



Comissão de Controle de Qualidade - Setor de Terapia Intensiva

Disciplina de Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA LESÃO PULMONAR AGUDA E NA SD. DE DESCONFORTO RESPIRATÓRIO AGUDO

1. IMPORTÂNCIA DO PROTOCOLO

Existem inúmeras causas para desenvolvimento de lesão pulmonar aguda (LPA)/síndrome de desconforto respiratório agudo (SARA). A sepse pode estar associada a 47,5% dos casos de LPA/SARA ^{1,2}. Os principais estudos epidemiológicos envolvendo choque séptico demonstram que o “sistema respiratório” é o sítio mais frequentemente afetado dentre todos os comprometidos. ^{1,2}. O pulmão pode ser gravemente afetado, com a instalação de processo inflamatório que alterará a arquitetura alveolar e sua função, acentuando o *shunt* fisiológico, causando prejuízo na hematose, com insuficiência respiratória aguda grave, de caráter hipoxêmico e difícil manejo, geralmente necessitando de ventilação mecânica (VM) invasiva.

A aplicação de estratégia ventilatória invasiva protetora visa tratar os pulmões de forma gentil desde logo, impedindo a piora do processo inflamatório e conseqüentemente melhorando o prognóstico do paciente.

2. OBJETIVOS

Promover adequada troca gasosa, ao mesmo tempo em que se evita a lesão pulmonar associada à ventilação mecânica e o comprometimento hemodinâmico decorrente do aumento das pressões intratorácicas. ³



3. ESTRATÉGIAS DE VENTILAÇÃO

Recomenda-se instituir a aplicação de ventilação protetora no máximo de 1-2 horas depois de iniciada a VM invasiva, ou seja muitas vezes ANTES DE O PACIENTE ser admitido na UTI. ¹

3.1 Modo ventilatório

O modo de escolha é a ventilação a pressão assistida-controlada.(PCV) Embora não existam evidências da superioridade desse modo de ventilação sobre o modo a volume (VCV), a unidade optou pelo primeiro por sua comodidade. Apenas pacientes neurológicos, em tratamento de hipertensão intracraniana, devem ser ventilados a volume para melhor controle dos níveis de CO₂.

3. 2 Ajuste do volume corrente (VC)

Atualmente recomenda-se a ventilação mecânica na LPA/SARA com a utilização de baixos volumes correntes (VC), no valor de 6 ml/kg de peso predito pela altura ou menos, visando a limitação da pressão de platô (Pplatô) em até 30 cmH₂O.^{1,3-8} Nos casos menos graves (com melhor complacência), pode-se até usar VC maiores, por exemplo, de 8 ml/kg peso predito, desde que a Pplatô se mantenha abaixo de 30 cm H₂O. ^{1,3,6}

Inicia-se a ventilação com 8 ml/kg. Caso a Pplatô esteja acima de 30 cmH₂O, reduz-se os níveis de pressão controlada para um VC de 5-7 ml/kg. Se mesmo assim o alvo de Pplatô não for obtido, deve-se tentar a redução para 4 ml/kg, permitindo-se a hipercapnia resultante, dentro dos limites abaixo descritos.

3.3 Hipercapnia permissiva

A retenção de CO₂ é uma das conseqüências do uso de baixos VC. Para evitá-la pode-se tentar elevar a freqüência respiratória até o limite de 35 ipm, desde que não haja auto-PEEP. Caso essa estratégia não resulte em redução do CO₂, a hipercapnia deve ser tolerada exceto nas situações descritas abaixo. Nesses casos, para reduzir a hipercapnia, pode-se lançar mão da instilação

transtraqueal de gás (TGI), descrita a seguir, ou da liberação dos limites de pplatô.

Situações

- paciente com hipertensão intracraniana. Não tolerar CO_2 acima de 45 mmHg. Ajustar frequência respiratória no limite da auto-PEEP. Tentar TGI ou liberar limites de platô, na dependência do quadro do paciente.
- comprometimento hemodinâmico grave, em que fique comprovada a relação das doses de vasopressores/inotrópicos com os níveis de CO_2 .
 - Em pacientes com pCO_2 acima de 60 mmHg e em uso de doses crescentes de vasopressores, deve ser feita uma tentativa de redução desses níveis com TGI. Caso os níveis de CO_2 não se reduzam e persista a instabilidade grave, deve-se liberar os limites de Pplatô até que se obtenha níveis de pCO_2 compatíveis com melhora hemodinâmica. Caso não fique clara a relação entre os níveis de CO_2 e a hemodinâmica, os limites de Pplatô devem ser restabelecidos.
- pacientes com hipoxemia grave, não responsivos a manobras de recrutamento e que apresentem melhora com o aumento do VC. Liberar limite de pressão de platô.
- pacientes com $pCO_2 > 80$ mmHg ou $pH < 7,1$. Tentar primeiro TGI e em seguida liberar limite de pressão de platô se não houver resposta.

Instalação transtraqueal de gás

Nos ventiladores com essa opção a TGI deve ser feita apenas durante a expiração, iniciando-se com fluxo de 6 l/min. Nos pacientes em que o método da colocação de sonda dentro do tubo for utilizado, deve-se iniciar o fluxo com 3-4 l/min. É necessário colher imediatamente antes gasometria, com nova amostra após 30 minutos, para comprovação do benefício,. Caso não haja



resposta, deve-se optar por aumentar o fluxo com nova coleta de gasometrias, ou por desligar o TGI. Essa medida é importante por se tratar de uma técnica com riscos (aumento da $P_{platô}$, autoPEEP, aumento da resistência de via aérea) sem benefício comprovado em estudos clínicos.

Lembretes

A existência de diferença entre o CO_2 sanguíneo e o $ETCO_2$ acima de 5 mmHg pode sugerir a existência de espaço morto alveolar. Uma das causas mais comuns é a hiperdistensão alveolar provocada por níveis elevados de PEEP. Caso esse gradiente seja observado, uma tentativa de redução da PEEP deve ser tentada.

A síndrome compartimental intraabdominal é causa de hipercapnia e deve ser tratada para que se obtenha melhora da mesma.

3.4 Ajuste da fração inspirada de oxigênio (FiO_2)

Deve-se objetivar a menor FiO_2 que mantenha a pO_2 acima de 70 mmHg. Não se aumenta a FiO_2 ou a pressão expiratória final positiva (PEEP) se o pO_2 estiver nesse nível.

Em princípio, a FiO_2 deve ser reduzida para 40% antes de se iniciar a redução da PEEP. São exceções os pacientes neurológicos e com depressão miocárdica, principalmente nos casos de comprometimento importante de ventrículo direito, em que os níveis de PEEP podem ser reduzidos mesmo com FiO_2 mais elevadas.

3.5 Ajuste da pressão expiratória final positiva (PEEP)

Deve-se usar PEEP na LPA/SARA, porém este é um tema ainda em aberto na literatura. Vários estudos foram realizados e ainda em 2008 não se conseguiu demonstrar diferença de mortalidade em se utilizando PEEPs mais baixas contra valores mais altos.^{9,10} **Na atualidade, sugere-se usar a PEEP no valor necessário para obter a melhor complacência estática do sistema**



respiratório, desde que a Pplatô se mantenha abaixo de 30 cm H₂O. Outra estratégia aceitável é se guiar pela FiO₂ necessária. Optou-se pela utilização de curva de complacência apenas nos pacientes mais graves, sendo o ajuste rotineiramente feito pela necessidade de FiO₂.

Situações

- Pacientes com FiO₂ <60% - ajustar PEEP conforme necessidade, escalonando de 2 em 2 pontos com controle pela oximetria.
- Pacientes com FiO₂ ≥60% - ajustar PEEP pela curva PEEP-complacência. Antes de proceder a curva PEEP-complacência, deve ser feita manobra de recrutamento com PEEP+APS, conforme manobra descrita abaixo. Ao final da manobra, pode-se titular a PEEP a ser deixada baixando-se de 2 em 2 cm H₂O e avaliando-se a Cest. Fixar a PEEP 2 cm acima do valor da melhor complacência.

O ajuste de frequência respiratória (f) (máximo 24 ipm) e do tempo inspiratório (em PCV) pode melhorar o volume minuto e otimizar a ventilação, mas por vezes será necessário conviver com a hipercapnia, já abordada acima.

A redução da PEEP deve ser gradual, dois pontos a cada 6 horas, podendo ser individualizada. Ela deve ser iniciada assim que a FiO₂ for reduzida para 40% e o paciente mostre-se estável do ponto de vista de oxigenação e com melhora do infiltrado radiológico.

3.6 Manobras de Recrutamento Alveolar

Quanto a manobras de recrutamento alveolar, a literatura permite que se use com altas pressões sustentadas (PEEP+PC) ou posição prona. Ambos os métodos ainda não demonstraram, *per se*, diminuição de mortalidade significativa. Ambos melhoram a troca de oxigênio na maioria dos casos. O uso da posição prona permite recrutar sem repercussão hemodinâmica por não necessitar de altas pressões intratorácicas. Os riscos, em nossa UTI, são

minimizados pois a equipe de fisioterapia e enfermagem estão treinadas e tem grande experiência com a mudança de posição. O uso de PEEP+PC permite até a abertura completa do pulmão, mas necessita de importante reposição volêmica prévia e reserva funcional adequada de ventrículo direito, dada a sobrecarga a ser imposta.³ A seguir, as situações em que uma ou outra são indicadas:.

PEEP+APS (altas pressões sustentadas)

Situações

- Em pacientes com $FiO_2 \geq 60\%$ onde se pretende ajustar PEEP pela curva PEEP-complacência,
- Em pacientes com hipoxemia importante (saturação $< 90\%$, em FiO_2 100% e PEEP otimizada) onde se pretenda a posição prona, como forma de melhora aguda da oxigenação antes da manobra de troca de decúbito.
- Em pacientes com $FiO_2 > 60\%$ não responsivos a posição prona.

Nas duas primeiras situações, a manobra deve ser feita apenas para atingir seus objetivos específicos. Na terceira situação, podem ser necessárias várias manobras diárias.

Descrição da manobra PEEP+PC:

- Sugere-se elevação da PEEP inicialmente para 30 cmH₂O, mantendo-se PC de 15 cm H₂O, atingindo-se então pressão máxima de 45 cm H₂O. Caso o paciente não apresente resposta, ou a resposta seja parcial, pode-se tentar recrutamento com pressões mais elevadas, usando-se PEEP de 45 cmH₂O, mantendo PC de 15 cmH₂O e pressão máxima de 60 cmH₂O. Nesse caso, a equipe da fisioterapia deve solicitar a presença de um médico. A definição de quanto de PEEP será usada dependerá do grau de comprometimento pulmonar e da complacência estática (Cest) do sistema respiratório (Cest). Deixa-se a f < 12 rpm durante a manobra, que dura de 1-2 minutos. O paciente deve estar bem sedado, se necessário paralisado.

Prona



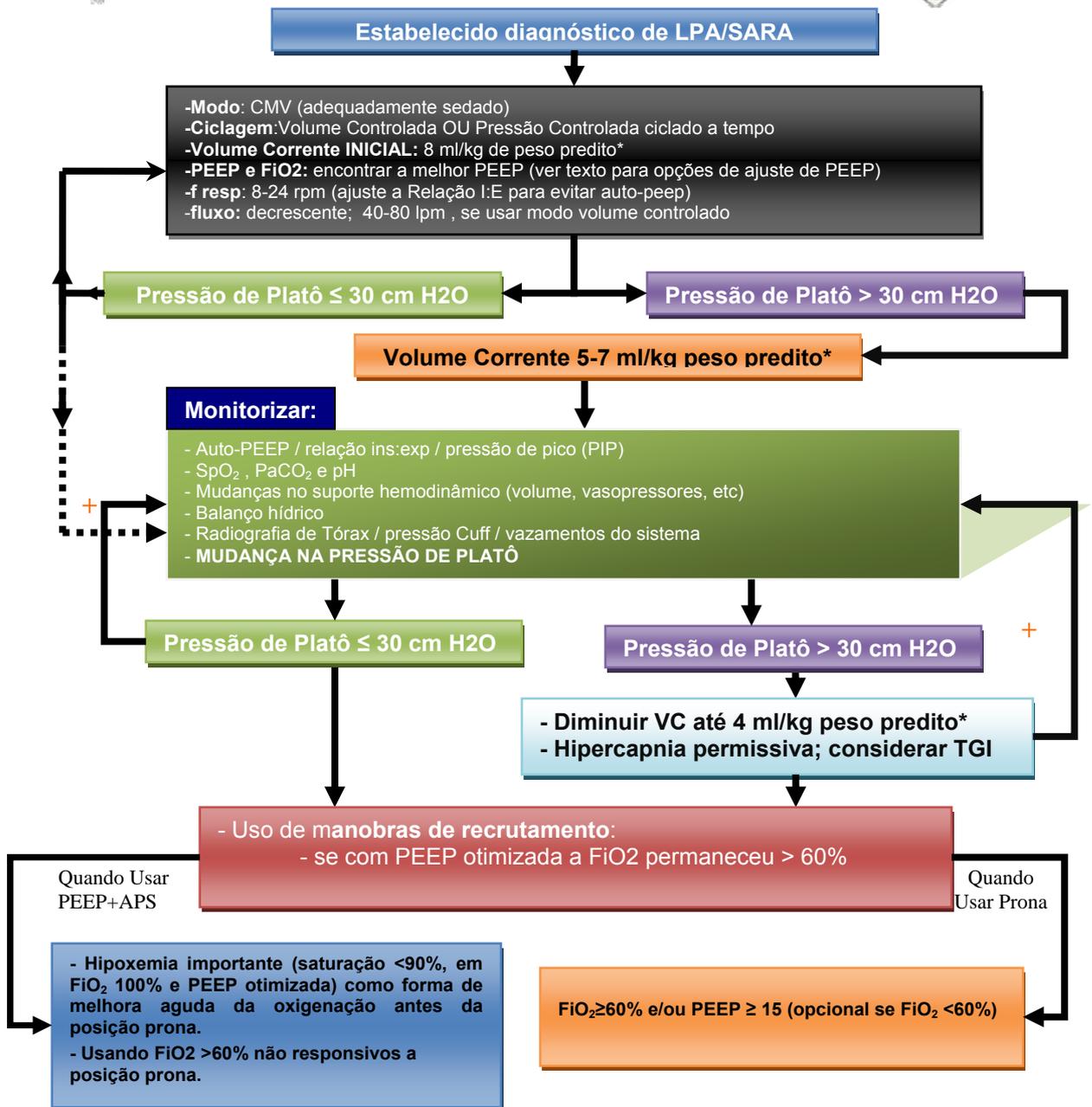
Situações

Pacientes com $FiO_2 \geq 60\%$ e/ou $PEEP \geq 15$

Descrição da manobra prona e algumas situações:

- A colocação de coxins faciais é imprescindível. Uma pessoa deve se ocupar exclusivamente do tubo orotraqueal durante a manobra. Coxins torácicos e abdominais devem ser indicados caso a caso. O paciente considerado respondedor deve permanecer em posição prona, idealmente, por 20 horas.
- O paciente será considerado respondedor quando após duas horas pronado apresentar aumento de $PaO_2 \geq 10$ mmHg ou $PaO_2/FiO_2 \geq 20$.
- O paciente que não for respondedor deve ser reavaliado diariamente. (Lembrar que o paciente foi não respondedor NAQUELA manobra em especial).
- Ao retornar a supina, após pelo menos 12-20 horas, repetir uma gasometria 1 hora após. A PEEP pronado deve ser reavaliada sendo a mínima necessária para manter $SpO_2 > 92\%$, com a menor FiO_2 possível.

4 . FLUXOGRAMA



Notas:

* Peso predito: homens: $50 + 0,91(\text{Alt.cm} - 152,4)$; mulheres: $45 + 0,91(\text{Alt.cm} - 152,4)$

** PEEP:

- Pacientes com FiO₂ <60% - ajustar PEEP conforme necessidade, escalonando de 2 em 2 pontos com controle pela oximetria.
- Pacientes com FiO₂ ≥60% - ajustar PEEP pela curva PEEP-complacência.
- *** A decisão entre um método ou outro deve levar em conta status hemodinâmico. Prona é fortemente sugerida quando há indício de insuficiência ventricular direita.



5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS SUGERIDAS PARA LEITURA

1 – Dellinger P; Vincent, JL et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for management of Severe Sepsis and Septic Shock. *Intensive Care Med* (2008) 34:17–60

2 - Sakr, Y; Vincent, JL; Reinhart, K; Groeneveld, J; Michalopoulos, A; Sprung, C; Artigas, A, Ranieri, M; High Tidal Volume and Positive Fluid Balance Are Associated With Worse Outcome in Acute Lung Injury. *Chest* 2005; 128:3098–3108

3 - Amato MBP, Carvalho CRR, Vieira S, Isola A, Rotman V, Moock M, José A, Franca SAF. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica, Ventilação Mecânica na Lesão Pulmonar Aguda / Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 19 (3): 374-83, Julho-Setembro, 2007

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 Engl J Med* 2000; 342:1301-1308

5 - Ware, LB; Matthay, M. The Acute Respiratory Distress Syndrome. *N ENGL J MED*, 342(18): 1334-49, 2000.

6 - Eichacker, P. et al. Meta-Analysis of Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome Trials Testing Low Tidal Volumes. *Am J Respir Crit Care Med* Vol 166. pp 1510–1514, 2002

7 - The National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network; Higher versus Lower Positive End-Expiratory Pressures in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N ENGL J MED* 2004;351:327-36

8 - Amato MB et al Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N ENGL J MED* 1998;338:347–354.

9 – Expiratory Pressure 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):646-655

10 - Lung Open Ventilation Study Investigators. Ventilation Strategy Using Low Tidal Volumes, Recruitment Maneuvers, and High Positive End-Expiratory Pressure for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome - A Randomized Controlled Trial. *JAMA*. 2008;299(6):637-645



- 11 - Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet* 1967;2:319-23.
- 12 - Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1988;138: 720-3.
- 13 – Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149:818-24.
- 14 - Kopp, R; Kuhlen, R; Max M; Rossaint R; Evidence-based medicine in the therapy of the acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* (2002) 28:244–255.
- 15 - Jardin F, Fellahi J, Beauchet A, Vieillard-Baron A, Loubi, Page B. Improved prognosis of acute respiratory distress syndrome 15 years on. *Intensive Care Med* (1999) 25:936–941
- 16 - Lachman B. Open Lung and keep it opened. *Intensive Care Med* 1992; 18:319-21;
- 17 - Okamoto VN, Borges JB, Janot GF, Park M, Barbas CSV, Carvalho CRR, Amato MBP. Safety and efficacy of a stepwise recruitment maneuver in ARDS/ALI patients - preliminary results of a clinical study. *Am J Respir Crit Care Med* 2003, 167:A616.
- 18 - Barbas CSV. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit Care Med* 2003; 31(Suppl.):S265–S271.
- 19 - Guerin C, et al. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. *Intensive Care Med* 1999; 25:1222-1230.
- 20 - Koh, WJ et al; Recruitment maneuvers attenuate repeated derecruitment associated lung injury. *Crit Care Med* 2005; 33:1070 –1076
- 21 - Gattinoni L., Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri M, Quintel M, Russo S, Patroniti N, Cornejo R, Bugeo G. Lung Recruitment in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2006;354:1775-86.
- 22 - Venet C, et al. The oxygenation variations related to prone positioning during mechanical ventilation: a clinical comparison between ARDS and non-ARDS hypoxemic patients. *Intensive Care Med* 2001; 27:1352-1359
- 23 - 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.



- 24 - Jolliet P, et al. Effects of the prone position on gas exchange and hemodynamics in severe acute respiratory distress syndrome Crit Care Med 1998; 26:1977-1985.
- 25 - Gattinoni L, et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure, N Engl J Med 2001; 345:568-573.
- 26 - Mancebo J, et al. Randomized multicentre trial in ARDS: Supine vs prone position. Intensive Care Med (2003) 29 (Suppl 1):S64
- 27 – Mancebo J, et al. A multicenter trial of prolonged prone ventilation in severe Acute Respiratory Distress Syndrome. AJRCCM Am J Respir Crit Care Med Vol 173. pp 1233–1239, 2006
- 28 - Mebazaa, A et al. Acute right ventricular failure—from pathophysiology to new treatments. Intensive Care Med 2004; 30:185–196
- 29 - Jellinek H, et al. Influence of positive airway pressure on the pressure gradient for venous return in humans. J Appl Physiol 88:926–932, 2000.
- 30 - Jardin F, et al. Right ventricular function and positive pressure ventilation in clinical practice: from hemodynamic subsets to respirator settings. Intensive Care Med 2003; 29:1426–14
- 31 – Terragni P, Rosboch G, Tealdi A, Corno E, Menaldo E, Davini O, Slutsky A, Gattinoni L, Ranieri M. Tidal Hyperinflation during Low Tidal Volume Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome. Am J Respir Crit Care Med Vol 175. pp 160–166, 2007
- 32 – Alsaghir AH, Martin C. Effect of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome: A meta-analysis. Crit Care Med 2008; 36:603–609

Criado em agosto de 2008

Responsáveis: Dr. Alexandre Ísola e Ft. Heloísa Rossetti