

Modes of Mechanical Ventilation

By:
Dr Ahmad
Yazdannik



شیوه های تهویه مکانیکی Modes of Mechanical Ventilation

- ▶ In simple terms mode can be defined as a set of operating characteristics that control how the ventilator functions.

▶ مجموعه ای از خصوصیات که چگونگی عملکرد ونتیلاتور را کنترل می کند.

- ▶ Operating mode can be described by the way a ventilator is triggered into inspiration and cycled into exhalation, what variables are limited during inspiration, and whether or not the mode allows mandatory, spontaneous breaths or both.

▶ طریقه ای که یک ونتیلاتور برای دم تحریک می شود و وارد مرحله بازدم می شود، این که چه متغیرهایی در طی دم محدود می شوند و این که تنفس های اجباری و یا خودبخود و یا هر دو امکان می یابند یا نه

Ideal Mode of Ventilation

شیوه تهویه ایده آل

Delivers a breath that:

تدارک تنفسی که:

- ▶ Synchronizes with the patient's spontaneous effort.

▶ با تنفس های بیمار هماهنگ باشد

- ▶ Maintains adequate and consistent TV and minute ventilation at low airway pressures.

▶ حفظ حجم جاری و تهویه دقیقه ای کافی و سازگار با بیمار با حداقل فشار

- ▶ Responds to rapid changes in pulmonary mechanics or patient demand. به تغییرات سریع مکانیک ریه و نیازهای بیمار پاسخ دهد.

- ▶ Provides the lowest possible work of breathing(WOB).

▶ حداقل کار تنفسی را ایجاد کند.

Modes of Mechanical Ventilation

شیوه های تهویه مکانیکی

▶ Components of a mode:

اجزای مُد:

▶ Types of breath –Mandatory or spontaneous.

▶ نوع تنفس - اجباری یا خودبخود

▶ Control variables

متغیرهای کنترل

▶ Phase variables

متغیرهای فاز

▶ Sensitivity variables

متغیرهای شرایط

Types of breaths

انواع تنفس:

▶ Types of breaths:

- ▶ Mandatory - breath started and ended by the machine.

▶ اجباری: تنفس به وسیله دستگاه شروع و خاتمه می یابد

- ▶ Spontaneous - breath started & ended by the patient.

▶ خودبخود: تنفس به وسیله بیمار شروع و خاتمه می یابد

- ▶ Assisted - breath started by the patient but ended by the machine.

▶ کمکی: تنفس به وسیله بیمار شروع ولی به وسیله ادامه و خاتمه می یابد

Breath Types

- ▶ Machine (Mandatory) Breath
- ▶ Assist Breath
- ▶ Patient (Spontaneous) Breath

Breath Type	Initiation	Breath	Termination
Machine	Vent	Vent	Vent
Assist	Patient	Vent	Vent
Patient	Patient	Vent/ Patient	Patient



- ▶ Any of the three variables (i.e., pressure, volume, or flow as functions of time) can be predetermined, making it the independent variable and making the other two the dependent variables.
- ▶ Thus during volume-controlled ventilation, we can specify the shape of the volume waveform making flow and pressure-dependent variables.

▶ هر یک از سه متغیر فشار، حجم و سرعت جریان را می توان به عنوان متغیر مستقل تنظیم کرد و دو متغیر دیگر وابسته به آن هستند. مثلا در تهویه کنترل حجمی با تنظیم حجم، فشار و سرعت جریان وابسته به آن هستند.

- ▶ A particular variable is measured and used to start, sustain, and end each phase. In this context, pressure, volume, flow, and time are referred to as **phase variables**.

▶ متغیر فاز، متغیری است که تنظیم می شود و برای شروع، حفظ و خاتمه یک فاز تنفسی به کار می رود، مثلا فشار، حجم و سرعت جریان می توانند متغیر فاز باشند

- ▶ Inspiration is started when one of the variables reaches a preset value.
- ▶ Pressure is the trigger variable when the ventilator senses a drop in baseline pressure caused by the patient's inspiratory effort and begins a breath independent of the set frequency.
- ▶ Flow is a trigger variable when the ventilator senses the patient's inspiratory effort in the form of flow.

▶ برای شروع دم به کار می رود. وقتی که یکی از متغیرها به مقدار از پیش تعیین شده برسد دم شروع می شود.

▶ فشار و سرعت جریان از متغیرهای حساسیت هستند و هنگامی که ونتیلاتور کوشش دمی بیمار را به صورت افت فشار و یا ایجاد جریان در مدار حس کند، دم دستگاه شروع می شود.

- ▶ The variable that is measured and used to end inspiration is called the cycle variable.
- ▶ The cycle variable can be pressure, volume, flow, or time.
- ▶ When a ventilator is set to volume cycle, it delivers flow until a preset volume has passed through the control valve.
- ▶ By definition, as soon as the set volume is met, inspiratory flow stops and expiratory flow begins.

▶ متغیر سیکل متغیری است که اندازه گیری شده و برای خاتمه دم به کار می رود. فشار، حجم، جریان و زمان متغیرهای سیکل هستند.

▶ وقتی یک ونتیلاتور روی سیکل حجمی تنظیم می شود، جریان گاز تا رسیدن به حجم تعیین شده ادامه می یابد و وقتی به آن حجم رسید، جریان قطع و بازدم شروع می شود

Comparison chart

	Volume	Pressure	Flow	I-time
Spontaneous	variable	variable	Variable	variable
VCV	FIXED	variable	FIXED	FIXED
PCV	variable	FIXED	variable	FIXED
PSV	variable	FIXED	Variable	variable

- ▶ The modes of Mechanical ventilation are Pressure cycled and Volume cycled modes.

▶ مدهای ونتیلاتور یا سیکل حجمی و یا سیکل فشاری هستند

- ▶ Volume-cycled modes – The clinician sets the rate and the tidal volume. The ventilator delivers that tidal volume at variable pressure.

در مدهای حجمی، حجم جاری و تعداد تنفس تنظیم می شود

- Controlled Mandatory Ventilation تهویه اجباری کنترل شده
- Assist Ventilation تهویه کمکی
- Assist/Control Ventilation تهویه کمکی/کنتروله
- Intermittent Mandatory Ventilation (IMV) تهویه متناوب اجباری
- Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV)

تهویه متناوب اجباری هماهنگ

Volume Control

- ▶ **Benefits of VC:** مزایای مدهای حجمی
- ▶ Guaranteed tidal volume گارانتی حجم جاری، حجم ثابت با تغییر کمپلیانس و مقاومت
 - ▶ VT is constant with variable compliance and resistance.
- ▶ Less atelectasis compared to pressure control. آتلکتازی کمتر
- ▶ VT increase is associated with a linear increase in minute ventilation.
 - ▶ افزایش حجم جاری با افزایش تهویه دقیقه ای همراه است

What's Wrong with volume control? معایب؟

- ▶ If the patient continues to inspire vigorously, unnecessary work is done that can lead to fatigue. اگر بیمار دم را ادامه دهد باعث خستگی بیمار می شود
- ▶ Can cause excessive airway pressure leading to barotrauma and adverse hemodynamic effects.
 - ▶ می تواند باعث افزایش فشار راه هوایی و ترومای فشاری و مخاطرات همودینامیک شود

▶ Pressure-cycled modes : The clinician sets a maximum inspiratory pressure so that the ventilator delivers a fixed pressure at variable volume.

▶ در مدهای فشاری، یک حداکثر فشار دمی روی ونتیلاتور تنظیم می شود و حجم به صورت متغیر در یک فشار ثابت داده می شود

- Pressure Support Ventilation (PSV) تهویه حمایت فشاری
- Pressure Control Ventilation (PCV) تهویه کنترل فشاری
- CPAP تهویه فشار مثبت مداوم راه هوایی
- BiPAP تهویه فشار مثبت دوگانه

Benefits of PCV :

- ▶ Reduced workload.
- ▶ Lower peak inspiratory pressures
- ▶ Adjustable inspiratory time.
- ▶ Improved gas distribution, V/Q matching, and oxygenation

مزایای تهویه فشاری

کاهش بار کاری تنفس

حداکثر فشار دمی پائین

زمان دم قابل تنظیم

بهبود توزیع گاز، تناسب تهویه با پرفیوژن و اکسیژناسیون

Problems with Pressure Control:

Variable VT as pulmonary mechanics change

مشکلات:
VT متغیر با تغییرات ریه

- ▶ Potentially excessive VT as compliance improves
- ▶ changes in VT with changes in PIP and PEEP.

VT خیلی بالا با افزایش کمپلیانس

▶ تغییرات متناقض حجم جاری با تغییرات فشار راه هوایی و PEEP

Controlled Mandatory Ventilation (CMV)

- ▶ **Delivers a preset tidal volume at a preset rate, ignoring the patients own ventilatory effort.**

▶ یک حجم جاری تضمین شده با تعداد از پیش تعیین شده بدون توجه به کوشش دمی به بیمار داده می شود.

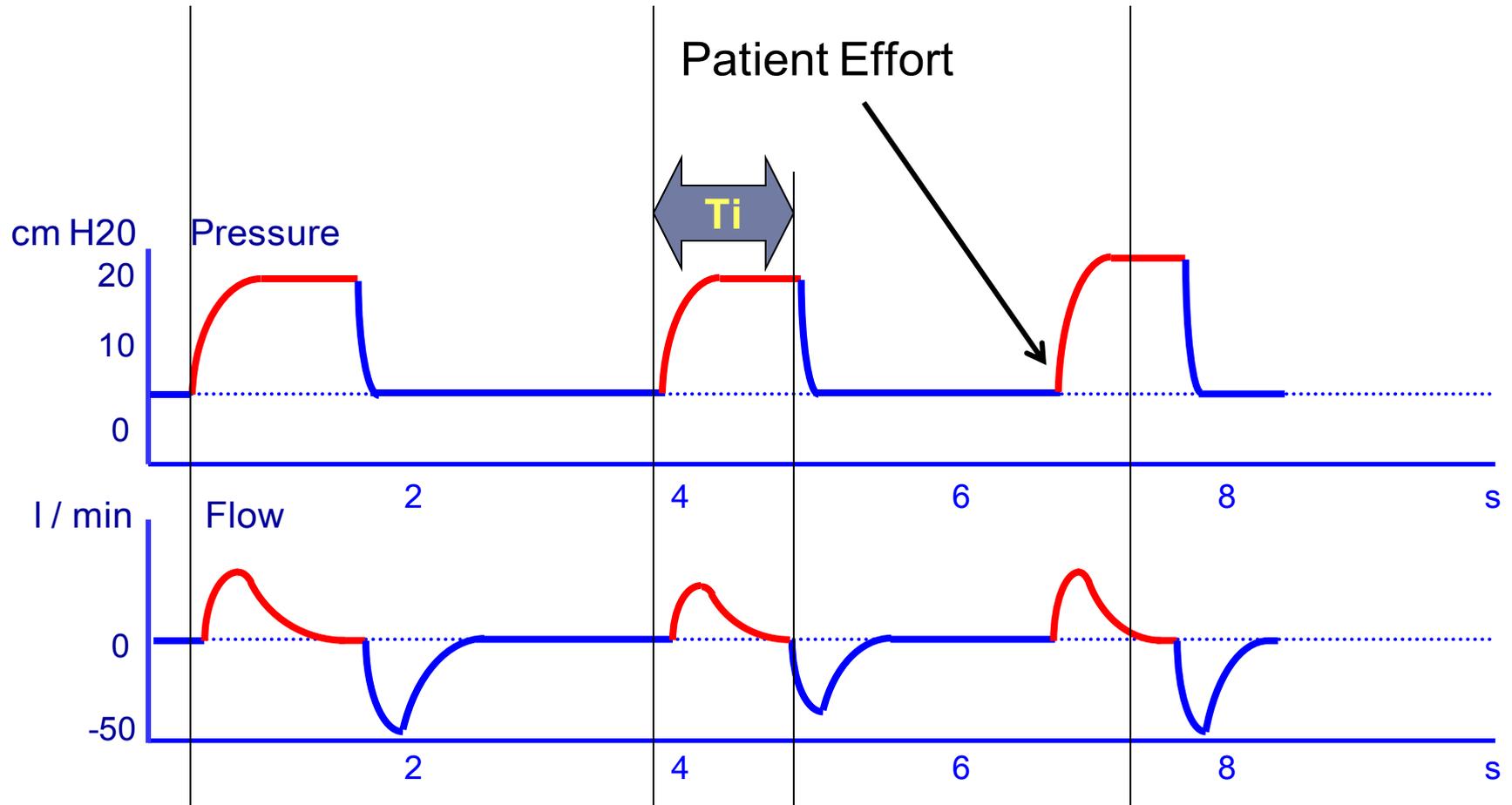
- ▶ **The patient receives a set respiratory rate at set time intervals with a consistent tidal volume. This is generally only used with much sedation or paralytics, because patient efforts do not trigger the delivery of a breath by the machine. This is used when the patient must not expend energy to breathe.**

▶ بیمار تنفس هایی با حجم ثابت در فواصل زمانی تنظیم شده می گیرد. نیاز به تسکین یا شل شدن بیمار است. در مواقعی که بیمار نباید انرژی برای تنفس صرف کند کاربرد دارد

CMV

- ▶ Peak inspiratory pressures (PIP) generated by the ventilator are variable with each breath, depending on the patient's compliance.
▶ حداکثر فشار دمی با هر تنفس و بسته به کمپلیانس تغییر می کند،
- ▶ A pop-off pressure can be assigned to prevent excessive peak pressures, which aborts the breath when that pressure limit is reached.
▶ از مکانیسم فشار شکن بر ای اجتناب از فشار بالا می توان استفاده کرد
- ▶ The time that it takes to deliver the V_t (T_i) is also controlled by the operator because it is dependent on the volume, inspiratory flow rate, which are all specified by the operator.
▶ زمان دم را می توان از طریق حجم، تعداد تنفس و سرعت جریان کنترل کرد

CMV (A/CMV)



تهویه کمکی کنتروله (ACV) Assist control ventilation

- ▶ If the patient's intrinsic respiratory rate exceeds the basal rate set by the operator, then all the breaths are assisted.
▶ اگر بیمار کوشش دمی داشته باشد و تعداد تنفس بیمار بیش از تعداد تنفس تنظیم شده باشد و دستگاه را تحریک کند، تنفس کمکی داده می شود
- ▶ The patient merely initiates a breath and a full inspiratory flow and V_t are delivered with each breath. However, if the patient's intrinsic rate falls below the preset basal rate, then all the breaths delivered are control breaths, spaced at regular time intervals
▶ بیمار فقط تنفس را آغاز می کند ولی حجم جاری و سرعت توسط دستگاه کنترل میشود . اگر بیمار تنفس نکند دستگاه مانند مد CMV عمل می کند .
- ▶ AC is also a time-triggered mode این مد از نوع تحریک زمانی نیز هست

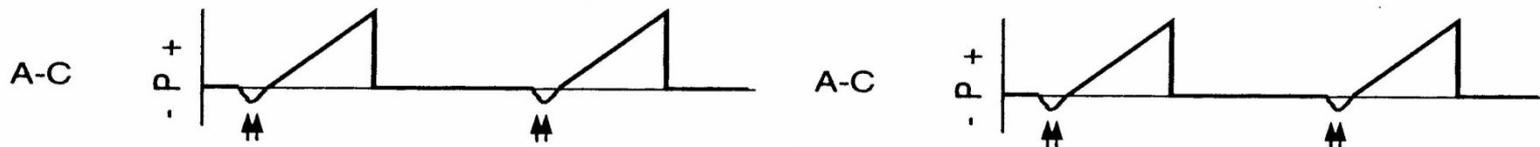
Assist control ventilation (ACV)

1. Advantages: ensures a minimum MV; better patient synchrony if higher.

مزایا: تضمین MV ، هماهنگی بهتر بیمار

1. Disadvantages: can potentially induce respiratory alkalosis if high respiratory drive
2. Patient asynchrony and respiratory muscle fatigue can occur
3. I:E ratio can vary because the variable RR can alter the expiratory phase.

معایب: آکالوز تنفسی، ناهماهنگی و خستگی عضلات تنفسی، متغیر بودن I:E به علت تغییرات تعداد تنفس



Synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV)

تهویه متناوب اجباری هماهنگ

SIMV is a hybrid between IMV and AC. Three kinds of breaths may be delivered spontaneous, assisted, and mandatory breath.

ترکیبی از تنفس متناوب اجباری و تنفس کمکی کنترل شده که در آن تنفس خودبخود، کمکی و اجباری وجود دارد

▶ If no breaths are initiated within a period of time, a mandatory breath will be delivered. (VCV, PCV or PSIMV)

▶ اگر بیمار تنفس را در یک موعد زمانی شروع نکند، یک تنفس اجباری داده می شود

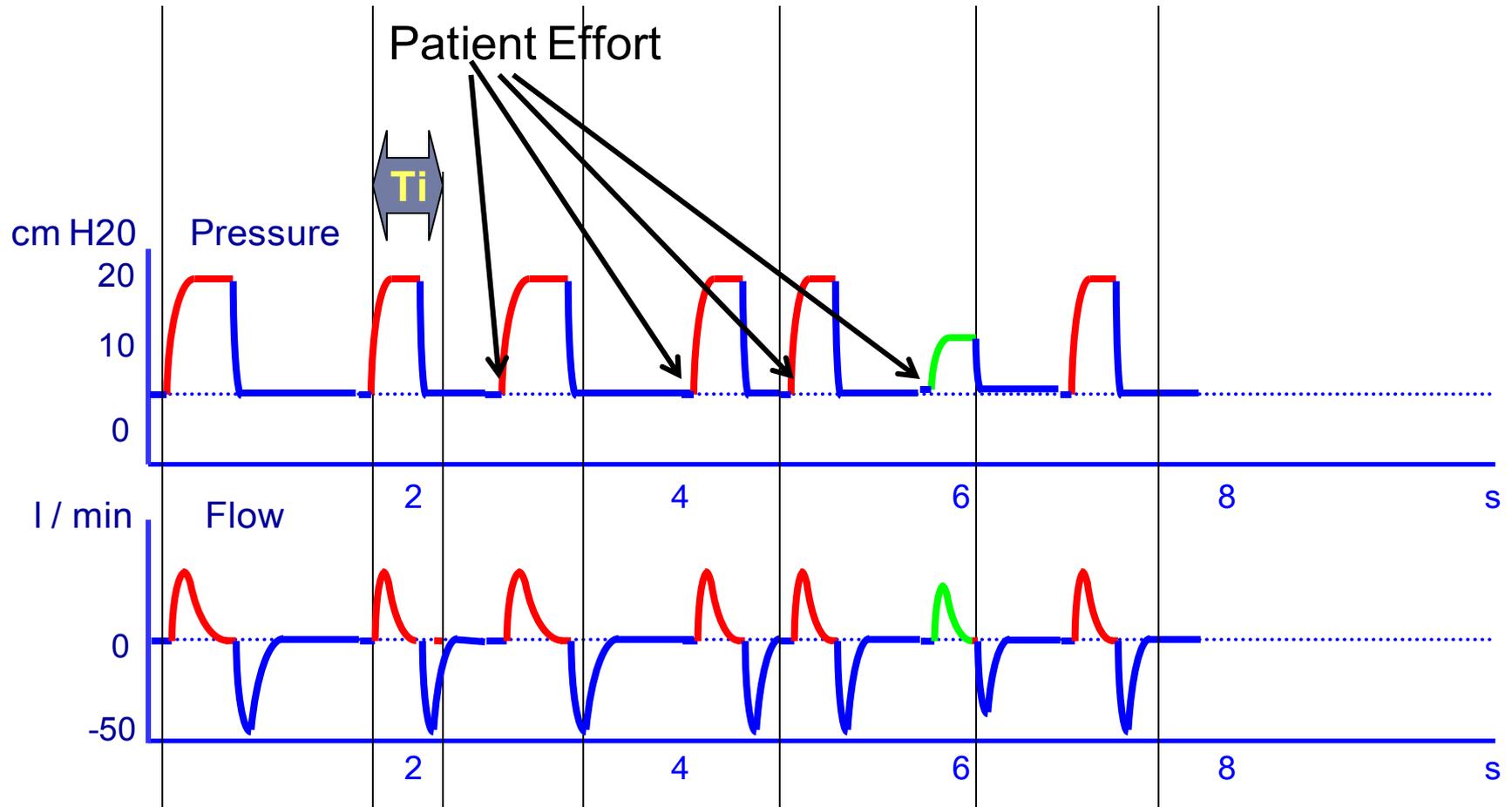
▶ If the machine senses that the patient has taken a spontaneous breath just before the mandatory breath, the machine will recycle and then wait for the next spontaneous breath and assist it.

▶ اگر دستگاه تنفس خودبخود بیمار را حس کند یک سیکل دیگر منتظر می ماند تا تنفس بعدی رخ دهد و تنفس اجباری را با تنفس بیمار هماهنگ می کند

▶ Advantages مزایا: هماهنگی، گارانتی تهویه دقیقه ای

▶ Synchrony, guaranteed minute ventilation

SIMV

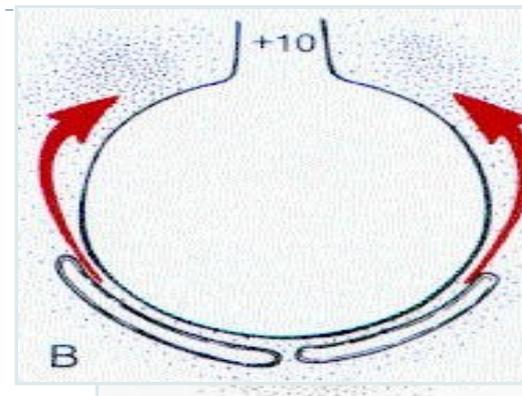


POSITIVE END EXPIRATORY PRESSURE

فشار مثبت انتهای بازدمی (PEEP)

increases the end-expiratory or baseline airway pressure to a value greater than atmosphere pr. and is often used to improve the oxygenation.

- PEEP is not a stand-alone mode, but is used in conjunction with other modes
- When PEEP is applied to spont. breathing pt., then called CPAP



- ▶ ایجاد یک فشار مثبت بالاتر از اتمسفر در پایان بازدم برای بهبود اکسیژناسیون
- ▶ یک مد نیست، وقتی روی تنفس خودبخود اعمال شود CPAP نامیده می شود

POSITIVE END EXPIRATORY PRESSURE (PEEP)

- ▶ Increases FRC
 - ▶ Prevents progressive atelectasis and intrapulmonary shunting
 - ▶ Prevents repetitive opening/closing (injury)
- ▶ Recruits collapsed alveoli and improves V/Q matching
 - ▶ Resolves intrapulmonary shunting
 - ▶ Improves compliance

▶ افزایش FRC ، پیشگیری از اتلکتازی و شنت ریوی، باز کردن آئولهای بسته و بهبود تناسب تهویه به پرفیوژن

- ▶ Enables maintenance of adequate PaO₂ at a safe FiO₂ level
- ▶ Disadvantages
 - ▶ Increases intrathoracic pressure
 - ▶ May lead to ARDS
 - ▶ Rupture: PTX

▶ افزایش PaO₂ با یک FiO₂ مطمئن
▶ معایب: افزایش فشار داخل قفسه سینه، احتمال ARDS، پنوموتوراکس

Continuous positive airway pressure (CPAP)

فشار مثبت مداوم راه هوایی

- ▶ Is essentially constant PEEP applied to spontaneously breathing patient. PEEP set at 5-10 cm H₂O.
- ▶ CPAP functions primarily as an oxygenation and weaning modality.
 - ▶ به عنوان یک روش برای بهبود اکسیژناسیون و جداسازی به کار می رود
- ▶ No inspiratory flow is delivered. The patient assumes most of the work of breathing by generating his or her own RR, [V]_i, V_t, and thus [V]_E, closely simulating spontaneous breathing.
 - ▶ تنفس به بیمار داده نمی شود و همه پارامترها را بیمار تعیین می کند و تنفس خودبخود را تحریک می کند. کار تنفسی کاهش می یابد
- ▶ Work of breathing (WOB) is reduced compared to complete discontinuation from the MV circuit and delivery of only FiO₂ (T-piece).

Continuous positive airway pressure (CPAP)

- ▶ Indications: Can use in adult with ET tube or facemask and in neonates with ET.
 - ▶ When medical therapy fails (tachypnea, hypoxemia, respiratory acidosis)
 - ▶ Weaning protocols.
 - ▶ Obstructive Sleep Apnea.
 - ▶ Restrictive lung diseases.
 - ▶ Neuromuscular lung diseases.
 - ▶ Post op respiratory failure.

▶ موارد استفاده: جداسازی، آپنه انسدادی خواب، بیماری های تحدیدی ریه، نارسایی تنفسی پس از عمل، بیماریهای عصبی عضلانی

- ▶ Allows one to apply IPAP and EPAP.

▶ امکان کاربرد دو فشار متفاوت روی دم و بازدم

- ▶ IPAP provides positive pressure breaths and it improves hypoxemia and/or hypercapnia

- ▶ . IPAP بهبود هیپوکسمی و رفع هیپرکاپنی

- ▶ EPAP (essentially PEEP) improves oxygenation by increasing the FRC and enhancing alveolar recruitment.

▶ EPAP : بهبود اکسیژناسیون از طریق افزایش FRC

- ▶ Indications are similar as to that of CPAP.

تهویه حمایت فشاری (PSV) Pressure Support Ventilation

- ▶ Patient determines RR, VE, inspiratory time – a purely spontaneous mode. The clinician sets only the inspiratory pressure above the PEEP.

▶ یک فشار مثبت دمی بالای PEEP اعمال می شود و بیمار تنفس خودبخود دارد

- **Parameters**

- Triggered by pt's own breath
- Limited by pressure
- Affects inspiration only

- **Uses**

- Complement volume-cycled modes (i.e., SIMV)
 - Does not augment TV but overcomes resistance created by ventilator tubing and also provides a back up in the event of apnea.
- PSV alone
 - for recovering intubated pts who are not quite ready for extubation.
 - Augments inflation volumes during spontaneous breaths
- BiPAP (CPAP plus PS)

تهویه کنترل‌وله فشاری (PCV) Pressure Control Ventilation

- ▶ A method of providing ventilation in a way that limits the amount of pressure delivered to the patient.
- ▶ Considered to be a ventilation strategy designed to prevent ventilator-induced lung injury
- ▶ یک روش تهویه ای که فشار تحت کنترل است و از آسیب ریه جلوگیری می کند
- ▶ Is a time-cycled, pressure-controlled mode that provides a constant pressure at the airways

Pressure Control Ventilation (PCV)

- ▶ PCV is similar to IMV in that control breaths are delivered at a preset time interval, but with a preset pressure limit rather than a preset volume.
- ▶ Respiratory rate and time to maximal pressure limit are both controlled, and spontaneous breaths can be interspersed between the mandatory breaths.
- ▶ Advantages: Can limit PIP and plateau pressure (Pplat) to prevent ventilator-associated lung injury. **this mode is often used for advanced acute lung injury.**

▶ تهویه کنتروله فشاری مشابه IMV است ولی به جای حجم ، فشار تنظیم می شود و بیمار تنفس خودبخود هم می تواند داشته باشد، فشار راه هوایی را محدود می کندو از آسیب ریه جلوگیری می کند

تهویه با نسبت معکوس (IRV) inverse ratio ventilation

▶ The I:E ratio used is 2:1 - 4:1 and often used along with PCV.

▶ تهویه با نسبت معکوس با نسبت ۲:۱ تا ۴:۱ و غالباً با تهویه کنترل فشاری به کار میرود

▶ IRV improves oxygenation by

1. reducing intrapulmonary shunting
2. improvement of V/Q matching and
3. ↓ dead space ventilation - improves alveolar recruitment.

IRV اکسیژناسون را با کاهش شنت، بهبود تناسب تهویه به پرفیوژن و کاهش فضای مرده بهبود می بخشد.

▶ Useful in conditions like ARDS and severe hypoxemia.

▶ Increase of mean airway pressure and presence of auto PEEP and may worsen pulmonary edema.

▶ در ARDS و هیپوکسمی شدید مفید است. باعث افزایش MAP و PEEP خودبخود میشود

High-Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) تهویه با بسامد زیاد

- ▶ High-frequency, low amplitude ventilation.
- ▶ Avoids repetitive alveolar open and closing that occur with low airway pressures.
- ▶ Well tolerated, consistent improvements in oxygenation
- ▶ تهویه با بسامد بالا و دامنه کم از باز و بسته شدن آئوئولها که در فشار کم راه هوایی رخ می دهد جلوگیری می کند.
- ▶ به خوبی تحمل می شود و باعث بهبود اکسیژناسیون می شود
- ▶ Tidal volumes – less than dead space
- ▶ Deep sedation, paralysis
- ▶ حجم جاری کمتر از فضای مرده، تهویه مستلزم فلج عضلانی و تسکین عمیق

Non-invasive Ventilation

- ▶ Non-invasive ventilation (NIV) by mask has been shown to be especially effective in patients with CO₂ clearance problems (Especially acute exacerbations of COPD)

▶ تهویه غیر تهاجمی به وسیله ماسک در بیمارانی که در دفع CO₂ مشکل دارند موثر است

Avoiding intubation may reduce the risk for nosocomial infection and reduce morbidity/mortality

▶ اجتناب از خطر لوله گذاری خطر عفونت و مرگ و میر را کاهش می دهد

- ▶ NIV has been suggested in the past to be effective as a bridge after extubation to avoid re-intubation

▶ پس از اکستیوب کردن برای اجتناب از لوله گذاری مجدد موثر است



Non Invasive Ventilation (NIV)



▶ CPAP

- ▶ Similar to PEEP
- ▶ alveoli open – reduce shunt
- ▶ Spontaneous breathing at elevated baseline pressure

▶ فشار مثبت مداوم راه هوایی مشابه فشار مثبت انتهای بازدم است، آئوئولها را باز نگه می دارد، شنت را کاهش می دهد و تنفس خودبخود خودبخود در یک سطح فشار بالاتر صورت می گیرد. در آسم، COPD، ادم ریوی و نارسایی تنفسی

▶ BiPAP

فشار مثبت دوگانه راه هوایی

- ▶ Ventilatory assistance without invasive artificial airway
- ▶ Fitted face/nasal mask
- ▶ Initial settings 10/5

▶ حمایت تنفسی بدون راه هوایی تهاجمی با استفاده از ماسک، تنظیم اولیه ۱۰/۵

New Modes



Pressure

Volume



Adaptive Support Ventilation (ASV)

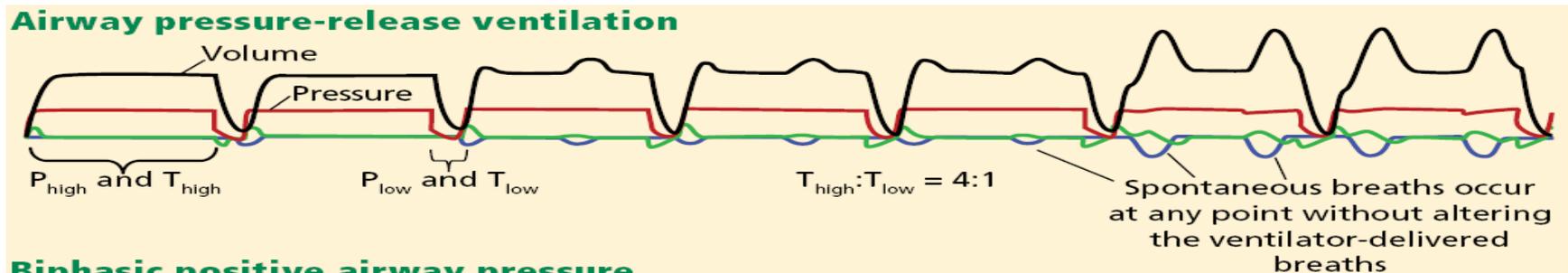
- ▶ ASV is a minute ventilation-controlled mode governed by a closed-loop algorithm. With ASV, tidal volume and respiratory rate are automatically adjusted to minimize work of breathing
- ▶ ASV is a microprocessor-controlled mode of mechanical ventilation that maintains a predefined minute ventilation with an optimal breathing pattern (tidal volume and rate) by automatically adapting inspiratory pressure and ventilator rate to changes in the patient's condition.

ASV

- ▶ In combination with IBW, the % Min Vol. determines the minimum minute volume to be delivered to the patient. With a % Min Vol. of 100%, the ventilator will attempt to deliver 100 ml/min/kg of minute ventilation to an adult and 200 ml/min/kg to a child. The % Min Vol. control is adjustable from 20 to 200% for the provision of full ventilatory support or incremental levels of partial ventilatory support.
- ▶ The ASV algorithm uses the Otis formula along with IBW (which determines dead space) to adjust a number of ventilator variables including mandatory breath rate, tidal volume, inspiratory time, and inspiratory pressure. Input to the formula includes breath-by-breath ventilator measurement of system compliance, airway resistance and intrinsic PEEP using least square fitting technique
- ▶ ASV may be viewed as an "automatic" ventilation mode for full ventilatory support, partial ventilatory support, and as a "weaning" mode

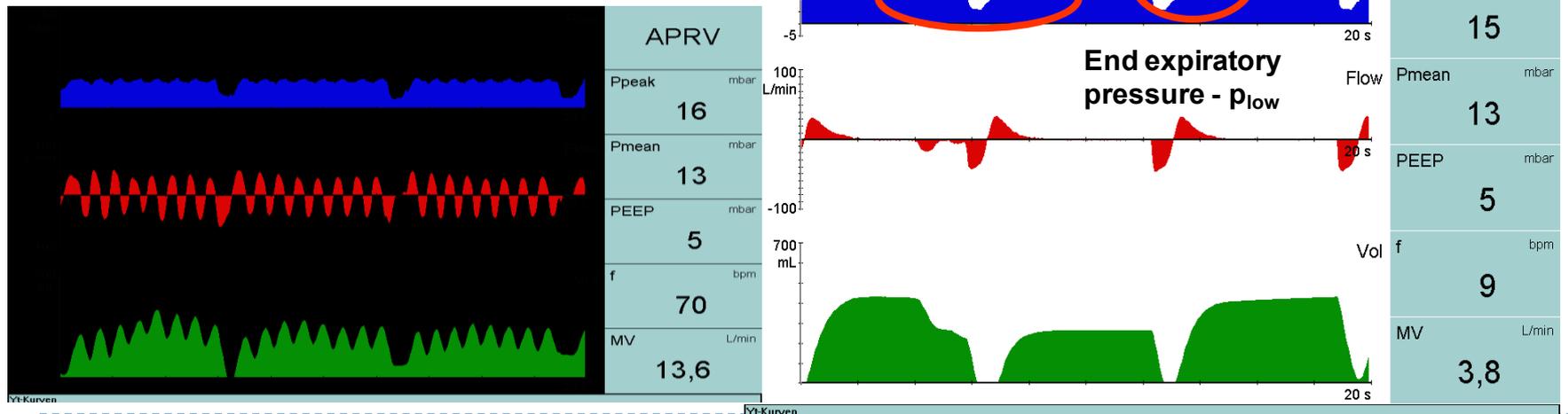
Airway Pressure Release Ventilation (APRV)

- ▶ A somewhat complex mode. Can be thought of as giving a patient two different levels of CPAP.
- ▶ Set “high” and “low” pressures with release time.
- ▶ Length of time at “high” pressure generally greater than length of time at “low” pressure.
- ▶ By releasing to lower pressure, allow lung volume to decrease to FRC.
- ▶ The patient can breathe spontaneously at either level and at their own rate. The CPAP is “released” to a lower pressure at set intervals to avoid hyperinflation of the lungs.



Airway Pressure Release Ventilation (APRV)

- pressure controlled mode
- mandatory ventilation for patients without spontaneous breathing activities
- spontaneous breathing activities are possible
- Settings: F_iO_2 , p_{high} , p_{low} , t_{high} , t_{low} , Ramp



Volume-Assured Pressure Support (VAPS)

The Respiratory Therapist sets :

- pressure limit during VC
- respiratory rate
- peak flow rate (the flow if $TV < \text{target}$)
- PEEP
- FiO₂
- trigger sensitivity
- minimum tidal volume

Characteristics of VAPS

Decision point is at the level of set flow:

- ▶ If the target tidal volume has been delivered, inspiration is terminated (flow cycled breath).
- ▶ If preset tidal volume has not been achieved, the set flow will persist until the desired volume has been reached (volume cycled breath).
- ▶ Safety limits include high pressure and maximum inspiratory time.

Volume-Assured Pressure Support

Benefits

- ▶ Lower peak airway pressure
- ▶ Reduced patient work of breathing
- ▶ Improved gas distribution
- ▶ Less need for sedation
- ▶ Improved patient comfort

▶ **Limitations**

- ▶ If pressure too high, all breaths are pressure-limited.
- ▶ If peak flow set too low, the switch from pressure to volume is late in the breath, inspiratory time is too long.

Volume Support

- ▶ Pressure-limited
- ▶ Flow cycled
- ▶ In this mode if compliance changes – TV will ↓ and subsequent pressure will be increased to bring TV back toward the goal.
- ▶ Similar in function to PRVC except that patient drive controls insp time (The clinician presets the target tidal volume)
- ▶ Pressure rises or falls to maintain the set volume targets
- ▶ The overall clinical goal is to keep the tidal volumes at a clinician set level (But allow more control over each breath by the patient)

489 Vte

26 TiTtot

18 Rate

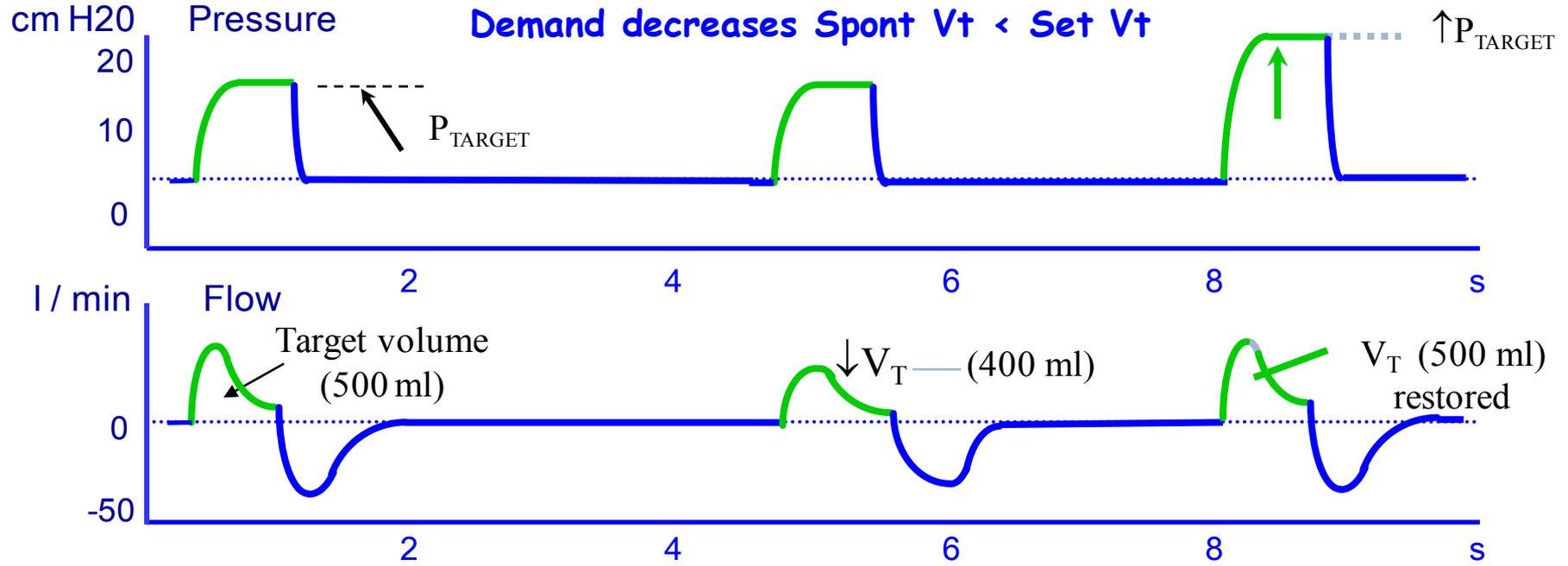
10.2 Ve

19 Ppeak

5 PEEP

28 RSBI

0.9 Ti



40 O2

500 Vt

5 PEEP

Med ▾

3 Ftrig

20 Esens

Mains 98%

Auto-off ▾

Pressure-Regulated Volume Control (PRVC)

- ▶ Establishes a “learning period” to determine patient’s compliance, which establishes regulation of pressure/volume.
- ▶ During learning period, 4 test breaths of increasing pressure are delivered.
- ▶ Inspiratory pressure is regulated based on the Pressure/Volume calculation of the previous breath, compared to a target tidal volume.
- ▶ The ventilator continuously adapts the inspiratory pressure in responses to changing compliance and resistance to maintain the target tidal volume.
- ▶ Results in breath-to-breath variation of inspiratory pressure.

Pressure-Regulated Volume Control (PRVC)

- ▶ Pressure-limited, Time cycled
- ▶ Automatically adjusts pressure support level to minimum needed to maintain constant set TV.
- ▶ Guaranteed Volume
- ▶ Optimal Pressure
- ▶ Uniform Pressure Pattern in PRVC-SIMV Compared to V-SIMV
- ▶ No Flow Limitation

590 Vte

20 Pplat

14 Rate

12.2 Ve

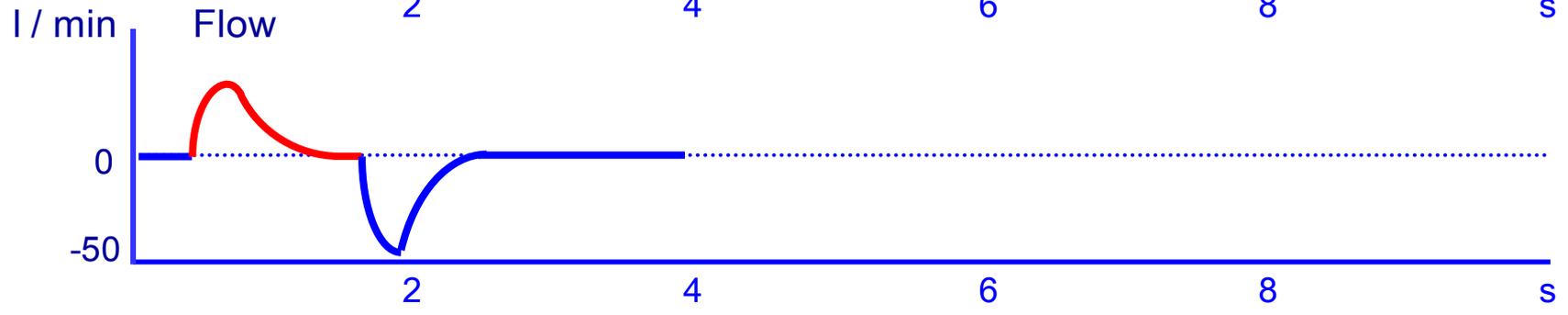
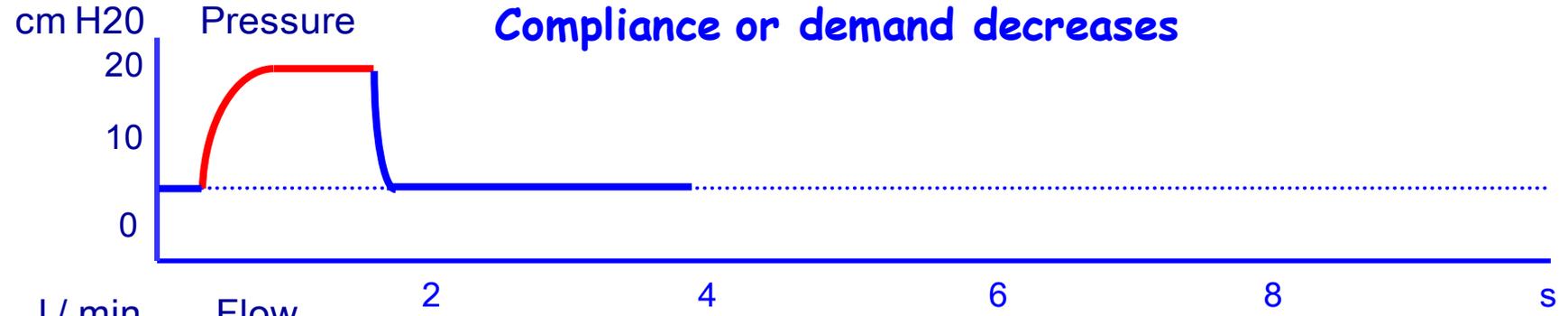
19 Ppeak

5 PEEP

40 O₂ %

1.2 Ti

Compliance or demand decreases



40 O₂

15 Pres

14 Rate

1.2 Ti

I:E: 1:2.6
Te: 3.1

5 PEEP

Med

3 Ftrig

Mains 98%

Auto-off

590 Vte

20 Pplat

14 Rate

12.2 Ve

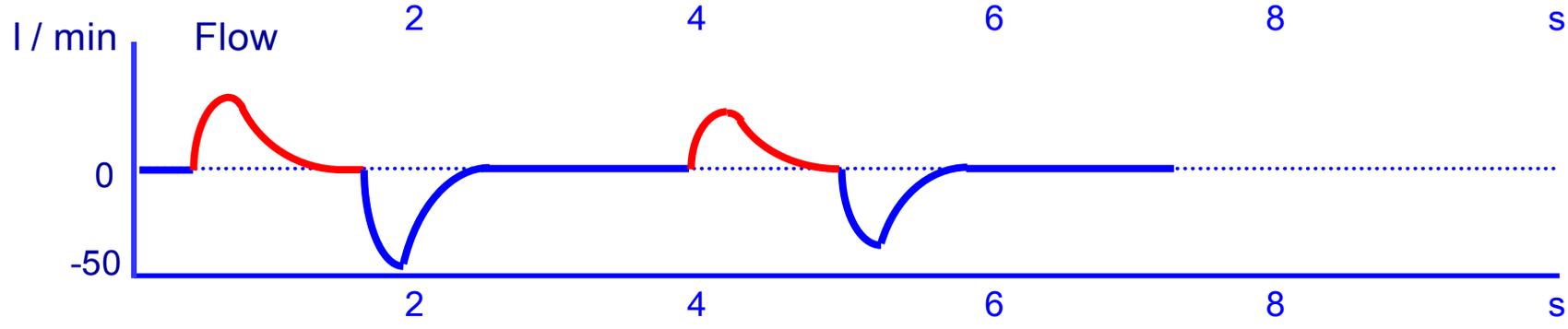
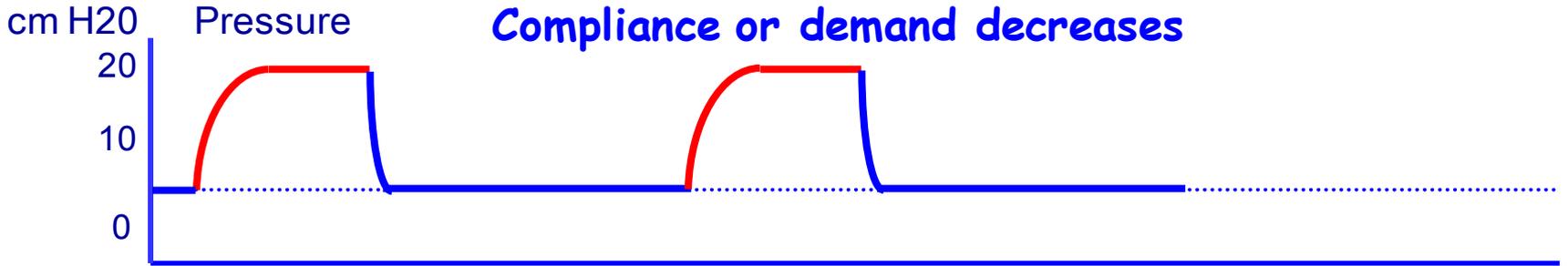
19 Ppeak

5 PEEP

40 O₂ %

1.2 Ti

Compliance or demand decreases



40 O₂

15 Pres

14 Rate

1.2 Ti

I:E: 1:2.6
Te: 3.1

5 PEEP

Med

3 Ftrig

Mains 98%

Auto-off

445 Vte

20 Pplat

14 Rate

12.2 Ve

19 Ppeak

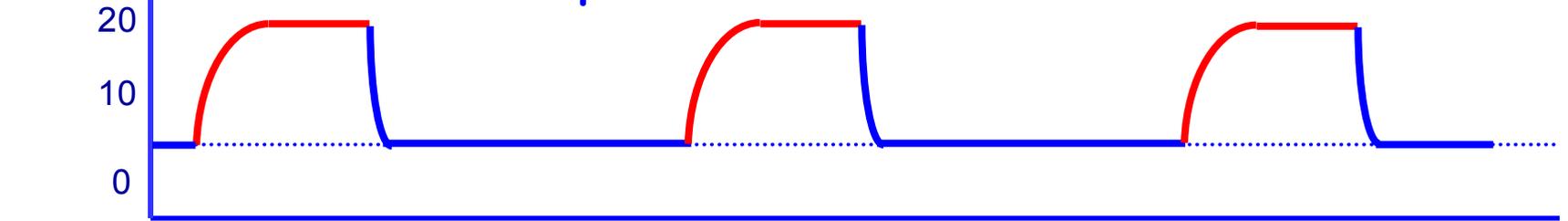
5 PEEP

40 O₂ %

1.2 Ti

cm H₂O Pressure

Compliance or demand decreases



l / min Flow

2

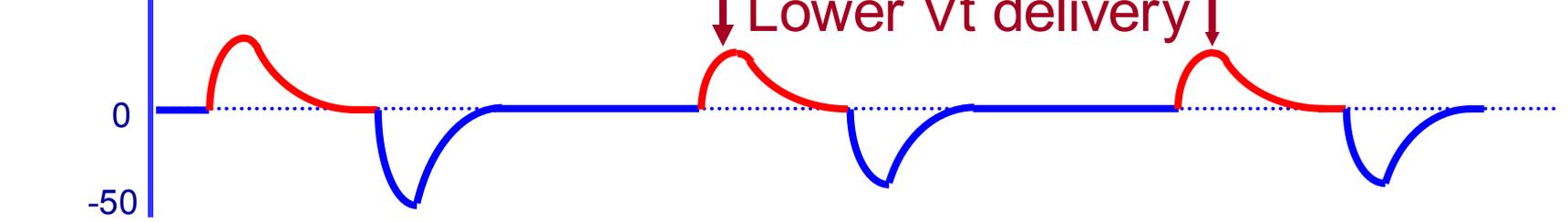
4

6

8

s

Lower Vt delivery



40 O₂

15 Pres

14 Rate

1.2 Ti

I:E: 1:2.6
Te: 3.1

5 PEEP

Med ▾

3 Ftrig

Mains **98%**

Auto-off ▾

PRVC-CMV

590 Vte

20 Pplat

14 Rate

12.2 Ve

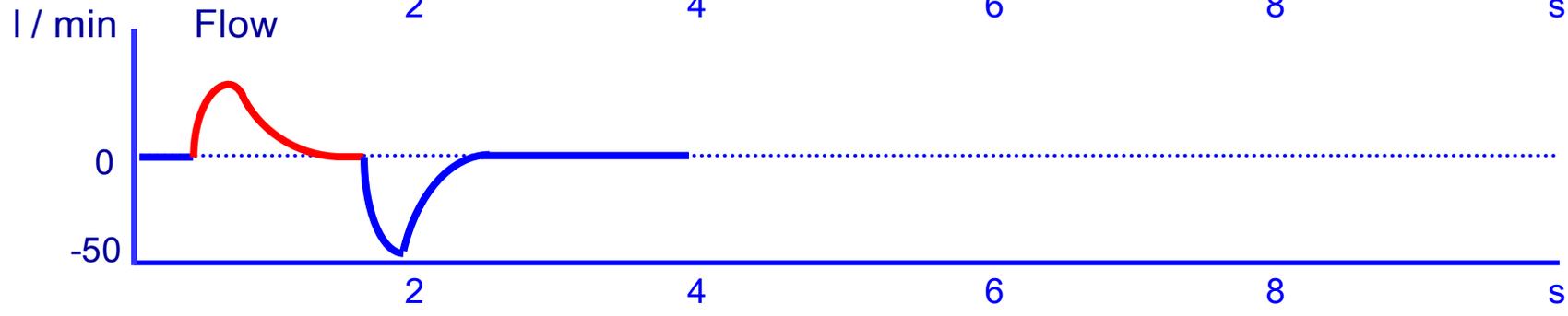
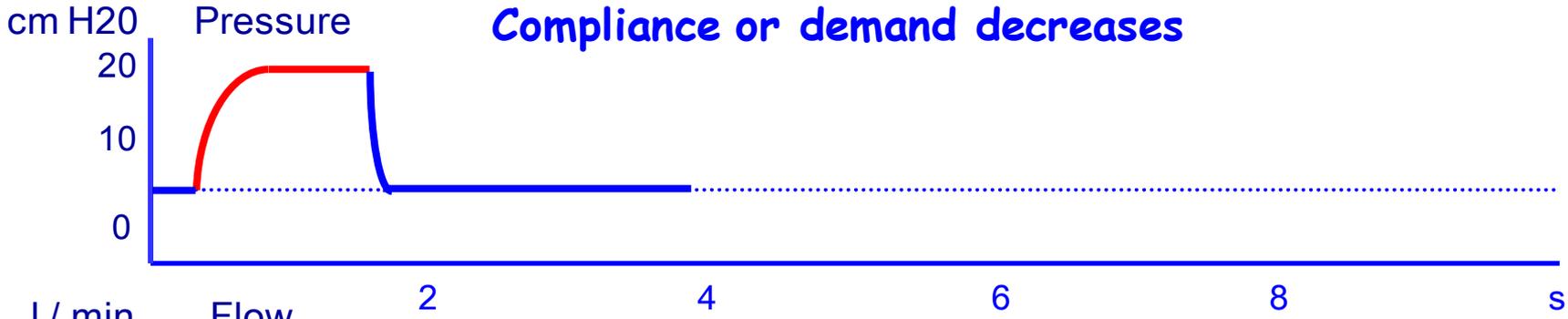
19 Ppeak

5 PEEP

40 O₂ %

1.2 Ti

Compliance or demand decreases



40 O₂

600 Vt

14 Rate

1.2 Ti

I:E: 1:2.6
Te: 3.1

5 PEEP

Med

3 Ftrig

Mains 98%

Auto-off

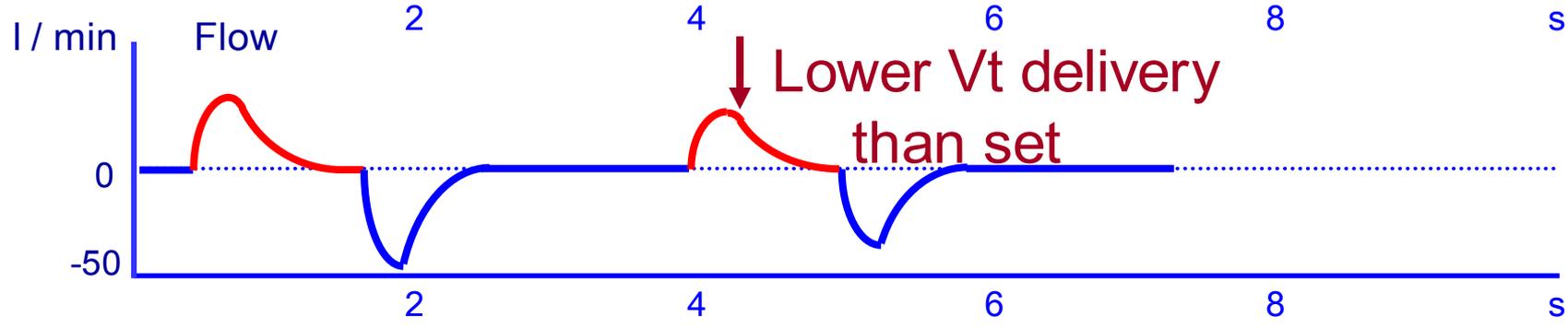
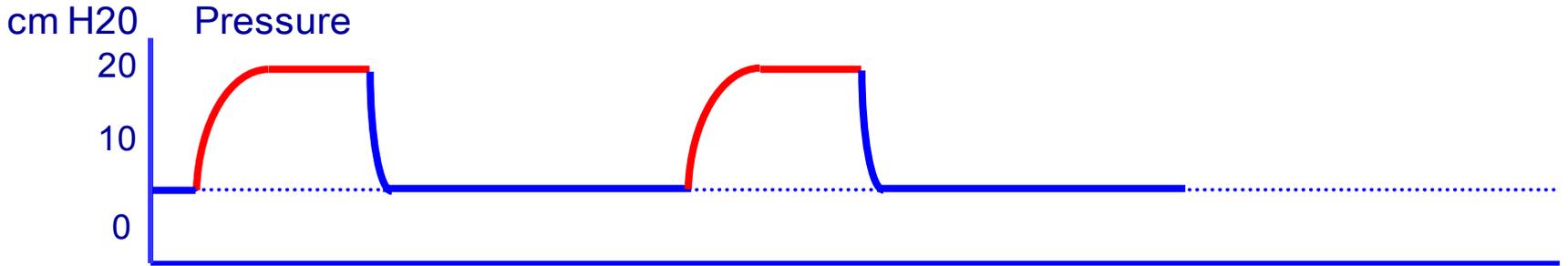
PRVC-CMV

440 Vte
19 Ppeak

20 Pplat
5 PEEP

14 Rate
40 O₂ %

12.2 Ve
1.2 Ti



40 O₂ **600** Vt **14** Rate **1.2** Ti I:E: 1:2.6
 Te: 3.1

5 PEEP **Med** ▾ **3** Ftrig

Mains 98%

Auto-off ▾

PRVC-CMV

570 Vte

20 Pplat

14 Rate

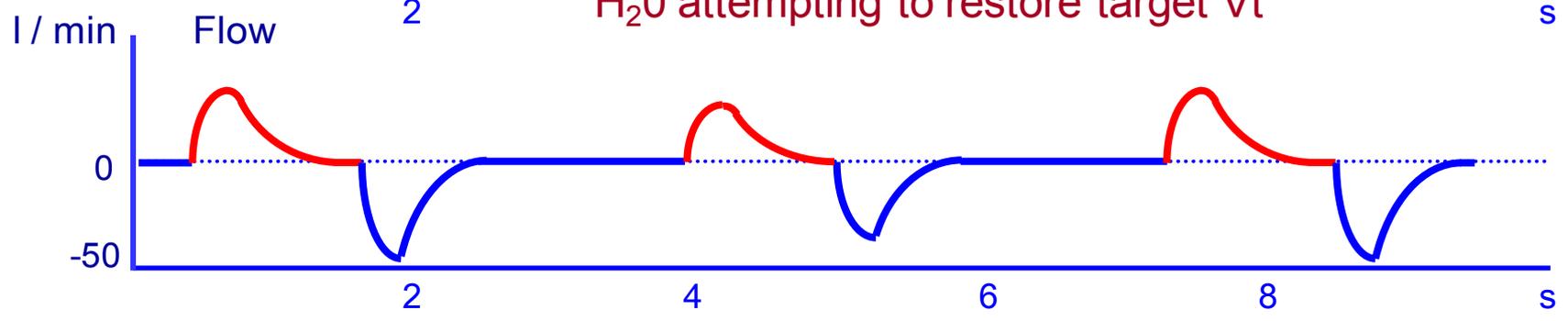
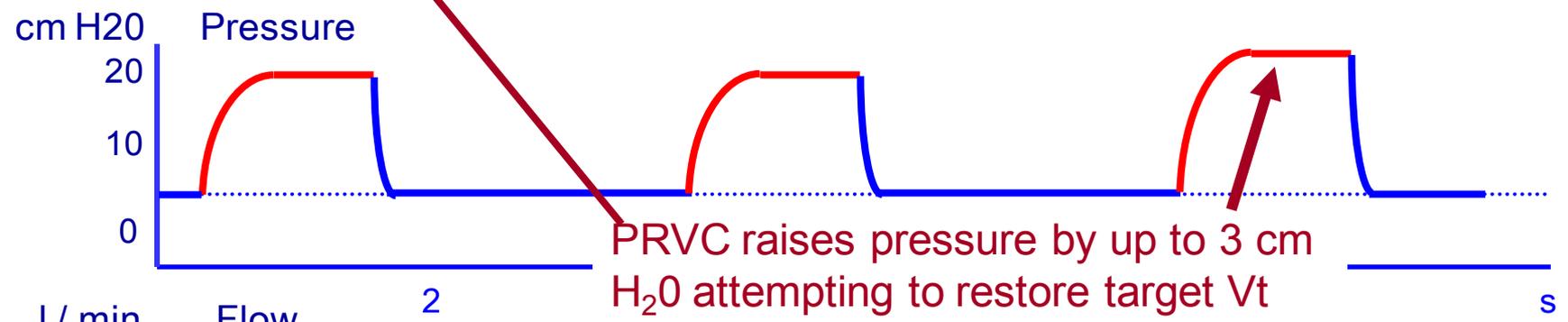
12.2 Ve

22 Ppeak

5 PEEP

40 O₂ %

1.2 Ti



40 O₂ **600** Vt **14** Rate **1.2** Ti I:E: 1:2.6

Te: 3.1

5 PEEP **Med** ▾ **3** Ftrig

Mains - 98% +

Auto-off ▾

Automode

- Combines VS and PRVC into a single mode
- Switches between VS and PS with the pt's effort determining whether the breath will be VS or PRVC.
- If patient makes no effort, we get PRVC.
- As pt breathe spontaneously, switch to VS.
- Mean airway pressure could become too low.

This creates a seamless transition for patients who may be in pressure or volume modes of ventilation but require routine backup ventilation and then recover spontaneous drive (The transition is always between CMV and SPONT modes)

Do Not Forget That Mechanical Ventilation Is A Support Measure, Not A Therapy.

To improve outcomes in ventilator-dependent patients, less attention should be paid to the knobs on ventilators, and more attention should be given to the patient and diseases that prompt ventilator dependency.

J. Rasanen

Thank You for
Your Attention

