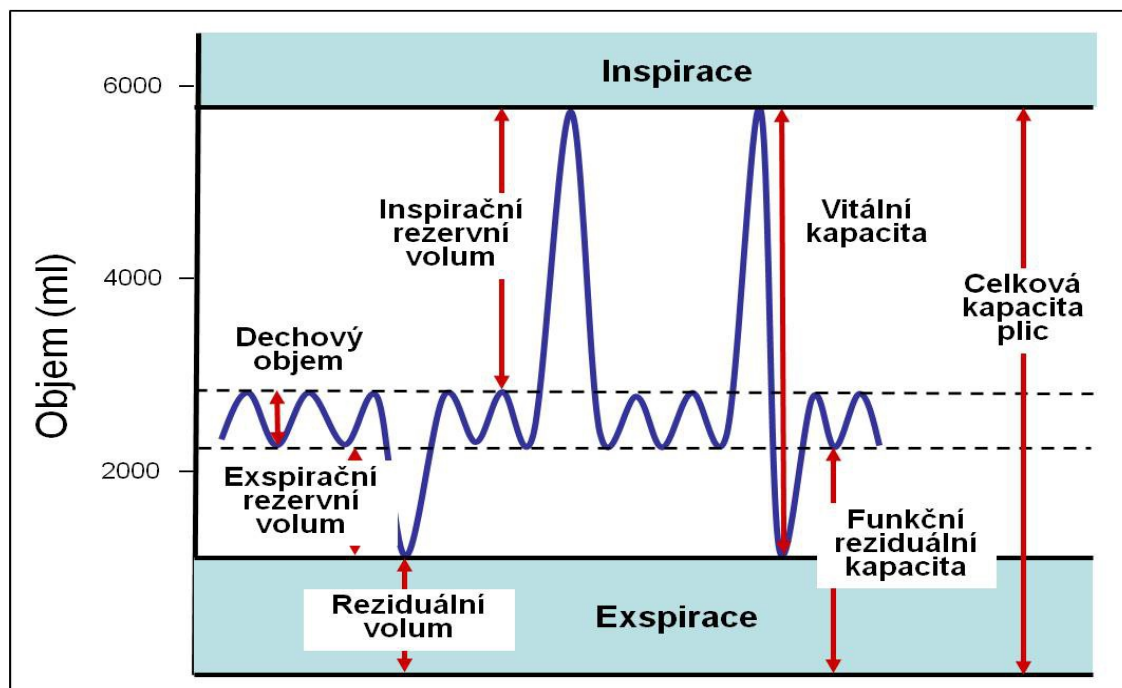


# Respirační systém

Proces výměny vzduchu mezi plicemi a atmosférou se nazývá **ventilace**, tedy vnější dýchání. Vnitřním dýcháním se rozumí děj, kdy dochází k rozvodu kyslíku krevním řečištěm k buňkám jednotlivých tkání v lidském těle. Plice samy jsou tvořeny elastickou, houbovitou tkání a díky podtlaku v kapalinou utěsněné intrapleurální štěrbině zůstávají trvale rozepnuté. Ztráta podtlaku v pleurální štěrbině způsobená např. úrazem – **pneumotorax** – vede ke kolapsu plic. Na průběhu dýchání se podílejí **mezižební svaly** a **bránice**, nádech je děj aktivní, při klidném dýchání je výdech děj pasivní. Při ventilaci tedy plice následují pohyby bránice a hrudního koše a střídavě se rozpínají (nádech) a smršťují (výdech). Ventilací pohyby dýchacích svalů a bránice jsou řízeny jednak autonomně z prodloužené míchy podle parciálních tlaků  $O_2$  a  $CO_2$ , jednak jsou pod vlivem vyšších mozkových center. Pro zachování konstantních hladin  $pCO_2$  a  $pO_2$  v krvi roste při vyšší metabolické potřebě jak **dechová frekvence**, tak i **respirační objem**.

## 1) Základní plicní objemy a kapacity, jejich měření

**Respirační (dechový) objem  $V_T$**  je množství vzduchu nadechované nebo vydechované ve stavu fyzického a psychického klidu. Kromě klidového dechového objemu je možné ještě při maximálním úsilí vdechnout **inspirační rezervní objem (IRV)** vzduchu. Analogicky lze až do maximálního výdechu kromě respiračního dechového objemu vydechnout ještě **expirační rezervní objem (ERV)**. Tyto tři objemy dohromady jsou k dispozici pro životní potřeby jako tzv. **vitální kapacita plic (VC)**. I po maximálním výdechu zůstává v plicích **reziduální objem (RV)**. **Funkční reziduální kapacita (FRC)** je součet ERV a RV. **Celková (totální) plicní kapacita (TC)** je pak množství vzduchu obsažené v plicích po hlubokém vdechu.



### ***Fyziologické hodnoty:***

Respirační objem ( $V_T$ )	0,5 l
Dechová frekvence	10-18/min
Minutová ventilace	5-8 l/min
Vitální kapacita plic (VC)	5,0 l

Fyziologické hodnoty plicních objemů a kapacit vykazují individuální rozdíly, závisí na pohlaví, věku, hmotnosti, výšce, trénovanosti a zdravotním stavu jedince. Odchylka větší než 20 % je obecně považována za patologickou.

Jako **náležitá hodnota vitální kapacity NVC** je označována ta, která zohledňuje výšku, věk a pohlaví testované osoby. Její hodnota se získá výpočtem dle Cournand-Beldwinovy rovnice:

ženy:  $NVC \text{ (ml)} = [21,78 - (0,112 \times \text{věk})] \times \text{výška (cm)}$

muži:  $NVC \text{ (ml)} = [27,63 - (0,112 \times \text{věk})] \times \text{výška (cm)}$

### ***Spirometrie***

Spirometrie je metoda sloužící ke zjišťování funkčnosti plic, k měření plicních objemů a ventilace. Patří k základním vyšetřením v diagnostice onemocnění plic a dýchacích cest. Obvykle se měří průtok proudícího vzduchu (kolik litrů vzduchu člověk vydechne za 1 sekundu) v závislosti na objemu vzduchu v plicích. Díky spirometrickému vyšetření lze stanovit zda pacient trpí restriční, či obstrukční chorobou. Při restričních poruchách (např. plicní fibróza) jsou všechny plicní objemy menší, ale rychlost výdechu zůstává normální. Jedná se o omezení dýchací plochy. Při poruchách obstrukčních (např. astma) je celkový objem plic normální, ale maximální výdechová rychlost je nízká. Snížení rychlosti je způsobeno zúžením dýchacích cest.

**Usilovná vitální kapacita** (Forced Vital Capacity - FVC) je definována jako množství vzduchu, které může vyšetřovaný po maximálním vdechu co nejprudčeji vydechnout.

**Jednosekundová vitální kapacita** ( $FEV_1$ ) udává, kolik litrů vzduchu je vydechnuto během jedné sekundy při usilovném výdechu. Hodnota  $FEV_1$  by měla být u zdravých osob vyšší než 75 % hodnoty FVC. Nižší hodnoty poukazují na obstrukci dýchacích cest.

### ***Úloha č. 3: Stanovení vitální kapacity plic***

*Postup:* Vybraný student dýchá do spirometru běžným tempem – měření začne třemi běžnými nádechy a výdechy, po kterých následuje ihned maximální nádech s maximálním výdechem, poté pokračuje v dýchání běžným tempem do skončení měření. Z grafu odečteme vitální kapacitu i další parametry, srovnáme s uvedenými fyziologickými hodnotami. Vypočítáme NVC a srovnáme s hodnotou VC získanou měřením pomocí spirometru.

Výsledky:

**Doba mezi dvěma nádechy**  $\Delta t$  (s)  
(tažením myši od jednoho maxima k sousednímu; viz obr. 1)  
- odečteme z grafu tři hodnoty, vypočítáme hodnotu průměrnou

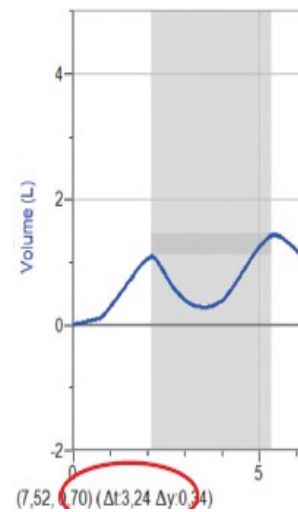
**Dechová frekvence**  $f = 60 / \Delta t$

**Objem jednoho klidného vdechu**  $\Delta y$  (l)  
(tažením myši od maxima k minimu, viz obr. 2)  
- odečteme z grafu tři hodnoty, vypočítáme hodnotu průměrnou

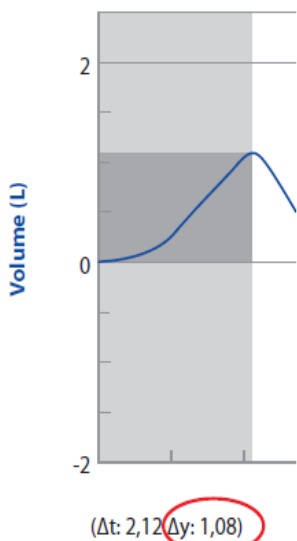
**Minutová ventilace**  $f \cdot \Delta y$  (l/min)

**Vitální kapacita plic**  $VC = \Delta y$  (l)  
(tažením myši od maxima k minimu, viz obr. 3)

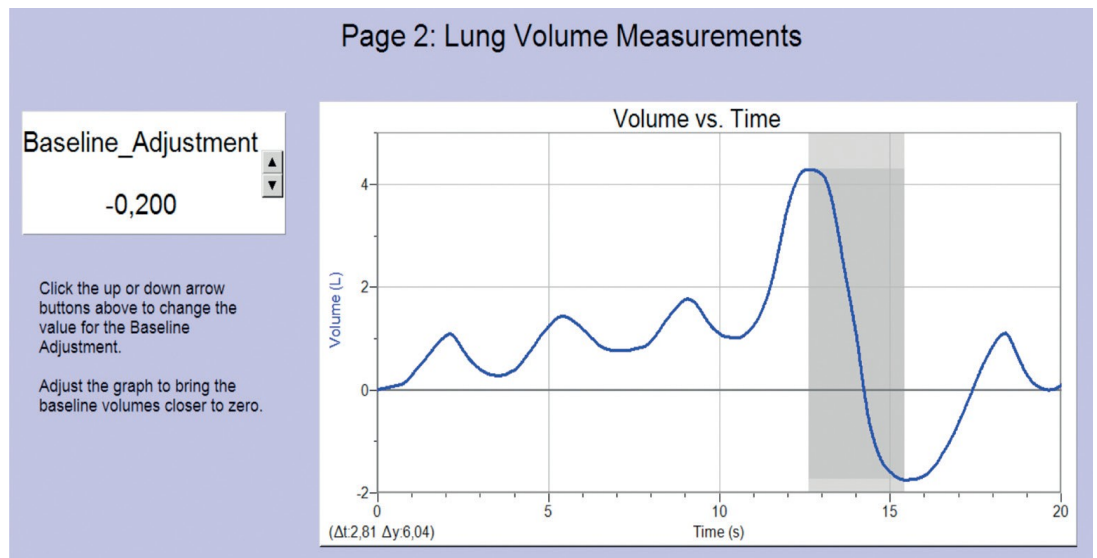
**Náležitá vitální kapacita**  $NVC$  (l)  
(dle Cournand-Beldwinovy rovnice)



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

#### Úloha č. 4: Funkční vyšetření plic

**Postup:** Student dýchá do spirometru běžným tempem, poté provede maximální nádech a co **nejprudší** výdech. Z grafu odečteme hodnoty **FVC (objem maximálního výdechu)**, **FEV<sub>1</sub> (objem vydechnutého vzduchu během první vteřiny výdechu)**, stanovíme jejich poměr a srovnáme s fyziologickou hodnotou.

Výsledky:

**(FEV<sub>1</sub>/FVC) x 100 (%)**

## 2) Pulzní oxymetrie

Pulzní oxymetrie je neinvazivní metoda, kterou se **měří saturace hemoglobinu kyslíkem v arteriální části krevního řečiště**. Senzor pulzního oxymetru vyzařuje světlo dvou vlnových délek, které proniká tkáň (většinou prstem). Světlo těchto dvou různých vlnových délek je deoxyhemoglobinem a oxyhemoglobinem absorbováno odlišně. Přístroj tak vyhodnocuje, kolik světla o dané vlnové délce procházejícího tkáň bylo během pulzní vlny absorbováno. Výpočet saturace probíhá podle následujícího vzorce  $SaO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb}$ , kde  $HbO_2$  je oxyhemoglobin a  $Hb$  je deoxyhemoglobin.

Detektor pulzního oxymetru se umísťuje na periferii, na **prst** nebo **ušní lalůčku**. Vzhledem k cirkulační době detekuje snímač umístěný na ušním lalůčku změny dříve než snímač umístěný na prstu končetiny.

<i>Interpretace hodnot <math>SaO_2</math> při oxygenoterapii:</i>	
<b>Hodnoty <math>SaO_2</math></b>	<b>Klinické poznámky</b>
Novorozenci: > 90 % děti nad 1 měsíc, dospělí: > 95 %	fyziologické hodnoty
Novorozenci: < 90 % děti nad 1 měsíc, dospělí: < 95 %	patologické hodnoty
< 80 %	kritický stav v horizontu desítek minut
< 60 %	bezprostřední kritická desaturace

### *Úloha č. 5: Měření saturace hemoglobinu kyslíkem pomocí pulzního oxymetru*

*Postup:* Student si na prst připevní pulzní oxymetr, provede měření a odečte hodnotu tepové frekvence a saturace periferní krve kyslíkem. Výsledek vyhodnotíme dle tabulky uvedené výše.

použité zdroje:

S laskavým svolením prof. Váchy <https://is.muni.cz/auth/el/1433/test/serv05/um/vacha/outweb/index.html>

<http://oxymetr.cz/pulsni-oxymetrie.htm>

<http://www.vernier.cz/>

<http://www.remedia.cz/Okruhy-temat/Diabetologie/8-V.folder.aspx>

Trojan S. a kol. *Lékařská fyziologie*. Praha.