



نحوه کار با دستگاههای ترهویه
مکانیکی

DR_DABIRI
INTENSIVIST

Goals:

- **To maintain adequate Oxygenation**
- **To maintain optimum Co_2 elimination**
- **To reduce the load of work of breathing**
- **To regulate the rate of alveolar Ventilation**

Origins of mechanical ventilation



Iron lung polio ward at Rancho Los Amigos Hospital in 1953.

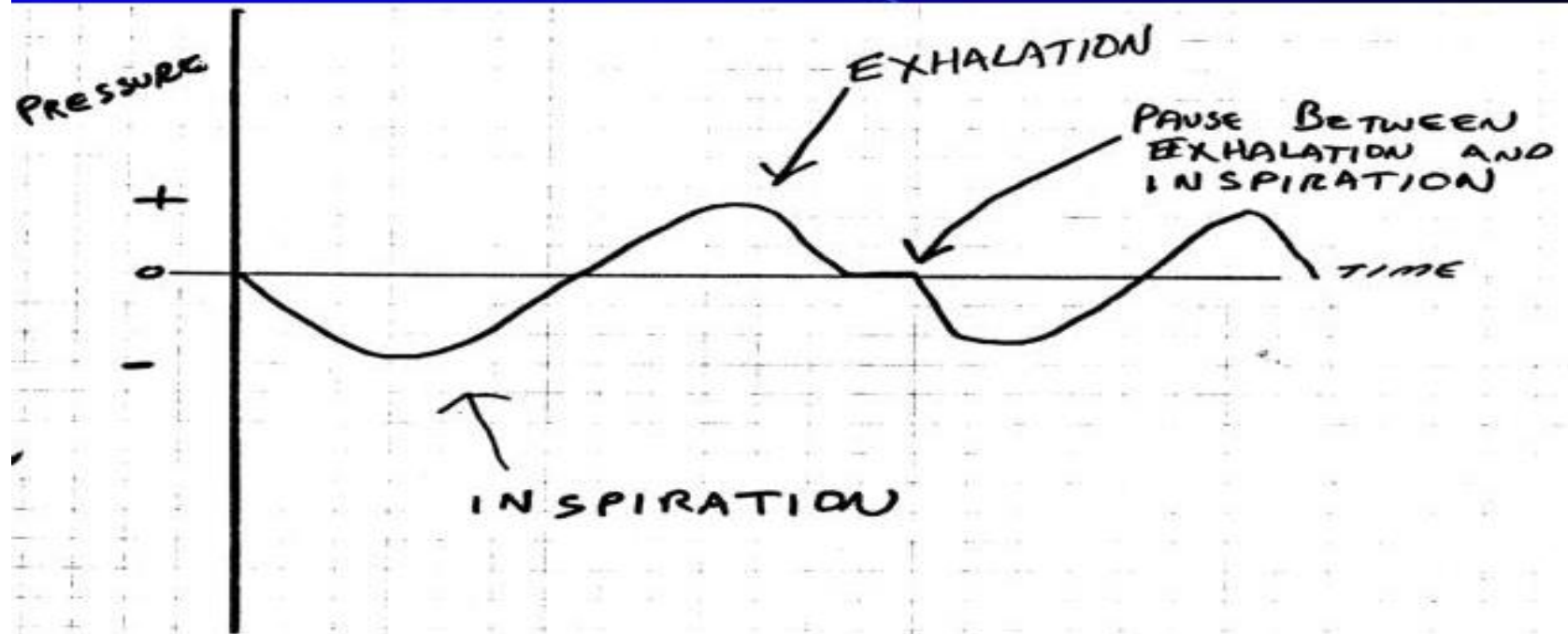


The iron lung created negative pressure in abdomen as well as the chest, decreasing cardiac output.



- ▶ 1- تعاریف
- ▶ 2- پارامترهای دستگاه
- ▶ 3- مد های دستگاه
- ▶ 4- آلازمها

Spontaneous Breathing



SPONTANEOUS BREATHING

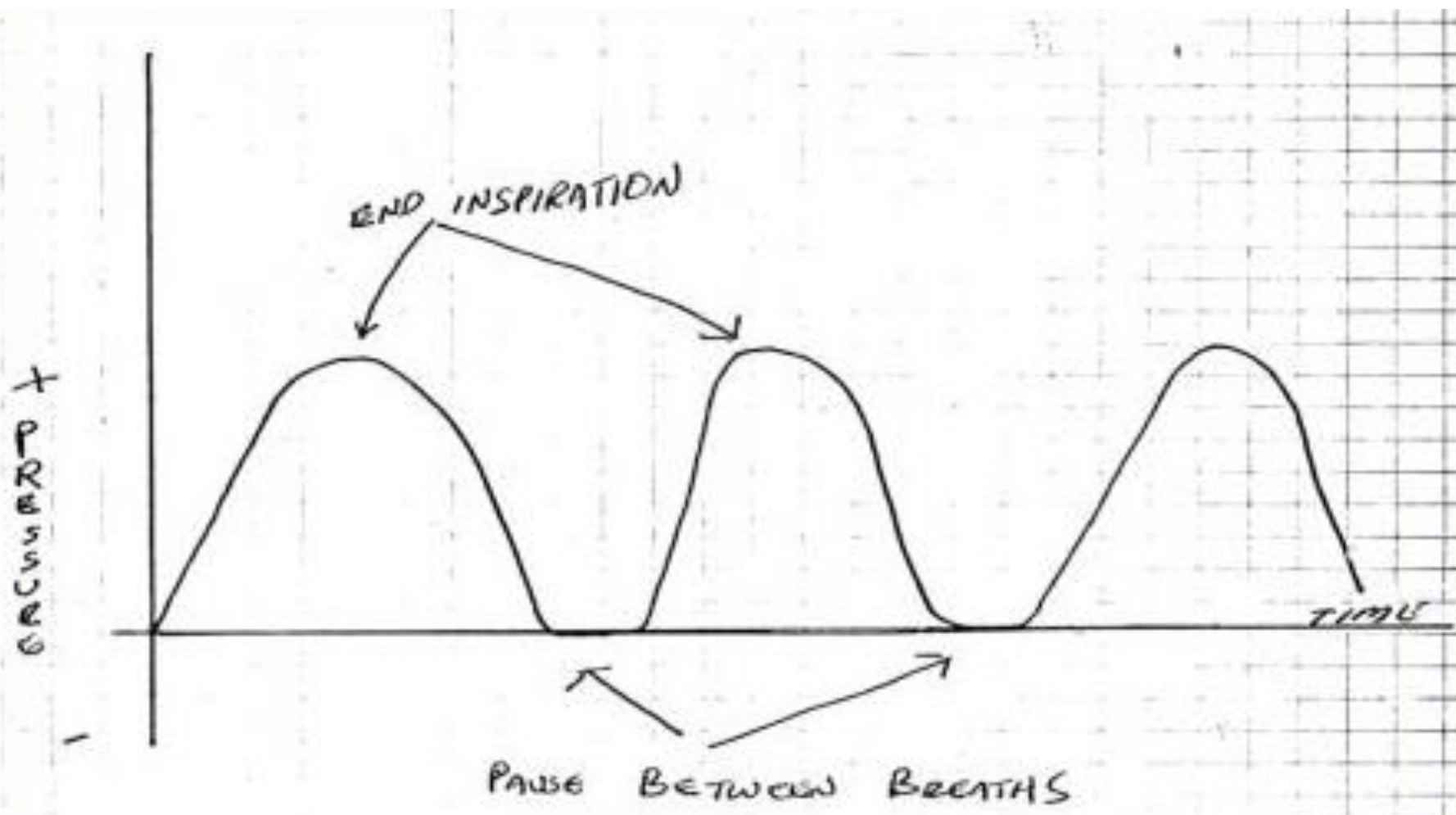
Mechanical Ventilation

Definition:

- Positive pressure ventilation provides pressure and flow to the airway in order to effect Oxygen and CO₂ transport between the environment & pulmonary capillary bed.

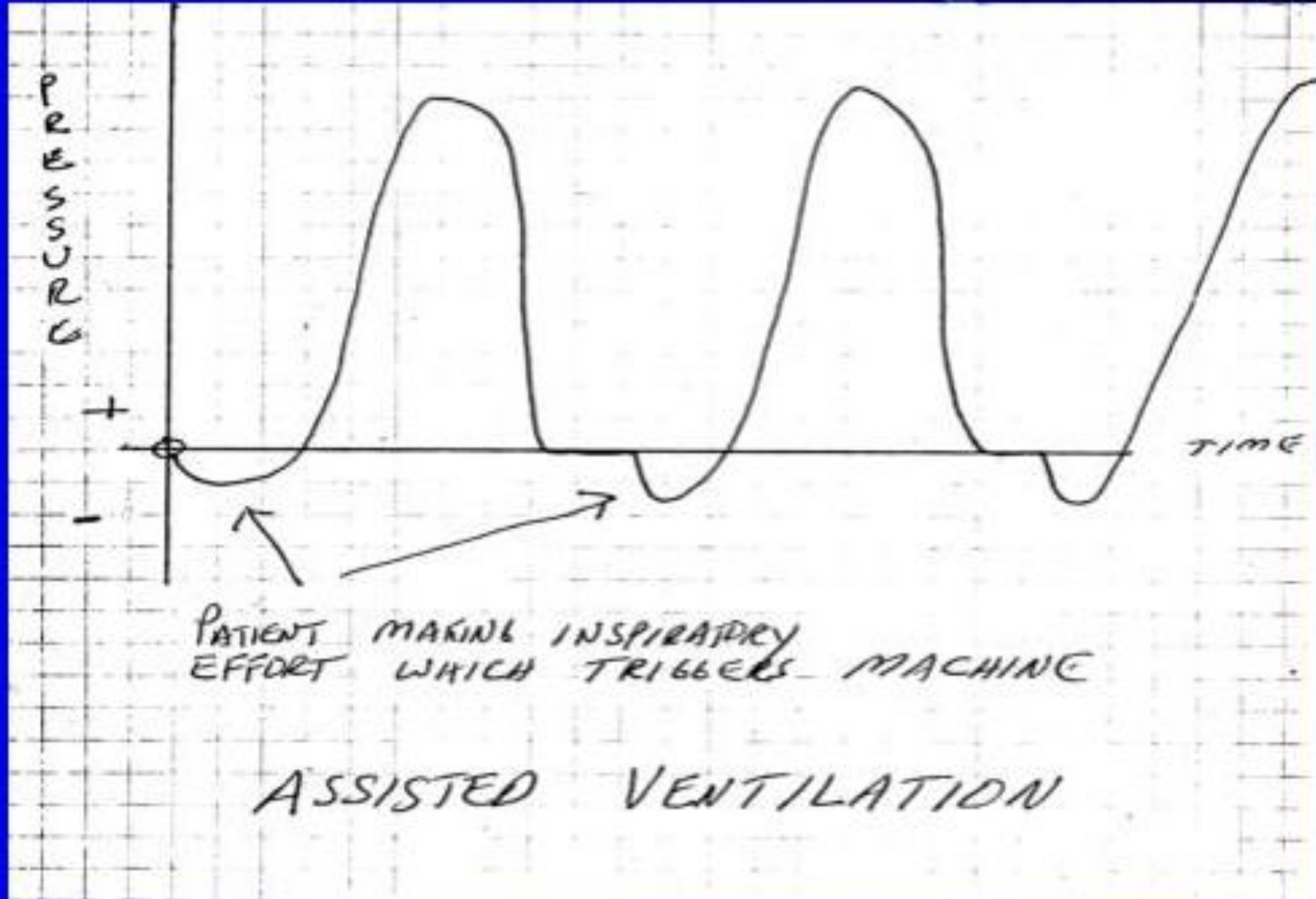
Modes Of Mechanical Ventilation

- **Controlled Mechanical Ventilation**
- **Assist-Control Ventilation**
- **Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV)**
- **Pressure-Support Ventilation (PSV)**
- **Pressure-Controlled Ventilation**
- **Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)**

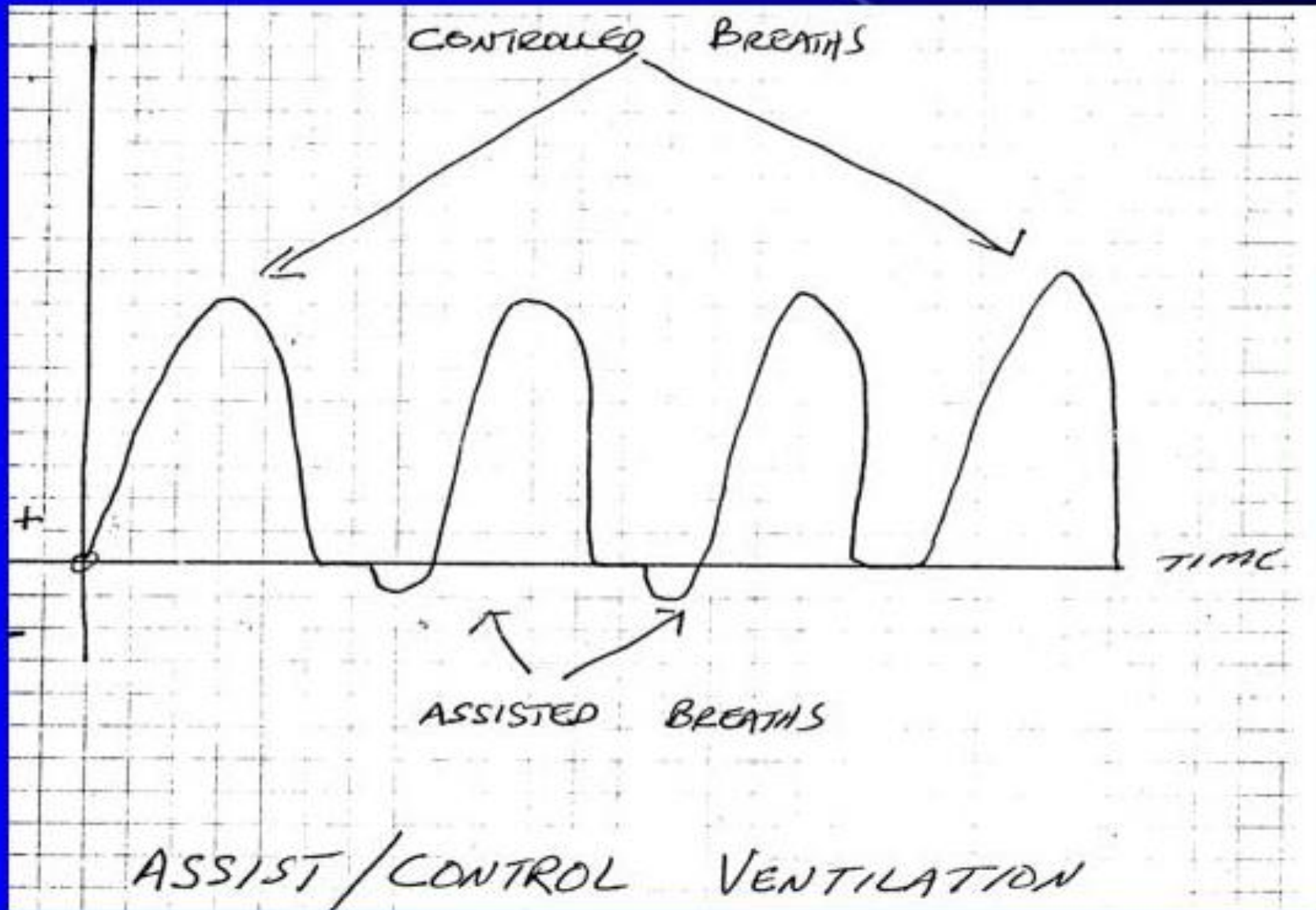


CONTROLLED VENTILATION

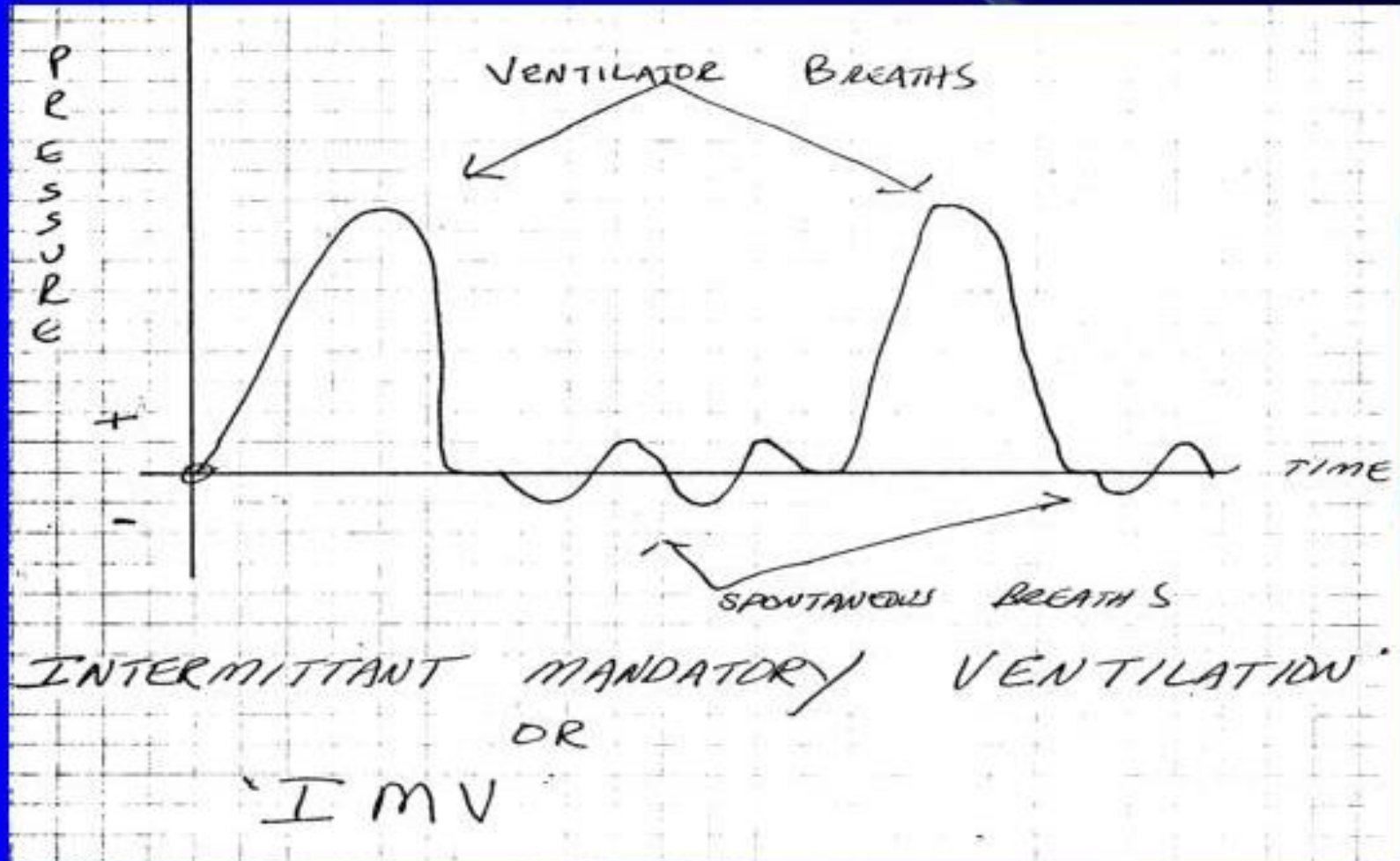
Assist Mode



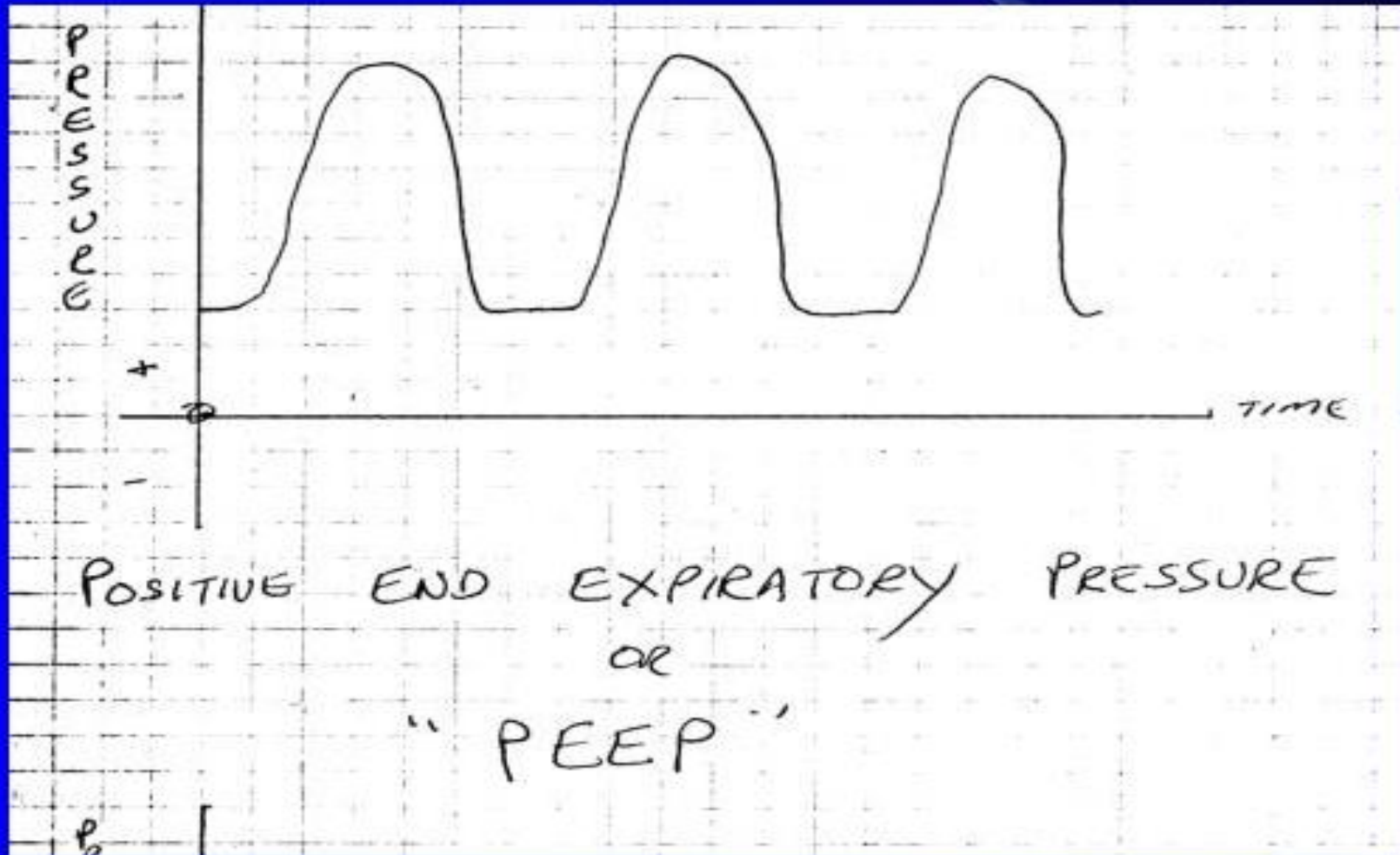
Assist/Control



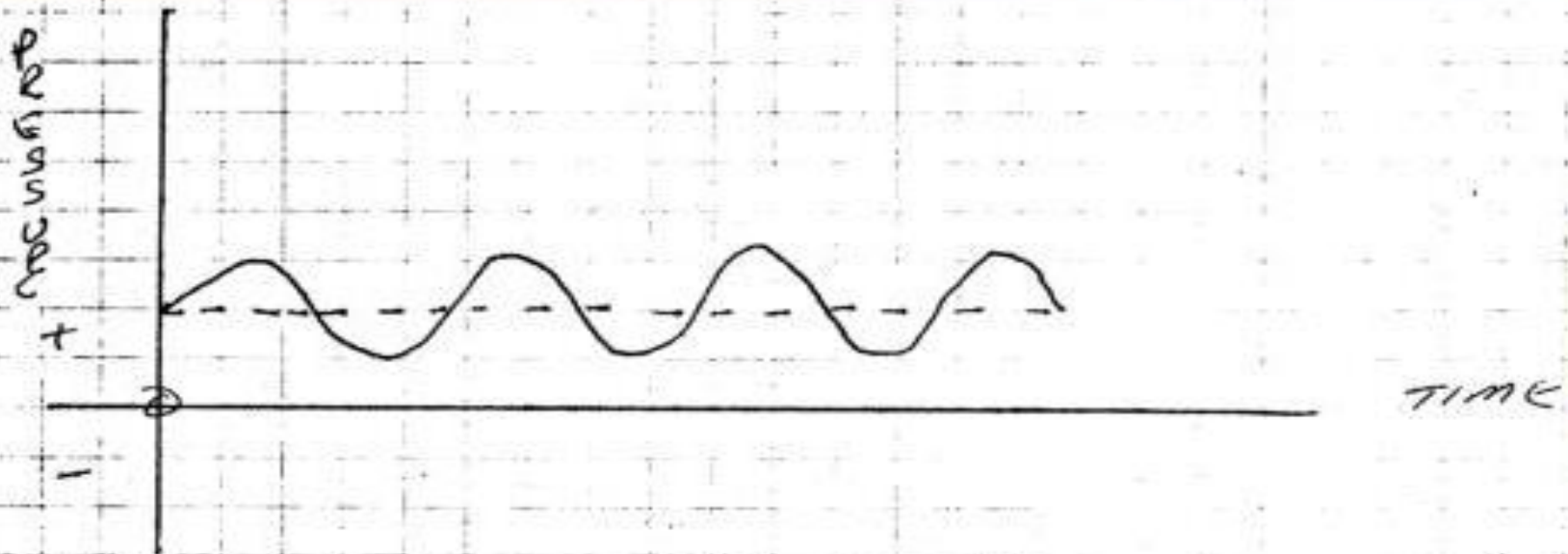
IMV – Intermittent Mandatory Ventilation



PEEP



CPAP



CONTINUOUS POSITIVE AIRWAY PRESSURE
OR
"CPAP"

Ventilator settings

1. Ventilator mode
2. Respiratory rate
3. Tidal volume or pressure settings
4. Inspiratory flow
5. I:E ratio
6. PEEP
7. FiO₂
8. Inspiratory trigger

Tidal Volume or Pressure setting

- Optimum volume/pressure to achieve good ventilation and oxygenation without producing alveolar overdistention
- Max = 6-8 cc/kg

Inspiratory Trigger

- Normally set automatically
- 2 modes:
 - Airway pressure
 - Flow triggering

پارامترها

- ▶ حساسیت فشاری یا جریانی (Trigger , Sensitivity (I/m)
- ▶ **فشاری:** احساس افت فشار یا فشار منفی ناشی از تنفس بیمار
- ▶ **جریانی:** احساس جریان دم ارادی بیمار
- ▶ **تریگر پایین (مناسب) = حساسیت بالا، راحتتر بودن مریض**
- ▶ هماهنگی پاسخ تهویه ای دستگاه با کوششهای تنفسی بیمار

I:E Ratio

- Normal 1:2
- Asthma/COPD 1:3, 1:4, ...
- Severe hypoxia
ARDS/ALI
Pul.Edema | 1:1, 2:1

FIO2

- Goal – to achieve PaO₂ > 60mmHg or a sat >90%
- Start at 100% aim 40%

پارامترها

- ▶ Fio₂ :fractional inspired oxygen
- ▶ درصد یا کسر اکسیژن دمی 21-100%
- ▶ مسمومیت با اکسیژن
- ▶ نقش PEEP
- ▶ امکان ارائه 100% آن در زمان ساکشن و ...

Positive End-expiratory Pressure (PEEP)

What is PEEP?

Positive pressure measured at the end of expiration

What is the goal of PEEP?

- Improve oxygenation
- Recruit lung in ARDS
- Prevent collapse of alveoli
- Diminish the work of breathing

Collapse/ atelectosis/ ARDS

Increases Surface area for gas exchange
Opens the collapsed lung



**Collapsed
alveoli**

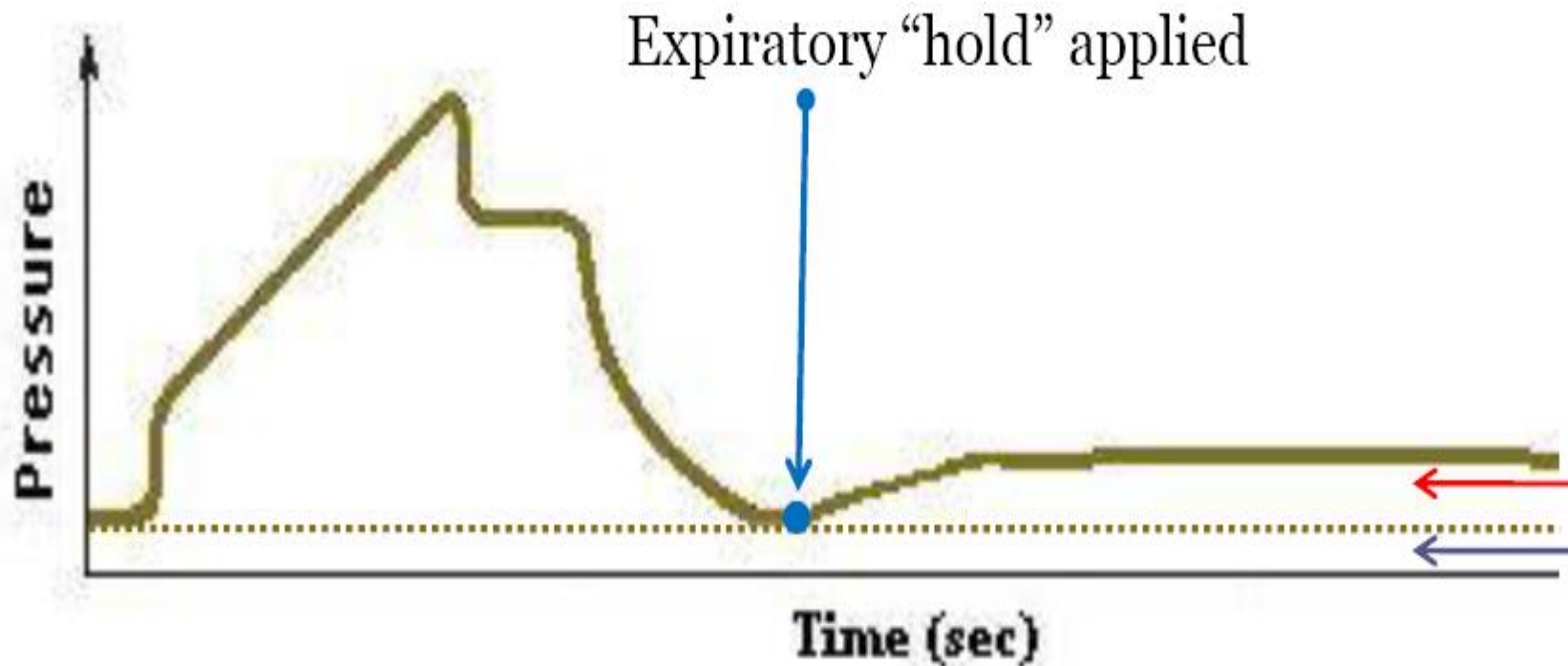


After PEEP

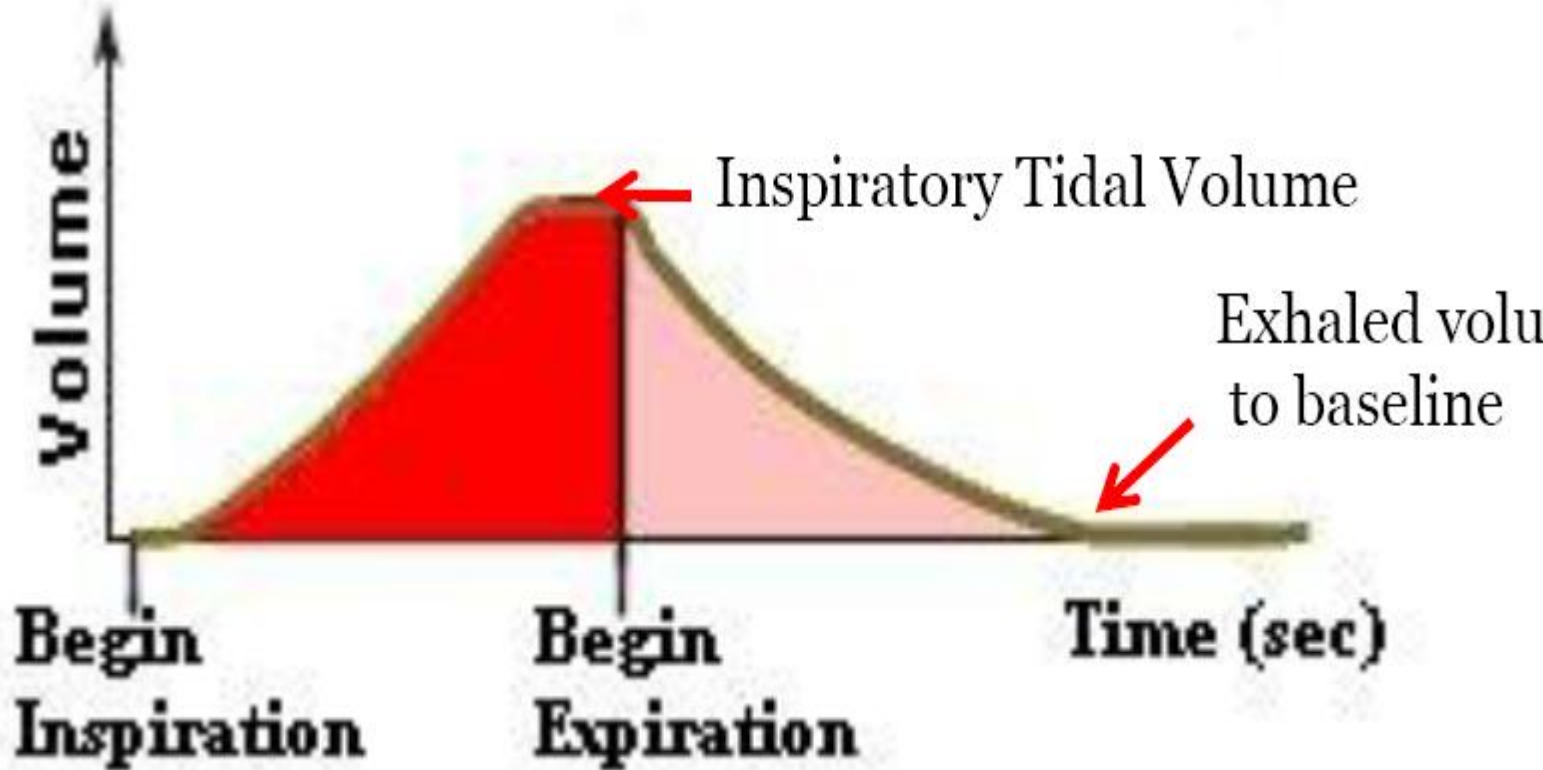
Pressure Waveform



Air-Trapping (Auto-PEEP)



Volume Waveform



پارامترها

- ▶ PEEP: Positive End Expiratory Pressure
- ▶ فشار مثبت انتهای بازدمی (افزایش حجم و فشار ریه در انتهای بازدم)
- ▶ تسهیل تبادل، بهبود اکسیژناسیون و FRC فواید: افزایش افزایش حالت برگشت پذیری کاهش آتلکتازی
- ▶ عوارض: افزایش فشار داخل قفسه سینه، کاهش برگشت وریدی و فشار خون، افزایش فشار داخل جمجمه
- ▶ COPD کنترل نشده، هیپوتنشن، منع مصرف: نموتراکس بالا ICP

پارامترها

- ▶ I:E Ratio: Inspiration/Expiration Ratio
- ▶ T_i, T_{insp} : Time Inspiration, Inspiration Time

مثال:

- ▶ (RR=10) تعداد تنفس 10 تا در دقیقه
 - یعنی هر سیکل تنفسی (دم و بازدم) برابر 6 ثانیه
 - نسبت دم به بازدم: 1 به 2 یعنی از 6 ثانیه، 2 ثانیه زمان دم و 4 ثانیه زمان بازدم (1 به 3 یعنی دم 1.5 ثانیه و بازدم 4.5 ثانیه)

پارامترها

- ▶ **TV: Tidal Volume (cc,ml)**
 - 6–8cc/kg
- ▶ **RR: Respiratory Rate (/min)**
 - **F: Frequency (Fspn, fmand, f)**
- ▶ **MV: Minute Volume (l/m)**
 - $RR \times TV$

▶ Initial Ventilator Settings

◦ Tidal Volume

- Spontaneous VT for an adult is 5 – 7 ml/kg of IBW

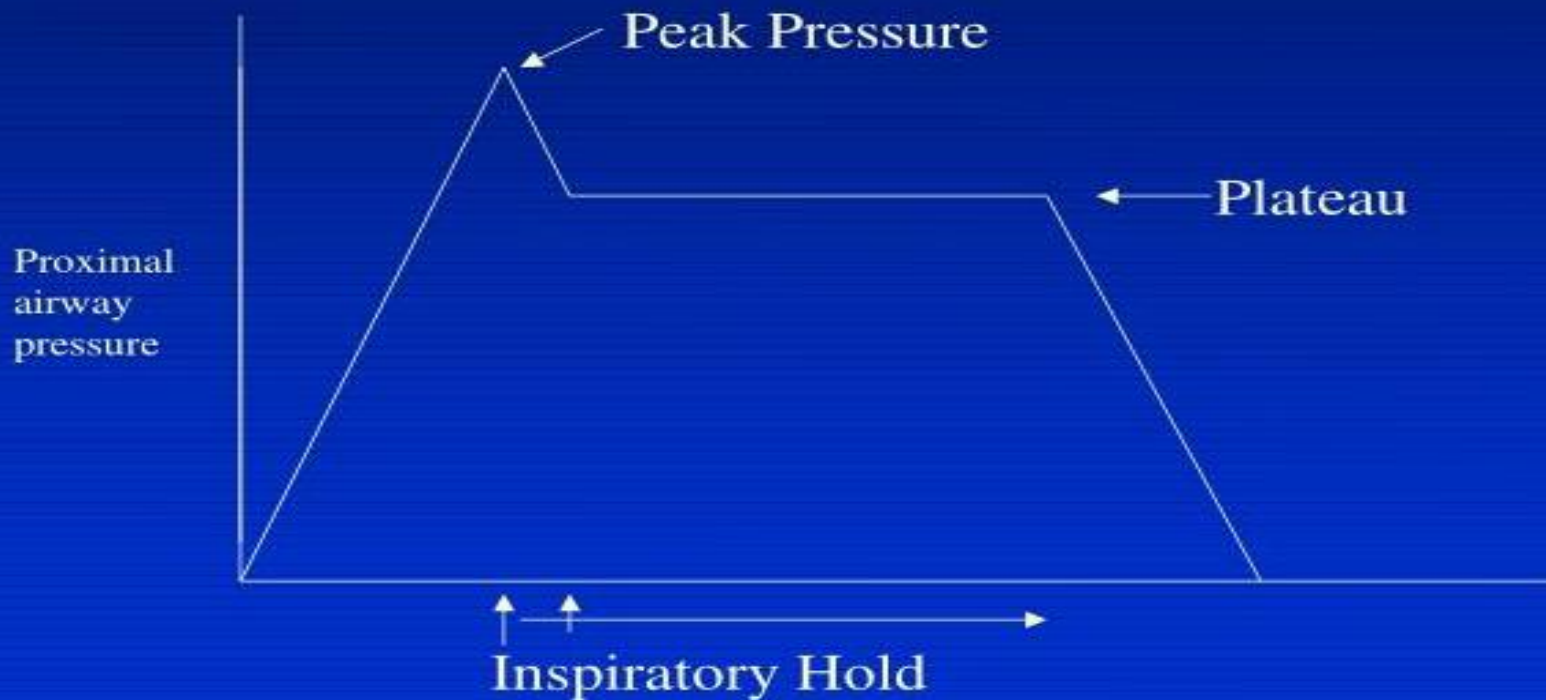
Determining VT – Ventilated Patients

- A range of 6 – 12 ml/kg IBW is used for adults
 - 10 – 12 ml/kg IBW (normal lung function)
 - 8 – 10 ml/kg IBW (obstructive lung disease)
 - 6 – 8 ml/kg IBW (ARDS) – can be as low as 4 ml/kg

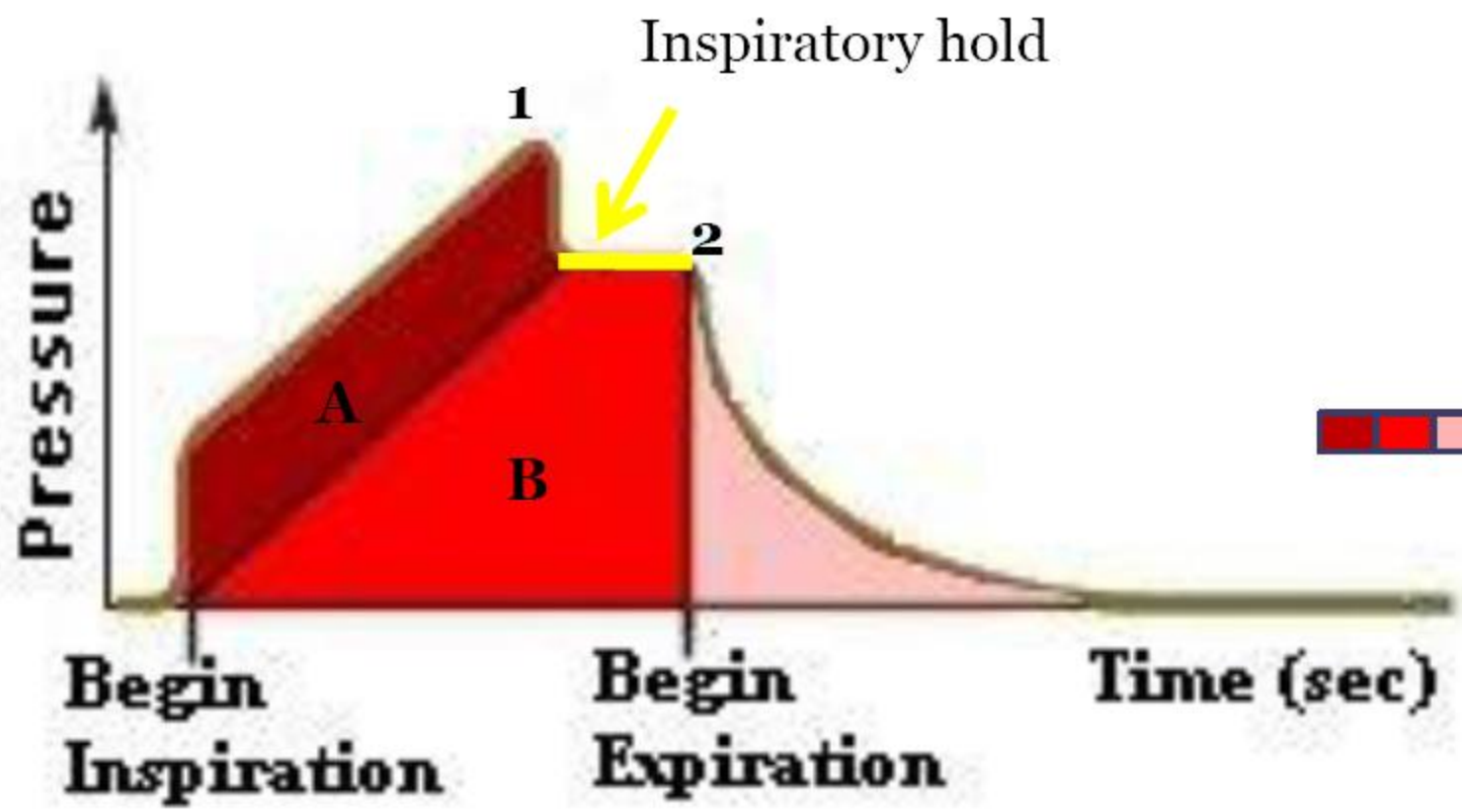
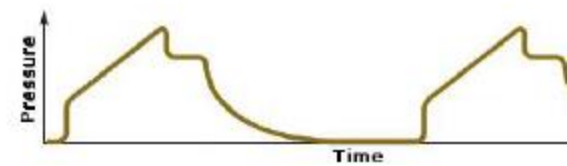
پارامترها

- ▶ **P_{insp}**: Inspiratory Pressure
- ▶ **PIP**: Peak Inspiratory Pressure
- ▶ فشار لازم جهت باد کردن ریه ها یا وارد کردن حجم
- ▶ وابسته به مقاومت راه هوایی و ظرفیت ریه
- ▶ 15-30 سانتی متر آب
- ▶ **PIP** در آلامها 5 تا 10 بالاتر از **P_{max}** تنظیم

Inspiratory Hold: PIP and Plateau pressures (VC)



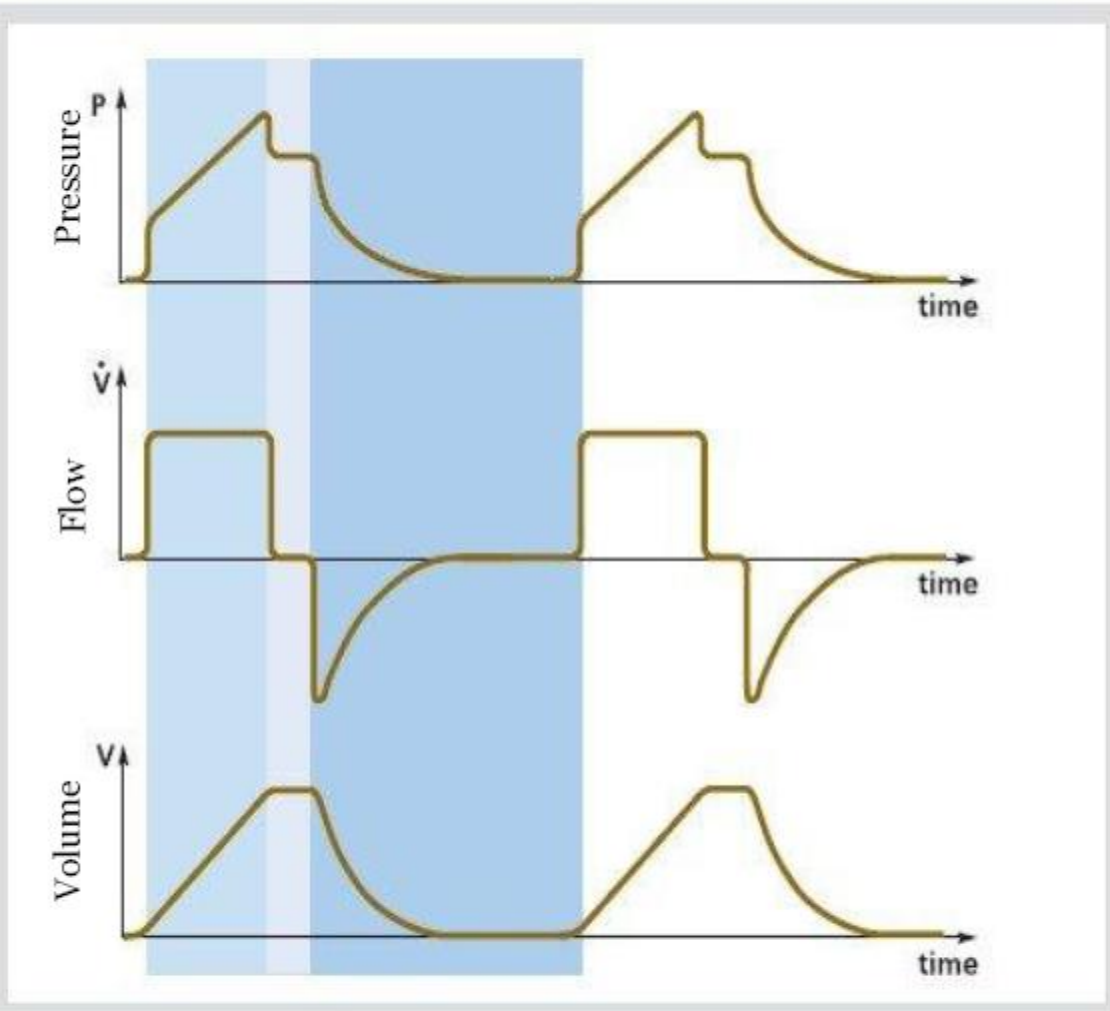
Pressure Waveform



- 1** = Peak Inspiratory Pressure (PIP)
- 2** = Plateau Pressure (Pplat)
- A** = Airway Resistance (R_{aw})
- B** = Alveolar Distending Pressure

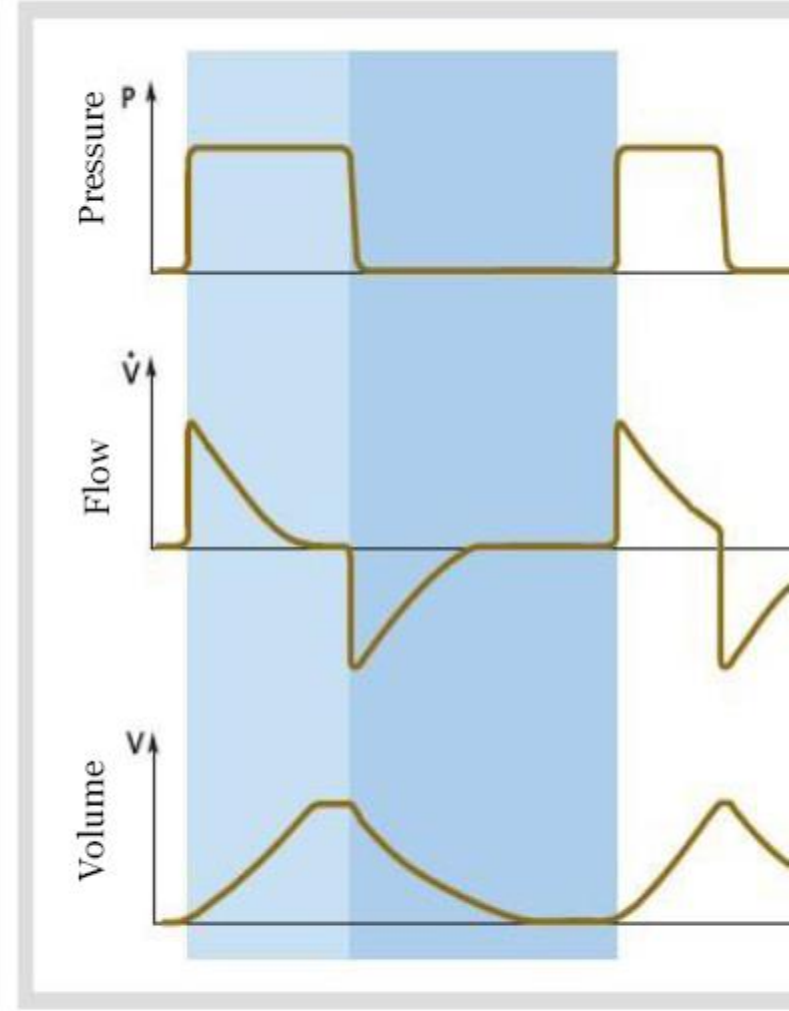
Types of Waveforms

Volume Modes



Volume Control
SIMV (Vol. Control)

Pressure Modes



Pressure Control
PRVC
SIMV (PRVC)
SIMV (Press. Control)

Pressure
Volum



SIMV (PRVC)
+ Pressure Support

Admit
patient

Status
G

10/03 03:43

30 cmH₂O



P_{peak} (cmH₂O)

21

P_{mean} (cmH₂O)

14

PEEP (cmH₂O)

6

RR (b/min)

35

30 l/min BTPS



O₂ (%)

30

TI (s)

0.86

TI/T_{tot}

-30
70 ml BTPS



MVe (l/min)

C 1.8

VTI (ml)

49

VT_e (ml)

52

Additional
settings

O₂ conc
30

PEEP
6

RR rate
35

Tidal Volume
50

Additional
values

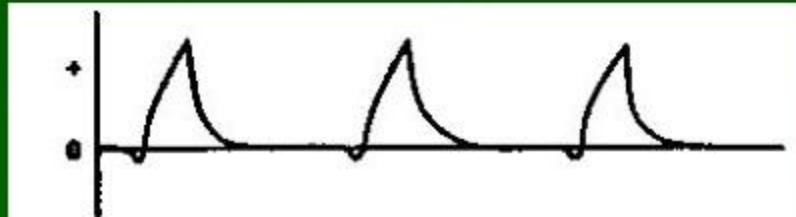


Basic Ventilator Modes

- “Control” modes
 - Volume control (Assist control): **VC** (AC)
 - Pressure control: **PC**
- Mixed
 - Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (**SIMV**) with support (controlled *and* spontaneous)
- “Spontaneous” Modes
 - Pressure Support (**PS**)
 - **CPAP**
 - **T-Piece**

Assist-Control Ventilation

- Preset tidal volume and minimal ventilator rate
- Additional patient-initiated breaths receive preset tidal volume
- Advantages: reduced work of breathing; allows patient to modify minute ventilation
- Disadvantages: potential adverse hemodynamic effects or inappropriate hyperventilation



- ▶ **کنتروله یا اجباری یا Mandatory**
- ▶ **Assist**
- ▶ **Spon**
- ▶ **Spon +Support**

مدھا: بیمار کاملاً وابستہ

- ▶ IPPV: Intermittent, Inflationary, Inspiratory Positive Pressure Ventilation
 - SIPPV
- ▶ CMV: Controlled Mechanical Ventilation
- ▶ Assist
 - IPPV
 - CMV

Set up of ventilator

- Assist Control Mode :

تنظیم می‌گردد) Rate هر تنفس بیمار با دستگاه تقویت می‌شود (

▶ نقص :

۱- تقلای تنفسی

۲- منجر به الکالوز تنفسی می‌گردد.

مدها: بیمار نیمه وابسته

- ▶ **SIMV: Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation**

Set up of ventilator

- synchronized intermittent mandatory vent (S.I.M.V) :

- ▶ تنفس ماشینی هماهنگ با تنفس خودبخودی بیمار
- ▶ مزایا : ۱- دخالت گاهگاهی بیمار در تنفس
weaning ۲ - مد مهمی در
- ▶ معایب : ۱- هیپروانتیلیسیون
۲- الکالوز تنفسی
۳- افزایش تقلای تنفسی

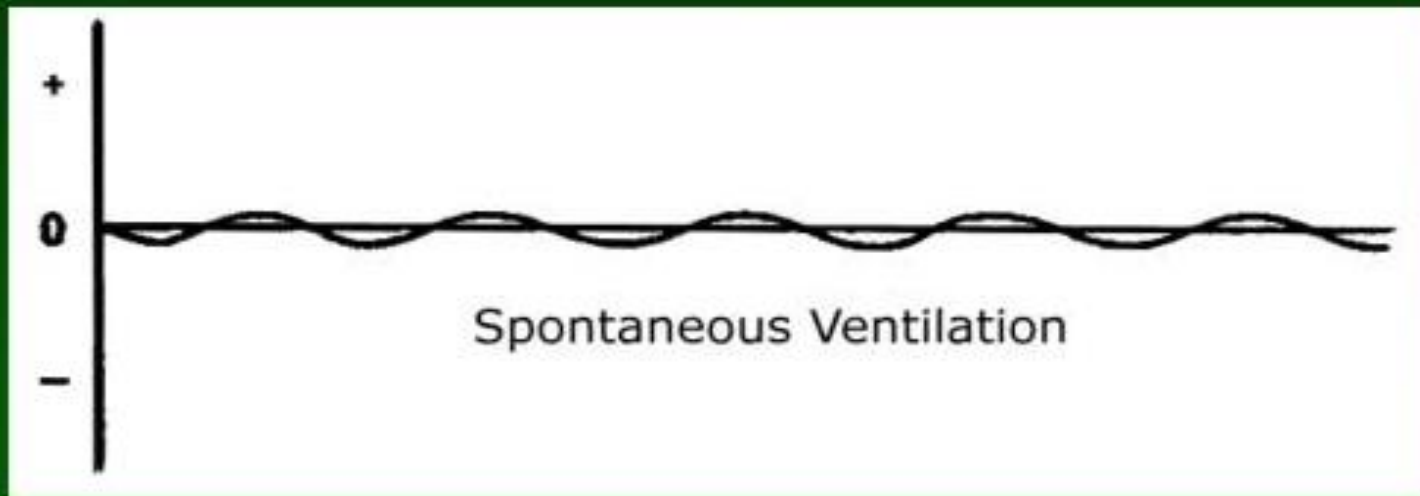
مدها: بیمار نیمه مستقل

- ▶ CPAP :Continuous Positive Airway Pr دم و بازدم
- ▶ Spont
- ▶ PSV: Pressure Support Ventilation دم

پارامترها

- ▶ **PS: Pressure Support**
- ▶ فشار حمایتی: غلبه بر مقاومت مدار تنفسی ولوله های ونتیلاتور، پیشگیری از افزایش کار تنفسی در تنفس های ارادی
- ▶ P_{aO_2} تقویت حجم دمی و بهبود
- ▶ به عنوان یکی از مد های تنفس خود به خودی

Point of Reference: Spontaneous Ventilation





SIMV (PRVC)
+ Pressure Support

Admit
patient

Nebulizer

Status
⊞

08-09 13:01

Ppeak (cmH₂O)

22 35

Pmean (cmH₂O)

14

PEEP (cmH₂O)

6

RR (b/min)

43 80
18

O₂ (%)

40 45
35

Ti/Ttot

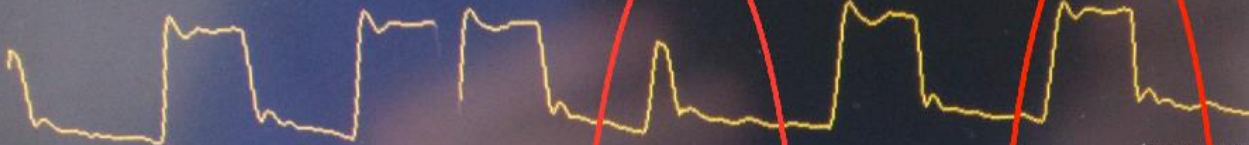
MVe (l/min)

C 0.7 5.0
0.04

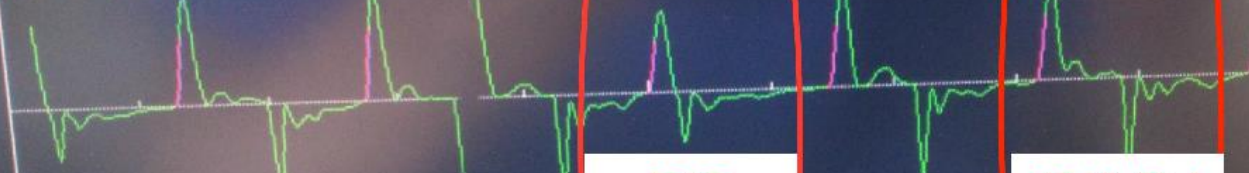
VTI (ml)

21

40 cmH₂O



30 l/min BTPS



-30 ml BTPS



PS
Breath

SIMV
Breath

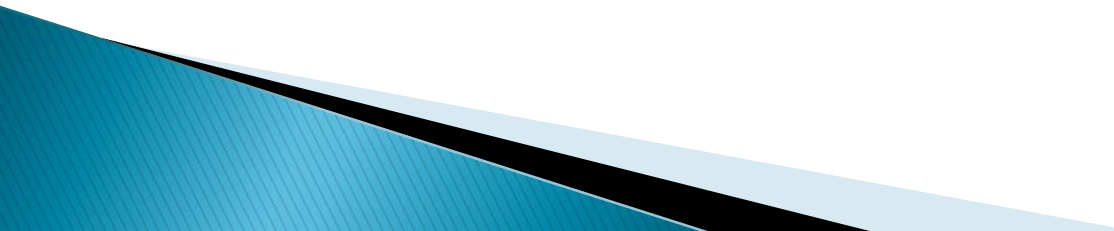
Patient Related Factors

- ▶ Anxiety
- ▶ Pain
- ▶ Secretions
- ▶ Bronchospasm
- ▶ Pulmonary edema
- ▶ Dynamic hyperinflation
- ▶ Abnormal respiratory drive
- ▶ Drugs
- ▶ Nutrition

Nutrition

- ▶ تقلاى تنفسى و نياز به انرژى در بيمار weaning در زمان شروع افزايش مى يابد.
- ▶ در زمانى كه بيمار زير ونتيلاتور مى باشد بعلت عدم استفاده از عضلات بازسازى weaning تنفسى دچار آتروفى مى گردد كه بايد در زمان (را مطرح مى سازد. TPN گردد كه نياز بارز تغذيه (حتى
- ▶ ظرف ۴۸ TPN در صورت عدم توانايى در شروع تغذيه انترال بايد ساعت اول آغاز شود.
- ▶ اصلاح هيپوفسفاتمى بعلت يك عامل خستگى تنفسى مطرح مى باشد.

Ventilator Related Causes

- ▶ Ventilator disconnection
 - ▶ System leak
 - ▶ Circuit malfunction
 - ▶ Inadequate FiO_2
 - ▶ Inadequate ventilator support
- 

Fighting

- ▶ **تعریف :** هماهنگی بین بیمار و دستگاه وجود ندارد یعنی بیمار در فاز بازدمی بوده ولی دستگاه سعی در شروع دم دارد .
- ▶ \uparrow (تقلای تنفسی O_2 عوارض : ۱- افزایش مصرف
۲- افزایش فشار داخل توراکس
۳- کاهش اکسیژناسیون
- ▶ تنظیم دستگاه ← دستگاه set up **علل** : ۱- اشکال در تجویز شل کننده عضلانی ← CNS ۲- اختلالات الف- لوله گرفته باشد ← ۳- افزایش مقاومت راه هوایی ب- پنوموتوراکس
- ▶ نارکوتیک ← pain & Anxiety ۴-

▶ اصلاح هیپوکسی و اسید و باز می باشد. fighting قدم اول درمان در

▶ با احتمال انسداد راه هوایی fight حدس



حذف بیمار از دستگاه و تنفس با آمبوگ جهت تشخیص مقاومت



مقاومت (+)



جهت تشخیص پنوموتوراکس زیرا ← CXR
سمع ریه در بیمار زیر ونتیلاتور ارزش ندارد .



پنوموتوراکس (-)



برونکوسکپی و مشاهده راه هوایی

Complication

- 1. – Volutrauma*
- 2. Barotrauma*
- 3. VAP*
- 4. Decrease CO*
- 5. Increase ICP*
- 6. Stress ulcer*

Initiation of Mechanical Ventilation

▶ Ventilator Alarm Settings

○ High Minute Ventilation

- Set at 2 L/min or 10%–15% above baseline minute ventilation
 - Patient is becoming tachypneic (respiratory distress)

○ High Respiratory Rate Alarm

- Set 10 – 15 BPM over observed respiratory rate
 - Patient is becoming tachypneic (respiratory distress)

Initiation of Mechanical Ventilation

▶ Ventilator Alarm Settings

◦ Low Exhaled Tidal Volume Alarm

- Set 100 ml or 10%–15% lower than expired mechanical tidal volume
- Causes
 - System leak
 - Circuit disconnection
 - ET Tube cuff leak

◦ Low Exhaled Minute Ventilation Alarm

- Set at 2 L/min or 10%–15% below average minute volume
- Causes
 - System leak
 - Circuit disconnection

Initiation of Mechanical Ventilation

- **High Inspiratory Pressure Alarm**
 - Set 10 – 15 cm H₂O above PIP
 - **Common causes:**
 - Water in circuit
 - Kinking or biting of ET Tube
 - Secretions in the airway
 - Bronchospasm
 - Tension pneumothorax
 - Decrease in lung compliance
 - Increase in airway resistance
 - Coughing

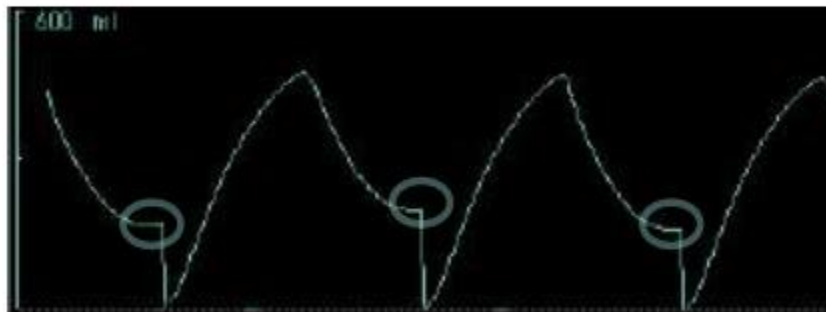
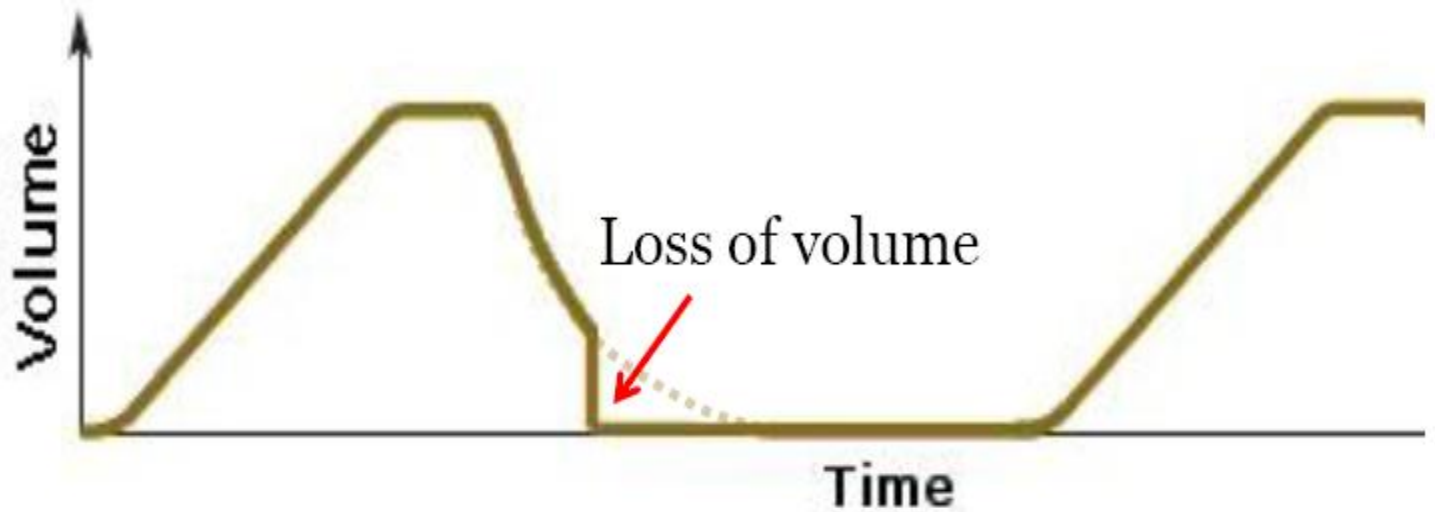
Initiation of Mechanical Ventilation

- Low Inspiratory Pressure Alarm
 - Set 10 – 15 cm H₂O below observed PIP
 - Causes
 - System leak
 - Circuit disconnection
 - ET Tube cuff leak
- High/Low PEEP/CPAP Alarm (baseline alarm)
 - High: Set 3–5 cm H₂O above PEEP
 - Circuit or exhalation manifold obstruction
 - Auto – PEEP
 - Low: Set 2–5 cm H₂O below PEEP
 - Circuit disconnect

Initiation of Mechanical Ventilation

- **Apnea Alarm**
 - Set with a 15 – 20 second time delay
 - In some ventilators, this triggers an apnea ventilation mode
- **Apnea Ventilation Settings**
 - Provide full ventilatory support if the patient become apneic
 - VT 8 – 12 mL/kg ideal body weight
 - Rate 10 – 12 breaths/min
 - FiO₂ 100%

Air-Trapping or Leak

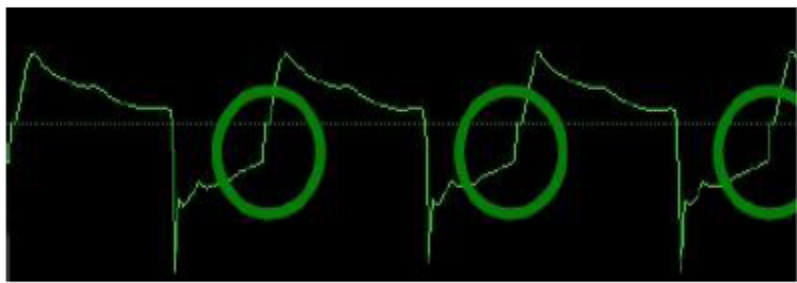
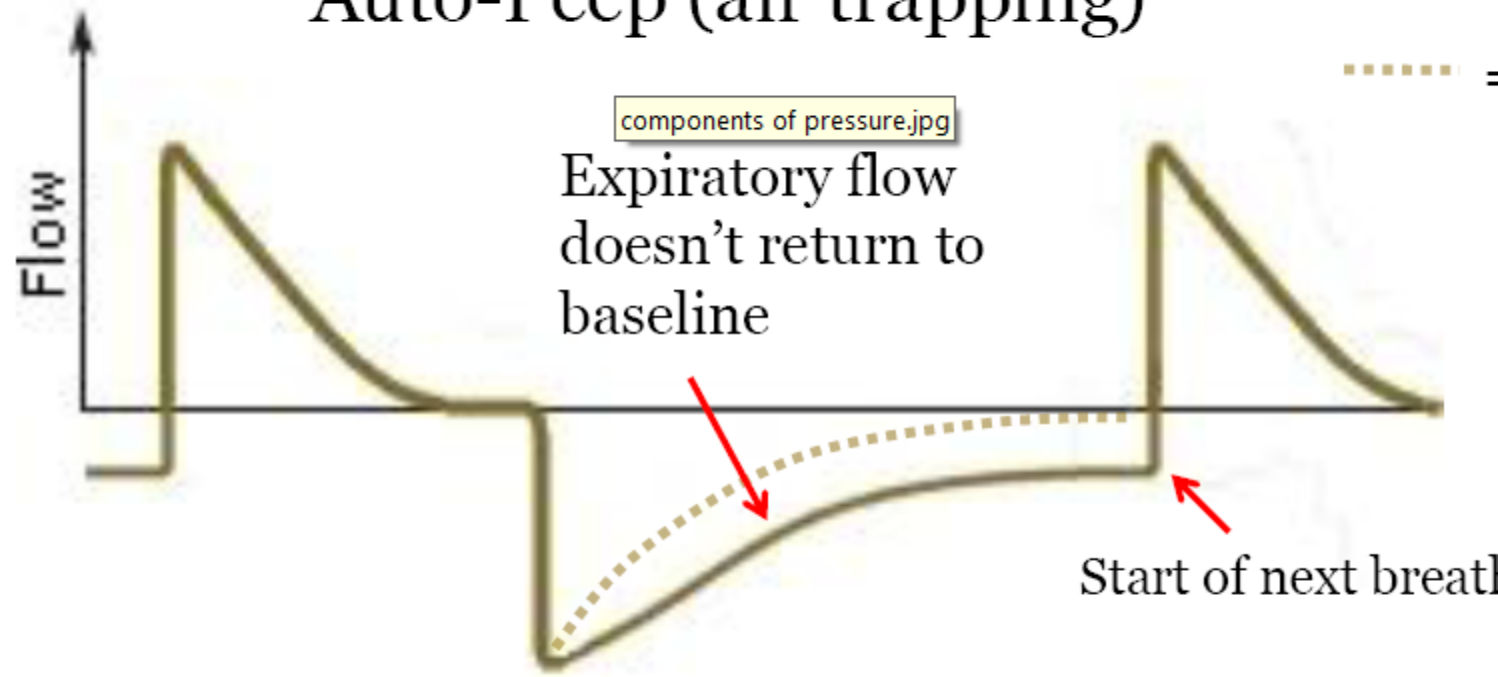


- If the exhalation side of the waveform doesn't return to baseline, it's from air-trapping or there could be a leak (ET tube, vent circuit, chest)

Flow Waveform



Auto-Peep (air trapping)

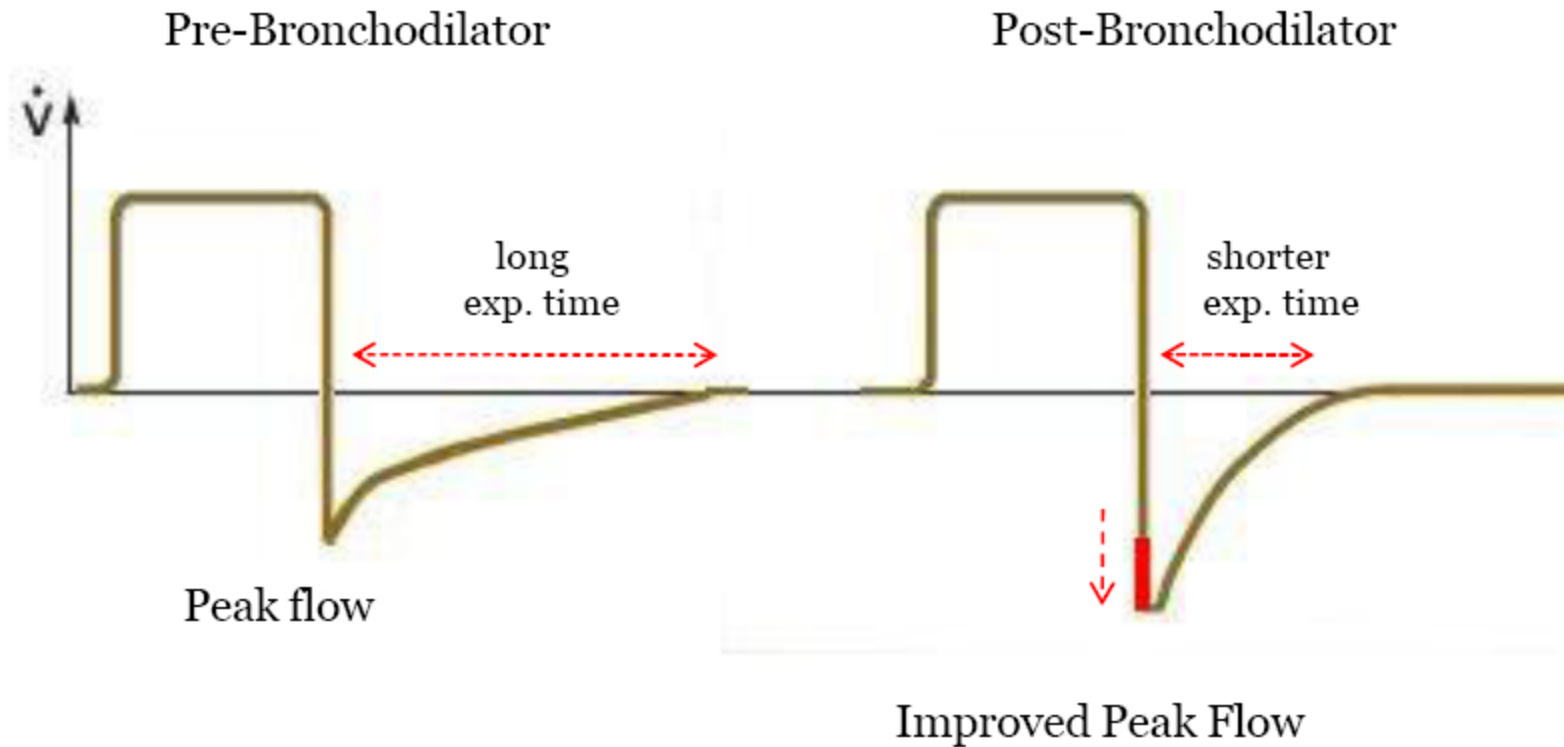


•If the expiratory portion of the waveform doesn't return to baseline before

Flow Waveform



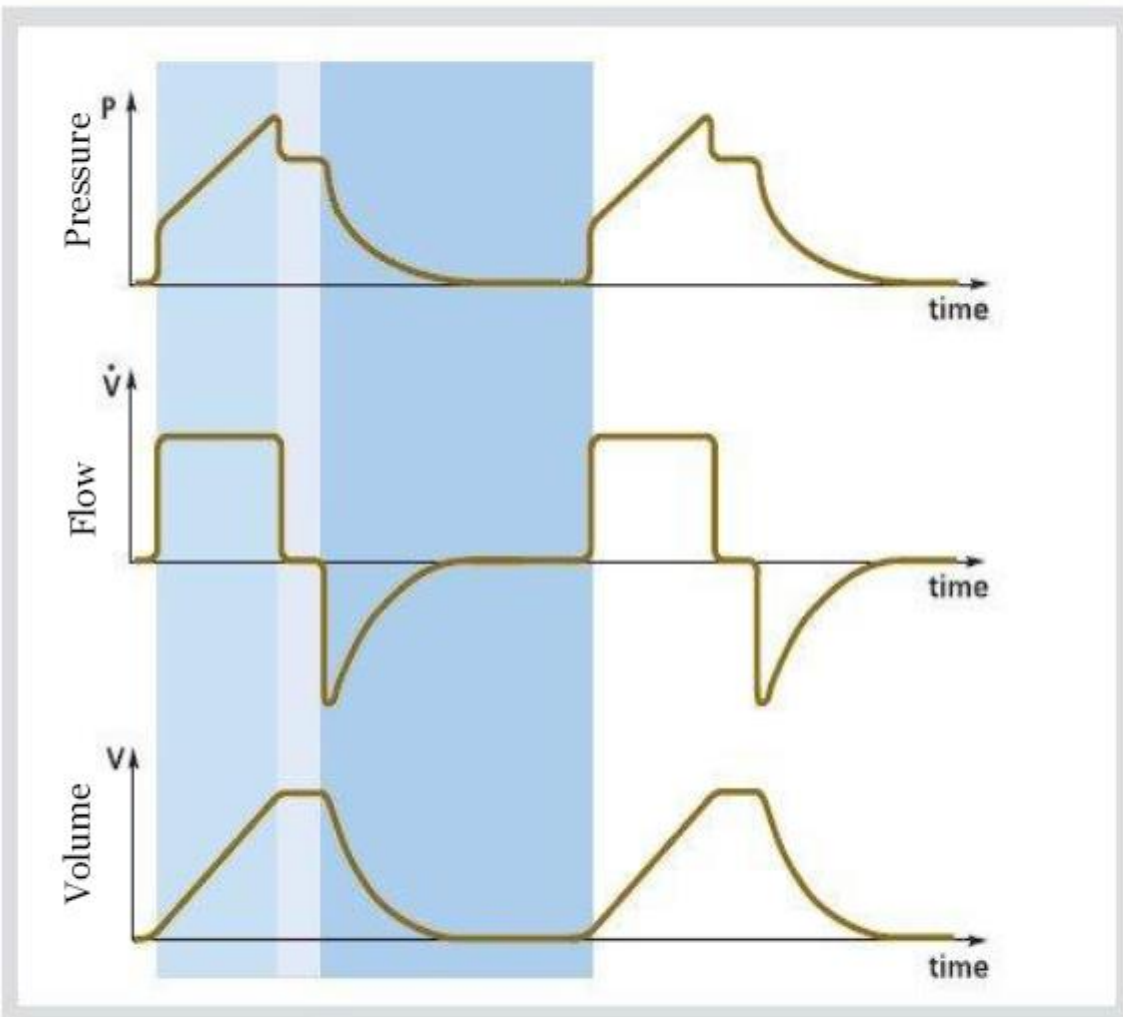
Bronchodilator Response



- To assess response to bronchodilator therapy, you should see an increase in expiratory flow rate.

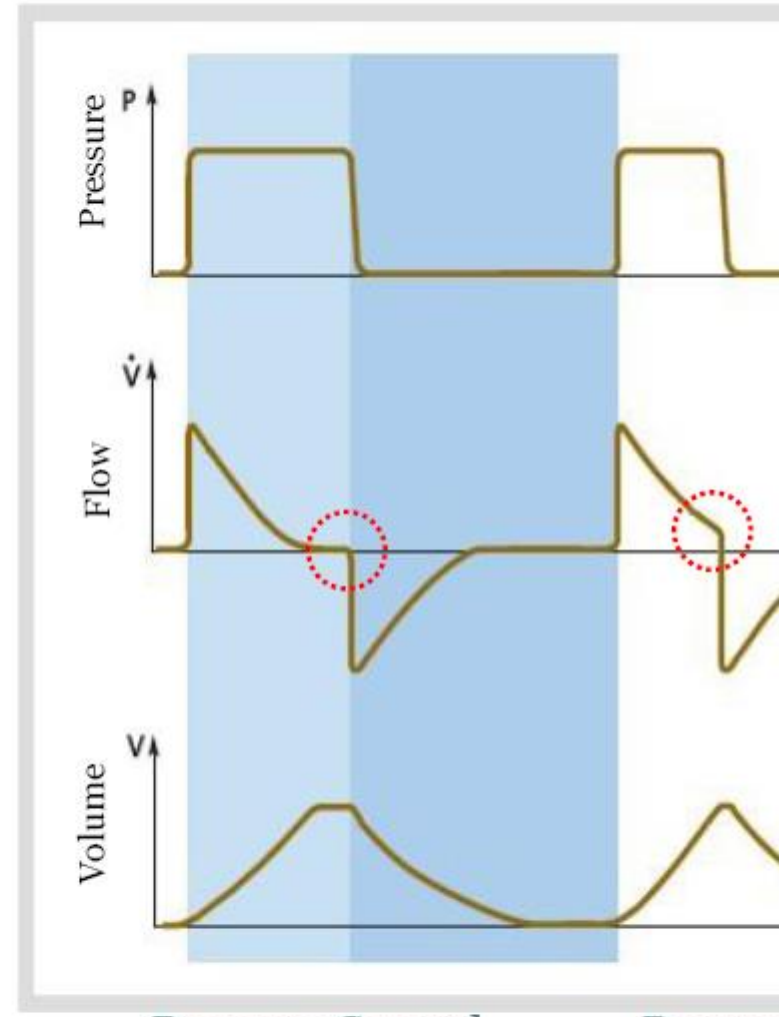
Types of Waveforms

Volume Modes



Volume Control
SIMV (Vol. Control)

Pressure Modes



Pressure Control
PRVC
SIMV (PRVC)
SIMV (Press. Control)

Types of Waveforms



•The area of no flow indicated by the red line is known as a “zero-flow state”