



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UEPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



ELISIO ALVES PEREIRA NETO

**EFEITOS CRÔNICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE
FLUXO SANGUÍNEO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DE PESSOAS COM
DPOC**

JOÃO PESSOA
2018

ELISIO ALVES PEREIRA NETO

**EFEITOS CRÔNICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE
FLUXO SANGUÍNEO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DE PESSOAS COM
DPOC**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa Associado de Pós-
Graduação em Educação Física
UPE/UFPB, como requisito parcial à
obtenção do Título de Mestre.

Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano. Linha de
pesquisa: Cineantropometria e Desempenho Humano.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria do Socorro Cirilo de Sousa

JOÃO PESSOA
2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N469e Pereira Neto, Elisio Alves.

Efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico de pessoas com DPOC / Elisio Alves Pereira Neto. - João Pessoa, 2018.
74 f. : il.

Orientação: Maria do Socorro Cirilo-Sousa.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Antropometria. 2. Desempenho humano. 3. Doença pulmonar obstrutiva crônica. 4. Restrição de fluxo sanguíneo. 5. Terapia por exercício. I. Cirilo-Sousa, Maria do Socorro. II. Título.

UFPB/BC


UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A Dissertação **Efeitos Crônicos do Treinamento de Força com Restrição de Fluxo Sanguíneo sobre o Desempenho Físico de Pessoas com DPOC.**

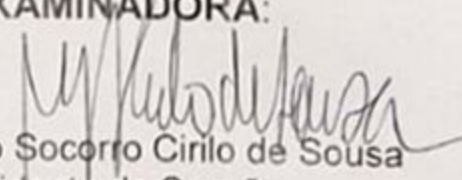
Elaborada por Elísio Alves Pereira

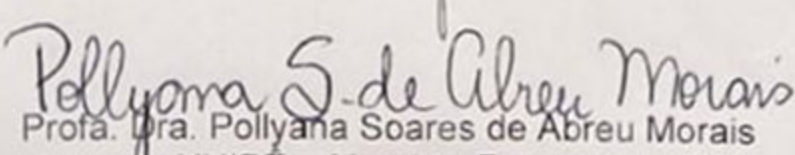
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

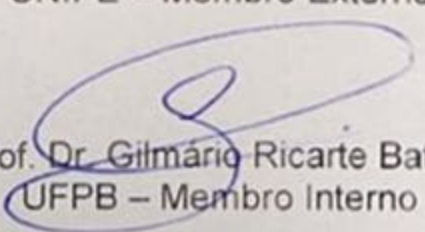
Data: 17 de agosto de 2018


Profa. Dra. Maria do Socorro Brasileiro
Coordenadora – UFPB

BANCA EXAMINADORA:


Profa. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa
UFPB - Presidente da Sessão


Profa. Dra. Pollyana Soares de Abreu Moraes
UNIPÉ – Membro Externo


Prof. Dr. Gilmaric Ricarte Batista
UFPB – Membro Interno

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Jordan, um amigo que há 11 anos entrou na minha vida e desde então vem somando títulos de namorado e agora marido, que espero ter na minha vida até sempre.

E à Maria Rita, por ter apenas 11 anos e conseguir ser maior que muita gente e por ser a irmã mais maravilhosa que eu podia ter.

À Dúnia, minha mãe, que desde sempre me incentivou a estudar e que me proporcionou todas as condições para tal.

Eu amo vocês.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e à Universidade de Pernambuco (UPE), sedes do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física (PAPGEF).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Aos professores do PAPGEF UPE/UFPB pelos ensinamentos durante os dois anos do mestrado.

Ao Professor Dr^o Michael Bembem, da Universidade de Oklahoma, que mesmo em sua curta estadia aqui no Brasil, com toda simplicidade e humildade que demonstrou, foi importante para o meu caminho no mestrado.

Aos professores titulares da banca Prof. Dr. Gilmário Ricarte Batista e Prof^a. Dr^a. Pollyana Soares de Abreu Morais e suplentes Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos e Prof^a. Dr^a. Eliane Araújo de Oliveira que desde a qualificação tiveram disponibilidade em ler o trabalho e realizaram sugestões que só contribuíram para a melhora da dissertação.

À pneumologista Maria Enedina Claudino De Aquino Scuarcialupi do Hospital Universitário Lauro Wanderley pela ajuda no recrutamento dos sujeitos da pesquisa.

Aos voluntários que se dispuseram a participar do estudo, sem eles este mestrado não seria possível.

Ao secretário do PAPGEF UPE/UFPB, Ricardo, por seu excelente trabalho na coordenação, sempre disposto a ajudar todos os alunos e professores, sendo um funcionário público que se destaca dos demais.

Aos amigos do Korean Lovers que tenho espalhados pelo Brasil, e que mesmo longe desde 2011 me acompanham da graduação até aqui, e espero que continuem comigo por muito tempo: Charlie, Leh, Mandh, Dedé, Rafis, Dan, May, Matt, Toother, Mat Rosa, Vic, Luc, Soraya, Sell, Mat R, Renata, So, Caps, Fawn, Dang, Ian, Ponyo, Thallys, Gabes, Ellen, Vini e Caio.

Aos amigos de Inglês, Renan, Marília e Mariana, que não vou seguir estudando com eles, mas que com certeza o maior presente que podia ter ganhado nesses dois anos foi conhecê-los.

Ao Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) que desde 2012 foi minha casa de pesquisa e onde eu aprendi tudo que me permitiu chegar até aqui na pós-graduação e a todos os membros que hoje fazem parte ou que já fizeram parte do laboratório e que com certeza foram muito importantes na minha jornada: Eduardo, Júlio, Kaline, Tiago, Piettra, Antônio, Gabriel, Rodrigo, Hidayane, Leandro, Valbério, Wanessa, Kênia, Thayse, Thaís, Emilly, Pedro Lucena, Allisson, Pedro Luz, Simoni, Eloíse, Jarbas, Bruno, Yago, Rayane e Nayara.

Às minhas amigas do curso de Fisioterapia, Kaísa, Josi, Mayara, Priscila, Ohana, Rayssa e Andressa que sempre torceram por mim em todas as etapas que me propus a vencer.

À professora Socorro que, mesmo sendo de outro departamento, desde o meu terceiro semestre da graduação me deu oportunidade de entrar no mundo da pesquisa, me ajudou a conseguir bolsas e me fez abrir os olhos para a docência e pesquisa, que é o lugar onde eu me encontrei e tenho a certeza do que quero seguir. Com certeza nossa relação não é apenas de orientador e orientando, sabemos que é muito mais que isso, e mesmo quando a orientação acabar, essa relação irá perdurar.

A Marlon e Adeilma que foram pessoas que o mestrado me fez conhecer e que só isso já teria valido a pena ter passado pelo mestrado. Vou torcer sempre por eles e sempre poderão contar comigo. Espero ver os dois realizados nos seus objetivos.

À Joamira que, provavelmente, vai ser a pessoa que eu mais vou sentir falta na minha rotina não só de LABOCINE, onde a gente tinha longas discussões científicas sempre tentando crescer cientificamente e contribuir com o LABOCINE, o programa e a literatura, mas também na minha vida fora do laboratório, que eu não vou ter palavras pra dizer o quanto eu vou sentir falta de conversar, ver, sair e tantas coisas que a nossa amizade proporcionou.

À minha família, em especial àquelas que sempre estiveram comigo desde sempre e que fizeram de tudo desde o incentivo até o apoio financeiro que me permitiu chegar tão longe na pós-graduação, lugar que provavelmente por falta desse apoio elas não tiveram condições de chegar. Por isso, minha avó Tânia, minha tia Danusa, minha mãe e minha irmã são aquelas que eu sempre serei grato, não só por serem minha família, mas por serem A família que eu precisava.

Por fim, a Jordan que entrou na minha vida em 2007 e foi quem me levou ao LABOCINE, continuou me incentivando e também abriu mão de oportunidades acadêmicas para que eu pudesse trilhar meu caminho na pós-graduação. Meu marido que é companheiro não só na vida afetiva, mas também foi essencial para minha carreira profissional.

*“Em muitos caminhos desconhecidos
Eu sigo um pequeno feixe de luz
Isso é algo que faremos juntos até o fim
No nosso novo mundo.”*

(소녀시대 – Into the New World)

RESUMO

O treinamento de força (TF) é uma forma de exercício eficaz para o ganho de força muscular e hipertrofia. Para que se obtenha os benefícios máximos do TF, preconiza-se que ele seja realizado com cargas maiores que 65% de uma repetição máxima (1RM), entretanto existem populações que não suportam cargas elevadas. O TF com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) surge como uma alternativa ao TF com altas cargas, pois se caracteriza pela utilização de cargas menores que 30% de 1RM associado com a RFS para promover ganhos de força e hipertrofia similares ao TF convencional. Pessoas com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) podem se beneficiar desse tipo de exercício já que apresentem disfunção muscular periférica, que gera diminuição do desempenho físico, entretanto não suportam as altas cargas do treinamento convencional. O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre o desempenho físico de pessoas com DPOC. Trata-se de um ensaio clínico randomizado, controlado, paralelo e duplo-cego, no qual 17 sujeitos ($64,56 \pm 7,32$ anos) diagnosticados com DPOC moderada ou grave foram divididos em três grupos sendo eles: BCRFS – TF a 30% de 1RM com 50 % de RFS; MC – TF a 60% de 1RM; e C – controle. A intervenção durou 6 semanas com duas sessões semanais de exercício nas quais os grupos BCRF e MC realizaram os exercícios de extensão do joelho e flexão do cotovelo. Para a análise estatística foram utilizados o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e o ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni* para as possíveis diferenças nas variáveis de interesse. A análise foi realizada no SPSS 22.0 com valor de significância de $p < 0,05$. Não foram observadas diferenças significativas no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), relação VEF_1/CVF (capacidade vital forçada) nem na escala de dispneia do mMRC. O nível de dispneia medido pelas escalas modificada de Borg e Dyspnoea-12 e o desempenho no teste de caminhada de 6 minutos melhoraram nos grupos BCRFS e MC ($p < 0,05$). Em relação à força dinâmica máxima, os grupos BCRFS e MC melhoraram os valores de 1RM para os movimentos de extensão do joelho e flexão do cotovelo ($p < 0,001$) e na extensão do cotovelo, foi observado ganho de força apenas no grupo BCRFS ($p < 0,001$). Conclui-se que o TF com RFS é eficaz para a melhora no desempenho físico de pessoas com DPOC e superior ao TF de MC nas variáveis: dispneia, desempenho funcional e força.

Palavras-chave: Antropometria. Desempenho humano. Doença pulmonar obstrutiva crônica. Restrição de fluxo sanguíneo. Terapia por exercício.

ABSTRACT

The strength training (ST) is an efficient type of exercise for enhancing muscular strength and hypertrophy. In order to obtain the maximum benefits of ST, is recommended the use of loads greater than 65% of one repetition-maximum (1RM), however there are populations that do not support high loads. The ST with blood flow restriction (BFR) appears as an alternative to the high loads ST, because it uses loads smaller than 30% of 1RM associated with BFR to promote strength and hypertrophy gains similar to conventional ST. Individuals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) may be benefited by this type of exercise since they present peripheral muscular dysfunction, that causes a decrease on physical performance, however they do not support the high loads of the conventional training. The aim of this study was to analyze the chronic effects of strength training with blood flow restriction on the physical performance of people with COPD. It was a randomized clinical trial, controlled, parallel, and double-blinded, in which 17 individuals (64.56 ± 7.32 years) diagnosed with moderate or severe COPD were divided into three groups as follows: LLBFR – ST at 30% of 1RM with 50% of BFR; ML – ST at 60% of 1RM; and C – control. The intervention lasted for 6 weeks with two weekly exercise sessions in which the LLBFR and ML groups performed the knee extension and elbow flexion exercises. The following statistical tests were used for data analysis: Shapiro-Wilk to verify the normality of the data and ANOVA two-way with Bonferroni post-hoc to check the possible differences on the variables of interest. All analysis were performed on the SPSS 22.0 with significance value of $p < 0,05$. The dyspnoea level assessed by the Borg modified and Dyspnoea-12 scales and the performance on the 6 minute walking test improved on the LLBFR and ML groups ($p < 0,05$). Regarding maximum strength, the LLBFR and ML groups increased the 1RM values for the knee extension and elbow flexion ($p < 0,001$) and for the elbow extension, the strength gain was only observed on the LLBFR group ($p < 0,001$). In conclusion, the ST with BFR is efficient to improve the physical performance of people with COPD and superior to the ST with ML on the variables: dyspnoea, functional performance and strength.

Key-words: Anthropometry. Human performance. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Blood flow restriction. Exercise for therapy.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM – American College of Sports Medicine
ATS – American Thoracic Society
CCS – Centro de Ciências da Saúde
CVF – Capacidade vital forçada
DAOP – Doença arterial obstrutiva periférica
DMIC – Diferença mínima importante clinicamente
DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica
GC – Grupo controle
GH – Hormônio do crescimento
GOLD – Iniciativa Global para Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
GBCRFS – Grupo treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo
GMC – Grupo treinamento de força convencional
HULW – Hospital Universitário Lauro Wanderley
ITB – Índice tornozelo-braquial
LABOCINE – Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano
MMII – Membros inferiores
mMRC – Escala modificada do Medical Research Council
MMSS – Membros superiores
PAS – Pressão arterial sistólica
RFS – Restrição de fluxo sanguíneo
RM – Repetição máxima
SpO₂ – Saturação de Oxigênio
TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido
TF – Treinamento de força
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
VEF₁ – Volume expiratório forçado no primeiro segundo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – (A) Treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo; (B) Manguito pneumático utilizado para promover a restrição de fluxo sanguíneo	21
Figura 02 – Mecanismos fisiológicos da restrição de fluxo sanguíneo	22
Figura 03 – Fluxograma do progresso dos sujeitos no estudo	26
Figura 04 – Escala modificada de Borg análogo visual	30
Figura 05 – Comparação entre e intragrupos das médias do VEF ₁ e da relação VEF ₁ /CVF	35
Figura 06 – Comparação entre e intragrupos das médias da escala mMRC	36
Figura 07 – Comparação entre e intragrupos das médias das escalas de Borg análogo visual e Dyspnoea-12	36
Figura 08 – Comparação entre e intragrupos das médias do teste de caminhada de 6 minutos	37
Figura 09 – Comparação intergrupos dos valores de 1RM para a extensão do joelho pelo teste ANOVA <i>two-way</i> com <i>post-hoc</i> de <i>Bonferroni</i>	38
Figura 10 – Comparação intergrupos dos valores de 1RM para a flexão do cotovelo pelo teste ANOVA <i>two-way</i> com <i>post-hoc</i> de <i>Bonferroni</i>	39
Figura 11 – Comparação intergrupos dos valores de 1RM para a extensão do cotovelo pelo teste ANOVA <i>two-way</i> com <i>post-hoc</i> de <i>Bonferroni</i>	40

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01 – Valores de referência para classificação da DPOC	19
Quadro 02 – Estudos que utilizaram RFS para melhoria do desempenho físico de populações clínicas	23
Quadro 03 – Escala de dispneia modificada do <i>Medical Research Council</i> (mMRC)	29
Tabela 01 - Caracterização da amostra com estatística descritiva de (média ± desvio padrão) da idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC) e valor de p calculado pelo teste ANOVA <i>one-way</i>	34
Tabela 02 – Comparação intragrupos dos valores de 1RM para a extensão do joelho pelo teste ANOVA <i>two-way</i> com <i>post-hoc</i> de <i>Bonferroni</i>	38
Tabela 03 – Comparação intragrupos dos valores de 1RM para a flexão do cotovelo pelo teste ANOVA <i>two-way</i> com <i>post-hoc</i> de <i>Bonferroni</i>	40
Tabela 04 – Comparação intragrupos dos valores de 1RM para a extensão do cotovelo pelo teste ANOVA <i>two-way</i> com <i>post-hoc</i> de <i>Bonferroni</i>	41
Quadro 04 – Sugestão de prescrição de treinamento de força para indivíduos com DPOC	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Hipóteses	17
1.1.1 Hipótese substantiva	17
1.1.2 Hipóteses estatísticas	18
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 O Treinamento de força como intervenção na doença pulmonar obstrutiva crônica	18
2.2 Restrição de fluxo sanguíneo e sua associação ao treinamento de força	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 Caracterização do estudo	24
3.2 Recrutamento, alocação da amostra e desenho do estudo	24
3.3 Procedimentos éticos	26
3.4 Variáveis do estudo	27
3.5 Procedimentos para coleta de dados	27
3.5.1 Variáveis antropométricas	27
3.5.2 Índice tornozelo braquial (ITB)	27
3.5.3 Avaliação da função pulmonar	28
3.5.4 Dispneia	29
3.5.5 Capacidade funcional	31
3.5.6 Ponto de restrição de fluxo sanguíneo	31
3.5.7 Força dinâmica máxima	32
3.6 Protocolo de treinamento	32
3.7 Análise estatística	33
4 RESULTADOS	34
5 DISCUSSÃO	41
5.1 Variáveis pulmonares	41
5.2 Variáveis neuromusculares	46

5.3 Aplicações práticas	52
6 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54
Apêndices	62
Anexos	65

1 INTRODUÇÃO

No âmbito da cineantropometria, a melhora da aptidão física pode ser direcionada tanto para a saúde quanto para o desempenho. Cada um desses aspectos está relacionado com capacidades físicas específicas e que, quando potencializadas, contribuem para uma melhora geral do aspecto no qual está inserida. Sendo a velocidade, agilidade, potência e força capacidades relacionadas com a aptidão voltada para o desempenho físico (NAHAS, 2013).

Em relação à força, ela pode ser caracterizada como a capacidade de produzir torque pela contração muscular (ACSM, 2017) e é um fator influenciador importante para o desempenho funcional e atividades de vida diária (CHEN et al., 2018; LOPRINZI; SNG; WALKER, 2017). Sendo o exercício físico uma eficiente intervenção para ganho de força e, dentre as possíveis modalidades de exercício, o treinamento de força (TF) têm mostrado grande eficácia no ganho de força e hipertrofia e, conseqüentemente, do desempenho físico (IEPSEN et al., 2015).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) indica que para se obter os benefícios máximos do treinamento de força, ele deve ser realizado com altas cargas, superiores a 65% de 1-repetição máxima (1RM) (ACSM, 2017). Entretanto, algumas populações nem sempre toleram realizar exercícios com alta carga devido a fatores como elevados índices de fraqueza e atrofia muscular, fragilidade óssea, processo de recuperação de lesões, pós-cirúrgicos, entre outros (ARAÚJO et al., 2015; LOENNEKE; YOUNG, 2013; VECHIN et al., 2015).

Nesta perspectiva, o treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) surge como uma alternativa aos treinos de altas cargas. Ele se baseia na utilização de baixas cargas (20-35% de 1RM) associadas com a restrição do fluxo sanguíneo para a musculatura exercitada, promovendo também ganhos de força, hipertrofia e desempenho funcional similares ao treinamento com altas cargas (IIDA et al., 2011; SILVA et al., 2015; THIEBAUD; LOENNEKE; ABE, 2014).

Os mecanismos de ação da RFS ainda não são completamente esclarecidos, mas já se sabe que há uma maior estimulação de fatores de crescimento anaeróbios, aumento do recrutamento de fibras rápidas, aumento

da secreção de GH, diminuição dos níveis de miostatina, aumentos dos níveis de mTOR, acúmulo de metabólitos e maior síntese de óxido nítrico (HUGHES et al., 2017; LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010).

Dessa forma, pessoas com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), são indivíduos que podem se beneficiar desse método de treinamento. A DPOC é caracterizada por limitação crônica do fluxo aéreo, geralmente progressiva, e sistemas respiratórios persistentes causados por alterações nas vias aéreas ou alvéolos (GOLD, 2017). Entretanto, fatores característicos da doença como inflamação (NORDÉN et al., 2014), aspectos nutricionais (VAN DE BOOL et al., 2017) e desarranjos metabólicos (PUENTE-MAESTU; LÁZARO; HUMANES, 2013) são alguns mecanismos responsáveis pela disfunção muscular periférica em pessoas com DPOC, levando a atrofia e perda de massa muscular e, conseqüentemente, prejudicando o desempenho físico.

Consensos internacionais como os posicionamentos da Estratégia Global para DPOC (GOLD) e da Sociedade Torácica Americana/Sociedade Respiratória Europeia (GOLD, 2017; ROCHESTER et al., 2015), assim como metanálises de estudos clínicos randomizados (ECR) (IEPSEN et al., 2015; LIAO et al., 2015) indicam que o treinamento de força promove resultados importantes na melhoria da força, capacidade para o exercício, desempenho físico e até aspectos pulmonares específicos em pessoas com DPOC. Porém, tais exercícios muitas vezes não são suportados por essa população, especialmente os com DPOC grau 2 ou mais, devido a dispneia evocada ao mínimo esforço, que pode ser melhorada com o exercício (KUCIO et al., 2016), hiperinsuflação dinâmica (VARGA, 2015), drive neural respiratório (JOLLEY et al., 2015) e a própria fraqueza muscular (CHEN et al., 2018).

Essa população acaba sendo limitada a exercícios de força com cargas baixas ou moderadas (<60% de 1RM) e terminam não obtendo todos os benefícios possíveis que o TF com altas cargas pode promover. Por isso, a aplicação de um método, como a restrição de fluxo sanguíneo, que utiliza baixas cargas, mas que promove ganhos de desempenho físico similar ao de altas cargas, irá beneficiar essa população. Adicionalmente, o estudo de revisão de Thiebaud, Loenneke e Abe (2014), sugere que, mesmo sem haver contração muscular, os efeitos da RFS atuam na musculatura antagonista que

não está sendo exercitada devido à modificação no ambiente metabólico causado pela diminuição do fluxo no membro como um todo, o que iria promover ganhos de força na musculatura agonista e antagonista ao mesmo tempo (KUBOTA et al., 2011b).

Tendo em vista que o desempenho físico de pessoas com DPOC está significativamente alterado devido a fatores sistêmicos da doença, a melhora desse desempenho é de significativa importância. Sendo assim, o TF convencional com altas cargas, que seria a principal intervenção para reverter esse quadro, não é suportado por pessoas diagnosticadas com DPOC, especialmente aqueles com DPOC moderada ou grave. Então, justifica-se o uso do TF com RFS tendo em vista que, mesmo utilizando baixa carga, a RFS promove ganho de força e melhora do desempenho muscular podendo beneficiar aqueles indivíduos com DPOC que não tolerem cargas elevadas, além do fato de não haver estudos que verifiquem os efeitos desse tipo de treinamento em variáveis pulmonares.

Neste sentido, esta dissertação buscou responder a seguinte questão problema: será que o TF de baixa carga com RFS é eficaz para o desempenho físico de pessoas com DPOC?

1.1 Hipóteses

1.1.1 Hipótese substantiva

Baseado nas informações disponíveis na literatura, observa-se que um TF com altas cargas (>65% de 1RM) apresenta resultados superiores a cargas moderadas (50-65% de 1RM), a hipótese substantiva deste estudo é de que o TF de baixa carga (30% de 1RM) com RFS será mais eficaz que o treinamento com carga moderada (60% de 1RM), tendo em vista que o exercício com RFS apresenta resultados similares ao o TF convencional com altas cargas.

1.1.2 Hipóteses estatísticas

Considerando como critério de rejeição e aceitação o nível de significância de $p \leq 0,05$, as hipóteses estatísticas são enunciadas na forma nula (H_0) e experimental (H_E):

H_0 : O treinamento de baixa carga com RFS não é eficaz para o desempenho físico de pessoas com DPOC;

H_E : O treinamento de baixa carga com RFS é eficaz para o desempenho físico de pessoas com DPOC

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico de pessoas com DPOC.

1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar o efeito de seis semanas de TF com RFS e TF tradicional nas seguintes variáveis de desempenho físico: pulmonares (capacidade pulmonar e dispneia) e neuromusculares (desempenho funcional e força dinâmica máxima) de indivíduos com DPOC;
- Determinar os efeitos da isquemia na força dinâmica máxima da musculatura antagonista não treinada;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Treinamento de força como intervenção na doença pulmonar obstrutiva crônica

A inclusão do TF em um programa de exercícios visando a melhora do desempenho físico de pessoas com DPOC, já é bem estabelecida em

guidelines clínicos internacionais, como o da Estratégia Global para o Diagnóstico, Manejo e Prevenção da DPOC (GOLD) e da Sociedade Torácica Americana/Sociedade Respiratória Europeia (GOLD, 2017; ROCHESTER et al., 2015). Revisões sistemáticas e metanálises de ECRs apontam que o TF promove importantes resultados na funcionalidade, força muscular, dispneia, qualidade de vida e até aspectos do desempenho pulmonar (IEPSEN et al., 2015; LIAO et al., 2015).

A DPOC atualmente é a quarta causa de morte no mundo (LOZANO et al., 2012), e há uma projeção que até o ano de 2020 ela será a terceira (GOLD, 2017). A GOLD define a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) como uma doença prevenível e tratável caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação do fluxo aéreo, devido a alterações nas vias aéreas e/ou alveolares geralmente causadas por exposição significativa a partículas ou gases nocivos (GOLD, 2017). A sua severidade é classificada de acordo com o valor do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e pela relação VEF_1 e capacidade vital forçada (CVF), verificados pela espirometria, de acordo com o quadro 01.

Quadro 01 – Valores de referência para classificação da DPOC

Classificação da DPOC	Valores de referência
Leve (I)	$VEF_1/CVF < 0,7$ $VEF_1 \geq 80\%$ do previsto
Moderada (II)	$VEF_1/CVF < 0,7$ $50\% \leq VEF_1 < 80\%$ do previsto
Grave (III)	$VEF_1/CVF < 0,7$ $30\% \leq VEF_1 < 50\%$ do previsto
Muito grave (IV)	$VEF_1/CVF < 0,7$ $VEF_1 < 30\%$ do previsto ou $VEF_1 < 50\%$ do previsto associado à insuficiência respiratória crônica

Fonte: GOLD, 2017.

Embora a limitação do fluxo aéreo seja uma forma de avaliar a gravidade da limitação das vias aéreas, ela não é o preditor de mortalidade mais indicado nem está bem associado à qualidade de vida ou utilização de serviços saúde (BURGEL et al., 2013). Estudos de coorte verificaram que a índices que levam em consideração o índice de massa corporal (IMC), dispneia e capacidade para o exercício (força, desempenho funcional) são mais indicados para prever mortalidade, mostrando a importância da condição muscular para essa população (DE TORRES et al., 2014; SWALLOW et al., 2007). Assim, o descondicionamento do musculoesquelético é considerado uma das modificações sistêmicas da DPOC que mais apresentam impacto significativo na qualidade de vida dos indivíduos, capacidade de exercício, presença de comorbidades e predição de óbito (BURGEL et al., 2013; NYBERG; SAEY; MALTAIS, 2015).

Existem muitos mecanismos responsáveis pela disfunção muscular periférica observada em pessoas com DPOC. Os estudos de Nordén et al. (2014) Van de Bool et al. (2017) mostram que a nutrição e a inflamação afetam os sintomas, como a composição corporal e a capacidade de exercício em pessoas com DPOC, e a revisão de Puentes-Maestu, Lázaro e Humanes (2013) afirma que os distúrbios metabólicos causados pela DPOC podem levar ao aumento das espécies reativas de oxigênio, perda de capacidade oxidativa do músculo esquelético, alterações mitocondriais, diminuição das enzimas oxidativas associadas ao metabolismo da fosfocreatina, redução das fibras do tipo II e aspectos do estilo de vida, como o sedentarismo e o uso reduzido dos membros, especialmente os membros inferiores, leva ao descondicionamento do músculo esquelético na DPOC (GEA; AGUSTI; ROCA, 2013; IKE et al., 2010). Por isso, é importante se ter a melhoria da função muscular como prioridade na prescrição de exercício para pessoas com DPOC.

Entretanto, exercícios de força com altas cargas nem sempre são suportados por pacientes com DPOC, especialmente aqueles no estágio II ou mais de acordo com a classificação da GOLD, devido à dispneia provocada no ao mínimo esforço (CHEN et al., 2016; KUCIO et al., 2016). A hiperinflação dinâmica é considerada um mecanismo importante que desencadeia dispneia em pacientes com DPOC (CHEN et al., 2015; VARGA, 2015). Quando a intensidade do exercício aumenta, é necessário inalar mais ar, mas em

para pessoas com DPOC o fluxo de ar respiratório é reduzido para que os pacientes inspirem mais ar do que exalar, levando ao esvaziamento incompleto do pulmão e, conseqüentemente, à sensação de falta de ar, e isso está diretamente relacionado com a carga do exercício (O'DONNELL; WEBB; NEDER, 2015; ROSSI et al., 2015). Por isso, é importante realizar estudos que investiguem outras formas de exercício, como a RFS, que sejam capazes de melhorar o desempenho físico de pessoas com DPOC, mas sem o uso de altas cargas.

2.2 Restrição de fluxo sanguíneo e sua associação ao treinamento de força

A restrição do fluxo sanguíneo é um método que se baseia no princípio da hipertrofia muscular através da hipóxia causada pelo fluxo sanguíneo restrita, que pode ser usada com ou sem o exercício físico. Quando usado com exercícios, promove os mesmos benefícios que os tradicionais protocolos de alta carga, no entanto usando cargas muito baixas, menores que 30% de 1RM (BITTAR et al., 2017; PEREIRA NETO et al., 2018; SILVA et al., 2015). Para reduzir o fluxo sanguíneo local para a musculatura que está sendo treinada, utiliza-se de equipamentos como elásticos e manguitos pneumáticos (Figura 01).

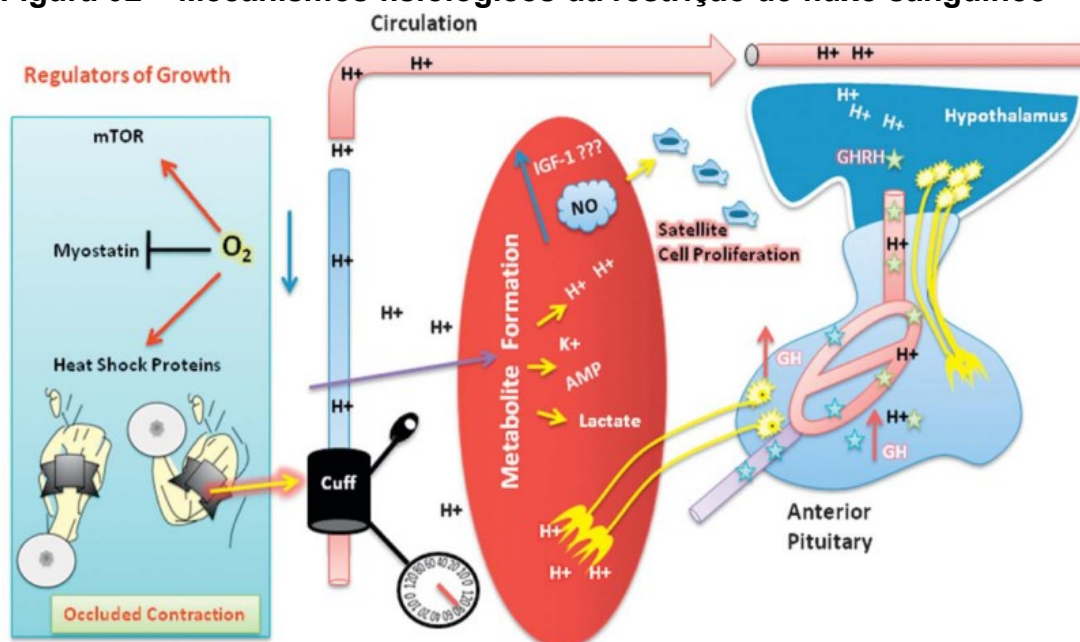
Figura 01 – (A) Treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo; (B) Manguito pneumático utilizado para promover a restrição de fluxo sanguíneo



Fonte: Adaptado de Bittar et al. (2017)

Alguns dos mecanismos por trás da restrição de fluxo sanguíneo são o acúmulo de metabólitos e íons H^+ , secreção do hormônio do crescimento (GH), maior expressão do mTOR e inibição fatores de degeneração muscular, como a miostatina, que favorecem ganhos de força e massa muscular (figura 02) (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016).

Figura 02 – Mecanismos fisiológicos da restrição de fluxo sanguíneo



Fonte: Loenneke et al. (2010)

Até o momento, nenhum estudo verificou os benefícios da RF nessa população. A revisão publicada por Thiebaud, Loenneke e Abe (2014) foi a primeira a apontar a possibilidade de utilização da RFS em pessoas com DPOC, justificando que todos os benefícios promovidos pelo método, principalmente no que diz respeito ao desempenho físico, seriam importantes para essa população já que eles seriam alcançados utilizando baixas cargas. Entretanto, já existem estudos que aplicaram a RFS buscando a melhora do desempenho físico em outras populações clínicas e os seus resultados estão apresentados no quadro 02.

Quadro 02 – Estudos que utilizaram RFS para melhoria do desempenho físico de populações clínicas

Autores (ano)	População (média de idade em anos)	Número de indivíduos	Intervenções do estudo	Tempo de intervenção/Sessões semanais	Principais resultados
Mattar et al. (2014)	Pessoas com polimiosite e dermatomiosite (45,6)	13	BC+RFS	12 semanas/2	A intervenção aumentou a área de seção transversa do músculo (4,57% e TE = 0,21), força (25,2% e TE = 0,87) e desempenho funcional (15,1% e TE = 0,87)
Segal et al. (2015)	Mulheres com osteoartrite sintomática (55,7)	40	BC+RFS/BC apenas	4 semanas/3	BC+RFS foi mais eficiente para o aumento significativo da força muscular e torque (TE=0,4 e TE=0,07, respectivamente) que o treinamento de BC apenas (TE = 0,2 e TE= -0,05, respectivamente)
Silva et al. (2015)	Mulheres com osteoporose (62,1)	15	BC+RFS/AC/Controle	12 semanas/2	BC+RFS e AC aumentaram, similarmente, a força muscular (10,59% e TE = 0,63; 13,65% e TE = 1,39, respectivamente)
Vechin et al. (2015)	Idosos (65,6)	23	BC+RFS/AC/Controle	12 semanas/2	BC+RFS e AC aumentaram, similarmente, a área de seção transversa (5,93 e 7,38%, respectivamente), Em relação à força muscular, o exercício de AC aumentou significativamente os valores de TE de 1RM, enquanto a BC+RFS apenas mostrou uma tendência ao aumento (p<0,001 e p=0,067, respectivamente)
Bryk et al. (2016)	Mulheres com osteoartrite (61,0)	34	BC+RFS/AC	6 semanas/3	BC+RFS e AC aumentaram, similarmente, força muscular (72,4% e 30,0%, respectivamente)
Pereira Neto et al. (2018)	Mulheres com osteoporose (61,4)	20	BC+RFS/EA+RFS/AC/Controle	12 semanas/2	BC+RFS, EA+RFS e AC aumentaram significativamente a força muscular (24,20% e TE = 0,68; 21,00% e TE = 0,90; 62,00% e TE = 2,10, respectivamente)

BC – Baixa carga; AC – Alta carga; RFS – Restrição de fluxo sanguíneo; TE – Tamanho do efeito; Todos os resultados foram analisados com um valor de significância de $p < 0,05$.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do estudo

O presente estudo tem caráter experimental, pois trata-se de um ensaio clínico randomizado, controlado, paralelo, duplo-cego, com três braços, de acordo com as normas do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC).

3.2 Recrutamento, alocação da amostra e desenho do estudo

Os participantes do estudo foram indivíduos diagnosticados com DPOC que realizavam tratamento no setor de pneumologia do Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba (HULW/UFPB). Para a abordagem dos indivíduos, foi realizada uma parceria com uma pneumologista do setor que foi informada a respeito dos critérios clínicos necessários para inclusão dos sujeitos no estudo, e os que se encaixavam nestes critérios eram encaminhados para o Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) para realizar as avaliações necessárias.

O cálculo amostral a priori foi realizado no software G*Power (3.1), com base em um estudo piloto considerando a força (1RM em Kg) como variável principal. Adotou-se uma potência de 0,95, $\alpha = 0,05$, coeficiente de correlação de 0,5, a correção *Nonsphericity* de 1 e um tamanho de efeito de 0,60, e verificou-se que n amostral de 12 indivíduos era suficiente para fornecer um poder estatístico de mais de 90%.

Para serem considerados elegíveis para avaliação os sujeitos deveriam atender aos seguintes critérios: diagnóstico de DPOC moderada ou grave VEF₁ pós broncodilatador entre 30 e 60% do valor predito) (GOLD, 2017), possuir mais de 60 anos, fazerem uso de terapia medicamentosa com pelo menos duas substâncias corticoides, referendarem que são ex-fumantes há pelo menos 2 anos, ausência de comorbidades locomotoras ou neurológicas que impedissem a realização dos testes e do exercício, sem exacerbação de sintomas e regime farmacológico estável há pelo menos oito semanas antes do início do treinamento.

Os voluntários que atenderam tais critérios foram avaliados e entraram no processo de randomização aqueles que: apresentaram índice tornozelo braquial entre 0,9 e 1,3 (RESNICK et al., 2004), valor igual ou maior que 2 na escala de dispneia do mMCR e distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos menor que 500m.

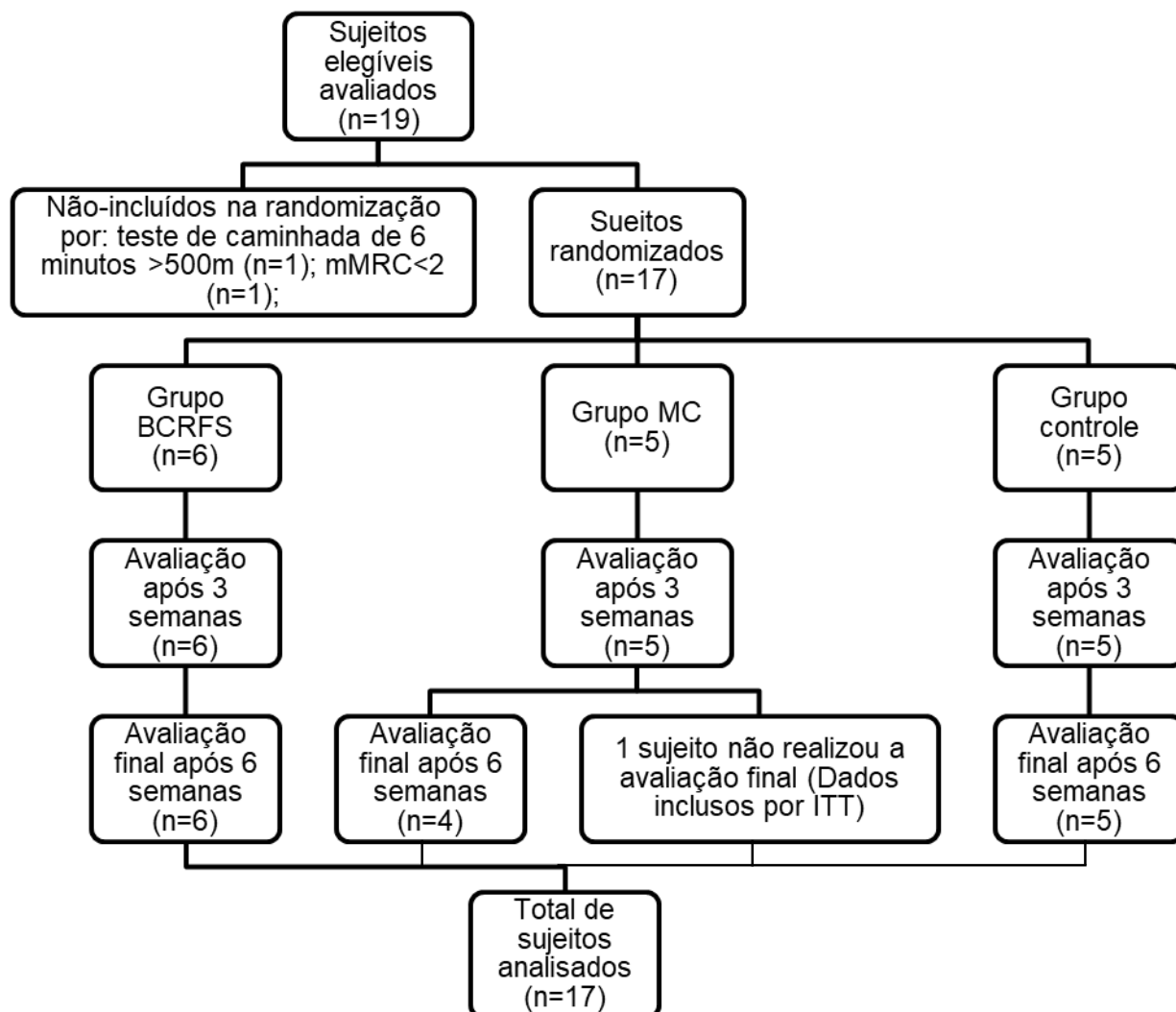
Os 17 sujeitos da amostra foram divididos randomicamente em três grupos, sendo eles: controle (GC), TF de moderada carga (GMC) e TF de baixa carga com RFS (GBCRFS). Eles foram submetidos a um protocolo de 6 semanas de treinamento com duas sessões semanais, que ocorriam segundas e quintas ou terças e sextas. Todos foram avaliados antes do início do protocolo, após a 3ª semana e ao término da 6ª semana. Com exceção da espirometria, que foi realizada no HULW, todos outros testes foram realizados no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano – LABOCINE – UFPB.

No laboratório, uma sessão de orientação foi realizada na qual foram feitas as medidas do índice tornozelo-braquial, determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo e a familiarização dos exercícios. Na segunda visita foram realizados os testes de 1RM de extensão do joelho e flexão e extensão do cotovelo e, após no mínimo 48 horas, o teste funcional. Todas as avaliações e sessões de exercício foram realizadas pelos sujeitos no mesmo turno.

A realização e a forma de apresentação do estudo estão de acordo com as recomendações do CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) (SCHULZ et al., 2010), como apresentado na figura 03.

Ao término do protocolo de exercícios, foi entregue um laudo com os resultados das avaliações pré e pós treinamento para que os sujeitos tivessem acesso e levassem para a consulta de retorno à pneumologista (Apêndice 1).

Figura 03 – Fluxograma do progresso dos sujeitos e desenho do estudo



BCRFS – Baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; MC – Moderada carga; ITT – Intenção de tratar.

3.3 Procedimentos éticos

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (CCS/UFPB), atendendo os requisitos do Conselho Nacional de Saúde – Resolução 466/12, sob o CAAE 78861717.0.0000.5188, número do parecer 2.400.922 (Anexo 1). Além disso, o estudo foi cadastrado e aprovado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) sob o número 6023, número universal do ensaio U1111-1209-5341. Após todas as explicações dos procedimentos da pesquisa, riscos e benefícios,

os participantes foram solicitados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 2) e o sigilo dos dados foi garantido.

3.4 Variáveis do estudo

VARIÁVEIS INDEPENDENTES

- Treinamento de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo

VARIÁVEIS DEPENDENTES

- Função pulmonar (VEF_1 , VEF_1/CVF);
- Dispneia (Escala modificada de Borg, mMRC, Dyspnoea-12);
- Capacidade funcional (teste de caminhada de 6 minutos);
- Níveis de força dinâmica máxima (1RM);

VARIÁVEIS INTERVENIENTES

- Terapia medicamentosa;
 - Dieta.
-

3.5 Procedimentos para coleta de dados

3.5.1 Variáveis antropométricas

Para a caracterização da amostra, foi utilizado um estadiômetro simples para avaliar a estatura e a bioimpedância InBody 570 para a massa corporal e, posteriormente, calcular o índice de massa corporal (IMC).

3.5.2 Índice tornozelo braquial (ITB)

A avaliação do ITB foi utilizada como critério de inclusão por ser um preditor independente de eventos cardiovasculares com 95% de sensibilidade e 99% de especificidade para predição da doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) quando o seu valor é menor que 0,9 e maior que 1,3 (RESNICK et al.,

2004), que é considerada uma contraindicação a realização de exercícios de restrição de fluxo sanguíneo (LOENNEKE et al., 2011).

Para a medida desta variável foram aferidas a pressão arterial sistólica nos membros superiores (artéria braquial) e inferiores (artéria tibial posterior) e o valor da pressão arterial sistólica (PAS) será utilizado para o cálculo. O instrumento utilizado para mensuração foi um doppler vascular portátil modelo DV2001 (Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo) de alta frequência. Para realização do exame, os voluntários foram orientados a seguir as seguintes recomendações: não ingerir bebida cafeinada, não fumar, não fazer o exame com a bexiga cheia, não realizar exercícios físicos nos últimos 30 minutos que antecedam o exame, não cruzar os braços ou as pernas e não falar durante o procedimento.

Durante a execução do exame, os sujeitos foram posicionados sobre uma maca em decúbito dorsal e permaneceram em repouso durante 10 minutos. Duas medidas de cada vaso foram realizadas de maneira rotacional com intervalos de 2 minutos entre cada uma. O índice foi calculado bilateralmente por meio das seguintes razões:

$$\text{ITB direito} = \frac{\text{PAS do tornozelo direito}}{\text{PAS do braço direito}}$$

$$\text{ITB esquerdo} = \frac{\text{PAS do tornozelo esquerdo}}{\text{PAS do braço esquerdo}}$$

3.5.3 Avaliação da função pulmonar

Para confirmar o diagnóstico de DPOC moderada ou grave e utilizá-lo como critério de inclusão e como variável dependente, os sujeitos realizaram um teste de espirometria. A avaliação foi realizada por um Fisioterapeuta do setor de pneumologia do HULW/UFPB, que não sabia em qual grupo os indivíduos estavam alocados, garantindo o cegamento na avaliação de uma das variáveis principais.

A avaliação seguiu os parâmetros da Sociedade Torácica Americana (ATS, 2005) onde os indivíduos realizaram três manobras expiratórias forçadas máximas aceitáveis após 400 mg de salbutamol inalado. A capacidade vital

forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) foram medidos.

3.5.4 Dispneia

Também como critério de inclusão, a escala de dispneia modificada do *Medical Research Council* (mMRC) (Quadro 03) foi utilizada para avaliar a sensação de falta de ar. Os sujeitos foram solicitados para escolher dentre as opções 1 a 5 qual se aplica melhor para o grau de dispneia relacionado com o desempenho das atividades (KOVELIS et al., 2008).

Quadro 03 – Escala de dispneia modificada do *Medical Research Council* (mMRC)

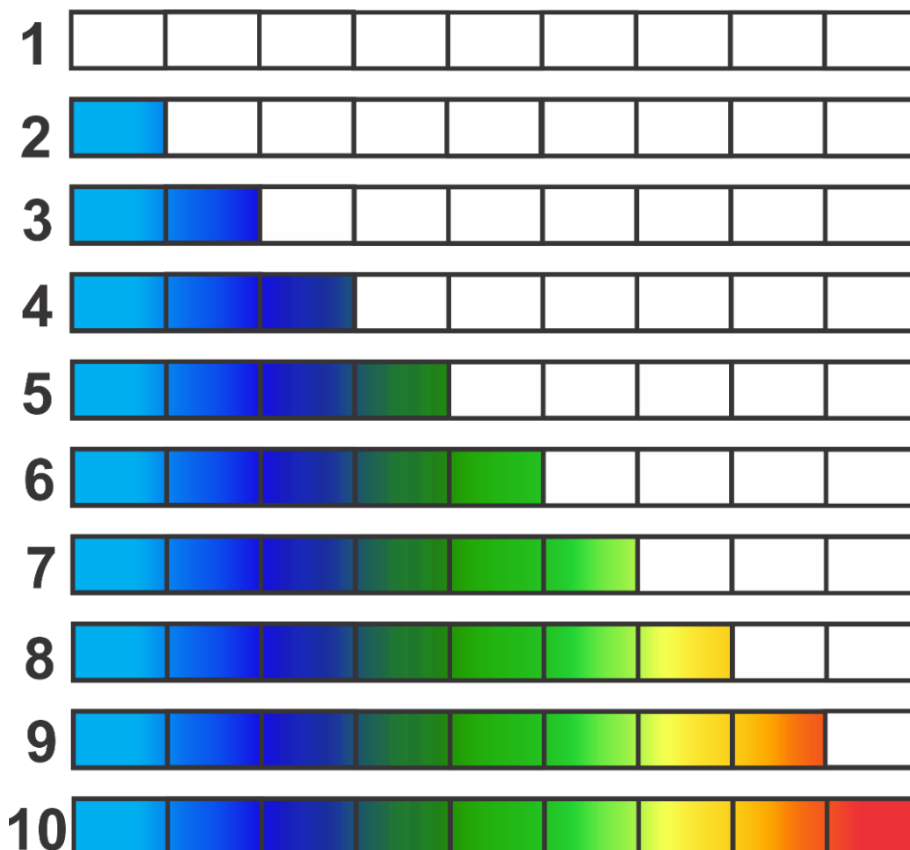
Classificação	Características
Grau 1	Falta de ar surge quando realiza atividade física intensa (correr, nadar, praticar esporte)
Grau 2	Falta de ar surge quando caminha de maneira apressada no plano ou quando caminha em subidas
Grau 3	Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade devido à falta de ar; ou quando caminha no plano, no próprio passo, para respirar
Grau 4	Após andar menos de 100 metros ou alguns minutos no plano, para respirar
Grau 5	Falta de ar impede que saia de sua casa

Fonte: Kovelis et al. (2007)

A escala de Borg modificada análogo visual foi utilizada para verificar o nível de dispneia no início e no fim do teste de caminhada de seis minutos, sendo o valor final utilizado como medida de dispneia antes e após o protocolo de exercícios. Essa escala é caracterizada por quadros que mudam a intensidade da cor e indicam a intensidade da dispneia, onde o primeiro quadro representa “nenhuma dispneia” e o último “dispneia máxima” (Figura 04). Ela foi selecionada porque a escala de Borg modificada para dispneia necessita que os indivíduos sejam alfabetizados, pois é preciso que se leia a intensidade da falta de ar, com a análogo visual isso não se faz necessário e facilita o

entendimento dos indivíduos (BORG, 1982; BRUNETTO; PAULIN; YAMAGUTI, 2002).

Figura 04 – Escala modificada de Borg análogo visual



Fonte: Adaptado de Brunetto et al. (2002)

A severidade da dispneia foi avaliada antes e depois do treinamento utilizando o questionário Dyspnoea-12 (Anexo 2), validado para o português por Simsic et al. (2018). Ele é um questionário em que o paciente responde a 12 itens e classifica-os em graves, moderados, leves ou não (se não experienciarem algum dos itens) e, no final, foi gerada uma pontuação em que os valores mais altos correspondem a maior gravidade falta de ar, que conseqüentemente dificulta a realização de atividades físicas, afetando o desempenho físico. Além disso, este instrumento possui boas propriedades psicométricas e incorpora aspectos físicos e afetivos da dispneia (WILLIAMS; JOHNN; FRITH, 2017).

3.5.5 Capacidade funcional

A capacidade funcional foi avaliada pelo teste de caminhada de 6 minutos seguindo as recomendações mais recentes da ATS (2002). Após 10 minutos em repouso, o teste foi orientado pelo pesquisador que acompanho o sujeito por um corredor de 50 metros. Os indivíduos foram instruídos a caminhar o mais rápido possível, mas sem correr, durante seis minutos e podiam parar a qualquer momento até sentirem-se capazes de reiniciar a caminhada, no entanto, o relógio não era parado. Além disso, o profissional que executou o teste emitiu frases padronizadas encorajadoras ao voluntário a cada minuto. O resultado final do teste foi a distância percorrida pelo paciente.

Durante todo o teste, a frequência cardíaca e a saturação arterial de oxigênio foram medidas por um oxímetro de pulso. A escala modificada de Borg análogo visual (BRUNETTO; PAULIN; YAMAGUTI, 2002) e a escala de Borg (BORG, 1982) foram utilizadas para avaliar a dispneia e a fadiga de membros inferiores antes e após o teste. A distância predita foi calculada pela equação proposta por Britto et al. (2013), que foi desenvolvida com pacientes com DPOC brasileiros.

3.5.6 Restrição de fluxo sanguíneo

Para os indivíduos que foram aleatoriamente alocados no grupo de RFS, foi utilizado o protocolo proposto por Laurentino et al. (2008) para determinar a pressão de restrição durante o treino. Os sujeitos permaneceram na posição supina durante 10 minutos e o manguito foi colocado na porção proximal das pernas e dos braços e usando um doppler vascular portátil (DV2001, Medpej®, Ribeirão Preto, Brasil), o fluxo sanguíneo da artéria tibial posterior e braquial foram captados. Depois disso, o manguito começou a ser inflado, realizando uma compressão externa, até o pulso auscultatório se tornar inaudível, que é considerado o ponto de restrição do fluxo sanguíneo. Isso foi realizado em ambas as pernas e braços. Do valor encontrado, foi utilizado 50% da RFS durante o treinamento. A média de restrição utilizada no estudo foi de $67,0 \pm 2,1$ mmHg e $63,7 \pm 1,5$ mmHg para os membros inferiores e superiores, respectivamente. A largura dos manguitos utilizados era de 10 cm de largura e

54 cm de comprimento, para os membros inferiores, e 6 cm de largura e 47 cm de comprimento, para os membros superiores.

3.5.7 Força dinâmica máxima

Para avaliar a força muscular periférica foi utilizado o teste de 1RM que é um teste seguro tanto do ponto de vista ortopédico quanto cardiovascular (DIAS et al., 2013). Foi verificada a força dinâmica máxima no movimento de extensão dos joelhos, flexão e extensão do cotovelo antes, na metade do protocolo e ao término do protocolo de tratamento. O protocolo utilizado seguiu as diretrizes do ACSM (2017).

No início do teste foi realizado um aquecimento, dividido em duas sessões, da musculatura que foi testada. A primeira sessão foi feita com oito repetições a aproximadamente 50% da carga estimada para o valor de 1RM e a segunda com três repetições a 70% do valor de 1RM com intervalo de 2 minutos entre elas. Ao término da segunda sessão foi dado um intervalo de 3 minutos para iniciar o teste propriamente dito.

Após isso, a carga foi gradativamente elevada em aproximadamente 1-5Kg da carga anterior até que o voluntário não fosse mais capaz de realizar o movimento completo, desta maneira a carga alcançada na tentativa anterior à falha foi considerada como sendo o valor de 1RM. A carga máxima deveria ser alcançada em não mais que cinco tentativas, caso isso ocorra o teste deveria ser descartado e realizado novamente após, no mínimo, 48 horas.

3.6 Protocolo de treinamento

- *Grupo controle (GC)*: 20 minutos de terapia pulmonar convencional guiada por sintomas, ou seja, após anamnese e ausculta pulmonar era decidido qual conjunto de manobras seria realizado para higiene brônquica, alongamento da musculatura respiratória ou reeducação funcional respiratória;
- *Treinamento de força de moderada carga (GMC)*: 10 minutos dos mesmos procedimentos de terapia pulmonar convencional que o GC e 3 séries de 8 repetições de treinamento de força para os extensores do

joelho e flexores e extensores do cotovelo com carga de 60% de 1RM, 2 minutos de intervalo entre as séries;

- *Treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo (GBCRFS)*: 10 minutos dos mesmos procedimentos de terapia pulmonar convencional que o GC e 4 séries de 12 repetições de treinamento de força para os extensores do joelho e flexores e extensores do cotovelo com carga de 30% de 1RM, equalizando o volume em comparação ao GMC, 1 minuto de intervalo entre as séries e com o incremento de um manguito promovendo 50% da RFS, que foi desinflado durante os intervalos.

Levando em consideração o número de séries, repetições, intervalos, colocação do manguito e posicionamento dos sujeitos para os exercícios, as sessões duravam, em média, 13 minutos. As sessões de exercício foram previamente agendadas com os indivíduos para que cada um realizasse as sessões no mesmo horário.

3.7 Análise estatística

Para a caracterização da amostra foram utilizados os valores de média e desvio padrão. Os testes de *Shapiro-Wilk*, *Levene* e *Mauchi* foram utilizados para verificar a normalidade, homogeneidade e esfericidade dos dados, respectivamente. Na estatística inferencial, foi utilizado o ANOVA *one-way* com *post-hoc* de *Bonferroni* para verificar se os grupos apresentavam homogeneidade no baseline para as variáveis dependentes e ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni* para a análise de possíveis diferenças nas variáveis dependentes [3 x 3; protocolos (GC X GTF X GRFS) x tempo (1^a x 3^a x 6^a semana)]. Os dados perdidos por desistência foram analisados pela intenção de tratar (ITT) como proposto por Yelland et al. (2015).

Para verificar a magnitude das mudanças entre as avaliações dos grupos o eta quadrado (η^2) foi adotado para o teste de caminhada de 6 minutos e o tamanho do efeito (TE) proposto por Rhea (2000) para os testes de força, tendo em vista que esse TE foi criado especificamente para a variável força. A variação percentual ($\Delta\%$) foi utilizada para expressar as

possíveis diferenças nas medidas. O valor de significância adotado para todos os testes foi de $p < 0,05$ e todas as análises foram realizadas no software estatístico SPSS 22.0.

4 RESULTADOS

Dos sujeitos que foram avaliados e incluídos no estudo, apenas um não realizou a avaliação final e deixou o estudo por motivos pessoais, entretanto seus dados foram imputados por meio da intenção de tratar, repetindo-se o valor da segunda avaliação. Os sujeitos estiveram presentes em 96% das sessões. Dentre os 17 voluntários presentes na amostra, nove eram do sexo masculino.

O teste de *Shapiro-Wilk* verificou que todas as variáveis apresentaram distribuição normal, assim como os resultados dos testes de Levene e Mauchy assumiram a homogeneidade e esfericidade dos dados ($p > 0,05$). A tabela 01 apresenta os dados descritivos da amostra onde pode-se observar uma homogeneidade dessas variáveis de acordo com o teste ANOVA *one-way*.

Tabela 01 - Caracterização da amostra com estatística descritiva de (média \pm desvio padrão) da idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC) e valor de p calculado pelo teste ANOVA *one-way*

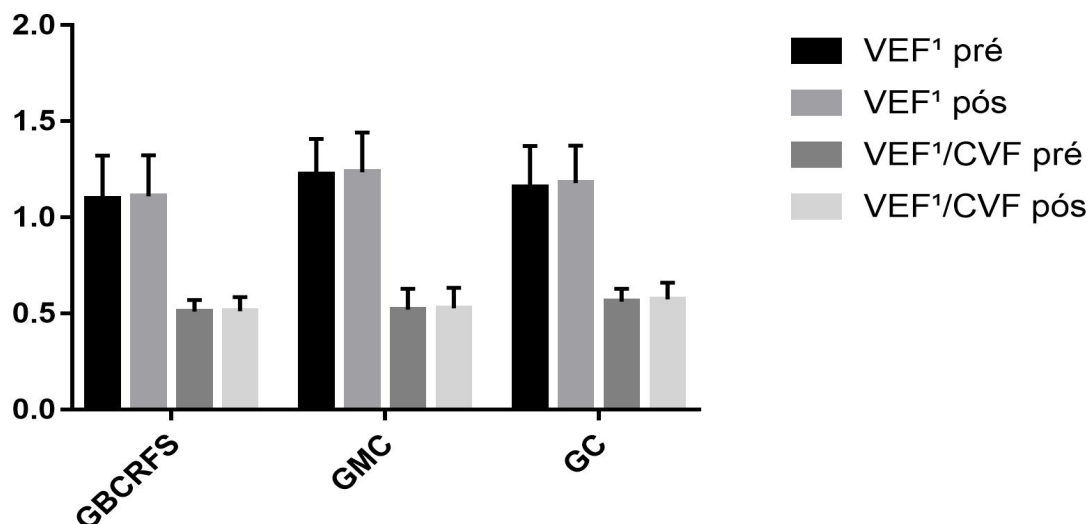
Variáveis	Grupos (h/m)			p
	BCRFS (3/3)	MC (4/2)	Controle (2/3)	
Idade (anos)	67,0 \pm 10,9	63,7 \pm 5,3	64,2 \pm 4,3	0,729
Massa corporal (kg)	59,7 \pm 8,1	61,4 \pm 12,3	65,8 \pm 8,7	0,356
Estatura (m)	1,58 \pm 0,1	1,64 \pm 0,5	1,63 \pm 0,1	0,275
IMC (kg/m ²)	22,8 \pm 3,7	22,5 \pm 3,9	24,6 \pm 3,9	0,653

BCRFS – Treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; MC – Treinamento de força de moderada carga; h – número de sujeitos do sexo masculino; f – número de sujeitos do sexo feminino.

Em nenhuma das variáveis foi observada diferença entre os grupos no momento pré-treinamento ($p > 0,05$), por isso pode-se afirmar que o baseline dos grupos para todas as variáveis dependentes eram iguais. Em relação às variáveis pulmonares, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, nem entre os momentos em cada grupo ($p > 0,05$). Assim, observou-se

que o treinamento não foi capaz de melhorar os níveis de VEF_1 e da relação VEF_1/CVF (Figura 05).

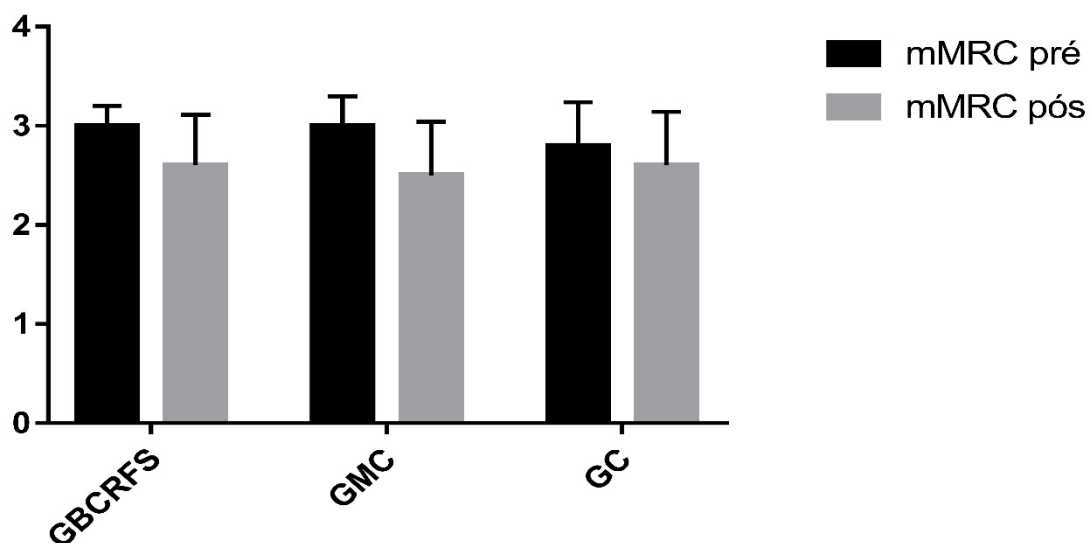
Figura 05 – Comparação entre e intragrupos das médias do VEF_1 e da relação VEF_1/CVF



GBCRFS – Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; GC – Grupo controle; VEF_1 – Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF_1/CVF – Relação entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada.

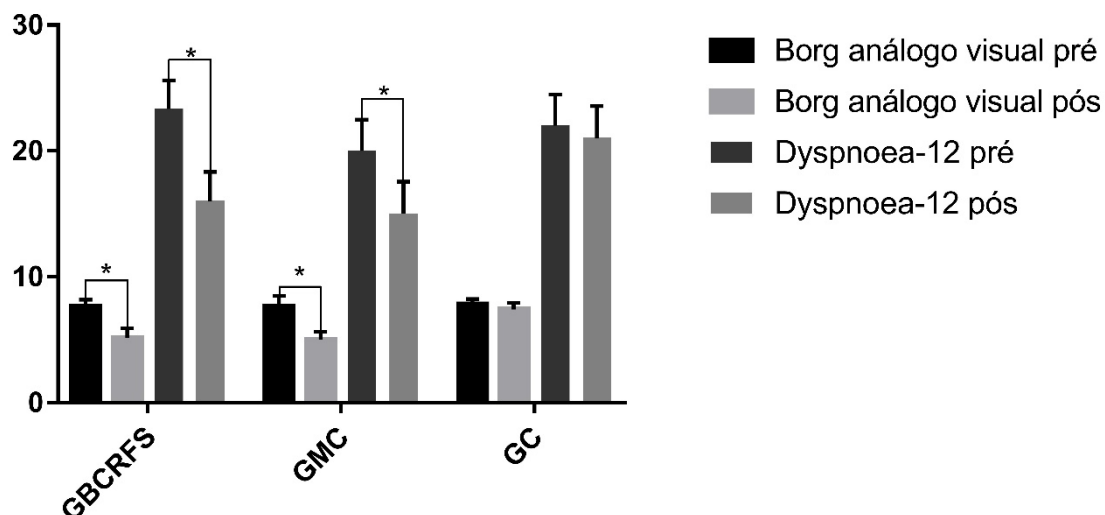
A escala de dispneia do mMRC também não apresentou diferenças significativas na interação tempo nem grupo ($p > 0,05$) (figura 06). Já nos valores da escala análogo visual de Borg, houve diferença significativa entre os dois momentos de avaliação nos grupos BCRFS e MC, os dois com $p < 0,001$, e o mesmo aconteceu com os valores da escala Dyspnoea-12, $p < 0,001$, e com uma redução de 7 e 5 pontos no nível de dispneia para cada um dos grupos, respectivamente. O grupo controle não apresentou diferença nesta escala ($p > 0,05$) (figura 07). Todos os grupos possuíam os mesmos scores em ambas as escalas no momento pré ($p > 0,05$).

Figura 06 – Comparação entre e intragrupos das médias da escala mMRC



GBCRFS – Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; GC – Grupo controle; mMRC – Escala de dispneia modificada do *Medical Research Council*.

Figura 07 – Comparação entre e intragrupos das médias das escalas de Borg análogo visual após o teste de caminhada de 6 minutos e Dyspnoea-12



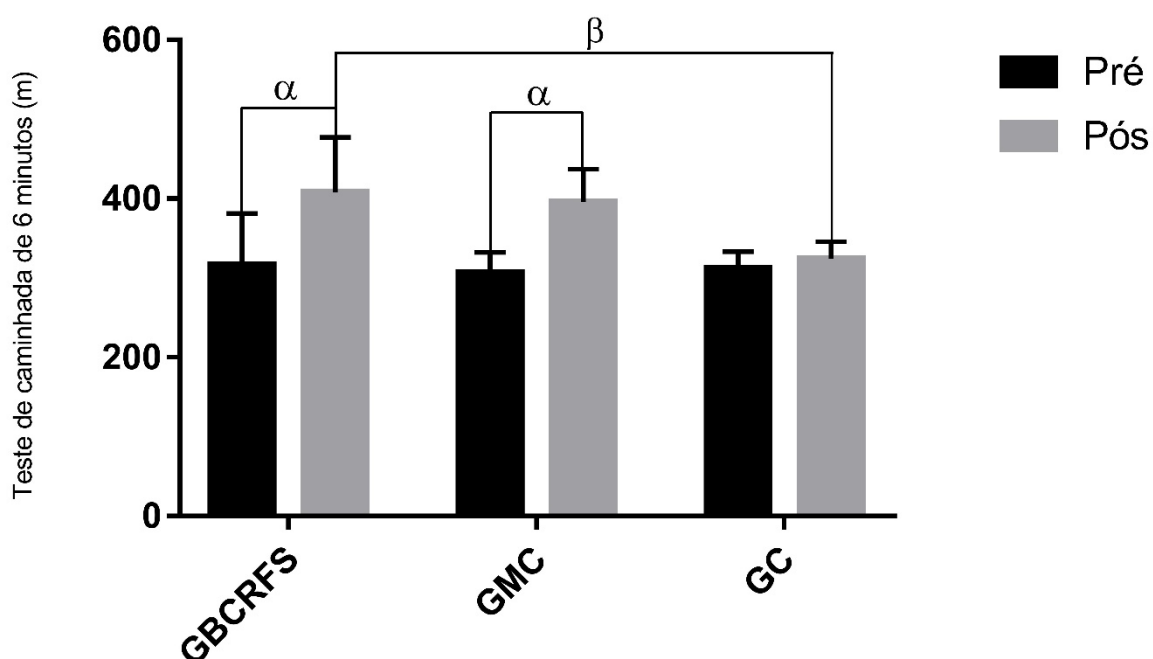
GBCRFS – Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; GC – Grupo controle; Dyspnoea-12 – Escala de dispneia Dyspnoea-12; *Diferença significativa com $p < 0,001$.

No teste de caminhada, não houve diferença entre os grupos no momento pré ($p > 0,05$), entretanto no momento pós foi observada uma diferença significativa entre os três grupos ($p = 0,038$) e na comparação par a

par o *post-hoc* de *Bonferroni* apontou diferença entre os grupos BCRFS e controle ($p=0,046$).

Na comparação intragrupos, foi observada diferença entre os momentos pré e pós treinamento nos grupos BCRFS ($p<0,001$; $\eta^2=0,84$; $\Delta\%=29$) e MC ($p<0,001$; $\eta^2=0,83$; $\Delta\%=26$). O grupo controle não apresentou diferença significativa entre as médias pré e pós ($p>0,05$) (Figura 08).

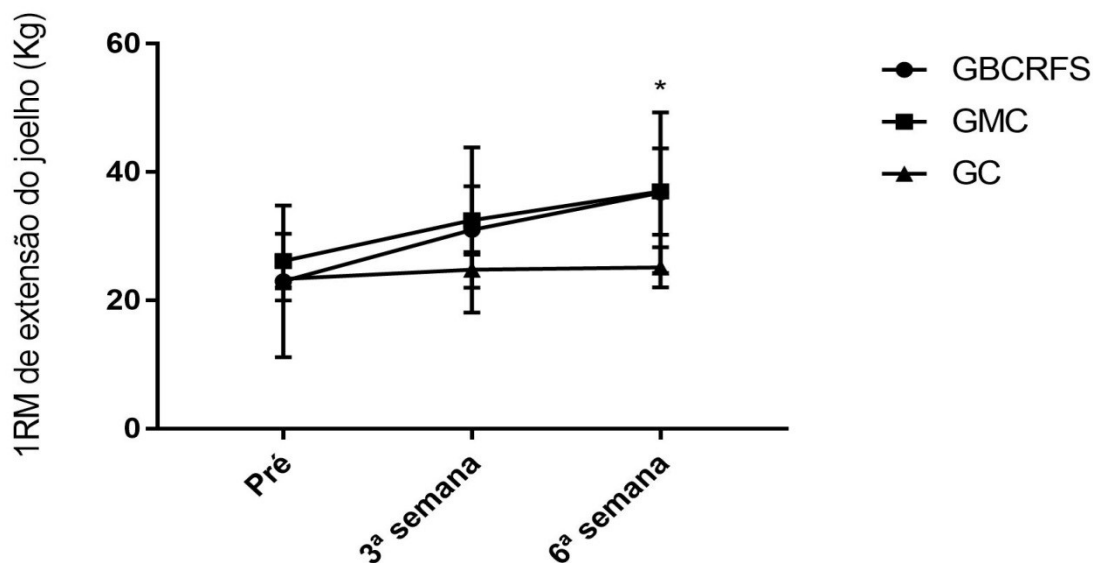
Figura 08 – Comparação entre e intragrupos das médias do teste de caminhada de 6 minutos



GBCRFS – Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; GC – Grupo controle; α – Diferença significativa com $p<0,001$; β – Diferença significativa com $p<0,05$.

Na análise da força dinâmica máxima para o movimento de extensão do joelho, o teste ANOVA *two-way* apontou diferença significativa entre os grupos na avaliação após e 6ª semana ($p=0,008$). Na análise par a par, o *post-hoc* de *Bonferroni* localizou essas diferenças entre e entre o grupo controle e os grupos BCRFS ($p=0,012$) e MC ($p=0,043$), com valores superiores para os grupos experimentais (figura 09).

Figura 09 – Comparação intergrupos dos valores de 1RM para a extensão do joelho pelo teste ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni*



BCFRS– Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; 1RM – Uma repetição máxima; * Diferença significativa entre o grupo controle e os grupos BCRFS e MC com $p < 0,05$.

Na análise intragrupos, o ANOVA *two-way* verificou diferença significativa intragrupos entre os três momentos nos grupos BCRFS e MC (ambos com $p < 0,001$). Após o *post-hoc* de *Bonferroni*, observou-se que nos dois grupos as diferenças apareceram entre as avaliações pré e 3ª semana, pré e 6ª semana e entre a 3ª e 6ª semana, com $p < 0,001$ em todas as comparações. Não foram observadas diferenças no efeito tempo para o grupo controle. A tabela 02 apresenta esses valores.

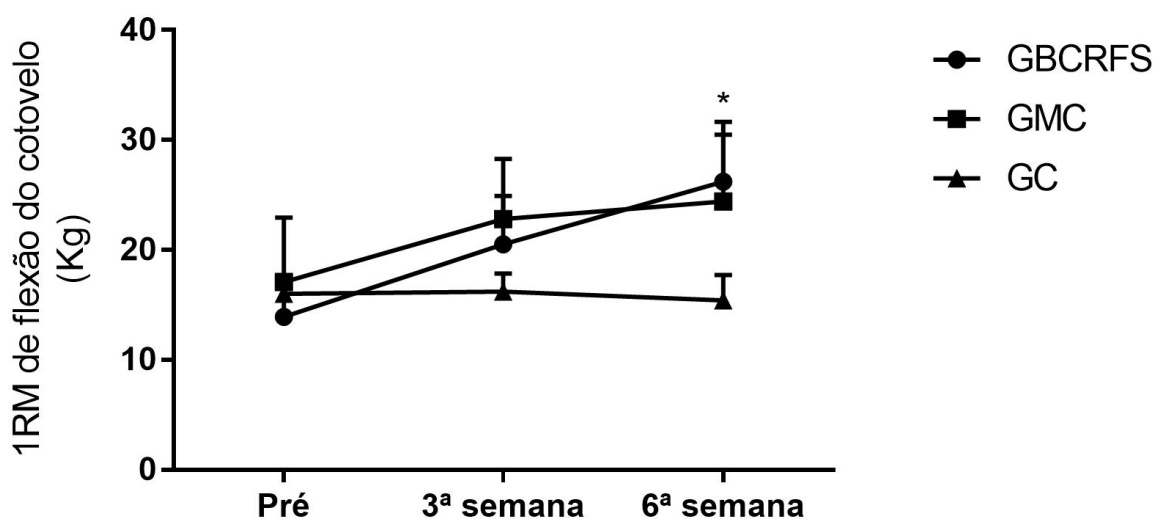
Tabela 02 – Comparação intragrupos dos valores de 1RM para a extensão do joelho pelo teste ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni*

Grupo	Avaliações	Varição %	TE	Valor de p
BCRFS	Pré x 3ª semana	34,7	1,51	<0,001
	Pré x 6ª semana	60,0	1,17	<0,001
	3ª x 6ª semana	18,0	0,45	<0,001
MC	Pré x 3ª semana	24,1	1,41	<0,001
	Pré x 6ª semana	41,0	0,96	<0,001
	3ª x 6ª semana	13,8	0,72	<0,001
Controle	Pré x 3ª semana	7,0	0,17	0,287
	Pré x 6ª semana	8,6	0,21	0,156
	3ª x 6ª semana	2,3	0,19	0,539

BCFRS– Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; TE – Tamanho do efeito.

No movimento de flexão do cotovelo, o teste ANOVA *two-way* apontou diferença significativa entre os grupos na avaliação após a 6ª semana ($p=0,008$) e após a análise par a par o *post-hoc* de *Bonferroni* localizou essas diferenças entre o grupo controle e os grupos BCRFS ($p=0,010$) e MC ($p=0,041$), com níveis de força superiores para os grupos experimentais (figura 10).

Figura 10 – Comparação intergrupos dos valores de 1RM para a flexão do cotovelo pelo teste ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni*



BCFRS – Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; 1RM – Uma repetição máxima; * Diferença significativa entre o grupo controle e os grupos BCRFS e MC com $p<0,05$.

Na análise intragrupos, de acordo com o *post-hoc* de *Bonferroni*, houve diferenças significativas no grupo BCRFS entre todos os momentos ($p<0,001$) e no grupo MC entre a avaliação pré e a 3ª e 6ª semanas (ambas com $p<0,001$). O grupo controle não apresentou variação no efeito tempo. Os valores de tamanho de efeito, variação percentual e valor de p estão apresentados na tabela 03.

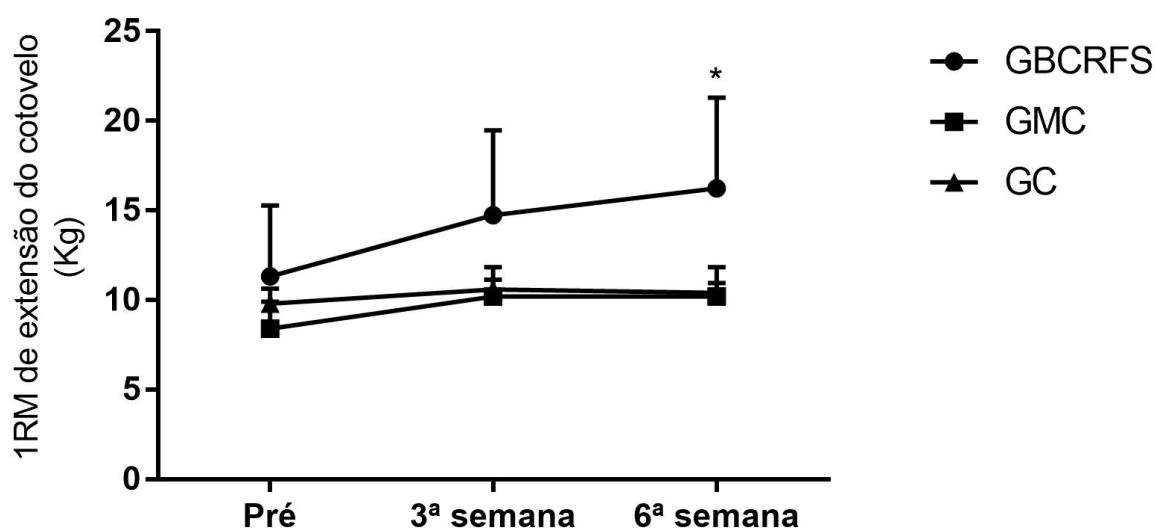
Em relação a musculatura extensora do cotovelo que não foi treinada, mas teve o fluxo sanguíneo restringido em uma das condições experimentais, observou-se diferença significativa entre os grupos na avaliação após a 6ª semana ($p=0,013$), com média significativamente maior para o grupo BCRFS em relação ao MC ($p=0,024$) e controle ($p=0,035$) (Figura 11).

Tabela 03 – Comparação intragrupos dos valores de 1RM para a flexão do cotovelo pelo teste ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni*

Grupo	Avaliações	Varição %	TE	Valor de p
BCRFS	Pré x 3ª semana	47,2	1,86	<0,001
	Pré x 6ª semana	88,4	3,41	<0,001
	3ª x 6ª semana	28,4	1,29	<0,001
MC	Pré x 3ª semana	29,3	0,96	<0,001
	Pré x 6ª semana	38,7	1,27	<0,001
	3ª x 6ª semana	7,4	0,34	0,178
Controle	Pré x 3ª semana	1,2	0,16	0,793
	Pré x 6ª semana	-3,7	-0,49	0,616
	3ª x 6ª semana	-4,9	-0,48	0,489

BCFRS– Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; TE – Tamanho do efeito.

Figura 11 – Comparação intergrupos dos valores de 1RM para a extensão do cotovelo pelo teste ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni*



BCFRS– Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; 1RM – Uma repetição máxima; * Diferença significativa entre o grupo BCRFS e os grupos MC e controle com $p < 0,05$.

No que diz respeito ao efeito tempo, o grupo BCRFS apresentou diferença significativa entre todos os momentos ($p < 0,001$) e o grupo MC entre a avaliação pré e a 3ª semana ($p = 0,011$). O grupo controle não apresentou diferença entre as avaliações. Os valores de tamanho de efeito, variação percentual e valor de p estão apresentados na tabela 04.

Tabela 04 – Comparação intragrupos dos valores de 1RM para a extensão do cotovelo pelo teste ANOVA *two-way* com *post-hoc* de *Bonferroni*

Grupo	Avaliações	Varição %	TE	Valor de p
BCRFS	Pré x 3ª semana	30,2	0,86	<0,001
	Pré x 6ª semana	43,4	1,24	<0,001
	3ª x 6ª semana	10,1	0,31	<0,001
MC	Pré x 3ª semana	20,1	0,43	0,011
	Pré x 6ª semana	18,6	0,34	0,060
	3ª x 6ª semana	7,2	0,10	0,993
Controle	Pré x 3ª semana	8,0	0,16	0,140
	Pré x 6ª semana	8,9	0,20	0,334
	3ª x 6ª semana	4,6	0,18	0,451

BCFRS– Grupo de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo; GMC – Grupo de treinamento de força de moderada carga; TE – Tamanho do efeito.

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico de pessoas com DPOC. Na literatura, não foram encontrados estudos que aplicassem esse tipo de treinamento nessa população. Os principais achados deste estudo foram: a) o TF com RFS promoveu uma melhora na variável pulmonar de dispneia e b) nas variáveis neuromusculares de desempenho funcional e força dinâmica máxima; c) a isquemia promovida pela RFS foi capaz de aumentar os níveis de força da musculatura antagonista que não foi treinada. Apesar de nenhum estudo ter avaliado os efeitos crônicos do TF com RFS em pessoas com DPOC, existem na literatura estudos que aplicaram o TF convencional nessa população, ou a RFS em outras populações clínicas.

5.1 Capacidade pulmonar e dispneia

O VEF_1 e a relação VEF_1/CVF são medidas espirométricas comumente utilizadas em outros estudos para avaliar a capacidade pulmonar de pessoas com DPOC, entretanto os resultados dessas variáveis são bastante inconsistentes entre os estudos devido a vários fatores como: diferentes metodologias de treino, seleção dos exercícios e severidade da DPOC.

No estudo de Harpa Arnardóttir et al. (2006), indivíduos com DPOC realizaram a oito semanas de treinamento de força, duas vezes na semana,

com exercícios para membros inferiores, superiores e abdominais, totalizando quatro exercícios e, assim como no presente trabalho, não foi observada diferença significativa no VEF_1 e na relação VEF_1/CVF após o treinamento ($p>0,05$). Skumlien et al. (2008) também não encontraram diferença nessas variáveis após 12 semanas de treinamento de força realizado em domicílio pelos próprios pacientes, apenas com orientações dadas por um Fisioterapeuta no início do treinamento.

Esses resultados suportam a teoria de que essas duas variáveis são difíceis de serem modificadas pelo exercício em pessoas com DPOC. Tendo em vista que uma das consequências pulmonares da DPOC é a alteração nas vias aéreas e/ou alvéolos, que causa uma modificação estrutural nesses componentes, tornando-os afuncionais e que estão diretamente ligados com os resultados do VEF_1 e na relação VEF_1/CVF (BARREIRO; GEA, 2015). O exercício físico não é capaz de reverter essas alterações na morfologia dos alvéolos e, conseqüentemente, não foi capaz de melhorar os valores da espirometria.

Em contrapartida, alguns estudos verificaram melhora no VEF_1 após um protocolo de exercícios (HOFF et al., 2007; KAMAL; NAMBI; MAHMOUD, 2016; MADOR et al., 2004; SKUMLIEN et al., 2007), o que não corrobora os resultados do presente estudo. Como citado anteriormente, as metodologias de treino e os exercícios selecionados desempenham um papel fundamental no resultado das variáveis pulmonares. Os estudos Mador et al. (2004) e Skumlien et al. (2007), além do treinamento de força, inseriram o exercício aeróbio no protocolo de exercícios e, além disso, o protocolo de reabilitação pulmonar de Skumlien et al. (2007) possuía sessões educacionais com Fisioterapeutas todos os dias da semana e acompanhamento de Psicólogos, Nutricionistas e Terapeutas Ocupacionais, caracterizando assim um programa mais completo e também mais eficaz.

Os protocolos de Hoff et al. (2007) e Kamal, Nambi, Mahmoud (2016) também promoveram melhorias nas variáveis pulmonares, entretanto a seleção dos exercícios foi diferente da realizada neste estudo. Apesar de ambos utilizarem apenas o treinamento de força, estavam incluídos exercícios para o fortalecimento dos músculos abdominais e/ou o exercício de *leg press*, no qual já foi observado que quando realizado aumenta a atividade eletromiográfica

dos músculos do abdômen podendo levar a um aumento de força (MCGILL, 2010). Os músculos abdominais são considerados acessórios da expiração forçada e durante o exame espirométrico é solicitada uma expiração forçada máxima do indivíduo para o cálculo do VEF_1 e da relação VEF_1/CVF (ATS, 2005).

Dessa forma, pode-se teorizar que a melhoria nos valores espirométricos apresentada nesses estudos se deu não pelo treinamento de força para os membros, mas sim pelo fortalecimento da musculatura acessória da expiração. Isso demonstra a importância que a seleção dos exercícios possui no momento da estruturação de um protocolo de treinamento. Neste ponto, a técnica da RFS apresenta uma limitação já que, até o momento, não foram desenvolvidas formas seguras e eficazes de se restringir o fluxo sanguíneo para a musculatura abdominal, dificultando a inclusão desse tipo de exercício em um protocolo de RFS.

É importante destacar que o estudo de Harpa Arnardóttir et al. (2006) apesar de incluir exercícios de força para o abdominal, não observou diferença significativa nas variáveis pulmonares. Provavelmente isso se deu devido ao fato de que a severidade dos indivíduos com DPOC que fizeram parte da amostra era grau I de acordo com a classificação da GOLD (2017) e, de acordo com a literatura, indivíduos com DPOC mais leve são menos responsivos ao exercício que aqueles com graus II, III ou IV, tendo em vista que as alterações presentes nos indivíduos grau I ainda não impactam tanto sua capacidade de exercício como em pessoas com DPOC mais grave (LIAO et al., 2015). Por isso, a resposta ao treinamento é menos pronunciada.

Em relação às escalas de dispneia, uma característica da mMRC é que ela está mais relacionada com qualidade de vida relativa à saúde e predição de risco de mortalidade e não é uma medida tão sensível ao exercício, principalmente quando o protocolo tem uma duração menor que 16 semanas (HSU et al., 2013). Por isso, é compreensível que os valores não tenham sido alterados neste estudo após o treinamento. Por outro lado, assim como foi realizado no presente trabalho, ela é um ótimo indicador para o diagnóstico e acompanhamento da DPOC, além de um critério de inclusão importante em ensaios clínicos com essa população para assim garantir uma homogeneidade maior da amostra (GOLD, 2017).

Para avaliar os efeitos do exercício na sensação de falta de ar, a escala modificada de Borg tem sido utilizada em ensaios clínicos com indivíduos com DPOC (MARRARA et al., 2008; MCKEOUGH; BYE; ALISON, 2012). Essa escala pode ser utilizada perguntando ao indivíduo qual a sensação de falta de ar de 1 a 10, onde 1 representa “nenhuma dispneia” e o 10 “dispneia máxima, que o mesmo sente durante uma determinada atividade, como subir escadas, ou após a realização de uma atividade padronizada, como o teste de caminhada de 6 minutos que foi realizado neste estudo (RIES, 2005).

O estudo de Marrara et al. (2008), submeteu 22 indivíduos com DPOC moderada a um protocolo de seis semanas exercício, com frequência de três sessões semanais. O grupo de treinamento de força realizou sete exercícios com carga de 10RM para membros superiores apenas. A escala modificada de Borg foi aplicada após a realização de atividades de vida diária para membros inferiores e superiores, sendo uma delas muito similar ao teste de caminhada de 6 minutos, e no grupo de treinamento de força não foram observadas diferenças significativas na sensação de dispneia após o protocolo de intervenção.

McKeough, Bye e Alison (2012) também aplicaram treinamento de força apenas para os membros superiores em um protocolo de oito semanas, com frequência semanal de três vezes e a prescrição do exercício foi de duas séries de 10 repetições a 60% de 1RM para músculos que eram responsáveis por movimentos dos braços, mas também eram acessórios da respiração (peitoral maior e menor, serrátil anterior, latíssimo do dorso, entre outros), sendo assim uma prescrição similar à utilizada no presente estudo. A escala modificada de Borg foi perguntada após um teste de resistência para membros superiores e não foram observadas diferenças na sensação de dispneia na reavaliação dos sujeitos.

O presente estudo, diferentemente dos supracitados, apresentou diferença significativa na escala modificada de Borg perguntada após a realização do teste de caminhada de 6 minutos tanto para o grupo BCRFS quanto o MC ($p < 0,001$ para ambos). Tais divergências podem ser explicadas pelo fato de nos estudos de Marrara et al. (2008) e McKeough, Bye e Alison (2012) a sensação de dispneia foi perguntada após testes que não verificaram especificamente a musculatura ou a capacidade física que foi treinada. Marara

et al. (2008) realizaram testes de funcionalidade para membros inferiores, sendo que o grupo de TF apenas treinou membros superiores, enquanto McKeough, Bye e Alison (2012) utilizaram a escala após um teste relacionado com capacidade de resistência aeróbia e não de força. Neste estudo, os indivíduos responderam a escala de Borg após a realização do teste de caminhada de 6 minutos, que é eficaz para avaliar a capacidade neuromuscular de membros inferiores (HERNANDES et al., 2011), e foi justamente um componente neuromuscular, a força, que foi priorizado no treinamento, respeitando assim o princípio da especificidade.

É importante ressaltar que, em ensaios clínicos como este, a literatura sugere que não deve ser levado em consideração apenas os valores estatísticos dos testes de hipótese, mas também a chamada diferença mínima importante clinicamente (DMIC) (MAKE, 2007). Essa medida é utilizada pois está relacionada com a menor diferença entre valores de uma variável cujo os indivíduos percebem como sendo benéficos (JAESCHKE; SINGER; GUYATT, 1989).

Por este motivo, pesquisadores desenvolveram valores de DMIC para diversos instrumentos de avaliação, entre eles a escala modificada de Borg para pessoas com DPOC (RIES, 2005). De acordo com o estudo de Ries (2005), para intervenções com exercício mudanças de duas unidades na escala são consideradas clinicamente importantes. No presente estudo, tanto o grupo BCRFS quanto o MC apresentaram reduções médias maiores que duas unidades (2,50 e 2,76, respectivamente). Assim, tanto o treinamento de baixa carga com RFS quanto o de moderada carga foram significativos e clinicamente importantes na redução da sensação de dispneia percebida após a realização do teste de caminhada de 6 minutos em pessoas com DPOC.

A escala Dyspnoea-12 foi traduzida e validada para o Português em publicação recente (SIMSIC et al., 2018), por esse motivo ainda não há publicações no Brasil. Apesar de sua versão inicial em Inglês ter sido publicada no ano de 2010 (YORKE et al., 2010) e dela estar listada pela *American Thoracic Society* em seu guideline como uma possível ferramenta de avaliação da dispneia (PARSHALL et al., 2012), também não foram encontrados estudos internacionais que a utilizaram como desfecho de uma intervenção de nenhuma natureza, seja ela medicamentosa ou com exercícios. Dessa forma,

este estudo é pioneiro na utilização da Dyspnoea-12 em uma intervenção com exercícios em pessoas com DPOC.

Enquanto que na escala modificada de Borg os dois grupos experimentais apresentaram diferenças significativas com variações semelhantes, na Dyspnoea-12 o grupo BCRFS teve uma redução de sete unidades e o MC reduziu cinco quando comparados os momentos pré e pós-treinamento. Isso se dá pelo fato de que apesar de ambas estarem relacionadas com a sensação de dispneia, elas analisam componentes diferentes da dispneia (PARSHALL et al., 2012). A escala modificada de Borg apenas avalia a intensidade da dispneia, enquanto isso, a Dyspnoea-12 verifica intensidade, qualidade sensorial, estresse afetivo e qualidade de vida relacionada à saúde, por isso ela é mais sensível a variações causadas pelo exercício tendo em vista que um protocolo de treinamento tem um impacto mais amplo no desempenho do indivíduo sendo eficaz não só na melhora dos aspectos físicos, mas também do desempenho cognitivo, funções executivas, percepção afetiva, entre outros (AQUINO et al., 2016; BURGEL et al., 2013).

Estes resultados dos valores das três escalas aqui utilizadas permitem inferir que, como observado em outros estudos (WILLIAMS; JOHNN; FRITH, 2017), a seleção do instrumento de verificação da sensação de dispneia é de extrema importância para uma avaliação precisa. As escalas modificada de Borg e Dyspnoea-12 são sensíveis ao exercício, porém a segunda parece ter mais acurácia tendo em vista que avalia mais aspectos. Também por esse motivo que foi observada uma variação diferente para os dois grupos experimentais na Dyspnoea-12, sendo o grupo BCRFS mais eficaz para a redução da sensação de dispneia avaliada por essa escala que o grupo MC. Sugerindo que ao observar mais componentes relacionados com a dispneia, o TF com RFS utilizando baixas cargas promove mais melhorias que o TF com moderadas cargas.

5.2 Desempenho funcional e força dinâmica máxima

No que diz respeito às variáveis neuromusculares, nos estudos que utilizaram o treinamento de força em pessoas com DPOC na maioria das vezes não se observa uma padronização dos protocolos de exercício e eles

apresentam metodologias de treinamento diversificadas. Utilização de pesos livres, metodologia de série única e associação com outros tipos de exercício são alguns dos protocolos de treinamento utilizados nos estudos (ALEXANDER; PHILLIPS; WAGNER, 2008; BENTON; WAGNER, 2013; PHILLIPS et al., 2006; VONBANK et al., 2012), o que dificulta a discussão dos resultados.

O estudo de Vonbank et al. (2012) teve uma amostra de 36 indivíduos que foram alocados no grupo de treinamento de força, treinamento aeróbio ou treinamento combinado. Em relação ao grupo de força, os 12 sujeitos realizaram três meses de treinamento de força, duas vezes por semana. O protocolo era composto por oito exercícios para membros inferiores e superiores, com carga na qual os voluntários conseguiam realizar entre 8 e 15 repetições sem interrupção com o número de séries iniciando com 1 na primeira e progredindo até 4 na última semana, o que o estudo considerou como sendo uma carga moderada. Os indivíduos apresentaram ganhos significativos de força para os três exercícios avaliados de 39,3%, 20,9% e 20,3%, sendo similares ao grupo de moderada carga do presente estudo que foram 41% e 38,7%, respectivamente, para a extensão do joelho e flexão de cotovelo. Em contrapartida, o grupo de restrição de fluxo apresentou aumentos de 60,0% e 88,4% após as seis semanas de treinamento.

Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que a RFS promove um estímulo metabólico mais pronunciado que o TF convencional, devido às respostas fisiológicas causadas pela RFS (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010), fazendo com que esse método de treinamento não só promova ganhos mais elevados que moderadas cargas, sendo assim similar a altas cargas, mas também tem a capacidade de promover ganhos em menos semanas que o treinamento convencional, o que o torna uma opção eficaz principalmente para a prescrição do treinamento inicial de pessoas com DPOC onde, provavelmente, o indivíduo apresenta menores níveis de força e não suporta altas cargas, o que iria prepara-lo para um treinamento mais intenso dentro de algumas semanas.

Benton e Wagner (2013), Alexander, Phillips e Wagner (2008) e Phillips et al. (2006) realizaram estudos bastante similares e submeteram, respectivamente, 19, 20 e 20 indivíduos diagnosticados com DPOC grau III a

um protocolo de oito semanas exercício. A amostra foi dividida em dois grupos, sendo um de reabilitação pulmonar com componentes predominantemente aeróbios (caminhada na esteira, subida e descida de degraus, entre outros) e outro grupo que realizava esses mesmos exercícios e mais cinco exercícios de força para membros superiores e inferiores. O protocolo de força consistia em séries únicas de 8 a 12 repetições com carga de 50% de 1RM para os exercícios de *leg press* e supino e para os outros exercícios a carga era aquela na qual os sujeitos conseguiam realizar de 8 a 12 repetições com “execução boa”. Foi observado aumento significativo na força do grupo que realizou TF e melhora na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos para ambos os grupos, sem diferença significativa entre eles.

Os achados desses estudos estão dentro do esperado tendo em vista que apenas um grupo realizou treinamento de força e, portanto, apenas ele aumentou significativamente a força e, além disso, não houve diferença entre os grupos para o teste de caminhada. Apesar de não haver uma explicação concreta para estes resultados, isso pode ter ocorrido pela possível existência de um platô no que diz respeito ao aumento de força, onde há um ponto no qual aumentos de força não promovem aumentos de capacidade funcional (JETTE et al., 1998).

Levando em consideração a DMIC do teste de caminhada de 6 minutos, Wise e Brown (2005) afirmam que uma diferença de 54 metros entre o pré e pós-testes representa o mínimo valor que causa uma diferença clinicamente significativa. Benton e Wagner (2013), Alexander, Phillips e Wagner (2008) e Phillips et al. (2006) reportaram aumento médio de 65 metros para o grupo de treinamento de força, enquanto que no presente estudo os grupos BCRFS e MC apresentaram aumentos de 92 metros. Dessa forma, todos apresentaram diferença clinicamente significativa.

Entretanto, a diferença de aproximadamente 30 metros entre o presente e os outros estudos pode representar no desempenho diário dos indivíduos a capacidade de, por exemplo, se deslocar até a parada de ônibus ou subir escadas sem a necessidade de parada. Essa diferença na melhoria pode ser explicada pelo volume de exercícios, que neste estudo tanto o grupo BCRFS e MC apresentaram um volume de exercícios (carga x repetições x séries) maior que os prescritos por Benton e Wagner (2013), Alexander, Phillips e Wagner

(2008) e Phillips et al. (2006), promovendo assim um melhor resultado no desempenho funcional.

O volume de exercícios utilizados por esses outros estudos também dificulta a utilização de seus resultados como base para a prescrição, pois a comparação é realizada sempre entre um grupo que realizou apenas exercícios aeróbios e outro grupo combinado (exercício aeróbio + treinamento de força). Por isso, os resultados obtidos já eram esperados tendo em vista que um grupo recebeu mais estímulos que o outro, diferentemente deste estudo onde ambos os grupos experimentais realizaram a mesma modalidade de exercício, o TF, com volume de treinamento igual, diferenciando apenas a metodologia de treinamento, a RFS.

Como já citado anteriormente, não há estudos que utilizaram a RFS, seja ela associada ao treinamento de força ou aeróbio. Porém, a RFS já foi aplicada em outras populações clínicas como idosos (VECHIN et al., 2015), mulheres com osteoartrite (BRYK et al., 2016) e com osteoporose (PEREIRA NETO et al., 2018; SILVA et al., 2015).

O estudo de Vechin et al. (2015) comparou o efeito do treinamento de força com RFS e do treinamento de alta carga (AC) em 23 idosos. O grupo de AC realizou 4 séries de 10 repetições, a 70%-80% de 1RM enquanto que o protocolo do grupo de RFS foi uma série de 30 repetições e 3 de 15 a 20-30% de 1RM, duas vezes na semana durante três meses. O grupo de RFS não apresentou aumento significativo na força ($p=0,067$), apenas o grupo de AC ($p<0,05$), o que não corrobora os resultados do presente estudo.

As variações percentuais da força no estudo de Vechin et al. (2015) foram de 17% e 54% para os grupos de RFS e AC, respectivamente. No presente estudo o grupo de RFS, além de apresentar diferença significativa entre os momentos, apresentou variações de 60% e 88% e o MC 41% e 38%. Assim, apesar do protocolo de Vechin et al. (2015) ter uma maior duração e maior volume de exercício, os resultados do presente estudo foram superiores. A população pode ter sido o fator determinante para esta diferença, tendo em vista que no estudo de Vechin et al. (2015), apesar de também serem idosos, os indivíduos não possuíam nenhuma comorbidade que favorecesse a perda de massa muscular periférica, enquanto que no presente estudo os indivíduos possuíam DPOC moderada ou grave e, conseqüentemente, possuíam maior

queda no desempenho (BARREIRO; GEA, 2015) e, de acordo com o princípio da treinabilidade, fazendo com que estímulos com menor volume sejam suficientes para promover melhorias mais expressivas no desempenho físico.

Uma melhoria na força também foi observada no estudo clínico randomizado de Bryk et al. (2016) que aplicou um programa de exercícios de seis semanas que incluía alongamento, fortalecimento e propriocepção em 34 mulheres com osteoartrite no joelho. O protocolo era igual para os dois grupos, com a diferença no exercício de força onde no grupo RFS era realizado a 30% de 1RM com RFS e no AC a 70% de 1RM. Silva et al. (2015) e Pereira Neto et al. (2018) submeteram mulheres com osteoporose a três meses de TF, duas vezes na semana, com quatro séries de extensão do joelho até a falha concêntrica com carga de 80% de 1RM para o grupo de AC e 30% de 1RM com RFS para o grupo de BCRFS. Similarmente ao presente estudo, houve diferença significativa entre os momentos em ambos os grupos ($p < 0,05$), sem diferença entre os grupos ($p > 0,05$).

Apesar dos resultados similares, é importante destacar que no presente estudo o grupo de BCRFS apresentou aumento de 60% na força da extensão do joelho, se equiparando aos grupos de AC dos outros estudos (58%) e bem superior aos de BCRFS (26%) (BRYK et al., 2016; PEREIRA NETO et al., 2018; SILVA et al., 2015) que apresentaram variações inferiores até mesmo ao grupo de MC deste estudo (41%). Tais resultados demonstram o importante papel do volume do exercício também na prescrição do treinamento com restrição. Os três estudos citados realizaram o mesmo protocolo para todos os grupos, modificando apenas a carga e a presença da RFS, deixando os volumes desiguais. Exemplificando com o estudo de Pereira Neto et al. (2018), o volume do grupo AC foi de 25,6 e do BCRFS foi de 8,4, por isso a diferença na variação percentual. No presente estudo, ambos os grupos experimentais realizaram o mesmo volume de exercícios (14,4) e a variação percentual para o grupo de BCRFS foi melhor que no MC e se equiparou a outros protocolos de AC.

Em relação ao tempo do protocolo de exercícios, estudos que realizaram protocolos com durações menores ou iguais a 12 semanas comumente apontam este fator como uma limitação (BENTON; WAGNER, 2013; NYBERG et al., 2015; VONBANK et al., 2012). Entretanto, ao observar por outra

perspectiva, levando em consideração a aderência de indivíduos de populações clínicas nos programas de treinamento em ambientes reais, fora do laboratório, muitas vezes os sujeitos não permanecem por longos períodos de treinamento (SKUMLIEN et al., 2007). Por isso, intervenções como a realizada neste estudo são necessárias para se investigar o efeito de protocolos curtos no desempenho físico de pessoas com DPOC, principalmente quando são encontrados resultados positivos, como ocorreu com a RFS, mostrando que intervenções curtas também são eficazes para a melhora no desempenho desta população.

É importante destacar que neste estudo a musculatura extensora do cotovelo, que não foi treinada, também foi avaliada para verificar os efeitos da RFS, sendo outro diferencial do estudo. Kubota et al. (2008; 2011) investigaram como a RFS diária sem exercício previne a atrofia muscular pós-imobilização e submeteram homens saudáveis a duas semanas de imobilização. Em ambos os estudos as sessões de RFS aconteciam duas vezes por dia, com uma série de 5 minutos de restrição seguida de 3 minutos de intervalo, repetida cinco vezes. A única diferença é a pressão de RFS utilizada que foi de 50 e 200 mmHg nos estudos de 2008 e 2011, respectivamente. Ambos os estudos mostraram prevenção da atrofia pela manutenção dos níveis de força antes e após a imobilização ($p > 0,05$).

No presente estudo, a musculatura não treinada aumentou a força no grupo de RFS com variação percentual de 43,4% e na primeira reavaliação do grupo de MC (20%), mas que não se repetiu no fim do protocolo. Ao comparar os resultados deste estudo com os de Kubota et al. (2008; 2011), é justificável que o ganho de força tenha sido significativo no presente trabalho devido a um maior tempo de protocolo, pelos indivíduos não estarem imobilizados, continuando a desempenhar suas atividades de vida diária, e também pelo fato de que o exercício por si só já produz efeitos sistêmicos que não afetam apenas a musculatura treinada (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; SCOTT et al., 2015). Entretanto, ao comparar o grupo de MC com o de BCRFS o ganho de força foi significativamente superior, possivelmente também pela mesma justificativa do efeito sistêmico, porém somada aos mecanismos fisiológicos desencadeados pela RFS sozinha, como aumento de íons H^+ , GH, maior ativação das fibras, entre outros (LOENNEKE; WILSON; WILSON,

2010), que fez com que a musculatura extensora não treinada, mas submetida à RFS obtivesse melhoras nos níveis de força.

Estes achados apontam para a direção de que um protocolo bem estruturado de BC com RFS é capaz de melhorar a força dinâmica máxima em magnitudes similares ao treinamento de AC, o que fortalece a ideia de que o TF de AC não é indicado para a população com DPOC, principalmente a partir do estágio II da GOLD devido às limitações musculares instaladas, a RFS pode atuar como a metodologia inicial de treinamento de força, melhorando o desempenho desses indivíduos e, conseqüentemente, os preparando para exercícios mais intensos em um curto período de tempo. Além disso, a musculatura antagonista não treinada, que também irá sofrer RFS, se beneficia com o treinamento aumentando seus níveis de força.

Como limitação do estudo, pode ser citado o fato de que essa população, apesar de possuírem diagnósticos de DPOC em graus similares, podem fazer uso de terapias medicamentosas diferentes, como corticoides esteroidais, que podem interferir na resposta ao treinamento. Além disso, a dieta não foi controlada, e a literatura aponta que os fatores nutricionais desempenham papel importante nas respostas de desempenho de indivíduos com DPOC (VAN DE BOOL et al., 2017). Por outro lado, essa é a situação comumente encontrada no ambiente prático, o que permite que os resultados aqui apresentados representem a realidade.

Sugere-se então que mais estudos sejam realizados utilizando a RFS em pessoas com DPOC, porém controlando as classes de medicamentos ingeridas pelos indivíduos e sua dieta, podendo até analisar como suplementos alimentares podem potencializar os benefícios desse tipo de exercício. Adicionalmente, protocolos mais longos merecem ser testados para verificar a eficácia do método a longo prazo e também acrescentando outras modalidades de exercício como, por exemplo, o treinamento aeróbio.

5.3 Aplicações práticas

O treinamento de força de moderada carga, como já previsto na literatura, pode ser prescrito para melhoria no desempenho de pessoas com DPOC. Entretanto, quando da possibilidade de se aplicar a RFS, ela se torna

mais eficaz, pelo menos no início do treinamento, e profissionais de Fisioterapia e Educação Física podem utilizar este recurso na prescrição dos seus respectivos treinamentos.

Baseado nos resultados encontrados neste e em outros também apresentados no presente trabalho, o quadro 04 apresenta uma sugestão de prescrição do treinamento de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo para indivíduos com DPOC.

Quadro 04 – Sugestão de prescrição de treinamento de força para indivíduos com DPOC

	TF convencional	TF com RFS
Séries	3	4
Repetições	8	12
Carga	60% de 1RM	30% de 1RM
Pressão de RFS	-	50% do pulso auscultatório de RFS
Intervalo entre séries	2 minutos	1 minuto, com a desinsuflação do manguito
Duração mínima	3 semanas	3 semanas
Frequência semanal	2x	2 x

6 CONCLUSÃO

O treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo é eficaz para a melhora no desempenho físico de pessoas com DPOC, e apresenta efeitos superiores ao treinamento de força convencional de moderada carga nas variáveis: dispneia, desempenho funcional e força.

REFERÊNCIAS

ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10^a ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2017.

ALEXANDER, J.; PHILLIPS, W.; WAGNER, C. The effect of strength training on functional fitness in older patients with chronic lung disease enrolled in pulmonary rehabilitation. **Rehabilitation Nursing**, v. 33, n. 3, p. 91–97, 2008.

AQUINO, G. et al. Effects of combined training vs aerobic training on cognitive functions in COPD: a randomized controlled trial. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, p. 711-718, 2016.

ARAÚJO, J. P. et al. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **Age**, v. 37, n. 6, p. 110-119, 2015.

ATS. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, p. 111–117, 2002.

ATS. Standardisation of spirometry. **European Respiratory Journal**, v. 26, n. 2, p. 319–338, 2005.

BARREIRO, E.; GEA, J. Respiratory and Limb Muscle Dysfunction in COPD. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 12, n. 4, p. 413–426, 2015.

BENTON, M. J.; WAGNER, C. L. Effect of Single-Set Resistance Training on Quality of Life in COPD Patients Enrolled in Pulmonary Rehabilitation. **Respiratory Care**, v. 58, n. 3, p. 487–493, 2013.

BITTAR, S. T. et al. **The benefits of physical activity on climacteric women**. InTech, 2017.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BRITTO, R. R. et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 6, p. 556–563, 2013.

BRUNETTO, A. F.; PAULIN, E.; YAMAGUTI, E. Comparação entre a escala de Borg modificada e a escala de Borg modificada análogo visual aplicadas em pacientes com dispnéia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 6, n. 1, p. 41–

45, 2002.

BRYK, F. F. et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 24, n. 5, p. 1580–1586, 2016.

BURGEL, P. R. et al. Impact of comorbidities on COPD-specific health-related quality of life. **Respiratory Medicine**, v. 107, n. 2, p. 233–241, 2013.

CHEN, R. et al. Predictors of dynamic hyperinflation during the 6-minute walk test in stable chronic obstructive pulmonary disease patients. **Journal of Thoracic Disease**, v. 7, n. 7, p. 1142–50, 2015.

CHEN, R. C. et al. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for the rehabilitation of moderate-to-severe COPD: A meta-analysis. **International Journal of COPD**, v. 11, n. 1, p. 2965–2975, 2016.

CHEN, Y. et al. Effects of home-based lower limb resistance training on muscle strength and functional status in stable Chronic obstructive pulmonary disease patients. **Journal of Clinical Nursing**, p. 1–16, 2018.

DE TORRES, J. P. et al. Prognostic evaluation of copd patients: Gold 2011 versus bode and the copd comorbidity index cote. **Thorax**, v. 69, n. 9, p. 799–804, 2014.

DIAS, R. M. R. et al. Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de testes de 1-RM. **Motriz. Revista de Educacao Fisica**, v. 19, n. 1, p. 231–242, 2013.

GEA, J.; AGUSTI, A.; ROCA, J. Pathophysiology of muscle dysfunction in COPD. **Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 9, p. 1222–1234, 2013.

GOLD. **Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease**. p. 1-139, 2017. Disponível em: <papers3://publication/uuid/D12F2273-C75D-4584-B233-14CBF04A5D76>.

HARPA ARNARDÓTTIR, R. et al. Two different training programmes for patients with COPD: A randomised study with 1-year follow-up. **Respiratory Medicine**, v. 100, n. 1, p. 130–139, 2006.

HERNANDES, N. A. et al. Reproducibility of 6-minute walking test in patients with COPD. **European Respiratory Journal**, v. 38, n. 2, p. 261–267, 2011.

HOFF, J. et al. Maximal strength training of the legs in COPD: A therapy for

mechanical inefficiency. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 2, p. 220–226, 2007.

HSU, K. Y. et al. The modified Medical Research Council dyspnoea scale is a good indicator of health-related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Singapore Medicine Journal**, v. 54, n. 6, p. 321–327, 2013.

HUGHES, L. et al. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, p. 1003–1011, 2017.

IEPSEN, U. W. et al. A combination of resistance and endurance training increases leg muscle strength in COPD: An evidence-based recommendation based on systematic review with meta-analyses. **Chronic Respiratory Disease**, v. 12, n. 2, p. 132–145, 2015.

IIDA, H. et al. Effects of walking with blood flow restriction on limb venous compliance in elderly subjects. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 31, n. 6, p. 472–6, nov. 2011.

IKE, D. et al. Efeitos do exercício resistido de membros superiores na força muscular periférica e na capacidade funcional do paciente com DPOC. **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, n. 3, p. 429–437, 2010.

JAESCHKE, R.; SINGER, J.; GUYATT, G. H. Measurement of health status. **Controlled Clinical Trials**, v. 10, n. 4, p. 407–415, 1989.

JETTE, A. et al. Interrelationships among disablement concepts. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 53, n. 5, p. 395–404, 1998.

JOLLEY, C. J. et al. Neural respiratory drive and breathlessness in COPD. **European Respiratory Journal**, v. 45, n. 2, p. 355–364, 2015.

KAMAL, W. M. A.; NAMBI, G. S.; MAHMOUD, M. Z. Impact of Resisted Exercise on Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) in Elderly Patients in Alkharj, Saudi Arabia. **International Journal of Medical Research & Health Sciences**, v. 5, n. 5, p. 187–195, 2016.

KOVELIS, D. et al. Validação do Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire e da escala do Medical Research Council para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 7, p. 473–480, 2007.

KOVELIS, D. et al. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 12, p. 1008–1018, 2008.

KUBOTA, A. et al. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 3, p. 529–534, 2008.

KUBOTA, A. et al. Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 2, p. 95–99, 2011.

KUCIO, C. et al. Evaluation of the effects of neuromuscular electrical stimulation of the lower limbs combined with pulmonary rehabilitation on exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of Human Kinetics**, v. 54, n. 1, p. 75–82, 2016.

LAURENTINO, G. et al. Effects of strength training and vascular occlusion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, p. 664–667, 2008.

LIAO, W.-H. et al. Impact of Resistance Training in Subjects With COPD: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Respiratory Care**, v. 60, n. 8, p. 1130–1145, 2015.

LIAO, W. -H. et al. Impact of Resistance Training in Subjects With COPD: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Respiratory Care**, v. 60, n. 8, p. 1130–1145, 2015.

LOENNEKE, J. P. et al. Potential safety issues with blood flow restriction training. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 21, n. 4, p. 510–518, 2011.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. **International journal of sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 1–4, 2010.

LOENNEKE, J.; YOUNG, K. Rehabilitation of an osteochondral fracture using blood flow restricted exercise: A case review. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v. 17, n. 1, p. 42–5, 2013.

LOPRINZI, P. D.; SNG, E.; WALKER, J. F. Muscle strengthening activity associates with reduced all-cause mortality in COPD. **Chronic Illness**, v. 13, n. 2, p. 140–147, 2017.

LOZANO, R. et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2095–2128, 2012.

MADOR, M. J. et al. Endurance and Strength Training in Patients With COPD. **Chest**, v. 125, n. 6, p. 2036–2045, 2004.

MAKE, B. How can we assess outcomes of clinical trials: The MCID Approach. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 4, n. 3, p. 191–194, 2007.

MARRARA, K. T. et al. Different physical therapy interventions on daily physical activities in chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory Medicine**, v. 102, n. 4, p. 505–511, 2008.

MCGILL, S. Core Training: Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. **Strength and Conditioning Journal**, v. 32, n. 3, p. 33–46, 2010.

MCKEOUGH, Z. J.; BYE, P. T.; ALISON, J. A. Arm exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. **Chronic Respiratory Disease**, v. 9, n. 3, p. 153–162, 2012.

NAHAS, M. **Atividade física, saúde e qualidade de vida**. 6. ed. Londrina: Midiograf, 2013.

NORDÉN, J. et al. Nutrition impact symptoms and body composition in patients with COPD. **European Journal Of Clinical Nutrition**, v. 69, p. 256, 2014.

NYBERG, A. et al. Low-load/high-repetition elastic band resistance training in patients with COPD: a randomized, controlled, multicenter trial. **The Clinical Respiratory Journal**, v. 9, n. 3, p. 278–288, 2015.

NYBERG, A.; SAEY, D.; MALTAIS, F. Why and how limb muscle mass and function should be measured in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 12, n. 9, p. 1269–1277, 2015.

O'DONNELL, D. E.; WEBB, K. A.; NEDER, J. A. Lung hyperinflation in COPD: applying physiology to clinical practice. **COPD Research and Practice**, v. 1, n. 1, p. 4, 2015.

PARSHALL, M. B. et al. An official American thoracic society statement: Update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 185, n. 4, p. 435–452,

2012.

PEREIRA NETO, E. A. et al. Walking with blood flow restriction improves the dynamic strength of women with osteoporosis. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 2, p. 135–139, 2018.

PHILLIPS, W. T. et al. The effect of single set resistance training on strength and functional fitness in pulmonary rehabilitation patients. **J Cardiopulm Rehabil**, v. 26, n. 5, p. 330–337, 2006.

PUENTE-MAESTU, L.; LÁZARO, A.; HUMANES, B. Metabolic derangements in COPD muscle dysfunction. **Journal of applied physiology**, v. 114, n. 9, p. 1282–90, 2013.

RESNICK, H. et al. Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality. **Circulation**, v. 109, n. 6, p. 733–739, 2004.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 918–920, 2000.

RIES, A. L. Minimally clinically important difference for the UCSD Shortness of Breath Questionnaire, Borg Scale, and Visual Analog Scale. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 2, n. 1, p. 105–110, 2005.

ROCHESTER, C. L. et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society policy statement: Enhancing implementation, use, and delivery of pulmonary rehabilitation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 192, n. 11, p. 1373–1386, 2015.

ROSSI, A. et al. Mechanisms, assessment and therapeutic implications of lung hyperinflation in COPD. **Respiratory Medicine**, v. 109, n. 7, p. 785–802, 2015.

SCHULZ, K. F. et al. CONSORT 2010 Statement: Updated Guidelines for Reporting Parallel Group Randomized Trials. **Annals of Internal Medicine Academia and Clinic**, v. 152, n. 11, p. 1–8, 2010.

SCOTT, B. R. et al. Blood flow restricted exercise for athletes: a review of available evidence. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2015.

SILVA, J. et al. Chronic effect of strength training with blood flow restriction on muscular strength among women with osteoporosis. **Journal of Exercise Physiology**, v. 18, n. 4, p. 33–41, 2015.

SIMSIC, A. A. et al. Validation of the dyspnoea-12 scale into Portuguese speaking COPD patients. **The Clinical Respiratory Journal**, n. October 2017, p. 1–7, 2018.

SKUMLIEN, S. et al. Four weeks' intensive rehabilitation generates significant health effects in COPD patients. **Chronic Respiratory Disease**, v. 4, n. 1, p. 5–13, 2007.

SKUMLIEN, S. et al. Endurance or resistance training in primary care after in-patient rehabilitation for COPD? **Respiratory Medicine**, v. 102, n. 3, p. 422–429, 2008.

SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 8, p. 669–675, 2016.

SWALLOW, E. B. et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 62, p. 115–120, 2007.

THIEBAUD, R. S.; LOENNEKE, J. P.; ABE, T. COPD and muscle loss: is blood flow restriction a potential treatment? **Journal of Trainology**, v. 3, p. 1–5, 2014.

VAN DE BOOL, C. et al. A randomized clinical trial investigating the efficacy of targeted nutrition as adjunct to exercise training in COPD. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 8, n. 5, p. 748–758, 2017.

VARGA, J. Mechanisms to dyspnoea and dynamic hyperinflation related exercise intolerance in COPD. **Acta Physiologica Hungarica**, v. 102, n. 2, p. 163–175, 2015.

VECHIN, F. C. et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 29, n. 4, p. 1071–6, 2015.

VONBANK, K. et al. Strength training increases maximum working capacity in patients with COPD - Randomized clinical trial comparing three training modalities. **Respiratory Medicine**, v. 106, n. 4, p. 557–563, 2012.

WILLIAMS, M. T.; JOHNN, D.; FRITH, P. Comparison of the Dyspnoea-12 and Multidimensional Dyspnoea Profile in people with COPD. **European Respiratory Journal**, v. 49, n. 3, p. 1-12, 2017

WISE, R. A.; BROWN, C. D. Minimal clinically important differences in the six-minute walk test and the incremental shuttle walking test. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 2, n. 1, p. 125–129, 2005.

YELLAND, L. N. et al. Applying the intention-to-treat principle in practice: Guidance on handling randomisation errors. **Clinical Trials**, v. 12, n. 4, p. 418–423, 2015.

YORKE, J. et al. Quantification of dyspnoea using descriptors: development and initial testing of the Dyspnoea-12. **Thorax**, v. 65, n. 1, p. 21–26, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE I – FOLHA DE RESULTADOS



UFPB – UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
LABOCINE – LABORATÓRIO DE CINEANTROPOMETRIA E
DESEMPENHO HUMANO

Paciente: XXXXXXXXXX Idade: XX anos

Data da avaliação inicial: XX/XX/XXXX Data da avaliação final: XX/XX/XXXX

Antropometria

Estatura: 1,68 m

Massa corporal: Pré 74,2 Kg Pós 73,1 Kg

Índice de massa corporal: Pré 26,29 Pós 25,89

Massa muscular esquelética: Pré 26,8 Kg Pós 27,4 Kg

Percentual de gordura: Pré 32,8% Pós 31,7%

Hemodinâmica

Hipertensão arterial: (x) Sim () Não / Medicamentos: Enalapril; Caverdiol

Pressão arterial: Pré: 108/58 mmHg Pós: 107/59 mmHg

Índice tornozelo-braquial: Pré 1,05 Pós 1,03

Neuromuscular

1RM Extensão do joelho: Inicial: 24 Kg / Intermediária: 26 Kg / Final: 30 Kg

1RM Flexão do cotovelo: Inicial: 19,4 Kg / Intermediária: 21,4 Kg / Final: 23,4 Kg

1RM Extensão do cotovelo: Inicial: 20,4 Kg / Intermediária: 22,4 Kg / Final: 23,4 Kg

Teste de caminhada de 6 minutos

Distância predita* = 270,8 m

Resultado do teste: Pré 298,4 m Pós 403,2 m

Elísio Alves Pereira Neto
Fisioterapeuta
CREFITTO 214990-F

*Fórmula utilizada para calcular o valor predito do teste de caminhada de 6 minutos
 $365,558 - (2,303 \times \text{idade}) + (36,648 \times \text{gênero}) + (1,704 \times \text{estatura}) + (1,365 \times \Delta FC)$
 (Obs.: feminino = 0; masculino = 1)

APÊNDICE II – Termo de consentimento livre e esclarecido

Prezado Senhor (a)

Esta pesquisa possui o título **EFEITOS CRÔNICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO FÍSICO E FUNÇÃO PULMONAR DE PESSOAS COM DPOC** e está sendo desenvolvida pelo pesquisador Elísio Alves Pereira Neto, aluno do Curso de Pós-Graduação em Educação Física Strictu Sensu da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da Prof^a. Maria do Socorro Cirilo de Sousa. O objetivo do estudo é analisar os efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre o desempenho físico e função pulmonar.

Para tal, solicitamos sua participação para participar de um programa de exercícios durante seis semanas, com duas sessões semanais, no qual serão realizados exercícios de força para membros superiores, membros inferiores e reabilitação pulmonar. Antes e após o protocolo serão realizados exames de desempenho físico e função pulmonar, sem nenhum custo e os resultados serão entregues ao (a) senhor (a) ao término do protocolo.

Os possíveis riscos deste estudo estão relacionados com a dor muscular tardia após o teste de 1RM e as sessões iniciais de tratamento, que são respostas esperadas na parte inicial do treinamento. Tendo em vista que os sujeitos passarão por uma triagem realizada por uma médica pneumologista e serão acompanhados por um fisioterapeuta, outros possíveis riscos como dispneia e dor durante o exercício serão reduzidos tendo em vista que escalas de percepção de dor, dispneia e a saturação de oxigênio serão medidas durante as sessões de tratamento, e serão critérios de interrupção do exercício caso alcancem níveis elevados.

Os principais benefícios serão que os indivíduos terão a possibilidade de realizar reabilitação pulmonar sem nenhum custo e, além disso, realizarão exames de sangue, espirometria, força muscular e funcionalidade que serão entregues aos mesmos ao término do protocolo de tratamento.

Como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica *nacionais e internacionais*. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o senhor não é obrigado a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento

Rubrica do
pesquisador

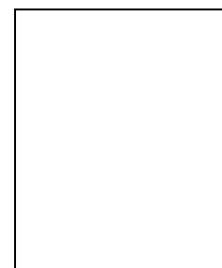
Rubrica
do participante

desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição *Universidade Federal da Paraíba*.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal



para impressão
dactiloscópica

Contato do Pesquisador Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o pesquisador Elísio Alves Pereira Neto – Aluno de mestrado do programa associado UFPB/UPE

Endereço (Setor de Trabalho): Centro de Ciência da Saúde – CCS, no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) da UFPB – CEP: 58051- 900, Bairro Castelo Branco, S/n, João Pessoa, Paraíba.

Endereço Residencial: Rua Cardoso Vieira, nº52, Centro, Santa Rita, Paraíba.

Telefone: (83) 987043124.

Ou

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB

☎ (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

ANEXOS

ANEXO I – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do CCS/UFPB

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS CRÔNICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO FÍSICO E FUNÇÃO PULMONAR DE PESSOAS COM DPOC

Pesquisador: Elísio Alves Pereira Neto

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 78861717.0.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.400.922

Apresentação do Projeto:

Trata-se da segunda versão do projeto "Efeitos crônicos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico e função pulmonar de pessoas com DPOC", projeto de dissertação do discente Elísio Alves Pereira Neto, do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB

sob orientação da Prof^a. Dr^a. Maria do Socorro Cirilo de Sousa. A pesquisa tem como finalidade propor três tipos de intervenção em pacientes com DPOC visando compará-los quanto às variáveis de desempenho físico (força dinâmica 1-RM e capacidade funcional de MMII pelo teste de caminhada de 6 minutos e Pegboard and Ring Test para MMSS) e função pulmonar (espirometria). Serão recrutados 30 sujeitos (idade superior a 50 anos) diagnosticados com DPOC com condição de saúde estável e aptos à prática de exercício físico encaminhados pelo setor de pneumologia e fisioterapia do Hospital Universitário. Os sujeitos serão igualmente divididos em três grupos: 1) grupo controle – submetidos à reabilitação pulmonar; 2) grupo treinamento de força convencional – treino de força associado à reabilitação pulmonar; 3) grupo treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo – treino de força com 50% da restrição do fluxo sanguíneo em membro inferior ou superior associado ao treino de reabilitação pulmonar. Os sujeitos serão submetidos ao protocolo durante 8 semanas com frequência de 2 vezes semanais.

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.400.922

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1008519.pdf	01/11/2017 16:53:50		Aceito
Outros	carta_de_anuencia_HU.pdf	01/11/2017 16:53:07	Elisio Alves Pereira Neto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEP.pdf	01/11/2017 16:52:46	Elisio Alves Pereira Neto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	01/11/2017 16:52:24	Elisio Alves Pereira Neto	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostonova.pdf	10/10/2017 16:28:40	Elisio Alves Pereira Neto	Aceito
Outros	cartadeanuencia.pdf	03/10/2017 15:57:42	Elisio Alves Pereira Neto	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	delcaracao.pdf	03/10/2017 15:57:11	Elisio Alves Pereira Neto	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 27 de Novembro de 2017

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

ANEXO II – Versão validada em português da escala de dispneia

Dyspnoea-12

Este questionário foi feito para nos ajudar a avaliar melhor como a sua respiração está atrapalhando sua vida. Por favor, leia cada item e assinale a resposta que corresponde melhor à sua respiração **nestes dias**. Se você não sente algum dos itens, marque a opção “nenhum”. Por favor, responda todos os itens.

	Nenhum	Leve	Médio	Intenso
1. Meus pulmões não se enchem totalmente*				
2. Minha respiração exige mais esforço*				
3. Eu sinto falta de ar*				
4. Eu tenho dificuldade para puxar o ar*				
5. Eu não consigo ar suficiente*				
6. Minha respiração está incômoda*				
7. Minha respiração está me cansando muito*				
8. Minha respiração me deixa deprimido**				
9. Minha respiração faz eu me sentir um coitado**				
10. Minha respiração me faz sentir aflição**				
11. Minha respiração me deixa inquieto**				
12. Minha respiração me irrita**				

* Componente físico; ** Componente afetivo; Nenhum=0; Leve=1; Médio=2; Intenso=3