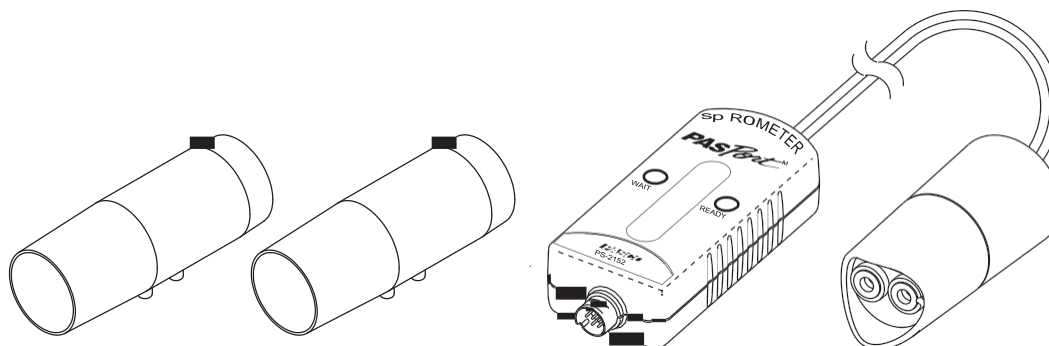


# Spirometr

## PS-2152

**Základní příslušenství (je součástí balení)**

Elektronické zařízení a hlavice

Náústek pro jednorázové použití (2 ks v balení)

CD-ROM s pracovní sešity pro DataStudio

**Katalogové číslo**

PS-2152

PS-2522 (balení 10 ks)

013-09084

**Požadované přídatné příslušenství**

rozhraní PASPORT

viz katalog PASCO nebo [www.pasco.com](http://www.pasco.com)DataStudio nebo DataStudio Lite  
(nutné pro počítačový sběr dat)viz katalog PASCO nebo [www.pasco.com](http://www.pasco.com)  
DS Lite je k dispozici pro volné stažení**Doporučené přídatné příslušenství**

Další náústky pro jednorázové použití

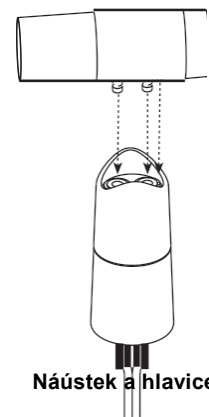
PS-2522 (balení 10 kusů)

## Úvod

Spirometr PASPORT umožňuje studentům provádět sběr přesných hodnot průtoku vzduchu při provádění funkčního vyšetření plic (PFT). Testovaná osoba dýchá skrz hygienický náústek pro jednorázové použití, příslušné údaje jsou v průběhu testu zaznamenávány a zobrazovány na počítači nebo na rozhraní PASPORT. Z údajů zobrazených ve formě grafu mohou studenti pak určit hodnotu dechového objemu, expiračního dechového objemu při nucením výdechu a hodnoty dalších důležitých plicních objemů a kapacit.

## Princip přístroje

Při dýchání testované osoby skrz náústek klade membrána v náústku proudy vzduchu velmi malý odpor. Tento odpor vede k rozdílnému tlaku před a za membránou náústku. Tyto rozdílné tlaky jsou měřeny pomocí dvou hadiček vedoucích k diferenciálnímu měniči tlaku v elektronickém zařízení. Na základní desce spirometru jsou zaznamenány referenční údaje rozdílů tlaků pro známé hodnoty průtoků vzduchu (nelineární závislost). Hodnota průtoku vzduchu pro testovanou osobu je určena porovnáním měřeného diferenciálního tlaku s uloženými referenčními údaji. Objemy vzduchu jsou vypočítávány integrací časové závislosti průtoků vzduchu.



## Nastavení senzoru

Nasad'te náústek na hlavici, dbejte na polohu malého trnu na náústku vůči zarovnávacímu zářezu na hlavici. Připojte elektronické zařízení měřice k rozhraní.

(Použitý náústek sundávejte rovným tažením náústku od hlavice tak, aby nedošlo ke kývání či kroucení náústku.)

## Sběr dat

### Varianta 1: soubor pracovního sešitu DataStudio

Na počítači otevřete v programu DataStudio soubor "Spirometer PFT"\*. Tento soubor je konfigurován pro ukládání a zobrazování údajů získaných v průběhu testu funkčního vyšetření plic. Podle pokynů zobrazovaných na obrazovce budou studenti provádět sběr a analýzu dat.

Studenti si mohou proces testování a interpretaci dat PFT projít v pracovním sešitě "Spirometer Background" ještě před spuštěním souboru "Spirometer PFT."

\*Soubory pracovních sešitů pro spirometr naleznete na CD-ROMu, který je součástí balení.

Máte-li nainstalován program DataStudio verze 1.9.5 nebo vyšší, byly soubory pracovních sešitů již zkopírovány na váš počítač. Připojte spirometr (při nespouštění DataStudio) a ze zobrazeného seznamu vyberte soubor pracovního sešitu.

### Možnost 2: bez použití souboru pracovního sešitu

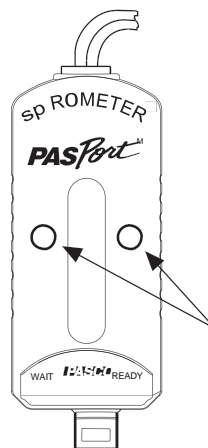
Rozhraní PASPORT zaznamenává údaje o průtoku vzduchu, maximálním průtoku vzduchu (v litrech za sekundu) a celkového objemu prošlého vzduchu (v litrech) při vzorkovací frekvenci 50 Hz. *Průtok vzduchu* je rychlost, jakou proudí vzduch skrz náústek. Vzduch vydechovaný z plic je zaznamenán jako kladná hodnota, vdechovaný vzduch jako záporná hodnota. *Maximální průtok* je maximální hodnota průtoku vydechovaného vzduchu naměřená v průběhu testu. Senzor vypočte objem vzduchu integrací křivky závislosti průtoku vzduchu na čase. Objem vzduchu je čistý objem vydechovaného vzduchu (celkový objem vydechovaného vzduchu minus celkový objem vdechovaného vzduchu).

Připojte měřič a v případě, že používáte počítač, spusťte program DataStudio. Měřič automaticky přejde do režimu zaznamenávání dat PFT.

## Průběh testování

1. Použijte nosní svorku nebo zajistěte, aby si testovaná osoba držela nos zacpaný tak, aby při dýchání veškerý vzduch proudil ústy.

2. Náústek spirometru držte mimo dosah proudění vzduchu (včetně vydechaného vzduchu). Začněte se sběrem dat, věnujte pozornost blikajícímu červenému světelnému indikátoru WAIT na měřiči. Vyčkejte, dokud se nerozsvítí zelený indikátor READY, teprve poté s náústkem můžete pohnout nebo ho vystavit proudění vzduchu.



Světelné indikátory

PS-2152

3. Po rozsvícení zeleného světelného indikátoru READY, umístěte zužující se konec náústku *mezi přední zuby testované osoby* tak, aby rty náústek těsně obemkly a veškerý vzduch proudil skrz náústek.
4. Testovanou osobu veďte nádechy a výdechy podle následujících pokynů:



- Klidné dýchání po dobu čtyř nádechů.
- Provedení maximálního nádechu následovaného maximálním nuceným výdechem\*.
- Klidné dýchání po dobu dvou nádechů.

\*Při maximálním nádechu a výdechu se musí testovaná osoba pokusit naplnit nádechem celou kapacitu plic a hned poté co nejrychleji vydechnout veškerý vzduch.

5. Ukončete sběr dat.

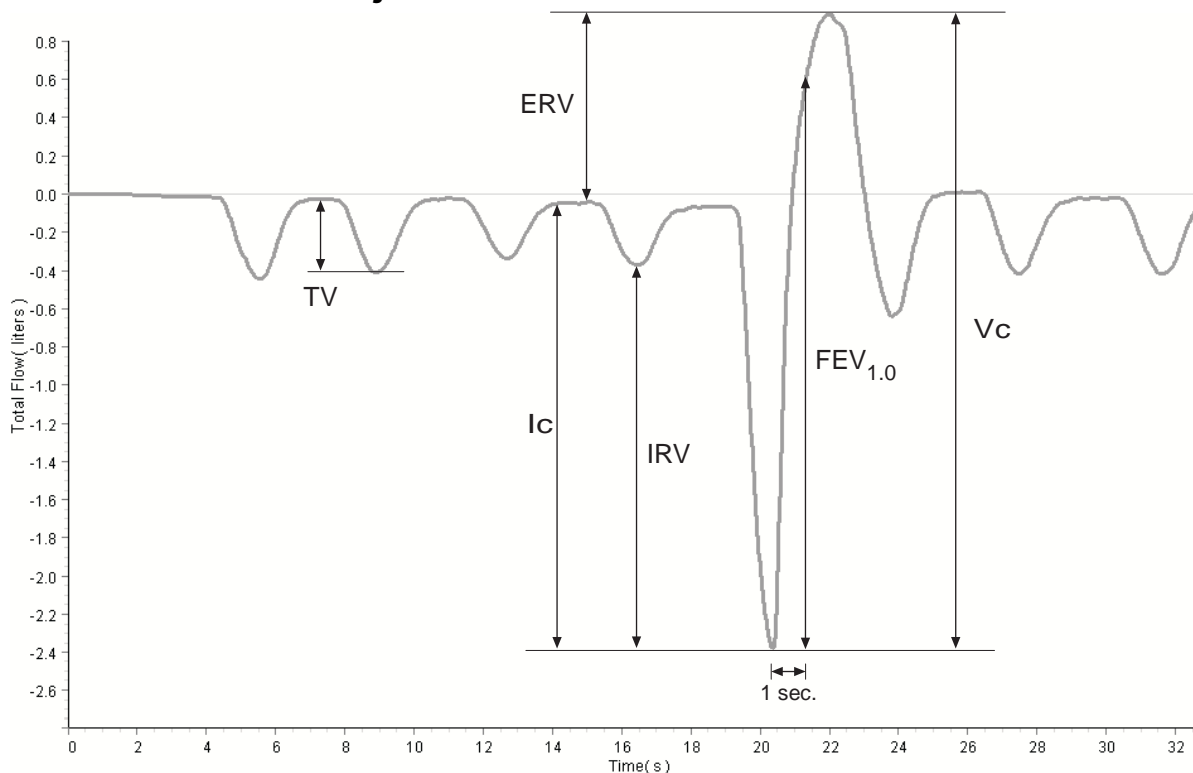
## Poznámky k procesu testování

Dodržíte-li následující podmínky, budou shromážděné údaje konzistentní a přesné.

- Je možné, že bude potřeba provést test několikrát, než se podaří získat vyhovující údaje.
- Testovaná osoba musí vzpřímeně sedět nebo stát v pohodlné pozici.
- Na testovanou osobu v průběhu každého nádechu a výdechu mluvejte, aby nebyla rozptylována počítáním nádechů nebo snahou zapamatovat si sled dechů.
- Zabraňte tomu, aby testovaná osoba viděla v průběhu testování zobrazované údaje.
- Použijte nosní svorku nebo zajistěte, aby si testovaná osoba držela nos zacpaný.
- Před tím, než začnete se sběrem dat, položte náústek a hlavici na stůl. Nezvedejte ho, dokud nepřestane blikat červený indikátor WAIT a nerozsvítí se zelený indikátor READY. Po dobu blikání indikátoru WAIT měřič provádí měření tlaku okolního vzduchu, na základě kterého pak je nastavena základní úroveň pro odečítání údajů. Je důležité nevystavovat během této doby měřič žádným proudům vzduchu nebo změnám tlaku.
- Součástí elektronického zařízení měřice je senzor diferenciálního tlaku s vysokým rozlišením. Tento senzor je citlivý na orientaci. Není důležité, jakým směrem je senzor orientován, a to jak vertikálně, tak horizontálně, ale jeho orientace musí zůstat po dobu měření tlaku okolního vzduchu a samotného testování stejná.
- Náústky pro jednorázové použití jsou zamýšleny pro provedení jednoho testování, což může obnášet i provedení několika testů s jednou osobou. Nicméně při každém testu se mohou na membráně náústku usazovat částičky a kapičky, jejichž přítomnost pak zvyšuje odpor kladený proudem vzduchu. To může vést k nereálně vysokým údajům proudu vzduchu a celkového objemu v dalších testech. Pokud pozorujete na membráně jakékoliv znečištění, náústek vyměňte. Chcete-li získat opravdu přesné údaje, použijte pro každý jednotlivý test nový náústek.

## Interpretace údajů PFT

### Závislost celkového objemu na čase



Celkový objem je *čistý objem vzduchu*, který vychází z plic přes spirometr, je roven rozdílu mezi celkovým vydechnutým a celkovým nadechnutým vzduchem. Na obrázku je zobrazen příklad grafu závislosti celkového objemu na čase. Z uvedeného grafu je možné odečíst hodnoty čtyř specifických objemů plic a hodnoty dvou kapacit plic\*.

**Dechový objem (TV)** je objem jednoho klidového dechového cyklu, resp. množství vzduchu vdechnutého do plic a vydechnutého ven při klidovém dýchání (dýchání bez úsilí).

**Expirační rezervní objem (ERV)** je množství vzduchu vydechnutého z plic během nuceného výdechu nad úroveň klidového výdechu.

**Inspirační rezervní objem (IRV)** je množství vzduchu vdechnutého do plic během nuceného nádechu nad úroveň klidového nádechu.

**Nucený expirační objem za 1 sekundu ( $FEV_{1.0}$ )** je objem vzduchu vydechnutý z plic během první sekundy nuceného výdechu, který následuje po maximálním nuceném nádechu.

**Inspirační kapacita (IC)** je maximální množství vzduchu, které může být nadechnuto po normálním nádechu ( $IC = TV + IRV$ ).

**Vitální kapacita (VC)** je maximální objem vzduchu, který je možné nadechnout do plic ( $VC = TV + IRV + ERV$ ).

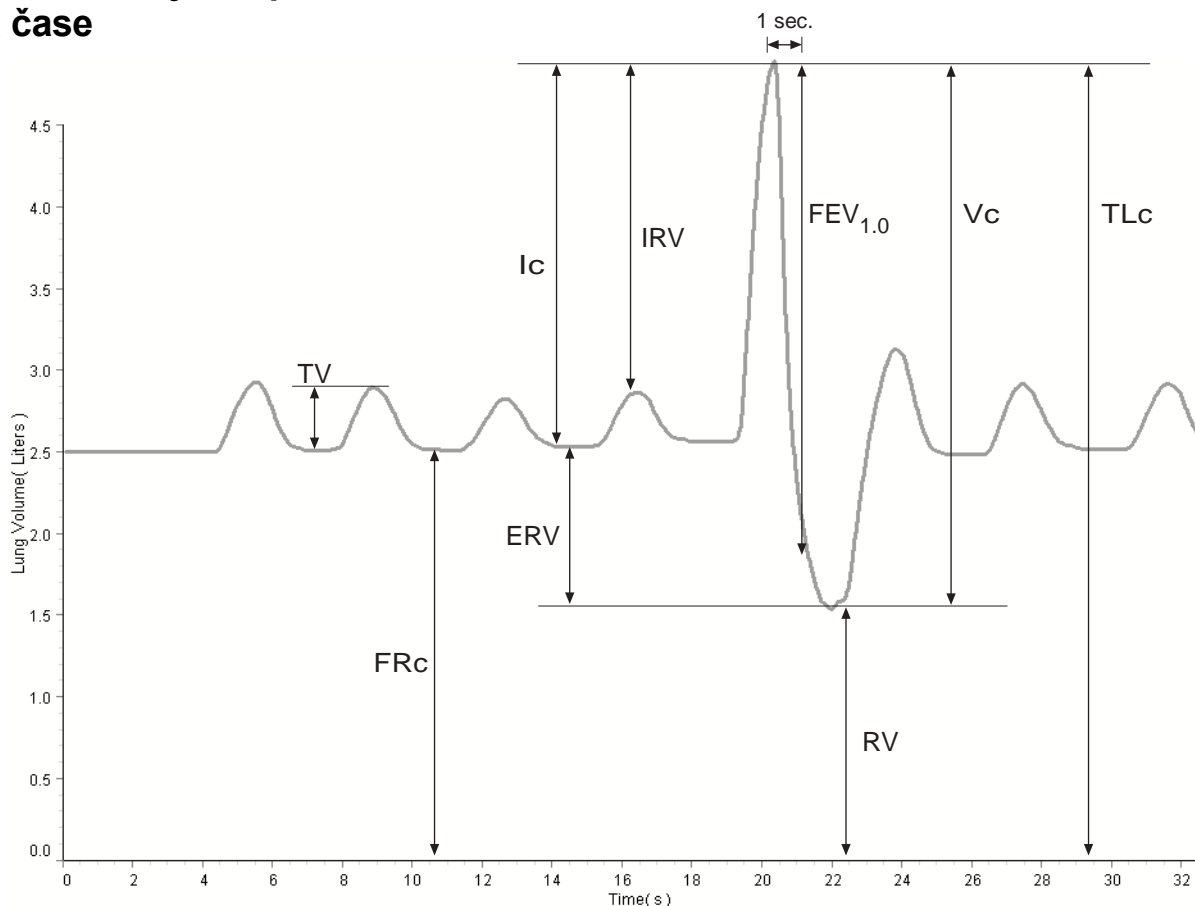
$FEV_{1.0}\% = FEV_{1.0} \div VC \times 100\%$  je obvyklé porovnání  $FEV_{1.0}$  vůči VC.

\*Tyto hodnoty získáte z grafu v DataStudiu stisknutím tlačítka Smart Tool:



Při zobrazení dat pomocí Xplorer GLX (bez počítače) zvolte Smart Tool, případně Delta Tool v menu Tools.

## Závislost objemu plic na čase



Objem plic je nepřetržitě se měnící množství vzduchu v plicích. Pomocí spirometru můžeme měřit jeho změny, nemůžeme však změřit jeho absolutní hodnotu. Objem plic lze vypočítat v případě, že známe nebo jsme schopni odhadnout jeden ze dvou specifických absolutních objemů, reziduální objem (RV) nebo funkční reziduální kapacitu (FRC).

**Reziduální objem (RV)** je množství vzduchu, které zůstává v plicích na konci nuceného výdechu. Typická hodnota RV je 1,2l.

**Funkční reziduální kapacita (FRC)** je množství vzduchu, které zůstává v plicích po normálním výdechu ( $FRC = RV + ERV$ ). Typická hodnota FRC je 2,5l.

Vzorec pro výpočet objemu plic je:

$$\text{Objem plic} = V_0 - \text{Celkový objem}$$

$V_0$  je objem plic v momentě, kdy testovaná osoba začne poprvé dýchat skrz spirometr. Položme  $V_0$  rovno FRC testované osoby nebo hodnotě 2,5l. Je možné, že po sběru dat bude potřeba nastavit  $V_0$  tak, aby získaný graf odrážel známé či odhadované hodnoty FRC nebo RV testované osoby\*.

\*Pokyny pro vkládání a grafické zobrazení tohoto výpočtu naleznete v DataStudio Online Help a v příručce k použití, Xplorer GLX.

## Faktory ovlivňující výsledky

V grafech celkového objemu vzduchu a objemu plic si můžete všimnout slabého posunu základní úrovně. Ve většině případů může být toto kolísání odstraněno následujícím postupem. Vezměte v úvahu, že pomalé kolísání základní úrovně nijak významně neovlivní měření objemů a hodnoty kapacit odečítané z grafů.

- Změny tlaku vzduchu okolního prostředí během měření mohou ovlivnit údaje měřené senzorem. Zdrojem takových změn může být otevření nebo zavření dveří, zapnutí nebo vypnutí topení nebo klimatizace, pohyby vzduchu v místnosti, ve které testování probíhá. Ve většině případů jsou změny tlaku vzduchu okolního prostředí v 30 sekundovém intervalu, ve kterém měření probíhá, tak malé, že je lze zanedbat.
- Senzor vypočte celkový objem vzduchu integrací křivky závislosti průtoku vzduchu na čase. Vzhledem k této časové integraci může i velmi malý posun v měření průtoku vzduchu znamenat znatelné snižování či zvyšování základní úrovně celkového objemu (nebo objemu plic). Tento trend obvykle nemá na hodnoty objemů a kapacit odečtené z grafu významný vliv, a to proto, že každé měření je prováděno během několika sekund. V programu DataStudio můžete tento trend eliminovat pomocí následujícího vzorce:

Celkový průtok vzduchu =  $\text{integrál}((1 - \text{inrange}(0, .03, \text{abs}(\text{smooth}(10, R)))) * R)$

Definujme R jako průtok vzduchu. Použijte vypočtená data místo dat přímo naměřených senzorem. Pokud je výše zmíněný trend stále patrný, zvýšte parametr “.03” tak, aby byl o něco větší než posun průtoku vzduchu.

## Řešení problémů

Problém	Řešení
<b>Posun nebo fluktuace základní úrovně celkového objemu plic</b>	Malý posun (méně než 0,3l během 30s) má tak malý vliv, že ho lze zanedbat.
	Chraňte náústek před pohyby vzduchu, vzdušnými proudy a změnami tlaku po dobu, po kterou bliká světelný indikátor WAIT.
	Po dobu měření nehýbejte s elektronickým zařízením měřiče.
	Použijte výpočet uvedený výše.
<b>Velký posun základní úrovně celkového objemu plic po nuceném výdechu</b>	Použijte nosní svorku nebo zajistěte, aby si testovaná osoba držela nos zacpaný tak, aby nedocházelo k proudění vzduchu nosem.
	Zajistěte, aby náústek byl pevně obemknut rty
	Použijte nový náústek.
<b>Nereálný posun základní úrovně celkového objemu plic</b>	Chraňte náústek před pohybem, prouděním vzduchu a změnami tlaku vzduchu po dobu, po kterou bliká světelný indikátor WAIT.
	Použijte nový náústek.

## Technické údaje

*Spirometr je přístroj určený pro výuku. Není navržen, testován ani zamýšlen pro lékařské použití.*

<b>Celkový průtok</b>	přesnost 5% při použití podle výše uvedených pokynů
<b>Nastavená vzorkovací frekvence</b>	50 Hz
<b>Ohebné hadičky</b>	90 cm

## Bezpečnostní pokyny

Před použitím přístroje si přečtěte Návod k použití. Studenti by měli používat přístroj pod vedením vyučujícího. Při používání přístroje postupujte v souladu s pokyny uvedenými v této příručce a v souladu s místními bezpečnostními předpisy, které se na vás vztahují.

Nepoužívejte jeden náústek pro více osob.

Při použití pro lékařské účely je funkční vyšetření plic prováděno pod dohledem odborného lékařského personálu. Je-li spirometr používán bez lékařského dohledu, je třeba zvýšené opatrnosti. Nemocné osoby, které by mohlo provádění funkčního vyšetření plic ovlivnit, nesmí spirometr PASCO používat. Dojde-li k tomu, že testovaná osoba začne mít potíže s dýcháním nebo se začne cítit nepohodlně, testování ukončete.