

FABIANO FRANCISCO DE LIMA

**TREINAMENTO RESISTIDO COM TUBOS ELÁSTICOS VERSUS
APARELHOS DE MUSCULAÇÃO EM ADULTOS APARENTEMENTE
SAUDÁVEIS INSUFICIENTEMENTE ATIVOS E EM PACIENTES COM
DPOC**



**PRESIDENTE PRUDENTE
2016**

FABIANO FRANCISCO DE LIMA

**TREINAMENTO RESISTIDO COM TUBOS ELÁSTICOS VERSUS
APARELHOS DE MUSCULAÇÃO EM ADULTOS APARENTEMENTE
SAUDÁVEIS INSUFICIENTEMENTE ATIVOS E EM PACIENTES COM
DPOC**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no programa de Pós-graduação em Fisioterapia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos

**PRESIDENTE PRUDENTE
2016**

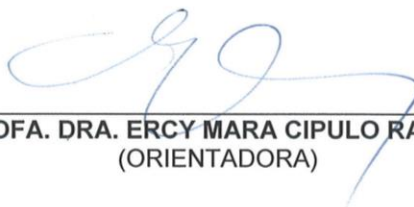
FICHA CATALOGRÁFICA

L698t Lima, Fabiano Francisco de.
Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação em adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos e em pacientes com DPOC / Fabiano Francisco de Lima. - Presidente Prudente: [s.n], 2016
105 f.

Orientador: Ercy Mara Cipulo Ramos
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Treinamento de resistência. 2. força muscular. 3. DPOC. I Ramos, Ercy Mara Cipulo. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação em adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos e em pacientes com DPOC.

BANCA EXAMINADORA



PROFA. DRA. ERCY MARA CIPULO RAMOS
(ORIENTADORA)



PROFA. DRA. DIONEI RAMOS
(FCT/UNESP)



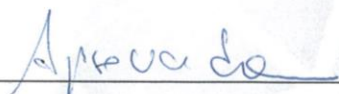
PROF. DR. MANOEL CARLOS SPIGUEL LIMA
(UNOESTE)



FABIANO FRANCISCO DE LIMA

PRESIDENTE PRUDENTE, 18 DE FEVEREIRO DE 2016.

RESULTADO:



Dedico este trabalho aos meus pais, Paulo Manoel de Lima e Clarice Francisco de Lima. Fica exposto meu reconhecimento e gratidão pela capacidade de acreditar e investir em mim. Seus cuidados e dedicação foram quem deram, em alguns momentos, a esperança para seguir e a certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, por nunca me desamparar, por ser meu socorro sempre presente, e por colocar pessoas especiais e generosas em meu caminho.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos, expresso aqui toda minha gratidão. Sua compreensão, dedicação e cuidados, foram fundamentais em momentos que pareciam que eu não chegaria até aqui. Agradeço pelos ensinamentos tão sábios, incentivo e entusiasmo, o qual nos faz acreditar que existe sempre uma solução, mesmo em situações complexas que nos cercam dentro da pesquisa científica. Saiba que a senhora é exemplo para mim, levarei suas falas e conselhos para o resto da vida. Obrigado pela sua preocupação e apoio constante durante este período, sempre buscando fazer o melhor para que tudo saísse o mais correto possível. Agradeço pela confiança em mim depositada. Por fim, fica exposto minha admiração e carinho pela senhora.

À Prof.^a Dra. Dionei Ramos pelos ensinamentos, contribuição e disponibilidade constante durante esses anos, seu apoio e até mesmo uma fala ou/e uma risada em reuniões e encontros do laboratório, deixaram essa caminhada mais tranquila.

Às Prof.^{as} Dras. Regina Coeli Vasques de Miranda e Susimary Aparecida Trevizan Padulla por me receberem de braços abertos na especialização e pelo incentivo constante o qual foi fundamental para que eu continuasse e seguisse a carreira acadêmica.

Ao co-autor Prof. Dr. Luis Alberto Gobbo, por sua prontidão em nos auxiliar sempre, pelo seu profissionalismo, e pelas valiosas contribuições científicas.

À Prof.^o Dr.^o Manoel Carlos Spiguel Lima pela prontidão em aceitar o convite para compor a essa banca examinadora.

Às agências de fomento: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Proc. 2014/08011-4); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 377665/2015-0), e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro primordial para a realização deste trabalho.

A toda a equipe do LEAMS, agradeço pela colaboração e companheirismo. Rafaella Xavier, Fernanda Rodrigues, Aline Ceccato, Giovana Bertolini, Marcell Leite, Juliana Nicolino, Rafaela Cuissi, Ana Paula Freire, Renata David, Juliana Uzeloto, Bruna Spolador, Natalia Pontes, Giovanna Arévalo, e Rebeca Nunes, muito obrigado por cada dia de convívio e pelos momentos

de descontração. Em especial agradeço a Caroline Pereira, Fernando Zandonadi, Mariana Belon, Tamara Gouveia, Guilherme Tacao e Paula Manfrim, pelo apoio durante o treinamento dos pacientes desta pesquisa. Meus dias na clínica foram mais agradáveis com a presença de vocês. Ao Gabriel Faustino Santa Brígida, agradeço não só pela amizade no laboratório, mas também por me “aguentar” no âmbito domiciliar durante este período de estudo. Agradeço também a nossa síndica e vizinha dona Nílza por sempre estar cuidando de nós, seu suporte me deixou mais tranquilo em momentos difíceis.

Em especial gostaria de agradecer a recentemente mestre Iara Buriola Trevisan, pelo suporte com a estatística, sua decisão em ajudar em uma sentada para almoço, foi extremamente importante e tranquilizante em um momento de angústia.

Não poderia deixar de agradecer a uma grande e verdadeira amiga, que mesmo distante, ainda me acalma nas conversas ao telefone. Juliana Tiyaki Ito, agradeço pelos ensinamentos riquíssimos, pela paciência e disposição infinita em sempre ajudar de maneira gentil em tudo o que fosse preciso. Seu apoio e conselhos foram fundamentais para eu chegar até aqui.

Aos alunos de iniciação científica por toda a colaboração, os quais também foram responsáveis pelo meu crescimento, em especial aos alunos: Wesley

Bruno Nascimento, Isis Grigoletto, Ana Clara Silveira, e Gabriela Menosse, pois estavam envolvidos diretamente neste estudo.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP por compartilharem seu conhecimento e sua estrutura física com os alunos.

Aos colegas que ingressaram comigo no mestrado, a qual pude compartilhar dos seus conhecimentos, e pela agradável convivência durante as disciplinas, especialmente a Tatiana Koike, a recentemente mestre Mariana Romanholi e a Fernanda Elisa Ribeiro, as duas últimas, vizinhas de laboratório

A equipe da Seção de Pós Graduação e aos funcionários do CEAFiR, que sempre nos atenderam com muita competência, atenção e paciência.

A minha “Teacher” de inglês Rosana Romão por todo suporte com o estudo da língua inglesa, os quais foram fundamentais durante este processo.

Aos voluntários da pesquisa pois sem eles o desenvolvimento deste trabalho não seria possível.

Agradeço especialmente a minha família, que esteve sempre presente durante este período. Aos meus pais, Paulo e Clarice, agradeço por tudo o que fizeram e que fazem por mim. E principalmente por compreenderem e incentivarem

não só a mim, mas aos meus irmãos, a lutar e enfrentar o mundo na busca do conhecimento, para que possamos evoluir em todos os aspectos. Estendo esse agradecimento as minhas queridas irmãs: Agda Lima e Betânia Lima e aos meus irmãos Paulo Lima e Flavio Lima, meus cunhados Luciano Barbosa e Ariane Ferreira, e meus sobrinhos Paulo Guilherme e Felipe Badocco, agradeço por todos os momentos compartilhados e por sempre me receberem de braços abertos.

Agradeço também aos meus amigos de sempre (infância) que acompanharam minha trajetória até aqui, sempre me apoiaram e me receberam da melhor forma possível. Sinto respeito e admiro a cada um de vocês. Em especial ao Murilo Fernando Lunardello, Elaine Cristina Lunardello (Cris), Giovana Lunardello, Caio Leal, Willian Corgosinho, Iago Godoy, e Bruno Teixeira.

E por fim, deixo meu sincero agradecimento a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste estudo.

Epigrafe

“A cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca e que, esquivando-nos do sofrimento, perdemos também a felicidade.”

Carlos Drummond de Andrade

SUMÁRIO

Apresentação.....	17
Resumo	19
Abstract.....	21
Introdução.....	23
Artigo I: Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação: um estudo clínico randomizado.....	27
Artigo II: Treinamento resistido com tubos elásticos melhora a funcionalidade de pacientes com DPOC: um ensaio clínico randomizado.....	66
Conclusões	101
Referências	103

Este modelo alternativo de dissertação contempla o material originado a partir da pesquisa intitulada **“Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação em adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos e em pacientes com DPOC”**, realizada no Laboratório de Estudos do Aparelho Muco Secretor (LEAMS), da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente.

Em consonância com as regras do programa de pós-graduação em Fisioterapia desta unidade, o presente material está dividido nas seguintes sessões:

- *Resumo*;
- *Abstract*;
- *Introdução*: contextualização do tema pesquisado;
- *Artigo I*: Fabiano Francisco de Lima, Dionei Ramos, Iara Buriola

Trevizan, Bruna Spolador de Alencar Silva, Wesley Bruno Barbosa Martins do Nascimento, Luis Alberto Gobbo, Ercy Mara Cipulo Ramos. Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação: um estudo clínico randomizado. A ser submetido ao periódico Clinical Rehabilitation. Normas no site: <http://cre.sagepub.com/>

• *Artigo II*: Bruna Spolador de Alencar Silva, Dionei Ramos, Iara Buriola Trevisan, Giovanna Altero Arévalo, Ana Paula Coelho Figueira Freire, Marcell Rocha Leite, Fabiano Francisco de Lima, Luis Alberto Gobbo, Ercy Mara Cipulo Ramos. Treinamento resistido com tubos elásticos melhora a funcionalidade de pacientes com DPOC: um ensaio clínico randomizado. (Resistance training with elastic tubing improved functionality in patients with COPD: a randomized clinical trial). Submetido ao periódico Archives of Medicine Physical and Rehabilitation. Normas no site: <http://www.archives-pmr.org/>

- *Conclusões*: obtidas a partir da pesquisa realizada;
- *Referências*: referentes ao texto da introdução.

Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação em adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos e em pacientes com DPOC

Introdução: O treinamento resistido é benéfico no tratamento e prevenção de doenças crônicas, bem como no aumento da aptidão física e saúde. Neste sentido são crescentes as investigações com o intuito de encontrar ferramentas simples, eficazes e de baixo custo para a realização deste tipo de treinamento. **Objetivos:** Esta dissertação teve como objetivos: comparar os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos aos efeitos do treinamento resistido convencional sobre a força muscular, capacidade funcional, e qualidade de vida de adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos fisicamente, além de avaliar a força, estresse muscular e capacidade funcional de indivíduos com DPOC submetidos a treinamento resistido com tubos elásticos e com aparelhos de musculação. **Métodos:** Para o primeiro objetivo, avaliou-se a força muscular (dinamometria), capacidade funcional (teste de caminhada de seis minutos -TC6) e qualidade de vida relacionada a saúde (SF-36) de adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos fisicamente, e para o segundo objetivo, avaliou-se força (dinamometria), estresse muscular (CK) e capacidade funcional (TC6) de indivíduos com DPOC, antes, durante e após três meses de treinamento resistido com tubos elásticos e aparelhos de musculação. **Conclusões:** O treinamento resistido com tubos elásticos promoveu efeitos positivos no aumento da força muscular e capacidade funcional de adultos insuficientemente ativos, bem como de pacientes com DPOC. Com melhora da qualidade de vida em adultos insuficientemente ativos. Tais efeitos foram semelhantes aos encontrados no treinamento resistido convencional. Os níveis de estresse muscular pós treino asseguraram normalidade na dose-resposta dos treinamentos nos indivíduos com DPOC.

Palavras chave: Treinamento de resistência, força muscular, qualidade de vida, DPOC.

Resistance training with elastic tubing versus weight machines in apparently healthy adults insufficiently active and in patients with COPD

Introduction: Resistance training is beneficial in the treatment and prevention of chronic diseases and increasing physical fitness and health. In this sense they are increasing the investigations in order to find simple and effective tools and inexpensive to carry out this type of training. **Aims:** This research aimed to: compare the effects of resistance training with elastic tubing to the effects of conventional resistance training on muscle strength, functional capacity, and quality of life of apparently healthy adults insufficiently active physically, in addition to evaluating the strength, muscular stress and functional capacity of COPD patients undergoing resistance training with elastic tubing and weight machines. **Methods:** For the first aim, we assessed muscle strength (dynamometry), functional capacity (six minute walk test - 6MWT) and quality of life related to health (SF-36) of apparently healthy adults insufficiently physically active, and the second aim, was evaluated strength (grip strength), muscle stress (CK) and functional capacity (6MWT) of patients with COPD, before during and after resistance training (three months) with elastic tubing and weight machines. **Conclusions:** Resistance training with elastic tubing promoted positive effects on muscle strength and functional capacity of insufficiently active adults and patients with COPD. With improved quality of life in under-active adults. These effects were similar to those found in conventional resistance training. Levels post workout muscle stress ensured normal dose-response training in individuals with COPD.

Keywords: Resistance training, muscular strength, quality of life, COPD.

O treinamento resistido vem se destacando nas últimas décadas, pois, além de promover aumentos expressivos na força e potência muscular,¹⁻³ atua sobre parâmetros metabólicos, controlando os fatores de risco relacionados as síndromes metabólicas, proporcionando o aumento da sensibilidade à insulina e tolerância à glicose.⁴ Promove também melhora da resposta inflamatória sistêmica⁵ e aumento da capacidade funcional com consequente melhora da qualidade de vida, em indivíduos com diferentes condições de saúde.^{1,3,6} De maneira que, além de atuar na prevenção de doenças crônicas, o treinamento resistido promove aumento da aptidão física e saúde, contribuindo no combate aos efeitos deletérios da inatividade física, seja em indivíduos saudáveis ou com doenças crônicas.⁶⁻⁹

Dessa forma, os benefícios do treinamento resistido também se estende a indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC),¹⁰⁻¹² visto que além das manifestações locais (pulmonares), a DPOC apresenta manifestações sistêmicas,¹³ dentre elas está a disfunção da musculatura periférica a qual é apontada como uma importante causa da redução da força, endurance e massa muscular, o que torna a prática do exercício físico um componente essencial na reabilitação destes indivíduos.¹⁴ Os exercícios resistidos tem ganhado expressiva atenção nessa população,¹⁰⁻¹² visto que seus efeitos vão além dos proporcionados pelos exercícios aeróbicos¹⁵ contribuindo em alto grau para a melhora da capacidade física destes indivíduos.

Neste sentido são crescentes as investigações com o intuito de encontrar ferramentas simples e eficazes para a realização desse tipo de treinamento. Frequentemente se utiliza na prática clínica os equipamentos de musculação, determinando o treinamento resistido convencional, o qual já está bem fundamentado na literatura como eficaz, além de ser recomendado pelo American College of Sport Medicine (ACSM),¹ entretanto tais equipamentos geralmente

apresentam custo elevado e requerem amplo espaço o que os tornam menos acessíveis¹⁶

A utilização da resistência elástica é um método alternativo para o treinamento resistido, visto que estudos prévios demonstram que a ativação muscular neste tipo de treinamento é semelhante ao treinamento resistido convencional,¹⁷⁻¹⁹ além de também ser recomendado pelo ACSM.²⁰

No treinamento com resistência elástica comumente utiliza-se as faixas elásticas da marca Thera-band® e os tubos de látex.^{16,21,22} A resistência elástica se destaca por sua praticidade e possibilidade de realização do treinamento em pequenos espaços, incluindo o âmbito domiciliar. Tais vantagens são potencializadas ao considerar os baixos custos de tais dispositivos comparados aos equipamentos de musculação.¹⁶

Estudos demonstram a eficácia deste tipo de treinamento no aumento da força muscular de idosos saudáveis e doentes^{23,24}, na melhora da capacidade funcional de indivíduos com doenças cardiovasculares,²⁵ com DPOC, bem como de mulheres sedentárias pós-menopausa,²⁶ promovendo adaptações semelhantes quando comparado ao treino resistido convencional. Colado, et al. (2010),²⁷ compararam o treino resistido utilizando tubos elásticos Thera-band® com o treino resistido convencional em mulheres jovens e encontraram aumento da força isométrica de maneira equivalente em ambos os treinos. Entretanto não se sabe se os efeitos de um protocolo de treinamento resistido utilizando tubos elásticos nacionais são semelhantes aos efeitos de um protocolo de treinamento resistido convencional em adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos fisicamente, além de ainda não estar totalmente elucidado na literatura, a comparação destes protocolos em indivíduos com DPOC.

Diante do exposto, para compor este modelo alternativo de dissertação foram elaborados dois artigos, sendo que o primeiro artigo teve como objetivo

comparar os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos aos efeitos do treinamento resistido convencional sobre a força muscular, capacidade funcional, e qualidade de vida de adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos fisicamente, e o segundo artigo, avaliar a força, estresse muscular e capacidade funcional de indivíduos com DPOC submetidos a treinamento resistido com tubos elásticos e com aparelhos de musculação.

TREINAMENTO RESISTIDO COM TUBOS ELÁSTICOS VERSUS APARELHOS DE MUSCULAÇÃO: UM ESTUDO CLÍNICO RANDOMIZADO

Fabiano Francisco de Lima^a, Dionei Ramos^a, Iara Buriola Trevisan^a, Bruna Spolador de Alencar Silva^a, Wesley Bruno Barbosa Martins do Nascimento^a, Luis Alberto Gobbo^b, Ercy Mara Cipulo Ramos^a

^aDepartamento de Fisioterapia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brasil.

^bDepartamento de Educação física, UNESP - Univ Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brasil.

Autor correspondente:

Fabiano Francisco de Lima

Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista

Rua Roberto Simonsen, nº 305 Presidente Prudente, São Paulo, Brasil CEP 19060-900

Tel.: +55 18 3229-5821

E-mail: fabiano_ffl@hotmail.com

Título Resumido: Treinamento resistido com tubos elásticos versus aparelhos de musculação.

Registro de ensaios clínicos brasileiros (REBEC): UTN: U1111-1169-9135

RESUMO

Introdução: O treinamento resistido é benéfico no tratamento e prevenção de doenças crônicas, bem como no aumento da aptidão física e saúde. Neste sentido são crescentes as investigações com o intuito de encontrar ferramentas simples, eficazes e de baixo custo para a realização deste tipo de treinamento. **Objetivo:** Comparar os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos aos efeitos do treinamento resistido convencional (aparelhos de musculação) sobre a força muscular, capacidade funcional, e qualidade de vida de adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos fisicamente. **Métodos:** Foram recrutados 46 adultos aparentemente saudáveis que após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram randomizados em: treinamento resistido com tubos elásticos (GTE:n:10), treinamento resistido Convencional (GTC:n:9) e grupo controle (GC:n:10). O treinamento ocorreu durante três vezes semanais por 12 semanas. Foram realizadas: avaliação da força muscular (dinamometria), da capacidade funcional (teste de caminhada de seis minutos) e avaliação da qualidade de vida relacionada a saúde (QVRS) pelo Medical Outcome Study 36 (SF-36) (basal, seis e 12 semanas). **Resultados:** Houve melhora da força muscular somente nos grupos que realizaram os treinamentos ($p < 0,05$). Ocorreu melhora da capacidade funcional em GTE e GTC ($p < 0,05$) sem diferença entre eles. Na QVRS, ocorreu melhora do domínio dor em GTC ($p = 0,037$). **Conclusão:** O treinamento resistido com tubos elásticos é uma alternativa viável em protocolo de treinamento resistido, pois promoveu efeitos positivos no aumento da força muscular periférica e capacidade funcional de adultos insuficientemente ativos, com melhora na qualidade de vida. Tais efeitos foram semelhantes aos encontrados no treinamento resistido convencional.

Palavras-chave: Força muscular, Treinamento de Resistência, Qualidade de vida

ABSTRACT

Introduction: Resistance training is beneficial in the treatment and prevention of chronic diseases and increasing physical fitness and health. In this sense they are increasing the investigations in order to find simple and effective tools and inexpensive to carry out this type of training. **Objective:** To compare the effects of resistance training with elastic tubing to the effects of conventional resistance training (weight machines) on muscle strength, functional capacity, and quality of life of apparently healthy adults insufficiently active physically. **Methods:** We recruited 46 apparently healthy adults after applying the inclusion and exclusion criteria were randomized into: resistance training with elastic tubes (ETG:n:10), resistance training conventional (CTG:n:9) and group control (CG:n:10). Training took place over three times weekly for 12 weeks. Were performed: assessment of muscle strength (grip strength), functional capacity (six minute walk test) and assessment of quality of life related to health (HRQOL) by Medical Outcome Study 36 (SF-36) (baseline, six and 12 weeks). **Results:** There was improvement in muscle strength only in the groups that carried out the training ($p<0.05$). There was an improvement in functional capacity in ETG and CTG ($p<0.05$), no difference between them. In HRQoL, there was an improvement in the pain domain in CTG ($p=0.037$). **Conclusion:** Resistance training with elastic tubing is a viable alternative to resistance training protocol, as promoted positive effects on increased peripheral muscle strength and functional capacity of insufficiently active adults, with improved quality of life. These effects were similar to those found in conventional resistance training.

Keywords: Muscle Strength, Resistance training, Quality of life, physical activity

INTRODUÇÃO

O treinamento resistido vem se destacando nas últimas décadas, pois, além de promover aumentos expressivos na força e potência muscular,¹⁻³ atua sobre parâmetros metabólicos, controlando os fatores de risco relacionados as síndromes metabólicas, proporcionando o aumento da sensibilidade à insulina e tolerância à glicose.⁴ Promove também melhora da resposta inflamatória sistêmica⁵ e aumento da capacidade funcional com consequente melhora da qualidade de vida, em indivíduos com diferentes condições de saúde.^{1,3} Dessa forma, além de atuar no tratamento e prevenção de doenças crônicas, o treinamento resistido promove aumento da aptidão física e saúde.⁶⁻⁸

Neste sentido são crescentes as investigações com o intuito de encontrar ferramentas simples e eficazes para a realização desse tipo de treinamento. A eficácia do treinamento resistido convencional (com aparelhos de musculação) já está bem fundamentada na literatura, bem como recomendada pelo pelo American College of Sport Medicine (ACSM),¹ entretanto, tais equipamentos geralmente apresentam custo elevado e requerem amplo espaço o que os tornam menos acessíveis.⁹

A utilização da resistência elástica é um método alternativo para o treinamento resistido, visto que estudos prévios demonstram que a ativação muscular com este tipo de treinamento é semelhante ao treinamento resistido convencional,¹⁰⁻¹² além de também ser recomendado pelo ACSM.¹³ No treinamento com resistência elástica comumente utiliza-se faixas/ bandas ou tubos elásticos.^{9,14,15} Estes se destacam por sua praticidade e possibilidade de realização do treinamento em pequenos espaços, incluindo o âmbito domiciliar. Tais vantagens são potencializadas ao considerar os baixos custos de tais dispositivos comparadas aos equipamentos de musculação, além de sua portabilidade, os quais podem ser transportados com facilidade.⁹

Estudos demonstram a eficácia deste tipo de treinamento no aumento da força muscular de idosos saudáveis e doentes,^{16,17} na melhora da capacidade funcional de indivíduos com doenças cardiovasculares,¹⁸ com doença pulmonar obstrutiva crônica,⁹ bem como de mulheres sedentárias pós-menopausa,¹⁹ promovendo adaptações semelhantes quando comparado ao treino resistido convencional. Colado et al. (2010),²⁰ compararam o treino resistido utilizando tubos elásticos Thera-band® com o treino resistido convencional em mulheres jovens e encontraram aumento da força isométrica de maneira equivalente em ambos os treinos. Entretanto não se sabe se os efeitos de um protocolo de treinamento resistido utilizando tubos elásticos nacionais (látex) são semelhantes aos efeitos de um protocolo de treinamento resistido convencional em adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos fisicamente.

Diante do exposto, este estudo comparou os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos aos efeitos do treinamento resistido convencional sobre a força muscular, capacidade funcional, e qualidade de vida destes indivíduos, com a hipótese de que os resultados são semelhantes em ambos os protocolos de treinamento.

MÉTODOS

Seleção da amostra

Este é um estudo clínico randomizado controlado no qual foram considerados aptos a participar adultos aparentemente saudáveis insuficientemente ativos (irregularmente ativos, avaliados pelo *International Physical Activity Questionnaire* - IPAQ)²¹ com idade superior a 45 anos e com ausência das seguintes características avaliadas por histórico clínico e avaliação médica: distúrbios cardíacos, osteomusculares, neurológicos, disfunção pulmonar (atestados pela espirometria) e tabagismo (atestados pela monoximetria).

Os critérios de exclusão incluíram: I - irregularidade na frequência das sessões (até 25% do total de sessões); II -intercorrências que impedissem a continuidade do protocolo de treinamento. Os indivíduos foram acompanhados por 12 semanas em centro de reabilitação especializado.

Os indivíduos foram randomizados sistematicamente de acordo com o processo de inclusão no estudo. Desta forma os primeiros indivíduos foram alocados por sorteio via envelopes pardos lacrados contendo a identificação dos grupos: GTE = grupo tubos elásticos; GTC = grupo de treinamento convencional; GC = grupo controle. Os indivíduos recrutados foram alocados no estudo, seguindo sistematicamente a sequência do sorteio inicial. A análise de dados foi realizada por um indivíduo que não tinha envolvimento com o estudo.

INSERIR FIGURA 1

Os participantes foram previamente informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, participaram de modo voluntário e efetivo do estudo. Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 16606213.4.0000.5402) e seguiram a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Delineamento do estudo

A avaliação inicial foi realizada em três dias. No primeiro dia foi realizada a identificação e avaliação do histórico médico, avaliação do nível de atividade física pelo questionário IPAQ, avaliação da qualidade de vida pelo questionário Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Health Survey (SF36) e mensuração dos sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação parcial de oxigênio). Para comprovar abstinência ao tabaco foi realizada mensuração do monóxido de carbono no ar expirado (COex) e para

comprovar ausência de disfunção pulmonar foi realizado o teste de função pulmonar por meio da espirometria. Os indivíduos também foram avaliados quanto a aptidão física para realizar o treinamento por médico cardiologista.

No segundo dia foi realizada a avaliação da capacidade funcional por meio do teste de caminhada de seis minutos (TC6). No terceiro dia foram avaliadas a força muscular de membros superiores (MMSS - flexores e abdutores de ombro e flexores de cotovelo) e membros inferiores (MMII - flexores e extensores de joelho) por meio da dinamometria digital, e o teste de número de repetições (NR) com tubos elásticos em GTE e com aparelhos de musculação convencional em GTC de acordo com a etapa do protocolo.

Protocolo de treinamento

Ambos os grupos GTE e GTC foram submetidos aos programas de treinamento por 12 semanas com três sessões semanais, totalizando 36 sessões de treinos com intervalos recuperativos de 48 a 72 horas entre as sessões. As sessões de exercícios tiveram duração de 40 a 60 minutos de acordo com a etapa do protocolo, e ao início e final de cada uma, foram verificados os sinais vitais, com alongamentos globais realizados no início da sessão. Para cada exercício do treino resistido foi realizado o teste NR, sendo que para GTE foram utilizados tubos elásticos e para GTC foram usados aparelhos de musculação convencional. Antes do início do treinamento, foi realizada a familiarização com os exercícios, equipamentos e tubos elásticos. Os movimentos foram executados na seguinte ordem: abdução de ombros, flexão de cotovelos, flexão de ombros, extensão de joelhos e flexão de joelhos.

A execução dos protocolos de treinamento ocorreu de forma periodizada e progressiva, e a distribuição da dinâmica de condução do treinamento para ambos os grupos está descrita no Quadro 1.

INSERIR QUADRO 1

Avaliação do nível de atividade física e qualidade de vida

Para avaliação do nível de atividade física foi aplicado o questionário IPAQ traduzido e validado por Pardini et al. (2001).²¹ Este questionário permite estimar o tempo semanal que o indivíduo despende em atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano, como: trabalho, tarefas domésticas, lazer, transporte, e o tempo gasto em atividades passivas, na posição sentada. Os indivíduos foram classificados quanto a insuficientemente ativos (irregularmente ativos A e B), que são aqueles que praticam atividades físicas por pelo menos 10 minutos contínuos por semana, porém de maneira insuficiente para ser classificados como ativos. No qual irregularmente ativo A está relacionado a um maior nível de atividade física comparado a irregularmente ativo B, segundo o questionário.

Os indivíduos também responderam ao questionário de qualidade de vida relacionada à saúde SF-36, que foi aplicado pelo mesmo entrevistador nos momentos basal, sexta e décima segunda semanas. O questionário SF-36 é um instrumento genérico de avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde, traduzido e validado para a língua portuguesa e de fácil administração e compreensão.²² O questionário contém 36 itens que abrangem oito domínios: capacidade funcional (CF), aspectos físicos (AF), dor (DOR), estado geral de saúde (EGS), vitalidade (VIT), aspecto social (AS), aspecto emocional (AE) e saúde mental (SM). O escore varia de 0-100, no qual zero corresponde a pior qualidade de vida relacionada à saúde e 100 a melhor qualidade de vida relacionada à saúde.

Função pulmonar e monoximetria

A função pulmonar avaliada pela espirometria foi realizada antes dos treinamentos, de acordo com as diretrizes da American Thoracic Society (ATS) e

European Respiratory Society (ERS),²³ por meio de um espirômetro portátil (Spirobank-MIR versão 3.6, MIR, Roma, Itália). Os valores de referência foram específicos para a população brasileira.²⁴

O nível de monóxido de carbono exalado (COex) foi mensurado utilizando um analisador de CO (Micro CO Contador, Cardinal Health, Basingstoke, UK).²⁵ Os indivíduos foram instruídos a inspirar e realizar apneia por 20 segundos e depois expirar lentamente através de um bocal. Duas mensurações sucessivas foram realizadas e o maior valor foi utilizado. Níveis inferiores a 10 partículas por milhão foram considerados aceitáveis.²⁶

Capacidade funcional

A capacidade funcional foi avaliada por meio do TC6 no momento basal, após seis e 12 semanas de treinamento, seguindo as diretrizes da ATS.²⁷

Mensuração da força muscular

A mensuração da força foi realizada por meio de dinamômetro digital (Force Gauge®, modelo FG-100kg, EUA) no hemicorpo dominante, no momento basal, após seis e 12 semanas de treinamento e os resultados foram expressos em Newtons (N).⁹ Foram avaliados os flexores e extensores de joelho, flexores e abdutores de ombro e flexores de cotovelo.

Teste de número de repetições (NR)

O teste de NR foi realizado para definir os diâmetros dos tubos elásticos (referência do tubo) a serem utilizados para cada exercício do treinamento com tubos elásticos, bem como para definir os pesos a serem utilizados no treinamento resistido convencional. Durante o teste, para a primeira etapa do protocolo o indivíduo teria que realizar 15 repetições como definido na periodização do quadro 1. Desta forma os tubos elásticos ou pesos utilizados para iniciar os treinamentos foram aqueles que permitiram a realização de 15 repetições, sendo que foram toleradas a execução de até duas repetições a mais. Este procedimento

foi realizado durante todo o treinamento e o NR foi estabelecido de acordo com a etapa do protocolo, definida no quadro 1. O intervalo entre as séries dos exercícios foi de dois minutos.

Treinamento resistido com tubos elásticos

Para a realização do treino resistido com tubos elásticos foram utilizados: tubos elásticos do tipo tubo látex (Lemgruber©; Brasil), referências segundo o fabricante, com aumento dos diâmetros e resistência respectivamente: 200, 201, 202, 203 e 204, e acessórios: argolas de metal, feixes (Cabo de Plástico Empate) para fixação dos tubos elásticos nas argolas (Figura 2), bem como uma cadeira específica com ganchos para fixação dos tubos, puxadores para membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII).

INSERIR FIGURA 2

A cadeira apresentava medida de 72 centímetros (cm) de altura, 52cm de largura e 47cm de profundidade, com suporte de encaixe para os tubos elásticos para cada grupo muscular a ser trabalhado. Para tanto, uma extremidade do tubo elástico era fixa ao segmento do corpo que realizava o arco do movimento e a outra era fixada no suporte da cadeira. (Figura 3. A-B)

INSERIR FIGURA 3

Por meio de estudo piloto realizado em nosso laboratório com o intuito de adquirir maior afinidade com os diferentes diâmetros de tubos elásticos e as cargas que elas proporcionam, pôde-se com auxílio da dinamometria de cada paciente, inferir ou aproximar-se do diâmetro de tubo mais adequado para os diferentes movimentos. Desta forma foi possível verificar que para MMSS os tubos mais adequados foram os de referência 200, 201, 202 e 203 e para MMII os de 203

e 204. A determinação dos comprimentos iniciais dos tubos foi realizada de acordo com a distância individual do membro superior ou inferior até o gancho (ponto fixo) que se encontrava na cadeira (figura 3-B), de forma que o comprimento dos tubos utilizados por cada indivíduo sempre foi mesmo em todas as sessões. Os grupos musculares treinados foram os mesmos avaliados no teste de dinamometria: flexores e extensores de joelho, flexores e abdutores de ombro e flexores de cotovelo.

Para a execução do treino resistido de MMSS e extensão de joelhos o paciente foi posicionado sentado na cadeira de exercício descrita anteriormente. Para o movimento de flexão de joelhos o paciente foi posicionado ortostaticamente, em frente à cadeira. A figura 4 ilustra a realização dos movimentos de MMSS. E a figura 5 ilustra a realização dos movimentos de MMII.

INSERIR FIGURA 4

INSERIR FIGURA 5

Treinamento resistido convencional

Para a realização do treino convencional foram utilizados equipamentos de musculação (Ipiranga®, Brasil) (Figura 5). Para o treino de MMSS foi utilizado o equipamento polia simples, e para o treino de MMII a cadeira flexora e extensora, e os exercícios realizados com um membro inferior de cada vez. O protocolo de treinamento seguiu o mesmo método que o de tubos elásticos, seguindo os mesmos números de repetições estipuladas.

INSERIR FIGURA 5

Protocolo de incremento de carga dos treinamentos

Na sessão em que o paciente foi capaz de realizar mais do que as repetições estipuladas, a carga foi incrementada para que retornasse a executar as repetições pré-determinadas em cada etapa do protocolo. Assim, os incrementos foram realizados pela percepção de esforço através do relato de cada paciente e ao final de cada série foi realizado encorajamento verbal para que o paciente sempre se esforçasse ao máximo. No treino resistido com tubos elásticos o incremento foi realizado com a adição de tubos em paralelo. O incremento de carga do grupo que realizou musculação seguiu o mesmo método apresentado acima, no entanto foram utilizados pesos adicionados às polias.

Análise estatística

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SPSS – versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A normalidade da distribuição dos dados quantitativos foi avaliada utilizando os testes de homogeneidade e esfericidade dos dados, e a descrição dos resultados foi realizada como média $\pm$ desvio padrão, mediana (intervalo interquartil), e para dados categóricos foi utilizado o teste Qui-quadrado apresentados em frequência. Para análise intragrupos, foi utilizado análise de variância para medidas repetidas ANOVA seguida de teste de Bonferroni ou teste de Friedman em caso de dados não paramétricos. Para análise intergrupos foi utilizado o teste Two-way ANOVA seguido do teste de Bonferroni e para os deltas percentuais foi utilizado o teste One-way ANOVA seguido do teste de Bonferroni para dados paramétricos e o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn em caso de dados não paramétricos. O nível de significância utilizado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os dados antropométricos, espirométricos, monóxido de carbono exalado iniciais e nível de atividade física (IPAQ) dos indivíduos estão apresentados

na tabela 1. Nota-se que não ocorreu diferença entre os grupos nas variáveis avaliadas.

INSERIR TABELA 1

Na tabela 2 estão apresentados os resultados da força muscular periférica nos momentos inicial, após seis e 12 semanas dos grupos estudados. Pode ser observado aumento significativo da força nos grupos de treinamento resistido, porém diferença entre eles. Os deltas percentuais mostram diferença nos ganhos após os treinamentos quando comparados ao grupo controle. Os maiores ganhos percentuais para os grupos de treinamentos foram observados para membros inferiores. Na comparação dos momentos iniciais entre grupos foi observada semelhança em todos os movimentos.

INSERIR TABELA 2

Na tabela 3 estão apresentados os resultados de capacidade funcional dos grupos avaliados. No momento inicial foi observada semelhança entre os grupos na distância percorrida ($p= 0,253$) e na porcentagem do previsto ($p= 0,050$). Após 12 semanas foi observada diferença na distância percorrida em ambos os grupos de treinamento em comparação ao momento basal. Foi observada diferença entre os grupos na porcentagem atingida do previsto após seis e 12 semanas de treinamento.

INSERIR TABELA 3

No momento inicial não foram observadas diferenças em nenhum dos domínios da qualidade de vida na comparação entre os grupos: capacidade funcional ($p=0,599$), aspecto físico ($p=0,768$), dor ($p=0,351$), estado geral e saúde ($p=0,496$), vitalidade ($p=0,787$), aspecto social ($p=0,408$), aspecto emocional ($p=0,522$), saúde mental ($p=0,468$). Após o treinamento foi observada diferença significativa somente no domínio dor do grupo de treinamento convencional (basal: $68,67 \pm 15,79$ / final: $80,78 \pm 15,94$) ($p=0,037$). Nas análises entre os grupos não foram observadas diferenças em nenhum dos domínios após os treinamentos.

DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo comparando os efeitos de um protocolo de treinamento resistido utilizando tubos elásticos de origem nacional ao treinamento resistido convencional em adultos insuficientemente ativos. O treinamento resistido com tubos elásticos promoveu efeitos positivos no ganho de força muscular e capacidade funcional destes indivíduos. Efeitos semelhantes aos encontrados no treinamento resistido convencional. Ainda, foi possível observar que houve magnitude de ganho de força nos indivíduos em treinamento comparado ao grupo controle em todos os movimentos, não havendo diferenças entre os treinamentos resistidos.

Sabe-se que o treinamento resistido convencional é eficaz no tratamento e prevenção de doenças, bem como na melhora da performance física, e saúde.^{1,6,28-31} Portanto tornou-se crescente nos últimos anos, a investigação com o intuito de encontrar ferramentas simples e eficazes para a realização deste tipo de treinamento. Os dispositivos elásticos têm mostrado ser uma opção prática, e estudos prévios demonstram por meio da eletromiografia que a ativação muscular de MMSS³² e MMII³³ ao realizar o exercício utilizando resistência elástica é semelhante ao exercício realizado isotonicamente com halteres e aparelhos de musculação,

mesmo com uma pequena variação a favor dos aparelhos de musculação na fase excêntrica em MMII, demonstrado no estudo de Jakobsen et al. (2012).³³ Já Melchiorre et al. (2011)³⁴ descreveram que a resistência elástica promove maior ativação muscular e o uso mais rápido de unidades motoras comparados aos equipamentos de musculação. O mesmo resultado foi encontrado no estudo de Brandt et al. (2013)³⁵ o qual concluíram que a resistência elástica foi capaz de demonstrar maior recrutamento muscular comparada a aparelhos de exercícios isotônicos.

A resistência elástica apresenta como característica o aumento linear da tensão a partir do início da contração até completar toda a amplitude, oferecendo maior resistência ao final do movimento. Desta forma, não depende da ação da gravidade, mas sim do material polimérico utilizado na confecção do dispositivo, e do quanto o dispositivo é alongado. Tal característica permite que a resistência elástica seja aplicada em todo o arco de movimento e/ou no plano horizontal e não somente no plano vertical.³⁴ No entanto, mesmo com algumas diferenças no modo como a resistência elástica e musculação são aplicadas, este estudo demonstrou semelhança nos ganhos de força ao final dos treinamentos.

Estudos prévios^{9,16-18,36} demonstram efeitos benéficos no treinamento realizado utilizando resistência elástica, entretanto comparações com o presente estudo são limitadas devido ao tipo de população avaliada, tipo de ferramenta utilizada, protocolos de avaliações e treinamento proposto. Este tipo de treinamento é frequentemente utilizado em atletas³⁷⁻³⁹ e tem se destacado pela sua especificidade, promovendo dentre outros, efeitos positivos na potência e força muscular destes indivíduos.⁴⁰

Lubans et al. (2013)¹⁷ avaliaram a eficácia e viabilidade de um programa de treinamento resistido utilizando tubos elásticos e mudanças no estilo de vida de adultos idosos sedentários comparado a um grupo controle. Os autores

encontraram melhoras na força muscular de MMII destes indivíduos. Os mesmos concluem que um programa de treinamento resistido com tubos elásticos combinados a mudanças no estilo de vida é uma abordagem eficaz e viável para melhorar a saúde de idosos sedentários. Ressaltam ainda que a utilização da resistência elástica foi tão eficaz quanto treinamentos realizados com equipamentos convencionais, destacando o baixo custo e praticidade de tais ferramentas, o que condiz com a proposta do presente estudo.

Um estudo⁴¹ avaliou o efeito de 12 semanas treinamento resistido progressivo utilizando faixas elásticas sobre a força isométrica, poder explosivo, e nas habilidades funcionais de mulheres idosas saudáveis acima de 75 anos comparado a um grupo controle, e corroborando com o presente estudo, os autores concluíram que o exercício de resistência progressiva pode produzir aumentos substanciais na força muscular. Entretanto cabe ressaltar que diferente deste estudo, os exercícios foram parcialmente supervisionados e eram associados a exercícios utilizando pacotes de mantimentos como carga além do próprio peso corporal.

De Vreede et al. (2005)⁴² corroborando com os achados do presente estudo, observaram aumento da força muscular de flexores de cotovelos e de extensores de joelhos após um programa de treinamento resistido de três meses para mulheres idosas saudáveis, porém foram utilizadas para o treinamento de MMSS faixas elásticas associadas a halteres e para membros inferiores foram utilizadas somente caneleiras, caracterizando, portanto, o treinamento resistido convencional.

Mikesky et al. (1994)⁴³ observaram efeitos positivos sobre o aumento da força muscular avaliada por meio da dinamometria em adultos idosos após o treinamento resistido utilizando faixas elásticas em ambiente domiciliar. Os autores ressaltam que o treinamento foi bem tolerado por não apresentar lesões induzidas

pelo treinamento utilizando faixas elásticas. Tal fato corrobora com o presente estudo, o qual os indivíduos também não relataram sintomas referentes a presença de lesões em ambos protocolos de treinamento. Os autores concluem ainda que este treinamento é um meio prático e eficaz de induzir ganhos de força em adultos com idade superior a 65 anos e pode ser uma alternativa aos modos de treinamentos tradicionais. Entretanto ressaltam a necessidade de comparações do treinamento com resistência elástica aos modos convencionais visto que os mesmos realizaram comparações somente com um grupo controle.

Já o estudo realizado por Colado et al. (2010)²⁰ corroborando com os achados do presente estudo, encontraram aumentos semelhantes na força muscular isométrica comparando o treinamento com tubos elásticos Thera-band® e treinamento resistido com aparelhos de musculação e pesos livres. Entretanto a população avaliada eram mulheres jovens fisicamente ativas. Ramos, et al. (2014)⁹ também realizaram um estudo randomizado comparando o treinamento resistido utilizando os mesmos tubos elásticos propostos neste estudo ao treinamento resistido convencional, porém os indivíduos avaliados apresentavam doença pulmonar obstrutiva crônica. Corroborando com os achados do presente estudo, os autores concluíram que ambos os treinamentos proporcionaram benefícios na força muscular de maneira semelhante.

Nota –se que os ganhos de força deste estudo foram obtidos principalmente na sexta semana de treinamento, e mantidos até ao final de doze semanas, tal ocorrido estar relacionado ao fato dos indivíduos alcançarem um nível de atividade física satisfatório na sexta semana, se mantendo desta forma até ao final dos protocolos, apesar dos incrementos de cargas realizados.

Com relação aos resultados de capacidade funcional deste estudo, pode se observar melhoras significativas após 12 semanas em ambos os grupos de treinamento, demonstrado tanto pelo aumento da distância percorrida, quanto da

porcentagem atingida do previsto. Porém na comparação entre os grupos ocorreu diferença em relação ao grupo controle somente na porcentagem do previsto no grupo tubos elásticos. Deve-se avaliar estes resultados com cautela, visto que nas demais comparações não foram encontradas diferenças significantes, considerando o fato que os mesmos eram semelhantes no momento basal.

Sabe-se que tanto o treinamento resistido com tubos elásticos,⁹ quanto o convencional podem melhorar a capacidade funcional,⁴⁴ no entanto, o fato da capacidade funcional dos indivíduos em treinamento neste estudo não ter sido diferente do grupo controle ao final dos treinamentos, pode estar relacionado ao fato dos indivíduos não apresentarem nenhum tipo de doença crônica incapacitante, e, portanto, já apresentavam capacidade funcional preservada no momento basal como demonstrado pela porcentagem atingida do previsto no TC6.

Colado, et al. (2008)¹⁹ observaram melhora na capacidade funcional após o treinamento resistido periodizado com faixas elásticas, bem como após o treinamento resistido convencional em mulheres sedentárias de meia idade. E como no presente estudo não houve diferença na comparação entre os grupos.

Nos resultados referentes a qualidade de vida foi observada diferença significativa somente no domínio dor, representado uma redução desta no grupo convencional, porém, isso também pode estar relacionado ao fato desta ser uma população saudável, e que não apresentavam grandes prejuízos no momento basal, mesmo apresentando alguns valores abaixo dos considerados normais para a população brasileira.⁴⁵ A avaliação da qualidade de vida auto relatada tornou-se uma grande ferramenta para implementar a avaliação de resultados clínicos dentro da medicina baseada em evidências. O questionário SF-36 é o instrumento mais utilizado para avaliação da qualidade de vida⁴⁶ e a análise dos valores de cada domínio deste questionário vão além da avaliação das diferenças estaticamente

significativas, levando em consideração os valores considerados normais para cada população.⁴⁵

No momento basal os valores do domínio aspecto emocional se encontravam abaixo do valor de normalidade para a população brasileira⁴⁵ no grupo tubos elásticos, e o domínio vitalidade se encontrava na faixa limite para ser considerado normal. No grupo convencional os domínios: estado de saúde geral, vitalidade, e saúde mental estavam abaixo dos valores de normalidade. No grupo controle os domínios: dor, vitalidade, e saúde mental estavam abaixo desses valores no momento basal. Já o domínio aspecto físico que se encontrava normal no grupo controle no momento basal, apresentou redução para abaixo dos valores de normalidade após 12 semanas. Destes, somente o domínio saúde mental estava normal na avaliação final. Fato que não ocorreu nos grupos de treinamento, pois ao final dos protocolos todos os domínios estavam além dos valores considerados normais para esta população, o que demonstra a eficiência de ambos os protocolos de treinamentos resistidos em melhorar a qualidade de vida relacionada a saúde, mesmo na ausência de diferenças estaticamente significativas.

O número amostral reduzido pode ser considerado uma limitação do estudo, no entanto ressalta-se que foi realizado cálculo amostral baseado em estudo prévio,⁴⁷ no qual foi definido um número amostral de dez indivíduos em cada grupo para demonstrar diferenças após os protocolos de treinamento. Porém destaca-se a necessidade de estudos randomizados com maiores números amostrais, comparando os protocolos de treinamentos, inclusive com grupos controles, visto que são escassos na literatura.

A utilização dos tubos elásticos nacionais como ferramenta de treinamento resistido mostrou ser tão eficaz quanto o treinamento resistido convencional utilizando aparelhos de musculação. Tais ferramentas se destacam pela sua praticidade, por requererem pouco espaço e principalmente pelo baixo

custo, como descrito por Ramos, et al. (2014). Dessa forma os tubos elásticos podem ser uma opção viável para o treinamento resistido em centros de reabilitação, unidades básicas de saúde (UBS), bem como no âmbito domiciliar, atuando no tratamento de doenças crônicas e na prevenção dos efeitos deletérios da inatividade física, principalmente em indivíduos que apresentem dificuldades de locomoção.

Em conclusão o treinamento resistido periodizado com tubos elásticos é uma alternativa viável em protocolo de treinamento resistido, pois promoveu efeitos positivos no aumento da força muscular periférica e capacidade funcional de adultos insuficientemente ativos, com melhora na qualidade de vida. Tais efeitos foram semelhantes aos encontrados no treinamento resistido convencional.

Agradecimentos: As agencia de financiamento: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Proc. 2014/08011-4); e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 377665/2015-0).

Conflitos de Interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41: 687-708.
2. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al.. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.* 1990; 263: 3029–3034.
3. Geirsdottir OG, Arnarson A, Briem K, et al. Physical function predicts improvement in quality of life in elderly Icelanders after 12 weeks of resistance exercise. *J Nutr Health Aging.* 2012; 16: 62-6.
4. Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. *Nature* 2006; 444: 860–867.
5. Calle MC, and Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr. Res. Pract.* 2010; 4: 259-269.
6. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39: 1435-45.
7. Cadore EL, Izquierdo M, Pinto SS, et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age (Dordr).* 2013; 35: 891–903.
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43: 1334-59.
9. Ramos EM, de Toledo-Arruda AC, Fosco LC, et al. The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Clin Rehabil.* 2014; 28: 1096-106.
10. Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, et al. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Phys Ther.* 2010; 90: 538–549.

11. Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen CH, et al. Muscle activity during knee-extension strengthening exercise performed with elastic tubing and isotonic resistance. *Int J Sports Phys Ther.* 2012; 7: 606–16.
12. Brandt M, Jakobsen MD, Thorborg K, et al. Perceived loading and muscle activity during hip strengthening exercises: comparison of elastic resistance and machine exercises. *Int J Sports Phys Ther.* 2013; 8: 811-9.
13. American College of Sports Medicine. Selecting and effectively using elastic resistance exercise. 2006. <http://www.acsm.org/> (acesso em 20/mar/2015).
14. Simoneau GG, Bereda SM, Sobush DC, et al. Biomechanics of elastic resistance in therapeutic exercise programs. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001; 31: 16-24.
15. Alegria JM , Lowery RP , Oliveira de Souza E, et al. Elastic Bands as a Component of Periodized Resistance Training. *J Strength Cond Res.* 2013 [Epub ahead of print].
16. Martins WR, Oliveira RJ, Carvalho RS, et al. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr.* 2013; 57: 8-15.
17. Lubans DR, Munday CM , Lubans NJ, et al. Pilot randomized controlled trial: elastic-resistance-training and lifestyle-activity intervention for sedentary older adults. *J Aging Phys Act.* 2013; 21: 20-32.
18. Turban C, Culas C, and Deley G. Effects of a short-term resistance program using elastic bands or weight machines in cardiac rehabilitation. *Sci sports.* 2013; 29: 143–149.
19. Colado JC, and Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 2008; 22: 1441-8.
20. Colado JC, Garcia-Masso X, Pellicer M, et al. A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. *Int J Sports Med.* 2010; 31: 810-7.
21. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* 2001; 9: 45-51.

22. Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, et al. Tradução para língua portuguesa e validação de questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev Bras de Reumat.* 1999; 39: 143-150.
23. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J.* 2005; 26: 319-38.
24. Duarte AA, Pereira CAC, and Rodrigues SC. Validation of new Brazilian predicted values for forced spirometry in Caucasians and comparison with predicted values obtained using other reference equations. *J Bras Pneumol.* 2007; 33: 527-35.
25. Jarvis MJ, Belcher M, Vesey C, et al. Low cost carbon monoxide monitors in smoking assessment. *Thorax.* 1986;41(11):886-7.
26. Jatlow P, Toll BA, Leary V, et al. Comparison of expired carbon monoxide and plasma cotinine as markers of cigarette abstinence. *Drug Alcohol Depend* 2008; 98: 203-9.
27. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111–117.
28. Delshad M, Ghanbarian A, Mehrabi Y, et al. Effect of Strength Training and Short-term Detraining on Muscle Mass in Women Aged Over 50 Years Old. *Int J Prev Med.* 2013; 4: 1386-94.
29. Hunter GR, McCarthy JP, and Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004; 34: 329-48.
30. Calle MC, and Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr. Res. Pract.* 2010;4(4):259-269.
31. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, et al. The intensity and effects of strength training in the elderly. *Dtsch Arztebl Int.* 2011; 108: 359–364.
32. Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, et al. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Phys Ther.* 2010; 90: 538–549

33. Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen CH, et al. Muscle activity during knee-extension strengthening exercise performed with elastic tubing and isotonic resistance. *Int J Sports Phys Ther.* 2012; 7: 606–16
34. Melchiorri G, and Rainoldi A. Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011; 21: 954-9.
35. Brandt M, Jakobsen MD, Thorborg K, et al. Perceived loading and muscle activity during hip strengthening exercises: comparison of elastic resistance and machine exercises. *Int J Sports Phys Ther.* 2013; 8: 811-9.
36. Chang TF, Liou TH, Chen CH, et al. Effects of elastic-band exercise on lower-extremity function among female patients with osteoarthritis of the knee. *Disabil Rehabil.* 2012; 34: 1727-35.
37. Lorenz DS. Variable resistance training using elastic bands to enhance lower extremity strengthening. *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9: 410-4.
38. Jensen J, Hölmich P, Bandholm T, et al. Eccentric strengthening effect of hip-adductor training with elastic bands in soccer players: a randomized controlled trial. *Br J Sports Med.* 2014; 48: 332-8.
39. Aboodarda SJ, Yusof A, Abu Osman NA, et al. Enhanced performance with elastic resistance during the eccentric phase of a countermovement jump. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013; 8: 181-7.
40. Anderson CE, Sforzo GA, and Sigg JA. The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *J Strength Cond Res.* 2008; 22: 567-574.
41. Skelton DA, Young A, Greig CA, et al. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43: 1081-7.
42. De Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NL, et al. Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2005; 53: 2-10.

43. Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, et al. Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994; 69: 316-20.
44. CJ Liu NK Latham. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009; 3 :CD002759.
45. Laguardia J, Campos MR, Travassos C, et al. Dados normativos brasileiros do questionário Short Form-36 versão 2. *Rev. bras. epidemiol*. 2013; 16: 889-97.
46. Wyrwich KW, Tierney WM, Babu AN, et al. A Comparison of Clinically Important Differences in Health-Related Quality of Life for Patients with Chronic Lung Disease, Asthma, or Heart Disease. *Health Serv Res*. 2005; 40: 577–592.
47. Locks RR, Costa TC, Koppe S, et al. Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. *Rev Bras Fisioter*. 2012; 16: 184-90.

TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos grupos de acordo com gênero, idade, índice de massa corporal, dados espirométricos e monóxido de carbono exalado. Dados expressos em média $\pm$ desvio-padrão, mediana e intervalo interquartil (25-75%)

Variáveis	Grupo Tubo elástico (GTE)	Grupo Convencional (GTC)	Grupo Controle (GC)	p-valor
N	10	9	10	0,966 [†]
Gênero (F/M)	6/4	4/5	7/3	0,525 [†]
IPAQ				
Irregularmente ativo (A/B)	4/6	2/7	3/7	0,702 [†]
Idade (anos) ^ª	62,7 $\pm$ 8,7 (63) [56-71]	56,8 $\pm$ 8,2 (57) [49-62]	54,3 $\pm$ 6,3 (54,5) [47-60]	0,066
Peso (kg) ^ª	71,6 $\pm$ 9,8 (75,3) [65-78]	76,0 $\pm$ 11,9 (73,9) [68-85]	66,8 $\pm$ 13,1 (63,7) [57-76]	0,249
Altura (m) ^ª	1,61 $\pm$ 0,10 (1,58) [1,54-1,70]	1,61 $\pm$ 0,09 (1,60) [1,53-1,72]	1,61 $\pm$ 0,08 (1,59) [1,56-1,67]	0,999
IMC (kg/cm²) ^ª	27,4 $\pm$ 3,8 (26,4) [24-32]	29,1 $\pm$ 3,5 (30,5) [25-32]	25,4 $\pm$ 3,3 (25,0) [23-27]	0,108
Espirometria^ª				
VEF ₁ (%Pred)	106,8 $\pm$ 18,9 (104,6) [93-113]	102,2 $\pm$ 14,8 (98,5) [90-115]	103,5 $\pm$ 10,9 (102,1) [92-111]	0,793
CVF (%Pred)	103,2 $\pm$ 21,7 (97,8) [90-107]	99,2 $\pm$ 11,8 (97,1) [90-111]	101,8 $\pm$ 10,4 (101,5) [93-109]	0,857
VEF ₁ /CVF	80,8 $\pm$ 5,7 (83,3) [75-85]	82,1 $\pm$ 5,5 (82,1) [78-78]	74,9 $\pm$ 23,8(82,0) [79-84]	0,526
Monóxido de Carbono exalado (ppm) ^ª	0,60 $\pm$ 1,05 (0,00) [0,0-1,25]	1,22 $\pm$ 1,20 (2,00) [0,0-2,00]	0,40 $\pm$ 0,96 (0,0) [0,0-0,25]	0,248
Carboxihemoglobina (%)^ª	0,09 $\pm$ 0,17 (0,0) [0,0-0,20]	0,19 $\pm$ 0,19 (0,32) [0,0-0,32]	0,06 $\pm$ 0,15 (0,0) [0,0-0,04]	0,248

Tabela 2: Força muscular em Newtons dos grupos nos períodos avaliados. Expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo interquartilico (25-75%).

Variável	Momento Basal	6 Semanas	12 Semanas	Δ%0-12 semanas	p-valor Momentos	p-valor Grupos x Momentos
Força Muscular (N)						
Flexão de Cotovelo						
Tubo Elástico (GTE)	89,1±34,6 (34,6) ^{ab} [64-111]	114,8±38,1 (109,3) [76-147]	118,0±42,3 (119,4) [76-152]	33,8 ^{a*}	<0,0001	
Convencional (GTC)	95,0±35,1 (83,0) [68-130]	109,7±61,1 (121,8) [71-145]	110,6±51,6 (123,0) [80-152,9]	29,9 ^{a*}	0,348	0,089 [†]
Controle (GC)	80,8±39,2 (68,6) [48-117]	66,1±27,0 (56,0) [48-87]	69,5±28,9 (59,2) [53-78]	-6,4 ^a	0,151	
Abdução de Ombro						
Tubo Elástico (GTE)	56,8±23,2 (48,9) ^b [38-73]	72,3±28,1 (69,4) [48-101]	75,9±30,5 (71,8) [50-93]	16,5 ^a	0,023	
Convencional (GTC)	62,0±28,4 (62,6) ^b [36-81]	70,5±31,3 (75,4) [41-94]	73,3±29,1 (75,4) [47-94]	31,0 ^{a*}	0,004	0,143 [†]
Controle (GC)	53,4±24,9 (47,1) [30-74]	46,1±22,1 (35,1) [33-60]	45,9±12,8 (43,0) [36-55]	-4,3 ^a	0,192	
Flexão de Ombro						
Tubo Elástico (GTE)	59,2±24,1 (53,6) ^b [37-83]	70,6±25,1 (70,2) [44-92]	69,2±29,6 (68,1) [42-88]	36,4 ^{a*}	0,001	
Convencional (GTC)	61,9±29,1 (58,8) ^a [34-83]	71,6±22,3 (66,8) [54-86]	75,1±26,4 (66,8) [51-92]	25,7 ^a	0,004	0,145 [†]
Controle (GC)	58,1±32,4 (45,6) [37-75]	41,9±20,8 (38,0) [32-52]	48,7±13,4 (42,4) [38-66]	-5,0 ^a	0,197	
Flexão de Joelho						
Tubo Elástico (GTE)	109,9±46,7 (110,8) ^{ab} [63-136]	153,4±52,1 (141,6) [107-175]	147,6±51,1 (131,1) [108-175]	44,3 ^{a*}	<0,0001	
Convencional (GTC)	97,8±29,3 (100,6) ^b [71-122]	116,6±39,1 (104,6) [88-141]	129,0±37,5 (125,6) [101-155]	35,6 ^a	0,002	0,777 [†]
Controle (GC)	103,6±43,3 (92,7) [66-121]	96,8±35,9 (97,2) [67-120]	104,3±40,9 (99,0) [66-131]	-6,6 ^a	0,315	
Extensão de Joelho						
Tubo Elástico (GTE)	233,0±85,0 (214,1) ^{ab} [175-291]	293,2±73,9 (287,1) [#] [226-343]	300,5±90,9 (259,3) [#] [233-398]	34,9 ^a	0,003	
Convencional (GTC)	210,0±84,1 (203,8) ^a [156-251]	264,8±63,9 (246,0) [#] [209-309]	274,6±74,2 (253,2) [#] [221-321]	46,3 ^{a*}	0,023	0,024 [†]
Controle (GC)	200,6±79,9 (164,2) [135-259]	177,4±72,4 (143,9) [118-234]	176,4±58,3 (152,8) [125-229]	-9,3 ^a	0,053	

Tabela 3: Valores da capacidade funcional dos grupos submetidos ao treinamento com tubos elásticos, convencional e grupo controle nos períodos avaliados. Dados expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo interquartílico (25-75%).

Variável	Momento Basal	6 Semanas	12 Semanas	$\Delta\%$ 0-12 semanas	p-valor momentos	p-valor Grupos x Momentos
Capacidade Funcional						
(TC6)						
Distância percorrida						
(m)						
Tubo Elástico (GTE)	611,2 $\pm$ 71,7 (584,5) ^a [573-637]	634,6 $\pm$ 70,5 (70,5) [585-659]	638,2 $\pm$ 74,1 (615,5) [590-658]	4,51 [■]	0,003 [†]	
Convencional (GTC)	571,7 $\pm$ 75,0 (587,0) ^a [528-623]	597,4 $\pm$ 75,0 (589,0) [527-527]	606,0 $\pm$ 67,61 (630,0) [541-664]	6,54 [■]	0,020 [†]	0,451 [†]
Controle (GC)	622,8 $\pm$ 56,7 (602,5) [580-662]	627,0 $\pm$ 43,9 (614,5) [614-654]	619,8 $\pm$ 47,9 (619,0) [581-654]	-0,27 [■]	0,794 [†]	
Porcentagem do						
previsto (%)						
Tubo Elástico (GTE)	123,0 $\pm$ 11,9 (119,4) ^a [113-131]	128,0 $\pm$ 15,1 (123,3) ^b [117-137]	128,7 $\pm$ 14,7 (122,6) ^b [117-142]	4,51 [■]	0,008 [†]	
Convencional (GTC)	112,1 $\pm$ 12,5 (115,5) ^a [98-123]	117,4 $\pm$ 14,7 (115,3) [104-132]	119,1 $\pm$ 13,2 (119,9) [109-129]	6,54 [■]	0,020 [†]	0,023 [†]
Controle (GC)	111,4 $\pm$ 8,6 (110,7) [108-116]	112,2 $\pm$ 7,6 (113,4) [107-118]	110,9 $\pm$ 8,0 (113,0) [102-118]	-0,27 [■]	0,774 [†]	

Legenda das tabelas

Tabela 1: N: número de voluntários; F: feminino; M: masculino; IPAQ: International Physical Activity Questionnaire IMC: índice de massa corporal; kg: quilograma; m: metros; cm: centímetros; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁/CVF: relação entre VEF₁ e CVF; ppm: partículas por milhão; †qui-quadrado; ¢Anova One Way com pós teste de Bonferroni.

Tabela 2: N= Newtons; * p<0,05 comparado ao controle; ^a : diferente de 6 semanas; ^b:diferente de 12 semanas; Anova de medidas repetidas com pós teste de Bonferroni; # : diferente de controle; †Anova two way com pós teste de bonferroni; ¢Anova One Way com pós teste de Bonferroni.

Tabela 3: TC6: Teste de caminhada de 6 minutos; m: metros; ^a:diferente de 12 semanas; ^b : diferente de controle; †Anova de medidas repetidas com pós teste de Bonferroni; ¢Anova One Way com pós teste de Bonferroni.

Quadro 1

Semanas	Volume e carga de trabalho
1 ^a a 3 ^a	2x15 NR
4 ^a a 6 ^a	3x15 NR
7 ^a a 9 ^a	3x10 NR
10 ^a a 12 ^a	4x6 NR

Legenda quadro 1

Quadro 1: Condução do treinamento segundo as dinâmicas de exercício; NR número de repetições.

FIGURAS

Figura 1

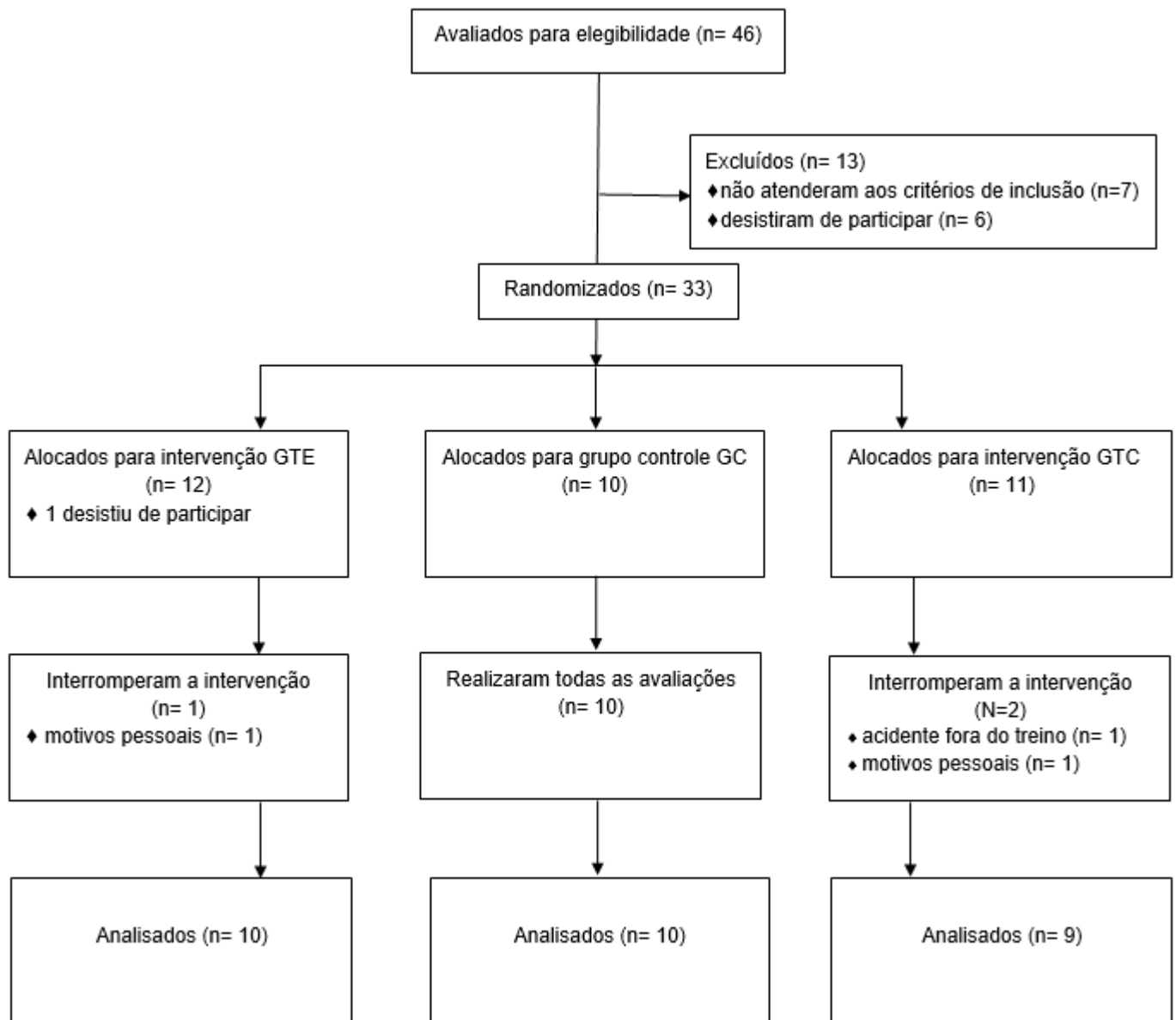


Figura 2

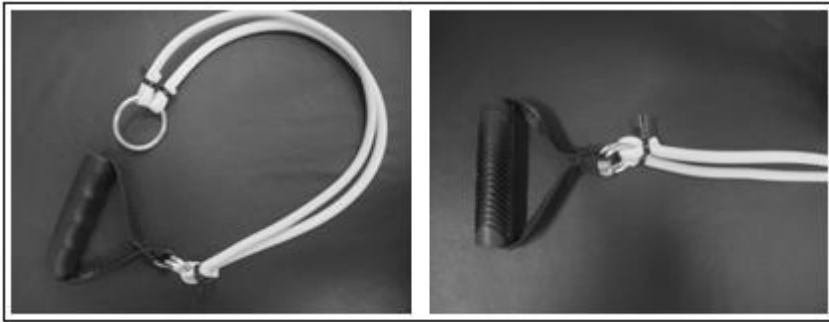


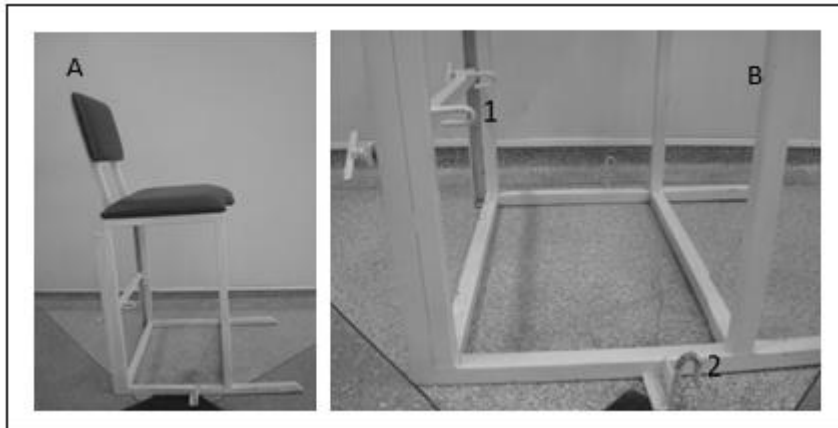
Figura 3

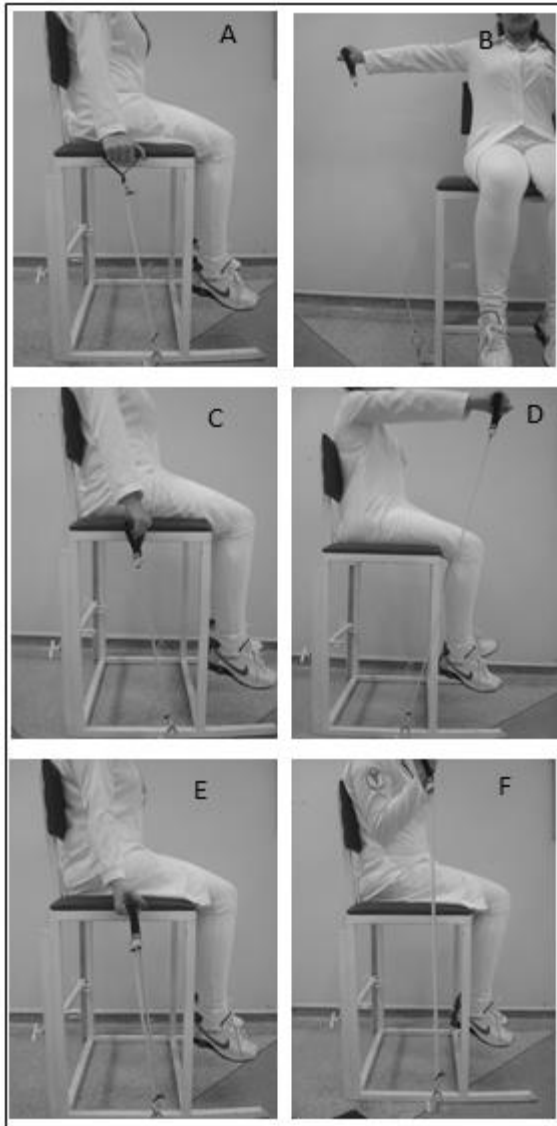
Figura 4

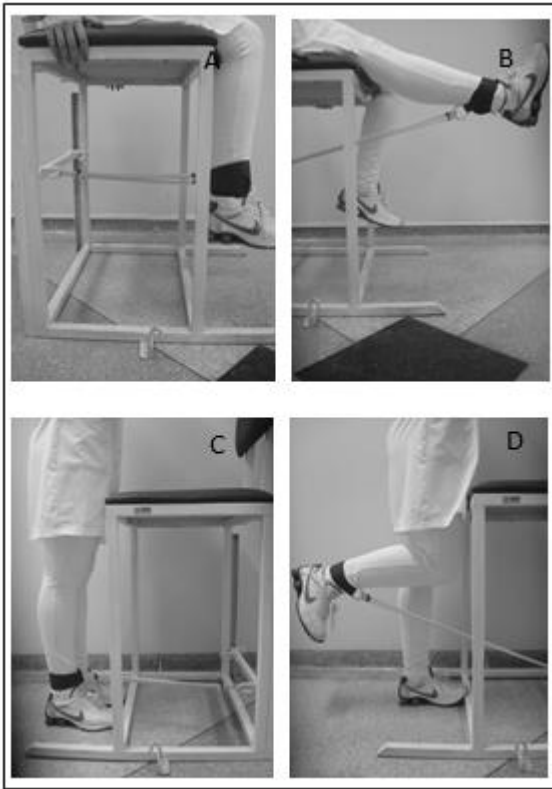
Figura 5

Figura 6



Legendas e fontes das figuras

Figura 1: Fluxograma do estudo. GTE= grupo tubos elásticos; GC= grupo controle; GTC = grupo treinamento convencional.

Figura 2: Tubos elásticos e seus acessórios.

Fonte: *Arquivo de imagens dos autores.*

Figura 3: Cadeira para treinamento com tubos elásticos (A); Pontos de fixação dos tubos (B).

Fonte: *Arquivo de imagens dos autores.*

Figura 4: Abdução de ombros com tubos elásticos (A-B); Flexão de ombros com tubos elásticos (C-D); flexão de cotovelos com tubos elásticos (E-F).

Fonte: *Arquivo de imagens dos autores.*

Figura 5: Extensão de joelhos com tubos elásticos (A-B); flexão de joelhos com tubos elásticos (C-D).

Fonte: *Arquivo de imagens dos autores.*

Figura 6: Equipamentos de treinamento convencional.

Fonte: *Arquivo de imagens dos autores.*

Artigo II

TREINAMENTO RESISTIDO COM TUBOS ELÁSTICOS MELHORA A FUNCIONALIDADE DE PACIENTES COM DPOC: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Bruna Spolador de Alencar Silva,¹ Dionei Ramos,² Iara Buriola Trevisan,¹ Giovanna Arévalo Altero,¹ Ana Paula Coelho Figueira Freire,¹ Marcell Rocha Leite,¹ Fabiano Francisco de Lima,¹ Luis Alberto Gobbo,³ Ercy Mara Cipulo Ramos²

1-Discente do programa de pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Presidente Prudente – São Paulo, Brasil.

2-Professor Doutor do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Presidente Prudente – São Paulo, Brasil.

3-Professor Doutor do curso de Educação Física da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Presidente Prudente – São Paulo, Brasil.

Corresponding author

Bruna Spolador de Alencar Silva

Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista

Rua Roberto Simonsen, no 305

Presidente Prudente, SP 19060-900 (Brasil)

E-mail: brunaspolador@gmail.com

Registro de ensaios clínicos brasileiros (REBEC): UTN: U1111-1159-7191

Resumo

Objetivo: Investigar os efeitos de um programa de treinamento resistido com tubos elásticos e aparelhos de musculação na força periférica, estresse muscular e capacidade funcional de pacientes com DPOC. **Delineamento:** Estudo controlado e randomizado. **Local:** Centro de Reabilitação (Ambulatório). **Participantes:** Dezenove pacientes com DPOC (treinamento resistido com tubos elásticos (GTE: n: 9) e treinamento resistido com aparelhos de musculação (GRC: n: 10)). **Intervenções:** Este estudo envolveu sessões de exercício de 60 minutos, realizados três vezes por semana, durante 12 semanas. **Principais avaliações:** Teste de força muscular (dinamômetro digital), teste de caminhada de seis minutos (TC6) e estresse muscular através do nível de creatina quinase (CK). **Resultados:** A força muscular melhorou em ambos os grupos ($p < 0,05$). O delta de ganhos na capacidade funcional foi similar entre os grupos. Um pico significativo na CK foi observado 24 horas após o treino em GRC ($p = 0,027$) e 24 e 72 horas após o treino no GTE ($p = 0,001$). **Conclusão:** Ambos grupos melhoraram a força muscular durante treinamento resistido. Os níveis de estresse muscular pós treino asseguraram normalidade na dose-resposta dos treinamentos.

Palavras-chave: DPOC, treinamento resistido, força muscular; capacidade funcional, CK

Abstract

Objective: To investigate the effects of a resistance training program with elastic tubing and weight machine on peripheral strength, muscle stress and functional capacity in patients with COPD. **Design:** Randomized Controlled Trial. **Setting:** Rehabilitation Center (Outpatient). **Participants:** Nineteen Patients with COPD (resistance training with elastic tubing (TSG: n: nine) and resistance training with weight training machine (CRG: n: ten)). **Interventions:** This study involved 60-minute exercise sessions Performed three times a week for 12 weeks. **Main outcome Measures:** Muscle strength test (digital dynamometer) Six- minute walk test (6MWT) and muscle creatine kinase (CK) level through stress. **Results:** Muscle strength improved in both groups ($p < 0.05$). The delta of gains in functional capacity was similar between groups. A significant peak in CK was Observed 24 hours after training in the CRG ($p = 0.027$) and 24 and 72 hours after training in the TSG ($p = 0.001$). **Conclusion:** Both groups improved muscle strength demonstrated during resistance training. The post training muscle stress levels demonstrated normal dose-response to training.

Key-words: COPD; resistance training; muscle strength; functional capacity; CK.

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma das principais causas de morbidade crônica, a quarta principal causa de mortalidade no mundo e estima-se que, em 2020, será responsável pelo 3º lugar das causas de óbito.^{1,2} A prevalência da DPOC no mundo é de 6% e no Brasil de 15,8% .^{3,4} Sabe-se que o não tratamento da doença ocasiona repercussões economicamente negativas tais como: maior número de hospitalizações, afastamentos do trabalho e atendimentos emergenciais.¹

Dentre os prejuízos decorrentes da doença, a diminuição da capacidade física é um dos principais fatores que limitam as atividades de vida diária (AVDs) em pacientes com DPOC.⁵ Esta diminuição é causada principalmente pela dispneia e fadiga, o que faz com que estes pacientes reduzam suas atividades para evitar tais sensações de desconforto.⁶

A inatividade física resulta em descondicionamento progressivo que, por sua vez, é agravado pelos efeitos sistêmicos da doença.⁶ Dentre estes, a disfunção da musculatura periférica é apontada como uma importante causa da redução da força, endurance e massa muscular, o que torna a prática do exercício físico um componente essencial nos programas de reabilitação pulmonar.⁷ Esta prática proporciona evidente melhora de tais disfunções que são queixas comuns em pacientes DPOC.⁸

Dentre os tipos de exercícios físicos, os exercícios resistidos têm ganhado expressiva atenção nessa população,⁹ pois seus efeitos vão além dos proporcionados pelos exercícios aeróbicos⁸ e podem ser realizados de diversas maneiras, incluindo o treinamento resistido convencional, com faixas e tubos elásticos.

No treinamento resistido convencional geralmente são utilizados halteres, barras, anilhas, caneleiras, e aparelhos de musculação.¹⁰ Entretanto, os equipamentos de musculação geralmente apresentam um custo elevado, transporte limitado, além de ocuparem maior espaço físico, tornando-os menos acessíveis. Já os tubos elásticos são dispositivos seguros, de fácil utilização, portáteis e relativamente baratos, além disso são capazes de aumentar sua tensão linearmente a partir do início da contração até o fim do movimento, e por isso pode ser menos lesivo para as articulações.¹¹

Visto que o exercício físico é fundamental para a melhora das condições de saúde de pacientes com DPOC, é importante o desenvolvimento de novas condutas que possam facilitar o acesso desta população ao tratamento, além de poder disseminar um método fácil, com maior acesso financeiro para diversos centros de reabilitação.

Dessa forma, entende-se como pertinente a elaboração de um modelo experimental, que compare a utilização de treinamento resistido convencional com o de tubos elásticos, com o objetivo de encontrar métodos alternativos de tratamento para indivíduos com DPOC.

OBJETIVO

O presente estudo objetivou avaliar a força, estresse muscular e capacidade funcional de indivíduos com DPOC submetidos a treinamento resistido com tubos elásticos e com aparelhos de musculação.

HIPÓTESE

A hipótese é de que o protocolo de treinamento resistido com tubos elásticos melhore a força muscular periférica e capacidade funcional de maneira semelhante aos aparelhos de musculação, e que provoque menor estresse muscular.

MÉTODOS

Foram avaliados pacientes com DPOC de grau moderado a severo conforme Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD),¹ que foram acompanhados durante o período de 12 semanas, em um centro de reabilitação especializado.

O cálculo do tamanho da amostra foi baseado em estudo piloto, com desvio padrão: 36,62, diferença a ser detectada: 45,1 mil, o nível de significância de 5% e poder do teste: 80%. O tamanho da amostra calculada para cada grupo foi de 10.

Como critérios de inclusão para este estudo, os pacientes deveriam apresentar o diagnóstico de DPOC, VEF1/CVF < 70%, ter idade maior que 45 anos e estar clinicamente estável.

Foram considerados critérios de exclusão indivíduos tabagistas, comorbidades cardíacas e disfunções osteomusculares que impedissem a execução do protocolo experimental. Também foram excluídos indivíduos que durante o desenvolvimento do protocolo de exercícios, apresentaram exacerbações ou intercorrências que impedissem a continuidade do tratamento ou que desistissem de participar do mesmo.

Os indivíduos foram previamente comunicados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, após assinatura do termo de consentimento livre e

esclarecido, participaram de modo voluntário e efetivo do estudo. Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 12492113.5.0000.5402.) e seguiram a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Delineamento do estudo

(Figura 1)

Os indivíduos foram randomizados por estratos da seguinte forma: primeiramente classificados em quartis de acordo com a força individual relativa de membro inferior (contração isométrica voluntária máxima do movimento de extensão de joelho expressa em Newtons (N)- dinamometria).¹² Em seguida, os indivíduos de cada quartil foram randomizados, a partir de sorteio dos números em envelope pardo por um indivíduo que não tinha relação com o estudo, em 2 grupos experimentais nomeados de acordo com o tipo de programa de treinamento: um que realizou treinamento resistido com tubos elásticos (GTE) e outro que realizou treinamento resistido convencional (GRC). Não houve cegamento dos pacientes e terapeutas durante a realização da intervenção, no entanto a análise de dados foi realizada por um indivíduo que não tinha envolvimento com o estudo.

A avaliação inicial foi realizada em três dias. No primeiro foi realizada a identificação e mensuração dos sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação parcial de oxigênio). Para comprovar abstinência do cigarro foi realizada mensuração do monóxido de carbono no ar expirado (COex) e em seguida foram realizadas: quantificação do grau de estresse muscular pelos níveis

sanguíneos da enzima creatina quinase (CK) e o teste de função pulmonar por meio da espirometria para a classificação do grau de severidade da doença, de acordo com GOLD de 2013.¹

No segundo dia foi realizada a avaliação da capacidade funcional por meio do teste de caminhada de 6 minutos (TC6). No terceiro dia foram avaliadas a força muscular de membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) por meio da dinamometria, e o teste de repetições máximas (RM) com aparelhos de musculação convencional em GRC e com tubos elásticos em GTE.

Protocolo de treinamento

Os grupos GTE e GRC foram submetidos aos programas de treinamento por 12 semanas com três sessões semanais, totalizando 36 sessões de treinos com intervalos recuperativos de 48 a 72 horas entre as sessões. As sessões de exercícios tiveram duração de 60 minutos e ao início e final de cada uma, foram verificados os sinais vitais e realizados alongamentos globais. Foi realizado para cada exercício do treino resistido o teste de RM, sendo que em GTE foram utilizados tubos elásticos e em GRC aparelho de musculação convencional. Também foi realizada, antes do início do treinamento, a familiarização com os exercícios, equipamentos e tubos elásticos.

Os treinamentos foram executados de forma periodizada e progressiva. A distribuição da dinâmica de condução do treinamento para os grupos GTE e GRC foi a seguinte: 1 a 3 semanas: 2x15 RM; 4 a 6 semanas: 3x15 RM; 7 a 9 semanas: 3x10 RM; 10º à 12º semana: 4x6 RM.

Teste de Função Pulmonar

A avaliação da função pulmonar foi realizada antes dos protocolos de treinamentos por meio de espirometria simples (espirômetro da marca MIR–Spirobank versão 3.6 acoplado a um microcomputador), de acordo com as normas das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar.¹³ A interpretação foi realizada de acordo com as normas da American Thoracic Society e European Respiratory Society.¹⁴ Os valores de normalidade foram relativos à população brasileira.¹⁵

Análise do estresse muscular

A atividade de CK foi avaliada nos momentos basal, 24, 48 e 72 horas após o protocolo de treinamento, a partir de uma amostra de sangue retirada da extremidade digital do dedo indicador do indivíduo. Então uma amostra de 30 µL de sangue fresco foi recolhida por um tubo capilar heparinizado e a amostra foi imediatamente pipetada para a tira de teste de CK, diretamente do tubo capilar. A análise foi realizada por um procedimento de ensaio colorimétrico pelo aparelho (Reflotron, Boehringer Mannheim, Alemanha). Unidade de medida U/l.¹⁶

Capacidade Funcional

A capacidade funcional foi avaliada no início, e após 12 semanas de treinamento por meio do TC6. Realizado segundo as diretrizes da American Thoracic Society.¹⁷

Mensuração da força muscular

A mensuração da força foi realizada no hemicorpo dominante, no momento basal, após seis e 12 semanas de treinamento por meio de dinamômetro digital da marca Force Gauge®, modelo FG-100kg e os resultados foram expressos em

Newtons (N), segundo Ramos et al.¹⁸ Os seguintes grupos musculares foram avaliados: flexores e extensores de joelho, flexores e abdutores de ombro e flexores de cotovelo.

Treinamento resistido com tubos elásticos

Para a realização do treino resistido com tubos elásticos foram utilizados: tubos elásticos do tipo tubo látex da marca Lemgruber® referências (segundo o fabricante): 200, 201, 202, 203 e 204, argolas de metal, feixes (Cabo de Plástico Empate) para fixação dos tubos elásticos nas argolas, cadeira específica com ganchos para fixação dos tubos, puxadores para MMSS e MMII. De acordo com estudo piloto realizado em nosso laboratório para adquirir maior afinidade com os diferentes diâmetros de tubos elásticos e as cargas que elas proporcionam, pôde-se com auxílio da dinamometria de cada paciente, inferir ou aproximar-se do diâmetro de tubo adequado para os diferentes movimentos. Verificou-se que para MMSS os tubos mais utilizados foram os de referência 200, 201 e 202 e para MMII os de 202, 203 e 204. A determinação dos comprimentos iniciais dos tubos foi realizado de acordo com a distância individual do membro superior ou inferior até o gancho (ponto fixo) que se encontrava na cadeira. Assim, o comprimento dos tubos utilizados por cada indivíduo sempre foi mesmo em todas as sessões e diferiu de um indivíduo para o outro. Os grupos musculares treinados foram os mesmos avaliados no teste de dinamometria.

A cadeira apresentava medida de 72 centímetros (cm) de altura, 52cm de largura e 47cm de profundidade, possuía suporte de encaixe para os tubos elásticos para cada grupo muscular a ser trabalhado (Figura 2). Para tanto, uma extremidade do tubo elástico era fixa ao segmento do corpo que realizava o arco do movimento e a outra fixa no suporte da cadeira. (Figura 3).

Para a execução do treino resistido de membros superiores e extensão de joelhos o paciente foi posicionado sentado em na cadeira de exercício descrita anteriormente. Para o movimento de flexão de joelhos o paciente foi posicionado ortostaticamente, em frente à cadeira.

(Figura 2)

(Figura 3)

Teste de repetições máximas (RM) e treinamento resistido com tubos elásticos

A referência (tubo) utilizada para o treino resistido com tubo elástico foi de acordo com o teste de RM. Para o teste, como a primeira etapa do protocolo o indivíduo teria que realizar 15 RM, esse foi o número de repetições utilizado para o teste inicial. Portanto, o teste foi válido quando realizado com um tubo cuja carga possibilitou somente a execução de 15 RM. Tanto no teste quanto no treinamento foi tolerada a execução de até duas repetições máximas a mais. O intervalo entre as séries dos exercícios foi de dois minutos e o protocolo de treinamento possuiu uma redução gradual das repetições máximas. No início, as repetições foram compostas por 15 RM e ao término do treinamento reduziram para 6 RM como representado no protocolo de treino.

Treinamento resistido convencional

Para o treino de força convencional foram utilizados equipamentos de musculação da marca Ipiranga®, Brasil. Para o treino de MMSS foi utilizado o equipamento polia simples, e para o treino de MMII a cadeira flexora e extensora, e os exercícios realizados com um membro inferior de cada vez. O protocolo de treinamento seguiu o mesmo método que o de tubos elásticos.

Protocolo de incremento de carga dos treinamentos

Na sessão em que o paciente foi capaz de realizar mais do que as repetições estipuladas, a carga foi incrementada para que retornasse a executar as repetições pré-determinadas por cada etapa do protocolo. Assim, os incrementos foram realizados pela percepção de esforço de cada paciente e ao final de cada série foi realizado encorajamento verbal para que o paciente sempre se esforçasse ao máximo. No treino resistido com tubos elásticos o incremento foi realizado com a adição de tubos em paralelo. O incremento de carga do grupo que realizou musculação seguiu o mesmo método apresentado acima, no entanto foram utilizados pesos adicionados às polias.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SPSS- versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste Shapiro-Wilk, e a descrição dos resultados foi realizada como média $\pm$ desvio padrão, com exceção de variáveis com distribuição não-normal, que foram descritas como mediana (intervalo interquartilico 25-75). Para comparação entre os momentos iniciais, seis semanas, 12 semanas, 24/48/72 horas após o término do treinamento de cada grupo foi realizada a técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Os dados da mensuração repetida foram checados para violação de esfericidade utilizando o teste de Mauchly e a correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando a esfericidade foi violada. Para análise dos momentos (basal, seis e 12 semanas) intragrupo foi utilizado pós-teste de Bonferroni para distribuição paramétrica ou pós-teste de Dunnet para distribuição não paramétrica. A Comparação dos momentos iniciais e variações percentuais de ganho entre grupos no momento basal e 12 semanas foi realizada pelo teste t de Student para

distribuições paramétricas ou Mann Whitney para distribuições não paramétricas. O nível de significância utilizado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Dezenove pacientes com DPOC foram incluídos no estudo (13 do sexo masculino e 6 do feminino), GRC $n = 10$ (GOLD II: $n = 4$, GOLD III: $n = 6$) e GTE: $n = 9$ (GOLD II: $n = 2$, GOLD III: $n = 5$, GOLD IV: $n = 2$). Os dados antropométricos e espirométricos iniciais desses voluntários estão apresentados na tabela 1.

(Tabela 1)

A tabela 2 demonstra as diferenças de força muscular periférica entre os momentos basal, seis semanas e 12 semanas dos grupos GTE e GRC. Pode ser observado aumento significativo da força em todos os movimentos analisados em ambos os grupos. Inicialmente os grupos não apresentaram diferença estatística.

(Tabela 2)

A tabela 3 demonstra a comparação das variações percentuais de força muscular periférica entre os grupos GTE e GRC. Os grupos demonstraram semelhança entre os ganhos de todos os movimentos.

(Tabela 3)

Em relação ao estresse muscular, foi observado pico significativo dos valores de CK 24 horas após o término do protocolo de GRC, porém com valor dentro da faixa de normalidade. E o GTE houve retorno mais acelerado aos níveis basais de CK, demonstrado no momento 72 horas; Figura 4.

(Figura 4)

A Tabela 4 demonstra a comparação das variações percentuais em CK entre os grupos GTE e GRC. Os grupos apresentaram valores semelhantes entre os momentos.

(Tabela 4)

Em relação à capacidade funcional, apenas o GTE demonstrou melhora significativa após 12 semanas. No entanto não houve diferenças entre os grupos (Tabela 5).

(Tabela 5)

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo mostram que os grupos de treinamento tiveram ganhos semelhantes nas comparações de força muscular periférica, capacidade funcional e estresse muscular. No entanto, em relação à capacidade funcional na análise individual apenas o GTE apresentou melhora significativa.

Notavelmente, apesar de ter sido realizada randomização com alocação dos grupos a partir da força muscular periférica isométrica basal, o que é comumente realizado em estudos com treinamentos resistidos,^{19,20} foi encontrada diferença entre os grupos em relação aos índices espirométricos VEF1% e CVF%. No entanto, mesmo com tal diferença os grupos foram semelhantes nas demais variáveis do estudo e a limitação de fluxo aéreo demonstrou não influenciar a função muscular desses pacientes, fato que corrobora com estudos prévios.²¹

Diretrizes internacionais recomendam o treinamento físico para melhorar a função muscular esquelética como um componente essencial de programas de

reabilitação pulmonar em pacientes com DPOC.⁸ No entanto, a fim de serem significativas para estes pacientes, as melhorias na força muscular periférica precisam ser repercutidas nas AVDs. Estudos demonstram correlação positiva entre estas variáveis, dessa forma parece razoável supor que a força muscular preservada em pacientes com DPOC leva a melhorias na performance das tarefas diárias.²²

Nesse sentido os ganhos de força muscular periférica obtidos neste estudo apresentam grande relevância clínica e a partir do protocolo de treinamento resistido utilizado, o tubo elástico mostrou-se uma ferramenta eficaz para tal objetivo. Esse tipo de treinamento é comumente utilizado em atletas, pois são mais específicos o que maximiza as adaptações ao treinamento e previne o overtraining, com o objetivo de promover um melhor desempenho individual e efeito de treinamento.²³

A resistência elástica apesar de ser acessível e de fácil utilização, qualidades que poderiam incluir mais pacientes em tratamento e ser incorporado com supervisão parcial a nível domiciliar, ainda é pouco utilizada nos programas de reabilitação pulmonar. Em 2007, O'Shea et al.²⁴ demonstraram melhorias modestas na força em pacientes com DPOC, utilizando bandas elásticas (Theraband®), seguindo um programa de treinamento de resistência domiciliar de 12 semanas com intensidade de três séries de oito a 12 RM. No entanto, apenas uma sessão foi realizada sob a supervisão de um fisioterapeuta, o que pode ter resultado em baixa aderência ou intensidades de exercício realizadas abaixo das estabelecidas.²⁴

Em 2014, Nyberg et al.²⁵ observaram a partir de um treinamento de resistência com bandas elásticas com altas repetições e baixas cargas, um aumento da capacidade funcional e função muscular de pacientes com DPOC de moderado-grave quando comparado a pacientes que não realizaram treinamento.²⁵

Neste mesmo ano, Ramos et al.¹⁸ realizaram um treinamento de resistência elástica com tubos elásticos (tipo látex), ferramenta alternativa de menor custo do que a marca Theraband®, comparado a treinamento realizado em aparelho de musculação. Ambos os treinamentos proporcionaram benefícios na força muscular e qualidade de vida, e maiores ganhos na capacidade funcional foram encontrados no grupo com tubos elásticos, no entanto uma limitação do estudo era que os treinamentos possuíam protocolos distintos.¹⁸ Dessa forma, optamos por realizar um protocolo de treinamento que pudesse ser realizado igualmente em ambos os grupos, somente os diferindo quanto a ferramenta utilizada, tubos elásticos ou aparelho de musculação.

Em relação aos momentos de análise de força muscular, a maioria dos movimentos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre seis e 12 semanas no grupo treinamento com tubos elásticos. No grupo convencional este comportamento pôde ser observado somente no movimento de flexão de cotovelo. No restante dos movimentos quase toda a amplitude de ganhos foi adquirida já na sexta semana de treinamento. Borgh-Silva et al. demonstraram o mesmo em um protocolo de treinamento físico de 12 semanas, onde o pico na distância de caminhada foi encontrado também na sexta semana de treino e se manteve até a 12ª semana.²⁶ Em recente meta-análise, pelo menos 4 semanas de treinamento foram capazes de promover ganhos clinicamente importantes na capacidade funcional e qualidade de vida.²⁷

Quanto ao estresse muscular, pode ser observado que os valores de CK após ambos os treinamentos não ultrapassaram 160 U/l, portanto ficaram dentro da faixa de normalidade (< 200 U/l). A CK é uma enzima que desempenha importante

papel na geração de energia para o metabolismo muscular e está presente predominantemente no tecido muscular.²⁸

Dessa forma, quando a intensidade da atividade física está dentro da capacidade metabólica do tecido muscular, existe pequena alteração na permeabilidade da membrana celular. No entanto, quando esta intensidade excede a capacidade metabólica, ocorre alteração significativa na permeabilidade da membrana celular e a enzima CK é liberada do meio intracelular para a circulação com consequente elevação no sangue.²⁸

Os níveis séricos de CK variam entre os indivíduos e depende do sexo, raça, integridade muscular e tipo, duração e intensidade do treinamento físico.²⁸ Em pacientes com DPOC a expressão dessa enzima é significativamente maior do que em indivíduos saudáveis, dessa forma a prescrição de exercícios deve ser cautelosa para evitar exageros e piora do quadro clínico.

Estudos que quantificam a expressão de CK após protocolos de treinamento físicos são escassos em DPOC. Em 2012, Guzun et al. mostraram que o treinamento aeróbico de intensidade moderada foi capaz de induzir alterações comparáveis nos níveis séricos de CK entre pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis sedentários.²⁹ Os valores das mensurações após 24 horas do término do treinamento corroboram com os achados no presente estudo, com média de $176,9 \pm 26,5$ U/L no grupo com DPOC. No entanto, não existem estudos que comparem o comportamento da CK em intervenções distintas em pacientes com DPOC, dessa forma trabalhos futuros com essa temática devem ser realizados para melhor embasar a discussão dos achados.

Em relação a capacidade funcional, avaliada pelo TC6, não foram observadas diferenças quando comparados os deltas de ganho dos grupos avaliados, demonstrando assim ganhos similares nos dois treinamentos. Entretanto quando analisados individualmente apenas o grupo que realizou o treinamento com tubos elásticos apresentou melhora estatisticamente significativa no TC6, indicando assim uma particularidade desta técnica. Estudos prévios demonstraram comportamento semelhante nesta variável, como o de Ramos et.al,¹⁸ que ao comparar o treinamento com tubos elásticos e convencional em população semelhante ao do presente estudo, também observaram maiores efeitos na capacidade funcional no treinamento com tubos elásticos.

Este efeito pode estar relacionado á especificidade do treinamento com resistência elástica, que oferece resistência não apenas no plano vertical, mas em todo arco de movimento, aumentando a tensão linearmente a partir do início da contração até completar toda amplitude. Esta característica tende a exigir uma adaptação constante da modulação da força de forma mais fina comparado ao uso de pesos. Desta forma, a resistência elástica pode proporcionar maior sensibilidade do reflexo de estiramento do sistema nervoso central e aumento da atividade neural, promovendo maior recrutamento de unidades motoras.¹¹ Esta condição pode ser considerada uma vantagem em relação ao treinamento convencional, pois quanto maior a quantidade formada de pontes cruzadas de actina e miosina, maior a quantidade de força gerada.¹¹

Neste aspecto o treinamento com tubos elásticos demonstrou-se uma ferramenta efetiva no aumento da capacidade funcional, que está intimamente associada à melhora da qualidade de vida de pacientes com DPOC,³⁰ demonstrando assim uma vantagem na utilização deste recurso.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como limitações do estudo podemos destacar o tamanho amostral reduzido e a não quantificação das cargas do treinamento resistido com tubos elásticos, apesar dos protocolos de treinamentos resistidos serem os mesmos.

CONCLUSÃO

O treinamento resistido com tubos elásticos foi capaz de promover melhora da força muscular periférica e capacidade funcional em pacientes com DPOC, bem como o treinamento em aparelhos de musculação. E os níveis de estresse muscular pós treino asseguraram normalidade na dose-resposta dos treinamentos.

REFERÊNCIAS

1. From the Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Revised in 2014. Available from: <http://www.goldcopd.org/>.
2. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med*. 2006; 3(11): 442
3. Halbert RG, Natoli JL, Gano A, adamgarav E, Buist AS, Mannino DM. Global Burden of COPD: Systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J*. 2006; 28(3): 523-32.
4. Menezes AM, Perez-Padilla R, Jardim JR, Muiño A, Lopez MV, Valdivia G, Montes de Oca M, Talamo C, Hallal PC, Victora CG. Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. *Lancet*. 2005; 366(9500): 1875-81.
5. Rochester CL. Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev*. 2003; 40(5): 59-80.
6. Reardon J, Casaburi R, Morgan M, Nici L, Rochester C. Pulmonary rehabilitation for COPD. *Respir Med*. 2005; 99(suppl B):19-27.
7. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2007; 131(5 Suppl):4S–42S.
8. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath*. 2010; 17(1):217-26.
9. Alison JA, McKeough ZJ. Pulmonary rehabilitation for COPD: are programs with minimal exercise equipment effective? *J Thorac Dis*. 2014; 6(11): 1606-14.

10. Ricci-Vitor AL, Bonfim R, Fosco LC, Bertolini GN, Ramos EM, Ramos D, et al . Influence of the resistance training on heart rate variability, functional capacity and muscle strength in the chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49(6):793-801.
11. Melchiorri G, Rainoldi A. Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2011; 21(6): 954–959
12. Persch LN, Ugrinowitsch C, Pereira G, Rodacki ALF. Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: a randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics* 2009; 24(10): 819–25.
13. Rubin AS, Cavalazzi AC, Viegas CAA, Pereira CAC, Nakaie CMA, Valle ELT. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol*. 2002; 28(Suppl.3): 2-237.
14. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26(2): 319-38.
15. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res*. 1999; 32(6): 703
16. Twist C, Eston R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*. 2005; 94(5-6): 652–658
17. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(1): 111–117.
18. Ramos EM, de Toledo-Arruda AC, Fosco LC, Bonfim R, Bertolini GN, Guarnier FA, et al. The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Clin Rehabil*. 2014; 28(11): 1096-106

19. Persch LN, Ugrinowitsch C, Pereira G, Rodacki ALF. Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: a randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics* 2009; 24(10): 819–25.
20. Leal ML, Lamas L, Aoki MS, Ugrinowitsch C, Ramos MS, Tricoli V, Moriscot AS. Effect of different resistance-training regimens on the WNT-signaling pathway. *Eur J Appl Physiol*. 2011; 111(10): 2535-45.
21. Degens H, Sanchez Horneros JM, Heijdra YF, Dekhuijzen PN, Hopman MT. Skeletal muscle contractility is preserved in COPD patients with normal fat-free mass. *Acta Physiol Scand*. 2005; 184(3): 235-42.
22. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Physical activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest*. 2006; 129(3): 536–544.
23. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(3): 687–708.
24. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. A predominantly home-based progressive resistance exercise program increases knee extensor strength in the short-term in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial. *Aust J Physiother*. 2007; 53(4): 229–237
25. Nyberg A, Lindström B, Rickenlund A, Wadell K. Low-load/high-repetition elastic band resistance training in patients with COPD: a randomized, controlled, multicenter trial. *Clin Respir J*. 2014 Apr 14. [Epub ahead of print]
26. Borghi-Silva A, Mendes RG, Trimer R, Oliveira CR, Fregonezi GA, Resqueti VR, et al. Potential effect of 6 vs 12-weeks of physical training on cardiac autonomic function and exercise capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Mar 5. [Epub ahead of print]

27. COPD Working Group. Pulmonary rehabilitation for patients with chronic pulmonary disease (COPD): an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2012; 12(6): 1-75
28. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med.* 2008; 27(1):1-18
29. Guzun R, Aguilaniu B, Wuyam B, Mezin P, Koechlin-Ramonatxo C, Auffray C, et al. Effects of training at mild exercise intensities on quadriceps muscle energy metabolism in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Acta Physiol.* 2012; 205(2): 236-46.
30. Dürr S, Zogg S, Miedinger D, Steveling EH, Maier S, Leuppi JD. Daily physical activity, functional capacity and quality of life in patients with COPD. *COPD.* 2014 Dec;11(6):689-9

TABELAS

Tabela 1 – Características antropométricas e espirométricas dos grupos avaliados. Dados expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança a 95%.

	GRC	GTE	Valor p
Idade (anos)	68±7,16 (69) [62,87-73,13]	64,71±10,53 (67) [54,40-70,27]	0,1787
Peso (Kg)	74,81±15,88 (72,50) [63,45-86,17]	69,04±14,62 (70) [60,39-81,90]	0,6022
Altura (m)	1,63±0,10 (1,66) [1,55-1,71]	1,64±0,08 (1,6) [1,55-1,69]	0,1285
IMC (Kg/cm²)	27,95±4,910 (28,74) [24,44-31,46]	25,64±6,057 (23,84) [22,51-32,11]	0,8062
CVF %	82,59±11,79 (81,50) [74,15-91,03]	64,67 (18,21) [50,67-78,67]	0,0197*
VEF1 %	64,22±11,76 (67,50) [55,81-72,63]	43,14±15,44 (37) [32,25- 53,09]	0,0017*
VEF1/CVF	61,37±12,66 (64,10) [52,31-70,43]	52,03± 10,45 (53,80) [44,00- 60,07]	0,0998
CO (ppm)	1,90±1,91 (1,5) [0,53-3,26]	2,11±2,03(2) [0,55-3,67]	0,3199
CO (%CHb)	0,30±0,30 (0,24) [0,085-0,52]	0,34±0,32(0,32) [0,04-0,64]	0,3199

Tabela 2 – Força muscular em Newtons dos grupos submetidos aos treinamentos de tubos elásticos e musculação nos períodos avaliados. Dados expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança a 95%.

		Avaliação Inicial	6 semanas	Avaliação Final	ANOVA	F	p
EJ	GTE	247.5±68.52(243.1)* [198.5-296.6]	281.9±78.15 (271.8) [†] [226.0-337.8]	288±75.14 (280.6) [‡] [234.2-341.7]	Tempo	24,113	0,0001
	GRC	243,13±56,34 (244.4)* [199,83-286,44]	260,68±56,14(280,6) [217,53-303,83]	276,9±55,46(301,4) [‡] [234,24-319,49]	Interação [§]	0,169	0,686
FJ	GTE	139.2±36.62 (136.6)* [113-165.4]	181.6±42.25 (175.9) [151.3-211.8]	184.3±44.30 (180.4) [‡] [152.6-215.9]	Tempo	35,804	0,0001
	GRC	134,0±30,06 (126,6)* [110,89-157,11]	169,75±25,78(173,6) [149,92-189,58]	169,45±31,18(173,2) [‡] [145,48-193,43]	Interação [§]	0,480	0,498
AO	GTE	53.26±18.57 (53.0)* [39.97-66.55]	65.18±19.09 (63.70) [†] [51.53-78.84]	72.52±19.83 (70.30) [‡] [58.33-86.71]	Tempo	62,29	0,0001
	GRC	56,67±16,05(49.0)* [44,33-69,00]	73,77±13,14(69,6) [63,67-83,87]	79,48±16.94 (73.40) [‡] [67,38-91,59]	Interação [§]	0,682	0,42
FO	GTE	62.76±20.02 (67.10)* [48.43-77.08]	74.14±17.88 (78.80) [†] [61.35-86.93]	78.02±18.09 (77.90) [‡] [65.08-90.96]	Tempo	55,421	0,0001
	GRC	64,98±18,55 (58,80)* [50,73-79,24]	79,07±20,76(71,0) [†] [63,12-95,03]	89,87±17,41(82.40) [76,48-103,24]	Interação [§]	0,576	0,458
FC	GTE	102.3±33.44 (110.1)* [78.40-126.2]	114.0±34.52 (126.6) [†] [89.33-138.7]	125.2±31.87 (132.8) [‡] [102.4-148.0]	Tempo	46,23	0,0001
	GRC	93,64±35,20 (92,20)* [66,59-120,70]	112,79±32,75(100.2) [†] [87,61-137,96]	122,88±36.86(121.4) [‡] [96,93-148,82]	Interação [§]	0,073	0,791

Tabela 3 – Comparação da força muscular (Newtons) dos grupos submetidos aos treinamentos de tubos elásticos e musculação nos períodos avaliados. Dados expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança a 95%.

		Avaliação Inicial	Avaliação Final	Var%0-12 semanas	Valor p
EJ	GTE	247,5±68,52(243,1) [198,5-296,6]	288±75,14 (280,6) [234,2-341,7]	14,8±8,4 (10,3) [8,4-21,3]	0.905
	GRC	243,13±56,34 (244,4) [199,83-286,44]	276,9±55,46(301,4) [234,24-319,49]	17,6±15,8 (12,8) [6,3-28,9]	
FJ	GTE	139,2±36,62 (136,6) [113-165,4]	184,3±44,30 (180,4) [152,6-215,9]	28,0±16,5 (29,1) [15,3-40,7]	0.473
	GRC	134,0±30,06 (126,6) [110,89-157,11]	169,45±31,18 (173,2) [145,48-193,43]	35,3±25,7 (31,8) [17,0-53,7]	
AO	GTE	53,26±18,57 (53,0) [39,97-66,55]	72,52±19,83 (70,30) [58,33-86,71]	43,4±15,0 (49,0) [31,9-55,0]	0,820
	GRC	56,67±16,05(49,0) [44,33-69,00]	79,48±16,94 (73,40) [67,38-91,59]	41,4±22,7 (47,9) [25,1-57,6]	
FO	GTE	62,76±20,02 (67,10) [48,43-77,08]	78,02±18,09 (77,90) [65,08-90,96]	43,2±23,8 (38,2) [24,9-61,4]	0,133
	GRC	64,98±18,55 (58,80) [50,73-79,24]	89,87±17,41(82,40) [76,48-103,24]	30,9±27,7(17,8) [11,1-50,8]	
FC	GTE	102,3±33,44 (110,1) [78,40-126,2]	125,2±31,87 (132,8) [102,4-148,0]	36,4±18,4 (34,1) [22,3-50,5]	0,315
	GRC	93,64±35,20 (92,20) [66,59-120,70]	122,88±36,86(121,4) [96,93-148,82]	28,3±27,6(16,3) [8,5-48,0]	

Tabela 4. Comparação do comportamento do CK entre os grupos submetidos aos treinamentos. Dados expressos como média, desvio padrão, mediana e o intervalo de confiança de 95%.

	CK baseline	CK 24h	CK 72h	Var% 0-24h	<i>p</i>	Var% 0-72	<i>p</i>
GTE	126.6±39.4	158.1±47.1	121.2±41.1	33.0±49.9	0.964	2.9±43.9	0.152
	(132.0)	(160.0)	(128.0)	(26.8)		(-3.8)	
	[96.3-156.9]	[121.9-194.3]	[-5.3-71.4]	[-5.3-71.4]		[-30.8-36.7]	
GRC	113.5±38.6	148.2±49.7	150.1±59.7	32.2±24.5		39.1±59.0	
	(96.1)	(137.0)	(134.0)	(41.2)		(28.1)	
	[85.9-141.1]	[112.7-183.7]	[107.4-192.7]	[14.7-49.8]		[-3.1-81.3]	

Tabela 5- Análise da capacidade funcional na avaliação inicial, final e delta nos grupos avaliados. Dados expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança de 25% a 95%.

	Avaliação Inicial	Avaliação Final	Valor p	Δ	Valor p
GRC	493,2 $\pm$ 67,27(499,0) [450,8- 541,3]	525,6 $\pm$ 77,92(533,5) [447,8- 567,8]	0,1037	30,8 $\pm$ 12,78(31) [21,65-39,94]	0,925
GTE	514,4 $\pm$ 63,48(518,0) [482,0- 557,0]	542,3 $\pm$ 65,86(546,0) [494,0- 589,0]	0,0004*	32,78 $\pm$ 60,28(493) [-13,56-79,11]	

Legenda das tabelas

Tabela 1: Kg: Quilogramas; M: Metro; Cm: Centímetros; IMC: Índice de massa corpórea; CVF: Capacidade vital forçada; VEF₁:Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CO:Monóxido de Carbono; Ppm:Partes por milhão; CHB: Carboxhemoglobina.

Tabela 2: EJ: extensão de joelho; FJ: flexão de joelho; AO: abdução de ombro; FO: flexão de ombro; FC: flexão de cotovelo; GTE: grupo de treinamento resistido tubos elásticos; GRC: grupo treinamento resistido com aparelhos de musculação convencional *: diferença entre os momentos basal e 6 semanas; †: diferença entre os momentos 6 semanas e 12 semanas; ‡: diferença entre os momentos basal e 12 semanas.

Tabela 3: EJ: extensão de joelho; FJ: flexão de joelho; AO: abdução de ombro; FO: flexão de ombro; FC: flexão de cotovelo; GTE: grupo de treinamento resistido tubos elásticos; GRC: grupo treinamento resistido com aparelhos de musculação convencional Var% 0-12: variação percentual entre basal e 12 semanas

Tabela 4: CK: creatina quinase; h: horas; GTE Grupo de treinamento com tubos elásticos; GRC: Grupo de treinamento convencional; Var%: variação percentual.

Tabela 5: GTE: grupo de treinamento resistido tubos elásticos; GRC: grupo treinamento resistido com aparelhos de musculação convencional Delta: diferença entre as avaliações iniciais e finais de cada grupo.

FIGURAS

Figura 1

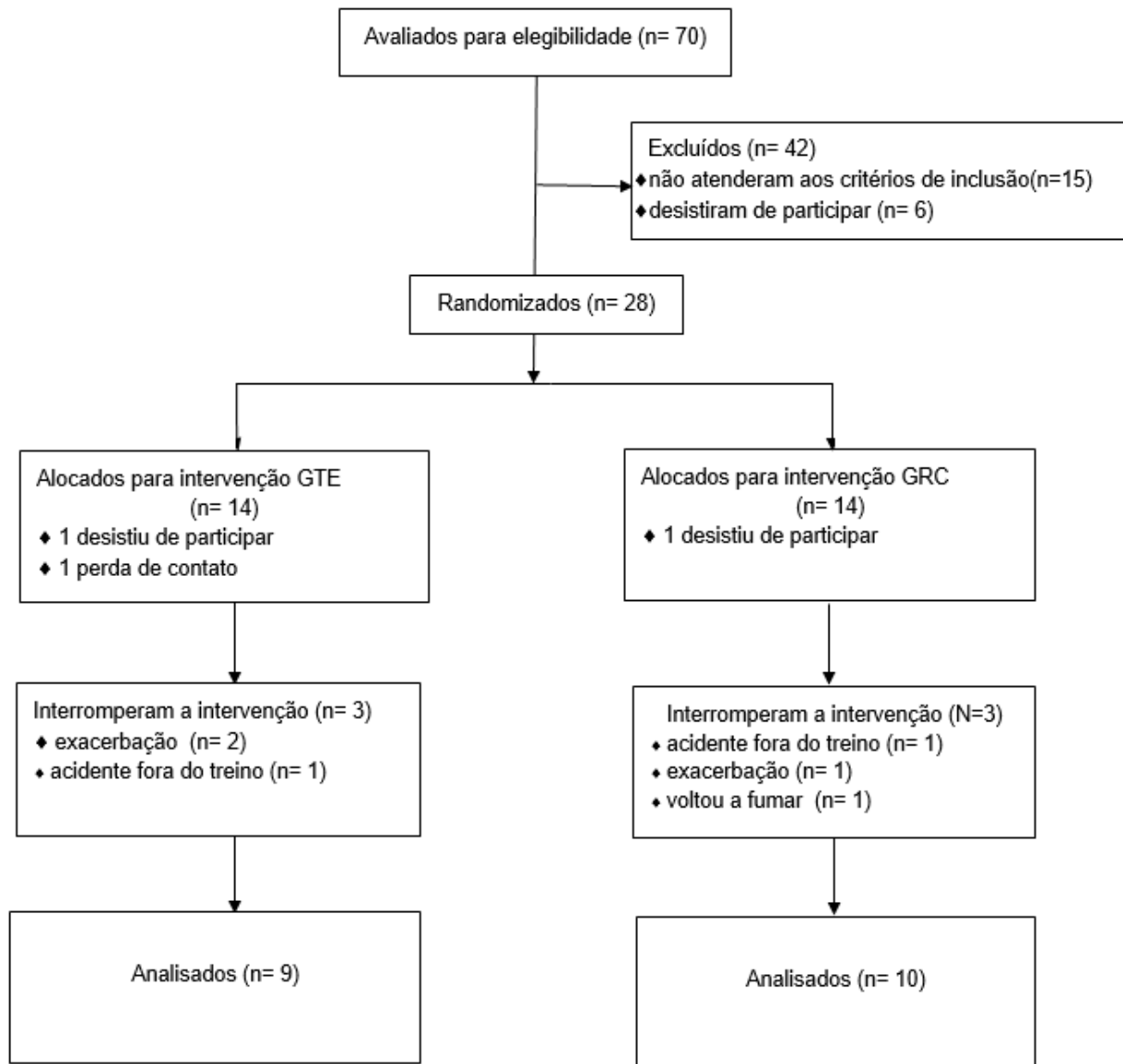


Figura 1: Fluxograma do estudo.

Figura 2



Figura 2: Cadeira para o treinamento

Figura 3**Figura 3:** Flexão de cotovelo e extensão de joelhos

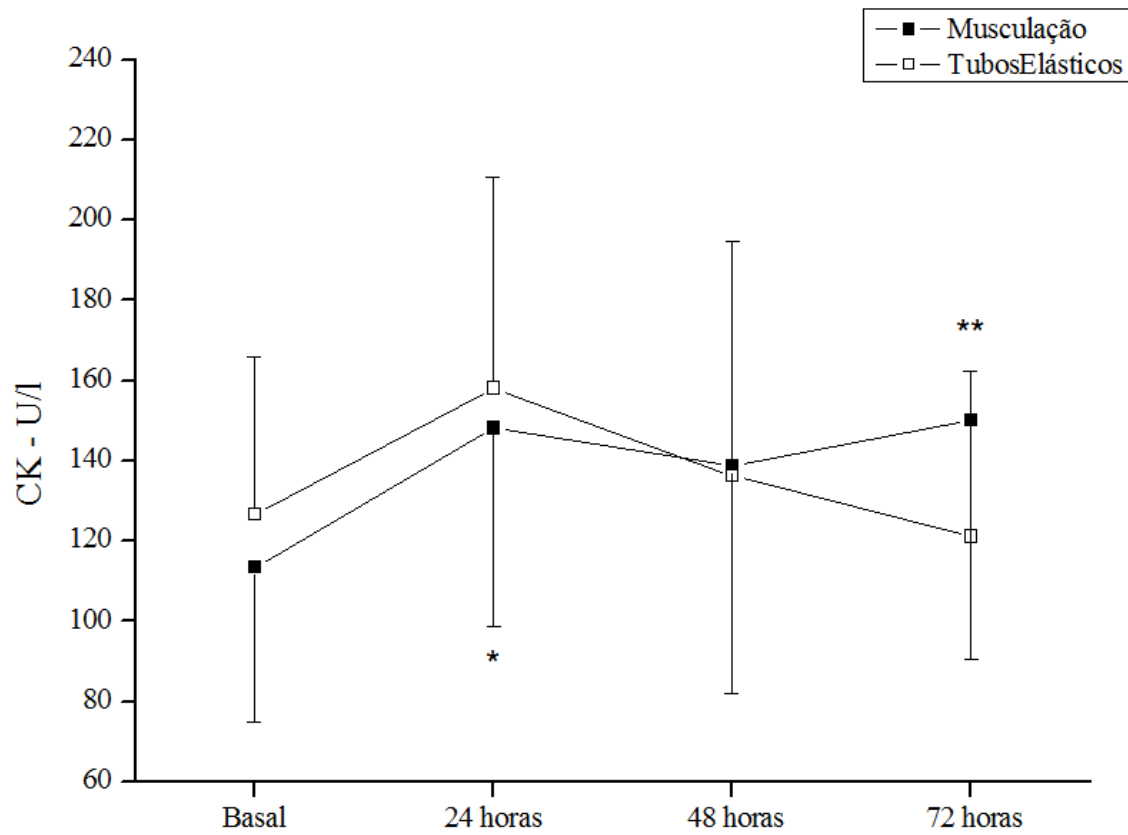
Figura 4

Figura 4: Comportamento do CK nos grupos de treinamento avaliados (Musculação e Tubos elásticos).

Legendas das figuras

Figura 1. GTE = grupo de treinamento tubos elásticos; GRC: grupo de treinamento de resistência convencional.

Figura 2. Cadeira para o treinamento com suporte de encaixe dos tubos elásticos para os movimentos dos membros inferiores (1) e membros superiores (2)

Figura 3. Movimentos de flexão do cotovelo extensão do joelho com um tubo elástico.

Figura 4. *: diferença significativa entre os momentos basal e 24 horas no grupo musculação ($p= 0.027$); **: diferença significativa entre os momentos 24 e 72 horas no grupo tubos elásticos ($p=0.001$).

Os artigos compilados nessa dissertação demonstraram os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos comparado aos efeitos do treinamento resistido convencional (musculação) na força muscular, capacidade funcional e qualidade de vida de adultos insuficientemente ativos aparentemente saudáveis, e na força, estresse muscular, e capacidade funcional de indivíduos com DPOC.

No primeiro estudo, o treinamento resistido periodizado com tubos elásticos promoveu efeitos positivos no aumento da força muscular periférica e capacidade funcional de adultos insuficientemente ativos. Com melhora da qualidade de vida. Tais efeitos foram semelhantes aos encontrados no treinamento resistido convencional.

Em relação ao segundo estudo, o treinamento resistido com tubos elásticos foi capaz de promover melhora da força muscular periférica e capacidade funcional em pacientes com DPOC, bem como o treinamento em aparelhos de musculação. E os níveis de estresse muscular pós treino asseguraram normalidade na dose-resposta dos treinamentos.

Diante dos resultados apresentados, nota-se a que a utilização dos tubos elásticos como ferramenta de treinamento resistido, é tão eficiente quanto a realização deste tipo de treinamento em aparelhos de musculação, tanto em indivíduos saudáveis, quanto em pacientes com DPOC. Ressalta-se a necessidade de estudos que avaliem a realização deste tipo de treinamento em outras populações, para conhecer seus efeitos, afim de que possa ser aplicado da maneira mais eficaz e segura possível, inclusive em unidades básicas de saúde e no âmbito domiciliar.

1. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, KiblerWB, Kraemer WJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.*1990;263(22):3029–3034.
3. Geirsdottir OG, Arnarson A, Briem K, Ramel A, Tomasson K, Jonsson PV, et al. Physical function predicts improvement in quality of life in elderly Icelanders after 12 weeks of resistance exercise. *J Nutr Health Aging.* 2012;16(1):62-6.
4. Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. *Nature* 2006;444:860–867.
5. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr. Res. Pract.* 2010;4(4):259-269.
6. Trajano Jorge R, Souza MC, Jones A, Lombardi Júnior I, Jennings F, Nato J. Treinamento resistido progressivo nas doenças musculoesqueléticas crônicas. *Rev. Bras. Reumatol.* [online]. 2009;49(6):726-734.
7. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1435-45
8. Cadore EL, Izquierdo M, Pinto SS, Alberton CL, Pinto RS, Baroni BM, et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age (Dordr).* 2013;35(3):891–903.
9. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.

10. Ricci-Vitor AL, Bonfim R, Fosco LC, Bertolini GN, Ramos EM, Ramos D, et al . Influence of the resistance training on heart rate variability, functional capacity and muscle strength in the chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49(6):793-801.
11. Alison JA, McKeough ZJ. Pulmonary rehabilitation for COPD: are programs with minimal exercise equipment effective? *J Thorac Dis*. 2014; 6(11): 1606-14.
12. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013; 188(8): 13–64.
13. Dourado VZ. Tanni SE. Vale AS. Faganello MM. Sanchez FF. Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J. bras. pneumol*. 2006;32(2):161-171.
14. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2007; 131(5 Suppl):4S–42S.
15. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath*. 2010; 17(1):217-26.
16. Ramos EM, de Toledo-Arruda AC, Fosco LC, Bonfim R, Bertolini GN, Guarnier FA, et al. The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Clin Rehabil*. 2014;28(11):1096-106.
17. Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, Poulsen OM, Bjørnlund IBT, Zebis MK. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Phys Ther*. 2010;90(4):538–549

18. Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen CH, et al. Muscle activity during knee-extension strengthening exercise performed with elastic tubing and isotonic resistance. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(6):606–16
19. Brandt M, Jakobsen MD, Thorborg K, Sundstrup E, Jay K, Andersen LL. Perceived loading and muscle activity during hip strengthening exercises: comparison of elastic resistance and machine exercises. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(6):811-9.
20. American College of Sports Medicine. Selecting and effectively using elastic resistance exercise. 2006. <http://www.acsm.org/> (acesso em 20/mar/2015).
21. Simoneau GG, Bereda SM, Sobush DC, Starsky AJ. Biomechanics of elastic resistance in therapeutic exercise programs. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31(1):16-24.
22. Alegria JM , Lowery RP , Oliveira de Souza E , Wilson JM. Elastic Bands as a Component of Periodized Resistance Training. *J Strength Cond Res.* 2013.
23. Martins WR, Oliveira RJ, Carvalho RS, Oliveira Damasceno V, Silva VZ , Silva MS . Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr.* 2013;57(1):8-15.
24. Lubans DR, Munday CM , Lubans NJ, Lonsdale CC. Pilot randomized controlled trial: elastic-resistance-training and lifestyle-activity intervention for sedentary older adults. *J Aging Phys Act.* 2013;21(1):20-32.
25. Turban C, Culas C, Deley G. Effects of a short-term resistance program using elastic bands or weight machines in cardiac rehabilitation. *Sci sports.* 2013;29(3):143–149.
26. Colado JC, Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1441-8.
27. Colado JC, Garcia-Masso X, Pellicer M, et al. A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. *Int J Sports Med.* 2010;31:81