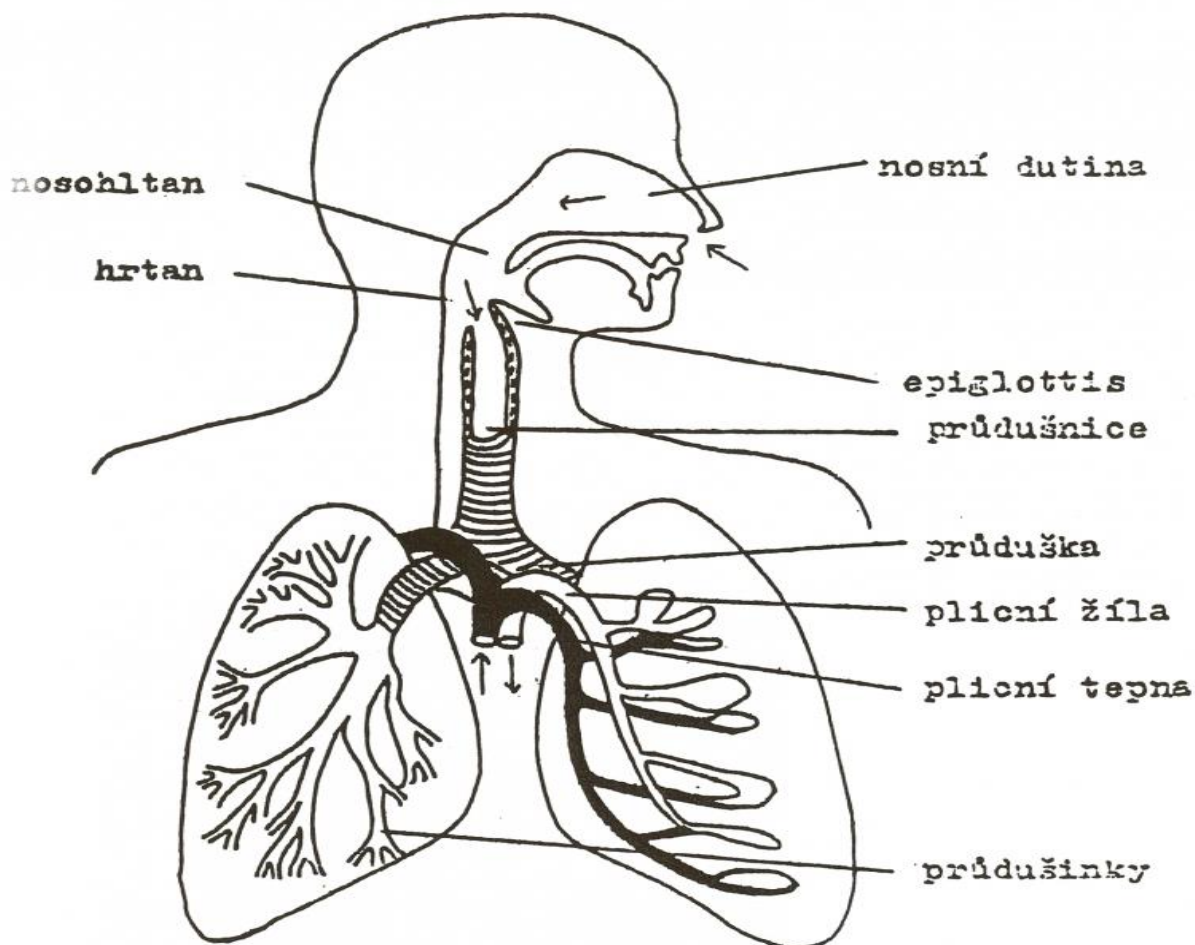


4. DÝCHACÍ SOUSTAVA

- Organismus pro zajištění životních funkcí potřebuje energii
- energie se uvolňuje při oxidaci látek bohatých na energii (cukry, tuky, bílkoviny)
- vzniká také $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- pro oxidační děje je nutný přívod O_2 a odstranění CO_2
- • činnost dýchacího ústrojí = dýchání (respirace)
 1. Horní cesty dýchací (dutina nosní + hltan)
 2. Dolní dýchací cesty (hrtan, průdušnice, průdušky)
 3. *Plice* - část respirační = vlastní výměna plynů



Horní dýchací cesty

1. Nos

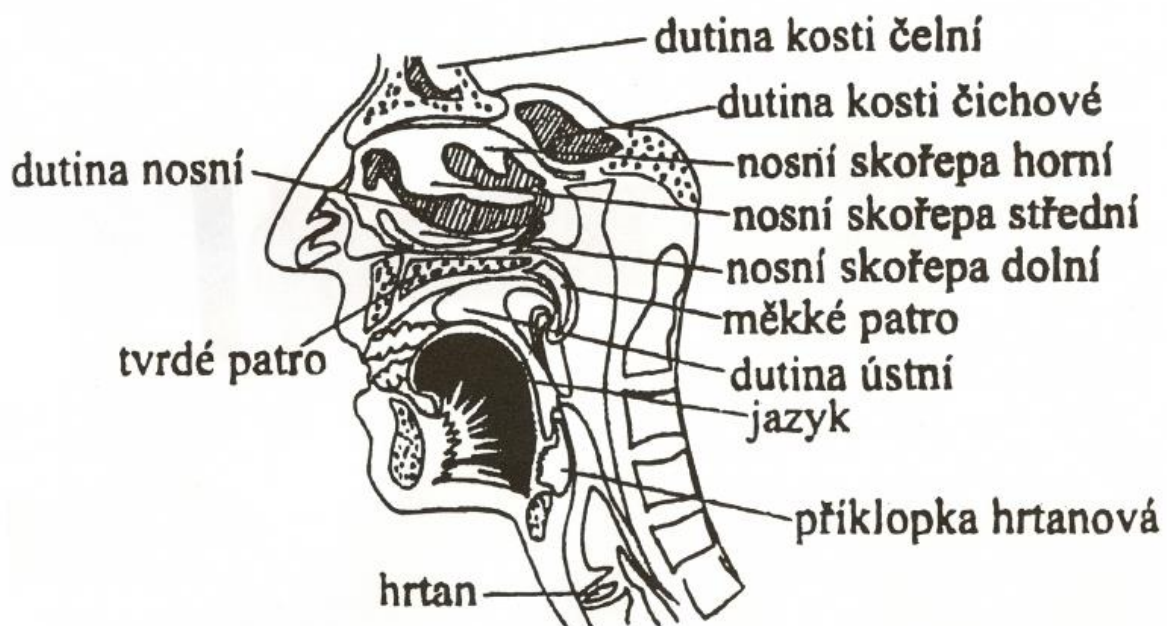
kořen, hřbet, křídla nosní (vyztuženy chrupavkou)

2. Dutina nosní

- začínají dýchací cesty
- od dutiny ústní oddělena tvrdým a měkkým patrem
- dutina je vystlána sliznicí
- v horní části při stropu čichové buňky
- ve slizničním vazivu bohaté žilní pleteně => po poranění krvácení z nosu
- sliznice produkuje lysozym => vytváří odolnost proti nemocím

Stavba dutiny nosní

- nosní dírky (počátek)
- 2 zadní otvory nosní - ústí do nosohltanu
- nosní přepážka - chrupavka + kost čichová + kost radličná (2 poloviny nosu)
- nosní skořepy - 3 páry



Funkce dutiny nosní

1. Vzduch se zbavuje prachu (zachycení na chlupcích a řasinkovém epitelu)
2. Zvlhčuje vzduch - sytí se vodními parami odpařovanými z nosní sliznice (chrání před vysušováním organismu)
3. Vzduch se přehřívá na prokrvené sliznici (nesnižuje se teplota těla)
4. Pachové látky se na povrchu sliznice rozpouštějí a dráždí buňky čichového pole
5. Ochranná funkce - imunoglobuliny v hlenu - proti vniknutí infikovaného vzduchu do organismu

Vedlejší dutiny nosní

- v čelní kosti, čichové, klínové, horní čelisti
- vystlány tenkou sliznicí
- vyplněny vzduchem
- vznikají až po narození dítěte
- při tvoření hlasu působí jako rezonátory
- mohou být postiženy zánětem, hnis ze sinusů špatně odtéká (záněty se projevují bolením hlavy, rýmou, kašlem, bolestí v krku, bolením očí, zubů horní čelisti, lící)

3. Hltan

- ústí do něj dutina nosní nosními otvory

Nosohltan

- horní část
- leží nad úrovní měkkého patra
- ústí sem 2 Eustachovy trubice (vychází ze středního ucha) - vyrovnání tlaku na obou stranách ušního bubínku
- v klenbě nosohltanu je 1 hltanová mandle (3. mandle, nosní mandle, adenoidní vegetace) je to větší množství mízní tkáně

Sřední (ústní) část

křížovátka dýchacích a trávicích cest , jsou tady krční mandle

Dolní (hltanová) část

- umožňuje polykání
- navazuje na ni jícen a hrtan

Dolní dýchací cesty

1. Hrtan

- hrtan leží před hltanem, pod kořenem jazyka
- *příklopka hrtanová* - chrupavka listového tvaru, při polykání zavírá hrtan (nepodmíněný reflex) - odděluje hrtan od hltanu
- zpevněn chrupavkami => zajištěn stálý tvar
- chrupavky hrtanu spojeny drobnými klouby => vzájemný pohyb
- velikost hrtanu - ženy 5 cm, muži 7 cm
- největší je chrupavka štítná - vystupuje u mužů na krku jako nápadný hrbol - "ohryzek", "Adamovo jablko"
- chrupavka prstencová - tvar prstenu
- menší trojboké chrupavky hlasivkové

Hlasové ústrojí (hlasivky)

- hrtanová dutina má tvar přesýpacích hodin
- nejužší místo - od chrupavky štítné
- mezi hlasivkovými chrupavkami a chrupavkou štítnou jsou 2 páry hlasových vazů
 1. pravé - horní - mezi nimi hlasivková štěrbina
 2. nepravé - dolní - jsou pokryty sliznicí (hlasivkové řasy)
- hlasivky jsou 2, každý hlasivkový vaz je dlouhý 8 mm

Vznik zvuku

- činnost hrtanového svalstva mění postavení chrupavek hrtanu => hlasová štěrbina se rozšiřuje nebo zužuje => hlasivky se napínají nebo uvolňují
- krátce před mluvením se hlasivky napnou => štěrbina hlasová se uzavře (při klidném dýchání jí prochází vzduch)
- proud vydechaného vzduchu rozechvívá pravé hlasové vazy
- výška zvuku závisí na:
 - šířce hlasové štěrbiny
 - velikosti hrtanu
 - délce a napětí vazů (svaly je mění)
 - rychlosti proudícího vzduchu
- tón, který vzniká v hrtanu, není lidský hlas - je slabý, řezavý = základní tón

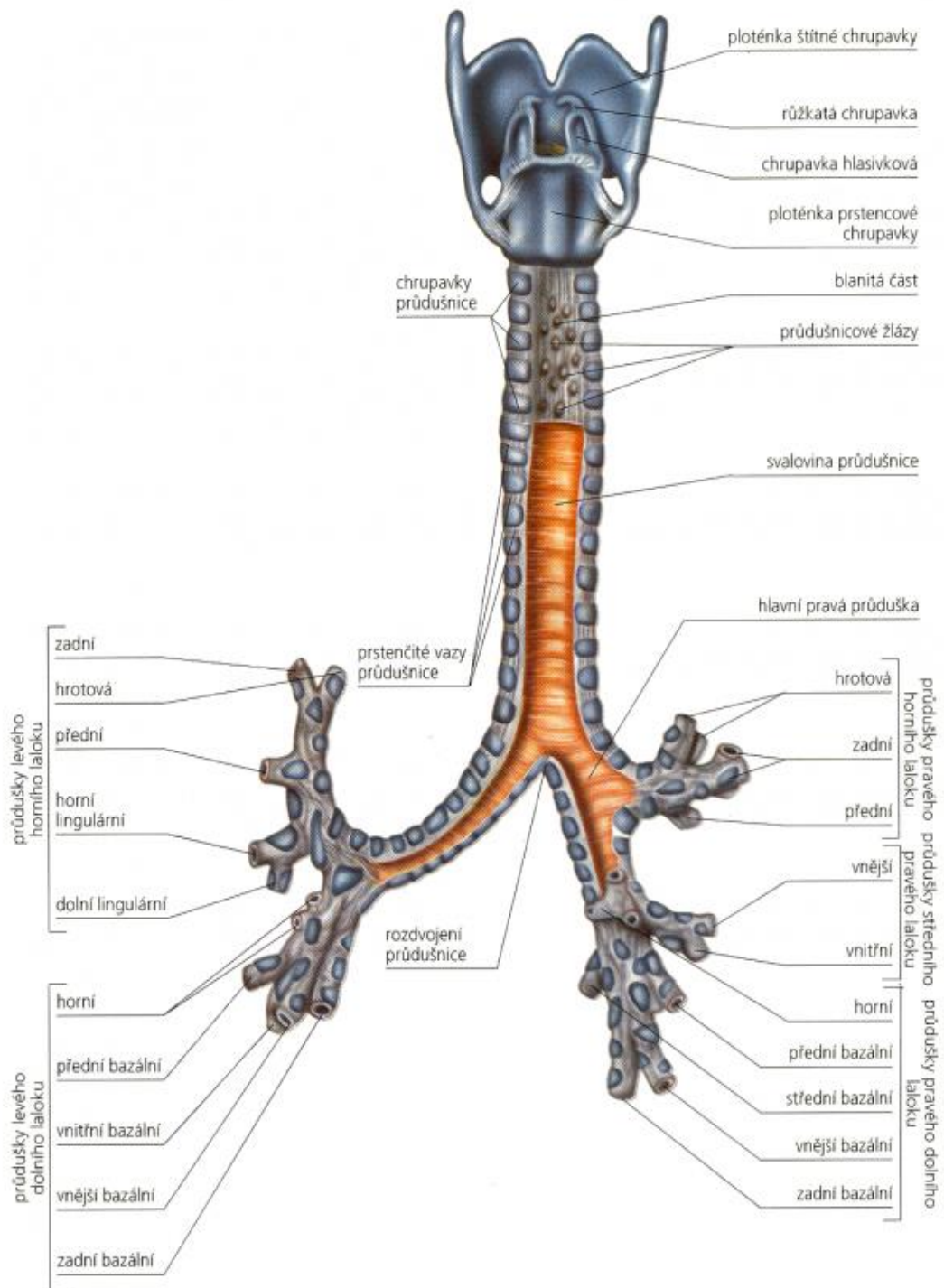
- zabarvení hlasu vzniká chvěním sloupce vzduchu v rezonančních dutinách hltanu a dutiny ústní, v dutinách nosních, lebečních kostech artikulovaná řeč se tvoří až v rezonančních dutinách pomocí jazyka, patra, rtů, zubů

Průdušnice

- uložena před jícnem, nepárový orgán
- složena z 16-20 podkovovitých chrupavek (tvaru C)
- chrupavky jsou mezi sebou spojeny vazivem
- vzadu směrem k páteři je ve vazivu příčné i podélné svalstvo => prodlužování a zkracování průdušnice
- svalovina může měnit průměr průdušnice
- sestupuje do mezihrudní přepážky
- ve výši 4. a 5. hrudního obratle se dělí na 2 průdušky

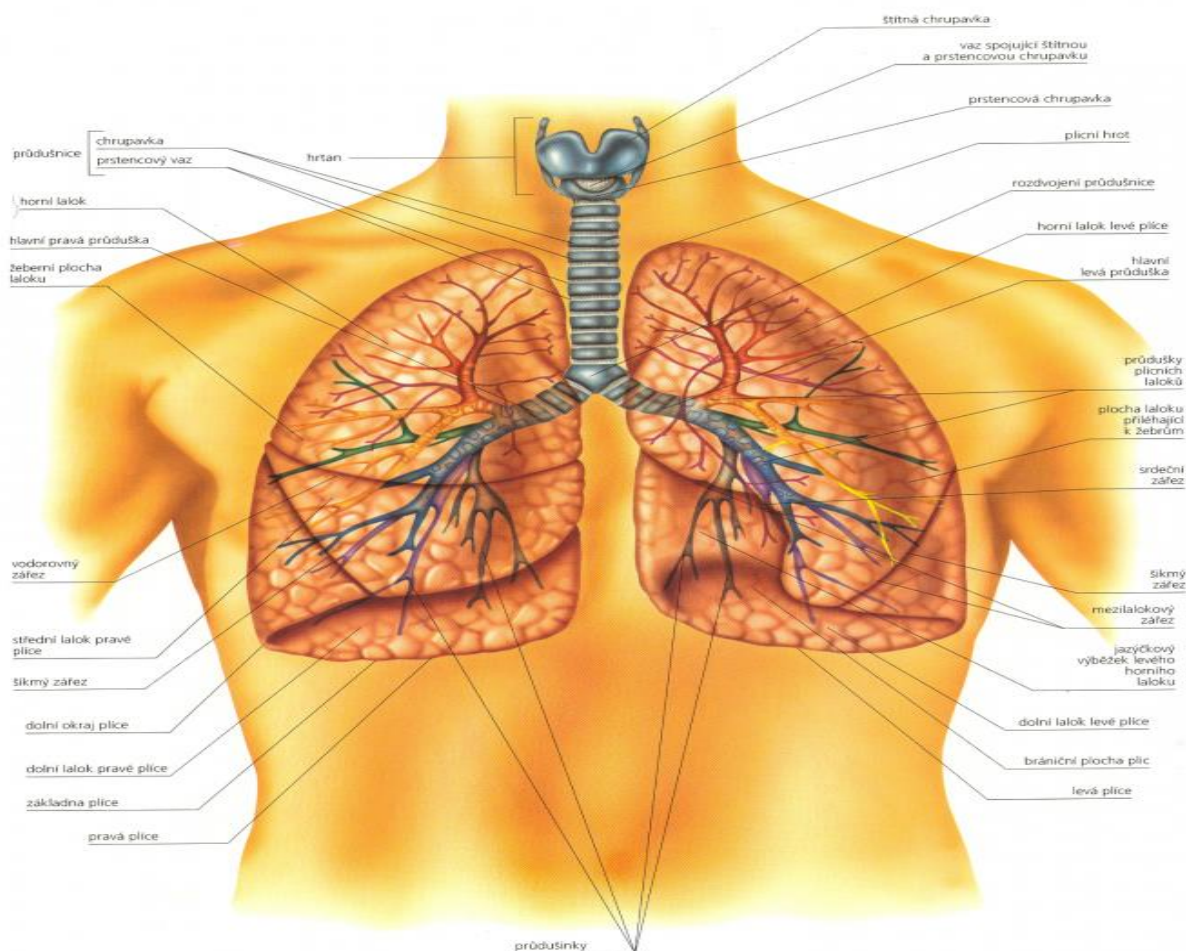
Průdušky

- jsou 2 (pravá a levá), vznikají rozvětvením průdušnice, jsou chrupavčité
- každá vstupuje do příslušné plíce
- větví se v plicích na průdušinky (bronchioly) - menší průměr než 1 mm



Plíce

- párový orgán, v mládí růžové, pak šedé až černá místa
- kuželovitý tvar
- uloženy v dutině hrudní
- vazivovou mezihrudní přepážkou jsou rozděleny na levou a pravou část
- levá plíce - dvojlaločná (horní + dolní lalok)
- pravá plíce - trojlaločná (horní, dolní a střední lalok)
- v mezižebří přepážce je uložen osrdečník se srdcem
- tvar je přizpůsoben hrudním stěnám
- části plic:
 1. Báze (spodina) - vyhloubená, nasedá na klenbu bránice
 2. Žebří plocha - přivrácena ke stěnám hrudníku (vyklenuta)
 3. Mezihrudní plocha (uloženo srdce)
 4. Vrcholek plic (plicní hrot) - sahá nad první žebro
- branka plicní - vstup průdušek, tepen, nervů, výstup mízních cév a výstup žil

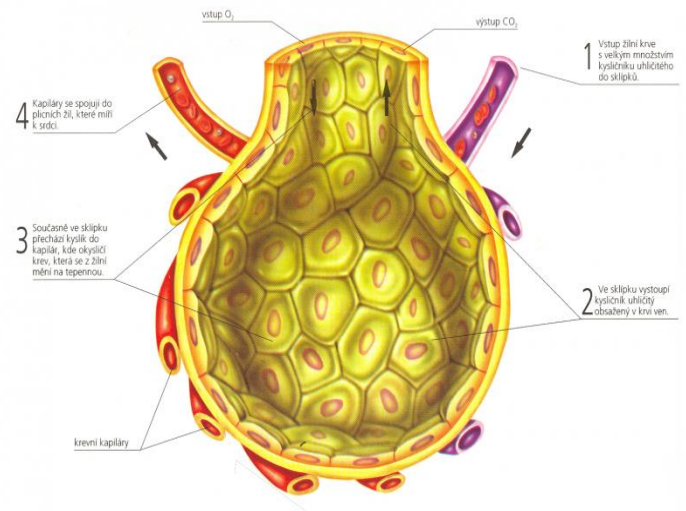
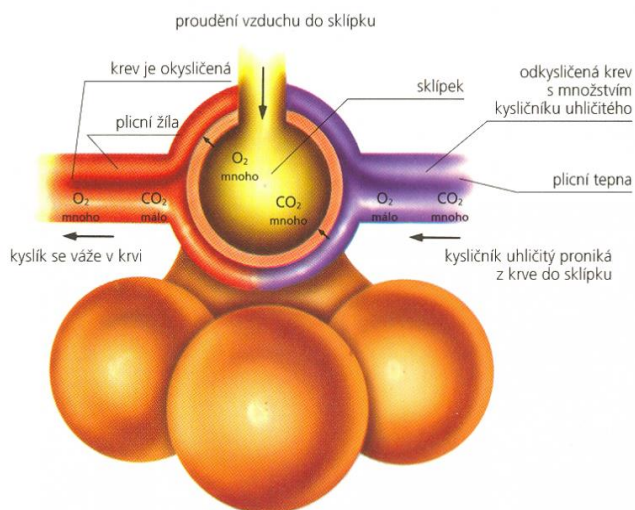


Vnitřní stavba plic

- průdušky vstupují plicní brankou do plic
- průdušky se větvením tenčí = průduškový strom
- plocha plic 80-100 m² (tenisový kurt)
- plicní tepna => 2 větve => další větvení až vznik kapilár (hustá síť)
- neustále v plicích 0,5-1 l krve
-

Povrch plic

- pokrývá jemná hladká vazivová *poplicnice*
- ta přechází na stěny dutiny hrudní = *pohrudnice*
- mezi sebou mají úzkou štěrbinu (v ní trochu tekutiny = klouzání blan při dýchání)
- ve štěrbině je negativní nitrohruční tlak (nižší než atmosférický) - tento podtlak ve štěrbině umožňuje pasivní roztahování plic při nádechu
- dostane-li se mezi plíce a hrudní stěnu vzduch (průstřel) => povrchové napětí se poruší => plíce zkolabují => *pneumotorax* = smrštění plic, protože proniknutím vzduchu do štěrbin se vyrovnal atmosférický tlak



Mechanika dýchání

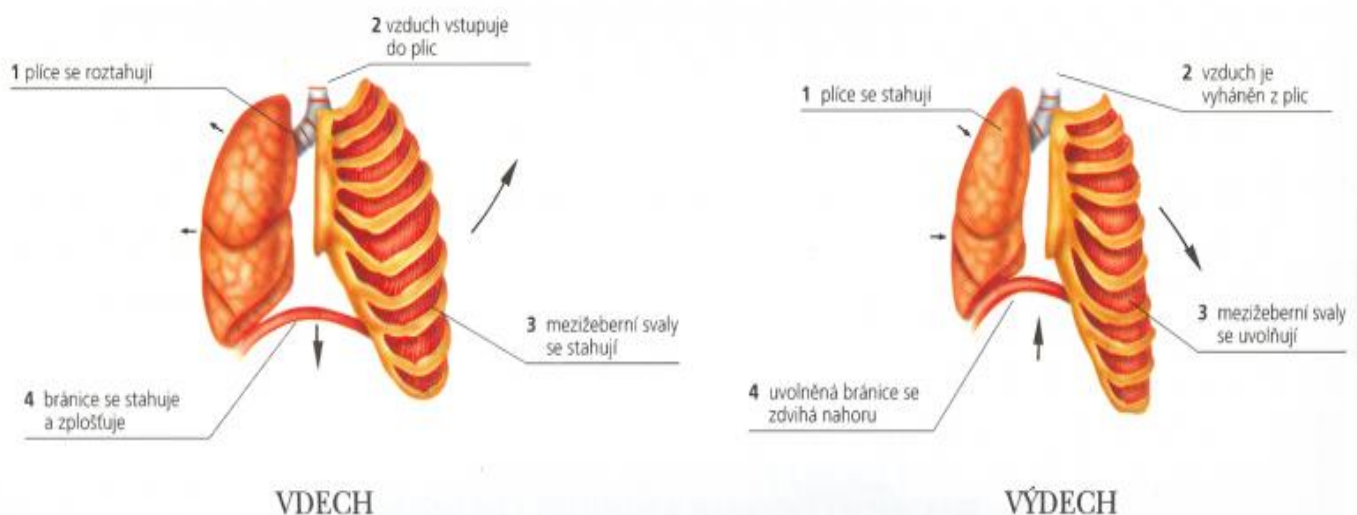
- plicní ventilace = výměna alveolárního vzduchu (= *vnější dýchání*)
- *dechová frekvence* - počet vdechů (výdechů) za 1 minutu
 - dospělý člověk 16 vdechů/min v klidu, (1/2 l vzduchu = dechový objem)
 - dítě 20-26 vdechů/min v klidu
 - při tělesné námaze, emocích (hněv, ...), v horkém prostředí - vyšší dechová frekvence
 - sportovci - 14 vdechů/min
- dechový objem - 0,5 l vzduchu
- minutová frekvence - množství vzduchu, který projde plicemi za 1 minutu při klidném dýchání - v klidu asi 8 l, při námaze až 80 l/min
- v klidu se využívá malá část kapacity plic
- je možné vydechnout ještě 2,5 l vzduchu
- *inspirační rezervní objem* = množství vzduchu, které je možné nadechnout po normálním vdechu (2-2,5 l)
- *expirační rezervní objem* = množství vzduchu, které je možné ještě vydechnout po normálním výdechu (1-1,5 l)
- *zbytkový (reziduální) vzduch* - zůstává v plicích i po usilovném výdechu (1,5 l vzduchu)
- *vitální kapacita plic* - maximální množství vzduchu, které lze vydechnout po největším možném nádechu
 - závisí na pohlaví, věku, trénovanosti, zdravotním stavu,...
 - je to orientační ukazatel výkonnosti plic - u žen 3,2 l, u mužů 4,2 l
 - zvětšuje se u sportovců, foukačů skla, trubačů, zpěváků,...
- celková (totální) kapacita plic = vitální kapacita + reziduální vzduch
- spotřeba kyslíku na 1 vdech v klidu - 15-20 ml, za 1 minutu 250-350 ml, za 1 den 350 l
- vdechovaný vzduch (atmosférický) - 21 % O₂, 78 % N₂, 0,03 % CO₂
- vydechovaný vzduch - 16 % O₂, 79 % N₂, 4 % CO₂ (bez vody)
- *vdech (inspirace)* - aktivní děj
 - stah bránice (jako píst => tlačí na útroby => vyklenutí stěny břišní) a mezižeberních svalů => zvětšuje se objem dutiny hrudní směrem nahoru a

dopředu => rozepnutí plic díky podtlaku v pohrudniční štěrbině => vzduch se nasává do plic, uvnitř plic se snižuje tlak => dýchání

- *výdech (expirace)* - pasivní děj

Mechanismus dýchání

- uvolnění svalů (bránice - pohyb nahoru, mezižeberní svaly - pokles) => zmenšení objemu hrudníku => vypuzení vzduchu z plic
- dýchání žeberní - při dýchání převládá činnost žeber (hlavně u žen)
- dýchání brániční - u dětí a mužů (65 % brániční dýchání); toto dýchání je třeba cvičit
- *kyslíkový dluh*
 - po skončení tělesného cvičení chvíli přetrvává zvýšené dýchání => kyslík se v tkáních spotřebovává
 - představuje kyslík, který:
 - je třeba doplnit v hemoglobinu erytrocytů
 - se spotřebovává spolu se zvýšenou tělesnou teplotou
 - je třeba k oxidaci kyseliny mléčné, která se vytvořila ve svalech (svaly získávaly část energie štěpením glykogenu na kyselinu mléčnou anaerobní glykolýzou)



Řízení dýchání

- dýchání je závislé na opakujícím se dráždění dýchacích svalů nervově, látkově a vlivem emocí
 - Nervově
 1. Prodloužená mícha
 - dýchací centrum (míšní nervy inervují dýchací svaly)
 - neurony v prodloužené míše jsou citlivé na zvýšení obsahu CO_2 a snížení obsahu O_2 => pak se činnost dýchacího centra zrychluje
 - plicní ventilaci hlavně ovlivňuje parciální tlak CO_2
 - zvýšení parciálního tlaku CO_2 stimuluje receptory citlivé na CO_2 => aktivace dýchacího centra => vyšší plicní ventilace => hodnoty obsahu CO_2 v krvi se vrátí do normy => přebytečný CO_2 je z těla odstraněn => krev se okyslíčí
 - vědomé zadržování vzduchu (plavání pod vodou), nadbytek CO_2 vede ke snížení citlivosti dýchacího centra => zástava dýchání
 2. Koncový a střední mozek
 - vůlí lze regulovat frekvenci a hloubku dýchání (na 1 minutu lze zastavit)
 - vůlí ovlivňována změna rychlosti - při mluvení, zívání, jezení, zpívání, recitování, ...
 - Látkově
 - chemicky - změna koncentrace O_2 a CO_2 v krvi, změnou pH (vyšší koncentrace CO_2 => vyšší kyselost krevní plazmy)
 - chemoreceptory - v aortě, v krkavicích

Obranné dýchací reflexy

- nervová zakončení ve sliznicích dýchacích cest jsou drážděna pevnými částicemi (dostaly se sem při vdechu) => kýchnutí (podráždění sliznice nosní) nebo kašel (podráždění sliznice hrtanu, průdušnice, průdušek) - při obojím prudký výdech => odstranění dráždivých částic z dýchacích cest

Přenos O₂

1. Fyzikálně (chemicky) - rozpuštěný v plazmě (3 ml O₂/l krve)
2. Vázaný na molekuly hemoglobinu v erythrocytech jako deoxyhemoglobin - 197 ml/l krve
 - 200 ml O₂/l krve je celkové množství O₂ při úplném nasycení O₂
 - přítomnost dusičnanů a dusitanů v potravě (pitné vodě) => způsobuje oxidaci Fe²⁺ v hemoglobinu na Fe³⁺ => vzniká methemoglobin (ten není schopen přenášet kyslík) - velká citlivost na dusičnany - kojenci - vnitřní zadržování

Přenos CO₂

1. Fyzikálně - rozpuštěný v plazmě
2. Ve formě hydrogenuhličitanového aniontu
3. Vázaný v hemoglobinu - 25 %