

AVALIAÇÃO DA MECÂNICA PULMONAR E OXIGENAÇÃO APÓS MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR

*Evaluation of pulmonary mechanics and oxygenation after recruitment
maneuver.*

Harrison Carlos da Silva¹, Leticia Petro Furini², Pamela Daiana Pereira do
Carmo², Mara Lílian Soares Nasrala³

- 1- Fisioterapeuta da Unidade de Terapia Intensiva adulto do Hospital Santa Rosa – Cuiabá MT e pós-graduando em Fisioterapia Hospitalar pela Faculdade Redentor – RJ, no Centro de Estudos Dr. Caporossi do Hospital Santa Rosa em Cuiabá -MT.
- 2- Discentes do Curso de Fisioterapia do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande – MT.
- 3- Mestre, Fisioterapeuta Coordenadora do Programa de Pós Graduação em Fisioterapia Hospitalar do Hospital Santa Rosa. Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG e da Universidade de Cuiabá – UNIC.

Autor para Correspondência:

Harrison Carlos da Silva – Av. CPA – Condomínio Altos da Colina , 224 Cuiabá
MT. CEP:

E-mail: Harrison.cs@hotmail.com

RESUMO

Introdução: A Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) tem como conseqüências alterações da mecânica pulmonar, oxigenação e acentuada heterogeneidade com a coexistência de zonas lesadas e sadias. **Objetivos:** Este estudo teve como objetivo analisar as variáveis hemodinâmicas, mecânica respiratória e a oxigenação antes e após a realização da manobra de recrutamento alveolar (MRA) em pacientes com SDRA, admitidos na unidade de terapia intensiva (UTI) adulto do Hospital Universitário Júlio Muller (HUJM) de Cuiabá – MT. **Métodos:** Foi realizado um ensaio não controlado, com uma

amostra de 14 pacientes com a relação de $PaO_2/FiO_2 \leq 300$. Os pacientes foram submetidos aos procedimentos de aspiração das vias aéreas, à avaliação da mecânica respiratória: complacência estática (Cest), complacência dinâmica (Cdin), resistência das vias aéreas (RVA) e a oxigenação através da gasometria arterial. A MRA foi realizada no modo ventilação com pressão controlada (PCV). A PEEP foi elevada gradualmente (de 2 em 2 cmH₂O) até que a pressão de pico (Ppico) atingisse 50 cmH₂O sendo mantida por 1 minuto. A gasometria arterial foi colhida 30 minutos antes e após as medidas de mecânica respiratória. **Resultados:** As variáveis hemodinâmicas comparadas antes e após a MRA não apresentaram diferença estatística. A análise da mecânica pulmonar demonstrou aumento significativo da Cest após a MRA ($p=0,02$). As outras variáveis como a Cdin e RVA também apresentaram aumento, porém sem diferença estatística. O índice de oxigenação (PaO_2/FiO_2) também apresentou melhora significativa após a MRA com $p = 0,002$. **Conclusão:** Conclui-se que a MRA melhorou a oxigenação e a Cest de pacientes com SDRA. Destaca-se ainda que a mesma mostrou-se segura para pacientes ventilados mecanicamente com baixa relação PaO_2/FiO_2 .

Descritores: Ventilação Mecânica, Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo, Recrutamento Alveolar.

ABSTRACT

Introduction: The acute respiratory distress syndrome (ARDS) has as a consequence changes in pulmonary mechanics, oxygenation and increased heterogeneity with the coexistence of healthy and damaged areas. **Objectives:** The objective of this study was to analyze the Hemodynamic variables, mechanical lung and oxygenation before and after the execution of recruitment maneuver (RM) in patients with ARDS, admitted in the adult intensive care unit (ICU) of Hospital Universitário Júlio Muller in Cuiabá – MT. **Methods:** It was realized a clinical trial uncontrolled, with a sample of 9 patients with $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio ≤ 300 . The patients were submitted to conduct of aspiration of airway, assessment of respiratory mechanics: Static Lung Compliance (Cst), Dynamics Lung Compliance (Cdyn) and Airway Resistance (Rwa) and oxygenation through of arterial gasometry. The RM was realized at mode pressure controlled ventilation (PCV). The PEEP was height gradually (of 2 in 2 cmH_2O) until to reach a peak pressure of 50 cmH_2O and maintain for 1 minute. The arterial gasometry was collected 30 minutes before and after the respiratory mechanics. **Results:** Hemodynamic parameters compared before and after ARM showed no changes with statistical difference. The analysis of respiratory mechanic demonstrate increase significant da Cst after the RM ($p= 0,02$). Other variables such as Cdyn e Rwa also increased, but without statistical difference. The oxygenation index ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) also showed significant improvement after the RM with $p= 0,002$. **Conclusion:** MRA was effective in improving oxygenation and Cst, and safe for patients on mechanical ventilation, with $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio decreased.

Keywords: Mechanical Ventilation, Acute Respiratory Distress Syndrome, Maneuver Recruitment.

INTRODUÇÃO

Na década de 60 vários autores se dedicaram ao estudo de uma síndrome cujo seus sinais clínicos foram observados pela primeira vez durante a I Guerra Mundial¹. Neste período, Ashbaugh et al. (1971)², analisaram uma série de 272 pacientes submetidos à ventilação mecânica (VM) e identificaram doze pacientes que evoluíram, agudamente, com taquipnéia, hipoxemia refratária à oxigenoterapia, diminuição da complacência do sistema respiratório e infiltrados pulmonares difusos, na radiografia de tórax. Quatro anos mais tarde esses mesmos autores denominaram esse conjunto de sinais e sintomas de Síndrome do Desconforto Respiratório do Adulto (SDRA)².

Em 1992 The American-European Consensus Conference of ARDS³ decidiu que o termo a ser empregado para essa patologia deveria ser aquele proposto anteriormente por Ashbaugh et al. (2005)⁴, porém, em vez do termo adulto, empregou-se o termo agudo, devido ao fato desta síndrome não ser só limitada a adultos. Foi criado o termo Lesão Pulmonar Aguda (LPA), cuja definição é idêntica à da Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), sendo diferenciadas pelo grau de hipoxemia que consiste em uma relação $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ na LPA e ≤ 200 na SDRA. Assim, todo paciente com SDRA apresenta LPA, porém nem todo paciente com LPA evolui para SDRA⁵.

A SDRA é consequência da lesão inflamatória da barreira alvéolo-capilar constituída pelo epitélio e pelo endotélio capilar, levando à alteração de permeabilidade com a formação de edema pulmonar rico em proteína.⁶ A lesão do pneumócito tipo II e a consequente falência do sistema surfactante geram aumento da tensão superficial, exacerbando os mecanismos responsáveis pelo colapso alveolar¹. Isto determina uma série de alterações

clínicas, funcionais e radiológicas, que ditarão os parâmetros para a sua definição⁶.

Gattinoni et al (1994), citado por Pereira (2005),⁷ relataram que pacientes com SDRA possuem distensibilidade pulmonar diminuída e uma acentuada heterogeneidade com a coexistência de zonas lesadas e sadias, entretanto a dificuldade do tratamento desta síndrome é o recrutamento de áreas colapsadas evitando a super distensão das unidades alveolares normais.

Ainda que a SDRA seja descrita como uma síndrome de baixa complacência, a resistência das vias aéreas pode estar aumentada⁸. O aumento da resistência das vias aéreas (RVA) é essencialmente devido a redução no volume pulmonar aerado, o qual em troca modifica as propriedades viscoelásticas da árvore traqueobrônquica e na maioria dos pacientes não há broncoconstrição verdadeira⁹.

Em virtude disto, faz-se necessário a análise das propriedades mecânicas do sistema respiratório, para aferir a situação pulmonar do paciente e sua evolução. Dentre estas estão a complacência dinâmica (CDin) que compreende a soma de alterações resistivas e elásticas de todo o sistema respiratório e o valor de normalidade está entre 100 a 200 ml/cmH₂O; a complacência estática (CEst) que é distensibilidade do tecido pulmonar e o valor de normalidade está entre 50 a 100 ml/cmH₂O e a RVA que é a oposição ao fluxo de ar devido as forças de fricção na parte interna do sistema respiratório, com seu valor de normalidade entre 2 e 5 cmH₂O¹⁰.

Um dos pontos chave no tratamento da SDRA é a identificação precoce dos pacientes com comprometimento respiratório e a VM é a principal modalidade de suporte sendo indicada na maioria dos casos, antes que estes

desenvolvam um estado extremo de falência respiratória¹¹. Seus objetivos são promover adequada troca gasosa, ao mesmo tempo em que se evitam a lesão pulmonar associada à ventilação mecânica e o comprometimento hemodinâmico decorrente do aumento das pressões intratorácicas⁵.

Na tentativa de minimizar os prejuízos causados por esta síndrome, são propostas estratégias de proteção pulmonar. A manobra de recrutamento alveolar (MRA) é uma estratégia que vem sendo utilizada na VM para pacientes com SDRA, através do aumento sustentado de pressão na via aérea com o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para a troca gasosa e, conseqüentemente, a oxigenação arterial¹².

Os valores para se obter o recrutamento alveolar, ainda variam, porém, experimentalmente, observa-se que as unidades alveolares colapsadas não são totalmente recrutadas, mesmo com pressões nas vias aéreas de até 40 cmH₂O. Sendo assim, para se abrir um pulmão e mantê-lo totalmente aberto de forma eficaz, são necessárias pressões positivas ao final da expiração (PEEP) mais elevadas e altas pressões sustentadas por períodos pré determinados¹².

Este estudo teve como objetivo analisar o estado hemodinâmico, mecânica respiratória e a oxigenação antes e após a realização de três MRA em pacientes com SDRA, admitidos na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) adulto do Hospital Universitário Júlio Muller (HUJM) e Hospital Pronto Socorro Municipal de Cuiabá – MT.

METODOLOGIA

Foi realizado um ensaio não controlado na UTI Adulto do Hospital Universitário Júlio Müller (HUJM) e do Hospital Pronto Socorro Municipal de Cuiabá-MT, com a devida aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do HUJM sob o número de protocolo 701/CEP-HUJM/09.

Todos os responsáveis pelos pacientes foram orientados quanto ao procedimento, objetivos, riscos e benefícios do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a realização do mesmo.

A amostra foi constituída de 14 pacientes, submetidos à MRA, nos quais os critérios de inclusão foram: pacientes sedados, em ventilação mecânica, em uso de tubo orotraqueal (TOT) ou cânula de traqueostomia, hemodinamicamente estáveis, com relação de $PaO_2/FiO_2 < 300$ e apresentando infiltrados bilaterais na radiografia torácica.

Pacientes com idade inferior a 18 anos, doença pulmonar obstrutiva crônica prévia, gravidez, presença de pneumotórax, pneumomediastino, derrame pleural não drenado, fístula broncopleural, fibrose pulmonar, hipertensão intracraniana, fases avançadas de enfisema pulmonar, bronquiectasia com bolhas pulmonares, hemoptise, agitação psicomotora, biópsia de pulmão e pneumectomia recentes, foram imediatamente excluídos da pesquisa.

Inicialmente eram observadas e registradas as variáveis hemodinâmicas como pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e os parâmetros da ventilação mecânica, em

seguida os pacientes foram submetidos aos procedimentos de aspiração das vias aéreas.

Após 30 minutos era medido o volume corrente (VC), avaliada a mecânica respiratória: Cest, Cdin, RVA e a oxigenação através da gasometria arterial. Para mensuração da mecânica pulmonar, a ventilação era ajustada em modo ventilação com volume controlado (VCV), com pausa de 1,5 segundo, fluxo de 60l/min, FR de 10 rpm e uso de onda quadrada. O VC exalado foi obtido através da ventilometria, pelo ventilômetro *Wright Respirometer MK8* da marca Ferraris, antes da MRA.

Após 30 minutos, a MRA foi realizada no modo ventilação com pressão controlada (PCV). A PEEP foi elevada gradualmente (de 2 em 2 cmH₂O) até atingir a pressão de pico (Ppico) de 50 cmH₂O, sendo mantida por 1 minuto. Em seqüência a PEEP era decrescida de 2 em 2 cmH₂O, até atingir o valor encontrado anteriormente. Esse procedimento foi realizado por três vezes com intervalo de um minuto entre cada manobra. Após 30 minutos, as medidas de mecânica respiratória, variáveis hemodinâmicas e a oxigenação foram reavaliadas.

Para análise dos dados foi utilizado um pacote de estatístico *SYSTAT* versão 12 para Windows. Para verificação de normalidade foi utilizado Teste de *Shapiro Wilks*. Como os dados não apresentaram distribuição normal foram utilizados testes não paramétricos. Para comparação entre duas amostras foi utilizado o teste de Wilcoxon, sendo estabelecido um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A amostra constou de 14 pacientes, sendo 10 (71.4%) do sexo masculino. A média de idade foi de $49,0 \pm 14,0$ anos.

As variáveis hemodinâmicas antes e após a aplicação da MRA não apresentaram diferença significativa, demonstrando segurança na aplicação da manobra conforme demonstra a tabela 1.

A média da PEEP de recrutamento nas três MRAs foi de 26 ± 5 cmH₂O. A análise da mecânica pulmonar demonstrou aumento significativo da complacência estática antes e após a MRA com $p = 0,02$. As outras variáveis como a complacência dinâmica e resistência de via aérea não apresentaram aumento, sem diferença estatística, conforme demonstra o gráfico 1.

O índice de oxigenação (PaO_2/FiO_2) também apresentou melhora significativa após a MRA com $p = 0,002$, assim como a SaO_2 com $p = 0,005$ conforme apresentado nos gráficos 2 e 3.

DISCUSSÃO

A SDRA é caracterizada por um quadro grave de insuficiência respiratória com uma alta taxa de mortalidade, que tem demandado em pesquisas cujo objetivo é encontrar um tratamento que vise a melhoria da oxigenação e da mecânica pulmonar, contribuindo para a redução das áreas colapsadas¹².

Baseado neste objetivo tem sido proposta manobras que preconizam o recrutamento máximo ou quase máximo dos alvéolos, associado à manutenção dessas unidades abertas, com o objetivo primário de anular ou minimizar as forças de abertura e fechamento cíclicos dos alvéolos¹³.

Segundo Lachman et al. 1992¹³, a aplicação da PEEP garante a manutenção dos alvéolos abertos durante todo o ciclo respiratório, promovendo ganho de oxigenação e diminuição do shunt pulmonar. Neste estudo após a realização da MRA observou-se uma melhora significativa da oxigenação, analisada por meio do aumento da relação PaO_2/FiO_2 , que variou de 148 para 198 e um aumento da SaO_2 de 94% para 97%, com diferença estatística. Ambas foram avaliadas através da gasometria arterial. Esta melhora funcional pulmonar obtida após o recrutamento em nosso estudo vem corroborar com os achados de Auler Jr et. al (2000)¹⁴ e Oczenski et al.(2004)¹⁵ que também evidenciaram melhora da oxigenação após MRA em seus estudos.

Auler Jr. et al.(2000)¹⁴ explicam que a pressão de recrutamento alveolar determina a abertura dos territórios broncoalveolares colapsados, promovendo melhora na oxigenação arterial, por sua vez, esse aumento da oxigenação depois da MRA também sugere melhor acoplamento entre ventilação e perfusão.

Segundo Matos (2007)¹⁶, na prática clínica é comum haver uma tolerância à utilização de níveis pressóricos máximos até 40 cmH₂O durante a MRA, com o intuito de evitar comprometimento hemodinâmico, no entanto, estes níveis podem ser insuficientes em casos mais graves de SDRA. E ainda relata que apesar da aplicação de 40 cmH₂O de pressão no ventilador mecânico, cerca de 22% do parênquima pulmonar ainda permanece colapsado e discute a necessidade do uso de pressões maiores para garantir o recrutamento máximo pulmonar.

Neste estudo, realizou-se a MRA com uma PEEP média de 26 cmH₂O alcançando uma pressão de platô de 50 cmH₂O. Os resultados obtidos

demonstraram que o uso da PEEP em níveis mais elevados nos pacientes não resultou em alterações hemodinâmicas significantes.

A análise da mecânica pulmonar é importante nos pacientes com SDRA devido ao fato dos pulmões lesados terem uma função de barreira anormal. Os capilares pulmonares apresentam-se rompidos e as células epiteliais alveolares não podem retirar apropriadamente a água e solutos do espaço alveolar, ocasionando conseqüências para a mecânica respiratória, pois a lesão e o edema aumentam a resistência e a elastância pulmonar ¹⁷.

Após a realização da MRA houve um aumento da RVA, porém não foi significativo. Lu e Rouby (2007) ⁹ explicaram que essa alteração da RVA é essencialmente devido à redução no volume pulmonar aerado, o qual em troca modifica as propriedades viscoelásticas da árvore traqueobrônquica e na maioria dos pacientes não há broncoconstrição verdadeira.

Em relação à mecânica pulmonar, Faustino (2007)¹⁸, destacou em seu trabalho, que para se obter uma estimativa de resistência e da complacência do sistema respiratório, é necessário que o paciente esteja sedado, sem atividade muscular, em VCV e fluxo constante. Ele enfatiza quanto à importância de se entender a diferença de C_{est} e C_{din} do sistema respiratório, sendo que na C_{est} a variação do volume refere-se à pressão de platô ($P_{platô}$), e na C_{din} essa variação de volume refere-se à P_{pico} inspiratória.

Malheiros et al. (2008) ¹⁹ em sua pesquisa analisaram a mecânica pulmonar antes e após a aplicação da MRA, constatou uma melhoria da C_{est} em relação ao grupo controle, porém, seus dados não foram estatisticamente significantes podendo ser justificado em virtude do tamanho pequeno da

amostra ou também pelo fato de ser realizada apenas uma MRA. Celebi et al (2007) ²⁰ compararam os efeitos hemodinâmicos e pulmonares do CPAP de 40cmH₂O, PEEP de 20 cmH₂O e PEEP de 5 cmH₂O, e demonstraram que houve aumento significativo da Cest nos grupos de CPAP e PEEP de 20 cm H₂O após a MRA. Essa tendência a melhoria da Cest demonstrada por esses estudos foram reforçados na presente pesquisa.

Uma limitação importante deste estudo foi o pequeno tamanho da amostra, sendo necessárias novas pesquisas com uma amostra maior para comprovar a tendência de melhoria da Cdin e RVA.

Conclui-se que a MRA melhorou a oxigenação e a Cest de pacientes com SDRA. Destaca-se ainda que a mesma mostrou-se segura para pacientes ventilados mecanicamente com baixa relação PaO₂/FiO₂.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonçalves BMV. Síndrome da angustia respiratória. In: Bethlem N. Pneumologia 3ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 1984. cap. 47, p. 693.
2. Petty TL, Ashbaugh DG. The adult respiratory distress syndrome: clinical features, factors influencing prognosis and principles of management. Chest.1971; 60(3): 233-239.
3. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL et al. Report of the american-european consensus conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevante outcomes and clinical trial coordination. Int. Care Med. 1994; 20 (3): 225-232.
4. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. et al. Acute respiratory distress in adults. Crit. Care: Review of the classics. 2005; 7: 60-61.

5. Amato MBP, Carvalho CRR, Vieira S et al. Ventilação mecânica na lesão pulmonar aguda/síndrome do desconforto respiratório agudo. Rev. Bras. Ter. Intensiva. 2007; 19 (3): 374-383.
6. Beppu OS, Paiva KCA, Santos ML. Insuficiência respiratória. In: Nery LE, Fernandes ALG, Perfeito JAJ. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar unifesp-escola paulista de medicina, pneumologia. São Paulo: Manole; 2006. cap. 47, p.585-586.
7. Pereira FC, Simonini F, Pereira M, Silva V, Sanches V, Tavares EC. Protocolos de recrutamento alveolares em portadores da síndrome da angústia respiratória. Arq. Ciênc. Saúde. 2005; 12 (1): 32-36.
8. Kacmarek RM, Kallet RH. Should Recruitment Maneuvers Be used in the Management of ALI and ARDS? Respir Care. 2007;52 (5) : 622-631.
9. Lu Q, Rouby JJ. Measurement of pressure-volume curves in patients on mechanical ventilation: methods and significance. Crit Care. 2000; 4(2): 91-100.
10. West JB. Mecânica da respiração: como o pulmão é sustentado e movimentado. In: West, JB. Fisiologia respiratória. 6ª ed. Barueri: Manole; 2002. Cap. 7, p. 89-116.
11. Rotta AT, Kunrath CLB, Wiryawan B. O manejo da síndrome do desconforto respiratório agudo. *J. Pediatr.* Nov 2003; 79 (suppl.2): S149-S160.
12. Borges JB, Amato M, Victorino J. SARA: Fisiopatologia e estratégia ventilatória. In: Sarmiento GJV. Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas. 2ª ed. Barueri: Manole; 2007. Cap 23, p 202-222.
13. Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open .Int. Care Med.1992; 18 : 319-321.
14. Auler JOC Jr, Chiaroni S. Circulação extra corpórea: prevenção e manuseio de complicações. Rev Bras Anesthesiol. 2000; 50: 464-469.

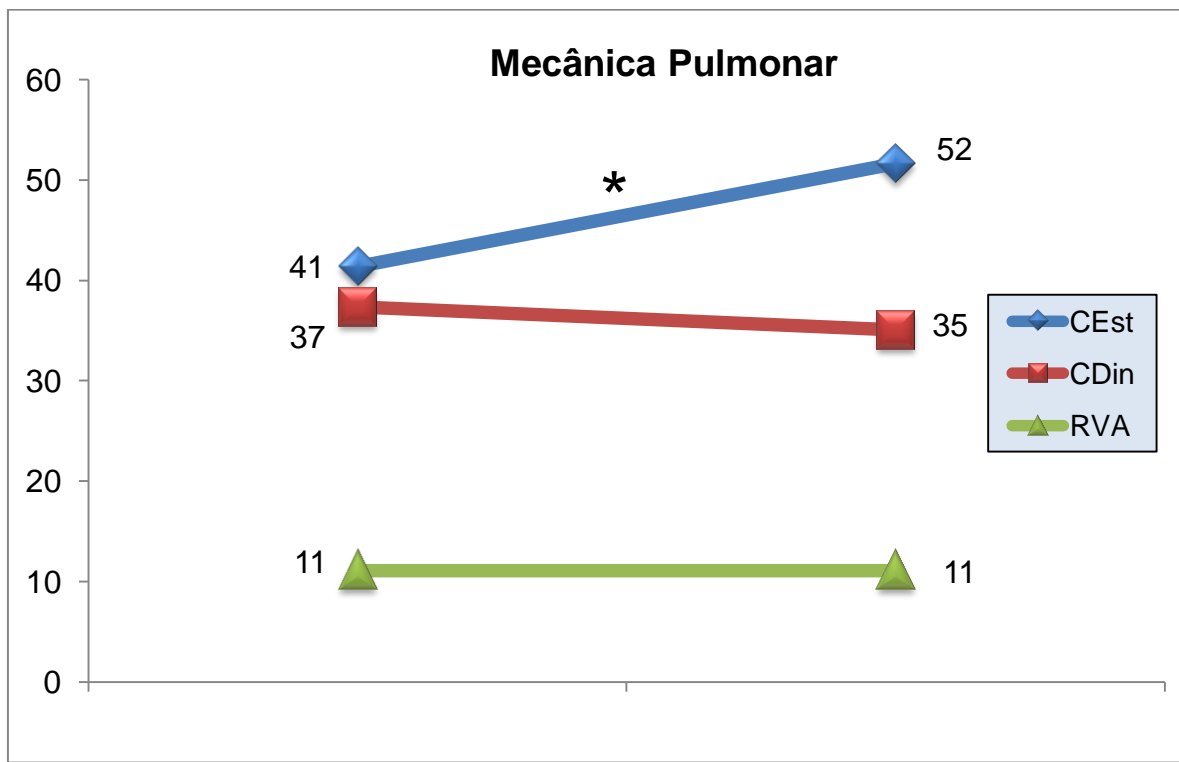
15. Oczenski W, Hormann C, Keller C et al. Recruitment Maneuvers after a Positive End-expiratory Pressure Trial Do Not Induce Effects in Early Adult Respiratory Distress Syndrome. *Anesthesiol.* 2004; 101:620-625.
16. Matos GFJ. Efeitos da manobra de recrutamento alveolar nas fases inspiratória e expiratória na tomografia computadorizada de tórax em pacientes com Lesão Pulmonar Aguda ou Síndrome do desconforto respiratório Agudo. São Paulo: Universidade de São Paulo [tese doutorado] 2007.
17. Chazal I, Hubmayr RD. Novel aspects of pulmonary mechanics in intensive care. *Br J Anaesth*, 2003; 91:81-91.
18. Faustino EA, Mecânica Pulmonar de Pacientes em Suporte Ventilatório na Unidade de Terapia Intensiva. Conceitos e Monitoração. *RBTI*, 2007;19(2): 161-169.
19. Malheiros AO, Nasrala MLS, Alves DAC. Análise Da Mecânica Pulmonar Após Manobras De Recrutamento Alveolar. Várzea Grande: UNIVAG [Trabalho de conclusão de curso] 2008.
20. Celebi S, Koner O, Menda F et al. The pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery. 2007. *Anesthesia & Analgesia*. 104 (2): 384-390

Tabela 1 – Dados Hemodinâmicos

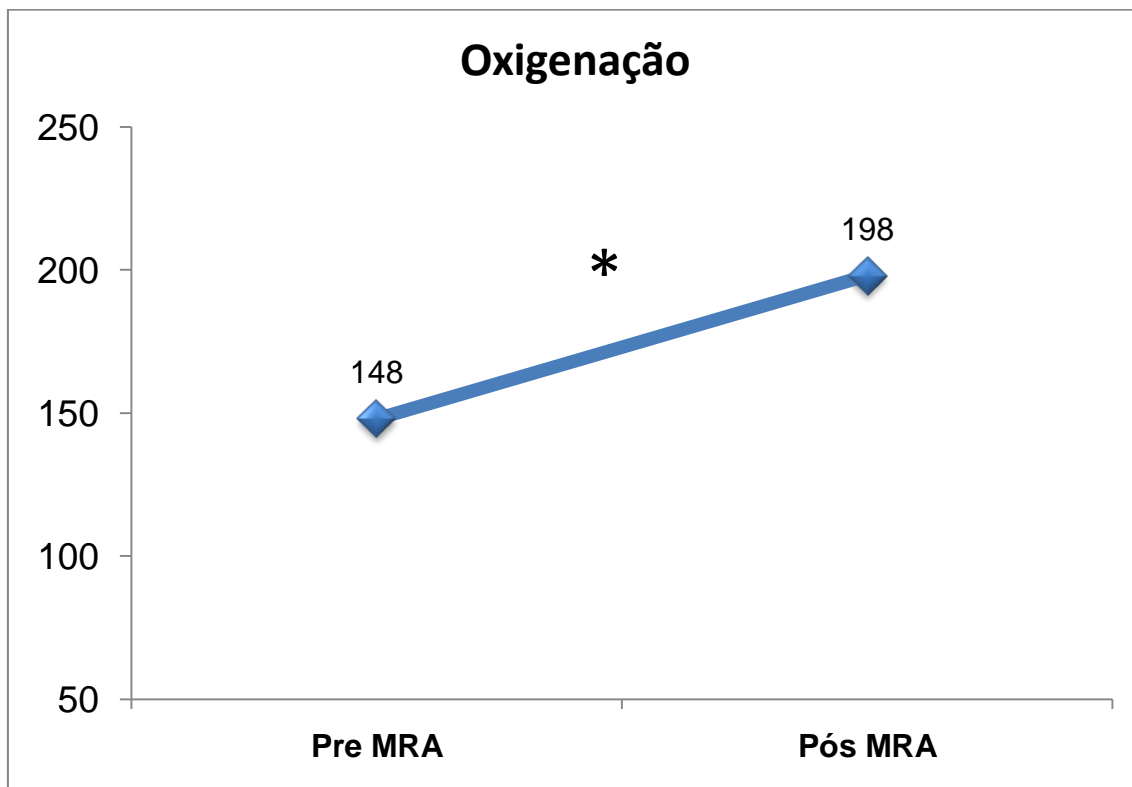
Variável	Média ± DP		Valor de p
	Antes MRA	Após MRA	
PAS	140 ± 26	123 ± 18	0,071
PAD	76 ± 17	67 ± 15	0,213
FC	92 ± 17	99 ± 38	0,204
FR	16 ± 2	16 ± 3	0,167
SaO ₂	94 ± 4	97 ± 2	0,005

Teste de Wilcoxon

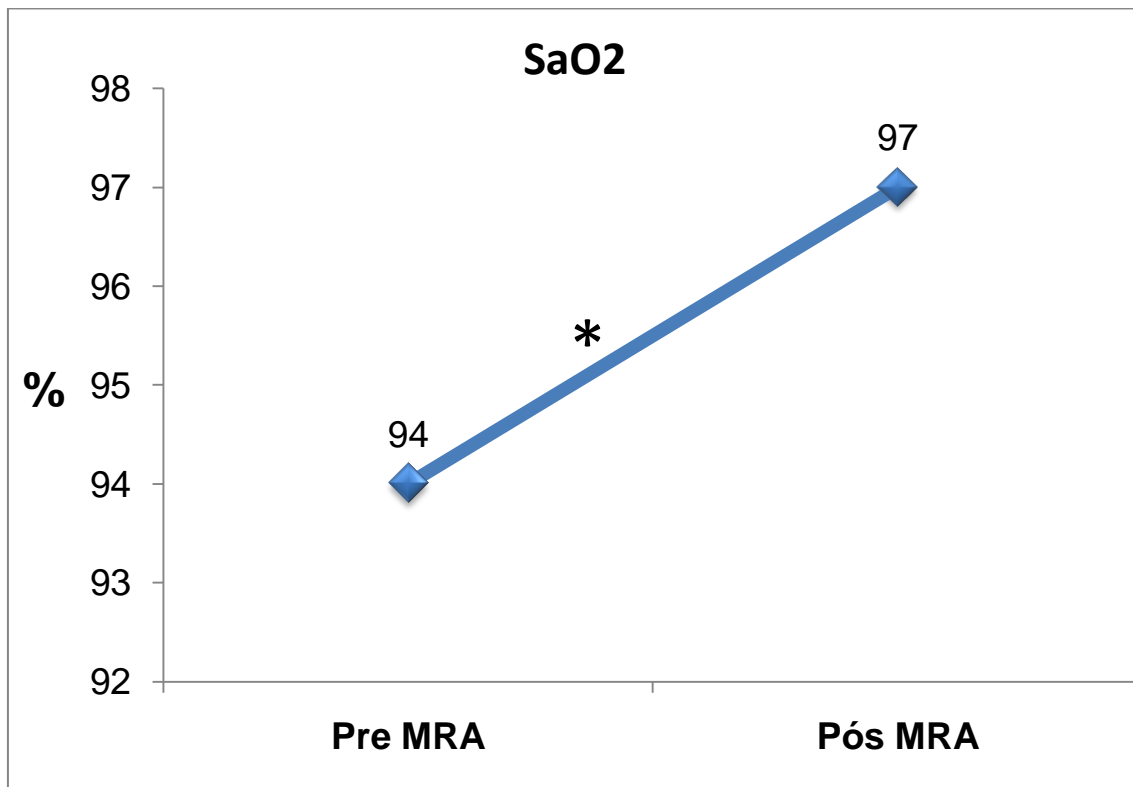
PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica ; FC= frequência cardíaca; FR= frequência respiratória; SaO₂= saturação arterial de oxigênio.

Gráfico 1 – Mecânica Pulmonar

CEst= Complacência Pulmonar Estática; CDin= Complacência Pulmonar Dinâmica; RVA= Resistência das Vias Aéreas.

Gráfico 2 – Índice de Oxigenação - PaO₂/FiO₂

* Teste Wilcoxon – p= 0,002

Gráfico 3– Saturação Arterial de Oxigênio - SaO₂

* Teste Wilcoxon – $p= 0,005$

