

Cássia Ferreira Santos

**MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR  
EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DO  
DESCONFORTO RESPIRATÓRIO AGUDO:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA.**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

Cássia Ferreira Santos

**MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR  
EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DO  
DESCONFORTO RESPIRATÓRIO AGUDO:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA.**

Monografia apresentada ao Departamento de  
Fisioterapia da Escola de Educação Física,  
Fisioterapia e Terapia Ocupacional da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Especialista em Fisioterapia  
Cardiorrespiratória.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Velloso

BELO HORIZONTE

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

S237m Santos, Cássia Ferreira  
2011 Manobras de recrutamento alveolar em indivíduos com síndrome do desconforto respiratório agudo: uma revisão da literatura. [manuscrito] / Cássia Ferreira Santos – 2011.  
29 f., enc.

Orientador: Marcelo Velloso

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 24-29

1. Síndrome do desconforto respiratório. 2. Sistema respiratório. 3. Respiração artificial. 4. Reabilitação. I. Velloso, Marcelo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 616.24

**Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.**

## RESUMO

**Introdução:** As manobras de recrutamento alveolar são estratégias utilizadas na ventilação mecânica, com o objetivo de promover a abertura de alvéolos colapsados. Na Síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) tais manobras são realizadas com o intuito de aumentar a área pulmonar disponível para a troca gasosa, e assim, favorecer a oxigenação arterial. **Objetivo:** Realizar uma revisão narrativa na literatura científica sobre as técnicas de recrutamento alveolar utilizadas no tratamento da SDRA. **Métodos:** Foi realizada busca por artigos científicos nas bases de dados PUBMED, SCIELO, Lilacs, além de livros que abordavam o assunto. Foram incluídos na busca artigos publicados no período de 2000 a 2011, publicados na íntegra em Inglês, Português e Espanhol, cujos estudos abordassem pacientes em ventilação mecânica acometidos por SDRA que foram submetidos a manobras de recrutamento alveolar. Foram excluídos estudos que abordavam apenas a lesão aguda pulmonar e os que abordavam estratégia ventilatória, porém sem o uso das manobras de recrutamento alveolar. **Resultados:** Foram selecionados quarenta e dois para realização da revisão narrativa em questão, sendo que quatorze abordavam as MRA como técnica terapêutica na SDRA/SARA. Destes, cinco investigaram o uso da PCV e outros cinco a VCV nas MRA, três estudos abordaram a posição prona e um trabalho verificou o efeito do CPAP como modo de escolha na MRA. **Conclusão:** As técnicas de recrutamento alveolar mais utilizadas nas MRA em pacientes com SDRA/SARA são: primeiramente o uso da PCV e da VCV como modo ventilatório, seguido da posição prona, e por último o CPAP. De acordo com a presente revisão as MRA se demonstraram seguras no tratamento de indivíduos com SDRA/SARA.

**Palavras Chave:** síndrome do desconforto respiratório agudo; respiração artificial; recrutamento alveolar.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The alveolar recruitment maneuvers are used in mechanical ventilation strategies in order to promote the opening of collapsed alveoli. In acute respiratory distress syndrome, such a maneuver is performed in order to increase the area available for pulmonary gas exchange, and thus promote arterial oxygenation. **Aim:** To review the scientific literature on narrative in alveolar recruitment techniques used for the treatment of ARDS. **Methods:** We performed a query on the databases Pubmed, Scielo, Lilacs, and books and scientific journals. Were included in search scientific articles from 2000 to 2011, published in full in English and Portuguese, whose research focus mechanically ventilated patients suffering from ARDS who underwent alveolar recruitment maneuvers. Were excluded prior to 2000 scientific papers published in languages other items that were unrelated to the subject matter, incomplete texts, and studies directed specifically to acute lung injury. **Results:** Forty-two were selected to achieve the revised narrative in question, and fourteen approached the MRA as a therapeutic technique in ARDS / ARDS. Of these, five investigated the use of PCV and VCV in five other ARM, three studies have addressed the prone position and found a job as the effect of CPAP mode choice in the MRA. **Conclusion:** Alveolar recruitment techniques commonly used in MRA in patients with ARDS / SARA are: firstly the use of PCV and VCV as ventilatory mode, followed by the prone position, and finally the CPAP. According to this review the MRA have proved safe in the treatment of patients with ARDS / ARDS.

**Keywords:** Acute respiratory distress syndrome, ARDS, artificial respiration, alveolar recruitment.

## LISTA DE SIGLAS

**CEC** - Circulação Extracorpórea

**CPAP**- Pressão Positiva Contínua

**CTI**- Centro de Terapia Intensiva

**FiO<sub>2</sub>**- Fração Inspirada de Oxigênio

**LPA**- Lesão Pulmonar Aguda

**MRA**- Manobras de Recrutamento Alveolar

**PCV**- Ventilação por Pressão Controlada

**PEEP**- *Positive end Expiratory Pressure*

**PI**- Pressão Inspiratória

**RCT**- *Randomized Controlled Trial*

**SARA**- Síndrome da Angustia Respiratória Aguda

**SDRA**- Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo

**SF-36**- *Short Form 36 Health Survey Questionary*

**SpO<sub>2</sub>**- Saturação Arterial de Oxigênio

**TC**- Tomografia Computadorizada

**UTI**- Unidades de Terapia Intensiva

**VCV**- Ventilação Controlada á Volume

**VC**- Volume Corrente

**VEF<sub>1</sub>**- Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo de Respiração

**VM**-Ventilação Mecânica

**V/Q**- Relação Ventilação Perfusão

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>06</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>12</b>
2.1 Objetivos específicos.....	12
<b>3.METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
4.1Uso as PCV nas MRA.....	14
4.2 Uso da VCV nas MRA.....	16
4.3 Uso do CPAP nas MRA.....	17
4.4Uso da posição prona nas MRA.....	18
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## 1. Introdução

A síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) ou síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) é definida, de acordo com a Conferência de Consenso Européia-Americana, como uma síndrome de insuficiência respiratória de instalação aguda, caracterizada por infiltrado pulmonar bilateral à radiografia de tórax, compatível com edema pulmonar; hipoxemia grave, definida pelo índice de oxigenação ( $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ )  $\leq 200$ ; pressão de oclusão da artéria pulmonar  $\leq 18$  mmHg com ausência de sinais clínicos ou ecocardiográficos de hipertensão atrial esquerda; e presença de um fator de risco para lesão pulmonar (BERNARD et al, 2004). Durante essa mesma Conferência de Consenso, foi criado o termo lesão pulmonar aguda (LPA), cuja definição é idêntica à da SDRA, exceto pelo grau menos acentuado de hipoxemia presente na LPA ( $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 300$ ), com a finalidade de se identificar os pacientes mais precocemente durante a evolução do quadro clínico. Assim, todo paciente com SARA/SDRA apresenta LPA, porém nem todo paciente com LPA evolui para SARA/SDRA (AMATO et al, 2007). Várias condições clínicas estão associadas ao desenvolvimento da SDRA/SARA, em especial a sepse. Outros fatores predisponentes são as lesões diretas como infecções pulmonares, traumatismo torácico ou politraumatismo, embolia gordurosa, aspiração de conteúdo gástrico, quase-afogamento, edema pulmonar de reperfusão após transplante, inalação de gases tóxicos e as lesões indiretas como politransfusão, trauma grave não torácico, circulação extracorpórea (CEC), pancreatite aguda, intoxicação por drogas e coagulação intravascular disseminada (SILVA et al, 2003). O estudo de ZANETTE (2006) mostrou que a coexistência de mais de um fator de risco aumenta muito a probabilidade de ocorrência da SDRA, e quanto mais fatores associados, maior o risco de desenvolver a doença.

De acordo com RUBENFELD et al (2005), a LPA/SDRA é freqüente; e sua incidência foi estimada em 79 casos por 100 mil habitantes, sendo que esta incidência é crescente com a



idade, atingindo 306 casos por 100 mil habitantes/ano nos indivíduos da faixa dos 75 aos 84 anos, sendo que a mortalidade da SDRA é alta, e está estimada em 34% à 60% (RUBENFELD et al, 2003). No trabalho de ZANETTE (2006), foi verificada uma queda na taxa de mortalidade de 65 para 40% entre 1980 e 1990, atribuídas à melhora do suporte do paciente crítico, organização das unidades de terapia intensiva (UTI), reconhecimento e tratamento precoce da sepse e melhores estratégias ventilatórias. Segundo AMATO et al (2007), os pacientes que sobrevivem têm a permanência prolongada na unidade de terapia intensiva (UTI) e apresentam significativas limitações funcionais, afetando principalmente a atividade muscular, reduzindo a qualidade de vida que persistem por, pelo menos, um ano após a alta hospitalar. No trabalho de HERRIDGE et al (2011), o qual avaliou a capacidade funcional de 109 pacientes após cinco anos de SDRA, foi evidenciado que tais pacientes apresentavam seqüelas físicas e psicológicas, diminuição da qualidade de vida, sendo que nenhum dos grupos avaliados retornou aos os níveis de função física previstos como normais após cinco anos do desenvolvimento da doença.

Segundo MACHADO et al (2008), o processo fisiopatológico da SDRA inicia-se com alteração da barreira alvéolo-capilar seguido por aumento na permeabilidade capilar e por edema intersticial devido ao exsudato inflamatório, promovendo assim extravasamento deste líquido para os alvéolos, o que acarreta diminuição da distensibilidade pulmonar, a formação de atelectasias, áreas de inflamação pulmonar, distúrbios na relação ventilação/perfusão (V/Q), assim como áreas de shunt causadas pela hipoxemia refratária ao uso de oxigênio. As microatelectasias também constituem um mecanismo que favorece a formação de áreas de shunt, pela instabilização das unidades alveolares e das pequenas vias aéreas. Tal instabilidade é decorrente do peso do pulmão edemaciado, fato o qual justifica o colapso alveolar ser mais evidente nas porções dependentes da gravidade e em decorrência da inativação do surfactante pelas proteínas plasmáticas. A lesão do pneumócitos tipo II também

contribui para tal instabilidade, pois causa uma redução na produção de surfactante, o que agrava ainda mais o desequilíbrio entre a ventilação alveolar e a perfusão sanguínea capilar. De acordo com os autores, a doença é muito heterogênea, caracterizada por áreas de colapso nas regiões mais inferiores e posteriores, chamadas gravidade-dependentes, e por áreas de parênquima normalmente aerado ou até hiperdistendidas, as quais estão localizadas ântero-superiores. Deste modo, o volume corrente oferecido pelo aparelho de ventilação mecânica é desviado preferencialmente para as porções superiores, e pouco volume corrente é direcionado para as regiões inferiores, as quais se encontram colabadas.

A ventilação mecânica tem contribuído muito para aumentar a sobrevida em diversas situações clínicas, mas apesar do grande avanço, quando utilizada de forma inadequada, pode contribuir para o aumento da taxa de mortalidade (GONÇALVES et al, 2005). Autores como MORAN et al.(2002) e VILLAGRA et al. (2003) consideram que a lesão pulmonar induzida pelo ventilador é uma indistinguível alteração que ocorre na SARA. Segundo SARMENTO (2005) nos últimos anos, vem ocorrendo uma transformação na maneira de abordar a ventilação na SARA, passando de uma visão em que se procurava manter valores fisiológicos das trocas gasosas, para o conceito em que o foco primário é evitar os efeitos adversos da ventilação mecânica enquanto se oferece a melhor ventilação possível. De acordo com COIMBRA et al (2001), o emprego de volume corrente reduzido, hipercapnia permissiva, ventilação limitada à pressão, ventilação com relação inspiratória: expiratória invertida e ventilação em decúbito ventral têm sido utilizadas como formas de diminuir ou atenuar os efeitos lesivos da hiperdistensão alveolar, e, em última análise, diminuir as complicações e mortalidades associadas a SARA e LPA.

Segundo SARMENTO (2005) e PRESTO et al. (2005) anteriormente a assistência ventilatória compreendia a utilização de altos valores de volume corrente, cerca de 10-15 ml/kg, e menores valores de pressão positiva expiratória final (PEEP), a fim de manter uma

fração inspirada de oxigênio ( $\text{FiO}_2$ ) menor que 0,6 sem prejuízos hemodinâmicos. Já atualmente, com o auxílio da tomografia computadorizada, vêm se utilizando uma estratégia protetora, onde se utiliza um valor mais alto de PEEP, cerca de 2  $\text{cmH}_2\text{O}$  acima do ponto de inflexão inferior da curva de pressão-volume; VC baixo, cerca de 6 ml/kg; limitações dos picos de pressão das vias aéreas e baixas frequências respiratórias.

De acordo com o Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica na SDRA, os objetivos da ventilação mecânica na referida doença são: promover adequada troca gasosa, e ao mesmo tempo, evitar a lesão pulmonar associada à ventilação mecânica e o comprometimento hemodinâmico decorrente do aumento das pressões intratorácicas. Com relação ao modo ventilatório, o Consenso estabelece que não existem dados suficientes para determinar se a ventilação com volume-controlado ou com pressão-controlada promovem efeitos diferentes sobre a morbidade ou mortalidade de pacientes com SDRA. Segundo o Consenso, quando for optado pela utilização do modo volume controlado, deve-se preferir a utilização de onda de fluxo decrescente, visto que esta propiciaria uma melhor distribuição do ar inspirado, promovendo assim menor pressão na via aérea. Entretanto, o Consenso recomenda, sempre que possível, que seja utilizado de modos ventilatórios limitados em pressão, visto que nas fases iniciais, nas quais o paciente encontra-se adequadamente sedado, a ventilação com pressão controlada promove conforto e reduz o trabalho respiratório nestes pacientes. Além disso, nestas situações é recomendado realizar monitorização adequada do volume-corrente, pelo fato dele não ser garantido em tal modo ventilatório, pois à medida que a mecânica respiratória se altera durante o tratamento, o volume-corrente também sofre alterações na mesma proporção (AMATO et al, 2007).

Segundo MACHADO et al (2008), atualmente as recomendações para ventilação em pacientes com SDRA são a utilização de baixos volumes correntes, 6ml/Kg de peso ideal, manutenção da pressão de platô em valores menores do que 30  $\text{cmH}_2\text{O}$ , baixas frequências

respiratórias, uso dos modos pressão controlada ou volume controlado. Com relação à pressão de platô, é sugerido manter uma pressão de platô menor que 30 cmH<sub>2</sub>O, mesmo que algum grau de hipercapnia seja alcançados. A fim de melhorar o volume-minuto e controlar o pH, podem-se utilizar frequências respiratórias mais altas, desde que se monitorem níveis de Auto-PEEP e que não haja comprometimento hemodinâmico do paciente. Já com relação à oxigenação, essa deverá ser otimizada com o uso de FiO<sub>2</sub> suficiente para manter a saturação maior que 90%, sempre que possível com frações inspiradas de oxigênio menores que 60%. A principal ferramenta para melhorar a oxigenação evitando altas FiO<sub>2</sub> é o uso da PEEP .

Embora a ventilação mecânica seja crucial para sobrevivência dos pacientes, o uso da ventilação sem considerar os volumes pulmonares com a pressão em vias aéreas pode perpetuar a LPA e contribuir para o aumento da mortalidade desta condição clínica (BURNS et al, 2011). De acordo com PEREIRA et al. (2005), tal fato pode ser relacionado tanto a hiperdistensão dos alvéolos saudáveis, como também pela abertura e fechamento de alvéolos colapsados contribuindo para o componente de lesão pulmonar progressiva que se origina do processo da doença em si, mas também do impacto dos padrões de ventilação aplicados durante o curso da doença. Deste modo, pesquisas relacionadas ao uso da ventilação mecânica na SDRA/SARA mostram que um grande desafio é aplicar uma pressão suficiente para manter o pulmão totalmente recrutado sem aumentar a tensão aplicada ao tecido, visto que uma distensão pulmonar excessiva pode resultar em danos pulmonares graves..

De acordo com ROTHEN et al. (1999) e FOTI et al. (2000), o uso de manobras de recrutamento alveolar (MRA) tem sido proposto como terapia de suplemento dentro das estratégias de ventilação mecânica (VM) para pacientes com SDRA/SARA. As manobras de recrutamento alveolar são técnicas que utilizam o aumento sustentado de pressão na via aérea com o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para troca gasosa, e conseqüentemente, favorecer a melhora da oxigenação

arterial. As MRA são estratégias que promovem a re-expansão dos alvéolos colapsados, e quando é mantida um alto valor de PEEP após tal manobra, pode prevenir o subsequente desrecrutamento alveolar (COSTA et al, 2009). Contudo, segundo XIU et al (2010) existem poucos trabalhos publicados sobre as técnicas de recrutamento alveolar, assim como sobre a eficiência dessas manobras nos pacientes acometidos com SDRA/SARA. De acordo com este autor, as MRA podem ser realizadas tanto pela pressão sustentada, suspiros intermitentes, quanto por altos níveis intermitentes de pressão controlada. Embora o caminho para realizar as MRA ainda esteja indeterminado, o nível de pressão ideal, o intervalo de tempo usado, assim como a periodicidade da realização das manobras são aspectos importantes a serem observados para efetuar a técnica. Segundo MACHADO et al (2008), autores destacam que a questão chave no uso das MRA é a busca por um equilíbrio entre o risco da manobra de recrutamento, o qual necessariamente deve ser mínimo, e o efeito esperado, a reversão do colapso pulmonar, o qual deve ser o máximo.

Em 2007, SARMENTO et al, descreveu que os efeitos das manobras de recrutamento e da PEEP na relação V/Q na SDRA/SARA são: redução do shunt, alargamento da dispersão da distribuição da ventilação e um aumento do espaço morto. Neste trabalho os autores descreveram que tal diminuição do shunt pode ser explicada por três mecanismos: primeiramente pela abertura dos alvéolos colapsados pela redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar de áreas de shunt para unidades alveolares pobres ou normalmente ventiladas; pela queda do débito cardíaco; assim como pelos efeitos combinados desses dois mecanismos. Outro benefício fundamental da MRA e da PEEP está relacionado às alterações na relação V/Q promovidas por tais técnicas, as quais reduzem o número de unidades alveolares colapsadas, o que, conseqüentemente, permite o uso seguro de uma alta fração inspirada de oxigênio, visto que desta forma há uma menor probabilidade de ocorrer a formação de áreas de atelectasia por reabsorção.

De acordo com o Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica na LPA/SDRA de 2007, o grau de recomendação para a realização das MRA é B, uma vez que as evidências para a aplicação desta técnica em pacientes acometidos por com LPA/SDRA é ainda escassa. O Consenso estabelece que breves períodos de elevado CPAP parecem ser ineficazes para produzir uma melhora sustentada na oxigenação. Entretanto, segundo o Consenso breves períodos de CPAP, aproximadamente de 40 cmH<sub>2</sub>O ou pressões inspiratórias elevadas de até 50-60 cmH<sub>2</sub>O seguidas de elevação da PEEP, ou uso de posição prona, podem ser eficazes em sustentar a oxigenação arterial. Logo, de acordo com o Consenso não há evidências disponíveis de que este benefício nas trocas gasosas favoreça a evolução clínica do paciente (AMATO et al, 2007)

Devido a alta taxa de mortalidade dos pacientes acometidos com a SDRA/SARA, ao prejuízo na qualidade de vida dos indivíduos sobreviventes à doença e a existência de poucos trabalhos científicos que abordem o uso das técnicas de recrutamento alveolar na doença em questão, se faz necessária a realização de uma revisão da literatura científica, a fim de se obter trabalhos que evidenciem os benefícios destas manobras aos pacientes com SDRA/SARA. Além disso, por meio deste trabalho serão obtidas informações sobre os parâmetros e técnicas mais usadas atualmente, assim como as indicações clínicas da técnica e riscos que estão relacionados ao uso das MRA nos indivíduos acometidos pela SDRA/SARA.

## **2.Objetivo Geral**

Realizar uma revisão narrativa na literatura científica sobre as técnicas de recrutamento alveolar utilizadas para o tratamento da SDRA.

### **2.1. Objetivos específicos:**

Verificar pela literatura qual a técnica mais utilizada para promover o recrutamento alveolar em pacientes com SDRA/SARA.

Verificar pela literatura se o emprego da MRA é segura para pacientes com SDRA/SARA.

### **3. Metodologia**

Para elaboração desta revisão bibliográfica foi realizada uma consulta nas bases de dados Med line, SCIELO, Lilacs, além de livros. Foram incluídos no trabalho artigos científicos publicados entre os anos de 1990 a 2011, publicados na íntegra na língua inglesa, espanhola e portuguesa, cujos estudos abordassem pacientes em ventilação mecânica acometidos por SDRA/SARA que foram submetidos a manobras de recrutamento alveolar, sendo aceitos artigos de todos os tipos de delineamento metodológico. Os seguintes termos foram utilizados para pesquisa dos artigos: síndrome do desconforto respiratório agudo; respiração artificial; recrutamento alveolar.

### **4. Resultados**

Após a busca dos artigos científicos nas bases de dados, da seleção e seguindo os critérios de inclusão e exclusão acima citados, assim como da leitura criteriosa dos resumos dos trabalhos, foram selecionados quarenta e dois trabalhos para realização da revisão narrativa em questão. Os estudos selecionados foram publicados entre os anos de 1994 à e 2011, sendo os esses encontravam-se na língua portuguesa e na língua inglesa. Com relação a trabalhos que abordavam as definições e características da SDRA/SARA e das MRA foram encontrados vinte e oito artigos. Já com relação as técnicas terapêuticas que abordavam as MRA na SDRA/SARA foram selecionados quatorze trabalhos. Entre estes artigos cinco abordaram o uso da PCV nas manobras de recrutamento e outros cinco o uso da VCV; três a investigaram a da posição prona na patologia em questão, enquanto que somente um artigo abordou o uso do pressão positiva contínua nas vias aéreas(CPAP).

#### 4.1- Uso da PCV nas MRA

O uso do modo PCV nas MRA em indivíduos com SDRA/ SARA foi abordado nos estudos de FUGINO et al (2001), BURN et al. (2011), e OKAMOTO et al. (2003), ALBERT et al. (2008), BARBAS et al. (2003). O estudo prospectivo randomizado de FUGINO et al (2001), objetivou comparar o efeitos da PCV e do CPAP em dezenove modelos animais com SDRA/SARA. Neste trabalho as cobaias foram divididas em três grupos, sendo que o primeiro foi submetido ao CPAP de 40cmH<sub>2</sub>O por 60 segundos; o segundo à 40 cm H<sub>2</sub>O de PEEP com PCV de 20 cmH<sub>2</sub>O, enquanto que o terceiro grupo não recebeu nenhum tipo de MRA, visto que cada MRA foi repetida por quatro vezes, a cada 30 minutos. Foram verificados aumentos significativos em relação aos outros dois grupos no que se refere PaO<sub>2</sub> no grupo de MRA à PCV, mas tal ganho só foi evidenciado após a segunda manobra de recrutamento. Deste modo, os autores concluíram que o recrutamento máximo do pulmão foi obtido com PEEP de 40 cmH<sub>2</sub>O e 20 cmH<sub>2</sub>O de PCV, sem que estas provocassem danos fisiológicos ou histológico.

No trabalho de BURNS et al. (2011), foi efetuada uma revisão sistemática e uma meta análise de 10 estudos controlados e randomizados (RCT'S), cujo objetivo foi comparar as estratégias de PCV e de proteção pulmonar com as mais tradicionais estratégias de ventilação mecânica em adultos com SDRA/SARA e com lesão pulmonar aguda. Os autores não encontraram significância estatística nos resultados, contudo esses resultados foram considerados clinicamente importantes no que se refere a redução da mortalidade hospitalar de indivíduos com LPA que foram ventilados com estratégias de proteção pulmonar. Além disso, foi verificado que a ventilação de proteção pulmonar não promoveu o desenvolvimento de barotrauma, no entanto, o uso de bloqueadores neuromusculares aumentou significativamente com a realização deste método de ventilação. Já no estudo realizado por OKAMOTO et al. (2003) os pesquisadores realizaram a MRA de forma gradativa, a qual



usava uma pressão controlada de 15 cmH<sub>2</sub>O, associada a valores crescentes de PEEP, os quais variaram de 25 a 45 cmH<sub>2</sub>O, sendo que tais acréscimos eram realizados com 5 cmH<sub>2</sub>O a cada vez. Os pesquisadores concluíram que nesta técnica de MRA o recrutamento obtido foi mantido pelo intervalo de 6 horas, sendo necessária a utilização de um valor de PEEP para manutenção do efeito.

No estudo de ALBERT et al. (2008), foi analisada a dinâmica do recrutamento ao nível dos alvéolos de ratos, sendo que os pulmões das cobaias foram lavadas com soro a fim de simular a SDRA/SARA. Os pulmões foram recrutados em três níveis de pressão, 20, 30 e 40 cmH<sub>2</sub>O durante o período de 40 segundos, e o recrutamento dos alvéolos foi quantificado pela análise de imagens de computador. Foi verificado que a maior parte do recrutamento alveolar ( $78,3 \pm 7,4$  e  $84,6 \pm 5,1\%$ ) ocorreu nos primeiros 2 segundos após a aplicação de pressões de 30 e 40 cmH<sub>2</sub>O, respectivamente. Além disso, verificou-se que ocorreu pouco recrutamento entre os intervalos de 2 a 40 segundos, fato este que foi evidenciado em todos os níveis de pressão aplicados. Deste modo, os pesquisadores concluíram que o recrutamento alveolar é determinado pela magnitude da pressão e pelo período de tempo. Logo, para os autores, futuramente esta dependência temporal do recrutamento alveolar associada a estudos sobre a fisiologia da dinâmica do recrutamento poderá favorecer no desenvolvimento da MRA ideais para a SDRA/SARA, o que conseqüentemente irá beneficiar a função pulmonar e minimizará o estresse mecânico causado pela VM.

O estudo randomizado de BARBAS et al. (2003) investigou o uso de diferentes valores de PCV na realização das MRA. Neste trabalho os pacientes foram organizados em dois grupos, sendo que o primeiro recebeu três ciclos de PCV de 40 cmH<sub>2</sub>O por 6 segundos em três horas; enquanto que segundo grupo foi ventilado em 3 ciclos de 40, 50, 60 cmH<sub>2</sub>O durante 6 segundos, em 4 horas. Os autores observaram que o grupo que foi ventilado com 3 ciclos de 40, 50, 60 cmH<sub>2</sub>O durante 6 segundos, no período de 4 horas ocorreu um incremento

adicional da relação  $PaO_2/FiO_2$  após 1 h e 6 h, sem deterioração hemodinâmica, quando comparados aos resultados obtidos no grupo ventilado a um valor contínuo de PCV.

#### 4.2-Uso da VCV nas MRA

Os artigos de PEREIRA et al. (2005), BUGEDO et al. (2005), VILLAGRA et al. (2002), PUYBASSET et al. (2000), e de MEADE et al. (2008) abordaram o uso do modo VCV nas MRA de pacientes acometidos por SDRA/ SARA. O artigo de revisão de PEREIRA et al. (2005) demonstrou que entre os sete protocolos revisados, quatro estudos utilizavam o modo VCV durante as MRA. Entre estes protocolos foi verificada uma variação relacionada aos valores de VC, entre 6 a 10mL/kg; valores de PEEP entre 10 à 55 cmH<sub>2</sub>O, assim como foram usados valores de PEEP referentes ao cálculo da PEEP ideal. Os autores evidenciaram que manobras de recrutamento alveolar e a posição prona parecem contribuir significativamente no tratamento de pacientes com SDRA/SARA com a finalidade de melhorar a oxigenação e minimizar as complicações decorrentes da hipoxemia refratária e diminuição da complacência pulmonar.

No trabalho de BUGEDO et al. (2005), o qual objetivou avaliar a interação existente entre o uso da PEEP e do VCV nas MRA, foi verificado que o maior recrutamento ocorreu com o uso de PEEP de 20 a 30 cmH<sub>2</sub>O, sendo evidenciado aumento do volume pulmonar, embora tenha ocorrido a diminuição na saturação arterial quando a PEEP era reduzida para zero. Já no estudo de VILLAGRA et al. (2002) no qual os pacientes eram ventilados á volumes correntes menores que 8mL/Kg e o nível de PEEP variava entre 3-4 pontos acima do ponto de inflexão da curva P-V, durante 2 minutos; foram evidenciados aumento da complacência, diminuição da pressão de platô, aumento da oxigenação, aumento do volume espiratório final na SDRA primária; entretanto os valores de PaCO<sub>2</sub> e pH aumentaram durante a MRA, não sendo observado retorno aos níveis basais dos pacientes acometidos com SARA secundária.

O estudo de PUYBASSET et al. (2000), o qual realizou a MRA em 71 pacientes utilizando VCV, com  $FiO_2$  de 100% e PEEP de 10  $cmH_2O$ , com realização de tomografia computadorizada logo após as MRA; foi observado, através da monitorização hemodinâmica, que a PEEP aumentou significativamente os valores de  $PaO_2$ , assim como da diferença arteriovenosa, a pressão atrial e a pressão nos capilares pulmonares, além de reduzir a  $Q_s/Q_t$ , a  $PaCO_2$  e o índice cardíaco. Deste modo, os autores concluíram que o recrutamento induzido pela PEEP foi similar nos lobos superiores e inferiores, sendo que em 54% dos pacientes, este recrutamento esteve associado a superdistensão alveolar. No RCT desenvolvido por MEADE et al. (2008) o objetivo foi comparar uma estratégia de ventilação de baixos volumes correntes com uma técnica experimental que combinava baixos volumes correntes associados as MRA e a altas PEEP. Os autores verificaram que no grupo intervenção os valores dos volumes correntes permaneceram similares em ambos grupos, e que a PEEP média foi de 14,6 $cmH_2O$  no grupo experimental (+- 3,4  $cmH_2O$ ) e de 9,8  $cmH_2O$  no grupo controle (+- 2,7  $cmH_2O$ ) durante as primeiras 72 horas ( $p < ,001$ ). Quanto as taxas de mortalidade hospitalar dos grupos, essas foram de 36,4% e 40,4%, nos grupos intervenção e controle respectivamente. As taxas de barotrauma foram 11,2% no grupo intervenção e 9,1% no grupo controle, sendo que o grupo intervenção apresentou taxas mais baixas de hipoxemia refratária, 4,6% ,em relação ao grupo controle, a qual foi de 10,2%. Os autores concluíram que para pacientes com LPA e SDRA o uso de uma estratégia ventilatória multifacetada desenvolvida resultou em poucas diferenças significativas nas taxas de mortalidade hospitalar, assim como no surgimento de barotraumas comparado aos dados referentes a um protocolo de ventilação com uso de baixo volume corrente.

#### 4.3 Uso do CPAP nas MRA

O trabalho de XIU et al. (2010), abordou o uso da Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), em indivíduos acometidos com SARA/SDRA. Nesse estudo foi utilizado

CPAP de 40 cmH<sub>2</sub>O durante 40 segundos, associado ao uso de baixos volumes pulmonares, 6-8 mL/Kg, sendo que tais manobras foram realizadas a cada 8 horas nos primeiros 5 dias, ou foi interrompida após 5 dias quando o paciente atingia o padrão necessário para desmame. Os resultados obtidos mostraram que o grupo intervenção apresentou melhora significativa nos valores da relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> no 1º e no 2º dia de recrutamento. Também foi verificado que não houve diferenças significantes entre os dois grupos no que se refere à mortalidade hospitalar (41,8%; 56,4%, p=0,13), assim significância estatística no que se refere aos dias livres da ventilação. Não houve diferença significativa na pressão sanguínea e nas taxas cardíacas após 30, 60, e 120 minutos da realização das MRA, assim como não ocorreram barotraumas. Os pesquisadores evidenciaram que a taxa de mortalidade nos CTI, a taxa de sobrevivência sem ajuda do ventilador durante pelo menos 48 horas consecutivas, assim como a ausência de falência de órgãos extra pulmonares foi melhor observada no grupo submetido as manobras de recrutamento alveolar.

#### 4.4 Uso da posição prona nas MRA

Na revisão narrativa da literatura publicada por COSTA et al. (2009), foram revisados artigos referentes ao uso da PCV nas manobras de recrutamento alveolar, e trabalhos que abordavam a posição prona associada as MRA na SDRA/SARA. Os autores concluíram que as MRA 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. Contudo, segundo COSTA et al (2009), ainda existem poucos estudos sobre a associação de tais técnicas na SDRA/SARA, sendo necessário assim o aumento no número de tais estudos a fim de afirmar cientificamente a associação de tais técnicas na patologia em questão. Em 2001, o estudo randomizado de GATTINONI et al (2001), objetivou avaliar o impacto da posição prona na sobrevivência de pacientes com SDRA/SARA. Neste trabalho a técnica do

posicionamento em prono foi comparada ao tratamento convencional, realizado em supino em 304 pacientes, os quais foram divididos em dois grupos, os quais foram submetidos tais posicionamentos durante 6 a 10 horas por 10 dias. Os autores verificaram que a taxa de mortalidade dos pacientes durante o período do estudo foi de 23%; o risco relativo de morte de grupo intervenção no final do estudo comparado aos dados do grupo que permaneceu em supino foi de 0.84%.

O estudo de TACCONE et al. (2009) objetivou avaliar os benefícios da posição prona em pacientes com hipoxemia moderada e grave e em indivíduos com SDRA/SARA. Neste RCT 342 indivíduos foram organizados em dois grupos, no qual o primeiro foi ventilado na posição supina e o grupo intervenção recebeu VM na posição prona, durante 20 horas diárias. O estudo verificou que os pacientes de ambos os grupos tiveram evoluções semelhantes com relação as taxas de mortalidade no 28º dia de estudo (  $P = .72$ ) e em 6 meses (  $P = .33$ ). A mortalidade em 28 dias dos pacientes com SDRA/SARA grave foi 37,8% no intervenção e 46,1% no grupo supino (  $P = .31$ ), enquanto que a mortalidade em 6 meses foi 52,7% e 63,2%, no grupo que permaneceu na posição supina. (  $P = .19$ ). Logo, os autores concluíram que a posição prona não promove melhoria estatisticamente significativa na sobrevivência de pacientes com SDRA/SARA, assim como em grupos de pacientes com hipoxemia moderada e severa.

## **5. Discussão**

Como evidenciado nos resultados foram revisados quarenta e dois artigos sendo que quatorze artigos que abordavam as MRA como técnica terapêutica na SDRA/SARA. Entre estes cinco investigaram o uso da PCV nas manobras de recrutamento; outros cinco trabalhos discutiram uso da VCV, um artigo abordou CPAP; três abordaram o uso da posição prona.

Nesta revisão da literatura não foi evidenciado um consenso quanto ao melhor modo ventilatório capaz de promover o recrutamento alveolar mais eficiente para os indivíduos acometidos por SDRA. Tal discordância foi explorada por FUGINO et al. (2002), o qual comparou o uso do CPAP com a PCV como MRA, sendo verificado que ocorreu recrutamento máximo do pulmão nas cobaias ventiladas à PCV de 20 cmH<sub>2</sub>O e PEEP de 40 cm H<sub>2</sub>O. O uso da PCV como MRA também foi afirmado em OKAMOTO et al. (2003), trabalho este que evidenciou que o uso da PCV associada a aumentos crescentes da PEEP são capazes de manter o recrutamento obtido por 6 horas, sendo necessária a utilização de um valor de PEEP para manutenção deste efeito. Entretanto, também foram encontrados resultados positivos relacionados ao uso do VCV na MRA em indivíduos com SDRA/SARA, verificando-se um alto grau de recrutamento com o uso deste modo ventilatório e da PEEP 20 a 30 cmH<sub>2</sub>O (BUGEDO et al. (2005); assim como ao uso do CPAP abordado no estudo de XIU et al.(2010) no qual foi evidenciada redução na taxa de mortalidade e aumento na taxa de sobrevivência sem ajuda do respirador durante pelo menos 48 horas consecutivas, quando comparados aos resultados obtidos pelo grupo controle.

Nos trabalhos revisados foram utilizados diferentes valores de PEEP para realização das MRA. De acordo com BARBAS et al. (2003) e DE MATOS et al. (2004), um valor suficientemente alto da PEEP deve ser usado para evitar a redução de volume pulmonar após as MRA. Estes estudos sugerem que o nível de PEEP deve estar entre 15-25 cmH<sub>2</sub>O a fim de manter os alvéolos abertos. Entretanto, de acordo com DE MATOS et al. (2004) ainda é contraditório na literatura quais valores de PEEP devem ser utilizados nesses pacientes. Segundo o estudo de RODRIGUEZ et al. (1997), a escolha do melhor nível de PEEP deve estar associada à melhor complacência estática, assim como a menor repercussão hemodinâmica nos pacientes com SDRA/SARA. Já no estudo de BORGES et al. (2005) os autores defenderam o uso da PEEP acima do ponto de inflexão inferior da curva P<sub>x</sub>V, a fim

de minimizar a lesão induzida pela ventilação mecânica provocada pela abertura e fechamento cíclicos dos alvéolos, sendo o ponto de inflexão superior corresponde ao limite seguro de pressões a ser suportada pelos pulmões nas MRA. Tal importância do uso da PEEP como estratégia de prevenção a perda do recrutamento obtido pode ser evidenciado no estudo prospectivo de LIM et al.(2003), no qual que o grupo de pacientes submetido a MRA associada a uma PEEP após tal manobra, os valores de  $PaO_2$  foram maiores ao serem comparados aos resultados do grupo que recebeu somente a MRA.

O uso da posição prona unicamente e associada as MRA foi abordado entre os artigos revisados, entretanto entre estes foi verificado a existência de questionamentos relacionados à segurança da aplicação de tal método, assim como o momento ideal da evolução clínica do paciente para efetuar esta posição. De acordo com VENET et al. (2001); BLANCH et al. (1997); e LEE et al. (2002), a posição prona é um método de recrutamento alveolar, que tem sido utilizado como técnica adjuvante na SDRA, a qual promove melhora na oxigenação arterial do indivíduo, sem provocar um impacto na sobrevida do mesmo. Esta associação da melhora nas taxas de sobrevida com o uso da posição prona foi verificada no trabalho de GATTINONI et al. (2001), no qual os autores evidenciaram a redução da mortalidade de indivíduos, que apresentavam  $PaO_2/FIO_2$  menor do que 88; submetidos à ventilação na posição prona, fato este que, segundo os autores, justifica o uso de tal técnica em pacientes considerados mais graves. Entretanto, tal indicação pode ser questionada por meio do estudo de VENET et al. (2001), uma vez que neste trabalho foi evidenciado que nos primeiros dias de evolução clínica pacientes com SDRA/SARA podem ser mais beneficiados com a redução da taxa de mortalidade, comparados a realização de tal técnica em indivíduos com mais dias de evolução da patologia. Contudo, em 2009 os resultados do trabalho TACCONE et al diferiram dos benefícios acima citados, visto que nesse RCT foi verificado que a posição

prona não promoveu benefício estatisticamente significativo referente à sobrevida de pacientes acometidos com SDRA/SARA.

Na presente revisão de literatura foi evidenciado que entre os trabalhos revisados as MRA promoveram poucas alterações hemodinâmicas aos indivíduos com SDRA/SARA. O trabalho de XIU et al. (2010) mostrou que o número de dias sem lesões em órgãos extra pulmonares foi significativamente maior no grupo submetido as manobras de recrutamento alveolar em relação ao grupo controle. Tal abordagem também foi feita no trabalho de SLUTSKY et al. (1998 ), o qual explorou a hipótese de que a ventilação mecânica pode ser o papel central no início e na propagação de uma resposta inflamatória sistêmica, a qual pode conduzir ao aparecimento da Síndrome de disfunções em múltiplos órgãos (SDMO), promovendo assim um efeito significativo na mortalidade dos indivíduos com SARA. Deste modo, segundo os autores a melhora na função destes órgãos por meio das MRA pode exercer um importante papel na sobrevivência de pacientes com SDRA. Além disso, os estudos de DOS SANTOS et al. (2000), LAPINSKY et al. (2005) e de RICHARD et al. (2003) mostraram que a abertura da unidades alveolares previamente colapsadas favorecem na prevenção ao aparecimento de lesões por cisalhamento do epitélio pulmonar. Já os trabalhos de RANIERI et al. (1999) e de LAFFEY et al. (2000) mostraram a existência de uma relação entre as estratégias de proteção pulmonar com a menor liberação de citocinas e de mediadores inflamatórios no sangue, assim como na atenuação da resposta sistêmica local em indivíduos com SDRA, fatores os quais favorecem a melhora clínica destes pacientes.

A necessidade de utilizar métodos de imagem para observar os efeitos da manobra de recrutamento com altas pressões foram questionados por OKAMOTO et al. (2003). Esse estudo mostrou uma boa correlação entre  $PaO_2/FIO_2$  e recrutamento alveolar em dezessete pacientes, sendo que a relação  $PaO_2/FIO_2$  se manteve após 6 horas da manobra de recrutamento alveolar, sendo necessário salientar que os pacientes não foram desconectados



do sistema. Logo, segundo os autores, devido às dificuldades e ao risco do deslocamento do paciente com SDRA para TC de tórax convencional, tais resultados dão segurança para o uso da relação  $PaO_2/FIO_2$  como bom marcador de recrutamento. Tal correlação também foi estudada no trabalho de BORGES et al. (2002), o qual avaliou 11 pacientes com SDRA por meio da TC convencional. O estudo mostrou a quantificação de tecido colapsado e a relação  $PaO_2/FIO_2$  em diferentes manobras de recrutamento, fato este que permitiu estabelecer o padrão de variação entre porcentagem (%) de tecido colapsado inversamente proporcional ao valor da relação  $PaO_2/FIO_2$ , quando utilizadas as manobras de recrutamento.

## **6. Conclusão**

Foi evidenciado que as técnicas de recrutamento alveolar mais utilizadas nas MRA em pacientes com SDRA/SARA são: primeiramente o uso da PCV e da VCV como modo ventilatório, seguido da posição prona, e por último o CPAP. De acordo com a presente revisão as MRA se demonstraram seguras no tratamento de indivíduos com SDRA/SARA.

## 7.Referências bibliográficas

ALBERT, S.P; DIROCCO, J.; ALLEN, G.B; et al.The role of time and pressure on alveolar recruitment. **Journal of Applied Physiology**. Março 2009- vol. 106 no. 3; 757-765.

AMATO, M. B. P.; CARVALHO, C.R.R; VIEIRA, S.; et al. Ventilação Mecânica na Lesão Pulmonar Aguda / Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo. III CONSENSO BRASILEIRO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**.Vol. 19 N° 3, Julho-Setembro, 2007.

BARBAS, C.S.V. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. **Crit Care Med**, 2003; 31:S265-S271.

BERNARD, G.R; ARTIGAS, A, BRIGHMAM, K.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):818-824.

BLANCH, L.; et al. Short-term effects of prone position in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. **Intensive Care Med**, 1997; 23:1033-1039.BORGES, J.B.; AMATO, M.; VICTORINO, J.SARA:fisiopatologia e estratégias e estratégia ventilatória. In: **Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas**. Barueri: Manole; 2005. p.159-79.

BORGES, J.B.S. **Physiology of lung collapse and recruitment at airway pressures beyond 40 cmH<sub>2</sub>O on acute respiratory distress syndrome (dissertation)**. São Paulo, Brazil, University of São Paulo,2002.

BORGES, J.B.; AMATO, M.; VICTORINO, J.SARA:fisiopatologia e estratégias e estratégia ventilatória. In: **Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas**.

Barueri: Manole; 2005. p.159-79. BUGEDO, G.; BRUHN, A.; HERNÁNDEZ, G.; et al. Lung computed tomography during Associação das manobras de recrutamento alveolar e posição prona 203. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2009; 21(2):197-203a lung recruitment maneuver in patients with acute lung injury. **Intensive Care Med**. 2003;29(2):218-25.

BURNS, K.E.A.; ADHIKARI, N.J.; SLUTSKY, A.S.; et al. Pressure and Volume Limited Ventilation for the Ventilatory Management of Patients with Acute Lung Injury: A Systematic Review and Meta Analysis. **journal.pone**.0014623. January, 2011.

COIMBRA, R.; SILVERIO, C.C. Novas Estratégias de Ventilação Mecânica na Lesão Pulmonar Aguda e na Síndrome da Angústia Respiratória Aguda. **Revista Assoc Med Bras** vol.47 n.4 São Paulo Out.-Dez. 2001.

COSTA, D.C.; RIBEIRO, T.F.; ROCHA, E. Associação das manobras de recrutamento alveolar e posição prona na síndrome do desconforto respiratório agudo. **Rev Bras Ter Intensiva**. 2009; 21(2):197-203. XI.

DE MATOS, G.F.; BORGES, J.B.; STANZANI, F.; et al. Tidal recruitments decreases after stepwise recruitment maneuver: multislice thoracic CT analysis. **Am J Respir Crit Care Med** 2004;169:A 720.

DOS SANTOS, C.C., SLUTSKY, A.S. Invited review: mechanisms of ventilator-induced lung injury: a perspective. **J Appl Physiol** 2000; 89: 1645-1655.

FOTI, G., CEREDA, M., SPARACINO, M.M., A Effects of periodic lung recruitment maneuvers on gas exchange and respiratory mechanics in mechanically ventilated ARDS patients. **Intensive Care Med**, 2000; 26:501-507.

FUGINO, Y.; GODON, S.; DOLHNIKOFF, M. et al. Repetitive high pressure recruitment maneuvers required to maximally recruit lung in sheep model of acute respiratory distress syndrome. **Crit Care Med**, 2001; 28. 1579- 1588.

GATTINONI, L.; TOGNONI, G.; PESENTI, A.; et al. Effects of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. **N Engl J Med**, 2001; 345:568-573.

GONÇALVES, L. O.; CICARELLI, D. D. Manobra de recrutamento alveolar em anestesia: como, quando e por que utilizá-la **Rev. Bras. Anesthesiol.** v.55 n.6 Campinas Nov-Dez 2005.

HERRIDGE, M. S.; TANSEY, C.M. ; MATTÉ, A.; et al Functional Disability 5 Years after Acute Respiratory Distress Syndrome. **N Engl J Med** 2011; 364:1293-1304. April 7, 2011. **Anaesthesiology Intensive Therapy**, 2010, XLII, 4; 201-205.

LAFFEY, J.G.; KAVANAGH, B.P. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network: Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. **N Engl J Med** 2000; 342: 1301-1308.

LAPINSKY, S.E. MEHTA, S. Bench-to-bedside review: recruitment and recruiting maneuvers. **Crit Care** 2005; 9: 60-65.

LEE, D.L.; et al. Prone-position ventilation induces sustained improvement in oxygenation in patients with acute respiratory distress syndrome who have a large shunt. **Crit Care Med**, 2002; 30:1446-1452.

LIM, C.M.; JUNG,H.; KOH, Y.; 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.

MACHADO, M. G. R. **Bases da fisioterapia Respiratória terapia intensiva e reabilitação.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Cap. 27, p. 306-309.

MEADE, M. O.; COOK, D. J.; GUYATT, G. H.;et al. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. **JAMA.** Fevereiro/2008.Volume 299,nº6. 637-645.

OKAMOTO, V.N.; BORGES, J.B.; JANOT, G.F.; et al. Safety and efficacy of a stepwise recruitment maneuver in ADRS/ALI patients- preliminary results of a clinical study. **Am J Respir Crit Care Med,** 2003; 167:A616.

PEREIRA, F.C; SIMONINI, F.; PEREIRA, M.; et al. Protocolos de recrutamento alveolares em pacientes portadores da Síndrome da angustia Respiratoria. **Arq. ciênc. saúde;**12(1):32-36, jan.-mar. 2005.

PRESTO, B.; PRESTO, L. D. N. **Fisioterapia Respiratória – Uma Nova Visão.**Ed. Bruno Presto: 2005.

PUYBASSET,L.; GUSMAN, P.;MULLER, J.C.; et al.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.

RANIERI, V.M.; SUTER,P.M.; TORTORELLA, C.; et al. Effect of mechanical ventilation on inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. **JAMA** 1999; 282: 54-61.

RICHARD, J.C., MAGGIORE, S., MERCAT, A. Where are we with recruitment maneuvers in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome? *Curr Opin Crit Care* 2003; 9: 22-27.

RODRIGUES, C.C.; ASSAF, M. Síndrome da angustia respiratória do adulto(SARA).In: Tarantino AB.**Doenças pulmonares**. 4ªedição. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 845-63.

ROTHEN, H.U.; NEUMANN, P., BERGLAND,.E, Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia **Br J Anaesth**, 1999; 82:551-556.

RUBENFELD, G.D., CALDWEEL E, PEABODY E et al - Incidence and outcomes of acute lung injury. **N Engl J Med**, 2005;353:1685-1693.

RUBENFELD,G.D.Epidemiology of acute lung injury. **Crit Care Med**, 2003; 31:(Suppl4): S276-S284.

SARMENTO, G.J. V. **Fisioterapia Respiratória no paciente Crítico: Rotinas Clínicas**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2005.

SARMENTO, G. J. V. F. **Fisioterapia Respiratória no paciente Crítico**. 2. Ed. Barueri-SP: Manole, 2007, Cap.23, p. 202-222.

SILVA, L. C. C.; TEIXEIRA, P. J. Z. **Doenças Respiratórias Graves – Manejo Clínico** 1ed. **Revinter**, 2003.

SLUTSKY, A.S.; TREMBLAY, L.N. Multiple system organ failure. Is mechanical ventilation a contributing factor? **Am J Respir Crit Care Med** 1998; 157: 1721-1725.

TACCONE, O.; PESENTI, A.; LATINI, R.; et al. Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. **JAMA** 2009 Nov 11;302(18):1977-84.

VENET, C., et al. The oxygenation variations related to prone positioning during mechanical ventilation: a clinical comparison between ARDS and no-ARDS hypoxemic patients. **Intensive Care Med** 2001; 27:1352-1359.

VILLAGRA, A.; OCHAGAVIA, A.; VATUA, S. et al. Recruitment maneuvers during lung protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. **Am J Respir Crit Care Med**. 2002;165(2):165-70.

XIU, M.; JIANG, L.; ZHU, B. Clinical efficacy and safety of recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome using low tidal volume ventilation: a multicenter randomized controlled clinical trial. **Chin Med J**. 2010;123(21):3100-3105.

ZANETTE J. A.: A utilização da PEEP ideal como recrutamento alveolar na Síndrome da Angústia respiratória Aguda (SARA). **Fisiointensiva**, 2006; arq. 1191738930.