

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PÓS-OPERATÓRIO CARDÍACO

Easmyn Ferreira Zamferrari¹, Wagner Henrique De Sá²

¹Acadêmica do Curso de Fisioterapia, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. efzamferrari@gmail.com

²Acadêmico do Curso de Fisioterapia, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. wagnerhdesa@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a influência do treinamento muscular inspiratório em pacientes submetidos à pós cirurgia cardíaca. A mesma foi realizada através de levantamento bibliográfico nas bases de dados PEDrO, PubMed e SciELO utilizando os descritores: Fisioterapia, Treinamento Muscular Inspiratório e Pós-cirúrgico Cardíaco. Foram selecionados artigos com data de publicação entre janeiro de 2015 a maio de 2021, escritos nos idiomas português e inglês, com pacientes submetidos a variadas cirurgias cardíacas e que fizeram algum tipo de treinamento muscular inspiratório. Posteriormente, foram lidos os resumos dos demais artigos e eliminando os que não atenderam aos critérios impostos. Finalizada a seleção, foram incluídos no estudo um total de dez artigos e após análise e discussão de cada um foi observado que a utilização do incentivador POWERbreathe® no TMI com carga entre 30%-60% de P_{Imáx} apresentou alta eficácia em âmbito de melhora da capacidade respiratória e de força muscular inspiratória, enquanto que o uso do Threshold® teve benefícios com aplicação de carga superior a 30% de P_{Imáx} e a implementação de CPAP resultou em uma diminuição do período de internação hospitalar dos pacientes.

PALAVRAS-CHAVE: Doenças Cardiovasculares, Especialidades de Fisioterapia e Treinamento de Força.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2017) as Doenças Cardiovasculares (DCV) são a principal causa de morte no mundo, a cada ano, mais pessoas morrem de DCV do que por qualquer outra causa. As estimativas são de que 17,7 milhões de pessoas morreram no ano de 2015 por esta causa, o que representa 31% de todas as mortes registradas no mundo, sendo, 7,4 milhões devido a doença cardíaca coronária.

Segundo Fonseca et al. (2014), às cirurgias cardíacas são cada vez mais comuns, visto que, as patologias que estão relacionadas ao sistema cardiovascular vêm se desenvolvendo de maneira significativa no cenário mundial. Esse método invasivo é utilizado para a correção do funcionamento inadequado do coração, e com isso, estudos apresentam uma relação significativa de complicações pulmonares decorrentes deste procedimento.

O coração humano é composto por duas câmaras superiores, os átrios, e duas câmaras inferiores, os ventrículos, que são responsáveis por bombear o sangue para os pulmões, órgãos e tecidos. Os átrios atuam como reservatórios de sangue venoso; e os ventrículos possuem uma capacidade de envio de sangue para a circulação sistêmica e pulmonar. Essa estrutura permite que o sangue circule por meio dos capilares pulmonares e sistêmicos e também por meio dos vasos, com o objetivo de troca de oxigênio, gás carbônico, nutrientes e água nos tecidos periféricos e pulmões (GUYTON e HALL, 2011).

Sabe-se que as complicações pulmonares pós-operatórias na cirurgia cardíaca afetam as estruturas pulmonares e com isso se têm a necessidade de cuidados intensivos e muitas vezes, é preciso o uso de suporte ventilatório por um período prolongado, promovendo dependência e conseqüente aumento do tempo de internação, expondo o indivíduo a maiores chances de contaminação hospitalar. Sendo assim, o tempo do uso da ventilação mecânica pode ser reduzido através de técnicas que vão trabalhar com a musculatura inspiratória do paciente (FONSECA et al. 2014).

As técnicas de treinamento muscular inspiratório (TMI) promovem o aumento da função dos músculos inspiratórios, sendo eles: diafragma, intercostais externos, esternocleidomastóideo e escalenos (anterior, médio e posterior), induzindo uma alteração morfológica no diafragma, esse pode ser um método de evitar a fadiga muscular inspiratória, atrasar uma dispneia e melhorar a capacidade ventilatória do paciente (VENDRUSCULO; DONADIO, 2015).

O TMI vem sendo fonte de muitas pesquisas por estudiosos para a reabilitação de patologias respiratórias, visto que seus benefícios são descritos como eficazes na literatura científica. Os pacientes que utilizaram essas técnicas apresentaram um resultado positivo para o TMI como prevenção de complicações ou atrasos na evolução clínica e na alta, já que parte desses pacientes alegavam redução da capacidade funcional. Com isso, o TMI tem como objetivo diminuir o período de tempo de internação nas unidades de terapia intensiva e acelerar a alta hospitalar (PLENTZ, 2012).

Em pacientes que se encontram em fase pós-operatória de cirurgias cardíacas, a fisioterapia respiratória se apresenta como forma de tratamento nas atelectasias, derrames pleurais e pneumonias, por meio de condutas que utilizam recursos que tem intuito de acelerar a reparação da função pulmonar, estando dentre eles o uso de incentivadores respiratórios, que possuem alta segurança e uma fácil aplicação, podendo ser implementado durante todo o período de pós-operatório. (CAVENAGHI, et al., 2011).

A duração e a frequência da aplicação da fisioterapia respiratória variam nesses pacientes perante fatores que são dependentes de suas necessidades individuais, onde muitas vezes é introduzida já no período pré-operatório contando com avaliação funcional, orientação de procedimentos que são aplicados e a relação deles com a capacidade respiratória no estágio de reparação no período de pós-operatório (CAVENAGHI, et al., 2011).

É importante dar ênfase no treinamento muscular inspiratório nessas ocasiões, pois isso se tornará um meio de informação com relevância destinado a profissionais da área e aos estudantes, pois não há grande quantidade de material disponível que aborde este assunto em específico.

Neste contexto, o trabalho tem como objetivo investigar a repercussão do treinamento dos músculos inspiratórios por meio de condutas fisioterapêuticas em pacientes submetidos a cirurgias cardíacas, evidenciando os maiores destaques encontrados, assim como suas particularidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão da literatura realizada por meio de um levantamento bibliográfico nas bases de dados: *Physiotherapy Evidence Database* (PEdrO), *National Library of Medicine*, (PubMed) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), com abordagem de intervenções fisioterapêuticas de treinamento muscular inspiratório em pós-cirúrgicos cardíacos. Foram utilizados os seguintes descritores em inglês: *Physiotherapy*, *Inspiratory Muscle Training*, *After cardiac surgery*.

Para este levantamento adotou-se os seguintes critérios de inclusão: artigos nacionais e internacionais nos idiomas português e inglês, publicados no período de janeiro de 2015 a maio de 2021, com disponibilidade de texto completo em suporte eletrônico e que fossem relatos experimentais; os critérios de exclusão foram: artigos que não corresponderam com o período do ano selecionado, artigos que não corresponderam ao tema do trabalho, textos incompletos, artigos repetidos, artigos que não fossem de relatos experimentais e linguagem de difícil tradução.

Os artigos encontrados nesta pesquisa, assim como a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão dos mesmos, estão descritos no fluxograma à seguir (Figura 01):

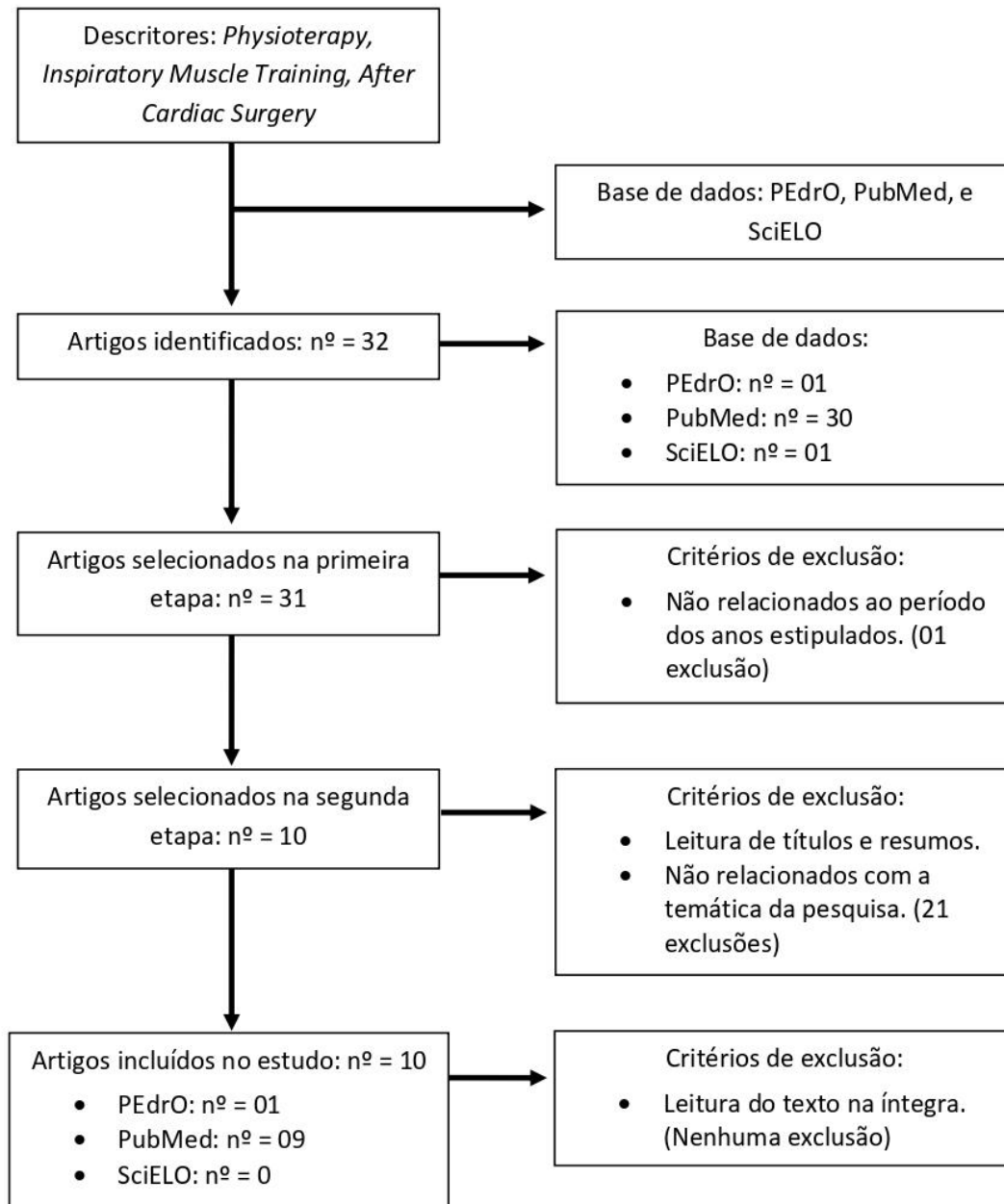


Figura 01: Fluxograma da seleção dos artigos.

Fonte: Dados da pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A busca foi realizada em maio de 2021 por dois pesquisadores. A primeira seleção resultou em 31 artigos, sendo eles 01 artigo disponibilizado da base de dados PEdrO, 30 artigos na base de dados PubMed, e 01 artigo na base de dado SciELO.

A partir da leitura do título do artigo e resumo, resultaram 10 artigos com potencial para serem incluídos no estudo, e, destes, 01 artigo referente à base de dados PEdrO e 09 artigos referentes à base de dados PubMed. O único artigo encontrado na base de dado SciELO foi excluído por não se enquadrar no período de ano estipulado nos critérios de inclusão desta pesquisa. O resumo dos mesmos estão presentes no Quadro 1, em ordem cronológica.

Quadro 01: Descrição das principais informações dos artigos selecionados

AUTOR/ANO	AMOSTRA	INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA	RESULTADOS
Hermes B.M. et al. (2015)	24 pacientes em fase II de reabilitação cardíaca.	Treinamento combinado + TMI com Threshold 30% de P _{Imáx} .	Aumento significativo em capacidade funcional, força muscular respiratória e qualidade de vida.
Cordeiro A.L.L. et al. (2016)	50 pacientes (\pm 55 anos) em PO de revascularização do miocárdio, válvula aórtica e/ou mitral e correção do defeito do septo atrial.	TMI com Threshold 40% de P _{Imáx} .	Aumento significativo em capacidade funcional e nos valores de P _{Imáx} .
Dos Santos T.D. et al. (2019)	24 pacientes (45-65 anos) em PO de revascularização do miocárdio e fase II de reabilitação cardíaca.	Treinamento combinado + TMI com POWERbreathe 50% de P _{Imáx} .	Aumento significativo em capacidade funcional, força muscular inspiratória.
Mehta J. et al. (2019)	50 pacientes (18-70 anos) em PO de revascularização do miocárdio ou troca valvar.	Tratamento convencional + TMI com Threshold 15%-45% de P _{Imáx} .	Não houve diferença significativa em força muscular inspiratória em nenhuma fase da reabilitação.
Zanini M. et al. (2019)	40 pacientes (18-70 anos) em PO de revascularização do miocárdio.	Treinamento ativo de MMSS/MMII e deambulação precoce + TMI com Threshold limiar.	Aumento significativo apenas em capacidade funcional, parâmetros respiratórios não apresentaram melhora significativa.
Cargnin C. et al. (2019)	25 pacientes (20-80 anos) em PO de cirurgia de troca valvar aórtica e mitral.	TMI com POWERBreathe 30% de P _{Imáx} .	Aumento significativo em capacidade funcional e de P _{Imáx} (iguais ao valor pré-operatório).
Cordeiro A.L.L. et al. (2020)	42 pacientes (30-70 anos) em PO de revascularização do miocárdio.	TMI com POWERbreathe elevando 10% de P _{Imáx} baseado no limiar glicêmico.	Redução na perda de força muscular inspiratória e melhora de capacidade funcional submáxima.
Windmüller P. et al. (2020)	31 pacientes (40-75 anos) em PO de revascularização do miocárdio.	Tratamento convencional + uma sessão diária de cicloergômetro com CPAP (máscara 10 cmH ₂ O).	Redução na perda de capacidade funcional e na permanência na UTI.
Weber M. et al. (2021)	108 pacientes (\pm 82 anos) em PO de TAVR.	Tratamento pré e pós-operatório de TMI com Threshold + caminhada abaixo do limiar de exaustão subjetiva.	Redução na incidência de pneumonia pós-intervenção e na permanência hospitalar.
Turquetto A. et al. (2021)	42 pacientes (12-30 anos) em PO de Fontan.	TMI com PowerBreathe 60% da P _{Imáx} individual.	Aumento na capacidade funcional, respiratória e força muscular inspiratória.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.1 Threshold® no TMI

Cordeiro A.L.L., et al. (2016), em um ensaio clínico randomizado com 50 pacientes (\pm 55 anos), avaliaram o efeito do treinamento muscular inspiratório na capacidade

funcional submáxima e da força muscular inspiratória em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio, válvula aórtica e / ou mitral, correção do defeito do septo atrial. Inicialmente realizou uma avaliação pré-operatória em que todos os pacientes por meio do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e a avaliação da força muscular inspiratória (pressão inspiratória máxima, P_{Imáx}) foi realizada por meio de um manômetro analógico.

Este programa incluía o treinamento da musculatura inspiratória de um dos grupos com 11 homens com média de idade de 56,4 ± 13 anos, utilizaram o aparelho de carga linear de pressão (Threshold® Respironics® IMT), com 40% da P_{Imáx}, realizando 3 séries com 10 repetições duas vezes ao dia até a alta hospitalar, o outro grupo com 16 homens e média de idade de 57 ± 14,7 anos não recebeu intervenção específica, sendo dirigido de acordo com a rotina da unidade. Após o programa de reabilitação foi realizado uma reavaliação de todos os pacientes tendo como resultado uma melhora significativa da capacidade funcional submáxima e a força muscular inspiratória nos pacientes submetidos ao treinamento.

Já no estudo prospectivo randomizado de controle de Mehta J. N. et. al. (2019), compararam e mediram a P_{Imáx} em 50 pacientes (18-70 anos) submetidos à cirurgia eletiva de coração aberto e dividiram em dois grupos sendo um grupo foi submetido à fisioterapia convencional (educação, exercícios respiratórios, espirometria de incentivo, técnicas de expiração forçada, sentar-se alto, ficar em pé, deambular e subir escadas), a média de idade deste grupo foi de 53,64 anos e 10 pacientes eram do sexo masculino.

O outro grupo recebeu a fisioterapia convencional mais TMI (Threshold® Respironics® IMT) com resistência de 15% da força muscular inspiratória no pós-operatório a 45% com base na tolerância do paciente, duas vezes ao dia no pré-operatório e após a extubação, 4–5 sessões por dia na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e, a partir daí, três a quatro vezes ao dia na enfermaria até a alta hospitalar, a média de idade deste grupo foi de 52,40 anos sendo 18 pacientes do sexo masculino. Verificaram que após uma reavaliação não houve diferença significativa em força muscular inspiratória em nenhum dos grupos e fases da reabilitação.

O fator idade mostrou uma correlação diretamente inversa nos resultados, além disso, se comparado a frequência na qual foi aplicada a TMI não se tem muita diferença entre os estudos, mas quando tratado da carga aplicada é possível identificar uma grande discrepância que faz com que os resultados sejam completamente diferentes, uma vez que em um dos estudos aplicou 15% de resistência o que pode ser considerado irrelevante mesmo que se atingisse 45% com base na tolerância do paciente se comparado com o estudo que aplicou 40% desde o início do tratamento.

Hermes B. M., et. al. (2015) realizaram um estudo quase-experimental, prospectivo, com 24 pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio alocados aleatoriamente para Fase II da Reabilitação Cardíaca praticando um treinamento durante o período de 12 semanas, com 2 sessões semanais com duração de 60 minutos cada. Os pacientes foram avaliados por meio das seguintes mensurações: pressão inspiratória e expiratória máxima (P_{Imáx} e P_{Emáx}), consumo de oxigênio de pico (VO₂pico) e escore de qualidade de vida (versão em português do *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*).

Foram divididos em dois grupos, um deles realizava TMI (Threshold® Respironics® IMT) em 3 séries de 10 repetições com carga inspiratória de 30% da P_{Imáx}, associado ao treinamento combinado (TC) de exercícios aeróbicos e resistidos.

O outro grupo realizava somente TC e exercícios respiratórios. Após as 12 semanas os pacientes foram reavaliados e o resultado foi positivo mesmo em um período curto de treinamento, houve um aumento significativo em força muscular inspiratória e expiratória, capacidade funcional e melhora da qualidade de vida dos pacientes submetidos ao TMI associado ao TC.

Zanini, M. et. al. (2019), em seu ensaio clínico randomizado simples-cego, avaliou os efeitos de diferentes protocolos de reabilitação utilizados na reabilitação cardíaca de pacientes internados sobre a capacidade funcional e a função pulmonar no paciente pós-cirurgia de revascularização miocárdica.

Os 40 pacientes (18-70 anos), foram avaliados por meio do TC6, testes de função pulmonar por meio de espirometria e teste de força muscular respiratória com medidor de pressão respiratória um dia anterior à cirurgia. Os pacientes foram divididos em quatro grupos: grupo 1 (G1) recebeu treinamento físico ativo de membros superiores e inferiores, realizou deambulação precoce progressiva, IMT com TMI Limiar (Philips Respiration) e TPC convencional, o grupo 2 (G2) realizou treinamento físico ativo de membros superiores e inferiores, deambulação precoce progressiva e TCP (Teste cardiopulmonar) convencional, os pacientes do grupo 3 (G3) realizaram IMT e TCP convencional, por fim o grupo 4 (G4) foi o grupo controle e recebeu apenas TCP convencional.

O uso do Threshold® IMT, foi realizado em apenas 2 dos grupos e não pareceu influenciar a variabilidade dos valores de $PI_{máx}$ nesses grupos em comparação com os grupos que não utilizaram o aparelho. Após o programa de reabilitação o resultado foi um aumento significativo apenas em capacidade funcional já nos parâmetros respiratórios não apresentaram melhora significativa.

No estudo prospectivo, monocêntrico e randomizado de Weber, M. et. al. (2021), afirma que a fisioterapia pré e pós-procedimento cardíaco cirúrgico reduz a incidência de complicações pulmonares e, com isso, diminui a mortalidade de indivíduos. Em seu estudo avaliou 108 pacientes (± 82 anos) que foram incluídos e acompanhados por 90 dias após a substituição da válvula aórtica transcaterter (TAVR), divididos em dois grupos.

Os pacientes do grupo A (grupo controle), não receberam fisioterapia antes do TAVR, a fisioterapia pós-operatória ocorreu uma vez por dia durante 30 minutos até a alta hospitalar e o grupo B (grupo de intervenção), participou de fisioterapia intensiva antes do TAVR, realizou exercícios de fisioterapia ambulatorial individualizados diariamente por duas semanas. Seus resultados foram positivos tanto para fisioterapia pré e pós-operatória, pois identificou que houve uma redução significativa na incidência de pneumonia pós-intervenção e na permanência hospitalar.

Assim, o estudo totaliza que há fortes evidências sugerindo o uso do Threshold® para melhora do treinamento muscular inspiratório no pós-operatório cardíaco, visto que, dos dez artigos selecionados cinco deles utilizaram como conduta o uso do Threshold®, destes, três apresentaram resultados benéficos da sua utilização no pós-operatório cardíaco, e outros dois indicam que alguns fatores podem ter influenciado para um resultado oposto ao esperado.

3.2 POWERbreathe® no TMI

Dos Santos T. D. et. al. (2019) realizaram um ensaio clínico randomizado com o objetivo de analisar os efeitos obtidos com a implementação de um TMI associado a um TC de exercícios aeróbicos e resistidos na capacidade de exercício, força muscular respiratória e resistência muscular inspiratória em 24 pacientes com idade entre 45 e 65 anos e em PO de revascularização do miocárdio e fase II de reabilitação cardíaca durante 12 semanas.

Os pacientes foram divididos em dois grupos, o primeiro foi denominado como grupo TMI + TC e submetido a um programa de TMI utilizando POWERbreathe® Medic Plus com intensidade de 50% da $PI_{máx}$ nas duas primeiras semanas, sendo elevado 5% a cada semana até atingir 80% da $PI_{máx}$ na oitava semana, combinado ao TC de exercícios aeróbicos e exercícios resistidos. O segundo foi denominado grupo sham TMI + TC e foi submetido a um programa de TMI utilizando POWERbreathe® Medic Plus com carga mínima de 9cmH₂O combinado a exercícios aeróbicos e resistidos.

Foi avaliado a capacidade funcional submáxima por meio de TC6 e a maior distância percorrida em seis minutos (DTC6) foi considerada para análise e comparada com os valores previstos.

A frequência tanto do TMI quanto do TC em ambos os grupos foi de duas vezes na semana durante 12 semanas, totalizando 24 sessões sob supervisão direta de um fisioterapeuta.

Como resultado, o grupo TMI + TC teve aumento nos valores de $PI_{máx}$, além da resistência inspiratória, no VO_2 de pico, no DTC6 em comparação com o grupo sham TMI + TC, mostrando que há eficácia na implementação de TMI de carga moderada a intensa com POWERbreathe® Medic Plus associado a TC.

Cargnin C. et. al. (2019) fizeram um ensaio clínico randomizado com o objetivo analisar os efeitos do TMI como estratégia terapêutica em 25 indivíduos, de 20 a 80 anos, em PO de cirurgia de troca valvar aórtica e mitral, tendo início em três dias após a cirurgia e sendo realizado numa frequência de duas vezes ao dia por quatro semanas.

Os pacientes foram divididos em dois grupos, sendo o primeiro deles o grupo de intervenção que recebeu o grupo de TMI (TMI-G) e o segundo o grupo de controle, que recebeu uma intervenção de TMI placebo (IMT-PG).

Foi realizado uma avaliação pré-operatória uma semana anterior à cirurgia e nela incluíram testes de função pulmonar (espirometria computadorizada), testes de força muscular inspiratória (POWERBreathe® Kinetic KH1), capacidade funcional (TC6) e medidas de qualidade de vida (Questionário SF-36) relacionadas à saúde, sendo todos reavaliados na avaliação pós-treinamento.

No terceiro dia de PO, os indivíduos receberam um dispositivo POWERBreathe® de carga linear de pressão para TMI, devendo ser usado para realizar 30 ciclos ventilatórios, duas vezes ao dia por um período de quatro semanas. No grupo IMT-G a carga foi de 30% da $PI_{máx}$, sendo ajustado a cada semana e no grupo IMT-PG foi seguido o mesmo cronograma e sua carga inspiratória foi regulada na carga mínima do aparelho.

Como resultado em relação à função pulmonar não houve diferença significativa entre as duas avaliações no IMT-G, bem como a comparação entre o IMT-G e IMT-PG. Sobre os valores de $PI_{máx}$, após a primeira semana de PO houve aumento significativo no IMT-G, atingindo semelhança ao valor obtido no pré-operatório, diferente dos valores do IMT-PG. A capacidade funcional se mostrou aumentada no grupo IMT-G perante aos valores da DTC6, ao contrário do grupo IMT-PG que teve uma ligeira redução no valor, mostrando uma diferença significativa entre os grupos na distância percorrida absoluta. E em relação a qualidade de vida ambos os grupos obtiveram uma diferença significativa entre as avaliações pré-operatórias e pós-treinamento nos domínios do SF-36, não havendo diferença significativa entre eles após a cirurgia.

Sendo assim, concluiu-se que a carga inspiratória regulada no POWERbreathe® com 30% da $PI_{máx}$ imposta ao grupo IMT-G resultou em eficácia superior aos pacientes em parâmetros de função pulmonar, $PI_{máx}$ e de capacidade funcional.

Cordeiro A. L. L. et. al. (2020) realizou um ensaio clínico randomizado e controlado que teve como objetivo primário constatar se o TMI baseado no limiar anaeróbico (LA) se sobressai ao método convencional em relação a melhora de capacidade funcional e força muscular inspiratória e como objetivo secundário realizar uma avaliação quanto ao impacto do TMI na função pulmonar e no tempo de internação, sendo aplicado em 42 pacientes com idade de 30 a 70 anos em PO de revascularização do miocárdio desde o primeiro dia de PO até a alta hospitalar.

Todos os pacientes foram avaliados um dia antes da cirurgia e em sua alta hospitalar com prova de função pulmonar (CV avaliada com ventilômetro analógico Ferraris Mark 8 Wright Spirometer e pico de fluxo expiratório avaliado com pico de fluxo Mini Wright®),

força muscular respiratória (manovacuômetro analógico Indumed®) e capacidade funcional (TC6).

Os pacientes foram divididos em dois grupos, o primeiro grupo TMI convencional (TMI-C) e o segundo grupo TMI baseado em LA (TMI-LA). Os pacientes foram manejados com base no protocolo da instituição, que consistia em condutas de PO, ventilação não invasiva, exercícios respiratórios, cinesioterapia, cicloergometria e deambulação.

No grupo TMI-C os pacientes tiveram avaliação da P_{Imáx} e o TMI foi iniciado com PowerBreathe Knectic Series® em 40% da P_{Imáx}, com três séries de quinze repetições duas vezes ao dia até a alta hospitalar.

Já no grupo TMI-LA os pacientes tiveram exercícios prescritos conforme o seu limiar glicêmico apresentado no primeiro dia de PO, o limiar foi avaliado a cada finalização de nível de carga imposto em um teste de resistência dos músculos inspiratórios com PowerBreathe Knectic Series® por até 10 estágios de 15 repetições, sendo iniciado com 10% do valor de P_{Imáx} sofrendo um aumento de 10% a cada nível do teste.

Após esse teste a carga utilizada no TMI do grupo TMI-LA foi correspondente ao menor valor glicêmico apresentado entre os níveis de carga aplicados no teste, sendo assim, foi regulado carga de 10% da P_{Imáx} e após as repetições era realizada avaliação da glicemia, outra regulagem para carga de 20% seguida de repetições, avaliação da glicemia e assim sucessivamente até que o paciente não abrisse mais a válvula do equipamento ou fosse impossibilitado de prosseguir.

A medição da carga do dispositivo ocorria a cada quatro dias e o TMI foi aplicado em três séries de quinze repetições em duas vezes ao dia até a alta hospitalar, sendo que em média, os pacientes apresentavam um limiar de 20% da P_{Imáx}, e em média de 35% da carga entravam em exaustão.

Como resultado, houve uma redução da CV e do pico de fluxo expiratório na alta hospitalar em relação ao pré-operatório em ambos os grupos. Em questão de força muscular inspiratória e expiratória ambos os grupos apresentaram valores inferiores na alta hospitalar, mas o grupo TMI-LA obteve menor distanciamento entre os valores do que o grupo TMI-C. Na capacidade funcional submáxima, ambos apresentaram valores inferiores na DTC6 em alta hospitalar, mas numa comparação entre os grupos o grupo TMI-LA percorreu 37 metros a mais que o grupo IMT-C. Também houve uma redução no tempo de internação hospitalar dos pacientes do grupo TMI-LA em relação ao grupo TMI-C.

Sendo assim, concluiu-se que o TMI baseado no LA se mostra mais efetivo do que o TMI linear de 40% de P_{Imáx} em parâmetros de força muscular inspiratória, capacidade funcional submáxima e no tempo de internação hospitalar.

Turquetto A. et. al. (2021) realizou um ensaio clínico randomizado controlado com objetivo de constatar o efeito de um treinamento físico aeróbio e de um treinamento muscular respiratório sobre a capacidade funcional, função pulmonar e controle autonômico de 42 pacientes com idade de 12 a 30 anos em PO de Fontan (conexão cavo-pulmonar total) com duração de quatro meses

Antes e após o período de intervenção, todos os pacientes foram avaliados quanto a sua capacidade funcional (pico de VO₂ com teste de esforço em esteira rolante, Sensor Medics - Vmax Analyzer Assembly e Encore 29S e protocolo de rampa Balke modificado individualmente); capacidade submáxima (TC6); função pulmonar (volumes e capacidades pulmonares, máximas e pressão respiratória com Elite DL Medgraphics, Minneapolis, MN); controle autonômico (microneurografia); pletismografia de oclusão venosa no antebraço, força de preensão manual análise de musculatura da coxa por ressonância; aplicação de questionário SF-36 de qualidade de vida e questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). .

Os pacientes foram divididos em três grupos, sendo o primeiro deles o grupo AET submetido a treinamento de exercícios aeróbicos, o segundo deles o grupo TMI submetido a TMI e o terceiro deles o grupo NET de controle com treinamento sem exercícios.

O grupo AET teve treinamento consistido em 40min de esteira, 15min de treinamento de resistência e 5min finais de resfriamento e alongamento durante quatro meses três vezes por semana em sessões de 60min, totalizando 48 sessões. Já o grupo TMI utilizou o aparelho POWERbreathe® a 60% da P_{Imáx} individual diariamente durante quatro meses com frequência de três séries de trinta repetições, sendo orientados a realizar as inspirações com uso da musculatura diafragmática tentando expandir a caixa torácica no intuito de evitar a ativação da musculatura acessória.

Como resultado de nível de atividade física encontrado através do IPAQ indicou 10 pacientes sedentários, 11 com insuficiência ativa, 10 ativa e 1 muito ativa; sobre capacidade funcional identificaram um aumento significativo no VO₂ de pico, pico previsto para idade e pico absoluto no VO₂ de pico previsto para a idade no grupo AET e um aumento menor desses valores no grupo TMI e nenhuma alteração no grupo NET. Além disso, os grupos AET e TMI melhoraram a DTC6 após a intervenção sem diferença entre si.

Os resultados de função pulmonar apontaram um aumento significativo de P_{Imáx}, CVF e VEF1 no grupo TMI em relação aos outros grupos, além de elevação da ventilação voluntária máxima. O grupo AET não apresentou nenhuma modificação de parâmetros funcionais pulmonares.

Já nos parâmetros de capacidade autonômica foi observado que houve um aumento da força de preensão manual, redução da atividade do nervo simpático muscular e aumento no fluxo sanguíneo do antebraço no grupo AET em relação aos outros grupos. Não houve alteração na atividade do nervo simpático muscular e no fluxo sanguíneo do antebraço nos grupos TMI e NET.

Conclui-se que o treinamento muscular inspiratório com POWERbreathe® em 60% de P_{Imáx} eleva a força muscular e os valores da espirometria; o treinamento aeróbico desenvolve controle autonômico e força de preensão manual; ambos os treinamentos melhoraram a capacidade funcional em pico de VO₂ havendo maior eficácia no treinamento aeróbico, sendo assim, ambos os treinamentos são importantes no desenvolvimento clínico dos indivíduos.

O uso de POWERbreathe® como meio de intervenção no TMI dos pacientes em PO de cirurgias cardíacas possui alto índice de eficácia. Dos quatro artigos (de um total de dez selecionados para este estudo) que o utilizaram em suas condutas ambos apresentaram resultados favoráveis, sendo que três (aplicado 30%-60% de P_{Imáx}) tiveram aumento significativo na capacidade funcional, capacidade pulmonar e força muscular inspiratória, enquanto que um (10% de P_{Imáx} baseado em LA) resultou em redução da perda de força muscular inspiratória e melhora da capacidade funcional submáxima.

3.3 Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP)

Windmüller P. et. al. (2020) realizaram um ensaio clínico randomizado tendo o objetivo de observar a eficácia do exercício físico em cicloergômetro combinado ao CPAP em 31 pacientes de 40 a 75 anos em PO de revascularização do miocárdio em fase hospitalar de reabilitação cardíaca do segundo ao quarto dia de PO.

Todos os pacientes passaram por avaliações em período pré e pós-operatório, um dia antes da cirurgia e no quarto dia de PO. Foram avaliados a capacidade submáxima (TC6); força muscular respiratória (manovacuômetro digital MVD -300 + 300 cmH₂O); e teste *sit-to-stand* de um minuto.

Os pacientes foram divididos em dois grupos, o primeiro denominado grupo step submetido ao programa fisioterapêutico padrão do hospital, tendo início no PO imediato e

perdurando aos dias de internação, contendo exercícios progressivos que variavam de acordo com o dia de PO, sendo aplicado numa frequência de duas sessões de 25min por dia; o segundo denominado grupo intervenção tiveram o mesmo programa fisioterapêutico padrão do hospital com adição de uma sessão diária de exercícios físicos no cicloergômetro com CPAP (ResMed C-Series Tango colocar símbolo de marca registrada) administrado por meio de máscara facial (Ultra Mirage, ResMed) com níveis de pressão de 10 cm H₂O, do segundo ao quarto dia de PO. O tempo de exercício no cicloergômetro foi estipulado de acordo com os sinais vitais e a tolerância (Escala de Borg) do paciente, sendo o tempo máximo de 20min para o segundo dia e de 30min para o terceiro e quarto dia de PO.

Como resultados, observou-se que em ambos os grupos houve uma redução de capacidade funcional medida pela DTC₆, mas que o grupo de intervenção obteve melhor desempenho tornando a redução não tão significativa quanto no grupo step. Em relação ao tempo de permanência na UTI, o tempo do grupo de intervenção foi significativamente menor. Sobre os parâmetros pulmonares ocorreu uma diminuição significativa na P_{Imáx}, P_{Emáx} no 4º dia pós-operatório em comparação com o pré-operatório em ambos os grupos, acontecendo o mesmo no teste sit-to-stand de 1 min.

4 CONCLUSÃO

Feita uma análise dos dados aqui reunidos ficou evidente que os estudos que apresentaram TMI aplicado através de aparelho POWERbreathe® apresentaram maior eficácia em relação a melhora da capacidade respiratória e força muscular inspiratória, sendo a carga aplicada entre 30% e 60% da P_{Imáx} individual se sobressai ao método de elevação de 10% de P_{Imáx} baseado no limiar glicêmico.

Em relação aos estudos que utilizaram o TMI aplicado através do Threshold® houve um aumento significativo quando a carga do mesmo era regulada acima de 30% da P_{Imáx} se comparado às cargas lineares ou abaixo dessa porcentagem.

O estudo que realizou a implementação do CPAP na intervenção teve como resultado uma redução da perda de capacidade funcional, assim como diminuição do período de internação hospitalar dos pacientes.

É importante lembrar que os valores de capacidade funcional tiveram divergência entre os estudos e isso pode ter influência da aplicação de treinamentos combinados ou da ausência deles nas condutas aplicadas.

REFERÊNCIAS

CARGNIN, C.; KARTEN, M.; GUARAGNA, J. C. V. C.; LAGO, P. D. L. 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**. v. 39, n. E1-E7, 2019.

CAVENAGHI, S.; FERREIRA, L. L.; MARINO, L. H. C.; LAMARI, N. M. Fisioterapia respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**. v. 26, n. 3, p. 455-461, 2011.

CORDEIRO, A. L. L.; MASCARENHAS, H. C.; LANDERSON, L.; ARAÚJO, J. S.; BORGES, D. L.; MELO, T. A.; GUIMARÃES, A.; PETTO, J. Inspiratory Muscle Training Based on Anaerobic Threshold on the Functional Capacity of Patients After Coronary Artery Bypass Grafting: Clinical Trial. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**. v. 35, n. 6, p. 942-949, 2020.

CORDEIRO, A. L. L.; MELO, T. A.; NEVES, D.; LUNA, J.; ESQUIVEL, M. S.; GUIMARÃES, A. R. F.; BORGES, D. L.; PETTO, J. Inspiratory Muscle Training and Functional Capacity in Patients Undergoing Cardiac Surgery. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**. v. 31, n. 2, p. 140-144, 2016.

DOS SANTOS, T. D.; PEREIRA, S. N.; PORTELA, L. O. C.; CARDOSO, D. M.; LAGO, P. D.; GUARDA, N. S.; MORESCO, R. N.; PEREIRA, M. B.; ALBUQUERQUE, I. M. Moderate-to-high intensity inspiratory muscle training improves the effects of combined training on exercise capacity in patients after coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial. **International Journal of Cardiology**. v. 297, p. 40-46, 2019.

FONSECA, L.; VIEIRA, F. N.; AZZOLIN, K. O. Fatores associados ao tempo de ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **Revista Gaúcha Enfermagem**. v. 35, n. 2, p. 67-72, 2014.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ª Edição, Editora Elsevier, 2011.

HERMES, B. M.; CARDOSO, D. M.; GOEMS, T. J. N.; SANTOS, T. D.; VICENTE, M. S.; PEREIRA, S. N.; BARBOSA, V. A.; ALBUQUERQUES, I. M. Short-term inspiratory muscle training potentiates the benefits of aerobic and resistance training in patients undergoing CABG in phase II cardiac rehabilitation program. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**. v. 30, n. 4, p. 474-481, 2015.

MEHTA, J. N.; KAMAT, H.; GANJIWALE, J. Maximum inspiratory pressure of the patients after open-heart surgery following physiotherapy. **Natl J Physiol Pharm Pharmacol**. v. 10, n. 2, p. 155-158, 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS), Disponível em:
<[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))>
Acesso em: 26 de julho de 2021.

PLENTZ, R. D. M.; SBRUZZI, G.; RIBEIRO, R. A.; FERREIRA, J. B.; LAGO, P. D. et. al. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: meta-analysis of randomized trials. **Arquivos brasileiros de cardiologia**. v. 99, n. 2, p. 762-771, 2012.

TURQUETTO, A. L. R.; SANTOS, M. R.; AGOSTINHO, D. R.; SAYEGH, A. L. C.; SOUZA, F. R.; AMATO, L. P.; BARNABE, M. S. R.; OLIVEIRA, P. A.; LIBERATO, G.; BINOTTO, M. A.; NEGRÃO, C. E.; CANÊO, L. F.; TRINDADE, E.; JATENE, F. B.; JATENE, M. B. Aerobic exercise and inspiratory muscle training increase functional capacity in patients with univentricular physiology after Fontan operation: A randomized controlled trial. **International Journal of Cardiology**. v. 330, p. 50-58, 2011.

VENDRUSCULO, F. M.; DONADIO, M. V. F. Efeitos do treinamento muscular inspiratório em pacientes com fibrose cística. **ASSOBRAFIR Ciência**. v. 6, n. 2, p. 33-41, 2015.

WEBER, M.; KLEIN, U.; WEIGERT, A.; SCHILLER, W.; BAYLEY-EZZIDDIN, V.; WIRTZ, D. C.; WELZ, A.; WERNER, N.; GRUBE, E.; NICKENIG, G.; SINNING, J. M.; GHANEM, A. Use of Pre- and Intensified Postprocedural Physiotherapy in Patients with Symptomatic Aortic Stenosis Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement Study (the 4P-TAVR Study). **Journal of Interventional Cardiology**. v. 2021, 2021.

WINDMOLLER, P.; BODNAR, E. T.; CASAGRANDE, J.; DALLAZEN, F.; SCHNEIDER, J.; BERWANGER, S. A.; BORGHI-SILVA, A.; WINKELMANN, E. R. Physical Exercise Combined With CPAP in Subjects Who Underwent Surgical Myocardial Revascularization: A Randomized Clinical Trial. **Respiratory Care**. v. 65, n. 2, 2020.

ZANINI, M.; NERY, M. R.; LIMA, J. B.; BUHLER, R. P.; SILVEIRA, A. D.; STEIN, R. Effects of Different Rehabilitation Protocols in Patient Cardiac Rehabilitation After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**. v. 39, n. E19-E25, 2019.