

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS
LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA
PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**O Efeito do Treino dos Músculos Inspiratórios em Pacientes com
Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica: Revisão bibliográfica**

Fabiana Maria Costa Palmela
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
35462@ufp.edu.pt

Mariana Duarte
Mestre em Fisioterapia Cardiorrespiratória
Escola Superior de Saúde – UFP
marianad@ufp.edu.pt

Porto, abril 2020

Resumo

Objetivo: Averiguar o efeito do Treino dos Músculos Inspiratórios (TMI), utilizando o *Threshold*, em pacientes com DPOC. **Metodologia:** Pesquisa computadorizada através das bases de dados PubMed, PEDro e Science Direct, para identificar estudos randomizados controlados que avaliam a eficácia do TMI na sintomatologia em pacientes com DPOC. **Resultados:** Nesta revisão foram incluídos 7 artigos envolvendo 280 pacientes, com uma classificação metodológica média de 7 em 10 na escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro): 2 artigos comparam o TMI ao TME, em que 1 deles combinou com outras técnicas fisioterapêuticas; 2 artigos utilizaram o TMI a alta intensidade e, 1 artigo o TMI a intensidade intermédia, na qual os 3 compararam com o TMI de baixa intensidade; 1 comparou o TMI ao treino aeróbio e por último, 1 artigo comparou o *Threshold* com o *Resistive Load Device* no treino dos músculos inspiratórios. **Conclusão:** Os estudos incluídos nesta revisão sugerem que o TMI é uma ferramenta que pode influenciar positivamente a qualidade de vida dos indivíduos com DPOC e poderá ser integrado nos planos de reabilitação, simultaneamente com outras técnicas fisioterapêuticas.

Palavras-chave: Treino dos músculos inspiratórios; *threshold*; doença pulmonar obstrutiva crónica, fisioterapia.

Abstract

Aim: Investigate the Inspiratory Muscle Training (IMT) effect in COPD patients by means of Threshold. **Methods:** A computerized research through PubMed, PEDro and Science Direct databases was conducted to identify the randomized controlled trials (RCT) that evaluate the IMT efficiency on the patients's COPD symptoms. **Results:** In this review were included 7 RCTs involving 280 patients. They were classified in 7/10, based on Physiotherapy Evidence Database Scale (PEDro): 2 articles compared IMT with EMT, of which 1 combined the groups with other physiotherapeutic techniques; 2 articles used high intensity IMT, and 1 used intermediate, of which all 3 compared to low intensity IMT; 1 article compared IMT with aerobic exercise and the last one compared the Threshold with Resistive Load Device on inspiratory muscle training. **Conclusion:** The studies included in this review suggest that IMT can be a tool with a positive influence in CPOD patients's quality of life and should be integrated in rehabilitation programs with other physiotherapeutic techniques.

Keywords: *Inspiratory muscle training; threshold; chronic obstructive pulmonary disease, physical therapy.*

Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) é caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação progressiva do fluxo aéreo pulmonar. Está associada a uma inflamação crónica das vias aéreas por inalação significativa de partículas ou gases nocivos (Direção Geral de Saúde, 2005 e GOLD, 2018). Exacerbações e comorbidades contribuem para a gravidade geral em pacientes individuais (Vestbo et al., 2013).

A DPOC é uma doença de encargo social com alto custo financeiro, sendo que, em 2016, foi considerada a 3ª causa de morte no mundo (World Health Organization, 2016). Segundo o Observatório nacional das doenças respiratórias – ONDR (2018), a prevalência estimada da doença em Portugal é de 14,2% para os portugueses com mais de 40 anos. E em 2016, dos doentes internados por DPOC, 66% eram do sexo masculino (ONDR, 2018).

A limitação do fluxo aéreo é determinada pela espirometria e um indivíduo sofre de DPOC quando o Índice de Tiffeneau é inferior a 70%. A doença pode diferenciar-se em quatro fases, tendo em consideração os valores do volume expiratório forçado durante 1 segundo (VEF₁) (GOLD, 2018). Os sintomas característicos da DPOC são dispneia, tosse e/ou produção de secreções (Direção Geral de Saúde, 2005 e GOLD, 2018). A inflamação anómala dos pulmões leva a um estreitamento das vias aéreas e induz a destruição dos tecidos do parênquima pulmonar - enfisema, e interrupção do reparo normal dos mecanismos de defesa, resultando em fibroses nas pequenas vias aéreas (Vestbo et al., 2013). Consequentemente, dá-se a perda de ligações alveolares nas pequenas vias aéreas, diminuindo a elasticidade pulmonar, dando-se a retenção de ar no final de cada expiração (hiperinsuflação), criando uma pressão positiva (GOLD, 2018). A pressão positiva anormal obriga ao diafragma, principal músculo inspiratório, a executar um trabalho em excesso durante o início da inspiração para combater a pressão positiva e, posteriormente, gerar uma pressão negativa, que irá proporcionar o fluxo de ar para dentro dos pulmões (Ottenheijm et al., 2005 e Tout, Tayara e Halimi, 2013). O trabalho em excesso do diafragma requer um dispêndio de energia que de outra forma não existiria (Tout, Tayara e Halimi, 2013). Segundo um estudo de Ottenheijm et al. (2005), “as fibras musculares do diafragma de pacientes com DPOC apresentam reduzida capacidade de gerar força”, comprometendo o mecanismo ventilatório. Consequentemente, haverá uma maior solicitação dos músculos acessórios da inspiração (Tout, Tayara e Halimi, 2013). Podem considerar-se quatro alterações que diminuem a tolerância ao exercício nos doentes com DPOC: mecânica pulmonar anormal, disfunção muscular esquelética (Gosker et al., 2001), alterações nas trocas gasosas pulmonares e a insuficiência vascular pulmonar (Vestbo et al., 2013). Havendo um

aumento do trabalho dos músculos inspiratórios, há conseqüentemente a necessidade de aumentar a demanda de oxigênio necessária (Ottenheim et al., 2005), simultaneamente, dá-se o decréscimo do fluxo respiratório, impossibilitando esse aumento de oxigênio aos músculos respiratórios, contribuindo para a dispneia sentida pelo indivíduo e, posteriormente, afetando-o na resistência ao exercício, levando-o à fadiga (Calverley e Koulouris, 2005).

Pacientes com DPOC aparentam beneficiar de reabilitação e manutenção da atividade física, melhorando a tolerância ao exercício e diminuindo a sensação de dispneia e fadiga (Vestbo et al., 2003).

O TMI tem vindo a receber um interesse considerável como um método associado à melhoria da performance no exercício de forma global em sujeitos saudáveis, apesar dos mecanismos que explicam este fenómeno ainda não serem claros atualmente (Witt et al., 2007). Assim como, tem vindo a ser estudada a influência do TMI em indivíduos com DPOC, comprovando ser uma ferramenta útil na reabilitação dos mesmos (Lotters, Tol, Kwakkel e Gosselink, 2002 e Witt et al., 2007).

Quando há um comprometimento das vias aéreas intratorácicas e extratorácicas, há conseqüentemente limitações significativas nas trocas gasosas, logo alteração nos níveis de O_2 necessários durante a performance de uma atividade (Dempsey, McKensie, Hauerkamp e Eldridge, 2008). O estudo efetuado por Dempsey, McKensie, Hauerkamp e Eldridge (2008), teve como objetivo analisar as conseqüências no metabolismo humano após fadiga dos músculos inspiratórios. O investigador sugeriu que, quando os músculos respiratórios entram em fadiga dá-se uma acumulação de metabólitos no sistema respiratório, por incapacidade do organismo de os eliminar em proporção da sua produção. Este fenómeno ativa o reflexo metabólico simpático e desencadeia uma vasoconstrição periférica mediada pelo aumento da atividade simpática, levando à instalação de fadiga no sistema musculoesquelético e, conseqüentemente, redução da intensidade de execução do exercício (McConnell e Lomax, 2006 e Sheel et al., 2001).

Enquanto indivíduos saudáveis atingem o limiar de fadiga em exercícios de alta intensidade ou por longos períodos, em que o consumo máximo de oxigênio é $> 80\%$ ($VO_{2máx}$) (Harms, 2007), pacientes com DPOC atingem o limiar em intensidades menores, entrando em fadiga mais rapidamente. De acordo com Lomax e McConnell (2003), a fadiga instalada nos músculos inspiratórios durante o exercício, altera a capacidade ventilatória, havendo necessidade de um maior recrutamento de fluxo sanguíneo para os músculos respiratórios, comprometendo o aporte de sangue aos músculos locomotores em atividade. A diminuição do fluxo sanguíneo à periferia ocorre através de uma vasoconstrição simpática a nível muscular, limitando a perfusão

sanguínea nos músculos locomotores (Lomax e McConnell, 2003). Resultados que vão de acordo com um estudo efetuado por Harms et al. 1997. Desta forma, formulou-se o conceito de que o trabalho dos músculos inspiratórios influencia a tolerância ao exercício (Sheel et al., 2001 e Romer et al., 2006).

O TMI tem vindo a ser associado a mudanças favoráveis nos níveis de lactato durante o exercício, aumento da espessura do diafragma, resistência à fadiga e aumento de força dos músculos inspiratórios. (Witt et al., 2007). Apesar de não haver ainda dados estatísticos significativos para a influência do TMI sobre o reflexo metabólico simpático, McConnell e Lomax (2006), sugerem que o TMI atenua ou atrase as “alterações vasomotoras induzidas pelo fluxo metabólico dos músculos inspiratórios”, pressupondo a melhoria da performance do indivíduo ao exercício.

O *Threshold* é o aparelho mais frequentemente utilizado no TMI com maior número de evidência científica sobre a sua viabilidade na potencialização do mecanismo ventilatório (Caine e McConnell, 2000). O dispositivo, medido em cmH₂O, gera uma resistência durante a inspiração, através de um sistema de mola com uma válvula unidirecional. (Caine e McConnell, 2000 e Mehani, 2017).

A presente revisão reuniu investigações já executadas com *Threshold* em pacientes com DPOC. Tem como objetivo averiguar a eficácia do treino dos músculos inspiratórios quer na otimização da função muscular inspiratória, quer na otimização da função pulmonar global, analisando em que parâmetros o TMI influencia o paciente, tornando-se numa ferramenta útil na reabilitação fisioterapêutica.

Metodologia

Foi efetuada uma pesquisa através das bases de dados PubMed, PEDro e Science Direct. Durante a pesquisa foram utilizadas as palavras-chave: *Inspiratory muscle training; threshold; chronic obstructive pulmonary disease, physical therapy*, utilizando o operador de lógica (AND).

Os estudos selecionados foram submetidos a critérios de seleção.

-Critérios de inclusão foram: (1) estudos randomizados controlados, (2) acesso livre, (3) estudos em humanos, (4) pacientes com DPOC, (5) grupos experimentais com intervenção nos músculos inspiratórios com recurso a *Threshold*, (6) artigos em inglês.

-Critérios de exclusão foram: (1) estudos de caso ou revisões de literatura, (2) duplicados, (3) artigos sem acesso livre, (4) intervenções que após a leitura do resumo não se enquadravam com o objetivo de pesquisa deste trabalho.

O fluxograma referente à pesquisa bibliográfica realizada está representado na Figura 1.

Após a seleção dos artigos que cumpriram os critérios de elegibilidade foram analisados criteriosamente e sujeitos a uma avaliação de qualidade metodológica segundo a base de dados *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), que está representado na tabela 1.

Resultados

Após a pesquisa nas diferentes bases de dados, foram selecionados um total de 97 artigos, dos quais apenas 7 artigos randomizados controlados foram incluídos. Tendo em consideração os critérios de inclusão e exclusão, dos 97 artigos foram excluídos um total de 90 artigos: 56 artigos por serem revisões, 20 artigos por não serem de acesso livre, 11 por não se enquadrarem na temática, 1 por não ser de língua inglesa e 1 por ser duplicado. Perfazendo um total de 7 artigos, respeitando todos os critérios. Os estudos incluídos fizeram referência a vários parâmetros, nomeadamente, autor, ano de publicação, número amostral, intervenções por grupo de estudo, follow-up, instrumentos de avaliação e resultados.

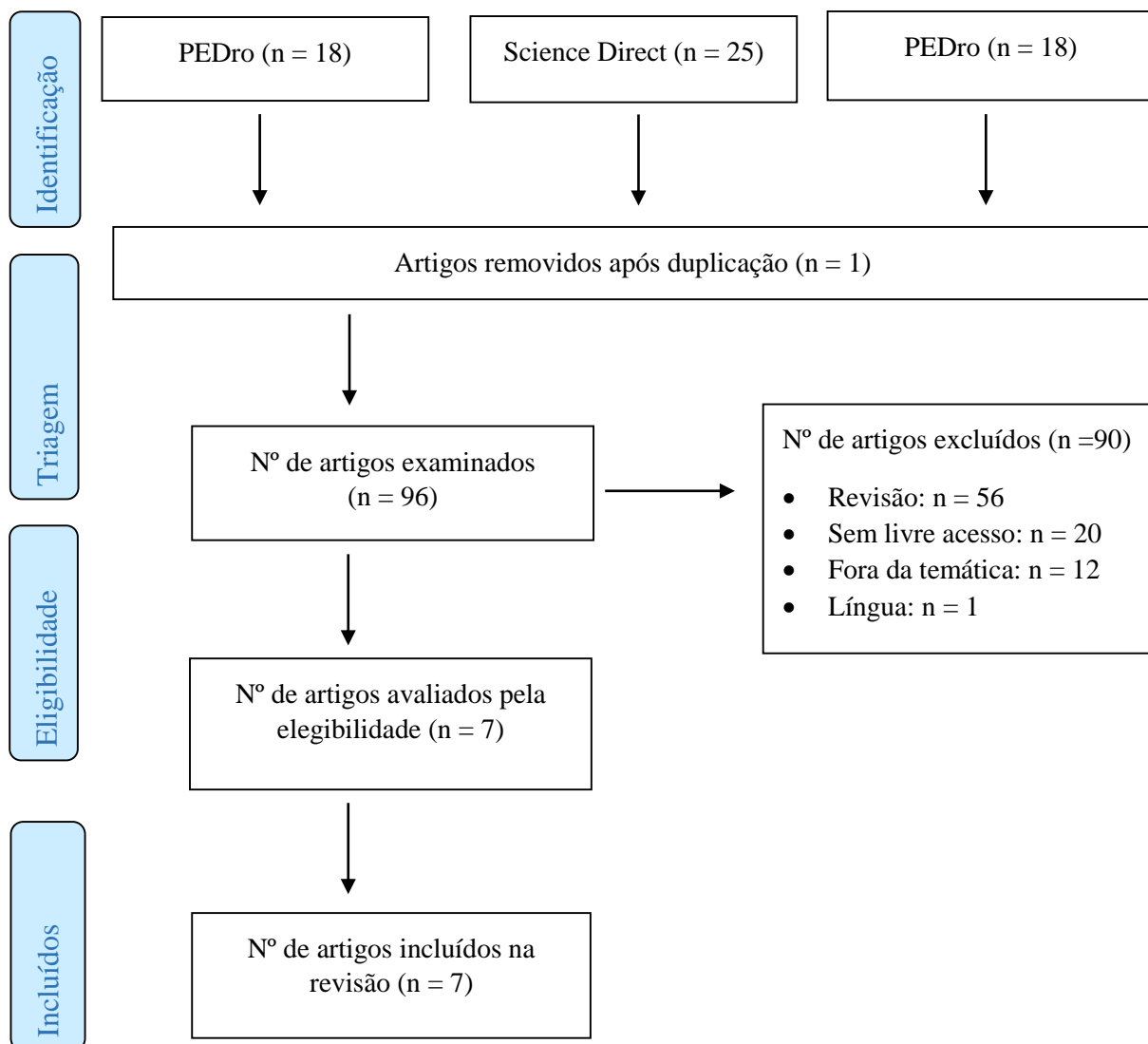


Figure 1: fluxograma de seleção de estudos.

Qualidade metodológica

Os estudos randomizados controlados apresentam um score médio de 7 em 10, sendo o valor mínimo de 4 e o máximo de 7. Os estudos incluídos fizeram referência a vários parâmetros, nomeadamente autor, ano de publicação, número amostral, intervenções por grupo de estudo, follow-up, instrumentos de avaliação e resultados (Tabela 1).

Tabela 1- Qualidade metodológica dos estudos randomizados controlados incluídos na revisão segundo a escala de PEDro.

Estudo	Total
Mehani (2017)	6/10
Wu <i>et al.</i> (2017)	4/10
Majewska-Pulsakowska, Wytrychowski e Rozek-Piechura (2015)	4/10
Tout, Tayara, e Halimi (2013)	4/10
Hill et al. (2007)	7/10
Hell et al. (2006)	7/10
Villafranca, Borzone, Leiva e Lisboa (1998)	5/10

Foram incluídos um total de 280 indivíduos com DPOC. Os protocolos tiveram uma duração de 8 semanas, com exceção de um que utilizou 10 semanas. A intensidade do *Threshold* variou entre 10% e 60% do $PI_{máx}$. O TMI foi usado como tratamento isolado em pelo menos um grupo experimental em todos os artigos, com exceção de um que combinou o tratamento com técnicas manuais de fisioterapia respiratória e comparou ao treino dos músculos expiratórios (TME) (Tout, Tayara e Halimi, 2013). Outro artigo comparou o TMI ao TME (Mehani, 2017). Dois artigos compararam o TMI de alta intensidade, com TMI de baixa intensidade (Hill et al, 2006; Hill et al., 2007). Outro comparou o TMI com intensidade moderada ao TMI de baixa intensidade (Villafranca, Borzone, Leiva e Lisboa, 1998). Um artigo comparou o TMI ao treino dos membros inferiores/aeróbio (Majewska-Pulsakowska, Wytrychowski e Rozek-Piechura, 2015) e, outro artigo comparou o treino do TMI com *Threshold* ao treino de TMI com outro dispositivo (Wu, *et al.*, 2017).

Tabela 2- Apresentação dos estudos para a revisão bibliográfica

Autor(es)/ Ano	Características Demográficas	Duração/ Follow-up	Protocolo de Intervenção	Parâmetros avaliados	Resultados
Mehani, (2017)	<p>N=40 GA (TMI): n=25 GB (TME): n=25</p> <p>TMI e TME através da utilização de Threshold</p> <p>Inclui pacientes com DPOC grau II, VEF₁/CVF < 70%, segundo a GOLD.</p>	<p>Duração: 2 meses; Treino supervisionado, efetuado 3 vezes por semana.</p> <p>Follow-up: avaliação e reavaliação na 1^a e 8^a semana, respetivamente. Inicialmente a resistência foi ajustada para 15% do PI_{máx}/PE_{máx}. A cada semana era aumentada 5-10% do PI_{máx}/PE_{máx}, até perfazer 60% na última semana.</p>	<p>TMI: 6 series de 5 inspirações profundas com o dispositivo de treino. Foi administrado placebo com TME.</p> <p>TME: 6 series de 5 expirações profundas com dispositivo de treino. Foi administrado placebo com TMI.</p>	<p>VEF₁; CVF; VEF₁/CVF; VEF₁%; CVF%; PI_{máx}; PE_{máx}; SaO₂%; PaO₂; PaCO₂; HCO₃; pH; <i>6-minute walking test (6MWT)</i>;</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa no TMI, comparativamente ao TME, nos parâmetros PI_{máx} (p=0,0001), PaCO₂ (p=0,0005), PaO₂ (p=0,0005), HCO₃ (p=0,0001), SaO₂% (p=0,0001) e 6MWT (p=0,0001)</p>
Wu, et al., (2017)	<p>N= 60 GE_A (R-TMI): n=21 GE_B (T-TMI): n=19 GC: n=20</p> <p>GE_A (R-TMI): TMI com <i>resistive load device</i> (RDL) GE_B (T-TMI): TMI com <i>Threshold</i></p> <p>Inclui pacientes com DPOC grau III e IV, VEF₁/CVF < 70%, segundo a GOLD.</p>	<p>Duração: 8 semanas;</p> <p>Follow-up: avaliação e reavaliação na 1^a e 8^a semanas, respetivamente.</p> <p>As cargas eram ajustadas 2 em 2 semanas para manter 60% do PTP_{MIP} nos GE_A e GE_B.</p>	<p>R-TMI: 2 vezes/semana, durante 15 min, ciclos respiratórios no dispositivo, com uma resistência inspiratória de 60% do PTP_{MIP}</p> <p>T-TMI: 2 vezes/semana, durante 15 min, ciclos respiratórios no dispositivo, com uma resistência inspiratória de 60% do PTP_{MIP}</p> <p>GC: sem programa de reabilitação</p>	<p>VEF₁; CVF; VEF₁/CVF; CVP; CI; PI_{máx}; <i>Chronic respiratory Disease Questionnaire</i> (CRQ); <i>baseline dyspnea index</i> (BDI); <i>transition dyspnea index</i> (TDI); Teste físico na bicicleta estática: tempo de resistência, W_{máx}; VO_{2,máx}, e V'P/VCO₂.</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa no GE_A e GE_B comparativamente ao GC nos parâmetros PI_{máx} (p<0,001), CRQ (p<0,005) e TDI (p<0,005).</p> <p>Melhoria estatisticamente significativa no GE_A comparativamente ao GE_B, no CRQ (p<0,05), TDI (p<0,05) e teste físico (p<0,05).</p>

<p>Majewska-Pulsakowska, Wytrychowski e Rozek-Piechura, (2015)</p>	<p>N=43 GE_A (n=8): TMI com <i>Threshold</i> GE_B (n=9): treino na bicicleta ergométrica (TBE) GE_C (n=13): TMI e TBE GC (n=13): sem programa de reabilitação</p> <p>Inclui pacientes com DPOC grau II e III, VEF₁/CVF < 70%, segundo a GOLD.</p>	<p>Duração: 8 semanas</p> <p>Follow-up: avaliação e reavaliação na 1^a e 8^a semanas, respetivamente</p> <p>As cargas do TMI no GE_A e GE_C foram ajustadas iniciando com 30% do PI_{máx}, até alcançar os 60% do PI_{máx}.</p>	<p>GE_B e GE_C: TBE 3 vezes/semana. Iniciou com 28 min e gradualmente alcançou os 45 min, incluindo 3min de aquecimento e 3 min de relaxamento. GE_A e GE_C: 5 vezes/semana e 2 vezes/ dia, inspirações profundas com o <i>Threshold</i>. Iniciou com 5 min e gradualmente alcançou os 15 min.</p>	<p><i>St. George's Respiratory Questionnaire</i> (SGRQ)</p> <p>VEF₁; VEF₁ %</p> <p>PI_{máx};</p> <p>Teste de esforço na passadeira utilizando o Protocolo Modificado de Bruce</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa GE_C comparativamente ao GC, no parâmetro SGRQ (p=0,02).</p>
<p>Tout, Tayara e Halimi, (2013)</p>	<p>N=40 GE_A (n=10): TMI com <i>Threshold</i>, fisioterapia respiratória GE_B (n=10): TME com <i>Threshold</i>; fisioterapia respiratória GE_C (n=10): TMI e TME; fisioterapia respiratória GC (n=10): fisioterapia respiratória</p> <p>Inclui pacientes com DPOC grau II, VEF₁/CVF < 70%, segundo a GOLD.</p>	<p>Duração: 8 semanas. 2 sessões/semana, num total de 16 sessões.</p> <p>Follow-up: avaliação e reavaliação na 1^a e 16^a sessões, respetivamente. A cada semana a resistência <i>Threshold</i> era ajustada, iniciou com 30% do PI_{máx} e do PE_{máx}, até perfazer 60% na última semana. A duração aumentou gradualmente até alcançar os 20/30 min.</p>	<p>GE_A, B e C e GC: EFA ou ELTGOL; Reabilitação diafragmática; Treino dos membros inferiores; Programa de suporte psicológico; Educação direcionada à cessação do tabagismo; GE_A: TMI - inspirações profundas de 8 a 10 ciclos/2 minutos; GE_B: TME - expirações rápidas e fortes e 8 a 10 ciclos/2 minutos; GE_C: TMI e TME, 4 a 5 ciclos/2 min., cada um.</p>	<p>VEF₁, PFE; PFI Qualidade de vida – SGRQ; Dispneia – Escala Sadoul; PE_{máx}; PI_{máx}; 6MWT; FC; Escala Visual Analógica da Fadiga (VAFS); radiografia – recesso costodiafragmático.</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa no G_A comparativamente ao GE_B, GE_C e GC, nos parâmetros FEV₁ (p=0,03), PFE (p=0,01) e 6MWT (p<0,05).</p> <p>Melhoria significativa no parâmetro PI_{máx}, no GE_A (p=0,008) e GE_C (p=0,001), comparativamente ao GE_B e GC.</p>
<p>Hill et al., (2007)</p>	<p>n=33 GE (H-TMI): n=17 GC (S-TMI): n=16</p>	<p>Duração: 8 semanas</p> <p>Follow-up: Antes da randomização foi efetuada uma triagem de</p>	<p>GE: 3 vezes/semana, 7 ciclos de inspirações até 2 min. A carga iniciou a 45% do PI_{máx} e aumentou progressivamente</p>	<p>VEF₁, CVF; VEF₁/CVF; VEF₁%; CVF%; T₁; T_E; ITP; T_{lim}; PI_{máx}; P_{th, máx}; Padrão respiratório;</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa no GE comparativamente ao GC nos parâmetros PI_{máx}</p>

	<p>GE e GC: TMI através da utilização do <i>Threshold</i></p> <p>Inclui pacientes com DPOC, em que $VEF_1/CVF < 70\%$ e $VEF_1 \leq 15\% - 70\%$ segundo a GOLD.</p>	<p>2 semanas e feita a 1ª avaliação.</p> <p>Reavaliação na 8ª semana, após iniciar o programa.</p>	<p>mantendo-se tolerável nos 2 min.</p> <p>GC: 3 vezes/semana, 7 ciclos de inspirações a 10% do $PI_{m\acute{a}x}$ por 2 min, sem alteração da resistência.</p>		<p>($p=0,002$), $P_{th,m\acute{a}x}$ ($p<0,05$) e T_{lim} ($p<0,05$).</p>
<p>Hell et al., (2006)</p>	<p>n=33</p> <p>GE (H-TMI): n=17</p> <p>GC (S-TMI): n=16</p> <p>GE e GC: TMI através da utilização do <i>Threshold</i></p> <p>Inclui pacientes com DPOC, em que $VEF_1/CVF < 70\%$ e $VEF_1 \leq 15\% - 70\%$ segundo a GOLD.</p>	<p>Duração: 8 semanas</p> <p>Follow-up: Antes de iniciar o programa de reabilitação foi efetuada uma triagem de 2 semanas e feita a 1ª avaliação.</p> <p>Reavaliação na 8ª semana, após iniciar o programa.</p>	<p>GE: 3 vezes/semana, 7 ciclos de inspirações com carga máxima tolerável para 2 min, aumentando progressivamente.</p> <p>GC: 3 vezes/semana, 7 ciclos de inspirações a 10% do $PI_{m\acute{a}x}$ por 2 min, sem alteração da resistência.</p>	<p>VEF_1; CVF; VEF_1/CVF; $VEF_1\%$; CVF%; DL_{CO}; CRF; $PI_{m\acute{a}x}$; $P_{th, m\acute{a}x}$</p> <p>Bicicleta estática; 6MWT;</p> <p>Escala de Borg Modificada;</p> <p><i>Chronic Respiratory Disease Questionnaire</i> (CRDQ).</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa no GE comparativamente ao GC nos parâmetros $PI_{m\acute{a}x}$ ($p=0,002$), $P_{th, m\acute{a}x}$ ($p<0,001$), $P_{th, m\acute{a}x}/PI_{m\acute{a}x}$ ($p=0,012$) e 6MWT ($p=0,018$).</p>
<p>Villafranca, Borzone, Leiva e Lisboa, (1998)</p>	<p>N=31</p> <p>Grupo A: n=10</p> <p>Grupo B: n=10</p> <p>Grupo C: n=11</p> <p>GA, GB e GC: TMI através da utilização do <i>Threshold</i></p> <p>Inclui pacientes com DPOC, em que $VEF_1/CVF < 60\%$ segundo a GOLD.</p>	<p>Duração: 10 semanas</p> <p>Follow-up: GA e GB avaliação na 1ª semana. GC avaliação na 1ª semana, reavaliação na 5ª e 10ª semanas.</p> <p>A cada semana a carga do <i>Threshold</i> era ajustada em cada grupo.</p>	<p>GA, GB, GC: 15 min, 2 vezes/dia, por 6 dias/semana.</p> <p>GA: Inspirações profundas a 30% do $PI_{m\acute{a}x}$</p> <p>GB: Inspirações profundas a 10% do $PI_{m\acute{a}x}$</p> <p>GC: Inspirações profundas a 30% do $PI_{m\acute{a}x}$ com registo do padrão respiratório.</p>	<p>Escala de Borg;</p> <p>$PI_{m\acute{a}x}$</p> <p>V_I;</p> <p>$P_{th} \times VI$ ($P_{m\acute{a}x}$);</p> <p>VC;</p> <p>T_I;</p> <p>FR;</p> <p>VC/ T_I</p>	<p>Melhoria estatisticamente significativa no GA comparativamente ao GB no parâmetro V_I ($p<0,025$)</p> <p>Melhoria estatisticamente significativa no GC relativamente aos parâmetros V_I ($p=0,001$), T_I ($p<0,001$).</p>

Legenda: VEF_1 , volume expiratório forçado num segundo; CVF, capacidade vital forçada; VEF_1/CVF , índice de Tiffeneau; $PI_{m\acute{a}x}$, pressão - inspiratória máx.; $PE_{m\acute{a}x}$, pressão expiratória máx.; CI, capacidade inspiratória; $W_{m\acute{a}x}$, trabalho máx.; $VO_{2m\acute{a}x}$, consumo máx. de O_2 ; $V'P$, ventilação pulmonar; PFI, débito inspiratório forçado; PFE, débito expiratório forçado; FC, frequência cardíaca; $P_{th, m\acute{a}x}$, resistência dos músculos inspiratórios em 30 seg.; T_I , tempo inspiratório; T_E , tempo expiratório; T_{lim} , tempo de inspiração contra uma carga submáxima; DL_{CO} , capacidade de difusão do CO; CRF, capacidade residual forçada; VI, velocidade inspiratório; $P_{m\acute{a}x}$, pressão máx. e ITP, índice tempo-pressão.

Discussão

Após aplicação do TMI ocorre hipertrofia dos músculos inspiratórios, principalmente do diafragma (McConnell e Lomax, 2006). Apesar de ainda não ser cientificamente claro o mecanismo de atuação, pressupõe-se que, conseqüentemente à hipertrofia dos músculos inspiratórios, o TMI influencie na inibição do reflexo metabólico, melhorando a performance respiratória, retardando a fadiga e aumentando a resistência ao exercício (McConnell e Lomax, 2006 e Witt et al., 2007). Indivíduos com DPOC, podem apresentar fraqueza dos músculos inspiratórios, comprometendo todo o desempenho do indivíduo nas tarefas do dia-a-dia. Desta forma, tem vindo a ser do interesse científico, a pertinência do TMI em programas de reabilitação de pacientes com DPOC (Lotters et al., 2002).

Todos os artigos incluídos nesta revisão submeteram um grupo experimental de pacientes com DPOC ao TMI com o *Threshold*. Foram incluídos pacientes com graus de DPOC entre moderado a muito severo. Todos os artigos avaliaram a força dos músculos inspiratórios, através do $PI_{máx}$. Globalmente pretendem determinar de que forma o treino interfere com a sintomatologia e performance pulmonar, tendo ou não, conseqüências na atividade física e na qualidade de vida (QV).

O estudo efetuado por Mehani (2017), comparou o TMI com o TME. Os resultados do TMI revelaram uma melhoria da força dos músculos inspiratórios (PI), da função pulmonar, dos valores das análises sanguíneas e 6MWT. Os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si, com melhores resultados para o TMI, com exceção dos testes pulmonares onde não existiram diferenças estatisticamente significativas entre grupos. O 6MWT sofreu uma melhoria de, aproximadamente 25%, onde os resultados evidenciam uma forte correlação ($r=0,08$) relativamente ao PI. Os autores pressupõem que, conseqüentemente, ao aumento da força dos músculos inspiratórios, dá-se o aumento da perfusão na periferia, melhorando a performance do indivíduo na atividade. Tal como afirmou Downey et al. (2007) no seu estudo. Os autores demonstraram que no TME há um aumento da força dos músculos expiratórios, nomeadamente do abdominal, que poderia como conseqüência, elevar o diafragma e desta forma reduzir o ar aprisionado no tórax (Mota, et al., 2007). A superioridade de resultados no grupo TMI, segundo Neves et al. (2014) *cit. in* Mehani (2017), pode ter por base o aumento dos músculos expiratórios, sem o aumento dos músculos inspiratórios, não ser suficiente para atenuar a sensação de dispneia associada ao esforço. Em suma, este artigo defende que aplicação do TMI e TME em programas de reabilitação de pacientes com

DPOC tem melhorias na função pulmonar, força dos músculos respiratórios, oxigenação sanguínea e 6MWT.

O estudo de Majewska-Pulsakowska, Wytrychowski e Rozek-Piechura (2015), evidenciou que os pacientes com DPOC beneficiam do TMI, obtendo melhores resultados quando combinados com exercício aeróbio e treino dos membros inferiores. A melhoria da capacidade aeróbia diminui o dispêndio energético desproporcional. Permitindo assim ao indivíduo maximizar favoravelmente o consumo energético e de O₂, diminuindo a sensação de dispneia e aumentando a resistência ao esforço, retardando a fadiga (Oga *et al.*, 2003).

O artigo de Villafranca, Borzone, Leiva e Lisboa (1998), demonstrou que o aumento da potência inspiratória ocorre maioritariamente pelo aumento da velocidade inspiratória (V_I), num TMI a intensidade moderada (30% do PI_{máx}), comparativamente a um treino de baixa intensidade (10% do PI_{máx}). Os autores sugerem que o treino a intensidade intermédia resulta tanto num aumento da força como da resistência. Em concordância, o estudo de Mehani (2017) e Tout, Tayara e Halimi (2013), pressupõem que a melhoria da capacidade inspiratória se reflita num aumento da V_I, em proporção da diminuição do tempo, permitindo desta forma, mais tempo para a expiração, facilitando o esvaziamento do pulmão e reduzindo a hiperinsuflação. Facto que pode explicar as melhorias observadas no FEV₁ e CVF.

Wu *et al.* (2017), comparou o TMI efetuado com o *Threshold* e com o *resistive load device (RLD)*. Igualmente ao *Threshold*, o *RLD* quantifica a carga inspiratória através da pressão dos músculos inspiratórios, no entanto, não possui um mecanismo de resistência intrínseco, sendo esta providenciada pelo próprio fluxo inspiratório do paciente. Ambos os grupos apresentaram efeitos favoráveis na ventilação mecânica e melhoria da qualidade de vida, que os autores apontam estar intimamente ligada com a diminuição da sensação de dispneia. Também demonstraram melhorias na performance física, acompanhada de um aumento da ventilação pulmonar e, conseqüentemente, do aporte de oxigénio aos músculos. Desta forma, os autores sugerem que o TMI influencie positivamente na reabilitação destes indivíduos.

No estudo efetuado por Tout, Tayara e Halimi (2013), após o programa de reabilitação observou-se que todos os grupos sofreram alterações positivas no 6MWT, principalmente com o TMI (GE_A). O PI_{máx} melhorou significativamente no GE_A e no grupo onde o TMI foi combinado com fisioterapia respiratória (GE_C). Relativamente à avaliação pulmonar, apenas os resultados de FEV₁ e do débito expiratório forçado (PFE) no grupo relativo ao

TMI apresentam diferenças significativas desde a primeira avaliação. O PFE é afetado pelo grau de insuflação pulmonar e representa o fluxo máximo gerado durante uma expiração forçada. É um indicador direto de obstrução das grandes vias aéreas (Ike et al., 2017 *cit. in* Tout, Tayara e Halimi, 2013). Pacientes com DPOC podem apresentar hiperinsuflação pulmonar devido à perda de elasticidade do tecido pulmonar e por isso, valores desfavoráveis no PFE. Os autores consideram os resultados à função pulmonar “não consistentes”, mas estatisticamente significativos. Seria de esperar uma diferença significativa no GE_C , tendo em conta que ambos intervêm com TMI, facto que não se observa. As falhas apontadas podem ocorrer por um reduzido número de indivíduos em cada grupo, traduzindo-se numa menor variabilidade de características individuais e por conseguinte, menor variabilidade dentro da amostra. Os autores concluem que independentemente do programa de reabilitação aplicado, é sempre pertinente haver treino dos músculos respiratórios e exercício para melhoria da dispneia e qualidade de vida. Sendo de principal importância em indivíduos mais novos, entre 45 aos 51 anos, em fases mais iniciais da doença (Crisafulli et al., 2007 *cit. in* Tout, Tayara e Halimi, 2013). Traduzindo-se em melhorar a condição do indivíduo para suportar complicações futuras da progressão natural da doença.

Hill et al. (2006) defendem que o seu estudo foi efetuado através de um rigoroso procedimento antecedido de um período de familiarização com objetivo de aumentar a fiabilidade dos resultados obtidos. No estudo presente é comparado o TMI, com cargas máximas progressivas com período de descanso, ao treino a baixas intensidades sem progressão da resistência. Ambos os grupos aumentaram significativamente o $PI_{máx}$, sendo os resultados mais elevados para o TMI a alta intensidade havendo um aumento da força e resistência dos músculos inspiratórios. Ambos os grupos apresentaram melhorias na sensação de dispneia durante as atividades de vida diárias, onde o grupo de TMI a alta intensidade sofre uma melhoria superior. O TMI melhora a QV dos indivíduos, principalmente pela diminuição da sensação de dispneia. Essa diminuição está associada ao aumento da força dos músculos inspiratórios resultando numa redução do trabalho ventilatório e redução da perceção do esforço inspiratório. Relativamente ao 6MWT, o estudo não revela alterações significativas. O TMI a baixa intensidade e com cargas mantidas aparenta ter um efeito positivo menor nos parâmetros referidos, no entanto, positivo. O que nos leva a concluir que o TMI tem efeito positivo na QV dos pacientes com DPOC, enfatizando a maior eficácia do TMI a alta intensidade.

Hill et al. (2007) utilizou a mesma amostra de indivíduos e o mesmo protocolo de treino que Hill et al. (2006). Por sua vez, demonstrou que o treino a altas intensidades com cargas progressivas apresenta melhorias estatisticamente significativas na endurance dos músculos inspiratórios ($P_{th, máx}$), utilizando o teste de cargas progressivas e o teste de cargas constantes, onde foi possível diferenciar os indivíduos sujeitos ao TMI de alta intensidade pelos resultados exponencialmente mais favoráveis em comparação com os indivíduos sujeitos ao TMI de baixa intensidade sem progressão de cargas.

Todos os artigos atuam com um programa de TMI em pelo menos um grupo experimental, no entanto, os parâmetros avaliados não são igualmente transversais nos artigos. Este facto limita em certa medida a comparação de resultados. A falta de uniformização nos planos de intervenção de TMI, nos diferentes artigos, demonstra a escassez de protocolos e a necessidade de ampliar a evidência científica.

Conclusão

Tendo em consideração o objetivo da presente revisão, foi-nos possível concluir que após a aplicação do TMI, os diferentes artigos revelaram um aumento da força dos músculos inspiratórios, bem como, uma melhoria da mecânica ventilatória. O TMI intervém positivamente na melhoria QV, que parece estar intimamente ligada à diminuição da sensação de dispneia. Futuramente, mais estudos deveriam ser conduzidos com intuito de compreender os mecanismos que atuam sobre as alterações evidenciadas. Os grupos experimentais que foram acompanhados de fisioterapia respiratória ou exercício aeróbio mostraram ter maior significância que o TMI isolado.

Em suma, o TMI é uma ferramenta que pode influenciar positivamente a qualidade de vida dos indivíduos com DPOC e deve ser integrado nos planos de reabilitação, simultaneamente com outras técnicas fisioterapêuticas.

Bibliografia

- Caine, M. e McConnell, A. (2000). Development and evaluation of pressure threshold inspiratory muscle trainer for use in the context of sports performance. *Sports Engineering*, 3(3), 149-159.
- Calverley, P. e Koulouris, N (2005). limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. *European Respiratory Journal*. 25, 186–f199.
- Dempsey, J., McKensie, D., Hauerkamp, H. e Eldridge, M. (2008). Update in the Understanding of Respiratory Limitations to Exercise Performance in Fit, Active Adults. *Chest Journal*, DOI: 10.1378/chest.07-273.
- Downey, A., Chenoweth, L., Townsend, D., Ranum, J., Ferguson, C., Harms, C. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 156, 137–146.
- Direcção-Geral da Saúde. (2005). Programa nacional de prevenção e controlo da doença pulmonar obstrutiva crónica. [Em linha] Disponível em: [file:///C:/Users/Acer/Desktop/Projeto%20graduação/Artigos/\(1\)%20Programa%20nacional%20de%20prevenção%20e%20controlo%20da%20doença%20pulmonar%20obstrutiva%20crónica_DGS.pdf](file:///C:/Users/Acer/Desktop/Projeto%20graduação/Artigos/(1)%20Programa%20nacional%20de%20prevenção%20e%20controlo%20da%20doença%20pulmonar%20obstrutiva%20crónica_DGS.pdf) [Acedido a 10 de março de 2020].
- Gosker, H., Mameren, H., Dijk, P., Engelen, M., Vusse, G., Wouters, E. e Schols, A. (2001). Skeletal muscle fibre-type shifting and metabolic profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal*. 19, 617–625.
- Harms, C. (2007). Insights into the role of the respiratory muscle metaboreflex. *Journal Physiology*, 584(3), 711.
- Harms, C., Babcock, M., McClaran, S., Pegelow, D., Nickele, G., Nelson, W. e Dempsey, J. (1997). Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise, *American Physiological Society*.
- Hill, K., Jenkins, S., Philippe, D., Cecins, N., Shepherd, K., Green, D., Hillman, D. e Eastwood, P. (2006). High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *European Respiratory Journal*, 27, 1119-1128.
- Hill, K., Jenkins, S., Philippe, D., Shepherd, K., Hillman, D. e Eastwood, P. (2007). Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *European Respiratory Journal*, 30, 479-486.
- Lopez, A., Shibuya, K., Rao, C., Mathers, C., Hansell, A., Held, L., Schmid, V. e Buist, S. (2006). Chronic obstructive pulmonary disease: current burden and future projections. *European Respiratory Journal*. 27, 397–412.
- Lomax, M. e McConnell, A. (2003). Inspiratory muscle fatigue in swimmers after single 200 m swim. *Journal of Sports Sciences*, 21, 659-664.
- Lotters, F., Tol, B., Kwakkel, G. e Gosselink, R. (2002). Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *European Respiratory Journal*, 20, 570–576.
- Majewska-Pulsakowska, M., Wytrychowski, K. e Rozek-Piechura, K. (2015). The role of inspiratory muscle training in the process of rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Advances in Experimental Medicine and Biology – Neuroscience and Respiration*, DOI 10.1007/5584_2015_194.
- McConnell, A. e Lomax, M. (2006). The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *Journal Physiology*, 577(1), 445–457.

Mehani, S. (2017). Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 1705-1715.

mota

Observatório nacional das doenças respiratórias (ONDR). 2018. Panorama das doenças respiratórias em Portugal. [Em linha]. Disponível em: [file:///C:/Users/Acer/Desktop/Projeto%20graduação/Artigos/\(6\)%20ONDR.pdf](file:///C:/Users/Acer/Desktop/Projeto%20graduação/Artigos/(6)%20ONDR.pdf) [Acedido a 10 de março de 2020].

Global initiative for chronic obstructive lung disease (2018). Global Strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. [Em linha]. Disponível em: [file:///C:/Users/Acer/Desktop/Projeto%20graduação/Artigos/\(3\)%20Global%20initiative%20for%20chronic%20obstractive%20lung%20disease.pdf](file:///C:/Users/Acer/Desktop/Projeto%20graduação/Artigos/(3)%20Global%20initiative%20for%20chronic%20obstractive%20lung%20disease.pdf) [Acedido a 10 de março de 2020].

Oga, T. Nishimura, K., Tsukino, M., Sato, S., e Hajiro, T. (2003). Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Sports Engineering*, 3, 149-159.

Ottenheijm, C., Heunks, L., Sieck, G., Zhan, W., Jansen, S., Degens, H., Boo, T. e Dekhuijzen, P. (2005). Diaphragm Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine*. 172. pp 200–205.

Romer, L., Lovering, A., Haverkamp, H., Pegelow, D. e Dempsey, J. (2006). Effect of inspiratory muscle work on peripheral fatigue of locomotor muscles in healthy humans. *Journal Physiology*, 571(2), 425–439.

Sheel, A., Derchak, P., Morgan, B., Pegelow, D., Jacques, A. e Dempsey, J. (2001). Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *Journal of Physiology*, 537(1), 277–289.

Tout, R., Tayara, L. e Halimi, M. (2013). The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56, 193-211.

Vestbo, O., Hurd, S., Agust, A., Jones, J., Vogelmeier, C., Anzueto, A., Barnes, P., Fabbri, L., Martinez, F., Nishimura, F., Stockley, R., Sin, D. e Rodriguez-Roisin, R. (2013). Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic. *American Journal Respiratory and Critical Care Medicine*, 187(4), 347–365.

Villafranca, C., Borzone, G., Leiva, A. e Lisboa, C. (1998). Effect of inspiratory muscle training with an intermediate load on inspiratory power output in COPD. *European Respiratory Journal*, 11, 28-33.

Witt, J., Guenette, J., Rupert, J., McKenzie, D. e Sheel, A. (2007). nspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *Journal Physiology*, 584(3), 1019–1028.

World Health Organization: Global Burden of Disease. (2016). [Em linha]. Disponível em: https://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/en/ (Acedido a 10 de março de 2020).

Wu, W., Guan, L., Zhang, X., Li, X., Yang, Y., Guo, B., Ou, Y., Lin, L., Zhou, L., Chen, R. (2017). Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive disease: A randomizes controlled trial. *Respiratory Medicine*, 132, 84-91.