

Luiz Marcelo Sá Malbouisson<sup>1,2</sup>, Raphael Augusto Gomes de Oliveira<sup>1,3</sup>

## Ventilação mecânica protetora intraoperatória: o que há de novo?

*Intraoperative protective mechanical ventilation: what is new?*

1. Unidades de Terapia Intensiva Cirúrgicas, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.
2. Disciplina de Anestesiologia, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.
3. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Sírio-Libanês - São Paulo (SP), Brasil.

### Introdução

As complicações pulmonares pós-operatórias são importante causa de morbimortalidade hospitalar e estão sabidamente associadas a maior tempo de internação hospitalar e de taxas de mortalidade a longo prazo.<sup>(1)</sup> Desta forma, é imperativo o reconhecimento precoce de fatores risco para o desenvolvimento de complicações pulmonares pós-operatórias (CPP), visando à adoção de medidas para sua prevenção.<sup>(1)</sup> Dentre estas medidas, evidências recentes apontam para algumas estratégias genericamente definidas como ventilação mecânica intraoperatória protetora, que podem contribuir para minimizar a ocorrência de CPP, que incluem o uso racional de fração inspirada de oxigênio ( $\text{FiO}_2$ ), volume corrente ( $V_t$ ) e pressão positiva expiratória final (PEEP).<sup>(2)</sup>

### Fatores de risco para complicações pulmonares pós-operatórias

Atualmente, conhece-se uma série de fatores de risco relacionados ao desenvolvimento de CPP, tanto associados ao paciente quanto ao procedimento cirúrgico e manejo anestésico. Com base em evidências recentes, acredita-se que o *Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia* (ARISCAT)<sup>(3)</sup> seja a melhor ferramenta a ser utilizada para identificação pré-operatória dos pacientes sob risco de desenvolvimento de CPP<sup>(2,4)</sup> (Tabela 1).

### Fração inspirada de oxigênio

Em humanos, o uso indiscriminado de altas  $\text{FiO}_2$  pode levar à toxicidade pulmonar direta, com desenvolvimento de fibrose intersticial, atelectasias de reabsorção e traqueobronquite.<sup>(5)</sup> Adicionalmente, a hiperóxia está associada a aumento de produção de espécies reativas de oxigênio, que ocasionam lesão de estruturas celulares, em modelos animais.<sup>(5)</sup> Em um ensaio clínico randomizado em pacientes submetidos à cirurgia abdominal, evidenciou-se que o uso de altas  $\text{FiO}_2$  (80%) no período perioperatório não foi associado ao aumento da taxa de complicações pulmonares e de mortalidade hospitalar quando comparadas ao grupo de baixa  $\text{FiO}_2$  (30%), embora a mortalidade em 30 dias tenha sido estatisticamente superior no subgrupo de pacientes submetidos à cirurgia colorretal sob estratégia de alta  $\text{FiO}_2$ .<sup>(6)</sup>

Recentemente, os dados de outro ensaio clínico randomizado, que avaliou o papel da hiperóxia no desfecho de pacientes críticos, trouxeram ainda mais controvérsia aos efeitos deletérios da hiperóxia, embora o estudo tenha sido terminado precocemente por dificuldades de recrutamento. No grupo dos pacientes críticos submetidos à estratégia de hiperóxia (pressão arterial de oxigênio -  $\text{PaO}_2$

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 16 de outubro de 2016  
Aceito em 12 de março de 2017

#### Autor correspondente:

Luiz Marcelo Sá Malbouisson  
Disciplina de Anestesiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo  
Avenida Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255  
CEP: 05403-000 - São Paulo (SP), Brasil  
E-mail: luiz.malbouisson@hc.fm.usp.br

**Editor responsável:** Gilberto Friedman

DOI: 10.5935/0103-507X.20170065

**Tabela 1** - Escore preditivo *Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia*

Variáveis	Pontuação
Idade (anos)	
≤ 50	0
51 - 80	3
> 80	16
SpO <sub>2</sub> pré-operatório (%)	
≥ 96	0
91 - 95	8
≤ 90	24
Infecção respiratória no último mês	
Não	0
Sim	17
Anemia pré-operatória (Hemoglobina ≤ 10g/dL)	
Não	0
Sim	11
Incisão cirúrgica	
Periférica	0
Abdominal	15
Intratorácica	24
Duração da cirurgia (horas)	
< 2	0
2 - 3	16
> 3	23
Cirurgia de emergência	
Não	0
Sim	8

SpO<sub>2</sub> - oximetria de pulso. Baixo risco < 26 pontos: taxa predita de complicações pulmonares pós-operatórias 0,87%; intermediário 26 - 44 pontos: taxa predita de complicações pulmonares pós-operatórias 7,82%; e alto risco ≥ 45 pontos: taxa predita de complicações pulmonares pós-operatórias 38,1%.<sup>(4)</sup>

> 150mmHg), observaram-se maiores taxas de mortalidade na unidade de terapia intensiva, choque circulatório, disfunção hepática e bacteremia, quando comparados à estratégia conservadora (PaO<sub>2</sub> 70 - 100mmHg).<sup>(5)</sup>

Dessa forma, preconiza-se habitualmente a utilização das menores FiO<sub>2</sub> possíveis para prevenir hipóxia e evitar a hiperóxia. Embora não existam evidências robustas para recomendações em todos os grupos de pacientes cirúrgicos, recomenda-se que seja utilizada a menor FiO<sub>2</sub> possível para manter saturação arterial periférica (SpO<sub>2</sub>) acima de 92% em pacientes cirúrgicos não obesos com pulmões saudáveis submetidos à cirurgia abdominal aberta.<sup>(7)</sup>

### Volume corrente

Historicamente, altos Vt (até 15mL/kg de peso corporal predito - PCP) foram empregados durante o ato anestésico, com o objetivo de aumentar o volume pulmonar

expiratório final, para reduzir a incidência de atelectasias,<sup>(8)</sup> embora tal relação não tenha sido efetivamente demonstrada em ensaio clínico com a utilização de tomografia computadorizada de tórax.<sup>(9)</sup> No entanto, como já robustamente demonstrado em pacientes críticos,<sup>(10)</sup> o uso de baixos Vt é associado à redução de injúria pulmonar induzida pela ventilação mecânica e vem sendo constantemente descrito como mais apropriado para proteção pulmonar durante período intraoperatório.<sup>(11)</sup> Este racional é embasado por três grandes ensaios clínicos randomizados, que demonstraram que a ventilação intraoperatória com Vt 6 - 8mL/kg PCP previne o desenvolvimento de CPP em pacientes submetidos a cirurgias eletivas.<sup>(12-14)</sup>

Adicionalmente, advoga-se atualmente que exista associação entre maiores valores de pressão de distensão (definida pela diferença entre pressão de platô e a PEEP), que corresponde ao Vt corrigido pela complacência do sistema respiratório e ao pior desfecho clínico em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo.<sup>(15)</sup> Embora não existam ensaios clínicos randomizados avaliando esta estratégia no contexto de pacientes cirúrgicos no período intraoperatório, recentemente uma metanálise de dados individuais demonstrou que a ventilação intraoperatória em pacientes submetidos a cirurgias eletivas com altos valores de pressão de distensão, bem como alterações nos valores de PEEP que promovam aumento da pressão de distensão, está associada ao desenvolvimento de CPP.<sup>(15)</sup>

Assim, acredita-se que pacientes com pulmões saudáveis submetidos à ventilação intraoperatória durante a cirurgia abdominal aberta se beneficiam de Vt de 6 a 8mL/kg PCP.<sup>(12-14)</sup> Maiores evidências ainda são necessárias para recomendar a ventilação intraoperatória baseada na pressão de distensão. No entanto, vale ressaltar que o potencial efeito deletério de altas pressões de distensão neste cenário deva ser evitado, o que sugere que as pressões de platô e PEEP devam ser rotineiramente monitorizadas durante o período intraoperatório.<sup>(16)</sup>

### Pressão positiva expiratória final e manobras de recrutamento alveolar

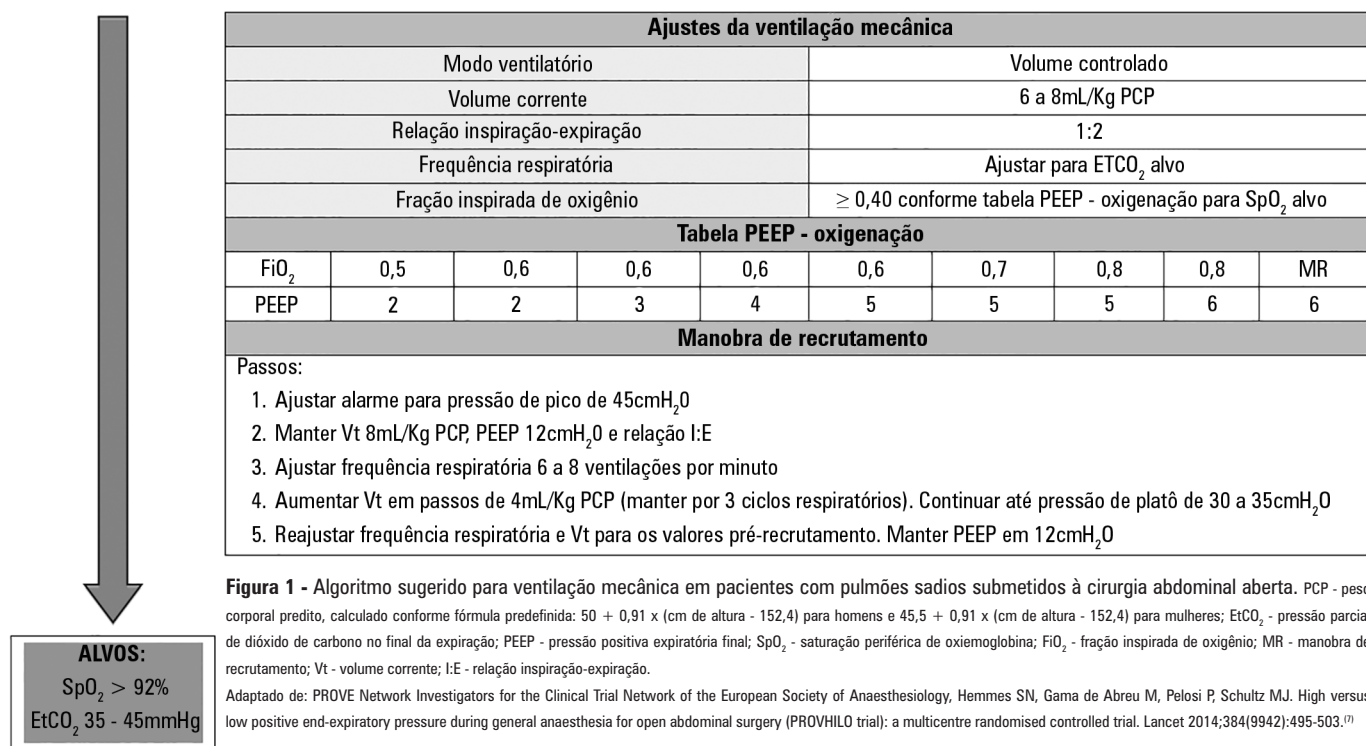
O uso de PEEP durante a ventilação mecânica intraoperatória embasa-se no racional de manutenção dos alvéolos abertos durante ciclo respiratório e na abertura de áreas atelectásicas, decorrente da ventilação mecânica e do ato anestésico.<sup>(2)</sup> Por outro lado, destaca-se a estratégia de atelectasia permissiva intraoperatória, na qual os níveis de PEEP são mantidos baixos sem manobras de recrutamento alveolar, com o objetivo de minimizar o estresse no epitélio pulmonar.<sup>(2)</sup>

Atualmente, existem evidências de que uso de PEEP possa reduzir atelectasias, melhorar complacência sem aumento do espaço morto e manter volume expiratório final em pacientes obesos e não obesos sob anestesia geral.<sup>(2)</sup> No entanto, recentemente foi publicado um ensaio clínico randomizado controlado que comparou ventilação mecânica com Vt 8mL/kg PCP com estratégia de baixo PEEP ( $\leq 2\text{cmH}_2\text{O}$ ) sem manobras de recrutamento alveolar com estratégia de alto PEEP (PEEP 12cmH<sub>2</sub>O) com manobras de recrutamento alveolar, em pacientes não obesos submetidos a cirurgia abdominal aberta eletiva. Não foram observadas diferenças de CPP entre dois grupos. Porém, o grupo de alto PEEP apresentou maiores taxas de hipotensão arterial intraoperatória e maior necessidade de drogas vasoativas, quando comparado ao grupo baixo PEEP.<sup>(7)</sup>

Assim, acredita-se que pacientes com pulmões sadios submetidos à ventilação mecânica durante cirurgia abdominal aberta se beneficiam de valores de PEEP de até 2cmH<sub>2</sub>O sem uso de manobras de recrutamento alveolar. Em casos de hipoxemia sem resposta ao aumento de FiO<sub>2</sub> e PEEP, podem-se utilizar manobras de recrutamento alveolar baseadas no aumento gradual de Vt.<sup>(7)</sup>

### Conclusão

A adoção de estratégias ventilatórias intraoperatória protetoras é fundamental para a redução de complicações pulmonares pós-operatórias. Atualmente, com base nas melhores evidências científicas disponíveis, o uso de baixos volumes correntes, associado a baixos valores de PEEP e de FiO<sub>2</sub>, parece ser a melhor estratégia disponível para minimizar complicações e melhorar desfechos clínicos (Figura 1).



## REFERÊNCIAS

- Mazo V, Sabaté S, Canet J, Gallart L, de Abreu MG, Belda J, et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology*. 2014;121(2):219-31.
- Güldner A, Kiss T, Serpa Neto A, Hemmes SN, Canet J, Spieth PM, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology*. 2015;123(3):692-713.
- Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Vallès J, Castillo J, Sabaté S, Mazo V, Briones Z, Sanchis J; ARISCAT Group. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology*. 2010;113(6):1338-50.
- Canet J, Sabaté S, Mazo V, Gallart L, de Abreu MG, Belda J, Langeron O, Hoefl A, Pelosi P; PERISCOPE group. Development and validation of a score to predict postoperative respiratory failure in a multicentre European cohort: A prospective, observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32(7):458-70.
- Girardis M, Busani S, Damiani E, Donati A, Rinaldi L, Marudi A, et al. Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit: the oxygen-ICU randomized clinical trial. *JAMA*. 2016;316(15):1583-9.
- Meyhoff CS, Wetterslev J, Jorgensen LN, Henneberg SW, Høgdall C, Lundvall L, Svendsen PE, Møllerup H, Lunn TH, Simonsen I, Martinsen KR, Pulawska T, Bundgaard L, Bugge L, Hansen EG, Riber C, Gocht-Jensen P, Walker LR, Bendtsen A, Johansson G, Skovgaard N, Heltø K, Poukinski A, Korshin A, Walli A, Bulut M, Carlsson PS, Rodt SA, Lundbeck LB, Rask H, Buch N, Perdawid SK, Reza J, Jensen KV, Carlsen CG, Jensen FS, Rasmussen LS; PROXI Trial Group. Effect of high perioperative oxygen fraction on surgical site infection and pulmonary complications after abdominal surgery: the PROXI randomized clinical trial. *JAMA*. 2009;302(14):1543-50.
- PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, Hemmes SN, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2014;384(9942):495-503.
- Bendixen HH, Hedley-Whyte J, Laver MB. Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. A concept of atelectasis. *N Engl J Med*. 1963;269:991-6.
- Cai H, Gong H, Zhang L, Wang Y, Tian Y. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: a computed tomographic scan. *J Clin Anesth*. 2007;19(2):125-9.
- Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2010;303(9):865-73.
- Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CS, Beiderlinden M, Biehl M, Binnekade JM, Canet J, Fernandez-Bustamante A, Futier E, Gajic O, Hedenstierna G, Hollmann MW, Jaber S, Kozian A, Licker M, Lin WQ, Maslow AD, Memtsoudis SG, Reis Miranda D, Moine P, Ng T, Paparella D, Putensen C, Ranieri M, Scavonetto F, Schilling T, Schmid W, Selmo G, Severgnini P, Sprung J, Sundar S, Talmor D, Treschan T, Unzueta C, Weingarten TN, Wolthuis EK, Wrigge H, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ; PROVE Network Investigators. Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Anesthesiology*. 2015;123(1):66-78.
- Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology*. 2013;118(6):1307-21.
- Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, Marret E, Beaussier M, Gutton C, Lefrant JY, Allaouchiche B, Verzilli D, Leone M, De Jong A, Bazin JE, Pereira B, Jaber S; IMPROVE Study Group. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med*. 2013;369(5):428-37.
- Ge Y, Yuan L, Jiang X, Wang X, Xu R, Ma W. [Effect of lung protection mechanical ventilation on respiratory function in the elderly undergoing spinal fusion]. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2013;38(1):81-5. Chinese.
- Neto AS, Hemmes SN, Barbas CS, Beiderlinden M, Fernandez-Bustamante A, Futier E, Gajic O, El-Tahan MR, Ghamdi AA, Günay E, Jaber S, Kokulu S, Kozian A, Licker M, Lin WQ, Maslow AD, Memtsoudis SG, Reis Miranda D, Moine P, Ng T, Paparella D, Ranieri VM, Scavonetto F, Schilling T, Selmo G, Severgnini P, Sprung J, Sundar S, Talmor D, Treschan T, Unzueta C, Weingarten TN, Wolthuis EK, Wrigge H, Amato MB, Costa EL, de Abreu MG, Pelosi P, Schultz MJ; PROVE Network Investigators. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *Lancet Respir Med*. 2016;4(4):272-80.
- Schultz MJ, Serpa-Neto A. Otimização da ventilação mecânica perioperatória como alvo fundamental para melhora da qualidade. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2015;27(2):102-4.