

Análise dos Efeitos da Manobra de Recrutamento Alveolar na Oxigenação Sanguínea durante Procedimento Bariátrico*

Analysis of the Effects of the Alveolar Recruitment Maneuver on Blood Oxygenation during Bariatric Surgery

Alda Paiva de Souza¹; Márcia Buschpigel²; Ligia Andrade Silva Telles Mathias, TSA³; Carlos Alberto Malheiros⁴; Vera Lucia dos Santos Alves⁵

RESUMO

Souza AP; Buschpigel M; Mathias LAST; Malheiros CA, Alves VLS — Análise dos Efeitos da Manobra de Recrutamento Alveolar na Oxigenação Sanguínea durante Procedimento Bariátrico.

JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS: A manobra de recrutamento alveolar (MRA) é indicada no tratamento de atelectasias intraoperatórias. O objetivo do presente estudo foi comparar duas técnicas de MRA por meio da resposta da relação PaO_2/FiO_2 e da soma $[PaO_2+PaCO_2]$, em pacientes obesos grau III.

MÉTODO: Estudo prospectivo aberto em pacientes adultos, obesos grau III, submetidos a procedimento cirúrgico bariátrico em ventilação controlada a volume, pressão positiva no final da expiração (PEEP) de 5 cmH_2O e divididos em três grupos: G_{CONT} : PEEP de 5 cmH_2O ; $G_{MRA10/15/20}$ após sutura da aponeurose: aumento progressivo da PEEP para 10, 15 e 20 cmH_2O , pausa de 40 segundos e manutenção de cada valor da PEEP por 2 minutos; G_{MRA30} : após sutura da aponeurose: aumento súbito da PEEP para 30 cmH_2O , 40 segundos de pausa e manutenção da PEEP em 30 cmH_2O por dois minutos. Foram analisadas as variáveis frequência cardíaca, pressão arterial média, sistólica, diastólica, pressão média das vias aéreas (P_{MVA}) e de platô (P_{PLAT}), pressão arterial de oxigênio (PaO_2), pressão arterial de CO_2 ($PaCO_2$), relação PaO_2/FiO_2 (fração inspiratória de oxigênio) e soma $[PaO_2+PaCO_2]$.

RESULTADOS: As variáveis que apresentaram diferença estatística significativa entre os três grupos foram: P_{PLAT} , P_{MVA} , PaO_2 , relação PaO_2/FiO_2 e soma $[PaO_2+PaCO_2]$ ($p < 0,0001$). Na comparação dos

grupos dois a dois, verificou-se diferença estatística significativa para as variáveis P_{PLAT} e P_{MVA} : $G_{CONT} \times G_{MRA10/15/20}$ e $G_{CONT} \times G_{MRA30}$ e para as variáveis relação PaO_2/FiO_2 e soma $[PaO_2+PaCO_2]$: $G_{CONT} \times G_{MRA30}$.

CONCLUSÕES: A técnica de MRA com aumento súbito da PEEP para 30 cmH_2O mostrou a melhor resposta da relação PaO_2/FiO_2 .

Unitermos: CIRURGIA, Bariátrica; COMPLICAÇÕES: atelectasia; VENTILAÇÃO: manobra de recrutamento alveolar, pressão positiva ao final da expiração

SUMMARY

Souza AP; Buschpigel M; Mathias LAST; Malheiros CA, Alves VLS — Analysis of the Effects of the Alveolar Recruitment Maneuver on Blood Oxygenation During Bariatric Surgery.

BACKGROUND AND METHODS: Alveolar recruitment maneuver (ARM) is indicated in the treatment of intraoperative atelectasis. The objective of the present study was to compare two techniques of ARM using the response of the PaO_2/FiO_2 ratio and $[PaO_2 + PaCO_2]$ in patients with grade III obesity.

METHODS: This was an open prospective study with adult patients with grade III obesity who underwent bariatric surgery under volume-controlled mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure (PEEP) of 5 cmH_2O , divided in three groups: G_{CONT} : PEEP of 5 cmH_2O ; $G_{ARM10/15/20}$ after suture of the aponeurosis: progressive increase in PEEP to 10, 15, and 20 cmH_2O with a 40-second pause and maintaining each level of PEEP for 2 minutes; and G_{ARM30} after suture of the aponeurosis: sudden increase in PEEP to 30 cmH_2O with a 40-second pause and maintaining a PEEP of 30 for 2 minutes. Heart rate, mean arterial pressure, systolic and diastolic blood pressure, mean (P_{AW}) and plateau (P_{PLAT}) airways pressure, partial pressure of oxygen (PaO_2), partial pressure of carbon dioxide ($PaCO_2$), PaO_2/FiO_2 ratio (inspired fraction of oxygen), and $[PaO_2 + PaCO_2]$ were analyzed.

RESULTS: The following parameters showed statistically significant differences among the study groups: P_{PLAT} , P_{AW} , PaO_2 , PaO_2/FiO_2 ratio, and $[PaO_2 + PaCO_2]$ ($p < 0.0001$). Comparing the groups two by two, the following parameters showed statistically significant differences: for P_{PLAT} and P_{AW} : $G_{CONT} \times G_{ARM10/15/20}$ and $G_{CONT} \times G_{ARM30}$; and for PaO_2/FiO_2 ratio and $[PaO_2 + PaCO_2]$: $G_{CONT} \times G_{ARM30}$.

CONCLUSIONS: Alveolar recruitment maneuver with sudden increase of PEEP to 30 cmH_2O showed a better response of the PaO_2/FiO_2 ratio.

Key Words: COMPLICATIONS: atelectasis; SURGERY, Bariatric; VENTILATION: alveolar recruitment maneuver, positive end-expiratory pressure.

*Recebido (Received from) do Departamento de Cirurgia da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSP), São Paulo, SP

1. Fisioterapeuta Respiratória do Departamento de Recuperação Pós-anestésica, UTI do Departamento de Cirurgia e UTI — Neurocirurgia da ISCMSP; Mestre em Ciências da Saúde — Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP)
2. Anestesiologista do Hospital Central da ISCMSP
3. Diretora do Serviço e Disciplina de Anestesiologia da ISCMSP e FCMSCSP; Responsável pelo CET/SBA da ISCMSP
4. Médico-Cirurgião; Diretor do Departamento de Cirurgia e Diretor da Disciplina de Área IV: Estômago, Duodeno e Obesidade da ISCMSP
5. Professora da FCMSCSP; Chefe do Serviço de Fisioterapia Respiratória do Hospital Santa Isabel; Doutora em Ciências da Saúde — FCMSCSP

Apresentado (Submitted) em 2 de agosto de 2007

Aceito (Accepted) para publicação em 10 de dezembro de 2008

Endereço para correspondência (Correspondence to):

Dra. Ligia AST Mathias
Alameda Campinas 139/41
01404-000 São Paulo, SP
E-mail: rtimao@uol.com.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2009

INTRODUÇÃO

Durante a anestesia geral é frequente o surgimento de atelectasias, por causa da redução da capacidade residual funcional (CRF) ^{1,2}. Essa situação tende a se agravar nos pacientes obesos grau III, pois apresentam CRF diminuída em respiração espontânea ³.

A manobra de recrutamento alveolar (MRA) consiste em insuflações sustentadas, principalmente com a utilização de pressão positiva no final da expiração (PEEP). O uso da MRA está indicado em situações de atelectasias ou de hipoventilação alveolar, nos estágios iniciais de lesão pulmonar e da síndrome do desconforto respiratório agudo, em pacientes com instabilidade alveolar ⁴⁻⁶. Em procedimento cirúrgico bariátrico aberto, tem sido sugerida a utilização de PEEP na prevenção de formação de áreas de atelectasias, embora a determinação desses valores não tenha sido estabelecida, o que motivou este estudo ⁷.

O objetivo do presente estudo foi comparar duas técnicas de MRA por meio da resposta da relação pressão arterial de oxigênio e fração inspiratória de oxigênio (PaO_2/FiO_2) e da soma da pressão arterial de oxigênio com a da pressão arterial de dióxido de carbono [PaO_2+PaCO_2], em pacientes obesos grau III, submetidos a procedimento cirúrgico bariátrico aberto.

MÉTODO

Após aprovação pelo Comitê de Ética da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, foram incluídos nesse estudo prospectivo e aberto os pacientes do Departamento de Cirurgia da Disciplina de Estômago, Duodeno e Obesidade com diagnóstico de obesidade grau III, submetidos a procedimento cirúrgico bariátrico do tipo gastroplastia com derivação gastrojejunal em Y de Roux e anel de *sylastic*, no período de março de 2004 a junho de 2005.

Os pacientes foram submetidos à avaliação pré-operatória realizada por equipe multidisciplinar, com os esclarecimentos necessários sobre a pesquisa e obtido o consentimento para participação no estudo.

Os pacientes foram alocados aleatoriamente em três grupos:

- Grupo controle (G_{CONT}): pacientes ventilados com PEEP de 5 cmH_2O ;
- Grupo MRA10/15/20 ($G_{MRA10/15/20}$): pacientes submetidos à MRA progressiva, com PEEP de 10, 15 e 20 cmH_2O ;
- Grupo MRA30 (G_{MRA30}): pacientes submetidos à MRA convencional, de acordo com o Consenso Americano-Europeu, sendo utilizada PEEP de 30 cmH_2O e pressão de platô (P_{PLAT}) de 35 cmH_2O ^{5,6}.

Os critérios de inclusão foram: IMC > 40 $kg.m^{-2}$; prova de função pulmonar normal ou com distúrbios leves. Pacientes que apresentaram instabilidade hemodinâmica; presença de história clínica de pneumotórax espontâneo e gastroplastia por via laparoscópica foram excluídos do estudo.

Toda a sequência de cuidado e atendimento aos pacientes dos três grupos estudados foi idêntica. Na sala de operação foi canulizada a veia periférica com cateter 18G e iniciada hidratação, empregando-se solução de Ringer com lactato. Os pacientes foram posicionados na mesa cirúrgica em decúbito dorsal horizontal, em discreto céfalo-aclive. Foram monitorizados: frequência cardíaca (FC); traçado eletrocardiográfico (ECG); pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) pelo método não-invasivo e saturação periférica da hemoglobina (SpO_2).

Iniciava-se a oxigenação com O_2 a 100% sob máscara facial, procedendo-se então à indução venosa com administração sequencial de midazolam (5 a 10 mg), alfentanil (300 μg), propofol (2 a 3 $mg.kg^{-1}$) e atracúrio (50 mg). A manutenção da anestesia foi realizada utilizando-se propofol de 0,075 a 0,1 $mg.kg^{-1}.min^{-1}$ e alfentanil de 0,75 a 1,0 $\mu g.kg^{-1}.min^{-1}$.

Após intubação traqueal, os pacientes dos três grupos foram mantidos em ventilação mecânica com aparelho de anestesia em sistema circular semifechado (modelo Linea A Intermed® Brasil), em modo ventilatório controlado a volume (VCV) com volume corrente em 8 a 10 $mL.kg^{-1}$ do peso ideal, limitando a pressão em 45 cmH_2O , com fração inspirada de O_2 (FiO_2) de 0,5, frequência respiratória de 12 a 14 rpm e PEEP de 5 cmH_2O .

Grupos estudados:

- G_{CONT} : ventilação mantida com PEEP de 5 cmH_2O até o final do ato anestésico-cirúrgico (Figura 1).

Nos outros dois grupos, após a sutura da aponeurose, foi realizada MRA de acordo com os seguintes procedimentos (Figura 1):

- $G_{MRA10/15/20}$:
 - aumento progressivo da PEEP para 10 cmH_2O ; pausa de 40 segundos; manutenção da PEEP em 10 cmH_2O por 120 segundos;
 - aumento progressivo da PEEP para 15 cmH_2O ; pausa de 40 segundos; manutenção da PEEP em 15 cmH_2O por 120 segundos;
 - aumento progressivo da PEEP para 20 cmH_2O ; pausa de 40 segundos; manutenção da PEEP em 20 cmH_2O por 120 segundos;
 - redução gradual da PEEP até o valor inicial de 5 em 5 cmH_2O a cada 5 ipm.
- G_{MRA30} :
 - aumento súbito da PEEP de 5 cmH_2O para 30 cmH_2O ; pausa de 40 segundos; manutenção da PEEP em 30 cmH_2O por 120 segundos;
 - redução gradual da PEEP até o valor inicial de 5 em 5 cmH_2O a cada 5 ipm.

As variáveis estudadas foram: idade, gênero, peso, altura, IMC; tempo cirúrgico; FC; PAS; PAD; SpO_2 ; PaO_2 ; $PaCO_2$; relação PaO_2/FiO_2 ; soma [$PaO_2 + PaCO_2$]; pressão de platô (P_{PLAT}); pressão média das vias aéreas (P_{MVA}) e complicações intraoperatórias.

Os dados das variáveis FC, PAS, PAD e SpO_2 foram analisados antes do início da indução, a cada cinco minutos até o

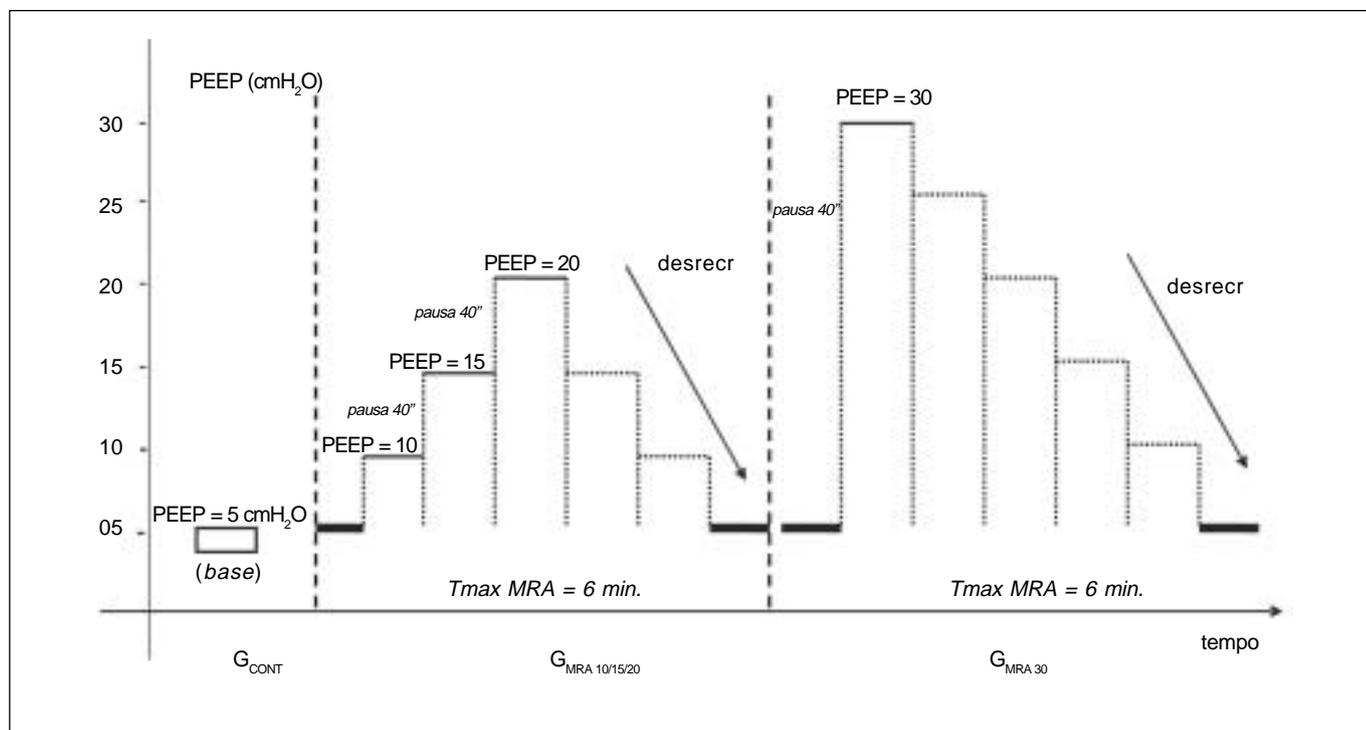


Figura 1 – Esquema do Procedimento da Manobra de Recrutamento Alveolar nos Três Grupos Estudados (G_{CONT} , $G_{MRA10/15/20}$ e G_{MRA30}). G_{CONT} : ventilação com PEEP=5 cmH₂O durante todo procedimento cirúrgico; $G_{MRA10/15/20}$: MRA com aumento progressivo da PEEP em 10, 15 e 20 cmH₂O; G_{MRA30} : MRA com aumento súbito de PEEP de 5 para 30 cmH₂O; $Tmax$: tempo máximo de recrutamento; Desrecr = desrecrutamento.

final do procedimento anestésico. Os dados das variáveis PaO₂; PaCO₂; relação PaO₂/FiO₂; soma [PaO₂ + PaCO₂]; pressão de platô (P_{PLAT}); pressão média das vias aéreas (P_{MVA}) foram analisados imediatamente após a sutura da aponeurose (antes do início da MRA) e ao final da MRA.

Para comparar as variáveis quantitativas em relação aos grupos, utilizavam-se Anova, teste de Kruskal-Wallis e método de Tukey para as comparações múltiplas. Para as variáveis qualitativas, a comparação foi feita por meio do teste de Qui-quadrado. O nível de significância adotado foi de 5%. O software utilizado foi SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) for Windows 10.01 e Epi Info versão 3.2.2.

RESULTADOS

A amostra final ficou constituída por 47 pacientes, 14 do G_{CONT} , 17 do $G_{MRA10/15/20}$ e 16 do G_{MRA30} . Não houve diferença estatística quanto às variáveis demográficas (Tabela I), tempo cirúrgico e valores iniciais das variáveis hemodinâmicas e SpO₂.

As variáveis hemodinâmicas e a SpO₂ não apresentaram variação estatística significativa entre os três grupos no decorrer do estudo.

No momento imediatamente antes do início da MRA, não foi observada diferença estatística significativa entre os três grupos em relação às variáveis: PaO₂; PaCO₂; relação PaO₂/FiO₂; soma [PaO₂ + PaCO₂]; P_{PLAT} e P_{MVA} (Tabela II).

No momento da MRA (Tabela III), verificou-se diferença significativa entre os três grupos para as variáveis PaO₂; relação PaO₂/FiO₂; soma [PaO₂ + PaCO₂]; P_{PLAT} e P_{MVA}. Para essas variáveis, realizou-se a seguir o teste de Tukey, que mostrou diferença estatística significativa apenas entre os grupos G_{CONT} e G_{MRA30} ($p < 0,05$) para as variáveis PaO₂, relação PaO₂/FiO₂ e soma [PaO₂+PaCO₂]. Para as variáveis P_{PLAT} e P_{MVA}, o teste de Tukey mostrou diferença significativa entre todos os grupos comparados dois a dois ($G_{CONT} \times G_{MRA10/15/20}$ $p < 0,001$; $G_{CONT} \times G_{MRA30}$ $p < 0,001$; $G_{MRA10/15/20} \times G_{MRA30}$ $p < 0,01$), exceto a comparação da P_{PLAT} entre o $G_{MRA10/15/20}$ e o G_{MRA30} ($p > 0,05$).

Não foram observadas complicações intraoperatórias.

Tabela I – Dados Demográficos e Nível Descritivo dos Testes Estatísticos

Variáveis	G _{CONT}	G _{MRA10/15/20}	G _{MRA30}	P
Idade (anos)	46,5 ± 9,7	38,8 ± 13,0	40,6 ± 1,2	0,189 *
Gênero (M/F)	3/11	6/11	4/12	0,124 †
Altura (m)	1,62 ± 0,07	1,64 ± 0,08	1,63 ± 0,09	0,053 *
Peso (kg)	129,9 ± 22,4	136,4 ± 26,6	123,7 ± 20,6	0,305 *
IMC (kg.m ⁻²)	49,2 ± 6,3	50,5 ± 7,2	46,3 ± 5,0	0,161*

* Nível descritivo do teste de ANOVA; † Nível descritivo do teste Qui-quadrado;

G_{CONT}: PEEP = 5 cmH₂O; G_{MRA10/15/20}: MRA com PEEP de 10, 15 e 20 cmH₂O; G_{MRA30}: MRA com PEEP=30 cmH₂O; IMC: índice de massa corpórea.

Tabela II – Dados das Variáveis Respiratórias e Ventilatórias no Momento Pré-MRA

Variáveis	G _{CONT}	G _{MRA10/15/20}	G _{MRA30}	P
PaO ₂ (mmHg)	113,1 ± 41,0	137,0 ± 41,5	134,8 ± 40,5	0,193
PaCO ₂ (mmHg)	43,4 ± 12,8	43,8 ± 7,9	41,7 ± 6,9	0,799
Relação PaO ₂ /FiO ₂	226 ± 82,1	285,7 ± 99,9	269,2 ± 80,5	0,175
[PaO ₂ +PaCO ₂]	156,4 ± 36,4	181,1 ± 42,6	176,5 ± 37,3	0,208
P _{PLAT} (cmH ₂ O)	25,9 ± 4,9	25,0 ± 3,3	23,2 ± 4,6	0,214
P _{MVA} (cmH ₂ O)	25,6 ± 5,5	21,8 ± 4,2	22,6 ± 5,6	0,104

Valores expressos em Média ± DP

G_{CONT}: PEEP = 5 cmH₂O; G_{MRA10/15/20}: MRA com PEEP de 10, 15 e 20 cmH₂O; G_{MRA30}: MRA com PEEP=30 cmH₂O; P_{PLAT}: pressão de platô; P_{MVA}: pressão média de vias aéreas

Tabela III – Dados das Variáveis Respiratórias e Ventilatórias no Momento da Manobra de Recrutamento Alveolar

Variáveis:	G _{CONT}	G _{MRA10/15/20}	G _{MRA30}	P
PaO ₂ (mmHg)	113,06 ± 41,04	145,94 ± 48,53	158,31 ± 41,45	0,034
PaCO ₂ (mmHg)	43,36 ± 12,81	47,08 ± 6,52	43,04 ± 7,34	0,375
PaO ₂ /FiO ₂	266,11 ± 82,07	291,88 ± 97,07	323,4 ± 91,3	0,018
[PaO ₂ +PaCO ₂]	156,41 ± 37,75	193,02 ± 47,93	201,36 ± 39,22	0,017
P _{PLAT} (cmH ₂ O)	25,9 ± 4,9	33,2 ± 2,5	33,7 ± 2,4	< 0,0001
P _{MVA} (cmH ₂ O)	25,5 ± 5,5	35,2 ± 5,4	42,6 ± 6,4	<0,0001

Valores expressos em Média ± DP

G_{CONT}: PEEP = 5 cmH₂O; G_{MRA10/15/20}: MRA com PEEP de 10, 15 e 20 cmH₂O; G_{MRA30}: MRA com PEEP=30 cmH₂O; P_{PLAT}: pressão de platô; P_{MVA}: pressão média de vias aéreas.

DISCUSSÃO

As complicações pulmonares perioperatórias são causa significativa de morbimortalidade⁸, sendo que a atelectasia ocorre em quase 90% dos pacientes submetidos à anestesia geral, com correlação positiva com os valores de *shunt* pulmonar perioperatórios^{1,8-12}, esta foi a razão pela qual esse estudo selecionou o momento cirúrgico e a monitorização respiratória, para avaliação do desequilíbrio da ventilação/perfusão.

Imediatamente após a anestesia geral, ocorre o aparecimento de atelectasias em áreas dependentes do parênquima pulmonar que são responsáveis pelas alterações de oxigenação perioperatórias, com PEEP, que nesse estudo foi mantida durante todo o ato cirúrgico em 5 cmH₂O proporciona abertura e manutenção da permeabilidade dos alvéolos¹⁰, fato reafirmado na análise dos níveis de hiperóxia demonstrados pelos valores de SpO₂ e PaO₂ nos três grupos antes e após a manobra de recrutamento alveolar (MRA), em que o valor da PaO₂ era elevado em todas as fases. Esta

constatação foi possível, mesmo quando obesos foram ventilados com parâmetros menores de VC (entre 10 e 11 mL.kg⁻¹) e FiO₂ reduzida (0,4) ⁷.

A manutenção do volume corrente também é passível de discussão na literatura, sendo relacionada quando acima de 12 mL.kg⁻¹ à hiperinsuflação alveolar, compressão de capilar pulmonar adjacente e inadequada troca gasosa. Hedens-tierna ¹³ chama a atenção como principais causas de colapso alveolar a perda do tônus muscular e o uso de altas frações inspiradas de oxigênio (FiO₂). No presente estudo, a manutenção de VC constante de 10 mL.kg⁻¹ e FiO₂ de 0,5, seguiu a orientação do consenso de ventilação mecânica brasileiro com resultado semelhante ao de Coussa e col. ² e Pelosi e col. ¹⁴, em que pacientes obesos ventilados com VC de 10 mL.kg⁻¹ demonstram melhora significativa da PaO₂, pois o IMC está relacionado à diminuição da CRF.

O emprego da PEEP é tipicamente associado ao aumento da P_{MVA} que nos três grupos pesquisados mostrou-se constante desde o início da intervenção cirúrgica, havendo o aumento proporcional ao emprego de maiores níveis de PEEP ³².

A P_{MVA} elevada sugere maior vulnerabilidade da mecânica pulmonar, porque o incremento nos níveis de PEEP aumentava a P_{PLAT} significativamente. A resistência sofrida pelo tecido adiposo na região torácica dos pacientes analisados pode também ter contribuído para alteração significativa da P_{MVA} em todas as fases de alteração da PEEP ^{1,7,15}.

A relação entre o IMC e a CRF foi relatada por vários autores que estudaram as alterações nas trocas gasosas em obesos ^{7,15-19}. A diminuição da CRF é também característica comum ao período após a instalação da ventilação mecânica, com o relato de Pelosi e col. ⁹ propondo a relação entre a redução da oxigenação e do volume pulmonar de forma inversa ao IMC.

Tendo isso em vista, a manobra de recrutamento alveolar (MRA) é uma técnica que, utilizando o aumento sustentado de pressão na via aérea, proporciona a abertura de unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para a troca gasosa e, conseqüentemente, a oxigenação arterial ²⁰.

As respostas à MRA para lesão pulmonar aguda (LPA) e síndrome do desconforto respiratório agudo (SARA) com pressões de 45 cmH₂O em pacientes não obesos podem apresentar diferentes perfis pulmonares classificados como: pouco recrutáveis, razoavelmente recrutáveis ou potencialmente recrutáveis ¹⁸. Obesos também podem ser assim classificados, pelo IMC elevado, comprometimento da caixa torácica, aumento da resistência e diminuição da complacência. Isso pode dificultar a comparação dos resultados obtidos para o recrutamento alveolar como já relatado em diversos estudos ^{8,9,15}.

A relação PaO₂/FiO₂ e índice da soma [PaO₂ + PaCO₂] nos três grupos estudados mostraram aumento progressivo, porém sem haver alterações entre os grupos e a soma representada pela [PaO₂ + PaCO₂], revelando ausência de lesão pulmonar (valor normal: ≥ 400 mmHg com FiO₂ = 1).

Entretanto, pacientes do G_{MRA30} tiveram melhor resposta da relação PaO₂/FiO₂ e da soma [PaO₂ + PaCO₂], com este último índice ainda sendo pouco utilizado durante a pesquisa da resposta à MRA em pacientes com LPA e SARA.

Borges e col. ²⁴, analisando pacientes com lesão pulmonar aguda associada à hipoxemia precoce, mostraram que a LPA pode ser revertida quando se utilizam elevados índices de pressão na via aérea (acima de 60 cmH₂O). Entretanto, os efeitos deletérios (barotraumas, hiperinsuflações, diminuição do índice cardíaco e hemodinâmica prejudicada) são mais comumente vistos quando estes mesmos valores de pressão inspiratória são utilizados por tempo prolongado ²⁵. O procedimento da MRA com PEEP com 30 cmH₂O utilizado no G_{MRA30} foi idealizado conforme proposta do Consenso Americano-Europeu, mostrando melhor resposta na relação PaO₂/FiO₂, PaO₂ e da soma [PaO₂+PaCO₂] ²⁶.

De acordo com a literatura, o método mais utilizado entre os autores para o uso de pressão sustentada na via aérea é realizado pela modalidade ventilatória em CPAP (pressão positiva contínua nas vias aéreas), com níveis de pressão que variam de 30 a 40 cmH₂O durante 30 a 90 segundos em pacientes com SARA ^{20,27,28}.

Em outros estudos ^{6,29}, este valor de pressão foi mantido por 15 segundos com a área do recrutamento sendo acompanhada por tomografia computadorizada enquanto a MRA era realizada. Dessa forma os autores perceberam que, após sete segundos de recrutamento, houve melhora significativa da PaO₂ e diminuição efetiva das áreas com atelectasias. A vantagem da menor duração da MRA é a menor incidência da diminuição do débito cardíaco e da pressão arterial ⁹, porém o estudo possui amostra pequena, sendo classificado como recomendação nível D de evidência científica. No presente estudo o tempo de manutenção dos altos níveis de PEEP foi de dois minutos e não alterou a hemodinâmica dos pacientes.

Nas condições do estudo realizado a melhor resposta da relação PaO₂/FiO₂ foi encontrada com PEEP de 30 cmH₂O com tempo de dois minutos de manobra de recrutamento alveolar.

Analysis of the Effects of the Alveolar Recruitment Maneuver on Blood Oxygenation during Bariatric Surgery

Alda Paiva de Souza, M.D.; Márcia Buschpigel, M.D.; Ligia Andrade Silva Telles Mathias, TSA, M.D.; Carlos Alberto Malheiros, M.D.; Vera Lucia dos Santos Alves, M.D.

INTRODUCTION

The development of atelectasis is common during general anesthesia due to the reduction in residual functional capacity (RFC) ^{1,2}. This situation tends to be worse in patients with

mon after the institution of mechanical ventilation, as reported by Pelosi et al.⁹, who proposed the inverse relationship between the reduction in oxygenation and pulmonary volume and the BMI.

In view of what was explained above, the alveolar recruitment maneuver (ARM) is a technique that leads to the opening of collapsed alveolar units through the sustained increase in airways pressure, increasing the pulmonary area available for gas exchange and, consequently, arterial oxygenation²⁰. The response of acute pulmonary lesion (APL) and acute respiratory distress syndrome (ARDS) to ARM with pressures of 45 cmH₂O in non-obese patients can present different pulmonary profiles, which are classified as: difficult to recruit, reasonably recruitable, or potentially recruitable¹⁸. Obese patients can also be classified, in a similar fashion, by the elevated BMI as compromised thoracic cage, increased resistance, and decreased complacence. This can hinder comparison of the results obtained for alveolar recruitment, as reported by several studies^{8,9,15}.

The PaO₂/FiO₂ ratio and [PaO₂ + PaCO₂] in the three study groups increased progressively, but without changes among the groups and [PaO₂ + PCO₂], demonstrating the absence of pulmonary lesion (normal level: e 400 mmHg with FiO₂ = 1.0). However, patients in G_{ARM30} showed better response of the PaO₂/FiO₂ ratio and [PaO₂ + PaCO₂], but this last index is not commonly used during studies on the response to ARM in patients with APL and ARDS.

Borges et al.²⁴, analyzing patients with acute pulmonary lesion associated with early hypoxemia, demonstrated that APL can be reverted when elevated pressures are used in the airways (above 60 cmH₂O). However, the harmful effects (barotrauma, hyperinsufflation, decreased cardiac index, and disrupted hemodynamics) are more commonly seen when the same levels of inspiratory pressure are used for prolonged times²⁵.

The alveolar recruitment maneuver with PEEP of 30 cmH₂O used in G_{ARM30} was idealized according to the American-European Consensus, and showed better response of the PaO₂/FiO₂ ratio and [PaO₂ + PaCO₂]²⁶.

According to the literature, CPAP (continuous positive airways pressure), with pressure levels ranging from 30 to 40 cmH₂O for 30 to 90 seconds in patients with ARDS, is the method used more often by authors to sustain airways pressure^{20,27,28}.

In other studies^{6,29}, this level of pressure was maintained for 15 seconds and the area of recruitment was followed-up by CT scan during ARM. The authors noticed that, after seven seconds of recruitment, PaO₂ improved significantly and the areas of atelectasis reduced. The lower incidence of reduced cardiac output and blood pressure is the main advantage of the shorter ARM⁹; however, the study population is small, being classified as a level D scientific evidence recommendation. In the present study, increased PEEP levels were maintained for two minutes, which did not change the hemodynamic parameters of the patients.

Under the conditions of the present study, the best response of the PaO₂/FiO₂ ratio was seen with the alveolar recruitment maneuver with PEEP of 30 cmH₂O for two minutes.

REFERÊNCIAS — REFERENCES

- Perilli V, Sollazzi L, Bozza P et al. — The effects of the reverse trendelenburg position on respiratory mechanics and blood gases in morbidly obese patients during bariatric surgery. *Anesth Analg*, 2000;91:1520-1525.
- Coussa M, Proietti S, Schnyder P et al. — Prevention of atelectasis formation during the induction of general anesthesia in morbidly obese patients. *Anesth Analg*, 2004;98:1491-1495.
- Biring MS, Lewis MI, Liu JI et al. — Pulmonary physiologic changes of morbid obesity. *Am J Med Sci*, 1999;318:293-297.
- Slutsky AS — Consensus Conference on Mechanical Ventilation. Part 2. *Intensive Care Med*, 1994;20:150-162.
- Artigas A, Bernard GR, Carlet J et al. — The American-European Consensus Conference on ARDS, part 2: Ventilatory, pharmacologic, supportive therapy, study design strategies, and issues related to recovery and remodeling. *Acute respiratory distress syndrome*. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;157:1332-1347.
- Beppu OS, Guanaes A — PEEP (Pressão Positiva ao Final da Expiração), em: Carvalho CRR — *Ventilação Mecânica I – Básico — Relatório do II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica*. São Paulo, Atheneu, 2003;327-330.
- Benseñor FEM, Auler JOC — P_{ET}CO₂ e SpO₂ permitem ajuste ventilatório adequado em pacientes obesos mórbidos. *Rev Bras Anesthesiol*, 2004;54:542-552.
- Warner DO — Preventing postoperative pulmonary complications: the role of the anesthesiologist. *Anesthesiology*, 2000; 92:1467-1472.
- Pelosi P, Croci M, Ravagnan I et al. — The effects of body mass on lung volume, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg*, 1998;87:654-660.
- Auler Jr JOC, Galas FRBG, Hajjar LA et al — *Ventilação mecânica no intra-operatório*. *J Bras Pneumol*, 2007;33:137s-141s.
- Gander S, Frascarolo P, Suter M et al. — Positive end-expiratory pressure during induction of general anesthesia increases duration of nonhypoxic apnea in morbidly obese patients. *Anesth Analg*, 2005;100:580-584.
- Paisani DM, Chiavegato LD, Faresin SM — Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. *J Bras Pneumol*, 2005;31:125-132.
- Hedenstierna G — Atelectasis and gas exchange during anaesthesia. *Electromedica*, 2003;71:70-73.
- 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;109:144-151.
- Miyoshi E, Margarido CB, Oliveira MAV et al. — Obeso mórbido e anestesia. *Atual Anesthesiol – Saesp*, 2001;6:102-116.
- Bardoczky GI, Yernault JC, Houben JJ et al. — Large tidal volume ventilation does not improve oxygenation in morbidly obese patients during anesthesia. *Anesth Analg*, 1995;81:385-388.
- Neumann P, Rothen HU, Berglund JE et al. — Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1999;43:295-301.
- Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M et al. — Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Eng J Med*, 2006; 354:1775-1786.
- Auler Jr JOC, Miyoshi E, Fernandes CR et al. — The effects of abdominal opening on respiratory mechanics during general

- anesthesia in normal and morbidly obese patients: a comparative study. *Anesth Analg*, 2002;94:741-748.
20. Dyhr T, Nygard E, Laursen N et al. — Both lung recruitment maneuver and PEEP are needed to increase oxygenation and volume after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2004;48: 187-197.
 21. Richard JC, Maggiore SM, Jonson B et al. — Influence of tidal volume on alveolar recruitment. Respective role of PEEP and a recruitment maneuver. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163: 1609-1613.
 22. Henzler D, Rossaint R; Kuhlen R — Is there a need for a recruiting strategy in morbidly obese patients undergoing laparoscopic surgery? *Anesth Analg*, 2004;98:268.
 23. 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.
 24. Borges JB, Okamoto VN, Matos GFJ et al. — Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome (ARDS). *Am J Respir Crit Care Med*, 2006;174:268-278.
 25. Bugeo G, Bruhn A — Is maximal lung recruitment worth it? *Am J Respir Crit Care Med*, 2006;174:1159.
 26. Benseñor FEM — Ventilação artificial: anestesia para pacientes com obesidade mórbida. *Atual Anestesiologia – Saesp*, 2005;10: 53-58.
 27. Grasso S, Mascia L, Del Turco M et al. — Effects of recruiting maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology*, 2002;96:795-802.
 28. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM et al. — Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 1998;338:347-354.
 29. Mancini MC, Aloé F — Obesidade, Apnéia Obstrutiva do Sono e Distúrbios Respiratórios, em: Halpern A, Matos AFG, Suplicy HL et al. — Obesidade. São Paulo, Lemos Editorial, 1998;153-170.

RESUMEN

Souza AP; Buschpigel M; Mathias LAST; Malheiros CA, Alves VLS — Análisis de los Efectos de la Maniobra de Reclutamiento Alveolar en la Oxigenación Sanguínea durante el Procedimiento Bariátrico.

JUSTIFICATIVAS Y OBJETIVOS: La maniobra de reclutamiento alveolar (MRA) se indica en el tratamiento de atelectasias intraoperatorias. El objetivo del presente estudio fue comparar dos técnicas de MRA por medio de la respuesta de la relación PaO_2/FiO_2 y de la suma $[PaO_2+PaCO_2]$, en pacientes obesos con grado III.

MÉTODO: Estudio prospectivo abierto en pacientes adultos, obesos grado III, sometidos a procedimiento quirúrgico bariátrico en ventilación controlada a volumen, presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 5 cmH_2O y divididos en tres grupos: $G_{CONTROL}$: PEEP de 5 cmH_2O ; $G_{MRA10/15/20}$ después de la sutura de la aponeurosis: aumento progresivo de la PEEP para 10, 15 y 20 cmH_2O , pausa de 40 segundos y mantenimiento de cada valor de la PEEP por 2 minutos; G_{MRA30} : después de la sutura de la aponeurosis: aumento súbito de la PEEP para 30 cmH_2O , 40 segundos de pausa y mantenimiento de la PEEP en 30 cmH_2O por dos minutos. Se analizaron las variables frecuencia cardíaca, presión arterial promedio, sistólica, diastólica, presión promedio de las vías aéreas (P_{MVA}) y de meseta (P_{PLAT}), presión arterial de oxígeno (PaO_2), presión arterial de CO_2 ($PaCO_2$), relación PaO_2/FiO_2 (fracción inspiratoria de oxígeno) y suma $[PaO_2+PaCO_2]$.

RESULTADOS: Las variables que presentaron una diferencia estadística significativa entre los tres grupos fueron: P_{PLAT} , P_{MVA} , PaO_2 , relación PaO_2/FiO_2 y suma $[PaO_2+PaCO_2]$ ($p < 0,0001$). En la comparación de los grupos dos a dos, se verificó una diferencia estadística significativa para las variables P_{PLAT} y P_{MVA} : $G_{CONTROL} \times G_{MRA10/15/20}$ y $G_{CONTROL} \times G_{MRA30}$ y para las variables relación PaO_2/FiO_2 y suma $[PaO_2+PaCO_2]$: $G_{CONTROL} \times G_{MRA30}$.

CONCLUSIONES: La técnica de MRA con aumento súbito de la PEEP para 30 $cm H_2O$ mostró la mejor respuesta de la relación PaO_2/FiO_2 .