

## ARTIGO ORIGINAL

## Terapia de Expansão Pulmonar na Oxigenação Arterial e Nível Sérico de Lactato no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca

### *Expansion Pulmonary Therapy in Blood Oxygenation and Lactate Serum Level in Postoperative Cardiac Surgery*

Silvana Souza Oliveira, Mansueto Neto, Roque Aras Junior

Programa de Pós-graduação em Medicina e Saúde da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA – Brasil

#### Resumo

**Fundamentos:** Complicações cardiovasculares e pulmonares ocorrem com frequência no período pós-operatório imediato e podem ser prevenidas e/ou tratadas através da utilização de técnicas de expansão pulmonar.

**Objetivo:** Avaliar a eficácia das técnicas de expansão pulmonar nos níveis séricos de lactato arterial e oxigenação de pacientes nesta fase de recuperação cirúrgica.

**Método:** Foi realizado um estudo prospectivo e analítico em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca, estáveis hemodinamicamente. Medidas de nível de lactato e pressão parcial de oxigênio foram obtidas através da coleta do sangue arterial antes e após as técnicas de expansão pulmonar, como manobra de recrutamento alveolar e respiração por pressão positiva intermitente.

**Resultados:** Foram incluídos 40 pacientes com idade média de  $51,1 \pm 14,9$  anos, sendo que 55% eram do sexo feminino. Pode-se observar diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na comparação dos valores do *baseline* e pós-intervenção para o lactato arterial, índice de oxigenação, fração inspirada e na saturação de oxigênio em ambos os procedimentos. Para o desfecho pressão arterial de oxigênio, somente o grupo que realizou respiração por pressão positiva intermitente obteve melhora significativa.

**Conclusão:** As técnicas de expansão pulmonar utilizadas contribuíram na redução do nível de lactato arterial, na melhora da oxigenação e na saturação de oxigênio desta população, mas não alterou o tempo de internamento na unidade de terapia intensiva. (Int J Cardiovasc Sci. 2018;31(1)63-70)

**Palavras-chave:** Cirurgia Torácica, Modalidades de Fisioterapia, Cuidados Pós-Operatórios, Oxigenação, Nível de Oxigênio, L-Lactato Desidrogenase.

#### Abstract

**Background:** Cardiovascular and pulmonary complications often occur in the immediate post-surgery period and may be prevented and/or treated with lung expansion techniques.

**Objective:** To evaluate the efficacy of lung expansion techniques in serum arterial lactate levels and oxygenation in patients in this surgical recovery phase.

**Method:** A prospective and analytical study was carried out in postoperative cardiac surgery patients, hemodynamically stable. Measurements of artery lactate levels and partial pressure of oxygen were obtained from arterial blood samples drawn before and after lung expansion techniques, including alveolar recruiting maneuver and intermittent positive pressure breathing.

**Results:** 40 patients with average age of  $51.1 \pm 14.9$  years, 55% female, were included. It is possible to observe the statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the comparison between values of baseline and post-operative arterial lactate, oxygen level, oxygen saturation/fraction of inspired oxygen in both procedures. In relation to the outcome of oxygen blood pressure, only the group on intermittent positive pressure breathing achieved significant improvement.

**Conclusion:** The lung expansion techniques used have contributed with the reduction of lactate level, improvement in oxygenation and oxygen saturation in this population, but did not alter intensive care unit length of stay. (Int J Cardiovasc Sci. 2018;31(1)63-70)

**Keywords:** Thoracic Surgery; Physical Therapy Modalities; Postoperative Care; Oxygenation; Oxygen Level; L-Lactate Dehydrogenase.

Full texts in English - <http://www.onlineijcs.org>

**Correspondência:** Silvana Souza Oliveira

Rua Desembargador Gilberto Andrade, 256, Edf. Santo Inácio, apt. 201. CEP: 40155200, Chame Chame, Salvador, BA – Brasil.

E-mail: silvanaso@oi.com.br

DOI: 10.5935/2359-4802.20170092

Artigo recebido em 10/11/2016; revisado em 15/02/2017; aceito em 17/07/2017

## Introdução

As doenças cardiovasculares estão entre as principais causas de morbimortalidade no mundo, envolvendo grandes investimentos financeiros e comprometendo a saúde da população. As estratégias terapêuticas incluem prevenção, medicações, intervenções endovasculares e cirurgias cardíacas.<sup>1</sup> As cirurgias cardíacas, notadamente as revascularizações e troca de válvulas, modificaram a expectativa de vida de pacientes melhorando sua sobrevida e qualidade de vida.<sup>2</sup>

Apesar dos benefícios evidentes encontrados na realização das cirurgias cardíacas, complicações cardiovasculares e pulmonares ocorrem frequentemente no período pós-operatório imediato, comprometendo a evolução dos pacientes com redução da oxigenação e aumento dos níveis de lactato arterial pela hipoperfusão tecidual, hipoxemia e *shunt* intrapulmonar, aumentando o tempo de internamento, podendo levar a morte.<sup>3-6</sup>

As complicações pulmonares podem causar desvio para o metabolismo anaeróbico com acidose metabólica, elevação no nível de lactato e prejuízo na circulação microvascular,<sup>7-10</sup> que podem ser prevenidos ou resolvidos através da utilização de técnicas de expansão pulmonar, promovendo a elevação dos volumes e capacidades pulmonares, através do aumento do gradiente de pressão transpulmonar e assim revertê-las, estando o paciente em ventilação mecânica ou respirando ao ar ambiente.<sup>11</sup>

Dentre as técnicas de expansão pulmonar, temos a manobra de recrutamento alveolar para pacientes conectados ao ventilador mecânico, que tem a finalidade de melhorar a oxigenação, de reduzir as lesões provocadas pelo ventilador mecânico e de facilitar o desmame e a extubação,<sup>12</sup> além da respiração por pressão positiva intermitente para pacientes com respiração espontânea, com objetivo de aumentar o volume corrente, melhorar as trocas gasosas e o direcionamento do ar para áreas de hipoventilação.<sup>13,14</sup>

Apesar dos estudos que evidenciam os efeitos significativos das técnicas de expansão pulmonar para pacientes com doença pulmonar, são escassos estudos que testaram a utilização da técnica em pacientes com doença cardíaca, sobretudo no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos das técnicas de expansão pulmonar nos níveis de lactato arterial e oxigenação de pacientes em pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca.

## Métodos

Foi realizado um estudo prospectivo e analítico, na unidade de pós-operatório de cirurgia cardíaca do Hospital Ana Nery, da UFBA/SESAB, centro de referência em tratamento de doenças cardiovasculares do estado da Bahia.

Incluiu pacientes com idade maior que 18 anos, estáveis hemodinamicamente, pressão arterial média maior ou igual a 60 mmHg e que necessitaram, com a sua evolução clínica, da aplicação de técnicas de expansão pulmonar. Foram excluídos os pacientes que apresentaram: agitação psicomotora, hipertensão intracraniana, hipertensão pulmonar, pneumopatia e/ou pneumectomia prévia, doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumotórax não drenado, pneumomediastino, hemoptise, redução no débito cardíaco e em uso do balão intra-aórtico, índice de massa corpórea maior que 30 Kg/m<sup>2</sup>. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Ana Nery – UFBA/SESAB, sob protocolo de número 861.257.

Foram coletadas medidas de nível de lactato e pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, fração inspirada e a saturação de oxigênio, pré e pós-intervenção das técnicas de expansão pulmonar, com a finalidade de verificar a variação do nível de lactato arterial e do índice de oxigenação em consequência da aplicação dessas técnicas nesta fase de recuperação.

Parâmetros clínicos, cirúrgicos, laboratoriais e hemodinâmicos como: frequência cardíaca e a pressão arterial média foram monitorizados através da análise de um monitor multiparamétrico (Portal DX2020 DIXTAL®); a pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, o lactato, a fração inspirada e a saturação de oxigênio, através do exame da hemogasometria arterial (Roche COBAS b20®), após a chegada na unidade pós-cirúrgica, ou enquanto o paciente permanecia em ventilação mecânica invasiva, a cada seis horas, como foi padronizado para esta unidade de terapia intensiva. A relação de oxigenação foi calculado dividindo a pressão parcial de oxigênio no sangue arterial pela fração inspirada de oxigênio, conforme com o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica.<sup>15</sup> Na ficha de controle da anestesia coletou-se o tempo de clampeamento da aorta ou tempo de anóxia, de circulação extracorpórea e de anestesia total, a cirurgia realizada e se o paciente foi submetido à expansão volêmica após a sua admissão na unidade pós cirúrgica.

No protocolo de ventilação mecânica, todos os pacientes foram admitidos no modo de ventilação com volume controlado - VCV, com fração inspirada de oxigênio de 0,6 (60%), pressão positiva expiratória final de 5 cmH<sub>2</sub>O, frequência respiratória de 12 a 20 rpm e volume corrente variando de 6 a 8 ml/Kg. Após o resultado da primeira hemogasometria, o modo ventilatório era alterado para ventilação controlada por pressão - PCV, com fluxo inspiratório de 40 a 50 l/min decrescente, pausa inspiratória de 0,2 segundos, frequência respiratória de 12 a 15 rpm, pressão positiva expiratória final de 5 cmH<sub>2</sub>O. Se a relação pressão parcial de oxigênio no sangue arterial dividida pela fração inspirada de oxigênio fosse menor que 200, a pressão positiva expiratória final deveria ser elevada para 8 cmH<sub>2</sub>O e a fração inspirada de oxigênio para 0,6 (60%). Para proceder à extubação, o modo foi ventilação com pressão de suporte - PSV, e depois todos os pacientes receberam oxigênio suplementar via cateter nasal, fisioterapia respiratória e motora, incluindo exercício de tosse.

As técnicas de expansão pulmonar utilizadas foram: a manobra de recrutamento alveolar ou a respiração por pressão positiva intermitente, realizadas através do ventilador mecânico *MAQUET* modelo *Servos*<sup>®</sup> ou do *VELA TBird Series*<sup>®</sup>. Foram escolhidos por ser o procedimento operacional do hospital, e conforme a maneira como são realizados na unidade pós- cirúrgica. Quinze minutos antes e após qualquer procedimento de técnicas de expansão pulmonar, coletou-se sangue arterial para a realização da hemogasometria, com a finalidade de avaliar a dosagem do nível de lactato e a oxigenação. Cada indivíduo foi comparado com ele mesmo, antes e após procedimento pelo exame da hemogasometria.

A escolha do procedimento das técnicas de expansão pulmonar a serem aplicadas e a conduta do fisioterapeuta dependeram da evolução e da condição respiratória do paciente, verificadas através do resultado da hemogasometria e da radiografia dos pulmões. Se o paciente estivesse ligado ao ventilador mecânico, a técnica aplicada era a manobra de recrutamento alveolar, ao ar ambiente, realizada a respiração por pressão positiva intermitente.

Manobra de recrutamento alveolar era aplicada caso o paciente tivesse apresentado uma relação pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, dividida pela fração inspirada de oxigênio, maior ou igual a 201 ou menor que 250, antes de ser extubado. O ventilador mecânico foi ajustado em modo ventilação com pressão controlada, PCV,<sup>16,17</sup> pressão positiva expiratória final de 25 cmH<sub>2</sub>O,<sup>18,19</sup> abaixo do que é recomendado pelo

III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica,<sup>15</sup> para segurança da mesma e prevenção do colapso alveolar durante a fase expiratória<sup>18</sup> – de maneira contínua a partir da pressão positiva expiratória final basal, com incremento de 5 cmH<sub>2</sub>O por 20 segundos, até atingir o valor determinado da pressão positiva expiratória final.<sup>18</sup> A pressão inspiratória de 15 cmH<sub>2</sub>O foi realizada em três ciclos por 40 segundos.<sup>6,20,21</sup> Nos intervalos de um minuto entre cada ciclo a pressão positiva expiratória final retornou a 15 cmH<sub>2</sub>O de forma decrescente.<sup>21</sup> Ao final do procedimento realizou-se uma nova avaliação de forma completa. Foram observados e anotados os resultados obtidos. Além disso, todos os pacientes voltaram para uma pressão positiva expiratória final 2 cmH<sub>2</sub>O, acima da pressão positiva expiratória final antes do recrutamento inicial.

Respiração por pressão positiva intermitente foi realizada com o paciente em respiração espontânea e caso necessitasse de reexpansão pulmonar, de acordo com o exame físico e do resultado da radiografia dos pulmões. O paciente foi sentado em 90 graus, avaliado e orientado sobre o procedimento. O ventilador mecânico foi ajustado com pressão inspiratória de 10 cmH<sub>2</sub>O e pressão positiva expiratória final de 15 cmH<sub>2</sub>O, com uso de máscara facial. Foram realizados três ciclos de dois minutos com intervalo de um minuto entre os ciclos, uma vez a cada turno. Ao final do mesmo foi realizada uma nova avaliação de forma completa, observados e anotados os resultados obtidos.

Todos os pacientes foram avaliados antes, durante e após qualquer intervenção de técnicas de expansão pulmonar realizada. Desta maneira, a coleta de dados era interrompida, caso o paciente apresentasse instabilidade hemodinâmica, observada no monitor multiparamétrico. Durante a realização de qualquer procedimento de técnicas de expansão pulmonar, as instabilidades hemodinâmicas consideradas foram: queda no valor da pressão arterial média inferior a 60 mmHg ou da saturação periférica de oxigênio inferior a 90% e se a sua frequência cardíaca aumentasse ou diminuísse em 30% do valor da avaliação realizada antes da execução das manobras.

### Análise Estatística

Os resultados referentes às coletas foram armazenados em tabelas no *software Microsoft Excel*<sup>®</sup> (*Microsoft Corporation, Mountain View, CA, EUA, versão 2003*). Para a análise dos dados demográficos e clínicos, foi utilizada estatística descritiva. Os dados de

variáveis contínuas foram analisados com medidas de tendência central e dispersão, expressos como média e desvio-padrão, devido a serem paramétricos. Os dados de variáveis dicotômicas ou categóricas foram analisados com medidas de frequência e expressos como porcentagens. Para comparação dos períodos antes e depois, foi calculada a normalidade dos dados por meio do teste de normalidade. Depois foi escolhido o teste T de comparação em pares, sendo levado em consideração o nível de significância de 5%. A análise dos dados foi realizada com o *software Statistical Package for Social Science (SPSS) for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA, versão 20 ou superior)*.

## Resultados

Foram incluídos 40 pacientes por conveniência admitidos na unidade pós-cirúrgica, que necessitaram, de acordo com a sua evolução clínica e condição respiratória, da aplicação de: manobra de recrutamento alveolar, utilizada em 18 pacientes, ou de respiração por pressão positiva intermitente, aplicada em 22 indivíduos. Nenhum paciente necessitou da aplicação das duas técnicas, mesmo em momentos diferentes do período da sua recuperação. A descrição das características demográficas e clínicas encontram-se na tabela 1.

A técnica de manobra de recrutamento alveolar foi utilizada em 18 pacientes e a de respiração por pressão

positiva intermitente foi aplicada em 22 pacientes. Nas tabelas 2 e 3 estão descritas as características demográficas e clínicas, respectivamente.

Na tabela 4, estão descritos os valores basais e pós-intervenção dos grupos manobra de recrutamento alveolar e respiração por pressão positiva intermitente, para as seguintes variáveis: lactato arterial, índice de oxigenação, pressão parcial de oxigênio no sangue arterial, fração inspirada e na saturação de oxigênio. Pode-se observar diferença estatisticamente significativa na comparação dos valores do *baseline* e pós-intervenção para ambos os procedimentos, em todas variáveis, com exceção da variável Pressão Parcial de Oxigênio no sangue arterial para o grupo manobra de recrutamento alveolar.

## Discussão

Os resultados encontrados neste estudo permitem concluir que os procedimentos de técnicas de expansão pulmonar contribuíram na redução do nível de lactato arterial e na melhora da oxigenação dos pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Atribuímos os nossos resultados à expansão das vias aéreas e dos alvéolos provocada pelo uso da pressão positiva, que promoveu uma melhor ventilação das áreas que antes eram colapsadas.

A manobra de recrutamento alveolar proporciona uma melhora na distribuição do gás alveolar, maximizando as trocas gasosas e melhorando a oxigenação arterial.<sup>22</sup>

Tabela 1 – Caracterização de toda a amostra estudada. n = 40 pacientes

	Média ± Desvio Padrão	Frequência(%)
Idade (anos)	51,1 ± 14.9	--
Gênero (feminino)	--	22 (55%)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )*	24,4 ± 4.3	--
<b>Estado Civil</b>		
Solteiro	--	13 (32,5%)
Casado	--	23 (57,5%)
Divorciado	--	3 (7,5%)
Viúvo	--	1 (2,5%)
Não Diabético	--	32 (80%)
Não Tabagista	--	24 (60%)
Fração de Ejeção do VE (%)†	59,6 ± 9.7	--

\* IMC: índice de massa corpórea; † VE: ventrículo esquerdo

**Tabela 2 – Característica dos 18 pacientes que realizaram a Manobra de Recrutamento Alveolar (MRA)**

	Média ± Desvio Padrão	Frequência(%)
Idade (anos)	49,6 ± 16,8	--
Gênero (feminino)	--	8 (42,1%)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )*	23,2 ± 4,1	--
<b>Estado Civil</b>		
Solteiro	--	4 (21,1%)
Casado	--	10 (52,6%)
Divorciado	--	3 (15,8%)
Viúvo	--	1 (5,3%)
Não Diabético	--	17 (89,5%)
Não Tabagista	--	10 (52,6%)
Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (%)	61,1 ± 7,7	--
<b>Cirurgia Realizada</b>		
Troca de Valva Mitrál	--	3 (15,8%)
Troca de Valva Aórtica	--	1 (5,3%)
Dupla Troca Valvar	--	5 (26,3%)
Revascularização do Miocárdio	--	5 (26,3%)
Troca de Valva Aórtica + Revascularização do Miocárdio	--	2 (10,5%)
Troca de Valva Mitrál + Revascularização do Miocárdio	--	1 (5,3%)
Tetralogia de Fallot	--	1 (5,3%)
<b>Tempos de</b>		
Cirurgia (horas)	5,9 ± 1,1	--
Anóxia (minutos)	87,3 ± 42,4	--
CEC (minutos)†	118,3 ± 54,8	--
Permanência na UPC (dias)‡	5,2 ± 6,9	--

\* IMC: índice de massa corpórea; † CEC: Circulação extra corpórea; ‡ UPC: Unidade Pós Cirúrgica.

Foi observado que esta técnica contribuiu para a redução do nível de lactato no sangue arterial. Auler Jr et al.<sup>23</sup> realizaram um estudo prospectivo com 40 pacientes avaliando os efeitos da manobra de recrutamento alveolar na oxigenação e volume corrente exalado em pacientes com hipoxemia, no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, concluindo que, após a realização dessa técnica, ocorreu aumento do índice de oxigenação e da saturação periférica de oxigênio, corroborando os resultados deste estudo.

Celebi et al.<sup>11</sup> randomizaram 60 pacientes pós-cirurgia de revascularização do miocárdio, em três grupos de 20 pacientes: G1 (CPAP + manobra de recrutamento alveolar), G2 (PEEP-20 + manobra de recrutamento alveolar) e G3 (PEEP-5 + manobra de recrutamento alveolar). Concluíram que as manobras aumentaram a oxigenação, diminuíram a atelectasia e que o G2 proporcionou melhor estabilidade hemodinâmica. O que também vai de encontro com os resultados apresentados neste estudo. A manobra de recrutamento

**Tabela 3 – Característica dos 22 pacientes que realizaram a Respiração por Pressão Positiva Intermitente (RPPI)**

	Média ± Desvio Padrão	Frequência(%)
Idade (anos)	52,3 ± 13,6	--
Gênero (feminino)	--	14 (46,7%)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )*	25,4 ± 4,4	--
<b>Estado Civil</b>		
Solteiro	--	9 (30%)
Casado	--	13 (43,3%)
Não Diabético	--	15 (50%)
Não Tabagista	--	19 (63,3%)
Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (%)	58,5 ± 11,2	--
<b>Cirurgia Realizada</b>		
Troca de Valva Mitral	--	5 (16,7%)
Troca de Valva Aórtica	--	2 (6,7%)
Dupla Troca valvar	--	4 (13,3%)
Revascularização do Miocárdio	--	9 (30%)
Troca de Valva Aórtica + Revascularização do Miocárdio	--	1 (3,3%)
Dupla Troca Valvar + Comunicação Inter Atrial	--	1 (3,3%)
<b>Tempos de</b>		
Cirurgia	5,6 ± 0,8	--
Anóxia (minutos)	76,1 ± 31,2	--
CEC (minutos)†	90,3 ± 33,3	--
Permanência na UPC (dias)‡	3,3 ± 1,8	--

\* IMC: índice de massa corpórea; † CEC: Circulação extra corpórea; ‡ UPC: Unidade Pós Cirúrgica

alveolar é de grande importância para a prática clínica, pois melhora a oxigenação, facilita o desmame do paciente da ventilação mecânica, restaura o volume corrente e a capacidade ventilatória e, por fim, é efetivo na correção de complicações pulmonares que são observadas com frequência nesta fase de recuperação.<sup>24,25</sup>

No presente estudo, a respiração por pressão positiva intermitente também contribuiu para a redução do nível de lactato arterial, melhora do índice de oxigenação, pressão parcial de oxigênio no sangue arterial e saturação de oxigênio. Estes resultados concordam com o estudo de Romanini et al.,<sup>26</sup> que realizaram um ensaio clínico randomizado com 40 pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio, divididos em dois grupos, respiração por pressão positiva intermitente e

incentivador respiratório, e concluíram que a respiração por pressão positiva intermitente foi mais eficiente, pois houve melhora na saturação periférica de oxigênio e no índice de oxigenação.

Uma revisão sistemática conduzida por Silveira et al.<sup>27</sup> verificou a efetividade da pressão positiva (respiração por pressão positiva intermitente, CPAP e BIPAP), e das técnicas de fisioterapia convencional e incentivador respiratório, na recuperação da função pulmonar, em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Apesar dos benefícios observados, não foi possível diferenciar o nível de evidência entre as técnicas, não sendo possível identificar superioridade entre elas, pois nenhum estudo comparou de maneira simultânea as três modalidades de pressão positiva.

**Tabela 4 – Média, desvio padrão e valor de p antes e depois das técnicas de: manobra de recrutamento alveolar (MRA) com n = 18 e de respiração por pressão positiva intermitente (RPPI), n = 22**

		Avaliação Pré	Avaliação Pós	p valor
		Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	
Lactato Arterial (mmol/L)	MRA	5,7 ± 2,4	3,8 ± 1,6	0,002
	RPPI	3,4 ± 0,9	2,0 ± 0,7	≤ 0
Índice de Oxigenação (mmHg)	MRA	287,4 ± 121,3	432,0 ± 186,3	0,005
	RPPI	337,4 ± 133,9	513,6 ± 198,8	≤ 0
Pressão de Oxigênio (mmHg)	MRA	123,6 ± 34,4	132,1 ± 54,1	0,579
	RPPI	94,2 ± 31,6	108,8 ± 41,0	= 0,016
Fração Inspirada (%)	MRA	46,1 ± 10,9	31,5 ± 6,7	≤ 0
	RPPI	31,7 ± 16,9	21,3 ± 0,9	= 0,008
Saturação de Oxigênio (%)	MRA	96,4 ± 2,1	98,5 ± 1,1	≤ 0
	RPPI	95,6 ± 1,5	98,0 ± 0,8	≤ 0

Ferreira et al.,<sup>28</sup> revisaram estudos entre 2006 e 2011, com o objetivo de verificar superioridade entre as modalidades de ventilação mecânica não-invasiva – CPAP, BiPAP®, respiração por pressão positiva intermitente e PSV + PEEP. Apesar da escassez de estudos, a respiração por pressão positiva intermitente mostrou superioridade na reversão da hipoxemia, e o BiPAP na melhora do nível de oxigenação e das frequências respiratória e cardíaca, em comparação às demais modalidades. Com o uso da técnica de expansão pulmonar, pode-se observar aumento no nível de oxigenação arterial, devido à expansão dos pulmões e, conseqüentemente, na função pulmonar, bem como melhor eliminação de secreções e da permeabilidade das vias aéreas, o que vai de encontro com a conclusão encontrada neste estudo.

Os resultados devem ser observados com cautela devido a limitações na realização do presente estudo, tais como: a falta de estudos completos na literatura que pudessem ser usados para a comparação de resultados, por se tratar de um estudo de antes e depois, onde os pacientes são controles de si mesmos. Além disso, a ausência de grupo controle dificulta a comprovação dos resultados obtidos. Entretanto, os ganhos obtidos sinalizam a tendência dos benefícios observados.

## Conclusão

As técnicas de terapia de expansão pulmonar produziram efeitos na redução do nível lactato arterial, melhora do

índice de oxigenação - de uma maneira indireta na pressão parcial de oxigênio e na fração inspirada de oxigênio - e na saturação periférica de oxigênio dos pacientes na fase do pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. Porém, novos estudos, de preferência controlados, devem ser realizados para confirmação do presente resultado.

## Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Oliveira SS, Neto M, Aras Junior R. Obtenção de dados: Oliveira SS. Análise e interpretação dos dados: Oliveira SS, Neto M. Análise estatística: Oliveira SS, Neto M. Redação do manuscrito: Oliveira SS, Neto M, Aras Junior R. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Oliveira SS, Neto M, Aras Junior R.

## Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte da dissertação de mestrado de Silvana Souza Oliveira, Mansueto Neto e Roque Aras Junior pela Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Medicina.

## Aprovação Ética e consentimento informado

Trabalhos experimentais envolvendo seres humanos:

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Hospital Ana Nery – UFBA/SESAB sob o número de protocolo

861.257. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

## Referências

- Monteiro GM, Moreira DM. Mortality in cardiac surgeries in a tertiary care hospital of South Brazil. *Int J Cardiovasc Sci.* 2015;28(3):200-5. doi: 10.5935/2359-4802.20150029.
- Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa FS, Di Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics (Sao Paulo).* 2005;60(6):465-72. doi: /51807-59322005000600007.
- Bertol D, Ferreira CC, Coronel CC. Fisioterapia convencional versus terapia EPAP no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Revista da AMRIGS. Porto Alegre.* 2008;52(4):250-6.
- Silva Junior JM, Oliveira AM, Silveira BR, Ferreira UP, Albretht RN, Gonzaga TB, et al. Intraoperative lactate measurements are not predictive of death in high risk surgical patients. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2010;22(3):229-35. doi: http://dx.doi.org/10.1590/50103-507x2010000300003.
- Magnusson L, Zemgulis V, Wicky S, Tydén H, Thelin S, Hedenstierna G. Atelectasis is a major cause of hypoxemia and shunt after cardiopulmonary bypass: an experimental study. *Anesthesiology.* 1997;87(5):1153-63. PMID: 9366468.
- Malbouisson LM, Humberto F, Rodrigues RR, Carmona MJ, Auler Jr JO. Atelectasias durante anestesia: fisiopatologia e tratamento. *Rev Bras Anesthesiol.* 2008;58(1):73-83. PMID: 19378548.
- Shoemaker WC, Montgomery ES, Kaplan E, Elwyn DH. Physiologic patterns in surviving and nonsurviving shock patients: use of sequential cardiorespiratory variables in defining criteria for therapeutic goals and early warning of death. *Arch Surg.* 1973;106(5):630-6. PMID: 4701410.
- Jhanji S, Lee C, Watson D, Hinds C, Pearse RM. Microvascular flow and tissue oxygenation after major abdominal surgery: association with post-operative complications. *Intensive Care Med.* 2009;35(4):671-77. doi: 10.1007/s00134-008-1325-z.
- Lobo SM, Rezende E, Knibel MF, Silva NB, Páramo JA, Nácúl F, et al. Epidemiology and outcomes of onco-cardiac surgical patients in Brazilian care units. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008;20(4):376-84. PMID: 25307243.
- Silva Júnior JM, Rezende E, Campos EV, Sousa JM, Silva MO, Amendola CP et al. Não é possível prever o lactato arterial elevado utilizando a mensuração da diferença de base em pacientes com sepse grave na fase precoce de reanimação. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2005;17(3):157-61.
- Celebi S, Koner O, Menda F, Korkut K, Suzer K, Cakar N. Pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2007;104(2):384-90. doi: 10.1213/01.ane.0000252967.33414.44.
- Gonçalves LO, Cicarelli DD. Alveolar recruitment maneuver in anesthetic practice: how, when and why it may be useful. *Rev Bras Anesthesiol.* 2005;55(6):631-8. PMID: 19468537.
- Mendes RG, Borghi-Silva A. Eficácia da intervenção fisioterapêutica associada ou não à respiração por pressão positiva intermitente (RPPI) após cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. *A Fisioterapia em Movimento.* 2006;19(4):73-82.
- Fernandes M, Felix VL, Feltrim MI. Ventilação e movimento toracoabdominal durante exercício com pressão positiva intermitente. In: 15º Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória, 29 set-02 out. 2010; Porto Alegre (RS). *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(supl.1):40.
- Carvalho CR, Toufen Jr C, Franca SA. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. In: III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras Pneumol.* 2007;33(supl.2):54-70.
- Marini JJ. How to recruit the injured lung. *Minerva Anesthesiol.* 2003;69(4):193-200. PMID: 12766707.
- Claxton BA, Morgan P, McKeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia.* 2003;58(2):111-6. PMID: 12562405.
- Neumann P, Berglund JE, Mondejar EF, Magnusson A, Hedenstierna G. Effect of different pressure levels on the dynamics of lung collapse and recruitment in oleic-acid-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(5 Pt 1):1636-43. doi: 10.1164/ajrccm.158.5.9711095.
- Auler Jr JO, Galas FR, Hajjar LA, Franca S. Ventilação mecânica no intra-operatório. *J. Bras. Pneumol.* 2007;33(supl 2):S137-41.
- Padovani C, Cavenaghi OM. Alveolar recruitment in patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2011;26(1):116-21. PMID: 21881720.
- Valente Barbas CS. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit Care Med.* 2003;31(4 Suppl ):S265-71. doi: 10.1097/01.CCM.0000057902.29449.29.
- Grzybowski M. Systemic inflammatory response syndrome criteria and lactic acidosis in the detection of critical illness among patients presenting to the emergency department. *Chest.* 1996;110:1455.
- Auler Jr JO, Nozawa E, Toma EK, Degaki KL, Feltrim MI, Malbouisson LM. Alveolar recruitment maneuver to reverse hypoxemia in the immediate postoperative period of cardiac surgery. *Rev Bras Anesthesiol.* 2007;57(5):476-88. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0034-70942007000500003
- Padovani C, Cavenaghi OM. Alveolar recruitment in patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2011;26(1):116-121. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382011000100020.
- Frias A, Rodrigues L, Pavia A. Os benefícios do recrutamento alveolar nos doentes submetidos a cirurgia cardíaca. In: Encontro de Enfermagem em Contexto Hospitalar, Divinópolis (MG); 2012.
- Romanini W, Muller AP, Carvalho KA, Olandoski M, Faria Neto JR, Mendes FL, et al. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(2):105-10. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2007001400006
- Silveira AP, Sípoli LG, Augusto VS, Xavier MA, Evora PR. Comparação do uso da pressão positiva com a fisioterapia convencional e incentivos respiratórios após cirurgia cardíaca: revisão de literatura. *Medicina (Ribeirão Preto).* 2011;44(4):338-46.
- Ferreira LL, Souza NM, Vitor AL, Bernardo AF, Valenti VE, Vanderlei LC. Noninvasive mechanical ventilation in the postoperative cardiac surgery period: update of the literature. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2012;27(3):446-52. doi: http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20120074.

