

Recrutamento alveolar: indicações e técnicas

Wesley Semboloni Bitencourt*

A ventilação mecânica tem tido grande evolução nos últimos anos, tanto nas modalidades ventilatórias quanto no entendimento da fisiopatologia, onde deve ser destacada a importância da ventilação mecânica em perpetuar ou agravar a lesão pulmonar¹. Apesar disso, a mortalidade em pacientes com SDRA (Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo) continua elevada em torno de 40%². Para minimizar este dano, são propostas estratégias de proteção pulmonar^{3,4}. O uso de manobras de recrutamento alveolar tem sido proposto como terapia de suplemento dentro das estratégias de VM para pacientes com SDRA^{5,6}. Estas manobras têm efeitos benéficos demonstrados em modelos animais com colapso alveolar induzido por depleção de surfactante, porém a fisiopatologia da SDRA é mais complexa, e o efeito das manobras de recrutamento é menos evidente⁷.

Recrutamento e SDRA

Após a publicação dos trabalhos de Amato e colaboradores³ e o Consenso na conferência de SDRA⁸ o uso de manobras de recrutamento em pacientes com SDRA ganhou aceitação no meio clínico, comprovando os benefícios de ventilar com estratégia protetora.

Recrutamento e doentes anestesiados

A formação de atelectasias e fechamento das vias aéreas são mecanismos que prejudicam a troca gasosa em pacientes saudáveis anestesiados⁹. Recrutamento alveolar está sendo usado com

* Responsável pelo CET-SBA da Santa Casa de Misericórdia de Ribeirão Preto
Membro Conselho Editorial Revista Brasileira de Anestesiologia
Vice-Presidente World Federation of Societies of Anaesthesiologists

sucesso para reverter áreas colapsadas dependentes. Rothen e cols observaram que pressão de 40 cmH₂O mantida por 7-8 segundos re-expandiam o pulmão completamente o pulmão colapsado de pacientes anestesiados⁹. Alguns trabalhos demonstraram que recrutamento alveolar com moderados níveis de PEEP pode produzir efeitos fisiológicos benéficos em pacientes submetidos a cirurgia abdominal, torácica ou laparoscópica^{10,11} e em pacientes propensos para desenvolver um grau moderado de lesão pulmonar após procedimentos cirúrgicos¹².

Métodos de Recrutamento

Pode ser feito por

- 1- Aumento do volume corrente ou suspiros
- 2- PEEP extrínseca
- 3- PEEP intrínseca¹³
- 4- Aumento do tempo inspiratório e inversão da relação inspiração-expiração.
- 5- Variações do decúbito. Decúbito prono
- 6- Técnicas fisioterápicas.

Volume X PEEP

Vários artigos científicos discutem como realizar o recrutamento alveolar, se por volume ou PEEP. Em um estudo experimental em 1993, Bond e Froese¹⁴ propuseram que o recrutamento por volume seria menos deletério nas situações onde houvesse atelectasia relacionada a baixos volumes pulmonares.

Inicialmente, se utilizavam para recrutamento alveolar altos PEEPs e altas pressões, pois acreditava-se que a lesão pulmonar se distribuía uniformemente pelos pulmões, porém, Gatinoni e colaboradores demonstraram que através de cortes não tomográficos que as regiões não dependentes permaneciam com complacência normal enquanto que regiões dependentes apresentavam diminuição da complacência.. Sendo então importante neste caso avaliar o nível de volume corrente, da PEEP acima do ponto de inflexão inferior na curva de complacência (pressão-volume)

Pode-se fazer recrutamento alveolar utilizando-se altos volumes correntes e altas PEEPs, porém trabalhos recentes demonstram segurança na utilização de altas pressões.

Níveis de Pressão e Recrutamento

O nível de pressão para o efetivo recrutamento é discutível, mas se sabe que a pressão para abrir as unidades aéreas fechadas é maior do que a pressão para mantê-las abertas. Amato et al com uma estratégia de proteção pulmonar observaram uma redução da mortalidade aos 28 dias de evolução em pacientes com SDRA utilizando pressão contínua nas vias aéreas (CPAP) de 35-40 cmH₂O por 40 segundos, PEEP acima do ponto de inflexão inferior, volumes correntes menor que 6ml/kg, sendo encontrado taxa de sobrevida de 62% utilizando esta estratégia¹⁵.

Fugino em 2002 comparou manobras de recrutamento repetidas 4 vezes com dois níveis de pressões diferentes (CPAP de 40 cmH₂O por 40 segundos+PCV de 20 cmH₂O+PEEP de 40 cmH₂O por 2 minutos), frequência respiratória de 10 e relação I: E 1:1¹⁶. Neste estudo houve recrutamento máximo do pulmão em ambos os grupos, não havendo dano histológico.

Pelosi et al utilizando em pacientes com SDRA suspiro intermitentes de 45 mmHg de pressão de platô em pacientes ventilados com PEEP de 14±2,2 observaram melhora da oxigenação,

shunt pulmonar e mecânica pulmonar¹⁷. Foti et al observaram que manobras de recrutamento eram efetivas para melhorar a oxigenação e recrutamento alveolar só durante a ventilação mecânica com baixo PEEP, sugerindo que PEEPs altos podem levar a maior estabilidade do alvéolo e prevenir a perda do volume de pulmão¹⁸. Na mesma linha, Lapinky et al observaram efeitos benéficos da oxigenação, sendo que estes efeitos só eram mantidos com a elevação da PEEP após manobra de recrutamento¹⁹.

Barbas et al estudando 10 pacientes com SDRA ventilados com PEEP 2 cm H₂O acima do ponto de inflexão inferior e volume corrente de 6 ml/kg randomizados em dois grupos, o primeiro receberia 3 ciclos de PCV de 40 cmH₂O por 6 segundos em três horas e sempre que fosse necessário e segundo grupo receberia 3 ciclos de 40, 50, 60 cmH₂O por 6 segundos em 4 horas. No último grupo, os autores observaram um incremento adicional da relação PaO₂/FiO₂ após 1 h e 6 h sem deterioração da parte hemodinâmica quando comparada com o primeiro grupo²⁰.

Patroniti mostrou que a adição de 1 suspiro/min com um alto nível de PEEP (38±3,2 cmH₂O) durante o modo bifásico de pressão positiva nas vias aéreas com pressão de suporte melhorou as trocas gasosas e volume corrente e diminuiu o drive respiratório em 13 pacientes com SDRA primária²¹.

Outros estudos, demonstraram efeito modesto e variável das manobras de recrutamento sobre a oxigenação quando pacientes com SDRA foram ventilados com altos PEEPs. Richard et al demonstraram diminuição da oxigenação quando o volume corrente era diminuído de 10 ml/kg para 6ml/kg com PEEP acima do ponto de inflexão inferior, porém quando se aumentava a PEEP e se realizava manobras de recrutamento havia prevenção do desrecrutamento alveolar. Mas quando os pacientes já eram ventilados com altos PEEPs essas manobras de recrutamento tiveram efeitos mínimos²².

Os valores, para se obter o recrutamento alveolar, variam, como foi demonstrado anteriormente. Experimentalmente observa-se que a atelectasia não é totalmente recrutada mesmo com pressões nas vias aéreas de até 40 cmH₂O. As manobras de recrutamento podem ser realizadas de várias formas, mas a utilização da PEEP “ideal”, obtida como 2,0 cm de H₂O acima do ponto de inflexão inferior da curva pressão x volume, mantém o pulmão apenas parcialmente aberto. A proposta atual é realizar manobras de recrutamento com o objetivo de abrir o pulmão e mantê-lo totalmente aberto de forma eficaz, e isto pode ser obtido através de PEEPs mais elevadas e altas pressões sustentadas por períodos determinados.

Em conclusão, para o adequado recrutamento parecem ser importantes a pressão de platô, altas PEEPs, e a diferença entre a pressão de platô e a PEEP. É importante salientar que estas manobras de recrutamento devem ser feitas momentaneamente e não para serem mantidas por longo tempo, pois levariam ao barotrauma e volutrauma. Devem ser respeitados os valores de 35 cmH₂O para pressão de platô e 45 para pressão inspiratória máxima (Ppico). Outro ponto importante é que as manobras de recrutamento alveolar só devem ser realizadas em doentes estáveis.

Manutenção do Recrutamento

A manutenção das vias aéreas abertas e do recrutamento alveolar depende de vários fatores, tais como nível da PEEP, pressão de platô, tempo expiratório e tempo de atuação da pressão sobre as vias aéreas.

O tempo de permanência de abertura das pequenas vias aéreas e dos alvéolos após as manobras de recrutamento é discutido. Para Hamilton²³ é possível que o recrutamento persista por até 20 horas. Neumann et al demonstraram experimentalmente que para se evitar o colapso cíclico



alveolar a PEEP deve ser mantida igual ou maior do que 20 cmH₂O ou o tempo expiratório deve ser encurtado para valores iguais ou menores que 0,6 s²⁴.

Altas PEEPs, maior ou igual a 20 cmH₂O, praticamente previnem o colapso alveolar na expiração.

Decúbito Prono

O decúbito prono é um método de recrutamento alveolar, tem sido utilizado como método adjuvante na SDRA^{25,26,27}, melhorando a oxigenação sem impacto na sobrevida, como demonstrado por Gattinoni et al. Uma análise deste estudo houve evidência de benefício na redução da mortalidade em 10 dias, no subgrupo de pacientes com relação PaO₂/FIO₂ < que 88, levando a crer que os pacientes mais graves possam ter redução da mortalidade com o emprego desta estratégia²⁸. Venet et al demonstraram em uma análise retrospectiva de pacientes com SDRA que a aplicação de decúbito prono nos primeiros 7 dias de evolução como fator independente está associado a menor mortalidade²⁹.

O decúbito prono deve ser usado como manobra de salvamento em associação com estratégia de ventilação e manobra de recrutamento protetora³⁰.

Monitorização do Recrutamento

Vários métodos podem ser empregados para avaliar o recrutamento alveolar, inclusive o recrutamento regional. A necessidade de utilizar métodos de imagem para observar os efeitos da manobra de recrutamento com altas pressões foram questionados por Okamoto et al³¹ em estudo mostrou excelente correlação entre PaO₂/FIO₂ e recrutamento alveolar em 17 pacientes, sendo que a relação PaO₂/FIO₂ se mantiveram após 6 horas da manobra de recrutamento alveolar, considerando que os pacientes não foram desconectados do sistema. Devido às dificuldades e risco de deslocamento do doente com SDRA para CT de tórax convencional, esses resultados dão segurança para o uso da relação PaO₂/FIO₂ como bom marcador de recrutamento. Borges et al avaliando 11 pacientes com SDRA por CT convencional (Figura I) mostrou quantificação de tecido colapsado e a relação PaO₂/FIO₂ em diferentes manobras de recrutamento, permitindo estabelecer um padrão de variação entre % de tecido colapsado inversamente proporcional ao valor da relação PaO₂/FIO₂, quando utilizadas as manobras de recrutamento³².

Figura I - CT de Tórax mostrando o Recrutamento Alveolar
Com dois níveis de PEEP

PEEP 0 cmH₂O



PEEP 15 cmH₂O



Há também a tomografia por bioimpedância Elétrica, método que tem como grande vantagem o fato de poder ser realizada a beira do leito, permitindo o ajuste dos parâmetros ventilatórios do paciente. Este tipo de exame baseia-se nas diferenças existentes nas regiões não dependentes e dependentes dos pulmões, criando uma relação de impedância entre estas regiões, podendo assim avaliar o recrutamento alveolar em diferentes regiões. Nesse método, ainda não utilizado rotineiramente, aguarda-se a melhor qualidade das imagens. No futuro esta monitorização contínua à beira do leito permitirá o nível adequado de pressão e volume corrente, mantendo um pulmão aberto e ventilação mais homogênea, evitando desrecrutamento e minimizando a lesão do parênquima pulmonar³⁰.

Referências Bibliográficas

1. Dreyfuss D, Salmon G.- Ventilator-induced Lung Injury Lessons from Experimental Studies. *Am J Respir Crit Care Med*,1998; 157: 294-323
2. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alia I, et al - Mechanical Ventilation International Study Group: Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: A 28-day international study. *Jama* ,2002; 287:345-355
3. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM, et al - Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N England J Med* ,1998; 338:347-354
4. 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 England J Med* 2000; 342:1301-1308
5. Rothen HU, Neumann P, Berglund E, et al- Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 1999; 82:551-556
6. Foti G, Cereda M, Sparacino M, et al - A Effects of periodic lung recruitment maneuvers on gas exchange and respiratory mechanics in mechanically ventilated ARDS patients. *Intensive Care Med*, 2000; 26:501-507
7. Piacentini E, Villagrà A, López-Aguilar J, et al - Clinical review: The implications of experimental and clinical studies of recruitment maneuvers in acute lung injury. *Crit Care*, 2004; 8:115-121
8. Artigas A, Bernad GR, Carlet J, et al - The American-European Consensus Conference on ARDS, part2. Ventilatory, pharmacolog, supportive therapy, study design strategies and issues related to recovery and remodeling. *Intensive Care Med* ,1998; 28:378-398
9. Rothen HU, Spore B, Engberg G et al - Airway closure atelectasis and gas exchange during general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 1998; 81:681-686
10. Tusman G,Böhm SH, Vásquez GF et al - Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *Br J Anaesth* ,1999; 82: 8-13
11. Tusman G,Böhm SH, Vásquez GF et al - Alveolar recruitment strategy increases arterial oxygenation during one-lung ventilation. *Ann Thorac Surg* ,2002; 73: 1204-1209
12. Dyhr T, Laursen N, Larsson A - Effects of lung recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on lung volume, respiratory mechanics and alveolar gas mixing in patients ventilated after cardiac surgery. *Acta Anaesth Scand* ,2002; 46:717-725
13. Walley KR, Russel JA: Pumonary Pathophysiology in ADRS. In Russel JA, Walley KR: *Acute Respiratory Distress Syndrome: A comprehensive Clinical Approach*. London: Cambridge University Press, 1999, 80-106
14. Bond DM, Froese AB - Volume Recruitment maneuvers are less deleterious than persistent low lung volumes in the atelectasis-prone rabbit lung during high-frequency oscillation. *Crit Care Med*, 1993; 21:402-412
15. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros, et al - Effect of prospective-ventilation strategy on mortality in th acute respiratory distress syndrome. *N England J Med* 1998, 338:347-354
16. Fujino Y,Goddon S, Dolhnikoff M, et al - Repetitive high-pressure recruitment maneuvers required to maximally recruit lung in sheep model of acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* ,2001; 28:1579-1588

17. Pelosi P, Goldner M, McKibben A, et al - Recruitment and desrecruitment during acute respiratory failure: An experimental study. *Am J Respir Crit Care*, 2001; 164:122-130
18. Foti G, Cereda M, Sparacino M, et al - Effects of periodic lung recruitment maneuvers on gas exchange and respiratory mechanics in mechanically ventilated ADRS patients. *Intensive Care Med*, 2000; 26:501-507
19. Lapinsky SE, Aubin M, Mehta S, et al - Safety and efficacy of a sustained inflation for alveolar recruitment in adults with respiratory failure. *Intensive Care Med*, 1999; 25:1297-1301
20. Barbas CSV, Silva F, Garrido A, et al - Recruitment maneuvers with different pressure control levels in ADRS patients. *Am J Respir Crit Care*, 2001; 163:A163
21. Patrotni N, Foti G, Cortinovis B, et al - Sigh improves gas exchange and lung volume in patients with acute respiratory distress syndrome undergoing pressure support ventilation. *Anesthesiology*, 2002; 96:788-794
22. Richard JC, Maggiori SM, Jonson B, et al - Influence of tidal volume on alveolar recruitment. Respective role of PEEP and a recruitment maneuver. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001; 163:1609-1613
23. Hamilton PP, Adebusola O, Smyth JA - Comparison of conventional and high-frequency ventilation: Oxygenation and lung pathology. *J Appl Physiol*, 1983; 55:131-138
24. Neumann P, Berglund JE, Mondejar EF, et al - *Am J Respir Crit Care Med*, 1998; 158:1636-143
25. Venet C, et al - The oxygenation variations related to prone positioning during mechanical ventilation: a clinical comparison between ARDS and no-ARDS hypoxemic patients. *Intensive Care Med* 2001; 27:1352-1359
26. Blanch L, et al - Short-term effects of prone position in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*, 1997; 23:1033-1039
27. Lee DL, et al - Prone-position ventilation induces sustained improvement in oxygenation in patients with acute respiratory distress syndrome who have a large shunt. *Crit Care Med*, 2002; 30:1446-1452
28. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, et al - Effects of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*, 2001; 345:568-573
29. Venet C, et al - Prognostic factors in acute respiratory distress syndrome: a retrospective multivariate analysis including prone positioning management strategy. *Intensive Care Med*, 2003; 29:1435-1441
30. Barbas CSV - Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit Care Med*, 2003; 31:S265-S271
31. Okamoto VN, Borges JB, Janot GF, et al - Safety and efficacy of a stepwise recruitment maneuver in ADRS/ALI patients- preliminary results of a clinical study. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003; 167:A616
32. Borges JBS - Physiology of lung collapse and recruitment at airway pressures beyond 40 cmH₂O on acute respiratory distress syndrome (dissertation). São Paulo, Brazil, University of São Paulo, 2002