



MEDICAL ENGINEERING

VENTILATOR

HADI QASEMIAN

AUG, 2023





مقدمه :

تهویه غیر تهاجمی به طور فزاینده ای در کودکان برای نارسایی حاد و مزمن تنفسی استفاده می شود. ونتیلاتورهای موجود برای استفاده بالینی سطوح مختلفی از پیچیدگی دارند و پزشکان باید مشخصات، متغیرهای تنظیم و عملکرد آنها را با جزئیات بدانند. طیف وسیعی از ونتیلاتورها در حال حاضر در تهویه غیرتهاجمی از جمله ونتیلاتورهای دو سطحی، ونتیلاتورهای میانی و ونتیلاتورهای مراقبت های ویژه استفاده میشوند. دستگاه های ساده یا پیشرفته فشار مثبت مداوم راه هوایی نیز در دسترس هستند.

تفاوت بین ونتیلاتورها ممکن است پیامد هایی بر ایجاد ناهمزمانی و نشت هوا داشته باشد و ممکن است با ناراحتی و تحمل ضعیف بیمار همراه باشد. اگرچه حالت فشاری (کنترل شده) به دلیل نگرانی های باروتروما در کودکان ترجیح داده می شود، ونتیلاتورهای هدفمند حجمی (کنترل شده) نیز در دسترس هستند.





مقدمه :

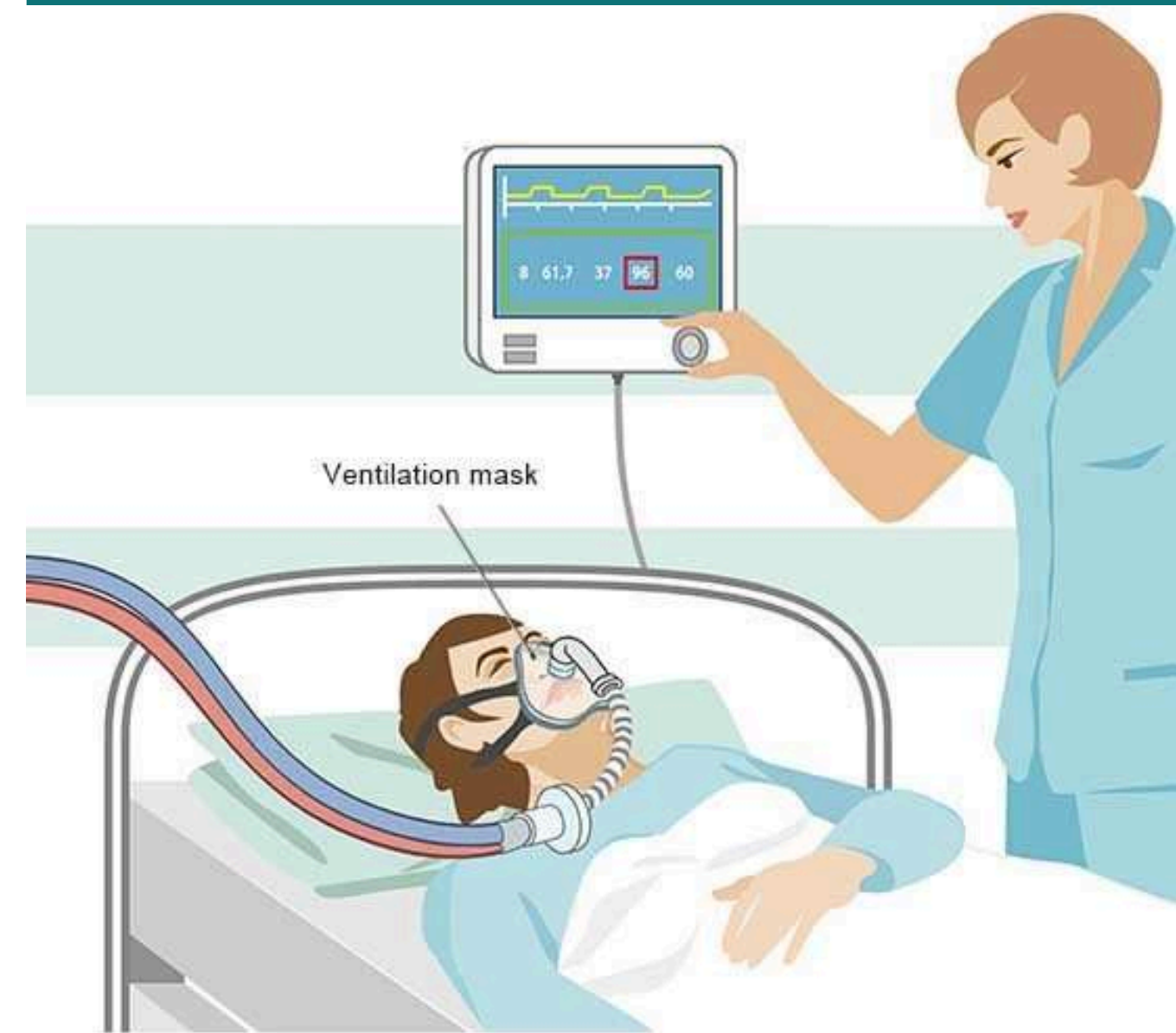
تهویه پشتیبانی فشار نشان دهنده پر استفاده ترین حالت تهویه غیر تهاجمی است، زیرا فیزیولوژیکی تر است. جدیدترین و نتیا لتورها به پزشکان این امکان را میدهند که از حالت های ترکیبی استفاده کنند که مزایای تهویه با هدف حجمی و فشاری (کنترل شده) را ترکیب میکند و در عین حال معایب آنها را محدود میکند. استفاده از نرم افزار داخلی ممکن است به پزشکان در بهینه سازی تنظیمات و نتیا لتور و همچنین نظارت عینی بر پایی بندی بیمار به درمان کمک کند. هدف بررسی حاضر کمک به پزشک در انتخاب و نتیا لتور و روش های تهویه آن برای اطمینان از یک برنامه تهویه غیر تهاجمی موفق است.





معرفی:

تهویه غیر تهاجمی (IV) به طور فزاینده‌ای در کودکان برای نارسایی حاد و مزمن تنفسی استفاده می‌شود (1، 2). ونتیلاتورهای موجود برای استفاده بالینی سطوح مختلفی از پیچیدگی دارند و پزشکان باید ویژگی‌ها متغیرهای تنظیم و عملکرد آنها را بدانند (3) (4) تفاوت بین ونتیلاتورها می‌تواند پیامدهایی بر نشت هوا و تعامل بیمار و ونتیلاتور داشته باشد و باعث ناهمزمانی‌هایی شود که ممکن است منجر به تحمل ضعیف NIV شود. (5) اگر پزشک نتواند تنظیمات را برای پاسخگویی موثر به درخواستهای بیمار بهینه کند احتمال شکست NIV بیشتر است به این دلایل انتخاب ونتیلاتور و مهارت پزشک گام‌های مهمی برای بهبود شانس یک برنامه IV موفق هستند. (3-5) این مرور بخشی از موضوع تحقیقاتی تهویه غیر تهاجمی طولانی مدت کودکان است نشانه‌ها و حالت‌های NIV در کودکان مبتلا به نارسایی مزمن تنفسی در مقالات دیگری که بخشی از این موضوع تحقیقاتی هستند به طور گسترده مورد بحث قرار خواهد گرفت.





انواع ونتیلاتور

در مورد طبقه بندی ونتیلاتورها اتفاق نظر وجود ندارد با این حال آنها را میتوان به عنوان ونتیلاتورهای دو سطحی ونتیلاتورهای میانی و ونتیلاتورهای مراقبت ویژه طبقه بندی کرد (3) (4) برای کارکرد صحیح همه ونتیلاتورها نیاز به برق دارند. این میتواند به عنوان جریان متناوب خارجی یا از طریق یک باتری جریان مستقیم داخلی تامین شود. معمولاً منبع گاز می تواند یک پیستون میکرو پیستون یا اخیراً یک توربین باشد توربینهای سریع همچنین به عنوان سیستمهای دمنده دینامیک نیز شناخته میشوند یا توربینهایی که با سرعت ثابت میچرخند همچنین به عنوان سیستمهای دمنده با دور ثابت نیز شناخته میشوند بسیار کارآمد هستند و در آخرین نسل هواکشهای توربین محور استفاده میشوند (6) اکثر ونتیلاتورها فقط دارای ورودی اکسیژن کم فشار هستند با این پیکربندی تحویل اکسیژن ثابت نیست و سطوح FiO_2 بسیار بالایی را نمی توان به دست آورد. برخی از ونتیلاتورها ممکن است با اکسیژن در فشار بالا کار کنند و ممکن است یک کشش اکسیژن از پیش تعیین شده ثابت مستقل از تهویه با حجم دقیقهای ارائه کنند. (7)





انواع ونتيلاتور

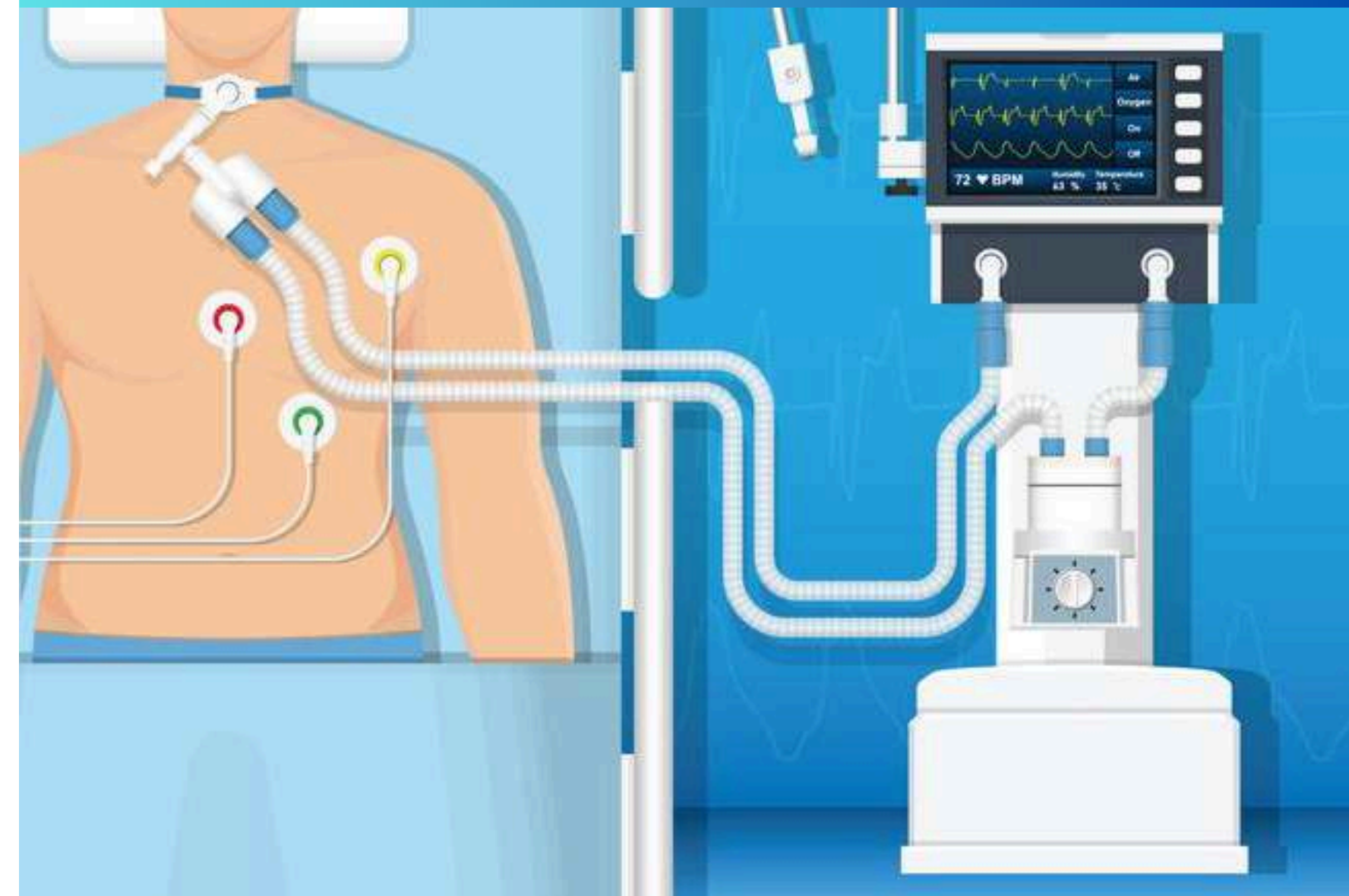
NIV در کودکان را میتوان با استفاده از ونتيلاتورهای هدفمند حجمی یا فشاری کنترل)، (شده بر اساس متغیر کنترلی که ونتيلاتور با آن الهام میبخشد انجام داد. (4) اگر به ترتیب، مشخصات موج جریان در) حالت کنترل شده با حجم یا فشار در) حالت کنترل فشار تحویل داده شده در طول، دم با تغییرات مکانیک متفاوت نباشد یک تهویه با هدف حجمی یا فشار هدف تولید میکند سیستم تنفسی از نظر انطباق و مقاومت (4). در تهویه هدفمند حجمی، نفس مکانیکی یک حجم از پیش تعیین شده را در یک زمان معین تولید می کند.





انواع ونتیلاتور

در تهویه هدفمند فشار، نفس مکانیکی فشار از پیش تعیین شده را در یک زمان معین ایجاد میکند (4) برخی از ونتیلاتورها قادر به ترکیب حجم و فشار هستند، به طوری که میتوان حالت‌های ترکیبی را انجام داد. (8) در NIV حالت هدف‌گیری فشار کنترل شده به دلیل توانایی آن برای جبران نشتی و ایجاد فشار ثابت در مقایسه با تهویه هدف‌گذاری شده، حجمی بیشتر مورد استفاده قرار میگیرد (8، 9). این مقاله عمدتاً بر روی حالت‌های تهویه با فشار مثبت در تنظیمات بلندمدت تمرکز میکند بخشی به حالت‌های هیبریدی و خلاصه‌ای در مورد تهویه هدفمند حجمی اختصاص داده خواهد شد و ونتیلاتورهای مراقبت ویژه که در شرایط بالینی حاد استفاده توضیح داده نمی‌شوند.



ونتیاالتورهای دو سطحی

ونتیاالتورهای دو سطحی رایج ترین دستگاههایی هستند که برای انجام NIV استفاده می شوند. این هواکش ها با یک مدار تهویه تک پیکربندی شده و به گونه ای طراحی شده اند که در صورت وجود نشتی کار کنند. (8) نشتی ها برای شستشوی مدار گازهای هوای بازدمی و دی اکسید کربن از طریق درگاه نشتی ضروری هستند این پورتهای میتوانند در مدار یعنی چرخاننده نجوا فیلپس رسیپرونیکس موریسویل PA ایالات متحده آمریکا بسیار نزدیک به رابط بیمار یا در رابط (یعنی به اصطلاح در ماسکهای هواکش قرار گیرند) خطر تنفس مجدد با استفاده از فشار مثبت بازدمی پایه کاهش می یابد.



ونتیلاتورهای دو سطحی

در برخی از ونتیلاتورهای دو سطحی فشار بازدمی را نمی توان زیر 3 یا 4 سانتی متر H₂O تنظیم کرد تا اطمینان حاصل شود که مدار به اندازه کافی شسته شده است، (4) 8 (9) جدیدترین ونتیلاتورهای دو سطحی به پزشک اجازه میدهد تا رابط مورد استفاده در طول NIV را نشان دهد. (9) این ویژگی به دستگاه اجازه میدهد تا نشتیهای عمدی و غیر عمدی را بهتر شناسایی کند تا بتوان جریان را برای تضمین عملکرد مطلوب تنظیم کرد. تخمین حجم جزر و مد و نشت از طریق الگوریتمهای مخصوص دستگاه ها تعیین میشود. (8) ونتیلاتورهای دو سطحی در حضور مقدار مشخصی نشتی که ممکن است بین دستگاه ها متفاوت باشد به درستی کار میکنند نشتیایی که عملکرد صحیح ماشه یا چرخه را مختل میکنند باید غیر قابل قبول در نظر گرفته شوند (9).





ونتیلاتورهای دو سطحی

جدیدترین ونتیلاتورهای دو سطحی چندین حالت نمایشگر آلامر باتری و مخلوط کنهای اکسیژن داخلی را ارائه می دهند (3) 4 (6-8) هواکشهای میانی ونتیلاتورهای میانی ممکن است دارای پیکربندی مدار تک یا دو پایه باشند. پیکربندی تک اندام یا دارای یک دریچه بازدم فعال است که معمولاً نزدیک به راه هوایی بیمار است پیکربندی بدون (تهویه یا یک نشت غیر فعال) (پیکربندی). (هواکش هواکشهای میانی، فعلی حالتها مختلف فشار یا حجم را امکان پذیر میکنند برخی از دستگاه ها ممکن است به حالتها ترکیبی مانند پشتیبانی از فشار متوسط حجم تضمین شده و پشتیبانی هوشمند فشار با تضمین حجم (8) مجهز شوند. مانند دستگاههای دو سطحی ونتیلاتورهای میانی دارای چندین حالت نمایشگر، گرافیک زنگ هشدار، باتری و مخلوط کن های اکسیژن داخلی هستند (3، 4، 6-8)





ونتیلاتورها توسط یک مدار تنفسی فشار را به راه هوایی وارد میکنند قسمت پروگزیمال مدار تنفسی به ونتیلاتور و قسمت دیستال از طریق یک رابط غیر تهاجمی به بیمار متصل میشود همانطور که در بالا به اختصار ذکر شد، سه نوع اصلی مدار موجود است. در مدار تنفسی تک اندام دم و بازدم از طریق همان اندام اتفاق میافتد و این به طور بالقوه منجر به تنفس مجدد دی اکسید کربن میشود. (10) برای جلوگیری از این تنفس مجدد، دو سیستم مختلف در دسترس هستند (1) مدار تنفسی بدون تهویه یک مدار منفرد مجهز به دریچه بازدمی غیر تنفسی است. این شیر به عنوان مثال یک دریچه قارچی که با فشار هواکش هدایت می(شود عملکرد روشن و خاموش دارد و امکان حذف کامل دی اکسید کربن را فراهم می.کند. معمولاً این مدار فقط اندازه گیری حجم جزر و مد دمی را ارائه میدهد (11)

ونتیلاتورهای دو سطحی





(2) مدار تنفسی با تهویه یا مدار تنفسی نشتی عمدی یک مدار تنفسی منفرد بدون دریچه فعال غیر تنفس مجدد واقعی است. در این پیکربندی دی اکسید کربن از طریق درگاه های بازدم غیر فعال به عنوان مثال چرخان نجوا Philips Respironics، Murrysville، PA، ایالات متحده خارج می شود. اثر بخشی این بازدم ممکن است تحت تأثیر عوامل متعددی مانند سطح فشار مثبت راه هوایی، بازدمی، مقدار ترکیبی نشت های عمدی و غیر عمدی، و اکسیژن تکمیلی وارد شده به رابط غیر تهاجمی باشد در این پیکربندی حجم جزر و مد دمی یا بازدمی به طور غیر مستقیم توسط یک الگوریتم محاسبه می شود. مدار تنفسی دو اندام شامل یک اندام دمی و بازدمی است. قسمت های پروگزیمال مدارهای تنفسی به ترتیب به درگاه های دم و بازدم ونتیلاتور وصل میشوند که دریچه های دم و بازدم در آن قرار دارند. قسمت های دیستال مدارهای تنفسی به قطعه V که به رابط بیمار ختم میشود متصل میشوند (10) این پیکربندی مدار به فرد اجازه می دهد تا حجم جزر و مد دمی و بازدمی را اندازه گیری کند.

ونتیلاتورهای دو سطحی





اصطلاحات

NIV

اصطلاحات مرتبط با حالت‌های NIV ممکن است بین ونتیلاتورهای دوسطحی متوسط و مراقبت ویژه متفاوت باشد و این ممکن است باعث سردرگمی شود در دستگاه‌هایی که عمدتاً برای NIV طراحی شده‌اند (یعنی) ونتیلاتورهای دو سطحی، تنظیم فشار به عنوان فشار راه هوایی مثبت دمی (IPAP) در طول دم و به عنوان فشار راه هوایی مثبت بازدمی (EPAP) در هنگام بازدم نشان داده می‌شود در دستگاه‌های دیگر از جمله ونتیلاتورهای مراقبت‌های ویژه در طول دم فشار مؤثر ایجاد شده، مجموع کمک است که به فشار بازدمی انتهایی مثبت از پیش تعیین شده (PEEP) اضافه می‌شود،

(4) (9) در زمینه تحویل تنفس با فشار، مثبت، چندین متغیر باید تعریف شوند ماشه شروع معیارهای دم را تعیین میکند حد محدودیت دمی را تعیین می‌کند که نمی‌توان در طول دم بر آن غلبه کرد دوچرخه سواری انتقال از معیارهای دم به انقضا را تعریف میکند (3) و کنترل تعیین می‌کند که آیا تنفس حجم یا فشار کنترل می‌شود یک نفس مکانیکی میتواند با فشار ایجاد شود جلد!

ترکیبی از فشار جریان و حجم! الگوریتمهای شکل موج





اصطلاحات

NIV

تحریک فشار و جریان به ترتیب امکان تشخیص افت فشار یا تغییر جریان را در مدار تعیین شده توسط تلاش دمی بیمار میدهد. دستگاههای جدیدتر الگوریتم همگام سازی بیمار و هواکش را بهبود میبخشند که حجم محرکهای فشار و الگوریتم شکل موج جریان را ترکیب میکند بسیاری از ونتیلاتورها به پزشک این امکان را میدهند که حساسیت آستانه محرکها را تنظیم کند اهداف اصلی اجرای یک محرک، دمی، کاهش شدت تلاش عضلانی و تأخیر بین شروع دم بیمار و شروع تنفس با ونتیلاتور است.





اصطلاحات NIV

متغیرهای حد مقادیر حداقل یا حداکثری هستند که به صورت دستی برای تنفس مکانیکی با توجه به گزینه‌های موجود در میان ویژگی‌های دستگاه (به عنوان مثال، حداقل زمان دم min و حداکثر زمان دم Tmax در تنفس چرخه‌ای) جریان قابل تنظیم هستند یک تنفس مکانیکی می‌تواند توسط فشار زمان حجم یا جریان چرخه شود (3) یک تنفس به عنوان چرخه زمانی تعریف می‌شود که پس از یک زمان دم از پیش تعیین شده قطع شود یک تنفس به عنوان چرخه جریان تعریف می‌شود که پس از یک فروپاشی آستانه جریان دمی مشخص به پایان برسد (3، 4، 9) بسیاری از ونتیلاتورها به پزشک اجازه می‌دهند تا حساسیت آستانه معیارهای خاتمه جریان را تعیین کند. این آستانه معمولاً بر حسب درصد اوج جریان دمی بیان می‌شود یا به عنوان عدد نشان داده می‌شود.



حالت های

تهویه

تهویه باید به عنوان یک مدل تنفسی دو محفظه در نظر گرفته شود که در آن فشار بازدمی به نفع باز بودن محفظه بالایی راه هوایی فوقانی مورد نیاز برای ارسال پشتیبانی فشار به محفظه تحتانی راههای هوایی (تحتانی است). (12) تهویه با فشار مثبت متناوب غیر تهاجمی (NPPV با فشار مثبت مداوم راه هوایی) CPAP متفاوت است زیرا دو سطح مختلف فشار را فراهم می کند. در طی NIV فشار در مرحله دم تنفس افزایش مییابد و در مرحله بازدم به سطح پایه بالا برمی گردد. فشار در مرحله دم افزایش مییابد حجم جزر و مد را افزایش میدهد تبادل گاز را بهبود میبخشد و ماهیچههای تنفسی را تخلیه می کند (3,4,9)



فشار مثبت پیوسته مسیر جریان هوا

این CPAP یک روش خود به خودی است که در آن کار تنفس به طور کامل توسط بیمار ایجاد میشود از آنجایی که CPAP کمک فشاری را در طول دم ارائه نمی دهد نباید آن را یک حالت تهویه واقعی در نظر گرفت. (4) CPAP معمولاً در زمینه NIV توصیف میشود زیرا مدارها رابطها و گاهی اوقات همان هواکشها را به اشتراک میگذارد CPAP بر اساس تحویل فشار از پیش تعیین شده ثابت به راههای هوایی برای کل چرخه تنفسی است، 3، 4، 9 (12) در راههای هوایی فوقانی که به عنوان استنت مکانیکی کار میکند CPAP سطح مقطع آنها را افزایش میدهد و راه هوایی را با بالا بردن فشار داخل مجرای بالاتر از فشار بحرانی transmural که فروپاشی را تعیین میکند باز نگه می دارد.





فشار مثبت پیوسته مسیر جریان هوا

در راههای هوایی تحتانی با آزاد کردن یک جریان افزودنی، پیوسته CPAP ممکن است از فروپاشی آلئول جلوگیری کند به جذب آلئولی کمک کند و ظرفیت باقیمانده عملکردی را افزایش دهد از طریق این مکانیسمها CPAP با انسداد راههای هوایی فوقانی مقابله می کند، ممکن است از آتلکتازی جلوگیری کند، اکسیژن رسانی را بهبود میبخشد و عضلات دمی را داندود میکند و کار تنفس را کاهش می دهد. علاوه بر این CPAP ممکن است با کاهش فشار ترانس مورال بطن چپ پس بار را کاهش داده و برون ده قلبی را افزایش دهد (3، 4، 9 (12) CPAP همچنین ممکن است اعوجاج دیواره قفسه سینه را تثبیت کند .





فشار مثبت پیوسته مسیر جریان هوا

CPAP با تیتراسیون خودکار یک حالت پیشرفته است که طی آن تحویل فشار مثبت راه هوایی به طور خودکار بین طیفی از مقادیر تعیین شده توسط پزشک مطابق با تجزیه و تحلیل منحنی جریان یا مقاومت راه هوایی تکنیک نوسان اجباری (FOT) انجام شده تنظیم میشود. توسط نرم افزار دستگاه با استفاده از دستگاههای CPAP با تیتراسیون خودکار فشار ممکن است بر اساس نیاز بیمار در زمانهای مختلف شب متفاوت باشد (یعنی فشار بالاتر در طول خواب REM این میتواند به بیمار اجازه دهد به طور متوسط فشارهای کمتری را در طول شب دریافت کند و عوارض جانبی کمتری را در رابطه با فشارهای بالاتر تجربه کند (13). در برخی از دستگاه ها، حالت های پیشرفته CPAP نیز موجود است این حالتها عمدتاً با کاهش متوسط فشار راه هوایی در ابتدای بازدم یا افزایش متغیر فشار راه هوایی در طول دم مشخص میشوند. (14) سازندگان حداقل وزن (10) تا 30 (کیلوگرم) را برای استفاده از حالت های تیتراسیون خودکار و CPAP پیشرفته توصیه می کنند.

تهویه هدفمند حجمی (کنترل شده):

در تهویه هدفمند حجمی کنترل، (شده همانطور که قبلاً ذکر شد ونتیلاتور تنظیم شده است تا یک حجم ثابت (متغیر (مستقل) را در یک بازه زمانی معین ارائه دهد این حجم ثابت هر فشاری (متغیر) وابسته که برای رسیدن به هدف لازم باشد، بدون توجه به سهم بیمار در تهویه تحویل داده می‌شود فشار مؤثر آزاد شده به راههای هوایی به تعامل بین تنظیمات ونتیلاتور، تلاشهای دمی خود به خود بیمار و مکانیک سیستم تنفسی بستگی دارد. تلاش دمی بیشتر حجم یا جریان تحویلی را تغییر نمی‌دهد (9) 15 16 مزیت این حالت تحویل دقیق حجم از پیش تعیین شده در غیاب نشتی و بدون توجه به انطباق و مقاومت سیستم تنفسی است. معایب این حالت در اصل دو است اولین، مورد تحویل حجم ثابتی است که مستقل از نیازهای مختلف بیماران انجام می‌شود. دوم این است که با افزایش نشتی افزایش جبرانی متناسبی در سرعت جریان وجود ندارد که منجر به کاهش فشار مؤثر و کاهش حجم می‌شود (9) 15، 16





تهویه تحت فشار (کنترل شده):

در حالت تهویه تحت فشار (کنترل)، (شده ونتیلاتور جریان هوا را با ایجاد یک فشار مثبت از پیش تعیین شده (متغیر (مستقل) در مجاری هوایی برای مدت زمان معین ارائه میکند (9) (15) جریان متغیر وابسته است بنابراین حجم ارسال شده در راه های هوایی ثابت نخواهد بود و از تعامل بین تلاش دمی، بیمار فشار از پیش تعیین شده زمان دم و مکانیک سیستم تنفسی ناشی می شود (15) مزایای تهویه با فشار کنترل) (شده شامل توانایی جبران نشتیهای خفیف تا متوسط و بهبود در هماهنگ سازی است زیرا جریان میتواند تنفس به نفس متفاوت باشد (3، 4، 9) (15) محدودیت حالت تهویه هدفمند فشار کنترل شده این است که حجم جزر و مد را نمیتوان تضمین کرد و این ممکن است به طور بالقوه منجر به تهویه ناکافی شود (9) (15). فشار مثبت راه هوایی دو سطحی (دو سطحی) پشتیبانی تنفسی را در دو سطح مختلف، (4) 9 (15) (16) فراهم می کند. بنابراین، تهویه دو سطحی به پزشک اجازه میدهد تا به طور مستقل یک فشار مثبت بازدمی و دمی راه هوایی را تنظیم کند.





تهویه تحت فشار (کنترل

مانند CPAP افزودن فشار مثبت راه هوایی بازدمی به باز نگه داشتن راههای هوایی فوقانی کمک میکند و از طریق جذب آلوئولی خطر آتلکتازی را کاهش میدهد و به افزایش ظرفیت باقیمانده عملکردی کمک میکند. علاوه بر این در یک مدار تک اندام با یک درگاه بازدم غیر فعال یا یک رابط، تهویه فشار مثبت بازدمی راه هوایی مانع از تنفس مجدد دی اکسید کربن می شود (10، 11).

حجم جزر و مدی ناشی از تفاوت بین فشارهای دمی و بازدمی در محدودههای معین مقاومت جریان مدار تنفسی هرگونه محدودیت جریان هوا و مکانیک سیستم تنفسی خواهد بود، (4) (15) بر اساس تعامل بیمار و ونتیلاتور PAP دو سطحی را می توان در حالت [PSV یا در حالت خود به خودی (LS) در حالت زمانبندی خود به خودی (ST] یا در حالت تهویه کنترل شده با فشار (PCV) تحویل داد این دستگاهها همچنین ممکن است دارای یک حالت زمان بندی شده (آیا) کنترل باشند که به ندرت استفاده می شود زیرا امکان همگام سازی بیمار را نمی دهد.





در حالت PSV یک حالت چرخه جریان کنترل شده با فشار است در حالت خود بخودی (در ونتیلاتورهای دو سطحی، دم از زمانی شروع میشود که بیمار ونتیلاتور را راه اندازی می.کند فشار دمی تا زمانی که حداقل جریان دمی از پیش تعیین شده وجود داشته باشد حفظ می.شود تغییر از دم به بازدم (دوچرخه زمانی اتفاق میافتد که جریان دمی به درصد از پیش تعیین شده ای از اوج جریان دمی دست یابد بنابراین در این حالت بیمار شروع محرک) و پایان (دوچرخه دم را کنترل می کند، ونتیلاتور از عمل تنفسی پشتیبانی میکند و مجدداً بیمار تعداد و الگوی تنفس را تعیین میکند (4) (17) بر اساس ونتیلاتور مورد استفاده در حالت ،خود بخودی پزشک میتواند فشار مثبت ،دمی حساسیت ماشه و آستانه حداکثر جریان را برای دوچرخه سواری تا انقضا انتخاب کند معمولاً این آستانه روی 25 درصد جریان اوج دمی تنظیم میشود، اما اکثر ونتیلاتورهای موجود امکان تنظیم طیف وسیعی از آستانه یعنی 5 تا 80 درصد را فراهم میکنند. (11) برخی از ونتیلاتورهای ساده تر به پزشکان اجازه میدهند فقط فشار مثبت دمی را تنظیم کنند (15) (17).





در حالت خود به خودی / زمان بندی شده) ، (ST ترکیبی از تنفسهای چرخهای جریان پشتیبانی شده خود به خود و اعمال مکانیکی اجباری مجاز است اگر تعداد تنفس خود به خودی بیمار کمتر از تعداد تنفس پشتیبان باشد تنفسهای مکانیکی توسط ونتیلاتور تحریک پشتیبانی و چرخه می شوند (4) (17) در طول تنفس بیمار ونتیلاتور زمانی که افت سرعت جریان دم را زیر یک آستانه از پیش تعیین شده احساس میکند چرخه بازدم می کند در طول تنفس توسط دستگاه ونتیلاتور در یک زمان از پیش تعیین شده منقضی میشود (17). بر اساس دستگاه ها، در این حالت پزشک فشار دم و بازدم تعداد تنفس پشتیبان و زمان افزایش (فشار) را تعیین می کند (16)





برخی از دستگاه ها به پزشک اجازه میدهند تا زمان دم را شماره گیری کند در حالی که برخی دیگر امکان شماره گیری محدوده ای از حداقل (min تا حداکثر زمان دم) T_{max} را میدهند. (12) ونتیلاتورهای دو سطحی از اصطلاح IPAP برای فشار دمی و EPAP برای فشار بازدم استفاده می کنند در حالی که PSV بالاتر از سطح معین PEEP کار میکند در ونتیلاتورهای دو سطحی اگر EPAP نیاز به افزایش داشته باشد IPAP نیز باید افزایش یابد تا همان سطح پشتیبانی دمی حفظ شود. این تنظیم تفاوت بین فشارهای دمی و بازدمی را حفظ میکند. (4) تنفس چرخهای جریان اجازه میدهد تا تنفس خود به خودی بیمار حفظ شود و کار بیش از حد تنفس کاهش یابد، 4، 9، 12 (PSV 17) در هر شرایطی که در آن تنفس خود به خودی بیمار بتواند تهویه دقیق دقیق را حفظ کند توصیه می شود، برعکس این حالت در بیمارانی که اختلال قابل توجهی در محرک تهویه دارند با افسردگی شدید هوشیاری یا بدتر شدن شدید کارایی پمپ عضلانی توصیه نمی شود (18).





در PCV یک حالت چرخه زمانی کنترل شده با فشار است. در حالت کمکی (A) دم از زمانی شروع می شود که بیمار ونتیلاتور را راه اندازی میکند فشار دمی برای یک زمان از پیش تعیین شده طول میکشد (16) دوچرخه سواری از دم تا انقضا پس از یک زمان تعیین شده مشخص رخ میدهد (15) (17). بنابراین بیمار شروع (محرک) دم را کنترل می کند، اما سطح فشار دمی زمان دم و دوچرخه سواری تا بازدم به صورت مکانیکی توسط ونتیلاتور ارائه میشود در حالت کمکی، تعداد تنفس توسط بیمار تعیین میشود اما الگوی تنفسی توسط ونتیلاتور تعیین میشود در حالت کنترل (، ونتیلاتور شروع دم (تحریک زمان پایان دم ((دوچرخه و تعداد تنفس (17) را کنترل می کند در این حالت ونتیلاتور کل کار تنفس را انجام می دهد. برخی از ونتیلاتورها به این حالت زمان بندی شده (میگویند (17) هنگامی که یک تعداد تنفس پشتیبان اعمال می شود، این حالت به عنوان حالت کمک / کنترل فشار (AC-PCV تعریف میشود ، (4) 9 (17)





در این حالت، آخر ترکیبی از تنفس خود به خودی کمکی و اعمال کنترل شده مجاز است. اگر تعداد تنفس خود به خودی بیمار کمتر از میزان تنفس پشتیبان ونتیلاتور از پیش تعیین شده باشد سیستم حالت کمکی نفسهای تحریک شده توسط بیمار به حالت کنترلی نفسهای تحریک شده توسط دستگاه تغییر میکند بنابراین تحریک توسط بیمار مجاز است اما ونتیلاتور تنفسی را با همان زمان دم تنفس اجباری ارائه می دهد. بر اساس دستگاهها در حالت AC-PCV پزشک فشارهای دمی و بازدمی نسبت: دمی بازدم () یا زمان دم حساسیت تحریک دمی و زمان افزایش را انتخاب میکند. (17). با این حال زمان دم در بیماران دارای فعالیت تنفسی باید بر اساس میزان واقعی بیمار تنظیم شود. به همین دلیل بسیاری از پزشکان حالت A را ترجیح میدهند این حالت در بیماران شدیداً بیمار با اختلال قابل توجه در حرکت تهویه یا کارایی پمپ عضلانی توصیه می شود (18)





حالت های ترکیبی

همانطور که قبلاً به طور خلاصه بحث شد برخی از ونتیلاتورهای جدید حالت های ترکیبی را ارائه می دهند. حالت های ترکیبی که به عنوان تهویه فشار با هدف حجمی (تطبیقی) شناخته میشوند از الگوریتم های هوشمندی برای تنظیم خودکار تنظیمات برای دستیابی به اهداف از پیش تعریف شده استفاده میکنند. (9) (17) حالت های ترکیبی مزایای حجم معمولی و تهویه با هدف فشار (کنترل) (شده را ترکیب کنند (8) (17) و میتوانند در حالت پشتیبانی فشار یا کنترل استفاده شوند. ونتیلاتورها ممکن است الگوریتمها و متغیرهای راه اندازی متفاوتی داشته باشند و این تفاوتها را در پاسخ آنها توضیح میدهد (8، 9، 15، 17). برخی از ونتیلاتورها میتوانند حجم هدف را در هر چرخه تنظیم کنند، در حالی که برخی دیگر می توانند به تدریج سطح فشار را در طی چندین چرخه تنظیم کنند، (8) (17) ونتیلاتورها میتوانند تهویه فشاری با هدف حجمی (تطبیقی) را با تمام پیکربندی مدار تنفسی که قبلاً توضیح داده شد (9) (16) فراهم کنند.





حالت های ترکیبی

تهویه فشاری با هدف حجمی (تطبیقی) اساساً یک حالت هدف گیری دوگانه تطبیقی است که باید به ونتیلاتور اجازه دهد تا تغییرات احتمالی در مکانیک تنفسی را به درستی جبران کند و تهویه ثابت و مؤثر را تضمین کند (8) با توجه به الگوریتمهای مختلف تنظیمات در فشار دمی هدف (اول) برای تحویل حجم هدف از پیش تعیین شده هدف (دوم) انجام میشود. (8) متغیر کنترل فشار دمی است که بین طیفی از مقادیر حداقل و حداکثر تعیین شده توسط پزشک محدود می.شود الهام به عنوان یک حالت فشاری کنترل (شده شروع می.شود هنگامی که دستگاه ها حجم تحویل را اندازه گیری یا تخمین زدند تعیین میکند که آیا قبل از چرخه تا ،انقضا سطح فشار دمی را برای دستیابی به متغیر وابسته، که حجم هدف از پیش تعیین شده است تغییر دهد یا تغییر دهد (8، 16، 18)





حالت های ترکیبی

(برای یک بیمار معین، حداقل حمایت دمی باید روی سطح ایمن حجم جزر و مدی تنظیم شود حداکثر پشتیبانی فشار باید طوری تنظیم شود که به ونتیلاتور اجازه دهد فشارهای دمی را افزایش دهد و افت حجم هدف به دلیل نشت هوا یا کاهش تلاش دمی را جبران کند (8). علاوه بر محدوده فشارهای دمی تنظیمات شامل تیترا کردن فشار مثبت راه هوایی بازدمی با هدف حفظ باز بودن راه هوایی است. فشار مثبت راه هوایی بازدمی را میتوان ثابت کرد یا در برخی از ونتیلاتورها به طور خودکار بین طیفی از فشارها (حداقل و حداکثر تنظیم شده توسط پزشک تنظیم کرد برای دستیابی به این هدف اکثر ونتیلاتورهای جدید از ترکیبی از تشخیص خروپف و جریان کنند استفاده می کنند. (8) (12)





حالت های ترکیبی

علاوه بر این برخی از ونتیلاتورهای جدید امکان تنظیم نرخ تنفس پشتیبان متغیر را فراهم می کنند. با تنظیم خودکار فشارهای دمی و بازدمی و تعداد تنفس پشتیبان در یک محدوده از پیش تعیین شده برای رسیدن به تهویه هدف این ونتیلاتورها قادر به ارائه یک حالت کاملاً خودکار هستند، 8، 12، 17) برخی از ونتیلاتورها دارای یک حالت یادگیری هستند که در آن دستگاه تمایل دارد الگوی تنفسی بیمار را بازتولید کند و تهویه هدف را تعیین کند (8) (9). با این حال، استفاده از این حالت یک روش استاندارد نیست.





پشتیبانی از فشار متوسط با تضمین حجم پشتیبانی

۸ فشار متوسط با اطمینان از حجم شکلی از تهویه کنترل فشار با هدف حجمی (تطبیقی) است که در آن سطح پشتیبانی فشار برای ارائه یک حجم جزر و مدی متوسط تطبیق می یابد. (14) در این حالت هدف حجم جزر و مد بازدمی است و حجم جزر و مدی تولید شده توسط بیمار به طور میانگین در 1 دقیقه محاسبه می شود. سپس الگوریتم فشار دمی را با توجه به سرعت تعیین شده توسط پزشکان از 1 تا 5 سانتی متر (H2O) در (دقیقه برای تنفسهای بعدی تا رسیدن به حجم جزر و مدی هدف تغییر می دهد. (12). حجم جزر و مد هدف را میتوان از طریق روشهای مختلفی از جمله روشهایی که بر اساس وزن ایده آل بدن اندازه گیری سطح دی اکسید کربن در هنگام بیداری یا خواب یا با تعیین سطح راحت برای آن بیمار و سپس تعیین هدف 110 درصد بالاتر تعیین میشود برخی از دستگاهها دارای الگوریتم (auto-EPA) هستند. در دستگاه های پشتیبان فشار متوسط با تضمین حجم از تکنیک نوسانات اجباری برای اندازه گیری مقاومت راه هوایی استفاده می شود.





پشتیبانی از فشار متوسط با تضمین حجم پشتیبانی

در حضور راه های هوایی مسدود شده نوسانات جریان سیگنال سینوسی تکنیک نوسان اجباری کوچکتر از خط پایه با راه های هوایی ثبت شده خواهد بود و EPAP در محدوده های از پیش تعیین شده پس از تجزیه و تحلیل چند تنفس افزایش می یابد (12). در حالت پشتیبانی فشار متوسط با اطمینان از حجم تعداد تنفس پشتیبان را میتوان ثابت یا تنظیم خودکار کرد (دو تنفس کمتر از میانگین سرعت شش تنفس خود به خودی اخیر در حال استراحت معمولاً در این حالت پزشک حجم جزر و مد فشارهای دمی حداقل / حداکثر فشار بازدمی یا حداقل حداکثر فشار بازدمی در مورد خودکار ، EPAP تعداد تنفس پشتیبان و زمان افزایش را تنظیم میکند. (14)





پشتیبانی از فشار متوسط با تضمین حجم پشتیبانی

نظارت دقیق بر حجم جزر و مد واقعی برای جبران الگوریتم مناسب بسیار مهم است. حجم جزر و مد بازدمی را می توان در حضور یک پنوموتاکوگراف که روی درگاه بازدمی ونتیلاتور قرار داده شده است، اندازه گیری کرد، مانند برخی از ونتیلاتورهای توربین محور که با مدارهای دوپایه پیکربندی شده اند. در صورت، نشستی این پیکربندی ممکن است حجم واقعی جزر و مد را دست کم گرفته و حجم تحویل شده را بیش از حد محاسبه کند. (19)





پشتیبانی از فشار متوسط با تضمین حجم پشتیبانی

حجم جزر و مد بازدمی را می توان در غیاب پنوموتاکوگراف برای پیکربندی مدار نشت عمدی تک اندام تخمین زد برخی از ونتیلاتورها، حتی در هنگام نشت ثابت، قادر به تخمین دقیق حجم جزر و مد بازدمی بازسازی الگوی جریان بیمار با توجه به سرعت توربین ونتیلاتور، تشخیص نشتی اعم از عمدی یا غیر عمدی و شروع و پایان دم میباشند (19). به این ترتیب ونتیلاتورها یک الگوی تنفسی پایه جریان) صفر (بیمار را محاسبه می کنند تا حجم جزر و مدی بازدمی تخمینی برابر با حجم جزر و مد دمی به دست آید (8) (20) این حالت به طور فزایندهای برای مدیریت کودکانی که پاسخگوی ضعیفی به حالت های توصیف شده قبلی ندارند استفاده می شود. تجربیات موفقیت آمیزی در نوزادان کودکان و نوجوانان مبتلا به بیماری عصبی عضلانی (میوپاتی مادرزادی) (21) اختلالات حرکت تهویه سندرم مادرزادی هیپوونتیلیاسیون (مرکزی) (22-24) و چاقی مرضی (25) توصیف شده است.





پشتیبانی از فشار با حجم مطمئن پشتیبانی

فشار با حجم مطمئن برای حفظ یک تهویه دقیقه آلوئولی هدف از پیش تعریف شده طراحی شده است این هدف با نظارت بر تهویه تحویل داده شده تنظیم فشارهای دمی و فعال کردن خودکار نرخ تنفس پشتیبان هوشمند به دست می آید (8، 9، 12). پشتیبانی هوشمند فشار با تضمین حجم برای بیماران با وزن 30 کیلوگرم یا بیشتر نشان داده شده است. تکیه گاه فشار به طور

مداوم نفس با نفس تنظیم میشود تا تهویه آلوئولی هدف حفظ شود محدوده تنظیم پشتیبانی فشار با مقادیر حداقل و حداکثر فشار محدود میشود. تغییرات تنفسی در پشتیبانی فشار به سرعت تنفس و تفاوت بین تهویه آلوئولار واقعی و هدف بستگی دارد (12) مقدار تهویه آلوئولی با کم کردن فضای مرده تخمین زده شده از یک هدف تهویه دقیقه‌ای به دست می آید.





پشتیبانی از فشار با حجم مطمئن پشتیبانی

فضای مرده یا تهویه دقیقه ای را میتوان با نشان دادن قد و تعداد تنفس بیمار یا با انتخاب مقادیر از پیش تعیین شده خاص بیماری برای مکانیک ریه های طبیعی انسدادی محدود کننده و هیپوتهویه (چاقی که در ویژگی های دستگاه موجود است، تخمین زد. پزشک می تواند به صورت دستی تهویه آلئولار هدف برنامه ریزی شده را افزایش یا کاهش دهد. (12) تهویه آلئولی هدف را می توان با اندازه گیری سطح دی اکسید کربن در هنگام بیداری یا خواب یا ارزیابی راحتی بیمار در یک محیط خاص تعیین کرد (8، 9، 12 نرخ پشتیبان هوشمند میزان تنفس را بین دو حد خود تنظیم میکند.





پشتیبانی از فشار با حجم مطمئن پشتیبانی

حد بالایی برای نرخ پشتیبان هوشمند، میزان تنفس هدف بیمار است و باید طوری تنظیم شود که با میانگین سرعت خود به خودی بیمار مطابقت داشته باشد. حد پایین تر برای نرخ پشتیبان هوشمند دو سوم میزان تنفس هدف بیمار است در طول تنفس خود به خود نرخ پشتیبان هوشمند به دو سوم میزان تنفس هدف بیمار تنظیم میشود تا به بیمار اجازه دهد به طور خود به خود محرک دم را فعال کند.

هنگامی که محرک دمی خود به خود متوقف میشود به عنوان مثال در ابتدای آپنه هیپوپنه نرخ پشتیبان هوشمند با ارائه نرخ تنفس هدف بیمار مداخله می کند. یک نفس تنها با محرک دمی خود به خود نرخ پشتیبان هوشمند را به دو سوم میزان هدف بیمار برمی گرداند (15).





پشتیبانی از فشار با حجم مطمئن پشتیبانی

متغیرهای دوچرخه سواری میتوانند زمان دم یا درصد فروپاشی جریان دمی باشند فشار مثبت راه هوایی بازدمی را می توان ثابت کرد (تنظیم (دستی) یا به طور خودکار در محدوده های از مقادیر فشار حداقل و حداکثر تنظیم شده توسط پزشک تنظیم کرد (8). علاوه بر این پشتیبانی فشار با تضمین حجم هوشمند امکان یک حالت یادگیری را فراهم میکند که مدت زمانی است (معمولاً 20 دقیقه در هنگام تنفس خود به خودی زیر 4 سانتی متر (H20) که طی آن نرم افزار دستگاه با اندازه گیری میزان تنفس و حجم جزر و مدی، بیمار محاسبه می کند یک تهویه دقیقه هدف، (12) (15) در حال حاضر اطلاعات کمی در مورد استفاده از این حالت تهویه در کودکان در ادبیات وجود دارد مطالعه ای که بر روی کودکان مبتلا به سندرم هیپوونتیلیسیون مرکزی مادرزادی انجام شد گزارش میدهد که استفاده از پشتیبان فشار هوشمند با اطمینان از حجم با کاهش حداکثر سطح دی اکسید کربن پوستی در طول خواب NREM در مقایسه با حالت ST سنتی همراه بود (26)





ناهمزمان ها Asynchronies

Asynchronies قرار دادن نفسهای مکانیکی بر روی کودکان تنفس خود به خودی به دلایل متعددی از جمله حجمهای جزر و مدی کوچک مرتبط با سن و نرخ تنفس بالا همچنان یک چالش باقی می ماند، (5) (27) این عوامل همراه با نشت هوا ممکن است منجر به ناهمزمانی بیمار و تهویه شود (27) ناهمزمانی بیمار و ونتیلاتور زمانی اتفاق می افتد که یک یا چند فاز تنفسی که توسط ونتیلاتور ارائه میشود با مراحل تنفس بیمار مطابقت نداشته باشد، 5، 27، 28 طبقه بندیهای مختلفی از ناهمزمانی بیمار و تهویه وجود دارد و توافق قطعی وجود ندارد (5) (2-2). آنها را میتوان به عنوان ناهمزمانی طبقه بندی کرد که در طول دوره دم در طول انتقال از دم به بازدم و در طول دوره بازدم رخ میدهد در زیر شایعترین ناهماهنگی های بیمار و ونتیلاتور گزارش شده است برای جزئیات بیشتر به





ناهمزمان ها Asynchronies

تحریک غیر موثر همچنین تحریک از دست رفته یا تلاش بیهوده نیز نامیده میشود زمانی رخ میدهد که تلاش عضلانی دمی توسط تنفس مکانیکی و نتیلاتور دنبال نشود این نوع ناهمزمانی زمانی رخ میدهد که بیمار تنفسی را آغاز کند که به آستانه ماشه و نتیلاتور نمی رسد، 5، 27، (28) برخی موقعیتهای (به نام تاخیر ماشه) ای وجود دارد که در آن تاخیر مربوطه بین زمان فعال شدن عضله تنفسی و زمان فعال شدن ماشه وجود دارد، 5، 27، (28) تحریک مضاعف زمانی اتفاق می افتد که تلاش دمی پایداری فراتر از زمان دم و نتیلاتور توقف جریان، دمی یا شروع بازدم مکانیکی ادامه یابد این تلاش مداوم دمی در نتیجه باعث ایجاد یک تنفس تنفسی دوم میشود، 5، 27، (28) تحریک معکوس زمانی اتفاق می افتد که دم کردن و نتیلاتور با فعال کردن محرک تنفسی بیمار در پاسخ به دمیدن غیر فعال ریه ها باعث انقباضات





ناهمزمان ها Asynchronies

. ناهمزمانی های دیگر به نام ناهمزمان چرخه یا (پایان زمانی رخ میدهد که بین زمان دم عصبی بیمار و زمان دم و نتیلاتور ناهمگنی وجود داشته باشد. دوچرخه سواری زودرس یا کوتاه زمانی اتفاق می افتد که زمان دم عصبی طولانی تر از زمان دم و نتیلاتور باشد. تلاش می بیمار ادامه دارد اما و نتیلاتور تحویل جریان را پایان میدهد دوچرخه سواری زودرس در ابتدای مرحله بازدم اتفاق می افتد (5, 27, 28) راه اندازی خودکار که به عنوان دوچرخه سواری خودکار نیز شناخته میشود زمانی رخ میدهد که چرخه ای که توسط و نتیلاتور تحویل داده میشود توسط بیمار تحریک نشود 5, 27, 28) دوچرخه سواری طولانی مدت یا تأخیر زمانی اتفاق می افتد که دمیدن مکانیکی و نتیلاتور پس از پایان دم عصبی یا حتی در طی یک بازدم فعال باقی





پیشرفتهای فناوری منجر به ایجاد ونتیلاتورهای پیشرفته جدید مجهز به نرم افزار داخلی شد که ممکن است اطلاعاتی در مورد روند بیماران در تهویه خانگی ارائه دهد. دادههای نرم افزاری داخلی به طور بالقوه برای پزشک در درک علل احتمالی تهویه ناکافی مفید است (30) شرکتها روی نرم افزاری سرمایه گذاری میکنند تا دادههایی را در اختیار پزشکان قرار دهند تا به راحتی کیفیت تهویه خانگی را ارزیابی کنند. دادهها را میتوان از درایو USB یا کارت SD دستگاه یا با استفاده از ارتباط بی سیم یا بلوتوث دانلود کرد اطلاعات به دست آمده از ونتیلاتورها عمدتاً در مورد چسبندگی نشت و اثر بخشی درمان است. داده های پایبندی که توسط نرم افزارهای مختلف به صورت متفاوت بیان میشوند به طور عینی عدم استفاده از ونتیلاتور و علل نهایی خرابی تهویه را مشخص میکنند

علاوه بر این نشت هوا میتواند بر چسبندگی تأثیر بگذارد و ناراحتی ایجاد کند، و این اطلاعات در صورت نیاز برای تغییر تنظیمات و رابط کاربری مفید است علاوه بر این برخی از ونتیلاتورهای مدرن با محاسبه شاخص آینه هیپوپنه پارامترهای تهویه و اطلاعات دوچرخه سواری در طول استفاده از ونتیلاتور، داده هایی را در مورد کارایی تهویه ارائه میدهند. (31) (32)



در نهایت گزارشهای داده میتواند شامل بخشی با تجزیه و تحلیل داده های دقیق باشد که در آن پزشکان میتوانند چرخه به چرخه کل دوره تهویه را تجزیه و تحلیل کنند. (32) اگرچه داده های نرم افزار داخلی ابزار مفیدی برای پزشک در درک روند تهویه خانگی است اما محدودیتهای متعددی در استفاده روتین از آنها وجود دارد مانند عدم استانداردسازی تفسیر نرم افزار داخلی علاوه بر این هیچ نرم افزار داخلی مخصوص کودکان یا داده های معتبری وجود ندارد از این رو در حال حاضر این دادهها برای درک روند تهویه در دسترس هستند اما نمی توان آنها را به عنوان ابزار تشخیصی در نظر گرفت .

همانطور که در بالا گفته شد دستگاههایی وجود دارند که فقط گزارشهای داده دستی از درایو USB یا کارت (SD دستگاه ارائه میکنند و سایر دستگاههایی هستند که علاوه بر این ارتباطات بیسیم بلوتوث و در موارد معدودی گزارشهای داده مناسب برای گوشیهای هوشمند را ارائه میدهند ارتباط از راه دور انتقال داده ها را با استفاده از اتصال به اینترنت امکان پذیر میکند (30)



نرم افزار داخلی



بنابراین پزشکان میتوانند به راحتی به داده‌های ونتیلاتور دسترسی داشته باشند و میتوانند بدون حضور بیمار چسبندگی نشت و اثر بخشی تهویه را بیشتر بررسی کنند محدودیت فعلی سیستم‌های مانیتورینگ از راه دور این است که داده‌ها در زمان واقعی منتقل نمیشوند و امکان پیگیری دقیق وجود ندارد. یکی دیگر از محدودیتهای مهم که توسط گزارشهای داده‌های دستی و از راه دور به اشتراک گذاشته میشود این است که در حال حاضر، فرمت اطلاعات ارائه شده بین تولیدکنندگان مختلف بسیار متفاوت است و تفسیری غیر همگن از داده‌های ارائه شده به پزشکان را تعیین میکند. (29-31)



نتیجه گیری

در حال حاضر طیف وسیعی از ونتیلاتورها برای استفاده بالینی در دسترس هستند و ونتیلاتورهای دو سطحی و متوسط بیشتر برای NIV استفاده می.شوند دستگاههای ساده یا پیشرفته (CPAP) یعنی CPAP با تیتراسیون (خودکار نیز در دسترس هستند. حالت های هدف گیری حجمی و هدف گیری فشار کنترل شده در دسترس هستند. حالت های هدف گیری فشار (کنترل شده) ترجیح داده میشوند و حالت های چرخه جریان مانند PSV بیشترین استفاده را از حالت NIV نشان میدهند زیرا فیزیولوژیکی ترین حالت است. جدیدترین ونتیلاتورها به پزشکان اجازه میدهد از حالت های ترکیبی استفاده کنند که مزایای تهویه با هدف حجمی و فشاری (کنترل) (شده را با هم ترکیب میکند و در عین حال معایب آنها را محدود میکند استفاده از نرم افزار داخلی ممکن است به پزشکان کمک کند تا تنظیمات ونتیلاتور را بهینه کنند و همچنین پایداری بیمار به درمان را به طور عینی بررسی کنند.



THANK YOU

HADI QASEMIAN

ventilator

Aug, 2023