

**A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DURANTE O
DESMAME DIFÍCIL E PROLONGADO NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA**
**THE IMPORTANCE OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING DURING DIFFICULT AND
PROLONGED WEANING IN THE INTENSIVE CARE UNIT**

Juliana Pinna Tarragô

Graduando do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José.

Nildo Campos Rangel Neto

Prof. Me. do Curso de Graduação em Fisioterapia do Centro Universitário São José.

RESUMO

A ventilação mecânica (VM) é uma estratégia de suporte a vida utilizada quando o paciente não tem condições de ventilar espontaneamente. Seu uso pode levar a acometimentos como as lesões induzidas pela ventilação mecânica (VILI) e o miotrauma diafragmático, além de disfunções musculoesqueléticas. Estes comprometimentos se acentuam na ventilação mecânica prolongada, o que leva ao declínio funcional comprometendo a qualidade de vida. Para tanto, quanto mais rápido for o desmame da ventilação artificial, menor será o nível de acometimento ao sistema respiratório. Um grande desafio para o profissional que atua na Unidade de Terapia intensiva é a condução do desmame difícil e prolongado, principalmente na vigência de fraqueza muscular diafragmática. O Treinamento muscular inspiratório (TMI) é considerado uma opção na prevenção e tratamento da disfunção diafragmática melhorando a resistência e força muscular. Neste contexto o presente estudo buscou evidenciar os efeitos do TMI em pacientes de desmame difícil e prolongado na Unidade de terapia intensiva (UTI) tal como identificar os métodos utilizados para treinamento. O estudo foi conduzido como revisão da literatura de cunho descritivo, sobre os efeitos do TMI em pacientes em desmame difícil e prolongado na UTI, em que foram incluídos para a discussão somente ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas abordando o assunto em questão, publicados entre 2014 a 2023. Os artigos selecionados para essa discussão foram obtidos a partir de buscas nas bases de dados eletrônicas *Scielo*, *Pubmed*, *Lilacs*, *Medline*, Google Acadêmico através dos seguintes descritores na língua inglesa, portuguesa e espanhola: Treinamento Muscular Inspiratório; Desmame ventilatório; Ventilação Mecânica e Fisioterapia. Após a análise dos títulos e resumos e respeitando os critérios de inclusão, foram selecionados 08 artigos, os quais são 06 ensaios clínicos randomizados e 02 revisões sistemáticas. Conclui-se que o TMI em pacientes em desmame difícil e prolongado na UTI auxilia no fortalecimento da musculatura

inspiratória, resultando em melhora de parâmetros como pressão inspiratória máxima, índice de respiração rápida e superficial, frequência respiratória, capacidade vital forçada e pico de fluxo inspiratório.

Palavras-chave: Treinamento muscular inspiratório; Desmame ventilatório; Ventilação mecânica; Fisioterapia.

ABSTRACT

Mechanical ventilation (MV) is a life support strategy used when the patient is unable to ventilate spontaneously. Its use can lead to conditions such as mechanical ventilation-induced injuries (VILI), and diaphragmatic myotrauma, in addition to musculoskeletal disorders. These impairments are accentuated with prolonged mechanical ventilation, which leads to functional decline compromising quality of life. Therefore, the faster the weaning from artificial ventilation, the lower the level of damage to the respiratory system. A major challenge for professionals working in the Intensive Care Unit is managing difficult and prolonged weaning, especially in the presence of diaphragmatic muscle weakness. Inspiratory muscle training (IMT) is considered an option for preventing and treating diaphragmatic dysfunction by improving muscular endurance and strength. In this context, the present study sought to highlight the effects of IMT on difficult and prolonged weaning patients in the Intensive Care Unit (ICU) as well as identify the methods used for training. The study was conducted as a review of the literature of a descriptive nature, on the effects of IMT on patients undergoing difficult and prolonged weaning in the ICU, in which only randomized clinical trials and systematic reviews addressing the subject in question, published between 2014, were included for discussion. to 2023. The articles selected for this discussion were obtained from searches in the electronic databases *Scielo*, *Pubmed*, *Lilacs*, *Medline*, Google Scholar using the following descriptors in English, Portuguese and Spanish: Inspiratory Muscle Training, Ventilatory weaning, Ventilation Mechanics and Physiotherapy. After analyzing the titles and abstracts and respecting the inclusion criteria, 06 articles were selected, which are 04 randomized clinical trials and 02 systematic reviews. It is concluded that IMT in patients undergoing difficult and prolonged weaning in the ICU helps to strengthen the inspiratory muscles, resulting in improvements in parameters such as maximum inspiratory pressure, rapid and shallow breathing index, respiratory rate, forced vital capacity and peak inspiratory flow.

Keywords: Inspiratory muscle training; Ventilatory weaning; Mechanical ventilation; Physiotherapy.

1. INTRODUÇÃO

Doenças críticas requerem tratamento em unidade de terapia intensiva (UTI), evoluindo muitas das vezes para o suporte ventilatório. Estatisticamente 1 a cada 3 pacientes gravemente enfermos são submetidos a Ventilação Mecânica (VM), que é uma estratégia de suporte de vida que provou reduzir as taxas de mortalidade. Devido aos avanços tecnológicos existem diferentes modos ventilatórios, para auxiliar o paciente durante as complicações advindas de internação como fraqueza muscular do diafragma e distúrbios eletrolíticos, que conseqüentemente contribui para o aumento do tempo na VM (ELKINS e DENTEX; 2015).

As principais indicações para a ventilação mecânica são: quando o paciente não tem um aporte adequado de oxigenação devido à necessidade de sedação profunda, como em procedimentos cirúrgicos; resistência aumentada das vias aéreas ou obstrução grave, falha no sistema neurológico e/ou respiratório, aumento excessivo do trabalho respiratório com risco de fadiga, com intuito de reverter a hipoxemia; acidose respiratória aguda; fadiga dos músculos respiratórios; prevenir ou reverter a atelectasia; permitir a sedação e/ou o bloqueio neuromuscular; diminuir o consumo sistêmico ou miocárdico de oxigênio; reduzir a pressão intracraniana; reduzir o desconforto respiratório (PEDROSA, 2016).

O aumento do tempo de VM leva maior susceptibilidade de atelectasias, pneumonias, redução dos volumes pulmonares, hipoxemia e embolia pulmonar, além do alto do risco de infecções. As disfunções musculoesqueléticas evidenciadas são: deformidades osteomioarticulares, fraqueza muscular, perda de força e massa muscular e da densidade mineral óssea, atrofia muscular por desuso, prejuízos na função muscular e contraturas. A imobilidade por prolongamento de internação pode ocasionar comprometimento da função muscular respiratória e periférica, favorecendo a intolerância aos exercícios (prejudicando posturas transferências e movimentos no leito e em cadeiras de rodas), levando ao declínio funcional dos pacientes restritos ao leito e ventilados mecanicamente, comprometendo sua qualidade de vida (MACHADO, NUNES e REZENDE, 2016).

A maioria dos pacientes ventilados mecanicamente, podem desenvolver fraqueza dos músculos respiratórios, sendo agravada pela ventilação mecânica controlada, que

leva de forma mais acelerada à proteólise e fraqueza dos músculos respiratórios que têm sido observadas durante e após extubação bem-sucedida (BISSETT *et al*, 2020).

O miotrauma diafragmático se relaciona ao conjunto de indevidas interações entre o ventilador mecânico e o paciente, que resulta em perda da capacidade de gerar força ou fraqueza diafragmática e dano muscular. Existem quatro possíveis mecanismos de miotrauma diafragmático: excesso de assistência ventilatória, baixa assistência ventilatória e miotrauma excêntrico (DEL TORO CONTRERAS, 2023).

Portanto, sabendo que o longo período de ventilação mecânica pode culminar em prejuízos para o paciente, sua retirada desse tipo de suporte deve ser “pensada” o quanto antes para evitar danos estruturais na membrana alvéolo capilar, como no caso do volutrauma, barotrauma e biotrauma, além de disfunções pulmonares e diafragmáticos mediados principalmente por estresse mecânico e tensão causada pelo ventilador (ROCHA *et al*, 2022).

O desmame é classificado como a transição do paciente do ventilador mecânico para respiração espontânea após 24 horas da intubação traqueal e que pode ser de forma gradual ou abrupta, sendo classificado em simples, difícil e prolongado (MAGALHÃES *et.al*, 2018).

O fracasso do desmame é um problema crítico e complexo com impacto clínico e econômico nas instituições de saúde. Muitas vezes a causa é multifatorial incluindo doenças respiratórias, insuficiência cardíaca, distúrbio endócrino, disfunção cognitiva e distúrbio metabólico, em geral há um desequilíbrio entre a função respiratória e as demandas metabólicas, o sistema nervoso e os músculos da inspiração. Em pacientes internados a perda da força diafragmática foi identificada na UTI após 6 horas do início da VM com piora progressiva da função em um período de 6 dias (HOFFMAN *et.al*, 2018).

O exercício terapêutico é o principal elemento dos planos de assistência da fisioterapia, que visa oferecer funcionalidade física reduzindo incapacidades como fraqueza muscular e perda da mobilidade, recuperando a capacidade funcional nos pacientes críticos. A mobilização precoce previne complicações neuromusculares causadas pelo imobilismo, através de mobilizações ativas e passivas, ajuste da ventilação e supervisão no desmame do VM, aspiração, implantação e supervisão de ventilação não invasiva (VNI), posicionamento adequado e deambulação o fisioterapeuta proporciona desenvolvimento da função respiratória e motora do paciente prevenindo a perda de força muscular (SARTI, VECINA e FERREIRA, 2016).

O treinamento muscular inspiratório (TMI) é considerado uma opção na prevenção da redução da força dos músculos respiratórios, com finalidade específica de manter ou aumentar a pressão inspiratória máxima (P_Imax). O TMI é uma técnica que aumenta a força e o endurecimento dos músculos respiratórios, sendo realizado com cargas de baixa pressão e alto fluxo, quando há intenção de promover a força, necessita de cargas com alta pressão e baixo fluxo. O método de TMI mais utilizado é o treinamento com carga pressórica linear, cuja resistência inspiratória não depende do fluxo do paciente, o que garante o controle total da carga inspiratória. Dessa maneira o treinamento com carga pressórica linear é recomendado em função do controle e administração da carga inspiratória, além da não alteração do padrão respiratório (PEDROSA, 2016).

Para tanto, o presente estudo buscou evidenciar os efeitos do treinamento muscular inspiratório em pacientes em desmame difícil e prolongado na unidade de terapia intensiva, tal como identificar os métodos de treinamento muscular inspiratório no processo de desmame ventilatório. A presente pesquisa faz uma reflexão acerca da efetividade do processo de desmame na unidade de terapia intensiva e a utilização precoce do treinamento muscular inspiratório, em virtude da necessidade de instruir profissionais que atuam diretamente com pacientes internados por períodos prolongados, amenizando e reduzindo riscos de infecção e lesão pulmonar associada ao Ventilador mecânico, promovendo uma melhora significativa no quadro clínico, restabelecendo a saúde do paciente e conseqüentemente redução do tempo de internação.

2. VENTILAÇÃO MECÂNICA

O surgimento da VM como recurso fundamental na UTI abrange um contexto histórico de avanços tecnológicos desde a aplicação do fole manual em torno de 1530, sendo primeira forma de ventilação artificial. No início do século XX, foi desenvolvido o primeiro respirador artificial por Philip Drinker, no ano de 1929 conhecido como pulmão de aço "*Iron Lung*" utilizando pressão negativa. Por volta da década de 1950, epidemias de poliomielite que aconteceram nos Estados Unidos e Europa, geraram muitos casos de insuficiência respiratória, levando a reprodução de respiradores do tipo pulmão de aço, que mais tarde, com o aumento da demanda, não havia tanta disponibilidade por ser importado e ter um alto custo. Com o aumento da mortalidade por poliomielite bulbar, o

anestesiologista Dr. Bjorn Ibsen testou a pressão positiva via traqueostomia através da ventilação manual e constatou maior eficiência na ventilação invasiva que nos pulmões de aço, devido à queda da mortalidade em 15% tornou-se o procedimento padrão no tratamento da doença. Contudo, com a progressão das técnicas de intubação translaríngea, a traqueostomia foi postergada como segunda opção (CARVALHO; FERREIRA; COSTA, 2015).

Em 1951, Forrest Bird empregou sua instrução médica e seu conhecimento aeronáutico para regular o fluxo de gases nos ventiladores pulmonares a construir o primeiro respirador por pressão positiva, o Bird Mark 7 e mais tarde a criação do BABYbird que reduziu a mortalidade em 60%. Com o tempo, foram observadas complicações nos pacientes como insuficiência inspiratória de gases e alto estresse por ventilação desnecessária em terapia intensiva, e logo os conceitos mudaram e as pesquisas passaram a focar nos efeitos fisiológicos provocados pela VM. Em 1980, foram confeccionados os ventiladores microprocessados que ampliou as modalidades da aplicação do suporte respiratório, reduzindo os riscos de lesões pulmonares durante a aplicação e trazendo mais conforto e segurança. As constantes variações no cuidado dos pacientes sob VM nas UTIs avançam a cada dia conforme a tecnologia e produtos médicos disponíveis no mercado. Atualmente, a complexidade dos ventiladores possibilita que a ventilação mecânica seja mais próxima da fisiológica, transformando-os em uma estratégia essencial de suporte a vida na redução da mortalidade na UTI (SLUTSKY, 2015).

A pesar disso, há uma série de complicações e danos associados a dependência e ao uso prolongado da VM, como a lesão pulmonar induzida pelo ventilador que quando não ocorre monitoramento adequado para manter os parâmetros em níveis fisiológicos, sucede em uma variação da pressão dos ciclos ventilatórios de forma frequente e excessiva na caixa torácica, gerando estresse mecânico, pressórico e biológico nas fibras e parênquima pulmonar (SANTOS *et al*, 2023). Os modos de ventilação controlados podem contribuir para a progressão da disfunção diafragmática induzida pela ventilação, que provoca o declínio na capacidade de contração das fibras e potenciais de ação do músculo, acarretando fraqueza muscular por desuso, observada após seis horas do início da VM e com piora gradativa em um período maior que seis dias, sendo associada a falha no desmame e extubação e aumento da morbidade (SANTOS *et al*, 2020).

O uso prolongado da VM também causa complicações pela imobilidade e restrição no leito, levando a disfunções severas nos sistemas cardiorrespiratório e osteomioarticular, alterações cutâneas e anormalidades neuromusculares que predisõem da polineuropatia do paciente crítico, dificultando o desmame a VM. Com o aumento do tempo de VM, os risco de fadiga muscular e disfunção diafragmática são altos devido a atrofia das fibras e com isso, os fatores deletérios também se expandem facilitando atelectasias, redução de volumes pulmonares, hipoxemia, pneumonia, quadros sépticos e embolia pulmonar. Outros efeitos associados ao uso da VM prolongada são: alto comprometimento funcional pós alta hospitalar, aumento do cuidado de domicílios, redução de qualidade de vida e aumento da mortalidade (DE CASTRO SANTANA e VENEZIANO, 2022).

2.1 DISFUNÇÃO DIAFRAGMÁTICA INDUZIDA PELO VENTILADOR MECÂNICO

A forma que o paciente é ventilado influencia significativamente no desfecho do tratamento, se não realizado corretamente, gera estresse mecânico, lesão pulmonar e tensão causada pelo ventilador, além de afetar o músculo diafragmático por meio de várias vias de interação. A disfunção diafragmática induzida pelo ventilador mecânico (DDIV) causa hipoventilação, redução do volume corrente e de complacência dinâmica, taquipneia, alterações de ventilação/perfusão, aumento de shunt pulmonar (PaO_2/FiO_2 inferior a 300), provavelmente em virtude de atelectasias. A DDIV é caracterizada pela redução da resistência e da força de contração, aumento da proteólise, remodelamento das fibras musculares, e lesão oxidativa, que contribui consideravelmente para o desmame difícil e prolongado aumentando os riscos de morbidade e mortalidade dos pacientes internados na UTI (CARVALHO; FERREIRA; COSTA, 2015).

O esforço diafragmático diminuído no decorso da VM está relacionado ao desenvolvimento de atrofia e aparece mais cedo que em outros músculos. A ventilação de forma exagerada ou insuficiente afeta cerca de 50% dos pacientes submetidos a VM, sendo o mecanismo de miotrauma mais comum. O esforço insuficiente por suporte ventilatório excessivo, independentemente do modo, a sedação intensa e a paralisia contribuem para fraqueza muscular e atrofia por desuso. A baixa assistência ventilatória (quando o nível de assistência não reduz o trabalho muscular respiratório para manter a ventilação) ou excesso carga gera o miotrauma, que facilita o esforço excessivo e causa

a lesão diafragmática que se manifesta através da perda da produção de força após uma carga resistiva (DEL TORO CONTRERAS, 2023).

O miotrauma excêntrico ocorre antes da ativação muscular durante a fase expiratória enquanto o músculo retorna à sua posição. O aumento da frenagem expiratória ou esforço pós inspiratório, para manter o volume pulmonar expiratório final na presença de atelectasia significativa e aumento da elasticidade pulmonar, pode suceder em carga excêntrica. A ocorrência do miotrauma expiratório está relacionada aos efeitos da aplicação da pressão expiratória final positiva (PEEP) (GOLIGHER *et al*, 2020).

Para tanto, os profissionais de fisioterapia que atuam em UTI devem estar cada vez mais qualificados para a identificação dos mecanismos predisponentes ao miotrauma e sua prevenção, determinando planos terapêuticos apropriados referentes ao desmame precoce, e redução de período de ventilação mecânica. Nos casos de desmame difícil e prolongado, utilizar recursos como o treinamento muscular respiratório para auxiliar nesse processo (PEDROSA, 2016; SCHIVINSKI e PARAZZI, 2021; SANTOS e LAGOS, 2021).

A permanência na VM controlada por um período maior que 18 horas, afeta as fibras de contração diafragmáticas rápidas e lentas causando atrofia, aumento da proteólise e diminuição da ação antioxidante e síntese proteica, contribuindo para o estresse oxidativo e disfunção. A autofagia é ativada pelo estresse oxidativo propiciando na exacerbação da DDIV, que restringe a capacidade do paciente de gerar força e conseqüentemente dificulta o processo de desmame. O prosseguimento da fraqueza muscular respiratória após a extubação em sobreviventes da UTI favorece no comprometimento da função física, dispneia residual e redução da qualidade de vida (ANDRADE e TEIXEIRA, 2020).

2.2 DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

O termo desmame é definido como o processo de remoção da VM de forma acelerada ou progressiva do paciente com o intuito de reestabelecer a ventilação espontânea do mesmo (GUIMARÃES *et al*, 2022).

O desmame do paciente da VM é mais difícil que a permanência e pode abranger até 40% do tempo total da estratégia (momento da intubação à alta hospitalar). É um processo que requer correção e ajustes constantes da equipe de terapia intensiva em eventuais problemas, e exige a cooperação do paciente durante a recuperação da

doença. Os protocolos de desmame são usados para reduzir variações na prática do cuidado clínico à beira leito, como por exemplo, auxílio na redução da pneumonia associada a VM, sendo capaz de reduzir 78% do tempo gasto no processo de desmame e 25% o tempo de uso da VM. Alguns modos ventilatórios automáticos para desmame são: volume minuto mandatório (VMM), ventilação com suporte adaptativo (ASV), auto-mode (ferramenta capaz de alternar o modo ventilatório de pressão controlada para pressão de suporte), smartcare/OS (sistema capaz de ajustar automaticamente o nível de assistência) (HAAS e LOIK, 2012).

Na fase pré desmame a preocupação é a otimização do tratamento infeccioso, adaptar a sedação e a ventilação, estabilizar a zona eletrolítica, hemodinâmica e suporte nutricional para posteriormente, ampliar o sucesso no desmame da VM. Pacientes com insuficiência cardiovascular têm dificuldades de suportar a sobrecarga volêmica necessária na fase do desmame, assim como a redução da capacidade dos músculos respiratórios e privação de sono dificultam o desmame, sendo recomendado que pacientes com desmame difícil ou prolongado recebam atenção exclusiva no ajuste dos modos ventilatórios e controle de ruídos na UTI no período noturno. A redução progressiva do suporte ventilatório deve ser feita desde o momento da intubação, mantendo a mecânica respiratória e a troca gasosa adequada independentemente do modo implementado no paciente (o modo ventilatório depende da doença de base ou preferência do profissional que ajusta) e o uso da PEEP evita colapso expiratório das vias e reduz o trabalho respiratório nos pacientes, o que facilita o disparo acelerando o desmame (VALIATTI, AMARAL e FALCÃO, 2016).

Outro fator que interfere tanto na fase pré desmame quanto durante o mesmo é a assincronia paciente-ventilador. Ela é muito comum em pacientes em VM e depende de vários fatores, como modalidade ventilatória, doença de base e níveis de sedação. Estudos sugerem que níveis elevados de assincronia estão ligados a um desfecho ruim para o paciente, alguns autores demonstram que pacientes com índices inferiores a 10% têm maior sucesso no desmame, menor tempo de VM e menor carecimento de traqueostomia. A detecção e a correção da assincronia ventilatória são imprescindíveis para um suporte ventilatório apropriado, reduzindo o tempo de VM dos pacientes (HOLANDA *et al*, 2018).

Várias complicações podem decorrer em pacientes com internação prolongada, ocasionando um desmame difícil. Essas complicações podem ser respiratórias e

neuromusculares, podendo atingir além da musculatura periférica o diafragma. O diafragma é formado por 55% de fibras lentas do tipo I, com alto teor de mioglobina e quantidade elevada de mitocôndrias, estando suscetível à fadiga por excesso de atividade de contração. A perda destas fibras reduz a capacidade de gerar força, e esse enfraquecimento não é revertido de forma rápida, diferente dos casos em que ocorre a fadiga diafragmática que pode ser revertida mediante descanso através de suporte ventilatório adequado (DRES et.al, 2017).

Para tanto, o envolvimento de toda equipe de assistência a estes pacientes é de fundamental importância para evitar os comprometimentos derivados desse período de internação e na tentativa de “encurtar” o período de ventilação mecânica, para tal, procedimentos que minimizem esses comprometimentos devem ser efetuados o quanto antes. O desmame ventilatório é um procedimento que consiste na interrupção do suporte ventilatório invasivo, e uma das formas de sua realização é através do teste de respiração espontânea (TRE). O desmame pode ocorrer de forma gradual ou abrupta, sendo classificado em: simples, difícil e prolongado (ver tabela 1) (SCHIVINSKI e PARAZZI, 2021).

Tabela 1 - Definição do Desmame Ventilatório

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO
SIMPLES	Quando há sucesso no primeiro Teste de Respiração Espontânea (TRE)
DIFÍCIL	Quando há falha no primeiro TRE e há necessidade de até três TRE, ou até sete dias após o primeiro TRE
PROLONGADO	Quando ocorre falha em mais de três TRE consecutivos ou há necessidade superior a sete dias de desmame após o primeiro TRE

Fonte: Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica (AMIB, 2013).

Para a realização do desmame é necessário a realização do TRE assim que o paciente apresente condições clínicas para o procedimento. O mesmo deve ser realizado a partir de redução do nível de pressão de suporte para 5-7 cmH₂O ou desconexão da prótese ventilatória e conexão de peça T com suplementação de oxigenoterapia ao tubo orotraqueal ou cânula de traqueostomia. Durante o TRE a monitorização dos parâmetros hemodinâmicos, sinais vitais e sinais e sintomas é de fundamental importância para saber

se o procedimento foi bem-sucedido ou se o paciente apresentou algum critério de intolerância (ver tabela 2) (SCHIVINSKI e PARAZZI, 2021; DIRETRIZES BRASILEIRAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA, 2013)

Tabela 2 - Critérios de Intolerância ao TRE.

Critérios	Valores
Frequência respiratória	> 35 rpm
Saturação arterial de O ₂ com O ₂ ≤ 5L/mim	< 90%
Frequência cardíaca	> 140 bpm
Pressão arterial sistólica	> 180 mmHg ou < 90 mmHg
Sinais e sintomas	Agitação, sudorese, alteração do nível de consciência e assincronia tóraco-abdominal

Fonte: Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica (AMIB, 2013).

Cerca de 15% a 25% dos pacientes apresentam dificuldade no desmame, sendo que destes, 12% a 50% são classificados como difíceis ou prolongados. Todavia, quando o serviço de saúde preza pelo uso de protocolos de desmame, é possível reduzir em cerca de 26% o uso de VMI e em 11% o tempo médio de permanência (MAGALHÃES *et al.*, 2018).

O desmame difícil e prolongado acarreta prejuízos como, fraqueza muscular respiratória, polineuromiopia do paciente crítico, disfunção diafragmática, déficit nutricional e interações farmacológicas decorrentes de quadro sépticos, lesões de nervo frênico, gerando alto grau de comprometimento funcional pós alta hospitalar, que demanda maiores cuidados e necessidade de assistência domiciliar e conseqüentemente aumentando a morbimortalidade. A utilização de modalidades ventilatórias controladas contribui diretamente com a instalação de miotrauma e disfunção diafragmática, o que leva ao declínio da força muscular e da contratilidade das fibras, originando assim a fraqueza muscular por desuso, que pode ter seu início em apenas seis horas após o início da VM e com declínio progressivo em um período superior a seis dias. A síndrome do imobilismo também é causa de fraqueza muscular respiratória e acontece pela diminuição da síntese proteica das fibras, associada a uma degradação do músculo, causado pelo estresse oxidativo que é favorecido pelo estado hipermetabólico dos pacientes internados (TONELLA *et al.* 2017).

3. TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO DESMAME DIFÍCIL E PROLONGADO

Apesar da ventilação mecânica ser uma intervenção importante para salvar vidas na UTI, os pacientes que sobrevivem as doenças críticas manifestam consequências deletérias tanto a curto quanto a longo prazo como lesão pulmonar, inatividade do diafragma e também, resposta inflamatória sistêmica. Essas alterações prejudicam a síntese proteica dentro do musculo e a exposição acima de 12 horas amplia a degradação proteica, reduzindo a musculatura e capacidade de gerar força no diafragma. A força muscular inspiratória inadequada causa dificuldades no desmame em aproximadamente 20% dos pacientes que carecem de VM (CHANG; HSIAO; CHANG, 2022).

Estudos mostram que períodos superiores a 12 horas de VMI promovem hipotrofia muscular respiratória gerando redução de força e resistência que, com o passar do tempo, tende a piorar e gerar dificuldades no processo de suspensão da ventilação mecânica (SCHIVINSKI e PARAZZI, 2021).

Essas complicações podem ser respiratórias e neuromusculares, podendo atingir além da musculatura periférica o diafragma. O diafragma e formado por 55% de fibras lentas do tipo I, com alto teor de mioglobina e quantidade elevada de mitocôndrias, estando suscetível à fadiga por excesso de atividade de contração. A perda destas fibras reduz a capacidade de gerar força, e esse enfraquecimento não é revertido de forma rápida, diferente dos casos em que ocorre a fadiga diafragmática que pode ser revertida mediante descanso através de suporte ventilatório adequado (DRES et.al, 2017).

O treinamento muscular inspiratório (TMI) é um procedimento bastante utilizado no ambiente de terapia intensiva com o objetivo de recrutar as fibras musculares gerando fortalecimento e endurance dos músculos inspiratórios. Este treinamento pode ser realizado com o auxílio de equipamentos que empregam cargas durante a inspiração. O TMI melhora a força muscular inspiratória, evoluindo o paciente ao longo do desmame prolongado, porém alguns fatores podem dificultar a evolução durante o treinamento como: hipercapnia, hipoxemia, redução da capacidade pulmonar e vital (FERREIRA *et al*, 2019; CHANG, HSIAO e CHANG, 2022).

Estudos mostram que o uso do TMI pelo profissional de fisioterapia em pacientes em desmame difícil apresentou melhora significativa no desfecho, ou seja, na suspensão da necessidade de prótese ventilatória (HOFFMAN *et. al*, 2018; VORONA *et. al*, 2018;

CHANG, HSIAO e CHANG, 2022). Principalmente em pacientes que apresentam doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), fibrose cística e doenças neuromusculares (PEDROSA, 2016).

Não existe um consenso sobre um protocolo fixo de TMI na literatura, e questões sobre quando e como iniciá-lo, duração e frequência, assim como o tipo de carga em diferentes tipos de equipamentos, disponíveis e indicados atualmente no mercado para cada situação ainda são bastante discutidas (ELKINS e DENTICE, 2015).

O TMI é seguro e viável em determinados pacientes, especialmente naqueles com tempo de VM superior a 7 dias e em pacientes críticos intubados e traqueostomizados, com objetivo de aumento da força e da resistência muscular respiratória, além da viabilidade e tolerância à ventilação espontânea desses pacientes. O TMI é realizado de duas maneiras, treinando a resistência ou a força, o que depende do nível de carga e número de repetições (VORONA *et al*, 2018).

Atualmente o TMI é realizado de forma segura através do aparelho respiratório *ThresholdIMT*® em pacientes intubados precocemente, e em populações idosas com intuito de fortalecimento muscular respiratório, o treinamento precoce desde passagem para o modo espontâneo na VM, podendo aumentar a pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}), e melhorar os valores do Índice de Respiração Rápida e Superficial (IRRS), reduzindo o tempo de desmame e determinando menor necessidade de uso de ventilação não-invasiva (VNI) no período pós-extubação. Estudos com este dispositivo em pacientes traqueostomizados, mostraram ser uma estratégia efetiva na reversão da fraqueza muscular residual após o uso de VM prolongada sendo um importante aliado para o desmame, além da manutenção de parâmetros respiratórios como frequência respiratória e aumento de tônus, melhorando a qualidade de vida dos pacientes (ELKINS e DENTICE, 2015; BISSETT *et al*, 2016).

Pacientes em desmame difícil da VM que não suportam cargas inspiratórias mais elevadas, um protocolo de alto volume com baixa intensidade (15% - 30% P_{Imáx}) pode ser usado, enquanto pacientes que não toleram durações maiores de treinamento, uma curta carga todavia intensa (50% P_{Imáx} – maior carga tolerada) é o bastante para adaptações. Pacientes pós desmame da VM tendem a manifestar fraqueza muscular inspiratória residual após a alta da UTI, sendo indicado IMST para melhora da P_{Imáx} e qualidade de vida (BISSETT *et al*, 2015; BISSETT *et al*, 2016).

O uso do dispositivo *Powerbreath* no TMI melhora força muscular inspiratória e aumenta a tolerância aos exercícios através do treinamento com carga pressórica, o mesmo utiliza uma válvula variável, calibrada, com molas que permite a execução de uma sequência de treinos com cargas ajustáveis e também a documentação dos resultados em imagens e cálculos reais para avaliação de desempenho e evolução clínica do paciente. Dentre os modelos de *Powerbreath*, o KHseries possui tecnologia com válvula eletrônica de pressão variável que otimiza a performance do músculo diafragma durante cada ciclo respiratório, permitindo que a carga média, a potência e o volume sejam visualizados instantaneamente através de um programa de computador (*Breathe-Link Medic software*), o ajuste da carga de treinamento são feitos de duas maneiras: a manual (a carga é definida e ajustada pelo terapeuta, com a diminuição ou aumento da carga ajustada em cmH₂O) e a automática (a carga de treinamento é calculada usando o pico do fluxo inspiratório e o volume máximo inspirado nas duas primeiras respirações da sessão, e a mesma será introduzida gradualmente até que a resistência total seja alcançada) (POWERBREATHE, 2023).

A avaliação do ganho de força é feito através do manovacuômetro que mensura as pressões respiratórias estáticas máximas (pressão inspiratória máxima (P_Imáx) e pressão expiratória máxima (P_Emáx)) cujos valores representam a força gerada pelos músculos inspiratórios e expiratórios. Sua função é ampla e tem o objetivo de identificar alterações clínicas como habilidade de expectorar (refletida pela P_Emáx) e fraqueza muscular, auxiliar na prescrição de programas de TMI e desmame de VM e avaliar a resposta das intervenções terapêuticas. Os valores obtidos durante a inspiração e expiração máximas contra uma via aérea ocluída dependem da força de retração elástica do sistema pulmonar e da colaboração do indivíduo ao realizar as manobras. Atualmente são numerosos os modelos e marcas de manovacuômetros, tendo como padrão a presença do orifício de fuga de 1 a 2 mm de diâmetro e também a realização de no máximo oito esforços para cada teste sendo pelo menos três aceitáveis e dois reprodutíveis (SANTOS *et. al*, 2017).

Uma alternativa mais recente para o desmame difícil e prolongado o uso da cânula nasal de alto fluxo (CNAF) usada de forma separada do TMI. O TMI perfeioa a força muscular e a CNAF aprimora a resistência diminuindo o trabalho respiratório, fortalecendo os músculos inspiratórios e corrigindo o desequilíbrio entre o impulso respiratório e expansão pulmonar resultando em uma percepção de esforço reduzida. A aplicabilidade

da CNAF em comparação com dispositivos de oxigênio convencionais reduz as taxas de reintubação, apoiando o sistema respiratório pós extubação devido ao alto fluxo de gás administrado que atende à demanda ventilatória do paciente minimizando os efeitos colaterais e reduzindo tempo de internação na UTI (PATSAKI *et al*, 2020).

Outras terapias que podem minimizar os efeitos deletérios do imobilismo e da ventilação mecânica são a mobilização precoce e a estimulação neuromuscular transcutânea (FES). Estudos apontam que a mobilização precoce detém complicações e permanência das sequelas da imobilidade diminuindo o tempo de VM e de internação, trazendo o retorno da deambulação melhorando os resultados cognitivos e funcional (PIVA, FERRARI e SCHAAN, 2019; OLIVEIRA e CARDOSO, 2023).

4. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido como revisão da literatura de cunho descritivo, sobre os efeitos do treinamento muscular inspiratório em pacientes em desmame difícil e prolongado na unidade de terapia intensiva, através de pesquisa em base de dados como: *Scielo, Pubmed, Lilacs, Medlinee Google Acadêmico*, utilizando os seguintes descritores: Fisioterapia “*physiotherapy*”; Desmame ventilatório “*Ventilatoryweaning*”; Ventilação mecânica “*Mechanicalventilation*”; Treinamento muscular inspiratório “*Inspiratorymuscle training*”. Foram incluídos para resultados e discussão somente artigos indexados do tipo ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas abordando o assunto em questão, publicados entre 2014 a 2023. Já os critérios de exclusão foram: monografias, teses, cartas, resumos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos títulos e resumos e respeitando os critérios de inclusão, foram selecionados 08 artigos, os quais são 06 ensaios clínicos randomizados e 02 revisões sistemáticas. As características dos respectivos estudos podem ser visualizadas na tabela 3.

Tabela 3. Características dos artigos selecionados

Autor, Ano	Tipo de estudo	Amostra	Intervenção	Variáveis avaliadas	Resultados
SMITH <i>et al.</i> , 2014	Ensaio clínico randomizado	16 pacientes traqueostomizados (subgrupos) G1: 10 desmamados G2: 6 não desmamados	TMI utilizando um dispositivo de pressão expiratória positiva (Threshold PEP, Philips respironics)	Pico de fluxo inspiratório, volume corrente, TI, TE, P _{lmax} , CCI	Respostas de volume, CCI e fluxo iniciou consideravelmente maior nos pacientes desmamados após o TMI. Entretanto, medidas de P _{lmax} foram similares entre os pacientes desmamados e os não desmamados.
ELKINS & DENTICE, 2015	Revisão sistemática	394 Pacientes recebendo VM na UTI G1: 311 Intubados G2: 83 Traqueostomizados	TMI com Threshold IMT e ajuste de limiar do disparo da pressão do ventilador em comparação a simulação ou nenhum TMI.	P _{lmax} , IRRS, RPE, pressão de suporte	Melhora no padrão respiratório, sucesso maior no desmame, diminuição do tempo de internação e duração do suporte ventilatório não invasivo pós extubação.
BISSETT <i>et al.</i> , 2016	Ensaio clínico randomizado	70 pacientes GT: 34 GC: 36	GT: TMI – utilizando o limite inspiratório do dispositivo Threshold IMT e fisioterapia convencional. GC: Fisioterapia convencional	P _{lmax} , IRF, QV, ACIF, PSE	O TMI foi eficaz na reversão de parte da fraqueza muscular inspiratória residual causado pela ventilação mecânica prolongada, podendo melhorar a QV em apenas 2 semanas de treinamento.
VORONA <i>et al.</i> , 2018	Revisão sistemática	1185 pacientes	Carga resistiva ao fluxo e Threshold IMT	P _{lmax} , P _E max, TTI, fluxo inspiratório	O TMI em pacientes graves melhora a força muscular respiratória, acelerando o processo de desmame.
FERREIRA <i>et al.</i> , 2020	Ensaio clínico randomizado	12 pacientes G1: 6 G2: 6	G1: Powerbreathe plus medic G2: Powerbreathe K5	IRRS, P _{lmax} , carga de treino, FC, PAM, FR, SpO ₂	Ambos os protocolos de TMI tiveram melhora no processo de desmame sem assimetria no tempo de internação, porém o Powerbreathe K5® foi mais efetivo na melhora da P _{lmax} , FR e IRRS.
PATSAKI <i>et al.</i> , 2020	Ensaio clínico randomizado	146 pacientes	G1: TMI utilizando dispositivo Threshold IMT HS730 e CNAF GC: TMI usando o dispositivo Threshold e máscara Venturi	P _{lmax} , P _E max, IRF, MRC, QV, FiO ₂	A TMI melhora de força muscular e a CNAF melhora da resistência, diminui o WoB e reduz a taxa de falha de desmame.
VAN HOLLEBEK <i>et al.</i> , 2022	Ensaio clínico randomizado	41 pacientes G1: 22 GC: 19	G1: TMI de alta intensidade (30-50% da P _{lmax}) – com dispositivo Powerbreathe KH2 – com feedback visual (software Breathe-Link) durante o treinamento. GC: TMI com dispositivo Powerbreathe KH2 simulado de baixa intensidade (10% da P _{lmax})	P _{lmax} , CVF, Volume corrente, WoB, fluxo inspiratório, PoB	Foi observado melhora de SpO ₂ da musculatura inspiratória, CVF e pico de fluxo inspiratório após o TMI de alta intensidade.
KHODABANDELOO <i>et al.</i> , 2023	Ensaio clínico randomizado	79 pacientes G1: 40 GC: 39	G1: TMI limiar – Threshold IMT e fisioterapia respiratória convencional GC: fisioterapia respiratória convencional apenas uma vez ao dia.	P _{lmax} , Pico de fluxo expiratório, complacência pulmonar, IRRS	Foi observado no G1 redução na duração do desmame, do IRRS e aumento da P _{lmax} dado pelo limiar de TMI.

GI: Grupo Intervenção; GC: Grupo Controle; GT: Grupo Treinamento; G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; TMI: Treinamento Muscular Inspiratório; CNAF: Cânula nasal de alto fluxo; TI: Tempo inspiratório; TE: Tempo expiratório; CCI: Compensação de carga inspiratória; P_{lmax}: Pressão inspiratória máxima; P_Emax: Pressão expiratória máxima; MRC: Escala do Medical Research Council para força muscular; RPE: escala de avaliação de esforço percebido; TTI: Índice de tensão muscular respiratória; FiO₂: Fração inspirada de oxigênio; IRF: Índice de resistência a fadiga; QV: Qualidade de vida; ACIF: Índice de função e cuidados agudos; PSE: Taxa de percepção subjetiva de esforço; IRRS: Índice de respiração rápida e superficial; FC: Frequência cardíaca; PAM: Pressão arterial média; FR: Frequência respiratória; CVF: Capacidade vital forçada; SpO₂: Saturação periférica de oxigênio; VM: Ventilação mecânica; WoB: Trabalho respiratório (joules); PoB: Potência respiratória (watts).

Após a análise dos estudos observa-se que as principais técnicas de TMI utilizadas foram: TMI com dispositivo de pressão expiratória positiva (Threshold PEP) (SMITH *et al.*, 2014); TMI com Threshold IMT e ajuste do limiar de disparo da pressão do ventilador (ELKINS e DENTICE, 2015); TMI com Threshold IMT associado a fisioterapia convencional (BISSETT *et al.*, 2016; KHODABANDELOO *et al.*, 2023); TMI somente com Threshold IMT (VORONA *et al.*, 2018); TMI com Powerbreathe plus medic e K5 (FERREIRA *et al.*, 2020); TMI com Threshold IMT combinado a CNAF (PATSAKI *et al.*, 2020) e TMI com Powerbreathe KH2 de alta intensidade associado com feedback visual (software Breathe-Link) (HOLLEBEKE *et al.*, 2022).

As variáveis avaliadas foram a P_Imax, P_Emax, índice de respiração rápida e superficial, índice de tensão muscular respiratória, índice de resistência a fadiga, tempo inspiratório, tempo expiratório, compensação de carga inspiratória, taxa de percepção subjetiva de esforço, índice de respiração rápida e superficial, índice de função e cuidados agudos, frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão arterial média, saturação periférica de oxigênio, trabalho respiratório (joules), potência respiratória (watts) e capacidade vital forçada.

Smith *et al.* (2014) em sua pesquisa com 16 pacientes traqueostomizados divididos em dois grupos, sendo 10 pacientes desmamados e 6 pacientes não desmamados precedentes de outro ensaio clínico no qual foram submetidos ao TMI usando o dispositivo Threshold PEP, que constituíram-se em 4 séries de 6 a 10 respirações, com objetivo de definir a resposta da compensação de carga inspiratória (CCI) à carga limiar de pressão em pacientes ventilados na UTI.

Os autores observaram que os feedbacks de volume e fluxo da CCI iniciaram e permaneceram consideravelmente maiores nos pacientes desmamados após o TMI, porém a P_Imax foi similar tanto nos pacientes desmamados quanto nos não desmamados, assim remataram que as medições de CCI de fluxo e volume podem oferecer bases extras para testar a capacidade muscular de indivíduos em desmame difícil e para o TMI.

Já o estudo de Elkins e Dentice (2015), avaliou a eficácia do TMI na melhora da força muscular inspiratória e no sucesso do desmame, computando 394 pacientes divididos em dois grupos, ao qual o grupo experimental utilizou dispositivo Threshold IMT com carga de treinamento combinando com o ajuste de limiar do disparo da pressão do ventilador de 20% a 40% da pressão inspiratória máxima inicial do paciente, progredindo

em 1 a 2 cmH₂O a cada dia ou a cada sessão conforme o tolerado. Os resultados revelaram que o treinamento de pressão limiar e de ajuste da sensibilidade do ventilador favoreceram o fortalecimento muscular inspiratório, trazendo grandes benefícios para pacientes em desmame da VM como melhora do padrão respiratório, sucesso no desmame, redução no tempo de suporte de ventilação não invasiva e de internação hospitalar.

Neste mesmo contexto, Bissett *et al* (2016) estimou em sua pesquisa com 70 pacientes divididos em dois grupos, ambos em cuidados fisioterapêuticos convencionais sendo que 34 pacientes no grupo treinamento que aplicou o TMI com Threshold IMT com intensidade de 50% da P_{Imax} aumentando diariamente durante todo o ciclo de treinamento e 36 pacientes no grupo controle que não receberam o treinamento. No desfecho aborda que o TMI pode ser ponderado como estratégia eficiente na reversão da fraqueza muscular inspiratória residual causado pelo uso prolongado da VM, melhorando qualidade de vida simplesmente em 2 semanas.

Desse modo, Vorona *et al* (2018) realizaram um estudo de meta-análise para abordar os resultados do TMI em pacientes críticos, com 1.185 indivíduos ao qual foi utilizado TMI de carga resistiva ao fluxo e carga de limiar inspiratório (Threshold). Percebeu-se que o uso da estratégia de TMI com carga limiar é mais eficiente no aumento de força muscular respiratória, sendo legítimo e praticável na antecipação do processo de desmame em pacientes graves.

Na pesquisa de Ferreira *et al* (2020) avaliaram 12 pacientes divididos em dois grupos, sendo 6 pacientes utilizando o dispositivo Powerbreathe plus medic e 6 pacientes usando o dispositivo Powerbreathe K5®, com objetivo de averiguar a efetividade dos mesmos para o TMI. Sendo constatado em ambos os dispositivos a melhora no tempo de desmame da VM sem diferença no tempo de internação, porém o dispositivo Powerbreathe K5® teve mais efetividade na melhora da P_{Imax}, FR e IRRS.

Em pacientes críticos, o TMI com Threshold IMT é utilizado para melhorar a força muscular respiratória e, a cânula nasal de alto fluxo (CNAF) na melhora de resistência e redução do WoB de forma isolada, logo Patsaki *et al* (2020) com propósito avaliar a efetividade da combinação das técnicas no favorecimento de pacientes em desmame difícil e com risco alto de reintubação, desenhou um ensaio clínico randomizado visando o custo-benefício – uma vez que o uso da CNAF após extubação diminuiu consideravelmente as taxas de reintubação comparado com outros dispositivos de

oxigênio – que resultou na redução da taxa de falha da extubação, no aumento de resistência dos músculos respiratórios, capacidade funcional, força inspiratória e expiratória máxima e na redução do tempo de internação hospitalar, proporcionando melhora da qualidade de vida.

Posteriormente, Van Hollebeke *et al* (2022) com o propósito de comparar alterações nos parâmetros de oxigenação dos músculos inspiratórios de pacientes em desmame difícil que receberam o TMI, realizou um ensaio clínico randomizado de 41 pacientes, com dispositivo Powerbreathe KH2 com feedback visual (software Breathe-Link) durante o treinamento, divididos em grupo intervenção composto por 22 pacientes que iniciaram com carga aproximada de 30% da sua P_Imax, ajustando diariamente na maior carga tolerável (50% da P_Imax) para que aumente a potência e o trabalho ventilatório durante o treinamento e, grupo controle composto por 19 pacientes que receberam TMI de baixa intensidade preservando a carga de treinamento a 10% da P_Imax. Foi feita a avaliação da oxigenação muscular inspiratória de forma não invasiva através de espectroscopia de infravermelhos próximos de onda contínua com o aparelho NIRO-200 NX da Hamamatsu, para apurar as respostas hemodinâmicas dos músculos e outros tecidos e nos parâmetros de oxigenação em tempo real. Onde dois conjuntos de optodos NIRO foram colocados sobre o músculo escaleno e esternocleidomastóideo contralateralmente e concluíram que ambos os grupos obtiveram melhoria em índice de saturação de oxigênio de escaleno e força muscular inspiratória, entretanto o TMI de alta intensidade foi mais eficiente no índice de saturação de oxigênio do músculo esternocleidomastóideo, na capacidade vital forçada e no pico de fluxo inspiratório.

Em síntese, o estudo de Khodabandloo *et al* (2023) visou avaliar a eficácia do limiar de TMI na durabilidade do desmame de pacientes internados na UTI, e randomizou 79 pacientes divididos em dois grupos, sendo 40 pacientes no grupo intervenção que receberam TMI com Threshold IMT juntamente a fisioterapia respiratória convencional, e 39 pacientes no grupo controle que receberam somente o fortalecimento da musculatura inspiratória com a fisioterapia habitual e constataram que no grupo de intervenção houve redução na durabilidade do desmame, do IRRS e aumento da P_Imax, entretanto relataram algumas limitações como a utilização do treinador TMI unicamente na parte da manhã devido a intercessão da fisioterapia habitual e a impossibilidade de realizar o TMI nos pacientes com fraqueza muscular grave durante o estudo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo realizado, o TMI em pacientes em desmame difícil e prolongado na UTI auxilia no fortalecimento da musculatura inspiratória, resultando em melhora de parâmetros como pressão inspiratória máxima, índice de respiração rápida e superficial, frequência respiratória, capacidade vital forçada e pico de fluxo inspiratório.

Os principais métodos de TMI utilizados foram a carga limiar e resistiva com *Threshold IMT* e *Powerbreathe*, além de ajustes de pressões do ventilador mecânico e fisioterapia respiratória convencional.

O TMI é de extrema importância para os pacientes carecidos de VM, principalmente durante o desmame difícil e prolongado uma vez que realiza o recrutamento das fibras musculares, melhorando força e padrão respiratório, sendo essencial sua realização o mais precoce possível, com intuito de reduzir tempo de internação e conseqüentemente melhorar a qualidade de vida.

Os profissionais de fisioterapia que atuam diretamente com pacientes internados na UTI por tempo prolongado devem estar aptos na identificação e prevenção de miotraumas, com objetivo de indicar a conduta mais oportuna relacionada a diminuição do tempo de VM empregando o TMI no decorrer do desmame, além dos cuidados fisioterapêuticos básicos como monitorização hemodinâmica, mobilização, tratamento de higiene brônquica, ajustes posturais, controle gasométrico e ajuste de parâmetros a fim de reduzir os riscos de infecção e lesão associada a VM, promovendo melhora do quadro clínico e redução no tempo de internação.

REFERÊNCIAS

AHMED, Shakeel; MARTIN, A.Daniel; SMITH, Barbara K. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com ventilação mecânica prolongada: revisão narrativa. **Revista de fisioterapia cardiopulmonar**, v. 30, n. 1, pág. 44, 2019.

ANDRADE, Cleidiane da Silva; TEIXEIRA, Renato da Costa. Ventilação mecânica invasiva induzindo estresse oxidativo no diafragma: uma revisão de literatura. **Revista Interdisciplinar**, v. 13, n. 1, p. 20, 2020.

BARBAS, Carmen Sílvia Valente et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 26, p. 89-121, 2014.

BISSETT, Bernie et al. Desmamados, mas cansados: um terço dos pacientes adultos em terapia intensiva ventilados mecanicamente por 7 dias ou mais apresentam comprometimento da resistência muscular inspiratória após um desmame bem-sucedido. **Coração & Pulmão**, v. 1, pág. 15-20, 2015.

BISSETT, Bernie M. et al. Inspiratory muscle training to enhance recovery from mechanical ventilation: a randomised trial. **Thorax**, v. 71, n. 9, p. 812-819, 2016.

BISSETT, Bernie; GOSSELINK, Rik; VAN HAREN, Frank MP. Reabilitação muscular respiratória em pacientes com ventilação mecânica prolongada: uma abordagem direcionada. **Atualização Anual em Terapia Intensiva e Medicina de Emergência 2020**, p. 595-609, 2020.

CARVALHO, Carlos Roberto Ribeiro de; FERREIRA, Juliana Carvalho; COSTA, Eduardo Leite Vieira. **Ventilação mecânica: princípios e aplicação**. In: Ventilação mecânica: princípios e aplicação, p. 03-06 e 269-274, 2015.

CHANG, Hsiao-Yun; HSIAO, Hsiang-Chun; CHANG, Hwai-Luh. Impact of Inspiratory Muscle Training on Weaning Parameters in Prolonged Ventilator-Dependent Patients: A Preliminary Study. **SAGE Open Nursing**, v. 8, p. 2377960822111717, 2022.

CONCEIÇÃO, Thais Martins Albanaz da et al. Safety criteria to start early mobilization in intensive care units. Systematic review. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 29, p. 509-519, 2017.

DE CASTRO SANTANA, Joseane; VENEZIANO, Leonardo Squinello Nogueira. EFEITO DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE EM PACIENTES SOBRE VENTILAÇÃO MECÂNICA EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA. **Revista Científica da Faculdade Quirinópolis**, v. 2, n. 12, p. 98-111, 2022.

DEL TORO CONTRERAS, Celina. Mechanical ventilation for lung and diaphragm protection in intensive care. **Medicina Crítica**, v. 37, n. 2, p. 122-133, 2023.

DRES, Martin et al. Critical illness-associated diaphragm weakness. **Intensive Care Medicine**, v. 43, n. 10, p. 1441-1452, 2017.

ELKINS, Mark; DENTEX, Ruth. O treinamento muscular inspiratório facilita o desmame da ventilação mecânica em pacientes da unidade de terapia intensiva: uma revisão sistemática, 2015. **Associação Australiana de Fisioterapia**. Publicado por Elsevier. Disponível em: [file:///C:/Users/samsung/Desktop/tmi%204%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/samsung/Desktop/tmi%204%20(1).pdf). Acesso em: 4 abr. 2023.

ELKINS, Mark; DENTICE, Ruth. 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.

FERREIRA, Áurea Gon et al. Dispositivos de Treino Muscular Inspiratório em idosos com desmame da ventilação mecânica e com traqueostomia. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, n. 3, p. 139-148, 2020.

FERREIRA, Aurea Gon et al. Treino muscular inspiratório em idosos na ventilação mecânica: uma revisão sistemática. **Saúde (Santa Maria)**, 2019.

GOLIGHER, Ewan C. et al. Lung-and diaphragm-protective ventilation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 202, n. 7, p. 950-961, 2020.

GONZALEZ-BERMEJO, Jesús et al. Can diaphragm pacing improve gas exchange? Insights from quadriplegic patients. **European Respiratory Journal**, v. 43, n. 1, p. 303-306, 2014.

GUIMARÃES, Bruno Leonardo da Silva et al. Utilização de um novo dispositivo isocinético orientado por software para o treinamento muscular inspiratório em desmame ventilatório prolongado. 2022.

HAAS, Carl F.; LOIK, Paul S. Ventilator discontinuation protocols. **Respiratory care**, v. 57, n. 10, p. 1649-1662, 2012.

HOFFMAN, Mariana et al. Can inspiratory muscle training improve weaning outcomes in difficult to wean patients? A protocol for a randomized controlled trial (IMweanT study). **BMJ open**, v. 8, n. 6, p. e021091, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/samsung/Deskto p/tmi%201%20(1).pdf>. Acesso em: 1 abr. 2023.

HOLANDA, Marcelo Alcântara et al. Assincronia paciente-ventiladora. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, p. 321-333, 2018.

KHODABANDELOO, Farnoosh et al. O efeito do treinamento muscular inspiratório limiar na duração do desmame em pacientes internados em unidade de terapia intensiva: um ensaio clínico randomizado. **Revista de Pesquisa em Ciências Médicas**, v. 28, n. 1, pág. 44, 2023

LANG, Jenna K. et al. Diretrizes de prática clínica para mobilização precoce na UTI: uma revisão sistemática. **Medicina Intensiva**, v. 48, n. 11, pág. e1121-e1128, 2020.

MACHADO, Alessandra Soares; NUNES, Rodrigo Disconzi; REZENDE, Adriana Arruda Barbosa. Intervenções fisioterapêuticas para mobilizar precocemente os pacientes internados em unidades de terapia intensiva: estudo de revisão. **Amazônia: Science & Health**, v. 4, n. 2, p. 41-46, 2016.

MAGALHÃES, Paulo A.F.; CAMILLO, Carlos A.; LANGER, Daniel D.; ANDRADE, Livia B.; DUARTE, Maria do Carmo M.B; GOSSELINK, Rik. Falha no desmame e função muscular respiratória: o que tem sido feito e o que pode ser melhorado? **Medicina Respiratória** 134 (2018) 54–61. Disponível em: <file:///C:/Users/samsung/Desktop/tmi%203%20(1).pdf>. Acesso em: 1 abr. 2023.

MEDRINAL, Clément et al. Respiratory weakness after mechanical ventilation is associated with one-year mortality-a prospective study. **CriticalCare**, v. 20, n. 1, p. 1-7, 2016.

OLIVEIRA, Jean Davidson; CARDOSO, Fernando. Mobilização Precoce (MP) em pacientes submetidos à Ventilação Mecânica Invasiva (VMI) para recuperação funcional. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 20, n. 43, p. 213-226, 2023.

PATSAKI, Irini et al. The combination of inspiratory muscle training and high-flow nasal cannula oxygen therapy for promoting weaning outcomes in difficult-to-wean patients: protocol for a randomised controlled trial. **ERJ Open Research**, v. 6, n. 3, 2020.

PEDROSA, Rafaela. Efeito do treinamento muscular inspiratório com diferentes cargas na força e função de músculos respiratórios. 2016. 113 f. Tese (Doutorado em Fisioterapia) Centro de Ciências da saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Norte-RN, 2016.

PIVA, T. C.; FERRARI, R. S.; SCHAAN C. W. Protocolos de mobilização precoce no paciente crítico pediátrico: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 31, n. 2, p.248-257, 2019.

POWERBREATHE®. Manuais de usuário. Disponível em: <<https://www.powerbreathe.com/device/breathing-trainers/>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ROCHA, Brenner Dias et al. Lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica invasiva, mecanismos e danos no sistema respiratório: revisão integrativa. 2022.

SANTOS, Diego. G & LAGOS, Maiara.G.S. Treinamento Muscular inspiratório no desmame ventilatório.**Rev. Eletrôn. Atualiza Saúde**, Salvador, v. 9, n. 9, p. 42-50, jul./dez. 2021. Disponível em:<<https://atualizarevista.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Treinamento-muscular-inspiratorio-no-desmame-ventilatorio-v-9n-9.pdf>>.

Acesso em: 18 mar.2023.

SANTOS, Lenon Barros et al. Ventilação mecânica: uma revisão narrativa e histórica da literatura. **BrazilianJournalof Health Review**, v. 6, n. 2, p. 7388-7400, 2023.

SANTOS, Mariane Ferreira et al. Dez pontos importantes sobre a disfunção diafragmática induzida pelo ventilador: uma revisão. 2020.

SANTOS, Roberta Magalhães Guedes dos et al. Manovacuometria realizada por meio de traqueias de diferentes comprimentos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 24, p. 9-14, 2017.

SARTI, Tatiane Cristina; VECINA, Marion Arcuri; FERREIRA, Paulo Sérgio Nardelli. Mobilização precoce em pacientes críticos. 2016.

SCHIVINSKI, C. & PARAZZI, P. Fisioterapia respiratória: história e evidências das intervenções. **PROFISIO**, c.10, v.3, p. 11-38, 2021.

SLUTSKY, Arthur S. History of mechanical ventilation. From Vesalius to ventilator-induced lung injury. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 191, n. 10, p. 1106-1115, 2015.

SMITH, Barbara Kellerman et al. Effect of training on inspiratory load compensation in weaned and unweaned mechanically ventilated ICU patients. **Respiratorycare**, v. 59, n. 1, p. 22-31, 2014.

TONELLA, Rodrigo Marques et al. Inspiratory muscle training in the intensive care unit: a new perspective. **Journal of clinical medicine research**, v. 9, n. 11, p. 929, 2017.

VALIATTI, J. L. S., AMARAL, J. L. G., FALCÃO, L. F. R. Ventilação mecânica. Fundamentos e prática clínica. 2016.

VAN HOLLEBEKE, Marine et al. High-intensity inspiratory muscle training improves scalene and sternocleidomastoid muscle oxygenation parameters in patients with weaning difficulties: a randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology**, v. 13, p. 786575, 2022.

VORONA, Stefannie et al. Reabilitação muscular inspiratória em adultos gravemente enfermos. Uma revisão sistemática e meta-análise. **Anais da Sociedade Torácica Americana**, v. 6, pág. 735-744, 2018.

CARTA DE ACEITE DE ORIENTAO DO TCC II

Rio de Janeiro, 31 de 8 de 2023.

Eu, NILDO CAMPOS R. NETO, professor
(a) do curso de FISIOTERAPIA da UniSo Jose, declaro para os devidos
fins que aceito orientar o (a) aluno (a)
JULIANA PINNA TARRASO, matriculado (a) na disciplina
de TCC II para elaborao e finalizao do Artigo Cientifico ou Plano de Negócios.

Segue abaixo os tpicos referentes ao Artigo que serão elaborados e
desenvolvidos pelo orientando, sob a minha supervisão de conteúdo.

TEMA OU TÍTULO:

A importância do treinamento muscular inspiratório (TMI)
durante o desmame difícil e prolongado na unidade
de terapia intensiva (UTI).

OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Evidenciar os efeitos do TMI em pacientes em desmame
difícil e prolongado na UTI, tal como identificar os métodos
de TMI no processo de desmame ventilatório.

JUSTIFICATIVA:

Reflexão acerca da efetividade do processo de desmame
na UTI e a utilizao precoce do TMI, instruindo profis-
sionais que atuam na area sobre riscos de lesão pulmo-
nar e infeco associada, a ventilao mecânica, como
sendo melhora do quadro clínico do paciente e reduo
do tempo de internato.

Atenciosamente,

DR. NILDO RANGEL
Coordenao de Fisioterapia
IBRAS/ CVB
CRÉDITO 2: 35413-F

Assinatura do(a) Professor(a) Orientador(a)



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
FICHA PARA ACOMPANHAMENTO DE ORIENTANDOS - 2023

ALUNO: JULIANA PINNA TARRASÓ CURSO: GEOTECNIA
PERÍODO: 10º PROFESSOR ORIENTADOR: WILDO RAYUEL

DATA	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	ASSINATURA DO ALUNO	ASSINATURA DO PROFESSOR
10/8/23	AJUSTE DA INTRODUÇÃO		
24/8/23	ORIENTAÇÃO QUANTO A REQUISITOS PARA O REGISTRO DE TCC		
31/8/23	CAPÍTULO 2 - VENTILAÇÃO MECÂNICA		
21/9/23	CAPÍTULO 3 - DESMAME DE TUBO E TUBO NA MONTAGEM MUSCULAR		
26/10/23	RESULTADOS E DISCUSSÃO + METODOLOGIA		
16/11/23	CONCLUSÃO/REFERÊNCIAS e FORMATAÇÃO		