

GIOVANA NAVARRO BERTOLINI FERRARI

**A CORDA ELÁSTICA COMO INSTRUMENTO DE TREINAMENTO RESISTIDO EM
PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**



PRESIDENTE PRUDENTE

2011

GIOVANA NAVARRO BERTOLINI FERRARI

**A CORDA ELÁSTICA COMO INSTRUMENTO DE TREINAMENTO RESISTIDO EM
PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

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. Dr^ª. Ercy Mara Cípulo Ramos

Presidente Prudente

2011

Ao meu pai, por todo o seu amor, paciência, humildade e presença em todas as conquistas da minha vida.

A minha orientadora Prof.Dr^a.Ercy Mara Cipulo Ramos, por estes três anos de aprendizado, por disponibilizar seu tempo e paciência para a minha orientação.

A professora Dr^a.Dionei Ramos por disponibilizar seu conhecimento e contribuir para a minha formação acadêmica.

A professora Dr^a.Alessandra Choqueta de Toledo por todo aprendizado e principalmente pela amizade construída no decorrer destes anos.

Ao professor Dr.Carlos Marcelo Pastre, por disponibilizar seu tempo, por todo o conhecimento científico que pode me proporcionar.

Aos colegas do Laboratório de Estudos do Aparelho Muco – Secretor (LEAMS). Em especial a Luciana Cristina Fosco, a Rafaela Bonfim, a Aline Duarte Ferreira e ao Luiz Carlos Carvalho Junior, pela amizade, por toda ajuda que juntos dividimos no decorrer destes anos.

A Rafaella Fagundes Xavier, um agradecimento especial! Amiga muito obrigada por tudo, por toda a sua disponibilidade em me ajudar nos momentos em que eu mais precisei no decorrer deste curso.

Aos professores do Programa de Pós-graduação pela contribuição em minha titulação!

Ao meu pai Guido pelo apoio, incentivo, amor e por toda a contribuição para que esta pós-graduação fosse possível.

Ao meu marido Evandro e minha filha Vitória por compreenderem a importância desta conquista, por todo amor e apoio durante estes anos.

E por fim, agradeço a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho. Muito obrigada!

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

SUMÁRIO

Apresentação.....	12
Introdução.....	21
Artigo I: Comparação de treinamentos resistidos com corda elástica e convencional em pacientes estáveis com DPOC; Estudo randomizado.....	29
Artigo II: Avaliação dos efeitos de um programa domiciliar de exercícios em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.....	60
Conclusões.....	81
Referências.....	83
Anexos	

Este modelo alternativo de dissertação contempla o material originado a partir da pesquisa intitulada: **“A corda elástica como instrumento de treinamento resistido em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica”**, 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: Fosco LC, Ramos D, Bonfim R, Guarnier FA, Ferrari GNB, Cecchini R, Pastre CM, Langer D, Toledo AC, Gosselink R, Ramos EMC. Comparação de treinamentos resistidos com corda elástica e convencional em pacientes estáveis com DPOC; Estudo randomizado. (Comparison of elastic tubing and conventional resistance training in moderate clinically stable COPD: a randomized clinical trial) Preparado para submissão ao periódico *Chest*.
- Artigo II: Ferrari GNB, Ramos D, Toledo AC, Junior LC, Pastre CM, Ramos EMC. Avaliação dos efeitos de um programa domiciliar de exercícios em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. (Evaluation effects of a home exercise program in patients with chronic obstructive pulmonary disease) Preparado para submissão ao periódico *Revista Portuguesa de Pneumologia*.
- *Conclusões:* obtidas a partir da pesquisa realizada;
- *Referências:* (referente ao texto da introdução).

- *Anexos*: O anexo I é referente as normas do periódico *Chest*, de acordo com o qual o artigo foi redigido. O anexo II é referente as normas do periódico *Revista Portuguesa de Pneumologia* de acordo com o qual o artigo foi redigido.

RESUMO

Introdução: O treinamento resistido tem sido descrito como um meio de melhorar a capacidade funcional, força muscular, massa magra e qualidade de vida de indivíduos com DPOC. **Objetivos:** Comparar os efeitos do treinamento resistido com corda elástica e convencional sobre a capacidade funcional, força muscular, massa magra, qualidade de vida e inflamação sistêmica em pacientes com DPOC e avaliar os efeitos da continuidade do programa de exercícios resistidos em domicílio, com cordas elásticas, sobre a qualidade de vida, força muscular periférica e capacidade funcional de pacientes com DPOC. **Casuística e métodos:** Trinta e quatro indivíduos com DPOC moderada e grave, divididos em dois grupos: treinamento resistido com corda elástica (CE) e treinamento resistido convencional (TC), participantes de um programa de treinamento resistido com duração de oito semanas, foram avaliados quanto à capacidade funcional, força muscular, massa magra, qualidade de vida e inflamação sistêmica. Após o término do treinamento 10 indivíduos deram continuidade ao treinamento em domicílio e após seis meses foram avaliados quanto à qualidade de vida, força muscular e capacidade funcional. Para a comparação foram avaliados após seis meses 12 indivíduos que não continuaram o tratamento em domicílio. **Resultados:** Após oito semanas os pacientes obtiveram melhora sobre a capacidade funcional para os dois grupos ($p < 0,001$). Houve uma tendência para a melhora da massa magra para ambos os grupos ($p = 0,05$). Os domínios (dispneia, fadiga, função emocional e autocontrole) e o escore total do Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ) melhoraram para ambos os grupos. Depois da primeira sessão e após oito semanas houve um aumento de TNF- α e IL-10 no grupo TC e IL-1 β aumentaram nos dois grupos ($p < 0,01$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente). Em resposta ao exercício após a última sessão a IL-10 aumentou nos dois grupos ($p < 0,001$). A tirosina diminuiu somente após a primeira sessão, em ambos os grupos ($p < 0,05$). Em relação aos resultados referentes as avaliações realizadas após seis meses de treinamento domiciliar observou-se que a qualidade de vida não demonstrou

diferença significativa, porém a diferença mínima clinicamente importante (0.5 ponto) foi considerada. Quanto a força muscular, foi observado aumento para o movimento de flexão de joelho no grupo controle após 6 meses. No grupo tratamento, após seis meses de programa domiciliar, houve aumento da força para o movimento de abdução de ombro. Quanto a capacidade funcional, em ambos os grupos, não foi observada diferença estatisticamente significativa após os seis meses. **Conclusões:** Nossos resultados apontam que o treinamento com corda elástica pode desempenhar um papel importante no manejo clínico de pacientes com DPOC moderada ou grave, melhorando a capacidade funcional, força muscular e qualidade de vida, bem como o exercício também promoveu adaptações observadas pelo comportamento de mediadores inflamatórios. Ainda o grupo que seguiu continuidade com o treinamento resistido em domicílio foi capaz de manter ganhos na capacidade funcional, na qualidade de vida e força muscular após seis meses.

Introduction: Resistance training has been described as a means of improving functional capacity, muscle strength, lean body mass and quality of life of individuals with COPD.

Objectives: To compare the effects of resistance training with elastic cord and conventional on functional capacity, muscle strength, lean body mass, quality of life and systemic inflammation in patients with COPD and to evaluate the effects of continuing the program of resistance exercises at home, with strings elastic, about the quality of life, peripheral muscle strength and functional capacity of patients with COPD. **Methods:** Thirty-four individuals with moderate or severe COPD, divided into two groups: resistance training with elastic cord (CE) and conventional resistance training (CT) in response to a resistance training program lasting eight weeks, were evaluated for their ability function, muscle strength, lean body mass, quality of life and systemic inflammation. After the training 10 individuals have continued training at home and after six months were evaluated for quality of life, muscle strength and functional capacity. For the comparison were evaluated after six months 12 individuals who discontinued the treatment at home. **Results:** After eight weeks the patients improved on the functional capacity for the two groups ($p < 0.001$). There was a trend towards improvement in lean body mass for both groups ($p = 0.05$). The domains (dyspnea, fatigue, emotional function and mastery) and the total score of the Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ) improved for both groups. After the first session and after eight weeks there was an increase in TNF- α and IL-10 in the CT group and IL-1 β increased in both groups ($p < 0.01$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$, respectively). In response to exercise after the last session of the IL-10 increased in both groups ($p < 0.001$). Tyrosine decreased only after the first session in both groups ($p < 0.05$). Regarding the results of evaluations carried out after six months of home training was observed that the quality of life showed no significant difference, but the minimum clinically important difference (0.5 points) was considered. The muscle strength was observed to increase the movement of knee flexion in the control group after 6 months. In the treatment

group after six months of home program, an increase of strength to the movement of shoulder abduction. The functional capacity in both groups, no statistically significant difference was observed after six months. **Conclusions:** Our results suggest that training with elastic cord may play an important role in the clinical management of patients with moderate or severe COPD, improving functional capacity, muscle strength and quality of life and exercise also promoted adaptations observed the behavior of inflammatory mediators. Although the group to continue with resistance training at home was able to maintain gains in functional capacity, quality of life and muscle strength after six months.

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é um problema de saúde mundial e está previsto que seja a terceira causa mais comum de morte em 2020.¹ Além disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que a DPOC venha ocupar a quinta posição no ranking mundial de doenças crônicas incapacitantes em 2020.²

Segundo *The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – GOLD* “A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença evitável e tratável, com alguns efeitos extrapulmonares importantes que podem contribuir para um agravamento em alguns pacientes. Seu componente pulmonar é caracterizado pela limitação do fluxo aéreo que não é totalmente reversível. A limitação do fluxo aéreo geralmente é progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal do pulmão, a partículas ou gases nocivos”.³

Apesar de ser uma doença primariamente respiratória, a DPOC apresenta manifestações extra-pulmonares significativas que podem contribuir para a gravidade da doença. As complicações extrapulmonares da DPOC incluem disfunção do sistema músculo esquelético, diminuição da tolerância ao exercício, inflamação sistêmica, doenças cardiovasculares, caquexia, osteoporose, ansiedade e depressão.^{4,5,6,7}

A disfunção do sistema muscular periférico é caracterizada pela diminuição significativa da força e da massa muscular^{8,9}, e a perda de massa muscular está associada a maior mortalidade, menor desempenho físico e piora das condições de saúde, relacionadas a qualidade de vida de pacientes com DPOC.¹⁰

Em pacientes com DPOC a força muscular respiratória e periférica podem estar significativamente reduzidas e esta redução se correlaciona positivamente com a intensidade dos sintomas respiratórios e com a capacidade para realizar exercícios.^{11,12} Há também evidências de correlação negativa entre força muscular periférica e aumento

significativo dos gastos com recursos de saúde e aumento dos dias de internação nestes pacientes.¹³

Na DPOC é comum a diminuição de massa magra do corpo e diminuição da área de secção transversal da coxa dos pacientes quando comparados com indivíduos saudáveis.¹⁴ Tal condição pôde ser verificada em resultados de biópsias musculares em pacientes com DPOC, os quais mostraram atrofia tanto das fibras musculares do tipo I quanto do tipo II.¹⁵ Nos membros superiores não foi observada desproporção entre os dois tipos de fibras musculares, provavelmente em função da grande necessidade da parte superior do corpo nas atividades de vida diária¹⁶, enquanto, nos membros inferiores, foi descrita redução do percentual das fibras musculares do tipo I em relação às do tipo II.¹⁵

Além disso, pode ser observado a presença de inflamação sistêmica e estresse oxidativo nestes indivíduos, o que reflete em influência negativa nos músculos esqueléticos periféricos. Observa-se também, aumento dos níveis plasmáticos de uma variedade de citocinas pró-inflamatórias que atuam sobre a musculatura periférica por diferentes vias: estímulo da proteólise ou diminuição da síntese protéica; apoptose celular; indução da expressão de genes amplificadores da inflamação.¹⁷

O estresse oxidativo, intimamente relacionado à inflamação, pode explicar em parte as alterações musculares em pacientes com DPOC. Esses pacientes apresentam elevada produção de radicais livres de oxigênio e metabolismo antioxidante reduzido, o que influencia negativamente na estrutura e função muscular ao causar fadiga muscular e facilitar a proteólise, o que resulta em prejuízo da capacidade para realizar exercícios.¹⁸

Apesar da relevância clínica e crescente interesse na área, a etiologia das alterações musculares esqueléticas descritas na DPOC permanece desconhecida. A maioria dos autores apontam para causas multifatoriais e ainda, para a diminuição crônica do condicionamento como o principal fator.^{19,20,21} Hipoxia, hipercapnia, drogas, como

corticosteróides, a depleção nutricional, anabólicos e catabólicos, desequilíbrio hormonal, o estresse oxidativo e a suscetibilidade genética parecem contribuir para o processo.²² E, cada vez mais, a inflamação sistêmica tem sido postulada como um dos fatores etiológicos potencialmente relevantes da disfunção muscular esquelética observada em pacientes com DPOC.^{17, 22}

Na DPOC há uma condição presente de inflamação sistêmica de baixo grau^{23, 24, 25, 22} estado no qual os indivíduos apresentam níveis anormalmente elevados de moléculas circulantes que participam de cascatas inflamatórias. Proteína C-reativa (PCR), fibrinogênio, interleucinas (IL), fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α), e leucócitos no sangue são os marcadores biológicos mais comumente utilizados para definir a inflamação sistêmica na literatura.^{25,26}

A administração sistêmica de citocinas pró-inflamatórias (TNF- α , IL-1 e IL-6) pode causar perda de mais de 10% da massa corporal total em roedores.²⁷ Altos níveis de IL-6 têm sido associados com redução da força de quadríceps e diminuição da capacidade de exercício em portadores de DPOC.²⁸ O TNF- α foi relacionado inversamente à massa e à força muscular e a IL-1 está envolvida com a degradação da cadeia pesada de miosina.^{29,30}

A IL-10, por sua vez, pode ser considerada um importante agente na resolução de processos inflamatórios. Originalmente nomeada de “fator inibitório de síntese de citocinas” pela sua habilidade de inibir IFN- γ e produção de IL-2, a IL-10 é também conhecida por ser importante supressora da produção de óxido nítrico (NO), este de grande importância em doenças inflamatórias de vias aéreas. Portanto, situações que sejam capazes de aumentar a expressão de IL-10, elevando o seu nível endógeno, teriam importante papel na terapêutica de doenças inflamatórias como asma e DPOC.³¹

A identificação de efeitos sistêmicos da DPOC, especialmente a disfunção muscular, não somente causa uma mudança no entendimento da fisiopatologia da doença como também suscita a importância do exercício para a reabilitação desses pacientes.³²

Independentemente do mecanismo que conduz à disfunção muscular, o exercício físico é fundamental para induzir adaptações fisiológicas no músculo esquelético de modo a minimizar o impacto do descondicionamento físico nestes indivíduos.³³ Essa intervenção quando bem direcionada, também resulta em melhora na habilidade de realização das atividades de vida diária, na redução dos sintomas respiratórios e também reflete melhoras na qualidade de vida de pacientes com DPOC.^{34,35}

O exercício físico é um componente importante dos programas de reabilitação pulmonar (RP) e dentre as modalidades de treinamento, o treinamento resistido é capaz de conduzir ao aumento da força e massa muscular, com melhorias significativas na performance destes indivíduos.^{36,37,38,39}

A prática regular de exercício é capaz de reverter a disfunção muscular da DPOC, melhorar a eficiência mecânica e ainda reduzir a sensibilidade à dispnéia. Além disso, há uma forte evidência de que o treinamento físico melhora a qualidade de vida de pacientes com DPOC.^{9,40,41}

O treinamento físico comprovadamente promove alterações fisiológicas benéficas a sujeitos saudáveis⁴² e pode ainda reduzir marcadores inflamatórios a níveis basais ou de repouso.⁴³ Mas é incerto se o treinamento também é capaz de conferir efeitos antiinflamatórios para pacientes com DPOC.⁴⁴

A intensidade do exercício; duração de uma única sessão ou o tempo total de um programa de intervenção; o tipo de exercício (endurance versus resistido; agudo versus

treinamento, por exemplo) e ainda características individuais parecem influenciar a natureza da resposta sobre os parâmetros imunes.⁴⁵

Simpson *et al.*⁴⁶ foram os primeiros a incluir um programa de treino resistido para pacientes com DPOC. Ao final do período de oito semanas de trabalho de fortalecimento de membros inferiores e superiores, os autores observaram melhora na contração voluntária máxima, aumento no tempo de prova, assim como do trabalho de pico. A qualidade de vida apresentou melhora nos domínios de dispnéia, função emocional e fadiga, porém não evidenciaram melhorias no VO₂ máx, nem na distância percorrida durante teste de caminhada de seis minutos (TC6).

Os dispositivos mais utilizados para a realização do treinamento resistido são os equipamentos de musculação. Outro dispositivo que pode ser utilizado como opção para o treino resistido é a corda elástica. Os tubos elásticos são uma opção interessante para o treinamento resistido, pois o custo e a versatilidade do material permite que os pacientes se exercitem em praticamente qualquer local, principalmente em casa⁴⁷ e também promovem melhor isolamento de músculos específicos e flexibilidade articular.⁴⁸ Resultados positivos com sua utilização são encontrados na literatura para populações de atletas, idosos, cardiopatas e nas lesões ortopédicas.⁴⁷

Mikesky *et al.*⁴⁹ em estudo realizado com 62 idosos saudáveis, verificaram incremento na força de extensores e flexores de joelho após 12 semanas de treino resistido com tubos elásticos. Os autores concluíram que tubos elásticos são meios práticos e efetivos para a obtenção de ganho de força em adultos acima de 65 anos.

O'Shea *et al.*⁵⁰ submeteram pacientes com DPOC a treino com resistência elástica, e foi possível nesse estudo encontrar aumento na força de extensores de joelho. Esse ganho foi semelhante a trabalhos previamente realizados que utilizaram outros equipamentos para treino resistido em indivíduos com DPOC⁵¹ e idosos saudáveis.⁵²

Na literatura já estão bem descritos os benefícios do treinamento resistido supervisionado nos programas de RP sobre a qualidade de vida, força muscular e a capacidade funcional ^{36,37,38,39} destes pacientes, mas os ganhos obtidos nestes aspectos podem diminuir progressivamente com a interrupção do tratamento. ⁵³

A continuidade do treinamento e o acompanhamento aos pacientes após o término do programa de RP é fundamental para a manutenção dos ganhos obtidos. Moulin M, *et al.* ⁵⁴ observaram ganhos sobre a qualidade de vida e capacidade funcional no decorrer de seis meses de tratamento domiciliar em pacientes que participaram previamente de um programa de treinamento supervisionado de três semanas.

Além de ganhos funcionais, resultados secundários também foram verificados com a continuidade do treinamento em domicílio. Foram observados menor número de internações e visitas a emergências, além da redução de gastos com serviços de saúde. O programa de exercício domiciliar é uma forma segura e efetiva para o tratamento não-farmacológico de pacientes com DPOC estáveis. ⁵⁵

A maioria dos estudos tem investigado os efeitos do exercício no que se refere à saúde geral, força e resistência muscular, além da redução do risco de doenças cardiovasculares, e ainda na melhora da qualidade de vida. ^{45,56}

Atribui-se a prática regular de exercício, por conseguinte, muitos efeitos benéficos para pacientes com doenças inflamatórias crônicas, mas o impacto do exercício sobre a inflamação sistêmica ainda apresenta resultados escassos e heterogêneos. ⁴⁴

Ainda são poucos os estudos na literatura sobre o emprego do treinamento resistido em domicílio em continuidade ao programa ambulatorial. Algumas perguntas ainda precisam ser elucidadas, entre elas: Qual é o melhor protocolo para o treinamento em domicílio? Em muitos casos os pacientes não possuem bicicletas ou esteiras para a continuidade do tratamento. Alguns programas recomendam caminhadas livres uma vez ao

dia, porém sem estabelecer a velocidade ideal para se atingir uma intensidade necessária para que efeitos fisiológicos ocorram.⁵⁷

Por esta razão, os objetivos dos estudos presentes nesta dissertação foram os seguintes: 1) Avaliar os efeitos de um programa supervisionado de treinamento resistido com corda elástica sobre a qualidade de vida, força muscular periférica, capacidade funcional e marcadores sistêmicos em pacientes com DPOC; e 2) Avaliar a eficácia da continuidade do programa de treinamento resistido com corda elástica em domicílio.

Comparação de treinamentos resistidos com corda elástica e convencional em pacientes estáveis com DPOC; Estudo randomizado

Comparison of elastic tubing and conventional resistance training in moderate clinically stable COPD; a randomized clinical trial

Luciana C. Fosco¹, Dionei Ramos¹, Rafaela Bonfim¹, Flavia A. Guarnier², Giovana N. B. Ferrari¹, Rubens Cecchini², Carlos M. Pastre¹, Daniel Langer³, Alessandra C. Toledo¹, Rik Gosselink³, Ercy M.C. Ramos¹

¹ Departamento de fisioterapia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brazil

² Departamento de patologia, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brazil.

³ Department of Rehabilitation Sciences, Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium

Autor correspondente:

Ercy Mara Cipulo Ramos

Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia

UNESP, Universidade Estadual Paulista

Rua Roberto Simonsen, nº 305

19060-900, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil

Tel.: +55 18 32295821 - Fax: +55 18 32295550

E-mail: ercy@fct.unesp.br

RESUMO

Introdução e objetivos: Este estudo investigou, pela primeira vez, os efeitos de um treinamento com corda elástica sobre a capacidade funcional, força muscular, massa magra e inflamação sistêmica em pacientes com DPOC. **Métodos:** Estudo prospectivo, randomizado em 34 pacientes com DPOC (17 pacientes/grupo). O protocolo de oito semanas de treinamento resistido comparou a corda elástica (CE) e o treinamento convencional (TC). O resultado primário foi sobre a capacidade funcional seguida da qualidade de vida, força muscular periférica, massa magra e inflamação sistêmica. **Resultados:** Após oito semanas a capacidade funcional e a força muscular aumentaram em ambos os grupos ($p < 0,001$) e houve uma tendência na melhora da massa magra ($p = 0,05$). Os domínios (dispnéia, fadiga, função emocional e autocontrole) e escores totais do CRQ também melhoraram para os dois grupos. Depois da primeira sessão e após oito semanas houve um aumento de TNF- α e IL-10 no grupo TC e, IL-1 β aumentou nos dois grupos ($p < 0,01$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente). Em resposta ao exercício após a última sessão a IL-10 aumentou nos dois grupos ($p < 0,001$). A tirosina diminuiu somente após a primeira sessão, em ambos os grupos ($p < 0,05$). **Conclusão:** Os resultados deste estudo apontam que o treinamento com corda elástica desempenhou um papel importante no manejo clínico de pacientes com DPOC moderada ou grave, melhorando a capacidade funcional, força muscular e qualidade de vida, bem como o exercício também promoveu adaptações observadas pelo comportamento de mediadores inflamatórios.

Palavras chave: DPOC, treinamento resistido, inflamação

ABSTRACT

Background: This study was designed to investigate at the first time how the elastic tubing training affect the functional capacity, muscle strength, fat free mass and systemic inflammation in COPD patients. **Design and Methods:** A prospective, randomized, unblinded, 8-week trial comparing elastic tubing training (ET) and conventional training (CT) was performed in thirty-four COPD patients (17 patients/group). The primary outcome measured was the functional capacity (six-minutes walking test). Other outcomes included health-related quality of life assessed by Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ), peripheral muscle strength, fat free mass and systemic inflammation. **Results:** After 8-weeks functional capacity and muscle strength improved in both groups ($p < 0.001$) and there was a trend in improvement in fat-free mass ($p = 0.05$). The domains (dyspnea, fatigue, emotional function and mastery) and total scores of CRDQ also improved in both groups. After the first session and after 8-weeks there were an increase on TNF- α and IL-10 in CT group and IL-1 β increased in both groups ($p < 0.01$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$ respectively). In response to exercise after the last session IL-10 increased in both groups ($p < 0.001$). Tyrosine decreased only after the first session in both groups ($p < 0.05$). **Conclusion:** Our results suggest that elastic tubing training can play an important role in the clinical management of patients with moderate or severe COPD by improving functional capacity, muscle strength and quality of life as well as promoting an exercise adaptation showed by inflammatory mediators behavior.

Key words: COPD, resistance training, inflammation

INTRODUÇÃO

A Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença global, sua prevalência é de mais de 10% em todo o mundo.¹ Na América Latina, a prevalência foi de 15% na população com idade acima de 40 anos.² A DPOC é caracterizada por uma limitação progressiva das vias aéreas causada por uma resposta inflamatória anormal das vias aéreas, parênquima e vasculatura pulmonar como uma reação à gases nocivos como a fumaça do cigarro.³

Pacientes com DPOC desenvolvem inflamação sistêmica secundária que afetam o desequilíbrio entre a síntese de proteína e degradação muscular e, conseqüentemente, leva a uma disfunção muscular periférica.⁴ A perda de massa muscular está associada a perda de força muscular, que é um determinante significativo da capacidade de exercício nestes pacientes e tem um impacto negativo sobre a saúde relacionados com a qualidade de vida, a utilização dos recursos de saúde e sobrevivência.^{5,6,7} Há evidências de que modificações musculares parecem estar associadas com altos níveis de citocinas pró-inflamatórias, como TNF-alfa e IL-1 β .^{8,9}

O treinamento físico tem se mostrado um meio efetivo de reverter esse prejuízo funcional e resultou em melhoras significativas da força muscular periférica, dispnéia, capacidade de exercício e qualidade de vida relacionada à saúde desses pacientes.^{10,11,12} Estudos recentes também relataram que o treinamento ajuda a reduzir os níveis de mediadores inflamatórios, com uma redução nas conseqüências deletérias dessas citocinas sobre a perda muscular em idosos com DPOC.^{13,14,15}

No entanto, alguns fatores influenciam estes resultados, tais como a modalidade (resistência versus aeróbica), intensidade (baixa, moderada, alta) e duração do treinamento (12, 24, 36 semanas, ou mais), embora o mecanismo ainda é indeterminado.^{14,16}

Programas de exercício aeróbio utilizando cicloergômetros ou esteira e treinamento de resistência são recomendados para pacientes com DPOC.³ O treinamento de resistência tem sido menos estudado do que o treinamento aeróbio, provavelmente devido a exigência de materiais especializados, tais como equipamentos de musculação. Entretanto, o exercício de resistência pode ser realizado com simples elásticos, que são baratos, o exercício é de fácil manuseio tanto para os membros superiores e inferiores, e, portanto, pode ter um potencial muito maior para ser aplicada em casa.

Evidências suportam o uso do treinamento de resistência tanto para membros superiores quanto para membros inferiores como um meio de melhorar a capacidade funcional, força muscular, massa magra e qualidade de vida em pacientes com DPOC.^{17,18}

No entanto, a liberação de mediadores inflamatórios após esses programas de exercícios ainda não está clara.

O estudo foi realizado para comparar os efeitos do treinamento de resistência com corda elástica e dispositivos tradicionais, como os equipamentos de musculação, sobre a capacidade funcional, força muscular, massa magra e inflamação sistêmica em pacientes com DPOC. Este foi o primeiro estudo a propor um programa de exercícios de treinamento de resistência utilizando cordas elásticas em pacientes com DPOC. A hipótese do estudo foi de que pode haver diferenças entre as melhoras obtidas pelos pacientes que utilizaram o equipamento de musculação e os que utilizam a corda elástica.

MÉTODOS

Amostra e protocolo

Inicialmente participaram do estudo 49 pacientes com DPOC diagnosticados de acordo com Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) (31 homens, 66 ± 8 anos; média \pm desvio padrão) no Centro de Estudos de Fisioterapia e Reabilitação

(CEAFiR).³ Os pacientes foram considerados clinicamente estáveis quando não tivessem apresentado exacerbação ou mudanças de medicação nos últimos 30 dias. Nenhum dos indivíduos eram fumantes, usavam terapia de oxigênio domiciliar e tinham se envolvido em qualquer programa de exercícios de treinamento antes de participar deste estudo.

Os critérios de exclusão foram: (1) condições patológicas que poderiam influenciar no desempenho da atividade física, tais como doenças cerebrovasculares, reumatismo e artrite; (2) exacerbação sem hospitalização por pelo menos seis meses antes do início do protocolo; (3) doença cardíaca severa ou instável mostrada pelo eletrocardiograma (4) outras condições patológicas que pudessem influenciar no processo inflamatório sistêmico. Dados foram coletados entre fevereiro e outubro de 2010. Todos os pacientes permaneceram estáveis durante o período de avaliações.

Os pacientes foram divididos de forma randomizada em dois grupos: Treinamento com corda elástica (CE, n=17) e treinamento convencional (TC, n=17) (Figura A). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de São Paulo, Brasil e todos os entrevistados assinaram o termo de consentimento livre esclarecido para a participação no estudo.

Ambos os grupos foram avaliados no início e após oito semanas do protocolo de treinamento resistido quanto aos seguintes parâmetros: capacidade de exercício submáxima, força muscular periférica, massa magra, qualidade de vida e inflamação sistêmica. A inflamação sistêmica também foi medida de forma aguda após a primeira e a última sessão de treinamento.

Programa de treinamento de resistência

Os pacientes designados para este estudo participaram de um programa de reabilitação pulmonar. O treinamento resistido foi realizado três vezes por semana durante oito semanas consecutivas em sessões de 45-60 minutos.

As sessões consistiram de aquecimento no início e alongamento ao final. Os movimentos realizados durante o treinamento resistido foram: extensão e flexão de joelho, abdução e flexão do ombro e flexão de cotovelo. Foram realizados usando dois dispositivos: corda elástica (Lemgruber marca ®, Brasil) para o grupo CE e aparelhos de musculação (Ipiranga Gym ® linha, Brasil) para o grupo TC.

O grupo CE realizou o treinamento de acordo com o desempenho individual estabelecido pelo teste de resistência a fadiga (TRF). O teste de resistência à fadiga consistiu em levar o paciente à fadiga em um tempo de quarenta segundos durante a execução de cada movimento.

Quando o tempo era excedido, havia a necessidade de realizar um novo teste. Durante o teste os pacientes foram instruídos a realizar cada movimento em completa amplitude com o máximo de repetições e velocidade possíveis, livre de sinais ou sintomas. O teste foi interrompido por: fadiga, reduções significativas na amplitude ou velocidade do movimento e compensações musculares.

O número de repetições e o tempo foram cronometrados (40-60 segundos) até o paciente chegar à exaustão. Este valor foi utilizado como referência para obter o número de repetições proporcionais a 20 segundos, tempo em que o sistema ATP-CP é consumido pelas células musculares para obter energia.²⁰

Os pacientes do grupo CE realizaram o treinamento de 2 a 7 séries e orientados a realizar todos os exercícios em 20 segundos. A carga foi aumentada por meio do número de séries a cada duas sessões. Esta formação é baseada em nossa experiência clínica. A espessura da corda elástica foi de dois milímetros para os membros superiores e quatro milímetros para os membros inferiores. Após 4 semanas, o TRF foi repetido para determinar a nova carga de treinamento para as próximas quatro semanas.

O grupo TC realizou o treinamento em intensidade de 60-80% de uma repetição máxima (1-RM).¹⁹ A carga foi aumentada a cada 4 sessões e foi realizado 3 séries de 10 repetições para cada exercício.

Avaliações

Todos os indivíduos realizaram medidas da função pulmonar com determinação do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e capacidade vital forçada (CVF). A espirometria foi realizada de acordo com as diretrizes da American Thoracic Society e European Respiratory Society.²¹ Utilizou-se um espirômetro portátil Spirobank-MIR (MIR, Itália) versão 3.6. Valores de referência foram aqueles específicos para a population brasileira.²²

Capacidade funcional foi realizado o Teste de caminhada de seis minutos (TC6) para avaliar a capacidade funcional, de acordo com as diretrizes da American Thoracic Society.²³ Os valores obtidos foram encaminhados para os valores normais de Enright Sherryl et al.²⁴

Força muscular periférica de flexão e extensão do joelho, flexão e abdução do ombro e flexão do cotovelo foi realizada de forma unilateral (membro dominante) através de dinamômetro digital (Indicador de Força da marca ®, FG-100kg) e os resultados foram expressos em Newton (N). Os voluntários realizaram contração isométrica voluntária máxima por seis segundos, seguida pelo relaxamento dos membros. A medida foi repetida três vezes com um intervalo de um minuto entre elas e o maior valor foi registrado.

Qualidade de vida foi avaliada por meio do Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ) um questionário que contém 4 domínios com 20 questões divididas em: dispneia (5 questões), fadiga (4 questões), função emocional (7 questões) e autocontrole (4 questões). A pontuação de cada questão varia de acordo com uma escala de um a sete.²⁵ A melhora ou

deterioração da qualidade de vida pode ser considerado a partir de uma diferença mínima clinicamente importante de 0,5 ponto.²⁶

Massa magra foi realizada pelo raio X de absorptiometria (DEXA - modelo Hologic QDR máquina marca 2000/Plus - Hologic, Waltham Software versão 5.56).²⁷ Entre os voluntários 24 foram submetidos a esta avaliação por comparecerem nos momentos de avaliação previstos para esta variável (12 pacientes em cada grupo).

Inflamação Sistêmica: Fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucina 1 β (IL-1 β) e interleucina 10 (IL-10) foi medida no plasma por imunoensaio enzimático (ELISA). Todas as amostras de sangue foram colhidas pela manhã, entre 8 e 10 horas e imediatamente separado por centrifugação a 3800rpm/10min/4 ° C. Alíquotas do plasma foram armazenadas a -70 ° C para o ensaio subsequente. A concentração plasmática foi medida por imunoensaio enzimático (ELISA), utilizando kit comercial para TNF- α , IL-1 β e IL-10 (E bioscience, San Diego, CA, EUA) e lido por um leitor de microplacas (Biotek, Biosystems). As leituras foram feitas no comprimento de onda de 490 nm e os resultados expressos em pg/mL de plasma.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e os dados foram expressos em média e desvio padrão. O teste de Wilcoxon foi usado para comparar as características basais (idade, índice de massa corporal e espirometria) e o teste do qui-quadrado foi utilizado para avaliar o gênero. A força muscular periférica, CRQ, massa magra, níveis de citocinas e o TC6 antes e depois de ambos os protocolos foram analisados por meio do teste Two way ANOVA para medidas repetidas. A significância estatística é dada para os dois dentro do grupo, mudanças na linha de base e alterações entre os grupos desde o início do protocolo. Diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$. A análise

estatística foi realizada utilizando o software SPSS versão 16 (SPSS, Inc, Chicago, Illinois, EUA). Software R não paramétrico para o CRQ.

RESULTADOS

Quarenta e nove pacientes foram triados e quatro pacientes foram excluídos devido a doenças músculo-esqueléticas que poderiam prejudicar o treinamento. Durante o programa 11 pacientes desistiram do estudo (CE, n = 5 TC, n = 6) devido a problemas pessoais (Figura 1). No início do estudo ambos os grupos foram semelhantes quanto a gênero, idade, Índice de massa corporal (IMC), função pulmonar, qualidade de vida relacionada à saúde, capacidade funcional e massa magra. Características iniciais estão resumidas na Tabela 1.

Em média, os pacientes apresentaram obstrução moderada, índice de massa corporal normal e os níveis de citocinas no plasma na primeira avaliação também foram semelhantes entre os grupos, exceto para o TNF- α .

O desempenho no teste de caminhada de seis minutos (TC6) melhorou após oito semanas de treinamento em ambos os grupos (Figura 2, $p < 0,001$) e esse aumento foi maior no grupo CE em relação ao grupo TC ($p < 0,05$).

Força muscular periférica: Após o treinamento, houve um aumento na força muscular de todos os grupos musculares em ambos os grupos ($p < 0,05$, Tabela 2).

Qualidade de vida: A qualidade de vida melhorou na pontuação total do CRQ, questionário específico para DPOC em ambos os grupos ($p < 0,05$). Os domínios dispnéia e autocontrole ($p < 0,05$) melhoraram para o grupo TC, enquanto para o grupo CE houve melhora estatisticamente significativa para os domínios fadiga e autocontrole ($p < 0,05$). A diferença mínima clinicamente importante (0,5 escore) foi encontrada para todos os domínios no grupo CE (dispnéia, 0,75, 0,66 fadiga, função emocional, 0,88; autocontrole 0,59) e para o

grupo TC, apenas o domínio função emocional não mostrou a diferença mínima clinicamente importante após oito semanas de treinamento (dispnéia, 1,07, 0,58 fadiga, função emocional, 0,42; autocontrole, 0,76).

Massa magra: foi avaliada em 24 pacientes (n = 12 em cada grupo). Após o treinamento, houve uma tendência na melhora da massa magra em ambos os grupos (Tabela 3, p = 0,05). Não houve diferenças entre os grupos na massa magra para a perna e braço.

Fator de necrose tumoral (TNF- α), interleucina 1 β (IL-1 β), interleucina10 (IL-10) e tirosina foram medidos no plasma em ambos os grupos no início do estudo, após a primeira sessão, depois de oito semanas e após a última sessão (Figura 3). No início do estudo TNF- α estava aumentada no grupo CE em relação ao grupo TC. Depois da primeira sessão e após oito semanas houve um aumento de TNF- α apenas no grupo TC (p <0,01 e p <0,001, respectivamente). A IL-1 β foi semelhante entre os grupos no início e aumentou após a primeira sessão e após oito semanas em ambos os grupos (p <0,001), porém, após a primeira sessão os valores da IL-1 β foram maiores no grupo TC em relação ao grupo CE (p <0,05). Após a última sessão os níveis de TNF- α e IL1 β não mostraram diferenças em ambos os grupos em relação aos níveis depois de oito semanas de treinamento. Ainda assim, os níveis de IL-10 aumentaram após a primeira sessão e após oito semanas no grupo TC (p <0,01). Em resposta ao exercício após a última sessão IL-10 aumentou nos dois grupos (p <0,001). Para os níveis de tirosina nota-se diminuição somente após a primeira sessão, em ambos os grupos (p <0,05). Não houve diferenças em tirosina após oito semanas e depois da última sessão.

DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que um novo protocolo de treinamento resistido utilizando cordas elásticas promoveu melhoras semelhantes as obtidas por meio de treinamento convencional na capacidade funcional, ganho de força e qualidade de vida e pode

ter um importante papel no manejo clínico de pacientes estáveis com DPOC moderada a grave.

Capacidade Funcional: Após oito semanas os pacientes de ambos os protocolos de treinamento resistido mostraram melhora da capacidade funcional e também da força muscular, conforme descrito anteriormente.^{28,29} Após o período de treinamento, as cordas elásticas foram mais eficazes na melhora da capacidade funcional. Esse resultado era esperado devido a um mais elevado volume total de trabalho com cordas elásticas quando comparado ao treinamento convencional.

Qualidade de vida: Este estudo apontou que os protocolos de treinamento resistido realizados isoladamente a um programa de reabilitação pulmonar e sem uma intervenção psicológica específica tiveram impacto positivo sobre a qualidade de vida. Ambos os protocolos geraram uma diferença mínima clinicamente significativa de 0.5 ponto em todos os domínios do questionário CRQ.²⁶ Os sintomas excessivos de dispnéia e fadiga em pacientes com DPOC são parcialmente causados por fraqueza muscular.^{30,31} Neste estudo os pacientes apresentaram maior força muscular periférica após o treinamento o que afetou positivamente a percepção de fadiga e dispnéia conforme descrito anteriormente.^{32,33} Isso reflete a melhora da tolerância ao exercício e a capacidade para realizar as atividades de vida diária com menor dispnéia e fadiga.

Massa magra: Caquexia tem sido relacionada à baixa qualidade de vida, redução da capacidade de exercício e aumento de risco de morte em pacientes com DPOC.^{34,35,36}

Programas de treinamento resistido tem demonstrado aumentar a massa magra de pacientes com DPOC.³⁷ No presente estudo houve uma tendência a favor da melhora da massa magra após o treinamento, em ambos os grupos. Esse resultado deve ser interpretado cuidadosamente e foi provavelmente causado por um erro tipo II. Aspectos a serem

considerados são o tamanho da amostra e a duração do treinamento. Estudos adicionais com um maior número de participantes e um maior período de treinamento serão úteis para a confirmação desses resultados.

Citocinas e tirosina: Inflamação sistêmica tem sido relacionada à causa de disfunção muscular periférica e intervenções que promovam o fortalecimento de grandes grupos musculares podem modificar os níveis de mediadores inflamatórios em idosos.³⁸

Foram investigados os efeitos dos protocolos de treinamento resistido sobre os níveis de mediadores inflamatórios sistêmicos pró e antiinflamatórios (TNF- α , IL-1 β e IL-10) e tirosina em pacientes com DPOC. Uma meta-análise não mostrou diferenças estatísticas entre indivíduos saudáveis e quaisquer estágios da DPOC para níveis plasmáticos de TNF- α , apesar de uma tendência favorável para aumento de acordo com a gravidade da doença no presente estudo. Os pacientes do grupo CE apresentaram níveis plasmáticos basais significativamente elevados de TNF- α comparados com os pacientes do grupo TC com o mesmo estágio da doença e idade equivalente. Estudos anteriores mostraram que níveis mais elevados de TNF- α foram observados em pacientes com DPOC e baixo peso em comparação aqueles pacientes com peso normal.^{39,40} Entretanto, comparados os grupos em condições basais, os pacientes não mostraram diferenças relacionadas ao IMC e massa magra.

Evidências sobre a relação entre inflamação sistêmica e treinamento resistido são limitadas uma vez que a maioria dos estudos envolvendo citocinas estão relacionados ao treinamento de endurance. Os protocolos de treinamento também podem influenciar as respostas sobre as citocinas e resultar em diferentes adaptações ao exercício.⁴¹

Uma única sessão de treinamento resistido em indivíduos saudáveis mostrou aumentar citocinas plasmáticas enquanto a adaptação ao treinamento pode resultar níveis mais baixos dessas citocinas pro-inflamatórias em resposta ao exercício sendo esta dependente da

intensidade.^{41,42} Em pacientes com DPOC e depleção muscular, o exercício máximo e submáximo causou aumento nos níveis de marcadores inflamatórios.^{40,43}

O grupo TC mostrou aumento de TNF- α e IL-1 β acompanhado por aumento de IL-10 depois de uma sessão e após oito semanas, como um mecanismo regulatório. Conforme descrito anteriormente, depois de exercício excêntrico, IL-10 liberada em resposta ao exercício induz efeitos antiinflamatórios por inibir a produção de IL-1 β e TNF- α .^{41,44} Entretanto, IL-1 β também aumentou para o grupo CE após a primeira sessão e depois de oito semanas de treinamento sem contudo serem observadas alterações em TNF- α e IL-10. Estudos indicam que indivíduos com níveis basais mais elevados de marcadores inflamatórios estão mais propensos a reduzir esses níveis por meio do treinamento do que aqueles com níveis basais mais baixos.⁴⁵ O aumento de TNF- α observado no grupo TC pode ter ocorrido em resposta ao estímulo causado pelo exercício e este pode ter sido capaz de causar danos teciduais. A resposta fisiológica a lesão tecidual é inflamação. Essa facilita a migração de neutrófilos, monócitos e linfócitos para o tecido lesado. Macrófagos podem liberar TNF- α em resposta ao exercício.^{46,47}

Espécies reativas de oxigênio (ERO) produzidas por neutrófilos podem exacerbar o dano muscular⁴⁸ e ainda ativar o fator de transcrição nuclear NF-kB, regulando positivamente a síntese de mais citocinas.⁴⁷ O tipo de exercício está relacionado aos níveis de mediadores inflamatórios.⁴⁹ Uma correlação significativa foi observada entre corredores e uma menor ocorrência de marcadores inflamatórios, a qual não foi observada para outros tipos de exercício tais como natação, ciclismo e levantamento de peso. Treinamento resistido melhora força e massa muscular sugerindo um efeito mitigador sobre citocinas pró-inflamatórias já que estas estão envolvidas em vias proteolíticas.

Neste estudo, a melhora da força muscular periférica e a tendência ao aumento de massa magra foi acompanhado por mudanças menos pronunciadas nos níveis de citocinas

inflamatórias no grupo CE. O treinamento físico mostrou atenuar a degradação proteica acelerada, independente de mudanças nos níveis de citocinas inflamatórias em pacientes com DPOC.^{37,46} Entretanto, em adultos saudáveis, três meses de treinamento de força resultaram em aumento de força, aumento da síntese protéica e diminuição de TNF- α no músculo esquelético. A síntese protéica foi inversamente relacionada ao TNF- α .⁵⁰ A diminuição da tirosina depois da primeira sessão em ambos os grupos indica o processo de síntese protéica embora essa redução não tenha sido significativa na resposta após a última sessão. Depois de oito semanas, a tirosina não diminuiu significativamente, mas a amplitude de resposta no grupo CE manteve-se elevada em comparação ao grupo TC. Entretanto, a comparação da resposta entre os grupos deve ser cuidadosa devido as peculiaridades de ambos os protocolos de treinamento, especialmente quanto a forma de prescrição e execução do exercício.

Diante desses aspectos, o treinamento com cordas elásticas, por apresentar efeitos positivos em sua aplicação, manuseio e aquisição, possibilita aos fisioterapeutas a prescrição desta modalidade de treinamento aos pacientes, no âmbito domiciliar e em situações de descontinuidade no atendimento ambulatorial.

Em conclusão os resultados deste estudo apontam que o treinamento com cordas elásticas desempenhou papel importante no manejo clínico de pacientes com DPOC moderada a grave por melhorar a capacidade funcional, força muscular e qualidade de vida, bem como promover uma adaptação ao exercício mostrada por meio do comportamento de mediadores inflamatórios.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer o estatístico Sergio Moikawa da FCT / UNESP pelo aconselhamento na estatística e orientação durante o desenvolvimento desta pesquisa.

AUTORES E SUA CONTRIBUIÇÃO:

Dionei Ramos: escritor do manuscrito; conceito do estudo; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Luciana Fosco: escritor do manuscrito; conceito do estudo; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Alessandra Choqueta de Toledo: escritor do manuscrito; conceito do estudo; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Rafaela Bonfim: revisão do manuscrito; conceito e desenho do estudo.

Giovana N. Bertolini Ferrari: revisão do manuscrito; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Flávia Guarnier: revisão do manuscrito; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Rubens Cecchini: revisão do manuscrito; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Carlos Marcelo Pastre: revisão do manuscrito; aquisição, análise e interpretação dos dados.

Daniel Langer: revisão do manuscrito; interpretação e análise dos dados.

Rik Gosselink: revisão do manuscrito; interpretação e análise dos dados.

Ercy Mara Cipulo Ramos: Escrita do manuscrito; conceito e desenho do estudo; interpretação e análise dos dados.

REFERÊNCIAS

1. Halbert RJ, Natoli JL, Gano A, et al. Global burden of COPD: systematic review and meta-analysis. *Eur Resp J* 2006;28:523-532.
2. Menezes AMB, Jardim JR, Padilla RP, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 2005 2(5):1565-1573.
3. GOLD Scientific Committee: Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD Scientific Committee [<http://www.goldcopd.org/>], Retrieved on 12/09/2009.
4. Wouters EF, Creutzberg EC, Schols AM. Systemic effects in COPD. *Chest* 2002; 121:127Se30S.
5. Montes de Oca M, Torres SH, Gonzalez Y, et al. Peripheral muscle composition and health status in patients with COPD. *Respir Med* 2006; 100: 1800–1806.
6. Marquis K, Debigare R, Lacasse Y, et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 809–813.
7. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007; 62: 115–120.
8. Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *J Am Geriatr Soc* 2004, 52:625-34.
9. Broekhuizen R, Grimble RF, Howell WM, et al. Pulmonary cachexia, systemic inflammatory profile, and the interleukin 1b-511 single nucleotide polymorphism. *Am J Clin Nutr* 2005;82:1059–1064.

10. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159: 896–901.
11. O' Donnell DE, McGuire M, Samis L, et al. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1489–1497.
12. Richardson RS, Sheldon J, Poole DC, et al. Evidence of skeletal muscle metabolic reserve during whole body exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:881–885.
13. Degens H, Swisher AK, Heijdra YF, et al. Apoptosis and Id2 expression in diaphragm and soleus muscle from the emphysematous hamster. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2007;293(1):135-144.
14. Petersen AMW, Pedersen BK: The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 2005;98:1154-62.
15. Bruunsgaard H, Pedersen M, Pedersen BK. Aging and proinflammatory cytokines. *Curr Opin Hematol* 2001;8: 131–136.
16. Febbraio MA, Pedersen BK: Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *Faseb J* 2002;16:1335-47.
17. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: A systematic review. *Chest* 2004;125:903–14.
18. Kongsgaard M, Backer V, Jorgensen K, et al. Heavy resistance training increases muscle size, strength and physical function in elderly male COPD patients: a pilot study. *Respir Med* 2004;98:1000–7.
19. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30: 992-1008.

20. Jürgen Weineck. *Biologia do Esporte*; tradução por Anita Viviani; Parte III: Sistemas Orgânicos e Treinamento Esportivo. São Paulo: Manole, 2000. p 37-42.
21. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. : Standardisation of Spirometry “ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing”. *Eur Resp J*. 2005;26:319-338.
22. Duarte AA, Pereira CAC, 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(5): 527-35.
23. 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.
24. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158:1384 –1387.
25. Guyatt GH, Berman LB, Townsend M, et al. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax* 1987;47:773–778.
26. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Controlled clinical trials*. 1989;10:407–415.
27. Li C, Ford ES, Zhao G, et al. Estimates of body composition with dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1457–65.
28. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, et al. Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172(1):19-38.
29. Simpson K, Killian K, McCartney N, et al. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47 (2):70-75.
30. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, et al. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiopulmonary disorders. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:2021-31.

31. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:976-80.
32. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Rev* 2001; 2: 216-24.
33. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, et al. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J*. 2002; 19:1072-1078.
34. Mostert R, Goris A, Weling-Scheepers C, et al. Tissue depletion and health related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2000;94:859–67.
35. Schols AM, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, et al. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 53–59.
36. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, et al: Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995,152(6):2021-2031.
37. Bolton CE, Broekhuizen R, Ionescu AA, et al. Cellular protein breakdown and systemic inflammation are unaffected by pulmonary rehabilitation in COPD. *Thorax* 2007;62:109-114.
38. Huang MH, Lin YS, Yang RC, et al. A comparison of various therapeutic exercise on the functional status of patients with knee osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2003,32(6):398-406.
39. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: A systematic review. *Chest* 2004;125:903–14.
40. Rabinovich RA, Figueras M, Ardite E, et al. Increased tumour necrosis factor- α plasma levels during moderated-intensity exercise in COPD patients. *Eur Respir J* 2003; 21:789-794.
41. Calle Mariana and Maria Luz Fernandez. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutrition Research and Practice* 2010;4(4):259-269.

42. Petersen AMW, Pedersen BK: The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 2005, 98:1154-62.
43. Van Helvoort HA, Heijdra YF, Thijs HM, et al: Exercise induced systemic effects in muscle -wasted Patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc* 2006, 38: 87 1543-1552.
44. Bente K. Pedersen And Mark A. Febbraio. Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6 *Physiol Rev* 2008;88:1379–1406.
45. Vlist VD, Janssen TWJ. The Potential Anti-Inflammatory Effect of Exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Respiration* 2010;79:160–174.
46. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle to an endocrine organ: Focus on Muscle-derived interleukin-6. *Physiol Rev* 2008; 88: 1379-406.
47. Steinacker JM, Lormes W ,Reissnecker S, et al. New Aspects of the hormone and cytokine response to training. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91:382-91.
48. Armstrong RB. Initial events in exercise-induced muscle injury. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22:429-35.
49. King DE, Carek P, Mainous AG, et al. Inflammatory markers and exercise: Differences related to exercise type. *Med Sci Sports Exerc* 2003, 35:575-581.
50. Greiwe JS, Cheng B, Rubin DC, et al. Resistance exercise decreases skeletal muscle tumour necrosis factor alpha in frail elderly humans. *FASEB J* 2001;15:475-482.

TABELAS

TABELA 1: Dados antropométricos, da função pulmonar (espirometria) e da capacidade funcional (TC6) dos indivíduos avaliados.

	Treinamento com corda elástica	Treinamento Convencional	p-valor
	(n=17)	(n=17)	
Dados Antropométricos			
Gênero (M/F) †	11/6	13/4	NS
Idade (anos)*	67 (60-69)	66 (61-68)	NS
IMC (Kg/m ²)*	24.3 (22.2-27)	26.4 (25-29)	NS
IMM (Kg/m ²)*	15,5 (14,5-17)	16 (15-17,5)	NS
Função Pulmonar			
VEF ₁ (L)*	1.1 (1-1.5)	1.3 (1-1.4)	NS
CVF (L)*	2,3 (2,1-3)	2,4 (1,8-2,7)	NS
VEF ₁ /CVF (%)*	49,5 (43,5-55,4)	53,6 (49,1-58,5)	NS
Previsto TC6min(m)*	509 (472-523)	491 (458-512)	NS

Dados expressos em mediana com 95% de intervalo de confiança. M: masculino; F: feminino; IMC: índice de massa corporal; IMM: índice de massa magra; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; TC6 min: teste de caminhada de seis minutos; *Mann-Whitney test; †Chi-square test.

TABLE 2: Efeitos dos treinamentos com corda elástica e convencional sobre a força muscular inicialmente e após oito semanas de treinamento.

	Treinamento com corda elástica (n=17)		Treinamento Convencional (n=17)	
	Basal	8-semanas	Basal	8-semanas
Flexão de ombro (N)*	57±23	66±22	52±18	62±19
Abdução de ombro (N)*	47±19	59±20	50±18	57±19
Flexão de cotovelo (N)*	98±51	119±54	104±45	122±41
Extensão de joelho (N)*	214±99	231±75	184±55	219±53
Flexão de joelho (N)*	109±29	130±34	97±20	113±32

Dados expressos em média e desvio padrão; N: newtons; two-way repeated-measure ANOVA test. *p<0.001

TABELA 3: Efeitos dos treinamentos com corda elástica e convencional sobre a massa magra inicialmente e após oito semanas de treinamento.

	Treinamento com corda elástica (n=12)		Treinamento Convencional (n=12)		p-valor
	Basal	8-semanas	Basal	8-semanas	
Massa magra braço (kg)	2.5±0.5	2.6±0.5	2.2±1.1	2.1±1.2	P=0.9
Massa magra perna (kg)	7.4±1.1	7.5±1.2	6.1±2.9	6.1±3.1	P=0.8
Massa magra total (Kg)	43±7.5	44±7.8	42 ±7	43±7.5	P=0.05

Dados expressos em média e desvio padrão.

TABELA 4. Dados da tirosina. Valores expressos em média e desvio padrão

	Corde elástica (n=17)	Convencional (n=17)
Basal	4.8±1.5	4.9±1.6
Após a primeira sessão	4.2±1.4	4.6±1.7
Oito semanas	4.8±1.7	4.2±1.5
Após a última sessão	4.6±1.7	4.2±1.1

* p<0,05

FIGURAS

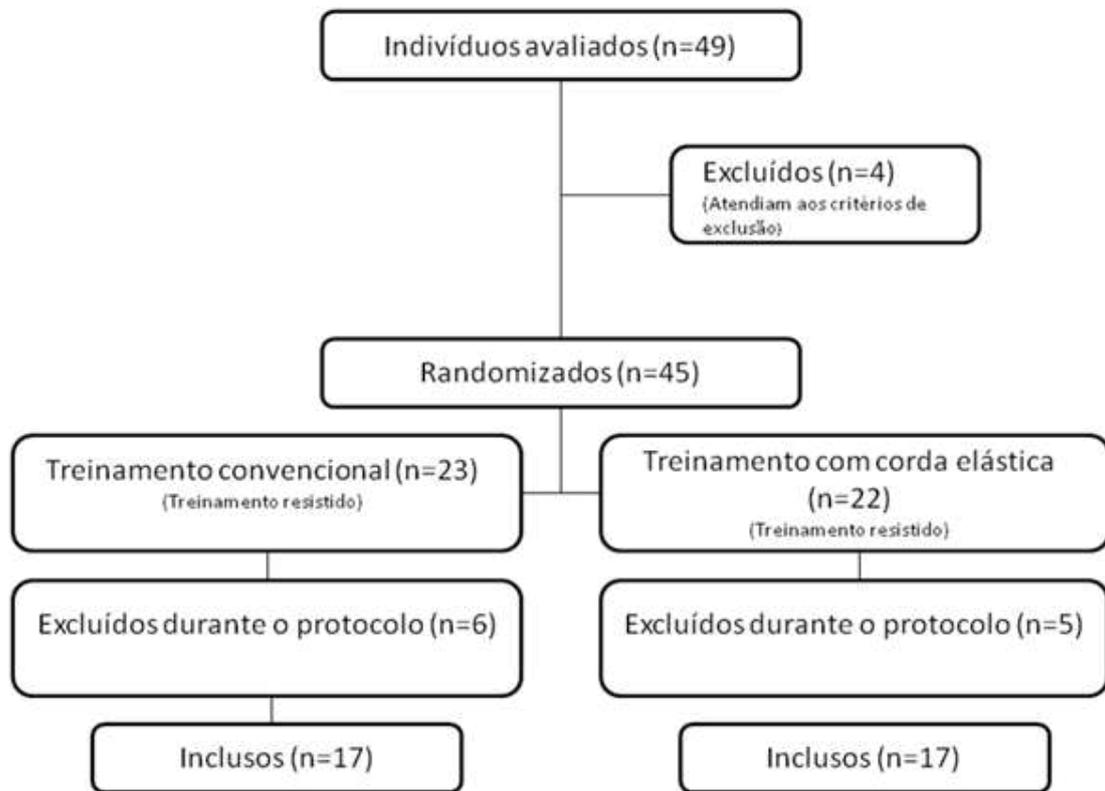


Figura 1. Fluxograma do estudo

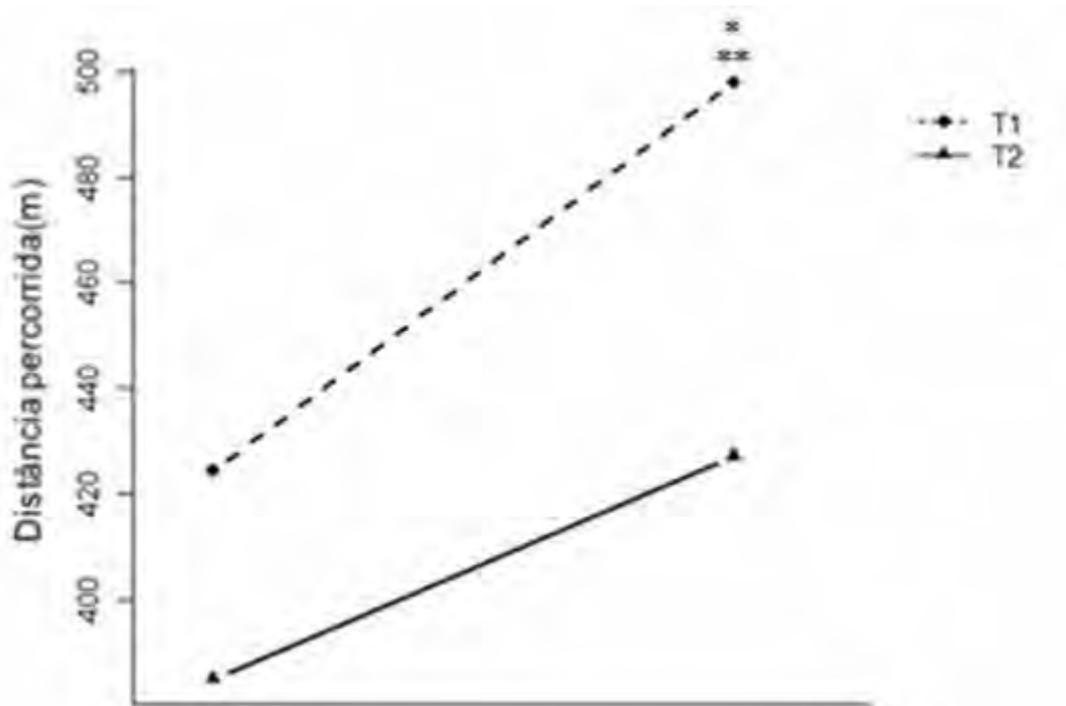


Figura 2. Valores da distância percorrida no basal e após oito semanas. T1 Grupo corda elástica e T2 Grupo convencional.

** $p < 0,001$ Basal e após 8 semanas em ambos os grupos

* $p < 0,05$ Comparação entre grupos após 8 semanas

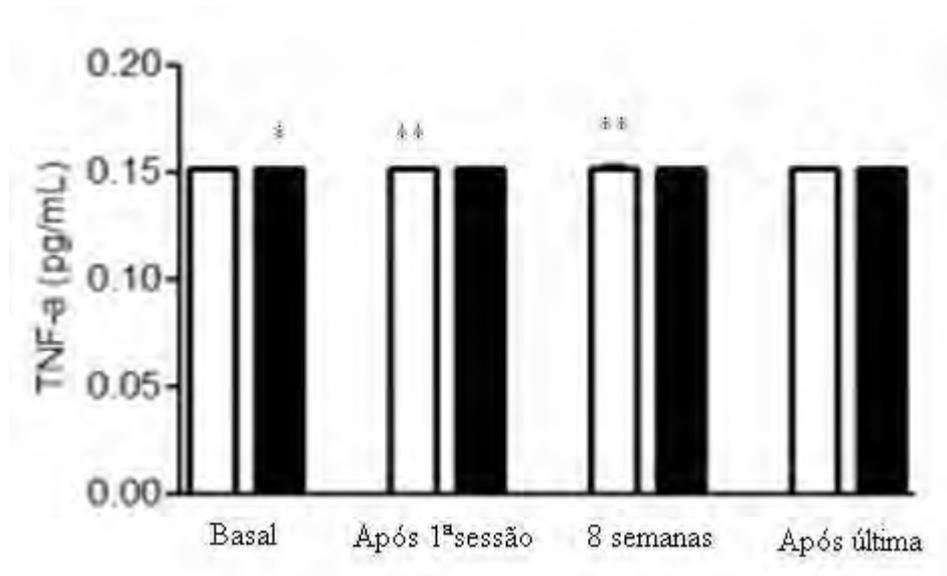


Figura 3. Valores de TNF α (pg/mL). * $p < 0,01$ Comparação basal entre os grupos. ** $p < 0,001$ Comparação basal, após primeira sessão e oito semanas .

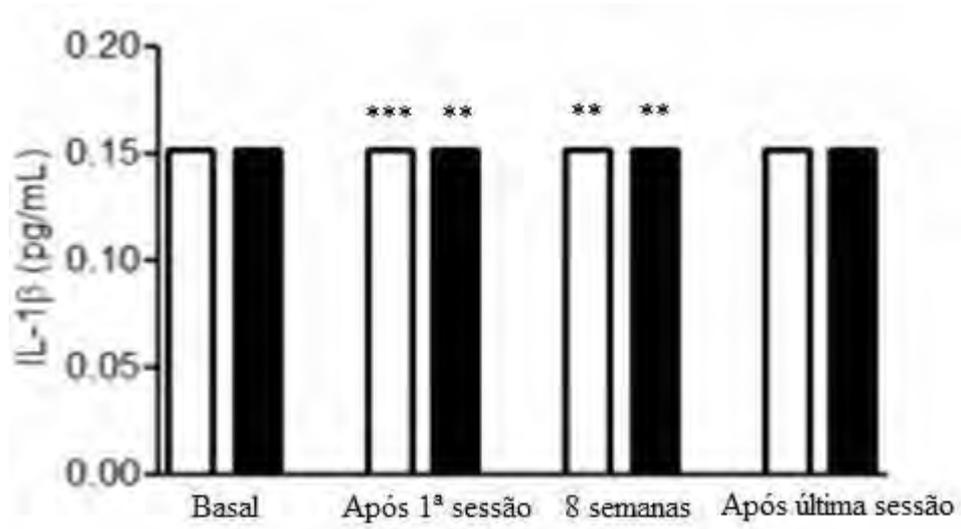


Figura 4. Valores IL-1 β (pg/mL). **p<0,001 Comparação basal e oito semanas. *p<0,05 Comparação entre grupos após primeira sessão

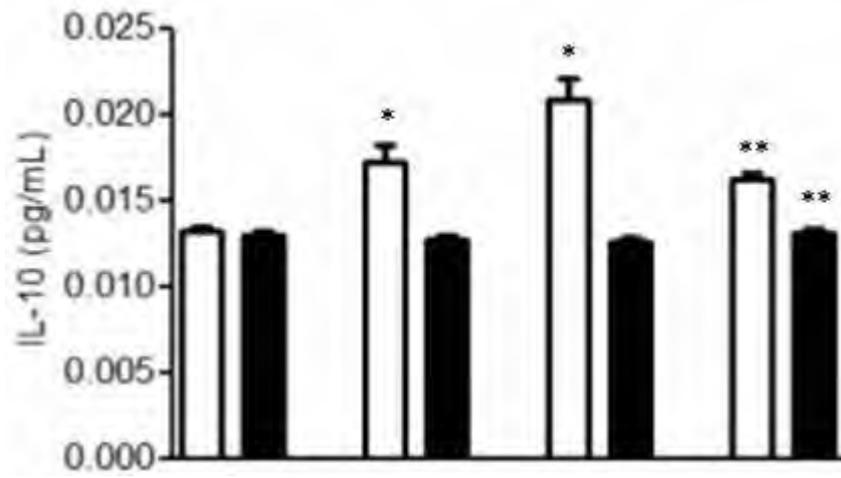


Figura 5. Valores de IL-10 (pg/mL). * $p < 0,01$ Comparação basal, primeira sessão e oito semanas. ** $p < 0,001$ Comparação basal e após última sessão.

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE UM PROGRAMA DOMICILIAR DE EXERCÍCIOS EM
PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

**EVALUATION EFFECTS OF A HOME EXERCISE PROGRAM IN PATIENTS
WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE**

Giovana N. B. Ferrari, PT¹; Dionei Ramos, PhD^{1,2}; Alessandra Choqueta de Toledo, PhD¹;
Luiz Carlos S. de Carvalho- Junior, PT¹; Carlos Marcelo Pastre, PhD² Ercy Mara Cipulo
Ramos, PhD^{1,2};

1 Laboratório de Estudos do Aparelho Muco-Secretor (LEAMS), Programa de Mestrado em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

² Docente do curso de Fisioterapia e pós graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/Unesp – Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

Autor correspondente:

Ercy Mara Cipulo Ramos

Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia

UNESP, Universidade Estadual Paulista

Rua Roberto Simonsen, nº 305

19060-900, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil

Tel.: +55 18 32295821 - Fax: +55 18 32295550

E-mail: ercy@fct.unesp.br

RESUMO

Introdução e objetivo: Os benefícios obtidos após um programa de reabilitação pulmonar (RP) podem diminuir progressivamente com a interrupção do tratamento, o que realça a importância de sua continuidade. O estudo avaliou os efeitos de um programa domiciliar de exercícios resistidos sobre a qualidade de vida, força muscular e a capacidade funcional de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Métodos:** Participaram do estudo 22 pacientes com DPOC, idade entre 55 e 80 anos. Os indivíduos foram avaliados em relação à qualidade de vida, força muscular e capacidade funcional antes do início do programa supervisionado e ao final de dois meses. Em seguida, foram divididos em dois grupos: tratamento domiciliar (10) e controle (12) e após seis meses foram repetidas as avaliações iniciais. **Resultados:** A comparação da qualidade de vida nos períodos não demonstrou diferença estatisticamente significativa, porém a diferença mínima clinicamente importante (0.5 ponto) foi considerada para os quatro domínios. Quanto a força muscular, foi observado aumento para o movimento de flexão de joelho no grupo controle e aumento da força para o movimento de abdução de ombro para o grupo domiciliar após seis meses. Quanto a capacidade funcional, em ambos os grupos, não foi observada diferença estatisticamente significativa após os seis meses. **Conclusão:** O tratamento domiciliar foi capaz de manter os ganhos sobre a capacidade funcional, qualidade de vida e força muscular obtidos após um programa de treinamento supervisionado, além de aumentar a força do movimento de abdução de ombro.

Palavras Chave: DPOC; tratamento domiciliar; treinamento resistido

ABSTRACT

Introduction and objective: The benefits obtained after a pulmonary rehabilitation program (RP) may decrease progressively with discontinuation of treatment, which emphasizes the importance of continuity. The study evaluated the effects of a resistive home exercise program on quality of life, muscle strength and functional capacity of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods:** The study included 22 patients with COPD, aged between 55 and 80 years. Subjects were evaluated for quality of life, muscle strength and functional capacity before the start of the program and supervised the end of two months. They were then divided into two groups: home care (10) and control (12) and 6 months after the initial assessments were repeated. **Results:** The comparison of quality of life during periods showed no statistically significant difference, but the minimum clinically important difference (0.5 points) was considered for the four domains. The muscle strength was observed to increase the movement of knee flexion in the control group and the movement of shoulder abduction in the home treatment after 6 months. The functional capacity in both groups, no statistically significant difference was observed after 6 months. **Conclusion:** The home treatment was able to keep the gains on the functional capacity, quality of life and muscle strength obtained after a training program supervised.

Keywords: COPD; home treatment; resistance training

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresenta manifestações locais e sistêmicas responsáveis por alterações nos sistemas respiratório e muscular periférico.^{1,2} A disfunção da musculatura periférica é apontada como uma importante causa da redução da força e endurance muscular, além da capacidade de exercício, o que torna o treinamento físico um componente essencial dos programas de reabilitação pulmonar (RP).³

O exercício físico é fundamental para induzir adaptações fisiológicas no músculo esquelético de modo a minimizar o impacto do descondicionamento físico nestes indivíduos.⁴ Essa intervenção quando bem direcionada, também resulta em melhora na habilidade de realização das atividades de vida diária, na redução dos sintomas respiratórios e também reflete melhoras na qualidade de vida de pacientes com DPOC.^{5,6}

Na literatura já estão bem descritos os benefícios do treinamento resistido supervisionado sobre a qualidade de vida e a capacidade funcional^{7,8,9,10} destes pacientes, mas os ganhos obtidos nestes aspectos podem diminuir progressivamente com a interrupção do tratamento.¹¹ Karapolat *et al.*¹² observaram que um mês após o término do programa de RP supervisionado os pacientes com DPOC estudados já apresentavam deteriorização da qualidade de vida e capacidade funcional. Em contraste Camach *et al.*¹³ observaram a manutenção dos benefícios sobre a qualidade de vida e capacidade funcional adquiridos após o programa de RP até nove meses após o seu término .

A continuidade do treinamento e o acompanhamento aos pacientes após o término do programa de RP é fundamental para a manutenção dos ganhos obtidos. Moulin *et al.*¹⁴ verificaram melhora sobre a qualidade de vida e capacidade funcional no decorrer de seis meses de tratamento domiciliar em pacientes que participaram previamente de um programa de RP supervisionado de três semanas.

Além de ganhos funcionais, resultados secundários também foram verificados com a continuidade do treinamento em domicílio. Man *et al*, observaram menor número de internações e visitas a emergências, além da redução de gastos com serviços de saúde. O programa de exercício domiciliar é uma forma segura e efetiva para o tratamento não-farmacológico de pacientes com DPOC estáveis.

Diante do exposto o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da continuidade do programa de exercícios resistidos em domicílio, com cordas elásticas, sobre a qualidade de vida, força muscular periférica e capacidade funcional de pacientes com DPOC.

CASUÍSTICA E MÉTODO

Amostra

Foi realizado um estudo longitudinal com duração de seis meses no qual foram avaliados 22 pacientes com DPOC (16 homens, 6 mulheres, $64,1 \pm 10$ anos, $49,2 \pm 16\%$ do VEF1) que participaram previamente de um programa supervisionado de exercícios resistidos no Setor de Reabilitação Pulmonar do Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR) da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP Campus de Presidente Prudente.

Como critérios de inclusão foram considerados: aceitação à proposta de tratamento, estabilidade clínica, boa cognição, estrutura física domiciliar que permitisse a realização dos exercícios. Foram excluídos do estudo os voluntários que durante o desenvolvimento do programa supervisionado de exercícios resistidos apresentaram exacerbações ou intercorrências que impedissem a continuidade do tratamento ou ainda aqueles que desistiram de participar do programa domiciliar por motivos pessoais.

Os pacientes 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 que contou com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa desta Instituição (Parecer nº. 104/2010).

Protocolo Experimental

As avaliações relacionadas ao protocolo experimental foram realizadas no Setor de Reabilitação Pulmonar do CEAFIR da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP e na residência dos voluntários.

Inicialmente foi elaborado um banco de dados contendo nome completo, diagnóstico, telefone para contato e endereço domiciliar. Os pacientes foram divididos por opção própria por dar continuidade ao tratamento em dois grupos: tratamento domiciliar (10) e controle (12) e foram avaliados conforme a descrição a seguir:

- Avaliação inicial - Realizada em duas visitas. Na primeira foram realizadas prova de função pulmonar, avaliação da qualidade de vida por meio do questionário *Chronic Respiratory Questionnaire* (CRQ), e mensuração da força muscular de membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII). Na segunda visita foi avaliada a capacidade funcional, por meio do teste de caminhada de seis minutos (TC6), e realizado o teste de resistência à fadiga com cordas elásticas, para a prescrição do exercício. Após as avaliações foi disponibilizada ao grupo tratamento domiciliar uma caderneta de controle e orientação da atividade física e realizada visita domiciliar com o objetivo de conhecer e adequar o local para a realização dos exercícios.
- Avaliações semanais - Durante o período de seis meses, uma vez por semana foi realizado contato via telefone com grupo tratamento domiciliar, para controle da rotina de execução dos exercícios e do estado de saúde geral do paciente.

- Avaliações mensais - Durante o período de seis meses, uma vez ao mês os pacientes do grupo tratamento domiciliar retornaram à clínica para a realização do teste de resistência a fadiga para MMSS e MMII e elaboração de nova prescrição de exercício.
- Avaliação final - Após o período de seis meses foram repetidas todas as avaliações realizadas no início do programa (e descritas no tópico “Avaliação Inicial”) em ambos os grupos.

Durante o período de seis meses o grupo tratamento domiciliar realizou um protocolo de exercícios com frequência de três vezes por semana, duração média de uma hora por dia, sem supervisão direta. Os pacientes foram previamente orientados quanto à forma correta de execução de cada um dos exercícios, bem como orientados para a auto - avaliação da percepção subjetiva do esforço por meio da escala modificada de BORG. Foram exercitados os seguintes movimentos: flexão de joelho, extensão de joelho, flexão de ombro e abdução de ombro. A determinação da carga de exercício foi realizada por meio do teste de resistência à fadiga, de forma individual, sendo específica para cada movimento. O incremento de carga foi realizado por meio do aumento de uma série, a cada dois dias, na execução de cada tipo de exercício.

Avaliação da Função Pulmonar

Para a avaliação da função pulmonar foi realizada espirometria simples por meio de espirômetro da marca MIR–Spirobank versão 3.6 acoplado a um microcomputador. A interpretação se deu de acordo com as normas da American Thoracic Society e European Respiratory Society.¹⁶ Os valores de normalidade foram relativos à população brasileira.¹⁷

Avaliação da Qualidade de Vida

Para avaliação da qualidade de vida foi aplicado o questionário *Chronic Respiratory Questionnaire* (CRQ). O questionário contém 20 questões divididas em quatro domínios: dispnéia (5 questões), fadiga (4 questões), função emocional (7 questões) e autocontrole (4 questões). O questionário foi aplicado por um único entrevistador inicialmente, após dois meses (ao término do programa supervisionado) e após seis meses de programa domiciliar. No caso de não entendimento de qualquer questão, o entrevistador deveria repeti-la até sua compreensão.

Mensuração da força

A mensuração da força foi realizada unilateralmente (membro dominante) nos momentos inicial, após dois meses de programa supervisionado e após seis meses de programa domiciliar, por meio de dinamômetro digital da marca Force Gauge[®], modelo FG-100 kg. Os resultados foram expressos em Newtons.

O paciente foi orientado a executar o movimento (extensão de joelho, flexão de joelho, flexão de ombro e abdução de ombro) contra a resistência de um cabo de aço acoplado ao dinamômetro. O paciente realizou, portanto contração isométrica voluntária máxima (CIVM), durante 6 segundos, seguida de relaxamento do membro. A medida foi repetida três vezes, com um intervalo de 1 minuto entre elas, e o maior valor registrado.

Teste de Resistência à fadiga

O teste de resistência à fadiga (TRF) foi realizado no grupo tratamento domiciliar no início do programa domiciliar para determinar a carga ideal de treinamento e, mensalmente, para obtenção de nova prescrição.

A determinação da carga de treinamento por meio do TRF é obtida a partir do maior número de repetições do exercício escolhido (extensão de joelho; flexão de joelho; abdução de ombro e flexão de ombro), até que se atinja a fadiga muscular. Para a execução do teste foram utilizadas cordas elásticas do tipo tubo látex e espessura padronizada entre dois a quatro milímetros.

O teste considerado ideal foi o interrompido por fadiga relatada pelo paciente no tempo de 45 ± 5 segundos. A partir dos resultados obtidos no TRF, foi determinado o número de séries e repetições específicas para cada grupo muscular treinado.

Avaliação da capacidade funcional

Para avaliação da capacidade funcional foi realizado o teste de caminhada de seis minutos (TC6) um instrumento seguro de avaliação do sistema cardiorrespiratório. O teste foi realizado segundo as diretrizes da American Thoracic Society (2002).¹⁸ A avaliação foi realizada inicialmente, após término do programa supervisionado e após seis meses de programa domiciliar.

Análise estatística

Os dados foram apresentados em média e desvio padrão, média e intervalo de confiança ou mediana e percentil 25–75%. A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para análise comparativa entre os grupos foi utilizado ANOVA para medidas repetidas. O nível de significância utilizado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Dos 22 pacientes que participaram do estudo, seis eram do sexo feminino e 16 do sexo masculino, e a idade dos participantes do estudo variou entre 50 e 80 anos (Tabela 1).

Do total de participantes, 10 indivíduos foram inclusos no programa domiciliar e entre estes, dois indivíduos desistiram do programa domiciliar e dois pacientes exacerbaram no terceiro mês de acompanhamento. Assim, apenas seis concluíram o programa.

Qualidade de vida

Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa para os domínios da qualidade de vida no decorrer dos períodos de acompanhamento, porém a diferença mínima clinicamente importante (0.5 ponto) foi considerada.

Os valores apresentados para cada um dos domínios do questionário de qualidade de vida (CRQ), por ambos os grupos nos períodos de acompanhamento estão representados na Tabela 2.

Força muscular periférica

Após o programa supervisionado de dois meses o grupo controle apresentou melhora da força muscular para o movimento de extensão de joelho ($228\pm 69\text{N}$ para $264\pm 62\text{N}$; $p<0,05$) e, após seis meses foi observado aumento de força para o movimento de flexão de joelho ($113,4\pm 31,6\text{N}$ para $145,2\pm 48\text{N}$; $p<0,05$).

No grupo tratamento foi verificado que após o programa supervisionado houve aumento da força para os movimentos de flexão de joelho ($107,4\pm 17,4\text{N}$ para $142,6\pm 47,4\text{N}$; $p<0,05$) e abdução de ombro ($48,4\pm 23\text{N}$ para $63,9\pm 20,5\text{N}$; $p<0,05$). E, após seis meses em programa domiciliar, foi observado aumento da força para o movimento de abdução de ombro ($48,4\pm 23\text{N}$ para $63,8\pm 19,3$; $p< 0,05$) (Tabela 3).

Capacidade funcional

No grupo controle foi observado aumento na distância percorrida após o

período de dois meses em programa supervisionado ($456,9 \pm 80,5$ m para $512,6 \pm 87,4$ m; $p < 0,05$). Para o grupo tratamento também foi observado aumento na distância percorrida ($447,3 \pm 75,9$ m para $500,4 \pm 53,6$ m; $p < 0,05$) após os dois meses. Para ambos os grupos não foram observadas diferenças significativas na distância percorrida após seis meses.

DISCUSSÃO

O programa domiciliar de exercícios resistidos com cordas elásticas foi capaz de manter os resultados obtidos sobre a capacidade funcional, a qualidade de vida e a força muscular periférica após dois meses de treinamento supervisionado. Ainda, proporcionou aumento de força para o movimento de abdução de ombro.

No presente estudo não foi observada diferença estatisticamente significativa para os domínios do questionário de qualidade de vida CRQ, durante os períodos em que os pacientes foram acompanhados. Contudo, a diferença mínima clinicamente importante (0.5 ponto) foi considerada, pois de acordo com Jaeschke *et al.*¹⁹ a alteração de 0.5 ponto no escore de cada domínio do CRQ é capaz de detectar alterações na qualidade de vida.

No período após o programa de treinamento resistido supervisionado, os pacientes do grupo controle e do grupo treinamento apresentaram melhores pontuações no questionário de qualidade de vida (CRQ). No entanto, no grupo tratamento, o aumento dos valores não foram superiores à 0.5 ponto nos domínios função emocional e autocontrole, acredita-se que esse resultado se deve ao baixo número amostral.

A melhora na pontuação do questionário de qualidade de vida era esperada, pois o exercício físico promove melhora de força muscular e é capaz de tornar pacientes com DPOC mais ativos.⁸

Após seis meses do programa de treinamento resistido, os pacientes do grupo controle mantiveram a melhora na qualidade de vida que foram obtidos com o treinamento

prévio supervisionado. Tal resultado corrobora com o estudo de Camach *et al.*¹³ onde foi observado que os benefícios adquiridos após um programa de RP supervisionado podem durar até nove meses.

Os pacientes que realizaram o tratamento domiciliar apresentaram melhora clinicamente importante na qualidade de vida para o quesito autocontrole, e ainda mantiveram os ganhos obtidos com o treinamento supervisionado para o domínio função emocional. Porém foram observados decréscimos nos valores dos domínios dispnéia e fadiga. Acredita-se que esse resultado ocorreu devido à realização das atividades propostas com maior intensidade de trabalho, o que gerou nesses pacientes a maior percepção de cansaço e dispnéia durante suas atividades de vida diária.

Em relação à força muscular os resultados mostraram que após dois meses de tratamento supervisionado o grupo controle apresentou ganho de força para o movimento de extensão de joelho. Após o treinamento era esperado o aumento da força, contudo após seis meses o mesmo grupo apresentou aumento de força do movimento de flexão de joelho. Acredita-se que o fato dos pacientes terem continuado ativos, caminhando, ainda que sem um tratamento supervisionado, possa ter proporcionando este ganho adicional.

No grupo tratamento foi verificado melhora da força nos movimentos de flexão de joelho e abdução de ombro após dois meses de tratamento supervisionado. Após seis meses de tratamento domiciliar foi observado manutenção dos ganhos obtidos com incremento de ganho para o movimento de abdução de ombro. Este resultado é importante, pois reflete que o treino com cordas para o membro superior conseguiu incrementar a força em um grupo muscular necessário para as atividades de vida diária. Acredita-se que a dificuldade relatada pelos pacientes em realizar os exercícios de membros inferiores (MMII) em domicilio, uma vez que na clínica os indivíduos usufruíam de cadeira específica que permitia máxima adequação e posicionamento ideal para a realização do exercício, possa ter

contribuído para que não houvesse o ganho de força em MMII no decorrer de seis meses de tratamento.

Em relação à capacidade funcional foi verificado aumento da distância percorrida após dois meses de treino supervisionado para os dois grupos e após seis meses não foram observadas modificações para esta variável em ambos os grupos.

A melhora da força muscular do quadríceps está associada a um aumento no incremento da distância percorrida no TC6²⁰, sendo assim, acredita-se que o não incremento na força do músculo quadríceps após seis meses para ambos os grupos, como verificado no presente estudo, tenha contribuído para o não aumento na distância percorrida no teste de caminhada, pois para se obter bom desempenho funcional esses pacientes deveriam mostrar melhora no desempenho muscular.

Apesar de manter ganhos obtidos em dois meses de programa supervisionado, o programa domiciliar realizado durante um período de seis meses, após a interrupção da intervenção ambulatorial, não foi o suficiente para mostrar diferenças significantes no grupo tratamento quando comparado ao grupo controle. Estes resultados corroboram com os mostrados por O' Shea *et al.*²¹ que avaliaram pacientes com DPOC submetidos a um treino domiciliar com resistências progressivas (bandas elásticas) pré determinadas, por um período de 12 semanas, após um período de treino supervisionado, e não observaram diferenças significantes na qualidade de vida e na capacidade funcional desses indivíduos.

O impacto de programas de treinamento físico em âmbito domiciliar pode ter sido limitado por alguns fatores: número de concluintes relativamente baixo, o que pôde dificultar a detecção de resultados significativos; a dificuldade de adaptação domiciliar de cadeira para execução adequada dos movimentos dos membros inferiores; rotina de supervisão indireta que, se pouco regular ou pouco efetiva pode ter limitado o desempenho dos pacientes e a obtenção de resultados.

Visitas regulares para orientações quanto à execução correta dos exercícios e/ou a cobrança quanto à rotina na execução destes são de suma importância. Estudos relatam que programas de reabilitação domiciliar para idosos saudáveis geralmente apontam resultados menores em relação aos programas baseados em centros de reabilitação²², podendo ser uma consequência da falta de supervisão.

Contudo, no presente estudo, apesar de não terem sido realizadas visitas em domicílio periodicamente, mensalmente os pacientes do grupo tratamento compareceram à clínica para a realização da nova prescrição da carga de exercícios e foram incisivamente orientados quanto à correta execução dos mesmos e quanto a rotina de treinamento. Dessa forma, acredita-se que o baixo número de participantes possa ter influenciado os resultados obtidos.

Embora a eficácia do programa domiciliar proposto possa não ter sido evidenciada por ganhos em todos os aspectos avaliados, o protocolo utilizado garantiu a manutenção da qualidade de vida, da capacidade funcional e da força muscular, mostrando-se viável e capaz de oferecer aos pacientes a facilidade e o conforto de realizar seu tratamento em domicílio. Cuidados com a adequação para a realização dos movimentos devem ser observados, além de monitorização mais frequente nos primeiros dias do protocolo de exercícios.

CONCLUSÕES

O tratamento domiciliar de exercícios resistidos, durante um período de seis meses, foi capaz de promover a manutenção dos ganhos na qualidade de vida, força muscular periférica e capacidade funcional obtidos após um programa de treinamento supervisionado, adicionando ganho de força no movimento de abdução de ombro de pacientes com DPOC.

REFERÊNCIAS

1. Eisner MD, Blanc PD, Sidney S, *et al.* Body composition and functional limitation in COPD Respiratory Research. 2007, 8(7).
2. Remels AH, Gosker HR, Velden JVD,*et al.* Systemic Inflammation and Skeletal Muscle Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: State of the Art and Novel Insights in Regulation of Muscle Plasticity. Clin Chest Med. 2007;28:537–52.
3. Ries AL. *et al.* Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence- Based Clinical Practice Guidelines. Chest 2007;131(suppl 5):4-42.
4. O'Donnell DE, D'Arsigny C, Fitzpatrick M, *et al.* Exercise hypercapnia in advanced chronic obstructive pulmonary disease: the role of lung hyperinflation. Am J Respir Crit Care Med 2002;166(5):663-668.
5. Spencer L, Alison J, McKeough Z. Do supervised weekly exercise programs maintain functional exercise capacity and quality of life, twelve months after pulmonary rehabilitation in COPD? BMC Pulmonary Medicine 2007;7(1):7-11.
6. Gosker HR, Van MH, Van Dijk PJ, *et al.* Skeletal muscle fibre-type shifting and metabolic profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J 2002;19(4):617-625.
7. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, *et al.* Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med 2005;172(1):19-38.
8. Simpson K, Killian K, McCartney N, *et al.* Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. Thorax 1992;47(2):70-75.
9. Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L,*et al.* Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2004;170(8):870-878.

10. Hoff J, Tjonna AE, Steinshamn S, *et al.* Maximal strength training of the legs in COPD: a therapy for mechanical inefficiency. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):220-226.
11. Hernandez TEM, Rubio T.M, Ruiz F.O, *et al.* Results of a Home - Basead Training Program for Patients With COPD. *Chest*.2000;118;106-114.
12. Karapolat H, Atasever A, Atamaz F, *et al.* Do the benefits Gained Using a Short-Term Pulmonary Rehabilitation Program Remain in COPD Patients After Participation? *Lung* 2007;185:221-225.
- 13.Cambach W, Wagenaar RC, Koelman PT, *et al.* The Long-Term Effects of Pulmonary Rehabilitation in Patients with Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Research Synthesis. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:103-111.
- 14.Moulin M, Taube K, Wegscheider K, *et al.* Home-Based Exercise Training as Maintenance after Outpatient Pulmonary Rehabilitation. *Respiration* 2009;77:139-145.
15. Man WDC, *et al.* Community pulmonary rehabilitation after hospitalisation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled study.*BJM*.38258.662720.3A
16. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, and the ats/ers task force. Standardization of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
17. Neder JA, Andreoni S, Castelo-filho A, Nery IE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):703-17.
18. 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.
19. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Controlled clinical trials*. 1989;10:407–415. doi: 10.1016/0197-2456(89)90005-6.

20. Steiner MC, Singh SJ, Morgan MDL. The contribution of peripheral muscle function to shuttle walk performance in patients with COPD. *J Cardiopulm Rehab* 2005;25:43–49.
21. 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 randomized controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2007;53:229-237.
22. Dodd K. *et al.* Strength training for older people. In Schoo A, Morris M.(eds):Promoting physical, activity and exercise in older people. Oxford Butterworth Heinemann.2003

TABELAS**Tabela 1** – Características antropométricas, idade, IMC e valores de VEF₁ dos grupos estudados

	Grupo Tratamento (n=10)	Grupo Controle (n= 12)
Idade (anos)	62,2 ± 10	66,0± 5,5
Gênero (M/F)	7/3	9/3
Peso (Kg)	70,0 ±12,6	71,7± 15,4
Altura (cm)	167,3±8,5	165,8±5,5
IMC (kg/m ²)	25,1± 4,5	26,0±5,0
VEF ₁ (%)	44,5±18,8	42,7±19,9

Dados apresentados em média ± desvio padrão Abreviações: IMC, Índice de massa corporal, VEF₁% Volume expiratório forçado no primeiro segundo

Tabela 2 – Qualidade de vida nos momentos inicial, após o treino de 2 meses e após 6 meses de controle e tratamento domiciliar. Valores em mediana (intervalo interquartilico 25%-75%).

DOMÍNIOS CRQ	Grupo Tratamento (N=6)			Grupo Controle (N=10)		
	Inicial	2 MESES	6 MESES	Inicial	2 MESES	6 MESES
Dispnéia	3,7 (2,7-4,7)	4,3 (3,3-5,2)	3,5 (2,9-5,3)	3,9 (3,3-4,5)	5,2 (4,9-6,1)	5,5 (3,6-6,0)
Fadiga	4,7 (3,3-5,3)	5,2 (3,4-5,7)	4,2 (3,0-5,0)	4,1 (3,3-5,3)	5,2 (4,7-6,3)	5,3 (3,6-6,2)
Função emocional	4,9 (4,2-5,6)	5,2 (4,2-6,6)	5,4 (3,8-6,5)	4,2 (3,7-5,3)	5,6 (4,6-6,4)	5,6 (4,7-6,6)
Autocontrole	5,8 (4,2-7,0)	6,1 (4,4-6,8)	7,0 (3,8-7,0)	4,8 (4,1-6,4)	6,2 (5,16,9)	6,5 (5,6-7,0)

Tabela 3: Medidas de força (Newtons) inicialmente, após dois meses de treino e após seis meses. Valores em média e intervalo de confiança.

Movimentos	Grupo Tratamento			Grupo Controle		
	Inicial	2 MESES	6 MESES	Inicial	2 MESES	6 MESES
Extensão de joelho(N)	257,1 (123,4-390,7)	246,7 (162,9-330,4)	218 (121,5-314,4)	228,8 (175-281)	264,8* (217,1-312,5)	255,0 (190,4-319,7)
Flexão de joelho (N)	107,4 (89-125,7)	142,6* (92,8-192,4)	145,6 (93-198,2)	113,4 (89,1-137,7)	127,9 (109,8-145,9)	145,2 [#] (108,2-182,3)
Flexão de ombro (N)	52,7 (33,3-72,6)	68,2 (42,2-94,1)	70,1 (48,3-91,9)	65,9 (48,3-83,6)	76,4 (59,1-93,8)	73,4 (60,6-86,2)
Abdução de ombro (N)	48,4 (24,1-72,6)	63,9* (42,3-85,5)	63,8 [#] (43,5-84,1)	56,5 (44,6-68,4)	63,7 (49-78,4)	65,2 (49,7-80,7)

* $p \leq 0.05$ referente à comparação do período de dois meses com o inicial.

[#] $p \leq 0.05$ referente à comparação do período de seis meses com o inicial.

CONCLUSÕES

A partir desta dissertação pode-se concluir que, pacientes com DPOC apresentam manifestações sistêmicas tão importantes quanto pulmonares, o que reflete um quadro de descondicionamento e inatividade física. O exercício físico é fundamental nos programas de reabilitação pulmonar, visto que possibilita aos pacientes melhores condições de qualidade de vida e capacidade funcional. Em relação aos resultados dos artigos apresentados pode-se concluir que a utilização do instrumento corda elástica é uma opção para o treinamento destes pacientes oferecendo ganhos sobre as variáveis funcionais e sistêmicas. Ainda, é um instrumento que pode ser realizado em nível domiciliar desde que devidamente orientado e adaptado as condições domiciliares dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Lopez AD, Murray CC. The global burden of disease, 1990–2020. *Nat Med* 1998; 4: 1241–1243.
2. Murray CJ, Lopez AD. Evidence-based health policy: lessons from the Global Burden of Disease Study. *Science* 1996; 274: 740–743.
3. GOLD – Iniciativa Global Para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Guia de bolso para o diagnóstico, a conduta e a prevenção da DPOC – projeto implementação GOLD Brasil. São Paulo: Associação Latino-americana de Tórax, 2006. Disponível em: <http://www.golddpoc.com.br> Acesso em 20 de fevereiro de 2010.
4. Garcia-Rio F, Miravittles M, Soriano JB, Muñoz L, Duran-Taulerian E, Sánchez G, et al. Systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease: a population-based study. *Respir Res* 2010, 11:63.
5. Fabbri LM, Rabe KF. From COPD to chronic systemic inflammatory syndrome? *Lancet* 2007; 370: 797–799.
6. Agustí AG, Noguera A, Sauleda J, Sala E, Pons J, Busquets X. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2003; 21: 347–360.
7. Barnes Celli. Review. Systemic manifestations and comorbidities of COPD. *Eur Respir J* 2009; 33: 1165–1185.
8. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Rev* 2001; 2: 216-24.

9. Sin DD, Man SFP. Skeletal muscle weakness, reduced exercise tolerance, and COPD: is systemic inflammation the missing link? *Thorax*. 2006;61:1–3.
10. Eisner MD, Blanc PD, Sidney S, et al. Body composition and functional limitation in COPD *Respiratory Research*. 2007, 8 (7).
11. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, et al. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiopulmonary disorders. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:2021-31.
12. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:976-80.
13. Decramer M, Benedetto FD, Ponte AD, et al. Systemic effects of COPD. *Respir Med*. 2005;99:9s-10s.
14. Jagoe RT, Engelen MPKJ. Muscle wasting and changes in muscle protein metabolism in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2003;22:52-63.
15. American Thoracic Society, European Respiratory Society Statement. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006; 173:1390-1413.
16. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopul Rehabil*. 2000;20:353-60.
17. Agustí, A.G.N.; Noguera, A.; Sauleda, J.; Sala, E.; Pons, J.; Busquets, X. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2003; 21: 347–360.

18. Rabinovich RA, Ardite E, Troosters T, et al. Reduced muscle redox capacity after endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 164:1114-8.
19. Bernard S, Leblanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158(2): 629-634.
20. Silva EG, Dourado VZ. Treinamento de força para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(3): 231-238.
21. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2000; 20: 353-60.
22. Man WDC, Kenp P, Moxham J, Polkey MI. Skeletal muscle dysfunction in COPD: clinical and laboratory observations. *Clinical Science* 2009;117:251–264.
23. Di Francia M, Barbier D, Mege JL, Orehek J. Tumor necrosis factor- α levels and weight loss in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150: 1453–1455.
24. Eid AA, Ionescu AA, Nixon LS, Lewis-Jenkins V, Matthews SB, Griffiths TL, et al. Inflammatory response and body composition in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164, 1414–1418.
25. Schols AM, Buurman WA, Staal van den Brekel AJ, Dentener MA, Wouters EF. Evidence for a relation between metabolic derangements and increased levels of inflammatory mediators in a subgroup of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1996;51:819–824.

26. Danesh J, Whincup P, Walker M, Lennon L, Thomson A, Appleby P, et al. Low grade inflammation and coronary heart disease: prospective study and updated meta-analyses. *BMJ* 2000;321:199–204.
27. Tkacova R. Systemic Inflammation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: May Adipose Tissue Play a Role? Review of the Literature and Future Perspectives. *Mediators Inflamm* 2010; 2010:1-11.
28. Yende S, Waterer GW, Tolley EA, Newman AB, Bauer DC, Taaffe DR, et al. Inflammatory markers are associated with ventilatory limitation and muscle dysfunction in obstructive lung disease in well functioning elderly subjects. *Thorax* 2006;61:10–6.
29. Langen RC, Schols AM, Kelders MC, van der Velden JLJ, Wouters EFM, Janssen-Heininger YMW. Muscle wasting and impaired muscle regeneration in a murine model of chronic pulmonary inflammation. *Am J Respir Cell Mol Biol* 2006;35:689–96.
30. Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen TL, MacLean DA, Pedersen BK. Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *J Physiol* 1997; 499:833–41.
31. Ogawa Y, Duru EA, Ameredes BT. Role of IL-10 in the resolution of airway inflammation. *Curr Mol Med* 2008;8(5):437-45.
32. Mercken EM, Hageman GJ, Schols AM, Akkermans MA, Bast A, Wouters EF: Rehabilitation decreases exercise-induced oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172(8):994-1001.

33. O'Donnell DE, D'Arsigny C, Fitzpatrick M, et al. Exercise hypercapnia in advanced chronic obstructive pulmonary disease: the role of lung hyperinflation. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(5):663-668.
34. Spencer L, Alison J, McKeough Z. Do supervised weekly exercise programs maintain functional exercise capacity and quality of life, twelve months after pulmonary rehabilitation in COPD? *BMC Pulmonary Medicine* 2007;7(1):7-11.
35. Gosker HR, van Mameren H, van Dijk PJ, et al. Skeletal muscle fibre-type shifting and metabolic profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2002;19(4):617- 625.
36. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, et al. Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172(1):19-38.
37. Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47(2):70-75.
38. Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;170(8):870-878.
39. Hoff J, Tjonna AE, Steinshamn S, et al. Maximal strength training of the legs in COPD: a therapy for mechanical inefficiency. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):220-226.
40. Troosters T, Gosselink R, Janssens W, Decramer M. Exercise training and pulmonary rehabilitation: new insights and remaining challenges. *Eur Respir Rev* 2010; 19(115):24–29.

41. Sin DD, McAlister FA, Man SF, Anthonisen NR. Contemporary management of chronic obstructive pulmonary disease: scientific review. *JAMA* 2003;290(17):2301–2312.
42. Garrod R, Ansley P, Canavan J, Jewell A. Exercise and the inflammatory response in chronic obstructive pulmonary disease (COPD)—Does training confer anti-inflammatory properties in COPD? *Med Hypotheses* 2007; 68, 291–298.
43. King DE, Carek P, Mainous AG, Pearson WS. Inflammatory markers and exercise: differences related to exercise type. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:575-581.
44. van der Vlist J, Janssen TWJ. The Potential Anti-Inflammatory Effect of Exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Respiration* 2010;79:160-174.
45. Bruunsgaard H. Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation. *J Leukoc Biol* 2005; 78:819-835.
46. Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47 (2):70-75.
47. Kisner C, Colby LA. Exercícios terapêuticos. 2ª edição São Paulo, 1992.
48. Silva GE, Dourado VZ. Treinamento de Força para Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *Rev Bras Med Esporte* 2008; 14(3):231-238.
49. Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, et al. Efficacy of home based training program for older adults using elastic tubing. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;69(4):316-320.
50. 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 randomized controlled trial. Australian Journal of Physiotherapy 2007; 53:229- 237.

51. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Peripheral muscle strength training in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Chest 2004; 126:903-914.

52. Dodd K, Taylor NF, Bradley S. Strength training for older people. In 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 randomized controlled trial. Australian Journal of Physiotherapy 2007; 53:229-237.

53. Hernandez TEM, Rubio T.M, Ruiz F.O, et al. Results of a Home - Basead Training Program for Patients With COPD. Chest 2000;118;106-114.

54.Moulin M, Taube K, Wegscheider K, et al. Home-Based Exercise Training as Maintenance after Outpatient Pulmonary Rehabilitation. Respiration 2009;77:139-145.

55. Man WDC, et al. Community pulmonary rehabilitation after hospitalisation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled study.BJM.38258.662720.3A

56. Ploeger HE, Takken T, de Greef MHG, Timmons BW. The effects of acute and chronic exercise on inflammatory markers in children and adults with a chronic inflammatory disease: a systematic review. Exerc Immunol Rev 2009;15:6-41.

57. Wedzicha J A, Bestall J C, Garrod R, et al.Randomized control trial of pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease patients, stratified with the MRC dyspnea scale. Eur Respir J 1998;12:363-369.

