

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

RAISSA MARIA LAPA

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL
PADRÃO (POP) PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RECRUTABILIDADE
ALVEOLAR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO HFAG.

RIO DE JANEIRO

2019

RAISSA MARIA LAPA

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL
PADRÃO (POP) PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RECRUTABILIDADE
ALVEOLAR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO HOSPITAL DE
FORÇA AÉREA DO GALEÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Pesquisa Biomédica.

Orientadores: Alysson Roncally S. Carvalho

Luciana Moisés Camilo

Coorientadora: Mariana Boechat de Abreu

RIO DE JANEIRO

2019

Agradecimentos

A oportunidade de levar o conhecimento da bancada para a beira do leito é algo magistral, contudo, a realidade do Brasil ainda estabelece um grande abismo entre as universidades e as unidades de assistência. Infelizmente ainda não vivemos a cultura do incentivo à Ciência e à Pesquisa.

Abdicados profissionais fazem esforços hercúleos para estudarem os problemas que afligem a nossa sociedade e encontrar as soluções mais adequadas para garantir a qualidade de vida das pessoas.

Sempre busquei a proximidade da prática médica com o conhecimento produzido na Universidade bem como as inovações e ideias que dela advém. A Medicina Translacional tem se consolidado como especialidade em todo o mundo e vem contribuindo para tornar o conhecimento científico próximo da comunidade.

Com intuito de aprimoramento contínuo e lapidação da minha prática médica, busquei a proximidade com o grupo de pesquisa do laboratório de Fisiologia Pulmonar do IBCCF. Agradeço aos meus orientadores, Mariana, Luciana e Alysson, por confiarem no meu trabalho e compartilharem as suas vivências e conhecimentos.

Ao Hospital de Força Aérea do Galeão, por oportunizar a minha empreitada de aperfeiçoamento profissional com vistas também a retribuir a instituição com o conhecimento gerado.

Aos pacientes, meu eterno respeito e compromisso.

À minha mãe e irmãs pelo incentivo e apoio desde sempre.

À Katia pela troca de conhecimento e aprendizado constantes durante essa árdua jornada.

Ao meu marido Marco, que chegou e encontrou o trem já se deslocando, mas sem o qual eu não teria conseguido chegar à estação final.

Resumo

LAPA, Raissa Maria. *Elaboração e implementação de um procedimento operacional padrão (POP) para o protocolo de avaliação do potencial de recrutabilidade alveolar na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Força Aérea do Galeão*. Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Palavras-chave: Síndrome de Desconforto Respiratório Agudo, Manobras de Recrutamento Alveolar, Titulação de PEEP, Unidade de Terapia Intensiva, VM, Procedimento Operacional Padrão

Várias técnicas de diagnóstico à beira do leito foram propostas para avaliar o potencial de recrutabilidade pulmonar em pacientes que apresentam a síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), sendo uma delas a MRA seguida de titulação decrescente da Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP). O presente trabalho objetivou elaborar e implementar um Procedimento Operacional Padrão (POP) para o recrutamento alveolar e ajuste individualizado da PEEP através de sua titulação decrescente no serviço da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG). Foram selecionados pacientes internados na UTI do HFAG que estavam em VM há menos de 24h e com diagnóstico de SDRA, no período de 2016 a 2017. Durante a MRA, o paciente foi adaptado em modalidade de ventilação controlada a pressão (PCV) com variação de pressão de vias aéreas de 15 cmH₂O, FR: 10 incursões respiratórias por minuto, tempo inspiratório de 3 segundos, com relação I:E de 1:1 e FiO₂: 100%. A PEEP foi ajustada em 25 cmH₂O, depois em 30 e então em 35 cmH₂O, permanecendo por 30 segundos em cada degrau. Após a manobra de recrutamento, a PEEP foi ajustada em 25 cmH₂O, ponto a partir do qual se iniciou a titulação decrescente rápida da PEEP em passos de 2 cmH₂O, com 30 segundos em cada degrau, finalizando em 5 cmH₂O. Essa manobra objetivou identificar os valores de *driving pressure* (dP) do sistema respiratório. O potencial de recrutabilidade pulmonar foi obtido com a análise da morfologia das curvas da dP em função das PEEP,

à beira leito . Sete pacientes foram selecionados, de forma que todos atendiam aos critérios para a realização da MRA. No entanto, 4 pacientes apresentaram titulações com comportamento da dP desfavorável com o aumento da PEEP, 1 paciente teve a dP inalterada durante todo o ensaio de PEEP e 2 pacientes apresentaram potencial de recrutabilidade, sugerindo benefícios da PEEP como estratégia protetora. De acordo com as premissas de que a SDRA se apresenta de formas distintas, gerando respostas individuais às estratégias ventilatórias e desfechos variados apresentados na literatura, reforça-se o racional da customização da ventilação e formas de entender a mecânica ventilatória individualizada à beira leito para a eleição dos pacientes recrutáveis ou não. Esses resultados fomentaram a importância da implementação de um POP que serve de ferramenta à beira leito para a equipe multiprofissional do HFAG, que assiste ao paciente crítico contribuindo para uma assistência individualizada e eficaz.

Abstract

LAPA, Raissa Maria. Elaboration and implementation of a standard operating procedure (POP) for the protocol for assessing the potential for alveolar recruitment in the Intensive Care Unit of the Galeão Air Force Hospital. Rio de Janeiro, 2019. Dissertation (Professional Master of Training for Biomedical Research) - Biophysics Institute Carlos Chagas Filho, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Keywords: Acute Respiratory Distress Syndrome, Alveolar Recruitment Maneuvers, PEEP Titration, Intensive Care Unit, Mechanical Ventilation, Standard Operating Procedure.

Several bedside diagnostic techniques have been proposed to assess the potential for pulmonary recruitment in patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS), one of them is the alveolar recruitment maneuver (ARM) followed by decreasing titration of end-expiratory positive pressure (PEEP). The present work aimed to elaborate and implement a Standard Operating Procedure (SOP) for alveolar recruitment and individualized adjustment of PEEP through its decreasing titration in the service of the Intensive Care Unit of the Galeão Air Force Hospital (HFAG). HFAG ICU patients who had been on mechanical ventilation for less than 24 hours and diagnosed with ARDS from 2016 to 2017 were selected. During ARM, the patient was adapted to pressure-controlled ventilation (PCV) with a variation of 15 cmH₂O airway pressure, RR: 10 irpm, inspiratory time 3 seconds, with 1: 1 I: E ratio and FiO₂: 100%. PEEP was adjusted to 25 cmH₂O, then 30 and then 35 cmH₂O, remaining for 30 seconds at each step. After the recruitment maneuver, the PEEP was adjusted to 25 cmH₂O, from which the rapidly decreasing PEEP titration in 2 cmH₂O steps was started, with 30 seconds at each step, ending at 5 cmH₂O. This maneuver aimed to identify the driving pressure (dP) values of the respiratory system. The pulmonary recruitment potential was obtained by analyzing the morphology of the dP curves as a function of bedside PEEP. Seven patients were selected so that all met the criteria for performing ARM. However, 4 patients had titers with unfavorable dP behavior with increased PEEP, 1 patient had unchanged dP throughout the PEEP trial and 2 patients had recruitability potential, suggesting benefits of PEEP as a

protective strategy. Individual responses to the ventilatory strategies and varied outcomes presented in the literature, the rationale for ventilation customization and ways of understanding individualized bedside ventilatory mechanics is reinforced. election of recruitable patients or not. These results fostered the importance of implementing a SOP as a bedside tool for the HFAG multiprofessional team, which assists critically ill patients and contributes to individualized and effective care.

Lista de Ilustrações

Figuras

Figura 1 - Seleção de pacientes potencialmente recrutáveis	27
Figura 2 - Posicionamento da equipe.....	30
Figura 3 - Protocolo de Recrutamento alveolar e titulação da PEEP baseada na <i>driving pressure</i>	30
Figura 4 – Desenho do estudo.....	31
Figura 5 - Comportamento da <i>driving pressure</i> em função da PEEP durante titulação decrescente da PEEP.....	35
Figura 6 - Comportamento da PAM em função da PEEP durante titulação decrescente da PEEP.....	36
Figura 7 - Protocolo Operacional Padrão para Recrutamento alveolar e Titulação de PEEP.....	37

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dados demográficos e clínicos.....	28
Tabela 2 - Dados gasométricos pré e pós MRA.....	28

Lista de Abreviaturas e Siglas

ARDSnet	do inglês, <i>Acute Respiratory Distress Syndrome Networking</i>
cmH ₂ O	centímetros de água
CSR	complacência do sistema respiratório
CPAP	do inglês, <i>continuous positive airway pressure</i> , pressão positiva contínua nas vias aéreas
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
dP	do inglês, <i>Driving Pressure</i>
Ers	do inglês, Elastância do sistema respiratório
FiO ₂	Fração inspirada de Oxigênio
HFAG	Hospital de Força Aérea do Galeão
IMC	Índice de Massa Corpórea
mmHg	milímetros de mercúrio
MRA	Manobra de recrutamento alveolar
NYHA	do inglês, <i>New York Heart Association</i>
OLA	do inglês, <i>Open lung approach</i>
PaCO ₂	Pressão parcial arterial de dióxido de carbono
PaO ₂	Pressão parcial arterial de oxigênio
PaO ₂ /FiO ₂	Relação pressão parcial arterial de oxigênio e Fração inspirada de oxigênio
PAM	Pressão arterial média
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
PCI	Peso corporal ideal
PCV	do inglês, <i>Pressure Controlled Ventilation</i> , ventilação por pressão controlada
PEEP	do inglês, <i>Positive Expiratory End Pressure</i> , pressão positiva ao final da expiração

PEEPminErs	PEEP de mínima elastância
POP	Protocolo operacional padrão
RASS	do inglês, <i>Richmond Assessment Sedation Scale</i>
SDRA	Síndrome de Desconforto Respiratório Agudo
SOFA	do inglês, <i>Sequential Organ Failure Assessment</i>
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VCV	do inglês, <i>Volume Controlled Ventilation</i> , ventilação controlada a volume
VILI	do inglês, <i>ventilatory induced lung injury</i> , lesão pulmonar induzida pela VM

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Ventilação Mecânica e pacientes críticos	13
1.2 Síndrome do desconforto respiratório agudo e lesão pulmonar induzida pela VM	15
1.3 Estratégias ventilatórias protetoras na SDRA	18
1.4 Driving Pressure e recrutamento alveolar.....	19
2.OBJETIVOS.....	23
Objetivo primário	23
Objetivos secundários	23
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1 Seleção dos pacientes	24
3.1.1 Inclusão no Estudo.....	24
3.1.2 Seleção de pacientes recrutáveis.....	25
3.2 Elaboração do POP inicial.....	27
3.3 Aplicação do POP inicial em pacientes selecionados	27
3.3.1 Monitorização do paciente selecionado e preparação da equipe	27
3.3.2 Execução da MRA e titulação decrescente da PEEP	29
3.4 Reavaliação e elaboração do POP final	31
4. RESULTADOS.....	32
5. DISCUSSÃO.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
APÊNDICE	55
ANEXO	58

1.INTRODUÇÃO

1.1 Ventilação Mecânica e pacientes críticos

A Medicina de cuidados críticos é uma especialidade jovem e desde a sua criação tem sido fortemente dependente de tecnologia. A monitorização invasiva tem o seu início na monitorização contínua do ritmo e da frequência cardíaca. Desde o desenvolvimento do cateterismo cardíaco direito até a adaptação do ecocardiograma para uso em choque, os intensivistas utilizam a tecnologia para monitorar a hemodinâmica. O cuidado do doente crítico foi impulsionado por pesquisadores que procuraram oferecer terapia de substituição renal para pacientes instáveis e trabalharam para melhorar monitoramento da saturação de oxigênio. A evolução da ventilação mecânica para pessoas gravemente enfermas incorpora inúmeros avanços tecnológicos. (SLUTSKY, 2015)

A unidade de terapia intensiva é uma área dentro de uma instalação hospitalar equipada com tecnologias avançadas, como ventiladores e pessoal treinado para fornecer cuidados intensivos e avançados de suporte à vida para pacientes críticos. Essa unidade pode ser geral ou especializada e pode ser organizada por sistemas, problemas (UTI neurológica, queimados, politraumatizado, clínica ou cirúrgica) ou por grupos etários (adulto, pediátrica ou neonatal). São necessários recursos humanos e econômicos disponíveis para apoiar essas unidades. A literatura recomenda um modelo em que o pessoal dedicado da UTI, especificamente o médico intensivista, o enfermeiro, o fisioterapeuta e o farmacêutico, trabalhem em equipe. Além disso, este modelo de prática de grupo multidisciplinar deve ser conduzido por um médico de tempo integral, treinado em cuidados críticos. (NATES et al., 2016)

A VM é uma terapia que sustenta a vida para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda. O interesse pela VM aumentou significativamente nos últimos 15 anos desde a publicação os estudos do ARDSnet, grupo mundial de estudos da Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo que destacou a importância de uma estratégia de ventilação protetora do pulmão. (MACINTYRE, 2005)

A VM deve garantir as trocas gasosas e aliviar o trabalho da respiração quando os músculos respiratórios são sobrecarregados por um insulto agudo pulmonar ou sistêmico. Embora a VM não seja geralmente considerada um tratamento para insuficiência respiratória aguda *per se*, o manejo do ventilador merece atenção especial, pois a ventilação inadequada pode resultar em lesões nos pulmões ou nos músculos respiratórios e agravar a morbidade e a mortalidade dos pacientes. Os principais desafios clínicos incluem evitar a intubação em pacientes com insuficiência respiratória com técnicas não invasivas de suporte respiratório, fornecer ventilação pulmonar protetora para prevenir lesão pulmonar induzida pelo ventilador, manter a troca gasosa adequada em pacientes gravemente hipoxêmicos, evitar o desenvolvimento de disfunção do diafragma induzida pelo ventilador e diagnosticar e tratar os muitos mecanismos fisiopatológicos que impedem o desmame da VM. A personalização da VM com base nas características fisiológicas individuais e nas respostas à terapia pode melhorar ainda mais os resultados.(GOLIGHER,2016); (FERGUSON, 2016); (BROCHARD, 2016)

A maioria dos pacientes que necessitam de VM invasiva respondem bem a oxigenação e ventilação com pressão positiva. Alguns pacientes, no entanto, têm hipoxemia persistente, o que pode representar um perigo para o paciente e um desafio para a equipe. A compreensão dos aspectos fisiopatológicos e clínicos das doenças devem ser empregados para auxiliar nos ajustes ventilatórios necessários.(EVANS, 2001)

O que todos os trials publicados entre 1998 e 2017 tem em comum é a conclusão de que ventilar pacientes com volumes correntes baixos é uma estratégia protetora, isto é, associado com diminuição de mortalidade. A ideia de utilizar PEEP alta em quem se beneficia dela é o racional para utilizar a MRA de modo a minimizar as áreas de colapso e hiperdistensão alveolar reduzindo o surgimento de lesões decorrentes de abertura e fechamento cíclico de unidades alveolares. (PINHU et al., 2003)

1.2 Síndrome do desconforto respiratório agudo e lesão pulmonar induzida pela VM

A SDRA é uma lesão pulmonar inflamatória difusa aguda com diferentes graus de intensidade, que ocorre em resposta a um insulto pulmonar ou sistêmico que, invariavelmente, leva a anormalidades na troca gasosa (predominantemente à hipoxemia) e na mecânica pulmonar. Trata-se de uma síndrome que cursa com redução da complacência pulmonar, causando insuficiência respiratória aguda, tanto em crianças como em adultos.

A SDRA ocorre quando um evento como sepse ou aspiração maciça provoca inflamação, aumento da permeabilidade vascular pulmonar e extravasamento de fluido rico em proteína para o interstício e espaço alveolar. O processo inflamatório provoca inativação, destruição e diminuição da produção de surfactante, o que conduz ao aumento da tensão superficial na interface ar-fluido alveolar, que provoca atelectasia. Os achados radiológicos são de doença difusa, em ambos os pulmões, entretanto, as imagens tomográficas, as seções histológicas e os estudos fisiológicos indicam que a doença tem distribuição heterogênea. O *shunt* arterio-venoso, o desequilíbrio da ventilação-perfusão, e o espaço-morto elevado causam anomalias graves da troca gasosa. A fisiopatologia da SDRA é complexa e envolve múltiplas vias de sinalização sobrepostas, dependendo da etiologia. Os modelos de SDRA são importantes para elucidar os mecanismos subjacentes à patogênese, progressão e resolução desta síndrome, bem como desenvolver abordagens terapêuticas. (ROCCO, 2016); (NIEMAN, 2016).

A insuficiência respiratória que, por vezes, necessita de assistência ventilatória mecânica tem grande impacto na economia e nos recursos hospitalares e está associada à morbidade e mortalidade substanciais. A VM, que é a principal terapêutica no tratamento da SDRA e em insuficiência respiratória aguda, contribui com a morbidade e mortalidade destas situações clínicas, através de vários mecanismos possíveis, que incluem dano mecânico direto, indução da falha do surfactante, e estimulação de citocinas inflamatórias pulmonares e sistêmicas, denominada lesão pulmonar induzida pela VM (VILI).(MACINTYRE, 2005)

A insuficiência respiratória aguda é a indicação mais frequente de VM, segundo estatísticas mundiais. Entre os subgrupos de insuficiência respiratória aguda, a SDRA representa 12% dos pacientes ventilados. A incidência de SDRA varia de 1,5 a 8 casos por 100.000 habitantes. (ESTEBAN et al., 2000)

Em 2012, a última força-tarefa entre a European Society of Intensive Care Medicine (ESICM), a Society Critical Care Medicine (SCCM) e a American Thoracic Society (ATS) desenvolveram os novos critérios para SDRA, conhecidos como a Critérios de Berlim, que consistem em restringir a 7 dias o tempo entre o insulto e o desenvolvimento da SDRA; especificar melhor a natureza dos infiltrados na radiografia de tórax; requerer uma PEEP mínima de 5 cmH₂O para utilizar os valores da relação entre a pressão parcial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio (PaO₂/FiO₂) na definição de gravidade da hipoxemia; minimizar a necessidade de medidas invasivas de pressão de oclusão da artéria pulmonar na ausência de fatores de risco cardíacos; e integrar a lesão pulmonar aguda como um dos subgrupos de SDRA leve baseado no grau do distúrbio da oxigenação (leve, moderado e grave). Anexo 1

Achados em tomografia computadorizada mostraram que na SDRA existe uma distribuição heterogênea de edema pulmonar e atelectasia, juntamente com forças gravitacionais que explicam a presença do shunt. Conseqüentemente, a oxigenação pode ser incrementada aumentando-se o fluxo sanguíneo para regiões pulmonares bem ventiladas e, ao mesmo tempo, tentando melhorar o fornecimento de ar para unidades pulmonares atelectásicas dependentes. (GATTINONI et al., 2006)

O fluxo sanguíneo para regiões pulmonares bem ventiladas pode ser aumentado, por exemplo, pelo aumento do débito cardíaco, que exerce efeitos complexos na oxigenação, sendo que a oxigenação venosa mista é frequentemente melhorada (reduzindo o efeito do shunt intrapulmonar na oxigenação arterial), mas a fração de shunt é variavelmente aumentada ou diminuída, possivelmente dependendo da distribuição da lesão pulmonar.

O uso inadequado da VM no contexto da SDRA pode causar VILI. Estima-se que a VILI aumenta a mortalidade em pacientes com SDRA. Uma grande quantidade de pesquisas foi direcionada para o entendimento do mecanismo da

VILI e para o desenvolvimento de medidas clinicamente aplicáveis que podem ser usadas para guiar o clínico no ajuste da VM para minimizar seu surgimento. A base física da VILI é representada por um amplo espectro de possíveis insultos, a partir de uma excessiva deformação da matriz extracelular, até micro-fraturas em sua estrutura, podendo culminar com ruptura. (DE PROST et al., 2011a)

Qualquer um desses insultos físicos pode desencadear, em diferentes graus, uma resposta inflamatória. A quantificação desses processos, no entanto, é surpreendentemente inexistente. Intuitivamente, abaixo de um determinado limiar, o estresse e a tensão são bem tolerados, enquanto, além disso, a sequência "deformação não-fisiológica - micro-fratura - estresse-ruptura" se desenvolve. Cada um desses processos requer quantidades crescentes de energia oriundas da aplicação de forças mecânicas ao parênquima: barotrauma, volutrauma, atelectrauma e biotrauma. O barotrauma é causado por excesso de pressão aos alvéolos, o volutrauma é causado por hiperexpansão alveolar secundária a alto volume pulmonar com ou sem alta pressão. O atelectrauma é uma lesão do estresse por cisalhamento alveolar que ocorre com recrutamento alveolar repetitivo seguido de desrecrutamento. Biotrauma é a lesão dos alvéolos secundária à inflamação em que as citocinas são liberadas em resposta a injúrias mecânicas. (DE PROST et al., 2011a).

A VILI muitas vezes é subdiagnosticada e pode ser confundida com a injúria pulmonar causada diretamente pelos agentes microbiológicos nos casos de pneumonias. Isto nos faz pensar em quantos casos de VILI ocorrem sem que a própria equipe da assistência se dê conta e tome os cuidados para garantir uma ventilação customizada e segura. (SERPA NETO et al., 2012a)

O prognóstico da SDRA melhorou dramaticamente nas últimas décadas, em função do reconhecimento de parâmetros causadores da VILI. A redução do volume corrente administrado a pacientes mecanicamente ventilados e, portanto, do estresse aplicado em seus pulmões, contribuiu de forma inequívoca para a melhora dos desfechos, como demonstrado pelo estudo ARDS Net, que mostrou uma sobrevida 22% maior em pacientes que receberam baixo volume corrente (6 mL/kg) do que naqueles que receberam volumes correntes maiores (12 mL/kg). (GIRARD 2007); (BERNARD, 2007)

Entretanto, apesar da contribuição acerca da limitação do volume corrente na redução de mortalidade de pacientes com SDRA, a mesma ainda permanece alta e muitas estratégias ventilatórias tem sido propostas.

1.3 Estratégias ventilatórias protetoras na SDRA

Nas últimas décadas, os interesses têm sido voltados para o desenvolvimento de estratégias ventilatórias protetoras dos pulmões, baseadas em nossa compreensão das consequências iatrogênicas da VM, como VILI. Essas estratégias melhoraram notavelmente os desfechos clínicos em pacientes com insuficiência respiratória.(TERRAGNI et al., 2003)

Uma das primeiras concepções de uma estratégia ventilatória protetora para os pacientes com SDRA foi sugerida por Lachmann (LACHMANN, 1992) no editorial “Open up the lung and keep the lung open”, no qual, propõe a MRA (MRA) para abertura das pequenas vias aéreas ou alvéolos previamente colapsados com elevadas pressões inspiratórias, seguida por uma PEEP capaz de prevenir o colapso da via aérea inferior ou unidade alveolar. Em 1998, Amato et al.(AMATO et al., 1998) reportaram melhora da função pulmonar e redução da mortalidade, nos pacientes com SDRA, com o uso de uma estratégia ventilatória baseada na avaliação da mecânica pulmonar fazendo o uso de manobras de recrutamento alveolar seguida de ventilação com baixos volumes correntes. Nesta estratégia, após a MRA, a PEEP era ajustada ao nível do ponto de inflexão da curva pressão-volume do sistema respiratório acrescida de 2 cmH₂O e o volume corrente em 6 mL/kg (AMATO et al., 1998). Interessantemente, a combinação de baixos volumes correntes e níveis de PEEP ajustado pela FIO₂ também se mostrou eficaz na redução da mortalidade em um estudo conduzido pelo ARDSNetwork (ARDSnet, 2000). Neste estudo, a instituição de baixo VT (6 mL/kg) reduziu a mortalidade nos pacientes com SDRA de 40% para 31%, quando comparada com a ventilação com alto volume corrente (VT=12 mL/kg). Visando avaliar os efeitos da PEEP (PEEP alta versus PEEP baixa) sobre a mortalidade em pacientes com SDRA, o grupo ARDSNetwork publicou um estudo que foi interrompido precocemente, por não observar nenhuma diferença em termos de mortalidade.

Baixo volume corrente significa menor hiperdistensão alveolar e, portanto, se constitui em boa prática e recomendação de VM (BARBAS et al., 2014). Os níveis de PEEP podem, teoricamente, ser benéficos pela redução das regiões do pulmão não-aerado e pela diminuição da necessidade de oxigênio suplementar, reduzindo, assim, a toxicidade do oxigênio. (MEADE et al., 2008)

A monitorização à beira do leito é fundamental no manejo dos pacientes com insuficiência respiratória aguda, mas às vezes carece de definição sobre quais "sinais" e "variáveis derivadas" devem ser priorizados, bem como específicos relacionados ao tempo (contínuo *versus* intermitente) e modalidade (estática *versus* dinâmica). O uso adequado das técnicas de monitoramento disponíveis e a correta interpretação dos dados fornecidos podem ajudar a melhorar nossa compreensão dos processos da doença envolvidos e os efeitos das intervenções clínicas. (BROCHARD et al., 2012a) (PAPADAKOS, 2007); (DOOLEY, 2007). Em SDRA, a avaliação das diferenças na morfologia pulmonar e a relação com a diferenças nos parâmetros cardiorrespiratórios, na mecânica pulmonar pode interferir nos desfechos dos casos. (ROUBY et al., 2000)

O uso de PEEP alta pode às vezes melhorar a oxigenação, porém causa diminuição do débito cardíaco. Conseqüentemente, uma avaliação cardiovascular cuidadosa é necessária para monitorar e tratar hipoxemia, particularmente em vista dos efeitos deletérios das pressões positivas altas nas vias aéreas sobre a circulação pulmonar e a função ventricular direita. A ressuscitação volêmica minimiza o comprometimento hemodinâmico resultante do uso de altas pressões médias das vias aéreas. (TOTH et al., 2007)

1.4 Driving Pressure e recrutamento alveolar

Driving pressure é definida como a quantidade de deformação parenquimatosa cíclica imposta a unidades pulmonares preservadas ventiladas. Driving pressure tem relação com a complacência pulmonar, e leva em conta o pulmão dito funcional, isto é, aquele livre de doença. (AMATO et al., 2015)

Sabe-se que estratégias de VM que usam pressão inspiratória final (platô), volumes correntes mais baixos e PEEP podem melhorar a sobrevivência em pacientes com SDRA. Sabe-se também que a complacência do sistema respiratório (CSR) está fortemente relacionada ao volume do pulmão funcional

restante aerado durante a doença (denominado tamanho funcional do pulmão). Existe uma relação entre volume corrente e complacência pulmonar, que matematicamente é representada por: $dP = VT / CRS$ e é denominada driving pressure (dP).

No entanto, à beira do leito, o cálculo do Ers ainda é demorado e muitas vezes requer algum auxílio computacional, apesar de alguns ventiladores já fornecerem, pelo menos, a complacência dinâmica do sistema respiratório. Mais recentemente, a dP foi a variável ventilatória associada a menor mortalidade em pacientes sob VM com SDRA. A simplicidade de medição da dP é outra vantagem potencial para o manejo ventilatório à beira do leito, considerando que não há manobras especiais ou que haja um padrão ventilatório específico.

A dP é a pressão gerada pelo sistema respiratório, quando o ventilador fornece um determinado volume corrente durante a VCV. Ela pode também ser interpretada como a pressão necessária para um dado volume corrente ser entregue durante a VPC. Independentemente do modo ventilatório, a dP é uma substituta da impedância pulmonar total, que inclui a pressão resistiva e elástica dos pulmões, caixa torácica, o compartimento abdominal, resistência ao fluxo das vias aéreas e viscosidade tecidual. Para superar a carga resistiva, muitas vezes a dP é medida após uma manobra de pausa inspiratória de, pelo menos, 0,5 s. Assim, apesar deste patamar não poder ser considerado a pressão verdadeiramente elástica, parece ser suficiente para dissipar a componente resistiva da pressão.

A resistência do sistema respiratório é ligeiramente alterada durante manobra de titulação de PEEP decremental, muitas vezes variando menos de 10 cmH₂O/L/s, especialmente em níveis muito baixos de PEEP. Além disso, o perfil da resistência do sistema respiratório em relação a PEEP é bastante semelhante ao observado com a elastância do sistema respiratório versus a PEEP. Considerando isso, a dP dinâmica das vias aéreas, que contempla as pressões resistivas e elásticas, pode ser utilizada para a titulação da PEEP após uma MRA.

Um problema relacionado às MRA e titulação de PEEP é o tempo gasto para a determinação da PEEP para cada paciente, devido ao tempo gasto durante a estratégia de titulação decrescente de PEEP, com a manutenção de cada degrau por aproximadamente 3 minutos objetivando a estabilização

mecânica do sistema respiratório para melhor avaliação da elastância em cada nível de PEEP, tornando esse procedimento pouco viável na prática clínica. Carvalho (2011) e Bergamini (2014) mostraram que utilizando uma estratégia de titulação rápida de PEEP com 30 segundos em cada degrau torna a manobra viável clinicamente, com valores de PEEP semelhantes aos valores encontrados nas titulações de PEEP convencionais realizadas com 3 minutos em cada degrau de PEEP e com menor prejuízo hemodinâmico.

Alta PEEP com ou sem uma manobra de recrutamento, isto é, um aumento transitório na pressão das vias aéreas para manter patentes as unidades pulmonares previamente colapsadas, pode ser usada para aumentar a ventilação nas regiões pulmonares atelectásicas. A quantidade de unidades pulmonares colapsadas que podem ser reabertas (recrutadas) varia substancialmente entre os pacientes. Uma avaliação cuidadosa da resposta fisiológica a uma maior PEEP é essencial. De fato, essa resposta pode determinar se a PEEP é benéfica ou prejudicial ao paciente. (GOLIGHER et al., 2014)

Gattinoni e cols. testaram o potencial de recrutamento em 68 indivíduos com SDRA utilizando tomografia computadorizada dos pulmões durante os ciclos respiratórios, nas pressões das vias aéreas de 5, 15 e 45 cmH₂O. Os autores definiram a porcentagem de pulmão potencialmente recrutável como a proporção de tecido pulmonar em que a aeração foi restaurada nas pressões das vias aéreas entre 5 e 45 cmH₂O e observaram que o potencial para recrutamento varia amplamente. (CHIUMELLO et al., 2016)

Indivíduos com maior percentual de pulmão potencialmente recrutável apresentaram maior PaO₂/FIO₂, maior complacência e menor fração de espaço morto quando ventilados em PEEP de 15 cmH₂O, identificando esses sujeitos com maior potencial de recrutamento do que aqueles que permaneceram com seus níveis baixos de oxigenação e complacência. (CHIUMELLO et al., 2016)

A aplicação de PEEP mais elevada apenas em pacientes que apresentam potencial de recrutamento pulmonar significativo em resposta a pressões médias das vias aéreas poderia ajudar a reduzir ainda mais o estresse mecânico e a tensão nesses pacientes, evitando a hiperdistensão pulmonar (GOLIGHER et

al., 2015). Em pacientes com baixos níveis de pulmão recrutável, no entanto, a aplicação de níveis mais elevados de PEEP pode ser mais prejudicial do que benéfica, pois servirá apenas para aumentar a inflação das regiões pulmonares já abertas, aumentando o estresse e a tensão nessas regiões. (GATTINONI et al., 2006)

Várias técnicas de medição à beira do leito foram propostas para avaliar a potencial de recrutabilidade pulmonar, sendo uma delas a MRA seguida de titulação da PEEP. O estudo ART (recrutamento alveolar para a síndrome do desconforto respiratório agudo) foi um ensaio clínico randomizado, multicêntrico, controlado internacionalmente, com ocultação de alocação envolvendo 120 unidades de terapia intensiva teve como objetivo principal determinar se o recrutamento alveolar associado com a titulação de PEEP, ajustado de acordo com a complacência estática do sistema respiratório foi capaz de aumentar a sobrevivência de 28 dias em pacientes com SDRA em comparação com o tratamento convencional (estratégia ARDS Net);(DAMIANI et al., 2017), já que as manobras de recrutamento e o ajuste criterioso da PEEP abrem unidades colapsadas e as mantem abertas, minimizando assim o atelectrauma e, possivelmente, a hiperdistensão dinâmica. Entretanto, o desfecho apresentado por essa estratégia foi pior, com mais hipotensão, barotrauma e maior mortalidade que os controles, sugerindo que o OLA não deve ser adotado em pacientes com SDRA moderada a grave. No entanto, este estudo não determina o efeito da abertura do pulmão no desfecho de pacientes com SDRA com recrutamento alveolar confirmado por aumento da PEEP, o grupo mais provavelmente beneficiado pelo OLA, o qual foi contaminado por pacientes que não tinham potencial de recrutamento (DAMIANI et al., 2017).

De acordo com as premissas de que a SDRA se apresenta de formas distintas, gerando respostas individuais às estratégias ventilatórias e desfechos variados apresentados na literatura, reforça-se o racional da customização da VM e formas de entender a mecânica ventilatória individualizada a beira leito para a eleição dos pacientes recrutáveis ou não. Isso tudo fomenta a importância do uso de protocolos que sirvam de ferramenta à beira leito para a equipe multiprofissional que assiste ao paciente crítico contribuindo para uma assistência individualizada e eficaz, refletindo em desfechos mais favoráveis.

2.OBJETIVOS

Objetivo primário

Elaborar e implementar um Procedimento Operacional Padrão (POP) para triagem do potencial de recrutabilidade alveolar usando a titulação decrescente na UTI do Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG).

Objetivos secundários

Criar um questionário para seleção de pacientes com potencial de benefício do procedimento de recrutamento alveolar.

Elaborar um POP piloto para o protocolo de recrutamento alveolar e ajuste individualizado da PEEP através de sua titulação decrescente na UTI do HFAG.

Aplicação do POP piloto em pacientes selecionados a partir do questionário que possam se beneficiar do recrutamento alveolar no serviço da UTI do HFAG.

Reavaliação do POP após aplicação em pacientes e elaboração do POP final para a Unidade de Terapia Intensiva do HFAG com implementação de análise de curva (dP x PEEP) para determinação do potencial de recrutabilidade dos pacientes com SDRA.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Seleção dos pacientes

3.1.1 Inclusão no Estudo

Foram selecionados pacientes internados na UTI do HFAG que estavam em VM há menos de 24h e com diagnóstico de SDRA, no período de 2016 a 2017.

Os representantes legais dos pacientes autorizaram sua participação no estudo por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. O aspecto ético do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Comando da Aeronáutica sob protocolo CAAE número 7912015.2.0000.5250.

Uma ficha de avaliação foi elaborada a fim de reunir as informações necessárias à preparação dos pacientes para a aplicação do protocolo de titulação da PEEP e recrutamento alveolar (POP).

Inicialmente, a ficha de avaliação era preenchida com os dados demográficos de identificação do paciente (nome, sexo, idade, altura, peso, peso predito, número do prontuário, diagnóstico), conforme o prontuário médico.

Os pacientes excluídos do estudo foram os que:

- Estavam em VM há mais de 72 horas;
- Que permaneceriam em VM por menos de 24 horas, por exemplo pacientes em pós operatório;
- Com Idade menor que 18 anos e maior que 80 anos;
- Com peso abaixo de 35 kg - peso corporal ideal (PCI);
- Com índice de massa corporal maior que 50;
- Submetidos a intubação como resultado de exacerbação aguda de DPOC, asma, fibrose cística, etc;
- Com insuficiência cardíaca classe funcional III ou IV (NYHA) pré-existente ou síndrome coronariana aguda ou taquiarritmias ventriculares persistentes;
- Com gravidez confirmada por exames laboratoriais;
- Com lesão cerebral aguda ou pressão intracraniana elevada, isto é, maior que 18 mmHg;
- Com mais de duas falências de órgãos extrapulmonares;

- Com barotrauma documentado e não resolvido.

3.1.2 Seleção de pacientes recrutáveis

Uma segunda análise, após a inclusão dos pacientes, foi elaborada, a partir da revisão de literatura e da experiência clínica prévia da equipe do HFAG para avaliação de 2 principais fatores que influenciam no sucesso do recrutamento alveolar:

1. Aspectos radiológicos compatíveis com fibrose pulmonar, consolidações do parênquima pulmonar, massas tumorais e enfisema;
2. Condições hemodinâmicas desfavoráveis a despeito da euvolemia (PAM menor que 65 mmHg com dose de noradrenalina $\geq 0,5$ a 1,0 mg/kg/min)

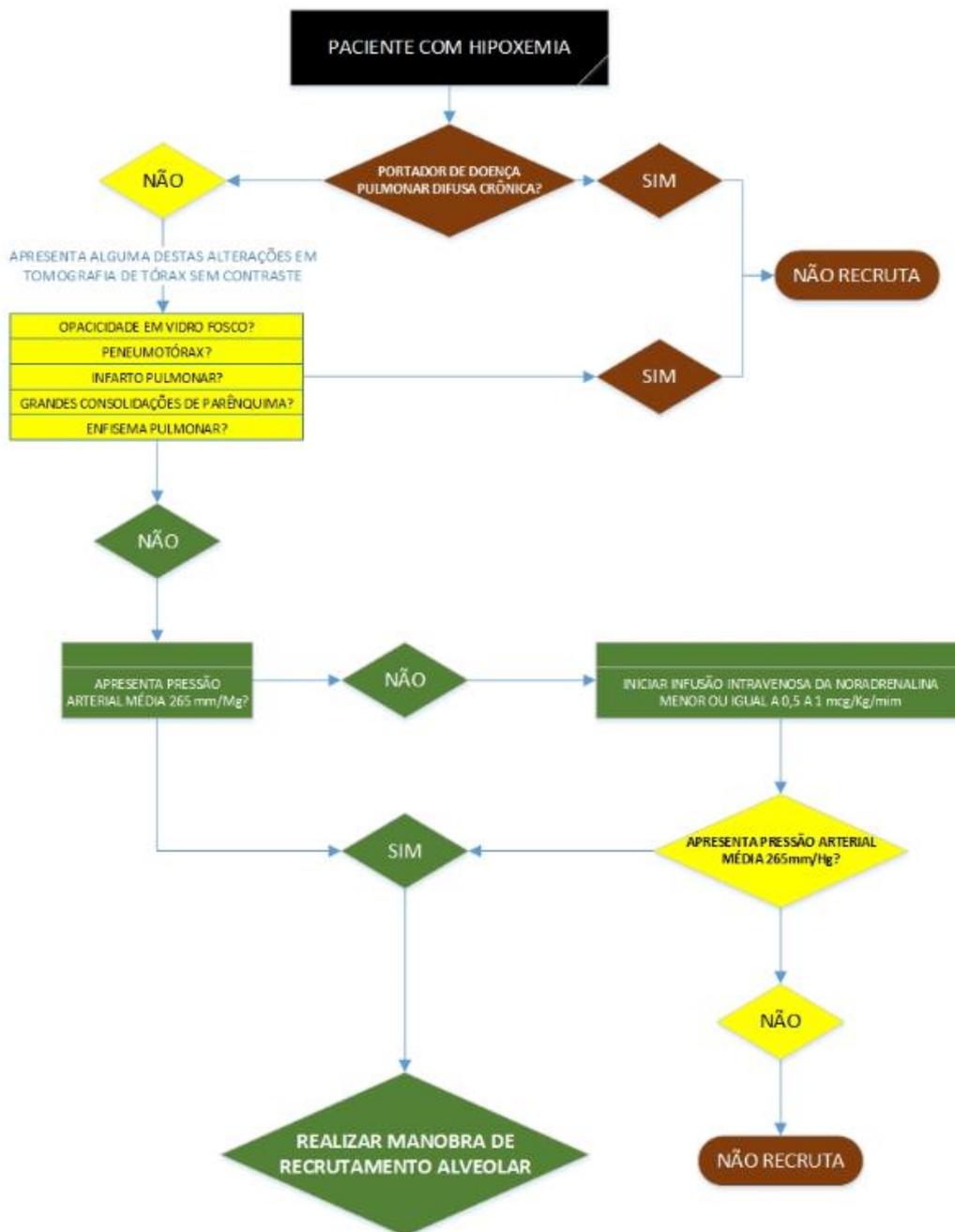


Figura 1. Fluxograma mostrando as etapas de avaliação dos pacientes potencialmente recrutáveis

3.2 Elaboração do POP inicial

Foi realizada uma revisão da literatura nas bases de dados eletrônicas Medline/Pubmed, Scielo e Cochrane Database of Systematic Reviews, em busca de artigos relacionados às manobras de recrutamento alveolar, titulação de PEEP e manejo de SDRA, publicados entre 1990 e 2018. Para pesquisa, foram utilizadas combinações dos termos: manobras de recrutamento alveolar /*alveolar recruitment maneuvers*; titulação de PEEP/*PEEP titration*; VM /*mechanical ventilation*; síndrome de desconforto respiratório agudo/ *acute respiratory distress syndrome*. Referências bibliográficas dos artigos selecionados também foram verificadas a fim de identificar estudos relevantes. Os artigos foram analisados qualitativamente, com o intuito de investigar a metodologia utilizada para as avaliações supracitadas e verificar sua reprodutibilidade e aplicabilidade na Unidade de Terapia Intensiva do HFAG.

A rotina de evolução dos pacientes admitidos e internados na Unidade de Terapia Intensiva foi acompanhada com o propósito de detectar aqueles com quadro de hipóxia e em uso de VM que poderiam se beneficiar de intervenções como a titulação de PEEP e manobras de recrutamento alveolar. Além disso, foram avaliados os aspectos clínicos característicos do perfil de pacientes da UTI e estudada a logística adequada para triagem e avaliação dos pacientes. Foi realizado também um levantamento do material necessário e do espaço físico disponível para a execução do protocolo no Serviço. O POP inicial delineado foi aplicado, a fim de verificar sua viabilidade e investigar possíveis falhas e/ou obstáculos no processo, sendo este, então, revisado e aprimorado.

3.3 Aplicação do POP inicial em pacientes selecionados

3.3.1 Monitorização do paciente selecionado e preparação da equipe

Eram checados todos os dispositivos e monitores aos quais o paciente estava conectado, monitores multiparamétricos (DIXTAL DX 2021®), bombas infusoras (Bomba de infusão Infusomat Compact B Braum®) e ventilador mecânico (SERVO-s®).

A sedação dos pacientes foi realizada com Midazolam (0,02 – 0,1 mg/kg/h) e Fentanil (0,7 – 1,0 mcg/kg/h). O grau de sedação dos pacientes elegíveis à aplicação do protocolo era avaliado, devendo estar com um grau de sedação mínimo RASS -4.

A avaliação do grau de sedação era realizada com uso da Escala de Richmond de Agitação e Sedação (RASS) que é uma escala utilizada para avaliar o grau de sedação e agitação de um paciente que necessite de cuidados críticos ou esteja sob agitação psicomotora. Consiste em um método de avaliar a agitação ou sedação de pacientes usando três passos claramente definidos que determinam uma pontuação que vai de -5 a +4. A RASS utiliza como um dos parâmetros o tempo em que é mantido contato visual com o paciente, a fim de medir o nível de sedação conforme o Anexo 2.

Após a avaliação do grau de sedação e antes de iniciar as manobras de recrutamento e titulação da PEEP todos os pacientes foram curarizados com Atracúrio (0,5 a 0,6 mg/kg).

Os parâmetros de hemodinâmica (pressão arterial média) e perfusão (lactato) eram avaliados imediatamente antes da execução da manobra de recrutamento. Caso estivesse fora dos parâmetros de normalidade, a ressuscitação volêmica com solução cristalóide, tais como solução fisiológica a 0,9% ou soro ringer lactato era realizada. No caso de pacientes que estavam fazendo uso de infusão contínua de noradrenalina (0,05 mg/kg/min) e vasopressina (0,01 a 0,04 U/min) com intuito de manter adequado status hemodinâmico, tais parâmetros eram checados imediatamente antes do início das manobras e as infusões das aminas vasoativas eram ajustadas com a finalidade de se garantir a manutenção da estabilidade hemodinâmica do paciente.

Todos os dados eram anotados, à beira do leito, no formulário elaborado para o procedimento.

O fisioterapeuta era o responsável pelos ajustes de parâmetros ventilatórios, realizados após comunicação do médico a respeito do tempo para cada passo, devidamente cronometrado.

O enfermeiro da equipe mantinha-se à beira do leito auxiliando com os ajustes das bombas infusoras que se fizessem necessários durante a execução das manobras.



Figura 2. Posicionamento da equipe. À direita, o fisioterapeuta; à esquerda o enfermeiro e aos pés do paciente, o médico.

3.3.2 Execução da MRA e titulação decrescente da PEEP

Durante a MRA, o paciente foi adaptado em PCV com variação de pressão de vias aéreas de 15 cmH₂O, FR: 10 irpm, tempo inspiratório de 3 segundos, com relação I:E de 1:1 e FiO₂: 100%. A PEEP primeiramente ajustada em 25 cmH₂O permanecendo por 30 segundos nesse degrau e depois aumentada para 30 cmH₂O, onde permanecia novamente por mais 30 segundos. Após esse tempo era aumentada para 35 cmH₂O permanecendo por mais 30 segundos nesse degrau.

A manobra de recrutamento pulmonar deveria ser abortada e a ventilação reiniciada com os parâmetros utilizados pré-recrutamento se um dos seguintes itens estivesse presente: pressão arterial média < 60 mmHg ou diminuir em > 20 mmHg, SpO₂ < 88%, frequência cardíaca > 150 bpm ou < 60 bpm, desenvolvimento de novas arritmias. Caso a instabilidade hemodinâmica persistisse, a manobra deveria ser abortada.

Após a manobra de recrutamento, a PEEP foi ajustada em 25 cmH₂O, ponto a partir do qual se iniciou a titulação decrescente rápida de PEEP em passos de 2 cmH₂O, com 30 segundos em cada degrau, finalizando a manobra em 5 cmH₂O. Para a titulação decrescente da PEEP, utilizou-se o modo VCV

com os seguintes parâmetros: VC: 6 mL/kg ,FR: 20 irpm , I:E 1:2, FiO₂: 100%. Essa manobra objetivou identificar os valores de *driving pressure* (dP) do sistema respiratório, sendo este grosseiramente calculado pela pressão de pico menos a PEEP, uma vez que podemos desprezar a componente resistiva da pressão de vias aéreas, tornando a manobra mais rápida por isentá-la da pausa inspiratória necessária para a obtenção da pressão de platô.

Após a MRA e determinação da PEEP ideal com a titulação decrescente era colhida uma nova gasometria. Novamente se procedia a uma MRA e a PEEP ideal era ajustada no ventilador.

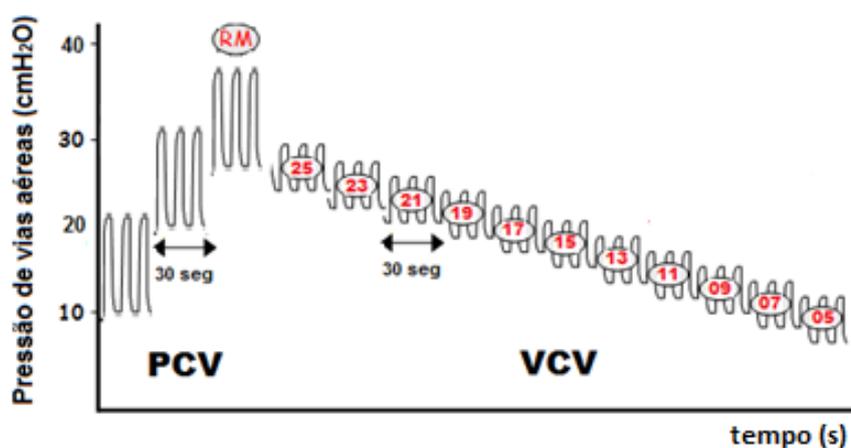


Figura 3. Protocolo de Recrutamento alveolar e titulação decrescente da PEEP baseada na *driving pressure* - Primeira parte mostra a MRA em três passos, em PCV, e a segunda parte mostra a titulação da PEEP em 11 passos, em VCV. Tempo total de duração=7 minutos.

A determinação do potencial de recrutabilidade pulmonar foi analisada pelo comportamento da dP em função das PEEP aplicadas, de forma que naqueles pacientes em que as altas PEEP só resultaram em aumento da dP, apresentando uma curva em “J”, bem como pacientes que tiveram suas dP inalteradas ao longo da manobra de titulação foram considerados com baixo potencial de recrutabilidade, não se beneficiando de altos níveis de PEEP.

3.4 Reavaliação e elaboração do POP final

Um POP final, cuja base foi elaborada no início do estudo, foi então adaptado de acordo com as necessidades observadas durante a sua aplicação ao longo do estudo e com a análise dos resultados obtidos. O desenho do estudo foi qualitativo e pode ser ilustrado na figura

A principal alteração do POP final com relação ao inicial foi a introdução de uma área quadriculada que representa o gráfico dp x PEEP e que deve ser preenchido à beira leito para se obter a morfologia da curva e inferir as características de mecânica pulmonar que mostrem ou não a resposta do paciente ao uso de PEEP.

Após a apreciação da banca e possíveis correções, este POP final será mantido em uma pasta no Centro de Terapia Intensiva do HFAG para que possa continuar sendo aplicado na rotina clínica deste serviço e serão realizados treinamentos com as equipes assistenciais para avaliação da aceitação do POP e da necessidade de ajustes e adaptabilidade na rotina diária de assistência dos pacientes da UTI.



Figura 4. Desenho do Estudo – fases do estudo desde o Protocolo piloto até a versão final.

Basicamente, após a aplicação do protocolo inicial, observamos que seria necessário a inclusão de um quadriculado em que a equipe deveria marcar os pontos referentes aos valores de PEEP e dP obtendo-se uma curva cuja morfologia está relacionada com a mecânica pulmonar e, portanto, a recrutabilidade alveolar.

4. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em forma de tabelas e figuras.

A tabela 1 mostra os dados demográficos, antropométricos e clínicos de todos os pacientes potencialmente recrutáveis. Embora o número de indivíduos na amostra seja pequeno é possível observar que todos apresentavam diagnóstico de SDRA de etiologia tanto pulmonar quanto extra pulmonar.

Tabela 1. Dados demográficos e clínicos dos pacientes elegíveis à MRA.

Paciente	Idade (anos)	Sexo	Peso (Kg)	Altura (m)	Diagnóstico	P/F
1	80	M	68	1,70	Pneumonia	102
2	71	F	51,6	1,50	AVCI	79,7
3	72	M	77	1,65	Influenza	111
4	31	F	52	1,60	Dengue	253
5	57	M	68,9	1,75	Leptospirose	90,2
6	78	M	54	1,55	Pneumonia	183
7	63	M	68	1,67	Grande queimado	62
8	80	F	63	1,59	TEP	89
9	78	M	87	1,68	Insuficiência cardíaca	113
10	67	F	51	1,61	Choque séptico	136
11	65	M	68	1,56	Choque séptico	110

Abreviaturas: AVCI (acidente vascular cerebral isquêmico); P/F (relação entre a pressão parcial de oxigênio no sangue arterial e Fração inspirada de oxigênio); TEP (tromboembolismo pulmonar)

A tabela 2 mostra apenas os pacientes que foram submetidos a MRA e as respectivas gasometrias antes e depois da manobra. Cabe ressaltar que o paciente 5 apresenta incremento na oxigenação substancial e, associado a isso, beneficia-se com a melhora da ventilação alveolar demonstrada com a queda de $p\text{CO}_2$. Como resultado ocorre otimização do equilíbrio ácido-básico verificado pela normalização do pH decorrente da normalização do seu componente respiratório ($p\text{CO}_2$).

Tabela 2. Dados gasométricos pré e pós MRA.

Paciente	Momento	pH	pO₂	Δ pO₂	pCO₂	Lac	Bic
1	Pré MRA	7,40	102	155	41	0,7	27,1
	Pós MRA	7,37	257		49,7	1,3	27
2	Pré MRA	7,40	79,7	269,3	32,9	0,7	22,3
	Pós MRA	7,42	349		31,4	0,8	22
3	Pré MRA	7,26	111	164	39,3	1,7	17,5
	Pós MRA	7,37	275		37,3	0,9	19
4	Pré MRA	7,37	102	155	41	0,9	23,9
	Pós MRA	7,37	257		49,7	0,8	27
5	Pré MRA	7,22	40,6	308,4	90,2	3,6	28,7
	Pós MRA	7,42	349		31,4	3	22
6	Pré MRA	7,42	183	145	37	1,3	24,2
	Pós MRA	7,32	328		48	1	21
7	Pré MRA	7,21	52	-10	52	2,3	20,8
	Pós MRA	7,32	42		178	2,6	20

Abreviaturas: pH (potencial hidrogeniônico); pO₂ (pressão parcial de oxigênio); ΔpO₂ variação da pressão parcial de oxigênio; pCO₂ (pressão parcial de dióxido de carbono); Lac (lactato); Bic (bicarbonato).

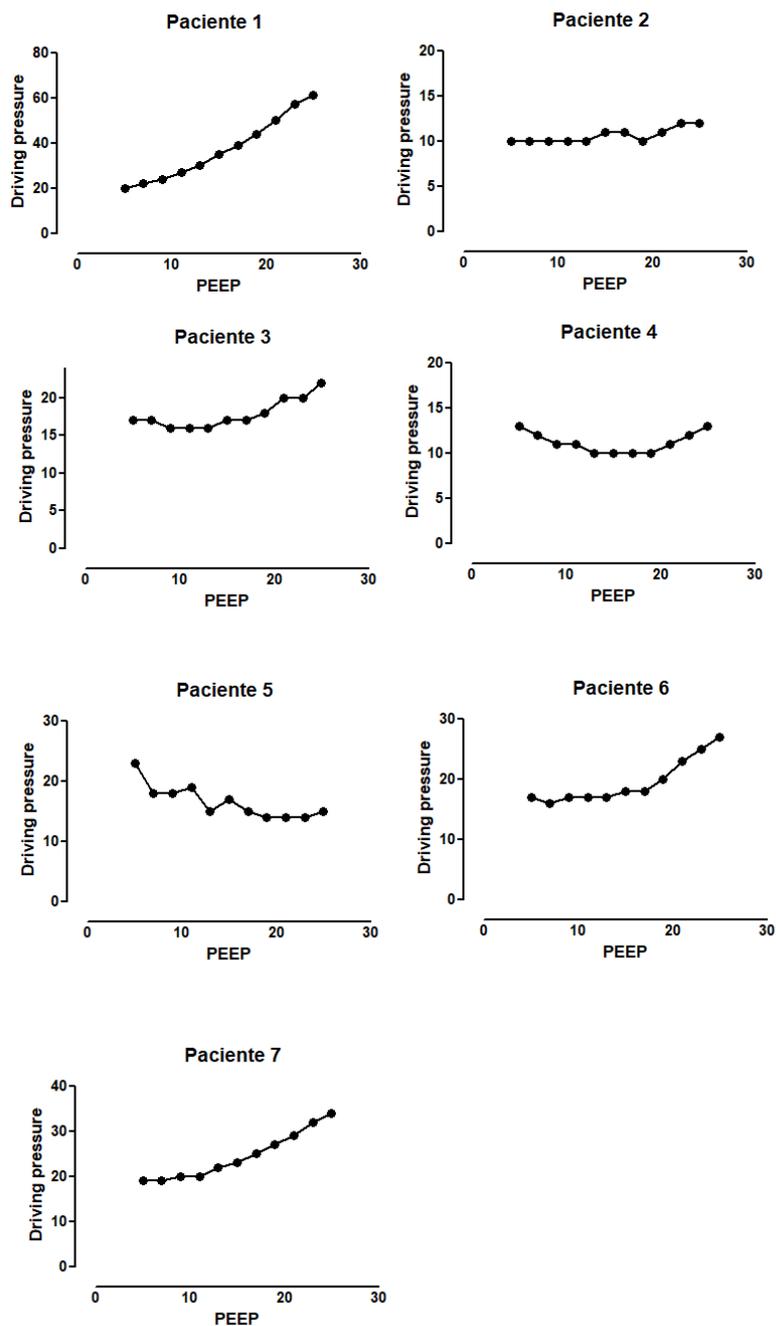


Figura 5. Comportamento da dP em função da PEEP durante titulação decrescente da PEEP

Após serem incluídos no protocolo de recrutamento alveolar e titulação de PEEP os pacientes tiveram os parâmetros como dP e PEEP anotados e tabulados em gráficos.

Avaliamos o comportamento da dP versus PEEP durante a titulação e pudemos observar agrupar os pacientes em 3 grupos diferentes:

Grupo 1: constituído dos pacientes 1, 3, 6 e 7. Neste grupo o que há em comum entre os pacientes é que a PEEP alta aumentou a dP. Na prática, estes pacientes não se beneficiam de PEEP alta.

Grupo 2: constituído pelo paciente 2. Neste grupo observa-se que a PEEP não influenciou a mecânica, isto é, a dP não varia com o aumento da PEEP.

Grupo 3: constituído pelos pacientes 4 e 5. O que se observa neste grupo é que com o aumento da PEEP houve redução na dP, isto é, estes pacientes se beneficiam do uso de PEEP.

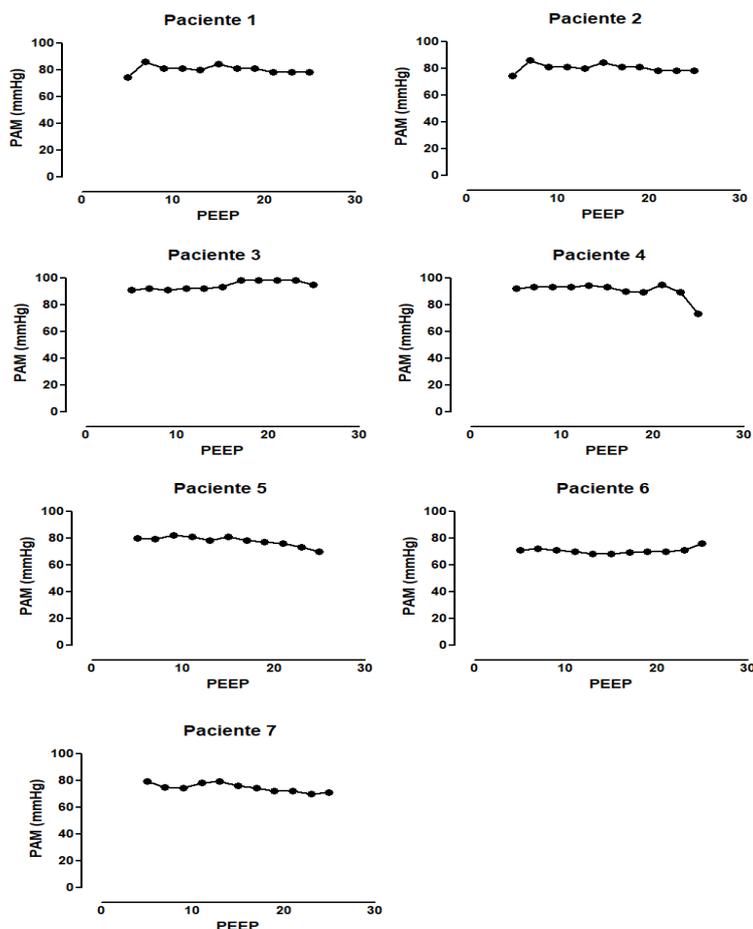


Figura 6. Comportamento da PAM em função da PEEP durante titulação decrescente da PEEP

Todos os pacientes permaneceram com as pressões arteriais médias acima de 60 mmHg durante todo o recrutamento alveolar. Além disso, é importante destacar que não houve necessidade de ajustes de infusão de aminas durante as manobras.

Foi desenvolvido um POP para a Unidade de Terapia Intensiva do HFAG – Figura 7.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

1. OBJETIVO

Titulação decrescente da PEEP para avaliação da recrutabilidade alveolar de pacientes com SDRA. Utilização do recrutamento alveolar como ferramenta de tratamento de pacientes com SDRA.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Unidades de Terapia Intensiva do Hospital de Força Aérea do Galeão.

3. SIGLAS

DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica

FC: Frequência cardíaca

FiO₂: Fração inspirada de oxigênio

NYHA: New York Heart Association

PAM: Pressão arterial média

PaO₂: Pressão parcial de oxigênio no sangue arterial

PCI: Peso corporal ideal

PCV: Ventilação a pressão controlada

PEEP: Pressão final expiratória positiva

RASS: Escala de agitação e sedação de Richmond

SDRA: Síndrome do desconforto respiratório agudo

SpO₂: Saturação periférica de oxigênio

VT: Volume corrente

VCV: Ventilação a volume controlado

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 6 - Protocolo Operacional Padrão para Recrutamento alveolar e Titulação de PEEP

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

4. INDICAÇÕES

- Critérios de Berlim
- Menos de 24h em ventilação mecânica.

5. CONTRAINDICAÇÕES

- Pacientes que estejam em ventilação mecânica há mais de 24h;
- Pacientes com peso abaixo de 35Kg PCI e aqueles com índice de massa corporal acima de 50;
- Pacientes cuja intubação tenha sido como resultado de exacerbação aguda de doenças pulmonares (asma, fibrose cística e DPOC);
- Pacientes portadores de insuficiência cardíaca classe funcional III ou IV (NYHA) ou síndrome coronariana aguda ou taquiarritmias ventriculares persistentes;
- Mulheres grávidas;
- Lesão cerebral aguda ou pressão intracraniana elevada (acima de 18mmHg);
- Pacientes com mais de duas falências de órgãos extrapulmonares;
- Barotrauma não tratado.

6. MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Ventilador mecânico
- Monitor multiparamétrico
- Bombas infusoras
- Fichas do protocolo impressas
- Canetas esferográficas
- Prancheta
- Cronômetro
- Medicamentos

7. RISCOS E COMPLICAÇÕES

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

- Instabilidade hemodinâmica e arritmias cardíacas.
- Barotrauma.

8. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A - PREPARAÇÃO DO MATERIAL E DO PACIENTE

Paciente em ventilação mecânica é avaliado pelo médico que checa os critérios de inclusão no POP. Caso o paciente seja elegível à aplicação do POP os componentes da equipe são avisados e o material necessário é checado.

Paciente deve:

- Ter artéria radial ou femoral cateterizadas e com aparato para monitorização invasiva da pressão arterial.
- Ter veia profunda cateterizada (veia jugular interna, veia subclávia ou veia femoral).
- Estar hemodinamicamente estável, isto é PAM \geq 65 mmHg, com uso de noradrenalina em dose baixa (até 0,3 mcg/kg) ou sem noradrenalina.
- Estar sedado com Midazolam (0,02 – 0,1 mg/kg/h) e Fentanil (0,7 – 1,0 mcg/kg/h), durante as manobras, de modo a apresentar RASS - 4.
- Estar curarizado com Atracúrio (0,5 a 0,6 mg/kg) de modo a se manter completamente sincronizado com o ventilador mecânico, sem esforços respiratórios (contração diafragmática e de musculatura respiratória).

O material necessário para o início do procedimento, à beira do leito é:

- 1) Ventilador mecânico;
- 2) Monitor multiparamétrico que informe oximetria, pressão arterial invasiva, frequência cardíaca e traçado de eletrocardiograma;
- 3) Bombas infusoras contendo soluções de aminas vasoativas, sedativos (Midazolam e Fentanil) e bloqueador neuromuscular (Atracúrio);
- 4) Prancheta com ficha do protocolo impressa e caneta para as anotações, bem como cronômetro.

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

São necessárias 3 pessoas envolvidas no procedimento, que tem duração aproximada de 20 minutos:

- 1) Fisioterapeuta para realizar os ajustes necessários no ventilador – posicionado em frente ao equipamento;
- 2) Médico plantonista ou rotina para anotações bem como avaliação das alterações clínicas do paciente durante as manobras – posicionado aos pés do paciente, com visualização adequada do monitor multiparamétrico, ventilador mecânico, do próprio paciente e da equipe envolvida no procedimento;
- 3) Enfermeiro para marcar o tempo de cada etapa da manobra e a postos para realizar intervenções no paciente conforme orientação do médico – posicionado do lado contrário do ventilador mecânico e ao alcance das bombas infusoras e demais dispositivos acoplados ao paciente.

B - PROCEDIMENTO

RECRUTAMENTO INICIAL

- Ajuste de parâmetros ventilatórios iniciais:

PEEP = 10 cmH₂O; VT: 6 ml/kg do PCI; FiO₂ maior ou igual a 0,6.

Colher gasometria após 30 minutos de realizado os ajustes acima e anotar na ficha.

- Manobra de recrutamento: duração 1,5 minutos

Adaptar paciente em PCV com variação de pressão de vias aéreas de 15 cmH₂O, FR: 10 irpm, tempo inspiratório de 3 segundos, com relação I:E de 1:1 e FiO₂ 100%.

A PEEP deve permanecer por 30 segundos em cada nível, sem intervalos: 25 cmH₂O, 30 cmH₂O, 35 cmH₂O .

A manobra de recrutamento pulmonar deverá ser abortada e a ventilação reiniciada com os parâmetros utilizados pré-recrutamento se um dos seguintes itens estiver presente:

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

- 1) PAM < 60 mmHg ou diminuir em mais de 20mmHg após o início do recrutamento;
- 2) SpO₂ < 88%;
- 3) FC > 150bpm ou < 60bpm, bem como desenvolvimento de novas arritmias.

Se isso ocorrer: interromper a manobra e buscar estabilizar o paciente com o uso de soluções de cristalóides e ou aminas vasoativas.

Caso o paciente volte a estabilidade clínica, retomar a manobra. Se não houver estabilização, cancelar o procedimento, registrar na ficha do protocolo e aguardar 24h para retomar o procedimento.

Se não houver instabilização do paciente com a manobra de recrutamento pulmonar inicial, concluir com os seguintes ajustes: modo VCV onda quadrada de fluxo; variação de pressão de vias aéreas de 15 cmH₂O; VT = 6 ml/kg; PEEP = 10 cmH₂O; Fluxo 30 L/min; FR = 20 rpm; I:E = 1:1; FIO₂= 100%. Passar para a etapa seguinte.

TITULAÇÃO DECRESCENTE DA PEEP

Ajustar a PEEP para 25 cmH₂O e manter neste valor durante 30 segundos e passado este tempo, reduz-se o valor da PEEP em 2 cmH₂O e conta-se mais 30 segundos até a próxima redução, até o valor mínimo de PEEP=5 cmH₂O.

Após a conclusão desta etapa do procedimento, os parâmetros ventilatórios são novamente ajustados: variação de pressão de vias aéreas de 15 cmH₂O, PEEP 10 cmH₂O, FR: 10 irpm, tempo inspiratório de 3 segundos, com relação I:E de 1:1 e FIO₂: 100%.

A cada redução de PEEP de 2 cmH₂O, realizada pelo fisioterapeuta, o médico anota os seguintes parâmetros: PAM, FC, SpO₂, pressão de pico nas vias aéreas.

Após a conclusão do procedimento, o médico procede à avaliação dos valores anotados. Esta etapa visa encontrar a PEEP ideal. Seguindo-se racional teórico, realiza-se a subtração dos valores de cada pressão de pico encontrada da sua respectiva PEEP. Isto é, o menor valor encontrado (melhor elastância do sistema

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

respiratório) relaciona-se à melhor PEEP. Para análise da curva dP *versus* PEEP, plota-se os pontos num gráfico (FIGURA 1) e classifica-se o comportamento como:

- Responsivo (formato em "U")
- Não-responsivo (uma reta)
- Efeito hiperdistensão (formato em "J")

Os mesmos critérios para suspensão do recrutamento são utilizados para a titulação da PEEP.



Figura 1. Plote dos pontos de Driving pressure em cada nível de PEEP.

C- CONCLUSÃO DO PROCEDIMENTO E OBSERVAÇÕES PERTINENTES

Os parâmetros deverão ser mantidos por 4 horas sem alteração, sendo coletada uma nova gasometria arterial após esse período.

Quais são as possíveis intervenções no paciente durante as manobras:

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raissa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: __/__/__	Revisão: __/__/__	Versão 1.0

- Ajustes na infusão de sedativos e bloqueadores neuromusculares por problemas nos equipos e ou na BIC que podem produzir superficialização do nível de consciência do paciente – neste caso a manobra é interrompida até que se consiga detectar e resolver a pane com as bombas de infusão. Reavaliar o paciente para manter a sedação em RASS -4 e ausência de movimentos respiratórios.
- Ajustes na infusão de aminas vasoativas – se o paciente apresentar hipotensão, isto é PAM < 65 mmHg, deve-se aumentar a infusão da noradrenalina até que PAM > 65 mmHg se estabeleça. Não é necessário parar a manobra, a menos que a queda seja abrupta e mantida. Caso haja FC <60 ou FC >150 a manobra deve ser interrompida.

Após a conclusão do procedimento com sucesso, isto é, o paciente se manteve estável durante todo o período (especificar os limites) e encontrada a PEEP ideal, o paciente deverá ser mantido sedado (RASS -4) nas próximas 24h e acoplado ao ventilador mecânico que não deverá ser despressurizado por 24h – leito sinalizado com aviso por escrito para ser seguido pelas equipes de plantão que se sucedem.

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7– Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

9. FORMULÁRIOS UTILIZADOS

- Formulário 1 – Ficha de identificação do paciente

Nº Experimento		Observações
Data:		
Idade		
Altura:		
Peso predito:		
Hora do início do experimento		
Diagnósticos: 1) _____		
2) _____		
3) _____		
Sedação: 1) _____		
2) _____		
Curarização: 1) _____		

Relação PaO_2/FIO_2 com os seguintes parâmetros ajustados:

- PEEP: 10 cmH₂O;
- VT: 6 ml/kg de PCI;
- FIO₂ maior ou igual a 0,6 durante pelo menos 30 minutos.
- Gasometria Pré-recrutamento

--

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

• Formulário 2 – Ficha do Procedimento

Manobra de Recrutamento Inicial			
Parâmetros ventilatórios		PCV; PI = 15 cmH ₂ O, TI = 3 s; FR = 10 rpm; I:E = 1:1; F _i O ₂ = 100%	
PEEP (cmH ₂ O)	FC (bpm)	SatO ₂ (%)	PA (mmHg)
25 (30 seg)			
30 (30 seg)			
35 (30 seg)			

Titulação Decrescente da PEEP				
Parâmetros ventilatórios		VCV onda quadrada de fluxo; V _T = 6 ml/kg; FR = 20 rpm; I:E = 1:2; F _i O ₂ = 100%		
PEEP (cmH ₂ O)	FC (bpm)	SatO ₂ (%)	PA (mmHg)	Pressão pico VAs
25 (30 seg)				
23 (30 seg)				
21 (30 seg)				
19 (30 seg)				
17 (30 seg)				
15 (30 seg)				
13 (30 seg)				
11 (30 seg)				
09 (30 seg)				
07 (30 seg)				
05 (30 seg)				
Melhor PEEP				

Manobra de Recrutamento Final				
Parâmetros ventilatórios		PCV; PI = 15 cmH ₂ O, TI = 3 s; FR = 10 rpm; I:E = 1:1; F _i O ₂ = 100%		
PEEP (cmH ₂ O)	FC (bpm)	SatO ₂ (%)	PA (mmHg)	PEEP (cmH ₂ O)
PEEP (cmH ₂ O)				
PEEP (cmH ₂ O)				
PEEP (cmH ₂ O)				
PEEP (cmH ₂ O)				

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	
	Recrutamento Alveolar e Titulação Rápida de PEEP	POP.
Emissão: ___/___/___	Revisão: ___/___/___	Versão 1.0

10. REFERÊNCIAS

AMATO, M. B. P.; MEADE, M. O.; SLUTSKY, A. S.; BROCHARD, L.; COSTA, E. L. V.; SCHOENFELD, D. A.; STEWART, T. E.; BRIEL, M.; TALMOR, D.; MERCAT, A.; RICHARD, J.-C. M.; CARVALHO, C. R. R.; BROWER, R. G. Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 372, n. 8, p. 747–755, 19 fev. 2015.

BORGES, J. B.; OKAMOTO, V. N.; MATOS, G. F. J.; CAMEZ, M. P. R.; ARANTES, P. R.; BARROS, F.; SOUZA, C. E.; VICTORINO, J. A.; KACMAREK, R. M.; BARBAS, C. S. V.; CARVALHO, C. R. R.; AMATO, M. B. P. Reversibility of Lung Collapse and Hypoxemia in Early Acute Respiratory Distress Syndrome. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 174, n. 3, p. 268–278, ago. 2006.

CARVALHO, A. R.; PACHECO, S. A.; DE SOUZA ROCHA, P. V.; BERGAMINI, B. C.; PAULA, L. F.; JANDRE, F. C.; GIANNELLA-NETO, A. Detection of Tidal Recruitment/Overdistension in Lung-Healthy Mechanically Ventilated Patients Under General Anesthesia. **Anesthesia & Analgesia**, v. 116, n. 3, p. 677–684, mar. 2013.

CARVALHO, A. R. S.; JANDRE, F. C.; PINO, A. V.; BOZZA, F. A.; SALLUH, J. I.; RODRIGUES, R.; SOARES, J. H. N.; GIANNELLA-NETO, A. Effects of Descending Positive End-Expiratory Pressure on Lung Mechanics and Aeration in Healthy Anaesthetized Piglets. **Critical Care (London, England)**, v. 10, n. 4, p. R122, 2006.

Elaboração	Análise Crítica	Aprovação
Raíssa Lapa	Luciana M. Camilo	Cel. Lilian Acha

Figura 7 – Cont.

5. DISCUSSÃO

Foram realizadas manobras de recrutamento e titulação decrescente de PEEP em pacientes com hipoxemia grave e considerados recrutáveis. Alguns dos pacientes, apesar do potencial de recrutabilidade demonstraram não se beneficiar das manobras. Consideramos, entretanto, a MRA com titulação uma ferramenta diagnóstica no sentido de se conhecer a mecânica ventilatória dos pacientes e optar por maneiras seguras de VM. (SANTOS et al., 2015).

O objetivo das MRA e da titulação da PEEP é abrir as unidades colapsadas e mantê-las abertas, minimizando assim o atelectrauma e possivelmente a superdistensão dinâmica. No entanto, o efeito das manobras de recrutamento e da titulação da PEEP no desfecho clínico dos pacientes com SDRA é incerto e isso motivou vários estudos a exemplo do ART. (DAMIANI et al., 2017)

O ART é um ensaio controlado randomizado que comparou uma estratégia de recrutamento pulmonar máximo associada à titulação de PEEP ajustada de acordo com a complacência estática do sistema respiratório (estratégia ART) à abordagem ARDS Net para pacientes com SDRA moderada a grave.

Mesmo com o contraponto estabelecido por um grupo de investigadores sobre o pior desfecho nos pacientes submetidos a MRA (WRITING GROUP FOR THE ALVEOLAR RECRUITMENT FOR ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME TRIAL (ART) INVESTIGATORS et al., 2017), cabe destacar que nem todos os pacientes serão responsivos às MRA e isso, não invalida completamente a utilização de tais manobras em virtude da possibilidade de benefício de se conhecer a mecânica ventilatória dos pacientes com a titulação da PEEP. O racional é de se fornecer PEEP alta para quem precisa e se beneficia deste recurso.

O aumento da PEEP impede mais derrecrutamento nas áreas dependentes, mas pode levar à hiperdistensão nas áreas não dependentes (LUTCH; MURRAY, 1972). Encontrar um equilíbrio entre esses dois aspectos é um objetivo do ajuste da PEEP durante a VM. Concentrando-se nas propriedades mecânicas do sistema respiratório, a melhor PEEP pode ser

reconhecida como a pressão em que a elastância seja mínima durante uma manobra de titulação da PEEP.

No entanto, a utilização de altos níveis de PEEP com o objetivo de alcançar estabilidade alveolar e minimizar VILI gera efeitos hemodinâmicos adversos, que em alguns casos contraindicam tal estratégia.

Adicionalmente, altos níveis de PEEP podem ocasionar hiperdistensão alveolar com aumento da ventilação de espaço morto, bem como ruptura do parênquima pulmonar. (KUMAR et al., 1973) (CARVALHO et al., 2013).

Parece contraditório o fato de que a PEEP de mínima elastância do sistema respiratório (PEEP_{minErs}) assume o melhor compromisso entre hiperdistensão e derrecrutamento alveolar, se evidências mostram que a mesma não pode evitar hiperdistensão e ruptura de alvéolos. Uma explicação plausível, segundo CARVALHO et al., 2013 é que a Ers depende especialmente do VT, de maneira que quando se utiliza altos VTs a PEEP_{minErs} tende a ser menor.

Uma solução proposta pelos autores é o uso de um modelo não linear, capaz de destacar a Ers em 2 componentes: E1 (elastância independente do volume) e E2 (elastância dependente do volume). Segundo o modelo, E1 não se influencia pelo VT durante a titulação da PEEP, bem como a PEEP de mínima E1 estimou o ponto de inflexão da curva PV melhor do que a mínima Ers.

Os estudos e modelos propostos para o ajuste da PEEP “ideal” avaliam efeitos momentâneos e não levam em consideração os efeitos transientes em longo prazo de alteração de volume pulmonar, com gradual aumento da Ers.

Mead e Collier (1969) demonstrou na década de 60 uma deterioração progressiva da função pulmonar com queda da complacência ao longo do tempo de VM em pulmões sadios. (PATRONITI et al., 2002). No caso de pulmões previamente sadios, especula-se que o mecanismo de derrecrutamento que acontece com o tempo durante VM em modo controlado se deva a atelectasias de reabsorção, onde a captação regional de gás excede seu fornecimento, dependendo da FiO₂, da relação ventilação-perfusão regional, mas principalmente da PEEP. (PATRONITI et al., 2002).

Hoje sabemos que esse derrecrutamento não acontece puramente sozinho, mas sim acompanhado de aumento da permeabilidade vascular e liberação de mediadores pró-inflamatórios causados por stress mecânico (WOLTHUIS et al., 2008), (DE PROST et al., 2011a). Diante disso, alguns

trabalhos investigaram a possibilidade de interromper esse processo de deterioração progressiva com intervenções intermitentes capazes de recrutar os alvéolos, como o suspiro, (PATRONITI et al., 2002), (BATES; IRVIN, 2002), porém essa técnica atinge benefícios na mecânica e oxigenação em curto prazo, ou seja, abordam uma visão estática de uma situação que é dinâmica, na qual a quantidade de alvéolos recrutados em cada ponto no tempo é unicamente determinada pela pressão/ volume corrente, não levando-se em consideração a dependência do tempo nesse processo. O recrutamento e o derrecrutamento pulmonar são condições altamente dinâmicas (HOLZAPFEL et al., 1983), sendo fortemente determinadas pela história de volume pulmonar.

O aspecto temporal da dinâmica de derrecrutamento em pulmões lesados aparece bastante pronunciado, mas pouco se sabe sobre isso em pulmões saudáveis. De fato, ocorre perda de função progressiva durante VM visível em poucos minutos no cenário da anestesia e, com base nos estudos prévios, faz-se pertinente o uso de PEEP ajustada individualmente, independente da presença de SDRA, uma vez que muitas das causas de intubação não são devidas a alterações pulmonares.

O POP final proposto para a UTI do HFAG foi aquele já conhecido e validado pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Fisiologia Respiratória do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho e adaptado à rotina da equipe de assistência daquela UTI. Em virtude da simplicidade e rapidez bem como segurança, o protocolo foi aplicado pelo grupo de pesquisa no ambiente de assistência ao paciente e, subjetivamente, foi bem aceito pela equipe médica, de enfermagem e de fisioterapia. As alterações no POP piloto para adapta-lo à realidade do serviço foram mínimas, respeitando-se as características do espaço físico disponível em cada leito e as especificações próprias do material disponível, por exemplo, os monitores, bombas de infusão e os ventiladores. Ferramentas de avaliação da aceitação por parte da equipe deverão ser implementadas como matéria de estudos futuros.

Anteriormente ao estudo, as MRA eram aplicadas naquele serviço de forma pontual e dependiam da expertise de cada profissional de saúde das equipes de plantão e até mesmo da equipe de rotina. A ideia de se ter um protocolo factível e seguro é interessante para a padronização de uma ferramenta diagnóstica e potencialmente terapêutica à beira leito. A perspectiva

de se obterem resultados sistematizados e fidedignos é bastante interessante para proporcionar a caracterização de populações e viabilizar a comparação entre elas, ainda que de forma qualitativa.

A análise da morfologia das curvas de dP *versus* PEEP durante o recrutamento alveolar é uma maneira simples de se inferir dados da mecânica ventilatória à beira leito e se constitui numa ferramenta diagnóstica preciosa, facilmente incorporável à rotina assistencial das unidades de terapia intensiva. O tempo de execução do procedimento é preponderante na aceitação da equipe que, no dia a dia da assistência dos pacientes críticos se vê envolvida em várias tarefas indispensáveis no cuidado de pacientes que requerem muitas e complexas atividades. Grandes unidades de terapia intensiva que contam, muitas vezes, com recursos humanos escassos, necessitam de técnicas eficientes e rápidas na rotina de assistência de modo a impactar pouco na rotina diárias de cuidado com pacientes críticos.

A utilização da análise da morfologia das curvas dP x PEEP é ferramenta diagnóstica rápida e segura para ser amplamente utilizada nas unidades de terapia intensiva.

Mesmo com um número de pacientes reduzidos (n=11, sendo 7 submetidos à MRA), foi possível observar uma heterogeneidade nas respostas, isto é, conseguimos organizar os sete pacientes em três grupos com comportamentos distintos, que tem respostas diferentes frente à utilização de uma mesma ferramenta. A própria SDRA tem comportamento bastante heterogêneo dentre os portadores e estes, por sua vez, apresentam frequentemente várias comorbidades. Portanto, estes pacientes requerem atenção individualizada. Faz-se necessário aumentar este “n” para se analisar o comportamento da mecânica ventilatória à beira do leito dos pacientes críticos com SDRA e isto será uma perspectiva futura, inclusive após a utilização do POP em outros hospitais da Força Aérea do Rio de Janeiro.

A utilização da análise da morfologia das curvas dP x PEEP é ferramenta diagnóstica rápida e segura para ser amplamente utilizada nas unidades de terapia intensiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, M. B. et al. Beneficial effects of the “open lung approach” with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome. A prospective randomized study on mechanical ventilation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 152, n. 6, p. 1835–1846, dez. 1995.

AMATO, M. B. P. et al. Effect of a Protective-Ventilation Strategy on Mortality in the Acute Respiratory Distress Syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 338, n. 6, p. 347–354, 5 fev. 1998.

AMATO, M. B. P. et al. Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 372, n. 8, p. 747–755, 19 fev. 2015.

BARBAS, C. S. V. et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 26, n. 2, 2014.

BATES, J. H. T.; IRVIN, C. G. Time dependence of recruitment and derecruitment in the lung: a theoretical model. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 93, n. 2, p. 705–713, ago. 2002.

BRILLI, R. J. et al. Critical care delivery in the intensive care unit: defining clinical roles and the best practice model. **Critical Care Medicine**, v. 29, n. 10, p. 2007–2019, out. 2001.

BROCHARD, L. et al. Clinical review: Respiratory monitoring in the ICU - a consensus of 16. **Critical Care**, v. 16, n. 2, p. 219, 2012a.

BROCHARD, L. et al. Clinical review: Respiratory monitoring in the ICU - a consensus of 16. **Critical Care**, v. 16, n. 2, p. 219, 2012b.

CARAMEZ, M. P. et al. A comparison of methods to identify open-lung PEEP. **Intensive Care Medicine**, v. 35, n. 4, p. 740–747, abr. 2009.

CARVALHO, A. R. et al. Detection of tidal recruitment/overdistension in lung-healthy mechanically ventilated patients under general anesthesia. **Anesthesia and Analgesia**, v. 116, n. 3, p. 677–684, mar. 2013.

CHEN, L. et al. Molecular Mechanisms of Ventilator-Induced Lung Injury. **Chinese Medical Journal**, v. 131, n. 10, p. 1225–1231, 20 maio 2018.

CHIEW, Y. S. et al. Model-based PEEP Optimisation in Mechanical Ventilation. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 10, n. 1, p. 111, 2011.

CHIUMELLO, D. et al. Lung Recruitment Assessed by Respiratory Mechanics and Computed Tomography in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. What Is the Relationship? **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 193, n. 11, p. 1254–1263, jun. 2016.

DAMIANI, L. P. et al. Statistical analysis plan for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART). A randomized controlled trial. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 29, n. 2, 2017.

DASENBROOK, E. C. et al. Higher PEEP in Patients With Acute Lung Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Respiratory Care**, v. 56, n. 5, p. 568–575, 1 maio 2011.

DE PROST, N. et al. Ventilator-induced lung injury: historical perspectives and clinical implications. **Annals of Intensive Care**, v. 1, n. 1, p. 28, 2011a.

DE PROST, N. et al. Ventilator-induced lung injury: historical perspectives and clinical implications. **Annals of Intensive Care**, v. 1, n. 1, p. 28, 2011b.

DHANIREDDY, S. et al. Mechanical ventilation induces inflammation, lung injury, and extra-pulmonary organ dysfunction in experimental pneumonia. **Laboratory Investigation**, v. 86, n. 8, p. 790–799, ago. 2006.

DONAHOE, M. Acute respiratory distress syndrome: A clinical review. **Pulmonary Circulation**, v. 1, n. 2, p. 192–211, jun. 2011.

ESTEBAN, A. et al. How Is Mechanical Ventilation Employed in the Intensive Care Unit?: An International Utilization Review. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 161, n. 5, p. 1450–1458, maio 2000.

EVANS, T. W. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure: Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. **Intensive Care Medicine**, v. 27, n. 1, p. 166–178, jan. 2001.

FAN, E. et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 195, n. 9, p. 1253–1263, maio 2017.

GATTINONI, L. et al. Lung Recruitment in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 354, n. 17, p. 1775–1786, 27 abr. 2006.

GIRARD, T. D.; BERNARD, G. R. Mechanical Ventilation in ARDS. **Chest**, v. 131, n. 3, p. 921–929, mar. 2007.

GOLIGHER, E. C. et al. Oxygenation Response to Positive End-Expiratory Pressure Predicts Mortality in Acute Respiratory Distress Syndrome. A Secondary Analysis of

the LOVS and ExPress Trials. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 190, n. 1, p. 70–76, jul. 2014.

GOLIGHER, E. C. et al. Physiologic Responsiveness Should Guide Entry into Randomized Controlled Trials. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 192, n. 12, p. 1416–1419, 15 dez. 2015.

GOLIGHER, E. C.; FERGUSON, N. D.; BROCHARD, L. J. Clinical challenges in mechanical ventilation. **The Lancet**, v. 387, n. 10030, p. 1856–1866, abr. 2016.

HESS, D. R. Approaches to Conventional Mechanical Ventilation of the Patient With Acute Respiratory Distress Syndrome. **Respiratory Care**, v. 56, n. 10, p. 1555–1572, 1 out. 2011.

HESS, D. R. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. **Respiratory Care**, v. 60, n. 11, p. 1688–1704, 1 nov. 2015.

HOLZAPFEL, L. et al. Static pressure-volume curves and effect of positive end-expiratory pressure on gas exchange in adult respiratory distress syndrome. **Critical Care Medicine**, v. 11, n. 8, p. 591–597, ago. 1983.

HUH, J. et al. Efficacy of positive end-expiratory pressure titration after the alveolar recruitment manoeuvre in patients with acute respiratory distress syndrome. **Critical Care**, v. 13, n. 1, p. R22, 2009.

KELLY, F. E. et al. Intensive care medicine is 60 years old: the history and future of the intensive care unit. **Clinical Medicine**, v. 14, n. 4, p. 376–379, 1 ago. 2014.

KLOMPAS, M. et al. Multicenter Evaluation of a Novel Surveillance Paradigm for Complications of Mechanical Ventilation. **PLoS ONE**, v. 6, n. 3, p. e18062, 22 mar. 2011.

KUMAR, A. et al. Pulmonary barotrauma during mechanical ventilation. **Critical Care Medicine**, v. 1, n. 4, p. 181–186, ago. 1973.

LACHMANN, B. Open up the lung and keep the lung open. **Intensive Care Medicine**, v. 18, n. 6, p. 319–321, jun. 1992.

LUCANGELO, U.; BERNABÈ, F.; BLANCH, L. Lung mechanics at the bedside: make it simple. **Current Opinion in Critical Care**, v. 13, n. 1, p. 64–72, fev. 2007.

LUTCH, J. S.; MURRAY, J. F. Continuous positive-pressure ventilation: effects on systemic oxygen transport and tissue oxygenation. **Annals of Internal Medicine**, v. 76, n. 2, p. 193–202, fev. 1972.

MACINTYRE, N. R. Current Issues in Mechanical Ventilation for Respiratory Failure. **Chest**, v. 128, n. 5, p. 561S–567S, nov. 2005.

MAGILL, S. S. et al. Developing a New, National Approach to Surveillance for Ventilator-Associated Events. **American Journal of Critical Care**, v. 22, n. 6, p. 469–473, 1 nov. 2013.

- MARINI, J. J.; JABER, S. Dynamic predictors of VILI risk: beyond the driving pressure. **Intensive Care Medicine**, v. 42, n. 10, p. 1597–1600, out. 2016.
- MEADE, M. O. et al. A study of the physiologic responses to a lung recruitment maneuver in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. **Respiratory Care**, v. 53, n. 11, p. 1441–1449, nov. 2008.
- MEHTA, S. Daily Sedation Interruption in Mechanically Ventilated Critically Ill Patients Cared for With a Sedation Protocol: A Randomized Controlled Trial. **JAMA**, v. 308, n. 19, p. 1985, 21 nov. 2012.
- NATES, J. L. et al. ICU Admission, Discharge, and Triage Guidelines: A Framework to Enhance Clinical Operations, Development of Institutional Policies, and Further Research. **Critical Care Medicine**, v. 44, n. 8, p. 1553–1602, ago. 2016.
- PAPADAKOS, P. J.; DOOLEY, J. Preface. **Critical Care Clinics**, v. 23, n. 2, p. xiii–xiv, abr. 2007.
- PATRONITI, N. et al. Sigh improves gas exchange and lung volume in patients with acute respiratory distress syndrome undergoing pressure support ventilation. **Anesthesiology**, v. 96, n. 4, p. 788–794, abr. 2002.
- PINHU, L. et al. Ventilator-associated lung injury. **The Lancet**, v. 361, n. 9354, p. 332–340, jan. 2003.
- RITTAYAMAI, N.; BROCHARD, L. Recent advances in mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. **European Respiratory Review**, v. 24, n. 135, p. 132–140, mar. 2015.
- ROCCO, P. R. M.; NIEMAN, G. F. ARDS: what experimental models have taught us. **Intensive Care Medicine**, v. 42, n. 5, p. 806–810, maio 2016.
- ROUBY, J. J. et al. Regional distribution of gas and tissue in acute respiratory distress syndrome. II. Physiological correlations and definition of an ARDS Severity Score. CT Scan ARDS Study Group. **Intensive Care Medicine**, v. 26, n. 8, p. 1046–1056, ago. 2000.
- SANTOS, R. S. et al. Recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome: The safe way is the best way. **World Journal of Critical Care Medicine**, v. 4, n. 4, p. 278–286, 4 nov. 2015.
- SCHULTZ, M. J. Lung-protective mechanical ventilation with lower tidal volumes in patients not suffering from acute lung injury: a review of clinical studies. **Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research**, v. 14, n. 2, p. RA22-26, fev. 2008.
- SERPA NETO, A. et al. Association Between Use of Lung-Protective Ventilation With Lower Tidal Volumes and Clinical Outcomes Among Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome: A Meta-analysis. **JAMA**, v. 308, n. 16, p. 1651, 24 out. 2012a.

SERPA NETO, A. et al. Association Between Use of Lung-Protective Ventilation With Lower Tidal Volumes and Clinical Outcomes Among Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome: A Meta-analysis. **JAMA**, v. 308, n. 16, p. 1651, 24 out. 2012b.

SLUTSKY, A. S. History of Mechanical Ventilation. From Vesalius to Ventilator-induced Lung Injury. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 191, n. 10, p. 1106–1115, 15 maio 2015.

TALMOR, D. et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. **The New England Journal of Medicine**, v. 359, n. 20, p. 2095–2104, 13 nov. 2008.

TERRAGNI, P. P. et al. How respiratory system mechanics may help in minimising ventilator-induced lung injury in ARDS patients. **European Respiratory Journal**, v. 22, n. Supplement 42, p. 15s–21s, 1 ago. 2003.

THE ARDSNE(X)T INVESTIGATORS et al. Personalized medicine for ARDS: the 2035 research agenda. **Intensive Care Medicine**, v. 42, n. 5, p. 756–767, maio 2016.

TOBIN, M. J. Advances in Mechanical Ventilation. **New England Journal of Medicine**, v. 344, n. 26, p. 1986–1996, 28 jun. 2001.

TOTH, I. et al. Hemodynamic and respiratory changes during lung recruitment and descending optimal positive end-expiratory pressure titration in patients with acute respiratory distress syndrome*: **Critical Care Medicine**, v. 35, n. 3, p. 787–793, mar. 2007.

TROJIK, T. et al. Evaluation of Effects of Repetitive Recruitment Maneuvers. **Acta Informatica Medica**, v. 20, n. 2, p. 85, 2012.

WOLTHUIS, E. K. et al. Mechanical ventilation with lower tidal volumes and positive end-expiratory pressure prevents pulmonary inflammation in patients without preexisting lung injury. **Anesthesiology**, v. 108, n. 1, p. 46–54, jan. 2008.

WOOLF, S. H. The meaning of translational research and why it matters. **JAMA**, v. 299, n. 2, p. 211–213, 9 jan. 2008.

WRITING GROUP FOR THE ALVEOLAR RECRUITMENT FOR ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME TRIAL (ART) INVESTIGATORS et al. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. **JAMA**, v. 318, n. 14, p. 1335, 10 out. 2017.

YOUNES, M. et al. A method for monitoring and improving patient: ventilator interaction. **Intensive Care Medicine**, v. 33, n. 8, p. 1337–1346, 23 jul. 2007.

ZHAO, Z. et al. PEEP titration guided by ventilation homogeneity: a feasibility study using electrical impedance tomography. **Critical Care**, v. 14, n. 1, p. R8, 2010.

APÊNDICE

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO**

PROJETO DE PESQUISA

Avaliação da Recrutabilidade Pulmonar em Pacientes com Risco de Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo utilizando a Titulação Decrescente Rápida da PEEP.

Investigador Principal

Raissa Maria Lapa

INFORMAÇÕES

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de um projeto de pesquisa como responsável pelo(a) paciente _____
_____. Antes de assinar o termo de consentimento para a sua participação, por favor leia (ou escute) com atenção todas as informações. Tire qualquer dúvida com o profissional que lhe apresentou o estudo. Ele será capaz de responder todas as suas questões.

DESCRIÇÃO GERAL DA PESQUISA

Pacientes com doença pulmonar grave e que necessitam do uso de ventilação mecânica devem ser monitorizados e receberem ajustes dos ventiladores de forma segura e eficaz para atender às suas demandas. Para o manejo de pacientes que desenvolvem Síndrome de Desconforto Respiratório Agudo pode-se utilizar a Titulação Decrescente Rápida de PEEP para avaliar a recrutabilidade pulmonar, isto é, a capacidade dos pulmões se expandirem quando submetidos à ventilação mecânica, sem sofrerem lesões ou agravamento de sua condição clínica. O presente estudo pretende identificar e caracterizar os pacientes ventilados mecanicamente que se beneficiam das Manobras de Recrutamento Alveolar.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO

As manobras serão realizadas durante o período de ventilação mecânica, sob monitorização contínua, e com a utilização de medidas para manter a estabilidade cardio circulatória dos pacientes que estarão sob sedação e analgesia contínuas.

RISCOS E INCONVENIENTES

Os riscos inerentes à pesquisa são os mesmos aos quais o paciente está submetido durante a internação em CTI em virtude da utilização de dispositivos invasivos. De acordo com a literatura médica, ao se recrutar os pulmões dos pacientes pode-se causar instabilidade hemodinâmica momentânea, isto é hipotensão arterial e ou o surgimento de arritmias cardíacas, corrigidas com ajuste de aminas vasoativas intravenosas e interrupção imediata da manobra.

BENEFÍCIOS

O paciente ou seu representante legal ou procurador, não terá benefício direto, mas este estudo poderá ajudar a entender melhor os fenômenos ligados à manobra de recrutamento alveolar, e contribuir para a boa prática de ventilação mecânica baseada titulação rápida decrescente de PEEP o que representa uma forma de utilizar os recursos da ventilação mecânica de forma mais segura e individualizada.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

O senhor (a) é livre para participar ou desistir do estudo em qualquer momento, simplesmente comunicando ao seu médico ou ao responsável pela pesquisa. Se o (a) senhor (a) decidir não participar do projeto, o paciente vai receber o diagnóstico e tratamento normais para o seu problema. A qualidade do atendimento que o paciente vai receber não depende da sua escolha.

O (a) senhor (a) será informado de qualquer nova descoberta que aconteça que possa influenciar sua decisão de permanecer ou não no estudo.

Se o (a) senhor (a) tiver qualquer dúvida quanto ao estudo ou aos seus direitos como participante de uma pesquisa, o (a) senhor (a) pode perguntar à equipe que lhes apresentou o projeto.

CONFIDENCIALIDADE

Qualquer informação relacionada a esse projeto com respeito ao paciente, como história médica, exame físico, resultados de laboratório e exames complementares, serão mantidos em segredo e apenas as pessoas autorizadas terão acesso. Representantes do comitê de ética também podem ver seu prontuário.

Todos os dados médicos sobre o caso do paciente serão analisados junto com os dados dos outros participantes, mas nem seu nome, nem nenhuma identificação vai aparecer nesses arquivos. Os resultados do estudo podem ser publicados, mas sua identidade não será revelada.

CUSTOS ADICIONAIS E RESSARCIMENTO

Sua participação no estudo não acarretará em custos adicionais ao tratamento regular que teria nessa condição clínica. Também não haverá nenhuma forma de pagamento pela sua participação.

QUESTÕES/INFORMAÇÕES

No caso de quaisquer questões quanto ao estudo o senhor (a), poderá contactar a Dra. Raissa Maria Lapa ou outro responsável pela pesquisa. Caso novas informações se tornem disponíveis durante o curso do estudo que possam afetar sua disposição de participar você será informado sobre este fato.

Raissa Maria Lapa (21) 994800164

Luciana Moisés Camilo (21) 998184018

Responsável: _____

Identidade do Responsável: _____

Assinatura do Responsável

Pesquisador: _____

Identidade do Pesquisador: _____

Assinatura do Pesquisador

ANEXO

Anexo 1 – Critérios de Berlim: utilizados para a definição de SDRA e seus níveis de severidade

Critério	Uma semana de um insulto clínico conhecido ou novo com sintomas respiratórios progressivamente piores
Imagem do tórax (Radiografia ou Tomografia)	Opacidades bilaterais não explicadas completamente por derrame, colapso lobar/pulmonar ou nódulos.
Origem do edema	Insuficiência respiratória não completamente explicada por insuficiência cardíaca ou sobrecarga de fluidos; Avaliação objetiva necessária (Ex., Ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se nenhum fator de risco estiver presente
Classificação	
Leve	$200 < PaO_2/FiO_2 \leq 300$ com PEEP ou CPAP ≥ 5 cmH ₂ O
Moderada	$100 < PaO_2/FiO_2 \leq 200$ com PEEP ≥ 5 cmH ₂ O
Grave	$PaO_2/FiO_2 \leq 100$ com PEEP ≥ 5 cmH ₂ O

Abreviações: PaO₂/FiO₂ (relação entre a pressão parcial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio); PEEP (do inglês, *positive end expiratory pressure*, pressão positiva ao final da expiração). CPAP (do inglês, *continuous positive airway pressure*) Fonte: modificada de "The ARDS definition task force, 2012"

Anexo 2 - Escala de Richmond de Agitação e Sedação – utilizada para avaliação de pacientes sedados e conhecer o nível de sedação alcançado com as medicações utilizadas.

Ponto	Classificação	Descrição
4	Combativo	Combativo, violento, representando risco para a equipe
3	Muito agitado	Puxa ou remove tubos ou cateteres, agressivo verbalmente
2	Agitado	Movimentos despropositados frequentes, briga com o ventilador
1	Inquieto	Apresenta movimentos, mas que não são agressivos ou vigorosos
0	Alerta e calmo	
-1	Sonolento	Adormecido, mas acorda ao ser chamado (estímulo verbal) e mantém os olhos abertos por mais de 10 segundos
-2	Sedação leve	Despertar precoce ao estímulo verbal, mantém contato visual por menos de 10 segundos
-3	Sedação moderada	Movimentação ou abertura ocular ao estímulo verbal, mas sem contato visual
-4	Sedação intensa	Sem resposta ao ser chamado pelo nome, mas apresenta movimentação ou abertura ocular ao toque (estímulo físico)
-5	Não desperta	Sem resposta a estímulo verbal ou físico