



MECHANICAL VENTILATION

M. Ghaderi

MSc in critical care nursing

MECHANICAL VENTILATION

در حالت عادی فرایند تنفس در یک فرد سالم چگونه انجام می شود ؟

تهویه مکانیکی یعنی چی ؟

ونتيلاتور چی هست ؟

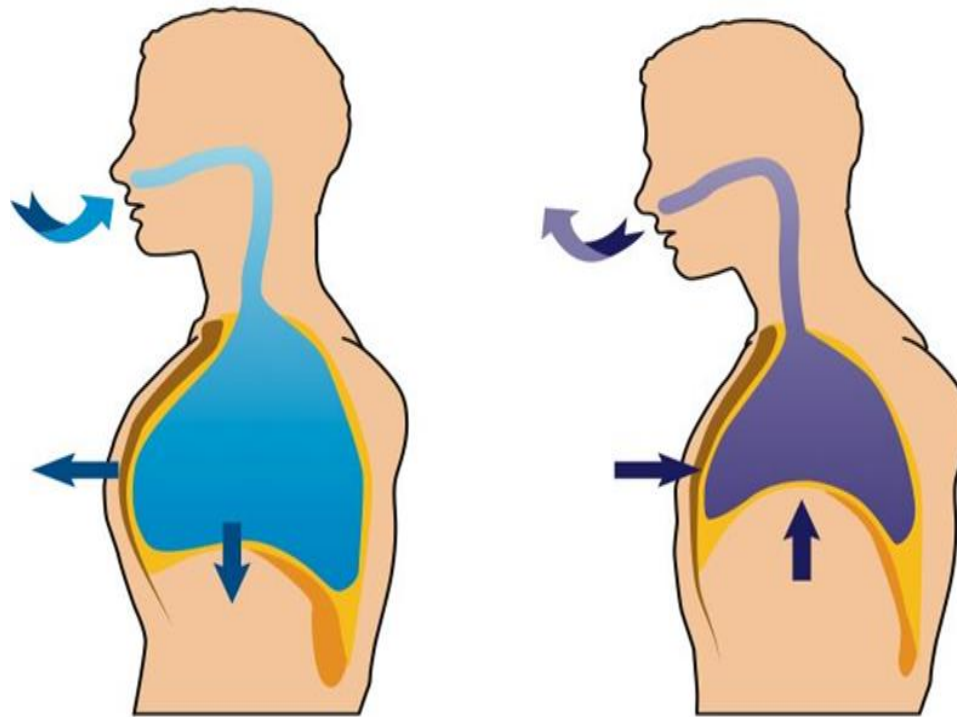
اندیکاسیون ها و اهداف استفاده از اون چیه ؟

اصول صحیح تهویه مکانیکی یعنی چی ؟

بیماری که تحت تهویه مکانیکی قرار می گیره، چه مراقبت هایی نیاز داره ؟

تا کی قراره بیمار تحت ونتيلاتور بمونه ؟

سیکل طبیعی تنفس



Indication of MV

Failure to
Oxygenation
Pao2

Failure to
Ventilation
Paco2

Failure to Patient
(LOC,gag
Reflex,cough
Reflex ,...)

انواع تھویہ مکانیکی

تھاجمی (Invasive) 

غیر تھاجمی (Non Invasive) 

سؤال: حالا به نظرتون کی تھویہ مکانیکی رو تھاجمی و کی غیر تھاجمی شروع کنیم؟

 تهویه مکانیکی اصولی و مناسب یعنی برقراری موارد زیر:

 پیشگیری از بروز آتلکتازی و باروتروما

 پیشگیری از بروز هیپوکسمی و مسمومیت با اکسیژن

 پرهیز از حمایت تنفسی مزاد Over Assist

 حمایت تنفسی کم Under Assist

 **نکات مهم:** یکسری پارامترها را تنظیم و یکسری موارد رو پایش می کنیم.

START OF MV



برای شروع تنظیمات تهویه مکانیکی ابتدا این سؤالات را در ذهن خود مرور کنید؛

تهویه و تنفس

 با ورود هوا به ریه ها و خروج آن چه اتفاقاتی می افتد؟

**تهویه: ورود و خروج هوا
تنفس: تبادلات گازی**

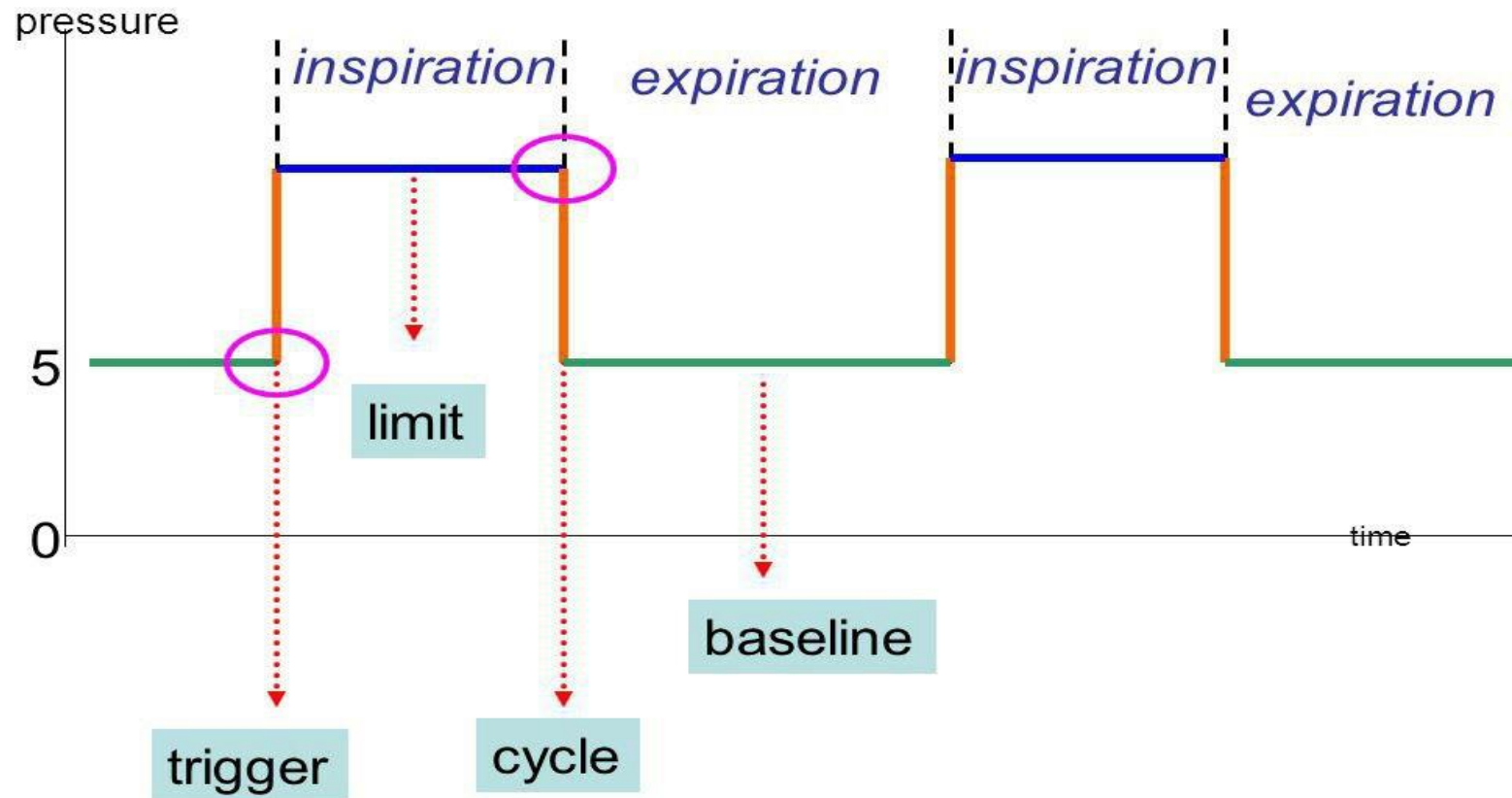
 تهویه با اکسیژناسیون چه فرقی دارد؟

به صورت کلی دم و بازدم

 فازهای تنفس کدامند یا به عبارتی متغیرهای فازی؟

حجم و فشار

 متغیرهای کنترلر کدامند؟



تنفس و متغیرهای فازی

فازهای تنفس : 

به صورت کلی دم و بازدم (تغییر از بازدم به دم، انجام دم، تغییر از دم به بازدم و انجام بازدم)

اجزایی هستند که ونتیلاتور در حین فازهای تنفس می تواند آنها را کنترل کند. 

متغیرهای کنتروله که در دم اعمال می شوند: حجم و فشار 

متغیرهای فازی :

فازهای چرخه تنفس و تحت تاثیر قرار می دهند.

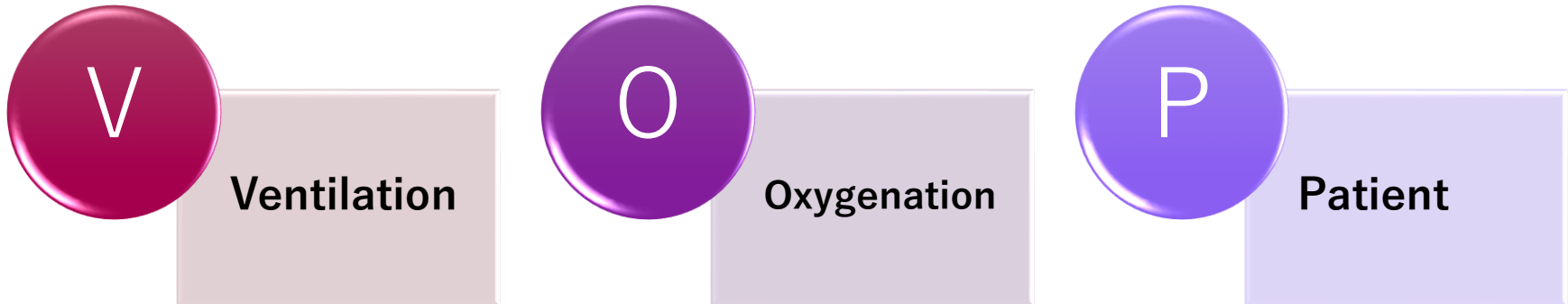
تریگر Trigger: چه کسی تنفس را شروع می کند؟ 

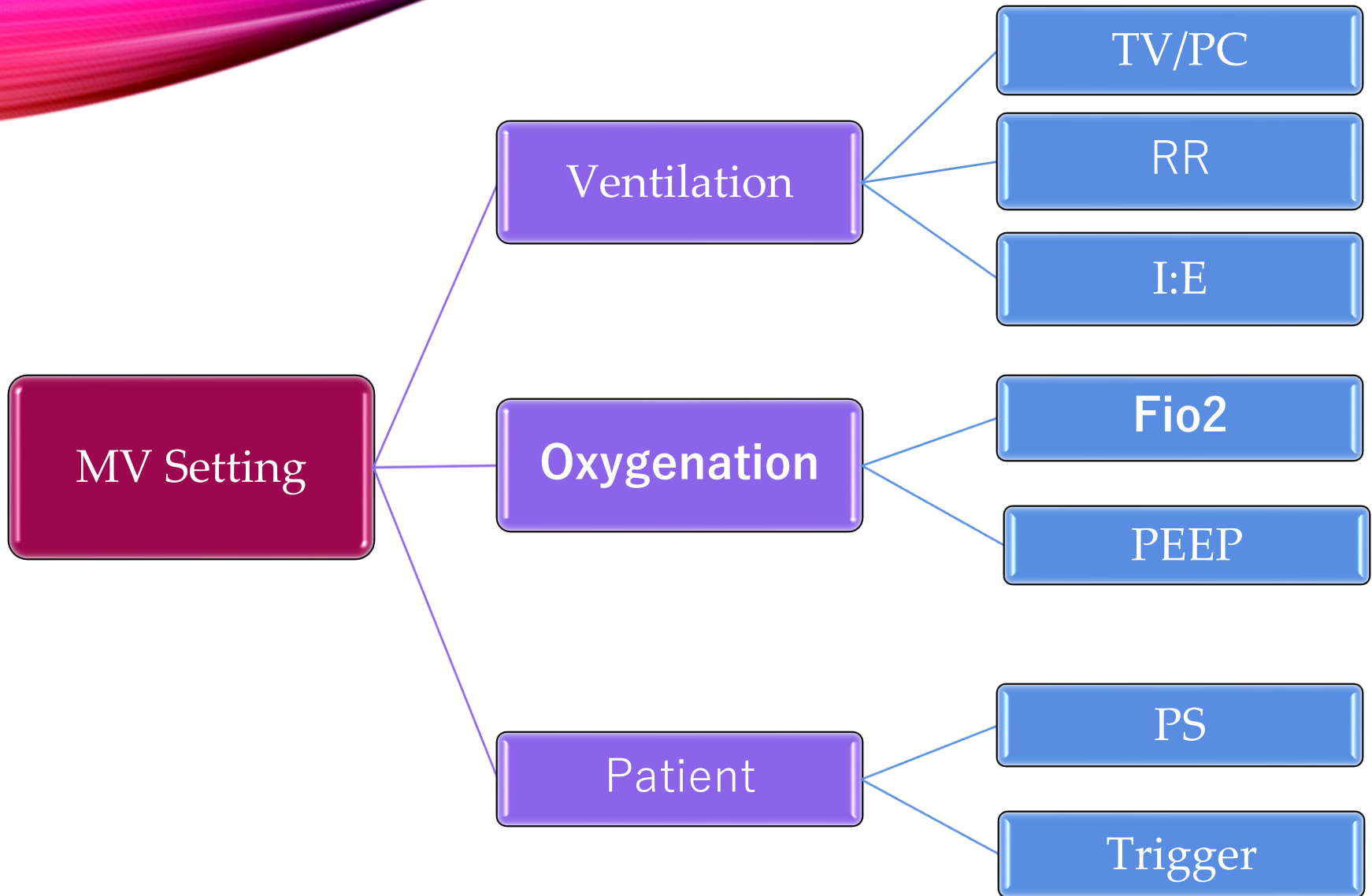
لیمیت Limit : تا کجا ادامه پیدا می کند؟ 

سیکل Cycle: چه زمانی بازدم شروع شود؟ 

خط پایه Base line: بازدم تا کجا ادامه پیدا کند یا ریه ها تا کجا تخلیه شوند. 

APPROACH TO MV SETTING

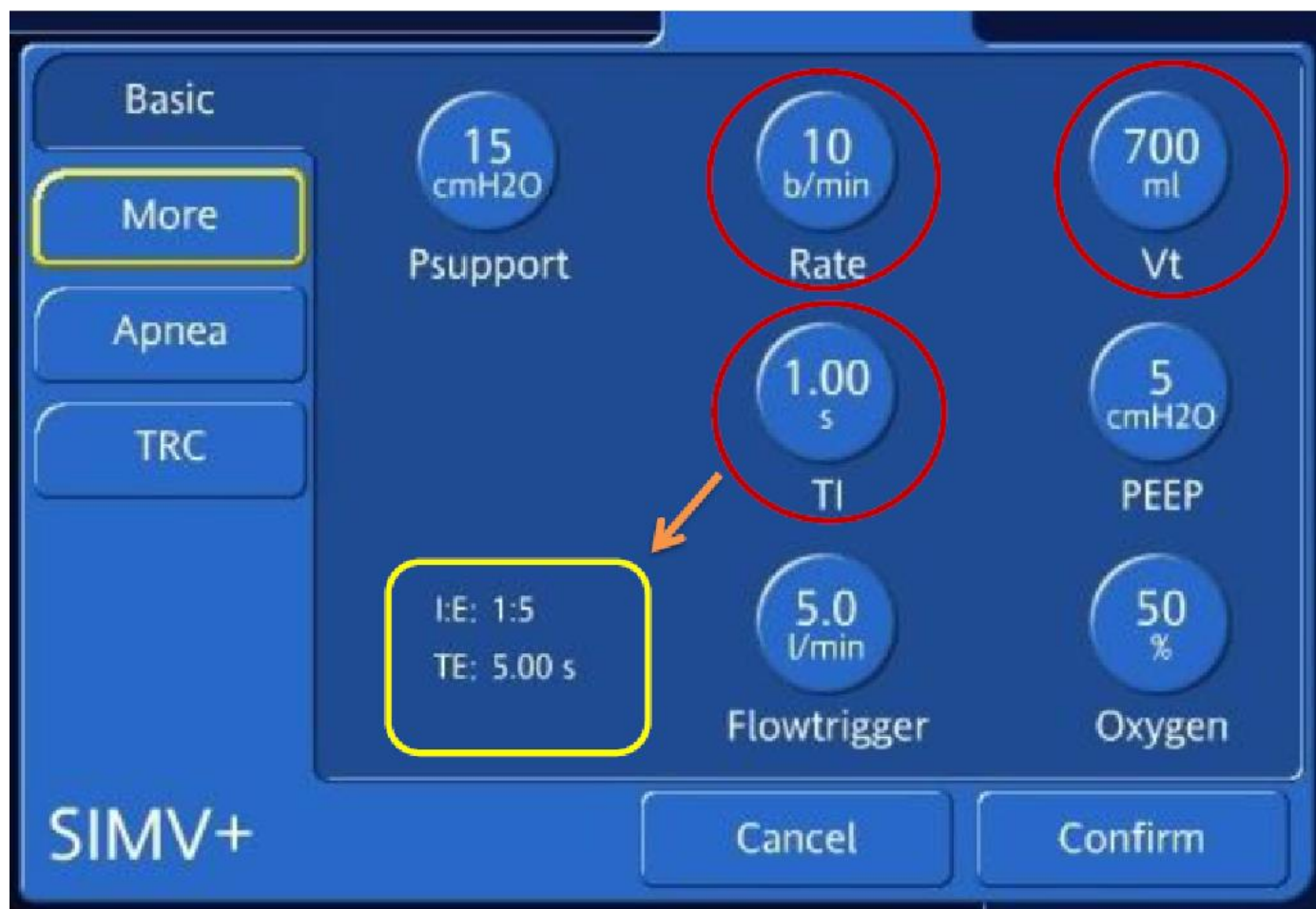


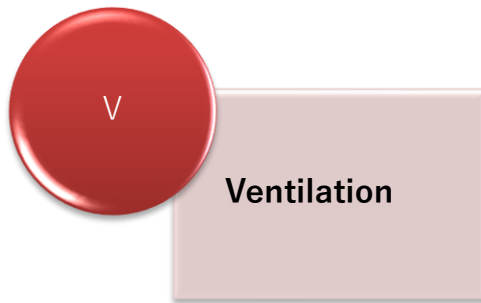


V

Ventilation

14





ونتیلیسیون یا تهویه : ورود و خروج هوا

یک فرد عادی وقتی هوا را به ریه ها وارد و خارج می کند این اتفاقات می افتد:

اول یک حجم مشخصی از هوا را وارد ریه و مجدداً خارج می کند: **حجم جاری یا Tidal Volume**
یا اختصاری **TV**

دوم با یک تعدادی این کار صورت می گیرد یعنی در هر دقیقه ممکن است چند بار این کار را انجام دهد: **تعداد تنفس یا Respiratory Rate** یا اختصاری **RR**

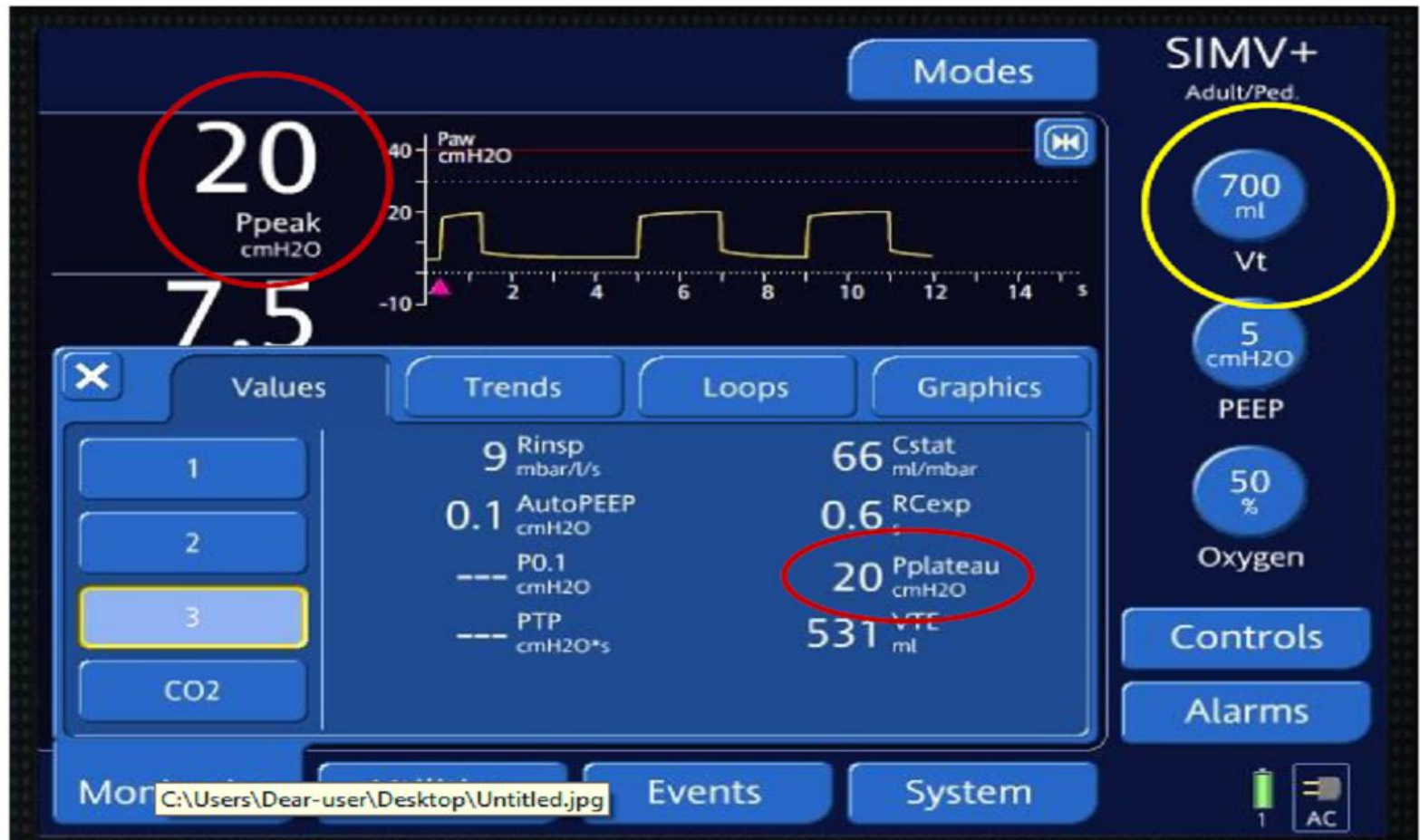
سوم با یک نسبتی هر تنفس را انجام می دهد منظور دم و بازدم است: **نسبت دم به بازدم یا Inspiratory Ratio Expiratory** یا اختصاری **I: E**

V

Ventilation

$TV = 6 - 8 \text{ cc/kg (IBW)}$

- ❖ $PIP < 40 \text{ cmH}_2\text{O}$
- ❖ $\text{Plateau} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$



$$TV = 6 - 8 \text{ CC/KG}$$

Ideal body weight OR body weight ???

↓ TV = کم هوایی ریه ← آتلکتوتروما (آتلکتازی)

↑ TV = پر هوایی ریه ← باروتروما

IBW: بر اساس قد و جنسیت

107 - قد = IBW (در خانم ها)

105 - قد = IBW (در آقایان)

تنظیم حجم (TV) ← پایش فشار اوج و فشار کفه (PIP, Platu)

PIP یا P Peak یا P Max : فشار هوایی که با دم در طول مسیر راه هوایی وارد می شود تا آلوئول باز شود.

Plateau: فشار داخل آلوئول در انتهای دم که باعث باز شدن آلوئول می گردد. (زمانیکه ریه ها پر از هوا هستند)
نکته: فشار کفه بیانگر کمپلیانس ریه است.

فشار راه هوایی + فشار داخل آلوئول = PIP , **مسیر راه هوایی + Plateau = PIP**

تنظیم حجم (TV) ← پایش فشار اوج و فشار کفه (PIP, Platu)

❖ $PIP < 40 \text{ cmH}_2\text{O}$

❖ $Plateau < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ حداکثر فشاری که آلونول می تواند تحمل کند

فشار کفه بیشتر از ۳۰ باشد هر بار 1 CC/Kg از میزان TV کم می کنیم تا فشار کفه به کمتر از ۳۰ برسد.

در پایش بیمار:

آیا **PIP** بالا باشد انتظار دارید **Plateau** هم بالا باشد؟

آیا **Plateau** بالا باشد انتظار دارید **PIP** هم بالا باشد؟

فشار اوج :

Peak Pressure یا Peak Inspiratory Pressure یا P Max

 موارد ایجاد کننده مقاومت در برابر مسیر عبور هوا تا آلونول:

 جمع شدن آب و ترشحات داخل خود لوله های ونتیلاتور

 پیچ و تاب خوردن لوله های ونتیلاتور

 انسداد یا تجمع ترشحات داخل لوله تراشه بیمار

 اسپاسم راه هوایی

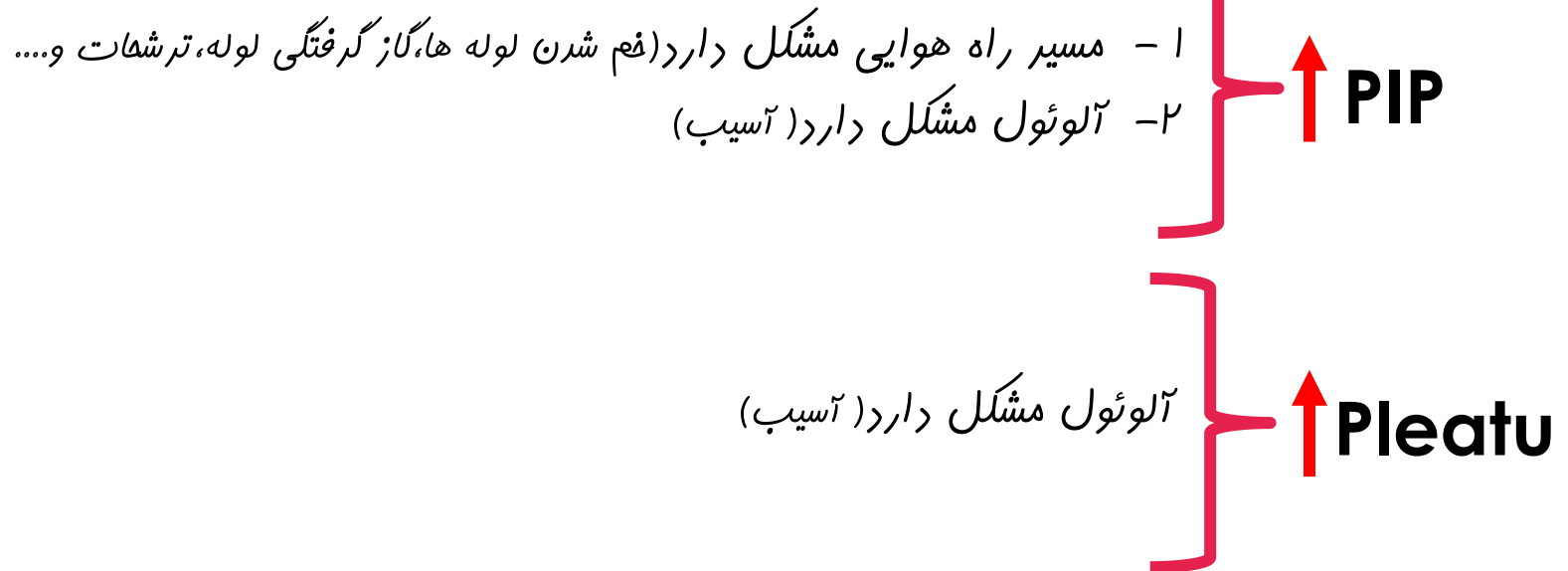
 میزان انعطاف پذیری حبابچه

 نکته فشاری که به راه هوایی وارد می شود از یک سطحی بالاتر باعث آسیب راه هوایی می شود.

 میزان طبیعی: معمولاً از پلاتو یا کفه بالاتر، حدود کمتر از ۴۰ سانتی متر آب

Plateau بالا باشد علت؟؟؟

PIP بالا باشد علت؟؟؟؟



نکات مربوط به فشار اوج و فشار کفه

فشار اوج عنوان کننده مقاومت راه هوایی است. 

بالا بودن اوج یعنی مقاومت راه هوایی به هر علتی بالاست. 

مقدار طبیعی اوج کمتر از ۴۰ سانتی متر آب 

فشار کفه عنوان کننده حجم پذیری یا کمپلیانس ریه هاست. 

مقدار طبیعی اوج کمتر از ۳۰ سانتی متر آب 

بالا بودن آن یعنی کمپلیانس پایین ریه 

پایش فشار کفه در ونتیلاتور

کلید وقفه دمی

۱. بعد از ایجاد وقفه دمی
۲. فشار کفه یا پلاتو
۳. کمپلیانس استاتیک

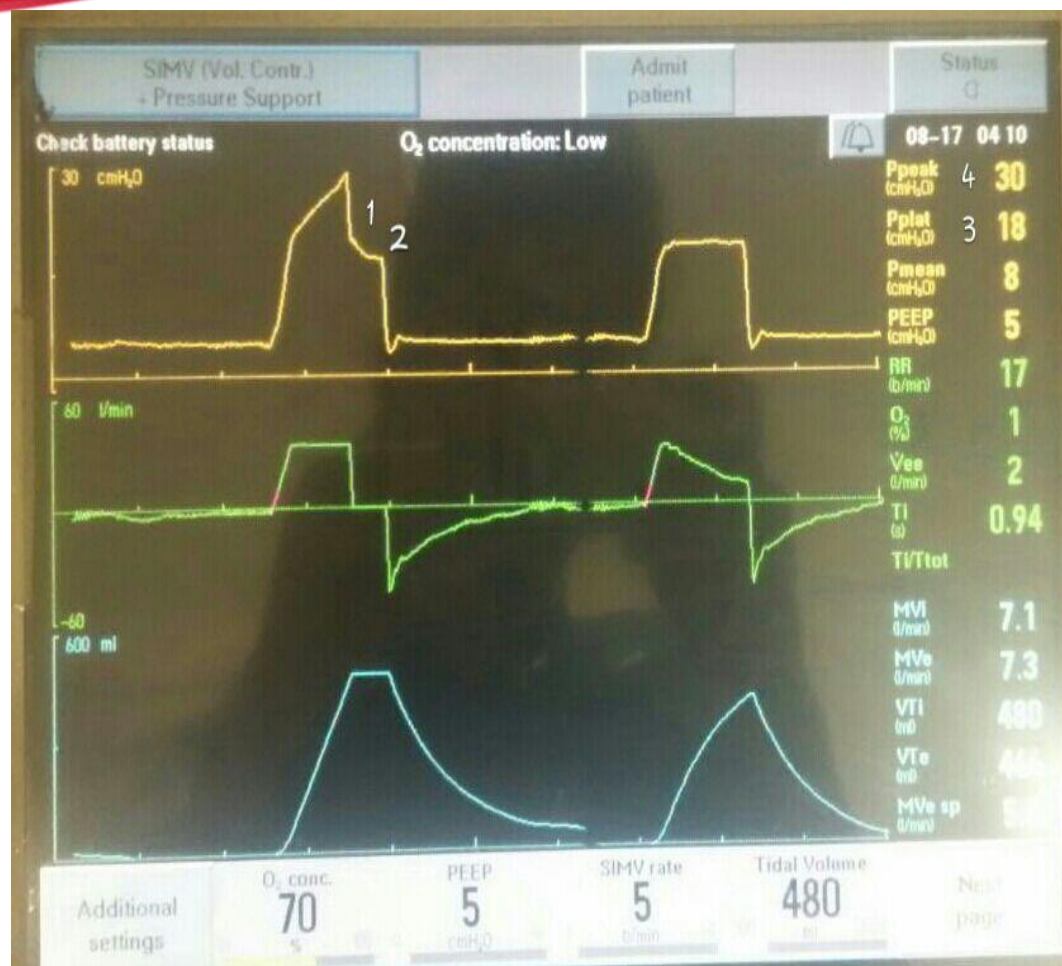


۱. ایجاد وقفه دمی در انتهای دم

۲. سطح فشار کفه روی گراف

۳. نمایش کمی فشار کفه

۴. فشار اوج یا P Peak



LTVV: Low Tidal Volume Ventilation

تنظیم حجم در بیماران تنفسی با حجم پذیری یا کمپلیانس پایین (مثال ARDS):

دو هدف اصلی در این بیماران: بهبود وضعیت اکسیژناسیون و پیشگیری از بروز آسیب ثانویه (ریسک بارو تروما) 

الگوی تهویه با حجم پایین متناسب با فشار کفه (سطح حداقل حجم 6cc/kg) 

بهترین معیار فشار کفه و حفظ آن کمتر از ۳۰ سانتی متر آب. 

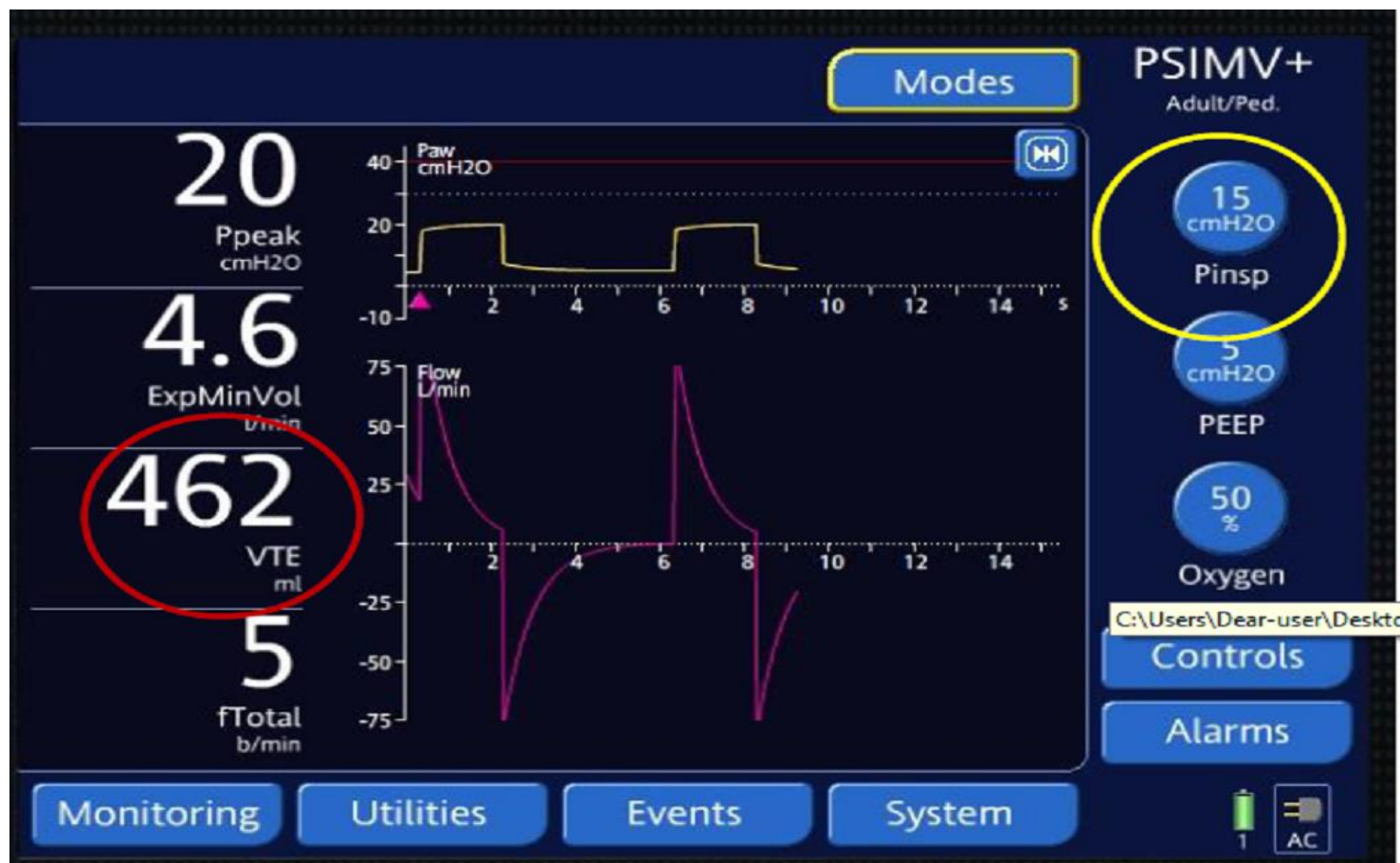
V

Ventilation

26

PC or PI = 10 – 25 cmH₂O

❖ VTE = 4 – 6 cc/kg (IBW)



چرا در پایش حجم بازدمی 2 CC از میزان TV کم می کنیم؟؟؟

عملاً 2CC/Kg از حجمی که به بیمار داده می شود در راه های هوایی یا فضای مرده باقی می ماند و وارد ریه نمی شود.

VTE پائین باشد: فشار را تا حدی بالا می بریم که به حجم بازدمی مورد نظر برسیم.

✍ خوب سؤال اینه که ما کی تصمیم بگیریم با تنظیم حجم، حجم رو کنترل کنیم و یا با تنظیم فشار، فشار رو ...

✍ الان چون بیشتر هدف تضمین حجم دریافتی هست مدهای حجمی طرفدار بیشتری دارد منتها در بیمارانی که ریه آسیب دیده و کمپلیانسش پایینه و یا مرتبا تغییرات فشار راه هوایی احساس می شود شانس باروترما افزایش خواهد یافت.

✍ بنابراین وقتی از فشار راه هوایی و کمپلیانس متغیر داریم بهتره برای کاهش شانس باروترما از مدهای فشاری استفاده شود چرا که کنترل بیشتری برای پیشگیری از آسیب وجود خواهد داشت.

$$RR = 12 - 16$$

$$\diamond \text{ Final } RR = RR * P_{aco2}(ABG) / 40$$

$$I:E = 1:2$$

بعد از تنظیم اولیه RR ، بعد از نیم ساعت با توجه به PaCO_2 اکتسابی در ABG بیمار، اصلاح مناسب و نهایی RR رو انجام می دهیم به این صورت:

$$\text{RR} \times \text{PaCO}_2 / 40$$

در این فرمول PaCO_2 منظور همان PaCO_2 در ABG بیمار می باشد، RR همان تعداد تنفس تنظیمی و عدد ۴۰ هم سطح طبیعی PaCO_2 می باشد.

 مثال :

$$\frac{10 \times 60}{40} = 15$$

RR = 10

$\text{PaCO}_2 = 60$

👉 باید ریت اولیه را که ۱۰ بود به ۱۵ افزایش یابد.

👉 هدف از تنظیم RR اصلاح سطح PaCO_2 می باشد و یا به عبارت دیگر برای اصلاح سطح PaCO_2 اقدام اصولی و منطقی مانور روی تعداد تنفس تنظیمی می باشد.

I/E

 خوب پارامتر بعدی یا نهایی در بحث ونتیلاسیون در تنظیمات تهویه مکانیکی، نسبت دم به بازدم هست.

 I; E or Inspiratory Ratio Expiratory

اینجا خیلی ساده همان حالت فیزیولوژی نسبت دم به بازدم یعنی ۱:۲ را تنظیم می کنید.

Ti or Time Inspiratory

اینجا شما باید زمان دم رو فقط تنظیم کنید، ونتیلاتور مابقی زمان تنفس رو خودکار برای بازدم لحاظ می کند.

 مثال وقتی شما تعداد تنفس رو ۱۰ می گذارید زمان هر تنفس چند ثانیه می شود؟

۱۰ تا تنفس در یک دقیقه یا ۶۰ ثانیه که می شود ۶۰/۱۰ برابر با ۶ ثانیه

این ۶ ثانیه سه قسمت باید بشود چرا ؟ قبلا گفتیم یک قسمت دم و دو قسمت بازدم منظور همون $I:E$ است اینجا هم اینکار رو بکنید $۶/۳$ می شود دو ثانیه ، حالا تنظیم $Ti = 2$ خواهد بود.

 نکته؛ شما نحوه تنظیم را یاد بگیرید اما یادتان باشد در ونتیلاتور اگر برای تنظیم نسبت دم و بازدم به Ti برخورد کردید حتما کنارش نسبت $I:E$ را خواهید دید و وقتی Ti را دستکاری می کنید متوجه تغییرات $I:E$ خواهید شد. خوب طوری Ti را تنظیم کنید که نسبت $I:E$ بشود ۱:۲

حداکثر سرعت جریان : PEAK FLOW RATE OR PFR

 تحویل حجم در واحد زمان یعنی هر چه سرعت فلو زیاد باشد حجم در زمان کمتر یا به عبارتی در دم کوتاه تری تحویل خواهد شد و برعکس

 بنابراین این دو تا جمله یکی هست؛ ما چه بگیم دم کوتاه چه بگیم سرعت جریان یا PFR بالا

 اگر در جایی برخورد کردید که باید PFR رو تنظیم کنید کنارش I: E رو مشاهده می کنید خیلی راحت طوری تنظیم کنید که نسبت I:E بشه ۱:۲

 طیف طبیعی PFR بین ۲۰ الی ۶۰ لیتر در دقیقه می باشد.

 الان در ونتیلاتورهای فعلی خیلی مرسوم نیست که برای تنظیم زمان دم و بازدم از تنظیم PFR استفاده شود مگر در بعضی ونتیلاتورها در مدهای حجمی

VENTILATION خلاصه

✓ V (Ventilation):

▪ TV : 6-8cc/kg (IBW)

▪ or PC: 10 – 25CMH₂O

▪ RR: 12-16 : Final $(RR * PaCO_{2(ABG)}/40)$

▪ I:E : 1;2

▪ PIP < 40 CMH₂O

▪ Plateau < 30 CMH₂O

▪ VTE = 4-6 CC/kg (IBW)

0

Oxygenation

- FiO₂
- PEEP



0

Oxygenation

معیارهای FiO_2

PaO_2

60 – 65 mmHg

SaO_2

90 – 95 %

100% ← ————— → 21%

FIO₂



Pao2 : میزان یا فشار سهمی اکسیژن خون شریانی، محاسبه: ABG 

Sao2 و Spo2 : درصد باند اکسیژن با هموگلوبین تحت عنوان HBO یا اکسی هموگلوبین هستند.

Sao2 : ABG – SPO2 : پالس اکسی متری هر دو یکی هستند هر چند اختلاف کمی دارند. 

ارزش اکسیژن به درصد باند آن با هموگلوبین است. 

چرا اصرار داریم Pao2 در حد بالاتر یا مساوی ۶۵ میلی متر جیوه و Sao2 یا Spo2 در حد ۹۲ الی ۹۳ درصد 

PEEP

📌 بهبود FRC و کاهش شانس آتلکتازی

📌 بهبود تبادلات گازی

FRC: ظرفیت باقیمانده عملی

عملکرد مفید **FRC** : پیشگیری از بروز اکتتازی در انتهای بازدم

مکانیسم های طبیعی موثر در **FRC** : اپی گلوت

رفلکس gag

رفلکس سرفه

در تهویه مکانیکی مکانیسم های فوق حذف می شوند. برای حفظ **FRC** از **PEEP** استفاده می شود.

سطوح PEEP

سطح فیزیولوژیک؛ ۳ - ۵ سانتی متر آب 

تقریباً بدون کنتراندیکاسیون مطلق بایستی برای همه بیماران تنظیم شود. 

سطح اکسترافیزیولوژیک؛ بالای ۵ سانتی متر آب 

تنها در حضور هیپوکسمی مقاوم به درمان کاربرد دارد. به صورت معمول اگر شرایط بیمار اجازه به کاهش مقدار F_{iO_2} کمتر از ۶۰ الی ۷۰ درصد نداد بایستی دست به دامن PEEP در سطح اکسترافیزیولوژیک شد. 

عملکرد PEEP: فشار راه هوایی رو بالاتر از سطح اتمسفر نگه داشته و مانع تخلیه پاسیو ریه ها در بازدم می شود. 

تنظیم و پایش PEEP

- به ازای هر ۱۰٪ افزایش FIO 2 به میزان peep 2 cmH2O را افزایش می دهیم.
- یا از عدد FIO2 صفر را حذف و عدد سمت راست را در دو ضرب می کنیم می شود میزان PEEP تنظیمی
- مثال:

$$\text{FIO2} = 40 \quad 4 \times 2 = 8 \text{ ----- PEEP}$$

AUTO PEEP

PEEP کاذب یا خودبخودی :

احتباس هوا در ریه به هر علتی

علل ایجاد:

- ✓ تنظیمات اشتباه: دم خیلی طولانی و بازدم کوتاه، حجم جاری بالا، تعداد تنفس بالا
- ✓ سایز کوچک لوله تراشه
- ✓ اسپاسم ریه
- ✓ به تعویق انداختن ساکشن ترشحات
- ✓ تب و لرز بیمار
- ✓ جنگیدن بیمار با ونتیلاتور و بی قراری
- ✓ استفاده از کربوهیدرات بالا در تغذیه بیمار

📌 نکته؛ در انتهای بازدم دو تا فشار خواهید داشت؛ PEEP و Auto PEEP

📌 منتها اولی یعنی PEEP رو با توجه به اهدافی که مد نظر داریم تنظیم می کنیم.

📌 دومی یعنی Auto PEEP به صورت خودکار ممکن است ایجاد شود بنابراین پایش می شود و نباید وجود داشته باشد.

📌 هر عاملی که مانع تخلیه کامل ریه ها در بازدم شود باعث بروز اتوپپ می شود که تحت عنوان اسامی زیر شما ممکنه در ونتیلاتورهای مختلف با اون برخورد کنید؛

Auto PEEP 📌

PEEPi or PEEP Intrinsic 📌

PEEP TOT or Total 📌

✍ در مورد آخر یعنی PEEP Tot بایستی PEEP تنظیمی رو از عدد نمایشی کم کرد تا اتوپپ رو بدست آورد.

✍ برای اندازه گیری Auto PEEP شما باید در انتهای بازدم وقفه ایجاد کنید تا ونتیلاتور فرصت اندازه گیری اتوپپ رو داشته باشد.

🔑 در ونتیلاتور شما کلیدی رو می بینید تحت عنوان Expiratory Hold یا End Expiratory Hold که برای همین کار یعنی اندازه گیری اتوپپ هست.

OXYGENATION خلاصه

✓ O (Oxygenation):

▪ Fio2 : 21 – 100 %

▪ Pao2 = 60 -65 mmHg

▪ Sao2 = 90 -95%

▪ PEEP (Mandatory Breathing) : (Physiologic (3-5CmH20), Extra Physiologic (>5CmH2o)

▪ CPAP (Spontaneous Breathing)

Auto PEEP Monitoring (End Expiratory Pause)

P

Patient

46

- **PS**
- **Trigger**

با توجه به عدم آمادگی یا آمادگی بیمار، تهویه مکانیکی ممکن است سه تا فاز رو طی کند:

✍ فاز اول : بیمار اصلا آماده نیست، باید فرایند تهویه و اکسیژناسیون را به ونتیلاتور بسپاریم و به بیمار هم فرصت ریکاوری داده شود.

✍ فاز دوم: بیمار نسبتا آمادگی دارد، ریکاوری جواب داده و الان می توان بخشی از فرایند تهویه و اکسیژناسیون رو خودش انجام دهد اما نه کامل، اینجا کار تنفس دو طرفه است هم بیمار و هم ونتیلاتور ... بنابراین اینکه به کدام سهم بیشتری بدهیم وابسته به بررسی و پایش دقیق شماست؛

✍ فاز آخر : بیمار دوره آمادگیش تقریبا کامل شده یعنی توان استقلال را دارد

باید طوری برنامه ریزی کنیم که کم کم به ونتیلاتور بگوییم خداحافظ

منتها باید مطمئن شد برای همین اینجا نقش ونتیلاتور در حد حامی است

✍️ انواع تنفس در تهویه مکانیکی:

✍️ **اجباری یا Mandatory:** همه کاره ونتیلاتور است یعنی خودش تنفس را شروع و خودش هم تموم می کند و بیمار نقشی ندارد.

✍️ **کمکی یا Assist:** بیمار تنفس رو شروع اما ادامه و تموم کردنش با ونتیلاتور است بیمار فقط در حد شروع کردن تنفس اختیار دارد پس استقلالش کم است....

✍️ **خودبخودی یا Spont:** همه کاره بیمار است خودش شروع و خودش هم تموم کننده تنفس است و بر عکس نقش ونتیلاتور کم و بیمار بیشترین استقلال را دارد

📌 **نکته: PS** و تریگر در حضور تلاش تنفسی خود بیمار معنا پیدا می کنند یعنی در تنفس کمکی و خودبخودی

📌 **نکته:** تنفس هایی رو که شما روی ونتیلاتور تنظیم می کنید اجباری یا Mandatory هستند.

👉 نکات خیلی مهم؛

📌 اگر صرفاً Trigger رو به تنهایی دیدید، اینجا برخورد با تنفس بیمار کمکی هست یعنی بیمار فقط می تواند شروع کننده تنفس باشد و ادامه و تمام کردنش با ونتیلاتور است

📌 اگر کنار Trigger مورد بعدی یعنی PS رو هم دیدید اینجا بیمار می تواند تنفس خودبخودی داشته باشد یعنی اختیار بیمار بیشتر است و بیمار شروع و تموم کننده تنفس هست.

✍️ **تریگر:**

زمانی که ونتیلاتور فرایند تهویه رو یکطرفه انجام می دهد خودش طبق برنامه ای که ما به دستگاه داده ایم (تعداد تنفس) تنفس را بر اساس دوره زمانی مشخص تحویل بیمار می دهد

✍️ **منتها** اگر قرار باشه بیمار هم در فرایند تهویه مشارکت کند، اولین مشکل این است که بیمار و دستگاه کارشان تداخل پیدا کند یا فایت کنند.

✍️ **تریگر** در این دعوا نقش میانجی دارد و تعیین می کند چه کسی اول تنفس را انجام دهد نتیجه **Fight** کمتر و هماهنگی بهتر

✍️ **به عبارتی** ما ونتیلاتور را به نفس های بیمار حساس می کنیم و می گوییم حواست باشد بیمار خودش هم نفس دارد که تداخل با هم نداشته باشند.

نکته:

📌 حساسیت ونتیلاتور به نفس بیمار را ما می توانیم با فشار یا جریان مشخص کنیم

📌 بیمار را در یک مسیر بسته (لوله ها) به ونتیلاتور وصل کردیم.

📌 ونتیلاتور وقتی تغییری را در این مسیر حس کند متوجه می شود بیمار تلاش تنفسی دارد و باید کمکش کند.

📌 اینکه چه زمانی ونتیلاتور به بیمار کمک کند ما با تنظیم تریگر تعیین می کنیم.

📌 بنابراین وقتی عدد تریگر (فشاری یا فلو) تنظیم شد ونتیلاتور بسته به نوع آن یا افت فشار یا افت جریان، محرک حساسیت ونتیلاتور هست.

📌 عدد بالاتر یعنی حساسیت کمتر و بالعکس

تنظیم تریگر فشاری یا فلو:

بیمار باید در مدار ایجاد فشار منفی کند و در فلو باید بخشی از جریان مدار را استفاده کند.

فشاری: 1- تا 3- سانتی متر آب - جریانی: ۴ تا ۶ لیتر در دقیقه

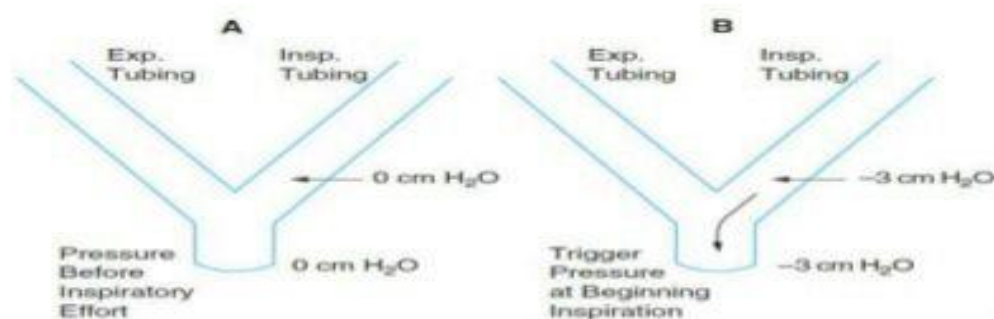


FIG: PRESSURE TRIGGER

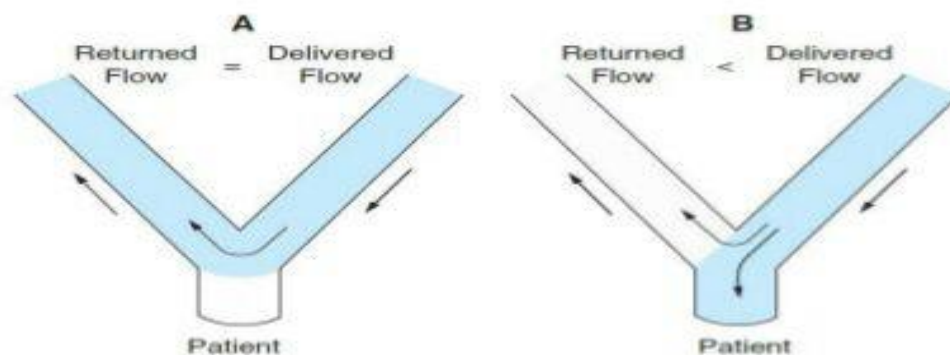


FIG: FLOW TRIGGER

✍ ببینید در تریگر فشاری در حضور اتوپپ بیمار باید تلاشی معادل مجموع
اتوپپ و عدد تنظیمی تریگر رو انجام دهد

👉 بنابراین این هم از معایب تریگر فشاریست و هم اینکه بدانیم اتوپپ می
تواند تلاش تنفسی بیمار را زیاد کند.

PS

✍ در حالت عادی یک فرد بدون هیچ وسیله ای در راه هوایی فرایند تنفس رو انجام می دهد.

اما وقتی لوله گذاری داخل نای برای بیمار انجام می شود بیمار باید از داخل یه لوله با قطر کم فرایند تنفس رو انجام دهد که

🕒 طبیعتا آن لوله مقاومت راه هوایی ایجاد می کند و بیمار باید بخشی از انرژی را صرف غلبه بر آن کرده و تلاش مازاد تنفسی رو متحمل شود.

✍ در تنفس اجباری خود ونتیلاتور بر این مقاومت غلبه می کند

✍ اما در تنفس های خودبخودی بیمار، PS کار حمایت فشاری غلبه بر مقاومت راه هوایی ایجاد شده ناشی از لوله تراشه را بر عهده دارد یعنی با تنظیم مناسب آن تقریبا یک شرایط بدون لوله را برای بیمار ایجاد می کنیم.

🕒 برای این هدف باید حداقل تنظیمات را با توجه به قطر لوله تراشه برای PS در نظر گرفت

📁 برای لوله با قطر ۷ و پایین تر حداقل PS مورد نیاز ۱۰ سانتی متر آب و برای لوله با قطر ۷,۵ و بالاتر حداقل PS مورد نیاز ۸ سانتی متر آب می باشد.

کاربرد دوم PS:

✍ بهبود حجم پذیری تنفس های خودبخودی یا SPONT

✍ برای هدف دوم دقیقا مثل تنظیم PC در تنفس های اجباری عمل کنید. یعنی با توجه به حجم جاری بازدمی VTE تنفس بیمار تنظیمات را برای حجم پذیری بهتر انجام می دهیم که باید ۴ الی ۶ سی سی / کیلوگرم باشد. حداکثر تا ۲۵ سانتی متر آب می توان تنظیمات را انجام داد.

🕒 یادتون نره PC در تنفس های اجباری اعمال می شود اما PS در تنفس های خودبخودی

🕒 در هر دو تنظیمات بر اساس حجم جاری بازدمی VTE هست فقط اولی برای اجباری و دومی برای خودبخودی

تشخیص انواع تنفس در ونتیلاتور اجباری Mandatory ، کمکی Assist و خودبخودی Spont

✍ در بعضی از مدل های ونتیلاتور مثل بنت، خود ونتیلاتور با نشان دادن حرف ابتدای نوع تنفس یعنی M, A, S به شما علامت می دهد.

✍ در بعضی دیگه باز مثل بنت و بلاویستا با تغییر رنگ و هاشور زدن تنفس های خودبخودی

✍ و در بعضی دیگه مثل مدل های همیلتون از روی گراف می تونیم متوجه بشیم.

✍ یادتون باشه چون تنفس های اجباری و کمکی دست ونتیلاتور هست و ما زمان مشخص برای اونها تعیین کردیم منظور همون زمان دم و بازدم هست در گراف حالت مربعی شکل یا اسکوار پیدا می کنند.

✍ اما تنفس های خودبخودی چون اختیار دم و بازدم با بیمار است حالت سینوسی دارند.

✍ ناچ یا فرورفتگی قبل تنفس یعنی اون تنفس توسط بیمار تریگر شده که می تونه کمکی باشه یا خودبخودی ...



CPAP

تفاوت PEEP با CPAP چیست ؟

- PEEP در تنفس های خودبخودی با ولو بازدمی در انتهای بازدم اعمال می شود.
- CPAP در تنفس خودبخودی و در کل سیکل تنفس و در لوله های تنفسی اعمال می شود.

خلاصه پارامترهای مربوط به Patient

✓ P (Patient):

▪ **Trigger** : Flow (3-6lit/Min), Pressure (-1 - -3 CmH₂O)

▪ PS:

➤ TRC (Based on ETT Size) (8 - 10 CmH₂O)

➤ Improvement TV Spontaneous Breathing

▪ VTE = 4-6 CC/kg (IBW)

آلارم ها

❖ High Minute Ventilation

- دامنه تنظیم به صورت ۱ - ۲ لیتر / دقیقه یا ۱۰ - ۱۵٪ بالاتر از تهویه دقیقه ای پایه
- علت؛ تاکی پنه شدن بیمار (دیسترس بیمار) و تریگر خودبخود ونتیلاتور

❖ High Respiratory Rate Alarm

- تنظیم به صورت ۱۰ - ۱۵ تنفس بالاتر از تنفس فعلی بیمار
- علت؛ تاکی پنه شدن بیمار (دیسترس تنفسی) و تریگر خودبخود ونتیلاتور

❖ Low Exhaled Tidal Volume Alarm

- تنظیم ۱۰۰ میلی لیتر یا ۱۰ - ۱۵٪ پایین از حجم جاری بازدمی ونتیلاتور
- علت؛ نشتی سیستم، جدا شدن مسیر، نشتی کاف لوله تراشه

❖ Low Exhaled Minute Ventilation Alarm

- تنظیم ۱ - ۲ لیتر / دقیقه یا ۱۰ - ۱۵٪ پایین تر از حداقل تهویه دقیقه ای پشتیبان
- علت؛ نشتی سیستم، جدا شدن مسیر، نشتی کاف لوله تراشه

❖ High Inspiratory Pressure Alarm

- تنظیم بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر آب بالاتر از فشار اوج (PIP)
- وقتی تحریک شود دم خاتمه پیدا می کند.
- علت های شایع؛ جمع شدن آب در لوله ها، کینگ شدن لوله ها یا لوله تراشه، وجود ترشحات، برونکواسپاسم، نموتوراکس فشاری، کاهش کمپلیانس، افزایش مقاومت راه هوایی، سرفه کردن بیمار
- اقدامات؛ ساکشن کردن، دادن از برونکودیلاتور، رفع علت زمینه ای

❖ Low Inspiratory Pressure Alarm

- ❖ تنظیم بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر آب پایین تر از فشار اوج (PIP)
- ❖ علت؛ لیک سیستم، جدا شدن مسیر، لیک کاف لوله تراشه

❖ High/Low PEEP/CPAP Alarm (baseline alarm)

- ❖ تنظیم دامنه بالا؛ ۳ تا ۵ سانتی متر آب بالای PEEP
- ❖ علت؛ انسداد در مسیر بازدمی و اتوپپ
- ❖ تنظیم دامنه پایین؛ ۳ تا ۵ سانتی متر پایین تر از PEEP
- ❖ علت؛ جدا شدن مسیر

❖ Apnea Alarm

تنظیم دامنه بین ۱۵ تا ۲۰ ثانیه تاخیری

❖ High/Low FiO₂ Alarm

دامنه بالا؛ ۵ تا ۱۰ درصد بالاتر از Fio₂ آنالیز شده

دامنه پایین؛ ۵ تا ۱۰ درصد پایین تر از Fio₂ آنالیز شده

مدهای تنفسی

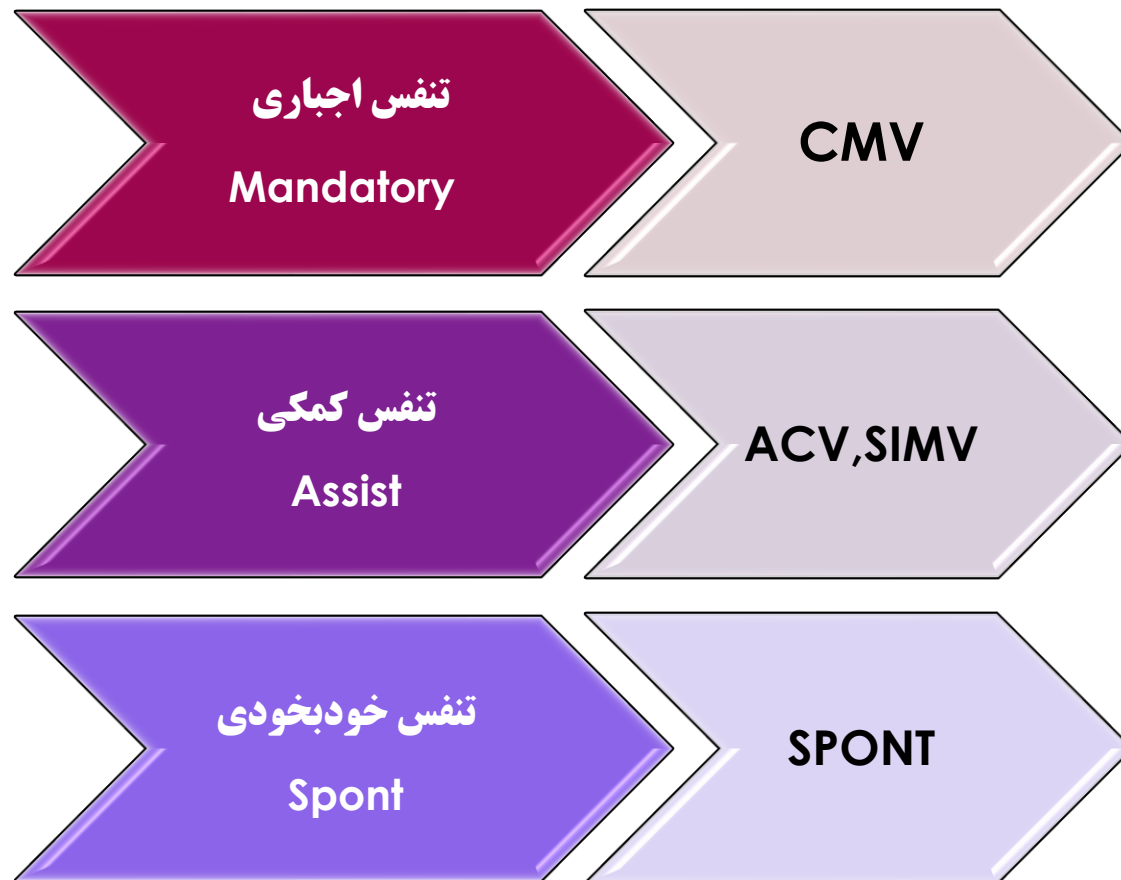
مدهای تنفسی پایه
یا اصلی

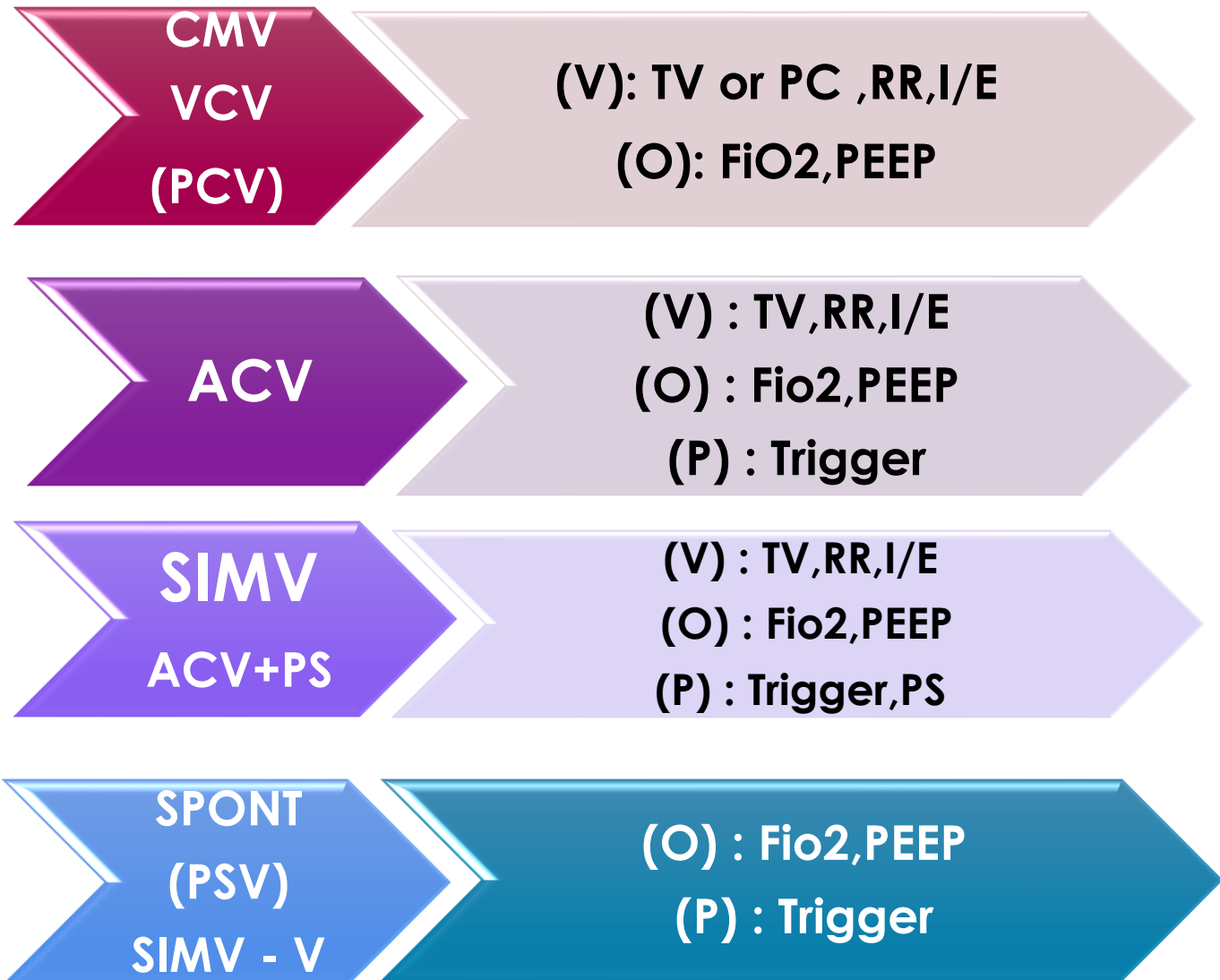
- CMV,PCV
- ACV,SIMV
- SPONT

مدهای تنفسی پیشرفته

- PRVC,DUPPAP
- APRV
- ASV

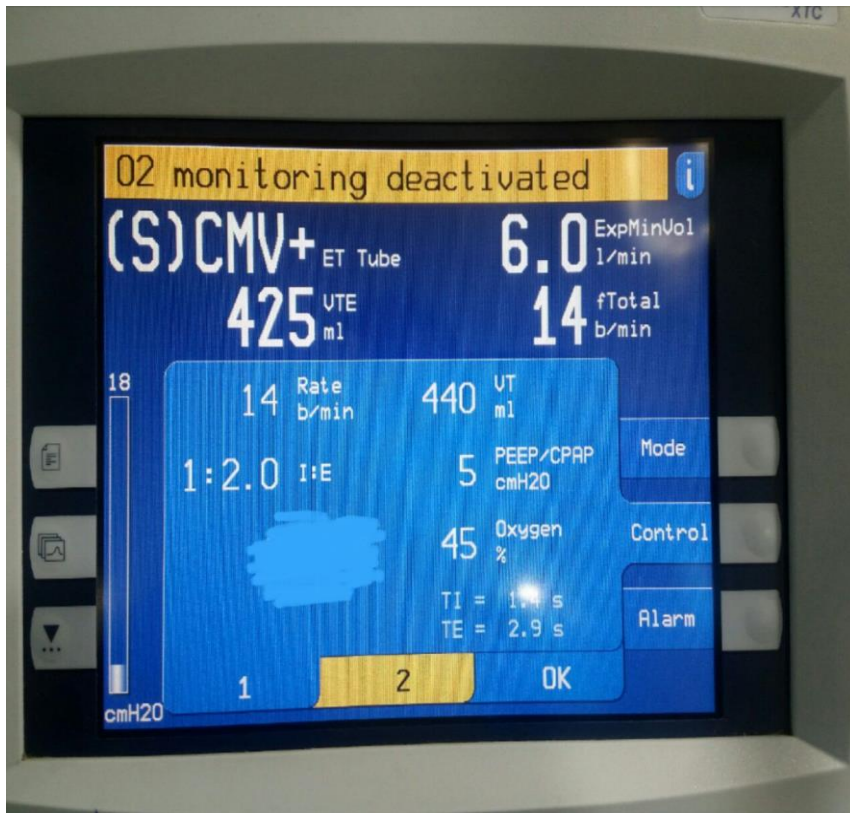
تقسیم بندی مدهای تنفسی بر اساس نوع تنفس تحویلی به بیمار





Mode	Breath Strategy	Trigger		Type of Breath		
		Ventilator	Patient	Mandatory	Assist	Spont
CMV	Volume-Limited Pressure-Limited	+	-	+	-	-
AMV	Volume-Limited Pressure-Limited	-	+	-	+	-
ACV	Volume-Limited Pressure-Limited	+	+	+	+	-
IMV SIMV	Volume-Limited Pressure-Limited	+	+	+	+	+
Spont (PSV)		-	+	-	-	+
CPAP		-	-	-	-	+
Tube Compensate		-	+	-	-	+

CONTROL MECHANICAL VENTILATION :CMV



 پارامترهای مربوط به تهویه؛ TV, RR, I;E

 پارامترهای مربوط به اکسیژناسیون؛ Fio2 , PEEP

 نوع تنفس؛ با توجه به عدم نقش بیمار، اجباری یا Mandatory

📌 نکته:

📌 بزرگترین عیب این دو مد این است که بیمار نقشی در تهویه ندارد

📌 پس خیلی ساده در مدهای بعدی طراحی باید طوری انجام می شد که بیمار هم در فرایند تهویه مشارکت داده شود

📌 مشارکت بیمار می تونه در حد شروع کننده باشد یا مستقل

منظور همون تنفس های کمکی و خودبخودی هست

📌 و به صورت کلی اینکه بیمار از کدام نوع تنفس می تواند بهره ببرد؛ اجباری، کمکی یا خودبخودی تعیین کننده نوع مد یا نحوه حمایتش هست.

PCV یا PRESSURE CONTROL VENTILATION

✍ در CMV ما حجم رو ست می کنیم و فشار رو پایش؛ PIP و Plateau

✍ در PCV برعکس ما فشار رو ست و حجم رو تحت عنوان حجم جاری بازدمی یا VTE پایش می کنیم.

✍ اسم های دیگه در این دو تا مد برخورد کنید مثل VCV یا
..... Volume Control Ventilation

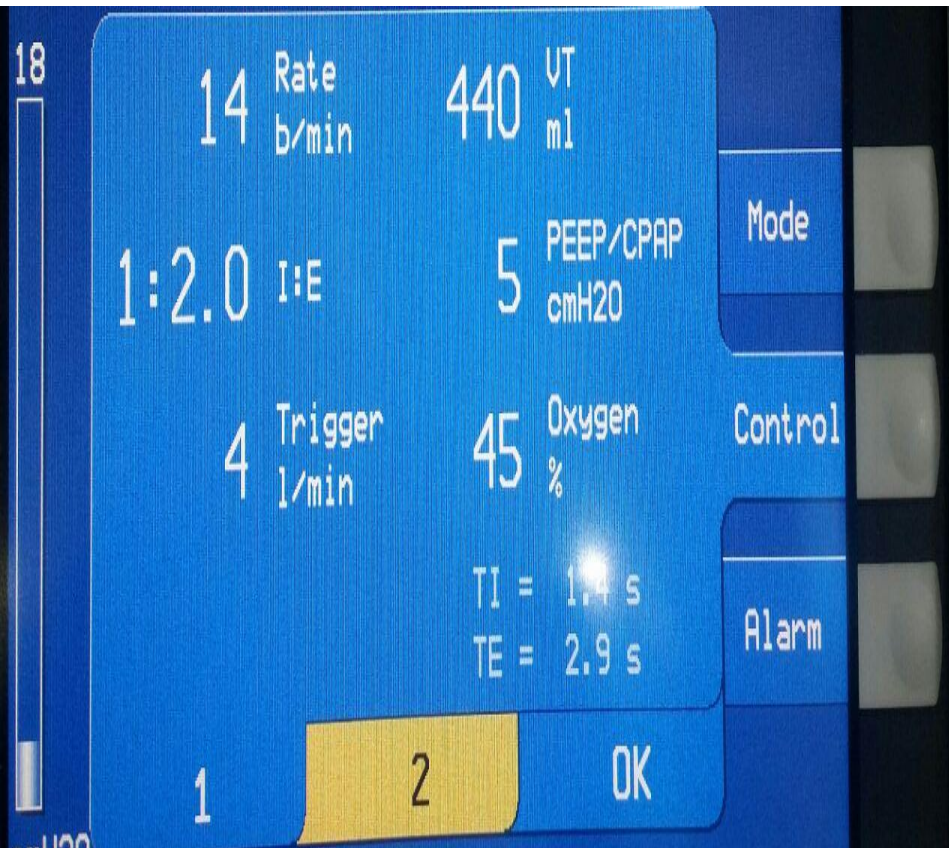
📌 نکته مهم؛ هر وقت اسم مدی رو نا آشنا دیدید ببینید چه تنظیماتی داره تنظیمات بهتون می گه اون مد چه قابلیتیه داره

📌 این رو زمانی متوجه خواهید شد که پارامترهایی رو که بابت تنظیمات عنوان کردیم بلد باشید

✍ در ادامه پیشرفت و طراحی مدها به این صورت انجام شد که بیمار هم در فرایند تهویه دخالت داده بشه



Assist Control Ventilation یا ACV



 پارامترهای مربوط به تهویه؛ TV, RR, I;E

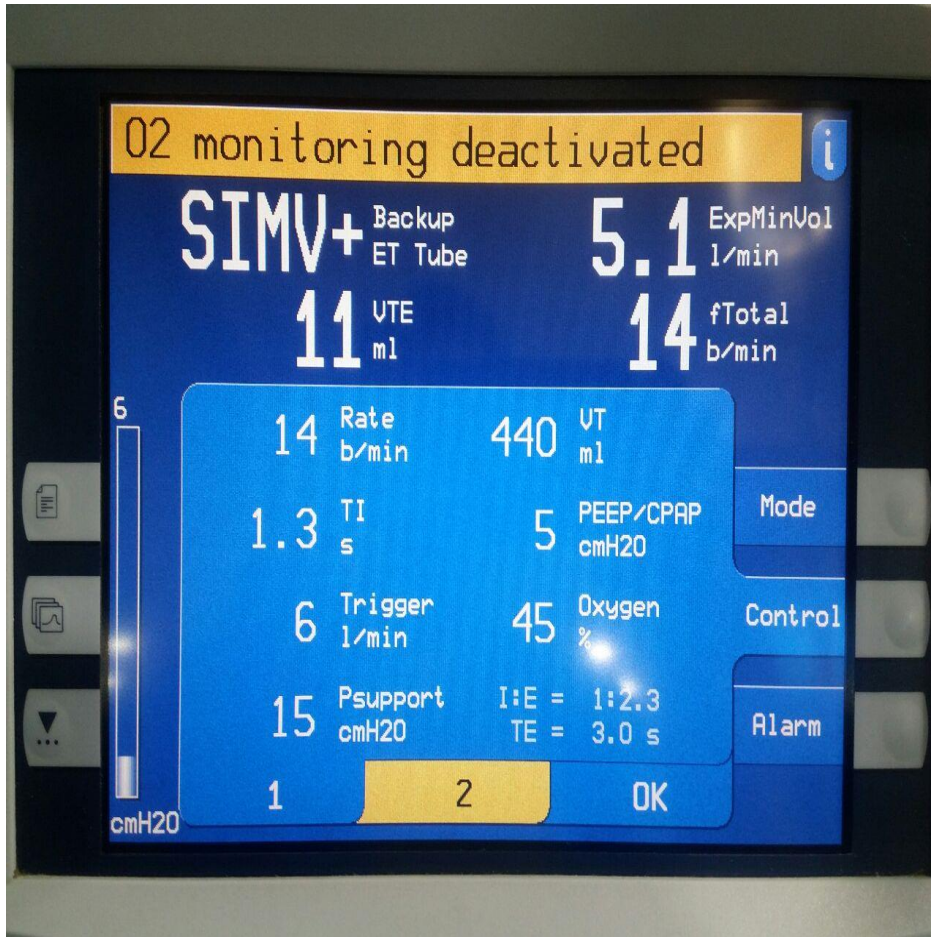
 پارامترهای مربوط به اکسیژناسیون؛ Fio2 , PEEP

 تنها تفاوت با CMV اضاف کردن تریگر است که اجازه می ده بیمار در تهویه نقش داشته باشه و شانس فایت هم بشه

 پس ACV می شه همون؛ CMV + Trigger

 نوع تنفس ؛ با توجه به وضعیت بیمار، زمانی که آپنه است اجباری یا Mandatory و در صورت تریگر کردن، کمکی یا Assist

SIMV



ترکیب Trigger با PS و با هم داریم این ترکیب یعنی بیمار می تواند تنفس خودبخودی داشته باشد

پس SIMV همان ACV + PS

✍ در مد SPONT کاملاً اختیار با بیمار است و PS تنفس های خودبخودی رو متناسب با تلاش تنفسی بیمار حمایت می کند



✍ لطفا تشابهات اسمی این مد رو در ونتیلاتورها به خاطر بسپارید؛

• Spont

• PSV

• CPAP + PS

👁 بهترین حالت قبلاً هم عنوان شد که تنظیمات رو ببینید و به تناسب پارامترها به راحتی می تونید متوجه عملکرد اون مد بشید.

در این مد اگر بیمار آپنه یا وقفه طولانی تنفس داشته باشد به دو روش برخورد می شود؛

✍ حالت معمول و اول؛ معمولاً به وقفه کلی تعریف می شود مثلاً ۱۵ ثانیه؛ اینجا اگر بیمار در بازه زمانی کمتر از مقدار تنظیمی تنفس نکشد ... ونتیلاتور به صورت خودکار بک آپ می گیرد و روی به مد دیگه می رود

👁 مد بک آپ از قبل تعریف می کنیم که معمولاً SIMV هست.

✍ حالت دوم برای همان مد Spont تعدادی تنفس پشتیبان یا بک آپ تعریف می شود.

👁 اینجا به تناسب تعداد تنفس بک آپ، زمان وقفه تعریف می شود مثلاً اگر شما ۱۰ تا تنفس بک آپ گذاشته باشید در یک دقیقه یا ۶۰ ثانیه می شود ۶۰/۱۰ : ۶ ثانیه وقفه

👁 اگر بیمار در این زمان وقفه (۶ ثانیه) تنفس نکشد یک تنفس اجباری دریافت می کند.

👁 در این حالت مد تحت عنوان ST - Spont یا Spontaneous Time Cycle عنوان می شود.

مدهای پیشرفته

اساس کار طراحی مدهای فرعی یا پیشرفته هم در جهت رفع عیب ها و محدودیت های مدهای پایه می باشد.

✎ مدهای پایه یا فشاری بودند یا حجمی که هر کدام مزایا و معایب خاص خودش را داشت.

👁 در مدهای جدید سعی شده از حجم و فشار با هم استفاده شود به عبارتی هیبرید یا دوگانه هستند. یکی را اعمال و دیگری را خود ونتیلاتور کنترل می کند.

👁 این یعنی شانس بروز آسیب ریوی کمتر

✎ در مدهای پایه هر جا به بیمار در کنار تنفس های ونتیلاتور اجازه تهویه داده می شد مثل SIMV و ACV ... هماهنگی فقط در فاز بازدم ونتیلاتور بود. یعنی بیمار فقط در فاز بازدم ونتیلاتور می توانست تنفس خودبخودی داشته باشد و اگر در حین دم ونتیلاتور سعی در انجام تنفس خودبخودی داشت شانس عدم هماهنگی یا فایت وجود داشت.

📌 در مدهای جدید این امکان در تمام فاز تنفسی یعنی دم و بازدم ایجاد شده و بیمار می تواند هم در دم و هم در بازدم ونتیلاتور تنفس خودبخودی داشته باشد. این یعنی؛

📌 اختیار بیشتر بیمار

📌 شانس فایت یا عدم هماهنگی کمتر

📌 نیاز به آرام سازی کمتر

📌 آسیب ریوی کمتر

📌 فرایند تهویه بهتر

📌 در مدهای پایه کاهش حمایت تهویه ای می بایست توسط اپراتور با توجه به پایش شرایط بیمار انجام می شد.

📌 در مدهای جدید با پایش وضعیت بیمار کاهش حمایت هوشمندانه توسط خود ونتیلاتور انجام خواهد شد.

📌 این یعنی نیاز به مداخله و دستکاری کمتر اپراتور ..

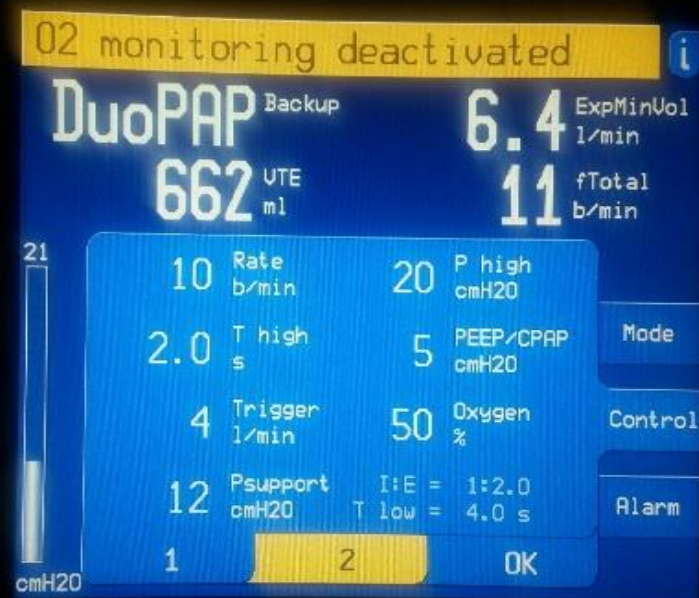
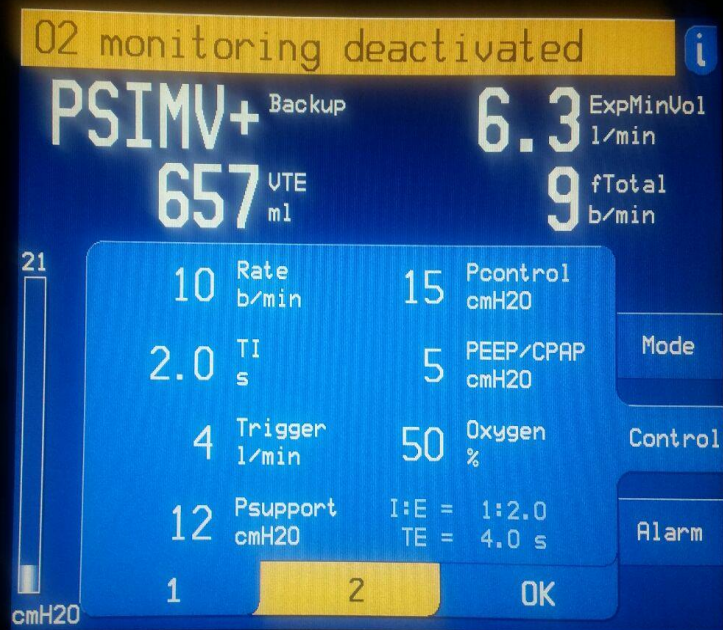
مد DUAPAP یا Bilevel

از مدهای جدید یا فرعی می باشد. این مد در واقع به جورایی اصلاحیه ای بر SIMV فشاری است .

در این مد بیمار اختیار بیشتری دارد و مد بیمار محور است. به همین دلیل هماهنگی بیشتری بین بیمار و ونتیلاتور وجود دارد.

برای ایجاد این خصوصیت برعکس SIMV که هماهنگی بیمار فقط در فاز بازدم هست اینجا در کل سیکل تنفسی یعنی دم و بازدم هماهنگی وجود دارد.

یعنی بیمار در کل سیل تنفسی می تواند تنفس خودبخودی رو انجام بدهد بنابراین ما شاهد هماهنگی بیشتری خواهیم بود.



✎ ارائه دو سطح فشار قابل تنظیم در سیکل تنفسی منظور در دم و بازدم با قابلیت تنظیم با شرایط بیمار هست. منظور P high برای دم و PEEP برای بازدم است. نکته مهم و متفاوت در این مد ثابت نگه داشتن فشار راه هوایی بدون توجه به PEEP هست.

✎ منظور اینه که در مدهای فشاری دیگه مثل PSIMV مجموع فشارهای تنظیمی دم و بازدم یعنی PC و PEEP تعیین کننده فشار راه هوایی می باشد اما در DouPAP فشار راه هوایی در سطح P high حفظ می شود و تغییر سطح PEEP تاثیری بر آن ندارد.

✍ خوب خصوصیت بالا باعث می شه شما با توجه به شرایط بتونید از این دو سطح فشار استفاده بهتری ببرید به خصوص زمانی که بیمار تجربه هیپوکسمی داره و شما مجبور به استفاده از سطح بالاتر PEEP بدون افزایش یا بالا رفتن فشار راه هوایی دارید.

🔗 فقط به نکته تفاوت دو سطح فشار PEEP و P high تعیین کننده میزان حجم پذیری ریه هاست و بایستی در هنگام نیاز به تغییر در هر کدام از این پارامترها حجم بازدمی رو یعنی VTE پایش کرد.

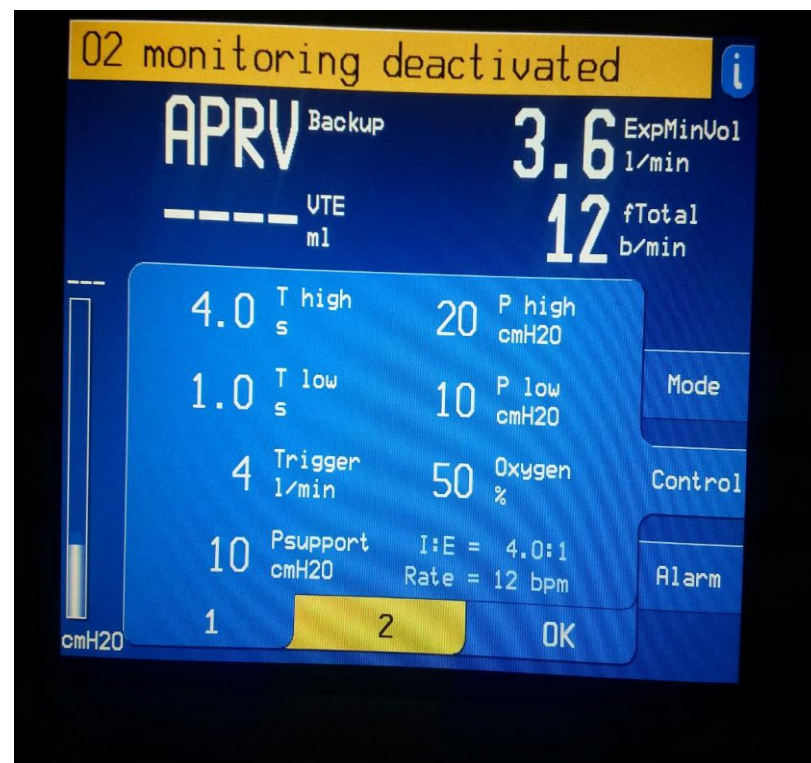
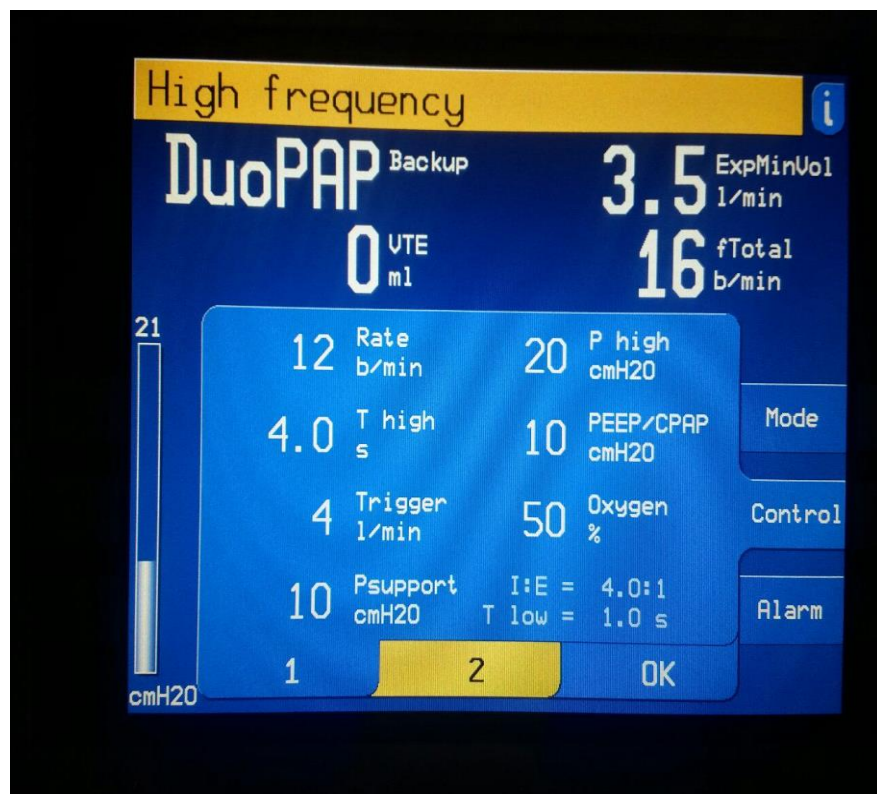
Airway Pressure Release Ventilation

یکی از مدهای دیگر که پای هآن DuoPAP می باشد با تغییرات هدفمند و جزئی APRV یا تهویه با آزاد سازی فشار راه هوایی می باشد.

تفاوت عمده این مد در قیاس با DuoPAP در تنظیمات زمانی نسبت دم به بازدم می باشد در اینجا با هدف حفاظت بهتر ریوی و اکسیژناسیون بهتر نسبت دم به بازدم معکوس تنظیم می شود به عبارتی تهویه با روش معکوس یا IRV: Inverse Ratio Ventilation

به عبارت دیگر APRV همون DouPAP می شود با نسبت دم به بازدم معکوس یا

IRV



اندیکاسیون های شایع مد APRV

Acute lung injury (ALI)/ARDS 🖱

Diffuse pneumonia 🖱

Atelectasis requiring $> .50$ FiO₂ 🖱

🖱 یادتون باشه این مد برای جداسازی خوب نیست و به محض بهبود شرایط و رفع علائم هیپوکسمی بیمار با کاهش حمایت به مد Spont رفته و فرایند جداسازی دنبال می شود.

✍ چون بیشتر این بیماران که اندیکاسیون APRV رو پیدا می کنند کمپلیانس پایین دارند پیشنهادات برای تنظیم حداکثری P high با توجه به سطح فشار کفه می باشد.

✍ برای کاهش حمایت هم بایستی این سطح فشار تا حد ۱۵ و حتی کمتر کاهش یابد به نوعی در این سطح بیمار بایستی علائم بهبود هیپوکسمی را داشته باشد تا بتواند ادامه تهویه را در مدهای دیگر داشت.

✍ برای کاهش تعداد تنفس در جهت رفتن به یک مد دیگر در بحث جداسازی هم آنقدر باید T high را افزایش داد تا تعداد تنفس به کمتر از ۸ برسد و بعد ادامه کار

👁 یادتان باشد راهبرد این مد تهویه در سطح فشار بالا و زمان طولانی است پس کلا بیشترین مانور شما هم باید روی این دو پارامتر باشد P high و T high

ونتيلاتور

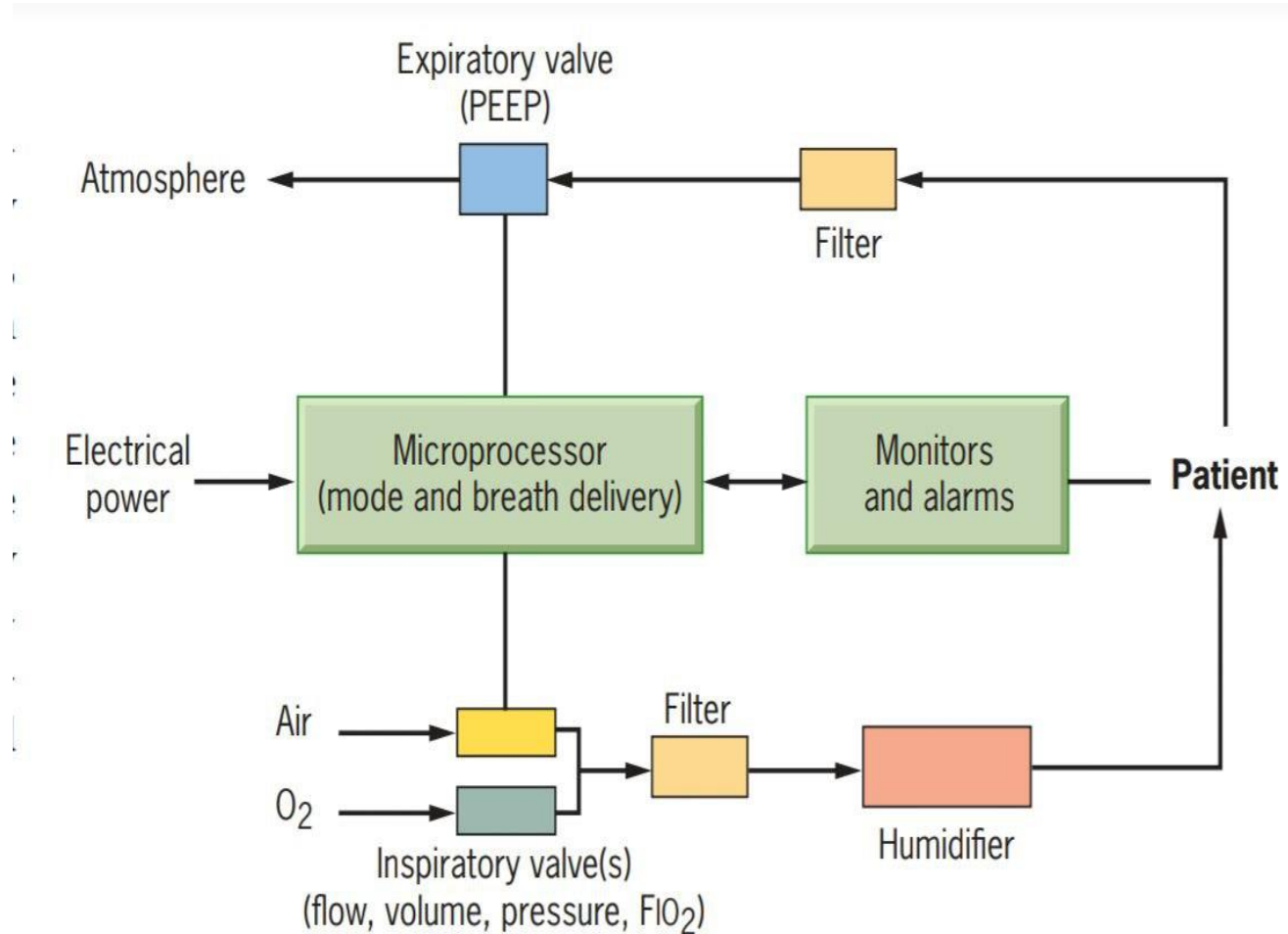


انواع ونتيلاتور





عملکرد ونتیلاتور



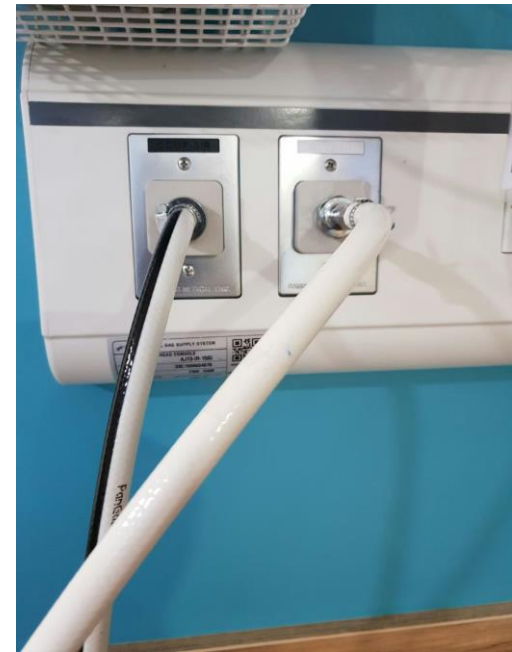
اجزای ونتیلاتور

۱. صفحه مانیتورینگ
۲. دریچه بازدمی
۳. دریچه دمی
۴. کلیدهای در دسترس
۵. همودیفر

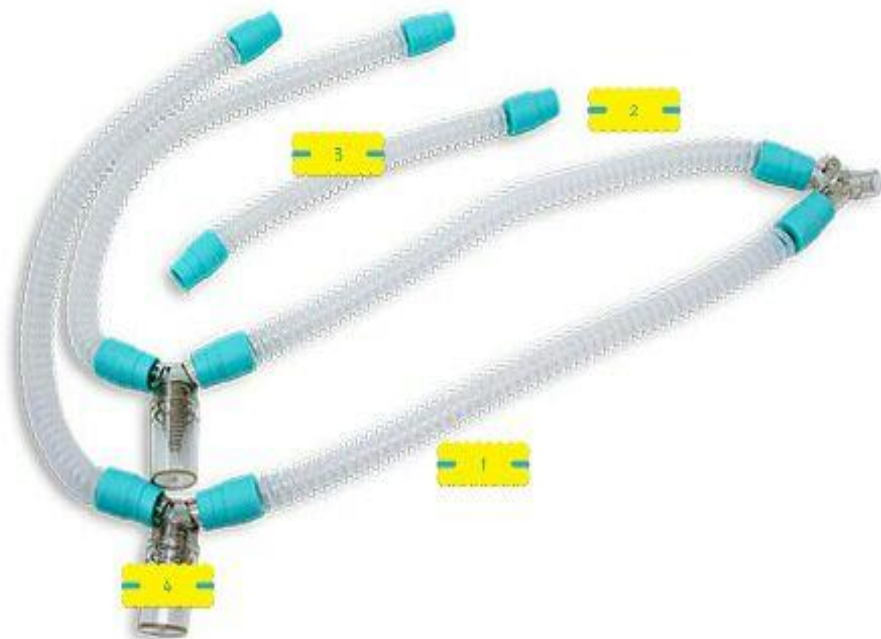
لگ ورودی های اکسیژن و
هوای مرکزی به ونتیلاتور



لگ خروجی های اکسیژن و
هوای مرکزی



تیوبینگ و اتصالات بین ونتیلاتور با بیمار



حساسه جریان یا Flow sensor برای اندازه گیری حجم
بازدمی بیمار



- مدهای حجمی و تریگر تنها در حضور فلوسنسور معنا پیدا می کند
- می تواند داخلی یا خارجی باشد.

همدی فایر

HME

Heat moisture Exchanger



HMEF

HME

موارد منع استفاده:

- در تهویه با رویکرد حجم جاری کم LTVV (افزایش فضای مرده، افزایش مقاومت راه هوایی، افزایش احتمال تنفس مجدد CO2 بازدمی)
- در حضور هیپوترمی TB > ۳۲ درجه سانتی گراد (تشدید هیپوترمی)
- در حجم جاری بازدمی کمتر از ۷۰ درصد حجم تحویلی
- در بیمار دارای ترشحات زیاد و عفونی ریوی
- در هنگام تجویز اسپری های استنشاقی

MDI (metered dose inhaler) •

- تجهیزات مربوط به تجویز داروهای استنشاقی در بیمار تحت تهویه مکانیکی



TOP 10 CARE ESSENTIALS FOR VENTILATOR PATIENTS

1. Review communications
2. Check ventilator settings and modes
3. Suction appropriately
4. Assess pain and sedation needs
5. Prevent infection (VAP)
6. Prevent hemodynamic instability
7. Manage the airway
8. Meet the patient's nutritional needs
9. Wean the patient from the ventilator appropriately
10. Educate the patient and family

۱- بررسی ارتباطات

- کار تیمی
- پزشک، پرستار، کارشناس تغذیه، کارشناس فیزیوتراپی، کاردرمان و ...
- توجه به عوارض ناشی از بستری طولانی مدت در ICU و عوارض تهویه مکانیکی
- برقراری ارتباط مناسب بین تیمی و کنترل و درمان عوارض

۲- انجام تنظیمات مناسب ونتیلاتور

- ✓ از ضروری ترین مراقبت ها
- ✓ پایش وضعیت ونتیلاسیون، اکسیژناسیون، توجه به علائم هیپرونتیلیاسیون و هایپراکسیژناسیون و....
- ✓ توجه به پاسخ بیمار به پارامترهای تنظیمی
- ✓ توجه به علائم حیاتی
- ✓ بررسی صداهای ریوی
- ✓ بررسی سطح اضطراب و درد
- ✓ مقایسه تنظیمات فعلی با تنظیمات قبلی ونتیلاتور
- ✓ توجه به تنظیمات مناسب آلارم ها

یادآوری اصول تهویه مکانیکی

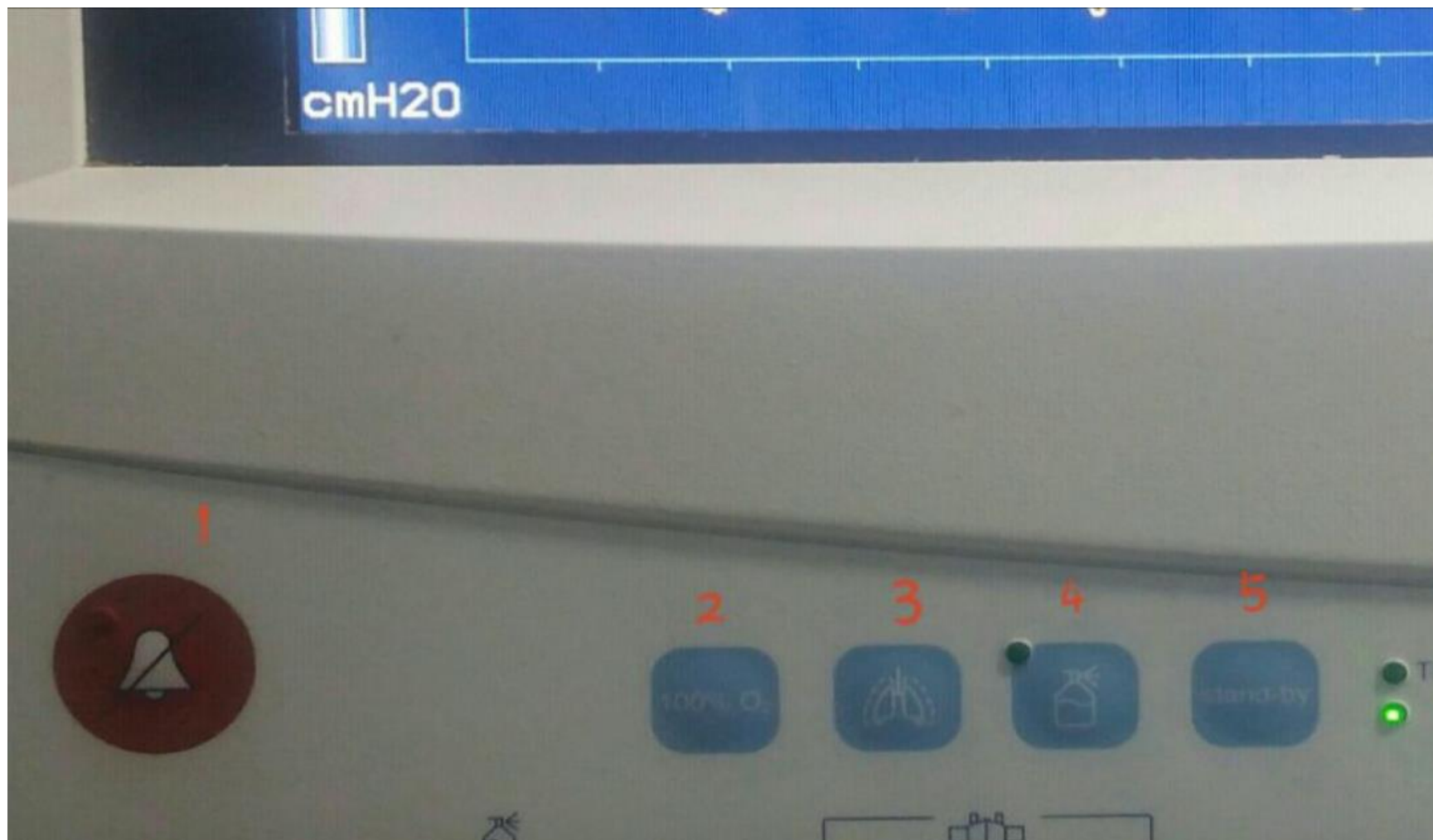
✓ پرهیز از حمایت اضافی: Over Assist

✓ پرهیز از حمایت ناکافی: Under Assist

✓ ایجاد هماهنگی بین بیمار و ونتیلاتور

۳- انجام اصولی ساکشن ترشحات

- ساکشن بر حسب نیاز باشد نه بر اساس برنامه زمانبندی مشخص
- اکسیژناسیون قبل و بعد از ساکشن: کاهش شانس هیپوکسمی
- ایجاد پرهوایی یا **Hyperinflation** قبل و بعد از ساکشن: کاهش شانس آتلکتازی (تنفس دستی)
- عدم استفاده از مایع برای رقیق کردن ترشحات
- استفاده از کاتتر با قطر مناسب (۱/۲ قطر داخلی لوله تراشه)
- به حداقل رساندن بازه زمانی و دفعات انجام ساکشن
- بررسی اصولی قبل از ساکشن و انجام آن با دلیل
- پایش مناسب از نظر اثربخشی ساکشن



۴- بررسی از نظر درد و بی قراری

- استفاده از ابزار مناسب جهت تعیین شدت درد و بی قراری و انجام اقدام مناسب
- ابزار مناسب با اعتبار قابل قبول:

RASS : Richmond Agitation Sedation Scale

ابزارهای بررسی درد: VAS , BPS , CPOT

نکته مهم: یکی از موارد طولانی کردن مدت زمان تهویه مکانیکی ، مدیریت نامناسب درد و بی قراری بیمار است.

بی دردی و آرام بخشی نامناسب = **Fight** ، وابستگی

۵- پیشگیری از VAP

Ventilator Associated Pneumonia

علل :

- ✓ آلودگی دست کارکنان
- ✓ مسیر و تیوبینگ ونتیلاتور
- ✓ بیوفیلم های باکتریایی لوله داخل نای
- ✓ تشخیص و درمان آن چالش برانگیز است پس مهم ترین اقدام پیشگیری است.

۶- پایش همودینامیک و مدیریت اختلالات آن

۷- مدیریت راه هوایی:

- مراقبت از کاف لوله داخل نای و تراکئوستومی
- مراقبت از دهان
- مراقبت از لوله داخل نای، تعویض باند لوله و جابجایی و
- اندازه گیری فشار کاف : Normal value: 20 – 30 cm H₂O

Cuff Pressure Monitoring



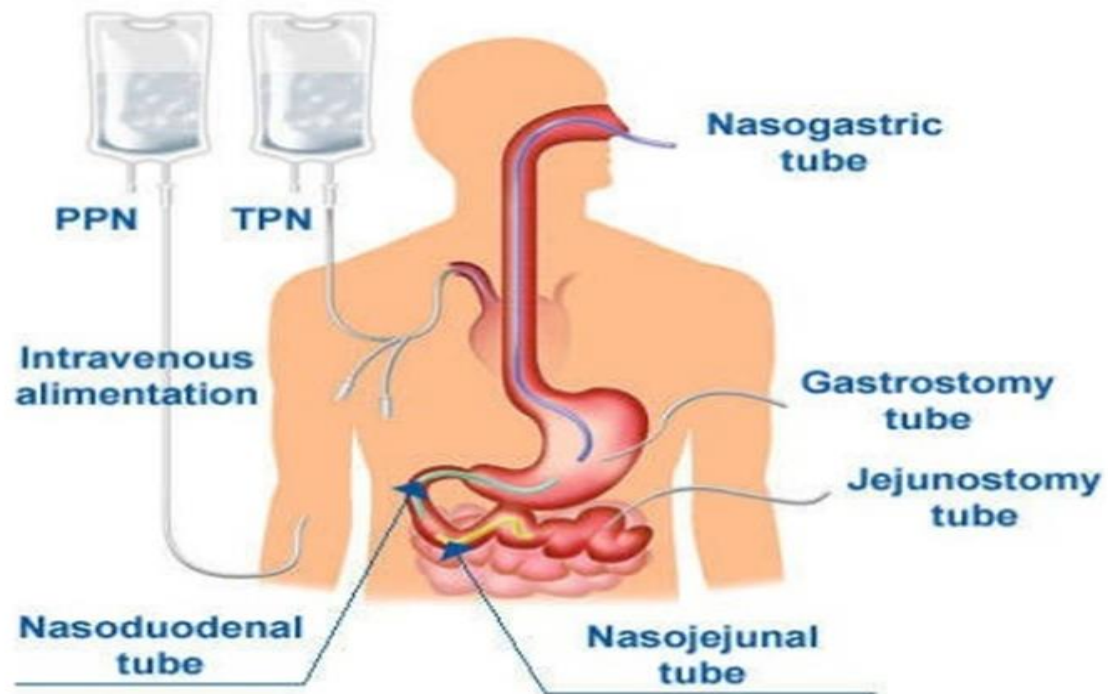
۸- حمایت تغذیه ای

بروز سوء تغذیه پروتئین و کالری در بیماران ICU:

PCM: protein-calorie malnutrition و به دنبال آن بروز موارد ذیل:

- ✓ کاهش پروتئین سرم و آلبومین
- ✓ اختلال در ترمیم زخم
- ✓ تحلیل عضلات بدن
- ✓ کاهش شمارش کل لنفوسیت ها و در نتیجه اختلال در عملکرد سیستم ایمنی و افزایش استعداد ابتلا به عفونت
- ✓ افزایش مدت زمان بستری بیمار

ROUTES OF FEEDING



- پایش دریافت کالری و پروتئین مورد نیاز بیمار
- برنامه تغذیه ای همه مواد مورد نیاز بدن را پوشش دهد (پروتئین، لیپیدها، اسیدهای چرب ضروری، کربوهیدرات، اسیدهای آمینه ضروری، مینرال ها و مواد معدنی مورد نیاز)
- کالری مناسب 25-30 kal /kg/daily
- پایش از نظر سندروم تغذیه مجدد
- پایش GRV در تغذیه روده ای
- پایش عوارض تغذیه روده ای و تغذیه وریدی

۹- رها سازی بیمار از ونتیلاتور

Liberation from mechanical ventilation

- Decannulation & Extubation •**
- Weaning •**
- (Weaning + Readiness) Liberation •**

۱۰- آموزش به بیمار و خانواده



