

## Interação coração-pulmão em pacientes críticos: aplicação da ventilação mecânica como terapêutica não farmacológica na disfunção ventricular

Luis A. Nasi<sup>1</sup>, Graziela Torres<sup>2</sup>, Waldomiro C. Manfrói<sup>3</sup>

*A ventilação mecânica constitui o método usual de suporte para pacientes com insuficiência respiratória aguda. Sua utilização como terapêutica não-farmacológica em pacientes com disfunção sistólica ventricular esquerda tem sido recentemente empregada. Observa-se que tanto a ventilação mecânica invasiva, com uso de pressão expiratória final positiva, quanto a ventilação mecânica não-invasiva, com uso de pressão positiva contínua, modificam a pressão intratorácica, afetando e modificando os gradientes de pressão sobre as câmaras atriais, ventriculares e raiz da aorta. Estes efeitos resultam em alterações hemodinâmicas que contribuem para a melhora dos sintomas em pacientes com insuficiência cardíaca.*

*Unitermos: Pré-carga e pós-carga; disfunção sistólica; ventilação mecânica; pressão expiratória final positiva; pressão positiva contínua de vias aéreas.*

### **Mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure**

*Mechanical ventilation is normally used as a method of support in patients with acute respiratory failure. Invasive and non-invasive mechanical ventilation can improve the performance of cardiovascular system as a non-pharmacological therapeutic option. Mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure or continuous positive airway pressure induces changes in all intrathoracic cardiovascular structures, which can improve the cardiac function and alleviate symptoms of patients with heart failure.*

*Key-words: Preload and afterload; systolic dysfunction; mechanical ventilation; positive end expiratory pressure; continuous positive airway pressure.*

Revista HCPA 1999;19(3):382-7

### **Introdução**

A ventilação artificial constitui o método de suporte usual para pacientes com insuficiência respiratória com diferentes respostas sobre o desempenho cardiovascular.

Diminuição do retorno venoso e diminuição do enchimento ventricular esquerdo são alterações secundárias à ventilação com pressão positiva que contribuem para a redução do débito cardíaco em corações normais de pacientes hipovolêmicos (figura 1). Neste grupo

<sup>1</sup> Intensivista, Serviço de Terapia Intensiva, Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Correspondência: Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação, Rua Ramiro Barcelos 2350, CEP 90035-003, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Residente, Serviço de Medicina Intensiva, Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

<sup>3</sup> Coordenador, Curso de Pós-Graduação em Cardiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## Determinantes da resposta cardiovascular à ventilação

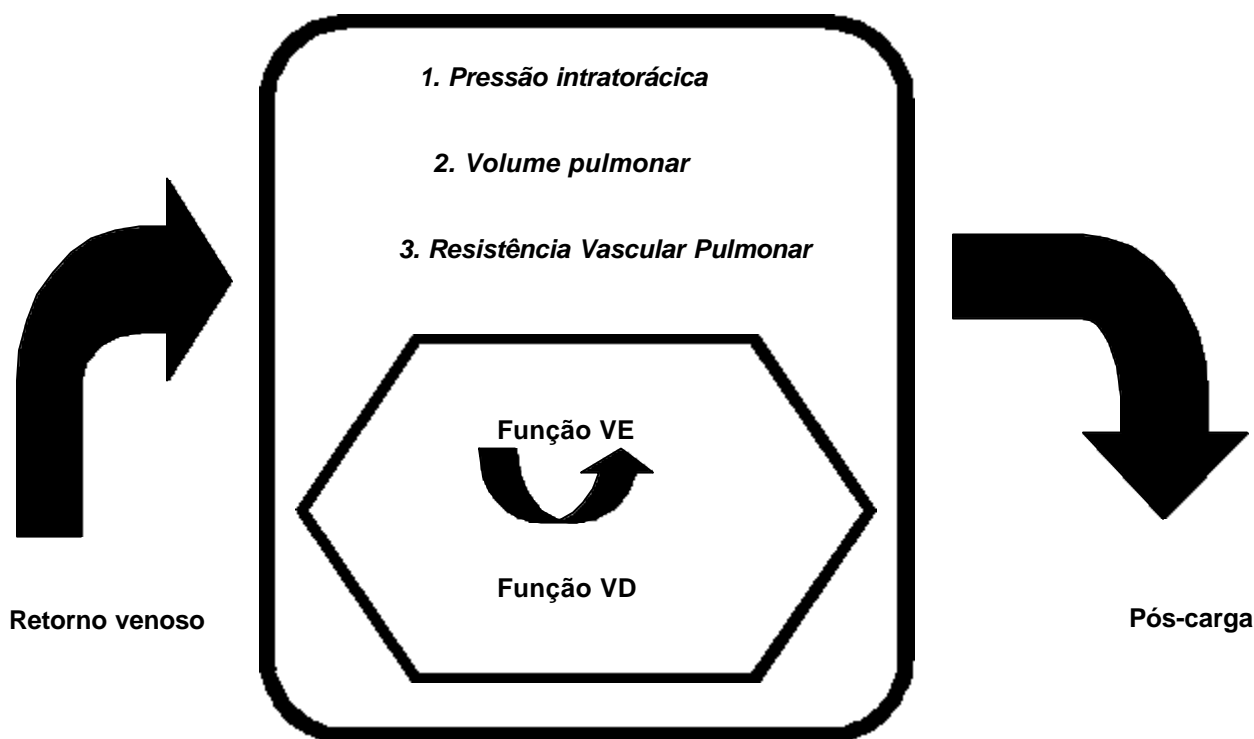


Figura 1. Diagrama esquemático dos componentes relevantes do sistema cardiorrespiratório

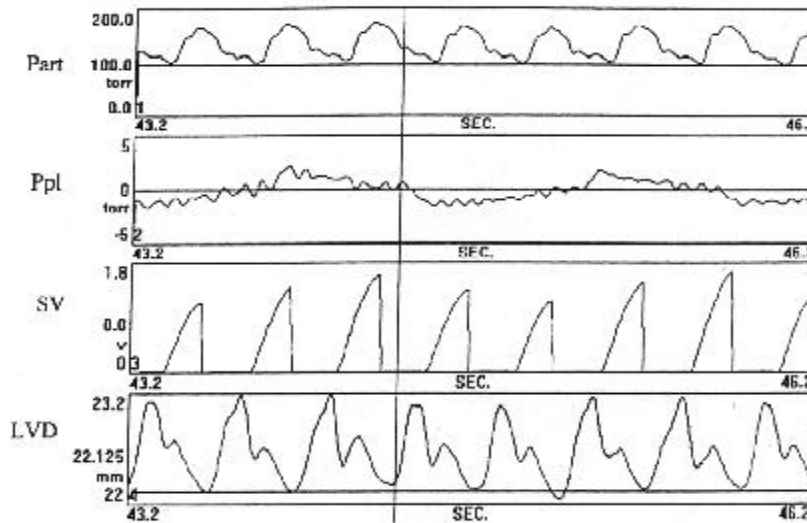
de pacientes, o volume sistólico é usualmente dependente das alterações na pré-carga e pouco influenciado por alterações na pós-carga. Corações dilatados, que operam com grandes volumes diastólico-finais, são também sensíveis a alterações da pré-carga, mas particularmente dependentes da pós-carga (1-3).

Estudos em humanos e em modelos animais têm demonstrado que a ventilação mecânica com pressão positiva resulta numa série de efeitos terapêuticos em pacientes com disfunção ventricular esquerda, independente dos parâmetros de oxigenação, produzindo aumento do débito cardíaco, redução da frequência cardíaca e melhora dos sintomas. A ventilação mecânica, invasiva ou não-invasiva, vem sendo empregada no tratamento de pacientes com insuficiência cardíaca, edema agudo de pulmão e choque cardiogênico por vários autores na última década. A melhora hemodinâmica produzida pela ventilação sobre as doenças cardiopulmonares introduz a ventilação com pressão positiva (VPP) como uma opção não-farmacológica adicional no

tratamento de pacientes com disfunção ventricular (4-9).

### Alterações na pressão intratorácica como determinantes da função ventricular

Alterações na pressão intratorácica afetam os gradientes de pressão sobre as câmaras atriais, ventriculares e raiz da aorta, alterando o volume sistólico (figuras 2 e 3). Em indivíduos normais, elevações na pressão intratorácica ou pleurais determinam aumento da pressão atrial direita e redução do retorno venoso. Ao mesmo tempo, produzem diminuição da pressão transmural esquerda, aumento do volume sistólico e redução da pós-carga (manobra de Valsalva). Efeitos opostos são obtidos por reduções da pressão intratorácica ou pressões pleurais negativas, as quais aumentam a pressão transmural ventricular esquerda, aumentando a pós-carga e reduzindo o volume sistólico (manobra de Mueller) (10) (figura 4). Conforme a lei de Laplace, a tensão sistólica máxima da parede

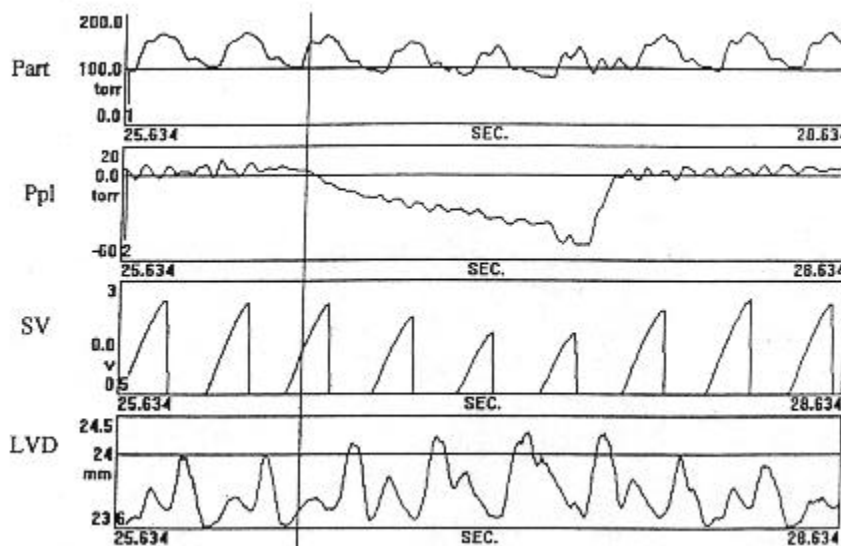


**Figura 2.** Ilustração dos efeitos hemodinâmicos da inspiração normal em porco. A linha vertical representa o início da inspiração. Note que durante a inspiração há uma diminuição no volume diastólico do ventrículo esquerdo, que corresponde a uma diminuição do volume sistólico. Part = Pressão arterial; Ppl = Pressão pleural; sv = Volume sistólico; LVD = Dimensão do ventrículo esquerdo.

ventricular esquerda, a qual reflete a pós-carga, é proporcional ao produto da pressão transmural ventricular esquerda e ao raio da curvatura ventricular. Portanto a VPP, por reduzir a pressão transmural, reduz a pós-carga e favorece o esvaziamento ventricular.

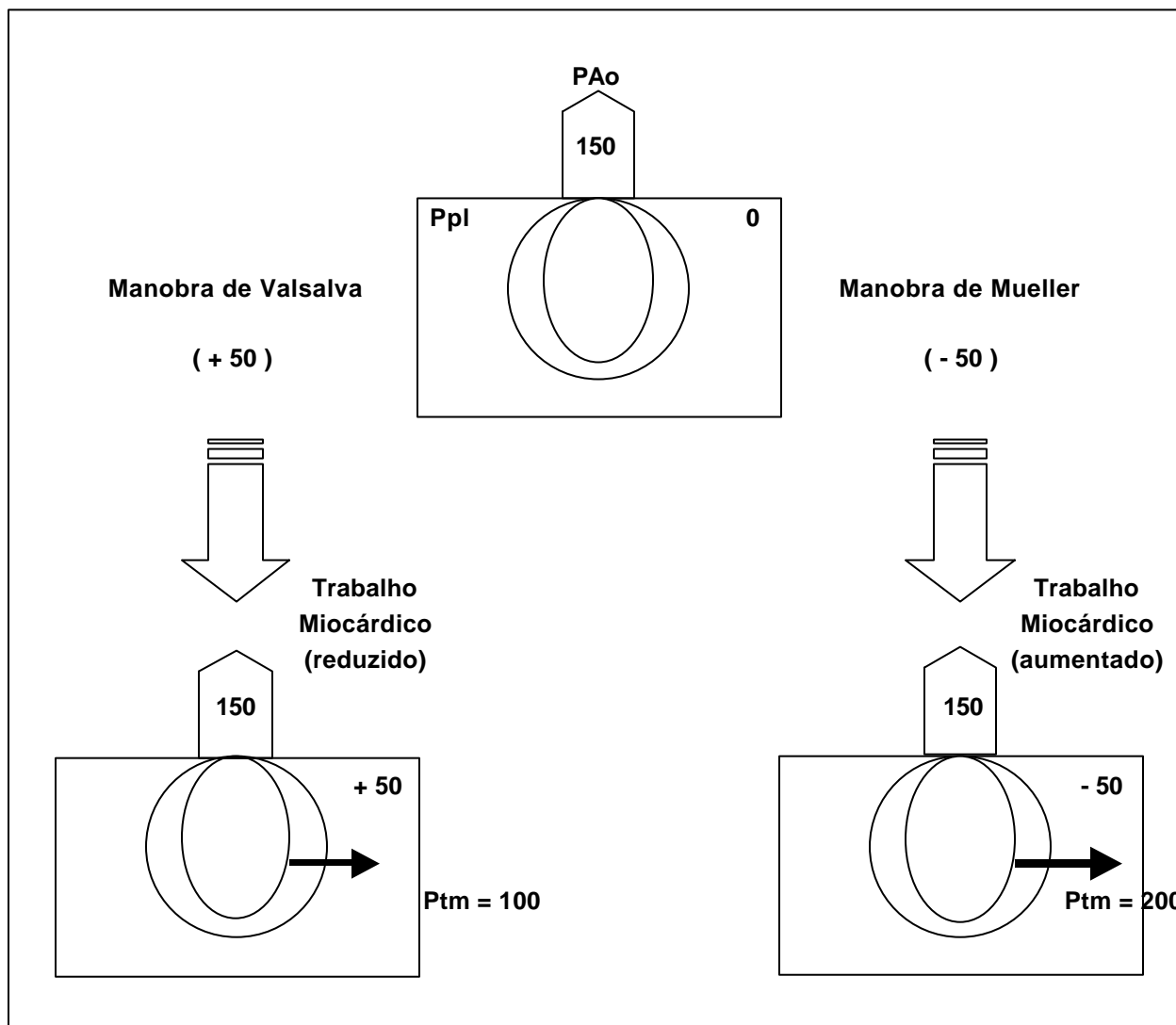
Várias doenças cardiopulmonares estão associadas a marcadas alterações na pressão intratorácica, como na insuficiência cardíaca

esquerda, síndrome da angústia respiratória do adulto (SARA), fibrose pulmonar intersticial, etc. Nestas situações, na tentativa de melhorar a ventilação alveolar, o esforço inspiratório reduz a pressão intratorácica expressivamente, gerando acentuação da pressão negativa pleural. Esta maior redução da pressão pleural aumenta a pressão transmural e reduz o débito cardíaco (10). Em corações com função



**Figura 3.** Resultados no mesmo animal ilustrado na figura 2. Agora o animal respirou com a via aérea obstruída por 30 segundos.

Modificações na pressão torácica



**Figura 4.** Representação esquemática da parede ventricular esquerda, cavidade torácica e aorta, mostrando mudanças na pressão torácica justacárdica (Ppl), induzida pela manobra de Valsalva (pressão pleural positiva) e pela manobra de Mueller (pressão pleural negativa), produzindo efeitos opostos na pressão transmurar do ventrículo esquerdo (Ptm). Esquema adaptado por Dantzker.

ventricular limítrofe, tais modificações no débito cardíaco passam a ter importância clínica. A dificuldade na retirada da ventilação mecânica em pacientes com insuficiência cardíaca esquerda ou com disfunção ventricular constitui um exemplo desta situação. A retirada da ventilação desfaz a pressão positiva pleural, eleva a pressão transmurar e aumenta a pós-carga, determinando dispnéia e fadiga precoce. A ventilação mecânica, portanto, contribui favoravelmente para a melhora do desempenho ventricular esquerdo.

Os efeitos hemodinâmicos sobre o desempenho ventricular direito variam

conforme o volume pulmonar total, a resistência vascular pulmonar e o valor da pressão expiratória final positiva (PEEP) empregada nos pacientes com lesão pulmonar aguda ou SARA com marcada hipertensão pulmonar. O débito do ventrículo direito, nestas situações, associado a reduções do retorno venoso, produz efeitos significativos sobre a função ventricular esquerda, principalmente quando associado à disfunção ventricular prévia.

**Ventilação não invasiva**

Nos últimos anos, tem crescido a

utilização da ventilação não-invasiva por máscara como suporte inotrópico e ventilatório no tratamento de pacientes com edema agudo de pulmão ou insuficiência cardíaca crônica.

A ventilação com pressão positiva não-invasiva (por máscara oclusiva nasal ou nasobucal) mantém, através de um fluxo contínuo de ar na via aérea, os efeitos benéficos da pressão positiva intratorácica sobre a função miocárdica, sem a necessidade da intubação traqueal. Trata-se de uma técnica eficaz, de baixo custo, com possível aplicação no domicílio do paciente, com reduzido número de complicações – exceto eventual distensão gástrica, lesões de pele, dificuldade na ingestão de alimentos e na técnica de aspiração de secreções.

Lin et al. (8), estudaram 100 pacientes com diagnóstico de edema pulmonar cardiogênico que foram randomizados para receber oxigênio por cateter nasal ou CPAP nas primeiras 6 horas de tratamento. O uso de CPAP esteve associado com melhora do débito cardíaco, redução da necessidade de intubação e redução da fração de *shunt*.

Embora não esteja demonstrado que o uso da técnica de ventilação não invasiva reduza a mortalidade dos pacientes com insuficiência cardíaca, verifica-se redução do trabalho respiratório, melhora dos parâmetros de oxigenação, redução da congestão pulmonar e aumento do débito cardíaco.

### Ventilação com pressão expiratória final positiva (PEEP)

A utilização da VPP com PEEP exerce uma série de efeitos benéficos sobre a função ventricular esquerda em pacientes com choque cardiogênico (9):

- redução da pré e pós-carga ventricular esquerda, com melhora do débito cardíaco em pacientes com pressão capilar maior ou igual a 15 mmHg;
- diminuição do trabalho respiratório, favorecendo uma melhor distribuição do fluxo sanguíneo para órgãos vitais;
- redução do consumo de oxigênio pelo miocárdio.

Estes efeitos sobre a pré- e pós-carga e sobre a oxigenação têm sido observados

apenas em pacientes ventilados com valores de PEEP entre 5 e 10 cmH<sub>2</sub>O e congestão pulmonar (pressão capilar >15 mmHg).

Grace & Greenbaum (11) observaram que o aumento do nível do PEEP, em pacientes com comprometimento da função sistólica, melhora o débito cardíaco em pacientes com pressão de oclusão da artéria pulmonar >18 mmHg.

### Conclusão

Com base nesses dados é possível afirmar que a ventilação mecânica com pressão positiva (invasiva ou não-invasiva) produz efeitos favoráveis sobre a função miocárdica em pacientes com disfunção ventricular esquerda. Pacientes com insuficiência cardíaca ou choque cardiogênico devem ser considerados candidatos à ventilação com pressão positiva como medida terapêutica não-farmacológica, embora ainda não existam evidências de redução da mortalidade.

**Agradecimento.** Os autores agradecem a revisão deste artigo à Professora Nadine Clausell, coordenadora do Grupo de Insuficiência Cardíaca e Transplante Cardíaco do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### Referências

1. Guyton AC, Lindsey AW, Abernathy B, et al. Venous return at various right atrial pressures and the normal venous return curve. *Am J Physiol* 1957;189:609-15.
2. Fessler HE. Heart-lung interactions: applications in the critically ill. *Eur Respir J* 1997;10(1):226-37.
3. Michael RP. Heart-lung interactions during positive-pressure ventilation. *New Horizons* 1994;2(4):443-56.
4. Bradley TD, Holloway RM, McLaughlin PR, et al. Cardiac output response to continuous positive airway pressure in congestive heart failure. *Am Ver Respir Dis* 1992;145:377-82.
5. Mathru M, Rao TLK, El-Etr AA, Pifan R. Hemodynamic response to changes in ventilatory patterns in patients with normal and poor left ventricular reserv. *Crit Care Med*

- 1982;10:423-6.
6. Naughton MT, Liu PP, Benard DC, Goldstein RS, Bradley TD. Treatment of congestive heart failure and Cheyne-Stokes respiration during sleep by continuous positive airway pressure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:92-7.
  7. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med* 1991;325:1825-30.
  8. Lin M, Yang Y, Chiang H, Chiang M, Chiang BN, Cheitlin MD. Reappraisal of continuous positive airway pressure therapy in acute cardiogenic pulmonary edema. *Chest* 1995;107:1379-86.
  9. Kontoyannis DA, Nanas JN, Kontoyannis AS, Stamatelopoulos SF, Mouloupoulos SD. Mechanical ventilation in conjunction with the intra-aortic balloon pump improves the outcome of patients in profound cardiogenic shock. *Intensive Care Med* 1999;25:835-8.
  10. Charlier AA. Beat to beat hemodynamic effects of lung inflation and normal respiration in anesthetized and conscious dogs (monograph). Brussels: Editions Arscia; 1967.
  11. Grace MP, Greenbaum DM. Cardiac performance in response to PEEP in patients with cardiac dysfunction. *Crit Care Med* 1982;20:358-60.