

# Faktory ovlivňující vitální kapacitu plic

## Cíle

Naučit se změřit vitální kapacitu plic (VC) metodou spirometrie. Porovnat hodnoty VC měřené v různých fyziologických polohách těla (vzpřímený sed a sed s omezením) a zdůvodnit rozdíly.

### Podrobnější rozbor cílů

Získat grafické znázornění plicní kapacity. Porovnat vitální kapacitu plic ve vzpřímeném sedu a sedu s omezením. Porovnat vitální kapacitu v závislosti na pohlaví. Porovnat vitální kapacitu trénovaných a netrénovaných osob. Jmenovat faktory, které ovlivňují hodnotu VC.

### Zadání úlohy

Pomocí spirometru získat graf plicní ventilace v různých polohách těla (sed vzpřímený, sed s omezením). Odečíst z grafu hodnoty vitální kapacity plic pro dané případy, porovnat naměřené hodnoty a zdůvodnit rozdíly. Porovnat hodnoty VC v závislosti na pohlaví testované osoby. Uvést další faktory, které mohou ovlivnit hodnotu VC.

### Poznámka

Pro provedení tohoto experimentu je vhodná práce ve dvojicích, jedna osoba testuje, druhá je testována. Každý pak pracuje s vlastními daty.

### Pomůcky

počítač s USB portem se software DataStudio, PASPORT USB Link (Interface), PASPORT senzor spirometr PS-2152, náustek na jedno použití, nosní spona, pásek, návod k senzoru, pracovní návod, pracovní list

### Technická úskalí, tipy a triky

Měření lze provést i pomocí software SparkVue, které ale neumožňuje odečítání hodnot naměřených veličin v grafu. Je možné použít i Xplorer GLX PS-2002.

### Zařazení do výuky

G (SŠ): vzdělávací obor Člověk a příroda, obor Biologie – biologie člověka: žáci plní očekávané výstupy RVP – využívají znalosti o dýchací soustavě pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle. Vhodné zařadit jako laboratorní cvičení v rámci povinného nebo volitelného předmětu zaměřeného na biologii člověka. Tento experiment doporučujeme provést po probrání učiva „Dýchací soustava“, ve kterém byli žáci obeznámeni se stavbou plic, jejich funkcí a procesem dýchání.

### Časová náročnost

Dvě vyučovací hodiny – příprava měření a vlastní měření asi 30 minut, vyhodnocení a zpracování výsledků asi 45 minut. Je možné provést i v jedné vyučovací hodině (závisí na zkušenostech práce s měřicím zařízením).

### Návaznost experimentů

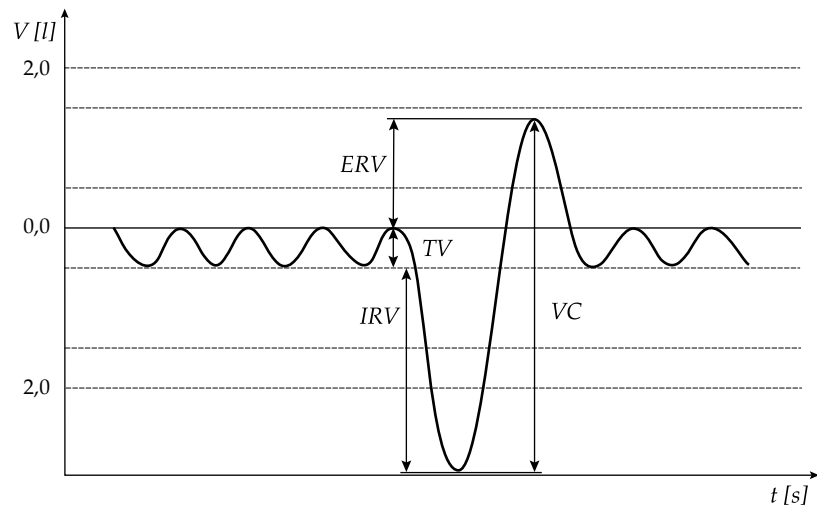
Návaznost tohoto experimentu na předchozí – „Měření ventilace plic metodou spirometrie“.

### Mezipředmětové vztahy

matematika – práce s grafy, statistika; tělesná výchova – vliv cvičení na plicní objemy

## Teoretický úvod

Vitální kapacita plic ( $VC$ ) je jednou ze základních funkčních hodnot plicní ventilace. Stanovení její hodnoty se provádí nejčastěji **spirometrem**.



Obr. 1: Závislost celkového objemu na čase

Hodnota  $VC$  odpovídá maximálnímu objemu vzduchu vydechnutému po předchozím maximálním nádechu nebo vdechnutému po maximálním výdechu.

Vyšetření  $VC$  může probíhat jako měření, které začíná nádechem z maximálního výdechu, (*inspirační VC*) nebo měření, které začíná maximálním výdechem z maximálního nádechu (*expirační VC*).  $VC$  získáme jako součet **inspiračního rezervního objemu  $IRV$** , **respiračního objemu  $TV$**  a **expiračního rezervního objemu  $ERV$** . Průměrná hodnota  $VC$  dospělého člověka je u mužů asi 5,5 l, u žen asi 4 l vzduchu.

Hodnota  $VC$  závisí na mnoha faktorech, například na individuálních předpokladech jedince (věk, pohlaví, tělesná výška, hmotnost), na tělesné zdatnosti nebo zdravotním stavu.  $VC$  také samozřejmě závisí na velikosti povrchu těla jedince. Činí přibližně 2,6 l na  $m^2$  u muže a 2,1 l na  $m^2$  u ženy.

Měření  $VC$  umožňuje lékařům udělat si představu o funkčním stavu plic, je nezbytné pro posouzení a určení některých typů dechových obtíží.

## Motivace

Je hodnota vitální kapacity plic jedince konstantní nebo se mění? Může fyziologický stav ovlivňovat hodnotu vitální kapacity plic? Liší se hodnota vitální kapacity plic muže a ženy?

## Bezpečnost práce

Je třeba dodržovat zásady bezpečnosti a hygieny práce v biologické laboratoři a zásady bezpečné práce s elektrickými zařízeními. Pracovat pečlivě dle návodu práce. Pokud testovaná osoba začne mít během měření potíže s dýcháním, testování ukončíme. Testována nesmí být osoba, která v současné době trpí respiračním onemocněním, jako je nachlazení nebo chřipka. Každá testovaná osoba používá svůj náustek.

### Technické úskalí, tipy a triky

Spirometr je přístroj určený pro výuku, není navržen pro lékařské použití. Testovaným osobám je třeba sdělit, že hodnocení výsledků je pouze orientační.

## Příprava úlohy

Nejprve zodpovíme úvodní motivační otázky. Prostudujeme pracovní návod a pracovní list. Připravíme měřicí techniku a zkusíme její funkčnost.

## Postup práce

Práci je vhodné provádět ve **dvojicích**, jedna osoba je testována, druhá provádí měření a sbírá její data, následně se v roli vymění. Obě osoby během měření spolupracují a zodpovídají za výsledky. Každý účastník měření zpracovává data vlastní.

Vypracujeme slovníček pojmů v pracovním listu. Připravíme pomůcky. Testovaná osoba se připraví k měření. Provedeme měření, a to ve dvou případech:

a) **poloha testované osoby sed vzpřímený**

b) **poloha sed s omezením**

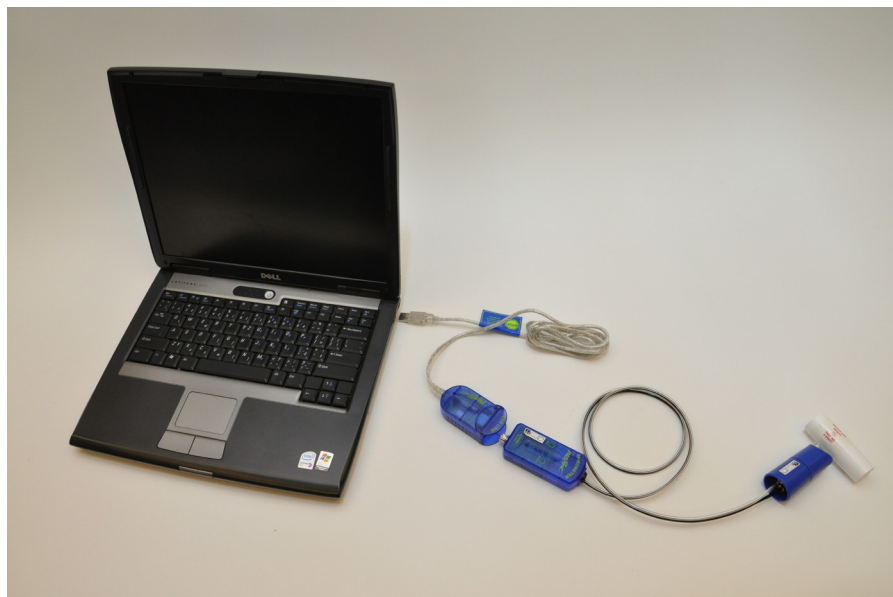
Grafický záznam uložíme jako soubor DataStudio (\*.ds) k dalšímu zpracování.

Analyzujeme získaná data v DataStudiu. Hodnoty VC získané měřením zaznamenáme do tabulky s přesností na 0,01. Do tabulky zapíšeme i výsledky spolupracovníka a navzájem je porovnáme, zdůvodníme odlišnosti. Vypracujeme závěr.

Grafický záznam vytiskneme (bude přílohou pracovního listu).

## Nastavení HW a SW

Připojíme spirometr PS-2152 do USB LINKu PS-2100A a propojíme s USB portem počítače.



Obr. 2: Sestava měřicí techniky

Spustíme v počítači program DataStudio. V DataStudiu zvolíme variantu *Creative experiment*, program sám rozpozná senzor. V nabídce *Displays* je přednastaveno grafické a digitální zobrazení měřených dat *Digits*, toto digitální zobrazení měřených dat zrušíme. V nabídce *Data* zvolíme *Total Flow*. V nabídce *Setup* zvolíme *Sample Rate 50 Hz*.

Program je připraven ke sběru dat.

### Poznámka

Připravíme pro žáky pracovní návody, pracovní listy, návod ke spirometru, dostatečný počet náustků. Zajistíme na počítačové síti místo pro ukládání naměřených dat k dalšímu zpracování. Zkontrolujeme funkčnost měřicího zařízení.

Je vhodné upozornit žáky na problematické momenty experimentu.

Doporučujeme, aby si žáci nejprve prostudovali teoretický úvod a doplnili slovníček pojmů v pracovním listu (možno zadat i jako domácí úkol).

Ověříme, že žáci přípravnou část úlohy opravdu vypracovali.

### Poznámka

Pro sed s omezením si testovaná osoba utáhne kolem pasu pásek a přikrčí se. Při sedu vzpřímeném testovaná osoba pásek nepoužije.

Grafický záznam není třeba tisknout, může být testovanou osobou schematicky překreslen.

## Příprava měření

Seznámíme se s postupem měření.

Nasadíme náustek na hlavici senzoru – dbáme přitom na správnou polohu malého trnu vůči zarovnávacímu zářezu na hlavici, náustek držíme mimo dosah proudění vzduchu, Měřič musí být po celou dobu přípravy i sběru dat stejně orientován, v průběhu sběru s ním nepohybujeme.

Testovaná osoba zaujme vzpřímený sed.

## Vlastní měření a záznam dat

Zabráníme tomu, aby testovaná osoba viděla v průběhu testování zobrazované údaje.

### a) měření v poloze vzpřímený sed

Tlačítkem *Start* zahájíme sběr dat. Na senzoru bliká **červený** indikátor *Wait*, po vyrovnání tlaku začne svítit **zelený** indikátor *Ready*. V tomto okamžiku je senzor připraven k měření.

**Testovaná osoba** drží náustek spirometru přímo v jedné ruce, umístí si zužující se konec náustku mezi přední zuby, aby rty náustek těsně obekly a veškerý vzduch proudil skrz náustek, stiskne nos palcem a ukazováčkem (popř. si ucpe nos sponou). Klidně dýchá po dobu čtyř nádechů, poté provede **maximální nádech s maximálním nuceným výdechem** tak, aby byl co nejrychleji vydechnut veškerý vzduch. Provede dva klidné nádechy a opakuje maximální nádech s maximálním nuceným výdechem. Nakonec provede dva klidné nádechy a výdechy.

Sběr dat ukončíme tlačítkem *Stop*.



Obr. 3: Měření spirometrem

### b) měření v poloze sed s omezením

Měření opakujeme stejným postupem jako při měření v poloze vzpřímený sed.

Nové měření je automaticky zaznamenáváno do původního grafu jako druhé měření.

#### Poznámka

Vzduch vydechovaný z plic je při měření zaznamenán jako kladná hodnota, vdechovaný jako záporná hodnota.

Grafický záznam obou měření vitální kapacity plic uložíme z nabídky *File – Save Activity As ...* jako soubor DataStudio (\*.ds) na místo, které máme vyhrazeno k ukládání souborů.

Pro testování další osoby vyměníme náustek.

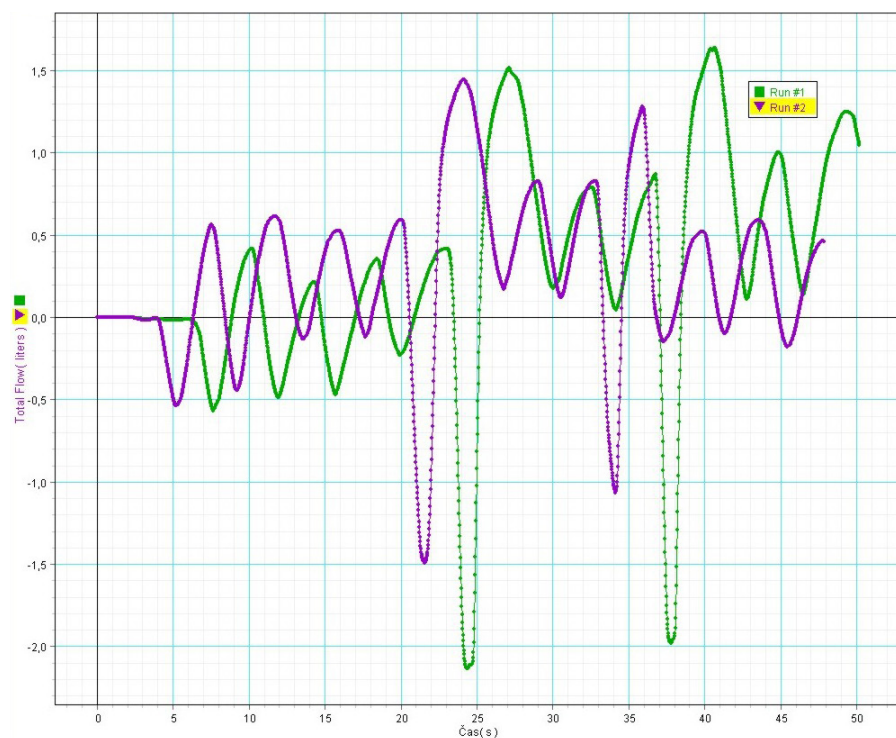
## Analýza naměřených dat

Vybereme grafický záznam pro analýzu dat: v levém panelu v nabídce *Displays* zvolíme *Graph*, v nabídce *Choose a Data Source* zvolíme *Total Flow* (grafický záznam měření v obou polohách viz obr. 4).

Vybereme **grafický záznam** pro analýzu dat **měření vzpřímený sed**: v levém panelu v nabídce *Displays* zvolíme *Graph*, v nabídce *Choose a Data Source* zvolíme *Total Flow Run 1* (grafický záznam měření vzpřímený sed). Analyzujeme úsek grafu odpovídající VC:

Klikneme na *Smart Tool* na liště grafu. Zobrazený osní kříž v grafu uchopíme myší a se stisknutým levým tlačítkem myši přesuneme na vrcholový bod v části grafu sledované VC. Pohybujeme myší do strany čtverce, který je v osním kříži, dokud se neobjeví symbol trojúhelníku. Poté se stisknutým levým tlačítkem myši přetáhneme kurzor do sedlového bodu a uvolníme levé tlačítko myši. Na svislé ose odečteme hodnotu VC v litrech s přesností na dvě desetinná místa a zapíšeme do tabulky.





Obr. 4: Grafický záznam spirometrie v obou polohách

Stejným způsobem odečteme hodnotu v pořadí **druhé VC**, měřené **po dvou klidných deších**.

Vybereme **grafický záznam** pro analýzu dat **měření sed s omezením**: v levém panelu v nabídce *Displays* zvolíme *Graph*, v nabídce *Choose a Data Source* zvolíme *Total Flow Run 2*. Další postup je stejný jako u analýzy dat měření vzpřímeného sedu.

Vytiskneme grafický záznam spirometrie pro obě polohy (příloha pracovního listu).

## Informační zdroje

- AL], K. Bernášková ... [et], Redakce R. ROKYTA a Ilustrace L.D ILUSTRACE L. ŠTĀSTNĀ. *Fyziologie: praktická cvičení a demonstrace*. 2. vyd. Praha: Pro 3. lékařskou fakultu Univerzity Karlovy vydalo Psychiatrické centrum Praha, 2002. ISBN 80-851-2133-6.
- KOLEKTIV. *Spirometr PS-2152*. Roseville CA: Foothillts Bird, 2012, ISBN 012-08856A.
- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.
- VOKURKA, Martin. *Praktický slovník medicíny*. 5. rozš. vyd. Praha: Maxdorf, 1998, 490 s. ISBN 80-858-0081-0.
- *Dýchání*. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://ulb.upol.cz/prednasky/ra011/dychani.pdf>
- PASCO. *Products Pasco DT* [online]. [cit. 25. 4. 2012]. Dostupný na WWW: <<http://www.pasco.com/family/datastudio/index.cfm>>.
- PASCO. *Návod k obsluze senzorů Passport* [online]. [cit. 25. 4. 2012]. Dostupný na WWW: <[http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/\\_\\_\\_PS-%2021XX%20Manual.pdf](http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/___PS-%2021XX%20Manual.pdf)>.

### Hodnocení výsledků

Z grafického záznamu žáci odečtou hodnoty VC pro jednotlivé fyziologické stavy. Posoudí hodnoty VC v rámci jednoho fyziologického stavu. Zváží, které faktory byly příčinou odlišných hodnot v jednotlivých fyziologických stavech. Posoudí vliv pohlaví na hodnotu VC a určí faktory, které mohou být příčinou odlišných hodnot.

### Syntéza a závěr

Porovnáme hodnoty získané měřením v pracovních skupinách a zdůvodníme rozdíly ve výsledcích z hlediska:

- polohy testovaných osob – sed vzpřímený a sed s omezením
- pohlaví testovaných osob
- fyzické zdatnosti testovaných osob

- PASCO. *Manuál DT* [online]. [cit. 25. 4. 2012]. Dostupný na WWW: <[http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/Manual\\_\\_\\_DS.pdf](http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/Manual___DS.pdf)>.
- PASCO. *Pasco* [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [www.pasco.cz](http://www.pasco.cz)
- PASCO. *Pasco* [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [www.pasco.com](http://www.pasco.com)
- VERNIER. *Vernier* [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [www.vernier.cz](http://www.vernier.cz)