



**Universidade
Potiguar**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**RAISSA IASMIM DE ANDRADE SILVEIRA
WELISON SOUSA DE OLIVEIRA**

**TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM PACIENTES SUBMETIDOS À
VENTILAÇÃO MECÂNICA E SEUS EFEITOS NO DESMAME**

MOSSORÓ/RN

2023

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**RAISSA IASMIM DE ANDRADE SILVEIRA
WELISON SOUSA DE OLIVEIRA**

**TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM PACIENTES SUBMETIDOS À
VENTILAÇÃO MECÂNICA E SEUS EFEITOS NO DESMAME**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Universidade Potiguar, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Prof. M.a Gislainy Luciana Gomes Câmara

MOSSORÓ/RN

2023

TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM PACIENTES SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA E SEUS EFEITOS NO DESMAME¹

INSPIRATORY MUSCLE TRAINING IN PATIENTS SUBMITTED TO MECHANICAL VENTILATION AND ITS EFFECTS ON DISMISSAL¹

Raissa Iasmim de Andrade Silveira²

Welison Sousa de Oliveira²

Gislainy Luciana Gomes Câmara³

RESUMO

OBJETIVO: Analisar os efeitos fisiológicos do treinamento de musculatura inspiratória e sua influência para o sucesso no desmame e extubação efetiva.

MÉTODOS: Revisão bibliográfica onde foi realizada uma busca por artigos nos idiomas inglês e português com limite cronológico de 2017 a 2023, nas bases de dados PubMed (serviço da *U. S. National Library of Medicine*), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), *ScienceDirect*, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scopus, *Web of Science* e Embase, utilizando os descritores em inglês: *Muscle Strength* (força muscular), *Respiratory Muscles* (músculos respiratórios), *Ventilator Weaning* (desmame do ventilador). **RESULTADOS:** Foram selecionados 9 artigos para leitura na íntegra, no qual a qualidade metodológica dos trabalhos foi avaliada pela escala PEDro, obtendo boa pontuação. Os principais achados incluíram a TMI utilizando recursos como o peso abdominal, POWERbreathe, Threshold e ajuste de sensibilidade. **CONCLUSÃO:** O TMI é eficaz e seguro como terapia aplicada em pacientes mecanicamente ventilados, possuindo efeitos no ganho de força da musculatura respiratória através do aumento de P_{Imáx}, P_{Emáx} e outros parâmetros.

Palavras-chave: Força muscular, músculos respiratórios, desmame do ventilador, fisioterapia

¹ Artigo apresentado à Universidade Potiguar, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Fisioterapia, em 2023.

² Graduandos em Fisioterapia pela Universidade Potiguar – E-mail: raissa_iasmim@hotmail.com
E-mail: welisonoliveiraapodi@hotmail.com

³ Professor-Orientador. Mestre em Saúde e Sociedade- UERN. Docente na Universidade Potiguar – E-mail: gislainylgc@hotmail.com

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze the physiological effects of inspiratory muscle training and its influence on successful weaning and effective extubation. **METHODS:** A literature review was carried out in which a search was made for articles in English and Portuguese with a chronological limit of 2017 to 2023, in the databases PubMed (service of the U. S. National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online), ScienceDirect, Virtual Health Library (VHL), Scopus, Web of Science and Embase, using the English descriptors: Muscle Strength, Respiratory Muscles, Ventilator Weaning. **RESULTS:** Nine articles were selected to be read in full, in which the methodological quality of the studies was assessed using the PEDro scale, obtaining a good score. The main findings included IMT using resources such as abdominal weight, POWERbreathe, Threshold and sensitivity adjustment. **CONCLUSION:** IMT is effective and safe as a therapy applied to mechanically ventilated patients, with effects on respiratory muscle strength gain through increases in MIP, MEP and other parameters.

Keywords: Muscle strength, respiratory muscles, ventilator weaning, physiotherapy

INTRODUÇÃO

Nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI) cerca de 35% dos pacientes necessitam da ventilação mecânica (VM), sendo que 20-30% cursam com dificuldade de desmame, carecendo de ventilação por 7 dias ou mais (Moreno *et al.*, 2019). Dessa forma, de 5% a 15% dos pacientes não recuperam a funcionalidade respiratória (Tonella *et al.*, 2017). Ainda, a VM prolongada gera efeitos deletérios ao paciente, associado a maiores riscos de isquemia da traqueia, lesão pulmonar, pneumonia associadas à ventilação mecânica (PAV) e disfunção diafragmática, complicações essas que elevam os índices de mortalidade (Moreno *et al.*, 2019; Soták *et al.*, 2021).

A disfunção diafragmática induzida pelo ventilador (DDIV) corresponde a fraqueza do músculo diafragma associado a VM, tendo por característica a redução de sua espessura e por consequência a atrofia e perda gradual da função (YU *et al.*,

2019; Qian *et al.*, 2018; Dionisio *et al.*, 2019). A atrofia diafragmática é de alta incidência nos pacientes ventilados, estando relacionada ao tempo submetido a VM, a longos períodos de desmame, retardo da extubação e falha em manter respiração espontânea (Van Hollebeke *et al.*, 2022; Guimarães *et al.*, 2021; Shrager *et al.*, 2021).

Entre os músculos respiratórios, o diafragma é motor primário da inspiração, sendo considerado como musculatura acessória os intercostais internos, externos, e os músculos abdominais, além dos escalenos e esternocleidomastóideo (Van Hollebeke *et al.*, 2022; Hung *et al.*, 2022; Amara *et al.*, 2022).

Há diminuição da espessura muscular do diafragma em aproximadamente 25% dos pacientes em VM decorrente da redução de massa muscular associados ao tempo de ventilação (Shi *et al.*, 2021). Dessa forma, a utilização do ultrassom na medição do diafragma demonstra que a redução de sua espessura pode diminuir a força da musculatura inspiratória (Hung *et al.*, 2022). Além disso, os achados de aumento da quantidade de células inflamatórias e proteólise, redução da síntese proteica e massa muscular como esclarecimento da diminuição da força gerada pelo diafragma nos exames de biópsias realizados nessa musculatura dos pacientes submetidos a VM (Van Hollebeke *et al.*, 2022).

Após o desmame, a fraqueza de musculatura inspiratória tem impacto duas vezes maior ao paciente do que a fraqueza periférica adquirida na UTI, sendo o processo de reabilitação pulmonar imprescindível para autonomia respiratória do paciente (Bissett *et al.*, 2023). Dessa forma, os atuais métodos de treinamento muscular inspiratório (TMI) abrangem o treino de pressão limiar, resistência e de carga dos músculos respiratórios (Hung *et al.*, 2022).

O presente estudo surge com o objetivo de analisar os efeitos fisiológicos do treinamento de musculatura inspiratória e sua influência para o sucesso no desmame e extubação efetiva.

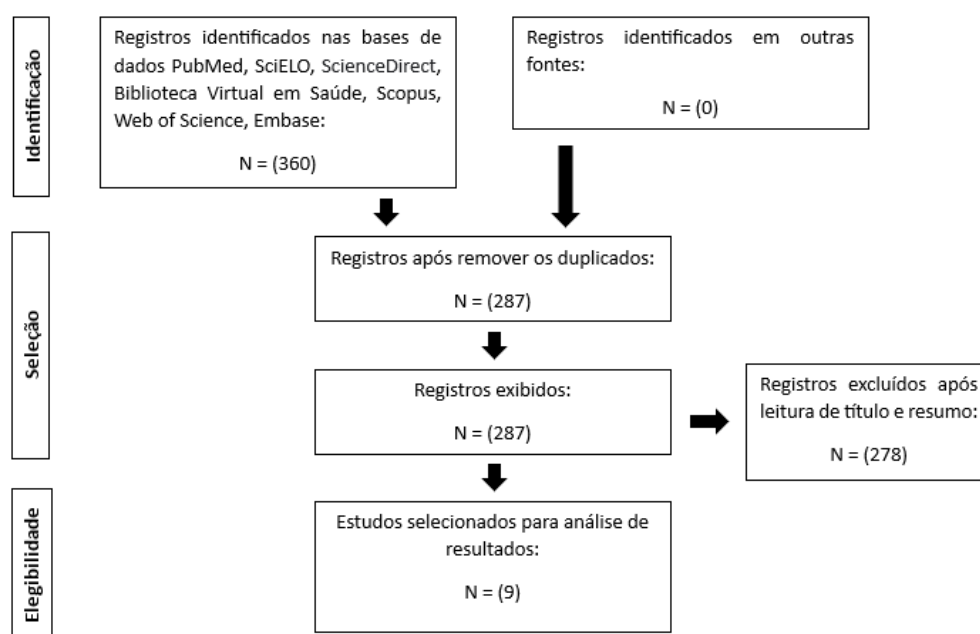
METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão bibliográfica onde foi realizada uma busca por artigos nos idiomas inglês e português, nas bases de dados PubMed (serviço da

U. S. National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online), ScienceDirect, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scopus, Web of Science e Embase, foram pesquisados trezentos e sessenta artigos entre os meses de junho a julho de 2023. Utilizando os seguintes descritores em inglês: *Muscle Strength* (força muscular), *Respiratory Muscles* (músculos respiratórios), *Ventilator Weaning* (desmame do ventilador) verificados nos descritores em ciências da saúde (DeCS), sendo inseridos com o operador booleano “AND” (e). Os artigos utilizados seguem o limite cronológico de 2017 a 2023.

Como critérios de inclusão foi utilizado: tratar de pesquisas realizadas em seres humanos, ensaios clínicos que analisaram os efeitos do treinamento da musculatura respiratória em pacientes submetidos à ventilação mecânica, estar disponível na íntegra nas bases científicas eletrônicas já descritas e com um período de publicação entre os anos 2017 e 2023, nos idiomas inglês e português.

Figura 1 - Fluxograma dos estudos selecionados nas bases de dados eletrônicas de acordo com avaliação PRISMA.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A busca foi realizada por dois revisores, que avaliaram os títulos e resumos independentemente; se existisse alguma discordância entre estes quanto à seleção dos artigos, esta seria resolvida por um terceiro revisor. Após esta primeira seleção,

os artigos foram lidos na íntegra e aqueles que não estivessem dentro dos critérios estabelecidos foram excluídos do estudo.

Para organizar as informações dos artigos, foi realizada uma síntese das principais informações de cada estudo em um quadro que contém os seguintes tópicos: título, autor, ano, metodologia e principais resultados.

Para realização da qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão, foi utilizada a escala de avaliação PEDro.

RESULTADOS

Nas pesquisas realizadas nas bases de dados eletrônicas foram identificados artigos com potencial relevância (Figura 1). Nas bases foram encontradas 17 (dezessete) no PubMed, 1 (um) no SciELO, 176 (cento e setenta e seis) no ScienceDirect, 15 (quinze) na BVS, 53 (cinquenta e três) no Scopus, 34 (trinta e quatro) no Web of Science e 64 (sessenta e quatro) no Embase. Desses, após a análise do título e resumo foram excluídos 12 (doze) do PubMed, 1 (um) do SciELO, 174 (cento e setenta e quatro) do ScienceDirect, 15 (quinze) da BVS, 52 (cinquenta e dois) da Scopus, 34 (trinta e quatro) do Web of Science e 63 (sessenta e três) do Embase pois se tratava de duplicatas, não abordarem o assunto escolhido ou por serem artigos de revisão. Dessa forma, conforme descrição dos critérios de inclusão, foram elegíveis 9 (nove) estudos para a leitura na íntegra.

As informações principais e as características dos artigos selecionados estão expostas no (Quadro 1). Os estudos foram realizados em diversos países: Austrália (n = 3), China (n = 1), Brasil (n = 2), Colômbia (n = 1), Taiwan (n = 1), Bélgica (n = 1). Em sua distinção, o quantitativo de participantes variou de 21 a 126 pessoas e a faixa etária de 18 a 86 anos. Notou-se que a participação dos estudos foi majoritariamente masculina.

Quadro 1 - Detalhamento das características dos artigos selecionados para análise.

Título	Autor/ Ano	Metodologia	Principais Resultados
<i>Does mechanical threshold inspiratory muscle</i>	Bissett <i>et al.</i> , (2023)	Estudo controlado randomizado com 70 participantes dependentes	Houve melhora na dispneia e qualidade de vida dos pacientes após liberação do

<i>training promote recovery and improve outcomes in patients who are ventilator-dependent in the intensive care unit? The IMPROVE randomised trial</i>		por pelo menos 7 dias da VM foram alocados em grupos para comparação entre o tratamento habitual e o TMI com dispositivo mecânico de limiar com mola.	ventilador, contudo não foram observados resultados significativos no que tange a força e resistência dos músculos inspiratórios, como também na redução de tempo da VM.
<i>Feasibility, safety, and patient acceptability of electronic inspiratory muscle training in patients who require prolonged mechanical ventilation in the intensive care unit: A dual-centre observational study</i>	Nickels et al., (2023)	Estudo de coorte observacional, com amostragem por conveniência onde foram selecionados 40 pacientes de duas UTI's diferentes para TMI utilizando um dispositivo eletrônico (POWERbreathe KH2, POWERbreathe, Reino Unido) realizando 5 séries de 6 respirações na carga máxima tolerada a cada dia da semana, totalizando 242 sessões.	Houve aumentos pequenos, mas estatisticamente significativos, observados na FC, PA e FR nas sessões de tratamento. No entanto, nenhuma dessas alterações fisiológicas foi clinicamente significativa (por exemplo, alteração da FC de 98 e 99). A grande maioria (85%) dos participantes relatou que o TMI ajudou na recuperação.
<i>Impact of Inspiratory Muscle Training on Weaning Parameters in Prolonged Ventilator-Dependent Patients: A Preliminary Study</i>	Chang; Hsiao; Chang,(2022)	Um estudo preliminar no qual 42 pacientes em uso de PMV foram divididos em grupo controle, que recebeu os cuidados de rotina e o grupo experimental, que recebeu o ajuste do treinamento de sensibilidade de disparo do ventilador.	O estudo confirmou que o ajuste da sensibilidade de disparo do ventilador para treinamento muscular inspiratório pode melhorar a PImáx, RSBI, VT e a relação P/F em pacientes com VPM, aumentando assim a possibilidade de desmame da ventilação mecânica.
<i>Effect of abdominal weight training with and without cough machine assistance on lung function in the patients with prolonged mechanical ventilation: a randomized trial.</i>	Hung et al., (2022)	Ensaio clínico controlado randomizado com 40 pacientes em uso de ventilador. Principais patologias eram pulmonares e respiratórias foram submetidas a grupos de: Treinamento de peso abdominal (AWT), AWT com máquina de tosse (CM) e grupo controle	O grupo de intervenção da AWT apresentou melhora na função pulmonar e força muscular respiratória, em consonância com o WWT associado a CM que também apresentou melhora na função da tosse. O grupo controle não obteve diferenças significativas.
<i>Comparing two types of loading during inspiratory muscle training in patients with weaning difficulties: An</i>	Van Hollebeke et al., (2022)	Estudo exploratório com pacientes com dificuldade de desmame onde os pacientes realizaram duas sessões de TMI sequencialmente, em ordem aleatória no mesmo	O TMI com carga resistiva de fluxo cônico permite maior expansão de volume e respostas de taxas de fluxo inspiratório mais altas do que o TMI com carga de limiar de pressão durante a respiração

<i>exploratory study</i>		dia com carga limite de pressão e carga resistiva de fluxo cônico com um dispositivo eletrônico POWERbreathe KH2, POWERbreathe International Ltd, Reino Unido) contra uma carga inicial idêntica definida na maior carga tolerável.	contra uma carga inspiratória externa inicial identicamente alta. Além disso, o TMI com carga resistiva de fluxo cônico foi percebido como menos desagradável pelos pacientes do que o TMI com carga de limiar de pressão.
<i>High-Intensity Inspiratory Muscle Training Improves Scalene and Sternocleidomastoid Muscle Oxygenation Parameters in Patients With Weaning Difficulties: A Randomized Controlled Trial</i>	Van Hollebeke <i>et al.</i> , (2022)	Ensaio controlado randomizado com 47 que apresentavam dificuldade no desmame foram divididos em grupos de Treinamento muscular inspiratório (TMI) de alta intensidade e grupo controle submetidos a TMI simulado de baixa intensidade através de um dispositivo eletrônico de carregamento resistivo de fluxo cônico para observar a oxigenação dos músculos escalenos e esternocleidomastóideo.	Observou-se maiores índices de oxigenação, capacidade vital forçada e pico de fluxo inspiratório após TMI de alta intensidade no músculo esternocleidomastóideo no grupo de TMI com alta intensidade, contudo os resultados foram semelhantes para os escalenos quando comparados o grupo controle e de intervenção.
<i>Inspiratory Muscle Training With an Electronic Resistive Loading Device Improves Prolonged Weaning Outcomes in a Randomized Controlled Trial</i>	Guimarães <i>et al.</i> , (2021)	Estudo prospectivo controlado randomizado com pacientes traqueostomizados em VM. 110 indivíduos foram divididos em grupo controle com tratamento tradicional e em grupo experimental com TMI com POWER respire K-5.	Observou-se aumento de força muscular respiratória no grupo de intervenção, além de associar o TMI às taxas de sobrevida e desmame bem-sucedido.
<i>Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48 hours or more: A Randomized Controlled Clinical Trial</i>	Moreno <i>et al.</i> , (2019)	Ensaio clínico randomizado controlado no qual 126 pacientes em uso de VM foram divididos em grupo controle, que recebeu manejo convencional, e grupo experimental, submetidos a TMI com Threshold.	Não foram observadas mudanças significativas de redução de tempo de desmame e aumento de força de musculatura respiratória entre o grupo controle e o experimental.
<i>Inspiratory Muscle Training in the Intensive Care</i>	Tonella <i>et al.</i> , (2017)	Estudo piloto, prospectivo e randomizado pacientes traqueostomizados que	No grupo EIMT, a pressão inspiratória máxima (PIM) após o treinamento foi

<i>Unit: A New Perspective</i>		necessitam de VM em uma unidade de terapia intensiva (UTI). 21 pacientes foram randomizados: 11 no grupo INP (programa de nebulização intermitente) e 10 no grupo EIMT (treinamento muscular inspiratório eletrônico).	significativamente maior do que antes ($P = 0,017$), não houve alterações hemodinâmicas e o tempo total de desmame foi menor do que no grupo INP ($P = 0,0192$).
--------------------------------	--	--	--

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para realização da qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão, foi utilizada a escala de avaliação metodológica PEDro, conforme descrito no (Quadro 2). Foram obtidos ótimos resultados com média geral de 6,4 pontos, sendo considerados trabalhos confiáveis.

A escala PEDro tem por objetivo a identificação de estudos que possuem informações estatísticas relevantes quanto à qualidade metodológica necessária para interpretação de resultados confiáveis (Shiwa *et al.*, 2011).

Quadro 2 - Classificação dos artigos de acordo com a escala PEDro.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Bissett <i>et al.</i> , (2023)	X	X	X	-	-	-	X	-	X	X	X	6
Nickels <i>et al.</i> , (2023)	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	5
Chang; Hsiao; Chang (2022)	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	5
Hung <i>et al.</i> , (2022)	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	6
Van Hollebeke <i>et al.</i> , (2022)	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	8
Van Hollebeke <i>et al.</i> , (2022)	X	X	-	X	X	-	-	-	X	X	X	6
Guimarães <i>et al.</i> , (2021)	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	6
Moreno <i>et al.</i> , (2019)	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	9
Tonella <i>et al.</i> , (2017)	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	7

1 - Critérios de elegibilidade (item importante a ser observado, mas não conta na pontuação); 2 - Alocação aleatória dos sujeitos; 3 - Alocação oculta dos sujeitos; 4 - Semelhança entre os grupos no início do estudo; 5 - Sujeitos cegos; 6 - Terapeutas cegos; 7 - Avaliadores cegos; 8 - Mensuração de 85% dos resultados; 9 - Intenção do tratamento; 10 - Comparação entre os grupos; 11 - Precisão e Variabilidade. (X) = Contempla, (-) = Não contempla ou não informado pelos autores.

DISCUSSÃO

A DDIV possui influência direta na redução da capacidade fisiológica de manter uma respiração espontânea, tendo os pacientes com VM prolongada um retardo em seu desmame (Guimarães *et al.*, 2021). A capacidade respiratória espontânea é crucial para o sucesso do desmame do ventilador, dentre os índices de avaliação do funcionamento da mecânica respiratória involuntária é possível destacar o volume corrente (VC), frequência respiratória (FR), volume minuto, P_{Imáx} e o índice de respiração rápida e superficial (IRRS) (Lins *et al.*, 2023; Van Hollebeke *et al.*, 2022).

As possíveis influências do treinamento muscular inspiratório (TMI) correspondem à maior eficiência do diafragma e músculos intercostais, melhora da perfusão redistribuída periféricamente e modulação do metaborreflexo associado à fadiga do diafragma (Bissett *et al.*, 2023). Dessa forma, o treinamento muscular respiratório (TMR) é utilizado nas estratégias de manejo para melhora de resistência e força dos músculos responsáveis pela respiração (Moreno *et al.*, 2019; Tonella *et al.*, 2017).

Ao avaliar a função respiratória através da medição dos parâmetros de VC, capacidade vital (CV) e IRRS observou-se que os pacientes submetidos ao protocolo de treinamento da musculatura respiratória por peso abdominal apresentaram evolução na função respiratória, melhora fisiológica da força muscular respiratória mensurada através P_{Imax} e P_E_{max}, além de resultado satisfatório na eficácia da tosse no qual aumentou o pico de fluxo de tosse (PCF) (Hung *et al.*, 2022).

Na perspectiva de analisar o índice de oxigenação de músculos inspiratórios esternocleidomastóideo e escalenos, comparou o TMI de baixa intensidade (10% da P_{Imax}, não tendo alteração de carga) e de alta intensidade (iniciando com carga de 30% com progressão) com utilização de um dispositivo eletrônico de carregamento resistivo de fluxo cônico (POWERbreathe KH2), sendo instruídos a realizar inspirações profundas, máximas e rápidas resistindo a carga inspiratória e fazer uma expiração total. Neste estudo, chegou-se à conclusão de que os resultados de índice de saturação do escaleno e força muscular inspiratória foram semelhantes em ambos os grupos, contudo, naqueles submetidos a TMI de alta intensidade apresentaram melhores prognósticos referentes ao índice de saturação de oxigênio do esternocleidomastóideo, na capacidade vital forçada (CVF) e no pico de fluxo

inspiratório (Van Hollebeke *et al.*, 2022). Semelhante, o POWERbreathe KH2 também foi utilizado em pacientes traqueostomizados iniciando com carga resistiva de 30% da P_{lmáx} e aumentado 10% diariamente. Como resultado, os grupos não diferiram quanto aos valores do IRRS antes ou depois do respectivo tratamento, entretanto a P_{lmáx} obteve aumento significativo no grupo experimental (Tonella *et al.*, 2017).

Ainda utilizando o dispositivo de treinamento inspiratório eletrônico POWERbreathe (Respira K-5), os pacientes realizavam inspirações fortes e rápidas contra resistência com inspiração e expiração completas. Foi acrescentado na avaliação o índice de esforço inspiratório cronometrado (TIE), sendo este configurado como a razão entre P_{lmax} após um período de 30 segundos pelo tempo necessário para seu alcance com vias aéreas ocluídas com válvula unidirecional por 60 segundos. Como resultados foi observado que os pacientes submetidos ao TMI tiveram diferenças significativas dos valores do TIE e P_{lmax}, indicando o ganho de força muscular, bem como os valores de sucesso de desmame foram maiores nos grupos de intervenção, fazendo assim, afirmarem que o TMI pode reduzir tempo de VM (Guimarães *et al.*, 2021).

Ao realizar o ajuste da sensibilidade de disparo do ventilador como método de TMI e ajustando esse valor inicialmente em 10% da P_{lmáx} com progressão semanal da sensibilidade e tempo de terapia por 6 semanas foi possível observar que houveram diferenças significativas no progresso da P_{lmáx} e do IRRS no grupo experimental em comparação ao grupo controle (Chang; Hsiao; Chang, 2022).

Contudo, ao ser realizado a terapia com o treinador muscular inspiratório Threshold para realizar o TMI de alta intensidade e baixa repetição não foi possível observar diferenças estatísticas sobre a resistência muscular inspiratória e força (P_{lmáx}), entretanto o grupo TMI demonstrou ganhos significativos de melhora na qualidade de vida e dispneia pós extubação. (Bissett *et al.*, 2023). Em consonância, também foi utilizado o Threshold com o grupo experimental para analisar os efeitos da TMI sobre a redução de tempo e aumento da força muscular respiratória, dentre os resultados não houveram diferenças significativas quando comparado ao grupo controle, tampouco alterações relevantes na média de P_{lmax} entre os grupos. (Moreno *et al.*, 2019).

Porém, ao comparar com outros estudos, a possível explicação de não obter respostas positivas referentes a mudanças de PI_{max} e consequente tempo de liberação da VM pode ser explicada devido faixa limitada de treinamento dos dispositivos mecânicos simples de limiar (9-41 cmH₂O) em comparação com os equipamentos eletrônicos do TMI que permitem faixas entre (2-200 cmH₂O), estando estes mais adequados para o treinamento de pacientes na UTI (Bissett *et al.*, 2023). Quando comparado o IMT com carga resistiva de fluxo cônico e de limiar de pressão, o primeiro apresenta maiores taxas de fluxo inspiratório e expansão de volume, além de ser mais aceitável pelos pacientes (Van Hollebeke *et al.*, 2022).

Ainda, o tempo de terapia pode não ser suficiente para causar mudanças consideráveis estatisticamente devido a necessidade de um período aproximado de 14 dias de TMI para que ocorra proliferação das fibras tipo I e II dos músculos intercostais, aumento inspiratório da perfusão muscular e consequentemente alterações na força muscular (Moreno *et al.*, 2019).

Dessa forma, é possível avaliar que o TMI possui repercussão no aumento da pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$), que corresponde a força do diafragma e capacidade vital, além do aumento da pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$), indicando a força dos músculos abdominais e intercostais, reduzindo quantidade elevada de dióxido de carbono em pacientes em VM prolongada, tendo por consequência um desmame eficaz (Hung *et al.*, 2022; Tonella *et al.*, 2017). Por fim, durante o TMI é possível observar pequeno aumento de frequência cardíaca, pressão arterial e frequência respiratória, porém não ocorreu eventos adversos clinicamente significativos, evidenciando a segurança do treinamento em pacientes hospitalizados (Nickels *et al.*, 2023; Hearn *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

O TMI demonstrou seus principais efeitos fisiológicos no aumento da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$, sendo esses um importante preditor de força muscular respiratória necessária para uma extubação efetiva. Ainda, possui repercussão sobre o aumento do pico de fluxo inspiratório, pico de fluxo de tosse, capacidade vital forçada, índice de TIE e IRRS. Dentre os principais métodos de treinamento o POWERbreathe, o treinamento por peso abdominal e ajuste de sensibilidade do ventilador

apresentaram melhores efeitos sobre o prognóstico da musculatura respiratória. Os resultados podem ter influência de faixas de resistência impostas pelos dispositivos e também pelo tempo de terapia.

Os resultados confirmam que o TMI é seguro para realização em pacientes submetidos a VM nas UTI's e possui relevância metodológica para o aumento da força dos músculos respiratórios e consequente redução de tempo de VM por DDIV.

REFERÊNCIAS

AMARA, Vedaghosh *et al.* Evaluation of abdominal expiratory muscle thickness pattern, diaphragmatic excursion, and lung ultrasound score in critically ill patients and their association with weaning patterns: A prospective observational study. **Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, Official Publication of Indian Society of Critical Care Medicine**, v. 26, n. 3, p. 307, 2022. DOI: 10.5005/jp-journals-10071-24125. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9015937/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

BISSETT, Bernie M. *et al.* Does mechanical threshold inspiratory muscle training promote recovery and improve outcomes in patients who are ventilator-dependent in the intensive care unit? The IMPROVE randomised trial. **Australian Critical Care**, v. 36, n. 4, p. 613-621, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1036731422000923#:~:text=In%20patients%20who%20have%20been,quality%20of%20life%20and%20dyspnoea>. Acesso em: 14 jun. 2023.

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. 23779608221111717, 2022. DOI: 10.1177/23779608221111717. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9274399/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

DA SILVA GUIMARÃES, Bruno *et al.* Inspiratory muscle training with an electronic resistive loading device improves prolonged weaning outcomes in a randomized controlled trial. **Critical Care Medicine**, v. 49, n. 4, p. 589-597, 2021. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004787. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3332819/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

DIONISIO, Maria Teresa *et al.* Ultrasound assessment of ventilator-induced diaphragmatic dysfunction in Paediatrics. **Acta medica portuguesa**, v. 32, n. 7-8, p. 520-528, 2019. DOI: 10.1016/j.prrv.2020.12.002. Epub 2021 Feb 23. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526054221000051?via%3Diuhub>. Acesso em: 14 jun. 2023.

HEARN, Ellie *et al.* Inspiratory muscle training in intensive care unit patients: An international cross-sectional survey of physiotherapist practice. **Australian Critical Care**, v. 35, n. 5, p. 527-534, 2022. DOI: 10.1016/j.aucc.2021.08.002. Epub 2021 Sep 8. Disponível em: [https://www.australiancriticalcare.com/article/S1036-7314\(21\)00128-4/fulltext](https://www.australiancriticalcare.com/article/S1036-7314(21)00128-4/fulltext). Acesso em: 14 jun. 2023.

HUNG, Tsai-Yi *et al.* Effect of abdominal weight training with and without cough machine assistance on lung function in the patients with prolonged mechanical ventilation: a randomized trial. **Critical Care**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2022. DOI: 10.1186/s13054-022-04012-1. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9131694/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

LINS, Axell Timotheo Lima Acioli *et al.* Weaning from mechanical ventilation - literature review. **Brazilian Journal of Development**, Brazilian Journal of Development, v. 9, ed. 5, p. 17200-17215, 2023. DOI 10.34117/bjdv9n5-181. Disponível em: Brazilian Journal of Development. Acesso em: 13 set. 2023.

MORENO, LM Sandoval *et al.* Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48 hours or more: A Randomized Controlled Clinical Trial. **Medicina Intensiva (English Edition)**, v. 43, n. 2, p. 79-89, 2019. DOI: 10.1016/j.medin.2017.11.010. Epub 2018 Feb 3. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0210569117303418?via%3dihub>. Acesso em: 14 jun. 2023.

NICKELS, Marc *et al.* Feasibility, safety, and patient acceptability of electronic inspiratory muscle training in patients who require prolonged mechanical ventilation in the intensive care unit: A dual-centre observational study. **Australian Critical Care**, 2023. DOI: 10.1016/j.aucc.2023.04.008. Epub ahead of print. Disponível em: [https://www.australiancriticalcare.com/article/S1036-7314\(23\)00062-0/fulltext](https://www.australiancriticalcare.com/article/S1036-7314(23)00062-0/fulltext). Acesso em: 14 jun. 2023.

QIAN, Zhicheng *et al.* Ultrasound assessment of diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. **BMJ open**, v. 8, n. 9, p. e021189, 2018. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-021189. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6173234/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SHI, Zhong-Hua *et al.* Changes in respiratory muscle thickness during mechanical ventilation: focus on expiratory muscles. **Anesthesiology**, v. 134, n. 5, p. 748-759, 2021. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003736. Disponível em: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/134/5/748/115471/Changes-in-Respiratory-Muscle-Thickness-during>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Shiwa SR, Costa LOP, Moser ADL, Aguiar IC, Oliveira LVF. PEDro: **a base de dados de evidências em fisioterapia**. *Fisioter Mov.* 2011;24(3):523-533. DOI:

10.1590/S0103-51502011000300017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300017>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SHRAGER, Joseph B. *et al.* Rationale and design of a mechanistic clinical trial of JAK inhibition to prevent ventilator-induced diaphragm dysfunction. **Respiratory medicine**, v. 189, p. 106620, 2021. DOI: 10.1016/j.rmed.2021.106620. Epub 2021 Sep 21. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8671221/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SOTÁK, Michal *et al.* Phrenic nerve stimulation prevents diaphragm atrophy in patients with respiratory failure on mechanical ventilation. **BMC Pulmonary Medicine**, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01677-2>. Acesso em: 14 jun. 2023.

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. DOI: 10.14740/jocmr3169w. Epub 2017 Oct 2. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5633094/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

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. DOI: 10.3389/fphys.2022.786575. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8864155/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

VAN HOLLEBEKE, Marine *et al.* Comparing two types of loading during inspiratory muscle training in patients with weaning difficulties: An exploratory study. **Australian Critical Care**, v. 36, n. 4, p. 622-627, 2023. DOI: 10.1016/j.aucc.2022.07.001. Epub 2022 Aug 27. Disponível em: [https://www.australiancriticalcare.com/article/S1036-7314\(22\)00091-1/fulltext](https://www.australiancriticalcare.com/article/S1036-7314(22)00091-1/fulltext). Acesso em: 14 jun. 2023.

YU, Teng-Jen *et al.* Effects of theophylline therapy on respiratory muscle strength in patients with prolonged mechanical ventilation: a retrospective cohort study. **Medicine**, v. 98, n. 2, 2019. DOI: 10.1097/MD.00000000000013982. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6336648/#:~:text=This%20study%20results%20showed%20that,patients%20with%20prolonged%20mechanical%20ventilation>. Acesso em 14 jun. 2023.