پیش گفتار

مدیریت راه هوایی بیمار و حمایت تنفسی از وی در اولین اولویت مراقبت از یک بیمار بدحال قرار داشته چنین موقعیتی برای هر پزشک یا مراقب بهداشتی – درمانی دیگری می تواند پیش بیاید. اصولا، در صورت لوله گذاری داخل تراشه با روش درست و توصیه شده، استفاده از ونتیلاتور مکانیکی اجتناب ناپذیر خواهد بود. به ندرت، در مواردی که لوله گذاری سخت پیش بینی می شود.، می توان مثلا پس از لوله گذاری داخل تراشه از راه بینی فقط با استفاده از بی حسی موضعی در یک بیمار بیدار ، در صورت موثر بودن تهویه تنفسی خود وی، بدون نیاز به ونتیلاتور، کار را ادامه داد; در سایر موارد، اگر بیمار پس از لوله گذاری داخل تراشه، تنفس خود به خودی مناسبی دارد، نشان دهنده عملکرد بد لوله گذار در استفاده از داروهای آرام بخش و ضد درد است که عواقب روانی و جسمی آن بسیار بیشتر خواهد بود. در برخی موارد نیز، اهمیت ونتیلاسیون مکانیکی در کم کردن تلاش تنفسی و شیفت خون به ارگانهای حیاتی دیگر از طریق کاهش کار تنفسی، لوله گذاری داخل تراشه را ایجاب می کند.

این مقوله هر چند برای یک فرد حرفه ای که مدام با ونتیلاتور سروکار دارد، نارسا باشد، به طور مختصر و مفید با در نظر گرفتن مشکلات رایج، می تواند یاریگر هر پزشک یا مراقب بهداشتی – درمانی دیگری در هر جایی از بیمارستان یا حتی خارج از بیمارستان باشد.

در این مبحث، طبق اصول مراقبت های ویزه، دوران زندگی به نوزادی (۲۸ روز نخستین)، شیرخوارگی (یک ماهگی تا یک سالگی یا حتی بیشتر در صورت وزن کمتر ازKg ۱۰) ، کودکی (۱ -۸ سالگی) و بزرگسالی (پس از ۸ سالگی) تقسیم می شود.

آغاز کار

در هر بخشی که کار می کنید (مثلا اورژانس)، باید با همه امکانات موجود بخش شامل نوع ونتیلاتور موجود، پیش از استفاده برای بیمار آشنا شده باشید.

۱. **نیاز به هوای فشرده و منبع تامین آن :** به جز ونتیلاتور های غیر حرفه ای قابل انتقال (پورتایل) جدید که مجهز به سامانه جت (توربو) بوده فقط از هوای آزاد بیرون تغذیه می شوند، یک منبع تامین هوای فشرده ,lمورد نیاز است که در صورت وجود سیستم تولید هوای فشرده در بخش، دستگاه با یک لوله اضافی به خروجی (hub) ویژه آن که معمولا در کنار خروجی اکسیژن مرکزی بر روی دیوار قرار دارد ، وصل می شود. اگر مرکزی که در آن مشغول به کار هستید، مجهز به سیستم هوای فشرده نیست یا اتصلات مناسب وجود ندارند، ناچار به استفاده هم زمان از کمپرسورهستید. به خاطر

داشته باشید که گاهی سیم برق و نیز کلید روشن و خاموش کمپرسور مستقل بوده و نیز گاهی کمپرسور همزمان با خود ونتیلاتور روشن و خاموش می شود و این تفاوت می تواند در دو مدل کاملا یکسان هم دیده شود.

۲. **لوله های ورودی و خروجی بیمار به دستگاه :** هر چند در بیشتر موارد، دو لوله جدا در کنار هم به اتصالات ورودی (from the patient) و خروجی (to the patient) وصل می شوند، گاهی این دو لوله به صورت تودر تو ساخته شده اند. ار آنجایی که در سمت بیمار، این دو لوله یکی شده به لوله تراشه یا معادل آن وصل می شوند و در سمت ونتیلاتور نیز محل اتصال مشخص است، مشکلی در اتصال وجود ندارد. حتما از فیلتر استفاده کرده آن را در مسیر لوله خروجی (به سمت ونتیلاتور) قرار دهید.

۳. **دکمه روشن و خاموش (ON/OFF)**: محل قرارگیری این کلید را بشناسید; در برخی دستگاه ها این دکمه روی صفحه نمایش اصلی دستگاه و در برخی دیگر به صورت جداگانه در پشت دستگاه نصب شده است که ممکن است با پوششی پوشانده شده یا برای حرکت دادن آن، اقدام اضافی (مانند کشیدن فنر دور آن) لازم باشد.

تنظیمات پیشرفته

۱. Cycling: اساس کار ونتیلاتور ها به دو شکل حجمی [volume cycled (controlled) ventilation(VCV)] و فشاری [pressure cycled (controlled) ventilation(PCV)] تقسیم می شود. ونتیلاتورهای پیشرفته و کامل، توانایی کار کردن به هر دو روش را داشته و ونتیلاتورهای ساده تر ممکن است قابلیت کار با فقط یکی از این دو سیستم را داشته باشند; در صورت استفاده از modeهای خود به خودی، cycling ونتیلاتور با خود بیمار خواهد بود.

در cycling حجمی، دستگاه رساندن حجم تعیین شده را به بیمار گارانتی می کند و بدون در نظر گرفتن فشار داخل سیستم تنفسی، مقدار تعیین شده را به بیمار می رساند که این موضوع خطر بروز ترومای فشاری(باروتروما) را در بیمار بالا می برد که برای رفع این مشکل، برای دستگاه زنگ خطری به نام حداکثر فشار p_{max} pressure limit,high pressure, upper و... در دستگاه های متفاوت) تنظیم می شود که در صورت تجاوز فشار راه هوایی از این مرز، آلارم دستگاه ما را از این امر باخبر کند. هر چند که مقادیر این مورد همانند معادل آن در cycling فشاری تعیین و تنظیم می شود، بسته به نوع دستگاه، لزوما فقط یک آلارم نبوده، بلکه تنفس (دم) را در صورت رسیدن به این حد نیز قطع می کند. دستگاه حجمی از هوا را که موظف است (صرف نظر از فشار راه هوایی)، در هر تنفس به بیمار خواهد دادکه به آن حجم جاری (tidal volume یا V_T) گفته می شود. مقدار معمول حجم جاری بین ml/kg ۸-۶ وزن بدن بیمار محاسبه می شود؛ ولی، محدوده آن می

تواند 5-10 ml/kg متغیر باشد که بر حسب علت پذیرش یا compliance پایین سیستم تنفسی، از همان ابتدا محدوده بالا یا پایین این مقدار در نظر گرفته می شود. برای سیستم تنفسی سختیا مقاوم(resistant) مانند آنچه که در مبتلایان به کانسرهای جدار قفسه سینه، قفسه سینه رادیوتراپی شده یا شدیدا سوخته و فیبروز ریه دیده می شود، ممکن است حجم های بالاتری برای باز کردن ریه لازم باشد. در مقابل، ریه های آسیب پذیر تر مانند ریه های دچار له شدگی (کنتوزیون)، آسیب حاد ریوی [acutelung injury (ALI)]، ادم ریوی با منشاء غیرقلبی [acute respiratory distress syndrome(ARDS)] یا قلبی یا سیستم تنفسی مستعد گیر افتادن هوا (air trappin) آنچه که در برونکوسپاسم حاد (آسم یا آنافیلاکسی) یا مزمن (COPD) دیده می شود، بایستی با حجم های کمتری ونتیله شوند. به ندرت، در برخی دستگاه های قدیمی، کلیدی برای تنظیم میزان حجم جاری وجود نداشته به جای آن تهویه دقیقه ای [minute ventilation(MV)]که حاصل ضرب حجم جاری در تعداد تنفس می باشد بایستی تنظیم شود. در cycling فشاری ، دستگاه تا جایی به بیمار حجم می دهد که فشار راه هوایی به حد تعین شده برسد.این حد، حداکثر فشار دمی[peak inspiratory pressure control] نام داشته در برخی دستگاه ها، با نام pressure control مشخص می شود برای تنظیم اولیه این حد، توصیه های زیر را می توانید به کار برید:

۲۰-۲۵ cm H_2O برای نوزادان، 25-30 cm H_2O برای شیرخواران،30-35 cm H_2O برای کودکان و ۴۰- ۳۵ برای بزرگسالان.

با اینکه در نگاه اول، PCV به دلیل احتمال کمتر باروتروما که بسیاری از مراقبین بهداشتی-درمانی از آن واهمه دارند، جذاب به نظر می رسد، احتمال بالاتر هیپوونتیلاسیون به دلیل سفتی قفسه سینه و بیماری زمینه ای ریه که خود زمینه ساز فشار بالای راه هوایی بوده بدون تحویل حجم لازم به بیمار، منجر به رسیدن هر چه سریع تر فشار راه هوایی به حد تعریف شده می شود، مشکل جدی تری است که استفاده ازاین نوع تهویه مکانیکی را در بزرگسالان و حتی کودکان پس از دوران شیرخوارگی کمتر مطلوب می کند؛ هر چند که در بزرگسالان نیز استفاده از آنمی تواند در شرایط ویژه ای بسیار کمک کننده باشد.

۲. Mode: به طور کلی مدها به سه دسته تقسیم می شوند:

الف. مدهای اجباری: در این مدها، دستگاه ونتیلاتور بدون توجه به تنفس های خود به خودی بیمار، مقدار تنفسی را که تنظیم شده (معادل حجم جاری یا PIP براساس cycling دستگاه) در فواصل زمانی مشخص براساس تعداد تنفس تنظیم شده، تحویل بیمار می دهد. تحت هر شرایطی، بیمار با ونتیلاتور تنفس کرده بهترین حمایت تنفسی در جهت رفع خستگی تنفسی از بیمار

فراهم می شود؛ ولی، به همان اندازه احتمال سرکوب شدن تنفس های خود به خودی و تحلیل عضلات تنفسی بیمار از سایر مدها بالاتر است و از این رو، نبایستی در درازمدت (بیشتر از ۳-۲ روز) به طور مداوم مورد استفاده قرار گیرد. معروف ترین مد این دسته assist controlled mechanical ventilation (ACMV) با نام دیگر assist control ventilation (ACV) می باشدکه در دستگاه های قدیمی تر ممکن است به جای آن باcontrolled mechanical ventilation (CMV) که کاملا اجباری است و بیمار اختیاری در آغاز یا ادامه تنفس ندارد، برخورد کنیم. در intermittent mechanical ventilation (IMV) که اختیاری تر است، علاوه بر این که بیمار می تواند مانند ACMV تنفس را آغاز کند، بلکه می تواند حتی حجم جاری تنفس را خودش تغییر دهد. Intermittent positive pressure ventilation (IPPV) نیز از همین دسته بوده در هر ونتیلاتوری معمولا یکی از این مدها وجود دارد. این دسته مدها فقط گاهی در شرایطی که تنفس های سطحی و سریع بیمار مانع ونتیلاسیون مناسبش می شود یا کاستن کار تنفسی در بیشترین حد ممکن موردنظر است، به کار می روند و در بسیاری از موارد، جای خود را به مدهای اختیاری داده اند.

ب. مدهای اختیاری: در این مدها نیز دستگاه ونتیلاتور مقدار تنفس تنظیم شده(معادل حجم جاری یا PIP براساس cycling دستگاه) را در فواصل زمانی مشخص براساس تعداد تنفس تنظیم شده، تحویل بیمار می دهد، ولی تنفس های خود به خودی بیمار را نیز در نظر می گیرد و بر اساس trigger تنظیم شده (در ذیل توضیح داده می شود)، تنفس های موثرتر بیمار را انتخاب کرده تقویتشان می کنداین تنفس ها در صورت آغاز دم توسط بیمار، توسط دستگاه شناسایی شده حتی اگر زمان تحویل تنفس بعدی توسط دستگاه باشد نیز، به اتمام آن توسط بیمار اجازه داده می شود و پس از آن تنفس خود ونتیلاتور تحویل بیمار می شود; لذا، خطر سرکوب شدن تنفس های خود به خودی بیمار کاهش می یابد، هر چند که به صفر نمی رسد. معروف ترین مد این دسته synchronized intermittent mechanical ventilation (SIMV) می باشد. تقریبا، در بیشتر موارد پس از انتوباسیون درست داخل تراشه، این مد انتخاب می شود.

ج. مدهای خود به خودی: برحسب نوع دستگاه، نام های spontaneous ، pressure (CPAP) continuouspositive airway، pressure support ventilation (PSV) یا ترکیبی از این نام ها ممکن است وجود داشته باشد. این مدها به ندرت در تنظیم اولیه انتخاب شده بیشتر در حین جداسازی بیمار از دستگاه مورد استفاده قرار می گیرند; این مدها ونیز bi-levelpositive airway pressure (BPAP) می توانند همراه با ماسک صورت ویژه با نام non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) تحت شرایط ویژه ای مورد استفاده قرار گیرند.

مهم ترین و پرکاربرد ترین مدی که برای آغاز کار توسط یک فرد غیرحرفه ای (شامل بخش اورژانس) توصیه می شود، SIMV است.

۳. **تعداد تنفس:** این پارامتر با RR (respiratory f (frequency), rate, rate) یا … نمایش داده می شود که واحد آن تنفس در دقیقه [breaths per minute (bpm) or /minute (/min)] بوده و به طور اولیه در بزرگسالان 8-12 ، کودکان 12-20 ، شیرخواران 20-30 و نوزادان 30-40 تنظیم می شود.

تعداد بالاتر از این مقادیر (high frequency ventilation) مانند بیشتر از ۱۶ در دقیقه برای بزرگسالان، از آنجایی که با کوتاه تر کردن زمان بازدم، به طور متناقض موجب ناکفایتی تهویه تنفسی (افزایش سطح CO_2) می شود، دیگر توصیه نمی شود و در بیمارانی که تنفس تند و در عین حال ناموثر و مزاحمی دارند، سرکوب تنفس خودبه خودی و تهویه تنفسی با سرعت های مذکور در فوق کمک کننده تر است. سرکوب تنفس های مزاحم بیمار با تجویز ضد درد، آرام بخش و نهایتا بلوک کننده عصبی – عضلانی در کنار استفاده از مقادیر نسبتا بالای trigger صورت می گیرد (جلوتر به آن خواهیم پرداخت).

۴. **ترکیب هوای ورودی:** آغاز کار با اکسیژن ۱۰۰٪ بوده سپس هر ۳-۲ دقیقه با توجه به شرایط بیمار کم می شود تا به کمترین مقداری که با آن، پالس اکسیمتری SPO_2 قابل قبول پیدا می کند، برسد. هدف اولیه، Fio_2 کمتر از ۶۰٪ و هدف نهایی، Fio_2 هر چند نزدیک تر به ۲۱٪ است; البته، گاهی شرایط بیمار نیاز به اکسیژناسیون بیشتری را علی رغم اشباع بالای خون سرخرگی ایجاب می کند، مانند آنچه که در مسمومیت با گازهای سمی دیده می شود که در چنین شرایطی، اکسیژن به طور رقابتی جایگزین گاز مذکور شده جدایی آن را از هموگلوبین تسریع و تسهیل می کند. در صورت نیاز به مقادیر بالاتر اکسیژن، رادیکال های آزاد اکسیژن ایجاد می شوند که روی مغز، ریه و سایر اعضای بدن اثر سمی خواهد داشت; استفاده از احیاکننده هایی چون استیل سیستئین با دوز ۱۲۰۰-۶۰۰ میلی گرم، ۳-۲ بار در روز با توجه به ایمن بودن آن و احتمال پیشگیری یا کاهش چنین عوارضی، می تواند معقولانه باشد.

۵. **نسبت زمانی دم به بازدم (I/E ratio):** یک فرد سالم هم در شرایط مختلف، با توجه به نیازهای بدنی اش، با نسبتهای مختلفی نفس می کشد که معمولا، به زمان بازدمی حداقل ۲ برابر زمان لازم برای دم نیاز دارد. این نسبت در استفاده از تهویه مکانیکی نیز متفاوت بوده قابل تحمل ترین نسبت برای یک بیمار بدون هیپرکاپنی مداوم (مثلا در اثر برونکوسپاسم قابل توجه) یا هیپوکسمی مقاوم (مانند آنجه که در ARDS دیده می شود)، ۱:۲ است; یک دوره تنفسی با سرعت ۱۰در دقیقه به شرح زیر تقسیم می شود: ۶ ثانیه زمان به هر تنفس اختصاص می یابد که ۳ ثانیه از آن وقفه بین دو تنفس بوده ۳ ثانیه دیگر صرف تنفس می شود. ٪۲۵ زمان هر تنفس به دم، ۱۰٪ آن به وقفه دمی(pause) و۶۵٪ باقی مانده به بازدم می رسد(شکل۱). در این نسبت، pause زمان قرارگیری اکسیژن در مجاورت آلوئل است و اجازه

انتشار بهتر آن را می دهد. ۱ ثانیه اختصاص یافته به دم شامل زمان دم و pause است. بسته به نوع ونتیلاتور، یک یا چند پارامتر از موارد مذکور در فوق قابل تنظیم است. در افراد با مشکل ونتیلاسیون که مشکل اصلی در دفع CO_2 است، دم کوتاه تر و طول مدت بازدم طولانی تر (نسبت۱:۳ ، ۱:۴ یا حتی ۱:۵) انتخاب می شود که برای این امر، ابتدا از مدت زمان pause کم می کنیم، چون این افراد مشکلی در اکسیژناسیون نداشته و فقط هدف، خارج کردن CO_2 اضافه است. از طرف دیگر، در افراد هیپوکسیک، دم طولانی تر و بازدم کوتاهتر به اکسیژناسیون کمک خواهد کرد که گاهی ممکن است حتی دم طولانی تر از بازدم [revers I/E ratio یا invers respiratory ventilation (IRV)] مورد استفاده قرار گیرد که البته بیمار جهت تحمل این الگوی نا متناسب تنفسی، حتما نیاز به تسکین و بی درد سازی (sedation and analgesia) مناسب خواهد داشت .

در برخی دستگاه ها، علاوه بر پارامترهای فوق الذکر یا حتی فقط به تنهایی، سرعت جریان هوای دمی(flow) نیز بایستی تنظیم شود و بدون تغییر دادن آن، پارامترهای فوق از محدوده ی مشخصی خارج نمی شوند. مقدار اولیه برای آغاز کار بر اساس وضعیت بالینی بیمار به ویژه میزان اکسیژناسیون وی تنظیم می شود; مقادیر کمتر از ۳۰ لیتر در دقیقه برای آغاز کار پسندیده نیست و مقادیر بالاتر از ۵۰ L/min می تواند اکسیژناسیون را مختل کند. ۴۰ L/min برای آغاز کار مناسب بوده در صورت وجود مشکل در اکسیژناسیون، می توان مقدار آن را کاهش داد و در صورت بروز یا بدتر شدن هیپرکاپنی، مقدارش را افزایش داد; تاثیر مقدار آن روی نسبت دم به بازدم بر روی صفحه نمایشگر قابل مشاهده است.

۶. **PEEP/CPAP**: به طور معمول، آلوئل ها در انتهای بازدم با یک فشار مثبت به نام continuouse positive airway pressure (PEEP) یا positive end –expiratory pressure (PEEP) بازمانده روی هم نمی خوابند تا آتلکتازی ایجاد نشود. این فشار در فردی که تحت تهویه مکانیکی قرار می گیرد نیز بایستی لحاظ شود. این دو لفظ در بسیاری از موارد به جای هم به کار می روند; هر چند که در تنفس های خود به خودی، از واژه CPAP و در تنفس های تحویلی دستگاه، از واژه PEEP استفاده می شود. مقدار تنظیم شده این فشار را از بازگشت عقربه، مارکر یا منحنی (بر حسب نوع دستگاه) و تفاوت آن از صفر می توانید حدس بزنید که معمولا در تنظیم اولیه، ۵-۳ cm H_2O لحاظ می شود. این مقدار به طور فیزیولوژک نیز وجود داشته معمولا مشکلی از نظر همودینامیک برای بیمار ایجاد نمی کند، ولی مقادیر بالاتر به ویژه به طور ناگهانی و اولیه می تواند با افزایش قابل توجه فشار داخل قفسه سینه و در نتیجه آن، از طریق کاهش بازگشت وریدی، هم باعث اختلال همودینامیک شود و هم خون سر و گردن را به بالا پس زده فشار داخل جمجمه [intera- cranial pressure (ICP)] را افزایش دهد. بازنگه داشتن آلوئل ها سطح انتشار

اکسیژن را افزایش داده اکسیژناسیون را بهبود می بخشد. بنابراین، مقدار آن را در صورت نیاز (هیپوکسمی مقاوم)، به تدریج و با فواصل زمانی کافی جهت هماهنگ شدن و تحمل بیمار، ابتدا تا ۱۰ و سپس تا حداکثر 15 cm H_2O افزایش دهید; مقادیر بالاتر به هیچ وجه توصیه نشده این مقادیر حداکثر نیز در اسرع وقت بایستی پایین آورده شوند.

۷. **Pressure support** یا **assisted spontaneous breathing (ASB)**: یک جریان هوای ثابت برای غلبه بر مقاومت راه های هوایی کوچک و بزرگ می باشد که منجر به کم شدن فضای مرده (dead space) سیستم تنفسی می گردد و بدین ترتیب، کفایت تهویه ای را افزایش می دهد. این امر را می توان با کمتر شدن فاصله حجم جاری دمی از حجم جاری بازدمی دید که با افزایش این پارامتر، کمتر و کمتر می شود. در صورت زیاد بودن این فاصله، اگر پس از بررسی لوله تراشه، رابط ها و لوله های دستگاه، نشتی مشاهده نشد، بیمار از ASB بهره خوبی خواهد برد و از این طریق می توان فضای مرده را کاهش داد. اسامی دیگر این پارامتر در دستگاه های مختلف، above PEEP یا int.PEEP می باشدو الزاما در همه بیماران لحاظ نمی شود، هرچند که در دراز مدت، موفقیت جدا شدن از ونتیلاتور را افزایش می دهد. ASB در هر مقداری قادر به مختل کردن همودینامیک می باشد; لذا، استفاده از آن در بیمارانی که وضعیت پایداری ندارند، توصیه نمی شود. مقدار$cm\ H_2O$ ۱۰-۱۵ برای آغاز کار مناسب بوده افزایش تدریجی آن با مقادیر cm H_2O ۵ هر چند ساعت (و حتی روزانه) تا معمولا cm H_2O ۲۰ کافی است. مقادیر بالاتر از cm H_2O ۲۵ برای افراد غیر حرفه ای توصیه نمی شود.

۸. **trigger**: در واقع بیانگر حساسیت دستگاه به فعالیت تنفسی خود به خودی بیمار است که مقدار آن معمولا با flow (با عدد مثبت) یا فشار (با عدد منفی) تعیین می شود. در دستگاه های مختلف، این دو می توانند دکمه تنظیم جداگانه و یا مشترک داشته باشند که در حالت دوم، عدد آن به صورت قدر مطلق نشان داده می شود. trigger نشان دهنده ی میزانی از تنفس است که از جانب دستگاه موثر تشخیص داده شده تقویت می شود. وقتی تنفس بیمار چنان موثر است که می تواند سرعت جریان هوا را در طول دم به عدد تنظیم شده برساند (flow trigger) یا فشار را هوایی را به اندازه عدد تنظیم شده پایین بیاورد (pressure trigger)، این تنفس توسط ونتیلاتور جدی تلقی شده تقویت خواهد شد. بنابراین، خاموش(off) کردن trigger بدین معنی است که دستگاه به هیچ عنوان، تنفس های بیمار را با هر کیفیتی، نفس حساب نکند و فقط با تنظیمات خودش به بیمار تنفس بدهد. trigger پایین باعث می شو که دستگاه تنفس های بسیار کم توان بیمار را نیز شناسایی و تقویت کند و بنابراین، برای آغاز کار به ویژه در حضور ضعف شدید یا فلج عضلات

تنفسی، مناسب است. هرگاه بیمار بتواند trigger کافی(معمولا۵یا بیشتر)ایجاکند، نشان دهنده کفایت تنفسی و آمادگی وی برای جداشدن از ونتیلاتور است.

Triggering ناکافی می تواندبه asynchrony منجر شود که تنفس های تحویل شده از طرف دستگاه با تنفس های خودبه خودی بیمار هماهنگ نمی شود. این امر می تواند به دلیل بالا بودن pressure support,trigger , حجم جاری یا PH نیز باشد. بهترین برخورد درمانی در چنین مواردی، افزایش دادن وقفه تنفسی است. گاهی، طولانی بودن دم(کم بودن(flow)باعث آسینکرونی است که به راحتی قابل اصلاح است. گاهی triggering دوگانه باعث تحویل و تنفس پی در پی از دستگاه می شود که با افزایش دادن trigger دستگاه قابل برطرف شدن است. با توجه به توضیحات بالا، آغازکار با اعداد پایین (۲) توصیه می شود و روزانه یا حداکثر روزی ۲ بار، یکی یکی افزایش داده می شود; هر چند که اگر بیمار از ابتدا نفس های خوبی دارد، می توان از همان ابتدا ۵-۴ را انتخاب کرد. خاموش کردن trigger یا انتخاب بیشترین مقدار ممکن و سپس تنظیم تعداد تنفس دستگاه بیشتر از تعداد تنفس بیمار به منظور سرکوب تنفس های تند و ناموثر بیمار یا به قصد کاهش کارتنفسی مثلا در حضور شوک، به دلیل خطر بروز ادم ریوی ناشی از فشار منفی (negative pressure pulmonary edema)، دیگر توصیه نمی شود و بهتر است به جای آن، سرکوب تنفس های بیمار با مخدر(مورفین) و آرام بخش(دیازپام) و سپس اگر جواب نداد (به شرط عدم هوشیاری بیمار) با بلوک کننده های عصبی-عضلانی (پانکورونیوم) انجام شود.

۹. **عملکردهای دیگر:** بسیاری از ونتیلاتورها توانایی تجویز اکسیژن ۱۰۰ ٪ (مثلا پیش از ساکشن راه هوایی)، نگه داشتن دم و یا بازدم را دارند که می توانند حین گرفتن گرافی برای منظورهای ویژه، درمان آتلکتازی و...مورد استفاده قرار گیرند.

آنالیز گازهای خونی

به طور معمول، وضعیت اکسیژناسیون بیمار را می توان با پالس اکسیمتری پیگیری کرد و مقادیر پایین را با آنالیز گازهای خون شریانی رد یا تایید نمود. هرچند، پایش کفایت تهویه ای با دانستن سطح سرمی بی کربنات سدیم و میزان دی اکسید کربن هوای بازدمی [end- tidal CO_2 ($ETCO_2$)] امکان پذیر است، ولی اندازه گیری این دو پارامتر به طور روتین انجام نمی شود. بنابراین، ناگزیر از استفاده از خون شریانی یا وریدی [برحسب نیاز به فشار سهمی اکسیژن شریانی (paO_2) و میزان اشباع اکسیژن خون شریانی (O_2 saturation)] هستیم. این آزمایش حداقل ۲۰ دقیقه پس از آخرین تغییراتی که به

ونتیلاتور داده می شود، به حالت تعادل می رسد؛ بنابراین، برای اطمینان از جواب آن، بایستی این حداقل فاصله زمانی را رعایت نمود. یک راه ساده برای پی بردن به شریانی[arterial blood gasses (ABG)] یا وریدی [venous blood gasses (VBG)] بودن نمونه خون گرفته شده، مقایسه O_2 saturation آن با SPo_2 پالس اکسیمتر است. در یک ABG ، ابتدا PaO_2 و O_2 saturation را جهت آگاه شدن از وضعیت اکسیژناسیون بیمار که اهمیت بیشتری دارد، مورد توجه قرار دهید.

جدول ۱: بررسی وضعیت اکسیژناسیون بیمار

	PaO_2 (mm Hg)	O_2 saturation (%)
نرمال	**80-100**	**۹۴-۹۸**
هیپوکسمی	**<60**	**<90**
هیپراکسمی	**>100**	**>98**
قابل قبول برای بیماران مزمن ریوی	**60-70**	**۹۰-۹۴**
قابل قبول برای سالمندان	**70-80**	**۹۴-۹۸**

پس از آن، با در نظر گرفتن PH ،Pco_2 و غلظت بی کربناتHCO_3^-)، وضعیت اسید و باز را تعیین کرده در مورد تنظیم مجدد ونتیلاتور، تجویز دارو یا اقدامات دیگر تصمیم گیری نمایید(جدول۲). PH خون وریدی۰ ۲/۰ کمتر از خون شریانی هم زمان بوده Pco_2 آن mm Hg ۵ بیشتر است و غلظت بی کربنات آن در محدوده وسیع تری می تواند باشد(meq/l ۲۸-۲۰).

توجه داشته باشید که جبران یک اسیدمی با یک آلکالمی یا بالعکس نمی تواندPH را به محدوده نرمال برساند و فقط به آن نزدیک می کند. همچنین، این جدول راهنمایی برای تفسیر سریع آنالیز گازهای خونی است و دقت آن۱۰۰ ٪ نیست؛ برای راحتی کار، از فرمول های پیچیده و پارامترهای دیگر این آزمایش چون BE و BE ecf که گاهی بسیار کمک کننده است، صرف نظر شده است.

جدول۲: بررسی وضعیت اسید و باز بیمار

PH										
>7.5	7.45-7.5		7.35-7.45			7.3-7.35		<7.3	
آلکالوز مختلط	آلکالوز مختلط	آلکالوزجبران شده		نرمال	مختلط		اسیدوز جبران شده		اسیدوز مختلط	اسیدوز مختلط	
		متابلیک	تنفسی		اسیدوز تنفسی+ آلکالوزمتابلیک	اسیدوزمتابولیک +آلکالوز تنفسی	تنفسی	متابلیک			
40<یا کمتر ازحد مورد انتظار	<40	>40	<40	۴۰	>۴۰	<40	>40	<40	>40	>40	Pco_2
24<یا بیشتر از حد مورد انتظار	>24	>24	<24	۲۴	>24	<24	>24	<24	<24	24>یا کمتر از حد مورد انتظار	HCO_3^-

هیپوکسمی

در بیماری که طبق شرایط مذکور در جدول ۱، اکسیژن رسانی کاغی به نظر نمی رسد، اقدامات زیر را به ترتیب زیر انجام دهید؛ فاصله هر مرحله با مرحله بعدی به شرایط بیمار بستگی دارد، ولی معمولا، در حد چند دقیقه است:

۱. از باز بودن راه هوایی و محکم بودن وفقدان نشست اتصالات اطمینان حاصل کنید؛ در صورت نیاز، یک گرافی اورژانس قفسه سینه (جهت رد تشخیص هایی چون پنوموتوراکس) را در نظر داشته باشید.

۲. FIO_2 را به 100٪ برسانید.

۳. تعداد تنفس را در حد معمول (ترجیحا ۱۰در دقیقه) تنظیم کرده از کافی بودن حجم جاری اطمینان حاصل کنید.

۴. معمولا تجویز آرام بخش و ضد درد (sedation and analgesia) برای تحمل مراحل بعدی و از بین بردن تنفس های ناموثر و مزاحم بیمار لازم است; trigger را تا ۵افزایش دهید.

۵. PEEP/CPAP را اضافه کنید; در صورتی که کمتر از H_2O cm ۵ است، به ۷ و در صورتی که H_2O cm ۵ یا بیشتر است، به ۱۰برسانید.

۶. Flow را تا ۳۰ L / min کم کنید[مدت زمان دم (T_1) را زیاد کنید; می توانید ابتدا، زمان وقفه دمی(T_p) را تا ۲۰ % و زمان دم را تا ۳۰ % افزایش داده L/E ratio را به ۱:۱ برسانید].

۷. PEEP/ CPAP را به H_2O cm ۱۵ برسانید.

۸. reverse I / E ratio (مثل%35:T_Iو ۳۰% :TP) ایجاد کنید (L/E=2:1).

۹. PEEP/ CPAP را به H_2O cm ۲۰ برسانید.

۱۰. بیمار را با احتیاط (اکستوبه نشود) در وضعیت دمر (prone) قرار دهید تا zone های ریه تغییر موقعیت دهند.

۱۱. در صورت شکست مراحل فوق، تنها راه باقی مانده extra-corporeal membrane oxygenation (ECMO) است.

در صورتی که در هر مرحله ای، هیپوکسمی رفع شد، به ترتیب و از همان مرحله به سمت ابتدا، تنظیمات ونتیلاتور را به حالت معمول برگردانید; بدیهی است که نبایستی در این امر شتاب کنید.

احتباس دی اکسید کربن (CO_2 retention)

احتباس CO_2 به اندازه هیپوکسمی خطرناک نبوده جهت ایجاد عوارض جدی به ساعت ها زمان نیاز دارد.بنابراین، در صورت وجود هم زمان هر دو اختلال، ابتدا توجه خود را معطوف اصلاح هیپوکسمی کنید که سریعا می تواند عوارض جدی و برگشت ناپذیری ایجاد کند. هیپوونتلاسیون در حضور تاکی پنه هم می تواند رخ دهد; در صورتی که تنفس ها ناموثر و سطحی باشند که در چنین شرایطی، سرکوب این تنفس ها به روشی که پیشتر گفته شد، لازم است. در بیشتر موارد، برونکوسپاسم مسبب احتباس CO_2 بوده در کنار اقدامات زیر، درمان دارویی برونکوسپاسم نیز بایستی صورت گیرد. حداقل، ۲۰دقیقه پس از هر بار مرحله، آنالیز گازهای خونی انجام دهید.

۱. ابتدا حجم جاری را به حداکثر مناسب با شرایط بیمار رسانده تعداد تنفس را تا 12 bpm افزایش دهید; T_1 و T_2 را به ترتیب به ۲۰ ٪ و ۵٪ کاهش داده L/ E ratio را به ۱:۳ وflow را به ۵۰ L/ min برسانید; در صورتی که بایستی T_1 تنظیم شود، آن را تا ۸ /. ثانیه کاهش دهید; ASB را 5 cm H_2O افزایش دهید.

۲. تعدادتنفس را تا ۱۴ bpm افزایش دهید; T_p را صفر کرده L / E ratio را به ۱:۴ برسانید و flow را به ۶۰ L/ min برسانید; در صورتی که بایستی T_1 تنظیم شود، آن را تا ۶/. ثانیه کاهش دهید; ASB را H_2O cm ۵ دیگر افزایش دهید.

۳. ASB را تا H_2O cm ۳۰ افزایش دهید.

Weaning

لازم نیست برای جدا کردن همه بیماران از ونتیلاتور، پروسهWeaning انجام شود؛ به عنوان مثال، در مسمومیت ها که پادزهر تجویز شده بیمار در سیر بهبودی قرار دارد و تنفس های موثر وی دوباره ایجاد شده اند، یا در بیماری که به دلیل اسپاسم حاد راه هوایی انتوبه شده و حال، مشکل وی برطرف شده یا هر بیماری را که در طی ۴۸-۲۴ ساعت اول موفق به رفع مشکل وی شده ایم، می توان بلافاصله از دستگاه جدا کرد. بیماری که طولانی مدت به دستگاه متصل بوده باید به آهستگی از ونتیلاتور جدا شود که به این پروسه، Weaning اطلاق می شود.

برایWeaning باید شرایط زیر موجود باشد:

۱. علت اولیه ای که تهویه مکانیکی را ایجاب کرده است، بایستی برطرف شده باشد.

۲. اکسیژناسیون بیمار کافی باشد(هیپوکسیک نباشد).

۳. PH شریانی بیشتر از۷,۲۵ باشد.

۴. همودینامیک بیمار پایدار بوده بیمار در شوک نباشد (گرچه، این امر نیازمند استفاده از وازوپرسورها باشد).

۵. با۵ ≥trigger بتواند تنفس های موثری ایجاد کند.و شرایط زیر بهتر است موجودباشد:

۱. هوشیاری بیمار به حد پایدار و ثابت رسیده باشد؛ بنابراین، برخی بیماران غیرهوشیار را نیز می توان Wean کرد.

۲. اختلال الکترولیت نداشته باشدو یا اصلاح شده باشد.

۳. هر نوع عفونتی کنترل شده باشد (تب و لکوسیتوز را می توان معیار مناسبی قرار داد).

۴. امکانات موجود، اجازه مراقبت دقیق را در طی چند ساعت پس از جداسازی بیمار از دستگاه بدهد.

داروهایی که در Weaning به ما کمک می کنند شامل موارد زیرند:

۱. استازولامید: به ویژه در حضور آلکالوز متابولیک

۲. متیل گزانتین ها: با تقویت عضلات تنفسی؛ بروز یا وجود از پیش تاکی کاردی، مصرف آنها را محدود می کند.

۳. آلبوترول (سالبوتامل): با تقویت سیستم تنفسی بیمار و برطرف کردن برونکوسپاسم د ر صورت وجود

۴. ایپراتروپیوم بروماید (آتروونت): با تقویت سیستم تنفسی بیمار و برطرف کردن برونکوسپاسم در صورت وجود و نیز کاهش ترشحات بیمار

۵. پروژسترون ها: با تقویت مرکزی و محیطی سیستم تنفسی بیمار

۶. اریترومایسین: با اثر ضد التهابی روی مخاط تنفسی

۷. استیل سیستئین: با رقیق کردن ترشحات بیمار؛ به همراه آتروونت به دنبال آن، جهت خشکاندن ترشحات رقیق شده

۸. در نظر داشته باشید که مدت زمان مورد نیاز برای Weaning نسبت مستقیم با مشکلات تنفسی، ناتوانی ها، بیماری های زمینه ای و مدت زمانی که بیمار تحت تهویه مکانیکی قرار داشته دارد؛ با توجه به این شرایط، فاصله بین تنظیمات می تواند از چند ساعت تا روز متغیر باشد. اصولا، حداقل ۲۰دقیقه پس ازهر تغییری که در تنظیمات ونتیلاتور می دهید (به ویژه در حین weaning)، نیاز به آنالیز گازهای خونی دارید. اسیدوز تنفسی خفیف به شرط این کهPH چندان اسیدی نباشد، منعی برای ادامه Weaning نیست، هر چند که سرعت انجام آن را کم می کند. شتاب زدگی بی مورد در انجام weaning معمولا با شکست همراه شده موفقیت آن را به تاخیر می اندازد. هیچ گاه، بیش از یک پارامتر را در یک زمان کاهش ندهید و کاهش یک پارامتر نباید بیشتر از۲۰ ٪ مقدار آن باشد. فرض بر این است که در طول زمانی که بیمار به ونتیلاتور وصل بوده، trigger وASB تا اندازه مناسب (به ترتیب حداقل۵ و ۱۵) افزایش یافته و بیمار تنفس های موثری ایجاد کرده است. حجم جاری را به حداقل مناسب رسانده متعاقبا، کم کم (حداکثر۲۰ ٪) تعداد تنفس را کاهش دهید. اگر در این حین بیمار هیپوکسیک شد، ابتداFIo_2 وسپس در صورت نیاز، PEEP/ CPAP را افزایش دهید. وقتی بیمار تعداد تنفس ۵ را تحمل کرد، می توان دستگاه را روی مد خودبه خودی گذاشت؛ هرچند که در بیماران COPD به ویژه اگر طولانی مدت تحت تهویه کمکی بوده اند، بهتر است یکباره از ۵ به صفر نرسانده بلکه پله به پله این اقدام را انجام دهید. پس از رساندن ASB به H_2O cm 10-15 و PEEP/ CPAP بهH_2O cm ۵ ، می توان بیمار را از ونتیلاتور جدا کرد. روش آلترناتیو برای weaning ، استفاده از مدهای خود به خودی یا حتی جداسازی موقت از ونتیلاتور با زمان

های کم می باشد که به تدریج، زمان آن را افزایش داده فواصل آنها را کاهش می دهند. استفاده از این روش به سبب افزایش کار تنفسی و خستگی بیمار، کمتر توصیه می شود.

تهویه غیرتهاجمی با فشار مثبت

Non- invasive positive pressure ventilation (NPPV) به نوعی تهویه کمکی گفته می شود که ونتیلاتور بدون نیاز به اقدامات پیشرفته جهت باز کردن راه هوایی، همچون لوله گذاری داخل تراشه یا هرگونه معادل آن و معمولا به کمک یک ماسک که خوب با ابتدای راه هوایی چفت شده، به تهویه تنفسی بیمار کمک می کند. اغاز تنفس با بیمار بوده این تنفس ها به کمک ونتیلاتور تقویت می شوند. بنابراین، در این نوع تهویه کمکی معمولا از مدهای خودبه خودی استفاده می شود؛ هرچند که ممکن است به ندرت از مدهای اختیاری یا حتی نادرتر از آن از مدهای اجباری استفاده شود.NPPV هرچند که بیشتر از مرحله حاد، در مرحله نگه دارنده و حتی در منزل بیمار(مثلا به طور متناوب و به ویژه هنگام خواب در بیماران دچارCOPD یا آپنه خواب) کاربرد دارد، در هرنوع نارسایی تنفسی، چه هیپوکسمیک و چه هیپرکاپنیک و نیز در نوع ترکیبی نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ یکی از موارد رایج، استفاده ار آن پس از اکستوباسیون (در صورت وجود هیپوکسمی و یا هیپرکاپنی) است. نیاز به اداره پیشرفته راه هوایی کنتراند یکاسیون مطلق استفاده از آن است.

کنتراندیکاسیون های نسبی عبارتنداز:

1.ایست قلبی و یا تنفسی

۲. اختلال شدید هوشیاری (به جز انسفالوپاتی هیپرکاپنیک) ، عدم وجود همکاری مناسب بیمار

۳. ناتوانی در باز نگه داشتن راه هوایی یا اداره ترشحات، خطر بالای آسپیراسیون

4.آسیب، بد شکلی یا هر مشکل دیگری در فک و صورت که استفاده از ماسک یا معادل آن را ناممکن کند

5.نارسایی سیستم دیگری غیر از تنفس

a . انسفالوپاتی شدید (GCS< ۱۰)

b . خونریزی شدید گوارشی فوقانی

c . ناپایداری همودینامیک یا دیس ریتمی ناپایدار قلبی

۶.آناستوموز اخیر مری

۷. پیش بینی نیاز به حمایت تهویه ای دراز مدت

در هنگام بررسی موارد استفاده و نیز عدم استفاده ، شرایط موجود برای این کار اهمیت زیادی داشته تجربه مراقبین و قضاوت بالینی تجویز کننده نقش بسیار مهمی دارد؛ هرچند که در صورت وجود بیش از یک کنتراندیکاسیون نسبی، توصیه می شود از آن صرف نظر کرده اداره پیشرفته راه هوایی و تهویه مکانیکی تهاجمی را پیش بگیریم. حتی در بهترین شرایط، با تجربه ترین متخصصین در این زمینه نیز، میزان شکستی بالای ۳۰ ٪ گزارش کرده اند. وجود هر کدام از شرایط زیر احتمال موفقیت را افزایش می دهد:

۱.بیمار جوان تر

۲.وضعیت عصبی بهتر؛ همکاری بیشتر

۳.شدت(امتیاز APACHE) کمتر بیماری

۴.هیپرکاربی کمتر(Pco2< ۹۲)

۵اسیدوز کمتر (PH> ۷,۱)

۶.نشست کمتر هوا؛ وضعیت بهتر دندان ها

۷. بهبود تبادل هوا و تعداد تنفس و ضربان قلب در عرض ۲ ساعت پس از آغاز کار

برای آغاز کار، به ونتیلاتوری با امکان تحویل این نوع تهویه کمکی (توانایی ایجادflow دمی بالای ۱۰۰ L / min) و نیز میانجی اتصال (interface) مناسب برای بیمار نیاز است. این نوع تهویه کمکی می تواند از راه دهان و بینی با هم (oro– nasal) یا فقط از راه بینی (nasal) تحویل شود. نوع اول با ماسک صورت امکان پذیر است که می تواند از پل بینی تا بالای چانه، همه صورت یا همه سر(helmet) را در بر گیرد. میانجی بینی می تواند به صورت ماسک یا دو شاخه(nasal plug) باشد. شکل های ۲ و۳ همه انواع میانجی را نشان می دهد. انواع oro-nasal نشت کمتری داشته از این رو، به ویژه در کاهش دادن CO_2 موثرترند، در حالی که احتمال rebreathing بالاتر بوده پایش بیمار از نظر آسپیراسیون امکان پذیر نمی باشد. انواع nasal توسط بیمار بهتر تحمل شده امکان تکلم، خوردن و نوشیدن را برای بیمار فراهم می کنند؛ ولی، گذرگاه تنگ تر بینی تهویه را محدود می سازد.

انتخاب مد مناسب:همان گونه که گفته شد، هر نوع مدی می تواند برایNPPV مورد استفاده قرار گیرد؛ ولی، مدهای خودبه خودی بیشتر از سایرین به درد این کار می خورد.مدهای خودبه خودی راحت تر توسط بیمارتحمل شده،

ناهماهنگی(asynchrony) کمتری بین بیمار و ونتیلاتور پیش می آید. بسته به نوع نارسایی تنفسی، برای بهبود اکسیژناسیون، از مد CPAP و برای بهبود تهویه و دفع بهتر CO_2 از مد PSV استفاده می شود. در بسیاری از موارد، در صورت استفاده از هرکدام از این مدها، پارامتر دیگر نیز قابل تعبیه بوده و در برخی دستگاه ها نیز ترکیب این دو با عنوان مد خود به خودی (spontaneous) وجود دارد. هر چند که برای همه این ها می توان یک back-up تنظیم کرده یک حداقل تهویه دقیقه ای با احتساب تعداد تنفس و حجم جاری تعریف کرد، مد بهتر برایاین کار BPAP (dual PAP است که علاوه بر همه کارهای فوق، تنظیمات دیگری نیز می توان به ان اضافه کرد. به جهت پیچیدگی و نیاز به تخصص بالا، از مد airway pressure release ventilation (APRV) و تنظیمات مربوطه(P_{high} ,T_{low}, T_{high},P_{low}) صرف نظر می شود؛ هرچند که در صورت تسلط به BPAP ، این مد را نیز می توان تنظیم کرد.

بیمار باید در وضعیت نشسته یا نیمه نشسته (حداقل۳۰ درجه) قرار داده شده با بند های نه چندان محکم (یکی دو انگشت از زیر آنها قابل عبور باشد) از ناحیه سر به تخت یا صندلی اش بسته شود. مقدار سهمی اکسیژن(Fio_2) ، تعداد تنفس و حجم جاری زمینه همانند آن چه که در مبحث پیشین گفته شد، بسته به نوع دستگاه، یا ASB CPAP (PS) و یا به جای آنها به ترتیب، الفاظ فشار دمی[(IPAP) inspiratory positive airway pressure] و فشار بازدمی [(EPAP) expiratory positive airway pressure] به کار می رود. برای آغاز کار، فشار دمی رویH_2O cm ۱۲-۸و فشار بازدمی روی H_2O cm 5-3تنظیم شده به تدریج به همان روالیکه در مبحث پیشین گفته شد، افزایش می یابدتا اکسیژناسیون بیمار بهبود یافته (SPO_2 به ۹۰ ٪ برسد)، زجر (دیسترس) تنفسی اش کم شود و هماهنگی (synchrony) حاصل شود.تجویز آرام بخش کوتاه اثر با دوز پایین به بیمار آژیته ممکن است لازم شود. Trigger در حدی افزایش داده می شود که asynchrony ایجاد نشود. یا به حد اقل برسد. به خاطر داشته باشید که پایش مکرر بیمار با مونیتور قلبی و پالس اکسیمتری و بررسی میزان نشت هوا و تنظیم مکرر بندها در صورت نیاز، تشویق و دادن اطلاع از وضع موجود به بیمار، آنالیز گازهای خونی و تغییرات تنظیم دستگاه بر اساس شرایط بیمار سنگ بنای موفقیت این نوع از تهویه کمکی است. اصول جداسازی از ونتیلاتور در این نوع تهویه کمکی نیز مانند سایرین است.

منابع بیشتر برای مطالعه

1. U_p ToDate

2. Roberts and Hedges، Clinical procedures in emergency medicine. Saunders USA. 2010, 5th ed.
3. WWW.medscape.com

تهیه کننده: آموزش پرستاری بیمارستان شهید فقیهی