

# Dýchací soustava

## Funkce

- výměna dýchacích plynů mezi tělem a okolním prostředím, tj. příjem  $O_2$  ze vzduchu (okysličení krve) a odstranění  $CO_2$  z krve
- pomocné vylučování některých odpadů (kyselina mléčná, vodní pára...)

## Dýchací cesty

### Nosní dutina

- pokrytá prokrvenou sliznicí s řasinkovým epitelem (tento epitel je i v hrtanu, průdušnici, průduškách a průdušinkách)
- ohřívá a zvlhčuje nadechovaný vzduch, filtruje prachové částice, analyzuje vdechovaný vzduch pomocí čichu
- s nosní dutinou jsou propojeny **vedlejší nosní dutiny** v lebečních kostech (např. v čelní kosti nebo v horní čelisti); jejich zánět bývá dlouhodobý a obtížné se léčí

### Nosohltan

- křížení trávicích cest (z ústní dutiny do jícnu) a dýchacích cest (z nosní dutiny do hrtanu)

### Hrtan

- tvořen **hrtanovými chrupavkami**; největší z nich je **štítná chrupavka** (na krku tvoří tzv. "ohryzek")
- shora je chráněn **hrtanovou příklopkou**, která při polykání uzavře ústí hrtanu a brání vstupu potravy do dýchacích cest
- v hrtanu jsou uloženy **hlasivky** – tenké vazivové plátky (při průchodu vzduchu štěrbinou se rozkmitají a vydávají zvuk)

### Průdušnice

- vyztužena prstencovitými chrupavkami

### Průdušky

- trubice, které začínají na konci průdušnice, vstupují do levé a pravé plic a dále se větví

## Plice

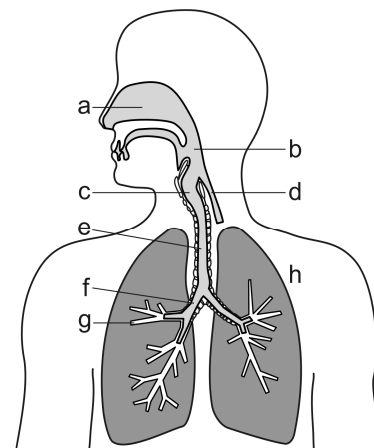
- jsou měkké a houbovité, světle červené, jejich hmota je tvořena průdušinkami, plicními váčky a krevními cévami
- obaleny dvěma vazivovými blánami – vnitřní **poplicnicí** (na povrchu plic) a vnější **pohrudnicí** (kryje vnitřek hrudní dutiny). Mezi oběma blánami je tenká štěrbinina, v níž je trvalý podtlak. Díky němu jsou plíce přisáté ke stěně hrudní dutiny a kopírují její pohyby.

### Průdušinky

- vznikají dalším postupným větvením průdušek

### Plicní váčky

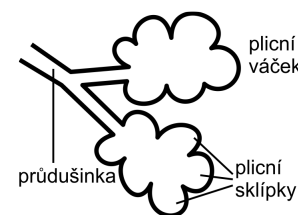
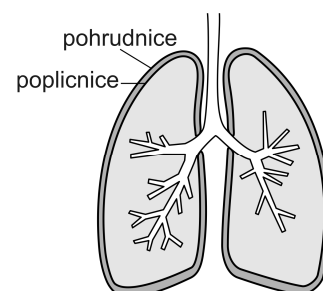
- na koncích nejmenších průdušinek; jejich povrch je členěný dutými **plicními sklípky** (zvětšení plochy, celkem cca  $300\text{ m}^2$ ). Ve stěnách plicních sklípků dochází k vzájemné difúzi dýchacích plynů mezi vzduchem a krví ve vlásečnicích.



a - nosní dutina, b - nosohltan, c - hrtan, d - jícen (trávicí soustava), e - průdušnice, f - průdušky, g - průdušinky, h - plíce



Hrtanová příklopka při dýchání (vlevo) a při polykání.



## Výměna vzduchu v plicích

- zajišťují **mezižební svaly** (při nádechu zdvihají hrudník, a tím zvětšují jeho objem) a **bránice** (v klidu je vyklenutá směrem vzhůru, při nádechu se zkracuje a posouvá "dno" hrudní dutiny dolů jako píšť)
- stahem dýchacích svalů se zvýší objem hrudníku; plíce (přisáté podtlakem ke stěně hrudníku) tvar hrudníku kopírují (při tom nasávají vzduch)

### Řízení dýchacích pohybů

Základním impulsem pro nádech je zvýšená koncentrace  $CO_2$  (nikoliv nedostatek  $O_2$ ).

- Receptory v aortě a dalších velkých tepnách zaregistrují zvýšenou koncentraci  $CO_2$  (snížení pH plazmy) a vyšlou signál do hlavního dýchacího centra v **prodloužené míše** (nejnižší oddíl mozku).
- Prodloužená mícha vyšle signál ke **stahu dýchacích svalů** (na jejich nervosvalové ploténky). Stah vyvolá **nádech**.

3. Pokračující kontrakce **zvyšuje tlak a napětí uvnitř dýchacích svalů**. Přesáhne-li určitou mez, smyslové buňky (tzv. svalová vřeténka) vyšlou **informaci do prodloužené míchy**, a ta **ukončí signál pro stah**. Dýchací svaly se přestanou stahovat a **samovolně relaxují** (vrátí se do původní polohy), čímž nastane pasivní **výdech**.

Po výdechu následuje klidový stav, dokud se znovu nezvýší koncentrace CO<sub>2</sub> v krvi.

**Praktické důsledky:** Tělo není schopné zaregistrovat nedostatek kyslíku (například při zablokování hemoglobinu oxidem uhelnatým). Naopak mu silně vadí nadbytek CO<sub>2</sub> (i když má kyslíku dostatek), například v situacích, kdy je kvůli vyšší koncentraci CO<sub>2</sub> (např. "vydýchaný" vzduch v nevětraných místnostech) zpomalená difúze CO<sub>2</sub> z krve do vzduchu. V místech, kde je koncentrace CO<sub>2</sub> ve vzduchu vyšší než koncentrace v krevní plazmě (např. některé jeskyně) se dýchací svaly dostávají do trvalých křečovitých stahů a člověk umírá.

Mírné (a kontrolované) zvýšení koncentrace CO<sub>2</sub> v nadechovaném vzduchu zrychluje dýchací frekvenci a zesiluje dýchací pohyby. Proto se *někdy* používá jako stimulační faktor při umělém dýchání pacientů v bezvědomí.

### Základní charakteristiky dýchání

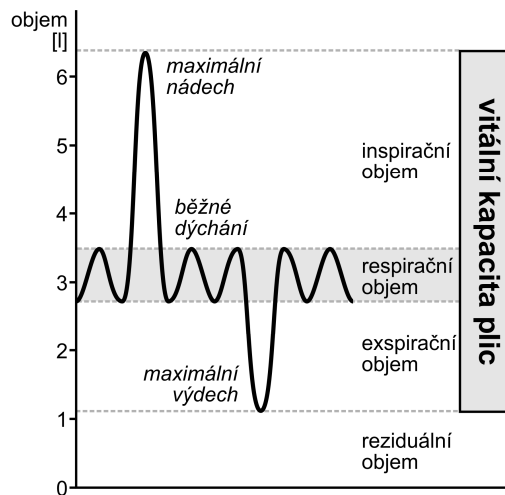
**Průměrná klidová dechová frekvence:** cca 12 až 16 dechů za minutu (při zátěži se zvyšuje)

**Respirační objem plic:** výměna vzduchu při průměrném klidovém nádechu a výdechu, přibližně 0,5 l

**Vitální kapacita plic:** maximální množství vzduchu, které lze v plicích při jednom dýchacím cyklu vyměnit (tj. maximální výdech po maximálním možném nádechu), dá se dobře měřit a bývá dobrým ukazatelem kondice organismu, ženy průměrně 3,5 až 4 l, muži 4,5 až 5 l (u fyzicky těžce pracujících lidí a trénovaných sportovců jsou hodnoty vyšší).

### Obranné dýchací reflexy

- cílem je odstranit nečistoty (prach, hlen, hnís...), které se nahromadily v dýchacích cestách
- po hlubším nádechu je v plicích zadržen vzduch a poté je vypuzen ústy (**kašel**) nebo nosem (**kýchnutí**) tak prudce, že s sebou strhne nečistoty



## Poruchy dýchací soustavy

**Záněty dýchacích cest:** mohou být bakteriálního i virového původu, rozlišují se podle umístění – zánět nosní dutiny (rýma), vedlejších nosních dutin (sinusitida), nosohltanu (faryngitida), hrtanu (laryngitida), průdušnice (tracheitida) a průdušek (bronchitida)

**Zánět ("zápal") plic:** zánět v oblasti plicních sklípků; stěny sklípků otékají, ve sklípcích se hromadí tekutina, čímž je výrazně zhoršená difúze plynů (při větším rozsahu jde o smrtelně nebezpečný stav)

**Tuberkulóza:** bakterie napadá některé buňky plic (především buňky související s imunitou), vzniká chronický zánět (může se šířit i mimo plíce) doprovázený tvorbou jizev a dutin obsahujících odpadní tekutinu nebo krev (dutin mohou praskat a pacient jejich obsah vykašlává). Léčba je dlouhá a velmi obtížná (běžná antibiotika nezabírají). Většina infikovaných lidí nemá příznaky nemoci, pokud se však nemoc projeví, bývá bez léčby velmi často smrtelná. Očkování existuje, není však stoprocentně účinné. V posledních letech se výskyt tuberkulózy v ČR zvyšuje (mimo jiné i kvůli zvýšené imigraci).

**Pneumotorax:** stav (nejčastěji po úrazu), kdy dojde k perforaci stěny hrudníku a vzduch vnikne do štěrbině mezi poplicnicí a pohrudnicí. Zanikne podtlak, příslušná plíce se smrští a přestane kopírovat pohyby hrudníku (nedochází k výměně vzduchu). Pokud by nastal u obou plic, vedl by k rychlé smrti z udušení.

Pneumotorax jedné plíce bývá někdy lékařem vyvolán uměle, například po operacích, kdy je kvůli lepší regeneraci nutné operovanou plíci určitou dobu ponechat v klidu a nezatěžovat ji dýchacími pohyby.

**Syndrom spánkové apnoe:** velmi zjednodušeně řečeno jde o těžší a nebezpečnější formu známého "chrápání" – během spánku ochabne měkké patro a jazyk natolik, že uzavře dýchací cesty a pacient chvíli (často i několik desítek sekund) nedýchá. Tyto stavy se opakují mnohokrát za noc. Důsledkem bývá nekvalitní přerušovaný spánek se sníženým okysličováním krve, trvalá únava se sníženou výkonností, bolesti hlavy a zvýšené riziko cévních i nervových poruch. Příčinou bývá nadváha, kouření, nepravidelný spánkový režim, ale i deformace horních cest dýchacích ap. Syndrom postihuje přibližně 5 % mužů a 2 % žen, jeho výskyt roste a stává se vážným problémem. Lehčí formy se léčí změnou životosprávy a chirurgickými úpravami měkkého patra, u těžších forem se pro spaní používá dýchací přístroj vytvářející trvalý přetlak v dýchacích cestách.

## Kouření

Ze složek tabákového kouře působí největší problémy:

**oxid uhelnatý:** trvale blokuje část hemoglobinu, krev přenáší méně kyslíku

**dehet** (kondenzát tvořený směsí uhlovodíků a pevných částic): zanáší vnitřní povrch plic, ničí řasinkový epitel

**karcinogenní látky** (aromatické uhlovodíky, nitrosaminy ap.): výrazně zvyšují riziko zhoubného bujení (rakovina plic, hrtanu ap.)