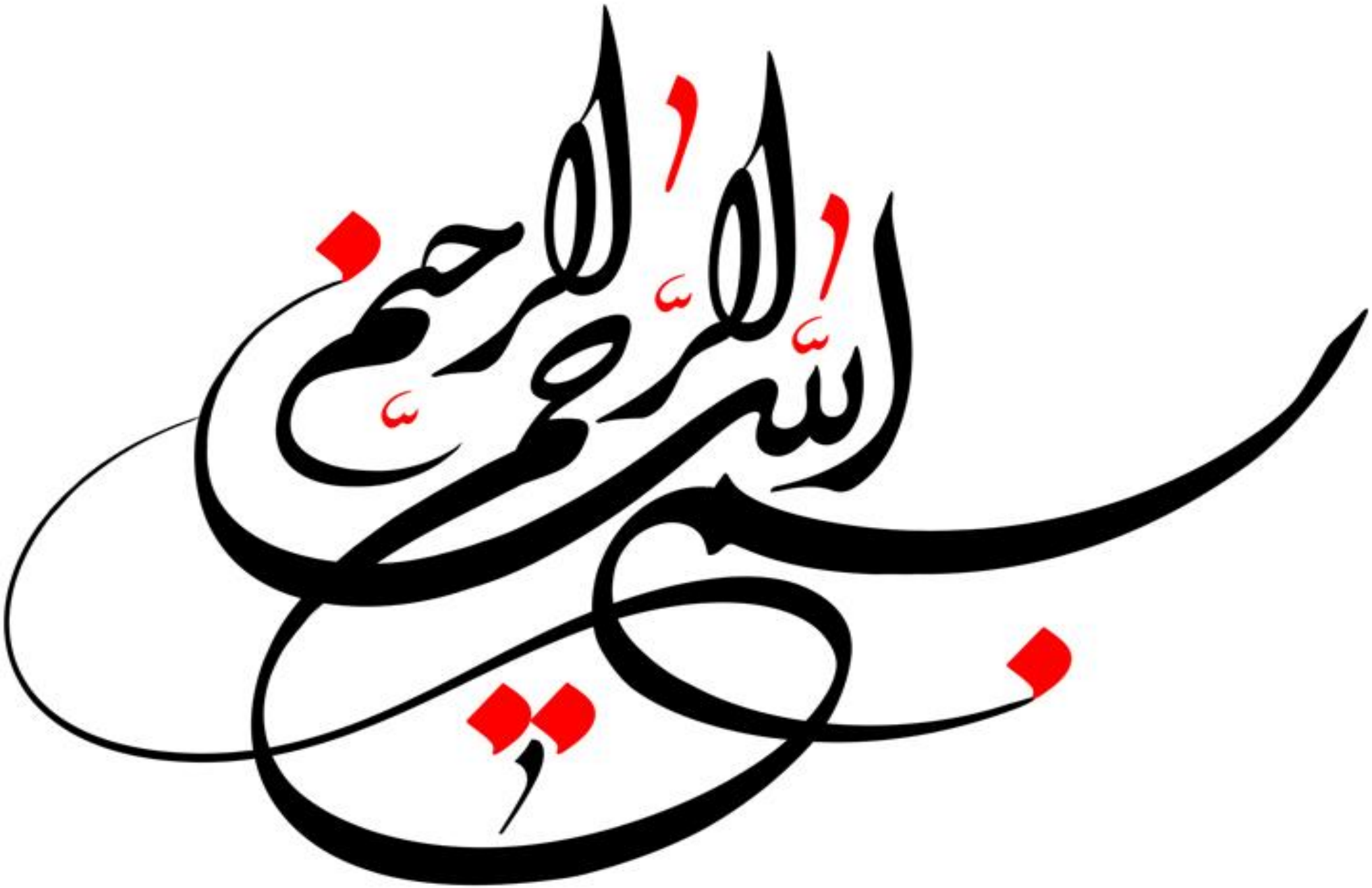

بسم الله الرحمن الرحيم

سلطان شهیدان علی بن موسی الرضا
العتبة الحسینیة

تنظیمات ونتیلاتور

مجری :آموزش پرستاری بیمارستان شهید مدرس ساوه

ارائه کننده :

حمید ترابیان – مربی عضو هیئت علمی بالینی دانشگاه

Email:torabian.pedmastermu@gmail.com

Tel:09122888422

NEJM Knowledge+ AACC Learning Lab

Certificate of Completion

This is to certify that

Hamid Torabian

has successfully completed this activity on the topic of

Coronavirus 2019 (COVID-19)

This enduring material was offered by the AACC Learning Lab for Laboratory Medicine on NEJM Knowledge+ and is accredited by the Massachusetts Medical Society. Credits/Hours of participation*: 1.

Dr Nader Rifai
Co-Editor-in-Chief, Learning Lab
Professor of Pathology, Harvard Medical School

Issued on June 16, 2020
Expires at June 16, 2021

* For physicians, this is the number of "AMA PRA Category 1 Credits™" awarded.

- **اهداف کلی** :آشنایی با عملکرد و مدهای ونتیلاتور

- **اهداف جزئی :**
  - فیزیولوژی تنفس
  - اندیکاسیونهای استفاده از ونتیلاتور
  - -تقسیم بندهای و نتیلاتور ها بر اساس متغییری که کنترل می کنند حجم-فشار -جریان و زمان
  - -تقسیم بندی ونتلاتور بر اساسبراساس توالی تنفس های بیمار
  - -کارکرد و وظایف ونتیلاتور
  - -آشنایی با مدهای پر کاربردو موثر دردردمان COVID19
  - -آشنایی با پیشگیری و کاهش خطرات ابتلا پرسنل در مواجهه بیماران تحت ونیتلاتور
  - -آشنایی با آلارمهای دستگاه و رفع آنها

Contents

1 تاریخچه وتعریف ونتیلاتور

2 انواع نارسایی تنفسی

3 تقسیم بندی ونتیلاتور براساس متغییر تنظیم کننده

4 مدهای ونتیلاتور

5 تنظیمات اولیه ونتیلاتور

6 اثرات ونتیلاتور برروی ABG

7 مدهای پرکاربرددر بیماران کوید 19

Abbreviations

A/C: assist control ventilation

APRV: airway pressure release ventilation

BIPAP: biphasic positive airway pressure

PEEP: positive end-expiratory pressure

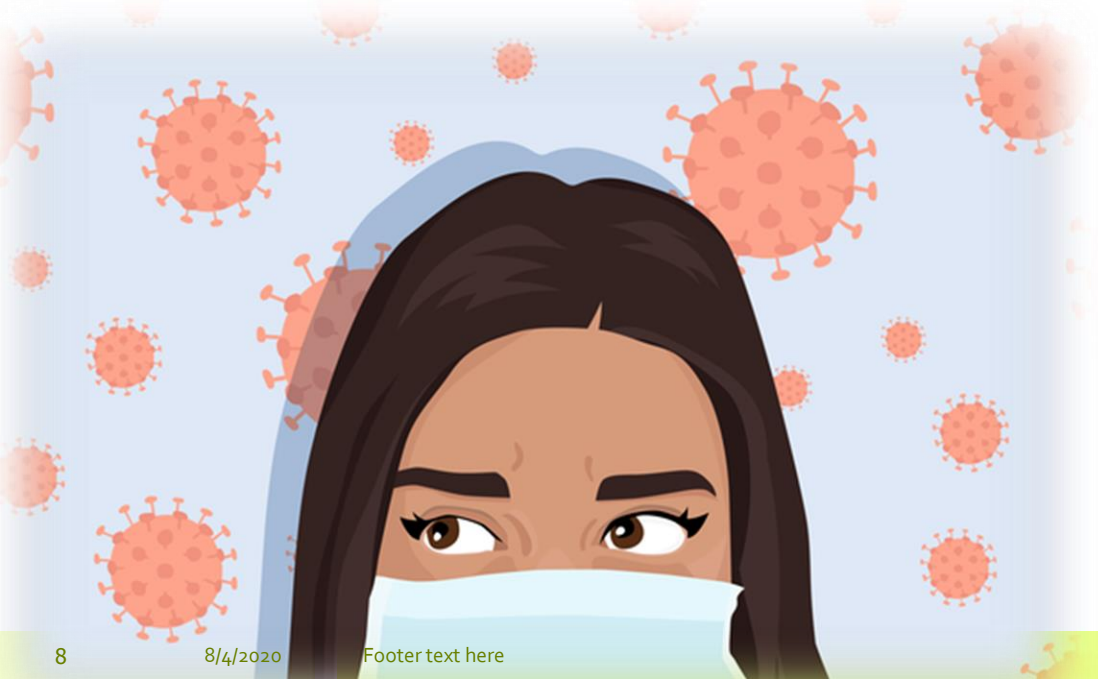
Ppeak: peak inspiratory airway pressure.

pressure support ventilation (PSV),

طی گزارش CDC از سیر coviD19درچین ۴۷تا۷۰٪ بیماران بستری شده در ICU تحت ونتیلاتور قرار گرفته اند

- در ایران تا ۹۹/۳/۲۶ روزانه۲۵۰۰ نفر در ICUبستری می باشند(دکتر حریرچی معاون وزیر بهداشت)

در ۲٤ ساعت گذشته ۹۹/٤/۲ یکشنبه، ۲۳٦۸ بیمار قطعی کرونا تشخیص داده شد



تاریخچه ونتیلاتور

- تاریخچه تنفس مصنوعی به حدود ۸۷۰ سال پیش از میلاد مسیح برمی‌گردد. در سال ۱۵۳۰ پاراسلسوسِ سوئیسی، با به کاربردن دَم آهنگری و گذاشتن آن در دهان بیمار و دمیدن آن، به ریه‌ها هوا رساند
- فارست برد آمریکایی نخستین دستگاه تنفس مصنوعی بنام Bird Mark 7 را در دوران جنگ جهانی دوم ابداع کرد.
- در ایران کاربرد ونتیلاتور پیشینه‌ای بیش از ۵۰سال دارد. از نخستین دستگاهی بود که ساخت شرکت بِنِت است.
-
- در اوایل دهه ۱۹۵۰ برای درمان بیماران فلج اطفال مبتلا به فلج تنفسی ، ونتیلاتورهای فشار مثبت ایجاد شدند

آیا ونتیلاتور باعث ضعیف شدن تنفس بیمارمی شود ؟

با اینکه دیافراگم یک عضله غیر ارادی است و با هر اتساع ریه به طور خود کار منقبض می شود ولی تهویه مکانیکی می تواند سبب ضعف دیافراگم گردد

تهویه مکانیکی کنترله بیش از سه روز در حدود ۴۰ ٪ سبب کاهش قدرت دیافراگم می گردد

تهویه کمکی سبب ۲۰ ٪ کاهش در ضعف عضله دیافراگم دیده می شود .

انواع نارسایی تنفسی

- ۱-hypoxemic respiratory failure

- ۲-hypercapnic respiratory failure

- در نارسایی هایپوکسمیک عیب در اکسیژناسیون و رساندن اکسیژن به آلوئولها است مانند پنومونی ،ARDS،شنت راست به چپ،کاهش خون رسانی
- در نارسایی هایپر کاپنیا عیب در نارسایی پمپ تهویه است (عضلات تهویه)

- **راه تشخیص تنفس سریع ناشی از اضطراب یا نارسایی تنفسی؟**

- در اضطراب ناشی از جدایی ونتیلاتور بیمار دچار هیپر ونتیلاسیون که با افزایش تعداد تنفس RR و افزایش حجم تنفسTV همراه است می شود

- ولی در نارسایی تنفس ناشی از جدایی ونتیلاتور بیمار دچار افزایش تعداد تنفس RRو کاهش حجم جاری می گردد

• باورغلط رایج جهت تهویه بیمار

- اینتوباسیون با لوله کم قطر :باریک ترین نقطه راه هوایی ۶۶ میلی متر مکعب قطر دارد در صورتی که بزرگ ترین لوله تراشه بزرگسال (لوله ۸) ۵۰ میلی متر مکعب قطر دارد لذااز اینتوباسیون با لوله کم قطر بعلت افزایش مقاومت راه هوایی باید اجتناب شود
- الارمهای استفاده از لوله تراشه کوچک؟
- Hi pre(high airway pressure)-low expiratory mint volume-

کارکردهای ونتیلاتور

- رساندن اکسیژن 02
- رساندن هوا air–
- مرطوب کردن هوا
- گرم کردن هوا
- –فیلتر کردن هوا
- مونیتورینگ تنفسی

تعريف ونت vent:

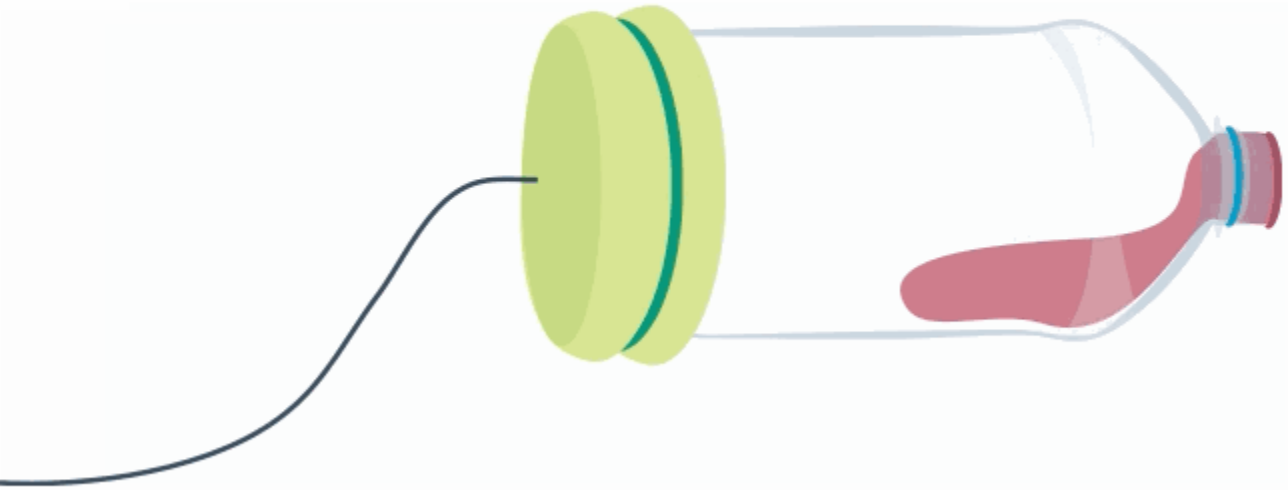
تعريف ونتيلاتور ventilator

عامل تهویه در انسان سالم:

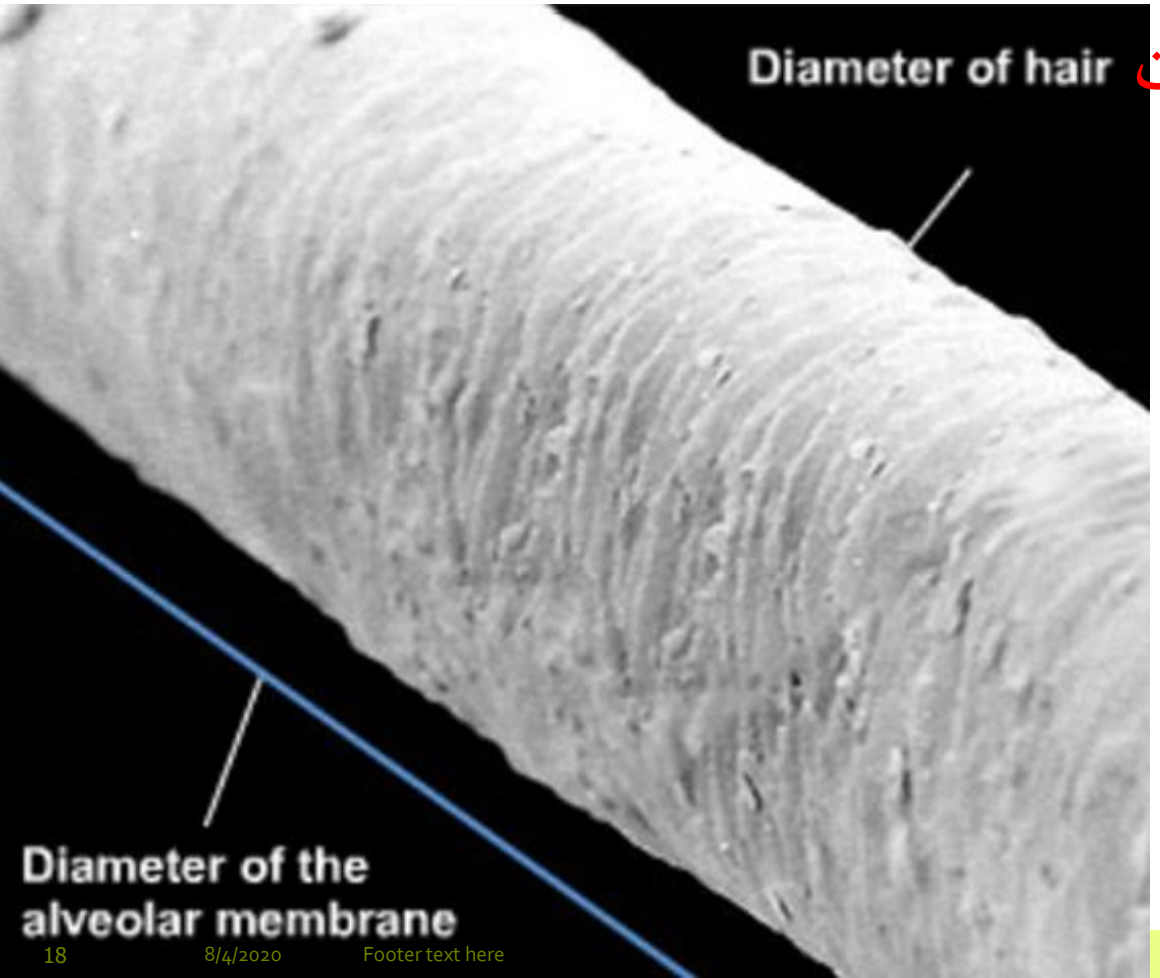
ایجاد فشار منفی درفضای جنب است

عامل ایجاد فشار منفی در جنب:

پایین آمدن دیافراگم و بالا رفتن عضلات بین دندها است

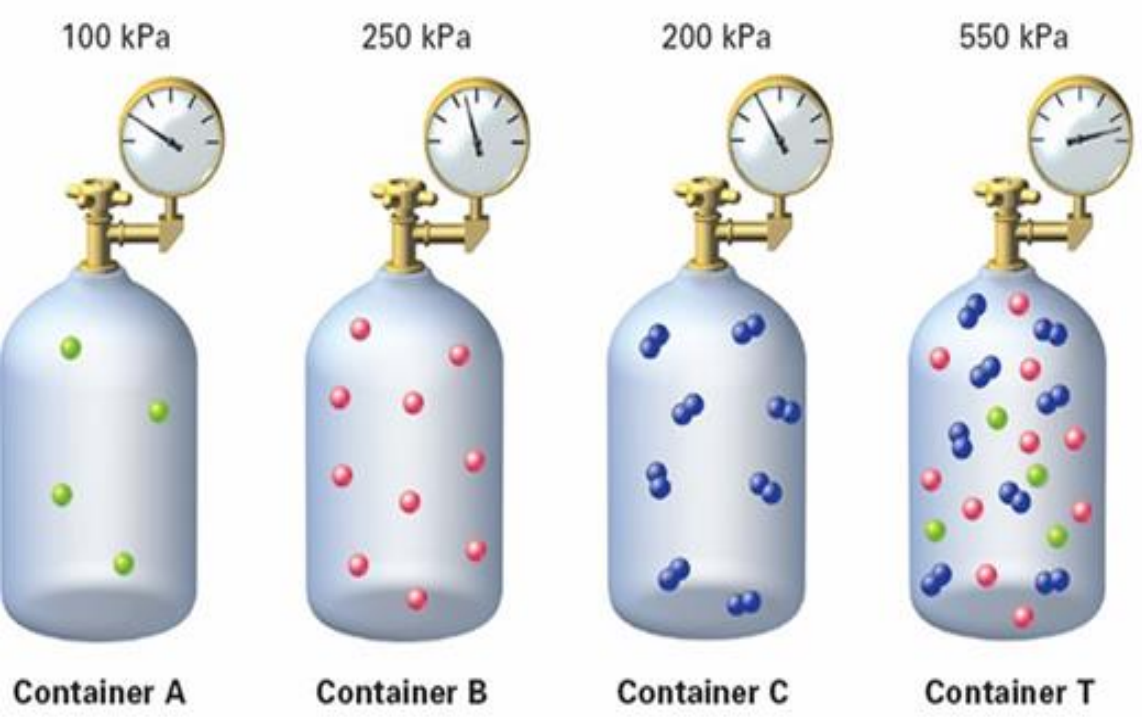


- مصرف اکسیژن بزرگسال ۳۰۰میلی لیتر در دقیقه
- تولید دی اکسید کربن ۲۵۰ میلی لیتر در دقیقه
- (البته این مقادیر در حالتی که بدن در حال سکون و استراحت می باشد است)
- ضخامت جداره آلوئولها حدود ۰.۵ میکرومتر است
- ضخامت یک تار مو حدود ۷۰ میکرومتر است.
- انتشار گازها ی اکسیژن و دی اکسید کربن
- از این غشاء بسیار نازک به راحتی صورت می گیرد.



قانون دالتون

- غلظت های گاز و فشار محیط با همدیگر رابطه مسقیم دارند. فشار کل در یک مخلوط گازی Ptotalمعادل مجموع فشارهای جزئی PPartialگازهای تشکیل دهنده آن مخلوط است.(قانون دالتون)
- طبق قانون دالتون، گازهای مختلفی که در یک مایع حل می‌شوند هر یک مستقلاً و به تنهایی عمل می‌کنند. بدین ترتیب انتشار گازهای
- O_2 و CO_2نیز مستقلاً صورت گرفته و مقدار انتشار آنها در خون فقط بستگی به اختلاف فشار 'غلظت' هر یک از آنها در خون دارد.

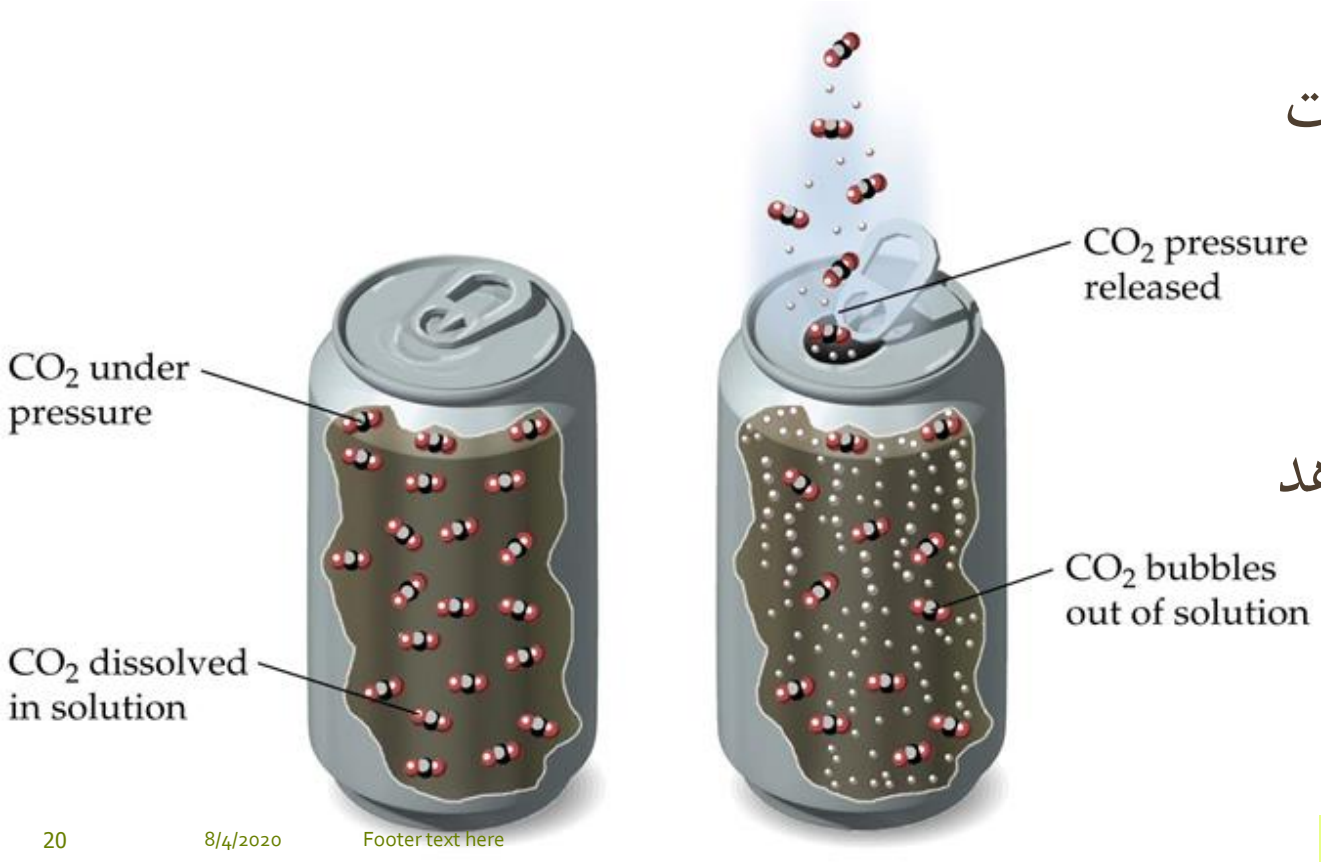


•قانون هنری

مطابق قانون هنری، بین حلالیت فیزیکی هر گاز در یک مایع 'غلظت' با میزان فشار همان گاز رابطه مستقیم وجود دارد.

یعنی مقداری از یک گاز که در حجم معینی

یک مایع حل می‌شود با فشار گاز متناسب است



- شرط پیروی از این قانون آن‌است
- که میان گاز و مایع واکنش شیمیایی رخ ندهد

تقسیم بندی ونتیلاتور

الف- بر اساس متغییری که کنترل می کنند :

۱- حجمی volume

۲-فشاری pressure

۳- زمانی time

۴- جریان flow

تقسیم بندی ونتیلاتور

ب – براساس توالی تنفس های بیمار :

۱– تهویه اجباری مداوم(continuous mandatory ventilation(CMV

۲– تهویه اجباری متناوب intermittent mandatory ventilation (IMV)

۳– تهویه مداوم خودبه خودی spontaneous ventilation(SV)

مدهای ونتیلاتور

Section 4

Modes and control parameters

خلاصه تقسیم بندی مدهای ونتیلاتور

Control variable	Breath sequence	acronym
Volume	Continuous mandatory ventilation Intermittent mandatory ventilation Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation	VC-CMV VC-IMV VSIMV
pressure	Continuous mandatory ventilation Intermittent mandatory ventilation Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation	PC-CMV PC-IMV PSIMV
pressure	Continuous spontaneous ventilation	PC-CSV
DUAL-CONTROL		

دو مدل رایج از مد SV

- ۱- CPAP ۲- PSV
- CPAP:تنفس خود به خودی است نه اجباری که فقط فشار مثبت در دم و بازدم
- جهت تنفس بیمار اعمال می کند
- نکته :معمولا برای سنجیدن توانایی بیمار جهت LIBERATION از ونتیلاتور به کار می رود

- نکته : در مدل CPAP بهتر است تریگر روی FLOW باشد تا فشار

۲۰-مدل PSV:

- تلاشهای دمی بیمار توسط فشار ونتیلاتور کمک می شود
- نکته : تعداد تنفس ،حجم دمی ،زمان دم ،توسط بیمار تعیین می شود
- نکته : برای این مد BACKUP تعریف شده تا در زمان APNEA تغییر مد دهد

یکی از محدودیتهای PSV:

- در صورت مقاومت ریه بیمار یا افزایش یا کاهش کمپلیانس ریه حجم های متفاوتی از هوا را به بیمار می رساند

• تفاوت BIPAP &CPAP & PS

- مکانیزم همه ی این ها با فشار مثبت است با فشار مثبت حجم بیشتری هوا را وارد ریه میکنند

- در PS فقط این فشار مثبت در دم ایجاد می شود.

- در CPAP این فشار مثبت هم در دم و هم در بازدم به یک اندازه ایجاد می شود.

- در BIPAP هم در دم و هم در بازدم انجام می شود اما فشار مثبت مرحله ی بازدم کمتر از دم می باشد مثلا اگر در دم فشار ۱۰ باشد در بازدم ۵ است.

•موارد استفاده از PSو CPAP

- وقتی هایپوکسی وجود دارد اگر در انتهای بازدم هم فشار مثبت ایجاد شود هوای بیشتری در داخل آلوئول می ماند و تبادلات گازی بهتر می شود و میزان اکسیژنی که وارد خون می شود بیشتر شده و سطح اکسیژن افزایش میابد **پس *در اینجا CPAP بهتر است*.دربیماران کرونا بسیار پرکاربرداست**

- وقتی تجمع CO_2 در بدن وجود داشته باشد اگر از CPAP استفاده کنیم این فشار مثبت مانع خروج خوب هوا می شود در نتیجه میزان CO_2 افزایش و هایپر کاپنی صورت میگیرد **پس بهتر است از PS استفاده شود.**

PS فقط در بیماران دارای تنفس ارادی گذاشته می شود

CMV (Controlled Mechanical Ventilation)تهویه کنترله یا اجباری

- ونتیلاتور هوای دمی را با حجم جاری و تعداد از پیش تعیین شده، صرف نظر از کوشش های تنفسی بیمار به ریه های بیمار تحویل می دهد و در صورت کوشش تنفسی بیمار، وی قادر به تحریک ونتیلاتور برای تحویل یک تنفس مکانیکی نخواهد بود و کوشش تنفسی بیمار توسط دستگاه بلوکه شده و موجب جنگیدن Fighting میشود

• AMV(Assisted-Mechanical Ventilation) تهویه کمکی

- ونتیلاتور حجم از پیش تعیین شده ای را تنها با تحریک توسط کوشش‌های دمی بیمار، ازاد می کند. به این معنی که فشار منفی ایجاد شده در ونتیلاتور ناشی از دم ارادی بیمار ، دستگاه را تحریک کرده و ونتیلاتور حجم از پیش تنظیم شده را تحت فشار مثبت همزمان با دم بیمار به داخل ریه ها می دمد.

- **نکته :** *در این مد حجم جاری بر روی دستگاه قابل تنظیم است ولی تعداد تنفس در دقیقه برابر با تعداد تنفس ایجاد شده توسط بیمار می باشد*

- **نکته** :*اگر بیماری تنفس تند و سطحی داشته باشد دستگاه به تمامی این تنفس ها با حجم از پیش تعیین شده کمک می کند بنابراین بیمار هیپرونتیلاسیون توسط دستگاه می شود*

• ACV (Assist-Controlled Ventilation) مد تهویه کنترولـه کمکی

- ونتیلاتور به نحوی حساس کرده و با هر کوشش تنفسی بیمار (با فشار منفی مشخص)، حجم هوای از پیش تعیین شده ای را به ریه ها تحویل دهد و زمانی که بیمار کوشش تنفسی نداشته باشد مانند مد تنفسی کنترله عمل کرده و یک طرح تنفسی حداقل بصورت حجم از
- پیش تعیین شده ای را در فواصل از پیش تعیین شده به ریه ها تحویل دهد

- **نکته :** عیب این مد آن است که اگر بیمار کوشش تنفسی زیاد داشته باشد، تعداد تنفسهای کمکی تحویلی توسط دستگاه زیاد شده و بیمار هیپرونتیله می شود.

• IMV (Intermittent Mandatory Ventilation) تهویه متناوب اجباری

- ترکیبی از تهویه کنتروله و تهویه ارادی است بطوریکه بیمار دم و بازدم ارادی خود را انجام می دهد و دستگاه بدون توجه به تنفس بیمار، ریه ها را با حجم و تعداد از پیش تنظیم شده تهویه می نماید یعنی بیمار در بین تنفسهای اجباری تحویلی ونتیلاتور قادر به انجام تنفس های ارادی با حجم و تعداد دلخواه می باشد ولی این تنفسها دیگر توسط دستگاه حمایت نمی شود

• SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation)

- ترکیبی از تهویه ارادی و تهویه کمکی است. ونتیلاتور در فواصل از پیش تعیین شده به کوشش تنفسی بیمار حساس شده و به این کوشش بصورت تحویل یک تنفس کمکی مکانیکی پاسخ می دهد. در فواصل این سیکل های کمکی بیمار بطور ارادی با تعداد و حجم انتخابی خود، تنفس می کند و ونتیلاتور کمکی به این تنفسهای ارادی نمی کند

• (Ventilation Spontaneous)مد تهویه ارادی

- ونتیلاتور هیچگونه تنفس اجباری یا کمکی به ریه های بیمار تحویل نمی دهد و بیمار تعیین کننده کل کار تنفسی بوده،
- حجم تنفسی و تعداد تنفس در دقیقه بستگی به کوشش تنفسی و توانایی عضلات تنفسی بیمار دارد. در این مد تنفس ارادی بر روی دستگاه صورت می گیرد و میزان حجم جاری دمی و بازدمی، تعداد تنفس، فشار (Fioبیمار با درصد اکسیژن تنظیمی(۲
- و حمایت CPAPراههای هوایی، درصد اکسیژن تجویزی و مقاومت و کمپلیانس راههای بیمار مانیتورینگ می گردد. در این مد می تواند مورد استفاده قرار گیرد. ((PSVفشاری ت‌هویه

- **PSV (Pressure Support Ventilation) تهویه با حمایت فشاری**

- **در مدهایی که در آنها امکان تنفس ارادی وجود دارد می توان از مد تهویه با حمایت فشاری جهت تقویت کوشش تنفسی ارادی بیمار استفاده نمود.** (Spontaneous, IMV, SIMV)
- **شروع دم توسط بیمار محرک اصلی شروع کار ونتیلاتور در این مد است. در این مد به دم ارادی بیمار کمک می شود**
- **نکته :**
- **از این مد جهت جداسازی موفقیت آمیز بیمار از ونتیلاتور کمک گرفته می شود. این مد فقط در بیمارانی که تنفس قابل قبول و معتبری دارند مورد استفاده قرار می گیرد چرا که تمام تنفس ها توسط بیمار انجام می شود.** (Woodruff, 2005); (Hyzy, 2013)

- **مد تهویه با حمایت فشاری غیر تهاجمی**
- **(NIPSV) Noninvasive Pressure Support Ventilation**

این مد شبیه تهویه با حمایت فشاری دمی است اما در اینجا نیازی به راه هوایی مصنوعی وجود ندارد

- **سرعت جریان و زمان دم و حجم جاری، بر حسب کوشش تنفسی بیمار متغیراست ، مقدار فشار تنظیم شده و تغییر در کمپلیانس و مقاومت. تهویه با این مد از طریق ماسک کاملاً فیکس شده با بینی صورت می گیرد.. نام‌های دیگر این مد BLPAP و NIPPV می باشد**

مد تنفسی NAVA

- Neural Adjusted Ventilator Assistance
- فعالیت الکتریکی دیافراگم به وسیله الکترودی از داخل لوله NGT در قسمت تحتانی مری قرار گرفته .این اطلاعات برای کنترل ونتیلاتور برای تولید جریان ،حجم ،وفشار با بکارگیری فشار متناسب با فعالیت الکتریکی دیافراگم به کار می رود

معیارهای تنظیم دستگاه

- Patient's weight
- Patient's level of hypoxia and/or hypercapnia
- Mode of ventilation to be used

تنظیمات اولیه ونتیلاتور Ventilator Settings

- ✓تعیین TV(Tidal Volume): (cc/kg ٦تا٨)
- ✓تعداد تنفس RR(respiratory rate)or frequency (١٢تا ١٤)
- ✓نسبت دم به بازدم I:E ratio (inspiratory: expiratory), (١-٢/٤)
- ✓زمان دم IT : (/٧ تا١/٢ثانیه)
- ✓فشار حمایتی PS: (٨تا١٥ سانتی متر آب)
- ✓فشار مثبت انتهای بازدم PEEP(positive end expiratory pressure): (٥ تا ٧ سانتی متر اب)

تنظیمات اولیه ونتیلاتور Ventilator Settings

میانگین فشار راه هوایی MAP :

فشار متوسط داخل راه های هوایی در طی چرخه تهویه است .

مقادیر ریه نرمال :۵-۱۰ CM H2O

مقادیر ریه با انسداد راه هوایی:۱۰-۲۰ CMH2O

مقادیر ریه سخت و غیر قابل ارتجاع :۲۰-۳۰ CMH2O

Ventilator Settings تنظیمات اولیه ونتیلاتور

- ✓تهویه دقیقه ای (minute volume) : **MV** (MV=TVxRR)
- ✓وزن بیمار Weight آقایان { (قد به اینچ – ۶۰) ۲/۳x}+۵۰ – خانمها { (قد به اینچ – ۶۰) ۲/۳x}+۴۵/۵
- ✓**(FiO2)** fraction of inspired oxygen درصد اکسیژن دم .۴۰ تا ۶۰ ٪
- ✓**Peak Flow**(معمولا ٤ برابر تهویه دقیقه ای گذاشته می شود MV=TVxRR) Hyzy (2013)
- ✓ **(PIP)** Peak airway pressure or Peak inspiratory pressure = ۱۵ تا ۳۰سانتیمتر آب

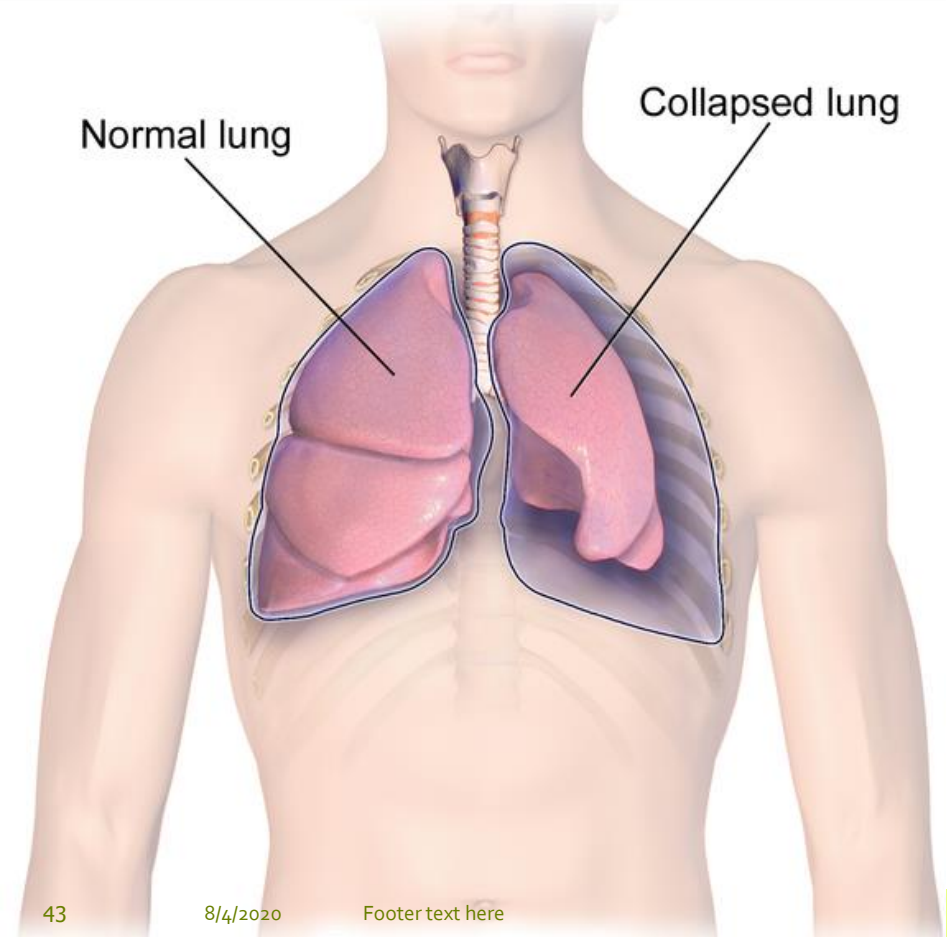
تنظیمات اولیه ونتیلاتور Ventilator Settings

- تفاوت PIP با PS:
- تفاوت PIP با Plateau:
- در مدهای حجمی حداکثر فشار آلوئولی همان فشار انسدادی پایان می است

- نکته :اگر حداکثر فشار آلوئول 30 CmH2O کمتر نگه داشته شود خطر اسیب ریوی بسیار ناچیز خواهد بود

فشار بین دو سوی ریه (trans pulmonary pressure)

تفاوت بین فشار داخل آلوئول ها(-3&-1) و فشار فضای جنب(-8& -5) ریه ها گویند
به طور طبیعی این فشار مثبت است (فشار پلور منفی و فشار داخل الوئول منفی به سمت مثبت است .نرمال آن -5cmh20



ظرفیت ریوی (lung compliance)

میزان اتساع ریه ها به ازای هر واحد افزایش بین دوسوی ریه را گویند

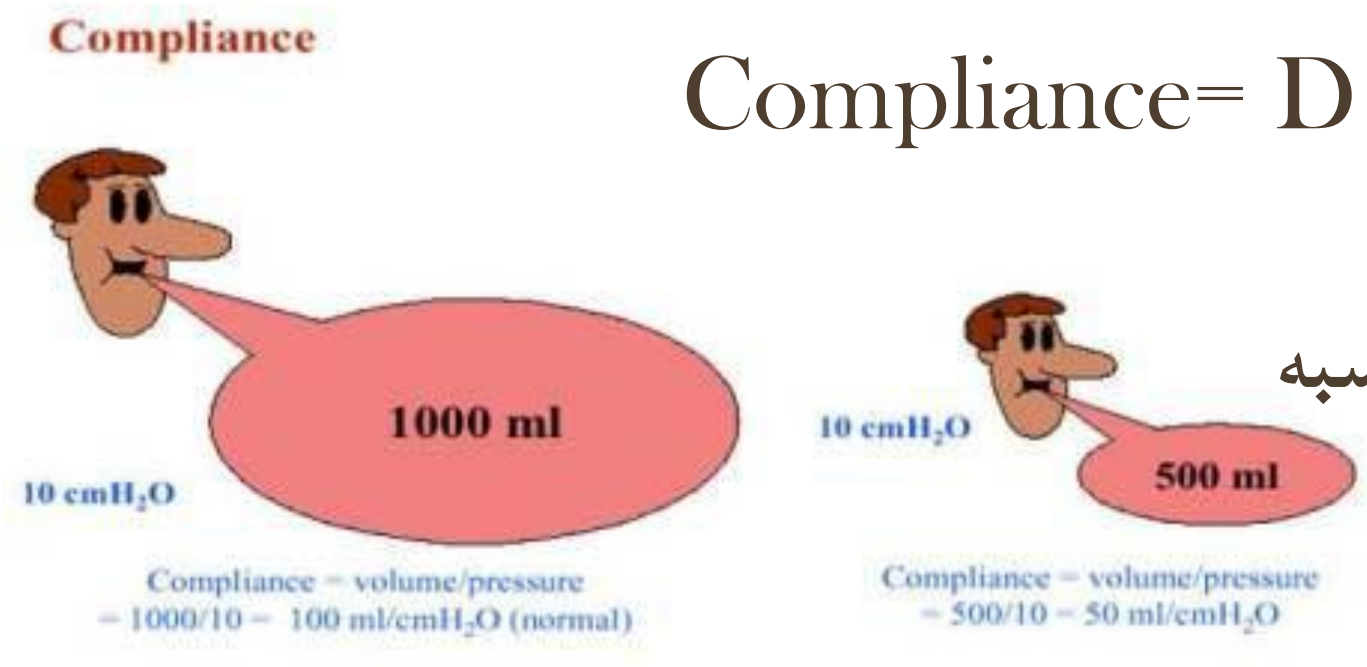
نکته: در انسان بالغ ظرفیت کلی هر دو ریه با هم به طور متوسط حدود ۲۰۰ میلی لیتر به ازای هر ۱سانتی متر آب فشار بین دو وسوی ریه است

کمپلیانس :

به قابلیت اتساع ریه و قفسه سینه گفته می شود .که عبارت است از افزایش حجم ریه ها به ازای افزایش ۱واحدفشار داخل آلوئولها

کمپلیانس هر دو ریه طبیعی حدود ۲۰۰ml/1cmH_2o

Compliance= D V /D P

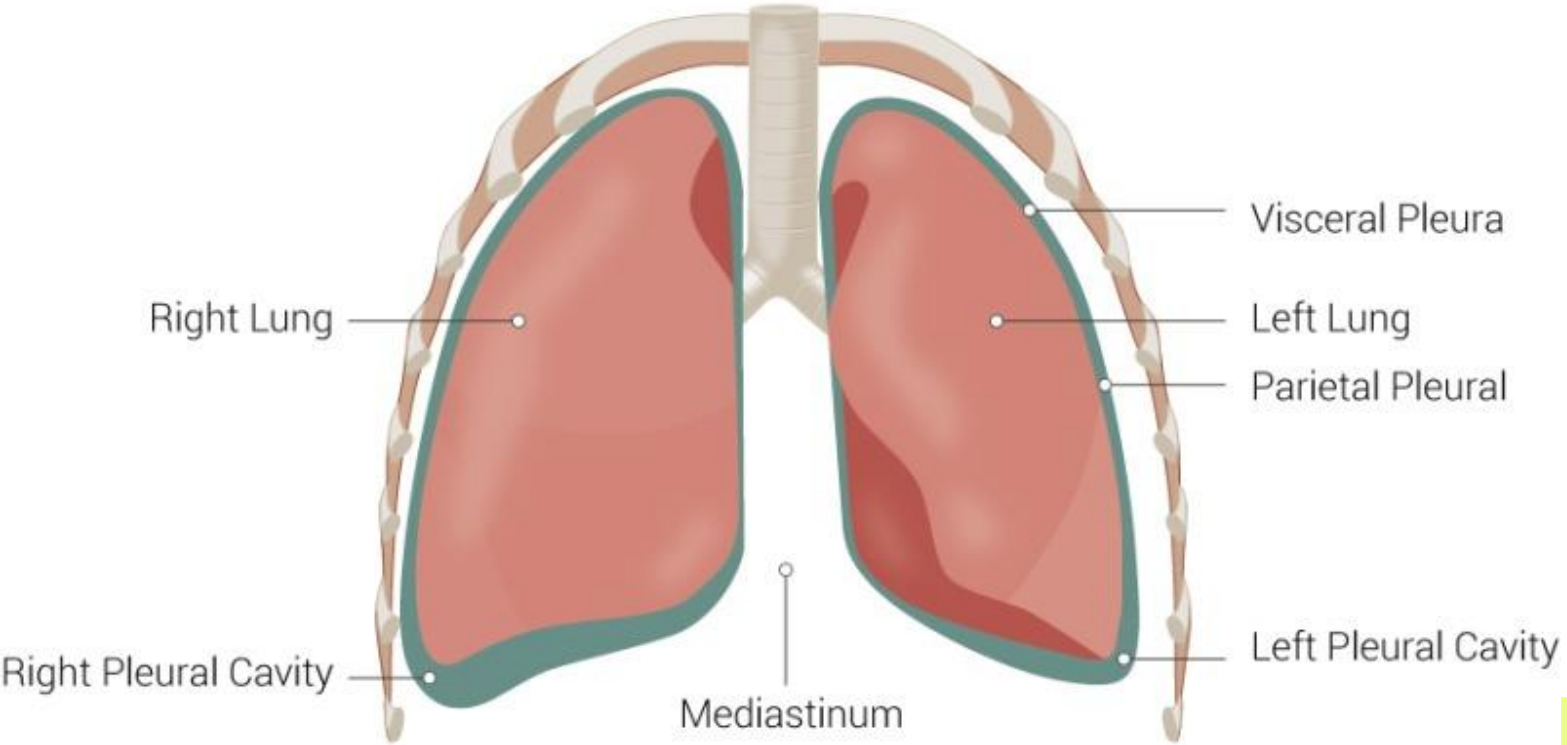


نکته مهم:مدت زمان وقفه دم برای محاسبه کمپلیانس حتما باید ۳ ثانیه باشد

- Lung Compliance (C) = Change in Lung Volume (V) / Change in Trans pulmonary Pressure

- Trans pulmonary Pressure ={Alveolar Pressure (Palv) – Pleural Pressure (Ppl)}

کاربرد کمپلیانس :جهت تغییر و تنظیم حجم و فشار ونتیلاتور می باشد و تشخیص مشکلات فیزیولوژی ریه



کمپلیانس ریوی استاتیک با رابطه زیر بدست می‌آید و در آن ΔV تغییر حجم شش و ΔP تغییر فشار وارد بر شش‌ها است: $C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$

برای مثال، اگر بیماری در اسپیرومتر ۵۰۰ میلی لیتر هوا را تنفس کند درحالیکه فشار بین شششی در ابتدای دم (۵cm H_2O -)و در پایان دم این فشار (۱۰cm H_2O-) باشد :

$$Compliance = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{.5\ L}{(-5\ cmH_2O - (-10\ cmH_2O))} = \frac{.5\ L}{5\ cmH_2O} = 0.1\ L\ \times\ cmH_2O^{-1}$$

کمپلیانس دینامیک، کوچکتر یا برابر کمپلیانس استاتیک است و در رابطه زیر جاییکه CD مقدار کمپلیانس دینامیک و VT حجم کشند; PIP فشار پیک دم; PEEP انتهای مثبت فشار بازدم(Positive End Expiratory Pressure)باشد:

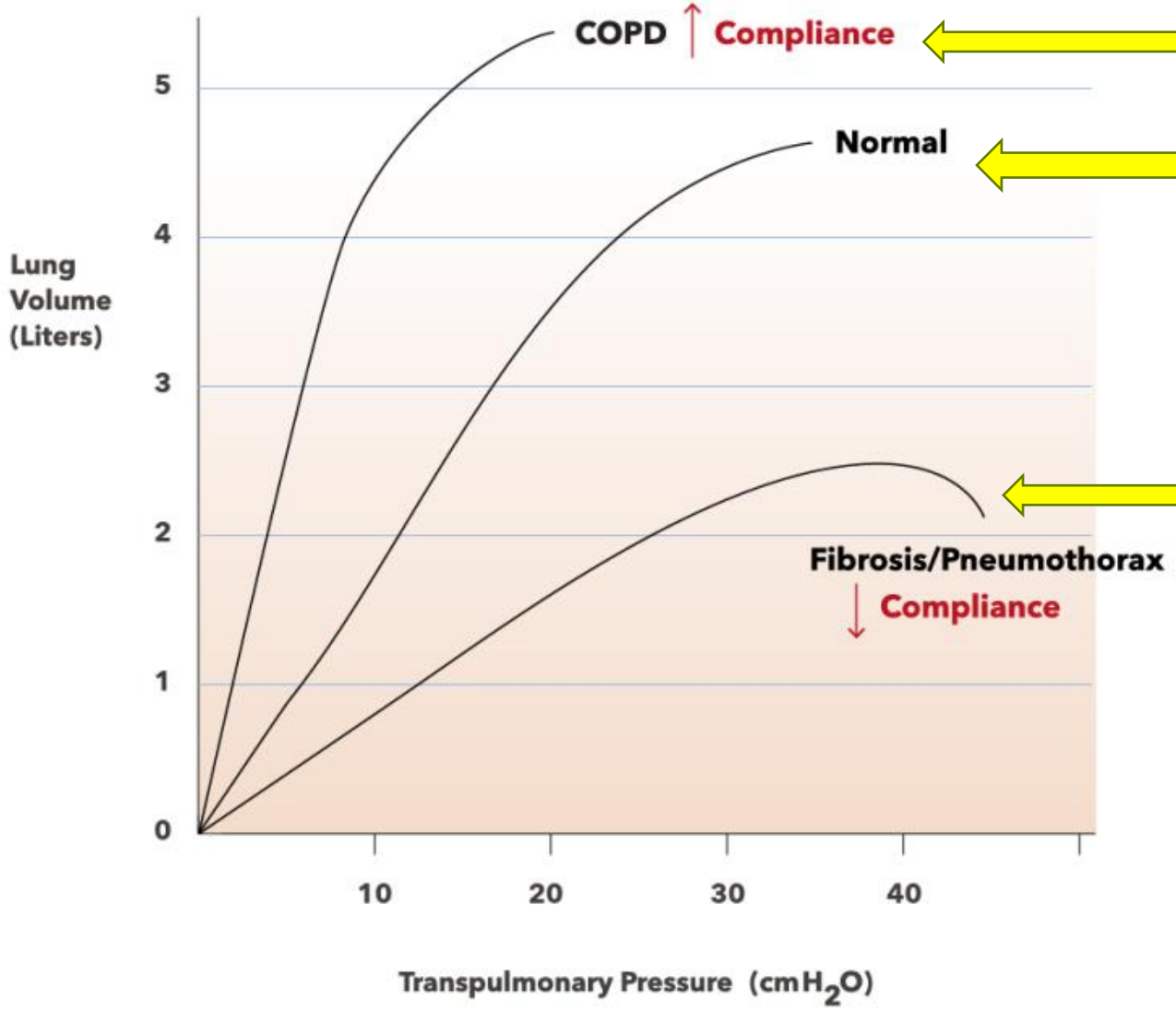
$$CD = \frac{VT}{PIP - PEEP}$$

- کمپلیانس از مهم‌ترین معیارها در فیزیولوژی سیستم تنفسی محسوب می‌شود
- *بیماران کوید ۱۹ دارای فیبروز با کاهش کمپلیانس همراه است.*
- آمفیزم با افزایش کمپلیانس به واسطه از دست رفتن آلوئول همراه است

- کمپلیانس کم، به مفهوم ریه سفت شده و کار بیشتر ریه برای دریافت حجم هوای مورد نیاز است مانند فیبروز ریه. کمپلیانس زیاد، مثلاً در آمفیزم و بیماری مزمن انسدادی ریه، یعنی کم شدن الاستیسیته بافت ششها بخاطر بیش از اندازه تحت کشش قرار گرفتن آن

Lung Compliance

This chart shows the expiration compliance curves for COPD/chronic obstructive pulmonary disease, normal and Fibrosis/Pneumothorax.



نمودار کمپلیانس بیمار COPDکه افزایش C دارد

نمودار کمپلیانس بیمار سالم

نمودار کمپلیانس بیمار با فیبروز ریه که کاهش C دارد

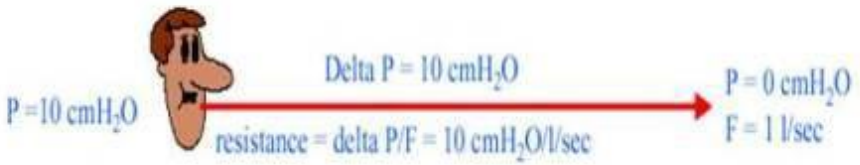
مقاومت ریه(Resistance)

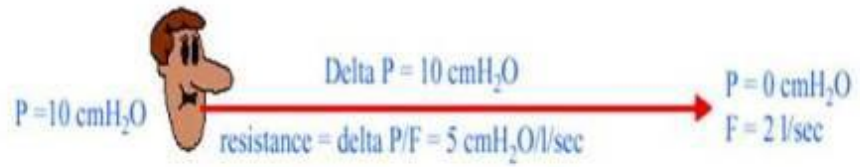
- مقاومت عبارت است از اندازه گیری موانع موجود برای جریان گاز در کل راههای هوایی

- برای اندازه گیری مقاومت راه هوایی فوقانی فشار کفه PLATEAUE را که برابر فشار آلوئول می باشد را از حداکثر مقاومت راه هوایی PIP کم می کنیم وبر جریان تقسیم می کنیم

$$\text{Airway Resistance} = \frac{\text{Peak Pressure} - \text{Plateau Pressure}}{\text{Flow Rate}}$$

Resistance





Peak airway pressure or Peak inspiratory pressure (PIP) OR (Pinsp)

نشان دهنده فشار لازم جهت باد کردن ریه‌ها است و بستگی به مقاومت راه‌های هوایی و ظرفیت ریه دارد .

مقدار طبیعی فشار راه‌های هوایی در مرحله دم ۱۵تا ۳۰سانتیمترآب است

که در انتهای دم به ۲۰تا ۳۰سانتیمترآب می‌رسد .

هنگام تنظیم آلارم حداکثر فشار Pmaxمعمولا مقدار آن ۵تا ۱۰سانتی متر آب بالاتر از PIPدر نظر گرفته می شود

FLOW

- **سرعت جریان هوا در طول دم است که بر حسب لیتر در دقیقه محاسبه میشود.**

  مقدار نرمال آن تقریبا ۳۰ تا ۵۰لیتر در دقیقه است.

- **در بیماران با دیسترس تنفسی و یا حجم های جاری بالا فلو را کم یا زیاد کنیم ؟**

- میزان فلو دستگاه بین ۶۰ تا۱۰۰لیتر در دقیقه تنظیم می شودتا کار تنفسی کاهش یافته و عوارض جانبی ناشی از آن کم شود.

معمولا ٤ برابر تهویه دقیقه ای گذاشته می شود

به یاد سپاری فشارهای ریوی

PEEP:3-7 CMH2O

PS: 8-15 CM H2O

PIP: 15-30 CMH2O

Plateau: <30 CmH2O

FLOW: 30-50

فشار صفر پایان بازدم ZEEP

- در پایان بازدم هیچ جریان هوایی در ریه ها وجود ندارد لذا فشار درون آلوئول بافشار جو یکسان است از انجا که فشار جو نقطه مرجع برای تنفس است به این شرایط فشار صفر پایان بازدم می گویند

نگهداشتن ریه ها در حالت دم(Inspiratory Hold)

- جهت انجام پروسیجرهای خاص مانند انجام گرافی سینه یا اندازهگیری مقاومتResistanceو ظرفیت ریه ها Compliance استفاده می شود .مدتش ۳ ثانیه است

. نگهداشتن ریه ها در حالت بازدم(Expiratory Hold)

جهت انجام اندازه گیریهای خاص مانند اندازه گیریPEEPیا AUTOPEEP استفاده میشود.

تنظیمات ونتیلاتور

- trigger variable:
- مشخص کننده ی این است که یک سیکل تنفسی چگونه باید آغاز شود درواقع تریگر شروع کننده ی مرحله ی دم است

- اگر triggerبیمار باشد باید چیزی باشد که بتواند تنفس های بیمار را بشناسد که می تواند فشار , حجم و flowباشد.

- Flow:

- امروزه تقریبا همه ی دستگاه ها triggerشان flowاست چون این تریگر باعث کاهش کار عضلات تنفسی می شود .چون در flowسنسور وجود دارد.
- بطور کلی چه در مرحله ی دم و چه در مرحله ی بازدم هوایی معادل ۵۰ لیتر در دقیقه بین ونتیلاتور و راه هوایی بیمار در جریان است وقتی بیمار تنفس میکند مقداری فشار قفسه سینه کاهش پیدا می کند و بنابراین این جریان هم کمی کم می شود مثلا ۴۸ لیتر در دقیقه می شود.

- **PEEP:**
- به فشار مثبتی که در انتهای بازدم برای بیمار ایجاد می شه PEEPگفته می شود

- **FI O2:**
- یعنی چند درصدی از هوایی که وارد ریه ی بیمار می شود اکسیژن است.

- **Tidal Volume(حجم جاری)**
- میزان هوایی که در مرحله ی دم وارد ریه می شود.
- **حجم تنفس دقیقه ای :**
- مقدار هوایی که در هر دقیقه وارد ریه ها می شود TV x RR=MVمتوسط 6L/MIN

- **Respiratory Rate:**
- بهتر است که به تنفس طبیعی بیمار نزدیک باشد. معمولا بین ۱۰ – ۱۴
- **Flow Rate:**
- یعنی هوایی که وارد ریه می شود با چه سرعتی وارد شود .هرچه ریه آرام تر پر شود diffusion بهتر خواهد بود. مقدار نرمال آن تقریبا ۳۰ تا ۵۰ لیتر در دقیقه است. هر چه فلو بیشتر باشد زمان دم کوتاهتر می‌شود و در نتیجه فشار حداکثر ریه بیشتر خواهدشد و بر عکس با کاهش فلو زمان دم طولانی تر می گردد.

- **نسبت زمان دم به بازدم:I/E**
- تعیین میکند که چه میزان از یک سیکل تنفسی دم و چه میزان از آن بازدم باشد معمولا۱/۲.۴ است.

محاسبه زمان دم

- از نسبت دم به بازدم که صرفا در تهویه کنترله (حمایت کامل تهویه ای) استفاده می شود
- اگر نسبت دم به بازدم ۲-۱ باشد و تعداد تنفس تنظیمی۱۲ باشد به این شکل عمل می کنیم که ٦٠ ثانیه (یک دقیقه) را بر تعداد تنفس تقسیم تا زمان هر سیکل تنفسی به دست بیاید

$$60 \div 12 = 5$$

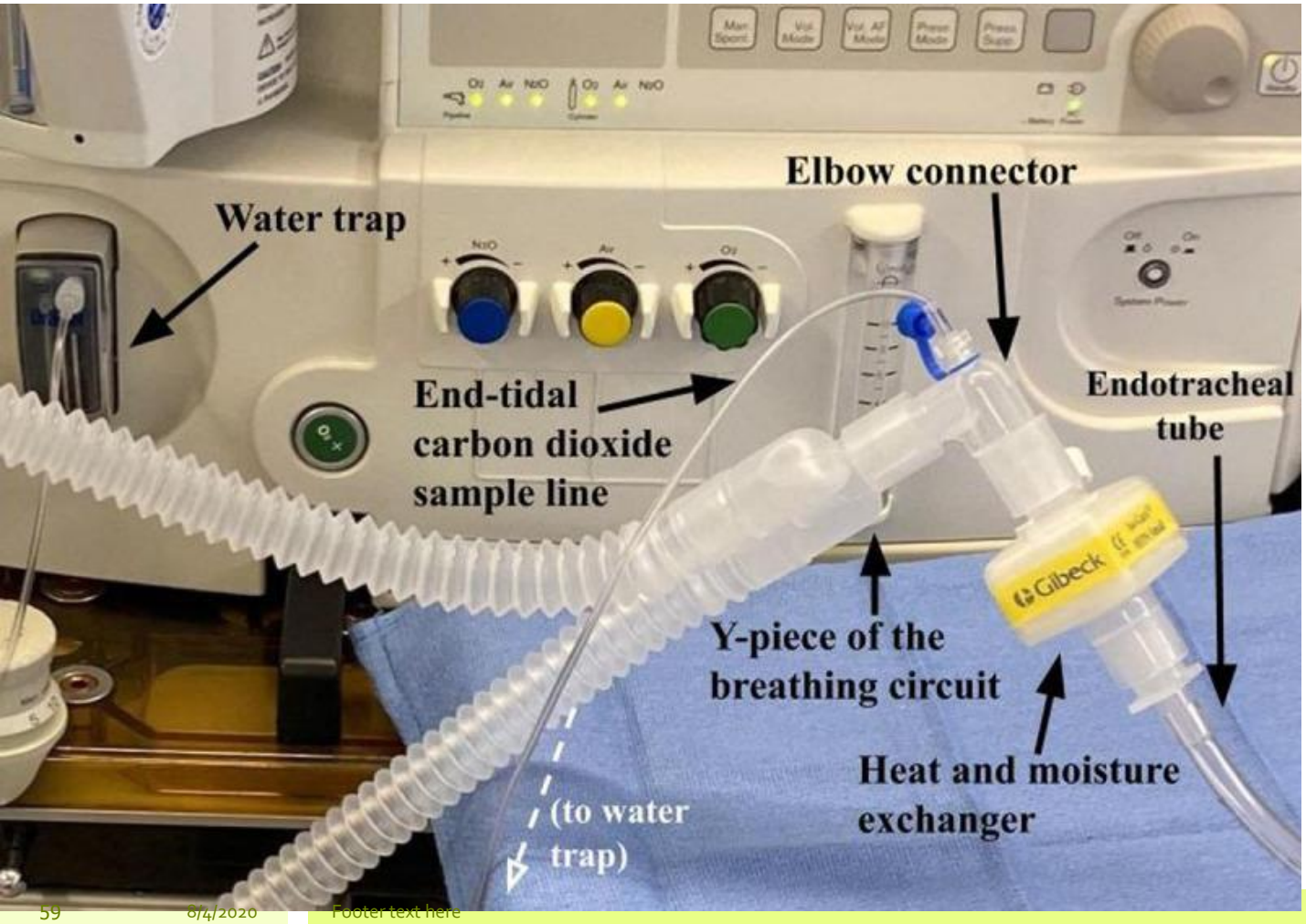
- اگر نسبت دم به بازدم ۲-۱ باشد کل زمان هر سیکل تنفسی را تقسیم بر سه می کنیم

$$5 \div 3 = \frac{1}{6}\bullet$$

$$5 \div (I+E) = \text{inspiratory time}\bullet$$

HME filter

(Heat And Moisture Exchange filter) or Hygrobac filter



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

اثرات تغییرات ونتیلاتور بر روی ABGبیمار

۱-افزایش تهویه ریوی بیش از دو برابر میزان طبیعی سبب افزایش PH در حدود ۲۳/ می شود

به طور مثال اگر PH=7/4باشد دو برابر کردن تهویه سبب تولید PH=7/63 می شود

۲-کاهش تهویه به میزان یک چهارم طبیعی PH را 45/ کاهش می دهد

به طور مثال PH=7.4با کاهش یک چهارمی تهویه PH=6.95 کاهش می یابد

Airway Pressure Release Ventilation (APRV):

- تهویه با فشار مثبت مداوم(متفاوت در دم و بازدم)راه هوایی است که به صورت متناوب با تنظیم آیتم زمان بیماررا تهویه می کند و بسیار بسیار کاربردی برای بیماران کوید۱۹ می باشد بخصوص در بیماران ARDS
- **نکته :**زمان لازم برای فشار بالای راه هوایی:**٤تا٦ ثانیه**
- وبرای فشار پایین **٦/ تا ٨/** ثانیه می باشد
- این مد شبیه (BIPAP) میباشد

- initial settings
- P-high= Pplateau up to a maximum of 30 cmH20
- P-low = 0 cmH20
- T-high = 4.5-6.0 seconds
- T-low = 0.5 – 0.8 s
- automated tube compensation is set on to allow spontaneous breathing

تفاوت مهم BIPAP با APRV : در BIPAP فشار ها دردم و بازدم ممکن است متفاوت باشند ولی زمان دم وبازدم باهم برابر یا 1/2 می باشد ولی در APRV فشار ها متفاوت و زمان دم و بازدم نیز با هم متفاوت م ی باشنند(7)

اندیکاسیونهای APRV:
1-تنفس خود به خودی داشته باشد
2-ARDS که نیازمند FI02>60%و PEEP=10باشد
3- post-surgical and post- trauma
4-patients with moderate to severe ARDS

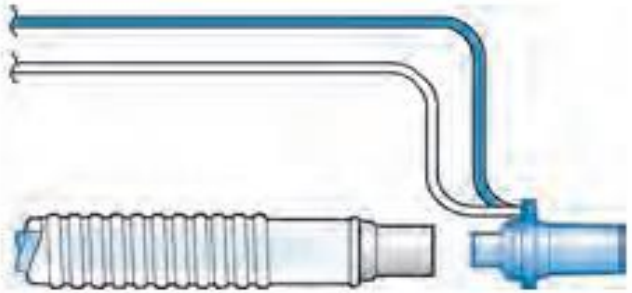
Ventilator Company	Mode
Dräger®	APRV
Servo-i®	Bi-Vent
Puritan Bennett™ 840	Bi-Level
Hamilton	DuoPAP+

Table 1: *Various ventilator companies and their analogous modes to APRV.*

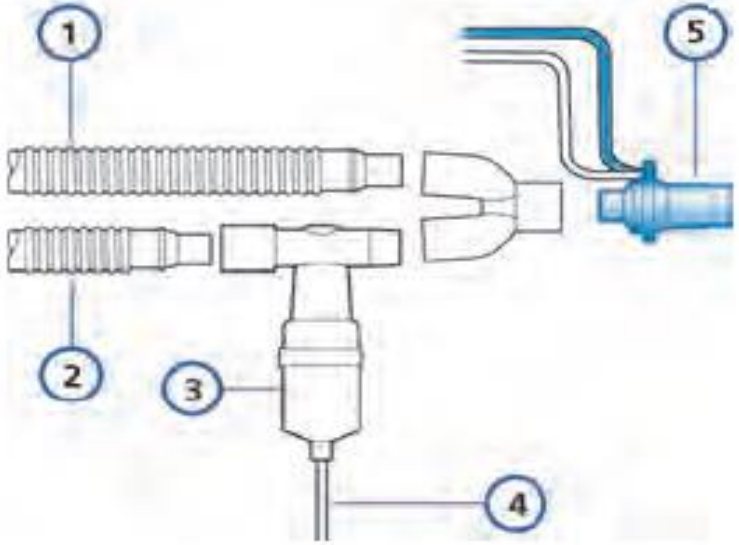
Pressure Regulated Volume Control (PRVC):

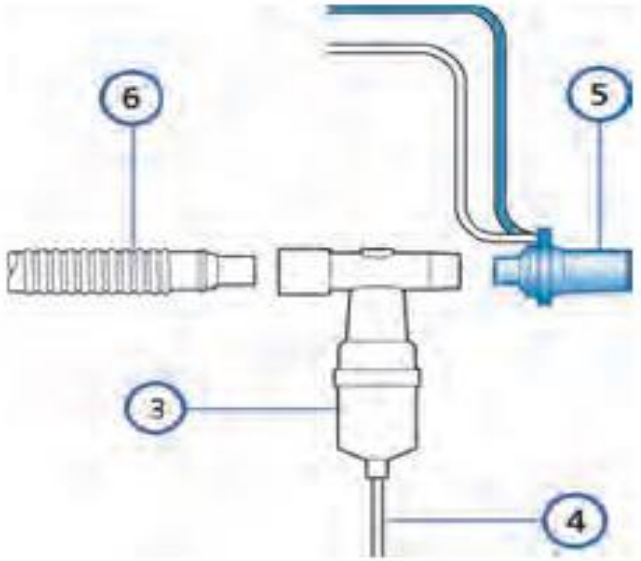
- یک نوع تهویه **فشاری** است که با اعمال فشار بیمار را تهویه کرده و به **حجم هوای دمی** مورد نیاز می رساند (tv).در این مد حجم ثابت است ولی فشار متغییر می باشد
- دستگاه در این مود با هر دم،فشار را تغییر می دهد

2.4 Connecting an adult/pediatric flow sensor



2.5 Connecting the internal pneumatic nebulizer





1 Expiratory limb
2 Inspiratory limb
3 Nebulizer
4 Tube
5 Flow sensor
6 Coaxial breathing circuit

- Driving pressure (ΔP) represents the ratio between tidal volume and respiratory system compliance, and is calculated as the difference between plateau pressure and total PEEP
- A multilevel mediation analysis of data from 2,365 ARDS patients showed that ΔP was the ventilator variable associated most strongly with hospital surviva
- Results from 2,377 patients enrolled in the LUNG SAFE study showed that ΔP less than 14 cmH2O was associated with lower hospital mortality in both moderate and severe ARDS patients
- Recent evidence has shown that driving pressure was automatically limited to less than 14 cmH2O in 95% of patients ventilated in Adaptive Support Ventilation (ASV) mode

What Does a Ventilator

- با تشکر از شما سفید پوشان که الحق و انصاف در نبرد بلای ویروس جهانی خوب درخشیدید و با همت والا و از خود گذشتگی همچون همیشه نامی جاودان از خود در عرصه سلامت برجا گذاشتید .

- بدانید این راه هنوز ادامه دارد و ما باید. با به روز کردن علم و دانش خود، آمادگی روبرو شدن با روزهای سخت و بیماران نیازمند را هر چه بیشتر از گذشته به دست آریم .

- کرونا درمان قطعی ندارد ولی پیشگیری ، کنترل و درمان حمایتی خوبی دارد

منابع

Hyzy (2013). Modes of Mechanical Ventilation. Retrieved from www.uptodate.com

Woodruff, D (2005). A quick guide to vent essentials. Retrieved from http://www.modernmedicine.com/modern-medicine/news/quick-guide-vent-essentials

Wilkins, R.L.; Stoller, J.K., & Kacmarek, R.M. (2009). Egan's fundamentals of respiratory care (9th ed.). St. Louis, MO: Mosby

Essentials of Mechanical Ventilation, 3e Dean R. Hess, Robert M. Kacmarek

Desai JP, Moustarah F. Pulmonary Compliance. [Updated 2019 Feb 18]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538324/

Nunn's Applied Respiratory Physiology (Eighth Edition) 2017, Pages 17-32.e1

7-Henzler, D. What on earth is APRV?. *Crit Care* **15,** 115 (2011). https://doi.org/10.1186/cc9419

شیرین من بمان، مگر این روزگار تلخ
فرهاد خسته را به نگاهی امان دهد

در زلف شب گره بزن، آن زلف مست را...
شاید شبم به سوی تو راهی نشان دهد

حرفی بزن؛ که عشق به هر واژه گل کند

ما را نصیبِ دیگری از این زمانه نیست
با من از عاشقانه‌ترین لحظه‌ها، بخوان...
حتی اگر هوای دلی عاشقانه نیست

با من بخوان؛ تا این ترانه را با تو سفر کنم

با من بخوان؛ تا در هوای تو شب را سحر کنم... با من بخوان...

شاید شبی که میبرد افسانه‌ی مرا
روزی برایم از تو نشانی بیاورد!
شاید همین ترانه که بر دوش باد رفت!

در جانِ خسته، تاب و توانی بیاورد
با من بخوان؛ تا این ترانه را با تو سفر کنم...
با من بخوان؛ تا در هوای تو شب را سحر کنم... با من بخوان...