



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia Projeto de Graduação

Efeito do treino dos músculos inspiratórios em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crónica: uma revisão bibliográfica

Charles Paul Claude Soulis
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
36400@ufp.edu.pt

Rui Antunes Viana
Professor Doutor
Professor Adjunto
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
ruiav@ufp.edu.pt

Porto, Abril de 2021

Resumo

Objetivo: avaliar o efeito do treino dos músculos inspiratórios (TMI) em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) e o seu efeito na dispneia, capacidade de exercício e pressão máxima inspiratória (PIM). **Metodologia:** A pesquisa computadorizada foi realizada utilizando a combinação das palavras chaves: (« *Respiratory Muscle Training*» OR « *Inspiratory Muscle Training*») AND (« *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* » OR « *Chronic Obstructive Lung Disease* » OR « *Chronic Obstructive* ») nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. A pesquisa foi realizada entre dezembro 2020 até abril 2021 para identificar estudos randomizados controlados (RCTs) que avaliassem o efeito do TMI em pacientes com DPOC, comparando grupo experimental (GE) e grupo controlo (GC) ou GE e grupo *sham* ou dois GE com intensidades de treino diferentes. A qualidade metodológica foi analisada através da escala PEDro. **Conclusão:** O TMI parece melhorar a dispneia, força dos músculos inspiratórios (PIM) e capacidade de exercício em pacientes com DPOC.

Palavras-chave: Dispneia, doença pulmonar obstrutiva crónica, exercício, força dos músculos inspiratórios, treino dos músculos inspiratórios.

Abstract

Objective: to assess the effect of inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), dyspnea, exercise capacity and maximal inspiratory pressure (MIP). **Methodology:** Computerized search was performed using the combination of the key words: (« *Respiratory Muscle Training*» OR « *Inspiratory Muscle Training*») AND (« *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* » OR « *Chronic Obstructive Lung Disease* » OR « *Chronic Obstructive* ») for the databases *PubMed*, *Web of Science* and *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. The search was conducted between December 2020 and April 2021 to identify randomized controlled trials (RCTs) the effect of inspiratory muscle training on patients with chronic obstructive pulmonary disease, by comparing experimental group and control group or experimental group and sham group or two experimental group that trained at different levels of intensities. Methodological quality was analyzed using the PEDro scale. **Conclusion:** IMT seems to enhance dyspnea, inspiratory muscle strength and exercise capacity in people with COPD.

Key words: Chronic obstructive pulmonary disease, dyspnea, inspiratory muscle training, inspiratory muscle strength, exercise.

Introdução

A dimensão das doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC), nos próximos vinte anos adquirirá uma elevada importância, porque passará de sexta a terceira causa de mortes no mundo e do quarto ao terceiro lugar em termo de morbilidade (Shirtcliffe et al., 2007). O *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)* define a DPOC como uma doença comum, que pode ser tratada e evitada (GOLD, 2021). Essa doença é caracterizada por vários sintomas, e limitações do fluxo de ar ou dos alvéolos (GOLD, 2021). Estas estruturas estão atingidas devido, de forma geral, a exposição de partículas ou gases nocivos (GOLD, 2021).

Em Portugal, a DPOC afeta, em maioria, as pessoas com mais de 40 anos (Sociedade Portuguesa de Pneumologia, 2019). Acima dos 40 anos, a prevalência da DPOC é de 14%, ou seja, 1 em cada 7 portugueses com mais de 40 anos de idade está afetado com DPOC, e a prevalência da DPOC moderada, grave ou muito grave é de 7%, ou seja, 1 em cada 14 portugueses com mais de 40 anos de idade está afetado (Sociedade Portuguesa de Pneumologia, 2019).

Muitas vezes, os termos enfisema e bronquite crónica estão ligados a DPOC, sendo definido como doenças que fazem parte da DPOC, no entanto estes dois termos são mais estados patológicos do que doenças (Mannino, 2003). O enfisema é descrito como uma condição patológica que envolve a destruição do parênquima pulmonar, e a dilatação dos alvéolos terminais (Takahashi et al., 2008), e a bronquite crónica representa o estado no qual o paciente sofre de tosse crónica e de produção de exacerbações, durante três meses num ano, em dois anos sucessivos (Kim et al., 2015). Essas condições patológicas vão causar diferentes sintomas, como dispneia, tosse, produção de muco ou ainda infeções respiratórias frequentes (Miravittles et al., 2009). Num estudo observacional recente (Jarab et al., 2018), foi demonstrado o impacto negativo da DPOC sobre a qualidade de vida dos pacientes. Os sintomas causam fadiga, dificuldades na respiração e, subseqüentemente, uma actividade física reduzida, nomeadamente as actividades da vida diária.

Na investigação de Ottenheijm, Heunks e Dekhuijzen (2008), os autores descrevem as consequências da DPOC ao nível celular, e explicam porque os pacientes ficam com dispneia e dificuldades a fazer qualquer tipo de esforço. A DPOC causa *stress* oxidativo e lesões nos sarcómeros do diafragma, principal músculo inspiratório. Estes dois mecanismos negativos vão levar a uma perda de 30% de miosina, proteína que permite a contração muscular. Isto tem como consequência, a diminuição da capacidade de produção de força do diafragma.

Paralelamente, De Troyer (1997) refere que a hiperinflação causada pela DPOC leva a uma diminuição da habilidade do diafragma a dar espaço aos pulmões para se preencher de ar. O que

resulta numa diminuição do volume pulmonar. No entanto, foi demonstrado que a maioria das fibras musculares do diafragma tornam-se em fibras de tipo 1, ou seja fibras oxidativas que aumentam a capacidade de resistir a fadiga do diafragma (Ottenheijm, Heunks e Dekhuijzen, 2008). Calverley e Koulouris (2005) concluem que todas essas limitações vão causar uma diminuição do volume corrente (volume de ar que entra e sai dos pulmões durante um ciclo respiratório, igual a 500mL num ser humano sem alterações no sistema respiratório), e então vai aumentar a carga de trabalho a fornecer para os músculos inspiratórios. O'Donnell e Laveneziana (2006) acrescentam que a DPOC causa hiperinsuflação nos pulmões, ou seja, no fim de uma respiração fica ar dentro dos pulmões, criando uma pressão positiva. Rossi et al. (2015) explicam que essa pressão positiva vai também aumentar a força que deve criar o diafragma para executar a inspiração, porque ele deverá fazer um esforço adicional para combater essa pressão positiva e depois criar uma pressão negativa para permitir ao ar de chegar dentro dos pulmões. Então explicam porque o volume corrente fica reduzido, e que o diafragma não vai ter suficiente energia para preencher totalmente os pulmões.

Com todas essas explicações estabelecidas, sabemos que a carga de trabalho para os músculos inspiratórios está aumentada, então a solicitação em oxigénio do diafragma está aumentada. Então a distribuição em oxigénio para os outros músculos está reduzida, o que tem como consequência final uma fadiga mais rápida em pacientes com DPOC durante um esforço (Calverley e Koulouris, 2005). Para combater essa alteração de distribuição em oxigénio, o corpo aumenta a frequência respiratória, o que leva a uma diminuição do tempo expiratório. Isto tem como consequência final a sensação de falta de ar sentida pelo paciente durante um exercício, e então a paragem do esforço pelo paciente (Calverley e Koulouris, 2005).

O *threshold* consiste numa pequena válvula portátil, que pode ser usada facilmente em casa (Fregonezi et al., 2009). Esta válvula é calibrada e carregada com uma pequena mola, e a carga pode ser mudada quando necessário (Geddes et al., 2005). Em 2015, Paiva e seus colegas, investigaram a eficácia entre um *threshold* e *resistível load device*, e a conclusão era que o *threshold* era mais eficaz na melhoria na qualidade de vida, melhoria da dispneia, das funções pulmonares e também na melhoria da redistribuição do oxigénio, quer nos músculos respiratórios quer nos músculos locomotores (Paiva et al., 2015). Isto, é devido, principalmente, ao facto que a carga fica a mesma durante todos os ciclos respiratórios efetuados pelo utilizador, independentemente do padrão respiratório (Larson, Kim, Sharp e Larson, 1988).

O TMI é uma intervenção adjuvante usada na reabilitação pulmonar, que tem como objectivo principal de diminuir a fraqueza muscular dos músculos inspiratórios. Os seus benefícios já foram provados na DPOC (Beaumont, Forget, Couturaud e Reyhler, 2018; Geddes et al., 2005)

ou também na insuficiência cardíaca (Lin et al., 2012) onde vai melhorar a dispneia, a força muscular dos músculos inspiratórios, a capacidade de esforço ou ainda a qualidade de vida.

O objetivo deste estudo é analisar o efeito do TMI, isoladamente, em pacientes com DPOC e o seu efeito na dispneia, capacidade de exercício e pressão máxima inspiratória (PIM).

Metodologia

Esta revisão bibliográfica foi realizada de acordo com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher, Liberati, Tetzlaff e Altman, 2009), que tem como finalidade de melhorar os padrões de construção de revisões sistemáticas e meta-análise. A pesquisa computadorizada foi realizada em inglês de dezembro 2020 até a abril 2021 em diferentes bases de dados: *PubMed*, *PEDro* e *Web of Science*. A pesquisa computadorizada foi realizada utilizando a combinação das palavras chaves: (« *Respiratory Muscle Training* » OR « *Inspiratory Muscle Training* ») AND (« *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* » OR « *Chronic Obstructive Lung Disease* » OR « *Chronic Obstructive* ») para as bases de dados *PubMed*, *PEDro* e *Web of Science*. Após uma primeira ordenação para remover os duplicados, foram removidos os artigos com títulos e os resumos que não correspondiam à nossa pesquisa. Para determinar os critérios foi realizada uma leitura aprofundada dos artigos pesquisados, os critérios e inclusão escolhidos foram os seguintes: **(1)** Estudos randomizados controlados/ clínicos (RCTs); **(2)** escritos em inglês, francês ou português; **(3)** RCTs que utilizassem o treino dos músculos inspiratórios (TMI) em pacientes com DPOC; **(4)** O TMI devia ser a única intervenção, ou seja, protocolos que comparassem o grupo de intervenção que realizasse o TMI e grupo controlo ou grupo experimental (GE) e grupo *sham* ou dois GE com TMI com intensidades diferentes; **(5)** pelos menos um desses parâmetros deviam ser avaliados antes e após a intervenção: volume expiratório máximo no primeiro segundo (FEV1), dispneia, qualidade de vida, capacidade de exercício e pressão máxima inspiratória (PIM); **(6)** uso de um *threshold* no protocolo de intervenção. Os critérios de exclusão foram os seguintes: **(1)** artigos que comparam ou adicionam o TMI a uma outra técnica; **(2)** artigos escritos em outros linguagem do que inglês, francês ou português. A escala PEDro é uma escala composta por 11 itens que avalia o rigor da metodologia com que os estudos foram realizados. Este é um questionário simples de resposta, em que uma resposta positiva vale 1 ponto e uma negativa 0. A escala inclui no máximo 10 pontos porque o item de elegibilidade não é contado (o maior é o total, melhor é a qualidade) (Maher et al., 2003). Os artigos incluídos nesta revisão foram avaliados a partir desta escala.

Resultados

Seleção de artigos: Um total de 203 artigos foram identificados, tendo sido reduzidos para 162 artigos após a remoção de duplicados. Após a leitura do título e do resumo foi reduzido para 22 artigos. Foi realizada a leitura integral destes 22 artigos para que fosse possível a avaliação e elegibilidade segundo os critérios de inclusão e exclusão. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, 5 estudos foram incluídos nesta revisão. As razões para a sua exclusão estão enumeradas no fluxograma de PRISMA (figura 1).

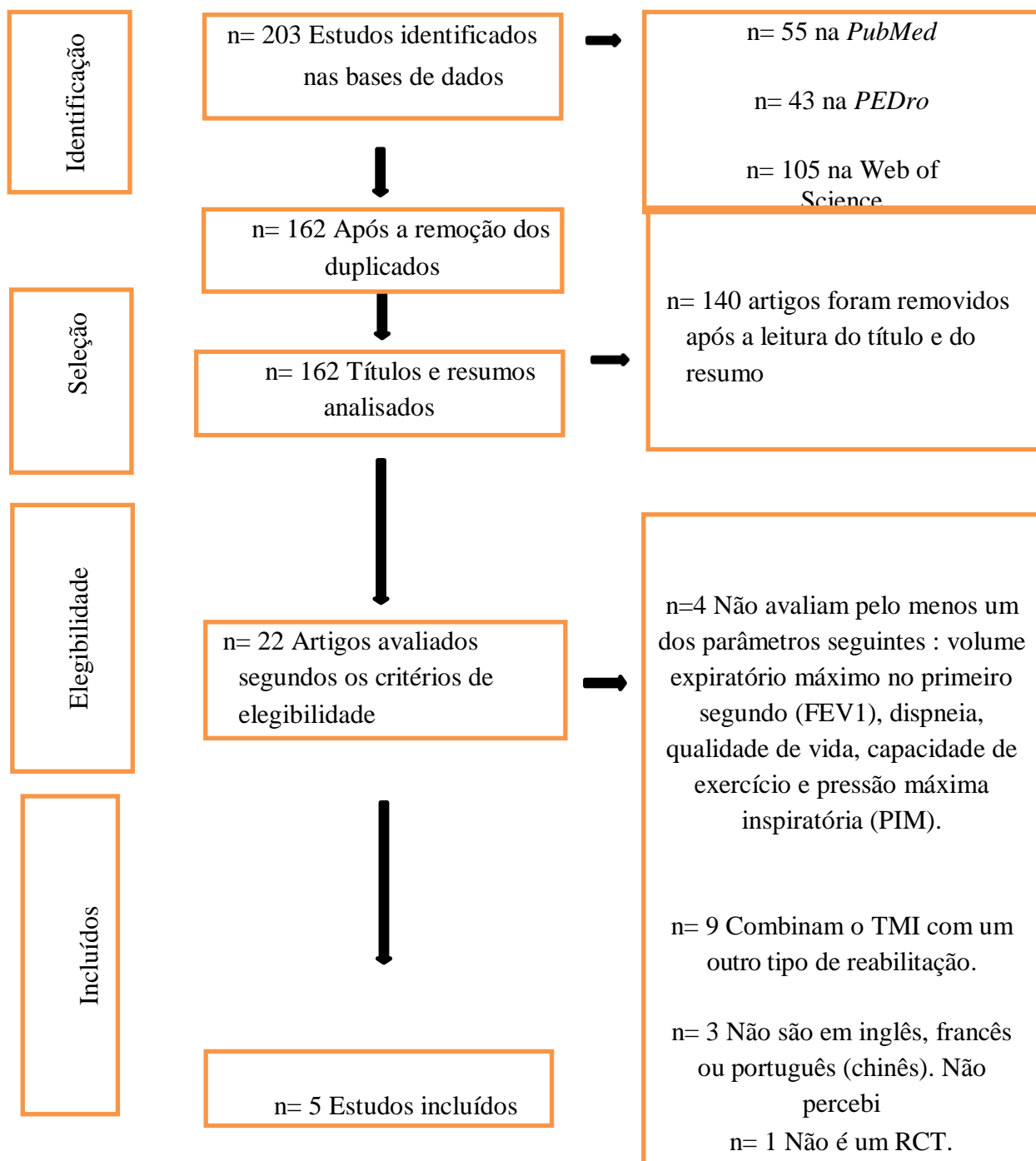


Figura 1. Diagrama PRISMA dos artigos incluídos na revisão.

Descrição do estudo: Com os cinco estudos incluídos, o número total de indivíduos avaliados foi de 131 participantes com uma amostra mínima de 14 pessoas (Ramírez- Sarmiento et al., 2002) e máxima de 39 pessoas (Nikoletou et al., 2015). Esses participantes tinham idade média de 66,24, com media mínima de 62,2 anos (Di Mambro et al., 2007) e máxima de 70,6 anos (Nikoletou et al., 2015). O resumo do conteúdo dos artigos está presente na Tabela 2.

Qualidade metodológica: Os cinco estudos selecionados com os critérios de inclusão foram avaliados usando a escala de PEDro para determinar as suas qualidades metodológicas (Maher et al., 2003). Os estudos apresentam uma qualidade metodológica com média de 6,2/10. Não houve um elevado grau de variação na qualidade entre os estudos, de facto, todos os estudos foram capazes de satisfazer os critérios: 2-distribuição aleatória, 4-comparação ao nível de referência, 10-comparações estáticas inter-grupos e 11-medidas de precisão e de variabilidade. No entanto apenas três estudos foram capazes de satisfazer o critério 8-seguimento adequado. Nenhum estudo foi capaz de satisfazer o critério 6-fisioterapeutas cegos. (Tabela 1).

Tabela 1. Qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão, segundo a escala de classificação metodológica de *PEDro*.

Autor (ano)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Larson, Kim, Sharp e Larson (1988).	Sim	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	7
Di Mambro et al. (2007)	Sim	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
Hill et al. (2006).	Sim	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	7
Nikoletou et al. (2015).	Sim	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
Ramirez-Srmiento et al. (2002.).	Sim	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7

Critérios : 1 = Elegibilidade (Sim/Não); 2 = Distribuição aleatória; 3 = Distribuição cega; 4 = Comparação ao nível de referência; 5 = Sujeitos cegos; 6 = Fisioterapeutas cegos; 7 = Avaliadores cegos; 8 = Seguimento adequado; 9= Intenção de tratamento; 10 = Comparações estatísticas inter-grupos; 11 = Medidas de precisão e de variabilidade.

Para os itens 2-11, 0 indica que o critério não foi satisfeito, 1 o critério foi satisfeito.

Tabela 2. Autores, características da amostra, método da intervenção, protocolo de intervenção, parâmetros avaliados e resultados dos estudos.

Autores (ano)	Características da amostra	Método da intervenção	Severidade da DPOC (FEV1 % do predito; média pCO2 mmHg)	Protocolo de intervenção	Parâmetros avaliados	Resultados
Ramirez-Sarmiento et al. (2002)	Sexo: M= 14 Idade: 66 ± 5 anos Amostra (n): GI : n= 7 GS: n= 14 IMC: GI= 29 kg/m ² GC= 26 kg/m ²	Grupo de intervenção VS grupo <i>sham</i>	GI : FEV1 33% do predito; 43 mmHg GC : FEV 1 27% do predito; 47 mmHg	Duração da intervenção= 5 semanas GI: 30 minutos/ dia (3min de esforço com 2min de repouso) 5 dias/ semana Com 40% até 50% da PIM durante as 5 semanas. GS: Mesmo protocolo mas sem carga adicional Device: <i>threshold Inspiratory device</i>	- PIM - 6'WD - Proporção (%) das fibras de tipo 1 - Diâmetro das fibras de tipo 2 (µm)	GI ↑ PIM (p<0.05) (cm H ₂ O) (I= 77 ± 22; F= 99 ± 22) ↓ 6'WD (m) (I= 445 ± 63; F=433 ± 81) ↑ Proporção (%) das fibras de tipo 1 (I= 42 ± 20; F= 58 ± 14) ↑ Diâmetro das fibras de tipo 2 (µm) (I= 47 ± 10; F= 57 ± 8) GS ↑ PIM (p<0.05) (cmH ₂ O) (I= 77 ± 9; F= 79 ± 10) 6' WD (m) (I= 429 115; 407 114) ↓ Proporção (%) das fibras de tipo 1 (I= 50 ± 14; F= 47 ± 16) ↑ Diâmetro das fibras de tipo 2 (µm) (I= 50 ± 12; F= 53 ± 16)

<p>Hill et al. (2006)</p>	<p>Sexo: M= 22 F= 11</p> <p>Idade: GI= 69,4 7,2 anos GC= 666 9,8 anos</p> <p>Amostra (n): GI= 16 GC= 17</p> <p>IMC: GI= 24,9 kg/m² GC= 24,1 kg/m²</p>	<p>GI (H-IMT) VS GC (S-IMT)</p>	<p>GI :FEV1 37,4% do predito; não relatado</p> <p>GC: FEV1 36,5% do predito; não relatado</p>	<p>Duração da intervenção = 8 semanas</p> <p>GI: 7 ciclos de 2 min de esforço + 1 min de repouso= 21 min/ dia 3 dias/ semana</p> <p>PIM: -3 cm H₂O até -103 cm H₂O</p> <p>GC: 10% PIM</p> <p><i>Device : Threshol IMT; Respironics Cedar Grove, NJ, USA</i></p>	<p>- PIM - 6 MWT</p>	<p>GI (H-IMT)</p> <p>↑ PIM (p<0.05) (cm H₂O) (I= 62,7 ± 16,5; F= 80,7± 17,8) ↑ 6 MWT (p<0.05) (m) (I= ,7± 112,3 F= 472,8 ± 104,3)</p> <p>GC (S-IMT)</p> <p>↑ PIM (p<0.05) (cm H₂O) (I=66,5 ± 19,0; F= 71,7± 18,7) ↑ 6 MWT (p<0.05) (m) (I= 508,0 ± 87,6; F= 513,82 ± 82,6)</p>
<p>Larson, Kim, Sharp, Larson (1998)</p>	<p>Sexo: M= 20 F= 2</p> <p>Idade: G-15 %: 68 ±3 anos G-30 %: 60 ± 6 anos</p> <p>Amostra (n):</p> <p>G-15 %: n= 12 G-30 %: n= 10</p> <p>IMC: não relatado</p>	<p>G-15 % PIM VS G-30 % PIM</p>	<p>G-15 %: FEV1 27% do predito; 42 mmHg</p> <p>G-30 %: FEV1 36% do predito; 40 mmHg</p>	<p>Duração da intervenção= 8 semanas</p> <p>G-15% PIM</p> <p>15min/ dias na primeira semana 30min/ dias nas 7 outras semanas Carga = 15% PIM</p> <p>G-30% PIM</p> <p>Mesmo protocolo, mas 30% da PIM.</p>	<p>- PIM - 12MDW</p>	<p>G-15% PIM</p> <p>= PIM (p<0.01) (cmH₂O) (I= -53 ± 16; Mês 1= -61 ± 16; Mês 2= -60 ± 15)</p> <p>↑ 12MDW (feet) (I= 2,549 ± 420; Mês 1= 2,544 ± 466; Mês 2= 2,601 ± 437)</p> <p>G-30% PIM</p> <p>↑ PIM (p<0.01) (cmH₂O) (I= -61± 17; Mês 1= -75 ± 18; Mês 2= -73 ± 19)</p> <p>↑ 12MDW (feet) (I= 2,588 ± 471; Mês 1= 2,813 ± 497; Mês 2= 2,787 ± 467)</p>

<p>Nikoleitou et al. (2015)</p>	<p>Sexo : M= 37 F= 31`</p> <p>Idade: GC= 71,1 ± 9.6 anos GI= 70.1 ± 8.4 anos</p> <p>Amostra (n)= GI: n= 21 GC: n= 18</p> <p>IMC: GI= 24,9 kg/m² GC= 26,5 kg/m²</p>	<p>GC (C-IMT) VS GI(PrBr-IMT)</p>	<p>GI: FEV1 36,9% do predito; 41,25 mmHg</p> <p>GC: FEV1 37,6% do predito; 39,75 mmHg</p>	<p>Duração da intervenção = 7 semanas</p> <p>GI: 30 ciclos respiratórios mínimo/ sessões 2 sessões (1 de manhã e 1 na tarde. 5H de separação) / dia 6 dias/ semanas Carga= 30% PIM Aumento médio da carga de 5% cada semana. Fim da segunda semana, a maioria dos pacientes com 40 ciclos por sessões</p> <p>GC: mesmo protocolo, com uma carga</p> <p><i>POWERbreathe® inspiratory muscle trainer (HaB international, Southam Warwickshire, UK).</i></p>	<p>- PIM - ISWT - Dispneia</p>	<p>GI (PrBr-IMT)</p> <p>↑ PIM (p<0.05) (cm H₂O) (I= 62,16 ± 15,94; F= 71,77 ± 15,63) ↑ ISWT (m) (I= 202,5 ± 100,4; F= 218,4 ± 92,7) ↑ Dispneia (p<0.05) (I= 0,23; F= 0,97)</p> <p>GC (C-IMT)</p> <p>= PIM (p<0.05) (cm H₂O) (I= 66,77 ± 19,08; F= 68,86 ± 19,88) = ISWT (m) (I= 257,52± 136,1; F= 260 ± 150,2) ↑ Dispneia (p<0.05) (I= -0,04; F= 0,86)</p>
--	--	---	---	---	--	--

Di Mambro et al. (2007)	Sexo: M+ F M= 12 F= 8 Idade: GC: 63,7 ± 10,0 anos GI =61,5 ± 9,0 anos	GI VS GC	GI : FEV1 33,7% do predito; não relatado GC: FEV1 34,6% do predito, não relatado	Duração da intervenção = 6 semanas GI: 1 treino por dia 5 dias/ semana Semana 1 e 2: 10 minutos de treino Semana 3: 15 minutos Semana 4 até 6: 20 minutos Carga= 40%, reajustada cada 14 dias GC: mesmo protocolo sem carga <i>Threshold/IMT Powerlung® (Respironics, MUrrys ville PA, USA)</i>	- PIM - TC-6' - Dispneia	GI ↑ PIM (p<0.05) (cm H₂O) (I= 56,5 ± 5,7; F= 81,5 ± 6,7) ↑ TC-6' (m) (I= 385 ± 57; F=410,0 ± 107,3) ↓ Dispneia (p<0.05) (I= 4(3-4); F= 2(1-4)) GC ↑ PIM (p<0.05) (cm H₂O) (I= 58,0 ± 4,2; F= 59,5 ± 5,5) ↑ TC-6' (m) (I= 385 ± 57; F=410,0 ± 107,3) ↓ Dispneia (p<0.05) (I= 4(3-4); F= 2(1-4)) ↑ TC-6' (m) (I= 359± 85; F= 392,5 ± 76,5) ↓ Dispneia (p<0.05) (I= 3(3-4); F= 3(1-4))
--------------------------------	--	----------------	---	--	---	--

Legenda 2: C-IMT control-IMT. F feminino. F final da intervenção. FEV1 forced expiratory volume. GC grupo de controlo. GI grupo de intervenção. GS grupo sham. H-IMT high intensity IMT. ISWT incremental shuttle walk test. IMC indice de massa corporal. I inicio da intervenção M masculino. PrBr-IMT Powerbreath-IMT. PIM pressão inspiratória máxima. 6'WD six minutes walk distance. 6 MWT six minutes walking test. S-IMT small intensity-IMT. TC 6' teste de caminhada de 6 minutos. 12 MDW twelve minutes distance walk. ↑ aumento. ↓ diminuição. = igual.

Discussão

Neste estudo foi analisado 5 estudos que avaliam os efeitos do TMI sobre a PIM, a capacidade de esforço e dispneia, em pacientes com DPOC. 5 estudos avaliam a PIM e a capacidade de esforço. 2 estudam o efeito do TMI sobre a dispneia, e um o efeito do TMI sobre a estrutura dos músculos inspiratórios.

Pressão inspiratória máxima

Polla, D'antona, Bottinelli e Reggiani (2004) analisam o papel do diafragma no corpo humano, e explicam que o diafragma é composto em proporções iguais de fibras de tipo 1, ou seja, mais resistentes a esforços longos, e de tipo 2, fibras que atuam em esforços que precisam força e potência. A força dos músculos inspiratórios é avaliada através da PIM, avalia especialmente a força do diafragma (Sachs et al., 2009). Newell, McKenzie e Gandevia (1989) explicam que a PIM está reduzida em pacientes com DPOC devido a fraqueza muscular dos músculos inspiratórios e das desvantagens mecânicas decorrentes da DPOC. Na sua investigação, Ramirez-Sarmiento et al. (2002), além de avaliarem a força dos músculos respiratórios, a capacidade de exercício e o estado de saúde geral, os autores examinam a composição das fibras musculares do diafragma. Após as 5 semanas de TMI, nota-se um aumento em proporção das fibras de tipo 1 (42% a 58%) e uma diminuição das fibras de tipo 2 (57% a 42%). Então, deveria haver uma diminuição da PIM, porque a PIM representa a pressão negativa que um indivíduo realiza numa única inspiração, que se traduz por um esforço rápido, curto e muito intenso (Pessoa et al., 2014). Mas nos 5 artigos avaliados nota-se um aumento da PIM, sendo a menos significativa de 15,5% no estudo de Nikoletou et al. (2015) e a maior de 44,2% no estudo de Di Mambro et al. (2007). Para explicar esse aumento, Nikoletou et al. (2015) citam dois estudos (Demoule, Verin, Derenne e Similowski, 2001; Demoule, Verin, Du Montcel e Similowski, 2008), que afirmam que este aumento é devido à neuroplasticidade decorrente do treino e da melhoria da coordenação dos músculos inspiratórios para essa manobra específica. Di Mambro et al. (2007) e Hill et al. (2006) efetuam a mesma hipótese, que o aumento da PIM não é devido a uma hipertrofia do diafragma ou a um aumento do recrutamento das fibras musculares, porque o tempo de treino não é suficientemente longo para ter essas alterações (Kraemer, Fleck e Evans, 1996). Di Mambro et al. (2007) tiveram o melhor aumento na PIM com 44,2%, e também um dos melhores resultados na melhoria da capacidade de exercício com mais 6,5% de metros percorrido após a intervenção. A PIM fica mais forte significa que o diafragma fica mais forte e mais resistente, tal como na investigação de Ramirez-Sarmiento et al. (2002), como a análise das fibras musculares antes e após a intervenção lo-demonstra.

Capacidade de esforço e dispneia

Como já foi explicado anteriormente, a sobrecarga de trabalho solicitado ao diafragma leva à dispneia devido à pobre alimentação em oxigénio nos músculos locomotores. Chiappa et al., (2008) demonstraram que o TMI melhora a redistribuição sanguínea no corpo, e então a distribuição em oxigénio fica mais homogénea. Estes resultados são apoiado por Hill, Jenkins, Hillman e Eastwood (2004), que na sua revisão sistemática concluem que como os músculos inspiratórios ficam mais fortes após o TMI, o volume corrente aumenta e a carga de trabalho para estes mesmos músculos diminui como a exigência em oxigénio. Tudo isso leva a uma redistribuição do fluxo sanguíneo maior para os músculos locomotores que ficam com mais oxigénio, que diminui a frequência respiratória e aumenta a resistência ao esforço (Hill, Jenkins, Hillman e Eastwood. 2004. Isso implica um atraso do aparecimento de ácido láctico nos músculos locomotores, levando a uma maior resistência ao exercício (McConnell e Sharpe, 2005)., sendo por essas razões que, provavelmente, observamos, em quatro dos cinco estudos, um aumento da capacidade de exercício. O protocolo sugerido pelo Nikolettou et al. (2015) obteve o maior aumento na distancia percorrida durante o *ISWT*, com uma melhoria de 7,8%. Também nota-se uma ligeira diminuição da distância efetuada pelos pacientes no estudo de Ramirez-Sarmiento et al. (2002), que não sabem explicar a razão desta diminuição. De forma geral, o TMI aumenta a capacidade de exercício e a *endurance* dos pacientes com DPOC (Gosselink et al. 2011). McConnell e Sharpe (2005) relatam que o TMI retardam o aparecimento da ácido láctico nos músculos locomotores.

Limitações

Cada um estudos analisados apresentam diferentes protocolos, ou seja, há pouca semelhança entre cada um deles. O tempo de intervenção varia entre 5 e 8 semanas. A carga não é igual, alguns iniciam com uma carga de 30% da PIM e outros com 40%. Também o TMI em si mesmo não é semelhante entre os estudos. Dentro de alguns estudos, o tempo aumenta cada semana, enquanto fica o mesmo noutros estudos, existindo também um tempo de repouso durante o treino.

Recomendações

A análise dos artigos permite recomendar, de futuro, um estudo mais aprofundado do efeito dos tempos de intervenção, da carga a utilizar durante os treinos, da duração de cada treino, da progressão em termo de tempo e carga nos treinos e também do número de treino por semana. Recomendamos também o uso dos mesmos instrumentos de avaliação para cada um dos parâmetros avaliados.

Conclusão

O TMI tem um efeito positivo na vida dos pacientes afectados por DPOC. Este trabalho mostra uma melhoria na força dos músculos inspiratórios através da PIM, da dispneia e da capacidade de exercício. O tempo de 6 semanas parece ser o mínimo para obter resultados em todos os aspetos. Um mínimo 30% de carga inicial e de 3 treinos por semana, como um aumento progressivo da carga cada 7 ou 14 dias permite obter melhoria em pacientes com DPOC.

Bibliografia

- Beaumont, M., Forget, P., Couturaud, F., & Reychler, G. (2018). Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *The clinical respiratory journal*, 12(7), 2178-2188.
- Calverley, P. M. A., & Koulouris, N. G. (2005). Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. *European Respiratory Journal*, 25(1), 186-199.
- Chiappa, G. R., Roseguini, B. T., Vieira, P. J., Alves, C. N., Tavares, A., Winkelmann, E. R., Ferlin, E. L., Stein, R., Ribeiro, J. P. (2008). Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 51(17), 1663-1671.
- Demoule, A., Verin, E., Derenne, J. P., & Similowski, T. (2001). Plasticity of the human motor cortical representation of the diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med*, 163, 46.
- Demoule, A., Verin, E., Du Montcel, S. T., & Similowski, T. (2008). Short-term training-dependent plasticity of the corticospinal diaphragm control in normal humans. *Respiratory physiology & neurobiology*, 160(2), 172-180.
- Di Mambro, T. R., Figueiredo, P. H. S., Wanderley, T. R., Kristki, A. L., & Guimarães, F. S. (2007). Treinamento muscular inspiratório na doença pulmonar obstrutiva crônica: impacto na qualidade de vida, intolerância ao esforço e dispnéia. *Fisioter Pesqui*, 14(2), 65-71.
- Fregonezi, G. A., Azevedo, I. G., Araujo, T. L., Dias, F. A., & Resqueti, V. R. (2009). Adaptation of the Threshold IMT® with double spring load allows higher inspiratory pressure for muscle training. *Clinical physiology and functional imaging*, 29(6), 462-464.
- Geddes, E. L., Reid, W. D., Crowe, J., O'Brien, K., & Brooks, D. (2005). Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Respiratory medicine*, 99(11), 1440-1458.
- Global initiative for chronic obstructive lung disease (2021). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2021 report). [Em linha]. Disponível em : https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2020/11/GOLD-REPORT-2021-v1.1-25Nov20_WMV.pdf
- Gosselink, R., De Vos, J., Van Den Heuvel, S. P., Segers, J., Decramer, M., & Kwakkel, G. (2011). Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?. *European Respiratory Journal*, 37(2), 416-425.
- Hill, K., Jenkins, S. C., Hillman, D. R., & Eastwood, P. R. (2004). Dyspnoea in COPD: can inspiratory muscle training help?. *Australian Journal of physiotherapy*, 50(3), 169-180.
- Hill, K., Jenkins, S. C., Philippe, D. L., Cecins, N., Shepherd, K. L., Green, D. J., Hillman, D. R., Eastwood, P. R. (2006). High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *European Respiratory Journal*, 27(6), 1119-1128.

- Jarab, A., Alefishat, E., Mukattash, T., Alzoubi, K., & Pinto, S. (2018). Patients' perspective of the impact of COPD on quality of life: a focus group study for patients with COPD. *International journal of clinical pharmacy*, 40(3), 573-579.
- Kim, V., Crapo, J., Zhao, H., Jones, P. W., Silverman, E. K., Comellas, A., Make, B. J., Criner, G. J. (2015). Comparison between an alternative and the classic definition of chronic bronchitis in COPD. *Annals of the American Thoracic Society*, 12(3), 332-339.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Evans, W. J. (1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and sport sciences reviews*, 24, 363-397.
- Larson, J. L., Kim, M. J., Sharp, J. T., & Larson, D. A. (1988). Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *The American Review of Respiratory Disease*, 138(3), 689-96.
- Lin, S. J., McElfresh, J., Hall, B., Bloom, R., & Farrell, K. (2012). Inspiratory muscle training in patients with heart failure: a systematic review. *Cardiopulmonary physical therapy journal*, 23(3), 29.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.
- Mannino, D. M. (2003). Chronic obstructive pulmonary disease: definition and epidemiology. *Respiratory care*, 48(12), 1185-1193.
- McConnell, A. K., & Sharpe, G. R. (2005). The effect of inspiratory muscle training upon maximum lactate steady-state and blood lactate concentration. *European journal of applied physiology*, 94(3), 277-284.
- Miravittles, M., Soriano, J. B., Garcia-Rio, F., Muñoz, L., Duran-Tauleria, E., Sanchez, G., Sobradillo, V., Ancochea, J. (2009). Prevalence of COPD in Spain: impact of undiagnosed COPD on quality of life and daily life activities. *Thorax*, 64(10), 863-868.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6(7), e1000097.
- Nikoleitou, D., Man, W. D. C., Mustafa, N., Moore, J., Rafferty, G., Grant, R. L., Johnson, L., Moxham, J. (2016). Evaluation of the effectiveness of a home-based inspiratory muscle training programme in patients with chronic obstructive pulmonary disease using multiple inspiratory muscle tests. *Disability and rehabilitation*, 38(3), 250-259.
- O'donnell, D. E., & Laveneziana, P. (2006). Physiology and consequences of lung hyperinflation in COPD. *European Respiratory Review*, 15(100), 61-67.
- Ottenheijm, C. A., Heunks, L. M., & Dekhuijzen, R. P. (2008). Diaphragm adaptations in patients with COPD. *Respiratory research*, 9(1), 1-14.
- Paiva, D. N., Assmann, L. B., Bordin, D. F., Gass, R., Jost, R. T., Bernardo-Filho, M., R. França, A., Cardoso, D. M. (2015). Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective?. *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)*, 21(2), 76-81.

Pessoa, I., Schlauser, M. B., Parreira, V. F., Fregonezi, G. A., Sheel, A. W., Chung, F., & Reid, W. D. (2014). Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Canadian respiratory journal*, 21(1), 43-50.

Polla, B., D'antona, G., Bottinelli, R., & Reggiani, C. (2004). Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax*, 59(9), 808-817.

Ramírez-Sarmiento, A., Orozco-Levi, M., Güell, R., Barreiro, E., Hernandez, N., Mota, S., Sangenis, M., Broquetas, J. M., Casan, P., Gea, J. (2002). Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 166(11), 1491-1497.

Rossi, A., Aisanov, Z., Avdeev, S., Di Maria, G., Donner, C. F., Izquierdo, J. L., Roche, N., Similowski, T., Watz, H., Worth, H., Miravittles, M. (2015). Mechanisms, assessment and therapeutic implications of lung hyperinflation in COPD. *Respiratory medicine*, 109(7), 785-802.

Sachs, M. C., Enright, P. L., Stukovsky, K. D. H., Jiang, R., & Barr, R. G. (2009). Performance of maximum inspiratory pressure tests and maximum inspiratory pressure reference equations for 4 race/ethnic groups. *Respiratory care*, 54(10), 1321-1328.

Shirtcliffe, P., Weatherall, M., Marsh, S., Travers, J., Hansell, A., McNaughton, A., Aldington, S., Muellenova., Beasley, R. (2007). COPD prevalence in a random population survey: a matter of definition. *European Respiratory Journal*, 30(2), 232-239.

Sociedade Portuguesa de Pneumologia (2019). [Em linha]. Disponível em : <https://www.sppneumologia.pt/noticias/dpo-que-portugueses-desconhecem-doenca-que-e-uma-das-principais-causas-de-morte-no-nosso-pais>.

Takahashi, M., Fukuoka, J., Nitta, N., Takazakura, R., Nagatani, Y., Murakami, Y., Otani, H., Murata, K. (2008). Imaging of pulmonary emphysema: a pictorial review. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 3(2), 193-204.