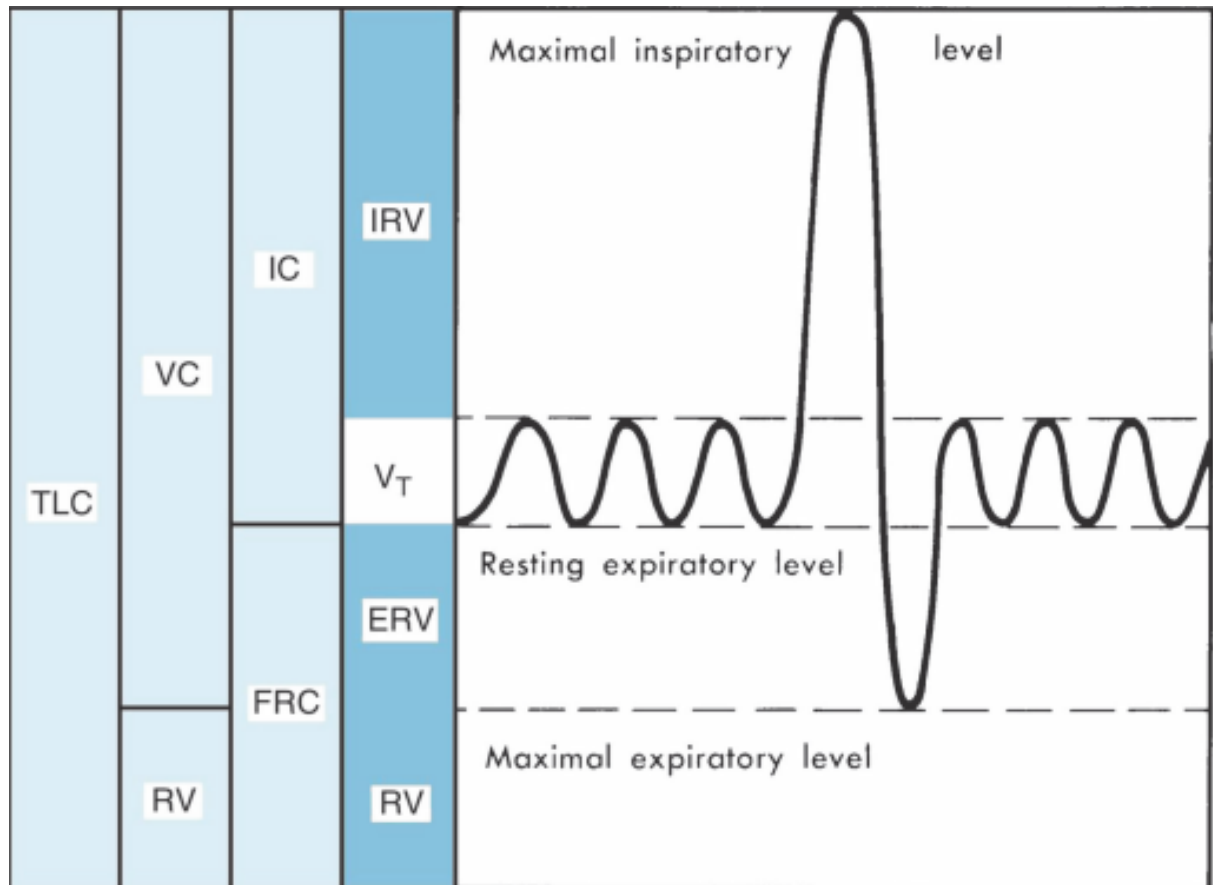


اسپيرومٽري (Spirometry)

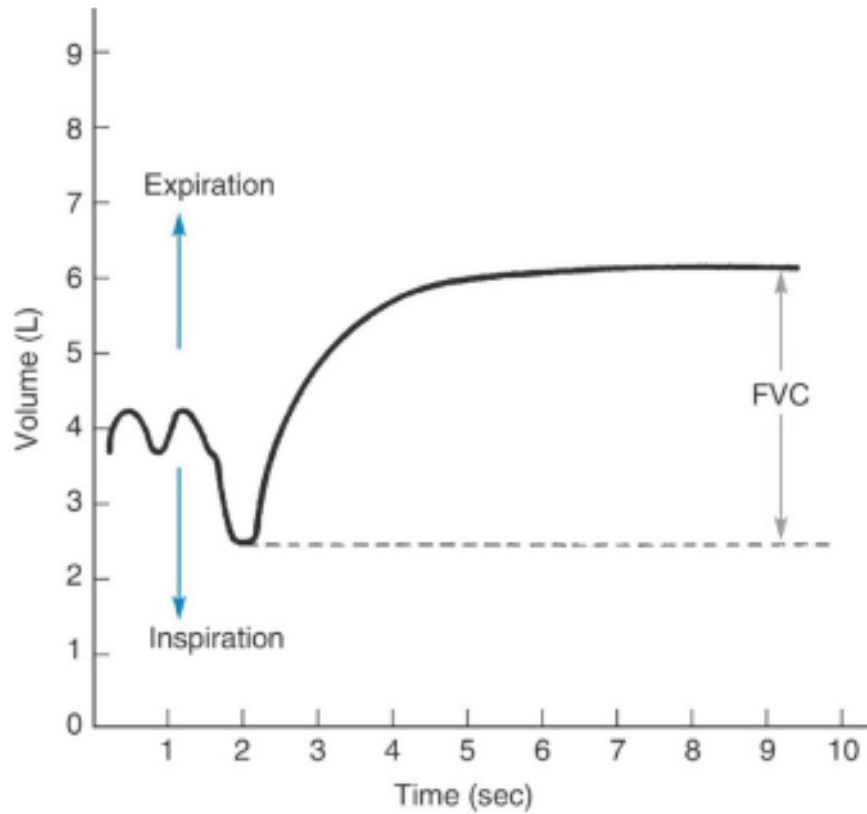
A.R.ESLAMINEJAD MD FCCP
SBMU, NRITLD

اسپيرومٽري (Spirometry)

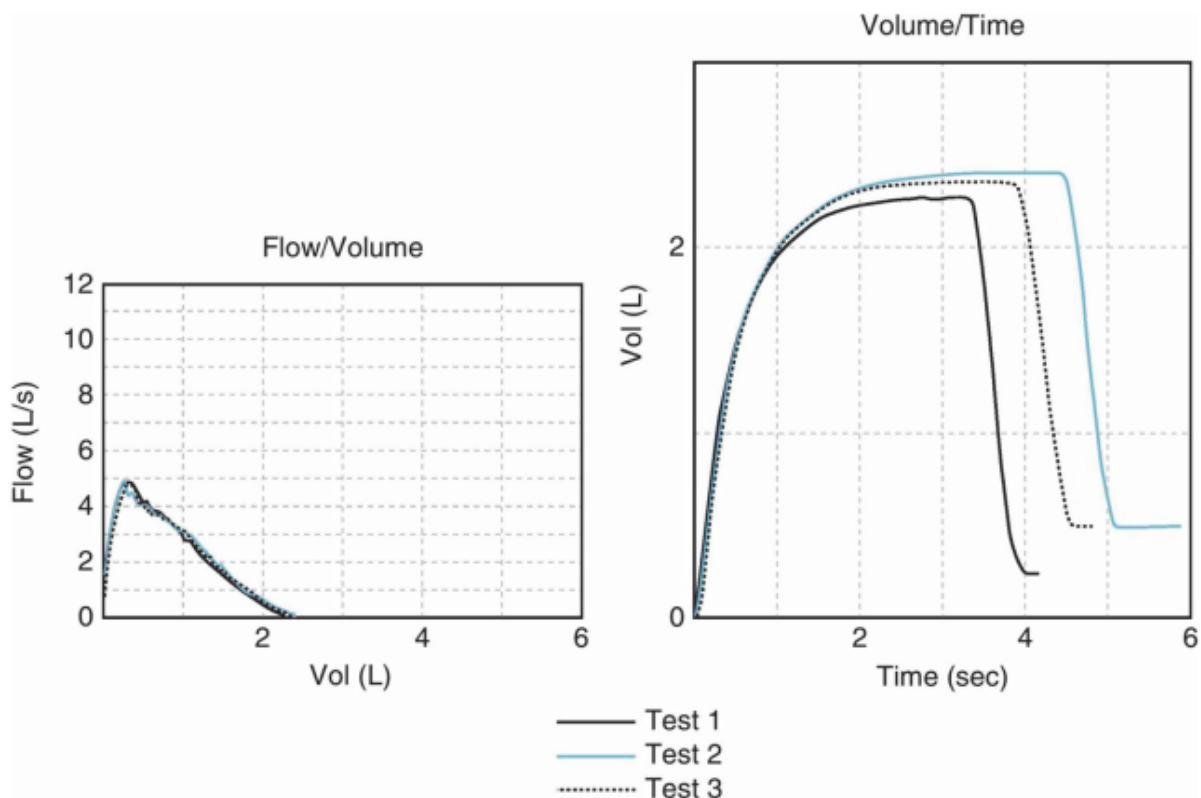


عبارت است از حجم گازی که پس از یک دم : FVC عمیق، با حدا کثر فشار و سرعت ممکن، از ریه خار گفته می شود FVC ج میشود؛ به این پروسه، مانور

در انتهای دم، وقفه باید خیلی کوتاه بوده یا اصلاً نباشد (کمتر از 2-1 ثانیه). یک وقفه بلند پس از دم و در (Flow) قبل از بازدم، منجر به کاهش جریان بازدم خواهد شد.



شکل ۲-۲ : FVC. اسپروگرام تیپیک نشاندهنده حجم در مقابل زمان، هنگامی که بیمار با فشار بازدم را انجام می‌دهد. در این نمودار، بازدم منجر به انحنای رو به بالا شده است. بیمار با حداکثر توان دم انجام می‌دهد (نقطه چین) و حجم ریه در اینجا به TLC می‌رسد. سپس بیمار با حداکثر قدرت و سرعت بازدم انجام می‌دهد که در اینجا حجم ریه به سطح RV خواهد رسید.

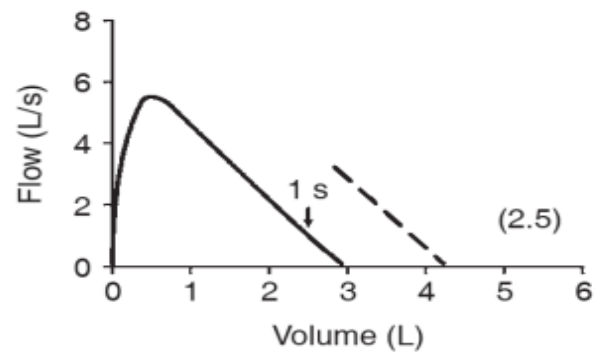
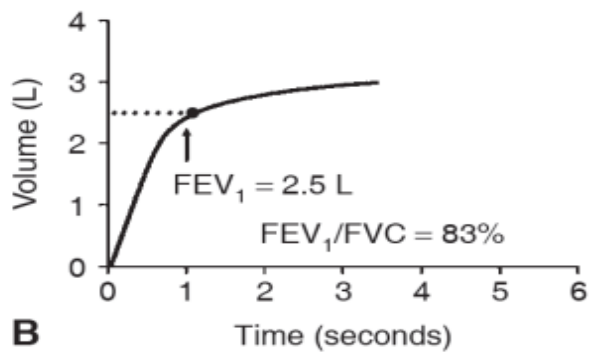
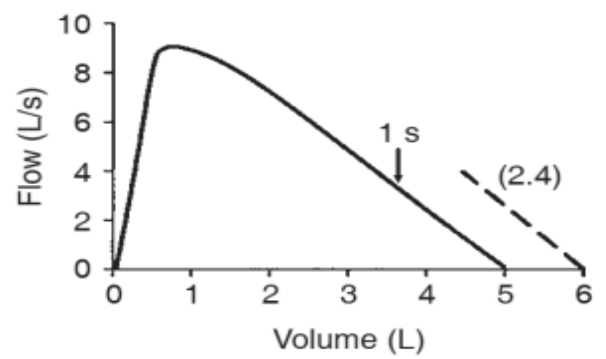
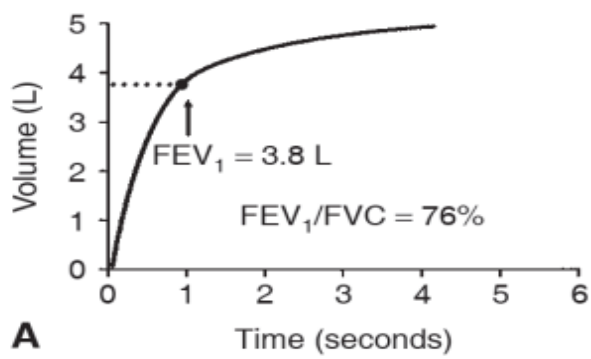


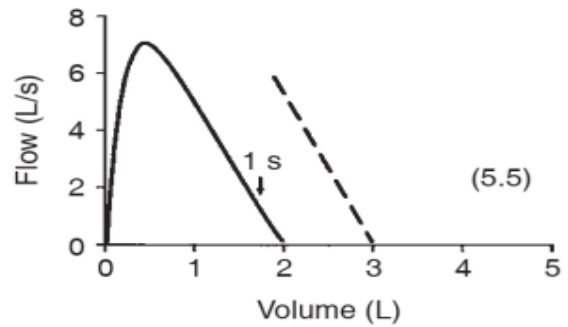
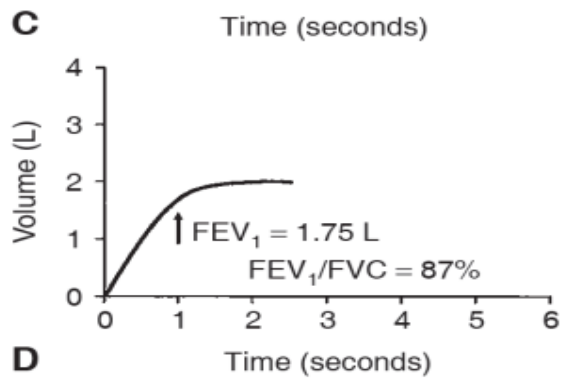
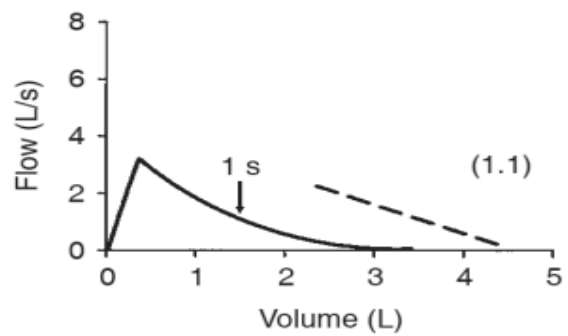
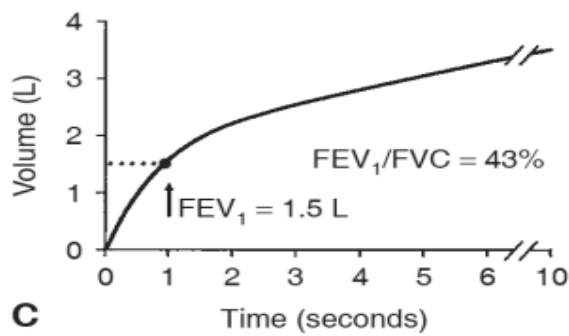
شکل ۲-۳: مانور قابل قبول FVC. قابل قبول بودن FVC براساس شروع سریع و بدون تأخیر، حداکثر جریان (Peak flow) تند و سریع، بدون سرفه یا بسته شدن گلوت در ثانیه اول و مشاهده معیارهای قابل قبول بودن انتهای تست می باشد.

جدول ۱-۲: کرایتریای قابل قبول بودن مانور FVC

۱	حداکثر تلاش، بدون سرفه یا بسته شدن گلوت در ثانیه اول
۲	بدون انسداد یا بسته شدن قطعه دهانی
۳	شروع خوب تست (شروع بدون تاخیر که در حداقل زمان کمتر از ۱۲۰ میلی ثانیه به پیک برسد)
۴	نمودار حجم-زمان نشاندهنده ۶ ثانیه بازدم و یا رسیدن به پلاتو باشد
۵	سه اسپروگرام قابل قبول تهیه شود که ۲ مورد بزرگترین FVC، با هم کمتر از ۱۵۰ سی سی اختلاف داشته باشد. همچنین ۲ مورد بزرگترین FEV ₁ ، نیز کمتر از ۱۵۰ سی سی با هم اختلاف داشته باشند.
۶	بزرگترین FVC و بزرگترین FEV ₁ گزارش شود، حتی اگر هر کدام از یک مانور مجزا به دست آمده باشند.

تعریف به پلاتو رسیدن نمودار حجم-زمان به صورت عدم تغییر حجم واضح (کمتر از 25 سي سي طی يك ثانيه) است. کودکان و بیماران دچار بیماریهای تحدیدی ریه، ممکن است در زمان کمتری به پلاتو برسند. به عنوان مثال کودکان زیر 10 سال، طی 3 ثانيه به پلاتو می رسند و 3 ثانيه بازدم کافی است. در مقابل، بیماران با انسداد شدید راه هوایی حتی می توانند تا 15 ثانيه بازدم را ادامه دهند که نیازی به این بازدم طولانی نیست و همان 6 ثانيه انجام مانور کافی خواهد بود. بنابراین معیار قابل قبول بودن، بازدم حداقل 6 ثانيه (3 ثانيه در کودکان) یا رسیدن به پلاتو





شکل ۴-۲: اسپیروگرام‌های تیپیک و منحنی‌های جریان-حجم مربوط به FEV_1 . منحنی‌های A, B مربوط به افراد طبیعی با جثه‌های متفاوت است. منحنی C مربوط به بیمار مبتلا به تنگی شدید راه هوایی است. منحنی D نیز از یک بیمار مبتلا به بیماری تحدیدی ریه گرفته شده است. فلش‌ها نشان‌دهنده FEV_1 هستند. نسبت $\frac{FEV_1}{FVC}$ و شیب منحنی جریان حجم (خط چین‌ها) نیز در هر مورد نشان داده شده است.

- حجم بازدمی با فشار (FEV_T) حجمی از گاز است که از ابتدای مانور FVC تا زمان T با فشار از ریه خارج می‌شود. بیشترین شکل کاربردی آن، FEV_1 است؛ اما سایر اشکال کاربردی آن شامل $FEV_{0.5}$ ، FEV_3 و FEV_6 می‌باشد. (شکل ۵-۲)

FEV_1 می‌تواند هم در الگوی انسدادی و هم در الگوی تحدیدی کاهش یابد. همین‌طور در تلاش ناکافی و یا همکاری نامناسب بیمار و همچنین در انسداد راه هوایی بزرگ (تراشه و برونش) کاهش می‌یابد.

بهترین معیار برای یک اختلال انسدادی، کاهش نسبت $\frac{FEV_1}{(F)VC}$ است و شدت این انسداد با استفاده از میزان کاهش FEV1 محاسبه می‌شود. میزان مرگ و میر در بیماران انسدادی ریه، با میزان FEV1 ارتباط دارد. بیماران با کاهش FEV1، بدون توجه به بیماری زمینه‌ای (COPD، کانسریه، یا حتی بیماری کاردیوواسکولار مثل Stroke, MI) مرگ و میر بالاتری دارند.

در صورت کاهش نسبت $\frac{FEV_1}{(F)VC}$ ، شدت انسداد براساس مقدار FEV_1 تقسیم‌بندی می‌شود.

این طبقه‌بندی شدت براساس معیارهای ATS-ERS به صورت زیر خواهد بود:

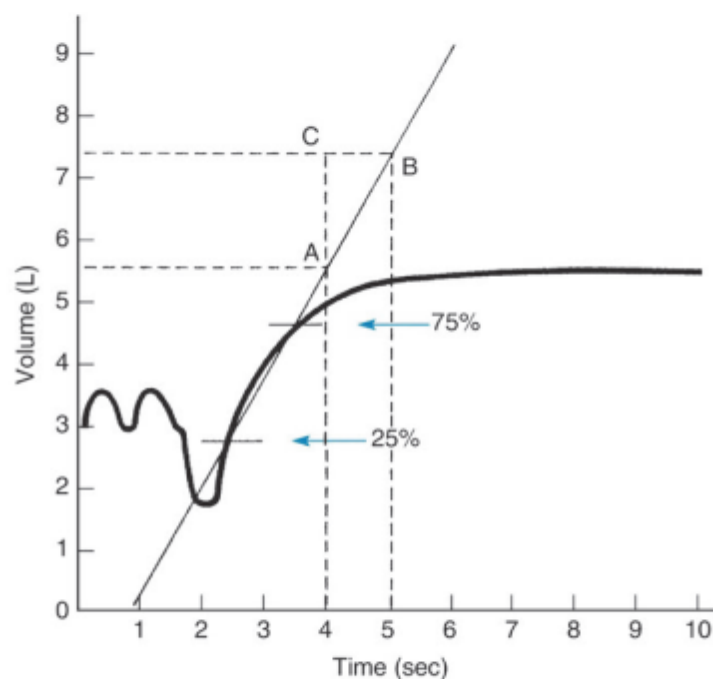
Mild	$FEV_1 \geq 70\% \text{ Predicted}$
Moderate	$60\% \leq FEV_1 < 70\% \text{ Predicted}$
Moderately Severe	$50 \leq FEV_1 < 60\% \text{ Predicted}$
Severe	$35 \leq FEV_1 < 50\% \text{ Predicted}$
Very Severe	$FEV_1 < 35\% \text{ Predicted}$

به بیشتر FE به عبارتی از نسبت بیشترین محاسبه می شود. این نسبت با افزایش سن FVC کاهش می یابد، به طوریکه در افراد مسن سالم، نرمال آن بین 65-70 درصد خواهد بود که علت آن کاهش الاستیسیته ریه است.

بافته، ویژگی اصلی بیماران انسدادی

و هم بر اساس GOLD است. هم بر اساس معیارهای محدوده 70 درصد برای این معیار ، ATS-ERS معیارهای استفاده می شود، اما باید بدانیم که استفاده از این عدد بیماری انسدادی در افراد Underestimation منجر به آن در افراد مسن خواهد شد Overestimation جوان و

- جریان (Flow) هوا در بازه خاصی از FVC یا نقطه خاصی از آن تحت عنوان FEF_x (Forced Expiratory Flow) گزارش می شود که واژه X، مطرح کننده نقطه یا بازه خاصی در مانور FVC خواهد بود. به عنوان مثال $FEF_{25\%-75\%}$ میانگین جریان در طی نیمه میانی مانور FVC (بین نقاط 25% و 75%) است. واحد FEF_x ، لیتر بر ثانیه است. $FEF_{25\%-75\%}$ را قبلاً به نام Maximum Mid Expiratory Flow Rate (MMFR) می شناختیم.

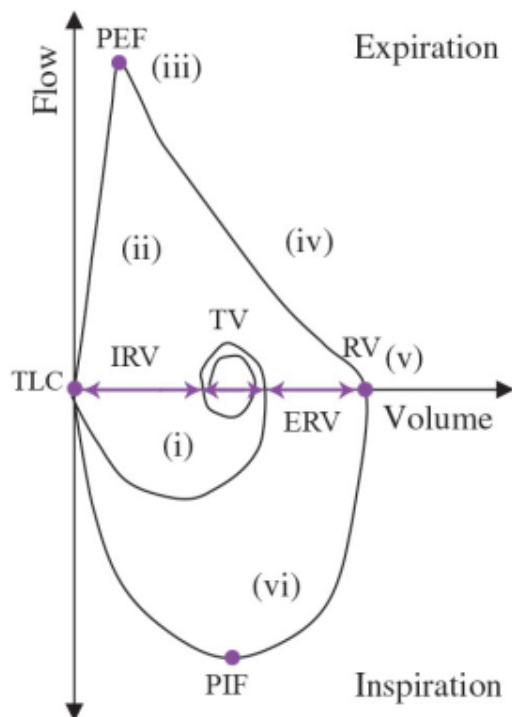


شکل ۶-۲ : FEF₂₅₋₇₅. شیب خط متصل‌کننده نقاط 25% و 75% FVC معادل FEF₂₅₋₇₅ می‌باشد؛
به روش دیگر محاسبه در متن اشاره کردیم که در تصویر ملاحظه می‌فرمائید.

کیفیت تست

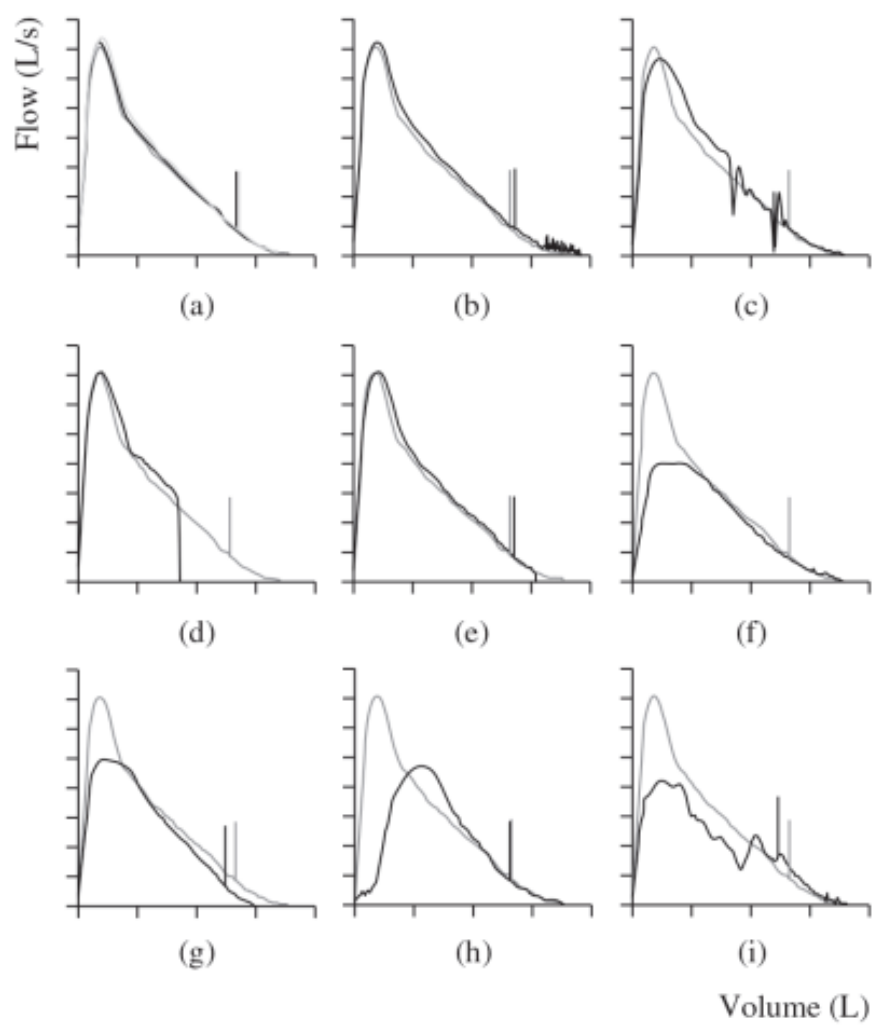
شرایط مطلوب برای استاندارد بودن تست، حداقل 3 تلاش FVC قابل قبول است که از این 3 تلاش، 2 مورد بیشترین از هر کدام از مانورها باید FEV1 و دو مورد بیشترین کمتر از 150 سی سی با هم اختلاف داشته باشند. به دست آمده از 2 مانور، بیش از 150 FVC عبارتی اگر سی سی با هم اختلاف داشته باشند، تست از کیفیت مناسب برای تفسیر برخوردار نیست.

حدا کثر میتوان 8-5 بار تست را تکرار کرد که باید از این تلاشها، 3 تلاش قابل قبول باشد. معیارهای متعددی برای قابل قبول بودن اسپرومتری وجود دارد که (acceptability) معیارهای اصلی آن در شکل 7-2 ارائه شده است.



I

شکل ۷-۲: بعد از یک دم عمیق تا TLC (II) یک بازدم سریع و قوی بدون تأخیر (III)، که به صورت یک پیک بلند (III) نشان داده می‌شود (PEF) (در بعضی رفرانس‌ها، زمانی این منحنی قابل قبول است که زمان رسیدن به PEF کمتر از 120ms باشد) و به دنبال آن یک منحنی صاف مداوم (IV) تا Flow صفر یا نزدیک صفر (V) ایجاد می‌شود. منحنی دمی از RV به TLC بسیار سریع و با حداکثر قدرت (VI) صورت می‌گیرد. کرایتریای پایان تست عبارت است از عدم تغییر حجم برای حداقل ۱ ثانیه و تلاش برای بازدم حداقل ۶ ثانیه (در کودکان ۳ ثانیه) که بهترین محل برای ارزیابی آن منحنی Volume -Time می‌باشد. (VII) PEF (Peak Expiratory Flow) برای ارزیابی تلاش اولیه کاربرد دارد. (III) حداقل باید ۳ منحنی جریان - حجم قابل قبول داشته باشیم، اما در نهایت منحنی که بهترین تلاش و بالاترین FEV₁, FVC را دارد گزارش می‌کنیم.



شکل ۸-۲: یک سری از اسپرومتری‌های با کیفیت پایین در مقابل اسپرومتری نرمال:

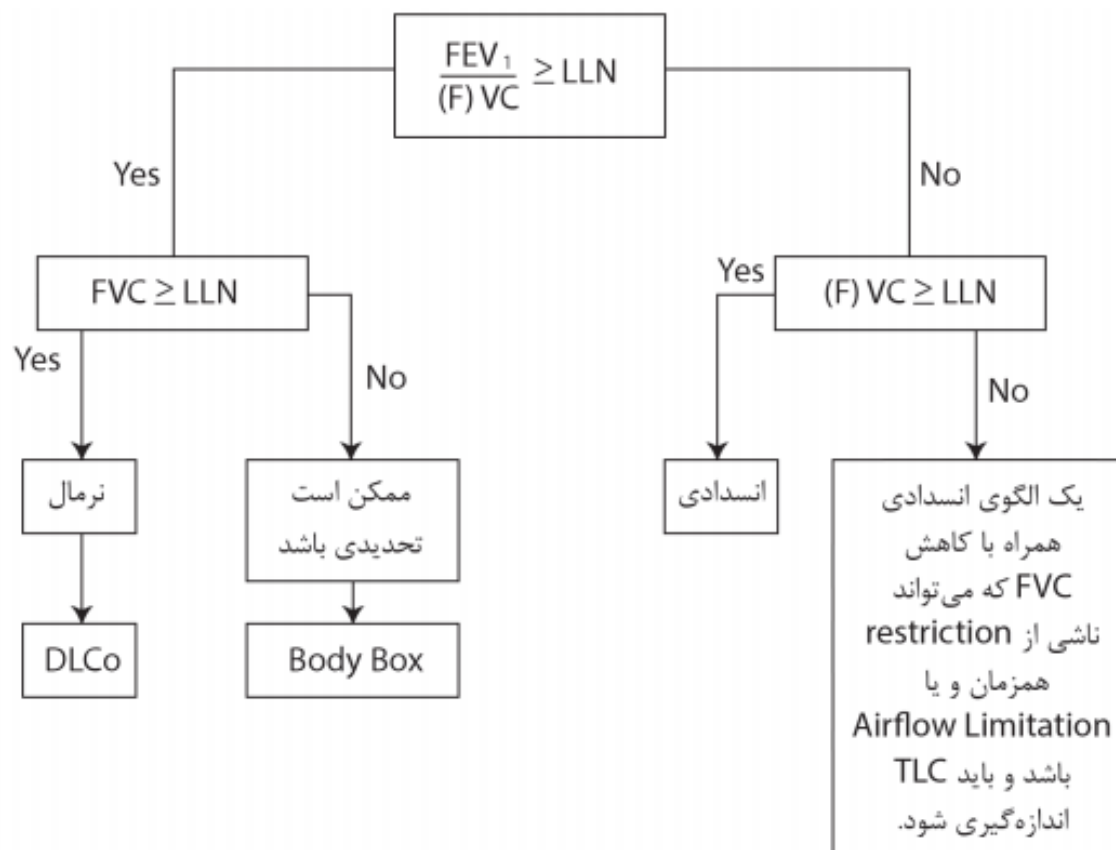
خط عمودی کوتاه روی منحنی معادل FEV1 بوده و FVC با نقطه‌ای که منحنی، خط حجم را قطع می‌کند نشان داده می‌شود. (a) نشان‌دهنده مانور FVC با کیفیت خوب. (b) نشان‌دهنده بروز سرفه در بازدم است که چون بعد از ثانیه اول اتفاق افتاده، تأثیری در کیفیت اسپرومتری ندارد. (c) نشان‌دهنده بروز سرفه در بازدم است که چون در ثانیه اول رخ داده، منجر به اختلال در تفسیر می‌شود. (d) ناشی از بسته شدن گلوت که روی FVC و FEV1 تأثیرگذار بوده است. (e) ناشی از بسته شدن گلوت که فقط روی FVC اثر گذاشته است. (f) تلاش ناکافی. (g) بسته شدن ضعیف لب و وجود نشت (leak). (h) شروع آهسته تست. (i) انسداد ابزار با زبان.

تنها يك كنترانديكاسيون براي ATS-ERS طبق معيارهاي اخير طي MI 3 انجام اسپيرومتری وجود دارد و آن سابقه ماه گذشته است، اما پرسنل انجام دهنده تست بايد مراقب شرايط خطرناك ديگر مثل ايسكمي مغزي اخير، جراحي چشم، جراحي شکم و يا قفسه سينه اخير، پنوموتوراكس، فشار خون كنترل نشده و آنوريسم آئورت يا شريان مغزي باشند. بر طبق برخي مطالعات، آمبولي حاد شريان ريه در فاز ابتدائي نيز جزو انترانديكاسيون هاي مطلق قرار مي گيرد.

تفسیر

اختلالات تهویه ای می تواند به 3 گروه انسدادی، تحدیدی و نیز موارد غیر اختصاصی (mixed) مخلوط تقسیم بندی شود. معیارهای اسپیرومتری (nonspecific) جهت تشخیص موارد نرمال و انسدادی کاربرد دارند، اما Non- (mixed) جهت تشخیص موارد تحدیدی و مخلوط که در حجم های TLC، علاوه بر اسپیرومتری Specific استاتیک ریه به دست می آید نیز مورد نیاز است؛ این بدین در اسپیرومتری میتواند به دنبال (FVC) دلیل است که و یا کاهش ((Airflow limitation محدودیت جریان هوا، اندازه ریه، کاهش باید در نتیجه بدین داشته

مراحل تفسیر تست اسپرومتری



اسپیرومتری قبل و بعد از برونکودیلاتور

به عنوان (BD) اسپرومتری قبل از برونکودیلاتور پایه تفسیر اسپرومتری به کار می رود. بعد از تعیین الگوی اسپرومتری پایه قبل از تجویز برونکودیلاتور، باید پاسخ به برونکودیلاتور ارزیابی شود.

اگر $\frac{FEV_1}{FVC}$ کمتر از میزان پیش‌بینی شده باشد، اندیکاسیون مناسبی برای انجام این تست است. ممکن است حتی در بیماران با FEV_1 و $\frac{FEV_1}{FVC}$ نرمال نیز تست برونکودیلاتور انجام شود (در صورتی که شک بالینی بالایی به انسداد راه هوایی وجود داشته باشد). زیرا مقادیر نرمال، صرفاً اعدادی هستند که برای جمعیت‌های نرمال تعریف شده‌اند و برای تمام افراد صادق نیستند.

به طور كلي، پارامترهايي كه به طور روتين در اين تست،
PEF، Sgaw، Sraw اندازه گيري مي شوند شامل
هستند. هرچند پارامترهايي FEV1 و FVC، FEF25-75،
نيز به برونكوديالاتور پاسخ TLCO مثل حجم هاي ريوي و
مي دهند.

بیماری که جهت این تست ارجاع می شود، باید آگونیست های B_2 کوتاه اثر و آنتاگونیست های کولینرژیک کوتاه اثر را از ۶ ساعت قبل و آگونیست های B_2 طولانی اثر و متیل گزانتین ها را از ۱۲ ساعت قبل از تست در صورت امکان قطع کرده باشد. بعضی بیماران قادر به قطع دارو ها نیستند که باید در گزارش اسپیرومتری به آن اشاره کرد. نیازی به قطع کورتون استنشاقی قبل از این تست نیست.

بیشترین دارویی که به عنوان برونکودیلاتور تجویز می
آگونیست ها مثل آلبوترول و یا B2 شود، فرم استنشاقی
تربوتالین است. اگر بیمار به هر دلیلی، ممنوعیت مصرف
آگونیست داشته باشد می توان از آنتاگونیست های B2
کولینرژیک مثل ایپراتروپیوم بروماید استفاده نمود. تمام این
ترکیبات، شروع اثر سریع طی 5 دقیقه دارند

به) آلبوترول 400 mcg دوز تجویزی این داروها به صورت
160mcg یا (با فاصله هر 30 ثانیه 100 mcg صورت 4پاف
با فاصله هر 40 mcg به صورت 4پاف) ایپراتروپیوم بروماید
است. فاصله بین تجویز دارو و انجام تست در مورد (30 ثانیه
15-SABA (Short Actng B2 Agonist) داروهای
10-Short Actng Muscarinic) دقیقه و در مورد
30-SAMA (Antagonist) دقیقه است.

مزیت ها و دلایل انجام تست

- ۱- در صورت پاسخ مثبت به آزمون، می توان برای بیمار درمان مؤثرتری با برونکودیلاتورها و احتمالاً کورتون استنشاقی تجویز کرد. در واقع می توان با ارائه نتیجه تست به بیمار و اطلاع بیمار از میزان بهبودی در نتیجه مصرف برونکودیلاتور، همراهی و پذیرش مناسبتری از بیمار برای ادامه درمان فراهم نمود.

پاسخ قابل توجهي COPD در صورتي كه بیمار 2-
به برونکودیلاتور نشان دهد، طبق مطالعات، میزان
افت بیشتری در عملکرد ریه در طی زمان رخ خواهد
داد و بنابراین اندیکاسیونی برای درمان مؤثرتر و
محکم تر این دسته از بیماران می باشد.

احتمالاً مهم ترین مزیت انجام آزمون 3-
برونکودیلاتوری، کشف آسم تشخیص داده نشده در
Borderline بیماری است که در اسپرومتری نتایج
دارد Lower limit of Normal یا

تفسیر پاسخ

- نحوه محاسبه میزان تغییر نسبت به میزان پایه به صورت زیر است:

$$\% \text{ تغییر} = \frac{\text{قبل از دارو} - \text{بعد از دارو}}{\text{قبل از دارو}} \times 100$$

- پاسخ Significant به برونکودیلاتور استنشاقی عبارت است از افزایش $\leq 12\%$ و ≤ 200 سی سی در FEV_1 یا FVC.

زمانی که پاسخ Significant به BD داشتیم:

۱- اگر بعد از FEV₁, FVC, BD و $\frac{FEV_1}{FVC}$ به مقادیر نرمال برسند، Complete revers-
ibility of airflow limitation گزارش می شود.

۲- اگر انسداد بعد از BD کماکان باقی بماند و به مقادیر نرمال نرسد Incomplete
reversibility گزارش می شود.

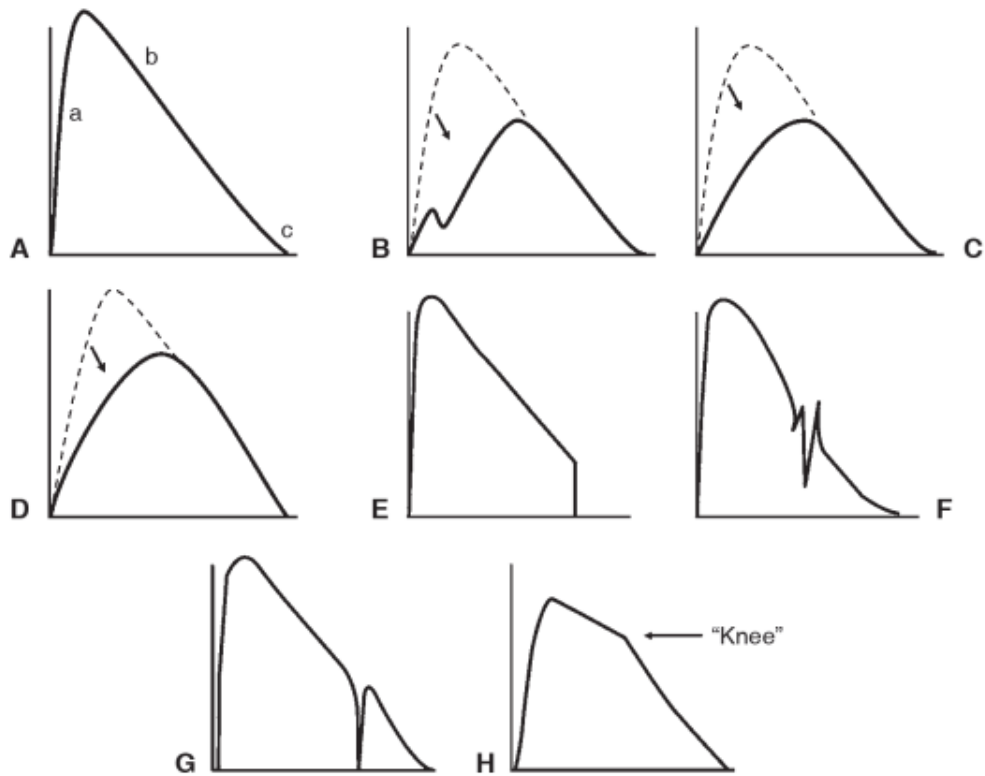
حالت دیگر این است که بعد از BD، مقادیر به میزان نرمال برسد، ولی به اندازه ۱۲ درصد و ۲۰۰ سی سی افزایش نیابد که از نظر بالینی ارزشمند است و باید گزارش شود.

- در مواردی که در حجم‌های پایین ریه، افزایش مختصر و کمتر از ۲۰۰ سی سی، منجر به افزایش بیش‌تر از ۱۲ درصد بشود و یا در مقابل، در حجم‌های بالای ریه، افزایش قابل توجه در حجم، منجر به افزایش ۱۲ درصد نشود، باید به صورت Bor-derline result گزارش شود، ولی تأثیر قابل توجهی در بالین ندارد.

$\frac{FEV_1}{FVC}$ ممکن است پس از تجویز برونکودیلاتور کاهش یابد. این اتفاق می‌تواند ناشی از افزایش بیشتر در FVC نسبت به FEV_1 باشد. بنابراین از میزان تغییر در $\frac{FEV_1}{FVC}$ برای تفسیر این تست استفاده نمی‌شود.

ممکن است بیماری به یک برونکودیلاتور پاسخ نداده، اما به داروی دیگر پاسخ مناسب نشان دهد. از طرفی عدم پاسخ به برونکودیلاتور می‌تواند ناشی از عدم مصرف صحیح آن در حین تست باشد؛ بنابراین عدم پاسخ مناسب پس از تجویز برونکودیلاتور، به طور قطعی رد کننده پاسخ به برونکودیلاتور نیست.

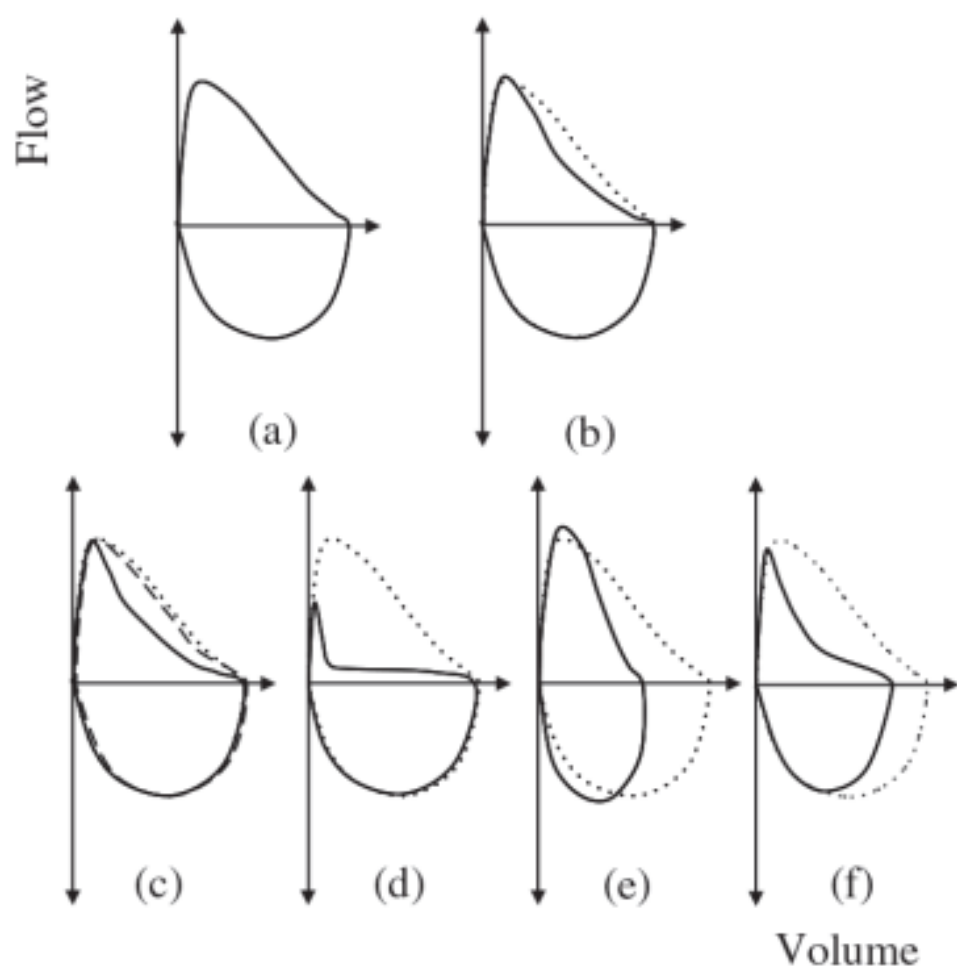
Flow-Volume أناليز شكل منحني



Flow-Volume آنالیز شکل منحنی

شکل ۱۱-۲ : نمونه‌هایی از موارد مانور FVC.

A. تلاش عالی بیمار (a): صعود سریع منحنی تا حداکثر جریان، b: کاهش پیوسته جریان. c: پایان منحنی). B: شروع مانور همراه با وقفه بوده است و منحنی غیرقابل قبول است. C: در این منحنی بیمار حداکثر تلاش خود را به کار نگرفته و آزمون باید تکرار شود. D: این منحنی تقریباً در اکثر موارد، نشانه عدم توانایی بیمار برای به‌کارگیری حداکثر تلاش است، اما به ندرت در خانم‌های جوان غیرسیگاری دیده می‌شود که به آن منحنی رنگین‌کمانی گفته می‌شود. علاوه بر این، این منحنی می‌تواند در بچه‌ها، بیماری‌های عصبی - عضلانی و افرادی که مانور را ضعیف انجام داده‌اند، دیده شود. E: این منحنی نشانه شروع خوب آزمون، اما قطع زودرس آن بوده و باید تکرار شود. F: سرفه در ثانیه اول که منجر به کاهش FEV_1 شده و باید تست تکرار گردد. G: قطع لحظه‌ای بازدم توسط بیمار که تست باید تکرار شود. H: یک فرم طبیعی از منحنی که همراه با یک زانو در فاز بازدمی است و اغلب در افراد غیرسیگاری به خصوص خانم‌های جوان دیده می‌شود.



شکل ۱۲-۲: خطوط نقطه چین، نشاندهنده منحنی حجم - جریان نرمال در یک فرد جوان است. (a) و (b) نشاندهنده منحنی تیپیک حجم - جریان نرمال در یک بالغ جوان و یک فرد مسن است. توجه داشته باشید که بازوی بازدمی منحنی (b)، با وجود مقادیر پارامترهای نرمال، دارای مختصری تقعر است. (c) الگوی انسدادی با Complete reversibility که منحنی بعد از BD (خط منقطع) به حد نرمال (خط نقطه چین) رسیده است. (d) Significant airflow obstruction (e) الگوی تحدیدی که منحنی در خط حجم، باریک شده و بدون تقعر است. در واقع در بیماری‌های تحدیدی، در ابتدا فلوها به دلیل افزایش Elastic recoil ریه افزایش می‌یابد اما در موارد متوسط تا شدید، به دلیل کاهش سطح مقطع راه هوایی کوچک، فلوها در تمام حجم‌های ریه کاهش می‌یابد که در کنار کاهش حجم ریه، نمای مینیاتوری منحنی حجم - جریان ایجاد می‌شود. (f) نمای انسدادی با کاهش FVC ناشی از air trapping و یا الگوی mixed.

مقایسه با نتایج قبلی

1- جهت ارزیابی تغییرات طی زمان FEV1, FVC از -1 استفاده می کنیم

2- تغییر بیش از 12 درصد و 200 سی سی در هر -2 جهت، نشانه تغییر قابل توجه در طی زمان است

همانطور که در فصل يك توضیح داده شد، زمانی که -3 انجام می شود، BD اسپیرومتری در زمان پایه و پس از صورت BD مقایسه در طول زمان بر اساس نتایج بعد از می گیرد.

4- در بازه زمانی پس از درمان دارویی، پاسخ دهی به -4

• تفسیر اسپرومتری شامل مراحل زیر است:

۱- کیفیت تست

۲- شرح حال بالینی را مطالعه کنید.

۳- شکل ۱۰-۲ را مطالعه کنید.

۴- ارزیابی شکل منحنی

۵- ارزیابی پاسخ به برونکودیلاتور استنشاقی

۶- توضیح تکنیک انجام تست

۷- مقایسه نتایج با نتایج تست های قبلی

۸- نتایج را با شواهد بالینی مطابقت دهید.