



**ALBERT EINSTEIN**  
HOSPITAL ISRAELITA

## Diretrizes Assistenciais

Protocolo de Recrutamento Pulmonar na  
Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica

---

Versão eletrônica atualizada em  
Agosto – 2009

O tratamento da síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) tem sido motivo de importantes controvérsias na terapia intensiva. A mortalidade da SDRA oscila em torno de 30% a 60%. Nenhuma abordagem terapêutica, exceto a estratégia ventilatória (ventilação protetora – PEEP elevado e baixo volume corrente com a finalidade de abrir os pulmões e mantê-los abertos), apresentou impacto na sobrevida desta síndrome <sup>1</sup>.

Manobras de recrutamento têm emergido como um passo adiante nas estratégias protetoras de ventilação mecânica na SDRA. Porém, existe controvérsia sobre a própria habilidade de se recrutar o pulmão. Hubmayr et al.<sup>2</sup>, em um modelo de lesão pulmonar de ácido oléico, registraram que manobras de recrutamento simplesmente distendem unidades pulmonares já abertas. Carney et al.<sup>3</sup> demonstraram claramente, em modelo experimental, que manobras de recrutamento abrem unidades pulmonares colabadas e não distendem unidades já abertas.

Embora o emprego de pressões de platô de via aérea acima de 30 a 35 cm de H<sub>2</sub>O tenha se mostrado deletério <sup>4</sup>, a aplicação, por um curto espaço de tempo, de pressões elevadas nas vias aéreas como um fator desencadeante para obter um pulmão recrutado é uma alternativa interessante <sup>5,6</sup>.

Dados clínicos confirmam que há uma forte associação estatística entre valores elevados de PEEP e redução da mortalidade <sup>1</sup>, ou entre a presença maciça de tecido pulmonar não aerado – detectado pela tomografia computadorizada de tórax – e uma maior mortalidade <sup>7</sup>.

Se o pulmão colapsado é um importante fator potencializador de lesão e inflamação, uma manobra de recrutamento eficaz pode minimizar a quantidade de colapso alveolar e os mecanismos de lesão induzida pela ventilação mecânica (VILI), e mantê-lo aberto pelo uso adequado de uma PEEP ajustada a um nível acima daquele no qual um substancial desrecrutamento começa.

O objetivo desejado é um equilíbrio entre o risco durante a manobra de recrutamento, o qual necessariamente deve ser mínimo, e o efeito esperado, a reversão do colapso pulmonar, o qual deve ser máximo.

## Definição

Manobra de expansão pulmonar para abertura de unidades respiratórias colapsadas, visando melhorar a oxigenação e reduzir a LIVI (Lesão Pulmonar Induzida pela Ventilação).

- Lesão pulmonar é induzida ou perpetuada por:
  - Estiramento excessivo e forças de cisalhamento sobre o parênquima pulmonar
  - Abertura e fechamento cíclico das unidades alveolares
  - Ventilação prolongada com elevadas frações inspiratórias de oxigênio

## Indicação

Pacientes com idade máxima de 18 anos e síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) primária ou secundária instalada em menos que 72 horas; que apresentam colapso pulmonar evidente e significativo à tomografia computadorizada de tórax.

- O diagnóstico clínico da SDRA é definido pela presença de todos os critérios estabelecidos da American European Consensus Conference (AECC): instalação aguda da insuficiência respiratória, infiltrado pulmonar bilateral na radiografia de tórax, relação  $PaO_2/FiO_2$  menor que 200 mmHg e presença de pressão de oclusão da artéria pulmonar menor que 18 mmHg ou ausência de evidência clínica de hipertensão de átrio esquerdo.

## Critérios de Exclusão

- Pacientes com instalação da SDRA maior que 72 horas
- Parada cardio-respiratória nas últimas 48 horas
- Instabilidade hemodinâmica definida como: pressão arterial média (PAM) < 70 mmHg, lactato arterial > 14 mg/dl ou saturação venosa mista de oxigênio ( $SvO_2$ ) < 65%
- Pacientes com contra-indicação formal à hipercapnia (arritmias cardíacas graves, hipertensão intracraniana)
- Pneumotórax não drenado
- Hemoptise
- Fistula bronco-pleural ativa

## Precauções e cuidados gerais

- Sedação e/ou curarização conforme protocolo institucional do HIAE
- Adequar volemia e drogas vasoativas se instabilidade hemodinâmica
- Aspiração de secreções antes da manobra
- Verificar a presença de vazamentos no circuito
- Desabilitar a ventilação de backup ou de apnéia presente em quase todos os ventiladores mecânicos. Se não for possível desabilitar, reduzir o seu critério de ativação a um mínimo.

## Monitorização

- Monitorização mínima durante o procedimento: SaO<sub>2</sub>, pressão arterial (preferencialmente invasiva), frequência e ritmo cardíacos.
- Análise da função respiratória (troca gasosa e mecânica respiratória)

## Parâmetros ventilatórios mínimos

Com o objetivo de selecionar os pacientes mais graves, os seguintes parâmetros ventilatórios mínimos são estabelecidos para coleta da gasometria arterial e cálculo da relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de inclusão.

Modo ventilatório Pressão Controlada (PCV), diferencial ( $\Delta$ ) de pressão 15 cmH<sub>2</sub>O, PEEP 10 cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> 100%, frequência respiratória (FR) 10-15 irpm, relação Inspiratória: Expiratória (I:E) 1:1.

## Preparação do transporte para a sala de tomografia

Os pacientes são submetidos à sedação contínua com cloridrato de midazolam (Dormonid®) e citrato de fentanila (Fentanil®) e bloqueio neuromuscular. O uso de agentes paralisantes é restrito ao momento da manobra.

## Manobra de recrutamento alveolar proposta

- Em crianças até 2 anos
  - CPAP 30 cmH<sub>2</sub>O por 30 a 40 seg
  - CPAP 40 cmH<sub>2</sub>O por 30 a 40 seg

- Em crianças maiores que 2 anos

Recrutamento progressivo intermitente guiado pela TC de tórax: aplicação por 2 min de ventilação com pressão controlada, relação I:E = 1:1, PEEP = 20 cmH<sub>2</sub>O, pressão inspiratória total = 40-45 cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> = 100% e frequência de 10-15/min ;

- PC 15 + PEEP 20 por 2 min
- PC 15 + PEEP 25 por 2 min
- PC 15 + PEEP 30 por 2 min

Caso haja recrutamento máximo do colapso alveolar posterior, determinado por evidência visual na sala de tomografia, a manobra de recrutamento é finalizada e iniciada a redução da PEEP começando a partir de PEEP=20. A fase de titulação da PEEP deverá ser responsável por detectar a PEEP necessária para manutenção do recrutamento alcançado.

A manobra pode ser interrompida nas seguintes situações:

- PAM < 65 mmHg
- Arritmias cardíacas associadas à hipotensão
- Queda sustentada da saturação arterial de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) < 90%
- Evidência de barotrauma nas imagens da TC tórax

Após dois minutos da realização da manobra, seqüências de imagens a partir da carina até o diafragma, num total de 11 cortes, em pausa expiratória e em pausa inspiratória serão obtidas em cada passo de PEEP do protocolo. As imagens obtidas representam o equivalente a uma fatia de aproximadamente 7 - 8 cm de parênquima pulmonar.

Após término da obtenção de imagens na sala de tomografia, o paciente deverá ser transportado de volta para a UTI pela equipe multidisciplinar. Ao chegar à UTI, o paciente deverá ser desconectado do ventilador de transporte, reconectado ao ventilador da UTI e submetido à nova manobra de recrutamento à beira-leito, utilizando os parâmetros de recrutamento e titulação da PEEP determinados na TC de tórax.

## Referências Bibliográficas

1. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, 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.
2. Martynowicz MA, Minor TA, Walters BJ. Regional expansion of oleic acid injured lungs. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160:250-58.
3. Carney DE, Bredenberg CE, Schiller HJ. The mechanism of lung volume change during mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160:1697-702.
4. ARDSnet. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-8.
5. Borges JB, Caramez MPR, Gaude<sup>ncio</sup> AMAS, Sipmann FS, Okamoto VN, Demarzo S, Schwartz D, Santos DCB, Arantes PC, Kacmarek RM, et al. Lung recruitment at airway pressures beyond 40 cm H<sub>2</sub>O: physiology, mechanics and spiral CT analysis [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:A48.
6. Medoff BD, Harris RS, Kesselman H, Venegas J, Amato MB, Hess D. Use of recruitment maneuvers and high-positive end-expiratory pressure in a patient with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2000;28:1210–1216.

7. Goodman LR, et al. Adult respiratory distress syndrome due to pulmonary and extrapulmonary causes: CT, clinical, and functional correlation. *Radiology* 1999; 123:545-52.
8. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, et al. The American-European consensus Conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Resp Crit Care Med*. 1994;149(3 Pt 1):818-24.
9. Barbas CSV. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit Care Med* 2003;31(4):S265-S71
10. Dries DJ, Marini AJ. A rationale for lung recruitment in acute respiratory distress syndrome. *J Trauma* 2003;54(2):326-8.
11. Borges JB, Carvalho CR, Amato MB. Lung recruitment in patients with ARDS. *N Engl J Med*. 2006;355(3):319-20.
12. Hickling KG. Best compliance during a decremental, but not incremental, positive end-expiratory pressure trial is related to open-lung positive end-expiratory pressure: a mathematical model of acute respiratory distress syndrome lungs. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(1):69-78.