

# Dýchání

## typy dýchání:

**vnější (spec. orgány)** – výměna dýchacích plynů mezi organismem a prostředím

**vnitřní (tkáňové)** – výměna plynů mezi mimobuněčnou tekutinou a buňkami tkání

## **buněčné**

sled biochemických reakcí (rozklad glukózy) za účelem získání energie (ve formě ATP)

probíhá v mitochondriích

využití kyslíku, přijímaného při dýchání

odpadní produkt: voda a oxid uhličitý

## 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**

**Nutné podmínky:**

1. zvětšení dýchacího povrchu

A) na vnější str. – vodní živočichové - žábry

B) dovnitř – suchozemští živočichové

a) plíce

b) tracheje

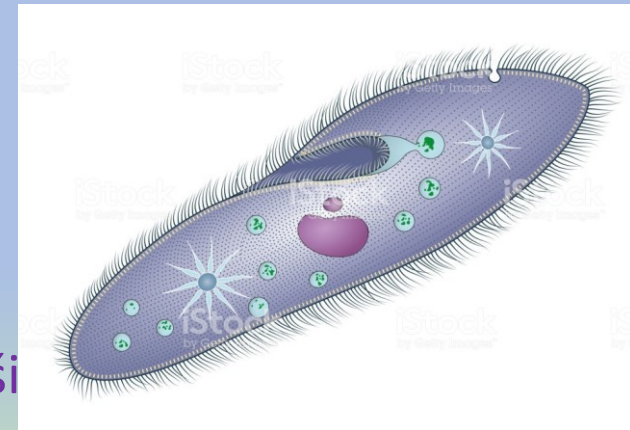
2. udržování vysokého difúzního spádu plynů na vnější dýchací ploše

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

# Dýchání u jednobuněčných a mnohobuněčných



- **jednobuněčné a nejjednodušší organismy** si vyměňují kyslík a oxid uhličitý prostou difúzí celým povrchem těla (mezi vnitřním a vnějším prostředím)
- mnohobuněčné organismy si (většinou) vyměňují kyslík a oxid uhličitý prostřednictvím dýchacích orgánů (mezi vnitřním a vnějším prostředím – potřeba vyvinout dýchací orgány)
- Krevní barvivo – transportní barvivo (metaloprotein) krevních buněk, váže a přenáší kyslík
- hemoglobin – Fe (obratlovci, kroužkovci, někteří korýši a některý hmyz)
- hemocyanin – Cu (měkkýši)
- chlorokruorin – Fe (mořští kroužkovci)
- hemerythrin – Fe (mořští bezobratlí – ramenonožci, sumýšovci), měkkýši



# Dýchání u bezobratlých

dýchání probíhá difúzí přes celý povrch těla  
krevní barviva (hemoglobin, chlorokruorin atd)

- **Difúze: prvoci, houby, láčkovci, kroužkovci, žahavci a ploštěnci** – dýchání probíhá difúzí přes celý povrch těla
- **kroužkovci** – dýchání probíhá difúzí přes celý povrch těla, už ale mají krevní barviva (hemoglobin, chlorokruorin)
- **měkkýši** – už dýchací orgány (plicní vaky, vodní plíce, vodní žábry)
- **hlístice** – dýchání probíhá difúzí přes celý povrch těla
- **klepítkatci** – plicní vaky a vzdušnice
- **korýši** – žábry, keříčkovité útvary nebo dýchání celým povrchem těla
- **hmyz** – vzdušnice, vyztužené chitinovou spirálou s vnějšími průduchy – stigmaty; žábry nebo dýchání celým povrchem těla
- **ostnokožci** – žábry, vodní plíce

# Dýchání u obratlovců

- obratlovci dýchají pomocí **specializovaných dýchacích orgánů**
- **kruhoústí**, p– žábry
- **obojživelníci**– larvy mají žábry, dospělci jednoduché plíce bez plicních sklípků + kožní dýchání
- **plazi** – plíce, někdy plicní vaky
- **ptáci** – malé plíce bez sklípků + plicní vaky
- **savci** – plíce s plicními sklípký (alveoly)
  - alveoly zvětšují povrch pro dýchání a difunduje zde kyslík do krve
  - výměna plynů přes **alveokapilární membránu** probíhá formou difúze, **kteřá závisí na parciálních tlacích jednotlivých plynů v alveolárním vzduchu a v kapilárním řečišti**

## Tři nejdůležitější 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 O<sub>2</sub> ve vodě, další pokles- O<sub>2</sub> ze vzduchu

### Jiné zp. dýchání ve vodě:

a) Kožní – úhoř 85%, obojživl. v zimě 85

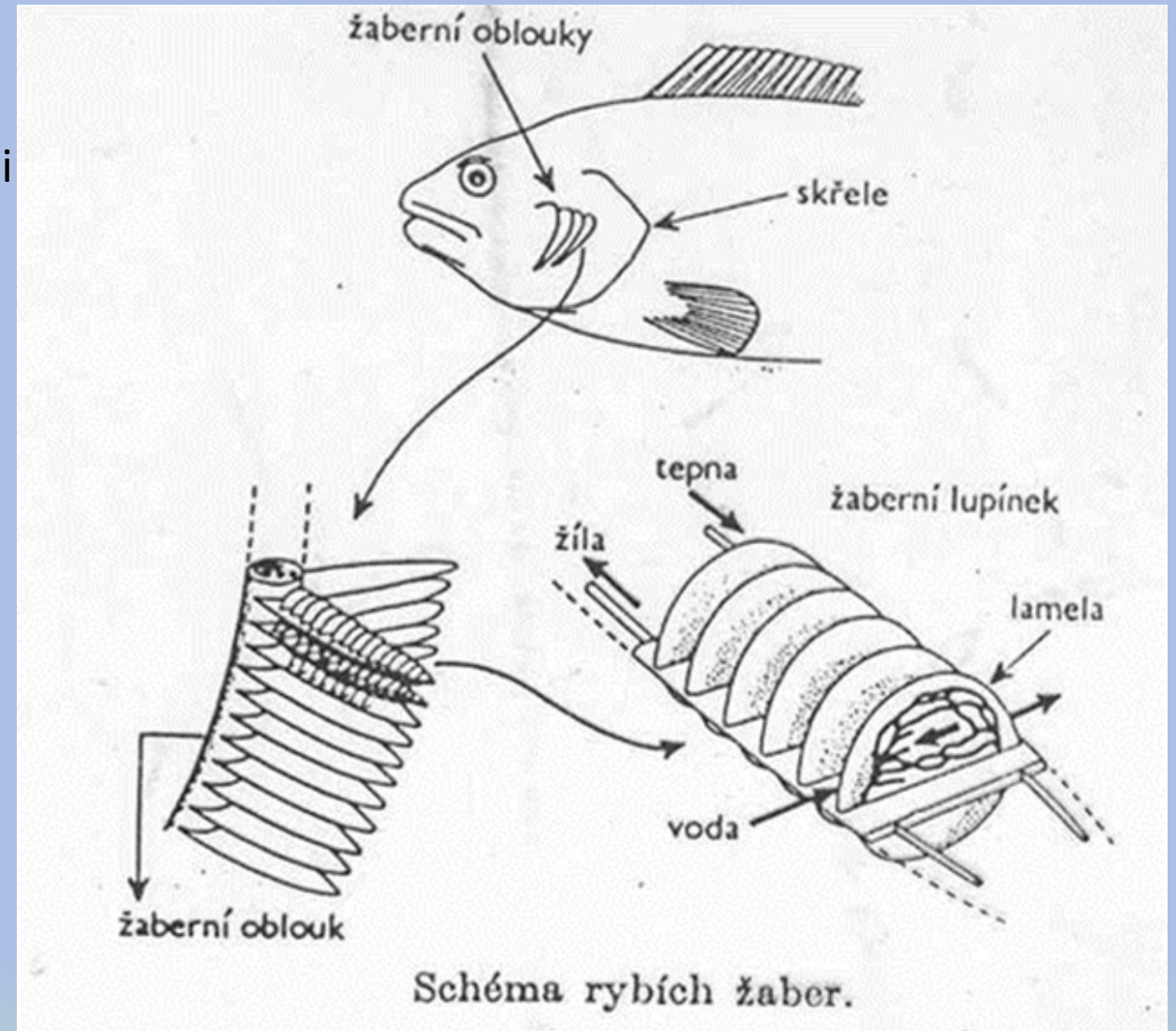
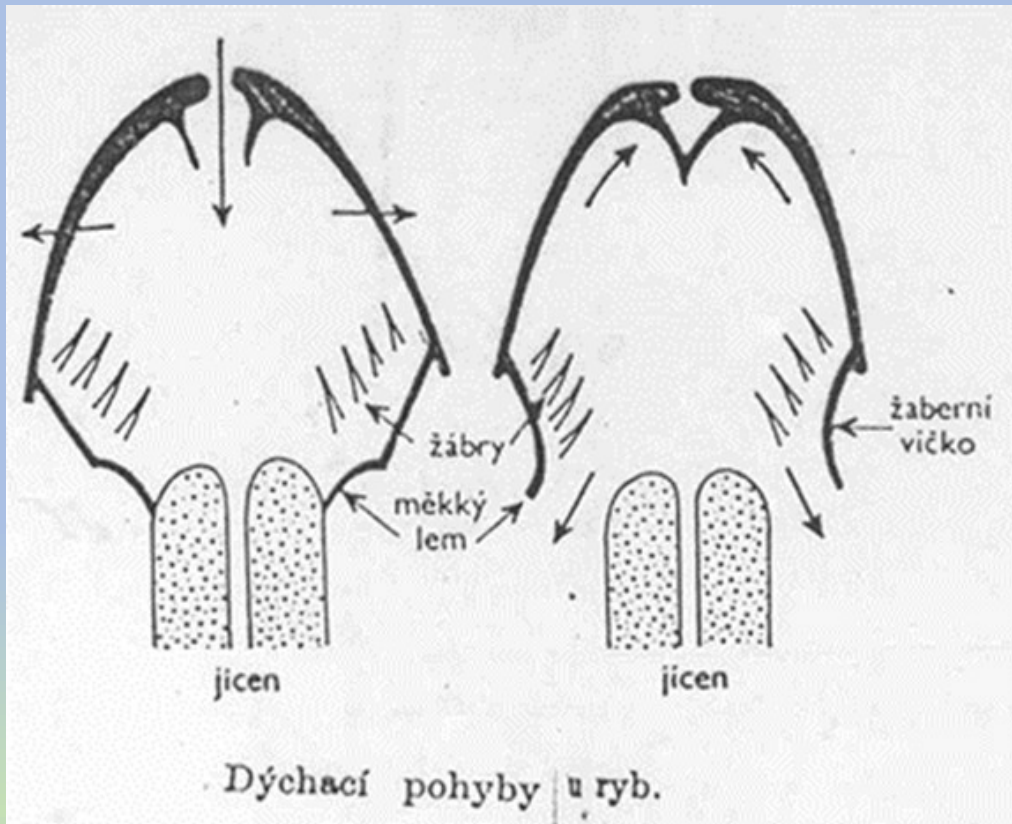
b) trávicí trubicí – úst. dut, jícn, žaludek, střevo

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 hvězdovitou 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 plynu)

a) dorzoventrální zploštění abdomenu

b) zasouvání a vysouvání abdominálních článků

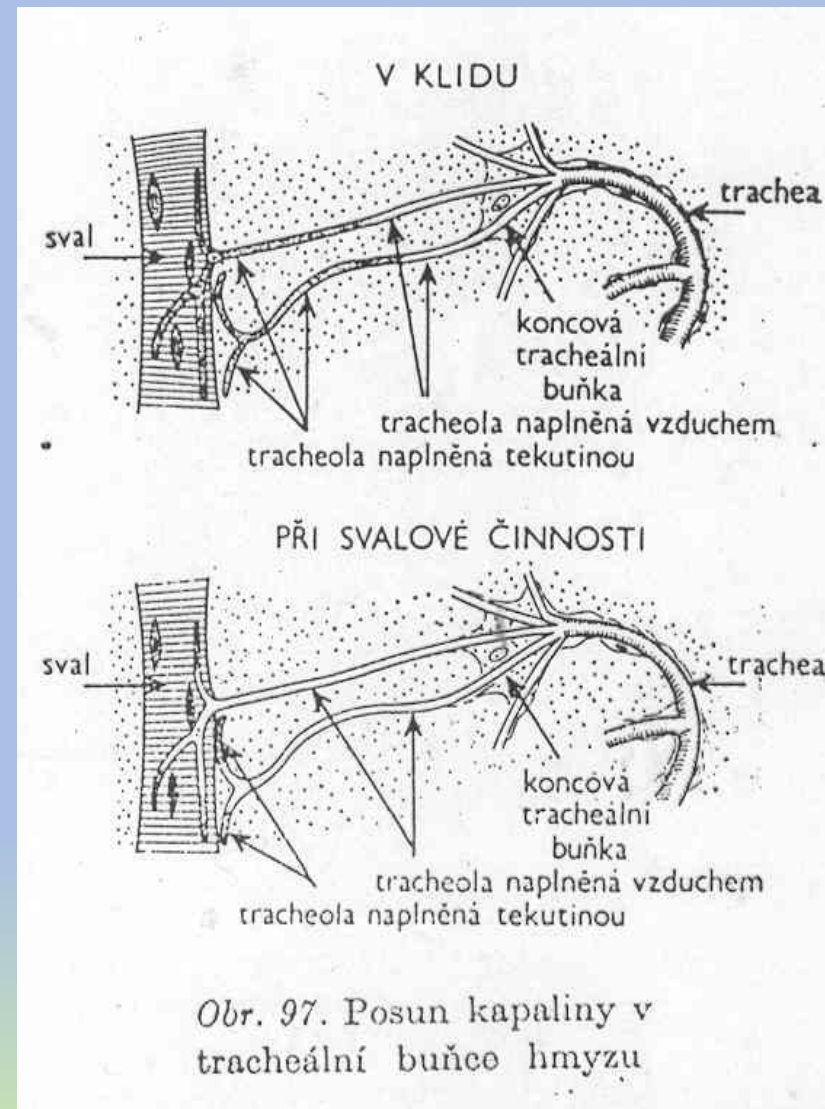
c) regulace otevírání a zavírání stigmat – najednou x střídavě

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**.





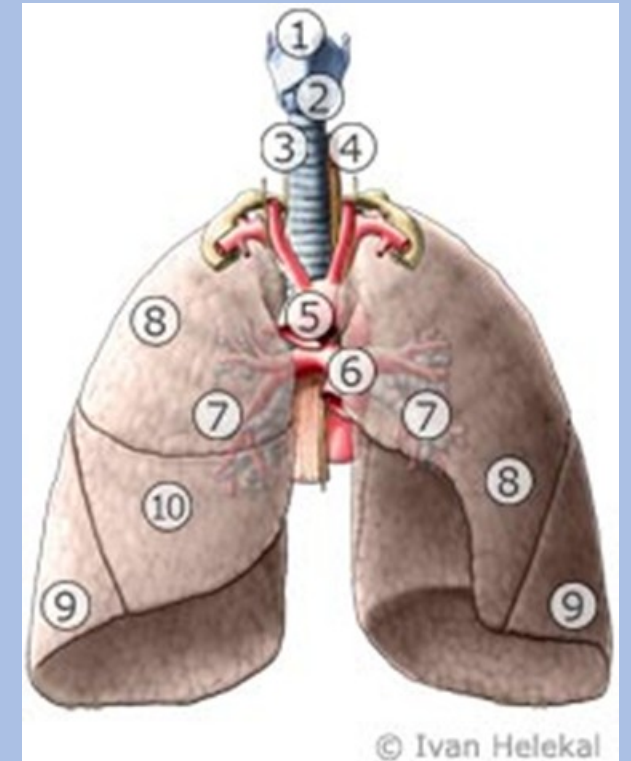
# Dýchací cesty

- 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

- skořepky 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](#)

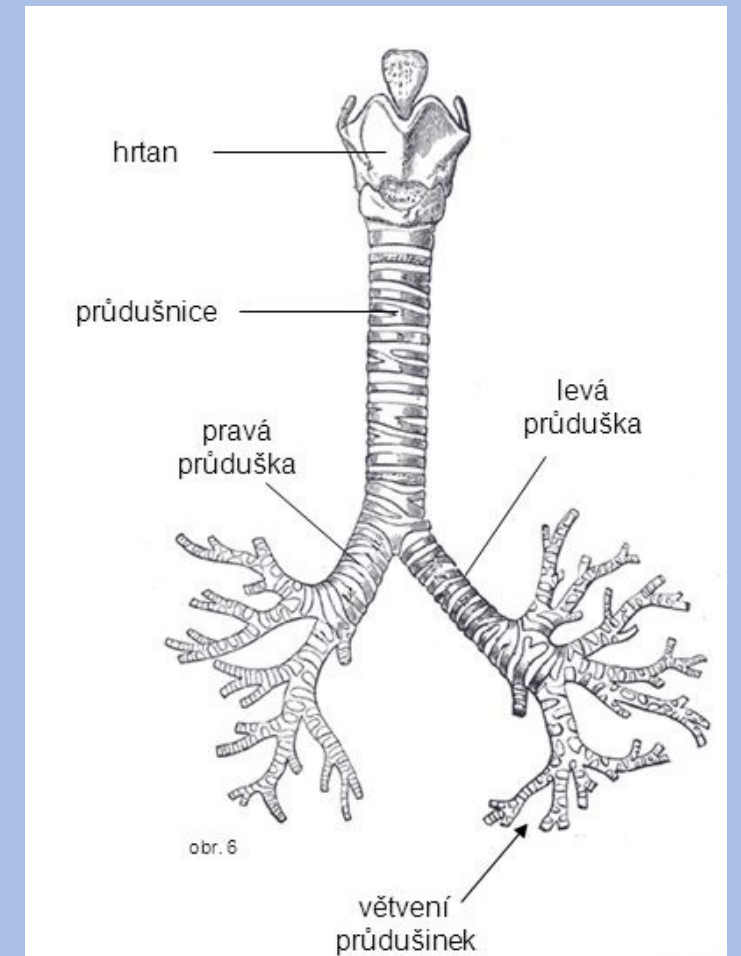


# Dolní cesty dýchací

- 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**)

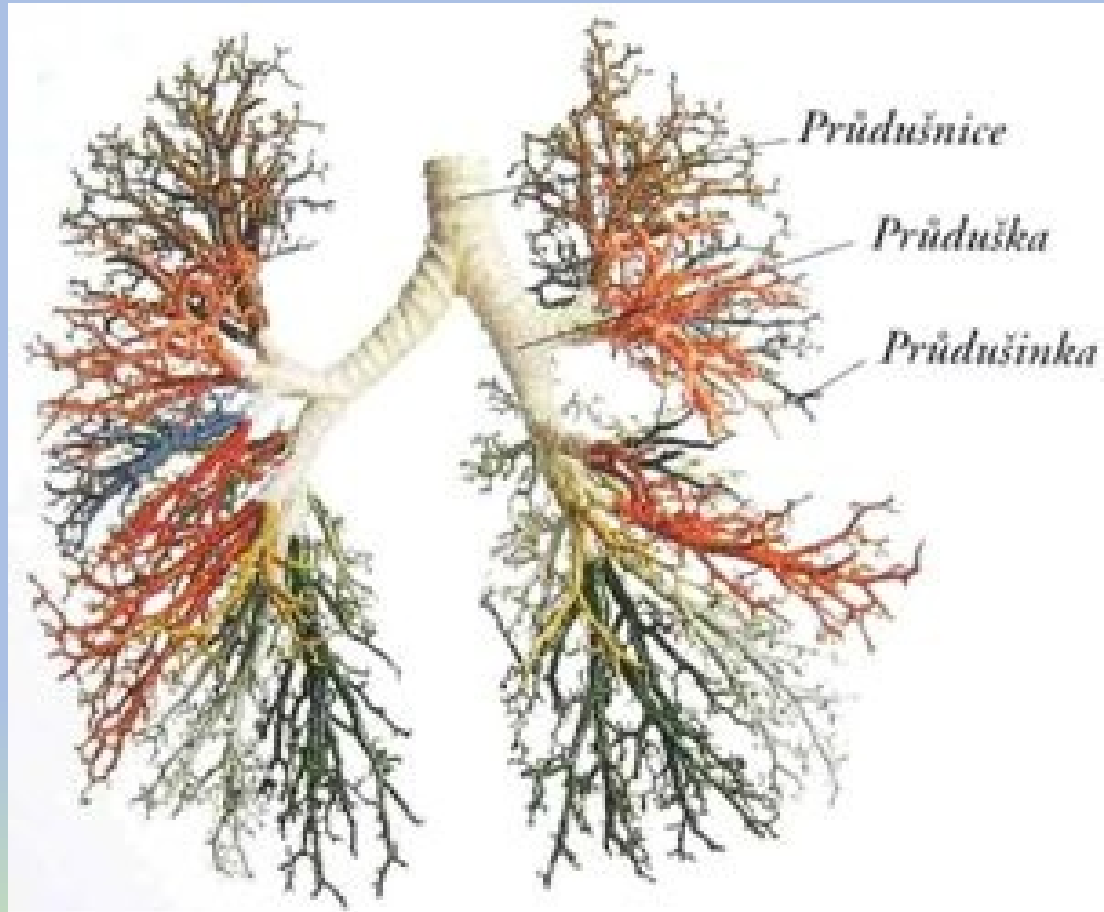
# Průdušky

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



# Průdušinky

- stěny se vyklenují do tenkostěnných plicních sklípků

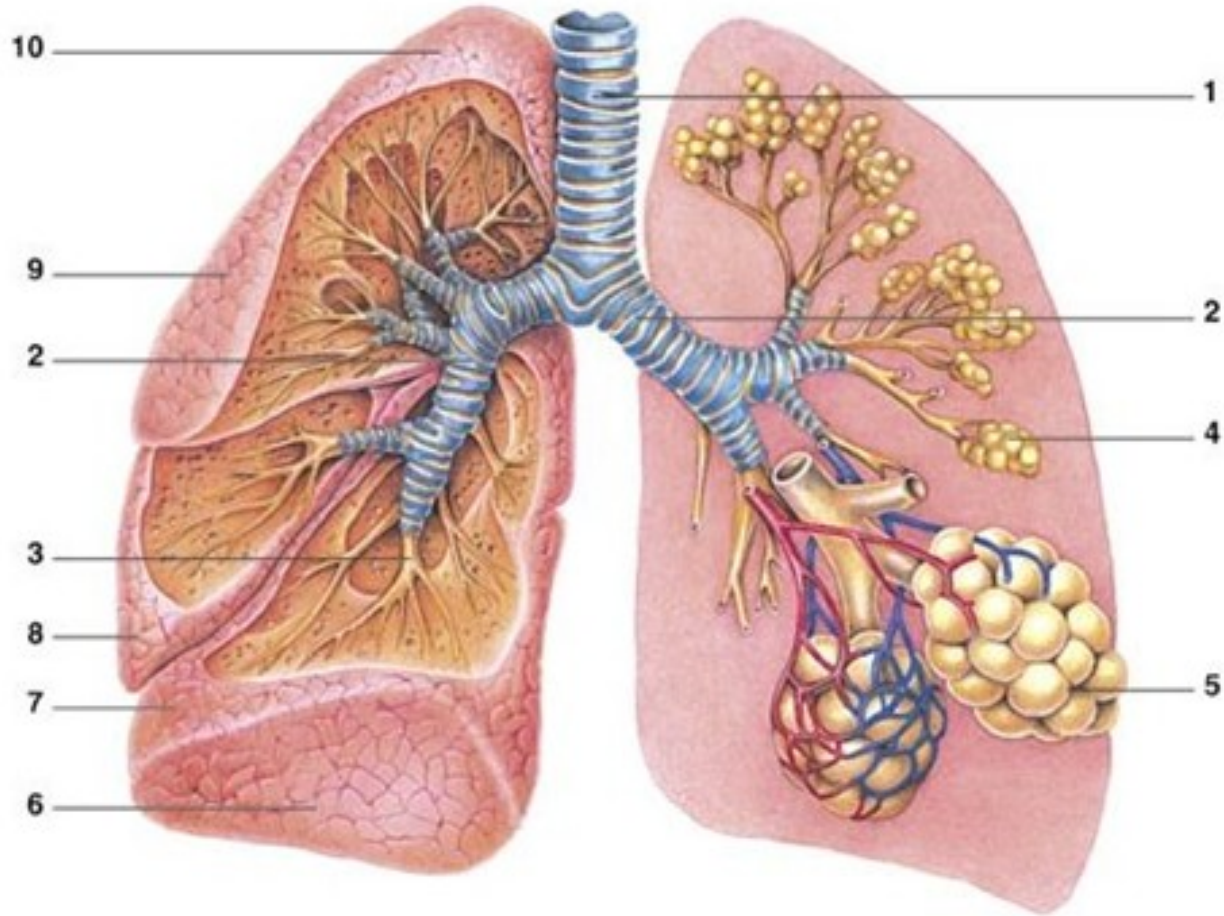


# Plíce

- 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))



## 36. Stavba plic



- |   |   |
|---|---|
| 1. Průdušnice<br><i>Trachea</i>                 | 6. Plicní báze<br><i>Basis pulmonis</i>     |
| 2. Průdušky<br><i>Bronchi</i>                   | 7. Dolní lalok<br><i>Lobus inferior</i>     |
| 3. Průdušinky<br><i>Bronchioli</i>              | 8. Střední lalok<br><i>Lobus medius</i>     |
| 4. Plicní sklípky<br><i>Alveoli pulmonis</i>    | 9. Horní lalok<br><i>Lobus superior</i>     |
| 5. Detail plicního sklípku s plicními vlásokami | 10. Plicní vrcholek<br><i>Apex pulmonis</i> |

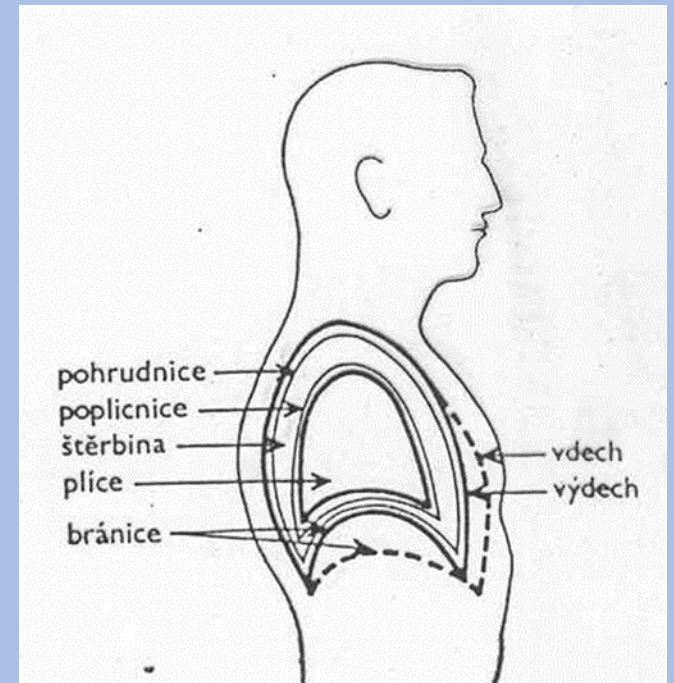
# Plíce

Epiteliální vrstva buněk váčků těsně přiléhá k endoteliálním buňkám krevních kapilár (**alveolokapilární stěna** – 1  $\mu\text{m}$ ) – plocha 90 m<sup>2</sup> (> 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



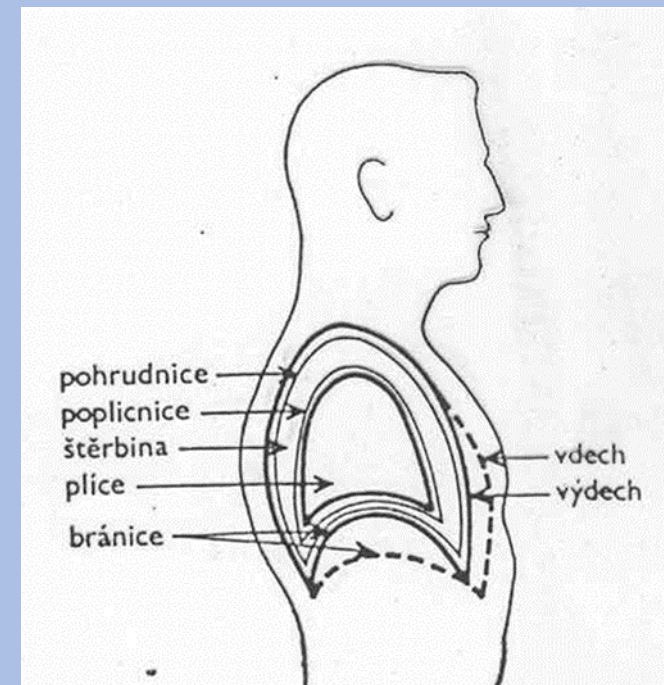
# Plíce

- 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).
- Mechanismus přenosu plynů

Epiteliální vrstva buněk váčků těsně přiléhá k endoteliálním buňkám krevních kapilár (alveolokapilární stěna – 1  $\mu\text{m}$ ) – plocha 90 m<sup>2</sup> (> 40krát). Rychlá difúze podle koncentračního spádu (1/1000 sekundy)

# Nádech

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

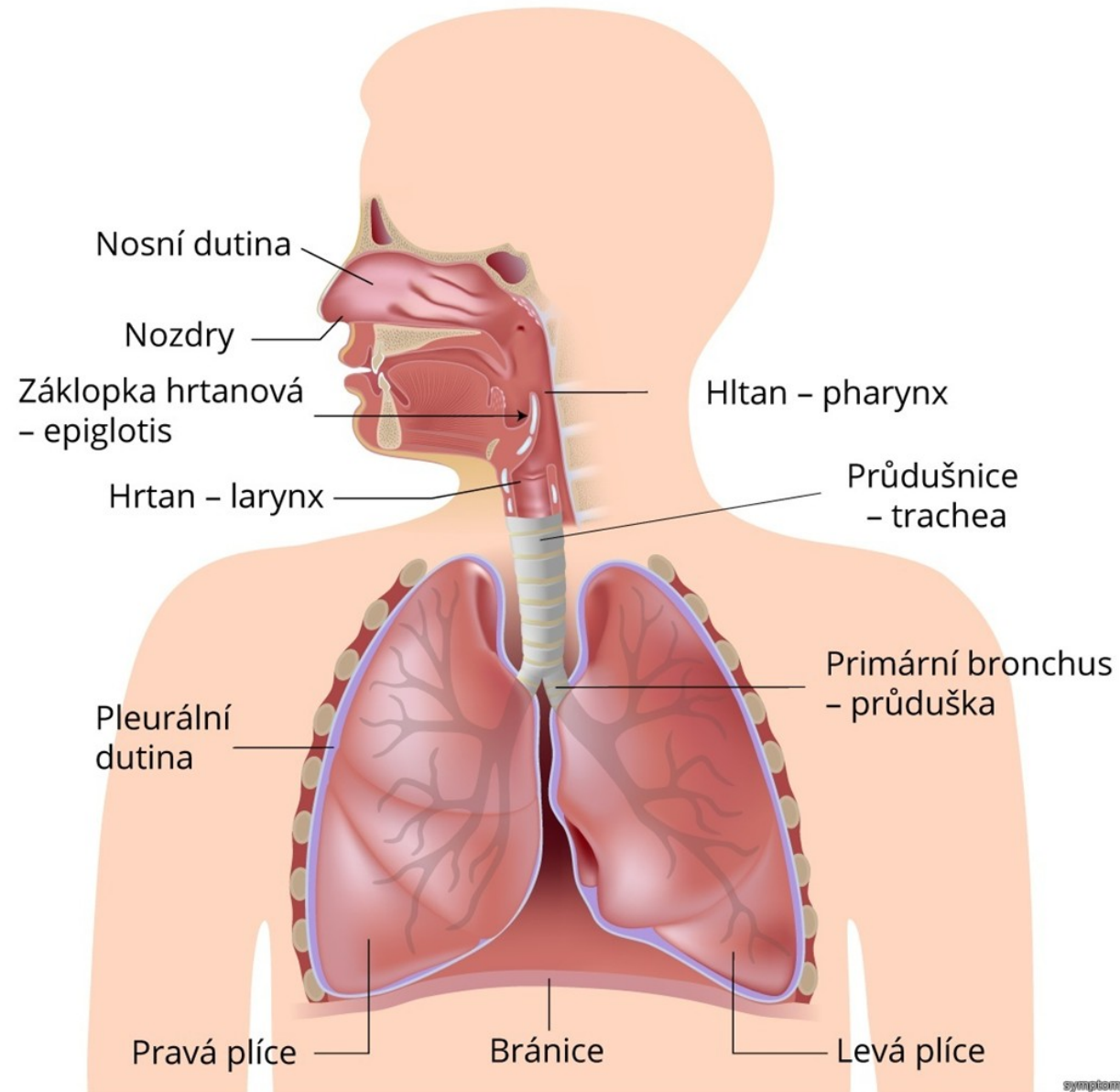


# Výdech

pasivní děj

svaly se uvolní, plíce se mohou smrštit, vytlačit  
vzduch ze sklípků

# Dýchací systém



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



# Spirometrie ne

- 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 ne

- 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 ne

- 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 (průměr 7,5 l/min (500 ml \*15 dechů)).**
- při zatížení **120 l/min (dochází k většení: prohloubení x zrychlení dechu).**

**Krev z celého těla do plic – značný obsah CO<sub>2</sub>, málo O<sub>2</sub>. V plicích částečné odstranění CO<sub>2</sub>, sycení O<sub>2</sub>.**

- vlivem tréninku – **180 l/min**

# Onemocnění dýchací soustavy

- astma
- alergie
- nachlazení
- bronchitida – zánět průdušek
- černý kašel- bakterie *Bordetella pertussis*
- chřipka
- zápal plic
- covid

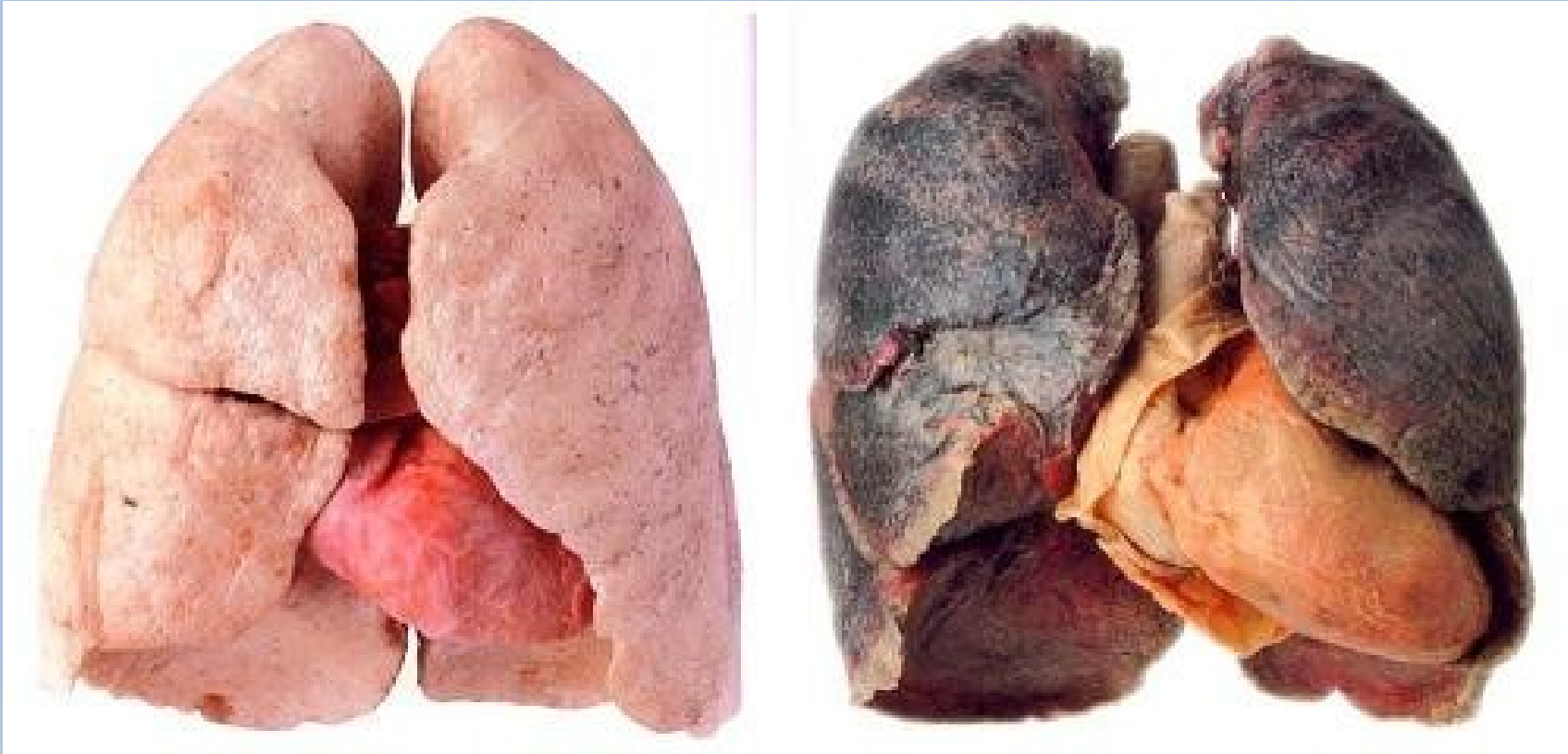


# Negativní vliv kouření



- zapálením cigarety hoří tabák a vzniká kouř
- oxid uhelnatý obsažený v cigaretovém kouři ovlivňuje množství kyslíku, který se dostane ke tkáním
- v cigaretovém kouři bylo identifikováno více než 8 000 chemických látek a „složek kouře“ (arsen, benzen, benzopyren, oxid uhelnatý, těžké kovy - např. olovo, kadmium, kyanovodík a pro tabák specifické nitrosaminy)
- některé škodliviny z tabákového kouře, např. dehet, se v plicích ukládají od první cigarety
- vdechnutí cigaretového kouře má také okamžitý vliv na činnost našeho oběhového systému (nikotin totiž funguje jako stimulant, takže se nám okamžitě rozbuší srdce - což zvyšuje riziko zástavy a jiných problémů)
- ¾ chronických plicních onemocnění způsobuje kouření, ročně zemře v důsledku kouření kolem 4 miliónů lidí
- kouření způsobuje karcinomy plic, hrtanu, horních cest dýchacích, jícnu, močového měchýře, slinivky, ledvin a děložního čípku
- rizika pasivního kouření jsou zcela stejná: cévní, plicní a nádorová onemocnění
- děti vyrůstající v rodinách kuřáků jsou častěji nemocné

# Negativní vliv kouření



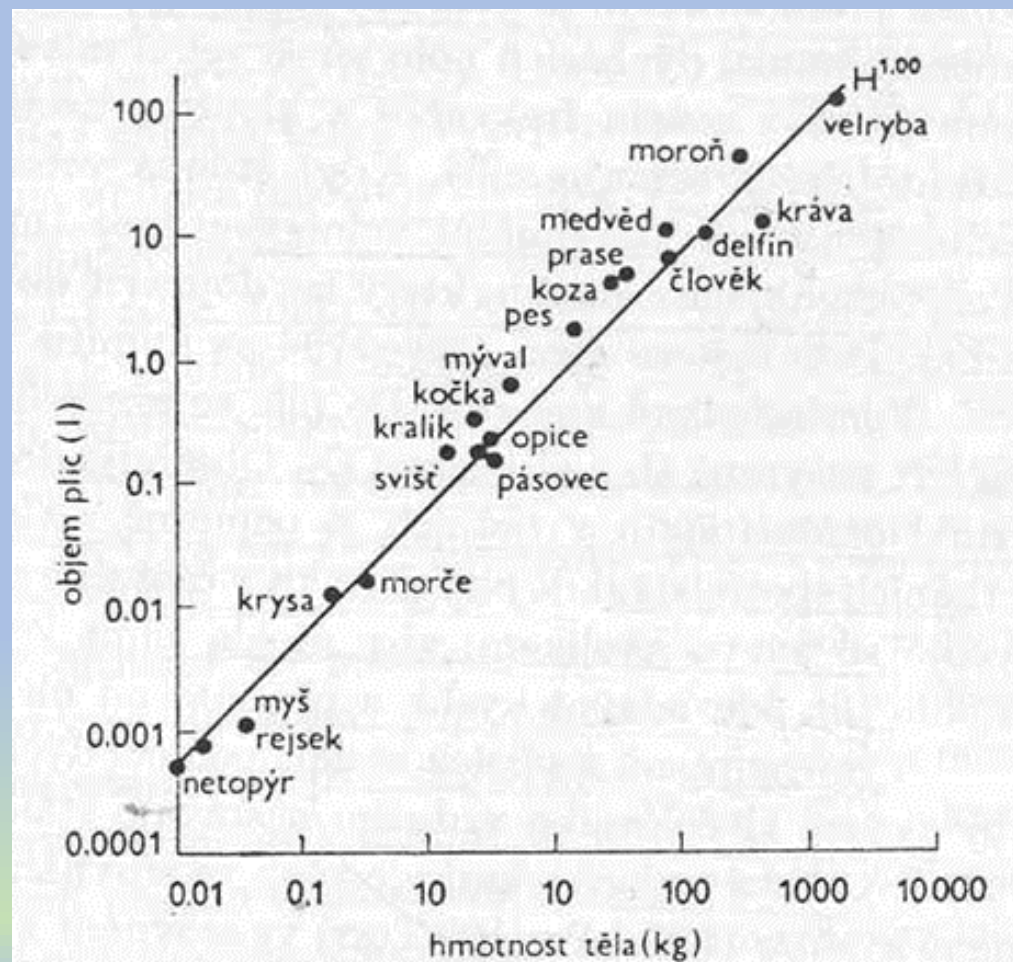
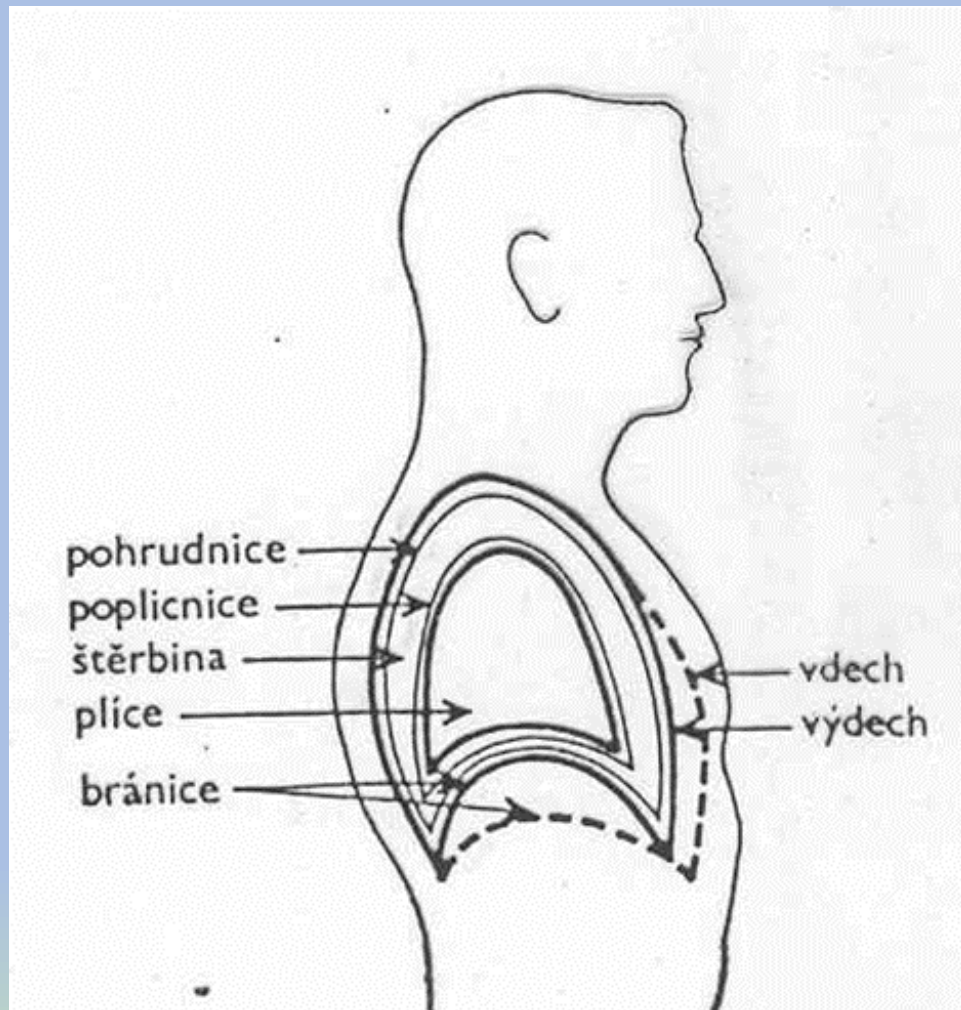
zdravé plíce vs. plíce kuřáka

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

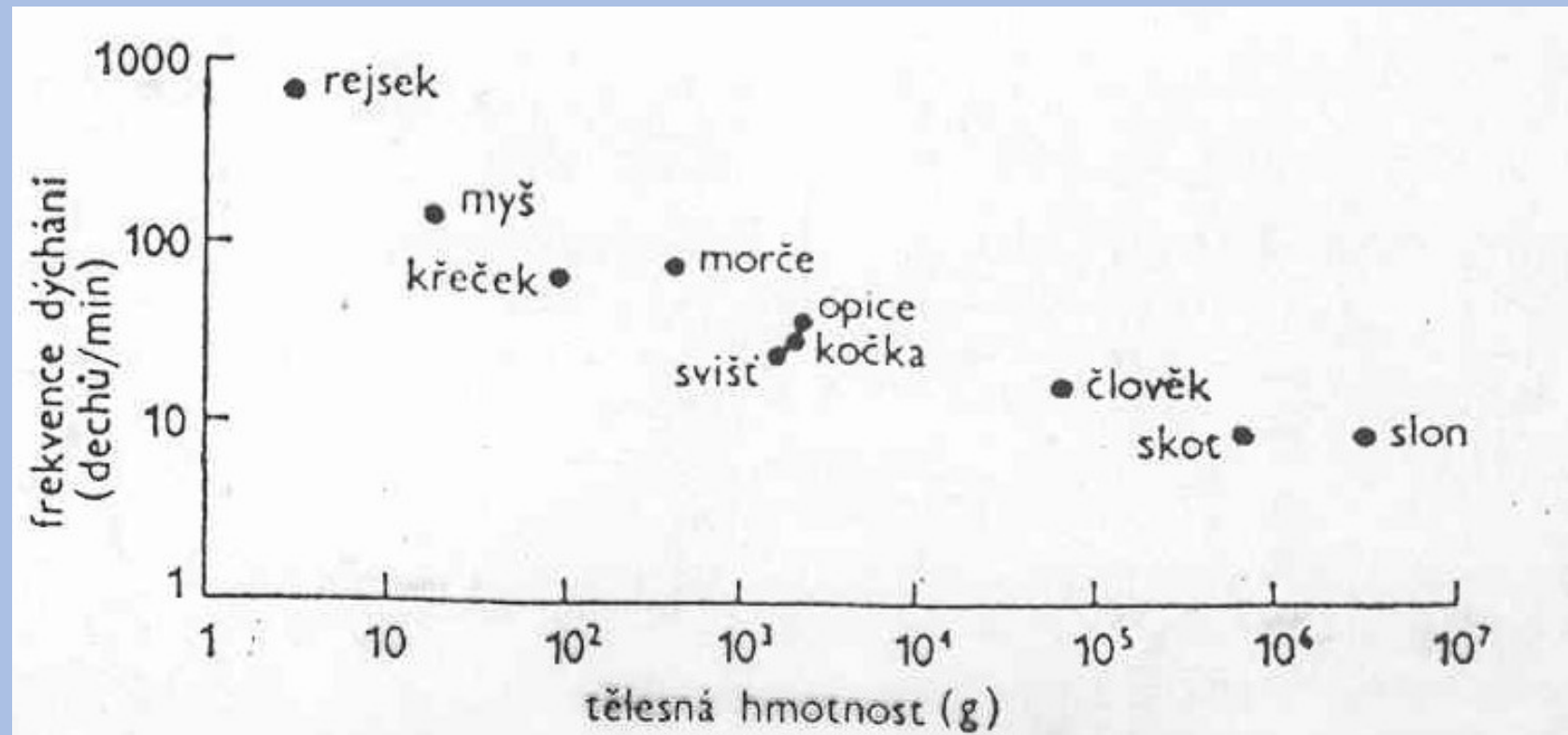
## Objem plic

je úměrný hmotnosti těla

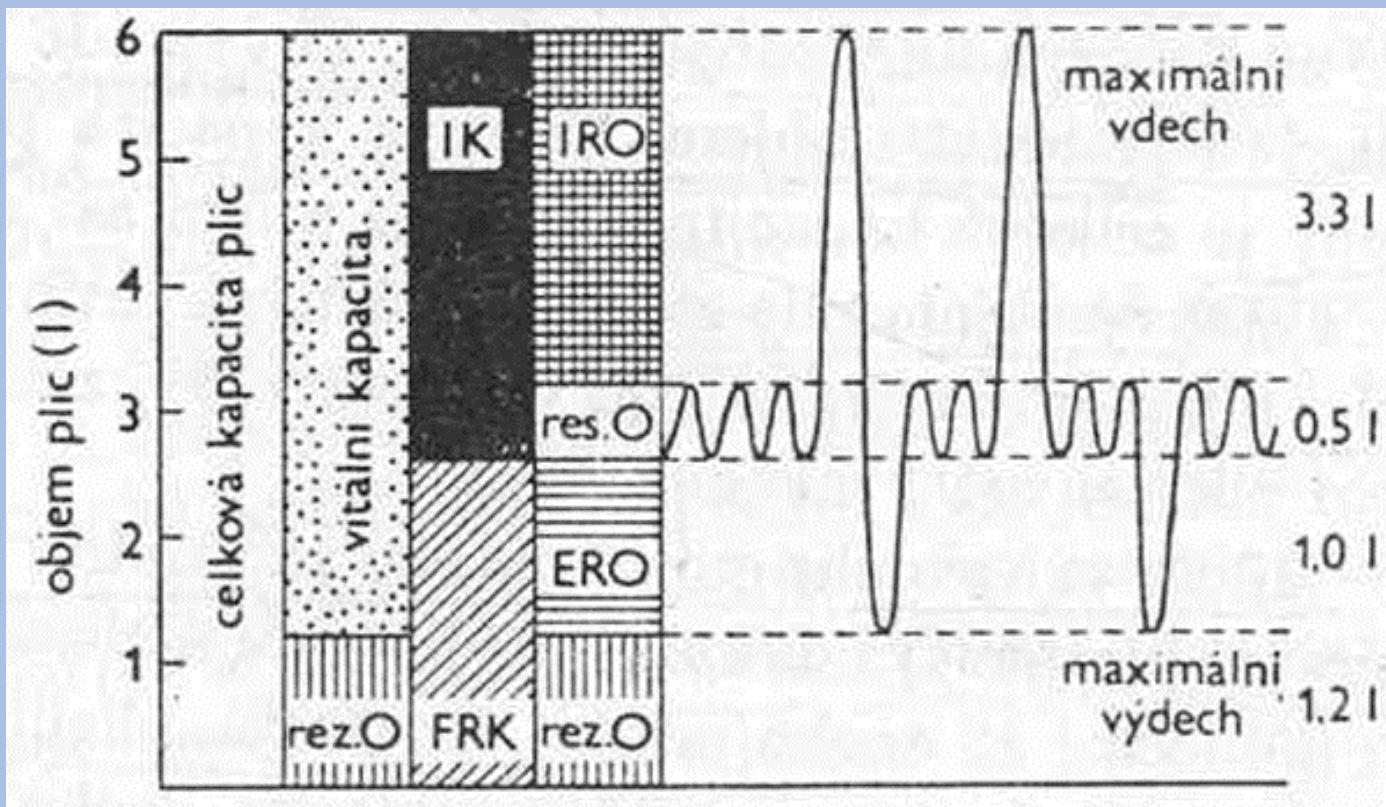
(velryby 100 l, drobní savci 1 ml)



**Frekvence dýchacích pohybů** závisí na velikosti metabolismu (je nepřímo úměrná hmotnosti těla, i objemu plic)







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  
(rez) (1,2 l).

Plicní objemy: **IK** – inspirační kapacita, **FRK** –  
funkční reziduální kapacita, **IRO** – inspirační  
rezervní objem, **ERO** - expirační r.o., res(pir.)O –  
respirační objem, rezid.O – reziduální objem

# Přenos CO<sub>2</sub>:

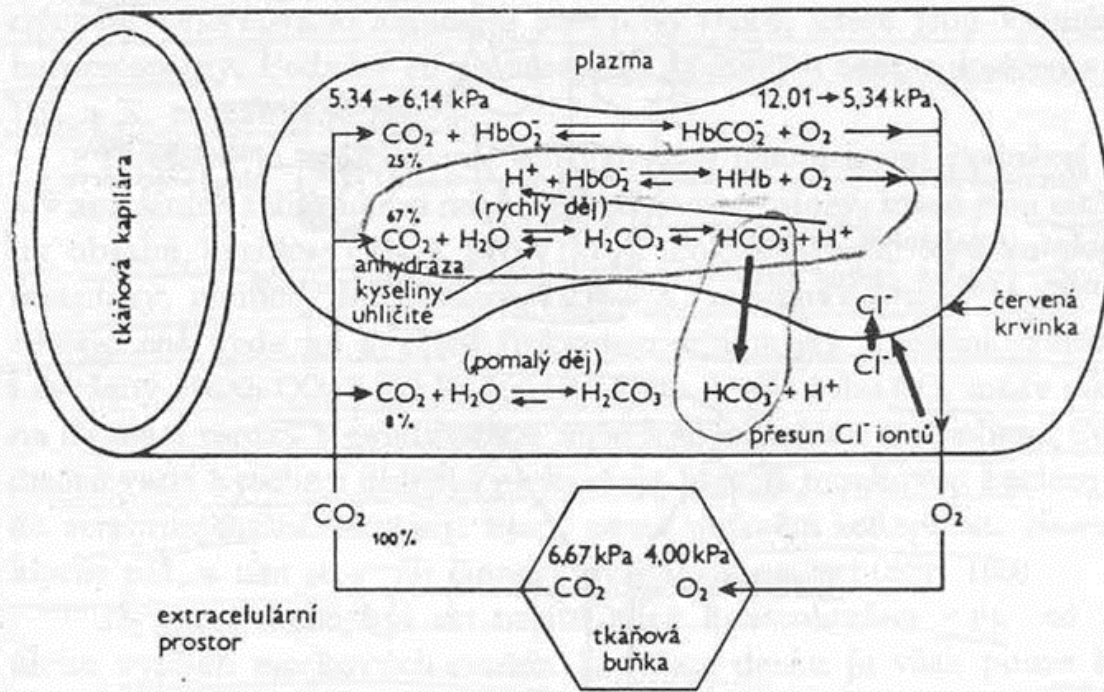
a) krevní plazmou (8 %)

b) reakce s oxyhemoglobinem → karbaminohemoglobin (25 %)

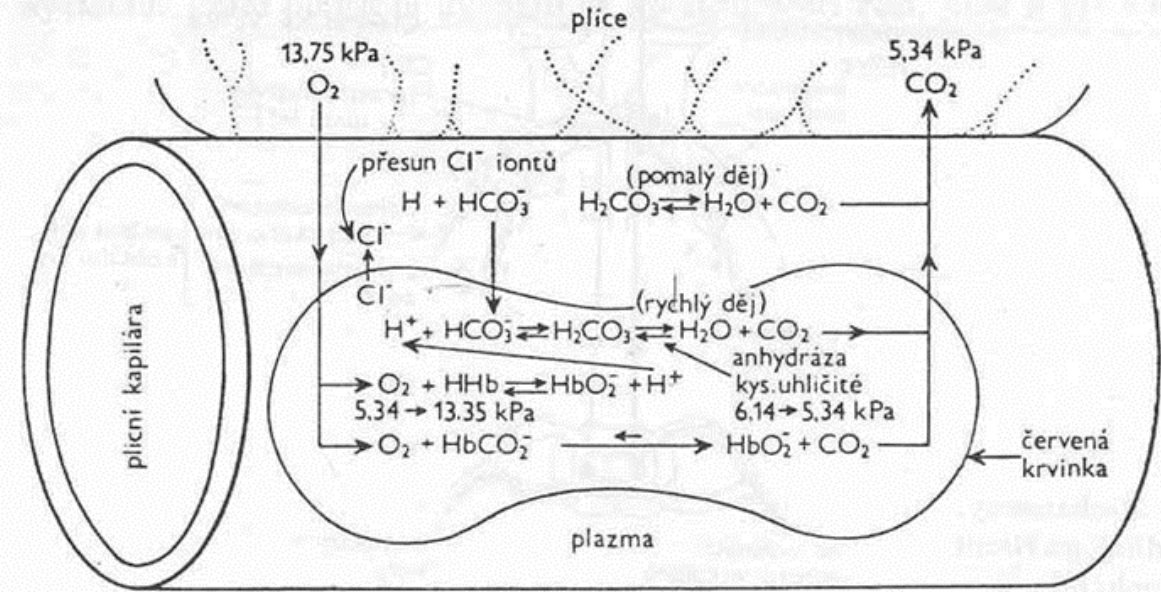
c) 67 % CO<sub>2</sub> v červených krvinkách → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (anhydráza)

proces: CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O -(ah) → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → H<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

H<sup>+</sup> + HbO<sub>2</sub> → O<sub>2</sub> + HHb



Obr. 104. Přesuny plynů v oblasti tkáňových vlásečnic.



Obr. 105. Přesuny plynů v oblasti plicních vlásečnic.

## 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

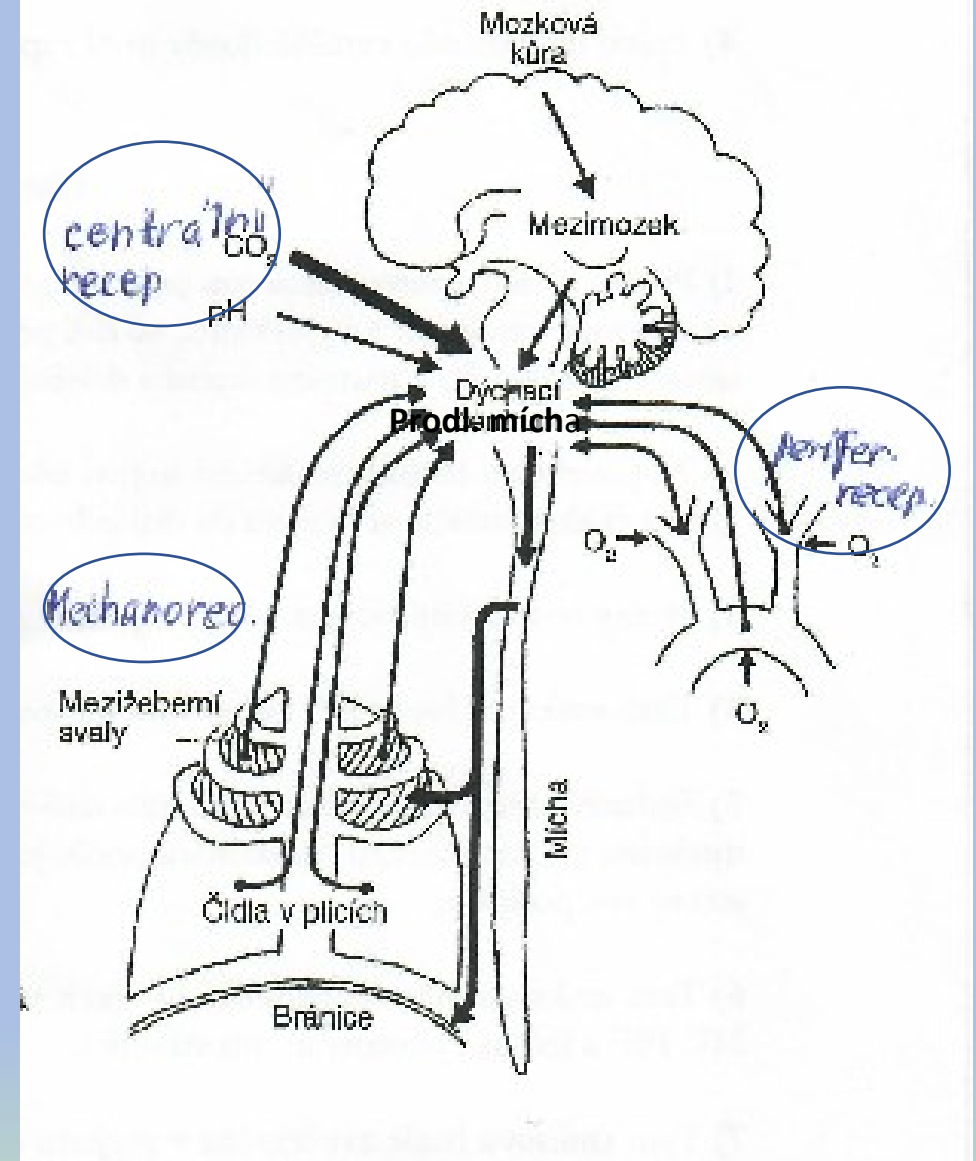
### Dostředivá složka regulace:

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

Další receptory: centrální –  $CO_2$  a pH

Periferní rec.  $O_2$  – krkavice

Mechanoreceptory – mezižeb. svaly a čidla v úlicích



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 O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> a pH.

Kontrola vůlí (částečná) – krátkodobé zadržetí dechu (zvýšení CO<sub>2</sub> 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

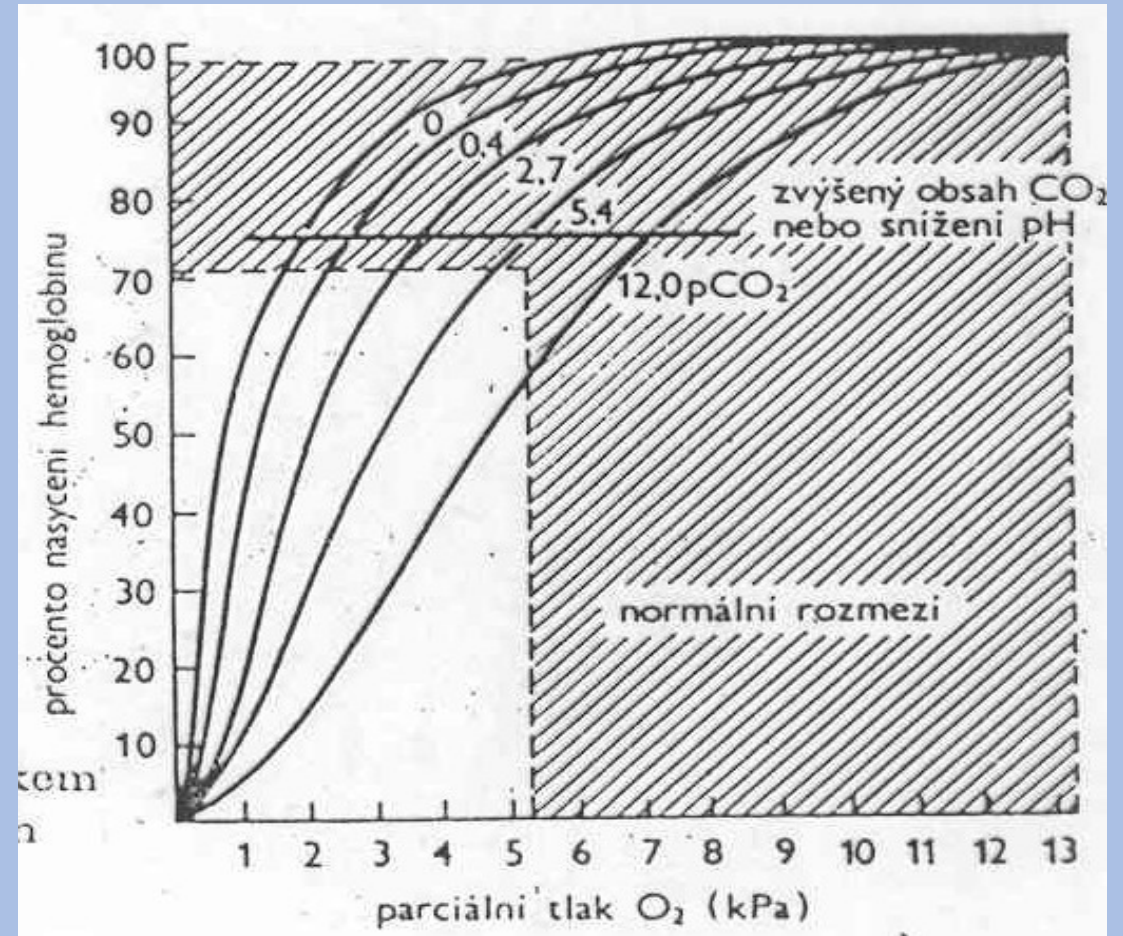
Brožek et al. Poznámky k přednáškám a fyziologie (2000)

Vokurka a Hugo: Praktický slovník medicíny (2000)

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

**Přenos O<sub>2</sub>:** oxyhemoglobin,  
rozpuštěný v plazmě nevýznamný (1 %)  
Sycení hemoglobinu kyslíkem

popis grafu: při zvýšení parciálního tlaku O<sub>2</sub> dohází ke  
snížení koncentrace nasycené CO<sub>2</sub> a to ovlivňuje %  
nasycené hemoglobinu



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

	Atmosfér. v.	Alveolár. v.	Tepenná krev	Žilná krev	Vydech. v.
% O <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	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

