

Daniela Caetano Costa¹, Eduardo Rocha², Tatiane Flores Ribeiro³

Associação das manobras de recrutamento alveolar e posição prona na síndrome do desconforto respiratório agudo

Association of alveolar recruitment maneuvers and prone position in acute respiratory disease syndrome patients

1. Fisioterapeuta, Aluna do Curso de Especialização em Fisioterapia Hospitalar pela Universidade de Uberaba – UNIUBE 2007 – Uberaba (MG), Brasil.
2. Fisioterapeuta, Aluna do Curso de Especialização em Fisioterapia Hospitalar pela Universidade de Uberaba – UNIUBE (2007) – Uberaba (MG), Brasil.
3. Mestre, Professora do Curso de Fisioterapia e do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar da Universidade de Uberaba – UNIUBE – Uberaba (MG), Brasil.

Recebido do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar da Universidade de Uberaba - UNIUBE - Uberaba (MG), Brasil.

Submetido em 16 de Fevereiro de 2008
Aceito em 6 de Maio de 2009

Autor para correspondência:

Daniela Caetano Costa
Rua São Sebastião 1017/37
CEP: 14015-040 - Ribeirão Preto (SP),
Brasil.
Fones: (16) 8161-1587
E-mail: danycac@hotmail.com

RESUMO

A síndrome do desconforto respiratório agudo é a apresentação clínica de insuficiência respiratória aguda caracterizada por lesão alveolar difusa e pelo desenvolvimento do edema pulmonar não cardiogênico, devido ao aumento da permeabilidade da membrana alvéolo-capilar pulmonar. As manobras de recrutamento alveolar e a posição prona podem ser utilizadas no tratamento da síndrome do desconforto respiratório agudo. O objetivo deste estudo foi identificar os possíveis benefícios, indicações, complicações e cuidados na associação da manobra de recrutamento alveolar e posição prona na síndrome do desconforto respiratório agudo. Realizou-se revisão de literatura científica nacional e internacional conforme os critérios estabelecidos para a pesquisa documental nas bases de dados MedLine, LILACS, SciElo, PubMed, Cochrane, no período de 1994-2008, nas linguagens portuguesa

e inglesa, com os unitermos: síndrome do desconforto respiratório agudo, manobra de recrutamento alveolar e posição prona. Apesar de avanços no entendimento da fisiopatologia da síndrome do desconforto respiratório agudo, essa ainda resulta em significativa mortalidade. A manobra de recrutamento alveolar e a posição prona contribuem significativamente no tratamento desses pacientes com a finalidade de melhorar a oxigenação e reduzir as complicações decorrentes da hipoxemia refratária e diminuição da complacência pulmonar. Entretanto, na literatura, há poucos estudos que associam a manobra de recrutamento alveolar e posição prona no tratamento da síndrome do desconforto respiratório agudo, fazendo-se necessária maior investigação sobre o tema e evidências de sua aplicação clínica.

Descritores: Pronação/métodos; Síndrome do desconforto respiratório do adulto; Respiração artificial

INTRODUÇÃO

A síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) ou síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) é a apresentação clínica de um insulto pulmonar agudo que, patologicamente, caracteriza-se por um dano alveolar difuso e, fisiopatologicamente, pelo desenvolvimento do edema pulmonar não cardiogênico, devido ao aumento da permeabilidade da membrana alvéolo-capilar pulmonar.^(1,2) Suas causas podem ser de origem pulmonar, como infecção pulmonar difusa, aspiração de conteúdo gástrico, ou de origem extra-pulmonar, como síndrome séptica, politransfusões, entre outras.^(2,3)

A SDRA é definida, segundo a Conferência de Consenso Européia-Americana,⁽⁴⁾ como insuficiência respiratória de instalação aguda, caracterizada por infiltrado pulmonar bilateral à radiografia de tórax, compatível com edema pulmonar; hipoxemia grave, caracterizada pela relação pressão parcial de oxigênio/fração inspi-

rada de oxigênio ($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$) ≤ 200 ; pressão de oclusão da artéria pulmonar ≤ 18 mmHg ou ausência de sinais clínicos ou ecocardiográficos de hipertensão atrial esquerda e presença de um fator de risco para lesão pulmonar.

As manobras de recrutamento alveolar (MRA) e a posição prona podem ser utilizadas no tratamento da SDRA. A primeira técnica utiliza o 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 arterial.^(5,6) A segunda pode ser considerada em pacientes necessitando de elevados valores de pressão positiva expiratória final (PEEP) e FIO_2 para manter adequada saturação de oxigênio (SaO_2) ou pacientes com lesão pulmonar aguda (LPA)/SDRA grave, a menos que o paciente seja de alto risco para conseqüências adversas da mudança postural ou esteja melhorando rapidamente.⁽⁷⁾

Realizou-se uma revisão de literatura, com pesquisa em livros de acervos particulares, nas bases de dados MedLine, LILACS, SciELO, PubMed, Cochrane, no período de 1994-2008, em português e inglês, com os unitermos: síndrome do desconforto respiratório agudo, manobra de recrutamento alveolar e posição prona. Foram incluídos os artigos de revisão literária, revisões sistemáticas, ensaios clínicos aleatórios, padronizações e relatos de caso.

O objetivo deste estudo foi identificar os possíveis benefícios, indicações, complicações e cuidados na associação das manobras de recrutamento alveolar e posição prona na SDRA.

MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR

A ventilação mecânica (VM) tem evoluído significativamente nos últimos anos e apesar disso a mortalidade em pacientes com SDRA continua elevada.⁽⁸⁾ Na tentativa de minimizar os prejuízos causados por esta síndrome, são propostas estratégias de proteção pulmonar. A MRA é uma estratégia que vem sendo utilizada na VM para pacientes com SDRA; há várias formas de aplicação da MRA, mas basicamente consiste na aplicação de altos níveis de pressão inspiratória com o objetivo de expandir os alvéolos colapsados para aumentar a pressão parcial arterial de oxigênio (PaO_2), e na utilização de altos níveis de PEEP, necessários para a manutenção do ganho atingido.⁽⁹⁻¹²⁾ Tem como objetivo melhorar as trocas gasosas através do recrutamento máximo de unidades alveolares, proporcionando uma ventilação mais homogênea do parênquima pulmonar.⁽⁵⁾

De acordo com o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica, a MRA apresenta grau de recomendação B para a aplicação em pacientes com LPA/SDRA, já que não há opinião consensual sobre como efetuar tal manobra.⁽⁷⁾ Segundo

os expertos que elaboraram o III Consenso não existem dados suficientes para determinar diferenças nos efeitos sobre a morbidade e mortalidade entre os pacientes ventilados em pressão controlada (PCV) ou volume controlado (VCV). Entretanto, recomendam, sempre que possível, a utilização de modos ventilatórios limitados à pressão, pois promovem maior conforto e trabalho respiratório mínimo.

Prella, Feihl e Domenighetti⁽¹³⁾ compararam os potenciais benefícios clínicos da PVC versus VCV em pacientes com LPA / SDRA, em relação à troca gasosa, pressão nas vias aéreas e distribuição gasosa intrapulmonar na tomografia computadorizada (TC). Neste estudo, não foram encontradas diferenças significativas nos valores de PaO_2 , pressão parcial de gás carbônico (PCO_2) e $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ entre os grupos PCV e VCV. Entretanto, o pico de pressão na via aérea foi significativamente menor na PCV comparada com a VCV. E ainda, houve um aumento significativo da área não aerada no ápice do pulmão sob VCV, concluindo assim que a PCV poderia ser aplicada para evitar hiperdistensão regional em função de uma distribuição gasosa mais homogênea.

São indicados baixos volumes-correntes (menor ou igual a 6 mL/kg de peso corporal predito) e manutenção de pressão platô (Pplat) menor ou igual a 30 cmH_2O . Caso precipitem hipercapnia, essa poderá ser tolerada (denominada hipercapnia permissiva) até valores de 80 mmHg em pacientes com SDRA/LPA, exceto nos pacientes com doença coronariana grave, ou em caso de lesão cerebral concomitante, devido à elevação aguda da pressão intracraniana, ocorrência de hipertensão moderada, aumento do trabalho cardíaco e aumento da resistência vascular pulmonar.^(2,7) Observa-se queda do pH até 7,20 com relativa segurança, recorrendo-se à reposição lenta de bicarbonato, caso imprescindível para manutenção da homeostasia.

O colapso e distensão alveolares repetidos em áreas comprometidas do parênquima pulmonar são deletérios, pois cria forças de cisalhamento na parede alveolar, determina aumento na síntese e liberação local de mediadores inflamatórios, agravando a lesão alveolar e o processo inflamatório local. Assim, a PEEP é o principal recurso ventilatório empregado para adequar a relação ventilação/perfusão (V/Q) e, fisiologicamente, proteger as áreas de troca não comprometidas. É indicada sua utilização na LPA/SDRA para minimizar o potencial de lesão pulmonar associado ao uso de concentrações tóxicas de oxigênio e para evitar colapso pulmonar ao final da expiração.^(2,7,14)

Ainda é contraditório na literatura que valores de PEEP devem ser utilizados nesses pacientes. Diversos trabalhos demonstram que o estabelecimento da PEEP ideal se torna mais eficaz quando realizado a partir de avaliação decrescente, ajustando assim a PEEP em torno de 20 cmH_2O e reduzin-

do, então, a FiO_2 ao nível mais baixo, mantendo a SaO_2 entre 90% e 95%; a partir disso reduzindo a PEEP em etapas de 2 cmH_2O com base nos valores de melhor complacência estática.⁽¹⁵⁾ Outros propõem que a escolha do melhor nível de PEEP poderá ser feita através de aumentos de 3 a 5 cmH_2O , periodicamente, com análise dos efeitos obtidos.⁽²⁾ Com a adequada sustentação fisiológica, a melhor PEEP é aquela associada a melhor complacência estática e menor repercussão hemodinâmica.

A curva de pressão-volume (PxV) representa graficamente a pressão de insuflação pulmonar em relação ao volume corrente oferecido durante a inspiração, e a relação passiva durante a exalação. Vários autores têm defendido o uso da PEEP acima do ponto de inflexão inferior da curva PxV para minimizar a lesão induzida pela ventilação mecânica, provocada pela abertura e fechamento cíclicos dos alvéolos. O ponto de inflexão superior corresponde ao limite seguro de pressões a ser suportada pelos pulmões acima do qual a hiperdistensão estaria ocorrendo.⁽¹⁶⁾

A recomendação do III Consenso de Ventilação Mecânica para a aplicação da MRA em pacientes com LPA/SDRA ainda é exígua: breves períodos de elevada pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) parecem ineficazes em produzir melhora sustentada na oxigenação. Por outro lado, breves períodos de CPAP ou pressões inspiratórias elevadas (= 40 cmH_2O) seguidas de elevação da PEEP ou uso de posição prona podem ser eficazes em sustentar a oxigenação arterial. Não há evidências disponíveis de que este benefício nas trocas gasosas se traduza num benefício em termos de desfecho clínico.

Em estudo clínico prospectivo, Lim et al.⁽¹⁷⁾ avaliaram como os níveis de PEEP modificavam os efeitos MRA na SDRA. Os pacientes foram distribuídos em 3 grupos: 1) manobra de recrutamento alveolar (MRA) e PEEP (MRA

+ PEEP); 2) apenas MRA e 3) apenas PEEP. Nos 3 grupos a PaO_2 foi aumentada pela respectiva manobra. Após 15 minutos da intervenção, a PaO_2 do grupo MRA foi menor do que a PaO_2 imediatamente depois, demonstrando a não sustentação dos efeitos da manobra. No grupo MRA + PEEP, a PaO_2 depois da intervenção foi maior em 15, 30, 45 e 60 minutos comparada com o grupo MRA, concluindo assim neste estudo que, depois da manobra de recrutamento alveolar, um nível suficiente de PEEP é necessário como estratégia anti-desrecrutamento.

No quadro 1 estão apresentados alguns protocolos de recrutamento alveolar.

POSIÇÃO PRONA

A posição prona é uma manobra utilizada para minimizar a hipoxemia nos pacientes com SDRA através da melhora da oxigenação. Porém, seus mecanismos fisiológicos ainda não estão completamente esclarecidos. Essa manobra também é descrita por diversos autores como estratégia para evitar o desrecrutamento e sustentar os efeitos da MRA, se realizada sob as devidas condições e indicações.^(1,2,7,25)

Pode-se considerar que o peso das estruturas e órgãos influencia diretamente a ventilação alveolar.⁽²⁶⁾ No entanto, acredita-se que essa seja uma das razões dos efeitos sobre a complacência estática e dinâmica observada. Por outro lado, sabe-se que se somente a ventilação alveolar é potencializada, não há possibilidade de melhora nos níveis de oxigenação. A mudança de decúbito também promove uma melhor redistribuição dos conteúdos líquidos alveolares e com isto ocorre redução da espessura total da membrana alvéolo-capilar, efetivando a difusão em nível desta membrana, razão pela qual se observa melhor índice de oxigenação na população tratada com a posição prona. Essa explicação pode estar no efeito da

Quadro 1 – Modelos de protocolos de recrutamento alveolar

Autores	Ano	Tipos de estudos	Método
Pelosi et al. ⁽¹⁸⁾	1999	Ensaio clínico	Suspiros consecutivos (3) em cada minuto até Pplat de 45 cmH_2O (ventilação em estratégia protetora)
Puybasset et al. ⁽¹⁹⁾	2000	Ensaio clínico aleatório	VCV, FiO_2 de 1,0 e PEEP de 10 cmH_2O
Barbas et al. ⁽²⁰⁾	2001	Ensaio clínico aleatório	3 ciclos de pressão controlada de 40 cmH_2O por 6 segundos, a cada 3 horas
Patroniti et al. ⁽²¹⁾	2002	Ensaio clínico	1 suspiro por minuto com PEEP próximo de 40 cmH_2O , durante BIPAP com pressão suporte
Villagrà et al. ⁽²²⁾	2002	Ensaio clínico aleatório	PEEP de 2 cmH_2O acima do maior ponto inflexão (curva PxV), associada à estratégia protetora
Bugedo et al. ⁽²³⁾	2003	Ensaio clínico aleatório	PEEP aumentada de 5 em 5 cmH_2O até 30-40 cmH_2O (30-40 segundos em cada PEEP)
Schreiter et al. ⁽²⁴⁾	2004	Ensaio clínico aleatório	PEEP de 18-26 cmH_2O e altas PI, limitada em 80 cmH_2O

Pplat - pressão platô; VCV - ventilação com volume controlado; FiO_2 - fração inspirada de oxigênio; PEEP - pressão positiva expiratória final; BIPAP - bilevel positive pressure airway; PxV - pressão versus volume; PI - pressão inspiratória.

gravidade sobre o sistema coração-pulmão, onde na posição supina, uma parte dos pulmões está localizada abaixo do coração, sofrendo forças compressivas. Em contraste, na posição prona, somente uma pequena área pulmonar é afetada.^(27,28)

Com a posição prona observa-se uma distribuição mais homogênea da ventilação regional levando ao recrutamento das regiões dorsais. Este efeito ocorre em função de vários fatores, a começar pela descompressão e reexpansão alveolar dos segmentos dorsais, que são as áreas de maior atelectasia e edema durante tratamento convencional em posição supina. Na posição prona ocorre deslocamento da região cardíaca para a posição ventral (força de compressão direcionada ao esterno), resultando em um aumento de volume disponível para a ventilação.⁽²⁹⁾

Não existem contra-indicações absolutas para a realização da posição prona. No entanto, existem algumas situações que podem constituir problema a sua realização, como instabilidade hemodinâmica grave, presença de drenos na região anterior do tórax ou abdômen, edema cerebral ou hipertensão intracraniana, esternotomia recente, presença de lesões vértebro-medulares, edema pulmonar cardiogênico, hemorragia alveolar, cirurgias abdominais recentes, gestantes, extensas lesões de pele e síndrome compartimental abdominal. Além disso, casos de queimadura na face ou região ventral do corpo.⁽²⁵⁾

De acordo com o III Consenso de Ventilação Mecânica,⁽⁷⁾ a posição prona apresenta grau de recomendação A, devendo ser considerada em pacientes que necessitam de elevados valores de PEEP e FiO_2 para manter adequada saturação, ou pacientes com lesão pulmonar aguda ou SDRA grave. Caso o objetivo principal seja o de diminuir a lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica, a posição prona deve ser utilizada o mais rápido possível, imediatamente após o diagnóstico de SDRA/LPA.⁽²⁵⁾

Segundo Marini,⁽³⁰⁾ resultados animadores surgem a partir do uso da posição prona, pois esta permite melhor distribuição das forças trans-alveolares, reduzindo então a lesão induzida pelo ventilador.

Galiatsou et al.⁽³¹⁾ realizaram um estudo para avaliar e quantificar, através de TC, as alterações do volume pulmonar regional quando pacientes com LPA difusa ou lobar eram virados para prona, depois da MRA. Encontraram, em ambas as manobras, recrutamento alveolar e posição prona, aumento da oxigenação nos pacientes com LPA lobar. Além disso, a posição prona também resultou em aumento da complacência do sistema respiratório e diminuição da PCO_2 na LPA lobar. A proporção de áreas hiper-insufladas ou não ventiladas declinou enquanto a proporção de áreas bem ventiladas aumentou na posição prona. Entretanto, apesar da MRA e a posição prona ter aumentado a oxigenação, não houve efeito

na PCO_2 nem na complacência do sistema respiratório dos pacientes com LPA difusa.

Em um estudo prospectivo, Guerin et al.⁽³²⁾ buscaram investigar os efeitos da posição prona no recrutamento alveolar e oxigenação em pacientes com falência respiratória aguda (LPA/SDRA). Nesta ocasião, foram realizadas mensurações de gases sanguíneos arteriais, propriedades elásticas do sistema respiratório, e ainda, curva P x V estática, em posição supina (SP1), depois de uma hora de posição prona (PP) e depois de uma hora de re-posicionar em supina (SP2). Houve um aumento significativo na relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ da SP1 para a PP. Um recrutamento alveolar induzido em PP foi encontrado em cinco pacientes. Apesar disso, nenhuma correlação foi encontrada entre as mudanças na oxigenação e nas propriedades elásticas da parede torácica.

Rossetti et al.⁽³³⁾ tentaram avaliar o efeito de três horas de ventilação em posição prona na oxigenação arterial de pacientes afetados pela SDRA. Admitiu-se nesta pesquisa 41 pacientes com critérios diagnósticos para SDRA. A PEEP foi ajustada para cada paciente de acordo com a melhor complacência estática do pulmão e mantida constante, assim como FiO_2 , durante todo o estudo. Os pacientes eram posicionados na posição prona por três horas, e os valores de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ eram obtidos durante a posição prona, depois de 30, 60, 120 e 180 minutos em PP e 60 minutos depois da posição supina. Uma melhora clinicamente importante na oxigenação foi observada em 32 pacientes. Destes, aproximadamente 65% apresentaram tais melhoras nos primeiros 30 minutos. Dos que responderam; 21 pacientes apresentaram manutenção das reações mesmo após o retorno à posição supina, alguns por 24 horas (15%), outros por 48 horas (50%) depois da manobra. Dois pacientes não tiveram alteração clínica significativa e sete pacientes apresentaram deterioração da oxigenação em posição prona, sugerindo que, apesar de ser uma manobra que aparentemente se justifica pelos seus benefícios, nem todos os pacientes respondem da forma esperada.

Em contrapartida, Lim et al.⁽¹⁷⁾ observaram que o aumento na PaO_2 induzido pela MRA foi maior nos pacientes na posição supina do que nos pacientes na posição prona.

Buscando investigar os efeitos da posição prona no volume expiratório final, na mecânica da parede torácica e pulmonar, e a relação entre oxigenação e mecânica respiratória, Pelosi et al.⁽³⁴⁾ avaliaram 16 pacientes com LPA/SDRA. Todos foram ventilados pela VCV, com fluxo constante e as medidas foram obtidas na posição supina, depois de 30 e 120 min na posição prona e 30 minutos após retornar para a posição supina. Os pesquisadores observaram aumento significativo nos níveis de oxigenação dos pacientes após 120 min na posição prona. Não houve diferença significativa no volume expiratório final em ambas as posições, porém, um aumento consistente na

complacência total foi observado na maioria dos pacientes. E ainda, em 14 dos 16 estudados, a pressão platô foi reduzida depois do retorno para a posição supina comparado com os valores de base. Este efeito também persistiu 120 min depois do retorno para a posição supina. A resistência nas vias aéreas não foi significativamente afetada pelas mudanças posturais e, as mudanças na oxigenação induzidas pela posição prona não foram relacionadas com mudanças no volume expiratório final ou a complacência do sistema respiratório e pulmonar.

Apesar dos resultados positivos e benéficos da posição prona na melhora da oxigenação, mecânica pulmonar e trocas gasosas de pacientes com LPA/SDRA relatadas pela maioria dos autores, a sua eficácia em diminuir a mortalidade ainda não foi demonstrada. Gattinoni et al.⁽³⁵⁾, através de um estudo prospectivo aleatório, buscaram avaliar o impacto da posição prona na sobrevida de pacientes com LPA/SDRA e chegaram à conclusão que tal estratégia melhorou a oxigenação desses pacientes, porém seu uso rotineiro não alterou a sobrevida.

POSIÇÃO PRONA ASSOCIADA ÀS MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR

A posição prona tem se tornado um método estabelecido de recrutamento pulmonar e aumento da PaO_2 em muitos pacientes com SDRA. Segundo Kacmarek,⁽³⁶⁾ os dados sugerem que a manobra de recrutamento na posição prona é mais efetiva no aumento da PaO_2 , e que o nível de PEEP necessário para promover aumento sustentado da PaO_2 é menor na posição prona do que na posição supina.

Para verificar se a oxigenação na posição prona difere no valor da PEEP quando aplicada na posição supina, Lim et al.⁽³⁷⁾ realizaram um estudo experimental com sete modelos caninos com lesão pulmonar aguda. Eles demonstraram que menores níveis de PEEP são necessários para se preservar os efeitos das manobras de recrutamento quando em posição prona.

Ainda, estudando a resposta da oxigenação frente às manobras de recrutamento alveolar, posição prona e supina, em modelos experimentais caninos, Cakar et al.⁽³⁸⁾ mostraram que o recrutamento alveolar melhora a oxigenação mais efetivamente com menor nível da PEEP na posição prona quando comparada com a posição supina.

Pelosi et al.⁽³⁹⁾ ventilaram 10 pacientes com SDRA e mostraram que os mecanismos pelos quais a PaO_2 aumenta na posição prona diferem dos mecanismos das MRA. Nesse estudo, eles correlacionaram o volume pulmonar expiratório final e complacência estática pulmonar com o aumento da PaO_2 e encontraram correlação positiva entre estes dados e a manobra de recrutamento, enquanto não houve correlação entre o aumento no volume pulmonar expiratório final e o

aumento significativo da PaO_2 na posição prona.

Buscando avaliar a influência da posição prona no cálculo da PEEP ideal, Oliveira et al.⁽⁴⁰⁾ realizaram um estudo prospectivo comparando as posições prona e supina, concluindo que não houve diferença da PEEP ideal quando na posição prona ou supina e que não há necessidade de se readequar a PEEP a cada mudança de decúbito.

CONCLUSÃO

Apesar de avanços no entendimento da patogênese da SDRA, essa ainda resulta em significativa mortalidade. As manobras de recrutamento alveolar e a posição prona parecem contribuir significativamente no tratamento de pacientes com SDRA com a finalidade de melhorar a oxigenação e minimizar as complicações decorrentes da hipoxemia refratária e diminuição da complacência pulmonar. Entretanto, na literatura, há poucos estudos que analisam essas manobras no tratamento da síndrome do desconforto respiratório agudo. Sendo estes em sua maioria experimentais, faz-se necessária maior investigação sobre o tema e evidências de sua aplicação clínica.

ABSTRACT

The acute respiratory distress syndrome is the clinical presentation of acute lung injury characterized by diffuse alveolar damage and development of non-cardiogenic pulmonary edema due to increased pulmonary alveolar-capillary membrane permeability. Alveolar recruitment maneuvers and prone position can be used in the treatment of acute respiratory distress syndrome. The objective of this review of literature was to identify possible benefits, indications, complications and care of the associated recruitment maneuvers and prone position for treatment of the acute respiratory distress syndrome. This national and international scientific literature review was developed according to the established criteria for searching the databases MedLine, LILACS, SciElo, PubMed, Cochrane, from 1994 to 2008 in Portuguese and English, with the key words: acute respiratory distress syndrome, alveolar recruitment maneuver and prone position. Despite advances in the understanding of acute respiratory distress syndrome pathophysiology, mortality is still expressive. Alveolar recruitment maneuvers and prone position significantly contribute to treatment of acute respiratory distress syndrome patient aiming to improve oxygenation and minimizing complications of refractory hypoxemia and reduction of pulmonary compliance. However, as there are few studies in literature associating alveolar recruitment maneuvers and prone position for treatment of acute respiratory distress syndrome, additional research and evidences of clinical application are required.

Keywords: Pronation/methods; Respiratory distress syndrome, adult; Respiration, artificial

REFERÊNCIAS

1. Barbas CSV, Hoelz C, Bueno MAS. Síndrome do desconforto respiratório agudo. In: Knobel E. *Terapia intensiva: pneumologia*. São Paulo: Atheneu; 2003. p.71-7.
2. Rodrigues CC, Assaf M. Síndrome da angústia respiratória do adulto (SARA). In: Tarantino AB. *Doenças pulmonares*. 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997. p.845-63.
3. Carvalho CRR, Barbas CSV, Amato Neto MBP. Ventilação mecânica na lesão pulmonar aguda. In: Carvalho CRR, editor. *Ventilação mecânica*. São Paulo: Atheneu; 2000. v.2. p.123-52.
4. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(3 Pt 1):818-24. Review.
5. Gonçalves LO, Cicarelli DD. Manobra de recrutamento alveolar em anestesia: como, quando e por que utilizá-la. *Rev Bras Anesthesiol*. 2005;55(6):631-8.
6. Bezerra RMS. Fisioterapia respiratória em UTI baseada em evidências. In: Azeredo CAC, Bezerra RMS. *Manobras de fisioterapia respiratória na UTI*. Rio de Janeiro: SOS Pulmão / CUCA; 2004.
7. Amato MBP, Carvalho CRR, Vieira S, Isola A, Rotman V, Mook M, et al. Ventilação mecânica na lesão pulmonar aguda / síndrome do desconforto respiratório agudo. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(3):374-83.
8. Dreyfuss D, Salmon G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157(1):294-323.
9. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, Benito S, Epstein SK, Apezteguía C, Nightingale P, Arroliga AC, Tobin MJ; Mechanical Ventilation International Study Group. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002;287(3):345-55.
10. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998;338(6):347-54. Comment in: *N Engl J Med*. 1998;339(3):196-7; author reply 198-9. *N Engl J Med*. 1998;339(3):197; author reply 198-9.
11. Rothen HU, Neumann P, Berglund JE, Valtysson J, Magnusson A, Hedenstierna G. Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth*. 1999;82(4):551-6.
12. Foti G, Cereda M, Sparacino ME, De Marchi L, Villa F, Pesenti A. 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. Comment in: *Intensive Care Med*. 2000;26(5):491-2.
13. Prella M, Feihl F, Domenighetti G. Effects of short-term pressure-controlled ventilation on gas exchange, airway pressures, and gas distribution in patients with acute lung injury/ARDS: comparison with volume-controlled ventilation. *Chest*. 2002;122(4):1382-8. Erratum in: *Chest*. 2003;123(1):315.
14. Coimbra R, Silverio CC. Novas estratégias de ventilação mecânica na lesão pulmonar aguda e na Síndrome da Angústia Respiratória Aguda. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2001;47(4):358-64.
15. Azeredo CAC. Manobras de fisioterapia respiratória que podem ser associadas com o ventilador mecânico no modo controlado. In: Azeredo CAC, Bezerra RMS. *Manobras de fisioterapia respiratória na UTI*. Rio de Janeiro: SOS pulmão / CUCA; 2004.
16. Borges JB, Amato M, Victorino J. SARA: fisiopatologia e estratégia ventilatória. In: Sarmiento GJV. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas*. Barueri: Manole; 2005. p.159-79.
17. Lim CM, Jung H, Koh Y, Lee JS, Shim TS, Lee SD, et al - Effect of alveolar recruitment maneuver in early acute respiratory distress syndrome according to antiderecruitment strategy, etiological category of diffuse lung injury, and body position of the patient. *Crit Care Med*. 2003;31(2):411-8. Comment in: *Crit Care Med*. 2003;31(2):641-2.
18. Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, Panigada M, Carrieri F, Riva E, et al. Sigh in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(3):872-80.
19. Puybasset L, Gusman P, Muller JC, Cluzel P, Coriat P, Rouby JJ. Regional distribution of gas and tissue in acute respiratory distress syndrome. III. Consequences for the effects of positive end-expiratory pressure. CT Scan ARDS Study Group. *Adult Respiratory Distress Syndrome*. *Intensive Care Med*. 2000;26(9):1215-27.
20. Barbas CSV, Silva E, Garrido A, Assunção M, Hoelz C, Meyer EC, Knobel E. Recruitment maneuvers with different pressure control levels in ARDS patients. *Crit Care*. 2001;5(Suppl 3):P46.
21. Patroniti N, Foti G, Cortinovis B, Maggioni E, Bigatello LM, Cereda M, Pesenti A. Sigh improves gas exchange and lung volume in patients with acute respiratory distress syndrome undergoing pressure support ventilation. *Anesthesiology*. 2002;96(4):788-94. Comment in: *Anesthesiology*. 2002;96(4):783-4.
22. Villagrà A, Ochagavía A, Vatuá S, Murias G, Del Mar Fernández M, Lopez Aguilar J, et al. Recruitment maneuvers during lung protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165(2):165-70.
23. Bugeo G, Bruhn A, Hernández G, Rojas G, Varela C, Tapia JC, Castillo L. Lung computed tomography during

- a lung recruitment maneuver in patients with acute lung injury. *Intensive Care Med.* 2003;29(2):218-25.
24. Schreiter D, Reske A, Stichert B, Seiwerts M, Bohm SH, Kloeppe R, Josten C. Alveolar recruitment in combination with sufficient positive end-expiratory pressure increases oxygenation and lung aeration in patients with severe chest trauma. *Crit Care Med.* 2004;32(4):968-75.
 25. Paiva KCA, Beppu OS. Posição prona. *J Bras Pneumol.* 2005;31(4):332-40.
 26. Mure M, Martling CR, Lindahl SG. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med.* 1997;25(9):1539-44. Comment in: *Crit Care Med.* 1997;25(9):1453-4.
 27. Albert RK, Hubmayr RD. The prone position eliminates compression of the lungs by the heart. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(5):1660-5.
 28. Bongard FS, Sue DY. *Terapia intensiva: diagnóstico e tratamento.* 2a ed. Porto Alegre: Artmed; 2005.
 29. Kondo CS. *Fisioterapia na SARA.* In: Sarmiento GJV. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas.* Barueri: Manole; 2005. p.180-9.
 30. Marini JJ. How to recruit the injured lung. *Minerva Anesthesiol.* 2003;69(4):193-200.
 31. Galiatsou E, Kostanti E, Svarna E, Kitsakos A, Koulouras V, Efremidis SC, Nakos G. Prone position augments recruitment and prevents alveolar overinflation in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;174(2):187-97.
 32. Guerin C, Badet M, Rosselli S, Heyer L, Sab JM, Langevin B, et al. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. *Intensive Care Med.* 1999;25(11):1222-30.
 33. Rossetti HB, Machado FR, Valiatti JL, Amaral JL. Effects of prone position on the oxygenation of patients with acute respiratory distress syndrome. *Sao Paulo Med J.* 2006;124(1):15-20.
 34. Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, et al. Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;157(2):387-93.
 35. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, Taccone P, Mascheroni D, Labarta V, Malacrida R, Di Giulio P, Fumagalli R, Pelosi P, Brazzi L, Latini R; Prone-Supine Study Group. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med.* 2001;345(8):568-73. Comment in: *ACP J Club.* 2002;136(2):55. *Evid Based Nurs.* 2002;5(2):52. *N Engl J Med.* 2001;345(8):610-2. *N Engl J Med.* 2002;346(4):295-7. *N Engl J Med.* 2002;346(4):295-7. *N Engl J Med.* 2002;346(4):295-7. Summary for patients in: *Aust J Physiother.* 2002;48(3):237.
 36. Kacmarek RM. Strategies to optimize alveolar recruitment. *Curr Opin Crit Care.* 2001;7(1):15-20.
 37. Lim CM, Koh Y, Chin JY, Lee JS, Lee SD, Kim WS, Kim DS, Kim WD. Respiratory and haemodynamic effects of the prone position at two different levels of PEEP in a canine acute lung injury model. *Eur Respir J.* 1999;13(1):163-8.
 38. Cakar N, der Kloot TV, Youngblood M, Adams A, Nahum A. Oxygenation response to a recruitment maneuver during supine and prone positions in an oleic acid-induced lung injury model. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(6):1949-56.
 39. Pelosi P, Bottino N, Chiumello D, Caironi P, Panigada M, Gamberoni C, et al. Sigh in supine and prone position during acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(4):521-7.
 40. Oliveira LRC, Garcia TG, Peres VG, Maeda KM, Oliveira JV, Araújo JP, et al. Ajustes da pressão positiva expiratória final ideal na síndrome do desconforto respiratório agudo na posição prona. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008;20(1):37-42.