

A ocorrência de auto-PEEP em ventilação mecânica

Auto-PEEP in mechanical ventilation

Eduardo J. Troster*

A detecção da hiperinsuflação é de suma importância nos pacientes criticamente doentes. O fenômeno foi inicialmente descrito em 1837 por William Stokes¹.

Em 1972, Bergman descreveu o desenvolvimento do seqüestro de ar intrapulmonar durante a ventilação mecânica. Bergman argumentava que o grau de seqüestro de ar pode ser predito da medida da constante de tempo do sistema respiratório (produto da resistência e complacência)². A medida da pressão expiratória positiva como meio de monitorizar o grau de hiperinsuflação pulmonar foi descrita por Jonson et al. em 1975³.

Em 1982, Pepe e Marini⁴ relataram três pacientes que apresentaram comprometimento hemodinâmico e melhoraram após a suspensão da ventilação mecânica. Ocluindo o circuito do ventilador no fim da expiração, registraram pressões de 10, 14 e 26 cm H₂O, que determinaram de auto-PEEP.

Em pacientes sob ventilação mecânica, a pressão alveolar pode permanecer positiva se o tempo disponível para a expiração é menor do que o tempo necessário para o volume pulmonar retornar ao volume de repouso. Isso pode ser consequência de:

- 1) redução da retração elástica do pulmão;
- 2) aumento da resistência ao fluxo;
- 3) limitação ao fluxo expiratório;
- 4) volume corrente excessivo;
- 5) tempo expiratório curto (devido, por exemplo, à frequência respiratória elevada).

Nessas circunstâncias, a expiração não se completa antes do início da próxima insuflação pulmonar mecânica, e o volume pulmonar no fim da expiração vai estabilizar acima da capacidade residual funcional ou volume de repouso. A este fenômeno denominou-se auto-PEEP, PEEP oculto, PEEP inadvertido, PEEP endógeno ou PEEP intrínseco. Basicamente, nos pacientes sob ventilação mecânica, os fatores que causam elevação do volume pulmonar no fim da expiração e PEEP intrínseco e determinam sua magnitude são:

a) mecânica respiratória anormal do paciente, i.e., resistência e complacência elevadas e limitações ao fluxo expiratório;

b) resistência ao fluxo expiratório adicional, i.e., sonda endotraqueal e válvulas e circuitos do ventilador;

c) padrão ventilatório, com volume corrente elevado, frequência alta e tempo expiratório curto (devido aos parâmetros ventilatórios, ao padrão e demanda do próprio paciente ou ambos) e pausa no fim da inspiração⁵.

Os valores do PEEP podem ser relatados de duas formas: auto-PEEP estático e auto-PEEP dinâmico. O auto-PEEP estático é medido num paciente relaxado, utilizando manobras de retenção do fim da expiração no ventilador⁶.

Nos pacientes dependentes do ventilador, o auto-PEEP dinâmico é medido como uma mudança na pressão das vias aéreas necessárias para reduzir o fluxo expiratório a zero e iniciar uma insuflação pulmonar pelo ventilador⁷.

Da mesma forma que a redução de débito cardíaco, que ocorre com o PEEP externo, o auto-PEEP pode ter efeitos hemodinâmicos adversos como originalmente foram descritos por Pepe e Marini⁴. Mais recentemente, vários autores chamaram a atenção da importância do auto-PEEP durante a reanimação cardiopulmonar, particularmente como causa potencial de dissociação eletromecânica^{8,9,10}. Durante a reanimação cardiopulmonar, a ventilação manual rápida pode precipitar uma hiperinsuflação dinâmica e, com isso, aumentar a pressão alveolar no fim da expiração, reduzindo o retorno venoso e do débito cardíaco. Numa série de casos de 18 pacientes que apresentaram parada cardíaca associada com dissociação eletromecânica sem nenhuma causa aparente, Lapinsky e Leung¹⁰ observaram evidências de patologia obstrutiva das vias aéreas em 72% (13 pacientes), em comparação com uma incidência de 11% de patologia obstrutiva das vias aéreas numa outra série de casos de pacientes reanimados. Em vários destes casos, a suspensão da ventilação manual resultou num retorno da circulação espontânea, o que corrobora a possibilidade da hiperinsuflação dinâmica como mecanismo importante da disfunção cardíaca.

Quando não há nenhuma causa óbvia (por exemplo, pneumotórax hipertensivo), auto-PEEP deve ser suspeitado clinicamente em pacientes asmáticos que apresentam

***Veja artigo relacionado
na página 275***

* Doutor em Medicina do Depto. de Pediatria da USP.
Chefe da UTI Pediátrica do Hospital Israelita Albert Einstein-SP.

hipotensão arterial após instituição de ventilação mecânica¹¹.

Na monitorização hemodinâmica, a medida da pressão capilar pulmonar no fim da expiração é amplamente utilizada para avaliar o enchimento ventricular. Isso, geralmente, é medido como pressão intraluminal, porém a pressão relevante ao coração é a pressão transmural. Um aumento da pressão intratorácica resulta num aumento da pressão intraluminal, enquanto que a pressão transmural pode estar inalterada ou diminuída. Pela falsa impressão de pré-carga excessiva ou adequada, a pressão capilar pulmonar falsamente elevada pode levar a uma restrição hídrica inadequada ou terapia vasopressora desnecessária¹.

A complacência estática do sistema respiratório nos pacientes sob ventilação mecânica é calculada como volume corrente dividido pela pressão de Plateau (fim da inspiração) - PEEP. Nos pacientes com auto-PEEP, o cálculo pode subestimar a complacência estática verdadeira em até 48%³.

A aplicação de PEEP externo pode levar à hiperdistensão alveolar e ruptura, resultando em enfisema mediastinal e pneumotórax. Teoricamente, o mesmo pode ocorrer com níveis elevados de auto-PEEP, embora estudos sistemáticos sobre esse tema não tenham sido realizados.

A pressão positiva no alvéolo no fim da expiração significa que o paciente deve, inicialmente, gerar uma pressão inspiratória negativa do mesmo valor que o auto-PEEP antes que se inicie o fluxo inspiratório.

A hiperinsunflação tem vários efeitos adversos na função da musculatura respiratória. Os músculos trabalham numa posição desfavorável na sua relação comprimento-tensão. Na horizontalização, de acordo com a lei de Laplace, a tensão dentro do músculo é transmitida menos eficazmente à pressão transdiafragmática.

Existem alguns métodos clínicos para determinar o auto-PEEP¹²:

- a) oclusão no fim da expiração;
- b) contrabalanço no início da inspiração;
- c) pressão de plateau no fim da inspiração durante ventilação volume-controlado;
- d) substituição do PEEP;
- e) liberação do gás seqüestrado.

O trabalho de Ferreira et al. deste número é um estudo intervencionista (pré e pós) que avalia a repercussão do auto-PEEP na mecânica respiratória e troca gasosa. Chama a atenção a elevada prevalência de auto-PEEP mesmo numa população estudada com apenas 3 casos de patologias tipicamente obstrutivas, síndrome de aspiração meconial.

Uma das explicações pode ser a de a presença do balonete insuflado prejudicar o escape de ar.

Embora a monitorização da mecânica respiratória não seja empregada na nossa prática clínica diária, ela permite uma abordagem mais fisiológica da ventilação mecânica. Continuamos a guiar-nos com apenas gasometrias e radio-

grafias torácicas para titularmos os parâmetros ventilatórios na era da medicina molecular.

Os autores, com um aparelho de fluxo contínuo, muito utilizado entre os pediatras para ventilar recém-nascidos, lactentes e até mesmo crianças maiores, realizaram um trabalho simples e muito elucidativo na determinação do auto-PEEP.

Aparelhos com maior monitorização como, por exemplo, o Servo Siemens 300, permitem determinar o auto-PEEP com o comando de pausa no fim da expiração. Entretanto, seu preço elevado torna-o proibitivo para uso disseminado no nosso meio.

A apresentação do trabalho é didática, com raciocínio lógico e uma discussão interessante. Aconselhamos aos leitores deste periódico, sua leitura crítica.

Referências bibliográficas

1. Tobin MJ. Chapter 32: Monitoring respiratory mechanics in spontaneously breathing patients. In: Tobin MJ. Principles and practice of intensive care monitoring. New York: McGraw-Hill Inc., 1998. p.617-54.
2. Bergman NA. Intrapulmonary gas trapping during mechanical ventilation at rapid frequencies. *Anesthesiology* 1972; 37:626-33.
3. Jonson B, Nordstrom L, Olsson SG, Akerback D. Monitoring of ventilation and lung mechanics during automatic ventilation: a new device. *Bull Eur Physiopathol Resp* 1975; 11:729-43.
4. Pepe PE, Marini JJ. Occult positive end-expiratory pressure in mechanically ventilated patients with airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:166-70.
5. Rossi A, Polese G, Milic-Emili J.; Chapter 30. Monitoring respiratory mechanics in ventilator-dependent patients. In: Tobin MJ. Principles and Practice of Intensive Care Monitoring. New York: McGraw-Hill Inc., 1998. p.553-96.
6. Gottfried SB, Reissman H, Ranieri M. A simple method for the measurement of mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1992; 20: 621-9.
7. Rossi A, Gottfried SB, Zocchi L et al. Measurement of static lung compliance of the total respiratory failure during mechanical ventilation: the effect of intrinsic positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131:672-7.
8. Rosengarten PL, Tuxen DV, Dziukas L et al. Circulatory arrest induced by intermittent positive pressure ventilation in a patient with severe asthma. *Anaesth Intens Care* 1991; 19:118-21.
9. Rogers PL, Schlichtig R, Miro A, Pinsky M. Auto-PEEP during CPR: an "occult" cause of electromechanical dissociation? *Chest* 1991; 99:492-3.
10. Lapinsky SE, Leung RS. Auto-PEEP and electromechanical dissociation (letter). *N Eng J Med* 1996; 335:674.
11. Taylor RW, Zimmerman JL e Dellinger RP. Section 8: Mechanical Ventilation. In: Taylor RW, Zimmerman JL e Dellinger RP. Self-assessment in multidisciplinary critical care. A comprehensive review. Vol 4, Anaheim, CA, Society of Critical Care, 1996.
12. Marini JJ, Wheeler AP. Chapter 5: Respiratory Monitoring. In: Marini JJ, Wheeler AP. *Critical Care Medicine*. 2ª ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1997. p.7-103.