



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

DEMY DALILA FIRMINO CAVALCANTE

**TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO COMO ALTERNATIVA
TERAPÊUTICA EM DPOC: EVIDÊNCIA E PERSPECTIVAS.**

**CAMPINA GRANDE
2021**

DEMY DALILA FIRMINO CAVALCANTE

**TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO COMO ALTERNATIVA
TERAPÊUTICA EM DPOC: EVIDÊNCIA E PERSPECTIVAS.**

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. Dr. Magno M. F. Formiga G. de Oliveira

**CAMPINA GRANDE
2021**

C376t Cavalcante, Demy Dalila Firmino.
Treinamento com restrição do fluxo sanguíneo como alternativa terapêutica em DPOC [manuscrito] : evidência e perspectivas / Demy Dalila Firmino Cavalcante. - 2021.
32 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Magno M. F. Formiga G. de Oliveira , Departamento de Fisioterapia - CCBS."

1. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. 2. Hipertrofia. 3. Desempenho físico funcional. 4. Terapia por exercício. I. Título

21. ed. CDD 615.82

DEMY DALILA FIRMINO CAVALCANTE

TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO COMO ALTERNATIVA
TERAPÊUTICA EM DPOC: EVIDÊNCIA E PERSPECTIVAS.

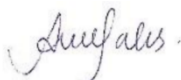
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado ao Departamento do Curso de
Fisioterapia da Universidade Estadual da
Paraíba como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em: 29/04/2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Magno M. F. Formiga G. de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



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



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

À minha mãe Simone, minha avó Rozilda,
meu avô/pai Severino e minhas tias Andréia
e Sonali, pelo apoio incondicional, por me
incentivarem e por acreditarem no meu
potencial nas vezes que nem eu mesma
acreditei, DEDICO.

“Tudo o que a mente humana pode
conceber, ela é capaz de conquistar.”

Napoleon Hill

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BC- Baixa carga

BCRFS- Baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo

BFR- Blood Flow Restriction

CAT- COPD Assessment Test

DPOC- Doença pulmonar obstrutiva crônica

ECG- Eletrocardiograma

FCR- Frequência Cardíaca de Reserva

FITT- Frequência, intensidade, tempo e tipo

GOLD- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease

HULW/ UFPB- Hospital Universitário Lauro Wanderley/Universidade Federal da Paraíba

IMC- Índice de massa corporal

MC- Carga moderada

MMII- Membros inferiores

mMRC- Medical Research Council modificada

MMSS- Membros superiores

O₂- Oxigênio

PA- Pressão arterial

RFS- Restrição do fluxo sanguíneo

RM- Repetição máxima

TA- Treinamento aeróbico

TF- Treinamento de força

TFAI- Treinamento de força de alta intensidade

TFBI- Treinamento de força de baixa intensidade

TFCA- Treinamento de força com cargas altas

TRF- Treinamento com restrição de fluxo

VEF₁- Volume expiratório forçado no primeiro segundo

VO₂ máx- Volume de oxigênio máximo

VO₂ pico- Volume de oxigênio pico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Disfunção musculoesquelética na doença pulmonar crônica	9
1.2 Exercícios resistidos e aeróbicos na doença pulmonar crônica	10
1.3 Treinamento com restrição de fluxo sanguíneo	11
2 MÉTODOS	12
2.1 Estratégia de investigação	12
2.2 Critérios de elegibilidade	12
2.3 Avaliação da qualidade metodológica dos estudos	13
3 RESULTADOS	15
4 DISCUSSÃO	18
4.1 Efeitos fisiológicos do TRF	18
4.2 TRF em populações diversas	19
4.3 Restrição do fluxo sanguíneo e DPOC: achados	20
4.4 Treinamento aeróbico com restrição do fluxo sanguíneo	24
4.5 Aplicação na prática clínica	25
4.5.1 Segurança	27
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28
APÊNDICE A- ESTRATÉGIA PICO	31

TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO COMO ALTERNATIVA TERAPÊUTICA EM DPOC: EVIDÊNCIA E PERSPECTIVAS.

BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING AS A THERAPEUTIC ALTERNATIVE IN COPD: EVIDENCE AND PERSPECTIVE.

Demy Dalila Firmino Cavalcante¹
Magno M. F. Formiga G. de Oliveira²

RESUMO

Introdução: A DPOC é caracterizada por sintomas respiratórios recorrentes e limitação do fluxo aéreo, decorrente de alterações nas vias responsáveis pelo transporte de ar e nas unidades alveolares. Os pacientes com DPOC apresentam uma baixa tolerância ao exercício físico em decorrência de toda a sintomatologia envolvida, sendo essa uma das causas para a aplicação de cargas baixas durante os treinamentos. Por isso, buscou-se uma alternativa eficaz que permitisse trabalhar nas intensidades recomendadas com o mínimo de desconforto ao paciente. **Objetivos:** Este estudo objetivou agrupar evidência existente na literatura sobre o uso do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (TRF) em pacientes com DPOC, visando esclarecer questões relativas à efetividade e segurança da técnica nessa população, teorizando sobre sua aplicação clínica na melhora do desempenho funcional, ganho de força e redução de sintomatologia a exemplo da dispneia, como também propor um protocolo inicial de reabilitação aplicável a esse grupo. **Métodos:** O presente artigo é uma revisão da literatura que objetivou selecionar e analisar estudos disponíveis e relevantes nas bases de dados Pubmed, Scielo, Cochrane Library e nas ferramentas de busca Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde sobre a aplicabilidade do TRF na reabilitação de indivíduos com DPOC. **Resultados:** Dentre os estudos identificados a partir da busca inicial através dos descritores, apenas dois foram considerados elegíveis e se adequaram aos critérios previamente estabelecidos, sendo assim, incluídos nesta revisão. Em ambos, mudanças clínicas significativas foram observadas a partir do uso do TRF, a exemplo do ganho de força, diminuição da sintomatologia característica da patologia em questão e capacidade funcional. **Conclusão:** A partir dos resultados apresentados nos estudos incluídos nesta revisão e de todos os aspectos fisiopatológicos da DPOC, observou-se um potencial positivo de eficácia da técnica nessa população em termos de atenuação da sintomatologia, a exemplo da dispneia, ganho de força e massa muscular, como também melhora no desempenho funcional.

Palavras- chave: Restrição de fluxo sanguíneo. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Hipertrofia. Desempenho físico funcional. Terapia por exercício.

¹Graduanda do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, demydalila@gmail.com

² Professor Doutor do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, magno@miami.edu

ABSTRACT

Introduction: COPD is characterized by recurrent respiratory symptoms and restriction of airflow, due to changes in airways and alveoli. Patients with COPD have low tolerance to physical exercise as a result of all symptoms involved, this being one of the causes to application of low loads during training. Therefore, a research was conducted for an effective alternative that made it possible to work at the recommended intensities with minimal discomfort to the patient. **Purpose:** this study aimed group existing evidence in literature about blood flow restriction training in patients with COPD, aiming to clarify questions relating to effectiveness and security of the technique in this population, theorizing about its clinical application in the improvement of functional performance, strength gain and symptom reduction as dyspnea, as well as proposing a prime protocol of rehabilitation program applicable to this group. **Methods:** this article is a literature review aimed to select and analyze applicable and available studies in the databases Pubmed, Scielo, Cochrane Library and in search tools Academic Google and Virtual Health Library about the applicability of blood flow restriction training in rehabilitation of individuals with COPD. **Results:** among studies identified from the initial research through the descriptors, only two were considered eligible and adapted to the previously established criteria, therefore, included in this review. In both, significant clinical changes were observed from use of BFR, as strength gain and reduction of characteristic symptoms of the present disease and functional capacity. **Conclusion:** from the observed studies included in this review and from all pathophysiological and socioeconomics aspects involving this pathology, a positive potential was observed in the technique effectiveness in this population in terms of symptom reduction as dyspnea, gain of strength and muscle mass and improvement of functional performance.

Keywords: Blood flow restriction training. COPD. Hypertrophy. Physical Functional Performance. Exercise Therapy.

1 INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) foi considerada a terceira maior causa de mortalidade no mundo em 2017 (7%), ficando atrás das doenças cardiovasculares e neoplasias¹⁵ e no Brasil, tem uma prevalência de 17% entre os indivíduos maiores de 40 anos.⁸ Caracterizada por sintomas respiratórios recorrentes e limitação do fluxo aéreo, decorrente de alterações nas vias responsáveis pelo transporte de ar e nas unidades alveolares, a DPOC é geralmente causada por uma inalação significativa de gases tóxicos e outros agentes deletérios. Apresenta-se como uma doença de causas multifatoriais, dentre elas o tabagismo (ativo e passivo), poluição do ar tanto em ambiente externo quanto no doméstico (a partir da queima de combustíveis sólidos), riscos ocupacionais e fatores genéticos.¹⁶

Alguns aspectos devem ser considerados para uma investigação inicial da DPOC, como presença de dispneia, tosse crônica ou secreção produtiva, bem como, relato de infecções respiratórias recorrentes, histórico familiar e exposição aos fatores de risco previamente citados. A partir da observação dos sinais e sintomas, solicita-se a realização do exame de espirometria pós-broncodilatadora, que é uma prova de função pulmonar para quantificar o fluxo aéreo que entra e sai dos pulmões, determinando um diagnóstico positivo para limitação persistente do fluxo de ar quando a relação entre o Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo durante a manobra (VEF_1) e a Capacidade Vital Forçada é menor que 0,70.¹⁶

O sistema GOLD categoriza essa restrição de fluxo aéreo em leve (GOLD 1) quando o $VEF_1 \geq 80\%$ do predito; moderada quando o resultado é $50\% \leq VEF_1 < 80\%$ (GOLD 2) e grave (GOLD 3 e 4) quando o VEF_1 apresenta-se com $30\% \leq VEF_1 < 50\%$.¹⁶

1.1 Disfunção musculoesquelética na doença pulmonar crônica

A DPOC não acomete apenas o sistema respiratório, como proposto por Wasserman et al.³⁴, há uma interdependência entre componentes ventilatórios, circulatórios e musculares. Como engrenagens interligadas, uma disfunção em um desses componentes leva a um acometimento nos demais, seja de sobrecarga ou déficit na funcionalidade.

Aproximadamente 30% dos pacientes com DPOC apresentam fraqueza ou atrofia de quadríceps²⁷, levando a um pior prognóstico e afetando a qualidade de vida e taxas de morbidade e mortalidade.¹ Mudanças morfológicas e biomecânicas dos músculos periféricos, especialmente do quadríceps, associadas a outros fatores de risco para DPOC como o uso de cigarro, estão relacionadas com a intolerância ao exercício físico.¹ Alteração no perfil das fibras musculares também é comumente observada nesta população, com um aumento na porcentagem de fibras (glicolíticas) do tipo II²⁷, bem como, uma elevação dos marcadores inflamatórios, gerando uma cascata de eventos como mecanismo de resposta.¹²

A dispneia é um dos sintomas mais comuns relatados por pacientes com DPOC²⁵ e também é uma das causas do sedentarismo, já que o indivíduo geralmente opta por um estilo de vida com maior inatividade buscando evitar o desconforto e cansaço

excessivos, além de também não apresentar energia suficiente para realizar até mesmo atividades básicas de vida diária, uma vez que a fadiga também é um sintoma presente.

A sintomatologia previamente citada também se relaciona com um quadro de má nutrição na maioria desses indivíduos, conseqüentemente diminuindo a quantidade de energia/ combustível disponível para o músculo, que já está prejudicado em termos de déficit de massa. A sarcopenia, encontrada em aproximadamente 5- 13% de todos os indivíduos com mais de 65 anos de idade e em 20- 40% daqueles com DPOC⁷, apresenta ligação também com a degradação e diminuição da síntese da proteína muscular.

Outra patologia que é conhecida como uma das manifestações mais prevalentes (42,1%) de origem não-pulmonar da DPOC é a osteoporose.¹⁰ Além do já conhecido comprometimento ósseo, na osteoporose também se observa alterações na função musculoesquelética e conseqüente aumento do risco de queda e fraturas, bem como valores de VEF₁ pós-uso de broncodilatador significativamente menores quando comparado a indivíduos com percentual de massa óssea normal.¹⁰ O quadro observado nessa condição clínica também faz com que essa população tenha dificuldade na realização de exercícios físicos, principalmente aqueles de maior intensidade, impondo barreiras à realização de exercícios aeróbicos e resistidos com cargas adequadas, que são essenciais para reduzir os riscos associados e melhorar a função e qualidade de vida.²

1.2 Exercícios resistidos e aeróbicos na doença pulmonar crônica

O exercício é uma intervenção eficaz que busca promover alterações a nível musculoesquelético e cardiovascular, reduzindo as tensões sobre o sistema respiratório do paciente, uma vez que estão todos interligados. A grande problemática envolvendo o treinamento resistido para pacientes com DPOC está na quantidade inadequada de carga que acaba sendo imposta durante a reabilitação, sendo esta inferior à recomendada de acordo com as Diretrizes do Colégio Americano de Medicina do Esporte (2013)² e, portanto, sendo por vezes insuficiente para promover de maneira otimizada e significativa alterações fisiológicas e metabólicas.

As recomendações *FITT* para indivíduos com DPOC em termos de exercício aeróbico é de uma intensidade leve para alívio da sintomatologia e vigorosa se for bem tolerado pelo paciente. Já com relação aos exercícios resistidos propõe-se seguir o

modelo *FITT* para idosos saudáveis, sendo assim, intensidades moderadas (60- 70% de 1RM) e leve (40- 50% de 1RM) para aqueles iniciando o programa de treinamento.²

Porém, como previamente citado, os pacientes com DPOC apresentam uma baixa tolerância ao exercício físico em decorrência de toda a sintomatologia respiratória envolvida e típicas disfunções do sistema osteomuscular e articular também presentes nessa população, resultando na aplicação de cargas baixas durante o treinamento físico. Assim, o treinamento leve-moderado associado à restrição do fluxo sanguíneo representa uma alternativa ao treinamento de alta intensidade, promovendo ganhos de força e hipertrofia a partir da utilização de cargas mais baixas.

1.3 Treinamento com restrição de fluxo sanguíneo

Também conhecido como *Kaatsu Training*, *Blood Flow Restriction Training* e treinamento com oclusão vascular, o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (TRF), assim como o nome sugere, é um método no qual há uma oclusão parcial do fluxo arterial e total do fluxo venoso durante o exercício a partir de um sistema de torniquete colocado na região mais proximal da vasculatura em questão,²⁸ seja no membro inferior ou superior, possibilitando o fortalecimento muscular com cargas baixas, poucas repetições e em um curto intervalo de tempo,¹⁴ porém, de forma otimizada e eficiente.

Além do fortalecimento, também foi observada eficácia desse tipo de treinamento na hipertrofia muscular e resistência a partir do aumento do aporte sanguíneo e oxigenação na musculatura trabalhada.²⁰ Há também um entendimento de que o treinamento aeróbico em associação com a restrição do fluxo sanguíneo tenha a capacidade de favorecer maiores ganhos de capacidade aeróbica quando comparado ao treinamento sem oclusão vascular.¹⁴

Com relação ao torniquete, podem ser utilizados desde acessórios com um custo mais acessível como elásticos, *therabands*, faixas de restrição e esfigmomanômetro²⁶ como também aqueles mais tecnológicos, a exemplo do *Delfi PTS* (*Delfi Medical Innovations INC*, EUA). Além disso, as evidências apontam a importância da adequação individualizada da pressão do manguito (*Cuff*) a partir do tamanho do mesmo e da circunferência do membro em questão.³³ Em indivíduos adultos saudáveis foi observado

que, com pressões semelhantes, manguitos maiores proporcionaram uma percepção e resposta cardiovascular melhores quando comparados aos de menor tamanho.³³

O TRF vem sendo uma alternativa eficiente para aumento da capacidade aeróbica em indivíduos saudáveis,¹⁴ ganho de força e massa muscular em diferentes populações a exemplo de pacientes em reabilitação pós-cirurgia de joelho, atletas, idosos⁶ com e sem comorbidades, na reabilitação de doenças respiratórias, musculoesqueléticas, cerebrovasculares, obesidade e diabetes mellitus.²²

Diante do exposto, este estudo objetivou agrupar a evidência existente na literatura sobre o uso do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo em pacientes com DPOC, visando esclarecer questões relativas à efetividade e segurança da técnica nessa população, teorizando sobre sua aplicação clínica na melhora do desempenho funcional, ganho de força e redução de sintomatologia a exemplo da dispneia, como também propor um protocolo inicial de reabilitação aplicável a esse grupo.

2 MÉTODOS

O presente artigo é uma revisão integrativa da literatura, realizada de forma sistemática, que objetivou selecionar e analisar estudos disponíveis e relevantes sobre a aplicabilidade do TRF na reabilitação de indivíduos com DPOC.

2.1 Estratégia de Investigação

A pergunta norteadora desta revisão para a busca de estudos foi “Qual a eficácia do treinamento físico com restrição do fluxo sanguíneo no ganho de força e massa muscular e capacidade aeróbica em indivíduos com DPOC

Em ordem de alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma busca de estudos publicados em português e inglês, sem restrição temporal, nas bases de dados Pubmed, Scielo, Cochrane Library e nas ferramentas de busca Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde. Foi utilizada uma combinação de palavras-chave e descritores sobre a temática “restrição de fluxo sanguíneo” e “DPOC”.

2.2 Critérios de elegibilidade

Para serem considerados elegíveis para esta revisão, os estudos deveriam estar disponíveis na íntegra para leitura, se adequar aos aspectos da estratégia PICO (Apêndice A) e apresentar a aplicação de um protocolo, cuja intervenção fosse com o TRF sem associação com outras técnicas/terapias, em pacientes diagnosticados com DPOC, independente de grau, sexo e idade.

Além da descrição do protocolo, também deveria ser apresentado os desfechos encontrados pós intervenção em cada paciente.

2.3 Avaliação da qualidade metodológica dos estudos

A prática baseada em evidências (PBE) propõe quatro aspectos norteadores e organizacionais para construir a pergunta da pesquisa, bem como, para auxiliar a busca de evidências nas bases de dados disponíveis. Tais aspectos formam a conhecida estratégia PICO, acrônimo para Paciente/População, Intervenção, Comparação e Outcomes/Desfecho.²⁹

Para avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos foram utilizados a escala PEDro (Quadro 1), específica para ensaios clínicos randomizados e composta por 11 critérios, o primeiro não sendo contabilizado, e uma versão adaptada do checklist de avaliação crítica para relatos de casos, proposta pelo JBI- *Joana Briggs Institute*¹⁸ (Quadro 2).

Quadro 1- Avaliação de qualidade metodológica de ensaios clínicos segundo escore da escala PEDro.

PEDro	Neto, 2018
Os critérios de elegibilidade foram especificados.	Sim
Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos.	Sim
A alocação dos sujeitos foi cega.	Sim
Inicialmente os grupos eram similares no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes.	Sim
Todos os sujeitos participaram de forma cega do estudo.	Não

Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega.	Não
Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado- chave fizeram-no de forma cega.	Sim
Mensurações de pelo menos um resultado - chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos.	Sim
Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensurações de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse caso, fez-se a análise de dados para pelo menos um dos resultados- chave por “intenção do tratamento”	Sim
Os resultados das comparações estatísticas intergrupos foram descritos para pelo menos um resultado- chave.	Sim
O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado- chave.	Sim
Total	8

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

Quadro 2- Checklist adaptado da JBI para avaliação crítica de relatos de casos, 2017.

Qualidade metodológica	Sim	Não	Não está claro
As características demográficas do paciente foram claramente descritas?	X		
A história do paciente foi claramente descrita e apresentada em uma linha do tempo?	X		
A condição clínica do paciente em questão foi claramente descrita?	X		
Os testes diagnósticos e métodos de avaliação foram claramente descritos?	X		

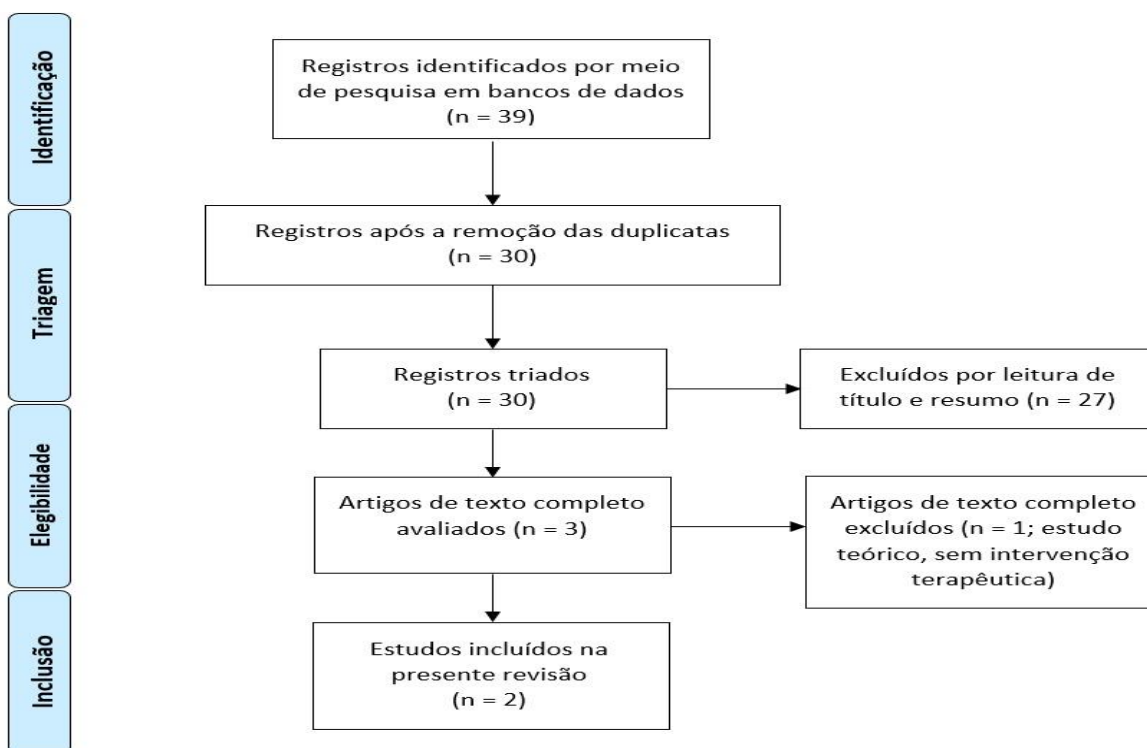
A intervenção ou tratamento foram claramente descritos?	X		
A condição clínica pós intervenção foi claramente descrita?	X		
Eventos adversos ou inesperados foram identificados e descritos?	X		
O relato de caso promoveu alguma lição?	X		

Fonte: *Critical Appraisal Checklist for Case Reports*, Joanna Briggs Institute, 2017.

3 RESULTADOS

Ao todo, a estratégia de busca identificou 39 estudos nas bases de dados utilizadas. Os detalhes do processo de seleção de acordo com as diretrizes de relatórios PRISMA (Principais Itens para Relatar em Revisões Sistemáticas e Meta- análises) são apresentados na Figura 1. Com relação à qualidade metodológica dos mesmos, a partir de instrumentos de avaliação específicos para cada desenho de estudo, ambos foram identificados como de alta qualidade, o de Neto²⁴ alcançando uma pontuação 8/10 na escala PEDro (Quadro 1) e o de Kohlbrenner¹⁹ satisfazendo todos os critérios metodológicos esperados em um relato de caso.

Figura 1- Fluxograma de seleção dos estudos



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

O estudo de Neto (2018)²⁴ foi realizado com pacientes diagnosticados com DPOC, GOLD graus 2 e 3, que já recebiam tratamento no Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba e a partir da randomização, divididos em três grupos: controle, treinamento de força com carga moderada e treinamento de força com carga baixa em associação com a restrição do fluxo sanguíneo.

No decorrer do programa foram realizadas comparações entre os resultados proporcionados por um treinamento de força com cargas baixas em associação com a restrição de fluxo e um treino isolado de força com cargas elevadas.

Já o de Kohlbrenner¹⁹, publicado em 2021, foi realizado com uma paciente idosa diagnosticada com DPOC grau 2B, de acordo com as diretrizes da GOLD, que também apresentava comorbidades como a fibromialgia e a osteopenia, além de um quadro importante de dispneia. Por sua vez, utilizou o TRF com cargas baixas a fim de otimizar a tolerância ao treino de força com cargas altas, aplicado nas sessões seguintes.

Em ambos, mudanças clínicas significativas foram observadas a partir do uso da TRF, a exemplo do ganho de força, diminuição da sintomatologia característica da patologia em questão e capacidade funcional.

Dados sobre autor, desenho do estudo, amostra e intervenções utilizadas, assim como, detalhes sobre os protocolos aplicados em cada estudo são apresentados respectivamente nos Quadros 3, 4 e 5.

Quadro 3- Dados sobre autor, data de publicação, desenho do estudo, amostra, e intervenções utilizados nos estudos incluídos nesta revisão, 2021.

Autor	Data de publicação	Desenho do estudo	Amostra	Intervenções
Neto	2018	Ensaio clínico randomizado	17 indivíduos diagnosticados com DPOC GOLD graus 2 e 3.	Grupo 1: Treino de força com baixa carga + restrição de fluxo (BCRFS) Grupo 2: Treino de força com carga moderada (MC) sem restrição de fluxo sanguíneo. Grupo 3: grupo controle com terapia pulmonar convencional.

Kohlbrenner et al.	2021	Relato de caso	Uma mulher com 62 anos de idade com DPOC grau 2B	Treino de força com baixa carga + restrição do fluxo sanguíneo e Treino de força com cargas elevadas.
--------------------	------	----------------	--	---

Abreviações: GOLD= Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease; BCRFS= Baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo.

Quadro 4- Protocolo utilizado com os participantes da pesquisa de Neto, 2018.

Grupos	Protocolo
Controle	20 min- Terapia pulmonar convencional de acordo com a sintomatologia. Ex: higiene brônquica, alongamento e reeducação funcional respiratória.
TF com carga moderada	10 min- Terapia pulmonar convencional 3 séries de 8 repetições de TF para extensores do joelho e flexores e extensores do cotovelo Carga: 60% de 1RM 2 min de intervalo entre as séries
TF com baixa carga + RFS	10 min- Terapia pulmonar convencional 4 séries de 12 repetições de TF para extensores do joelho e flexores e extensores do cotovelo Carga: 30% de 1RM 1 min de intervalo entre as séries, momento em que o manguito era desinflado Manguito inflado a 50% da RFS

Abreviações: TF = Treinamento de força; RFS = Restrição do fluxo sanguíneo; 1RM = Uma repetição máxima.

Quadro 5- Síntese do protocolo utilizado no estudo de Kohlbrenner et al., 2021.

Intervenção	Protocolo
BCRFS	Manguito inflado a 70% da RFS Carga: 30% de 1RM 1 série com 30 repetições e 2 séries com 15 repetições cada 45 segundos de descanso entre as séries, momento em que o manguito era desinflado.
TFCA	Carga: 70% de 1RM 1 min de descanso (paciente sentado) 3 séries de 8 - 12 repetições
Treino de <i>Endurance</i>	Bicicleta ergonômica estacionária Duração: 30min

Abreviações: BCRFS = Baixa carga com restrição do fluxo sanguíneo; TFCA = Treino de força com cargas altas; 1RM= Uma repetição máxima.

4 DISCUSSÃO

4.1 Efeitos fisiológicos do TRF

A pressão mecânica exercida pelo manguito limita parcialmente o fluxo sanguíneo arterial para estruturas periféricas e totalmente o retorno venoso, ocasionando uma diminuição da quantidade de oxigênio disponível para o tecido muscular.³⁰

A hipóxia e o acúmulo de sangue dentro dos capilares do membro ocluído (eritema) em decorrência da alteração no fluxo venoso, gera um aumento na quantidade de metabólitos, assim como, do volume celular, do anabolismo intramuscular, do recrutamento de fibras musculares e uma diminuição da ação catabólica.³⁰ Esses acontecimentos de ordem mais metabólica, em associação com ações hormonais (a exemplo do hormônio de crescimento) e mecânicas são importantes para uma adaptação muscular pós exercício.^{3,24}

O déficit agudo no fornecimento de oxigênio para o músculo através do TRF também objetiva gerar uma atenuação nas fibras de contração lenta (tipo I), diminuindo sua resposta ao treinamento físico em curso. Dessa forma, aumentando o recrutamento

e ativação das fibras glicolíticas (tipo II), de contração rápida, para gerar uma resposta mais ágil e adequada ao estímulo.⁹

4.2 O uso do TRF em populações diversas

Bryk et al. Em 2016⁵ relataram em um ensaio clínico randomizado que o uso da restrição de fluxo sanguíneo com cargas baixas resultou em alívio das dores na região anterior do joelho durante o treinamento, força do quadríceps e capacidade funcional semelhantes quando comparado à prática isolada do treino com cargas altas, mas sobressaiu-se no quesito diminuição da dor anterior no joelho durante os treinos em mulheres com osteoartrite nessa região. Tal observação sobre a dor anterior no joelho pode ser explicada uma vez que o TRF com baixas cargas ocasiona um menor estresse nessa articulação, como apresentado por Ferraz et al. (2018)¹³ e ainda nesta perspectiva, a eficácia do TRF também é relatada na reabilitação de pacientes com lesão ligamentar, como mostrado no ensaio clínico randomizado de Erickson et al. (2019)¹¹

Alterações hormonais observadas em mulheres pós menopausa, quando unidas a outros fatores, podem aumentar as chances de ter osteoporose, e essa população, como já apresentado previamente nesta revisão, apresenta uma menor tolerância ao exercício físico, porém beneficia-se com a prática do mesmo. No estudo de Linero e Choi (2021)²¹ o TRF durante o treinamento resistido de baixa intensidade revelou-se mais uma vez eficaz para aumentar a força muscular, marcadores de formação óssea, concentração de lactato, equilíbrio em mulheres pós menopausa e ainda representou um menor risco de lesão em relação à prática com cargas altas.

Em adição, um estudo de Neto et al. Em 2018²³ objetivou avaliar o efeito crônico sobre a força dinâmica máxima de mulheres com osteoporose a partir do treinamento de força de alta intensidade (TFAI), treinamento de força de baixa intensidade (TFBI) e treino aeróbico (TA), sendo os dois últimos combinados ao TRF. Observou-se que embora todos promovessem ganhos efetivos em termos de força, o TFBI em associação ao TRF apresentou-se mais promissor e tolerável para essa população.

Com relação aos indivíduos com algum acometimento de ordem cardiovascular, em estudo publicado em 2019 sobre o efeito do TRF mais exercício resistido em pacientes com insuficiência cardíaca quando comparado com o condicionamento

isquêmico remoto, Groennebaek et al.¹⁷ observaram que o primeiro apresentou melhores resultados no teste de caminhada de 6 minutos, aumentou força isométrica e função mitocondrial.

Em 2020, o efeito do exercício com restrição do fluxo sanguíneo de forma contínua e intermitente na hemodinâmica de mulheres com hipertensão controlada, dos 40 aos 65 anos de idade, foi observado a partir de um protocolo de exercícios para os membros inferior e superior direitos. As variáveis mensuradas foram a pressão arterial sistólica e diastólica e frequência cardíaca. Os resultados mostraram que não houve mudanças significativas dentre os aspectos estudados, entretanto, o exercício resistido com restrição intermitente do fluxo sanguíneo mostrou-se mais aceitável para a população em questão.³¹

Há contradições na literatura disponível no que se refere aos efeitos agudos e crônicos da restrição do fluxo sanguíneo nas variáveis hemodinâmicas, principalmente em indivíduos com alguma comorbidade. Desse modo, fica evidente a necessidade de produção de mais estudos a respeito dessa temática, levando em consideração todos os efeitos comprovados e potenciais da aplicação desta técnica em outras populações já evidenciados no meio científico.

4.3 Restrição do fluxo sanguíneo e DPOC: achados

O primeiro artigo que propôs discutir o uso da restrição de fluxo sanguíneo em pacientes com DPOC, baseado nos resultados encontrados em outras populações, foi uma revisão publicada em 2014 por Thiebaud, Loenneke e Abe³³, intitulada “DPOC e perda muscular: restrição de fluxo sanguíneo é um tratamento potencial?”, através da qual os autores concluíram que o TRF era uma possibilidade terapêutica para elevar os níveis de força, massa muscular e função nesses pacientes e em casos de impossibilidade na realização do exercício, por uma aguda exacerbação da sintomatologia por exemplo, a combinação de TRF com estimulação elétrica neuromuscular apresentava-se como uma alternativa potencial para ganho da hipertrofia muscular.

Seguindo essa linha de pesquisa, Neto em 2018²⁴ publicou um ensaio clínico randomizado sobre os efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo

sanguíneo sobre o desempenho físico de pessoas com DPOC. Seguindo um protocolo com duração de seis semanas nas quais seria comparado o efeito do treinamento de força com e sem a RFS, as variáveis de capacidade pulmonar, dispneia, desempenho funcional e força dinâmica máxima (1RM) foram avaliadas, todas de extrema importância para uma melhor resposta à reabilitação de pacientes com DPOC e para predição de mortalidade e qualidade de vida.

O estudo experimental e duplo-cego foi realizado com indivíduos que já recebiam tratamento para DPOC no setor de pneumologia do HULW/ UFPB, sendo o médico responsável pelo setor aquele que encaminharia para o Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano os pacientes considerados elegíveis a partir dos critérios de inclusão previamente estabelecidos, ou seja, diagnosticados com doença pulmonar obstrutiva crônica moderada ou grave de acordo com as diretrizes da GOLD, possuir mais de 60 anos de idade, que faziam uso de pelo menos duas substâncias corticoides como parte do tratamento medicamentoso, que auto relataram ser ex-fumante há pelo menos 2 anos, com ausência de comorbidades locomotoras ou neurológicas que impossibilitasse a realização dos testes propostos, sem exacerbação sintomatológica e estável há pelo menos 8 semanas antes do início do treinamento.

Para uma segunda etapa de triagem, após avaliação, os indivíduos pré-selecionados que apresentassem índice tornozelo braquial (preditor independente de eventos cardiovasculares) entre 0,9 e 1,3, valor igual ou maior que 2 na escala modificada MRC para dispneia e distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos menor que 500m, entrariam no processo de randomização. Como resultado, 17 indivíduos (9= sexo masculino e 8= sexo feminino) foram agrupados em: grupo controle, TF de carga moderada e TF de baixa carga com RFS e foram avaliados antes do início do treinamento, após a terceira semana e ao término do estudo na sexta semana.

O primeiro encontro foi voltado para orientação sobre o transcorrer das sessões, familiarização com os exercícios de extensão do joelho e flexão e extensão do cotovelo que seriam realizados, assim como, determinação da pressão de RFS para cada indivíduo, calculada com um manguito posicionado na porção mais proximal dos membros superior e inferior e um doppler vascular portátil para acompanhar o fluxo sanguíneo nas artérias tibial posterior e braquial. A inflação do manguito se deu até o

pulso se tornar inaudível a partir da ausculta, a partir desse valor de oclusão total foi calculado 50% que seria a pressão utilizada no decorrer das sessões.

Diferenças significativas nos níveis de Volume expiratório forçado no primeiro segundo e sua relação com a Capacidade vital forçada não foram observadas. Com relação à dispneia, diferenças significativas não foram encontradas através do mMRC, em contrapartida, os valores das escalas visual de Borg e dispneia-12, também utilizadas para avaliação, divergiram de forma significativa com uma redução de 7 pontos para o grupo BCRFS e 5 pontos para o grupo MC. Já no teste de caminhada de 6min foi identificada diferença entre os momentos pré e pós treinamento nos grupos BCRFS e MC de 29% e 26%, respectivamente.

Por fim, na análise da força dinâmica, os movimentos de extensão do joelho e flexão e extensão do cotovelo apresentaram diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os grupos, com os grupos experimentais apresentando níveis superiores de força quando comparados ao controle. No aspecto tempo, para o membro inferior o BCRFS mostrou variações maiores no decorrer das três avaliações e para o membro superior a diferença apareceu na avaliação após a 6ª semana.

As limitações do estudo encontram-se no fato de, apesar de diagnosticados com a mesma patologia, os indivíduos apresentarem particularidades que podem interferir no tratamento, a exemplo da dieta e da terapia medicamentosa, variáveis ainda pouco evidenciadas na literatura. Entretanto, Neto (2018) considerou, a partir dos resultados obtidos com sua pesquisa, que o treinamento de força de baixa carga quando associado à RFS mostra-se superior para as variáveis dispneia, desempenho funcional e força em comparação ao treino convencional com carga moderada.

O segundo estudo incluído nesta revisão é um relato de caso publicado em 2021 por Kohlbrenner et al.¹⁹ cujo objetivo era descrever a aplicação do treinamento de força em ordem de otimizar a tolerância ao treino de força com cargas altas. A paciente era uma mulher de 62 anos de idade diagnosticada com DPOC grau 2B, ou seja, moderada em termos de VEF₁ e de baixo risco (poucas exacerbações) com mais sintomas (mMRC) de acordo com as diretrizes da GOLD.

Além do diagnóstico principal de DPOC e de um grave quadro de dispneia que prejudicava sua qualidade de vida e dificultava a realização de atividade básicas de vida

diárias, a paciente apresentava comorbidades importantes que afetavam diretamente o quadro clínico: a fibromialgia e a osteopenia, que em conjunto, aumentam a intolerância ao exercício físico e potencializam o quadro algico, fato que já havia sido relatado pela mesma através das dores articulares nos joelhos, punhos e dedos, gerando uma apreensão quanto a exacerbação durante o treinamento.

Alguns testes foram realizados antes do início do treinamento, dentre eles: Teste de exercício cardiopulmonar com a bicicleta ergométrica (10 watts/min); Teste de função pulmonar pós uso de broncodilatador a partir dos valores de VEF₁, CVF e capacidade pulmonar de difusão de CO₂; força isométrica dos extensores e flexores do joelho através de um dinamômetro manual e “*break test*”; teste de caminhada de 6min, teste sentar e levantar de 1min; força dinâmica através da 1RM estimada por testes submáximos; sintomatologia a partir do CAT e pressão de oclusão da artéria dorsal do pé com auxílio de um mini- doppler.

Os resultados encontrados a partir dos testes iniciais mostraram comprometimento na captação de oxigênio e força dos membros inferiores, porém, capacidade funcional mantida. Tais fatos em associação com o relato da paciente e sintomatologia, foram levados em consideração ao pressupor que a mesma apresentaria uma maior intolerância e risco frente a exercícios com cargas elevadas.

O programa de reabilitação contava com intervenções a partir de BCRFS, TFCA e *endurance*, sendo as 12 primeiras sessões de BCRFS com colocação bilateral do manguito na região mais proximal do membro inferior e realização de exercícios de flexo-extensão do quadril e flexo- extensão do joelho em máquinas e as 12 sessões seguintes de TFCA com os mesmos exercícios. O treino de *endurance* foi realizado ao longo do programa.

Em resposta ao protocolo aplicado, não foram observadas exacerbações ou eventos adversos durante o treinamento, houve uma redução de 6 pontos no escore de sintomas e um aumento da força dos extensores e flexores do joelho. Além disso, também houve aumento no número de repetições e na distância percorrida nos testes de sentar e levantar e teste de caminhadas de 6 min, respectivamente. Entretanto, não foram observadas mudanças significativas nas variáveis pulmonares.

Sobre a perspectiva da paciente diante da aplicação da técnica, sensações e sintomas, a mesma relata que (em tradução livre):

“O treinamento com cargas baixas e restrição do fluxo sanguíneo causou intensa sensação de queimação muscular e fadiga, entretanto, a sensação diminuiu rapidamente quando o manguito foi removido. A falta de ar durante o treinamento com cargas baixas e restrição do fluxo sanguíneo foi fácil de tolerar e foi um alívio para as minhas articulações que não tive que levantar pesos pesados. Eu me senti muito mais confiante quando nós mudamos o regime de treinamento depois de 12 sessões.”

As limitações do estudo foram relativas à ausência de monitorização da saturação de oxigênio durante o treino com restrição de fluxo sanguíneo e à dificuldade em determinar uma origem exata dos ganhos observados nos testes.

Por fim, o treino com restrição do fluxo sanguíneo com baixas cargas foi consideravelmente bem tolerado e aplicável à reabilitação pulmonar e apresentou mudanças significativas em termos de preparação para um treinamento com cargas elevadas, corroborando com Neto (2018)²⁴.

4.4 Treinamento aeróbico com restrição do fluxo sanguíneo em DPOC

Não há na literatura qualquer publicação a respeito de um protocolo de treinamento aeróbico com restrição do fluxo aplicado em pacientes com DPOC, entretanto, diante dos resultados obtidos com estudos em saudáveis podemos inferir um potencial clínico positivo desta técnica.

O consumo de oxigênio representa o volume captado pelos alvéolos transportado através da circulação sanguínea, sendo o VO_2 máximo a variável padrão para mensurar a capacidade funcional e aeróbica.³² Os valores de VO_2 variam de acordo com sexo, idade, modalidade de atividade física que está sendo praticada e sua intensidade, aspectos genéticos e integridade dos sistemas, a exemplo do cardiovascular e respiratório.

Nessa perspectiva, Bennett e Slattery em 2019⁴, publicaram uma revisão sistemática sobre os efeitos do TRF na capacidade e desempenhos aeróbicos, na qual foram incluídos apenas artigos que contassem com avaliações de pré e pós treinamento aeróbico a partir do VO_2 máx ou VO_2 pico, tempo de exaustão e teste de caminhada de 6 minutos com um protocolo de no mínimo duas semanas. Os resultados mostraram que

o exercício aeróbico mais restrição de fluxo em intensidade leves, mas com uma oclusão maior, otimizou tanto o desempenho quanto a capacidade aeróbica em jovens adultos. Em contrapartida, em indivíduos mais velhos esse mesmo treinamento pareceu melhorar apenas o desempenho, sem alterações significativas em termos de consumo de oxigênio.

Em revisão sistemática com meta- análise publicada em 2020, Formiga et al.¹⁴ investigaram os efeitos do treino aeróbico com restrição de fluxo na capacidade aeróbica de adultos saudáveis, a partir de estudos com alocação randomizada de participantes, nos quais o TRF não tenha sido associado com outras técnicas durante os exercícios aeróbicos e cuja medição direta, em vez do consumo máximo de oxigênio tenha sido relatado para cada grupo estudado. As diferenças observadas entre exercícios de baixa a moderada intensidade associados à oclusão vascular comparadas com exercícios de alta intensidade associados à oclusão vascular, podem estar relacionadas, segundo os autores, aos aspectos fisiológicos diferentes em cada modalidade de exercício, a possibilidade de danos musculares e estresse oxidativo nos de alta intensidade e aos efeitos da restrição vascular nos componentes da equação de Fick. Em conclusão, foi observado que mesmo a partir de diferentes modalidades de TA, frequências, intensidades, tempo de oclusão, pressão e tamanho do *cuff*, os níveis de VO₂ máx alcançados foram maiores nos grupos em que o TRF foi implementado.

Portanto, a aplicação da restrição desse fluxo irá afetar diretamente a relação entre transporte arterial e venoso e, por consequência, o consumo de oxigênio máximo. Aplicando aos indivíduos com DPOC que apresentam limitação persistente do fluxo aéreo, os resultados encontrados em termos de capacidade aeróbica e ventilação, mostram como essa população poderia beneficiar-se com essa modalidade de exercício e a necessidade de mais estudos para avaliar essa relação.

4.5 Aplicação na prática clínica

Tendo como base os resultados apresentados no decorrer desta revisão e os estudos de Kohlbrenner¹⁹; Formiga et al.¹⁴; Patterson et al.²⁸; Neto²⁴ e Nascimento²², foram criadas propostas para um programa inicial de reabilitação para treinamento

resistido e aeróbico associados à restrição de fluxo sanguíneo em pacientes com DPOC (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Proposta inicial de programa de reabilitação com Treinamento resistido associado a RFS em DPOC.

Proposta inicial	
Modalidade	Treinamento Resistido
Frequência semanal	2- 3 vezes por semana
Duração mínima total do treinamento	3 semanas
Carga	30- 40% de 1RM
Séries	3-4
Repetições	12-15
Pressão de RFS	50-60%(MMII)
	30-40%(MMSS)
Descanso	30- 60s com manguito desinflado

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Tabela 2- Proposta inicial para programa de reabilitação com Treinamento aeróbico associado a RFS em DPOC.

Proposta inicial	
Modalidade	Treinamento aeróbico
Frequência semanal	2- 3 vezes/ semana
Duração mínima total do treinamento	3 semanas
Intensidade	<50% de VO ₂ máx ou da FCR
Tipo	Bicicleta ergométrica ou caminhada
Pressão de RFS	40- 60%
Duração do exercício	15-20 min

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Além disso, existem algumas variáveis que devem ser conferidas e registradas antes do início do treinamento, sendo elas: a percepção de pressão pelo paciente que pode ser avaliada através de uma escala visual de 0 a 10, sendo 0 nenhuma pressão, 6-7 moderado/pressão ideal onde há oclusão das veias, mas não das artérias e 10 severa²²; medição da circunferência do membro que pode ser realizada com auxílio de uma fita métrica; posicionamento dos manguitos na região mais proximal do membro e cálculo da pressão de restrição. Esta última pode ser obtida a partir da pressão de oclusão vascular total com auxílio do doppler enquanto o manguito estiver inflado, em seguida há um cálculo com a porcentagem escolhida pelo terapeuta, de acordo com as evidências encontradas na literatura, modalidade de treinamento e individualidades do paciente, para então descobrir qual pressão de restrição será utilizada durante o treinamento.

4.5.1 Segurança

Alguns aspectos de segurança devem ser considerados para utilização do treino com oclusão vascular, dentre eles a observação de fatores de risco, como neoplasias malignas; sexo feminino, idade superior a 60 anos, IMC menor que 25 e maior que 30, demonstrando um possível perfil de magreza ou sobrepeso e histórico de tromboembolia venosa. As contraindicações podem ser divididas entre relativas, a exemplo da PA entre 160- 179/ 95-99 mmHg e absolutas, a exemplo da PA de 180/100 mmHg ou mais; presença de arritmias ou isquemia durante ECG e IMC ≥ 30 .^{22,28}

5 CONCLUSÃO

Esta revisão atestou a existência de uma lacuna nas evidências disponíveis na literatura sobre a aplicabilidade do TRF, já bem conceituado e utilizado em outras populações, em indivíduos com DPOC. Porém, a partir dos resultados apresentados nos estudos incluídos nesta revisão e de todos os aspectos fisiopatológicos e socioeconômicos envolvendo esta doença, observou-se um potencial positivo de eficácia da técnica nessa população em termos de atenuação do quadro de dispneia, ganho de força e massa muscular e desempenho funcional. No que se refere a capacidade respiratória, não foram observadas alterações significativas no grupo estudado.

O protocolo inicial de reabilitação foi proposto na perspectiva de apresentar o que já existe na literatura sobre o TRF em diferentes modalidades de treinamento, porém, pensando na realidade do paciente com DPOC e toda a fisiopatologia envolvida. Direcionando o terapeuta para intervalos de intensidade, pressão de RFS e aspectos de segurança e individualidade que devem ser levados em consideração.

Diante do exposto, há necessidade de maior investigação e produção de literatura científica e estudos, de maneira a expandir o conhecimento já existente a respeito do uso do TRF na reabilitação de pacientes com DPOC. Bem como, avaliar outras variáveis, sejam elas sexo, idade ou comorbidades.

REFERÊNCIAS

1. ABDULAI, RM. et al. Deterioration of Limb Muscle Function during Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Am J Respir Crit Care Med.** 2018 Feb 15; 197(4): 433–449.
2. **AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.** Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e prescrição de exercícios. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
3. BARBOSA, MM. Aspectos metabólicos desencadeadores da hipertrofia muscular: revisão da literatura. Biblioteca **de defesas da EEEFTO** - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, Belo Horizonte, 2011.
4. BENNETT, H; SLATERRY, F. Effects of Blood Flow Restriction Training on Aerobic Capacity and Performance: A Systematic Review. **Journal of Strength and Conditioning Research:** February 2019 - Volume 33 - Issue 2 - p 572-583.
5. BRYK, FF et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.** 2016 Feb 22.
6. CENTNER, C et al. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta- Analysis. **Sports Medicine.** 2019, 49:95–108.
7. COSTA, TMRL et al. Sarcopenia na DPOC: relação com a gravidade e o prognóstico da DPOC. **J Bras Pneumol.** 2015;41(5):415-421.
8. CRUZ, MM; PEREIRA, M. Epidemiologia da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica no Brasil: uma revisão sistemática e metanálise. **Ciênc. saúde coletiva.** 2020, vol.25, n.11, pp.4547-4557.

9. CURTY, VM. Efeitos da restrição do fluxo sanguíneo associada ao exercício de força sobre o dano muscular esquelético e o sistema cardiovascular. **Repositório de teses da universidade federal do espírito santo**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, 2018.
10. DUMKE, A et al. Prevalência de osteoporose em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Rev Bras Fisioter**. 2010;14(Supl 1): 347.
11. ERICKSON, LN et al. Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. **Phys Ther** 2019 Aug 1;99(8):1010-1019.
12. FERMONT, JM et al. Biomarkers and clinical outcomes in COPD: a systematic review and meta-analysis. **Thorax**. 2019 May; 74(5): 439–446.
13. FERRAZ, RB et al. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. **Med Sci Sports Exerc**. 2018 May;50(5):897-905.
14. FORMIGA, MF et al. Effect of aerobic exercise training with and without blood flow restriction on aerobic capacity in healthy young adults: a systematic review with meta-analysis. **The International Journal of Sports Physical Therapy**. Volume 15, number 2. April, 2020. Page 175.
15. GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators. Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet Respiratory Medicine**. 1 June 2020. doi:10.1016/S2213-2600(20)30105-3.
16. GOLD.GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE. p.1-164, 2021. Disponível em: <https://goldcopd.org/2021-gold-reports/>.
17. GROENNEBAEK, T et al. Effect of Blood Flow Restricted Resistance Exercise and Remote Ischemic Conditioning on Functional Capacity and Myocellular Adaptations in Patients With Heart Failure. **Circulation: heart failure**. Vol.12, N 12, 2019.
18. JOANNA BRIGGS INSTITUTE. **Critical Appraisal Checklist for Case Reports**. 2017. Disponível em: https://jbi.global/sites/default/files/2019-05/JBI_Critical_Appraisal-Checklist_for_Case_Reports2017_0.pdf
19. KOHLBRENNER, D et al. Blood- flow restricted strength training combined with high-load strength and endurance training in pulmonary rehabilitation for COPD: a case report. **Physical Therapy e rehabilitation journal**. 2021, 14 feb.
20. LARKIN, KA et al. Blood Flow Restriction Enhances Post–Resistance Exercise Angiogenic Gene Expression. **Med Sci Sports Exerc**. 2012 Nov; 44(11): 2077–2083.

21. LINERO, C; CHOI, SJ et al. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. **J Exerc Sci Fit.** 2021 Jan; 19(1): 57–65.
22. NASCIMENTO, DC. Exercício físico com oclusão vascular: métodos para prescrição segura na prática clínica. **Blucher.** São Paulo, **2018**, 76 p.
23. NETO, EAP et al. Walking with blood flow restriction improves the dynamic strength of women with osteoporosis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 2018 march 24(2):135-139.
24. NETO, EAP. Efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre o desempenho físico de pessoas com DPOC. **Repositório institucional da ufpb.** Dissertação de mestrado de pós-graduação em educação física, 2018.
25. O'DONNELL, DE et al. Dyspnea in COPD: New Mechanistic Insights and Management Implications. **Adv Ther.** 2020; 37(1): 41–60.
26. OLIVEIRA, JLD et al. Respostas fisiológicas e perceptivas do treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo: uma comparação entre faixa não elástica e torniquete pneumático. **Movimento Humano, Saúde e Desempenho** 2020, Aug 2 (pp.144-156).
27. PATEL, MS et al. Vastus Lateralis Fiber Shift Is an Independent Predictor of Mortality in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Am J Respir Crit Care Med.** 2014 Aug 1; 190(3): 350–352.
28. PATTERSON, SD et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. **Front Physiol.** 2019 may; 10: 533.
29. SANTOS, CMC; PIMENTA, CAM; NOBRE, MRC. A estratégia de pico para a construção da pergunta e busca de evidências. **Rev Latino-am Enfermagem.** 2007 maio-junho; 15(3).
30. SCOTT, BR et al. Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. **Sports Medicine.** 2014 nov 45(3).
31. SILVA, HG et al. Effect of exercise with continuous and intermittent blood flow restriction on hemodynamics. **Rev Bras Med Esporte** vol.26 no.6 São Paulo Nov./Dec. 2020.
32. STEFANI, C. M. Uma equação nacional para predição do consumo máximo de oxigênio. **LUME repositório digital.** Dissertação de mestrado em cardiologia, 2014.
33. THIEBAUD, RS; LOENNEKE JP; ABE, T. COPD and muscle loss: is blood flow restriction a potential treatment? **Journal of Trainology** 2014; 3:1-5.
34. WASSERMAN, K; HANSEN, J.E.; SUE, D.; WHIPP, B.J.; CASABURI, R. **Principles of Exercise Testing and Interpretation.** Lippincott Williams and Wilkins, 4 ed., 2004.

APÊNDICE A – ESTRATÉGIA PICO

A estratégia PICO foi utilizada para desenvolver a busca baseada na seguinte questão: “Qual é a eficácia do treinamento físico com restrição do fluxo sanguíneo no ganho de força e massa muscular, e capacidade aeróbica em indivíduos com DPOC?”. Abaixo, exemplos da busca em duas das bases de dados utilizadas.

P: Indivíduos com DPOC	I: Treinamento com restrição do fluxo sanguíneo	C: -	O: Força e massa muscular; capacidade aeróbica
COPD (MeSH)	Exercise Training (MeSH)		Oxygen Consumption (MeSH)
Chronic Obstructive Lung Disease (MeSH)	Aerobic Exercise (MeSH)		Muscle strength (MeSH)
Chronic Obstructive Pulmonary Disease (MeSH)	Resistance Training (MeSH)		Aerobic Capacity (KW)
	Blood Flow Restriction (KW)		Muscle Hypertrophy (KW)
	KAATSU Training (KW)		

PubMed: (((COPD) OR (Chronic Obstructive Lung Disease)) OR (Chronic Obstructive Pulmonary Disease)) AND (((Exercise Training) OR (Aerobic Exercise)) OR (Resistance Training)) AND ("Blood Flow Restriction") OR (KAATSU Training))) AND (((Oxygen Consumption) OR (Muscle strength)) OR ("Aerobic Capacity")) OR ("Muscle Hypertrophy"))

Cochrane:

#1 MeSH descriptor: [Pulmonary Disease, Chronic Obstructive] explode all trees

#2 MeSH descriptor: [Exercise] explode all trees

#3 (Blood Flow Restriction):ti,ab,kw

#4 (KAATSU Training):ti,ab,kw

#5 MeSH descriptor: [Oxygen Consumption] explode all trees

#6 MeSH descriptor: [Muscle Strength] explode all trees

#7 #2 AND (#3 OR #4)

#8 #5 OR #6

#9 #1 AND #7 AND #8

Agradecimentos

À Deus pelo dom da vida, por ser refúgio e fortaleza!

À minha família por sempre acreditar em mim e por lutar todos os dias para que eu tivesse a melhor educação. Em especial à mamãe, aquela que é a pessoa mais importante da minha vida, meu coração batendo em outro corpo, minha primeira amiga e confidente, a que moveu céus e terras pra me dar o melhor.

À todas as preciosidades em forma de amizade que conquistei na UEPB e que tornaram a rotina mais leve e agradável.

À Elloise Alves por ser minha melhor amiga e luz na minha vida.

À Luísa Madalena por ser um presente na minha vida, por compartilhar sonhos comigo, embarcar em qualquer que seja a ideia da vez, acreditar em mim e constantemente me incentivar, por me acolher em sua família. Sua amizade me dá forças!

Aos professores pelos constantes ensinamentos.

Ao meu orientador, Magno Formiga, por acreditar no meu potencial e me auxiliar com excelência nesse desafio.