

EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE A PRESSÃO INSPIRATÓRIA E EXPIRATÓRIA MÁXIMA NO PÓS EXTUBAÇÃO

Bruno Cesar Carvalho Filho^{1,2}, Ana Paula Pinto^{1,2}, Lucas Pinto Salles Dias¹.

¹ Hospital Municipal José de Carvalho Florence, R. Saigiro Nakamura, 800 - Vila Industrial, São José dos Campos - SP, 12220-280, Brasil

² Centro Universitário UFBRA, R. Dolzani Ricardo, 335 - Centro, São José dos Campos - SP, 12210-110, Brasil

Resumo

A perda de massa muscular dentro do setor de terapia intensiva é um dos grandes desafios para toda equipe multidisciplinar, especialmente os fisioterapeutas. O uso de sedativos e o repouso prolongado, comuns na terapia intensiva, dificultam a manutenção dos músculos, tornando o treinamento específico crucial. Métodos: Foi utilizado um protocolo de treinamento muscular com auxílio do POWERbreathe®, utilizando medidas da pressão inspiratória máxima (P_{ímáx}) e expiratória máxima (P_{emáx}) para nortear a aplicação de carga sobre a estrutura muscular do paciente para ganhos de força e contratilidade muscular. Resultados: Os resultados demonstraram melhora do padrão respiratório no exame clínico, além de aumento significativo da pressão inspiratória máxima e da pressão expiratória máxima ao final do protocolo. Conclusão: A utilização do POWERbreathe® em um protocolo específico mostrou-se eficaz para a reabilitação da força muscular respiratória, evidenciada pelo aumento da P_{ímáx} e P_{emáx}.

Palavras-chave: Pressão Inspiratória máxima. Treinamento Muscular. PowerBreathe®. Reabilitação.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde.

Introdução

O paciente crítico dentro das unidades de terapia intensiva (UTI) sofre das adversidades causadas pela internação, como o posicionamento no leito, imobilização, uso de sedação e a utilização de drogas vasoativas, que provocam efeitos secundários ao organismo, sendo os órgãos vitais e sistema musculoesquelético os mais atingidos pelo repouso prolongado (NAKANISHI, 2020).

Durante a internação na UTI, a perda muscular global de um paciente chega a aproximadamente 2 a 3% ao dia, causada principalmente pela falta de mobilização e pelo hipermetabolismo decorrente de infecções e processos inflamatórios, sendo ambas as principais causas de óbitos dentro do setor intensivo (FAZZINI, 2023).

Devido ao mal estado geral dos pacientes internados, grande parte necessita de ventilação mecânica, drogas vasoativas, sedativos e, em casos de maior gravidade, a utilização de bloqueadores neuromusculares, medicamentos que paralisam a atividade nervosa, causando perda completa da contratilidade muscular e consequente perda acelerada de massa muscular (PETRUCCI, 2025).

O diafragma, principal músculo da ventilação pulmonar, utiliza a pressão negativa para realizar a entrada e saída de gases nos pulmões, não estando isento da perda abrupta de massa e eficiência muscular causada pelos efeitos adversos da internação, incluindo a ventilação invasiva, o qual por desuso ou lesões induzidas pela mesma, sendo alvo de estudo (TAKAHASHI et al., 2023).

O PowerBreathe® é um dispositivo de treinamento muscular inspiratório que oferece resistência ajustável utilizando carga linear, promovendo recrutamento e fortalecimento dos músculos respiratórios. Estudos demonstram que seu uso pode aumentar significativamente a P_{ímáx} e a P_{emáx}, melhorar a função respiratória e auxiliar no desmame ventilatório, sendo eficaz tanto em pacientes crônicos quanto críticos (WU et al., 2017).

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do treinamento muscular respiratório em um paciente internado no período de pós extubação na unidade de terapia intensiva.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de série de casos, com análise prospectiva de prontuário, com objetivo de estudar o processo de desmame da ventilação mecânica invasiva seguindo o protocolo atual da instituição, com a mensuração de alguns parâmetros quantitativos, não invasivos, procedimentos dentro da rotina de reabilitação fisioterapêutica de cuidados com o paciente crítico.

Os critérios de inclusão foram: Participantes com 18 anos ou mais, tempo igual ou superior a 24 horas de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI igual ou superior a 24 horas, prognóstico de extubação e teste de respiração espontânea positivo. E os critérios de exclusão foram: Idade inferior a 18 anos, instabilidade hemodinâmica, gravidez evidente ou referida e doenças neurodegenerativas.

O desfecho utilizado neste trabalho, foi de uma amostra, ou seja, um participante, o qual a paciente selecionada por conveniência de um estudo maior em andamento (CAAE 84409624.0.0000.5451, parecer de aprovação 7.529.393), internada em UTI adulto, do Hospital Municipal Dr. José de Carvalho Florence, localizado em São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

O caso escolhido (n=1), foi uma paciente do sexo feminino, 50 anos, internada em fevereiro de 2025, na unidade de terapia intensiva adulto, por sepse de foco abdominal a esclarecer. Durante a internação prolongada na UTI foi submetida a 2 intubações orotraqueais por descompensação do quadro clínico geral e sepse com piora importante da função respiratória, sendo que em conjunto com equipe multidisciplinar e possibilidade do quadro no último período de intubação, titulou-se a sedação com meta RASS 0 com o objetivo de otimizar o treinamento muscular respiratório.

A força muscular inspiratória e expiratória foi avaliada por meio da mensuração da pressão inspiratória máxima (P_Imax) e pressão expiratória máxima (P_Emax), obtida por meio de manovacuometria, durante o período em que a paciente se encontrava mecanicamente ventilada e sete dias após a extubação. Não foram realizadas medições diárias para evitar fadiga adicional na paciente em recuperação. A mensuração foi realizada utilizando o manovacuômetro (Manovacuômetro Analógico +/- 300 cmH₂O, Murenas, Brasil) realizando esforço máximo por três vezes em cada medida (P_Imax e P_Emax) e utilizando o melhor valor como base da avaliação.

O treinamento muscular respiratório foi realizado com o dispositivo PowerBreathe® (NCS do Brasil, Brasil), utilizando carga mecânica ajustada em 40 a 60% do valor da P_Imax aferido na primeira mensuração da paciente. A escolha da carga de 40% baseou-se em recomendações fisiológicas de estudos anteriores (JOYNER; BAKER, 2021), onde a carga era suficiente para recrutamento da musculatura inspiratória sem promover sobrecarga metabólica excessiva ou fadiga, especialmente considerando o quadro clínico de sepse grave e pneumonia da paciente.

A intervenção consistiu em três sessões diárias, divididas entre manhã, tarde e noite, realizadas ao longo de sete dias consecutivos após a extubação da paciente, seguindo o protocolo de 3 séries de 10 ciclos respiratórios em cada período do dia, visando à reabilitação da musculatura respiratória.

Os critérios de inclusão foram Participantes com 18 anos ou mais, tempo igual ou superior a 24 horas de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI igual ou superior a 24 horas, prognóstico de extubação e teste de respiração espontânea positivo. Critérios de exclusão foram Idade inferior a 18 anos, Instabilidade hemodinâmica, gravidez evidente ou referida, doenças neurodegenerativa

Resultados

A tabela 1 demonstra os valores da PImax e PEmax nos pós extubação imediato e após 5 dias.

Tabela 1 – Valores PIMax e PEmax.

Variável	D1	D5	Variação (%)
PImax (cmH ₂ O)	10	30	↑200%
PEmax (cmH ₂ O)	10	30	↑200%

Legenda: Unidade de medida em centímetro de água =cmH₂O; D1=1º dia pós-extubação; D5= 5º dia pós-extubação; % = porcentagem da variação (comprando D5 e D1); ↑= aumento.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Nota-se aumento de ambas as pressões com o treinamento muscular respiratório, em comparação ao primeiro dia pós-extubação e sétimo dia pós-extubação.

Ressalta-se que a paciente concluiu o desmame da ventilação mecânica, bem como não foi necessária nova intervenção de suporte ventilatório, com alta da UTI em 7 dias pós-extubação e alta hospitalar após 16 dias da admissão na enfermaria.

Discussão

A fraqueza muscular adquirida na UTI é um problema persistente e bem documentado na literatura, representando um desafio significativo para a equipe multidisciplinar (FUENTES-ASPE et al., 2024; JOLLEY; BUNNELL; HOUGH, 2016). A fraqueza diafragmática é particularmente preocupante, pois compromete o sucesso da extubação e a proteção das vias aéreas. O uso de dispositivos de treinamento muscular inspiratório, como o PowerBreathe®, tem se mostrado uma ferramenta valiosa na reversão desse quadro.

Os resultados deste estudo de caso demonstram um aumento de 2000% na PImax e 200% na PEmax em uma paciente com grave estado geral. Esses achados corroboram a literatura que demonstra a intervenção com carga mecânica para o fortalecimento da musculatura respiratória. O protocolo de treinamento utilizado, com uma carga ajustada em 40% da PImax inicial, está alinhado com as recomendações de Langer et al. (2015), que sugerem cargas superiores a 15% para promover ganhos significativos de força e contratilidade muscular, não obstante evitando fadiga excessiva com cargas mais altas (JENKINS et al, 2023).

É importante destacar o ganho expressivo na PEmax, mesmo diante de fatores limitantes como a obesidade, que reduz a complacência da caixa torácica e dificultam a ação dos músculos expiratórios (SHAH; KALTZAKAS, 2023; VERBRAEKEN; MCNICHOLAS, 2013).

A melhora na PEmax é um resultado crucial, pois reflete uma melhora global da função muscular e está diretamente relacionada com o pico de fluxo de tosse, essencial para a proteção das vias aéreas e prevenção de pneumonias hospitalares (SILVEIRA et al., 2024; MAN et al., 2003). O aumento da PImax, ao permitir um maior volume de ar inspirado, provavelmente contribuiu de forma secundária para a melhora na capacidade de expiração da paciente (SASAKI et al., 2005), uma vez que não foi utilizado um aparelho dedicado de fortalecimento específico de carga mecânica para a musculatura inspiratória e expiratória.

Os achados deste estudo de caso também se alinham com a literatura que compara diferentes dispositivos de treinamento muscular. Wu et al. (2017) e Oliveira et al. (2022) observaram que a

eficácia do treinamento se deve à aplicação da carga mecânica, independentemente do tipo de aparelho utilizado. Isso reforça que o princípio do treinamento por resistência é o fator-chave para a reabilitação do diafragma e dos músculos acessórios.

Uma limitação deste estudo é se tratar de um relato de caso, amostra única, sem grupo controle, o qual não foi possível realizar testes estatísticos de comparação com um grupo sem intervenção do treinamento muscular respiratório.

Em suma, os resultados indicam que a intervenção com treinamento muscular respiratório é eficaz na reabilitação respiratória de pacientes graves, mesmo em contextos clínicos complexos dentro de unidades de terapia intensiva. A capacidade de aumento dos valores da P_{Imáx} e P_{Emáx} sugere seu potencial para auxiliar na recuperação e na redução de complicações no ambiente da UTI, além de contribuir para o sucesso do desmame da ventilação mecânica.

Conclusão

O treinamento muscular inspiratório com POWERbreathe® mostrou-se eficaz para melhorar P_{Imáx} e P_{Emáx} no pós-extubação de paciente crítico, sugerindo potencial para auxiliar na reabilitação respiratória, sucesso do desmame da ventilação mecânica invasiva e na redução da mortalidade dentro da UTI.

Referências

- DA SILVA DE PAULA, Carla Rafaela *et al.* Effects of two different inspiratory muscle training devices on respiratory muscle strength, cardiopulmonary functional capacity, and quality of life of COPD patients. *Manual Therapy Posturology & Rehabilitation Journal*, v. 20, 2022.
- FAZZINI, Brigitta *et al.* The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Critical care (London, England)*, v. 27, n. 1, p. 2, 2023.
- FUENTES-ASPE, Rocío *et al.* Which factors are associated with acquired weakness in the ICU? An overview of systematic reviews and meta-analyses. *Journal of intensive care*, v. 12, n. 1, p. 33, 2024.
- JENKINS, Timothy O. *et al.* The metabolic cost of inspiratory muscle training in mechanically ventilated patients in critical care. *Intensive care medicine experimental*, v. 11, n. 1, p. 41, 2023.
- JOLLEY, Sarah E.; BUNNELL, Aaron E.; HOUGH, Catherine L. ICU-acquired weakness. *Chest*, v. 150, n. 5, p. 1129–1140, 2016.
- JOYNER, Michael J.; BAKER, Sarah E. Take a deep, resisted, breath. *Journal of the American Heart Association*, v. 10, n. 13, p. e022203, 2021.
- LANGER, Daniel *et al.* Efficacy of a novel method for inspiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Physical therapy*, v. 95, n. 9, p. 1264–1273, 2015.
- MAN, W. D. C. Cough gastric pressure and maximal expiratory mouth pressure in humans. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, n. 6, p. 714–717, 2003.
- NAKANISHI, Nobuto; TAKASHIMA, Takuya; OTO, Jun. Muscle atrophy in critically ill patients : a review of its cause, evaluation, and prevention. *The Journal of Medical Investigation*, v. 67, n. 1.2, p. 1–10, 2020.
- PETRUCCI, Martina *et al.* ICU-Acquired Weakness: From pathophysiology to management in critical care. *Emergency Care and Medicine*, v. 2, n. 1, p. 4, 2025.

SASAKI, Makoto; KUROSAWA, Hajime; KOHZUKI, Masahiro. Effects of inspiratory and expiratory muscle training in normal subjects. *Rigaku ryoho* [Journal of the Japanese Physical Therapy Association], v. 8, n. 1, p. 29–37, 2005.

SHAH, Neeraj M.; KALTSAKAS, Georgios. Respiratory complications of obesity: from early changes to respiratory failure. *Breathe* (Sheffield, England), v. 19, n. 1, p. 220263, 2023.

SILVEIRA, Bruna M. F. *et al.* Reliability and validity of maximal respiratory pressures. *Respiratory care*, v. 69, n. 7, p. 881–890, 2024.

TAKAHASHI, Yuta *et al.* Diaphragm dysfunction and ICU-acquired weakness in septic shock patients with or without mechanical ventilation: A pilot prospective observational study. *Journal of clinical medicine*, v. 12, n. 16, 2023.

VERBRAECKEN, Johan; MCNICHOLAS, Walter T. Respiratory mechanics and ventilatory control in overlap syndrome and obesity hypoventilation. *Respiratory research*, v. 14, p. 132, 2013.

WU, Weiliang *et al.* Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial. *Respiratory medicine*, v. 132, p. 84–91, 2017.