

ارزیابی سیستم تنفس با دستگاه اسپرومتری

هدف:

۱. اندازه گیری حجم ها و ظرفیت های تنفسی
۲. بررسی ارتباط بین تعداد تنفس و تعداد ضربان قلب در دقیقه
۳. بررسی تشخیصی بیماریهای انسدادی و بیماریهای محدود کننده ریوی

مقدمه: حجم ها و ظرفیت های ریوی و وضعیت عملکردی ریه افراد مبتلا به بیماری های انسدادی و بیماری های محدود کننده ریه را می توان با استفاده از دستگاه اسپرومتر مورد ارزیابی قرار داد. جدول شماره ۱ پارامترهای قابل اندازه گیری به وسیله این روش را نشان می دهد. روش استفاده از سه نوع مختلف از این دستگاه ها که در آزمایشگاه فیزیولوژی موجود می باشد در ذیل به اختصار شرح داده شده است. از دانشجو انتظار می رود بخش مانورها را در آزمایشگاه انجام داده و به سوالات مربوطه پاسخ دهد.

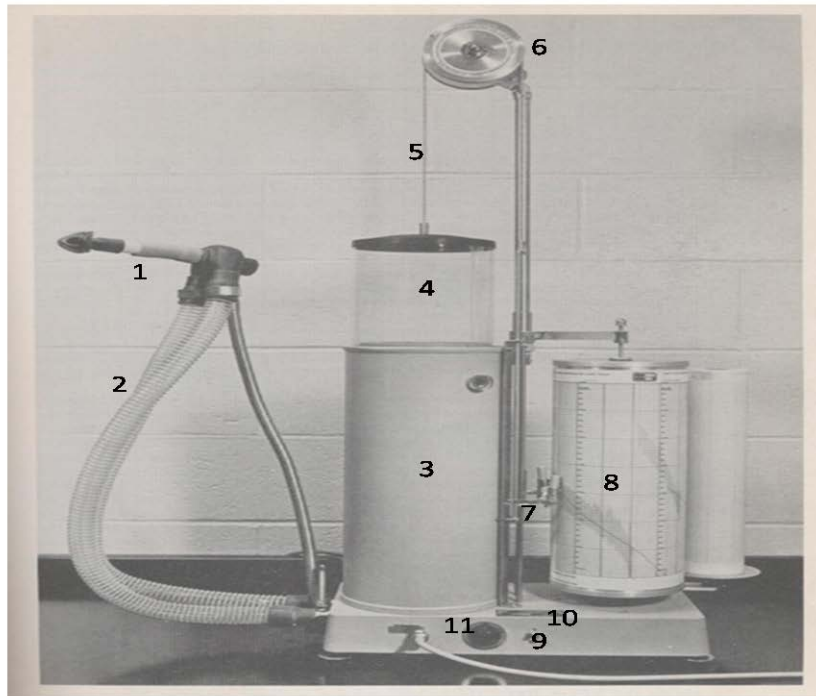
۱- اسپرومتر آموزشی (سیستم قدیمی)

این دستگاه جهت تعیین حجم هوای متحرک (ورودی و خروجی) ریه در واحد زمان به کار می رود. شکل شماره ۱ اسپرومتر آموزشی موجود در آزمایشگاه فیزیولوژی را نشان می دهد که شامل یک محفظه استوانه ای شکل حاوی آب است که با شماره ۳ نشان داده شده است. یک محفظه استوانه ای سبک (شماره ۴) بطور معکوس روی آن قرار می گیرد که توسط زنجیری (شماره ۵) از روی یک قرقره (شماره ۶) می گذرد و تعادلش توسط وزنه ای حفظ می شود. بخشی از استوانه معکوس که بالاتر از سطح آب قرار می گیرد حاوی مخلوطی از گاز قابل استنشاق (هوا یا اکسیژن) می باشد که حجم و نوع گاز از طریق لوله ای که به سمت خارج اسپرومتر امتداد دارد (به شکل شماتیک کتاب گایتون و Power point کلاس مراجعه شود) قابل تنظیم است. دو لوله خرطومی (شماره ۲) به دستگاه اسپرومتر متصل است که یکی مربوط به مسیر ورود هوا از اسپرومتر به ریه فرد مورد آزمایش در زمان دم و دیگری مربوط به مسیر خروج هوا از ریه فرد به داخل اسپرومتر در زمان بازدم می باشد. لوله های خرطومی به یک قطعه دهانی (شماره ۱) متصل می شوند و از طریق این قطعه، فرد به دستگاه متصل می شود. زمانی که فرد دم انجام می دهد مقداری از هوایی که در استوانه معکوس قرار دارد وارد ریه می شود و در نتیجه حجم هوای استوانه معکوس کم شده و استوانه به سمت پایین حرکت می کند. در زمان بازدم حجم هوای بازدمی به استوانه اضافه شده و موجب حرکت استوانه به سمت بالا می شود. این بالا و پایین رفتن استوانه موجب بالا و پایین رفتن قلم متصل به آن (شماره ۷) می شود. نوک قلم بر روی یک استوانه ثبات (شماره ۸) قرار دارد که با سرعت دلخواه (قابل تنظیم به وسیله شماره ۱۰) می چرخد. بنابراین حرکت قلم موجب رسم نمودار بر روی کاغذ استوانه ثبات می شود. منحنی بالارو نشانگر دم و منحنی پایین رو نشانگر بازدم است. روشن و خاموش کردن استوانه ثبات به وسیله کلید شماره ۹ و تنظیم قلم بر روی آن به وسیله کلید شماره ۱۱ انجام می شود. در قسمت جانبی دستگاه (در شکل مشخص نیست. در

آزمایشگاه دقت شود) محفظه کوچکی قرار دارد که در مسیر هوای بازدمی قرار دارد و حاوی ترکیب Soda lime (جاذب گاز CO_2) است.

اجزاء مختلف این دستگاه مطابق با شماره گذاری شکل پایین عبارتند از:

- ۱- قطعه دهانی
- ۲- لوله های خرطومی دم و بازدم
- ۳- محفظه استوانه ای حاوی آب
- ۴- استوانه معکوس
- ۵- زنجیر متصل به استوانه
- ۶- قرقره
- ۷- قلم دستگاه
- ۸- استوانه ثبات
- ۹- کلید روشن و خاموش کردن استوانه ثبات
- ۱۰- کلید تنظیم سرعت
- ۱۱- کلید تنظیم قلم



شکل شماره ۱: اسپیرومتر آموزشی موجود در آزمایشگاه فیزیولوژی.

روش کار:

- ۱- کاغذ مخصوص اسپرومتر را به دور استوانه ثابت بپیچید و قلم دستگاه را در تماس با کاغذ قرار دهید.
- ۲- استوانه معکوس را چند بار به آهستگی بالا و پایین برده تا هوای زیر آن کاملاً عوض شود.
- ۳- استوانه را به اندازه ای از هوا پر کنید که قلم دستگاه کمی پایین تر از وسط کاغذ قرار بگیرد.
- ۴- شخص مورد آزمایش باید روی یک صندلی جلوی اسپرومتر بنشیند و پس از چند دقیقه استراحت، قطعه دهانی پلاستیکی (یک بار مصرف) را در دهانش قرار دهد.
- ۵- با استفاده از گیره بینی کاملاً مسیر انتقال هوا از بینی مسدود شود. بنابراین فرد مورد آزمایش تنها از طریق دهان نفس می کشد.
- ۶- بعد از چند دقیقه شیر مربوط به اتصال کامل به دستگاه بسته می شود (در آزمایشگاه به طریقه این اتصال دقت شود). بنابراین فرد مورد آزمایش از طریق لوله خرطومی مربوط به هوای دمی از هوای موجود در استوانه معکوس دم را انجام می دهد و از طریق لوله خرطومی مربوط به هوای بازدمی عمل بازدم را انجام می دهد.
- ۷- از فرد بخواهید چند دم و بازدم عادی داشته باشد تا فرد به دستگاه عادت کند.
- ۸- استوانه ثابت را روشن کنید.
- ۹- برای حفظ ایمنی، از انجام آزمایش برای دانشجویانی که دچار سرماخوردگی هستند و یا بیماری عفونی تنفسی دارند، امتناع شود.

روش محاسبه حجم ها و ظرفیت های ریوی

کاغذ روی استوانه ثابت بین صفر تا شش لیتر مدرج است. بنابراین می توان حجم های مورد نظر را به راحتی محاسبه نمود. طریقه محاسبه را از کارشناس آزمایشگاه یاد بگیرید. سرعت حرکت دستگاه مشخص است. بنابراین می توان تعداد تنفس در دقیقه و نیز حجم دقیقه ای تنفس (با ضرب کردن حجم جاری در تعداد تنفس در دقیقه، حجم دقیقه ای تنفس محاسبه می شود) را حساب کرد. همچنین با توجه به اینکه حجم های اندازه گیری شده به وسیله اسپرومتر متأثر از درجه حرارت محیط قرار میگیرند، از ضرب تصحیح حجم گازها استفاده می شود. ضرب تصحیح حجم ها برای تبدیل حجم هوا از

به $ATPS: Atmospheric Temperature Pressure Saturated$

$BTPS: Body Temperature Pressure Saturated$ از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

PB: فشار اتمسفر (در شیراز ۶۳۰ میلی متر جیوه)

PH₂O: فشار بخار آب در درجه حرارت آزمایشگاه

T: درجه حرارت آزمایشگاه

$$\text{ضرب تصحیح} = \frac{PB - PH_2O}{PB - 47} + \frac{273 + 37}{273 + T}$$

۳۷: درجه حرارت بدن

۴۷: فشار بخار آب در درجه حرارت بدن

مانور ها و سوالات

بر اساس توضیحات Power point کلاس آزمایشگاه و تعاریف موجود در کتاب گایتون:

- ۱- از فرد بخواهید دم یا بازدم عادی داشته باشد. این حجم هوا را چه می نامند و مقدار آن چقدر است؟
- ۲- از فرد بخواهید در انتهای یک دم معمولی تا حد امکان هوای بیشتری را با یک دم عمیق تنفس کند. این حجم را چه می نامند؟ مقدار آن چقدر است؟
- ۳- از فرد بخواهید بلافاصله تمام هوایی که مانند مانور شماره ۲ وارد ریه ها شده است را با یک بازدم عمیق از ریه خارج کند. این حجم را چه می نامند و مقدار آن چقدر است؟
- ۴- از فرد بخواهید بعد از چند دم و بازدم عادی، در انتهای بازدم معمولی یک بازدم عمیق انجام دهد. این حجم را چه می نامند و مقدار آن چقدر است؟
- ۵- با استفاده از حجم های اندازه گیری شده، ظرفیت های تنفسی را حساب کنید.
- ۶- آزمایش بالا را در زمانی که فرد در حالت خوابیده هست تکرار کنید. چه تفاوتی بین حجم ها و ظرفیت های تنفسی بین وضعیت نشسته و خوابیده وجود دارد؟
- ۷- تعداد تنفس فرد مورد آزمایش را در دقیقه حساب کنید.
- ۸- مقدار حجم دقیقه ای تنفس فرد مورد آزمایش را حساب کنید.
- ۹- به نظر شما اگر محفظه جاذب CO_2 از سیستم حذف شود چه اثری بر تعداد و عمق تنفس فرد مورد آزمایش می گذارد؟ در صورت امکان در آزمایشگاه این کار را انجام دهید.
- ۱۰- پارامتر های اندازه گیری شده را با گروه های دیگر و با مقادیر کتاب گایتون مقایسه کنید. در صورت وجود تفاوت، در رابطه با علت های آن بحث کنید.

۲- اسپیرومتر آموزشی سیستم پاورلب با استفاده از Respiratory belt

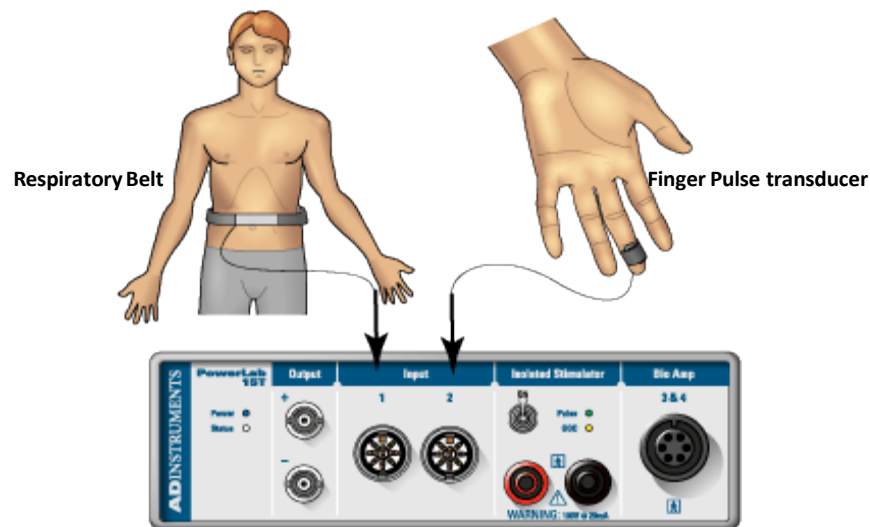
این سیستم براساس تغییر در قطر قفسه سینه در زمان دم و بازدم کار می کند. شکل شماره ۲ سمت چپ طریقه اتصال Respiratory belt (کمر بند تنفسی) را به دستگاه پاورلب آموزشی نشان می دهد. این دستگاه جهت نشان دادن حجم های تنفسی به صورت کیفی و اندازه گیری تعداد تنفس به صورت کمی کاربرد دارد. کمر بند تنفسی یک ترانسدیوسر است که در اطراف شکم یا قفسه سینه بسته می شود که به وسیله آن تغییرات در قطر شکم یا قفسه سینه را که در اثر دم و بازدم ایجاد می شود را به صورت سیگنال الکتریکی به دستگاه ثبت کننده پاورلب منتقل می کند. سپس دستگاه این سیگنال را با استفاده از نرم افزار مخصوص بر روی صفحه مانیتور نمایش می دهد. به دلیل اینکه امکان تغییر در الگوی تنفس در تنفس شکمی در شرایط مختلف وجود دارد، بهتر است کمر بند تنفسی بر روی قفسه سینه قرار گیرد تا سیگنال یکنواختی را ثبت کرد. کمر بند تنفسی باید به اندازه کافی محکم باشد که در زمان بازدم هم که قطر قفسه سینه کاهش می یابد، کاملاً ثابت باشد و حرکت نکند ولی نباید به حدی محکم باشد که فشار محدود کننده ایجاد کند. تنفس فرد باید به راحتی انجام شود.

مزایای کمربند تنفسی

۱. کمربند تنفسی را می توان بر روی لباس استفاده نمود.
۲. امکان ثبت سیگنال در حالت ایستاده، نشسته، و حتی در زمان انجام فعالیت بدنی وجود دارد.
۳. این امکان وجود دارد که فرد مورد آزمایش دور از کامپیوتر و بدون اینکه توجه مستقیم به انجام تنفس داشته باشد مورد ارزیابی قرار گیرد. می توان از فرد خواست که برای اجتناب از تنفس آگاهانه در حین انجام آزمایش کار دیگری از جمله مطالعه انجام دهد.
۴. این روش برای ارزیابی سیستم تنفس بیماران که سطح هوشیاری پایینی دارند و برای ارزیابی تنفسی اطفال و کسانی که همکاری نمی کنند موثر می باشد.

ترانسدیوسر Finger Pulse

شکل شماره ۲ سمت راست طریقه اتصال ترانسدیوسر Finger Pulse به دستگاه پاورلب آموزشی را نشان می دهد. با بستن این ترانسدیوسر کوچک دور انگشت نشانه می توان موج نبض شریانی را ثبت کرد که با استفاده از آن می توان تعداد ضربان قلب را محاسبه نمود. بنابراین امکان مطالعه همزمان سیستم تنفس و قلب و عروق را فراهم می کند. در کلینیک از این دستگاه برای ارزیابی مداوم سیستم قلب و عروق در بخش های مراقبت ویژه و اتاق های عمل استفاده می شود.



شکل شماره ۲

شکل چپ: طریقه اتصال کمربند تنفسی را نشان می دهد. با توجه به توضیح متن، بهتر است کمربند دور قفسه سینه بسته شود. محل اتصال کابل کمربند در Input شماره ۱ دستگاه پاورلب می باشد.

شکل راست: طریقه اتصال ترانسدیوسر Finger Pulse را نشان می دهد که در اطراف انگشت نشانه فرد مورد آزمایش بسته شده است. محل اتصال کابل آن در Input شماره ۲ دستگاه پاورلب می باشد.

■ دقت کنید هر گونه تغییر در اتصالات سیستم پاورلب باید در زمان خاموش بودن دستگاه انجام شود.

هدف: بررسی ارتباط بین سیستم تنفس و سیستم قلب و عروق

روش کار:

- ۱- به کمک کارشناس آزمایشگاه نرم افزار مربوط به پاورلب را در کامپیوتر باز کنید.
- ۲- به کمک کارشناس آزمایشگاه در برنامه پاورلب تعداد ۴ کانال را انتخاب کنید. کانال های شماره ۱ و ۳ مربوط به تنفس و کانال های شماره ۲ و ۴ مربوط به نبض می باشد.
- ۳- فرد مورد آزمایش باید پشت به کامپیوتر بنشیند.
- ۴- کمربند تنفسی را در اطراف قفسه سینه ببندید.
- ۵- ترانسدیوسر **Finger Pulse** را دور انگشت نشانه فرد ببندید.
- ۶- دکمه **Start** دستگاه را فشار دهید. نرم افزار شروع به ثبت اطلاعات می کند.
- ۷- بعد از ظاهر شدن نمودار تنفسی دم و بازدم در کانال شماره ۱، با کمک کارشناس آزمایشگاه طریقه فعال کردن کانال ۳ مربوط به محاسبه تعداد تنفس در دقیقه را یاد بگیرید.
- ۸- بعد از ظاهر شدن نمودار نبض در کانال شماره ۲، با کمک کارشناس آزمایشگاه طریقه فعال کردن کانال ۴ مربوط به محاسبه تعداد ضربان قلب در دقیقه را یاد بگیرید.
- ۹- به مدت ۲ دقیقه تعداد تنفس و ضربان قلب را در دقیقه ثبت کنید.

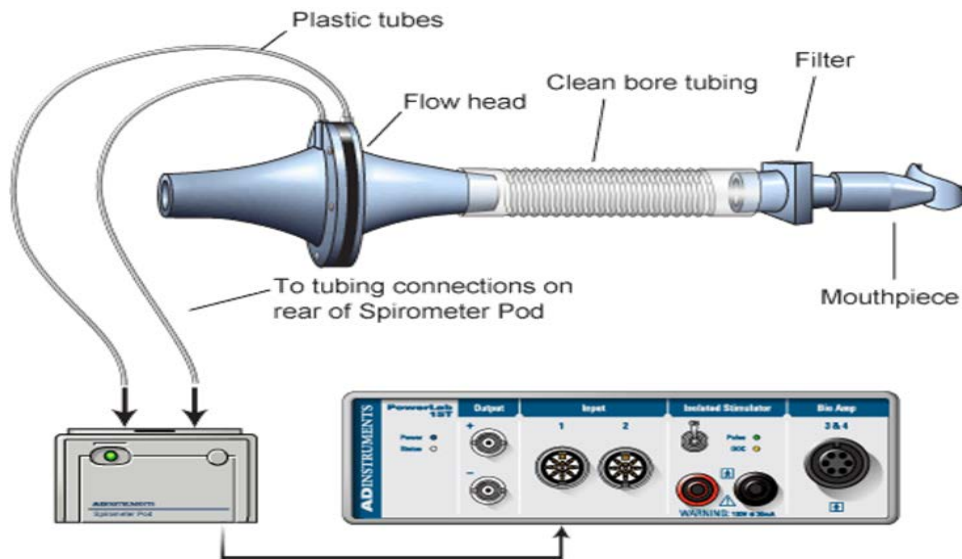
مانورها و سوالات

- ۱- بعد از ۲ دقیقه استراحت، از فرد بخواهید که تند تند نفس بکشد. چه تغییری در ضربان قلب مشاهده می کنید؟
- ۲- بعد از ۲ دقیقه استراحت، از فرد بخواهید که تعداد تنفس خود را کاهش دهد. چه تغییری در ضربان قلب مشاهده می کنید؟
- ۳- دلیل مشاهدات خود را بیان کنید؟

۳- اسپیرومتر آموزشی و تشخیصی

این دستگاه ها جهت تعیین حجم و جریان هوای ورودی و خروجی ریه در واحد زمان به کار می روند. شکل شماره ۳ اجزاء مختلف اسپیرومتر دستگاه پاورلب را نشان می دهد. این دستگاه مقدار جریان هوای ورودی در واحد زمان و حجم هوا را اندازه گیری می کند و از قطعه دهانی (قابل شستشو و استریل کردن)، فیلتر، لوله خرطومی، قطعه حساس به جریان (Flow head) و پود (Pod) تشکیل شده است. پود از طریق دو لوله پلاستیکی از یک طرف به Flow head و از طرف دیگر به Input شماره ۱ سیستم پاورلب متصل می شود. در محل Flow head سنسور (صفحه حساس) به جریان هوا وجود دارد. علاوه بر این دستگاه، اسپیرومتر های

تشخیصی هم در آزمایشگاه موجود می باشد که در صورت علاقمندی می توانید روش استفاده از آن را از کارشناس آزمایشگاه یاد بگیرید.



شکل شماره ۳: اسپرومتر آموزشی سیستم پاورلب را نشان می دهد. محل اتصال کابل دستگاه در Input شماره ۱ دستگاه پاورلب می باشد.

روش کار:

- ۱- نرم افزار مربوط به پاورلب را با کمک کارشناس آزمایشگاه در کامپیوتر باز کنید.
- ۲- در برنامه پاورلب تعداد ۲ کانال را با کمک کارشناس آزمایشگاه انتخاب کنید.
- ۳- شخص مورد آزمایش باید روی یک صندلی پشت به اسپرومتر بنشیند و پس از چند دقیقه استراحت، قطعه دهانی پلاستیکی را در دهانش قرار دهد.
- ۴- با استفاده از گیره بینی کاملاً مسیر انتقال هوا از بینی مسدود شود. بنابراین فرد مورد آزمایش تنها از طریق دهان نفس می کشد.
- ۵- از فرد بخواهید چند دم و بازدم عادی داشته باشد تا به دستگاه عادت کند.
- ۶- دکمه Start دستگاه را فشار دهید. نرم افزار شروع به ثبت اطلاعات می کند.
- ۷- برای حفظ ایمنی، از انجام آزمایش برای دانشجویانی که دچار سرماخوردگی هستند و یا بیماری عفونی تنفسی دارند، امتناع شود.

مانورها و سوالات

۱- از فرد مورد آزمایش بخواهید در انتهای یک دم عمیق در ریه بلافاصله و با سرعت زیاد با یک بازدم عمیق هوا را از ریه خارج کند.

- * حجم هوای خروجی از ریه در ثانیه اول (FEV_1) چقدر است؟
- * حجم هوای کل خارج شده در طی بازدم سریع (FVC) چقدر است؟

* نسبت FEV_1 به FVC چقدر است؟ آیا طبیعی است؟

۲- مقادیر اندازه گیری شده را با گروه های دیگر مقایسه کنید. در صورت تفاوت در نتایج، در رابطه با علت آن بحث کنید.

۳- در چه صورت نسبت بدست آمده در C مربوط به ریه انسدادی است؟

۴- در چه صورت نسبت بدست آمده در C مربوط به ریه محدود کننده است؟

جدول شماره ۱. اطلاعات حجم ها و ظرفیت های تنفسی که شما باید قبل از ورود به آزمایشگاه آشنایی داشته باشید در زیر لیست شده است:

Term	Abbreviation/Symbol	Units
Respiratory Rate	RR	Breath/min (BPM)
Expired Minute Volume	$V_E = RR \times V_T$	L/min
Lung Volumes		
Tidal Volume	V_T	L
Inspiratory Reserve Volume	IRV	L
Expiratory Reserve Volume	ERV	L
Residual Volume	RV	L
Lung Capacities		
Inspiratory Capacity	$IC = V_T + IRV$	L
Expiratory Capacity	$EC = V_T + ERV$	L
Vital Capacity	$VC = IRV + V_T + ERV$	L
Functional Residual Capacity	$FRC = ERV + RV$	L
Total Lung Capacity	$TLC = VC + RV$	L
Pulmonary Function Tests (PFTs)		
Peak Inspiratory Flow	PIF	L/min
Peak Expiratory Flow	PEF	L/min
Forced Vital Capacity	FVC	L
Forced Expiratory Volume (1 second)	FEV ₁	L
% FVC expired in one second	$FEV_1 / FVC \times 100$	%

جدول شماره ۲. طریقه تشخیص ریه انسدادی و محدود کننده را نشان می دهد:

	Obstruction	Restriction	Mixed
FEV1	↓	↓ or normal	↓
FVC	↓ or normal	↓	↓
FEV1/FVC	↓	↑ or normal	↓

کنترل عفونت دستگاه اسپرومتر:

به دلیل خطر انتقال عفونتهای تنفسی از دستگاه اسپرومتر به فرد در طی انجام اسپرومتری ضروری است اقدامات کنترل عفونت انجام شود .

۱- اسپرومتری را در افرادی که در مرحله سرما خوردگی حاد و آنفولانزا و برونشیت حاد هستند تا سه روز الی یک هفته به تعویق اندازید. همچنین اگر فرد سرفه خلط دار (حاد یا مزمن) دارد، اسپرومتری را انجام ندهید .

۲- دستهای خود را قبل از انجام اسپرومتری با آب و صابون کاملاً شسته و خشک کنید .

۳- از قطعات دهانی یکبار مصرف استفاده کرده و پس از پایان کار شخص را راهنمائی کنید تا قطعه دهانی را در سطل مخصوص بیندازد.

۴- قطعاتی را که بینی و قطرات تنفسی فرد در تماس هستند در پایان کار با ماده ضد عفونی کننده مناسب مانند ایزوپروپیل الکل ضد عفونی کنید.