

Dýchání a plicní objemy

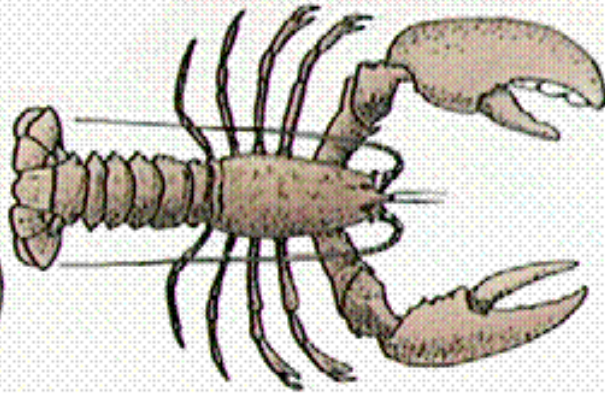
Bi3031 Demonstrační úlohy z fyziologie živočichů

Vývoj dýchacích orgánů

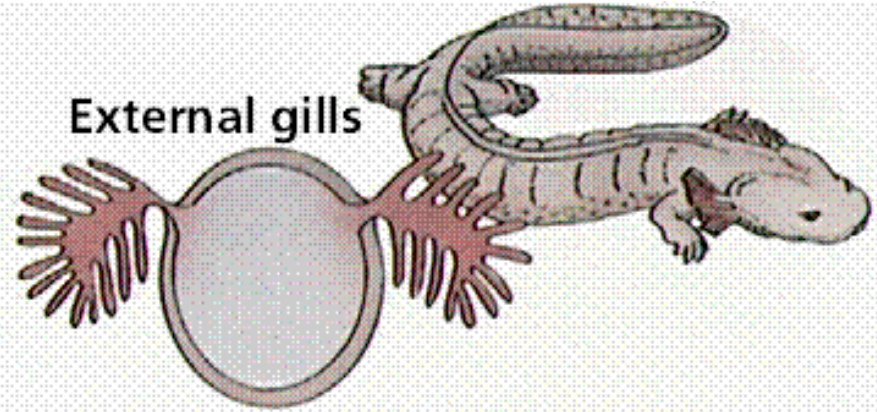
- vznik z ektodermu
- **epidermální dýchání** – příjem kyslíku celým povrchem těla (vodní bezobratlí, ploštěnci)
- **kožní dýchání** – výměna plynů přes kůži (vodní obratlovci, kroužkovci, obojživelníci)
- suchozemští živočichové dýchají úzkými vnějšími otvory, aby zabránili ztrátám vody
- **vzdušnice** (tracheje) – dýchání bez účasti oběhové soustavy (hmyz)
- **žábra** (*branchiae*) – povrch obrácen ven a tvoří záhyby, difúze ve vodě je pomalejší než ve vzduchu (mořští kroužkovci, koryši, mlži, členovci, paryby, ryby, pulci obojživelníků)
- **plicní vaky** – zanoření žaber pod povrch těla (pavoukovci, suchozemští plži, někteří klepítkatci, dvojdyšné ryby a ptáci jako pomocné orgány)
- **plice** – povrch určený k dýchání obrácen dovnitř a tvoří dutinu (suchozemští obratlovci)

Vývoj dýchacích orgánů

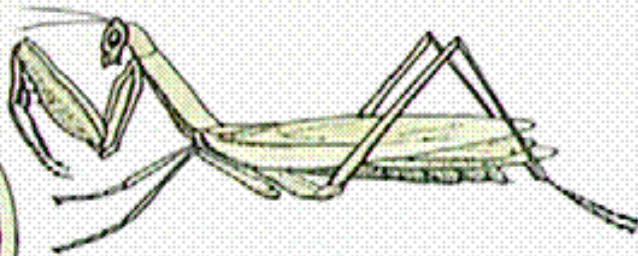
Internal gills



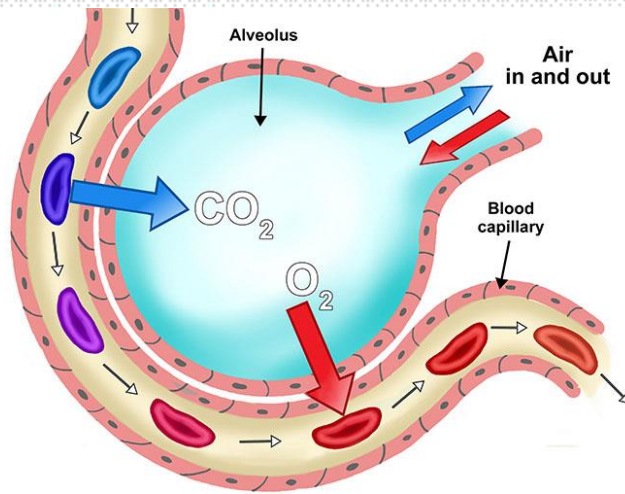
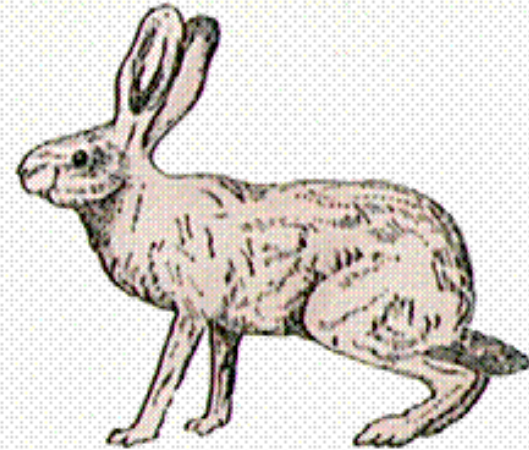
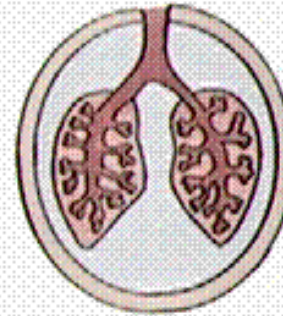
External gills



Tracheae

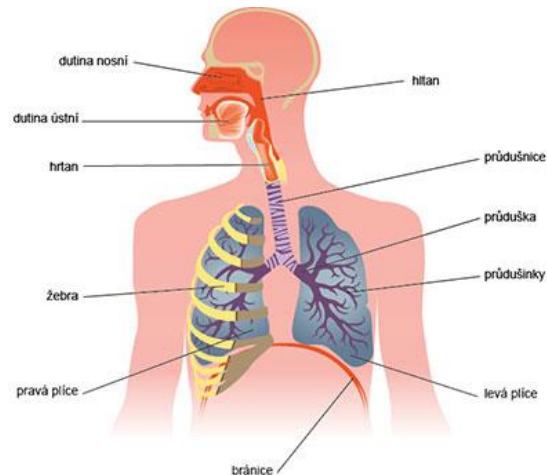


Lungs



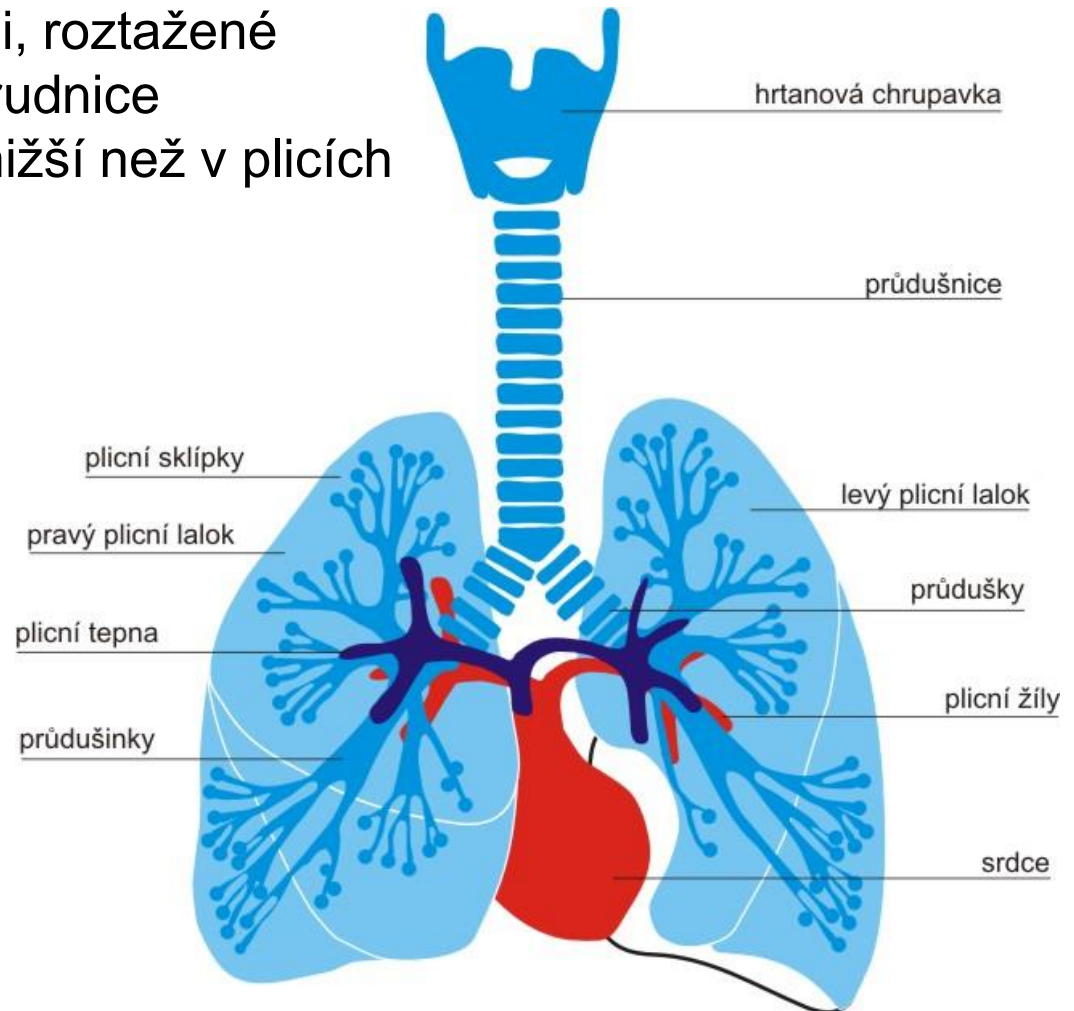
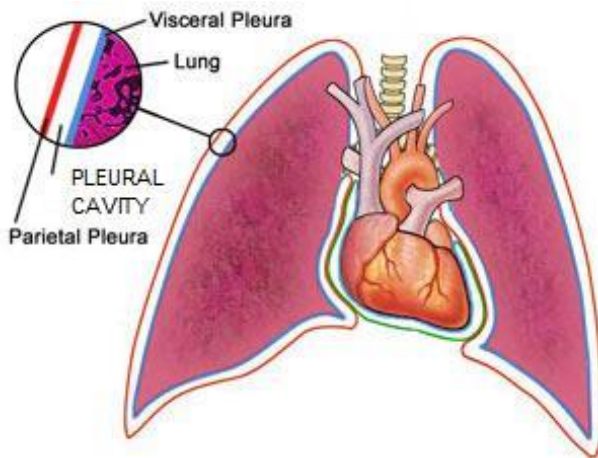
Dýchací soustava člověka

- výměna dýchacích plynů, uplatnění při řeči, metabolická funkce (přeměna angiotenzinu I na angiotenzin II, odstraňování látek s krevního oběhu)
- **horní cesty dýchací:** ústní dutina, dutina nosní, vedlejší nosní dutiny, nosohltan, nosní sliznice (čistící, zvlhčující a oteplovací funkce)
- **dolní cesty dýchací:** hrtan > průdušnice (trachea) > dvě průdušky vstupující do plic > průdušinky > alveoly vystlané tenkým respiračním epitelem
- sklípky jsou opředeny sítí krevních vlásečnic z oblasti tepny plicní
- vnitřní povrch sklípků pokrývá vrstva tekutiny s lipidy a proteiny (**surfaktant**) usnadňující dýchání, udržování povrchového napětí
- **plice** jsou párovým orgánem (levá menší kvůli srdci)
- čištění vdechovaného vzduchu – prachové částice jsou zachycovány na hleny nosohltanové dutiny, v trachei a bronších. Cizí částice jsou fagocytovány makrofágy a/nebo s hlenem zpětně transportovány řasinkovým epitelem bronchů zpět do trachey.



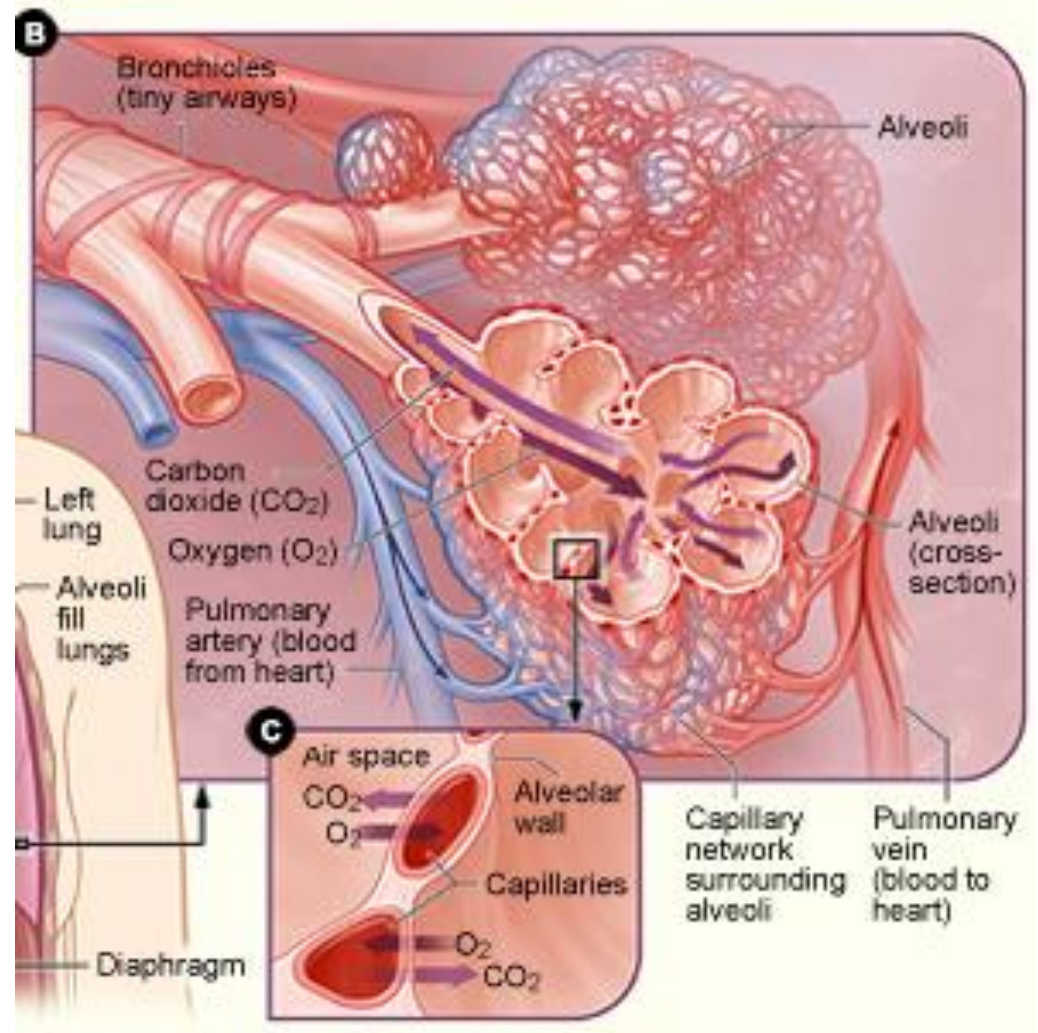
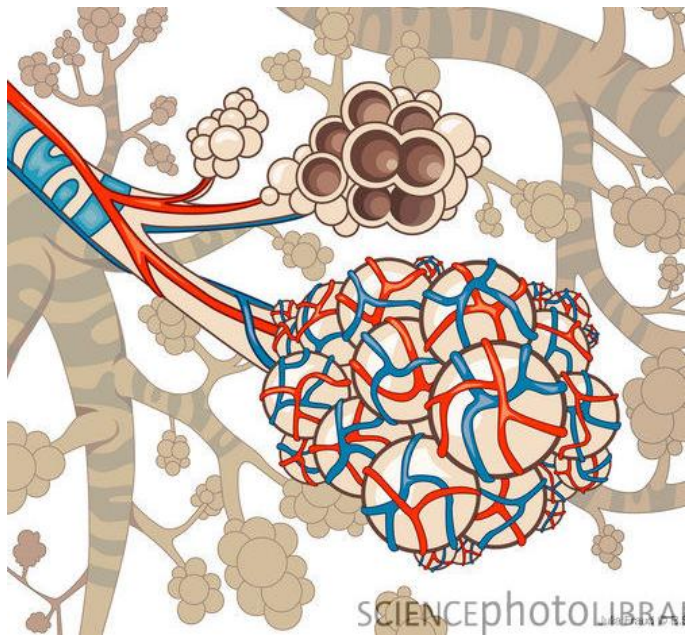
Dýchací soustava

- přívod vzduchu do plic a výměna CO_2/O_2 mezi krví a tkáněmi
- dýchání vnější (výměna plynů mezi organismem a vnějším prostředím) a vnitřní (oxidace živin, aerobní respirace v mitochondriích)
- plíce – volně v hrudním koši, roztažené pod tlakem, poplicnice/pohrudnice
- tlak v intrapleurální dutině nižší než v plicích
- pneumotorax



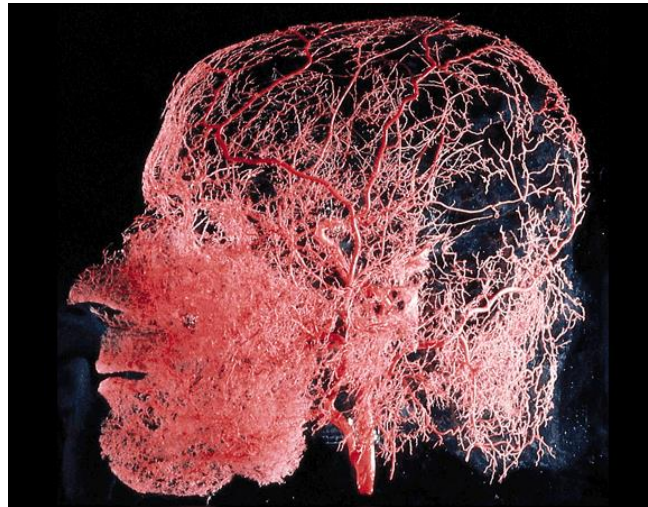
Dýchací soustava

- alveokapilární stěna (1 mm) - difúze
- plocha sklípků 90 m²
- proteiny schopné vázat plyny (červený hemoglobin, modrý hemocyanin)



Dýchací soustava

- dýchací plyny: 21 % O₂; 78 % N; 1 % Ar; 0,03 % CO₂
- hypoxie nastává již 1 cm od cévy, maximální rozestup mezi cévami

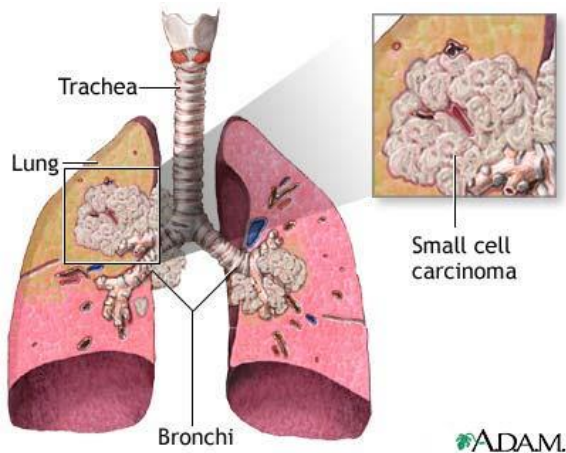


Inervace:

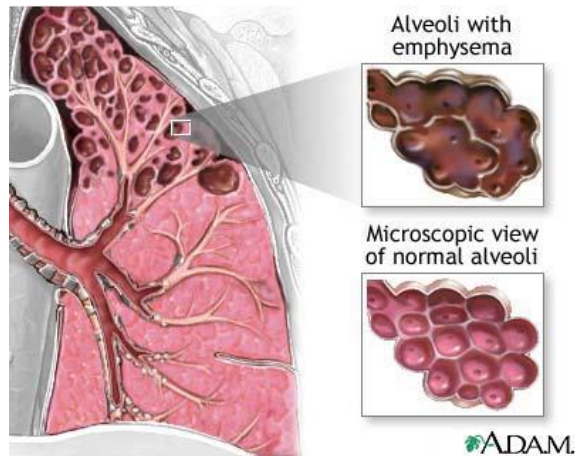
- řídicí centrum: **prodloužená mícha** (nádech/výdech)
- při mluvení, kašláním apod. se uplatňují také vyšší mozková centra
- chemoreceptory - informace o pH krve (krční tepna, aortální tělíska)
- baroreceptory - roztažení plic (↑ tlak aktivuje výdech)
- proprioreceptory - svaly a šlachy (práce zintenzivňuje dýchání)
- termoreceptory (teplo zintenzivňuje dýchání)

Onemocnění dýchací soustavy

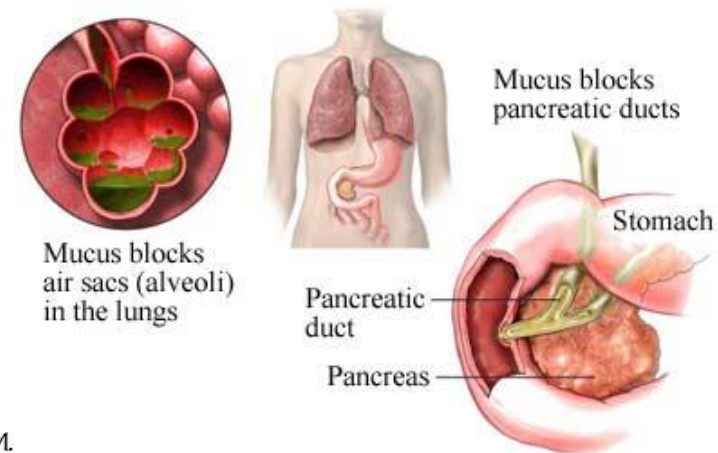
rakovina plic



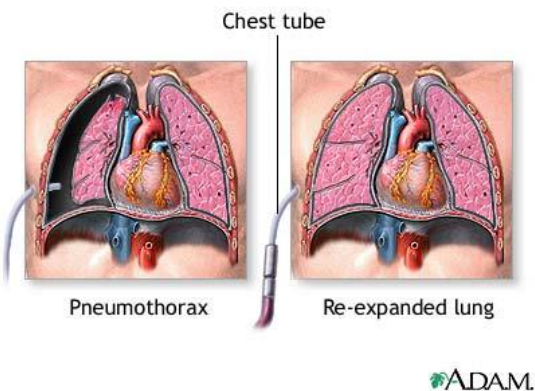
rozedma plic



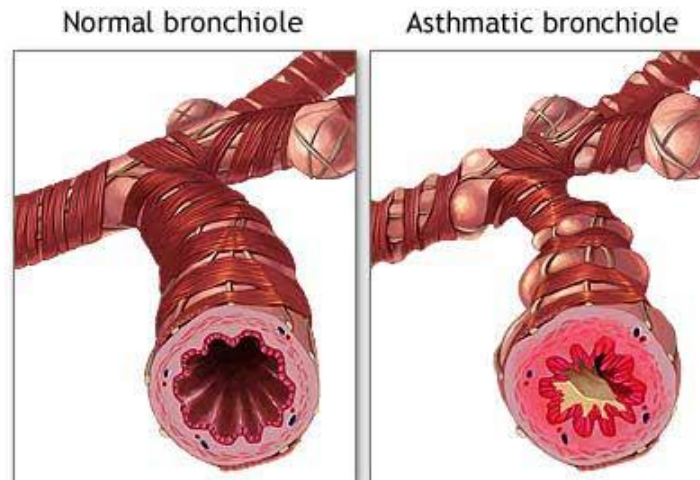
cystická fibróza



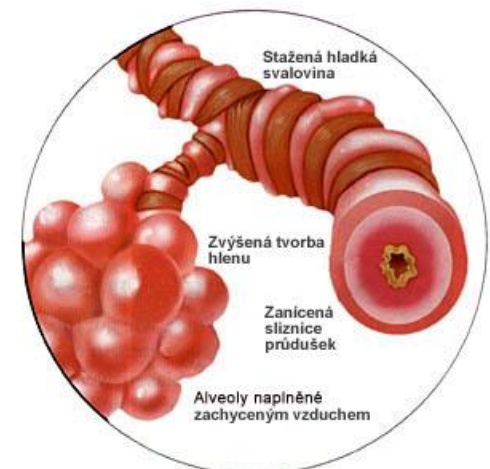
pneumotorax



astma



CHOPN



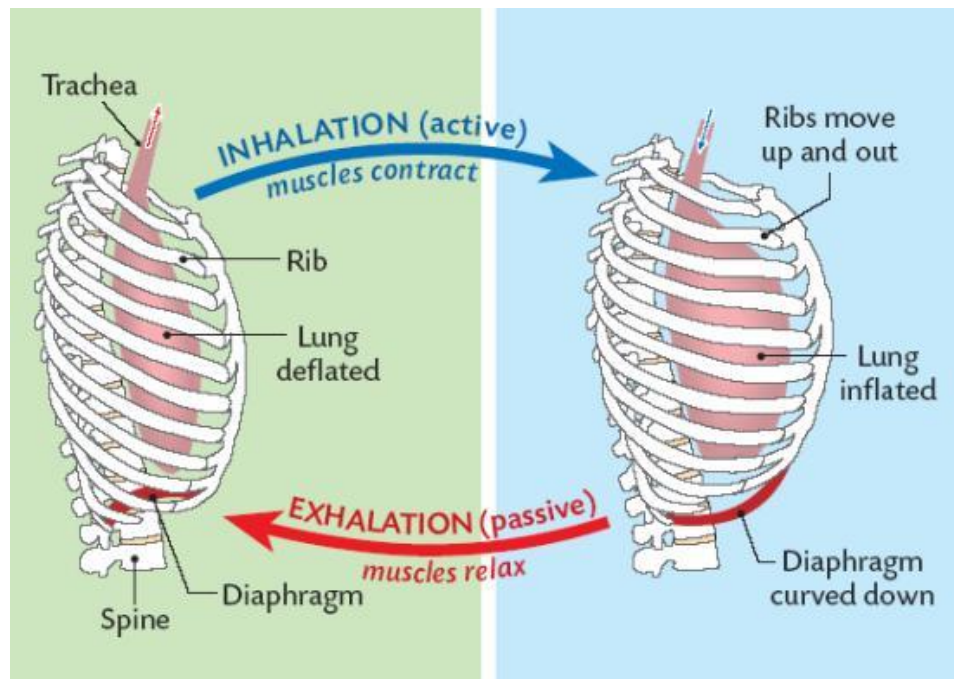
Ventilace

Inspirium

- aktivní děj
- mezižeberní svaly, bránice, zdvihač hlavy

Exspirium

- pasivní děj
- násilné dýchání (pomocné dýchací svaly, aktivní stlačení hrudníku)



- dechová frekvence: muži 16 vdechů/min, ženy 18 vdechů/min, děti 26 vdechů/min, novorozenci 44 vdechů/min, kůň 8-16 vdechů/min, myš až 200 vdechů/min
- dýchání thorakální (ženy) vs. abdominální (muži)

Typy dýchání

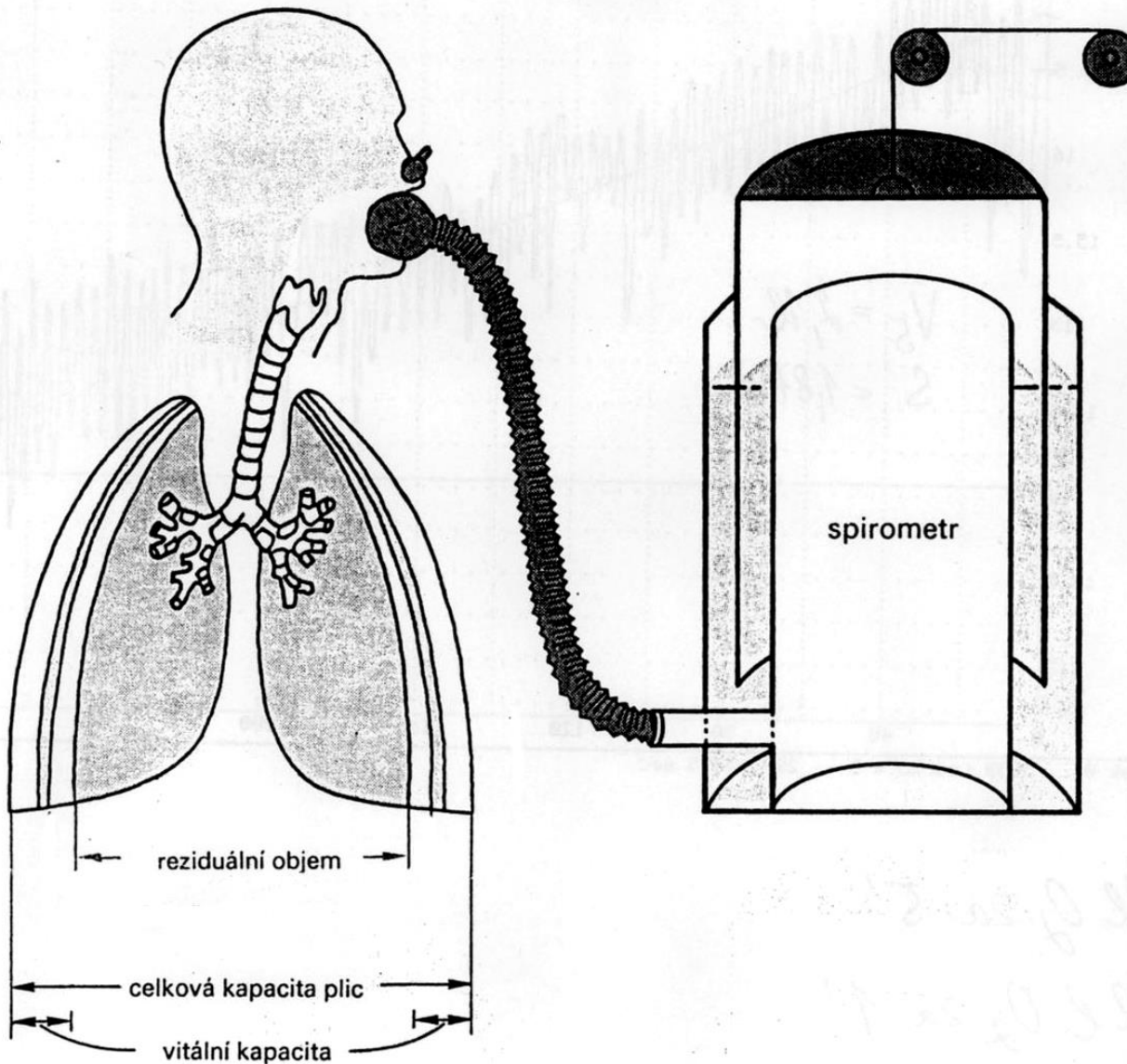
- eupnoe (normální dýchání)
- apnoe (dočasná zástava dechu volným úsilím nebo např. spánková apnoe)
- dyspnoe (dušnost, dýchavičnost - subjektivní pocit krátkého dechu)

- hyperpnoe (prohloubené dýchání, zvýšená VKP – sportovci)
- hypopnoe (mělké dýchání, snížená VKP – poškození plic)

Dynamika dýchání:

- polypnoe (zvýšená frekvence vdechů)
- oligopnoe (snížená frekvence vdechů)

Kroghův/Hutchinsonův spirometr

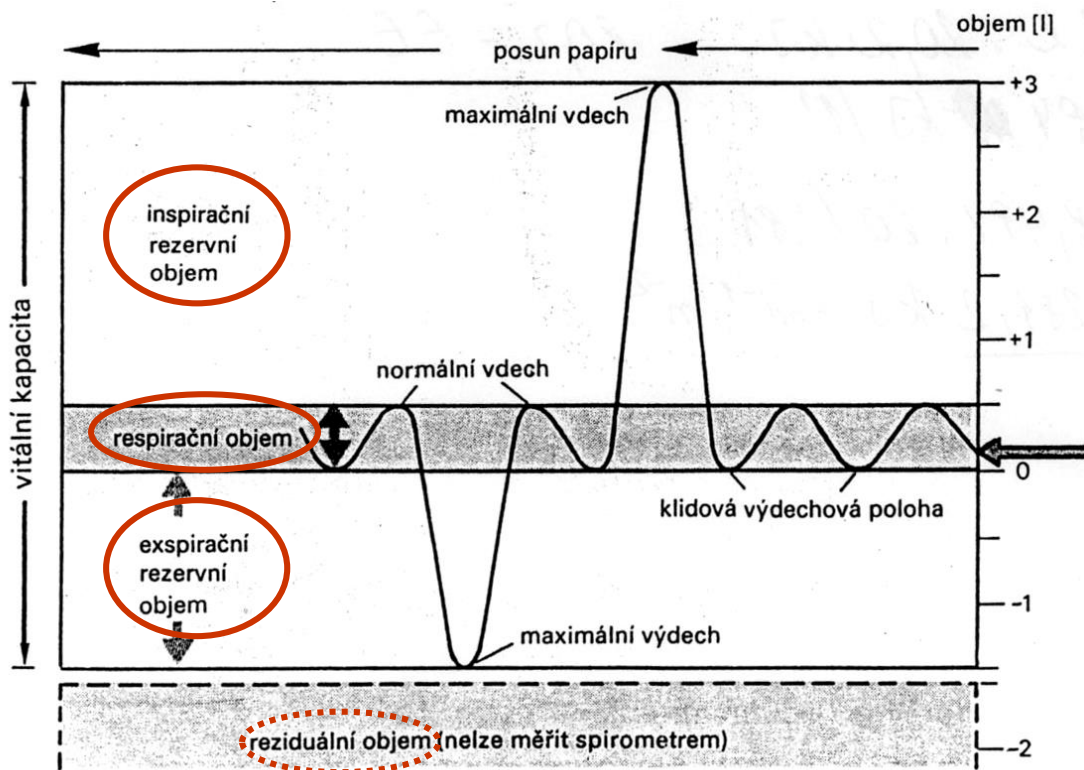


John Hutchinson
(1811-1861)



August Krogh
(1874-1949)

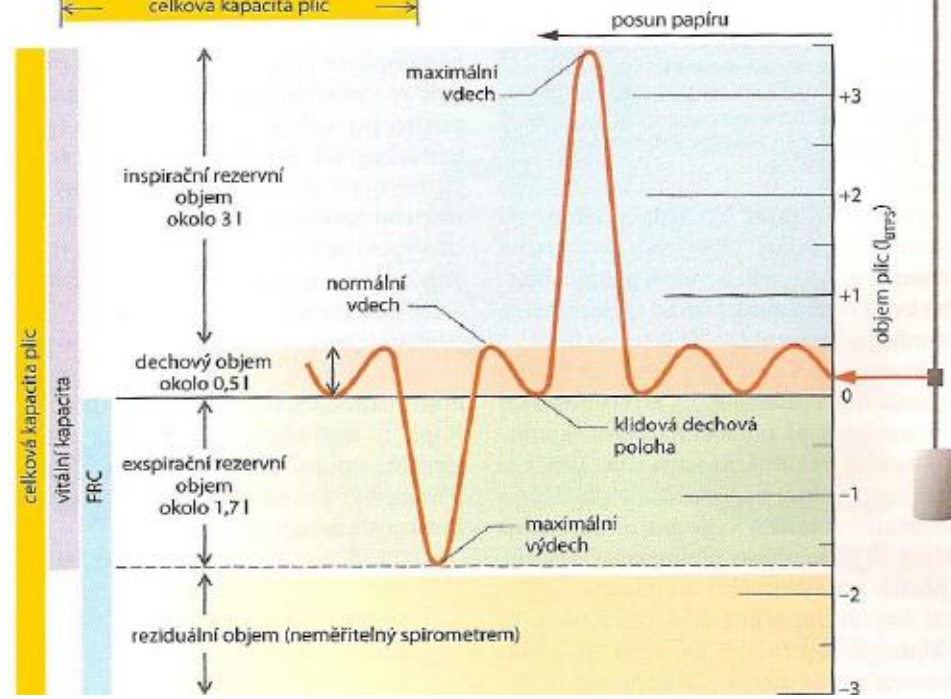
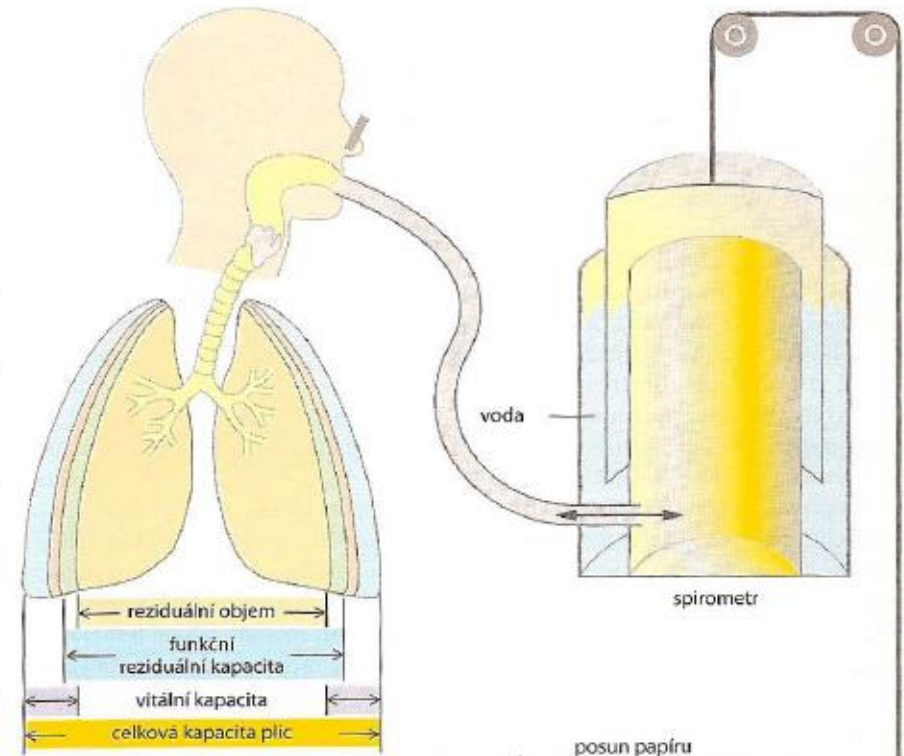
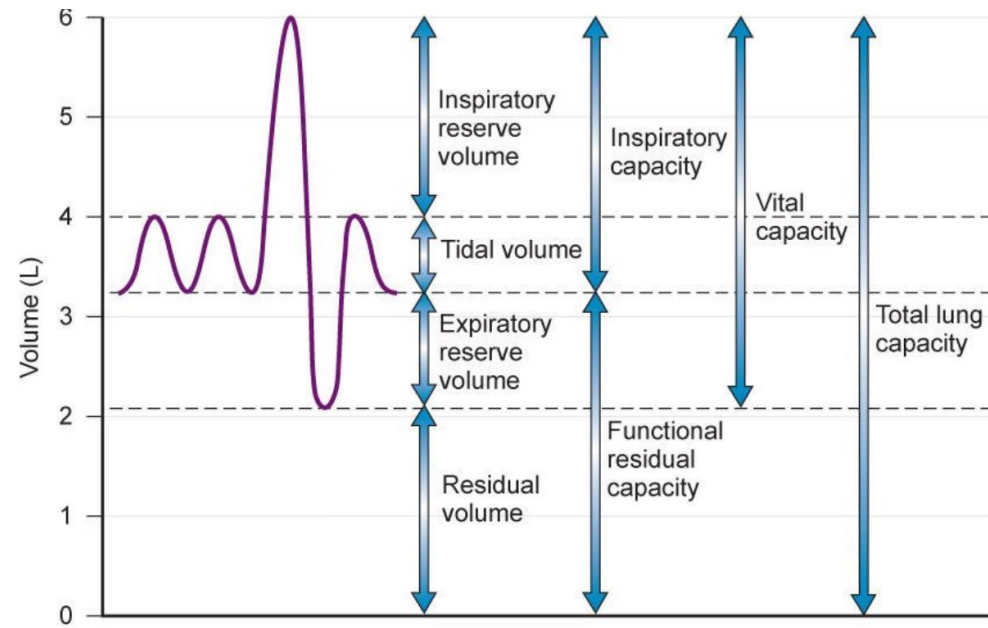
Vitální kapacita plic - statické plicní objemy



Inspirační rezervní objem	2500 ml	
Respirační objem	500 ml	VKP
Exspirační rezervní objem	1000 ml	
Reziduální objem (Kolapsový + minimální)	800-1700 ml	

VKP je ovlivněna:

- věkem
- pohlavím
- povrchem těla
- trénovaností
- jinými fyz. i pat. stavy



Praktická úloha: vitální kapacita plic

- změříme celkovou vitální kapacitu (VKP) - maximální výdech po maximálním nádechu
- Hutchinsonův spirometr
- přepočítání na plochu těla = $VKP (l) / S (m^2)$
S z nomogramu

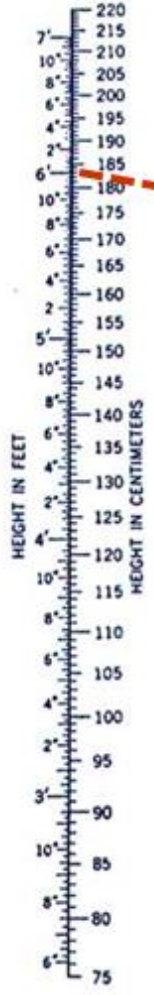
Srovnání s náležitými hodnotami (dle pohlaví věku a tělesných rozměrů):

- online kalkulačky
- norma **ženy 2 l/m²** **muži 2,5 l/m²**
- teoretická VKP (interval VKP pro normální evropskou populaci)

♀ **Ženy:** $5,2 \times \text{výška (m)} - 0,018 \times \text{věk} - 4,36$ (+/- 0,42)

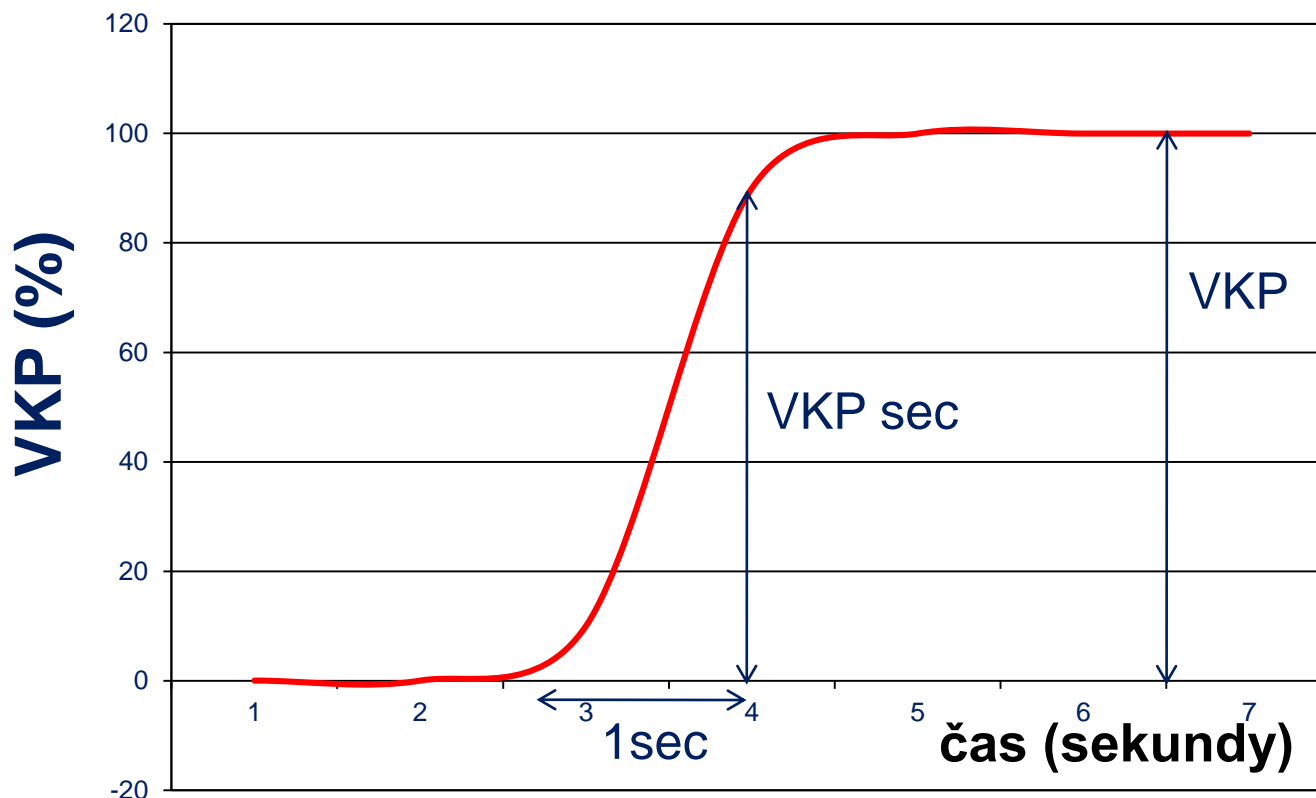
♂ **Muži:** $5,2 \times \text{výška (m)} - 0,022 \times \text{věk} - 3,6$ (+/- 0,58)

- srovnajte naměřenou VKP s normou a teoreticky určenou VKP



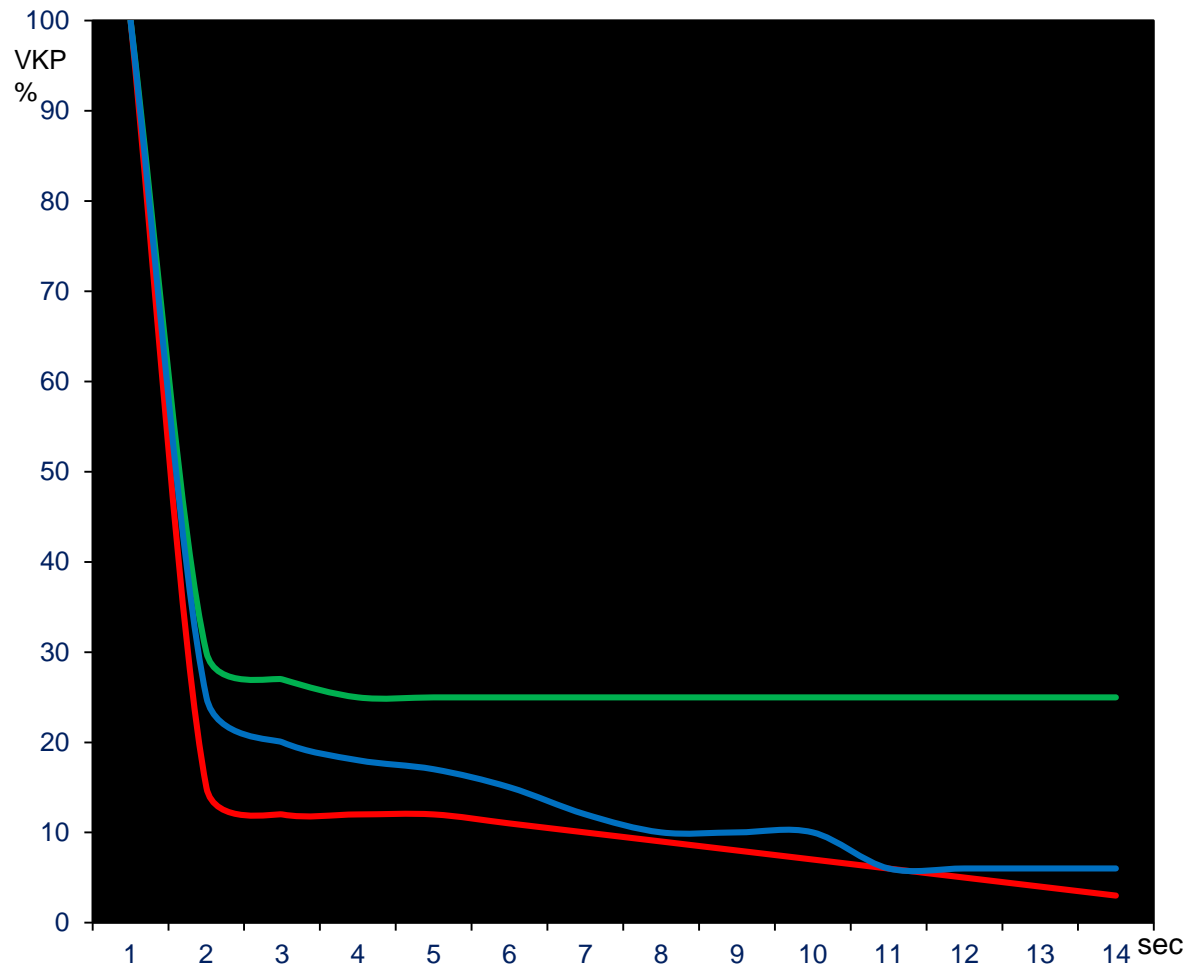
Praktická úloha: sekundová VKP

- objem vydechnutý maximálním úsilím za 1 s (VKP_{sec} , FEV1)
- relativní sekundová kapacita (VKP_{sec}/VKP), norma > 80-85 %
- **restrikční onemocnění** – zmenšení plicního objemu, tedy celkové VKP (75 % teoretické VKP)
- **obstrukční onemocnění** – pozvolné pomalé uvolňování vzduchu při zachování normální VKP (**dynamické plicní objemy** – závisí na čase)



Onemocnění testovaná pomocí spirometrie

- norma
- fibróza, jizvy, deformity (restrikční)
- produkce hlenu, zánět, bronchokonstrikce, astma (obstrukční)



Praktická úloha: Stangeho zkouška

- funkční test dýchací soustavy – test délky zadržetí dechu před zátěží, těsně po zátěži a během zotavení
- doba, po kterou je člověk schopen zadržet dech po předchozím maximálním nádechu (**inspirační apnoická pauza**) nebo po předchozím maximálním výdechu (**exspirační apnoická pauza**).
- **inspirační apnoická pauza** - u netréovaných mužů 50 - 60 s, u žen 40 - 50 s. Děti, mládež okolo 30 s
- WR statická apnoická pauza: muži (11 min 35 s) a ženy (9 min 2 s)
- **exspirační apnoická pauza** - výrazně kratší, netréovaní muži dosahují hodnot jen 30 až 40 s, ženy 25 až 30 s

- 3(4)x nádech > **M** > odpočinek > 20 dřepů > **M** > 1 min dýchat > **M**

- Při tělesné práci je schopnost zadržet dech výrazně omezena. Doba apnoe se snižuje až na 50 % klidové hodnoty. Po ukončení apnoe a následné hyperventilaci v době zotavení (zvýšená dechová frekvence i ventilace plic) se interval prodlužuje na výchozí hodnoty nebo hodnoty dokonce vyšší.