

Dýchání



Dýchání

Energie pro životní pochody – oxidace (O_2) organických látek

Příjem O_2 – dýchací mechanismy (+ výdej CO_2 , udržování pH)

a) ze vzduchu (20,95% O_2 , 78,01 N_2 , 0,03 CO_2 + 0,9 Ar, Ne ...)

b) z vody – (závisí na t, salinitě, tlaku ...)

- sladká - 15 °C – 0,7 % O_2 + 1,36 % N_2)

Se zvětšováním tělesných rozměrů → nedostatek O_2

Fylogeneticky nezbytnost zvýšení výkonnosti výměny plynů: **Náhrada pomalé difúze plynů ve vodním prostředí tkání difúzí plynů ve vzduchu**

1. zvětšení dýchacího povrchu

A) na vnější str. – vodní živočichové - žábry

B) dovnitř – suchozemští živočichové

a) plíce

b) tracheje

2. udržování vysokého difúzního spádu plynů na vnější dýchací ploše

3. přenos plynů tělní tekutinou s látkou s vysokou vázací schopností pro plyny



Difúze: prvoci, houby, láčkovci, kroužkovci – výměna plynů s vnějším vodním prostředím difuzí

Žábry: mnohoštětinatci, měkkýši

Měkkýši – plicní vaky

Ostnokožci – vodní cévy (ambulakrální systém)

Členovci – pavoukovci plicní vaky, korýši – keříčkovité výrůstky



Tři typy dýchacích orgánů:

1. Žábry – členovci, měkkýši, paryby, ryby

2. Tracheje

3. Plíce

Larvy hmyzu ve vodě - **tracheální žábry**

Zvýšení frekvence dýchacích pohybů- při poklesu O₂ ve vodě, další pokles- O₂ ze vzduchu

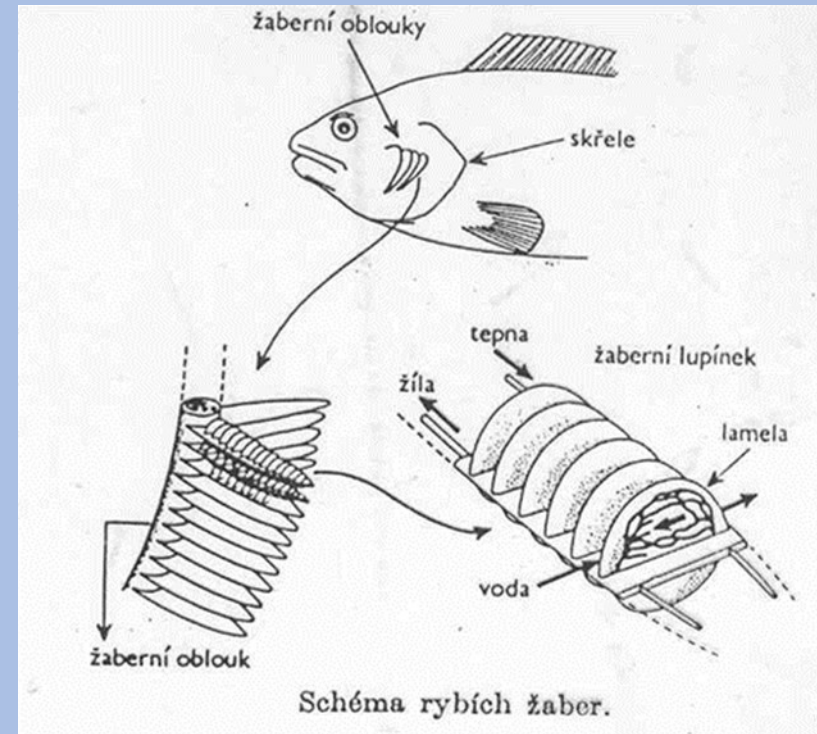
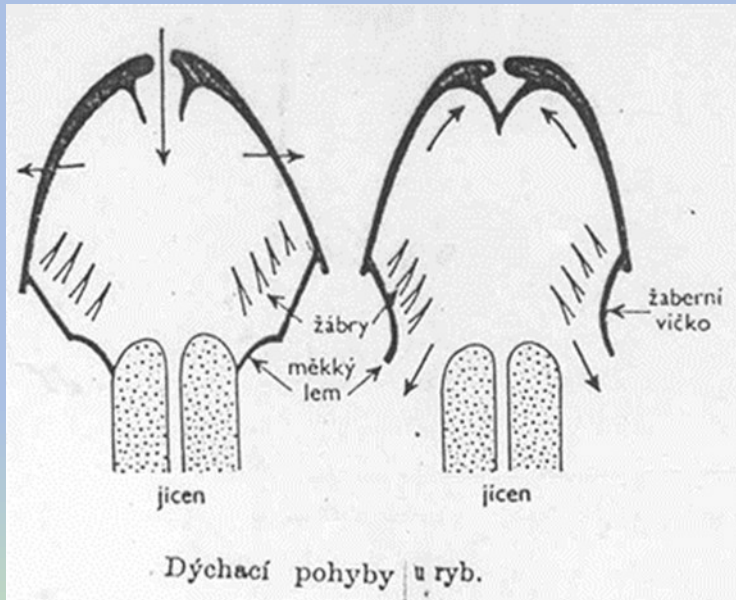
Jiné zp. dýchání ve vodě:

- a) Kožní – úhoř 85%, obojživel. v zimě 85
- b) trávicí trubicí – úst. dut, jícen, žaludek, střevo
- c) vzdušným měchýřem – plicní vaky- malý krevní oběh – částečně okysličená krev jde do hlavy, žaber



Žábry

Vývoj ze stěn hltanu, v žaberní dutině skryté skřele
Řady žaberních lupínek upevněných na ž. obloucích
vytváří síto, kterým musí voda protékat,
tenké stěny prostoupeny četnými kapilárami,
přes stěnu výměna plynů.



Vzdušnice (tracheje)

– rozvětvené trubice uvnitř s chitinovou blanou. U hmyzu zakončeny hvězdčovitou buňkou → **tracheola** (5 ramen). Tekutina

v tracheolách pulzuje podle botnací síly koloidní hmoty stěn tracheol a okolní cytoplazmy

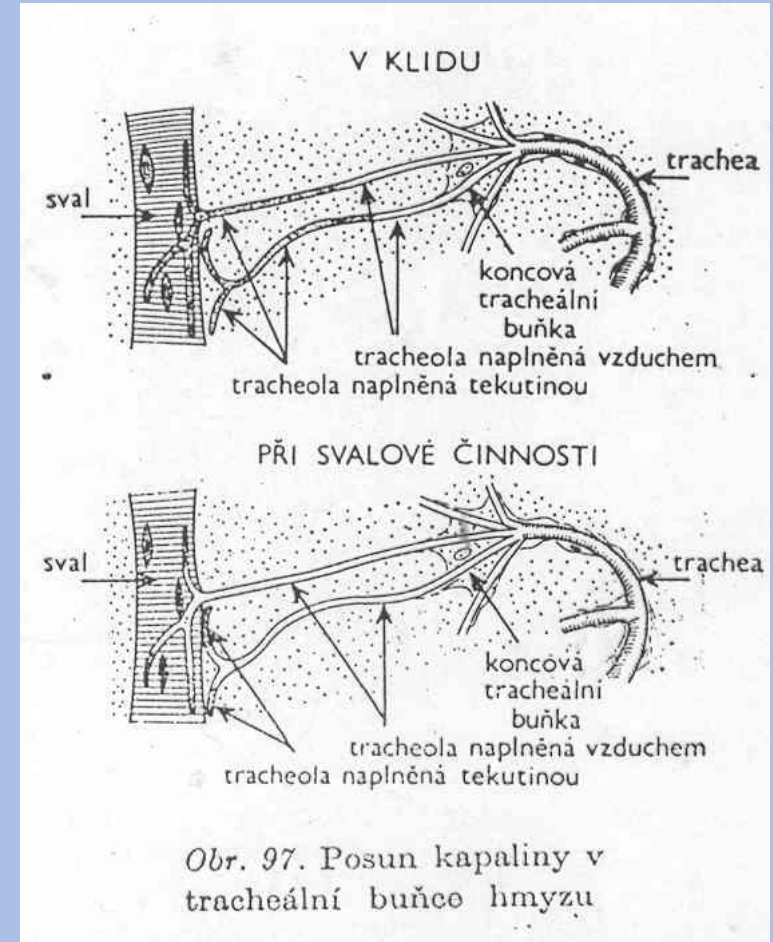
Dýchací pohyby – pohyby tělní stěny (výměna až 2/3 objemu)

- dorzoventrální zploštění abdomenu
 - zasouvání a vysouvání abdominálních článků
 - regulace otevírání a zavírání stigmat – najednou x střídavě
- Řízení dýchacích pohybů – abdominální ganglia.

Podněty pro zrychlení – chemický charakter přes protorakální g.

Řízení pohybů stigmat: **hrudní a abdominální část nerv. systému**

Larvy hmyzu ve vodě – uzavření trachejí vůči vodnímu prostředí, rozpad do sítě v pokožce nebo tělních vychlípeninách – **tracheální žábry**.



Dýchací cesty

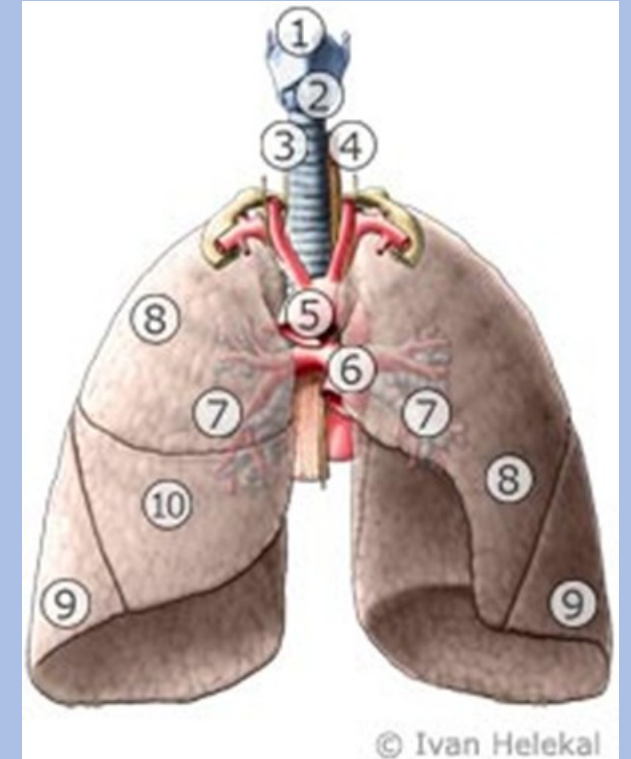
- soustava trubicovitých orgánů mezi plícemi a vnějším prostředím
- proudí jimi nadechovaný, vydechovaný vzduch
- horní cesty dýchací – dutina ústní, dutina nosní, hltan
- dolní cesty dýchací – hrtan, průdušnice, průdušky, průdušinky, plicní sklípky (alveoly)



Nosní dutina

- skořepy nosní rozdělují nosní dutinu na 3 průduchy
- zabrzdí proud nadechovaného vzduchu, vzduch se ohřeje (kontakt s teplou a prokrvenou sliznicí)
- vystlána sliznicí, zvlhčuje vzduch a filtruje ho, IS
- sídlo čichu

1. chrupavka štítná
2. chrupavka prstencová
3. průdušnice
4. jícen
5. srdečnice
6. cévní kmen plicnice
7. průdušky
8. horní plicní lalok
9. dolní plicní lalok
10. střední plicní lalok



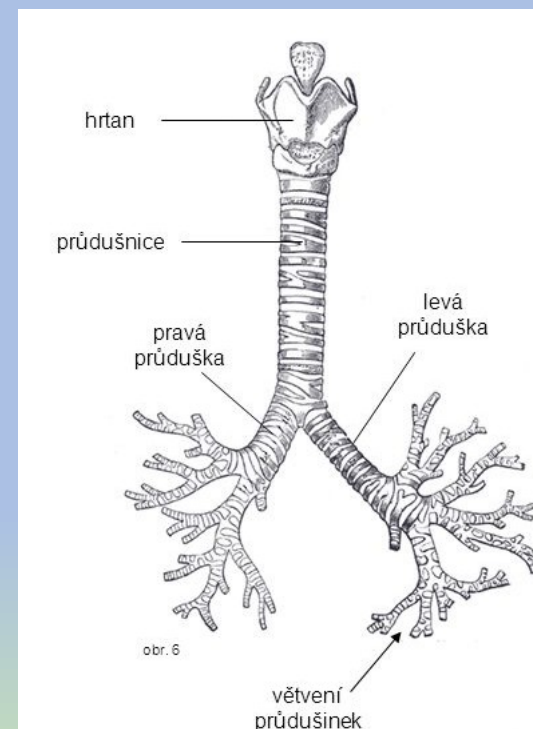
Dolní cesty dýchací

- hrtan – kříží se s hltanem
- hrtanová příklopka – při polykání brání vstupu potravy do hrtanu
- tvořen souborem chrupavek
- Průdušnice (trachea) – pružná trubice, vyztužená podkovovitými chrupavkami
- před jícnem
- větví se na dvě průdušky (bronchi) – průdušinky (bronchioly)– plicní sklípky (alveoly) - 1 mm, obetkané vlásečnicemi (výměna plynů)



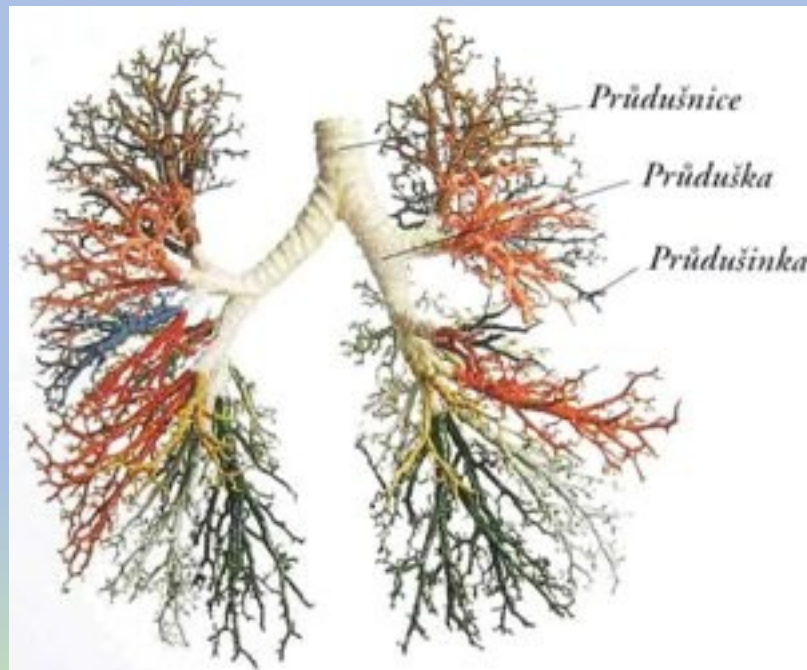
Průdušky

- vystlány sliznicí (opatřena řasinkami)
- stěny – vyztuženy neuzavřitelnými chrupavčitými prstenci
- vnitřní vrstva stěn obsahuje hladkou svalovinu



Průdušinky

- stěny se vyklenují do tenkostěnných plicních sklípků



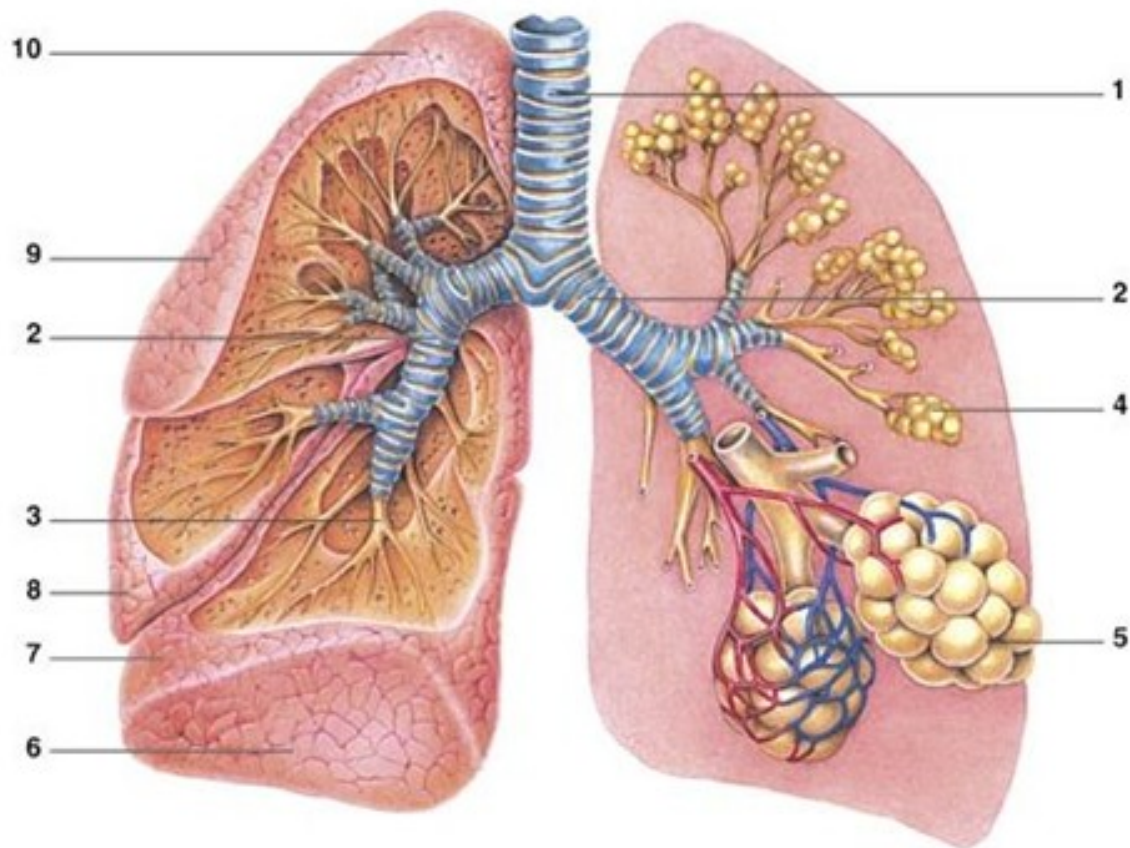
Plíce

- párový orgán
- umístěny v hrudním koši
- pravá plíce – rozdělena vazivovými přepážkami na tři laloky
- levá plíce – dva laloky
- plicní tkáň – plicní sklípky (přenos dýchacích plynů mezi vzduchem z vnějšího prostředí a krví (vlásečnice))



Plíce

36. Stavba plic



1. Průdušnice

Trachea

2. Průdušky

Bronchi

3. Průdušinky

Bronchioli

4. Plicní sklípky

Alveoli pulmonis

5. Detail plicního sklípku s plicními vlásečnicemi

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

Epiteliální vrstva buněk váčků těsně přiléhá k endoteliálním buňkám krevních kapilár (alveolokapilární stěna – 1 μm) – plocha 90 m² (> 40krát). Rychlá difúze podle koncentračního spádu (1/1000 sekundy)
Přesun plynů - dýchací pohyby.
Vdech (inspirium) x výdech (ex-)



Plíce

- na povrchu kryty poplicnicí (vazivová blána)
- dutina hrudní je pokryt vazivovou blánou – pohrudnice
- mezi nimi je pohrudniční dutina – vyplněna tekutinou
- podtlak mezi blánami – plíce rozepjaté
- pneumotorax – do pleurální dutiny se dostane vzduch



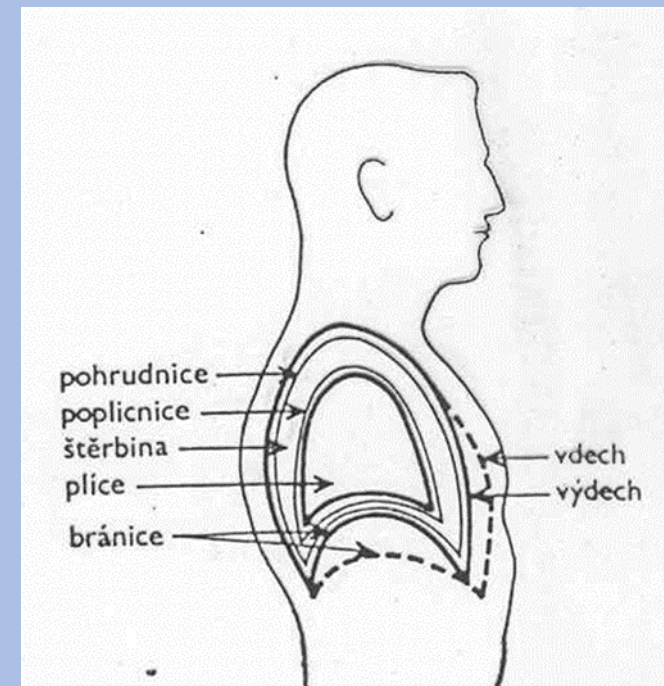
Plíce

- k respiraci je důležité:
- plicní ventilace (výměna vzduchu v plicních sklípcích při nádechu a výdechu)
- plicní perfuze – přívod krve ke sklípkům
- plicní difúze (přestup dýchacích plynů přes membrány stěn plicních sklípků a vlásečnic)

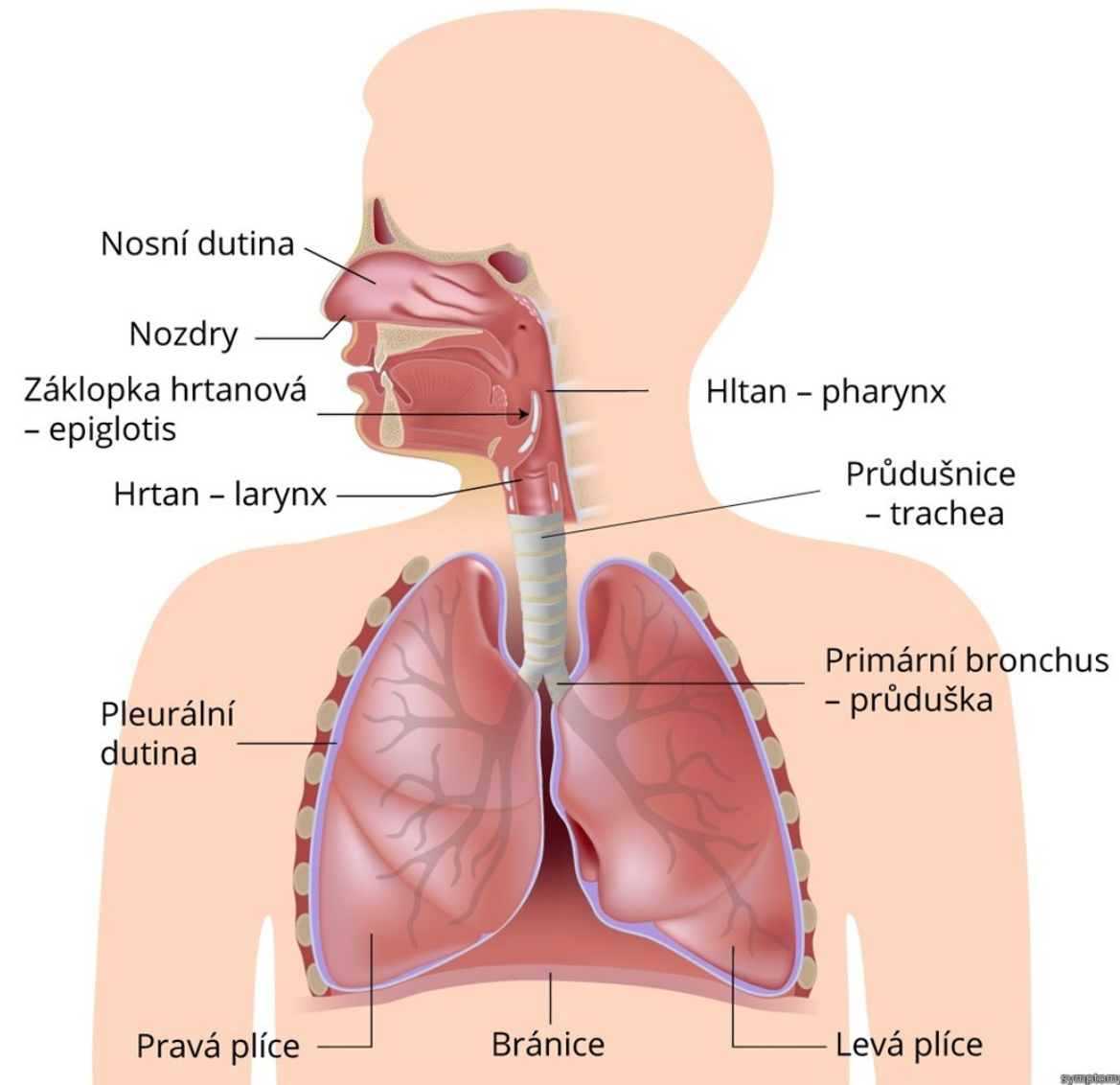


Nádech

- hlavní dýchací svaly roztáhnou prostor, kde jsou plíce
- bránice - odděluje dutinu hrudní od břišní
 - snížení – vzduch je do plic nasáván
- zevní mezižeberní svaly - zvedají žebra
- plíce jsou roztahovány, vzduch je nasáván do plicních sklípků



Dýchací systém



Výdech

- pasivní děj
- svaly se uvolní, plíce se mohou smrštit, vytlačit vzduch ze sklípků



Spirometrie

- vyšetřovací metoda
- informace o kapacitě plic
- **Vitální kapacita plic** (VC – vital capacity; l, ml) = objem vzduchu, který vydechneme s maximálním úsilím po předchozím maximálním nádechu.
- hodnoty závisí na pohlaví, věku, trénovanosti,...
- objem vzduchu – vliv atmosferický tlak, teplota



Vitální kapacita plic (VC)

- průměrná hodnota – ženy 3-4 l, muži 4-5,5 l
- trénink – až 6 l u plavců až 8 l



Spirometrie

- usilovná vitální kapacita plic **FVC**
- **FEV1** (litry, procenta): usilovně vydechnutý objem vzduchu za první sekundu
- zjištění **PEF** (litry za sekundu, procenta): vrcholový výdechový průtok, nejvyšší rychlost na vrcholu usilovného výdechu



Spirometrie

- FVC ideálně 100%
- FEV1: normální hodnoty min. 80% FVC
- snížené hodnoty = obstrukční ventilační porucha OVP (astma bronchiale, bronchitida), ukazuje na snížený průtok vzduchu dýchacími cestami.



Spirometrie

- PEF – snížená hodnota vypovídá o stavu průchodnosti průdušek, při jejich zúžení PEF klesá
- po léčbě se hodnota úměrně zlepšuje
- normální hodnoty podle věku, pohlaví a výšky postavy (min. 80%)



Reakce a adaptace dýchacího systému na zátěž

- dechová frekvence
- klidová dechová frekvence – 16 dechů/min
- při zátěži, maximálně 40 dechů/min
- při adaptaci – vytrénované osoby – 10 dechů/min, popřípadě 60 dechů/min



Minutová ventilace (MV)

- = objem vzduchu prodýchaného za minutu, uvádí se v litrech za minutu
- dechovou frekvenci vynásobíme dechovým objemem
- v klidu – **8-10 l /min**
- při zatížení **120 l/min**
- vlivem tréninku – **180 l/min**



Onemocnění dýchací soustavy

- astma
- alergie
- nachlazení
- bronchitida – zánět průdušek
- černý kašel
- chřipka
- zápal plic

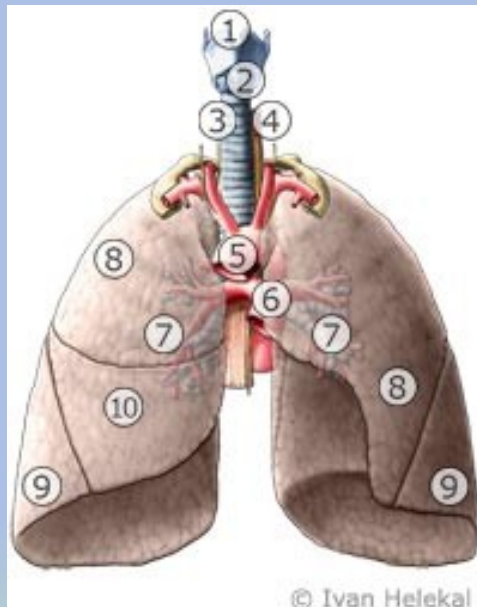


Plíce

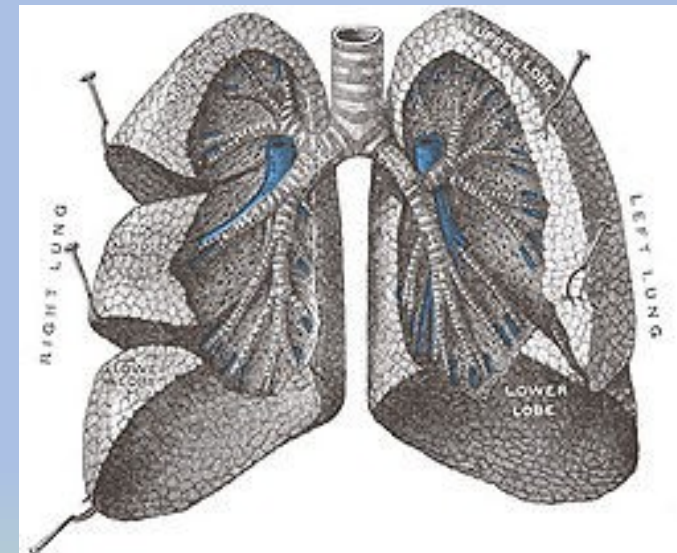
V hrudní dutině (pohrudnice, poplicnice), zespod bránice.

Přívodní cesty: nozdry, ústa, vlastní dýchací cesty – průdušnice, průdušky, průdušinky (trachea, bronchi, bronchioli) do plicních váčků savců (sklípků - alveolů – 1 mm, obetkané vlásečnicemi) – vlastní výměna plynů.

Epiteliální vrstva buněk váčků těsně přiléhá k endoteliálním buňkám krevních kapilár (**alveolokapilární stěna** – 1 μm) – plocha 90 m² (> 40krát). Rychlá difúze podle koncentračního spádu (1/1000 sekundy)



1. [chrupavka štítná](#)
2. [chrupavka prstencová](#)
3. [průdušnice](#)
4. [jícen](#)
5. [srdečnice](#)
6. [cévní kmen plicnice](#)
7. [průdušky](#)
8. [horní plicní lalok](#)
9. [dolní plicní lalok](#)
10. [střední plicní lalok](#)

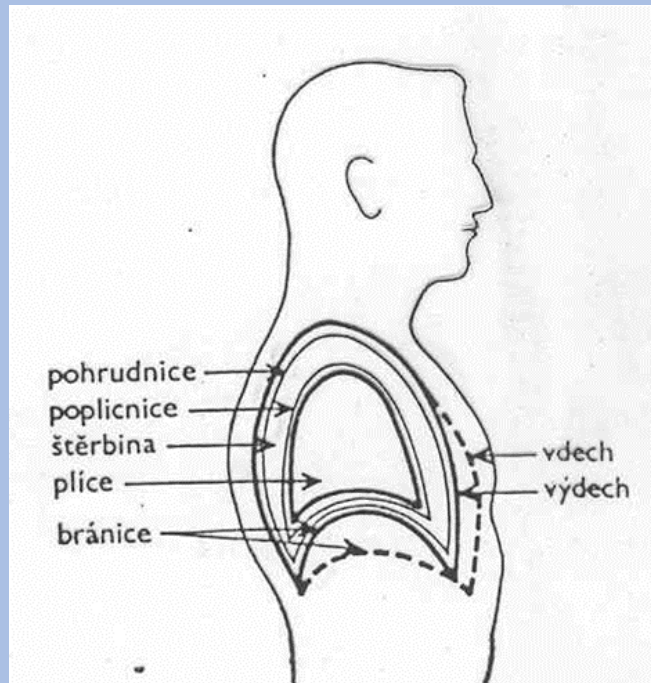


Přesun plynů - dýchací pohyby.

Vdech (inspirium) x **výdech** (ex-)



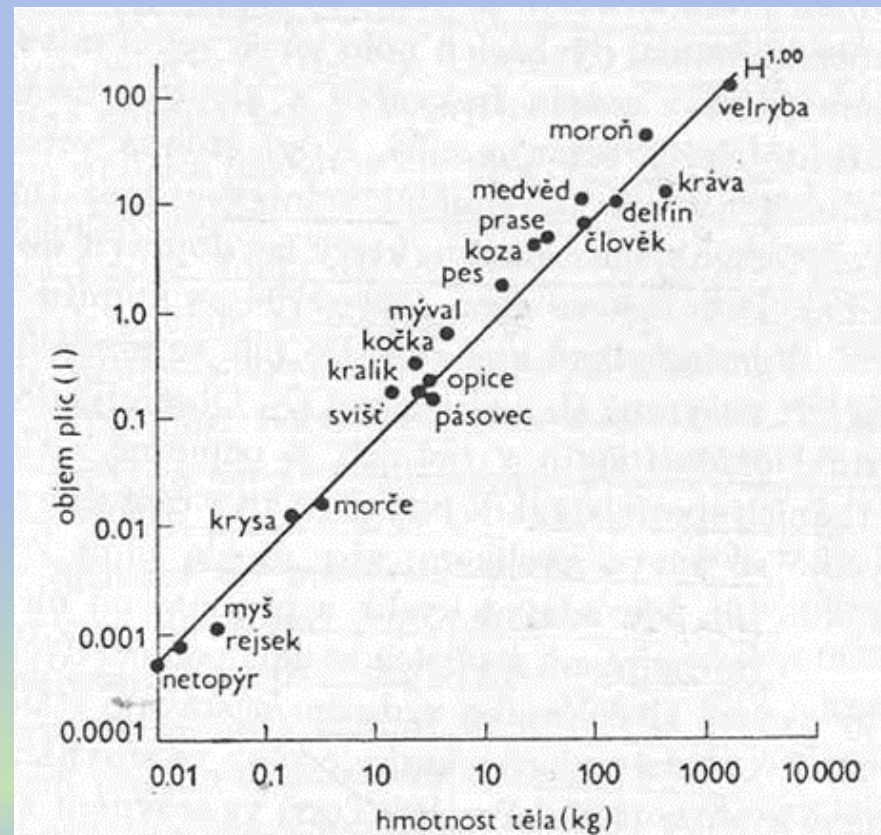
Žeberní (torakální) x brániční (břišní, abdominální) dýchání.



Objem plic

je úměrný hmotnosti těla

(velryby 100 l, drobní savci 1 ml)



Frekvence dýchacích pohybů

závisí na velikosti metabolismu
(je nepřímo úměrná hmotnosti
těla, i objemu plic)

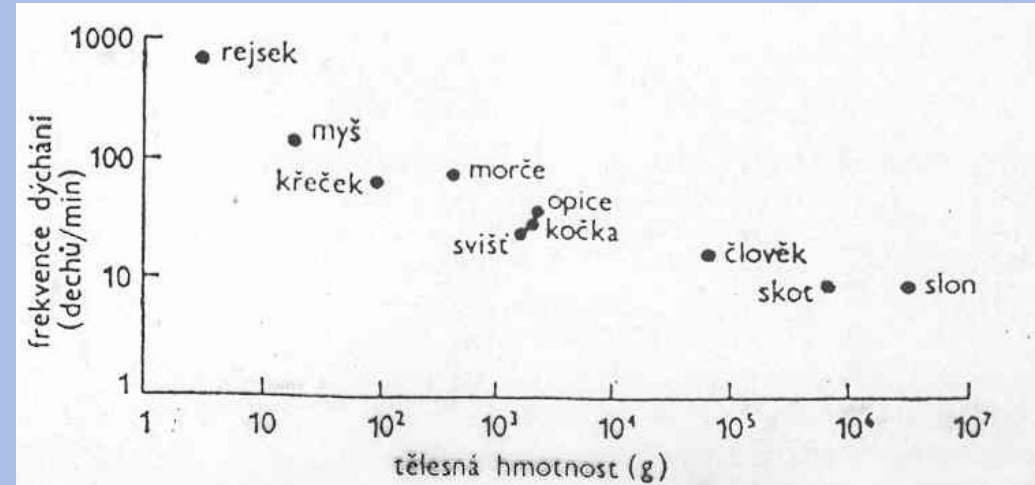
Minutová plicní ventilace

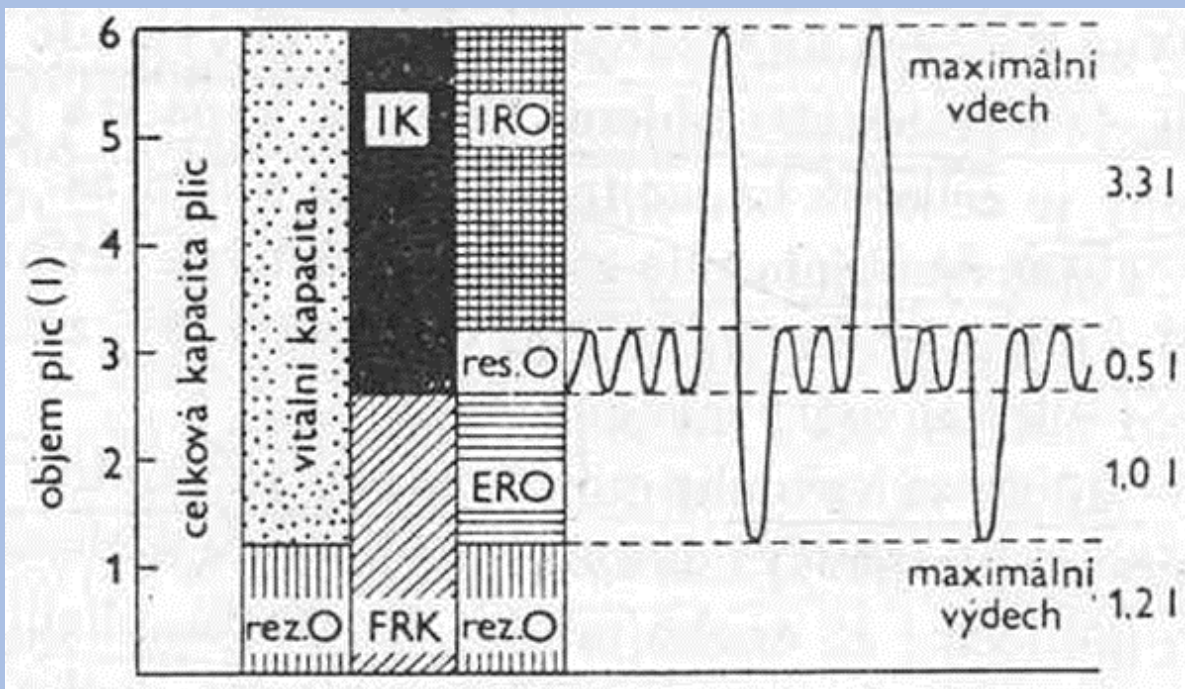
- respirační (dechový) minutový objem
- u člověka v klidu – 7,5 l/min (500 ml * 15 dechů).

Zvětšení: prohloubení x zrychlení dechu.

Krev z celého těla do plic – značný obsah CO₂, málo O₂. V plicích částečné odstranění CO₂, sycení O₂.

Stálé složení alveolárního vzduchu.





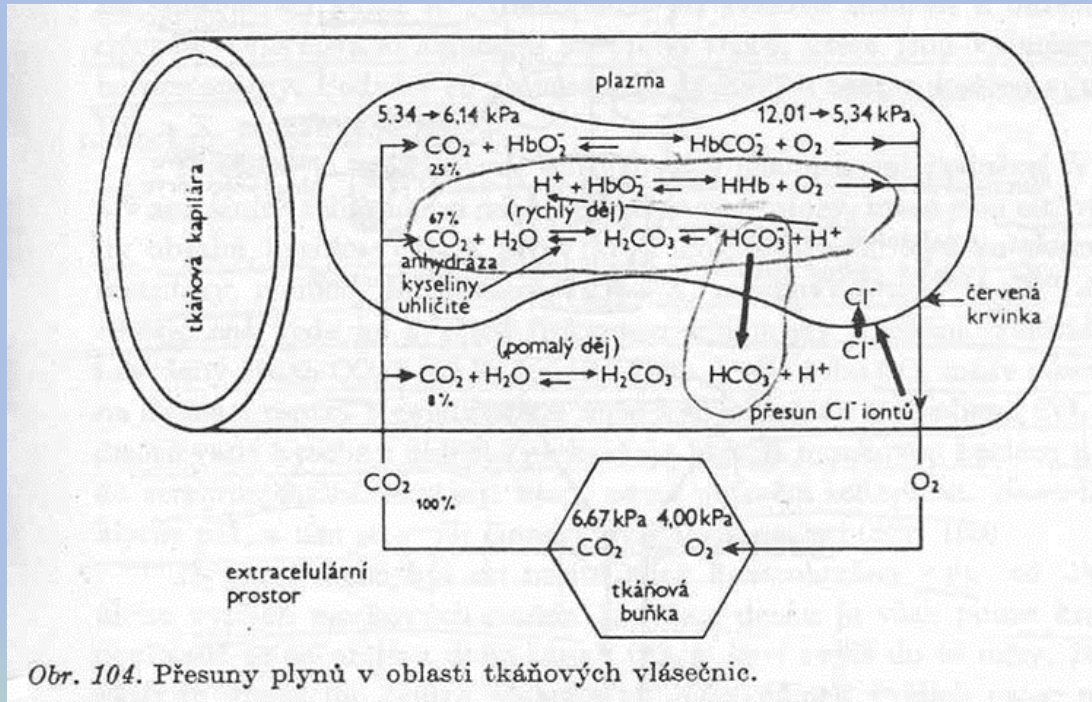
Plicní objemy – mrtvý prostor – 150 ml
klidový dechový (respirační) objem (500 ml)
inspirační rezervní objem (3,3 l)
expirační rezervní objem (1 l) – dohromady VKP
Vždy zbude v plicích reziduální objem (1,2 l).

Plicní objemy: IK – inspirační kapacita, FRK – funkční reziduální kapacita, IRO – inspirační rezervní objem, ERO - expirační r.o., res.O – respirační objem, rez.O – reziduální objem

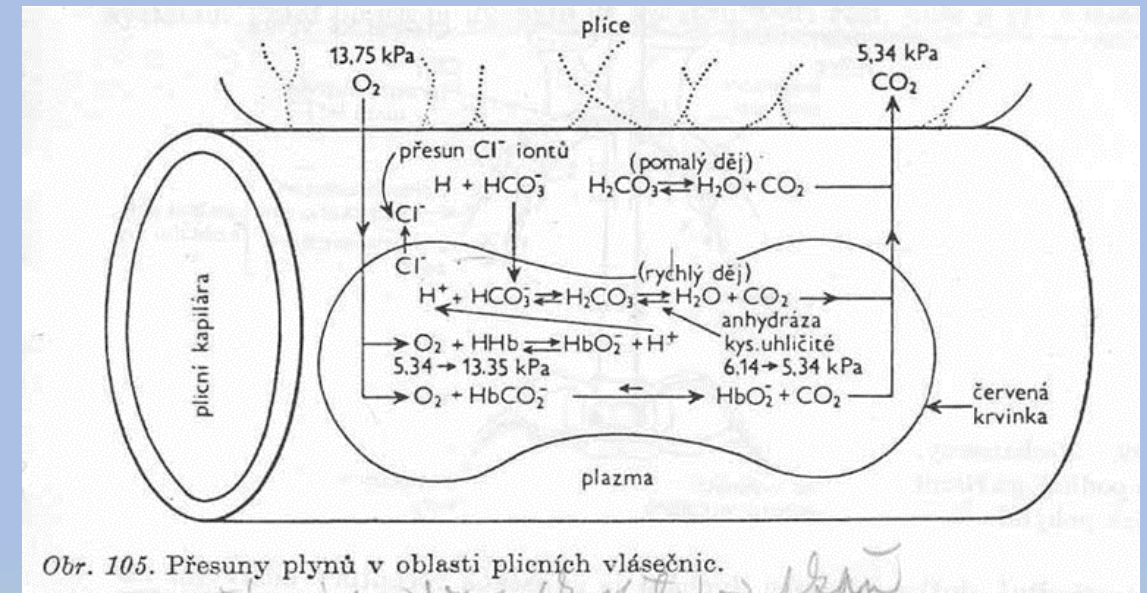


Přenos CO₂:

- a) krevní plazmou (8 %)
 - b) reakce s oxyhemoglobinem → karbaminohemoglobin (25 %)
 - c) 67 % CO₂ v červených krvinkách → HCO₃⁻ (anhydráza)
- $$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{anhydráza}} \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$$
- $$\text{H}^+ + \text{HbO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{HHb}$$



Obr. 104. Přesuny plynů v oblasti tkáňových vlásečnic.

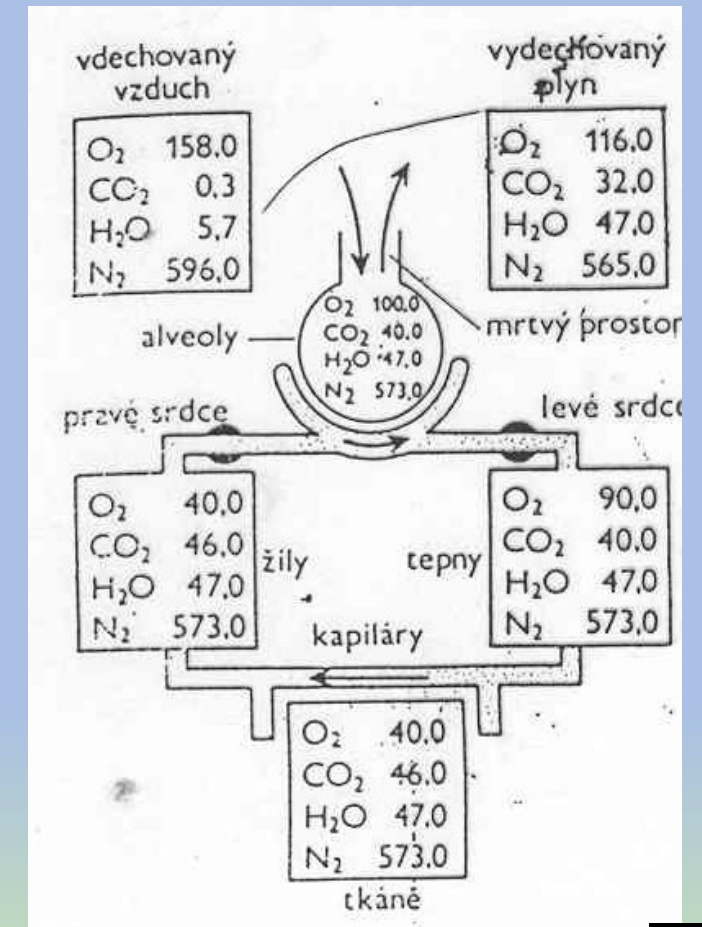


Obr. 105. Přesuny plynů v oblasti plicních vlásečnic.



Podíly hlavních složek (%) a jejich parciální tlaky (kP) ve vzduchu a krvi

	Atmosfér. v.	Alveolár. v.	Tepenná krev	Žilná krev	Vydech. v.
% O ₂	20,95	14	11 – 13	6	16
kPa	19,95	13,3	< 0 1,3-2,6	5,3 (2,0)	15,4
torr	150	100	< 0 10-20	40 (-15)	116
% CO ₂	0,03	5,5	Jako v alveolár. vzduchu	7	5
kPa	0,04	5,33		6,2	4,26
torr	0,3	40		46	32



Sledování koncentrace O₂, CO₂ (pO₂, CO₂)

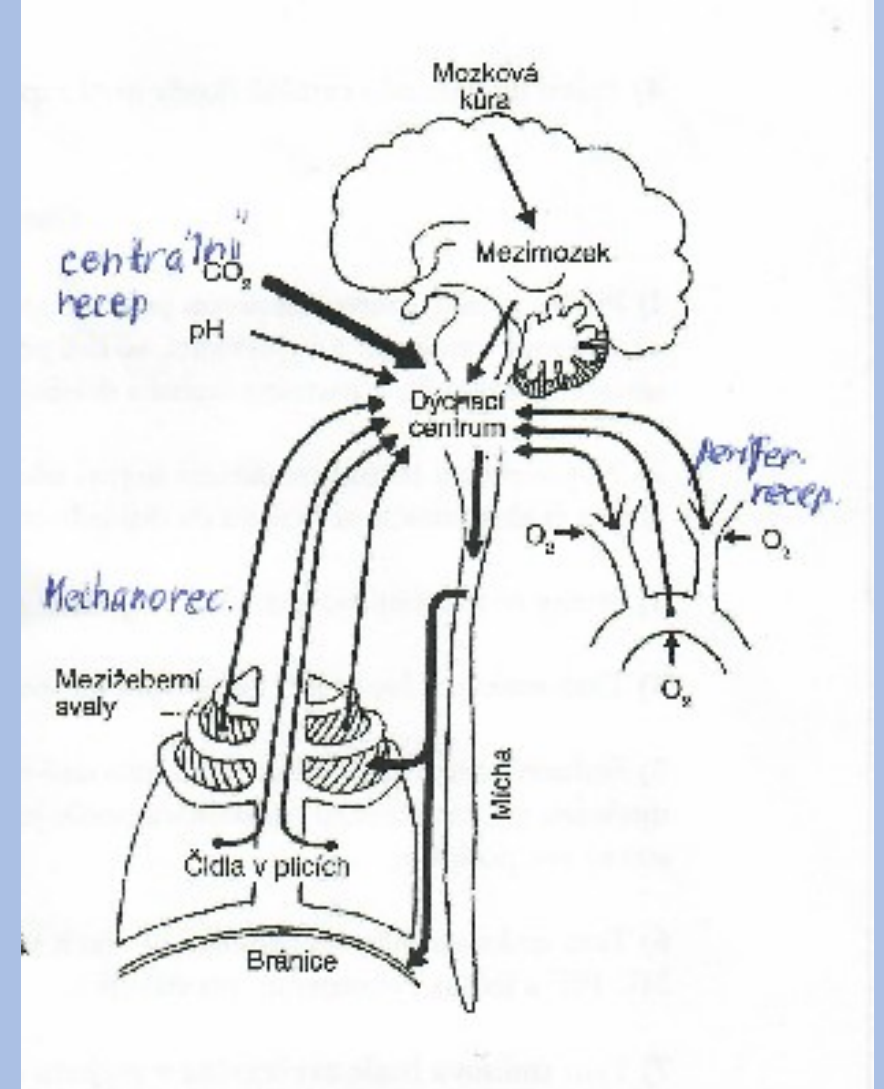
Mezižební svaly a bránice – inervace somatickými nervy z míchy (krční a hrudní)

Dýchací pohyby – inervace z **dýchacího ústředí** (kaudální část **prodloužené míchy**) **Centrum inspirační** (vdechové), **centrum expirační** (výdechové). Schopnost samostatné a cyklické tvorby vzruchů. Antagonisté.

Pneumotaktické centrum se zpětnovazebným působením na obě předchozí - mozkový kmen nad prodlouženou míchou, působí při intenzivním a hlubokém dýchání

Dostředivá složka regulace:

- plicní receptory citlivé na natažení
- proprioreceptory v mezižebních svalech
- svalové receptory citlivé na K⁺ z buněk



U členovců autonomní, ale i zde pod CNS



Další vlivy:

- **změny krevního tlaku** (registrovány baroreceptory)

- **chemické vlivy** (hlavní): chemoreceptory v karotidě a oblouku aorty citlivé na obsah O₂, CO₂ a pH.

Kontrola vůlí (částečná) – krátkodobé zadržetí dechu (zvýšení CO₂ a stimulační centrum překoná vliv vyšších pater (kůra) – důležité při řeči, jídle, kašlání).



Zdroje

Přednáška doc. Rychnovský

Zdroje obrázků a teorie: Google.cz

M. Vácha a kol. Srovnávací fyziologie živočichů 2004

Brožek et al. Poznámky k přednáškám a fyziologie (2000)

Vokurka a Hugo: Praktický slovník medicíny (2000)

Vodrážka Z. Fyzikální chemie pro biologické vědy 1982, či analog.učebnice



Přenos O_2 : oxyhemoglobin,
rozpuštěný v plazmě nevýznamný (1 %)
Sycení hemoglobinu kyslíkem

