

Réplica

Prezada Editora,

Agradecemos os pertinentes comentários feitos pelo colega Fabiano Timbó Barbosa. Na sua carta, ele levanta pontos importantes sobre o diagnóstico das atelectasias intra-operatórias e sobre a utilização de manobras de recrutamento alveolar no período intra-operatório. Em resposta aos seus comentários:

- 1) Existem alguns outros métodos que permitem visualizar a presença de atelectasias com base em uso de raios X¹⁻³ e de tomografia por impedância elétrica^{4,5}; contudo,

nenhum desses métodos têm sido utilizados durante o intra-operatório. A tomografia computadorizada permite visualizar com precisão a distribuição e a magnitude das atelectasias, porém o paciente necessita ser deslocado para o departamento de radiologia, o que inviabiliza sua utilização intra-operatória. Quanto ao uso de tomografia por impedância elétrica torácica, apesar da capacidade do método em detectar regiões pulmonares não-ventiladas ⁶, o uso do bisturi elétrico e o posicionamento da cinta de eletrodos em cirurgias abdominais altas e torácicas podem inviabilizar a utilização desse método. Além disso, não há equipamentos de tomografia por impedância elétrica atualmente em uso clínico (não-experimental) no Brasil. Medidas seriadas da capacidade residual funcional utilizando a técnica de diluição de alguns gases, como o hélio, seriam outra maneira de avaliar o aparecimento de atelectasias no intra-operatório, contudo o método é pouco prático para o uso rotineiro em sala de cirurgia ⁷. Outros métodos para avaliar de maneira indireta o desenvolvimento de atelectasias seriam medidas de *shunt* pulmonar pela cateterização de artéria pulmonar, medidas da capacidade residual funcional por meio de técnica de diluição de hélio e estudos de ventilação/perfusão ⁸, porém não são justificados como rotina para a detecção de atelectasias intra-operatórias.

Por outro lado, desde as descrições iniciais do conceito de atelectasias intra-operatórias, variáveis fisiológicas que se alteram com o desenvolvimento do colapso pulmonar, como a complacência estática e a queda da pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, têm sido o padrão para a detecção de colapso pulmonar ⁹. Na ausência de outras causas como edema pulmonar ou presença de secreção abundante nas vias aéreas, que podem ocorrer numa pequena minoria de pacientes, queda da PaO₂ e da complacência estática refletem o aparecimento de atelectasias.

- 2) Na seção "Uso das Manobras de Recrutamento Alveolar Durante a Intervenção Cirúrgica" do artigo está descrito que as manobras de recrutamento alveolar podem ser utilizadas quando necessárias. Isso significa que se houver piora significativa da oxigenação por causa da não-utilização de PEEP ou valores inadequados, a utilização da manobra de recrutamento alveolar (MRA) pode apresentar efeitos benéficos. De fato, alguns estudos mostram que a utilização de MRA é o tratamento mais efetivo para reversão da hipoxemia intra-operatória relacionada com o colapso alveolar e não apenas após a indução anestésica ¹⁰⁻¹³. Contudo, não está descrito que as manobras de recrutamento devem ser utilizadas de maneira repetida indeterminadamente como medida preventiva na prevenção do colapso pulmonar, pois, como descrito na mesma seção, tais manobras podem causar efeitos deletérios sobre a hemodinâmica, desencadeamento de resposta inflamatória sistêmica a partir dos pulmões e

barotraumas, desde alterações sobre a microestrutura e matriz pulmonar até pneumotórax.

Estamos de acordo com o que está descrito no consenso. A quase totalidade dos pacientes submetidos à anestesia geral irá desenvolver atelectasias nos primeiros minutos depois do relaxamento da musculatura respiratória ¹⁴⁻¹⁶. Contudo, sem a devida prevenção, que deve ser entendida como a utilização de valores de PEEP adequado (não há consenso na literatura sobre esse valor), o uso de FiO₂ de 100% e desconexões frequentes do tubo traqueal do circuito respiratório, ocorrerá recolapso pulmonar, pois os fatores relacionados com a formação de atelectasias ainda estão presentes e, nesse contexto, a repetição de manobras de recrutamento alveolar está justificada.

E, finalmente, as MRA são aplicadas para reverter o colapso alveolar relacionado com a indução anestésica e não como uma tentativa para minimizar esse fenômeno, como descrito no Consenso Brasileiro ¹⁷. Ventilação manual mantendo valores adequados de PEEP após diminuição do tônus da musculatura respiratória e uso de FiO₂ baixa talvez possam ser alternativas para minimizar o aparecimento de atelectasias após indução anestésica. Quanto ao Consenso Brasileiro, discordamos sobre a ausência de estudos específicos no intra-operatório mostrando a eficácia das manobras de recrutamento alveolar na reversão da hipoxemia. É exatamente o oposto, pois foi intra-operatório que foi descrito o fenômeno das atelectasias relacionadas com a ventilação e teve início o uso de manobras de recrutamento alveolar ⁹. Há um grande número de estudos mostrando o efeito das MRA sobre a oxigenação ¹⁰⁻¹³, enquanto ainda é assunto de intenso debate no campo da terapia intensiva.

- 3) O comentário do colega está correto. Não existem estudos multicêntricos randomizados e controlados mostrando que a aplicação de MRA intra-operatória pode alterar a evolução de complicações respiratórias pós-operatórias, apenas estudos pequenos mostrando evolução favorável, como sugerido no artigo. Miranda e col. observaram a aplicação de estratégia para prevenção do colapso pulmonar composta de MRA e PEEP no início da cirurgia resultou em manutenção da capacidade residual funcional e menor incidência de episódio de hipoxemia por até cinco dias no pós-operatório quando comparado com o grupo ventilação convencional ¹¹. Apesar da falta de evidências sobre o impacto das MRA sobre a morbimortalidade desse assunto, é clinicamente plausível que um paciente sem atelectasias e, por consequência, menos hipoxêmico, terá um suporte ventilatório mais curto ¹⁸, menor incidência de pneumonias associadas à ventilação ¹⁹ e menor duração de internação.

Por fim, nesse último aspecto, apesar de estarmos de acordo o grau de recomendação B descrito no Consenso Brasileiro ¹⁷, vale ressaltar que no capítulo de ventilação no intra-operatório são citadas poucas referências na seção

que versa sobre a aplicação intra-operatória de MRA apesar das inúmeras publicações na área, sendo: um artigo de revisão, duas referências sobre a dinâmica da reversão do colapso alveolar pela manobra de recrutamento alveolar por meio de tomografia e um único artigo sobre os efeitos benéficos da MRA sobre a oxigenação, porém no contexto de terapia intensiva. Apesar da extensa literatura sobre a utilização de manobras de recrutamento alveolar no intra-operatório em diversos contextos, como em cirurgia bariátrica^{20,21}, em cirurgia cardíaca^{22,23} e em outras cirurgias, esse consenso pouco contempla a utilização dessas manobras durante a cirurgia.

Mais uma vez, agradecemos os comentários pertinentes feitos por Fabiano Timbó Barbosa e a oportunidade de esclarecermos esses pontos.

Atenciosamente,

Luiz Marcelo Sá Malbouisson, TSA, TE-AMIB
Flavio Humberto de Souza Neves, Doutorando pela USP
Roseni dos Reis Rodrigues, Doutoranda pela USP, TSA
Maria José Carvalho Carmona, TSA, TE-AMIB

Reply

To the Editor,

We welcome the comments of our colleague Fabiano Timbó Barbosa. On his letter, he makes important observations on the diagnosis of intraoperative atelectasis and on the use of intraoperative alveolar recruiting maneuvers. The response to his observations is as follows:

1) A few methods, based on the use of X-rays¹⁻³ and electrical impedance tomography^{4,5}, can be used to visualize the presence of atelectasis; however, those methods have not been used intraoperatively. CT scans allow precise visualization of the distribution and magnitude of atelectasis; however, the patient has to be dislocated to the radiology department, impairing its intraoperative use. Although thoracic electrical impedance tomography can detect non-ventilated lung areas⁶, the electric scalpel and placement of electrode belts in upper abdominal and thoracic surgeries make it impossible to use this method. Besides, electric impedance tomography equipment for clinical use (non-experimental) is not available in Brazil. Serial measurements of functional residual capacity using dilution of some gases, such as helium, would be another way of evaluating the development of intraoperative atelectasis; however, the routine use of this method in the operating room is not practical⁷. Other methods of indirect assessment of the development of atelectasis include the determination of pulmonary shunts by catheterization of the pulmonary artery, measurement of the residual functional capacity by helium thermodilution,

and ventilation/perfusion studies⁸, whose routine use for detection of intraoperative atelectasis is not justified.

On the other hand, since the first reports on intraoperative atelectasis, physiological parameters that change with the development of lung collapses, such as static complacency and reduction in the arterial partial pressure of oxygen, have been considered the standard for the detection of lung collapse⁹. In the absence of other factors, such as pulmonary edema or the presence of copious secretions in the airways that can affect some patients, a reduction in PaCO₂ and static complacency reflect the development of atelectasis.

2) In the section "use of alveolar recruitment maneuvers during surgery", it was described that alveolar recruitment maneuvers can be used whenever necessary, i.e., if oxygenation worsens significantly due to the absence or inadequate PEEP, alveolar recruiting maneuver (ARM) can benefit the patient. In fact, studies have demonstrated that ARM is the most effective treatment for reversal of intraoperative hypoxemia related to alveolar collapse and not only after anesthetic induction¹⁰⁻¹³. However, it has not been suggested that alveolar recruitment maneuvers should be used indiscriminately as a preventive method of pulmonary collapse because, as it was explained in the same section, those maneuvers can have deleterious effects on hemodynamic parameters, trigger a systemic inflammatory response originated in the lungs, and barotrauma, whose repercussions range from changes in pulmonary microstructure and matrix to pneumothorax. We agree with what was stated in the consensus. Almost all patients undergoing general anesthesia develop atelectasis in the first minutes after relaxation of the respiratory musculature¹⁴⁻¹⁶. However, without proper prevention in the form of adequate levels of PEEP (the literature does not have a consensus on which level is adequate), use of 100% FiO₂, and frequent disconnection of the tracheal tube from the respiratory circuit, the patient will reestablish lung collapse because the factors related to the development of atelectasis are still present and, in this context, repetition of the alveolar recruiting maneuver is justified.

Finally, ARMs are applied to reverse alveolar collapse related to anesthetic induction and not as an attempt to minimize this phenomenon, as described in the Consenso Brasileiro¹⁷. Manual ventilation with adequate PEEP levels after reduction of the tonus of the respiratory musculature and the use of low FiO₂ might be alternatives to minimize the development of atelectasis after anesthetic induction. As for the Consenso Brasileiro, we do not agree that specific studies demonstrating the efficacy of intraoperative alveolar recruitment maneuvers in reversing hypoxemia are lacking. The opposite is true, i.e., ventilation-related atelectasis and the use of alveolar recruitment maneuver were initially reported in the intraoperative period¹. A large number of studies demons-

trating the effects of ARMs on oxygenation¹⁰⁻¹³ can be found in the literature, but it is still the subject of ongoing debates in the intensive care setting.

- 3) Our colleague is right. Randomized and controlled multicenter studies showing that the use of intraoperative ARM can change the evolution of respiratory complications, as suggested in our study, are lacking. Only small studies showing a favorable evolution are available. Miranda et al. observed that the use of strategies to prevent pulmonary collapse such as ARM and PEEP at the beginning of the surgery resulted in the maintenance of residual functional capacity and decreased incidence of postoperative hypoxemia for up to 5 days when compared with the group treated with conventional ventilation¹¹. Despite the lack of evidence on the impact of ARMs on morbidity and mortality, it is clinically plausible that a patient without atelectasis and consequently less hypoxic will have shorter ventilatory support¹⁸, decreased incidence of ventilation-related pneumonias¹⁹, and shorter hospitalization.

Finally, on this last aspect, although we agree with the Grade B recommendation of the Consenso Brasileiro¹⁷, it should be mentioned that the chapter on intraoperative ventilation has few references on the intraoperative application of ARMs, despite several reports on the subject: a review article, two references on the dynamics of reversal of alveolar collapse by ARMs using tomography, and one study on the benefits of ARMs on oxygenation of intensive care patients. Despite the extensive literature on the intraoperative use of alveolar recruitment maneuvers in different settings, such as bariatric surgery^{20,21}, cardiac surgery^{22,23}, and in other surgeries, this consensus does not emphasize the intraoperative use of ARMs.

Once more, we appreciate the comments of Fabiano Timbó Barbosa and the opportunity to explain the topics he mentioned.

Sincerely,

Luiz Marcelo Sá Malbouisson PhD, TSA, TE-AMIB
Flavio Humberto de Souza Neves, PhD student at USP
Roseni dos Reis Rodrigues, PhD student at USP, TSA
Maria José Carvalho Carmona PhD, TSA, TE-AMIB

REFERÊNCIAS — REFERENCES

- Hachenberg T, Lundquist H, Tokics L et al. — Analysis of lung density by computed tomography before and during general anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1993;37:549-55.
- Magnusson L, Zemgulis V, Wicky S et al. — Atelectasis is a major cause of hypoxemia and shunt after cardiopulmonary bypass: an experimental study. *Anesthesiology*, 1997;87:1153-63.
- Strandberg A, Hedenstierna G, Tokics L et al. — Densities in dependent lung regions during anaesthesia: atelectasis or fluid accumulation? *Acta Anaesthesiol Scand*, 1986;30:256-9.
- Van de Water JM, Mount BE, Barela JR et al. — Monitoring the chest with impedance. *Chest*, 1973;64:597-603.
- Kunst PW, Vazquez de Anda G, Bohm SH et al. — Monitoring of recruitment and derecruitment by electrical impedance tomography in a model of acute lung injury. *Crit Care Med*, 2000;28:3891-5.
- Victorino JA, Borges JB, Okamoto VN et al. — Imbalances in regional lung ventilation: a validation study on electrical impedance tomography. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004;169:791-800.
- Pelosi P, Croci M, Ravagnan I et al. — Total respiratory system, lung, and chest wall mechanics in sedated-paralyzed postoperative morbidly obese patients. *Chest*, 1996;109:144-51.
- Lundh R, Hedenstierna G — Ventilation-perfusion relationships during anaesthesia and abdominal surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1983;27:167-73.
- 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.
- Claxton BA, Morgan P, McKeague H et al. — Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia*, 2003;58:111-6.
- Reis Miranda D, Struijs A, Koetsier P et al. — Open lung ventilation improves functional residual capacity after extubation in cardiac surgery. *Crit Care Med*, 2005;33:2253-8.
- Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F et al. — Alveolar recruitment improves ventilatory efficiency of the lungs during anesthesia. *Can J Anaesth*, 2004;51:723-7.
- Tusman G, Bohm SH, Tempa A et al. — Effects of recruitment maneuver on atelectasis in anesthetized children. *Anesthesiology*, 2003;98:14-22.
- Hedenstierna G, Tokics L, Strandberg A et al. — Correlation of gas exchange impairment to development of atelectasis during anaesthesia and muscle paralysis. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1986;30:183-91.
- Hedenstierna G, Rothen HU — Atelectasis formation during anesthesia: causes and measures to prevent it. *J Clin Monit Comput*, 2000;16:329-35.
- Froese AB, Bryan AC — Effects of anesthesia and paralysis on diaphragmatic mechanics in man. *Anesthesiology*, 1974;41:242-254.
- Auler Junior JOC, Galas FRBG, Hajjar LA et al. — III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica: ventilação mecânica no intraoperatório. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 2007;19:393-398.
- Szeles TF, Yoshinaga EM, Alencar W et al. — Hipoxemia após revascularização miocárdica: análise dos fatores de risco. *Rev Bras Anestesiologia*, 2008;58:124-136.
- da Silva JM Jr., Rezende E, Guimaraes T et al. — Epidemiological and microbiological analysis of ventilator-associated pneumonia patients in a public teaching hospital. *Braz J Infect Dis*, 2007;11:482-8.
- Whalen FX, Gajic O, Thompson GB et al. — The effects of the alveolar recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg*, 2006;102:298-305.
- Pelosi P, Ravagnan I, Giurati G et al. — Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis. *Anesthesiology*, 1999;91:1221-31.
- Miranda DR, Gommers D, Papadokos PJ et al. — Mechanical ventilation affects pulmonary inflammation in cardiac surgery patients: the role of the open-lung concept. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007;21:279-84.
- Magnusson L, Zemgulis V, Tenling A et al. — Use of a vital capacity maneuver to prevent atelectasis after cardiopulmonary bypass: an experimental study. *Anesthesiology*, 1998;88:134-42.