

Efeitos do treinamento muscular inspiratório pré-operatório em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca: uma revisão sistemática

Effects of pre-operative inspiratory muscular training in patients subject to cardiac surgery: a systematic review

Ana Cristina da Costa Oliveira¹, Aísa de Santana Lima¹, Vinicius Afonso Gomes^{2,3,4}, Séres Costa de Souza Nascimento¹, Cássio Magalhães da Silva e Silva¹

1. Centro Universitário Social da Bahia, Salvador, BA, Brasil

2. Centro Universitário UniRuy - Wyden, Salvador, BA, Brasil

3. Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

4. Hospital Octávio Mangabeira, Salvador, BA, Brasil

RESUMO

Introdução: As doenças que acometem o sistema cardiovascular levam frequentemente o paciente a realizar cirurgias cardíacas em busca de uma melhor sobrevida. Esse procedimento cirúrgico está associado a uma grande ocorrência de complicações pós-operatórias relacionadas com a função respiratória. A realização do treinamento muscular inspiratório (TMI) pré-operatório pode beneficiar pacientes que serão submetidos a cirurgias cardíacas. **Objetivo:** Revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados, informando os efeitos do TMI pré-operatório em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. **Métodos:** A busca dos ensaios clínicos randomizados foi feita por dois autores, incluindo as bases de dados Medline, PubMed, Pedro e Scielo. A qualidade metodológica dos artigos foi avaliada utilizando a escala PEDro e o risco de viés foi pontuado pelo software *Review Manager version 5.4* da *Cochrane Collaboration*. **Resultados:** Inicialmente foi identificado um total de 85 artigos nas bases de dados. Cinco artigos foram incluídos para extração de dados. Os desfechos principais desta revisão sistemática são: Pressão inspiratória máxima (PI_{máx}); Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1); Capacidade vital forçada CVE; Pneumonia, duração da internação pós-operatória e complicação pulmonar pós-operatória. **Conclusão:** O TMI realizado no período pré-operatório para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca agrega benefícios que incluem prevenção das complicações pulmonares pós-operatórias, aumentando a PI_{máx} e o VEF1, reduzindo a ocorrência de pneumonia e diminuindo o tempo de internação pós-operatória.

Palavras-chave: treinamento respiratório; cirurgia torácica; cirurgia cardíaca.

ABSTRACT

Introduction: The diseases that affect the cardiovascular system often lead the patient to undergo cardiac surgery in search of better survival. This surgical procedure is associated with a high incidence of postoperative complications related to respiratory function. Preoperative inspiratory muscle training (IMT) can benefit patients who will undergo cardiac surgery. **Objective:** Systematic review of randomized clinical trials, informing the effects of preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery. **Methods:** The search for randomized clinical trials was carried out by two authors, including the Medline, PubMed, PEDro and Scielo databases. The methodological quality of the articles was assessed using the PEDro scale and the risk of bias was scored using the *Review Manager version 5.4* software from the *Cochrane Collaboration*. **Results:** Initially, a total of 85 articles were identified in the databases. Five articles were included for data extraction. The main outcomes of this systematic review are: maximum inspiratory pressure (PI_{max}); forced expiratory volume in the first second (FEV1); forced vital capacity; pneumonia, duration of postoperative hospitalization and postoperative pulmonary complication. **Conclusion:** The IMT performed in the preoperative period adds benefits that include prevention of postoperative pulmonary complications, increasing the PI_{max} and FEV1, reducing the occurrence of pneumonia and reducing the length of postoperative hospital stay.

Keywords: respiratory training; chest surgery; cardiac surgery.

Recebido em: 15 de abril de 2021; Aceito em: 15 de setembro de 2022.

Correspondência: Ana Cristina da Costa Oliveira, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar, Universidade Social da Bahia, Av. Oceânica, 2717, 40170-010 Salvador BA. fisiocris.16@gmail.com

Introdução

As afecções que acometem o sistema cardiovascular, mais precisamente na região valvular do coração e nas artérias coronarianas, podem levar o indivíduo a necessitar de uma cirurgia cardíaca [1]. No mundo mais de 23 milhões de pessoas são acometidas por essa síndrome complexa [2]. No ano de 2015, o Brasil registrou 91.738 óbitos por complicações cardíacas, uma média de 7.645 óbitos por mês [3].

O procedimento cirúrgico cardíaco quando combinado a fatores como obesidade, sedentarismo, tabagismo, diabetes e doenças pulmonares pré-existentes pre-dispõem a ocorrência de complicações pós-operatórias [4]. Assim, além de uma ameaça a sobrevivência do paciente, existe o risco de aumento do tempo de internamento e custos hospitalares [5]. De acordo com dados da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, o Brasil é o segundo país do mundo em número de cirurgias cardíacas realizadas anualmente, totalizando cerca de 102 mil cirurgias/ano [6].

Nesse cenário o desempenho dos músculos inspiratórios é comumente comprometido (aproximadamente 50%), reduzindo os volumes e capacidades pulmonares, comprometendo a complacência pulmonar, prejudicando as trocas gasosas e a eficácia da tosse [4]. Tais mudanças podem ainda desencadear pneumonias e atelectasias [7].

O treinamento muscular inspiratório (TMI) surge então como um tipo de exercício físico para esses pacientes, inclusive com indicação já no período pré-operatório [8]. Ao condicionar os músculos inspiratórios preventivamente, as consequências do pós-operatório tendem a ser mitigadas, com uma expectativa da melhora da função pulmonar e consequente otimização dos desfechos clínicos [7].

Diante da relevância do assunto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados sobre os efeitos do treinamento muscular inspiratório pré-operatório em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

Métodos

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, na qual foram incluídos e analisados estudos originais, do tipo ensaio clínico randomizado, sobre os efeitos do treinamento muscular respiratório pré-operatório de cirurgias cardíacas. A revisão sistemática foi planejada e conduzida de acordo com as recomendações da Cochrane Collaboration e relatada de acordo com as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes (PRISMA) [9].

Fontes de informações e estratégias de pesquisa

Os estudos foram identificados pelos pesquisadores, com busca nas seguintes bases de dados: Public Medline (PubMed), Biblioteca Nacional de Medicina (Medline), Base de Dados de Evidência Fisioterápica (PEDro) e Scientific Electronic Library Online (SciELO) de julho de 2019 a fevereiro de 2020 publicações em língua portuguesa ou inglesa. Para as pesquisas foram utilizadas as combinações “AND” e “OR” dos

seguintes descritores e seus respectivos correlatos em inglês: Treinamento inspiratório (Inspiratory training), cirurgia torácica (thoracic surgery) associadas a cirurgia cardíaca (Cardiac surgery) e ensaio clínico (Clinical Trial). Número de registro PROSPERO: CRD42020205437. O quadro 1 apresenta as estratégias manuais de busca.

Quadro 1 - Estratégia de pesquisa na base de dados PubMed

(“inhalation”[MeSH Terms] OR “inhalation”[All Fields] OR “inspiratory”[All Fields]) AND (“muscles”[MeSH Terms] OR “muscles”[All Fields] OR “muscle”[All Fields]) AND (“education”[Subheading] OR “education”[All Fields] OR “training”[All Fields] OR “education”[MeSH Terms] OR “training”[All Fields]) AND (“thoracic surgical procedures”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgical”[All Fields] AND “procedures”[All Fields]) OR “thoracic surgical procedures”[All Fields] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields]) OR “thoracic surgery”[All Fields] OR “thoracic surgery”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields])). (“inhalation”[MeSH Terms] OR “inhalation”[All Fields] OR “inspiratory”[All Fields]) AND (“muscles”[MeSH Terms] OR “muscles”[All Fields] OR “muscle”[All Fields]) AND (“education”[Subheading] OR “education”[All Fields] OR “training”[All Fields] OR “education”[MeSH Terms] OR “training”[All Fields]) AND (“thoracic surgical procedures”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgical”[All Fields] AND “procedures”[All Fields]) OR “thoracic surgical procedures”[All Fields] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields]) OR “thoracic surgery”[All Fields] OR “thoracic surgery”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields])) AND Clinical Trial[ptyp](“breathing exercises”[MeSH Terms] OR (“breathing”[All Fields] AND “exercises”[All Fields]) OR “breathing exercises”[All Fields] OR (“respiratory”[All Fields] AND “muscle”[All Fields] AND “training”[All Fields]) OR “respiratory muscle training”[All Fields]) AND (“thoracic surgical procedures”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgical”[All Fields] AND “procedures”[All Fields]) OR “thoracic surgical procedures”[All Fields] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields]) OR “thoracic surgery”[All Fields] OR “thoracic surgery”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields])) (“breathing exercises”[MeSH Terms] OR (“breathing”[All Fields] AND “exercises”[All Fields]) OR “breathing exercises”[All Fields] OR (“respiratory”[All Fields] AND “muscle”[All Fields] AND “training”[All Fields]) OR “respiratory muscle training”[All Fields]) AND (“thoracic surgical procedures”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgical”[All Fields] AND “procedures”[All Fields]) OR “thoracic surgical procedures”[All Fields] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields]) OR “thoracic surgery”[All Fields] OR “thoracic surgery”[MeSH Terms] OR (“thoracic”[All Fields] AND “surgery”[All Fields])) AND Clinical Trial[ptyp]

Seleção de estudo

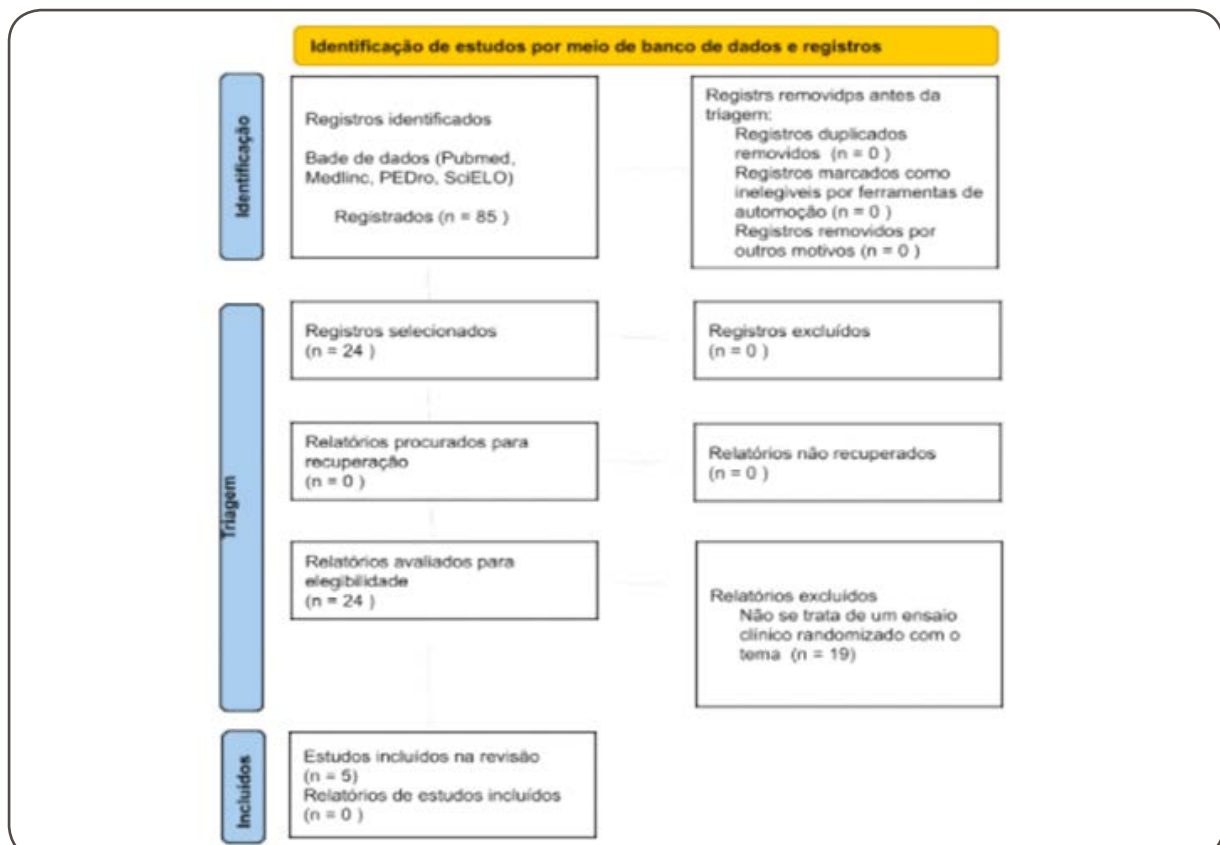


Figura 1 - Busca e seleção de estudos para inclusão na revisão sistemática de acordo com a metodologia PRISMA -2020

Avaliação da elegibilidade do estudo

Os títulos e resumos de cada fonte de dados foram avaliados pelos pesquisadores e definidos os estudos elegíveis para a revisão sistemática. Se pelo menos um dos pesquisadores considerou uma referência elegível, o texto completo foi obtido para leitura completa. Os textos completos dos artigos selecionados foram avaliados de forma independente pelos pesquisadores para identificar aqueles que atendiam aos critérios de inclusão ou exclusão. Foram analisadas as referências de cada artigo selecionado para identificar outros estudos potencialmente qualificados. Após a leitura e a inclusão, os trabalhos foram avaliados para a construção da revisão sistemática.

Qualidade metodológica

A qualidade dos artigos incluídos foi avaliada utilizando a escala PEDro. Esta avalia os ensaios por meio de 11 itens pré-estabelecidos PEDro [10]. A pontuação da PEDro não foi utilizada como critério de inclusão ou de exclusão dos artigos, mas sim como um indicador de evidência científica dos estudos [8,11].

Risco de viés nos estudos primários

O risco de viés nos estudos incluídos nesta revisão sistemática foi pontuado utilizando o software Review Manager version 5.4 (REVMAN - Cochrane Collaboration), o qual é baseado em domínios, com avaliação crítica feita de forma separada para diferentes aspectos do risco de viés do tipo de estudo em questão [12].

Resultados

Descrição dos estudos selecionados

Inicialmente foi identificado um total de 85 artigos nas bases de dados selecionadas (PubMed), (Medline), (PEDro) e (SciELO), reduzindo para 24 artigos quando aplicado o filtro “ensaio clínico”. O texto completo foi analisado. Seis artigos preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos para extração de dados, sendo 1 excluído devido à dificuldade de acesso. Os outros 17 ensaios clínicos foram excluídos por inadequação, após a leitura dos títulos e resumos.

Qualidade metodológica dos estudos

Tabela I - Qualidade metodológica dos estudos pela Escala PEDro [10]

Autor, ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Chen <i>et al.</i> , 2019 [6]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		9
Ferreira <i>et al.</i> , 2009 [13]	X	X		X				X	X	X		5
Hulzebos <i>et al.</i> , 2006 [14]	X	X	X	X	X		X	X	X	X		8
Weiner <i>et al.</i> , 1998 [15]	X			X				X	X	X		4
Cahalín <i>et al.</i> , 1997 [16]	X	X		X				X	X	X		5

1) especificação dos critérios de inclusão (item não pontuado); 2) alocação aleatória; 3) sigilo na alocação; 4) similaridade dos grupos na fase inicial ou basal; 5) mascaramento dos sujeitos; 6) mascaramento do terapeuta; 7) mascaramento do avaliador; 8) medida de pelo menos um desfecho primário em 85% dos sujeitos alocados; 9) análise da intenção de tratar; 10) comparação entre grupos de pelo menos um desfecho primário e 11) relato de medidas de variabilidade e estimativa dos parâmetros de pelo menos uma variável primária.

Tabela II - Características gerais dos estudos incluídos na revisão sistemática

Autor, ano	Tipo de cirurgia cardíaca	Amostra (N-GI/GC)	Intervenção vs Controle	Resultados	Desfechos
Chen et al., 2019 [6]	Enxerto e/ou válvula de revascularização do miocárdio	197- 98/ 99 Pacientes agendados para cirurgia cardíaca (enxerto e/ou válvula de revascularização do miocárdio) com idade \geq 50 anos e capacidade de entender o consentimento informado eram elegíveis.	GI = Receberam cinco dias de treinamento muscular inspiratório no pré-operatório a 30% da pressão inspiratória máxima. Com o (Threshold IMT) por 20 minutos além dos cuidados habituais recebidos pelos pacientes do grupo controle. GC = Cuidados habituais (educação, tosse e mobilização precoce) e treinamento de respiração abdominal antes da cirurgia. Treinaram usando o mesmo protocolo dos participantes do grupo intervenção para o mesmo número de repetições, frequência, duração e supervisão, mas a intensidade foi fixada na carga mínima do dispositivo (9 cm H ₂ O) durante todo o treinamento período.	Teste de função pulmonar Pré GC PImáx= 90,06 \pm 22,55 cmH ₂ O VEF1 = 87,93 \pm 16,21% GI PImáx=86,93 \pm 23,03 cmH ₂ O VEF1= 88,04 \pm 11,85% Teste de função pulmonar Pós GC PImáx=93,22 \pm 23,12 cmH ₂ O VEF1= 87,28 \pm 14,87% GI PImáx=100,08 \pm 23,36 cmH ₂ O VEF1=91,14 \pm 15,10%	Primário foi a ocorrência de complicações pulmonares pós-operatórias. Secundário foram força muscular inspiratória, função pulmonar e tempo de internação.
Rodrigues, Barboza 2009 [13]	Cirurgia de revascularização do miocárdio e/ou cirurgia de válvula	30- 15/15 30 pacientes de ambos os sexos, sem discriminação de etnia, com menos de 50 anos de idade	GI = Foram incluídos em um programa domiciliar de pelo menos 2 semanas de treinamento pré-operatório dos músculos inspiratórios, utilizando um dispositivo com uma carga correspondente a 40% da pressão inspiratória máxima. GC = Receberam orientação geral e não treinaram o músculo inspiratório.	Teste de função pulmonar Pré GC CVF=3,2 \pm 0,7L VEF1=2,4 \pm 0,6L GI CVF=2,9 \pm 1,14L VEF1=2,3 \pm 0,89L Teste de função pulmonar Pós GC CVF=3,2 \pm 0,74L VEF1=2,4 \pm 0,61L GI CVF=3,1 \pm 1,6L VEF1=2,4 \pm 0,9L	Primário os músculos respiratórios são afetados pós operações cardíacas. Secundário clínico como: função ventilatória, capacidade vital forçada e a ventilação voluntária máxima
Hulzebos et al., 2006 [14]	Cirurgia de revascularização do miocárdio	279- 140/139 Pacientes com capacidade para entender o consentimento informado eram elegíveis.	GI = Receberam TMI no pré-operatório de cirurgia cardíaca. GC = Tratamento usual no pré-operatório.	Pré GC PImáx= 80,3 \pm 31,4 cmH ₂ O Pressão de Pico 50,7 \pm 14,4% GI PImáx=81,1 \pm 29,5 cmH ₂ O Pressão de Pico 48,8 \pm 15,7% Pós GC PImáx=79,5 \pm 31,3(p = 0,28) cmH ₂ O Pressão de Pico 51,8 \pm 16,4% GI PImáx=95,6 \pm 31,6 cmH ₂ O Pressão de Pico 56,0 \pm 15,1%	As variáveis de resultados primários de viabilidade foram a ocorrência de eventos adversos e a satisfação e motivação do paciente. As variáveis de desfecho secundário foram complicações pulmonares pós-operatórias e tempo de internação hospitalar.

Tabela II - Continuação

Autor, ano	Tipo de cirurgia cardíaca	Amostra (N-GI/GC)	Intervenção vs Controle	Resultados	Desfechos
Weiner <i>et al.</i> , 1998 [15]	Revascularização do miocárdio	84- 42/42 Com idades variando de 33 a 82 anos, foram avaliados antes da operação e randomizados em dois grupos	GI = TMI usando um limiar de treinamento por 30 min / dia por 2 semanas, 1 mês antes da operação. GC = Treinamento simulado	Pré GC PI _{máx} = 77,8±64,2%, CVF 90,0±62,8 % VEF1=90,0±63,6% GI PI _{máx} =76,1±65,0% Pós GC PI _{máx} = 75,6±64,8% VEF1=80,0±63,2% CVF=81,1±63,0 (p = 0,001) GI PI _{máx} = 87,0 ± 65,2% (p = 0,001)	Cirurgia de revascularização do miocárdio apresentam um efeito deteriorador significativo na função muscular inspiratória. A diminuição desses parâmetros pode ser evitada pelo treinamento muscular inspiratório profilático, que também pode prevenir complicações pulmonares pós-cirúrgicas.
Cahalin <i>et al.</i> , 1997 [16]	Transplante cardíaco	14-14/0 14 pacientes (12 homens e 2 mulheres) com Insuficiência cardíaca crônica por uma média de 4 anos. Os sujeitos tinham uma idade média de 52 anos	GI = O treinamento muscular inspiratório foi realizado a 20% da pressão inspiratória máxima (PI _{máx}) por 5 a 15 minutos, três vezes ao dia, por 8 semanas. GC = Não houve.	Pré GI PI _{máx} = 51,2cmH ₂ O Dispneia em repouso = 2 Pós GI PI _{máx} = 63,5 cmH ₂ O (p = 0,001) Dispneia em repouso=1.3 (p = 0,001)	Efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) na força muscular ventilatória e na dispneia em pacientes com insuficiência cardíaca crônica.

N = Número total da amostra; GC = Grupo controle; GI = Grupo intervenção; TMI = Treinamento muscular inspiratório; CPPs = Complicação pulmonar pós-operatória; PE_{máx} = Pressão expiratória máxima; IC = Insuficiência cardíaca; PI_{máx} = Pressão inspiratória máxima; VEF1 = Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF = Capacidade vital forçada

Detalhamento do risco de viés

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Cahalin_1997	●	●	●	●	●	●	●
Chen_2019	●	●	●	●	●	●	●
Ferreira_2008	●	●	●	●	●	●	●
Hulzebos_2006	●	●	●	●	●	●	●
Weiner_1998	?	●	●	●	?	?	?

Figura 2 - Sumário do risco de viés estabelecido pela Cochrane Collaboration

Os artigos incluídos foram publicados entre 1997 e 2019. O tamanho amostral dos mesmos variou entre 14 e 279 indivíduos adultos, randomizados para o grupo TMI ou grupo controle. A carga de prescrição da P_{Imáx} variou entre 15 e 60%. Cinco estudos utilizaram 30% da P_{Imáx} no grupo TMI, Chen *et al.* [6]; Ferreira *et al.* [13]; 2 artigos de Hulzebos publicados [14,17]; um estudo variou entre 15 a 60% [15] e outro utilizou com 20% [16]. Com relação ao grupo controle, um estudo utilizou 9% na carga mínima do dispositivo [6]. Um fisioterapeuta orientou exercícios de inspiração profunda sem equipamento especial e caminhadas diárias até o próprio limite [13], um outro estudo utilizou instruções sobre manobras de respiração profunda, tosse e mobilização nasal [14]. No seguinte estudo foram realizadas medidas sem uso de resistência [15], um dos estudos não teve grupo controle [16].

O período da intervenção variou entre 2 séries diárias, durante 20 minutos; 3 séries diárias de 10 minutos; 1 série diária de 20 minutos, 15 minutos, três vezes ao dia e 1 séries de 30 minutos diários. Os protocolos de treinamento foram diários e duraram entre 5 dias a 8 semanas. A tabela I apresenta a caracterização da amostra, metodologia, principais variáveis, resultados e pontuação na escala PEDro [10].

A partir dos resultados encontrados nos estudos, os mesmos foram divididos em 5 grandes grupos de desfechos: P_{Imáx}; VEF₁; CVF; Pneumonia, duração da internação pós-operatória e complicação pulmonar pós-operatória.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do treinamento muscular inspiratório pré-operatório em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Foi possível observar aumento da P_{Imáx}, VEF₁ e CVF [13,16], redução do tempo de internação, além da diminuição da incidência de pneumonias e outras complicações pulmonares pós-operatórias nos estudos avaliados [6,14,15].

De todas as variáveis, a P_{Imáx} parece ser um pilar central, que repercute também sobre as demais. Longe de ser um marcador isolado de força, ela tem demonstrado bastante relevância, como observado no estudo de Bessa *et al.* [4], no qual foi demonstrada uma associação inversa entre a força muscular inspiratória e a mortalidade. Faz-se necessário entender como esse fator pode ser tão importante, não só na sobrevivência dos pacientes, como também na capacidade de realização de atividades de vida diária [18], pois a fadiga dos músculos inspiratórios pode parcialmente explicar a intolerância aos exercícios [4].

Uma revisão sistemática com metanálise em pacientes com insuficiência cardíaca [19] utilizou alguns dos princípios do exercício e categorizou o TMI de 4 formas: Alta intensidade e moderada duração (carga de 60% da P_{Imáx} com duração de 10 semanas e frequência de 3 vezes por semana); alta intensidade e alta duração (carga de 60% da P_{Imáx} com duração de 12 semanas e frequência de 6 vezes por semana); baixa intensidade e baixa duração (carga de 30-40% da P_{Imáx} com duração de 6-8 semanas e frequência de 7 vezes por semana) e baixa intensidade e alta duração (carga de 30% da P_{Imáx} com duração de 12 semanas e frequência de 7 vezes por semana) [19].

Ainda sobre o estudo de Sadek *et al.* [19], pôde-se constatar que os treinos de alta intensidade e alta duração foram os mais eficazes em aumentar a P_{Imáx}. A título de comparação, nenhum dos estudos da nossa revisão utilizou carga > 50% da P_{Imáx} para prescrição, mostrando que ainda haveria possibilidade para resultados ainda melhores em relação à P_{Imáx}. É necessário salientar que a simples manutenção da P_{Imáx} já é considerada benéfica no pós-operatório de cirurgia cardíaca (o usual é a queda da mesma), o que de certa forma justifica o uso de cargas menores de trabalho e o alcance de resultados positivos mesmo sem o aumento da força muscular inspiratória.

Além da P_{Imáx}, outros fatores podem ser otimizados pelo TMI e dentre eles podemos destacar a melhora da função pulmonar [20]. No estudo de Ferreira *et al.* [13], o treinamento muscular inspiratório demonstrou-se seguro além de melhorar a capacidade vital forçada e a ventilação voluntária máxima dos pacientes submetidos ao procedimento cirúrgico. A melhora desses parâmetros se dá pela otimização de variáveis como endurance, força, potência e até mesmo aumento da força dos músculos expiratórios [7].

Mas como seria possível aumentar a força de músculos expiratórios através de uma terapia resistida inspiratória? Um estudo realizado em pacientes com bronquite crônica demonstrou que o TMI aumentou a P_{Emáx}, através de um princípio denominado

“última extensão de força”, a inspiração contra a resistência no TMI pode aumentar a ativação do sistema expiratório, músculos responsáveis pela última extensão de força, o que pode resultar em um aumento significativo da PEmáx [21]. Na nossa revisão, o estudo de Cahalin *et al.* [16] também foi capaz de aumentar a PEmáx, mostrando que nessa referida população também é possível extrapolar os benefícios do TMI para os músculos expiratórios.

Embora nenhum dos trabalhos tenha avaliado diretamente a capacidade de tosse, é conhecida a importância da PI e PEmáx para algumas de suas fases. Além disso, o mal funcionamento tussígeno compromete a eliminação de patógenos, induzindo infecções pulmonares, atelectasias e aumento de custos e do tempo de internação hospitalar [22]. De acordo com essa linha de raciocínio, os trabalhos de Hulzebos *et al.* [14] e Weiner *et al.* [15] verificaram redução das complicações e consequentemente do tempo de internamento nos pacientes que realizaram TMI.

Alguns fatores devem ser ressaltados, e um deles é que, embora tenha aumentado a função pulmonar, curiosamente o estudo de Ferreira *et al.* [13] não modificou a PImáx. Os estudos precisam ser mais específicos quanto aos princípios do exercício físico, repetições, intensidade, progressão de carga [23,24].

Pode-se atingir determinados objetivos com ajustes de prescrição variando dentro de uma faixa. Os treinos de força normalmente são utilizados com uma maior carga e menor número de repetições, com os objetivos para endurance feitos de forma inversa [25, 26]. Os desfechos avaliados nesse estudo podem se beneficiar de ambos os tipos de treino, lembrando a importância da prescrição individualizada e até mesmo de que um treino misto pode ser empregado. Não ficou claro nos trabalhos avaliados se as reavaliações eram feitas entre as sessões e se a carga do treino poderia ser incrementada. O tempo de utilização da técnica também foi muito heterogêneo, variando entre 5 dias como no estudo de Chen *et al.* [6] e 8 semanas no estudo de Cahalin *et al.* [16].

Desta forma, o TMI apresenta efeitos benéficos sobre a função pulmonar e o tempo de internação, embora ainda seja preciso individualizar sua prescrição. É necessário definir de forma mais clara os princípios do exercício físico e endurance, como também os benefícios decorrentes deles.

Conclusão

Os resultados desta revisão sistemática apontam que o TMI é benéfico na prevenção de complicações pulmonares como, pneumonias, aumento da PImáx, do VEF1 e da CV, além de redução do tempo de internação, quando realizado no período pré-operatório de cirurgia cardíaca. Apesar dos achados aqui mencionados, novas pesquisas precisam ser realizadas, pormenorizando os princípios do exercício físico, endurance e periodização do treinamento.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Lima AS, Oliveira ACC, Silva CMS; **Coleta de dados:** Lima AS, Oliveira ACC; **Análise e interpretação dos dados:** Silva CMS, Souza SC, Gomes VA; **Redação do manuscrito:** Lima AS, Oliveira AC; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Silva CMS, Souza SC, Gomes VA.

Referências

1. Cordeiro ALL, Melo TA, Neves D, Luna J, Esquivel MS, Guimarães ARF, *et al.* IMT and functional capacity after cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg* 2016;31(2):140-4. doi: 10.5935/1678-9741.20160035
2. Rohde LE, Montera MW, Bocchi EA, Clausell N, Albuquerque DC, Rassi S, *et al.* Brazilian guidelines on chronic and acute heart failure. *Arch Bras Cardiol [Internet]*. 2018 [cited 2022 May 26];111(3):436-539. Available from: <https://observatorio.fm.usp.br/handle/OPI/29870>
3. Dordetto PR, Pinto GC, Rosa TCSC. Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca: caracterização socio-demográfica, perfil clínico-epidemiológico e complicações. *Rev Fac Ciênc Méd Sorocaba [Internet]*. 2016 [cited 2020 Nov 4];18(3):144-9. Available from: <https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/25868>
4. Bessa EJC, Lopes AJ, Rufino R. The importance of measurement of respiratory muscle strength in pulmonology practice. *Pulmão RJ [Internet]*. 2015 [cited 2022 May 26];24(1):37-41. Available from: http://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/_sopterj_redesign_2017/_revista/2015/n_01/10.pdf
5. Laizo A, Delgado FE, Rocha GM. Complicações que aumentar o tempo de internação em UTI dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2010;25(2):166-71. doi: 10.1590/S0102-76382010000200007
6. Chen X, Hou L, Zhang Y, Liu X, Shao B, Yuan B, *et al.* The effects of five days of intensive preoperative inspiratory muscle training on postoperative complications and outcome in patients having cardiac surgery: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2019;33(5):913-22. doi: 10.1177/0269215519828212
7. Matheus GB, Dragosavac D, Trevisan P, Costa CE da, Lopes MM, Ribeiro GC de A. Postoperative muscle training improves tidal volume and vital capacity in the postoperative period of CABG surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc [Internet]*. 2012 [cited 2020 Nov 4]; 27(3):362-9. Available from:
8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23288176/>
9. Verhagen AP, Vet HCW, Bie RA, Kessels AGH, Boers M, Bouter LM, *et al.* The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol* 1998;51(12):1235-41. doi: 10.1016/S0895-4356(98)00131-0
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G, *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement (Chinese edition). *J Chinese Integr Med* 2009;7(9):889-96. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097
11. Moseley AM, Elkins MR, van der Wees PJ, Pinheiro MB. Using research to guide practice: The Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Braz J Phys Ther* 2020;24(5):384-91. doi: 10.1016/j.bjpt.2019.11.002
- 12.
13. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther [Internet]*. 2003 [cited 2022 May 22];83(8):713-21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12882612/>
14. Carvalho APV, Silva VGA. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento [Internet]*. 2013 [cited 2022 May 12];18(1):38-44. Available from: <http://files.bvs.br/upload/S/1413-9979/2013/v18n1/a3444.pdf>
15. Ferreira PEG, Rodrigues AJ, Evora PRB. Effects of an inspiratory muscle rehabilitation program in the postoperative period of cardiac surgery. *Arq Bras Cardiol* 2009;92(4):275-82. doi: 10.1590/S0066-782X2009000400005

16. Hulzebos EHJ, Helders PJM, Favié NJ, De Bie RA, Riviere AB, van Meeteren NLU. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA* 2006;296(15):1851-7. <https://doi.org/10.1001/jama.296.15.1851>
17. Weiner P, Zeidan F, Zamir D, Pelled B, Waizman J, Beckerman M, et al. Prophylactic inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass graft. *World J Surg* 1998;22(5):427-31. doi: 10.1007/s002689900410
18. Cahalin LP, Semigran MJ, Dec GW. Inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure awaiting cardiac transplantation: results of a pilot clinical trial. *Phys Ther* 1997;77(8):830-8. doi: 10.1093/ptj/77.8.830
19. Hulzebos EHJ, van Meeteren NLU, van den Buijs BJWM, Bie RA, Riviere AB, Helders PJM. Feasibility of preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass surgery with a high risk of postoperative pulmonary complications: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2006;20(11):949-59. doi: 10.1177/0269215506070691
20. Faghy MA, Brown PI. Functional training of the inspiratory muscles improves load carriage performance. *Ergonomics* 2019 Aug; 62(11):1439-49. doi: 10.1080/00140139.2019.1652352
21. Sadek Z, Salami A, Joumaa WH, Awada C, Ahmaidi S, Ramadan W. Best mode of inspiratory muscle training in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2018 [cited 2022 May 12];25(16):1691-701. doi: 10.1177/2047487318792315
22. Gomes Neto M, Martinez BP, Reis HF, Carvalho VO. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2016;31(4):454-64. doi: 10.1177/0269215516648754
23. Ozalp O, InalInce D, Cakmak A, CalikKutukcu E, Saglam M, Savci S, et al. High-intensity inspiratory muscle training in bronchiectasis: a randomized controlled trial. *Respirology* 2018;24(3):246-53. doi: 10.1111/resp.13397
24. Freitas FS, Parreira VF, Ibiapina CC. Aplicação clínica do pico de fluxo da tosse: uma revisão de literatura. *Fisioter Mov* 2010;23(3):495-502. doi: 10.1590/S0103-51502010000300016
25. Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. *ACSM guidelines for testing effort and prescribing*. 9. ed. São Paulo: Grupo Nacional; 2014.
26. van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil* 2004;18(8):833-62. doi: 10.1191/0269215504cr8430a
27. Silva E, Bianchi T, de Freitas W, Sposito L, da Silva F, de Souza R, et al. Artigo de revisão treinamento concorrente: endurance x força concurrent training: endurance vs. strength [Internet]. 2018 [cited 2020 Nov 4]. Available from: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/7175>.
28. Savci S, Degirmenci B, Saglam M, Arikan H, Inal-Ince D, Turan HN, et al. Short-term effects of inspiratory muscle training in coronary artery bypass graft surgery: a randomized controlled trial. *Scandin Cardiovasc J* 2011;45(5):286-93. doi: 10.3109/14017431.2011.595820

