

Anatomie 2 (ANA2)

1. Přednášky – doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D.,
MUDr. Jiří Škach

2. Cvičení – Mgr. Aneta Novotná,
Mgr. Milena Tůmová

povinné - vypracování úkolů – LC
všechny přednášky a další podklady – umístěné
v e-learningovém kurzu jako minulý semestr

3. Zápočet – testy a protokoly ze cvičení

4. Zkouška ANA1 + ANA2 – písemná + ústní

Datum přednášky	Přednášející:	Cvičící:
Pondělí 16.10 – 17.45 Učebna C 200	MUDr. Jiří Škach - KNL Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D. - TUL	Mgr. Milena Tůmová – KNL, Mgr. Aneta Novotná - KNL
21. 2. 2022	Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D. – Dýchací soustava	-----
28. 2. 2022	-----	Cv. č. 1 – první polovina
7. 3. 2022	Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D. – Trávicí soustava	-----
14. 3. 2022	-----	Cv. č. 1 – druhá polovina
21. 3. 2022	Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D. – Srdce, oběhová soustava	-----
28. 3. 2022	-----	Cv. č. 2 – první polovina
4. 4. 2022	Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D. – Močová soustava	-----
11. 4. 2022	-----	Cv. č. 2 – druhá polovina
18. 4. 2022	VELIKONOČNÍ PONDĚLÍ	
25. 4. 2022	MUDr. Jiří Škach – Pohlavní soustava	-----
2. 5. 2022	-----	Cv. č. 3 – první polovina
9. 5. 2022	MUDr. Jiří Škach – Endokrinní soustava	-----
16. 5. 2022	-----	Cv. č. 3 – druhá polovina
23. 5. 2022	MUDr. Jiří Škach – Smyslová ústrojí	-----

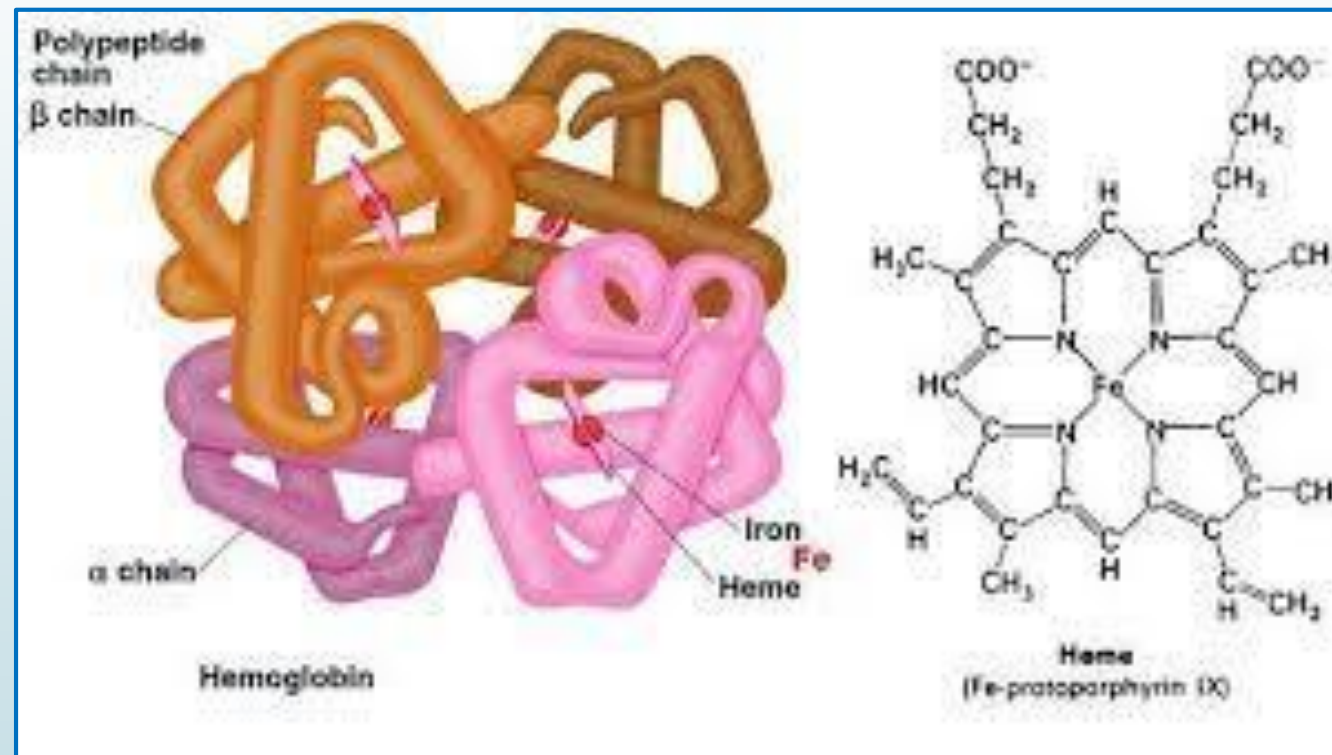
Dýchací soustava

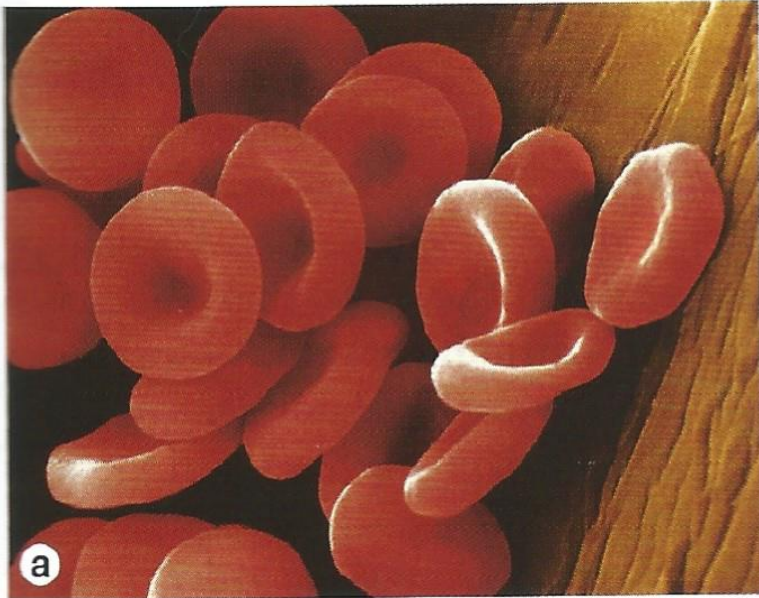
Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D.

Dýchání - respirace

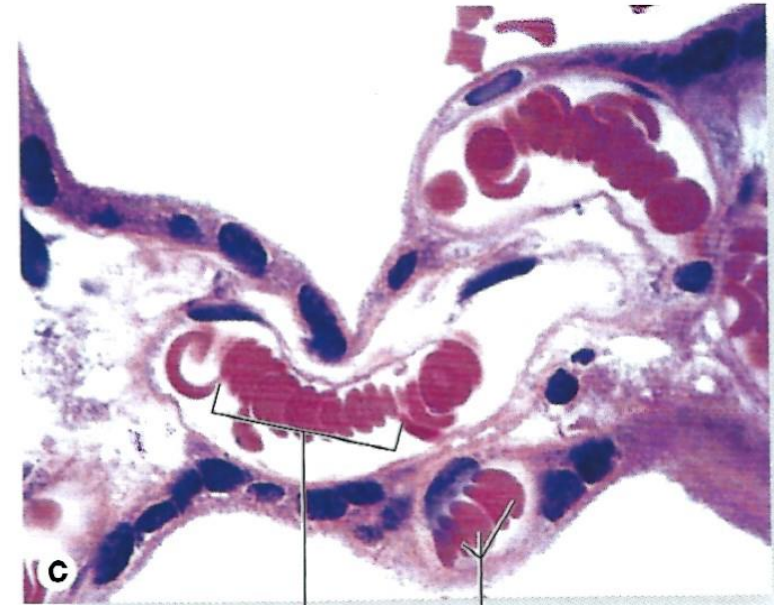
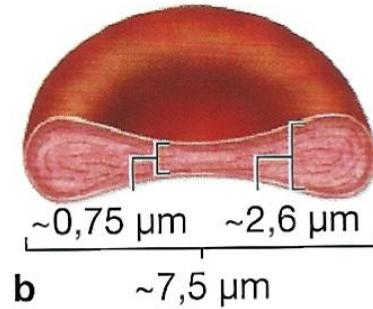
- Z fyziologického hlediska tři oddělené, avšak spojené funkce:
- **A) plicní ventilace** = výměna vzduchu mezi vnějším prostředím a plicemi
- **B) výměna plynů** (kyslíku, oxidu uhličitého) – mezi vzduchem a krví a mezi krví a tkáněmi
- **C) oxidativní metabolismus** – dochází ke spotřebování kyslíku a výdeji oxidu uhličitého (tkáňové dýchání)
- Plicní ventilace a výměna plynů – **VNĚJŠÍ DÝCHÁNÍ**
- Výměnu plynů mezi krví a tkáněmi a tkáňové dýchání – **VNITŘNÍ DÝCHÁNÍ**

Přenos kyslíku – pomocí hemoglobinu (Hb)





Průřez erytrocytem



penízkovatění erytrocyty

a – Dobarvený snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu ukazuje normální erytrocyty bikonkávního tvaru. Zvětšení 1800 \times . **b** – Schéma erytrocytu s rozměry. Bikonkávní tvar zajišťuje buňce velký poměr povrchu vztaženého k objemu buňky a umožňuje umístění hemoglobinu v malé vzdálenosti od buněčného povrchu. Obě tyto skutečnosti zajišťují maximálně efektivní

transport O_2 . Erytrocyty jsou také dosti pružné a mohou se snadno ohýbat při průchodu malými kapilárami. **c** – V malých cévách se erytrocyty mohou často shlukovat (penízkovatění, **rouleaux**). Standardní rozměr erytrocytů dovoluje odhadnout, že céva má průměr cca 15 μm . Zvětšení 250 \times ; HE.

Přenos kyslíku – pomocí hemoglobinu (Hb)

- ▶ Při stoupajícím tlaku kyslíku se kyslík váže na Hb za vzniku – **DIOXYGENHEMOGLOBINU** - $|\text{Hb}(\text{O}_2)_4|$
- ▶ S klesajícím tlakem – se kyslík uvolňuje



- ▶ Ve 100 ml krve je asi 16 g Hb – je schopen navázat asi 20 ml kyslíku
- ▶ Na jednu molekulu se vratně vážou 4 molekuly kyslíku

Přenos oxidu uhličitého

- CO₂ je vázán **trojím** způsobem:
- **1.** asi 5% oxidu uhličitého je volně rozpuštěno v krevní plasmě
- **2.** asi 10% oxidu uhličitého se slučuje s plazmatickými bílkovinami na karbaminové sloučeniny
$$\text{Protein} - \text{NH}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Protein} + \text{NHCOOH}$$
- **3.** asi 85% oxidu uhličitého je dopravováno krevní plasmou ve formě HCO₃⁻

Přenos oxidu uhličitého

- Dýchací plyny se při vazbě na Hg vzájemně ovlivňují
- Vyšší obsah oxidu uhličitého v krvi - vytěsnění kyslíku z krve do tkání a naopak
- Oxid uhličitý, který vzniká při dýchání v buňkách tkání – difunduje do kapilár – zde v erytrocytech reaguje s vodou na kyselinu uhličitou – ta okamžitě disociuje:



Přenos oxidu uhličitého

- V plicních kapilárách vstupují hydrogenuhličitanové ionty zpět do erytrocytů – reagují s vodíkovými ionty na kyselinu uhličitou – ta se ihned rozkládá na vodu a oxid uhličitý – ten difunduje stěnou kapilár do alveol



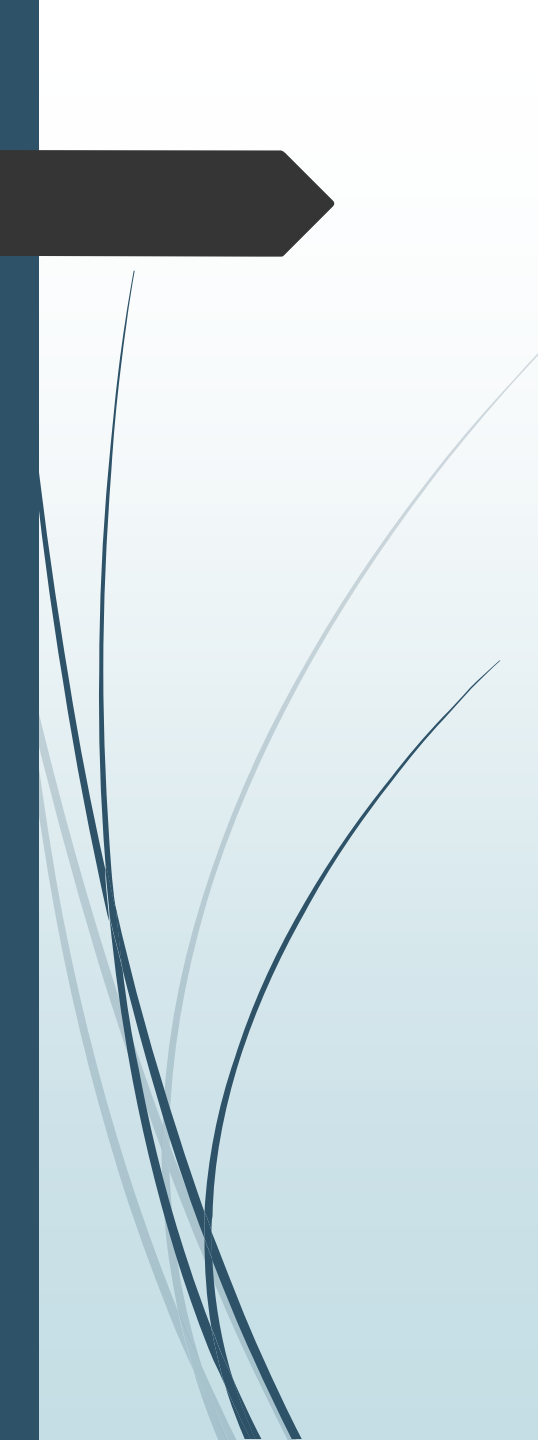
Otrava **oxidem uhelnatým (CO)**

- CO - bezbarvý, nedráždivý plyn, bez zápachu, mírně lehčí než vzduch
- Se vzduchem se volně mísí - distribuce v uzavřených prostorech je závislá spíše na proudění v místnosti
- Vůči lidskému organismu je vysoce toxický
- *Oxid uhelnatý blokuje přenos kyslíku krví* - jeho vazba s Hb je 200× až 300× pevnější než vazba kyslíku – z Hb se stává **KARBOXYHEMOGLOBIN**
- Otrava CO - např. v uzavřených prostorech, kde běží spalovací motory nebo při špatném odvětrání plynových spotřebičů
- První pomoc - přerušení kontaktu (vyvětrat, vynést z prostoru), dále podání kyslíku a pokud došlo k zástavě oběhu, je třeba resuscitovat.

Potápění – kyslíkové bomby

- Potápěč může dýchat s normálním úsilím, protože tlak vody je stále kompenzován protitlakem z přístroje
- **Při vysokém tlaku vzduchu** se v **krvi rozpouští více dusíku** (v 60 metrech až 70krát více)
- Při vynoření tlak klesne a přebytečný dusík se uvolňuje
- Je-li návrat na hladinu pomalý a postupný, tento dusík se z krve dostává do plic a je vydycháván
- Je-li návrat rychlý, vznikají v krvi bublinky dusíku, které ucpávají malé cévy a dochází k plynové embolii - **KESONOVÁ NEMOC**
- Směs plynů v potápěčské bombě – např. TRIMIX - 16% kyslíku, 50% helia, 34% dusíku



- 
- vdechem – **inspirium** – přijímáme O₂
 - výdechem – **expirium** – odevzdáváme CO₂ a vodní páry

 - Vdechovaný vzduch – **21% kyslíku a 0,03% oxidu uhličitého**
 - Vydechovaný vzduch (alveolární) – **asi 14% kyslíku a 5% oxidu uhličitého**

Dýchací cesty

- ▶ **Anatomické rozdělení:**
 - ▶ **A) horní cesty dýchací** – dutina nosní, nosohltan
 - ▶ **B) dolní cesty dýchací** – hrtan, průdušnice, hlavní průdušky, průdušinky, bronchioly
-
- ▶ dělení horní a dolní cesty dýchací – kříží se dýchací cesty s trávicí trubící v hltanu
 - ▶ dýchací cesty jsou vyztuženy chrupavkami – jsou neustále otevřené a vystlány řasinkovým cylindrickým epitelem
 - ▶ stěny dýchacích cest se skládají ze **sliznice** s cylindrickým epitelem, který má kmitající řasinky -> posunují hlen a prach, **podslizničního vaziva** s lymfatickou tkání, **vaziva a hladké svaloviny** a **chrupavčitého či kostěného skeletu**

horní cesty dýchací

sinus sphenoidalis

sinus frontalis

nosní dutina

hltan

hrtan

dolní cesty dýchací
a dýchací oddíl

průdušnice

průdušky

plíce

bronchiolus

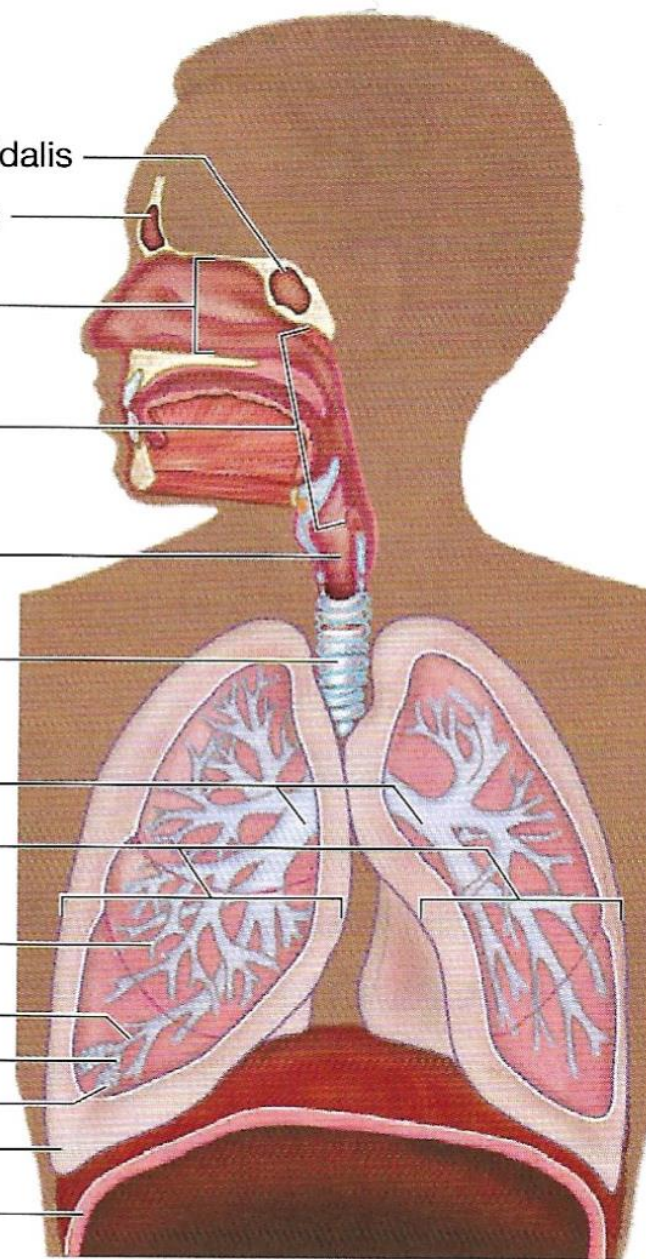
respirační bronchiolus

ductus alveolaris

alveoly

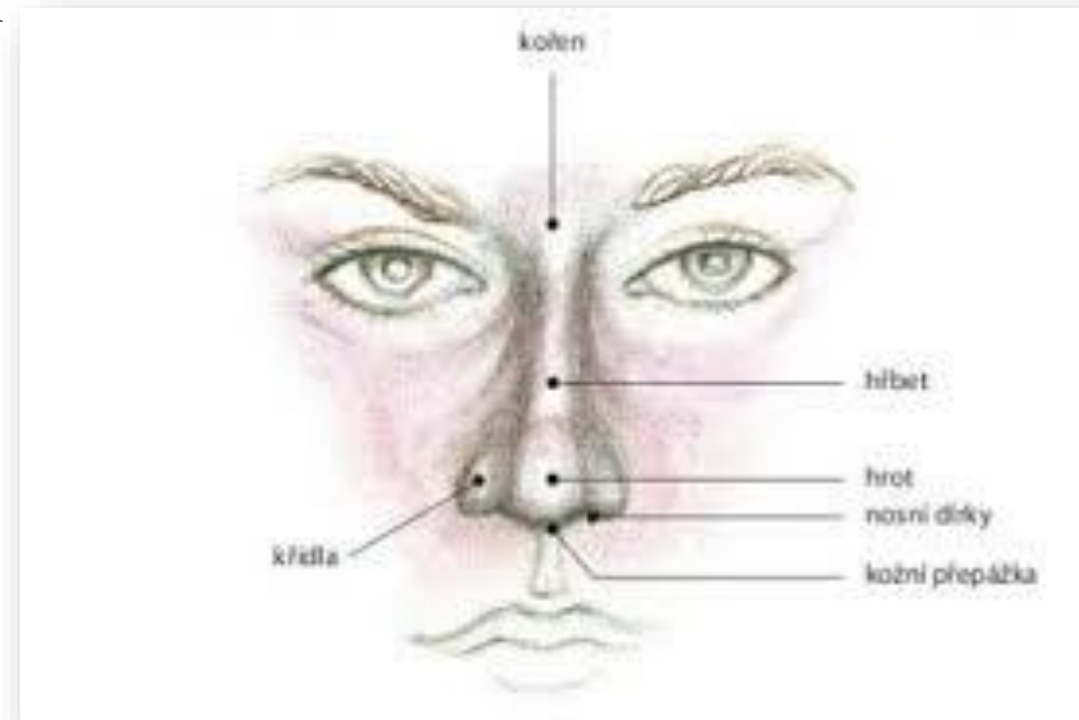
pleura

bránice



Nos - *NASUS*

- Kostěný podklad - tvořen nosními kůstkami, na povrchu zevního nosu je kůže s mazovými a potními žlázami
- anatomické rozdělení:
 - ❖ kořen – **radix nasi**
 - ❖ hřbet – **dorsum nasi**
 - ❖ hrot – **apex nasi**
 - ❖ křídla – **ala nasi**
 - ❖ kožní přepážka



Nosní dutina – *CAVUM NASI*

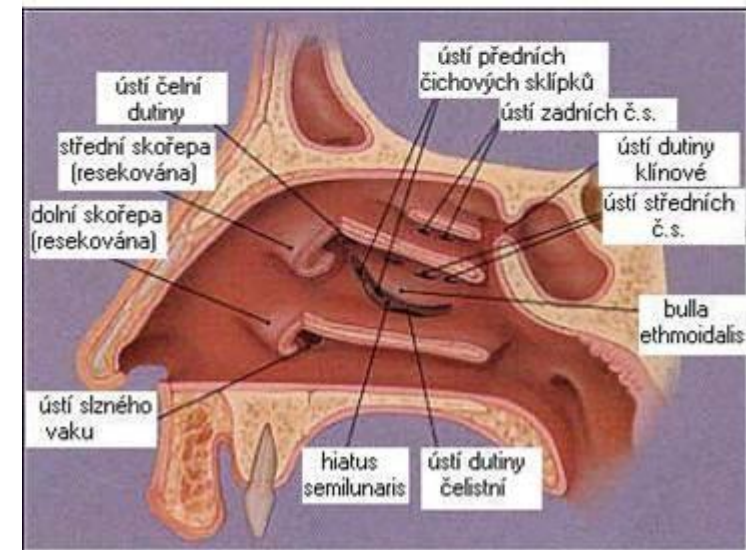
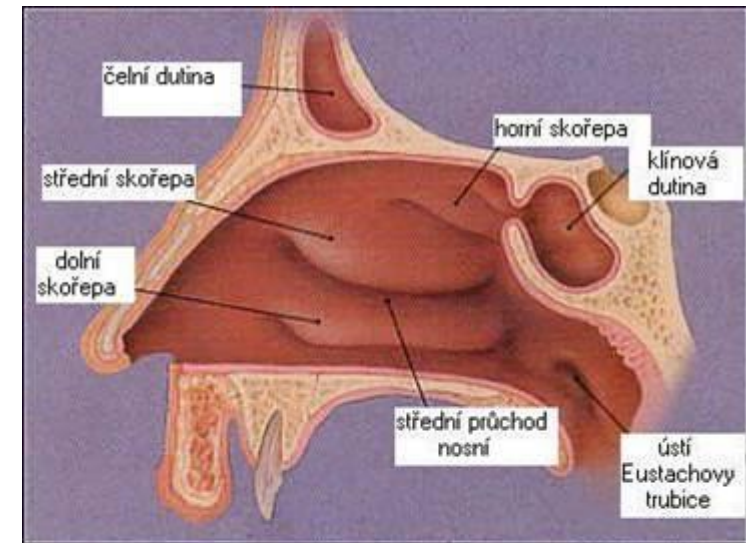
- ▶ začíná na spodní straně zevního nosu dírkami – **nares**
- ▶ zadními otvory ústí – do nosohltanu – **nasopharynx** - je křižovatkou dýchacích a trávicích cest, ústí do něj pravá i levá *Eustachova trubice* (vyrovnání tlakových změn v dutině středního ucha)
- ▶ nosní dutina je uložena nad dutinou ústní (oddělena tvrdým a měkkým patrem, rozdělená na 2 asymetrické části nosní přepážkou)
- ▶ nosní přepážka – **septum nasi** – chrupavčitá část tvořena kostí čichovou a radliční
- ▶ strop – tvoří nosní kůstky, kost čelní, dírková ploténka kosti čichové, tělo kosti klínové; nachází se zde čichové pole
- ▶ kostěný podklad dutiny nosní – tvoří strop a boční stěny

- **Skořepy nosní:**
- horní – **concha nasalis superior**
- střední – **concha nasalis media**
- dolní – **concha nasalis inferior**

- **Vedlejší dutiny nosní**

- Jsou bilaterální v čelní, čichové a klínové kosti a v maxilách
- menší dutiny - komunikují s vlastní dutinou nosní
- vyskytují se v kostech, které dutinu nosní obklopují
- vystlány stejným epitelem jako dutina nosní

<https://www.kntb.cz/specializace-ori>



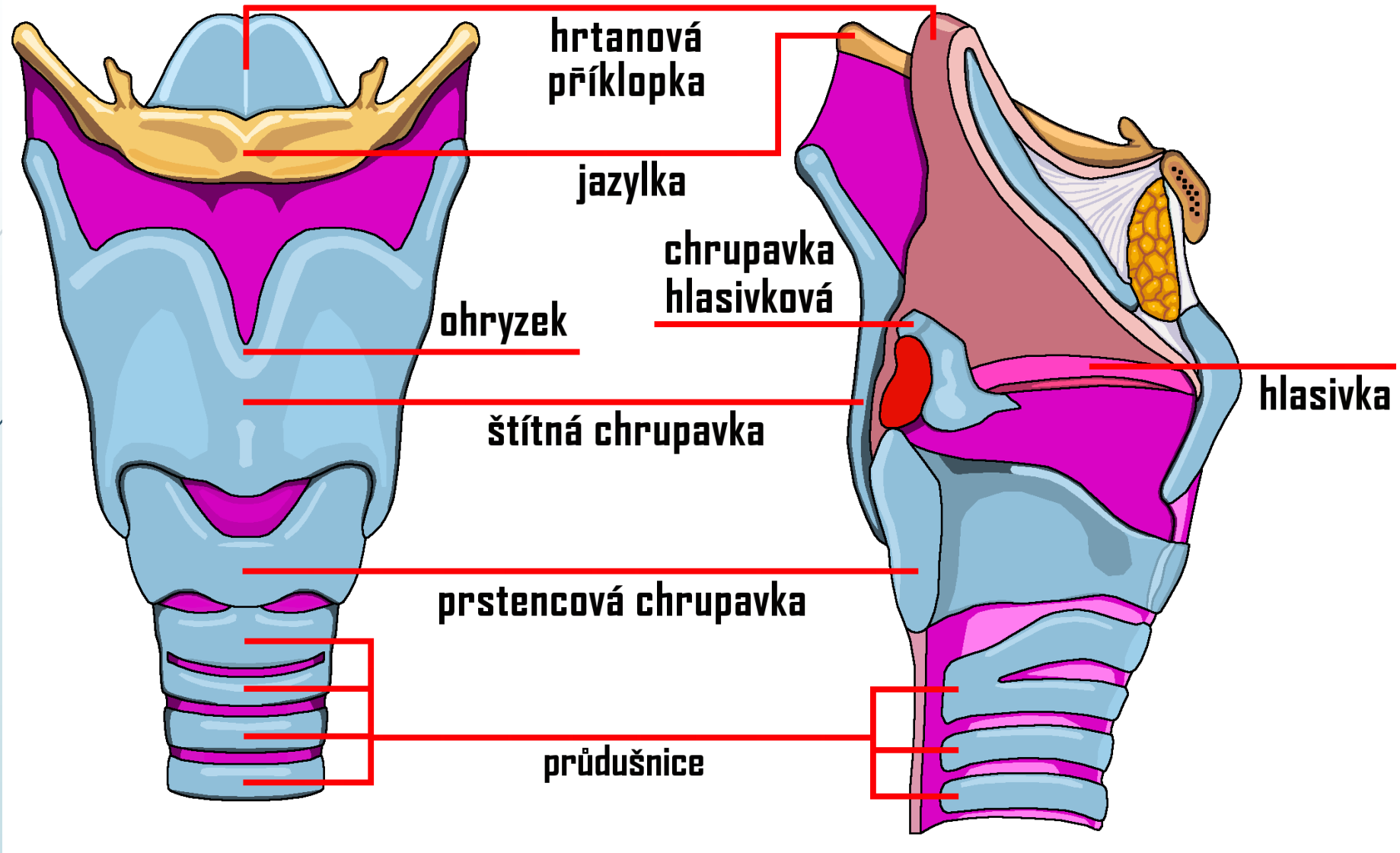


Epitely, fce

- **Nosní dutinu** – tvoří vrstevnatý dlaždicovitý epitel, obsahuje mazové a potní žlázy
- Obsahuje chlupy, které společně s vlhkým prostředím – očišťují a zvlhčují vdechovaný vzduch
- **Vnitřní část nosní dutiny** – víceřadý cylindrický epitel, obsahuje seromucinosní žlázy, má bohaté cévní zásobení, což žlázy ohřívá, dochází opět k zvlhčení a čištění vzduchu

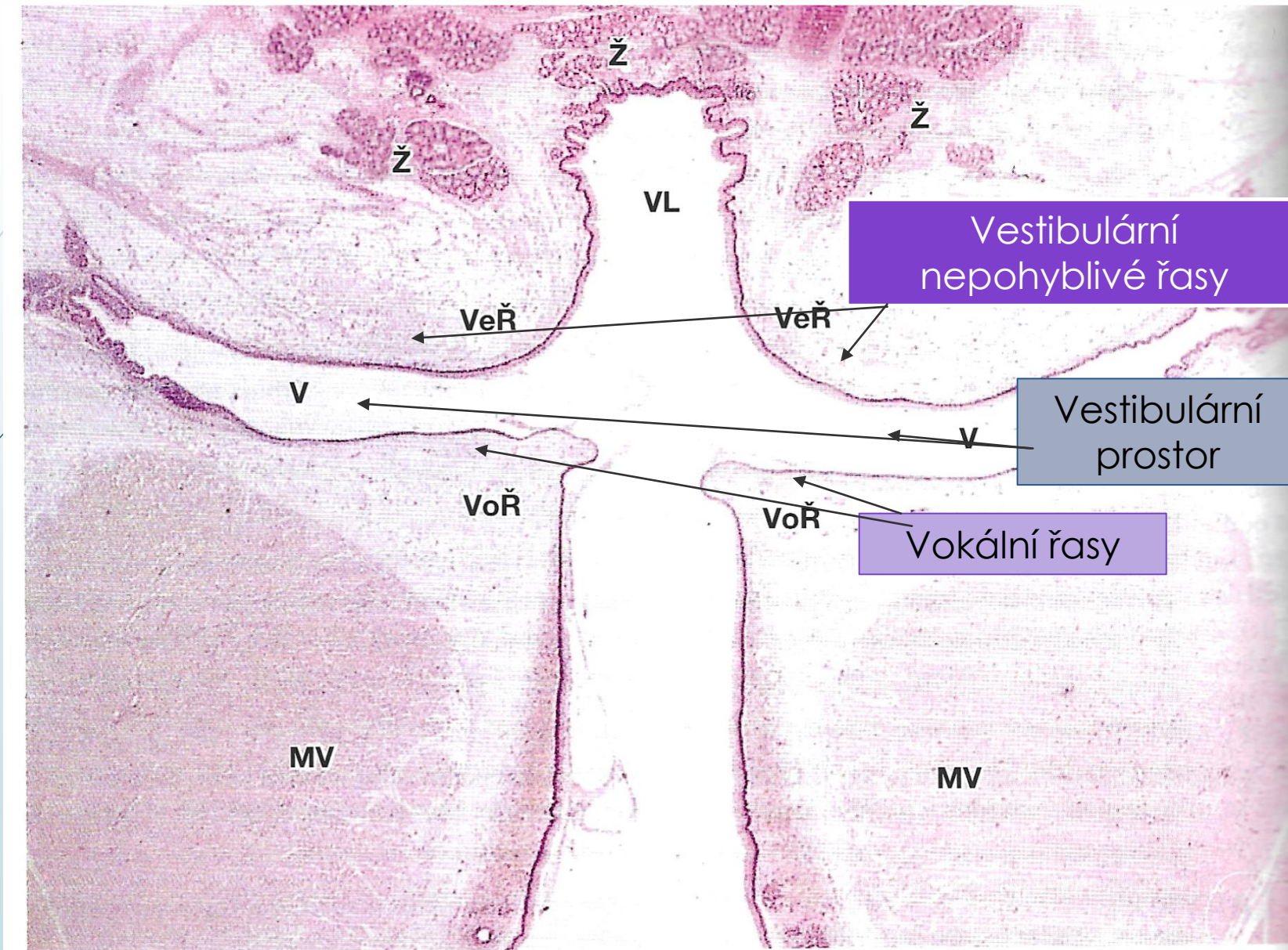
Hrtan - LARYNX

- Krátký úsek dýchacích cest (4x4cm)- umístěn mezi průdušnicí a hltanem
- Jeho stěna je zpevněna hyalinními chrupavkami a dolní části elastickými chrupavkami, svaly a vazy
- Tyto chrupavky jsou propojeny, podílejí se na pohybu, což umožňuje kosterní svalovina, podílejí se **tvorbě hlasu**
- **Hrtanová příklopka – EPIGLOTIS** – plochá struktura – brání vstupu polykané potravy do dýchacích cest
- **Štítné chrupavky** - 2 ploténky stříškovitě vpředu spojené, u mužů s nápadnou vyvýšeninou – (ohryzek)
- Výběžky jsou spojeny vazivem – nahoru k jazylce, dolů k prstencové chrupavce, pod ní je uložena **štítná žláza**
- **Prstencová chrupavka** - má tvar pečetního prstenu, na horní okraj nasedají 2 drobné chrupavky hlasivkové

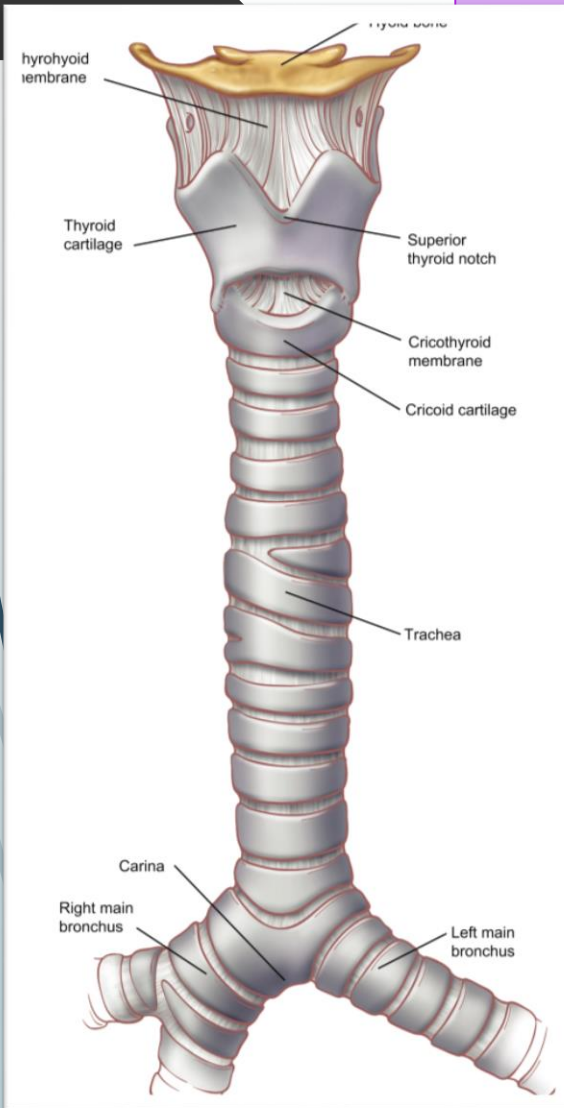


TVORBA HLASU

- Pod epiglottis – jsou vytvořené dva páry řas, oddělené úzkým prostorem
- **Horní pár** – nepohyblivý
- **Dolní pár – vokální řasy (valy)** – má struktury potřebné k tvorbě hlasu
- Pod sliznicí každé vokální řasy – mohutné svazky vláken kosterního svalu – umožňuje pohyb řasy
- **Při tvorbě hlasu** – svaly hrtanu posunují vokální řasy k sobě – štěrbina (vestibulární prostor) mezi nimi se zužuje – vzduch vypuzený z plic rozechvívá vokální řasy a vytváří zvuk
- **Řeč vzniká** v momentě, kdy jsou zvuky vytvořené v hrtanu upraveny pohyby hltanu, jazyka a rtů

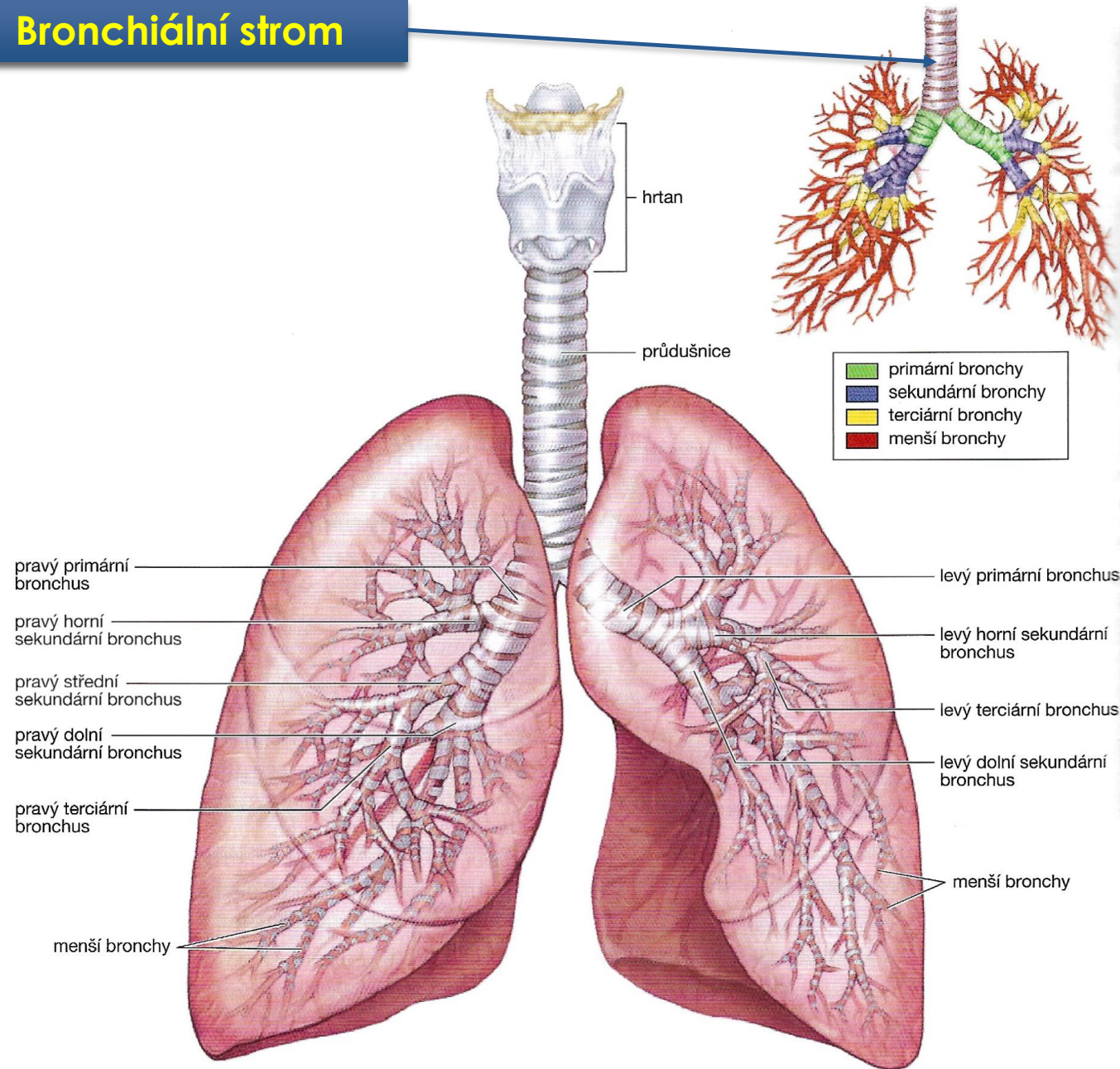


Průdušnice - TRACHEA



- U dospělých 12-13 cm dlouhá trubice uložena před jícnem – vystlána sliznicí, která produkuje řídký hlen, přivádí vzduch k bronchům, které vstupují do plic
- Prochází hrudní dutinou a navazuje na chrupavku prstencovou
- epitel je zde téměř bez řasinek, postupně zaniká, je zde méně hlenových žláz
- Je vyztužena **12 - 15 podkovovitými prstenci hyalinní chrupavky písmene C** – zpevňuje stěnu a udržuje otevřené lumen průdušnice
- Volné konce na zadní straně naproti jícnu - spojeny hladkým svalem a vrstvou vaziva – polyká potravu
- Při kašlání – silné kontrakce
- Trachea vstupuje v oblasti 4.-5. hrudního obratle do mezihrudí, kde se dělí se na pravou a levou průdušku – sekundární, terciální a menší bronchy– tvoří tím **bronchiální strom**

Bronchiální strom

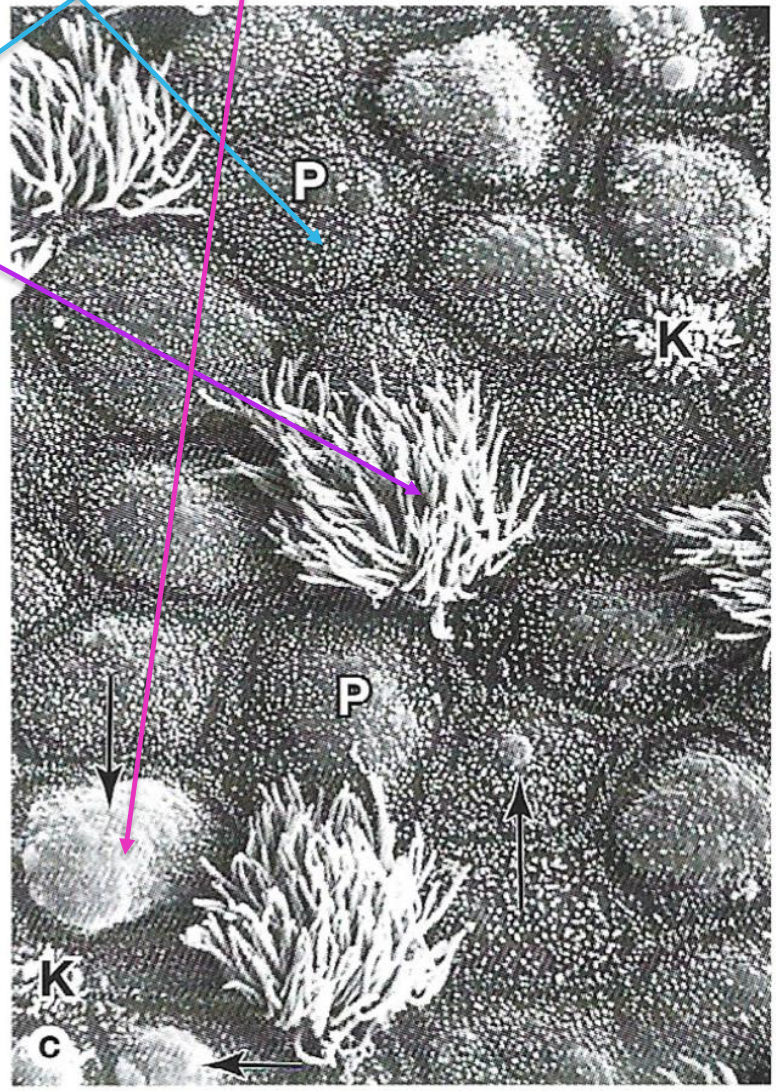
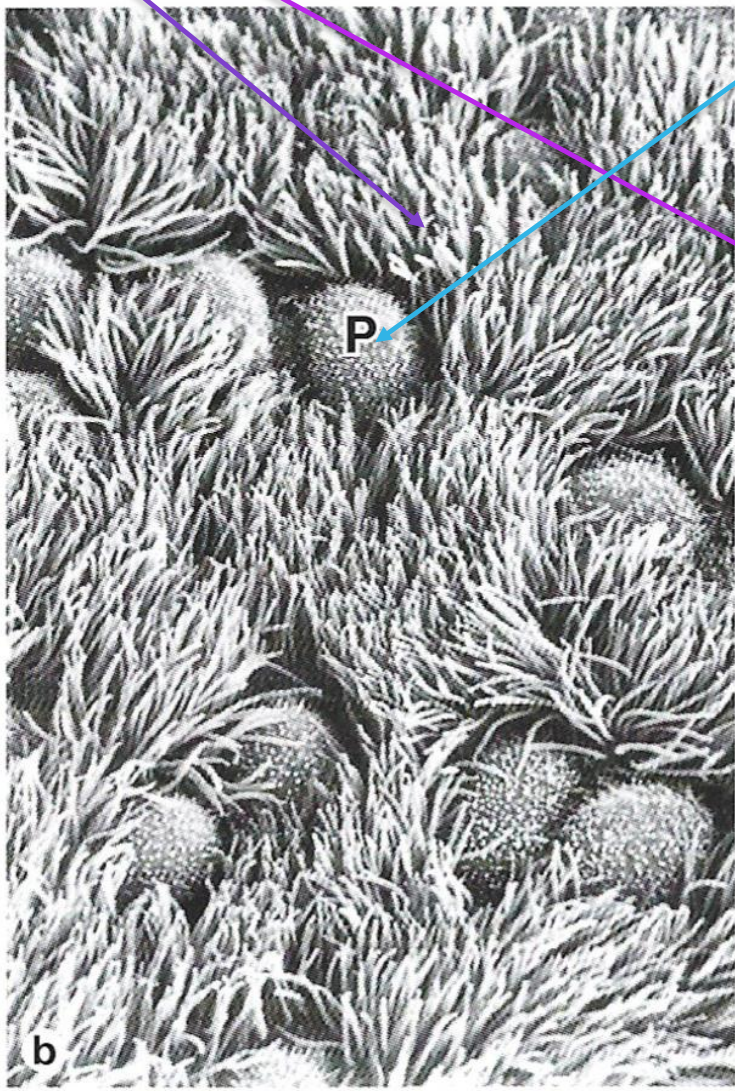
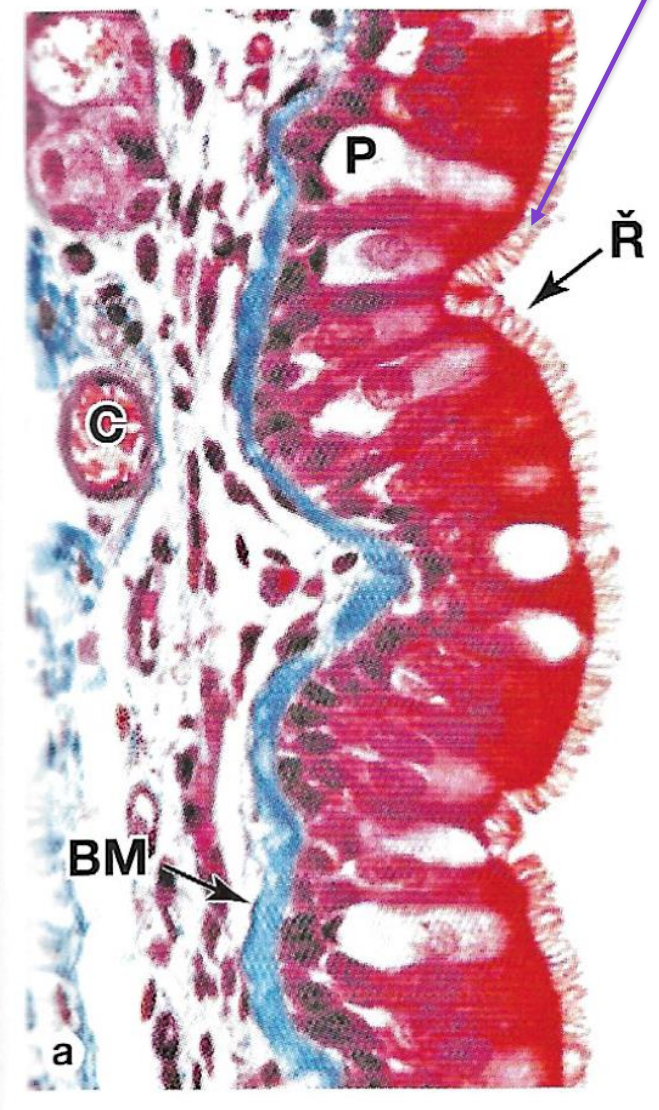


Průdušky - BRONCHY

- Průdušnice se rozděluje na dva **primární bronchy**
- Oba bronchy se opakovaně větví, přičemž každá nová větev je vždy menší až po průměr 1-2 mm
- *Bronchy – bronchioly – terminální bronchioly – respirační bronchioly - alveoly*
- Chrupavčité prstence jsou postupně nahrazeny menšími izolovanými ploténkami hyalinní chrupavky, je zde velké množství seromucinozních žlázek
- **Bronchy** jsou vystlány **řasinkovým epitelem** - kmitán směrem nahoru a napomáhá odstranit z dýchacích cest vdechnuté částice prachu
- **Bronchioly** (průdušinky – průměr menší než 1 mm) představují úsek dýchacích cest, který bývá zvláště u dětí postižen virem spalniček
- Většina zhoubných nádorů plic vychází z epitelu větších bronchů, NE BRONCHIOLŮ

ŘASINKY – řasinkový epitel

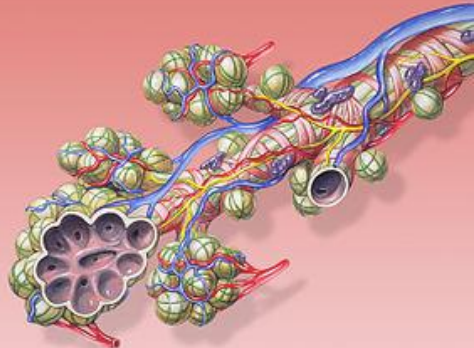
Pohárkovité buňky – tvorba hlenu



Epitel bronchiolů

- Buňky, které tvoří epitel bronchiolů mají tyto funkce:
- **1. Sekrece surfaktantových lipoproteinů** (*tvorí souvislý film a snižuje povrchové napětí v alveolech, podílí se na vrozené imunitě*) a **mucinu**
- **2. Detoxikace vdechovaných cizorodých látek** pomocí enzymů hladkého endoplazmatického retikula
- **3. Sekrece antimikrobiálních bílkovin** – součást lokální imunitní obrany

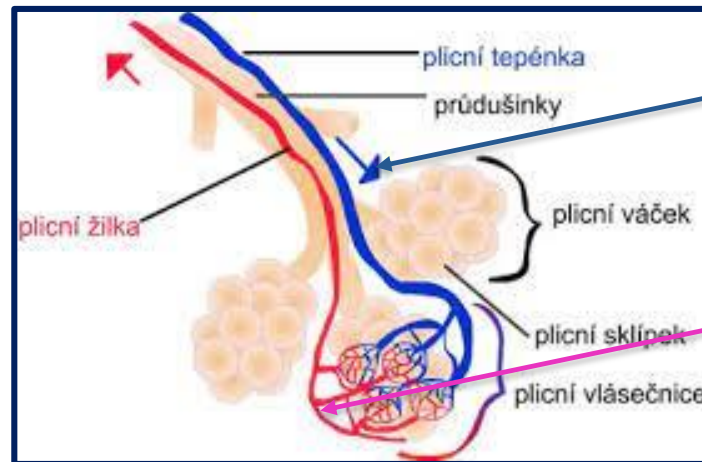
Krevní zásobení plic



- Plicní brankou do plic vstupují **plicní tepny**, které přivádějí **neokysličenou krev**
- Tepna se větví, až na kapiláry, které opřádají alveoly
- Cévy nesoucí **okysličenou krev** se spojují v **plicní žíly**, které ústí do levé předsíně srdce
- Ze srdce je pak okysličená krev rozváděna po celém těle
- Kromě toho existuje také **nutritivní oběh plic**, kterým je do plic přiváděna okysličená krev, jež je vyživuje
- V plicích je 450ml krve (9% celkového objemu krve) z toho se 70ml nachází v kapilárách
- Plíce mohou sloužit jako rezervoár krve

Plicní sklípky - alveoly

- Bronchioly (průdušinky) přecházejí v trubičky sklípkové - **ductuli alveorales**, na jejichž konci jsou váčky - v rámci každého váčku nasedá plicní sklípek
- vnitřní stěnu plicního sklípku tvoří jednovrstevný respirační epitel, který tvoří vlastní dýchací plochu, na zevní straně je pak epitel s hustou **kapilární sítí**, kde dochází k vlastní výměně dýchacích plynů

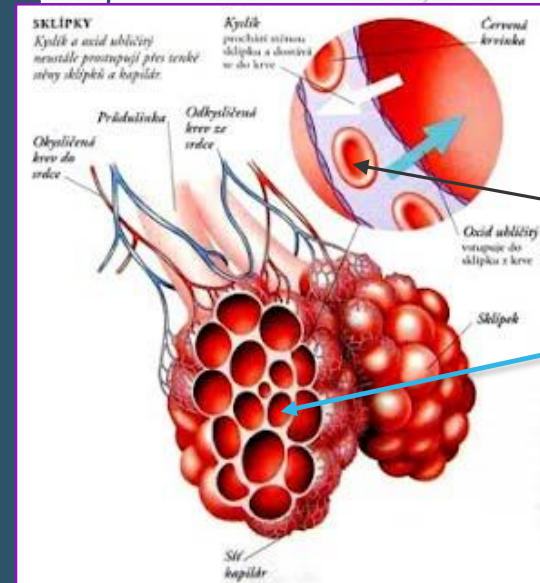


Neokysličená krev

Okysličená krev

Plicní sklípky - alveoly

- Stěna sklípkových váčků se vyklenuje do velkého množství ***hroznovitých plicních sklípků*** - mají tvar mnohostěnu o průměru asi 0,2-0,3 mm
- Celkový počet je u dospělého člověka asi 300 – 400 miliónů a jejich celková zevní dýchací plocha je asi 80 – 100 m²
- Sousedící alveoly jsou propojeny **alveolárními póry**, umožňujícími vyrovnávání tlaku v sousedících alveolech.
- Tato stavba stěny plicních sklípků umožňuje snadné pronikání kyslíku – O₂ a oxidu uhličitého CO₂, ale i jiných plynů (N), na principu difúze



Plicní sklípky - alveoly

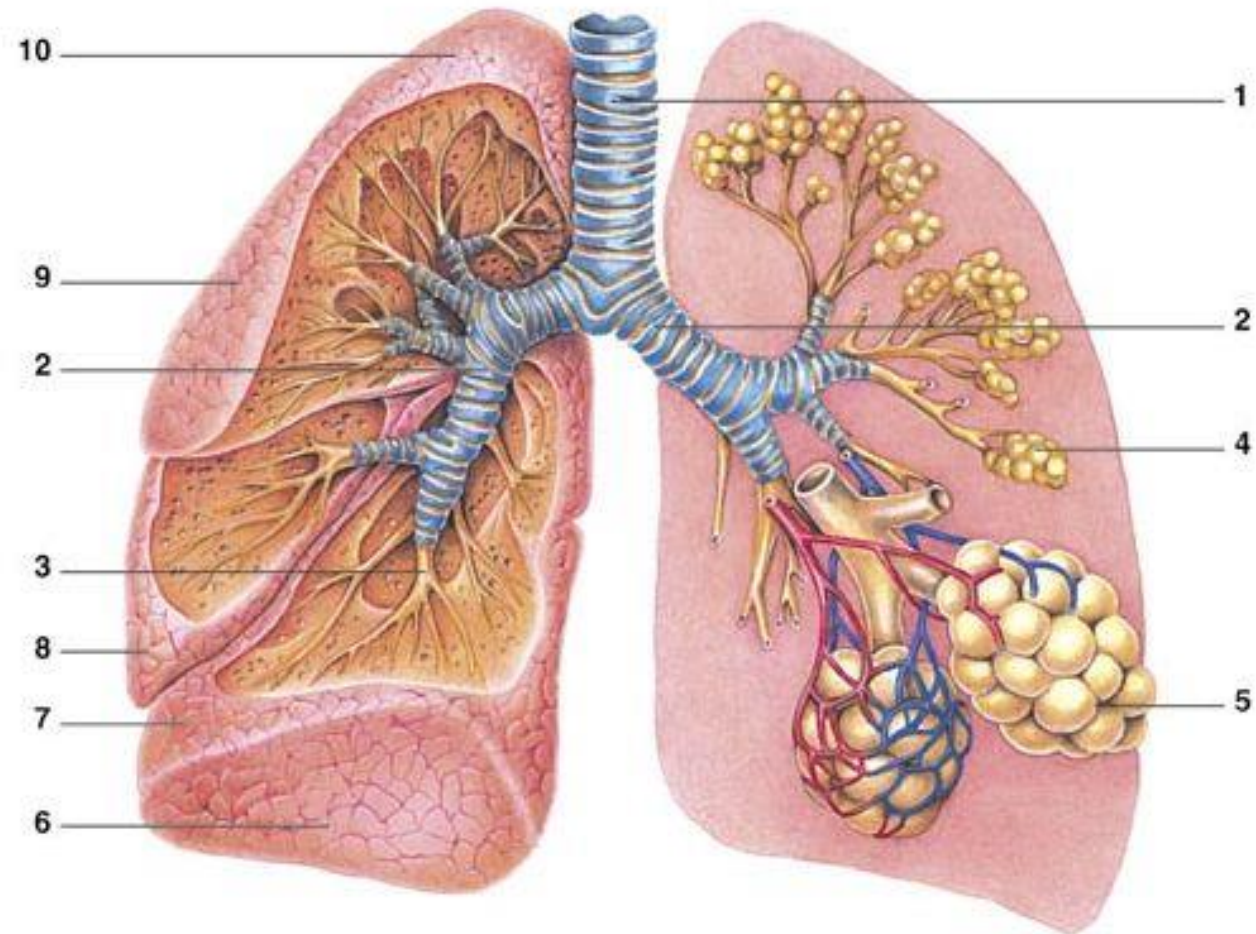
- Sklípky jsou vystlány třemi typy buněk :
- **1. pneumocyty I. typu**
- **2. pneumocyty II. typu** - produkují sekret **surfaktant** - při jeho nedostatku vzniká *těžký akutní tíšňový stav* – (např. u nedonošených novorozenců – nedokončená diferenciacie těchto buněk)
- **3. mikrofágy** - zachycují bakterie, prachové částice a s hlenem se denně ve velkém množství uvolňují a v žaludku se rozkládají

Plíce - pulmo dexter et sinister



- Uloženy v hrudní dutině, odděleny vazivovou mezihrudní přepážkou – *mediastinum*
- Při narození jsou plíce čisté, růžové, věkem se zanášejí spodinami a jejich barva se mění do šedivé až šedočerné
- Plíce má plochý, mírně vyklenutý tvar, vnější část kopíruje hrudník a vrchol plíce přesahuje 1. žebro
- Plíce nasedají na bránici
- Pravá plíce má **3 laloky** - lobi - (horní/střední/dolní)
- Levá pouze 2 laloky (horní/dolní) – umístění osrdečníku se srdcem

Stavba plic



1. Průdušnice

Trachea

2. Průdušky

Bronchi

3. Průdušinky

Bronchioli

4. Plicní sklípky

Alveoli pulmonis

5. Detail plicního sklípku s plicními vlasečnicemi

6. Plicní báze

Basis pulmonis

7. Dolní lalok

Lobus inferior

8. Střední lalok

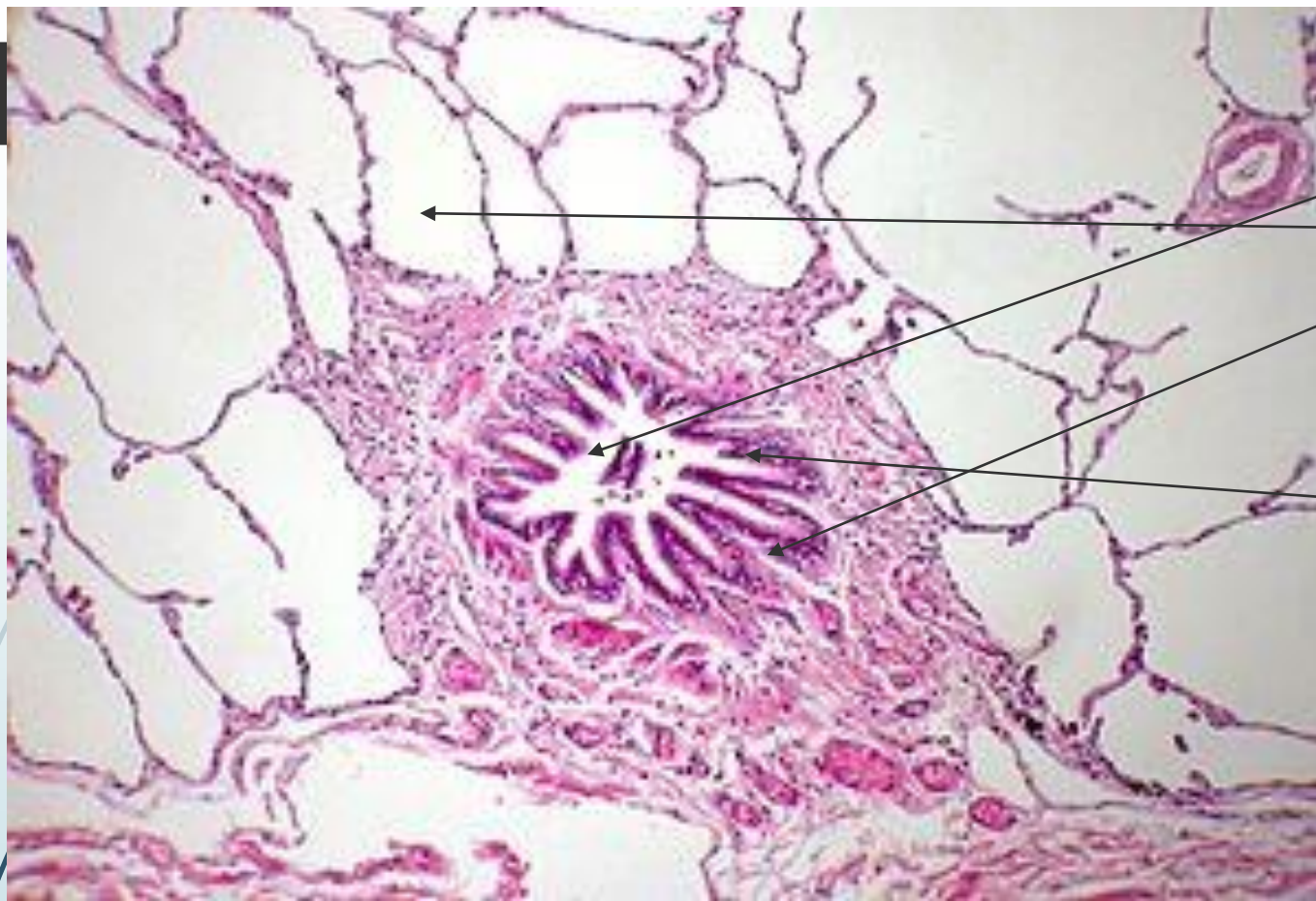
Lobus medius

9. Horní lalok

Lobus superior

10. Plicní vrcholek

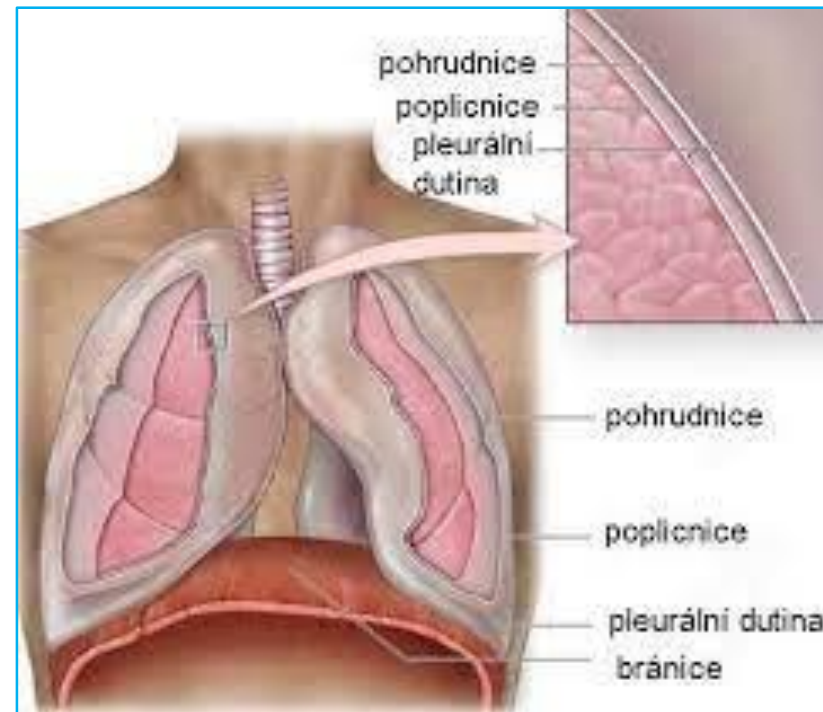
Apex pulmonis



Bronchioly s alveolami

Bronchionální jednovrstevný
kubický epitel s řasinkami


- Povrch plic kryje **POPLICNICE** (*pleura pulmonalis*)
- Přechází na vnitřní stranu hrudníku jako **POHRUDNICE** (*pleura parietalis*)
- Mezi oběma blánami je pohrudniční šterbina – vyplněná tekutinou – umožňuje klouzání blan při dýchání



Celková a vitální kapacita plic



- maximální objem vzduchu, který je vypuzen z plic usilovným výdechem po maximálním vdechu – měření spirometrem
- **Vitální kapacita plic** = inspirační rezervní objem (2,5-3l) + expirační rezervní objem (1,5-2l)
- Po usilovném výdechu - zbývá **rezervní objem (1,5l)**, který nikdy nevytlačíme (jinak by plíce splaskly) – plíce plavou na vodě
- **Celková kapacita plic** = vitální kapacita + rezervní objem
 - *závisí to na zdravotním stavu, věku, výšce, hmotnosti, pohlaví, tréninku, gravidita, ...*
 - *ženy průměrně 2,5-4l, muži průměrně 3,5-5l*

- 
- ❖ **minutová ventilace** je součet dechových objemů při klidném dýchání za 1 minutu
 - ❖ v klidu průměrně 8 l/min, při práci, cvičení - průměrně 80 l/min
 - ❖ **dechová frekvence** je počet dechů za 1 minutu (vdech + výdech)
 - ❖ dospělí – 16-18 l/min, děti – 20-26 l/min, sportovci – 10-14 l/min

Efekt zvýšeného **srdečního výdeje** na plicní cirkulaci

- Srdeční výdej se zvýší například při cvičení, kdy dochází k nárůstu objemu srdečního výdeje 5–7x. Plíce reagují třemi mechanismy:
- **1. Zvyšuje se počet otevřených kapilár (až 3x)**
- **2. Dochází k vasodilataci (rozšíření cév)**
- **3. Dochází k zvýšení tlaku**
- První dva mechanismy odpor řečiště snižují, třetí mechanismus tlak zvyšuje
- U zdravého jedince tlak plicního řečiště stoupá jen minimálně

Řízení dýchání

- automatická činnosti - řízeno z *dýchacího centra v prodloužené míše*
 - **vdechové centrum**
 - **výdechové centrum** - obě centra jsou - na pomezí prodloužené míchy a Varolova mostu
- na dýchání – podílí se *nervus vagus* svými vlákny prochází až do plicních sklípků - ovlivňuje nervovými vzruchy napětí na plicních sklípcích - podíl sympatiku a parasympatiku
- rytmické vzruchy přicházejí míšními nervy k dýchacím svalům, kde vyvolávají rytmické pohyby
- dýchání se přizpůsobuje potřebám organismu bez vědomého ovlivnění
- činnost je ovlivněna chemickými a nervovými podněty
- nadřazené je centrum v mozkové kůře - díky němu můžeme vůlí dech na chvíli zadržet
- dechová centra je spojena s **chemoreceptory**, které hlídají chemické rozložení, reagují na změny a složení krve - obsah O₂ a CO₂

Emoce – vliv na dýchání

- ▶ emoce vycházejí z limbického systému - podíl na rychlosti dechu -> ovlivněny primárními reflexy
- ▶ **Eupnoe** - klidné a pravidelné dýchání
- ▶ **Hyperpnoe** – prohloubené dýchání s větší ventilací
- ▶ **Polypnoe** – zrychlení dechové frekvence, člověk může až ztratit vědomí
- ▶ **Oligopnoe** – dýchání se zpomalenou frekvencí (např. spánek)
- ▶ **Apnoe** – krátkodobá zástava dechu
- ▶ **Dyspnoe** – namáhavé dýchání se zrychlenou frekvencí (např. při onemocnění)

Vybraná onemocnění

- **Zánět hrtanu (laryngitis)** – důsledek virové infekce, otok sliznice, chrapot
- **Benigní polypy** – tzv. zpěvácké uzliny – oblast vokálních řas, postižen hlas
- **Kašel** – reflexní děj – virová infekce nebo podráždění průdušnice
- **A) Suchý kašel** – není produkován žádný hlen – léčit antitusiky
- **B) Produktivní kašel** – s obsahem hlenu – léčba pomocí expektorancií – uvolnění hlenu – vykašlávání
- **Astma** – chronický zánět stěny bronchiolů – náhlá kontrakce hladké svaloviny - BRONCHOSPASMUS – mírná až těžká dechová nedostatečnost
Při astmatických záchvatech – adrenalin + další látky, které uvolňují spasmy
- **Syndrom respirační tísně novorozenců**
- **Rozedma plic (emfyzém)** – chronické plicní onemocnění – kuřáci
- **Pneumotorax** – kolaps plíce
- **Karcinom plic**
- ***Další nemoci - na cvičení***