

# *VENTILAÇÃO MECÂNICA POR VOLUME*

israel figueiredo junior

# VM VOLUMÉTRICA

## VANTAGENS

- VC fornecido varia pouco quando a complacência e/ou resistência se alteram
- Variações no PIP gerada alertam para alterações na mecânica pulmonar e/ou nas via aérea artificial
- Tubos com balonetes : pode-se calcular as complacências estática e dinâmica (úteis para identificar a causa da dificuldade respiratória)

# VM VOLUMÉTRICA

## DESVANTAGENS

- são aparelhos complexos e custo elevado
- poucos modelos adequados para RN e lactentes - parte do VC que é perdido no sistema (respirador – circuito), é significativo na ventilação do paciente pediátrico ( alta complacência interna e do circuito)

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

- **FASE INSPIRATÓRIA** : termina no momento que o volume de gás, pré-selecionado, é fornecido ao paciente. Na fase inspiratória, o PIP desenvolvido no circuito e taxa de F podem variar de um ciclo para o outro. O único parâmetro que permanece constante é o volume pré-determinado

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

- MECANISMO DE CICLAGEM : pode ser pneumático ou operado eletronicamente
- PICO DE PRESSÃO INSPIRATÓRIA : não é pré-estabelecido e a pressão é aquela para fornecer o VC desejado ao paciente (relação direta com a complacência pulmonar, resistência das vias aéreas e da complacência do sistema respirador-circuito)

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### Aumento da PIP

- Diminuição da Complacência
- Obstrução no circuito do respirador (condensação ou acotovelamento do tubo)
- Oclusão ou má posição do tubo
- Aumento da Resistência da V<sub>A</sub> (secreções / broncoespasmo)
- Alterações na posição do paciente

### Diminuição da PIP

- Diante do Aumento da Complacência Pulmonar
- Perdas (escapes) de gás no circuito
- Perdas ao redor do tubo traqueais sem balonetes
- Perdas através de fístulas broncopleurais

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### ▪ COMPLACÊNCIA

- Para chegarmos a complacência real pulmonar, o escape deve ser eliminado. A utilização de balonete no tubo seria imperativo
- COMPLACÊNCIA DINÂMICA e ESTÁTICA úteis para identificar a causa do desconforto respiratório agudo e para fornecer um valor de referência na monitorização do paciente

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### ▪ COMPLACÊNCIA

Complacência Dinâmica =  $\frac{\text{volume corrente}}{\text{PIP} - \text{PEEP}}$

Complacência Estática =  $\frac{\text{volume corrente}}{\text{Platô de Pressão} - \text{PEEP}}$

O Platô de Pressão é verificado durante a oclusão da via aérea no fim da inspiração – Platô de 1 a 2 segundos



# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

- COMPLACÊNCIA DO SISTEMA RESP-CIRCUITO

Complacência do = volume corrente determinado (VCvent)

Sistema (Cvent) \_\_\_ PIP gerado pelo sistema \_\_\_  
(VIA PÇ OCLUÍDA)

- Quando a PEEP está sendo utilizada, o cálculo da complacência é :

$$Cvent = \frac{Vcvent}{PIP - PEEP}$$

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### VOLUME PERDIDO NO CIRCUITO :

conhecendo a complacência do sistema, podemos calcular o volume perdido no circuito e umidificador, enquanto o respirador estiver conectado ao paciente

Volume Perdido (VP) = complacência do sistema (Cvent) x (PIP – PEEP)

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

VOLUME CORRENTE REAL : é aquele obtido quando subtraímos o volume perdido no circuito do volume corrente pré-determinado

$$VC_{\text{real}} = VC - VP$$

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### FASE INSPIRATÓRIA (Tempo Inspiratório)

- **SE mecanismo propulsor gerar uma pressão 5 vezes a pressão desenvolvida na ventilação mecânica do paciente, a taxa de fluxo se manterá constante (respiradores de fluxo contínuo) e a duração da fase inspiratória não é afetada, enquanto o PIP variará de acordo com as condições do pulmão.**

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### FASE INSPIRATÓRIA (Tempo Inspiratório)

- SE a geração for de pressão constante, nos respiradores que a pressão gerada não é suficiente para manter um fluxo contínuo, a diminuição na complacência pulmonar e/ou aumento da resistência de vias aéreas, causará um aumento da fase inspiratória. Nessas circunstâncias, o tempo inspiratório é restaurado por um aumento da taxa de fluxo

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### FASE INSPIRATÓRIA (Tempo Inspiratório)

- SE o aparelho for de fluxo contínuo (maioria dos respiradores volumétricos utilizados na infância, quando um tempo inspiratório é solicitado, deveremos utilizar a seguinte fórmula :

$$\text{FLUXO (ml/seg)} = \frac{\text{volume corrente}}{\text{tempo inspiratório}}$$

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### FASE INSPIRATÓRIA (Tempo Inspiratório)

- SE for ciclado a volume terá um fluxo intermitente, tendo um fluxo de gás durante a fase inspiratória
- Esses aparelhos possuem um reservatório que libera o fluxo quando uma válvula de demanda é aberta (pressão negativa no circuito, pelo esforço inspiratório do paciente)
- Esta sistema poderá aumentar muito o trabalho respiratório da criança sob VMI

# VM VOLUMÉTRICA

## CARACTERÍSTICAS DO MODELO

### FASE INSPIRATÓRIA (Tempo Inspiratório)

- SE for de fluxo contínuo ciclado por tempo, a fase inspiratória termina quando o TI é atingido, não importando se o VC foi ou não atingido
- Dependendo do fluxo e do TI, o VC pode não ser fornecido
- Desvantagem na falta de manutenção do VC, quando ocorrem alterações na complacência e/ou resistência de VA



# VM VOLUMÉTRICA

## CONTROLES E MODO DE OPERAR

- INÍCIO DA VENTILAÇÃO : selecionar

VOLUME CORRENTE



FLUXO

FREQÜÊNCIA



FiO2

# VM VOLUMÉTRICA

## CONTROLES E MODO DE OPERAR

- O tempo inspiratório é determinado indiretamente por ajuste na taxa de fluxo e pode ser estimado nos geradores de fluxo constante :

$$T_{\text{insp.}} (\text{seg.}) = \frac{\text{volume corrente (ml)}}{\text{Fluxo (ml/seg.)}} + \text{Platô inspiratório}$$

# VM VOLUMÉTRICA

## CONTROLES E MODO DE OPERAR

- A Relação I:E é uma função do volume corrente predeterminado, da taxa de fluxo, da frequência respiratória e do platô inspiratório, sendo portanto, resultante das variações desses parâmetros

# VM VOLUMÉTRICA

## CONTROLES E MODO DE OPERAR

- Adjuntos ventilatórios : respiração periódica profunda (suspiro), PEEP, platô (pausa) inspiratório, retardo expiratório. São utilizados para melhorar a distribuição de gás inspirado durante o processo de ventilação, reduzindo o shunt intrapulmonar, evitando o colapso prematuro das vias aéreas e a retenção de gás

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Ventilação Mecânica Controlada

A respiração do paciente é realizada exclusivamente através de ventilações por pressão positiva

É freqüente a necessidade de hiperventilar para inibir as respirações espontâneas e manter em controlada. Ter cuidado com a alcalose ventilatória resultante

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Ventilação Assistida

Em lactentes é necessário que o respirador seja capaz de deflagrar a ventilação a partir de pequenas pressões negativas (0,1 cm/H<sub>2</sub>O) geradas pelo paciente no circuito

É importante que o tempo de resposta do respirador ao esforço inspiratório do paciente seja curto (em crianças a resposta deve ser em torno de 36 milisegundos; nos de adulto podem levar 434 milisegundos)

# VM VOLUMÉTRICA

## Ventilação Assistida

### VANTAGENS

- aumentar a coordenação entre o paciente e a insuflação mecânica
- aumento do VC
- diminui o barotrauma por diminuição do PIP
- melhora da oxigenação
- paciente controla a sua taxa respiratória

### DESVANTAGENS

- hiperventilação desnecessária (paciente ansioso)
- tolerância diminuída a modelos respiratórios rápidos e exaustão
- alto limiar de pressão negativa, aumentando o trabalho ventilatório (ativação da válvula de demanda)

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

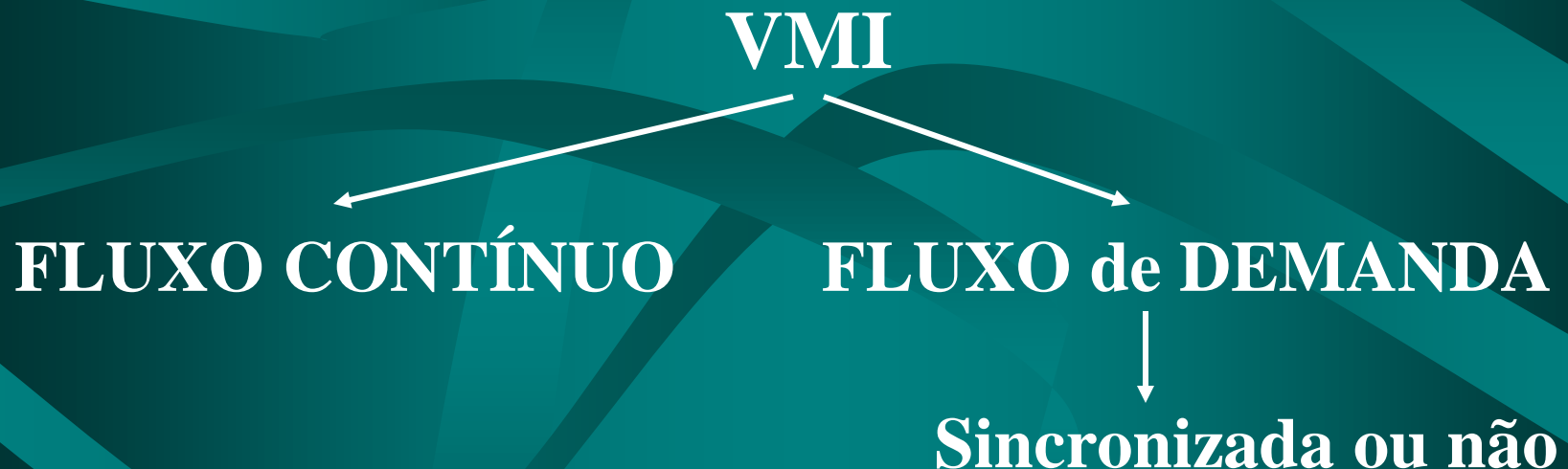
- Ventilação Controlada/Assistida
  - O paciente aciona o aparelho e controla a frequência das ventilações (ventilação assistida), desde que a frequência das inspirações seja maior que o número de ventilações controladas. Normalmente, uma frequência de apoio (2 a 3 ventilações por minuto abaixo da frequência do paciente) é determinada (evita um aumento da PCO<sub>2</sub> se o paciente parar de deflagrar o aparelho)



# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Ventilação Mandatória Intermitente (VMI)



# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Ventilação Mandatória Intermitente

Sistema de Fluxo Contínuo : um alto fluxo de gás é mantido constante pelo circuito durante todo o ciclo respiratório, o que permite a respiração espontânea entre as ventilações por pressão positiva

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Ventilação Mandatória Intermitente

Sistema de Fluxo por Demanda : é necessário que uma válvula seja aberta pelo esforço inspiratório do paciente, para fornecer o fluxo de gás. A resistência a respiração espontânea deve ser mínima, para não aumentar o trabalho respiratório (evitar aumento do consumo de O<sub>2</sub> e maior produção de CO<sub>2</sub> e diminuir a intolerância ao sistema)

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Ventilação Mandatória Intermitente

VMI Sincronizada : a pressão positiva é fornecida imediatamente no início do esforço inspiratório espontâneo do paciente, o qual é detectado como uma pequena flutuação de pressão negativa no circuito do respirador. Diminui a assincronia entre as respirações espontâneas e as respirações por PP fornecidas pelo respirador, diminuindo o trauma

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Volume Minuto Mandatório

Semelhante ao IMV e utilizado em desmame. O operador determina um volume minuto desejado e se as respirações espontâneas do paciente não forem suficientes para atingir o volume minuto predeterminado, o respirador complementar com ventilação por pressão positiva. Mantém um nível de ventilação constante

# VM VOLUMÉTRICA

## MODOS DE VENTILAÇÃO

- Pressão de Suporte

Uma predeterminada pressão positiva constante é mantida durante toda a fase inspiratória da respiração espontânea. Nessa modalidade o paciente deve deflagrar o respirador. Diminui o consumo de oxigênio e conforme o desmame progride, o nível de suporte de pressão é diminuído

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 1 . VOLUME CORRENTE

Em pacientes pediátrico o VC é de 6 a 8 ml/kg

O volume no respirador deve ser em torno de 10 a 15 ml/kg para compensar 3 situações :

- Qualquer aumento associado ao espaço morto
- Aumento na produção de CO<sub>2</sub> que acompanha a falência ventilatória
- Compensar o Volume Perdido (VP) no sistema

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

- Verificação do Volume Corrente oferecido
  - ✍ **Cânulas com Balonetes** – medir o volume expirado através de um espirômetro (Wright), conectado entre a cânula endotraqueal e o circuito do respirador
  - ✍ **Cânulas sem Balonetes** – em crianças abaixo de 8 anos, devemos calcular a complacência do sistema e o volume perdido, para se chegar ao volume corrente que realmente é oferecido



# VM VOLUMÉTRICA

- Verificação do Volume Corrente oferecido

Criança pesando 4 kg – VC = 24 ml (6ml/kg)

Complacência do sistema – Cvent = divisão do volume predeterminado na máquina (24 ml), pelo PIP gerado (60 cm H<sub>2</sub>O), quando a via de saída do circuito para o paciente estiver ocluída :

$$C_{vent} = \frac{24 \text{ ml}}{60 \text{ cm H}_2\text{O}} = 0,4 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$$

60 cm H<sub>2</sub>O

# VM VOLUMÉTRICA

- Verificação do Volume Corrente oferecido

Ao conectar o respirador ao paciente a pressão atingida é de 25 cm/H<sub>2</sub>O, para fornecer um volume de 24 ml; portanto, o volume perdido (V<sub>p</sub>) é obtido multiplicando-se a complacência de sistema pelo pico de pressão gerada :

$$V_p = 0,4 \quad x \quad 25 \text{ cm H}_2\text{O} = 10 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$$

# VM VOLUMÉTRICA

- Verificação do Volume Corrente oferecido

Portanto, para se manter um VC de 24 ml deve-se aumentar o volume predeterminado para 34 ml. Esse procedimento deve ser repetido se esse novo valor do volume predeterminado produzir uma elevação na pressão anterior gerada e, dessa forma, aumentar o volume perdido na sistema

# VM VOLUMÉTRICA

## Verificação do Volume Corrente oferecido

### Aumento do $V_p$

- Complacência pulmonar diminuída - a pressão que o respirador deve gerar para fornecer o volume corrente aumenta, fazendo com que exista um aumento do volume perdido

### Diminuição do $V_p$

- Complacência pulmonar aumentada – um volume menor fica retido no circuito e o  $V_c$  que o paciente recebe aumenta

# VM VOLUMÉTRICA

## Verificação do Volume Corrente oferecido

Variações no Volume perdido : alterações na complacência do sistema

- **Mudança no nível de água do umidificador**
- **Troca do circuito (complacência varia com o comprimento, diâmetro, espessura e composição da parede dos tubos)**
- **Alterações na taxa de fluxo e/ou frequência das respirações por pressão positiva**

# VM VOLUMÉTRICA

## VC EM CÂNULAS SEM BALONETES

- Geralmente não é o VC que o paciente recebe, devido ao escape de ar ao redor da cânula
- Escape varia inversamente com a complacência do pulmão
- Torna-se imprescindível a avaliação clínico-gasométrica (boa expansibilidade pulmonar, submissão a ventilação, boa entrada de ar, sinais de boa oxigenação, além de uma boa PaCO<sub>2</sub>) para ajustar o valor do VC e da FR

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 2 . TAXA DE FLUXO

- **Determina a rapidez que o volume corrente é fornecido ao paciente**
- **É um dos fatores que determinam o tempo inspiratório**
- **Variações no fluxo alteram a relação entre os TI e TE, quando o VC e a FR são mantidos constantes**

# VM VOLUMÉTRICA

## TAXA DE FLUXO

Respiradores de fluxo constante, estimar :

$$\text{Taxa de Fluxo} = \frac{\text{VC (ml)}}{\text{Tempo inspiratório (seg.)}}$$

ml/seg

Nos ciclados a volume, o fluxo é selecionado;  
em alguns pode ser determinada indiretamente  
por ajustes na FR, VM e percentagem do TI



# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 3 . FREQÜÊNCIA RESPIRATÓRIA

- A frequência das ventilações é selecionada
- Determina o tempo do ciclo respiratório tempo no qual tanto a inspiração e a expiração ocorrem
- Ex. a FR de 20 rpm determina 3 segundos para cada ciclo respiratório. É fundamental no cálculo do volume minuto –  $V_{min} = VC \times FR$

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 4 . RELAÇÃO I/E

- É determinada indiretamente nos respiradores ciclados a volume. É função do volume corrente predeterminado, da taxa de fluxo, da frequência respiratória e da pausa inspiratória. Geralmente, para se obter uma dada relação I/E são realizados ajustes na taxa de fluxo.

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS RELAÇÃO I/E

- Aumento na taxa de Fluxo – diminui o tempo necessário (tempo inspiratório) para fornecer o volume corrente desejado
- Diminuição do Volume Corrente diminui o tempo inspiratório, se a taxa de fluxo for mantida constante

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### RELAÇÃO I/E

- O tempo inspiratório normal recomendado durante a ventilação mecânica varia de 0,4 segundos no recém-nascido a 1,5 segundos no paciente adulto
- A relação I/E é importante porque a exalação é usualmente um processo passivo

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### RELAÇÃO I/E

#### Tempo Expiratório Curto – problemas

- PEEP inadvertido ou indesejável : exalação incompleta - hiperinsuflação e distensão alveolar
- Utilização de músculos acessórios para tornar mais rápida a exalação
- TE curto pode ser prejudicial em asma ou doença pulmonar obstrutiva

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### RELAÇÃO I/E

#### Tempo Inspiratório Longo

- Aumenta a pressão aérea média.
- A maioria dos aparelhos ciclados a volume, pp/ de adulto, não suportam relação I/E maiores que 1/1 e quando o TI ultrapassa o valor do TE, um alarme de relação inadequada é ativado.

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 5 . PAUSA (PLATÔ) INSPIRATÓRIA

- As máquinas cicladas a volume possuem um dispositivo que retarda a abertura da válvula de exalação, por tempo predeterminado (até 2 seg), após o fornecimento do VC selecionado, aumentando o TI e determinando uma pausa inspiratória (curva quadrada)
- A pausa inspiratória mantém o pulmão insuflado por um período de tempo predeterminado, após o VC ter sido fornecido

# VM VOLUMÉTRICA

## PAUSA (PLATÔ) INSPIRATÓRIA

### Vantagem

- útil em doenças onde existem alvéolos com constante de tempo prolongadas (alvéolos lentos)
- a pausa permite uma melhor distribuição do gás a áreas pobremente ventiladas do pulmão

### Desvantagem

- submete unidades alveolares, com constantes de tempo normais, a prolongados períodos de pressão positiva, aumentando o risco de barotrauma, bem como o comprometimento do débito cardíaco.



# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 6 . SUSPIROS

- São respirações periódicas profundas
- Hiperinsuflam os pulmões, com um volume que corresponde a 2 vezes o VC predeterminado no respirador
- Tenta simular a respiração normal – durante a ventilação o suspiro ocorre aproximadamente 6 a 10 vezes por hora e aproximadamente 2 vezes em 1 hora durante o sono

# VM VOLUMÉTRICA

## SUSPIROS

- **Vantagens – pode funcionar como uma defesa contra a atelectasia; está relacionado a diminuição do grau de shuntagem e melhora da oxigenação. A eficácia do suspiro mecânico não está comprovada. Além disso, tem sido sugerido que o uso de 10 a 15 ml/kg de volume corrente torna desnecessária a respiração periódica profunda**

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 7 . PEEP/CPAP

- A pressão expiratória final positiva e a pressão contínua em positiva em vias aéreas são dois adjuntos respiratórios que aumentam a capacidade residual funcional e melhoram a oxigenação, o que permite a diminuição da  $FiO_2$

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 8 . RETARDO EXPIRATÓRIO

- **Introduz uma resistência ao fluxo expiratório, para evitar o colapso das vias aéreas e a retenção de ar em pacientes com doença obstrutiva de vias aéreas.**
- **Eficácia questionada. Ao contrário do PEEP/CPAP, permite-se que a pressão aérea positiva retorne gradualmente ao nível da pressão atmosférica no fim da expiração**

# VM VOLUMÉTRICA

## PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

### 9 . PICO DE PRESSÃO INSPIRATÓRIA (PIP)

- O PIP NÃO é limitado pelo operador nos respiradores ciclados a volume
- A pressão necessária para insuflar é uma função do : volume de gás fornecido (volume corrente), tempo na qual é oferecido, resistência de vias aéreas, complacência dos pulmões e tórax do paciente

# VM VOLUMÉTRICA

## PICO DE PRESSÃO INSPIRATÓRIA

### Alarme de Alta Pressão

- Geralmente selecionado a 10 cm/H<sub>2</sub>O acima do PIP corrente, alerta para aumentos súbitos na pressão gerada e despreza o restante do volume predeterminado, quando o limite de pressão de alarme é atingido.
- O paciente em ventilação que atinge o limite de pressão do alarme necessita de avaliação

# VM VOLUMÉTRICA

## Possíveis causas de aumento da PIP

- **Dobra do tubo traqueal ou oclusão por secreções**
- **Aumento da resistência das vias aéreas por broncoespasmo**
- **Turbilhonamento de gás por aumento da taxa de fluxo (em cânulas de calibre reduzido)**
- **Pneumotórax (principalmente o hipertensivo)**
- **Intubação seletiva/migração da cânula traqueal**
- **Diminuição da complacência pulmonar (fibrose progressiva, aumento da água pulmonar)**

# VM VOLUMÉTRICA

## PICO DE PRESSÃO INSPIRATÓRIA

### Alarme de Baixa Pressão

- Selecionar 5 cm/H<sub>2</sub>O abaixo do PIP corrente
- É ativado quando ocorre diminuição brusca da pressão gerada por vazamentos no circuito ou ao redor da cânula
- A melhora da complacência pulmonar e/ou da resistência das vias aéreas também acarreta diminuição do PIP



# VM VOLUMÉTRICA

## VENTILAÇÃO EM PEDIATRIA

- PACIENTE SEM DOENÇA PULMONAR (grande cirurgia, síndrome Guillain – Barré, TCE) - complacência normal, baixa resistência e boa relação ventilação/ perfusão
  - Volume corrente (VC) : 5 a 10 ml/kg
  - Volume Minuto : VC x FR
  - Limite de TI : de acordo com a idade ( 0,6 a 1 seg) ou conforme o VC e o fluxo corrente
  - FR : normal para a idade (15 a 30 mpm)
  - PEEP : 0 a 3 cm/H<sub>2</sub>O
  - FiO<sub>2</sub> : próxima a 25%

# VM VOLUMÉTRICA

## VENTILAÇÃO EM PEDIATRIA

- PACIENTE COM DOENÇA OBSTRUTIVA DE VIAS AÉREAS (asma, bronquiolite, mucoviscidose, displasia broncopulmonar, etc.)

Apresentam uma elevada resistência pulmonar (constante de tempo ins e expiratória altas), alterações na relação ventilação – perfusão, hipoxemia e alteração na ventilação (aumento da PaCO<sub>2</sub> por hipoventilação obstrutiva)

# VM VOLUMÉTRICA

- DOENÇA OBSTRUTIVA
- Volume Corrente (VC) : 6 a 10 ml/kg – gerará altas pressões (PIP) em razão do quadro obstrutivo
- Volume Minuto : em torno de 75% do VM normal (VC x FR reduzida)
- TI longo (+ 1,0 segundo) conforme o VC e o Fluxo
- FR : diminuída, em razão de TI e TE longos (14 a 20 ciclos por minuto)
- PEEP : 0 a 3 cmH<sub>2</sub>O – já existe PEEP intra-alveolar ocasionando aumento da capacidade residual
- FiO<sub>2</sub> : em torno de 50% ou mais

# VM VOLUMÉTRICA

## VENTILAÇÃO EM PEDIATRIA

- PACIENTES COM DOENÇA QUE DIMINUI A COMPLACÊNCIA (SARA, pneumonia intersticial, etc.)

Apresentam baixa complacência pulmonar (baixas constantes de tempo ins e expiratórias) e comprometimento na relação ventilação-perfusão (hipoxemia grave)

# VM VOLUMÉTRICA

## DIMINUIÇÃO DA COMPLACÊNCIA

- Volume Corrente : 6 a 10 ml/kg – gerará altas PIP, em razão da baixa complacência; Evitar VC alto (acima de 15 ml/kg) devido ao volutrauma
- Volume Minuto : normal ou reduzido até 75% do VM habitual para idade
- TI : curto (0,5 a 0,8 segundo) conforme o VC e o Fluxo corrente
- FR : normal – em casos graves, reduzir a FR para evitar dano de parênquima (hipoventilação permissiva)
- PEEP : 5 a 15 cm/H<sub>2</sub>O - manter uma proporção entre a FiO<sub>2</sub>/PEEP
- FiO<sub>2</sub> : não ultrapassar 60 – 70%. Tolerar saturação de 80 a 85%

# VM VOLUMÉTRICA

## MANUSEIO DO RESPIRADOR

- VENTILAÇÃO – a ventilação alveolar é uma expressão do VM, que é produto do VC pela FR

## HIPERVENTILAÇÃO

↑ FR

↑ VC

# VM VOLUMÉTRICA

## HIPERCAPNIA PERMISSIVA (Hickling,-1990)

- Modalidade onde procura-se evitar altas pressões em vias aéreas e a hiperdistensão alveolar, permitindo um aumento dos níveis de PaCO<sub>2</sub> ( $\geq 50 - 100$  mmHg) acima dos valores considerados para normocarbia;
- Limitação deliberada de parâmetros de ventilação (VC=5 – 8 ml/kg) na tentativa de prevenir ou reduzir a gravidade da lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica

# VM VOLUMÉTRICA

## HIPERCAPNIA PERMISSIVA

- $\text{PaCO}_2 \leq 50$  mmHg - aceitável (normocapnia)
- $\text{PaCO}_2$  entre 51 e 60 mmHg - em caso de risco de lesão pulmonar com aumento do VC
- $\text{PaCO}_2 > 60$  mmHg - aceitável se  $\text{pH}_a \geq 7,25$ , função cardiovascular adequada e o aumento do PIP adiciona um risco de lesão pulmonar
- $\text{PaCO}_2 > 60$  mmHg e  $\text{pH}_a < 7,25$  - aceitável se os riscos de lesão pulmonar determinam um maior risco à sobrevida do que os riscos da acidose tecidual induzida



# VM VOLUMÉTRICA

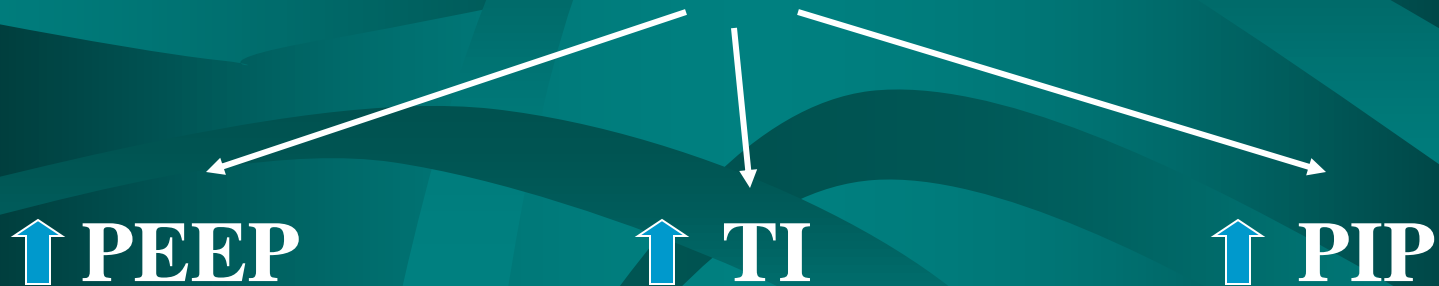
## VENTILAÇÃO

- Diminuir PaCO<sub>2</sub> em TCE – aumentar o VC (retorno venoso do sangue cerebral ao tórax, durante a ventilação mecânica, ocorre na fase expiratória e de forma passiva) - manter o VM as custas de um alto VC e de uma FR menor - permissividade de longos TE para favorecer drenagem venosa cerebral
- A melhor maneira de aumentar o VC é aumentando-se a PIP - em situações com longas constantes de tempo (doenças obstrutivas), pode-se aumentar o VC aumentando-se o TI

# VM VOLUMÉTRICA

## MANUSEIO DO RESPIRADOR

### OXIGENAÇÃO



Doenças obstrutivas

Suspeitas de hipoventilação  
(baixa complacência ou  
resistência elevada)

Esses três componentes determinam a pressão média em VA

# VM VOLUMÉTRICA

## OXIGENAÇÃO

- RN com MH – a PEEP é mais eficiente do que a PIP ou o TI em provocar a melhora na PaO<sub>2</sub> para um dado aumento da MAP
- A PIP e o TI podem resultar em mais trauma do que a PEEP para uma mesma MAP
- Se o paciente estiver também hipercapnêmico (hipoventilado), aumentos do VC, TI ou da PIP são mais efetivos do que aumentos da PEEP

# VM VOLUMÉTRICA

## HIPOXEMIA PERMISSIVA (Shapiro – 1994)

- Utilizada em lesão pulmonar grave em que se tolere um PaO<sub>2</sub> de 50 a 59 mmHg
- Evitar os efeitos deletérios dos altos níveis de FiO<sub>2</sub> e da aplicação de PEEP/CPAP
- O nível aceitável de hipoxemia tem que ser determinado por meio da avaliação clínica
- Ver riscos/benefícios entre a lesão pulmonar induzida pela ventilação (altas FiO<sub>2</sub> e PEEP) e os riscos da hipoxia tecidual induzida

# VM VOLUMÉTRICA

## HIPOXEMIA PERMISSIVA

- $\text{PaO}_2 \geq 60 \text{ mmHg}$  - aceitável (normoxemia)
- $\text{PaO}_2$  entre 50 e 59 mmHg - aceitável se a função cardiovascular está adequada e o aumento da  $\text{FiO}_2$  e PEEP adiciona um risco de lesão pulmonar
- $\text{PaO}_2 < 50 \text{ mmHg}$  - aceitável se o aumento da  $\text{FiO}_2$  e PEEP determina um maior risco de óbito do que os riscos da hipoxia tecidual induzida