

Ventilação Mecânica



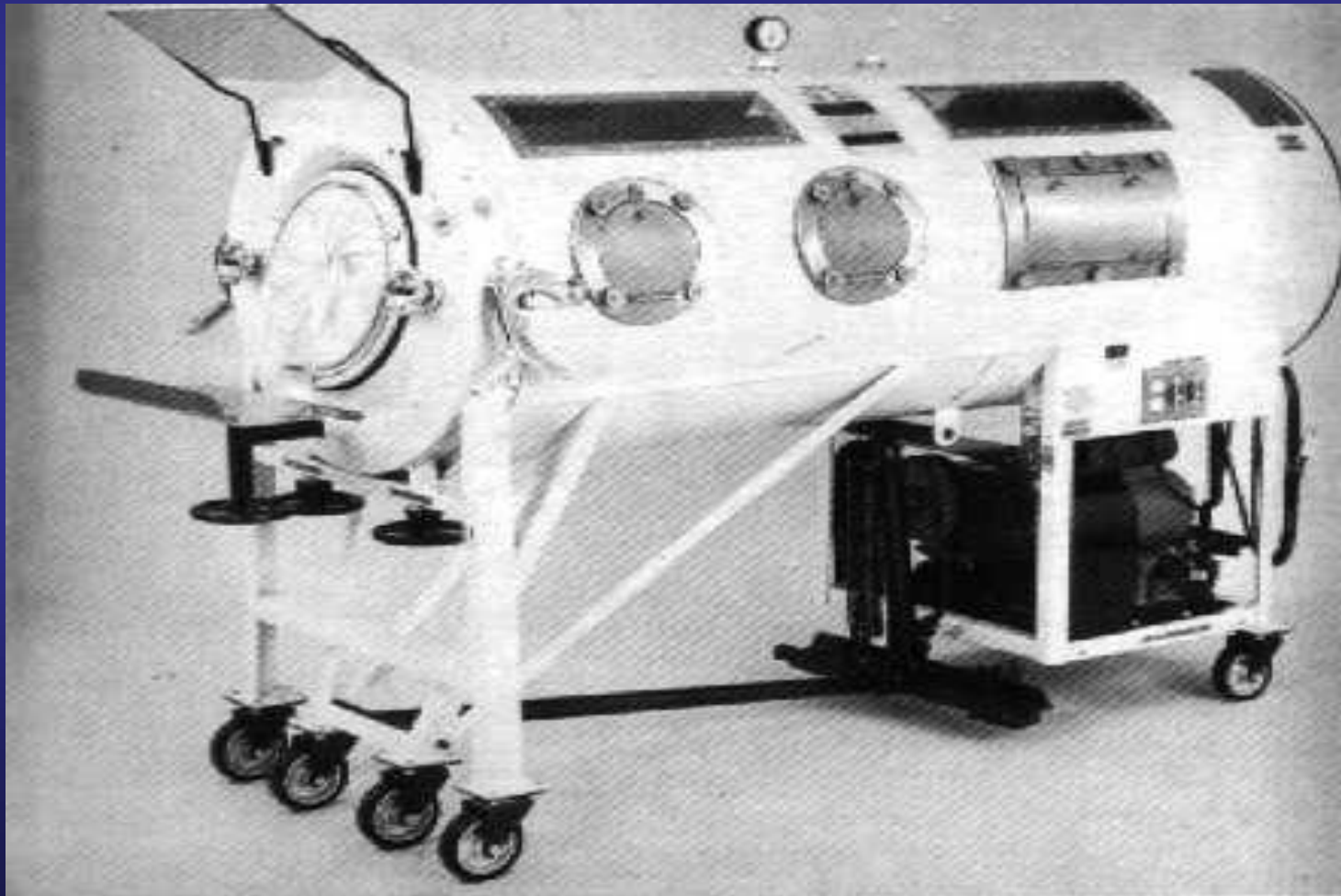
Ft. Ms. Viviane S. Augusto

Histórico da Ventilação Mecânica

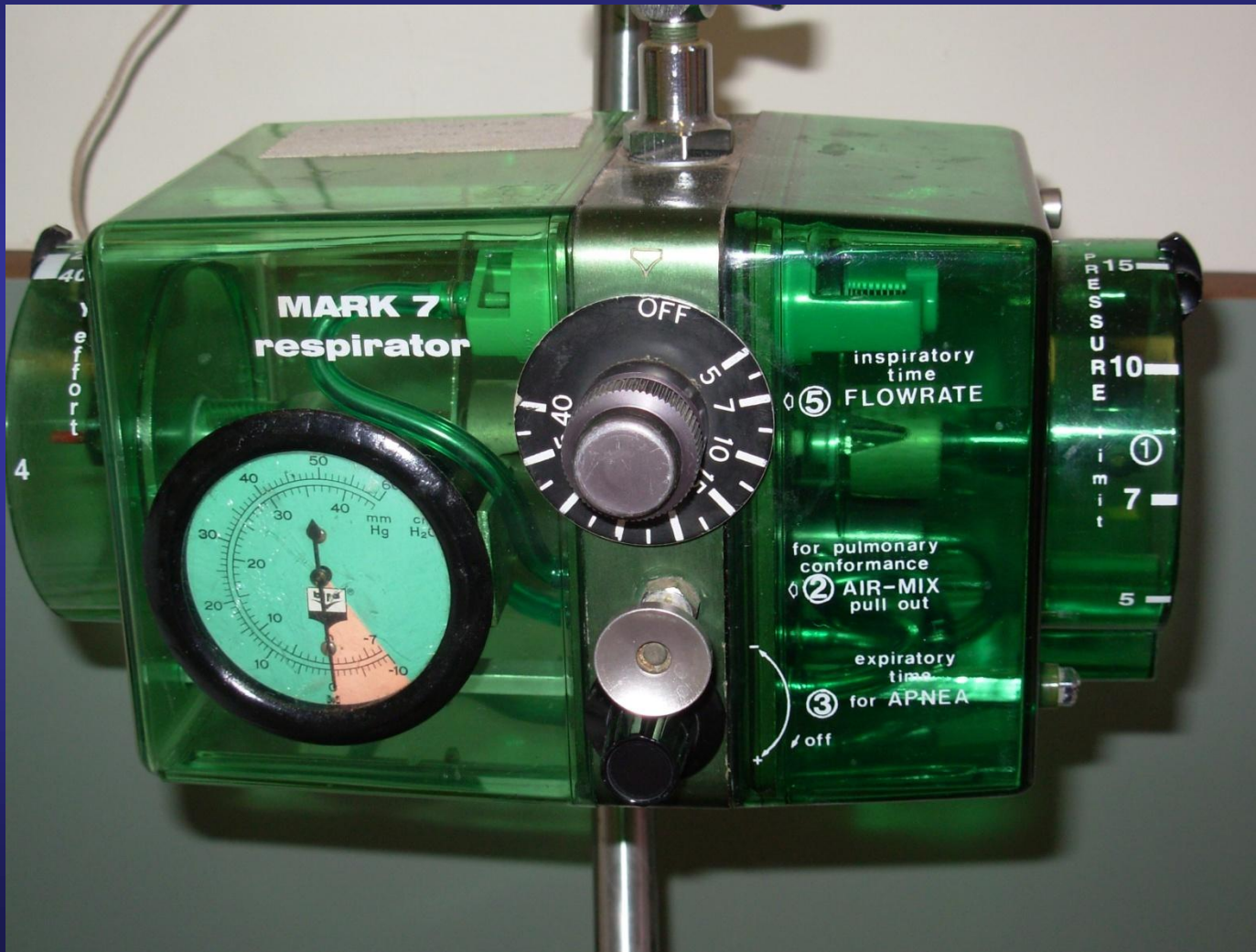


- **1920: Cecil e Philip Drinker : “pulmões de aço”**
- **1942 a 1945 Motley et al.: ventiladores automáticos ciclados a pressão Bird Mark 7.**
- **1967: ventilação controlados eletronicamente**
- **1970: ventiladores controlados a pressão e a volume com limite de pressão.**
- **1980: ventiladores microprocessados.**

Histórico da Ventilação Mecânica



Histórico da Ventilação Mecânica



Histórico da Ventilação Mecânica



Conceito



VM ou suporte ventilatório consiste em um método de suporte para o tratamento de pacientes com IRpa ou crônica agudizada.

Objetivo

Correção da hipoxemia e acidose respiratória

Aliviar o trabalho respiratório

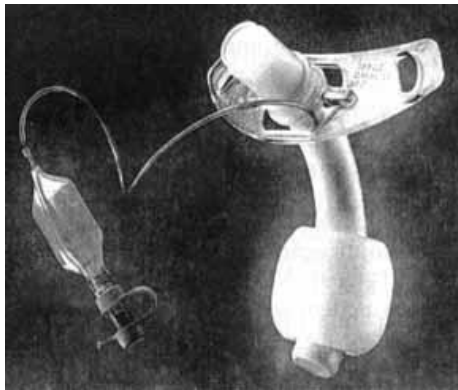
Reverter ou evitar a fadiga respiratória

↓ o consumo de O₂

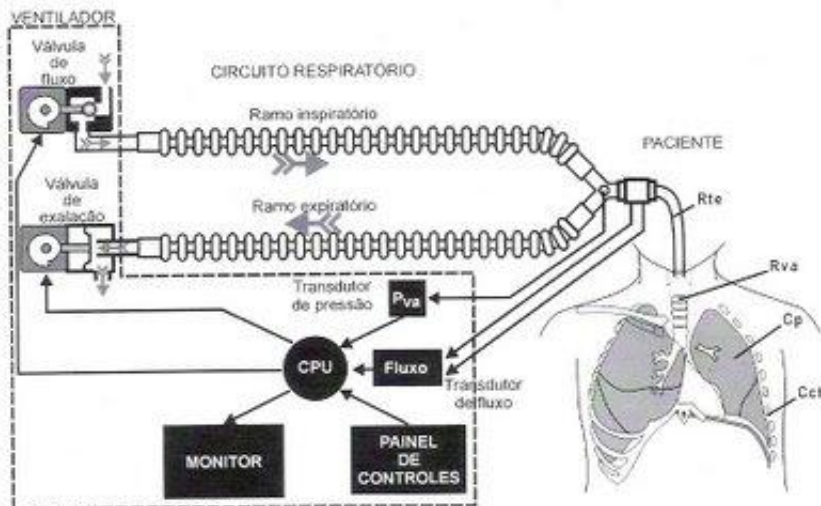
Classificação



- **VMI: prótese na via aérea**
- **VMNI: máscara como interface entre pcte e respirador**



Princípios



- Movimento do gás para dentro dos pulmões ocorre devido à geração de pressão entre as VAS e alvéolo, conseguido por um equipamento que \downarrow a P_{alv} ou $q \uparrow$ a PVA proximal
- Controle: FiO_2 , fluxo, forma de onda do fluxo, FR (T_i , T_e , Fluxo), VC, P_i , sensibilidade.

Indicações



- Reanimação após PCR
- Hipoventilação e apnéia
- IRpa
- Falência mecânica do aparelho respiratório
- Prevenção de complicações respiratórias
- Redução do trabalho respiratório e fadiga muscular

Situações clínicas em q o pcte desenvolve IR, sendo, dessa forma, incapaz de manter valores adequados de O_2 e CO_2 sg determinando um $[(PA-a)O_2]$ e PaO_2/FiO_2 alterados.



Parâmetros que podem indicar a necessidade de suporte ventilatório.

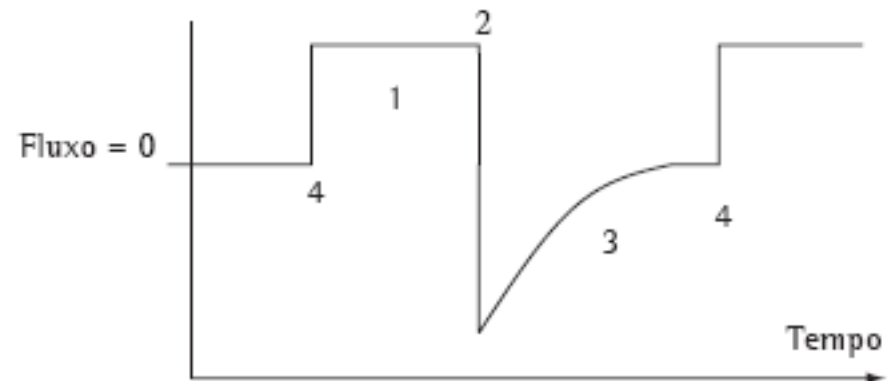
Parâmetros	Normal	Considerar VM
Frequência respiratória	12-20	>35
Volume corrente (mL/kg)	5-8	<5
Capacidade Vital (mL/kg)	65-75	<50
Volume minuto (L/min)	5-6	>10
Pressão inspiratória máxima (cmH ₂ O)	80-120	>-25
Pressão expiratória máxima (cmH ₂ O)	80-100	<+25
Espaço morto (%)	25-40	>60
PaCO ₂ (mmHg)	35-45	>50
PaO ₂ (mmHg) (FiO ₂ = 0,21)	>75	<50
P(A-a)O ₂ (FiO ₂ = 1,0)	25-80	>350
PaO ₂ /FiO ₂	>300	<200

Ciclo Ventilatório



- **1- Fase inspiratória:** conforme as propriedades elásticas e resistivas do SR.
- **2- Mudança de fase:** (ciclagem: tempo, fluxo, volume ou pressão)
- **3- Fase expiratória:** fechamento da válvula insp e abertura da exp permitindo que a pressão do SR equilibre-se com a PEEP determinada no ventilador.
- **4- Mudança da fase expiratória para inspiratória (disparo):** abertura da válvula insp.

Curva de fluxo - Ventilação controlada por volume



Fases do ciclo ventilatório.

Análise gráfica durante a VM

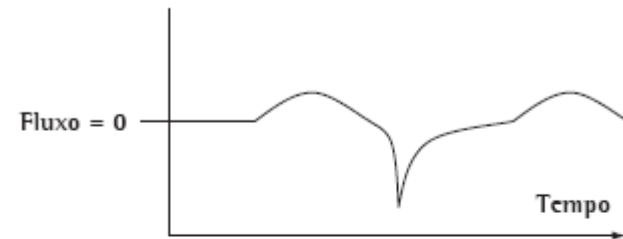


- **Curvas de Fluxo:**

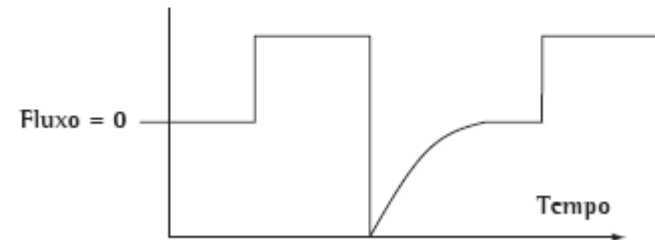
Fluxo inicia-se , no modo controlado, depois de determinado intervalo de tempo (dependente da f ou da I:E) ou da sensibilidade.

Curva de fluxo nos modos espontâneos (pico e duração) são determinados pela demanda do pcte.

Ventilação espontânea



Ventilação controlada por volume



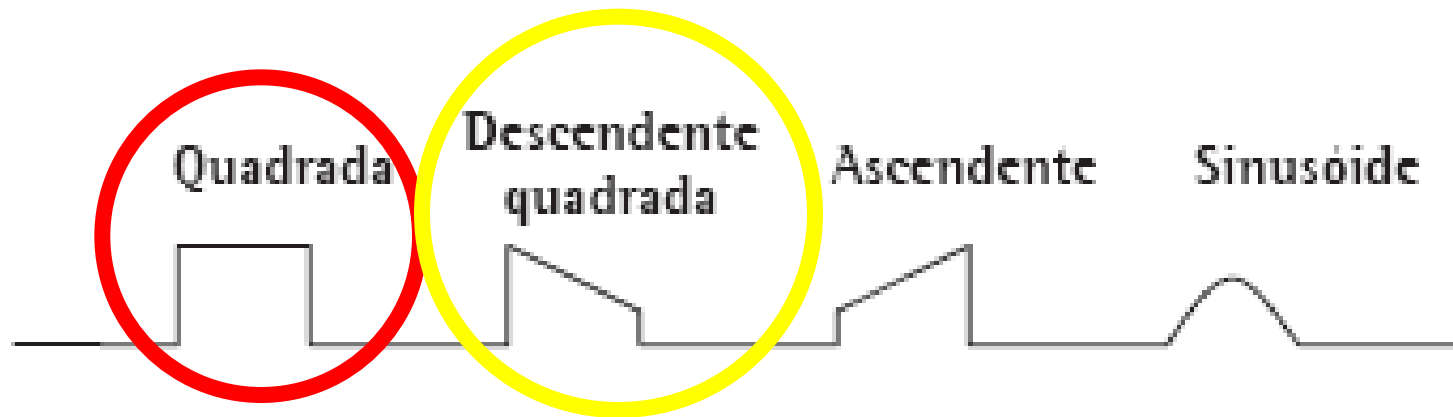
Curvas de fluxo.

Análise gráfica durante a VM



- Formas da curvas de fluxo:

Pode ser modificada diretamente no ventilador ou conforme o modo ventilatório escolhido



Formas da curva de fluxo.

Análise gráfica durante a VM

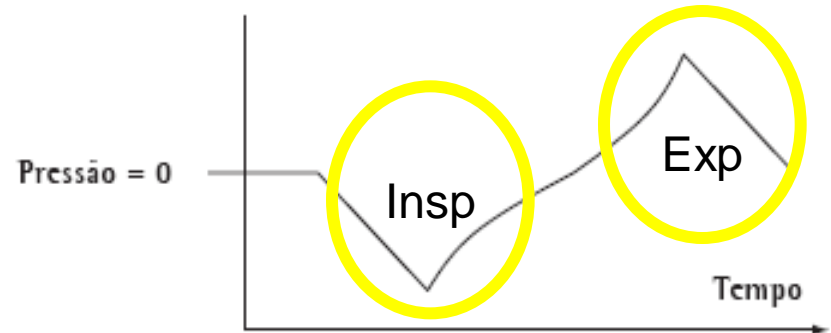


• Curvas de Pressão:

Medida pelo ventilador através de um transdutor instalado no Y perto do TOT.

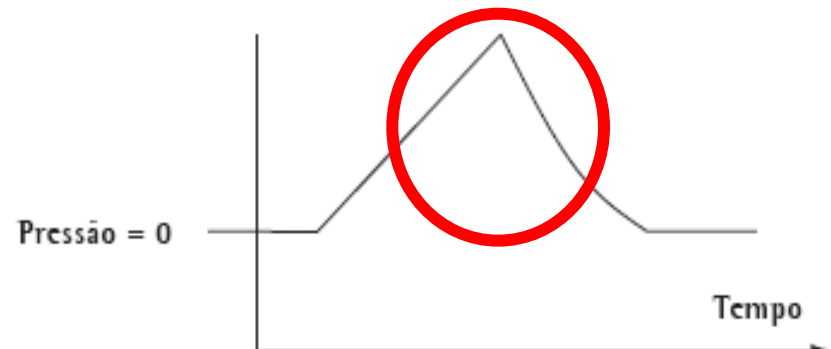
Na vent. assistida e espontânea (PS), a contração da musculatura vai depender da demanda metabólica do pcte (controle neural - drive) → ↓P no circuito e, de acordo c / a sensibilidade ajustada, promove a abertura da válvula gerando pico de fluxo inspiratório, ↑ progressivamente a P no SR do pcte.

Ventilação espontânea



P intratorácica

Ventilação controlada por volume

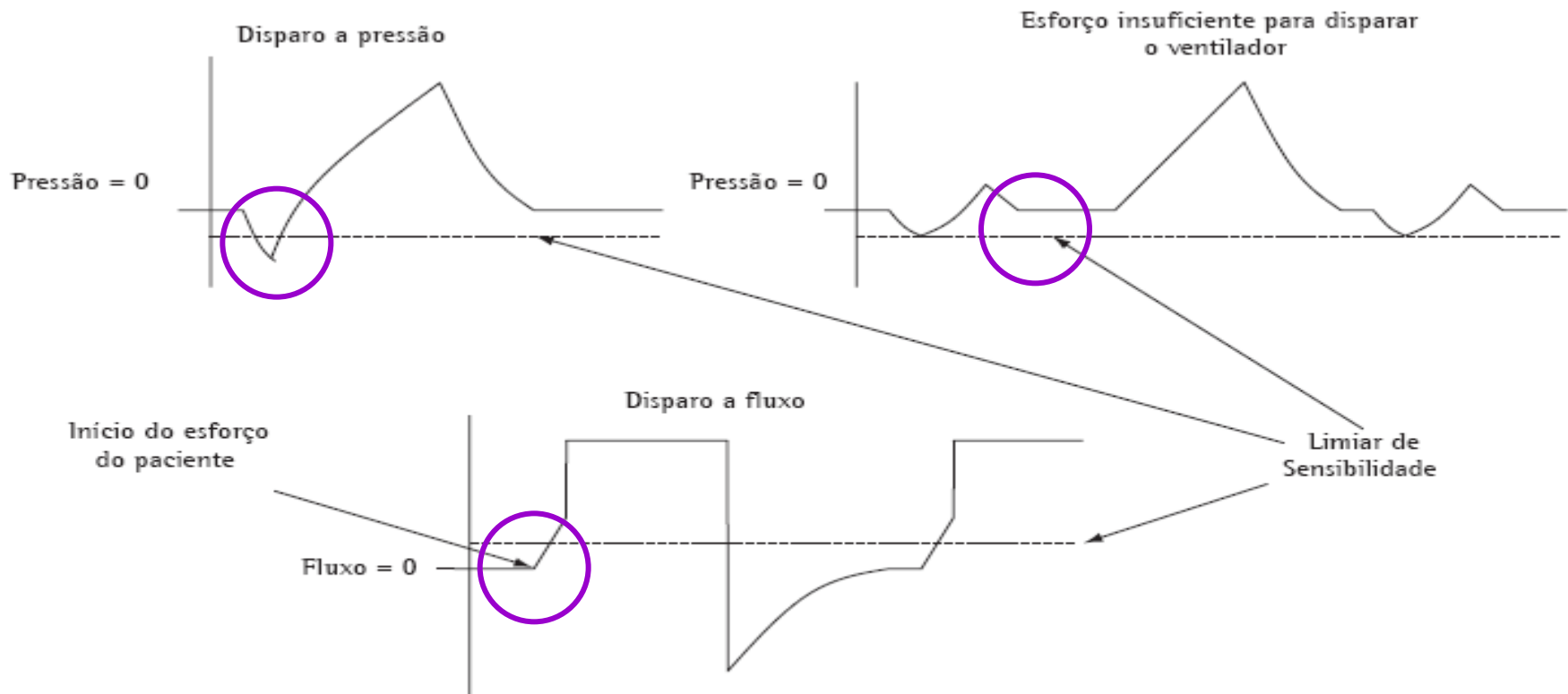


Análise gráfica durante a VM



• Disparo do ventilador

Pré-determinada, deve ser alcançada p / início da inspiração.
Sensor de fluxo ou pressão.

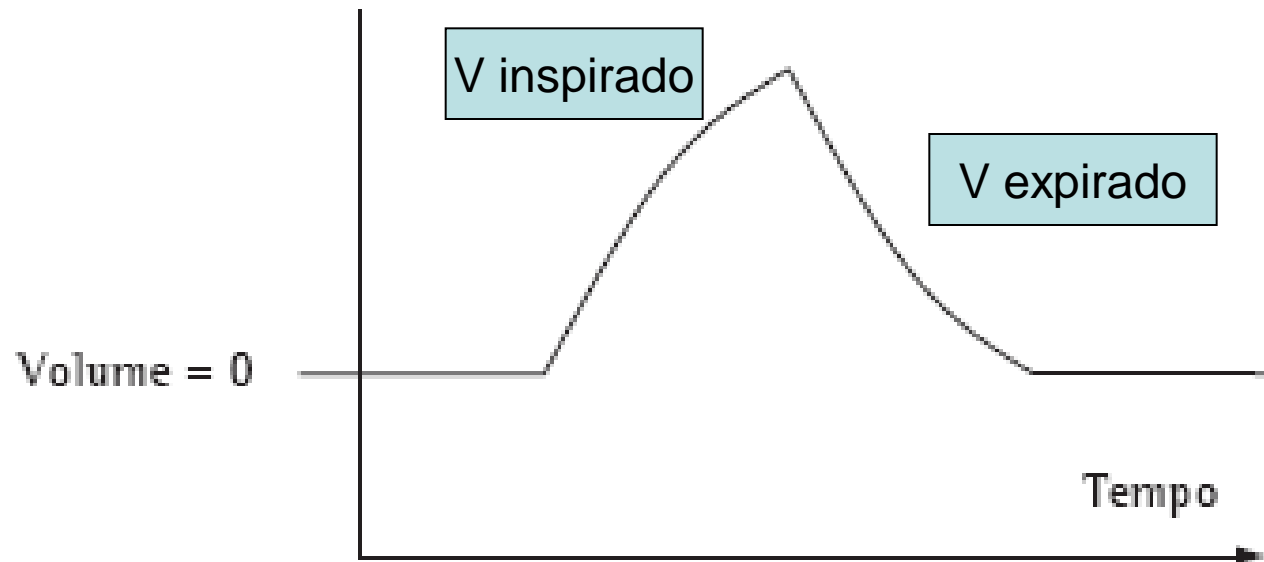


• Disparo do ventilador por pressão e fluxo.

Análise gráfica durante a VM



- **Curvas de Volume:**

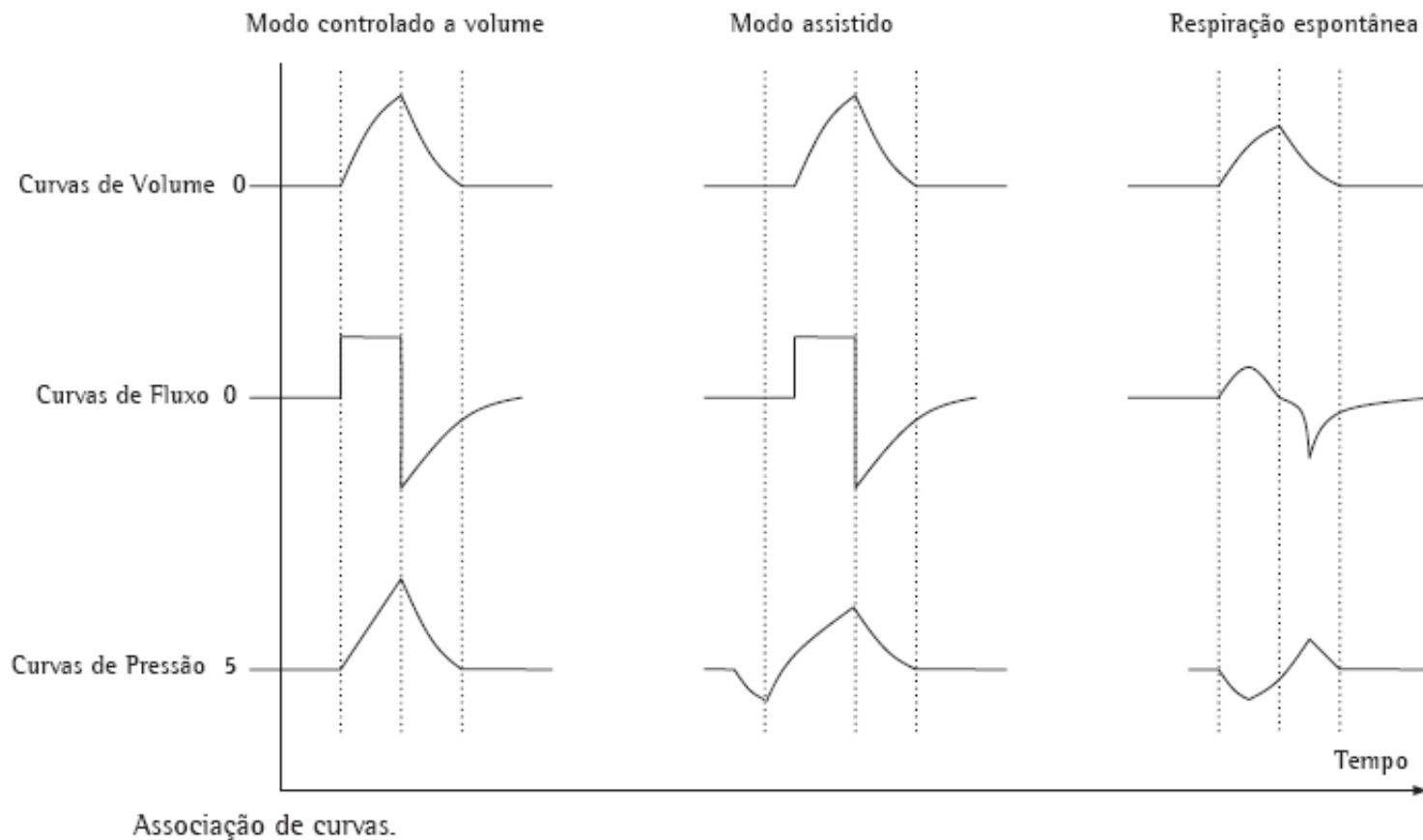


Curva de volume.

Análise gráfica durante a VM



- Associação das curvas de fluxo, pressão e volume em função do tempo:



Modalidades Ventilatórias



Ventilação Controlada:

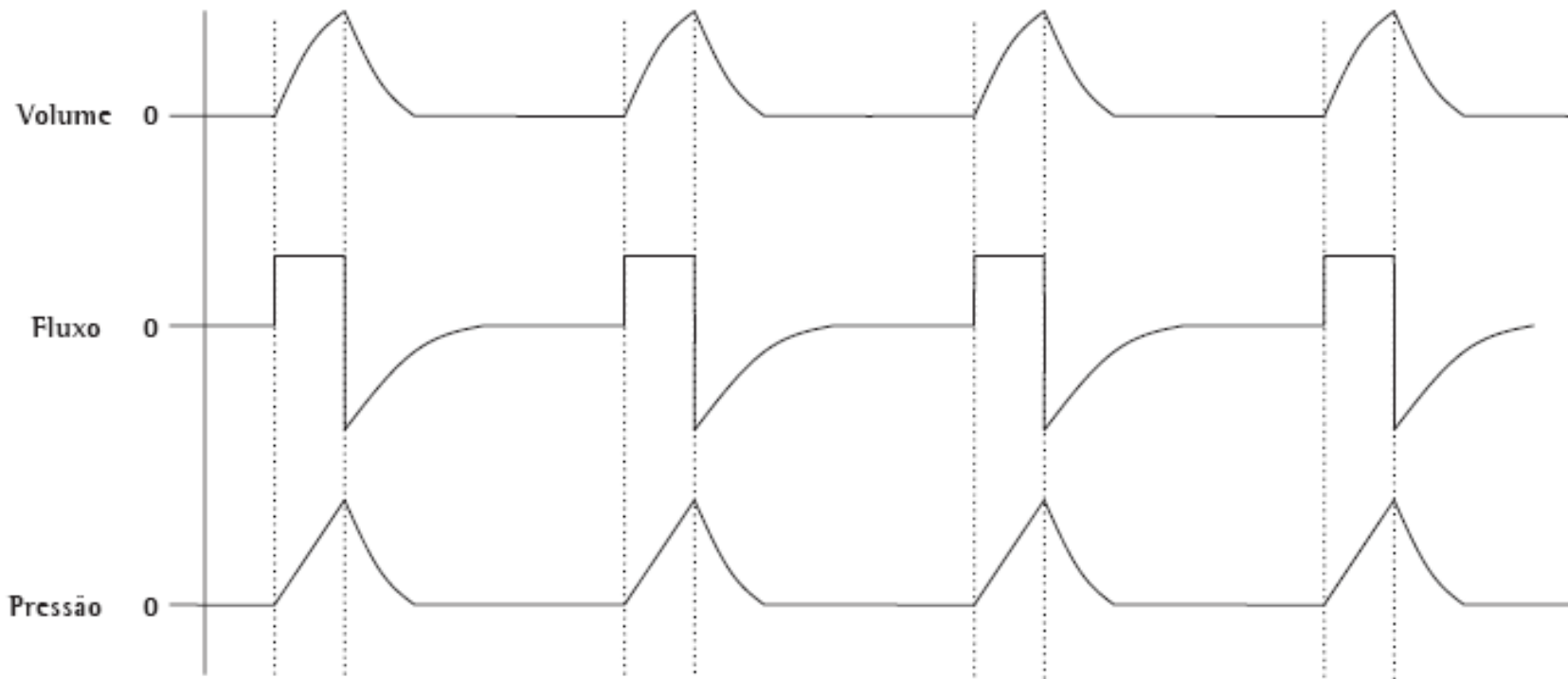
Todos os ciclos ventilatórios são disparados e/ou ciclados pelo respirador.

Disparo ocorre pelo tempo.

Assistido/Controlada:

Disparo ocorre de acordo c/ a P- ou fluxo + realizados pelo pcte.

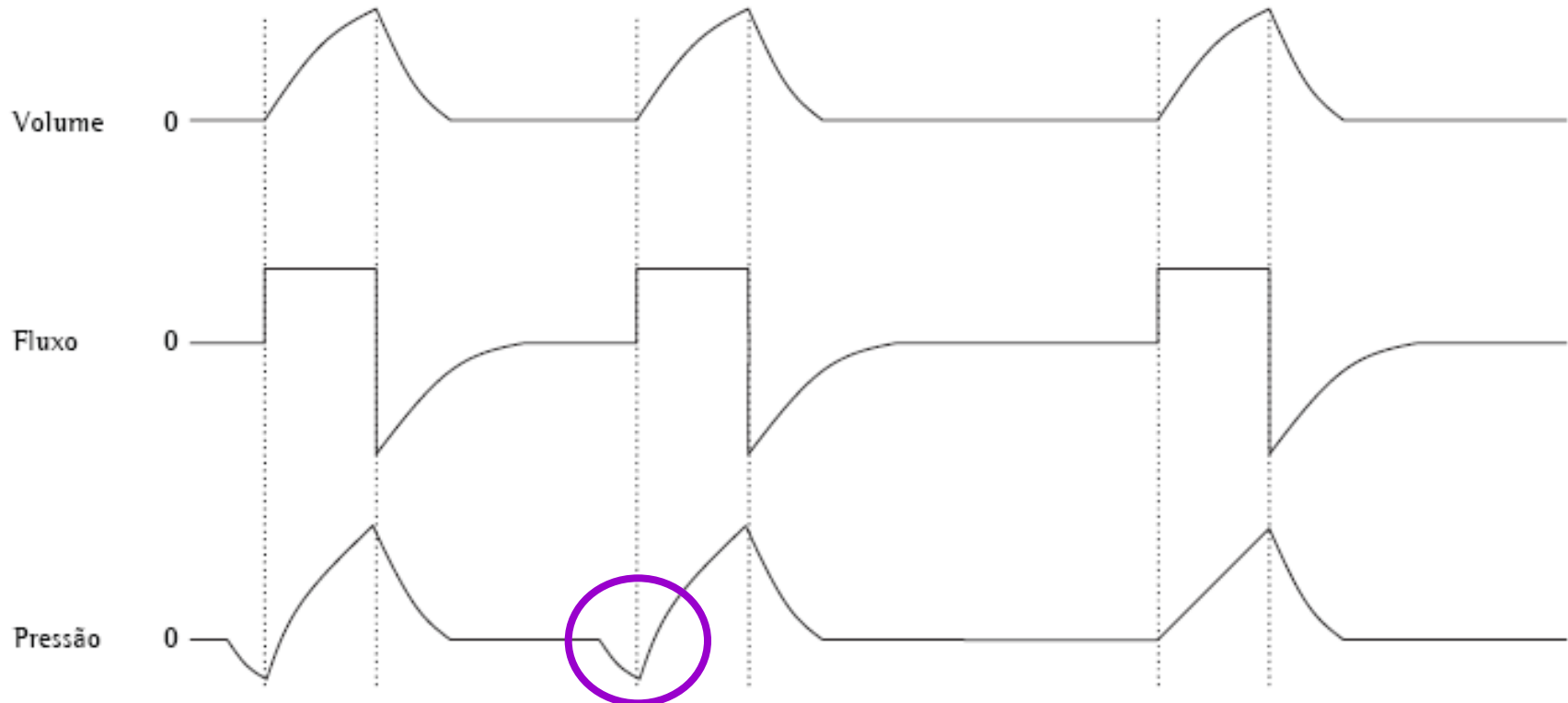
Modalidades Ventilatórias



Ventilação Mecânica Controlada (CMV) limitada a volume.

**Disparo ocorre de acordo com FR estabelecida.
Disparo ocorre exclusivamente pelo tempo.**

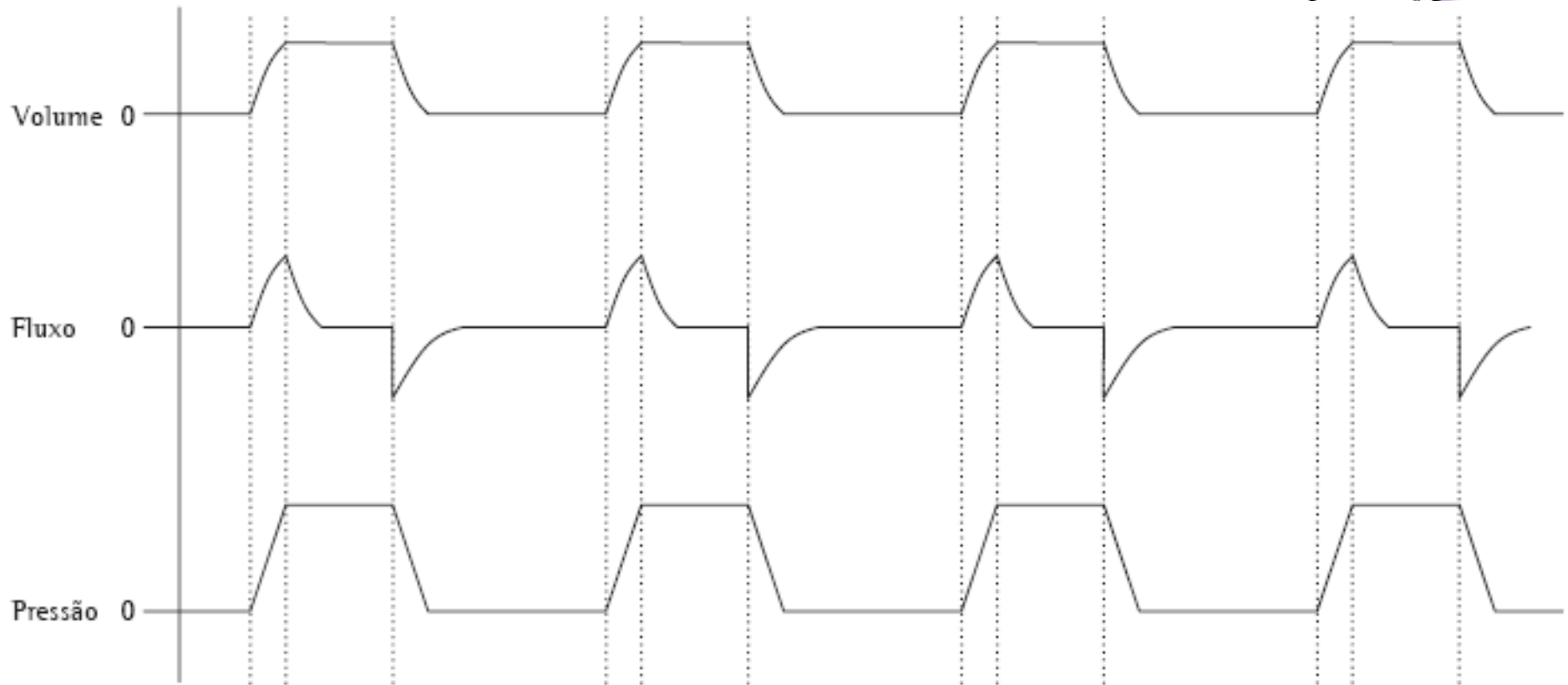
Modalidades Ventilatórias



Ventilação mecânica assistido controlada limitada por volume.

FR pode variar de acordo c/ esforço do pcte.

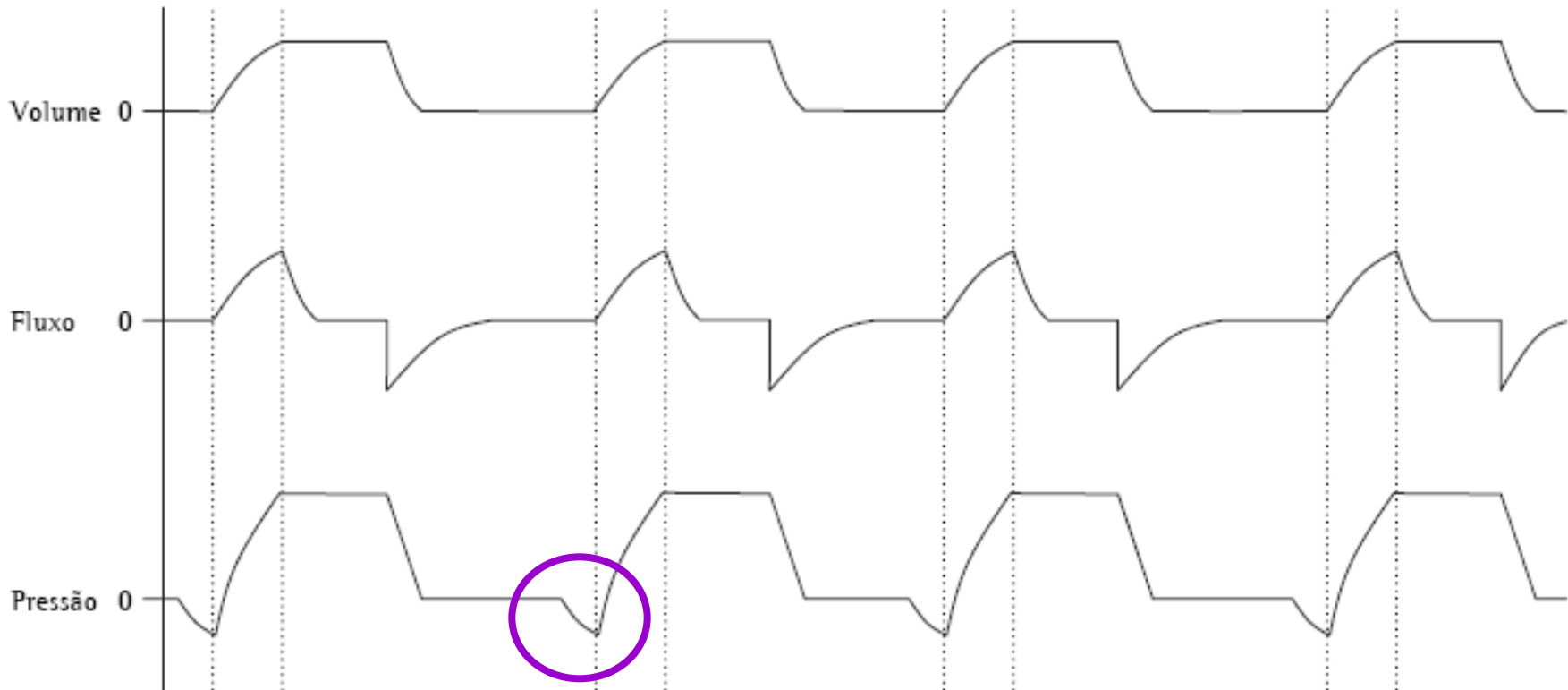
Modalidades Ventilatórias



Ventilação mecânica controlada (CMV) limitada a pressão.

VC depende da P_{insp} pré estabelecida , das condições de impedância do SR e do T_i selecionado.

Modalidades Ventilatórias



Ventilação mecânica assistido - controlada limitada por pressão.

VC passa a depender tbm do esforço do pcte.

Modalidades Ventilatórias



Ventilação Mandatória Intermitente:

Ventilador oferece ciclos mandatórios a uma FR pré-determinada, porém permite q ciclos espontâneos ocorram entre eles.

Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada:

Ventilador permite q o disparo dos ciclos mandatórios ocorra em sincronia c/ P- ou fluxo + realizado pelo pcte.

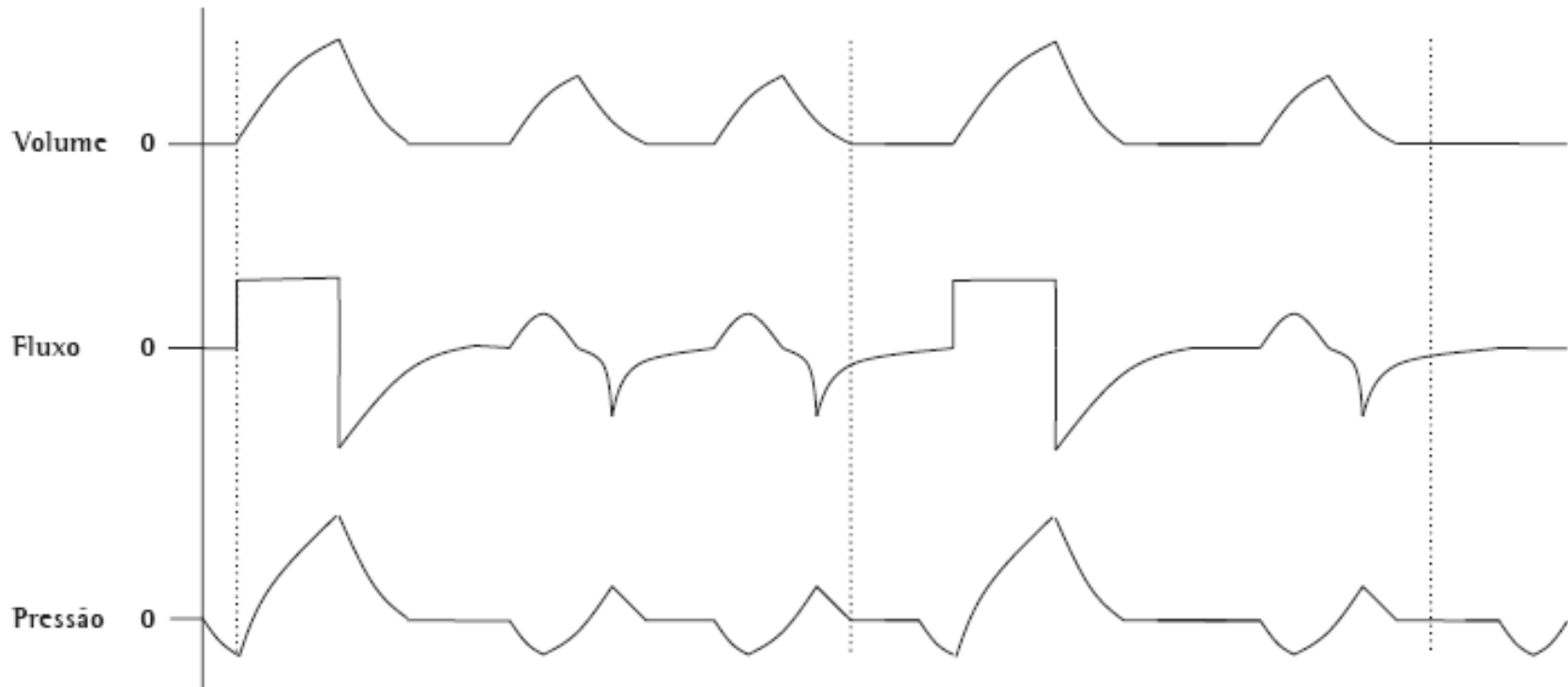
Modalidades Ventilatórias



SIMV c/ vol controlado:

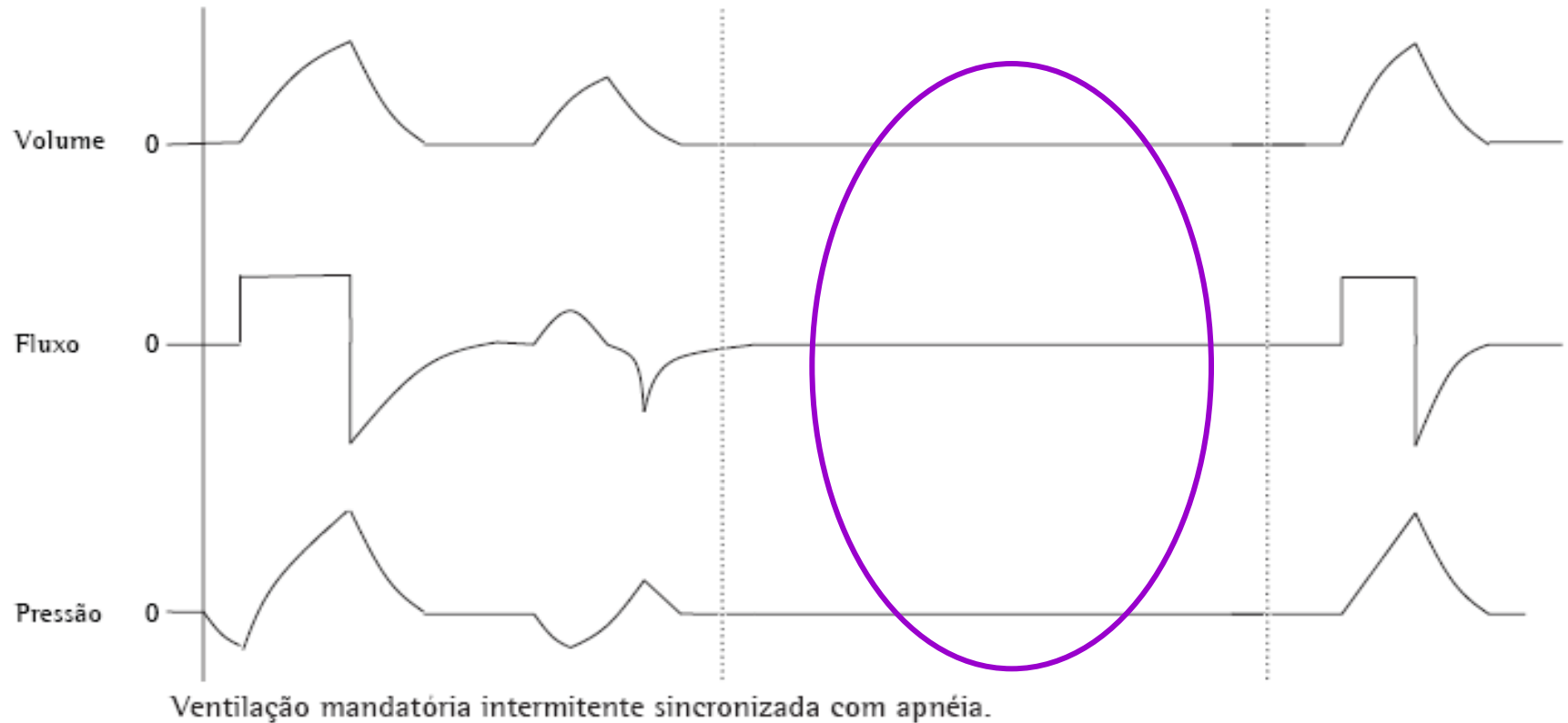
FR, VC, Fluxo insp e sensibilidade – ctes.

Ciclos mandatórios em sincronia c/ o esforço insp do pcte.



Ventilação mandatória intermitente sincronizada.

Modalidades Ventilatórias



SIMV c/ vol controlado:

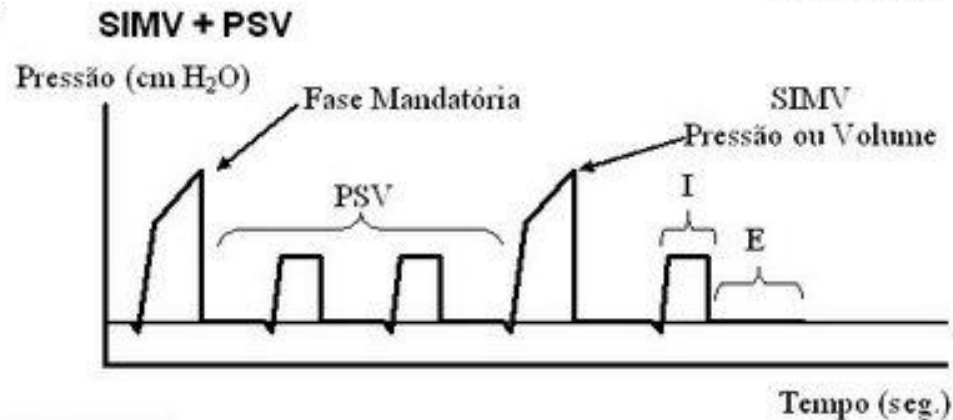
Apnéia: próximo ciclo será disparado por tempo até q retornem as incursões inspiratórias do pcte.

Modalidades Ventilatórias



SIMV c/ P controlada:

Ti ou I:E e P_{insp} e sensibilidade – ctes

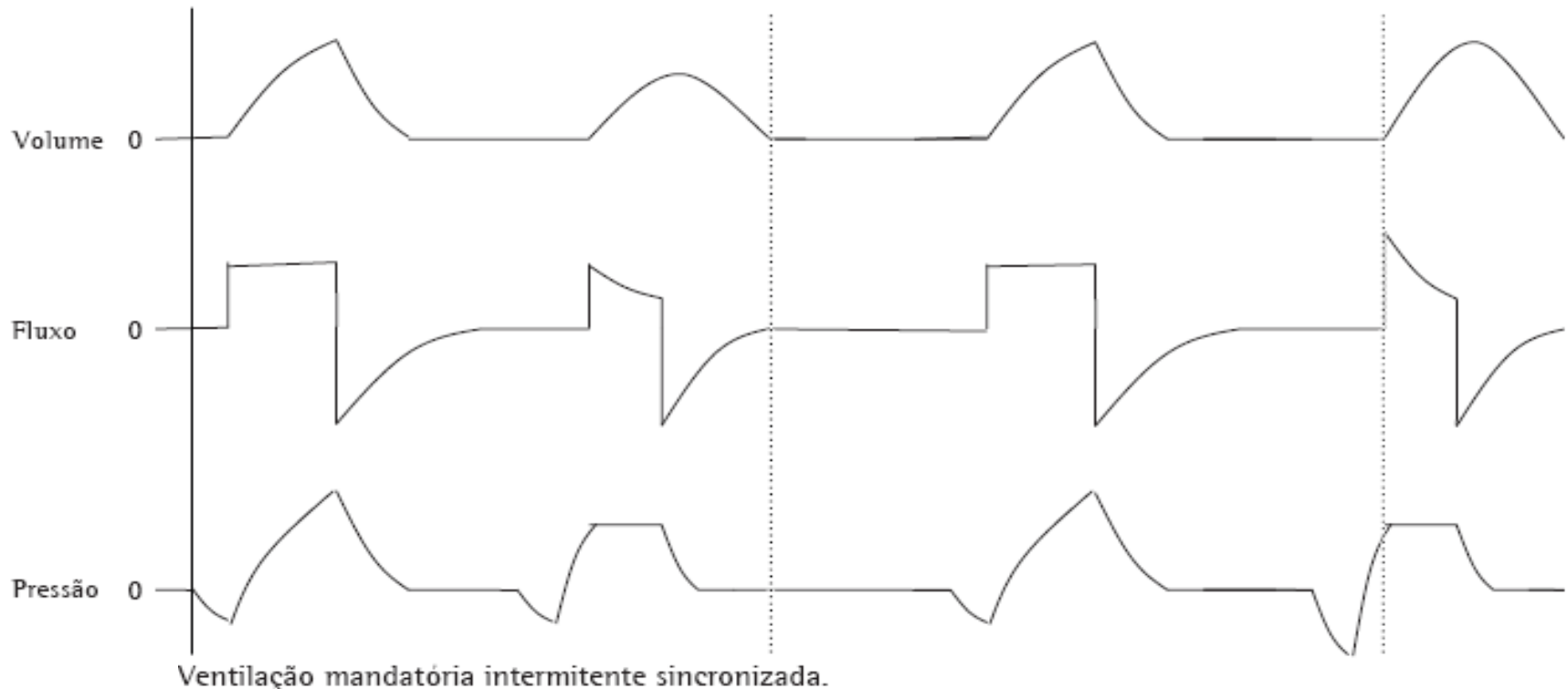


Modalidades Ventilatórias



SIMV c/ P controlada ou Vol controlado associada a ventilação com PS:

Combinação das ventilações mandatórias sincronizadas com ventilações espontâneas assistidas através de P_{insp} pré-estabelecidas (PS).



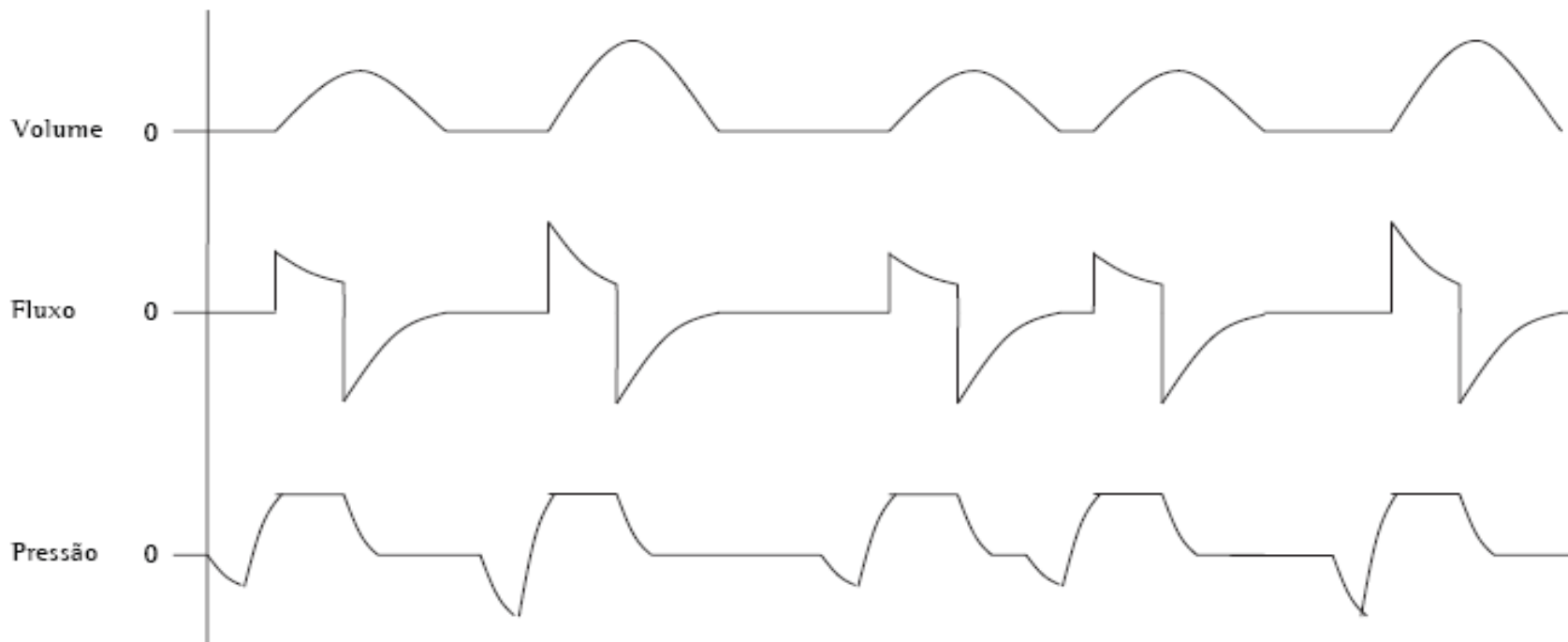
Modalidades Ventilatórias



Ventilação espontânea contínua:

Todos ciclos são disparados e ciclados pelo pcte.

Pode ser assistida pelo ventilador através da PS até q o fluxo insp do pcte reduza-se a 25% do pico de fluxo insp atingido.



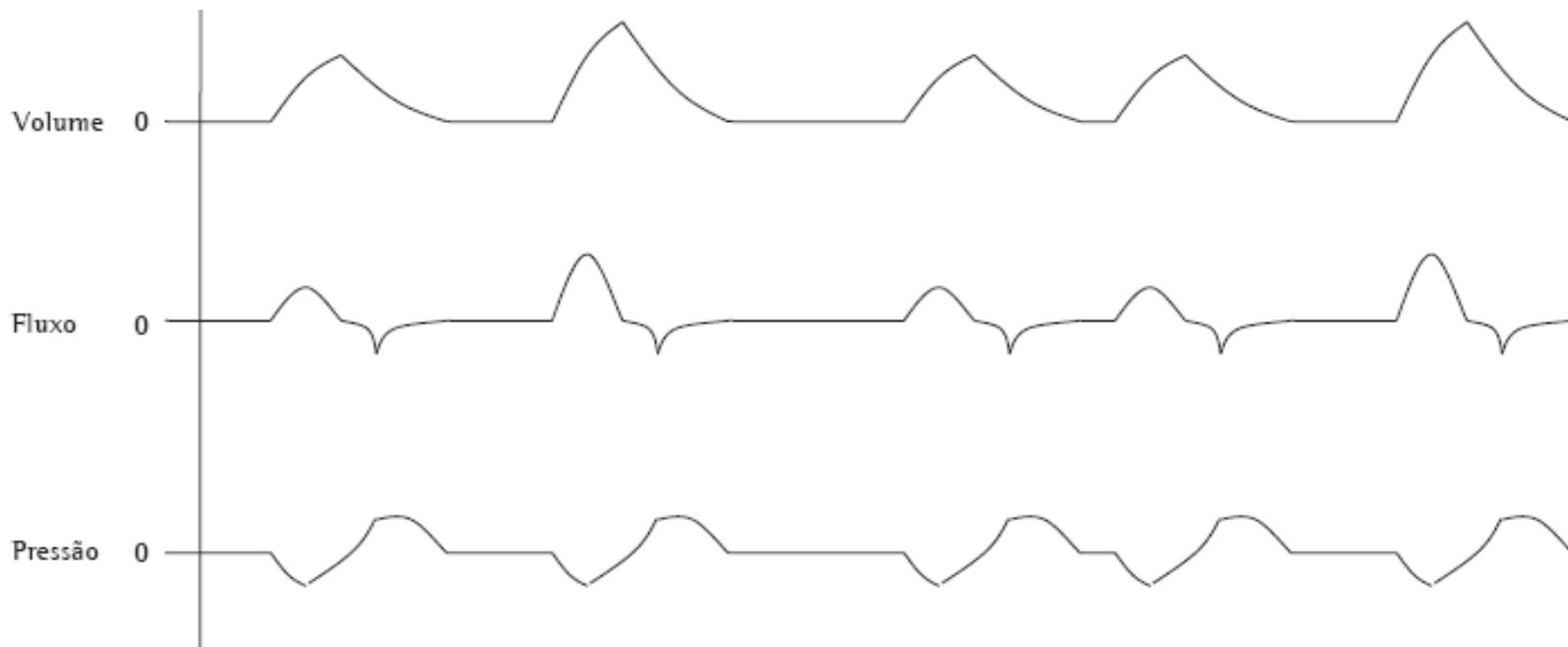
Modalidades Ventilatórias



Ventilação espontânea contínua:

Ventilações espontâneas não assistidas pelo ventilador, q mantém uma P+ contínua durante todo o ciclo respiratório (CPAP).

VC depende do esforço insp do pcte e das condições da mecânica respiratória do pulmão e da parede torácica.



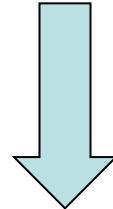
Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP).

Modalidades Ventilatórias



Novas modalidades ventilatórias

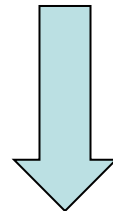
Modos de duplo controle: ventilador é capaz de manter uma variável cte q pode ser controlado baseado no mecanismo de feedback de VC



Garante VC ao mesmo tempo em q o ventilador proporciona ciclos ventilados a P.

Duplo controle em um único ciclo

PS c/ VC garantido (VAPS) : muda do controle de pressão p/ o de volume dentro de um mesmo ciclo



Reduz o trabalho respiratório, melhora sincronia pcte-ventilador
Pode ocorrer elevados níveis de P_{insp} e \uparrow do T_i .

Modalidades Ventilatórias



Duplo controle ciclo a ciclo

Ventilador opera em PS ou PC, sendo q o limite de P \uparrow ou \downarrow p/ manter o VC programado.

Ciclado a tempo e limitado a P \rightarrow VC é o feedback p/ ajuste da P.

Faz cálculo da mecânica respiratória, definindo a P ideal, a cada ciclo o ventilador ajusta o limite de P.

Ventilação mandatória minuto

VM é pré-ajustado \rightarrow pcte respira espontaneamente, e a diferença entre o VM pré-ajustado e o VM pcte é compensada por ciclos mandatórios.

Ajusta automaticamente o suporte ventilatório.

Modalidades Ventilatórias



Ventilação Proporcional Assistida (PAV)

Determina a quantidade de suporte em relação ao esforço do pcte, assistindo a ventilação c/ uma proporcionalidade uniforme entre ventilador e pcte.

Esforço do pcte é q determina a P ventilatória.

Compensação automática do tubo endotraqueal (ATC)

Compensa a resistência do TOT através da P traqueal calculada.

Pode reduzir o aprisionamento de ar na expiração.

Ventilação por liberação de pressão nas vias aéreas (APRV)

Ventilador trabalha em 2 níveis de P (superior p/ inferior)

Pcte s/ drive funciona como PC.

VC depende da mecânica respiratória, do tempo de liberação da P e do esforço do pcte.

Respiradores

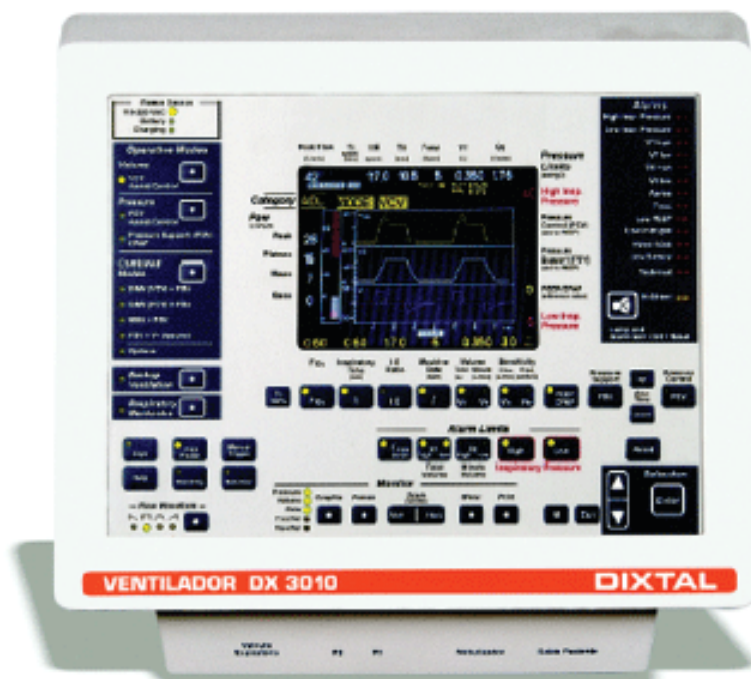


Figura 1 - DX3010 - Fabricante: Dixtal Biomédica Ind. Com. Ltda
www.dixtal.com.br (Brasil).



Figura 2 - Savina - Fabricante: Dräger Medical.
www.draeger-medical.com (Alemanha).

Respiradores



Figura 3 - Evita 2 Dura - Fabricante: Dräger Medical.
www.draeger-medical.com (Alemanha).



Figura 4 - Evita 4 - Fabricante: Dräger Medical.
www.draeger-medical.com (Alemanha).

Respiradores



Figura 5 - Evita XL - Fabricante: Dräger Medical.
www.draeger-medical.com (Alemanha).



Figura 6 - Centiva 5 - Fabricante: GE Healthcare.
www.gehealthcare.com (EUA).

Respiradores



Figura 7 - Centiva Plus - Fabricante: GE Healthcare.
www.gehealthcare.com (EUA).



Figura 8 - Engstrom Carestation - Fabricante: GE Healthcare.
www.gehealthcare.com (EUA).

Respiradores



Figura 9 - Inter 5 - Fabricante: Intermed Equipamento Médico Hospitalar.
www.intermed.com.br (Brasil).



Figura 10 - Inter 5 Plus - Fabricante: Intermed Equipamento Médico Hospitalar.
www.intermed.com.br (Brasil).

Respiradores



Figura 11 - Inter Plus - Fabricante: Intermed Equipamento Médico Hospitalar.
www.intermed.com.br (Brasil).



Figura 12 - Servo² - Fabricante: Maquet Critical Care AB.
www.maquet.com/criticalcare (Suécia).

Respiradores



Figura 13 - Servo[®] universal - Fabricante: Maquet Critical Care AB.

www.maquet.com/criticalcare (Suécia).



Figura 14 - Newport E100m - Fabricante: Newport Medical Instruments.

www.ventilators.com (EUA).

Respiradores

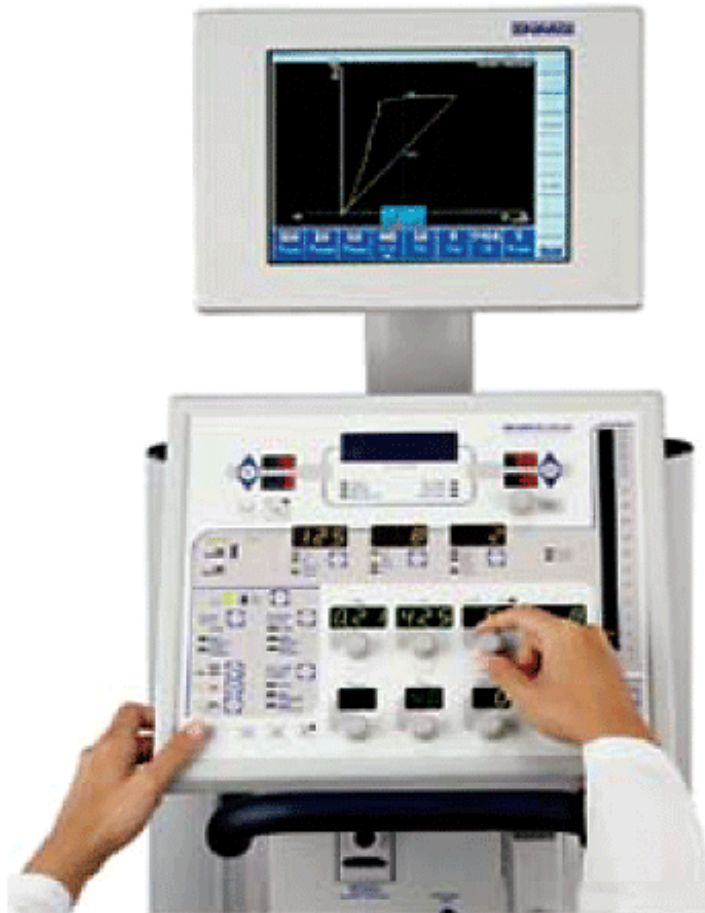


Figura 16 - Newport E500 - Fabricante: Newport Medical Instruments.
www.ventilators.com (EUA).



Figura 20 - VELA - Fabricante: Viasys Healthcare Inc.
www.sensormedics.com (EUA).

Respiradores



Figura 21 - AVEA - Fabricante: Viasys Healthcare Inc.
www.sensormedics.com (EUA).

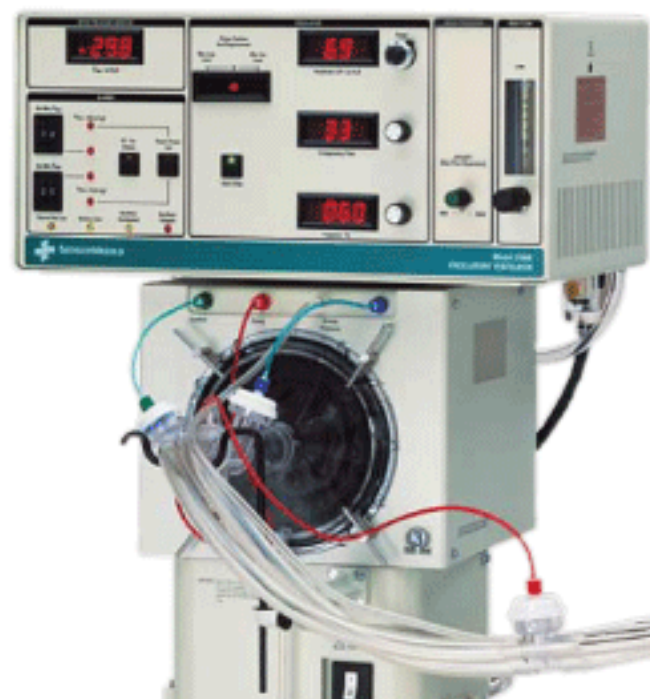


Figura 22 - Sensormedics 3100A - Equipamento oscilatório de alta frequência (HFOV). Fabricante: Viasys Respiratorycare Inc.
www.sensormedics.com (EUA).

Respiradores



Figura 21 - AVEA - Fabricante: Viasys Healthcare Inc.
www.sensormedics.com (EUA).

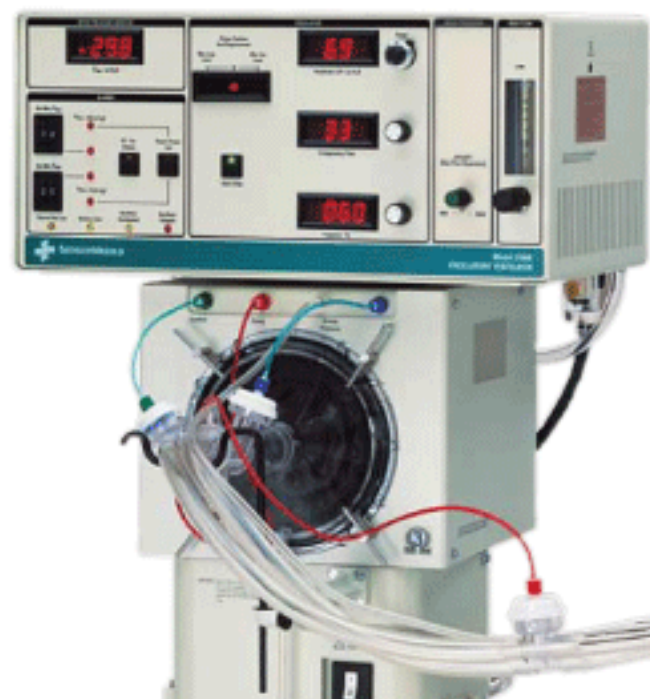


Figura 22 - Sensormedics 3100A - Equipamento oscilatório de alta frequência (HFOV). Fabricante: Viasys Respiratorycare Inc.
www.sensormedics.com (EUA).

Montagem do Respirador



Montagem do Respirador



Montagem do Respirador



Montagem do Respirador



Montagem do Respirador



Montagem do Respirador



Parâmetros e ajustes iniciais na VMI



Parâmetro

Modo Ventilatório

PEEP

FiO₂

Volume minuto

FR

VC

Fluxo inspiratório

Onda de fluxo

Relação I:E

Sensibilidade

Ajuste inicial

Volume controlado

5 cmH₂O

100%

8 a 10 L/min

12 a 14

8 a 10 ml/Kg/ peso ideal

40 a 60 L/min

Desacelerada

1:2

-2 cmH₂O ou 1 a 5 L/min

Repercussões Cardiovasculares da VM



- **Aumento da pressão intratorácica**
- **Aumento da pressão de AD**
- **Diminuição do retorno venoso**
- **Diminuição do débito cardíaco**
- **Diminuição da complacência e VDF de VE**

Repercussões Cardiovasculares da VM



Alteração	Ventilação espontânea	Ventilação mecânica
P intratorácica durante a inspiração	Diminui	Aumenta
Pré carga de VD	Aumenta	Diminui
Pré carga de VE	Aumenta	Diminui

Contra-indicações



Não há contra-indicações absolutas

Observar cuidados como:

Pneumotórax hipertensivo

Barotrauma / volutrauma

Fístula broncopleural

Resistência aumentada

Complicações



Hiperventilação

Hipoventilação

Alteração da função mucociliar

Toxicidade pelo O₂

Estenose e traqueomalácia devido a intubação

Retenção de sódio e água , com diminuição da diurese por aumento da liberação de HAD

Complicações



Infecções pulmonares

Falhas do ventilador

Barotrauma (Pneumomediastino, pneumoperitônio, enfisema subcutâneo)

Volutrauma

Aumento do trabalho respiratório

Distensão gástrica

Complicações



A. Devido ao equipamento:

- 1. Acotevalamento do tubo ou sua conexão**
- 2. Obstrução da luz do tubo por secreções ou corpo estranho**
- 3. Laceração da laringe ou traquéia pelo guia**
- 4. Destruição do revestimento ciliar pela pressão do balonete**
- 5. Irritação por substâncias químicas utilizadas para esterilização dos tubos**

Complicações



DEVIDAS AO MANEJO DO RESPIRADOR

- 1. Falha da máquina**
- 2. Falha dos alarmes**
- 3. Alarme inadvertidamente desligado**
- 4. Nebulização ou umidificação inadequadas**

Complicações







Desmame



Processo de retirada gradual do paciente do suporte ventilatório.

Contra-indicações para desmame

- Anemia**
- Instabilidade hemodinâmica**
- Nível de consciência: glasgow < 9**
- Parâmetros ventilatórios**
- Infecções**
- Força muscular alterada**
- Secreção pulmonar**

Sucesso e Fracasso do Desmame



Manutenção da ventilação espontânea durante pelo menos 48h após a interrupção da ventilação artificial.

Fatores a serem considerados antes da extubação

Fatores	Condição requerida
1. Evento agudo que motivou a VM	Revertido ou controlado
2. Troca gasosa	$\text{PaO}_2 \geq 60$ mmHg com $\text{FIO}_2 \leq 0,40$ e $\text{PEEP} \leq 5$ a 8 cmH ₂ O
3. Avaliação hemodinâmica	Sinais de boa perfusão tecidual, independência de vasopressores (doses baixas e estáveis são toleráveis), ausência de insuficiência coronariana ou arritmias com repercussão hemodinâmica.
4. Capacidade de iniciar esforço inspiratório	Sim
5. Nível de consciência	Paciente desperta ao estímulo sonoro, sem agitação psicomotora
6. Tosse	eficaz
7. Equilíbrio ácido-básico	$\text{pH} \geq 7,30$
8. Balanço Hídrico	Correção de sobrecarga hídrica
9. Eletrólitos séricos (K, Ca, Mg, P)	Valores normais
10. Intervenção cirúrgica próxima	Não

VM = ventilação mecânica; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; P = fósforo

Índices preditivos p/ o sucesso do desmame



Parâmetros recomendados	Valores preditivos de sucesso
VC	$> 5 \text{ ml/Kg}$
FR	$\leq 35 \text{ ipm}$
Pimáx	$\leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$
FR/VC	< 100

Métodos de Desmame



Desmame com Tubo T (30 min a 2h)

Desmame com SIMV + PS

Desmame com CPAP + PS

Desmame com CPAP

Desmame com ATC

Desmame com BiPAP



Ventilação Mecânica não-invasiva

Ventilação mecânica não-invasiva

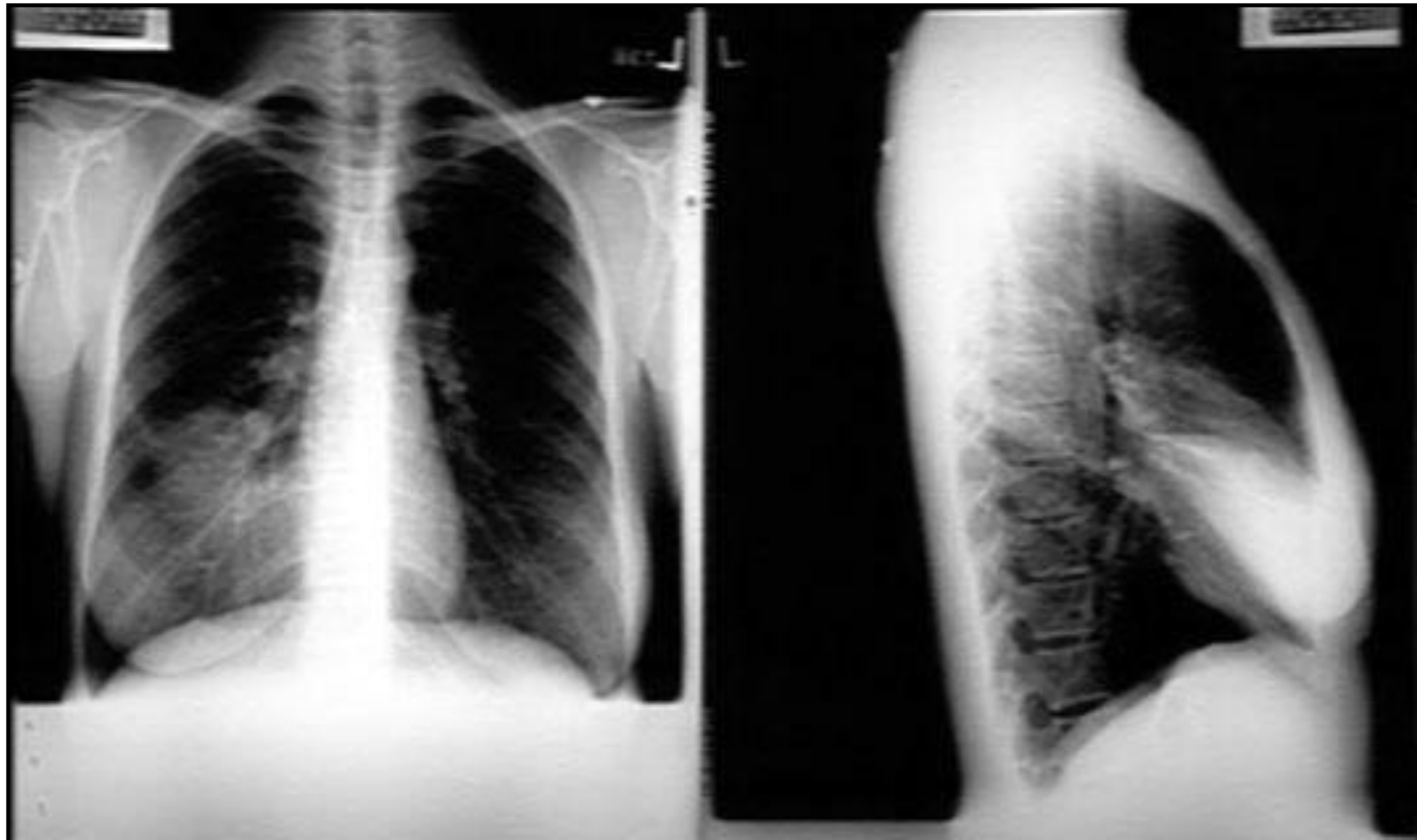


Indicações da VMNI:

- **PNM Intersticiais:** ↓ o trabalho respiratório e melhora as trocas gasosas;
- **Evitar a reintubação:** ↑ a abertura das VAS e ↓ o trab. resp. ;
- **Evitar Atelectasias:** recrutamento alveolar;
- **IRpa:** ↓ o trab. resp. e recruta unidades alveolares



Ventilação mecânica não-invasiva



Pneumonia

Ventilação mecânica não-invasiva



Pneumonia

Ventilação mecânica não-invasiva

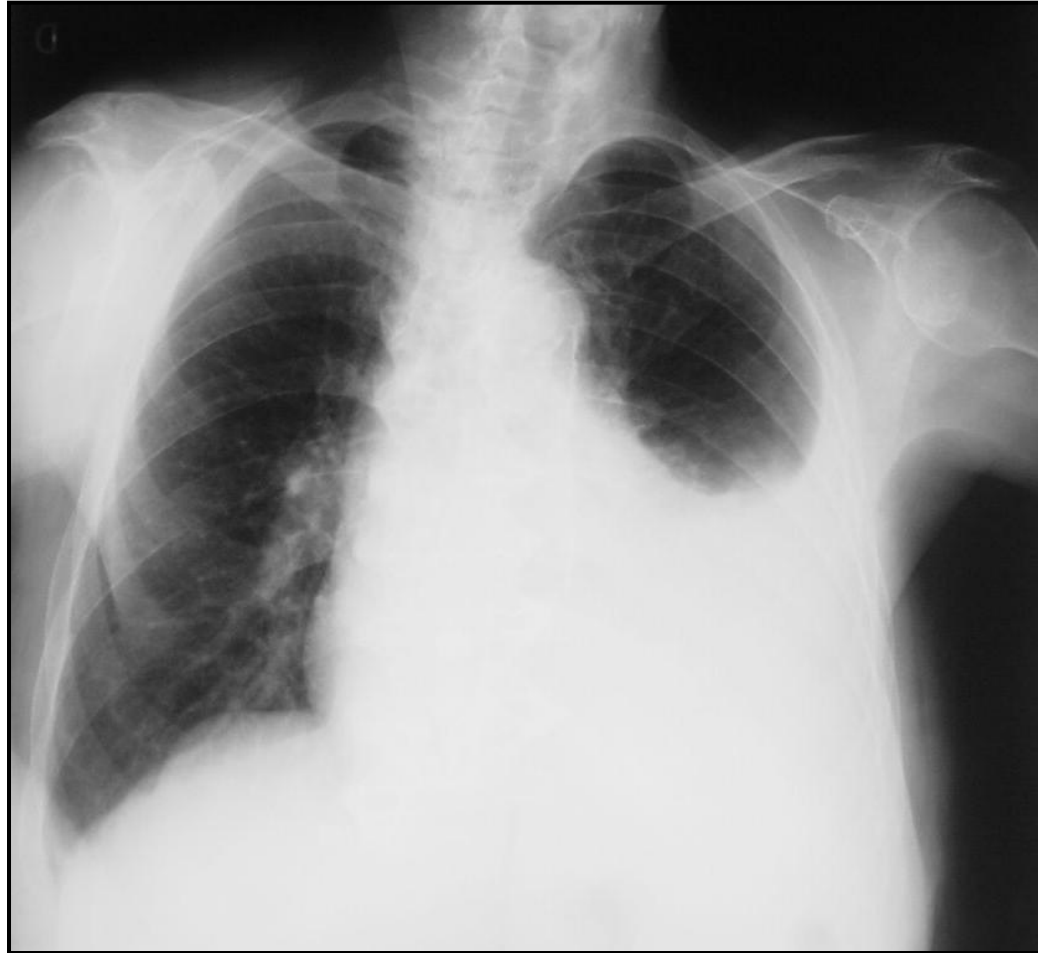


Atelectasia- Lobo médio

Ventilação mecânica não invasiva



**Derrame
Pleural**



Ventilação mecânica não-invasiva



Vantagens da VMNI:

- Preserva fisiologia e função das VAS;
- Fácil aplicação e remoção;
- Mais confortável e ↓ a necessidade de sedação;
- Preservação da fala e da deglutição;
- < risco de PNM;
- < chance de Hipotensão;
- < incidência de barotrauma.

Ventilação mecânica não-invasiva



Desvantagens da VMNI:

- Correção das alterações gasométricas mais lentamente;
- Exige cooperação do paciente, com nível de consciência adequado;
- Dificuldade na remoção de secreções;
- Vazamentos e remoções acidentais;

Ventilação mecânica não-invasiva



Desvantagens da VMNI:

- **Risco de vômitos e aspiração;**
- **Pode retardar a intubação posterior em condições piores;**
- **Envolve dedicação e consumo de tempo;**
- **Distensão Gástrica e lesão cutânea.**

Ventilação mecânica não-invasiva



Contra-Indicações da VMNI:

- Hipotensão com necessidade de drogas vasopressoras, arritmias incontroladas;
- Trauma facial;
- Inabilidade de eliminar secreções ou deglutir;
- Inabilidade de Cooperar;
- Rebaixamento do nível de consciência;
- Sangramento gastrointestinal ativo;
- Obstrução mecânica das VAS;

Aplicação da Técnica



- Explicar o procedimento e orientar o pcte
- Elevar a cabeceira a 30 graus
- Permanecer ao lado do pcte segurando a máscara
- Iniciar a terapia com baixas pressões
- Ajustar IPAP afim de se obter VC de 6 a 8 ml/Kg e EPAP e FiO₂ para SpO₂ > 90%
- Ligar alarmes
- Monitorar o pcte
- Reavaliação.

Aplicação da Técnica



- *Selecione o ventilador e modo ventilatório*
 - BiPAP: IPAP = 8-12, EPAP = 3-5 cmH₂O
 - PSV: PS = 8-12, PEEP = 3-5 cmH₂O
- *Ajuste as pressões conforme quadro clínico do paciente*
 - Melhor SatO₂ para menor FiO₂
- *Manter intermitência com respiração espontânea a cada 2h de VMNI*

Ventilação mecânica não-invasiva



BIPAP



Ventilação mecânica não-invasiva



Ventilação mecânica não-invasiva



Ventilação mecânica não-invasiva



Ventilação mecânica não-invasiva





Obrigada!!!!