



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**RODOLFO ARAÚJO DE MENDONÇA COSTA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PÓS-OPERATÓRIO DE  
CIRURGIA CARDÍACA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**CAMPINA GRANDE  
2022**

RODOLFO ARAÚJO DE MENDONÇA COSTA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PÓS-OPERATÓRIO DE  
CIRURGIA CARDÍACA: UMA REVISÃO UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

**Orientador:** Prof. Me. Éder Rodrigues Araújo

**CAMPINA GRANDE  
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837e Costa, Rodolfo Araujo de Mendonça.  
Efeitos do treinamento muscular inspiratório no pós-operatório de cirurgia cardíaca [manuscrito] : uma revisão integrativa / Rodolfo Araujo de Mendonça Costa. - 2022.  
29 p.  
  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.  
"Orientação : Prof. Me. Eder Rodrigues Araújo ,  
Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS."  
1. Treinamento muscular inspiratório. 2. Cirurgia cardíaca.  
3. Força muscular. 4. função pulmonar. I. Título  
21. ed. CDD 615.82

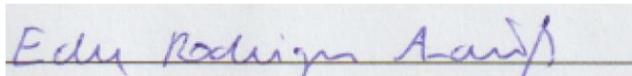
RODOLFO ARAÚJO DE MENDONÇA COSTA

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PÓS-OPERATÓRIO DE  
CIRURGIA CARDÍACA: UMA REVISÃO UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado ao Departamento do Curso de  
Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em: 24/03/2022

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Me. Éder Rodrigues Araújo  
(Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Ana Tereza do N. Sales Fernandes  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Me. Flávia Iluska Silva Carolino  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho a meu pai (*in memoriam*), que tendo me revestido da sua essência, me ensinou a graça de viver. E a minha mãe, que me acompanha e me dá força até hoje.

“Loucura é querer resultados diferentes fazendo tudo exatamente igual”

Albert Einstein

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudo .....	13
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição e resultados dos estudos selecionados .....	15
Quadro 2 – Avaliação da qualidade metodológica de ensaios clínicos pela escala PEDro.....	17

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comportamento da P <sub>lmáx</sub> no estudo de HEGAZY et. al (2021) .....	21
Gráfico 2 - Gráficos com o comportamento da P <sub>lmáx</sub> nos estudos de MATHEUS et. al (2012) .....	22
Gráfico 3 - Gráficos com o comportamento da P <sub>lmáx</sub> nos estudos de CARGNIN et. al (2019) .....	22
Gráfico 4 – Análise do comportamento de variáveis espirométricas do estudo de CARGNIN et. al (2019) .....	23
Gráfico 5 – Análise do comportamento de variáveis espirométricas (CVF) do estudo de HEGAZY et. al (2021) .....	23
Gráfico 6 – Análise do comportamento de variáveis espirométricas (VEF1) do estudo de HEGAZY et. al (2021) .....	23
Gráfico 7 – Análise do comportamento de variáveis espirométricas (VEF1/CVF) do estudo de HEGAZY et. al (2021) .....	24

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	artéria descendente anterior
ATI	artéria torácica interna
ATIE	artéria torácica interna esquerda
CC	cirurgia cardíaca
CEC	circulação extracorpórea
CPP	complicação pulmonar pós-operatória
CPT	capacidade pulmonar total
CRF	capacidade residual funcional
CRM	cirurgia de revascularização do miocárdio
CV	capacidade vital
CVF	capacidade vital forçada
FMI	força muscular inspiratória
GC	grupo controle
GE	grupo estudo
PE <sub>máx</sub>	pressão expiratória máxima
PFE	pico de fluxo expiratório
PI <sub>máx</sub>	pressão inspiratória máxima
PO	pós-operatório
PO1	pós-operatório no 1º dia
PO3	pós-operatório no 3º dia
RCV	reabilitação cardiovascular
RM	revascularização do miocárdio
TMI	treinamento muscular inspiratório
UTI	unidade de terapia intensiva
VC	volume corrente
VEF1	volume expiratório forçado no 1º segundo

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	MÉTODOLOGIA .....	12
3	RESULTADOS .....	13
4	DISCUSSÃO .....	17
5	CONCLUSÃO.....	24
	REFERÊNCIAS.....	25
	APÊNDICE A – ESTRATÉGIA PICO.....	28

## EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

### EFFETCS OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN POS-OPERATIVE HEART SURGERY: AN INTEGRATIVE REVIEW

Rodolfo Araújo de Mendonça Costa<sup>1</sup>  
Eder Rodrigues Araújo<sup>2</sup>

#### RESUMO

**Introdução:** A cirurgia cardíaca é um dos melhores procedimentos terapêuticos para alguns tipos de doenças cardíacas. No entanto, apesar do avanços tecnológicos nesse campo, as complicações pulmonares pós-operatórias ainda persistem nessa população, sendo as principais causas de morbidade, mortalidade, tempo de internação, retorno à internação hospitalar e custos no sistema de saúde. Nesse contexto, busca-se intervenções terapêuticas que possam evitar ou diminuir a evolução dessas complicações. **Objetivos:** O presente estudo tem como objetivo reunir a literatura existente sobre os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI), realizado no pós-operatório, sobre a força muscular, função pulmonar e capacidade funcional de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Métodos:** O presente trabalho consiste em uma revisão de literatura, realizada através das bases de dados PubMed, Cochrane Library, PEDro e Scielo, com os descritores “inspiratory muscle training” e “cardiac surgery”. **Resultados:** Pôde-se chegar a um total de 237 artigos, dos quais apenas 4 foram selecionados para o presente estudo. A partir desses estudos, foi possível constatar que o TMI, realizado no pós-operatório, contribui significativamente para melhorar a força muscular inspiratória, a função pulmonar e a capacidade funcional de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Conclusão:** O TMI mostrou-se uma ferramenta eficaz sobre os desfechos estudados, sendo possível inferir possui um ótimo custo benefício contra possíveis complicações pulmonares pós-operatórias.

**Palavras-chave:** Treinamento muscular inspiratório; cirurgia cardíaca; força muscular; função pulmonar; capacidade funcional.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Cardiac surgery is one of the best therapeutic procedures for some of heart diseases. However, despite technological advances in this field, postoperative pulmonary complications still persist in this population, being the main causes of morbidity, mortality, time to return to hospital technology and costs in the health system. In this context, therapeutic interventions are sought that can avoid or minimize the evolution of complications. **Purpose:** This study aims to gather experience on the effects of inspiratory muscle training (IMT), performed in the postoperative period, on muscle function, lung function and functional capacity of cardiac surgical patients. **Methods:** The present work consists of a literature review, carried out through the PubMed, Cochrane Library, PEDro and Scielo databases, with the descriptors “inspiratory muscle training” and “cardiac surgery”. **Results:** It was possible to reach a total of 237 articles, of which only 4 were

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, [ramcosta1@gmail.com](mailto:ramcosta1@gmail.com).

<sup>2</sup> Fisioterapeuta prof de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, [eder.rodrigues.araujo@gmail.com](mailto:eder.rodrigues.araujo@gmail.com)

selected for the present study. From these studies, it was possible to verify that the IMT, performed in the postoperative period, contributed significantly to improving the inspiratory muscle strength, pulmonary function and functional capacity of patients safe for cardiac surgery. **Conclusion:** The IMT proved to be an effective tool on the postoperative results performed, being possible a great cost-benefit against pulmonary-operative complications.

**Keywords:** Inspiratory muscle training; Cardiac surgery; muscle strength; lung function; functional capacity.

## 1 INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca (CC) é um procedimento realizado em pacientes com doença cardíaca e permanece como uma das melhores opções terapêuticas no tratamento de doença arterial coronariana e doenças valvares (CORDEIRO et. al, 2016). O Brasil realizou 102 mil CCs em 2012 (DORDETTO; PINTO; ROSA, 2016), sendo um dos países que mais realizam esse procedimento, ficando à frente de países como a Alemanha, Japão e Reino Unido.

As CCs mais comuns são as de revascularização do miocárdio (RM) e de correção de doenças valvares, sendo consideradas intervenções complexas, que requerem atenção em todas as fases operatórias (DORDETTO; PINTO; ROSA, 2016). As primeiras têm o objetivo de reverter a falta de fornecimento de sangue ao miocárdio, causada pela obstrução das artérias coronárias (ALVES, 2014). Já o segundo tipo de cirurgia, tem como objetivo corrigir alguma lesão, congênita ou adquirida, nas valvas cardíacas, sendo em sua maioria a mitral e a aórtica, podendo ser feita por meio de uma correção, chamada plástica valvar (TARASOUTCHI et. al, 2020), como também substituindo-as por uma prótese, a qual pode ser biológica (confeccionada a partir do tecido animal) ou metálica, ou ainda utilizando enxertos. (VIDOTTO et. al, 2014)

No entanto, independentemente do tipo, a CC é um procedimento de grande porte e cursa muitas vezes com complicações pulmonares pós-operatórias (PPCs) (KAGOHARA, 2014), que são as maiores causas de morbidade, tempo de internação, custos hospitalares e mortalidade (MAKHABAH; MARTINO; AMBROSINO, 2013), e que decorrem de: anestesia geral, esternotomia mediana, circulação extracorpórea, manipulação torácica, posição do dreno torácico e o uso do enxerto da artéria torácica interna (ATI) (CARGNIN et. al, 2019; HEGAZY et. al, 2021; GUINZILINI et. al, 2014).

Em função da presença desses fatores, ocorrem “disfunções”, que diferem de “complicações”. As disfunções no pós-operatório já são esperadas, são exemplos: anormalidades nas trocas gasosas, alteração na mecânica pulmonar, diminuição da capacidade vital forçada (CVF), diminuição da complacência pulmonar, aumento do trabalho respiratório, respiração superficial, tosse ineficaz limitada pela dor, atelectasia laminar e hipoxemia (GUIZILINI, 2014). Por outro lado, as complicações pulmonares pós-operatórias estão associadas a repercussões clínicas não esperadas, tais como, atelectasia indutora de sintomas respiratórios, pneumonia, broncoespasmo, insuficiência respiratória aguda, ventilação mecânica invasiva por mais de 24 horas e distúrbios pleurais (GUIZILINI, 2014; CARGNIN et. al, 2019, DSOUZA, et. al, 2021). Além disso, fraqueza muscular respiratória associada ao pós-operatório está associada a um extremo risco de desenvolver complicações como atelectasia, pneumonia e disfunção diafragmática, nesse período (SCHNAIDER et. al, 2010).

Nesse contexto, são utilizadas intervenções como exercícios respiratórios, exercícios de tosse, deambulação precoce e técnicas de higiene brônquica para prevenir complicações pulmonares em cirurgia de RM. No entanto, de acordo com Makhbah, Martine

e Ambrosino (2013) seu uso se mostrou controverso, no que diz respeito à eficácia na diminuição de PPCs, bem como na estratégia de identificação de pacientes que poderiam se beneficiar dessa terapia.

Dessa maneira, o treinamento muscular inspiratório (TMI) tem-se mostrado na literatura como um recurso fisioterapêutico benéfico para a função pulmonar e na diminuição de complicações pulmonares, do tempo de ventilação mecânica, tempo de estadia hospitalar e mortalidade em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca (CORDEIRO et. al, 2016; NETO et. al, 2017; WEINER et. al, 1998).

Tal benefício se explica pelos efeitos fisiológicos do TMI, através da ativação neurológica dos músculos inspiratórios, do aumento da força e resistência, por meio do aprendizado da tarefa repetida e submetida a uma carga pressórica. Tais estímulos resultam em maior ativação de fibras tipo II, que contraem mais rapidamente, com menor tempo de inspiração, sobrando maior tempo de expiração, o que pode promover maior desinsuflação alveolar. Há também aumento do volume corrente, capacidade pulmonar total e de variáveis mensuradas através da espirometria, como volume expirado no 1º segundo (VEF1), capacidade vital forçada (CVF) e relação FEV1/CVF, que é usada para identificar padrões obstrutivos ou restritivos. (MCCONELL, 2013)

Nesse ínterim, o TMI voltado para pacientes submetidos à CC pode ser dividido entre os que são realizados no pré-operatório ou no pós-operatório, ou em ambas as fases. Dessa forma, o presente estudo tem como escopo apenas o período pós-operatório. Tal escolha se justifica em razão de haver poucos estudos que se ocupem unicamente dessa fase de aplicação do TMI em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, como corrobora Hegazy et. al (2021), inexistindo consenso sobre a temática na base de dados pesquisada.

Por outro lado, há um grande número de estudos, incluindo revisões e meta-análises, que abordam o papel profilático do TMI, isto é, pré-operatório, nas complicações pulmonares no pós-operatório de CC, assim como trabalhos agregando os dois tipos de intervenção. Além disso, como mostra Neto et. al (2017), em revisão sistemática e meta-análise, corroborando com outros autores (HEGAZY et. al, 2021; CARGNIN et. al, 2019), há uma variedade de resultados e metodologias nos estudos, o que dificulta a aplicação clínica do referido recurso terapêutico.

Considerando essa problemática, o presente estudo tem o objetivo de investigar a eficácia do treinamento muscular inspiratório pós-operatório na diminuição de complicações pulmonares pós-operatórias. Para tanto, os desfechos analisados serão força muscular inspiratória, função pulmonar e capacidade funcional.

## **2 METODOLOGIA**

Este estudo trata-se de uma revisão integrativa, a qual é classificada como “a mais ampla abordagem metodológica referente às revisões, permitindo uma compreensão completa do fenômeno analisado” (WHITTEMORE, 2005), buscando identificar lacunas existentes na literatura acerca do assunto abordado e, se possível, sugerir novas alternativas de estudos para elucidar essa questão.

A pesquisa dos estudos utilizados na presente revisão foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, Cochrane Library, Biblioteca Virtual em Saúde – Literatura latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Utilizou-se a associação dos descritores “inspiratory muscle training” e “cardiac surgery”, combinados entre si por meio do operador booleano “AND”. Não se optou pelo termo “thoracic surgery” por ter menos especificidade do que “cardiac surgery”, tema de interesse do presente trabalho. Foi feita a associação de apenas dois descritores para evitar restringir os resultados e alcançar o maior número de artigos. As demais etapas de seleção

foram feitas mediante a leitura do título, do resumo e do texto completo. A estratégia PICO pode ser visualizada no apêndice A.

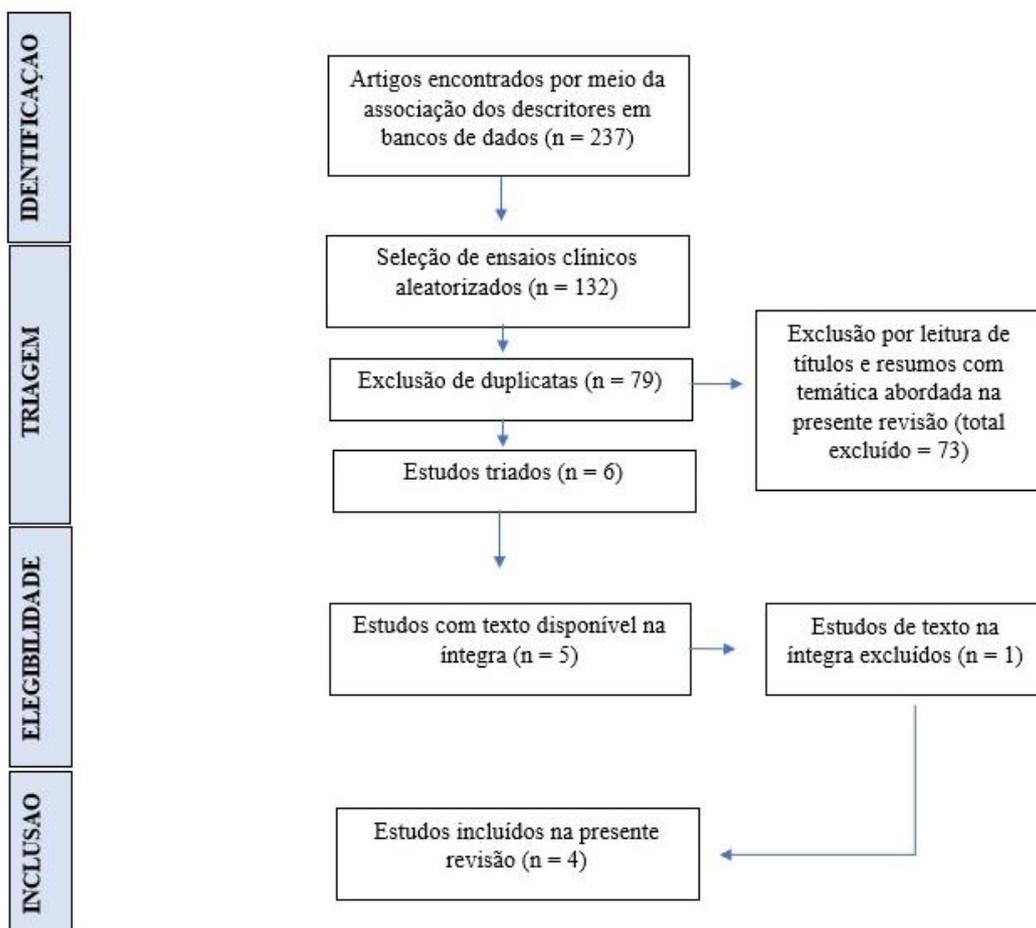
Os critérios de inclusão adotados foram ensaios clínicos randomizados sobre TMI realizado no pós-operatório de cirurgias cardíacas; ter o texto completo na íntegra; e sem restrições de idioma. Como critérios de exclusão: estudos que englobassem a intervenção no período pré-operatório; abordassem cirurgias cardíacas que não fossem realizadas mediante esternotomia (“*open-heart surgery*”); que implementassem intervenções diferentes de TMI e terapia convencional; com mais de 10 anos de publicação.

Para avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos e selecionados para pesquisa foi utilizada a escala PEDdro (Quadro 1), constituída de 11 itens e que tem por objetivo primordial auxiliar a identificar quais estudos controlados (aleatorizados ou não-aleatorizados) possuem validade interna (critérios dois a nove) e quais estudos têm informação estatística que satisfaça a interpretação dos seus resultados (critérios 10 e 11).

### 3 RESULTADOS

Um total de 237 artigos foram encontrados como resultado da associação entre os descritores, os quais passaram por um processo de filtragem através de critérios de inclusão e exclusão para resultar nos quatro artigos que compõem a presente revisão (Figura 1).

**Figura 1** – Fluxograma da seleção dos estudos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Com a combinação dos descritores, encontrou-se 237 artigos, dos quais 105 foram excluídos por não serem categorizados como “ensaios clínicos randomizados”. Em seguida, dos 132 artigos restantes, 53 foram excluídos por serem duplicata, restando 79 artigos. Desses, 73 foram excluídos através da leitura do título e do resumo, utilizando os critérios de exclusão acima referidos, como, “TMI pré-operatório”, intervenções outras que não TMI e terapia convencional ou placebo. Dos 5 artigos restantes, 1 foi excluído pela leitura do texto integral, uma vez que a população do estudo era divergente do interesse do presente estudo.

O quadro 2 dispõe sobre informações como o desenho do estudo, a amostra total, o tipo de cirurgia, as intervenções e desfechos de cada. A amostra total de todos os quatro artigos é de 197 pacientes e uma maioria do sexo masculino (masculino = 112, feminino = 85).

As cirurgias abordadas pelos pesquisadores foram: cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM), substituição da valva mitral e/ou aórtica e correção do septo atrial. A cirurgia de revascularização do miocárdio foi estudada em três artigos: enquanto o estudo de Matheus et. al (2012) aborda pacientes que foram submetidos apenas à CRM, Cordeiro et. al (2016) tiveram grupos amostrais que foram submetidos a CRM e grupos que fizeram substituição de valva mitral e/ou aórtica.

Por sua vez, quatro artigos investigaram sobre a substituição da valva mitral e/ou aórtica, dos quais apenas os estudos de Hegazy et. al (2021) e Cargnin et. al (2019) dispõem exclusivamente sobre esse tipo de cirurgia. Hegazy et. al (2021) tratam especificamente sobre a substituição da valva mitral, e Cargnin et. al (2019) fala sobre substituição mitral e/ou aórtica.

A temporalidade do PO variou entre os estudos: Matheus et. al (2012) iniciou no primeiro dia do pós-operatório (PO1) e durou até a alta hospitalar. Cordeiro et. al (2016), Cargnin et. al (2016) e Hegazy et. al (2021) iniciaram no terceiro dia pós-operatório (PO3), porém, o primeiro durou até a alta hospitalar, o segundo até a 4ª semana e o último até a 8ª semana, com uma avaliação (follow-up) seis meses depois.

Em se tratando da intervenção utilizada, os quatro artigos realizaram o TMI. Entretanto, o TMI foi realizado de forma exclusiva no grupo intervenção nos estudos de Cordeiro et. al (2016) e Cargnin et. al (2016). Os estudos de Hegazy et. al (2021) e Matheus et. al (2012) associaram o uso do TMI a uma abordagem convencional da fisioterapia que, segundo os autores supracitados, consta de exercícios de respiração diafragmática, técnicas de tosse, ciclo ativo da respiração, incentivador respiratório, reexpansão pulmonar com padrões fracionados e exercícios ativos para membros superiores e inferiores.

Os desfechos avaliados pelos quatro artigos foram força muscular respiratória (pressão inspiratória máxima), relatada em todos os quatro estudos, função pulmonar (através de medidas de capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no 1º segundo, pico de fluxo expiratório), trabalhada em três artigos e capacidade funcional, também citada em três artigos, mensurada através da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6M).

Quadro 1 – Descrição e resultados dos estudos selecionados

ESTUDO, ANO	REVISTA	IDADE	TIPO DE CIRURGIA	DESENHO DE ESTUDO	AMOSTRA TOTAL	TIPO DE INTERVENÇÃO		DURAÇÃO	DESFECHOS	RESULTADO
						INTERVENÇÃO	CONTROLE			
<i>MATHEUS et al., 2012</i>	Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular	66,33 ± 10,20 anos (GC) e 61,83 ± 8,61 anos (GE)	Cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM)	Ensaio clínico randomizado	47	Treinamento muscular inspiratório (TMI) (threshold® IMT) duas vezes ao dia com três séries de 10 repetições com 40% da P <sub>lmáx</sub> aferida no 1º dia de pós-operatório) + Fisioterapia convencional	Fisioterapia convencional	Início no PO1 até PO3	P <sub>lmáx</sub> , PEmáx, função pulmonar (VC, CV e PFE)	Observou-se redução significativa em todas as variáveis mensuradas no PO1 (P <sub>lmáx</sub> , PEmáx, volume corrente, capacidade vital e pico de fluxo expiratório (Peak flow), quando comparadas ao pré-operatório, nos dois grupos estudados. NoPO3, o GE apresentou em comparação ao GC, maior valor de CV e VC.
<i>CORDEIRO et al., 2016</i>	Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery	> 18 anos	Cirurgia de revascularização do miocárdio, substituição da valva aórtica e/ou mitral, correção do defeito do septo atrial	Ensaio clínico randomizado	50 pacientes (25 controle e 25 intervenção).	TMI (threshold® IMT) com 40% da P <sub>lmáx</sub> , executando 3 sets de 10 repetições.	Nenhuma intervenção específica (apenas os cuidados de rotina da UTI).	Início no PO3 até a alta hospitalar.	Capacidade funcional (TC6M), P <sub>lmáx</sub> (manovacuômetro)	O GE apresentou melhora na P <sub>lmáx</sub> e no TC6M
<i>CARGNIN et al., 2019</i>	Journal of Cardiopul	20 - 80	Cirurgia eletiva de	Ensaio clínico	25 pacientes	TMI (POWERBreath	Grupo <i>sham</i>	Iniciou no PO3 e	Função pulmonar,	A P <sub>lmáx</sub> e os valores da

	monary Rehabilitation and Prevention		substituição de valva cardíaca	randomizado duplo-cego		e K5 series) 30 repetições, 30% da P <sub>Imáx</sub> , 2x por dia, 7 dias por semana, durante 4 semanas.		durou 4 semanas.	P <sub>Imáx</sub> , capacidade funcional e qualidade de vida.	função pulmonar retornaram ao nível pré-operatório no GE, e a capacidade funcional para níveis acima do pré-operatório.
HEGAZY et al., 2021	PLOS ONE	25-50 anos	Substituição da valva mitral	Ensaio clínico randomizado prospectivo cego	100 pacientes (50 no grupo experimental e 50 no grupo controle)	TMI (40% da P <sub>Imáx</sub> até atingir 80%) + Fisioterapia convencional	Fisioterapia Convencional	Início no PO3 e durou 8 semanas, com follow-up 6 meses depois.	Função pulmonar (espirometria computadorizada), P <sub>Imáx</sub> , capacidade funcional (TC6M).	Melhora significativa em todas as variáveis no grupo experimental, em relação ao GC, e todas essas melhoras foram mantidas 6 meses depois.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2022. **CRM** = cirurgia de revascularização do miocárdio; **TMI** = treinamento muscular inspiratório; **P<sub>Imáx</sub>** = pressão inspiratória máxima; **P<sub>Emáx</sub>** = pressão expiratória máxima; **VC** = volume corrente; **CV** = capacidade vital; **PFE** = pico de fluxo expiratório; **TC6M** = teste de caminhada de seis minutos; **PO** = pós-operatório; **GE** = grupo estudo; **GC** = grupo controle; **PO1** = 1º dia de pós-operatório; **PO3** = 3º dia de pós-operatório.

**Quadro 2 – Avaliação da qualidade metodológica de ensaios clínicos pela escala PEDro**

Escala PEDro	MATHEUS <i>et. al.</i> , 2012		CORDEIRO <i>et. al.</i> , 2016		CARGNIN <i>et al.</i> , 2019		HEGAZY <i>et al.</i> , 2021	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1. Os critérios de elegibilidade foram especificados	X		X		X		X	
2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos	X		X		X		X	
3. A alocação dos sujeitos foi secreta		X		X	X		X	
4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico	X		X		X		X	
5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo		X		X	X		X	
6. Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega		X		X	X		X	
7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega		X		X	X		-	
8. Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos	X			X		X	X	
9. Todos os sujeitos receberam o tratamento ou fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”		X		X		X	X	
10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave	X		X		X		X	
11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave	X			X	X		X	
<b>TOTAL</b>	6/11		4/11		9/11		10/11	

Fonte: *Physiotherapy Evidence Database – PEDro*, 2010.

#### 4 DISCUSSÃO

Os músculos inspiratórios possuem a mesma natureza funcional dos músculos esqueléticos periféricos e, com isso, detêm igual capacidade de resposta ao exercício físico, isto é, aumento de força e resistência, e segue os seus princípios, tais como intensidade, volume, sobrecarga, frequência, especificidade e outros (MCCONNELL, 2013).

As funções de qualquer músculo são definidas pela distribuição dos tipos de fibra em sua composição. Os músculos humanos possuem três tipos, misturadas em diferentes proporções, de acordo com a função desempenhada: Tipo I - contração lenta e relativamente fraca, mas muito resistente à fadiga; Tipo IIA – contração moderadamente rápida e forte, com alta resistência à fadiga; e Tipo IIX (ou IIB) – contração rápida e bastante forte, mas com mediana resistência à fadiga. As fibras tipo I e IIA possuem alta capacidade oxidativa e grande quantidade de capilares, sendo capazes de sustentar uma atividade por longos períodos (MCCONNELL, 2013).

Dessa forma, é de se esperar que os músculos respiratórios possuam uma maior proporção de fibras oxidativas, resistentes à fadiga: diafragma e os músculos inspiratórios possuem 80% de fibras tipo I e tipo IIA, já os músculos expiratórios possuem quase 100% de sua composição formados por essas fibras, em contraste com uma porcentagem de 30% a 45% nos músculos dos membros (MCCONNELL, 2013).

Mesmo com essa superioridade, no que diz respeito à resistência à fadiga, foi demonstrado que, diferente do que se acreditava até a década de 90 (MCCONNELL, 2013), que apenas os músculos periféricos poderiam ser limitados pela fadiga, os músculos respiratórios são suscetíveis, quando submetidos a exercícios com intensidade >85% do VO<sub>2</sub> máx (RIBEIRO; CHIAPPA; CALLEGARO, 2012). Tal competição é explicada pelo fenômeno do metaborreflexo muscular inspiratório. O metaborreflexo foi identificado inicialmente a partir do fato de que o aumento do trabalho inspiratório, captado por fibras aferentes tipo III e IV, eleva os níveis de noradrenalina no sangue, o que promove uma resposta simpática de vasoconstrição na musculatura periférica, diminuindo o fluxo sanguíneo para essa região. Em pacientes com ICC, nos quais o metaborreflexo está exacerbado, a redução do fluxo inspiratório pode induzir a ativação de citocinas inflamatórias e caquexia, contribuindo para a progressão da doença (GUIZILINI, 2014).

Nesse contexto, estudos demonstraram que o TMI, realizado a 50% da PImáx, atenua a fadiga em músculos flexores plantares, durante a ativação do metaborreflexo em indivíduos saudáveis, prolongando o tempo e a tolerância ao exercício físico, bem como a concentração de lactato no músculo inspiratório (RIBEIRO; CHIAPPA; CALLEGARO, 2012).

Além disso, por ser estriado esquelético, a musculatura inspiratória também responde com aumento de força e resistência quando submetidos a exercícios com cargas, frequência e duração adequadas. Apesar de não haver na literatura (HEGAZY et. al 2021) um consenso acerca dessas variáveis na aplicação clínica do TMI, vários estudos comprovaram a eficiência dessa terapia nas mais variadas populações. Nesse aspecto, esses estudos demonstraram que a musculatura sofreu hipertrofia, vista pela área de secção transversa do músculo (MCCONELL, 2013), bem como aumento de força, mensurada através da PImáx.

O aumento da força, bem como da velocidade de contração das fibras musculares, promove benefícios na capacidade pulmonar total (CPT) e no volume corrente (VC), devido a maior capacidade da musculatura em gerar um gradiente pressórico entre a cavidade torácica e os alvéolos, como também maior fluxo aéreo, auxiliando na correção das trocas gasosas, no fluxo aéreo, no mecanismo de tosse, mecânica pulmonar e outros. Como foi constatado no presente estudo, todas as variáveis espirométricas, bem como a Pimáx, apresentaram melhora significativa em relação aos respectivos GCs, que corrobora essa afirmação.

Apesar dos avanços tecnológicos, no que concerne a cirurgias cardíacas, ainda persistem as complicações pulmonares pós-cirúrgicas, as quais representam a principal causa de morbidade, mortalidade, maior tempo de internação hospitalar, retorno ao hospital em decorrência de recidiva de sintomas e custos financeiros (CARGNIN et. al, 2019)

As disfunções decorrentes da cirurgia podem evoluir para complicações, as quais derivam do uso de anestesia geral, esternotomia mediana, uso do enxerto da artéria torácica interna, circulação extracorpórea entre outros (GUIZILINI, 2014).

A anestesia geral deprime o sistema nervoso, causando alterações na função pulmonar, dentre as quais a redução de 20% a 30% da capacidade residual funcional (CRF). Em decúbito dorsal, sob a ação da ventilação mecânica invasiva, o diafragma relaxa no sentido abdominal, principalmente na região anterior, deixando a região posterior mais elevada no sentido cranial, o que pode promover perda de volume pulmonar. (GUIZILINI, 2014).

Esses fatores podem levar ao surgimento de atelectasias, “causando hipoxemia e/ou shunt pulmonar, quadro que pode ser agravado pela inibição do mecanismo de vasoconstricção pulmonar hipóxica, causando maior desequilíbrio na relação ventilação-perfusão pelo aumento do fluxo sanguíneo para regiões atelectasiadas”. (GUIZILINI, 2014).

Além disso, a anestesia também age diminuindo o movimento ciliar, o que acaba comprometendo a eliminação de muco, o qual consiste em um importante mecanismo de limpeza e defesa dos pulmões.

Com relação a esternotomia, esta consiste em um dos principais e mais amplos métodos de acesso às estruturas intratorácicas, como coração e vasos. No entanto, apresenta alguns reveses, como o estético, comprometido por uma grande cicatriz; como também pode gerar instabilidade esternal no pós-cirúrgico (EL-ANSARY; WADDINGTON; ADAMAS, 2018), possibilidade de infecção (mediastinite) (FELTRIM; NOZAWA; SILVA, 2015) e dor importante.

Outras abordagens menos invasivas têm sido implementadas com o objetivo de diminuir a agressão ao organismo e a resposta inflamatória, como também o tempo de internação, como a miniesternotomia. Contudo, estudos mostram que independentemente do tipo de cirurgia, a função pulmonar decresce no pós-operatório (GUIZILINI, 2014).

Outro aspecto relacionado à CRM é a utilização da artéria torácica interna (ATI), também conhecida como mamária, como enxerto, procedimento que consiste no padrão ouro (ATIE) de qualidade para a anastomose da artéria descendente anterior (ADA). (GUINZILINI, 2014). No entanto, a obtenção da ATI pode requerer a abertura da cavidade pleural (pleurotomia), associado com a necessidade de uso de dreno pleural, os quais incorrem para maior desconforto do paciente e maior deterioração da mecânica respiratória. E segundo Dsouza et. al (2021), esse procedimento pode comprometer o suprimento sanguíneo dos músculos intercostais, levando à fraqueza respiratória.

Por fim, outro elemento na CC que leva a disfunções pós-operatórias é o uso da circulação extracorpórea (CEC). Esta consiste num “conjunto de máquinas, aparelhos, circuitos e técnicas mediante as quais se substituem, temporariamente, as funções do coração e dos pulmões, enquanto esses órgãos ficam excluídos da circulação” (SOUZA; ELIAS, 2006).

Nesse procedimento, o coração para de bater (cardioplegia) por um certo tempo, através de hipotermia miocárdica. Essa diminuição na temperatura pode causar disfunção no nervo frênico e evoluir para paralisia diafragmática, causando alterações na mecânica pulmonar, consistindo em um dos principais fatores de CPPs. (GUINZILINI, 2014)

O programa de reabilitação cardiovascular (RCV) tem demonstrado efeitos positivos na “redução da morbimortalidade cardiovascular e global, bem como na taxa de hospitalização, com expressivo ganho de qualidade de vida” (CARVALHO et. al, 2020). A RCV inicia no período hospitalar, que corresponde a fase I de quatro fases componentes do programa, e é realizada por uma equipe multiprofissional (médicos, enfermeiros, nutricionistas, fisioterapeutas) tratando de diferentes abordagens.

Citada anteriormente, a fase I do programa de RCV tem como foco fornecer as melhores condições físicas para alta hospitalar e ofertar informações sobre a doença cardiovascular, o tipo de cirurgia e suas complicações comuns para cada indivíduo (CARVALHO et. al, 2020).

Conhecidas as complicações do pós-operatório de cirurgia cardíaca, a fisioterapia surge como alternativa no cuidado desses pacientes, tendo como principal objetivo a reintegração do indivíduo as suas atividades rotineiras, por intermédio do incremento da capacidade funcional (CAVENAGHI et. al, 2011). Na RCV, o fisioterapeuta atua diretamente na prescrição e supervisão de exercícios físicos, seja a nível hospitalar ou ambulatorial, mediante avaliação e monitorização hemodinâmica para estabelecimento de metas e critérios individuais.

Além do exercício físico, a fisioterapia lança mão de outras técnicas para tratamento de CPPs como exercícios de reexpansão pulmonar, higiene brônquica, exercícios de tosse assistida, entre outras (CAVENAGHI et. al, 2011), com o objetivo de reestabelecer a mecânica respiratória e a função pulmonar.

Entretanto, apesar da considerada empregabilidade da fisioterapia na assistência a essa população, os protocolos existentes na literatura parecem diferir em termos de frequência, técnicas e modalidades de intervenção (CAVALCANTE et. al, 2014; CAVENAGHI et. al, 2011; ALMEIDA et. al, 2020), causando dúvidas nos profissionais em relação à segurança da aplicação de certas intervenções. Os efeitos da abordagem fisioterapêutica também sofrem influência do período de aplicação: pré-cirúrgico ou pós-cirúrgico.

As técnicas fisioterapêuticas aplicadas no período pré-operatório têm como função auxiliar o preparo do paciente para a CC, otimizar a funcionalidade respiratória do indivíduo (utilizando técnicas como espirometria de incentivo, técnicas de respiração profunda, etc.), e também na educação do paciente e dos familiares acerca da cirurgia e dos cuidados necessários para tal (STILLER et. al, 1992; ALMEIDA et. al, 2020). Por sua vez, no período pós-operatório, o principal objetivo é incrementar a capacidade respiratória e funcional, por consequência das disfunções comuns ao PO, por meio de técnicas de reexpansão pulmonar, higiene brônquica e de dispositivos como ventilação mecânica não-invasiva (SÁ et. al, 2020).

Nesse contexto, os estudos de Matheus et. al (2012) e de Hegazy et. al (2021), elencados na presente revisão abordam o uso do TMI associado a terapia convencional, acima descrita, para efeitos de comparação, enquanto os demais comparam com o TMI placebo ou terapia de rotina da unidade.

Desse modo, o TMI surge como alternativa terapêutica frente às complicações e disfunções pós-operatórias pela sua ação no fortalecimento da musculatura inspiratória e acessória, que suprime a deficiência do diafragma (FELTRIM; NOZAWA; SILVA, 2015). Com resultados já bem descritos na literatura em diversas populações (DPOC, atletas, pacientes pediátricos, etc.), o TMI também tem sido alvo de investigação de diversos autores na reabilitação de patologias cardiorrespiratórias e cirurgias cardíacas. Acredita-se que essa terapia pode prevenir complicações e causar retardo na evolução clínica, bem como antecipação da alta hospitalar (VIANA et. al, 2018).

Existe uma gama de estudos que comprova a eficácia do TMI realizado no período pré-operatório, no sentido de evitar/diminuir complicações pós-operatórias de CC (NETO et. al, 2017; DSOUZA et. al, 2021). Neto et. al (2017) revisou estudos, com o total de 416 pacientes submetidos a TMI pré-operatório e demonstrou que estes se beneficiaram, com aumento de força muscular inspiratória (diminuição de 16,7 cmH<sub>2</sub>O na P<sub>Imáx</sub>), redução de 2 dias em média no tempo de internação hospitalar, aumento de 3% do predito no FEV<sub>1</sub> e aumento de 4,6% do predito da CVF.

No que se refere ao TMI pós-operatório, ele revisou os estudos, nos quais somou-se 115 pacientes, que tiveram desfechos positivos na força muscular (-16,5 cmH<sub>2</sub>O na P<sub>Imáx</sub>) e aumento de 185ml no volume corrente.

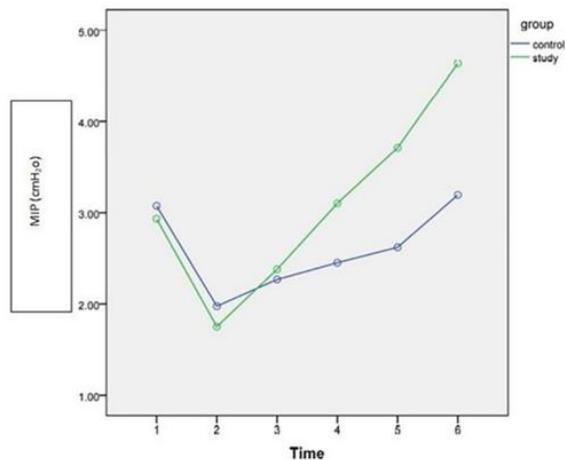
No entanto, apesar dos estudos do TMI exclusivamente no PO, indicarem efeitos positivos nos desfechos dos pacientes, há um número menor de estudos na literatura e, mesmo os existentes, apresentam uma variedade de metodologias e intervenções, que “nenhuma afirmação pode ser feita concernente a um paradigma de tratamento ótimo no período pós-operatório” (NETO et. al, 2017). Tal constatação reforça a necessidade de mais estudos sobre o tema.

Com relação aos efeitos do TMI sobre a força muscular nos pacientes submetidos a CC, os 4 estudos tiveram resultados convergentes, corroborando para eficácia da intervenção sobre o desfecho em questão.

Para a avaliação da força muscular, utilizou-se como marcador a P<sub>Imáx</sub>, mensurada através de um manovacuômetro. Todos fizeram medidas de base no período pré-operatório. Além do pré-operatório, Matheus et. al (2012) elencaram o PO1 e o PO3 como pontos de avaliação (3 dias). Já Cordeiro et. al (2016), escolheram o 1º dia pós alta da UTI e o dia de alta hospitalar (7 a 8 dias); por outro lado, Cargnin et. al (2019) realizaram uma abordagem mais longa (4 semanas), sendo cada semana um ponto de avaliação. E, por último, Hegazy et. al (2021) estabeleceram 6 pontos avaliativos: 1 dia antes da cirurgia, primeiro dia de internação na enfermaria (PO3), no dia da alta hospitalar, na 4ª semana, na 8ª semana e meses depois (follow-up).

Hegazy et. al (2021) ilustram através de gráfico o comportamento da P<sub>Imáx</sub> (ordenada) ao longo do período de avaliação (os 6 números correspondem aos pontos de avaliação suprarreferidos).

**Gráfico 1** – Comportamento da P<sub>Imáx</sub> no estudo de HEGAZY et. al (2021)



Fonte: HEGAZY et. al (2021)

Percebe-se que no primeiro dia de medição no pós-operatório, o valor da P<sub>Imáx</sub> decresce em todos os grupos (intervenção e controle), o que foi confirmado pelos demais autores. Em seguida, no PO3, há uma diferença notável no padrão de aumento da P<sub>Imáx</sub>, embora ainda permaneçam abaixo do valor pré-operatório. Os estudos de Matheus et. al (2012) e de Cordeiro et. al (2016) alcançam apenas essa temporalidade, enquanto os de Cargnin et. al (2019) e Hegazy et. al (2021), propõem intervenções mais longas.

No estudo desses últimos autores, percebe-se que os valores da P<sub>l</sub>máx só retornam aos níveis pré-operatórios, após 4 semanas de treinamento, embora diverjam na dose, frequência e intensidade do treinamento. Hegazy et. al (2021), o único estudo a implementar um treino de 8 semanas, identificam um nível significativamente superior ao nível pré-operatório, após esse período. Importante notar, no ensaio de Cargnin et. al (2019), que o GC não alcança níveis pré-operatórios de P<sub>l</sub>máx, mesmo após 4 semanas de treinamento e no estudo de Hegazy et. al (2021), após 8 semanas de treinamento.

**Gráfico 2 e 3** - Gráficos com o comportamento da P<sub>l</sub>máx nos estudos de MATHEUS et. al (2012) (à esquerda) e de CARGNIN et. al (2019) (à direita).

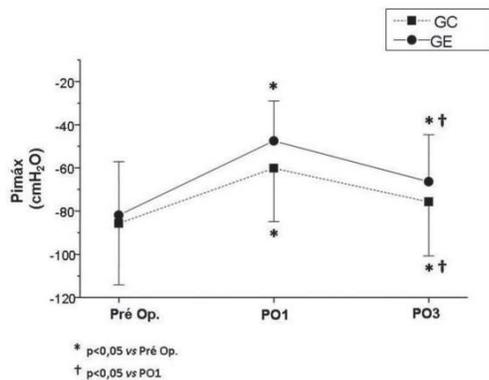
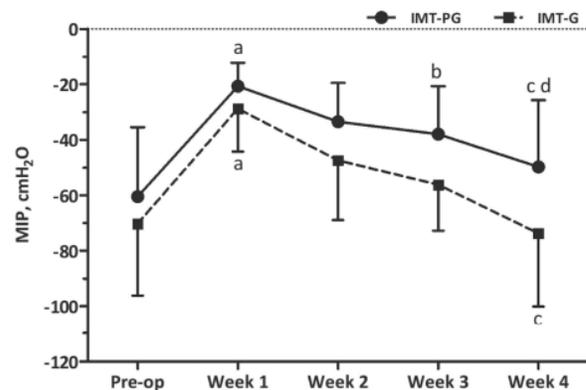


Fig. 1 – Pimáx. Evolução das medidas de Pimáx nos grupos estudados

Fonte: MATHEUS et. al (2012)



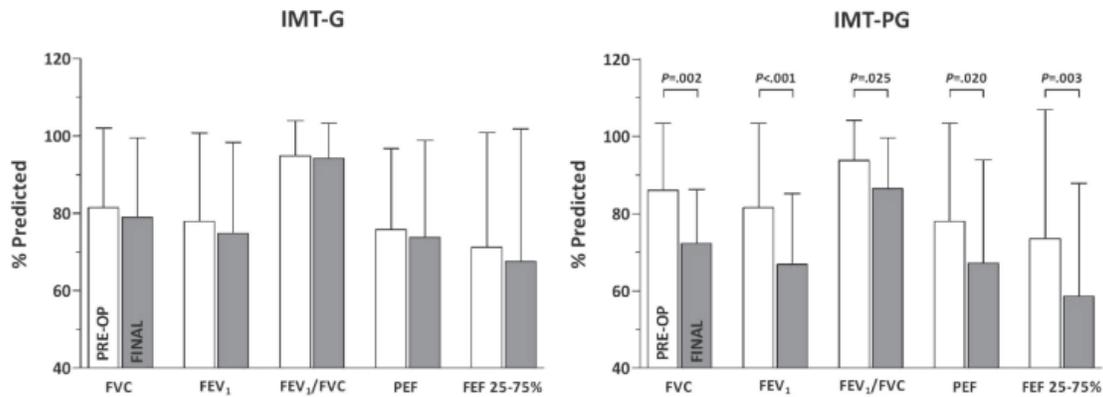
Fonte: CARGNIN et. al (2019)

Desse modo, a partir dos estudos, pode-se assumir que o TMI possui um efeito benéfico no aumento da força muscular quando realizado no pós-operatório de CC, tendo uma grande capacidade de diminuir as chances de complicações pulmonares decorrentes da fraqueza diafragmática causada pela cirurgia, diminuindo o tempo de internação ou retorno ao hospital e também melhorando a capacidade funcional após a alta hospitalar.

Com a exceção do estudo de Cordeiro et. al (2016), todos os estudos abordados na presente revisão estudaram os efeitos do TMI sobre alguma variável espirométrica. Cargnin et. al (2019) e Hegazy et. al (2021) abordaram, em comum, a capacidade vital forçada (CVF), volume expirado no 1º segundo (VEF1) e a relação VEF1/CVF. Tais medidas servem para mostrar se o paciente apresenta algum distúrbio obstrutivo ou restritivo. Matheus et. al (2012), por sua vez, abordaram o volume corrente (VC), a capacidade vital (CV) – variáveis mensuradas pelo ventilômetro - e o pico de fluxo expiratório (PEF ou *peakflow*). Esta última variável foi abordada também por Cargnin et. al (2019).

Em todos os estudos, todas as variáveis decaem no primeiro dia avaliado de pós-operatório. Em 4 semanas de treinamento, Cargnin et. al (2019) identificaram que não houve diferença significativa em relação ao pré-operatório no grupo de treinamento, corroborando para a restauração desses valores, ao passo que no grupo controle os valores se encontraram significativamente abaixo dos níveis pré-operatórios, tal como se segue no gráfico.

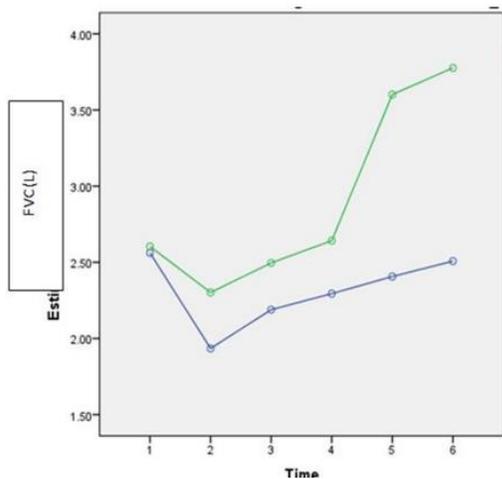
**Gráfico 4** – Análise do comportamento de variáveis espirométricas do estudo de CARGNIN et. al (2019)



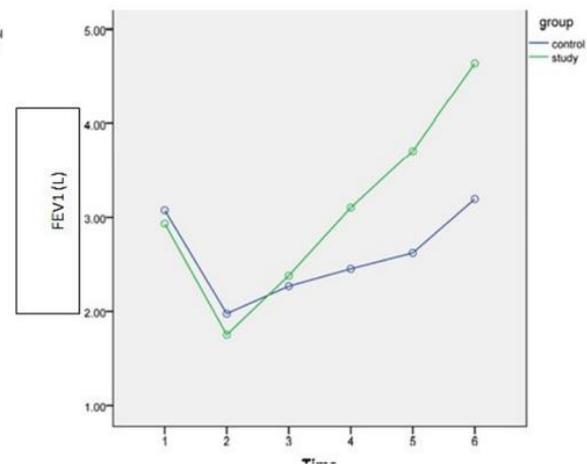
Fonte: CARGNIN et. al (2019)

Esses achados corroboram com os de Hegazy et. al (2021), que não identificou diferença significativa nos valores de VEF1, CVF e na relação VEF1/CVF, na 4ª semana de pós-operatório. Ademais, segundo o achado dessa autora, na 8ª semana de treinamento, esses valores encontram-se significativamente superiores em relação ao valor pré-operatório, indicando não só uma recuperação, mas uma maximização do desempenho em relação aos valores pré-operatórios.

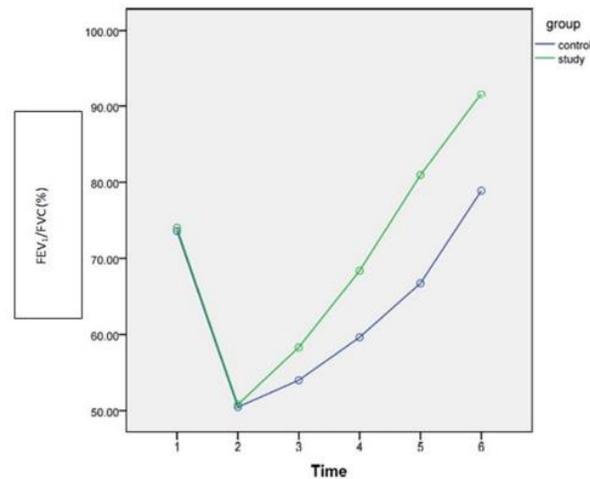
**Gráficos 5, 6 e 7** – Análise do comportamento de variáveis espirométricas do estudo de HEGAZY et. al (2021) (CVF acima à esquerda; VEF1 acima à direita; VEF1/CVF abaixo)



Fonte: HEGAZY et. al (2021)



Fonte: HEGAZY et. al (2021)



Fonte: HEGAZY et. al (2021)

Com relação, ao peak flow (PFE), Cargnin et. al (2019) demonstraram uma diferença significativa entre o grupo controle e o grupo intervenção. Tal diferença não é percebida no estudo de Matheus et. al (2012), em que, ambos os grupos comportam-se de maneira semelhante. Tal fato, pode ser relacionado às limitações de avaliação do PEF, segundo a própria autora (MATHEUS et. al, 2012).

Dos quatro artigos analisados, apenas o de Cordeiro et. al (2016), Cargnin et. al (2019) e Hegazy et. al (2021) abordaram os efeitos do TMI sobre a capacidade funcional. Tal desfecho foi mensurado através do teste de caminhada de 6 minutos (TC6M).

Os três estudos mostraram que após o período de intervenção, os grupos controle andaram uma distância significativamente inferior em relação ao grupo intervenção. No estudo de Hegazy et. al (2021), 4 semanas de TMI foi o suficiente para restabelecer a distância percorrida no pré-operatório, superando este nível, na 8ª semana. No estudo de Cargnin et. al (2019), por sua vez, na quarta semana de TMI, a distância percorrida era significativamente maior do que o valor pré-operatório. Já Cordeiro et. al (2016), por ter um tempo de estudo mais curto, até alta hospitalar, não identificou o retorno aos níveis pré-operatórios, mas sim uma menor perda em relação ao grupo controle, nesse período, justificando o uso do TMI nesse período, com o objetivo de evitar perda no desempenho funcional.

Desse modo, os três estudos convergem no sentido do TMI como uma ferramenta benéfica, durante o pós-operatório de CC, para evitar perdas na capacidade funcional, melhorar a tolerância ao exercício, a percepção subjetiva de esforço, aumentar o desempenho físico e diminuir as chances de complicações pulmonares e novas internações hospitalares.

## 5 CONCLUSÃO

Desse modo, a partir da leitura e análise dos quatro estudos experimentais elencados na presente revisão, é possível reconhecer que o treinamento muscular inspiratório tem um bom potencial de melhorar a força muscular inspiratória, evitando complicações decorrentes da fraqueza muscular, que geralmente afetam essa população.

Outrossim, os estudos convergem, afirmando a melhora das variáveis espirométricas, levando a conclusão de que a intervenção aumenta significativamente a função pulmonar, afetando positivamente as trocas gasosas e a mecânica pulmonar.

Além disso, os estudos chegam a resultados semelhantes, apesar das diferentes durações de terapia, no que diz respeito a capacidade funcional dos indivíduos, mensurada através do TC6M, levando a assumir que seus efeitos tem repercussão positiva em um tempo superior a 6 meses.

Dessa forma, o TMI mostra-se um excelente recurso e de baixo custo, tendo ótimo potencial para evitar retorno à internação hospitalar, diminuir o tempo de internação desses pacientes e minimizar os custos do sistema de saúde.

Sugere-se mais estudos sobre essa temática, no sentido de formar um protocolo mais específico para os diferentes subgrupos de indivíduos dessa população, de acordo com as sexo, fatores de risco e comorbidades.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. R. et.al. A fisioterapia no pós-operatório de revascularização do miocárdio: reflexões sobre a reabilitação no enfoque da integralidade em saúde. **Fisioterapia Brasil**; vol. 21, n. 1, p. 31-38, 2020.

CARGNIN, C. et. al. Inspiratory muscle training after heart valve replacement surgery improves inspiratory muscle strength, lung function, and functional capacity: a randomized controlled trial. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**; vol. 39, p. 1-7, 2019.

CARVALHO, T. et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. **Arq Bras Cardiol**; vol. 114, n. 5, p. 943-987, 2020.

CAVALCANTE, E. S. et. al. Impact of Intensive Physiotherapy on Cognitive Function after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. **Arq Bras Cardiol**; v. 103, n. 5, 2014.

CAVENAGHI, S. et. al. Fisioterapia respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. **Rev Bras Cir Cardiovasc**; vol. 26, n. 3, p. 455-461, 2011.

CORDEIRO, A. L. L. et. al. Inspiratory muscle training and functional capacity in patients undergoing cardiac surgery. **Braz J Cardiovasc Surg.**; vol. 31, n. 2, p. 140-144, 2016.

DORDETTO, P. R.; PINTO, G. C.; ROSA, T. C. S. de C. Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca: caracterização sociodemográfica, perfil clínico-epidemiológico e complicações. **Revista Da Faculdade De Ciências Médicas De Sorocaba**; vol. 18, n. 3, p. 144–149, 2016.

DSOUZA, F. V. et. al. Effectiveness of Inspiratory Muscle Training on Respiratory Muscle Strength in Patients Undergoing Cardiac Surgeries: A Systematic Review With Meta-Analysis. **Ann Rehabil Med.**; vol. 45, n. 4, p. 264-273, 2021.

EL-ANSARY, D.; WADDINGTON, G.; ADAMAS, R. Control of separation in sternal instability by supportive devices: a comparison of na adjustable fastening brace, compression garment and sports tape. **Arch Phys Med Rehabil.**; vol. 89, n. 9, p. 1775-1781, 2008.

FELTRIM, M. I. Z.; NOZAWA, E.; SILVA, A. M. P. R. *Fisioterapia Cardiorrespiratória na Unidade de Terapia Intensiva Cardiológica*. São Paulo: Blucher, 2015.

GUINZILINI, S. Cirurgia de revascularização do miocárdio. *In: ALVES, V. L. S., et al. Fisioterapia em cardiologia*. 2ª ed. São Paulo: SOCESP, 2014. p.263-271.

HEGAZY, F. A. et al. Effect of postoperative high load long duration inspiratory muscle training on pulmonary function and functional capacity after mitral valve replacement surgery: A randomized controlled trial with follow-up. **PLOS ONE**; vol. 16, n. 8, 2021. [online]. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0256609>>.

MAKHABAH, D. N.; MARTINO, F.; AMBROSINO, N. Peri-operative physiotherapy. **Multidiscip Respir Med.**; vol. 8, n. 1, 2013. [online]. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3600709>>.

MATHEUS, G. B. et al. Treinamento muscular melhora o volume corrente e a capacidade vital no pós-operatório de revascularização do miocárdio. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery.**; v. 27, n. 3, pp. 362-369, 2012. [online]. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1678-9741.20120063>>.

MCCONNELL, A. Treinamento respiratório para um desempenho superior. Manole, 2013.  
NETO, M. G. et. al. Pre and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.*; vol. 31, n. 4, p. 454-464, 2017.

RIBEIRO, J. P.; CHIAPPA, G. R.; CALLEGARO, C. C. Contribuição da musculatura inspiratória na limitação ao exercício na insuficiência cardíaca: mecanismos fisiopatológicos. **Rev Bras Fisioter.**; v. 16, n. 4, p. 261-267, 2012.

SÁ, P. C. et. al. Avaliação da atividade física de pacientes no pré-operatório de cirurgia cardíaca. **Saúde Santa Maria**; vol. 46, n. 2, 2020.

SCHNAIDER, J. et. al. Influence of preoperative respiratory muscle strength on clinical evolution after myocardial revascularization surgery. **Fisioterapia e Pesquisa**; v.17, n.1, p.52-7, 2010.

SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. *Fundamentos da Circulação Extracorpórea*. 2ª ed., Rio de Janeiro: Centro Editorial Alfa Rio, 2006.

STILLER, K. R.; MUNDAY, R. M. Chest physiotherapy for the surgical patient. **Br J Surg.**; vol. 79, n. 8, p. 745-749, 1992.

TARASOUTCHI, F. et. al. Atualização das Diretrizes Brasileiras de Valvopatias – 2020. **Arq Bras Cardiol**; v. 115, n. 4, p. 720-775, 2020.

VIANA, Y. C. G. et al. Treinamento muscular inspiratório no pós-operatório cardíaco: uma revisão sistemática. **Revista Saúde em Foco**; vol. 5, n. 2, p. 50-69, 2018.

VIDOTTO, M. Fisioterapia aplicada a pacientes valvopatas. *In*: ALVES, V. L. S., et al. **Fisioterapia em cardiologia**. 2ª ed. São Paulo: SOCESP, 2014. p.263-271.

WEINER, P. et al. Prophylactic inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass graft. **World J Surg.**; vol. 22, n. 5, p. 427-431, 1998.

WHITTEMORE, R.; KNAFL K. The integrative review: update methodology. **J Adv Nurs.**; vol. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. **Fundamentos da Circulação Extracorpórea**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Centro Editorial Alfa Rio, 2006.

## APÊNDICE A – ESTRATÉGIA PICO

A estratégia PICO foi utilizada para nortear a construção da pergunta da pesquisa: “Quais os efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular inspiratória, função pulmonar e capacidade funcional de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca?”

P: Indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca	I: Treinamento muscular inspiratório pós-operatório	C: Terapia convencional ou placebo	O: Força muscular inspiratória, função pulmonar e capacidade vital
Cardiac surgery; heart surgery	Inspiratory muscle training		

PubMed: (inspiratory muscle training AND (cardiac surgery OR heart surgery));  
 Cochrane: (inspiratory muscle training) and ((cardiac or heart) surgery); PEDro: (inspiratory muscle training) and ((cardiac or heart) surgery); Scielo: (inspiratory muscle training) and ((cardiac or heart) surgery).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe, que até hoje me dá suporte e me mostrou, muitas vezes, o caminho certo a se seguir.

Ao meu irmão Fabrício, que sempre foi um exemplo e uma fonte de aprendizado para mim.

Ao meu irmão Gabriel, que sempre esteve comigo e é um ponto de apoio.

A Tainá, presente que a vida e o curso de fisioterapia me deram, me auxiliou não só academicamente, mas em todos os níveis da minha vida.

Agradeço a todos os amigos e colegas, que compartilharam a aventura acadêmica e puderam contribuir para a minha formação.

Agradeço ao professor Éder, que me ajudou neste trabalho e esteve sempre disponível.