

Elias Ferreira Porto¹, Kelly Cristiani Tavoraro¹,
Claudia Kumpel¹, Fernanda Augusta Oliveira¹,
Juciaria Ferreira Sousa¹, Graciele Vieira de
Carvalho¹, Antonio Adolfo Mattos de Castro^{1,2}

Análise comparativa entre a manobra de recrutamento alveolar e a técnica de *breath stacking* em pacientes com lesão pulmonar aguda

Comparative analysis between the alveolar recruitment maneuver and breath stacking technique in patients with acute lung injury

1. Curso de Graduação em Fisioterapia, Centro Universitário Adventista de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

2. Curso de Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal do Pampa - Uruguaiana (RS), Brasil.

RESUMO

Objetivo: Comparar a eficácia da manobra de recrutamento alveolar e a técnica de *breath stacking*, na mecânica pulmonar e na troca gasosa, em pacientes com lesão pulmonar aguda.

Métodos: Trinta pacientes foram distribuídos em dois grupos: Grupo 1 - *breath stacking* e Grupo 2 - manobra de recrutamento alveolar. Após receberem atendimento de fisioterapia convencional, todos os pacientes receberam ambos os tratamentos, com intervalo de 1 dia entre eles. No primeiro grupo foi aplicada primeiramente a técnica de *breath stacking* e, posteriormente, a manobra de recrutamento alveolar. Já os pacientes do segundo Grupo 2 foram submetidos inicialmente ao recrutamento alveolar e, após, a técnica de *breath stacking*. Foram avaliadas as medidas de complacência pulmonar e de resistência de vias aéreas antes e após a aplicação de ambas as técnicas. Foram coletadas gasometrias arteriais pré e pós-técnicas para avaliar a oxigenação e a troca gasosa.

Resultados: Ambos os grupos apresentaram aumento significativo da complacência estática após *breath stacking*

($p=0,021$) e recrutamento alveolar ($p=0,03$), mas não houve diferença entre eles ($p=0,95$). A complacência dinâmica não aumentou para os grupos *breath stacking* ($p=0,22$) e recrutamento alveolar ($p=0,074$), sem diferença entre os grupos ($p=0,11$). A resistência de vias aéreas não diminuiu para ambos os grupos: *breath stacking* ($p=0,91$) e recrutamento alveolar (0,82), sem diferença entre os grupos $p=0,39$. A pressão parcial de oxigênio aumentou significativamente após *breath stacking* ($p=0,013$) e recrutamento alveolar ($p=0,04$); mas entre os grupos não houve diferença ($p=0,073$). A diferença alvéolo arterial de O_2 diminuiu para ambos os grupos após intervenções *breath stacking* ($p=0,025$) e recrutamento alveolar ($p=0,03$), não sendo diferente entre os grupos ($p=0,81$).

Conclusão: Nossos dados sugerem que as técnicas *breath stacking* e de recrutamento alveolar são eficazes em melhorar a mecânica pulmonar e a troca gasosa em pacientes com lesão pulmonar aguda.

Descritores: Respiração com pressão positiva/métodos; Mecânica respiratória; Exercícios respiratórios; Troca gasosa pulmonar; Modalidades de fisioterapia

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 29 de outubro de 2013
Aceito em 21 de janeiro de 2014

Autor correspondente:

Elias Ferreira Porto
Departamento de Fisioterapia
Estrada de Itapecerica, 5.859
CEP: 05828-001 - São Paulo (SP), Brasil
E-mail: jucyfisio2008@hotmail.com

DOI: 10.5935/0103-507X.20140024

INTRODUÇÃO

Pacientes submetidos a cirurgias gerais apresentam alta incidência de complicações respiratórias. Entre elas, temos: redução progressiva da complacência pulmonar, atelectasias, pneumonias, infecções traqueobrônquicas e ventilação mecânica prolongada.⁽¹⁻³⁾ A incidência dessas complicações pós-cirúrgicas varia de 17 a 88% dos casos.⁽¹⁾ As complicações ocorrem em razão da diminuição do *clearance* mucociliar, da redução dos volumes e da capacidade pulmonar.⁽⁴⁾

Essas complicações geralmente são tratadas dentro da unidade de terapia intensiva (UTI), onde a presença da fisioterapeuta tem se tornado uma realidade, entretanto a eficácia da fisioterapia no pós-operatório ainda é controversa. Alguns autores relatam apenas eficácia profilática do tratamento;⁽¹⁾ por outro lado, outros autores demonstram a eficiência de tratamentos, como higiene brônquica e re-expansão pulmonar para melhora clínica de atelectasia, pneumonia, complacência pulmonar e capacidades pulmonares.⁽⁵⁻⁷⁾ Outros métodos já foram considerados como eficientes em promover a melhora nas áreas colapsadas do pulmão; entre eles estão: terapia com pressão positiva expiratória final (PEEP), exercícios com respiração profunda, expansão e re-expansão pulmonar, bloqueio inspiratório, pressão positiva intermitente, inspirometria de incentivo e fisioterapia torácica.⁽¹⁾ No entanto, existem poucos estudos que comprovem a eficácia das técnicas isoladamente.⁽⁵⁾

A manobra de recrutamento alveolar (MRA) tem sido utilizada para reverter áreas atelectasiadas.^(4,8-10) A MRA pode ser realizada por técnicas diferentes, sendo elas o aumento do volume ou pressão e a inversão da relação inspiração-expiração (I:E).^(4,8-11) Bittencourt⁽⁸⁾ relata maior eficácia na utilização de PEEP extrínseca em relação ao aumento do volume ou pressão.

Outra técnica utilizada na re-expansão pulmonar que vem se demonstrando eficaz é a de *breath stacking* (BS), descrita por Marini, em 1986, com bons resultados quanto à melhora da oxigenação de pacientes com atelectasias.⁽¹⁾ Ainda há necessidade, porém, de avaliar os efeitos dessa técnica sobre a mecânica do sistema respiratório para pacientes com importante comprometimento da função pulmonar. Tal avaliação pode contribuir para decisões importantes na prática clínica.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi comparar, em relação à fisioterapia convencional, a eficácia das técnicas de BS e da MRA na mecânica pulmonar e na troca gasosa em pacientes com lesão pulmonar aguda.

MÉTODOS

Estudo *crossover* realizado na UTI de um hospital da rede pública de São Paulo (Hospital Regional Sul), no período de junho de 2009 a junho de 2011. O projeto foi analisado e a realização do estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do hospital (nº 407/13). Todos os familiares ou responsáveis dos pacientes envolvidos neste estudo assinaram o Termo de Consentimento livre e Esclarecido após serem devidamente informados dos procedimentos e das intervenções realizados.

Foram incluídos, neste estudo, pacientes de ambos os gêneros, com mais de 18 anos, em pós-operatório de cirurgia com necessidade de anestesia geral, com comprometimento radiológico de pelo menos dois quadrantes na radiografia de tórax, índice de oxigenação <200, intubação orotraqueal, sedação, indicação para fisioterapia respiratória, hemodinamicamente estável sem drogas vasoativas, e com assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo responsável.

Os critérios de exclusão foram: pacientes com traumatismo craniocéfálico grave com hipertensão intracraniana, choque cardiogênico e/ou hipovolêmico, doenças cardíacas preexistentes, insuficiência renal (creatinina >1,3) e arritmia cardíaca.

A pesquisa seguiu um protocolo para registro de dados de todos os sujeitos participantes em uma ficha de avaliação própria, contendo nome, idade, gênero, peso, altura, índice de massa corporal (IMC) e diagnóstico. Todos os indivíduos foram submetidos à fisioterapia respiratória convencional, utilizando manobras de remoção de secreção brônquica, seguida de aspiração de cânula orotraqueal, utilizando sistema aberto e estéril.

Após esse procedimento e tendo preenchido todos os critérios de inclusão, os pacientes foram distribuídos por sorteio em dois grupos. Os pacientes do primeiro grupo (Grupo BS) foram submetidos à fisioterapia respiratória convencional associada à aplicação da técnica de BS e, no dia seguinte, receberam fisioterapia respiratória convencional associada à aplicação da MRA. Os pacientes do segundo grupo (Grupo MRA) foram submetidos à fisioterapia respiratória convencional associada à MRA e, no dia seguinte, receberam fisioterapia respiratória convencional associada à aplicação da técnica de BS.

Durante a aplicação das técnicas, os pacientes estavam em ventilação mecânica com volume controlado, mantendo os seguintes parâmetros: volume corrente de 8mL/kg, PEEP de 8cmH₂O, fração inspirada de oxigênio (FiO₂) de 100% e frequência respiratória de 12 ciclos por minuto.

Após a fisioterapia respiratória convencional, foram coletados os dados de mecânica pulmonar (complacência estática do sistema respiratório - Cst, complacência dinâmica do sistema respiratório - Cdyn, e resistência das vias aéreas - Rsr), por meio do equipamento Dixtal DX3010. No mesmo momento, uma amostra de sangue arterial foi coletada da artéria radial para análise dos gases sanguíneos arteriais (pressão parcial de oxigênio - PaO₂ e pressão parcial de gás carbônico - PaCO₂) e da saturação arterial de oxigênio (SaO₂); em seguida, foram submetidos às MRA ou BS, conforme randomização.

Para verificar o efeito da intervenção, os sujeitos foram reavaliados após a aplicação da técnica, tendo sido coletados novamente os dados de mecânica pulmonar, por meio do mesmo equipamento. Em seguida, foi coletada outra amostra de sangue para análise dos gases sanguíneos arteriais. O intervalo de tempo entre as coletas da gasometria arterial e a intervenção foi de 10 minutos. Os procedimentos foram realizados em ordem inversa no dia seguinte.

A BS foi realizada à beira do leito, com o paciente posicionado em decúbito dorsal elevado a 45°. (12) A técnica consiste em ocluir o ramo expiratório do circuito do ventilador mecânico com o sujeito realizando esforços inspiratórios repetitivos por 20 segundos; em seguida, o ramo expiratório é liberado, e o sujeito expira livremente. A técnica foi realizada 6 vezes consecutivas, totalizando 120 segundos com intervalo de 2 minutos entre uma e outra aplicação.

A MRA foi realizada à beira do leito, com o paciente posicionado em decúbito dorsal elevado a 45°. A técnica consistiu na elevação da PEEP para o nível de PEEP ideal previamente determinado pelo cálculo de PEEP progressiva. (12) A partir da PEEP ideal, a PEEP foi sendo elevada a cada 2cmH₂O, até a melhor complacência pulmonar. A menor PEEP, que gerou a melhor complacência pulmonar, foi utilizada para realizar a MRA, (13) que foi aplicado por 30 segundos em 4 séries, totalizando também 120 segundos de recrutamento.

Para avaliação da mecânica pulmonar, o indivíduo não poderia estar realizando respirações espontâneas. Se o indivíduo apresentasse *drive* respiratório, seria aumentada a sedação, sob prescrição médica.

Análise estatística

Os dados obtidos estão apresentados em média e desvio padrão. A simetria dos dados foi analisada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A análise das variáveis de mecânica pulmonar pré e pós-aplicação das técnicas BS ou MRA para todos os pacientes (n=30) foi realizada por meio do teste *t* pareado. Para comparar os deltas (pré menos pós, BS ou MRA) da mecânica pulmonar entre os dois grupos (n=15) utilizou-se o teste *t* não pareado. Consideraram-se estatisticamente significantes as diferenças quando $p < 0,05$.

Calculou-se a amostra considerando $\alpha = 0,05$, com um poder estatístico de 80% ($\beta = 0,20$) e considerando 4cmH₂O de diferença para complacência pulmonar entre a pré e a pós-aplicação técnica, como melhora da mecânica pulmonar, com um desvio padrão de 5,4 unidades. Para responder a principal questão do estudo, o cálculo amostral mostrou que seria necessário avaliar 19 pacientes por grupo.

RESULTADOS

A amostra foi composta de 30 pacientes, distribuídos em 2 grupos de 15 pacientes. A idade média foi de 49,8 anos e 80% eram do gênero masculino. Os grupos foram homogêneos em relação à idade, gênero, IMC e diagnóstico (Tabela 1); em todos os casos, não houve necessidade de aumento da sedação, pois os pacientes não apresentavam *drive* respiratório no momento da coleta dos dados.

Tabela 1 - Características clínicas e demográficas dos grupos de *breath stacking* e recrutamento alveolar no primeiro dia de aplicação das técnicas

Variáveis	BS (N=15)	MRA (N=15)	Valor de p
Idade (anos)	49,8±12	47±11	0,99
Gênero masculino (%)	80	80	
IMC (kg/m ²)	26,4±3,2	25,1±3,5	0,99
Cst (cmH ₂ O)	35±5,8	31,9±6,7	0,3
Cdyn (cmH ₂ O)	24,4±2,6	23,2±4,3	0,7
Raw (ml/cmH ₂ O)	18±8	15±5,2	0,32
PaCO ₂ (mmHg)	41,6±16,2	40,9±11,8	0,6
A-a (mmHg)	527,7±25,3	527,6±32	0,8

BS - *breath stacking*; MRA - manobra de recrutamento alveolar; IMC - índice de massa corpórea; Cst - complacência estática; Cdyn - complacência dinâmica; Raw - resistência de vias aéreas; PaCO₂ - pressão parcial de gás carbônico no sangue artéria; A-a - alvéolo arterial. Dados expressos em média±desvio padrão.

Com relação à Cst, os pacientes obtiveram melhora imediatamente após a aplicação da técnica de BS passando de 35±5,8mL/cmH₂O para 40,7±7mL/cmH₂O ($p=0,021$). Para a técnica de MRA, a melhora da Cst imediatamente após a aplicação foi de 31,9±6,8mL/cmH₂O para 38,6±9,2mL/cmH₂O ($p=0,03$). O delta (pré menos pós) de melhora da Cst foi semelhante para os dois grupos ($p=0,95$) (Figura 1).

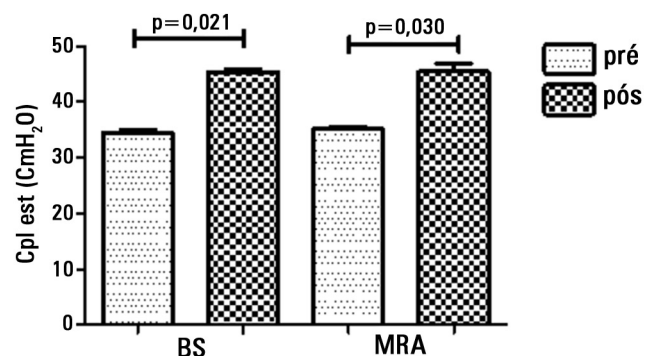


Figura 1 - Avaliação da complacência estática do sistema respiratório para ambos os grupos pré e pós-intervenção. Cpl est - complacência estática.

Com relação à Cdyn, previamente e imediatamente após a aplicação da técnica de BS, a média foi de 24,5±3,4mL/cmH₂O e 26,2±4,2mL/cmH₂O, respectivamente (p=0,222), assim como não houve melhora previamente e imediatamente após a aplicação da técnica de RA com a média de 23,2±4,3mL/cmH₂O e 26,6±5,8mL/cmH₂O, respectivamente (p=0,074). Não foi encontrada diferença entre os deltas (pré menos pós) para os grupos (p=0,11).

Com relação à Rsr, previamente e imediatamente após a aplicação da técnica de BS a média foi de 18,2±8mL/cmH₂O e 18,5±8,1mL/cmH₂O, respectivamente (p=0,914). Para a técnica de MRA, a média da Rsr foi de 15±5,3mL/cmH₂O para 14,6±5,1mL/cmH₂O na pré e na pós-aplicação, respectivamente (p=0,821). Não foi encontrada diferença entre os deltas (pré menos pós) para os grupos (p=0,39).

Com relação à oxigenação, a aplicação da técnica de BS melhorou significativamente a PaO₂, de 91,1±19,1mmHg para 113,3±26,2mmHg (p=0,013). Semelhantemente, foi visto, que a oxigenação melhorou significativamente após a aplicação da técnica de MRA de 84,2±29mmHg para 102,8±18,7mmHg (p=0,046) (Figura 2). O delta (pré menos pós) da PaO₂ foi semelhante entre os grupos BS (p=0,073) e MRA (p=0,32). Com relação a PaCO₂, a técnica de BS provocou redução, mas não significativa de 41,6±16,2mmHg para 39,7±23,4mmHg (p=0,796); contrariamente após a aplicação da técnica de RA, houve aumento, mas que não foi significativo de 40,9±11,8mmHg para 47,2±22,3mmHg (p=0,396). O delta (pré menos o pós) da PaCO₂ foi semelhante entre os grupos (p=0,117).

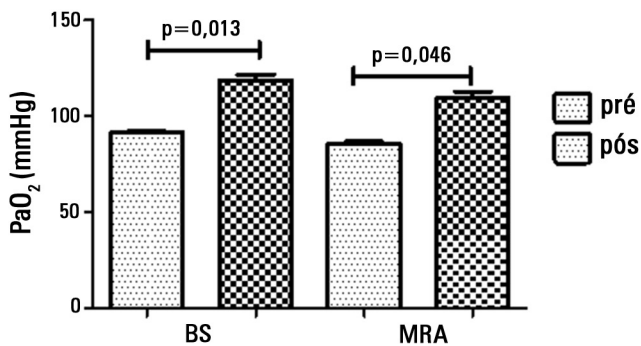


Figura 2 - Avaliação da pressão arterial de oxigênio para ambos os grupos pré e pós-intervenção. PaO₂ - pressão parcial de oxigênio.

A diferença da pressão alvéolo-arterial de oxigênio (P(A-a)O₂) reduziu significativamente após a aplicação da técnica de BS de 527,7±33,8 para 500,1±30,2 (p=0,025). Já após a aplicação da técnica de MRA reduziu de 527,6±34,3 para 501,2±25,7 (p=0,034). A diferença

P(A-a)O₂ foi semelhante entre os grupos imediatamente após a aplicação das técnicas (p=0,813) (Figura 3).

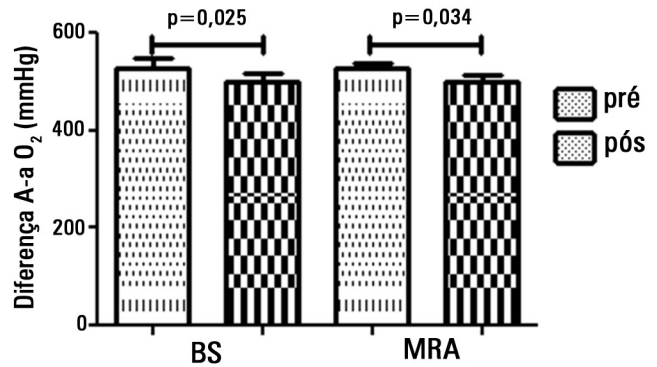


Figura 3 - Distribuição representativa da diferença do alvéolo arterial em dois tempos: antes e após a aplicação das técnicas nos grupos I e II.

DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que ambas as técnicas de BS e MRA produziram melhora na mecânica pulmonar dos pacientes com lesão pulmonar aguda. No entanto, a Cdyn não melhorou com aplicação das técnicas de BS e RA.

O diferencial deste estudo foi a adaptação do BS na cânula orotraqueal. A técnica de BS constitui em ocluir a máscara do paciente no momento da expiração; então, no paciente intubado, foi ocluído o ramo expiratório do ventilador. Nos casos em que a pressão limite era alcançada, o ventilador ciclava continuamente até o fim dos 20 segundos, quando a válvula era liberada. Os trabalhos sobre a técnica de BS não avaliaram a complacência pulmonar e a oxigenação dos pacientes submetidos à técnica, sendo este o primeiro estudo que realizou essas avaliações.

Estudos prévios demonstram que os distúrbios respiratórios após cirurgias em que foram aplicadas anestésias gerais são a diminuição de volumes e de capacidades respiratórias, redução progressiva da complacência pulmonar, atelectasia, pneumonia, infecção traqueobrônquica, insuficiência respiratória aguda, hipoventilação, derrame pleural, broncoespasmos, hipoxemia, falência respiratória, bronquite, diminuição da eficácia da tosse e ventilação mecânica prolongada.⁽¹⁻⁴⁾ O III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica ainda complementa dizendo que, imediatamente após a instalação de anestesia geral, ocorre o aparecimento de atelectasias em áreas dependentes.⁽¹¹⁾ Essas complicações estão relacionadas principalmente à diminuição do *clearance* mucociliar,⁽¹⁴⁾ à diminuição do volume pulmonar e aos colapsos alveolares. O presente estudo utilizou as técnicas com o objetivo de melhorar a

mecânica respiratória, revertendo os colapsos alveolares e aumentando o volume pulmonar inspirado, melhorando, assim, a complacência pulmonar e a Rsr, e revertendo o quadro de hipoxemia apresentado pelos pacientes com lesão pulmonar aguda. Isso demonstra que a aplicação dessa técnica promoveu melhora da Cst, aumento da oxigenação e redução da diferença alvéolo arterial de O₂.

A técnica de BS foi corroborada em dois estudos; um mostrou que a técnica aumenta a amplitude e a duração da expansão torácica;^(1,15) o outro que mostrou que a BS aumenta os volumes pulmonares.⁽¹⁾ Outros estudos compararam o efeito de altos volumes inspiratórios sustentados em pausas de até 5 segundos, com volumes sem pausa inspiratória, e apresentaram efeito reversivo à atelectasia em pacientes que estavam no grupo da pausa inspiratória.^(14,15)

Um estudo⁽¹⁵⁾ com 26 pacientes submetidos à cirurgia mostrou que o BS aumenta o volume inspiratório, e outros estudos apresentaram um aumento de 15 a 20% dos volumes pulmonares.⁽¹⁶⁻¹⁹⁾ Reolon et al.⁽²⁰⁾ obtiveram como resultado o aumento médio de 58% do volume inspiratório e a reversão das áreas atelectasiadas. Outro estudo⁽²¹⁾ encontrou melhora na força muscular respiratória em indivíduos submetidos à técnica de BS. Essa melhora na força muscular respiratória produz aumento da expansibilidade da caixa torácica, aumentando a complacência pulmonar estática, a dinâmica e a oxigenação, revertendo atelectasias.⁽¹⁸⁻²³⁾

Alguns métodos são discutidos em relação à MRA. Autores relatam o emprego de PEEP de 30 e 40cmH₂O. Outros, porém, relatam um delta de 15cmH₂O, não permitindo que a pressão de pico ultrapasse 40cmH₂O. Enfim, a literatura, em relação à MRA em pós-operatório, ainda é controversa, principalmente sobre o método de elevação da PEEP progressiva. O III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica diz que a manobra tem grau de recomendação B, pois reverte atelectasias nos pós-operatórios.⁽¹¹⁾ Os nossos resultados mostraram que também melhora a complacência estática e a oxigenação, e que reduz a diferença Aa de O₂ - isso provavelmente

ocorreu porque áreas pulmonares foram recrutadas e passou a ter melhor relação ventilação-perfusão.

A MRA não somente reverte processos de atelectasias como também diminui o tempo do paciente na ventilação mecânica, diminuindo, assim, as lesões pulmonares causadas pela prolongação da mesma.⁽²⁾ Entretanto, o colapso alveolar, seguido de distensão, causa repetidamente efeitos deletérios no parênquima pulmonar, pois cria forças de cisalhamento na parede dos alvéolos, aumentando a liberação de mediadores inflamatórios e agravando a lesão.⁽⁹⁾ Portanto, o uso da MRA não tem efeito esperado se não for utilizado junto de técnicas de estabilização alveolar,⁽¹¹⁾ assim como também já foi demonstrado que a utilização de outras técnicas, como CPAP, também reduz tempo de hospitalização.⁽²⁴⁾ Comprovando isso, um estudo mostrou que, após 30 minutos da aplicação da MRA, os valores de índice de oxigenação e shunt retornaram aos valores basais.⁽²⁰⁾ Outro estudo mostrou que a utilização dessas técnicas pode reduzir o tempo de ventilação mecânica e de permanência em UTI.⁽²¹⁾

Esse estudo teve diversas limitações. A amostra foi insuficiente para dar poder estatístico aos nossos resultados, pois eram necessários 19 pacientes por grupo e nossos grupos foram compostos por 15. Além disso, o estudo não foi cego e foi conduzido em um único centro. Os resultados são compostos por desfechos de curta duração e não podem ser extrapolados para períodos de tempo em médio prazo, especialmente para as variáveis de troca gasosa e mecânica pulmonar, e não foi avaliado nenhum desfecho clínico. Sugerimos que novos estudos, com amostra maior e com medidas mais completas da mecânica pulmonar, sejam realizados.

CONCLUSÃO

A avaliação da mecânica pulmonar em um grupo de pacientes com idade superior a 35 anos e lesão pulmonar aguda sugeriu que as técnicas de *breath stacking* e de manobra de recrutamento alveolar são eficazes na melhora da mecânica pulmonar e da troca gasosa.

ABSTRACT

Objective: To compare the effectiveness of the alveolar recruitment maneuver and the breath stacking technique with respect to lung mechanics and gas exchange in patients with acute lung injury.

Methods: Thirty patients were distributed into two groups: Group 1 - breath stacking; and Group 2 - alveolar recruitment

maneuver. After undergoing conventional physical therapy, all patients received both treatments with an interval of 1 day between them. In the first group, the breath stacking technique was used initially, and subsequently, the alveolar recruitment maneuver was applied. Group 2 patients were initially subjected to alveolar recruitment, followed by the breath stacking technique. Measurements of lung compliance and airway resistance were evaluated before and after the use of both

techniques. Gas analyses were collected before and after the techniques were used to evaluate oxygenation and gas exchange.

Results: Both groups had a significant increase in static compliance after breath stacking ($p=0.021$) and alveolar recruitment ($p=0.03$), but with no significant differences between the groups ($p=0.95$). The dynamic compliance did not increase for the breath stacking ($p=0.22$) and alveolar recruitment ($p=0.074$) groups, with no significant difference between the groups ($p=0.11$). The airway resistance did not decrease for either groups, i.e., breath stacking ($p=0.91$) and alveolar recruitment ($p=0.82$), with no significant difference between the groups ($p=0.39$). The partial pressure of oxygen

increased significantly after breath stacking ($p=0.013$) and alveolar recruitment ($p=0.04$), but there was no significant difference between the groups ($p=0.073$). The alveolar-arterial O_2 difference decreased for both groups after the breath stacking ($p=0.025$) and alveolar recruitment ($p=0.03$) interventions, and there was no significant difference between the groups ($p=0.81$).

Conclusion: Our data suggest that the breath stacking and alveolar recruitment techniques are effective in improving the lung mechanics and gas exchange in patients with acute lung injury.

Keywords: Positive-pressure respiration/methods; Respiratory mechanics; Breathing exercises; Pulmonary gas exchange; Physical therapy modalities

REFERÊNCIAS

- Dias CM, Plácido TR, Ferreira MF, Guimarães FS, Menezes SL. Inspirometria de incentivo e breath stacking: repercussões sobre a capacidade inspiratória em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(2):94-9.
- Malbouissou LM, Humberto F, Rodrigues RR, Carmona MJ, Auler Júnior JO. Atelectasias durante anestesia: fisiopatologia e tratamento. *Rev Bras Anesthesiol.* 2008;58(1):73-83.
- Filardo FA, Faresin SM, Fernandes AL. Validade de um índice prognóstico para ocorrência de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal alta. *Rev Assoc Med Bras.* 2002;48(3):209-16.
- Auler Júnior JO, Nozawa E, Toma E, Kobayashi E, Degaki KL, Feltrim MI, et al. Manobra de recrutamento alveolar na reversão da hipoxemia no pós-operatório imediato em cirurgia cardíaca. *Rev Bras Anesthesiol.* 2007;57(5):476-88.
- Jerre G, Silva TJ, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, Leme F, et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol.* 2007;33 Supl 2:S142-50.
- Leguisamo CP, Kalil RA, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2005;20(2):134-41.
- Rosa FK, Roesse CA, Savi A, Dias AS, Monteiro MB. Comportamento da mecânica pulmonar após a aplicação de protocolo de fisioterapia respiratória e aspiração traqueal em pacientes com ventilação mecânica invasiva. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2007;19(2):170-5.
- Bitencourt WS. Recrutamento alveolar: indicações e técnicas. In: Ismar Cavalcanti I, Cantinho F, Assad A. *Medicina perioperatória: anestesia, dor, pós-operatório e reanimação.* Rio de Janeiro: SAERJ; 2005. p. 921-6.
- Costa DC, Rocha E, Ribeiro TF. Associação das manobras de recrutamento alveolar e posição prona na síndrome do desconforto respiratório agudo. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2009;21(2):197-203.
- Gonçalves LO, Cicarelli DD. Manobra de recrutamento alveolar em anestesia: como, quando e porque utilizá-la. *Rev Bras Anesthesiol.* 2005;55(6):631-8.
- Amato MB, Carvalho CR, Ísola A, Vieira S, Rotman V, Moock M, et al. Ventilação mecânica na lesão pulmonar aguda (LPA)/Síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA). *J Bras Pneumol.* 2007;33 Supl 2:S119-27.
- Porto EF, Castro AA, Leite JR, Miranda SV, Lancauth A, Kumpel C. Análise comparativa da complacência do sistema respiratório em três diferentes posições no leito (lateral, sentada e dorsal) em pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva prolongada. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008;20(3):213-9.
- Suter PM, Fairley B, Isenberg MD. Optimum end-expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. *N Engl J Med.* 1975;292(6):284-9.
- Foti G, Cereda M, Sparacino M, De Marchi L, Villa F, Pesenti A. Effects of periodic lung recruitment maneuvers on gas exchange and respiratory mechanics in mechanically ventilated acute respiratory distress syndrome (ARDS) patients. *Intensive Care Med.* 2000;26(5):501-7.
- Auler Júnior JO, Galas FR, Hajjar LA, França S. Ventilação mecânica no intra-operatório. *J Bras Pneumol.* 2007;33 Supl 2:S137-41.
- Thoren L. Post-operative pulmonary complications: observations on their prevention by means of physiotherapy. *Acta Chir Scand.* 1954;107(2-3):193-205.
- Baker WL, Lamb VJ, Marini JJ. Breath-stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. *Am Rev Respir Dis.* 1990;141(2):343-6.
- Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. *Chest.* 2001;120(3):971-8.
- Coelho DL, Belisário TG, Souza LF, Zacheu FS, Oliveira JF, Guimarães FS, et al. Efeitos respiratórios da espirometria de incentivo e do breath stacking no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(Supl 1):422.
- Reolon VO, Casagrande J, Lorenzon I, Kessler A. Treinamento muscular ventilatório por breath stacking em indivíduos jovens e hígidos [Internet]. In: X Salão de Iniciação Científica PUCRS. 2009. [citado 2014 Jan 25]. Disponível em: http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoc/Ciencias_da_Saude/Fisioterapia_e_Terapia_Ocupacional/71493-VITORIO_ORTIZ_REOLON.pdf
- Reolon VO, Casagrande JB, Lorenzon IM, Spigolon AP, Gonçalves RR, Bueno AD, et al. Breath stacking aumenta a força muscular ventilatória em indivíduos jovens e hígidos. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(Supl 1):296.
- Oczenski W, Hörmann C, Keller C, Lorenz N, Kepka A, Schwarz S, et al. Recruitment maneuvers after a positive end-expiratory pressure trial do not induce sustained effects in early adult respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2004;101(3):620-5.
- Castro AA, Calil SR, Freitas SA, Oliveira AB, Porto EF. Chest physiotherapy effectiveness to reduce hospitalization and mechanical ventilation length of stay, pulmonary infection rate and mortality in ICU patients. *Respir Med.* 2013;107(1):68-74.
- Squadrone V, Coia M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Ocella P, Belloni G, Vilianis G, Fiore G, Cavallo F, Ranieri VM; Piedmont Intensive Care Units Network (PICUN). Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2005;293(5):589-95.