

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

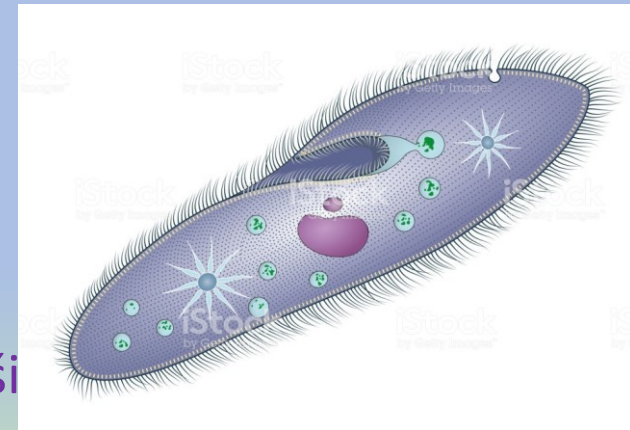
2. udržování vysokého difúzního spádu plynů na vnější dýchací ploše

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 sklípkami (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 O₂ ve vodě, další pokles- O₂ ze vzduchu

Jiné zp. dýchání ve vodě:

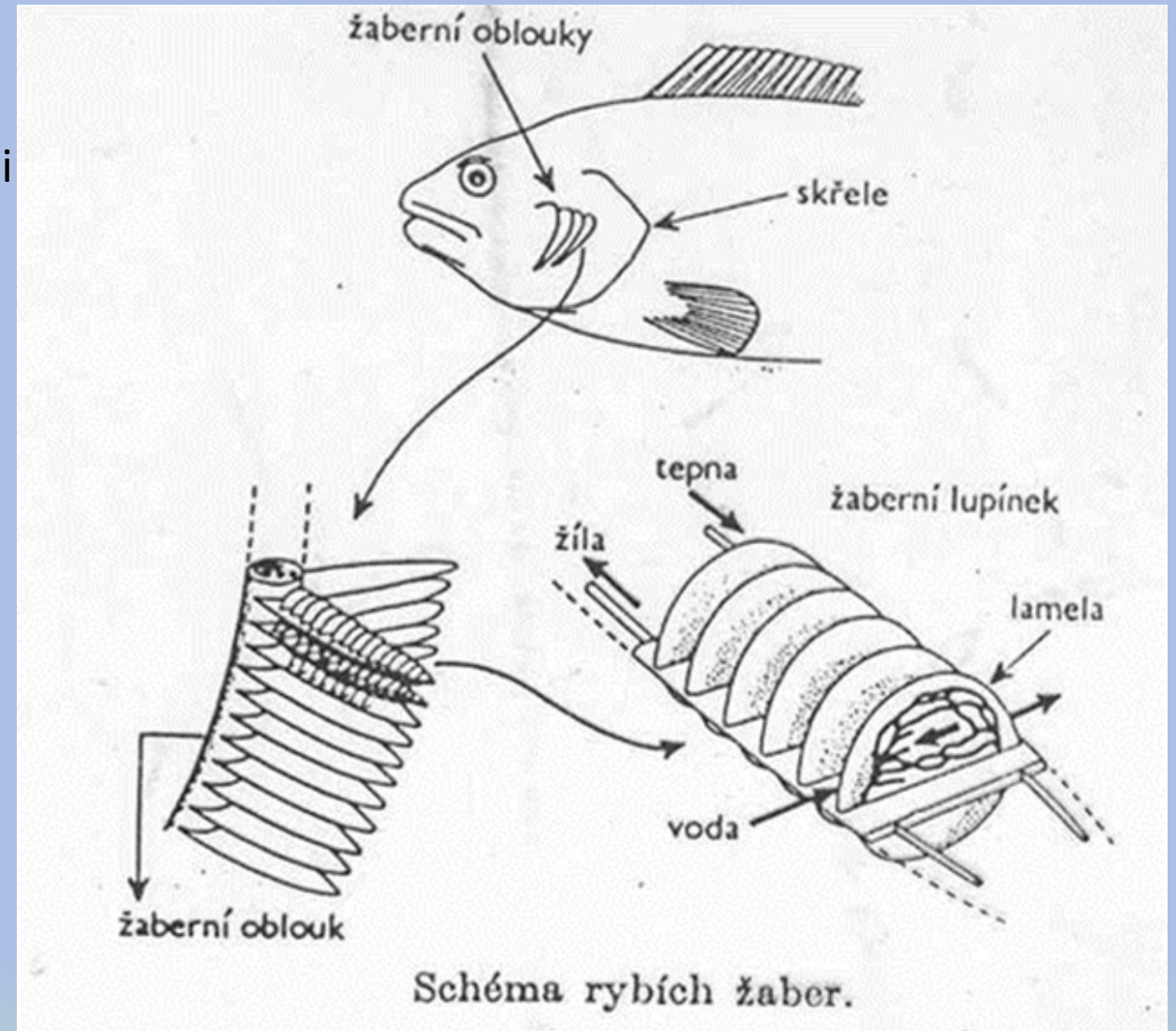
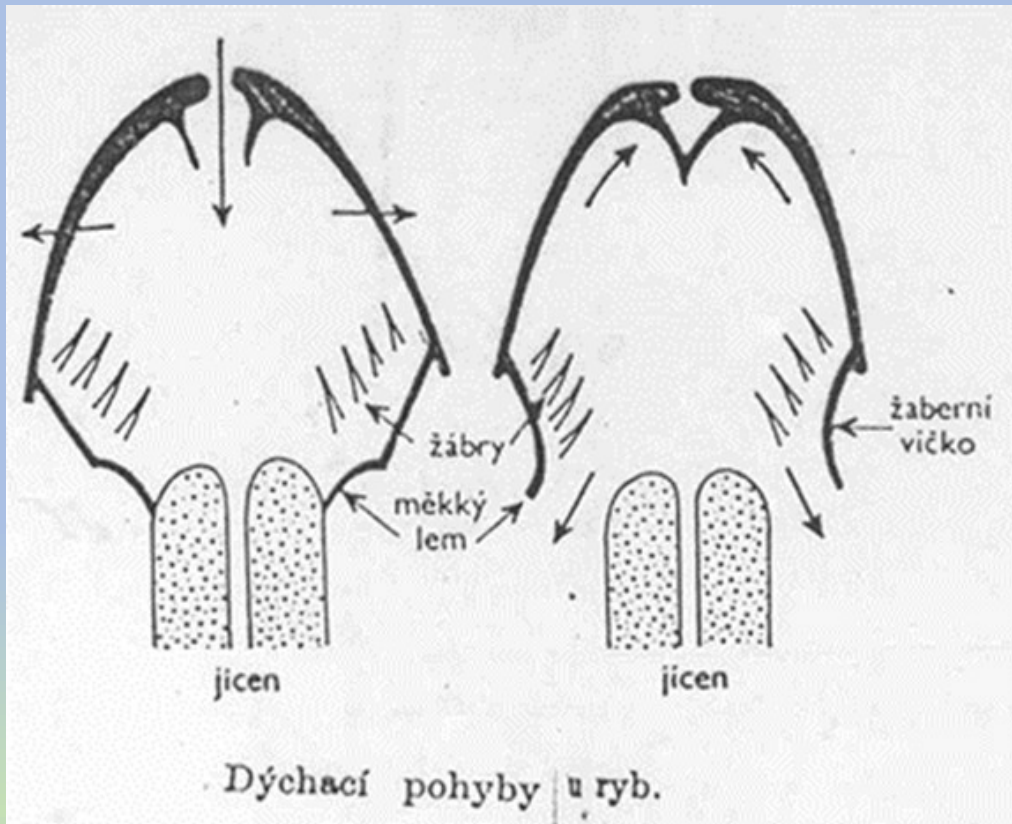
a) Kožní – úhoř 85%, obojživl. v zimě 85

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 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 plynu)

a) dorzoventrální zploštění abdomenu

b) zasouvání a vysouvání abdominálních článků

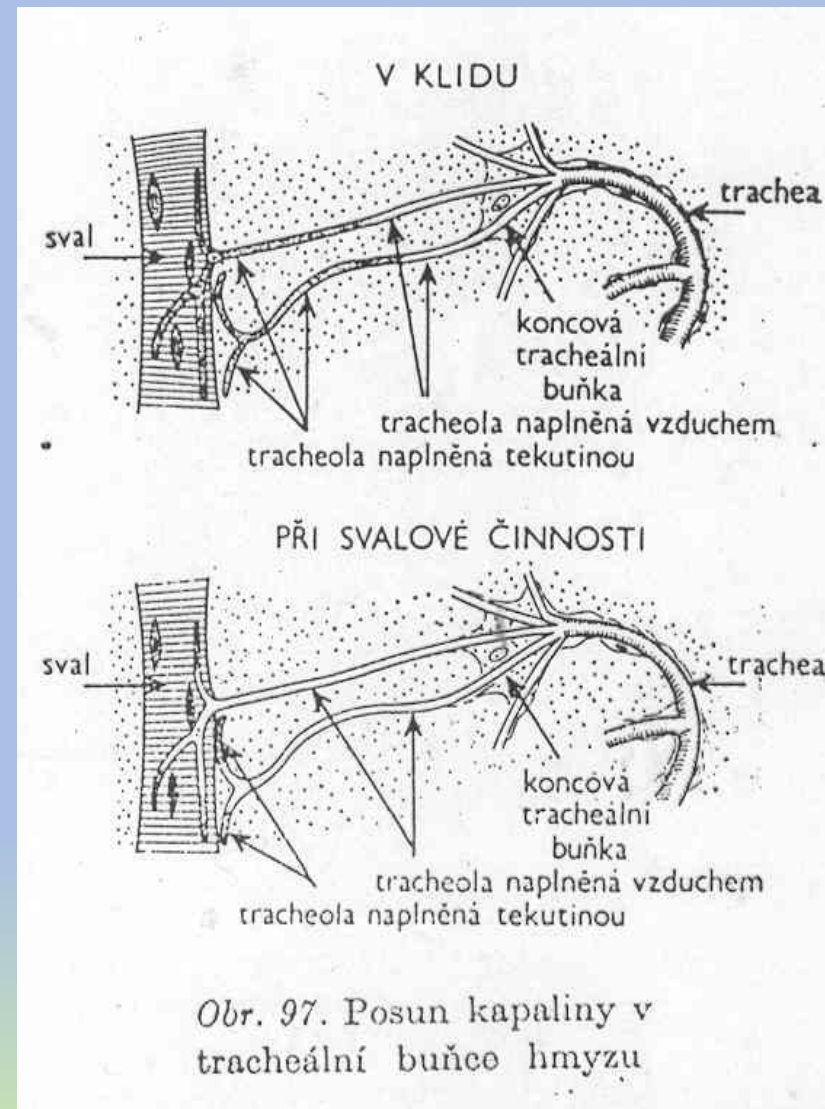
c) regulace otevírání a zavírání stigmat – najednou x střídavě

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**.



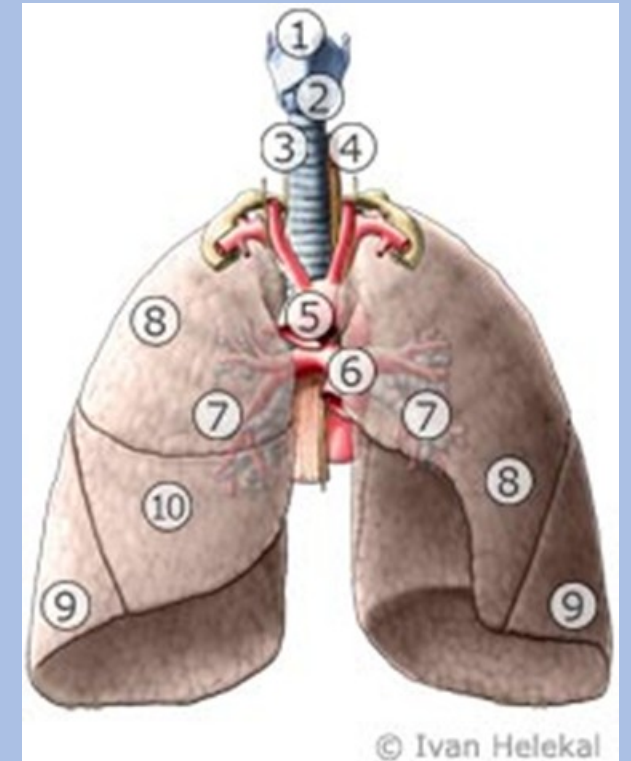
Dýchací cesty

- 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

- 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](#)

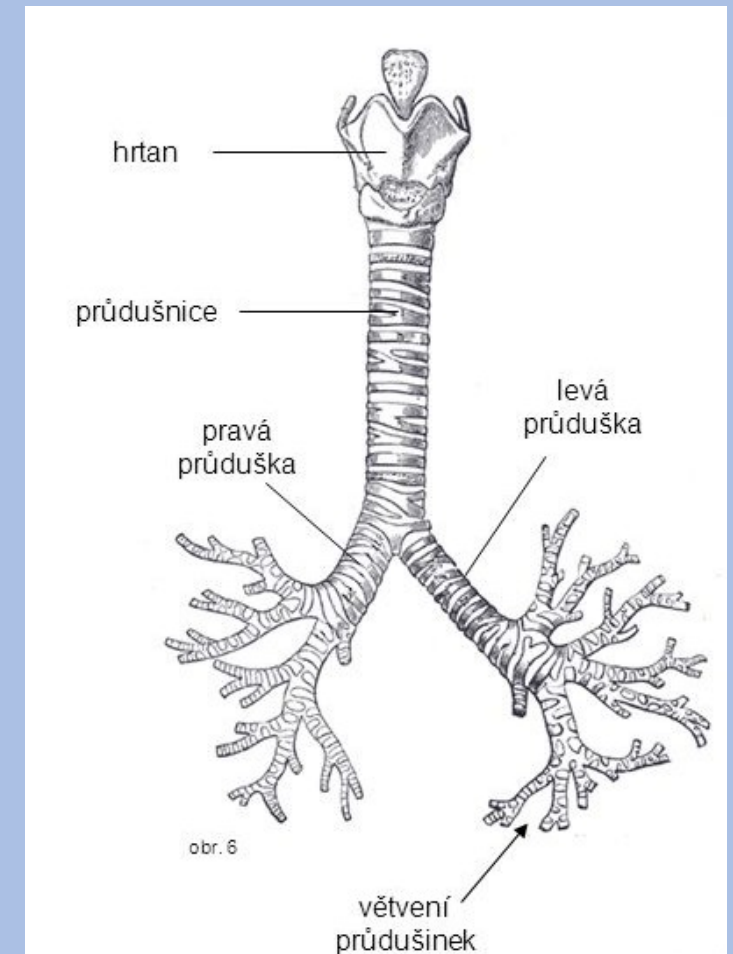


Dolní cesty dýchací

- 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**)

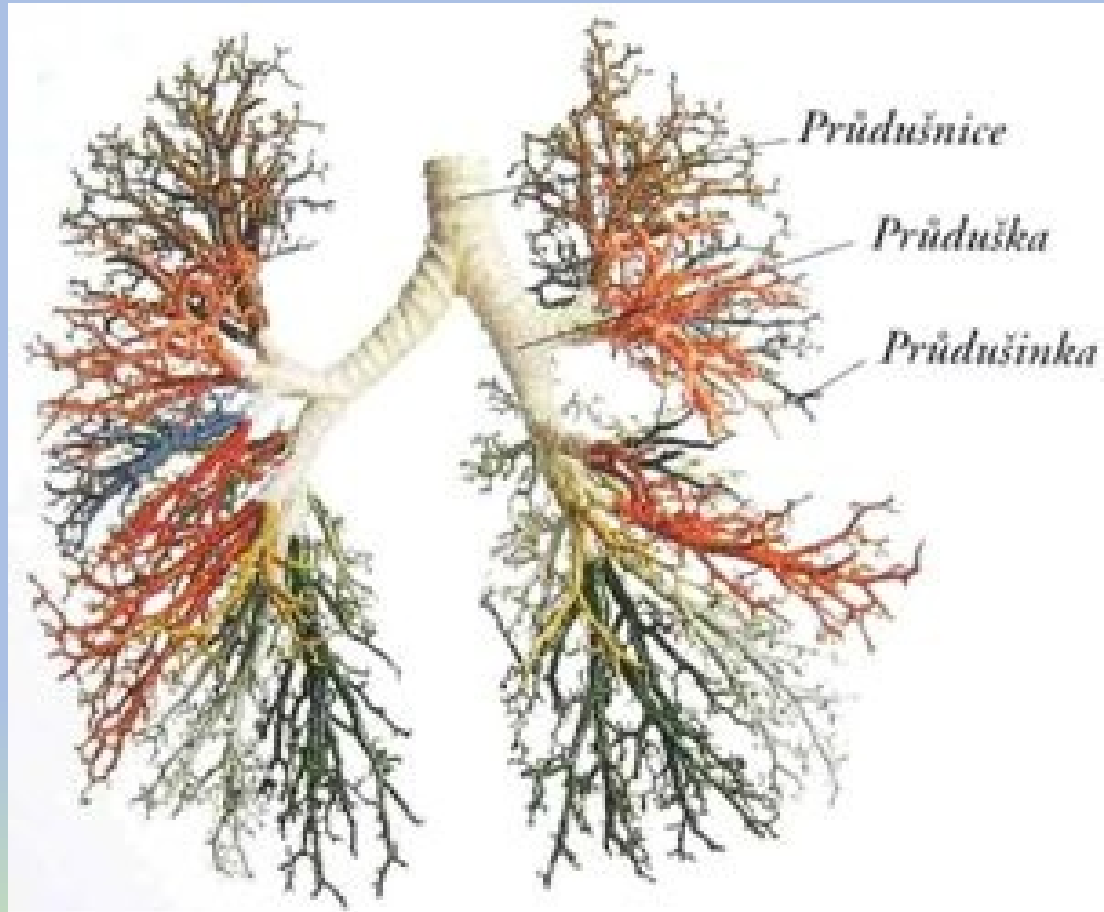
Průdušky

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



Průdušinky

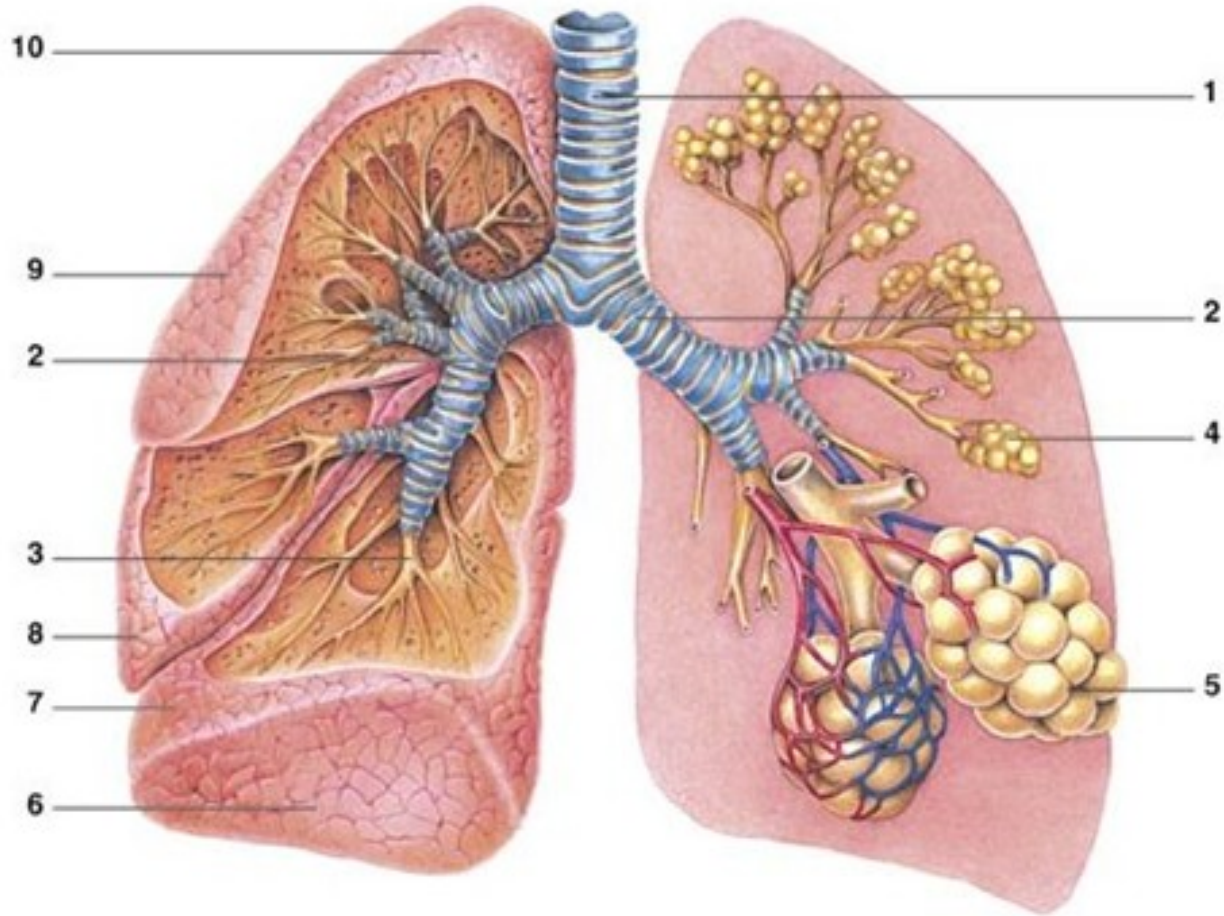
- stěny se vyklenují do tenkostěnných plicních sklípků



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))

36. Stavba plic



1. Průdušnice

Trachea

2. Průdušky

Bronchi

3. Průdušinky

Bronchioli

4. Plicní sklípky

Alveoli pulmonis

5. Detail plicního sklípku s plicními vlásokami

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

Plíce

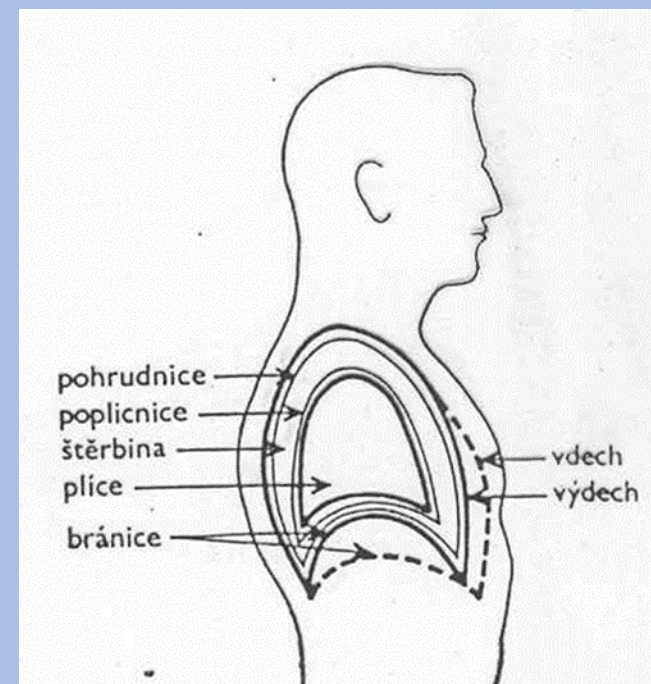
Epiteliální vrstva buněk váčků těsně přiléhá k endoteliálním buňkám krevních kapilár (**alveolokapilární stěna** – 1 μm) – plocha 90 m² (> 40krát). Rychlá difúze podle koncentračního spádu (1/1000 sekundy)

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



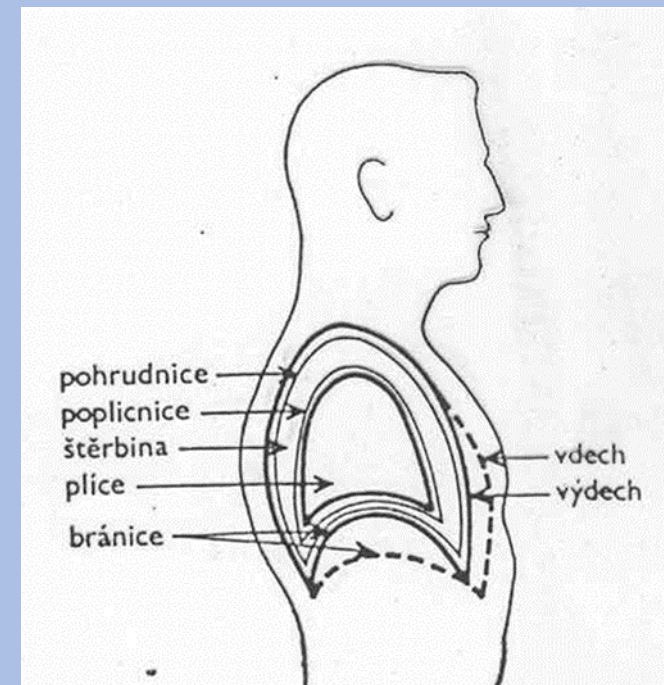
Plíce

- 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).
- Mechanismus přenosu 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)

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

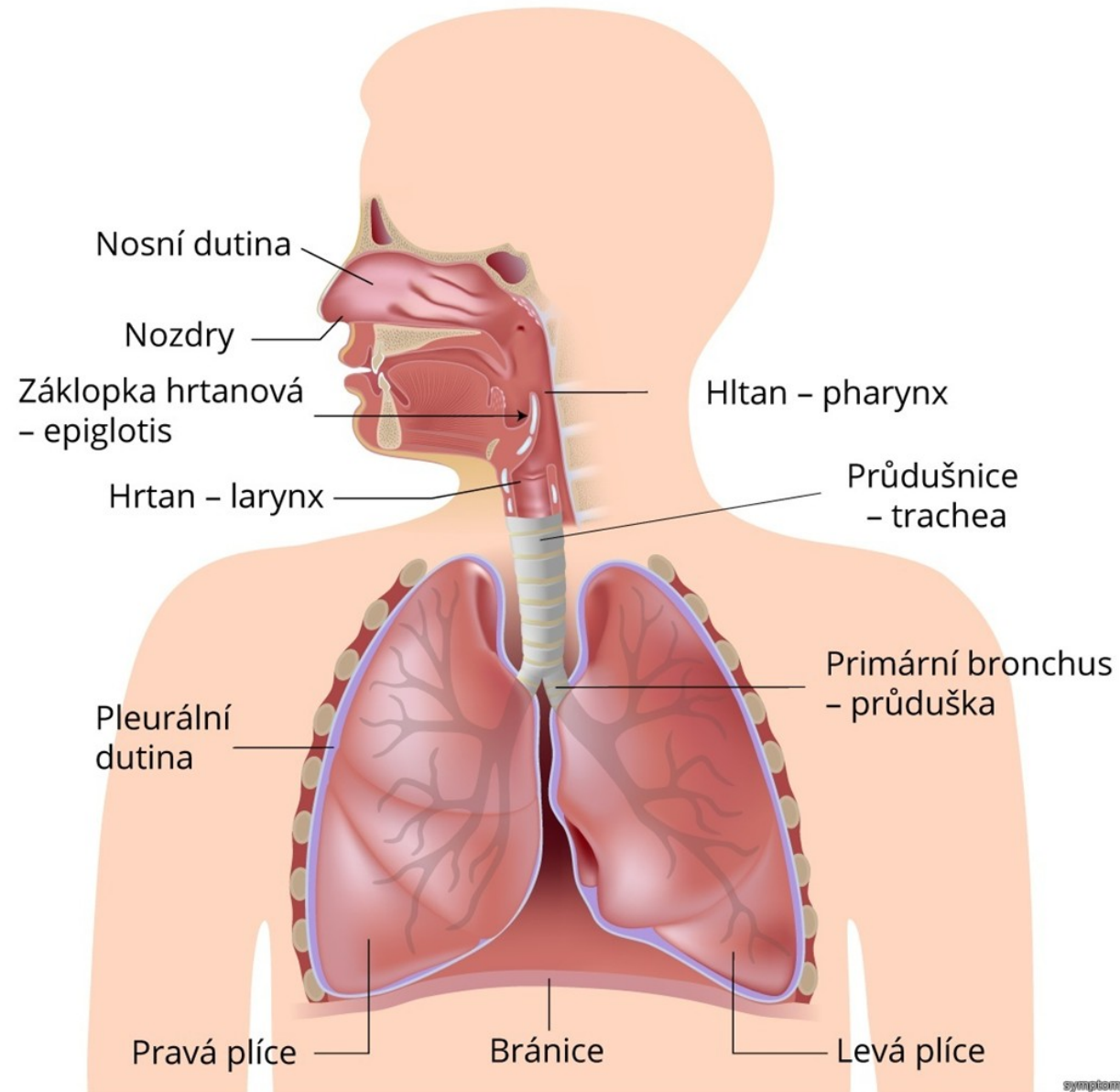


Výdech

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

- 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 (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 CO₂, málo O₂. V plicích částečné odstranění CO₂, sycení O₂.

- vlivem tréninku – **180 l/min**

Onemocnění dýchací soustavy

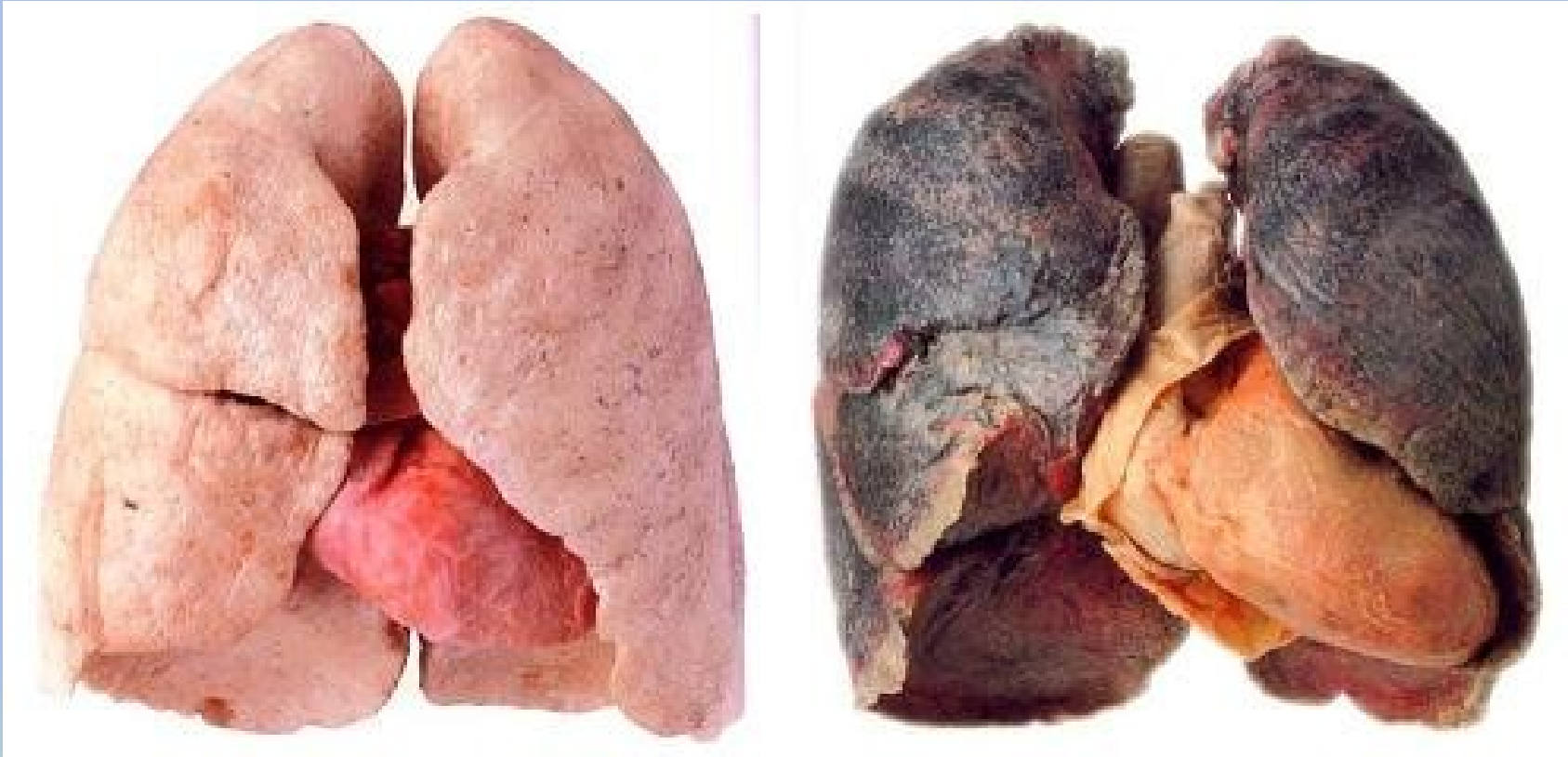
- astma
- alergie
- nachlazení
- bronchitida – zánět průdušek
- černý kašel- bakterie *Bordetella pertussis*
- chřipka
- zápal plic
- covid

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



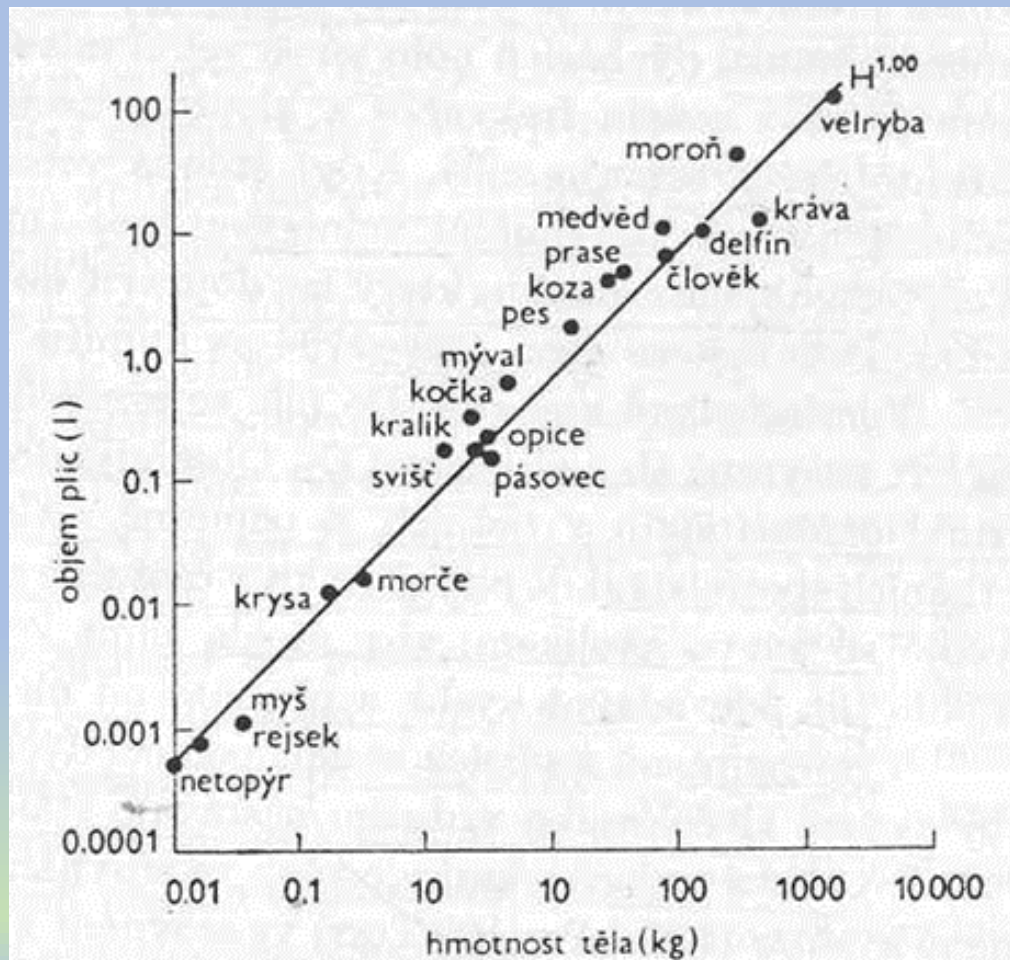
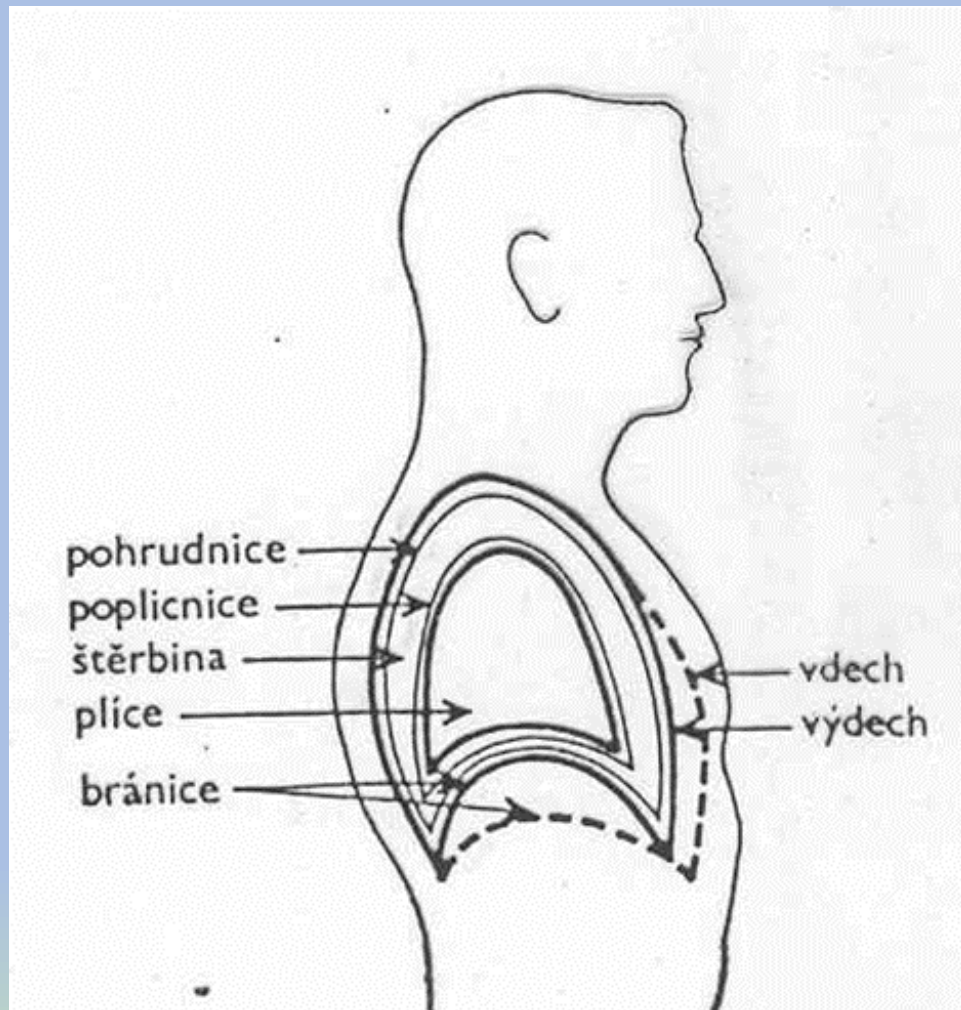
zdravé plíce vs. plíce kuřáka

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

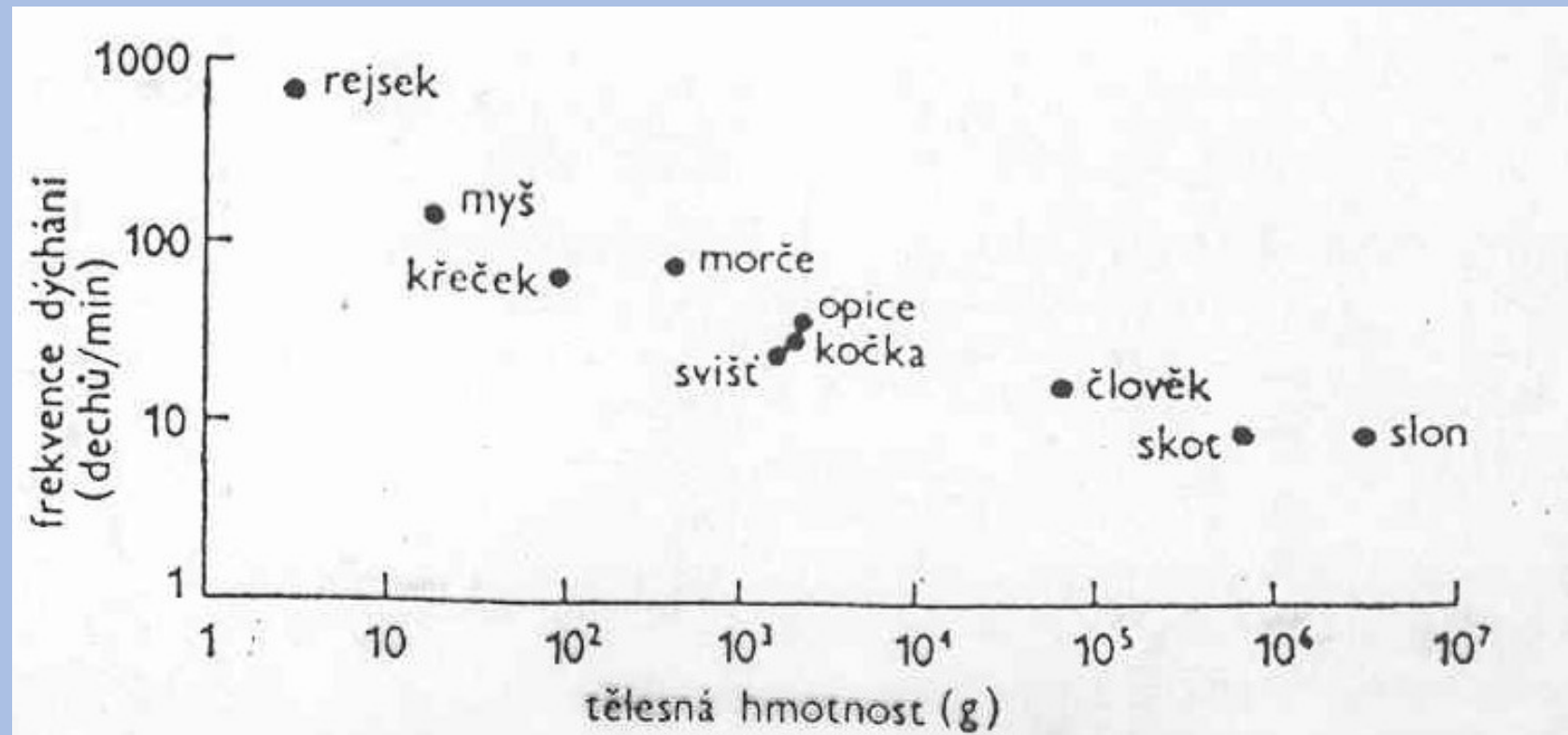
Objem plic

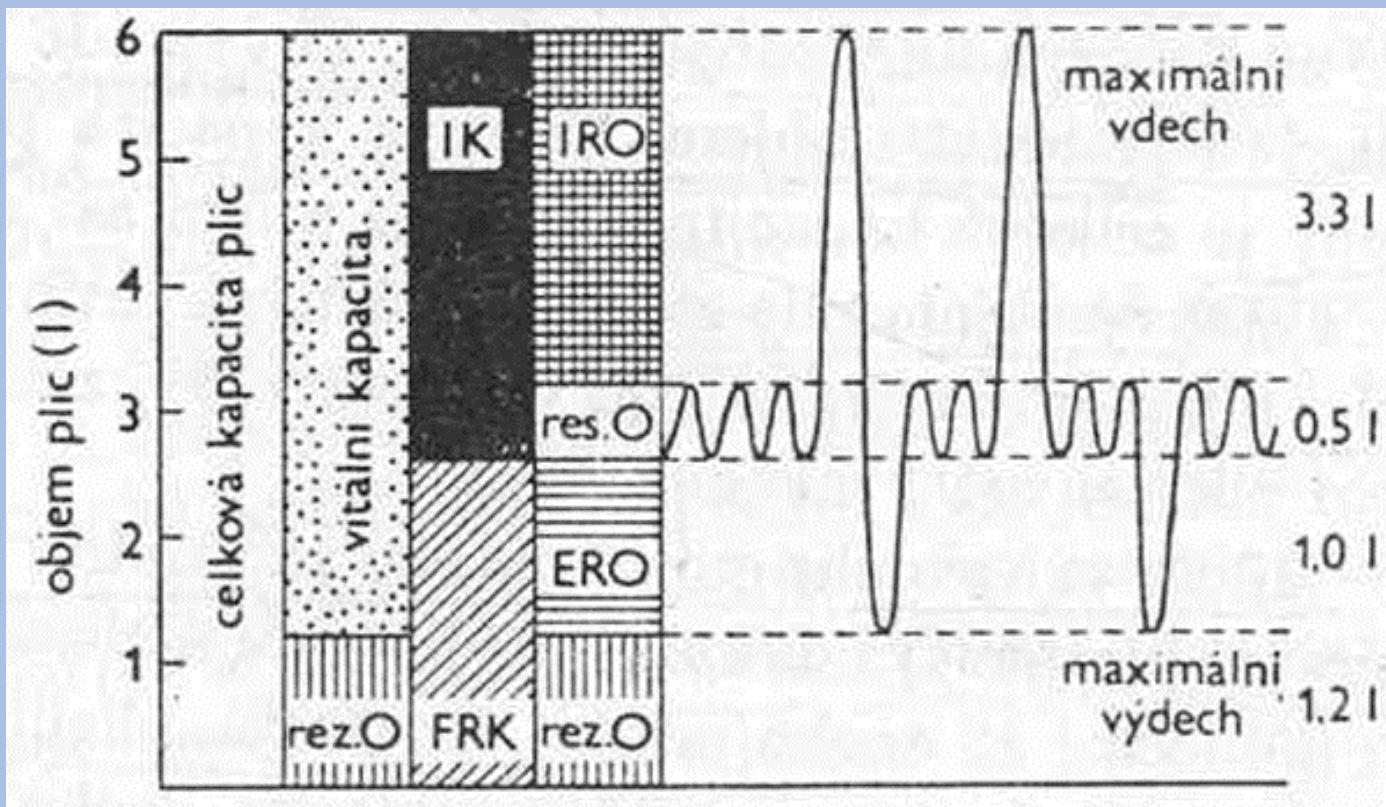
je úměrný hmotnosti těla

(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 CO₂:

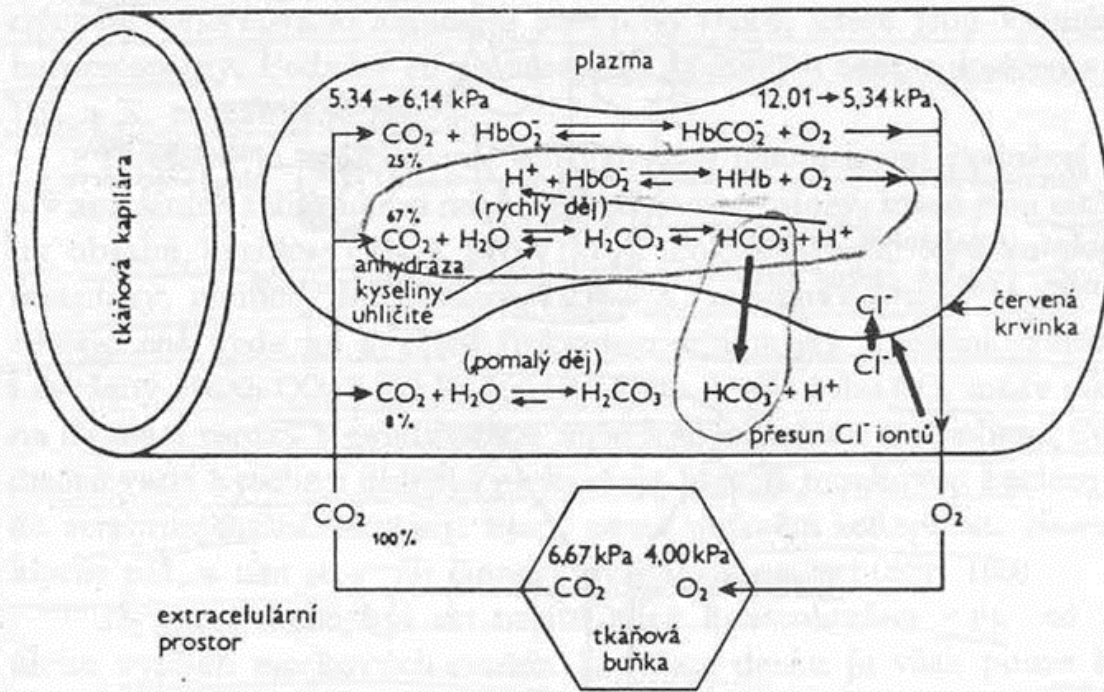
a) krevní plazmou (8 %)

b) reakce s oxyhemoglobinem → karbaminohemoglobin (25 %)

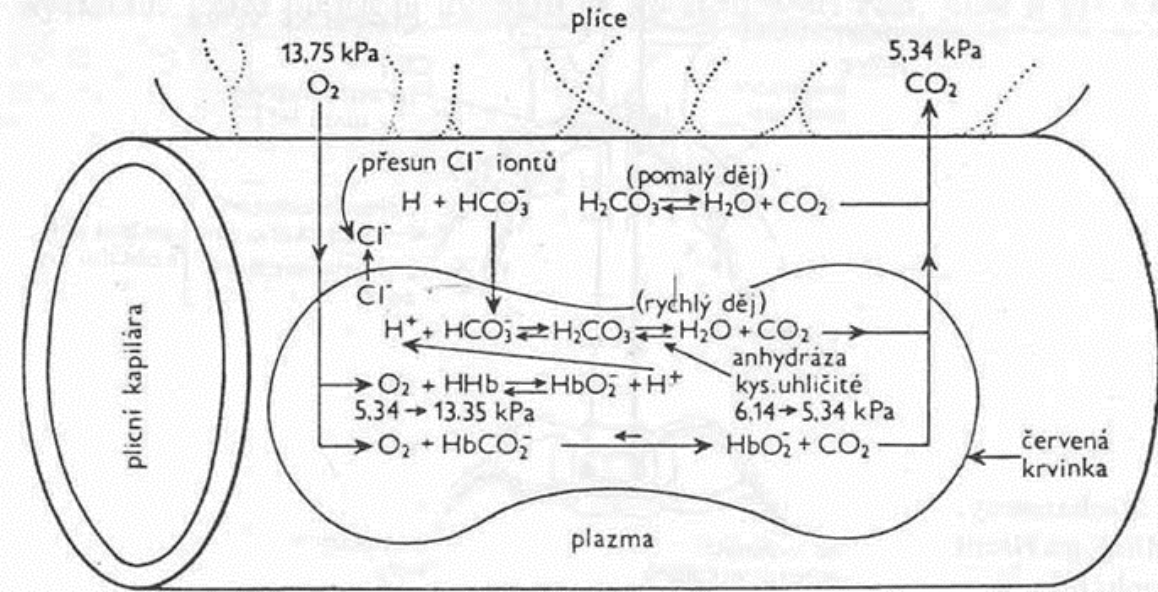
c) 67 % CO₂ v červených krvinkách → HCO₃⁻ (anhydráza)

proces: CO₂ + H₂O $\xrightarrow{\text{anhydráza}}$ H₂CO₃ → H⁺ + HCO₃⁻

H⁺ + HbO₂ → O₂ + 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

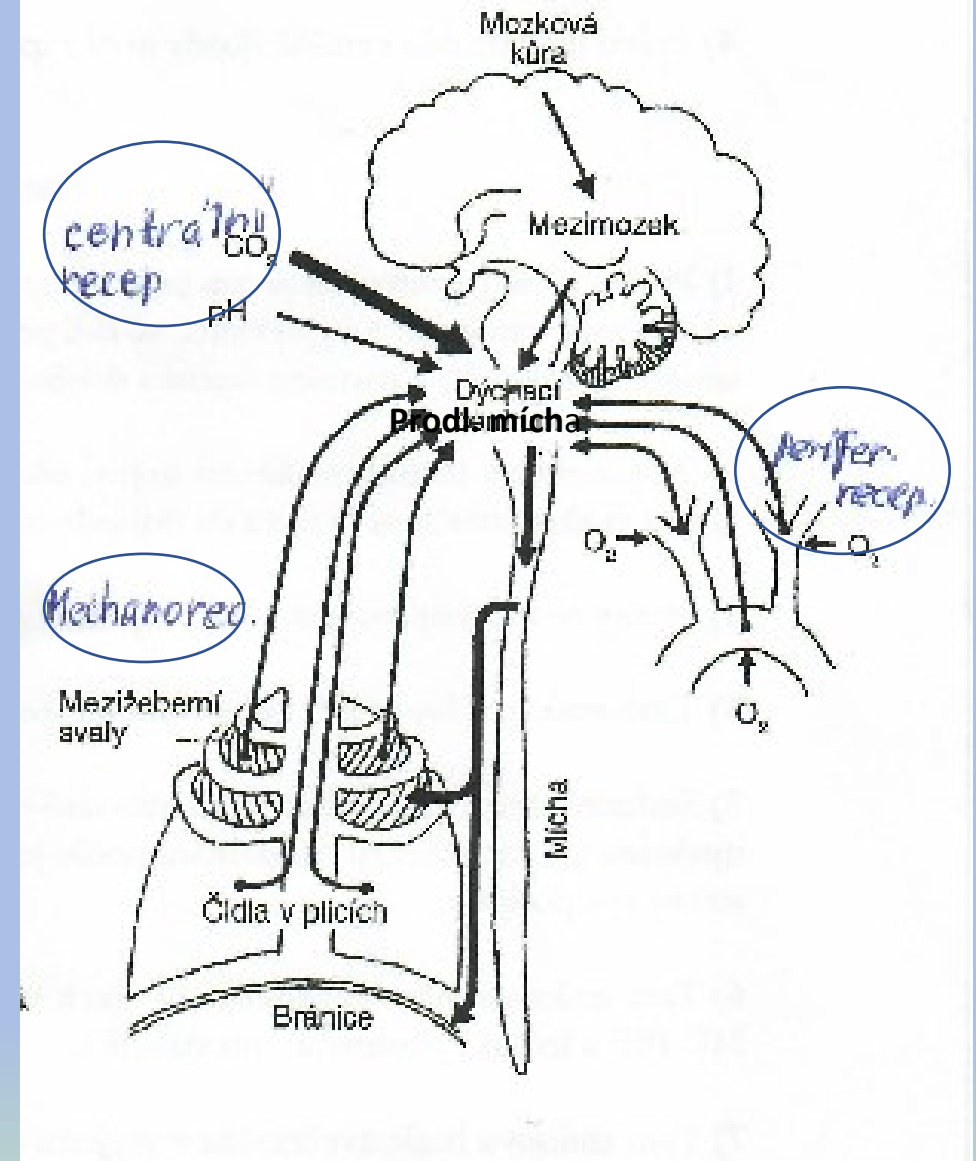
Dostředivá složka regulace:

- 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 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

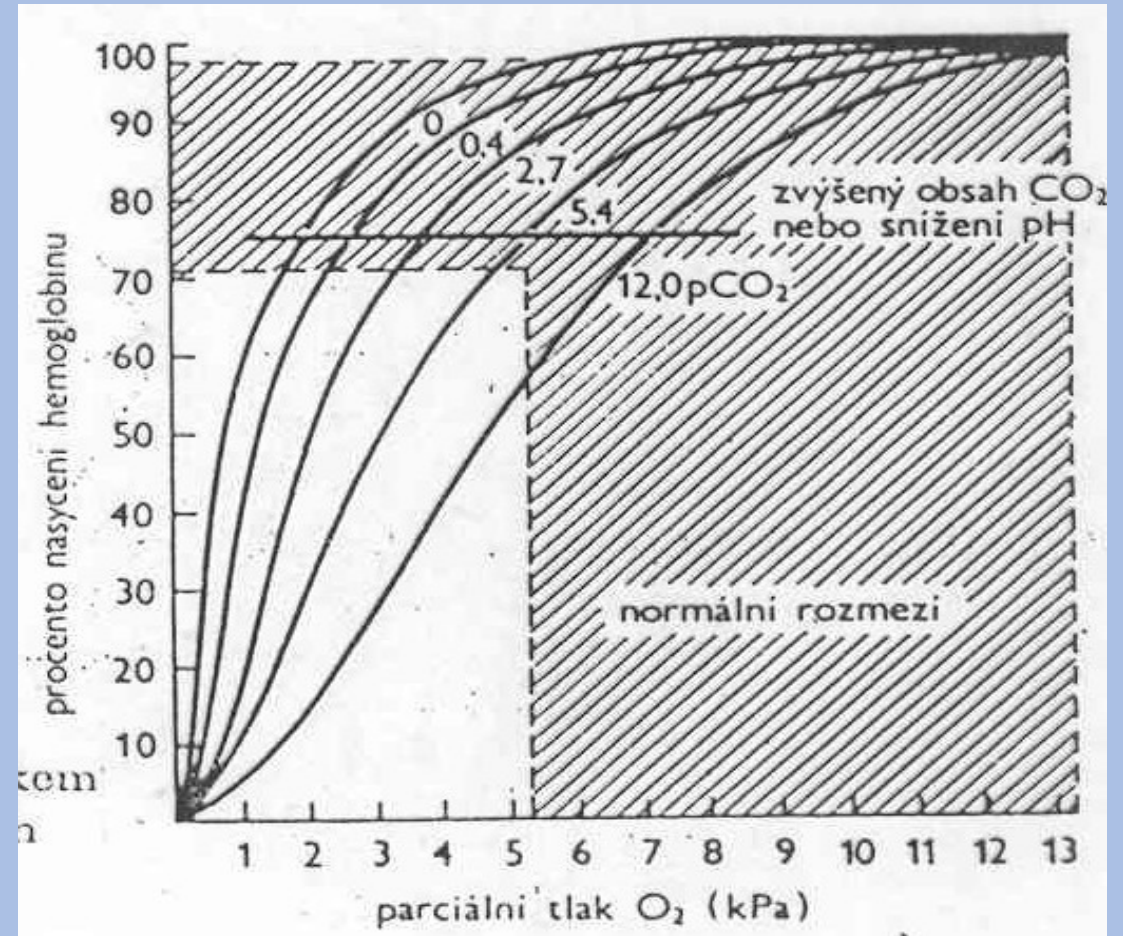
Brožek et al. Poznámky k přednáškám a fyziologie (2000)

Vokurka a Hugo: Praktický slovník medicíny (2000)

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

Přenos O₂: oxyhemoglobin,
rozpuštěný v plazmě nevýznamný (1 %)
Sycení hemoglobinu kyslíkem

popis grafu: při zvýšení parciálního tlaku O₂ dohází ke
snížení koncentrace nasycené CO₂ a to ovlivňuje %
nasycené hemoglobinu



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	< o 1,3-2,6	5,3 (2,0)	15,4
torr	150	100	< o 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

