

Lívia Maria Vitório Trindade¹,
Lucianne Cristina da Silva Lopes¹,
Graziella França Bernardelli
Cipriano², Letícia Sandre
Vendrame³, Ary Andrade Junior⁴

Manobra de recrutamento alveolar na contusão pulmonar. Relato de caso e revisão da literatura

Alveolar recruitment in pulmonary contusion. Case report and literature review

1. Fisioterapeuta especializada em Clínica Médica pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

2. Pós-graduanda (Mestrado) em Ciências de Saúde da Disciplina de Cardiologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

3. Médica da Unidade de Terapia Intensiva da Disciplina de Clínica Médica da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

4. Professor assistente da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Recebido do Departamento de Medicina da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Submetido em 1 de Julho de 2008

Aceito em 5 de Fevereiro de 2009

Autor para correspondência:

Lívia Maria Vitório Trindade
Rua São Carlos do Pinhal, 269 - Apto.
82 - Bela Vista
CEP: 01333-001 - São Paulo (SP),
Brasil.
Fones: (11) 3938-9980 - 8278-6850
E-mail: liviavitorio@ig.com.br

RESUMO

O tratamento da contusão pulmonar quando instituído de forma correta é bastante simples na maioria das vezes. As alterações fisiopatológicas acontecem como decorrência dos efeitos produzidos pela perda da integridade da parede torácica, acúmulo de líquidos na cavidade pleural, obstrução da via aérea e disfunção pulmonar. A manobra de recrutamento alveolar consiste na reabertura de áreas pulmonares colapsadas através do aumento da pressão inspiratória na via aérea. O objetivo deste relato foi apresentar um caso de contusão pulmonar, avaliando a efetividade da manobra de recrutamento alveolar e revisão da literatura. Paciente do sexo masculino, 33 anos, com quadro clínico de trauma de tórax bilateral e trauma crânio-encefálico, evoluiu com rebaixamento do nível de consciência, insuficiência respiratória aguda, choque hipovolêmico, hemoptise. Foi submetido a toracocentese, drenagem torácica bilateral e submetido a ventilação mecânica invasi-

va. Após 48 horas de ventilação mecânica invasiva, segundo os preceitos da estratégia protetora, iniciou-se manobras de recrutamento alveolar modo, Pressão controlada 10 cmH₂O, frequência respiratória 10rpm, tempo inspiratório 3.0, pressão positiva no final da expiração 30 cmH₂O, FIO₂ 100%, durante dois minutos. Após a aplicação da manobra de recrutamento alveolar O paciente apresentou melhora pulmonar significativa da oxigenação, caracterizada por aumento da relação PaO₂/FiO₂, porém houve variação da mesma entre 185 a 322. Obteve alta da unidade na terapia intensiva após 22 dias e hospitalar após 32 dias da admissão. A manobra de recrutamento alveolar neste paciente apresentou resultados significativos no tratamento da contusão pulmonar, melhorando a oxigenação arterial, prevenindo o colapso alveolar e revertendo quadros de atelectasias.

Descritores: Insuficiência respiratória aguda; Traumatismo torácico; Ventilação pulmonar

INTRODUÇÃO

O trauma é uma das principais causas de invalidez e morte no mundo atual, em especial na população mais jovem, sendo que a lesão torácica representa um agravante importante na evolução dos pacientes politraumatizados.⁽¹⁾ Está relacionado diretamente a 25% dos casos e indiretamente a outros 25%. Cerca de um terço dos traumas de tórax necessitam de hospitalização.

A lesão torácica representa um agravante importante na evolução dos pacientes com trauma multissistêmico, chegando a determinar 20% das mortes de origem traumática. Embora a incidência de morte nas lesões torácicas ocupe lugar de destaque nas estatísticas mundiais, grande parte dos pacientes com este tipo de trauma pode ser tratada sem grandes procedimentos cirúrgicos, reservando-se a toracotomia para cerca de 10% a 20% dos casos. Entretanto, aproximadamente um terço dos

pacientes com lesões graves do tórax morre antes do atendimento hospitalar, e outros 20% apresentam morte tardia, em consequência das complicações pleuropulmonares de natureza infecciosa que, direta ou indiretamente, resultam deste tipo de violência.⁽²⁻⁴⁾

As lesões pulmonares traumáticas têm como principal causa o acidente automobilístico.^(5,6) O trauma pode produzir variadas lesões nos órgãos intratorácicos, sendo as lesões parenquimatosas mais comuns às contusões pulmonares, as atelectasias, as lacerações e os hematomas.

A contusão pulmonar é definida como lesão nas quais ocorre dano intersticial e alveolar, com a presença de sangue e edema, sem haver, no entanto, ruptura significativa das paredes alveolares.^(6,7)

A contusão pulmonar é a lesão parenquimatosas traumáticas mais comum.^(7,8) As alterações fisiopatológicas acontecem em decorrência dos efeitos produzidos pela perda da integridade da parede torácica, acúmulo de líquidos na cavidade pleural, obstrução da via aérea e disfunção pulmonar. Normalmente, as contusões aparecem dentro de quatro a seis horas depois do trauma e desaparecem em quatro a seis dias, sendo o início abrupto da opacificação parenquimatosas e seu desaparecimento rápido característicos da contusão pulmonar⁽⁹⁾ O fator mais significativo é o trauma fechado. Esta condição decorre da contusão pulmonar resultante de forças compressivas que atuam sobre o pulmão, produzindo rupturas capilares com formação de edema e extravasamento de líquido intravascular, prejudicando a aeração das áreas atingidas com formação de zonas de atelectasia. O diagnóstico acurado e o tratamento precoce reduzem a morbidade e a mortalidade desta complicação.⁽⁹⁾

A importância clínica da extensão da contusão pulmonar na evolução dos pacientes vítimas de trauma foi avaliada por Wagner e Jamieson, que estabeleceram um método quantitativo que divide os lobos pulmonares de acordo com seu volume, demonstrando que os pacientes com contusões ou lacerações pulmonares comprometendo mais de 28% do tecido pulmonar tiveram indicação de ventilação mecânica (VM). Por outro lado, pacientes que apresentaram menos de 18% de acometimento do tecido pulmonar não necessitaram de tal procedimento. O uso da tomografia computadorizada (TC) tem representado um significativo avanço na abordagem moderna das vítimas de trauma. A TC do tórax, nos casos de trauma torácico, define mais precisamente a extensão e a gravidade das lesões, que geralmente são subestimadas pelas radiografias convencionais.^(10,11) Atualmente, com o advento da TC helicoidal, tem sido avaliado o seu uso no diagnóstico precoce no trauma torácico.⁽¹²⁾

O uso de manobras de recrutamento alveolar (MRA) tem sido proposto como terapia de suplemento dentro das estra-

tégias de VM para pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) e lesão pulmonar aguda (LPA). A MRA é uma técnica que utiliza o aumento sustentado de pressão na via aérea com o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para a troca gasosa e, conseqüentemente, a oxigenação arterial.⁽¹³⁾ É utilizada não somente em pacientes com SDRA, mas também em situações clínicas que apresentem o desenvolvimento de áreas pulmonares colapsadas (atelectasias). A MRA visa estabilizar a permeabilidade alveolar que então, deve ser mantida com níveis adequados de pressão expiratória final positiva (PEEP), ou seja, com pressões menores do que aquelas necessárias para o recrutamento. Quando bem sucedida, o benefício de cada manobra tende a desaparecer como tempo, a menos que um nível suficiente de PEEP seja aplicado para evitar o derecrutamento alveolar^(14,15) quando o paciente vai permanecer sob ventilação mecânica. A ventilação mecânica tem contribuído muito para aumentar a sobrevida em diversas situações clínicas, mas apesar do grande avanço, quando utilizada de forma inadequada, pode contribuir aumentando a taxa de morbimortalidade.⁽¹⁶⁾ A VM pode causar ou perpetuar a lesão pulmonar se a cada respiração ocorrer hiperdistensão e colapso das unidades alveolares de forma cíclica. Para diminuir a mortalidade de pacientes com SDRA e da LPA, Amato et al. em estudo apresentou resultados positivos com o uso da ventilação com estratégia protetora pulmonar, que consiste no uso de baixos volumes correntes (4 a 6mL.kg-1), pressão de platô máxima de 35 cmH₂O e PEEP acima do ponto de inflexão inferior da curva pressão-volume.⁽¹⁷⁾ O objetivo deste relato foi apresentar um caso de contusão pulmonar, avaliando a efetividade da manobra de recrutamento alveolar e revisão da literatura.

RELATO DE CASO

Paciente do sexo masculino, 33 anos, foi admitido na unidade de terapia intensiva (UTI) da Clínica Médica do Hospital São Paulo com quadro clínico de trauma de tórax bilateral e trauma crânio encefálico (TCE), evoluiu com escore de coma de Glasgow (GCS) > 8; insuficiência respiratória aguda (IRpA) e choque hipovolêmico. Na TC evidenciou-se contusão pulmonar, derrame pleural e atelectasia bilateral (Figura 1). Devido à piora progressiva da mecânica ventilatória houve necessidade de intubação orotraqueal e ventilação mecânica invasiva (VMI), a estratégia ventilatória protetora foi estabelecida precocemente. Após 48 horas iniciou-se a MRA com titulação da PEEP para melhor complacência do sistema respiratório, onde a mesma era repetida a cada 6 horas, mantendo níveis adequados de PEEP e sistema de aspiração fechado, já que estudos apresentam excelente correlação en-

tre a relação da pressão parcial de oxigênio/fração inspirada de oxigênio (PaO_2/FiO_2) e MRA, sendo que a relação PaO_2/FiO_2 se mantém após 6 horas da MRA, considerando que os pacientes não foram desconectados do sistema. A MRA foi instituída durante 10 dias, e realizada avaliação comparativa pré e pós MRA com as radiografias convencionais (Figuras 2 e 3). O paciente apresentou valor inicial da PaO_2/FiO_2 de 178 e complacência estática (Cstat) de, 24 mL/cmH O. Após a MRA o índice de oxigenação PaO_2/FiO_2 passou para 342, e Cstat 71 mL/cmH O. O paciente apresentou melhora do quadro clínico, hipoxêmico (relação PaO_2/FiO_2) e melhora do exame radiológico. No 16º dia de internação foi submetido a traqueostomia percutânea e após 2 dias foi iniciando o desmame da ventilação da ventilação mecânica. Obteve alta na UTI após 22 dias e hospitalar após 32 dias da admissão.

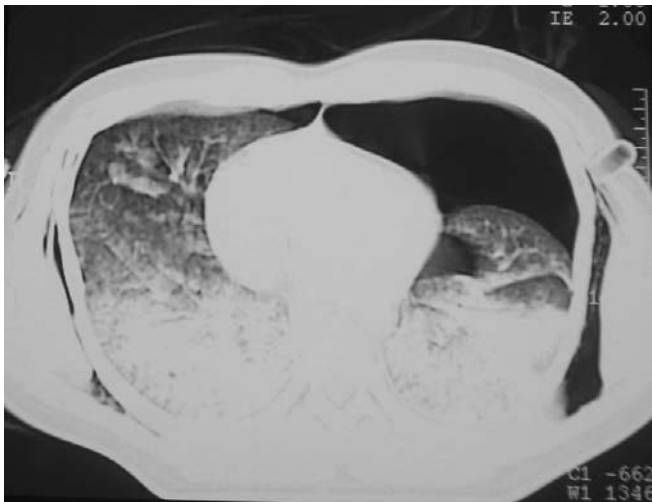


Figura 1 – Tomografia de tórax na admissão



Figura 2 - Radiografia de tórax pré manobra de recrutamento alveolar



Figura 3 - Radiografia de tórax pós manobra de recrutamento alveolar

DISCUSSÃO

A MRA consiste na reabertura de áreas pulmonares colapsadas através do aumento da pressão inspiratória na via aérea, promovendo redução do shunt pulmonar e melhor troca gasosa.⁽¹⁸⁾ A MRA é uma técnica que utiliza o aumento sustentado de pressão na via aérea com o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para a troca gasosa e, conseqüentemente, a oxigenação artéria. As manobras de recrutamento alveolar podem ser realizadas de várias formas, mas a utilização da PEEP “ideal”, obtida com 2,0 cm de H_2O acima do ponto de inflexão inferior da curva pressão x volume mantém apenas o pulmão parcialmente aberto. A proposta atual é realizar MRA 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. A estratégia para titulação da PEEP destinada a aumentar o recrutamento alveolar embora limitando a hiperinsuflação não reduz significativamente a mortalidade. No entanto, melhora a função pulmonar, reduz a duração de ventilação mecânica e a duração da falência do órgão.⁽¹⁹⁾ 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 sobrevivência de 62% utilizando esta estratégia.⁽¹⁷⁾ Fujino em 2002 comparou manobras de recrutamento repetidas quatro vezes com dois níveis de pressões diferentes (CPAP

de 40 cmH₂O por 40 segundos e ventilação em pressão controlada (PCV) de 20 cmH₂O+PEEP de 40 cmH₂O por 2 minutos). Neste estudo houve recrutamento máximo do pulmão em ambos os grupos, não havendo dano histológico.⁽²⁰⁾ 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 Hamilton é possível que o recrutamento persista por até 20 horas.⁽²¹⁾ Já Neumann et al. demonstraram experimentalmente que para se evitar o colapso cíclico 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 0,6s altos níveis de PEEP, maior ou igual a 20 cmH₂O, praticamente previnem o colapso alveolar na expiração.⁽²²⁾

Para a monitorização dos efeitos da MRA, a maioria dos autores avaliou a melhora da oxigenação arterial, um método comumente empregado na prática clínica, no qual os valores de PaO₂, relação PaO₂/FiO₂ são analisados.^(23,24) Valores de PaO₂ maiores de 450mmHg indicariam um pulmão recrutado. Valente Barbas, em um estudo avaliou os resultados de sua manobra pela somatória da PaO₂ e da PaCO₂, definindo o recrutamento completo como PaO₂+PaCO₂ maior que 400mmHg.⁽²⁵⁾ Outro método descrito para avaliar a eficácia do recrutamento alveolar é a tomografia computadorizada, capaz de quantificar o tecido pulmonar recrutado.⁽²⁶⁾

Nos artigos pesquisados os autores não descrevem contra-indicações ao uso da MRA, mas utilizam como critérios de exclusão os pacientes hemodinamicamente instáveis, presença de pneumotórax, pneumomediastino e enfisema subcutâneo, biópsia de pulmão e ressecção recentes. Algumas complicações podem ocorrer como resultado da aplicação de altas pressões inspiratórias, sendo mais comuns às alterações hemodinâmicas e o risco de barotrauma. A aplicação de pressão sustentada na via aérea causa repercussões hemodinâmicas (diminuição do retorno venoso e aumento da pós-carga do ventrículo direito durante o período da aplicação) e expõe o pulmão ao maior risco de barotrauma. Há ocorrência de hipotensão, com rápida melhora após a interrupção da manobra, é mais frequente em pacientes hipovolêmicos.⁽²⁷⁾

Apesar de muito difundida no tratamento da SDRA e da LPA, a literatura demonstra bons resultados quando a MRA é empregada em pacientes submetidos à anestesia geral, pois, durante o procedimento anestésico desenvolvem-se áreas de atelectasia com prejuízo na troca gasosa,

aumento do *shunt* pulmonar e piora da oxigenação^(28,29)

Entretanto, a decisão do uso de ventilação mecânica em geral se baseia também nos achados da gasometria, na frequência respiratória e na presença de choque ou lesões associadas, como trauma crânio-encefálico.⁽⁹⁾ Blostein e Hodgman confirmaram o valor dessa estimativa, correlacionando valores de oxigênio no sangue arterial com o percentual de volume pulmonar acometido pelas contusões, e concluíram que a taxa de oxigênio reduz com o aumento percentual de pulmão acometido pelas contusões.⁽⁷⁾

CONCLUSÃO

A manobra de recrutamento alveolar neste paciente apresentou resultados significativos no tratamento da contusão pulmonar, melhorando a oxigenação arterial, prevenindo o colapso alveolar e revertendo quadros de atelectasias.

ABSTRACT

Treatment of pulmonary contusion when adequately established is very simple in most cases. Pathophysiological changes occur as a result of the effects produced by loss of chest wall integrity, accumulation of fluid in the pleural cavity, obstruction of the airways and lung dysfunction. The alveolar recruitment maneuver is the reopening of collapsed lung areas by increasing inspiratory pressure in the airway. The primary objective of this case report was to evaluate the effectiveness of the alveolar recruitment maneuver in a patient with pulmonary contusion. A 33 year old male patient, with a clinical condition of bilateral chest trauma and traumatic brain injury, evolved with reduction of the level of consciousness, acute respiratory failure, hypovolemic shock and hemoptysis. The patient underwent thoracentesis, bilateral thoracic drainage and was also submitted to invasive mechanical ventilation. After 48 hours of invasive mechanical ventilation, in accordance with protective strategy an alveolar recruitment maneuver mode, pressure-controlled ventilation, pressure controlled 10 cmH₂O, respiratory rate 10 rpm, inspiratory time 3.0, positive end-expiratory pressure 30 cmH₂O and FI_O₂ 100%, for two minutes. After the alveolar recruitment maneuver, the patient presented clinical pulmonary improvement, but there was a variation of 185 to 322 of PaO₂/FiO₂ (arterial partial pressure of oxygen/ fraction of inspired oxygen). He was discharged from the intensive care unit 22 days after admission. The alveolar recruitment maneuver in this patient showed significant results in the treatment of pulmonary contusion, improving blood oxygenation, preventing alveolar collapse and reversing atelectasis.

Keywords: Respiratory failure; Thoracic injuries; Pulmonary ventilation

REFERÊNCIAS

1. Groskin SA. Selected topics in chest trauma. *Radiology*. 1992;183(3):605-17.
2. Symbas PN. Chest drainage tubes. *Surg Clin North Am*. 1989;69(1):41-6. Review.
3. Silas MG, Belluzzo GR, Miguel EJMG, Bahdur R, Pires AC. Traumatismos torácicos: análise de 231 casos. *Arq Med ABC*. 1990;13(1/2):19-21.
4. Calhoun JH, Trinkle JK. Pathophysiology of chest trauma. *Chest Surg Clin N Am*. 1997;7(2):199-211. Review.
5. McRitchie DI, Matthews JG, Fink MP. Pneumonia in patients with multiple trauma. *Clin Chest Med*. 1995;16(1):135-46.
6. Wagner RB, Jamieson PM. Pulmonary contusion. Evaluation and classification by computed tomography. *Surg Clin North Am*. 1989;69(1):31-40.
7. Blostein PA, Hodgman CG. Computed tomography of the chest in blunt thoracic trauma: results of a prospective study. *J Trauma*. 1997;43(1):13-8.
8. Marts B, Durham R, Shapiro M, Mazuski JE, Zuckerman D, Sundaram M, Luchtefeld WB. Computed tomography in the diagnosis of blunt thoracic injury. *Am J Surg*. 1994;168(6):688-92.
9. Melo ASA, Moreira LBM, Marchiori E. Lesões traumáticas do parênquima pulmonar: aspectos na tomografia computadorizada. *Radiol Bras*. 2003;36(3):141-6.
10. Feliciano DV. Patterns of injury. In: Feliciano DV, Moore EE, Mattox KL, editors. *Trauma*. 3rd ed. Norwalk, CT: Appleton & Lange; 1996. p. 85-103.
11. Dyer DS, Moore EE, Mestek MF, Bernstein SM, Iklé DN, Durham JD, et al. Can chest CT be used to exclude aortic injury? *Radiology*. 1999;213(1):195-202.
12. McGonigal MD, Schwab CW, Kauder DR, Miller WT, Grumbach K. Supplemental emergent chest computed tomography in the management of blunt torso trauma. *J Trauma*. 1990;30(12):1431-4; discussion 1434-5.
13. Dyrh T, Nygard E, Laursen N, Larsson A. Both lung recruitment maneuver and PEEP are needed to increase oxygenation and lung volume after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2004;48(2):187-97.
14. Tusman G, Böhm SH, Vazquez de Anda GF, do Campo JL, Lachmann B. 'Alveolar recruitment strategy' improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *Br J Anaesth*. 1999;82(1):8-13.
15. Pang CK, Yap J, Chen PP. The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesth Intensive Care*. 2003;31(2):176-80.
16. Hess DR, Bigatello LM. Lung recruitment: the role of recruitment maneuvers. *Respir Care*. 2002;47(3):308-17; discussion 317-8. Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, Panigada M, Carrieri F, Riva E, et al. Sigh in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(3):872-80.
17. Amato MBP, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998;338(6):347-54. Comment in: *N Engl J Med*. 1998;339(3):196-7; author reply 198-9. *N Engl J Med*. 1998;339(3):197; author reply 198-9.
18. Gonçalves LO, Cicarelli DD. Manobra de recrutamento alveolar em anestesia: como, quando e por que utilizá-la. *Rev Bras Anesthesiol*. 2005;55(6):631-8.
19. Mercat A, Richard JC, Vieille B, Jaber S, Osman D, Diehl JL, Lefrant JY, Prat G, Richecoeur J, Nieszkowska A, Gervais C, Baudot J, Bouadma L, Brochard L; Expiratory Pressure (Express) Study Group. Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2008;299(6):646-55. Comment in: *JAMA*. 2008;299(6):691-3. *JAMA*. 2008;299(6):693-5. *JAMA*. 2008;300(1):39-40; author reply 41-3. *JAMA*. 2008;300(1):39; author reply 41-2. *JAMA*. 2008;300(1):40-1; author reply 41-2. *JAMA*. 2008;300(1):40; author reply 41-2. *JAMA*. 2008;300(1):41; author reply 41-2.
20. Fujino Y, Goddon S, Dolhnikoff M, Hess D, Amato MB, Kacmarek RM. Repetitive high-pressure recruitment maneuvers required to maximally recruit lung in sheep model of acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2001;29(8):1579-86. Comment in: *Crit Care Med*. 2001;29(8):1647-8. *Crit Care Med*. 2002;30(9):2169; author reply 2169-70.
21. Hamilton PB, Onayemi A, Smyth JA, Gillan JE, Cutz E, Froese AB, Bryan AC. Comparison of conventional and high-frequency ventilation: oxygenation and lung pathology. *J Appl Physiol*. 1983; 55(1 Pt 1):131-8.
22. Neumann P, Berglund JE, Mondéjar EF, Magnusson A, Hedenstierna G. Effect of different pressure levels on the dynamics of lung collapse and recruitment in oleic-acid-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(5 Pt 1):1636-43.
23. Claxton BA, Morgan P, McKeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia*. 2003;58(2):111-6.
24. Rouby JJ. Lung overinflation. The hidden face of alveolar recruitment. *Anesthesiology*. 2003;99(1):2-4. Comment on: *Anesthesiology*. 2003;99(1):71-80.
25. Valente Barbas CS. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit Care Med*. 2003;31(4 Suppl):S265-71.
26. Tusman G, Böhm SH, Sipmann FS, Maisch S. Lung recruitment improves the efficiency of ventilation and gas exchange during one-lung ventilation anesthesia. *Anesth Analg*. 2004;98(6):1604-9, table of contents.
27. Marini JJ. How to recruit the injured lung. *Minerva Anesthesiol*. 2003;69(4):193-200.
28. Karaaslan T, Meuli R, Androux R, Duvoisin B, Hessler C, Schnyder P. Traumatic chest lesions in patients with severe head trauma: a comparative study with computed tomography and conventional chest roentgenograms. *J Trauma*. 1995;39(6):1081-6.
29. Singh PK, Agarwal A, Gaur A, Deepali DA, Pandey CK, Singh U. Increasing tidal volumes and PEEP is an effective method of alveolar recruitment. *Can J Anaesth*. 2002;49(7):755.