

TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM PACIENTES EM DESMAME VENTILATÓRIO

INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN PATIENTS UNDERGOING VENTILATORY WEANING

Luana Mello da Silva, Ana Clara da Silva Lau, Messias Pereira da Silva, Mariana da Conceição Viana, Miriana Carvalho de Oliveira, Karla da Costa Braz Oti

RESUMO

A disfunção diafragmática induzida pela ventilação mecânica é uma das principais causas do desmame ventilatório prolongado, aumentando o tempo de internação de pacientes críticos e contribuindo para declínio funcional. O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) tem sido uma estratégia sugerida para aumentar a força muscular inspiratória em pacientes em desmame ventilatório. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório em pacientes em desmame ventilatório. Foi realizado um estudo prospectivo, transversal, controlado e randomizado em pacientes em desmame ventilatório internados na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital das Clínicas de Teresópolis Constatino Ottaviano. Os pacientes foram separados em dois grupos: TMI e controle. Ambos eram submetidos às técnicas manuais de fisioterapia respiratória. Somente o grupo TMI foi submetido ao treinamento inspiratório. Os dados registrados foram submetidos a análises descritivas e ao teste-t. P-valor menor ou igual a 0,05 foi considerado significativo. Com uma amostra de 12 pacientes, os resultados demonstram um aumento da força muscular inspiratória do grupo TMI após a aplicação do protocolo estabelecido. O grupo controle apresentou uma tendência a pior prognóstico clínico.

Palavras-chave: Treinamento Muscular Inspiratório; desmame ventilatório; fisioterapia.

ABSTRACT

Diaphragmatic dysfunction induced by mechanical ventilation is one of the main causes of prolonged ventilatory weaning. This dysfunction can contribute to an increase in the length of hospital stay for critically ill patients and to a functional decline. Inspiratory Muscle Training (IMT) has been suggested as a strategy to increase inspiratory muscle strength in patients weaning from ventilation. In this sense, the aim of this study was to evaluate the effects of Inspiratory Muscle Training in patients undergoing ventilatory weaning. A prospective, cross-sectional, controlled and randomized study was carried out in patients undergoing ventilator weaning in the Intensive Care Unit of the Hospital das Clínicas de Teresópolis Constatino Ottaviano. Patients were separated into two groups: IMT and control. Both underwent manual respiratory physiotherapy techniques. Only the TMI group underwent inspiratory training. The recorded data were subjected to descriptive analysis and t-test. P-value less than or equal to 0.05 was considered significant. With a sample of 12 patients, the results demonstrate an increase in inspiratory muscle strength in the IMT group after applying the established protocol. The control group tended to have a worse clinical prognosis.

Keywords: *Inspiratory Muscle Training; ventilatory weaning; physiotherapy.*

INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica invasiva é uma estratégia de suporte ventilatório de vida aplicada diariamente nas Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) para um espectro variado de indicações, incluindo desde procedimentos cirúrgicos até situações de falência aguda de órgãos (Pham et al., 2017). O desmame ventilatório é o processo de transição da ventilação artificial para a espontânea em pacientes permanentes em ventilação mecânica por tempo superior a 24 horas (Forgiari Junior, 2011; Costa et al., 2018). Este processo pode ser iniciado quando a causa da intubação estiver controlada de modo que permita o início de uma ventilação espontânea. O desmame ventilatório ocupa cerca de 50% do tempo de duração total da ventilação mecânica. A maioria dos pacientes passam por esse processo com sucesso, entretanto, uma proporção menor falha no primeiro teste de respiração espontânea (Schreiber et al., 2019).

A disfunção diafragmática é uma das principais causas da falência do desmame ventilatório (Goligher et al., 2018). Vários fatores podem contribuir para a fraqueza diafragmática em pacientes críticos, como infecções recorrentes, sepse, efeitos medicamentosos e disfunção múltipla dos órgãos. De modo especial, a ventilação mecânica pode ser uma causa isolada de uma rápida de disfunção diafragmática (Goligher et al., 2018), já sendo identificada proteólise das fibras deste músculo após 18 horas de suporte ventilatório invasivo (Dong et al., 2021). A assistência ventilatória proporcionada durante a ventilação mecânica, com supressão dos esforços inspiratórios do paciente, contribui para rápida atrofia diafragmática. Em contrapartida, o suporte ventilatório insuficiente pode gerar uma sobrecarga diafragmática, induzindo a um processo de inflamação e injúria (Goligher et al., 2018). Tais alterações levam a redução da capacidade de contração diafragmática, conhecida como disfunção diafragmática induzida pela ventilação mecânica (DDIVM). Essa disfunção prolonga o tempo do desmame ventilatório e de internação na UTI, além de aumentar a mortalidade (Dong et al., 2021). Está associada a maior tempo no leito, influenciando o estado de consciência e a cognição do paciente e acarretando prejuízos psicológicos e na qualidade de vida. Estudos apontam que pacientes que foram ventilados

por sete ou mais dias já apresentam fraqueza muscular inspiratória acompanhada de fraqueza muscular periférica (Worraphan et al., 2020). Nesse contexto, a ventilação mecânica prolongada está associada a um aumento do risco de morte, pior prognóstico funcional e aumento do custo com cuidados da saúde (Goligher et al., 2018).

Estudos indicam que o Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) é capaz de aumentar a força muscular inspiratória de pacientes mecanicamente ventilados, reduzindo o tempo de desmame ventilatório (Moodie et al., 2011; Bisset et al., 2016; Worraphan et al., 2020). Nesse sentido, o TMI tem sido uma estratégia implementada nas UTIs para facilitar o processo de desmame ventilatório (Sandoval Moreno et al., 2018). É realizado a partir da implementação de carga linear que fornece resistência à fase inspiratória do ciclo respiratório do paciente (Bisset et al., 2016). As últimas Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica (2013) sugerem a aplicação do TMI para aumentar a força muscular de pacientes em ventilação mecânica com fraqueza muscular inspiratória, entretanto, reforça que seu papel na redução do tempo e no sucesso da retirada da ventilação mecânica ainda não está bem estabelecido. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório em pacientes em desmame ventilatório.

METODOLOGIA

Considerações Éticas

Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) (CAAE: 49937821.9.0000.5247; número do Parecer: 5.061.677) em 26 de outubro de 2021.

Os responsáveis pelos pacientes selecionados para o estudo autorizaram a inclusão dos mesmos através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os responsáveis pelo estudo garantiram o compromisso de assegurar confidencialidade e privacidade dos dados.

Desenho do estudo

Estudo prospectivo, transversal, controlado e randomizado, com coleta de dados iniciada em maio de 2023 e com amostra composta por pacientes em desma-

me ventilatório, internados na UTI do Hospital das Clínicas de Teresópolis Constantino Ottaviano (HCTCO).

Os pacientes foram separados randomizadamente em dois grupos: (A) Grupo TMI, composto por pacientes atendidos com as técnicas de fisioterapia respiratória manual, seguidas de TMI; e (B) grupo controle, composto por pacientes atendidos com as técnicas de fisioterapia respiratória manual, sem TMI.

Crítérios de inclusão, exclusão e interrupção

Foram incluídos no estudo os pacientes em desmame ventilatório que apresentavam os seguintes critérios: idade ≥ 18 anos; suporte ventilatório em modo de Pressão de Suporte (PSV) com Pressão Expiratória Final (PEEP) ≤ 07 cmH₂O e Pressão de Suporte ≤ 16 cmH₂O, Fração inspiratória de Oxigênio $< 60\%$; Frequência Respiratória < 30 irpm; Pressão Arterial Sistólica ≤ 180 mmHg; Pressão Arterial Diastólica ≤ 100 mmHg; Frequência Cardíaca menor que 140 bpm; ausência de febre alta (temperatura axilar $< 38,5^\circ$); ausência de suporte de amina vasoativa ou presença de suporte em dose baixa; ausência de doença neuromuscular progressiva ou de diagnóstico de traumatismo raquimedular; ausência de fraturas de arcos costais, esterno ou clavícula. Adicionalmente, os pacientes deveriam apresentar fraqueza muscular inspiratória (com força muscular inspiratória $\leq 80\%$ do valor predito) (Gonçalves et al., 2010).

Foram excluídos do estudo os pacientes que apresentavam evolução do quadro para cuidados paliativos grau 3, que retornaram para modo ventilatório controlado e que foram a óbito.

Sinais de desconforto respiratório e instabilidade hemodinâmica compuseram os critérios de interrupção do protocolo. Nesse sentido, o protocolo era suspenso quando o paciente apresentava: frequência cardíaca maior que 140 bpm ou maior que 40% da frequência cardíaca inicial; frequência respiratória > 26 irpm; saturação periférica de oxigênio menor que 88%; adejamento nasal; e presença de tiragens intercostais e/ou subcostal.

Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada a partir da avaliação fisioterapêutica pré e pós-intervenção e da aplicação do protocolo.

O protocolo foi composto por três etapas principais: (1) avaliação da força muscular inspiratória inicial no primeiro dia de protocolo; (2) atendimentos diários de fisioterapia respiratória com ou sem TMI; (3) avaliação da força muscular inspiratória final quando o paciente era retirado da prótese ventilatória.

No primeiro dia do protocolo, os pacientes foram submetidos à avaliação da força muscular inspiratória através da mensuração da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}). Para tal aferição, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira elevada a 45°. A força muscular foi avaliada através de um manovacuômetro (Comercial Medica®) conectado a uma válvula unidirecional, adaptada ao tubo orotraqueal ou à cânula de traqueostomia. O teste foi realizado com 60 segundos de oclusão inspiratória, com registro do valor máximo alcançado pelo paciente (baseado no protocolo adotado por Guimarães et al., 2020).

Os pacientes do grupo TMI foram submetidos às técnicas manuais de fisioterapia respiratória manual e ao TMI. Esse último foi realizado através da adaptação do dispositivo *Threshold* (*Threshold IMT device HS730, Respironics, New Jersey, USA*) ou do *Power-Breathe*® (Série *Classic-LR*) no tubo orotraqueal ou na cânula de traqueostomia do paciente. A carga imposta foi entre 30% e 50% da P_{Imáx}, uma vez ao dia, seguindo as etapas: (1) 30 incursões inspiratórias com carga implementada; (2) descanso por 3 minutos (sem implementação de carga e com readaptação ao ventilador mecânico, se necessário); (3) 30 incursões inspiratórias com carga implementada (Guimarães et al., 2020). A força muscular inspiratória foi mensurada a cada sete dias de aplicação do protocolo, para ajuste de carga de treinamento.

O TMI não foi realizado nos pacientes do grupo controle. Estes foram submetidos somente aos manuseios e técnicas manuais de fisioterapia respiratória (uma vez ao dia).

Os pacientes foram submetidos ao protocolo do estudo até serem retirados com sucesso da ventilação mecânica ou até retornarem para modo ventilatório controlado.

Análise dos dados

Os dados obtidos foram tabulados em uma planilha do programa *Microsoft Excel*®2016 (*Microsoft*©).

Redmond, WA, USA) para análise estatística. Análises descritivas foram realizadas para traçar o perfil dos pacientes. Para análises inferenciais da força muscular inspiratória inicial e final inter grupo, foram empregados testes-t. P-valor menor ou igual a 0,05 foi considerado significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com critérios estabelecidos no estudo, nove pacientes foram incluídos no grupo TMI. Destes, um foi excluído por óbito durante a aplicação do protocolo. Por outro lado, nove pacientes foram incluídos no grupo controle. Destes, dois foram excluídos por apresentarem piora do quadro clínico e retornarem para modo ventilatório controlado e outros três foram excluídos por óbito durante o período de aplicação do protocolo. Assim, a amostra total foi composta por oito pacientes do grupo TMI e quatro do grupo controle (tabela 1).

Tabela 1. Características da amostra

VARIÁVEL	TMI (n=8)	CONTROLES (n=4)
M/H (n)	3/5	3/1
Idade (anos) (M±DP)	67±12,2	75±21,0
Diagnóstico		
Choque cardiogênico	1	0
Descompensação da DPOC	4	1
Pneumonia	1	2
Descompensação da DRC	1	0
Edema agudo pulmonar	2	0
AVE	1	0
Lesão renal aguda	1	1
Sepse pulmonar	1	0
Pneumotórax	1	0
TCE	1	1
Rabdomiólise	1	0
Comorbidades		
HAS	5	2
DPOC	4	1
DM	4	1
IC	2	0
Hipotireoidismo	0	2
Outras doenças pulmonares	2	0
Outros	1	1
Dias em VM (M±DP)	9±8,3	8±4,0
PImáx inicial (cmH₂O)	31±11,8	37±14,7

Abreviações: M=mulher; H=homem; DPOC= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; DRC= Doença Renal Crônica; AVE= Acidente Vascular Encefálico; TCE= Traumatismo Cranioencefálico; HAS = Hipertensão Arterial Sistêmica; DM = Diabetes Mellitus; IC = Insuficiência Cardíaca; VM = Ventilação Mecânica; PImáx = Pressão Inspiratória Máxima; M=média; DP=desvio padrão.

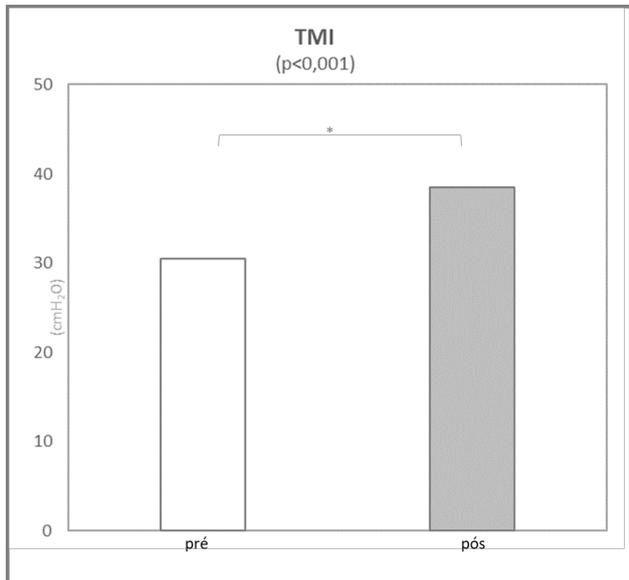
Na avaliação inicial, os pacientes do grupo TMI estavam há 9±8,3 dias na ventilação mecânica, enquanto os pacientes do grupo controle estavam há 8±4,0 dias com suporte mecânico invasivo. A partir da observação das médias da PImáx, é possível descrever os pacientes do grupo TMI como mais fracos (da musculatura inspiratória) e mais novos que os pacientes do grupo controle.

Na avaliação final, observou-se que os pacientes do grupo TMI permaneceram 17±8,8 dias na ventilação mecânica enquanto os pacientes do grupo controle permaneceram 14±6,9 dias na prótese ventilatória. Foram extubados com sucesso quatro pacientes do grupo TMI e três pacientes do grupo controle. Os demais, de ambos os grupos, tiveram evolução do desmame ventilatório traqueostomizados. Embora os resultados entre os grupos tenham sido semelhantes vale considerar que, de acordo com as características da amostra, os pacientes do grupo TMI apresentavam mais afecções cardiopulmonares que os pacientes do grupo controle. Pacientes que iniciam a ventilação mecânica por apresentarem doença pulmonar crônica, doenças neuromusculares e pneumonia provavelmente são os que evoluem para o desmame difícil ou prolongado, pois os mesmos tendem a ficar na prótese ventilatória por mais tempo (Nemer & Barbas, 2011).

Considerando que o tempo de ventilação mecânica pode induzir a disfunção diafragmática (Martinez & Alves., 2017) e que 18 horas em prótese ventilatória já é suficiente para gerar atrofia deste músculo (Worraphan et al., 2020), faz-se necessário a implementação de estratégias que modifiquem ou previnam este cenário. A disfunção diafragmática é um preditor importante do desmame ventilatório, pois conjectura-se que a fraqueza da musculatura inspiratória contribui para um desmame ventilatório prolongado (Martinez & Alves., 2017). Neste sentido, o TMI tem sido uma estratégia utilizada para melhorar a força e a resistência da musculatura inspiratória, otimizando o desempenho desta musculatura e, conseqüentemente, facilitando o processo de desmame ventilatório (Marinho et al., 2020). No presente estudo, a análise da PImáx revelou aumento significativo da força inspiratória antes e após aplicação do protocolo no grupo TMI (pré: M = 31cmH₂O, DP = 11,8 cmH₂O; pós: 39 cmH₂O, DP = 11,8 cmH₂O; p<0,001) (Figura 1). Em contrapartida, no grupo controle, não houve diferen-

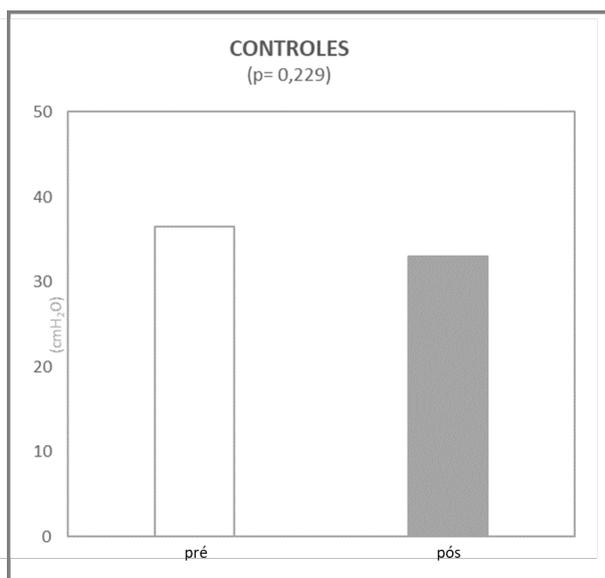
ça significativa entre a PImáx avaliada antes e após aplicação do tratamento (pré: $M = 37\text{cmH}_2\text{O}$, $DP = 14,7\text{ cmH}_2\text{O}$; pós: $33\text{ cmH}_2\text{O}$, $DP = 16,7\text{ cmH}_2\text{O}$; $p < 0,229$) (Figura 2).

Figura 1. PImáx do grupo TMI.



PImáx antes e após aplicação de protocolo de tratamento nos pacientes do grupo TMI. As barras ilustram os valores da média dos oito pacientes participantes do grupo TMI. PImáx = Pressão inspiratória Máxima; TMI = Treinamento Muscular Inspiratório.

Figura 2. PImáx do grupo controle



PImáx antes e após aplicação de protocolo de tratamento nos pacientes do grupo controle. As barras ilustram os valores da média dos quatro pacientes participantes do grupo controle. PImáx = Pressão inspiratória Máxima.

A comparação da força muscular inspiratória de pacientes submetidos ao TMI em relação aos controles foi comprometida pelo pequeno número amostral final do grupo controle. Como demonstrado anteriormente, cinco pacientes foram excluídos para as análises do grupo controle de acordo com os critérios instituídos neste estudo. Deve-se considerar que a exclusão dos pacientes do grupo que não foi submetido ao TMI foi por duas falhas no desmame ventilatório: retorno ao modo ventilatório controlado ou óbito. Embora estes pacientes tenham sido excluídos da amostra final, é possível observar uma tendência a um pior prognóstico para este grupo em relação ao grupo submetido ao TMI. O estudo de Guimarães e colaboradores (2020) já demonstrou impacto positivo nas taxas de sobrevivência de pacientes em desmame ventilatório submetidos ao TMI.

Adicionalmente, estudos prévios já indicaram que o TMI permite um aumento da força muscular inspiratória (Sandoval Moreno et al., 2018; Guimarães et al., 2020) e redução do tempo de desmame ventilatório (Worrapphan et al., 2020). Entretanto, ainda não há um protocolo de TMI estabelecido nas UTIs do HCTCO (hospital de realização do presente estudo). Atualmente, poucos pacientes são selecionados para essa estratégia de tratamento. Nesse contexto, um estudo que demonstre a importância e os efeitos do TMI em pacientes em desmame da prótese ventilatória no HCTCO pode facilitar uma futura implementação de protocolo institucional pautado em evidências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo demonstram um aumento da força muscular inspiratória dos pacientes em desmame ventilatório submetidos ao protocolo de TMI. Pacientes do grupo controle (não submetidos ao TMI) não apresentaram diferença significativa da PImáx pré e pós aplicação de protocolo estabelecido. Além disso, esses pacientes apresentaram uma tendência a pior prognóstico clínico.

Esses resultados podem contribuir para a elaboração e implementação de um protocolo institucional de TMI no HCTCO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Forgiarini Junior, LA. Protocolos do desmame. In: PROFISIO – Programa de Atualização em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto. Ciclo 2. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2011.
- Costa FF, Perazzo RCF, Nobrega JCL. Capacidade preditiva de índices de desmame ventilatório no desfecho da extubação de pacientes adultos ventilados mecanicamente: uma revisão sistemática. ASSOBRAFIR Ciência. 2018; 9:53-68.
- Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc.* 2017; 92: 1382-1400.
- Schreiber AF et al. Physiotherapy and Weaning From Prolonged Mechanical Ventilation. *Respir Care.* 2019; 64:17-25.
- Goligher EC et al. Mechanical Ventilation-induced Diaphragm Atrophy Strongly Impacts Clinical Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018; 197:204-13.
- Dong Z et al. Early rehabilitation relieves diaphragm dysfunction induced by prolonged mechanical ventilation: a randomised control study. *BMC Pulm Med.* 2021;21: 106.
- Worraphan S et al. Effects of Inspiratory Muscle Training and Early Mobilization on Weaning of Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020; 101:2002-14.
- Sandoval Moreno LM et al. Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48hours or more: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Med Intensiva.* 2018; 2:79-89.
- Gonçalves D et al. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol.* 2010; 36: 306-12.
- Guimarães BS et al. Inspiratory Muscle Training With na Electronic Resistive Loading Device Improves Prolonged Weaning Outcomes in a Randomized Controlled Trial. *Critical Care Medicine.* 2020; 49: 589-97.
- Nemer SN, Barbas CSV. Parâmetros preditivos para o desmame da ventilação mecânica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia.* 2011; 37: 669-79.
- Martinez BP, Alves GAA. Avaliação muscular em terapia intensiva. PROFISIO - Programa de Atualização em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto. 2017; 3: 51-79.
- Marinho MCF et al et al. Predictive index used by physiotherapy for success or failure in easy and difficult ventilatory weaning. *Amazon Live Journal.* 2020; 2: 1-19.