

2nd Edition
چاپ دوم

ویلیام اوونز

کتاب

ونٹیلاتور

مرؤت گیوی

ترجمہ
Arjomiac

کتاب ونتیلاتور

توجه :

کتاب حاضر حاصل زحمات مروّت گیوی، کارشناس ارشد آموزش داخلی و جراحی می باشد. فایل کتاب حاوی اطلاعات DRM (مدیریت حقوق دیجیتال) است. وقتی برای اولین بار فایل را باز می کنید، کد شناسایی کتاب به همراه آدرس IP سیستم شما ذخیره شده و زمانیکه آنلاین شوید، به سرور انتشارات ترجمک انتقال می یابد.

خواهشمند است به حقوق نگارنده و انتشارات ترجمک احترام گذاشته و از توزیع بدون مجوز فایل کتاب اجتناب نمایید. شما با خرید و دانلود این کتاب موافقت نموده اید که اطلاعات فایل DRM به سرور انتشارات ترجمک انتقال یابد و در صورت محرز شدن نقض حقوق صاحب اثر، کلیه خسارات حاصله در طی فرآیند حقوقی و مطابق قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان و ناشران جمهوری اسلامی (مصوب دوازده اسفند ۱۳۶۵ یا بعد از آن) از شما دریافت شود.

از اینکه با عرضه مقرون به صرفه کتاب های الکترونیک و شکوفایی انتشارات ترجمک همیاری می کنید، سپاسگزاریم.

کتاب ونتیلاتور

برای تهویه مکانیکی

ترجمه

مرّوت گیوی

کارشناس ارشد آموزش داخلی و جراحی

چاپ دوم

بهار ۱۴۰۰



شناسنامه کتاب

نام کتاب: کتاب و تیبلا تور

نویسنده: ویلیام اوونز

ترجمه: مروت گیوی - کارشناس ارشد داخلی و جراحی

ناشر: انتشارات ترجمک

صفحه آرایبی: انتشارات ترجمک

طراحی جلد: محمدحسین گیوی

نوبت چاپ: چاپ اول، ۱۴۰۰

قیمت: ۱۸۰۰۰ تومان

چاپ: گروه نشر الکترونیک ترجمک

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۸۰۲۱-۷-۵

تلفن تماس: ۰۹۱۸۱۵۰۶۱۰۰

تارنمای اینترنتی: <https://tarjomac.com>

ISBN:978-622-98021-7-5



پیشگفتار

ساعت ۳:۳۰ صبح در ICU است. بخش اورژانس بیمار جوانی را با تب ناگهانی، سفتی عضلات و دیسترس تنفسی پذیرش کرده است. بیمار اینتوبه شده و آلارم ونتیلاتور مرتب صدا می دهد. رادیوگرافی قفسه سینه مثل شیشه بخ زده است. تنفس درمانگر می پرسد: دکتر می خواهید تنظیمات ونتیلاتور چی باشد؟

کتاب حاضر به عنوان مرجع سریع تنظیم ونتیلاتور مناسب است. سازماندهی کتاب به شرح زیر است:

- بخش اول: مروری بر مشکلات بالینی نیازمند ونتیلاتور و یازده دستورالعمل خلاصه و مفید تهویه مکانیکی

- بخش دوم: آموزش تهویه مکانیکی و مدهای تهویه مکانیکی، طریقه تنظیم ونتیلاتور

فصول کوتاه بوده و هر کدام را می توان در طی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه خواند. کتاب ونتیلاتور در ۱۶ فصل کوتاه و خلاصه و یک ضمیمه حاوی فرمول ها و معادلات مهم تهویه مکانیکی و ونتیلاتور تدوین شده است. مخاطبان این کتاب را کلیه کسانی که با ونتیلاتور کار می کنند، از بخش اورژانس تا مراقبت های ویژه و اتاق عمل تشکیل می دهد.

مخاطبان کتاب

کتاب ونتیلاتور علاوه بر معرفی مختصر بیماری های مستلزم اینتوباسیون و تهویه مکانیکی، به شرح مختصر و مفید در عین حال جامع مدهای تهویه و تنظیمات و نتیلاتور پرداخته است. این کتاب برای کلیه کسانی که با ونتیلاتور و تهویه مکانیکی سروکار دارند، از جمله پزشکان متخصص، پزشکان عمومی، پرستاران، تکنسین های هوشبری، اتاق عمل و فوریت های پزشکی؛ مفید است.

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱۳	معرفی کتاب
۱	فصل ۱ - تنظیمات اولیه
۱۰	فصل ۲ - تنظیمات سریع
۱۲	فصل ۳ - مشکل زدایی ونتیلاتور
۱۸	فصل ۴ - یازده فرمان تهویه مکانیکی
۲۴	فصل ۵ - نارسایی حاد تنفسی
۳۶	فصل ۶ - مانیتورینگ بیمار تحت تهویه
۴۵	فصل ۷ - تحلیل گازهای خون شریانی برای مبتدیان
۵۲	فصل ۸ - تهویه کنترل-کمکی
۶۷	فصل ۹ - تهویه اجباری متناوب هماهنگ شده
۷۱	فصل ۱۰ - تهویه حمایت فشاری
۷۶	فصل ۱۱ - PEEP و CPAP
۸۲	فصل ۱۲ - ماشه و جریان
۹۰	فصل ۱۳ - تهویه نوسانی فرکانس بالا
۹۶	فصل ۱۴ - تهویه آزادسازی فشار راه هوایی
۱۰۳	فصل ۱۵ - آزادی از تهویه مکانیکی
۱۰۹	فصل ۱۶ - نارسایی تنفسی بلند مدت
۱۱۹	ضمیمه - دانش مفید
۱۲۱	منابع مورد استفاده

فهرست عناوین کتاب

عنوان

صفحه

فصل ۱ - تنظیمات اولیه	۱
مدهای تهویه	۱
تهویه کنترل - کمکی	۲
<i>SIMV</i> با حمایت فشاری	۲
تهویه حمایت فشاری	۳
مدهای غیر متداول	۳
تنظیمات ونتیلاتور براساس پاتوفیزیولوژی	۴
بیماری تحدیدی ریه	۴
تهویه کنترل حجمی:	۴
تهویه کنترل فشاری:	۵
بیماری های انسدادی ریه	۶
اسیدوز متابولیک شدید	۷
مفاهیم کلیدی ونتیلاتور برای موقعیت های بالینی دیگر	۸
فصل ۲ - تنظیمات سریع	۱۰
PAO_2 خیلی پایین:	۱۰
$PACO_2$ خیلی بالا:	۱۰
$PACO_2$ خیلی کم:	۱۱
فصل ۳ - مشکل زدایی ونتیلاتور	۱۲
مشکل: فشار اوج راه هوایی (P_{AW}) بالا	۱۲

- مشکل: بیش اتساعی دینامیک (AUTO-PEEP) ۱۴
- مشکل: افت ناگهانی SPO_2 ۱۵
- مشکل: جنگیدن یا ونتیلاتور ۱۶
- مشکل: تغییر $E_T CO_2$ ۱۶

فصل ۴- یازده فرمان تهویه مکانیکی ۱۸

- ۱- بایستی به کمپلیانس بیمار توجه کرده و روزانه آن را اندازه گیری کنید. ۱۸
- ۲- بهتر است که بیمار را اینتوبه کرده و تحت تهویه قرار داد تا بگذاریم بیمار بخاطر بالا و پایین های بیماری بحرانی خود رنج ببرد. ۱۸
- ۳- تهویه مکانیکی به ندرت یک شیوه حمایتی است و بخودی خود عامل یا دارای ویژگی های شفابخش نیست. ۱۹
- ۴- بایستی با مدهای فراوان تهویه آشنا باشیم، زیرا هیچکدام برای تمام موقعیت ها عالی نیست و هیچکدام بطور کامل بی استفاده و بیفوده نیست. ۱۹
- ۵- بایستی حجم جاری را با دقت و بدون خطا تنظیم کرد، نباید ریه ها از اتساع مفرط رنج ببرند. ۲۰
- ۶- شما بایستی ریه های بیمار را باز کرده و ریه های بیمار را باز نگهدارید. ۲۰
- ۷- ABG عالی یک افسانه است و نباید خیلی به آن اتکا کرد زیرا ممکن است بیمار آسیب جدی به شکل باروتروما یا ولوتروما ببیند. ۲۱
- ۸- نباید اجازه دهیم بیمار مبتلا به شوک خسته شود، اما بایستی حمایت تهویه ای ضروری برای بهبودی وی با استفاده از ونتیلاتور ارائه شود. ۲۱
- ۹- بایستی بیمار از نظر بیش اتساعی دینامیک تحت نظر باشد، هر جا که بتوان آن را یافت، در غیر اینصورت یک فاجعه می شود. ۲۲
- ۱۰- در تمامی بیمارانی که وضعیت آنها اجازه می دهد، بایستی روزانه تست تنفس خودبخودی انجام شود. ۲۲
- ۱۱- تنفس درمانگر مسئول و نگهبان ونتیلاتور است و بایستی به وی با احترام برخورد کرد. ۲۳

فصل ۵- نارسایی حاد تنفسی ۲۴

- تست های تشخیصی متداول ۲۶
- نارسایی تنفسی هیپوکسمیک ۲۶
- معادله گاز آلوئولی ۲۷
- شنت ۲۸
- عدم تطابق VQ ۲۹
- تهویه فضای مرده ۳۰

۳۱	..... هیپوکسمی در مقابل هیپوکسی
۳۲	..... معادله محتوای اکسیژن
۳۲	..... چهار نوع هیپوکسی
۳۳	..... نارسایی تنفسی هیپرکاربیک
۳۳	..... تعیین علت هیپرکاپنه
۳۴	..... انسداد راه هوایی فوقانی
۳۴	..... کنترل متابولیک
۳۵	..... درمان نارسایی حاد تنفسی

۳۶..... فصل ۶- مانیتورینگ بیمار تحت تهویه

۳۶	..... پالس اکسیمتری
۳۸	..... علل صحیح نبودن اندازه های پالس اکسیمتر
۳۸	..... کاپنوگرافی
۳۹	..... تحلیل اجزای کاپنوگراف
۴۰	..... کاربردهای بالینی کاپنوگرافی
۴۳	..... کاپنوگرافی در طی احیای قلبی ریوی
۴۴	..... تفسیر تغییرات $E_T CO_2$

۴۵..... فصل ۷- تحلیل گازهای خون شریانی برای مبتدیان

۴۶	..... گام اول: تعیین اختلال اولیه
۴۶	..... گام دوم: بررسی مکانیسم های جیرانی
۴۹	..... گام سوم: توجه به شکاف آنیون
۵۰	..... چند نمونه علت بالا رفتن شکاف آنیونی اسیدوز (MUDPILES)
۵۰	..... چند نمونه از علت های اسیدوز غیر - شکاف آنیونی (HARD UP)
۵۱	..... خلاصه کلام

۵۲..... فصل ۸- تهویه کنترل- کمکی

۵۳	..... کمپلایانس
۵۴	..... تنظیم حجم جاری
۵۵	..... محاسبه وزن تخمینی بدن
۵۶	..... چارت حجم جاری در زنان
۵۷	..... چارت حجم جاری در مردان

۵۸	..... بررسی فشار آلوئولی
۵۹	..... کنترل-کمکی حجمی
۶۰	..... کنترل-کمکی فشاری
۶۴	..... مدهای کنترل-دوگانه
۶۷	..... فصل ۹- تهویه اجباری متناوب هماهنگ شده
۷۱	..... فصل ۱۰- تهویه حمایت فشاری
۷۴	..... تهویه حمایت حجمی
۷۶	..... فصل ۱۱- PEEP و CPAP
۸۰	..... تنظیم PEEP براساس رادیوگرافی قفسه سینه
۸۰	..... تنظیم PEEP براساس سطح اکسیژناسیون در ARDS (۱۰)
۸۰	..... استفاده از جدول PEEP کارآزمایی ARDSNET
۸۲	..... فصل ۱۲- ماشه و جریان
۸۲	..... ماشه کردن
۸۴	..... جریان
۸۶	..... بیش اتساعی دینامیک
۹۰	..... فصل ۱۳- تهویه نوسانی فرکانس بالا
۹۰	..... مکانیسم تبادل گازی در HFOV
۹۴	..... تنظیمات اولیه HFOV
۹۴	..... محدودیت های HFOV
۹۶	..... فصل ۱۴- تهویه آزادسازی فشار راه هوایی
۹۷	..... اصطلاحات APRV و معنی آنها
۹۹	..... تنظیمات اولیه APRV
۱۰۱	..... جداسازی بیمار از APRV
۱۰۳	..... فصل ۱۵- آزادی از تهویه مکانیکی
۱۰۴	..... پارامترهای جداسازی بیمار
۱۰۵	..... آزمایش تنفس خودبخودی
۱۰۷	..... پروتکل SBT روزانه

فصل ۱۶- نارسایی تنفسی بلند مدت..... ۱۰۹

زمانبندی تراکتوستومی..... ۱۰۹

برداشتن تراکتوستومی..... ۱۱۰

عوامل همیار با نارسایی تنفسی بلند مدت..... ۱۱۱

حمایت تغذیه ای..... ۱۱۱

بیماری بحرانی نورو میوپاتی..... ۱۱۳

هذیان..... ۱۱۳

تحرک..... ۱۱۴

جداسازی از ونتیلاتور در نارسایی تنفسی بلند مدت..... ۱۱۵

پروتکل جداسازی از ونتیلاتور SIMV با PS..... ۱۱۶

PRVC با پروتکل جداسازی از ونتیلاتور خودکار..... ۱۱۷

ضمیمه - دانش مفید..... ۱۱۹

معادله گاز آلوتولی..... ۱۱۹

معادله محتوای اکسیژن..... ۱۱۹

معادله اکسیژن رسانی..... ۱۱۹

معادله مصرف اکسیژن..... ۱۲۰

معادله شنت ریوی..... ۱۲۰

نسبت P/F..... ۱۲۰

منابع مورد استفاده..... ۱۲۱

معرفی کتاب

مقدمه

ساعت ۳:۳۰ صبح در بخش مراقبت های ویژه می باشد. بخش اورژانس بیماری را ادمیت کرده است که به خدمات شما نیاز دارد. مرد جوانی با تب ناگهانی، سفتی عضلات و دیسترس تنفسی مراجعه کرده است. وی در بخش اورژانس اینتوبه شده و ونتیلاتور مرتب آلارم می زند و فرکانس آلارم واقعا اعصاب خرد کن است. رادیوگرافی قفسه سینه وی وحشتناک است، انفیلتراسیون منتشره و تجمد به شدت دیده می شود. تنفس درمانگر بخش ICU به شما می گوید: کارتان از زمان ورود بیمار خوب بوده است. او می گوید: دکتر می خواهید تنظیمات ونتیلاتور چی باشد؟

کسانی که در بخش مراقبت ویژه کار می کنند با این حکایت زیاد برخورد می کنند، تجربه ای که حتی دانشجویان و رزیدنت ها نیز حداقل یکبار دارند. تهویه مکانیکی می تواند ترسناک باشد: ترمینولوژی خاص خود را دارد، همه قابل فهم نیستند، فناوری حیات بخشی است و کاربرد اشتباه عواقب جدی به همراه دارد، متخصصان تنفس درمانی و ویژه به زبان خاصی صحبت می کنند. این می تواند برای باهوش ترین رزیدنت ها یا دانشجویان پزشکی سردرگم کننده باشد.

برای اینکه کارها آسانتر شود و از آنجایی که منابع عملی زیادی در این رابطه در دسترس نیست که پرسنل مشغول بتوانند به عنوان مرجع سریع از آن استفاده کنند و ونتیلاتور را تنظیم کنند، این کتاب تدوین شده است. اشتباه نکنید، کتاب های مرجع تهویه مکانیکی زیادی در دسترس است. اگر وقت داشته باشید این کتاب را رها کنید و کتاب های مرجع تهویه مکانیکی با توضیحات و جزئیات فراوان را بخوانید. هرچند کلمه عملیاتی "زمان" است. خواندن صدها صفحه جزئیات و خوب و بد مدهای تهویه مکانیکی آنهم در یک غروب در کتابخانه خیلی راحت و عملی نیست. چیزی که ضروری است طریقه راهنمایی و تنظیم دستگاه است که در این کتاب بطور خلاصه و عملی نوشته شده است. همانند سایر کتاب های پزشکی، این کتاب نیز حاصل نکات و یادداشت های بالینی و عملکرد حرفه ای نویسندگان است.

بخش اول این دستنامه طوری طراحی شده است که به شما در تصمیم‌گیری سریع کمک کند. این بخش به مشکلات بالینی تفکیک شده و رویکردی برای هر یک پیشنهاد شده است. این بخش با یازده دستورالعمل خلاصه و مفید تهویه مکانیکی تمام می‌شود.

بخش دوم به هدف آموزش تهویه مکانیکی تدوین شده است. فصول کوتاه بوده و هر کدام را می‌توان در طی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه خواند. در اینجا طریقه صحبت کردن به زبان و فهمیدن منطق کسانی که با ونتیلاتور در بخش ویژه کار می‌کنند، فرا می‌گیرید.

کتاب ونتیلاتور در ۱۶ فصل کوتاه و خلاصه و یک ضمیمه حاوی فرمول‌ها و معادلات مهم تهویه مکانیکی و ونتیلاتور تدوین شده است. مخاطبان این کتاب را کلیه کسانی که با ونتیلاتور کار می‌کنند، از بخش اورژانس تا مراقبت‌های ویژه و اتاق عمل تشکیل می‌دهد.

در هر صورت بخاطر داشته باشید که این کتاب تنها یک راهنمای عملی خلاصه است و جایگزین هیچ درمان و دستور پزشکی نیست. مترجمان و انتشارات ترجمک هیچگونه مسئولیتی در قبال نوع استفاده شما از این کتاب ندارد. مطالب کتاب را خوانده و مطابق عقل سلیم و سیاست‌های موسسه و رشته کاری خود تصمیم‌گیری نمایید.

فصل ۱ - تنظیمات اولیه

توجه: بجز مواردی که بطور مشخص قید شده باشد، تمامی فشارهای راه هوایی به واحد cmH_2O می‌باشد. تمامی حجم‌های جاری به واحد mL/kg و وزن تخمینی بدن (PBW)^۱ می‌باشد.

مدهای تهویه

مدهای تهویه متعددی وجود دارد و هر سازنده ونتیلاتور (معمولا هر برند) نام مخصوص خود را برای هر مد در نظر می‌گیرد (PRVC، VC+، CMV با جریان خودکار، ASV، PAV، حمایت حجمی و مانند اینها). وقتی تازه کار با ونتیلاتور را شروع می‌کنیم، این اسامی و علائم اختصاری ترسناک به نظر می‌رسد. خوشبختانه همانند داروها، همه اینها نام ژنریک نیز دارند. در واقع این اسامی ژنریک است که باید بدانیم زیرا همه مدهای ونتیلاتورهای مختلف موجود برای فروش اساسا یکسان هستند (فقط نام تجاری متفاوت دارند).

هر یک از مدهای تهویه دارای نکات قوت و ضعف خاص خویش است. هیچ مد تهویه ای مطلوب و برتر از بقیه نیست و هیچ مدی نیز بی استفاده نیست. بهتر است مد تهویه ای انتخاب شود که برای نیازهای آن زمان بیمار مناسبترین است. همه این مدهای تهویه با جزئیات بیشتر در فصول بعدی بحث می‌شوند. در اینجا فقط معرفی مختصر مدهای تهویه انجام می‌شود.

¹ Predicted Body Weight

تهویه کنترل-کمکی

تهویه کنترل-کمکی^۱ مد انتخابی در اکثریت شرایط است. این مد به ونتیلاتور اجازه می دهد که کار تنفس را اساساً در اختیار بگیرد و زمانی ترجیح داده می شود که بیمار دچار نارسایی حاد قلبی یا تنفسی باشد. این مد تهویه حمایت تنفسی کامل را ایجاد می کند. اگر بیمار بخواهد با ریت تنظیم شده نفس بکشد، می تواند؛ وقتی بیمار ونتیلاتور را ماشه می کند، تنفس کامل با کمترین تلاش را دریافت می کند.

مزیت: کار تنفس را ماشین به عهده می گیرد، درمانگر می تواند تنظیم حجم جاری^۲ (کنترل حجمی)^۳ یا فشار دمی^۴ (کنترل فشاری)^۵ را انتخاب کند.

معایب: بیماری که دچار تاکی پنه (بالا بودن ریت تنفسی) است در هر نفس حجم جاری کامل را دریافت می کند، بنابراین بدون سداتیو کافی این کار می تواند موجب آلکالوز تنفسی با احتباس هوا شود. این مسئله در بیماران مبتلا به بیماری مزمن انسدادی ریه (COPD) یا آسم مشکل ساز است.

SIMV با حمایت فشاری

مد SIMV نیز حمایت تهویه ای کامل فراهم می کند و یکی از مدهای رایج است. همانند کنترل کمکی، درمانگر می تواند حجم جاری یا فشار دمی را انتخاب نماید. تفاوت اصلی بین SIMV و کنترل کمکی در اتفاقی است که موقع شروع تنفس خودبخودی بیمار رخ می دهد (در A/C بیمار حجم جاری کامل دریافت می کند، در SIMV بیمار چیزی دریافت می کند که می تواند (معمولاً با کمک حمایت فشاری).

مزیت: می تواند کار تنفسی را به عهده بگیرد اما نسبت به کنترل-کمکی، بیمار امکان تنفس خودبخودی بیشتری دارد. این مد برای حمایت قطع تدریجی ونتیلاتور می تواند مفید باشد.

معایب: اگر ریت ماشین به اندازه کافی بالا ست نشود، بیمار ناپایدار ممکن است بخاطر کار تنفسی افراطی دچار خستگی شود. اگر حمایت فشاری به اندازه کافی بالا ست نشود، نفس های خودبخودی بیمار سطحی و سریع خواهد بود، که این نیز به خستگی منجر می شود.

¹ Assist-Control Ventilation

² tidal volume

³ volume control

⁴ inspiratory pressure

⁵ pressure control

تهویه حمایت فشاری

تهویه حمایت فشاری (PSV)^۱ دارای ریت ست شده است - بیمار این امکان را دارد که خودش نفس بکشد و هر نفس خود را با فشاری که درمانگر انتخاب کرده است، تقویت کند. این مد به همراه CPAP برای بهبود بکارگیری آلئوئولی استفاده می شود. PSV در بیمارانی استفاده می شود که یا به دلایلی غیر از نارسایی قلبی یا تنفسی اینتوبه شده اند (اختلال وضعیت ذهنی، اختلال راه هوایی) یا برای قطع ونتیلاتور. می توان از این مد ونتیلاتور در بیماران مبتلا به اسیدوز متابولیک شدید نیز استفاده کرد (اگر دارای pH مثلاً ۶٫۸۸ و HCO_3 برابر ۴ باشد، نیروی محرکه تنفسی وی بطور چشمگیری بالا رفته و مدهایی مثل کنترل-کمکی ممکن است نتواند نیازهای متابولیک این بیماران را لحاظ نماید).

مزایا: به بیمار اجازه می دهد ریت تنفسی و الگوی نفس های خود را ست کند، که راحتتر است؛ تنفس خودبخودی دارای تاثیر سودمندی بر همودینامیک و تطابق VQ بیمار است.

معایب: ریت پشتیبان وجود ندارد، بنابراین اگر بیمار دچار آپنه شود، تا به صدا در آمدن آلارم کاری انجام نمی شود. بیماران ناپایدار سریعاً دچار خستگی می شوند اگر کار تنفسی بر آنها تحمیل شود، حتی وقتی سطح بالایی از حمایت فشار وجود دارد.

مدهای غیر متداول

تهویه آزادسازی فشار راه هوایی (APRV)^۲ و تهویه نوسانی فرکانس بالا (HFOV)^۳ برای درمان هیپوکسمی شدید استفاده می شود. این مدها بندرت به عنوان انتخاب خط اول درمان نارسایی تنفسی حاد استفاده می شوند و در ادامه کتاب بحث می شوند. فعلاً فقط روی مدهای لیست شده بالا (A/C, SIMV,) (PSV) تمرکز می کنیم.

¹ Pressure Support Ventilation

² Airway pressure release ventilation

³ high frequency oscillatory ventilation

تنظیمات ونتیلاتور براساس پاتوفیزیولوژی

بیماری تحدیدی ریه

مثال: ARDS، پنومونی آسپیراسیون، پنومونی، فیبروز ریوی، ادم ریوی، خونریزی آلوئولی، ترومای قفسه

سینه.

بیماری های تحدیدی ریه^۱ با کاهش کمپلیانس (باز شدگی) سیستم تنفسی همراه می باشند. ریه ها می خواهند کولاپس شوند. به عبارت دیگر، وارد کردن هوا به ریه ها سخت و خارج شدن هوا از ریه ها آسان است. راهبرد تهویه استفاده از آلوئول های آسیب پذیر، پیشگیری از بسته شدن سیکلی آلوئول ها، فراهم کردن اکسیژناسیون کافی و کمینه سازی ترومای حجمی در اثر بیش اتساعی است.

مد شروعی تهویه بایستی مدی باشد که کار تنفسی را از بیمار گرفته و دستگاه کار تنفسی را انجام دهد. مد کنترل-کمکی که یا به صورت کنترل-حجمی و یا کنترل-فشاری ارائه می شود، مد انتخابی تهویه در این بیماران است.

تهویه کنترل حجمی:

در تهویه کنترل حجمی بیمار:

- ۱- حجم جاری روی 6 mL/kg PBW ست می شود
- ۲- ریت تنفسی $14-18$ تنفس در دقیقه با الگوی جریان شتاب کاهنده ست می شود.
- ۳- در ابتدا FiO_2 به 1.0 ست می شود، اگر SpO_2 بیشتر مساوی 88% باشد، به 60% کاهش داده می شود.
- ۴- PEEP معادل $5-10 \text{ cm H}_2\text{O}$ با توجه به درجه هیپوکسمی. بخاطر داشته باشید که هرچه سفید شدگی ریه ها در رادیوگرافی قفسه سینه بیشتر باشد، بیمار به PEEP بالاتری برای کاهش شنت داخل ریوی^۲ نیاز دارد.
- ۵- اگر هیپوکسمی بیمار مقاوم بود، PEEP افزایش داده می شود تا زمانی که SpO_2 بیمار به 88% یا بهتر برسد. مقدار PEEP نباید از 20 تجاوز کند.

¹ Restrictive Lung Disease

² Intrapulmonary Shunting

۶- پس از تنظیم PEEP، فشار پلاتو چک می شود. اگر فشار پلاتو (P_{PLAT}) بیشتر از 30 cm H₂O باشد، حجم جاری کاهش داده می شود تا زمانی که P_{PLAT} به کمتر از ۳۰ برسد. نباید حجم جاری به کمتر از 4 mL/kg PBW کاهش داده شود.

تهویه کنترل فشاری:

در تهویه کنترل فشاری بیمار:

- ۱- مقدار PEEP بین 5-10 cm H₂O ست می شود، بستگی به درجه هیپوکسمی بیمار دارد.
 - ۲- مقدار FiO₂ به ۱۰۰٪ ست می شود، اگر SpO₂ بیشتر از ۸۸٪ باشد، به ۶۰٪ کاهش داده می شود.
 - ۳- فشار محرکه (یا فشار دم) 15 cm H₂O ست می شود.
 - ۴- ریت تنفسی ۱۴-۱۸ نفس در دقیقه ست می شود
 - ۵- زمان دم (I-time) طوری تنظیم می شود که نسبت I:E حدود ۱/۵ یا بالاتر نگهداشته شود. زمان دم معمولاً ۱/۵-۱ ثانیه است. ریت ۲۰ نفس در دقیقه و زمان دم ۱ ثانیه با نسبت I:E برابر ۱:۲ همراه است (یک ثانیه دم، دو ثانیه بازدم). ریت ۱۵ نفس در دقیقه به I:E حدود ۱/۶۷:۱ ختم می شود (۱/۵ ثانیه دم، ۲/۵ ثانیه بازدم). این مقدار بر روی صفحه ونتیلاتور نمایش داده می شود.
 - ۶- اگر هیپوکسمی مقاوم باشد، مقدار PEEP افزایش داده می شود تا زمانی که SpO₂ به ۸۸٪ یا بهتر برسد. نباید مقدار PEEP از 20 cm H₂O تجاوز کند.
 - ۷- حجم جاری بازدم شده بررسی شود. اگر از 6 mL/kg تجاوز کند، فشار محرکه تنفسی کاهش داده می شود تا زمانی که حجم جاری به دامنه 4-6 mL/kg برسد.
- پس از شروع تهویه، گازهای خون شریانی چک می شود. زمان کافی برای موازنه تبادل گازی بعد از شروع تهویه، ۲۰-۱۵ دقیقه کافی است.
- ریت تنفسی برای تغییر PaCO₂ تغییر داده می شود (ریت بالاتر موجب کاهش PaCO₂ و برعکس می شود). حجم جاری در سطح 4-6 mL/kg رها شود، مقدار P_{PLAT} (کنترل حجمی) یا P_{INSP} (کنترل فشاری) در 30 cm H₂O یا کمتر نگهداشته شود. بخاطر داشته باشید که محافظت از ریه خیلی مهمتر از تهویه نرمال است - مقدار pH حدود ۷/۱۵ یا بهتر قابل قبول است و ارزش اصلاح به قیمت آسیب ریه ها در اثر بیش اتساعی را ندارد (به شکل حجم جاری بالا) که بخواهیم به pH یا PaCO₂ نرمال برسیم.

مقدار FiO_2 کاسته شود، سطح PaO_2 بین ۵۵ تا ۷۰ میلی متر جیوه و SpO_2 بین ۸۸٪ تا ۹۴٪ حفظ شود. بالاتر از این دامنه نگهداشتن PaO_2 هیچ سودی برای بیمار ندارد، به جز چند استثناء. بیماران مبتلا به آسیب مغزی تروماتیک به PaO_2 بالاتری نیاز دارند، معمولاً به همراه پایش اکسیژناسیون بافت مغزی انجام می‌شود. قربانیان مسمومیت با مونوکسید کربن نیز از تنفس اکسیژن ۱۰۰٪ سود می‌برند.

بیماری های انسدادی ریه

نمونه بیماری های انسدادی ریه^۱ COPD و آسم می باشد. بیماری انسدادی ریه با افزایش کمپلایانس سیستم تنفسی همراه است و در جریان هوای دم انسداد وجود دارد. وارد کردن هوا به ریه ها راحت است اما به سختی می توان هوا را تخلیه کرد.

راهبرد تهویه ای شامل استراحت دادن به عضلات تنفسی، فراهم کردن اکسیژناسیون کافی و کاهش بیش اتساعی است.

تهویه کنترل-کمکی معمولاً مد تهویه انتخایی است و کنترل حجمی به کنترل فشاری ترجیح داده می‌شود. SIMV با PS نیز می‌توان استفاده کرد، هرچند تا زمانی که ریت و PS به اندازه کافی بالا باشد که از تاکی پنه و خستگی پیشگیری شود. مقاومت بالای راه هوایی و فشارهای اوج دمی بالا مشخصه بدتر شدن COPD و آسم است، گرچه PPLAT ممکن است به طور چشمگیری پایین باشد. استفاده از کنترل فشاری در این موقعیت موجب خیلی کم شدن حجم جاری می‌شود. کنترل حجمی تضمین می‌دهد که حجم جاری مطلوب مورد نظر به بیمار رسانده شود.

۱- حجم جاری 8 mL/kg PBW باشد. حجم جاری کمتر می‌تواند به احتباس هوا و بدتر شدن بیش اتساعی ریه ها منجر شود.

۲- ریت تنفسی ۱۴-۱۰ نفس در دقیقه ست می‌شود.

۳- زمان دم تنظیم می‌شود تا نسبت I:E به ۳:۱ یا بالاتر برسد. در بیماری های انسدادی راه هوایی، هوا براحتی وارد شده اما بخاطر تنگی و التهاب برونشبول ها و برونش ها به سختی خارج می‌شود. بایستی زمانی به هوا داد که بتواند از ریه ها خارج شود.

¹ Obstructive Lung Disease

۴- اگر در بیماران آسمی از PEEP استفاده شود، بیش اناسعی بدتر می شود. در بیماران COPD مقداری PEEP برای باز نگهداشتن راه های هوایی مستعد کولاپس استفاده می شود. زیرا COPD به صورت انسداد دینامیک راه هوایی مشخص می شود، در حالی که در آسم و حمله بدتر شدن آسم، انسداد راه هوایی ثابت است و دینامیک نیست. نقطه شروع خود در هر دو PEEP صفر یا ZEEP (فشار پایان دمی صفر)^۱ است.

۵- در شروع FiO_2 صد درصد ست می شود، سپس به ۶۰٪ کاهش داده می شود، به شرط آنکه SpO_2 در سطح ۸۸٪ یا بهتر باقی بماند.

گاهی اوقات بیماران مبتلا به COPD یا آسم علیرغم سداتیو کافی، تاکی پنه دارند. در مد کنترل - کمکی، هر نفس ماشه شده توسط بیمار با حجم جاری کامل ارائه می شود و این می تواند به احتباس هوا یا تشدید آلکالوز تنفسی منجر شود. اگر وضعیت چنین بود، تعویض مد تهویه به SIMV ممکن است کمک کننده باشد.

اسیدوز متابولیک شدید

مثال آن مسمومیت سالیسیلات، شوک سپتیک، مواجهه با مواد سمی، نارسایی حاد کلیوی، کتواسیدوز دیابتی است.

پاسخ نرمال سیستم تنفسی در وضعیت **اسیدوز متابولیک**^۲ شروع تهویه با ریت بالا (هیپرونتیلیسیون) است. CO_2 یک اسید فرار است و ریه ها می توانند در تلاش برای نرمال کردن pH، خیلی سریع این اسید را از بدن تخلیه کنند. مثلاً در بیماران دارای HCO_3^- حدود 4 mEq/L، $PaCO_2$ برابر 14-15 mm Hg خواهد بود اگر جبران تنفسی مناسب وجود داشته باشد. دستیابی به این مستلزم تهویه دقیقه ای^۳ خیلی بالا است.

ست کردن ونتیلاتور برای ارائه تهویه دقیقه ای بالا خیلی سخت است، حتی اگر ریت تنفسی را به ۳۵-۳۰ نفس در دقیقه و حجم جاری را به ۱۰۰۰-۸۰۰ میلی لیتر ست کنید. بیماران مبتلا به اسیدوز متابولیک شدید اغلب هوا را داخل می کشند زمانی که ونتیلاتور تلاش می کند هوا را تخلیه کند و بالعکس. این موجب عدم هماهنگی چشمگیر بیمار- ونتیلاتور می شود و آلام ماشین ونتیلاتور به صدا در می آید. متعاقباً،

¹ Zero End-Expiratory Pressure

² Metabolic Acidosis

³ Minute Ventilation