

Funkční vyšetření plic

Vojtěch Beneš

Výstup RVP: žák využívá znalosti o orgánových soustavách pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími ve vlastním těle, projevuje odolnost vůči výzvám k sebepoškozujícímu chování a rizikovému životnímu stylu; usiluje o pozitivní změny ve svém životě související s vlastním zdravím

Klíčová slova: spirometrie, restriční a obstrukční poruchy, vitální kapacita

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

25 min

Obtížnost:

vysoká

Jak lékař pozná, že vaše plíce nejsou v pořádku?

Úkol Proveďte spirometrické vyšetření u jednoho ze studentů.

Aktivita by mělo předcházet vysvětlení mechanismu dýchání, role bránice a mezižeberních svalů. Vhodné by také bylo zařadit aktivitu *Vitální kapacita plic* se spirometrem Vernier.

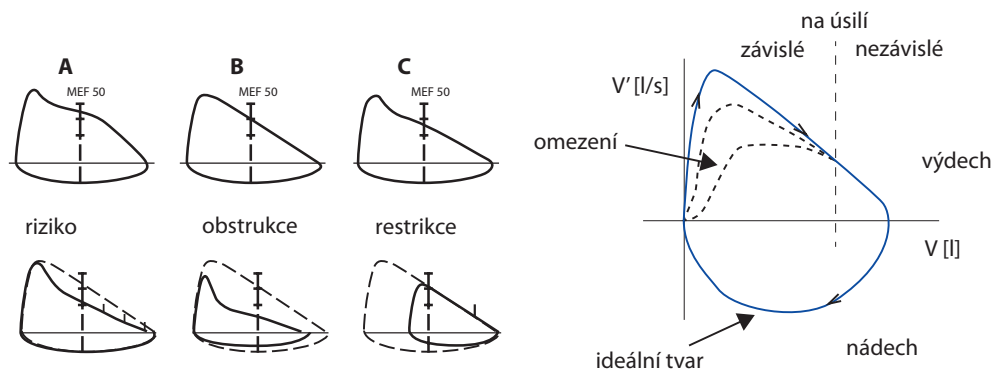
Pomůcky Počítač s programem Logger Pro napojený na dataprojektor, LabQuest, spirometr Vernier s bakteriálním filtrem a náustky, kolíček na nos

Teoretický úvod Spirometrie slouží ke zjišťování funkčnosti plic. Obvykle se měří **průtok** proudícího **vzduchu** (kolik litrů vzduchu člověk vydechne za 1 sekundu) **v závislosti na objemu** vzduchu v plicích.

Díky spirometrickému vyšetření lékař rozhodne, zda jsou plíce zdravé, nebo zda trpí **restriční, či obstrukční chorobou**.

- Při restričních poruchách (např. plicní fibróza, rozedma plic) 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.

Existují také poruchy kombinující oba příznaky.



Postup Charakteristické veličiny:

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

Norma: ženy: $[21,7 - (0,101 \times \text{věk})] \times \text{výška (cm)} = \dots \text{ml}$

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

- **Jednosekundová vitální kapacita** (FEV_1) udává, kolik litrů vzduchu je vydechnuto během jedné sekundy při usilovném výdechu. Měla by být větší než 75 % normy pro vyšetřovanou osobu.

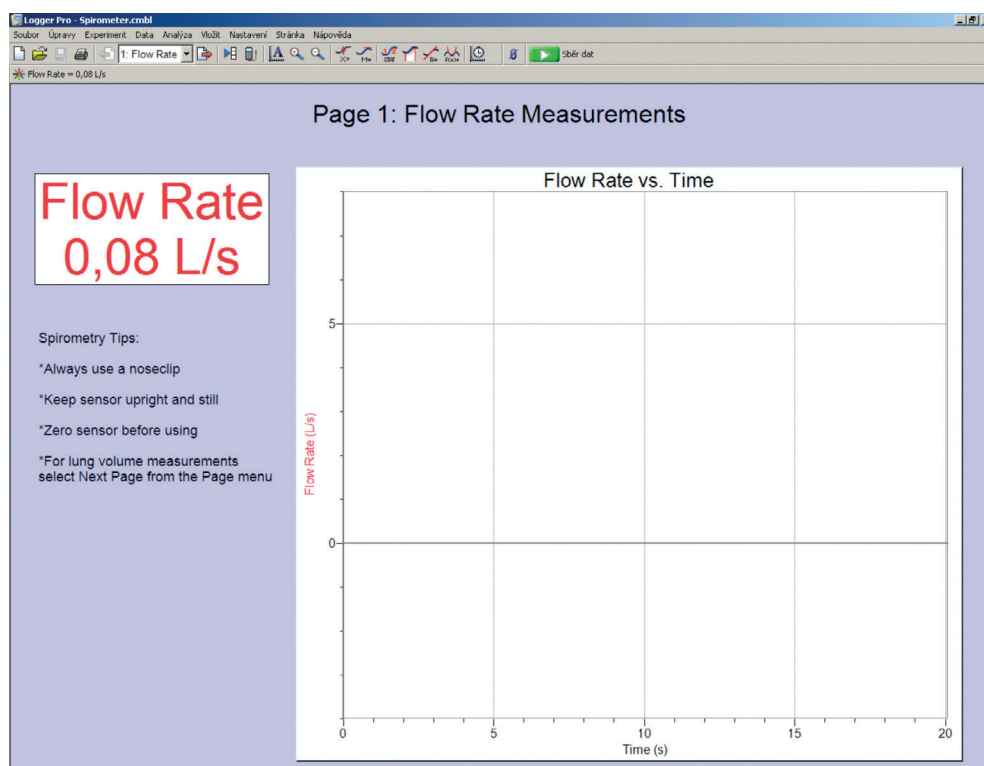
Funkční vyšetření plic

- **Vrcholová výdechová rychlost** (Peak expiratory flow rate PEFR)
- **Střední výdechová rychlost (MEF 25, 50, 75)** je průměrná rychlost měřená při usilovném rozepsaném výdechu vitální kapacity mezi jeho 25-75 % od počátku výdechu.

Chceme změřit průtok vzduchu v závislosti na objemu vzduchu v plicích u jednoho vybraného studenta. Výsledky se promítnou na plátno a můžeme je ihned komentovat.

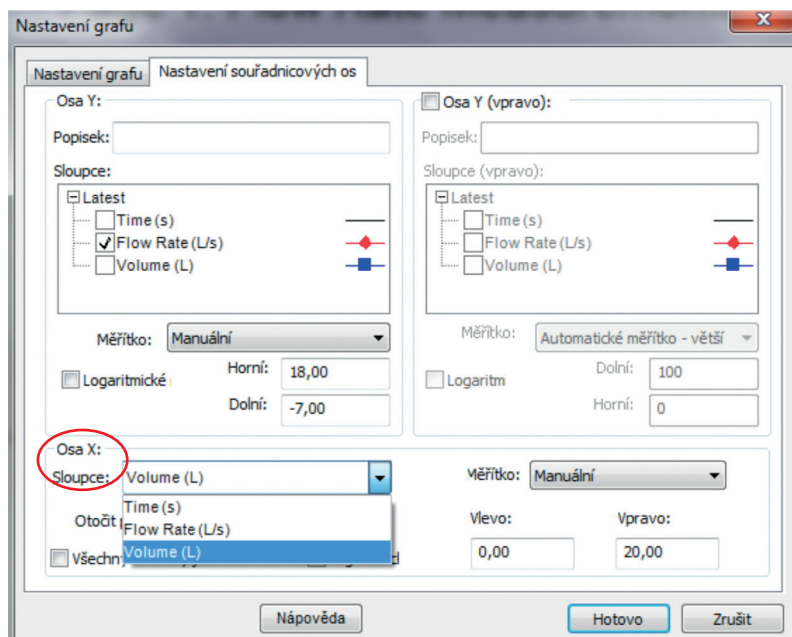
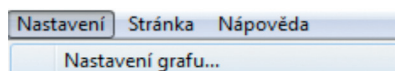


- Zapneme LabQuest a USB kabelem jej propojíme s počítačem.
- Na přední stranu spirometru (nápis INLET) nasadíme bakteriální filtr (opět nápisem k sobě) a na něj náustek. Spirometr zapojíme do kanálu CH1 LabQuestu.
- Po spuštění programu Logger Pro se objeví toto okno:



(Pokud se okno nezobrazuje, provedli jste zapojení v jiném pořadí. V tomto případě nechte vše zapnuté, jen zavřete a znovu otevřete program Logger Pro.)

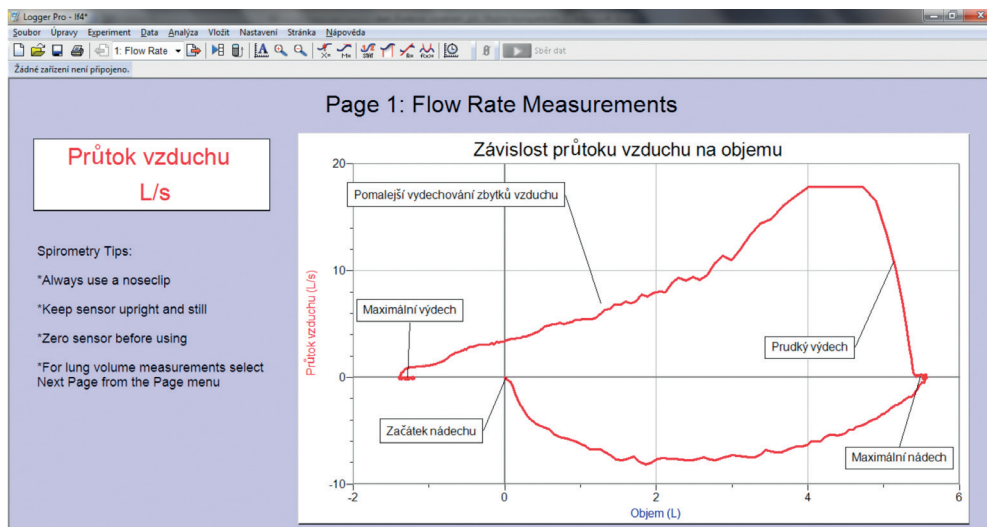
V menu **Nastavení** → **Nastavení grafu** změníme veličinu na x-ové ose: v záložce **Nastavení souřadnicových os** os nahradíme čas (Time) objemem (Volume) – viz obrázky – a potvrdíme.



- Před začátkem měření spirometr vynulujeme (klik na ikonu , nebo menu **Experiment** → **Nulovat...**)
- Měření zahájíme kliknutím na ikonu  **Sběr dat**. Během měření je třeba
 - 1) spirometr držet ve svislé poloze,
 - 2) používat kolíček na nos.
- Průběh měření
 - 1) Student se nadechne (mimo spirometr), spustíme sběr dat, student vydechuje do spirometru normálním tempem, snaží se o **maximální výdech**. (Program zatím nic neukazuje, vlastní měření začne až s nádechem – měření spouští trigger automaticky).
 - 2) Student se co nejvíce nadechne (přes spirometr) – nejde o rychlost, cílem je **maximální nádech**, po čemž ihned následuje
 - 3) co nejprudší výdech (do spirometru) – je třeba se snažit **vydechnout co nejrychleji** všechnen vzduch.
 - 4) Měření můžeme zastavit kliknutím na  **Zastavit**, nebo ho nechat automaticky doběhnout (20 s).

Funkční vyšetření plic

Výsledky Dostaneme zhruba tento graf:

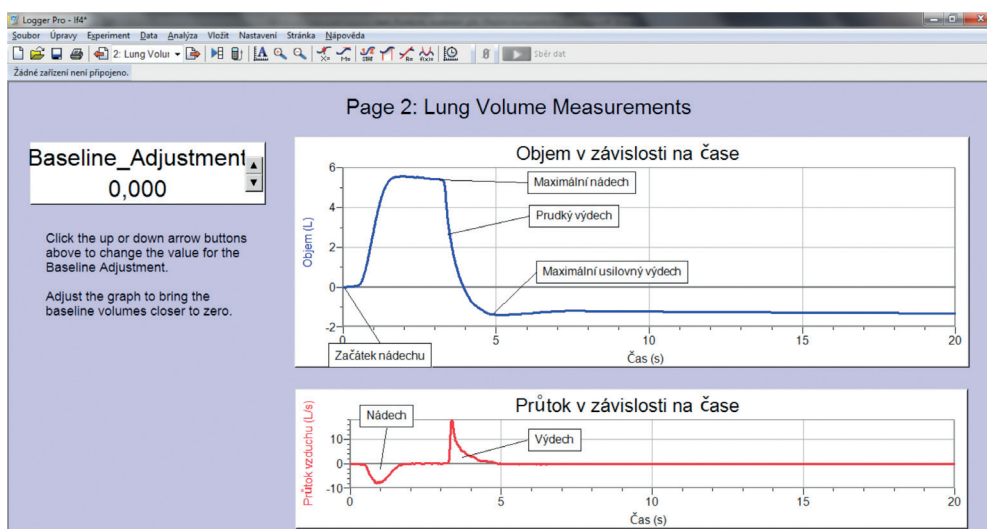
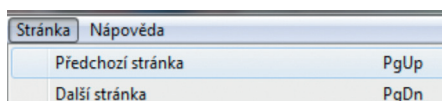


- Pokud se křivka nezobrazí celá, klikněte na **Automatické měřítko** (ikona )

V grafu je vidět, že po normálním výdechu člověk do plic nadechl asi 5,5 litrů vzduchu. Při usilovném výdechu vzduch nejrychleji proudí ven, dokud jsou plíce plné vzduchu; po krátký čas až rychlostí asi 18 l/s. Dokončení výdechu se děje mnohem pomaleji a dostaneme se na objem menší než na počátku. To znamená, že při normálním výdechu jsme zdaleka nevydechli všechnu vzduch. Usilovná vitální kapacita je v tomto případě asi 6,5 l.

Pozn.: Spirometr Vernier ukazuje kladné hodnoty objemu, pokud vzduch vdechujeme; některé jiné spirometry jako kladný berou objem vydechnutý. Proto je tato fyziologická křivka dýchání symetricky převrácená oproti křivkám uvedeným v teoretickém úvodu.

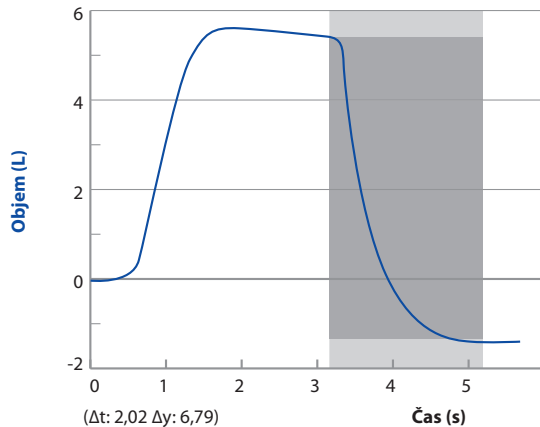
Pro přesnější určení parametrů je vhodné přejít na 2. stránku (menu **Stránka**, kliknout na **Další stránka**).



Určení usilovné vitální kapacity (FVC):

klik myši na nejvyšší bod prvního grafu a tažení do nejnižšího bodu tohoto grafu.

$$FVC = \Delta y = 6,79 \text{ litrů}$$



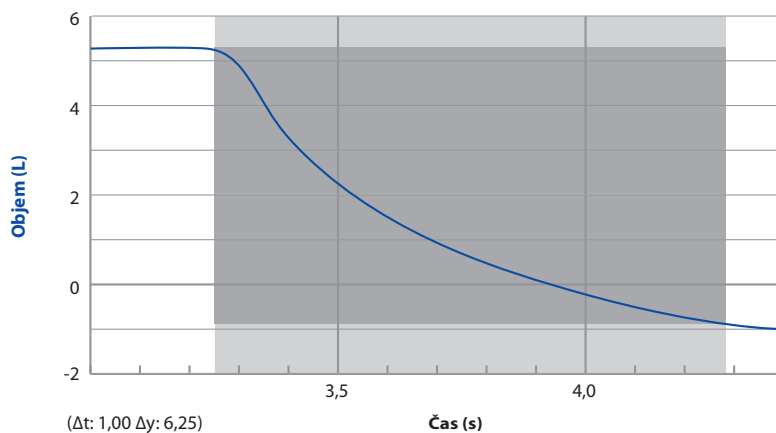
Jednosekundová vitální kapacita:

Oblast prudkého výdechu si můžete zvětšit pomocí lupy (ikona ). Klikněte na začátek výdechu a táhněte myší po křivce doprava. Přitom sledujte hodnotu Δt . Jakmile dosáhnete hodnoty $\Delta t = 1$ s, pusťte tlačítko myši (na křivce) a přečtěte hodnotu Δy .

$FEV_1 = \Delta y = 6,25$ litrů

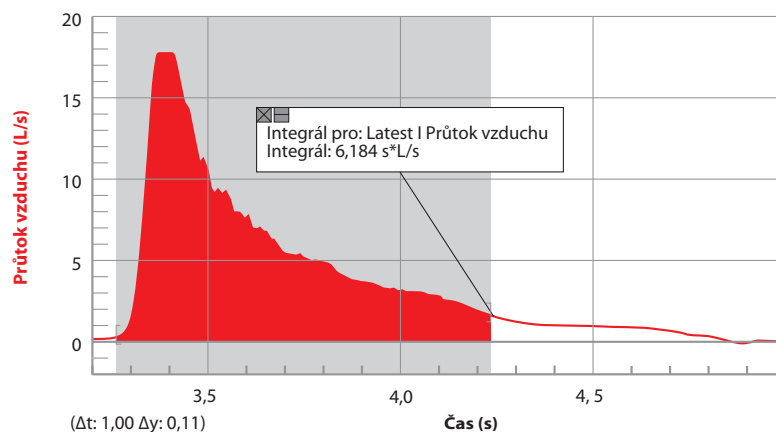
Jiný postup:

Zvětšit pomocí lupy  oblast výdechu ve druhém grafu (průtok na čas), označit myší oblast od začátku výdechu trvající 1 s (při tažení myši sledovat údaj Δt) a pak kliknout na ikonu integrál .



Vychází $FEV_1 = \text{Integrál} = 6,18$ litrů.

Rozdíl mezi prvním a druhým způsobem určení je způsoben nepřesným označováním myší v grafu.



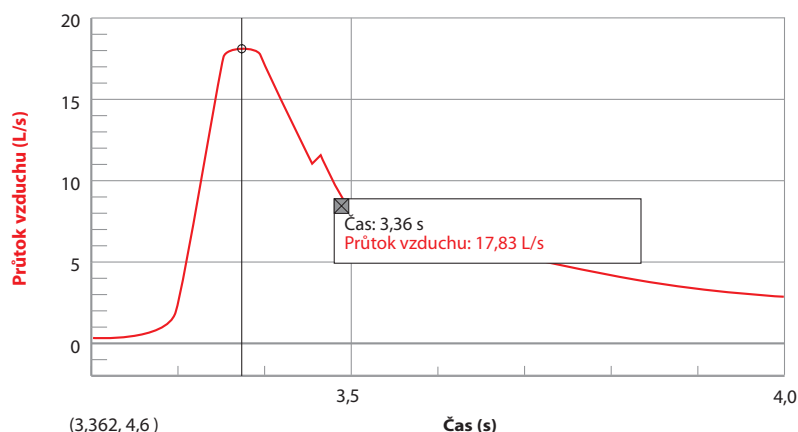
Funkční vyšetření plic

Můžeme uzavřít, že jednosekundová vitální kapacita tvoří 91 % usilovné vitální kapacity, což s přehledem odpovídá normě.

$$(FEV_1/FVC = 6,2/6,8 = 0,91 = 91 \%)$$

Určení vrcholové výdechové rychlosti (PEFR):

Klikněte na ikonu **Odečet hodnot**  a ve druhém grafu (Průtok v závislosti na čase) ukažte myší do nejvyššího bodu grafu.



Vrcholová výdechová rychlost činí 17,8 litrů za sekundu.

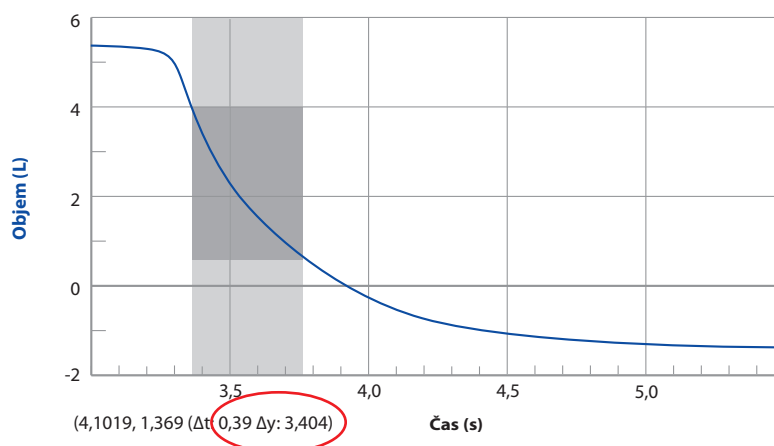
Určení střední výdechové rychlosti (MEF 25, 50, 75)

Změřená usilovná vitální kapacita je FVC = 6,8 l,

75 % z FVC je $V_{75} = 5,1$ l,

25 % z FVC je $V_{25} = 1,7$ l.

Hledáme tedy čas, za který člověk vydechne 3,4 litrů ($5,1 - 1,7 = 3,4$). Protože máme v grafu posunutý počátek (křivka nekončí v bodě 0 litrů, ale -1,4 litrů, začneme tento čas měřit od okamžiku, kdy byl objem $5,4 - 1,4 = 4,0$ litrů.



Střední výdechová rychlost tedy činí $MEF = 3,4 \text{ l} / 0,39 \text{ s} = 8,7$ litrů za sekundu.