

um dado ajuste de volume corrente e frequência respiratória, um maior pico de fluxo se correlaciona com o menor tempo inspiratório e maior pico de pressão nas vias aéreas. Nos ciclos controlados, um pico de fluxo entre 40 e 60L/min é, em geral, suficiente, procurando-se manter a PIP < 40cmH<sub>2</sub>O.

Durante os ciclos assistidos, na escolha do pico de fluxo inspiratório, deve-se considerar também a demanda ventilatória do paciente. Um fluxo inspiratório insuficiente determina desconforto e maior trabalho respiratório para o paciente, em função da manutenção do esforço inspiratório ao longo da inspiração. Em função disto, o pico de fluxo inspiratório, nos ciclos controlados, necessitará ser maior, em geral entre 60 e 90L/min. Outra possibilidade de evitar um maior trabalho respiratório pelo paciente, nos ciclos assistidos, é a combinação de um fluxo de demanda à modalidade volume controlada (VAPSV), conforme descrito por Bonassa e Amato.

### Ondas de fluxo

Os ventiladores, na modalidade volume controlado, podem ofertar o fluxo inspiratório em quatro formas (onda de fluxo): quadrada (ou constante), sinusoidal, acelerada e desacelerada. As ondas de fluxo de padrão acelerado ou sinusoidal são menos utilizadas, não trazendo vantagens em relação às demais. Entre as duas ondas de fluxo mais frequentemente usadas, a quadrada e a desacelerada, concentram-se os principais estudos.

Em relação ao fluxo quadrado, o desacelerado apresenta menor pico de pressão nas vias aéreas e melhor distribuição da ventilação (diminuição do espaço morto fisiológico) quando o tempo inspiratório é mais prolongado. Não existem trabalhos que demonstrem, de forma definitiva, a

superioridade de uma destas ondas de fluxo, desde que ajustadas para o mesmo volume corrente, a mesma relação entre tempo inspiratório e tempo total, e o mesmo fluxo médio.

### Relação inspiração:expiração - I:E

A relação I:E, durante respiração espontânea normal, é de 1:1,5 a 1:2 com tempo inspiratório de 0,8 a 1,2 segundos. Durante a ventilação mecânica, ela dependerá do volume corrente, da frequência respiratória, do fluxo inspiratório e da pausa inspiratória.

Em pacientes com obstrução do fluxo expiratório e hiperinsuflação, recomenda-se uma relação I:E < 1:3 objetivando um aumento no tempo de exalação.

Em pacientes hipoxêmicos, relações I:E mais próximas de 1:1 aumentam o tempo de troca alvéolo-capilar, trazendo, conseqüentemente, melhora na oxigenação.

Uma relação I:E > 1:1 pode predispor ao desenvolvimento de auto-PEEP, embora possa melhorar a troca gasosa na hipoxemia refratária. Nos pacientes com síndrome hipoxêmica grave, podemos chegar a relações I:E = 3:1.

### Sensibilidade

A sensibilidade deve ser compreendida como o esforço despendido pelo paciente para disparar uma nova inspiração assistida pelo ventilador.

O sistema de disparo por pressão é encontrado na maioria dos ventiladores, sendo recomendado o valor de -0,5 a -2,0cmH<sub>2</sub>O. O sistema de disparo a fluxo pode ser encontrado em ventiladores mais novos, e parece proporcionar melhor interação com o paciente.

## 3. Métodos de ventilação mecânica no paciente pediátrico

*Coordenadores:* JEFFERSON PEDRO PIVA, JOSÉ OLIVA PROENÇA FILHO

*Relator:* MARIA DE FÁTIMA FREIRE

*Colaboradores:* NORBERTO ANTÔNIO FREDDI, RENATO SOIBELMAN PROCIANOY,

ROBERTO SAPOLINK, WERTHER BRUNOW DE CARVALHO

*Discutidores:* ELIANA SENA, THELSON SILVA

### INTRODUÇÃO

Para definir o método de ventilação mecânica em pediatria, a tendência atual é observar a inter-relação das variáveis do respirador com a fisiopatologia da doença e com seus possíveis efeitos deletérios. Assim, tem-se observado, nos últimos anos, uma tendência em implementar modalidades menos agressivas de suporte ventilatório.

### TIPOS DE VENTILAÇÃO

#### **Ventilação Limitada à Pressão e Ciclada a Tempo**

Recomenda-se em crianças com peso inferior a 20kg, usualmente menores de quatro a cinco anos de idade.

#### **Ventilação Limitada a Volume**

Neste tipo de ventilação, existe a dificuldade de determinar o exato volume corrente que o paciente está rece-

bedo devido ao escape de gás ao redor de cânulas sem balonete, usualmente utilizadas em crianças menores de 3 anos. Além disso, há uma escassez de aparelhos de ventilação mecânica volumétricos adequados para esta faixa etária.

A ventilação limitada a volume é também pouco utilizada em outras faixas etárias (> 3 anos de idade), devido a um maior risco de lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica. A lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica está associada, entre outros fatores, aos altos picos de pressão inspiratória positiva que podem ser gerados neste tipo de ventilação.

### **Ventilação Não Invasiva**

Recomenda-se a ventilação não invasiva através do "prong" nasal (< 20kg) ou máscara nasal (> 20kg) antes da intubação e da ventilação mecânica invasiva, nas seguintes situações: nas doenças obstrutivas das vias aéreas inferiores, nos casos leves a moderados de pacientes com doenças restritivas, na hipoventilação de origem central, nas doenças neuromusculares, nos doentes terminais e no desmame da ventilação mecânica invasiva.

Não é recomendada ou é contra-indicada: na instabilidade hemodinâmica, na criança com risco de aspiração, na hemorragia gastrointestinal, no paciente agitado, não cooperativo ou com muita secreção nas vias aéreas, na hérnia diafragmática e cirurgia abdominal recente.

## **MODOS DE VENTILAÇÃO**

### **Ventilação Mandatória Intermitente (VMI)**

Recomenda-se o sistema VMI de fluxo contínuo para menores de 3 anos de idade.

O sistema de fluxo de demanda, em crianças menores de 3 anos, não é recomendado. Nesta situação, a pressão negativa que o paciente deve gerar para obter o fluxo de gás, além de aumentar o trabalho respiratório quando comparado com o sistema de fluxo contínuo, afeta adversamente a tolerância ao sistema. Isto é especialmente verdadeiro em recém-nascidos e lactentes pequenos.

Com o aparecimento dos novos aparelhos de ventilação mecânica microprocessados, a ventilação sincronizada (VMIS) pode ser utilizada como uma opção para o tratamento do paciente pediátrico, especialmente os acionados por diferença de fluxo e impedância torácica.

### **Ventilação Controlada**

Recomenda-se em crianças com apnéia, choque, em algumas situações que apresentem grave comprometimento pulmonar e nas doenças que se beneficiam da hiperventilação.

### **Ventilação com Suporte de Pressão**

Recomenda-se durante o "desmame" da ventilação mecânica de crianças nas seguintes situações: no edema

pulmonar de origem cardiogênica ou não, nas doenças obstrutivas e naquelas caracterizadas por diminuição da complacência.

Em crianças com idade inferior a 3 anos, tem sido pouco utilizada devido à escassez de aparelhos adequados para esta faixa etária.

É contra-indicada ou não recomendável em crianças com o estímulo respiratório instável.

### **Ventilação com Relação Inversa**

Na faixa etária pediátrica, os estudos prospectivos, randomizados e controlados não demonstraram diminuição da morbidade e da mortalidade com o uso da Relação Inversa.

Poderia ser utilizada nas condições caracterizadas por diminuição da complacência (SARA), com hipoxemia refratária ( $\text{SaO}_2 < 85\%$ ), apesar do uso de  $\text{FIO}_2 > 0,8$  e  $\text{PEEP} > 15\text{cmH}_2\text{O}$ .

### **Hipercapnia Permissiva**

É recomendada na obstrução grave das vias aéreas inferiores (asma, bronquiolite), não responsivas ao modo convencional de ventilação. Recomenda-se, também, nas doenças pulmonares com diminuição da complacência (SARA) que necessitam  $\text{PIP} > 30$  a  $35\text{cmH}_2\text{O}$  e  $\text{FIO}_2 > 0,6$ .

É contra-indicada nos pacientes com risco de hipertensão intracraniana, nas arritmias cardíacas graves e na hipertensão arterial grave.

Os níveis aceitáveis do pH sanguíneo devem situar-se acima de 7,1.

## **RECOMENDAÇÕES CLÍNICAS**

### *VENTILAÇÃO NAS DOENÇAS COM DIMINUIÇÃO DA COMPLACÊNCIA (SARA, PNEUMONIAS INTERSTICIAIS)*

#### **Tipo de ventilação**

Quando altos picos de pressão inspiratória são necessários para fornecer o volume corrente adequado, recomenda-se a ventilação limitada à pressão.

#### **Modo de ventilação**

Nos casos leves a moderados pode-se utilizar inicialmente a ventilação não invasiva, através de "prong" nasal (RN e lactentes) ou máscara nasal (crianças maiores).

A CPAP e a BiPAP, quando utilizadas precocemente, têm, muitas vezes, evitado a intubação endotraqueal. No paciente pediátrico, em relação à BiPAP, faltam trabalhos comprovando a eficácia deste modo de ventilação não invasiva. Tanto a CPAP como a BiPAP têm sido utilizadas durante o desmame da ventilação mecânica invasiva nestes pacientes.

Recomenda-se VMI com fluxo contínuo para lactentes e recém-nascidos, e suporte de pressão para crianças maiores, como modos de preferência para iniciar a ventilação mecânica.

Recomenda-se a hipercapnia permissiva nos casos refratários à ventilação convencional, desde que não haja contra-indicações, na tentativa de evitar os efeitos deletérios da ventilação mecânica. Este modo de ventilação poderia ser indicado quando a Pressão Inspiratória Positiva (PIP) ultrapassasse 35cmH<sub>2</sub>O e a Pressão Expiratória Final Positiva (PEEP) fosse superior a 15cmH<sub>2</sub>O e saturação < 85%.

### **Pressão inspiratória positiva**

Recomenda-se que a pressão de platô seja menor do que 35cmH<sub>2</sub>O e o pico de pressão inspiratória positiva (PIP) menor do que 40cmH<sub>2</sub>O no paciente adulto. Na criança, por falta de trabalhos adequadamente controlados, ainda não podemos determinar com segurança quais são estes valores; provavelmente devem ser menores, principalmente em lactentes e recém-nascidos.

### **Volume corrente**

Recomenda-se que o volume corrente efetivo seja de 3 a 8ml/kg, o suficiente para manter a pressão de platô inferior a 30-35cmH<sub>2</sub>O.

### **Tempo inspiratório**

Recomenda-se inicialmente o tempo inspiratório normal para a idade. Variando de 0,3 segundos (no recém-nascido) a 1,2 segundos (no adolescente), com uma relação I:E normal de 1:2 a 1:3.

Pode-se aumentar o tempo inspiratório até atingir uma relação I:E igual 4:1 (ventilação com relação invertida) na impossibilidade de manter uma oxigenação adequada pelo aumento da PEEP e da FIO<sub>2</sub>.

### **Frequência da ciclagem**

Recomenda-se que a frequência da ciclagem seja a mínima necessária para manter uma ventilação alveolar adequada.

### **PEEP**

Recomenda-se iniciar a PEEP ao redor de 6cmH<sub>2</sub>O e aumentar progressivamente, 3cmH<sub>2</sub>O a cada vez, para manter uma SaO<sub>2</sub> acima de 85%, com a menor FIO<sub>2</sub> possível.

Recomenda-se a monitorização hemodinâmica quando a PEEP for superior a 15cmH<sub>2</sub>O.

### **FIO<sub>2</sub>**

Recomenda-se a menor fração de oxigênio inspirada possível para manter uma SaO<sub>2</sub> em torno de 89%, ou, nos casos mais graves, refratários às medidas convencionais, aceita-se uma SaO<sub>2</sub> ao redor de 85%.

### **Sedação e curarização**

Recomenda-se avaliar a necessidade de sedação para um maior conforto do paciente e facilitar a ventilação, principalmente quando a hipercapnia permissiva ou a ventilação com relação invertida forem usadas.

A maioria dos pacientes pediátricos não se beneficia da curarização; por esta razão, ela raramente é utilizada nestas circunstâncias.

Nos casos refratários às medidas adotadas, deve-se considerar a possibilidade de colocar o paciente em posição prona.

### **PATOLOGIAS OBSTRUTIVAS DAS VIAS AÉREAS INFERIORES (ASMA, BRONQUIOLITE)**

#### **Tipo de ventilação**

Recomenda-se a ventilação limitada à pressão, para evitar altos picos de pressão inspiratória.

#### **Modo de ventilação**

Pode ser utilizado inicialmente o CPAP nasal, e posteriormente, nos casos de uma má resposta, a ventilação não invasiva (BiPAP), porém os resultados ainda não são conclusivos.

Recomenda-se a ventilação invasiva nos casos que não responderem ao CPAP e a ventilação não invasiva, ou nas crianças com acidose respiratória importante (pH < 7,1), hipoxemia refratária e instabilidade hemodinâmica (com intenção de reduzir o trabalho respiratório).

Recomenda-se a ventilação mandatória intermitente com frequência respiratória baixa, aceitando-se o aumento da PaCO<sub>2</sub> (hipercapnia permissiva).

#### **Pressão inspiratória positiva**

Recomenda-se que a pressão de platô seja menor do que 35cmH<sub>2</sub>O e o pico de pressão inspiratória (PIP) menor do que 40cmH<sub>2</sub>O no paciente adulto. Na criança, por falta de trabalhos, ainda não podemos determinar com segurança quais são estes valores; provavelmente devem ser menores, principalmente em lactentes e recém-nascidos.

#### **Volume corrente**

Recomenda-se que o volume corrente efetivo seja de 6 a 8ml/kg, o suficiente para manter a pressão de platô abaixo de 30 a 35cmH<sub>2</sub>O.

#### **Tempo inspiratório**

Recomenda-se inicialmente o tempo inspiratório maior do que o normal para a idade.

Recomenda-se uma relação I:E de 1/3 a 1/5 para permitir um tempo expiratório longo e evitar o aparecimento de auto-PEEP.

#### **Frequência de ciclagem**

Recomenda-se que a frequência de ciclagem seja baixa, desde 8 até 24 ventilações mecânicas por minuto, de acordo com a idade e a gravidade do quadro. O uso da frequência de ciclagem alta está associado com o aparecimento de auto-PEEP.

#### **PEEP**

Recomenda-se usar PEEP baixa, em torno de 4cmH<sub>2</sub>O.