



PROGRAMA DE APRIMORAMENTO PROFISSIONAL
Secretaria de Estado da Saúde
Complexo Hospitalar Padre Bento de Guarulhos



THAIS CORRÊA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE O
DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Guarulhos
2016



PROGRAMA DE APRIMORAMENTO PROFISSIONAL
Secretaria de Estado da Saúde
Complexo Hospitalar Padre Bento de Guarulhos



THAIS CORRÊA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE O
DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Monografia apresentada ao Programa de Aprimoramento Profissional SES-SP, elaborada no Complexo Hospitalar Padre Bento de Guarulhos.

Área: Fisioterapia Hospitalar

Orientador: Joel Malaquias Junior

Supervisor(a) Titular: Paulo Ivan Rezende da Silva

Guarulhos
2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Programa de Aprimoramento Profissional em Fisioterapia Hospitalar SES-SP, e à Comissão de pós graduação do Complexo Hospitalar Padre Bento de Guarulhos, por proporcionarem a oportunidade e os recursos necessários para realização deste programa.

Aos fisioterapeutas supervisores Paulo Ivan, Joel Malaquias e Jorgea Mello por estarem ao meu lado em todos os momentos. Levarei por toda minha carreira profissional os conselhos, as orientações, ensinamentos e apoio prestados. Fizeram parte de um dos momentos mais importantes da minha história. Me motivaram e fizeram meus dias melhores e mais prazerosos. Foram, sem dúvida, essenciais.

Às funcionárias da Gerência de Formação e Aprimoramento Janet, Selma, Ana Lúcia e Mariane pela paciência e carinho ao me receber. Por terem sido sempre prestativas e dispostas a ajudar.

Aos funcionários da Reabilitação do C.H.P.B.G. pela ajuda prestada durante os momentos juntos e sempre que necessário.

Aos meus pais Lilia e Wilton por todo incentivo, apoio e dedicação para que meu sonho se tornasse realidade. Nada disso seria possível sem que tivessem me colocado à frente.

Ao meu namorado e parceiro Daniel, sempre disposto a ajudar e me ouvir, compreendendo os momentos de ausência e incentivando minha dedicação.

Aos amigos feitos durante o aprimoramento que tornaram tudo mais leve e divertido.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Introdução: A ventilação mecânica (VM) promove suporte ventilatório para pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada. Enquanto o repouso da musculatura respiratória promovida pela VM é adequada para reverter a fadiga muscular, também pode agravar a fraqueza dos músculos respiratórios. Treinamento muscular inspiratório (TMI) engloba diversas técnicas para aumentar a força e a resistência da musculatura inspiratória, podendo ser uma alternativa para auxiliar no processo de retirada do suporte ventilatório. **Objetivos:** Realizar uma revisão bibliográfica para analisar a influência do treinamento muscular inspiratório sobre o desmame da ventilação mecânica. **Metodologia:** Utilizou-se as bases de dados Pubmed, PEDro e LILACS como fonte de busca. Foram analisados ensaios clínicos randomizados, nacionais e internacionais, realizados nos últimos 10 anos, em indivíduos com idade superior a 16 anos, de ambos os sexos, sob ventilação mecânica por, no mínimo, 48h independente da patologia de base, intubados ou traqueostomizados, que receberam treinamento muscular respiratório na UTI. Estudos contendo grupo controle e grupo intervenção ou placebo foram avaliados. **Resultados:** Foram analisados 7 artigos. Dos sete artigos, seis utilizaram o Threshold® como dispositivo para TMI e, apenas um, o ajuste da sensibilidade do ventilador mecânico. Os indivíduos que não realizaram o TMI receberam fisioterapia habitual. Um dos trabalhos utilizou um dispositivo placebo para o grupo controle. Dentre as variáveis analisadas, foram citados o IRRS, a FR, VC, tempo de VMI, duração do processo de desmame, tempo de internação na UTI, tempo de permanência hospitalar e dependência da utilização de VNI após a extubação. A P_{Imáx} foi descrita por todos os estudos. **Conclusão:** Todos os estudos presentes nesta revisão apresentaram resultados favoráveis em relação às variáveis ligadas ao desmame, especialmente à força muscular inspiratória. Seis estudos mostraram um aumento considerável na P_{Imáx}, indicando um efeito benéfico do TMI. Os indivíduos que realizaram o TMI obtiveram uma taxa de sucesso do desmame maior, diminuindo o tempo de VMI, de internação da UTI e de permanência hospitalar. Os dispositivos que aumentem a força muscular inspiratória podem ser aliados no manejo do paciente crítico, auxiliando no processo de desmame.

Palavras-chave: treinamento muscular inspiratório, desmame, ventilação mecânica, extubação.

ABSTRACT

Introduction: Mechanical ventilation (MV) promotes ventilatory support for patients with acute or chronic acute respiratory failure. While resting of the respiratory muscle promoted by MV is adequate to reverse muscle fatigue, it can also worsen respiratory muscle weakness. Inspiratory muscle training (IMT) encompasses several techniques to increase strength and resistance to inspiratory musculature, and may be an alternative to assist in the removal of ventilatory support. **Objectives:** This study aimed to perform a bibliographic review to analyze an influence of inspiratory muscle training on weaning from mechanical ventilation. **Methodology:** Pubmed, PEDro and LILACS databases were used as the search source. Randomized clinical trials, national and international, performed in the last 10 years in individuals over 16 years of age, of both sexes, under mechanical ventilation, with at least 48h regardless of initial pathology, intubated or tracheostomized, who received respiratory muscle training in the ICU. Studies containing control group and intervention group or placebo were evaluated. **Results:** Were analyzed 7 articles. Of the seven articles, six used Threshold® as a device for TMI and, only one, the adjustment of the sensitivity of the mechanical ventilator. Individuals who did not receive IMT, received usual physiotherapy. One of the studies used a placebo device for the control group. Among the analyzed variables, the IRRS, one FR, VC, IMV time, weaning process length, length of ICU stay, length of hospital stay, and dependence on the use of NIV after extubation were cited. MIP was described by all studies. **Conclusion:** All studies present in this review has shown favorable results regarding weaning, especially to inspiratory muscle strength. Six studies show a considerable increase in MIP, indicating a beneficial effect of MIP. The individuals who performed IMT had a higher weaning success rate, decreasing IMV time, ICU and hospital stay. Devices that increases an inspiratory muscle strength may be allies in critical patient management, helping in the weaning process

Keywords: inspiratory muscle training, weaning, mechanical ventilation, extubation.

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

DDIV – Disfunção Diafragmática Induzida pela Ventilação

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

FC – Frequência Cardíaca

FR – Frequência Respiratória

GC – Grupo Controle

GE – Grupo Experimental

IOT – Intubação Orotraqueal

IResp – Insuficiência Respiratória

IRespA – Insuficiência Respiratória Aguda

IRRS – Índice de Respiração Rápida e Superficial

PaO₂ – Pressão Arterial de Oxigênio

PEEP – Pressão Positiva Expiratória Final

PEmáx – Pressão Expiratória Máxima

PImáx – Pressão Inspiratória Máxima

RE – Respiração Espontânea

SaO₂ – Saturação Arterial de Oxigênio

TMI – Treinamento Muscular Inspiratório

TMR – Treinamento Muscular Respiratório

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

VC – Volume Corrente

VM – Ventilação Mecânica

VNI – Ventilação Não Invasiva

VR – Volume Residual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÃO.....	22
7. REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) promove suporte ventilatório para pacientes com insuficiência respiratória aguda (IRespA) ou crônica agudizada. Tem por objetivo manter adequada troca gasosa e diminuir o trabalho da musculatura respiratória¹. No entanto, algumas complicações estão associadas à VM, bem como infecção, barotrauma, comprometimento cardiovascular, toxicidade por oxigênio e a Disfunção Diafragmática Induzida pelo Ventilador (DDIV)².

Assim que a causa da IRespA tenha se resolvido, a VM pode ser interrompida. Porém, a resolução da lesão pulmonar, é um processo lento, assim como a restauração da função muscular respiratória após o suporte ventilatório. Mesmo que a lesão pulmonar não esteja completamente resolvida ou a musculatura respiratória não tenha recuperado sua capacidade funcional, pode-se iniciar o processo de desmame³.

O desmame da VM é compreendido como o processo de transição da ventilação artificial para a espontânea, nos pacientes que permanecem em Ventilação Mecânica Invasiva (VMI) por tempo superior às 24h. Retirar o paciente do suporte ventilatório ocupa, em média, 40% do tempo total de VM⁴.

O sucesso do desmame ocorre quando o paciente é capaz de manter ventilação espontânea por pelo menos 48h após a interrupção da VM. Caso haja necessidade de retornar ao suporte ventilatório no período, é considerado fracasso do processo. Na necessidade de VMI por mais de 6h por dia por tempo superior a três semanas, apesar da correção de distúrbios funcionais e esquemas de reabilitação, será considerada ventilação mecânica prolongada⁴.

O processo de retirada do suporte ventilatório é dividido em duas fases. Na primeira fase, barreiras fisiológicas são identificadas e, se possível, corrigidas. Já a segunda fase envolve uma abordagem metódica das condições para realizar o desmame. É importante estar alerta à força da musculatura respiratória, pois pode favorecer o desmame de um paciente que tenha falhado em outras tentativas⁵. O desmame difícil é realidade em cerca de 20% a 30% dos pacientes⁶.

Durante a VM, o diafragma, principal músculo da respiração, sofre com a inatividade e baixa demanda ventilatória, gerando a DDIV. A suspeita de DDIV ocorre quando o paciente falha no desmame. O insucesso da retirada do suporte ventilatório está relacionado com disfunção muscular respiratória².

Enquanto o repouso da musculatura respiratória promovida pela VM é adequada para reverter a fadiga muscular, também pode agravar a fraqueza dos músculos respiratórios⁷.

Shanely et al. (2002) realizaram um estudo em ratos onde observaram que apenas 18 horas de VM foram suficientes para gerar disfunção contrátil diafragmática. Após esse período o teor de proteína muscular foi reduzido drasticamente⁸.

A musculatura respiratória é constituída por fibras estriadas e apresentam $55 \pm 5\%$ de fibras estriadas do tipo I (possuem contração lenta e são predominantes no sistema respiratório), $20 \pm 6\%$ do tipo IIa (intermediárias) e $25 \pm 3\%$ tipo IIb (maior potencial anaeróbico)⁹. Os músculos respiratórios trabalham vencendo cargas elásticas (forças de retração dos pulmões e caixa torácica) e cargas resistivas das vias aéreas¹⁰.

Levine et al. (2008) observaram por meio de biópsia que 18-69 horas de VM resultam em atrofia significativa (aproximadamente 50% de redução das área de secção das fibras musculares) nos dois tipos de fibra (I e II) do diafragma. Estes resultados corroboram com o aumento da proteólise diafragmática durante a inatividade¹¹.

De acordo com Knobel (2004) os músculos respiratórios podem estar prejudicados por fraqueza ou fadiga muscular. A fraqueza muscular é definida por uma dificuldade de um músculo em gerar força (pressão inspiratória inferior a -20 cmH₂O). Já a fadiga muscular é a incapacidade do músculo em manter atividade por determinado tempo, ou seja, apresenta baixa resistência¹².

A pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) é um método usado para medir a força muscular inspiratória. O valor é baseado na medida da pressão nas vias aéreas

superiores (boca para pacientes ambulatoriais e traqueia para pacientes intubados ou traqueostomizados) durante uma inspiração máxima voluntária. A pressão medida é uma associação da pressão gerada pelos músculos inspiratórios com a pressão de recolhimento elástico do pulmão e caixa torácica¹³.

Entre os indicadores preditivos de sucesso do desmame, a avaliação da musculatura inspiratória através da PImáx é útil para orientar o processo de desmame ventilatório, pois é um método convencional, não invasivo e de fácil acesso. A medida da PImáx deve ser realizada após uma expiração forçada máxima, porém, caso a participação do paciente seja dificultada, utiliza-se uma válvula unidirecional expiratória acoplada ao manovacuômetro¹⁴.

Truwit e Marini (1992) propuseram a utilização de uma válvula expiratória unidirecional onde a expiração é realizada sem resistência e a inspiração é bloqueada. Isso faz com que o paciente inicie sucessivos esforços inspiratórios progressivamente mais próximos do volume residual (VR), gerando uma pressão negativa cada vez maior. Portanto, exige menor coordenação entre o paciente e o avaliador¹⁵.

Para pacientes com drive ventilatório reduzido, o aumento do tempo inspiratório para potencializar o esforço do paciente pode ser uma alternativa ao estímulo verbal, principalmente para os pacientes que não interagem adequadamente com o examinador. Isto pode ser observado através dos valores mais negativos de PImáx para o método de oclusão em 40s. Alguns autores utilizaram estratégias para aumentar o drive ventilatório dos pacientes, tais como o próprio método da válvula unidirecional¹⁶.

Os valores estabelecidos como limiares para definir fraqueza muscular inspiratória importante e aptidão para o desmame de pacientes sob VM são arbitrários (situando-se entre -20 e -30 cmH₂O), não considerando idade e sexo dos pacientes. A consideração destas variáveis pode ser relevante para o estabelecimento de limiares específicos para cada paciente¹⁶.

O desequilíbrio entre a carga inspiratória e desempenho da musculatura respiratória parece desempenhar um papel decisivo na falha do desmame. Bem como

a associação da VM com o uso de relaxantes musculares e altas doses de esteroides⁷. É importante a realização de exercícios específicos para um efetivo condicionamento dos músculos respiratórios. Sendo assim, o treinamento muscular inspiratório deve ser realizado desde o momento em que o paciente é eleito para realizar o processo de desmame¹⁰.

Treinamento muscular inspiratório (TMI) engloba diversas técnicas para aumentar a força e a resistência da musculatura inspiratória. O treino tem efeito tanto no diafragma, quanto na musculatura acessória da inspiração¹⁷.

Moodie et al. (2011) encontraram em sua revisão sistemática que o treinamento muscular inspiratório aumenta significativamente a força muscular inspiratória, sem grandes efeitos adversos, quando utilizado durante o desmame da VM¹⁸.

Em pacientes sob VM o TMI pode ser empregado por diversas técnicas: hiperpnéia normocápnica, treinamento com carga pressória alinear e linear, ou por ajuste da sensibilidade do ventilador¹⁹.

O treino de hiperpneia normocápnica é utilizado para ganho de endurance, utilizando baixa pressão e alto fluxo respiratório, o que mantém os níveis de CO₂ próximos do fisiológico. Deve ser realizado com um aparelho específico com um alvo visual para que o paciente mantenha a ventilação desejada. Isso dificulta a aplicação da técnica em unidade de terapia intensiva (UTI)^{20,21}.

Outro treino que pode ser realizado é com resistência alinear em um dispositivo com orifícios de diferentes tamanhos, variando de 2 mm a 7 mm. A resistência, portanto, é fluxo-dependente, podendo gerar problemas já que é o padrão respiratório do indivíduo que altera a resistência aplicada aos músculos inspiratórios. Dessa forma, a pressão inspiratória gerada depende do tamanho do orifício e da taxa do fluxo inspiratório²⁰.

O Threshold®IMT é um dispositivo de carga linear que oferece uma resistência à inspiração por meio de um sistema de mola com uma válvula unidirecional. Durante a expiração não há resistência, pois a válvula se abre; já na

inspiração ocorre o fechamento da válvula, ocasionando uma resistência. Para iniciar o treinamento com o Threshold®IMT é necessário definir a resistência a ser aplicada em $\text{cmH}_2\text{O}^{22}$.

Há também a possibilidade de alterar a sensibilidade do ventilador para que o paciente realize maior esforço para dispará-lo e, assim, gerar uma carga pressórica para os músculos inspiratórios. Ao ajustar progressivamente a sensibilidade do ventilador, a carga inspiratória pode ser gradualmente aumentada. Esse ajuste é baseado no valor obtido com a mensuração da $P_{\text{imáx}}^{19}$.

Sarmiento et al. (2010) descreveram que durante o período de treinamento devemos avaliar tanto a força (por meio da $P_{\text{imáx}}$), quanto a endurance do paciente (pelo tempo em que permanece em respiração espontânea). Essa resistência pode ser analisada pela relação FR/VC (rpm/L), mais conhecida como Índice de Tobin. Deve ser utilizado um ventilômetro e valores maiores que 105 indicam aumento do trabalho respiratório, pois está associado a um volume minuto dependente de altas frequências e baixos volumes²³.

Sendo assim, esta revisão tem como objetivo avaliar a influência do treinamento muscular inspiratório sobre o desmame da ventilação mecânica.

2. OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica para analisar a influência do treinamento muscular inspiratório sobre o desmame da ventilação mecânica, tendo em vista que quanto maior a taxa de sucesso do processo de retirada da VMI, menor o tempo desta.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de estudo

Revisão sistemática.

Metodologia

Para esta revisão bibliográfica utilizou-se as bases de dados Pubmed, PEDro e LILACS como fonte de busca. As palavras-chaves utilizadas foram: treinamento muscular inspiratório (*inspiratory muscle training*), treino muscular respiratório (*respiratory muscle training*), desmame (*weaning*), ventilação mecânica (*mechanical ventilation*) e todas as possíveis combinações entre elas.

Foram analisados ensaios clínicos randomizados, nacionais e internacionais, portanto em português e inglês, realizados nos últimos 10 anos, em indivíduos com idade superior a 16 anos, de ambos os sexos, sob ventilação mecânica por, no mínimo, 48h independente da patologia de base, intubados ou traqueostomizados, que receberam treinamento muscular respiratório na UTI.

Estudos contendo grupo controle e grupo intervenção ou placebo foram avaliados. Os artigos tinham que especificar o tipo de dispositivo utilizado, a carga e sua progressão (caso houvesse) e frequência do treinamento.

4. RESULTADOS

Na busca foram encontrados, a princípio, 96 artigos. Destes, 66 eram repetidos entre as bases de dados, onde 4 foram excluídos pelo título, 3 após leitura do resumo, 6 por não estarem disponíveis para leitura e 11 por serem revisão. Restando assim, 7 artigos para análise. A **Figura 1.** apresenta um fluxograma descrevendo o processo de busca dos artigos.

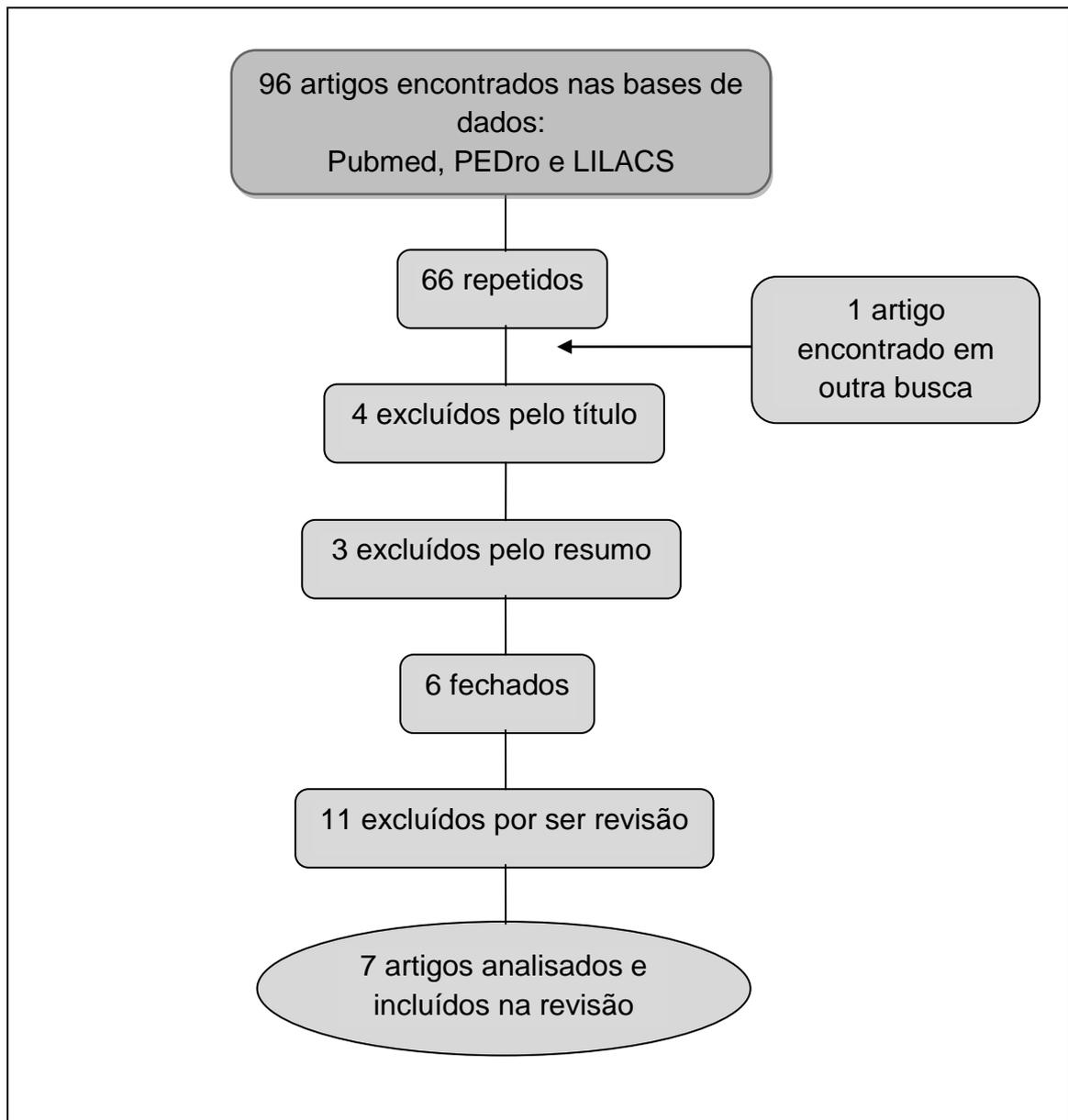


Figura 1. Fluxograma descrevendo o processo de busca dos artigos.

Os estudos contaram com 324 participantes no total, de ambos os sexos. A idade variou de 54 a 97 anos. Os motivos que levaram os indivíduos a

necessitarem de VMI foram diversos, como trauma, sepse, pós operatório, pneumonia, broncoaspiração, imunossupressão e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), sendo que um estudo limitou sua amostra para apenas pacientes que apresentaram IResp por DPOC²⁹. Dois estudos envolviam pacientes traqueostomizados^(25, 28), três envolviam pacientes com intubação orotraqueal^(24, 26, 27) e dois^(29, 30) não especificaram o tipo de prótese. Apenas dois estudos delimitaram sua amostra em pacientes em difícil desmame^(25, 29).

Na **Tabela 1**, os artigos foram organizados de acordo com os seguintes critérios: autor, ano de publicação, amostra, intervenção, variáveis avaliadas, resultados e conclusão.

Autor/ano	Amostra	Intervenção	Variáveis avaliadas	Resultados/ Conclusão
Cader et al. (2010) ²⁴	IOT devido IResp do tipo I, idade mínima 70 anos, P _{lmáx} ≤ 20 cmH ₂ O e sob VMI em modo controlado por, no mínimo, 48h. N=41, onde: GE: 21 (83 ± 3 anos) GC: 20 (82 ± 7 anos)	GE: Threshold® c/ carga de 30% da P _{lmáx} , por 5 min., 2 vezes ao dia, 7 dias por semana. Incremento de 10% diariamente. GC: tratamento habitual	P _{lmáx} IRRS Tempo de desmame	A P _{lmáx} aumentou significativamente no GE. Já o índice de Tobin (IRRS) apresentou piora em ambos os grupos, porém TMI atenuou o aumento no GE. O processo de desmame da VMI durou um tempo menor no GE.
Martin et al. (2011) ²⁵	Indivíduos estáveis clinicamente, traqueostomizados, que falharam no desmame da VMI. N=69 GE: 35 (65.6 ± 11.7 anos) GC: 34 (65.1 ± 10.7 anos)	GE: Threshold® c/ > carga tolerada pelo paciente (ajustada diariamente), 4 séries de 6 – 10 repetições por dia, 5 dias por semana, intercalando com RE. GC: placebo com o mesmo protocolo, intercalando com RE.	P _{lmáx} Sucesso no desmame	A P _{lmáx} aumentou no GE, bem como o sucesso no processo de desmame, em relação ao GC.
Cader et al. (2012) ²⁶	IOT devido IResp do tipo I, P _{lmáx} de -20 cmH ₂ O e sob VMI em modo controlado por, no mínimo, 48h. N=28, onde: GE: 14 (82 ± 4 anos) GC: 14 (81 ± 6 anos).	GE: Threshold® carga de 30% da P _{lmáx} , por 5 min., 2 vezes ao dia, 7 dias por semana, desde o início do desmame até a extubação. Incremento de 10% diariamente. GC: terapia habitual. Após extubação foi aplicada VNI de acordo c/ protocolo do hospital	P _{lmáx} IRRS Tempo de dependência de VNI	O TMI aumentou a P _{lmáx} e reduziu significativamente o índice de Tobin (IRRS) no GE. Também foi associado com a redução do tempo de VNI.

Condessa et al. (2013)²⁷	Indivíduos estáveis, ≥ 18 anos, sob VMI por, no mínimo, 48h em modo controlado, aptos ao desmame com PS entre 12 e 15 cmH ₂ O e PEEP entre 5 e 7 cmH ₂ O N=92, onde: GE: 45 (64 \pm 17 anos) GC: 47 (65 \pm 15 anos)	GE: Threshold@ c/ carga de 40% da P _{Imáx} , 5 séries de 10 repetições, 2 vezes ao dia, 7 dias por semana. GC: tratamento habitual	P _{Imáx} P _{Emáx} IRRS VC Tempo de desmame	O TMI não diminuiu significativamente o tempo de desmame, mas aumentou a força muscular e o VC.
Pascotini et al. (2014)²⁸	Traqueostomizados, idade ≥ 40 anos, em processo de desmame da VMI. N=14, onde: GE: 7 (67 \pm 13,9 anos) GC: 7 (72,4 \pm 11,9 anos)	GE: Threshold@ c/ carga de 20% da P _{Imáx} , 1 vez por dia, durante 7 dias consecutivos. GC: tratamento habitual	P _{Imáx} P _{Emáx} FR FC VC	O GC apresentou aumento da FR e diminuição da P _{Imáx} . Já no GE as variáveis não se alteraram significativamente. O TMI auxiliou na manutenção da função respiratória.
Elbouhy et al. (2014)²⁹	Pacientes com exacerbação da DPOC, necessitando de VMI e em desmame prolongado. N=40, onde: GE: 20 (64 \pm 17 anos) GC: 20 (65 \pm 15 anos)	GE: Ajuste de sensibilidade - 20% da P _{Imáx} por 5 min., 2 vezes ao dia. Incremento de 5 min. diariamente, até alcançar 30 min, para então, aumentar 10% da P _{Imáx} . GC: tratamento habitual.	P _{Imáx} VC FR Sucesso no desmame Tempo de VMI Tempo de permanência UTI Tempo de permanência hospitalar	Houve diminuição do tempo na UTI/VMI/hospital e melhora nos parâmetros do GE durante os 5 dias de TMI. O TMI aumenta força e endurance muscular, bem como auxilia no desmame da VMI em pacientes com DPOC e dificuldade no desmame.
Mohamed et al. (2014)³⁰	Sob VMI por IResp por, no mínimo 48h, clinicamente estáveis, bom nível de consciência, responsivos a comando verbal. N=40, onde: GE: 20 (54,8 \pm 7,6 anos) GC: 20 (55,9 \pm 3,07 anos)	GE: Threshold@ carga de 30% da P _{Imáx} , 6 séries de 5 a 6 repetições, 2 vezes por dia, 12 vezes por semana, incrementando a cada sessão de 1 a 2 cmH ₂ O. GC: tratamento habitual	P _{Imáx} PaO ₂ SaO ₂ Relação PaO ₂ /FiO ₂ Carga do dispositivo Tempo de VM Tempo de permanência UTI	O TMR associado à fisioterapia respiratória convencional pode promover melhora da oxigenação e da força muscular em pacientes com insuficiência respiratória ventilados mecanicamente.

IOT= intubação orotraqueal; IResp = insuficiência respiratória; P_{Imáx} = pressão inspiratória máxima; VMI = ventilação mecânica invasiva; GE = grupo experimental; GC = grupo controle; IRRS = índice de respiração rápida e superficial; TMI = treino muscular inspiratório; RE = respiração espontânea; VNI = ventilação não invasiva; VC = volume corrente; P_{emáx} = pressão expiratória máxima; FR = frequência respiratória; FC = frequência cardíaca; DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica; UTI = unidade de terapia intensiva; TMR = treino muscular respiratório.

Tabela 1. Resumo dos estudos analisados (n=7)

Dos sete artigos, seis ^(24, 25, 26, 27, 28, 30) utilizaram o Threshold® como dispositivo para TMI. A carga variou entre 20% e 40% da PImáx. O estudo de Martin et al. ²⁵ estabeleceu como critério a maior carga tolerada pelo paciente. Já o trabalho de Elbouhy et al. ²⁹ realizou o TMI com o ajuste da sensibilidade do ventilador mecânico, tendo como valor de carga 20% da PImáx.

Os indivíduos que não realizaram TMI (grupo controle), receberam fisioterapia habitual, que incluía atividades motoras, manobras de higiene brônquica, aspiração traqueal e posicionamento. Apenas o trabalho de Martin et al. ²⁵ utilizou um dispositivo placebo (carga alinear com orifício de 3mm de diâmetro) seguindo o mesmo protocolo do grupo experimental.

No que diz respeito às variáveis analisadas, três ^(24, 26, 27) avaliaram o IRRS; dois ^(28, 29) analisaram a FR e três ^(27, 28, 29) o VC; três ^(24, 30, 29) calcularam o tempo de VMI, três ^(24, 26, 27) a duração do processo de desmame, dois ^(29, 30) o tempo de internação na UTI e apenas um ⁽²⁹⁾ o tempo de permanência hospitalar. Em relação utilização da VNI, dois ^(26, 27) trabalhos avaliaram a taxa de dependência após a extubação.

A PImáx foi descrita por todos os estudos. Apenas o trabalho de Pascotini et al. ²⁸ não mostrou um aumento, mas sim a manutenção da força muscular inspiratória do GE em relação ao GC. Todos os outros obtiveram um aumento importante desta variável.

O **Gráfico 1**. mostra a diferença entre a PImáx pré e pós intervenção entre o GE e o GC de seis estudos ^(24, 25, 26, 27, 29, 30).

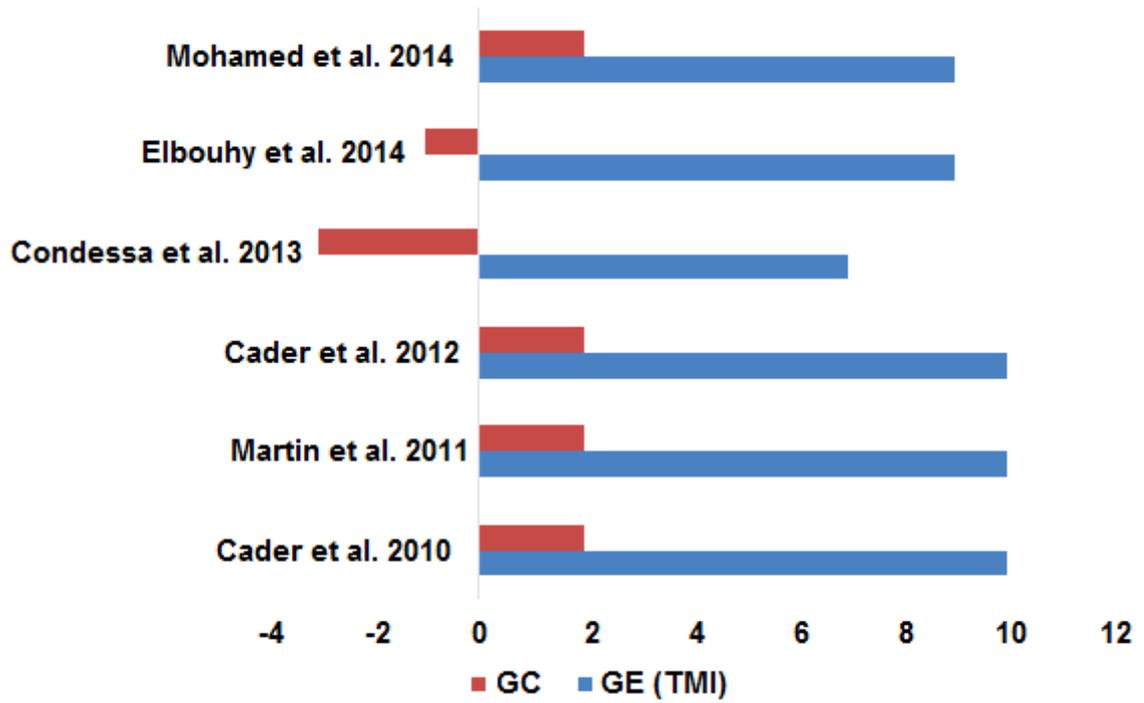


Gráfico 1. Diferença de PImax pré e PImax pós intervenção entre grupo experimental e grupo controle (n = 310).

5. DISCUSSÃO

O TMI é uma alternativa terapêutica que visa aumentar a força muscular inspiratória, com o intuito de diminuir o tempo VMI e acelerar o processo de desmame. Esses benefícios visam diminuir o tempo de um indivíduo na UTI e sua permanência hospitalar, reduzindo os custos de uma internação.

Os estudos presentes nesta revisão demonstraram os efeitos positivos de um TMI em pacientes internados em uma UTI. Tanto em indivíduos que já obtiveram falha no processo de retirada da VMI, quanto na tentativa de acelerar o processo de desmame.

Com relação à força muscular, seu aumento após o treinamento em praticamente todos os estudos demonstra um benefício da sua utilização, porém protocolos para realização do Threshold® variaram bastante, o que pode dificultar a padronização. Especialmente no que diz respeito à carga e sua progressão. O TMI ter sido realizado diariamente foi um fator importante para o efeito positivo da técnica.

O predomínio da faixa etária acima dos 50 anos nos mostra uma maior necessidade de um método que aumente a força muscular inspiratória e diminua o tempo de desmame. Além da fraqueza muscular, os idosos apresentam diminuição do recolhimento elástico dos pulmões e da complacência da caixa torácica, prejudicando a capacidade em gerar força e movimentar um VC adequado³¹. Esses fatores dificultam o processo de retirada do suporte ventilatório. Contudo, outras faixas etárias devem ser avaliadas para otimizar o tempo de internação.

Pacientes em difícil desmame, ou seja, que já falharam no processo anteriormente, apresentam diferentes causas para que isso ocorra. Porém, a fraqueza muscular, tanto respiratória quanto periférica, está presente em todos eles. Relacionar a utilização de um dispositivo para TMI com o tempo de VMI torna-se essencial para melhorarmos o prognóstico desses indivíduos.

Alguns artigos desta revisão avaliaram o tempo total do desmame. Essa variável deveria ser analisada por todos para a confirmação do benefício do TMI. Todos comprovaram que o tempo do processo de desmame foi menor no grupo experimental.

A DPOC no Brasil está entre a 4ª e 7ª posição entre as principais causas de morte, sendo suas exacerbações freqüentes (2,4 a 3 episódios/ano por paciente), levando o indivíduo muitas vezes a necessitar suporte ventilatório invasivo³². Devido às alterações na mecânica pulmonar e respiratória desses pacientes, o processo de retirada da VMI apresenta uma série de dificuldades. Apenas um trabalho avaliou a influência do TMI sobre o desmame difícil de pacientes com DPOC²⁹. O desfecho foi favorável na diminuição do tempo de VMI e de internação na UTI, na força muscular inspiratória e na melhora dos parâmetros.

Há na literatura um número relativamente pequeno de artigos utilizando protocolos de TMI. Isso foi um fator limitante para esta pesquisa. Os estudos deveriam padronizar algumas variáveis para observar o efeito do TMI. Apesar dos efeitos positivos do treinamento demonstrados em todos os artigos desta revisão, deve-se realizar novos estudos utilizando esse tipo de treinamento em diferentes idades e patologias, bem como comparar os métodos existentes.

6. CONCLUSÃO

Todos os estudos presentes nesta revisão apresentaram resultados favoráveis em relação às variáveis ligadas ao desmame, especialmente à força muscular inspiratória. Seis estudos mostraram um aumento considerável na P_{Imáx}, indicando um efeito benéfico do TMI. O estudo de Pascotini et al.²⁸ mostrou uma manutenção das variáveis estudadas, corroborando para o benefício do treinamento.

Esta revisão contou com amostras prevalecendo a população idosa. O idoso apresenta uma série de modificações fisiológicas, características do processo de envelhecimento, que podem gerar diminuição da eficiência da musculatura respiratória. A partir dos 65 anos a P_{Imáx} diminui progressivamente. Portanto, esse grupo de indivíduos pode se beneficiar com o TMI.

Os indivíduos que realizaram o TMI obtiveram uma taxa de sucesso do desmame maior, diminuindo o tempo de VMI, de internação da UTI e de permanência hospitalar. Isso tudo leva a uma melhor evolução do paciente durante sua estadia no hospital e a um menor custo para os serviços.

É importante ressaltar que este paciente deve ter sua P_{Imáx} monitorada desde o início do treinamento para avaliar uma possível progressão de carga e os efeitos dessa intervenção em seu organismo.

Os dispositivos que aumentem a força muscular inspiratória podem ser aliados no manejo do paciente crítico, auxiliando no processo de desmame.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carvalho CRR, Junior CT, Franca SA. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *J Bras Pneumol*. 2007;33 (Supl 2):S 54-S 70.
2. Vassilakopoulos T, Petrof BJ. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169:336–341.
3. Freitas EEC, David CMN. Avaliação do sucesso do desmame da ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2006 Out;18(4):351-9.
4. Goldwasser R, Farias A, Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33 (Supl 2):S 128-S 136.
5. White, AC. Long-Term Mechanical Ventilation: Management Strategies. *Respir Care* 2012; 57(6): 889-897.
6. Heunks LM, van der Hoeven JG. Clinical review: The ABC of weaning failure - a structured approach. *Crit Care*. 2010;14(6):245.
7. G. Gayan-Ramirez , M. Decramer. Effects of mechanical ventilation on diaphragmatic function and biology. *Eur Respir J* 2002 20: 1579-1586.
8. Shanely RA, Zergeroglu MA, Lennon S, Sugiura T, Yimlamai T, Enns D, et al. Mechanical Ventilation–induced Diaphragmatic Atrophy Is Associated with Oxidative Injury and Increased Proteolytic Activity. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(10):1369-1374.
9. Sarmiento GJV, Veja JM, Lopes NS. *Fisioterapia em UTI*. São Paulo: Atheneu, 2010, p. 207-208.
10. Cunha CS, Santana ERM, Fortes RA. Técnicas de Fortalecimento da Musculatura Respiratória auxiliando no desmame do paciente em Ventilação Mecânica Invasiva. *Cadernos UniFOA*, 2008; 6: p. 80-86.
11. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med* 358: 1327–1335, 2008.
12. Knobel, E. *Terapia Intensiva: Pneumologia e Fisioterapia Respiratória*. São Paulo: Atheneu, 2004.
13. Caruso P, Albuquerque ALP, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, Prina E, et al. Métodos diagnósticos para avaliação da força muscular inspiratória e expiratória. *J Bras Pneumol*. 2015;41(2):110-123.

14. Passarelli R de CV, Tonella RM, Souza HCD de, Gastaldi AC. Avaliação da força muscular inspiratória (P_Imax) durante o desmame da ventilação mecânica em pacientes neurológicos internados na unidade de terapia intensiva. *Fisioter Pesq.* 2011. 18 (1).
15. Yamaguti WPS, Alves LA, Kauss IAM, Galvan CCR, Brunetto AF. Comparação entre a pressão inspiratória máxima medida pelo método da válvula unidirecional e pelo convencional em pacientes submetidos ao processo de desmame da ventilação mecânica invasiva. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2004;16(3):142-5.
16. Guimarães FSI, Alves FFIII, Constantino SSIV, Dias CMI, Menezes SLSI. Avaliação da pressão inspiratória máxima em pacientes críticos não-cooperativos: comparação entre dois métodos. *Rev. bras. fisioter.* vol.11 no.3 São Carlos May/June 2007.
17. Elkins M, Dentice R. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review. *J Physiother* 2015;61:125–34.
18. Moodie L, Reeve J, Elkins M. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *J Physiother.* 2011;57:213–221.
19. Moodie LH, Reeve JC, Vermeulen N, Elkins MR. Inspiratory muscle training to facilitate weaning from mechanical ventilation: protocol for a systematic review. *BMC Research Notes* 2011, 4:283.
20. Kock KS, Calônico JC, Luiz AR, Arent YA, Fernandes I. Análise da pressão inspiratória com alto e baixo fluxos em resistor alinear. *ASSOBRAFIR Ciência.* 2015 Abr;6(1):13-20.
21. Sarmiento, GJV. *Fisioterapia Respiratória no Paciente Crítico: Rotinas Clínicas - 3ª Ed.* São Paulo: Manole, 2010, p. 104.
22. Souza E, Terra ELSV, Pereira R, Chicayban L, Silva J, Campaio-Jorge F. Análise eletromiográfica do treinamento muscular inspiratório sob diferentes cargas do threshold@IMT. *Perspectivas Online*, Rio de Janeiro, vol.2, n.7, p.103-112, 2008.
23. Sarmiento GJV, Veja JM, Lopes NS. *Fisioterapia em UTI.* São Paulo: Atheneu, 2010, p. 216.
24. Cader SA, Vale RGS, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MCV, Cabrera WE, Dantas EHM. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. *J Physiother.* 2010;56:171–177.
25. Martin AD, Smith BK, Davenport P, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care.* 2011;15:R84.

26. Cader SA, Vale RGS, Zamora VE, Costa CH, Dantas EHM. Extubation process in bed-ridden elderly intensive care patients receiving inspiratory muscle training: a randomized clinical trial. *Clinical Interventions in Aging* 2012;7 437–443.
27. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *J Physiother*. 2013;59:101–107.
28. Pascotini FS, Denardi C, Nunes GO, Trevisan ME, Antunes VP. Treinamento muscular respiratório em pacientes em desmame da ventilação mecânica. *ABCS Health Sci*.2014;39:12–16.
29. Elbouhy MS, AbdelHalim HA, Hashem AMA. Effect of respiratory muscles training in weaning of mechanically ventilated COPD patients. *Egypt J Chest Dis Tuberc*. 2014;63:679–687.
30. Mohamed AR, El Basiouny HMS, Salem NM. Response of mechanically ventilated respiratory failure patients to respiratory muscles training. *Med J Cairo Univ*. 2014;82:19–24.
31. Silva SM, Corrêa JCF, Silva FC, Sampaio LMM, Corrêa FI. Comparação da força muscular respiratória entre idosos após acidente vascular encefálico. *Acta Fisiatr*. 2013;20(1):20-23
32. Jezler S, Holanda MA, José A, Franca S. Ventilação mecânica na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) descompensada. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2):S 111-S 118