

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

Lidiane de Fátima Ilha Nichele

**EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS
TÉCNICA DE *BREATH STACKING* NO PÓS-OPERATÓRIO DE
CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO RANDOMIZADO CRUZADO**

Santa Maria, RS
2019

Lidiane de Fátima Ilha Nichele

**EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS TÉCNICA DE
BREATH STACKING NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO
RANDOMIZADO CRUZADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Métodos e Técnicas Diagnósticas e Terapêuticas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências da Saúde**

Orientador: Profº Drº Antônio Marcos Vargas da Silva

**Santa Maria, RS
2019**

Nichele, Lidiane de Fátima Ilha
EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS
TÉCNICA DE BREATH STACKING NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA
CARDÍACA: ENSAIO RANDOMIZADO CRUZADO / Lidiane de Fátima
Ilha Nichele.- 2019.
65 p.; 30 cm

Orientador: Antônio Marcos Vargas da Silva
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Ciências da Saúde, RS, 2019

1. Cirurgia Cardíaca 2. Fisioterapia Respiratória 3.
EPAP 4. Breath Stacking I. Silva, Antônio Marcos Vargas
da II. Título.

Lidiane de Fátima Ilha Nichele

**EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS TÉCNICA DE
BREATH STACKING NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO
RANDOMIZADO CRUZADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração Métodos e Técnicas Diagnósticas e Terapêuticas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências da Saúde**

Aprovada em 29 de agosto de 2019:

Antônio Marcos Vargas da Silva, Dr (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Andréa Lúcia Gonçalves da Silva, Dra (UNISC)

Luis Ulisses Signori, Dr (UFSM)

**Santa Maria, RS
2019**

Para ser grande, sê inteiro: nada teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa.

Põe quanto és no mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda brilha,

porque alta vive.

(Fernando Pessoa)

RESUMO

EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS TÉCNICA DE BREATH STACKING NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO RANDOMIZADO CRUZADO

AUTORA: Lidiane de Fátima Ilha Nichele
ORIENTADOR: Antônio Marcos Vargas da Silva

Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca podem desenvolver complicações pulmonares pós-operatórias. A fisioterapia utiliza-se de técnicas e equipamentos que comprovadamente diminuem essas complicações. A *Expiratory Positive Airway Pressure* (EPAP) e a técnica denominada *Breath Stacking* (BS) podem aumentar a expansão pulmonar e melhorar desfechos clínicos e funcionais no pós-operatório de cirurgias cardiotorácicas. O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos agudos da EPAP e da BS sobre variáveis cardiopulmonares e fisiológicas de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva, durante a internação hospitalar e analisar aspectos de segurança das intervenções. Este ensaio clínico randomizado cruzado foi realizado na Unidade Cardiológica Intensiva, Clínica Médica I e Clínica Médica II do Hospital Universitário de Santa Maria, com amostra de 24 indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca. Os pacientes receberam a aplicação da EPAP a 10cmH₂O por 5 min e da BS em 3 séries de 5 aplicações, com inspiração sustentada por 20 s, ambas através de máscara facial siliconizada, em ordem definida por randomização, com intervalo de 24 horas entre cada intervenção. No pré-operatório ocorreu a triagem e análise do prontuário e foram avaliadas espirometria, ventilometria, expansibilidade tóraco-abdominal, pressões respiratórias máximas, sinais vitais e saturação periférica de oxigênio (SpO₂). No período pós-operatório (antes e após as intervenções) foram realizadas novamente todas as avaliações supracitadas. Antes, após e 10 min após as intervenções foram registradas as seguintes variáveis de segurança do paciente: grau de dispneia, percepção dolorosa na incisão cirúrgica, sinais de desconforto respiratório, respostas hemodinâmicas e respiratórias. O avaliador foi cegado quanto ao tipo de intervenção. O estudo mostrou que EPAP aumentou a capacidade vital forçada (CVF; P<0,003), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁; P<0,024) e os coeficientes de amplitude axilar (P=0,030) e xifoide (P=0,002). A BS melhorou o coeficiente de amplitude abdominal (P<0,003). Ambas as técnicas aumentaram a FR, similarmente (EPAP: 3,0 rpm, IC 95% 0,98 a 5,01; BS: 2,2 rpm, IC 95% 0,19 a 4,21), que reduziu após 10 min (EPAP: -1,8 rpm, IC 95% -3,30 a -0,33; BS: -2,3 rpm, IC 95% -3,83 a -0,83). EPAP reduziu a PAM (-4,1 mmHg, IC 95% -8,03 a -0,21), que permaneceu menor após 10 min (-5,0 mmHg, IC 95% -8,95 a -1,13). Nas demais variáveis não houve mudanças em resposta às intervenções. Conclui-se que uma única aplicação da EPAP melhorou a CVF, o VEF₁ e a expansibilidade ao nível axilar e xifoidiano, o que sugere efeitos mais amplos na comparação com a BS. As técnicas se mostraram seguras quanto aos aspectos respiratórios e hemodinâmicos, tornando esses achados como auxiliares na tomada de decisão fisioterapêutica no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Palavras-chave: Cirurgia Cardíaca. Cuidados Pós-operatórios. Técnicas de Fisioterapia. Terapia Respiratória.

ABSTRACT

ACUTE EFFECT OF POSITIVE EXPIRATORY PRESSURE VERSUS BREATH STACKING TECHNIQUE AFTER CARDIAC SURGERY: A RANDOMIZED CROSSOVER TRIAL

AUTHOR: Lidiane de Fátima Ilha Nichele
ADVISOR: Antônio Marcos Vargas da Silva

Patients submitted to cardiac surgery may develop postoperative pulmonary complications. Physical therapy uses techniques and equipment that reduce these complications. The Breath Stacking (BS) technique and Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP) are used to achieve greater lung expansion and to improve clinical and functional outcomes in the postoperative period of cardiothoracic surgery. The aim of this study was to compare the acute effects of EPAP and BS on cardiopulmonary and physiological variables of postoperative elective cardiac surgery patients during hospitalization and to analyze interventions safety aspects. This randomized crossover clinical trial was conducted at the Intensive Cardiology Unit, Medical Clinic I and Medical Clinic II of the University Hospital of Santa Maria, with a sample of 24 individuals undergoing cardiac surgery. Patients received EPAP with 10 cmH₂O for 5 minutes and BS in 3 series of 5 applications, with sustained inspiration for 20 seconds, both using a siliconized face mask, in randomized order, with a 24-hour interval between each intervention. Preoperative screening and analysis of medical records were carried and spirometry, ventilometry, thoracoabdominal mobility, maximal respiratory pressures, vital signs and peripheral oxygen saturation were evaluated. In the postoperative period (before and after the interventions) all the above evaluations were performed again. Before, after and 10 min after the interventions, the following patient safety variables were recorded: degree of dyspnea, painful perception in the surgical incision, signs of respiratory distress, hemodynamic and respiratory responses. The evaluator was blinded as to the type of intervention. The study showed that EPAP increased FVC (P <0.003), FEV₁ (P <0.024), and axillary (P = 0.030) and xiphoid (P = 0.002) amplitude coefficients. BS improved the abdominal amplitude coefficient (P <0.003). Both techniques increase RR similarly (EPAP: 3.0 bpm, 95% CI 0.98 to 5.01; BS: 2.2 bpm, 95% CI 0.19 to 4.21), which decreased after 10 min (EPAP: -1.8 bpm, 95% CI -3.30 to -0.33; BS: -2.3 bpm, 95% CI -3.83 to -0.83). EPAP reduced MAP (-4.1 mmHg, 95% CI -8.03 to -0.21), which remained lower after 10 min (-5.0 mmHg, 95% CI -8.95 to -1.13). In the other variables there were no changes in response to interventions. It concludes that a single application of EPAP improved FVC, FEV₁ and axillary and xiphoid expansibility, which suggests broader effects compared to BS. The techniques proved to be safe in the respiratory and hemodynamic aspects, making these findings as auxiliaries in the physiotherapeutic decision making after cardiac surgery.

Keywords: Cardiac Surgery. Postoperative Care. Physical Therapy Modalities. Respiratory Therapy

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	9
1.1	INTRODUÇÃO	9
1.2	REVISÃO DE LITERATURA	12
1.2.1	Cirurgia cardíaca	12
1.2.2	Disfunções e complicações pulmonares no pós-operatório	13
1.2.3	Fisioterapia Cardiorrespiratória	15
1.2.3.1	<i>Breath Stacking (BS)</i>	17
1.2.3.2	<i>Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP)</i>	19
1.3	OBJETIVOS	20
1.3.1	Geral.....	20
1.3.2	Específicos	20
2	ARTIGO - EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS TÉCNICA DE <i>BREATH STACKING</i> NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO RANDOMIZADO CRUZADO	21
3	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL UNIDADE DE CARDIOLOGIA INTENSIVA.....	51
	APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL CLÍNICA MÉDICA I.....	52
	APÊNDICE C – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL CLÍNICA MÉDICA II	53
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	54
	APÊNDICE E – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE.....	59
	ANEXO A – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA	60
	ANEXO B – RIGISTRO <i>CLINICAL TRIALS</i>	63

1 APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares estão entre as principais causas de morte no mundo apesar do avanço tecnológico das técnicas cirúrgicas nas últimas décadas (MOZAFFARIAN et al., 2015, CAVENAGHI et al., 2011). Em 2013, mais de 100 mil brasileiros morreram em decorrência de doenças isquêmicas do coração (BRASIL, 2013) e em 2015 foram realizadas mais de 25 mil cirurgias de revascularização do miocárdio e/ou de troca valvar (BRASIL, 2015)

A cirurgia cardíaca (CC) constitui-se em um procedimento no qual os fatores de risco envolvidos são responsáveis por diversas complicações cardiorrespiratórias no pós-operatório (PO) (THOURANI et al., 2017; MATEOS-PAÑERO et al., 2017). A incisão cirúrgica, tempo prolongado em posição supina, disfunção diafragmática induzida pela anestesia ou por lesão direta do nervo frênico, presença de drenos torácicos, dor, o uso de sedativos, tempo prolongado de ventilação mecânica, são fatores que propiciam o surgimento de infiltrados, áreas hipoventiladas e/ou acúmulo de secreções brônquicas, podendo resultar em atelectasias e em infecções pulmonares (FELTRIM, NOZAWA, 2015). Também estão comprometidas as trocas gasosas e a mecânica respiratória, reduzindo as capacidades e os volumes pulmonares acarretando, conseqüentemente, em diminuição da complacência pulmonar, aumento do trabalho respiratório e hipoxemia, que podem evoluir para um aumento da morbidade, mortalidade, do tempo de hospitalização e dos custos de saúde (DIAS et al., 2011).

Em uma coorte com mais de 2500 pacientes, mostrou-se que as complicações mais prevalentes no PO de CC foram de origem cardíaca (29,2%), seguidas pelas complicações pulmonares (7,5%). A mortalidade foi de 36,5% naqueles que tiveram, pelo menos, uma complicação no PO, contra 3,6% naqueles que não tiveram complicações. Porém, destaca-se que, apesar de menos prevalentes, as complicações pulmonares foram associadas com maior mortalidade e maior tempo de internação na unidade de terapia intensiva (UTI) e hospitalar (WELSBY et al, 2002).

Dessa forma, a fisioterapia possui fundamental importância desde a admissão do paciente na UTI, no processo de condução e descontinuação da ventilação mecânica (BORGES et al., 2013; SILVA et al., 2015; LIMA et al., 2015), até condutas que visam os cuidados respiratórios e à mobilização precoce.

Os exercícios respiratórios devem ser iniciados já no pré-operatório, bem como logo na retirada do paciente da ventilação mecânica, considerando-se parte importante da reabilitação nos primeiros dias de PO. Entre os objetivos dos exercícios respiratórios estão a redução das complicações pulmonares, facilitação da eliminação de secreções brônquicas e melhora das trocas gasosas e oxigenação (WESTERDAHL, 2015; URELL et al., 2011).

Dispositivos mecânicos variados podem ser utilizados no incremento da função pulmonar após CC, incluindo incentivadores fluxométricos e volumétricos, pressão positiva expiratória (PEP) com selo d'água ou máscaras e resistores de cargas lineares que ofertem pressão positiva expiratória (EPAP), pressão positiva contínua em via aérea (CPAP) ou de duplo nível em via aérea (BIPAP), máscara que proporciona PEEP com uso de válvula unidirecional (*Breath Stacking*) e pressão positiva intermitente nas vias aéreas (RPPI). (WESTERDAHL, 2015; URELL et al., 2011; TYSON et al., 2015, WESTERDAHL et al., 2001; DIAS et al. 2011).

Vários estudos foram realizados no intuito de comparar os benefícios dessas modalidades terapêutica e seu impacto sobre a prevenção ou a reversão de complicações pulmonares no PO de diversas cirurgias, sem conclusão definitiva de qual tem efeito preponderante (WESTERDAHL, 2015, ORFANOS et al; 1999; TYSON et al., 2015, WESTERDAHL et al., 2001, DIAS et al. 2011). Dentre as técnicas fisioterapêuticas instrumentais, o uso de PEP na via aérea por máscara facial (EPAP-*Expiratory Positive Airway Pressure*) tem sido utilizada para deslocar secreções e evitar atelectasias (SENA et al., 2010). Outro estudo demonstra, também, que o uso do EPAP promove melhora da troca gasosa (THOFEHRN et al., 2013)

Em 1990, Baker et al. demonstraram, a partir da técnica desenvolvida por Marini *et al.* (1986) para medida de capacidade vital (CV), que pacientes com diferentes diagnósticos etiológicos eram capazes de gerar e sustentar volumes inspiratórios maiores que os alcançados com espirometria de incentivo. Essa técnica, denominada de *Breath Stacking* (BS), consiste de inspirações sucessivas através de uma válvula de sentido unidirecional, com bloqueio do ramo expiratório. Possibilita, ainda, a aplicação em pacientes não cooperativos.

Atualmente, ao melhor do nosso conhecimento, não há estudos comparando os efeitos agudos da EPAP e da BS sobre variáveis cardiopulmonares e segurança destas terapias em pacientes após cirurgia cardíaca. Esta investigação também se justifica pela relevância e aplicabilidade clínica da fisioterapia respiratória nos pacientes pós-cirúrgicos, vislumbrando promover desfechos favoráveis. Faz-se necessário a ampliação de estudos na busca de maiores níveis de evidência científica, que norteiem a tomada de decisão quanto à aplicação

de pressão positiva em via aérea no PO de cirurgia cardíaca. Diante disso, quais os efeitos agudos da aplicação da EPAP e da BS sobre variáveis cardiopulmonares e fisiológicas no PO de cirurgia cardíaca? Ainda, qual a segurança da aplicação destas técnicas para essa população?

A apresentação deste estudo está estruturada sob forma de artigo científico integrado. Este capítulo, denominado Apresentação, abrange a introdução, o referencial teórico, contendo as bases científicas sobre os tópicos abordados no estudo e seus objetivos. O segundo capítulo foi destinado ao artigo científico, formatado conforme as normas da revista e que se encontra redigido em língua portuguesa, contudo, para publicação, deverá ser transcrito para a língua inglesa. O artigo foi intitulado “*Efeito agudo da pressão positiva expiratória versus técnica de breath stacking no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio randomizado cruzado*” e será submetido à revista *Physiotherapy*. No terceiro capítulo é descrita a conclusão desta dissertação. Na sequência, estão expostos as referências bibliográficas e os anexos e apêndices do trabalho.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Cirurgia cardíaca

O aumento significativo do número de CC realizadas no Brasil deve-se, prioritariamente, às doenças cardiovasculares serem as principais causas de morte no país. A elevada representatividade epidemiológica dos índices de morbidade e mortalidade, o aumento da esperança de vida ao nascer no país e as mudanças nos hábitos de vida das pessoas, decorrentes, principalmente, dos processos de industrialização e urbanização, que aumentaram a exposição aos fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares são os fortes influenciadores desse contexto (CHAGAS et al., 2009).

As CC são intervenções de grande porte difundidas mundialmente. Dentre elas destaca-se principalmente a revascularização miocárdica (RVM) e as trocas valvares (LOPES et al., 2008; AZZOLIN et al., 2006). Os pacientes submetidos à CC passam por uma série de exames e testes pré-operatórios, para detalhamento de seus casos. É um procedimento complexo que implica em alteração de vários mecanismos fisiológicos e impõe um grande estresse orgânico ao corpo humano (GOMES et al., 2015).

O procedimento implica em extensa incisão torácica, as técnicas mais usadas são do tipo esternotomia mediana e póstero-lateral. Além da incisão, a utilização do dreno de tórax também traz alterações na função pulmonar, sendo o dreno intercostal o mais incômodo quando comparado ao dreno mediastinal, pela fricção provocada durante o movimento respiratório e por perfurar a pleura intercostal e músculos intercostais (GIACOMAZZI et al., 2006).

A CC apresenta grande morbidade e tem suas complicações relacionadas, principalmente, à situação pré-operatória e à circulação extracorpórea (CEC) utilizada durante a operação, sendo necessário que os pacientes submetidos a esses procedimentos estejam bem preparados hemodinâmica e psicologicamente para o PO (CAMPAGNUCCI et al., 2008, OLMOS et al. 2007). A morbi-mortalidade no PO de cirurgias cardíacas é de grande interesse, motivando diversos protocolos de manejo PO (LOPES et al., 2008; AZZOLIN et al., 2006). A toracotomia é uma intervenção que limitará os movimentos e a posição no leito leva à dor em graus variados (LAIZO et al., 2010). Porém, apesar das complicações e mesmo havendo diferentes alternativas para o tratamento da doença arterial coronariana, a CC é uma opção com indicações precisas de médio à longo prazo. Tal procedimento proporciona remissão dos sintomas e contribui para o aumento da expectativa e melhoria da qualidade de vida dos

pacientes (BRASIL et al., 2000). Tendo isso em vista, o PO de CC exige da equipe de saúde observação contínua, tomada de decisão rápida e cuidado de alta complexidade, sendo necessária a escolha das melhores terapias para esses indivíduos

1.2.2 Disfunções e complicações pulmonares no pós-operatório

Após retirada da ventilação mecânica, 70% dos pacientes após CC evoluem com algum grau de disfunção pulmonar como atelectasia e derrame pleural (TROUILLET et al., 2009). A patogênese da disfunção pulmonar no PO de CC é complexa e multifatorial e entre os fatores que contribuem para este evento estão: aumento do *shunt* intrapulmonar, atelectasias, esternotomia, dissecação da artéria mamária, pleurotomia, trauma cirúrgico, anestesia, medicações intra e PO, hipotermia, tempo de CEC, tipo do procedimento cirúrgico e duração, comorbidades associadas, estado de saúde prévio do paciente e função pulmonar pré-operatória. As complicações pulmonares PO em pacientes submetidos a CC são um problema clínico importante, com impacto negativo na morbidade, na mortalidade, no tempo de hospitalização e nos custos de saúde (PASQUINA et al., 2006; ROMANINI et al., 2007; DIAS et al., 2011). Lesões pulmonares após a CC abrangem comprometimentos funcionais, fisiológicos, bioquímicos e histológicos (NG et al., 2001).

A indução anestésica é apontada como um fator causal de distúrbios de ventilação perfusão provavelmente secundários à atelectasia e ao fechamento das vias aéreas (ROTHEN et al., 1998). Os agentes anestésicos são responsáveis por efeitos biológicos e por alterações mecânicas e funcionais sobre o sistema respiratório que podem gerar complicações respiratórias. Dentre os efeitos biológicos incluem-se a diminuição no número e na atividade dos macrófagos alveolares, inibição da *clearance* mucociliar, aumento na permeabilidade alvéolo capilar, inibição na liberação de surfactante, aumento na atividade da enzima pulmonar óxido nítrico sintetase e aumento da sensibilidade da vasculatura pulmonar aos mediadores neuro-humorais (KOTANI et al., 1995; NIELSEN, et al., 1998; WARD & NICHOLAS, 1992).

Após a indução anestésica ocorre diminuição da capacidade residual funcional (CRF), com conseqüente redução da complacência pulmonar, formação de atelectasia nas porções dependentes dos pulmões e alteração significativa do movimento do diafragma, o qual passa a mover-se quase uniformemente ao longo do eixo ventral-dorsal (KRAYER et al., 1989). Como resultado, ocorre menor ventilação pulmonar nas porções dependentes (mais profundas devido ao efeito da gravidade) e maior ventilação na parte superior dos pulmões

(onde a perfusão é menor) resultando numa alteração da relação ventilação perfusão, ocorrência de *shunt* pulmonar e de espaço morto. Essas alterações desencadeiam o aumento do gradiente alvéolo-arterial de oxigênio, responsável, muitas vezes, pela necessidade de suplementação de oxigênio no PO (JUNIOR et al., 2007). Foi demonstrado que a anestesia geral reduz a capacidade residual funcional em aproximadamente 20%, e que pacientes submetidos a enxertos de artéria mamária têm maior risco de efusão pleural e problemas pulmonares subsequentes (BRASHER et al., 2003).

Já, as medicações intra-operatórias usuais incluem uma combinação de fármacos anestésicos, sedativos e opióides, os quais são responsáveis pela diminuição do estímulo neuronal nas vias aéreas superiores (nervo hipoglosso) e inferiores (nervo frénico). A medicação utilizada provoca relaxamento da mandíbula e músculos faríngeos, deslocamento posterior da língua, conduzindo ao aumento da resistência das vias aéreas e colapso alveolar (HAJIHA et al., 2009; OVERDYK, 2010). Concomitantemente, ocorre depressão dos movimentos dos músculos respiratórios da via aérea inferior, conduzindo a uma diminuição dos volumes pulmonares e da CRF, pela posição cefálica do diafragma no final da expiração (CHAWLA & DRUMMOND, 2008; SARASWAT, 2015).

A atelectasia pulmonar é a principal causa de hipoxemia PO (JUNIOR et al., 2007) e estima-se que ocorra em aproximadamente 90% dos pacientes adultos saudáveis poucos minutos após a indução da anestesia geral (EICHENBERGER et al., 2002; HARRIS et al., 2010; SARASWAT, 2015; SEREJO et al., 2016), afetando cerca de 15% do pulmão, especialmente as regiões basais (HARRIS et al., 2010), podendo persistir no PO (LAWRENCE et al., 1995) e desempenha um papel fundamental nas alterações das trocas gasosas e na redução da complacência estática, contribuindo para um aumento adicional nos custos de saúde (JUNIOR et al., 2007). Pensa-se que a ocorrência de atelectasia seja devida principalmente à perda de tônus diafragmático induzida pelos anestésicos (PELOSI & GREGORETTI, 2010). Acredita-se que o diafragma fique passivamente dependente das pressões relativas presentes na sua porção torácica e abdominal em que, devido à presença de vísceras abdominais, a distribuição da ventilação seja preferencialmente dirigida para as regiões do pulmão não dependentes, ou seja, sofra um deslocamento cefálico para as regiões paravertebrais em posição supina (PELOSI et al., 1998).

Por sua vez, a CEC é responsável pela síndrome de isquemia-reperfusão, resultando na liberação de enzimas proteolíticas e radicais livres, ocasionando lesão tecidual (CLARK, 2006). Provoca um aumento do volume de água extravascular pulmonar e alteração na atividade normal do sistema surfactante, secundários à coagulação pelo contato do sangue

com superfícies não-endotelizadas e a ativação das cascatas inflamatórias com liberação de enzimas e radicais livres, que entram na circulação sistêmica causando lesões no parênquima pulmonar (PADOVANI & CAVENAGHI, 2011).

Além disso, a esternotomia mediana contribui para a deterioração do quadro ao diminuir a estabilidade e a complacência da parede torácica (LOCKE, 1990). Neste contexto, a dor PO e a presença de drenos estão implicadas diretamente na manutenção dos baixos volumes pulmonares (GIACOMAZZI et al., 2006). Após extubação, ainda temos como agravantes alguns mecanismos básicos envolvidos nas alterações respiratórias como a falta de insuflação pulmonar adequada decorrente de um padrão respiratório monótono e superficial, restrição prolongada no leito e disfunção diafragmática temporária (DIAS et al., 2008).

Assim, torna-se fundamental um melhor entendimento e uma maior investigação a respeito dos recursos disponíveis na atualidade para reverter o quadro de complicações ou até mesmo evitá-las (RENAULT, COSTA-VAL & ROSSETTI, 2008). Assim, a fisioterapia respiratória tem sido amplamente requisitada com o intuito reverter ou amenizar tal quadro, evitando o desenvolvimento de complicações pulmonares, com a utilização de grande variedade de técnicas.

1.2.3 Fisioterapia Cardiorrespiratória

Diversas técnicas e equipamentos que encorajam os pacientes a manter seus volumes e capacidades pulmonares diminuem as complicações pulmonares. O tratamento eficaz das complicações respiratórias PO ainda é difícil sendo importante enfatizar e estabelecer os procedimentos fisioterapêuticos de maior eficácia (DIAS et al., 2011; DIAS et al., 2008; GASPAROTTO et al., 2009; RENAULT et al., 2008). Pasquina et al. (2003) realizaram uma revisão sistemática acerca da fisioterapia profilática realizada após CC. Foram incluídos inicialmente 18 estudos e destes apenas 4 ensaios clínicos randomizados foram selecionados para a análise final. Os demais apresentavam problemas metodológicos que os excluíram da revisão. Os resultados da pesquisa apresentaram-se inconsistentes e os benefícios do uso de técnicas fisioterapêuticas isoladas ou associadas não foram claramente demonstrados.

O primeiro grande estudo que apresentou os benefícios de inspiração máxima sustentada no PO foi desenvolvido em 1954, na Grã-Bretanha (OVEREND et al., 2001). A amostra foi de 343 pacientes submetidos a colecistectomia. Os autores encontraram uma incidência de atelectasia de 42% nos indivíduos do grupo controle versus 27% em pacientes

tratados no PO com terapia física, incluindo exercícios de respiração profunda. A taxa de incidência diminuiu para 12% em pacientes que receberam instrução adicional pré-operatória sobre os exercícios respiratórios. Apesar de grande quantidade de investigações sobre o mecanismo das complicações pulmonares e dos vários métodos de tratamento, nenhum isoladamente foi aceito como mais eficaz não havendo ainda um conceito terapêutico específico e universalmente utilizado (PARREIRA et al., 2004; TOMICH et al., 2010).

Na prática clínica têm sido utilizadas várias técnicas ou instrumentos que encorajam o paciente a inspirar profundamente e que promovem a expansão pulmonar (TOMICH et al., 2010). Os métodos são apresentados como capazes de elevar os volumes pulmonares e promover a melhoria nas áreas colapsadas do pulmão, entre eles, destaca-se: inspirometria de incentivo, respiração intermitente com pressão positiva, terapia com PEP, exercícios de respiração profunda, bloqueio inspiratório e as técnicas de “empilhamento” como o *BS* e *Air Stacking* (BARCELAR et al., 2014; LAWRENCE, PORTO et al., 2014). Além disso, é usual no período PO a deambulação precoce, técnicas de posicionamento, *huffing* e tosse.

Foi demonstrado que exercícios de respiração profunda melhoram o volume corrente, a ventilação basal e o deslocamento do diafragma, facilitando a eliminação de secreções (BRASHER et al., 2003), elevam a pressão transpulmonar com consequente aumento dos volumes pulmonares, os quais promovem a manutenção dos movimentos da caixa torácica, evitam a contratura dos músculos respiratórios, melhoram as trocas gasosas e a eficácia da tosse (PARREIRA et al., 2012; RESTREPO et al., 2012).

A espirometria de incentivo, que tem sido amplamente utilizada no período PO, consiste na respiração profunda e espontânea, utilizando um equipamento que fornece *feedback* visual para que se mantenha a máxima insuflação. No entanto, a falta de colaboração do paciente, a dispneia, a fraqueza dos músculos respiratórios e a dor podem impedir a execução (BAKER et al., 1990). Desse modo, técnicas instrumentais que se utilizam de máscaras faciais e que requerem pouca ou nenhuma colaboração do paciente e emprego de pequenos esforços, podem auxiliar o processo de recuperação pulmonar e diminuição das complicações pulmonares. A seguir, serão abordados os dois dispositivos em questão neste estudo.

1.2.3.1 *Breath Stacking (BS)*

A técnica de *BS*, interpretada como respiração por empilhamento, não tem ainda tradução consensual para a língua Portuguesa pelo que será mantida a terminologia original. No ano de 1990, pesquisadores relataram o uso da técnica denominada *BS*, afirmando ser esta mais eficaz que a espirometria de incentivo na prevenção de atelectasia e na melhora das trocas gasosas no PO, pois através dela os pacientes inalaram maiores volumes e mantiveram a inspiração por um maior período de tempo (BAKER et al., 1990). A *BS* consiste em um recurso instrumental composto por uma válvula unidirecional acoplada a uma máscara facial para promover o acúmulo de volumes inspiratórios sucessivos (DIAS et al., 2011). Como a máscara só permite a inspiração (o ramo expiratório é ocluído), a técnica evita a expiração por uma fração de segundos.

Fisiologicamente, o bloqueio expiratório aumenta a PaCO_2 , que resulta na reação de CO_2 com água, formando H^+ que circularão em maior quantidade na área quimiossensível; por essa razão, a atividade do centro respiratório é estimulada, melhorando a distribuição de ar por áreas pulmonares com diferentes constantes de tempo, além de permitir a expansão do tórax. Após alguns segundos de aplicação da técnica, com as respirações sucessivas, o aumento do volume pulmonar diminui, uma vez que a caixa torácica diminui e os músculos respiratórios encurtam-se e entram em desvantagem mecânica. A inspiração máxima gera aumento da pressão transpulmonar e a manutenção da pressão alveolar, que contribui para o aumento da PaO_2 . Assim, as pressões geradas durante os esforços inspiratórios sucessivos, por meio de empilhamento de volumes correntes, conseguem vencer as forças elásticas, o que permite a expansão pulmonar (ALCÂNTARA et al., 2016).

À medida que o volume pulmonar aumenta, os esforços inspiratórios tornam-se menores, pois diminui a complacência torácica e pulmonar, os músculos respiratórios encurtam-se e entram em desvantagem mecânica (Baker et al., 1990) devido à posição de bloqueio inspiratório que o tórax assume (MARINI et al., 1986; MARQUES et al., 2009). O acúmulo de ar nos pulmões ocorre até que o esforço de inspiração seja igual à pressão de retração elástica do tórax e pulmões (MARINI et al., 1986). Uma vez atingida a insuflação máxima, o volume de ar comprimido é liberado sob a força dos músculos expiratórios, gerando assim uma tosse com o recuo dos pulmões e da parede torácica (RAFIQ et al., 2015).

O estudo de Feitosa et al. (2012) demonstra que a técnica de *BS* possui boa reprodutibilidade, o que permite o seu uso por diferentes examinadores na prática clínica. Também destacam as razões pelas quais a técnica de *BS* consegue maiores volumes

pulmonares que EI a válvula unidirecional permite o relaxamento dos músculos inspiratórios sem perder a expansão pulmonar; a técnica de BS é realizada com respirações cumulativas, que permitem a sustentação da pressão intrapulmonar, a redistribuição do volume pelas forças de interdependência e a abertura de áreas hipoventiladas através da ventilação colateral.

Manter o pulmão distendido (durante o período de oclusão do ramo expiratório) permite tempo adicional para que as forças de interdependência recrutem volume, um processo que não se completa numa inspirometria convencional (FARIA et al., 2013). A técnica de BS pode superar a EI, sobretudo em pacientes pouco colaborativos e com alto risco de complicações pulmonares (DIAS et al., 2008). Há uma preocupação com possíveis complicações, como a diminuição do débito cardíaco e queda da pressão sanguínea devido ao aumento da pressão intratorácica, em decorrência da manutenção prolongada de um volume pulmonar elevado durante a BS. Bem como uma objeção em relação a possível retenção de CO₂. No entanto, as complicações relacionadas às alterações hemodinâmicas são improváveis porque todas as pressões são geradas pelo próprio paciente, além do mais, o volume atingido é similar àquele observado durante o suspiro ou tosse (BAKER et al., 1990)

As técnicas de empilhamento estão expostas na literatura em vários estudos com objetivos de reexpansão e desobstrução de vias aéreas. Uma tosse eficaz é um mecanismo de defesa indispensável para manter as vias aéreas permeáveis e a sua disfunção conduz a complicações pulmonares como pneumonia e atelectasia (CHOI et al., 2012). As manobras de BS aperfeiçoam a fase explosiva da tosse por distenderem a caixa torácica e alongarem a musculatura expiratória, favorecendo a sua contração (MACHADO, 2008). Dessa forma, em indivíduos com diminuição da força muscular inspiratória, a expansão pulmonar através da otimização do tempo inspiratório permite a acumulação de alto volume pulmonar necessário para gerar uma tosse eficaz (BOITANO, 2006).

Dias et al. (2011) avaliaram os efeitos que a inspirometria de incentivo e a técnica de BS têm sobre a recuperação da capacidade vital forçada (CVF) em 35 pacientes submetidos a CC. As duas técnicas de expansão pulmonar foram realizadas no pré-operatório e nos dias 1º a 5º do PO, com sucessivos esforços inspiratórios durante um período de 20 segundos. Os autores concluíram que quando comparada à inspirometria de incentivo, a técnica de BS promove maior volume inspiratório no PO.

1.2.3.2 Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP)

A pressão expiratória positiva em vias aéreas está entre as técnicas utilizadas pela fisioterapia. Apesar do aumento de trabalho muscular respiratório decorrente do uso da EPAP (RIEDER et al., 2009), esta apresenta bons resultados na reversão de atelectasias, remoção de secreções e recuperação de força muscular inspiratória nos pacientes em PO de CC (HAEFFENER et al., 2008).

O uso da pressão positiva expiratória final (PEEP) surgiu baseado no fenômeno de *shunt* pulmonar, ou seja, de áreas que não são ventiladas por causa do colapso alveolar, mas continuam sendo perfundidas, o que origina uma redução da saturação de O₂ no sangue arterial. Nesses casos, o simples aumento da oferta de O₂ não consegue aumentar a captação do oxigênio, uma vez que, nas áreas ventiladas, a saturação da hemoglobina é normal. Desta maneira, a oxigenação global só pode ser aumentada se novos alvéolos forem reabertos e, assim, recuperados para sua função plena (FINK, 2002; AZEREDO, 1992).

A EPAP é uma técnica terapêutica desenvolvida na Dinamarca, na década de 70, que utiliza a PEEP em pacientes em respiração espontânea, mantendo a via aérea aberta durante a expiração. O sistema EPAP é composto por uma máscara facial, uma válvula unidirecional e o resistor expiratório, que é responsável pela resistência ao fluxo expiratório, que determinará o nível de PEEP (AZEREDO, 2000).

A válvula com resistência expiratória é ofertada por um mecanismo de molas (sistema *Spring Loaded*) que oferece uma força contra a superfície por onde passará o fluxo expiratório, mantendo a compressão constante contra esta superfície (ARENA et al., 2003). A aplicação da EPAP pode determinar um aumento no trabalho ventilatório que é proporcional ao nível da PEEP utilizada (MAYER et al., 1998).

Em um ensaio clínico controlado, Borghi et al. (2005) compararam exercícios respiratórios com PEP associada à intervenção fisioterapêutica usual. A associação de exercícios respiratórios e PEP foi mais eficiente em minimizar a redução da força muscular inspiratória, volume e fluxo pulmonar, causadas pela CC. No entanto, em ambos os grupos, os volumes pulmonares não foram completamente restabelecidos até o quinto dia PO, sendo necessário continuar o tratamento após a alta hospitalar.

Em outro estudo controlado, realizado por Stein et al. (2009), um grupo de indivíduos foi alocado para receber reabilitação cardíaca baseada em exercícios físicos, higiene brônquica e uso da máscara de PEP durante os sete dias de internação após cirurgia de revascularização do miocárdio e outro grupo recebeu apenas cuidados usuais, sem

fisioterapia. No momento da alta hospitalar, os pacientes no grupo de reabilitação percorreram uma distância maior no Teste de caminhada de 6 minutos (TC6). No 30º dia PO, o VO_2 pico foi maior no grupo reabilitação, havendo correlação entre o VO_2 pico e a $PI_{máx}$, sugerindo que a força muscular inspiratória pudesse estar associada à capacidade funcional após CC. O programa de reabilitação composto de exercícios físicos e respiratórios e uso de PEP atenuou a redução da força muscular respiratória e também melhorou a recuperação da capacidade funcional no PO de CRM.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

Comparar os efeitos agudos da EPAP e da técnica de *BS* sobre variáveis cardiopulmonares e fisiológicas de pacientes em PO de CC, durante a internação hospitalar.

1.3.2 Específicos

- Extrair do prontuário as características antropométricas e clínicas e os dados cirúrgicos dos pacientes durante a internação hospitalar.
- Comparar o efeito da técnica *BS* e do EPAP sobre os volumes e capacidades pulmonares e expansibilidade tóraco-abdominal.
- Avaliar a segurança da aplicação da EPAP e da *BS* pelo grau de dispneia (escala de BORG), percepção dolorosa na incisão cirúrgica (Escala Analógica Visual de Dor- EVA), sinais de desconforto respiratório (sudorese, taquipnéia, tontura e uso de musculatura acessória), respostas hemodinâmicas (pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto) e respiratórias (saturação periférica de oxigênio e frequência respiratória).

2 ARTIGO - EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATÓRIA VERSUS TÉCNICA DE *BREATH STACKING* NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO RANDOMIZADO CRUZADO

L. F. Ilha Nichele ^a, G. de Almeida Righi ^b, C. Montagner Pippi ^c, J.C. Soares ^d, A.M. Vargas da Silva ^{b*}

^a Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde de Santa maria, RS Brasil.

^b Programa de Pós Graduação em Reabilitação Funcional de Santa Maria, RS, Brasil

^c Curso de graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de Santa Maria RS, Brasil.

^d Hospital Universitário de Santa Maria, RS, Brasil.

*Autor correspondente em: Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Reabilitação Funcional, Universidade Federal de Santa Maria — UFSM, Av. Roraima no. 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: antonio.77@terra.com.br (A.M. Vargas da Silva).

Resumo

Objetivo: Comparar os efeitos agudos da EPAP e da técnica de *BS* sobre variáveis cardiopulmonares e fisiológicas de pacientes em PO de CC e analisar os aspectos de segurança das intervenções.

Desenho: Ensaio clínico randomizado cruzado, com alocação aleatória e avaliador cegado.

Cenário: Unidade de cardiologia intensiva adulto de hospital universitário.

Participantes: 24 pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca foram recrutados e receberam ambas as intervenções.

Intervenção: 12 a 24h após a retirada de drenos, em dias consecutivos, foram aplicadas, randomicamente, a EPAP com carga de 10 cmH₂O, por 5 min e a técnica *BS*, durante 20 s, em máscara com válvula unidirecional, repetida 5 vezes, em três séries, com intervalos de 2 min.

Medidas de desfecho: As capacidades e volumes pulmonares foram avaliadas por espirometria, os volumes ventilatórios pelo ventilômetro e as variáveis de segurança hemodinâmica e respiratória, pelo registro dos sinais vitais e de desconforto respiratório, escala modificada de Borg e Escala Visual Analógica.

Resultados: EPAP aumentou a CVF (P<0,003), o VEF₁ (P<0,024) e os coeficientes de amplitude axilar (P=0,030) e xifoide (P=0,002). A *BS* melhorou o coeficiente de amplitude abdominal (P<0,003). Ambas as técnicas aumentam a FR, similarmente (EPAP: 3,0 rpm, IC 95% 0,98 a 5,01; *BS*: 2,2 rpm, IC 95% 0,19 a 4,21), que reduziu após 10 min (EPAP: -1,8 rpm, IC 95% -3,30 a -0,33; *BS*: -2,3 rpm, IC 95% -3,83 a -0,83). EPAP reduziu a PAM (-4,1 mmHg, IC 95% -8,03 a -0,21), que permaneceu menor após 10 min (-5,0 mmHg, IC 95% -8,95 a -1,13). Nas demais variáveis não houve mudanças em resposta às intervenções.

Conclusão: uma única aplicação da EPAP melhorou a CVF, o VEF₁ e a expansibilidade ao nível axilar e xifoidiano o que sugere efeitos mais amplos na comparação com a *BS*, já que ambas as técnicas se mostraram seguras. Os achados podem auxiliar a tomada de decisão fisioterapêutica no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Número de registro Clinical Trial: NCT04013360

Palavras-chave: Cirurgia Cardíaca; Cuidados Pós-operatórios; Técnicas de Fisioterapia; Terapia Respiratória.

Abstract

Objectives: To compare the acute effects of EPAP and BS technique on cardiopulmonary and physiological variables of postoperative cardiac surgery patients and analyze the safety aspects of interventions.

Design: Crossover randomized controlled trial with concealed allocation and assessor blinding.

Setting: Adult intensive cardiology unit at a university hospital.

Participants: 24 postoperative elective cardiac surgery patients were recruited and received both interventions.

Intervention: 12 to 24 hours after drain removal, on consecutive days, were applied EPAP with a defined load of 10 cmH₂O for 5 min and BS technique, by 20 s, in a one-way valve mask, repeated 5 times in three series at 2 min intervals.

Outcome measures: Lung capacity and volumes was assessed by spirometry, volumes by the ventilometer and respiratory and hemodynamic safety variables by recording vital signs and respiratory distress, modified Borg scale and Visual Analog Scale.

Results: EPAP increased FVC (P <0.003), FEV1 (P <0.024), axillary (P = 0.030) and xiphoid (P = 0.002) amplitude coefficients. BS improved the abdominal amplitude coefficient (P <0.003). Both techniques increased respiratory rate similarly (EPAP: 3.0 bpm, 95% CI 0.98 to 5.01; BS: 2.2 bpm, 95% CI 0.19 to 4.21), which decreased after 10 min (EPAP: -1.8 bpm, 95% CI -3.30 to -0.33; BS: -2.3 bpm, 95% CI -3.83 to -0.83). EPAP reduced mean arterial pressure (-4.1 mmHg, 95% CI -8.03 to -0.21), which remained lower after 10 min (-5.0 mmHg, 95% CI -8.95 to -1.13). In the other variables there were no changes in response to interventions.

Conclusion: A single application of EPAP improved FVC, FEV1, axillary and xiphoid expansibility, which suggests broader effects compared to BS, as both techniques have been shown to be safe. The findings may help the physiotherapeutic decision making in the postoperative period of cardiac surgery.

Clinical Trial Registration Number: NCT04013360

Keywords: Cardiac Surgery. Postoperative Care. Physical Therapy Modalities. Respiratory Therapy.

Introdução

A cirurgia cardíaca (CC) constitui-se em um procedimento cirúrgico no qual os fatores de risco envolvidos são responsáveis por diversas complicações cardiorrespiratórias no pós-operatório (PO) [1,2]. A incisão cirúrgica, tempo prolongado em posição supina, disfunção diafragmática induzida pela anestesia ou por lesão direta do nervo frênico, presença de drenos torácicos, dor, o uso de sedativos e tempo prolongado de ventilação mecânica são fatores de risco [3] para as complicações mais comuns como atelectasia, insuficiência respiratória e pneumonia [4]. Também estão comprometidas as trocas gasosas e a mecânica respiratória, reduzindo de forma significativa as capacidades e volumes pulmonares, levando a diminuição da complacência pulmonar, aumento do trabalho respiratório e hipoxemia, que podem elevar o tempo de hospitalização, os custos de saúde e os índices de morbimortalidade [5].

Dessa forma, a fisioterapia possui fundamental importância desde a admissão do paciente na UTI, realizando condutas que visam aos cuidados respiratórios e a mobilização precoce [6,7,8]. Os exercícios respiratórios devem ser iniciados logo na interrupção da ventilação mecânica, como terapia fundamental nos primeiros dias de PO. Entre os seus objetivos estão a redução das complicações pulmonares, facilitação da eliminação de secreções brônquicas e melhora das trocas gasosas e oxigenação [9,10].

Diversos dispositivos mecânicos podem ser utilizados no incremento da função pulmonar após CC [9-12,5]. Vários estudos compararam algumas modalidades terapêuticas e seu impacto sobre complicações pulmonares no PO de diferentes cirurgias [9,5,11-13]. Dentre as técnicas fisioterapêuticas instrumentais, o uso de pressão positiva expiratória em via aérea por máscara facial (EPAP-*Expiratory Positive Airway Pressure*) é capaz de deslocar secreções pulmonares, evitar atelectasias [14] e melhorar a troca gasosa [15]. Também, em 1990, Baker *et al.* [16] demonstraram, a partir da técnica desenvolvida por Marini *et al.* [17] para medida de capacidade vital, que pacientes com diferentes diagnósticos etiológicos eram capazes de gerar e sustentar volumes inspiratórios maiores que os alcançados com espirometria de incentivo. Essa técnica foi denominada de *Breath Stacking* (BS).

Atualmente, e no melhor do nosso conhecimento, não há estudos comparando os efeitos agudos da EPAP e da BS sobre variáveis cardiopulmonares e a segurança dessas terapêuticas em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Esta investigação também se justifica pela relevância e aplicabilidade clínica da fisioterapia respiratória nos pacientes pós-cirúrgicos, vislumbrando promover desfechos favoráveis. Faz-se necessário a ampliação de estudos, na busca de maiores níveis de evidência, que auxiliem a tomada de decisão quanto à

aplicação de pressão positiva em via aérea no PO de CC. Diante disso, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos agudos da EPAP e da BS sobre variáveis cardiopulmonares e fisiológicas, bem como a segurança destas intervenções, em pacientes no PO de CC, durante a internação hospitalar.

Método

Desenho e aspectos éticos

Este ensaio clínico randomizado cruzado foi aprovado pelo comitê de ética institucional, foi implementado de acordo com os padrões éticos da Declaração de Helsinki e está registrado no *Clinicaltrials.gov system*. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi obtido de todos os pacientes antes de qualquer procedimento. O ensaio está apresentado de acordo com o *Consolidated Standards of Reporting Trials Guidelines (CONSORT)*. Trinta voluntários foram randomizados pelo website www.random.org para definição da ordem das intervenções, tendo os mesmos pacientes recebido a BS e a EPAP, com intervalo de 24 horas. A sequência de números foi gerada por pesquisador cegado ao estudo e foi mantida em sigilo até o momento das intervenções.

Participantes e critérios de elegibilidade

A amostra foi composta por pacientes internados no Hospital Universitário de Santa Maria, com indicação de cirurgia de revascularização do miocárdio e/ou troca valvar, ambas por esternotomia mediana. Foram excluídos os sujeitos com disfunção cognitiva que impedisse as avaliações ou intervenções, com intolerância ao uso da máscara de EPAP ou de BS, com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), doença cerebrovascular, doença musculoesquelética crônico-degenerativa, doença crônica infecciosa, com angina instável, em tratamento com esteróides, hormônios ou em quimioterapia para câncer, complicações hemodinâmicas (arritmia, infarto do miocárdio durante a operação, com perda sanguínea \geq 20% do volume sanguíneo total, definido por Mannuci, et al., [18], pressão arterial média $<$ 70 mmHg e débito cardíaco reduzido, sendo necessário o uso de balão intra aórtico ou de drogas vasoativas), intubação traqueal por mais de 12h após admissão na UTI ou reintubados e indivíduos incapazes de manter a permeabilidade da via aérea superior.

Desfechos

O Volume corrente foi definido como o desfecho primário e os desfechos secundários foram os volumes e capacidades pulmonares, expansibilidade tóraco-abdominal, sinais vitais, saturação periférica de oxigênio (SpO₂), duplo-produto, percepção dolorosa na incisão cirúrgica, grau de dispneia e sinais de desconforto respiratório.

Intervenção

As intervenções foram realizadas pelo mesmo pesquisador, sendo a primeira de 12h a 24h após retirada dos drenos de tórax e a segunda 24 horas após a primeira. A técnica BS foi aplicada por meio de uma máscara facial siliconizada acoplada a uma válvula unidirecional que só permitia a inspiração (o ramo expiratório foi obstruído) [16]. Desse modo, os pacientes executaram a manobra por meio de esforços inspiratórios sucessivos, durante 20 s, com o tronco inclinado 30° em relação ao plano horizontal. Posteriormente, o ramo expiratório era desobstruído para permitir a expiração. Essa manobra foi repetida 5 vezes em cada série, com intervalos de 30 segundos entre elas. Foram realizadas 3 séries [5], com intervalo de 2 min [19], completando 15 min de terapia.

A intervenção com EPAP consistia na exalação de ar por meio de máscara facial, tendo em sua extremidade uma válvula de pressão positiva expiratória extrínseca, do tipo *spring load* (carga com mola), sem vazamento de ar perifacial, com carga definida em 10 cmH₂O, por 5 min. Os pacientes permaneceram com o tronco inclinado 30° e foram estimulados a respirar normalmente, sem esforço ativo ou respirações profundas e rápidas [14].

Na presença de alteração importante nos parâmetros hemodinâmicos ou respiratórios, ou mesmo importante desconforto referido pelo paciente, os protocolos eram interrompidos e o voluntário monitorizado até o retorno dos valores basais.

As intervenções foram complementares ao tratamento fisioterapêutico de rotina, que consistiam em duas sessões diárias, com o uso de técnicas de higiene brônquica e reexpansão pulmonar, exercícios de mobilização passiva, ativa-assistida ou ativa, alongamentos, treino de atividades de vida diária, posicionamento e retirada do leito e orientações para o pós-alta. A rotina de monitorizações, procedimentos médicos e administração de fármacos não foi alterada.

Avaliações

Inicialmente os pacientes passaram por uma triagem e análise de prontuários. Foi realizada uma entrevista semiestruturada e por meio do prontuário obteve-se os dados de peso e altura, do índice de massa corporal (IMC), da patologia de base, das comorbidades, ecocardiograma e exames laboratoriais. Os dados relativos ao procedimento cirúrgico, medicamentos e complicações PO foram registradas. No pré-operatório realizou-se a familiarização com as máscaras e protocolos de intervenção (BS e EPAP) e com os instrumentos de avaliação. Os avaliadores foram cegados quanto ao tipo de intervenção.

Medidas de resultado

Força muscular respiratória

As medidas da pressão inspiratória máxima (P_Imax) e da pressão expiratória máxima (P_Emax) foram realizadas no pré-operatório e anteriormente à segunda intervenção, através de manovacômetro digital MVD 300 (Microhard System, Globalmed, Porto Alegre, Brasil), com amplitude de escala de ± 300 cmH₂O, conectado a um sistema com duas válvulas unidirecionais (DHD Inspiratory Muscle Trainer, Chicago, USA), acoplado a um bucal. Um orifício de 2 mm de diâmetro foi utilizado para manter a glote aberta e evitar a influência das pressões produzidas pelos músculos faciais. Os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal, com elevação de cabeceira à 30°, com os cotovelos apoiados e com um clipe nasal. A P_Imax foi determinada, partindo do volume residual, pela inspiração profunda contra o circuito ocluído e a P_Emax partindo da capacidade pulmonar total (CPT) pela expiração forçada contra o bucal do aparelho. Para análise dos resultados foram considerados os valores absolutos e em percentual do predito pelas equações propostas por Pessoa *et al.* [20]. O teste foi repetido de três a seis vezes, com intervalo de um minuto, sendo considerado o maior valor desde que não ocorresse diferença maior que 10% entre os dois valores mais altos [21].

Volumes e capacidades pulmonares

Os volumes e as capacidades pulmonares foram avaliados pela ventilometria e espirometria, no pré-operatório e no PO (antes e após cada intervenção). Para a obtenção do volume minuto (VM), o paciente foi orientado a inspirar e expirar lentamente (ventilação de repouso), sem qualquer esforço adicional durante um minuto através do ventilômetro

Wright® (British Oxygen Company, London, England), fazendo o uso de um obturador nasal. A frequência respiratória (FR) foi mensurada pelos movimentos da caixa torácica, durante os ciclos respiratórios realizados em um minuto [22]. A manobra foi realizada três vezes. Obteve-se o volume corrente (VC) pela divisão do VM pela FR.

A espirometria foi realizada com um espirômetro portátil (Spirobank II ®, Medical International Research, Roma, Itália), em que os pacientes permaneciam em decúbito dorsal, com elevação de cabeceira a 30°, e foram orientados a repousar por 5 min antes do teste. A seguir, realizavam uma inspiração máxima seguida de expiração máxima e sustentada através do bucal do aparelho, até que o observador ordenasse a interrupção. Conforme recomendado pela American Thoracic Society e European Respiratory Society [23] e baseado nos critérios de reprodutibilidade e aceitabilidade, foram realizadas três manobras (variabilidade < 5%) e considerada a melhor curva para o estudo. Foram obtidos os valores de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação VEF₁/CVF, pico de fluxo expiratório (PFE) e fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da curva de CVF (FEF₂₅₋₇₅).

Expansibilidade tóraco-abdominal

A medida da expansibilidade tóraco-abdominal foi avaliada no pré-operatório e no PO, antes e após cada intervenção. A medida ocorreu pela cirtometria, sendo utilizadas três fitas métricas, adaptadas com uma alça em cadarço de algodão para servir de guia no deslizamento das fitas durante os movimentos respiratórios. Em decúbito dorsal, com elevação de cabeceira a 30°, as fitas eram posicionadas em três pontos anatômicos de referência: prega axilar, apêndice xifoide e linha umbilical. As medidas foram realizadas em repouso, após inspiração máxima (Capacidade Pulmonar Total) e após expiração máxima (Volume Residual), sob o comando do avaliador. A diferença entre a medida de inspiração e de expiração máxima configurava o coeficiente de amplitude das posições de mensuração. Para cada ponto eram realizadas três medidas, nos três diferentes momentos, com intervalos de um minuto entre elas, utilizando-se a de maior valor [24,25].

Segurança das intervenções

As variáveis consideradas para avaliação da segurança da aplicação das técnicas foram: grau de dispneia, percepção dolorosa na incisão cirúrgica, respostas hemodinâmicas e

respiratórias, e sinais de desconforto respiratório. Foram avaliadas antes, imediatamente após e 10 min após cada intervenção. Os escores de dispneia foram obtidos pela Escala de Borg modificada [26], em que 0 representa nenhum sintoma e 10 representa sintoma máximo de esforço. A escala foi mostrada ao paciente, sendo solicitado a graduação da intensidade de sua dispneia [27]. A avaliação da dor na incisão cirúrgica ocorreu por meio de uma Escala Visual Analógica [28], instrumento unidimensional para avaliação da intensidade dolorosa. O sujeito apontava a figura, com número e cor, de acordo com a sua interpretação dolorosa.

Como respostas hemodinâmicas foi mensurada indiretamente a pressão arterial (sistólica, diastólica e média) e a frequência cardíaca (FC) por monitor multiparamétrico (Dräger Infinity® Delta XL, Dräger Medical Systems, Lübeck, Germany). O Duplo Produto (DP) foi calculado pela multiplicação da pressão arterial sistólica pela FC. O comportamento respiratório foi avaliado pela SpO₂ e frequência respiratória, medidas pelo mesmo monitor acima referido, e também foram registrados os sinais de desconforto respiratório, como sudorese, taquipneia, tontura e uso de musculatura acessória.

Análise estatística

O cálculo amostral foi estimado para obtenção de um nível de significância (alfa) de 5% ($p < 0,05$) e poder (beta) de 90%. A amostra foi estimada em 24 pacientes, baseado no estudo de Cardoso *et al.* [29], com magnitude de efeito de 81,3 mL no volume corrente. Foi utilizado o programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versão 13.0. A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis categóricas foram apresentadas em n (%), os dados com distribuição normal em média e desvio-padrão e os que não tiveram distribuição gaussiana foram log-transformadas (log10) antes das análises. Para os desfechos contínuos foi apresentado o tamanho do efeito estimado e respectivos intervalos de confiança de 95%. Foi utilizada a análise de variância de duas vias com medidas repetidas, para a análise dos efeitos grupo, tempo e interação, seguido do teste de *post hoc* de Bonferroni, para comparar as medidas entre os protocolos de intervenção e intra-grupos. O teste do qui-quadrado foi utilizado para a análise das variáveis categóricas. Foi considerado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

A Figura 1 apresenta o fluxograma do estudo. Vinte e quatro pacientes realizaram ambas as intervenções e completaram os protocolos, dos quais 11 receberam o EPAP e 13 receberam a BS como primeira intervenção.

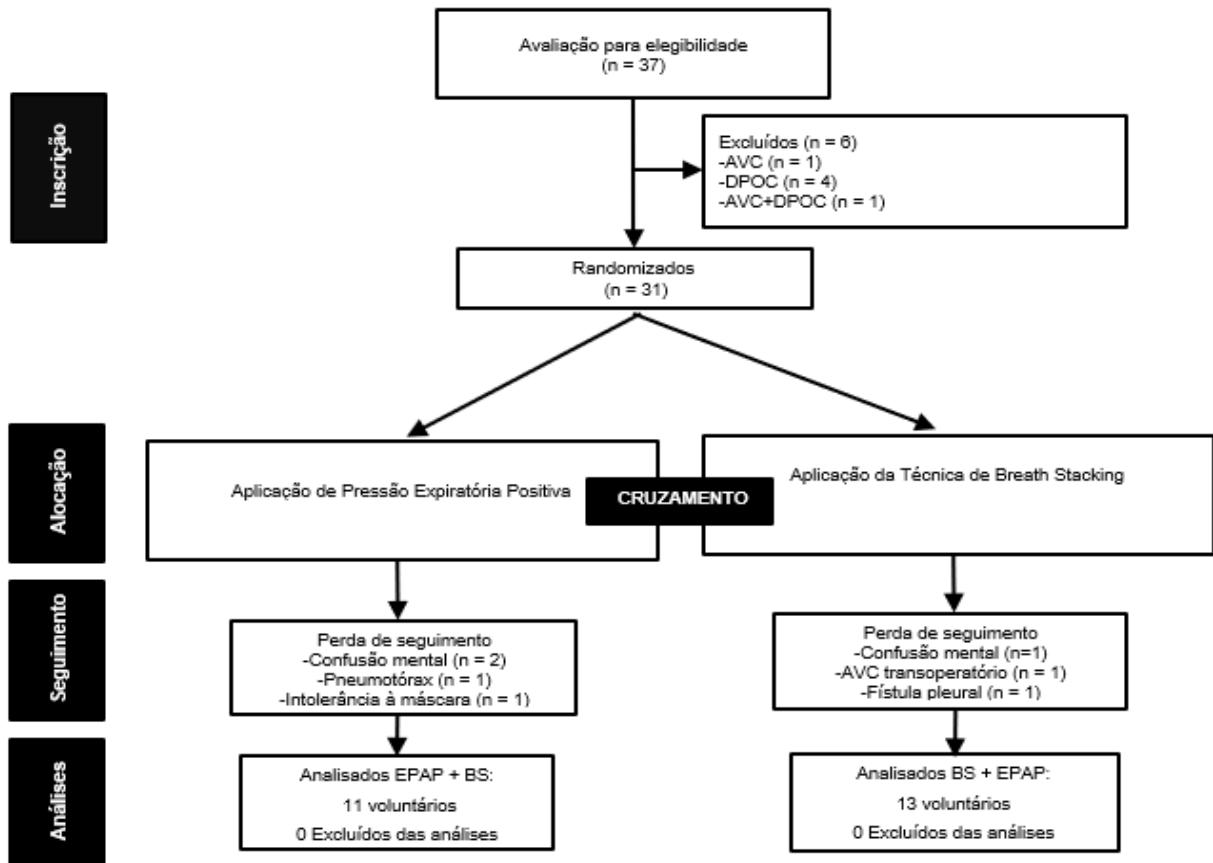


Figura 1. Diagrama de fluxo CONSORT.

Na Tabela 1 são apresentadas as características pré-operatórias e cirúrgicas. A maioria dos pacientes era do sexo masculino, eutróficos (50%) e não tabagistas. A média dos resultados para os exames laboratoriais, ventilométrico e espirométrico estavam dentro da normalidade, bem como a fração de ejeção do ventrículo esquerdo. As comorbidades mais comuns e associadas à doença cardíaca foram a hipertensão arterial sistêmica (75%), diabetes mellitus (29,1%), dislipidemia (25%) e doença renal crônica (16,6%).

Tabela 1

Características demográficas, laboratoriais e clínicas pré-operatórias e cirúrgicas.

	n=24
Idade (anos)	63,3 ± 12,6
Sexo masculino (%)	17 (70,8)
IMC (kg/m ²)	26,4 ± 4,6
Tabagista (%)	
Tabagistas atuais	4 (16,7)
Tabagistas prévios	8 (33,3)
Não tabagistas	12 (50)
Hemoglobina (g/dL)	12,9 ± 2,4
Leucócitos (células/mm ³)	7.900 ± 2.177
Plaquetas (células/mm ³)	222,7 ± 83,6
CVF (% pred)	79,2 ± 20,6
VEF ₁ (% pred)	79,4 ± 22,9
VEF ₁ /CVF (% pred)	102,0 ± 8,77
PFE (% pred)	71,5 ± 25,1
FEF ₂₅₋₇₅ (% pred)	72,1 ± 35,4
VC (L)	0,564 ± 0,357
CA axilar (cm)	3,07 ± 1,27
CA xifóide (cm)	2,58 ± 1,51
CA umbilical (cm)	1,43 ± 1,64
FEVE (%)	56,5 ± 11,9
Tipo de cirurgia (%)	
CRM	12 (50)
TV	10 (41,7)
CRM+TV	2 (8,3)
Tempo de CEC (min)	102,7 ± 30,7
Tempo de clampeamento (min)	81,2 ± 33,5
Tempo de Intubação (h)	9,12 ± 3,47

Valores expressos em média±DP ou n (%); IMC: índice de massa Corporal; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação entre VEF e CVF; PFE: pico de fluxo expiratório; FEF 25-75: fluxo expiratório forçado entre 25-75% da CVF, VM: volume minuto; VC: volume corrente; CA: coeficiente de amplitude; FEVE: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo; CRM: cirurgia de revascularização do miocárdio; TV: troca valvar.

A EPAP aumentou a CVF (P<0,026) e o VEF₁ (P<0,024) em 5,8%, o coeficiente de amplitude axilar (P=0,030) em 27,8% e xifóide (P=0,002) em 35,7%. A técnica de BS melhorou o coeficiente de amplitude abdominal (P<0,003) em 63,6%. Os efeitos da EPAP e BS (pré vs pós) foram similares nas demais variáveis. Não houve diferenças entre as intervenções quanto aos volumes e capacidades pulmonares e mobilidade toracoabdominal. (Tab. 2). Em relação aos sinais de desconforto respiratório, houve aumento da frequência de taquipneia após as intervenções, de forma similar entre elas, que retornaram aos valores basais após 10 min. Não houve mudanças nos demais sinais em resposta às intervenções (Tab. 3).

A Fig. 2 exibe as variáveis de segurança das intervenções e demonstra que as aplicações da EPAP e da BS aumentaram a FR, similarmente (Fig. 2B) (EPAP: 3,0 rpm, IC 95% 0,98 a 5,01; BS: 2,2 rpm, IC 95% 0,19 a 4,21), reduzindo após 10 min para próximo dos valores basais (EPAP: -1,8 rpm, IC 95% -3,30 a -0,33; BS: -2,3 rpm, IC 95% -3,83 a -0,83). A PAM reduziu após EPAP (-4,1 mmHg, IC 95% -8,03 a -0,21) e permaneceu menor que os basais após 10 min (-5,0 mmHg, IC 95% -8,95 a -1,13; Fig. 2D). Nas demais variáveis não houve mudanças ou diferenças entre intervenções.

Tabela 2

Volumes e capacidades pulmonares e mobilidade toracoabdominal pré e pós intervenção e comparação entre grupos.

Desfechos	Grupos				Diferença intra intervenções		Diferença entre intervenções
	Pré		Pós		Pós menos Pré		Pós menos Pré
	EPAP	BS	EPAP	BS	EPAP	BS	EPAP menos BS
CVF (%pred)	39,6±9,9	40,1±12,1	41,9±11,2*	40,6±11,9	2,3±3,5	0,5±4,9	1,8 (-0,6 a 4,2)
VEF ₁ (%pred)	41,4±10,7	41,8±12,9	43,8±12,3*	42,7±14,2	2,4±4,4	0,8±5,3	1,6 (-1,2 a 4,4)
VEF ₁ /CVF (%pred)	107,8±12,8	107,1±9,1	105,7±14,8	106,2±13,8	-2,1±8,2	-0,9±8,8	-1,2 (-6 a 3,6)
PFE (%pred)	37,0±12,7	37,5±11,9	38,8±12,8	39,0±14,8	1,8±8,1	1,4±11,3	0,4 (-5,2 a 6)
FEF ₂₅₋₇₅ (%pred)	47,1±27,8	45,3±21,7	50,3±26,9	48,8±25,7	3,2±16,0	3,5±13,7	-0,3 (-8,7 a 8,1)
VM (L/min)	8,9±3,4	9,3±1,8	9,2±3,0	9,9±2,1	0,3±2,5	0,6±1,2	-0,3 (-1,4 a 0,8)
VC (L)	0,51±0,2	0,54±0,2	0,54±0,3	0,54±0,1	0,0±0,2	0,0±0,2	0 (-0,1 a 0,1)
CA axilar (cm)	1,8±0,7	1,8±0,6	2,3±1,1*	2,2±1,1	0,5±1,2	0,4±1,0	0,1 (-0,5 a 0,7)
CA xifoideo (cm)	1,4±0,8	1,6±0,9	1,9±0,8*	1,9±1,1	0,5±0,8	0,3±1,0	0,2 (-0,3 a 0,7)
CA umbilical (cm)	1,2±1,5	1,1±1,2	1,5±2,0	1,8±1,2*	0,3±1,3	0,7±1,1	-0,4 (-1,1 a 0,3)

Valores em média±DP ou diferença média (IC 95%); CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação entre VEF e CVF; PFE: pico de fluxo expiratório; FEF 25-75: fluxo expiratório forçado entre 25-75% da CVF, VM: volume minuto; VC: volume corrente; CA: coeficiente de amplitude; *: diferença vs pré.

Tabela 3

Sinais de desconforto respiratório pré, pós e 10 minutos após as intervenções.

	Pré		Pós		10 min após	
	EPAP	BS	EPAP	BS	EPAP	BS
Taquipneia (%)	4,2	16,7	37,5*	45,8*	12,5 [#]	20,8 [#]
Sudorese (%)	0	4,2	0	12,5	0	8,3
Musculatura Acessória (%)	0	0	4,2	8,3	0	0
Tontura (%)	8,3	16,7	12,5	12,5	8,3	12,5

*: diferença vs pré; #: diferença vs pós.

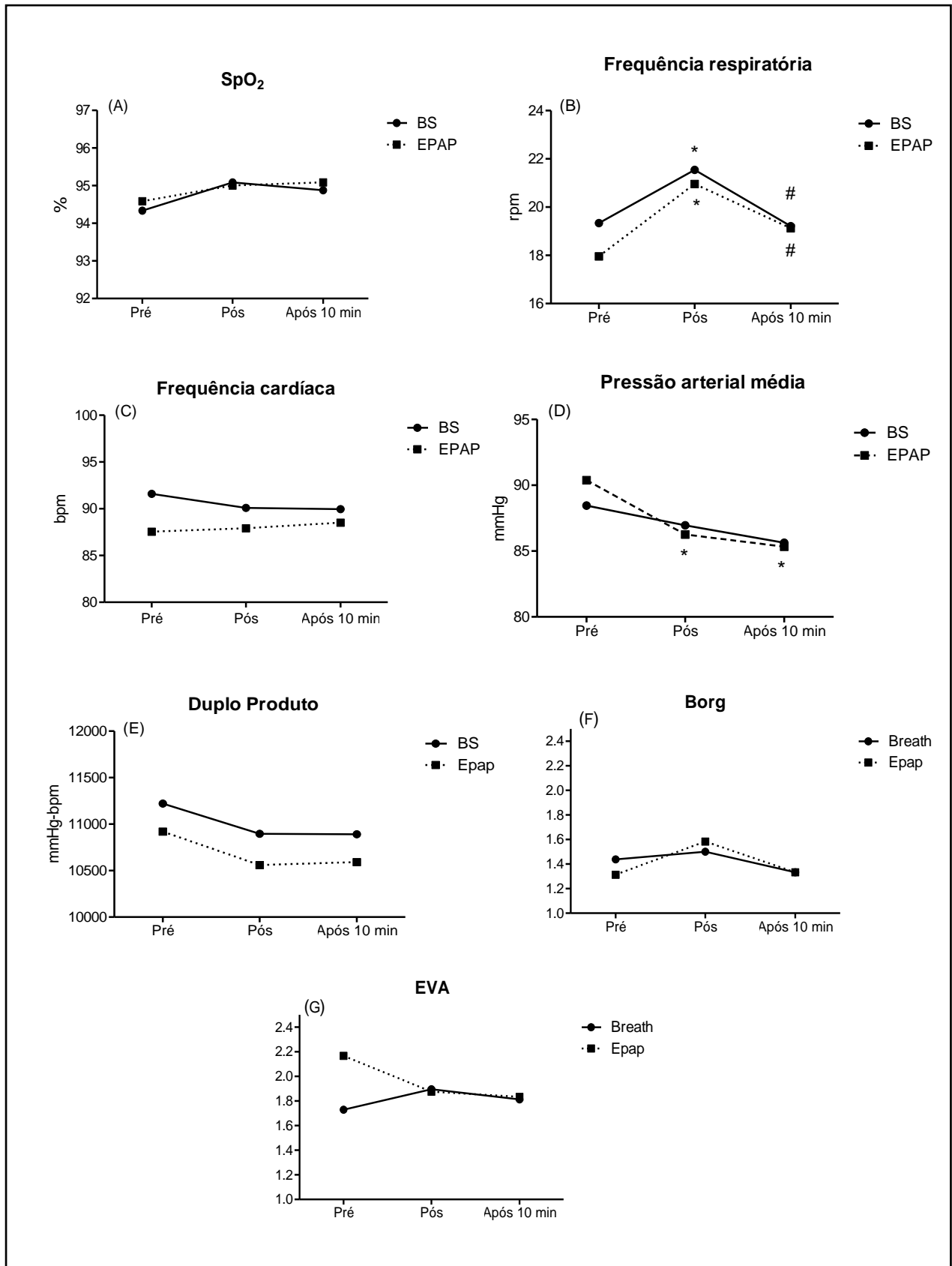


Figura 2. Aspectos de segurança relacionados aos sistemas respiratório (A e B) e hemodinâmico (C, D e E), percepção de esforço (F) e dolorosa (G) pré, pós e 10 min após intervenções. *: diferença vs pré; #: diferença vs pós;

Discussão

Este estudo demonstrou pela primeira vez o efeito agudo da EPAP na melhora da CVF, do VEF1 e dos coeficientes de amplitude axilar e xifóide, enquanto a técnica BS melhorou, apenas, o coeficiente de amplitude abdominal. Também demonstrou que a EPAP e a BS induziram taquipneia, a qual foi revertida em até 10 min, e que a EPAP induziu a queda sustentada da PAM.

A redução da capacidade vital e da capacidade residual funcional é estimada em 55% e 34% no PO imediato de CC [30]. Com base nestes dados, o uso de terapias que minimizem tais intercorrências é imprescindível, o que destaca a importância de, mesmo em uma única sessão, a EPAP já ter induzido à pequena melhora na CVF.

Em programa de reabilitação cardiopulmonar com duração de 7 dias, pacientes em PO de CC sofreram intervenção por meio do uso de EPAP com pressões que variaram de 5 a 8 cmH₂O, por 3 a 8 min, acrescidos de exercícios ativos, respiratórios e caminhada. Quando comparados a um grupo controle, observou-se que após 30 dias de PO o grupo reabilitação teve melhor recuperação da CVF e VEF₁ [31]. Por mais que não tenha sido usada exclusivamente a EPAP no estudo supracitado, os efeitos agudos encontrados em nosso estudo parecem ser semelhantes aos resultados que a terapia de longo prazo possui na CVF e VEF₁.

Em estudo mais recente, um dispositivo de EPAP subaquático foi aplicado em pacientes após CRM, em quatro sessões de 60 min, em dois dias consecutivos, sendo duas sessões diárias, com EPAP imerso em 15 cmH₂O. Não houve alteração para a CVF, FEF₁, VEF₁/CVF e PFE entre a primeira e a quarta sessão, bem como não houve mudanças nos sinais vitais após a aplicação do EPAP subaquático, havendo apenas incremento na SpO₂ [32]. Esses achados, diferentemente dos nossos, podem ser justificados pela modalidade instrumental diferenciada, sem máscara facial, e pela terapia com quatro sessões. Em outra pesquisa com pacientes após CRM, não houve diferença nos valores espirométricos do grupo EPAP, com 5 a 10 cmH₂O, e do controle entre o pré-operatório e o 3º PO [33], porém o grupo intervenção continha apenas 8 pacientes e a pressão positiva foi aplicada por meio de respirações em bucal.

Dias et al. [5] avaliaram os efeitos da inspirometria de incentivo e da BS no pré-operatório e 1º ao 5º PO e relataram que o volume inspiratório do grupo BS se normalizou no 2º dia PO, porém não houve recuperação da CVF com ambas as técnicas. Esses achados acrescidos aos do nosso estudo, permitem inferir que a BS não parece alterar a CVF de

pacientes em PO de CC, nem de forma aguda, após uma única sessão, ou após tratamento na fase intra-hospitalar. Outros relatos destacam a melhora da CVF após BS em indivíduos com esclerose lateral amiotrófica [34] e distrofia muscular de Duchenne [35], porém em populações bastante distintas a nossa e com o uso diferenciado da técnica proposta por Baker *et al.* [16], já que o fluxo ventilatório foi gerado por insuflador manual, tipicamente usado em pacientes com desordens neuromusculares.

Ainda, em um recente ensaio clínico randomizado cruzado [36], os efeitos agudos da BS foram comparados aos da espirometria de incentivo em indivíduos com Parkinson. Ambas intervenções promoveram aumento na FR, VC e VM, que retornaram aos valores basais após 15 min e, também, a BS não alterou os volumes das regiões da caixa torácica, diafragma e abdome, avaliados por pletismografia. As diferenças em relação aos nossos achados, em que a EPAP e a BS não alteraram o VC e VM podem ser explicadas, pelo menos em parte, pela distinção entre as populações. O estudo citado avaliou indivíduos com Parkinson, com CVF e VEF1 abaixo do previsto (80%) e, portanto, possivelmente mais responsivos à BS do que pacientes em PO de CC. Outro recente estudo investigou pacientes com DPOC e demonstrou que a EPAP com 10 e 15 cmH₂O reduz a FR e a sensação de dispneia e aumenta o VC [29] o que difere dos resultados relatados por nós, possivelmente, pelas peculiaridades clínicas da DPOC.

O coeficiente de amplitude axilar e xifoide aumentou após a EPAP e o coeficiente de amplitude umbilical após a aplicação da BS. Sabe-se que os efeitos da pressão positiva na mecânica do sistema respiratório de pacientes em PO de CC pode resultar em redução da resistência de via aérea e elastância respiratória [37], justificando a melhora na mecânica respiratória e mobilidade torácica gerada pela EPAP.

Em análise cintilográfica, um estudo revelou que a BS fornece deposição de radioaerossol no terço inferior e periférico pulmonar, atingindo maiores volumes e duração terapêutica do que a espirometria de incentivo [38], o que pode justificar o nosso achado de aumento da mobilidade no ponto umbilical, sendo um indicativo de maior ativação diafragmática com a BS. Corroborando a ideia, outro estudo avaliou a atividade elétrica a partir da eletromiografia de superfície, de regiões correspondentes ao diafragma e escaleno durante as técnicas de BS e EI. Também foi mensurada a correlação da duração e intensidade da atividade elétrica dos dois músculos. A posição adotada foi a dorsal, com 30° de elevação da cabeceira, assim como utilizada neste estudo. Considerando-se a região correspondente ao diafragma, a área sob a curva e a duração da atividade elétrica após a BS foi maior que a espirometria de incentivo [39].

O controle das variáveis cardiovasculares, hemodinâmica e respiratória está vinculado à segurança e aos riscos de intercorrências no PO de CC. Nossos achados demonstram que a BS e a EPAP são seguras por induzirem poucos sintomas respiratórios, como a taquipneia, que foi revertida em até 10 min e teve comportamento similar entre as técnicas. Também se evidenciou adequada segurança hemodinâmica, com pequena repercussão da EPAP sobre a PAM, sem alterações da FC e DP e sem evidência clínica de risco ao paciente. Baker *et al.* [16], em um dos primeiros estudos sobre a BS, já relatou não ter havido intercorrências como dessaturação periférica de oxigênio, queda da PAM, ruptura alveolar ou retenção de gás carbônico. Outros estudos [5,19] também confirmam esses achados, em que não houve efeito adverso respiratório ou hemodinâmico, mantendo-se estáveis a SpO₂, FC e PAM durante e após a aplicação da BS.

Os efeitos hemodinâmicos da EPAP com cargas de 5, 10 e 15 cmH₂O foram estudados em uma amostra de indivíduos saudáveis [40]. Diferentemente deste estudo, demonstrou-se que a EPAP altera os parâmetros de variabilidade da FC no domínio da frequência e aumenta a relação simpática/parassimpática, que representa uma avaliação do equilíbrio do sistema nervoso autônomo, sendo ressaltada a importância de monitorização e cuidado. Garet *et al.* [41] aplicaram pressão positiva em via aérea através da oferta de pressão de suporte e PEEP também em indivíduos saudáveis e observaram redução da estimulação parassimpática após a retirada da pressão positiva, justificada pelo aumento da atividade vagal, fato este que pode justificar a queda da PAM neste estudo. Destaca-se que, mesmo com a PAM em queda sustentada após os 10 min, não houve auto relato de eventos adversos ou desconfortos.

Em resultados discrepantes dos nossos, os efeitos hemodinâmicos da EPAP de 10 cmH₂O, por 5 min, foram estudados no 1º ou 2º PO de CC. A EPAP foi bem tolerada clinicamente, com manutenção de SpO₂ e aumento discreto na PAM, pressão venosa central, pressão de oclusão da artéria pulmonar e pressão média da artéria pulmonar [14]. Outro achado que respalda o uso da BS e EPAP com segurança, foi a manutenção dos valores do DP, índice considerado pela American College of Sports Medicine [42] como de boa precisão para avaliação da sobrecarga cardíaca e que esteve próximo dos valores normais para indivíduos assintomáticos em repouso, de 7.524 ± 1.753 [43].

Além da melhora da CVF e VEF1 após EPAP, que podem repercutir favoravelmente na morbimortalidade após CC, a BS e a EPAP não influenciaram a dor e o esforço percebido, o que destaca ainda mais a relevância clínica dos nossos achados e confere adequada segurança e conforto. Cabe destacar que este estudo verificou o efeito agudo das técnicas, entretanto estudos que investiguem o resultado das terapêuticas em longo e médio prazo são necessários.

Conclusão

Este estudo mostrou que única sessão de EPAP melhora agudamente a CVF, o VEF1 e a expansibilidade torácica, sugerindo melhora da função pulmonar no PO de CC, o que não se observou com a BS. Isso pode indicar efeitos mais amplos da EPAP, no entanto, não houve diferença na comparação entre estas técnicas. A BS e a EPAP se mostraram seguras em relação às variáveis respiratórias e hemodinâmicas e não influenciaram a sensação de dor ou esforço, mostrando que estes achados podem auxiliar na tomada de decisão fisioterapêutica em pacientes no PO de CC.

Aprovação ética: Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CEP-UFSM) da Universidade Federal de Santa Maria e está registrado no ClinicalTrials (NCT04013360)

Financiamento: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Conflito de Interesse: Nenhum declarado

Referências

- [1] Thourani, VH, Badhwar V, Shahian DM, Edwards, FH, O'Brien S, Habib RH, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database: 2017 update on research. *The Annals Thorac Surg* 2017;104:22-8
- [2] Mateos-Pañero B, Sánchez-Casado M, Castaño-Moreira B, Paredes-Astillero I, López-Almodóvar L F, & Bustos-Molina F. Valoración del Euroscore y SAPS III como predictor de mortalidad hospitalaria en el postoperatorio de cirugía cardíaca. *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim.* 2017;64:273-281.
- [3] Feltrim MIZ, Nozawa E. Técnicas fisioterapêuticas de expansão pulmonar. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; Martins JA, Karsten M, Dal Corso S, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 2. Porto Alegre: Artmed Panamericana;2015:79-120
- [4] Naveed A, Azam H, Murtaza HG, Ahmad RA, Baig MAR. Incidence and risk factors of Pulmonary Complications after Cardiopulmonary bypass. *Pak J Med Sci.* 2017;33:993-6.
- [5] Dias CM, Vieira RDO, Oliveira JF, Lopes AJ, Menezes SLSD, Guimarães, FS. Três protocolos fisioterapêuticos: efeitos sobre os volumes pulmonares após cirurgia cardíaca. *J Bras Pneumol*, 2011;37:54-60.
- [6] Borges DL, Nina VJDS, Costa MDAG, Baldez TEP, Santos NPD, Lima IM, *et al.* Effects of different PEEP levels on respiratory mechanics and oxygenation after coronary artery bypass grafting. *Braz J Cardiovasc Surg* 2013;28:380-5.
- [7] Borges DL, Costa MDAG, Baldez TEP, Silva LND, Oliveira RL, Ferreira TDFR, *et al.* Application of mechanical ventilation weaning predictors after elective cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg* 2015;30:605-609.
- [8] Lima RO, Borges DL, Costa MDAG, Baldez TEP, Silva MGB, Sousa FAZ, *et al.* Relationship between pre-extubation positive endexpiratory pressure and oxygenation after

coronary artery bypass grafting. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery* 2015;30:443-448.

[9] Westerdahl E. Optimal technique for deep breathing exercises after cardiac surgery. *Minerva Anesthesiol* 2015;81:678-683

[10] Urell C, Emtner M, Hedenström H, Tenling A, Breidenskog M, Westerdahl E. Deep breathing exercises with positive expiratory pressure at a higher rate improve oxygenation in the early period after cardiac surgery- a randomised controlled trial. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;40:162-167.

[11] Tyson AF, Kendig CE, Mabedi C, Cairns BA, Charles AG. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary function following laparotomy: a randomized clinical trial. *JAMA surgery* 2015;150:229-236.

[12] Westerdahl E, Lindmark B, Almgren SO, Tenling A. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery-a comparison of three different deep breathing techniques. *J Rehab Med* 2001;33:79-84.

[13] Orfanos P, Ellis E, Johnston C. Effects of deep breathing exercises and ambulation on pattern of ventilation in post-operative patients. *Austral J Physiother* 1999;45:173-184

[14] Sena ACB, Ribeiro SP, Condessa RL, Vieira SRR. Pressão expiratória positiva na via aérea por máscara facial na hemodinâmica de pós-operatórios cardíacos. *Cardiol* 2010;95:594-9.

[15] Thofehrn C, Coutinho MSSDA, Daros, CB, Assis AVD, Lima RMD, Bonin CD, Benetti M. Efeitos da aplicação da EPAP (Expiratory Positive Airway Pressure) sobre a tolerância ao esforço em pacientes portadores de insuficiência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte* 2013;19:,87-90.

[16] Baker WL, Lamb VJ, Marini JJ. Breath-stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. *Am Rev Respir Dis* 1990;141:343-6

- [17] Marini JJ, Michael Rodriguez R, Lamb VJ. Involuntary breath-stacking: an alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:694-8.
- [18] Mannucci PM, Levi M. Prevention and treatment of major blood loss. *N Engl J Med* 2007;356:2301-2311.
- [19] Feitosa LA, Barbosa PA, Pessoa MF, Rodrigues-Machado MDG, Andrade AD. Clinimetric properties of breath-stacking technique for assessment of inspiratory capacity. *Physiother Res Int* 2012;17:48-54.
- [20] Pessoa IM, Houry Neto M, Montemezzo D, Silva LA, Andrade ADD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther* 2014;18:410-418.
- [21] Nava S, Ambrosino N, Crotti P, Fracchia C, Rampulla C. Recruitment of some respiratory muscles during three maximal inspiratory manoeuvres. *Thorax* 1993;48:702-707.
- [22] Lessa FA, Paes CD, Tonella RM, Araújo S. Comparação do índice de respiração rápida e superficial (IRRS) calculado de forma direta e indireta no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Bras de Fisioter* 2010;14:503-509.
- [23] American Thoracic Society/European Respiratory Society. Statement on pulmonary rehabilitation. *Am. J. Respir. Crit.Care Med* 2006;173:1390e1413.
- [24] Caldeira VS, Starling CCD, Britto RR, Martins JA, Sampaio RF, Parreira VF. Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. *J Bras Pneumol* 2007;33:519-526.
- [25] Pascotini FS, Ramos MC, Silva AMV, Trevisan ME. Volume-oriented versus flow-oriented incentive spirometry over respiratory parameters among the elderly. *Fisioter e Pesq* 2013;20:355-360
- [26] Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-381.

[27] American Thoracic Society Statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-117.

[28] Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain. *Pain* 1976;2:175-184, 1976.

[29] Cardoso DM, Fregonezi GA, Jost RT, Gass R, Alberton CL, Albuquerque IM, et al. Acute effects of Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP) on different levels in ventilation and electrical activity of sternocleidomastoid and parasternal muscles in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) patients: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther* 2016; 20:525-34.

[30] Bastin R, Barvais L, Melot C, Vicent JL, Berre J. Preliminary results of prolonged target controlled infusion of sufentanil adjusted to an effort pain score after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Belg* 2005;56:31-6

[31] Stein R, Maia CP, Silveira AD, Chiappa GR, Myers J, Ribeiro JP. Inspiratory muscle strength as a determinant of functional capacity early after coronary artery bypass graft surgery *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1685-91.

[32] Cavalli F, Nohama P. A novel underwater EPAP device for postmyocardial revascularization surgery. *Fisioter Mov* 2013;26:37-45.

[33] Graetz JP, Moreno MA. The effectiveness of positive end-expiratory pressure after coronary artery bypass grafting. *Fisioter Pesq* 2015;22:17-22.

[34] Cleary S, Misiaszek JE, Kalra S, Wheeler S, Johnston W (2013). The effects of lung volume recruitment on coughing and pulmonary function in patients with ALS. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 2013;14:111– 15.

[35] McKim DA, Katz SL, Barrowman N, Ni A, LeBlanc C. Lung volume recruitment slows pulmonary function decline in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93:1117–22.

- [36] Ribeiro R, Brandão D, Noronha J, Lima C, Fregonezi G, Resqueti V *et al* Breath-stacking and incentive spirometry in Parkinson's disease: Randomized crossover clinical trial. *Respir Physiol Neurobiol* 2018;255:11-16.
- [37] Auler JJ, Carmona MJ, Barbas CV, Saldiva PH, Malbouisson LM. The effects of positive end-expiratory pressure on respiratory system mechanics and hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients. *Braz J Med Biol Res.* 2000;33:31-42.
- [38] Diniz DM, Andrade AD, Lopes A, Mendes M, Bellaguarda E, Macena RHM, *et al.* Lung deposition pattern of inhaled radiotracers during the breath-stacking (BS) and incentive spirometry (IS) techniques. *Eur J Respir Dis* 2004;24:407
- [39] Campanha L, Prazeres PK, Oliveira IM, Andrade AFD, Torres MMC, Rodrigues-Machado MG. Pattern of respiratory muscle recruitment during incentive spirometry and breath-stacking. *Eur J Respir Dis* 2002;38:180.
- [40] Pinto TL, Sampaio LMM, Costa IP, Kawaguchi LYA, Carvalho FAS, Carvalho, RA. Analysis of heart rate variability in individuals subjected to different positive end expiratory pressure levels using expiratory positive airway pressure. *Archi Medi Sci* 2013;9:651
- [41] Garet M, Barthelemy JC, Degache F, Pichot V, Duverney D, Roche, F. Modulations of human autonomic function induced by positive pressure – assisted breathing. *Clin Physiol* 2006;26:15-20
- [42] Pescatello LS, Franklin BA, Gagard RH, Faguhar WB, Kelley GA, & Ray CA. American College of sports medicine post stand. Exercise and hypertension. *Med Scie Sports Exerc* 2004;36:533-53.
- [43] Hui SC, Jackson AS, Wier LT. Development of normative values for resting and exercise rate pressure product. *Med Scie Sports Exerc* 2000;32:1520-27.

3 CONCLUSÃO

Com os achados deste trabalho pode-se concluir que o efeito agudo da EPAP melhorou variáveis da capacidade pulmonar (CVF e VEF1) e também o coeficiente de amplitude tóraco-abdominal nas posições axilar e xifoide, enquanto que a técnica de BS melhorou apenas o coeficiente de amplitude abdominal. O volume corrente e volume minuto não sofreram alterações significativas com a aplicação de EPAP e BS neste estudo. As duas técnicas aumentaram similarmente a FR que retornou aos valores próximos aos basais após 10 min e o EPAP gerou queda da PAM imediatamente após intervenção e após 10 min, porém sem comprometimento clínico do paciente. As duas técnicas se demonstraram seguras, gerando poucos sintomas respiratórios e pequena repercussão hemodinâmica. Cabe destacar que o estudo abordou o efeito agudo das técnicas, já apontando para melhorias importantes para pacientes em PO de CC, entretanto, a comparação das técnicas deve ser melhor investigada por meio de ensaios que avaliem os efeitos de médio e longo prazo do uso dessas terapêuticas.

As dificuldades intrínsecas aos ensaios clínicos randomizados e que se destacam na realização deste estudo, foram a necessidade de colaboração do paciente e aceitação das terapêuticas e avaliações, as naturais perdas de seguimento que acabaram retardando o final das coletas e também a inserção de modalidades terapêuticas não convencionalmente utilizadas na rotina de uma unidade de terapia intensiva. Esta consta de horários destinados ao café, coleta de exames laboratoriais, realização de exames de imagens, realização de eletrocardiograma, banho, fisioterapia convencional, horário de visita, monitorizações, troca de curativos e administração de medicações em períodos diversos. Mesmo com esses desafios, os objetivos deste trabalho foram alcançados e os resultados podem guiar a escolha de uma terapêutica que irá gerar uma repercussão aguda segura e mais eficaz nesses pacientes, norteando, assim, a prática clínica de profissionais, no intuito de se minimizar as complicações PO.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E. S.; CORRÊA, K. S. Técnicas instrumentais para expansão pulmonar. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; Martins, J.A.; Karsten, M.; Dal Corso, S., organizadoras. **PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 2**. Porto Alegre: Artmed Panamericana, p. 111-148, 2016.
- ARENA, R.; MYERS, J.; ASLAM S. S.; VARUGHESE E. B., PEBERDY, M. A. Technical considerations related to the minute ventilation/carbon dioxide output slope in patients with heart failure. **Chest**. v. 124, n. 2, p. 720-727, 2003.
- AZEREDO, C. A. C. EPAP: pressão positiva nas vias aéreas. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 4, n. 2, p.45-99, 1992.
- AZEREDO, C. A. C. **Fisioterapia respiratória no hospital geral**. São Paulo: Manole; 2000.
- AZZOLIN, K. O. et al. Valor prognóstico do índice de performance miocárdica no pós-operatório de cirurgia de revascularização miocárdica. **arq bras cardiol**, v. 87, n. 4, p. 456-61, 2006.
- BAKER, W. L.; LAMB, V. J.; MARINI, J. J. Breath stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. **American Review of Respiratory Disease**. v. 141, n. 2, p. 343-346, 1990.
- BARCELAR, M. J. et al. The expansion of the pulmonary rib cage during breath stacking is influenced by age in obese women. **Plos one**, v. 9, n. 11, p. e110959, 2014.
- BOITANO, L. J. Management of airway clearance in neuromuscular disease. **Respiratory Care**, v. 51, n. 8, p. 913-924, 2006.
- BORGES, D. L. et al. Effects of different PEEP levels on respiratory mechanics and oxygenation after coronary artery bypass grafting. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 28, n. 3, p. 380-385, 2013.
- BORGHI-SILVA, A. et al. The influences of positive end expiratory pressure (peep) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. **Clinics**, v. 60, n. 6, p. 465-472, 2005.
- BRASHER, P. A. et al. Does removal of deep breathing exercises from a physiotherapy program including pre-operative education and early mobilisation after cardiac surgery alter patient outcomes? *The Australian Journal of Physiotherapy*, v. 49, n. 3, p. 165-173, 2003.
- BRASIL, L. A., et al. Revascularização do miocárdio sem circulação extracorpórea: experiência e resultados iniciais. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 15, n. 1, p. 6-15, 2000.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Mortalidade- Brasil [internet]. Brasília: DATASUS; 2013. Acesso em: 7 de abr de 2018. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Procedimentos hospitalares do SUS -Por local de internação-Brasil. Brasília: DATASUS; 2015. Acesso em: 7 abr de 2018. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>.

CAMPAGNUCCI, V. P. et al. EuroSCORE e os paciente submetidos a revascularização do miocárdio na Santa Casa de São Paulo. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 23, n. 2, p. 262-267, 2008.

CAVENAGHI, S. et al. Fisioterapia respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 26, n. 3, p. 455-461, 2011.

CHAGAS, A. C. P. et al. Saúde cardiovascular do homem brasileiro: visão da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 93, n. 6, p. 584-587, 2009.

CHAWLA, G.; DRUMMOND, G. B. Fentanyl decreases end-expiratory lung volume in patients anaesthetized with sevoflurane. **British Journal of Anaesthesia**, v. 100, n. 3, p. 411-414, 2008.

CHOI, W. et al. Cough assistance device for patients with glottis dysfunction and/or tracheostomy. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 44, n. 4, p. 351-354, 2012.

DE SÁ FEITOSA, L. A. et al. Clinimetric properties of breath-stacking technique for assessment of inspiratory capacity. **Physiotherapy Research International**, v. 17, n. 1, p. 48-54, 2012.

DIAS, C. M. et al. Espirometria de incentivo e breath stacking: repercussões sobre a capacidade inspiratória em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 12, n. 2, p. 94-99, 2008.

DIAS, C. M. et al. Três protocolos fisioterapêuticos: efeitos sobre volumes pulmonares após cirurgia cardíaca. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 37, n. 1, p. 54-60, 2011.

EICHENBERGER, A. S. et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. **Anesthesia & Analgesia**, v. 95, n. 6, p. 1788-1792, 2002.

FARIA, I. C. B.; FREIRE, L. M. S.; SAMPAIO, W. N. O. Incentivadores da inspiração: atualidades nas técnicas de espirometro de incentivo e *breath stacking*. **Revista Médica de Minas Gerais**. v. 23, n. 2, p. 228-234, 2013.

FELTRIM, M. I. Z.; NOZAWA, E. Técnicas fisioterapêuticas de expansão pulmonar. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; Martins. J.A.; Karsten, M.; dal Corso, S., organizadores. **PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 2**. Porto Alegre; Artmed Panamericana, p. 79-120, 2015.

FINK, J. B. Positive pressure techniques for airway clearance. **Respiratory Care**. v. 47 n.7, p. 786-796, 2002.

GASPAROTTO, S. C.; CARDOSO, A.L. Comparação do volume de ar obtido com duas formas diferentes de fluxo inspiratório durante exercício com incentivador. **Revista Fisioterapia em Movimento**. v. 22, n. 3, p. 355-363, 2009.

GIACOMAZZI, C.M.; LAGNI, V. B.; MONTEIRO, M. B. A dor pós-operatória como contribuinte do prejuízo na função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Journal Of Cardiovascular Surgery**. v. 21, n. 4, p. 386-392, 2006.

GOMES, T. E. et al. Religiosidade e crença em deus no pré-operatório de cirurgia cardíaca: estudo exploratório. **Brazilian Journal of Nursing**, v. 14, n. 3, p. 273-283, 2015.

HAEFFENER, M. P. et al. Incentive spirometry with expiratory positive airway pressure reduces pulmonary complications, improves pulmonary function and 6-minute walk distance in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. **American Heart Journal**, v.156, n. 5, p.900-908, 2008.

HAJIHA, M. et al. Opioid receptor mechanisms at the hypoglossal motor pool and effects on tongue muscle activity in vivo. **The Journal of Physiology**, v. 587, n. 11, p. 2677-2692, 2009.

HARRIS, A. T. et al. A discussion of airway and respiratory complications along with general considerations in obese patients. **International Journal of Clinical Practice**, v. 64, n. 6, p. 802-806, 2010.

JUNIOR, A. et al. Ventilação mecânica no intra-operatório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, suppl. 2, p. 137-141, 2007.

KOTANI, N. et al. Loss of alveolar macrophages during anesthesia and operation in humans. **Anesthesia & Analgesia**, v. 81, n. 6, p. 1255-1262, 1995.

KRAYER, S. et al. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia-paralysis. **Anesthesiology**, v. 70, n. 6, p. 891-898, 1989.

LAIZO, A.; DELGADO, F. E.; ROCHA, G. M. Complicações que aumentam o tempo de permanência na unidade de terapia intensiva na cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 25, n2, p. 166-167, 2010.

LAWRENCE, V. A. et al. Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. **Journal of General Internal Medicine**, v. 10, n. 12, p. 671-678, 1995.

LAWRENCE, V. A. et al. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the american college of physicians. **annals of internal medicine**, v. 144, n. 8, p. 596-608, 2006.

LIMA, R. O. et al. Relationship between pre-extubation positive endexpiratory pressure and oxygenation after coronary artery bypass grafting. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 30, n. 4, p. 443-448, 2015.

LOCKE, T. J. et al. Rib cage mechanics after median sternotomy. **Thorax**. v. 45, n. 6, p.465-468, 1990.

LOPES, C. R. et al. Benefícios da ventilação não-invasiva após extubação no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**. v. 23, n. 3, 344-350, 2008.

MACHADO, M. G. R. **Bases da fisioterapia respiratória-terapia intensiva e reabilitação**. Rio de Janeiro; Guanabara Koogan, 2008.

MARINI, J. J.; MICHAEL, R.; VIRNITA, J. L. Involuntary breath stacking: an alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. **American Review of Respiratory Disease**. v. 134, n. 4, p. 694-698, 1986.

MATEOS-PAÑERO, B. et al. Valoración del Euroscore y SAPS III como predictor de mortalidade hospitalaria em el postoperatorio de cirugía cardíaca. **Revista Española de Anestesiología y Reanimación**, Toledo, v. 64, n. 5, p. 273-281, 2017.

MOZAFFARIAN, D. et al. Heart disease and stroke statistics—2015 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 131, n. 4, p. 29-322, 2015.

NG, C. S. et al. Pulmonary dysfunction after cardiac surgery. **Chest**. v. 121, n. 4, p. 1269-1277, 2002.

NIELSEN, V. G. et al. Desflurane Increases Pulmonary Alveolar-Capillary Membrane Permeability after Aortic Occlusion-Reperfusion in Rabbits Evidence of Oxidant-mediated Lung Injury. **Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists**, v. 88, n. 6, p. 1524-1534, 1998.

OLMOS, S. C. et al. Tempo de internação hospitalar relacionado à fisioterapia respiratória no pré-operatório de cirurgia cardíaca eletiva. **Arquivos de Medicina do ABC**. v. 32, Supl 2, p. 23-25, 2007.

ORFANOS, P.; ELLIS, E.; JOHNSTON, C. Effects of deep breathing exercises and ambulation on pattern of ventilation in post-operative patients. **Australian Journal of Physiotherapy**. v. 45, n. 3, p.173-182, 1999.

OVERDYK, F. J. Postoperative opioids remain a serious patient safety threat. **Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists**, v. 113, n. 1, p. 259-260, 2010.

PADOVANI, C.; CAVENAGHI, O. M. Recrutamento alveolar em pacientes nopós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 26, n. 1, p. 116-121, 2011.

PARREIRA, V. F. et al. Avaliação do volume corrente da configuração toraco-abdominal durante o uso de espirômetros de incentivo à volume e à fluxo, em sujeitos saudáveis: influencia da posição corporal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 8, n. 1, p. 45-51, 2004.

PARREIRA, V. F. et al. Pletismografia optoeletrônica: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 16, n. 6, p. 439-453, 2012.

PASCOTINI, F. S. et al. Volume-oriented versus flow-oriented incentive spirometry over respiratory parameters among the elderly. **Fisioterapia e Pesquisa**. v. 20, n. 4, p. 355–360, 2013.

PASQUINA, P. et al. Respiratory physiotherapy to prevent pulmonar complications after abdominal surgery: a systematic review. **Chest**. v. 130, n. 6, p. 1887-1899, 2006.

PASQUINA, P.; WALDER, B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. **British Medical Journal**, v. 327, n. 7428, p. 1379, 2003.

PELOSI, P. et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. **Anesthesia & Analgesia**, v. 87, n. 3, p. 654-660, 1998.

PELOSI, P.; GREGORETTI, C. Perioperative management of obese patients. **Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology**, v. 24, n. 2, p. 211-225, 2010.

PORTO, F. E. et al. Comparative analysis between the alveolar recruitment maneuver and breath stacking technique in patients with acute lung injury. **Revista brasileira de terapia intensiva**, v. 26, n. 2, p. 163, 2014.

RAFIQ, M. K. et al. A preliminary randomized trial of the mechanical insufflator-exsufflator versus breath-stacking technique in patients with amyotrophic lateral sclerosis. **Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration**, v. 16, n. 7-8, p. 448-455, 2015.

RENAULT, J. A.; COSTA-VAL, R.; ROSSETTI, M.B. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós-cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 4, n. 23, p. 562-569, 2008.

RESTREPO, R. D. et al. Incentive Spirometry: 2011. **Respiratory Care**, v. 56, n. 10, p. 1600-1604, 2012

RIEDER, M. M.; COSTA, A. D.; VIEIRA, S. R.; Short-term effects of positive expiratory airway pressure in patients being weaned from mechanical ventilation. **Clinics**. v. 64, n. 5, p. 403-408, 2009.

ROMANINI, W. et al. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 89, n. 2, p. 94-99, 2007.

ROTHEN, H. U. et al. Airway closure, atelectasis and gas exchange during general anaesthesia. **British Journal Anaesthesia**, v. 81, n. 5, p. 681-686, 1998.

- SARASWAT, V. Effects of anaesthesia techniques and drugs on pulmonary function. **Indian Journal of Anaesthesia**, v. 59, n. 9, p. 557, 2015.
- SEREJO, L. G. G., et al. Risk factors for pulmonary complications after emergency abdominal surgery. **Respiratory Medicine**, v. 101, n.4 p. 808–813, 2016.
- SILVA, et al. Application of Mechanical Ventilation Weaning Predictors After Elective Cardiac Surgery. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 30, n. 6, p. 605-609, 2015.
- STEIN, R. et al. Inspiratory muscle strength as a determinant of functional capacity early after coronary artery bypass graft surgery. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 10, p. 1685-1691, 2009.
- THOFEHRN, C. et al. Efeitos da aplicação da EPAP (Expiratory Positive Airway Pressure) sobre a tolerância ao esforço em pacientes portadores de insuficiência cardíaca. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 19, n. 2, p. 87-90, 2013.
- THOURANI, V. H. et al. The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database: 2017 Update on Research. **The Annals of Thoracic Surgery**. v. 104, n. 1, p. 22-28, 2017.
- THOREN L. Postoperative pulmonary complications: observations on their prevention by means of physiotherapy. **Acta Chir Scand**. v. 107, p. 194-205, 1954.
- TOMICH, G. M. et al. Effects of breathing exercises on breathing pattern and thoracoabdominal motion after gastropasty. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, n. 2, 197-204, 2010.
- TROUILLET, J. L. et al. Prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery: outcome and predictors. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 138, n. 4, p. 948-953, 2009.
- TYSON, A. F. et al. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary function following laparotomy: a randomized clinical trial. **JAMA surgery** v. 150, n. 3, p. 229-236, 2015.
- URELL, C. et al. Deep breathing exercises with positive expiratory pressure at a higher rate improve oxygenation in the early period after cardiac surgery—a randomised controlled trial. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery** v. 40, n. 1, p. 162-167, 2011.
- WARD, H. E.; NICHOLAS, T. E. Effect of artificial ventilation and anaesthesia on surfactant turnover in rats. **Respiration Physiology**, v. 87, n. 1, p. 115-129, 1992.
- WELSBY, I. J. et al. The association of complication type with mortality and prolonged stay after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. **Anesthesia & Analgesia**, v. 94, n. 5, p. 1072-1078, 2002.
- WESTERDAHL, E. et al. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery—a comparison of three different deep breathing techniques. **Journal of Rehabilitation Medicine** v. 33, n. 2, p. 79-84, 2001.
- WESTERDAHL, E. Optimal technique for deep breathing exercises after cardiac surgery. **Minerva Anestesiol** v. 81, n. 6, p. 678-683, 2015

**APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL UNIDADE DE CARDIOLOGIA
INTENSIVA**

AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu Jane Cristina Soares, abaixo assinado, responsável pela Unidade de Cardiologia Intensiva (UCI) do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), autorizo a realização do estudo “Eficácia e segurança das técnicas Breath Stacking e EPAP (expiratory positive airway pressure) no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado”, a ser conduzido pelos pesquisadores Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva e Ftª Lidiane de Fátima Ilha Nichele. Este trabalho poderá ser realizado durante todos os dias da semana, em período estipulado, conforme cronograma apresentado. Fui informado(a) pelo responsável do estudo, sobre as características e os objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual eu represento.

Esta Instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Santa Maria, 03 de abril de 2018.

Jane C. Soares
Assinatura e carimbo do responsável institucional

Jane Cristina Soares
Chefe da Unidade de Cuidados
Intensivos e Semi-Intensivo Adulto
CREDITO/5 n° 15866-F
HUSM - EBSERRA

APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL CLÍNICA MÉDICA I

AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu Mariza de Fátima Marin Gindri abaixo assinado, responsável pela Clínica Médica I do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), autorizo a realização do estudo “Eficácia e segurança das técnicas Breath Stacking e EPAP (expiratory positive airway pressure) no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado”, a ser conduzido pelos pesquisadores Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva e Ft^a Lidiane de Fátima Ilha Nichele. Este trabalho poderá ser realizado durante todos os dias da semana, em período estipulado, conforme cronograma apresentado. Fui informado(a) pelo responsável do estudo, sobre as características e os objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual eu represento.

Esta Instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Santa Maria, 02 de abril de 2018.

Enfa Mariza de Fátima M. Gindri
Chefe de unidade de Clínica Médica
COREN/RS 10933
FBSERH/HUSM – STAF 2712242

Assinatura e carimbo do responsável institucional

APÊNDICE C – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL CLÍNICA MÉDICA II**AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL**

Eu Mariza de Fátima Marin Gindri, abaixo assinado, responsável pela Clínica Médica II do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), autorizo a realização do estudo “Eficácia e segurança das técnicas Breath Stacking e EPAP (expiratory positive airway pressure) no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado”, a ser conduzido pelos pesquisadores Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva e Ft^a Lidiane de Fátima Ilha Nichele. Este trabalho poderá ser realizado durante todos os dias da semana, em período estipulado, conforme cronograma apresentado. Fui informado(a) pelo responsável do estudo, sobre as características e os objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual eu represento.

Esta Instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Santa Maria, 02 de abril de 2018.

Enf^a Mariza de Fátima M. Gindri
Chefe de Unidade de Clínica Médica
COREN-RS 708373
EBSERH/HUSM – SIAP 2089242

Assinatura e carimbo do responsável institucional

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Efeito agudo da Pressão Positiva Expiratória versus técnica de *Breath Stacking* no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado cruzado

Pesquisadores: Mestranda Lidiane de Fátima Ilha Nichele e Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria / Departamento de Fisioterapia e Reabilitação / Hospital Universitário de Santa Maria – telefone para contato: 055996336910

Telefone e endereço postal completo: Ex: (55) 3213-1575. Avenida Roraima, 1000, prédio HUSM, Unidade Cardiovascular Intensiva, 97105-900 - Santa Maria – RS.

Local da coleta de dados: Hospital Universitário de Santa Maria

Eu, Antônio Marcos Vargas da Silva, responsável pela pesquisa “Efeito agudo da Pressão Positiva Expiratória versus técnica de *Breath Stacking* no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio randomizado cruzado”, o (a) convido para participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa tem por objetivo comparar a eficácia e a segurança de duas técnicas utilizadas pela fisioterapia para recuperação pulmonar: técnica de *Breath Stacking*, conhecida como empilhamento de ar e da técnica EPAP, sigla proveniente do termo “Pressão Expiratória Positiva na Via aérea”. Tendo isso em vista, ocorrerá a aplicação dessas técnicas para complementar o seu tratamento de fisioterapia convencional e também acontecerão algumas avaliações durante sua recuperação após a cirurgia cardíaca no Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM). Essas duas técnicas já tem sido bastante utilizadas por diversos fisioterapeutas, integrando as sessões de fisioterapia convencional para pacientes pós-operatórios, com o objetivo de reduzir os problemas respiratórios devido às complicações da cirurgia cardíaca.

Em caso de dúvida, entrar em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM na Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - Sala 702. Cidade Universitária - Bairro Camobi – 97105-900, Santa Maria, RS. Tel.: (55)32209362 - Fax: (55)32208009. E-mail: cep.ufsm@gmail.com

A técnica *Breath Stacking* consiste no uso de uma máscara siliconizada que será colocada em seu rosto. Nesta máscara será conectada uma válvula que dificultará a saída do ar permitindo apenas que o senhor (a) o puxe, realizando a inspiração. Ela permanecerá em seu rosto por 20 segundos e repetiremos esse procedimento por algumas séries, com tempo para o seu descanso. Para a aplicação da técnica EPAP colocaremos em seu rosto uma máscara facial que possuirá em seu orifício uma válvula

que ofertará uma pressão positiva, que pode ser entendida como uma resistência para saída do seu ar (para sua expiração). Essa máscara permanecerá em seu rosto por 5 minutos.

Antes de sua cirurgia mostraremos ao senhor (a) as máscaras utilizadas para aplicação da técnica de *Breath Stacking* e da EPAP, explicaremos como elas serão utilizadas após sua cirurgia e o senhor poderá experimentá-las, nos informando de suas dificuldades e dúvidas acerca do uso das máscaras. Isso servirá como uma demonstração do que será realizado e ajudará na sua adaptação à utilização delas. Para isso serão colocadas ambas as máscaras em seu rosto, cada qual no seu tempo, elas cobrirão seu nariz e sua boca, e deverão ser confortáveis e não apresentar escape de ar. Também lhe apresentaremos duas escalas: uma delas servirá para avaliar o grau da dor que você percebe estar sentindo em determinado momento, conhecida como escala Visual Analógica e a outra escala avaliará o grau de falta de ar (dispneia), conhecida como Escala Modificada de Borg. Após isso, realizaremos algumas avaliações que serão repetidas após sua cirurgia. As avaliações serão:

1. Avaliação das pressões inspiratórias e expiratórias máximas: ocorrerá através de um aparelho de manovacuometria no qual o senhor (a) irá assoprar e puxar o ar com força.
2. Avaliação da mobilidade torácica e abdominal: serão feitas medidas de seu tórax e abdome através de uma fita métrica durante sua inspiração e expiração.
3. Função pulmonar: ocorrerá através de um aparelho de espirometria em que o senhor (a) terá também que puxar e assoprar o ar com força.

Após sua cirurgia e também após a retirada dos drenos que estarão em seu torác iniciaremos a aplicação das técnicas. Em um dia o senhor receberá a aplicação de uma e no dia seguinte a aplicação de outra técnica, além da fisioterapia convencional da unidade que será realizada desde o seu período pré-cirúrgico. Será realizado um sorteio que definirá a ordem da aplicação das técnicas. Antes e após o término da aplicação das técnicas nós mostraremos ao senhor as escalas para avaliação da dor e dispneia para que possamos graduar essas duas sensações. Também verificaremos antes e ao fim da aplicação das técnicas os seus sinais vitais e a sua saturação de oxigênio. Durante as intervenções, haverá monitoração contínua dos seus sinais vitais e saturação de oxigênio, de forma que se ocorrer qualquer alteração que gere riscos a sua saúde ou haver relato de sua parte de desconforto ou mal-estar a aplicação das técnicas será interrompida. Antes e após sua cirurgia o seu prontuário será consultado para que realizemos anotações quanto a dados de peso e estatura, seus outros problemas de saúde, exames realizados e descrição da sua cirurgia.

As execuções das duas intervenções citadas não apresentarão riscos à sua integridade física, entretanto algum desconforto emocional pode surgir dependendo da técnica empregada. Poderão haver riscos inerentes à aplicação das técnicas de Breath Stacking e EPAP, tais como irritação na face pelo contato da máscara, angústia ao uso da pressão expiratória ou devido a não exalação do ar (a depender da técnica em questão) e cansaço durante a aplicação das intervenções, destacando-se que nessas condições serão interrompidas as manobras e o senhor (a) poderá solicitar que isso aconteça a qualquer momento da aplicação das intervenções. Destacamos que no período pré-operatório o senhor (a) irá conhecer e experimentar as intervenções que serão aplicadas, para poder referir para os pesquisadores os desconfortos sentidos e/ou a aceitabilidade às intervenções propostas.

Os possíveis benefícios desse estudo são os de diminuir as complicações respiratórias decorrentes da cirurgia e melhorar a sua função pulmonar contribuindo para sua reabilitação após a cirurgia. É importante esclarecer que, independente de

o senhor (a) aceitar participar da pesquisa ou não, será garantida a realização da fisioterapia convencional da unidade de terapia intensiva e de outras unidades as quais o senhor pode vir acessar, a qual irá prevenir complicações após a cirurgia e⁴ melhorar a sua condição de saúde.

Asseguramos também que o senhor(a) não terá nenhum custo para participar desta pesquisa, sendo garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Os dados coletados serão utilizados para estudos, utilizados em eventos e publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados ficarão armazenados nos computadores e armários dos pesquisadores por um período de dois anos, sob responsabilidade do professor orientador Antônio Marcos V. da Silva, sendo queimados após esse período.

Ainda, o senhor(a) poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem sofrer qualquer dano. É assegurada a assistência durante toda a pesquisa, bem como lhe é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos sobre o estudo e suas consequências, caso tenha dúvidas. Esse termo de consentimento, caso haja concordância da sua parte na participação da pesquisa, será assinado em duas vias, em que uma permanecerá de posse do senhor (a) e a outra via com as pesquisadoras.

Eu, _____ concordo voluntariamente e acredito ter sido informado a respeito da participação no estudo “Ações Terapêuticas Não Farmacológicas em Reabilitação Cardíaca”.

Declararei as pesquisadoras sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais os propósitos, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, e as garantias de privacidade. Participarei deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido durante o atendimento nesse serviço. Diante do exposto e de

Em caso de dúvida, entrar em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM na Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - Sala 702. Cidade Universitária - Bairro Camobi – 97105-900, Santa Maria, RS. Tel.: (55)32209362 - Fax: (55)32208009. E-mail: cep.ufsm@gmail.com

espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo.

Santa Maria, ____ de _____ de _____.

Assinatura do paciente ou responsável

Assinatura do responsável pela pesquisa

Em caso de dúvida, entrar em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM na Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - Sala 702. Cidade Universitária - Bairro Camobi – 97105-900, Santa Maria, RS. Tel.: (55)32209362 - Fax: (55)32208009. E-mail: cep.ufsm@gmail.com

APÊNDICE E – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto de pesquisa: Efeito agudo da Pressão Positiva Expiratória versus técnica de Breath-stacking no pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio randomizado cruzado

Pesquisadores: Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva e Mestranda Lidiane de Fátima Ilha Nichele

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria/ Fisioterapia e Reabilitação

Telefone: 3220-8234

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos participantes desta pesquisa, cujos dados serão coletados por meio de análise de prontuário e da espirometria, manovacuometria, cirtometria tóraco-abdominal, escalas para mensuração da dor e dispnéia e sinais vitais e fisiológicos, no Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM). Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, para execução do presente projeto.

As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas na UFSM - Avenida Roraima, 1000, prédio 26D, sala 1306, 97105-900-Santa Maria - RS, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva. Após este período os dados serão destruídos.

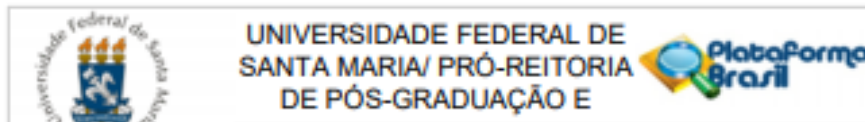
Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM em/...../....., e recebeu o número CAAE

Santa Maria, 26 de abril de 2018.



Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva.

ANEXO A – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: EFEITO AGUDO DA PRESSÃO POSITIVA EXPIRATORIA VERSUS TÉCNICA DE BREATH STACKING NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO

Pesquisador: Antonio Marcos Vargas da Silva

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 92331518.6.0000.5346

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.236.826

Apresentação do Projeto:

Pela notificação o proponente informa a "inserção de mais um membro na equipe de pesquisa: Caroline Montagner Pippi, CPF 013.621.410-03".

Objetivo da Pesquisa:

.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

.

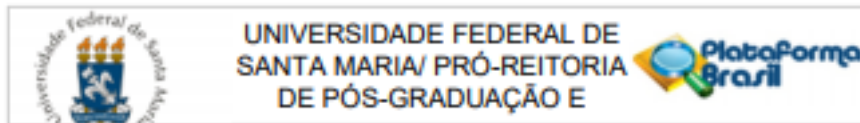
Recomendações:

.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (51)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.226.826

Considerações Finais a critério do CEP:

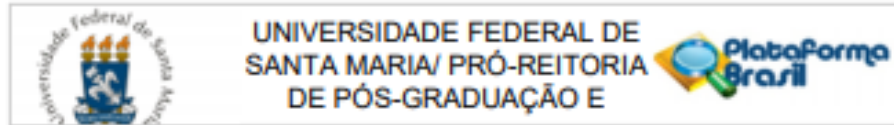
Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	emenda_ICIQ.pdf	31/03/2019 18:06:16	Lidiane Nichele	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1237143_E1.pdf	31/03/2019 17:20:35		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Breath_stacking_envio_CEP13_08.docx	13/08/2018 22:37:18	Lidiane Nichele	Aceito
Outros	GEP_HUSM_APROVACAO.pdf	13/08/2018 22:35:32	Lidiane Nichele	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP27_07.docx	27/07/2018 00:04:17	Lidiane Nichele	Aceito
Outros	Relatorio_GAP.pdf	27/06/2018 08:45:07	Lidiane Nichele	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao_UCI.pdf	26/06/2018 22:21:11	Lidiane Nichele	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao_clinicalI.pdf	26/06/2018 22:20:57	Lidiane Nichele	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao_clinical.pdf	26/06/2018 22:20:42	Lidiane Nichele	Aceito
Outros	termo_de_confidencialidade.pdf	26/06/2018 22:18:29	Lidiane Nichele	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	14/06/2018 23:22:25	Lidiane Nichele	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	printsTramitesGEPaoCEP.pdf	08/06/2018 15:24:18	Antonio Marcos Vargas da Silva	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoProjBreathStack.odt	05/06/2018 10:23:38	Antonio Marcos Vargas da Silva	Aceito
Orçamento	orcamento.docx	28/05/2018 22:37:17	Antonio Marcos Vargas da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970
 UF: RS Município: SANTA MARIA
 Telefone: (51)3220-9362 E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.226.826

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SANTA MARIA, 01 de Abril de 2019

Assinado por:
CLADEMIR DE QUADROS
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

ANEXO B – REGISTRO *CLINICAL TRIALS*

ClinicalTrials.gov PRS
Protocol Registration and Results System

[Contact ClinicalTrials.gov PRS](#)
Org: UFSantaMaria User: ASilva

[Home](#) > [Record Summary](#) > Protocol Section

ID: 92331518.6.0000.5346

Acute Effect of Positive Expiratory Pressure Versus Breath Stacking Technique After Cardiac Surgery

NCT04013360

Protocol Section

[Record Summary](#) [Preview](#) [Edit All](#) [Help](#) [Definitions](#)

[Edit](#)

Study Identification

Unique Protocol ID: 92331518.6.0000.5346

Brief Title: Acute Effect of Positive Expiratory Pressure Versus Breath Stacking Technique After Cardiac Surgery

Official Title: Acute Effect of Positive Expiratory Pressure Versus Breath Stacking Technique After Cardiac Surgery: a Randomized Crossover Trial

Secondary IDs:

[Edit](#)

Study Status

Record Verification: July 2019

Overall Status: Recruiting

Study Start: August 1, 2019 [Anticipated]

NOTE: Study Start Date should be updated and changed to Actual once the first participant is enrolled.

Primary Completion: November 30, 2019 [Anticipated]

Study Completion: December 30, 2019 [Anticipated]

[Edit](#)

Study Description

Brief Summary:

This study evaluates the efficacy and safety of a single session of positive expiratory pressure and of breath stacking technique in patients after cardiac surgery. The same patients will receive the two interventions, with an interval of 24 hours, and the acute effect of each will be verified.

Detailed Description:

Physiotherapy uses techniques and equipment that reduce postoperative pulmonary complications. The technique called breath stacking consists of an instrumental feature composed of a unidirectional valve coupled to a face mask to promote the accumulation of successive inspiratory volumes. The technique is used to prevent atelectasis and improve gas exchange. Another therapy is called expiratory positive airway pressure (EPAP) that uses positive end expiratory pressure (PEEP) in spontaneously breathing patients, keeping the airway open during expiration. The EPAP system consists of a face mask, a one-way valve and the expiratory resistor, which is responsible for resistance to expiratory flow, which will determine the level of PEEP.

[Edit](#)

Conditions

Conditions: Complication, Postoperative
Cardiac Complication

Keywords: Cardiac Surgery
Positive End Expiratory Pressure
Physical Therapy Techniques
Pulmonary Function

[Edit](#)

Sponsor/Collaborators

Sponsor: Universidade Federal de Santa Maria

Responsible Party: Principal Investigator

Investigator: Prof. Dr. Antônio Marcos Vargas da Silva [asilva]

Official Title: Principal Investigator

Affiliation: Universidade Federal de Santa Maria

Collaborators:

[Edit](#)

Oversight

U.S. FDA-regulated Drug: No

U.S. FDA-regulated Device: No

U.S. FDA IND/IDE: No

Human Subjects Review: Board Status: Approved Approval Number: 92331518.6.0000.5346

Board Name: Ethics committee in human research

Board Affiliation: Federal University of Santa Maria

Phone: 32209362 Ext: (055) Email: cep.ufsm@gmail.com

Address:

Avenue Roraima, 1000 - Rectory Building - 7th floor - Room 702. University City - Camobi Neighborhood - 97105-900, Santa Maria, RS

Data Monitoring: Yes

FDA Regulated Intervention: No

[Open](#)

Arms and Interventions

Arms	Assigned Interventions
<p>Active Comparator: Breath Stacking</p> <p>Instrument composed of a one-way valve coupled to a face mask to promote the accumulation of successive inspiratory volumes.</p>	<p>Breath Stacking</p> <p>The patients will perform the maneuver through successive inspiratory efforts for 20 s. Subsequently, the expiratory branch will be unobstructed to allow expiration. This maneuver will be repeated 5 times in each series, with intervals of 30 seconds between them. The technique will be performed with the trunk inclined 30° in relation to the horizontal plane, in 3 series, with interval of 2 min completing 15 min of therapy.</p> <p>Expiratory Positive Airway Pressure</p> <p>Patients will perform exhalation of air through a facial mask containing an extrinsic positive expiratory pressure valve with a defined load of 10 cmH2O for 5 min. During the application of the technique the patients will have a trunk inclined 30° and will be stimulated to breathe normally, without effort or deep and fast breaths.</p>
<p>Active Comparator: Expiratory Positive Airway Pressure</p> <p>Therapeutic technique consisting of a face mask, a one-way valve and an expiratory resistor, responsible for resistance to expiratory flow, which will determine the level of pressure in the airway.</p>	<p>Breath Stacking</p> <p>The patients will perform the maneuver through successive inspiratory efforts for 20 s. Subsequently, the expiratory branch will be unobstructed to allow expiration. This maneuver will be repeated 5 times in each series, with intervals of 30 seconds between them. The technique will be performed with the trunk inclined 30° in relation to the horizontal plane, in 3 series, with interval of 2 min completing 15 min of therapy.</p> <p>Expiratory Positive Airway Pressure</p> <p>Patients will perform exhalation of air through a facial mask containing an extrinsic positive expiratory pressure valve with a defined load of 10 cmH2O for 5 min. During the application of the technique the patients will have a trunk inclined 30° and will be stimulated to breathe normally, without effort or deep and fast breaths.</p>

[Edit](#)

Study Description

Brief Summary:

This study evaluates the efficacy and safety of a single session of positive expiratory pressure and of breath stacking technique in patients after cardiac surgery. The same patients will receive the two interventions, with an interval of 24 hours, and the acute effect of each will be verified.

Detailed Description:

Physiotherapy uses techniques and equipment that reduce postoperative pulmonary complications. The technique called breath stacking consists of an instrumental feature composed of a unidirectional valve coupled to a face mask to promote the accumulation of successive inspiratory volumes. The technique is used to prevent atelectasis and improve gas exchange. Another therapy is called expiratory positive airway pressure (EPAP) that uses positive end expiratory pressure (PEEP) in spontaneously breathing patients, keeping the airway open during expiration. The EPAP system consists of a face mask, a one-way valve and the expiratory resistor, which is responsible for resistance to expiratory flow, which will determine the level of PEEP.

[Edit](#)

Conditions

Conditions: Complication, Postoperative Cardiac Complication

Keywords: Cardiac Surgery
Positive End Expiratory Pressure
Physical Therapy Techniques
Pulmonary Function

[Edit](#)

[Reorder](#)

Outcome Measures

Primary Outcome Measure:

1. Tidal volume

It will be evaluated preoperatively and also before and after 10 minutes of each intervention, in the postoperative period. This measurement will be obtained through the the division of the minute volume by the respiratory rate (TV= VM/RR)

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

Secondary Outcome Measures:

2. Lung capacities

Will be evaluated by spirometry, before and immediately after intervention, as recommended by the American Thoracic Society and European Respiratory Society (2006) and based on reproducibility and acceptability criteria, three maneuvers will be performed (variability <5%) and considered the best curve for the study. The values of forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV1), FEV1 / FVC (FEV1 / FVC), peak expiratory flow (PEF) and forced expiratory flow between 25 and 75% of the curve of FVC (FEF25-75).

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

3. Minute volume

It will be evaluated preoperatively and also before and after 10 minutes of each intervention. To obtain the Minute Volume (MV), the patient will be instructed to inhale and exhale slowly for one minute and the value of MV and respiratory rate (RR) will be recorded. The respiratory rate was measured by the movements of the rib cage during respiratory cycles performed in one minute. The MV will be obtained by a Wright® ventilometer (British Oxygen Company, London, England).

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

4. Maximal inspiratory and expiratory pressure

Will be evaluated by digital manuvacuometer in the preoperative period and at the end of the second intervention

[Time Frame: Preoperative period and 48 hours after removal drains]

5. Respiratory rate

They will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention. The respiratory rate was measured by the movements of the rib cage during respiratory cycles performed in one minute.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

6. Heart rate

They will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention, through multi-parameter monitor.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

7. Peripheral Oxygen Saturation (SpO₂)

They will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention through the G-Tech® portable pulse oximeter.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

8. Blood pressure

They will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention. The blood pressure will be obtained through multi-parameter monitor.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

9. Heart work measurement

They will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention through the calculation of the double product (multiplication of systolic blood pressure by heart rate).

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

10. Thoracoabdominal mobility

Will be evaluated by thoracic and abdominal cirtometry

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

11. Painful perception in the surgical ncision

Will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention through a Visual Analog Scale, a one-dimensional instrument for evaluation of pain intensity, with a range of 1 to 10.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

12. Degree of dyspnea

Will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention, through the Modified Borg Scale, a vertical scale quantified from 0 to 10. Zero represents no symptoms and 10 represents maximum symptoms.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

13. Signs of respiratory discomfort (dizziness, tachypnea, sweating, use accessory musculature)

They will be assessed at baseline, immediately after and 10 minutes after each intervention, through clinical inspection.

[Time Frame: 12 to 24 hours after removal of drains or 24 hours after primary intervention]

[Edit](#)

Eligibility

Minimum Age:

Maximum Age:

Sex: All

Gender Based: No

Accepts Healthy Volunteers: No

Criteria:

Inclusion Criteria:

Patients with indication for coronary artery bypass grafting and valve replacement, with surgical procedure for median sternotomy.

Exclusion Criteria:

- incapacity to understand the Informed Consent Form.
 - cognitive dysfunction that prevents the performance of evaluations or interventions,
 - intolerance to the use of EPAP or BS mask
 - with chronic obstructive pulmonary disease (COPD)
 - cerebrovascular disease
 - chronic-degenerative musculoskeletal disease
 - chronic infectious disease
 - in treatment with steroids, hormones or cancer chemotherapy
 - hemodynamic complications (arrhythmia, myocardial infarction during the operation, with blood loss \geq 20% of the total blood volume, defined by Mannuci, et al., 2007)
 - mean arterial pressure <70 mmHg and reduced cardiac output, requiring the use of intra aortic balloon or vasoactive drugs
- tracheal intubation for more than 12 hours after admission to the ICU or reintubated

[Open](#)

Contacts/Locations

Central Contact Person: Antônio M Vargas da Silva
 Telephone: (055) 32208847
 Email: antonio.77@terra.com.br

Central Contact Backup: Lidiane de Fátima I Nichele
 Telephone: (055) 996336910
 Email: lidiane.ilh@hotmail.com

Study Officials:

NOTE: Study Official is required by the WHO and ICMJE.

Locations:

Brazil

Federal University of Santa Maria Recruiting
 Santa Maria, Rio Grande Do Sul, Brazil, 97105-900
 Contact: Antônio M Vargas da Silva, Professor (055) 32208847 antonio.77@terra.com.br
 Sub-Investigator: Lidiane de Fátima I Nichele
 Principal Investigator: Antônio M Vargas da Silva

[Edit](#)

IPD Sharing Statement

Plan to Share IPD: Undecided

NOTE: Plan to Share IPD must be 'Yes' or 'No' to satisfy ICMJE policy ('Undecided' is not accepted).