

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Suzimara Monteiro Pieczkoski

**PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA COM COLUNA D' ÁGUA VERSUS
PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA NAS VIAS AÉREAS (EPAP) EM
PACIENTES EM PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM UNIDADE DE
TERAPIA INTENSIVA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Porto Alegre

2019

Suzimara Monteiro Pieczkoski

**PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA COM COLUNA D' ÁGUA VERSUS
PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA NAS VIAS AÉREAS (EPAP) EM
PACIENTES EM PÓS- OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM UNIDADE
DE TERAPIA INTENSIVA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Graciele Sbruzzi

Porto Alegre

2019

Suzimara Monteiro Pieczkoski

**PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA COM COLUNA D' ÁGUA VERSUS
PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA NAS VIAS AÉREAS (EPAP) EM
PACIENTES EM PÓS- OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM UNIDADE
DE TERAPIA INTENSIVA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Conceito final:

Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Eliane Winkelmann - UNIJUI

Prof^a. Dr^a Adriana Kessler - UFCSPA

Prof^a. Dr^a Paula Maria Eidt Rovedder – UFRGS

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Graciele Sbruzzi – UFRGS

Dedico à Deus, meu guia e minha fortaleza. Aos meus pais, Neli e Orides, por me darem coragem e incentivo para alçar mais este voo.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, prof.^a Dra Graciele Sbruzzi por todo estímulo, paciência, dedicação e conhecimento, que foram imprescindíveis para a realização deste trabalho. Minha eterna admiração por ti, és um exemplo de profissional a ser seguido. Meu muito obrigada.

À fisioterapeuta Mauren Haeffner pelo auxílio, em especial na fase das coletas, por compartilhar teu conhecimento. À fisioterapeuta Aline Azambuja, à bolsista de iniciação científica Amanda Lino pela dedicação e auxílio durante as coletas. Foram fundamentais para que essa fase do trabalho pudesse ser concluída.

À equipe da CTI Cardíaca do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, em especial aos técnicos de enfermagem, enfermeiras, fisioterapeutas pela disponibilidade e pelo auxílio no dia a dia com os pacientes. Aos pacientes que participaram do estudo, obrigada pela colaboração.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e aos professores que contribuíram para minha formação e aprendizado.

Aos meus pais, Neli e Orides que nunca mediram esforços para proporcionar a mim um futuro melhor. Muito obrigada por todo incentivo, apoio, dedicação e amor incondicional. Vocês são meu porto seguro. Um agradecimento especial ao meu pai, que mesmo enfrentando uma “batalha”, não deixou de me incentivar. Minha eterna gratidão ao dindo Reni (*In Memoriam*) e à dinda Nilse por todo suporte, amor e incentivo. Aos meus irmãos Renan e Gracieli por estarem sempre ao meu lado. Obrigada pela amizade e pelo apoio, sempre. Ao meu noivo Diego pelas palavras de conforto e motivação, pelo incentivo e pela compreensão nos vários momentos dessa jornada.

À Deus por sempre guiar meus passos, por toda a força e oportunidades a mim dadas.

“... antes de um rio cair no oceano, olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso... e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre... O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. Porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas tornar-se oceano”.

Osho

RESUMO

Introdução: A cirurgia cardíaca pode provocar alterações pós-operatórias como redução de volumes e fluxos pulmonares, redução da força muscular respiratória e aumento na taxa de complicações pulmonares. O uso da pressão expiratória positiva pode reduzir estas alterações. **Objetivo:** Avaliar a eficácia do uso da pressão expiratória positiva (PEP) em coluna d'água comparada à pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP), ambas associadas a fisioterapia convencional (FC), e à FC na função pulmonar de pacientes em pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado. Foram incluídos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca eletiva (revascularização do miocárdio - CRM e/ou troca de válvulas aórtica, mitral e tricúspide), randomizados em três grupos: FC somente (G1), PEP em coluna d'água associada a FC (G2) e EPAP com válvula unidirecional associada a FC (G3). O G2 utilizou uma coluna d'água com 10cm de altura, confeccionada de acordo com protocolo padrão e o G3 utilizou válvula unidirecional com pressão ajustada a 10cmH₂O acoplada a uma máscara. Ambos os grupos realizaram três séries de 10 repetições em cada sessão para cada técnica sorteada. A FC foi realizada em todos os grupos e consistia em exercícios motores ativos-assistidos, ativos, alongamentos e deambulação, e exercícios ventilatórios para expansão pulmonar e higiene brônquica. Todos os grupos receberam as intervenções duas vezes ao dia (de segunda a sexta-feira) e uma vez ao dia no final de semana, nos três primeiros dias de PO. A função pulmonar (espirometria) e a força muscular respiratória (manovacuometria) foram avaliadas no pré-operatório e no 3° PO, as alterações radiológicas foram avaliadas no pré-operatório, PO imediato (POi) e 3° PO (radiografia de tórax), as complicações pulmonares foram avaliadas no 3° PO, e os tempos de internação (da Unidade de Terapia Intensiva – UTI - e hospitalar) foram registrados até a alta. **Resultados:** Foram incluídos 48 pacientes, 16 em cada grupo. A maioria dos indivíduos eram homens, com idade média de 64,5±9,1 anos. Todos os pacientes realizaram esternotomia mediana e as principais cirurgias foram CRM e troca de válvula aórtica. Não houve diferença entre os grupos em relação ao tempo de cirurgia, de circulação extracorpórea, de isquemia e de ventilação mecânica no PO. Quanto a função pulmonar (capacidade vital forçada e volume expiratório forçado no primeiro segundo) e a força muscular respiratória (pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima), todas variáveis apresentaram redução significativa do pré para o 3°PO em todos os grupos ($p<0,001$), sem diferença entre os mesmos. Quanto as alterações radiológicas do tórax (edema pulmonar) houve aumento significativo em todos os grupos do pré-operatório para o POi e para o 3° PO ($p<0,001$), sem diferença entre os grupos. E quanto ao tempo de internação na UTI e de internação hospitalar não houve diferença significativa entre os grupos ($p>0,05$). **Conclusão:** Após a cirurgia cardíaca os valores da função pulmonar e da força muscular respiratória estão reduzidos em relação aos do pré-operatório. Não houve diferença entre o uso da PEP em coluna d'água comparada à EPAP, ambas associadas à FC, e à FC no 3° PO de cirurgia cardíaca, em relação a função pulmonar, força muscular respiratória, complicações pulmonares, presença de alterações radiológicas, tempo de internação na UTI e de internação hospitalar. Dessa forma, o uso da PEP não trouxe efeitos adicionais a FC.

Palavras-chave: Cirurgia cardíaca; fisioterapia; ensaio clínico.

ABSTRACT

Introduction: Cardiac surgery can cause postoperative changes such as reduction of pulmonary volumes and flows, reduction of respiratory muscle strength and increase in the rate of pulmonary complications. The use of positive expiratory pressure can reduce these changes. **Objective:** To evaluate the efficacy of positive expiratory pressure (PEP) in the blow-bottle device compared to expiratory positive airway pressure (EPAP), both associated with conventional physiotherapy (CP), and CP in the pulmonary function in postoperative (PO) cardiac patients. **Methods:** Randomized controlled trial. Included patients undergoing elective cardiac surgery (CABG - CABG and / or aortic, mitral and tricuspid valve replacement), randomized into three groups: CP only (G1), PEP in the blow-bottle device associated with CP (G2) and EPAP with unidirectional valve associated with CP (G3). G2 used a blow-bottle device made according to standard protocol and the G3 used unidirectional valve with pressure adjusted to 10cmH₂O coupled to a mask. Both groups performed three sets of 10 repetitions in each session for each technique drawn. CP was performed in all groups and consisted of active-assisted, active motor exercises, stretching and deambulation, and ventilatory exercises for lung expansion and bronchial hygiene. All groups received the interventions twice a day (Monday to Friday) and once a day at the weekend, during the first three days of PO. Pulmonary function (spirometry) and respiratory muscle strength (manovacuometry) were evaluated preoperatively and at the 3rd PO, radiological changes were assessed preoperatively, immediate PO and 3rd PO (chest radiography), pulmonary complications were assessed at the 3rd PO, and length of stay (at the Intensive Care Unit - ICU - and hospital) were recorded until discharge. **Results:** Including 48 patients, 16 in each group. Most of the individuals were men, with a mean age of 64.5 ± 9.1 years. All patients underwent median sternotomy and the main surgeries were CABG and aortic valve replacement. There was no difference between the groups regarding the time of surgery, extracorporeal circulation, ischemia and mechanical ventilation in the PO. Pulmonary function (forced vital capacity and forced expiratory volume) and respiratory muscle strength (maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure), all variables showed significant reduction from the preoperative to the 3rd PO in all groups ($p < 0.001$), with no difference between the groups. Chest radiological changes (pulmonary edema), there was a significant increase in all groups from the preoperative period to the immediate PO and to the 3rd PO ($p < 0.001$) in all groups, without difference between the groups. Length of ICU and hospital stay there was no significant difference between the groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** After cardiac surgery, pulmonary function and respiratory muscle strength were reduced in relation to preoperative values. There was no difference between the use of PEP in the blow-bottle device compared to EPAP, both associated with CP, and CP in the 3rd PO of cardiac surgery, in relation to pulmonary function, respiratory muscle strength, pulmonary complications, presence of radiological alterations, length of ICU and hospital stay. Thus, the use of PEP had no additional effects on CP.

Key words: Cardiac surgery; physiotherapy; clinical trial.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 Doenças cardiovasculares e intervenção cirúrgica.....	12
2.1.1 Alterações fisiopatológicas decorrentes da cirurgia cardíaca.....	12
2.1.2 Fatores associados ao desenvolvimento de alterações e complicações pulmonares.....	15
2.2 Fisioterapia após cirurgias cardíacas.....	16
2.2.1 Pressão expiratória positiva: coluna d'água e pressão expiratória positiva nas vias aéreas.....	17
3 JUSTIFICATIVA.....	19
4 QUESTÃO DE PESQUISA.....	20
5 HIPÓTESE.....	21
5.1 Verdadeira.....	21
5.2 Nula.....	21
6 OBJETIVOS.....	22
6.1 Objetivo Geral.....	22
6.2 Objetivos Específicos.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
APÊNDICE	29

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

Entre as doenças não transmissíveis, as doenças cardiovasculares (DCV) representam a principal causa de morte em países desenvolvidos e em desenvolvimento, representando 44% de todas as mortes (1). De acordo com estimativas, a maioria destas mortes poderiam ser evitadas com medidas de prevenção primária e secundárias (2,3). Porém, nas situações em que tem-se a progressão da doença cardíaca, o tratamento cirúrgico é recomendado (4).

Apesar dos avanços na área, a cirurgia cardíaca pode provocar alterações na mecânica pulmonar, gerando diversas repercussões orgânicas e complicações clínicas (5,6). Pode-se observar redução de volumes e fluxos pulmonares (7–11), prejuízo nas trocas gasosas (9), redução na força da musculatura respiratória (10,12) e aumento na taxa de complicações pulmonares, sendo as mais frequentes: atelectasia, derrame pleural, pneumonia, e insuficiência respiratória aguda (IRpA) (6,7,13).

Nesse cenário, visando minimizar a perda da função pulmonar e reduzir complicações pulmonares devem ser instituídas medidas no pós-operatório (PO) como adequada analgesia, oxigenoterapia e atendimento fisioterapêutico (14–17). Uma das estratégias fisioterapêuticas que tem sido empregada rotineiramente no PO de cirurgia cardíaca em pacientes em ventilação espontânea é a utilização da pressão expiratória positiva (PEP). Essa tem sido empregada com objetivo de aumentar os volumes pulmonares, diminuir a incidência de complicações pulmonares e promover a remoção de secreção (18). Pode ser ofertada por diferentes dispositivos, como a PEP em coluna d'água e a pressão expiratória positiva em vias aéreas (EPAP) com válvula unidirecional (18,19).

Quanto ao uso da PEP em coluna d'água, estudo realizado com 90 pacientes submetidos a CRM no qual foram randomizados em dois grupos: o grupo intervenção realizou exercícios ventilatórios com a PEP em coluna d'água a 10 cmH₂O, até o 4º dia de PO e o grupo controle que realizou fisioterapia motora convencional, sem exercícios ventilatórios. O grupo intervenção apresentou melhora da função pulmonar no 4º dia de PO e redução em áreas atelectásicas comparado com o grupo controle (20). Em contrapartida, estudo realizado com 98 pacientes após CRM que avaliou a

eficácia de três técnicas: exercícios ventilatórios com a PEP em coluna d' água, com dispositivo com máscara que combina resistência as fases inspiratória e expiratória (IR-PEP) e somente exercícios ventilatórios, não encontrou diferença significativa entre os grupos. No entanto, a diminuição da função pulmonar tendeu a ser menos acentuada no grupo que realizou a PEP em coluna d' água (21).

Quanto ao uso da EPAP, estudo realizado com 24 pacientes em PO de cirurgia cardíaca, randomizados em dois grupos, avaliou a eficácia da EPAP associada à fisioterapia convencional (FC) comparada a FC somente. Tanto no grupo intervenção quanto no grupo controle ocorreu redução da força muscular respiratória e dos volumes pulmonares. No entanto, a associação da EPAP com a FC foi mais eficiente ao minimizar essas alterações, comparado ao grupo controle. Os volumes pulmonares não foram completamente restabelecidos no quinto dia de PO nos dois grupos (22). No entanto, estudo de Graetz e Moreno, realizado com 15 pacientes em PO de CRM avaliou os efeitos de duas técnicas de fisioterapia na função pulmonar e força muscular respiratória: fisioterapia respiratória convencional (FRC) e FRC associada a EPAP. Os dois grupos apresentaram redução na função pulmonar e força muscular respiratória e não houve o restabelecimento dos valores até o 3º dia de PO, sem diferença significativa entre os dois grupos (23).

Uma vez que a redução da função pulmonar e o surgimento de complicações pulmonares são comuns nesses pacientes e por ser a PEP, principalmente a coluna d' água, um recurso muito utilizado pelos profissionais do serviço de fisioterapia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) no PO de cirurgia cardíaca, surgiu a necessidade de realizar este estudo, a fim de ampliar o conhecimento sobre o efeito dessa intervenção e obter evidências para a prática clínica. Além disso, no nosso conhecimento, não há estudos que compararam o uso das duas formas de aplicação de PEP no PO de cirurgia cardíaca.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Doenças cardiovasculares e intervenção cirúrgica

As DCV representam a principal causa de morte em países desenvolvidos e em desenvolvimento, podendo destacar a doença arterial coronariana (DAC), a insuficiência cardíaca (IC) e as doenças valvares. Estima-se que mais de três quartos das mortes por doenças cardiovasculares ocorrem em países de baixa e média renda (1). Em 2016, 57 milhões de mortes ocorreram no mundo, cerca de 41 milhões devido a doenças não transmissíveis. Dessas, as DCV representam a principal causa, com 17,9 milhões, correspondendo a 44% de todas as mortes por doenças não transmissíveis e 31% das mortes globais. No Brasil, estima-se que as doenças crônicas não transmissíveis foram responsáveis por 74% das mortes, sendo as DCV a principal causa, representando 28% (1).

De acordo com estimativas, a maioria das mortes por DCV poderiam ser evitadas com medidas de prevenção primária e secundárias (2,3). Apesar das ações para prevenção cardiovascular, a intervenção cirúrgica é uma opção terapêutica nas situações em que ocorre a progressão da doença (4).

O tratamento cirúrgico para a DAC com comprometimento de múltiplos vasos é a cirurgia de revascularização de miocárdio (CRM). É indicada para os pacientes com infarto agudo do miocárdio com supradesnível do segmento ST, com anatomia coronariana favorável; nos casos de contraindicação ou falhas das terapêuticas trombolítica e de revascularização percutânea; choque cardiogênico, nos pacientes com infarto agudo do miocárdio sem supradesnível do segmento ST, entre outras (24).

Quanto as doenças valvares, como estenose e insuficiência aórtica, mitral e tricúspide, a indicação do tratamento cirúrgico necessita de preciso diagnóstico anatômico e funcional, além do conhecimento da história natural da doença (25). Os critérios de indicação para o tratamento cirúrgico seguem as recomendações das diretrizes de valvopatias da Sociedade Brasileira de Cardiologia (25), do *American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA)* (26) e da *European Society of Cardiology (ESC)/European Association for CardioThoracic Surgery (EACTS)*(27).

2.1.1 Alterações fisiopatológicas decorrentes da cirurgia cardíaca

Apesar dos avanços dos procedimentos na área cirúrgica, a cirurgia cardíaca pode provocar danos na função pulmonar como a redução de volumes e fluxos pulmonares (7–11,28) prejuízo nas trocas gasosas (9), redução na força da musculatura respiratória (10,12) e aumento na taxa de complicações pulmonares (6,7,13,29).

No PO de cirurgia cardíaca os valores da função pulmonar estão significativamente reduzidos (7–11). De acordo com dados da literatura os valores da função pulmonar podem reduzir mais que 50% quando comparados os valores pré e pós-operatórios e, os efeitos deletérios na função pulmonar podem perdurar por longo período (8,11). Estudos apontam que os volumes e capacidades pulmonares não retornam aos valores do pré-operatório, por períodos que podem variar de semanas, (9,10) meses (9,10,28,30) e até um ano após a cirurgia (8).

Estudo demonstrou que após a cirurgia houve redução severa da função pulmonar. Após quatro meses de PO, os pacientes ainda apresentavam redução significativa nos volumes e capacidades pulmonares, entre 6 e 13%, comparado com os valores pré-operatórios (28). Outro estudo demonstrou que após três meses da cirurgia cardíaca, todos os valores da função pulmonar estavam reduzidos e não haviam retornado aos valores do pré-operatório (9). Da mesma forma, estudo de seguimento apontou que um ano após a cirurgia, os valores da capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF₁) estavam significativamente diminuídos, em 4-5%, em relação aos valores pré-operatórios (8).

A intervenção cirúrgica também pode alterar a função e reduzir a força da musculatura respiratória (10,12,17). A causa dessas alterações é multifatorial. O posicionamento em supino por tempo prolongado, associado ao relaxamento causado pelos agentes farmacológicos durante a anestesia geral e que pode prolongar-se por longo período após a cirurgia, alteram a curvatura diafragmática reduzindo a eficácia da contratilidade do músculo diafragma. A redução da força da musculatura respiratória pode resultar da lesão direta ou indireta da musculatura respiratória durante a cirurgia e da disfunção diafragmática secundária a lesão do nervo frênico (22,31). Além disso, a redução da força no PO imediato pode ser resultado da dor, que afeta a capacidade de realizar os testes de força da musculatura respiratória (32).

De acordo com estudos, os valores da força da musculatura respiratória estão reduzidos no PO. Estudo realizado com 47 pacientes em PO de CRM apresentou

redução significativa da pressão inspiratória máxima (PImax) e da pressão expiratória máxima (PEmax) quando comparados os valores do pré-operatório com os valores do 1º dia de PO ($p < 0,0001$) e no 3º dia de PO os valores apresentaram recuperação, mas não haviam retornado aos valores basais (12).

Outro estudo realizado com 30 pacientes em PO de CRM demonstrou que os valores da PImax e PEmax apresentaram uma redução significativa nos primeiros dias de PO ($p < 0,001$) quando comparados aos valores do pré-operatório e após 30 dias houve incremento nos valores, mas ainda não haviam retornado aos valores do pré-operatório (10).

Além disso, as complicações pulmonares são frequentes no PO de cirurgia cardíaca. Dentre as principais estão: atelectasia, derrame pleural, pneumonia e IRpA (6,7,13,29). Ao observar-se as radiografias de tórax pós-operatórias, a atelectasia é a complicação pulmonar mais comum, estando presente em aproximadamente 50% a 90% dos pacientes (7) e são encontradas principalmente nas regiões dependentes do pulmão (7,17), sendo o lobo inferior esquerdo o mais afetado (7,33). O derrame pleural aparece em seguida, pelo menos 40% dos pacientes após cirurgia cardíaca apresentam derrame pleural no PO imediato. Na maioria das vezes está localizado no hemitórax esquerdo, é de pequeno volume, restringindo-se ao seio costofrênico e geralmente assintomático (34,35).

A pneumonia é a infecção mais comum (29,36). De acordo com estudo de coorte que avaliou 19.333 pacientes em PO de cirurgia cardíaca, 2726 (14%) apresentaram pelo menos uma infecção pós-operatória, sendo a pneumonia a infecção mais comum (6%) (36). Em estudo de coorte que envolveu 10 centros e avaliou 5158 pacientes em PO de cirurgia cardíaca, a incidência de pneumonia foi de 2,4%, representando 41,5% de todas as infecções desenvolvidas no PO ($n=301$). O diagnóstico da pneumonia de quase metade dos indivíduos ocorreu durante a primeira semana após a cirurgia (29).

2.1.2 Fatores associados ao desenvolvimento de alterações e complicações pulmonares

A etiologia das alterações pulmonares resulta de um processo multifatorial que provoca alterações na mecânica pulmonar e cardíaca. Fatores cirúrgicos como o uso de circulação extracorpórea (CEC), anestesia, incisão cirúrgica, hipotermia induzida, tempo de cirurgia, dor na ferida operatória esternal e nos drenos cirúrgicos levam à diminuição dos volumes e capacidades pulmonares e aumento de complicações pulmonares (7,13,37,38). Além disso, fatores pré-operatórios relacionados ao paciente predispõem ao aumento de complicações pulmonares no PO, como doenças pulmonares prévias, doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, tabagismo, idade avançada, mau estado nutricional, obesidade, diabetes, entre outras (13,17).

Em relação aos fatores cirúrgicos, a CEC pode desencadear um processo inflamatório sistêmico denominado de síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS). Fatores inerentes a CEC como o contato dos componentes do sangue com superfícies não endoteliais, a lesão por isquemia e reperfusão dos tecidos e a endotoxemia ativam uma cascata inflamatória, provocando inúmeras alterações e complicações em órgãos e tecidos, inclusive nos pulmões. Nesse processo, tem-se a liberação de diversos mediadores inflamatórios, radicais livres, endotoxinas, dentre outros. Essa elevada liberação de substâncias no endotélio pulmonar altera a permeabilidade alveolocapilar, tem-se o preenchimento alveolar por células inflamatórias e acúmulo de fluidos no interstício capilar, com consequente inativação do surfactante pulmonar e formação de atelectasias, aumento do shunt pulmonar, diminuição da complacência e aumento da resistência pulmonar (39,40).

Além disso, durante a CEC a ventilação pulmonar é interrompida, a depleção de surfactante e colapso alveolar resulta em pulmões colapsados, processo que contribui para o acúmulo de secreção e formação de atelectasias (39,40). Assim, a CEC predispõe a complicações pulmonares que podem variar de uma hipoxemia transitória e atelectasia a lesão pulmonar aguda, insuficiência respiratória e síndrome da angústia respiratória aguda (SDRA) (37,38).

A indução anestésica também provoca alterações pulmonares que podem persistir por vários dias após a cirurgia, aumentando o risco de complicações pulmonares. Geralmente associada à redução no volume pulmonar, predispõem a

atelectasia, que na maioria dos casos, ocorre nas regiões dependentes do pulmão (7,17).

A hipotermia induzida no transoperatório, a qual reduz a temperatura do sangue circulante através do circuito da CEC e promove o resfriamento do miocárdio, pode provocar disfunção do nervo frênico. Essa disfunção pode levar a paralisia diafragmática e alterações na mecânica pulmonar, comprometendo a capacidade pulmonar. Além disso o uso de solução cardioplégica pode afetar a produção e função do surfactante, com conseqüente desenvolvimento de atelectasias (7,38).

A esternotomia mediana reduz significativamente a complacência pulmonar e a mobilidade da caixa torácica. Com as alterações na mecânica da caixa torácica ocorre o declínio no volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF_1) e na capacidade residual funcional (CRF), redução na força inspiratória, incoordenação na expansão torácica, decréscimo no volume corrente e na eficiência respiratória (40).

A dor também está presente no PO de cirurgia cardíaca. Pode estar associada a vários fatores como a incisão cirúrgica, a remoção da veia safena, pericardiotomia, presença de dreno torácico, a retração tecidual, o posicionamento durante os períodos intra e pós-operatórios, dentre outros fatores (41,42). A dor pós-operatória está associada a redução da função pulmonar e ao aumento de complicações, dentre essas, as pulmonares. Estudo de revisão demonstrou que a dor mal controlada está associada com complicações pulmonares no PO de cirurgia cardíaca. Além disso, o medo da dor prejudica a eficácia da tosse e a expectoração de secreções acumuladas na árvore brônquica, o que pode resultar em atelectasia, infecções pulmonares e hipoxemia (16).

2.2 Fisioterapia após cirurgias cardíacas

Dadas as alterações pulmonares, na tentativa de minimizar a perda da função pulmonar e as complicações pulmonares são instituídas medidas no pré, trans e pós-operatórios de cirurgias cardíacas. No PO, estratégias envolvem adequada analgesia, oxigenoterapia e atendimento fisioterapêutico, com estimulação da respiração profunda, estímulo à tosse, mobilização precoce do paciente e deambulação (14–17). Além disso, a fisioterapia tem adotado outras estratégias, como a utilização de recursos como o inspirômetro de incentivo, a ventilação não invasiva, a pressão

positiva intermitente (IPPB) e a PEP; essa última, tem sido implementada como rotina no PO de cirurgia cardíaca (20–22,30,43).

2.2.1 Pressão expiratória positiva: coluna d'água e EPAP

A PEP tem sido empregada com objetivo de aumentar os volumes pulmonares, diminuir a incidência de complicações pulmonares e promover a remoção de secreção (18). A terapia consiste em uma expiração contra uma resistência, é realizada com pacientes em ventilação espontânea e, pode ser aplicada com diferentes dispositivos, como a coluna d'água e o sistema EPAP (18,19).

A coluna d'água é uma forma simples de ofertar PEP e pode ser facilmente construída a partir de peças de baixo custo. Nesse sistema, utiliza-se um recipiente e um tubo. O recipiente é parcialmente enchido com água, a ponta distal do tubo é submersa na água, enquanto na outra ponta, o paciente exala o ar. A distância do tubo sob a superfície da água determina o valor da pressão ofertada. Além disso, para garantir a pressão ofertada pela coluna d'água é importante que o diâmetro interno do tubo e do orifício de escape do ar da garrafa seja superior ou igual a 8 mm (19).

A EPAP é um sistema composto por válvula unidirecional acoplada a uma máscara facial ou a um bocal com clipe nasal, com resistor que permite ajuste pressórico entre 5 e 20 cmH₂O. Nesse sistema, a fase inspiratória é realizada sem ajuda externa, por uma pressão negativa sub-atmosférica, como na ventilação espontânea; a expiração é realizada contra o resistor de mola, que oferece resistência a essa fase (18).

No que diz respeito à utilização da PEP em coluna d'água comparada a EPAP após a cirurgia cardíaca, não há estudos na literatura. Foram encontrados apenas estudos comparando o uso de uma das formas de oferta de PEP a outros recursos e a fisioterapia respiratória convencional (5,21–23,44–46) e/ou a grupo controle (20,30,43,47,48). Sendo que desses estudos, cinco utilizaram a PEP em coluna d'água (5,20,21,43,46). Quanto aos desfechos avaliados nesses cinco estudos, dois avaliaram oxigenação (5,43), três o desfecho atelectasia (5,20,46) e dois avaliaram o desfecho função pulmonar (20,21). Quanto a função pulmonar, um estudo encontrou resultado positivo (20) e o outro não encontrou efeito adicional da PEP com coluna d'água (21).

Estudo realizado com 90 pacientes submetidos a CRM no qual foram randomizados em dois grupos: o grupo intervenção realizou exercícios ventilatórios com a PEP em coluna d'água a 10 cmH₂O, 30 repetições a cada uma hora durante o dia, até o 4º dia de PO e o grupo controle realizou fisioterapia motora convencional, sem exercícios ventilatórios. Nesse estudo, o grupo intervenção apresentou melhor função pulmonar no 4º dia de PO e tiveram áreas atelectásicas significativamente menores, comparado com o grupo controle (20). Estudo realizado com 98 pacientes após CRM avaliou a eficácia de três técnicas: exercícios ventilatórios com a PEP em coluna d'água, com dispositivo com máscara que combina resistência as fases inspiratória e expiratória (IR-PEP) e somente exercícios ventilatórios. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, no entanto a diminuição da função pulmonar tendeu a ser menos acentuada no grupo que realizou a PEP em coluna d'água (21).

Quanto ao uso da EPAP, estudo realizado com 24 pacientes em PO de cirurgia cardíaca, randomizados em dois grupos, avaliou a eficácia da EPAP associada à fisioterapia convencional (FC) e apenas da FC. Tanto no grupo intervenção quanto no grupo controle ocorreu redução da força muscular respiratória e dos volumes pulmonares. No entanto, a associação da EPAP com a FC foi mais eficiente ao minimizar essas alterações, comparado ao grupo controle. Os volumes pulmonares não foram completamente restabelecidos no 5º dia de PO nos dois grupos (22). No entanto, estudo de Graetz e Moreno, realizado com 15 pacientes em PO de CRM avaliou os efeitos de duas técnicas de fisioterapia na função pulmonar e força muscular respiratória: fisioterapia respiratória convencional (FRC) e FRC associada a EPAP. Os dois grupos apresentaram redução na função pulmonar e força muscular respiratória e não houve o restabelecimento dos valores até o 3º dia de PO, sem diferença significativa entre os dois grupos (23).

Dessa forma, a ausência de estudos comparando as duas técnicas de PEP nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca, e por ser a PEP em coluna d'água um recurso muito utilizado nessa população, justifica-se a realização deste ECR. Assim, o objetivo do estudo é avaliar a eficácia do uso da PEP em coluna d'água comparada à EPAP na função pulmonar de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca.

3 JUSTIFICATIVA

Pacientes em PO de cirurgia cardíaca apresentam redução importante da função pulmonar e risco para complicações pulmonares, os quais resultam de um processo multifatorial, que tem como determinantes fatores pré e pós-operatórios (7,13,17,37).

Uma das estratégias da fisioterapia é o uso da pressão expiratória positiva, que pode ser ofertada por diferentes dispositivos, como a EPAP com válvula unidirecional e a PEP em coluna d'água. No entanto, por vezes, recursos fisioterapêuticos como a EPAP, utilizados para melhora da função pulmonar, prevenção e tratamento de complicações pulmonares, não estão disponíveis no serviço e outras medidas mais simples e de baixo custo, como a utilização da PEP em coluna d'água são necessárias, com objetivo de otimizar o tratamento fisioterapêutico.

Portanto, a evidência científica da sua utilização clínica como recurso adjuvante na melhora da função pulmonar e prevenção de complicações pulmonares nos pacientes em PO de cirurgia cardíaca, precisa ser mais explorado a fim de aprimorar o conhecimento na área, prestar um atendimento fisioterapêutico qualificado, com melhor benefício para o paciente; além de ir ao encontro da política do Hospital de Clínica de Porto Alegre (HCPA) e da comunidade científica de fazer uso da prática baseada em evidências.

Além disso, não há relatos na literatura comparando o uso das duas formas de aplicação de pressão expiratória positiva no PO de cirurgia cardíaca em relação a função pulmonar. Diante do exposto, justifica-se a realização deste ensaio clínico randomizado (ECR).

4 QUESTÃO DE PESQUISA

A utilização da pressão expiratória positiva com coluna d'água comparada à pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP), ambas associadas à fisioterapia convencional, e à fisioterapia convencional melhora a função pulmonar em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva?

5 HIPÓTESE

5.1 Verdadeira

Tanto a utilização da pressão expiratória positiva com coluna d'água quanto a pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP), associadas a fisioterapia convencional, melhoram a função pulmonar, sem diferença entre ambas, mas são superiores a fisioterapia convencional em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva.

5.2 Nula

A utilização da pressão expiratória positiva com coluna d'água e com pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP), ambas associadas a fisioterapia convencional, não melhoram a função pulmonar em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficácia do uso da pressão expiratória positiva em coluna d'água comparada à pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP), ambas associadas a fisioterapia convencional, e à fisioterapia convencional sobre a função pulmonar em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva.

6.2 Objetivos Específicos

Avaliar a eficácia do uso da pressão expiratória positiva em coluna d'água comparada à pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP), ambas associadas a fisioterapia convencional, e à fisioterapia convencional em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva em relação a:

- força muscular respiratória,
- presença de alterações radiológicas,
- complicações pulmonares,
- tempo de internação na Unidade de Terapia Intensiva,
- tempo de internação hospitalar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. WHO Noncommunicable diseases country profiles 2018 [Internet]. World Health Organization; 2018. Disponível em: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-profiles-2018/en/>
2. Simão AF, Precoma DB, Andrade JP, Correa FH, Saraiva JFK, Oliveira GMM, et al. I Brazilian Guidelines for cardiovascular prevention. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(6):1–63.
3. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert M, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the primary prevention of cardiovascular disease A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2019;1–98.
4. Karunathilake SP, Ganegoda GU. Secondary prevention of cardiovascular diseases and application of technology for early diagnosis. *Biomed Res Int.* 2018;2018(1):1–9.
5. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Hedenstierna G, Tenling A. The immediate effects of deep breathing exercises on atelectasis and oxygenation after cardiac surgery. *Scand Cardiovasc J.* 2003;37(6):363–7.
6. Saffari NHN, Nasiri E, Mousavinasab SN, Ghafari R, Soleimani A, Esmaeili R. Frequency rate of atelectasis in patients following coronary artery bypass graft and its associated factors at Mazandaran Heart Center in 2013-2014. *Glob J Health Sci.* 2015;7(7):97–105.
7. Szelkowski LA, Puri NK, Singh R, Massimiano PS. Current trends in preoperative, intraoperative, and postoperative care of the adult cardiac surgery patient. *Curr Probl Surg.* 2015;52(1):531–69.
8. Westerdahl E, Jonsson M, Emtner M. Pulmonary function and health-related quality of life 1-year follow up after cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11(1):99–106.
9. Stoliński J, Plicner D, Gawęda B, Musiał R, Fijorek K, Wąsowicz M, et al. Function of the respiratory system in elderly patients after aortic valve replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(5):1244–53.
10. Cordeiro ALL, Silva LGR, Pinto MO, Araújo J da S, Guimarães AR, Petto J. Behavior of pulmonary function after hospital discharge in patients submitted to

- myocardial revascularization. *Int J Cardiovasc Sci.* 2019;32(2):104–9.
11. Urell C, Westerdahl E, Hedenström H, Janson C, Emtner M. Lung function before and two days after open-heart surgery. *Crit Care Res Pract.* 2012;2012(1):1–7.
 12. Matheus GB, Dragosavac D, Trevisan P, Costa CE da, Lopes MM, Ribeiro GC de A. Postoperative muscle training improves tidal volume and vital capacity in the postoperative period of CABG surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2012;27(3):362–9.
 13. Naveed A, Azam H, Murtaza HG, Ahmad RA, Baig MAR. Incidence and risk factors of pulmonary complications after cardiopulmonary bypass. *Pakistan J Med Sci.* 2017;33(4):993–6.
 14. Al Jaaly E, Zakkar M, Fiorentino F, Angelini GD. Pulmonary protection strategies in cardiac surgery: are we making any progress? *Oxid Med Cell Longev.* 2015;2015(1):1–8.
 15. Santos PMR, Ricci NA, Suster ÉAB, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy.* 2017;103(1):1–12.
 16. Zubrzycki M, Liebold A, Skrabal C, Reinelt H, Ziegler M, Perdas E, et al. Assessment and pathophysiology of pain in cardiac surgery. *J Pain Res.* 2018;11(1):1599–611.
 17. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth.* 2017;118(3):317–34.
 18. Fagevik MO, Lannefors L, Westerdahl E. Positive expiratory pressure - common clinical applications and physiological effects. *Respir Med.* 2015;109(3):297–307.
 19. Mestriner RG, Fernandes RO, Steffen LC, Donadio MVF. Optimum design parameters for a therapist-constructed positive-expiratory-pressure therapy bottle device. *Respir Care.* 2009;54(4):504–8.
 20. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg Ö, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest.* 2005;128(5):3482–8.
 21. 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 Rehabil Med.* 2001;33(2):79–84.

22. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa F de SM, Di Lorenzo VAP, Oliveira CR de, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics*. 2005;60(6):465–72.
23. Graetz JP, Moreno MA. Efeitos da aplicação da pressão positiva expiratória final no pós-operatório de revascularização do miocárdio. *Fisioter e Pesqui*. 2015;22(1):17–22.
24. Neumann FJ, Sousa MU, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87–165.
25. Tarasoutchi F, Montera M, Ramos A, Sampaio R, Rosa V, Accorsi T, et al. Atualização das diretrizes brasileiras de valvopatias: abordagem das lesões anatomicamente importantes. *Arq Bras Cardiol*. 2017;109(6):1–34.
26. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Fleisher LA, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines. *Circulation*. 2017;135(25):1159–95.
27. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017;38(36):2739–91.
28. Westerdahl E, Lindmark B, Bryngelsson I, Tenling A. Pulmonary function 4 months after coronary artery bypass graft surgery. *Respir Med*. 2003;97(4):317–22.
29. Ailawadi G, Chang HL, O’Gara PT, O’Sullivan K, Woo YJ, DeRose JJ, et al. Pneumonia after cardiac surgery: experience of the National Institutes of Health/Canadian Institutes of Health Research Cardiothoracic Surgical Trials Network. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;153(6):1384–91.
30. Westerdahl E, Urell C, Jonsson M, Bryngelsson I-L, Hedenström H, Emtner M. Deep breathing exercises performed 2 months following cardiac surgery. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2014;34(1):34–42.
31. Aguirre VJ, Sinha P, Zimmet A, Lee GA, Kwa L, Rosenfeldt F. Phrenic nerve injury during cardiac surgery: mechanisms, management and prevention. *Hear Lung Circ*. 2013;22(11):895–902.

32. Urell C, Emtner M, Hedenstrom H, Westerdahl E. Respiratory muscle strength is not decreased in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11(1):1–5.
33. Bolukcu A, Ilhan S, Topcu AC, Gunay R, Kayacioglu I. Causes of dyspnea after cardiac surgery. *Turkish Thorac J.* 2018;19(4):165–9.
34. Labidi M, Baillet R, Dionne B, Lacasse Y, Maltais F, Boulet L-P. Pleural effusions following cardiac surgery. *Chest.* 2009;136(6):1604–11.
35. Hansen LS, Hjortdal VE, Jakobsen C-J, Heiberg J, Maagaard M, Sloth E. Early, dedicated follow-up and treatment of pleural effusions enhance the recovery rate after open cardiac surgery: results from a randomized, clinical trial. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2017;51(1):58–66.
36. Mocanu V, Buth KJ, Johnston LB, Davis I, Hirsch GM, Légaré J-F. The Importance of continued quality improvement efforts in monitoring hospital-acquired infection rates: a cardiac surgery experience. *Ann Thorac Surg.* 2015;99(6):2061–9.
37. Huffmyer JL, Groves DS. Pulmonary complications of cardiopulmonary bypass. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2015;29(2):163–75.
38. Wynne R, Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am J Crit Care.* 2004;13(5):384–93.
39. Badenes R, Lozano A, Belda FJ. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit Care Res Pract.* 2015;2015(1):1–8.
40. Magalhães CC, Serrano Jr CV, Consolim-Colombo FM, Nobre F, Fonseca FAH, Ferreira JFM. *Tratado De Cardiologia SOCESP. 3ª edição.* Manole, organizador. Barueri, São Paulo; 2015.
41. Bjørnnes AK, Rustøen T, Lie I, Watt-Watson J, Leegaard M. Pain characteristics and analgesic intake before and following cardiac surgery. *Eur J Cardiovasc Nurs.* 2016;15(1):47–54.
42. Huang APS, Sakata RK. Pain after sternotomy – review. *Brazilian J Anesthesiol.* 2016;66(4):395–401.
43. Pettersson H, Faager G, Westerdahl E. Improved oxygenation during standing performance of deep breathing exercises with positive expiratory pressure after cardiac surgery: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2015;47(8):748–

- 52.
44. Ingwersen UM, Larsen KR, Bertelsen MT, Kiil-Nielsen K, Laub M, Sandermann J, et al. Three different mask physiotherapy regimens for prevention of post-operative pulmonary complications after heart and pulmonary surgery. *Intensive Care Med.* 1993;19(5):294–8.
45. Richter KL, Ingwersen U, Thode S, Jakobsen S. Mask physiotherapy in patients after heart surgery: a controlled study. *Intensive Care Med.* 1995;21(6):469–74.
46. Iverson LIG, Ecker RR, Fox HE, May IA. A Comparative Study of IPPB, the Incentive Spirometer, and Blow Bottles: The Prevention of Atelectasis Following Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg.* 1978;25(3):197–200.
47. Haeffner MP, Ferreira GM, Barreto SSM, Arena R, Dall’Ago P. 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. *Am Heart J.* 2008;156(5):900.e1-900.e8.
48. Ferreira GM, Haeffner MP, Barreto SSM, Dall’Ago P. Espirometria de incentivo com pressão positiva expiratória é benéfica após revascularização miocárdio. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(2):246–51.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse é o primeiro estudo do nosso conhecimento que compara o uso das duas formas de aplicação de PEP, em coluna d' água e EPAP ambas associadas à FC, à FC em pacientes em PO de cirurgia cardíaca. Nosso estudo mostrou que não há diferença entre o uso da PEP em coluna d' água, EPAP e FC nesses pacientes, em relação a função pulmonar, força muscular respiratória, alterações radiológicas, complicações pulmonares, tempo de internação na UTI e tempo de internação hospitalar. Sendo assim, o uso da PEP não trouxe efeitos adicionais a FC.

Por ser a coluna d' água um recurso simples e de baixo custo utilizado pelos fisioterapeutas no PO de cirurgia cardíaca, pela escassez de estudos comparando as técnicas EPAP e coluna d' água, torna-se necessária a realização de novos ECR's, com maior tamanho amostral para ampliar o poder da informação e obter mais evidências para a prática clínica.

APÊNDICE A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nº do projeto GPPG ou CAAE _____

Título do Projeto: Pressão expiratória positiva com coluna d'água versus pressão positiva expiratória na via aérea (EPAP) em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado.

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa cujo objetivo é verificar a eficácia do uso da pressão expiratória positiva em coluna d'água comparada à pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP) na função pulmonar de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca. Esta pesquisa está sendo realizada junto ao Serviço de Fisioterapia, do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Se você aceitar participar da pesquisa, os procedimentos envolvidos em sua participação são os seguintes:

1) Antes da cirurgia: entrevista com perguntas relacionadas a sua identificação que durará em torno de 10 minutos; e consulta de algumas informações do seu prontuário (dados sobre a doença e relacionados a sua cirurgia). No dia anterior à cirurgia, você realizará o exame de raio-x de tórax (exame para avaliar o seu pulmão), no Serviço de Radiologia do HCPA, conforme a rotina do pré-operatório, que durará em torno de 10 minutos, além do tempo de deslocamento até o serviço de Radiologia; o teste de espirometria (exame que avalia a medida do ar que entra e sai dos seus pulmões), para avaliar a função pulmonar, com duração de 20 minutos. Para esse exame, será solicitado que você puxe o máximo de ar e depois solte todo o ar do pulmão rápido e forte através de um bocal descartável do aparelho. Esse procedimento ocorrerá de três a cinco vezes, tendo um minuto de intervalo entre cada manobra. Ainda, também será realizada a avaliação da força muscular respiratória através de um aparelho chamado manovacuômetro, onde você estará sentado em uma cadeira também com um clipe nasal e com o bucal na boca, que permitirá que o Sr(a) respire somente pela boca. Será avaliada a força dos seus músculos expiratórios e para isso você terá que realizar uma inspiração máxima (puxar o ar) seguida de uma expiração forçada (soltar o ar com toda força). Também será avaliada a força dos seus músculos inspiratórios onde você fará uma expiração máxima (soltar todo o ar) seguida de uma inspiração forçada (puxar o ar com toda a força). Esse procedimento acontecerá três vezes para cada manobra, com um minuto de intervalo entre elas.

2) Após a cirurgia, se você aceitar participar do estudo, será sorteado para fazer parte de um dos seguintes grupos: um grupo fará exercício com EPAP (aparelho com uma máscara em que você soprará o ar de forma lenta contra uma resistência ajustada no aparelho) associado com a fisioterapia convencional da CTI Cardíaca do HCPA; outro grupo fará exercício com um frasco com coluna d'água (frasco que conterá água e dois canudos; para a realização desse exercício você irá puxar o ar pelo nariz enchendo os pulmões e após soprará o ar pelos canudos, de forma lenta) associada com a fisioterapia convencional; ou poderá participar de um terceiro grupo que receberá apenas a fisioterapia convencional. A fisioterapia convencional será realizada duas vezes ao dia, desde o primeiro dia após a internação na CTI Cardíaca até o 3º dia de pós-operatório, que consistirá de: exercícios ventilatórios para melhorar a capacidade de enchimento do seu pulmão, exercícios para a remoção de secreção respiratória, exercícios para os membros superiores e inferiores, orientações quanto

à tosse e caminhada. Cada sessão dos dois primeiros grupos durará em torno de 20 a 30 minutos, e do terceiro grupo durará em torno de 20 minutos.

Ainda durante a internação hospitalar, após o 3º dia de pós-operatório, será realizado novamente o teste para avaliar a função do seu pulmão (espirometria), da força muscular respiratória e o exame de raio-x de tórax, nas incidências ântero-posterior e perfil, no Serviço de Radiologia do HCPA, conforme a rotina do pós-operatório.

Os possíveis riscos que poderão acontecer durante a realização dos testes são falta de ar, tontura, fadiga, cansaço e dor no peito. Em caso de algum desses, os testes serão finalizados de forma imediata.

Os possíveis benefícios decorrentes da participação na pesquisa são a melhora da função pulmonar, prevenção de complicações pulmonares que podem ocorrer no pós-operatório de cirurgia cardíaca, além de contribuir para o conhecimento sobre o assunto estudado, visando assim qualificar o atendimento que é realizado e poderá beneficiar futuros pacientes.

Sua participação na pesquisa é totalmente voluntária, ou seja, não é obrigatória. Caso você decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento, não haverá nenhum prejuízo ao atendimento que você recebe ou possa vir a receber na instituição. Caso não participe da pesquisa você receberá, conforme rotina do Serviço, a fisioterapia convencional. A fisioterapia convencional será realizada duas vezes ao dia e consistirá de: exercícios ventilatórios, exercícios para a remoção de secreção respiratória, exercícios para os membros superiores e inferiores, orientações quanto à tosse e caminhada. Cada sessão durará em torno de 20 minutos.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável Graciele Sbruzzi, pelo telefone (51)33085857, com o pesquisador Suzimara Pieczkoski, pelo telefone (54) 99999-7572 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), pelo telefone (51) 33597640, ou no 2º andar do HCPA, sala 2227, de segunda à sexta, das 8h às 17h.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação na pesquisa e você não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos, porém, poderá ser ressarcido por despesas decorrentes de sua participação, cujos custos serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa.

Caso ocorra alguma intercorrência ou dano, resultante de sua participação na pesquisa, você receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal.

Os dados coletados durante a pesquisa serão sempre tratados confidencialmente. Os resultados serão apresentados de forma conjunta, sem a identificação dos participantes, ou seja, o seu nome não aparecerá na publicação dos resultados.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o participante e outra para os pesquisadores.

Nome do participante da pesquisa

Assinatura

Nome do pesquisador

Assinatura

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

APÊNDICE B – Formulário padronizado para coleta de dados

Identificação e caracterização dos pacientes

Data: _____ Avaliador: _____

Nome: _____

Idade: _____ Gênero F () M ()

Peso: _____ Altura: _____ Índice de massa corporal (IMC): _____

Raça: (1) Branca (2) Preta (3) Parda (4) Amarela (5) Indígena

Data da internação hospitalar: ____/____/____

Comorbidades:

Estilo de vida:

Tabagista: () Sim () Não maços/ano _____

Sedentário: () Sim () Não

Dados do procedimento cirúrgico:

Procedimento: _____

Data da internação na UTI cardíaca: ____/____/____

Data do procedimento cirúrgico: ____/____/____

Anestesia geral: () Sim () Não qual tipo: _____

Esternotomia mediana: () Sim () Não qual: _____

Tempo de cirurgia: _____

Tempo de circulação extracorpórea (CEC), min: _____

Tempo de isquemia, min: _____

Tempo de ventilação mecânica no pós-operatório (h): _____

Medicações administradas no intra-operatório: _____

Intercorrências durante o procedimento cirúrgico:

Parâmetros ventilatórios no pós-operatório imediato:

modo ventilatório: _____ FiO₂: _____ PEEP: _____

Alterações radiológicas:

- pré-operatório: _____

- pós-operatório imediato: _____

- 3º pós-operatório: _____

Complicações pulmonares no pós-operatório:

() atelectasia

() derrame pleural extenso

() pneumotórax

() pneumonia aspirativa

- () insuficiência respiratória
 () infecção respiratória
 () outra qual? _____

Medicações administradas no pós-operatório:

Data da alta UTI Cardíaca: ____/____/____

Data da alta hospitalar: ____/____/____

Você possui alguma das doenças a seguir – Espirometria:

- () hemoptise
 () angina recente
 () descolamento de retina
 () crise hipertensiva
 () edema pulmonar
 () aneurisma de aorta torácica

Pré-operatório

	1	2	3	4	5
CVF, L					
CVF %					
VEF ₁ , L					
VEF ₁ %					
VEF ₁ /CVF					

3° pós-operatório

	1	2	3	4	5
CVF, L					
CVF %					
VEF ₁ , L					
VEF ₁ %					
VEF ₁ /CVF					

Você possui alguma das doenças a seguir – Manovacuometria:

- () Infarto agudo do miocárdio ou angina instável recente
 () Hipertensão arterial sistêmica grave e sem controle
 () Aneurisma de aorta
 () Pneumotórax
 () Fístulas pleurocutâneas ou pulmonares
 () Cirurgia ou traumatismo recente sobre as vias aéreas superiores, o tórax ou o abdome
 () Hérnias abdominais
 () Problemas agudos de ouvido médio
 () Glaucoma ou descolamento de retina
 () Hidrocefalia, meningocele, processos neurológicos que favoreçam o engasgamento das amídalas
 () Estado geral de deterioração física ou mental que impeça a colaboração do paciente

Pré-operatório

	1	2	3	4	5
PI max					
PI %					
PE max					
PE %					

3° pós-operatório

	1	2	3	4	5
PI max					
PI %					
PE max					
PE %					