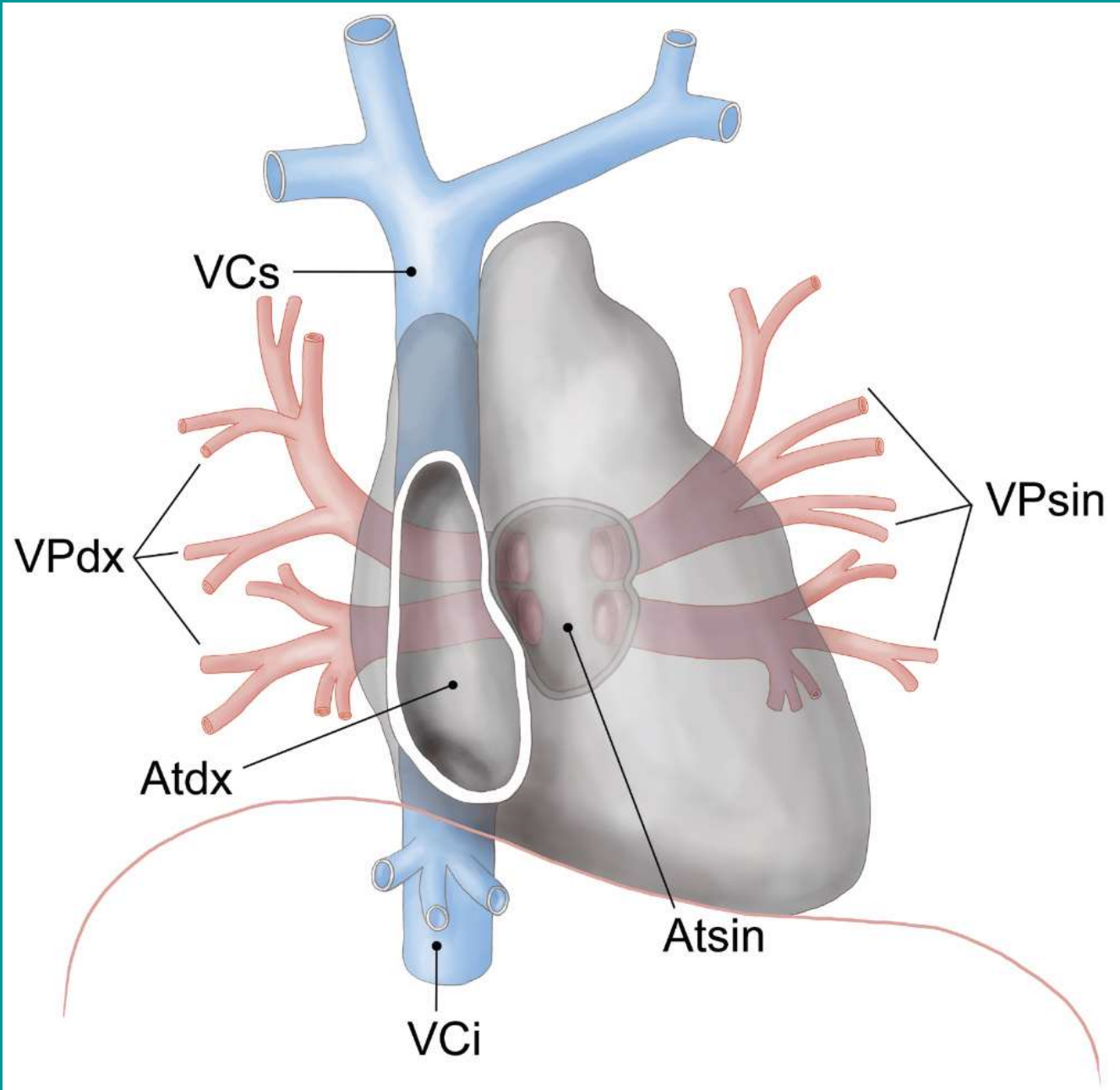


Truncus pulmonalis, aa. pulmonales

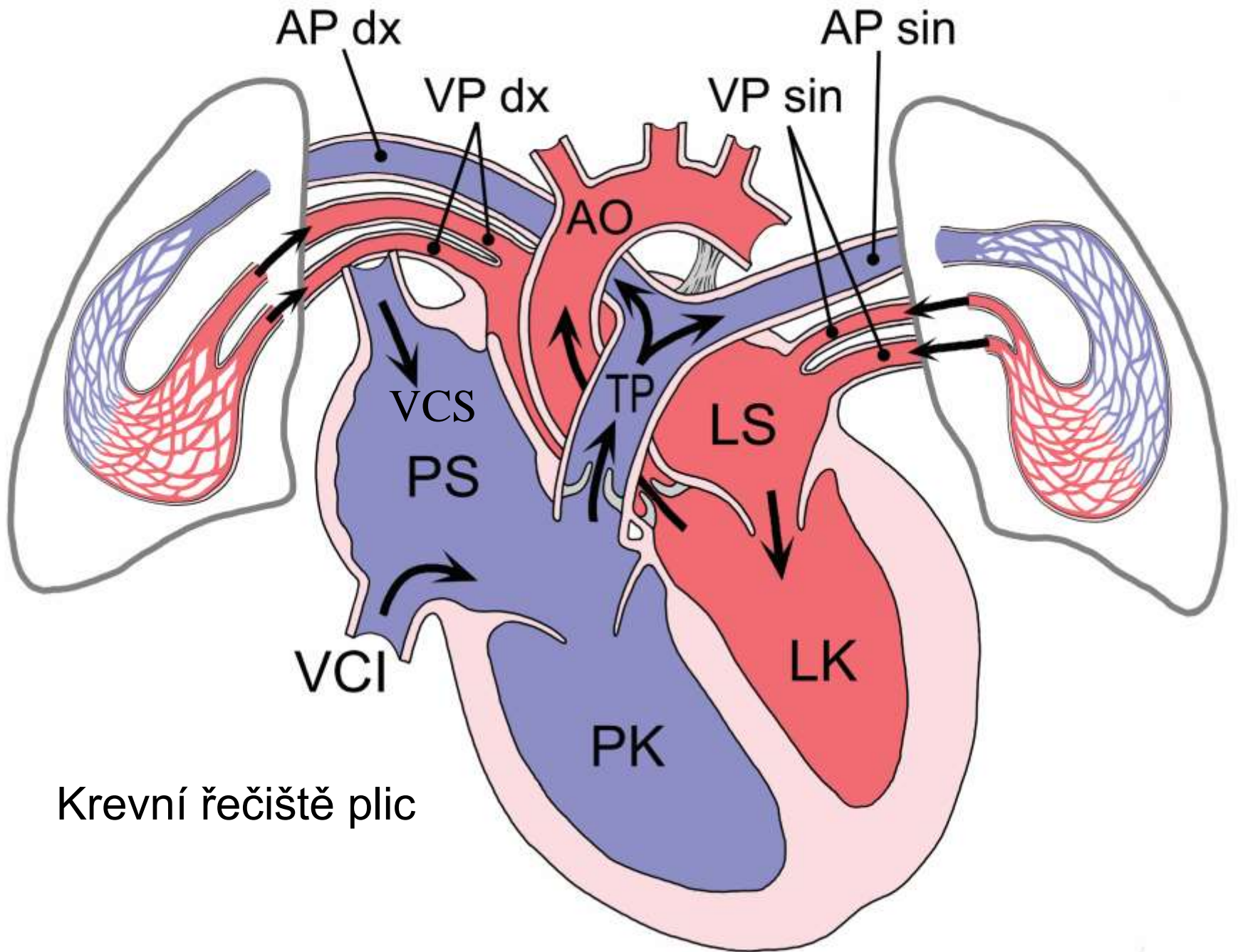


Vv. pulmonales





Venae pulmonales



Krevní řečiště plic

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

Bifurkace, arbor bronchialis a arbor alveolaris

Funkční cévní řečiště plic:

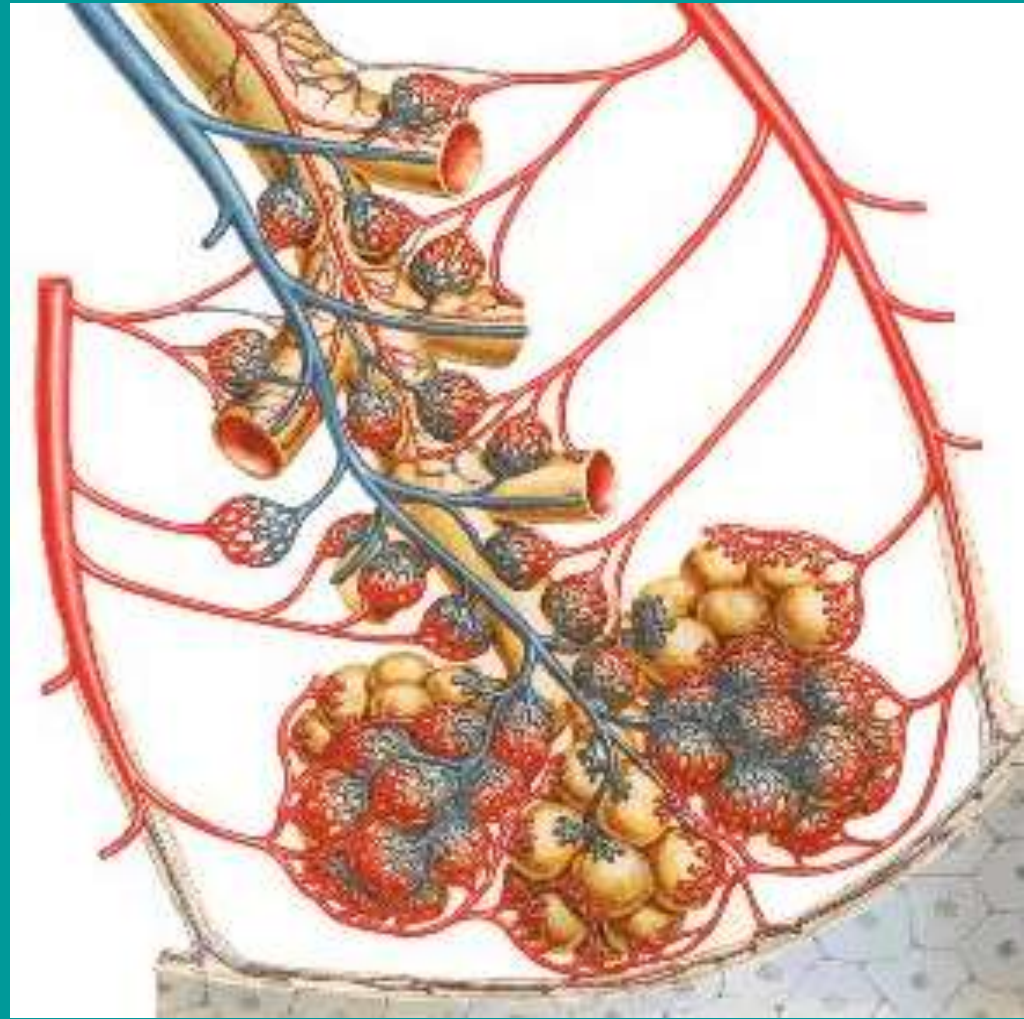
tvoří větve a. pulmonalis (modře), které přivádějí krev do plic podél bronchů a řečiště vv. pulmonales, (červeně), které běží ve vazivu mezi segmenty

Nutritivní řečiště plic:

arteriální rr. bronchiales a venosní vv. bronchiales leží na zadní straně bronchů – ústí do v. azygos

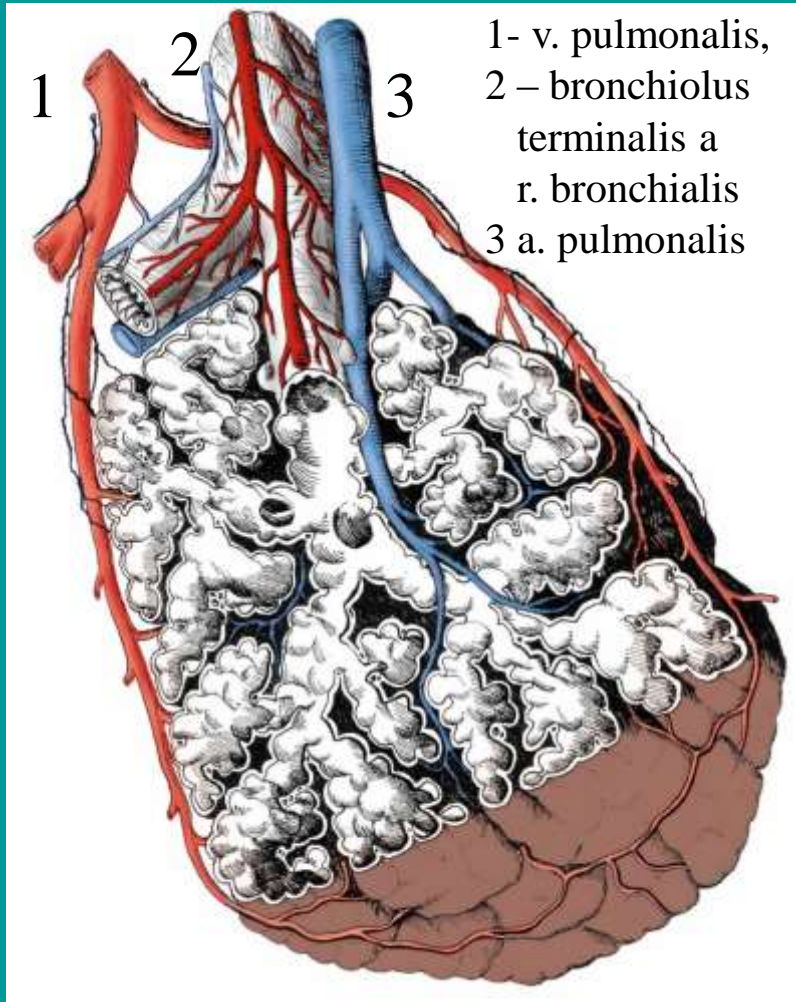
Inervace plic

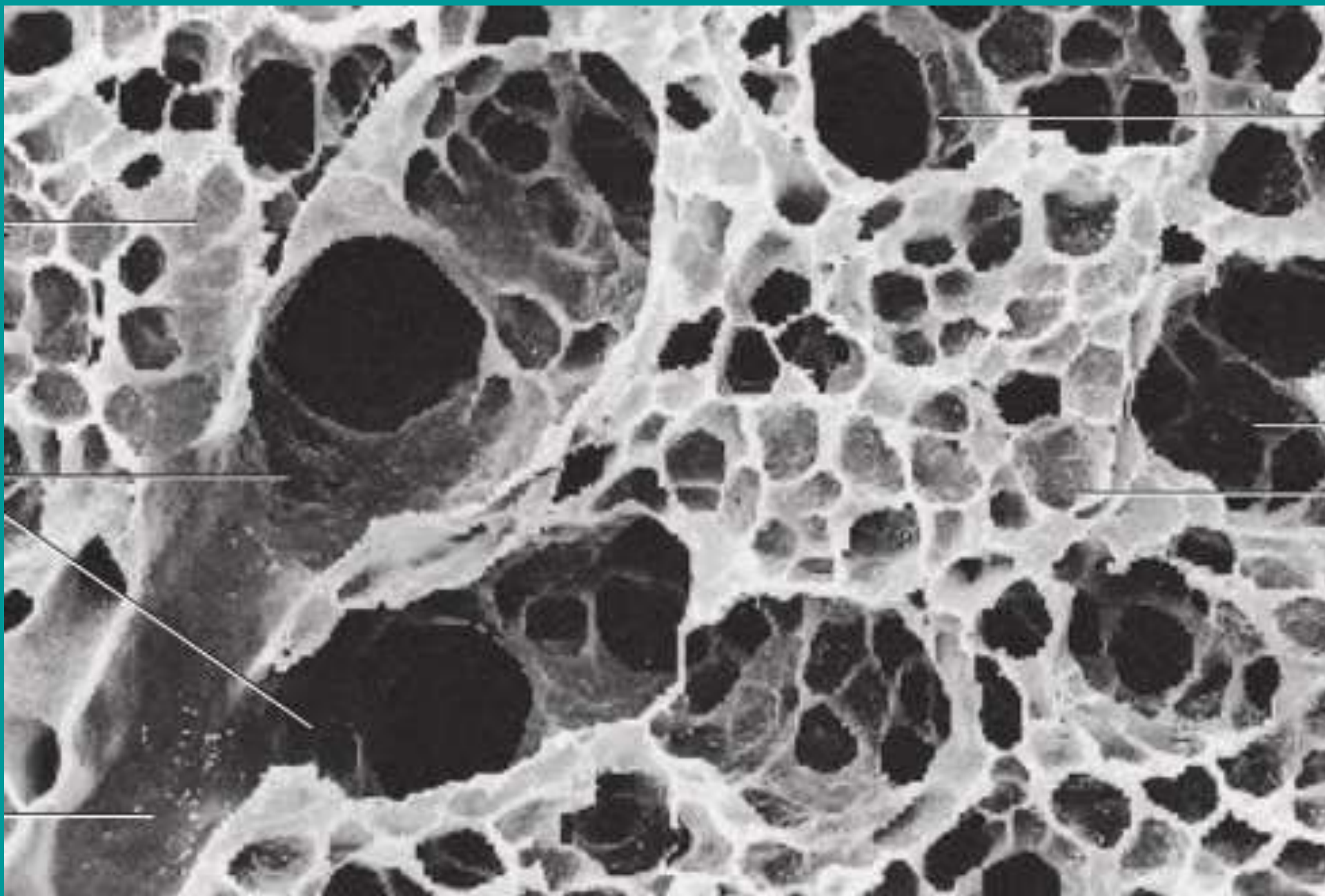
plexus pulmonalis ant. + post., pleteně peribronchální a periarteriální (parasymptická vl. - bronchokonstrikce), (sympatická vl. bronchodilatace), senzitivní vlákna



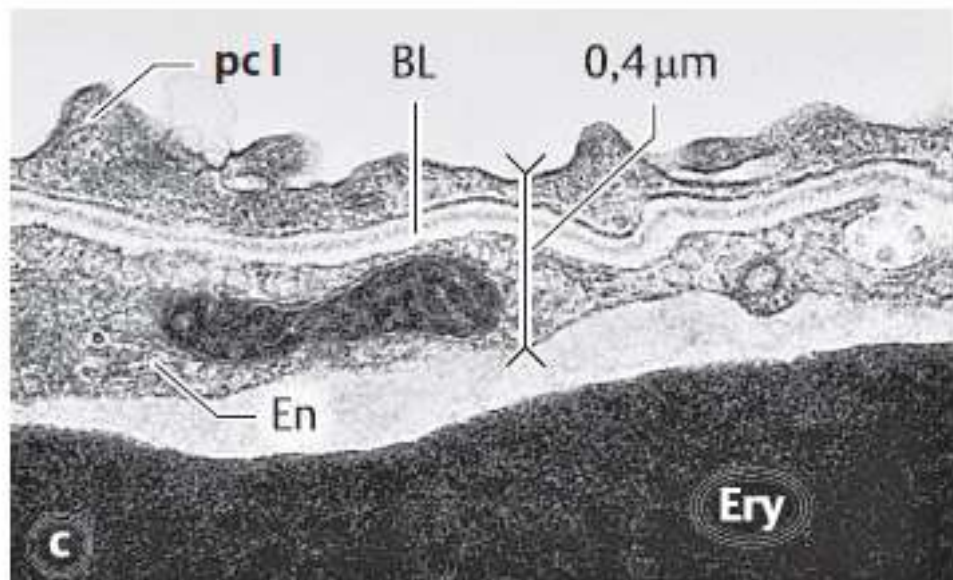
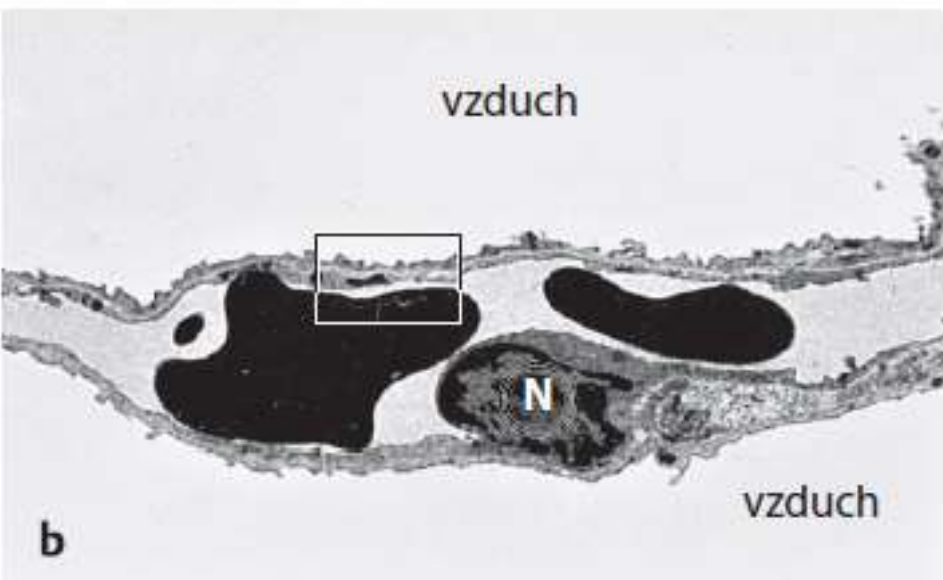
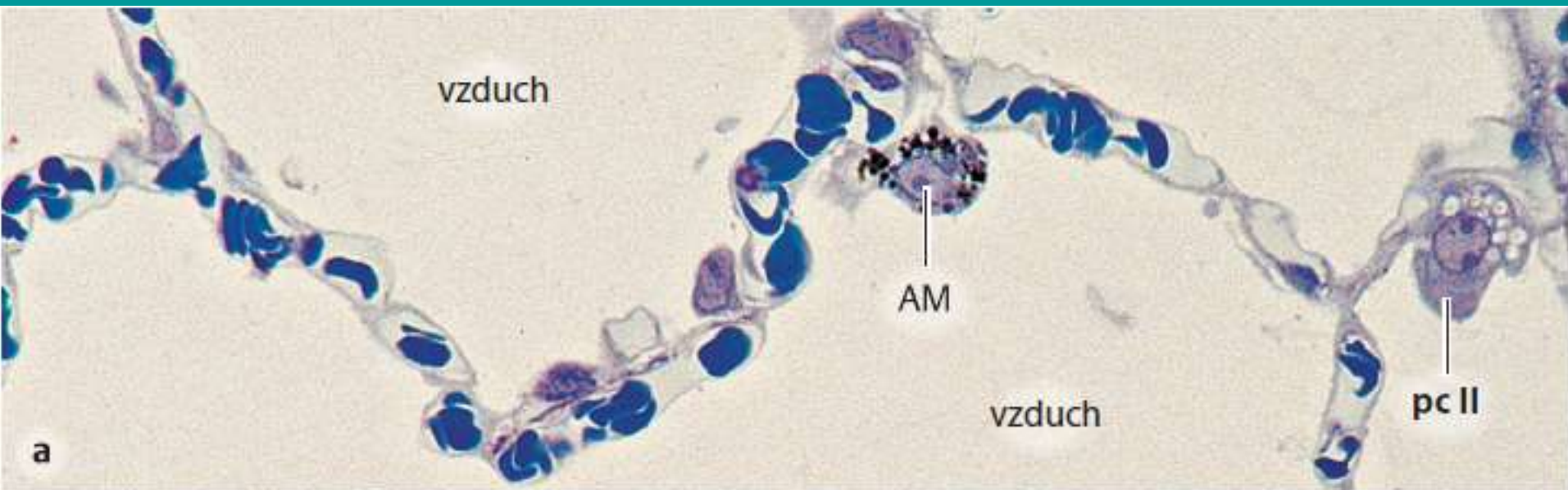
Prostorové schema
sekundárního
plicního lalůčku

Arbor alveolaris a typy buněk v jeho stěně:
membranosní a granulární pneumocyty,
řasinkové b., neuroendokrinní buňky, Clarovy
buňky. Bronchiolus terminalis, br. respiratorii,
ductuli alveolares, sacculi a alveoli pulmonis





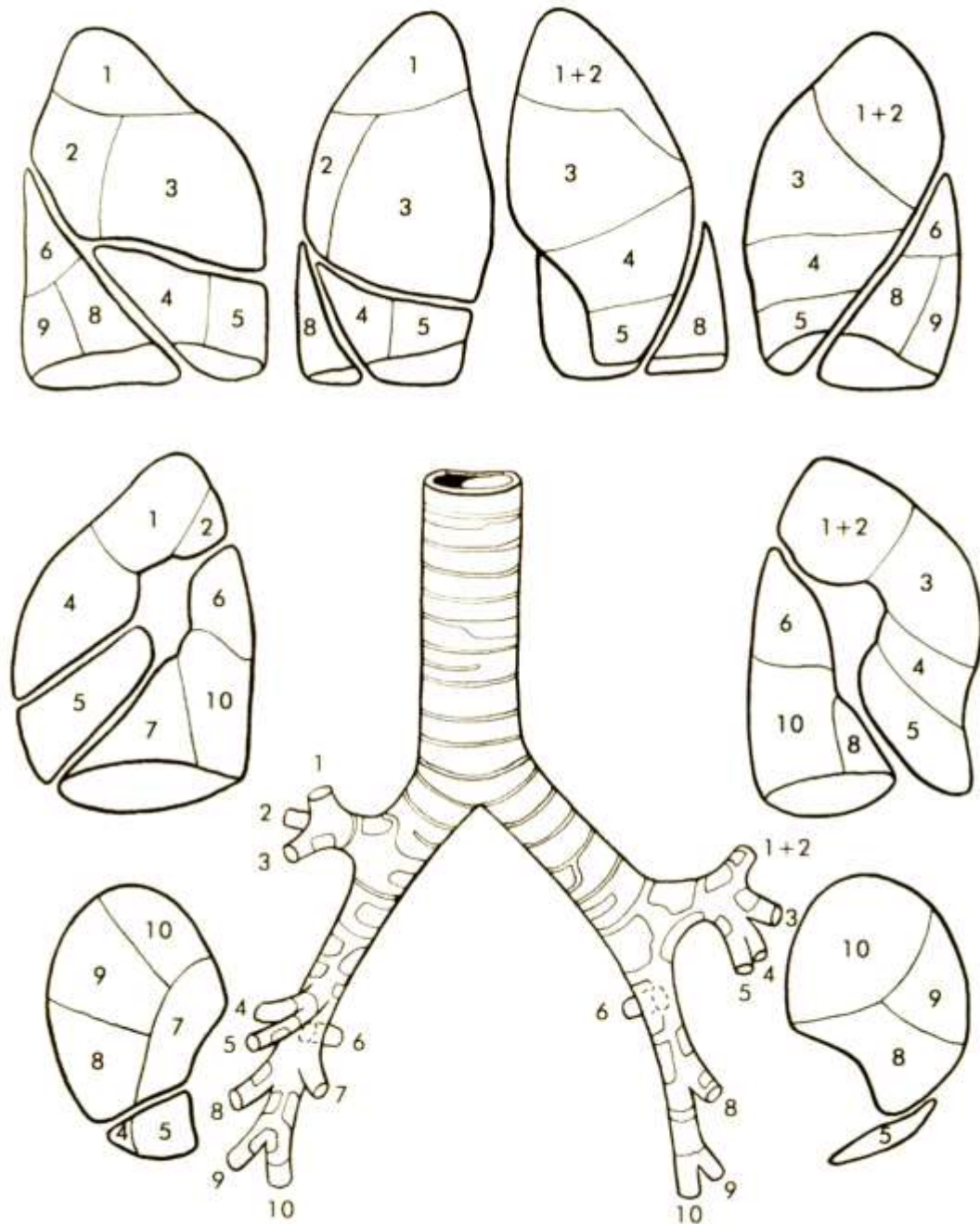
Arbor alveolaris v obraze rastrovacího elektronového mikroskopu



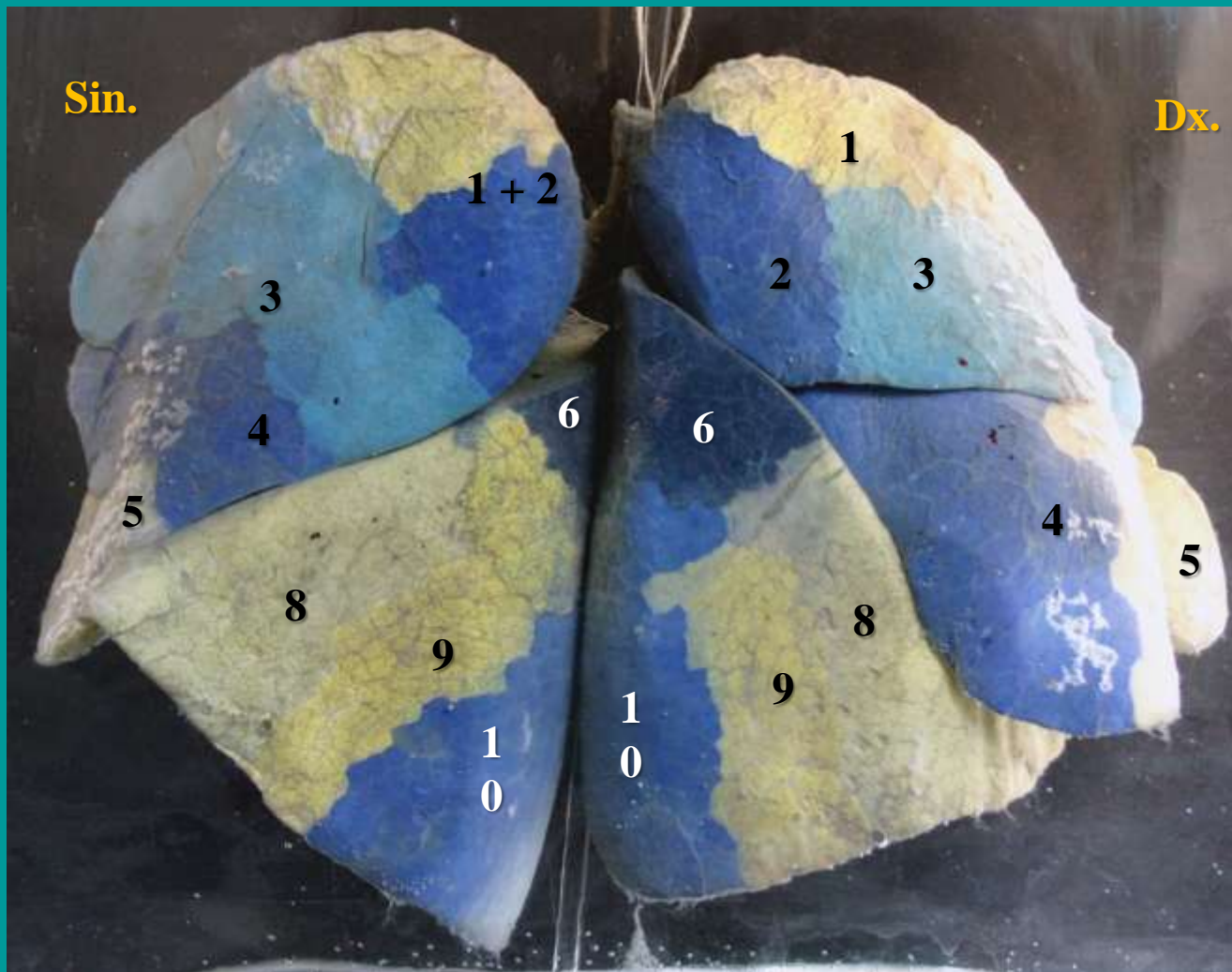
Interalveolární septa a bariéra krev/vzduch
 obr. z Histologie R. Lüllman-Rauch

Základní stavební a funkční jednotkou plicí je **bronchopulmonální segment**. Je to kůžellovitý úsek plicní tkáně s hrotem obráceným k hilu. Je ventilován jedním segmentovým bronchem, který doprovází jedna segmentová větev a. pulmonalis. Větve vv. pulmonales probíhají samostatně ve vazivových septech mezi segmenty

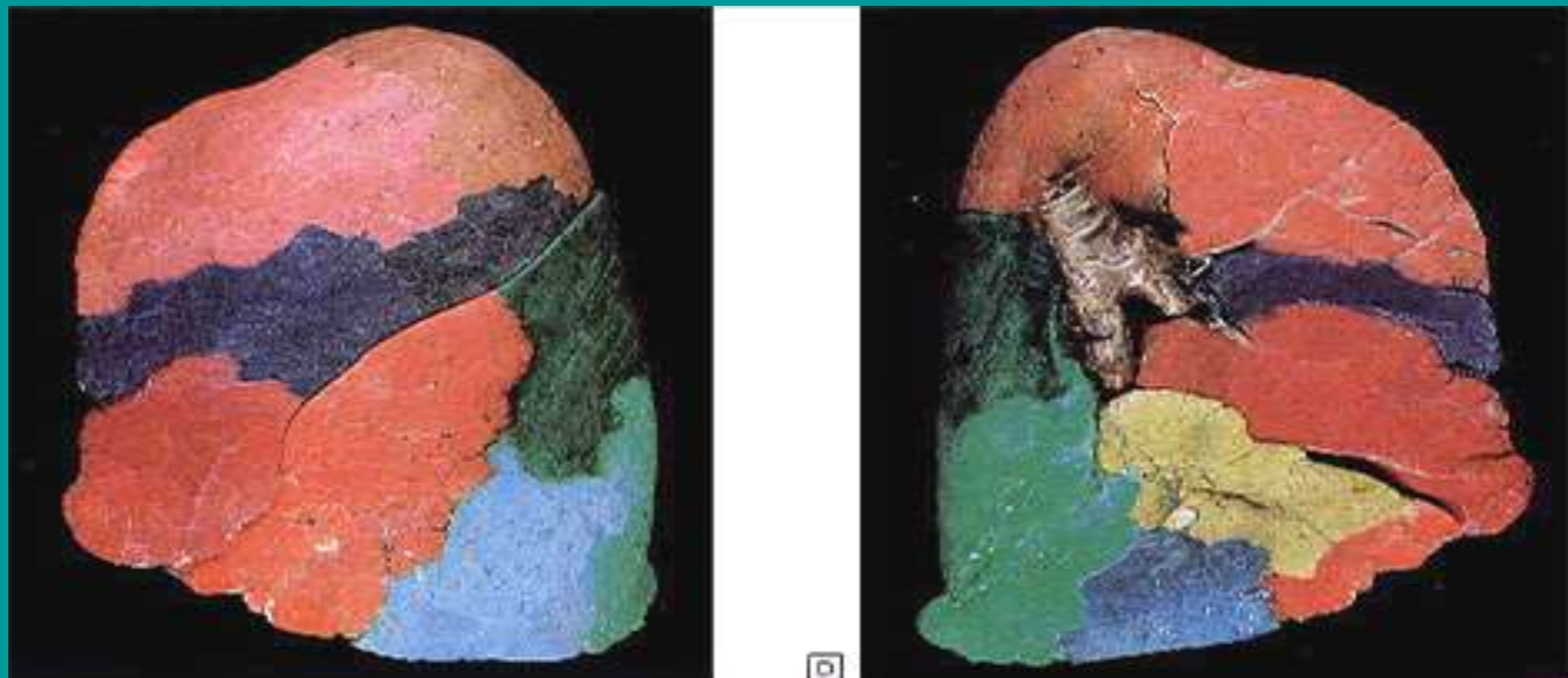
Číselný kód segmentů je identický s označením segmentových bronchů na následujících obrázcích



Schematické znázornění bronchopulmonálních segmentů



Bronchopulmonární segmenty levé (A) a pravé (B) plíce při pohledu z laterální strany. Nástřík obarvenou želatinou do segmentových bronchů. Segmenty jsou označeny stejnými číslicemi jako na předchozím obr. (preparát ze sbírek Anatomického ústavu 1. LF UK, Praha, foto O. Naňka).



Left Lung

Superior lobe: (1) apical, (2) posterior, (3) anterior, (4) superior lingular, (5) inferior lingular

Inferior lobe: (6) superior (apical), (7) medial basal, (8) anterior basal, (9) lateral basal, (10) posterior basal



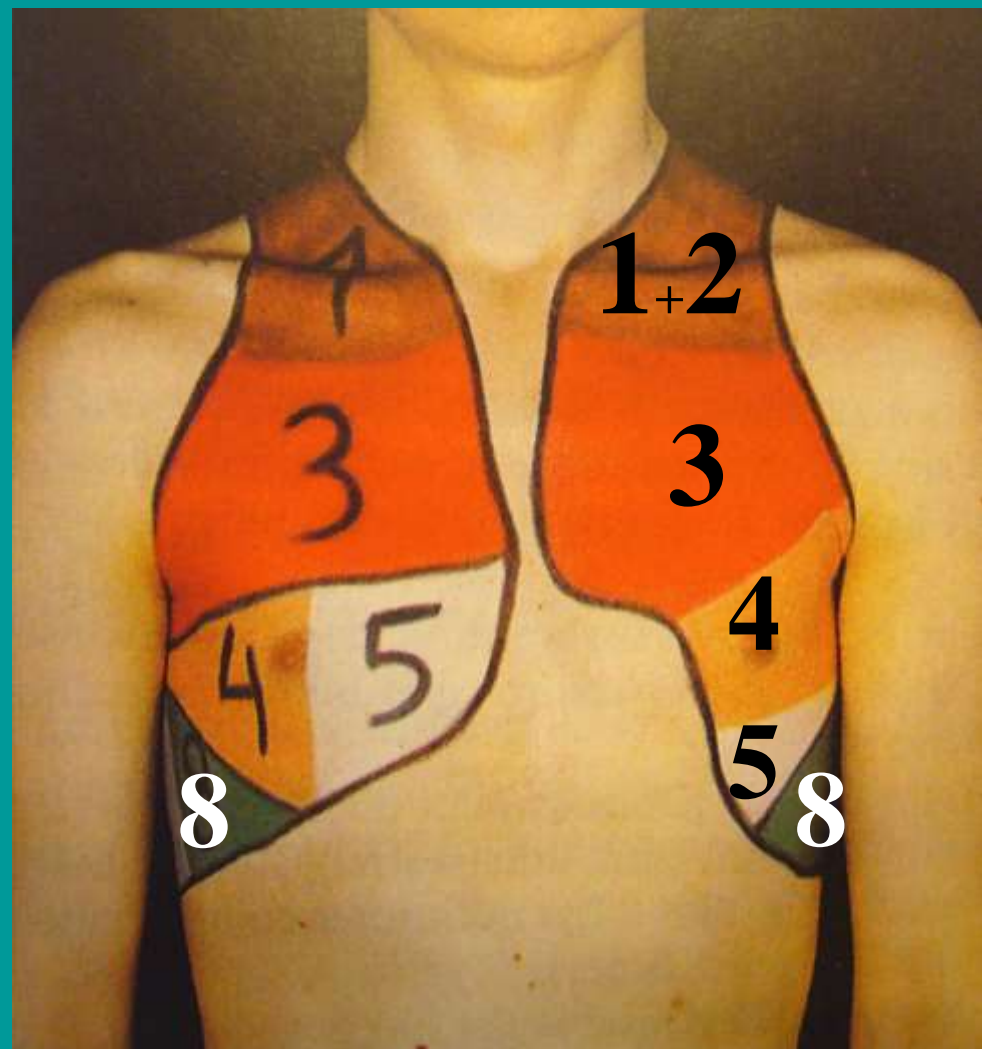
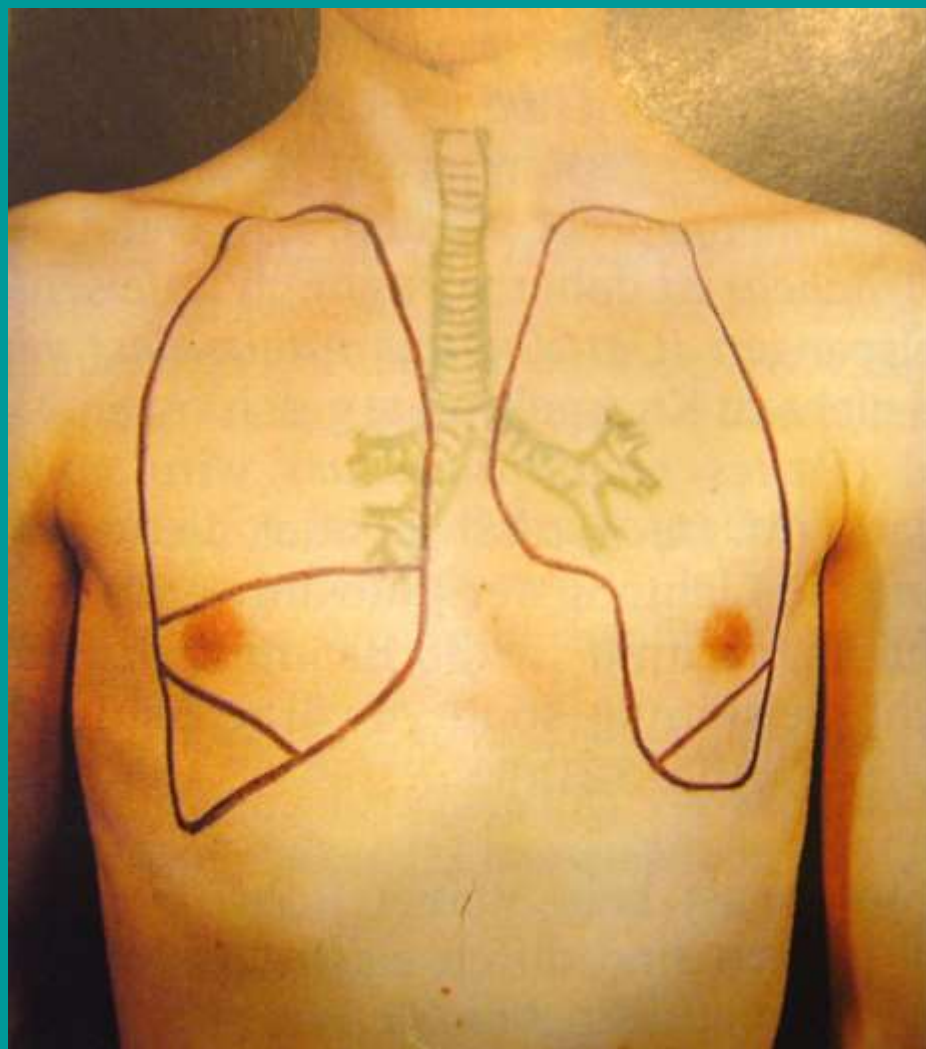
[e]

Right Lung

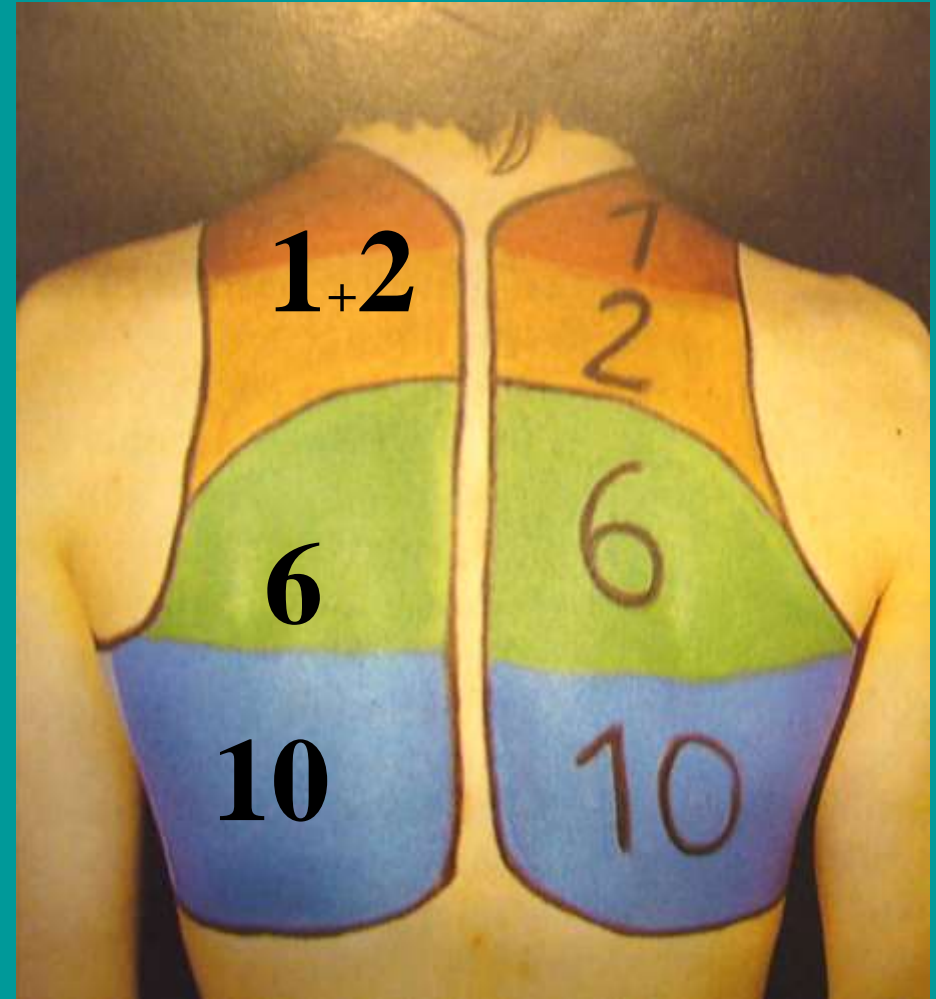
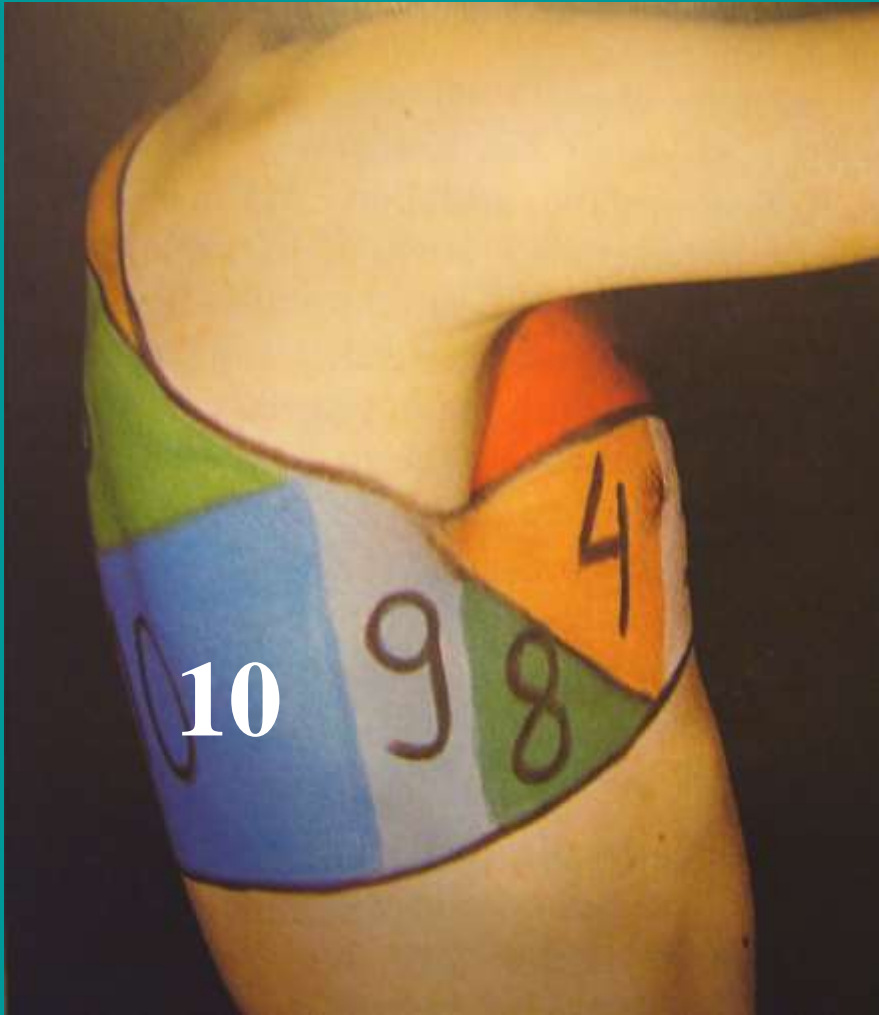
Superior lobe: (1) apical, (2) posterior, (3) anterior

Middle lobe: (4) lateral, (5) medial

Inferior lobe: (6) superior (apical), (7) medial basal, (8) anterior basal,
(9) lateral basal, (10) posterior basal



projekce plicních laloků a bronchopulmonálních segmentů



projekce bronchopulmonálních segmentů

HISTORIE TX PLIC

Transplantace plic v ČR



Walter Klepetko



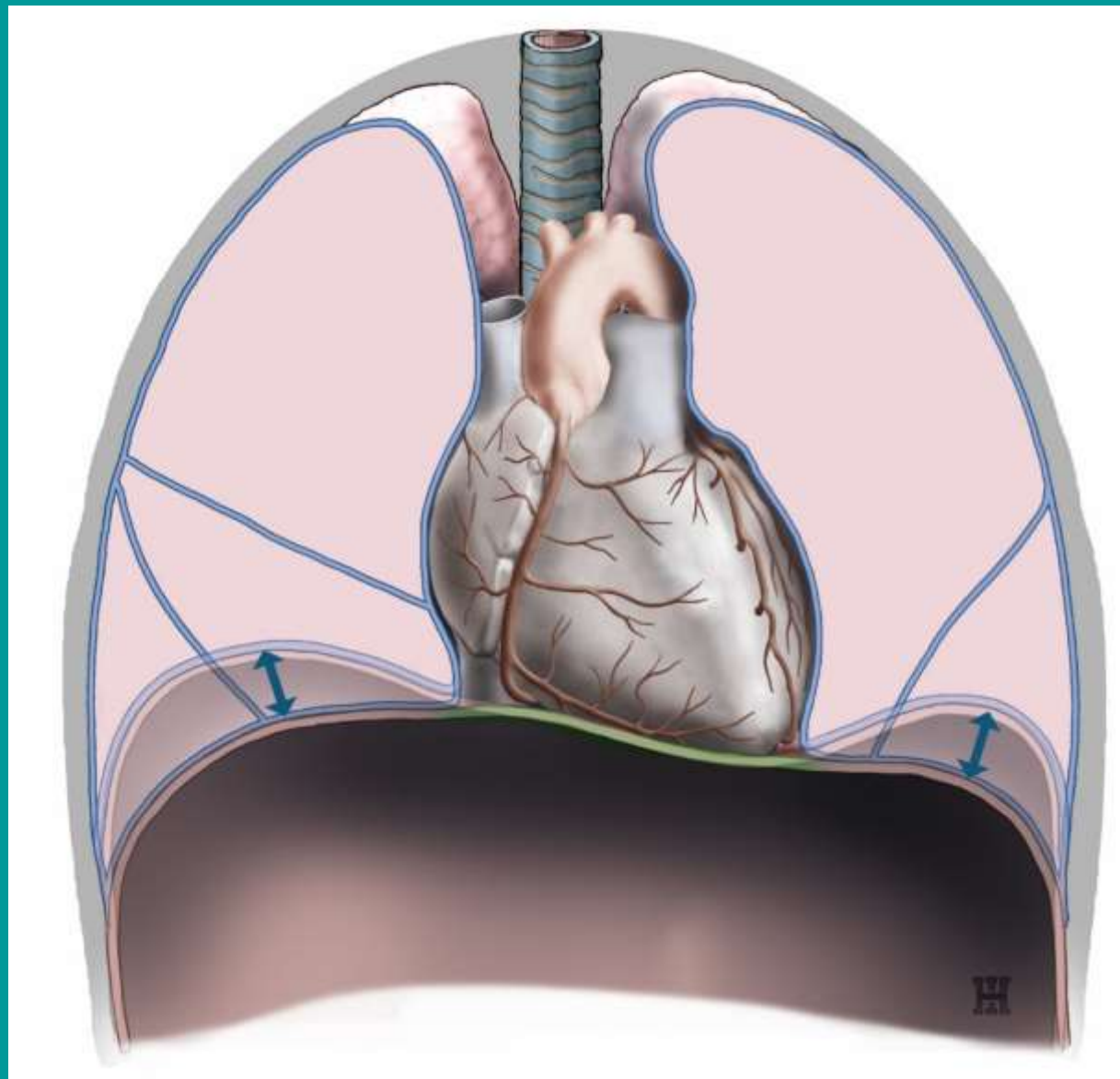
Pavel Pafko

1. Tx plic v ČR 22.12.1997

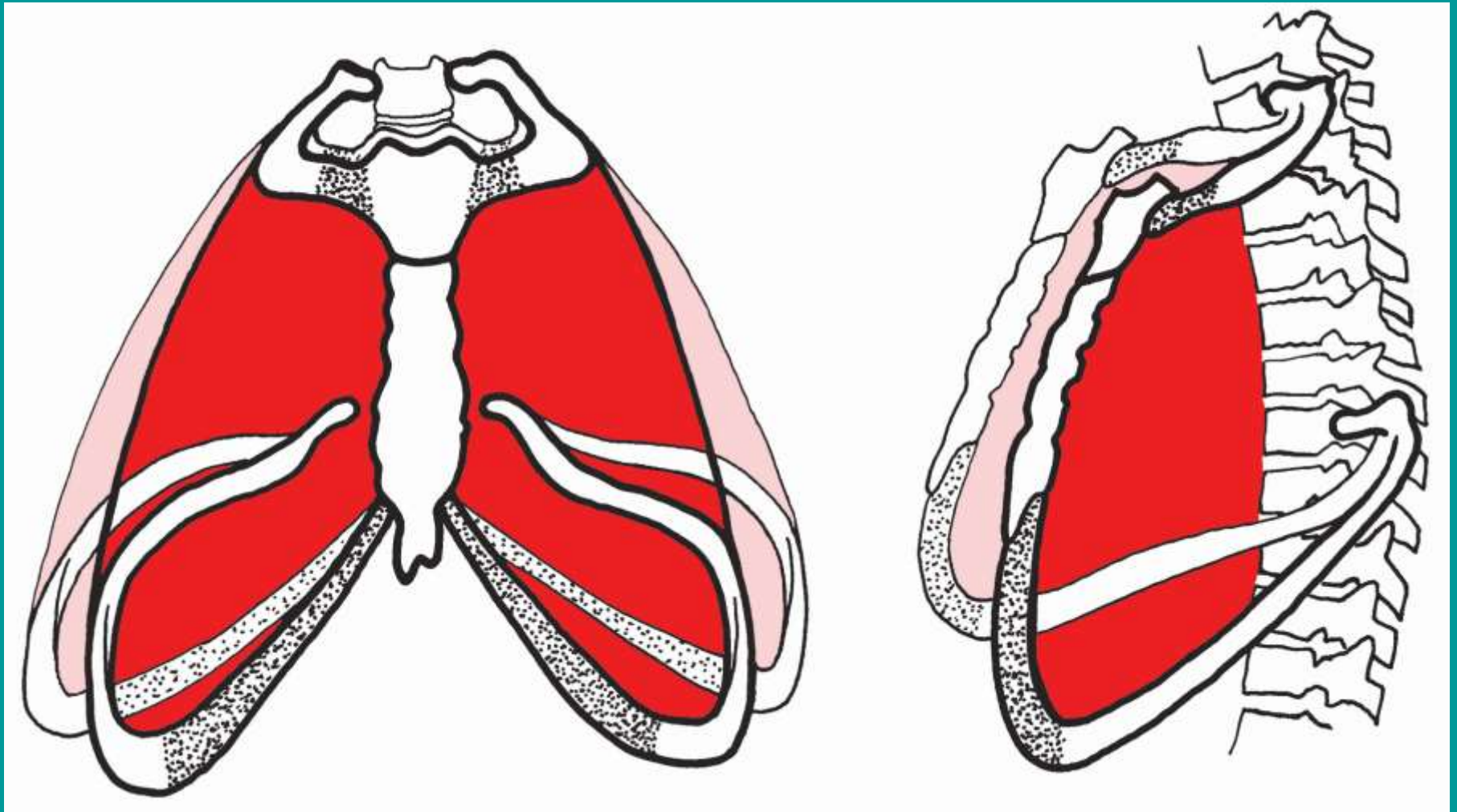
Transplantační program v ČR byl zahájen koncem roku 1997 na 3. chirurgické klinice 1. lékařské fakulty UK ve Fakultní nemocnici v Motole, která je jediným centrem pro tento typ transplantací v ČR. Do konce roku 2005 bylo provedeno 80 transplantací pro všechny základní diagnózy. Limitem větší aktivity je nedostatek vhodných dárců plic v ČR. Potřeba transplantací u nás je zhruba 3–5/1 milión obyvatel za rok. Čekací doba na transplantaci je v průměru 200–250 dní. Jeden rok po transplantaci přežívá 70–80 % pacientů, 5 let 50–55 %.

Dýchací pohyby bránice : při klidném dýchání se oplošťují pouze brániční klenby

Při klidném vdechu klesají brániční klenby o 1,5 cm a při maximálním vdechu až o 6–10 cm, a teprve přitom mírně klesá i centrum tendineum



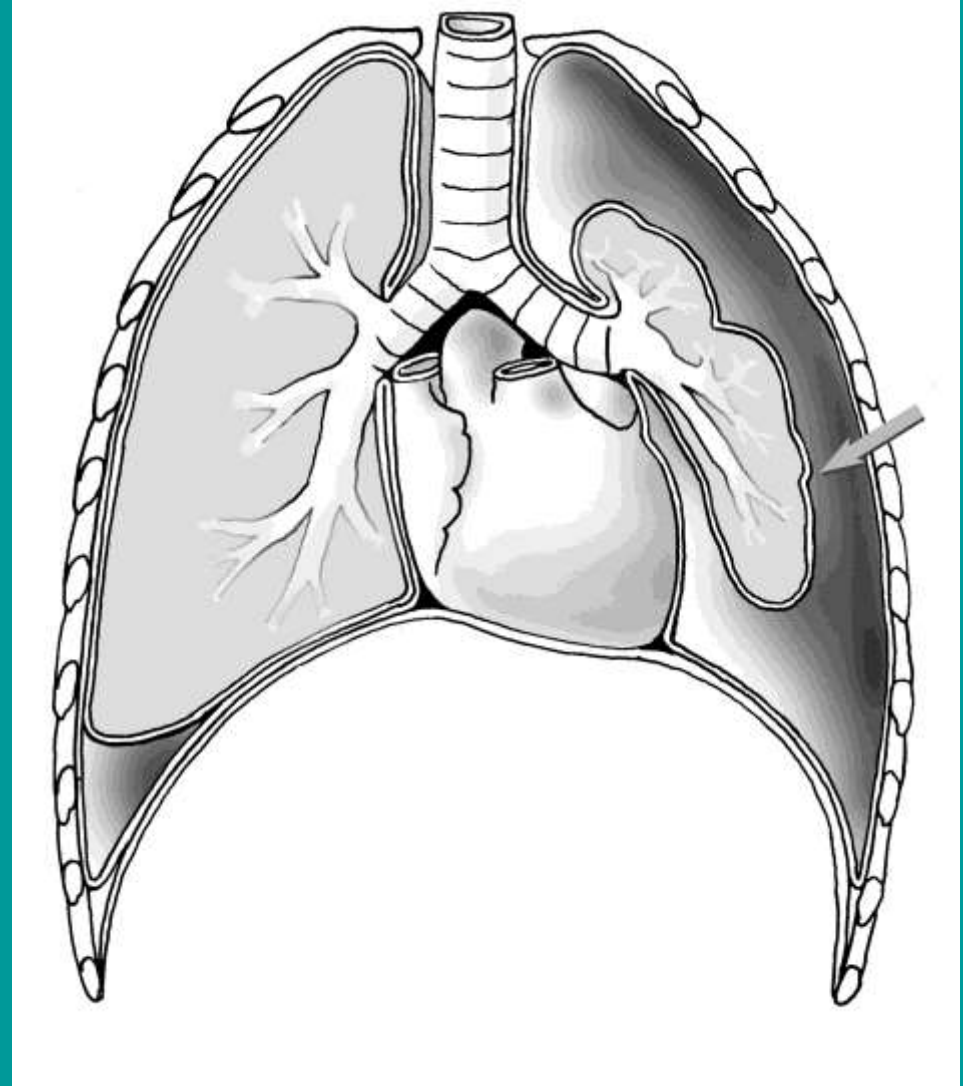
Při kostálním dýchání se mění tvar hrudního koše,
hrudník se rozšiřuje do stran a dopředu

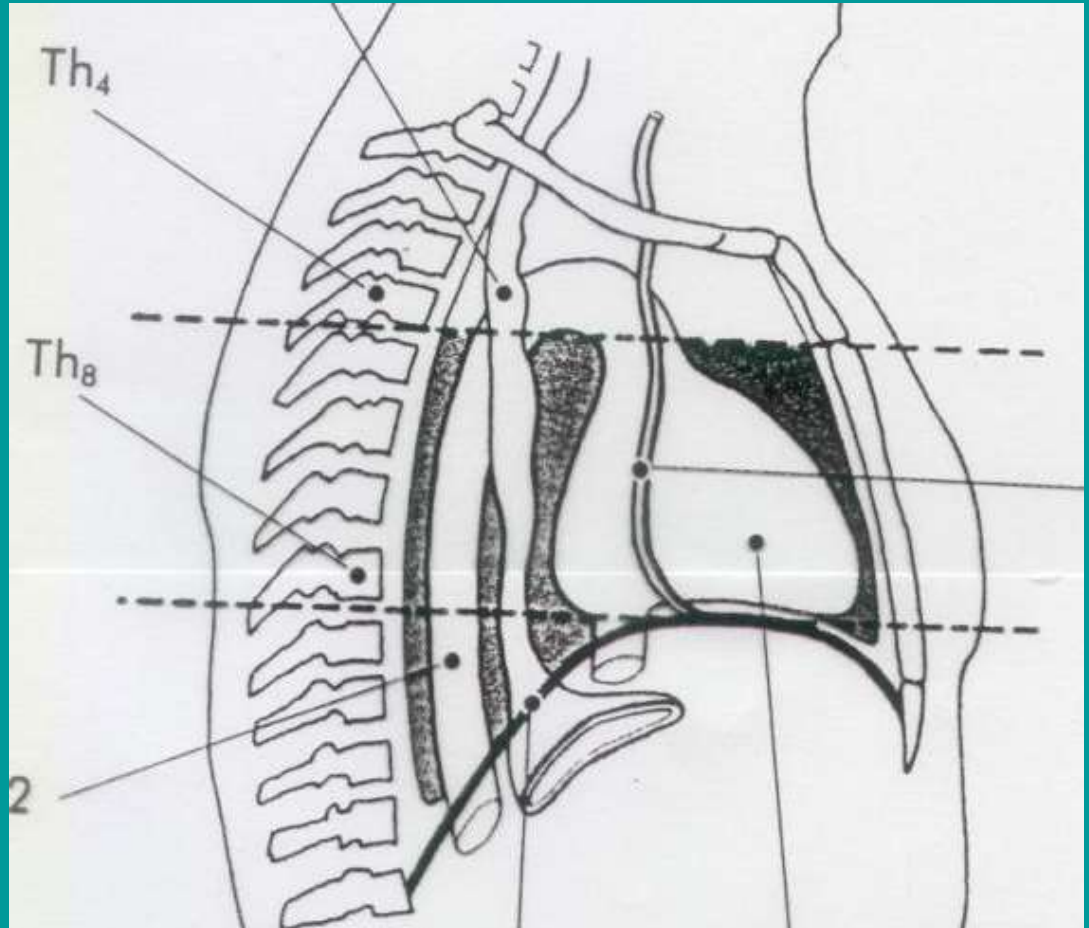
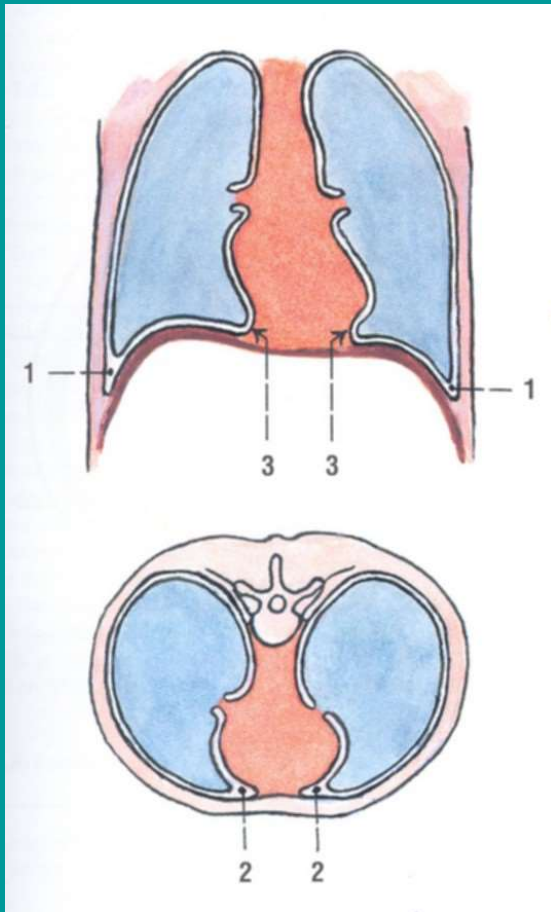


Silná čára – poloha při výdechu; poloha při vdechu - slabá čára
a růžová barva

Pneumothorax

- při otevření pleurální dutiny se vyrovná tlak v plicí a v jejím okolí, výsledkem je smrštění plíce k hilu, která přestane sledovat dýchací pohyb hrudníku
- PNO – vnitřní a zevní
- PNO - otevřený, zavřený, záklopkový
- řízené dýchání s přetlakem, plíce nekolabuje



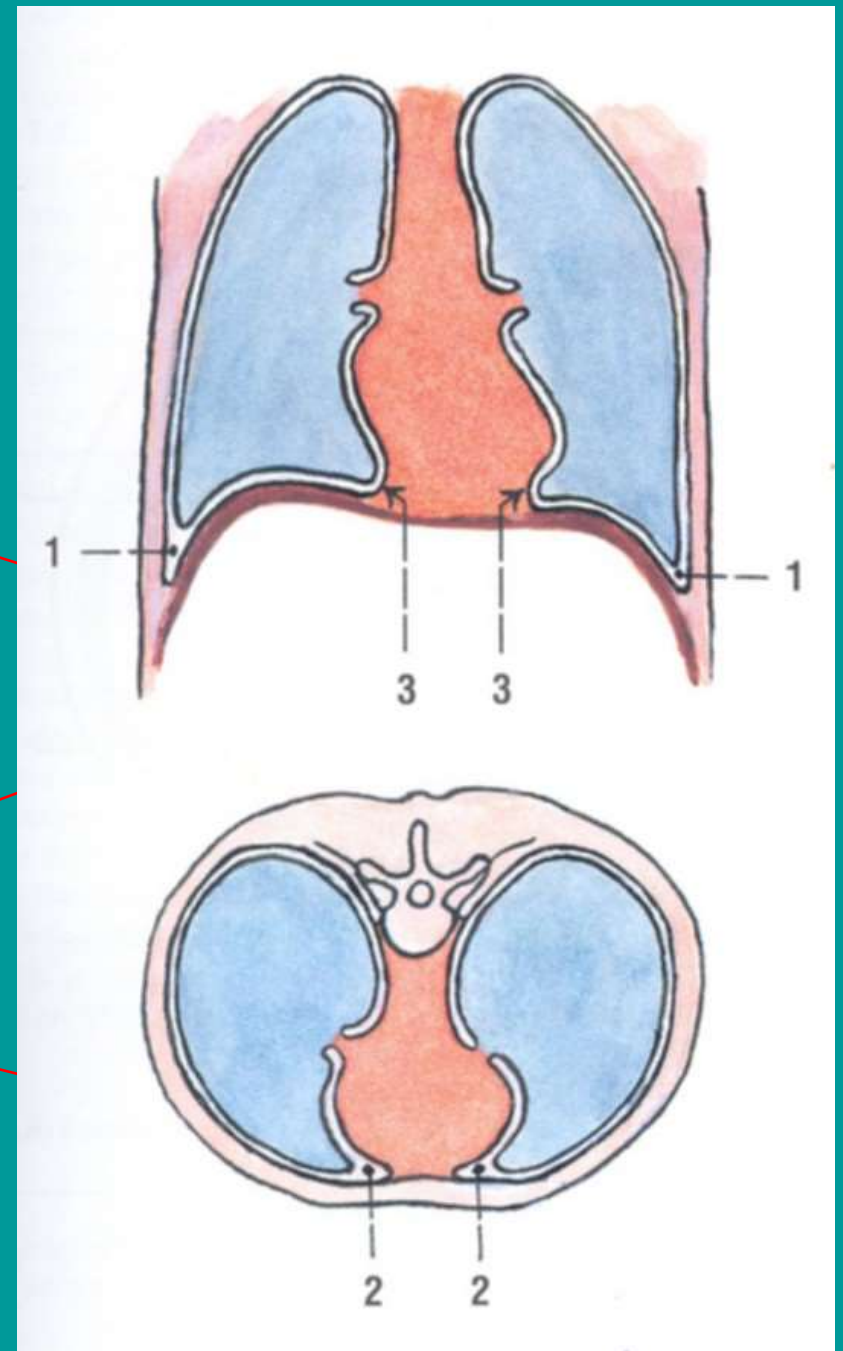


Mediastinum (interpleuralní prostor)
 superius, inferius – anterius, medium, posterius

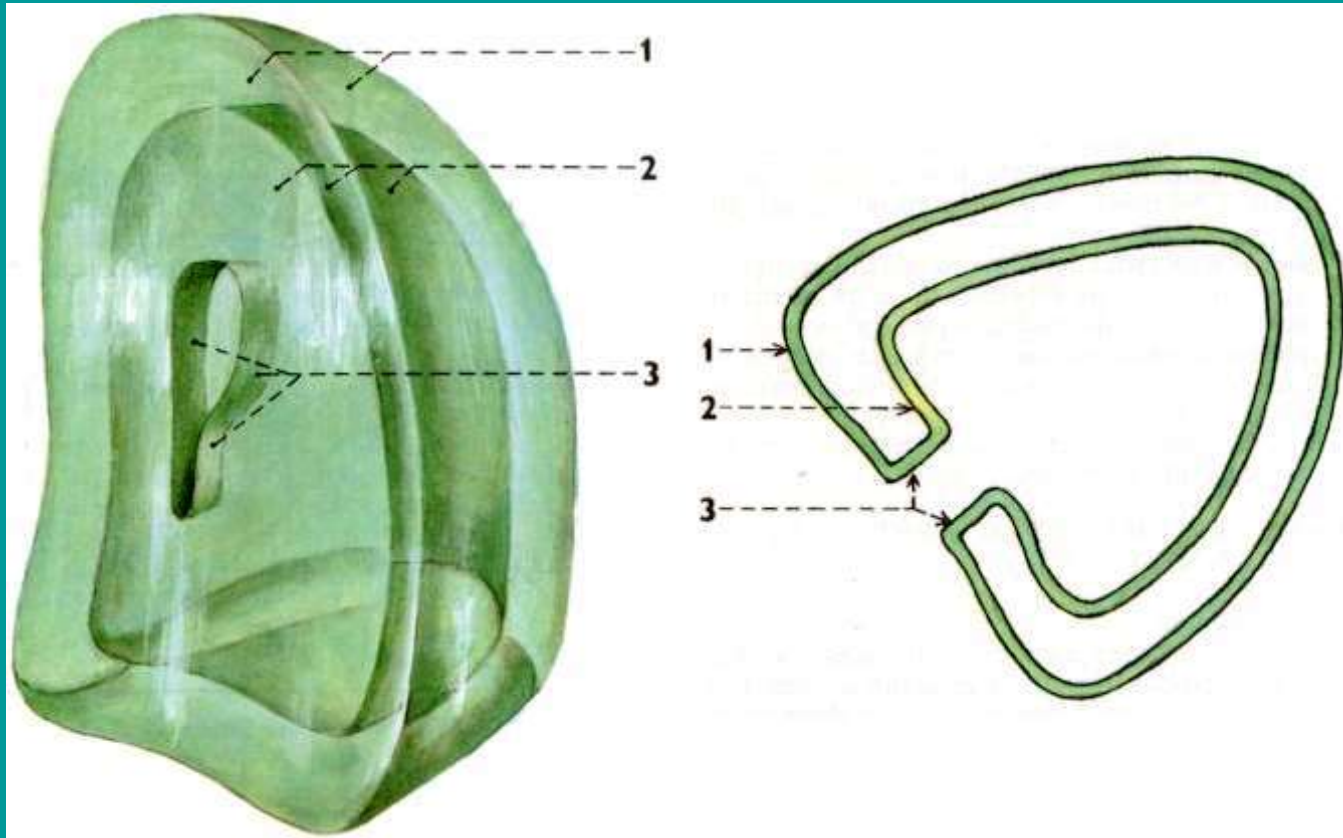
Záhyby pleury

Recessus pleurales

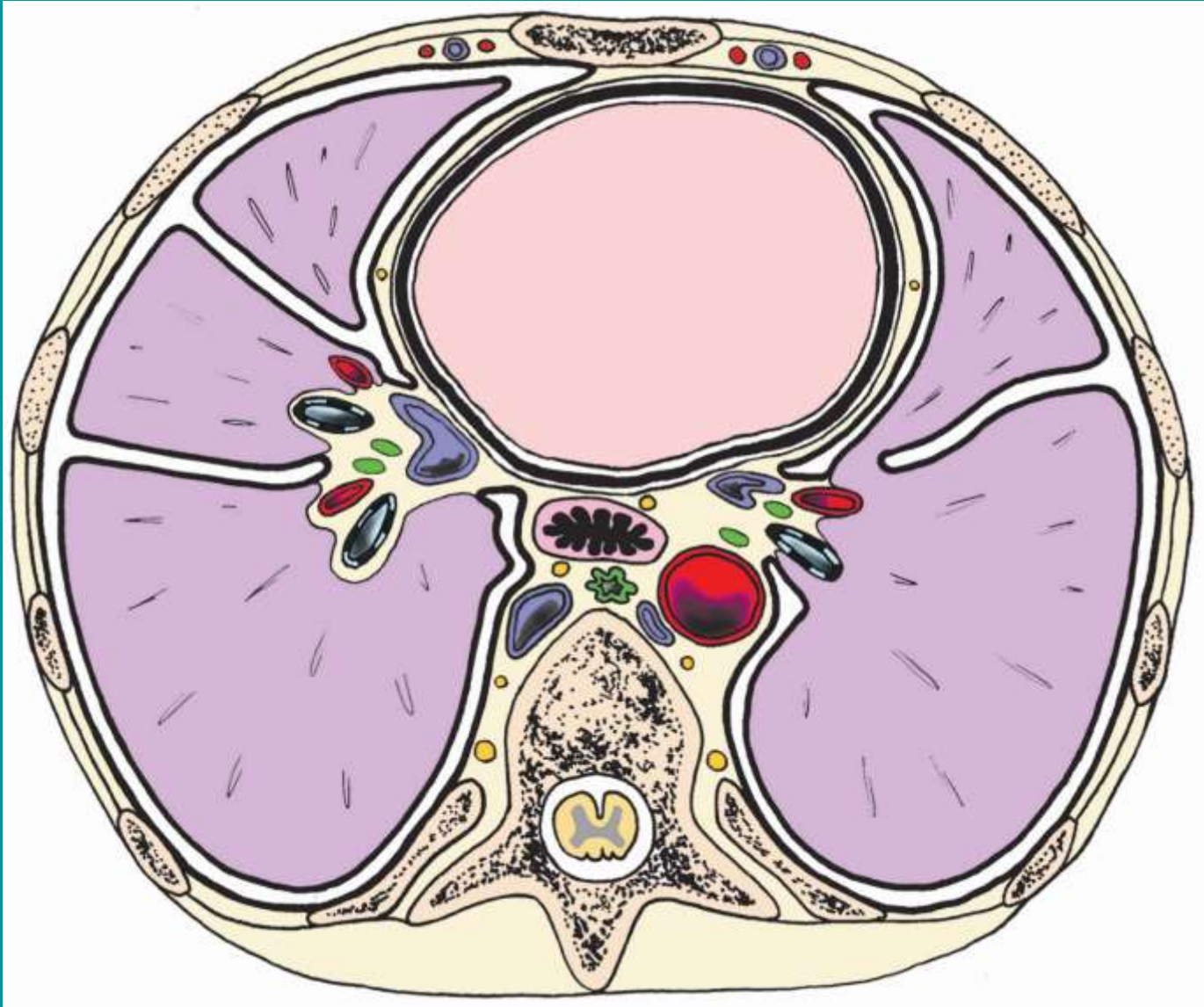
- recessus costodiaphragmaticus – hromadění krve nebo výpotku
- recessus phrenicodiastinalis
- recessus costodiastinalis
- **Mediastinum** – prostor mezi levou a pravou pleurální dutinou (červeně)

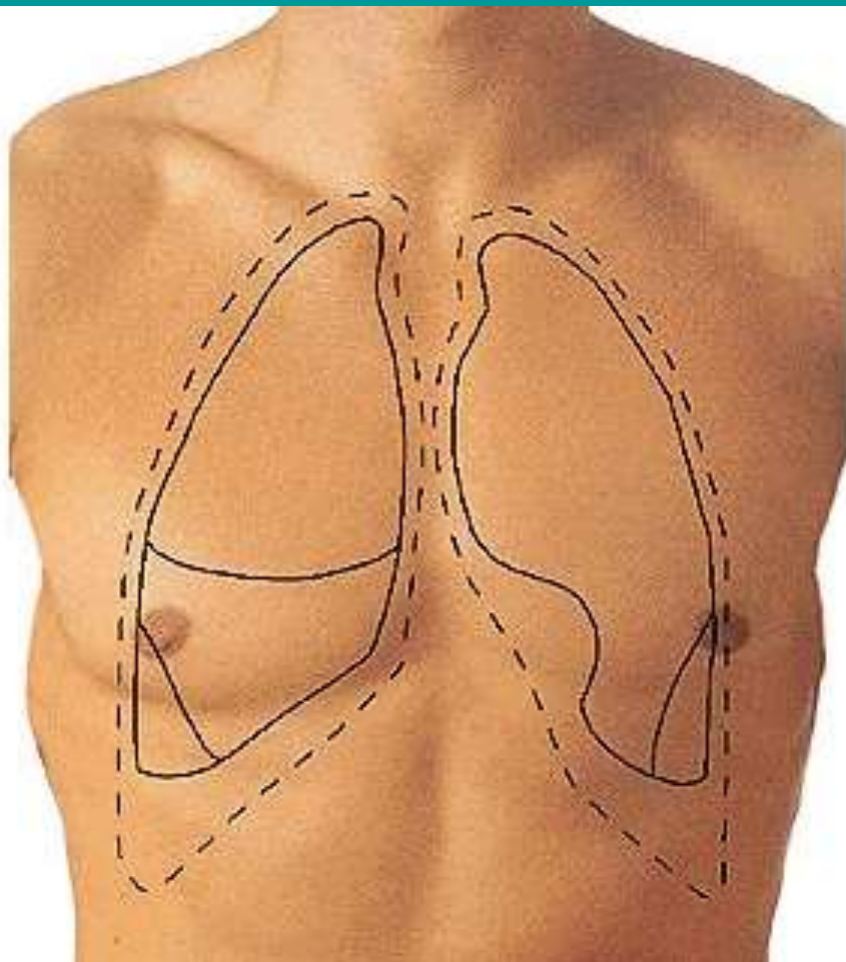


Pleura – parietální, viscerální (také ve fissurae interlobares),
mesopneumonium (lig. pulmonale)



transversální řez mediastinem





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

Pleura parietalis,
pohrudnice

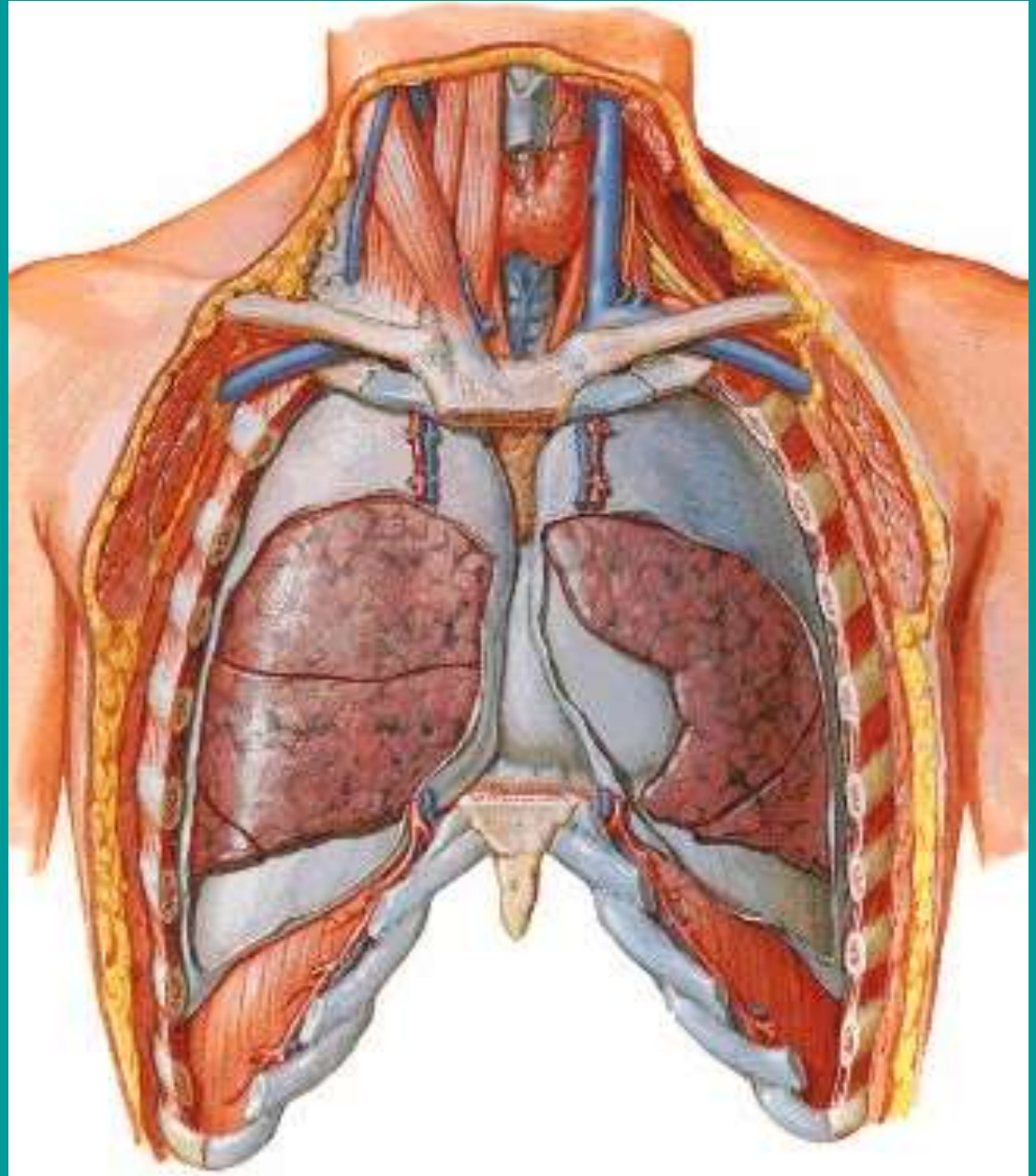
pars costalis,
mediastinalis,
diaphragmatica,
cupula pleurae

Pleura visceralis,
poplicnice,

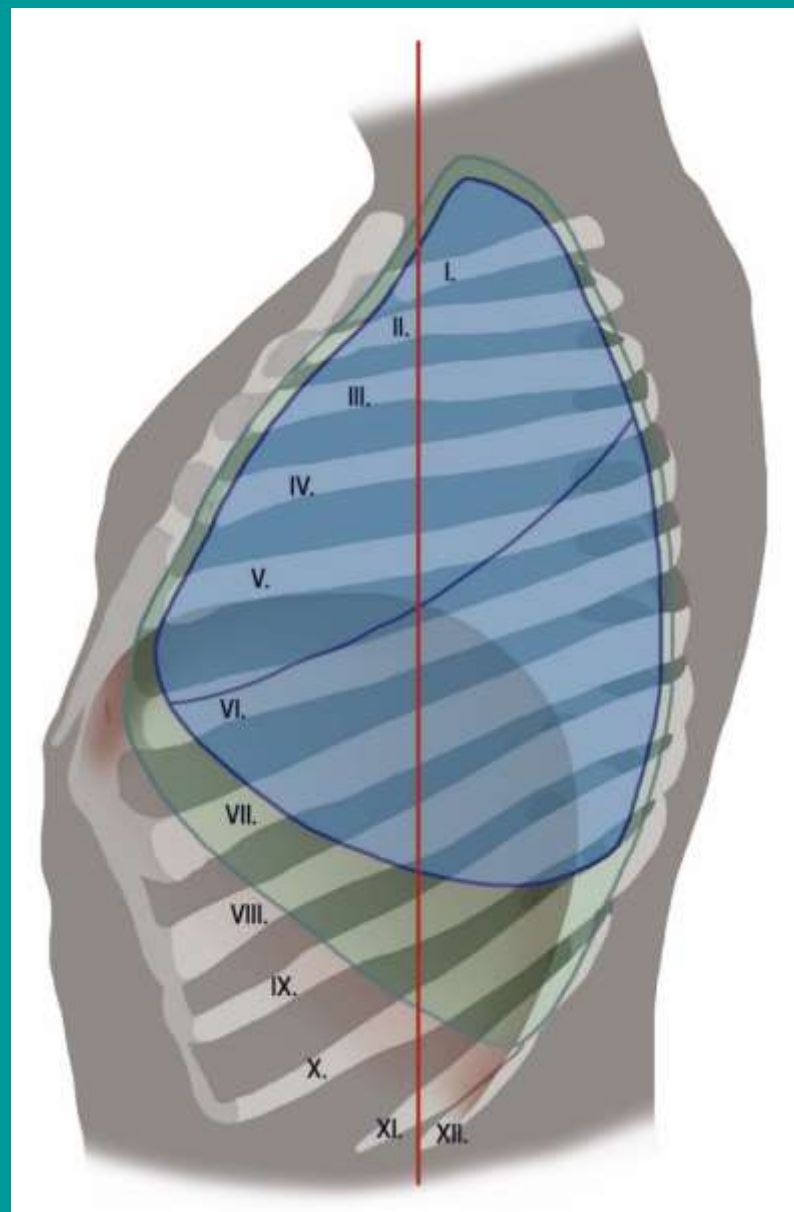
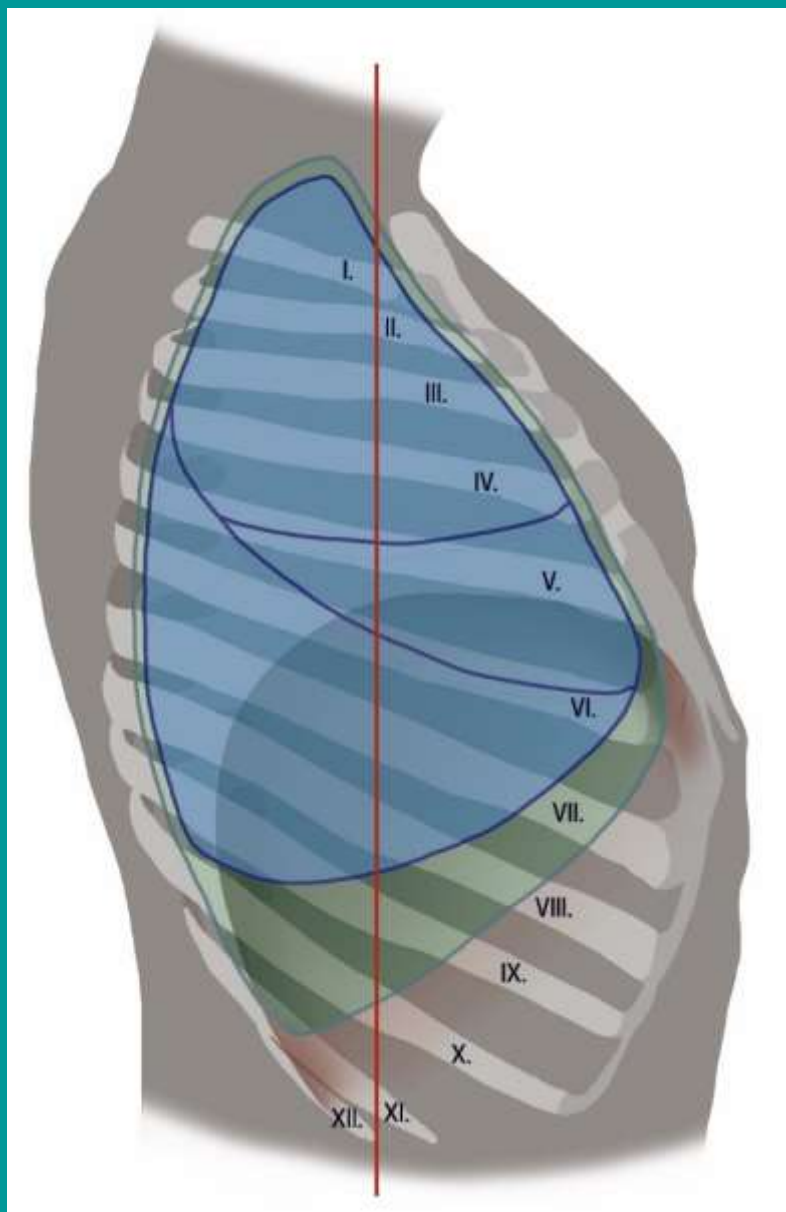
(pleura interlobaris,)
mesopneumonium
(lig. pulmonale)

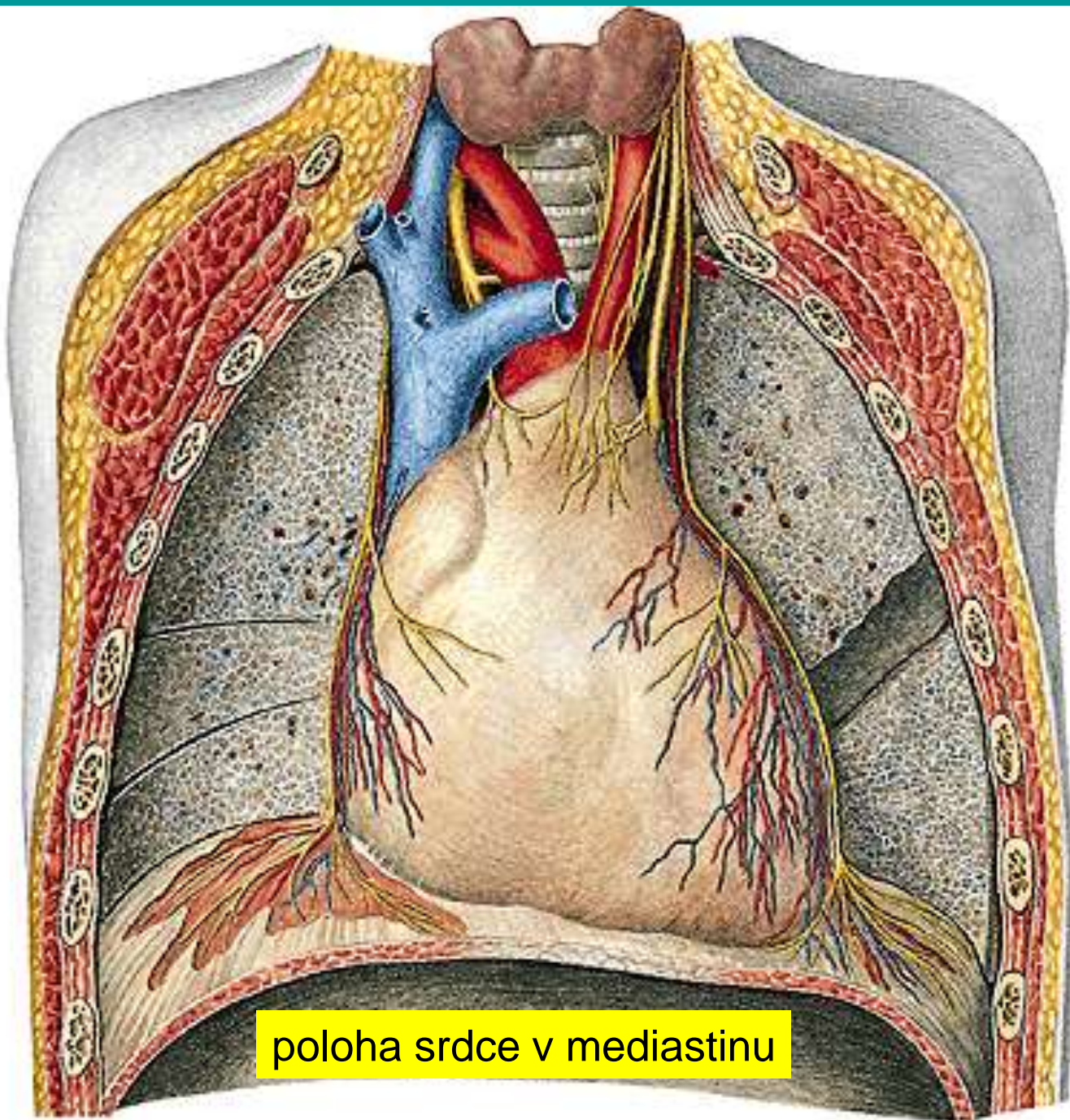
Cavitas pleuralis
dx., sin.

Mediastinum



Projekce plic a pleury na povrch hrudníku

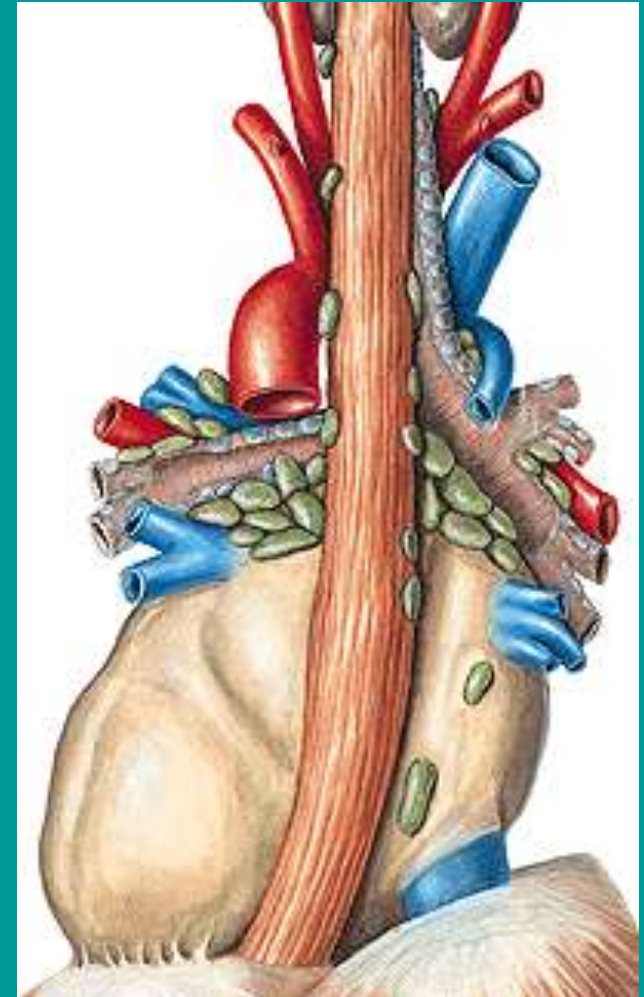
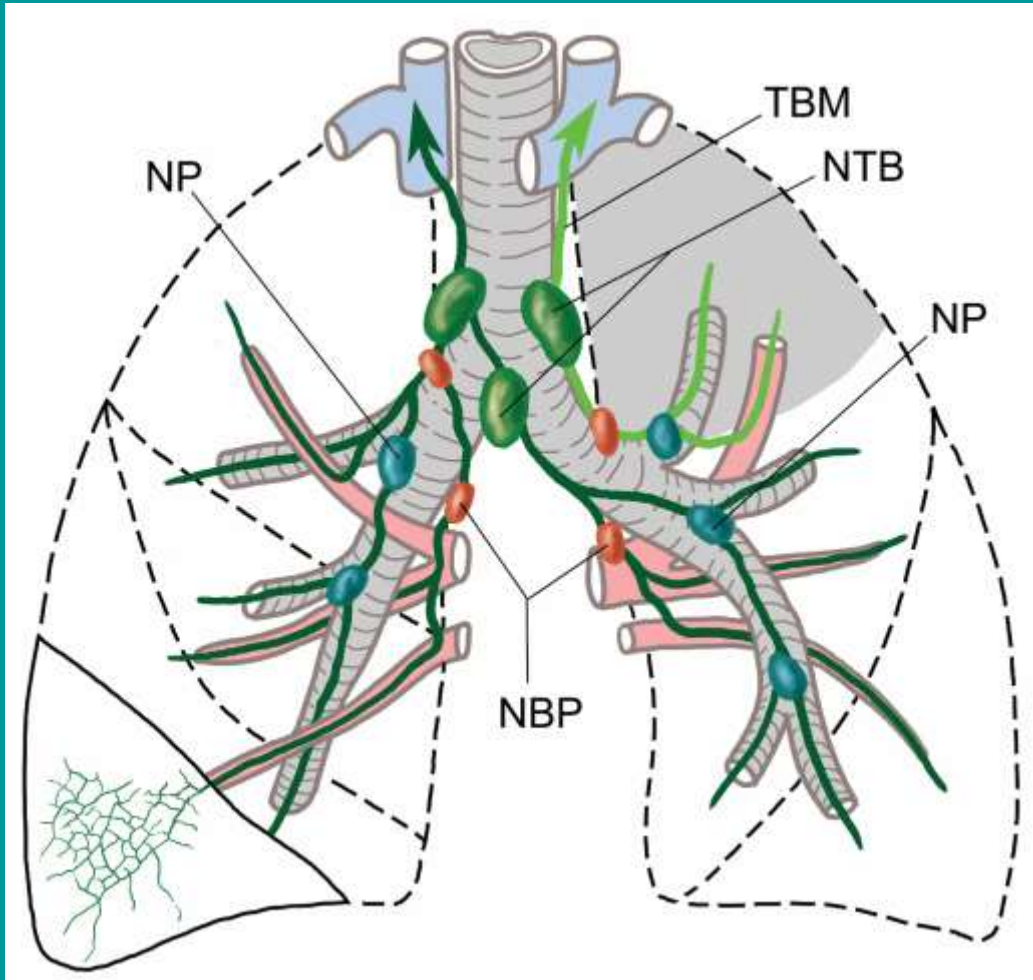




poloha srdce v mediastinu

Mízní cévy a uzliny plic

Povrchový a hluboký systém,
nodi pulmonales, bronchopulmonales,
tracheobronchiales inferiores, superiores dx. + sin.



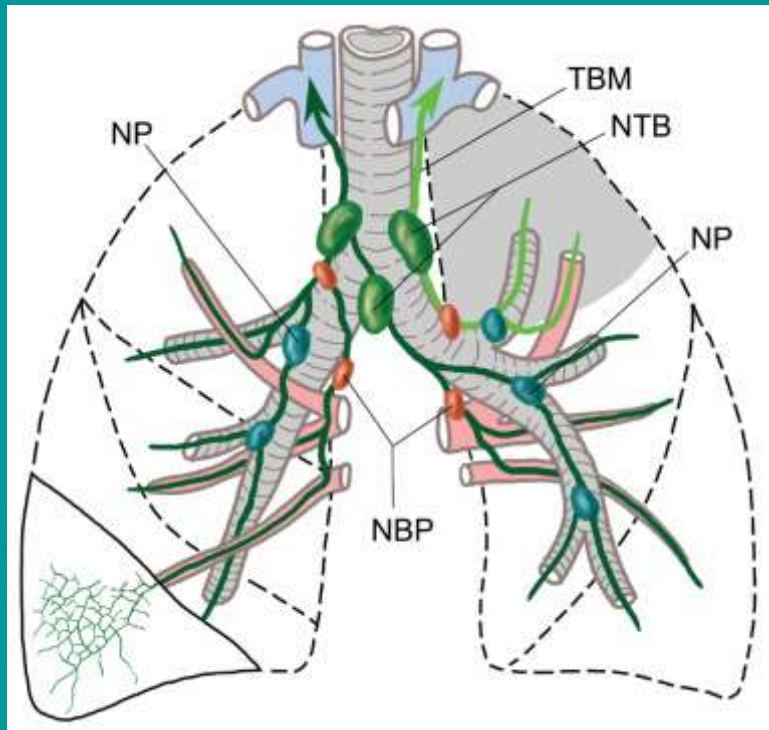
Mízní cévy a uzliny plic

Lymfatická tkáň v dýchacím systému je obsažena **ve sliznicí dýchacího systému (BALT, bronchi-associated lymphoid tissue)**. Mízní cévy tvoří **jednak povrchovou pleteň**, ze které odtéká lymfa do *nodi bronchopulmonales*,

jednak jsou podél bronchů vytvořeny **hluboké mízní pleteně**. Z nich lymfa odtéká do *nodi pulmonales* při odstupech segmentových bronchů. Na ně navazují *nodi bronchopulmonales* v oblasti hilu. Další uzliny, *nodi tracheobronchiales*, jsou uloženy při bifurkaci trachey.

Mezinárodní klasifikační systém dělí lymfatické uzliny plic podle jejich polohy do 14ti skupin.

Z pravé plíce odtéká lymfa do nodi bifurcationes a tracheobronchiales dextri a dále přes truncus bronchomediastinalis do ductus lymphaticus dexter.

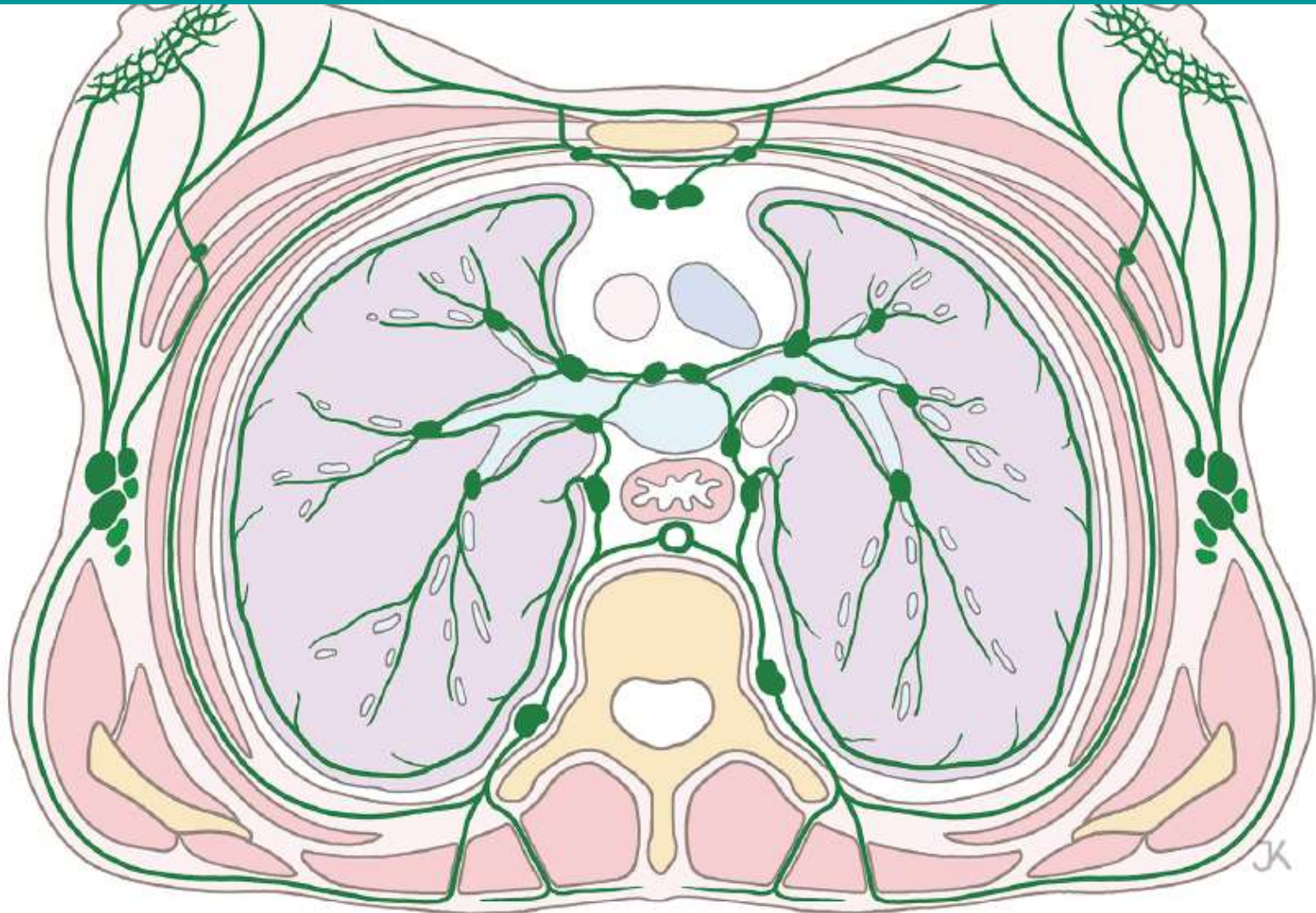


Z levé plíce odtéká lymfa dvěma směry.

Z horních segmentů levé plíce odtéká lymfa do nodi tracheobronchiales sinistri a dále do ductus thoracicus.

Z lingulárních segmentů horního laloku a z celého dolního laloku směřuje lymfa do nodi bifurcationes a dále přes nodi tracheobronchiales dextri do pravého angulus venosus jako z pravé plíce.

Hluboké uzliny hrudní stěny, plic a mediastina: nodi intercostales, nodi parasternales, nodi phrenici , nodi mediastinales anteriores, nodi mediastinales posteriores



Vývoj dýchacího systému

Vývoj plic

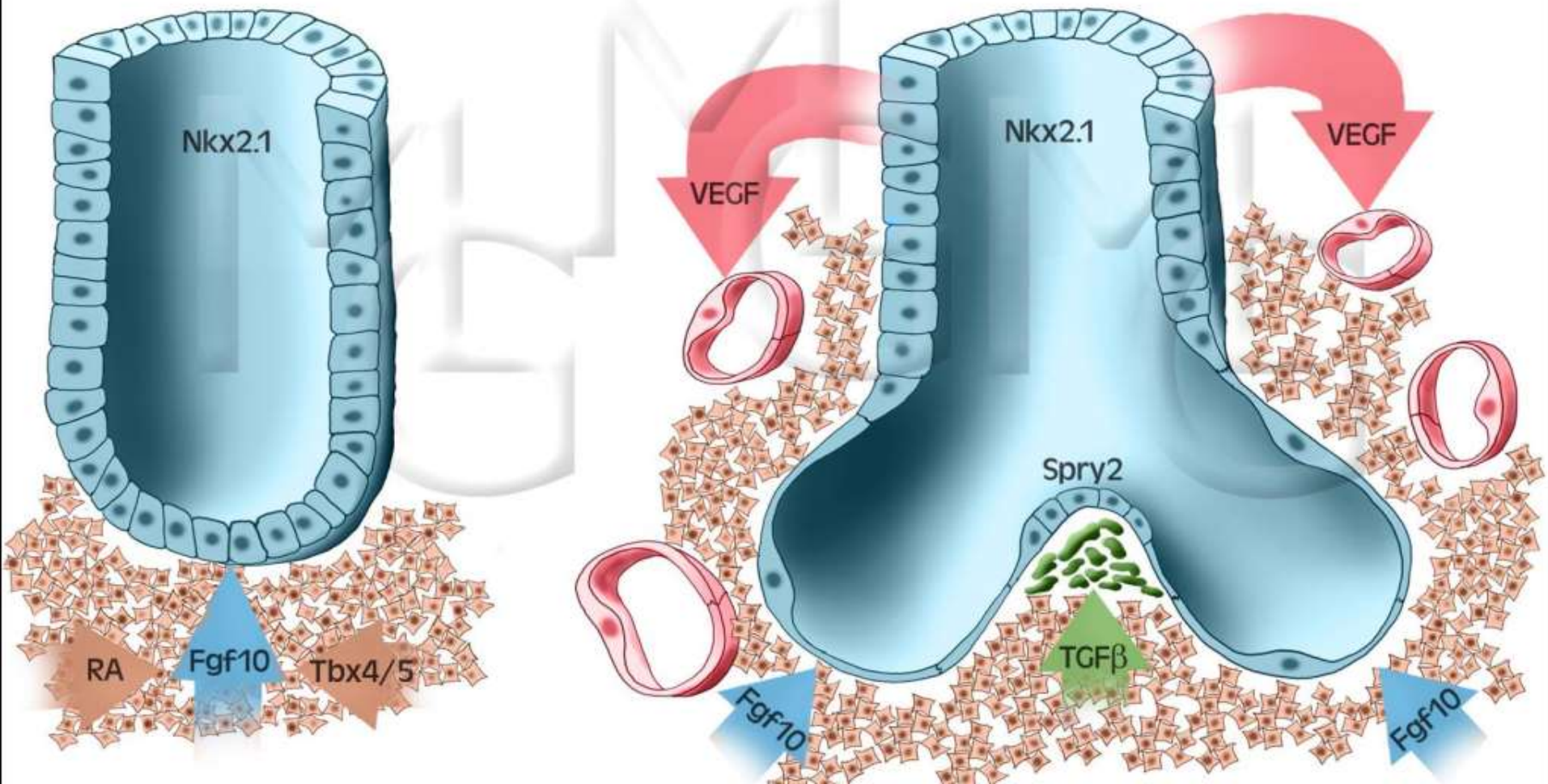
Zahrnuje několik postupných fází: vznik **laryngotracheové výchlípky** a její oddělení od jícnu, vytvoření **bronchoalveolárního stromu**, determinace buněk respiračního systému, regionální diferenciaci jeho epithelu a jeho interakce s endothelem cévního řečiště a **alveologeneze**.

Epithelové buňky výchlípky exprimují transkripční faktor **Nkx2.1**, který je **nositelem 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.



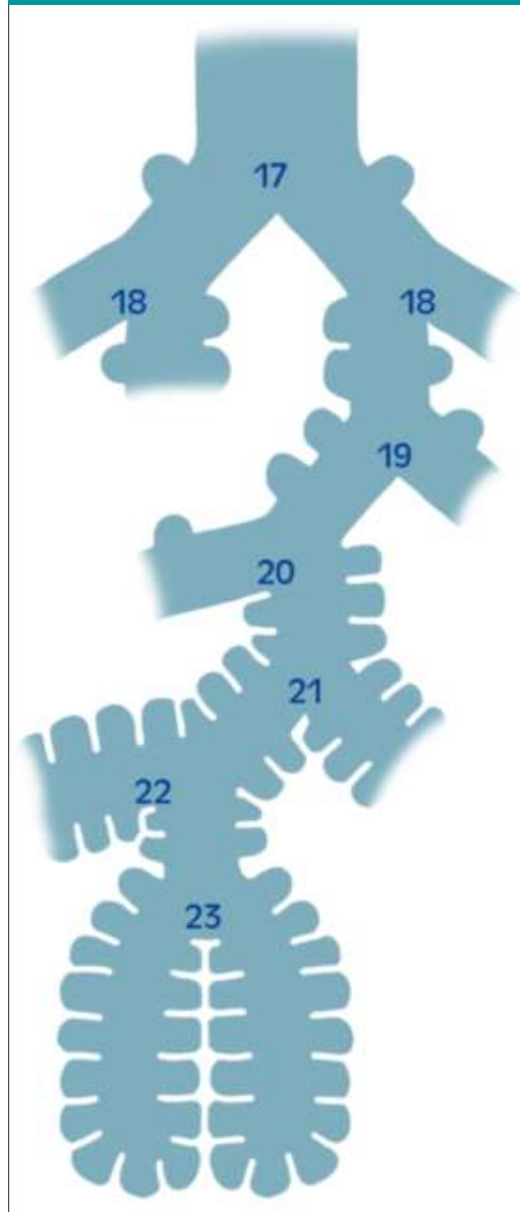


Tvorbu a větvení výchlípky stimuluje růstový faktor **Fgf10** produkovaný okolním mesenchymem, který se chová jako signální centrum pro vyrůstání apikálního epithelu. Sekreci **Fgf10** podporuje retinová kyselina (**RA**) a transkripční faktory **Tbx4** a **Tbx5**. Mezi vrcholky větvcí se výchlípky produkuje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

Na signalizaci z mesenchymu reagují epithelové 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 epithelu i v mesenchymu je exprimován transkripční faktor **Gata 6**, který podporuje dichotomní větvení epithelových výchlipek. Je-li Gata 6 inhibován, větvení je redukováno.

Celkem proběhne 23 bifurkací.

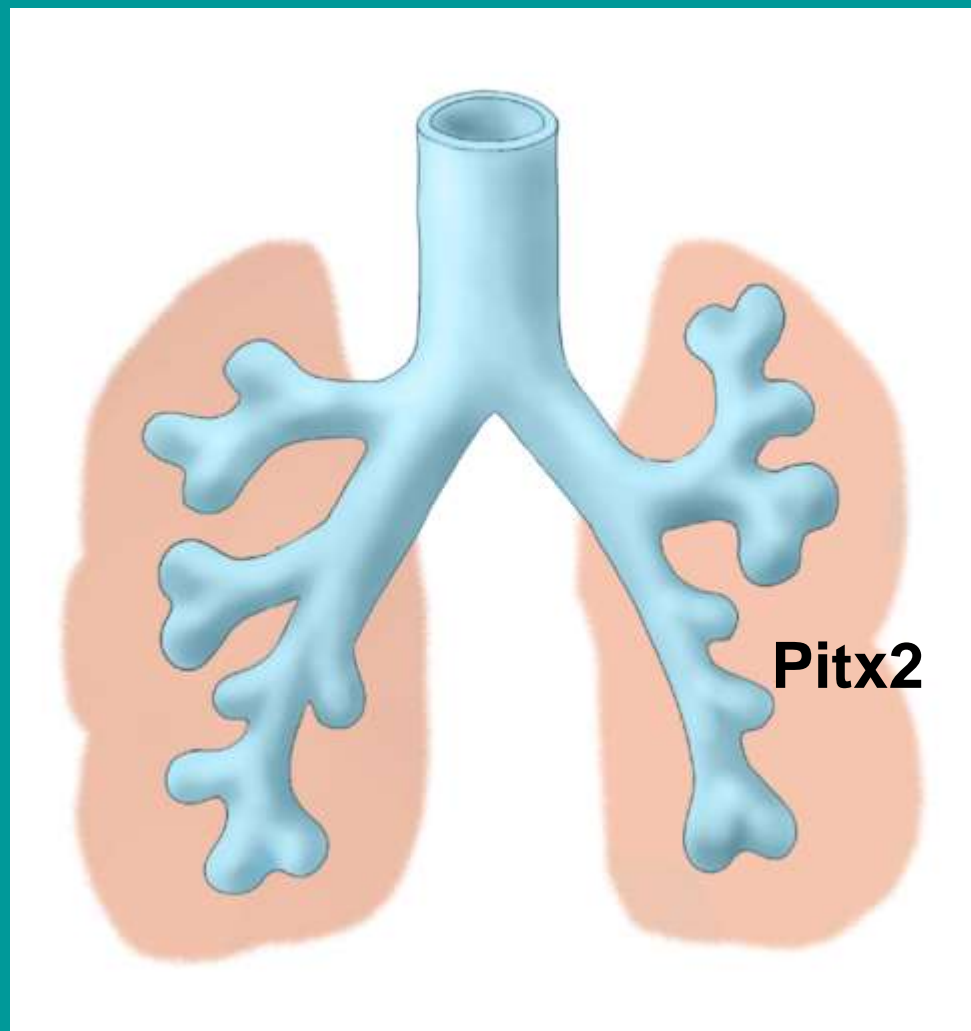
Interakce alveolárního stromu a tvořícího se **kapilárního řečiště** je parakrinně řízena růstovým faktorem cévního endotelu (**VEGF**), který secernují epithelové buňky. Pod jeho vlivem se angiogenní buňky diferencují v endotel a tvoří kapilární pleteně v septech mezi alveoly.

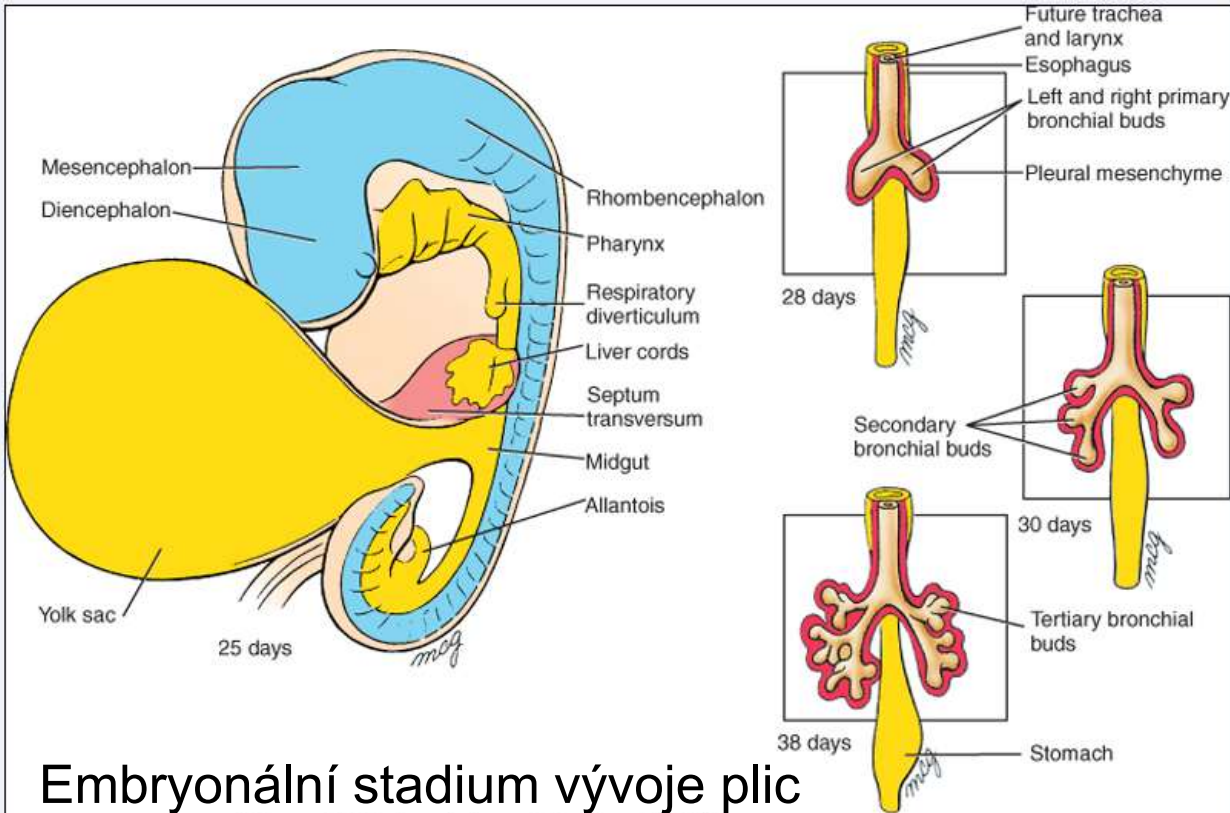


Asymetrie v počtu laloků mezi levou a pravou plíci je součástí vývojového programu. Nositelem programu je mesenchym laterální ploténky. V něm jsou asymetricky distribuovány signální molekuly **Nodal** a **Lefty2** z rodiny **Tgf β** proteinů.

Nacházejí se pouze v levé plíci kde navozují expresi transkripčního faktoru **Pitx2**, a ten aktivuje své podřízené (ale z větší části neznámé) geny. Ty mění chování buněk, které vyústí v tvorbu dvou laloků v levé plíci.

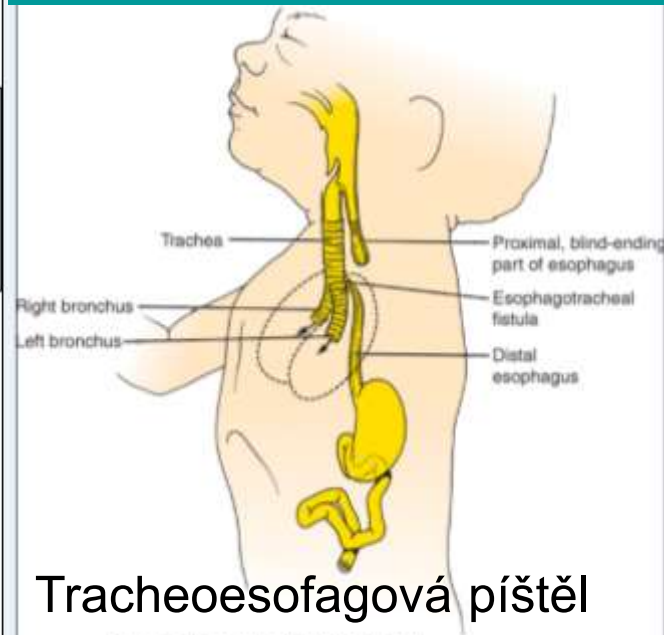
Je-li exprese **Pitx2** experimentálně navozena v pravé plíci, vytvoří se dva laloky i vpravo.





Embryonální stadium vývoje plic

Schoenwolf et al: Larsen's Human Embryology, 4th Edition.
 Copyright © 2008 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved



Tracheoesofagová píštěl

Schoenwolf et al: Larsen's Human Embryology, 4th Edition.
 Copyright © 2008 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved

Fetální období vývoje plic

Stadium pseudoglandulární: do 16. týdne

Stadium kanalikulární: do 24. týdne

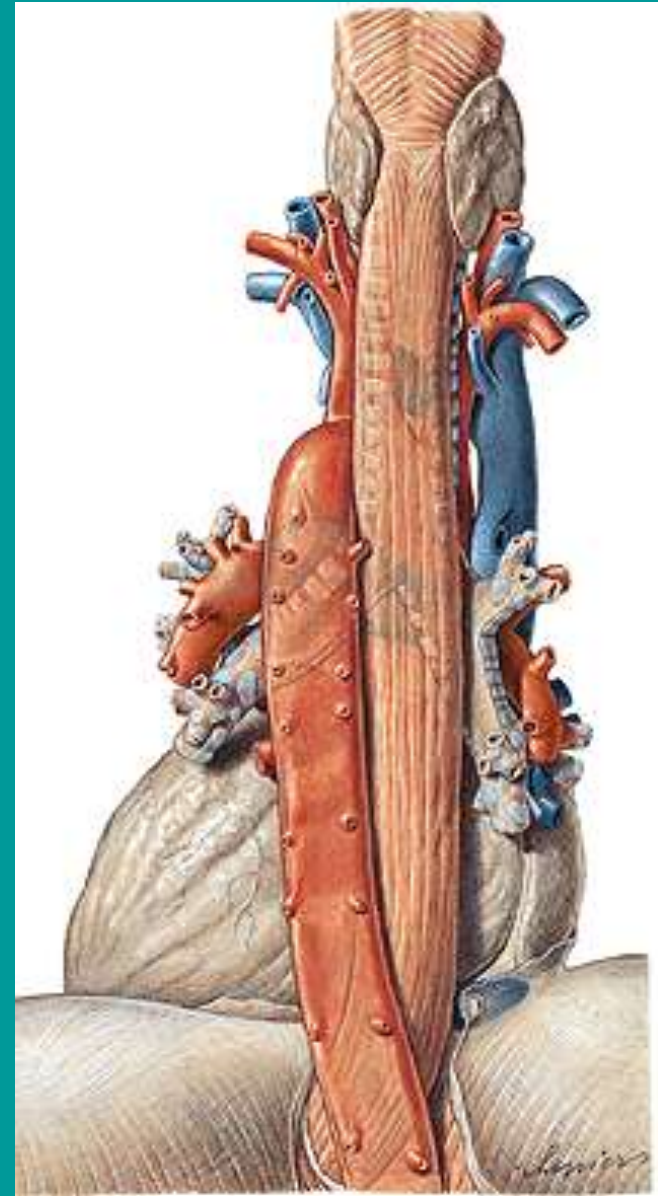
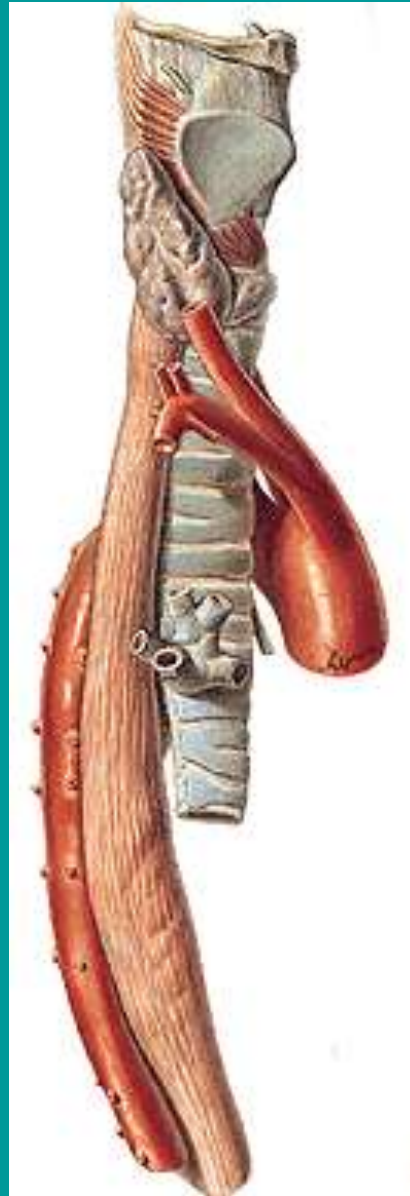
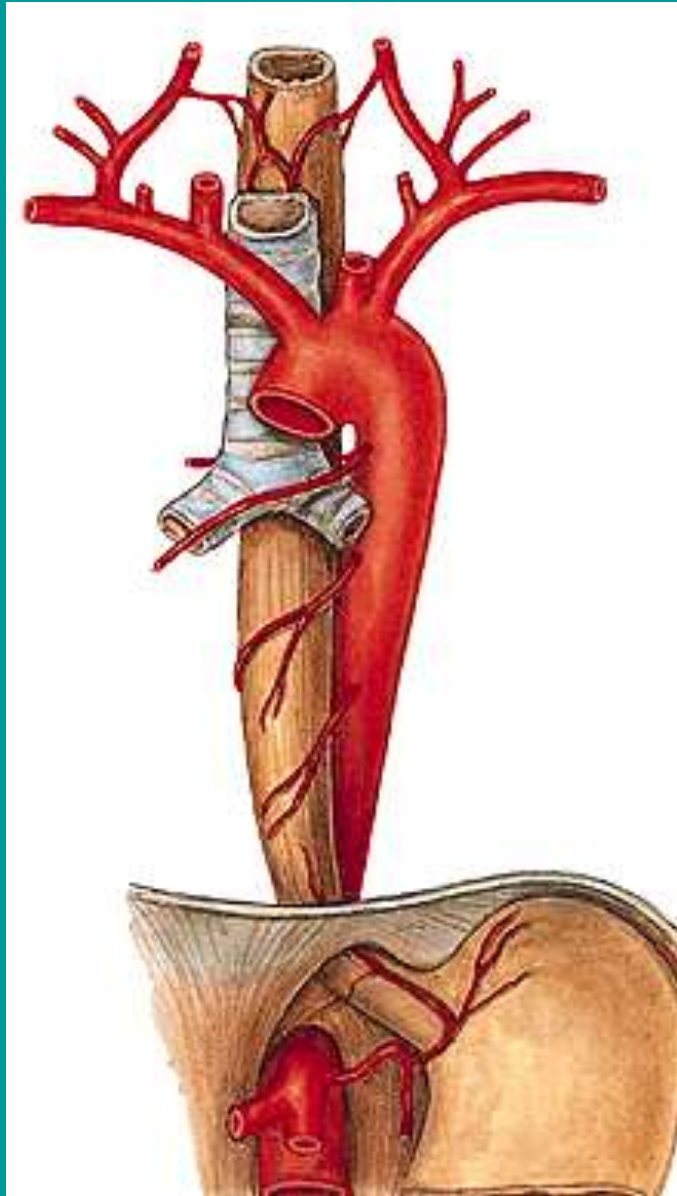
Stadium sakulární: od 24. týdne, **surfaktant od 24. týdne**

Stadium alveolární: 10% alveolů do narození)

Stadium alveolární postnatální: 90% alveolů do 2. roku

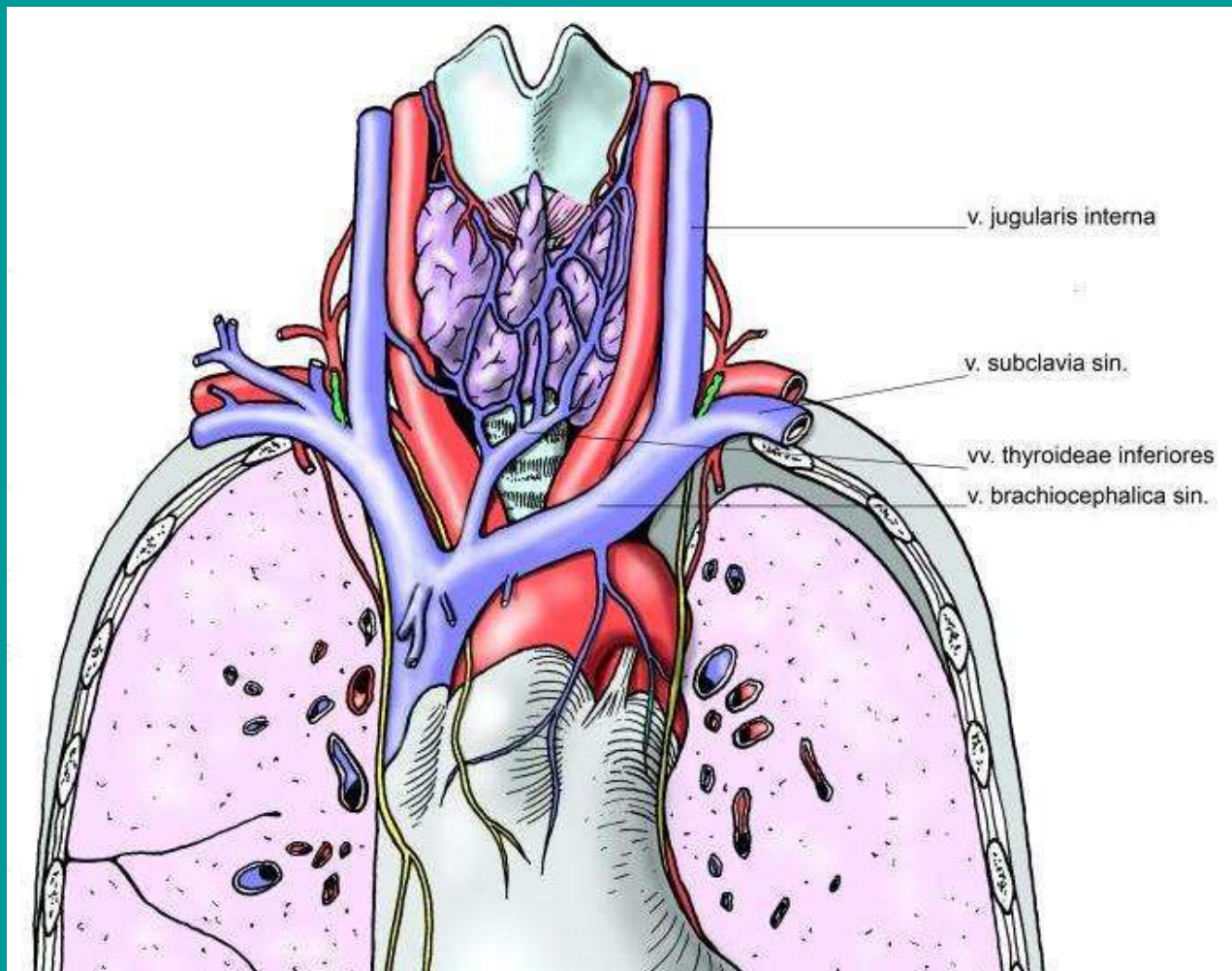
Aorta, v. cava superior, v. azygos, jícen, thymus

Vztah aorty a jicnu v zadním mediastinu

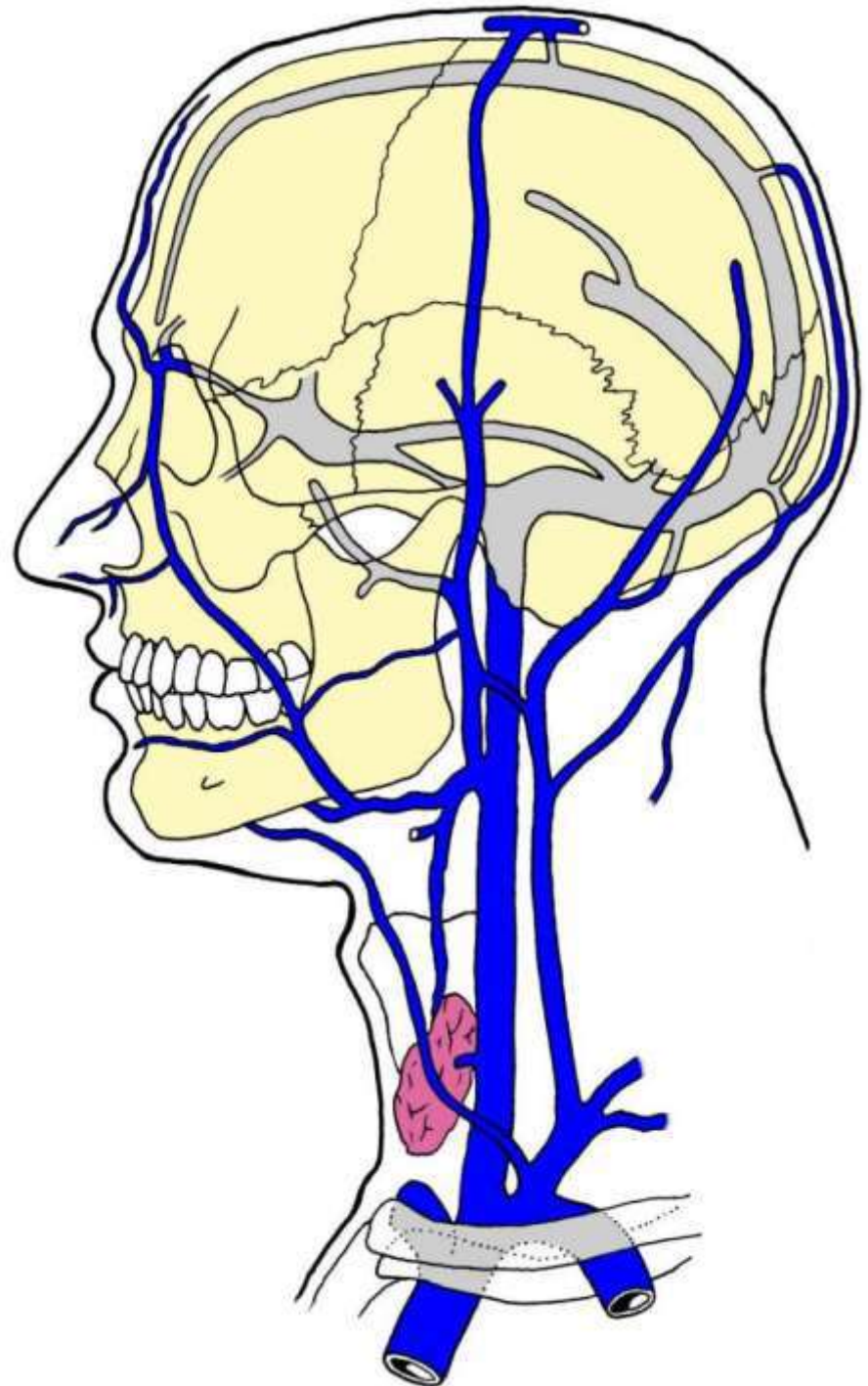


V. cava superior vzniká soutokem v. brachiocephalica sin. a dx.

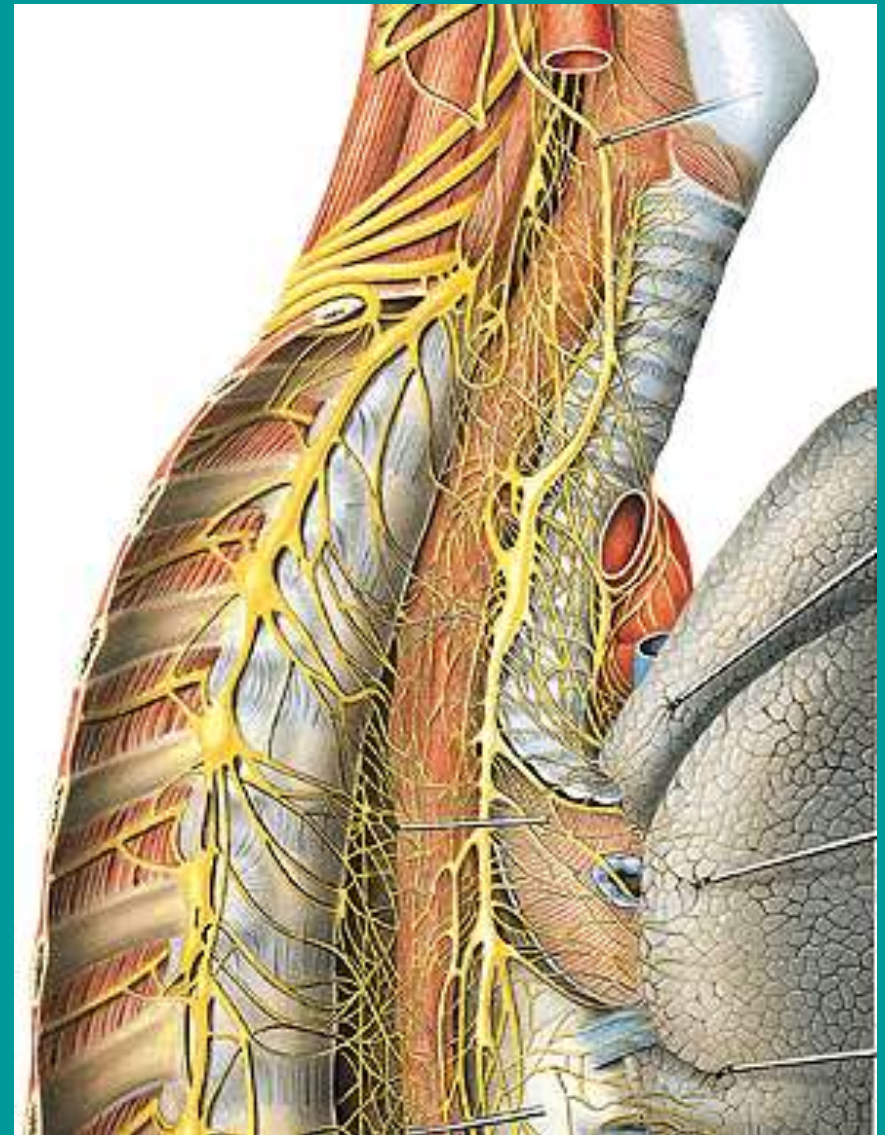
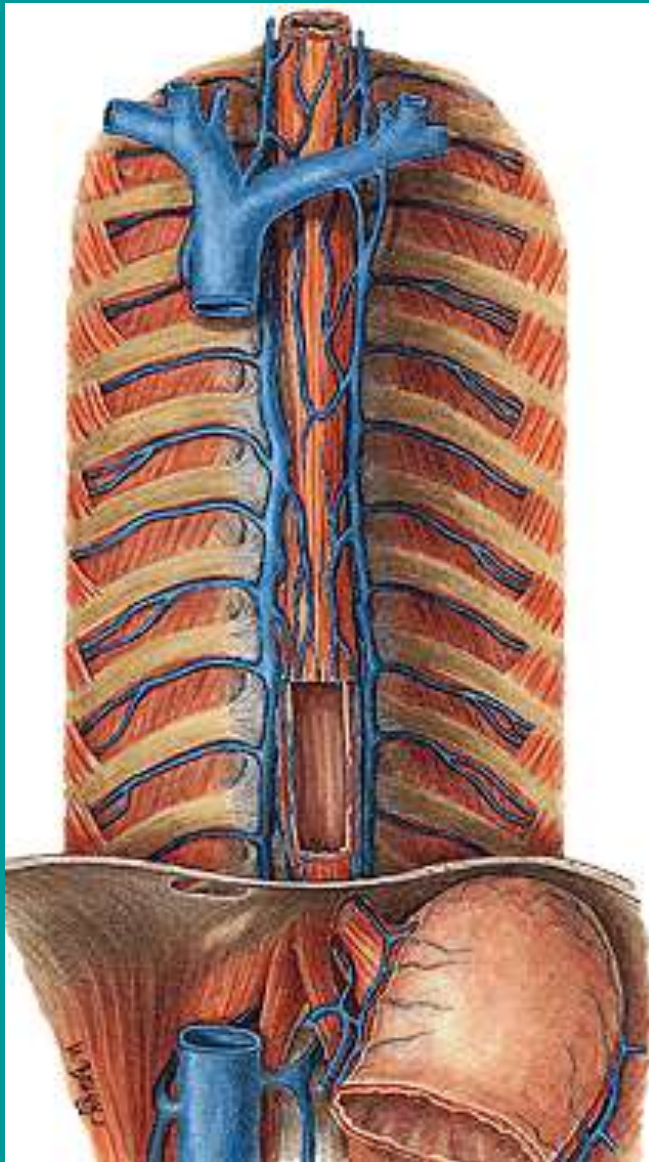
Přítoky: – v. thyroidea inf., – v. vertebralis, v. intercostalis suprema, v. intercosalis sup. sin., v. azygos, v. thoracica interna a viscerální přítoky z orgánů mediastina



Žíly z hlavy a krku,
které tvoří
vv. brachiocephalicae



Mediastinum posterius: v. azygos, v. hemiazygos, oesophagus, truncus sympathicus, n. vagus

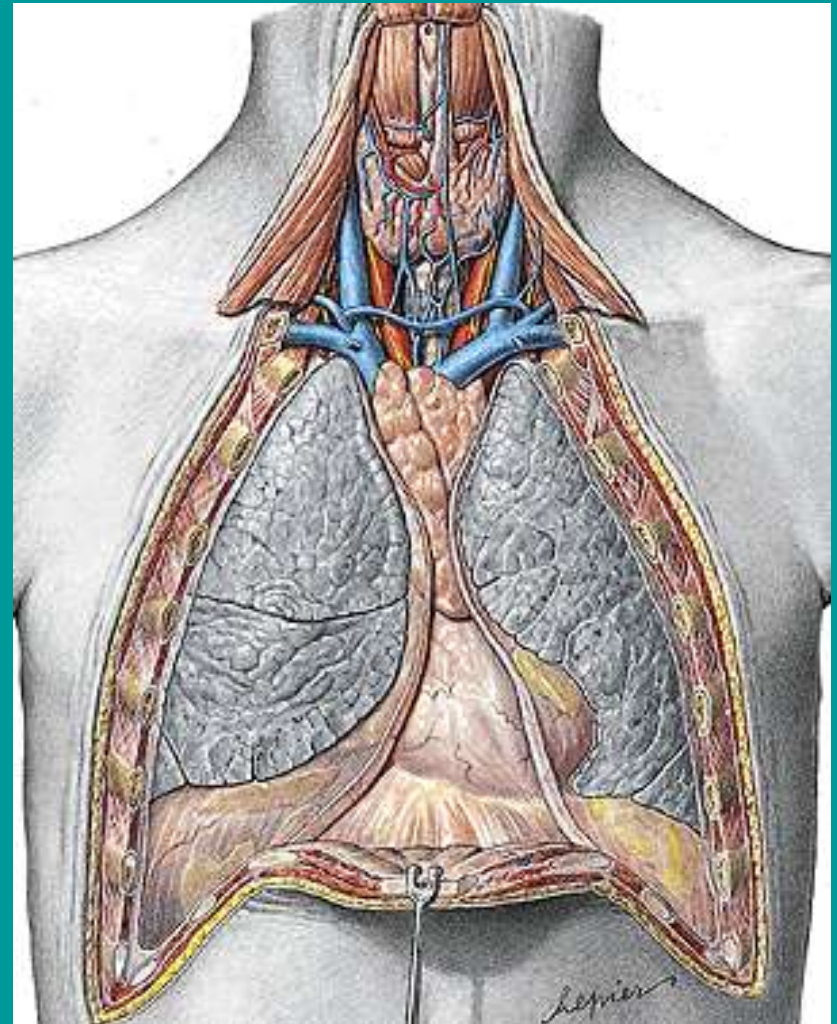


Thymus

Primární lymfatický orgán, lobus dx. et sin. Relativně největší při narození (12-14g) později podléhá involuci a tukové přeměně. Pozůstatky jsou patrné i ve stáří

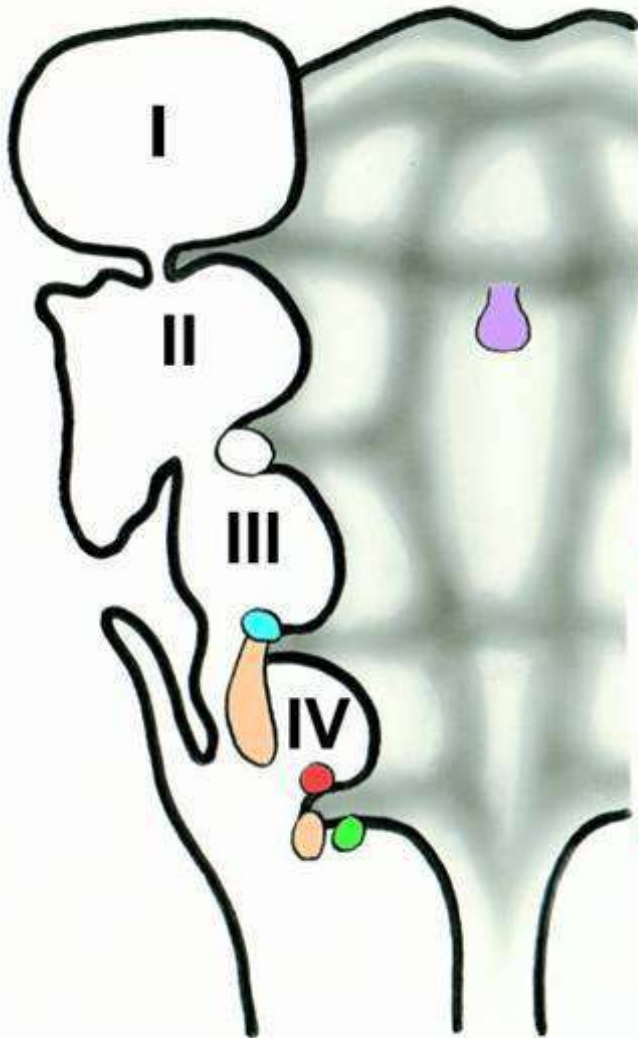


novorozenec



dítě

žaberní výchliplky I-IV



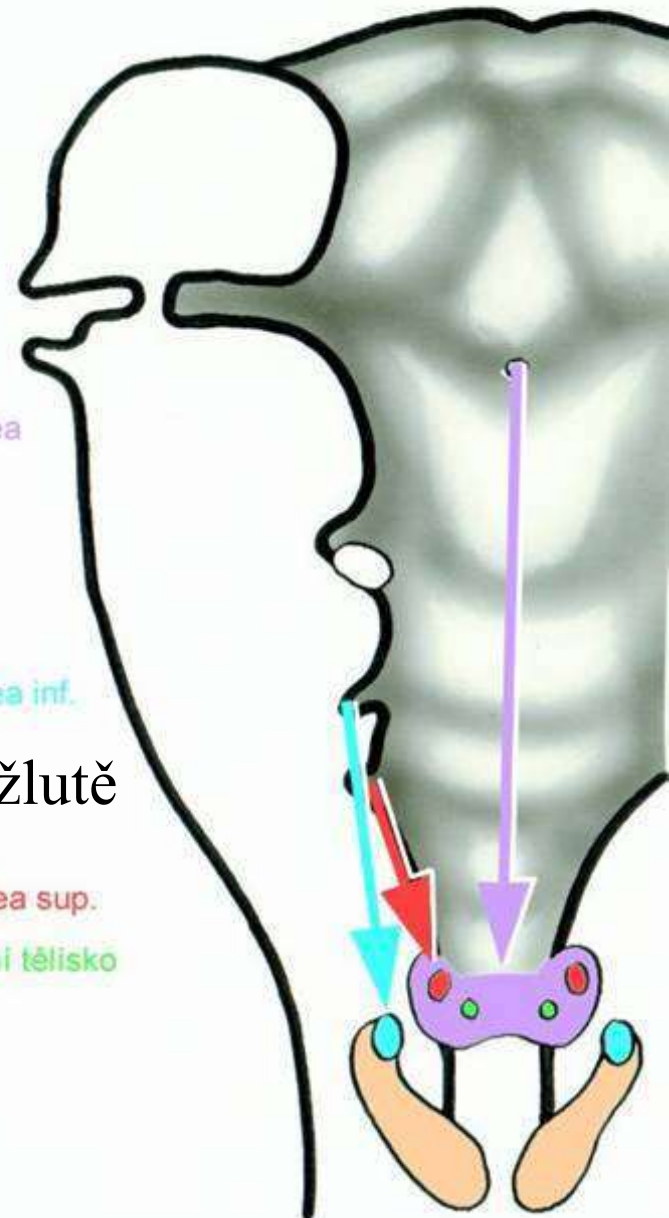
gl. thyroidea

gl. parathyroidea inf.

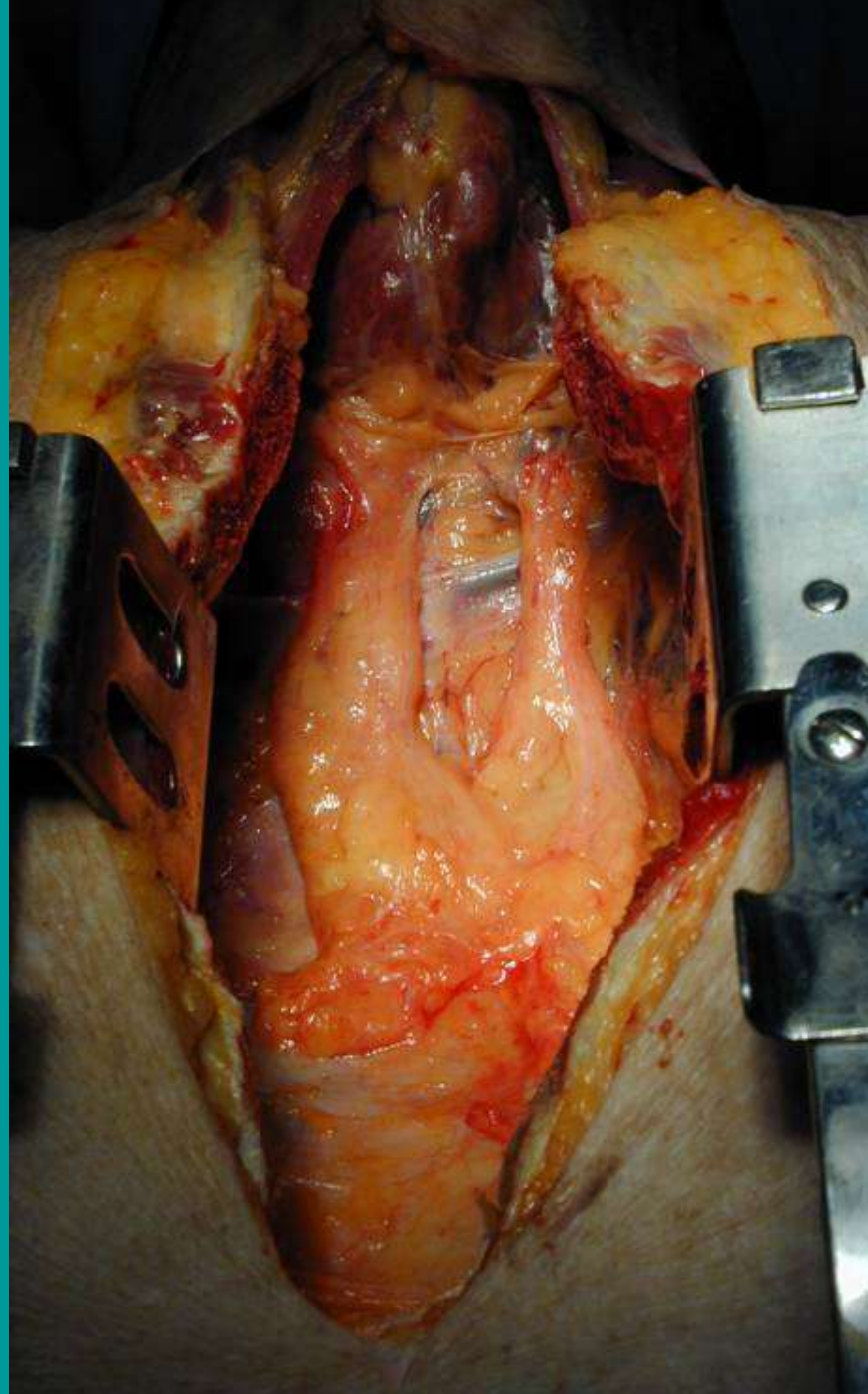
thymus, žlutě

gl. parathyroidea sup.

ultimobranchiální tělísko

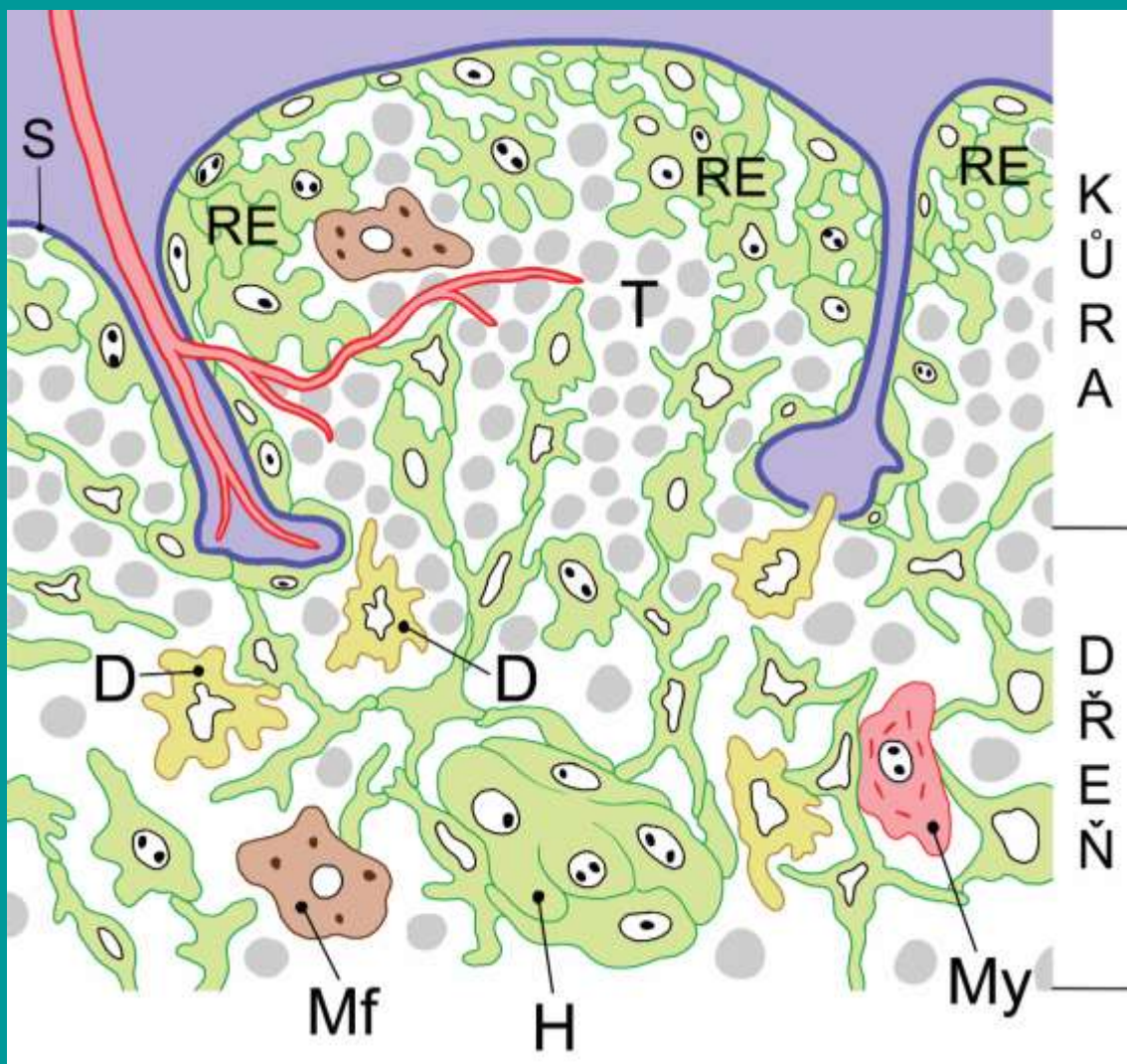


Peroperační
pohled
na thymus



Thymus - schéma stavby kůry a dřeně

S - vazivové septum
s cévou,
RE - buňky retikulárního
epithelu (zeleně),
T - lymfocyty (thymocyty)
(šedě),
H – Hassalovo tělísko,
D – dendritické buňky,
Mf - makrofág,
My – myoidní buňka



Stavba a funkce thymu

Kůru a dřeň tvoří buňky retikulárního epithelu (z neurální lišty, do kterého pronikají vazivová septa s cévami.

Retikulární sítě vyplňují od 10. týdne nezralé lymfatické buňky, thymocyty. V kůře je jich více, než ve dřeni. Jejich diferenciaci v T-lymfocyty řídí korové epithelové buňky (nursing cells). T-lymfocyty získávají znak CD3 a učí se rozpoznávat antigenní determinanty (tzv. major histocompatibility system, MHC) vlastního organismu. Buňky, které nejsou schopny rozeznat a tolerovat vlastní antigeny zanikají (zakázané klony). Dřeňové buňky jsou hormonálně aktivní. Tvoří hormony a růstové faktory: *thymulin, thymopentin, thymosiny*, které mají významný imunostimulační efekt zejména na T-lymfocyty. Vytvářejí také Hassalova tělíška. Předpokládá se, že podílejí na syntéze hormonů, ale v jejich centru jsou patrné známky degenerace.

Thymus nemá aferentní lymfatické cévy. Jejich absence omezuje přísun exogenních antigenů a je podmínkou pro správnou diferenciaci T-lymfocytů. Porucha diferenciaci T-lymfocytů může vést ke vzniku autoimunních onemocnění. Athamická nude mouse – nahá myš - model exp. biologie

Ageneze, aplasie či hypoplasie thymu (součást Di Georgova syndromu) se projeví těžkým kombinovaným imunodeficitem, který vede k časně smrti dítěte.

Nádory thymu zejména v dětském věku mohou vést ke ztížení žilního návratu k srdci a mohou zúžovat lumen průdušnice.

Nádory (thymomy) často provázejí myasthenia gravis. Je to autoimunní onemocnění, při němž vznikají autoprotiilátky proti receptoru pro acetylcholin na vláknech kosterního svalu. Toto onemocnění se projeví patologickou svalovou únavností, zejména okohybných, mimických, šíjových a pletencových svalů.

Zdroje obrázků a doporučené texty:

Čihák R: Anatomie 2, Grada 2013

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

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

Grim M, Druga R et al.: Základy anatomie 2.,3. a 5, Galén 2005, 2008, 2016

Atlas anatomie člověka I a II (Grim, Druga, Helekal,) Grada, 2014 a 2017

Lüllmann-Rauch R.: Histologie, Grada 2012

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

Sobottův atlas anatomie člověka, Grada, 2007

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

Otázka k závěrečné zkoušce - Dýchací systém

Nos a dutina nosní, choanae, cévní a nervové zásobení

Vedlejší dutiny nosní a jejich syntopické vztahy, jejich vývoj

Hrtan – chrupavky, vazy, klouby, svaly (nakreslit frontální řez)

Hrtan – poloha a syntopie, inervace a cévy (nakreslit laryngoskopický obraz)

Průdušnice – popis, členění, syntopie (nakreslit), tracheotomie

Průdušky – stavba, bronchi lobares et segmentales, syntopie

Plíce - popis, syntopie, bronchopulmonální segmenty

Stavba plic – mikroskopická, arbor alveolaris, surfaktant, vývoj a zrání plic

Plíce – hranice a projekce, hilus, cévní a nervové zásobení, lymfatická drenáž, uzliny

Pleura parietalis et visceralis, cupula pleurae, recessus pleurales (nakreslit schema), stavba

a hranice pleury, inervace

Mechanika dýchání, pneumothorax

Mediastinum - členění, hranice (nakreslit transverzální řez)

Topografie hrudní stěny (nakreslit průřez mezižebřím),

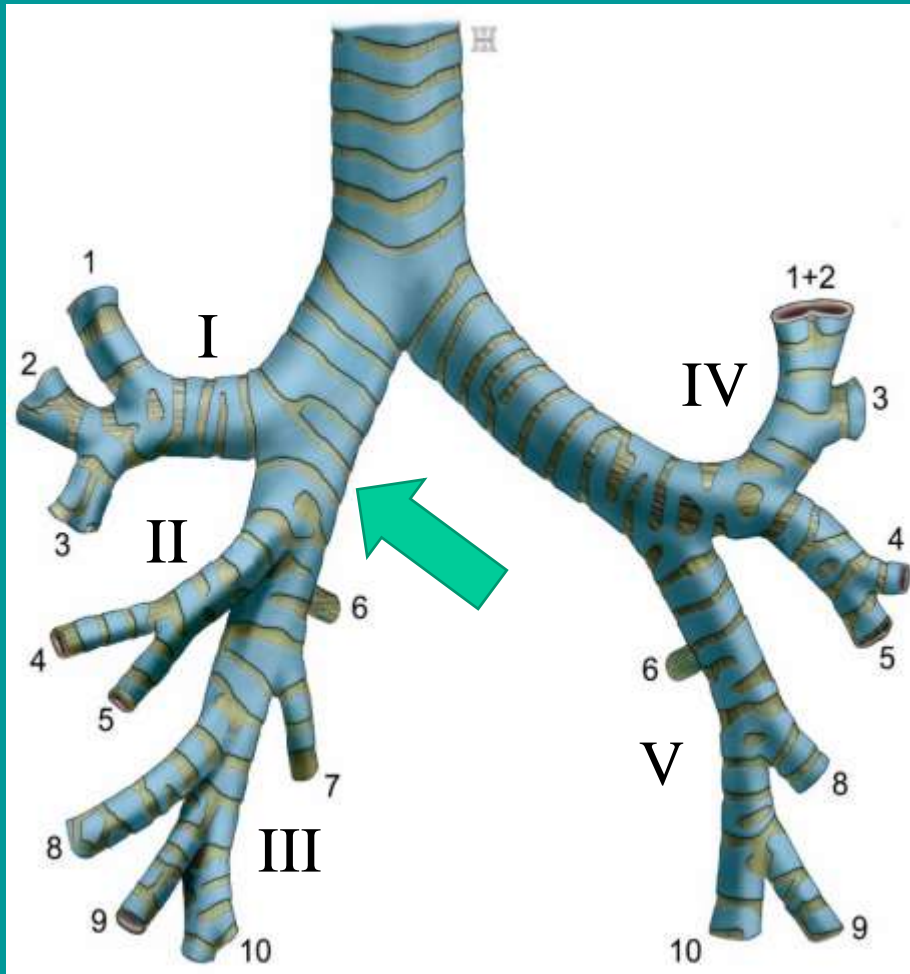
opakování

Bronchi

bronchialní strom, arbor bronchialis

bronchi principales, truncus intermedius,

bronchi lobares, bronchus superior, bronchus medius
(dx.), bronchus inferior



Bronchi lobares jsou označeny římskými číslicemi,

I - bronchus lobaris sup. dex.,

II - bronchus lobaris medius,

III - bronchus lobaris inf. dx.,

IV - bronchus lobaris sup. sin.,

V - bronchus lobaris inf. sin.

šipka označuje truncus intermedius

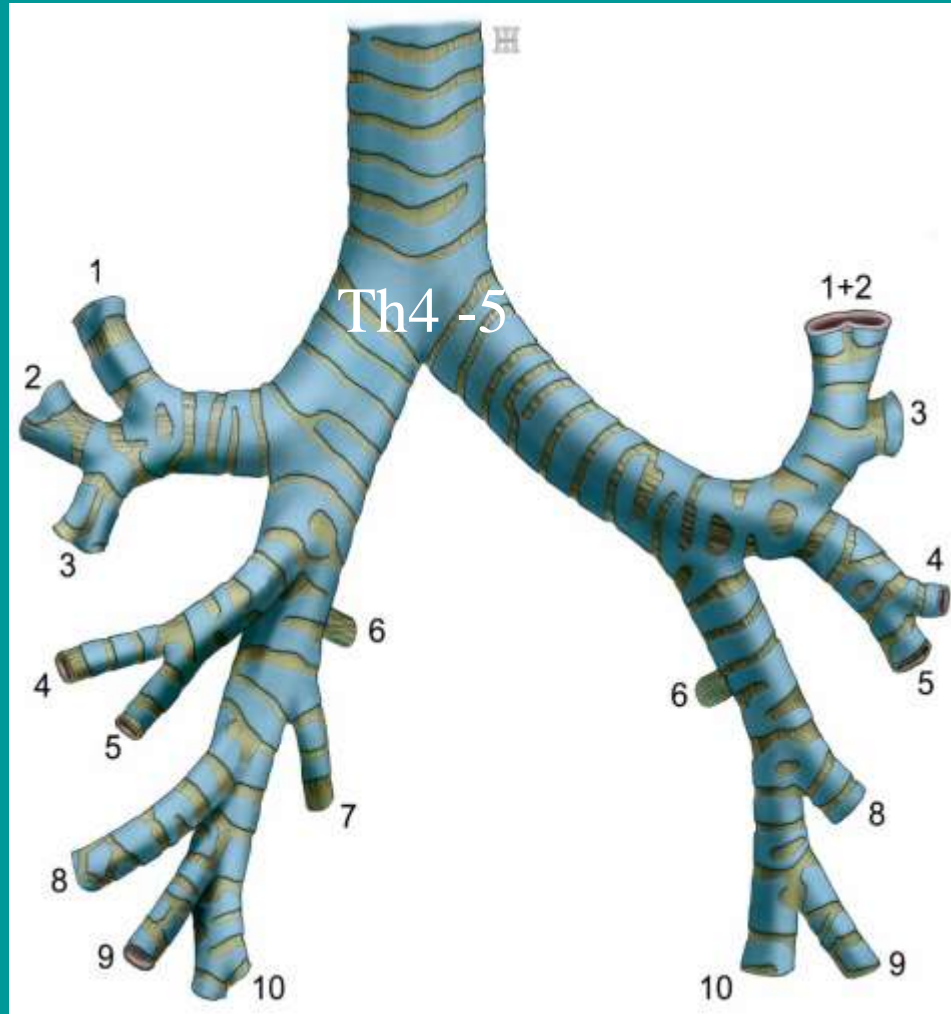
Arbor bronchialis dx.

Bronchus segmentalis:

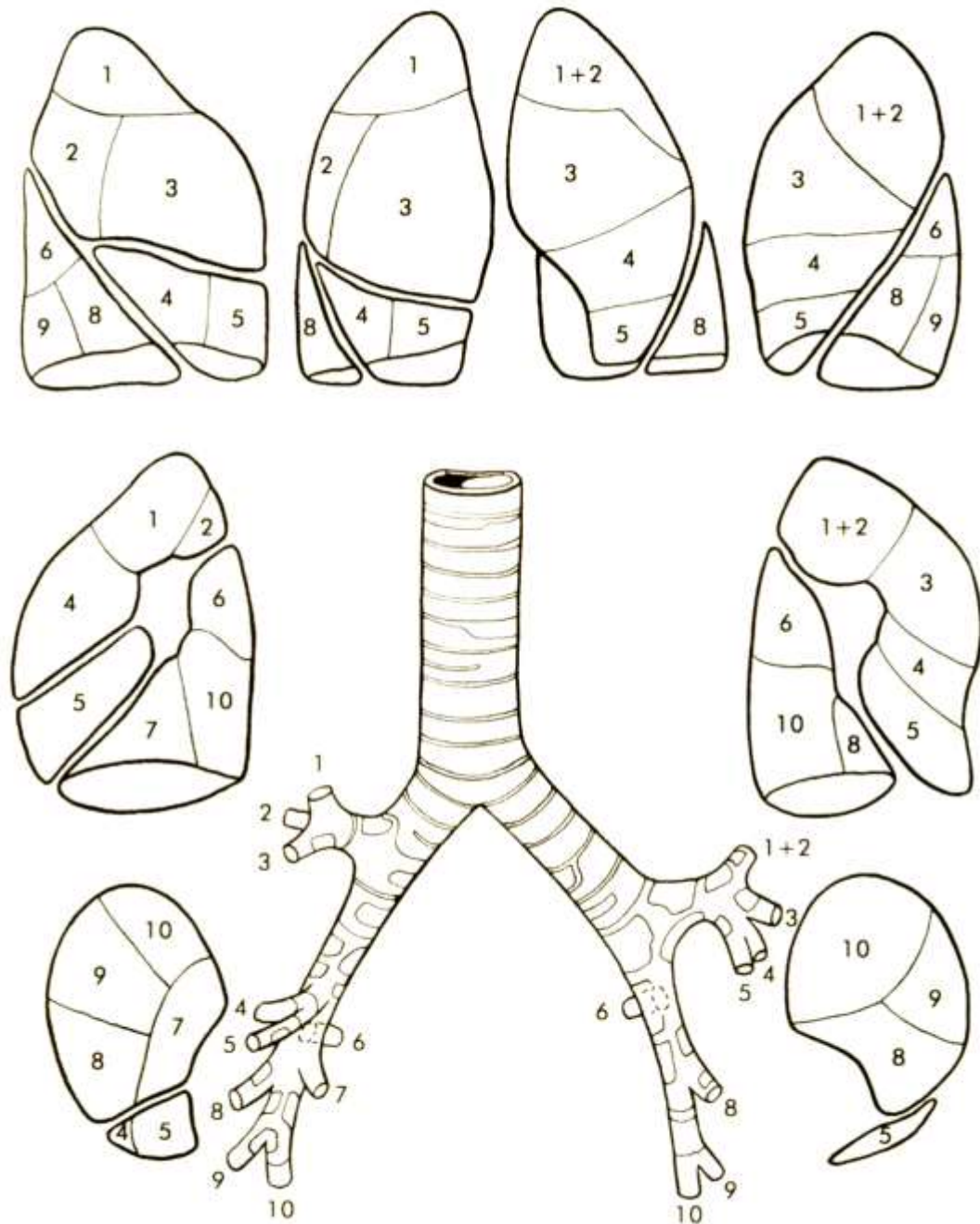
1 – apicalis, 2 – posterior,
3 – anterior, 4 – lateralis,
5 – medialis, 6 – superior
(apicalis), 7 – basalis medialis
(cardiacus), 8 – basalis anterior,
9 – basalis lateralis, 10 – basalis
posterior.

Arbor bronchialis sin.

Bronchus segmentalis: 1,2 –
apicoposterior, 3 – anterior,
4 – lingularis superior,
5 – lingularis inferior,
6 – superior (apicalis), (7 není
vytvořen), 8 – basalis anterior,
9 – basalis lateralis,
10 – basalis posterior



Číselný kód segmentů je identický s označením segmentových bronchů na následujících obrázcích



Schematické znázornění bronchopulmonálních segmentů