

FORMAS DE EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO MUSCULAR INSPIRATÓRIO  
COM CARGA LINEAR: REVISÃO SISTEMÁTICAFORMS OF EXECUTION OF THE INSPIRATORY MUSCLE EXERCISE  
WITH LINEAR LOAD: SYSTEMATIC REVIEW

Jaqueline Nolasco Ribeiro (ORCID 0000-0002-7461-0966)<sup>1</sup>  
Virgínia Vieira Ribeiro (ORCID 0000-0002-8316-6596)<sup>2</sup>  
Bruno Martinelli (ORCID 0000-0002-8326-0419)<sup>1</sup>

**RESUMO**

**Contextualização:** o exercício muscular inspiratório com carga linear (EI) vem sendo amplamente inserido no tratamento fisioterápico respiratório para diversas anormalidades e situações clínicas respiratórias. Entretanto, é possível notar que há diferentes protocolos de prescrição referente à forma de execução, por tempo ou repetição. **Objetivo:** revisar sobre as formas de execução do EI nas diferentes condições de saúde e analisar as respostas das variáveis estudadas. **Método:** três revisores buscaram ensaios clínicos controlados e randomizados nas bases de dados PubMed, SciELO (Scientific Electronic Library), PEDro, Scopus, Cochrane e Bireme, avaliando também sua qualidade metodológica (escala de PEDro). **Resultados:** foram encontrados 340 artigos e, após verificar os critérios de elegibilidade, foram incluídas 17 pesquisas que avaliaram o efeito do EI. Não houve singularidade nas variáveis estudadas. Nos estudos analisados, havia protocolos de EI realizado por tempo ou repetição: sendo, em média, 15 minutos ou 3 a 5 séries de 10 respirações respectivamente. Os desfechos mais evidentes foram aumento na pressão inspiratória e expiratória máxima (P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub>), aumento na capacidade funcional e redução na sensação de dispnéia. **Conclusão:** para a execução do EI, há variedade de dispositivos; e as prescrições são por tempo ou número de repetições, com predomínio à repetição. Os desfechos são significativos e relevantes à prática clínica, porém, não foram identificados, até o presente momento, estudos que têm avaliado designadamente os efeitos nas formas de execução do EI.

Autor Correspondente  
Jaqueline Nolasco Ribeiro  
E-mail: nolasko\_fisio@hotmail.com

**Palavras-chave:** Exercício respiratório; Treinamento muscular inspiratório; Terapia de exercício.

**ABSTRACT**

**Contextualization:** inspiratory muscular exercise with linear load (IE) has been widely inserted in the respiratory Physical Therapy treatment for several abnormalities and respiratory clinical situations, however, it is possible to notice that there are different protocols of prescription referring to the form of execution, by time or repetition. **Objective:** to review the methods of execution of IE in different health conditions and to analyze the responses of the studied variables. **Methods:** three reviewers searched for randomized controlled trials in PubMed, SciELO (Scientific Electronic Library), PEDro, Scopus, Cochrane, and Bireme databases, also evaluating their methodological quality (PEDro scale). **Results:** 340 articles were found and, after verifying the eligibility criteria, 17 studies that evaluated the effect of IE we included. There was no uniqueness in the studied variables. In the analyzed studies, there were protocols of IE performed by time or repetition: on average, 15 minutes, or 3 to 5 sets of 10 breaths, respectively. The most evident outcomes were increase in maximal inspiratory and expiratory pressure (MIP and MEP), increase in functional capacity, and reduction in the sensation of dyspnea. **Conclusion:** in order to perform EI, there are a variety of devices; and the prescriptions are by time or number of repetitions, with predominance to repetition. Outcomes are significant and relevant to clinical practice, however, to date, no studies have been identified that have evaluated, in particular, the effects on the forms of IE implementation.

**Keywords:** Breathing exercise, respiratory; Inspiratory muscle training; Exercise therapy.

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação Mestrado em Fisioterapia, Universidade do Sagrado Coração.

<sup>2</sup> Curso de Fisioterapia, Universidade do Sagrado Coração.

## INTRODUÇÃO

A fisioterapia respiratória vem sendo amplamente empregada na reabilitação em diversas anormalidades e situações clínicas, tendo, por exemplo, a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio e bariátrica, desmame de ventilação mecânica, além de indivíduos saudáveis e atletas. Essas situações podem apresentar anormalidades nos sistemas respiratório, cardiovascular e musculoesquelético, ocasionando implicações importantes para a Qualidade de Vida (QV)<sup>1-3</sup>. Durante a última década, vários estudos sobre o Exercício Inspiratório (EI) e/ou Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) foram relatados. Assim, os efeitos desse tratamento são: aumento da função dos músculos inspiratórios, melhora da complacência respiratória, alterações morfológicas diafragmáticas, redução da fadiga dos músculos respiratórios, aumento da força e do endurance muscular respiratório, redução da dispneia, melhora da capacidade funcional ao exercício e da QV<sup>1,2,4,5</sup>. Contudo, a prescrição desse tipo de exercício também é importante e útil para avaliar específica e criticamente os benefícios das intervenções fisioterapêuticas<sup>6</sup>. A literatura se concentra nos efeitos do TMI, no entanto, os estudos não dispõem atenção para a forma de execução e, conseqüentemente, a execução do exercício respiratório, se por tempo ou repetição. Na literatura internacional e nacional, há predomínio da prescrição por repetição, porém, alguns estudos também descrevem as intervenções por tempo<sup>7-13</sup>.

Sendo assim, o estudo atual é justificado por não haver, até o presente momento – e desconhecido por parte dos autores –, estudos que diferenciaram a abordagem quanto à intervenção mediante a execução do exercício respiratório para estímulo muscular inspiratório. A proposta deste estudo é revisar sobre as formas de execução do exercício inspiratório com carga linear nas diferentes condições de saúde, analisar os tipos de variáveis estudadas e evidenciar as respostas decorrentes dessas intervenções, o que propiciará subsídios para facilitar o entendimento e a eficácia na prática clínica e a geração de estudos experimentais.

## MÉTODOS

O presente estudo trata-se de revisão sistemática sobre formas de execução do EI com carga inspiratória linear nas diferentes condições de saúde.

O processo revisional foi realizado por três pesquisadores, sendo que dois realizaram as buscas dos artigos científicos de forma independente e avaliaram a qualidade metodológica de cada artigo selecionado, e o terceiro avaliador ficou responsável pela revisão geral e por sanar as divergências de informações, caso existissem.

Os critérios de inclusão para seleção dos artigos foram: artigos científicos disponíveis em textos completos; publicados no período de 2008 a 2018, sendo estes ensaios clínicos randomizados controlados ou não, em que a população dos estudos fosse adulta, que abordassem intervenções fisioterapêuticas relacionadas com o uso de dispositivos de treinamento muscular inspiratório – especificamente, Threshold IMT® e PowerBreathe® –, e que tivessem pontuação na escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) entre 9 e 10. Foram excluídos estudos que apresentassem informações incompletas ou em duplicidade, bem como estudos experimentais com modelo animal ou em pacientes em ventilação mecânica.

O levantamento dos dados para este estudo foi realizado no período de janeiro a outubro do ano de 2018, a partir de buscas em publicações científicas in-dexadas nas bases de dados PubMed, SciELO (*Scientific Electronic Library*), PEDro, Scopus, Cochrane e Bireme, as quais permitem o uso da terminologia comum em inglês. Foram usados os seguintes descritores: *Breathing exercise; Inspiratory muscle training; exercise therapy*. Esses descritores foram combinados entre si conforme os operadores booleanos “and” e “or”.

Para a análise da qualidade metodológica dos estudos encontrados, foi utilizada a escala PEDro ([www.pedro.fhs.usyd.edu.au](http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au)), a qual é comumente empregada para investigar a eficácia de intervenções em fisioterapia, em que avalia a qualidade metodológica e a descrição estatística de estudos controlados aleatorizados (ECR) ou quase-aleatorizados (ECC). Essa escala é constituída de 11 itens, cada item vale um ponto para a classificação geral final

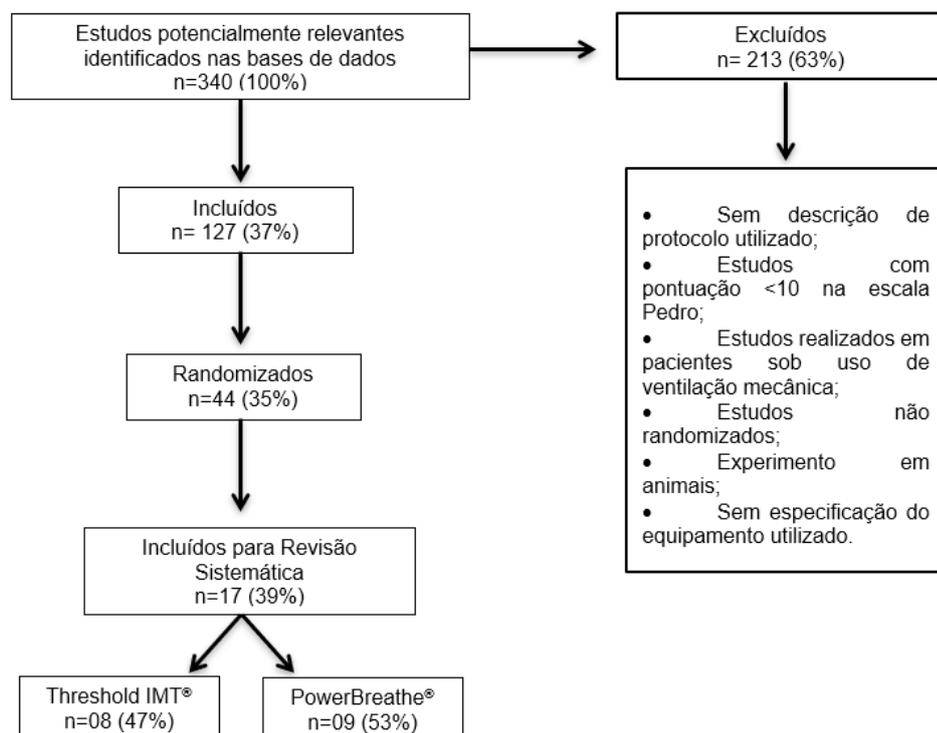
(0 a 10 pontos), com exceção do primeiro item. Para análise final de cada artigo pela escala, é obtida pontuação; e quanto maior a pontuação, melhor a qualidade metodológica e descrição estatística do estudo<sup>14-16</sup>. Os dados foram apresentados de forma descritiva por distribuição absoluta e relativa.

## RESULTADOS

### Descrição da busca e revisão sistemática dos estudos

Foram encontrados, no total, 340 (100%) artigos potencialmente relevantes. Destes, 127 (37%) foram selecionados de acordo com o título e tiveram seus respectivos resumos revisados. Consequentemente, foram excluídos 213 (63%) artigos que não preenchiam os critérios de inclusão. Com base nos resumos e títulos dos estudos, o texto completo de 44 (35%) artigos restantes foi examinado em mais detalhes. Apenas 17 estudos preencheram todos os critérios de inclusão e foram selecionados (Figura 1).

**Figura 1.** Fluxograma representativo do processo de seleção e etapas da pesquisa



Dos 17 estudos incluídos, 09 (53%) tinham um escore final do PEDro de 10,6,8-10,12,17-20 e 8 (47%) tinham um escore final 9,7,11,13,21-25 (Quadro 1).

**Quadro 1.** Qualidade metodológica dos estudos baseados na escala PEDro

Artigos avaliados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Bargi et al. 2015 <sup>6</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Dronkers et al. 2008 <sup>8</sup>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Karadalli et al. 2016 <sup>9</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Kawauchi et al. 2017 <sup>10</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Pehlivan et al. 2018 <sup>12</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Archiza et al 2017 <sup>17</sup>	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Charususin et al. 2018 <sup>18</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Ferreira et al. 2011 <sup>19</sup>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Kulnik et al. 2014 <sup>20</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10/10
Britto et al. 2011 <sup>7</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Nicolodi et al. 2016 <sup>11</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	9/10
Zeren et al. 2016 <sup>13</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Duruturk et al. 2018 <sup>21</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10
López-de-Uralde-Villanueva et al. 2011 <sup>22</sup>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Medeiros et al. 2018 <sup>23</sup>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Souza et al. 2017 <sup>24</sup>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Taskin et al. 2018 <sup>25</sup>	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10

**Legenda:** Critérios: 1: critérios de elegibilidade específicos; 2: alocação randômica; 3: alocação secreta; 4: comparação de características basais; 5: paciente cego; 6: fisioterapeutas cegos; 7: avaliadores cegos; 8: descrição de acompanhamento de paciente; 9: análise de intenção de tratamento; 10: comparação entre grupos; 11: medição de variabilidade e precisão. Item 1 não contribui para o escore total.

O PowerBreathe® e o Threshold IMT® são dispositivos de maior predomínio utilizado nos estudos revisados; estes são incentivos respiratórios de carga pressórica linear de grande aplicabilidade e uso universal<sup>3,7-9,11-13,18-26</sup>, porém, há outros como equipamentos empregados nos estudos tais como: *Threshold Respi-fit-S*, *Ultrabreathe Tangent Healthcare*, *Threshold Loader Respironics*, *Breathe-MAX*, *MicroRPM*<sup>10,20</sup>.

Estudos que evidenciam e descrevem os protocolos conforme a prescrição do EI, por tempo e/ou repetição, são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2.** Prescrições do treinamento muscular inspiratório e seus respectivos autores

Estudo	Nacionalidade	Amostra estudada	Objetivo	Protocolo	TMI	Resultados
<b>Dronkers et al. 2008<sup>8</sup></b>	Estados Unidos	Alto risco submetidos à cirurgia eletiva de aneurisma da aorta abdominal	Investigar os efeitos do TMI pré-operatório na incidência de atelectasia/pacientes com alto risco de complicações pulmonares P.O.	Tempo: 15 min./6 dias semanais/ 2 semanas. Pré- cirurgia	Threshold IMT®	↓ incidência de atelectasia no P.O
<b>Britto et al. 2011<sup>7</sup></b>	Brasil	AVC com cronicidade	Avaliar a eficácia do TMI em medidas de força, resistência, desempenho funcional e QV.	Tempo: 30 min./ 5 dias semanais/ 8 semanas	Threshold IMT®	↑ Plmáx e PEmáx pós-treino
<b>Ferreira et al. 2011<sup>19</sup></b>	Brasil	Hipertensão essencial	Efeitos da IMT sobre a P.A. e controle cardiovascular autonômico	Repetição: 15 a 20 respirações/7 dias semanais/ 8 semanas	Threshold IMT®	↑ FMI; ↓ 24 horas de PAS e PAD; ↑ modulação parassimpática, ↓ modulação simpática e da descarga simpática cardíaca.
<b>López-de-Uralde-Villanueva et al. 2011<sup>22</sup></b>	Espanha	Asma fase estável (18 a 60 anos)	Avaliar se a adição de terapia manual e protocolo de exercício terapêutico ao TMI foi mais eficaz na melhora da Plmáx do que no TMI isolado.	Repetição: 5x 5 respirações/ 2x semana	PowerBreathe	Intervenção combinada demonstrou melhoras no grupo de TMI na Plmáx e na postura anterior da cabeça
<b>Bargi et al. 2015<sup>26</sup></b>	Turquia	Candidatos a transplant e alo-HSCT	Efeitos do TMI durante o alo-HSCT	Repetição: 10–15 respirações/ 30 min./ 7 dias semanais/ 6 semanas	PowerBreathe	↑ FMR, CE, ↓ depressão e a dispneia em receptores de alo-TCTH
<b>Kulnik et al. 2015<sup>20</sup></b>	Reino Unido	AVC hemorrágico ou isquêmico agudo	Investigar se o TMI melhora FMR, tosse, e reduzir o risco de pneumonia no AVC agudo	Repetição: 5x 10 respirações/ diariamente/4 semanas	Threshold® IMT Philips Respiromics	Melhora Plmáx, PEmáx, PFE e tosse voluntária. Não houve diferenças na incidência de 90 dias de pneumonia
<b>Karadalli et al. 2016<sup>9</sup></b>	Turquia	Sarcoidose	Efeitos do TMI na CE, FMR e periférica, função pulmonar e capacidade de difusão, fadiga, dispneia, depressão e QV.	Tempo: 30 min. Dia/ 7 dias semanais/ 6 semanas	PowerBreathe	Melhora a capacidade de exercício funcional máximo e FMR, ↓ fadiga grave e percepção de dispneia.
<b>Nicolodi et al. 2016<sup>11</sup></b>	Brasil	Insuficiência cardíaca	Avaliar os efeitos agudo da EEf e TMI sobre o controle autonômico, a função endotelial e os níveis de citocinas inflamatórias.	Tempo: 15 minutos	Threshold IMT®	↑ RR, ↑ níveis de IL-10, e ↓ níveis de TNF-α

**Quadro 2.** Prescrições do treinamento muscular inspiratório e seus respectivos autores

<b>Zeren et al. 2016</b> <sup>13</sup>	Turquia	Fibrilação Atrial	Investigar os efeitos do TMI na função pulmonar, FMR e CF.	Tempo: 15 min/ 2x ao dia/7 dias semanais/12 semanas	Threshold IMT®	↑ PImáx, PEMáx, CF, VEF <sub>1</sub> , FEF 25% -75%, PFE e TC6.
<b>Archiza et al 2017</b> <sup>17</sup>	Brasil	Atletas futebol feminino	Efeitos do TMI na oxigenação das musculaturas respiratória e periférica	Repetição: 30 respirações/2x ao dia/5 dias semanais/6 semanas.	PowerBreath	↓ metaborreflexo da musculatura inspiratória, melhora o suprimento de O <sub>2</sub> e Hb para os MMII/exercícios de alta intensidade, ↑ FMI, tolerância ao exercício e desempenho de sprints.
<b>Kawauchi et al. 2017</b> <sup>10</sup>	Brasil	Insuficiência cardíaca crônica	Efeitos de intensidades baixas e moderadas na força muscular, CF e QV.	Tempo: 30 min./1x por dia/ 8 semanas	Threshold® IMT Philips Respironics	Melhora QV; FMI; FM periférica e a distância percorrida em baixa intensidade.
<b>Souza et al. 2017</b> <sup>24</sup>	Brasil	Apneia obstrutiva do sono (OSA)	Avaliar a eficácia do TMI no sono e capacidade funcional para o exercício	Repetição: 3x 90 respirações/30 min./2x dia/7 dias semanais/12 semanas.	PowerBreath	Melhora a qualidade do sono
<b>Charusisin et al. 2018</b> <sup>18</sup>	Bélgica	DPOC com FMI	Investigar se o TMI melhora os benefícios da reabilitação pulmonar	Repetição: 30 respirações/5 dias semanais/12 semanas	PowerBreath	↑ FMI, melhora adicional no tempo de endurance, ↓ dispneia de Borg.
<b>Duruturk et al. 2018</b> <sup>21</sup>	Turquia	Asmáticos	Investigar os efeitos do TMI sobre a FMR, CE, dispneia, fadiga, QV e AVds	Repetição: 30 respirações/2x ao dia/6 semanas	PowerBreath	Melhorou FMI, CE, AVd's, QV, ↓ da sensação de dispneia e fadiga.
<b>Medeiros et al. 2018</b> <sup>23</sup>	Brasil	Indivíduos com doença renal crônica submetido à hemodiálise	Efeitos do TMI diário na FMR, volumes regionais da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática, função pulmonar, CF e QV	Repetição: 3x 30 respirações/2x ao dia	PowerBreath	↑ na PImáx ↑ PEMáx, ↑ capacidade inspiratória, ↑ PFE
<b>Pehlivan et al. 2018</b> <sup>12</sup>	Turquia	Transplante de pulmão/doença pulmonar grave	Investigar se o TMI melhora a CE, percepção da dispneia e funções respiratórias.	Tempo: 15 min./2x ao dia/5 dias semanais/ 3 meses.	PowerBreath	↑ distância percorrida, PImáx, e relação volume alveolar da capacidade de difusão de monóxido de carbono.
<b>Taskin et al. 2018</b> <sup>25</sup>	Turquia	Ressecção pulmonar	Efeitos do TMI pré-operatório sobre as complicações P.O.	Repetição: 3x 10 respirações/2x dia/ 5 dias semanais	Threshold IMT®	↑ FMR, melhora CE e ↓ internação hospitalar.

**Legenda:** FMI: força muscular inspiratória; O<sub>2</sub>: oxigênio; Hb: hemoglobina; CF capacidade funcional; CE: Capacidade de exercício; PImáx: Pressão inspiratória máxima; PEMáx: Pressão expiratória máxima; PFE: Pico de fluxo expiratório; TMI: treinamento muscular inspiratório; EEf: estimulação elétrica funcional; Hb: Hemoglobina; MMII: membros inferiores; alo-HSCT: alogênico de células tronco hematopoiéticas; QV: Qualidade de vida; AVC: Acidente vascular cerebral; P.O.: Pós-operatório; Avds: Atividade de vida diária; IL-10: citocinas inflamatórias Interleucina-10; TNF-α: fator de necrose tumoral alfa.; RR:

Ademais, no Quadro 3, é possível contemplar as cargas e as formas de execução do exercício inspiratório utilizadas nos estudos, bem como a pontuação atribuída ao estudo segundo a escala PEDro.

**Quadro 3.** Formas de prescrições e intensidade do exercício respiratório utilizadas nos estudos

Estudo	Intensidade (% Pimáx)	Tempo/ Repetições	Frequência (dias/semana)	Duração (semanas)
Dronkers et al. (2008) <sup>8</sup>	20%	15 minutos	6/semana	2
Britto et al. (2011) <sup>7</sup>	30% ajustada Quinzenalmente	30 minutos	5/semana	8
Ferreira et al. (2011) <sup>19</sup>	30%	15-20 repetições	7/semana	8
López-de-Uralde-Villanueva et al. (2011) <sup>22</sup>	Progressivamente 30% a 60%	25 repetições	2/semana	6
Kulnik et al. (2014) <sup>20</sup>	50%	50 repetições	7/semana	4
Bargi et al. (2015) <sup>26</sup>	40%	10-15 repetições	7/semana	6
Karadalli et al. (2016) <sup>9</sup>	40%	30 minutos	7/semana	6
Nicolodi et al. (2016) <sup>11</sup>	30%	15 minutos	1/semana	3
Zeren et al. (2016) <sup>13</sup>	30%	15 minutos	7/semana	12
Archiza et al. (2017) <sup>17</sup>	50%	30 repetições	5/semana	6
Kawauchi et al. (2017) <sup>10</sup>	Progressão 15% ou 30%/ a cada 15 dias	30 minutos	7/semana	8
Souza et al. (2017) <sup>24</sup>	50-60%	90 repetições	7/semana	12
Charususin et al. (2018) <sup>18</sup>	50%	30 repetições	5/semana	12
Duruturk et al. (2018) <sup>21</sup>	50%	30 repetições	5/semana	6
Medeiros et al. (2018) <sup>23</sup>	50%	90 repetições	5/semana	8
Pehlivan et al. (2018) <sup>12</sup>	30 a 60%	15 minutos	2/semana	12
Taskin et al. (2018) <sup>25</sup>	15% (início) até 45%	30 repetições	*	3

**Legenda:** PImáx: pressão inspiratória máxima; T: tempo; R: repetições; \*: Ao todo foram seis sessões, os autores não especificaram quantas por semana.

## DISCUSSÃO

Nos estudos analisados, foi possível identificar os detalhes relevantes sobre a prescrição quanto ao modo de prescrição, carga estabelecida (%) e protocolo de execução do exercício; sobretudo, havia a descrição da sessão de treinamento com prescrição por tempo ou repetição.

Os resultados foram descritos em longo prazo, ou seja, os exercícios foram realizados no mínimo de 2 semanas e no máximo de 12 semanas, sendo estas executadas uma ou duas vezes ao dia, entre 3 ou 5 dias consecutivos na semana.

Todos os estudos delinearão claramente os procedimentos para os testes muscular inspiratórios, como também as fontes referenciais apropriadas. Havia também os critérios avaliativos clássicos e padrões de medidas válidas para: função pulmonar, dispnéia e fadiga, QV, tolerância e capacidade funcional (CF); pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>); força muscular respiratória (FMR); atividade de vida diária (AVD); pico de fluxo expiratório (PFE), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) e controle autonômico<sup>7,13,18,19,21-24</sup>.

Quatro estudos mediram a dispnéia nas atividades funcionais durante o TMI, resultando em melhora clínica<sup>9,21,26-28</sup>.

Alguns estudos utilizaram a escala de dispnéia *Modified Medical Research Council* (MRC)<sup>9,29-32</sup>, um estudo utilizou a escala de Borg<sup>18</sup>. Nesses estudos, foi possível constatar diminuição na sensação de dispnéia e fadiga.

Dois estudos que avaliaram a QV provaram a existência de melhoria tanto estatística quanto clinicamente significativa. O primeiro utilizou o questionário *Saint George's Respiratory Questionnaire* (SGRQ) em 20 pacientes asmáticos. Os pacientes que realizaram o TMI apresentaram melhora no desempenho nas AVD e QV relacionada com a saúde (escore de sintomas). Enfaticamente, os autores relataram que este estudo foi o primeiro mostrando os efeitos positivos do TMI<sup>21</sup>. Um segundo estudo avaliou a QV em 13 pacientes com insuficiência cardíaca (IC). O instrumento de avaliação foi o *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire* (MLHFq), o que permitiu identificar melhora significativa após 8 semanas de TMI<sup>10</sup>.

Alguns autores analisaram a eficácia do TMI na força muscular respiratória. Fizeram parte desses estudos sujeitos com diferentes condições clínicas, tais como: candidatos a transplante de células-tronco hematopoéticas, hipertensos, com sarcoidose, com IC crônica, candidatos à ressecção pulmonar, com DPOC, com fraqueza muscular inspiratória e asma respectivamente. Houve resultado uníssono para aumento na força muscular respiratória no grupo que usou os exercitadores

inspiratórios<sup>9,10,18,19,21,23,26</sup>. Cinco estudos analisaram a tolerância ao exercício e a capacidade funcional<sup>9,17,21,25,26,27</sup>, como esperado, houve aumento nessas variáveis de desempenho físico após a realização do TMI.

Dos estudos randomizados, 14 constataram repercussão benéfica na PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>; entre estes, 8 avaliaram resistência e/ou força muscular inspiratória e expiratória. Archiza et al.<sup>17</sup> avaliaram a oxigenação da musculatura respiratória e periférica durante um teste de tolerância ao exercício máximo e no desempenho de esforço repetitivo, tendo como amostra dez atletas profissionais de futebol feminino. Os resultados indicaram que o TMI atenuou o metaborreflexo da musculatura inspiratória e, conseqüentemente, melhorou o aporte sanguíneo e de oxigênio aos membros inferiores durante exercícios de alta intensidade, com potencial impacto na força muscular inspiratória.

Um estudo avaliou o controle cardiovascular autonômico, com a intenção de elucidar os efeitos do TMI. Treze pacientes com diagnóstico de hipertensão essencial participaram do estudo cuja duração foi de 8 semanas. Foi possível constatar aumento no componente de alta frequência (HF) e redução no componente de baixa frequência (LF), o que evidencia modificações favoráveis na descarga simpática no grupo pós-treinamento. Além disso, o TMI alterou o intervalo RR (distância entre duas ondas R sucessivas) e a modulação parassimpática<sup>19</sup>.

Outrossim, foi realizado um estudo em pacientes com IC com o objetivo avaliar o efeito agudo da estimulação elétrica funcional (EEF) e do TMI sobre o sistema nervoso autônomo, a função endotelial, os níveis de citocinas e lactato. O protocolo consistiu em três tipos de intervenção: EEF, TMI, e EEF combinado com TMI. Os resultados obtidos foram que, após uma sessão de EEF, TMI ou da associação de EEF + TMI, houve alterações no controle cardiovascular autonômico e nos níveis de citocinas inflamatórias, sem alterações na função endotelial ou nos níveis de lactato. Especificamente, após o TMI, houve redução da FC de 68,5 bpm para 64,5 bpm e aumento da VFC<sup>11</sup>.

Um único estudo realizado por Ferreira et al.<sup>19</sup> teve como objetivo avaliar os efeitos do TMI em um programa de 8 semanas, sob a pressão arterial sistêmica em indivíduos portadores de hipertensão arterial, tendo como resultado um decréscimo da pressão arterial sistólica (-7.9 mmHg) e diastólica (-5.5 mmHg) após o TMI.

Dos estudos analisados, houve maior predileção para carga de 50% da P<sub>Imáx</sub>. Para essa intensidade de exercício, foi possível observar aumento da força muscular inspiratória e expiratória, PFE, maior tolerância ao exercício, redução da dispneia, melhora das AVD e QV<sup>18,20,21,23</sup>.

Outros estudos utilizaram carga de 40% da P<sub>Imáx</sub>, que resultou no aumento da FMR e capacidade ao exercício, diminuição da dispneia e fadiga<sup>9,30</sup>. Já a carga de 30% gerou resultados como aumento da força muscular inspiratória e expiratória, dos volumes e capacidades pulmonares e da distância percorrida no TC<sup>6</sup>, diminuição da PAS e PAD<sup>11,13,19</sup>.

De todos os estudos analisados, apenas o de Dronkers et al.<sup>8</sup> empregou a intensidade a 20% da P<sub>Imáx</sub> ocasionando diminuição da incidência de atelectasia no pós-operatório de cirurgia eletiva de aneurisma da aorta abdominal.

Alguns autores utilizaram a carga de forma progressiva, aumentando-a conforme evolução do sujeito e/ou decorrer das semanas<sup>7,0,12,22,24-28</sup>. As cargas variaram de 15% a 60%, resultando em aumento da FMR, distância percorrida, melhora da QV, sono e capacidade ao exercício, redução no tempo de internação pós-operatório de ressecção pulmonar.

Com relação à forma de execução do exercício, por tempo ou repetição, vários estudos prescreveram o TMI por número de repetições<sup>17-26,29-37</sup>. Foram registradas alterações no momento pós-intervenção, como: aumento da força e desempenho muscular, diminuição da fadiga, dispneia e trabalho respiratório, melhora da QV, diminuição de PAS e PAD, aumento da modulação autonômica, melhora da postura de cabeça, melhora da qualidade do sono e diminuição do tempo de internação pós-operatório.

Não diferente dos demais, dois estudos tiveram o propósito de avaliar as repercussões do PFE após TMI. Estes avaliaram o pico de fluxo da tosse por meio de um pneumotacógrafo, tosse voluntária e involuntária antes e após um período de 4 semanas de TMI, em sujeitos após acidente vascular encefálico isquêmico ou hemorrágico agudo, apresentando melhora do pico de fluxo da tosse voluntária<sup>34</sup>. Já Zeren et al.<sup>13</sup> avaliaram o efeito do TMI em sujeitos com fibrilação atrial após 12 semanas de tratamento. O valor do PFE teve um aumento de 19,82% após o período de intervenção.

Em contrapartida, outros estudos realizaram o exercício pro-tempo de execução, pelos quais foi possível obter os seguintes achados: aumento da P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub>, diminuição da incidência de atelectasia, dispneia e fadiga, melhora do desempenho da CF e QV, alterações dos marcadores inflamatórios e melhora da ventilação pulmonar<sup>7-13</sup>.

Durante a análise dos estudos na literatura, também foi possível encontrar a prescrição do TMI em outras situações que as não patológicas, que investigou se a adição de TMI ao programa de treinamento de futebol aumentaria a tolerância ao exercício e o desempenho específico do esporte em jogadores de futebol recreacional. Foi adotado o protocolo de intervenção de duas vezes ao dia com 30 respirações individuais por sessão, ou seja, exercício respiratório executado por repetição, resultando na melhora significativa da tolerância ao exercício, detectada pela distância acumulativa em um teste de corrida e, também, na melhora da P<sub>Imáx</sub><sup>37</sup>, o que corrobora a dos estudos já citados<sup>21,25</sup>.

Um único estudo teve o intuito específico para determinar se 6 semanas de TMI poderiam reduzir a pressão arterial em adultos normotensos e identificar qual seria o estímulo respiratório específico para esse resultado. O protocolo de execução utilizado foi de 30 respirações diárias, 5 dias na semana<sup>38</sup>. Para identificar o estímulo ocasionador da repercussão cardiovascular, os autores elaboraram cinco grupos de treinamento que diferiram entre si quanto à magnitude e direção dos volumes pulmonares e/ou pressões intratorácicas geradas pelo indivíduo durante o treinamento; dessa forma, foi constatado que,

em todos os grupos, houve aumento na P<sub>Imáx</sub> de 31,3%, e de 36,2 % na P<sub>Emáx</sub>. Todos os grupos utilizaram a carga de 75% da P<sub>Imáx</sub>, exceto o grupo 5, que utilizou 15%. O TMI exclusivo ocasionou redução na PAS (9,68 mmHg), PAD (6,13 mmHg) e PAM (7,32 mmHg), O TMI realizado com grandes pressões intratorácicas positivas e grandes volumes pulmonares também promoveu redução: PAS (10,80 mmHg), PAD (4,33 mmHg) e PAM (6,49 mmHg). Já no TMI com pressões intratorácicas negativa e geração mínima do volume pulmonar, a redução nas pressões foram as seguintes: PAS (6,40 mmHg), PAD (5,28 mmHg) e PAM (5,65 mmHg). Foi possível constatar que os declínios das pressões começaram já na segunda semana do TMI, e que grandes excursões de volume pulmonar associadas ao treinamento não podem explicar o declínio da pressão sanguínea, mas grandes pressões negativas ou intratorácicas negativas são suficientes para explicar esses resultados<sup>38</sup>.

Em continuidade, estudo conduzido por Edwards et al.<sup>1</sup> avaliou o efeito do programa de TMI em indivíduos com sobrepeso e obesidade com relação à distância percorrida. O protocolo foi composto de 2 séries de 30 respirações, diariamente durante 4 semanas, carga de 55% da P<sub>Imáx</sub>. Houve uma média de 62,5 m de aumento da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (capacidade funcional) e o valor da P<sub>Imáx</sub> teve aumento de 19,4 cmH<sub>2</sub>O.

Diante do exposto, fica evidente que o exercício inspiratório com carga linear, em sua variedade de modelos de dispositivos disponíveis, não importando a forma de prescrição, seja ela por tempo de execução ou número de repetições, ou carga utilizada, resulta em efeitos benéficos nas mais diversas condições de saúde com repercussões na QV, desempenho físico-funcional, força muscular respiratória e redução na sensação de dispneia. Há predomínio por realização do exercício respiratório por repetição com repercussões semelhantes ao exercício executado por tempo; contudo, a padronização da execução do exercitador inspiratório deve ser debatida. Além do mais, investigações específicas para esse propósito são necessárias.

## REFERÊNCIAS

1. Edwards AM, Maguire GP, Graham D, Boland V, Richardson G. Four Weeks of Inspiratory Muscle Training Improves Self-Paced Walking Performance in Overweight and Obese Adults: A Randomised Controlled Trial. *J Obes* 2012; 2012:1-6.
2. Paiva DN, Assmann LB, Bordin DF, Gass R, Jost RT, Bernardo-Filho M, et al. Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective? *Rev Port Pneumol* 2015; 21(2)76-81.
3. Bissett B, Leditschke A, Green M, Marzano V, Collins S, Haren FV. Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians. *Australian Critical Care* 2018:1-7.
4. Santos LBN, Gardenghi G. Treinamento Muscular Inspiratório como intervenção para melhorar pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima em pacientes com alterações respiratórias e cardíacas: Uma revisão de literatura. *RESC* 2016; 6(2)66-78.
5. Vendrusculo FM, Heinzmann-Filho JP, Piva TC, Marostica PJC, Donadio MVF. Inspiratory Muscle Strength and Endurance in Children and Adolescents with Cystic Fibrosis. *Respir Care* 2015; 61(2)184-191.
6. Adamopoulos S, Schmid JP, Dendale P, Poerschke D, Hansen D, Dritsas A, et al. Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2014; 16(5)574-582.
7. Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, Torres JL, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2011; 92(2)184-190.
8. Dronkers J, Veldman A, Hoberg E, van der Waal C, van Meeteren N. Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intensive

- inspiratory muscle training: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2008; 22(2)134-142.
9. Karadalli MN, Bosnak-Guçlu M, Camcioglu B, Kokturk N, Turktas H. Effects of Inspiratory Muscle Training in Subjects With Sarcoidosis: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Respiratory Care* 2015; 61(4) 483-494.
10. Kawauchi TS, Umeda IIK, Braga LM, Mansur AP, Rossi-Neto JM, Sousa GMR, et al. Is there any benefit using low-intensity inspiratory and peripheral muscle training in heart failure? A randomized clinical trial. *Clin Res Cardiol* 2017; 106(9)676-685.
11. Nicolodi GV, Sbruzzi G, Macagnan FE, Dipp T, Macedo ACP, Casali KR, et al. Acute Effects of Functional Electrical Stimulation and Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure: A Randomized Crossover Clinical Trial. *Int J Cardiovasc Sci* 2016; 29(3)158-167.
12. Pehlivan E, Mutluay F, Balcı A, Kılıç L. The effects of inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea and respiratory functions in lung transplantation candidates: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2018; 32(10)1-12.
13. Zeren M, Demir R, Yigit Z, Gurses HN. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2016; 30(12)1-10.
14. Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother* 2009; 55(2)129-133.
15. Grams ST, Ono LM, Noronha MA, Schivinski CIS, Paulin E. Breathing exercises in upper abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Fisioter* 2012; 16(5)345-53.
16. Shiwa SR, Costa LOP, Moser ADL, Aguiar IC, Oliveira LVF. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter Mov* 2011; 24(3)523-533.
17. Archiza B, Andaku DK, Caruso FCR, Bonjorno Junior JC, Oliveira CR, Ricci PA, et al. Effects of inspiratory muscle training in professional women football players: a randomized sham-controlled trial. *Eur J Sport Sci* 2017; 36(7)771-780.
18. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, Demeyer H, McConnell A, Saey D, et al. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. *Thorax* 2018; 73(10)942-950.
19. Ferreira JB, Plentz RDM, Stein C, Casali KR, Arena R, Lago PD. Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. *Int J Cardiol* 2013; 166(1)61-67.
20. Kulnik ST, Birring SS, Moxham J, Rafferty GF, Kalra L. Does Respiratory Muscle Training Improve Cough Flow in Acute Stroke? Pilot Randomized Controlled Trial. *Stroke* 2015; 46(2)447-453.
21. Duruturk N, Acar M, Doğrul MI. Effect of Inspiratory Muscle Training in the Management of Patients With Asthma. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2018. 38:198-203.
22. López-de-Uralde-Villanueva I, Candelas-Fernández P, de-Diego-Cano B, Mínguez-Calzada O, del Corral T. The effectiveness of combining inspiratory muscle training with manual therapy and a therapeutic exercise program on maximum inspiratory pressure in adults with asthma: a randomized clinical trial. *Clin Rehabil* 2018; 32(6)752-765.
23. Medeiros AIC, Brandão DC, Souza RJP, Fuzari HKB, Barros CESR, Barbosa JBN. Effects of daily inspiratory muscle training on respiratory muscle strength and chest wall regional volumes in haemodialysis patients: a randomised clinical trial. *Disabil Rehabil* 2018:1-8.
24. Souza AKF, Andrade AD, Medeiros AIC, Aguiar MRI, Rocha TDS, Pedrosa RP, et al. Effectiveness of inspiratory muscle training on sleep and functional capacity to exercise in obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. *Sleep Breath* 2017; 22(3)p.631-639.

25. Taşkin H, Atalay OT, Yuncu G, Taşpinar B, Yalman A, Şenol H. Postoperative respiratory muscle training in addition to chest physiotherapy after pulmonary resection: A randomized controlled study. *Physiother Theory Pract* 2018;1-8.
26. BARğđ, G, Güçlü MB, Arıbaş Z, Akı SZ, Sucak GT. Inspiratory muscle training in allogeneic hematopoietic stem cell transplantation recipients: a randomized controlled trial. *Supportive Care In Cancer* 2015; 24(2)647-659.
27. Petrovic M, Lahrmann H, Pohl W, Wanke T. Idiopathic diaphragmatic paralysis—Satisfactory improvement of inspiratory muscle function by inspiratory muscle training. *Respir Physiol Neurobiol* 2009; 165(2-3)266-267.
28. Tong TK, Fu FH, Chung PK, Eston R, Lu K, Quach B, et al. The effect of inspiratory muscle training on high-intensity, intermittent running performance to exhaustion. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; 33(4)671-68.
29. Silveira JM, Gastaldi AC, Boaventura CM, Souza HC. Inspiratory muscle training in quadriplegic patients. *J Bras Pneumol* 2010; 36(3)313-319.
30. Pellizzaro CO, Thomé FS, Veronese FV. Effect of Peripheral and Respiratory Muscle Training on the Functional Capacity of Hemodialysis Patients. *Ren Fail* 2013; 35(2)189-197.
31. Ahmad H, Justine M, Othman Z, Mohan, V, Mirza, F. The Outcomes of Short Term Inspiratory Muscle Training (IMT) Combined with Chest Physiotherapy in Hospitalized COPD Patients. *Bangladesh J Med Sci* 2013; 12(4)398-404.
32. van Adrichem EJ, Meulenbroek RL, Plukker JTM, Groen H, van Weert E. Comparison of Two Preoperative Inspiratory Muscle Training Programs to Prevent Pulmonary Complications in Patients Undergoing Esophagectomy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Ann Surg Oncol* 2014; 21:2353-2360.
33. Charususin N, Gosselink R, McConnell A, Demeyer H, Topalovic M, Decramer M, et al. Inspiratory muscle training improves breathing pattern during exercise in COPD patients. *Eur Respir J* 2016;47(4)1261-1264.
34. alazar-Martínez E, Gatterer H, Burtscher M, Orellana JN, Santalla A. Influence of Inspiratory Muscle Training on Ventilatory Efficiency and Cycling Performance in Normoxia and Hypoxia. *Front Physiol* 2017; 8:1-11.
35. Turkey K, Afify AMA. Effect of Preoperative Inspiratory Muscle Training on Alveolar-Arterial Oxygen Gradients After Coronary Artery Bypass Surgery. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2017; 37(4)290-294.
36. blosakka-Jones C, Tongdee P, Pachirat O, Jones DA. Slow loaded breathing training improves blood pressure, lung capacity and arm exercise endurance for older people with treated and stable isolated systolic hypertension. *Exp Gerontol* 2018; 108:48-53.
37. Guy JH, Edwards AM, Deakin GB. Inspiratory Muscle Training Improves Exercise Tolerance in Recreational Soccer Players Without Concomitant Gain in Soccer-Specific Fitness. *J Strength Cond Res* 2014; 28(2)483-491.
38. Vranish JR, Bailey EF. Daily respiratory training with large intrathoracic pressures, but not large lung volumes, lowers blood pressure in normotensive adults. *Respir Physiol Neurobiol* 2015; 216:63-69.

Recebido: 24/05/2020

Aprovado: 10/12/2021