

TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA*

INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN PATIENTS WITH COPD

MARCOS GIOVANNI SANTOS CARVALHO**, CARLOS FREDERICO COELHO SAMPAIO***, CIBELE TAVARES SOUZA***

RESUMO: A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada por uma limitação progressiva ao fluxo aéreo, que não é completamente reversível e resulta na perda da função pulmonar. Indivíduos com DPOC apresentam disfunção muscular inspiratória em consequência de uma combinação de efeitos, gerando um decréscimo na força e *endurance* muscular inspiratória, o que, funcionalmente, apresenta-se como dispnéia e diminuição da tolerância aos exercícios. Apesar do treinamento muscular inspiratório (TMI) não ser um componente essencial na reabilitação, estudos bem desenhados metodologicamente, investigando o uso de tal treinamento na redução da dispnéia e melhora na capacidade de exercícios em indivíduos com DPOC, são promissores, mas não conclusivos, havendo a necessidade de mais pesquisas sobre uma estratégia ótima de treinamento, que possibilite a execução de um tratamento eficaz, baseado em evidências. O objetivo deste trabalho foi descrever os mecanismos e as repercussões da disfunção muscular inspiratória em pacientes portadores de DPOC e revisar estudos que investigaram os efeitos do TMI nesses pacientes, de modo a prover uma atualização sobre a eficácia desse treinamento sobre a musculatura inspiratória, dispnéia, capacidade de exercícios e qualidade de vida.

Palavras-chave: Doença pulmonar obstrutiva crônica, treinamento muscular inspiratório, dispnéia, capacidade de exercícios, qualidade de vida.

ABSTRACT: The Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is characterized by the progressive development of airflow limitation that is not completely reversible and it results in a loss of the lung function. Individuals with COPD show inspiratory muscular dysfunction due to a combination of effects, resulting in decreasing inspiratory muscle strength and in the endurance, what functionally presents as dyspnea and decreasing of exercise tolerance. Although the inspiratory muscular training (IMT) is not an essential component in the rehabilitation, results of randomized controlled trials, that investigate the use of IMT in the reduction of dyspnea and an improving in the exercise capacity in individuals with COPD, are promising, but not conclusive and further researches are required to identify an optimal strategy of training that makes possible the execution of an efficacious evidence-based treatment. The objective of this study was to describe the mechanisms and effects of inspiratory muscular dysfunction in patients with COPD and to review articles that investigated the benefits of IMT in these patients in order to provide an update about the efficacy of such training on inspiratory muscles, dyspnea, exercise capacity and quality of life.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease, inspiratory muscle training, dyspnea, exercise capacity, quality of life.

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma enfermidade respiratória prevenível e tratável, caracterizada pela limitação ou pela obstrução crônica ao fluxo aéreo, que não é completamente reversível, sendo geralmente

progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas ou gases tóxicos, causada principalmente pelo tabagismo.^{1, 2}

Pacientes com DPOC apresentam diversos níveis de dispnéia e deterioração da capacidade de exercícios em associação com a debilidade das

* Trabalho realizado no Curso de Especialização em Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Presidente Antônio Carlos – Unipac/Educare: Centro de Educação Continuada – Belo Horizonte-MG

** Supervisor de Estágio em Fisioterapia Respiratória da Universidade Paulista – Unip – Manaus-AM, realizado no Hospital Universitário Getúlio Vargas – HUGV.

*** Fisioterapeuta Especialista em Fisioterapia Cardiopulmonar

funções pulmonar e cardiovascular. Sendo assim, o programa de reabilitação pulmonar (PRP) tem sido requisitado como método adicional à terapia convencional, uma vez que é capaz de reduzir os sintomas, melhorar a qualidade de vida e aperfeiçoar a participação física e emocional em atividades cotidianas desses pacientes.^{2,3}

Segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*,² o PRP consiste de três componentes: educação, acompanhamento nutricional e treinamento de exercícios com ênfase nos membros inferiores, mostrando evidência «A» para benefícios como redução na sensação de dispnéia e melhora na capacidade de exercícios, com conseqüente melhora na qualidade de vida.

Apesar do Treinamento Muscular Respiratório (TMR) não ser um componente terapêutico essencial no PRP, cuja evidência «B» não apóia o seu uso rotineiro,² sua recomendação baseia-se no fato de que, melhorando a força e/ou *endurance* da musculatura inspiratória, seja possível reduzir a dispnéia e melhorar a capacidade de exercícios.¹ A primeira meta-análise envolvendo o Treinamento Muscular Inspiratório (TMI)⁴ concluiu que havia pouca evidência apoiando o seu uso em pacientes com DPOC. Contudo, algumas críticas⁵ lhe foram feitas e o próprio autor recomendou mais estudos. Posteriormente, uma segunda meta-análise foi publicada,⁶ apoiando a adição do TMI no PRP, apesar de não ter deixado claro os modos e a intensidade de treinamento aplicados. Recentemente, uma revisão sistemática⁵ mostrou que o tipo de treinamento, a frequência, a duração e a intensidade dos exercícios devem ser considerados e que o TMI melhora a força e *endurance* muscular inspiratória, reduzindo a dispnéia em adultos com DPOC estável.

Metodologicamente, este estudo trata de uma revisão bibliográfica de trabalhos científicos que analisaram as repercussões do TMI em pacientes com DPOC. A identificação dos artigos foi feita por meio da busca bibliográfica nas Bases de Dados MEDLINE e LILACS, referentes aos anos

de 1976 a 2006 e envolveu combinações entre as palavras: *Chronic obstructive pulmonary disease, inspiratory muscle training, dyspnea, exercise capacity, quality of life*. Foram considerados critérios de inclusão, estudos experimentais e de observação analíticos, publicados em português ou inglês, abordando as alterações e adaptações dos músculos inspiratórios em indivíduos portadores de DPOC, bem como o TMI e suas repercussões nessa população.

O objetivo deste trabalho foi descrever os mecanismos e as repercussões da disfunção muscular inspiratória em pacientes portadores de DPOC e revisar estudos que investigaram os efeitos do TMI nesses pacientes, de modo a prover uma atualização sobre a repercussão desse treinamento sobre a musculatura inspiratória, dispnéia, capacidade de exercícios e qualidade de vida.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Disfunção Muscular Inspiratória na DPOC

A obstrução crônica ao fluxo aéreo (gerada pelo broncoespasmo e destruição alveolar, inflamação e presença de muco nas vias aéreas⁷) associada à reduzida complacência dinâmica pulmonar, faz com que os músculos inspiratórios trabalhem cronicamente contra cargas aumentadas – fato que requer maior geração de força por parte desses músculos para deslocar o ar,⁸ porém com capacidade reduzida em função da desvantagem mecânica pelo encurtamento das fibras diafragmáticas produzido pela hiperinsuflação.

Considerada uma das mais importantes anormalidades da mecânica respiratória nestes pacientes, a hiperinsuflação dinâmica (aumento dinâmico no volume pulmonar expiratório pela perda de recolhimento elástico e estreitamento das pequenas vias aéreas, resultando na sua compressão e conseqüente aprisionamento de ar durante a expiração) piora a capacidade dos músculos inspiratórios de gerar pressão, sendo que há evi-

dência indicando que o diafragma é o músculo mais afetado da caixa torácica,⁸ pela piora na relação comprimento-tensão, diminuição na zona de aposição (constituindo apenas 40% da área total do diafragma em pacientes com DPOC) e diminuição da sua curvatura (Equação de Laplace).^{8,9} Outros fatores como: aumento no consumo de oxigênio pelos músculos respiratórios, perda de massa muscular, fadiga muscular respiratória, fatores morfológicos e bioquímicos, uso de esteróides e anormalidades na troca gasosa são condições que reduzem a eficiência e a força muscular inspiratória contribuindo para a dispnéia e limitação ao exercício.⁹

Suporte Teórico para o Uso do Treinamento Muscular Inspiratório na DPOC

Uma queixa comum dos pacientes com DPOC é a limitação à atividade física gerada pela dispnéia,² definida como uma sensação subjetiva de desconforto respiratório, que varia em intensidade, cuja origem é determinada por uma integração complexa de múltiplos sinais aferentes e eferentes,¹⁰ refletindo um desequilíbrio entre a capacidade e a demanda ventilatória. Essa dissociação neuromecânica pode explicar a contribuição da disfunção muscular respiratória na gênese da dispnéia, que aumenta quando o *feedback* aferente relatando mudanças na pressão intra-torácica, comprimento muscular respiratório e movimento da parede torácica é interpretado como insuficiente para o correspondente comando motor.¹¹

A diminuição de atividades como uma estratégia de limitar a experiência de dispnéia, resultante primariamente da disfunção respiratória, leva a um estilo de vida sedentário,^{9,11} com conseqüente descondicionamento dos músculos da deambulação, piorando a sensação de dispnéia, até que esta se torne um sintoma de incapacidade dos pacientes com DPOC durante as atividades de vida diária.¹¹ Baseando-se nisto é que o TMR tem ganhado relevância, pois, uma vez que o desequilíbrio entre a capacidade e a

demanda ventilatória é reduzido, uma melhora na eficiência dos músculos respiratórios produziria uma diminuição na dispnéia melhorando a capacidade de exercícios.¹¹

Treinamento Muscular Inspiratório

O conceito de treinar especificamente os músculos respiratórios veio a se desenvolver a partir de 1976, quando Leith e Bradley¹² mostraram aumento na força e *endurance* desses músculos após o TMI em indivíduos saudáveis. Desde então, um número substancial de estudos envolvendo os efeitos de tal treinamento em várias dorsordens, incluindo a DPOC, tem sido publicado.

De acordo com Reid e Samrai,¹³ os princípios gerais do treinamento, a saber: *especificidade*, *sobrecarga* e *reversibilidade* são os mesmos adotados para a musculatura esquelética e os músculos da respiração podem ser treinados quanto à força, *endurance* ou ambas. Baseados nesses princípios, os programas de treinamento são designados para melhorar a função muscular.

Tipos de Treinamento Muscular Inspiratório

Treinamento com Cargas de Baixa Pressão e Alto Fluxo

Hiperventilação ou Hiperpnéia Normocápnica ou Isocápnica: Esta modalidade de TMR é realizada por meio de altos níveis de ventilação voluntária, sem a adição de carga externa,¹⁴ cuja intensidade do treinamento é marcada com uma porcentagem da Ventilação Voluntária Máxima,⁵ por um período de 15 minutos.¹³ O equipamento é constituído por uma escala visual (para que o paciente realize um nível adequado de ventilação) e o uso de um sistema de reinalação a fim de manter constante o nível de dióxido de carbono durante a hiperventilação.^{13,15} Em razão desse complexo e custoso equipamento, o uso deste treinamento tem sido reservado para estudos laboratoriais, com poucos trabalhos relatando sua utilização na prática clínica.^{5,15}

Treinamento com Cargas de Alta Pressão e Baixo Fluxo

Cargas Resistidas (alineaes): O TMI com cargas resistidas é realizado por intermédio de um aparelho constituído de um bocal, anexado a uma peça T conectada a uma válvula unidirecional de um lado e a um sistema de resistência inspiratória alinear do outro, dada por meio da variação de orifícios de diferentes diâmetros.¹³ Uma desvantagem deste método é a interdependência ao fluxo, pois os indivíduos freqüentemente alteram a respiração, realizando inspirações mais lentas e profundas, a fim de tolerar mais facilmente a resistência inspiratória, reduzindo a carga para um nível abaixo daquele necessário para induzir o treinamento¹⁴ e, dessa forma, gerando resultados insatisfatórios,^{16,17} questionando, assim, os seus benefícios.¹³ Para minimizar este efeito, o padrão respiratório dos indivíduos tem sido controlado por uma escala ou marcador visual (um sistema de *feedback* para indicar a magnitude da pressão gerada).^{5,18} Portanto, o treinamento com cargas resistidas é classificado como: sem carga-alvo ou com carga-alvo e este último tem consistentemente mostrado melhores resultados.¹⁸

Geralmente, os programas de TMI usando cargas resistidas são compostos por repetidos esforços inspiratórios submáximos, com sessões de 15-30 minutos, 1-4 vezes ao dia, sete dias por semana, durante 6 a 8 semanas, com a intensidade de 30-70% da Pressão Inspiratória Máxima (Pi_{max}).¹⁸

Cargas Limites (lineares): O TMI com cargas limites, atualmente, é o tipo de escolha mais popular para se treinar os músculos inspiratórios.¹¹ Isto é explicado pela vantagem da resistência imposta pelo aparelho ser independente do fluxo do indivíduo.¹⁹ O treinador consiste de um bocal conectado a uma válvula unidirecional que, por sua vez, é acoplada a um sistema de resistência dado por uma mola (*spring-loaded*) calibrada em cmH_2O , que impõe uma carga de treinamento predeterminada constante.^{5,13} Durante o treinamento, inicialmente os múscu-

los inspiratórios realizam uma contração isométrica até que a válvula se abra, permitindo, assim, o fluxo inspiratório, e, a partir daí, a contração se torna isotônica.¹¹ Em geral, os programas de treinamento usando cargas limites têm aplicado estratégias similares àquelas descritas usando cargas resistidas.^{20,21}

Repercussões do TMI sobre a Musculatura Inspiratória do Portador de DPOC

A atividade contrátil é um dos mais eficazes estímulos que modificam o tipo e o tamanho da fibra muscular e, apoiando-se nisto, os treinamentos de *endurance* (longas sessões de contrações submáximas) e de resistência (curtas sessões de contrações máximas) podem promover adaptações na musculatura esquelética.²² Um aumento na velocidade de encurtamento pode ser induzido por um treinamento moderado²² e, associadas à melhora na força e *endurance* dos músculos inspiratórios, mudanças morfológicas (aumento na proporção de fibras tipo I e aumento no tamanho das fibras tipo II) foram recentemente relatadas em pacientes com DPOC após um programa de TMI.²³

O treinamento de resistência é capaz de causar significativo aumento na força e na massa muscular, enquanto que o treinamento de *endurance* melhora a atividade das enzimas aeróbicas.¹³ Estudos bem desenhados metodologicamente, empregando protocolos de repetidos esforços submáximos impostos por cargas externas, relatam ganho na força ou *endurance* dos músculos inspiratórios, quando comparados com os valores iniciais dos grupos experimental e controle.^{21,23,24,25,26}

Quantificação das Cargas de Treinamento

Muito tem se debatido sobre quantificação das cargas de treinamento. Atualmente sabe-se que cargas prescritas com 22% da Pi_{max} são capazes de melhorar apenas a *endurance* muscular respiratória²⁷ e parece que um mínimo de carga

marcada em 30% da Pi_{max} é necessário para que um aumento da força muscular inspiratória seja atingido.²⁰ Vários trabalhos têm empregado os protocolos de treinamento contínuo (sem intervalo de repouso), com cargas prescritas em 30-50% da Pi_{max} ,^{21, 23, 24, 26} enquanto outros relatam o uso de cargas de treinamento marcadas em 70-80% da Pi_{max} .¹⁸

Estudos mais recentes mostram uma tendência dos protocolos de TMI com cargas elevadas, baseados nos princípios fisiológicos de que a magnitude da resposta do treinamento é proporcional à duração e à intensidade do estímulo aplicado²⁸ e que a força muscular tem uma importante influência sobre a *endurance*.¹⁴ Contudo, pela dificuldade de se manter altas cargas por períodos prolongados, em função do acúmulo de lactato e resultante fadiga, as cargas aplicadas na maioria dos treinamentos contínuos têm sido baixas, variando de 15-50% da Pi_{max} .^{21,23,24,26} Um recente estudo, porém, aplicando um protocolo de treinamento intervalado (com períodos de descanso), permitiu a utilização de alta carga (95% da Pi_{max}), explicada pelo reabastecimento de fosfocreatina, diminuindo a velocidade de acúmulo de lactato e resultante decréscimo na fadiga muscular, induzindo, assim, ganhos máximos na função muscular inspiratória.²⁸

Efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório na Dispneia, Capacidade de Exercícios e Qualidade de Vida do Portador de DPOC

Não há mais dúvidas de que o TMI bem prescrito em pacientes com DPOC é capaz de aumentar a força e *endurance* dessa musculatura.^{5,6} A questão é se tal aumento repercute de maneira positiva na sensação de dispneia, capacidade de exercícios e qualidade de vida desses pacientes.

Em sua meta-análise, Lötters *et al.*⁶ concluíram que o TMI sozinho ou associado a exercícios gerais de condicionamento é capaz de reduzir a dispneia, e que há uma tendência a melhorar a capacidade de exercícios em pacientes com

DPOC. Recentemente, uma revisão sistemática publicada por Geddes *et al.*⁵ indicou resultados satisfatórios com o uso do TMI com carga-limite ou resistido com carga-alvo, sobre a dispneia e a capacidade de exercícios, concluindo sua eficácia em pacientes com DPOC. Estudos bem desenhados metodologicamente vão ao encontro das conclusões observadas por Lötters *et al.*⁶ e Geddes *et al.*,⁵ mostrando a eficácia do TMI na redução da dispneia^{23,26,29} e melhora na capacidade de exercícios em pacientes com DPOC.^{20,23,24,26,27,29}

Com relação à avaliação da qualidade de vida nos pacientes com DPOC, após o programa de TMI, Geddes *et al.*⁵ indicarem evidência inconclusa a respeito desta variável, uma vez que não foi possível realizar uma meta-análise, pois os únicos dois estudos que apresentavam critérios metodológicos satisfatórios usaram diferentes tipos de questionários, com um trabalho mostrando mudança significativa na sua pontuação, a favor do TMI,²⁶ e o outro não apresentando nenhuma alteração.²⁰

Tendências Atuais dos Protocolos de Treinamento Muscular Inspiratório

O modo de TMI é importante para melhorar a força e *endurance* dos músculos inspiratórios, a dispneia e a capacidade de exercícios em pacientes com DPOC. O uso de treinadores que oferecem cargas-limite ou resistidas-alvo assegura a ativação e manutenção da intensidade do treinamento durante os exercícios, cujas frequência, duração e supervisão devem ser consideradas.⁵ Os estudos disponíveis sugerem uma frequência de treinamento de 1-2 vezes ao dia, com uma duração de 20-30 minutos e o número de sessões variando de 5-7 dias por semana.^{20,21,23,24,26,29}

A tendência tem sido a utilização de cargas elevadas, maiores que 50% da Pi_{max} ,^{21,30,31,33} e incrementais,^{27,28,29} por intermédio de treinamento intervalado,^{27,28} sugerindo que os protocolos de TMI que induzem maiores benefícios na força muscular podem resultar em grandes reduções na

dispnéia, porém esta relação requer mais estudos.¹¹

Obedecendo ao princípio da reversibilidade, o treinamento deve ser mantido, uma vez que os benefícios adquiridos podem declinar-se gradualmente,²⁹ o que sugere que o TMI deva se tornar parte da rotina individual do programa de exercícios e, ao prescrevê-lo para pacientes com DPOC, o fisioterapeuta considere as comorbidades, motivação, nível de dispnéia e severidade da doença.⁵

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há boas razões teóricas para pensar que os indivíduos com DPOC podem desenvolver disfunção muscular respiratória, contribuindo, desse modo, para a dispnéia e limitação ao exercício. Desde que se comprovou que o TMI é capaz de gerar aumentos significativos na força e *endurance* desses músculos, tal treinamento tem sido alvo de inúmeras pesquisas e os resultados de estudos bem desenhados metodologicamente, investigando a eficácia do TMI na redução da dispnéia e melhora na capacidade de exercícios em pacientes com DPOC são promissores, mas não conclusivos.

Atualmente, o TMI não é considerado um componente essencial do PRP e isto tem sido justificado, em parte, por treinamentos inadequados e estudos mal conduzidos, refletindo resultados insatisfatórios que explicam tal consideração. Além das diferenças nas estratégias de treinamento e qualidade metodológica, as características dos pacientes, tais como grau de hiperinsuflação, severidade da doença e fraqueza muscular respiratória podem também influenciar a eficácia do TMI.

Verifica-se, portanto, a necessidade de mais estudos bem conduzidos e de um consenso sobre uma estratégia ótima de treinamento, que possibilitem a execução de um tratamento eficaz, baseado em evidências, cujas prescrição, intensidade e duração tenham fundamento em progra-

mas em que os resultados mostrem relevância na prática clínica.

REFERÊNCIAS

- 1 - SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *J. Pneumol*, 2004; 30: Suppl 5, p. 1-52.
- 2 - PAUWELS, R. A; BUIST, A. S; CALVERLEY, P. M. A; JENKINS, C. R; HURD, S. S. Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease: NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop Summary. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2001, 163: 1.256-76.
- 3 - American Thoracic Society. ATS statement: pulmonary rehabilitation-1999. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 1999; 159: 1.666-82.
- 4 - SMITH, K; COOK, D; GUYATT, G. H; MADHAVAN, J; OXMAN, A. D. Respiratory muscle training in chronic airflow limitation: a meta-analysis. *Am. Rev. Tresp. Dis.*, 1992; 145: 533-9.
- 5 - GEDDES, E. L; REID, W. D; CROWE, J; BRIEN, K. O; BROOKS, D. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. *Respir. Med.*, 2005; 99: 1.440-1.458.
- 6 - LÖTTTERS, F; VAN TOL, B; KWAKKEL, G; GOSSELINK, R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur. Respir. J.*, 2002; 20: 570-6.
- 7 - REID, W. D; DECHMAN, G. Considerations When Testing and Training the Respiratory Muscles. *Phys. Ther.*, 1995; 75: 971-82.
- 8 - De Troyer A. Effect of hyperinflation on the diaphragm. *Eur. Respir. J.*, 1997; 10: 708-13.
- 9 - LACHI, F; TOBIN, M. J. Disorders of the Respiratory Muscles. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2003; 168: 10-48.

- 10 - American Thoracic Society: Dispnea mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 1999; 321-40.
- 11 - HILL, K; JENKINS, S. C; HILLMAN, D. R; EASTWOOD, P. R. Dyspnoea in COPD: Can inspiratory muscle training help?. *Aust. H. Physiother.*, 2004; 50: 169-80.
- 12 - LEITH, D. E; BRADLEY, M. E. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J. Appl. Physiol.*, 1976; 41: 508-16.
- 13 - REID, W. D; SAMRAI, B. Respiratory Muscle Training for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Phys. Ther.*, 1995; 75: 996-1.005.
- 14 - GOLDSTEIN, R. S. Ventilatory muscle training. *Thorax*, 1993; 48: 1.025-33.
- 15 - SCHERER, T. A; SPENGLER, C. M; OWASSAPIAN, D; IMHOF, E; BOUTELLIER, U. Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive lung disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2000; 162: 1.709-14.
- 16 - GUYATT, G; KELLER, J; SINGER, J; HALCROW, S; NEWHOUSE, M. Controlled trial of respiratory muscle training in chronic airflow limitation. *Thorax*, 1992; 47, p. 598-602.
- 17 - JONES, D. R; THOMPSON, R. J; SEARS, M. R. Physical exercise and resistive breathing training in severe chronic airways obstruction - are they effective?. *Eur. J. Respir. Dis.*, 1985; 67: 159-66.
- 18 - DEKHUIJZEN, P. N. R; FOLGERING, H. T. M; VAN HERWAARDEN, C. L. A. Target-flow inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest.*, 1991; 99: 128-33.
- 19 - NICKERSON, B. G; KEENS, T. G. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J. Appl. Physiol.*, 1982; 52, p. 768-72.
- 20 - LARSEN, J. L; KIM, M. J; SHARP, J. T; LARSON, D. A. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 1988; 138: 689-96.
- 21 - VILLAFRANCA, C; BORZONE, G; LEVIA, A; LISBOA, C. Effect of inspiratory muscle training with na intermediate load on inspiratory power output in COPD. *Eur. Respir. J.*, 1998; 11: 28-33.
- 22 - POLLA, B; D'ANTONA, G; BOTTINELLI, R; REGGIANI, C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax*, 2004; 59: 808-17.
- 23 - RAMIREZ-SARMIENTO, A; OROZCO-LEVI, M; GUELL, R; BARREIRO, E; HERNANDEZ, N; MOTA, S; SANGENIS, M et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2002; 166: 1.491-97.
- 24 - LISBOA, C; VILLAFRANCA, C; LEVIA, A; CRUZ, E; PERTUZE, J; BORZONE, G. «Inspiratory muscle training in Chronic airflow limitation: Effect on exercise performance». *Eur. Respir. J.*, 1997; 10, p. 537-42.
- 25 - WEINER, P; MAGADLE, R; BERAR-YANAY, N; DAVIDOCICH, A; WEINER, M. The cumulative effect of long-acting bronchodilators, exercise, and inspiratory muscle training on the perception of dyspnea in patients with advanced COPD. *Chest*, 2000; 118, p. 672-78.
- 26 - RIERA, H. S; RUBIO, T. M; RUIZ, F. O; RAMOS, P. C; CASTILLO, D. D; HERNANDEZ, T. E. et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dysnea, exercise performance, and quality of life. *Chest*, 2001; 120, p. 748-56.
- 27 - PREUSSER, B. A; WINNINGHAM, M. L; CLANTON, T. L. High-vs-low-intensity inspiratory muscle interval training in patients with COPD. *Chest*, 1994; 106: 110-17.

28 - STURDY, G. A. N; HILLMAN, D. R; GREEN, D. J; JENKINS, S. C; CECINS, N; EASTWOOD, P. R. Feasibility of high-intensity respiratory muscle training in COPD. *Chest*, 2003; 123: 142-50.

29 - WEINER, P; MADADLE, R; BECHERMAN, M; WEINER, M; BERAR-YANAY, N. Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur. Respir. J.*, 2004; 23: 61-65.