- **ونتیلاتور**

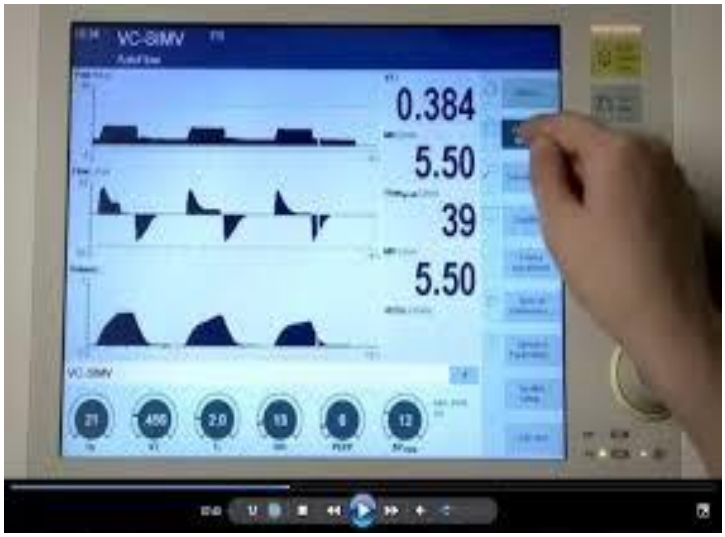
- دستگاه تنفّس مصنوعی یا وِنتیلاتور به انگلیسی medical ventilator :دستگاهی است که کار تنفس را برای بیمارانی که به‌طور موقت یا دائم دچار مشکلات تنفسی هستند انجام می‌دهد.
- ونتیلاتور با نیروی برق و باطری کار میکند و جهت تامین هوای فشرده از کمپرسور داخلی خودش و اکسیژن را از منبع خارجی استفاده میکند. در پشت دستگاه ؛ کلیدON/Off و فیلتر تصفیه هوای ورودی سخت افزار سیستم وجود دارد.
- توصیه میشود هر چند وقت یکبار و در صورت لزوم این فیلتر باز شده و پس از شستشو با یک دترجنت ، خشک شده و دوباره در جای خود قرار گیرد.

- در پهلوی سمت راست دستگاه محل اتصال به منبع اکسیژن و محفظه ورود هوای کمپرسور قرار دارد . توجه داشته باشید که فشار اکسیژن ورودی مورد نیاز دستگاه بین ۳-۵ بار باید باشد. که میتوانید توسط عقربه های کنترل فشار ورودی گاز بخشتان چک نمایید. و اگر از کپسول استفاده

می نمایید (مانومتر صنعتی)عقربه دوم مانومتر صنعتی میزان فشار خروجی را نشان میدهد که توسط پیچ زیر آن می توانید آن را تنظیم نمایید.

- در زیر دریچه ورودی هوای کمپرسور یک فیلتر قرار دارد که عمل تصفیه هوای ورودی را به عهده دارد .توجه داشته باشید که چند وقت یکبار این فیلتر باید شسته یا تعویض گردد.
- زیر فیلتر یک میکروسوئیچ وجود دارد که اگر فیلتر درست در جای خود قرار نگیرد و یا فیلتر مسدود باشد آلارمAir Supply Absent را خواهیم داشت .
- در قسمت جلو و پایین دستگاه محل اتصال لوله های دمی و بازدمی می باشد . مسیر دمی در سمت راست و مسیر بازدمی در سمت چپ ، در ابتدای هر دو مسیر فیلتر آنتی باکتریال وجود دارد علاوه بر آن در زیر فیلتر بازدمی یک مخزن جهت جمع آوری آبهای ورودی به مسیر بازدمی قرار دارد.(Water Trap)
- در قسمت جلوی دستگاه و پنل اصلی سه قسمت اصلی وجود دارد:
- **1- Ventilator Settingتنظیمات دستگاه**
- **2- Ventilator Statusوضعیت دستگاه**
- **3- Patient Dataمانیتورینگ و اطلاعات بیمار**

- نشانگر CURRENT :اگر این نشانگر روشن باشد یعنی ونتیلاتور بر اساس مشخصات تنظیم شده کار میکند که یک نشانگر در چپ برای تنفسهای اجباری وجود دارد و یک نشانگر در سمت راست برای تنفس های خودبخودی.
- نشانگر:PROPOSED : هر گاه یک مد یا پارامتری پیشنهاد شود تا قبل تایید این نشانگر روشن میشود که یک نشانگر در چپ برای تنفسهای اجباری وجود دارد و یک نشانگر در سمت راست برای تنفس های خودبخودی.
-
- APNEA PARAMS نشانگر: این نشانگر هر وقت ونتیلاتور بر روی مد Apnea Ventilation قرار گیرد روشن میشود.
-
- تنظیمات ونتیلاتور:
-



-
- **تنظیم حجم جاری:(Tidal Volume)** : حجم جاری، حجمی از گاز است که در هر تنفس توسط ونتیلاتور به بیمار تحویل می‌گردد. افراد با ریه طبیعی حجم های ۱۲- ۱۵ cc/kg را تحمل

می‌کنند اما در بیماران با بیماری های محدود کننده ریوی از حجم‌های cc/kg 5-8 استفاده می-شود.

- **تنظیم درصد اکسیژن دمی FiO2:** بر روی ونتیلاتور FiO2 بین ۲۱ تا ۱۰۰ درصد قابل تنظیم است. اساس تنظیم بر پایه Pao2 حاصل از ABG است، به نحوی که Pao2 در سطح قابل قبول قرار گیرد (۹۰٪ تنظیم دم عمیق(Sigh) .
- دم عمیق بطور طبیعی در افراد حدود ۱۰ بار در ساعت انجام می گیرد و هدف از دم عمیق در ونتیلاتور جلوگیری از انسداد راه هوایی کوچک است که ممکن در صورت ارائه حجم جاری یکنواخت بروز نماید. معمولاً دم عمیق ۶ تا ۱۰ بار در ساعت و هر بار ۲ تا ۳ دم عمیق پی در پی با حجمی معادل ۱/۵ تا ۲ برابر حجم جاری توسط دستگاه داده می شود. در صورتی که حجم جاری بیش از ۱۵ میلی متر به ازای هر کیلو گرم وزن بدن بکار رود یا از PEEP استفاده شود نباید دم عمیق مورد استفاده قرار گیرد زیرا احتمال افزایش شدید فشار حداکثر راه هوایی و بروز باروتروموای ریه وجود خواهد داشت.
- **زمان دم(Inspiratory Time (Ti)) :** در ونتیلاتورهای زمانی با تنظیم مستقیم نسبت دم به بازدم، زمان دم با توجه به تعداد تنفس و نسبت دم به بازدم تنظیم می‌گردد. بعنوان مثال اگر تعداد تنفس ۱۲ بار در دقیقه باشد و نسبت دم به بازدم ۱:۲ در نظر گرفته شود. زمان هر سیکل تنفسی ۵ ثانیه و زمان دم ۱/۷ ثانیه می گردد.

- **حجم دقیقه ای(Minute volume (Mv)):** عبارت است از حاصل ضرب تعداد تنفس F)یا (RR در حجم جاری TV × RR= MV

- **جریان هوا Flow:** سرعت جریان هوا در طول دم است که بر حسب لیتر در دقیقه محاسبه میشود و منظور از فلو این است که حجم مشخصی از گاز (حجم جاری) با چه سرعتی به بیمار برسد هر چه فلو بیشتر باشد زمان دم کوتاهتر می‌شود و در نتیجه فشار حداکثر ریه بیشتر خواهدشد و بر عکس با کاهش فلو زمان دم طولانی تر می گردد.

- **کسر (درصد) اکسیژن دمی (Fractional Inspired Oxygen (Fio2)):** درصد یا کسر اکسیژن دمی مقدار اکسیژنی است که به بیمار داده می‌شود و بین ۲۱٪ (هوای اتاق) تا ۱۰۰٪ قابل تنظیم است. اگر چه توصیه می‌شود برای پیشگیری از مسمومیت با اکسیژن نباید به مدت طولانی از اکسیژن ۱۰۰٪ استفاده شود، اما در ابتدای وصل کردن بیمار به ونتیلاتور معمولا جهت جلوگیری از هیپوکسی از اکسیژن ۱۰۰٪ استفاده می گردد .

- **تنظیم حساسیت Sensitivity یا Trigger:** در تنفس های اجباری طبق فواصل از پیش تنظیم شده، دم اجباری ارائه می گردد. اما در صورت شروع تنفس مجدد بیمار، با تنظیم حساسیت، ونتیلاتور شروع به ارائه جریانی می کند که یک افت فشار، در مدار دستگاه احساس شود. بنابراین تنظیم حساسیت (Senility setting) نمایانگر مقدار افت فشار در زیر خط پایه (انتهای بازدم) است که بیمار بایستی در مدار ونتیلاتور ایجاد کند (Triggering effort) تا موجب تحریک دستگاه جهت ارائه حجم جاری تنظیمی برروی آن شود .

فشار مثبت انتهای بازدم و فشار مثبت مداوم راههای هوایی:

Positive End expiratory ventilation (PEEP)

Continues Positive Airway pressure (CPAP)

فشار مثبت انتهای بازدم را می‌توان حین تهویه مکانیکی مداوم ایجادکرد که در این صورت به آن PEEPگفته می‌شود. اگر PEEP در تنفس خودبخودی همراه یا بدون حمایت تنفسی مورد استفاده قرار گیرد به آن CPAP می‌گویندPEEP ،و CPAP مشخصا به منظور کاهش آتلکتازی

بازدمی در بیمارانی که دچار صدمات حاد ریوی شده‌اند بکار می‌روند و باعث اصلاح اکسیژناسیون می‌گردند. سطح معمولPEEP، ۵ تا ۱۵ سانتی متر آب است.

- **Ramp:** تنظیم شیب افزایش فشار برحسب ثانیه است و زمان رسیدن فشار به حداکثر جریان ست شده را مشخص می‌کند. در ونتیلاتورهای Benet مدل ۷۰۰(۷۴۰ و ۷۶۰)، از عبارت Rise Time Factorبجای Ramp استفاده شده است که مقدار آن از ۵ تا ۱۵ قابل تنظیم است .

- **فشار حمایتی(PS (pressure support :** از فشار حمایتی همراه با مد SIMV و یا بطور مستقل (PSV) Ventilation pressure support جهت غلبه بر مقاومت مدار تنفسی، لوله های ونتیلاتور و پیشگیری از افزایش کار تنفسی در تنفس‌های ارادی استفاده می‌شود. در بالغین طوری آنرا تنظیم می‌کنیم که حجم جاری 10-12 ml/kg به بیمار تحویل شود. (در بعضی از ونتیلاتورها برای حمایت از تنفس‌های خودبخودی پارمتری بنام (Assisted spontaneous Breathing = (ASBدر قسمت تنظیمات تعبیه شده‌است.

- **حداکثر فشار راههای هوایی Peak airway pressure or Peak inspiratory :pressure (PIP)** نشاندهنده فشار لازم جهت باد کردن ریه‌ها است و بستگی به مقاومت راه‌های هوایی و ظرفیت ریه دارد. مقدار طبیعی فشار راه‌های هوایی در مرحله دم ۱۵ تا ۳۰ سانتیمترآب است که در انتهای دم به ۲۰ تا ۳۰ سانتیمترآب می‌رسد .

- **فشار متوسط راه‌های هوایی Mean airway pressure (MAP)یا:** منظور از فشار متوسط راه‌های هوایی مقدار متوسط فشار راه هوایی در کل زمان دم و بازدم می باشد. برای بررسی اثرات سوء افزایش فشار راه هوایی استفاده از این معیار بیش از حداکثر فشار راه هوایی ارزش دارد

چرا که در این معیار مدت زمان تاثیر فشار نیز در نظر گرفته می‌شود.

- **افزایش یا کاهش فشار راههای هوائی(Airway pressure low or high) :**

کاهش فشار راه‌های هوائی هنگامی اتفاق می‌افتد که یا بیمار از ونتیلاتور جدا شده (Disconnect)یا نشتی (leak)در مدار تنفسی وجود داشته باشد که عمده علل آن عبارتند از : کم بودن هوا در کاف لوله تراشه یا تراکئوستومی، پارگی کاف لوله تراشه یا تراکئوستومی، جدا شدن قسمتی از مسیر دم یا بازدم، شل شدن اتصالات بیمار به ونتیلاتور، پارگی یا ترک خوردگی لوله های رابط، نشتی در محل اتصال Humidifier یا نبولایزر یا سنسور درجه حرارت، وجود مشکلات ریوی مانند Bronchopleural air leak که باعث انتقال هوا به داخل فضای جنب می‌شود که با مشاهده حباب های هوا در بطریهای چست تیوپ مشخص می‌گردد و تنظیم نادرست محدوده آلارم فشار.

- **نحوه کنترل کالیبراسیون دستگاه ونتیلاتور**

- ونتیلاتور دستگاهی است که تنفس را برای بیمارانی که به طور طبیعی قادر به تنفس نبوده یا احتیاج به کمک دارند ، فراهم می نماید. تهویه بر پایه دمیدن هوا و آزاد گذاشتن ریه ها به طور دوره ای استوار است که توسط ونتیلاتور انجام می گیرد.در واقع تهویه عبارت است از دمیدن هوا به داخل ریه و خالی شدن آن به طور متناوب. از سوی دیگر بازدم
- یک عمل غیرفعال بوده و انجام آن به خاصیت الاستیک ریه هایی که هنگام دم متسع شده اند ، بستگی دارد. بنابراین کار ونتیلاتور در اصل ایجاد یک دم است و اگر فرصت کافی به ریه ها داده شود ، این هوا در حین بازدم خود به خود از ریه ها خارج خواهد شد. در فاز دم ، ونتیلاتور فشار و فلوی تنظیم شده را اعمال می کند ، دستگاه های خاصی نیز مقدار مناسب فلوی تنفس
- و الگوی زمانی بین دم و بازدم را کنترل می کنند.ونتیلاتور با استفاده از یک فشار مثبت ریه ها را باد می کند ، فشار در داخل ریه ها متناسب با حجم گاز افزایش می یابد ، این فشار مثبت توسط لوله

های مخصوص به ریه ها منتقل می شود. در بعضی ونتیلاتورها یک سوییچ جهت تعویض فاز از دم به بازدم در داخل دستگاه وجود دارد. در بعضی دیگر برگشت الاستیک سینه به طور طبیعی خروج گاز در هنگام بازدم را باعث می شود.

- البته در مدل های دیگر ، فشاری کمتر از اتمسفر باعث ایجاد فشار منفی در فاز بازدمی می شود.اساساً تقسیم بندی ونتیلاتورها به دو صورت انجام می گیرد ؛ اول از جهت چگونگی طراحی ونتیلاتور برای مکانیزم تهویه ، به این معنی که دستگاه دارای چه مُد تهویه ای است و این که این حالات بر چه اساسی تقسیم بندی می شود.
- در تقسیم بندی حالات تهویه هوایی می توان گفت دسته ای از آنها کلاسیک هستند که تمامی ونتیلاتورها دارا هستند (مثل SIMV) و دسته دیگر حالت هایی که مخصوص خود کمپانی سازنده ونتیلاتور است.نوع دوم تقسیم بندی از این جهت است که ونتیلاتور بیمار را در چه محدوده سنی حمایت می کند. این بسیار مهم است که محدوده کاری ونتیلاتور از جهت سن بیمار مشخص باشد. حتی کسی که درخواست ونتیلاتور می کند ، باید دقیقاً مشخص کند که ونتیلاتور را برای چه منظوری می خواهد استفاده کند.

در ابتدا با چند اصطلاح آشنا شویم:

- –حجم جاری: حجم هوای دمی و بازدمی در هر تنفس عادی و مقدار آن حدود 500 ml در یک مرد جوان سالم است.
- - حجم تنفس در دقیقه: مقدار کل هوایی که در هر دقیقه وارد مجاری تنفسی می شود و برابر با حاصلضرب حجم جاری در تعداد تنفس در دقیقه است.
- - نسبت "I:E" :نسبت زمان دم به بازدم.
- PEEP: فشار مثبت راه هوایی در انتهای زمان بازدم.ونتیلاتورهای جدید به گونه ای ساخته می شوند که محدوده وسیعی را بپوشانند.

- به عنوان مثال قبلاً حجم جاری مربوط به ونتیلاتورها از cc100 به بالا بود ولی در حال حاضر هنگامی که این حجم حتی تا cc 20 و یا cc 40 به ازای هر کیلوگرم باشد نیز می توان از ونتیلاتور استفاده کرد. از نظر فنی ، ونتیلاتورها می توانند تمام الکترونیک ، تمام پنوماتیک و یا تلفیقی از این دو باشد. در سیستم های قدیمی برای) I:E نسبت دم و بازدم) چند نسبت مشخص وجود داشت ، در حالی که در حال حاضر نسبت های پیوسته ای برای I:E وجود دارد و بدین ترتیب می توان نسبت های زیادی داشت.

منبع:

مقدمه ای بر ماشین های تهویه مکانیکی در پزشکی (علی جهاندیده،علیرضا غنی زاده /۱۳۹۸)

سایت :www/Gmed.ir

سایت:ویکی پدیا