اصول درمان با ونتیلاتور

در بخش مراقبت‌های ویژه کودکان

گروه مولفین:

دکتر میثم شریف‌زاده

دکتر مسعود محمدپور

دکتر بهداد قریب

دکتر بهاره یغمایی

دکتر سیده مریم قدسی

دکتر سید عباس حسنی

دکتر زینب نجفی

نشر تایماز

عنوان و نام پدیدآور	:	اصول درمان با ونتیلاتور در بخش مراقبت‌های ویژه کودکان مولفین میثم شریف‌زاده...[و دیگران].
مشخصات نشر	:	تهران: تایماز، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	:	۱۹۷ص.: مصور.
شابک	:	978-600-403-483-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	مولفین میثم شریف‌زاده ، مسعود محمدپور ، بهداد قریب ، بهاره یغمایی ، سیده مریم قدسی ، سید عباس حسنی ، زینب نجفی.
یادداشت	:	کتابنامه: ص.۱۹۶ - ۱۹۷.
موضوع	:	تنفس مصنوعی -- دستگاه‌ها
موضوع	:	Respirators (Medical equipment)
موضوع	:	تنفس درمانی برای کودکان
موضوع	:	Respiratory therapy for children
شناسه افزوده	:	شریف‌زاده، میثم، ۱۳۳۹-
رده بندی کنگره	:	RC۸۷/۹
رده بندی دیویی	:	۶۱۵/۸۳۶۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۸۴۲۹۱۰۶
اطلاعات رکورد کتابشناسی	:	فیپا

انتشارات تایماز

اصول درمان با ونتیلاتور

دربخش مراقبت های ویژه کودکا ن

ناشر :	**تایماز**
مولفین:	**دکتر میثم شریف زاده – دکتر مسعود محمدپور – دکتر بهداد قریب**
	دکتر بهاره یغمایی – دکتر سیده مریم قدسی – دکتر سیدعباس حسنی
	دکتر زینب نجفی
مدیر اجرایی :	**مجید باشعور**
نوبت چاپ :	**دوم – ۱۴۰۱**
چاپ و صحافی :	**تایماز**
شمارگان :	**۳۰۰**
قیمت :	**۱۵۰۰۰۰ تومان**
شابک :	**۹۷۸-۶۰۰-۴۰۳-۴۸۳-۸**

حق چاپ و کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به انتشارات تایماز می باشد.

خرید اینترنتی از طریق سایت kitabchi.ir امکانپذیر می باشد.

آدرس: تهران – خیابان انقلاب – خیابان فخررازی – خیابان وحید نظری غربی- پلاک ۸۵- طبقه ۳

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۰۲۷۴۴ ۰۴۱-۳۳۳۶۶۹۷۴ موبایل : ۰۹۱۲۷۲۴۴۵۳۵ واتس آپ ۰۹۱۴۴۰۹۹۷۵۸ تلگرام

ایمیل : taymazpub@yahoo.com taymazpub@gmail.com

فهرست مطالب

مقدمه مولف ۶

بخش اول: مفاهیم اولیه در ونتیلاتورتراپی ۱۷

ونتیلاسیون مکانیکال ۱۸

ونتیلاسیون تهاجمی ۱۸

ونتیلاسیون غیرتهاجمی ۱۸

ونتیلاسیون با فشار مثبت (PPV) ۱۸

ونتیلاسیون با فشار منفی (NPV) ۱۸

مفاهیم پایه ۲۰

تعاریف اولیه در مفاهیم پایه ۲۱

مختصری در مورد نمودارهای ونتیلاتور(Ventilator Graphics) ۲۵

اسکالر فشار در مدهای فشاری ۲۸

اسکالر فلو در مدهای فشاری ۳۸

اسکالر حجم در مدهای فشاری ۴۲

اسکالرهای فشار، Flow و حجم در مدهای حجمی ۴۲

فشار پلاتو در کنترل حجمی (Plateau Pressure در VC) ۴۴

Loopها ۴۶

Pressuere–Volume Loop ۴۶

Flow – Volume Loop ۵۱

تغییرات اسکالرها و لوپ ها در پاتولوژی‌های مختلف ۵۲

مختصری در مورد آسینکرونی ۷۲

کنترل کننده های ونتیلاسیون مکانیکال ۷۴

مفهوم Conditional Variable ۷۶

Phase Variableها ۸۲

بخش دوم: نحوه تنظیمات ونتیلاتور ۸۷

مقایسه دو نوع ونتیلاتور از نظر خصوصیات ظاهری ۸۸

بخش سوم: ترمینولوژی در ونتیلاتور ۹۳

FiO_2 ..... ۹۴

PEEP ۹۴

Inspiratory Pressure ۹۵

Tidal Volume ۹۶

زمان دم (IT)، زمان بازدم (ET)، نسبت I/E و Breath Cycle Time ۱۰۱

Inspiratory Rise Time ۱۰۳

Inspiratory Cycle off (%E Sense در Bennett) ۱۰۵

Triggering ۱۰۹

Pressure Support (PS Above PEEP) ۱۱۱

Volume Support ۱۱۲

Tube Compensation (TC) ۱۱۲

Auto Mode و Back up ۱۱۳

$\dot{V}$ max ۱۱۳

T_{pause} یا T_{PL} ($T_{Plateau}$) ۱۱۴

بخش چهارم: مدهای ونتیلاسیون ۱۱۷

مفاهیم پایه در Moding ۱۱۸

CMV ۱۲۱

مفهوم Time Interval ۱۲۲

IMV و SIMV ۱۲۳

CSV ۱۲۴

(Continious Mandatory Vent) CMV ۱۲۶

(Assist Control Vent) ACV ۱۲۷

(Intermiltent Mandatory Vent) IMV ۱۲۸

(Synchronized Intermiltent Mandatory Venti) SIMV ۱۲۹

(Pressure Support Ventilation) PSV ۱۳۲

(Volume Support Ventilation) VSV ۱۳۴

(Mandatory Minute Volume Ventilation) MMV ۱۳۵

Closed Loop Methods ۱۳۵
Automode ۱۳۶
Automatic Tube Compensation (ATC) ۱۳۶
Volume-Assured pressure support/ Pressure Augmentation (VAPS/PA) ۱۳۸
Hybrid Techniques or Dual Controlledd Ventilation ۱۳۸
PRVC (Pressure- Regulated Volume Control) ۱۳۹
Volume-Assured pressure support/ Pressure Augmentation (VAPS/PA) ۱۴۰

بخش پنجم : مدهای جایگزین یا آلترناتیو ۱۴۳

Adaptive Pressure Control (APC) ۱۴۴
Adaptive Support Ventilation (ASV) ۱۴۷
Proportional Assist Ventilation (PAV) ۱۵۰
Airway Pressure Release Ventilation (APRV) و فشار راه‌های هوایی بای‌فازیک مثبت ۱۵۲
High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) ۱۵۶

بخش ششم: استراتژی های ونتیلاتورتراپی در وضعیت های خاص ۱۶۱

بیماریهای انسدادی-آسم (Obstructive) ۱۶۳
بیماری های تحدیدی (Restrictive Lung Disease) ۱۶۶
برونشیولیت (Bronchiolitis) ۱۷۴

بخش هفتم : آلارم های ونتیلاتور ۱۷۷

آلارم ها ۱۷۸

بخش هشتم: فرآیند جداسازی از ونتیلاتور ۱۸۳

Weaning ۱۸۴

بخش نهم: پنومونی ناشی از ونتیلاتور ۱۹۱

VAP ۱۹۲

منابع ۱۹۶

فهرست اشکال

شکل ۱- ثابت های زمانی در سه حالت نرمال، کاهش کمپلیانس و افزایش رزیستانس ۲۵
شکل ۲- شکل های اصلی Wave formها در اسکالرها ۲۶
شکل ۳- انواع اسکالرها در مدهای حجمی ۲۶
شکل ۴- انواع اسکالرها در مدهای فشاری ۲۷
شکل ۵- اسکالر فشار در تنفس خودبخودی ۲۹
شکل ۶- اسکالر فشار در تنفس Mandatory ۲۹
شکل ۷- P plateau براساس فلوی دمی ۳۱
شکل ۸- P peak و P plateau ۳۱
شکل ۹- P plateau ۳۲
شکل ۱۰- اسکالر فشار در حضور مقاومت راه هوایی ۳۳
شکل ۱۱- اسکالر فشار با افزایش مقاومت راه هوایی ۳۵
شکل ۱۲- اسکالر فشار با افزایش الاستانس ۳۵
شکل ۱۳- تاثیر افزایش مقاومت راه هوایی و الاستانس ۳۶
شکل ۱۴- مقایسه سه الگوی غیرطبیعی در اسکالر فشار ۳۶
شکل ۱۵- چهار الگوی اسکالر فلو ۳۹
شکل ۱۶- اسکالر فلو در یک تنفس Mandatory در مد فشاری ۳۹
شکل ۱۷- اسکالر فلو ۴۱
شکل ۱۸- اسکالر حجم در مدهای فشاری ۴۲
شکل ۱۹- اسکالر فلو در مدهای حجمی ۴۳
شکل ۲۰- اسکالر فشار در مدهای حجمی ۴۳
شکل ۲۱- P peak و P plateau ۴۵
شکل ۲۲- P plateau ۴۵
شکل ۲۳- لوپ فشار- حجم ۴۶
شکل ۲۴- لوپ فشار- حجم پس از اضافه شدن PEEP ۴۶
شکل ۲۵- مقایسه لوپ فشار- حجم در دو ریه سالم و بیمار ۴۷
شکل ۲۶- نمایش سه منطقه (zone) در ریه بیمار ۴۸
شکل ۲۷- منحنی ایده‌آل برای ونتیلاسیون در ARDS ۴۹
شکل ۲۸- لوپ فشار- حجم ۵۰
شکل ۲۹- لوپ فشار- حجم در زمان استفاده از مانور recruitment ۵۰
شکل ۳۰- لوپ فلو- حجم ۵۱
شکل ۳۱- لوپ فلو- حجم در کنترل حجمی ۵۲

شکل ۳۲- لوپ فلو- حجم در کنترل فشاری ۵۲
شکل ۳۳- اسکالر فشار- زمان ۵۳
شکل ۳۴- اسکالر تلاش تنفسی بیمار در شروع دم ۵۳
شکل ۳۵- اسکالر نگه داشتن بازدم ۵۴
شکل ۳۶- نمایش سه الگوی انسدادی، تحدیدی، انسدادی+ تحدیدی ۵۴
شکل ۳۷- Defectionهای منفی و مثبت به علت تنفس‌های خودبخودی در فاز پلاتو ۵۵
شکل ۳۸- اسکالر فلو- زمان ۵۶
شکل ۳۹- منحنی به دام افتادگی هوا ۵۶
شکل ۴۰-Bronchodilator responce (پاسخ به برونکودیلاتور) ۵۷
شکل ۴۱-response to bronchodilator (پاسخ به برونکودیلاتور) ۵۷
شکل ۴۲- اثر IT بیش از حد طولانی روی اسکالر فلو ۵۸
شکل ۴۳- اثر IT ناکافی روی اسکالر فلو- زمان ۵۸
شکل ۴۴- تاثیر افزایش مقاومت بازدمی بر بازوی بازدمی اسکالر فلو- زمان ۵۹
شکل ۴۵- تاثیر به دام افتادگی هوا بر بازوی بازدمی اسکالر فلو- زمان ۵۹
شکل ۴۶- به دام افتادگی هوا در اسکالر فلو- زمان در V/C ۶۰
شکل ۴۷- اسکالر حجم- زمان ۶۰
شکل ۴۸- به دام افتادگی هوا یا نشتی در اسکالر حجم- زمان ۶۱
شکل ۴۹- نشتی هوا در اسکالر حجم-زمان ۶۱
شکل ۵۰- الگوی انواع تنفس در لوپ فشار- حجم ۶۲
شکل ۵۱- تاثیر افزایش مقاومت دمی و بازدمی در لوپ فشار- حجم ۶۳
شکل ۵۲- کاهش کمپلیانس در لوپ فشار- حجم ۶۳
شکل ۵۳- lung compliance changes and the P-V loop (تغییرات کمپلیانس ریه و لوپ P-V) ۶۴
شکل ۵۴- Lung compliance change and P-V loop (تغییرات کمپلیانس ریه و لوپ P-V) ۶۴
شکل ۵۵- تاثیر leak بر لوپ P-V ۶۵
شکل ۵۶- Air Leak (نشتی هوا) ۶۵
شکل ۵۷- فلوی دمی ناکافی (Inadequated inspiratory flow)؛ ۶۶
دم فعال (Active Inspiration)، فلوی نامناسب (Inappropriate Flow) ۶۶
شکل ۵۸- Increased Raw (افزایش مقاومت راه هوایی) ۶۶
شکل ۵۹- Inadequate sensitivity (حساسیت ناکافی) ۶۷
شکل ۶۰- Atelectasis (اتلکتازیس) ۶۷
شکل ۶۱- Overdistension (پرهوایی) ۶۸
شکل ۶۲- Flow-Volume loop لوپ نرمال فلو- حجم) ۶۹
شکل ۶۳- Air Leak (نشت هوا در لوپ فلو- حجم) ۶۹

شکل ۶۴- Air trapping (به دام افتادگی هوا در لوپ فلو- حجم) ۷۰
شکل ۶۵- Airway obstruction (تاثیر انسداد دمی) ۷۰
شکل ۶۶- Airway obstruction (تاثیر انسداد بازدمی) ۷۱
شکل ۶۷- Increased airway resistance (افزایش مقاومت بازدمی راه هوایی) ۷۱
شکل ۶۸- Airway secretions/water in circuit (تاثیر ترشحات راه هوایی/ هوا در لوله‌ها) ۷۲
شکل ۶۹- airway obstruction (تاثیر ترشحات و ساکشن) ۷۲
شکل ۷۰- flow starvation asynchrony- (غیر همزمانی ناشی از کمبود جریان) ۷۴
شکل ۷۱- آسینکرونی در لوپ P-V و F-V ۷۴
شکل ۷۲- خلاصه عملکرد Variableهای مختلف در ونتیلاتور ۷۷
شکل ۷۳- اسکالر فشار- زمان و حجم- زمان وقتی فشار یک control variable است ۷۹
شکل ۷۴- اسکالر فشار-زمان و حجم-زمان وقتی فلو یک control variable است ۷۹
شکل ۷۵ ..... ۸۶
شکل ۷۶- صفحه ونتیلاتور Servo I ۸۸
شکل ۷۷- صفحه ونتیلاتور Bennett ۹۰
شکل ۷۸- اسکالر فشار- زمان در یک Pressure control mode ۹۵
شکل ۷۹- نمایش IT در سه اسکالر فشار- زمان، فلو- زمان و حجم- زمان ۱۰۱
شکل ۸۰- نمایش Inspiratory rise time در اسکالر فشار- زمان و فلو- زمان ۱۰۳
شکل ۸۱- Rise time در ونتیلاتور Bennett ۱۰۴
شکل ۸۲- Rise time در ونتیلاتور Servo I ۱۰۴
شکل ۸۳- Inspiratory cycle off در اسکالر فلو- زمان ۱۰۵
شکل ۸۴- Inspiratory cycle off در اسکالر فلو- زمان و فشار- زمان ۱۰۶
شکل ۸۵- درصد cycle off بالا در اسکالر فشار- زمان و فلو- زمان ۱۰۸
شکل ۸۶- درصد cycle off پایین در اسکالر فشار- زمان و فلو- زمان ۱۰۸
شکل ۸۷- Assist control ventilation (کمک به تهویه هوا) ۱۲۱
شکل ۸۸- IMV در اسکالر فشار- زمان ۱۲۴
شکل ۸۹- نمایش سه الگوی اصلی تنفس در اسکالر فشار- زمان ۱۲۵
شکل ۹۰- ۱۲۶
شکل ۹۱- مد CMV در اسکالر فشار- زمان و فلو- زمان ۱۲۷
شکل ۹۲- مد ACV در اسکالر فشار- زمان و فلو- زمان ۱۲۸
شکل ۹۳- مد SIMV ۱۲۹
شکل ۹۴- دو تنفس SIMV، اولی توسط بیمار و دومی توسط ماشین trigger شده است. اگر بیمار در assist window، trigger نکند، ونتیلاتور در زمان شروع پنجره بعدی خودش یک تنفس را می‌دهد ۱۳۰
شکل ۹۵ ..... ۱۳۱

شکل ۹۶- مد APC ۱۴۶
شکل ۹۷- مد ASV ۱۴۸
شکل ۹۸- مد APV ۱۵۰
شکل ۹۹- مد APRV و مد Biphasic ۱۵۴
شکل ۱۰۰- Weaning در APRV ۱۵۶
شکل ۱۰۱- HFOV ۱۵۷
شکل ۱۰۲- اختصارات به کار رفته در مدهای جایگزین ۱۵۹
شکل ۱۰۳- ویژگی‌های اختلالات انسدادی ریه ۱۶۲
شکل ۱۰۴- تعریف ALI و ARDS ۱۶۷
شکل ۱۰۵- علل ARDS ۱۶۷
شکل ۱۰۶- خلاصه ای از اصلی‌ترین تغییرات پاتولوژیک و ویژگی‌های بالینی ۱۶۸
شکل ۱۰۷- مسمومیت اکسیژن به دلیل Fio_2 بالا/ پرهوایی آلوئولر منجر به باروتروما و ولوتروما می‌شود/ باز و بسته شدن مکرر آلوئول‌ها باعث shear stress و التهاب بیشتر می‌شود(اتلکتوتروما) ۱۶۹
شکل ۱۰۸- A: شکل، نشان دهنده recruitment maneuver پلکانی میباشد. B: مثالی از مانور رکروتمان پلکانی در بیمار دچار ARDS ناشی از عفونت H_1N_1. وقتی که PEEP تا $25\ cmH_2O$ بالا می‌رود و بهبودی در SPO_2 ایجاد می‌گردد اما P plat به اندازه غیرقابل قبولی افزایش می‌یابد. PEEP و TV کاهش داده می‌شوند تا زمانیکه P plat و driving press به حد قابل قبول برسند. PEEP هر 2-5 min افزایش داده می‌شود ۱۷۰
شکل ۱۰۹- رابطه فشار–حجم در بیمار دچار acute lung injury: بالا: lower inflection point به صورت typical برابر ۱۸-۱۲ سانتیمتر آب و upper inflection point برابر ۳۲-۲۶ سانتیمتر آب است. پایین: استراتژی حمایتی ونتیلاسیون نیازمند این است که PEEP دقیقا بالای L.I.P و زیر U.I.P واقع گردد. در انصورت ونتیلاسیون ریه‌ها در محدوده safe zone و بین منطقه رکروتمان در کروتمان و منطقه over distention صورت میگیرد و هم از آسیب ناشی از حجم بالا و هم از آسیب ناشی از حجم پایین جلوگیری بعمل می‌آید ۱۷۲
شکل ۱۱۰- برای حصول total severity score، بیشترین نمره‌ها از هر ستون باهم جمع می‌شوند. ۳-۱: خفیف/ ۷-۴: متوسط/ ۱۴-۸: شدید ۱۷۵
شکل ۱۱۱- تنظیم ونتیلاتور با توجه به ماهیت بیماری ۱۷۶
شکل ۱۱۲- PIP, Pplat و delta pressure در اسکالر فشار- زمان ۱۷۹
بنابراین ابتدا با دقت در منحنی فشار - زمان مشخص می‌کنیم که افزایش فشار مربوط به کدام قسمت است و به ترتیب زیر ارزیابی می‌کنیم: ۱۷۹
شکل ۱۱۳ ..... ۱۸۰

فهرست جداول

جدول ۲- طیف سکانس تنفسی ۱۲۵
جدول ۳- چک لیست آلارم های ونتیلاتور ۱۸۱
جدول ۴- چک لیست آلارم های ونتیلاتور ۱۸۱
جدول ۵- چک لیست مدیریت بیمار تحت ونتیلاسیون ۱۸۲

مقدمه مولف

مدیریت بیماران در بخش مراقبت‌های ویژه، علاوه بر توان عملی و علمی پزشکان و پرستاران، نیازمند اطلاعات کافی در مورد اصول و شیوه‌های بکارگیری صحیح ابزار و تجهیزاتی است که می‌توانند در عین سودمندی ویژه برای بیماران، باعث خطرات احتمالی نیز برای آنها گردند. این امر در بخش مراقبت‌های ویژه کودکان اهمیتی ویژه دارد. چرا که خصوصیات فیزیولوژیک و دموگرافیک کودکان به گونه‌ای است که آنها را آسیب‌پذیرتر از بزرگسالان می‌کند.

جالینوس، پزشک مشهور یونانی که در قرن دوم میلادی زندگی می‌کرد نقش مهمی در معرفی ساختار ریه و بیماری‌های ریه داشت. اگرچه مطالعات او بیشتر روی حیوانات بود، اما او فرض را بر این نهاد که ساختار بدن انسان و حیوان مشابهت‌هایی دارند. او بر روی رابطه بین تنفس و گردش خون مطالعاتی کرد. پس از جالینوس تقریبا برای ۱۵۰۰ سال پیشرفتی در درک تهویه و مکانیک تنفسی حاصل نشد. این دوران را عصر تاریک (Dark age) نامیدند. اما Andreas Vesalius در اواسط قرن شانزدهم میلادی وارد این کارزار شد. وسالیوس که در سن ۲۳ سالگی در Padua استاد آناتومی بود بدلیل تشریح جسد انسان متحمل خشم کلیسا شد. یافته‌های وی در بسیاری از موارد با تعالیم جالینوس مغایرت داشت. وی در سال ۱۵۴۳ رساله‌ای درخشان در آناتومی با عنوان De Humani Corporis Fabrica منتشر کرد که در آن زمان برای اولین بار به تهویه با فشار مثبت به گونه‌ای که امروزه آن را می‌شناسیم اشاره کرد. او اینگونه نوشت:

“But that life may be restored to the animal, an opening must be attempted in the trunk of the trachea, into which a tube of reed or cane should be put; you will then blow into this, so that the lung may rise again and take air “

با اینکه کار او نمایشی چشمگیر از قدرت تهویه مکانیکی بود، اما برای یک قرن به فراموشی سپرده شد و در قرن بعدی هم به طور عملی وارد تجربیات پزشکی نشد.

در سال ۱۶۶۷، Robert Hook، فیلسوف علوم طبیعی، ستاره شناس و زیست شناس انگلیسی که بعدها به نام England’s Leonardo خوانده شد آزمایش هوشمندانه‌ای برای اثبات نظریات جالینوس در باب لزوم حرکات ریه‌ها برای برقراری گردش خون انجام داد. او در این آزمایش از یک سگ استفاده کرد که برش‌هایی در دیواره قفسه سینه و پرده جنب او ایجاد کرده بود. سپس او از راه دهان سگ در راه هواییش دمید. این فلوی ثابت از طریق سوراخ‌های قفسه سینه خارج شد. او مشاهده کرد که با تداوم این جریان هوا ضربان قلب به صورت منظم تداوم می‌یابد و با قطع

کردن جریان هوا سگ به سمت مرگ پیش می‌رود و با شروع مجدد جریان هوا سگ احیا می‌شود.
در قرن ۱۷ و ۱۸ میلادی تلاش‌های متعددی برای احیاء بیماران انجام می‌شد، اما هنوز مکانیسم تاثیر تنفس بر فعالیت قلبی_ عروقی مشخص نشده بود. در سال ۱۷۷۴، Joseph Priestly و Wilhelm Scheel به صورت مستقل اکسیژن را کشف کردند. پس از آنها لاوازیه به اهمیت اکسیژن در تنفس پی برد و توانست پاسخ قانع کننده‌ای به Hook در باب "استفاده اصیل از تنفس" بدهد.
در اواخر قرن ۱۹ میلادی استفاده از ونتیلاتورها با اختراع ونتیلاتور با فشار منفی رایج شد. در سال ۱۸۶۴، Alfred Jones یکی از اولین ونتیلاتورهای فشار منفی را ابداع کرد. در این ونتیلاتور، بیمار داخل جعبه‌ای که از گردن به پایین، تمام بدن را محصور می‌کرد می‌نشست. سپس بوسیله یک پیستون مرتبا فشار منفی و مثبت در داخل جعبه ایجاد می‌شد و تنفس را تسهیل می‌کرد.
در سال ۱۸۷۶، Alfred Woillez اولین ریه آهنی(Iron Lung) را ساخت و نام آن را Spirophore گذاشت. این اختراع در امتداد رود Seine قرار داده شد تا قربانیان غرق‌شدگی را کمک کند.
اسپیروفور یک میله فلزی داشت که روی قفسه سینه قرار می‌گرفت و حرکت این میله فلزی اندکسی برای Tidal Volume بود. اولین باری که Iron Lung به طور وسیع مورد استفاده قرار گرفت در سال ۱۹۲۹ بود که توسط Drinker و Shaw در Boston استفاده شد و برای درمان بیماران فلج اطفال مورد کاربرد قرار گرفت. یکی از بزرگترین مشکلات Iron Lung این بود که دسترسی پرستاران به بدن بیمار کم میشد. برای حل این مشکل Peter Lord یک اتاق تنفسی را اختراع کرد (Respirator room). بیمار در این اتاق قرار می‌گرفت و فقط سر وی بیرون بود. در داخل اتاق پیستون‌های عظیم، فشار ایجاد می‌کردند و این حرکت باعث ورود هوا به داخل ریه‌ها و خروج آن از ریه‌ها میشد. Ventilator room یک در داشت که توسط آن تیم پزشکی برای مراقبت از بیمار می‌توانستند وارد اتاق شوند. از آنجاییکه این سیستم بسیار گران بود، James Wilson یک Ventilator room طراحی کرد که در آن همزمان چند بیمار می‌توانستند مورد مراقبت قرار گیرند. یکی از این اتاق‌ها در Boston Children Hospital قرار داشت که در چند اپیدمی توانست به کودکان بیمار ارائه خدمت کند. در سال ۱۹۲۶ نوع دیگری از ونتیلاتور فشار منفی توسط Wilhelm Schwake ابداع شد که در حقیقت یک Pneumatic Chamber بود. این اختراع با الگوی تنفسی بیمار تطبیق داده شد. Wilhelm اعتقاد داشت که فشار منفی اعمال شده روی پوست بیمار توانایی دارد محصولات گازی تولید شده را بیرون بکشد.

ونتیلاسیون با فشار مثبت از ۱۹۵۰ وارد میدان شد. حمله دوباره فلج اطفال در آن سال‌ها حوزه جدیدی را در تاریخ تهویه مکانیکی رقم زد. در سال ۱۹۵۱ کنفرانس بین‌المللی فلج اطفال در کپنهاگ برگزار شد. در تابستان سال بعد کپنهاگ اپیدمی وحشتناکی از پولیو را تجربه کرد که در اوج اپیدمی روزانه ۵۰ بیمار بستری می‌شدند که اکثر آنها دچار فلج بولبار یا فلج عضلات تنفسی بودند. مرگ و میر این بیماری در آن زمان به ۸۰٪ می‌رسید. پزشکان معتقد بودند که اکثر این بیماران در اثر نارسایی کلیه در نتیجه ویرمی سیستمیک فوت می‌شوند. چرا که اکثر بیماران دچار تعریق بیش از حد و افزایش فشار خون می‌شدند و همزمان گاز کربنیک خون آن‌ها بالا می‌رفت. Bjorn Ibsen، متخصص بیهوشی بیمارستان بوستون دریافت که علت این علایم نارسایی کلیوی نیست بلکه نارسایی تنفسی است. او برای اولین بار پیشنهاد تراکئوستومی و تهویه با فشار مثبت را ارائه داد. Lassen که chief physician بیمارستان بود در ابتدا پیشنهاد او را رد کرد اما به زودی Ibsen توانست او را متقاعد کند و اثربخشی روش خود را اثبات کند. مرگ و میر بصورت دراماتیک از ۸۷٪ به ۴۰٪ کاهش یافت، اما مشکل آنجا بود که مراقبت از این بیماران بسیار سخت می‌نمود، چرا که تیم پزشکی هیچ ونتیلاتور فشار مثبتی در اختیار نداشت و مجبور بودند که دائما بیماران را با Bag و به صورت دستی ونتیله کنند. در اوج همه گیری همزمان ۷۰ بیمار بطور همزمان Hand bag می‌شدند. مجموعا تا انتهای همه‌گیری ۱۵۰۰ دانشجو این وظیفه را به مدت ۱۶۵۰۰۰ ساعت انجام دادند. یک چالش بزرگ مراقبت از تمام این بیماران در یک مکان واحد بود و این سبب شد اولین بخش‌های مراقبت ویژه (ICU) ایجاد گردد.

اگرچه Barach در مورد استفاده از فشار مثبت در درمان بیماری‌ها (ازجمله نارسایی قلبی) تحقیقاتی را به ثمر رساند، اما استفاده از PEEP در زمان نارسایی تنفسی، درک مفهوم اتلکتازی در بیماران خوابیده به پشت و طراحی ونتیلاتورهایی که بتوانند PEEP مناسب اعمال کنند توسط Ashbaugh صورت گرفت.

در طول ۶۰ سال گذشته بسیاری از پیشرفت‌ها در ساخت ونتیلاتورها براساس درک مفاهیمی نظیر Flow delivery و استفاده از امکاناتی نظیر دریچه های بازدمی (Exhalation Vulves) و میکروپروسسورها و نیز بکارگیری مفاهیمی نظیر Triggering و نیز استفاده از مدهای جدید ونتیلاسیون صورت گرفته است.

در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ استفاده از Controlled ventilation جای خود را به Partial

ventilation support و سپس به Pressure support ventilation داد و تلاش‌ها بر بهبود تعامل بیمار- ونتیلاتور معطوف گشت. در حقیقت بسیاری از مدهای امروزی ونتیلاسیون بر این پایه ساخته شده‌اند که بیمار به صورت کامل ونتیلاتور را در اختیار گرفته و هدایت کند. مثال‌های شایع این روند استفاده ازمدهایی نظیر PAV و NAVA می‌باشند. ذکر این نکته مهم است که پیشرفت‌های اخیر در Mechanical ventilation بیش از آنکه ناظر بر پیشرفت در تکنولوژی‌های ساخته شده باشد معطوف به درک عمیق‌تر از نظر پاتوفیزیولوژی ونتیلاسیون می‌باشد.

درک مفاهیمی نظیر باروتروما، ولوتروما، اتلکتوتروما، اکسی تروما و بیوتروما باعث شد که در علم جدید ونتیلاتور واژه‌ای تحت عنوان Lung protective ventilatory strategies جای خود را باز کند . هدف از بکارگیری این استراتژی‌ها به حداقل رساندن عوارض جانبی ونتیلاسیون بود. در این راستا به مفاهیمی نظیر اجتناب از لوله گذاری تراشه که باعث عوارضی نظیر Sedation مفرط، عوارض لوله تراشه، عفونت‌های ناشی از کلونیزاسیون لوله و کاهش کلیرنس ترشحات می‌گردد، پرداخته شد. اما در عین حال بر اهمیت فوائد تهویه با فشار مثبت و حمایت از Gas Exchange و Work of breathing تاکید می‌گردید. چرا که با رعایت کردن این استراتژی‌ها درحالیکه نارسایی تنفسی تحت درمان قرار می‌گرفت اما آسیب‌های ناشی از اکسیژناسیون مفرط به حداقل می‌رسید. همچنین استفاده از Controlled hypoventilation در بیماران آسمی که انتوبه می‌شوند مدنظر قرار گرفت تا از احتباس هوا و ایجاد Auto PEEP جلوگیری کند. این مفاهیم در سال ۱۹۸۲ توسط Pepe & Marini توضیح داده شد.

استفاده از Permissive hypercapnia برای اولین بار توسط Hickling و همکارانش و در درمان بیماران ARDS تشریح شد. واقعه مهم و تاریخی در استراتژی Lung Protective انتشار یک کارآزمایی بالینی بزرگ توسط ARDSNet در سال ۲۰۰۰ بود که ثابت کرد با این روش مرگ و میر در ARDS از ۴۰٪ به ۳۱٪ کاهش می‌یابد. (مراجعه نمایید به مقاله Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volume for acute lung injury and the (ARDS/ NEJM/ volume 342/ number 18. May 4, 2000

این مطالعه بزرگ با کارآزمایی‌های بالینی بعدی دنبال شد که در آنها از PEEP بالاتر و موقعیت Prone و تجویز زودرس و کوتاه مدت بلوک کننده‌های نروماسکولر برای کاهش خطر VILI استفاده می‌گردید.

رویکردهای فیزیولوژیک جدید در همراهی با دید نوین نسبت به وقایع بیولوژیک و بکارگیری توانمندی‌های مهندسی جدید مطمئنا باعث بهبود و پیشرفت الگوهای Mechanical Ventilation در قرن جاری و آتی خواهد شد. همه اینها منجر به این خواهد شد که متخصصین مراقبت‌های ویژه باید بنشینند و فکر کنند که کدام استراتژی در درمان با ونتیلاتور برای بیماران بیشترین سود و کمترین ضرر را خواهد داشت. در همین راستا ضروری است که مباحث مکانیک ریه ، اکسیژناسیون و ونتیلاسیون بهتر شناخته شود.

کتاب حاضر که حاصل تلاش تیم مراقبت‌های ویژه کودکان دانشگاه علوم پزشکی تهران است در همین راستا تدوین شده است. با شناخت بهتر مبانی اولیه گردش هوا در ریه‌ها و نقش ونتیلاتورها در تسهیل ونتیلاسیون بیماران مسلما بیماری‌زایی حاصل از بکارگیری نامناسب ونتیلاتور کاهش خواهد یافت. در این کتاب سعی شده است که از اطاله بیمورد کلام پرهیز شود، هرچند که نیک می‌دانیم در باب بکارگیری ونتیلاتور درکودکان سخن زیاده نیز کم است. منابع استفاده شده در این کتاب عموما کتب معتبر مراقبت‌های ویژه کودکان و نیز کتب و مقالات معتبر در مورد ونتیلاسیون مکانیکال است.

مبرهن است که مانند هر نوشتار دیگری، این کتاب نیز کاستی‌هایی دارد که با ارشادات و راهنماییهای خوانندگان عزیز و اهالی صاحب نظر ان شاءالله اصلاح خواهد شد.

در انتهای این مقدمه لازم می‌دانم از دوست و همکار عزیزمان خانم متین قربان‌مقدم که در تدوین و ویرایش این کتاب زحمات فراوانی را متحمل شدند تقدیر و سپاسگزاری کنم.

و من‌الله توفیق

دکتر میثم شریف‌زاده

متخصص کودکان و فلوشیپ مراقبت‌های ویژه کودکان

پاییز ۱۳۹۹