

# Soustava dýchací

Zpracovala Mgr. Lenka Balcarová

**Funkce:** výměna plynů mezi organismem a vnějším prostředím, tvorba řeči

Výměna plynů se nazývá **dýchání**. Vdechem je přijímán kyslík, výdechem je z organismu uvolňován oxid uhličitý a vodní páry.

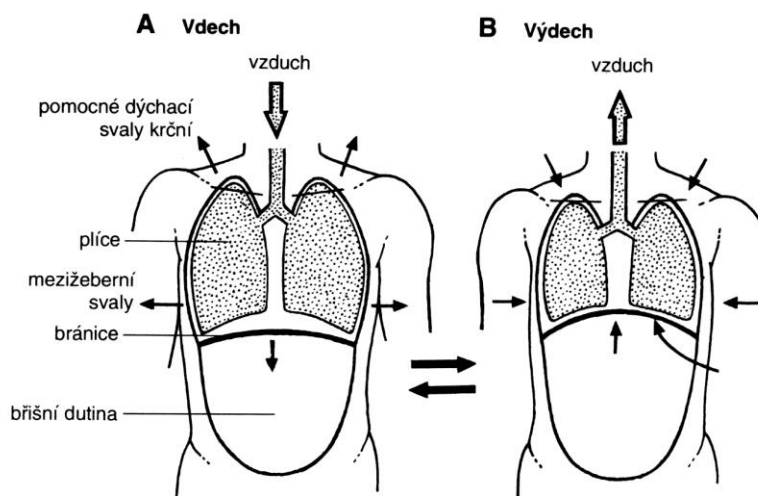
Hlavními dýchacími svaly jsou bránice a zevní mezižeburní svaly. Pomocnými dýchacími svaly jsou svaly krční, břišní a vnitřní mezižeburní.

## Vdech (*inspirace*)

- je děj aktivní
- bránice se pohybuje směrem dolů jako píst
- stahem zevních mezižeburních svalů a krčních svalů se hrudník zvětšuje a vzduch je nasáván do plic

## Výdech (*expirace*)

- děj pasivní
- nastává ochabnutím bránice a zevních mezižeburních svalů
- při silném volném výdechu mohou pomáhat břišní a vnitřní mezižeburní svaly



Obr. 46 Ventilační pohyby. A Vdech. B Výdech. Zvětšením hrudní dutiny činností vdechových svalů (bránice a mezižeburních svalů) se uvnitř plic snižuje tlak a vzduch

proudí do plic. Po uvolnění svalů a návratem hrudní dutiny k původnímu menšímu objemu tlak uvnitř plic stoupá a vzduch se vytlačuje z plic

Pozn.: Převládá-li při dýchání činnost žebér, mluvíme o žeburním dýchání (dýchání hrudníkem), převládá-li činnost bránice, mluvíme o dýchání bráničním nebo-li břišním, které by mělo převažovat. Toto dýchání je typičtější pro muže.

## Stavba dýchací soustavy

Dýchací soustava je tvořena dýchacími cestami a vlastním dýchacím orgánem – plicemi.

1. **Horní cesty dýchací** – dutina nosní, nosohltan
2. **Dolní cesty dýchací** – hrtan, průdušnice, průdušky, průdušinky

**Nosní dutina**  
Lepkává sliznice vystýlá nosní dutinu a zachycuje prachové částice. Její povrchové vlásky, zvané cílie, jimi pohybují směrem ven z nosu, aby byly vykýchnuty. Podobná sliznice vystýlá hrtan a tracheu. Pohybuje částicemi směrem k ústní části hrtanu, aby mohly být spolknuty.

**Nosní vlásky**  
Vlásky ve vstupu do nosu zachycují velké inhalované částice.

**Paranasální dutiny**

Vzduchové prostory uvnitř lebky ji dělají lehčí. Zvuková ozvěna v těchto prostorech vytváří vokální (hlasovou) rezonanci.

**Mozkový kmen**

**Nosobltn**

**Ústní část bltanu**

**Hrtanová část bltanu**

**Pharynx (bltan)**

Hltan má tři části. Horní částí prochází pouze vzduch; dolní částí prochází také potrava a tekutiny.

**Epiglottis**

Tato chrupavčitá chlopně zabraňuje vniknutí potravy do průdušnice.

**Larynx (brtan)**

**Trachea (průdušnice)**

**Oesophagus (jícen)**

**Plicní cévy**  
Neokysličená krev proudí ze srdce do plic v plicních tepnách (modře). Nově okysličená krev teče zpátky do srdce v plicních žilách (červeně).

**Pravá plice**

**Srdce**

**Bronchy (průdušky)**  
Dva primární bronchy (průdušky), jeden na každé straně, se progresivně větví na menší dýchací cesty.

**Pleura**  
Vak složený ze dvou tenkých blanitých vrstev – poplicnice a pohrudnice – uzavírá obě plice. Tekutina sekretovaná jednou z těchto plicních membrán umožňuje při dýchání snadno klouzat jedné po druhé.

**Diaphragma (bránice)**  
Bránice je hlavní dýchací sval. Ve tvaru kupole odděluje hrudní dutinu od břišní dutiny.

**Svaly připojené k bránici**

**Žebra**

**Mezižební svaly**  
Tyto svaly se rozpínají při vdechnutí; stahují se při vydechnutí.

**Levá plice**  
Aby byl větší prostor pro srdce, má levá plice pouze dva laloky. Pravá plice má laloky tři.



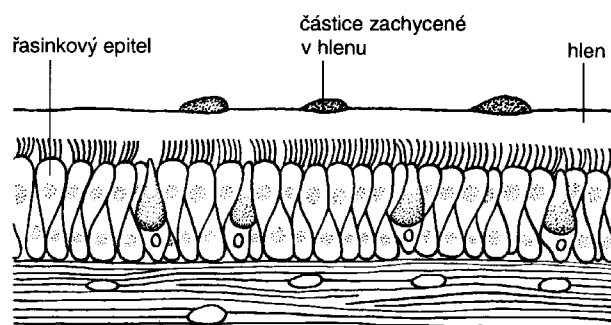
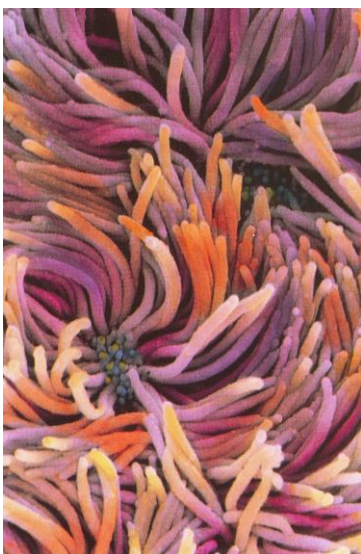
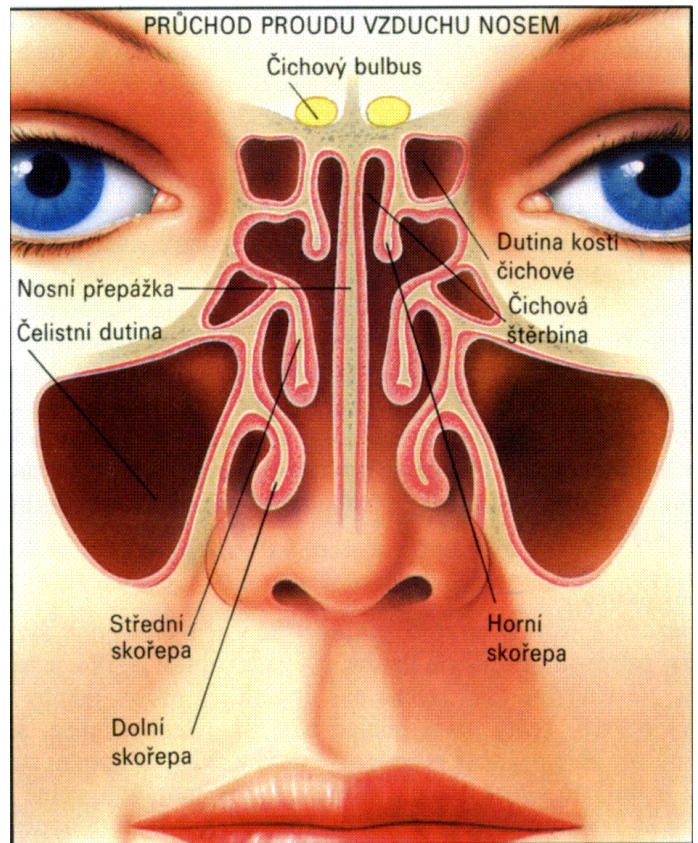
## 1. Dutina nosní

- začíná nosními dírkami
- v zadní části přechází do horní části hltanu, jež se nazývá **nosohltn** (*nasopharynx*)
- spodinu tvoří tvrdé patro, strop kost čichová
- **nosní přepážkou** je rozdělena na dvě poloviny – *pravý a levý průduch nosní*
- na bočních stěnách průduchů se nachází **skořepy nosní** – horní, střední a dolní, tvořené tenkou stočenou kostí pokrytou sliznicí
- horní dvě skořepy jsou výběžky čichové kosti, dolní skořepa je samostatná kost, která se připojuje k horní čelisti
- nosní skořepy dělí každou polovinu nosní dutiny na 3 průduchy: horní, střední a dolní

Pozn.: Při klidovém dýchání většina vdechovaného vzduchu prochází středním a dolním průduchem nosním

- nosní dutina je vystlána sliznicí protkanou cévami a krytou řasinkovým epitelem

- **řasinky** (cilie) svým pohybem posouvají po nosní sliznici neustále tenkou vrstvičku hlenu, kde se zachycují prachové částice, bakterie apod.



**Řasinkový epitel dýchacích cest** posouvuje hlen směrem od plic, a tím odstraňuje v hlenu obsažené škodlivé částice směrem od plic

- vzduch se na prokrvené nosní sliznici přehřívá, zvlhčuje a zbavuje se prachu
- v horní třetině dutiny nosní se nachází čichový epitel
- nosní dutina tvoří výklenky do sousedních kostí – kosti čelní, klínové, čichové, horní čelisti – největší
- tyto výklenky označujeme jako **vedlejší dutiny nosní** (paranasální) a jsou rovněž vystlány sliznicí
- v zadní části dutiny nosní jsou dva otvory tzv. **choány**, kterými vstupuje vzduch do nosohltnu.

Pozn.: Vedlejší nosní dutiny jsou vyplněny vzduchem a odlehčují tak kostru hlavy. U novorozence nejsou vytvořeny. Mají větší kapacitu než dutina nosní.

## 2. Hltan (pharynx)

- je společnou částí dýchací a trávicí soustavy
- je to oblast v zadní části úst a jeho malá část sestupuje dolů do krku
- má 3 oddíly:

### 1. Nosohltn (nasopharynx)

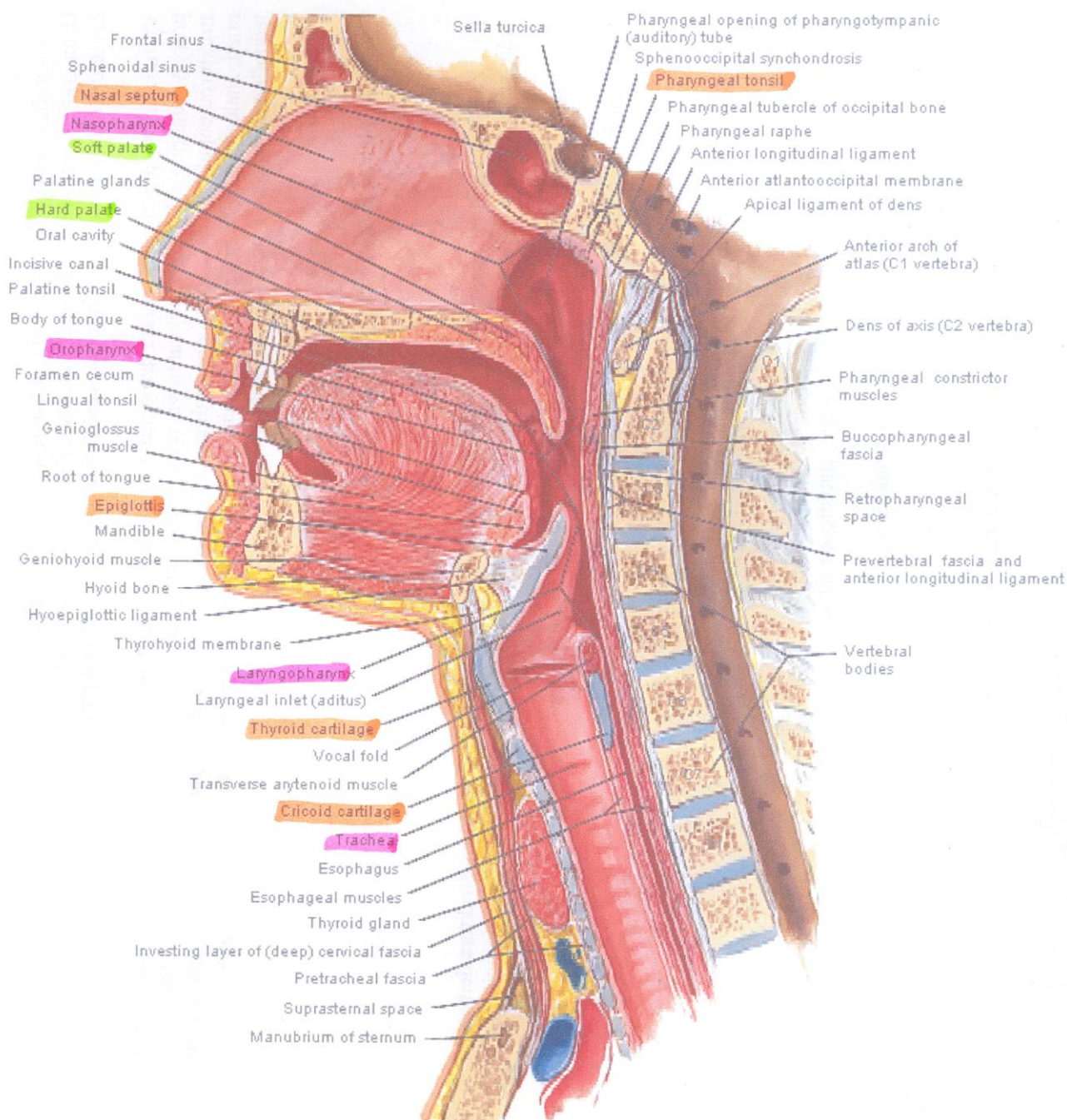
- ústí do něj choány a vývody *Eustachovy trubice*, která spojuje nosohltn se středním uchem
- na stropě nosohltnu jsou *nosohltnové mandle* (nosní mandle)

### 2. Ústní část hltanu (oropharynx)

- zde se kříží cesty dýchací a polykací
- jsou zde *krční mandle* (tonzily) tvořené lymfatickou tkání

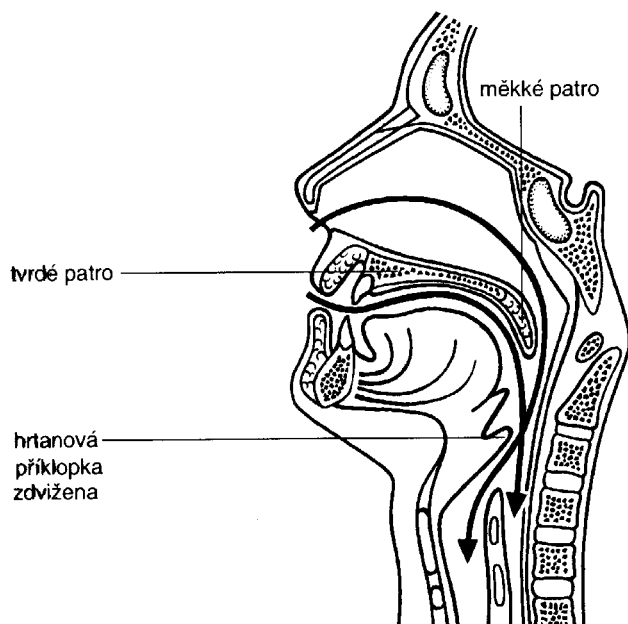
### 3. Hrtanová část (laryngofarynx)

- nachází se zde *příklopka hrtanová* (epiglottis), která se při polykání sklání a brání vniknutí polykaného sousta do hrtanu

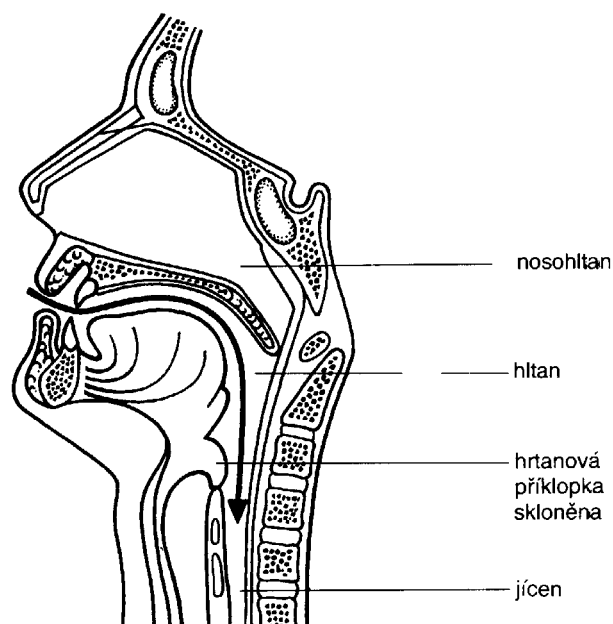




### A Dýchání



### B Polykání

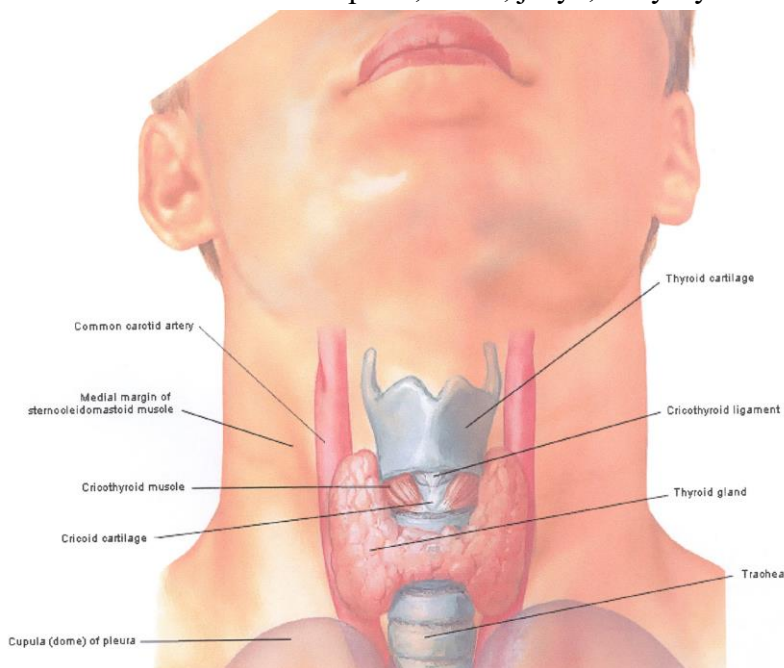


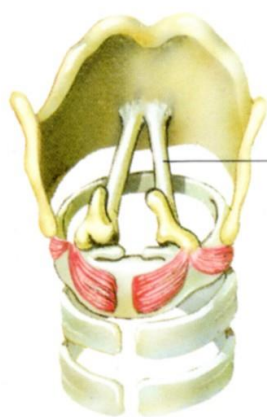
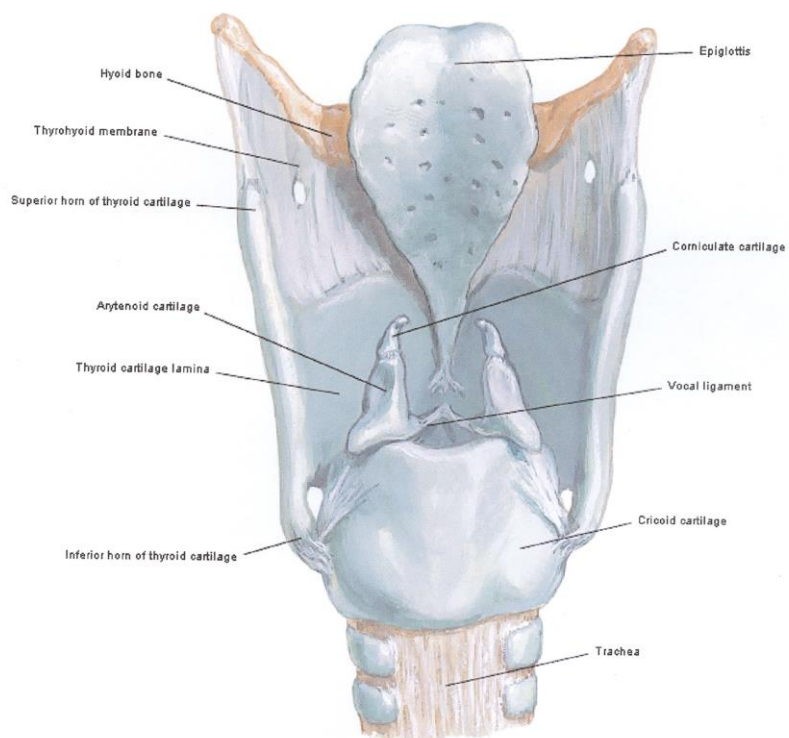
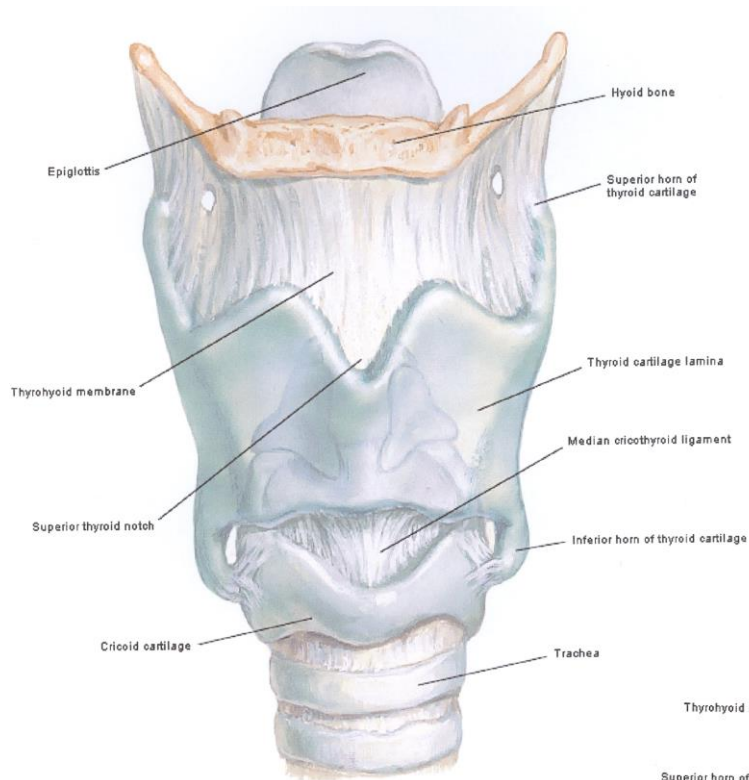
Obr. 44 Křížení dýchacích a trávicích cest. A Při dýchání je měkké patro volně svěšené dolů, hrtanová příklopka zdvižena.

B Při polykání je měkké patro zdviženo směrem k nosohltanu a hrtanová příklopka zakrývá vchod do hrtanu

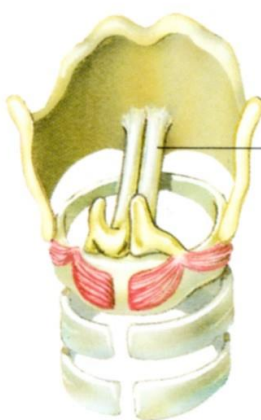
### 3. Hrtan (larynx)

- je vystlán sliznicí a zavěšen vazivovou blanou na jazylce
- je tvořen chrupavkami navzájem spojenými jemným vazivem
- největší chrupavkou je *chrupavka štítná* – u mužů zřetelná na první pohled – tzv. ohryzek nebo Adamovo jablko
- pod štítnou chrupavkou je *chrupavka prstencová*, na jejíž zadní stranu nasedají dvě *chrupavky hlasivkové*
- mezi chrupavkou štítnou a chrupavkami hlasivkovými jsou napjaty dva páry *hlasivkových vazů*, tvořících hlasivkovou štěrbinu
- vzduch v hrtanu prochází při výdechu mezi hlasivkovými vazy, rozechvívá je a tím vzniká tón
- na tvorbě řeči se podílí tzv. *mluvidla* – měkké patro, dásně, jazyk, zuby, rty





Otevřené  
hlasové  
vazy



Zavřené  
hlasové  
vazy

Hlasové vazy (hlasivky), které jsou normálně otevřené, jsou při mluvě uzavřeny pomocí svalstva hrtanu. Tyto vazy jsou proudem vzduchu rozechvívány a tím vytvářejí žádané zvuky a tóny.

Pozn.: U mužů jsou hlasivkové vazy delší, proto je i mužský hlas hrubší. Barva hlasu závisí na tvaru a velikosti dutiny hrtanové a vedlejších nosních dutin



#### Průdušnicový epitel

Řasinky, vyčníhající z epitelálních buněk průdušnice, jsou znázorněny zeleně. Mezi nimi jsou žlutě znázorněny pohárkovité buňky s vlastními mikrovly.

#### 4. Průdušnice (trachea)

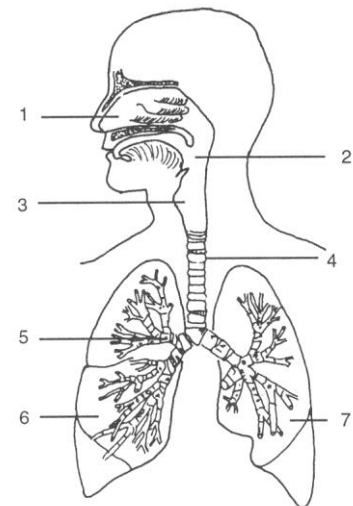
- je připojena vazivem na dolní okraj chrupavky prstencové
- je dlouhá 10-12 cm, složená ze 16-20 chrupavek spojených vazivem
- je vystlána sliznicí s řasinkovým epitelem
- ve výši 4.-5. hrudního obratle se dělí na levou a pravou průdušku

#### 5. Průdušky (bronchi)

- jsou chrupavčité
- jejich sliznice je pokryta řasinkovým epitelem a obsahuje hlenové žlázy
- ve stěně průdušek je hladká svalovina, která umožňuje měnit průměr průdušky
- pravá průduška je spíše pokračováním průdušnice, levá průduška odbočuje více doleva, protože se vyhýbá srdci
- zanořují se do plic, kde se větví na průdušinky

#### 6. Průdušinky (bronchioly)

- mají průměr menší než 1 mm
- ve stěně průdušinek je hladká svalovina
- nejmenší průdušinky končí v plicních sklípcích



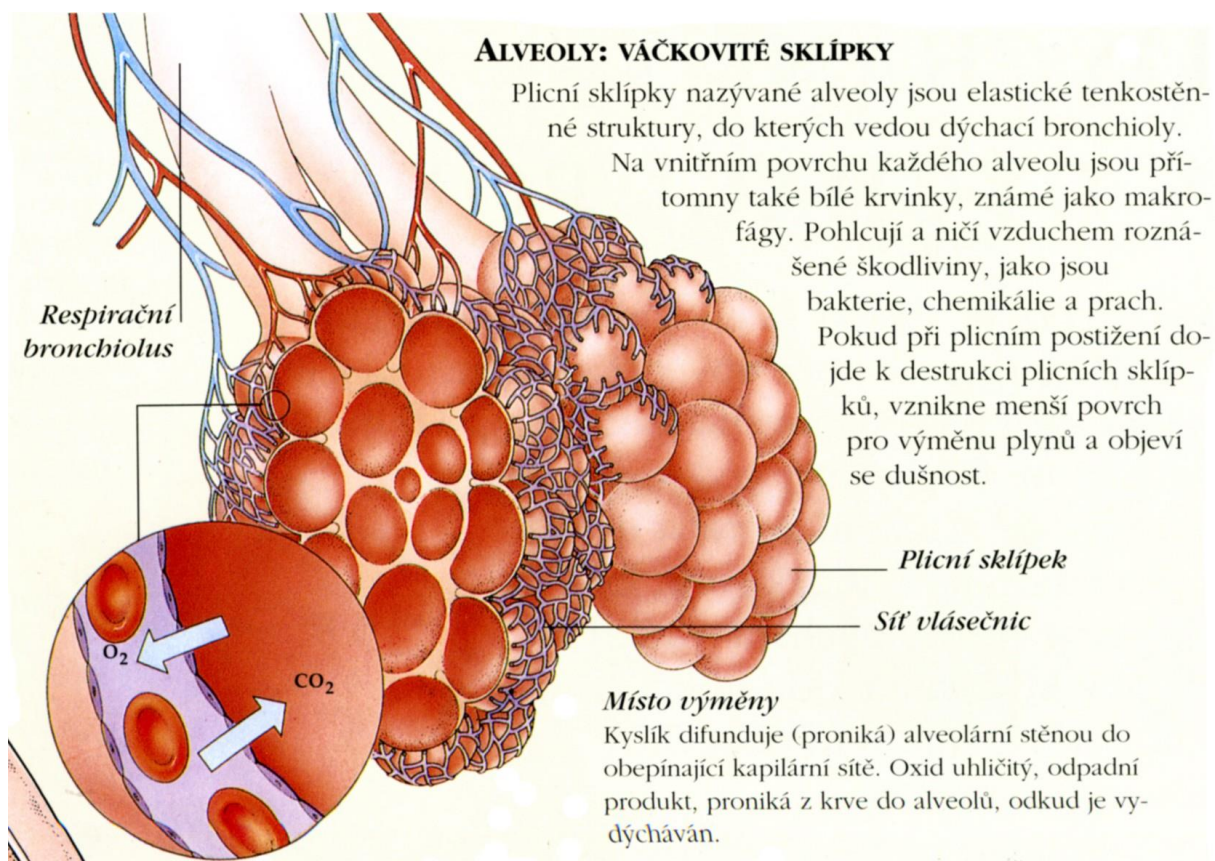
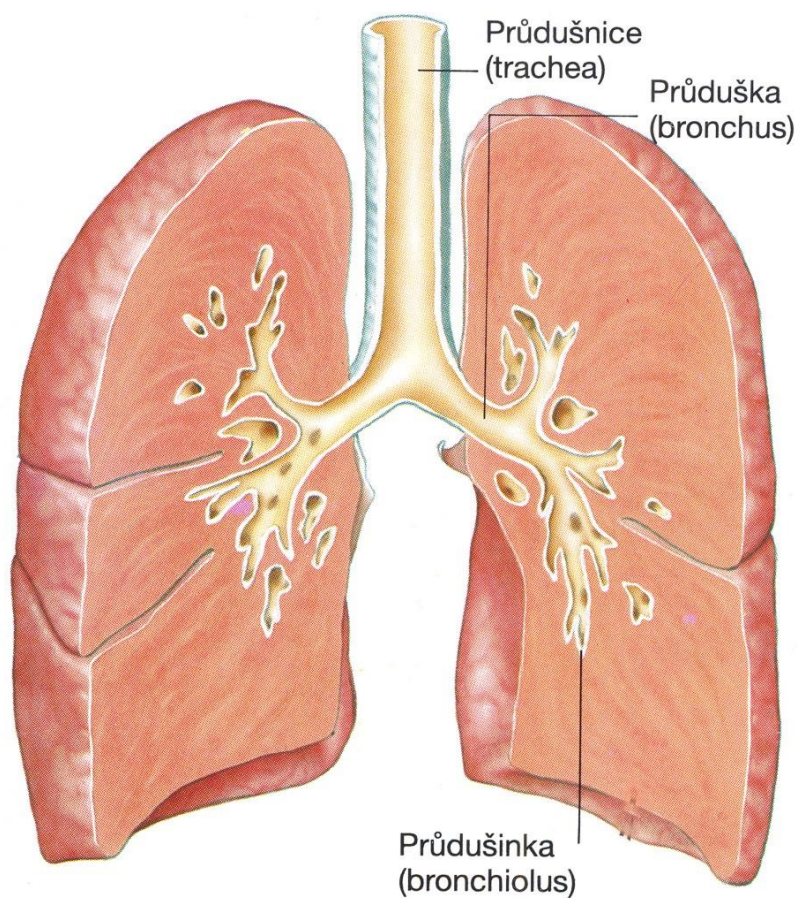
Dýchací cesty

1 – dutina nosní, 2 – hltan, 3 – hrtan, 4 – průdušnice, 5 – pravá průduška, 6 – pravá plic, 7 – levá plic

#### 7. Plíce (pulmo)

- kuželovitý párový orgán uložený v dutině hrudní
- pravá a levá plic jsou od sebe odděleny vazivovou *mezihrudní přepážkou*
- levá plic je menší, tvořena dvěma laloky – horním a dolním
- pravá plic je větší tvořená třemi laloky – horním, středním a dolním
- povrch plic kryje vazivová blána *poplicnice*, která přechází na vnitřní stranu hrudníku jako *pohrudnice*
- mezi poplicnicí a pohrudnicí je štěrbina tzv. *pohrudniční dutina* vyplněná vazkou tekutinou, umožňující klouzáni blan při dýchání
- v pohrudniční dutině je podtlak, který způsobuje, že pružné plíce ve kterých je atmosférický tlak (tzn., vyšší než v pohrudniční dutině) se nesmrští, ale zůstávají rozepjaté
- vlastním místem výměny plynů jsou stěny *plicních sklípků* (alveoly) opředené sítí krevních vlásečnic
- plicní sklípky obsahují tekutinu, ve které se rozpouští O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> a které pronikají přes stěnu alveolů do krve a zpět
- výměna plynů mezi vzduchem a krví probíhá *difúzí* přes alveolo-kapilární stěnu





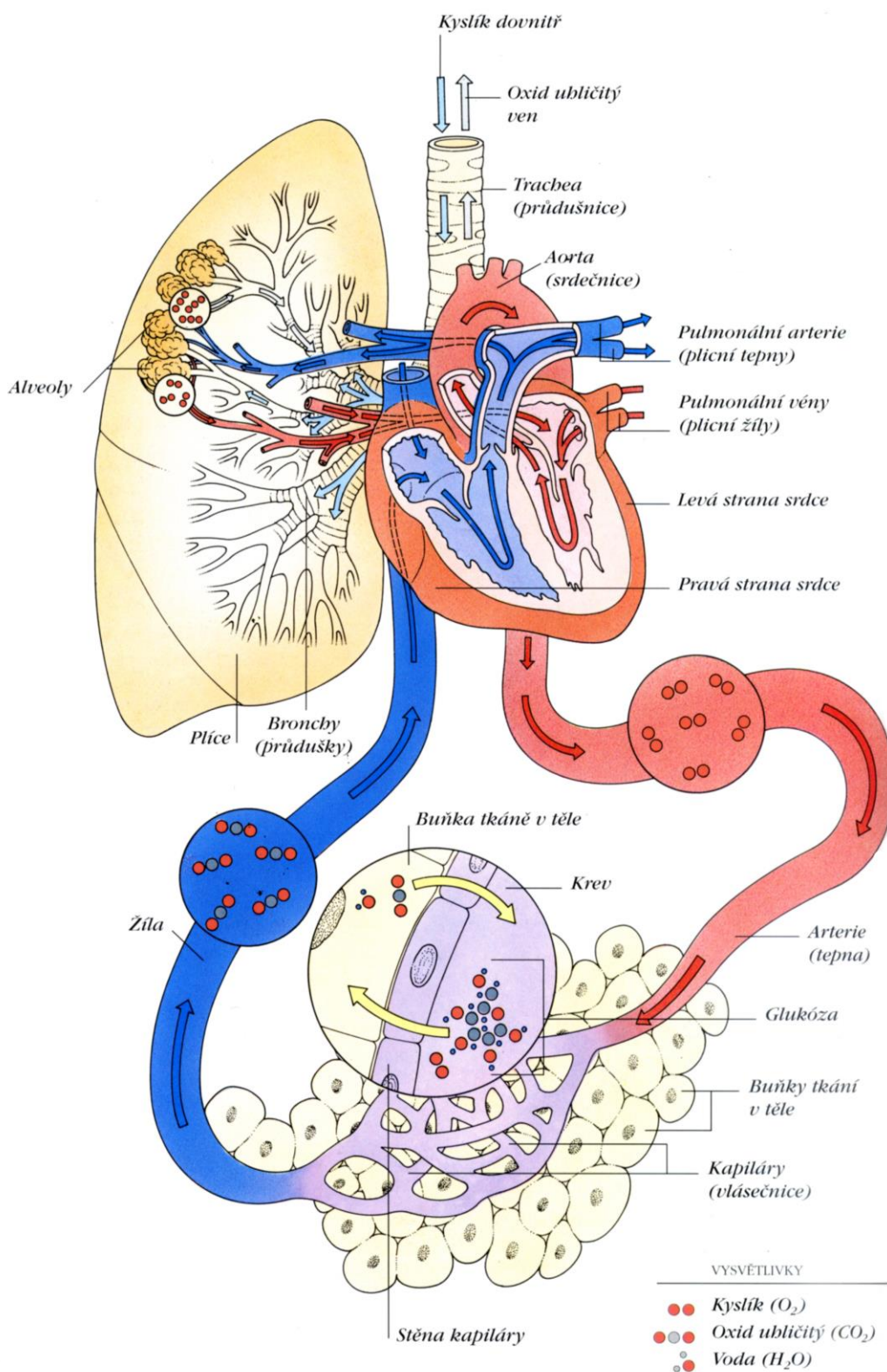


## Přenos kyslíku a oxidu uhličitého

Výměnu plynů mezi krví a tkáněmi nazýváme **dýchání vnitřní**.

### DÝCHÁNÍ VNITŘNÍ

Z plicních alveol přechází kyslík difúzí jejich stěnou do plicních kapilár a odtud je transportován krví do kapilár ve tkáních. Oxid uhličitý je přenášen opačným směrem. Silou, která určuje směr a rychlost difúze, je rozdíl tlaků kyslíku a oxidu uhličitého v plicních alveolách na jedné straně a v krvi v plicních kapilárách na straně druhé.



## Přenos kyslíku

Kyslík se přenáší:

- rozpuštěný v krevní plazmě – malé procento
- vázaný na hemoglobin v červených krvinkách - většina

*Hemoglobin* je červené krevní barvivo, které je schopno přenášet kyslík.

Hemoglobin má 2 složky:

- bílkovinu *globin* (96%)
- pigment *hem*, který obsahuje Fe (4%)

Schopnost hemoglobinu vázat kyslík závisí na Fe v hemu. 1 molekula hemoglobinu váže vždy 4 molekuly kyslíku (každá ze 4 hemových skupin 1 molekulu O<sub>2</sub>).

Hemoglobin, na který je navázán kyslík se nazývá *oxyhemoglobin*.

Pokud se na hemoglobin naváže CO, vzniká *karboxyhemoglobin*. CO se váže na hemoglobin velmi snadno a pevně a tím znemožňuje vazbu hemoglobinu s O<sub>2</sub>. Otrava CO může být smrtelně nebezpečná (již 0,1 % CO ve vzduchu je nebezpečné a během 30-60 min. způsobuje vážné poruchy).

Pozn. Přítomnost dusičnanů a dusitanů v potravě nebo v pitné vodě způsobuje vznik *methemoglobinu*, který není schopen přenášet O<sub>2</sub>. Na přítomnost dusičnanů jsou citliví obzvláště kojenci.

## Přenos oxidu uhličitého

Oxid uhličitý se přenáší:

- rozpuštěný v krevní plazmě (8%)
- přeměněný na HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (hydrogenuhličitanové ionty) (67%) – v plicích z něho opět vzniká CO<sub>2</sub>
- vázaný na hemoglobin (25%) – v plicích se CO<sub>2</sub> z hemoglobinu uvolňuje a hemoglobin je schopen opět vázat O<sub>2</sub>

## DÝCHÁNÍ VNĚJŠÍ (plicní ventilace)

Vnější dýcháním nazýváme výměnu vzduchu v plicích - výměna dýchacích plynů mezi krví a plícemi. K výměně dochází v plicních sklípcích.

Vdechovaný vzduch (atmosférický) se skládá z 21 % O<sub>2</sub> a 0,03% CO<sub>2</sub>.

Vydechovaný vzduch (alveolární) obsahuje 16% O<sub>2</sub> a 4% CO<sub>2</sub>.

Plicní ventilace závisí na:

- hloubce dýchání – na objemu vzduchu, který se jedním vdechem a výdechem vymění
- frekvenci dýchání – na počtu dechů za minutu

Množství vzduchu, které se vymění v plicích jedním vdechem a výdechem při klidném dýchání se nazývá **dechový (respirační) objem**. V klidu činí asi 500 ml. Frekvence dýchání v klidu činí asi 16 vdechů za minutu, takže průměrný dechový objem činí 8 l vzduchu.

Množství vzduchu, které vydechneme po hlubším vdechu usilovným výdechem se nazývá **vitální kapacita plic**. V průměru činí 4 l vzduchu. Její hodnota závisí na věku, pohlaví, trénovanosti a zdravotním stavu. Zvyšuje se fyzickým tréninkem. Měření vitální kapacity plic se provádí *spirometrem*.

Pozn.: Při dýchání se ovšem nevyužívá všechnen vzduch, který vstoupí do dýchací soustavy, ale část z něj zůstává v dýchacích cestách. Čím dýcháme povrchněji – mělce, tím je menší využití dechového objemu. Zvětšení dechového objemu zvyšuje účinnost dýchání



## Řízení dýchání

**Centrum dýchání** se nachází v prodloužené míše. Činnost dýchacího centra je závislá na obsahu oxidu uhličitého v krvi. V prodloužené míše jsou neurony citlivé na zvýšení obsahu CO<sub>2</sub>. Při zvýšení obsahu CO<sub>2</sub> a snížení O<sub>2</sub> se činnost dýchacího centra urychluje.

Činnost dýchacího centra ovlivňuje také aktivita vycházející z mozkové kůry při pocitu bolesti, emocích, při horečce. Mozková kůra také zprostředkovává tzv. **volní dýchání** – dýchací pohyby můžeme vůlí udržovat, ale také zadržovat. Při zadržovaném dechu se však v krvi nahromadí tolik CO<sub>2</sub>, že stimulační vliv na dýchací centrum převládne.

## Hypoxie

Stav nedostatku kyslíku ve tkáních se nazývá hypoxie. Jejím důsledkem je porucha vnitřního dýchání.

Člověka může ohrozit i snížení tlaku kyslíku ve vydechovaném vzduchu. Tak je tomu např. na horách nebo ve vyšších vrstvách atmosféry. Množství kyslíku ve vzduchu zůstává stejné, ale vzduch je řidší, tlak kyslíku nižší a jeho přijímání do krve je ztíženo.

Hypoxii může také způsobit pokles hemoglobinu v krvi (nedostatek červených krvinek, krvácení atd.), snížený průtok krve při selhávání srdce, šoku, infarktu. Také různé toxické látky (kyanidy) znemožňují využití kyslíku ve tkáních.

## Pneumotorax

Pokud dojde k poranění pohrudniční štěrbiny zvenčí, vnikne do ní vzduch a plíce se smrští. Nastává pneumotorax.

## Obranné reflexy dýchací

Ve sliznici dýchacích cest jsou nervová zakončení, která jsou drážděna pevnými částicemi, které sem pronikly při vdechu, nadměrným množstvím hlenu, dráždivými a čpavými látkami. Podráždění nosní sliznice vyvolává **kýchání**. Podráždění sliznice hrtanu, průdušnice a průdušek vede ke **kašli**.

