



کتاب کار
در بخش‌های نوزادان (۱)

آشنایی با ونتیلاتورهای مکانیکی

دکتر رضا سعیدی

فوق تخصص نوزادان (دانشیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد)

عضو مرکز تحقیقات نوزادان

دکتر شادی نوری‌زاده

فلوشیپ فوق تخصصی نوزادان

سرشناسه	سعیدی، رضا، ۱۳۴۸ -
عنوان و نام پدیدآور	آشنایی با ونتیلاتورهای مکانیکی
مشخصات نشر	مشهد: مداد قرمز، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۱۲۰ ص.
فروست	کتاب کار در بخش های نوزادان، ۱
شابک	978-600-95441-0-3
وضعیت فهرست نویسی	فهرست مختصر
یادداشت	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
شناسه افزوده	نوری زاده، شادی، ۱۳۶۰.
شماره کتابشناسی ملی	۳۸۱۹۸۰۸



آشنایی با ونتیلاتورهای مکانیکی

نویسندگان: دکتر رضا سعیدی

فوق تخصص نوزادان (دانشیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد)

عضو مرکز تحقیقات نوزادان

دکتر شادی نوری زاده

فلوشیپ فوق تخصصی نوزادان

ویراستار: پژواک آقا محمدی صفحه آرا: محمدی

طراحی گرافیک: مهندس محبوبه شکیبا

ناشر: انتشارات مداد قرمز

نوبت چاپ: اول، بهار ۱۳۹۴

قطع: وزیری ۱۲۰ ص

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

چاپ: شمس

صحافی: حافظ

شابک: ۹۸۷-۶۰۰-۹۵۴۴۱-۰۰-۳

قیمت: ۱۰۰۰۰ تومان

فهرست

۷	مقدمه
۹	پیشگفتار
۹	خلاصه کاربردی: کار با ونتیلاتورهای مکانیکی
۹	موارد کاربرد ونتیلاتور
۹	Mode یا طرح تهویه ای
۱۰	برخی مدهای رایج تهویه
۱۰	تهویه شروع شونده با تنفس بیمار (PTV)
۱۲	تهویه با روش SIMV
۱۲	تهویه با روش حمایت تنفسی: (SIMV + PS) PSV
۱۳	تهویه با فرکانس بالا
۱۳	جت ونتیلیسیون (HFJV)
۱۴	اسیلاتورها یا نوسان پرفرکانس (HFO)
۱۵	اندیکاسیون های ونتیلاتور تری و تنظیمات آن
۱۶	نتیله با پارامترهای گازهای خونی
۱۷	تنظیم ونتیلاتور و SET Up دستگاه
۱۷	تغییرات Set up
۱۸	جدا کردن بیمار از رسیپراتور Weaning
۱۸	دستورالعمل جداسازی از ونتیلاتور
۲۰	دستورالعمل اکستوبه کردن بیمار از ونتیله: (Protocol For Extubation)

بخش اول: آشنایی با فیزیولوژی تنفس

۲۴	فصل ۱: فیزیولوژی تنفس
۲۴	فضای جنبی (پلورال)
۲۵	عضلات تنفسی

عضلات دمی..... ۲۵

عضلات بازدمی..... ۲۵

فصل ۲: مکانیسم کنترل تنفس..... ۲۶

فصل ۳: حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی..... ۳۰

حجم‌های ریوی..... ۳۰

ظرفیت‌های ریوی..... ۳۱

حجم محصور شده Closing Volume..... ۳۲

انتشار گازی..... ۳۲

فصل ۴: آشنایی با پارامترهای ونتیلاتور..... ۳۴

پذیرش Compliance..... ۳۴

مقاومت Resistance..... ۳۵

ضریب ثابت زمان Time Constant..... ۳۵

فصل ۵: تبادل گازی در هنگام تهویه کمکی..... ۳۷

حذف دی اکسید کربن..... ۳۷

برداشت اکسیژن Oxygen Uptake..... ۳۷

فصل ۶: اندکس‌های کنترل کننده..... ۳۹

ونتیلاتورهای فشاری..... ۳۹

غلظت اکسیژن FiO_2 ۳۹

فشار حداکثر دمی (PIP) (Peak inspiratory pressure)..... ۳۹

فشار مثبت پایان بازدمی PEEP..... ۴۰

تعداد تنفس یا Frequency یا Rate..... ۴۱

نسبت دم به بازدم Ratio $\frac{I}{E}$ ۴۱

میزان جریان (Flow Rate)..... ۴۲

شکل موج Waveform..... ۴۲

فصل ۷: متغیرهای هماهنگی ونتیلاتور با بیمار..... ۴۳

۱. متغیر شروع کننده تنفس یا Trigger..... ۴۳

۴۴	۲. متغیر محدود کننده فاکتورهای دمی یا Limit
۴۴	۳. متغیر چرخه یا Cycle

بخش دوم: انواع ونتیلاتورهای مکانیکی

۴۶	فصل ۸: انواع ونتیلاتورهای مکانیکی
۴۶	موارد کاربرد ونتیلاتور
۴۶	Mode یا طرح تهویه ای
۴۷	برخی مدهای رایج تهویه

۵۱	فصل ۹: تهویه با فرکانس بالا (HFV)
۵۱	جت ونتیلاسیون یا تهویه با فرکانس بالا (HFJV)
۵۲	اسیلاتورها یا نوسان پرفرکانس (HFO)

۵۴	فصل ۱۰: مدالیت‌های حجمی
۵۴	انواع هیبرید شامل
۵۵	روش فشار منفی خارج قفسه سینه (NEP)

۵۶	فصل ۱۱: تنفس مکانیکی خانگی
۵۶	اهداف تنفس مکانیکی خانگی

۵۸	فصل ۱۲: اکسیژناسیون غشایی خارج بدنی (ECMO)
۵۹	نیتریک اکسید NO
۵۹	کاربرد در بیهوشی
۵۹	کاربرد در نوزادان
۵۹	هلیوکس

۶۰	فصل ۱۳: اندیکاسیون‌های ونتیلاتورنمایی و تنظیمات آن
۶۱	ونتیه با پارامترهای گازهای خونی

۶۴	فصل ۱۴: جدا کردن بیمار از رسیپراتور Weaning
۶۴	دستورالعمل جداسازی از ونتیلاتور

۶۶	 Protocol For Extubation: دستورالعمل اکستوبه کردن بیماران ونتیله
۶۸	 فصل ۱۵: داروهای کمکی در نوزادان ونتیله
۷۰	 Paralysis & Sedation آرام کردن نوزاد
۷۲	 Major Causes of Extubation Failure فصل ۱۶: علل اصلی ناموفق بودن اکستوباسیون
۷۳	 عوارض ونتیلاتورترایی
۷۴	 Air Leak Syndromes فصل ۱۷: سندرم‌های نشت هوا
۷۴	 (Pulmonary Interstitial Emphysema) آمفیزم بینابینی ریه
۷۸	 (CPAP) فشار مثبت مداوم راه هوایی فصل ۱۸:
۸۱	 استفاده بالینی از CPAP
۸۱	 آبنه ناریسی
۸۲	 عوارض CPAP
۸۵	 فصل ۱۹: لوله گذاری داخل تراشه در نوزادان
۸۷	 فصل ۲۰: درمان با سورفکتانت اگزوزن
۸۷	 انواع سورفکتانت
۸۸	 مقایسه سورفکتانت طبیعی و صناعی
۹۰	 INSURE تکنیک
۹۳	 ABG فصل ۲۱: تفسیر گازهای خون شریانی
۹۳	 روش انجام ABG
۹۳	 تفاوت‌های VBG با ABG
۹۴	 آنیون گپ

بخش سوم: مراقبت‌های پرستاری در NICU

۱۰۰	 فصل ۲۲: پرسنل بخش‌های ویژه
۱۰۱	 مراقبت از دمای بدن نوزاد
۱۰۳	 اصول مراقبت از پوست نوزاد

فصل ۲۳: مراقبت پرستاری در به کارگیری ونتیلاتور..... ۱۰۸

ساکشن..... ۱۰۹

منابع..... ۱۱۱

www.ketab.ir

میزان مرگ و میر نوزادان در جهان بر اساس آمار سازمان ملل از ۱۲۶ در سال ۱۹۶۰ به ۵۷ در سال ۲۰۰۱ کاهش داشته است و در سال ۲۰۰۶ به ۴۹,۴ در هر هزار تولد زنده رسیده است.

براساس این گزارش، اگرچه مرگ و میر نوزادان کاهش چشمگیری داشته است با وجود این، هنوز هدف تعیین شده موسوم به هدف هزاره مبنی بر اینکه میزان مرگ و میر کودکان زیر پنج سال باید تا سال ۲۰۱۵ به دو سوم سال ۱۹۹۰ کاهش یابد، محقق نشده است.

علاوه بر این، این پیشرفت به شکل نامتوازن روی داده است. مثلاً کشورهایی مانند سومالی و سیرالئون، حدود ۵۰ مرگ نوزادی و ۱۸۵ مرگ زیر ۵ سال را داشته‌اند درحالی که کشورهای مانند ژاپن و فنلاند و سنگاپور تنها یک مورد مرگ در هر هزار تولد زنده در سال ۲۰۱۳ داشته‌اند. و در ایران نیز مرگ و میر نوزادان حدود ۹ مورد در هر هزار تولد زنده گزارش شده است.

توجه کنید که بخش عمده مرگ‌های نوزادی به علت نارسایی و عوارض ناشی از آن از جمله مشکلات تنفسی می‌باشد. که خوشبختانه در دهه‌های اخیر پیشرفت چشمگیری در استفاده از ونتیلاتورهای مکانیکی را شاهد بوده ایم.

بی‌شک برای آنکه از قافله این پیشرفت سریع عقب نمانیم می‌باید به صورت مستمر اطلاعات خود را به‌روز نموده و با کاربردهای مختلف دستگاه‌های تنفس مصنوعی آشنا شویم. نوشته حاضر گردآوری مطالبی است که به استفاده درست‌تر از ونتیلاتورهای مکانیکی در بخش‌های نوزادان کمک می‌کند.

تلاش ما بر آن بوده که تا حد امکان مطالب خلاصه و کاربردی باشد و امیدواریم کتاب حاضر برای خوانندگان محترم مفید و راهگشا باشد.

کار با ونتیلاتورهای مکانیکی در بخش‌های نوزادان

موارد کاربرد ونتیلاتور

۱. مشکلات تنفسی (مثل RDS، آپنه، BPD و ...)
۲. ادم ریه (درمان با PEEP بالا)
۳. فلج عضلات تنفسی (مثل گیلن باره و ...)
۴. افزایش ICP (هایپرونتیلیسیون تراپی)
۵. پس از جراحی‌ها

Mode یا طرح تهویه‌ای

مد یا طرح تهویه، الگو و مدل تنفسی است که دستگاه به بیمار ارائه داده و بر طبق آن او را تهویه می‌کند. دستگاه‌های مختلف توانایی ارائه مدهای متفاوتی را دارند و هر مد، مزایا و معایب و اندیکاسیون خاص خود را دارد، مدهای تهویه‌ای در یک تقسیم کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. مد کنترلوله Controlled: در این دسته از مدها، دستگاه کل عمل تهویه را انجام می‌دهد و فرض

براینست که بیمار هیچگونه فعالیت تنفسی ندارد.

۲. مد کمکی Assisted: در این دسته، قسمتی از مراحل تنفسی (شروع یا ختم) بر عهده بیمار است و دستگاه، بیمار را جهت انجام عمل تنفسی یاری خواهد نمود.

برخی مدهای رایج تهویه

CMV یا Controlled Mandatory Vent یا تهویه اجباری کنترل شده

در این مد، بیمار نقشی در سیکل های تنفسی نداشته و تمام فعالیت تنفسی برعهده دستگاه است، این الگو در موارد ایست کامل تنفسی به کار می رود.

IMV یا Intermittent Mandatory Vent یا تهویه اجباری متناوب

با افزودن فلوی مداوم و یک سیکل زمانی و درپچه بازدمی، ونتیلاتور قادر خواهد بود تنفس مکانیکی دوره ای را با تنفس خودبه خودی نوزاد پیوند دهد. این نوع از تهویه موسوم به تهویه متناوب یا IMV است.

در این حالت بیمار از طریق مسیر هوائی دستگاه، تنفس خود بخودی را انجام می دهد و در فواصل معینی دستگاه هم به وی تنفس اجباری می دهد، از آنجا که تنفس های دستگاه ممکن است گاه با تنفس های خودبه خودی بیمار تداخل کند در نتیجه حجم جاری که توسط ونتیلاتور داده می شود متغیر بوده و ممکن است سبب پرهوائی و سندرم های نشت هوا و خونریزی داخل بطنی در نوزادان نارس شود.

برای رفع این نقایص، ریسپراتورهای Patient- Triggered Ventilators (PTV) ساخته شدند. زیرا بهترین راه اصلاح عدم همزمانی این است که به طریقی شروع تنفس مکانیکی را با تنفس نوزاد هم زمان کنیم.

پیشرفت در تکنولوژی میکروپرسورها، باعث دریافت کوچکترین تلاش تنفسی در کوچکترین نوزادان شده است و تنفس مکانیکی در پاسخ به سیگنال دریافتی از بیمار داده می شود.

تهویه شروع شونده با تنفس بیمار (PTV)

Patient Triggered Ventilation یک شیوه تهویه با فشار مثبت می باشد که در آن تعداد تنفس ونتیلاتور توسط نوزاد کنترل می شود.

سطح فشار بحرانی از قبل تنظیم شده است و هر زمان تنفس نوزاد از این سطح عبور نماید دستگاه یک تنفس خواهد داد.

۱. در این حالت نوزاد و ونتیلاتور با هم تهویه هماهنگ دارند به این معنی که اگر نوزاد در مدت زمان تعیین شده تنفس نکند ونتیلاتور یک تنفس می دهد و یا تنفس شروع شده توسط نوزاد توسط ونتیلاتور کمک خواهد شد.

۲. بر خلاف SIMV که تعداد تنفس ونتیلاتور توسط پزشک تعیین می‌شود. و اگر نوزاد تنفس خودبه‌خودی را شروع نکند، ونتیلاتور تعداد تنفس تعیین شده را به بیمار می‌دهد.
 ۳. توجه شود که PTV برای نوزادان خیلی نارس یا نوزادانی که آپنه‌های مکرر یا تلاشهای تنفسی ضعیف دارند نامناسب است زیرا میزان تهویه ناکافی خواهد بود.
 ۴. در برخی مطالعات پیشنهاد شده که حمایت تنفسی طولانی توسط این دستگاه‌ها در نوزادان VLBW یا با سن حاملگی کمتر از ۲۸ هفته ممکنست به دلیل ضعیف بودن این بیماران مقدور نباشد. سپس مشخص شد علل این مشکل عدم هماهنگی دستگاه‌ها در بازدم، تاخیر در Triggering دستگاه، زمان‌های دم بسیار کوتاه و شروع تهویه هماهنگ در فاز حاد بیماری علتهای عدم موفقیت در استفاده از این روش‌های تهویه می‌باشد.
 ۵. پیشرفت‌های تکنولوژیک اخیر در دستگاه‌ها، این مشکلات را حل کرده است و حمایت تنفسی از نارس‌ترین نوزادان با این روش‌ها امکان پذیر شده است.
 ۶. در مطالعات دیگر نشان داده شد که مدت استفاده از ونتیلاتور، خونریزی داخل بطنی، باروتروما و CLD با PTV کاهش می‌یابد.
- معمولاً گفته می‌شود در این تکنولوژی، سه روش یا Mode وجود دارد که جمعا به آنها PTV می‌گویند و عبارتند از:
- a. مد حمایت / کنترل A/C
 - b. تهویه اجباری متناوب هماهنگ شده، SIMV
 - c. تهویه با حمایت فشاری از بیمار PSV

تهویه کنترل‌شده کمکی یا ACV یا Asisted Controlled Ven

در این حالت دستگاه، دم را در پاسخ به فشار منفی ایجاد شده توسط بیمار آغاز می‌کند و به عبارتی دستگاه با شروع دم توسط بیمار، حجم جاری تعیین شده را آزاد می‌کند.

در روش حمایت - کنترل (A/C)، هر تنفس نوزاد که بتواند به آستانه حساسیت و تریگر ونتیلاتور برسد، سبب شروع یک تنفس کامل ونتیلاتور خواهد شد (assist) و اگر نوزاد دچار آپنه بوده یا تلاشهای تنفسی او ناکافی باشد، کنترل تنفس‌ها به عهده ونتیلاتور قرار می‌گیرد (control).

تمام تنفس‌ها در این روش شکل یکنواختی داشته و توسط دستگاه تامین می‌شوند و نوزاد در هماهنگی کامل با ونتیلاتور است. این روش تهویه در شروع درمان بسیاری از بیماری‌های تنفسی نوزادان مفید است و سبب کاهش فشاری می‌شود که نوزاد از طرف ونتیلاتور دریافت می‌کند.

اما استفاده طولانی مدت از A/C می‌تواند منجر به آتروفی عضلات دیافراگم گردد و

جداسازی از این روش اغلب موفق نیست. لذا برای جداسازی بیمار از دستگاه پس از کاهش تدریجی تنظیمات می‌توان برای مدت کوتاهی از مد SIMV استفاده نمود. و یا با افزایش تدریجی و آهسته میزان "حساسیت" برای افزایش تدریجی تلاش عضلات تنفسی بیمار است.

تهویه با روش SIMV

در این روش در فواصل زمانی (intermittent) که ونتیلاتور اجازه می‌دهد بسته به ریت دستگاه، تنفس نوزاد سبب شروع تنفس اجباری (mandatory) توسط ونتیلاتور می‌شود و به این ترتیب شروع دم دستگاه با نوزاد هماهنگ است (synchronized)، اما پایان تنفس‌های نوزاد و دستگاه ممکن است یک زمان نباشد.

۱. در فاصله تنفس‌های اجباری ونتیلاتور نوزاد قادر به تنفس خودبخود از فلوی جاری در دستگاه می‌باشد.
۲. جداسازی بیمار از این روش تهویه‌ای معمولاً با کاهش تعداد تنفس، PIP و حفظ حجم هوای جاری و یا با افزایش حساسیت دستگاه می‌باشد.
۳. باید توجه داشت کاهش زیاد ریت دستگاه (کمتر از ۲۰ تنفس در دقیقه) اگر همراه با حمایت تنفسی دیگری مثل فشار مثبت انتهای بازدمی (PEEP) یا PSV نباشد سبب خستگی بیش از حد نوزاد شده و ممکن است جداسازی شکست بخورد.

تهویه با روش حمایت تنفسی: (SIMV + PS) PSV

در روش Pressure Support Ventilation، فلوی دمی بسته به نیاز نوزاد متفاوت بوده و در حقیقت به نوزادی که تنفس خودبه‌خودی دارد حمایت فشاری در طی دم می‌دهد (pressure support).

اصولاً وقتی ونتیلاتور برای Pressure support و Pressure control تنظیم می‌شود به صورت یک تولید کننده فشار عمل می‌کند با این تفاوت که:

۱. در حالت Pressure control، دستگاه مدت زمان دم و تعداد تنفس را تنظیم می‌کند. و بسته به کمپلیانس، مقاومت، PIP (حد فشار)، مدت زمان دم و مقدار auto-PEEP احتمالی، مقدار حجم جاری متفاوت می‌باشد. اما در PSV بسته به کمپلیانس، مقاومت، PIP و میزان تلاش بیمار و حجم جاری فرق می‌کند.
۲. PCV، time cycled است یعنی دم در زمان از پیش تعیین شده خاتمه می‌یابد. اما PSV،

flow cycled است، یعنی دم در یک سرعت جریان معین گاز خاتمه می‌یابد.

۳. همیشه PSV یک حالت کمکی تنفس مکانیکی است و به صورت Pressure triggered عمل می‌کند و بوسیله تلاش بیمار وارد مرحله دم می‌شود. معمولاً PCV یک حالت کنترل‌ه است، یعنی تعداد تنفس و مدت زمان دم بوسیله اپراتور تعیین می‌شود.
۴. یکی از مزایای PSV و PCV این است که جریان گازی که به سمت بیمار می‌رود، یک مقدار از پیش تعیین شده نیست. بیمار می‌تواند بر حسب نیاز مقدار جریان گاز دمی را تغییر دهد.

تهویه با فرکانس بالا

در روش تهویه معمولی، جریان هوا را با فشار به داخل راه‌های هوایی و آلئول‌ها می‌فرستیم تا تبادل گازی صورت بگیرد. و معمولاً تعداد تنفس دستگاه، مانند تنفس خود بیمار و کمتر از ۱۰۰ تنفس در دقیقه می‌باشد. اما روش تهویه با فرکانس بالا ۲۴۰-۳۰۰ سیکل تنفسی را در هر دقیقه فراهم می‌کند.

۱. گروهی معتقدند که فرکانس بالا، انتشار گازها را تسهیل می‌کند و ممکن است نسبت تهویه به پرفوزیون را بهبود بخشد.
۲. اغلب در مواردی که تهویه معمولی موثر نیست از HFV استفاده می‌شود. مانند بیمارهای شدید ریوی و هیپرتانسیون مداوم ریوی.

جت ونتیلیسیون (HFJV)

حجم‌های کوچک گاز مرطوب با سرعت بالا (۶۰۰-۲۰۰ در دقیقه) از یک کانول قرار گرفته در لوله تراشه خارج شده و وارد راه‌های هوایی می‌شوند. HFJV با شیوع بالا (۸۵-۴۴ درصد) با ترکتوبرونشیت نکرóz دهنده (NTB) مرتبط است که اگر جریان جت دقیقاً در مسیر تراشه نباشد این بیماری بروز می‌کند به همین دلیل در واحدهای نوزادان به ندرت از HFJV استفاده می‌شود زیرا اثرات مضرش بیش از مزایای آن می‌باشد.

جریان پرفشار گاز بوسیله یک دریچه دچار وقفه می‌شود تا اکسیژن گرم و مرطوب را تحویل دهد. HFFI فرکانسهای بالا تا ۱۲۰۰ در دقیقه می‌دهد.

استراتژی‌های مختلف جهت به کارگیری این مد شامل:

۱. استراتژی فشار پایین (جهت سندرم‌های نشت هوا)
۲. استراتژی با حجم optimal (جهت موارد مستعد به اتلکتازی و کلاپس ریه) (8)

اسیلاتورها یا نوسان پرفرکانس (HFO)

جریان پرفشار گاز بوسیله یک پیستون یا دیافرامگم نوسان می‌کند تا اکسیژن مرطوب را با جریان بالا تا ۱۲۰۰ در دقیقه تحویل دهد.

منظور از اسیلیشن یا نوسان، شکل تنفس داده شده می‌باشد که به صورت منحنی روی بسیاری از نوسانگرها نشان داده می‌شود در بعضی از ونتیلاتورها مرحله بازدمی در نوسان، فعال است به این معنی که گاز بوسیله فشار منفی از قفسه سینه خارج می‌شود نه بوسیله بازدم غیرفعال. این موضوع نسبت دم به بازدم را تحت تاثیر قرار خواهد داد همانطور که در صورت بازدم فعال زمان بیشتری برای بازدم مورد نیاز است.

در استفاده از HFOV فشار متوسط راه‌های هوایی توسط موارد زیر تعیین می‌گردد:

۱. فرکانس
۲. درصد زمان دم
۳. تغییرات فشار ΔP
۴. Piston centering

طی HFOV فشار راه هوایی (PAW) متغیر اولیه موثر بر اکسیژناسیون می‌باشد. PAW به طور مستقل روی اوسیلاتور قابل تنظیم می‌باشد. چون تغییرات فشار راه هوایی در انتهای راه هوایی حداقل می‌باشد، PAW در HFOV مشابه PEEP در تهویه کانولشنال عمل می‌کند.

۱- تفاوت‌های مهمی در مراقبت پرستاری از نوزادان تحت HFO وجود دارد زیرا این سیستم تهویه دهنده، وضعیت دهی را دشوار می‌کند.

۲- مهم است که هوا در خطوط مستقیم جریان یابد بنابراین لوله ونتیلاتور باید در وضعیت ثابت نگه داشته شود چون در غیر اینصورت ممکن است تراکتوبرونشیت نکروزان ایجاد گردد.

۳- ساکشن می‌تواند مشکل ساز باشد زیرا ساکشن فشار متوسط راه هوایی (MAP) را کاهش می‌دهد حین انجام ساکشن یا بلافاصله پس از آن می‌توان فشار را جهت تقویت آلونول‌های کلابه افزایش داد. بعضی سیستم‌ها دارای کاتترهایی هستند که مانع نیاز به این کار می‌شوند.

۴- به دلیل سرعت بالا و حجم جاری کوچک تحویل داده شده شمارش سرعت تنفس در نوزادانی که HFO دریافت می‌کنند غیر ممکن است.

۵- نوزادان تحت HFO برای کنترل از نظر اتساع زیاد یا کم به رادیوگرافی‌های مکرر نیاز دارند. اتساع زیاد با وجود بیش از ۹ دنده پوستریور و دیافرامگم صاف و اتساع کم ریه با

حضور کمتر از ۹ دنده پوستریور و کم هوایی ریه نشان داده می شود. اتساع زیاد می تواند باعث کاهش CO2 گردد که منجر به کاهش فشار خون و اکسیژناسیون می شود. هنگام شروع استفاده از HFO به عنوان درمان نجات بخش، فشار متوسط راه هوایی باید بالاتر از فشار مورد استفاده تنظیم گردد. سپس دامنه را می توان به آهستگی افزایش داد تا دیواره قفسه سینه مرتعش شود.

جداسازی از HFO هنوز کاملاً درک نشده است رویکرد معمول کاهش دامنه و کاهش فشار متوسط راه هوایی و سپس تهویه معمولی با NCPAP می باشد تا وقتی که نوزاد بتواند به طور کافی و بدون کمک ونتیلاتور نفس بکشد.

امتیاز اصلی HFO بهبود نوزادان مبتلا به بیماری شدید ریوی که به تهویه معمولی پاسخ نمی دهند می باشد.

مزیت دیگر HFO کاهش فشار گاز تحویل داده شده به ریه های نوزاد است که تصور می شود شیوع بیماری مزمن ریوی را کاهش می دهد.

برخی مطالعات مطرح کرده اند نوزادانی که HFO دریافت می کنند احتمالاً بیشتر در معرض خطراتی چون (IVH) می باشند.

مطالعات بیشتری در استفاده از HFO هم به عنوان درمان نجات بخش و هم به عنوان اولین خط درمان در نوزادان مبتلا به بیماری شدید ریوی در حال انجام است.

برای پیشگیری از سندرم نشت هوا تهویه ملایم با فشارهای پایین، حجم جاری کم، زمان دم کوتاه، سرعت بالا و استفاده محتاطانه از فشار مثبت انتهای بازدمی، نکات کلیدی در تهویه نوزادان نارس است. هم HFOV و HFJV تبادل گازی کافی را با حجم های بسیار کم و سرعت های بالا فراهم می سازد ولی هنوز شواهد کافی دال بر اثر آنها بر کاهش لیک هوا به اثبات نرسیده است.

اندیکاسیون های ونتیلاتور تری و تنظیمات آن

اندیکاسیون های مختلفی برای ونتیله کردن بیمار هست که یکی از آنها دیسترس تنفسی می باشد. دیسترس تنفسی به معنای تنفس سخت و مشکل دار می باشد و معمولاً با علائمی نظیر تاکی پنه، سیانوز، رتر اکسیون بین دنده ای، گرانٹینگ و ناله تنفسی تشخیص داده می شود. در یک نوزاد با دیسترس تنفسی اقدامات زیر را انجام دهید:

۱. نوزاد را NPO کنید.
۲. برای نوزاد اکسیژن بگذارید و او را از نظر sepsis بررسی کنید.
۳. اکسیژن را به دو صورت می توان تجویز نمود. با فشار مثبت نظیر آمبویگ با ونتیلاتور (ppv) و یا به صورت جریان آزاد O_2 با کانولا، ماسک، هود و ...
۴. از اکسیژناسیون و برقراری تهویه کافی نوزاد مطمئن شوید. برای اینکار نوزاد را به طور مداوم توسط پالس اکسیمتر و گاهی توسط ABG پایش کنید.
۵. فراموش نکنید که اکسیژن نوعی دارو است و هیچ سطحی از آن safe و بی خطر نمی باشد.
۶. اکسیژن را به صورت گرم و مرطوب تجویز کنید و به محض آنکه نوزاد حداقل نیم ساعت O_2 SAT بیش از ۹۵٪ یا PO_2 بیش از ۸۰ میلی متر جیوه داشت، غلظت اکسیژن دریافتی او کم شود.
۷. وقتی که نوزاد علیرغم دریافت اکسیژن با FiO_2 ۶۰٪، نتواند PO_2 خون را مساوی یا بالاتر از ۵۰ و درصد اشباع اکسیژن خون را مساوی یا بالاتر از ۸۵٪ نگه دارد، نشانه شکست اکسیژن درمانی بوده و نیاز به فشار مثبت اکسیژن با دستگاه می باشد.
۸. به دنبال تشخیص و درمان بیماری اصلی باشید. و به آنمی، اسیدوز، هیپوترمی، هیپوتانسیون و اصلاح آنها توجه کنید.

ونتیل با پارامترهای گازهای خونی

گاهی گفته می شود در بیماری که مشکل تنفسی دارد در صورت وجود پارامترهای زیر باید از تنفس مکانیکی استفاده نمود:

$$1. PH > 7.2$$

$$2. PO_2 > 50 \text{ (در حضور } FiO_2 = 70 - 100\%)$$

$$3. PCO_2 < 60$$

$$4. \text{Persistent Apnea}$$

گاهی نیز موارد زیر در نوزادان به عنوان اندیکاسیون ونتیلته کردن توصیه می شود:

$$1. \text{اسیدوز تنفسی با } PH = 7.2 - 7.25$$

$$2. PO_2 = 50 - 60 \text{ در حضور } FiO_2 60 - 70\% \text{ (واغلب CPAP)}$$

$$3. \text{Sever Apnea}$$

تنظیم ونتیلاتور و SET Up دستگاه

تنظیم اولیه ریسپراتور بسته به هر بیماری متفاوت است و یک قانون کلی برای همه بیماران ندارد اما توصیه می‌شود در نوزادی که او را به دلیل آپنه‌های مکرر ونتیله نموده اید از:

$$\{Fio_2 < 40\% \} PEEP = 2 - 3$$

$$PIP = 12 - 18$$

$$RR = 12 - 15 \text{ استفاده کنید.}$$

اما در نوزادان مبتلا به HMD، نیاز به PIP و RRهای بالاتر و Fio_2 تا ۱۰۰٪ می‌باشد.

و در موارد ادم یا خونریزی ریوی PEEP بالا مفید می‌باشد.

به‌طور کلی ۲۰ دقیقه پس از ونتیله شدن بیمار و نیز پس از هر بار تغییر Set up دستگاه می‌بایست وضعیت بیمار را با ABG کنترل نمود.

باید توجه داشت که معمولاً در نوزاد ونتیله، ABG زیر قابل قبول است:

$$O_2 \text{ Sat} > 85\%, PO_2 > 50, PCO_2 = 45 - 55, PH = 7.25 - 7.45$$

البته در نوزادان مبتلا به بیماری مزمن ریوی CLD گازومتری زیر نیز قابل قبول می‌باشد:

$$55-60 = PaO_2, O_2 \text{ Sat} < 95\%, PCO_2 = 50 - 70 \text{ به شرط } PH < 7.3$$

تغییرات Set up

هر کدام از اندکس‌های ونتیلاتور روی O_2 ، CO_2 اثر خاصی دارند لذا با توجه به ABG بیمار و مزایا و معایب هر کدام از این اندکس‌ها می‌بایست برای اصلاح ABG اقدام به تغییر آنها نمود:

تغییرات دستگاه	اثرش بر O_2	اثرش بر CO_2
افزایش PIP	افزایش	کاهش
افزایش PEEP	افزایش	افزایش
افزایش Rate	افزایش (Minimum)	کاهش
افزایش I/E R.	افزایش	تغییر نمی‌دهد
افزایش Fio_2	افزایش	تغییر نمی‌دهد
افزایش Flow	افزایش (Minimum)	کاهش (Minimum)
افزایش MAP	افزایش	کاهش (Minimum)

نکات مهم در استفاده از ونتیلاتور

۱. PIP بالا خطر پنوموتوراکس و نیز BPD را افزایش می‌دهد ولی در موارد لزوم می‌توان تا $PIP =$

35-40 نیز بالا رفت (مثل RDS شدید و یا خونریزی‌های ریوی)

۲. RR بالا نیاز به PIP بالا را کاهش می دهد لذا گاهی توصیه می شود در مواقع ضرورت، ابتدا Rate را تا حداکثر ممکن بالا ببرید و سپس به سراغ افزایش PIP بروید.
۳. نسبت زمان دم به بازدم در حالت عادی یک به دو است ولی در موارد خاص می توان آنرا معکوس نموده و $I/E = 2.1$ به کار برد (مثل RDS شدید)
۴. زمان دم حتی الامکان از 0.5sec بالاتر نباشد زیرا عوارض متعددی و از جمله اشکال در Weaning بیمار را ایجاد می کند.
۵. Flow یعنی حداکثر سرعت جریان هوای داخل ریه بیمار در هنگام دم و یا مقدار هوایی که در یک دقیقه می تواند وارد ریه بیمار شود. فلوی مناسب باید حداقل ۳ برابر Minut Vent باشد که در نوزادان معمولاً فلوی 5-10 Lit/Min کفایت می کند.
۶. معمولاً $PEEP = 3-5 \text{ Cm/H}_2\text{O}$ مناسب است اما گاهی تا 8-10cm نیز ممکن است آنرا افزایش دهیم مثلاً وقتی نوزاد با $70\% \text{ O}_2$ نتواند $50 < \text{PO}_2$ پیدا کند می بایست از CPAP یا Nasal Prongs و فشار 6-10 استفاده کرد.
۷. بهتر است RR اولیه متناسب با RR نرمال برای سن بیمار بوده و PIP اولیه در حدی باشد که Chest Movement کافی ایجاد نماید.

جداکردن بیمار از رسیپراتور Weaning

بهتر است اصول کلی زیر در هر جداسازی رعایت شود:

۱. ابتدا پارامترهایی را که بیشتر صدمه می زنند کاهش دهید.
۲. هر بار فقط یک پارامتر را تغییر دهید.
۳. در هر مرحله، تغییرات تدریجی بوده و بر حسب پاسخ بیمار تصمیم به تغییرات بعدی بگیرید.
۴. جداسازی باید زمانی صورت بگیرد که عضلات تنفسی قادر به انجام کار تنفس باشند.

دستورالعمل جداسازی از ونتیلاتور

۱. در شروع روند جدا سازی، معاینه دقیق و مشاهده تنفس نوزاد و اطمینان از تنفس خودبخودی موثر او ضروری است.
۲. قبل از جداسازی رادیوگرافی ریه بگیرید.
۳. انجام آزمایش CBC، الکترولیت ها، قند خون، اوره، کراتینین و وزن مخصوص ادرار نیز توصیه می شود.

۴. بهتر است هموگلوبین نوزاد کمتر از ۱۳ گرم در دسی لیتر و هماتوکریت کمتر از ۴۵-۴۰ نباشد.
۵. معمولاً بهتر است ابتدا مدتی بیمار بر روی مد SIMV قرار بگیرد.
۶. گازهای خون شریانی (ABG) مطلوب برای جداسازی عبارت است از:
 $PO_2 = 50-80 \text{ mmHg}$, $PCO_2 = 40-55 \text{ mmHg}$, $PH = 7.25-7.45$
۷. پارامترهای مناسب دستگاه برای شروع جداسازی عبارت است از: $FiO_2 \leq 40\%$, $PEEP: 3-4$, $TI < 0.5$, $Rate \leq 30 \text{ rate / minute}$, $PIP \leq 15 \text{ cm H}_2\text{O}$, $cm \text{ H}_2\text{O}$
۸. از پارامترهایی که موفق بودن اکستوباسیون را پیشگویی می کنند PCO_2 نرمال، PIP کمتر از ۱۴، $Pao_2 = 70$ در حضور FiO_2 زیر ۴۰٪ و RR پایین می باشد.
۹. برای Weaning بیمار بهتر است ابتدا PIP را کاهش و به حد ۱۰-۱۲ برسانیم و سپس FiO_2 و RR را پایین بیاوریم.
۱۰. البته توجه شود که برای کاهش RR باید زمان بازدم T.E را افزایش دهیم و زمان دم نباید از ۰.۵ ثانیه بالاتر برود.
۱۱. تجویز متیل گزناتین ها (آمینوفیلین-کافئین) با تحریک مرکز تنفس، تقویت عضله دیافراگم، گشاد کردن برونش ها و ... و در اصل با مکانیسم ناشناخته ای باعث کاهش آپنه در نارس ها و تسهیل پروسه Weaning می شود (آمینوفیلین با دوز ۵ mg/k لودینگ و سپس ۱-۲ mg/k هر ۸ ساعت) این درمان معمولاً قبل از جدا سازی آغاز می شود و تا ۷۲-۴۸ ساعت بعد ادامه می یابد. (۱۷)
۱۲. عوارض متیل گزناتین ها عبارت از: تحریک مخاط معده، استفراغ، عدم تحمل تغذیه، ریفلاکس گاسترو-ازوفازیال، تاکی کاردی و آریتمی، بیقراری، تشنج، هیپرگلیسمی می باشد. لذا بهتر است سطح سرمی دارو قبل از دوز پنجم اندازه گیری شود. سطح سرمی مناسب ۷-۱۰ microgram/mL می باشد.
۱۳. در اکثر نوزادان وقتی RR به ۱۰ رسید می توان برای مدت کوتاهی اندوتراکتال CPAP را قبل از Extubation امتحان کرد اما استفاده طولانی از آن اغلب ناموفق بوده است (به خاطر افزایش فضای مرده و High Resistive Load). در صورت استفاده از ست پایین دستگاه نیازی به CPAP قبل از اکستوباسیون نمی باشد.
۱۴. استفاده از نازل CPAP پس از اکستوبه کردن بیمار، باعث کاهش شکست Extubation شده است و در نوزادان VLBW مبتلا به RDS که آتلکتازی شایع است می تواند جلوی آتلکتازی

Post Extubation را بگیرد. استفاده از NIPPV پس از اکستوباسیون منجر به بهبود نتایج اکستوباسیون نسبت به CPAP می‌گردد.

۱۵. استروئیدتوایی بطور روتین قبل از اکستوبه کردن توصیه نمی‌شود اما در مواردی که بیمار یک Extubation ناموفق داشته دوره‌های کوتاه استروئید قبل از اکستوبه کردن مجدد توصیه می‌شود و می‌توان دگزامتازون با دوز $0.5 - 1 \text{ mg/kg/d}$ به صورت منقسم هر ۸-۶ ساعت IV و تا حداکثر ۳-۶ دوز تجویز نمود.

۱۶. اپی نفرین راسمیک در صورت استریدور ناشی از ادم لارینژیال پس از اکستوبه کردن ممکن است مفید باشد. اپی نفرین را هر ۲ ساعت تا ۳ نوبت تجویز کنید.

۱۷. قبل از اکستوبه کردن، ساکشن ترشحات انجام داده ولی هنگام خارج کردن لوله از ساکشن پرهیزید زیرا خطر کلاپس ریه را افزایش می‌دهد.

۱۸. پس از اکستوبه، O_2 با هود، با FIO_2 و غلظت 5% بالاتر از قبل از اکستوبه کردن برای بیمار بگذارید، ۲۰ دقیقه بعد از بیمار ABG گرفته و حتی الامکان تا ۸ ساعت بعد بیمار NPO بماند، موقع خارج کردن لوله تراشه، با آمبویگ همزمان یک دم عمیق برای نوزاد ایجاد می‌کنیم تا از ایجاد فشار منفی و روی هم خوابیدن آلونول‌ها جلوگیری شود.

دستورالعمل اکستوبه کردن بیماران ونتیله: (Protocol For Extubation)

برای خارج کردن لوله تراشه به ترتیب اقدامات زیر را انجام دهید:

۱. ابتدا بیمار را روی Rate‌های تنفسی پایین IMV (و یا PIP پایین درمد / control) و $FIO_2 < 40\%$ قرار دهید (وقتی $MAP > 6 \text{ cm/H}_2O$ و $FIO_2 > 40\%$ است به فکر اکستوبه باشید)
۲. معده بیمار خالی باشد (محتویات معده را آسپیره و تخلیه نمایید) در صورت بیماری مزمن تنفسی و در مواردی که تغذیه با گاوژ در حال انجام است باید از ۶ ساعت قبل تا حداقل ۶ ساعت بعد از خروج لوله نای تغذیه را قطع کرد.
۳. دهان و بینی و داخل لوله تراشه ساکشن شود.
۴. باز کردن چند نوبت آمبویگ ریه‌ها را باز کنید.
۵. مجدداً دهان و بینی را ساکشن کنید.
۶. پس از اکستوبه اپی نفرین راسمیک هر ۲ ساعت تا ۳ دوز تجویز کنید (با دوز 0.25 cc) و پس از ۶ ساعت بیمار از نظر لزوم استفاده از اسپری‌ها اثروزل ارزیابی کنید.
۷. فیزیوتراپی قفسه سینه انجام دهید.
۸. بیمار را زیر هود اکسیژن با همان FIO_2 قبل از اکستوبه یا 5% بالاتر قرار دهید.

۹. استفاده از روش‌های تهویه غیرتهاجمی از راه بینی مثل NCPAP و NSIMV باعث افزایش موفقیت در جداسازی نوزادان از ونتیلاتور می‌گردد. (20,19)
۱۰. بعد از ۲۰-۱۵ دقیقه گازهای خون شریانی یا مویرگی (ABG / CBG) را چک کنید و در صورت نیاز ABG را تکرار کنید.
۱۱. دو ساعت بعد از اکستوبه کردن CXR بگیرید.
۱۲. پس از اکستوبه کردن مکرراً وضعیت کلینیکی بیمار را ارزیابی نمایید. (وضع تنفس، سمع ریه، مونیتور V/S)
۱۳. در صورتی که شک به ادم شدید حنجره دارید و یا بیمار مدت طولانی انتوبه بوده (72 h) از ۲۴-۱۲ ساعت قبل از اکستوبه کردن یک دوره کوتاه دگزامتازون تجویز نمایید. دگزامتازون را با دوز $0.5-1\text{mg/kg/day}$ به صورت IV یا IM در دوزهای منقسم هر ۸-۶ ساعت برای ۳ تا ۶ دوز تجویز کنید.
۱۴. همچنین باید توجه داشت که لب‌های فوقانی و میانی راست شایعترین محل کلاپس مجاری هوایی پس از اکستوبه کردن می‌باشند و مجاری هوایی کترال و فرعی در این لب‌ها اندک بوده و به خصوص برونش میانی راست نسبتاً کوچک است لذا این دو لب مستعد آتلکتازی می‌باشند به همین دلیل ۲ ساعت پس از اکستوبه یک CXR برای ارزیابی آتلکتازی و حجم‌های ریوی انجام می‌شود.
۱۵. اگر نوزاد پس از اکستوبه شدن علائم دیسترس تنفسی و یا خسته شدن داشت، به صورت پریودیک با آمبویگ و ماسک باید به او کمک تنفسی داد و گاهی نیاز به استفاده از نازال CPAP و یا حتی انتوبه کردن مجدد بیمار می‌باشد.