



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی
استان زنجان

مرکز آموزشی درمانی حضرت ولیعصر (عج)
واحد تنفس

اصطلاحات متداول در فرایند تهویه مکانیکی

نعمت‌اله سلیمان‌نژاد

۱۳۹۸

تعداد تنفس (Respiratory Rate (RR) یا Frequency)

تعداد تنفس‌هایی است که در هر دقیقه توسط ونتیلاتور به بیمار داده می‌شود و بستگی به پاتولوژی بیماری بیمار و حجم جاری و مقدار مورد نیاز PaCO_2 دارد. برای بیماران با ریه طبیعی تعداد تنفس بین ۸-۶ تنفس در دقیقه مناسب است. برای بیماران با بیماری‌های انسدادی ریه برای جلوگیری از auto PEEP و هیپرونتیلیسیون یا خروج بیش از حد CO_2 تعداد تنفس بین ۸-۶ تنظیم می‌شود. بیماران با بیماری‌های محدودکننده ریوی (پنومونی) تعداد تنفس‌ها بین ۲۰-۱۲ تنفس در دقیقه را تحمل می‌کنند.

حجم جاری (Tidal Volume(Tv))

حجم جاری، حجمی از گاز است که در هر تنفس توسط ونتیلاتور به بیمار تحویل می‌گردد. این حجم از ۵ تا ۱۵ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بیمار قابل تنظیم است و بستگی به ظرفیت ریه‌ها، مقاومت راه‌های هوایی و پاتولوژی بیماری دارد. افراد با ریه طبیعی حجم‌های ۱۵-۱۲ cc/kg را تحمل می‌کنند اما در بیماران با بیماری‌های محدودکننده ریوی از حجم‌های ۸-۵ cc/kg استفاده می‌شود.

حجم دقیقه‌ای (Minute volume (Mv))

عبارت است از حاصل ضرب تعداد تنفس (RR یا F) در حجم جاری T_v

$$T_v \times RR = MV$$
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 می‌گردد. در ونتیلاتورهای حجمی نسبت دم به بازدم با میزان Flow تنظیم می‌شود و هرچه قدر زمان Flow بیشتر باشد سرعت جریان هوا در دم بیشتر شده و زمان دم کوتاهتر می‌شود و بر عکس با کاهش Flow سرعت جریان هوا در دم کمتر و در نتیجه زمان دم بیشتر می‌شود. در

ونتیلاتورهای پیشرفته‌تر زمان دم مستقیماً تنظیم شده و به هنگام تنظیم زمان دم پارامترهای I:E و Flow در صفحه نمایش ونتیلاتور به نمایش در می‌آید تا کاربر بتواند بر اساس آنها زمان دم را دقیقاً تنظیم نماید.

کسر 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 معمولاً جهت جلوگیری از هیپوکسی از اکسیژن ۱۰۰٪ استفاده می‌گردد. مسمومیت با اکسیژن ساختار غشای آلوئولی-مویرگی را متغیر می‌کند و باعث ادم ریوی، آتلکتازی و کاهش PaO₂ می‌گردد. بنابر این به محض ثابت شدن وضعیت بیمار بر اساس پالس اکسی متری و ABG_s درصد اکسیژن بتدریج پایین آورده می‌شود. در صورتیکه علی‌رغم تجویز اکسیژن ۶۰٪، PaO₂ به ۶۰ میلی‌مترجیوه نرسید بجای بالابردن Fio₂ باید از PEEP استفاده کرد. در اکثر ونتیلاتورها امکاناتی تعبیه شده است که در مواردی مانند ساکشن ترشحات ریوی، برونکوسکپی، فیزیوتراپی ریوی، انتقال بیمار یا انجام سایر پروسیجرهای استرس‌زا می‌توان بطور موقت به بیمار اکسیژن ۱۰۰٪ داده شود.

حساسیت ونتیلاتور (Sensitivity / Trigger)

در تنفس‌های اجباری طبق فواصل از پیش تنظیم شده، دم اجباری ارائه می‌گردد. اما در صورت شروع تنفس مجدد بیمار، با تنظیم حساسیت، ونتیلاتور شروع به ارائه جریان می‌کند که یک افت فشار، در مدار دستگاه احساس شود. بنابراین تنظیم حساسیت (Sensitivity 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 بر روی آن شود. با تنظیم صحیح کلید حساسیت، می‌توان پاسخ تهویه‌ای دستگاه را با کوشش‌های بیمار هماهنگ کرد. در مد کنترل کلید حساسیت (off) است، بنابراین دستگاه پاسخی به کوشش تنفسی بیمار نمی‌دهد، در حالیکه در مدهای کمکی مانند SIMV با تنظیم صحیح میزان حساسیت، دستگاه به کوشش تنفسی بیمار با یک تنفس اجباری هماهنگ با دم بیمار پاسخ می‌دهد. بنابراین حساسیت ونتیلاتور مقدار تلاش تنفسی بیمار را که

جهت شروع دم ونتیلاتور لازم است را تعیین می کند و بر اساس فشار یا حجم تنظیم می گردد. در ونتیلاتورهای جدید غالباً بجای حساسیت فشاری از حساسیت جریان (Flow Triggering) یا (Flow by) استفاده می شود. در سیستم حساسیت جریانی، زمانیکه جریان دم ارادی بیمار به حجم از پیش تنظیم شده (توسط اپراتور) برسد یک تنفس حمایتی توسط ونتیلاتور تحویل می گردد. اساس کار حساسیت جریانی به این صورت است که یک جریان مداوم از داخل مدار ونتیلاتور باز می گردد (جریان تحویلی = جریان برگشتی)، زمانیکه بیمار تنفس ارادی را شروع نماید، قسمتی از جریان گاز عبوری وارد ریه بیمار شده، بنابراین حجم گاز برگشتی کاهش می یابد. (جریان برگشتی > جریان تحویلی)، ونتیلاتور این اختلاف جریان را حس کرده و با ارایه جریان کافی، از دم بیمار حمایت می کند. برای مثال اگر میزان حساسیت جریان (Flow Sense)، 3 لیتر در دقیقه و مقدار جریان پایه (Flow Base)، 6 لیتر در دقیقه تنظیم شود، جریانی به میزان 6 لیتر در دقیقه در طی بازدم در مدار ونتیلاتور جریان می یابد. اگر بیمار تنفس ارادی نداشته باشد، 6 لیتر هوا در مدار بازدمی برمی گردد. لیکن اگر تنفس بیمار شروع و مقدار برگشتی از 6 لیتر به 3 لیتر افت نماید، نمایانگر دم ارادی بیمار به میزان 3 لیتر در دقیقه می باشد که محرک دستگاه برای تحویل حجم جاری تنظیمی بر روی ونتیلاتور می باشد. انتخاب میزان Trigger بستگی به مد تنفسی و میزان کوشش تنفسی بیمار دارد. به عبارت دیگر حساسیت بر اساس نوع ونتیلاتور حساسیت دستگاه، میزانی از تلاش بیمار (فشار منفی یا حجمی) است که برای تحویل تنفس از طرف ونتیلاتور لازم است. حساسیت دستگاه باید به نحوی تنظیم شود که به بیمار امکان تحریک ونتیلاتور جهت ارائه حجم جاری را بدهد. در صورتی که برای تحریک دستگاه نیاز به کوشش تنفسی بیشتری باشد و یا بین زمان کوشش تنفسی بیمار و شروع جریان گاز تاخیری پیش آید، افزایش کار عضلات تنفسی و در نهایت خستگی بیمار در انجام تنفس ارادی اتفاق می افتد. برعکس بالا بردن حساسیت موجب کاهش مقدار کوشش مورد نیاز برای تحریک ونتیلاتور توسط بیمار خواهد شد. در این حالت ونتیلاتور نسبت به کوشش دمی بیمار بیش از حد حساس می شود، در این حالت سیکل های ونتیلاتوری خودبخود یا سیکل های خودکار ایجاد خواهد شد در این سیکل ها ونتیلاتور بدون در نظر گرفتن جایگاه بیمار در سیکل تنفسی، یک تنفس را بلافاصله بعد از تنفس قبلی ارایه می کند.

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 می شود و در نتیجه فشار حداکثر ریه بیشتر خواهد شد و بر عکس با کاهش فلو زمان دم طولانی تر می گردد. مقدار نرمال آن تقریباً ۳۰ تا ۵۰ لیتر در دقیقه است. در بیماران با دیسترس تنفسی و یا حجم های جاری بالا میزان میزان فلو بین ۶۰-۱۰۰ لیتر در دقیقه تنظیم می شود تا کار تنفسی کاهش یافته و عوارض جانبی ناشی از آن کم شود.

مثالی برای اندازه گیری میزان فلو:

RR: 10 VT: 500 BW: 50 Kg

"I:E Ratio: 1:2 → Inspiration time = 2" 700cc 2"

X 60" Flow= x=flow=22lit/min

نسبت دم به بازدم (Ratio E: I یا Inspiratory, Expiratory Ratio)

این نسبت نمایانگر طول مدت دم در مقایسه با بازدم است معمولاً نسبت دم به بازدم به نحوی تنظیم می شود که مرحله دم کوتاهتر از بازدم باشد (۱:۴ ، ۱:۳ ، ۱:۲ ، ۱:۱٫۵) در تهویه مصنوعی بالغین از نسبت ۱:۲ استفاده می شود که در این حالت ۳۳٪ از هر سیکل تهویه ای را دم و ۶۷٪ آن را بازدم در بر می گیرد اعتقاد بر این است که این تنظیم تقلیدی از دم ارادی (طبیعی) در ریه هایی است که از عملکرد طبیعی برخوردارند. از نسبت های بالاتر (۱:۴، ۱:۳) ممکن است جهت تهویه ریه بیماران دچار COPD و کسانی که احتباس هوا air trapping دارند استفاده شود زیرا در این حالت طولانی تر شدن زمان بازدم موجب بازدم کامل تر شده و منجر به کاهش به تله افتادن هوا در ریه ها می گردد.

نسبت معکوس دم به بازدم یعنی نسبت ۲:۱ و بالاتر می تواند موجب افزایش قابل ملاحظه فشار متوسط راه های هوایی و عوارض همودینامیکی گردد مگر آنکه بافت ریه بسیار سفت باشد.

فشار مثبت انتهای بازدم و فشار مثبت مداوم راههای هوایی :

Positive End expiratory ventilation (PEEP)

Continues Positive Airway pressure (CPAP)

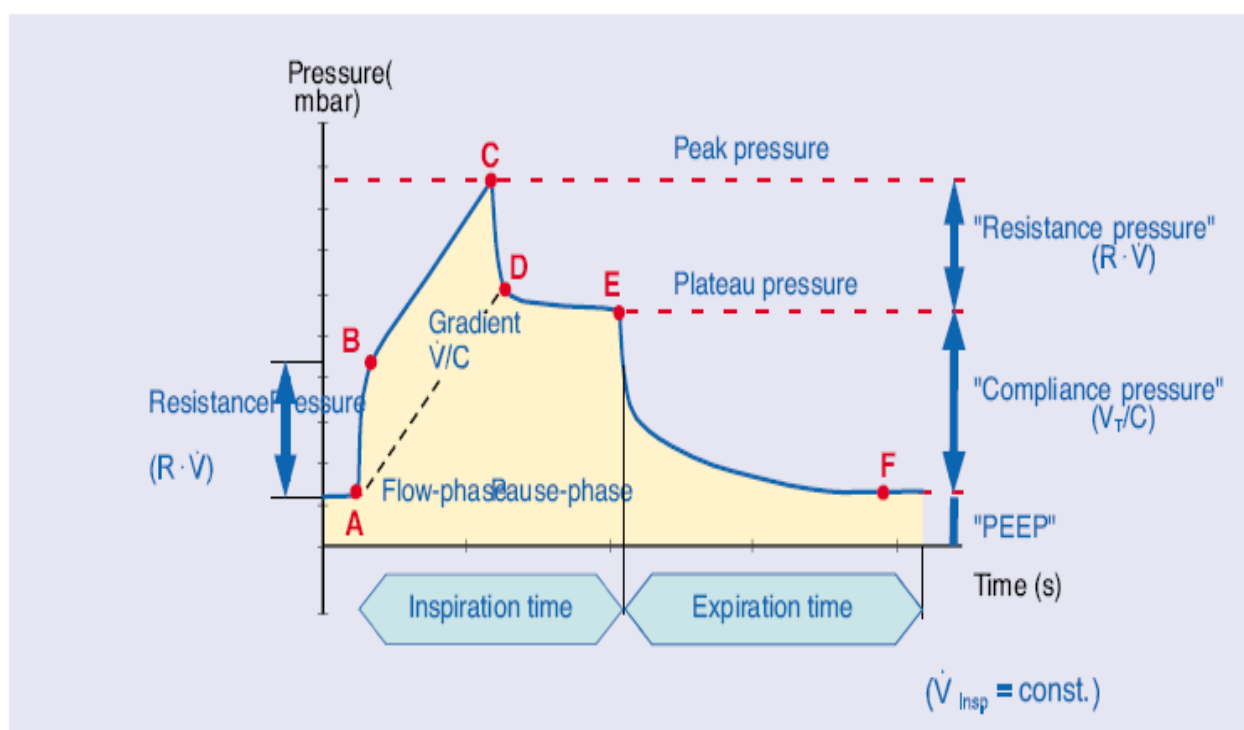
فشار مثبت انتهای بازدم را می‌توان حین تهویه مکانیکی مداوم ایجاد کرد که در این صورت به آن PEEP گفته می‌شود. اگر PEEP در تنفس خودبخودی همراه یا بدون حمایت تنفسی مورد استفاده قرار گیرد به آن CPAP می‌گویند. PEEP و CPAP مشخصاً به منظور کاهش آتلکتازی بازدمی در بیمارانی که دچار صدمات حاد ریوی شده‌اند بکار می‌روند و باعث اصلاح اکسیژناسیون می‌گردند. سطح معمول PEEP، ۵ تا ۱۵ سانتی متر آب است.

داخلی PEEP

PEEP داخلی یا PEEP خودکار یا PEEP, Auto PEEP یا intrinsic PEEP یا اسامی مانند: محبوس کننده گاز ریوی Pulmonary gas Trapping، PEEP درونزا Endogenous PEEP، PEEP مخفی Occult PEEP، PEEP سهوی یعنی PEEP ایجاد شده ناشی از زمان بازدمی ناکافی. علل دیگر ایجاد PEEP خودکار شامل: تعداد تنفس بالا، تهویه دقیقه ای بالا، انسداد راههای هوایی و تهویه با نسبت معکوس دم به بازدم (Inverse I:E). با کوتاه شدن زمان بازدم از تخلیه کامل ریه‌ها و رسیدن حجم آن به حجم طبیعی در زمان استراحت FRC (Functional Residual Capacity) جلوگیری می‌شود. عبارت دیگر زمان بازدمی ناکافی موجب به تله افتادن گازها در ریه‌ها شده در نتیجه در پایان هر بازدم حجم و فشار داخل ریه‌ها شروع به افزایش می‌نماید در نتیجه حالت برگشت پذیری ریه نیز افزایش می‌یابد در نتیجه ادامه PEEP خودکار زمانی فرا می‌رسد که نیروهای برگشت پذیری (الاستیکی ریه) نسبت به تله افتادن بیشتر گازها غلبه کند. حاصل PEEP خودکار افزایش FRC و تسهیل تبادلات گازی است و اکسیژناسیون را بهبود می‌بخشد.

فشار کفه‌ای یا فشار استاتیک (Plateau pressure)

فشاری است که در پایان دم و قبل از شروع بازدم در راههای هوایی وجود دارد و نشاندهنده فشار آلوئولی و ظرفیت ریه است. مقدار آن بین صفر تا ۲ ثانیه قابل تنظیم است و مقدار معمول آن ۰/۳ ثانیه است. بالا رفتن فشار پلاتو و حداکثر فشار Peak pressure نشانه کاهش ظرفیت ریه‌ها است اما بالا رفتن حداکثر فشار بدون بالا رفتن فشار پلاتو نشانه وجود مقاومت در راههای هوایی می‌باشد. در صورت افزایش فشار پلاتو به ۳۰ تا ۳۵ سانتی متر آب خطر ایجاد باروتروما وجود دارد.



Ramp

تنظیم شیب افزایش فشار در ASB 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 Factor بجای Ramp استفاده شده است که مقدار آن از ۵ تا ۱۵ قابل تنظیم است. در بعضی از ونتیلاتورها، تنظیم جداگانه‌ای جهت تحویل گاز به اشکال مختلف وجود دارد که تحت عنوان طرح‌های موج دمی Flow wave pattern نامیده می‌شوند که جریان دمی را در زمان‌های متفاوت وارد ریه بیمار می‌کنند.

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 تنفس های ارادی استفاده می شود. در بالغین طوری آنرا تنظیم می کنیم که حجم جاری $10-12 \text{ ml/kg}$ به بیمار تحویل شود. (در بعضی از ونتیلاتورها برای حمایت از تنفس های خودبخودی پارمتری بنام Assisted spontaneous Breathing(ASB در قسمت تنظیمات تعبیه شده است.

دم عمیق Sigh

دم عمیق ۶ تا ۱۲ بار در ساعت (هر ۵ تا ۶ دقیقه ۲ تا ۳ تنفس عمیق و پی در پی) وبا حجمی $1/5$ تا ۲ برابر حجم جاری است. هدف از دم عمیق مقابله با انسداد راه های هوایی کوچک است که ممکنست در صورت حجم جاری کوچک بروز کند. در هنگام استفاده از حجم های جاری بالاتر از حد فیزیولوژیک (۱۰-۱۵ میلی لیتر پارکیلو گرم) یا بکارگیری PEEP معمولاً نباید از دم عمیق استفاده کرد، زیرا در چنین شرایطی دم عمیق ممکنست منجر به افزایش شدید فشار حداکثر راه های هوایی PIP یا بروز بارو تروما در ریه ها گردد.

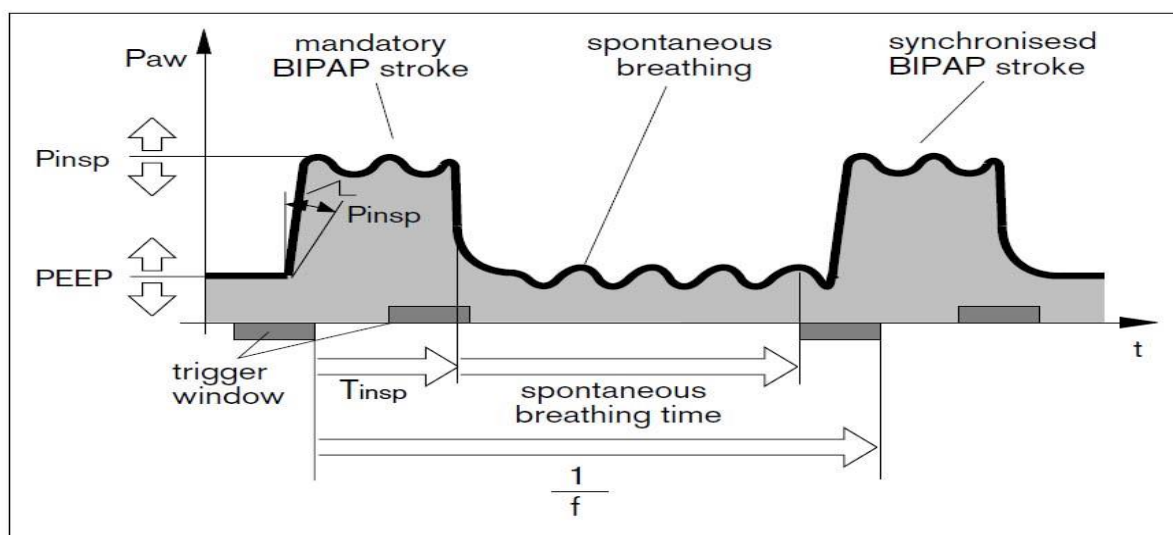
Apnea Ventilation

یک مد تنفسی است که در آن هنگام آپنه بیمار (عدم احساس تنفس های خودبخودی بیمار توسط ونتیلاتور در زمان مشخص از پیش تعیین شده) ونتیلاتور بطور اتوماتیک وارد تهویه اجباری می گردد. در این مد تعداد تنفس و حجم جاری جهت تهویه اجباری از پیش برای ونتیلاتور تعریف می گردد. به عبارت دیگر در کلیه مدهایی که مشروط به تنفس خودبخود بیمار هستند (مدهای غیر از CMV یا IPPV)، حتماً باید قبل از اتصال بیمار به ونتیلاتور مد Apnea Ventilation با حجم و تعداد تنفس مناسب برای ونتیلاتور تعریف گردد تا در هنگام آپنه بیمار حیات وی تهدید نشود.

تنفسهای خودبخودی با فشار مثبت مداوم راههای هوایی در دو سطح متفاوت

(BIPAP Biphase positive airway pressure)

تنفسهای خودبخودی در فشار مثبت مداوم راههای هوایی در دو سطح متفاوت یک مد تنفسی است که در آن بیمار در دو سطح CPAP بطور خودبخود نفس می کشد. در حقیقت یک مد تهویه زمانی - فشاری است که در طی آن بیمار در دو سطح حداکثر فشار راههای هوایی PIP و PEEP در یک تناوب زمانی نفس می کشد. BIPAP شبیه SIMV یا CPAP است و معمولاً در استفاده از این مدها به جای یکدیگر کاربران دچار سردرگمی می گردند. BIPAP فشار مثبت در راههای هوایی را در طی دم و بازدم اعمال می کند منظور از فشار مثبت در طی دم یعنی IPAP (Inspiratory Positive Airway pressure) و منظور از فشار مثبت در طی بازدم یعنی EPAP (Expiratory Positive Airway pressure) دوره های بین IPAP و EPAP را یا کوششهای تنفسی بیمار تعیین می کند یا اینکه با تنظیم تعداد تنفس و زمان دم مشخص می گردد از مزایای IPAP افزایش حجم جاری و تهویه دقیقه ای و کاهش P_{aCO_2} ، رفع دیس پنه و کاهش استفاده از عضلات فرعی تنفسی است از مزایای EPAP نیز افزایش ظرفیت باقیمانده عملی FRC و در نتیجه افزایش P_{aO_2} می باشد.



Ventilator modes

Mode	مکانیسم عمل	موارد استفاده بالینی
(C/V)(CMV) (IPPV) Control Ventilation	حجم یا فشار از پیش تعیین شده را بدون توجه به کوشش تنفسی بیمار تحویل می‌کند	در بیماران با آپنه
Assist- Control Ventilation (A/C)(IPPV)	در پاسخ به کوششهای تنفسی بیمار به وی تنفس می‌دهد. در صورت آپنه بیمار را مانند مد کنترلر حمایت می‌کند.	در بیماران با ضعف عضلات تنفسی
Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV)(BIPAP)	تنفس‌های ونتیلاتور با کوشش تنفسی بیمار هماهنگ می‌شود	برای جدا کردن از ونتیلاتور
Pressure Support Ventilation (PSV) (Spont,MMV)	با فشار از پیش تعیین شده جهت تقویت کوششهای تنفسی بیمار را تقویت می‌کند	در طی جدا کردن بیمار از ونتیلاتور همراه مد SIMV
Positive End Expiratory Pressure (PEEP)	فشار مثبت را در انتهای بازدم اعمال می‌کند	همراه مدهای SIMV, A/C, C/V با بازکردن الوئولهای کلاپس شده به اصلاح اکسیژناسیون کمک می‌کند
Continues Positive Airway Pressure(CPAP)	مانند PEEP است اما فقط همراه تنفس‌های خودبخودی بیمار	برای کاهش مقاومت فشار مثبت مداوم را در راههای هوایی اعمال می‌کند
Independent Lung Ventilation(ILV)	دو ریه را جداگانه تهویه می‌کند(پارالیز و سدیشن ضروری است)	در بیماران با بیماریهای یکطرفه ریه و یا وجود دو بیماری جداگانه در دو ریه
High Frequency Ventilation (HFV)	مقادیر کم حجم جاری را در تعداد تنفس بالا تحویل می‌کند(پارالیز و سدیشن ضروری است)	در هنگام انجام پروسیجرهای کوتاه مدت در بیماران با اختلالات همودینامیک و بیماران در خطر پنوموتوراکس
Inverse Ratio Ventilation (IRV)	با معکوس کردن زمان دم و بازدم زمان دم را طولانی می‌کند(پارالیز و سدیشن ضروری است)	در بیمارانی که علی‌رغم داشتن PEEP اختلال در اکسیژناسیون دارند از کلاپس شدن آلوئولها جلوگیری می‌کند

تنفس با فشار مثبت متناوب (IPPB Intermittent positive pressure Breathing)

از این روش برای کمک به بیمار جهت انجام تنفس‌های عمیق تر بعد از اعمال جراحی یا بعد از جدا شدن از ونتیلاتور استفاده می‌شود. ماشین IPPB ونتیلاتوری فشاری است که هوای فشرده را تحت فشار مثبت وارد راه‌های هوایی بیمار می‌کند با شروع تنفس‌های بیمار به کار می‌افتد و بازدم مانند همه ونتیلاتورهای فشار مثبت غیر فعال Passive انجام می‌شود. فشار و حجم بر روی آن قابل تنظیم است معمولاً ۱۰-۱۲ تنفس هر ۱-۲ ساعت به مدت

۲۴ ساعت داده می‌شود از مزایای IPPB پیشگیری از آتلکتازی، اتساع کامل ریه‌ها، اصلاح اکسیژناسیون و تجویز دارو از طریق نبولایزر است.

حداکثر فشار راه‌های هوایی (Peak airway pressure or Peak inspiratory pressure (PIP)

نشاندنده 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 سانتیمتر آب است که در انتهای دم به ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر آب می‌رسد. هنگام تنظیم آلارم حداکثر فشار P_{max} معمولاً مقدار آن ۵ تا ۱۰ سانتی متر آب بالاتر از PIP در نظر گرفته می‌شود.

فشار متوسط راه‌های هوایی (Mean airway pressure یا MAP)

منظور از فشار متوسط راه‌های هوایی مقدار متوسط فشار راه هوایی در کل زمان دم و بازدم می‌باشد. 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. هر عاملی زمان دم را طولانی کند و یا شروع بازدم را به تاخیر بیندازد فشار متوسط راه‌های هوایی را افزایش خواهد داد. چون استفاده از Flow بالا زمان دم را کم می‌کند بنابر این فشار متوسط راه‌های هوایی با Flow بالا، کمتر می‌شود.

افزایش یا کاهش فشار راه‌های هوایی (Airway pressure low or high)

کاهش فشار راه‌های هوایی 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 لوله‌های 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 حبابهای هوا در بطریهای چست تیوپ مشخص می‌گردد و تنظیم نادرست محدوده آلارم فشار. افزایش فشار راههای هوایی هنگامی اتفاق می‌افتد که انسداد در مسیر جریان هوا وجود داشته باشد انسداد به علل مختلفی پیش می‌آید که عمده علت‌های آن عبارتند از: سرفه کردن بیمار، گاز گرفتن لوله تراشه، عدم هماهنگی بین تنفس‌های بیمار و ونتیلاتور، وجود ترشحات در راههای هوایی، جاگذاری نادرست لوله تراشه، وارد شدن لوله تراشه به برونش راست، گرفتگی (kink) یا تا شده‌گی لوله‌های رابط ونتیلاتور به بیمار، گرفتگی فیلترها، اسپاسم برونش، افزایش تعداد تنفس‌های بیمار و تغییرات در طرح تنفسی بیمار (به علت هیپوکسمی، ترس و اضطراب بیمار، اختلالات متابولیک یا CNS و غیره)، تلاش بیمار برای حرف زدن، کاهش ظرفیت ریه‌ها مانند پنومونی، ادم ریوی، پنوموتوراکس، تنظیم نادرست PEEP یا حجم جاری، تنظیم نادرست Flow rate، تنظیم نادرست محدوده آلارم فشار.

نگهداشتن ریه‌ها در حالت دم (Inspiratory Hold)

جهت انجام پروسیجرهای خاص مانند انجام گرافی سینه یا اندازه‌گیری مقاومت Resistance و ظرفیت ریه‌ها Compliance استفاده می‌شود.

نگهداشتن ریه‌ها در حالت بازدم (Expiratory Hold)

جهت انجام اندازه‌گیری‌های خاص مانند اندازه‌گیری Auto PEEP یا PEEP استفاده می‌شود.

مقاومت راههای هوایی (Resistance airway)

مقاومت طبیعی راههای هوایی بین ۲-۴ cmH₂O/L/sec است که تا ۶ متغیر می‌باشد. در صورت وجود لوله آندوتراکیال در تراشه مقدار مقاومت به ۶ cmH₂O/L/sec یا بیشتر و با آمفیزم یا آسم مقاومت راههای هوایی تا ۱۸ cmH₂O/L/sec افزایش می‌یابد. در شرایط زیر نیز مقاومت راههای هوایی افزایش می‌یابد: افزایش ترشحات، ادم مخاط، برونکواسپاسم، آسپیره کردن.

با درمان علت می‌توان افزایش مقاومت راه‌های هوایی را جبران نمود مثلاً ساکشن کردن راه هوایی، برطرف کردن انسداد و یا دادن یک داروی برونکودیلاتور، تغییر دادن سرعت و یا نحوه جریان گاز نیز می‌تواند افزایش فشار راه‌های هوایی ناشی از مقاومت راه‌های هوایی را تغییر دهد.

ظرفیت (قابلیت اتساع) (Compliance)

کمپلیانس ریه‌ها یا **قابلیت اتساع** و قفسه سینه عبارت است از افزایش حجم ریه‌ها به ازای افزایش فشار در داخل آلئول‌ها. سیستم تنفسی هم دارای کمپلیانس دینامیکی (C_{dyn}) است و هم دارای کمپلیانس استاتیک (C_s). برای اندازه‌گیری کمپلیانس استاتیک (C_s) کمپلیانس ریه و جدار سینه اندازه‌گیری می‌شود و تقریباً برابر است با ۷۰-۱۰۰ ml/cmH₂O. وقتی کمپلیانس استاتیک کمتر از ۲۰-۳۰ ml/cmH₂O است کار تنفسی WOB زیاد است. علل کاهش کمپلیانس استاتیک عبارتند از: محبوس شدن هوا، ادم ریوی، آتلکتازی، سفت شدن بافت ریه، پنومونی، پنوموتوراکس، هموتوراکس، جمع شدن مایع در پلور، تغییر کمپلیانس جدار سینه (کشش عضلانی Flail chest)، پنومومدیاستن و اتساع شکم (پریتونیت، آسیت، هرنی، خونریزی داخل شکم).

HME filter (Heat and moisture Exchange filter) or Hygrobac filter

فیلتری است که با تغلیظ رطوبت ناشی از بازدم بیمار و نگهداری حرارت بازدمی بیمار موجب گرم و مرطوب شدن هوای دمی تحویلی از طرف ونتیلاتور به بیمار می‌گردد. و از انتقال آلودگی از ونتیلاتور به بیمار و برعکس جلوگیری می‌کند.

حساسه جریان (Flow Sensor)

حساسه جریان وظیفه اندازه‌گیری حجم‌ها و فشارها در طی مدار تنفسی بعهدہ دارد.

حساسه اکسیژن (O₂ Sensor)

حساسه اکسیژن وظیفه اندازه‌گیری درصد اکسیژن تحویلی به بیمار را بعهدہ دارد.

IPPV Intermittent positive pressure ventilation	تهویه با فشار مثبت متناوب
تهویه اجباری متناوب هماهنگ شده با فعالیت‌های تنفسی بیمار	
SIMV Synchronized Intermittent Mandatory ventilation	
Spontaneous (spont)	خودبخودی (تنفس‌های خودبخودی یا ارادی)
MMV Mandatory minute volume ventilation	تهویه با حداقل حجم دقیقه ای اجباری
Air supply	هوای لازم جهت کارکرد ونتیلاتور
O ₂ supply	اکسیژن لازم جهت کارکرد ونتیلاتور
Respiration	تنفس
Ventilation	تهویه
Inspiration	دم
Expiration	بازدم
Breath Per Minute (bpm)	تعداد تنفس در دقیقه
Inoperative Ventilator or Device Failure or Ventilation Inop	نارسایی یا خرابی ونتیلاتور
F spont	تعداد تنفس‌های بیمار
F total	مجموع تعداد تنفس‌های بیمار و تنفس‌های اجباری ونتیلاتور
Fail to cycle	ونتیلاتور هیچگونه جریان دمی را ثبت نمی‌کند

منابع:

۱. حسین شیری، ملاحات نیکروان. کاملترین مرجع اصول مراقبتهای ویژه. انتشارات نوردانش. ۱۳۸۷
۲. پالیم، سوزان. کاربرد فیزیولوژیکی و کلینیکی تنفس مکانیکی. ترجمه محمد شمسزاده امیری، نشر سالم، ۱۳۷۴
۳. مارینو. کتاب ICU. ترجمه محمد شمسزاده امیری، نشر سالم، ۱۳۷۴
۴. مسعود صابری، محمدعلی یوسفنیا. تنفس مکانیکی در بخشهای مراقبتهای ویژه. نشر و تبلیغ بشری. ۱۳۷۹

ضمیمه:

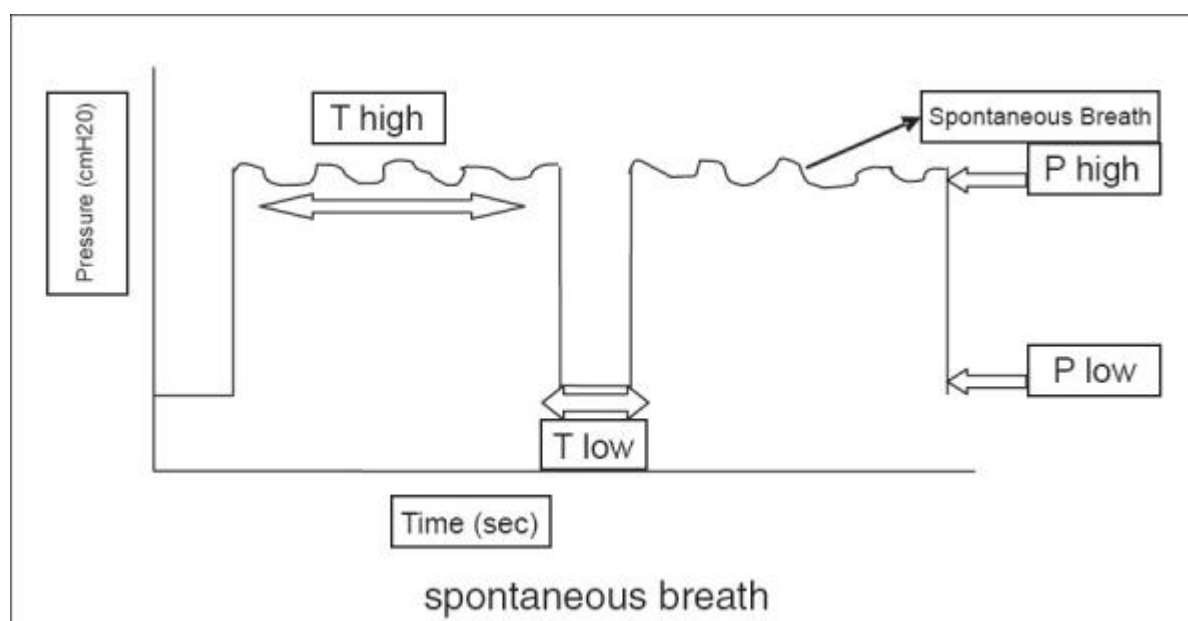
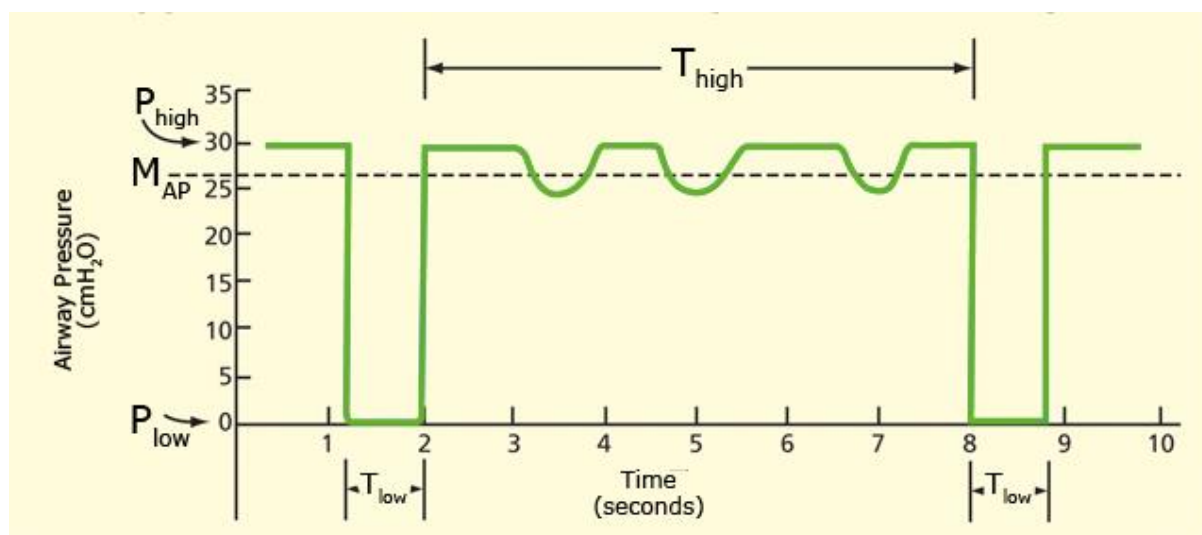
TRC: Tube Resistance Compensation

ویژه گی که موجب کاهش کار تنفسی می گردد. کار تنفسی ناشی از مقاومت راههای هوایی مصنوعی (لوله تراشه و تراکئوستومی) است.

DuoPAP(BIPAP): (Duo Positive Airway Pressure)

APRV: (Airway Pressure Release Ventilation)

این مدها دو نوع تهویه فشاری هستند که در جهت حمایت از تنفس های خودبخودی بیماران با دو سطح متفاوت CPAP طراحی شده اند. در این مدها ونتیلاتور بطور اتوماتیک و منظم بین دو سطح فشاری یا CPAP (P بالا و P پایین یا PEEP\CPAP) تنفس هایی را اعمال می کند.



هر دو مد اجازه می‌دهند ترکیبی از تنفس‌های خودبخودی و اجباری انجام شود. بیمار آزادانه در هر دو سطح تنفس می‌کند و فشار حمایتی (PS) به تنفس‌های خودبخودی بیمار اضافه می‌گردد. انجام این تنفس‌ها در بین این دو سطح در زمان از پیش تعیین شده و با تلاشهای تنفسی بیمار شروع می‌شود.

در BIPAP تعویض (جابجایی) بین دو سطح با تنظیم فشار بالا (Phigh) و PEEP/CPAP و تنظیم زمان بالا (Thigh) و تعداد تنفس انجام می‌شود. مانند PEEP/CPAP فشار بالا با اتمسفر مرتبط است.

در APRV تعویض بین دو سطح با تنظیم فشار بالا (Phigh) و فشار پایین (Plow) و زمان بالا (Thigh) و زمان پایین (Tlow) انجام می‌شود.

در BIPAP فشار پایه جهت شروع فشار حمایتی (Support)، PEEP/CPAP است. در حالیکه در APRV، فشار پایین (Plow) مقدار پایه جهت فشار حمایتی است. به عبارت دیگر فشار حمایتی به PEEP/CPAP مرتبط است.

تفاوت بین DuoPAP(BIPAP), APRV

با تنظیمات کاربر الگوی تنفسی در DuoPAP(BIPAP), APRV با یکدیگر تفاوت پیدا می‌کنند. در BIPAP شما تعداد تنفس و زمان بالا (Thigh) را برای تنظیم زمان تنفس تنظیم می‌کنید. اما در APRV جهت تعیین زمان در دو سطح فشار بالا (Phigh) و فشار پایین (Plow) دو زمان یعنی زمان بالا (Thigh) و زمان پایین (Tlow) را تنظیم می‌نمایید. در APRV، زمان پایین (Tlow) بدون هماهنگی با بیمار ثابت باقی می‌ماند به عبارت دیگر اگر بیمار قبل از پایان زمان

طولانی (Thigh) بخواهد نفس بکشد، زمان (Thigh) خودبخود کمتر از زمانی می‌شود که توسط از کاربر تنظیم شده است اما زمان کوتاه (Tlow) ثابت می‌ماند. در BIPAP، فشار بالا (Phigh) و PEEP/CPAP راجهت تعیین دو سطح فشاری تنظیم می‌کنید. اما در APRV دو سطح فشار بالا (Phigh) و فشار پایین (Plow) تنظیم می‌شود.

در استفاده بالینی وقتی از BIPAP استفاده می‌کنید کاربر ترجیح می‌دهد زمان طولانی‌تری را در دو سطح بالا و پایین فشار جهت تنفسهای خودبخودی بیمار اختصاص دهد. اما در APRV دو زمان متفاوت زمان بالا (Thigh) و زمان پایین (Tlow) توسط شما تنظیم می‌گردد تا تنفسهای خودبخودی عمدتاً در سطح بالای فشار انجام شود. آزاد شدن (Releas) فشار به سطح پایین‌تر به اندازه‌ای است که حجم ریه‌ها کاهش می‌یابد و سپس بلافاصله فشار ریه‌ها به سطح بالاتر برمیگردد.

برخی از ویژگی‌های BIPAP و APRV

تنظیمات در BIPAP و APRV شبیه مدهای رایج هستند. در تنظیمات رایج و در فقدان تنفسهای خودبخودی بیمار BIPAP و APRV شبیه تهویه فشاری (PCV) است. وقتی تعداد تنفسهای اجباری کم و زمان طولانی (Thigh) را کوتاه می‌کنیم مد شبیه SIMV می‌گردد، یعنی تنفسهای خودبخودی بیمار بدنال تنفسهای اجباری می‌آیند. اگر زمان یک سیکل تنفسی را بین ۷/۵ تا ۱۵ ثانیه تنظیم کنید و زمان کافی را در سطح پایین فشار (Plow) جهت تخلیه کامل یا تقریباً کامل ریه‌ها اختصاص دهید در این صورت این مد یک مد APRV کلاسیک است. با تنظیم PEEP/CPAP و دو سطح فشار بالا (Phigh) و فشار پایین (Plow) و تنظیم سایر پارامترها مدهای BIPAP و APRV شبیه مد Spont می‌شود.

Base flow

جریان هوای مداوم و ثابت از دریچه دمی تا دریچه بازدمی است که برای Flow triggering ضروری است. افزایش Base flow موجب کاهش زمان پاسخ عکس‌العمل ونتیلاتور به تلاشهای تنفسی بیمار است که در نتیجه کار تنفسی بیمار را به حداقل می‌رساند. این حالت مخصوصاً در تهویه غیرتهاجمی (NIV) کاربرد دارد زیرا Base flow بالاتر می‌تواند اثر نشتی (Leakage) را در مدار تنفسی کاهش دهد.

ETS: Expiratory Trigger Sensitivity

حساسیت بازدمی: درصدی از جریان دمی در مدار تنفسی از دم تا بازدم است. افزودن ETS موجب کوتاه شدن زمان دماست که در بیماریه‌های انسدادی ریه مفید می‌باشد. تنظیم ETS به شما اجازه می‌دهد در تنفسهای با فشار حمایتی (Pressure Supported Breathing) زمان دم ونتیلاتور را با زمان دم بیمار هماهنگ یا همزمان کنید. (به عبارتی تنظیم ETS تنها در تنفسهای خودبخودی کاربرد دارد).

سطح بالای فشار راههای هوایی (Phigh)

مقدار این فشار یعنی مجموع فشارهای راههای هوایی که جهت کاربر مطلوب است و شامل PEEP/CPAP و Plow می‌شود. درمدهای BIPAP و APRV کاربرد دارد.

ASV (Adaptive Support Ventilation)

تهویه با وارد شدن حجم بصورت کنترل شده در ریه‌ها، به عبارت دیگر حجم تعیین شده بطور بطور کامل وارد ریه‌ها می‌شود بدون اینکه فشار ناخواسته‌ای به ریه‌ها وارد شود. (حتی وقتی که وضعیت ریه‌ها دچار تغییر شود یعنی مقاومت و ظرفیت آن تغییر کند)

Ambient stat

حالتی اورژانسی است که در آن ونتیلاتور دریچه محیطی و دریچه بازدمی را باز می‌کند و دریچه دمی را می‌بندد. در این حالت ونتیلاتور به بیمار اجازه می‌دهد بدون نیاز به ونتیلاتور از هوای محیطی تنفس کند. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که ونتیلاتور تشخیص دهد اشکالی سخت افزاری (Technical) پیش آمده است.

V_{TASB} : حجم هوای دمی بدنبال اعمال فشار حمایتی (ASB)

RSB(Rapid shallow breathing):

خارج قسمت تعداد تنفسهای خودبخودی و حجم جاری

NIF(Negative inspiratory forse):

حداکثر تلاش دمی بیمار

V_{trap} : حجم بدام افتاده در ری‌ها بعلت پیپ داخلی

BTPS(Body temperature, pressure, saturation)

اندازه گیری میزان اشباع اکسیژن خون شریانی براساس ری‌ها، حرارت ۳۷ درجه سلسیوس، میزان اشباع بخار هوا و فشار اتمسفر.

Etc CO_2 :

غلظت دی اکسید کربن انتهای بازدم

Auto flow, flow triggering, P0.1