

**Universidade Federal de Uberlândia
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia
Priscila Ribeiro Ferreira**

**Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar de pacientes submetidos à
Cirurgia Cardíaca**

**Uberlândia
2018**

Universidade Federal de Uberlândia
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia
Priscila Ribeiro Ferreira

**Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar de pacientes submetidos à
Cirurgia Cardíaca**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia
como requisito para obtenção do título de Mestre

Linha de Pesquisa: Processos de Avaliação e
Intervenção Fisioterapêutica dos Sistemas
Cardiorrespiratório e Neurológico.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Ronchi

Uberlândia
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F383a
2018 Ferreira, Priscila Ribeiro, 1988-
 Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar de
 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca [recurso eletrônico] / Priscila
 Ribeiro Ferreira. - 2018.

 Orientador: Carlos Fernando Ronchi.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Química.
 Modo de acesso: Internet.
 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1333>
 Inclui bibliografia.
 Inclui ilustrações.

 1. Fisioterapia. 2. Cirurgia torácica. 3. Testes de função respiratória.
 4. Força muscular. I. Ronchi, Carlos Fernando. II. Universidade Federal
 de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Química. III. Título.

CDU: 615.8



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Secretaria da Coordenação do Programa da Pós-Graduação
de Fisioterapia



Rua Benjamim Constant, 1286 - Bairro Aparecida, Uberlândia-MG, CEP 38400-678.

Telefone: (34) 3218-2928 - www.faefi.ufu.br/ppgfisio
secretaria.ppgfisio@faefi.ufu.br

ATA

Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-graduação Fisioterapia da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia (Programa na modalidade associativa entre a Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM e a Universidade Federal de Uberlândia – UFU, nível Mestrado Acadêmico).

Defesa de: **Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGFisio**

Data: 07 de agosto de 2018

Hora início: 09h05min

Hora encerramento: 10h 55min

Discente: **Priscila Ribeiro Ferreira**

Matrícula 11622FST004

Título do Trabalho: **Avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca**

Área de concentração: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia

Linha de pesquisa: Processos de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica dos Sistemas Cardiorrespiratório e Neurológico

Projeto de Pesquisa de vinculação: Biomarcadores inflamatórios e do estresse oxidativo em doenças cardiovasculares e respiratórias

Aos 07 dias do mês de agosto do ano de dois mil e dezoito, na sala 153 do Campus Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, assim composta: Professores Doutores: Érica Carolina Campos Pulici (Universidade Federal de Uberlândia), Nayara Yamada Tamburús (Universidade Metodista de Piracicaba) e Carlos Fernando Ronchi (PPGFisio/Universidade Federal de Uberlândia), orientador(a) do(a) candidato(a). Iniciando os trabalhos às 9 horas e 05 minutos, o (a) presidente da mesa, Prof. Dr. Carlos Fernando Ronchi, apresentou a Comissão Examinadora e

o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu a Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de argüição e resposta foram conforme as normas do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia. A seguir, o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessiva, aos(às) examinadores(as), que passaram a argüir o(a) candidato(a). Ultimada a argüição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais. Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o(a) candidato(a) **Aprovado(a)**. Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU. Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos às 10 horas e 55 minutos. Foi lavrada a presente ata que, após lida e considerada conforme, foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Erica Carolina Campos Pulici, Membro de Comissão**, em 07/08/2018, às 14:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Fernando Ronchi, Presidente de Comissão**, em 07/08/2018, às 15:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de](#)

[8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nayara Yamada Tamburus, Usuário Externo**, em 07/08/2018, às 16:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0574412** e o código CRC **E20E84B3**

A meu querido pai...

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de chegar até aqui.

Obrigada papai (in memoriam) e mamãe por sempre lembrar que estudar sempre foi e é a melhor escolha que podemos fazer.

Agradeço imensamente ao meu querido orientador Prof. Dr. Carlos Fernando Ronchi por toda paciência e disponibilidade.

Obrigada aos meus queridos amigos e a todos que estiveram envolvidos diretamente ou indiretamente neste projeto.

Sumário

Resumo

1. Introdução	3
2. Objetivos	7
2.1. <i>Objetivo Geral</i>	7
2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
3. Metodologia	8
4. Resultados	10
5. Discussão	13
6. Conclusão	18
Referências	

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a força muscular respiratória e a função pulmonar de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Esta pesquisa foi realizada na Unidade de Terapia Intensiva Coronariana (UCO) do Hospital de Clínicas de Uberlândia. Foram avaliados 14 pacientes submetidos à cirurgia cardíacas eletivas, por meio da mensuração dos valores de força muscular respiratória inspiratória (Pimáx) e expiratória (Pemáx) pré e pós-operatória, assim como os valores de Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório no primeiro segundo (VEF1), índice de relação entre estes (VEF1/CVF ou Índice de Tiffenau) e o Pico de Fluxo Expiratório em litros por segundo (PFE). Foi encontrada redução nos valores de força muscular respiratória, quando comparado o pré e o pós-operatório, tanto na Pimáx: pré 66,5 (50 – 91,5), e pós 46,50 (40 - 62,50) $p=0,019$, quanto na Pemáx: pré 105, 5 (94 – 120) e pós-operatório: 80 (68,75 – 91,0), ($p=0,004$), assim como nos valores de volume corrente pré 438,50 (351- 550), pós 307 (231,75 - 443,5), $p=0,043$. Contudo, não houve diferença significativa nos valores de volume minuto pré 6,00 (5,0 – 8,5) e o pós 4,5 (4,0 – 9,25), $p=0,237$. Os valores espirométricos de VEF1 pré: $2,6 \pm 0,49$; pós: $2,16 \pm 0,66$, e Capacidade Vital lenta, pré: $2,6 \pm 0,49$ e pós $2,16 \pm 0,66$ se mostraram diminuídos pós-cirurgia, ($p=0,0035$ e $p=0,004$, respectivamente). Já o Índice de Tiffenau (VEF1/CVF) pré: $0,78 \pm 0,065$ e pós: $0,78 \pm 0,65$ $p=1,000$; e o PFE pré: $5,04 \pm 1,70$ e pós: $4,50 \pm 1,91$, $p=0,442$, não demonstraram diferença estatística. **Conclusão:** Houve piora da função pulmonar, assim como redução da força muscular respiratória dos pacientes submetidos à CC.

Palavras-chave: Cirurgia Torácica, Testes de Função Respiratória, Força Muscular, Espirometria.

Abstract

The present study aimed to evaluate the respiratory muscle strength and lung function in patients undergoing cardiac surgery. This research was performed at the Coronary Intensive Care Unit (UCO) of the Hospital de Clínicas de Uberlândia. We evaluated 14 patients submitted to elective cardiac surgery.

We measured the values of inspiratory ($P_{im\acute{a}x}$) and expiratory ($P_{em\acute{a}x}$) respiratory muscle strength, as well as the values of Forced Vital Capacity), Expiratory Volume in the first second (FEV1), index of relation between them (FEV1 / FVC or Tiffenau Index) and Expiratory Flow Peak in liters per second (PEF). There was a reduction in the values of respiratory muscle strength, when compared to the pre and postoperative periods, both in $P_{im\acute{a}x}$: pre 66,5 (50 - 91,5), post 46,50 (40 - 62,50) $p = 0,019$, and in $P_{em\acute{a}x}$: pre 105, 5 (94 - 120) and postoperative: 80 (68.75 - 91.0), ($p = 0.004$) as well as in tidal volume values (pre 438.50 (351 - 550), post 307 (231.75 - 443.5), $p = 0.043$. However, there was no significant difference in minute volume values pre 6,00 (5,0 - 8,5) and post 4,5 (4,0 - 9,25), $p = 0,237$. The spirometric values of pre FEV1: 2.6 ± 0.49 , post: 2.16 ± 0.66 , and Slow Vital Capacity, pre: 2.6 ± 0.49 and post 2.16 ± 0.66 were post-surgery decreased, (FEV1 / FVC) pre: 0.78 ± 0.065 and post: 0.78 ± 0.65 $p = 1,000$, and the pre PEF: 5.04 ($p = 0.0035$ and $p = 0.004$, respectively). ± 1.70 and post: 4.50 ± 1.91 , $p = 0.442$, showed no statistical difference. **Conclusion:** There was a worsening of lung function, as well as reduction of respiratory muscle strength in patients submitted to cardiac surgery.

Key words: Thoracic Surgery, Respiratory Function Tests, Muscle Strength, Spirometry

1. Introdução

As doenças cardiovasculares (DCV) continuam entre o grupo de doenças que mais causam óbitos no mundo. Estima-se que em 2015 aproximadamente 17,7 milhões de pessoas morreram por DCV, o que representa 31% de todas as mortes a nível global. Dentre esse grupo de doenças inclui-se a doença coronariana, a doença cerebrovascular, a doença arterial periférica, a doença cardíaca reumática, as cardiopatias congênitas, trombose venosa profunda e a embolia pulmonar (OMS, 2017).

O impacto socioeconômico das doenças crônicas também tem se mostrado crescente e sendo considerado um problema de saúde pública, sendo que 37,1 bilhões de reais foram gastos no ano de 2015 só com DCV, podendo-se observar um aumento de 17% no período de 2010 a 2015. Estima-se que os custos aumentem à medida que a população brasileira envelhece e que a prevalência de DCV aumente (SIQUEIRA et al., 2017).

Em 80% dos casos, prevalece a Doença Arterial Coronariana (DAC) para qual na maioria das vezes se faz necessária a cirurgia de revascularização do miocárdio. A escolha pela intervenção invasiva é realizada quando a perspectiva de uma vida saudável é maior com a terapêutica cirúrgica do que com o tratamento clínico. No ano de 2014, segundo o DATASUS, foi realizado no Brasil um total de 92,106 cirurgias cardíacas, sendo a maior parte realizada pelo Sistema Único de Saúde (SUS) (GALDEANO, 2003; TITOTO, 2005).

A cirurgia cardíaca (CC) é um processo de restauração e restituição das capacidades vitais, compatíveis com a capacidade funcional do coração. É o processo pelo qual a pessoa com doença cardíaca procura o retorno ao bem estar do ponto de vista não só físico, mas também mental e social. É um procedimento complexo que altera de várias formas os mecanismos fisiológicos dos doentes (STARKOPF et al., 1997).

O paciente submetido à CC fica exposto a várias condições que lhes oferecem risco de desenvolver complicações e repercussões sistêmicas, estes eventos podem estar relacionados à complicações pós operatórias próprias da cirurgia, ou causadas pelo estresse cirúrgico e o uso prolongado de circulação extracorpórea (CEC) (DE CARVALHO et al., 2004).

Sempre que ocorre uma agressão ao organismo, seja ela uma cirurgia eletiva ou um trauma acidental, irá desencadear um complexo conjunto de respostas que são iniciadas imediatamente para manter a homeostase. Na recuperação das lesões cirúrgicas ocorrem

mudanças metabólicas e endócrinas bem definidas, conseqüentemente seu quadro clínico também se altera, através da sintomatologia claramente observada no pós-operatório.

No período intraoperatório ocorre diminuição do consumo de oxigênio assim como do débito cardíaco, elevação dos níveis de glucagon e da glicemia e ainda redução dos níveis de insulina e cortisol. Já no período pós-operatório imediato a glicemia tem a tendência de se normalizar em razão da intensidade da glicogenólise e da gliconeogênese. O consumo de oxigênio aumenta acentuadamente, acompanhando o aumento do débito cardíaco e o aumento da temperatura corporal em 1 a 2 °C. A oligúria provavelmente estará presente decorrente da hipovolemia provocada pelas perdas sanguíneas, drogas anestésicas e descarga neuro-hormonal. O estresse cirúrgico ainda pode desencadear várias alterações imunológicas através da liberação de várias citocinas, linfócitos e macrófagos contribuindo para o aparecimento da Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (MEDEIROS; DANTAS FILHO, 2017).

Esse quadro de resposta inflamatória pode ser ainda mais acentuado, pois a maioria das CC utilizam a CEC, o que impõe ao organismo o desvio do sangue para um circuito artificial provocando a mudança do regime do fluxo sanguíneo e stress mecânico sobre os elementos figurados do sangue devido o seu contato com estruturas não endoteliais (MOURA; POMERANTZEFF; GOMES, 2001).

Vários órgãos sofrem com os efeitos pós CEC, em especial a função pulmonar, na qual a elevada liberação de mediadores inflamatórios e radicais livres aumentam a permeabilidade capilar pulmonar. Conseqüentemente há o preenchimento intersticial por células inflamatórias e acúmulo de água e proteínas formando microatelectasias, aumento do shunt pulmonar, queda da produção de surfactante, alteração de complacência, prejudicando assim o trabalho respiratório. (RODRIGUES et al., 2010).

A redução do fluxo sanguíneo coronariano durante o procedimento cirúrgico resulta em diminuição da oferta de oxigênio e nutrientes para o tecido cardíaco, o que causa queda na produção de energia pelas mitocôndrias seguida por acúmulo e depleção de vários metabólitos intracelulares, por exemplo, queda de adenosina trifosfato (ATP) e o acúmulo de lactato. Várias membranas iônicas são comprometidas devido à diminuição do PH, levando à sua despolarização e perda de excitabilidade, quando o fluxo é restaurado a homeostase metabólica e iônica são restabelecidos. No entanto, a reperfusão após prolongada isquemia pode resultar em apoptose e necrose celular. Dentre as principais conseqüências da lesão por reperfusão está a formação das espécies reativas de oxigênio (ROS) (SULEIMAN; ZACHAROWSKI; ANGELINI, 2008).

As cirurgias cardíacas podem gerar uma série de complicações destacando-se dentre elas as complicações pulmonares pós-operatórias que representam a maior e mais frequente causa de morbimortalidade no pós-operatório e também dos custos com a internação hospitalar. CANVER & CHANDA (2003) avaliaram 8.802 pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica com CEC e mostraram que os fatores de risco significantes para desenvolvimento de disfunção respiratória no pós-operatório foram a sepse, sangramento gastrointestinal com ou sem isquemia, falência renal, infecção acidente vascular cerebral AVC no intra-operatório, e nas 24 horas subsequentes à cirurgia, uso de balão intra-aórtico (BIA) no intra-operatório, insuficiência cardíaca congestiva na admissão, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), idade, sangramento com necessidade de re-operação e tempo de CEC.

A cirurgia cardíaca altera a função da musculatura respiratória. O posicionamento supino causa deslocamento cranial do volume abdominal e associado ao relaxamento induzido pela anestesia há alteração da curvatura diafragmática reduzindo a eficiência na contratilidade deste músculo (SIAFAKAS et al., 1999). Blantley et al. (1997) avaliaram o movimento diafragmático durante três manobras inspiratórias no pré e pós-operatório de cirurgia abdominal alta e observaram que no primeiro dia de pós-operatório a mobilidade fica reduzida em até 58%.

A fraqueza muscular respiratória pode estar presente e estar relacionada direta ou indiretamente às lesões que ocorrem durante a manipulação cirúrgica, por exemplo, a disfunção do nervo frênico por dissecação da artéria mamária. O dano causado à integridade dos músculos respiratórios pode gerar piora da mecânica ventilatória, redução de expansibilidade, dos volumes e capacidades pulmonares criando padrão respiratório superficial e restritivo (GUEDES; BARBOSA; HOLANDA, 2009).

A disfunção muscular respiratória devido à cirurgia pode levar a redução da capacidade vital (CV), do volume corrente (VC) e também da capacidade pulmonar total (CPT), assim o paciente é incapaz de expelir as secreções por ter uma tosse totalmente ineficiente. A diminuição na capacidade residual funcional e a formação de atelectasias nos segmentos basais dos pulmões aumentam o desajuste ventilação/perfusão (V/Q). A situação pode ser ainda mais agravada pela hipoventilação devido a vários fatores, incluindo sedação, dor e aumento da carga mecânica. Como resultado, a hipóxia pode resultar em um efeito prejudicial sobre a condição do paciente. Além disso, a atelectasia pode ser um fator de risco para infecções pulmonares que apresentam morbidade e mortalidade significativas nessa população

de pacientes. Em casos graves, essas consequências do comprometimento da musculatura respiratória podem levar à insuficiência respiratória. (SIAFAKAS et al., 1999)

O estudo de CÁCERES et al., (2016) mostrou que 80% dos casos de pneumonia e atelectasia estavam presentes naqueles pacientes que demonstraram fraqueza muscular respiratória pré-operatória concordando com BELLINETTI; THOMSON, (2006) que observou que os doentes que sofrem de diminuição da força dos músculos respiratórios no pré-operatório tiveram risco relativo de 5,5 para o desenvolvimento de complicações pulmonares pós-operatório de cirurgia cardíaca em comparação com aqueles com força muscular preservada.

Em comparação aos valores pré-operatório, redução média da CVF e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) é relatada em 40 a 50% dos procedimentos do primeiro ao terceiro dia de pós-operatório. No segundo dia de pós-operatório, ocorre redução média de 63% na capacidade vital (CV), em comparação com os valores pré-operatórios. Os volumes pulmonares podem permanecer alterados por três a quatro meses após a cirurgia. As causas de volumes pulmonares reduzidos são provavelmente multifatoriais e podem envolver uma combinação de cirurgia, anestesia, imobilização e dor. Volumes pulmonares reduzidos afetam as trocas gasosas e há correlação inversa entre a área atelectásica e a oxigenação arterial (PaO₂) durante os primeiros dias de pós-operatório após de cirurgias cardíacas (URELL et al., 2012).

Cirurgias cardíacas podem gerar uma série de complicações, destacando-se dentre elas as complicações pulmonares pós-operatórias (CPP), que representam a maior e mais frequente causa de morbimortalidade no pós-operatório e também dos custos com a internação hospitalar. Algum grau de disfunção pulmonar é esperado no pós-operatório, e os sinais e sintomas que se apresentam são resultantes dos mais diferentes fatores.

Assim, a hipótese do presente estudo é que existe redução da força muscular e da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca quando comparados os momentos pré e pós-operatórios.

2. Objetivos

4.1 Objetivo Geral

- Avaliar a força muscular respiratória e a função pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca

4.2 Objetivos Específicos

Avaliar em pacientes no pré e pós - operatório imediato de cirurgia cardíaca:

- Os valores de pressão inspiratória e expiratória máxima pré e pós-operatória
- Os valores de Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório no primeiro segundo (VEF1), índice de relação entre estes (VEF1/CVF ou Índice de Tiffenau) e o Pico de Fluxo Expiratório em litros por segundo (PFE).

3. Metodologia

Este estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva Coronariana do Hospital de Clínicas de Uberlândia após a aprovação pelo comitê de ética e após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, o qual foi distribuído para pacientes no pré-operatório de cirurgia cardíaca internados na Enfermaria de Cardiologia. Foram avaliados 14 pacientes internados para cirurgia cardíaca no pré-operatório e no 5º dia de pós-operatório de cirurgia cardíaca, no período de abril de 2017 a abril de 2018. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos desta instituição, sob protocolo n. 1.932.776, sendo conduzido de acordo com a determinação da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Foram incluídos pacientes que foram submetidos à cirurgias cardíacas eletivas. Foram excluídos do estudo os pacientes submetidos à cirurgias emergenciais, aqueles com insuficiência cardíaca congestiva classe funcional 4 (NYHA) ou com fração de ejeção (FE) < 40%, creatinina > 1,3 mg, insuficiência hepática e portadores de obesidade (IMC > 35), também foram excluídos do estudo os pacientes que usaram anti-inflamatório hormonal nos últimos 30 dias antes da cirurgia e os pacientes classificados como ASA \geq P4 (American Society of Anesthesiologists) ou como risco moderado ou maior para a cirurgia segundo Higgins e col. (HIGGINS et al., 1997)

Na avaliação pré-operatória foi utilizada ficha para a coleta dos dados demográficos de cada paciente e os dados referentes à cirurgia. Nela foram coletadas as seguintes informações: idade, sexo, doenças associadas e diagnóstico clínico. Em todos os testes os pacientes foram posicionados sentados, formando um ângulo de 90º entre o quadril e o tronco quando estavam liberados para sair do leito, aqueles que mantinham repouso absoluto eram posicionados na própria cama na posição sentada. O teste de função pulmonar foi realizado através de espirometria. As avaliações espirométricas foram realizadas de forma padronizada e por pesquisador treinado. Foram avaliados valores percentuais da capacidade vital forçada em litros (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo em litros (VEF1) e o índice de relação entre estes (VF1/CVF ou Índice de Tiffenau). Também foi mensurado o Pico de Fluxo Expiratório em litros por segundo (PFE). Os valores de referência para cada paciente foram estipulados pela equação descrita por PEREIRA; SATO; RODRIGUES, (2007) levando em conta fatores como a idade e o sexo. Todos pacientes utilizaram clipe nasal, foram

pesados e medidos. Não foi realizada a prova broncodilatadora. As avaliações foram realizadas em triplicata e o exame de melhor representatividade foi o escolhido.

Os valores das pressões respiratórias máximas (Pimáx e Pemáx) foram determinadas com manovacuômetro digital previamente calibrado (GER-AR, São Paulo, Brasil), graduado em cmH₂O, com variação de ± 300 cmH₂O, de acordo com técnica originalmente descrita por Black & Hyatt (1969). O manovacuômetro foi equipado com bocal adaptador contendo orifício de aproximadamente 2 mm de diâmetro para evitar o aumento da pressão intraoral causado pela contração dos músculos bucinadores, o que evita interferência nos resultados. Os voluntários permaneceram sentados, com o tronco em ângulo de 90° em relação ao quadril e os pés no chão, e usaram clipe nasal durante todas as manobras. Para a determinação da Pimáx, os indivíduos foram orientados a realizar um esforço inspiratório máximo a partir do volume residual; para a determinação da Pemáx, os indivíduos foram orientados a realizar um esforço expiratório máximo a partir da capacidade pulmonar total. Todos os participantes realizaram ao menos três manobras reprodutíveis, cada uma mantida por ao menos um segundo, até que três esforços tecnicamente adequados foram realizados. Para a análise dos dados, o valor mais alto foi registrado, contanto que não excedesse em 10% o segundo valor mais alto.

Para a mensuração das medidas de volume minuto (VM), volume corrente (VC), e capacidade vital lenta (CVL), foi utilizado o equipamento ventilômetro analógico Whright Mark8. Os voluntários ficaram sentados com o tronco em ângulo de 90° em relação ao quadril e os pés no chão, com clipe nasal no nariz para garantir ideal vedação. Para mensuração do volume minuto foi solicitado ao paciente que respirasse normalmente pelo aparelho durante 1 minuto. E para a avaliação da capacidade vital lenta solicitou-se ao paciente uma inspiração profunda, seguida de pausa inspiratória de 3 a 5 segundos destravou-se o aparelho e foi solicitado expiração lenta máxima até o volume residual e no final da expiração travava-se o aparelho. Foi realizado por 3x e anotado o maior valor.

.Os dados foram anotados em ficha elaborada pela própria autora, nesta ainda constou o tempo de CEC e se houve alguma intercorrência no período intra-operatório.

A análise estatística foi realizada utilizando o Sigma Plot 11. Os dados distribuídos de forma normal foram comparados entre os diferentes momentos por meio do t-test e expressos com média \pm DP. Dados que não apresentaram distribuição normal serão comparadas pelo teste Mann-Whitney Rank Sum Test e expressos como mediana (intervalo interquartilico). Significância estatística foi definida como $p < 0,05$.

4. Resultados

Foram avaliados 14 pacientes submetidos a cirurgias cardíacas eletivas. Dos pacientes avaliados, nove (64,28%) realizaram revascularização do miocárdio, 4 quatro (28,57%) troca de valva e três (21,42%) correção de cardiopatia congênita. Todos submetidos a esternotomia total e CEC. O tempo médio de CEC nas cirurgias foi de 62,97 minutos.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

Tabela 1 – Caracterização da amostra		
Idade	53,54 ± 8,09 anos	
Sexo	M – 10 (71,42%)	F- 4 (28,57%)
Comorbidades	Hipertensos	64,28%
	Diabéticos	35,71%
	Dislipidêmicos	14,28%

M- masculino F- feminino

Ao avaliar a força da musculatura respiratória, foi encontrada redução importante comparando os momentos pré e pós-operatório, com valores de Pimáx pré: 66,5 (50 – 91,5) e Pimáx pós: 46,5 (40 - 62,5), $p=0,019$. A Pemáx também mostrou valores significativamente reduzidos no pós-operatório quando comparado ao pré-operatório, com valores no valores no pré-operatório, 105, 5 (94 – 120), e pós-operatório: 80 (68,75 – 91,0), ($p=0,004$).

A medida volume minuto (VM) no momento pré-operatório foi de 6,00 L (5,0 – 8,5) e o pós 4,5 L (4,0 – 9,25), contudo não houve diferença estatística quando comparado os dois momentos ($p=0,237$). Na avaliação do volume corrente foi observada redução no período pós-operatório, embora os valores de VM não tenham sido estatisticamente significantes. O volume corrente no pré-operatório apresentou os seguintes valores: 438,50 (351-550), já no pós-operatório 307 (231,75 – 443,5), e um valor de $p= 0,043$. A frequência respiratória média no pré-operatório foi de $14,78 \pm 2,77$ enquanto no pós - operatório de $20,18 \pm 4,08$, o que provavelmente levou a compensação do volume minuto.

Quanto à avaliação da função pulmonar no pós-operatório, pôde-se verificar que o VEF1 estava reduzido quando comparado ao momento pré-operatório, VEF1 pré: $2,6 \pm 0,49$ e pós $2,1 \pm 0,66$, ($p=0.0035$).

A Capacidade Vital Lenta também se mostrou diminuída, no pré-operatório os pacientes apresentaram: CVL pré: 4 (3 – 4,5), já no pós-operatório, CVL pós: 2 (2 – 3,12) $p=0,004$.

Quanto aos valores do Índice de Tiffenau (VEF1/CVF) e Pico de Fluxo Expiratório (PFE) não observamos nenhuma diferença estatística quando comparado os momentos pré e pós-operatório. O VEF1/CVF no pré-operatório apresentou média de $0,78\pm 0,065$ e no pós $0,78\pm 0,65$, $p=1,000$. O PFE no pré $5,04\pm 1,70$ e pós $4,50\pm 1,91$, $p = 0,442$. Na tabela 2 apresentamos os valores de força muscular respiratória e função pulmonar, avaliada por meio de espirometria.

Tabela 2 - PE máx, PI máx, VC, VM, CPL, VEF1 e VEF1/CVF e PFE

PE máx (cmH2O)			
Pré	105,500	94000 - 120.000	(P = 0,004) *
Pós	80,000	68,750 - 91,000	
PI máx (cmH2O)			
Pré	- 66,500	50,000 - 91,500	(P = 0,019)*
Pós	- 46,500	40,000 - 62,500	
VM (L)			
Pré	6,000	5,000 - 8,500	(P = 0,237)
Pós	4,500	4,000 - 9,250	
VC (mL)			
Pré	438,500	351,000 - 550,000	(P = 0,043)*
Pós	307,000	231,750 - 443,500	
CVL (L)			
Pré	4,000	3,000 - 4,500	(P = 0,004)*
Pós	2,000	2,000 - 3,125	
VEF1 (%)			
Pré	2,651	0,493 ± 0,132	(P = 0,035)*
Pós	2,160	0,662 ± 0,177	
VEF1/CVF (%)			
Pré	0,784	0,0655 - 0,0175	(P = 1,000).
Pós	0,784	0,0605 - 0,0162	
PFE (L/m)			
Pré	5,040	1,705 ± 0,456	(p= 0,442)
Pós	4,506	1910 ± 0,51	

Pe máx- pressão inspiratória máxima; Pimáx- pressão inspiratória máxima; VC- volume corrente; VM - volume minuto; CVL - Capacidade Vital Lenta; VEF1- Volume expiratório forçado no 1 s; VEF1/CVF- Índice entre volume expiratório forçado no 1 s e capacidade vital lenta; PFE- Pico de fluxo expiratório. *p<0,05 comparando o momento pré e pós-operatórios. Os valores com distribuição não normal estão expressos como mediana e intervalos interquartílicos e os valores com distribuição normal como média e desvio padrão.

5 - Discussão

As alterações pulmonares pós-cirurgia cardíaca são as principais morbidades desse procedimento. A redução da função pulmonar é resultado de diferentes fatores provenientes do próprio ato cirúrgico, como: anestesia geral, esternotomia mediana, CEC, disfunção diafragmática e dor (GUIZILINI et al., 2005).

Os pacientes participantes deste estudo apresentaram força muscular respiratória reduzida quando comparamos os resultados pré-operatórios e pós-operatórios. Esses resultados corroboram com o estudo realizado por RIEDI et al., (2010). Neste estudo os autores também avaliaram a força muscular respiratória no pré e no 5º dia após a cirurgia, e observaram queda de 11% na Pimáx entre os períodos pré-operatório e pós-operatório, e redução de 23% nos valores de Pemáx. Entretanto não foi observada relação entre a força muscular respiratória pré-operatória e as complicações pós-operatórias. Os autores concluíram que não é possível utilizar as medidas de força muscular respiratória como medida preditora de complicações, GRAETZ; ZAMUNÉR; MORENO, (2012), encontram resultados semelhantes quanto à redução nos valores de Pimáx e Pemáx em pacientes revascularizados, reafirmando os resultados encontrados em nosso trabalho. CÁCERES et al., (2016) além de encontrarem fraqueza muscular respiratória inspiratória e expiratória em pacientes submetidos à CC, verificaram que os pacientes que apresentaram diferença entre Pimáx pré e pós-operatória maior que 19% aumentaram em 10 vezes o risco de desenvolvimento de atelectasias. (OR=10, IC 95% 0,85-117,02; p=0,067). Entretanto no estudo de URELL et al., (2016) os autores afirmam que a força muscular respiratória não foi prejudicada, antes e após a cirurgia cardíaca, contudo esse resultado pode ter sido divergente dos outros estudos, pelo fato da avaliação pós-operatória ter sido realizada apenas dois meses após o procedimento cirúrgico, período no qual o paciente provavelmente já tenha retomado os valores pré-operatórios.

A disfunção muscular respiratória em pacientes com comprometimento cardíaco tem sido relacionada a alterações estruturais e metabólicas, principalmente nos músculos inspiratórios, causando perda de força e endurance muscular. O paciente submetido à CC possui a capacidade limitada de respirar profundamente e um padrão respiratório restritivo (CÁCERES et al., 2016; URELL et al., 2016), assim, a redução dos volumes pulmonares vem acompanhada de diminuição da complacência pulmonar, com aumento do trabalho elástico do pulmão. Essas alterações da mecânica respiratória exigem dos músculos respiratórios maior geração de pressão para que ocorra a expansibilidade pulmonar. Quando esse mecanismo de

ação da bomba ventilatória está ineficiente ocorre à instalação de áreas de atelectasia com consequente retenção de secreção, sendo que a normalização mais precoce da função respiratória nas operações de risco estaria relacionada à menor incidência de complicações respiratórias. (GASTALDI AC et. al, 2008)

Assim, têm interrogado se o aumento na força e resistência muscular inspiratória, por meio do treinamento muscular, poderia levar a uma respiração mais profunda e de melhor qualidade após a cirurgia, o que resultaria em diminuição na incidência de complicações pulmonares pós-cirurgia (KATSURA et al., 2015).

Em revisão sistemática que procurou avaliar se o treinamento muscular respiratório é eficaz na prevenção de complicações pulmonares pós-cirurgia cardiotorácica e abdominal concluiu-se que há redução substancial das complicações pulmonares, (risco relativo 0,48, IC 95% 0,26-0,89), embora não houvesse diferença estatisticamente significativa quanto ao tempo de tempo de internação (MANS; REEVE; ELKINS, 2015).

Em outra revisão mais recente GOMES NETO et al., (2017) relatam que pacientes que receberam treinamento pré-operatório tiveram risco reduzido de complicações pulmonares pós-operatórias, (RR = 0,6, IC 95% 0,5-0,8, $p = 0,0004$, $n = 386$), além da redução no tempo de internação pós-operatória de menos 2 dias (95% CI -3,4, -0,7, $n = 302$), aumento na pressão inspiratória de 16,7 cm H₂O, assim como do VEF1 de 3%, e CVF 4,6% do previsto, mostrando ser uma intervenção benéfica no tratamento de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

É fato que a disfunção muscular respiratória pós-operatória pode contribuir para reduções na CVF, no volume corrente e na capacidade pulmonar total, e essas alterações podem aumentar a incidência de atelectasia nos segmentos pulmonares basais, aumentando a incompatibilidade ventilação / perfusão (STEIN et al., 2009). Assim, o treinamento muscular pré-operatório pode ter um resultado favorável na população de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca podendo prevenir complicações pulmonares e redefinindo os desfechos no pós-operatório.

Nosso estudo demonstrou valores reduzidos tanto de VEF1 quanto de CVF no 5º dia de pós-operatório. GADE et al., (2011) descobriram valores ainda reduzidos no 7º após a cirurgia. A CVF caiu 85% do previsto no 7º dia de pós-operatório comparado aos valores antes da cirurgia, assim como o VEF1, que também sofreu reduções de 88,38% para 59,06% no mesmo período. Entretanto os autores verificaram melhora relação entre VEF1 / CVF de

79% no valor pré-operatório para 81% no 7º dia de pós-operatório, já em nosso estudo a VEF1/CVF não se mostrou diminuída. Essa não diminuição do VEF1/CVF é indicativa de um padrão restritivo que pode ser por alteração mecânica da parede torácica. A esternotomia, paresia diafragmática, trauma à cartilagem costocostal, atelectasia não diagnosticada, instabilidade esternal, comprometimento do suprimento sanguíneo aos músculos intercostais ou violação do espaço pleural podem afetar a integridade da parede torácica contribuindo para tais alterações. (GADE, 2011)

O estudo de WESTERDAHL et al., (2003) também revelou, após uma semana do procedimento cirúrgico, comprometimento pulmonar restritivo grave, com redução da CV e do VEF1 comparado ao pré-operatório, além de severa redução na função pulmonar após a cirurgia. Quatro meses após a cirurgia, os pacientes ainda mostraram redução significativa na CV (pré 4.2 ± 0.6 e pós 2.5 ± 0.56) ($p < 0,001$), VEF1 (pré 3.0 ± 0.7 e pós 1.9 ± 0.5) ($p < 0,001$) e PFE (pré 540 ± 7119 e pós 361 ± 112), ($p < 0,001$).

A função pulmonar do paciente pós-cirurgia pode estar prejudicada até um ano após o procedimento, tanto a CVF quanto a VEF1 se mostram reduzidas podendo ser relacionados a isso problemas com a capacidade de tosse e sensação de dispneia. Embora a mortalidade em 30 dias pós-procedimento tenha diminuído a mortalidade após um ano continua a mesma (WESTERDAHL; JONSSON; EMTNER, 2016).

O VEF1 é uma medida precisa e robusta da fisiologia pulmonar e é forte preditor de mortalidade por causas cardiovasculares, respiratórias e outras, independente da idade, sexo, raça/etnia, nível socioeconômico, pressão arterial, diabetes e colesterol. Em estudo que avaliou os desfechos clínicos de 2.241 pacientes consecutivos submetidos à revascularização miocárdica e cirurgia valvar de 2001 a 2007, os autores concluíram que o VEF1 é forte e independente preditor de tempo de internação e mortalidade intra-hospitalar após cirurgia cardíaca eletiva e urgente. Além de melhorar a discriminação das ferramentas de predição de risco existentes, deve ser considerada como nova ferramenta de predição de risco para cirurgia cardíaca, com o objetivo de melhorar os desfechos clínicos em pacientes complexos submetidos à cirurgia cardíaca (MCALLISTER et al., 2013).

ALBACKER et al., (2014) em estudo com pacientes submetidos à troca valvar mostra que pacientes com redução de VEF1 e aqueles submetidos a esternotomia total tiveram o tempo de internação e mortalidade hospitalar aumentados, assim como período de intubação maior que 24 h. A sobrevida após um ano foi maior para aqueles pacientes submetidos à técnica menos invasiva, mesmo aqueles com a VEF1 diminuída.

A CV também se torna essencial para a caracterização da limitação mecânica, especialmente em pacientes após cirurgias cardíacas e em nosso estudo os pacientes apresentaram valores diminuídos. Em estudo que avaliou pacientes submetidos à troca de valva, os autores observaram valores de CV, assim como VEF1 e PFE reduzidos. Os mesmos concluem que a cirurgia cardíaca com esternotomia mediana gera um padrão respiratório restritivo e as alterações encontradas na espirometria tiveram caráter transitório e melhora linear após a cirurgia. Após seis meses os resultados da espirometria foram semelhantes aos encontrados antes da cirurgia (NISSINEN et al., 2009).

Foi descrito que CV menor que 25 ml / Kg pode predispor atelectasia, hipoxemia e tosse ineficiente. Após a cirurgia cardíaca, o comprometimento da CV tem significado multifatorial e o padrão restritivo pode durar mais de 100 dias, predispondo a atelectasias e complicações pós-operatórias (PINHEIRO et al., 2011)..

Em estudo que analisou pacientes submetidos à cirurgia de troca valvar aórtica, os resultados mostraram que pacientes com porcentagem de CVF preditiva <80% apresentaram risco significativamente maior de permanência em unidade de terapia intensiva de cinco ou mais dias. A diminuição dos valores pré-operatórios de CVF e VEF1 é importante fator de comorbidade em pacientes submetidos à cirurgia de troca valvar aórtica (NISSINEN et al., 2009).

Segundo OIKKONEN et al.,(1991), a diminuição da CVF pode determinar queda do pico de fluxo expiratório (PFE), que imediatamente após a cirurgia também se encontra diminuído. Essa queda de PFE, assim como na $P_{em\acute{a}x}$ tem importância clínica na medida em que reflete a capacidade de tossir, debilita a tosse e o transporte de secreções. O fechamento precoce e a obstrução das pequenas vias aéreas predispõem a microatelectasias, e conseqüentemente a redução de pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO_2). Valores reduzidos de PFE não foram estatisticamente significantes em nosso estudo, entretanto, NARDI et al., (2006), observaram que o PFE e outras medidas (VC, $P_{Im\acute{a}x}$, $P_{em\acute{a}x}$), apresentaram redução de cerca de 50% quando comparados aos valores pré-operatórios, especialmente em cirurgias com tempo de CEC superior a 60 minutos. O pico de fluxo expiratório reduzido indica interferência na mecânica respiratória, por meio da redução da força da musculatura e amplitude dos movimentos, secundários ao trauma cirúrgico.

Ainda não há consenso sobre o momento em que o paciente pós-cirurgia cardíaca começa recuperar sua função pulmonar, mas sabe-se que elas se deterioram significativamente por pelo menos 3,5 meses após a cirurgia cardíaca (SHENKMAN et al., 1997). Contudo em nosso

estudo, as alterações da função pulmonar e da força muscular respiratória em indivíduos submetidos à CC demonstram a necessidade de intervenção precoce no período pré-operatório, com o objetivo de otimizar a função pulmonar e melhorar as condições clínicas dos pacientes no pós-operatório.

6. Conclusão

Com base em nossos resultados, concluímos que houve redução significativa na força muscular respiratória e nas medidas de função pulmonar neste grupo de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, quando comparados os momentos pré e pós-operatórios.

Referências Bibliográficas

A. O. DUARTE, A.; A. C. PEREIRA, C.; C. S. RODRIGUES., S. Artigo Original Validação de novos valores previstos brasileiros para a espirometria forçada na raça branca e comparação com os valores previstos obtidos por outras equações de referência* Validation of new Brazilian predicted values for forced spirometry. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 291, p. 527–535, 2007

<https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000500007>

ALBACKER, T. B. et al. Should less-invasive aortic valve replacement be avoided in patients with pulmonary dysfunction? **The Journal of thoracic and cardiovascular surgery**, v. 147, n. 1, p. 355–361.e5, 1 jan. 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.12.014>

ALDINI, G.; YEUM, K.-J.; NIKI, E. **Biomarkers for Antioxidant Defense and Oxidative Damage**. [s.l.] Wiley, 2011.

ANDRADE JUNIOR, D. R.; et al. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 31, n1, p. 60-8. 2005.

<https://doi.org/10.1590/S1806-37132005000100011>

AURINO DE PINHO, R. et al. Artigo de Revisão Doença Arterial Coronariana, Exercício Físico e Estresse Oxidativo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n. 4, p. 549–555, 2010.

<http://doi.org/10.1590/S0066-782X2010000400018>

ARGAWAL, A.; GUPTA, S.; SHARMA, R.K. Role of oxidative stress in female reproduction. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v.3, n. 28. 2005

<https://doi.org/10.1186/1477-7827-3-28>

BATISTA, V. DE S. et al. Estudo da anatomia da artéria coronária esquerda e suas variações: perspectivas de nova classificação. **Revista saúde & ciência**, v. 2, n. 1, p. 55–65, 2011.

BARBOSA, K.B.F.; et al. Estresse oxidativo: avaliação de marcadores. **Revista Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.33, n.2, p.111-128. 2008.

<https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.12.014>

BELLINETTI, L. M.; THOMSON, J. C. Avaliação muscular respiratória nas toracotomias e laparotomias superiores eletivas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 32, n. 2, p. 99–105, abr. 2006.

<https://doi.org/10.1590/S1806-37132006000200004>

BLANEY, F.; SAWYER, T. Sonographic measurement of diaphragmatic motion after upper abdominal surgery: A comparison of three breathing manoeuvres. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 13, n. 3, p. 207–215, 10 jan. 1997.

<https://doi.org/10.3109/09593989709036464>

CÁCERES, D. et al. Disfunción muscular respiratoria en pacientes llevados a cirugía cardiovascular. **Revista Colombiana de Cardiología**, v. 23, n. 5, p. 420–426, 1 set. 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.rccar.2016.05.014>

CANVER, C. C.; CHANDA, J. Intraoperative and postoperative risk factors for respiratory failure after coronary bypass. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 75, n. 3, p. 853–857, 1 mar. 2003.

[https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)04493-4](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)04493-4)

DE CARVALHO, E. R. et al. Diretrizes da Cirurgia de Revascularização Miocárdica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 82, n. 4, 2004.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2004001100001>

GADE, S. A. et al. Sequential Changes In Pulmonary Functions After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. **J K Ciencia**, v. 13, n. 1, p. 11–14, 2011.

GALDEANO, L. E. . ET AL. Diagnóstico de enfermagem de pacientes no período transoperatório de cirurgia cardíaca. **Revista Latino – Americana de Enfermagem**, v. 11, n. 2, p. 199–206, 2003.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692003000200009>

GASTALDI AC ET. AL. Benefits of postoperative respiratory kinesiotherapy following laparoscopic cholecystectomy. **Revista Brasileira de Fisioterapia Rev Bras Fisioter**, v. 12, n. 2, p. 100–106, 2008.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552008000200005>

GOMES NETO, M. et al. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. **Clinical Rehabilitation**, v. 31, n. 4, p. 454–464, 10 abr. 2017.

<https://doi.org/10.1177/0269215516648754>

GRAETZ, J. P.; ZAMUNÉR, A. R.; MORENO, M. A. Evaluation of maximal inspiratory and sniff nasal inspiratory pressures in pre- and postoperative myocardial revascularization. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 27, n. 4, p. 607–613, 2012.

<https://doi.org/10.5935/1678-9741.20120103>

GUEDES, G. P.; BARBOSA, Y. R. A.; HOLANDA, G. Correlação entre força muscular respiratória e tempo de internação pós-operatório. **Fisioter. mov**, v. 22, n. 4, p. 605–614, 2009.

GUIZILINI, S. et al. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 20, n. 3, p. 310–316, 2005.

<https://doi.org/10.1590/S0102-76382005000300013>

HIGGINS, T. L. et al. ICU Admission Score for Predicting Morbidity and Mortality Risk After Coronary Artery Bypass Grafting. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 64, n. 4, p. 1050–1058, out. 1997.

[https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(97\)00553-5](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(97)00553-5)

KATSURA, M. et al. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 5 out. 2015.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD010356.pub2>

MANS, C. M.; REEVE, J. C.; ELKINS, M. R. Postoperative outcomes following preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiothoracic or upper abdominal surgery: a systematic review and meta analysis. **Clinical Rehabilitation**, v. 29, n. 5, p. 426–438, 26 maio 2015.

<https://doi.org/10.1177/0269215514545350>

MCALLISTER, D. A. et al. Forced Expiratory Volume in One Second Predicts Length of Stay and In-Hospital Mortality in Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Retrospective Cohort Study. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, p. e64565, 28 maio 2013.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064565>

MEDEIROS, A. C.; DANTAS FILHO, A. M. Resposta metabólica ao trauma Metabolic response to trauma. **Journal of Surgical and Clinical Research**, v. 8, n. 1, p. 56–76, 2017.

<https://doi.org/10.20398/jscr.v8i1.13036>

MOURA, H. V. DE; POMERANTZEFF, P. M. A; GOMES, W. J. Síndrome da resposta inflamatória sistêmica na circulação extracorpórea : papel das interleucinas *. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v. 16, n. 4, p. 376–386, 2001.

<https://doi.org/10.1590/S0102-76382001000400010>

NARDI, C. et al. Avaliação da força muscular, capacidades pulmonares e função pulmonar respiratória de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC). **In: 4ª Mostra Acadêmica e Congresso de Pesquisa da UNIMEP [on line]**, p. 24–26, 2006.

NISSINEN, J. et al. Pulmonary function and immediate outcome of patients undergoing aortic valve replacement. **The Journal of heart valve disease**, v. 18, n. 4, p. 374–9, jul. 2009.

OIKKONEN, M. et al. Comparison of Incentive Spirometry and Intermittent Positive Pressure Breathing after Coronary Artery Bypass Graft. **Chest**, v. 99, n. 1, p. 60–65, 1 jan. 1991.

<https://doi.org/10.1378/chest.99.1.60>

OMS. **Organização Mundial da Saúde**. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5253:doencas-cardiovasculares&Itemid=839>. Acesso em: 15 maio. 2018.

PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, ago. 2007.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>.

PINHEIRO, A. C. et al. Estimation of lung vital capacity before and after coronary artery bypass grafting surgery: a comparison of incentive spirometer and ventilometry. **Journal of Cardiothoracic Surgery**, v. 6, n. 1, p. 70, 12 dez. 2011.

<https://doi.org/10.1186/1749-8090-6-70>

RIEDI, C. et al. Relação do comportamento da força muscular com as complicações respiratórias na cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 25, n. 4, p. 500–505, dez. 2010.

<https://doi.org/10.1590/S0102-76382010000400013>

RODRIGUES, C. D. A. et al. Lesão pulmonar e ventilação mecânica em cirurgia cardíaca: revisão. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 22, n. 4, p. 375–383, dez. 2010.

<https://doi.org/10.1590/S0103-507X2010000400011>

SHENKMAN, Z. et al. The effects of cardiac surgery on early and late pulmonary functions. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 41, n. 9, p. 1193–1199, out. 1997.

<https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1997.tb04865.x>

SIAFAKAS, N. M. et al. Surgery and the respiratory muscles. **Thorax**, v. 54, n. 5, p. 458–65, 1 maio 1999.

<https://doi.org/10.1136/thx.54.5.458>

SIQUEIRA, A. DE S. E. et al. Analysis of the Economic Impact of Cardiovascular Diseases in the Last Five Years in Brazil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 1, p. 39–46, 2017.

<http://dx.doi.org/10.5935/abc.20170068>

STARKOPF, J. et al. The evidence of oxidative stress in cardiac surgery and septic patients : a comparative study. v. 262, p. 77–88, 1997.

[https://doi.org/10.1016/S0009-8981\(97\)06540-6](https://doi.org/10.1016/S0009-8981(97)06540-6)

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, 1 out. 2009.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.05.010>

SULEIMAN, M. S.; ZACHAROWSKI, K.; ANGELINI, G. D. Inflammatory response and cardioprotection during open-heart surgery: The importance of anaesthetics. **British Journal of Pharmacology**, v. 153, n. 1, p. 21–33, 2008.

<https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0707526>

TITOTO, L. . ET AL. Reabilitação de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio: atualização da literatura nacional. *Arquivos Ciências da Saúde*, v. 12, n. 4, p. 216 - 219. 2005. **Arquivos Ciências da Saúde**, v. 12, n. 4, p. 216–219, 2005.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922014000100011>.

URELL, C. et al. Lung Function before and Two Days after Open-Heart Surgery. **Critical Care Research and Practice**, v. 2012, p. 1–7, 8 ago. 2012.

<http://dx.doi.org/10.1155/2012/291628>

URELL, C. et al. Respiratory muscle strength is not decreased in patients undergoing cardiac surgery. **Journal of Cardiothoracic Surgery**, v. 11, n. 1, p. 41, 31 dez. 2016.

<https://doi.org/10.1186/s13019-016-0433-z>

WESTERDAHL, E. et al. Pulmonary function 4 months after coronary artery bypass graft surgery. [s.d.].

<https://doi.org/10.1053/rmed.2002.1424>

WESTERDAHL, E.; JONSSON, M.; EMTNER, M. Pulmonary function and health-related quality of life 1-year follow up after cardiac surgery. **Journal of Cardiothoracic Surgery**, v. 11, n. 1, p. 99, 8 dez. 2016.

<https://doi.org/10.1186/s13019-016-0491-2>

ANEXO I**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar na pesquisa de campo referente à pesquisa intitulada: *Relação entre os índices de estresse oxidativo e marcadores inflamatórios com a função pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca*, desenvolvido pela aluna de Mestrado Priscila Ribeiro Ferreira. Fui informado (a), ainda, de que a pesquisa é orientada pelo Professor Carlos Fernando Ronchi da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, a quem poderei contatar/consultar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone (34) 3218-2934 ou e-mail fernando.ronchi@ufu.br. Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado (a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é avaliar a relação dos níveis de estresse oxidativo e mediadores inflamatórios e função pulmonar de pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. Fui também esclarecido (a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de entrevista utilizando um questionário semi estruturado antes de ser submetido à cirurgia de revascularização do miocárdio, realizar o teste de função pulmonar no pré e no 5º dia de pós operatório O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo(a) pesquisador(a) e/ou seu(s) orientador(a). Fui ainda informado (a) de que posso me retirar desse (a) estudo/pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos. Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Uberlândia, ____ de _____ de 20 ____.

Participante

Pesquisador

ANEXO II**FICHA DE AVALIAÇÃO PRÉ – OPERATÓRIA****GÊNERO:** Feminino () Masculino ()**IDADE:** _____**DIAGNÓSTICO CLÍNICO:** _____**DOENÇAS ASSOCIADAS:** () Hipertensão Arterial

() Diabetes Mellitus

() Doença Pulmonar Qual: _____

Outras doenças: _____

MANUVACUÔMETRIA: PiMÁX _____ PeMÁX _____**FUNÇÃO PULMONAR**

Capacidade vital forçada: _____

VEF 1: _____

VEF1/CVF: _____

Pico de fluxo expiratório: _____

VENTILOMETRIA

VC: _____

FR: _____

VM: _____

CVL: _____

ANEXO III**FICHA DE AVALIAÇÃO PÓS-OPERATÓRIA****TEMPO DE CEC:** _____**INTERCORRÊNCIAS DURANTE CIRURGIA:** _____**MANUVACUOMETRIA:** $P_{iMÁX}$ _____ $P_{eMÁX}$ _____**FUNÇÃO PULMONAR**

Capacidade vital forçada: _____

VEF 1: _____

VEF1/CVF: _____

Pico de fluxo expiratório: _____

VENTILOMETRIA

VC: _____

FR: _____

VM: _____

CVL: _____