فیزیولوژی تنفس

جلسه اول۱۳۹۴/۸/۱۶

مدرس: **آقای دکتر فروتن**

گروه ۱۰: مبینا قاسمی ، شیوا مرادی ، زهرا شعبان زاده ، یاسمن ناظریان

همانطور که می دانید تنفس و گردش خون در موجودات تک سلولی از طریق diffusion ساده صورت میگیرد و اینگونه این موجودات می توانند نیاز های خود را برطرف کنند. ولی وقتی موجود پرسلولی باشد (چه در مرحله ی جنینی که رشد میکند و چه هنگامی که به تکامل و بلوغ می رسند) نیاز به سیستمی دارند تا بتوانند فاصله ای که بین محیط داخل خارج است و تغیراتی که در اطراف موجود یا سلول به وجود می آید را برطرف کنند(سیستم تنفس و گردش خون)

اصل تنفس به آنچه که در داخل سلول رخ میدهد برمی گردد (تنفس سلولی) ولی برای رسیدن به داخل سلول نیاز به تجهیزاتی داریم که همان دستگاه تنفس و سپس گردش خون است.

کار های اصلی دستگاه تنفس:

۱. **تامین اکسیژن** ؛ فشار اکسیژن در اطراف بافت ها به دلیل متابولیسم بافتی دائما در حال کاهش است و این هم متناسب با میزان متابولیسم آن بافت است. پس اگر ادامه پیدا کند منجر به مرگ سلول می شود

۲. **دفع CO_2** ؛ افزایش CO_2 در مجاورت بافت ها منجر به توقف متابولیسم خواهد شد.

۳. در اطراف بافت ها دائما تغییرات اسید و باز داریم. این تغییرات علاوه بر اینکه از نظر متابولیسمی بافت مهم است ، از نظر تغییرات کم و ناچیز برای سلامتی و هوشیاری و کارهای ظریف فکری ما که در **ثبات PH** صورت میگیرد مهم است. همان طور که در مورد **درجه حرارت** هم این مسئله مطرح است.

برای کنترل ph ۳ سد داریم:

ما **پروتئین هایی در سلول** داریم که اسید اضافی را را به تامپون تبدیل می کنند و نمی گذارند تغییرات PH زیاد باشد. یعنی اجزای سلول(علاوه بر کار های دیگر خود) خاصیت کنترلPH را دارند. و این به سلول مهلت می دهد تا کار های اساسی تر را انجام دهد. پس چیزی که سریع وارد عمل میشود خود سلول است.

سپس مسئله **تنفس** است که فورا وارد عمل می شود (در حد چند ثانیه) . در واقع با هر تنفس این مسئله شروع به تغییر می کند

نهایتا بحث **کلیه** است. آن چیزی که به تغییرات پایدار و دراز مدت در حد روز و هفته ایجاد می کند و کنترل PH را به عهده میگیرد کلیه است .

پس مسیر PH قسمتی از زنجیره دستگاه تنفس است. یعنی می توانیم بگوییم فیزیولوژی تنفس در دو عمل خلاصه می شود:

۱. اصلاح تغییرات O_2 و CO_2 ناشی از متابولیسم ؛ اگر ازین تغییرات فشار اطراف سلول ها جلوگیری نشود سلول خواهد مرد. اگر بخواهیم کاری برای بقا و بهبود حیات کنیم هم می توانیم روی دستگاه تنفس کار کنیم و هم روی متابولیسم ؛ مثلا اگر با دارو متابولیسم را پایین بیاوریم مقاومت بدن در برابر هایپوکسی و اسیدی شدن بیشتر می شود.

۲. تنظیم حاد یا سریع PH خون که این عمل به کمک سلول انجام می شود(توسط تنظیم CO_2)

پس این دو عمل، اعمال حیاتی دستگاه تنفس هستند که اگر نباشند با مرگ مواجه میشویم.

کارهای جانبی دستگاه تنفس

- ایجاد فشار منفی در مدیاستن و برگشت خون وریدی ب قلب
- تنظیم فشار خون از طریق سیستم آنژیوتانسین
- ایجاد زمینه برای تکلم
- فیلتر نمودن خون وریدی قبل از ورود به بطن چپ(فیلترینگ میکروامبولی ها و سیستم فیبرینولیز)
- کمک به تنظیم حرارت بدن *(یا همون مورد بعدی)*
- رابطه با سیستم تنظیم آب بدن *(دفع آب از بدن : سطح درون آلوول ها مقداری مایع وجود دارد. و چون تبخیر سطحی دمارو پایین میاره مریض تب دار تنفسش سطحی و بیشتر میشه)*

سیستم آنژیوتانسین : دستگاه تنفسی با دستگاه گردش خون مشارکت میکند چون عبور آنژیو تانسین ۲ (که ترکیب موثر فشار خون است) را تسهیل کرده و در تنظیم فشار خون نقش دارد.

البته تاثیر دیگر دستگاه تنفس در فشار خون از لحاظ فیزیکی است. اگر قفسه سینه را از نظر فیزیکی در نظر بگیریم دستگاه تنفس و قلب از نظر فشار در یک مجموعه قرار دارند. یعنی قلب و عروق بزرگ و حتی مری و دستگاه تنفس همه در یک مجموعه قراردارند که به آن مدیاستن میگویند. فشار مدیاستن منفی است و در دم و بازدم این فشار منفی و منفی تر میشود. این عملیات و فشاری که ایجاد میشود و کنترل آن توسط ریه است. این فشار منفی در برگشت خون وریدی به قلب تاثیر بسزایی دارد. در خروج خون هم مؤثر است اما نقش اصلی آن در برگشت خون به قلب است زیرا فشار خون وریدی کم بوده و جدار آن ها نازک است.بعضی بیماری ها باعث اختلال در برگشت خون وریدی میشوند.

سیستم تنفسی در تکلم هم نقش دارد . مرکز تکلم و تنفس به نحو پیچیده ای باهم در ارتباطند. حتی کودکانی که در تکلم اختلال پیدا میکنند به آن ها تمرین های تنفسی می دهند سپس تکلمشان اصلاح می شود. حتی کار نکردن سیستم تنفسی در سکوت بین حرف های ما نقش دارد.

همچنین بعضی از احساسات را میتوان با شیوه تنفس بیان کرد. که در کلاس های ?nmp برخی از بیان های بدون تکلم که خیلی قوی تر هم هست با تمرین تنفس آموزش داده می شود.

قلب بین ریه چپ و راست است. یعنی خونی که می خواهد وارد قسمت چپ قلب بشود ، خونی که می خواهد از آئورت خارج شود یا خون عروق کرونری قلب یا خونی که به مغز و جاهای دیگر (قشر حرکتی، حسی ، دستگاه گوارش) میرود ، اول از ریه رد میشود. و به اصطلاح در ریه فیلتر میشود یعنی اگر ذرات معلقی در خون باشد چه بصورت گاز چه به صورت مایع یا جامد باشد توسط ریه فیلتر میشوند میشود. این عمل همیشه و در بدن افراد سالم هم رخ می دهد. مایکرو آمبولی هایی(ذرات خیلی ریز) داریم که در خون حرکت میکنند. این ها در سیستم وریدی مشکلی ایجاد نمیکنند ولی در سیستم شریانی نهایتا به انشعابات انتهای شریانچه ها می رسند و دریک بخش از بدن به طور کامل گردش خون را متوقف می کنند. مثلا در قلب باعث انفارکشن میشوند در مغز بخش حسی و حرکتی را از کار می اندازند و در چشم بینایی را از بین میبرد که خیلی سریع هم اتفاق می افتد.

خون سیستم وریدی به خاطر قطر و نیز وضعیت مویرگ های آن از این فیلتر رد نمیشود و مایکروآمبولی ها در آن جا می مانند بدون آنکه آنرا حس کنیم و سیستم فیبرینولیز آن ها را تجزیه میکند و دوباره ورید باز می شود. در حالت عادی بین سیستم انعقادی و فیبرینولیز تعادل وجود دارد ولی اگر این حالت خیلی شدید شود مثلا در اثر تصادف و در افراد دارای تروما و یا مالتیپل تروما مشکلی از نظر هوشیاری (غیر از هوشیاری مغزی) پیدا می کنند. که این ممکن است به خاطر این باشد که مغز استخوان که دارای چربی است از طریق مویرگ ها وارد سیستم وریدی

شده و نمیتواند حل شود که این حالت کشنده است. خوشبختانه قسمت عمده ی آن در ریه به دام میفتد و گاهی میرود به یکی از لب های ریه و آن را مسدود میکند، که فقط کمی تنگی نفس پیدا میکنیم و معمولا در ICU از داروها برای جبرانش میتوان کمک گرفت. اما معمولا خودش برطرف میشود. البته اگر خیلی شدید باشد ممکن است مریض را در اثر هایپوکسی شدید به اغما ببرد.

یا مثلن هوا. حباب هوا در ریه نگهداری و جذب میشود حال اگر همین حباب هوا وارد کرونری شود دچار اینفارکشن میشویم.

غیر از این کار های جانبی ریه به تنظیم آب و درجه حرارت میتوانیم اشاره کنیم. سطح تماس راه های هوایی و آلوئول ها سطح تماس گسترده ایست و آغشته به آب است بنابراین راهی است برای دفع آب از بدن. پس بخشی از مایعات ما از طریق ریه دفع میشود.

اگر برای بیماری خواستید تنظیم آب-الکترولیت کنید یکی از بخش هایی که در نظر میگیریم Rate تنفس است تا بفهمیم بیمار از طریق تنفس چه مقدار آبی را از دست. یا بحث تب که درجه حرارت هم دخیل است. چون می دانیم تبخیر سطحی باعث کاهش درجه حرارت میشود، در فرد تبدار تعداد تنفس زیاد شد شده و تنفس سطحی میشود.

سیستم تنفس را به طور سیستماتیک به ۷ مرحله تقسیم میکنیم :

۱. **فشارمناسب گاز ها درخارج : Inspiratory Air**
۲. **تهویه : ventilation**
۳. **گردش خون مؤثر: Perfusion**
۴. **انتشار: Diffusion**
۵. **انتقال : Transport**
۶. **تنفس سلولی : Internal respiration**
۷. **تنظیم : Regulation**

در بحث بیماری ها و دارو ها اولین مسئله این است که ببینیم درکدام مرحله اختلال بوجود آمده است. در محیط خارج باید شرایط خاصی حاکم باشد یعنی در هوای دمی ؛ و اینکه شرایط هوایی که موجود است متناسب است با عمل ventilation یا تهویه ریوی که هوا جابجا میشود(رسیدن هوا به آلوئول. تعریف صحیح ونتیلیشن مبادله ی هوا بین محیط و ریه است) آیا این عمل درست انجام میشود یابیماری و اختلالی هست؟ اگر این آلوئول ها کارشان را درست انجام می دهند آیا در کنارش گردش خون مناسب هم داریم؟(perfusion) اگر این دو درست انجام میشوند آیا diffusion مشکلی ندارد؟آیا انتقال از ریه به جایی که باید برسد درست انجام میشود؟ سرعت و ابزار درست

است؟ و در آخر به تنفس سلولی میرسیم .آیا تنفس سلولی مشکلی ندارد؟ اگر همه این مراحل درست انجام شود یک مسئله می ماند که آن بحث تنظیم(کنترل) است . چون ما دائما درمعرض تغییرات هستیم این سیستم باید بتواند با سیگنال هایی این تغییرات را متوجه شود و کنترل کند.

فشار مناسب گاز ها در محیط

دو قانون ساده و کاربردی :

۱. **قانون دالتون** : اگر فشار یک مخلوط گازی مثل هوای کلاس را در نظر بگیریم مثلا700mmHg این 700 برابر است با جمع فشار های اجزای تشکیل دهنده یعنی جمع فشار co_2 و o_2 و بخار آب و ازت معادل فشار کل است.

۲. **قانون بویل** : در حجم!!!(فک کنم منظور دما باشه!) مشخص رابطه ی بین فشار و حجم رابطه معکوس است(هرچه فشار بیشتر حجم کمتر و بالعکس)

سؤال : علت خفگی مربوط به گاز شهری ، باز شدن کپسول گاز ازت و بخار آب زیاد محیط را توضیح دهید:

اگر فرض کنیم اصلا گاز co وجود ندارد طبق قانون دالتون چون فشار کل ثابت است گاز اضافی ای که فضا را اشغال کند باعث کم شدن فشار گاز های دیگر میشود. فشار ازت و اکسیژن کم میشودکه البته ازت خیلی مهم نیست اما فشار اکسیژن میتواند به ۲۰٪ مقدار قبلی خود برسد و فرد دچار خفگی ناشی از هایپوکسی شود. همین طور اگر برای مثال کپسول گاز ازت در فضای بسته باز شود ؛ خود ازت مسمومیت ایجاد نمی کند ولی موجب کاهش فشار o_2 میشود.

بخار آب اگر ازحدی بیشتر باشد میتواند بعنوان مشکلی جدی محسوب شود. به گونه ای که تمام فضا را اشباع کند یعنی دیگر o_2 در هوا نباشد. این مسأله در این فصل پیش می آید. مثلا کودکان ۱تا۳ساله که مشکلی ندارند یک صبح بیدار میشوند و میبینند صدایشان حالت خشن دارد، در واقع دچار لارنژیت میشوند. این یک بیماری در اکثر موارد ویروسی است و دراکثرموارد پس از چند روز برطرف میشود. اگر این صدا خیلی خشنتر شد به آن خروسک میگویند. مهم ترین درمانی که ذکر میشود این است که ازهوای گرم و مرطوب استفاده کنیم و رطوبت هوا را زیاد کنیم که تارهای صوتی دچار مشکل نشوند. گاهی اوقات اگر میزان رطوبت زیاد شود و والدین توجه نکنند ممکن است باعث تنگی نفس کودک شود.. حال باید در این رطوبت زیاد چه کنیم؟ مشکل ما کم شدن اکسیژن است بنابراین اگر به داخل چادری که کودک در درون آن قرار دارد اکسیژن اضافه کنیم بنابر قانون دالتون ازت کم شده و هم رطوبت داریم هم اکسیژن و مشکل کودک حل میشود.

تهویه

به بخشی از مسیر عبور هوا Respiratory zone میگویند؛ منطقه ای که در آن صرفا عمل جایجایی گاز صورت میگیرد و بخش دیگر که به آن Conductive zone میگویند که در مورد عبور است و در واقع از برونشیول تنفسی و بعد از آن است که جزء منطقه ی تنفسی به حساب می آید و ventilation در آن صورت میگیرد.

ویراستار:(ventilation is the movement of air between the environment and lungs via inhalation and exhalation)

150cc فضای هدایتی داریم که کار هدایت را برایمان انجام می دهد و خاصیت دیگرش این است که ترکیبی مشابه هوای خارجی دارد، چون با عروق تبادل پیدا نکرده است؛ در نتیجه در CPR مورد استفاده قرار میگیرد. در CPR، 150cc اولیه که میدهیم و می رسد به آلوئول های بیمار ،هوای تازه است و فشار گاز مابقی آن فرق میکند.

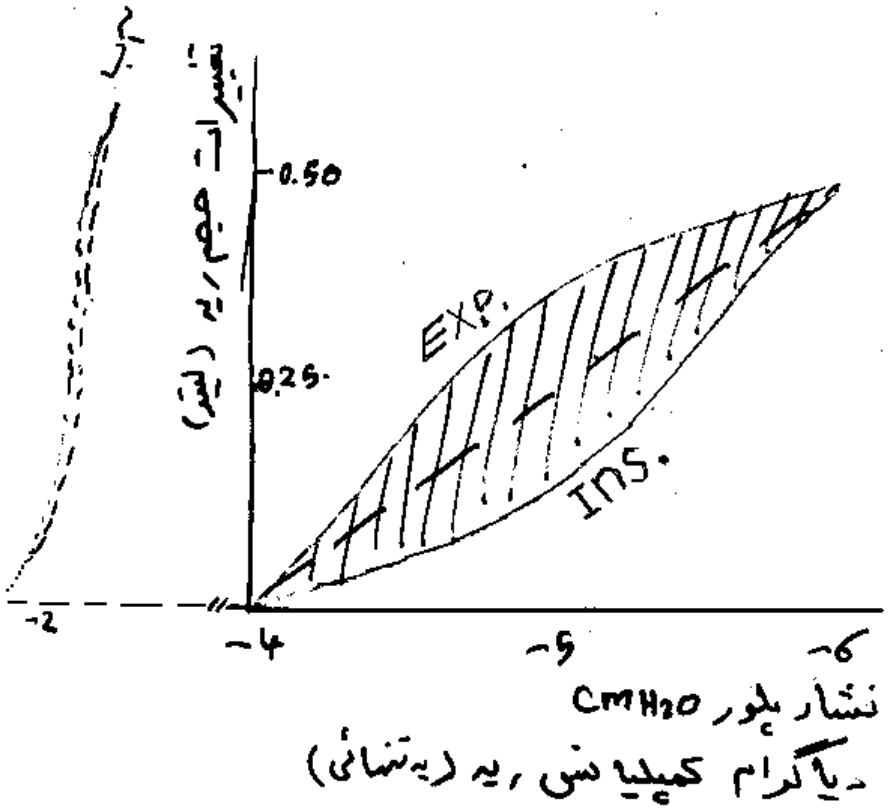
قانون لاپلاس را که در مورد اجسام کروی مطرح است، برای آلوئول ها داریم و آن این است که کشش جدار یا wall tension or surface tension با فشاری که داخل آلوئول برای بسته شدنش ایجاد میشود رابطه مستقیم و با شعاع آلوئول رابطه معکوس دارد. یعنی هرچه آلوئول کوچکتر شوند این قدرت برای خروج هوا و بسته شدن آلوئول بیشتر میشود.(ویراستار: قانون لاپلیس اینجوری میگه که فشاری که برای باز کردن آلوئول نیازه با کشش سطحی راطه مستقیم و با شعاع رابطه عکس داره)

$$P = \frac{2 * WT(ST)}{r}$$

WT: تنشن جدار ناشی از کشش سطحی r : شعاع داخلی آلوئول

در این قسمت موادی مطرح میشوند که بتوانند کشش سطحی را کاهش دهند.

موادی در داخل آلوئول ها تولید میشوند که هرکدام اجزای زیادی دارند و یکی از کارهایشان ممانعت از ناپایداری آلوئول است.



- فشار پلور که در دم و بازدم منفی و منفی تر میشود.
- تغییرات حجم ریه : ۰,۵ لیتر که در دم عادی وارد ریه میشود.

اگر در آزمایش ریه را خارج کنیم و در محلول نمکی (saline) نرمال بگذاریم که از نظر اسمولاریته مشابه پلاسما باشد و در واقع در داخل آب انجام دهیم با چنین شکلی مواجه هستیم . (ویراستار: در واقع به جای هوا از سالین برای دم و بازدم استفاده می شود. چون در حالت ریه پر از سالین دیگه هوا وجود نداره کشش سطحی هم وجود نداره)

نکته اساسی بین این دو شکل شیب کم در حالت طبیعی و زیاد در حالت ازمایشگاهی است که نشان دهنده ی بازشدن ریه است. در حالت طبیعی باید با تغییرات فشار منفی زیادی بتواند نیم لیتر را به خودش بگیرد و فضایش باز شود. تغییرات ناچیز در فشار منفی اطراف ریه ی پر از آب, ریه را راحت تر باز می کند و اینکه چطور چنین چیزی ممکن است همان بحث کشش سطحی است. پس کشش سطحی قدرت خیلی زیادی دارد و مقاومت بزرگی ایجاد میکند. تغییرات ناچیز در فشار منفی اطراف ریه پر از آب، ریه را راحت باز می‌کند (بدلیل فشار کشش سطحی). در آلوئول‌ها یک لایه مولکولی آب که در سطح آن‌هاست برای ایجاد کشش سطحی کفایت می‌کند. پس کشش سطحی قدرت خیلی زیادی داشته و مانع و مقاومت بزرگی است. کشش سطحی در بازدم کمک می‌کند تا ریه بسته شود ولی در دم مانع بود(که سورفاکتانت وارد عمل می‌شد)

- سورفاکتانت که توسط سلول های آلوولی نوع ۲ ساخته می شود یک قطعه چربی دوست و یک قطعه آب دوست دارد که وقتی روی سطح مایع ریخته می‌شود بین مولکول ها قرار می‌گیرد و نیرو را کاهش می‌دهد. هر چه مقدار آن بیشتر باشد و فاصله بین مولکول‌ها را بیشتر کند، مقدار کشش سطحی کمتر می‌شود. ما در تنفس به سورفاکتنت نیاز داریم، مخصوصا در اولین تنفس. در صورت اختلال در آن **سندرم زجر تنفسی** در نوزاد به وجود می‌آید:

۱. شروع تنفس اصلاااا انجام نمی‌شود چون ریه نمی تواند باز شود.

۲. حالا اگر باز شد تنفس اول انجام شد... نوزاد در دقایق اول تنفسش خوب نیست و بعد دچار تعداد زیاد تنفس و تنفس با زور می شود که در این حالت:

a. تنفس بسیار سخت است چون باید نیروی زیادی مصرف و کار زیادی انجام دهد. در حین باز و بسته شدن ریه ، قفسه سینه بین دنده ها کشیده(مکیده)میشود تا فشار منفی بتواند هوا را وارد ریه کند.

b. ریه ها دارای راه های هوایی و عروق هستند ؛ برای رسیدن هوا به آلوئول ها باید فشار منفی ایجاد شود و چون در این حالت سورفاکتانت بدن کافی نیست باید فشار منفی خیلی زیادتر شود تا این فشار منفی هوا را به زحمت به آلوئول ها می رساند. ولی در فضای بینابینی ریه، مایعات زیادی را از عروق به سمت آلوئول میکشد، که در حالت عادی مقدار این مایعات خیلی کم است و بعد برمی گردد ولی وقتی مایعات زیاد شود به سمت ورم ریه می رود و تبادل گازها در اثر اختلال در diffusion مختل میشود.پس تولید سورفاکتانت در ماه های آخر حیاتی است.

سندرم زجر تنفسی: acute respiratory distress syndrome (ARDS)

سؤال دانشجویان : هر چقدر که دم به سمت انتها می رود فشار منفی تر میشود، این منفی تر شدن در مورد نمودار؟ اجازه نمی دهد که هوا خارج شود؟

جواب: بین هوای بیرون و هوای درون آلوئول باید اختلاف فشار بوجود بیاید تا هوا از بیرون وارد آلوئول شود. و ما به این دلیل جریان هوا به داخل ریه داریم که داخل آلوئول کمی منفی‌تر است و بعدش دوباره معادل می‌شود. این کمی منفی‌تر شدن بدلیل این است که درون فضای جنب فشار منفی کمی وجود دارد که در حین دم این فشار منفی‌تر می‌شود و آلوئول را باز می‌کند و فشار داخل آلوئول نسبت به بیرون منفی تر شده و هوا از بیرون وارد می شود.

Inspiration(دم): بصورت عادی توسط دیافراگم انجام می شود و در حالت ورزش ،استرس و دم عمیق عضلات دیگر هم بکار می آیند (intercostal ; scalene ; sternocleidomastoid)

Expiration(بازدم): توسط اجزای قفسه سینه و خود ریه و کشش سطحی انجام می شود. بطور عادی ما در تنفس ساده کار فعال انجام نمی دهیم مگر در حالت **تب** یا فعالیت ورزشی که عضلات جانبی هم وارد می شود (مخصوصا عضلات شکمی). در عمل تنفس در ریه هدف ما جابجایی گازها و عمل ventilation است.

کار در ریه شامل سه مورد می باشد.

۱. کار کمپلیانسی
۲. کار مقاومت بافتی
۳. کار مقاومت راه های هوایی

کار کمپلیانسی: کل قفسه سینه برای اینکه باز شود تا در نتیجه آن ریه باز شود باید مقدار زیادی نیرو در مقابل اصطکاک مفاصل و عضلات صرف کند. مقدار این نیرو در نوزاد خیلی کم است و در بدن ما زیادتر است و در فرد مسنی که دچار آرتریت روماتوئید و ارترواسکلروزیس شده است بیشتر است.

مقاومت بافتی: وقتی خود قفسه سینه باز شد ولی بدنبال آن ریه بدلیل جنس خراب شده‌اش بسختی باز می شود چون دراین افراد کار زیادی انجام می شود ولی تنفسشان کم است. در این حالت فرد نشسته از نظر انرژی که مصرف می کند مانند فردی است که راه می رود.

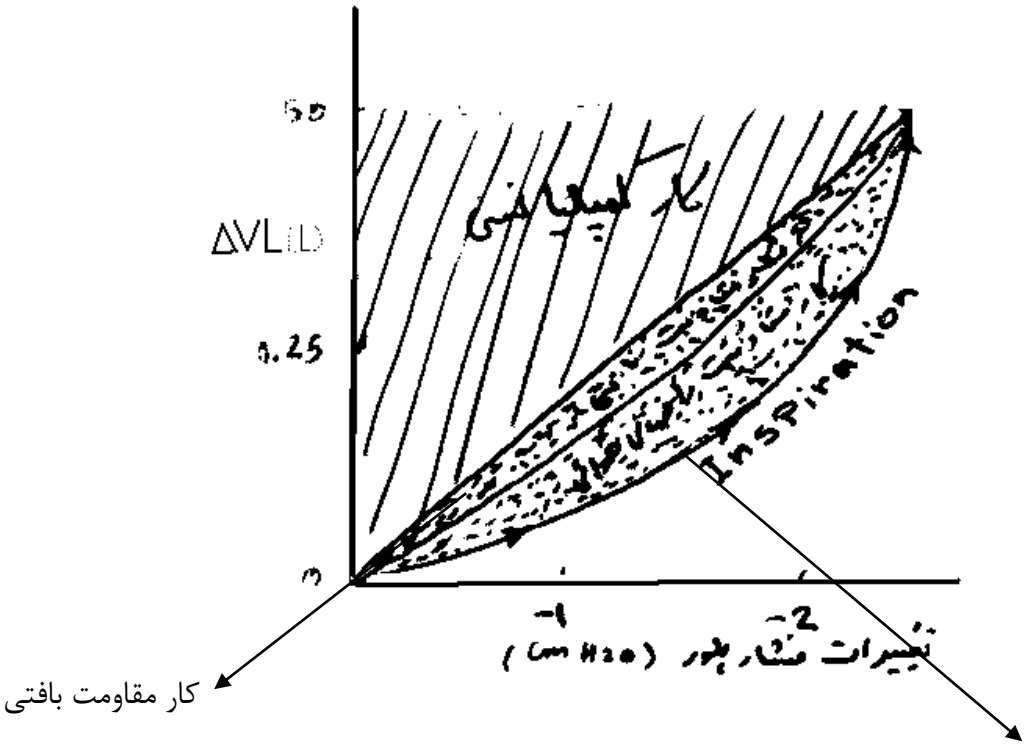
- جنس ریه بدلیل مواد رسوب کرده خراب می شود. در عوارض ریوی بیماری های روماتیسمی یا در بیماری سندرم آمیلوییدوز (رسوب یک سری از پروتئین ها)

کار مقاومت راه های هوایی: افزایش مقاومت راه های هوایی و آسم

(ویراستار: کار مقاومت بافتی برای مقابله با کشش سطحی آلوئول های ریه هست. کار کامپلاینسی کاریست که صرف باز کردن بافت ارتجاعی ریه و قفسه سینه میشود)

در منحنی مقابل شروع تنفس سخت تر است. یعنی فشارهای منفی بیشتر باعث ورود هوای کمی می شود ولی در آخر تنفس راحت تر است که به علت قطر راه های هوایی. کل سطح مقطع راه های هوایی در اواسط!!(اوایل بهتره) تنفس شروع به بیشتر شدن می کند.

در بیماری آسم این راه ها از همان ابتدا تنگ تر است یا گاهی اوقات بر اثر تحریکات ناشی از استرس یا ذراتی که در هوا است و وارد ریه می شود شدیدتر می شود. تنگی شدید راه های هوایی باعث می شود که فرد کار زیادی انجام دهد.



اندازه گیری حجم و ظرفیت ریوی

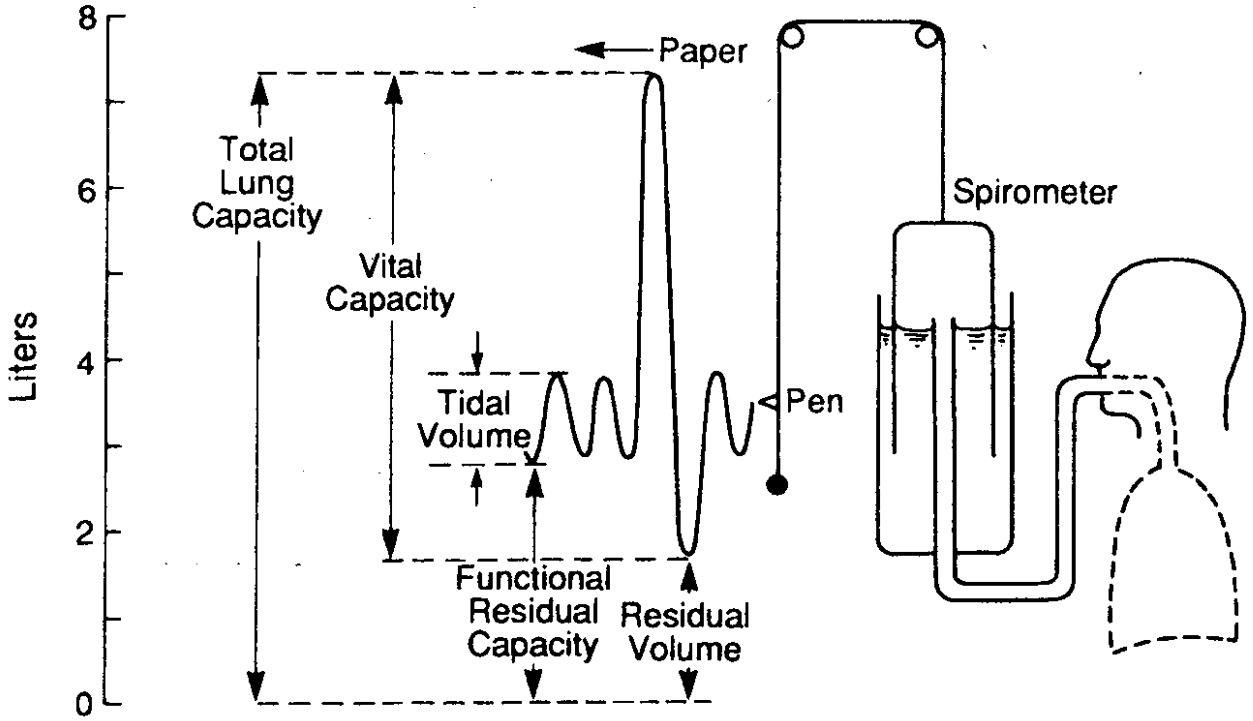
همانطور که ما در قلب ، نوار قلب میگیریم و وضعیت قلب را به طور اولیه میبینیم در مورد ریه باید بتوانیم اندازه گیری را انجام دهیم

اسپیرومتری: شخص در یک لوله می دمد و ثبت هایی از او گرفته میشود.

دستگاه flowmeter : پروانه ای در آن است که با تنفس این پروانه میچرخد و ثبت میشود.

یا دستگاه هایی که با تغیر مقاومت پشت یک فضای مش طولی که خیلی ظریف است عمل میکنند. این ابزار اثر اختلاف فشار دو طرف مش طولی را ثبت میکند.(بیشتر برای آزمایشگاه)

شکل کلاسیک دستگاه اسپیرومتری: بادمیدن شخص در لوله قلم جابجا میشود. اول به شخص میگویند که تنفس عادی انجام دهد و بعد یک دم عمیق و بعد به دنبال دم عمیق یک بازدم عمیق و از آن به بعد به طور عادی تنفس کند.



به هرکدام از قسمت هایی که فرد در حالت استراحت انجام میدهد (چه دم و چ بازدم) **TV** میگوییم.

Vital capacity : دردم عمیق(پس از بازدم عمیق) ، کل هوای وارد شده به ریه شخص می شود ظرفیت حیاتی شخص

Residual volume : وبخشی که فرد نمی تواند حتی با تمام تلاش خود آن را خارج کند میشود

یک مقدار هوا هست که **Tidal volume** ما به آن اضافه می شود که وقتی بازدم عمیق انجام می دهیم آن هوا را هم خارج می کنیم که به آن expiratory reserve volume(**ERV**) میگوییم.

اگر ریه را با دم عمیق پر کنیم این حجم اضافه Inspiratory reserve volume(**IRV**) است.

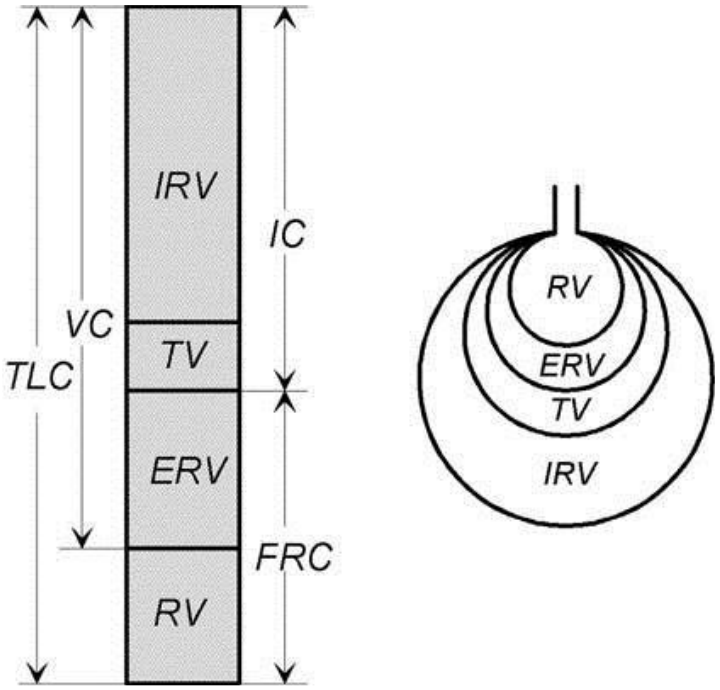
Inspiratory capacity / ظرفیت دم برابر است با جمع TV و IRV

Vital capacity/کل ظرفیت در اختیار ما برابر است با TV+IRV+ERV

Total lung capacity(**TLC**): VC+RV

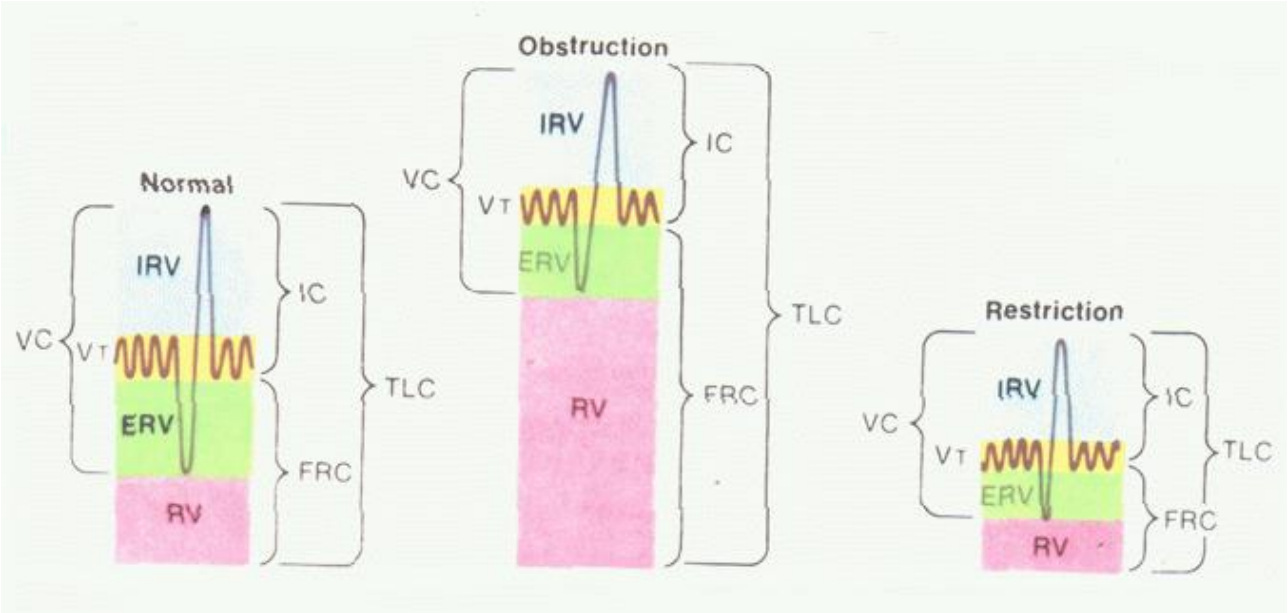
Functional residual capacity(**FRC**): ERV+RV

در تنفس عادی TV روی FRC عمل میکند یعنی تغییرات گازی TV داخل کل FRC عمل می کند. ولی در تنفس عمیق مثل حالتی که می دویم مقدار این فضا بیشتر به سمت RV میرود.



فرض کنید فردی به دلیل بیماری یک ریه اش را از دست داده است پس کل حجم ها کاهش پیدا میکند . یا دوتا ریه دارد ولی تعداد آلوئول های فعال در آن ها کم است : مثلا در بیماری های restrictive(محدود کننده)

مثلا کسی ک به مدت طولانی سیگار میکشد مثل این است که یک ریه خود را ازدست داده اما به صورت منتشر. یا مثلا افرادی که عفونت های ریوی میگیرند که به صورت عادی مشکلی ندارند ولی در فعالیت زیاد با مشکل مواجه میشوند و در اسپیرومتری این افراد کل حجم هاکم میشود.



در این جا ازین تصویر چیز زیادی را نمیتوانیم بفهمیم چون RV را نمیتوانیم اندازه بگیریم. اندازه گیری RV فقط با تست های بسیار تخصصی که در تهران هم دوسه جا آن را انجام می دهند و هزینه آن خیلی بالا است و در موارد عادی احتیاجی به آن نیست.

- پس در حالت انسدادی obstructive حجم ها ممکن است مقداری کم شوند و یا اصلاتغییری نکند ولی RV مقداری زیاد میشود که ما نمیتوانیم آن را ببینیم
- در حالت restrictive کل حجم ها کم مشود. اما در بیماری های انسدادی بیشترین تغییر مربوط به RV است.

اسپیرومتری در طی زمان پیشرفت کرد. و دستگاه های ساده تری بوجود آمده است به طوری که الان امکانات بسیار ساده ای بوجود آمده است که شما میتوانید آن هارا به تبلت یا گوشی همراه خود وصل کنید . به وسیله این دستگاه بیمار می تواند اسپیرومتری کرده و داروی مصرفی خود را تنظیم کند. مثل فشار سنجی که به بیمار داده می شود که فشارخون خود را اندازه گیری کند ، در این حالت بیمار استرس ندارد و دقت از فشاری که در مطب دکتر اندازه گیری می شود بسیار بیشتر است. به همین صورت بیمار فشار خود را هرروز صبح اندازه میگیرد و با توجه به آن داروی مصرفی خود را نصف یا دو برابر میکند.

همین مسئله در رابطه با اسپیرومتری مطرح است که بیمارانی که توانایی دارند دستگاه را خریداری کرده و با توجه به اندازه گیری هایی که خودشان انجام بدهند به این نتیجه می رسند که در آن لحظه نیاز است استروئید و اسپری خود را زیاد یا کم کنند و نهایتا با سیستم های تلفن همراه می توان به شبکه های پزشکی متصل شد و مشاوره ی پزشکی در رابطه با اسپیرومتری گرفت. در کل دستگاه مذکور ابزار بسیار عالی برای اندازه گیری اسپیرومتری است!

حجم ها (۱)

1. حجم جاری/ حجمی از گاز که در هر تنفس مبادله میشود : Tidal Volume(TV) : **500cc**
2. حجم ذخیره دمی/هوای مکمل/حداکثر حجمی از هوا که بعد از پایان وارد کردن حجم هوای جاری طبیعی با بدم عمیق میتوان وارد کرد : Inspiratory Reserve Volume(IRV) : **3 Lit**
3. حجم ذخیره بازدمی/ مقدار حجمی از هوا که بعد از پایان خارج کردن حجم جاری طبیعی با بازدم عمیق میتوان بیرون داد. : expiratory reserve volume (EVR) : **1100 cc**

4. **1200 cc** : residual volume (RV) حجم باقیمانده / حجمی از هواست که بعد از حداکثر قوی ترین بازدم در ریه ها باقی می ماند.

500cc ، tidal volume است که در دم و بازدم عادی جابجا می شود. 3 litدم عمیق است و بعد از دم عادی ، 1100c مقداری است که در ریه باقی است و در یک بازدم عمیق بیرون می دهیم و 1200ccهم residual است که اصلا خارج نمیشود.

پس اگر سوال شود چه مقدار هوا در ریه در پایان بازدم عادی وجود دارد که tidal volume میرود و مدام با آن مخلوط میشود؟

پاسخ : جمع RV و EVR 1200 cc + 1100 cc = 2300 cc

که این عدد ارزش و اسم خاصی دارد و به آن **Functional residual capacity** می گویند یا **FCR** .

با حجم ها آشنا شدیم . ظرفیت ها اعدادی هستند که کل توانایی دم و بازدم را نشان می دهند که هرکدام جمع چند حجم هستند ، مثلا vital capacityبرابر است با IRV + TV+EVR

یا total lung capacity برابرست با VC + RV

ظرفیت ها (۲)

1. Vital capacity (VC) :

حجم حیاتی / حداکثر حجمی که در یک تنفس مبادله میشود

VC= TV + IRV +ERV = 4600ml

2. Total lung capacity (TLC) :

ظرفیت کل ریه / حداکثر حجمی از گاز که شش ها و راه های هوایی می توانند در خود جای دهند.

TLC= RV + VC = 5800ml

3. Functional residual capacity (FRC) :

ظرفیت باقیمانده عملی / مقدار هوایی که در پایان یک بازدم طبیعی در ریه ها می ماند

FRC = RV + EVR = 2300ml

4. Inspiratory capacity (IC):

ظرفیت دمی / مجموع حجم جاری و حجم ذخیره دمی ، یعنی حداکثر مقدار هوایی که فرد می‌تواند با یک دم عمیق وارد ریه خود کند

IC = IRV + TV = 3500ml

پس می توان سوال مطرح کرد که برای مثال فردی یک دم عمیق را انجام می دهد و سپس یک بازدم انجام داده الان وضعیت ریه ی او چگونه است؟ شما باید با این حجم ها پاسخ دهید که می شود همانFRC

سوال : مقدار قابل توجهی هوا همیشه در ریه ما باقی مانده است که حجم ریه را هم بزرگ کرده است و هیکل آدمی را هم مقداری تغییر داده است و بدون وجود آن میتوانستیم ریه های جمع تری داشته باشیم. فایده ی این مقدار هوا چیست؟

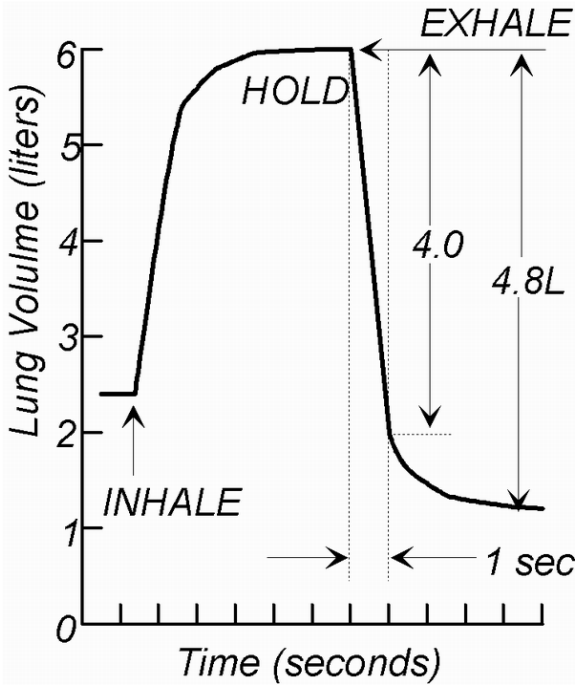
مطلب اول این است که اگر همه ی هوا خارج شود به این معنی است که آلوئول ها وحتی راه های هوایی کامل روی هم بخوابند . پس فایده ی اول این مقدار هوا از نظر مکانیکی است که به شروع تنفس هم کمک میکند. اما فایده اصلی و حیاتی آن این است که این FRC در تماس باخون است، هوای دم و بازدم به داخل این FRC میرود و از آن خارج می شود. خونی که وارد آلوئول ها میشود دارای فشار co_2 ۴۵میلی متر جیوه دارد و در هوایی که انسان نفس میکشد ۰/۰۳است که نسبت به ازت و اکسیژن تقریبا صفر است و این هوا به داخل آلوئولی میرود که خون پشت آن فشار ۴۵میلیمتر جیوه CO_2 دارد. اگر FRC وجود نداشته باشد و این هوای دمی مستقیما به خونی برسد که فشار ۴۵میلیمتر جیوه co_2 دارد طبق قانون انتشار CO_2 از خون وریدی خارج میشود و فشار CO_2 شدیدا کاهش پیدا میکند. اگر این اتفاق بیفتد و فشار CO_2 در خون وریدی به صفر نزدیک شود به سمت **آلکالوز** می رویم و فرد سریعا بیهوش میشود.

این عمل را میتوان امتحان کرد یعنی وقتی فرد عمیق و سریع نفس بکشد بدون آنکه نیاز متابولیکی داشته باشد(بدون دویدن یا ورزش کردن و ..) فرد ۲۰ثانیه هم دوام نمیاورد و در کمتر از ۱دقیقه فرد دچار سرگیجه شده بدحال و یا بیهوش میشود. علت این است که با تنفس عمیق و تند ترکیب FRC با هوای بیرون یکی میشود . با این عمل CO_2 موجود در FRC کاهش می یابد. پس همانطور که گفته شد نبود این حجم از هوا باعث آلکالوز خون وریدی شده و PHخون را به سمت قلیایی میبرد و فرد را دچار اختلال هوشیاری می کند.(بخشی از هوشیاری توسط کانال هایی در سلول های عصبی به PH مربوط است) البته زمانی که فردی قصد دارد سریع از جایی خارج شود و بدود ، تنفس عمیق مفید است (البته گفته میشود که بهتر است خیلی سریع نباشد .) همچنین فرید که ورزش می کند و فردی که از کوه بالا می رود . پس در این موارد تنفس عمیق توصیه می شود . علت مفید بودن تنفس عمیق در این موارد این است که در این فعالیت ها به قدری تولید CO_2 بالا است که دچار آلکالوز نمیشوند.

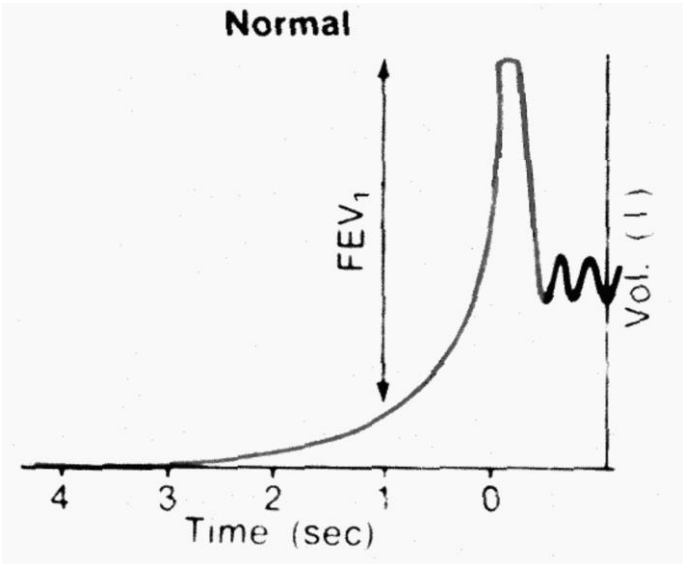
پس در نتیجه گیری کلی ارزش FRC و RV چیست؟ این دو کمک به تعادل اسید و باز میکنند. چراکه هوای بیرون که دارای CO_2 بسیار کم است نتواند به طور مستقیم با خون وریدی آلوئولارها در ارتباط باشد و در عوض با یک فضای واسطه در ارتباط باشد.

Obstruction یا انسداد را چگونه میتوان تشخیص داد؟ درست است که انسداد مزمن سبب می شود که residual volume زیاد شود چون ریه در دراز مدت واکنش نشان می دهد اما اگر بخواهید میزان انسداد را تشخیص دهیم از چه روشی استفاده می کنیم؟ تصور کنید مریضی انسداد داشته باشد اما به راحتی نفس بکشد و حجم های ریوی او به میزان قابل توجیهی تغییر نکرده باشد. در اینجا یک تست دینامیک انجام می دهیم . تستی که در محور زمان به ما اطلاعات را نشان می دهد . مشاهده می شود که در نمودار ما محور زمان و حجم ریه را داریم. به بیمار گفته می شود که با اشاره ی پزشک دم عمیق انجام دهد پس آن را نگه دارد و سپس با اشاره دوم پزشک هوا را با قدرت به بیرون فرستد.

نمودار ۱



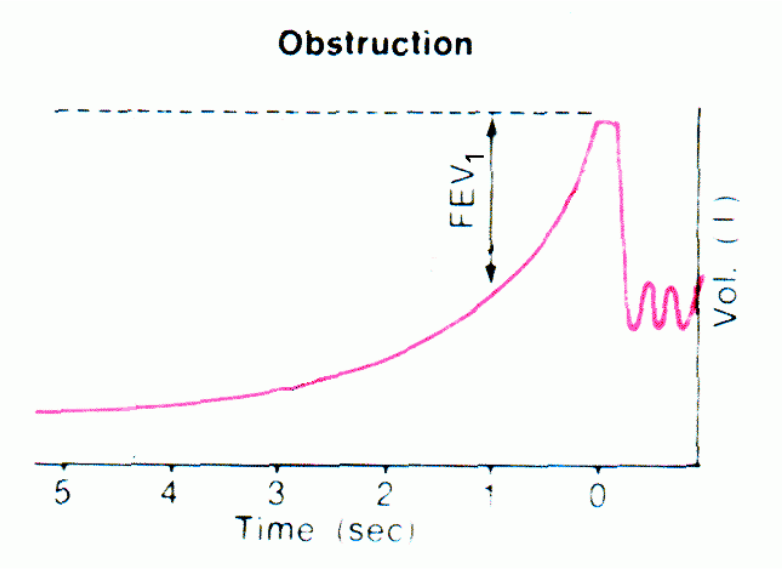
نمودار ۲



پس ما یک اصطلاح expiratory volume داریم که حجم بازدم عادی است و یک اصطلاح **force expiratory volume(FEV)** دارم که بازدمی است با قدرت و زور. **FEV1** میشود مربوط به FEV ثانیه اول. که این بسیار مهم است. قسمتی که در آن به فرد گفته میشود نفس خود را نگه دارد به این دلیل است که فرد از نظر روانی آماده شود تا هوا را به سرعت بیرون دهد. اگر هوا سریع خارج نشود این قسمت هیچ ارزشی ندارد . چه فرد هوا را با سرعت زیاد بیرون دهد چه با سرعت کم ، در هر دو مورد vital capacity را خارج کرده است . تفاوت این است که در مورد با سرعت بالا شیب نمودار در قسمت بازدم زیاد است و **بیش از ۸۰٪ ظرفیت حیاتی** در ثانیه اول خارج شده است (FEV1بالا است) اما در سرعت کم شیب نمودار در قسمت بازدم کم بوده که گفته میشود FEV1 کم است و فرد یک مشکل دارد. البته ممکن است در فرد سالم بعلت عدم همکاری یا عدم حواس یا به صورت ارادی هوا را با سرعت پایین خارج کند که تکنسین با استفاده از علائمی پزشک را مطلع می کند. فردی که اختلال فکری دارد نیز تنفس را با احتیاط شروع میکند و معمولا ۳ یا ۶ بار اول به درستی تست را انجام نمی دهد که باز هم تکنسین علائمی را میگذارد تا نشان دهد تست مورد اعتماد نیست. در هر صورت نتیجه کلی که می توان گرفت این است که در این تست اراده ی شخصی دخیل است!

فرض کنید که فرد واقعا تست را به درستی انجام داد اما شیب منحنی در هنگام بازدم ملایم میشود و فرد کمتر از ۵۰٪ ظرفیت حیاتی را در ثانیه اول بیرون میدهد(FEV1<50%)

نمودار۳



این فرد مشکل انسداد (obstruction) دارد . در حالت عادی مشکلی ندارد ولی هنگام تحریک و استرس مشکل پیدا می کند . در ان صورت دارو به فرد داده می شود، سپس تست را انجام می دهند. با این کار می توان

داروهای مختلف را به شخص داد و بعد از هرکدام این تست را انجام داد که متوجه شویم کدام دارو اثر بهتری دارد که فرد از همان دارویی که کارایی بهتری داشته در هنگام دویدن،استرس و.. استفاده کند.

بیماری هایی داریم که restrictive (محدود کننده) هستند. یعنی حجم های ریه اشغال می شوند به این ها گروه **امفیزم** گفته می شود که در آن ها فضاهایی از ریه از بین می رود (البته امفیزم در موارد محدودی می توانند انسدادی باشند) و تهویه ریوی دچار مشکل می شود. مثل این می ماند که یک فرد یک ریه ندارد(اما به صورت منتشر). دسته ی دوم بیماری های انسدادی هستند که راه های هوایی را درگیر می کنند مثل آلرژی های ریه ، آسم و بعضی از عفونت ها. یک سری بیماری های دیگر داریم که مثلا بیماری هایی در اثر کشیدن سیگار بوجود می آیند (عفونت های مزمن ریوی) که هم آلوئول ها و هم راه های هوایی را دچار مشکل میکند. بنابراین در امفیزم انسداد راه های هوایی را کمتر داریم مگر اینکه جزء انسدادی آن خیلی بالا باشد(بیشتر حجم های ریه در امفیزم کم می شود)

در نمودار۱ مشاهده می کنید که فردی حالت normal دارد چرا که در یک ثانیه ی اول بیشتر از ۸۰٪ تا ۸۵٪ از vital capacity خارج شده است.

در نمودار ۳مشاهده می کنید که فرد در خارج کردن هوا مشکل دارد و گویی مانعی در سر راه خارج کردن هوای او وجود دارد و تنها حدود ۵۰٪ vital capacity در یک ثانیه اول خارج شده و مشاهده میکنید که بازدم فرد هم چنان در ثانیه های آتی ادامه دارد.(50% vital capacity= FEV1) البته می توان با تجویز دارو وضعیت بیمار را بهتر کرد.

بحث بعدی **آسم** است. آسم اکثرا به صورت مزمن است البته به صورت حاد هم بروز میکند. افرادی هستند که به دلیل آلرژی در بخش های مختلف بدنشان تغییر ایجاد می شود . این تغییر میتواند در قلب ، عروق، ریه و پوست باشد . تغییراتی که در ریه میگذارد به صورت حاد است. افرادی هستند که سال هاست این مشکل را دارند و بیماریشان به صورت مزمن در می آید. در این حالت مزمن ، جدار راه های هوایی (که غضروف هم ندارد) دچار آسیب می شود. موادی اینجا رسوب می کنند ، قطر راه های هوایی تنگ می شود و عضلات اختلال پیدا می کنند و ترشحات هم زیاد میشود. پس ما یک راه هوایی تنگ پر از ترشحات (یک راه تقریبا بسته) داریم. مشکل اصلی در حمله ی آسم در بازدم است. شخص هوا را به راحتی داخل ریه می کشد ، ولی وقتی می خواهد هوا را بیرون بدهد (به علت آسیب دیدگی راه های هوایی) فشار مثبتی که به ریه وارد می شود به تمام این راه های هوایی وارد شده و آن هارا تنگ می کند. پس راه های هوایی که تنگ بودند و ترشح داشتند ، ناگهان با این فشار مثبت وارده کلاگرفته می شوند.

در دم چون فشار منفی است هوا عبور می کرد ، اما در بازدم که فشار اطراف مثبت میشود، هوا در آلوئول ها گیر می افتد، در این حالت هرچه فرد زور بیشتری بزند ، وضع بدتر میشود(سیکل معیوب) بعد از طی کردن هر

سیکل فرد مجبور است دوباره تنفس بکند و هوا را دوباره وارد شش ها بکند.(به همین علت است که مقدار هوای residual زیاد می شود) این هوا دوباره در آلوئول ها به دام می افتد و این شخص به حدی از نظر روانی دچار اضطراب می شود که فرد احساس مرگ و خفگی می کند.(در این حالت راه های هوایی کوچک بسته شده اند ، مثل حالتی که گلوی کسی را فشار می دهند، در هر ۲ حالت هوا تهویه نمیشود)

راه مهمی وجود دارد باید تنفس با لب های بسته یا purse lip respiration به بیمار آموزش داده شود.

نوع دیگر اسپیرومتری را در شکل مشاهده میکنید. یک طرف حجم و یک طرف flow است . در ابتدای دم flow زیاد است و در اواخر دم flow کم میشود. پس زمانی که فرد بازدم انجام می دهد دوباره اول flow زیاد است وهرچه به انتهای بازدم میرسیم کم می شود.

در ابتدا که اطلاعات بیمار را به دستگاه وارد می کنید (شامل قد، وزن، ارتفاع از سطح دریا و ...)دستگاه برحسب محاسبات یک منحنی فرض شده (predicted) برای فرد مربوطه رسم می شود .

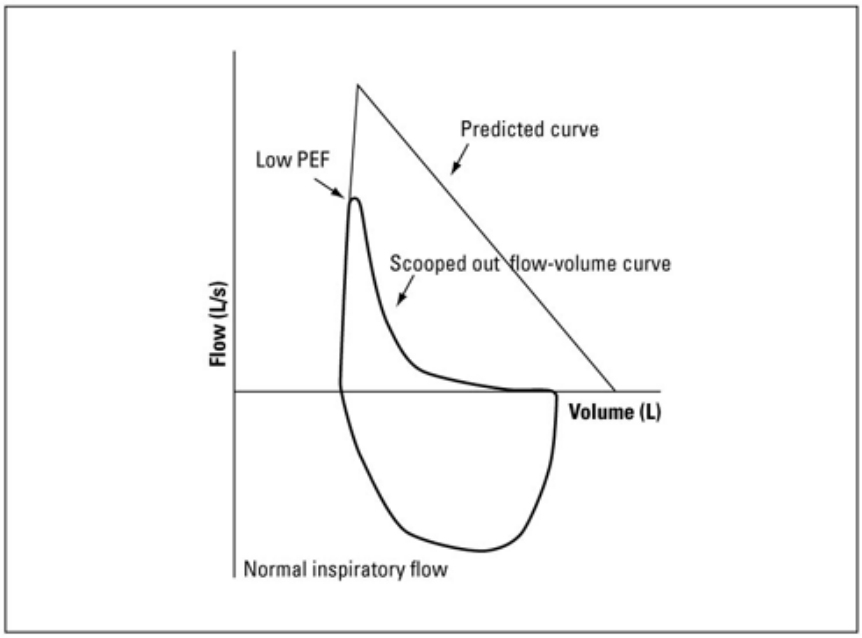


Figure 3. Maximal inspiratory and expiratory flow-volume curve. In emphysema, the loss of supportive tissues means the airways tend to collapse with forced exhalation, giving a characteristic concave appearance in the expiratory portion of the flow-volume curve. This can also be seen in other obstructive disorders such as asthma.

PEF: peak expiratory flow

یعنی اگر فرد سالم باشد باید اینگونه نموداری را دارد.

در مریض آسمی (با توجه به نمودار) درست است که دم ممکن است خوب باشد ، اما هنگامی که هوا را بیرون می دهد، مقدار کمی که هوا را بیرون داده ، گیر می کند.(از حدی بالاتر نمی رود)

تو رفتگی منحنی نشان دهنده ی اختلال در راه های هوایی کوچک است. که تنفس با لب بسته درمان این مشکل است. در اینجا با طولانی کردن بازدم فشار داخل راه های هوایی بالا می رود و مانع کلپس آن ها میشود(راه باز نگه داشته می شود) . بعضی بیماران در گذشته با تجربه ی شخصی به این راه حل رسیده بودند.

حالا اگر با دهن باز بازدم را انجام دهند air trapping بیشتر شده و وضع بیمار وخیم تر می شود.(چون فشار عضلات و... برای کاهش حجم ریه باعث بستن راه های هوایی می شود)

بیمار باید در شرایط سالم این تمرین را انجام دهد تا در استرس بتواند از آن استفاده کند

سرمایـه عمر آدمی یک نفس است
آن یک نفس از برای یک هم نفس است

با هم نفسی گر نفسی بنشیـــنی
مجمـوع حـیات عمر آن یک نفس است

-ابوسعید ابوالخیر-

موفق باشـــــید

ویراستار: سپهر ستاره