

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

JULIANA TEIXEIRA MENDES

IMPLEMENTAÇÃO E REFORMULAÇÃO DE PROTOCOLO OPERACIONAL
PADRÃO PARA TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO
PROCESSO DE DESMAME DIFÍCIL E PROLONGADO DA VENTILAÇÃO
MECÂNICA

RIO DE JANEIRO

2020

IMPLEMENTAÇÃO E REFORMULAÇÃO DE PROTOCOLO OPERACIONAL
PADRÃO PARA TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO
PROCESSO DE DESMAME DIFÍCIL E PROLONGADO DA VENTILAÇÃO
MECÂNICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Pesquisa Biomédica.

Orientadores: Luciana Moisés Camilo

Mariana Boechat de Abreu

RIO DE JANEIRO

2020

Mendes, Juliana Teixeira

Implementação e reformulação de protocolo operacional padrão para treinamento muscular inspiratório no processo de desmame difícil e prolongado da ventilação mecânica. / Juliana Teixeira Mendes. – Rio de Janeiro: UFRJ / Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica, 2019.

75 f.: il.; 31 cm.

Orientadoras: Mariana Boechat de Abreu e Luciana Moisés Camilo.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica, 2020.

Referências: f. 64-72

1. Falha no desmame ventilatório – complicações. 2. Disfunção diafragmática induzida pelo ventilador – diagnóstico. 3. Pimáx – avaliação. 4. Diafragma – fisiopatologia. 5. Treinamento muscular inspiratório – método. 6. Protocolos clínicos. 7. Pesquisa Biomédica. – Dissertação. Abreu, Mariana Boechat de. II. Camilo, Luciana Moisés. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Mestrado Profissional de Formação para a pesquisa Biomédica. IV. Título.

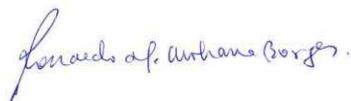
“IMPLEMENTAÇÃO E REFORMULAÇÃO DE PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO PARA
TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO PROCESSO DE DESMAME DIFÍCIL E
PROLONGADO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA”

JULIANA TEIXEIRA MENDES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL DE FORMAÇÃO PARA A PESQUISA BIOMÉDICA
SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO VISANDO A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM FORMAÇÃO PARA A PESQUISA BIOMÉDICA.

APROVADA POR:

Rio de Janeiro, 07 de outubro de 2020.



RONALDO DA SILVA MOHANA BORGES (DOUTOR – UFRJ)
(COORDENADOR DO CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL DE FORMAÇÃO PARA PESQUISA BIOMÉDICA)



DRA. LUCIANA MOISÉS CAMILO (DOUTORA – IFRJ) – ORIENTADORA



DRA. MARIANA BOECHAT DE ABREU (DOUTORA – UFRJ)) – 2ª ORIENTADORA



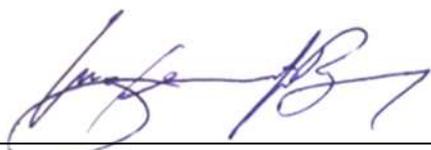
DR. MARCEL FRAJBLAT (DOUTOR – UFRJ) – REVISOR



DRA. FABIANA FORTI SAKABE (DOUTORA – FIEL)



DRA. ISALIRA PEROBA REZENDE RAMOS (DOUTORA – UFRJ)



DR. LUIZ FERNANDO RODRIGUES JUNIOR (DOUTOR – UNIRIO)

**Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. À Ele
seja a glória para sempre, amém.**

AGRADECIMENTOS

E aqui concluo, com êxito, mais um desafio em minha vida. Desafio árduo, que me exigiu muita dedicação, empenho e persistência. Poucas são as pessoas que sabem, de fato, todas as dificuldades para chegar à finalização desta etapa. Mas hoje a certeza é de que valeu muito a pena, e o sentimento é de dever cumprido. E motivos para agradecer não faltam neste momento.

Gostaria de agradecer primeiro à Deus, que nunca se cansou em me amar, apesar das minhas fraquezas e mazelas. Não sou absolutamente ninguém sem Sua amizade, amor e misericórdia. Agradeço por me permitir acordar todas as manhãs, correr atrás dos meus objetivos e colocar no meu caminho oportunidades e pessoas certas, na hora certa. Agradeço por sempre me dar a certeza de que estará aqui comigo independente das circunstâncias da vida, até a eternidade.

Ao meu esposo Rafael, que sempre esteve ao meu lado em grande parte dessa trajetória, não medindo generosidade no apoio, amizade e cumplicidade, sendo fiel e companheiro em todos os momentos corridos e turbulentos pelos quais passei ao longo dessa fase. Seus conselhos e seu colo foram fundamentais para que tudo se concluísse, quando eu achava que não daria mais.

Aos meus pais, Rosângela e João Luis, e à minha irmã Mariana, que sempre me incentivaram a alçar voos altos na vida, sonhando e se animando comigo em cada oportunidade e conquista. Muita gratidão por terem sido em tantos momentos minha fonte de sabedoria, para hoje conseguir concluir essa etapa tão suada e tão esperada por mim.

Às minhas queridas orientadoras, Luciana Camilo e Mariana Boechat, pelo empenho e parceria. Foram muitos momentos de discussão, de mudança no trabalho, ida à residência da Luciana, com direito a análise estatística, apresentação do trabalho, ombro amigo e pizza. Obrigada pela carta branca para várias decisões, permitindo que o meu trabalho ficasse com a minha cara, mas sem deixarem de dar seus toques, que sempre foram fundamentais.

À chefia dos Hospitais Rios D'Or, Patrícia Fernandes, Fabio Farjado e Ezequiel Pianezzola; e Copa D'Or, André Chevitaese, Ana Luisa Gelhoren, por terem me permitido realizar as coletas nos setores, terem mobilizado a equipe em prol do estudo e corrido atrás de todos os documentos assinados. Ao meu colega de trabalho e profissional muito competente, José Junior, que entrou em parceria comigo e tem um papel muito importante nesta etapa, sempre me avisando dos momentos de coleta e mobilizando as pessoas para a execução perfeita do protocolo. Aos plantonistas e rotinas da Unidade Ventilatória (UV) do Hospital Copa D'Or, que estavam sempre atentos aos pacientes estudados e entravam em contato comigo com prontidão. Sem vocês, eu não teria concluído essa etapa. Gratidão!

RESUMO

MENDES, Juliana Teixeira. Implementação e reformulação de protocolo operacional padrão de treinamento muscular inspiratório no processo de desmame difícil e prolongado da ventilação mecânica. Rio de Janeiro, 2020. Dissertação (Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

O diafragma é o principal músculo respiratório, podendo ser afetado por diversos fatores na doença crítica, que levam a inatividade muscular e conseqüentemente o comprometimento da força diafragmática. O tempo de permanência na ventilação mecânica está diretamente relacionado com a morbidade e mortalidade de pacientes internados em unidade de terapia intensiva, sendo necessária a aplicação de protocolos eficazes para reduzir o tempo de permanência em prótese ventilatória. A pressão inspiratória máxima é amplamente utilizada como teste de força muscular inspiratória e a redução do seu valor tem sido associada a maior falha no desmame ventilatório. O uso do treinamento muscular inspiratório como possível estratégia para reverter a fraqueza muscular inspiratória em pacientes em unidades de terapia intensiva tem sido cada vez mais explorado. O treinamento tem ação sob o diafragma e os músculos inspiratórios acessórios com o objetivo de melhorar a força e a resistência muscular. Na prática clínica, o desmame de pacientes traqueostomizados carece de protocolos eficazes, reverberando ao serviço hospitalar uma menor rotatividade de vagas na unidade de terapia intensiva e, ao paciente, maiores chances de reinfecção, perda da qualidade de vida e maiores chances de óbito. Diante da formulação, aplicação e análise dos resultados do POP piloto, o nosso objetivo foi revisar e ajustar o POP piloto, a fim de formar um POP final com estratégias de desmame para pacientes traqueostomizados e entregar aos serviços de fisioterapia dos Hospitais Rios D'Or e Copa D'Or. Dezenove pacientes traqueostomizados – sendo 9 homens (47,37 %) e 10 mulheres (52,63%), com idade média de 57 ± 11 anos – foram incluídos no estudo e avaliados inicialmente quanto a fração de espessamento diafragmática, pressão inspiratória máxima, nível de cognição, MRC e grau de mobilidade, sendo posteriormente determinada a carga de 40% da pressão inspiratória máxima e realizado o treinamento muscular inspiratório no Powerbreathe K5. Dois (10,53 %) dos dezenove pacientes não toleraram o treinamento e foram excluídos do estudo. Dezesete pacientes treinaram e alcançaram o desmame ventilatório, porém, dois deles não conseguiram permanecer por mais de sete dias fora de ventilação mecânica. Foi observada melhora significativa da pressão inspiratória máxima após o treinamento muscular inspiratório nos pacientes que desmamaram da ventilação mecânica, porém, nos dois pacientes que obtiveram falha de desmame, a pressão inspiratória máxima se manteve em platô, apresentando valor limítrofe em um paciente, ainda demonstrando fraqueza. A fração de espessamento medida através da ultrassonografia, não demonstrou ter correlação com o desmame ventilatório. Todos os pacientes que apresentaram valores de pressão

inspiratória máxima > que 70% do predito, permaneceram desmamados da ventilação mecânica por mais de sete dias, porém, apenas cinco (29,41%) dos 17 pacientes alcançaram esse valor. Nenhum paciente com Pimáx < que - 30cmH₂O obteve sucesso no desmame da ventilação mecânica. Após aplicação do protocolo operacional padrão inicial e análise dos resultados, foi delineado um outro modificado, definido como protocolo operacional padrão final, com uma nova proposta de estratégias de desmame da ventilação mecânica e entrega aos setores.

Palavras chave: Desmame da ventilação mecânica; treinamento muscular inspiratório; ultrassonografia diafragmática.

ABSTRACT

MENDES, Juliana Teixeira. Implementation and reformulation of a standard operational protocol for inspiratory muscle training in the process of difficult and prolonged weaning from mechanical ventilation. Rio de Janeiro, 2020. Dissertação (Mestrado Profissional de Formação para a Pesquisa Biomédica) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

The diaphragm is the main respiratory muscle and can be affected by several factors in critical illness, which lead to muscle inactivity and consequently impaired diaphragmatic strength. The length of time spent on mechanical ventilation is directly related to the morbidity and mortality of patients admitted to the intensive care unit, requiring the application of effective protocols to reduce the time spent on ventilatory prosthesis. Maximum inspiratory pressure is widely used as a test for inspiratory muscle strength and the reduction in its value has been associated with greater failure in ventilatory weaning. The use of inspiratory muscle training as a possible strategy to reverse inspiratory muscle weakness in patients in intensive care units has been increasingly explored. The training has action under the diaphragm and accessory inspiratory muscles in order to improve muscle strength and endurance. In clinical practice, the weaning of tracheostomized patients lacks effective protocols, reverberating to the hospital service a lower turnover of vacancies in the intensive care unit and, to the patient, greater chances of reinfection, loss of quality of life and greater chances of death. In view of the formulation, application and analysis of the results of the pilot SOP, our aim was to review and adjust the pilot SOP, in order to form a final SOP with weaning strategies for tracheostomized patients and deliver to the physiotherapy services of Rios D'Or and Copa D'Or Hospitals. Nineteen tracheostomized patients - nine men (47.37%) and 10 women (52.63%), with an average age of 57 ± 11 years - were included in the study and initially evaluated for the fraction of diaphragmatic thickening, maximum inspiratory pressure, level of cognition, MRC and degree of mobility, after which the load of 40% of the maximum inspiratory pressure was determined and the inspiratory muscle training was performed on the Powerbreathe K5. Two (10.53%) of the nineteen patients did not tolerate training and were excluded from the study. Seventeen patients trained and achieved ventilatory weaning, however, two of them were unable to remain on mechanical ventilation for more than seven days. Significant improvement in maximal inspiratory pressure was observed after inspiratory muscle training in patients who weaned from mechanical ventilation, however, in the two patients who obtained weaning failure, the maximum inspiratory pressure remained in the plateau, presenting a borderline value in one patient, still showing weakness. The thickening fraction measured by ultrasound did not show any correlation with ventilatory weaning. All patients who had maximal inspiratory pressure values $> 70\%$ of predicted, remained weaned from mechanical ventilation for more than seven days, however, only five (29.41%) of the 17 patients reached this value. No patient with $P_{imax} < 30\text{cmH}_2\text{O}$ was successful in weaning from mechanical ventilation. After applying the initial standard operating protocol and analyzing the results, another modified one was defined, defined as

the final standard operating protocol, with a new proposal for weaning strategies for mechanical ventilation and delivery to the sectors.

Keywords: Weaning from mechanical ventilation; inspiratory muscle training; diaphragmatic ultrasound.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do estudo.....	32
Figura 2 - Fluxograma representativo do manejo prévio de desmame ventilatório.....	34
Figura 3 - POP piloto.....	36
Figura 4 - Posicionamento do transdutor linear sob a zona de aposição do diafragma.....	37
Figura 5 - Medição da espessura diafragmática em volume corrente no modo B durante a inspiração e expiração, respetivamente.....	38
Figura 6 - Manovacuômetro analógico utilizado para mensuração da Pimáx....	39
Figura 7 - Válvula unidirecional adaptada na peça T.....	39
Figura 8 - PowerBreathe K5 utilizado no treinamento muscular inspiratório.....	40
Figura 9 - Visão geral da Pimáx dos pacientes avaliados no período pré-TMI e pós-TMI, demonstrando aumento significativo no período pós-TMI.....	45
Figura 10 - Relação entre sucesso ou falha e o valor da Pimáx > ou < que 70% do valor predito; e relação entre sucesso ou falha e o valor da Pimáx > ou < que -30 cmH ₂ O.....	46
Figura 11 - Relação dos pacientes que alcançaram e não alcançaram o valor de 70% da Pimáx; Relação entre sucesso e falha dos pacientes 5,6 e 16 e o valor da Pimáx > ou < que 70% do valor predito.....	47
Figura 12 - Correlação dos valores da Pimáx pré e pós TMI e o sucesso e falha no desmame ventilatório.....	47
Figura 13 – Relação da fração de espessamento diafragmática (FE) e o sucesso ou falha dos pacientes no desmame ventilatório.....	48
Figura 14 - Relação entre a fração de espessamento diafragmática e o valor de 70% da Pimáx predita de cada paciente avaliado antes e após o período total de TMI.....	49
Figura 15 - Fluxograma que descreve o protocolo operacional padrão final, também presente no POP apresentado na figura 15.....	50
Figura 16 - Procedimento operacional padrão final de desmame ventilatório associado ao TMI para avaliação e TMI.....	51
Figura 17- Termo de consentimento livre e esclarecido.....	73
Figura 18 - Ficha de avaliação e acompanhamento do TMI.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados demográficos da amostra total.....	41
Tabela 2 - Dados cognitivos e funcionais da amostra total.....	43
Tabela 3 - Dados morfofuncionais da amostra total.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Considerações para avaliação de aptidão para o desmame ventilatório.....	22
Quadro 2 – Critérios para a definição da falha do desmame da ventilação mecânica.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANMDC	Anormalidades neuromusculares da doença crítica
BNM	Bloqueadores neuromusculares
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
FE	Fração de espessamento
FR	Frequência respiratória
MNBZ	Macronebulização
MRC	Medical research council
NA	Não se aplica
NMBDs	Fármacos bloqueadores neuromusculares não despolarizantes
PCV	Ventilação controlada por pressão
PEEP	Pressão positiva expiratória final
Pimáx	Pressão inspiratória máxima
PO	Posição ortostática
POP	Procedimento operacional padrão
SBL	Sedestação beira leito
SFL	Sedestação fora do leito
TMI	Treinamento muscular inspiratório
TQT	Traqueostomia
TRE	Teste de respiração espontânea
UTI	Unidade de terapia intensiva
VIDD	Disfunção diafragmática induzida por ventilador
VM	Ventilação mecânica
VMC	Ventilação mecânica controlada
VPPI	Ventilação por pressão positiva intermitente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. O Diafragma e os efeitos da sua inatividade na UTI.....	16
1.2. Traqueostomia.....	18
1.3. O Desmame da ventilação mecânica.....	19
1.4. A falha no desmame da ventilação mecânica.....	21
1.5. Avaliação da pressão inspiratória máxima (Pimáx).....	24
1.6. Avaliação ultrassonográfica diafragmática.....	26
1.7. O treinamento muscular inspiratório.....	28
2. JUSTIFICATIVA	30
3. OBJETIVOS	31
3.1. Objetivos primários.....	31
3.2. Objetivos secundários.....	31
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
a. Desenho do estudo.....	31
b. Revisão de literatura + análise do manejo prévio do serviço.....	32
c. POP piloto: avaliação e treinamento.....	34
d. Aplicação do POP piloto na unidade.....	35
i. População.....	35
ii. Critério de inclusão.....	36
iii. Critério de exclusão.....	36
iv. Avaliação ultrassonográfica.....	36
v. Avaliação da Pimáx.....	38
vi. Treinamento muscular inspiratório.....	40
vii. Desmame ventilatório.....	40
e. Análise estatística.....
5. RESULTADOS	41
5.1. Protocolo operacional padrão.....	49
6. DISCUSSÃO	58
7. CONCLUSÃO	63
8. PERSPECTIVAS FUTURAS	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE	74

1 INTRODUÇÃO

1.1 O Diafragma e os efeitos da sua inatividade na UTI

O diafragma é o principal músculo respiratório, sendo comprometido por diversos fatores na doença crítica. O uso de bloqueadores neuromusculares, a combinação de corticosteroides, a nutrição inadequada, a utilização da ventilação mecânica (VM) em modo controlado e até mesmo altos níveis de suporte ventilatório são fatores que prejudicam a morfologia e a função diafragmática (BERGER, *et al.*, 2016, SANTANA, *et al.*, 2016, SARWAL, *et al.*, 2013).

A disfunção pode ser causada por condições que envolvem diretamente o diafragma, como trauma, cirurgia torácica ou abdominal, massas abdominais superiores, extenso líquido pleural ou abdominal e distrofias musculares. A mobilidade do diafragma também pode ser afetada por doenças do sistema nervoso central, comprometimento do nervo frênico, doenças dos neurônios motores e doenças da junção neuromuscular. Outra possível causa de disfunção do diafragma é a causada por hipotermia, tração, cauterização ou ruptura do nervo frênico. Esses fatores citados são determinantes na etiologia das complicações pulmonares e podem levar a ventilação mecânica prolongada e falha na extubação e desmame da ventilação mecânica (SARWAL, *et al.*, 2013; NETO, 2015).

A disfunção diafragmática induzida por ventilador (VIDD) foi definida por Berger, *et al.*, como a perda da capacidade de geração de força diafragmática relacionada diretamente com o uso da ventilação mecânica, sendo normalmente observada após períodos mais longos nos modos de ventilação mecânica controlada. Já os modos ventilatórios assistidos não demonstraram gerar os mesmos efeitos prejudiciais da VMC no diafragma, quando não forem utilizados altos níveis de suporte. Portanto, a inatividade contrátil diafragmática pode ser a causa de VIDD, afetando significativamente a resistência diafragmática, descrita como a capacidade de manter a força contrátil diante de uma carga inspiratória resistiva (BERGER *et al.*, 2016; GOLIGHER *et al.*, 2010).

As anormalidades neuromusculares da doença crítica (ANMDC) são comumente encontradas nos pacientes em UTI. Cerca de 50% dos pacientes que estão em VM por mais de sete dias desenvolvem anormalidades eletrofisiológicas. As ANMDC são lesões do nervo periférico, do músculo ou da junção neuromuscular, que se desenvolvem ao decorrer do período de internação do paciente na UTI. A axoniopatia sensório-motora foi identificada através de testes eletrofisiológicos, sendo o diagnóstico definitivo realizado por biópsia muscular, na qual nota-se o enfraquecimento difuso por atrofia de fibras tipo II e elevação transitória dos níveis de creatina fosfoquinase (BERGER, *et al.*, 2016, LIPPI, *et al.*, 2019; SOUZA ALVES, *et al.*, 2007).

A atrofia por desuso pode ser desenvolvida logo na fase inicial da ventilação mecânica controlada, gerando a redução dos níveis de glutathione, regulação de caspase-3 e ubiquitina ligases. A disfunção diafragmática induzida pelo ventilador (VIDD) parece estar associada à disfunção mitocondrial, afetando a função da enzima da cadeia respiratória mitocondrial e induzindo a microdeleções no DNA mitocondrial, o que pode gerar a diminuição dos níveis na sobrecarga lipídica diafragmática (BERGER, *et al.*, 2016)

Os fármacos bloqueadores neuromusculares não despolarizantes (NMBDs) são definidos como inibidores competitivos da transmissão neuromuscular e são diversas vezes administrados em pacientes críticos associados com a sedação, com o objetivo de otimizar a adaptação do paciente na VM, reduzindo assim o consumo de oxigênio. Segundo TOBIN (2010), mais de 2/3 dos pacientes adaptados na VM e que receberam bloqueadores neuromusculares (BNM) por mais de dois dias desenvolveram fraqueza prolongada (CADER, *et al.*, 2010, ESTEBAN, *et al.*, 1995, LIPPI, *et al.*, 2019; BOLES, *et al.*, 2007).

A paralisia do diafragma é subdiagnosticada devido à sua apresentação variada e inespecífica. Os achados clínicos incluem dispneia inexplicável, especialmente na posição supina, dificuldade de desmame do oxigênio ou ventilação mecânica, elevação do diafragma nas radiografias de tórax, dificuldade respiratória inexplicada, padrão respiratório assimétrico, movimento paradoxal do epigástrico, pneumonia recorrente ou colapso pulmonar unilateral recorrente. O diagnóstico precoce é importante, porque a paralisia diafragmática

pode ser passível de estratégias terapêuticas e pode requerer suporte ventilatório adaptado e prolongado. Portanto, a necessidade de avaliação da função do diafragma surge em muitas situações clínicas (BERGER, *et al.*, 2016, LIPPI, *et al.*, 2019; DOORDUIN, *et al.*, 2013).

Segundo MARTIN *et al.* (2002), a disfunção diafragmática induzida pelo ventilador mecânico ocorre em apenas seis horas de ventilação mecânica controlada. A imobilidade, o descondicionamento físico e fraqueza, também são problemas comuns em pacientes com insuficiência respiratória aguda na ventilação mecânica. A força muscular respiratória e periférica são alteradas após 7 dias de ventilação mecânica e estão associadas com a extubação tardia e ventilação prolongada (JUNG, *et al.*, 2016, LIPPI, *et al.*, 2019, MARTIN, *et al.*, 2002).

LEVINE *et al.* (2015), fizeram análises histológicas de 2 amostras de biópsias diafragmáticas para verificar se houve redução de fibras musculares após diferentes períodos em ventilação mecânica. A primeira amostra era composta de biópsia de diafragmas pertencentes a doadores de órgãos após morte encefálica, que permaneceram em ventilação mecânica de 18 a 69 horas. A segunda amostra era composta por pacientes submetidos a cirurgias para abordagem de lesão benigna ou CA de pulmão localizado, permanecendo em ventilação mecânica de 2 a 3 horas. Ao analisarem as amostras foi evidenciada redução de fibras de contração lenta (57%) e rápida (53%) na primeira amostra (LEVINE, *et al.*, 2015).

1.2 Traqueostomia

Segundo o terceiro consenso de ventilação mecânica (2007), a traqueostomia (TQT) precoce em pacientes com previsão de permanecer por mais de 14 dias em ventilação mecânica reduz mortalidade, pneumonia associada à ventilação mecânica, tempo de internação em UTI e tempo de ventilação mecânica. É considerada TQT precoce quando for realizada em até 48 h do início da ventilação mecânica (BOLES, *et al.*, 2007).

O papel da TQT no desmame da ventilação mecânica foi por muito tempo estudado, sendo difícil definir o seu papel nesse processo e o tempo exato de realizá-la, devendo ser individualizado. Embora haja alguma divergência de

resultados, a traqueostomia diminui a resistência e o trabalho ventilatório, facilitando o desmame dos pacientes com alterações acentuadas da mecânica respiratória.(DIEHL, *et al.*, 1999; ARANHA, *et al.*, 2007, FERREIRA, 2011).

1.3 O Desmame da ventilação mecânica

O III consenso de Ventilação Mecânica (2007) define o desmame como o processo de transição da ventilação artificial para a espontânea nos pacientes que permanecem em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 24 horas. O sucesso do desmame acontece quando o paciente permanece em ventilação espontânea durante pelo menos 48 horas após a interrupção da ventilação artificial. Considera-se fracasso ou falência do desmame, se o retorno à ventilação artificial for necessário neste período (GOLDWASSER, *et al.*, 2007)

O tempo de permanência na ventilação mecânica está diretamente relacionado com a morbidade e mortalidade de pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI), sendo necessária a consideração do desmame de forma precoce. A falha de desmame é relativamente comum em pacientes dependentes de VM, sendo necessário o uso de protocolos que tem demonstrado ser eficazes para redução tanto do processo quanto do tempo de VM e hospitalização (BERGER, *et al.*, 2016, BISSETT, *et al.*, 2019, ESKANDAR, 2007; NEMER, 2011; BOLES, *et al.*, 2007).

Retirar o paciente da ventilação mecânica pode ser mais difícil que mantê-lo, tendo esse processo tempo total de ventilação mecânica de 40%. A literatura tem demonstrado mais recentemente, que protocolos de identificação de pacientes em condições de interromper a ventilação mecânica podem reduzir significativamente sua duração e conseqüentemente o custo ao longo da internação. Porém, a busca por índices fisiológicos capazes de prever com acurácia o sucesso do desmame da ventilação mecânica, ainda não chegou a resultados satisfatórios (MONTEIRO, *et al.*, 2004, NEDER, *et al.*, 1999, SCHEPENS, *et al.*, 2019; E. WESLEY, *et al.*, 1996; ESTEBAN, *et al.*, 1995).

O desmame ventilatório pode ser definido como o processo de retirada abrupta ou gradual do suporte ventilatório e ocupa cerca de 40% do tempo em ventilação mecânica, podendo aumentar dependendo da etiologia da insuficiência respiratória. Relatos de alguns estudos demonstram que em 75%

dos pacientes, a ventilação mecânica pode ser retirada de forma simples, sendo necessário para o restante dos pacientes um desmame mais gradual. A VM prolongada está associada a várias complicações, como pneumonia associada à VM, disfunção diafragmática induzida pela VM, polineuropatia do doente crítico, entre outras, sendo necessária a tentativa precoce do desmame ventilatório (NEMER, 2011).

Foi proposta durante a Conferência Internacional de Consenso, uma classificação atualizada dos pacientes de acordo com a dificuldade e duração do desmame da VM, divididos em 3 grupos. O primeiro grupo é o de desmame simples, composto pelos pacientes que passaram com êxito no teste de respiração espontânea (TRE) na primeira tentativa e então foram desmamados. O segundo grupo abrange os pacientes cujo TRE precisa ser realizado até três vezes, ou até 7 dias de desmame após a primeira tentativa de TRE, sendo conhecido como desmame difícil. O terceiro e último grupo é o de desmame prolongado, incluindo pacientes que realizam mais de três TRE ou permanecem neste processo por mais de 7 dias (BOLES, *et al.*, 2007).

A demanda ventilatória é definida como o trabalho a ser executado pelo sistema musculoesquelético respiratório, sendo formada pelos seguintes fatores: a produção de CO₂, espaço morto, controle do drive respiratório, mecânica do sistema respiratório, sendo especificada pelo volume minuto, necessário para manter uma apropriada PaCO₂. Já a capacidade ventilatória é a reserva fundamental para suprir a demanda. Essa capacidade é limitada quando há um déficit no drive respiratório ou quando há incapacidade do sistema musculoesquelético em gerar um trabalho mecânico suficiente para vencer a demanda. Na maioria dos casos, o insucesso do desmame é devido ao aumento do drive ventilatório. Segundo MACINTYRE *et al.* (2007), o paciente é considerado apto a iniciar o desmame da VM quando apresentar os seguintes critérios: resolução ou estabilização da doença de base, adequada troca gasosa, estabilidade hemodinâmica e capacidade de respirar espontaneamente, podendo iniciar o teste de respiração espontânea (TRE) após o preenchimento desses critérios. Se a avaliação clínica não for favorável, não é recomendado iniciar os testes para o desmame, já que o motivo da instalação da VM não foi, ao menos, amenizado. Por outro lado, quando a avaliação clínica é favorável e

os índices apresentam um prognóstico positivo, há maiores chances de sucesso. Contudo, a avaliação clínica isolada não analisa a mecânica respiratória, a demanda ventilatória e a força muscular respiratória, critérios importantes sobretudo quando avaliados em conjunto, principalmente em pacientes com maiores riscos de falha (MACINTYRE, 2007, NEMER, 2011; NEMER *et al.*, 2009; CARVALHO, *et al.*, 2007, DAMASCENO, *et al.*, 2006, SARWAL, *et al.*, 2013).

Considerações para iniciar o processo de desmame da ventilação mecânica foram feitas por Boles *et al.*, sendo elas evidenciadas na Tabela 1.

1.4 A falha no desmame da ventilação mecânica

A dependência contínua do ventilador é causada por fatores da doença, podendo ser diretamente relacionado a uma causa respiratória, mas também por distúrbio cardíaco, metabólico e neuromuscular. Além disso, falhas de gerenciamento multidisciplinar durante a ventilação, como, por exemplo, má avaliação do potencial de descontinuação e gerenciamento inadequado do ventilador, podem atrasar o processo de desmame ventilatório, por sobrecarregarem os músculos respiratórios, impedindo a recuperação (BOLES, *et al.*, 2007, MACINTYRE, 2007).

Quadro 1. Considerações para avaliação de aptidão para o desmame ventilatório.

Avaliação Clínica	Tosse eficaz
	Ausência de secreção traqueobrônquica excessiva
	Resolução da fase aguda da doença devido a qual o paciente fora intubado
Medidas objetivas	Estabilidade clínica
	Estabilidade cardiovascular (i.e. FC \leq 140 bpm, PAS 90 – 160 mmHg, ausência de ou mínima necessidade de agentes vasopressores)
	Estabilidade metabólica
	Oxigenação adequada
	SaO ₂ > 90% com FiO ₂ \leq 0.4 (ou P/F \geq 150 mmHg)
	PEEP \leq 8 cmH ₂ O
	Função pulmonar adequada
	FR \leq 35 irpm
	PiMax \leq -20 – -25 cmH ₂ O
	Vt > 5 mL/Kg
	CV > 10 mL/Kg
	FR/Vt < 105
	Ausência de acidose respiratória significativa
Nível de consciência adequado	
Ausência de sedação ou nível de consciência adequado sob sedação (ou paciente neurológico estável)	

FC: Frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; PAS: Pressão arterial sistólica; SaO₂: Saturação arterial de oxigênio; FiO₂: Fração inspirada de oxigênio; P/F: Relação entre a pressão arterial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio; PEEP: Pressão positiva expiratória final; FR: Frequência respiratória; PiMax: Pressão inspiratória máxima; Vt: Volume corrente; CV: Capacidade vital (modificado de Boles et al., 2007).

A avaliação da prontidão para o desmame da VM deve ser analisada constantemente, desde o início de sua instalação. Dessa forma é possível um processo de desmame eficiente, que reduz o tempo no ventilador e seus efeitos deletérios, além de melhorar os resultados clínicos do paciente e reduzir os custos hospitalares referentes ao uso da ventilação mecânica prolongada (BOLES, *et al.*, 2007, MACINTYRE, 2007).

O insucesso do desmame da ventilação mecânica pode ser causado pelo desequilíbrio entre a demanda e a capacidade ventilatória. Segundo Damasceno *et. al.*, o desequilíbrio entre a demanda de ventilação e a capacidade ventilatória prolongam o desmame no ventilador, constituindo os motivos mais frequentes no fracasso da interrupção da ventilação mecânica. Portanto, a falha do desmame é determinada pelo desequilíbrio entre a carga mecânica imposta ao diafragma e a capacidade do mesmo de lidar com ela, sendo importante avaliar a função diafragmática antes de qualquer tentativa de desmame (DAMASCENO, *et al.*, 2006).

São causas de redução da eficiência da bomba muscular respiratória: inibição central, doenças medulares, lesões frênicas, neuropatias, comprometimento da junção neuromuscular, fraqueza muscular de várias origens, entre outras. São causas de elevação da demanda ventilatória: elevação do estímulo central da respiração, sepse, febre, dor, ventilação aumentada do espaço morto, carga elástica pulmonar e torácica, entre outras (GOSSELINK, *et al.*, 2008; BOLES, *et al.*, 2007, NEMER, 2011).

As principais causas estudadas acerca da dependência da VM são por causas neurológicas, metabólicas, endócrinas, por comprometimento do sistema respiratório, do sistema cardiovascular, por fatores psicológicos, desnutrição, obesidade, distúrbios eletrolíticos e fraqueza muscular inspiratória (BOLES, *et al.*, 2007, ESKANDAR, 2007). É de fundamental importância a identificação do motivo pelo qual o paciente não evolui o desmame ventilatório, para então iniciar uma nova abordagem com o foco no fator desencadeante (NEMER, *et al.*, 2009) (Quadro 2).

Quadro 2. Critérios para a definição da falha do desmame da ventilação mecânica.

Sinais de intolerância à respiração espontânea (falha de desmame)
PaO ₂ < 50-60mmHg com FiO ₂ > 0,5
SaO ₂ < 88-90% com FiO ₂ > 0,5
PaCO ₂ > 50mmHg ou elevação em mais de 8mmHg
pH < 7,32 ou redução em mais de 0,07
FR > 35 ciclos/min ou elevação em mais de 50%
FC > 140bpm ou elevação em mais de 20%
PAS > 180 mmHg ou < 90 mmHg
Agitação psicomotora incontrolável
Redução do nível de consciência
Sudorese excessiva e cianose
Evidência de elevado esforço muscular respiratório

PaO₂: Pressão arterial de oxigênio; SaO₂: Saturação arterial de oxigênio; PaCO₂: Pressão arterial de gás carbônico; pH: potencial de hidrogênio; FR: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica

Fonte: modificado de Nemer *et al.*, 2011.

1.5 Avaliação da pressão inspiratória máxima (P_{ímáx})

O desequilíbrio entre a carga ventilatória e a força e resistência dos músculos respiratórios é um importante determinante da dependência da ventilação mecânica. A pressão inspiratória máxima é amplamente utilizada como teste de força muscular inspiratória e a redução do seu valor tem sido associada a maior falha no desmame ventilatório, quando comparado aos pacientes que falharam neste processo (BIEN, *et al.*, 2015, CADER, *et al.*, 2010, VORONA, *et al.*, 2018).

O método mais comum de mensuração da P_{ímáx} consiste na oclusão do fluxo de ar inspiratório após uma expiração forçada, ou seja, a partir do volume residual, sendo considerado o maior valor obtido em três medidas consecutivas. Porém, com este método, há a necessidade da colaboração do paciente, o que muitas vezes não é possível, especialmente naqueles ventilados mecanicamente

ou com alteração do nível de consciência. Portanto, no intuito de deixar mais fidedigna a mensuração, incluir a válvula unidirecional para permitir seletivamente a exalação, enquanto a inspiração é bloqueada por um tempo de 40 segundos – tempo que demonstrou maior acurácia – quando será medido a P_{imax} que deverá ser > que -30 cm H₂O. Isto causa nos pacientes a iniciativa de sucessivos esforços, com volumes respiratórios cada vez menores, até atingir o volume residual, um fator que ajuda a gerar uma pressão mais negativa. Devido a sua alta sensibilidade para predizer o sucesso do desmame, a avaliação da P_{imax} é um procedimento comumente realizado, embora sua reprodutibilidade e acurácia sejam questionáveis (GUIMARÃES, *et al.*, 2007; (MONTEIRO, *et al.*, 2004, THUN, 1991; DAMASCENO, *et al.*, 2006).

A padronização da técnica é importante, pois em um ambiente clínico o conhecimento do valor da P_{imax} é usado na tomada de decisão para o desmame ou não da ventilação mecânica. Se a técnica padronizada não for empregada, seu valor pode ser subestimado e o desmame ficará comprometido. A falta de padronização do método também dificulta a comparação dos resultados entre os estudos publicados na literatura, o que na verdade é mais um obstáculo para a realização de pesquisa sobre esse tipo de procedimento (SOUZA, *et al.*, 2012, THUN, 1991; (MONTEIRO, *et al.*, 2004).

Em 1999, um estudo descreveu equações para ambos os sexos levando em conta a influência da idade no intuito de encontrar o valor previsto da P_{imax}: $y = -0,80 (\text{idade}) + 155,3$, para homens; e $y = -0,49 (\text{idade}) + 110,4$, para mulheres (NEDER, *et al.*, 1999). A P_{imax} reflete a força dos músculos inspiratórios, sendo que cerca de 70% do seu valor representa diretamente a força do diafragma, o músculo mais importante da inspiração (GUIMARÃES, *et al.*, 2007, SOUZA, 2014).

1.6 Avaliação ultrassonográfica diafragmática

Diferentes técnicas estruturais e funcionais estão disponíveis para avaliar o diafragma e cada uma com seus pontos fortes e fracos. A radiografia de tórax pode revelar elevação do diafragma do lado da fraqueza do diafragma, mas possui baixa sensibilidade e preditores fracos de movimento normal. A

fluoroscopia avalia a excursão de cúpulas individuais e o deslocamento do mediastino por meio do teste de *sniff* de *Hitzenburger*. O movimento paradoxal do diafragma é indicativo de paralisia unilateral, mas a descida aparentemente normal dos hemi-diafragmas pode ser vista durante a inspiração no cenário da paralisia bilateral devido a estratégias respiratórias compensatórias. A fluoroscopia exige que os pacientes respirem espontaneamente enquanto estão desconectados de qualquer fonte de ventilação com pressão positiva para avaliar o movimento do diafragma. Além disso, envolve exposição significativa à radiação e a necessidade de transportar o paciente para a unidade de fluoroscopia, tornando-o menos ideal para pacientes gravemente enfermos. A tomografia computadorizada tem sido utilizada para avaliar a estrutura do diafragma, mas a imagem dinâmica é limitada. A ressonância magnética dinâmica evoluiu com novas técnicas para avaliação quantitativa de excursão, sincronicidade e velocidade do movimento do diafragma, mas as desvantagens incluem dependência do operador, disponibilidade limitada, altos custos e a necessidade de transporte do paciente (CHAVHAN, *et al.*, 2010, GIERADA, *et al.*, 1995, LIPPI, *et al.*, 2019, SARWAL, *et al.*, 2013; EPELMAN, *et al.*, 2005, FEDULLO, *et al.*, 1992; WHITELAW, 1987).

Em comparação com outros métodos de imagem, a ultrassonografia do diafragma tem diversas vantagens, como a ausência de radiação, o fácil manuseio, a imagem em tempo real, e o fato de ser uma técnica não invasiva. Esta técnica tem sido amplamente utilizada como método de avaliação em certas doenças respiratórias crônicas, tais como DPOC, asma, fibrose cística e paralisia diafragmática, bem como durante o desmame da ventilação mecânica (BARIA, *et al.*, 2014; JUNG, *et al.*, 2016, SANTANA, *et al.*, 2016).

Os pacientes são normalmente examinados durante a respiração espontânea para ajudar a identificar o diafragma em movimento. A posição e o movimento do diafragma dependem da posição do sujeito durante o estudo. A posição supina é preferida, porque há menos variabilidade geral e maior reprodutibilidade. O hemitórax direito apresenta melhor janela de visualização diafragmática pela presença do fígado, enquanto a visualização do diafragma esquerdo é mais difícil de visualizar pela janela menor do baço, mas pode ser

facilitada por uma abordagem mais coronal e paralela às costelas (SARWAL, *et al.*, 2013; GERSCOVICH, 2001, GIERADA, *et al.*, 1995).

Diversas medidas do diafragma foram descritas e algumas dessas medidas são obtidas a partir de imagens estáticas no modo B e outras a partir de traçados adquiridos no modo M. É provável que essas medidas se mostrem interessantes na avaliação quantitativa do diafragma, mas até o momento a maioria delas foi estudada somente em poucos indivíduos e raramente em pacientes com distúrbios neuromusculares ou pulmonares. A validade e a fidedignidade das técnicas de ultrassom para o estudo do diafragma no intuito de avaliar quantitativamente as alterações, também foram pouco estudadas (SANTANA, *et al.*, 2016, SARWAL, *et al.*, 2013).

O ultrassom no modo B pode ser usado para medir a espessura do diafragma na zona de aposição durante a inspiração ou expiração usando a abordagem intercostal. Estudos correlacionaram a espessura medida pelo ultrassom em voluntários saudáveis com as medidas diretas da espessura do diafragma em um cadáver. A espessura média do diafragma é de 0,22 a 0,28 cm em voluntários saudáveis e de 0,13 a 0,19 cm em um diafragma paralisado. Uma espessura do diafragma menor que 0,2 cm, medida no final da expiração, foi proposta como ponto de corte para definir a atrofia do diafragma (GOTTESMAN, 1997, SARWAL, *et al.*, 2013; MAIAH, *et al.*, 2016, WAIT, *et al.*, 1989).

Durante a contração, as fibras musculares encurtam e causam espessamento muscular. O aumento da espessura diafragmática durante a inspiração tem sido utilizado como uma medida indireta da contração das fibras musculares. Um diafragma com paralisia crônica é fino, atrófico e não engrossa durante a inspiração. A medida da espessura isolada de um diafragma agudamente paralisado com espessura normal pode identificar incorretamente atrofia em um indivíduo de baixo peso com um diafragma saudável, porém fino. Portanto, o grau de espessamento do diafragma foi proposto para ser mais sensível do que a medição da espessura isoladamente. Medidas de fração de espessamento do diafragma foram propostas, com a fórmula geral sendo: $(\text{espessura na inspiração final} - \text{espessura na expiração final}) / \text{espessura na expiração final} \times 100$, tendo o seu valor de normalidade entre 15% e 35%, como

sugere SCHEPENS, *et al.* (2019) (GOTTESMAN, 1997, SARWAL, *et al.*, 2013, SUMMERHILL, *et al.*, 2008; WAIT, *et al.*, 1989; SCHEPENS, *et al.*, 2019).

1.7 O treinamento muscular inspiratório

A falha no desmame da ventilação mecânica é um problema clínico e econômico encontrado no mundo inteiro. O número de pacientes que necessitam de longos períodos de suporte ventilatório está aumentando cinco vezes mais rápido do que o número de internações hospitalares, e muitos desses pacientes apresentam falha no desmame ventilatório. A etiologia desta falha parece ter relação com o desequilíbrio entre a demanda dos músculos inspiratórios usados para gerar pressão inspiratória necessária para que ocorra a inspiração, e sua capacidade máxima de geração de pressão (MARTIN, *et al.*, 2011; ELKINS, 2015; PASCOTINI, *et al.*, 2014).

Tem sido exploradas por fisioterapeutas estratégias de reabilitação física para acelerar a liberação da ventilação mecânica e melhorar os resultados clínicos, possivelmente prevenindo e retardando a fraqueza adquirida na UTI. Os esforços de reabilitação na UTI têm se concentrado na fraqueza muscular periférica, enquanto a reabilitação muscular respiratória tem recebido relativamente menos atenção. O uso do treinamento muscular inspiratório (TMI) como possível estratégia para reverter a fraqueza muscular inspiratória em pacientes em UTI tem sido cada vez mais explorado. O treinamento tem ação sob o diafragma e os músculos inspiratórios acessórios com o objetivo de melhorar a força e a resistência muscular (MARTIN, *et al.*, 2011, MCCONNELL, 2004, VORONA, *et al.*, 2018; ELKINS, 2015, WELLS, *et al.*, 2017).

Uma revisão sistemática recente constatou que o TMI é viável em pacientes internados em UTIs e, embora uma grande variedade de técnicas tenha sido usada, a abordagem mais comum é a carga limiar. A carga de TMI limiar exige que o paciente inspire contra um dispositivo que forneça uma resistência de treinamento ajustável. A carga de pressão inspiratória fornecida por um dispositivo de limiar de pressão não modifica a mecânica do fluxo de ar. Portanto, o treinamento oferece um desafio quantificado à pressão para os músculos inspiratórios, independente do fluxo de ar (MARTIN, *et al.*, 2002; VORONA, *et al.*, 2018, WELLS, *et al.*, 2017).

Na UTI, esse treinamento é supervisionado por um fisioterapeuta que pode conectar o dispositivo a um tubo endotraqueal ou traqueostomia. O TMI é seguro e viável em pacientes dependentes de ventilador quando devidamente elegidos e melhora a força muscular inspiratória enquanto aumenta a probabilidade de desmame bem sucedido do ventilador. Em pacientes que não desmamaram da ventilação mecânica usando técnicas convencionais de desmame, vários relatos de casos demonstraram aumentos na força muscular inspiratória após o treinamento muscular inspiratório, seguidos de um desmame bem-sucedido (MARTIN, *et al.*, 2002, MOODIE, *et al.*, 2011, SPRAGUE, 2003; BISSETT, *et al.*, 2019, PASCOTINI, *et al.*, 2014; WANG, *et al.*, 2019; GOLDWASSER, *et al.*, 2007).

Várias são as modalidades de treinamento muscular inspiratório propostas na literatura nas últimas décadas. Como exemplos temos o treinamento com o uso da diminuição da sensibilidade do disparo do ventilador mecânico, a alternância entre períodos de VM com períodos de ventilação espontânea, o treinamento muscular inspiratório com carga alinear, ou seja, a utilização de um sistema fluxo-dependente como o sistema de orifícios, e por fim o treinamento com carga linear, cujo fluxo não interfere na carga (BISSETT, *et al.*, 2019, CARUSO, *et al.*, 2005, VORONA, *et al.*, 2018).

2. JUSTIFICATIVA

1. É escasso na literatura estratégias para acelerar o desmame prolongado;
2. Na prática clínica, os protocolos não são uniformes e geralmente subestimam a capacidade dos pacientes de sair de prótese ventilatória;
3. Na rede D'Or, a proposta de fluxogramas de tratamento é bem aceita, já que é uma prática presente na instituição, usada por toda a equipe multidisciplinar.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo primário

Observar o desfecho para sucesso do desmame diante de um programa de treinamento muscular inspiratório;

Observar a cinética e a morfologia do músculo diafragma, como ferramenta de avaliação dos efeitos do treinamento muscular inspiratório.

3.2. Objetivo secundário

Elaborar um POP com estratégias de desmame para os pacientes traqueostomizados dos serviços de fisioterapia do Hospital Rios D'Or e Copa D'Or.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

a. Desenho do estudo

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa, com o número de CAAE: 11574119.0.0000.5249. O termo de consentimento livre e esclarecido se encontra nos anexos. As etapas deste estudo estão apresentadas na Figura 1.

Com base numa revisão da literatura e no acompanhamento do processo de desmame da ventilação mecânica e treinamento muscular inspiratório nos pacientes traqueostomizados do CTI dos Hospitais Rios D'Or e Copa D'Or realizado, um protocolo operacional piloto foi delineado, de modo que fosse específico para os serviços e se adequasse às suas particularidades. Este POP piloto foi aplicado no período entre março e dezembro de 2019, nos pacientes acompanhados nos respectivos setores, a fim de avaliar sua factibilidade, bem como verificar os efeitos do treinamento na cinética e morfologia do músculo diafragma. Após análise dos resultados obtidos com a aplicação deste protocolo, o mesmo foi revisado e os ajustes necessários foram realizados para chegar ao POP final, validado pelas orientadoras deste trabalho.



Figura 1 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do estudo.

Fonte: Elaborada pelo autor

b. Revisão de literatura + análise do manejo prévio do serviço

Foi realizada uma revisão da literatura nas bases de dados eletrônicas Medline/Pubmed, Scielo e Cochrane Database of Systematic Reviews, em busca de artigos relacionados ao desmame da ventilação mecânica, ao treinamento muscular inspiratório e à avaliação da fração de espessamento diafragmático através da ultrassonografia, publicados entre 2007 e 2019. Para pesquisa, foram utilizadas combinações dos termos: desmame da ventilação mecânica/ weaning

from mechanical ventilation; ultrassonografia diafragmática/ Diaphragmatic ultrasonography; treinamento muscular inspiratório/ inspiratory muscle training; manovacuometria/ manovacuometry; desmame difícil/ difficult weaning; desmame prolongado/ prolonged weaning. Referências bibliográficas dos artigos selecionados também foram verificadas a fim de identificar estudos relevantes. Os artigos foram analisados qualitativamente, com o intuito de investigar a metodologia utilizada para as avaliações supracitadas e verificar sua reprodutibilidade e aplicabilidade nos serviços dos hospitais Rios D'Or e Copa D'Or.

Para iniciarem o desmame da ventilação mecânica nos setores, os pacientes traqueostomizados precisavam estar bem adaptados em PSV de 12 cmH₂O, com PEEP \leq 8cmH₂O e estarem estáveis hemodinamicamente. Ao atingirem esses critérios, eram desconectados da VM e iniciavam períodos em macronebulização apenas com suporte de oxigênio, inicialmente ficando três períodos ao dia de 1 hora neste suporte, no dia seguinte com três períodos de 2 horas, e assim sucessivamente até fazerem três períodos de 4 horas sem intercorrências, ou seja, sem a ocorrência de falha no desmame ventilatório. Estavam aptos, portanto, para ficarem apenas em macronebulização de oxigênio, fazendo apenas alguns períodos de ventilação por pressão positiva intermitente (VPPI) – adaptação à ventilação mecânica no intuito de dar auxílio ventilatório através da pressão de suporte ofertada pelo VM – que inicialmente eram realizadas 4 vezes ao dia com períodos de 60 minutos em VM, no dia seguinte 3 períodos de 60 minutos, e assim em diante até não realizar mais. A partir do momento em que os pacientes ficavam fora de VM e iniciavam os períodos de VPPI, faziam a primeira tentativa de dormir fora de VM. Os serviços consideravam os pacientes desmamados após 48 horas dormindo fora de prótese ventilatória. Esse processo supracitado é visualizado de forma mais ampla na figura 2:

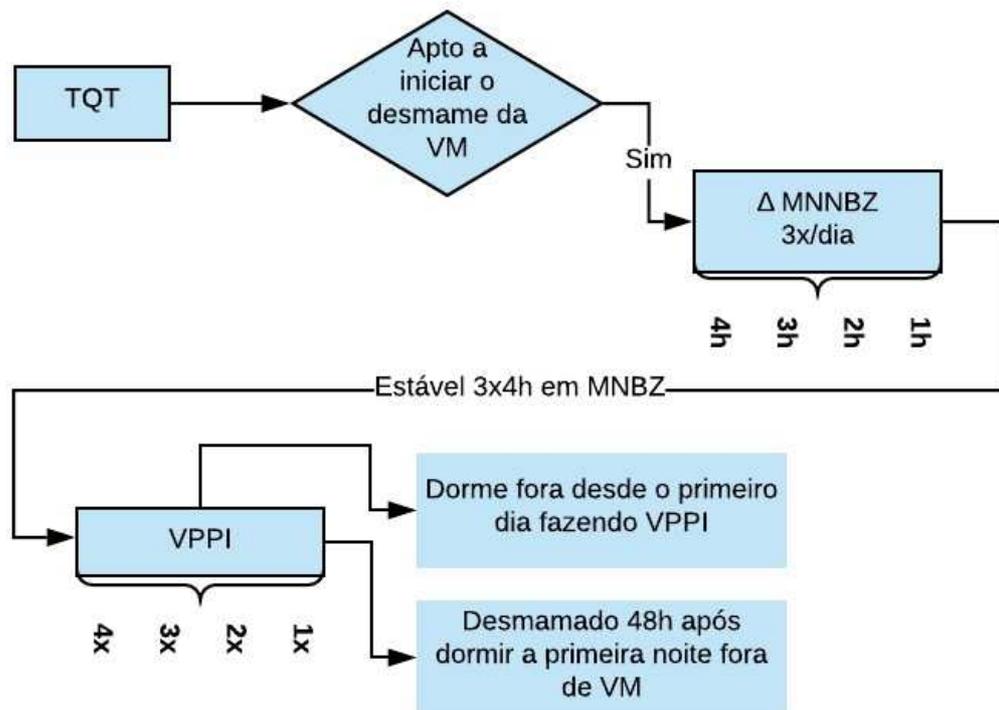


Figura 2: Fluxograma representativo do manejo prévio de desmame ventilatório nos serviços. TQT: traqueostomia; VM: ventilação mecânica; Δ MNNBZ: período em macronebulização de oxigênio; VPPI: ventilação por pressão positiva.

Fonte: Elaborada pelo autor.

c. POP piloto: avaliação e treinamento

O POP piloto demonstra os métodos utilizados para avaliar os pacientes na fase inicial, realizar o treinamento muscular inspiratório em conjunto com o desmame ventilatório e a reavaliação quando chegasse o desfecho: o desmame de ventilação mecânica.

Ao ser traqueostomizado, estando estável hemodinamicamente e clinicamente, sendo capaz de se manter em $PSV \leq 12$ cmH₂O e PEEP de 8 cmH₂O, os pacientes passaram por uma avaliação inicial composta pela manovacuometria para verificação da Pimáx e a ultrassonografia diafragmática para o cálculo da fração de espessamento diafragmática. Foi calculado o valor de Pimáx ideal para aquele indivíduo e checado se atingia 70% do valor de normalidade. Se possuísse um valor menor, iniciava-se o TMI em conjunto aos períodos em macronebulização de oxigênio, até ser desmamado da VM. A avaliação final foi feita para identificar o valor de Pimáx e fração de espessamento diafragmática pós TMI e desmame da VM, com o intuito de

identificar quais variáveis melhor se associam ao desmame usando-as como parâmetros no desenvolvimento do novo POP.

A figura 3 representa a sequência temporal do POP piloto em todas as suas etapas: avaliação inicial, treinamento muscular inspiratório/desmame da VM e a avaliação final. Em seguida, cada etapa do POP será fragmentada e detalhada, com o objetivo de entender melhor cada momento.

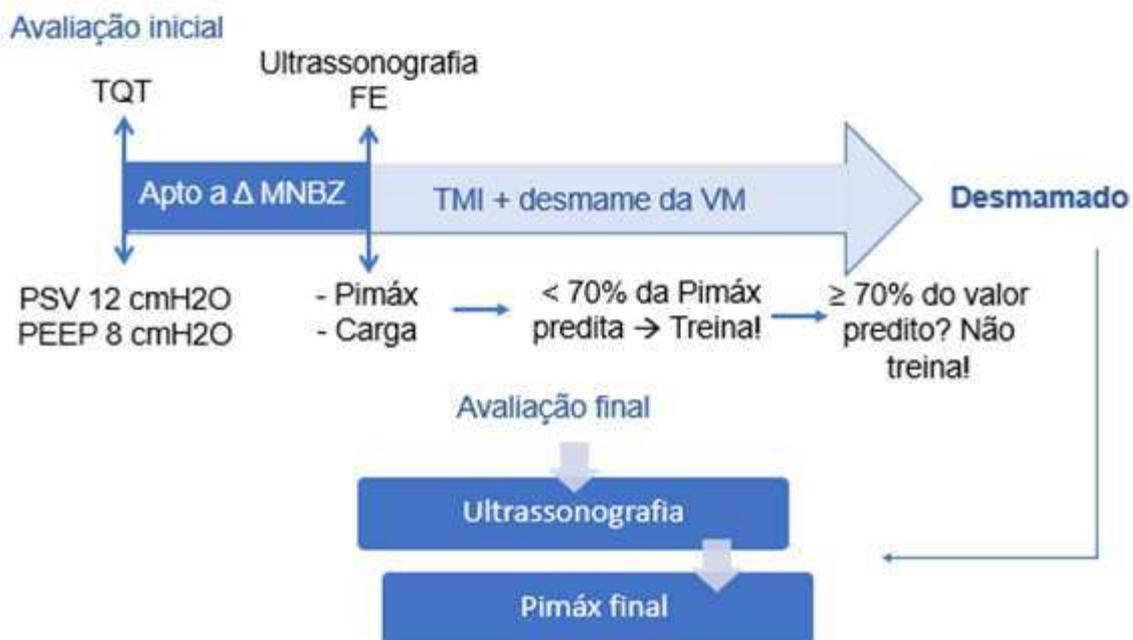


Figura 3: POP piloto – avaliação inicial, treinamento muscular inspiratório/ desmame da VM e reavaliação. TQT: traqueostomia; Δ MNBZ: período em macronebulização de oxigênio; FE: fração de espessamento diafragmático; Pimáx: pressão inspiratória máxima; TMI: treinamento muscular inspiratório; VM: ventilação mecânica.

Fonte: Elaborada pelo autor.

d. Aplicação do POP piloto na unidade

i. População

Foram recrutados pacientes traqueostomizados, em desmame difícil ou prolongado da ventilação mecânica, acompanhados nos Hospitais Copa D'Or e Rios D'Or, na cidade do Rio de Janeiro, entre março de 2019 a dezembro de 2019. Os pacientes autorizaram sua participação no estudo por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).

Uma ficha de avaliação foi elaborada a fim de reunir as informações necessárias, durante a primeira avaliação. A mesma foi usada para acompanhar

os treinamentos musculares inspiratórios de cada paciente, com a data de cada dia de treinamento, carimbo do profissional plantonista responsável pelo treinamento do dia e algum possível relato de intercorrências ao longo da conduta (Apêndice B).

No dia da avaliação foi realizada, então, a anamnese e a consulta ao prontuário, sendo coletadas informações referentes ao sexo, idade, altura, peso, doenças ou condições de saúde pré-existentes e diagnóstico de internação. Em seguida, foi feita a manovacuometria para verificação da Pimáx e a avaliação ultrassonográfica.

ii. Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo pacientes traqueostomizados internados nas UTIs dos Hospitais Copa D'Or e Rios D'Or em desmame difícil ou prolongado.

iii. Critérios de exclusão

Pacientes com instabilidade hemodinâmica; FR > 30 irpm e/ou apresentando padrão respiratório paradoxal; pacientes neuropatas e pacientes com Pimáx maior que 70% do valor predito.

iv. Avaliação ultrassonográfica

Todos os pacientes aptos a iniciarem o desmame da ventilação mecânica foram submetidos a ultrassonografia do diafragma por meio de um aparelho de ultrassom portátil. Durante o procedimento, os pacientes permaneceram recostados, cabeceira $\geq 45^\circ$, adaptados à VM em modo PSV, com pressão de suporte de 12 cmH₂O e PEEP de 8 cmH₂O. A espessura do diafragma foi medida no modo B com um transdutor linear de 6-13 MHz, colocado sobre a zona de aposição do diafragma próximo ao ângulo costofrênico, entre a linha axilar anterior direita e a linha axilar média (figura 4).

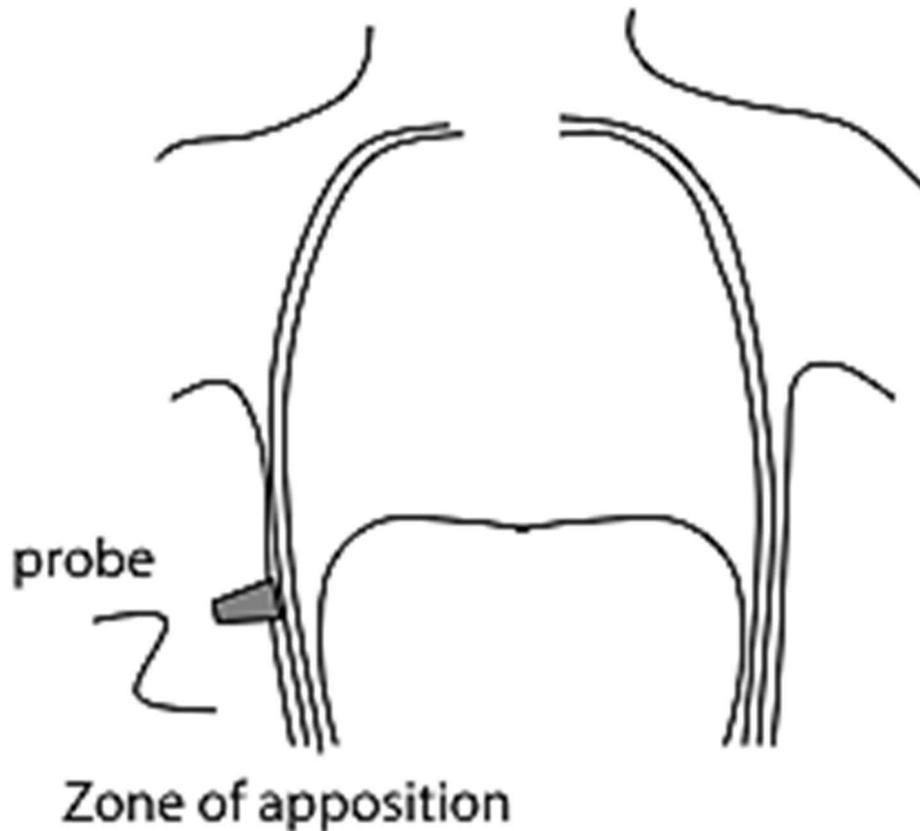


Figura 4: Posicionamento do transdutor linear sob a zona de aposição do diafragma. Deve-se posicionar o transdutor próximo ao ângulo costofrênico, entre a linha axilar anterior direita e a linha axilar média.

Fonte: Santana. J Bras Pneumol. 2016.

A espessura do diafragma foi medida desde a linha hiperecoica mais superficial (linha pleural) até a linha hiperecoica mais profunda (linha peritoneal), durante o volume corrente (figura 5). O maior valor de três medidas foi registrado para cada uma delas. O cálculo da fração de espessamento também foi realizado, com os valores da espessura durante a inspiração e durante a expiração adaptados à equação: $FE = [(E_{min} - E_{máx})/E_{min}] \times 100$, sendo E_{min} a espessura mínima do diafragma e $E_{máx}$ a espessura máxima do diafragma (medida em volume corrente).

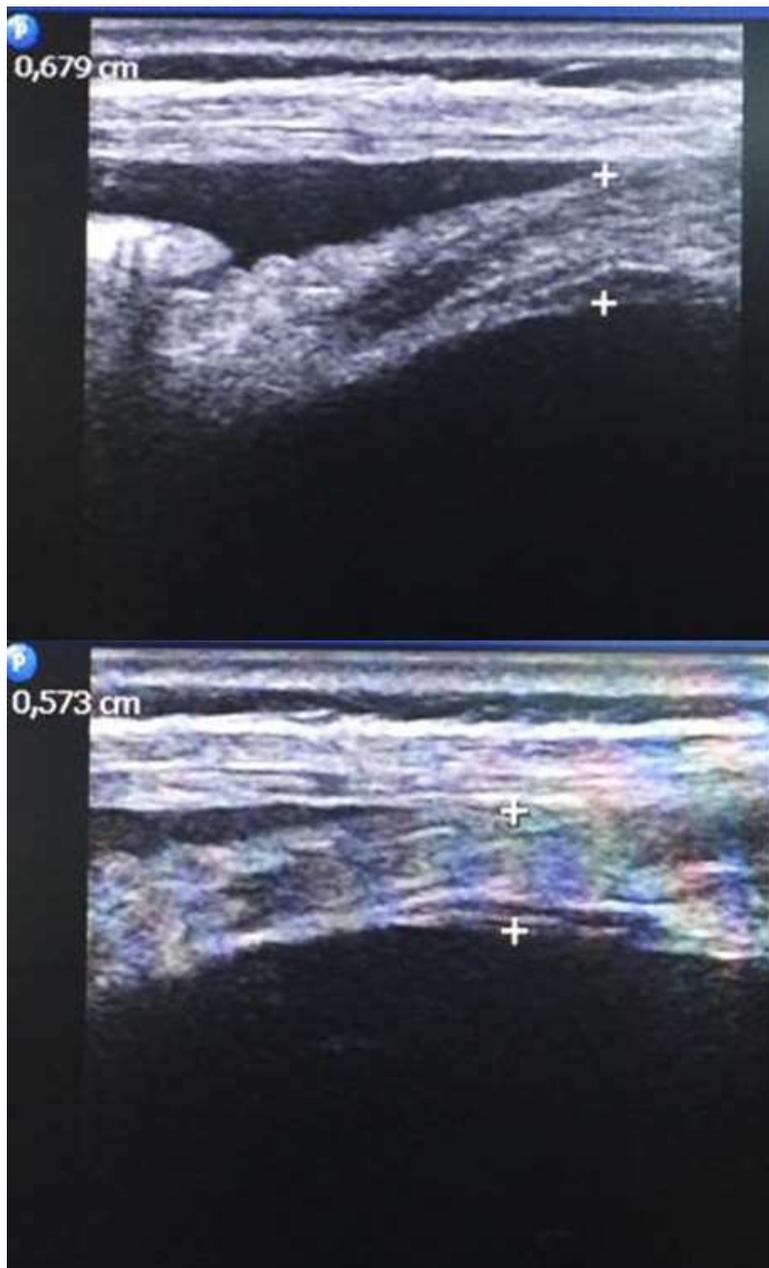


Figura 5: Medição da espessura diafragmática em volume corrente no modo B durante a inspiração e expiração, respetivamente. As marcações com “+” evidenciam a linha pleural e peritoneal. Fonte: Imagem gerada pelo autor.

v. Avaliação da PIMÁX

Para avaliação da Pimáx, o paciente foi posicionado adequadamente no leito, permanecendo em decúbito dorsal e cabeceira elevada entre 30° e 45°. Foi utilizado um manovacuômetro para a avaliação (figura 6), que foi adaptado a uma peça T + uma válvula unidirecional (figura 7) e acoplado a traqueostomia

do paciente. Foi verificado o valor da Pimáx ao final de 40 segundos de oclusão.

O valor predito era visto através das fórmulas:

HOMEM=> $PIMAX \text{ (CmH}_2\text{O)} = 155,3 - (0,80 \times IDADE)$

MULHER=> $PIMAX(\text{CmH}_2\text{O}) = 110,4 - (0,49 \times IDADE)$

Foi utilizado o valor de 70% da Pimáx predita como critério de inclusão e exclusão para o estudo. Pacientes com Pimáx menor que 70% do valor predita era incluído no estudo e os que tinham valores maiores que 70% da Pimáx predita não treinavam.



Figura 6: Manovacuômetro analógico utilizado para mensuração da Pimáx.

Fonte: Imagem gerada pelo autor.



Figura 7: Válvula unidirecional adaptada na peça T. Esta era conectada na traqueostomia do paciente. Fonte: Imagem gerada pelo autor.

vi. Treinamento muscular inspiratório

O treinamento muscular inspiratório foi feito a partir de um aparelho digital, o PowerBreathe K5 (figura 8). Foi adaptada para o treinamento uma carga de 40% do valor da Pimáx avaliada. O treinamento foi feito uma vez ao dia, por 7 dias na semana, realizando 2 séries de 30 repetições, com 30 segundos de repouso em prótese ventilatória (figura 9).



Figura 8: PowerBreathe K5 utilizado no treinamento muscular inspiratório.

Fonte: página do PowerBreathe, disponível em:

<<https://www.powerbreathe.com/product/powerbreathe-k-series>>. acesso em: 23 dez. 2019.

Reavaliações da Pimáx de cada paciente foram feitas semanalmente para ajuste da carga de treinamento. Caso o valor fosse o mesmo, a carga mantinha.

Quando o paciente era considerado desmamado, era feita a reavaliação da Pimáx para verificar o valor final.

vii. Desmame ventilatório

O desmame da ventilação mecânica era realizado normalmente nas unidades – como descrito no manejo prévio – sendo iniciado após a avaliação inicial com o manovacuômetro e a ultrassonografia.

e. Análise estatística

Os dados obtidos foram colocados em planilha eletrônica (Microsoft Excel) para posterior análise estatística no programa estatístico GraphPad Prism 5.0 for Windows (GraphPad Software, San Diego, California, USA). As variáveis foram expressas como média \pm desvio padrão. Para a comparação entre pré e pós TMI foi realizado o test t pareado. Para a correlação entre a PIMAX e a FE foi estimada pelo coeficiente de Person. A significância estatística foi considerada sempre que o p valor fosse menor que 0,05.

5. RESULTADOS

Foram avaliados 19 pacientes, dos quais 2 (10,53%) não toleraram o treinamento muscular inspiratório e 17 pacientes seguiram o treinamento até o seu desfecho final, o desmame ventilatório. O detalhamento dos dados demográficos da amostra está apresentado na tabela 1. A amostra foi composta por 7 homens (41,18%) e 10 mulheres (58,82%), com idade média de 57 ± 11 anos. Os dias de internação, diagnóstico e comorbidades variaram entre os pacientes. Estes dados foram coletados no prontuário dos pacientes (Tabela 1).

Tabela 1. Dados demográficos da amostra total

Paciente	Idade	Sexo	Diagnóstico	HPP
1	83	F	AVE H./ ITU + PNM	Cardiomegalia/ HAS
2	92	F	Sepse pulmonar	DAC/ HAS/ Alzheimer
3	85	M	IC descompensada por PNM	ICC/ RVM 2011/ valvulopatia AO
4	70	M	Sepse por osteomielite	PO desbridamento pé D/ HAS/ DM
5	66	M	Sepse pulmonar	AVE/ HAS/ DM
6	81	F	PO rafia de úlcera duodenal perfurada + IRpA	HAS/ DM/ Coronariopata
7	74	F	Sepse pulmonar + cutânea	HAS/ obesa/ ATP Q D
8	87	M	POT artrodese lombar	HAS/ DM/ DAC/ Parkinson
9	77	F	PNM broncoaspirativa	HAS/ DM/ Alzheimer
10	89	M	Choque séptico cutâneo	DAC/ FA/ DM/ HAS/ IAM/ EAP
11	83	F	PNM comunitária	Alzheimer/ CA mama
12	70	F	Erisipela + ICC descompensada	HAS/ DM/ DAC
13	76	F	PNM nosocomial	CA mama MTX/ DPOC/ DM/ HAS
14	78	M	Choque séptico pulmonar	CA próstata/ insuficiência adrenal
15	45	F	PNM	IAM/ Troca valvar mitral/ AVE prévio/ FA
16	86	M	ITU	HAS/ FA crônica
17	90	F	Queda da própria altura + TCE + Sepse urinária	Alzheimer/ HAS

DIH – dias de internação hospitalar; HPP – história patológica pregressa

Quanto ao grau de interação, 7 pacientes (41,18%) interagiam pouco ou não interagiam com o examinador, apenas apresentando abertura ocular (AO); 7 pacientes (41,18%) interagiam, porém, eram desorientados, não cooperando com a avaliação fisioterapêutica; e 3 pacientes (17,65%) eram lúcidos, orientados no tempo e espaço obedecendo aos comandos.

A ausência de interação ou a própria desorientação era responsável pela falta de cooperação com a avaliação da força muscular – Medical Research Council – fazendo com que a escala não se aplicasse (NA) a esses pacientes.

Todos os pacientes que não interagiam eram acamados e assim permaneceram até o final do estudo. Os pacientes desorientados ou que mantinham interação com o examinador, possuíam um grau de mobilidade que variava entre conseguir sedestar à beira do leito (SBL), ou permanecer em posição ortostática (PO). Destes, 5,88% conseguiam sedestar na poltrona. Os pacientes lúcidos na amostra estavam debilitados e, portanto, apresentavam dificuldade de evoluir posturas, conseguindo realizar ortostase e sedestar fora do leito. Nenhum paciente da amostra era capaz de deambular no período de treinamento e desmame da VM, como mostra a Tabela 2.

Quanto aos dias em VM, é heterogêneo o tempo de permanência de cada paciente em prótese ventilatória até enfim ser desmamado. 3 pacientes (17,65%) estavam em prótese ventilatória há $196,6 \pm 87,3$ dias, sendo encaixados no grupo de desmame prolongado. Durante esse processo, falharam inúmeras vezes no desmame ventilatório.

O tempo de TMI e desmame ventilatório descrito na Tabela 5, é referente aos dias que cada paciente realizou o treinamento muscular inspiratório associado aos períodos em macronebulização, até o último dia antes de ser considerado desmamado da VM. Os pacientes 1, 2 e 8, que apresentavam previamente dias elevados em VM ($196,6 \pm 87,3$ dias) foram desmamados da prótese ventilatória em $13 \pm 8,8$ dias em processo de desmame ventilatório em conjunto com o TMI, entretanto, o paciente 8 não tolerou permanecer fora de prótese ventilatória por 7 dias (Tabela 3).

Tabela 2. Dados cognitivos e funcionais da amostra total

Paciente	Idade	Cognição	MRC	Mobilidade
1	83	AO, sem interação	NA	Acamada
2	92	AO, desorientada	Mobiliza os 4 membros, NA	SBL
3	85	LOTE	36	PO
4	70	AO, desorientada	NA	SBL
5	66	AO, desorientada	21	SBL
6	81	AO, pouco interativa	NA	Acamada
7	79	AO, interativa	48	PO + SFL
8	87	AO, sem interação	NA	Acamada
9	77	AO, sem interação	NA	Acamada
10	89	LOTE	42	SFL
11	83	AO, sem interação, agitada	NA	Acamada
12	70	AO, desorientada	35	SBL
13	76	AO, interativa	12	Acamada
14	78	AO, pouco interativa	NA	Acamada
15	45	LOTE	48	PO + SFL
16	86	AO, sem interação	NA	Acamada
17	90	AO, sem interação, agitada	NA	Acamada

MRC – Medical Research Council; NA – não se aplica; SBL – sedestação na beira do leito; PO – posição ortostática; SFL – sedestação fora do leito.

Tabela 3. Dados morfofuncionais da amostra total

Paciente	Dias de VM	Tempo de TMI/desmame	Pimáx pré TMI	Pimáx pós TMI	70% Pimax predita	FE pré TMI	FE pós TMI	Sucesso 7 dias
1	107	23	-50	-70	-59	11%	38%	Sim
2	315	10	-60	-66	-70	13%	13%	Sim
3	35	21	-48	-52	-61	11%	15%	Sim
4	27	13	-40	-50	-69	15%	31%	Sim
5	16	8	-30	-50	-71	33%	46%	Sim
6	24	23	-32	-80	-50	16%	22%	Sim
7	17	7	-70	-80	-74	41%	41%	Sim
8	168	6	-50	-50	-60	52%	41%	Não
9	18	11	-40	-60	-50	10%	17%	Sim
10	27	5	-40	-50	-58	36%	37%	Sim
11	32	22	-40	-40	-50	15%	55%	Sim
12	16	9	-50	-45	-53	19%	24%	Sim
13	30	12	-35	-50	-66	14%	16%	Sim
14	22	6	-35	-50	-64	10%	21%	Sim
15	15	7	-40	-50	-61	22%	23%	Sim
16	47	17	-30	-30	-60	20%	32%	Não
17	42	11	-40	-50	-46	61%	68%	Sim

VM – ventilação mecânica; TMI – treinamento muscular inspiratório; Pimáx – pressão inspiratória máxima; FE – fração de espessamento.

O valor da Pimáx apresentou uma melhora significativa, como podemos ver na Figura 9, nos pacientes estudados. Os indivíduos 8 e 16 que não conseguiram ficar mais de 7 dias fora de prótese ventilatória, tiveram seus valores mantidos aos mesmos valores basais, não sendo identificada qualquer alteração no valor da força muscular neste período. Contudo, é observado um valor limítrofe de Pimáx no paciente 16, mesmo após realizar o TMI e participar de todo processo de desmame ventilatório, podendo considerarmos ainda uma condição de fraqueza muscular inspiratória. Já o paciente 8, apesar de possuir um valor que não demonstra fraqueza muscular, apresentava agitação psicomotora decorrente do processo demencial, portanto, também falhou no desmame por não tolerar ficar fora de prótese. O Paciente 6, que inicialmente

possuía uma Pimáx de -30 cmH₂O, obteve uma melhora significativa após o processo de TMI e desmame, sendo após 23 dias, desmamado da VM (Figura 11 e 12).

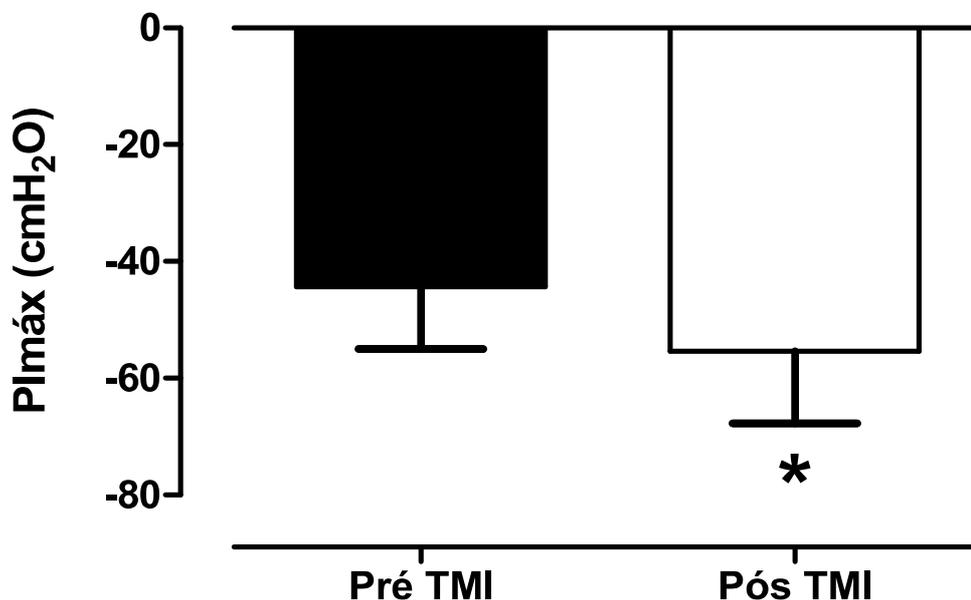


Figura 9 – Visão geral da Pimáx dos pacientes avaliados no período pré-TMI e pós-TMI, demonstrando aumento significativo no período pós-TMI ($p < 0,05$).

Todos os pacientes que alcançaram 70% da Pimáx predita foram capazes de permanecer fora de VM por mais de 7 dias sem necessidade de retorno para prótese ventilatória. Não houve falha no processo de desmame em nenhum paciente que apresentou Pimáx $> 70\%$ do valor predito (Figura 10), porém, apenas 5 dos 17 pacientes (29,41%) alcançaram esse valor.

O paciente (16) que manteve sua Pimáx ≤ -30 cmH₂O mesmo após o TMI, não obteve sucesso no desmame da VM, portanto, nenhum paciente com Pimáx ≤ -30 cmH₂O desmamou (risco relativo de 0%). Dos outros pacientes (94,12 %) com Pimáx > -30 cmH₂O, 1 falhou (8) e 15 desmamaram, sem nenhuma intercorrência (94% de risco relativo). O paciente 8 possuía agitação psicomotora e intolerância a sair de prótese ventilatória, sendo considerado falha no desmame (Figura 10 e 12).

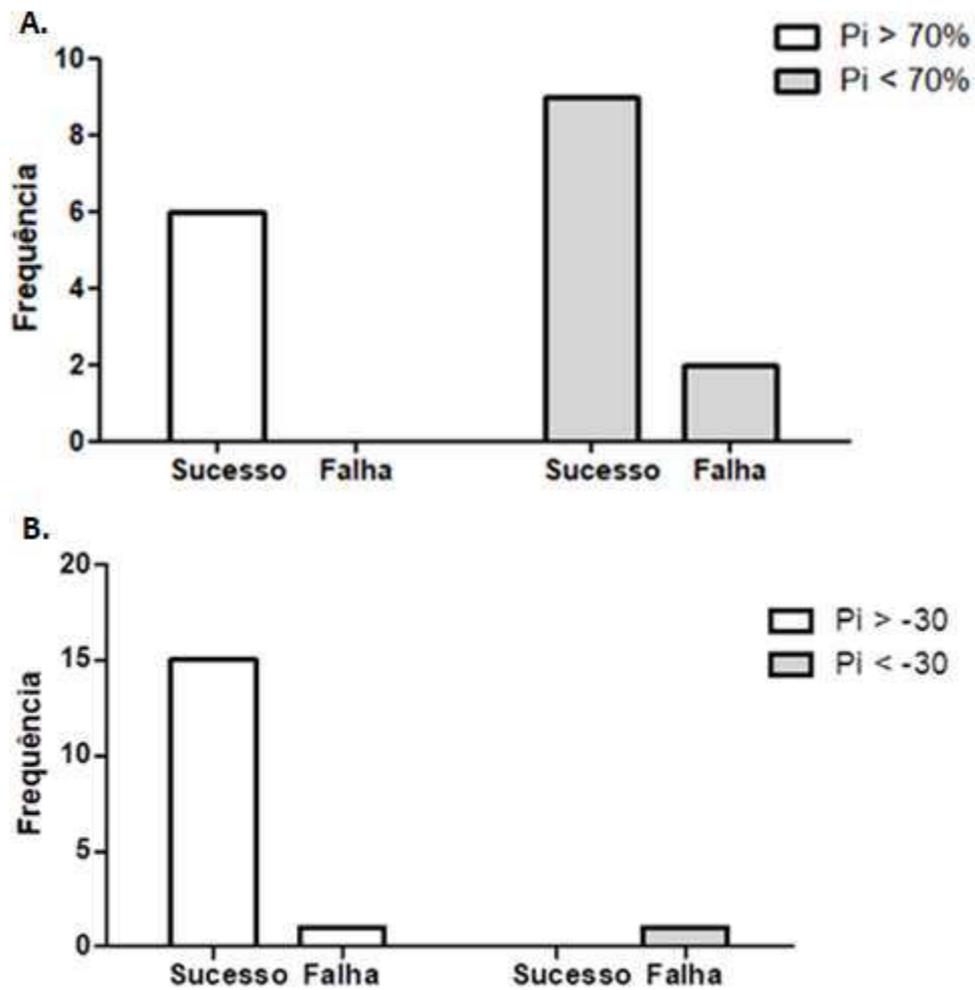


Figura 10 – (A) Relação entre sucesso ou falha e o valor da $P_{im\acute{a}x}$ > ou < que 70% do valor predito; e (B) relação entre sucesso ou falha e o valor da $P_{im\acute{a}x}$ > ou < que -30 cmH₂O.

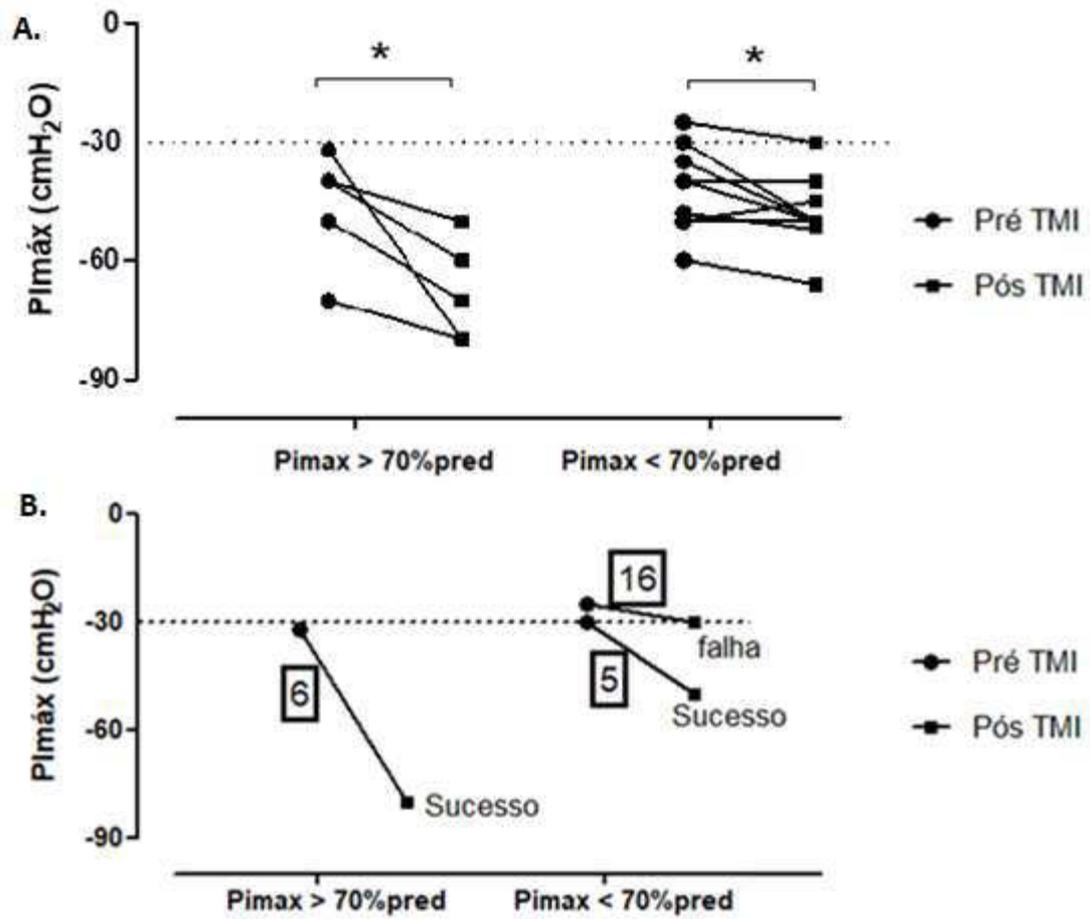


Figura 11 – (A) Relação dos pacientes que alcançaram e não alcançaram o valor de 70% da Pimáx; (B) relação entre sucesso e falha dos pacientes 5,6 e 16 e o valor da Pimáx > ou < que 70% do valor predito.

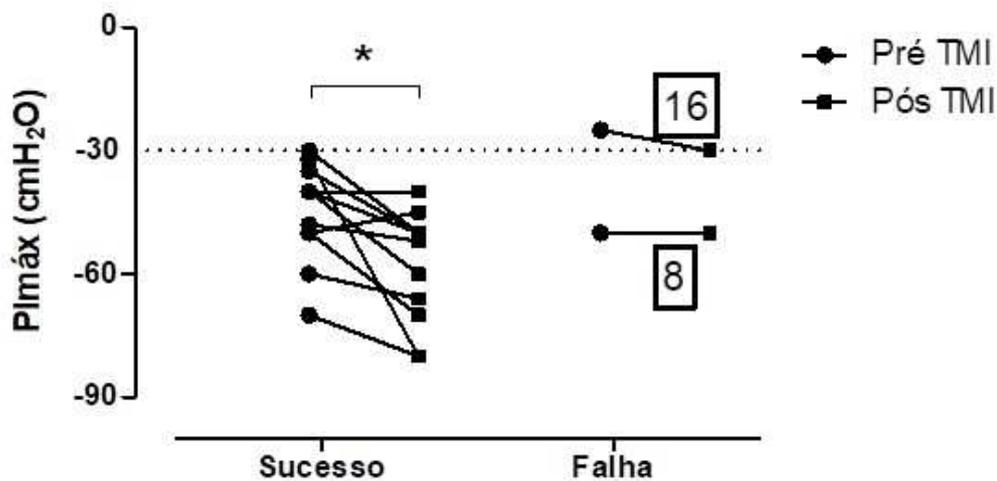


Figura 12 – Correlação dos valores da Pimáx pré e pós TMI e o sucesso e falha no desmame ventilatório.

Quanto à fração de espessamento diafragmática, observou-se um aumento no seu valor em 14 pacientes (82,35 %); mantiveram os valores iniciais os pacientes 2 e 7 (11,76 %), enquanto o paciente 8 (11,76 %) obteve a redução da sua fração de espessamento pós TMI. O paciente 16, mesmo tendo apresentado melhora da fração, não evoluiu com sucesso no desmame ventilatório (Figura 13).

Observa-se na Figura 13 que 3 pacientes (17,65 %) apresentaram valores acima da normalidade pós TMI, como sugere Schepens *et al.*, porém, foram desmamados da VM. Apenas 1 paciente (5,88 %) ficou com a fração de espessamento abaixo do valor previsto – com 13% pré-TMI, mantendo 13% pós-TMI – e foi desmamada.

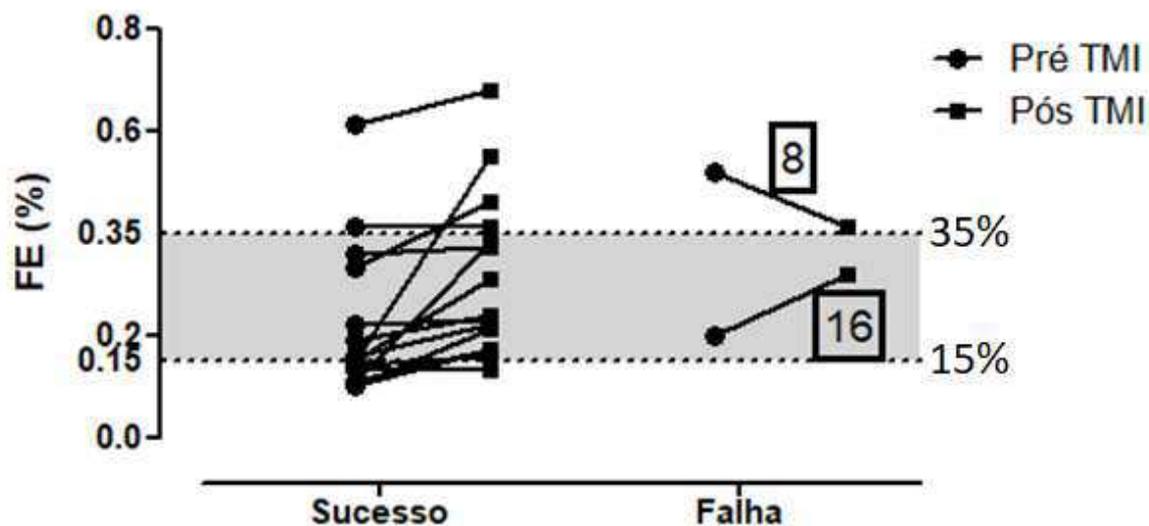


Figura 13 – Relação da fração de espessamento diafragmática (FE) e o sucesso ou falha dos pacientes no desmame ventilatório.

Dentre os 7 pacientes que apresentaram fração de espessamento acima do valor de normalidade, 3 apresentaram a Pimáx pós TMI maior do que 70% do valor predito, enquanto os outros 4 permaneceram com Pimáx menor do que o valor esperado. Entretanto, dos pacientes que tiveram os valores acima da normalidade, apenas 1 não conseguiu permanecer fora de prótese ventilatória por 7 dias (Figura 14), apesar de terem ficado fora da VM por 48h. Os pacientes 11 e 17 se encontravam agitados no momento da reavaliação ultrassonográfica,

apresentando valores acima da normalidade. Já o paciente 2, apesar de ter mantido a fração de espessamento de 13%, desmamou da VM.

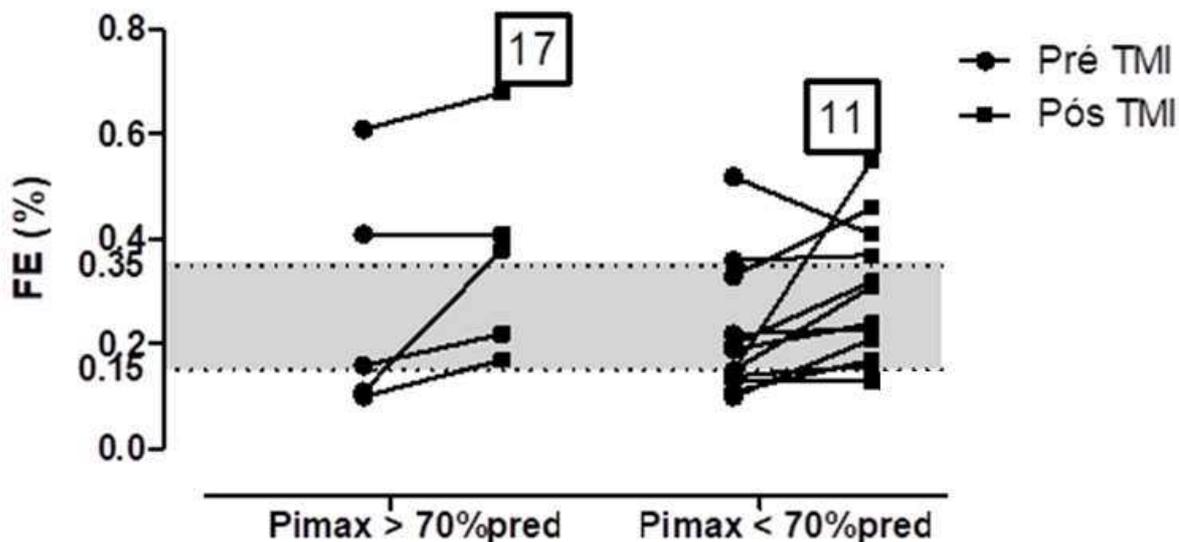


Figura 14 – Relação entre a fração de espessamento diafragmática e o valor de 70% da Pimax predita de cada paciente avaliado antes e após o período total de TMI.

a. PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO FINAL

O protocolo delineado inicialmente foi composto por avaliações semanais e atendimentos diários, uma vez ao dia, com o intuito de se adequar à rotina de atendimento nas unidades de terapia intensiva. Após a sua aplicação em 17 pacientes, o protocolo foi considerado factível e seguro para a prática clínica. Não foram verificados problemas em relação à execução das avaliações e dos atendimentos. Todos os pacientes conseguiram concluir o tratamento diário em cerca de 15 a 20 minutos. O protocolo final delineado está apresentado na Figura 16 e representado em fluxograma na Figura 15. Uma vez que as variáveis ultrassonográficas apresentaram inconsistências com o desfecho e não se correlacionou com a força muscular inspiratória, o delineamento do POP final contou apenas com a manovacuometria e o programa de treinamento muscular inspiratório para o manejo de pacientes traqueostomizados.

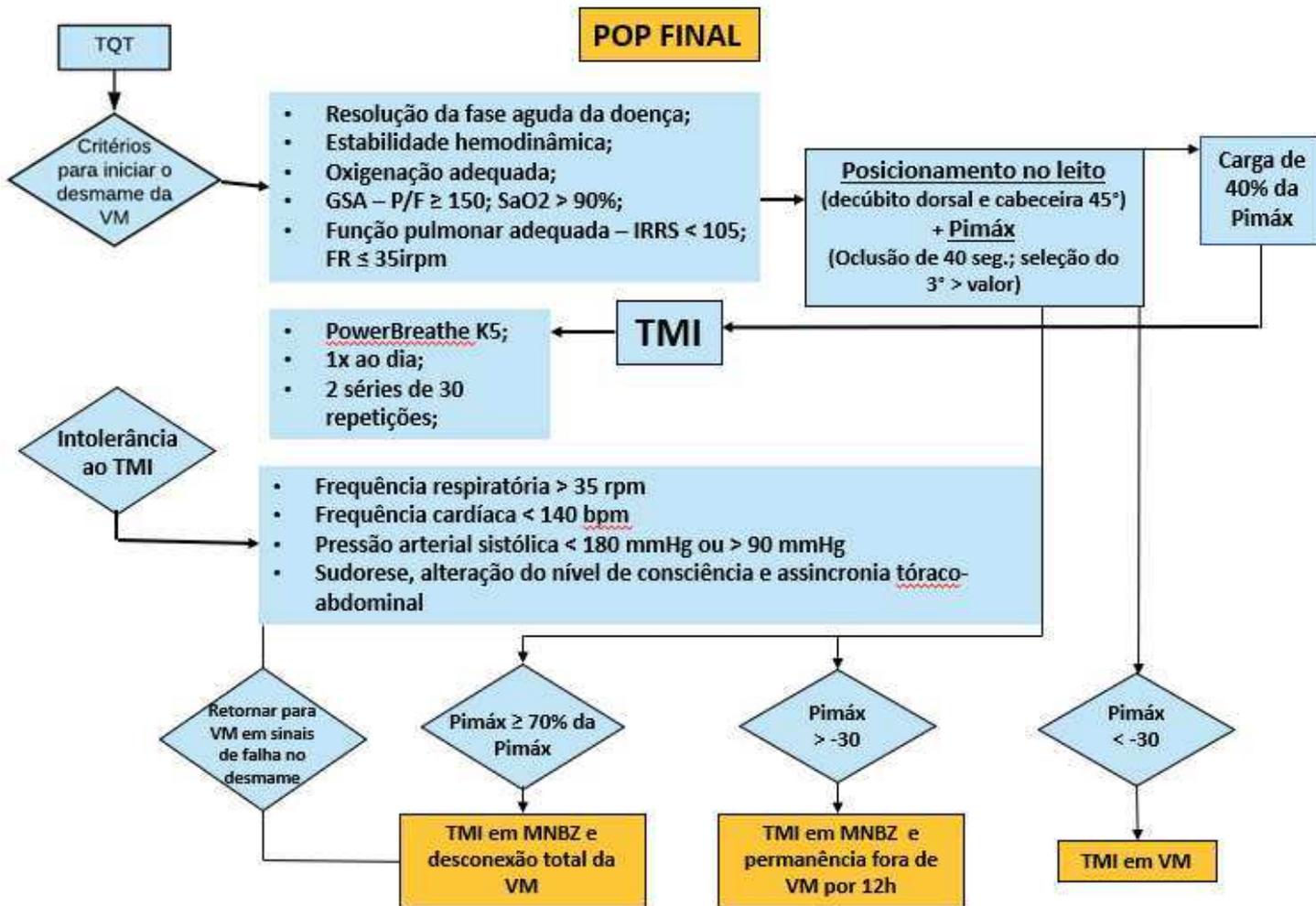


Figura 15 – Fluxograma que descreve o protocolo operacional padrão final, também presente no POP apresentado na figura 15.

	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATORIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01

1. OBJETIVO

Padronizar o treinamento muscular inspiratório (TMI) nos pacientes internados traqueostomizados (TQT), em desmame difícil e prolongado e que possuam indicação clínica de iniciarem o desmame ventilatório, direcionando de acordo com o valor da Pimáx, o tempo inicial de desconexão da prótese ventilatória.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos pacientes traqueostomizados internados nas unidades de terapia intensiva dos hospitais Rios D'Or e Copa D'Or.

3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

Treinamento muscular inspiratório: Compreende o treinamento muscular através do PowerBreathe K5 – realizado por um fisioterapeuta capacitado – após avaliação da Pimáx para ajuste de carga de treinamento, que será de 40% do valor avaliado através da manovacuometria.

Desmame da ventilação mecânica: Processo de transição da ventilação artificial para a espontânea nos pacientes que permanecem em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 24 horas.

TMI – Treinamento Muscular Inspiratório

TQT – Traqueostomia

Pimáx – Pressão inspiratória máxima

FR – Frequência Respiratória

PSV – Ventilação por Pressão de Suporte

PEEP – Pressão Positiva Expiratória Final

MNBZ - Macronebulização

Figura 16 – Procedimento operacional padrão final de desmame ventilatório associado ao TMI para avaliação e TMI

	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATORIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01

4. INDICAÇÕES

Fortalecimento e melhora da contratilidade muscular diafragmática como possível fator de redução no tempo do desmame ventilatório.

5. CONTRAINDICAÇÕES

Pacientes com instabilidade hemodinâmica; FR > 30 irpm e/ou apresentando padrão respiratório paradoxal; pacientes neuropatas.

6. MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Manovacuômetro analógico
- Válvula unidirecional
- Peça T e peça universal
- PowerBreathe K5
- Tenda de traqueostomia

7. RISCOS E COMPLICAÇÕES

- Dispneia ou intolerância ao TMI

8. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

8.1. Avaliação da pressão inspiratória máxima (Pimáx)

1. Paciente em decúbito dorsal;
2. Cabeceira elevada $\geq 45^\circ$;
3. Desconectar a prótese ventilatória;
4. Adaptar na TQT o manovacuômetro, conectado a uma peça T, uma peça universal e uma válvula unidirecional e
5. Incentivar uma inspiração máxima por 40 segundos;
6. Considerar o maior valor de Pimáx.

	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATORIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01



8.2. Verificação de 70% do valor da Pimáx predita

1. Calcular o valor de 70% da Pimáx predita;
2. Verificar se o valor avaliado na manovacuometria é menor, igual ou maior a 70% do valor predito;

8.3. Determinação do tempo inicial de desconexão da VM e TMI

1. Se a Pimáx for $< 30\text{mmHg}$, o paciente deverá se manter em VM e realizar o TMI em prótese;
2. Se a Pimáx for $> -30\text{mmHg}$ e $< 70\%$ do valor predito, o paciente vai se manter fora de prótese por 12h e realizar o TMI em MNBZ;
3. Se a Pimáx for $> 70\%$ do valor predito, o paciente terá desconexão total de prótese ventilatória e o TMI será feito em MNBZ.

8.4. Treinamento muscular inspiratório (TMI)

1. Considerar o valor da Pimáx avaliada através da manovacuometria;
2. Utilizar como carga 40% da Pimáx avaliada;
3. Adaptar a carga no PowerBreathe K5 manualmente;
4. Realizar 2 séries de 30 repetições, com intervalo de 30 segundos entre elas, adaptados em prótese ventilatória;
5. Fazer reavaliações semanais para determinar nova carga de treinamento, caso haja mudança na Pimáx.

	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01

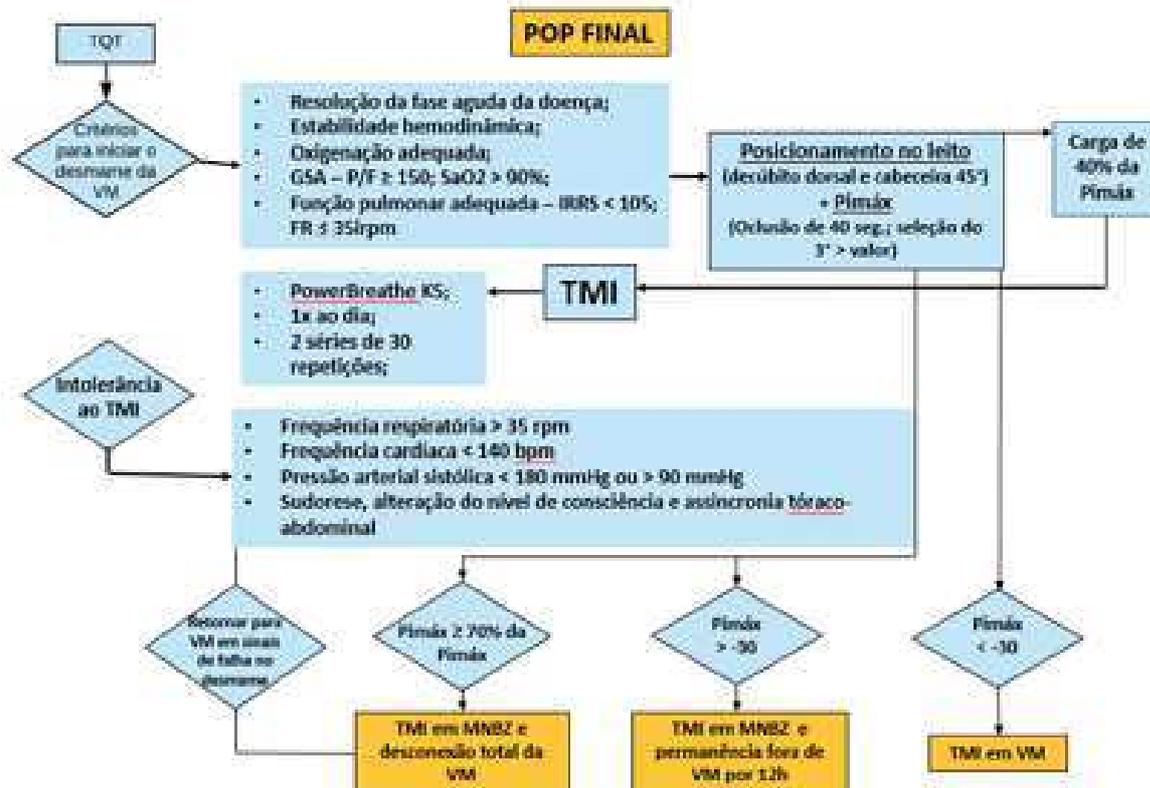


8.5. Reavaliação final

Após ser considerado desmamado, ou seja, 48h dormindo fora de prótese, reavaliar os pacientes quanto a Pimáx.

	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATORIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01

9. Fluxograma geral



	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01

10. Formulários utilizados

- Formulário 1 – Ficha de avaliação e acompanhamento do TMI

PROTOCOLO DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI)	
	NOME: _____
	DIAGNÓSTICO: _____
	DATA DE NASCIMENTO: __/__/__ REGISTRO: _____
	SEXO: () MASCULINO () FEMININO FC MÁXIMA: _____ (220 - IDADE)
DATA DA AVALIAÇÃO: __/__/__	
PIMÁX INÍCIO: _____ CARGA INICIAL: _____ (LUGAR 40% DA PIMÁX)	
MRC INICIAL TMI: MSD _____ MID _____ MSE _____ MIE _____ TOTAL: _____ () NÃO SE APLICA	
FORMULA: $(\text{MRC INICIAL} + \text{PIMÁX INICIAL}) \times (10,0 - 10,0) + (10,0 - 10,0) \times (\text{FC MÁXIMA} - 10,0) = 0,00 + 0,00 = 0,00$	
TREINAMENTO: () SIM () NÃO	
VALOR PREDITO DA PI: _____ VALOR ALVO DA PI (70% DA PI): _____	
DATA DO ENCERRAMENTO: __/__/__	
PIMÁX FINAL: _____ CARGA FINAL: _____	
MRC FINAL TMI: MSD _____ MID _____ MSE _____ MIE _____ TOTAL: _____ () NÃO SE APLICA	
DESPECHO: () SUCESSO PIMÁX > 70% INSUCESSO: () NÃO TOLERÂNCIA () FORA CLÍNICA	
REAVALIAÇÕES SEMANAIS DA PIMÁX	
DATA: __/__/__	PI: _____ PE: _____ CARGA: _____
DATA: __/__/__	PI: _____ PE: _____ CARGA: _____

DATA: __/__/__	TMI CARGA: _____ FCI: _____ FCF: _____ PAI: _____ PAI: _____ SATI: _____ SATF: _____ FRI: _____ FRI: _____	INTERRUPÇÃO <input type="checkbox"/> WOB <input type="checkbox"/> FC _____ <input type="checkbox"/> PA _____ <input type="checkbox"/> SAT O2 _____ <input type="checkbox"/> OUTROS: _____
DATA: __/__/__	TMI CARGA: _____ FCI: _____ FCF: _____ PAI: _____ PAI: _____ SATI: _____ SATF: _____ FRI: _____ FRI: _____	INTERRUPÇÃO <input type="checkbox"/> WOB <input type="checkbox"/> FC _____ <input type="checkbox"/> PA _____ <input type="checkbox"/> SAT O2 _____ <input type="checkbox"/> OUTROS: _____
DATA: __/__/__	TMI CARGA: _____ FCI: _____ FCF: _____ PAI: _____ PAI: _____ SATI: _____ SATF: _____ FRI: _____ FRI: _____	INTERRUPÇÃO <input type="checkbox"/> WOB <input type="checkbox"/> FC _____ <input type="checkbox"/> PA _____ <input type="checkbox"/> SAT O2 _____ <input type="checkbox"/> OUTROS: _____

	PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO	
Título: DESMAME VENTILATORIO ASSOCIADO AO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATORIO		
Emissão:	Revisão:	Nº 01

11. REFERÊNCIAS

- Caruso, P., Denari, S. D. C., Ruiz, S. A. L., Bernal, K. G., Manfrin, G. M., Friedrich, C., & Deheinzelin, D. (2005). Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics (São Paulo, Brazil)*, 60(6), 479–484. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322005000600009>
- Boles, J. M., Bion, J., Connors, A., Herridge, M., Marsh, B., Melot, C., Pearl, R., Silverman, H., Stanchina, M., Vieillard-Baron, A., & Welte, T. (2007). Weaning from mechanical ventilation. *European Respiratory Journal*, 29(5), 1033–1056. <https://doi.org/10.1183/09031936.00010208>
- Bien, U. D. S., Souza, G. F., Campos, E. S., De Carvalho, E. F., Fernandes, M. G., Santoro, I., Costa, D., Arena, R., & Sampaio, L. M. M. (2015). Maximum inspiratory pressure and rapid shallow breathing index as predictors of successful ventilator weaning. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3723–3727. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3723>
- Bissett, B. M., Wang, J., Neeman, T., Leditschke, I. A., Boots, R., & Paratz, J. (2019). Which ICU patients benefit most from inspiratory muscle training? Retrospective analysis of a randomized trial. *Physiotherapy Theory and Practice*. <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1571144>
- Dinino, E., Gartman, E. J., Sethi, J. M., & McCool, F. D. (2014). Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. *Thorax*, 69(5), 423–427. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204111>
- Doorduyn, J., Van Hees, H. W. H., Van Der Hoeven, J. G., & Heunks, L. M. A. (2013). Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 187(1), 20–27.

6. DISCUSSÃO

Nesse estudo, nosso objetivo foi elaborar um novo protocolo operacional padrão com estratégias de desmame da ventilação mecânica para pacientes traqueostomizados, após observar o desfecho do sucesso do desmame ventilatório diante do programa de treinamento muscular inspiratório e analisar a cinética e morfologia diafragmáticas.

Os resultados obtidos com a aplicação do protocolo piloto mostraram aumento significativo da Pimáx pós treinamento, conforme também fora observado por Martin et al., 2002, que identificou o aumento da Pimáx na amostra que realizou o TMI de $-44,0 \pm 20,2$ e $-53,5 \pm 20,7$ cmH₂O, quando comparado com o grupo que não treinou e manteve o valor de Pimáx de $-43,9 \pm 14,8$ e $-43,9 \pm 15,0$ cmH₂O, sendo o primeiro valor referente ao período de início do desmame e o segundo valor mensurado quando o paciente foi desmamado.

Dos 19 pacientes avaliados, 2 não toleraram o TMI e 17 pacientes foram treinados, sendo 15 desmamados e capazes de permanecer fora de prótese ventilatória por mais de 7 dias. Decidimos observar os 7 dias após serem considerados desmamados, no intuito de confirmar se houve retorno à VM, baseados em Jubran et al., 2013, que consideraram seus pacientes desmamados após 5 dias consecutivos fora de prótese ventilatória.

Segundo GUIMARÃES *et al.* (2007), há diversas razões para a ocorrência da falha no desmame que não necessariamente são mostradas pela redução da Pimáx. A falha de desmame dos pacientes 8 e 16 parece ter causas distintas. O primeiro, manteve sua Pimáx -50cmH₂O – descrito por Neder et al., 1999 e Souza et al., 2012 como valor de normalidade – e mantendo-se em platô. Entretanto, não tolerava ficar fora de VM, apresentando desorientação e agitação psicomotora e, portanto, sendo considerado como falha no desmame ventilatório. O segundo, apresentou -30cmH₂O de Pimáx, considerado por GUIMARÃES *et al.*, (2007) como limite inferior e, portanto, considerado fraqueza muscular, mesmo após o TMI. Possivelmente, este paciente que não respondeu ao treinamento muscular e aos períodos fora da VM – que naturalmente já demandam força e resistência inspiratórias – pode ter desenvolvido a polineuropatia do doente crítico, doença que acomete não apenas os músculos

apendiculares, mas também os ventilatórios, reduzindo sua força e aumentando a chance de falha do desmame, como descreve GARNACHO-MONTERO, *et al.* (2005). O autor relata que a polineuropatia adquirida na UTI pode atrasar o início do desmame da VM e ampliar o tempo deste procedimento em duas a cinco vezes, se comparado com pacientes sem a doença. Associando com os pacientes da amostra, notamos que o paciente 16, que falhou no processo de desmame, ficou 17 dias no processo de tentativa de desconexão da VM, e mesmo assim não foi capaz de permanecer por mais de 7 dias desmamado. Apesar da possibilidade diagnóstica deste paciente, não foi realizada a eletroneuromiografia. Não houve relação entre o grau de mobilidade e interação dos pacientes e o tempo de duração do desmame ventilatório, apesar de ser um fator importante para a melhora da força muscular global e redução no tempo de internação, como sugere SILVA *et al.* (2014). 8 pacientes eram capazes de pelo menos sedestar à beira do leito, enquanto 7 pacientes eram considerados acamados, interagiam pouco ou não interagiam e, portanto, não cooperavam com a avaliação de força muscular periférica (MRC), escala que, segundo ZAMORA (2013), fornece uma visão global da função motora, sendo realizada conforme colaboração do paciente, o que comprometeu a avaliação da nossa amostra, composta por 7 pacientes (52,94 %) nos quais o MRC não se aplicou por não cooperarem com as solicitações. Além disso, não compreenderam a avaliação da Pimáx e o treinamento muscular com o PowerBreathe. Apesar da ausência ou pouca cooperação com o examinador, não pareceu ser um fator determinante para a falha do desmame ventilatório, nem impeditivo ao uso do dispositivo com carga, havendo resposta com ganho de força, verificado com a avaliação da Pimáx pós TMI. Analisando o risco relativo de sucesso no desmame ventilatório dos pacientes com Pimáx < -30% da nossa amostra, verificou-se que não existe chance de desmamar o paciente com valor tão limítrofe de Pimáx, estando em conformidade com GUIMARÃES *et al.* (2007). Em compensação, a probabilidade dos pacientes com Pimáx > -30cmH₂O desmamarem da VM foi de 94% (i.e., risco relativo de 94%).

Ao analisar os pacientes quanto a Pimáx $\geq 70\%$ do valor predito, verificamos que os 5 indivíduos que alcançaram esse valor foram desmamados, sem retornarem para prótese ventilatória em até 7 dias. O paciente 6 que inicialmente

tinha uma Pimáx de $-32\text{cmH}_2\text{O}$, teve um aumento da FM pós TMI para $-80\text{cmH}_2\text{O}$, ultrapassando valor de 70% predito e tendo sucesso do desmame. Não foi identificada nenhuma relação entre a aquisição de 70% do valor predito e a FM periférica. A eficácia da avaliação do MRC estava, portanto, relacionada ao nível de consciência e conseqüentemente com o grau de cooperação do indivíduo, enquanto que a Pimáx mostrou ser eficaz apesar da ausência de interação, através da manovacuometria com conexão da válvula unidirecional, como sugerem NEMER *et al.* (2009) e GUIMARÃES *et al.* (2007).

No estudo de JUBRAN *et al.* (2013), há uma correlação entre os grupos de pacientes que desmamam com pressão de suporte e colar de traqueostomia. Os pacientes de ambos os grupos não realizaram TMI e desmamaram com uma média de Pimáx de -40 nos dois grupos. O grupo do colar de traqueostomia saiu de prótese e ficou 12h ao dia em macronebulização por 3 dias consecutivos e depois desconectado da VM, sem retorno, havendo uma redução de 20% no tempo de desmame neste grupo. Na nossa amostra, os pacientes passaram pelo processo de desmame ventilatório gradativo com colar de traqueostomia associado ao TMI. Em contrapartida, os pacientes não foram desafiados desde o início a permanecerem por 12h fora de VM, mesmo possuindo Pimáx inicial $> -30\text{cmH}_2\text{O}$, o que pode ter tornado todo o processo mais demorado do que poderia ser, considerando que os pacientes possam ter capacidade de ficar mais tempo fora de prótese. Apesar de possuírem a Pimáx igual ou superior ao valor de normalidade inicialmente, o TMI parece ter outros benefícios, além da melhora de FM, como foi descrito por GOSSELINK, *et al.* (2011) em uma metanálise – que incluiu 32 ensaios clínicos randomizados – como uma terapia capaz de produzir não só um aumento na força, mas também na endurance muscular respiratória, resultando na redução da dispnéia e melhora da capacidade funcional ao exercício e da qualidade de vida em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Realizamos o TMI tendo como base para determinação da carga de treinamento o valor da Pimáx avaliada através da manovacuometria, divergindo com MARTIN *et al.* (2011), que optou por determinar a carga baseados no grau de cansaço relatado pelo paciente. SPRAGUE *et al.* (2003) ajustaram a carga inicial dos pacientes baseados na Pimáx avaliada, modificando a carga de TMI em 1 a 2 cmH_2O conforme

feedback de esforço do paciente. Optamos por definir a carga em 40% da Pimáx e reavaliar os pacientes semanalmente, a fim de acompanhar a FM e adequar o nível de treinamento, já que a avaliação da Pimáx com o uso da válvula unidirecional para atingir o volume residual verdadeiro antes da inalação máxima parece ser o mais fidedigno para pacientes que não interagem e/ou não colaboram, como descreve BISSETT *et al.* (2020). Segundo o autor, o fortalecimento muscular respiratório focado e direcionado deve ser alcançado usando resistência titulável, individualizada ao nível atual de fraqueza do paciente e seguida por períodos de descanso suficientes para permitir a recuperação como no TMI. Considerando que 58,82 % dos pacientes da nossa amostra possuíam pouca interação ou ausência, pensamos que seria uma limitação para o nosso estudo adaptar o feedback de esforço como parâmetro para definir o aumento de carga.

Segundo BISSETT *et al.* (2020), o fisioterapeuta deve usar uma abordagem terapêutica de força (alta intensidade, baixa repetição) ou de resistência (baixa intensidade, maior duração) para prescrever parâmetros de treinamento. Pode-se argumentar que, como os músculos inspiratórios são principalmente músculos de resistência, uma abordagem baseada em resistência seria sensata, assim como fizemos em nossos pacientes estudados, mantendo maiores repetições e baixa carga.

SCHEPENS *et al.* (2019), avaliaram a fração de espessamento de pacientes mecanicamente ventilados nos primeiros 3 dias em prótese, e observaram que os pacientes que tinham a fração de espessamento entre 15% e 35% saíram mais rápido da VM, em menos de 10 dias. Visualizando os pacientes quanto a sua fração de espessamento diafragmática junto com os valores de normalidade descritos por Schepens *et al.*, observamos que o paciente 16, apesar de possuir uma Pimáx limítrofe, possuía uma fração de espessamento dentro do valor de normalidade. Alguns pacientes que obtiveram sucesso no desmame possuíam um valor de fração de espessamento pós TMI acima do valor de normalidade e mesmo assim desmamaram. Dos pacientes treinados, 7 possuíam seus valores de fração de espessamento acima do valor de normalidade. Estes, não tinham bom nível de interação, mantendo grau de agitação durante a ultrassonografia, podendo ser um fator determinante da

diferença entre os valores encontrados e os de normalidade. Outro fator, diz respeito ao aumento da fração de espessamento pela presença de edema muscular, causado pelas lesões diafragmáticas decorrentes da falha na descarga muscular respiratória durante a VM. Outra possível causa descrita por Vorona et al., 2018 é a lesão muscular decorrente do excesso de carga durante o TMI, gerando estresse mecânico. Esses fatores podem ser aplicados à nossa amostra, já que o nosso estudo foi feito com muitas repetições, quando comparado com outros autores como MARTIN *et al.* (2002) e SPRAGUE *et al.* (2003), que realizaram o TMI através de séries com menores repetições e descanso entre elas, enquanto que no nosso estudo, fizemos 2 séries com 30 repetições. Entretanto, novos estudos correlacionando os diferentes níveis de carga de treinamento são necessários para melhor entendermos a forma de melhor benefício para o paciente traqueostomizado.

Muitos autores sugerem diferentes valores de normalidade para a fração de espessamento diafragmática. Mesmo sendo valores próximos, a heterogeneidade de achados torna necessária a existência de estudos de larga escala, que abranjam o desmame ventilatório em pacientes traqueostomizados e a ultrassonografia, já que é escassa na literatura essa correlação. BAESS *et al.*, descrevem que outros preditores de desmame são mais fidedignos para o desmame do que a ultrassonografia, e completa que a avaliação da fração de espessamento ainda precisa ser validada por estudos adicionais. GOTTESMAN, *et al.* (1997), descrevem a fração de espessamento abaixo de 20% como indicativo de paralisia diafragmática, porém, em nossa amostra, 4 pacientes (23,53 %) tiveram a fração de espessamento abaixo deste valor e permaneceram fora da VM por mais de 7 dias. TENZA-LOZANO, *et al.* (2012) e PIROMPANICH, *et al.* (2018) descrevem como valores de normalidade para predizer o sucesso do desmame ventilatório 24% e 26% de fração de espessamento, respectivamente, chegando próximo ao limite definido por GOTTESMAN, *et al.* (1997), como paralisia diafragmática. ALI, MOHAMAD, *et al.* (2017), correlacionam a disfunção diafragmática com uma fração de espessamento de 20%, indo de encontro com SCHEPENS, *et al.* (2019), os quais descrevem como valores de normalidade entre 15% e 35% de fração de espessamento. No estudo de ALI, MOHAMAD, *et al.* (2017), os autores encontram o valor da fração de

espessamento de 56% (35 – 63%) nos pacientes que obtiveram sucesso no desmame ventilatório. Valores de acima de 31% mostraram desmame bem-sucedido no estudo de OSMAN, HASHIM, *et al.* (2017), enquanto todos os pacientes com DTF abaixo de 29% apresentaram desmame malsucedido, deixando uma margem de interpretação considerável, já que não definem limites superiores e inferiores aos valores citados. Quanto a mensuração da espessura diafragmática, embora o modo M possa ser usado para medi-la, segundo THIMMAIAH, *et al.* (2016), há limitações de representação anatômica diafragmática de forma precisa. Já no modo B, há uma maior definição do músculo e de suas estruturas adjacentes, permitindo maior precisão para medir a espessura tanto na inspiração quanto na expiração, quando comparado com o Modo M. Por essa razão, e por ser utilizada pela maior parte dos autores, utilizamos o modo B para verificar a fração de espessamento.

7. CONCLUSÃO

Concluimos que foi factível a formulação e implementação do POP nos serviços. O TMI é uma técnica promissora no desmame de pacientes traqueostomizados quando o objetivo de se realizar o desmame é reestabelecer a força muscular, quando a causa de falhas sucessivas é única e exclusivamente a fraqueza muscular. No entanto, torna-se válido a realização do TMI naqueles pacientes com PIMAX acima de -30 com objetivos voltados a manutenção ou ganho de força muscular inspiratória, melhora do condicionamento cardiorrespiratório e melhora do controle motor inspiratório. A avaliação USG mostrou não ser tão sensível quanto a manovacuometria na predição de falha e sucesso do desmame da VM, sendo dispensável seu uso em pacientes em ventilação mecânica prolongada.

8. PERSPECTIVAS FUTURAS

Como perspectivas futuras, esperamos realizar uma capacitação dos profissionais das unidades de terapia intensiva dos hospitais da Rede que estejam envolvidos com a avaliação e tratamento dos pacientes em desmame da ventilação mecânica, para que este protocolo seja implementado de fato, e assim, possamos verificar sua reprodutibilidade, bem como realizar testes inter-avaliadores, a fim de analisar a confiabilidade da aplicação deste POP por diferentes profissionais. Também esperamos incluir a avaliação de um grupo controle, com o intuito de verificar a diferença entre os resultados no desmame ventilatório de pacientes que não realizaram o treinamento muscular inspiratório. Além disso, vamos retirar a ultrassonografia diafragmática como método avaliativo, já que demonstrou não ter sensibilidade para correlacionar a contratilidade diafragmática com o desmame ventilatório. Acreditamos que tais medidas podem ampliar a relevância deste protocolo e melhorar a assistência a esses pacientes.

REFERÊNCIAS

ALI, E. R., MOHAMAD, A. M. "Diaphragm ultrasound as a new functional and morphological index of outcome, prognosis and discontinuation from mechanical ventilation in critically ill patients and evaluating the possible protective indices against VIDD", **Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis**, v. 66, n. 2, p. 339–351, 2017. DOI: 10.1016/j.ejcdt.2016.10.006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcdt.2016.10.006>.

ARANHA, S. C., MATALOUN, S. E., MOOCK, M., *et al.* "Estudo comparativo entre traqueostomia precoce e tardia em pacientes sob ventilação mecânica", **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 4, p. 444–449, 2007. DOI: 10.1590/s0103-507x2007000400007. .

BAESS, A., ABDALLAH, T., EMARA, D., *et al.* "Diaphragmatic ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation: thickness, displacement, or both?", **Egyptian Journal of Bronchology**, v. 10, n. 2, p. 162, 2016. DOI: 10.4103/1687-8426.184370. .

BARIA, M. R., SHAHGHOLI, L., SORENSON, E. J., *et al.* "B-mode ultrasound assessment of diaphragm structure and function in patients with COPD", **Chest**, v. 146, n. 3, p. 680–685, 2014. DOI: 10.1378/chest.13-2306. .

BERGER, D., BLOECHLINGER, S., VON HAEHLING, S., *et al.* "Dysfunction of respiratory muscles in critically ill patients on the intensive care unit", **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 7, n. 4, p. 403–412, 2016. DOI: 10.1002/jcsm.12108. .

BIEN, U. D. S., SOUZA, G. F., CAMPOS, E. S., *et al.* "Maximum inspiratory pressure and rapid shallow breathing index as predictors of successful ventilator weaning", **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 12, p. 3723–3727, 2015. DOI: 10.1589/jpts.27.3723. .

BISSETT, B., GOSSELINK, R., VAN HAREN, F. M. P. "Respiratory Muscle Rehabilitation in Patients with Prolonged Mechanical Ventilation: A Targeted Approach", **Critical Care**, v. 24, n. 1, 2020. DOI: 10.1186/s13054-020-2783-0. .

BISSETT, B. M., WANG, J., NEEMAN, T., *et al.* "Which ICU patients benefit most from inspiratory muscle training? Retrospective analysis of a randomized

trial", **Physiotherapy Theory and Practice**, 2019. DOI: 10.1080/09593985.2019.1571144. .

BOLES, J. M., BION, J., CONNORS, A., *et al.* "Weaning from mechanical ventilation", **European Respiratory Journal**, v. 29, n. 5, p. 1033–1056, 2007. DOI: 10.1183/09031936.00010206. .

CADER, S. A., DE SOUZA VALE, R. G., CASTRO, J. C., *et al.* "Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: A randomised trial", **Journal of Physiotherapy**, v. 56, n. 3, p. 171–177, 2010. DOI: 10.1016/S1836-9553(10)70022-9. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553\(10\)70022-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553(10)70022-9).

CARUSO, P., DENARI, S. D. C., RUIZ, S. A. L., *et al.* "Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients.", **Clinics (São Paulo, Brazil)**, v. 60, n. 6, p. 479–484, 2005. DOI: 10.1590/S1807-59322005000600009. .

CARVALHO, C. R. R., TOUFEN, C., FRANCA, S. A. "Ventilação mecânica: Princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias", **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. SUPPL. 2, 2007. DOI: 10.1590/s1806-37132007000800002. .

CHAVHAN, G. B., BABYN, P. S., COHEN, R. A., *et al.* "Multimodality imaging of the pediatric diaphragm: Anatomy and pathologic conditions", **Radiographics**, v. 30, n. 7, p. 1797–1817, 2010. DOI: 10.1148/rg.307105046. .

DAMASCENO, M. P. C. D., DAVID, C. M. N., SOUZA, P. C. S. P., *et al.* "Ventilação mecânica no Brasil: aspectos epidemiológicos", **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 18, n. 3, p. 219–228, 2006. DOI: 10.1590/s0103-507x2006000300002. .

DIEHL, J. L., EL ATROUS, S., TOUCHARD, D., *et al.* "Changes of the work of breathing induced by tracheotomy in ventilatordependent patients", **Pneumologie**, v. 53, n. 7, 1999. .

DOORDUIN, J., VAN HEES, H. W. H., VAN DER HOEVEN, J. G., *et al.* "Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill", **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 187, n. 1, p. 20–27, 2013. DOI:

10.1164/rccm.201206-1117CP. .

ELKINS, M., DENTICE, R. "Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: A systematic review", **Journal of Physiotherapy**, v. 61, n. 3, p. 125–134, 2015. DOI: 10.1016/j.jphys.2015.05.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.016>.

EPELMAN, M., NAVARRO, O. M., DANEMAN, A., *et al.* "M-mode sonography of diaphragmatic motion: Description of technique and experience in 278 pediatric patients", **Pediatric Radiology**, v. 35, n. 7, p. 661–667, 2005. DOI: 10.1007/s00247-005-1433-7. .

ESKANDAR, N., APOSTOLAKOS, M. J. "Weaning from Mechanical Ventilation", **Critical Care Clinics**, v. 23, n. 2, p. 263–274, 2007. DOI: 10.1016/j.ccc.2006.12.002. .

ESTEBAN, A., FRUTOS, F., ALÍA, I., *et al.* "A Comparison of Four Methods of Weaning Patients from Mechanical Ventilation", **New England Journal of Medicine**, v. 332, n. 6, p. 345–350, 1995. DOI: 10.1056/NEJM199502093320601. .

FEDULLO, A. J., LERNER, R. M., GIBSON, J., *et al.* "Sonographic measurement of diaphragmatic motion after coronary artery bypass surgery", **Chest**, v. 102, n. 6, p. 1683–1686, 1992. DOI: 10.1378/chest.102.6.1683. .

FERREIRA, L. L., CAVENAGHI, O. M. "Traqueostomia precoce no desmame da ventilação mecânica", **Rev. Soc. Bras. Clín. Méd.**, v. 9, n. 6, p. 2–6, 2011. .

GARNACHO-MONTERO, J., AMAYA-VILLAR, R., GARCÍA-GARMENDÍA, J. L., *et al.* "Effect of critical illness polyneuropathy on the withdrawal from mechanical ventilation and the length of stay in septic patients", **Critical Care Medicine**, v. 33, n. 2, p. 349–354, 2005. DOI: 10.1097/01.CCM.0000153521.41848.7E. .

GERSCOVICH, E. O., CRONAN, M. "of Diaphragmatic Motion", p. 597–604, 2001. .

GIERADA, D. S., CURTIN, J. J., ERICKSON, S. J., *et al.* "Diaphragmatic

motion: Fast gradient-recalled-echo MR imaging in healthy subjects",

Radiology, v. 194, n. 3, p. 879–884, 1995. DOI:

10.1148/radiology.194.3.7862995. .

GOLDWASSER, R., FARIAS, A., FREITAS, E. E., *et al.* "Desmame e

interrupção da ventilação mecânica", **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.

33, n. SUPPL. 2, p. 128–136, 2007. DOI: 10.1590/S1806-37132007000800008.

.

GOLIGHER, E. C., FAN, E., HERRIDGE, M. S., *et al.* "Evolution of Diaphragm

Thickness During Mechanical Ventilation: Impact of Inspiratory Effort", n. 1, p.

1–56, 2010. DOI: 10.1164/rccm.201005-0744OC. .

GOSSELINK, R., BOTT, J., JOHNSON, M., *et al.* "Physiotherapy for adult

patients with critical illness: Recommendations of the European Respiratory

Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on

Physiotherapy for Critically Ill Patients", **Intensive Care Medicine**, v. 34, n. 7, p.

1188–1199, 2008. DOI: 10.1007/s00134-008-1026-7. .

GOSSELINK, R., DE VOS, J., VAN DEN HEUVEL, S. P., *et al.* "Impact of

inspiratory muscle training in patients with COPD: What is the evidence?",

European Respiratory Journal, v. 37, n. 2, p. 416–425, 2011. DOI:

10.1183/09031936.00031810. .

GOTTESMAN, E., MCCOOL, F. D. "Ultrasound evaluation of the paralyzed

diaphragm", **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.

155, n. 5, p. 1570–1574, 1997. DOI: 10.1164/ajrccm.155.5.9154859. .

GUIMARÃES, F., FF, A., SS, C., *et al.* "Assessment of Maximum Inspiratory

Pressure in Non-Cooperative Critical Patients : Comparison Between Two

Methods", 2007. .

JUBRAN, A., GRANT, B. J. B., DUFFNER, L. A., *et al.* "Effect of pressure

support vs unassisted breathing through a tracheostomy collar on weaning

duration in patients requiring prolonged mechanical ventilation: A randomized

trial", **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 309, n. 7, p.

671–677, 2013. DOI: 10.1001/jama.2013.159. .

JUNG, B., MOURY, P. H., MAHUL, M., *et al.* "Diaphragmatic dysfunction in

patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure", **Intensive Care Medicine**, v. 42, n. 5, p. 853–861, 2016. DOI: 10.1007/s00134-015-4125-2. .

LEVINE, S. M. D., TAITAN NGUYEN, B. S. E., NYALI TAYLOR, M. D., *et al.* "Rapid Disuse Atrophy of Diaphragm Fibers in Mechanically Ventilated Humans", **New England Journal of Medicine**, p. 687–696, 2015. DOI: 10.1056/NEJMoa1505949. .

LIPPI, I. dos S., MENDES, J., ORSINI, M., *et al.* "Diaphragmatic ultrasound as assessment tool for mechanical ventilation weaning", v. 20, n. 4, p. 570–577, 2019. .

MACINTYRE, N. "Discontinuing mechanical ventilatory support", **Chest**, v. 132, n. 3, p. 1049–1056, 2007. DOI: 10.1378/chest.06-2862. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.06-2862>.

MACINTYRE, N. R. "Respiratory mechanics in the patient who is weaning from the ventilator", v. 50, n. 2, p. 275–284, 2005. .

MARTIN, A. D., DAVENPORT, P. D., FRANCESCHI, A. C., *et al.* "Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning: A series of 10 consecutive patients", **Chest**, v. 122, n. 1, p. 192–196, 2002. DOI: 10.1378/chest.122.1.192. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.122.1.192>.

MARTIN, A. D., SMITH, B. K., DAVENPORT, P. D., *et al.* "Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: A randomized trial", **Critical Care**, v. 15, n. 2, p. R84, 2011. DOI: 10.1186/cc10081. Disponível em: <http://ccforum.com/content/15/2/R84>.

MCCONNELL, A. K., ROMER, L. M. "Respiratory muscle training in healthy humans: Resolving the controversy", **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 4, p. 284–293, 2004. DOI: 10.1055/s-2004-815827. .

MONTEIRO, L. S., VELOSO, C. A., ARAÚJO, S., *et al.* "Comparação de Dois Métodos de Mensuração da Pressão Inspiratória Máxima com o Uso de Uma Válvula Unidirecional", n. 17, p. 74–77, 2004. .

MOODIE, L., REEVE, J., ELKINS, M. "Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: A systematic review", **Journal of Physiotherapy**, v. 57, n. 4, p. 213–221, 2011. DOI: 10.1016/S1836-9553(11)70051-0. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70051-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70051-0).

NEDER, J. A., ANDREONI, S., LERARIO, M. C., *et al.* "Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation", **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 6, p. 719–727, 1999. DOI: 10.1590/S0100-879X1999000600007. .

NEMER, S., BARBAS, C. "Parâmetros preditivos para o desmame da ventilação mecânica", **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 37, n. 5, p. 669–679, 2011. DOI: 10.1590/S1806-37132011000500016. .

NEMER, S. N., BARBAS, C. S. V., CALDEIRA, J. B., *et al.* "Evaluation of maximal inspiratory pressure, tracheal airway occlusion pressure, and its ratio in the weaning outcome", **Journal of Critical Care**, v. 24, n. 3, p. 441–446, 2009. DOI: 10.1016/j.jcrc.2009.01.007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2009.01.007>.

NETO, F. L. D. "Ultrassom pulmonar auxiliando o desmame da ventilação mecânica em pacientes com desmame difícil.", **Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Medicina - Programa de pós graduação em Ciências Pneumológicas.**, v. 151, p. 10–17, 2015. DOI: 10.1145/3132847.3132886. .

OSMAN, A. M., HASHIM, R. M. "Diaphragmatic and lung ultrasound application as new predictive indices for the weaning process in ICU patients", **Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine**, v. 48, n. 1, p. 61–66, 2017. DOI: 10.1016/j.ejrn.2017.01.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrn.2017.01.005>.

PASCOTINI, F. D. S., DENARDI, C., NUNES, G. O., *et al.* "Treinamento muscular respiratório em pacientes em desmame da ventilação mecânica", **ABCS Health Sciences**, v. 39, n. 1, p. 12–16, 2014. DOI: 10.7322/abcshs.v39i1.253. .

PIROMPANICH, P., ROMSAIYUT, S. "Use of diaphragm thickening fraction combined with rapid shallow breathing index for predicting success of weaning from mechanical ventilator in medical patients", **Journal of Intensive Care**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2018. DOI: 10.1186/s40560-018-0277-9. .

SANTANA, P. V., PRINA, E., LUIS, A., *et al.* "Identificação da diminuição da mobilidade diafragmática e do espessamento diafragmático na doença pulmonar intersticial : utilidade da ultrassonografia", **J Bras Pneumol**, v. 42, n. 2, p. 88–94, 2016. DOI: 10.1590/S1806-37562015000000266. .

SARWAL, A., WALKER, F. O., CARTWRIGHT, M. S. "Sarwal A, Walker FO, Cartwright MS. Neuromuscular ultrasound for evaluation of the diaphragm. Muscle Nerve 2013; 47: 319-329.", **Muscle Nerve**, v. 4, n. 164, p. 319–329, 2013. DOI: 10.1126/scisignal.2001449.Engineering. .

SCHEPENS, T., DRES, M., HEUNKS, L., *et al.* "Diaphragm-protective mechanical ventilation", **Current Opinion in Critical Care**, v. 25, n. 1, p. 77–85, 2019. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000578. .

SILVA, V. S., PINTO, J. G., MARTINEZ, B. P., *et al.* "Mobilization in the Intensive Care Unit: systematic review", **Fisioter Pesq**, v. 21, n. 4, p. 398–404, 2014. DOI: 10.590/1809-2950/11511921042014 Mobilização. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/fp/v21n4/pt_1809-2950-fp-21-04-00398.pdf.

SOUZA ALVES, G., ASSIS SIMÕES, L., CALDEIRA, J. A. "Disfunção dos músculos respiratórios de pacientes críticos sob ventilação mecânica por insuficiência respiratória aguda: revisão de literatura Respiratory muscle dysfunction of critical patients receiving mechanical ventilation due to acute respiratory fa", **Fisioterapia E Pesquisa**, v. 1, n. 2, p. 84–9, 2007. .

SOUZA, L. C. de. "O índice de esforço inspiratório cronometrado, como um novo previsor de desmame ventilatório", **Tese (doutorado em ciências médicas) - Universidade Federal Fluminense, faculdade de medicina.**, v. 1, p. 1–476, 2014. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004. .

SOUZA, L. C. de, SILVA, C. T. da, ALMEIDA, J. R., *et al.* "Comparison of Maximal inspiratory pressure, tracheal airway occlusion pressure, and its ratio in the prediction of weaning outcome: Impact of the use of a digital vacuumeter

and the unidirectional valve", **Respiratory Care**, v. 57, n. 8, p. 1285–1290, 2012. DOI: 10.4187/respcare.01489. .

SPRAGUE, S. S., HOPKINS, P. D. "Use of Inspiratory Strength Training to Wean Six Patients Who Were Ventilator-Dependent", **Physical Therapy**, v. 83, n. 2, p. 171–181, 2003. DOI: 10.1093/ptj/83.2.171. .

SUMMERHILL, E. M., EL-SAMEED, Y. A., GLIDDEN, T. J., *et al.* "Monitoring recovery from diaphragm paralysis with ultrasound", **Chest**, v. 133, n. 3, p. 737–743, 2008. DOI: 10.1378/chest.07-2200. .

TENZA-LOZANO, E., LLAMAS-ALVAREZ, A., JAIMEZ-NAVARRO, E., *et al.* "Lung and diaphragm ultrasound as predictors of success in weaning from mechanical ventilation", **Critical Ultrasound Journal**, v. 10, n. 1, 2018. DOI: 10.1186/s13089-018-0094-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13089-018-0094-3>.

THIMMAIAH, V. T., MJ, G., JAIN, K. P. "Evaluation of Thickness of Normal Diaphragm by B Mode Ultrasound", **International Journal of Contemporary Medical Research**, v. 343, n. 9Online, p. 2393–915, 2016. Disponível em: www.ijcmr.com.

THUN, M. J. "The New England Journal of Medicine Downloaded from nejm.org on March 29, 2011. For personal use only. No other uses without permission.", **New England Journal of Medicine**, v. 329, n. 14, p. 977–986, 1991. DOI: 10.1056/NEJM199309303291401. Disponível em: <http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/329/14/977%5Cnhttp://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199309303291401>.

VORONA, S., SABATINI, U., AL-MAQBALI, S., *et al.* "Inspiratory muscle rehabilitation in critically ill adults a systematic review and meta-analysis", **Annals of the American Thoracic Society**, v. 15, n. 6, p. 735–744, 2018. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201712-961OC. .

WAIT, L., ROCHESTER, P., JULIETTE, L., *et al.* "Diaphragmatic thickness-lung volume relationship in vivo", 1989. .

WELLS, R. D., PETERSON, G. J., COX, J. S., *et al.* "Page 1 of 65 66", n. December, p. 1–65, 2017. .

WHITELAW, W. A. "Shape and size of the human diaphragm in vivo", **Journal of Applied Physiology**, v. 62, n. 1, p. 180–186, 1987. DOI: 10.1152/jappl.1987.62.1.180. .

ZAMORA, V. E. C., CRUZ, M. R. "Polineuromiopia do paciente crítico: uma revisão da literatura", **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 12, n. 3, p. 118–129, 2013. DOI: 10.12957/rhupe.2013.7539. .

APÊNDICE

Apêndice A - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

▶ TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Instituição

Instituto D'OR de ensino e pesquisa
Hospital Copa D'OR, Rios D'Or, Norte D'Or

Título

“Avaliação dos efeitos do treinamento muscular respiratório sobre aspectos morfofuncionais e cinéticos do músculo diafragma.”

Pesquisadora principal

Juliana Teixeira Mendes
Telefones para contato: (21) 982010131

Nome do voluntário: _____
Idade: _____ anos R.G. _____
Responsável legal (quando for o caso): _____
R.G. Responsável legal: _____

O(A) Sr. (ª) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa: “Avaliação dos efeitos do treinamento muscular respiratório sobre aspectos morfofuncionais e cinéticos do músculo diafragma.”, de responsabilidade da pesquisadora: Juliana Teixeira Mendes

Introdução

1. Você ou o seu familiar está sendo convidado a participar da pesquisa “Avaliação dos efeitos do treinamento muscular respiratório sobre aspectos morfofuncionais e cinéticos do músculo diafragma.”
2. A sua participação ou a de seu familiar é voluntária, ou seja, o Sr (a) poderá negar a sua participação ou a de seu familiar; ou afastar-se / afastá-lo (a) da pesquisa a qualquer momento.
3. A sua identidade ou a de seu familiar será mantida em sigilo. As informações obtidas na presente pesquisa serão publicadas em meios de divulgação científica, porém a identidade não será revelada.
4. O Sr (a) terá a liberdade de fazer qualquer pergunta sobre este estudo antes, durante ou após a sua participação ou a de seu familiar no mesmo.
5. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino que apreciou os aspectos éticos desse projeto encontra-se a disposição para eventuais esclarecimentos ou outras providências que se façam necessárias através do endereço eletrônico: cep.idor@idor.org; do telefone: (21) 38836013, ou endereço: Rua Diniz Carneiro, 30 – 2º andar.
6. Da mesma maneira, a pesquisadora responsável pelo projeto se coloca a disposição para quaisquer esclarecimentos através do telefone de contato: (021) 98201-0131 ou do e-mail jullianaf.mendes@hotmail.com

Objetivo

O trabalho foi elaborado para avaliar os efeitos do treinamento muscular respiratório sobre a cinética e a morfologia do músculo diafragma. O tempo de permanência na ventilação mecânica está diretamente relacionado à morbidade e mortalidade de pacientes internados em unidade de terapia intensiva. O diafragma é conhecido como o principal músculo inspiratório, sendo afetado pelas diversas complicações decorrentes da internação e do tempo em ventilação

mecânica. O teste de respiração espontânea é recomendado para avaliar a aptidão do paciente, que está em ventilação mecânica, à iniciar a respiração espontânea. Entende-se que a falha de teste de respiração espontânea pode estar ligada tanto a fraqueza diafragmática, quanto aos efeitos deletérios do imobilismo e da doença crítica, sendo proposto o treinamento muscular inspiratório e a avaliação morfofuncional diafragmática através do ultrassom para elucidar os possíveis efeitos do treinamento. Os métodos serão mensurações a beira do leito, através de aparelhos já utilizados largamente na prática clínica diária. As mensurações vão ser realizadas semanalmente, até que o paciente seja desmamado da ventilação mecânica. Como benefícios esperados, podemos citar uma menor incidência de falha no processo de retirada da ventilação mecânica, por uma possível melhora da capacidade de contração e força diafragmáticas.

CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Estou ciente também que os resultados encontrados no estudo serão usados apenas para fins científicos. Fui informado (a) que não terei nenhum tipo de despesa ou gratificação pela participação nesta pesquisa. Lembrando que o paciente poderá sair do estudo em qualquer momento. Informo ainda, que tive a oportunidade de ler este termo de consentimento e todas as minhas dúvidas foram resolvidas. Recebi explicações sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos e portanto, concordo voluntariamente em fornecer meu consentimento para participar deste estudo.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Ou

Eu, _____, RG nº _____, responsável legal por _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo com a sua participação, como voluntário, no projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____

Nome e assinatura do paciente ou seu responsável legal

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

Testemunha

Testemunha

Apêndice B – Ficha de avaliação e acompanhamento do TMI

PROTOCOLO DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI)	
	NOME: _____
	DATA DE NASCIMENTO __/__/__ REGISTRO: _____
	SEXO () MASCULINO () FEMININO FC MÁXIMA _____ (220 – IDADE)
	DIAGNÓSTICO: _____
DATA DA AVALIAÇÃO: __/__/__ HPP: _____	
PI INÍCIO: _____ S INDEX INÍCIO: _____ CARGA INICIAL _____ (USAR 40% DA PI)	
MRC INICIAL TMI: MSD _____ MID _____ MSE _____ MIE _____ TOTAL: _____ () NA	
FORMULA: HOMEM-> $FIMAX(CmH2O) = 155,3 - (0,60 \times IDADE)$ // MULHER-> $FIMAX(CmH2O) = 110,4 - (0,49 \times IDADE)$	
TREINAMENTO: () SIM () NÃO	
VALOR PREDITO DA PI: _____ VALOR ALVO DA PI (70% DA PI): _____	
DATA DO ENCERRAMENTO: __/__/__	
PI FINAL: _____ S INDEX FINAL: _____ CARGA FINAL _____	
MRC FINAL TMI: MSD _____ MID _____ MSE _____ MIE _____ TOTAL: _____ () NA	
DESFECHO: () SUCESSO PI > 70% INSUCESSO: () NÃO TOLERÂNCIA () PIORA CLÍNICA	
ULTRASSONOGRÁFIA DIAFRAGMÁTICA	
AVALIAÇÃO INICIAL - DATA: __/__/__ ESP INSP: _____ ESP. EXP: _____ FE: _____ %	
AVALIAÇÃO FINAL - DATA: __/__/__ ESP INSP: _____ ESP. EXP: _____ FE: _____ %	
REAVALIAÇÕES SEMANAIS DA PI	
DATA __/__/__	PI: _____ PE: _____ S-INDEX: _____ CARGA: _____
DATA __/__/__	PI: _____ PE: _____ S-INDEX: _____ CARGA: _____

DATA: __/__/__	TMI CARGA: _____ FCi: _____ FCf: _____ Pai: _____ Paf: _____ SATi: _____ SATf: _____ FRI: _____ FRf: _____	INTERRUPÇÃO () WOB () FC _____ () PA _____ () SAT O2 _____ () OUTROS: _____
FISIOTERAPEUTA		
DATA: __/__/__	TMI CARGA: _____ FCi: _____ FCf: _____ Pai: _____ Paf: _____ SATi: _____ SATf: _____ FRI: _____ FRf: _____	INTERRUPÇÃO () WOB () FC _____ () PA _____ () SAT O2 _____ () OUTROS: _____
FISIOTERAPEUTA		

Figura 18 – Ficha de avaliação e acompanhamento do TMI. FC: frequência cardíaca; HPP: história patológica progressiva; PI: pressão inspirada; MRC: medical research concil; MSD: membro superior direito; MID: membro inferior direito; MSE: membro superior esquerdo; MIE: membro inferior esquerdo; NA: não se aplica; ESP INSP: espessura inspiratória; ESP EXP: espessura expiratória; FE: fração de espessamento; PE: pressão expiratória; FCi: frequência cardíaca inicial; FCf: frequência cardíaca final; Pai: pressão arterial inicial; Paf: pressão arterial final; SATi: saturação periférica de oxigênio inicial; SATf: saturação periférica de oxigênio final; FRI: frequência respiratória inicial; FRf: frequência respiratória final; WOB: trabalho respiratório.

