

Aspectos Recentes da Ventilação Mecânica: como iniciar a ventilação mecânica

Alexandre Goulart Pustilnik*

Introdução

O início da ventilação mecânica deve ser orientado para a causa da insuficiência respiratória. Segundo a conferência de consenso americana e européia de 1998, os objetivos da ventilação mecânica são:

- a. Utilizar um método ventilatório capaz de ventilar e oxigenar adequadamente o paciente, e com o qual o médico assistente tenha experiência;
- b. Assegurar oferta apropriada de oxigênio aos órgãos vitais, mantendo saturação arterial de oxigênio aceitável (= 90%);
- c. Assegurar remoção eficiente de CO₂ aceitando, porém, elevações dos níveis e PaCO₂, desde que não haja contra-indicações;
- d. Minimizar a toxicidade do oxigênio, os menores níveis possíveis de FiO₂ (preferencialmente abaixo de 60%);
- e. Garantir recrutamento alveolar, como ocorre com o uso de PEEP;
- f. Maximizar pressões de via aérea, mas sem exceder pressões transalveolares de 25 a 30cmH₂O, o que normalmente corresponde a pressões de platô de 30-35 cmH₂O.

Indicações

- a. IRA secundária a insuficiência cardíaca, pneumonia, sepse e asma;
- b. Exacerbações da insuficiência respiratória crônica;

* Médico Anestesiologista TSA-SBA
Especialista em Medicina Intensiva - AMIB

- c. Secundária a complicações cirúrgicas e trauma;
- d. Lesão pulmonar aguda e Síndrome da Angústia Respiratória Aguda;
- e. Reanimação cardiorespiratória;
- f. Doenças neuromusculares;
- g. Suporte ventilatório intraoperatório.

Parâmetros do ventilador

- a. Modo ventilatório;
- b. Fração inspirada de oxigênio (FiO_2);
- c. Volume corrente (VT) e o volume minuto (VM);
- d. Frequência respiratória (FR);
- e. Pressões de vias aéreas e PEEP;
- f. O fluxo inspiratório e as ondas de fluxo;
- g. A relação inspiração/expiração (I/E);
- h. Sensibilidade.

Modos ventilatórios

Os modos ventilatórios determinam como será o funcionamento do ventilador. Deve-se escolher o modo ventilatório e os modos de ciclagem, dependendo do ventilador disponível, da experiência do operador e das necessidades do paciente a ser ventilado.

a. Modos de ciclagem:

1. **Volume** - A inspiração termina quando é atingido um volume corrente pré-determinado. É importante ajustar um limite máximo de pressão;
2. **Pressão** – A inspiração cessa quando é alcançada a pressão máxima pré-determinada. Os volumes oferecidos irão variar de acordo com as mudanças da mecânica respiratória, não havendo garantia de manutenção de volume minuto adequado;
3. **Tempo** – A inspiração termina após um tempo inspiratório predeterminado;
4. **Fluxo** – A inspiração termina quando o fluxo inspiratório diminui a um percentual predeterminado do seu valor de pico ou quando determinado fluxo é alcançado.

Cada um dos modos ventilatórios têm suas peculiaridades e pode ser mais útil em determinadas situações.

Os modos essenciais para suporte respiratório incluem:

1. **Ventilação com pressão positiva intermitente** (IPPV ou *intermittent positive pressure ventilation*) – inclui os modos tradicionais de ventilação assistida e/ou controlada, ciclada a volume ou a pressão, dentre os quais se destaca a ventilação controlada a volume;
2. **Ventilação controlada ou assisto-controlada a volume** – a ventilação controlada a volume é o modo mais usado para manter inicialmente um paciente sob ventilação me-

cânica controlada. Nesse modo o aparelho é ajustado de maneira a fornecer um determinado volume corrente, frequência respiratória, relação inspiratória/ expiratória e fluxo. Normalmente há necessidade de sedação/anestesia para acomodar ao paciente ao respirador;

3. Ventilação com pressão controlada (PCV ou Pressure Controlled Ventilation)

– é um modo assistido-controlado ciclado a tempo, em que o paciente recebe uma pressão programada em suas vias aéreas por um tempo específico. Trabalha com fluxos desacelerantes e atinge picos pressóricos mais baixos, porém o volume corrente deve ser monitorizado continuamente, pois é obtido de forma indireta e pode variar conforme as mudanças de resistência das vias aéreas ou da complacência do sistema respiratório;

4. Ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV ou Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation)

– permite ao paciente que ventile em ciclos espontâneos intercalado com ciclos de ventilação mandatória tipo IPPV, estes últimos, normalmente em frequências mais baixas e que funcionam como suporte parcial ao volume minuto total do paciente. Seu uso têm sido substituído por modos mais modernos com melhor sistema de sincronização;

5. Ventilação com suporte pressórico (PSV ou Pressure support ventilation)

– modelo de ventilação ciclado a fluxo em que o aparelho fornece um fluxo inspiratório rápido proporcionando uma pressão de platô constante durante toda inspiração. Este platô assegura a ventilação do paciente e pode ser ajustado para garantir repouso total ou parcial dos músculos respiratórios. Proporciona boa adaptação do paciente, o qual através do seu próprio esforço, controla o início do ciclo, volume corrente, a frequência respiratória, o fluxo inspiratório e relação I/E. O volume corrente estará dependente também de uma “pressão de suporte” predeterminada, e que estará na dependência de resistência e complacência do sistema respiratório. Como é um modo totalmente assistido, pode haver o risco de apnéia caso o estímulo respiratório cesse, havendo portanto, a necessidade de monitorização e ajuste de alarmes de maneira a prevenir a hipoventilação; alguns aparelhos dispõem do recurso da ventilação controlada em caso de apnéia;

6. Ventilação com Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP ou continuous positive airway ventilation)

– o paciente ventila espontaneamente, contando com uma pressão positiva predeterminada durante todo o ciclo respiratório. Assemelha-se a ventilação com suporte pressórico, porém sem ajuda de fluxo na fase inspiratória do ciclo. Quando utilizamos a pressão positiva contínua nas vias aéreas durante ciclos respiratórios mecanicamente controlados, denominamos PEEP.

Parâmetros básicos dos aparelhos de ventilação mecânica:

1. Fração inspirada de oxigênio (FiO₂) – é a concentração inspirada de oxigênio fornecida pelo respirador. No início da ventilação mecânica costuma ser igual a 100%. Posteriormente com a estabilização do paciente, esta deverá sempre que possível ser reduzida para menos de 50% para se evitar a toxicidade pelo oxigênio;



2. Volumes e frequência respiratória - o VC determinado ao se iniciar a ventilação mecânica, costuma em geral, ser em torno de 8 a 10 ml.kg⁻¹ de peso ideal. Já nos pacientes com SARA, cuja complacência é bastante reduzida, recomenda-se volume corrente em torno de 6 ml.kg⁻¹ (4 a 8 ml.kg⁻¹). Ajustes subseqüentes devem ser considerados, baseando-se em dados gasométricos e na mecânica respiratória do paciente. Em todos os casos de ventilação mecânica, o VC deve ser ajustado para que a pressão de platô seja inferior a 30-35 cm.H₂O, e assim reduzir a incidência de hiperinsuflação alveolar, baro e volutrauma(trauma alveolar). Grandes volumes correntes devem ainda ser evitados para reduzir a chance de comprometimento hemodinâmico. A frequência respiratória inicial costuma ser em torno de 12 ipm, devendo ser ajustada posteriormente em função de dados gasométricos. Deve-se evitar frequências muito altas, para impedir o aparecimento de PEEP intrínseco. Embora o objetivo deva ser a obtenção gasometrias o mais próximo possível da normalidade, sabe-se que em algumas situações, como na ventilação da DPOC descompensada e durante o uso de hipercapnia permissiva na SARA, aceita-se valores mais elevados de PaCO₂ e pH mais reduzidos(entre 7,20-7,25); podendo ser necessário para tal finalidade reposição com soluções tamponantes como bicarbonato;

3. Pressões de vias aéreas e PEEP – as pressões de platô devem ser mantidas abaixo de 30-35cmH₂O, para reduzir a possibilidade de hiperinsuflação alveolar , baro e volutrauma. Em pacientes obesos, com ascite, distensão abdominal ou outras situações de redução da complacência da parede torácica, níveis um pouco mais elevados, de até 40cmH₂O, poderiam ser aceitos. As pressões de pico devem, preferencialmente, ser mantidas abaixo de 40cmH₂O. Situações como asma e DPOC podem aumentar a pressão de pico por aumento da resistência na via aérea;

Os valores da PEEP iniciais devem ser em torno de, no mínimo, 05cmH₂O, valor considerado como o da PEEP fisiológica. Em algumas situações, como na ventilação de pacientes com SARA, valores muito maiores são necessários para assegurar a manutenção do recrutamento alveolar. De uma maneira dependente da intensidade, os efeitos fisiológicos da PEEP são:

- Recrutamento alveolar e aumento da capacidade residual funcional (CRF) com melhora da oxigenação. Em alguns casos, especialmente em lesões unilaterais e em casos de hiperinsuflação, pode causar piora da oxigenação;
- Prevenção da lesão pulmonar por abertura ou colapso cíclico das unidades alveolares;
- Diminuição, embora, em alguns casos, quando houver hiperinsuflação, possa haver aumento do trabalho respiratório;
- Baro e volutrauma;
- Aumento do espaço morto;
- Aumento da pressão intracraniana;
- Diminuição do débito cardíaco, sobretudo nos casos de hipovolemia;
- Redução do fluxo sanguíneo renal e portal;
- Redução da circulação brônquica;

Nos pacientes com SARA que necessitam de PEEP(s) mais elevadas para manter recrutamento alveolar, a maneira de escolher a melhor PEEP ainda não esta definitivamente estabelecida.

4. Fluxo inspiratório e ondas de fluxo - o fluxo inspiratório é a velocidade com que a

mistura gasosa é administrada pelo ventilador durante a inspiração. Influi nas propriedades mecânicas do sistema respiratório (pico pressórico, resistência das vias aéreas e trabalho respiratório). Estas influências variam conforme o ciclo seja controlado ou assistido. Nos ciclos controlados, o pico de fluxo determina a velocidade com que o VC é ofertado, modificando a relação I/E e o pico de pressão de via aérea para uma mesma frequência e VC. Um maior pico de fluxo leva a um menor tempo inspiratório e a um maior pico de pressão. Nos ciclos controlados, um fluxo entre 40-60L.min⁻¹ costuma ser suficiente, devendo-se manter um pico de pressão abaixo de 40cmH₂O. Por este motivo, quando se inicia a ventilação controlada, recomenda-se um fluxo inicial de 60L.min⁻¹.

Nos ciclos assistidos um fluxo inspiratório insuficiente causa desconforto e maior trabalho respiratório. Nestes casos o fluxo deve ser maior, entre 60 e 90L.min⁻¹.

A forma da onda de fluxo pode ser escolhida em alguns respiradores. Na modalidade VCV a onda de fluxo pode ter quatro formas: quadrada ou constante, desacelerante, acelerante e sinusoidal. Os dois últimos não oferecem vantagem e não são utilizados.

O fluxo quadrado e o desacelerante costumam ser utilizados, sendo que este último tem a vantagem de ocasionar menor pico de pressões nas vias aéreas e melhor distribuição da ventilação. Na ventilação com PCV, o perfil da curva de fluxo inspiratório é variável e influenciado pela impedância do sistema respiratório, diferente da ventilação com volume e fluxo controlado.

NA modalidade PCV, a forma da onda de fluxo é desacelerante, porém, nas patologias em que existe limitação do fluxo inspiratório, ocorre um processo de desaceleração mais lento desta curva, assemelhando-se à curva de fluxo constante ou quadrada.

O fluxo quadrado deve ser usado quando se fizer medida da mecânica respiratória (resistência e complacência do sistema respiratório).

5. Relação inspiração/ expiração (I/E)

A relação I/E usualmente estabelecida no início da ventilação mecânica é de 1:2.

Em alguns ventiladores, esta relação pode ser ajustada diretamente, mas em outros ela deve ser ajustada de forma indireta, a partir da definição de outros parâmetros, como fluxo inspiratório, frequência respiratória, pausa inspiratória e volume corrente.

Em pacientes com obstrução do fluxo expiratório e hiperinsuflação, podem ser recomendadas relações I/E maiores (1:3 ou 1:4) para aumentar o tempo expiratório e reduzir a PEEP intrínseca. Já em paciente com SARA grave e hipoxemia refratária, em que a despeito de parâmetros ventilatórios máximos não se consegue valores de oxigenação adequados, com FiO₂ inferior a 60%, pode ser necessária a inversão relação I/E.

6. Sensibilidade

Nos modos assistidos, o paciente deve iniciar um esforço inspiratório inicial para que o ventilador dispare o ciclo programado.

A sensibilidade é considerada como o nível de esforço necessário do paciente para deflagrar uma nova inspiração assistida pelo ventilador. A sensibilidade inicialmente definida costuma ser de 2 cmH₂O ou de 1 a 5 L.min⁻¹.

Na maioria dos ventiladores o sistema de disparo é a pressão, podendo variar de 0,5 a 2cmH₂O. Alguns ventiladores modernos dispõem de sistema de disparo a fluxo que deve ser de 1 a 5 L.min⁻¹.



Ventilação protetora pulmonar no pulmão com lesão pulmonar aguda (LPA)

A ventilação mecânica protetora pulmonar é a técnica ventilatória atualmente mais utilizada, principalmente no manejo da LPA/SARA. Esta estratégia utiliza menores volumes correntes e maior controle de pressões de via aérea, sendo ao mesmo tempo permissiva em relação à tolerância de hipercapnia.

Alguns trabalhos importantes, utilizando limite de pressão e de volume, associados a níveis moderados de PEEP, demonstraram uma significativa redução da mortalidade na SARA/LPA.

A tendência atual, portanto, ao se ventilar pacientes com LPA/SARA, é de utilizar volumes correntes menores, limitar as pressões de pico (máxima) e platô para evitar baro e volutrauma e associar níveis adequados de PEEP. As recomendações para esta ventilação protetora, baseadas nos estudos clínicos randomizados e multicêntricos, são:

- Empregar modos ventilatórios com os quais o médico assistente esteja mais acostumado, utilizando modos limitados a pressão.
- Utilizar volumes correntes reduzidos (4 a 8 ml.kg⁻¹)
- Ajustar os demais parâmetros do ventilador a uma frequência entre 12 e 26 ciclos por minuto, uma pausa inspiratória de até 0,2 a 0,4 segundos e um fluxo inspiratório de 50 a 70 L/min, com um padrão de fluxo preferencialmente desacelerante.
- Utilizar PEEP em níveis adequados com vistas a manter recrutamento alveolar, sabendo-se que os pacientes com SARA necessitam de PEEP mais elevada para manter recrutamento alveolar.

Ainda não está bem definida a maneira de escolher a melhor PEEP para um determinado paciente. Os níveis de PEEP podem ser escolhidos levando em conta as seguintes alternativas:

- Avaliar as medidas gasométricas da oxigenação e utilizar valores de PEEP que se correlacionem com a melhor oxigenação, buscando os melhores valores de PaO₂, sem prejuízo hemodinâmico concomitante;
- Avaliar a mecânica respiratória, experimentando diferentes níveis de PEEP entre 8 e 20cmH₂O, e escolher aquele que se correlacione com a melhor complacência pulmonar, traçando as curvas PEEP/complacência, um ponto de partida com PEEP de 10 cmH₂O é muito utilizado;
- A avaliação da morfologia pulmonar (por exemplo, através de estudos tomográficos), lembrando que diferentes padrões na distribuição de lesões pulmonares apresentam diferentes respostas à PEEP.

É importante salientar que pacientes com lesão pulmonar que apresentam um padrão mais difuso aos estudos radiológicos, parecem responder mais ao recrutamento, necessitando, pois de PEEP(s) mais altos com risco mínimo de hiperinflação.

Já os pacientes com padrão mais localizado, tendem a recrutar menos e apresentam muito mais risco de hiperinflação, devendo ser mantidos com níveis mais baixos de PEEP.

- Manter pressões máximas de vias aéreas abaixo de 35cmH₂O e pressões de platô abaixo de 30 cmH₂O com vistas a evitar hiperinflação.

- Considerar a realização de manobras de recrutamento alveolar, principalmente em pacientes com SARA grave e hipoxemia importante.
- Permitir PaCO₂ de até 40 a 60 mmHg e pH entre 7,20 a 7,25 (hipercapnia permissiva).

Outros aspectos importantes:

- Iniciar a ventilação assistida somente quando houver estabilidade hemodinâmica;
- Evitar assincronia entre o paciente e o ventilador;
- Evitar pneumonia de aspiração.

Apêndice A - Protocolo de ventilação mecânica na LPA/SARA do grupo ARDSNET

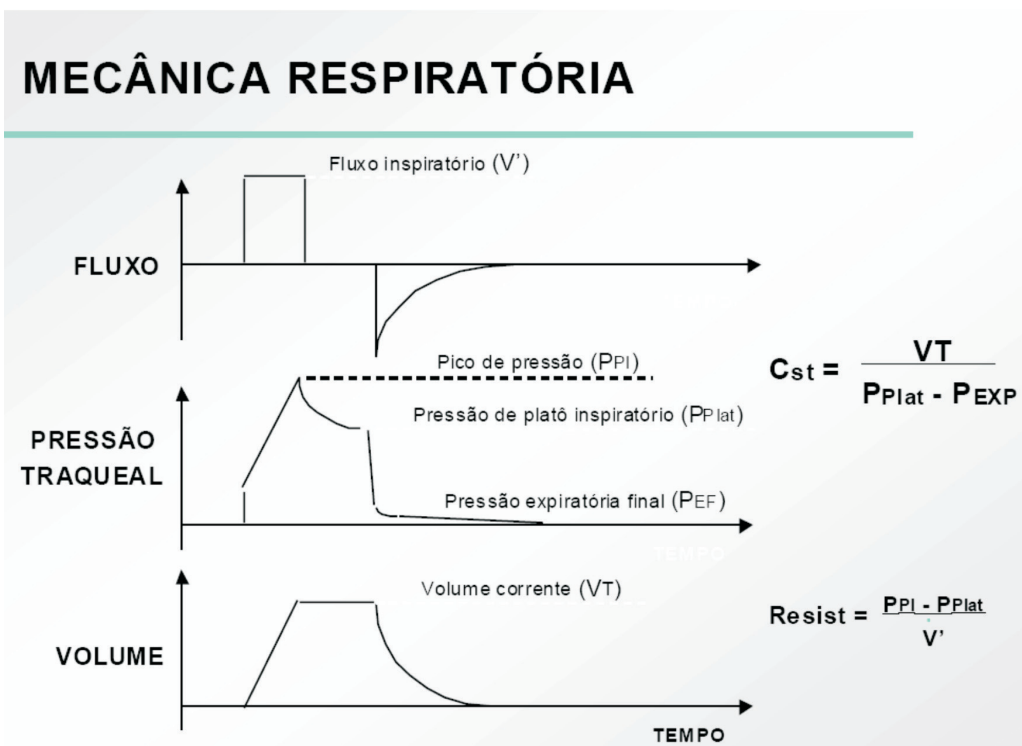
- Assist control mode – volume ventilation
- Reduce tidal volume to 6 mL/kg lean body weight
- Keep Pplat <30 cm H₂O
 - Reduce TV as low as 4 mL/kg lean body weight to limit Pplat
- Maintain SaO₂/SpO₂ 88%–95%

FiO ₂	.3	.4	.4	.5	.5	.6	.7	.7	.7	.8	.9	.9	.9	1.0
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16	18	20-24

Lean Body Weight:

- Male = 50 + 2.3 (height [inches] – 60) or 50 + 0.91 (height [cm] – 152.4)
- Female – 45.5 + 2.3 (height [inches] – 60) or 45.5 + 0.91 (height [cm] – 152.4)

Apêndice B - Cálculo da complacência estática e da resistência do sistema respiratório



Referências Bibliográficas

1. Vieira S - Ventilação Mecânica Invasiva na Insuficiência Respiratória, em Pinheiro C e Carvalho W – Programa de Atualização em Medicina Intensiva(PROAMI)/ Associação de Medicina Intensiva Brasileira. Porto Alegre. Panamericana Editora, 2003; ciclo 1, módulo 1.
2. Amato MBP, Medeiros DM, et al: Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998; 338:347–354.
3. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network: Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342:1301–1308.
4. Hickling KG, Henderson S, Jackson R: Low mortality rate in adult respiratory distress syndrome using low-volume, pressure limited ventilation with permissive hypercapnia: A prospective study. *Crit Care Med* 1994; 22:1568–1578.
5. Stewart TE, Cook DJ, et al: Evaluation of a ventilation strategy to prevent barotrauma in patients at high risk for acute respiratory distress syndrome. *New Engl J Med* 1988; 338:355–361.
6. Brochard L, Roupie E, et al: Tidal volume reduction for prevention of ventilator-induced lung injury in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:1831–1838.
7. Brower RG: Mechanical ventilation in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Clin Chest Med* 2000; 21:3
8. Sevransky, Jonathan E. MD; Levy, Mitchell M. MD, FCCM; Marini, John J. MD Mechanical ventilation in sepsis-induced acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: An evidence-based review. *Critical Care Medicine*. 32(11) Supplement:S548-S553, November 2004.