

Luiza Kimiko Matsumura *
 Hélio Romaldini **
 Neil Ferreira Neto ***
 Manuel Lopes dos Santos ****

É A PRESSÃO DE CAPILAR PULMONAR EXPRESSÃO DA PRESSÃO DE ÁTRIO ESQUERDO NA VIGÊNCIA DE RESPIRAÇÃO MECÂNICA COM PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA?

As pressões do átrio esquerdo e do capilar pulmonar foram medidas concomitantemente em 4 cães submetidos à respiração mecânica com pressão positiva (PPE). Foram estudadas as relações entre esses valores (pressão de átrio esquerdo e pressão de capilar pulmonar; nível de PPE e pressão de capilar pulmonar, nível de PPE e pressão de átrio esquerdo), obtendo-se correlações positivas significativas, $r_s = 0,91$; $r_s = 0,62$ e $r_s = 0,74$, respectivamente.

Conclui-se que os valores da pressão de capilar pulmonar refletem fielmente os valores da pressão do átrio esquerdo, mesmo na vigência de respiração mecânica com pressão positiva expiratória até 15 cmH₂O.

2

A respiração mecânica com pressão positiva expiratória (PPE) é, freqüentemente, utilizada em pacientes com insuficiência respiratória aguda a fim de melhorar as trocas gasosas naquelas condições em que a ventilação com pressão positiva intermitente (VPPI) somente não consegue manter adequadamente a PaO₂¹. Entretanto, apesar da grande melhora da oxigenação arterial c/PPE, podem ocorrer alterações hemodinâmicas de grande monta, como queda do débito cardíaco^{2,3}.

A medida da pressão de capilar pulmonar parece ser um índice fiel da pressão de átrio esquerdo durante a respiração espontânea ou durante VPPI⁴. Por outro lado, Powers e col.² lembram a possibilidade da PPE interferir nas medidas da pressão de capilar pulmonar em pacientes com suporte ventilatório com altos níveis de PPE. Assim sendo, ocorreria uma discrepância entre os valores medidos da pressão de capilar pulmonar e os da pressão do átrio esquerdo.

O presente trabalho propõe-se a investigar, experimentalmente em cães, possível correlação entre as medidas das pressões médias de capilar pulmonar e do átrio esquerdo durante o uso de níveis variados de PPE e avaliar a influência da PPE nas medidas de pressão de átrio esquerdo (PAE) e de capilar pulmonar (Pcap).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 4 cães machos mestiços, provenientes do biotério central da Escola Paulista de Medicina. Os animais foram alimentados com dieta habitual, permanecendo em jejum pelo menos 12 horas antes de cada experiência. Foram anestesiados por via venosa com pentobarbital sódico, na dose de 20 mg/Kg peso corporal e entubados com cânula endotraqueal. A seguir, foram submetidos aos seguintes procedimentos cirúrgicos: a) dissecação da artéria femoral esquerda, na qual foi introduzido cateter ISCS retrogradamente até ser atingido o átrio esquerdo. A outra extremidade foi ligada a um transdutor de pressão Statham P23D6 acoplado a um polígrafo Beckman de 4 canais; b) dissecação da veia jugular externa direita com introdução do cateter de Swan-Ganz de 2 vias para medidas das pressões da artéria pulmonar e de capilar pulmonar ("encunhamento").

As medidas das pressões de capilar pulmonar e do átrio esquerdo eram realizadas em triplicata, adotando-se a média das três mensurações como o valor a ser utilizado.

Os cães receberam inicialmente solução de Ringer-Lactato (20 ml/Kg de peso) até obtenção de diurese de pelo menos 2 ml/min. A seguir, manteve-se a hidratação baseando-se no controle da diurese.

Trabalho realizado na Disciplina de Pneumologia do Departamento de Medicina da Escola Paulista de Medicina.

** Doutora em Medicina. Pesquisadora do CNPq.

** Professor-Adjunto da Disciplina de Pneumologia. Bolsista do CNPq.

*** Professor-Adjunto da Disciplina de Bioestatística do Departamento de Medicina Preventiva.

**** Professor-Adjunto. Chefe da Disciplina de Pneumologia. Bolsista do CNPq.

Monitorizou-se continuamente com eletrocardiograma a fim de detectar eventuais arritmias e alterações de frequência cardíaca e os animais foram ventilados com aparelho ciclado a volume (OFTEC) usando-se volume corrente de 20 ml/Kg de peso e frequência, respiratória constante de 12 respirações/min. A PPE foi obtida ligando-se, à saída da válvula expiratória do ventilador, um tubo de aproximadamente 25 mm de diâmetro, sendo sua extremidade distal introduzida 5, 10 e 15 cm abaixo do nível da água, em recipiente aberto na atmosfera. Para comprovação do valor da PPE, usou-se sistema de vasos comunicantes, com uma de suas extremidades acoplada ao ramo expiratório do modelo experimental. A diferença entre as colunas de água fornece o valor da PPE.

Foram testadas as correlações (coeficiente de correlação de Spearman (r_s))⁵, entre os níveis de PPE e os níveis de PAE e Pcap, bem como entre a PAE e Pcap nos diversos níveis de PPE. Através do "teste t" de Student para médias de valores independentes foram comparados os valores de PAE e Pcap⁵.

RESULTADOS

Os resultados das medidas da PAE e da Pcap para cada nível de PPE acham-se na tabela I. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,05$) entre as duas médias quando foi aplicado o "teste t" para grupos independentes.

Houve correlação positiva significativa entre a PAE e níveis de PPE ($r_s = 0,74$, $p = 0,001$) bem como entre Pcap e a PPE ($r_s = 0,62$; $p = 0,01$).

Detectou-se, ainda, correlação positiva entre os valores de PAE e a Pcap capilar pulmonar, com $r_s = 0,91$ (fig. 1).

DISCUSSÃO

A concomitância de alterações hemodinâmicas e do uso de ventilação mecânica em pacientes graves levou, na última década, à monitorização contínua da Pcap nesse tipo de paciente. Como se admite classicamente⁴, a Pcap é expressão da PAE- e da diástólica final do ventrículo esquerdo com mínimas diferenças em indivíduos respirando espontaneamente, que não apresentem doença de veias pulmonares.

Entretanto, quando se pretende usar a Pcap como expressão da PAE em pacientes submetidos à ventilação mecânica com pressão positiva inspiratória à qual se acrescenta PPE, surgem controvérsias na literatura^{2,6} quanto à validade da utilização da Pcap como expressão da PAE. A aplicação da PPE pode causar modificações hemodinâmicas, dependendo da magnitude da pressão nas vias aéreas que se transmite ao coração, à circulação pulmonar e ao espaço pleural⁷.

Algumas investigações demonstram que a PPE pode causar alterações no débito cardíaco e que, à medida que a PPE aumenta, pode haver mudanças divergentes entre a Pcap e a PAE sugerindo obstrução ao fluxo sanguíneo no leito vascular pulmonar.

Tabela I - Valores de pressão média de átrio esquerdo (PAE) e pressão média de capilar pulmonar (Pcap) em 4 cães com níveis variáveis de pressão positiva expiratória (PPE)

| Cão | Nível PPE | PAE (mmHg) | Pcap (mmHg) |
|-----|-----------|------------|-------------|
| 1 | 00 | 09 | 10 |
| | 05 | 12 | 13 |
| | 10 | 11 | 10 |
| | 15 | 12 | 14 |
| 2 | 00 | 16 | 14 |
| | 05 | 15 | 12 |
| | 10 | 17 | 11 |
| | 15 | 17 | 15 |
| 3 | 00 | 04 | 06 |
| | 05 | 06 | 08 |
| | 10 | 09 | 10 |
| | 15 | - | - |
| 4 | 00 | 06 | 05 |
| | 05 | 07 | 05 |
| | 10 | 08 | 08 |
| | 15 | 09 | 10 |

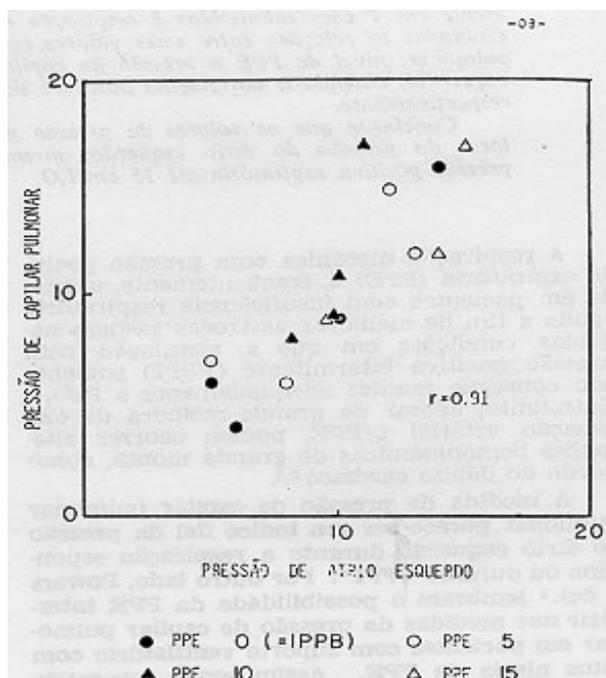


Fig. 1 - Correlação entre a pressão do átrio esquerdo e a do capilar pulmonar em cães submetidos à respiração mecânica com pressão positiva expiratória (PPE).

Outros autores⁸ acreditam que isso ocorre somente na vigência de hipovolemia. As questões por nós levantadas e que foram objeto deste trabalho são as seguintes: 1) na vigência de PPE, a Pcap reflete a PAE? 2) a Pcap e a PAE sofrem variações semelhantes ou divergentes em função de diferentes níveis de PPE?

Por nossos resultados, a primeira questão foi respondida nos termos da correlação altamente significativa ($p = 0,001$) entre as duas pressões. Portanto, em nossas condições em nossas condições experimentais, a Pcap foi expressão da PAE (fig. 1). Esses achados estão em acordo com os de Zarins e col.⁸ que, estudando cães com PPE em estados hipo, normo e hipervolêmicos, verificaram que a discrepância entre a Pcap e a

PAE se desenvolvia principalmente nos cães ipovolêmicos, sem os quais ocorreriam quedas importantes do débito cardíaco (DC) com PPE. Nos cães normovolêmicos, a PPE causou uma queda do DC com aumento da resistência vascular pulmonar quando foi utilizada PPE de 20 cmH O. Uma sobrecarga aguda de fluídos preveniu a queda do DC, bem como a discrepância entre as medidas da Pcap e da PAE que ocorreu com PPE de 20 cmH O.

Em nosso experimento, os animais já sofriam inicialmente expansão do líquido extracelular (LEC) (20 ml/Kg peso) e, portanto, eram normo ou hipervolêmicos. O estado de normo ou hipervolemia torna os cães menos suscetíveis à depressão do DC, permitindo o uso da ventilação mecânica com níveis mais elevados de PPE sem alterações hemodinâmicas significativas. Nessas condições, as medidas da Pcap refletem as medidas da PAE (fig. 1).

Quanto à segunda questão, pelas correlações altamente significativas verificadas entre os níveis da PPE e tanto os da PAE ($r_s = 0,74$) ($p = 0,001$) como os da Pcap ($r_s = 0,62$) ($p = 0,01$), podemos afirmar que ambas as pressões sofreram igualmente a influência da PPE.

Em condições de PPE, com o aumento da pressão nas vias aéreas, ocorre aumento simultâneo da pressão intrapleurale e intra-alveolar. Esse incremento da pressão é transmitido às estruturas vasculares intratorácicas desde o coração e, portanto, do átrio esquerdo até o capilar pulmonar. A ação nos capilares pulmonares faz se sentir pelo aumento da pressão intra-alveolar, provocado pela PPE, levando à compressão dos capilares e a ação sobre o átrio esquerdo dá-se por compressão dessa estrutura, provocando, portanto, para cada magnitude de PPE, aumento proporcional nos valores da pressão tanto do átrio esquerdo quanto do capilar pulmonar, continuando a medida da pressão nesse a ser expressão daquele. Ainda mais, como os cães eram normo ou hipervolêmicos, qualquer pressão sobre o átrio esquerdo e simultaneamente sobre o capilar pulmonar acabou por transmitir-se daquela

estrutura para essa, porque se tornou mais difícil o colapso dos capilares pulmonares.

Concluimos, portanto, que ambas, PAE e Pcap, sofrem influência simultânea do aumento da pressão intratorácica durante o uso de PPE e que, em animais normo ou hipervolêmicos, mesmo durante PPE até 15 cmH O, a Pcap é expressão da PAE.

SUMMARY

The effects of increasing levels of positive end expiratory pressure were studied in four mongrel dogs in order to reexamine the relationship between pulmonary artery wedge pressure and left atrial pressure. We found a positive correlation (Spearman test; $r_s = 0.91$) between these values, even with positive end-expiratory pressure of 15cmH O.

REFERÊNCIAS

1. Ashbaugh, D. G.; Bigelow, D. B.; Petty, T. L.; Levine, B. E. - Acute respiratory distress in adults. *Lancet*, 2: 319, 1967.
2. Powes, S. R., Jr.; Mannal, R.; Neclerio, M.; English M.; Marr, C.; Leather, R.; Ueda, H.; Williams, G.; Custead, W.; Dutton. R. - Physiologic consequences of positive end-expiratory pressure (PEEP) ventilation. *Ann. Surg.* 178: 265, 1973.
3. Qvist, J.; Pontoppidan, H.; Wilson, R. S.; Lweinstein, E.; Laver, M. B. - Hemodynamic responses to mechanical ventilation with peep. *Anesthesiology*, 42: 45, 1975.
4. Lappas, D.; Lell, W. A.; Gabel, J. C.; Givetta, J. M.; Lweinstein, E. - Indirect measurement of left-atrial pressure in surgical patients - pulmonary - capillary wedge and pulmonary - artery diastolic pressure compared with left-atrial pressure. *Anesthesiology*, 38: 394, 1973.
5. Snedecor, G. W.; Cochran, W. G. - *Statistical methods*, 6th ed., Iowa State University Press. Iowa. 1974. 593.
6. Lozman, J.; Powers, S. R. Jr.; Older, I.; Dutton, R.E., Roy, R. J.; English, M.; Marco, D.; Eckert, C. -Correlation of pulmonary wedge and left atrial pressure. *Arch. Surg.* 109: 270, 1974.
7. Cassidy, S. S.; Robertson, C. H. Jr.; Pierce, A. K.; Johnson, R. L, Jr. - Cardiovascular effects of positive end-expiratory pressure in dogs. *J. Appl. Physiol.* 44, 743, 1978.
8. Zarins, C. K.; Virgilio, R. W.; Smith, D. E.; Peters, R. M. - The effect of vascular volume on positive endexpiratory pressure induced cardiac output depression and wedge-left atrial pressure discrepancy. *J. Surg. Res.* 23: 348, 1977.