سازمان بهداشت و درمان صنعت نفت

واحد سلامت کار و HSE

راهنمای انجام و تفسیر اسپیرومتری
در معاینات کارکنان صنعت نفت

شماره سند:	WI-39-01-OM

- دستورالعمل حاضر توسط شورای تخصصی طب صنعتی و متخصصین طب کار در واحد سلامت کار و HSE در خصوص استانداردها و شیوه نامه اجرایی انجام و تفسیر اسپیرومتری در معاینات کارکنان صنعت نفت تدوین شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به سازمان بهداشت و درمان صنعت نفت می‌باشد. این دستورالعمل هر چهار سال یک بار بازنگری خواهد شد.

تاریخ تهیه: ۱۳۹۰

شماره بازنگری: یک

تاریخ آخرین بازنگری: ۱۳۹۶

زمان بازنگری مجدد: ۱۴۰۰

مشخصات مسئول مربوطه	تهیه کنندگان	تاییدکننده سیستم استاندارد	تأیید کننده واحد مربوطه	تصویب کننده
نام و نام خانوادگی	دکتر کیوان کرمی فر دکترمرتضی داودی دکتر افشین بلوری دکتر هرمز حسن‌زاده	دکتر پیمان فریدنیا	دکتر کیوان کرمی‌فر	دکتر پیمان فریدنیا
امضاء				

مقدمه:

اســپیرومتری از رایج‌ترین تست‌های پاراکلینیکی انجام شونده در معاینات بدواســتخدام ودوره‌ای می‌باشد. نتایج حاصل از اسپیرومتری بسیار تحت تاثیر کیفیت دستگاه اسپیرومتر، میزان آگاهی و انگیزه تکنسین اسپیرومتری وکیفیت انجام مانور بازدمی می‌باشد. در واقع اگر مانور بازدمی توسط فرد به درستی انجام نشود، تفسیر نتایج حاصله ارزش چندانی نداشته ومی تواند باعث نتایج کاذب و تفسیر اشتباه از نتایج اسپیرومتری وتبعات بعدی آن شود. همچنین عدم رعایت نکات کیفی در انجام اسپیرومتری می‌تواند تاثیر منفی در مقایســه نتایج اسپیرومتری‌های دوره‌ای بر جای گذاشته و در نتیجه منجر به تحمیل هزینه اضافی وافزایش خطا در تصمیم گیری پزشــکی در شاغلین گردد. برای انجام مناســب اسپیرومتری، آموزش وتمرین قابل توجهی مورد نیاز است تا تکنســین ها، تجربه کافی کسب کنند. هرچه تکنسین اسپیرومتری کارآزموده‌تر باشد، دقت و صحت تست‌های انجام شده نیز افزایش می‌یابد. اپراتور اســپیرومتری، نقش اساســی در کسب نتایج صحیح ودقیق از اســپیرومتری داشته ومسئول اصلی کنترل کیفی دســتگاه، راهنمایی صحیح فرد جهت انجام مانور ونظارت بر حسن انجام مانور می‌باشد. اپراتور اسپیرومتری باید با روش کالیبراسیون دستگاه اسپیرومتری کاملا آشنا بوده وتکنیک انجام آن را بدرستی بداند. همچنین باید به موارد منع انجام اسپیرومتری وعوامل مداخله کننده در اســپیرومتری، نحوه انتخاب مقادیر مرجع مناســب، راهنمایی و آموزش صحیح فرد برای انجام مانور کاملا آشنا بوده ونیز توانایی بررسی معیارهای پذیرش وتکرارپذیری ونحوه قبول یا رد یک مانور را داشته باشد. علاوه بر موارد فوق، اپراتور اســپیرومتری باید مفاهیم پیغامهای صادره از دستگاه اســپیرومتری را دانسته وبا نحوه رفع اشکال مانور وراهنمایی مجدد فرد تا بهبود کیفیت مانور آگاه باشد. اپراتور اسپیرومتری باید خطاهای تکنیکی اسپیرومتری را کاملا بشناسد واین توانایی را داشته باشد که بر حسب نوع خطا، چه راهنمایی‌هایی را به فرد وچه اقداماتی را در دستگاه جهت رفع خطا انجام دهد.

به دلایل فوق و با توجه به اهمیت نحوه انجام صحیح اسپیرومتری در معاینات بدواستخدام و دوره‌ای، شورای تخصصی طب صنعتی و متخصصین طب کار به منظور دستیابی هرچه بیشتر به افزایش کیفی در انجام وتفسیر اسپیرومتری در معاینات کارکنان صنعت نفت، این دستورالعمل را به عنوان راهنمایی برای آشنایی با چگونگی انجام و تفسیر اسپیرومتری تهیه نموده است. در این دستورالعمل حداقل الزامات مورد نیاز برای انجام صحیح اسپیرومتری وتفسیر آن ذکر شده و مراکز طب صنعتی را در نحوه انجام صحیح اسپیرومتری کمک خواهد نمود.

هدف: ارائه چارچوبی مناســب و یکپارچه در انجام و تفسیر صحیح اسپیرومتری در معاینات بدواستخدام ودوره‌ای کارکنان صنعت نفت

دامنه: کلیه مراکز طب صنعتی مناطق بیست گانه بهداشت ودرمان صنعت نفت

منابع:

۱. راهنمای جامع انجام اســپیرومتری: کرمی فرکیوان (با همکاری شــورای تخصصی تدوین)، مرکز ســلامت محیط وکار، وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی، ۱۳۹۰

2. Ali Altalag, Jeremy Road. *Pulmonary Function Test in Clinical Practice*, 2009, Springer Publications

3. ATS/ERS Task Force. *General Considerations for Lung Function Testing*, Eur Respir J, 2005; 26: 153-161
4. ATS/ERS Task Force. *Standardization of Spirometry*, Eur Respir J , 2005; 26: 319-338
5. B G Cooper, *Performing good quality spirometry*, , National Knowledge week for COPD, 2006,13-17
6. Hughes J.B, Pride N.D, *Lung function test: physiological principles and clinical applications*, Saunders, 2000
7. Hyatt R.E , Scanlon P.D: *Interpretation of pulmonary function tests: A practical guide* ,Lippincott William Wilkins,2009
8. N.L. Wagner. *Using Spirometry results in occupational medicine & research: Common errors and good practice in statistical analysis & reporting*, Ind J Occ Env Med, 2006, 10(1), 5-10
9. NIOSH, Division of Respiratory Disease Studies: *NIOSH Spirometry Training Guide*, 2003
10. Paul L Enright. *How to make sure your Spirometry tests are of good quality*, Resp Care 2003, 48(8), 773-776
11. Townsend MC, Hankinson JL. *Is my lung function really that good? Spirometer problems that inflate test results.* Am J Respir Crit Care Med. 2002; 165: A200
12. Townsend MC. *Technique and Equipment Pitfalls in Spirometry Testing: Serious Threats to Your Respiratory Surveillance Program*. NORA Medical Surveillance Workshop. November 8, 2001.
۱۳. اسپیرومتری: راهنمای کاربردی انجام و تفسیر در کلینیک: کرمی فر کیوان، میرمحمدی سید جلیل، ۱۳۸۵، انتشارات اندیشمند

موارد لزوم انجام اسپیرومتری:

مهم‌ترین موارد لزوم انجام اسپیرومتری شامل موارد زیر می‌باشند:

۱. پایش سلامت افراد در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن انسدادی ریه مانند سیگاری ها
۲. به عنوان بخشی از غربالگری بیماری‌های ریوی ناشی از کار (مانند آسم شغلی)
۳. کمک به تشخیص بیماری‌های ریوی به عنوان یک روش مکمل
۴. کمک به تعیین نقص عضو در بیماری‌های ریوی
۵. پایش ومونیتورینگ میزان پاسخ به درمان در بیماری‌های ریوی
۶. ارزیابی عملکرد ریه قبل از اعمال جراحی

موارد لزوم انجام اسپیرومتری در طب کار:

اسپیرومتری به عنوان یکی از روش‌های غربالگری بیماری‌های ریوی شغلی کاربرد فراوانی دارد. هدف اصلی از انجام اسپیرومتری غربالگری در مواجهه با عوامل زیان آور شغلی، تشخیص زود هنگام افت عملکرد ریه قبل از پدیدار شدن علائم بالینی در مراحل اولیه و قابل کنترل می‌باشد. برخی از مهم‌ترین عوامل زیان آور شغلی که در صورت مواجهه شاغل با آنها، انجام اسپیرومتری به صورت پایه و دوره‌ای الزامی است در جدول زیر ذکر شده‌اند. معمولا در صورت مواجهه شاغل با هر

کدام از عوامل زیان آور زیر، اسپیرومتری در شروع مواجهه (اسپیرومتری پایه) وسپس هر سال یکبار به صورت دوره‌ای انجام می‌شود.

گرد وغبار سیلیس	بخارات اسیدی و قلیایی قوی	کلیه عوامل آسموژن شغلی (مانند پروتئین‌های با منشاء حیوانی و گیاهی)
گرد و غبار آزبست	گازهای محرک مانند سولفید هیدروژن	مواجهه با بخارات رنگ‌ها
گرد وغبار تالک	فیوم‌های جوشکاری	مواجهه با شوینده‌ها و مواد ضدعفونی کننده

تعاریف پارامترهای مهم در اسپیرومتری:

- **FVC** : حداکثر هوای بازدمی است که در طی انجام بازدم قوی بدنبال عمیق‌ترین دم ممکن از ریه خارج می‌شود. واحد سنجش آن لیتر می‌باشد.
- **FEV۱** : حجمی از هواست که در طی ثانیه اول مانور بازدمی قوی از ریه خارج می‌شود. واحد سنجش آن لیتر می‌باشد.
- PEF : حداکثر سرعت جریان هوا در طی مانور بازدمی قوی می‌باشد. واحد سنجش آن لیتر بر ثانیه (L/S) می‌باشد.
- **FEV1/FVC (FEV۱%)**: نسبت عددی FEV۱ به FVC می‌باشد که بر حسب درصد بیان می‌شود.
- **$FEF_{25-75\%}$** : میانگین سرعت جریان هوای بازدمی در نیمه میانی مانور بازدمی قوی می‌باشد که بر حسب لیتر بر ثانیه بیان می‌شود.

معیارهای انتخاب و خرید دستگاه اسپیرومتر:

اولین گام قبل از انجام اسپیرومتری، انتخاب وخرید دستگاه اسپیرومتری مناسب می‌باشد. تعدادی از ویژگی‌های دستگاه‌های اسپیرومتر در اغلب دستگاه‌های امروزی وجود داشته و معمولا نیاز به بررسی وجود این موارد در هنگام خرید نمی‌باشد. در زیر مهم‌ترین مواردی که در هنگام انتخاب وخرید دستگاه اسپیرومتر باید توجه کرد بیان شده‌اند. هرچه تعداد معیارهای زیر در دستگاه اسپیرومتر بیشتر باشد، آن دستگاه به وضعیت «مناسب» نزدیک‌تر است. ضروری است در هنگام خرید دستگاه اسپیرومتر به تمامی نکات زیر دقت کافی مبذول گردد.

۱- دارای برگ تاییدیه (verification) از کارخانه سازنده در مورد سازگاری دستگاه با استانداردهای ATS باشد. (رویت این برگ هنگام خرید دستگاه ضروری می‌باشد).

۲- توانایی کالیبره شدن مکرر را داشته باشد. (دارای سرنگ کالیبراسیون استاندارد باشد) (در اسپیرومترهایی که قابلیت اتوکالیبراسیون ندارند.)

۳- دارای صفحه نمایشگر باشد به نحوی که منحنی Flow- volume (و ترجیحا همراه با منحنی Volume-Time) درحین انجام اسپیرومتری برای اپراتورقابل رؤیت باشد.

۴- دارای هردوقابلیت رومیزی و قابل حمل باشد.

۵- قابلیت محاسبه و نمایش شاخص BEV (Vext) یا Evol را برای هرمانور روی نمایشگر باشد یا قادربه نشان دادن پیغام مربوط به کیفیت «شروع تست» باشد. (شاخص BEV نمایانگر کیفیت شروع مانور بازدمی و یکی

از معیارهای پذیرش مانور می‌باشـــد) (مطمئن شوید که این شاخص در روی مانیتور دستگاه محاسبه و نشان داده می‌شود)

۶- دارای حافظه‌ای کافی جهت ذخیره نتایج اسپیرومتری‌های قبلی باشد.

۷- قابلیت اتصال مستقیم به دستگاه چاپگر و یا دارای نرم‌افزار مخصوص محاسبه و چاپ نتایج اسپیروگرام باشد.

۸- قابلیت محاسبه و بررسی صحیح معیارهای پذیرش و تکرارپذیری را داشته و آنها را با پیغام یا عدد نشان دهد.

۹- مجهز به چاپ کاغذی مستقل در دستگاه باشد.

۱۰- قادربه نشان دادن «پیغام‌های هشداردهنده» (Quality Control Messages) مربوط به انجام مانوراشتباه توسط فرد باشد و در دفترچه راهنمای دستگاه، مفاهیم این پیغام‌ها نوشته شده باشد.

۱۱- قادربه محاســـبه صحیح و نمایش «مقادیر مورد انتظـــار» (predicted value) و "کمترین مقدار طبیعی" (LLN) برای پارامترهای مختلف باشد و آنها را نشان دهد.

۱۲- قادربه چاپ تاریخ آخرین کالیبراســـیون و اطلاعات مربوط به کیفیت تســـت (تعداد تست انجام شده، معیارهای تکرارپذیری و سایر مشخصات تست) در برگه چاپ شده‌گزارش باشد یا اینکه درجه کیفیت اسپیرومتری(Quality grade) را از A تا F نشان داده و چاپ کند.

۱۳- قادر به انجام تست برونکودیلاتور (دکمه post) و محاسبه نتایج این تست و چاپ روی کاغذ باشد.

۱۴- دارای نمایندگی معتبر و ضمانت کافی و خدمات پس از فروش مناسب در کشور باشد.

مراحل انجام اسپیرومتری:

برای اینکه نتایج اسپیرومتری قابل اطمینان، قابل تفسیر، ارزشمند و کاربردی باشند می‌بایست شرایط و مراحلی در انجام آن به دقت رعایت و کنترل شـــوند. در غیر این‌صورت نتایج اســـپیرومتری چه با اهداف تشخیصی و چه با اهداف غربالگری، ارزش چندانی برای تفســـیر نداشته و می‌تواند باعث اشـــتباه به‌صورت تشخیص اشتباه یا تشخیص بی مورد شود. نتایج اسپیرومتری در تصمیم گیری‌های مختلف برای بیماران تأثیر می‌گذارد مثلا در اقدامات تناســـب برای کار، بازگشت به کار، شروع یا ادامه درمان و تعیین میزان نقص عضو و... بنابراین نتایج اســـپیرومتری باید صحیح بوده و به مقادیر واقعی نزدیک باشـــند زیرا می‌توانند تأثیر بسیار زیادی روی شـــیوه زندگی شخص و استانداردهای زندگی و درمان آینده وی داشته باشد. در واقع ارزش نتایج اسپیرومتری تحت تأثیر چند جزء مهم است:

- کارآیی مناسب دستگاه (Equipment performance)
- تکنیک انجام مانور به‌طور مناسب و صحیح (وابسته به بیمار و وابسته به اپراتور)
- آمادگی مناسب بیمار قبل از انجام اسپیرومتری
- انتخاب مناسب مقادیر مرجع (Reference value) و دقت در معیارهای پذیرش مانور و تکرارپذیری
- تفسیر صحیح از نتایج به‌دست آمده

هر گونه ایراد و اشـــتباه در هر کدام از موارد فوق می‌تواند باعث کســـب نتایج اشـــتباه (مثبت کاذب یا منفی کاذب) از اسپیرومتری شـــده و منجر به تفسیر اشتباه گردد. شخص انجام دهنده اسپیرومتری (اپراتور) یک نقش حیاتی و اساسی در کسب نتایج صحیح ودقیق از اسپیرومتری دارد. در واقع اپراتور اسپیرومتری مسئول اولیه کنترل مداوم کیفیت دستگاه و راهنمایی صحیح فرد جهت انجام مانور و نظارت بر کیفیت انجام مانور و انتخاب صحیح منحنی‌ها و نتایج می‌باشـــد. بنابراین ضروری اســـت که اپراتور اســـپیرومتری تحت آموزش کامل در موارد قرارگرفته باشـــد؛ در غیر این‌صورت تأثیر منفی بر کیفیت انجام اسپیرومتری و نتایج حاصل از آن خواهد داشت.

بنابراین به منظور کسب نتایج صحیح و قابل اطمینان از اسپیرومتری مراحل زیر باید به ترتیب رعایت شوند:

۱. مطالعه دقیق کتابچه راهنمای دستگاه اسپیرومتر

۲. انجام اقدامات کنترل عفونت دستگاه اسپیرومتر

۳. انجام کالیبراسیون دستگاه اسپیرومتری

۴. انجام تنظیمات دستگاه شامل انتخاب مقادیر مرجع مناسب، تنظیم پارامترهای لازم برای چاپ و...

۵. ارزیابی شرایط محیطی انجام اسپیرومتری (مانند کنترل دمای اتاق)

۶. بررسی آمادگی مناسب فرد برای انجام اسپیرومتری (بررسی موارد منع انجام و موارد مداخله کننده)

۷. اندازه‌گیری قد و وزن فرد با روش صحیح و ثبت مشخصات فرد در دستگاه (قد و وزن، سن، نژاد، جنس)

۸. راهنمایی و آموزش صحیح فرد برای انجام مانور بازدمی

۹. انجام مانور بازدمی

۱۰. بررسی معیارهای پذیرش مانور بعد از انجام هر مانور (حداقل ۳ مانور قابل قبول باید انجام شود)

۱۱. بررسی معیارهای تکرارپذیری (پس از انجام حداقل ۳ مانور قابل قبول)

۱۲. انتخاب و چاپ بهترین منحنی همراه با نتایج

باید توجه داشـــت که موارد فوق در مورد هر فرد باید دقیقاً به ترتیب انجام شوند و اگر هر کدام از آنها انجام نشوند، می‌تواند بر نتایج اسپیرومتری تاثیر منفی برجای گذاشته و احتمال ایجاد نتایج غیرطبیعی کاذب را افزایش دهد.

کنترل عفونت دستگاه اسپیرومتر:

به دلیل خطر انتقال عفونت‌های تنفســـی از دســـتگاه اســـپیرومتر به فرد و کارکنان در طی انجام اسپیرومتری ضروری است اقدامات کنترل عفونت انجام شـــود. مهم‌ترین اقداماتی که در زمینه کنترل انتقال عفونت در دســـتگاه اســـپیرومتر باید انجام شود شامل موارد زیر می‌باشند:

۱) اســـپیرومتری را در افرادی که در مرحله حاد سرماخوردگی و آنفلوآنزا و برونشیت حاد هستند تا ۳ روز الی یک هفته به تعویق اندازید. همچنین اگر فرد ســـرفه خلط دار (حاد یا مزمن) دارد، اســـپیرومتری را انجام ندهید این موارد را جهت بررســـی و درمان کامل به پزشک ارجاع دهید.

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

۳) از قطعات دهانی یکبار مصرف استفاده کرده و شخص را راهنمایی کنید تا قطعه دهانی را در جای خود قرار داده و بعد از پایان تست آن را در داخل سطل مخصوص بیندازد.

۴) قطعاتی را که با دهان و بینی و قطرات تنفسی فرد در تماس هستند در انتهای روز و پایان کار با ماده ضدعفونی کننده مناسب ضدعفونی کنید (مانند ایزوپروپیل الکل)

۵) حتماً کتابچه راهنمای دستگاه خود را در قسمت کنترل عفونت با کمک پزشک به دقت مطالعه کرده و روش‌های توصیه شده از طرف کارخانه سازنده در مورد نحوه ضدعفونی کردن قطعات دستگاه را به‌طور دقیق انجام دهید.

کالیبراسیون دستگاه:

دستگاه اسپیرومتر از هر نوع و مدلی که باشد، حتی اگر در هنگام خرید تمام معیارهای یک دستگاه اسپیرومتر مناسب را داشته باشد تضمینی برای دقیق ماندن عملکرد دستگاه در آینده و حین استفاده نیست. بنابراین دستگاه‌های اسپیرومتر بعد از خرید نیز باید به‌طور مرتب از نظر صحت عملکرد، کنترل و بررسی شوند. مهم‌ترین روش بررسی صحت عملکرد در دستگاه‌های اسپیرومتر، انجام کالیبراسیون می‌باشد. برای انجام کالیبراسیون دستگاه باید یک سرنگ یک لیتری یا سه لیتری مخصوص کالیبراسیون موجود باشد. معمولا سرنگ کالیبراسیون همراه با دستگاه اسپیرومتر از طرف شرکت مربوطه در اختیار خریدار قرار می‌گیرند. در صورتی که دستگاه اسپیرومتر سرنگ کالیبراسیون مخصوص ندارد، ضروری است هر چه سریع‌تر جهت تهیه آن اقدام نمود.

روش کالیبراسیون دردستگاه اسپیرومتر:

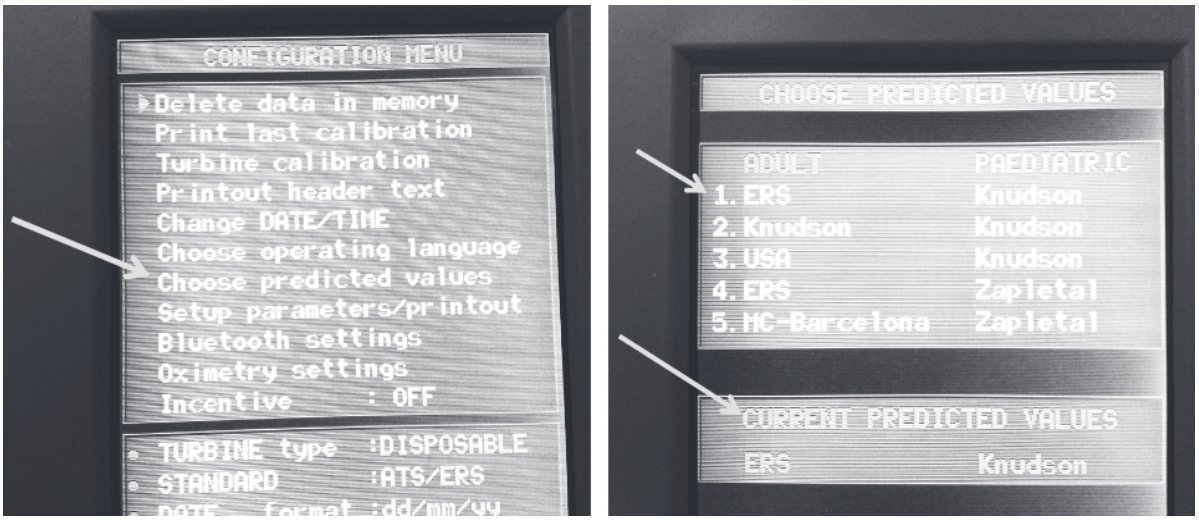
دستگاه اسپیرومتر بایستی هر روز قبل از شروع به کار، کالیبره شود. در واقع کنترل روزانه کالیبراسیون در هر نوع دستگاه اسپیرومتر الزامی است. در مواردی که از دستگاه اسپیرومتر در معاینات دوره‌ای استفاده می‌شود بخصوص زمانی که در طی روز تعداد زیادی اسپیرومتری انجام می‌شود، لازم است هر ۴ ساعت کالیبراسیون انجام شود. علاوه بر موارد فوق جهت آشنایی با روش انجام کالیبراسیون در دستگاه اسپیرومتر، قبل از انجام کالیبراسیون، ضروری است کتابچه راهنمای دستگاه در قسمت کالیبراسیون به دقت مطالعه شده و روش انجام کالیبراسیون بر اساس راهنما گام به گام انجام شود. دستگاه اسپیرومتر زمانی کالیبره است که با تزریق سه لیتر هوا به دستگاه، میزان خطا از ۳% یا ۹۰ سی سی بیشتر نباشد (عدد ثبت شده باید بین ۳/۰۹-۲/۹۱ لیتر باشد). در صورت وجود خطا در دستگاه، اقدامات توصیه شده در کتابچه راهنمای دستگاه را انجام دهید و پس از رفع خطا می‌توانید اسپیرومتری را انجام دهید.

تنظیمات ابتدایی دستگاه:

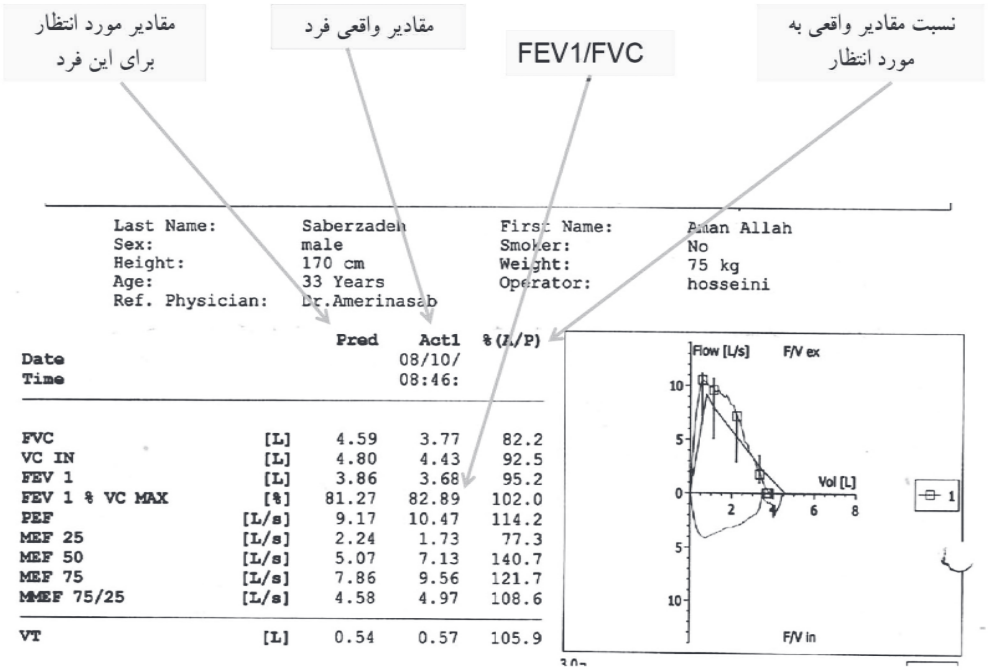
بعد از اطمینان از صحت عملکرد دستگاه توسط کالیبراسیون، ضروری است تنظیمات اولیه دستگاه اسپیرومتر انجام شود. مهم‌ترین تنظیمات اولیه دستگاه اسپیرومتر شامل انتخاب مقادیر مرجع مناسب، انتخاب شاخص‌های مناسب عملکرد ریه برای تفسیر اسپیروگرام، حذف تفسیر اسپیرومتری توسط دستگاه و انتخاب شاخص Vext (BEV یا Evol) جهت نمایش وچاپ می‌باشند.

انتخاب مقادیر مرجع مناسب:

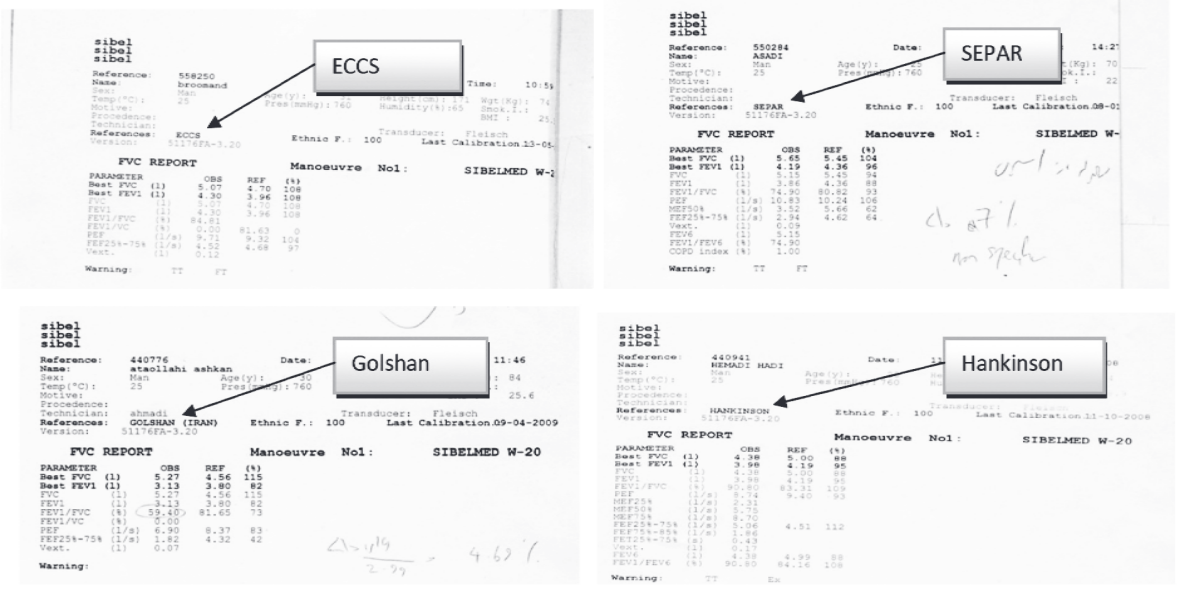
مقادیر مرجع، مقادیری هستند که حجمها وجریان‌های ریوی در هر فرد با آن مقادیر مقایسه شده و طبیعی یا غیر طبیعی بودن آنها مشـــخص شده و بر اســـاس آن الگوهای **طبیعی و غیرطبیعی** عملکرد ریه در افراد مشخص می‌شوند. مقادیر مرجع بر اساس بررســـی وضعیت عملکرد ریه در تعداد زیادی از افراد طبیعی غیرســـیگاری و بدون هرگونه بیماری تنفسی در محدوده‌های سنی متنوع و در مردان و زنان مشـــخص می‌شـــود. مقادیر مرجع وابسته به چهار عامل ســـن، جنس، قد و نژاد می‌باشند. مقادیر مرجع مخصـــوص هر فرد بعد از انتخاب نوع مقدار مرجع و ثبت چهار فاکتور مذکور به صورت اعداد Predicted (مقادیر مورد انتظار) برای هر کدام از پارامترهای عملکرد ریه در دستگاه نمایش داده شده و مقادیر اندازه‌گیری شده (Measured or Observed or Test) با اعداد مورد انتظار مقایســـه شـــده و به صورت درصدی از مقدار مورد انتظار نشـــان داده می‌شوند.در حال حاضر در کشورهای مختلف بر اســـاس مطالعات انجام شـــده مقادیر مرجع متعددی انتشار یافته و در تفسیر اسپیرومتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از شـــناخته شـــده‌ترین و معروف‌ترین مقادیر مرجع شـــامل NHANES ،Knudson ،ECCS (ERS) ودر ایران Golshan و Boskabadi می‌باشـــند. قبل از اقدام به انجام اسپیرومتری ضروری اســـت مقادیر مرجع مناسب در دستگاه اسپیرومتری انتخاب شـــوند. ترجیحا بهتر است در اسپیرومتری‌های انجام شونده در هر کشور یا نژاد از مقادیر مرجع همان کشور یا نژاد استفاده گردد ولی با توجه به عدم وجود مقادیر مرجع ایران در اغلب دســـتگاه‌های اســـپیرومتری و بالطبع عدم امکان انتخاب آنها در دســـتگاه اســـپیرومتر و با توجه به نتایج مطالعات انجام شده در مورد مقادیر مرجع درایران مبنی بر اینکه مقادیر مرجع اسپیرومتری در نژاد ایرانی نزدیک به نژاد اروپایی است، توصیه می‌شود در ایران از مقادیر مرجع ERS (ECCS) استفاده گردد. انتخاب مقادیر مرجع نامناســـب در دستگاه اســـپیرومتر می‌تواند منجر به ایجاد نتایج غیرطبیعی کاذب ودر نتیجه تفسیر اشـــتباه از عملکرد ریه گردد. انتخاب نوع مقدار مرجع در دستگاه‌های اسپیرومتر از قسمت تنظیمات دستگاه قابل انجام می‌باشد.



مکان و نحوه انتخاب مقادیر مرجع در تنظیمات یک نوع دستگاه اسپیرومتر



شکل فوق مقادیر مورد انتظار (Predicted) و مقادیر واقعی (اندازه‌گیری شده) از عملکرد ریه در پارامترهای FVC و FEV1 و سایر پارامترها را در نتایج به‌دست آمده از اسپیرومتری یک مرد ایرانی ۳۳ ساله با قد ۱۷۰ سانتی متر نشان می‌دهد.

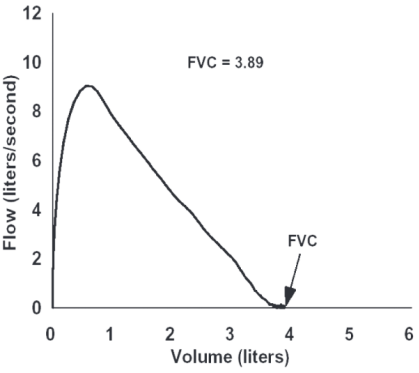


استفاده از چهار نوع مقدار مرجع مختلف در اسپیروگرام‌های انجام شده در یک مرکز، دلیل این موضوع استفاده از چند اپراتور در روزهای مختلف و تغییر مکرر تنظیمات دستگاه توسط اپراتورها و عدم آگاهی اپراتورها از اهمیت یکسان بودن مقدار مرجع در دستگاه اسپیرومتر در تفسیر نتایج اسپیرومتری بوده است.

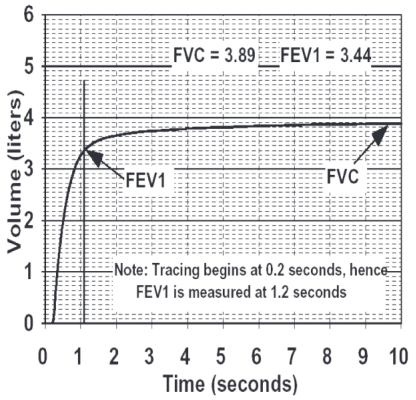
انتخاب پارامترهای عملکردی مناسب در اسپیرومتری:

اغلب دستگاه‌های اسپیرومتری پارامترهای متعددی را اندازه‌گیری کرده و در صفحه نمایشگر و چاپ نشان می‌دهند. ولی در عمل فقط تعدادی از این پارامترها برای ارزیابی پزشک از عملکرد ریه کافی هستند. به همین دلیل بهتر است از قسمت تنظیمات دستگاه حداقل پارامترهای لازم برای تفسیر نتایج اسپیرومتری جهت نمایش وچاپ انتخاب شود.

مهم‌ترین پارامترهای لازم جهت تفسیر اسپیروگرام، $FEF_{25-75\%}$، PEF، FEV1/FVC، FVC، FEV1 و منحنی‌های حجم- زمان (Volume – Time Curve) و جریان – حجم (Flow – Volume Loop) هستند.



FEV_1، FVC روی منحنی نرمال حجم- جریان



FEV_1، FVC روی منحنی نرمال حجم – زمان

PARAMETER		PRE#1	PRE#2	PRE#3	PRED.	%PRED
FVC	L	2.85	2.80	2.68	4.46	64
FEV1	L	2.31	2.29	2.25	3.73	62
FEV1%	%	81.1	81.8	84.0	80.7	100
PEF	L/s	3.80	4.13	4.05	8.98	42
FEF2575	L/s	2.39	2.36	2.36	4.43	54
FET	s	3.19	3.94	2.99		
VEXT	mL	90	70	90		

نمونه‌ای از انتخاب مناسب پارامترهای تفسیری در اسپیروگرام

حذف تفسیر دستگاه:

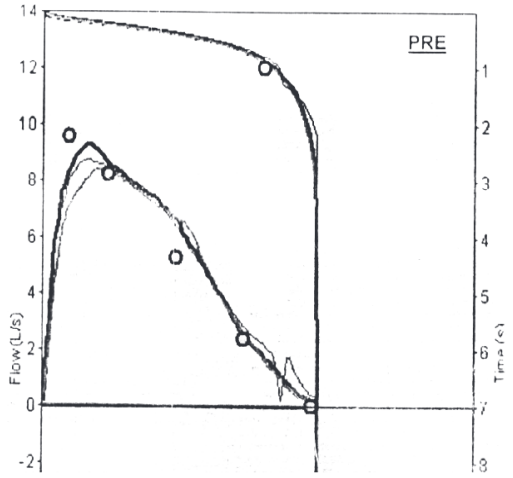
دستگاه‌های اسپیرومتر بر اساس تعاریف ومعیارهایی که برای آنها تعریف شده است می‌توانند تفسیری از نتایج اسپیرومتری نمایش داده و یا چاپ کنند. ولی در عمل در بعضی موارد دستگاه‌های اسپیرومتر به اشتباه تفسیر را بیان می‌کنند که به دلیل خطاهای نرم افزاری دستگاه می‌باشد. همچنین دستگاه‌های اسپیرومتر در مواردی که کیفیت انجام مانور بازدمی مناسب نمی‌باشد نیز اقدام به تفسیر اسپیرومتری می‌کنند که باعث تفسیر کاذب و اشتباه می‌شود. بنابراین ضروری است تفسیر دستگاه از طریق قسمت تنظیمات دستگاه حذف شود وتفسیر اسپیروگرام به «پزشک واجد صلاحیت در تفسیر» واگذار گردد. (رجوع به قسمت تفسیر اسپیرومتری و صفحه ۲۳۷)

Visit date 2005/05/08

ID	0617422		
Surname	Sorahi	Age	37
First name	Reza	Gender	Male
Date of birth	1968/03/07	Height, cm	179
Ethnic group	Caucasian	Weight, kg	64
Smoke	Non smoker	Pack-Year	

Interpretation

Very Severe Restriction



PRE Trial date 2005/05/08 04:11:25

Parameters	BTPS	Pred	PRE	%Pred
Forced Vital Capacity				
Best values from all loops				
FVC	L	5.01	5.15	102.93
FEV1	L	4.13	4.43	107.16
FEV1%	%	80.6	76.9	95.43
PEF	L/s	9.55	9.34	97.81
Values from best loop				
FEF2575	L/s	4.58	5.31	115.90
FEF25	L/s	8.23	8.52	103.52
FEF75	L/s	2.37	2.09	88.19
FEF50	L/s	5.29	6.14	116.13
FIVC	L	5.01		
FIV1	L	4.13		
FIV1%	%	80.6	76.8	95.34
ELA	Years	37	37	

نمونه‌ای از تفسیر اشتباه از اسپیرومتری توسط دستگاه. اسپیرومتری کاملا طبیعی، به اشتباه توسط دستگاه به صورت الگوی تحدیدی شدید گزارش شده است. تفسیر اسپیرومتری فقط باید توسط افراد واجد صلاحیت انجام گردد و تفسیر اسپیرومتری دستگاه باید از تنظیمات دستگاه حذف شود.

بررسی آمادگی فرد برای انجام اسپیرومتری:

بعد از انجام اقدامات کنترل عفونت، انجام کالیبراسیون و انجام تنظیمات ابتدایی دستگاه، باید آمادگی فرد را جهت انجام اسپیرومتری بررسی کرد. منظور از بررسی آمادگی فرد، بررسی موارد منع انجام و موارد مداخله کننده در انجام اسپیرومتری است. در صورت وجود بعضی از شرایط پزشکی خاص در فرد، ترجیحا نباید تا مدتی معین اقدام به انجام اسپیرومتری کرد. بعضی از این موارد، "موارد منع انجام" هستند به این معنی که در صورت وجود هر کدام از آنها، بازدم قوی و پرقدرت در طی انجام اسپیرومتری می‌تواند باعث افزایش خطر عود یا ایجاد عوارض بیماری در فرد شود. اغلب موارد منع از نوع "نسبی" می‌باشند. گروه دیگری از شرایط، "عوامل مداخله گر" هستند به این معنی که وجود آنها ممکن است باعث شود مانور بازدمی در اسپیرومتری به درستی و به‌طور کامل و یا با قدرت کافی انجام نشده و در نتیجه کیفیت انجام مانور کاهش یافته و تفسیر اسپیرومتری با مشکل مواجه گردد. در صورت وجود هر کدام از موارد منع یا مداخله گر ضروری است انجام اسپیرومتری را تا زمان معین (که در مورد هر کدام ذکر شده است) به تعویق انداخت. برای بررسی سریع این موارد قبل از انجام اسپیرومتری می‌توان از چک لیست مخصوص استفاده کرد. بهتر است این چک لیست روی میز اپراتور نصب شده تا براحتی از آن در مورد هر فرد استفاده گردد.

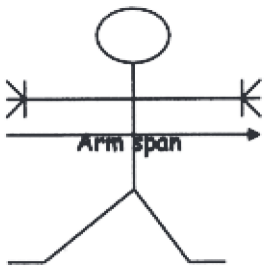
مهم‌ترین موارد منع انجام اسپیرومتری و موارد مداخله کننده در آن در جدول زیر ذکر شده اند:

موارد منع انجام اسپیرومتری	مدت زمان منع انجام	موارد مداخله کننده در اسپیرومتری	مدت زمان منع انجام
فشار خون بالاتر از ۱۸۰/۱۰۰ میلی متر جیوه	تا زمان کنترل فشار خون	سرما خوردگی اخیر	۳-۵ روز
سل ریوی یا سایر فردی‌های تنفسی قابل انتقال	تا زمان درمان کامل	آنفلوانزا، برونشیت یا پنومونی	۳ هفته
سابقه سکته قلبی یا آنژین قلبی ناپایدار	۶ هفته	سیگار کشیدن	۲ ساعت
شواهد دیسترس تنفسی	تا زمان برطرف شدن کامل آن	خوردن غذای سنگین	۲ ساعت
هموپتیزی فعال	تا زمان کنترل آن		
جراحی اخیر چشم یا گوش	زمان مشخصی ذکر نشده		
آنوریسم آئورت شکمی یا توراسیک	زمان مشخصی ذکر نشده		
سکته مغزی اخیر	زمان مشخصی ذکر نشده		
سابقه جراحی اخیر قفسه سینه یا شکم	۳ هفته		

اندازه‌گیری وثبت مشخصات فرد:

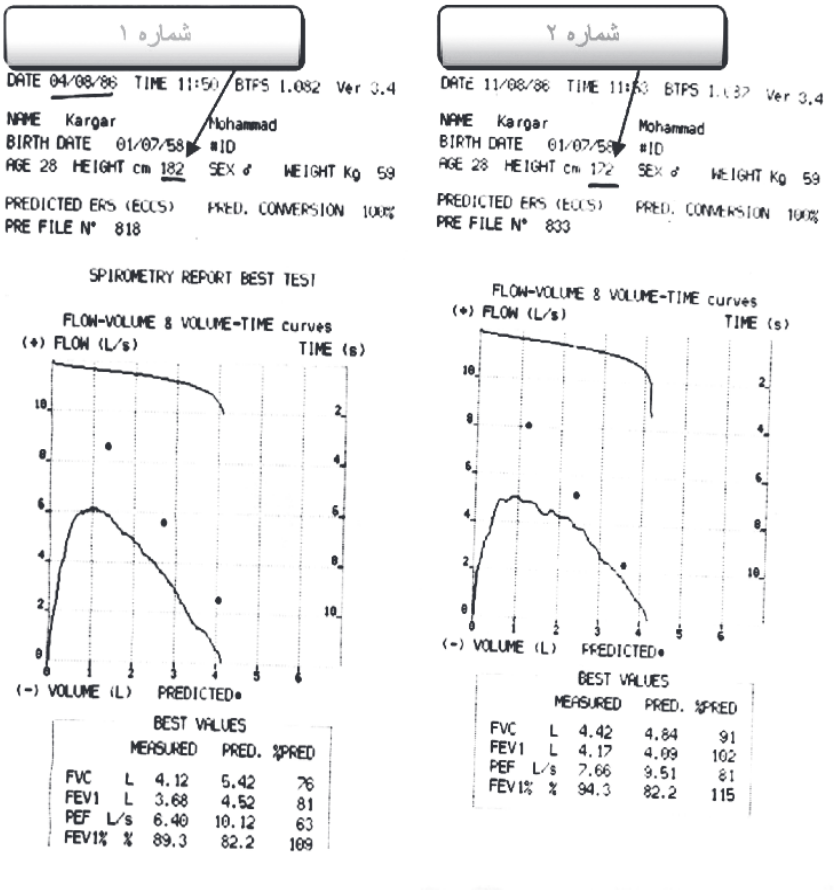
یکی از مهم‌ترین مراحل قبل از انجام اسپیرومتری، اندازه‌گیری دقیق قد و وزن فرد و ثبت این مشخصات به همراه سن، جنس و نژاد در دستگاه اسپیرومتر است. اندازه‌گیری قد باید بدون کفش و با قدسنج کالیبره انجام گردد (ضروری است صحت عملکرد قدسنج در فواصل منظم کنترل شود). اندازه‌گیری وزن هم باید بدون کفش با لباس سبک انجام گردد. نکته بسیار مهم در اندازه‌گیری قد این است که قد فرد باید توسط اپراتور اندازه‌گیری و ثبت گردد. پرسش از فرد در مورد اندازه قد می‌تواند بسیار گمراه کننده باشد زیرا اغلب افراد قد خود را بیش از مقدار واقعی بیان می‌کنند و چون قد، یکی از فاکتورهای مهم و تاثیر گذار بر مقادیر مورد انتظار (Predicted) در فرد می‌باشد، ثبت اشتباه قد می‌تواند منجر به تغییر مقادیر مورد انتظار در فرد و افزایش احتمال ایجاد نتایج کاذب و تفسیر اشتباه در اسپیرومتری گردد. موارد ذکر شده در فوق در مورد سن، نژاد و جنس نیز کاملا صادق بوده و ضروری است ثبت این موارد در دستگاه اسپیرومتر نیز با همان دقت انجام گردد. برای انتخاب نژاد (race) در دستگاه برای نژاد ایرانی، اغلب از نژاد قفقازی (Caucasian) استفاده می‌شود.

در افرادی که مبتلا به دفورمیتی‌های شدید در ستون فقرات هستند (مانندکیفوزیا اسکولیوز شدید) (خمیدگی یا انحراف جانبی بیش از حد در مهره‌های پشتی)، قد اندازه‌گیری شده کمتر از قد واقعی فرد می‌باشد به همین دلیل اگر در این گروه از افراد، قد اندازه‌گیری شده را در دستگاه ثبت کنیم مقادیر Predicted کمتر از مقادیر واقعی محاسبه شده ودر نتیجه نتایج کاذب در اسپیرومتری حاصل خواهد شد. در اینگونه افراد باید بجای اندازه‌گیری قد از اندازه‌گیری Arm Span جهت تخمین قد واقعی استفاده کرد. برای اندازه‌گیری Arm Span باید فاصله بین نوک انگشت میانی هر دست را (در حالی که دست به‌صورت کشیده به موازات سطح زمین قرار گرفته است) تا خط وسط (محاذات زوائد خاری) جداگانه اندازه‌گیری کرده و سپس اعداد به‌دست آمده را با هم جمع کرد.



سپس برای محاسبه تخمینی قد باید عدد Arm Span را در مردان بر عدد ۱/۰۳ و در زنان بر عدد ۱/۰۱ تقسیم کرده و عدد نهایی حاصله را به عنوان قد واقعی در دستگاه ثبت کرد. به

عنوان مثال اگر مردی که دارای کیفواسکولیوز شدید در ستون فقرات می‌باشد وقد فعلی وی ۱۵۶ سانتی متر است باید ابتدا Arm Span را در وی اندازه‌گیری کرد. اگر به فرض Arm Span در وی ۱۷۲ سانتی متر باشد باید جهت تخمین قد واقعی وی عدد ۱۷۲ را بر عدد ۱/۰۳ تقسیم کرد که بر این اساس قد واقعی وی ۱۶۷ سانتی متر می‌شود و باید عدد ۱۶۷ را در دستگاه ثبت کرد.



تاثیر اندازه‌گیری و ثبت اشتباه قد در تفسیر اسپیرومتری. در اسپیروگرام شماره ۱، الگوی تحدیدی خفیف وجود دارد ولی در اسپیروگرام شماره ۲ از همان فرد که قد به‌طور صحیح اندازه‌گیری و ثبت شـــده و اســـپیرومتری با کیفیت بهتری انجام گردیده، نتیجه اســـپیرومتری طبیعی شده اســـت. در صورت ثبت صحیح قد، حتی با همان پارامترهای اندازه‌گیری شـــده در اسپیروگرام شـــماره ۱ نیز تفسیر اسپیرومتری طبیعی خواهد شد. علت ثبت اشتباه قد در این مورد، کالیبره نبودن قدسنج مرکز بوده است. به تغییرات مقادیر مورد انتظار(predicted) در دو اسپیرومتری دقت نمایید.

راهنمایی و آماده کردن فرد جهت انجام مانور FVC:

پس از ثبت مشـــخصات فرد در دستگاه اســـپیرومتر، نوبت به آماده کردن فرد و راهنمایی وی برای انجام مانور FVC (مانور بازدمی قوی) می‌رســـد. مانور FVC، رایج‌ترین روش انجام اســـپیرومتری می‌باشـــد که طی آن فرد بعد از انجام یک دم عمیق و حداکثر، یک بازدم ســـریع، قوی و کامل انجام می‌دهد. این مانور می‌تواند به صورت open-circuit (ابتدا دم عمیق و سپس قرار دادن قطعه دهانی وانجام بازدم) یا closed-circuit (ابتدا قرار دادن قطعه دهانی و ســـپس انجام دم و بازدم) انجام گردد. در روش باز (Open) خطر انتقال میکروبی به فرد کمتر می‌باشد.

مراحل انجام مانور FVC:

۱ـ فرد را در حالت ایستاده یا نشسته روی صندلی قرار دهید. اگر اسپیرومتری را در حالت نشسته انجام می‌دهید، صندلی باید بدون چرخ و ترجیحا دارای دسته در دو طرف (arm rest) و دارای پشتی محکم و با ارتفاع مناسب باشد. لباس فرد ترجیحا باید آزاد باشد. فرد باید کاملاً صاف نشسته و کف پاها کاملاً با زمین در تماس باشد. سر وگردن فرد نباید به سمت جلو خم و یا خیلی به سمت عقب باشد. وضعیت نشسته راحت‌ترین و ایمن‌ترین وضعیت برای انجام اسپیرومتری است ولی حالت ایستاده برای خانمهای باردار، افراد چاق و کودکان مناسب‌تر است. در طی انجام مانور (نشسته یا ایستاده) فرد نباید به طرف جلو خم شود.

تصویر سمت چپ استفاده از صندلی مناسب و تصویر سمت راست استفاده از صندلی نامناسب را در انجام اسپیرومتری نشان می‌دهد.

۲) گیره بینی (Nose Clip) را وصل کنید. دلیل استفاده از گیره بینی، ممانعت از خروج هوا از بینی در طی بازدم قوی می‌باشد. درصورت عدم استفاده از گیره بینی در بعضی افراد مقداری هوا در طی مانور بازدمی از راه بینی خارج شده و وارد دستگاه نمی‌شود ودر نتیجه ممکن است بر روی نتایج تاثیر منفی بر جای گذارد. این مساله در مواردی که عملکرد ریه لب مرزی (Borderline) است می‌تواند منجر به نتایج غیر طبیعی کاذب شود.

۳) از فرد بخواهید تا قطعه دهانی (Mouthpiece) را تا $۳/۴ - ۱/۲$ آن در داخل دهان و کاملا روی زبان قرار داده و لبها را محکم بدور آن احاطه نماید. احاطه شدن ناکامل لب‌ها باعث نشت مقداری از هوا به خارج و کاهش مقادیر پارامترهای اسپیرومتری به صورت کاذب می‌شود.

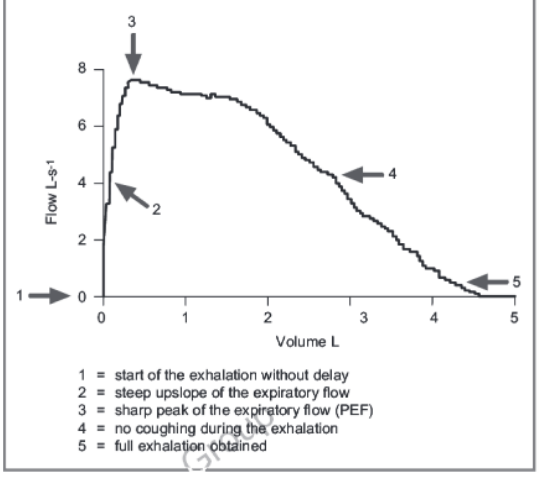
تصویر سمت راست احاطه شدن صحیح لبها را به دور قطعه دهانی وتصویر سمت چپ نشاندهنده احاطه شدن ناکامل لب‌ها به دور قطعه دهانی می‌باشد.

۴) از فرد بخواهید تا چند تنفس عادی (دم وبازدم عادی) را انجام دهد و سپس یک دم عمیق کامل وسریع (تا جایی که ممکن است) انجام داده و بدون هرگونه مکث، بازدم قوی و محکم انجام داده و تا جایی که می‌تواند بازدم را ادامه دهد. بازدم باید در ابتدا با تمام قدرت انجام شود و تا جایی که امکان دارد ادامه یابد. حتماً به فرد تأکید کنید که دم عمیق و کامل انجام داده و سپس بازدم قوی و محکم را انجام دهد. اهمیت انجام دم عمیق و کامل کمتر از انجام بازدم قوی و کامل نمی‌باشد. دم ناکافی و ناقص منجر به حجم ناکافی بازدم و در نتیجه کاهش کاذب مقادیر FVC و افزایش احتمال ایجاد الگوی تحدیدی خواهد شد. فرد را در حین انجام بازدم تشویق به ادامه بازدم کنید و حتماً خود فرد و نمودار را حین انجام بازدم بررسی کنید تا مطمئن شوید بازدم خوبی انجام شده است.

توجه: توصیه می‌شود بعد از اتمام مرحله ۱، ضمن توضیح انجام مراحل مانور برای فرد، خودتان به‌طور عملی، کلیه مراحل ۳ و ۴ را به فرد نشان دهید. (کلیه مراحل مانور را انجام داده تا فرد نحوه انجام دم و بازدم مناسب را ببیند). این کار باعث یادگیری بهتر مانور توسط فرد و انجام مناسب ترآن خواهد شد. نشان دادن عملی مانور به فرد توسط اپراتور، در انجام بهتر مانور توسط وی بسیار موثر خواهد بود.

بعد از انجام هر مانور بازدمی به دقت به شکل منحنی نگاه کنید تا مانور قابل قبولی انجام شده باشد. در واقع بعد از انجام هر مانور باید ابتدا معیارهای پذیرش مانور را بررسی کنید تا قابل قبول یا غیرقابل قبول بودن آن را مشخص کنید. ضروری است ابتدا حداقل سه مانور قابل قبول انجام و ثبت شود.

Figure 1. Quality criteria of the expiratory flow-volume loop (based on ATS quality criteria, 15).



معیارهای پذیرش مانور (Acceptability Criteria):

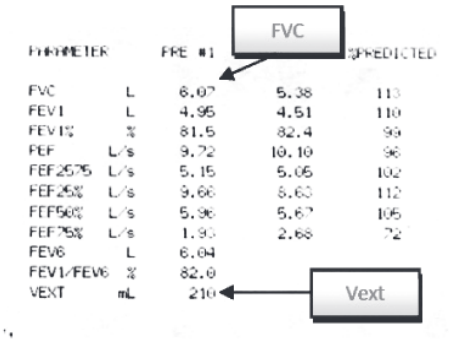
مانور قابل قبول مانوری است که دارای هر پنج شرط زیر باشد:

۱. شروع مناسب داشته باشد.
۲. قله (Peak) مناسب داشته باشد.
۳. مدت مناسب داشته باشد.
۴. اتمام مناسب داشته باشد.
۵. شکل منحنی قابل قبول داشته باشد.

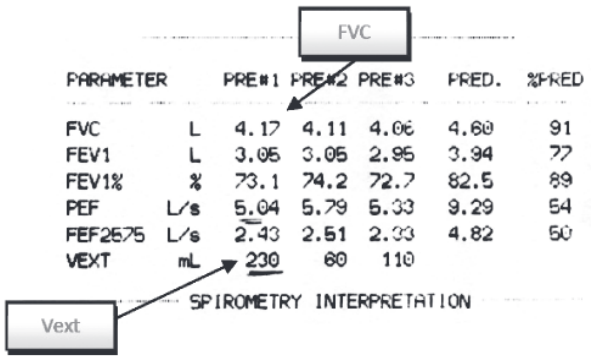
۶. بعضی از دســتگاه‌های اســپیرومتر، بعد از انجام هر مانور پیغامی مبنی بر وضعیت کیفیت و مناسب یا نامناسب بودن آن مانور را نشان می‌دهند که اصطلاحا به آنها "پیغامهای هشدار کیفیت" اطلاق می‌گردد. اگر دستگاه شما از این نوع دســتگاه‌ها می‌باشد، ضروری اســت مفاهیم این پیغامها و نحوه راهنمایی مجدد فرد را برای هر پیغام خطا بدانید تا آن خطا برطرف شــود. مفاهیم پیغامها در صفحات بعد آمده اســت. اگر دستگاه اسپیرومتر شما پیغام نشان نمی‌دهد باید خودتان کیفیت و قابل قبول بودن هر مانور را بر اساس جدول زیر بررسی کنید.

شروع مناسب مانور	یعنی شاخص BEV(VEXT) زیر ۱۵۰ سی سی باشد (درصورتی که FVC بیش از ۳ لیتر است، BEV کمتراز ۵% مقدار FVC از همان مانور باشد) یا اینکه دستگاه پیغامSlow start یا Don't Hesitate نشان ندهد. توجه: شــاخص BEV که در بعضی دستگاه‌های اسپیرومتر با واژه Vext یا Evol نمایش داده می‌شود مهم‌ترین شاخص ارزیابی شــروع مانور می‌باشد. بعضی از دســتگاه‌های اسپیرومتر این شــاخص را نمایش نمی‌دهند وبجای آن پیغام‌های خطای شــروع مانور مانند Slow start یا Poor start یا Don't hesitate را در نمایشگر یا چاپ نشان می‌دهند.
مدت مناسب مانور	یعنی طول زمان بازدم ۶ ثانیه باشــد یا منحنی حجم- زمان حداقل به مدت یک ثانیه (یک ثانیه آخر) به‌صورت Flat (افقی) حرکت کند (یعنی تغییرات حجم در یک ثانیه آخر کمتر از ۲۵ ســی ســی باشد) و یا فرد بیش‌تر از آن نتواند هوایی بیرون دهد (Cannot Continue) یا دستگاه پیغام Blow – out longer را نشان ندهد.
اتمام مناسب مانور	یعنــی اینکه مانور، زودهنــگام خاتمه نیابد (یعنی قبل از خروج کامل هوای ریه، شــخص بازدم را ناگهان قطع نکند). به عبارت دیگر بازوی نزولی منحنی FV کاملا به نقطه صفر برسد.
شکل مناسب در منحنی‌های VT , FV	یعنی هیچگونه تغییر شکل غیرطبیعی نداشته باشد (انواع تغییر شکل‌های غیرطبیعی در صفحات آینده نشان داده شده است) یا پیغام Blast – out faster یا Blast – out Harder یا Poor effort روی صفحه نمایان نشود.

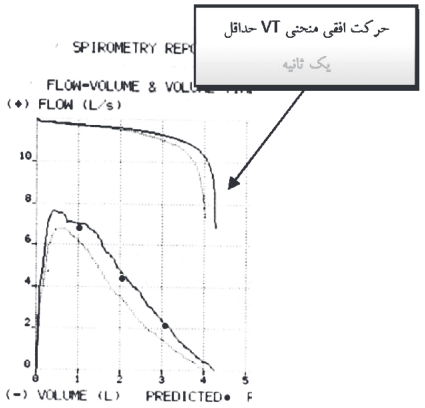
در واقع اگر پس از انجام هر مانور، موردی مغایر با جدول فوق رویت شــود آن مانور قابل قبول نیســت و باید بســته به نوع خطــای مانور، فرد را به صورت صحیح جهت انجام مجدد مانور راهنمایی کرد تا آن خطا برطرف شــده و مانور قابل قبول انجام شود. اگر مانور قابل قبول نبود آن را تأیید و ثبت نکنید وفقط مانورهای قابل قبول را تأیید و ثبت نمایید. ضروری است حداقل سه مانور قابل قبول انجام شود و تا زمانی که سه مانور قابل قبول انجام نشده، مانورها باید با راهنمایی صحیح شما ادامه یابد ولی در هر جلســه اســپیرومتری نباید بیش از ۸ مانور (قابل قبول و غیرقابل قبول) انجام داد زیرا انجام بیشتر مانورها باعث خستگی فرد شده و خطر ایجاد سنکوپ (Faint) وجود دارد. بین مانورها، حداقل **یک دقیقه** به فرد استراحت بدهید.



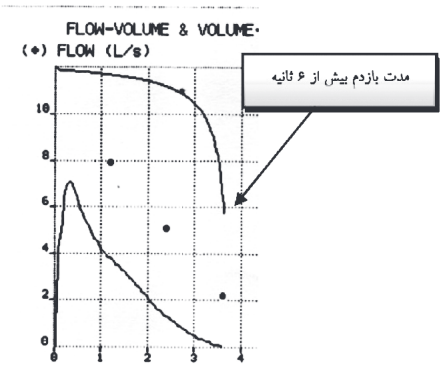
نمونه‌ای از شروع مناسب مانور در تلاش اول
(Vext کمتر از ۵% مقدار FVC می‌باشد)



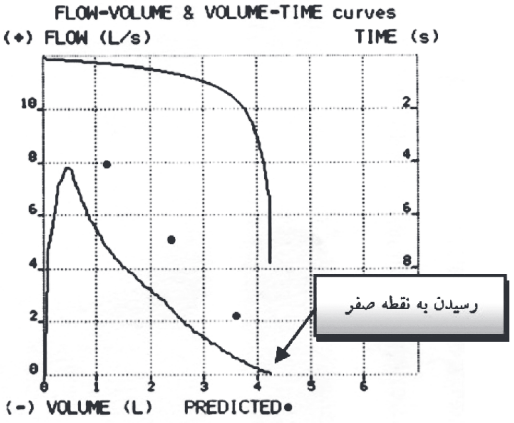
نمونه‌ای از شروع نامناسب مانور در تلاش اول
(Vext بیشتر از ۵% مقدار FVC می‌باشد)



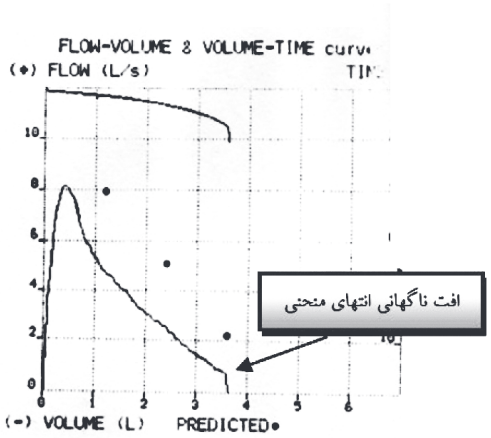
نمونه ای از مدت مناسب مانور
(کمتر از ۶ ثانیه ولی حداقل یک ثانیه حرکت افقی)



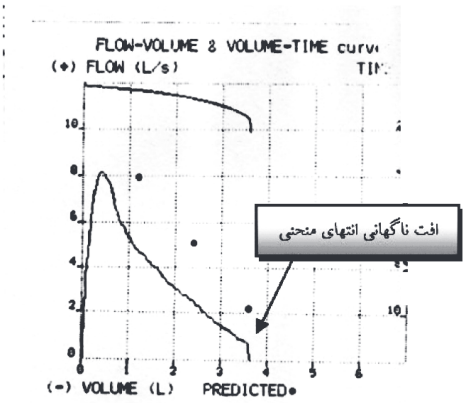
نمونه ای از مدت مناسب مانور حداقل ۶ ثانیه



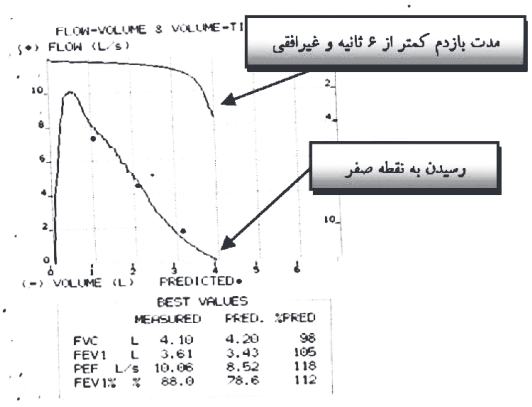
نمونه ای از خاتمه مناسب مانور
(بازوی نزولی منحنی کاملا به نقطه صفر رسیده است)



نمونه ای از خاتمه نامناسب مانور حداقل ۶ ثانیه
(بازوی نزولی قبل از رسیدن به نقطه صفر افت ناگهانی داشته است)



نمونه ای از مدت نامناسب بازدم و خطای ختم زود هنگام
(Early Termination)



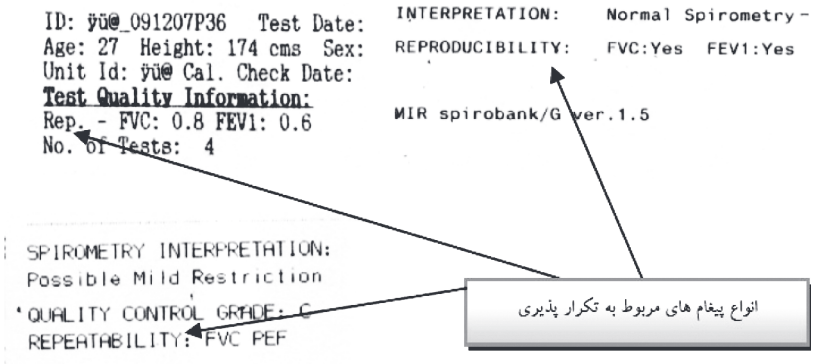
نمونه‌ای دیگر از مدت مناسب بازدم (حالت "Cannot Continue") :در این حالت مدت بازدم کمتر از ۶ ثانیه بوده و وضعیت افقی حداقل یک ثانیه نیز نداشته ولی منحنی FV به نقطه صفر رسیده است. این حالت نیزمدت بازدم قابل قبول محسوب شده و دلیل آن خروج کامل و سریع هوای ریه درثانیه‌های ابتدایی بازدم است و دیگر هوایی برای خروج بیشتر در ریه وجود ندارد. وجه افتراق این حالت از Early Termination، انتهای منحنی FV است که در آن بخش انتهایی منحنی قبل از رسیدن به نقطه صفر، افت ناگهانی دارد. (توجه به نمودار مجاور)

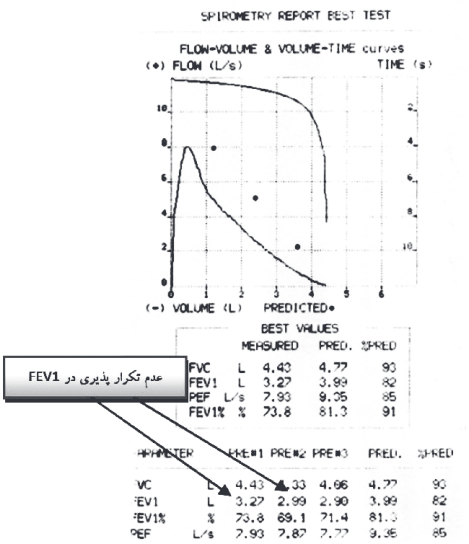
معیارهای تکرار پذیری (Reproducibility or Repeatability Criteria):

زمانی که سه مانور قابل قبول انجام وثبت شد، بالطبع ۳ پارامتر اندازه‌گیری شده از FEV_1 و ۳ پارامتر اندازه‌گیری شده از FVC دارید. اختلاف بین دو FEV_1 بزرگتر و دو FVC بزرگتر را جداگانه محاسبه کنید. اگر اختلاف هر دو کمتر از ۱۵۰ سی سی و FVC و FEV_1 بزرگتر از آخرین مانور قابل قبول حاصل نشده بود اسپیرومتری پایان یافته و باید نتایج را ثبت و چاپ کنید. اگر اختلاف حداقل یکی از آن دو بیشتر از ۱۵۰ سی سی بود و یا FEV1 یا FVC بزرگتر از آخرین مانور قابل قبول حاصل شده بود باید فرد را مجدداً راهنمایی کرد تا زمانی که این اختلاف به زیر ۱۵۰cc برسد (ولی حداکثر ۸ مانور) و نیز بزرگترین FVC و FEV_1 از آخرین مانور حاصل نشده باشند.

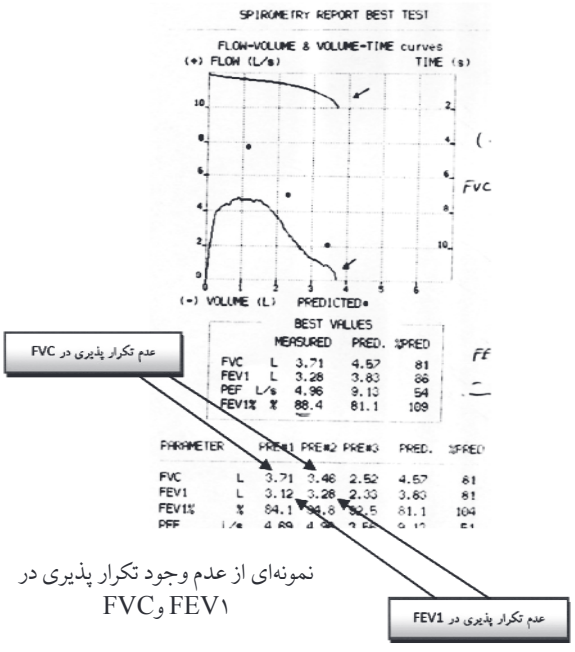
به این معیارها، معیارهای تکرارپذیری (Reproducibility or Repeatability) می‌گویند. بعضی دستگاههای اسپیرومتری بعد از انجام حداقل دو مانور قابل قبول، معیارهای تکرارپذیری را محاسبه کرده و با پیغام‌هایی به صورت‌های زیر نشان می‌دهند و یا آن را به صورت عدد بر حسب سی سی یا لیتر نشان می‌دهند. در هر حال توصیه می‌شود کتابچه راهنمای دستگاه نیز در این مورد به دقت مطالعه شود.

- Reproducibility: OK, yes
- Reproducible FEV_1 , Reproducible FVC
- Repeatability: None
- Non – Reproducible FEV_1

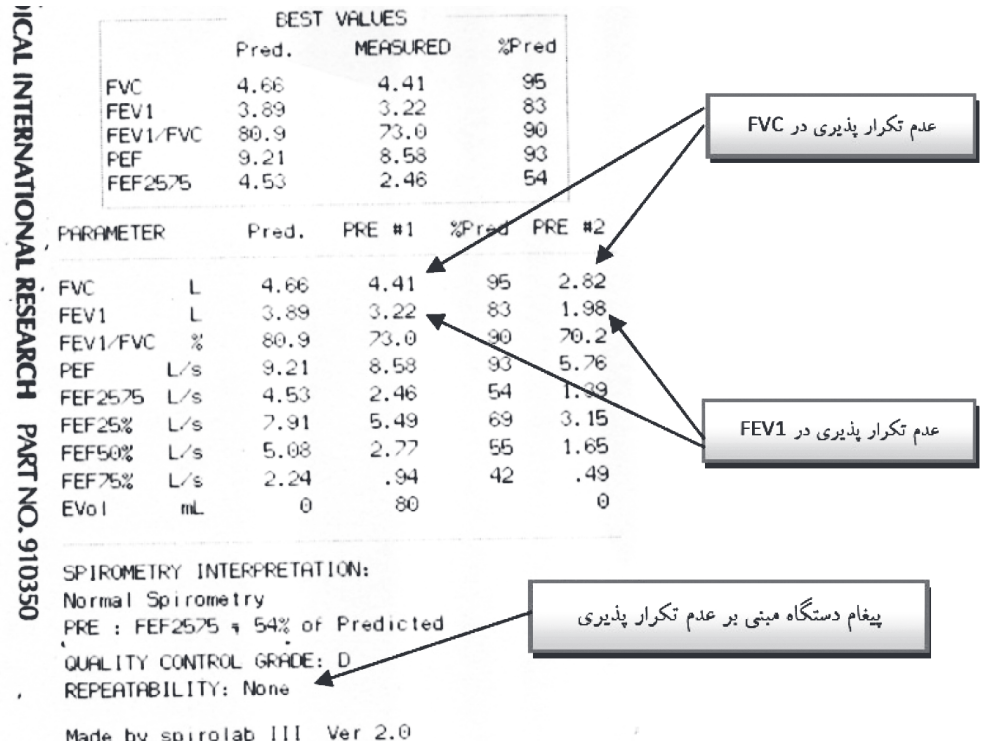




نمونه‌ای از عدم وجود تکرار پذیری در FEV۱
(اختلاف عددی بین دو FEV۱ بزرگتر بیش از ۱۵۰سی سی می‌باشد)



نمونه‌ای از عدم وجود تکرار پذیری در FEV۱ وFVC



نمونه‌ای دیگر از عدم تکرارپذیری در FEV۱ و FVC. به اختلاف عددی بین دو FEV۱ و دو FVC دقت نمایید.

درجه بندی کیفیت اسپیرومتری (Quality Grading):

بعضی از دستگاه‌های جدیدتر اسپیرومتر بعد از اتمام اسپیرومتری، درجه بندی کیفیت مانور را از A تا F نشان می‌دهند. این درجه بندی بر اســاس تعداد مانورهای قابل قبول و معیارهای تکرارپذیری می‌باشد. بر اساس تعاریف در این نوع از درجه بندی، درجات A وB و C قابل تفســیرند ولی درجات D و F قابل تفســیر نبوده و باید تکرار شــوند. در جدول زیر تعاریف درجه بندی کیفیت مانور بیان شده اند:

تعاریف درجه بندی کیفیت اسپیروگرام (Quality Grading):

درجه کیفیت (QC Grade)	تعریف
A	حداقل ۲ مانور قابل قبول با تکرار پذیری FEV1 کمتر از ۱۰۰ سی سی
B	حداقل ۲ مانور قابل قبول با تکرار پذیری FEV1 بین ۱۰۱ تا ۱۵۰سی سی
C	حداقل ۲ مانور قابل قبول با تکرار پذیری FEV1 بین۱۵۰ و۲۰۰ سی سی
D	فقط یک مانور قابل قبول یا بیش از یک مانور قابل قبول اما با تکرار پذیری FEV1 بیش از ۲۰۰ سی سی (غیر قابل تفسیر مگر آنکه شاخص‌ها در محدوده طبیعی باشند)
F	هیچ مانور قابل قبولی وجود ندارد (غیر قابل تفسیر)

PARAMETER		Pred.	PRE #1	%Pred	PRE #2
FVC	L	4.66	4.41	95	2.82
FEV1	L	3.89	3.22	83	1.98
FEV1/FVC	%	80.9	73.0	90	70.2
PEF	L/s	9.21	8.58	93	5.76
FEF2575	L/s	4.53	2.46	54	1.39
FEF25%	L/s	7.91	5.49	69	3.15
FEF50%	L/s	5.08	2.77	55	1.65
FEF75%	L/s	2.24	.94	42	.49
EVol	mL	0	80		0

SPIROMETRY INTERPRETATION:
Normal Spirometry
PRE : FEF2575 ↓ 54% of Predicted
QUALITY CONTROL GRADE: D
REPEATABILITY: None

درجه کیفیت

نمونه‌ای از گزارش یک دستگاه اسپیرومتر که درجه بندی کیفیت یک اسپیروگرام را با درجه D نشان داده است.

PARAMETER		Predicted	PRE #1	%Pred.
FVC	L	4.66	3.51	75
FEV1	L	3.89	3.32	85
FEV1/FVC	%	80.9	94.6	117
PEF	L/s	9.21	8.67	94
FEF2575	L/s	4.53	3.83	85
FEF25%	L/s	7.91	6.37	81
FEF50%	L/s	5.08	3.98	78
FEF75%	L/s	2.24	2.25	100
EVol	mL	0	70	

SPIROMETRY INTERPRETATION:
Possible Mild Restriction
QUALITY CONTROL GRADE: F
EXHALE ALL air in the lungs

درجه کیفیت

نمونه‌ای از گزارش یک دستگاه اسپیرومتر که درجه بندی کیفیت یک اسپیروگرام را با درجه F نشان داده است.

انتخاب بهترین نتایج و بهترین منحنی:

تمام دستگاههای اسپیرومتر، بهترین نتایج و بهترین منحنی را با عنوان Best Value انتخاب کرده و در نمایشگر و چاپ نشان می‌دهند.

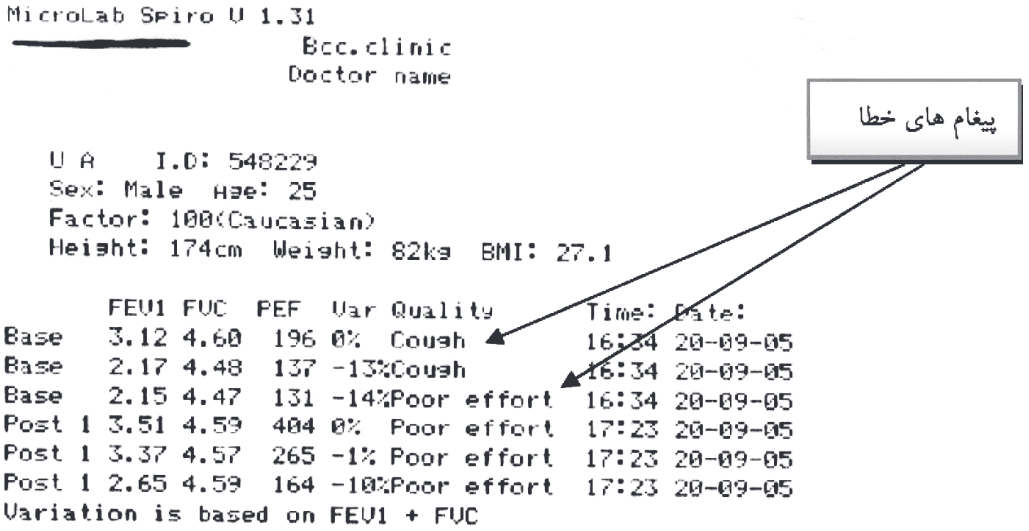
انتخاب بهترین نتایج و بهترین منحنی توسط دستگاه اسپیرومتر بر اساس معیارهای زیر می‌باشد:

- **بهترین منحنی:** از مانوری انتخاب می‌شود که بزرگترین مجموع FVC + FEV1 را داشته باشد.
- **بهترین FEV1 و FVC** : بزرگترین مقادیر آنها از بین مانورهای ثبت شـــده انتخاب می‌شـــوند حتی اگر از از دومانور مختلف باشند.
- **$FEF_{25-75\%}$**: از مانوری انتخاب می‌شود که بزرگترین مجموع FVC + FEV1 را داشته باشد.
- **PEF**: از مانوری انتخاب می‌شود که بزرگترین مجموع FVC + FEV1 را داشته باشد.

پیغام‌های خطا و مفاهیم آنها (Quality Messages):

بعضی از دستگاه‌های اسپیرومتر بعد از انجام هر مانور بازدمی در صورت وجود خطا در انجام مانور، پیغامهای خطا نشان می‌دهند. ضروری است اپراتور اسپیرومتری با مفهوم هر کدام از این پیغامها وعلت ایجاد آن و نیز نحوه راهنمایی مجدد جهت رفع هر خطا کاملاً آگاه باشد. در جدول زیر انواع پیغامهای خطا و مفهوم آن و نحوه راهنمایی فرد در مورد هر پیغام جهت رفع خطا بیان شده است.

نوع پیغام	علت نمایش پیغام	نحوه راهنمایی جهت رفع خطا
Don't Hesitate (poor start) (slow start)	مفهوم این پیغام این است که مانور به‌خوبی شروع نشده است و فرد در پایان دم و شروع بازدم، بیش از حد درنگ کرده است.	فرد را راهنمایی کنید تا بین دم و بازدم هیچ مکثی نداشته باشد و از همان ابتدا بازدم بدوم مکث انجام دهد. (مکث بین دم و بازدم باید کمتر از یک ثانیه باشد)
Blast – out faster Poor Effort	مفهوم این پیغام این است که فرد بازدم را با قدرت کافی شروع نکرده و فاصله زمانی بین ابتدای بازدم تا اوج سرعت بازدم بیش از ۱۲۰ هزارم ثانیه بوده است.	فرد را راهنمایی کنید تا بازدم را از همان ابتدا با قدرت انجام دهد.
Blast- out Harder	مفهوم این پیغام این است که تفاوت میان peak flowهای به‌دست آمده از چند مانور زیاد است (بیش از یک لیتربرثانیه) و در واقع بیانگر این است که مانورها با قدرت یکسان انجام نشده است	فرد را راهنمایی کنید تا تمام مانورهای بازدمی را با قدرت یکسان انجام دهد و تفاوت بین بازدم‌ها از نظر قدرت زیاد نباشد.
Blow- out longer	مفهوم این پیغام این است که مدت بازدم کم بوده و فرد بازدم را زود قطع کرده است.	فرد را راهنمایی کنید تا بازدم را تا جایی که می‌تواند ادامه دهد و زود بازدم را قطع نکند.
Deeper breath	بیانگر این است که شخص در مانورهای متعدد، دم غیریکسان انجام داده است و در واقع در بعضی مانورها دم ناکافی انجام شده است.	فرد را راهنمایی کنید تا دم را به‌طور عمیق و کامل انجام دهد.
Reproducibility: No Non – Reproducible FVC or FEV1	مفهوم این پیغامها این است که اختلاف دو FVC بزرگتر و یا دو FEV۱ بزرگتر (حاصله از دو مانور قابل قبول) بیش از ۱۵۰ سی سی می‌باشد و علت این مسأله این است که یکی از مانورها به‌صورت ضعیف و با قدرت ناکافی انجام شده است یا شخص دم کافی برای انجام مانور انجام نداده است.	فرد را راهنمایی کنید که تمام بازدم‌ها را با قدرت وسرعت یکسان انجام دهد (تفاوت بین بازدم‌ها زیاد نباشد) و دم را عمیق، کامل و یکسان انجام دهد.



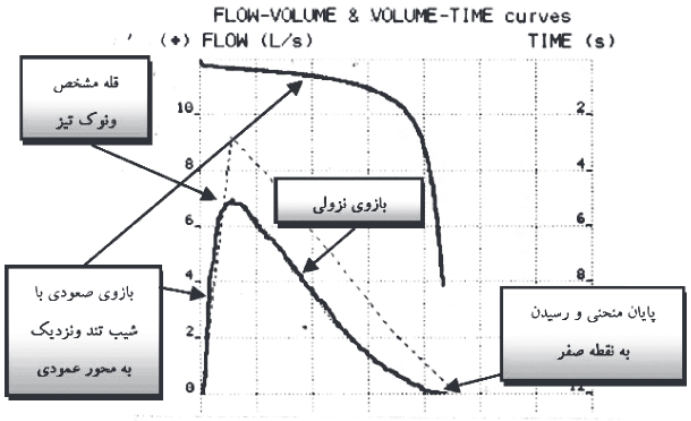
نمونه‌ای از گزارش یک دستگاه اسپیرومتر که پیغامهای خطا را در مقابل هر مانور نشان می‌دهد

خطاهای مانور ونحوه رفع آنها:

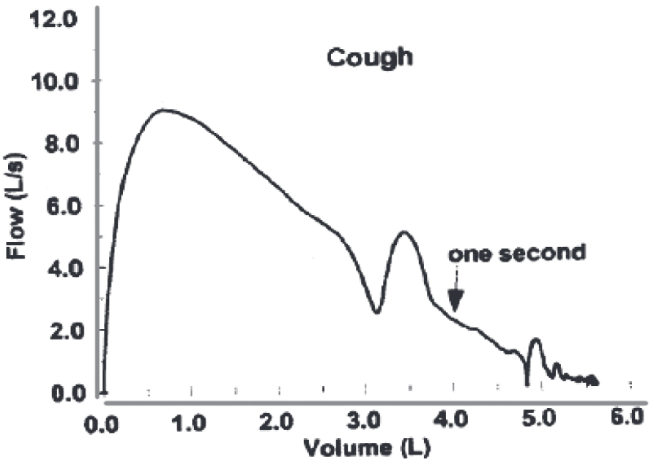
آشـنایی با انواع خطاهای مانور بازدمی در اسـپیرومتری از وظایف و مسئولیت‌های اپراتور اسـپیرومتری است. هر اپراتور اسپیرومتری باید با تمام انواع خطاهای اسپیرومتری و روش تشخیص آنها کاملا آشنا بوده و علت ایجاد هر نوع خطا را بداند و با نحوه راهنمایی فرد برای رفع هر نوع خطا به‌طور اختصاصی کاملا آشـنا باشد. در زیر انواع خطاهای رایج در اسپیرومتری همراه با علت ایجاد ونحوه راهنمایی فرد برای رفع هر کدام از آنها توضیح داده شده است. ضروری است هر اپراتور اسپیرومتری شکل وعلت ایجاد هر کدام از این خطاهای تکنیکی را خوب به خاطر سـپرده تا بتواند از روی شـکل منحنی به وجود خطای موجود پی ببرد وبا راهنمایی اختصاصی فرد برای هر نوع خطا بتواند باعث بهبود انجام مانور فرد ورفع خطا گردد. شـایع‌ترین خطاهای تکنیکی درمنحنی اسـپیرومتری شـامل دم ناکافی، ختم زودهنگام بازدم، Force ناکافی وعدم تکرارپذیری می‌باشند. خطاهای تکنیکی را نباید با الگوی‌های بیماری (انسدادی ـ تحدیدی ـ مختلط) اشتباه کرد.

منحنی طبیعی اسپیرومتری:

منحنـی طبیعـی FV (جریـان- حجـم) در اسـپیروگرام دارای بـازوی صعودی با شـیب تند به سمت بالا همراه با قله مشـخص (نزدیک به محور عمـودی) ویک بـازوی نزولی با شـیب ملایم‌تر به سمت پایین وکاملا صاف بدون هرگونه تقعر که کاملا به نقطه صفر می‌رسد.

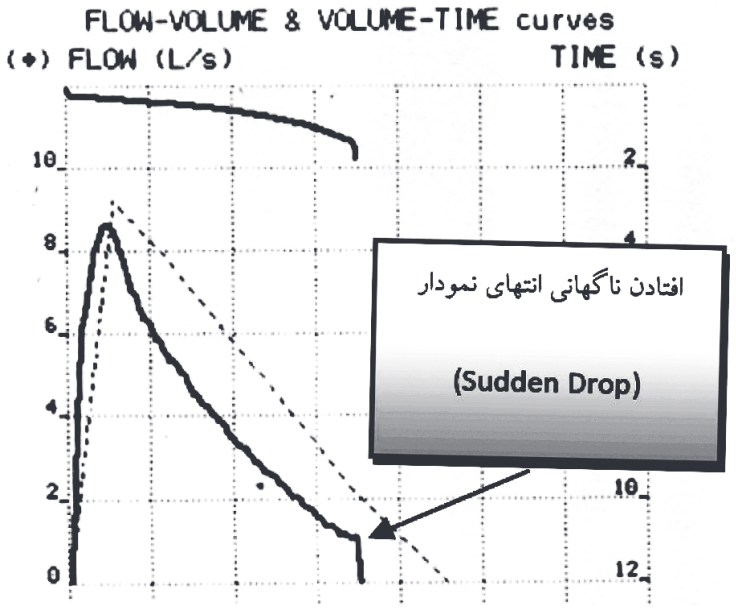


سرفه در ثانیه اول:



ایجاد سرفه در ثانیه اول مانور در گروه خطاهای مانور اسپیرومتری محسوب شده و مانور را غیر قابل قبول می‌کند. این حالت بیشتر در افرادی اتفاق می‌افتد که در فاز حاد سرماخوردگی یا عفونت‌های تنفسی بوده و یا مبتلا به افزایش حساسیت مجاری هوایی یا آسم می‌باشند. بهترین راهکار برای رفع این خطا، به تعویق انداختن اسپیرومتری برای یک مدت مشخص تا بهبود علائم بیماری تنفسی است.

سرفه بعد از ثانیه اول، خطا محسوب نشده ومانور قابل قبول محسوب می‌شود.



ختم زود هنگام مانور (Early Termination):

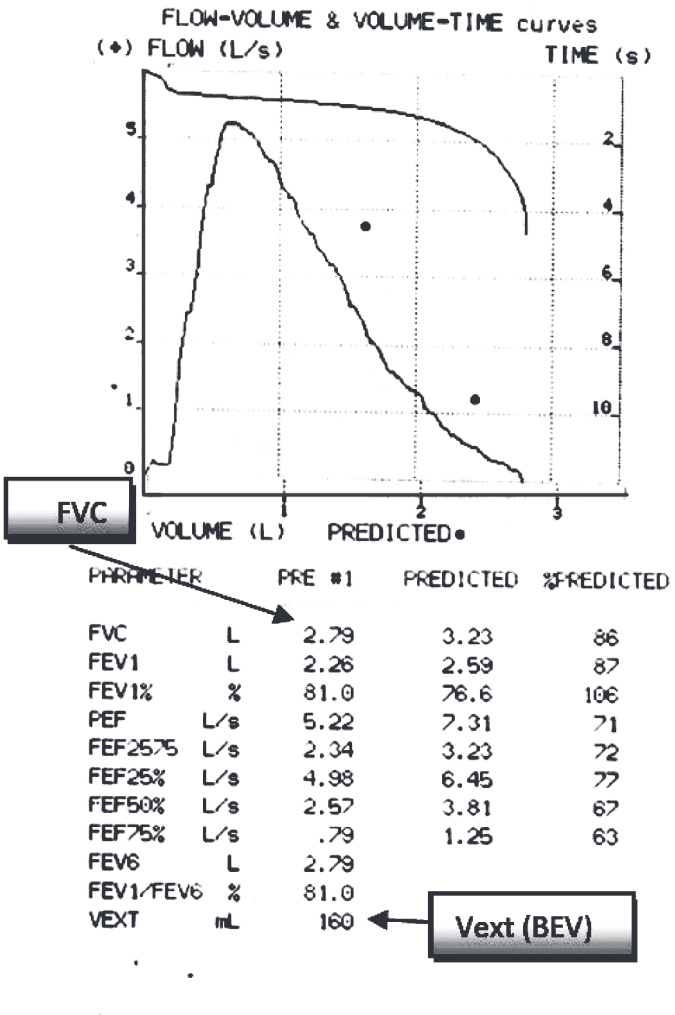
ختم زود هنگام مانور به علت ادامه ندادن مانور بازدمی تا انتها می‌باشد. این خطا منجر به کاهش کاذب FVC ودر نتیجه افزایش احتمال ایجاد الگوی تحدیدی کاذب می‌شود. مهم‌ترین علامت این خطا در اسپیروگرام، افتادن ناگهانی قسمت آخر بازوی نزولی منحنی FV می‌باشد.

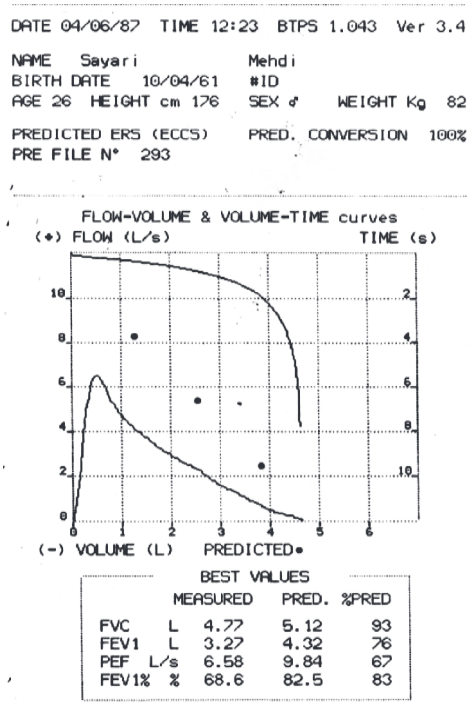
جهت رفع این خطا باید فرد را به گونه‌ای راهنمایی کرد تا بازدم خود را تا جایی که قادر است ادامه دهد تا بازوی نزولی به نقطه صفر برسد.

شروع آهسته مانور (با درنگ):

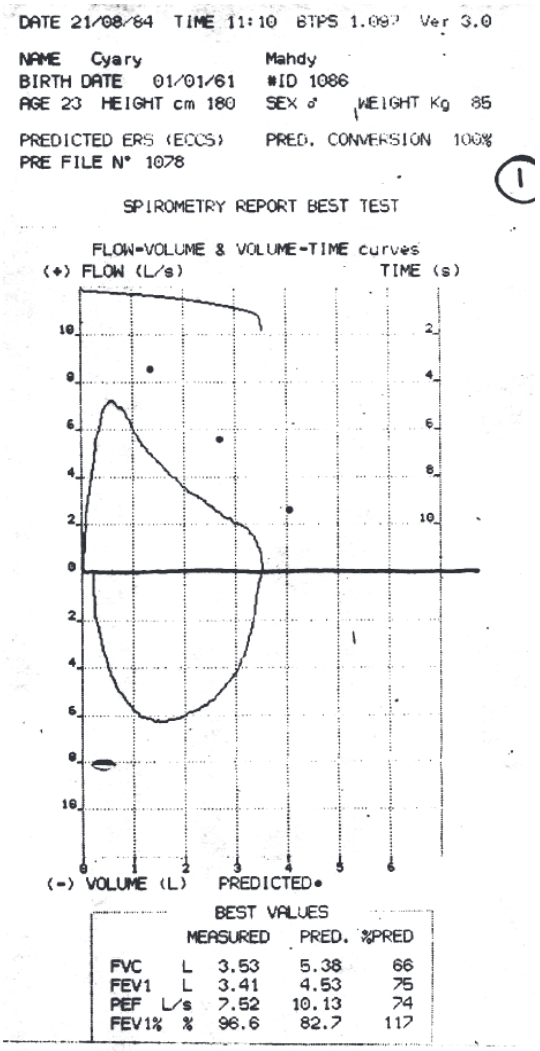
مهم‌ترین علامت در این خطا، بیشتر شدن مقدار شاخص Vext از ۵% مقدارFVC می‌باشد. وجود تغییر شکل در ابتدای نمودارهای VT وFV به تنهایی بیانگر خطای شروع مانور نیست وباید حتما به معیار Vext (BEV) نیز دقت کرد. دلیل اصلی ایجاد این خطا، مکث بیش از حد فرد در انتهای دم عمیق و قبل از شروع بازدم قوی می‌باشد که می‌تواند منجر به خروج مقداری هوا از ریه شده ودر نتیجه باعث کاهش کاذب FVC و افزایش احتمال الگوی تحدیدی کاذب خواهد شد. برای رفع این خطا باید فرد را راهنمایی کرد تا بعد از دم عمیق بدون هر گونه مکث فورا بازدم را با قدرت انجام دهد.

در اسپیروگرام مقابل مقدار Vext بیش از ۵% مقدار FVC می‌باشد که بیانگر شروع نامناسب ودرنگ بیش از حد بوده ودر نتیجه این مانور غیر قابل قبول بوده وباید با راهنمایی مجدد تکرار گردد.





نمونه‌ای آشـکار از تاثیر خطای ختـم زودهنگام (Early Ter-mination) در ایجـاد الگوی تحدیدی کاذب(نمودار سـمت راسـت). نمودار سـمت چپ نشان دهنده اسـپیرومتری در ۳ سـال بعد در همان فرد با تکنیک مناسب می‌باشد که نشاندهنده بهبود FVC بیش از یک لیتر به مقادیر طبیعی و تبدیل به الگوی انسدادی (عملکرد واقعی) می‌باشـد. همچنین در اسپیرومتری اول (سـمت چپ)، قد فرد ۴ سـانتی متر بیش از مقدار واقعی ثبت شـده که باعث افزایش مقادیر مورد انتظار و تشدید الگوی تحدیدی کاذب شده است.

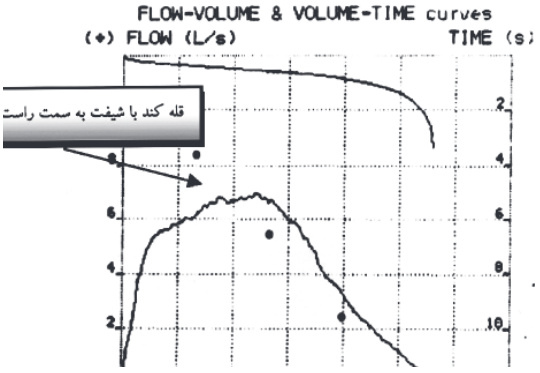


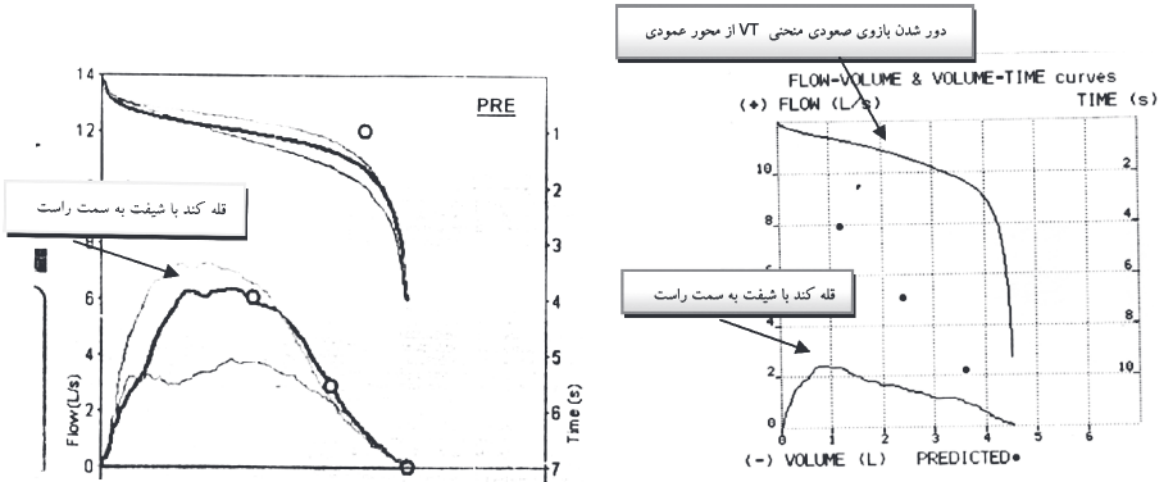
بازدم با قدرت ناکافی (Poor Effort):

این خطا به دلیل شـروع مانور بازدمی به‌طور آهسته وبدون اعمال قدرت کافی ایجاد می‌شود. مهم‌ترین علامت شناسایی آن در اسـپیروگرام، کند شدن قله منحنی FV ودور شدن آن از محور عمودی (شیفت قله منحنی به راست) می‌باشد واغلب همراه با آن PEF نیز کاهش یافته است. این خطا می‌تواند باعث کاهش کاذب FEV۱ و نیز افزایش احتمال ایجاد الگوی انسدادی کاذب در اسپیرومتری شود.

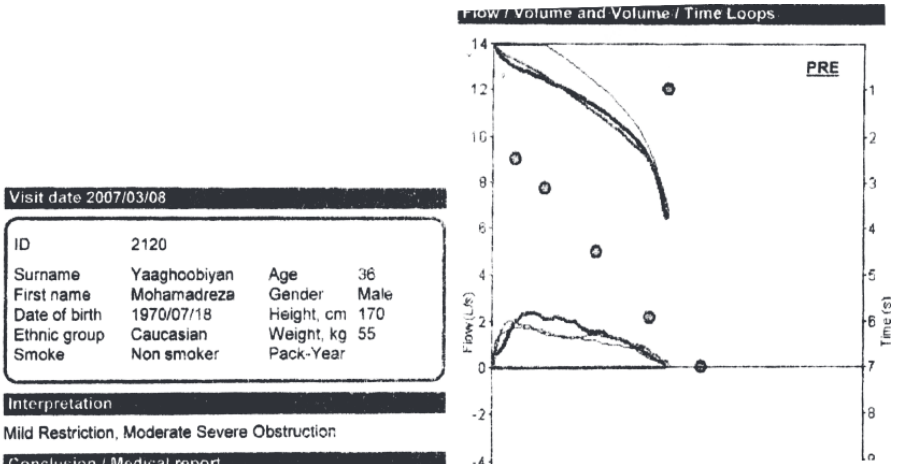
جهت رفع این خطا باید فرد را راهنمایی کرد تا مانور بازدمی را با حداکثر قدرت و سرعت انجام دهد.

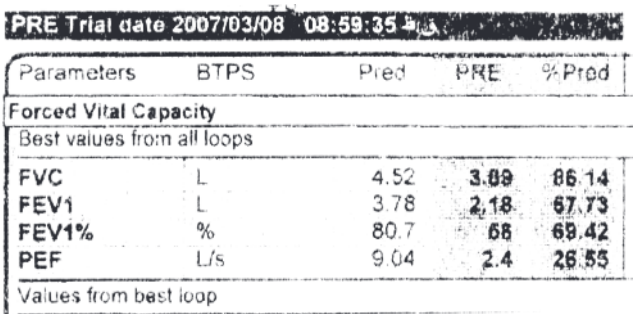
نمودارهـای ذیل نمونه‌های مختلفی از خطای Poor Effort یا Weak Push را نشان می‌دهد.



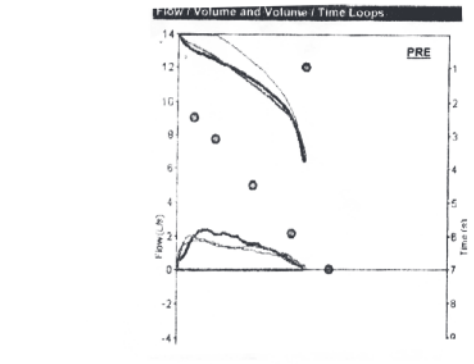


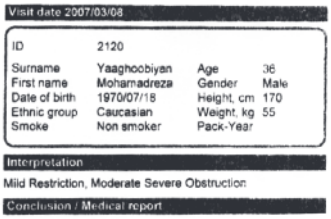
نمونه‌هایی از خطای Poor effort در اسپیرومتری

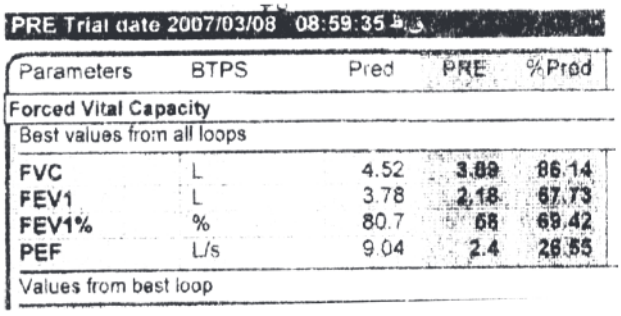




نمونه‌ای از یک اسپیرومتری با خطای واضح Poor Effort که منجر به ایجاد الگوی انسدادی کاذب در نتایج شده است.

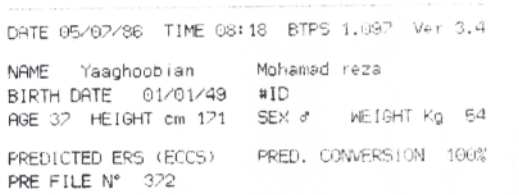


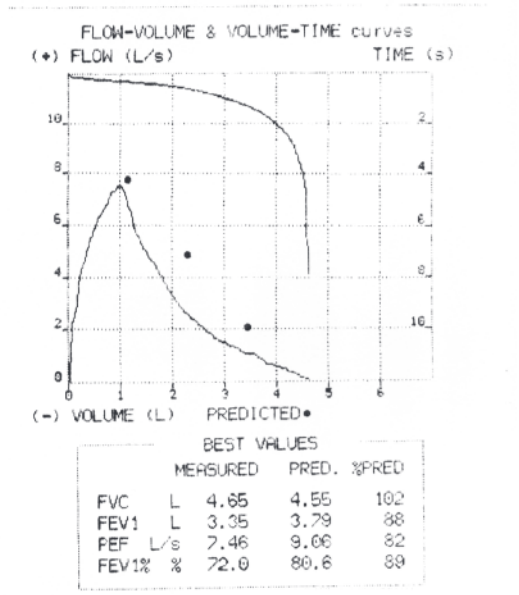




PRE Trial date 2007/03/08 08:59:35 ق.ظ

Parameters	BTPS	Pred	PRE	%Pred
Forced Vital Capacity				
Best values from all loops				
FVC	L	4.52	3.89	86.14
FEV1	L	3.78	2.18	57.73
FEV1%	%	80.7	56	69.42
PEF	L/s	9.04	2.4	26.55
Values from best loop				



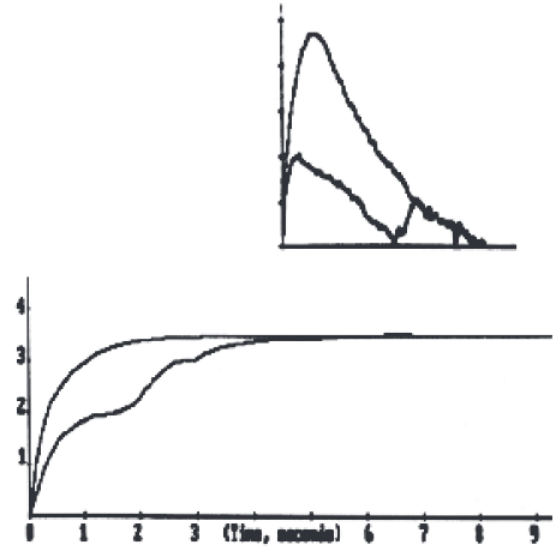


تاثیر خطای Poor Effort بر نتایج اسپیرومتری. در نمودار سمت چپ به علت خطای واضح Poor Effort، الگوی انسدادی کاذب ایجاد شـــده ودر نمودار ســـمت راست در همان فرد، انجام اســـپیرومتری با تکنیک مناسب باعث طبیعی شدن نتایج عملکرد ریه شده است.

دم ناکافی (Small Inspiration):

دم ناکافی قبل از انجام مانور بازدمی قوی، یکی از شـــایع‌ترین خطاهای اســـپیرومتری اســـت که می‌تواند باعث افت کاذب FVC ایجـــاد الگوی تحدیدی کاذب و در بعضی موارد در صورت شـــدید بودن منجر به کاهـــش همزمان FEV۱ و ایجاد الگوی مختلط (Mixed) گردد. در واقع دم ناکافی در کنار ختم زودهنگام مانور و اشتباه در اندازه‌گیری و ثبت قد از شایع‌ترین علل ایجاد الگوهای تحدیدی کاذب در اسپیرومتری می‌باشند. تشخیص این نوع خطا اغلب بسیار مشکل بوده و فقط اپراتور در حین انجام اســـپیرومتری با توجه به نحوه دم و بازدم فرد می‌تواند دم ناکافی را تشـــخیص دهد. یک راه دیگر برای تشخیص خطای دم ناکافی توجه به معیارهای تکرارپذیری است زیرا دم ناکافی می‌تواند باعث عدم حصول معیارهای نکرارپذیری در اسپیرومتری گردد.

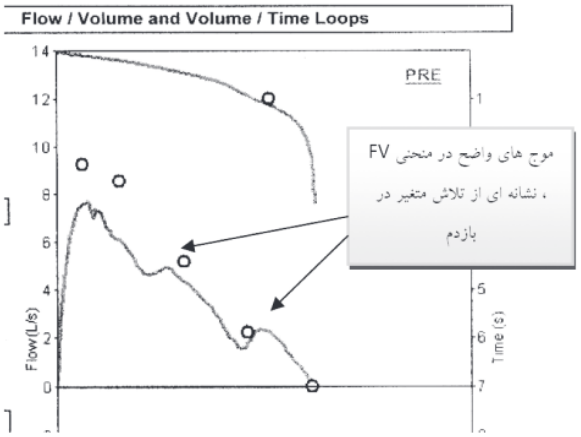
مسدود شدن قطعه دهانی توسط زبان:



این خطا بیشـــتر زمانی رخ می‌دهد که قطعه دهانی روی زبان قرار نگرفته باشد و در این حالت احتمال مسدود شدن قطعه دهانی توســط زبان در حین انجــام مانور بازدمی وجــود دارد. این خطا باعث دو قطعه‌ای شــدن منحنی FV و یا ایجاد موج‌های شدید در منحنی‌های VT و FV می‌شود.

برای رفع این خطا باید فــرد را راهنمایی کرد تا قطعه دهانی را کاملا روی زبان قرار دهد (زبان باید به‌طور کامل زیر قطعه دهانی باشد)

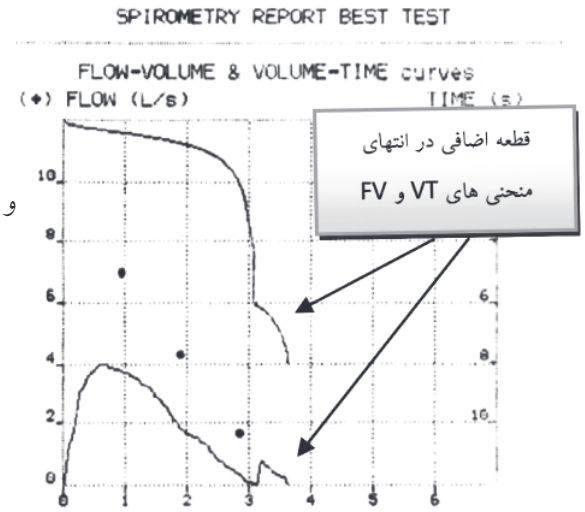
تلاش متغیر وغیر یکنواخت (Variable Effort):



این خطا زمانی رخ می‌دهد که شخص بازدم خود را با قدرت متغیرو غیــر یکنواخت انجــام دهد که باعث ایجــاد موج‌های مشخص در نمودار FV می‌شود.

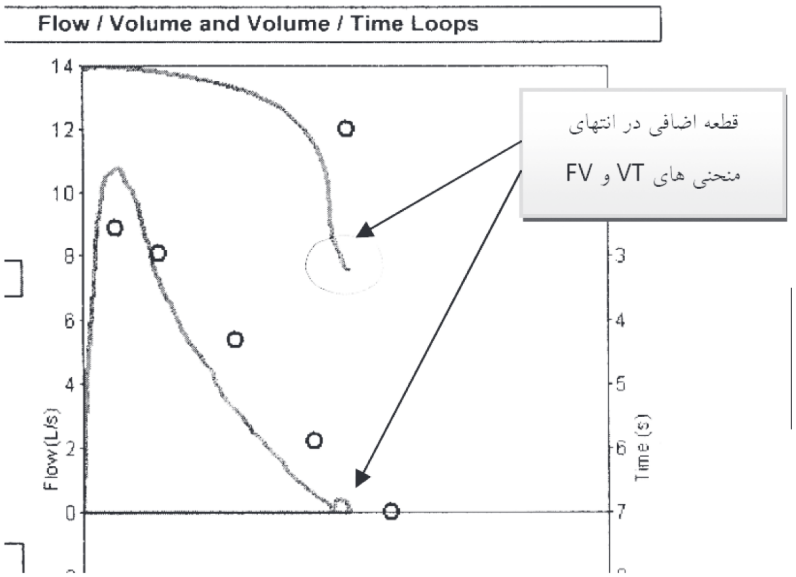
بــرای رفع این خطا باید فــرد را راهنمایی کرد تا بازدم خود را به‌طور یکنواخت و بدون نوسان انجام دهد.

خطای Extra-Breath :



Extra-Breath یکــی از انــواع خطاهــای ناشــایع در اســپیرومتری اســت که به علت یــک دم و بــازدم کوچک مجــدد در انتهــای مانــور بازدمــی اصلــی رخ می‌دهــد باعــث افزایــش کاذب FVC می‌شــود. مهم‌تریــن علامت این خطا در اســپیروگرام ایجاد یک قطعــه اضافی در انتهای منحنی‌های VT و FV می‌باشد.

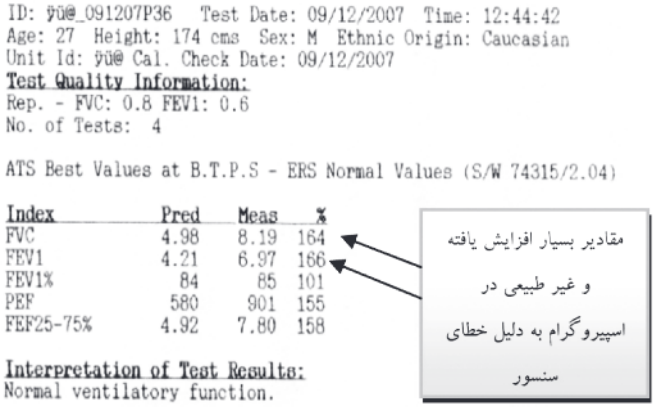
برای رفع این خطا بایــد فرد را راهنمایی کرد تا در انتهای مانور بازدمی مجددا دم و بازدم انجام ندهد.



نمونه‌ای دیگر از یک خطای Extra Breath با حجم کمتر

خطای سنسور (Sensor Error):

خطای سنسور معمولا به علت آلودگی توربین با قطرات تنفسی، گرم شدن بیش از حد توربین به دلیل انجام تعداد زیاد اسپیرومتری در فاصله زمانی کوتاه و گاها خرابی سنسور می‌باشد. مهم‌ترین نشانه این خطا افزایش قابل توجه و غیرطبیعی در مقادیر FEV۱ و FVC در تعداد زیادی از اسپیروگرامهای انجام شده در یک مقطع زمانی خاص می‌باشد. معمولا زمانی که مقادیر FEV۱ و FVC در تعداد زیادی از اسپیروگرام‌ها بیش از ۱۳۰%- ۱۲۰% هستند، باید به وجود خطای سنسور شک کرد. برای رفع این خطا باید قطعات دهانی را با روش مناسب ضدعفونی کرده وشستشوداد و یا انجام اسپیرومتری‌های مکرر را برای خنک شدن سنسور برای مدتی متوقف کرد. در صورت عدم رفع خطا بعد از اقدامات فوق، باید با نمایندگی فروش دستگاه جهت تعمیر دستگاه تماس گرفت. ذکر این نکته ضروری است که گاهی علل دیگری نیز باعث افزایش کاذب و بیش از حد مقادیر FEV۱ و FVC می‌شوند. از شایع‌ترین علل دیگر می‌توان به ثبت اشتباه وزن و قد به جای یکدیگر توسط اپراتور اشاره کرد. تشخیص حالت اخیر براحتی با توجه به مقادیر وزن و قد و نیز توجه به مقادیر خام FVC و FEV۱ امکان پذیر می‌باشد. در خطای سنسوردر کنار افزایش بسیار زیاد pred %، مقادیر خام FVC و FEV۱ (بر حسب لیتر) نیز افزایش قابل توجهی نشان می‌دهند ولی در خطای ثبت وزن و قد، اعداد خام FVC و FEV۱ افزایش غیر معمول نیافته‌اند و فقط میزان pred % افزایش قابل توجهی نشان می‌دهند.

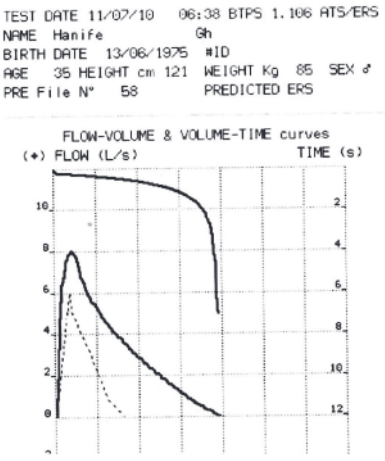

ID: ÿû@_091207P36 Test Date: 09/12/2007 Time: 12:44:42
Age: 27 Height: 174 cms Sex: M Ethnic Origin: Caucasian
Unit Id: ÿû@ Cal. Check Date: 09/12/2007
Test Quality Information:
Rep. - FVC: 0.8 FEV1: 0.6
No. of Tests: 4

ATS Best Values at B.T.P.S - ERS Normal Values (S/W 74315/2.04)

Index	Pred	Meas	%
FVC	4.98	8.19	164
FEV1	4.21	6.97	166
FEV1%	84	85	101
PEF	580	901	155
FEF25-75%	4.92	7.80	158

Interpretation of Test Results:
Normal ventilatory function.

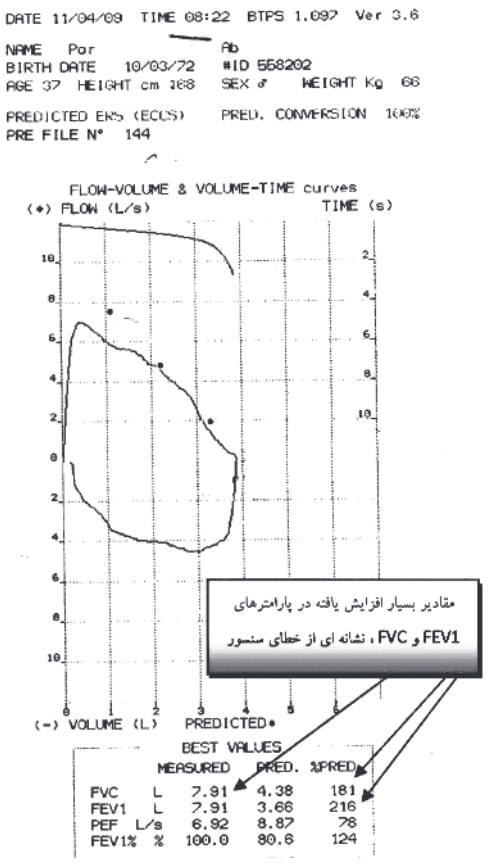
مقادیر بسیار افزایش یافته و غیر طبیعی در اسپیروگرام به دلیل خطای سنسور


TEST DATE 11/07/10 06:38 BTPS 1.106 ATS/ERS
NAME Hanife Gh
BIRTH DATE 13/06/1975 #ID
AGE 35 HEIGHT cm 121 WEIGHT Kg 85 SEX ♂
PRE File N° 58 PREDICTED ERS

FLOW-VOLUME & VOLUME-TIME curves
(+) FLOW (L/s) TIME (s)

PARAMETER		Predicted	PRE #1	%Pred.
FVC	L	1.72	3.84	223
FEV1	L	1.70	3.05	179
FEV1/FVC	%	80.9	79.4	98

افزایش بیش از حد مقادیر FVC و FEV1 به علت ثبت اشتباه قد توسط اپراتور.

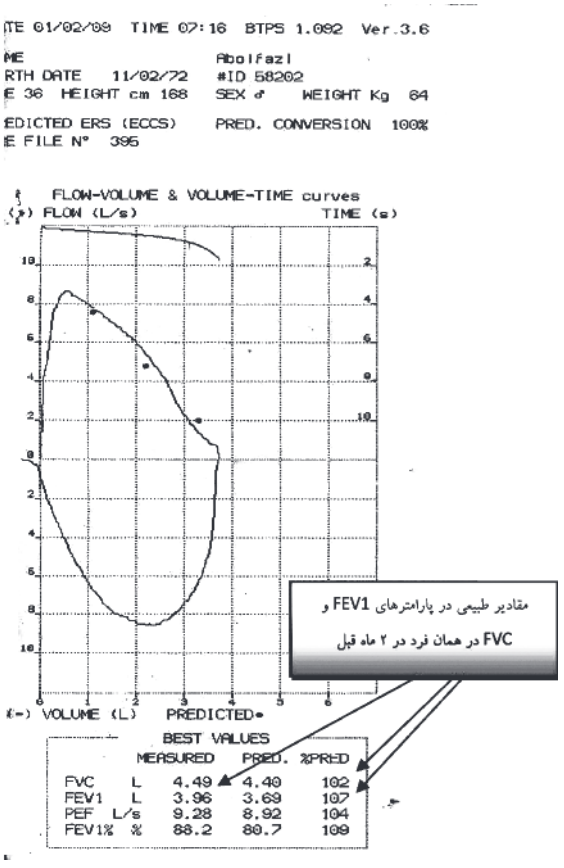

DATE 11/04/09 TIME 08:22 BTPS 1.097 Ver 3.6
NAME Por Ab
BIRTH DATE 10/03/72 #ID 558202
AGE 37 HEIGHT cm 168 SEX ♂ WEIGHT Kg 66
PREDICTED ERS (ECCS) PRED. CONVERSION 100%
PRE FILE N° 144

FLOW-VOLUME & VOLUME-TIME curves
(+) FLOW (L/s) TIME (s)
(-) VOLUME (L) PREDICTED

BEST VALUES

		MEASURED	PRED.	%PRED
FVC	L	7.91	4.38	181
FEV1	L	7.91	3.66	216
PEF	L/s	6.92	8.87	78
FEV1%	%	100.0	80.6	124

مقادیر بسیار افزایش یافته در پارامترهای FEV1 و FVC ، نشانه ای از خطای سنسور


TE 01/02/09 TIME 07:16 BTPS 1.092 Ver.3.6
ME Abolfazl
RTH DATE 11/02/72 #ID 58202
E 36 HEIGHT cm 168 SEX ♂ WEIGHT Kg 64
EDICTED ERS (ECCS) PRED. CONVERSION 100%
E FILE N° 395

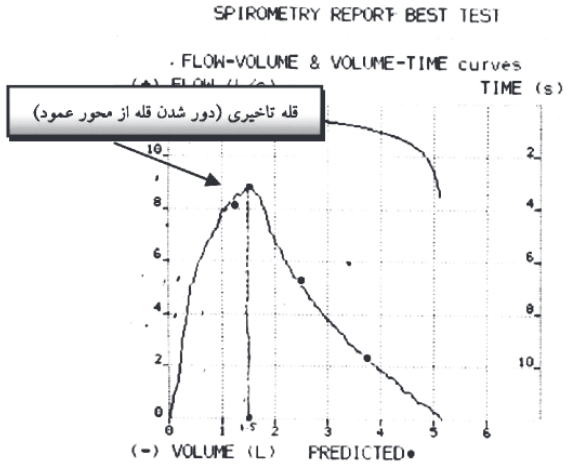
FLOW-VOLUME & VOLUME-TIME curves
(+) FLOW (L/s) TIME (s)
(-) VOLUME (L) PREDICTED

BEST VALUES

		MEASURED	PRED.	%PRED
FVC	L	4.49	4.40	102
FEV1	L	3.96	3.69	107
PEF	L/s	9.28	8.92	104
FEV1%	%	88.2	80.7	109

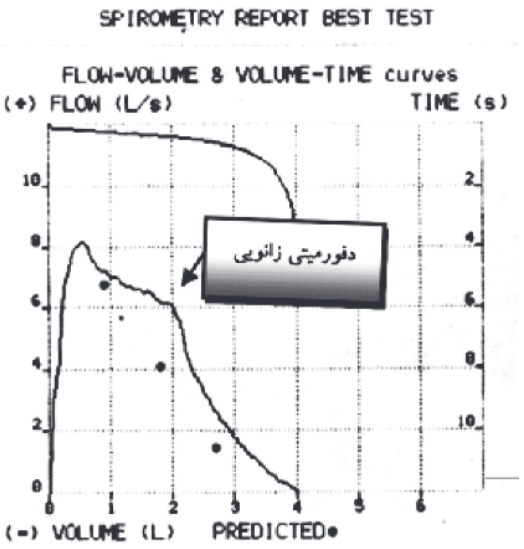
مقادیر طبیعی در پارامترهای FEV1 و FVC در همان فرد در ۲ ماه قبل

قله تاخیری (Delayed Peak):



این خطا عمدتا همراه با خطای poor effort اتفاق می‌افتد ولی گاها ممکن است به تنهایی رخ دهد. نشانه این خطا، دور شـــدن قله منحنی FV از محور عمودی می‌باشد یعنی در واقع در این خطا زمان رســـیدن منحنی FV از نقطه شـــروع تا نقطه peak (نـــوک قله) بیش از ۱۲۰ هزارم ثانیه می‌شـــود. برای رفع این خطا باید فـــرد را راهنمایی کرد تا مانور بازدمی را با قدرت وسرعت بیشتری شروع نماید.

دفورمیتی زانویی (Knee-shape Deformity):



دفورمیتـــی زانویی کـــه نـــام دیگـــر آن Doggie-Shape Deformity می‌باشـــد یک واریاســـیون طبیعی در اسپیروگرام می‌باشد وخطا محسوب نمی‌شـــود. این دفورمیتی به صورت یک "برآمدگی روبه بیرون" در بازوی نزولی منحنی FV ایجاد می‌شود.

روش ثبت نتایج اسپیرومتری:

مناســـب‌ترین روش ثبت نتایج اسپیرومتری در پرونده، ثبت نتایج FEV1 و FVC بر حسب لیتر ودرصد و ثبت نتیجه FEV1/FVC به صورت درصد می‌باشد.

تفسیر اسپیرومتری:

اســـپیرومتری یک آزمون تشـــخیصی نهایی برای تشـــخیص بیماری‌های ریوی نیست. در واقع اســـپیرومتری نوع بیماری را مشخص نمی‌کند بلکه فقط الگوی طبیعی یا غیرطبیعی عملکرد ریه را می‌تواند نشان دهد. نتایج اسپیرومتری باید توسط پزشکان واجد صلاحیت ودر کنار یافته‌های شـــرح حال، معاینه فیزیکی و ســـایر یافته‌های پاراکلینیک تفسیر شود. مطابق با قوانین وزارت بهداشـــت، پزشکان واجد صلاحیت برای تفسیر اسپیرومتری شامل متخصص طب کار، فوق تخصص ریه و متخصص داخلی، فوق تخصص ایمونولوژی و آلرژی و فوق تخصص جراحی توراکس می‌باشند.

هرگز از تفســـیر دستگاه جهت تفسیر اسپیرومتری استفاده نکنید زیرا دستگاه‌های اسپیرومتر حتی در صورت انجام مانورهای نامناســـب و بدون کیفیت، تفســـیر خود را در گزارش نهایی چاپ می‌کنند که اغلب قابل اســـتفاده نمی‌باشـــد. در بعضی موارد

دستگاه‌های اسپیرومتر، تفسیر اشتباه نمایش می‌دهند که بدلیل خطاهای نرم افزاری دستگاه می‌باشد.

تفسیر نتایج اسپیرومتری:

ضروری اســت قبل از تفســیر اســپیروگرام، کیفیت انجام مانور بازدمی را با بررســی شــکل منحنی‌هــای حجم- زمان و جریان – حجم ارزیابی کرد. اگر کیفیت مانور مطلوب نباشــد نباید اســپیروگرام را تفســیر کرد و ضروری است اسپیرومتری با کیفیت مناســب وبدون خطا تکرار گردد. در صورتی که کیفیت انجام مانور مناســب است، می‌توان اســپیروگرام را تفسیر کرد. بهترین و قابل قبول‌ترین روش جهت تفســیر نتایج اســپیرومتری، استفاده از مقادیر LLN[1] (کمترین مقدار طبیعی) می‌باشد. ولی بدلیل اینکه، استفاده از LLN در اغلب موارد برای تفسیر اسپیرومتری در مراکز طب صنعتی مشکل بوده ودسترسی و محاسبه این مقادیربراحتی امکانپذیر نمی‌باشــد، بهتر است از روش سرانگشــتی (که البته دقت کمتری نسبت به LLN دارد) مطابق با جدول زیرجهت تفسیر اسپیرومتری استفاده کرد:

	الگوی طبیعی	الگوی انسدادی	الگوی تحدیدی	الگوی مختلط
FVC	۸۰% و بیشتر(نرمال)	نرمال یا کمتر از ۸۰%	کمتر از ۸۰%	کمتر از ۸۰%
FEV1	۸۰% و بیشتر(نرمال)	کمتر از ۸۰%	نرمال یا کمتر از ۸۰%	کمتر از ۸۰%
FEV1/FVC	بین ۷۰ و ۸۵ درصد (نرمال)	کمتر از ۷۰%	نرمال یا بیش از ۸۵%	کمتر از ۷۰%

نکته: توجه داشته باشید عدد مربوط به FEV1/FVC، باید در برگ نتایج اسپیرومتری در ستون Measured یا Observed خوانده شود و خواندن وثبت آن از ستون Predicted % اشتباه می‌باشد.

مقایسه اسپیروگرام‌های دوره‌ای:

یکی از موارد مهم اســتفاده از اســپیرومتری در معاینات طب صنعتی، غربالگری بعضی بیماری‌های ریوی شغلی می‌باشد. این کار با اســتفاده از مقایســه تغییرات عملکرد ریه در طول زمان و به منظور کشف زودهنگام افت شاخص‌های عملکرد ریه در کارکنان مواجه با عوامل زیان آور تنفســی صورت می‌گیرد. به‌طور طبیعی در افراد سالم مقداری افت عملکرد ریه به دلیل افزایش ســن در طول زمان رخ می‌دهد ولی این مقدار اغلب برای پارامترهای FVC و FEV۱ حدود ۲۵ ســی ســی در هر سال می‌باشد. اگر میزان افت شــاخص‌های FEV۱ یا FVC بیشــتر از طبیعی باشــد، با اهمیت تلقی شــده ونیاز به ارزیابی بیشتر دارد. عوامل تکنیکی وفاکتورهای بیولوژیک می‌توانند بر نتایج اســپیرومتری تاثیر قابل توجهی داشته باشند. به همین دلیل برای اینکه تغییرات شــاخص‌های اسپیروگرام در طول زمان به صورت صحیح ومطمئن تفسیر شوند، اسپیرومتری‌ها باید با تکنیک ومانورصحیح وبا دســتگاه کالیبره وبدون عیب ودر یک وضعیت یکســان نسبت به اســپیرومتری قبلی ترجیحا در زمان یکسان از شبانه روز انجام شــوند. در صورتی که هر کدام از موارد فوق وجود نداشته باشد، نتایج به‌دست آمده از مقایسه اسپیرومتری‌های دوره‌ای می‌تواند

1- Lower Limit of Normal

دارای خطا بوده و منجر به اشتباه در تفسیر ومقایسه گردد.

فواصل انجام اسپیرومتری دوره‌ای:

اسپیرومتری‌های دوره‌ای معمولا هر یکسال یکبار وفقط در صورت وجود اندیکاسیون (مواجهه شاغل با عوامل زیان آور تنفسی در محیط کار) انجام می‌شوند.

افت قابل توجه در عملکرد ریه در طول زمان:

براساس معیارهای انجمن توراکس آمریکا (ATS)، میزان افت قابل توجه در عملکرد ریه در طول زمان برای هر یک از پارامترهای FEV۱ و FVC، ۱۵% وبیشتر می‌باشد. تعریف میزان افت قابل توجه در توصیه‌های انجمن طب کارومحیط آمریکا (ACOEM)، معادل ۱۰% می‌باشد.

روش محاسبه میزان افت عملکرد ریه:

میزان افت عملکرد ریه براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

Expected FEV1 or FVC = (0/85 × initial FEV1 or FVC) – (Number of years × 0/025)

توجه: همیشه قبل از محاسبه میزان افت عملکرد ریه ضروری است کیفیت اسپیروگرام‌های مورد مقایسه وزمان انجام آنها بررسی شود. مقایسه زمانی بیشترین ارزش را دارد که اسپیرومتری‌ها با روش مناسب ودارای کیفیت انجام شده باشند. همچنین در هر فرد، میزان افت عملکرد ریه برای پارامترهای FEV۱ و FVC باید جداگانه ارزیابی شود.

مثال:

جدول زیر مقادیر اندازه‌گیری شده عملکرد ریه را در یک فرد در سال‌های ۸۳ و ۸۸ نشان می‌دهد:

	۱۳۸۳	۱۳۸۸
FVC (Liter)	۵/۲۸	۴/۴۴
FEV1 (Liter)	۴	۳/۱

Expected FVC = (0/85 × 5/28) – (5 × 0/025) = 4/36 liter

Expected FEV1 = (0/85 × 4) – (5 × 0/025) = 3/27 liter

با توجه به اعداد قابل انتظار برای FVC و FEV۱ بعد از گذشت ۵ سال، مشاهده می‌شود که میزان افت FVC برای این فرد در حد قابل انتظار (به دلیل افزایش سن) ومیزان افت FEV۱ بیش از حد قابل انتظار است و در مورد FEV۱ نیاز به بررسی تکمیلی وارزیابی دقیق تری دارد.

مانور VC (SVC) :

مانور VC که نام دیگر آن SVC (Slow VC) است، به معنای انجام مانور بازدمی بدون force می‌باشد. در واقع SVC حجمی از هوا است که بعد از یک دم عمیق، طی بازدم عمیق و آهسته و کامل از ریه خارج می‌شود. در صورت نیاز به انجام مانور SVC، ضروری است این مانور قبل از مانور FVC انجام شود.

نحوه انجام مانور SVC:

مانور SVC به دو صورت می‌تواند انجام شود:

۱. از وضعیت انتهای بازدم کامل با انجام یک دم عمیق و آهسته و کامل (IVC)

۲. از وضعیت انتهای دم و کامل با انجام یک بازدم آهسته و کامل (EVC)

راهنمایی فرد:

۱. نحوه انجام مانور را (IVC یا EVC) را برای فرد کاملاً توضیح داده و نشان دهید. این مسأله مهم است که فرد کاملاً متوجه شود که باید ریه‌های خود را کاملاً پر از هوا کرده و سپس به‌طور کامل خالی از هوا کند.

۲. Nose – clip (قطعه دهانی) را متصل کنید.

۳.دکمه SVC را انتخاب کنید.

۴. فرد باید پس از گذاشتن قطعه دهانی، ابتدا چند بار (۴-۳ بار) دم و بازدم عادی انجام دهد و سپس هوای ریه خود را به‌طور آهسته تا آخر خالی کرده و بلافاصله یک دم عمیق (تا جایی که می‌تواند) به‌طور آهسته انجام داده و سپس مجدداً یک بازدم کامل و آهسته تا انتها انجام دهد.

۵. شما به عنوان اپراتور اسپیرومتری باید فرد را تشویق کنید تا دم و بازدم را کامل ولی به‌طور آهسته و معمولی و با سرعت یکنواخت انجام دهد. بازدم نباید بیش از حدآهسته باشد زیرا منجر به افت کاذب VC خواهد شد. در حین انجام مانور به دقت به فرد نگاه کنید تا مانور را درست انجام دهد. درا فراد سالم هر مرحله از دم عمیق یا بازدم عمیق (از انتهای دم عمیق تا انتهای بازدم کامل) حدود ۶-۵ ثانیه طول می‌کشد.

توجه:

۱. در مانور SVC بیش از ۴ بار تست را انجام ندهید.

۲. انجام مانور SVC عوامل مداخله گر یا موارد منع انجام ندارد ولی در مانور FVC باید این موارد بررسی شوند.

۳. در مورد مانور SVC نیز همانند مانور FVC باید حداقل ۳ مانور قابل قبول با همان معیارهای پذیرش و تکرارپذیری انجام شود ولی در مانور SVC حداکثر ۴ مانور انجام می‌شود (قابل قبول و غیرقابل قبول). بین هردو مانور حداقل یک دقیقه به فرد استراحت بدهید.