

MACHINE LEARNING APLICADO À PERSONALIZAÇÃO DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM PACIENTES ONCOLÓGICOS SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

EDITADO POR
Edson Silva-Filho

REVISADO POR
Juliana Guimarães

RECEBIDO: 08 de Maio de 2026

ACEITO: 21 de Maio de 2026

PUBLICADO: 07 de Junho de 2026

COPYRIGHT

© 2026. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CCBY). O uso, distribuição ou reprodução em outros fóruns é permitido, desde que o(s) autor(es) original(is) e o(s) proprietário(s) dos direitos autorais sejam creditados e que a publicação original neste periódico seja citada, de acordo com a prática acadêmica aceita. Não é permitido uso, distribuição ou reprodução que não esteja em conformidade com esses termos.

Cléssyo Tavares de Amorim Cavalcanti, Andrei Luiz Sales Teixeira,
Roberto Bezerra da Silva, Donato da Silva Braz Júnior

Centro de Ensino em Saúde/Faculdade Novo Horizonte – PE

RESUMO

Introdução: Pacientes oncológicos submetidos à ventilação mecânica na unidade de terapia intensiva apresentam elevada vulnerabilidade clínica, frequentemente associada à fraqueza muscular respiratória e dificuldades no desmame ventilatório. Nesse contexto, o treinamento muscular respiratório e o uso do machine learning vêm ganhando destaque na fisioterapia intensiva contemporânea. **Objetivo:** Analisar as evidências científicas relacionadas à aplicação do machine learning na personalização do treinamento muscular respiratório em pacientes oncológicos submetidos à ventilação mecânica na unidade de terapia intensiva. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, conduzida conforme o protocolo PRISMA 2020. As buscas foram realizadas nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Biblioteca Virtual em Saúde, utilizando descritores relacionados a machine learning, treinamento muscular respiratório, oncologia, ventilação mecânica e terapia intensiva. Foram incluídos estudos publicados entre 2020 e 2026. Ao final, 10 estudos compuseram a revisão. **Resultados:** Os estudos demonstraram crescente utilização de algoritmos de machine learning na predição de mortalidade, insuficiência respiratória e falha no desmame ventilatório em pacientes críticos. Além disso, o treinamento muscular respiratório apresentou benefícios na melhora da força muscular inspiratória, recuperação funcional respiratória e favorecimento do desmame ventilatório. Entretanto, observou-se escassez de estudos integrando inteligência artificial, fisioterapia respiratória e pacientes oncológicos críticos. **Discussão:** Os achados sugerem que a aplicação do machine learning na fisioterapia intensiva pode contribuir para maior individualização terapêutica, estratificação prognóstica e otimização dos desfechos clínicos em pacientes críticos. Contudo, a literatura ainda apresenta limitada exploração dessa integração no contexto da oncologia intensiva. **Conclusão:** O machine learning aplicado à personalização do treinamento muscular respiratório representa uma área promissora para a fisioterapia intensiva baseada em dados, podendo contribuir futuramente para abordagens terapêuticas mais individualizadas em pacientes oncológicos críticos.

Palavras-chave: Machine Learning; Treinamento Muscular Respiratório; Oncologia; Ventilação Mecânica; Unidade de Terapia Intensiva.

ABSTRACT

Introduction: Cancer patients undergoing mechanical ventilation in the intensive care unit present high clinical vulnerability, frequently associated with respiratory muscle weakness and difficult ventilatory weaning. In this context, respiratory muscle training and machine learning have gained relevance in contemporary intensive care physiotherapy. **Objective:** To analyze scientific evidence regarding the application of machine learning in the personalization of respiratory muscle training in cancer patients undergoing mechanical ventilation in the intensive care unit. **Methodology:** This is an integrative literature review conducted according to the PRISMA 2020 protocol. Searches were performed in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Virtual Health Library databases using descriptors related to machine learning, respiratory muscle training, oncology, mechanical ventilation, and intensive care. Studies published between 2020 and 2026 were included. A total of 10 studies composed the final sample. **Results:** The studies demonstrated increasing use of machine learning algorithms in predicting mortality, respiratory failure, and ventilatory weaning failure in critically ill patients. Respiratory muscle training showed benefits in improving inspiratory muscle strength, respiratory functional recovery, and ventilatory weaning. However, few studies integrated artificial intelligence, respiratory physiotherapy, and critically ill cancer patients. **Discussion:** The findings suggest that machine learning applied to intensive care physiotherapy may contribute to greater therapeutic individualization, prognostic stratification, and optimization of clinical outcomes in critically ill patients. Nevertheless, current literature still presents limited exploration of this integration in critical oncology care. **Conclusion:** Machine learning applied to the personalization of respiratory muscle training represents a promising field for data-driven intensive care physiotherapy and may contribute to more individualized therapeutic approaches in critically ill cancer patients.

Keywords: Machine Learning; Respiratory Muscle Training; Oncology; Mechanical Ventilation; Intensive Care Unit.

INTRODUÇÃO

Pacientes oncológicos internados em unidade de terapia intensiva (UTI) apresentam elevada complexidade clínica, frequentemente associada à insuficiência respiratória aguda, necessidade de ventilação mecânica invasiva e elevado risco de mortalidade. A progressão tumoral, os efeitos adversos dos tratamentos antineoplásicos e a presença de inflamação sistêmica contribuem diretamente para o desenvolvimento de fraqueza muscular adquirida na UTI, incluindo importante comprometimento da musculatura respiratória (KO et al., 2023). Além disso, o prolongamento da ventilação mecânica está associado à redução da funcionalidade, aumento do tempo de internação hospitalar e maiores dificuldades no processo de desmame ventilatório em pacientes críticos oncológicos (CARABALÍ-RIVERA et al., 2025).

Nesse contexto, o treinamento muscular respiratório (TMR), especialmente o treinamento muscular inspiratório, vem sendo amplamente utilizado como estratégia terapêutica para minimizar a fraqueza muscular respiratória e favorecer a recuperação funcional de pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica. Evidências recentes demonstram que o TMR promove aumento da pressão inspiratória máxima, melhora da resistência muscular respiratória e potencial redução do tempo de ventilação mecânica (CHAGAS et al., 2025). Revisões sistemáticas contemporâneas também sugerem que o treinamento muscular inspiratório pode aumentar as taxas de sucesso do desmame ventilatório e melhorar parâmetros respiratórios em pacientes críticos crônicos, embora ainda existam limitações metodológicas importantes nos estudos disponíveis (ALONSO-PÉREZ et al., 2025).

Entretanto, apesar dos benefícios observados, a resposta ao treinamento muscular respiratório apresenta elevada variabilidade entre pacientes críticos, especialmente na população oncológica. Fatores como sarcopenia, caquexia relacionada ao câncer, tempo de ventilação mecânica, estágio tumoral, inflamação sistêmica e presença de múltiplas disfunções orgânicas podem influenciar diretamente os resultados terapêuticos do TMR (SAMPAIO; FUZARI, 2022). Dessa forma, identificar previamente quais pacientes possuem maior probabilidade de responder favoravelmente ao treinamento muscular respiratório representa um importante desafio clínico para a fisioterapia intensiva contemporânea (XU et al., 2024).

Paralelamente, a inteligência artificial (IA), especialmente por meio das técnicas de machine learning, vem transformando significativamente a assistência em terapia intensiva. Algoritmos de aprendizado de máquina têm sido utilizados para desenvolver modelos preditivos capazes de identificar risco de mortalidade, falha de extubação, insuficiência respiratória e tempo prolongado

de ventilação mecânica em pacientes críticos (HÜSER et al., 2021). A capacidade desses modelos em analisar simultaneamente múltiplas variáveis clínicas, laboratoriais e ventilatórias permite identificar padrões complexos frequentemente não detectados pelos métodos estatísticos convencionais, contribuindo para maior precisão na tomada de decisão clínica (KIM et al., 2023).

Na oncologia intensiva, estudos recentes têm demonstrado resultados promissores na aplicação do machine learning para predição de desfechos clínicos e estratificação prognóstica. O modelo CanICU, desenvolvido por Ko et al. (2023), apresentou elevada acurácia na predição de mortalidade em pacientes oncológicos críticos admitidos em UTI utilizando variáveis obtidas nas primeiras 24 horas de internação. Além disso, pesquisas envolvendo pacientes com câncer pulmonar demonstraram que algoritmos de machine learning podem prever desfechos respiratórios e tempo de permanência hospitalar com maior desempenho quando comparados aos modelos tradicionais (ZHANG et al., 2024). Esses achados reforçam o potencial da inteligência artificial na individualização terapêutica e no desenvolvimento de abordagens clínicas baseadas em dados na oncologia crítica.

Apesar dos avanços relacionados tanto ao treinamento muscular respiratório quanto ao uso do machine learning em terapia intensiva, ainda são escassos os estudos que integrem simultaneamente inteligência artificial, fisioterapia respiratória e pacientes oncológicos internados em UTI. A ausência de modelos preditivos voltados especificamente à resposta ao treinamento muscular respiratório limita o desenvolvimento de estratégias terapêuticas personalizadas capazes de otimizar os desfechos clínicos e funcionais desses pacientes. Nesse sentido, investigar a aplicação do machine learning na predição da resposta ao treinamento muscular respiratório em pacientes oncológicos internados em terapia intensiva pode contribuir para o avanço da fisioterapia intensiva baseada em dados, favorecendo abordagens mais precisas, individualizadas e potencialmente mais eficazes na reabilitação respiratória de pacientes críticos oncológicos.

METODOLOGIA

Delineamento do estudo

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo e abordagem qualitativa, elaborada com o objetivo de identificar e analisar as evidências científicas relacionadas à aplicação do machine learning na predição da resposta ao treinamento muscular respiratório em pacientes oncológicos internados em unidade de terapia intensiva. A construção metodológica desta

revisão foi conduzida conforme as recomendações do checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020) (PAGE et al., 2021).

A revisão integrativa foi escolhida por possibilitar a síntese ampla do conhecimento científico disponível, permitindo a inclusão de estudos experimentais, observacionais e metodológicos relacionados à fisioterapia respiratória, terapia intensiva, oncologia crítica e inteligência artificial.

Estratégia de busca

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados:

- PubMed/MEDLINE;
- Scopus;
- Web of Science;
- Biblioteca Virtual em Saúde (BVS);
- ScienceDirect.

Foram utilizados descritores controlados pelos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), combinados por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”.

Os principais descritores utilizados foram:

- “Machine Learning”;
- “Artificial Intelligence”;
- “Respiratory Muscle Training”;
- “Inspiratory Muscle Training”;
- “Oncology”;
- “Cancer Patients”;
- “Intensive Care Unit”;
- “Mechanical Ventilation”;
- “Critical Care”.

Seleção dos estudos

O processo de seleção dos artigos ocorreu em três etapas, conforme recomendado pelo protocolo PRISMA 2020 (PAGE et al., 2021):

1. Identificação

Inicialmente, todos os estudos encontrados nas bases de dados foram exportados para um gerenciador de referências, sendo removidos os artigos duplicados.

2. Triagem

Posteriormente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos por dois revisores independentes, com o objetivo de identificar os estudos potencialmente elegíveis para compor a revisão.

3. Elegibilidade

Os artigos selecionados na etapa de triagem foram submetidos à leitura completa na íntegra para avaliação quanto aos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. As divergências entre os revisores foram resolvidas mediante consenso ou avaliação de um terceiro pesquisador.

Critérios de inclusão

Foram incluídos estudos que atenderam aos seguintes critérios:

- Artigos publicados entre os anos de 2020 e 2026;
- Estudos disponíveis na íntegra;
- Publicações nos idiomas português, inglês ou espanhol;
- Estudos envolvendo pacientes oncológicos adultos internados em unidade de terapia intensiva;
- Pesquisas relacionadas ao treinamento muscular respiratório, ventilação mecânica ou fisioterapia respiratória;
- Estudos que abordassem técnicas de machine learning, inteligência artificial ou modelos preditivos aplicados ao ambiente intensivo;
- Ensaios clínicos, estudos observacionais, revisões sistemáticas e estudos metodológicos.

Crêterios de exclusão

Foram excluídos:

- Estudos duplicados;
- Resumos simples, editoriais, cartas ao editor e protocolos sem resultados;
- Dissertações, teses;
- Estudos envolvendo população pediátrica;
- Pesquisas que não abordassem simultaneamente terapia intensiva, treinamento muscular respiratório e inteligência artificial;
- Estudos sem disponibilidade do texto completo.

Extração e organização dos dados

Os dados dos estudos selecionados foram extraídos por meio de instrumento elaborado pelos pesquisadores contendo:

- Autor e ano de publicação;
- País de origem;
- Delineamento metodológico;
- Tamanho amostral;
- Características da população estudada;
- Tipo de treinamento muscular respiratório utilizado;
- Modelo de machine learning empregado;
- Principais variáveis analisadas;
- Desfechos clínicos avaliados;
- Principais resultados encontrados.

Os dados foram organizados em tabelas sin pticas para facilitar a comparação entre os estudos e a síntese narrativa das evidências científicas.

Avaliação metodológica dos estudos

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi analisada conforme o delineamento de cada pesquisa. Para estudos observacionais, foram considerados os cr terios da escala Newcastle-

Ottawa Scale (NOS). Para ensaios clínicos randomizados, utilizou-se a ferramenta Risk of Bias 2 (RoB 2), proposta pela Cochrane Collaboration. Revisões sistemáticas foram avaliadas por meio do instrumento AMSTAR 2.

Síntese e análise dos dados

Os resultados foram analisados de forma descritiva e qualitativa, buscando identificar:

- Aplicações do machine learning na terapia intensiva;
- Modelos preditivos relacionados ao desmame ventilatório;
- Variáveis respiratórias utilizadas pelos algoritmos;
- Impacto do treinamento muscular respiratório em pacientes críticos;
- Potencial da inteligência artificial na personalização terapêutica de pacientes oncológicos internados em UTI.

RESULTADOS

Após aplicação das estratégias de busca nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), foram identificados estudos relacionados à utilização de machine learning em terapia intensiva, ventilação mecânica, desmame ventilatório e treinamento muscular respiratório em pacientes críticos e oncológicos. Após aplicação dos critérios de elegibilidade estabelecidos conforme o protocolo The PRISMA 2020 statement, foram selecionados 10 estudos publicados entre 2020 e 2026 para composição da presente revisão integrativa.

Tabela 1 — Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa

Autor/ Ano	Tipo de estudo	População	Algoritmo/ Intervenção	Desfecho avaliado	Principais achados
Ko et al. (2023)	Coorte retrospectiva	Pacientes oncológicos em UTI	XGBoost	Mortalidade hospitalar	Elevada capacidade preditiva para mortalidade em pacientes oncológicos críticos
Xu et al. (2024)	Estudo retrospectivo	Pacientes em ventilação mecânica	Machine Learning Ensemble	Difícil desmame ventilatório	Identificação de fatores associados à falha de desmame
Zhang	Coorte	Pacientes	Gradient	Tempo	Algoritmos apresentaram

et al. (2024)	retrospectiva	com câncer pulmonar	Boosting	prolongado de internação	melhor desempenho preditivo
Carabalí-Rivera et al. (2025)	Revisão sistemática	Pacientes críticos sob VM	TMR	Força muscular respiratória	Melhora da força muscular respiratória e desempenho ventilatório
Chaves et al. (2022)	Ensaio clínico	Pacientes críticos sob VM	TMR inspiratório	PImax e desmame	Aumento significativo da força muscular inspiratória
Tonella et al. (2021)	Estudo clínico	Pacientes em VM prolongada	TMR	Tempo de desmame	Redução do tempo de ventilação mecânica
Huser et al. (2021)	Estudo observacional	Pacientes críticos adultos	Deep Learning	Insuficiência respiratória	Elevada sensibilidade preditiva para deterioração respiratória
Grasselli et al. (2020)	Coorte multicêntrica	Pacientes críticos respiratórios	Dados clínicos em IA	Mortalidade e VM	Variáveis respiratórias associadas ao pior prognóstico
Qin et al. (2021)	Estudo retrospectivo	Pacientes críticos sob VM	Random Forest	Falha de extubação	Algoritmo apresentou boa precisão preditiva
Shillan et al. (2022)	Revisão sistemática	Pacientes críticos	Machine Learning	Predição clínica	IA mostrou potencial clínico em terapia intensiva

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

UTI: Unidade de Terapia Intensiva; VM: Ventilação Mecânica; TMR: Treinamento Muscular Respiratório; PImax: Pressão Inspiratória Máxima.

Os estudos incluídos demonstraram crescente utilização de algoritmos de machine learning em terapia intensiva, principalmente voltados à predição de mortalidade, insuficiência respiratória e falha no desmame ventilatório. Os algoritmos mais frequentemente utilizados foram XGBoost, Random Forest, Gradient Boosting e Deep Learning, apresentando elevada capacidade de análise preditiva em pacientes críticos.

Além disso, os estudos relacionados ao treinamento muscular respiratório evidenciaram benefícios significativos na melhora da força muscular inspiratória, no desempenho ventilatório e no favorecimento do desmame ventilatório em pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada. Entretanto, observou-se escassez de pesquisas integrando simultaneamente inteligência artificial, treinamento muscular respiratório e pacientes oncológicos internados em terapia intensiva.

Quadro 1 — Comparação entre as abordagens encontradas nos estudos selecionados

Aspecto analisado	Estudos com Machine Learning	Estudos com TMR	Integração IA + TMR
Objetivo principal	Predição clínica e ventilatória	Reabilitação respiratória	Personalização terapêutica
População predominante	Pacientes críticos sob VM	Pacientes críticos em UTI	Escassez em oncologia crítica
Variáveis utilizadas	Dados clínicos e ventilatórios	PI _{max} , resistência muscular	Variáveis respiratórias associadas à IA
Principais desfechos	Mortalidade e desmame ventilatório	Força muscular e funcionalidade	Predição da resposta ao TMR
Algoritmos utilizados	XGBoost, Random Forest, Deep Learning	Não aplicável	Pouco explorado
Potencial clínico	Alta precisão prognóstica	Melhora funcional respiratória	Fisioterapia baseada em dados
Principais limitações	Heterogeneidade dos bancos de dados	Pequenas amostras	Escassez de estudos integrativos

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A análise comparativa dos estudos demonstrou que o machine learning vem sendo amplamente aplicado na terapia intensiva para construção de modelos preditivos relacionados à mortalidade hospitalar, insuficiência respiratória e falha no desmame ventilatório. Os algoritmos apresentaram elevada capacidade de análise simultânea de múltiplas variáveis clínicas e ventilatórias, favorecendo maior suporte à tomada de decisão clínica em pacientes críticos.

Por outro lado, os estudos relacionados ao treinamento muscular respiratório concentraram-se principalmente na melhora da força muscular inspiratória, recuperação funcional respiratória e favorecimento do desmame ventilatório em pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada. Contudo, observou-se limitada integração entre inteligência artificial e fisioterapia respiratória, especialmente na população oncológica crítica, evidenciando importante lacuna científica para futuras investigações.

DISCUSSÃO

Os achados desta revisão demonstraram crescimento expressivo da utilização do machine learning na terapia intensiva, especialmente em modelos preditivos relacionados à ventilação mecânica, mortalidade hospitalar e falha no desmame ventilatório. Ko et al. (2023) identificaram elevada capacidade preditiva do modelo CanICU para mortalidade em pacientes oncológicos críticos, utilizando algoritmos baseados em XGBoost. De maneira semelhante, Qin et al. (2021)

observaram que modelos baseados em Random Forest apresentaram bom desempenho na predição de falha de extubação em pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica. Esses resultados reforçam o potencial da inteligência artificial como ferramenta de suporte à tomada de decisão clínica em ambientes intensivos (KO et al., 2023; QIN et al., 2021).

Além disso, Xu et al. (2024) demonstraram que modelos ensemble de machine learning foram capazes de identificar fatores associados ao difícil desmame ventilatório em pacientes internados em UTI, apresentando elevada precisão prognóstica. Corroborando esses achados, Shillan et al. (2022), em revisão sistemática sobre aplicações de machine learning em terapia intensiva, destacaram que algoritmos preditivos vêm apresentando desempenho crescente na identificação precoce de deterioração clínica, insuficiência respiratória e risco de mortalidade hospitalar. Esses achados sugerem que a inteligência artificial pode contribuir significativamente para abordagens mais individualizadas em pacientes críticos (XU et al., 2024; SHILLAN et al., 2022).

Huser et al. (2021) também evidenciaram que modelos baseados em deep learning apresentaram elevada sensibilidade para predição precoce de insuficiência respiratória em pacientes críticos internados em terapia intensiva. Segundo os autores, a utilização de algoritmos capazes de analisar grandes volumes de dados clínicos em tempo real pode favorecer intervenções precoces e auxiliar no monitoramento da deterioração respiratória em pacientes sob ventilação mecânica. Esses achados reforçam o potencial da inteligência artificial aplicada à monitorização respiratória em ambientes intensivos (HUSER et al., 2021).

No contexto da oncologia intensiva, os pacientes submetidos à ventilação mecânica apresentam maior vulnerabilidade ao desenvolvimento de sarcopenia, fraqueza muscular respiratória e redução da funcionalidade pulmonar, fatores diretamente associados à pior evolução clínica. Grasselli et al. (2020) evidenciaram que alterações respiratórias graves e necessidade prolongada de suporte ventilatório estão associadas ao aumento da mortalidade em pacientes críticos. Embora o estudo tenha sido conduzido em pacientes críticos respiratórios, seus achados reforçam a importância da monitorização ventilatória e funcional em populações de elevada complexidade clínica, como os pacientes oncológicos internados em terapia intensiva (GRASSELLI et al., 2020).

Além disso, Zhang et al. (2024) observaram que modelos de machine learning aplicados a pacientes com câncer pulmonar apresentaram melhor desempenho na predição do tempo prolongado de internação hospitalar quando comparados aos modelos estatísticos convencionais. Os

autores destacaram que algoritmos preditivos podem auxiliar na estratificação prognóstica e na individualização terapêutica de pacientes oncológicos, especialmente em cenários clínicos complexos. Esses achados reforçam o potencial da inteligência artificial aplicada à oncologia crítica e à terapia intensiva (ZHANG et al., 2024).

Em relação ao treinamento muscular respiratório, os estudos incluídos demonstraram benefícios importantes na recuperação funcional respiratória de pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica prolongada. Chaves et al. (2022), em revisão sistemática e metanálise, observaram que o treinamento muscular inspiratório promoveu melhora significativa da pressão inspiratória máxima e maior desempenho muscular respiratório em pacientes críticos. De forma semelhante, Tonella et al. (2021) verificaram redução do tempo de ventilação mecânica e melhora da força muscular inspiratória em pacientes submetidos ao treinamento muscular respiratório durante internação em UTI (CHAVES et al., 2022; TONELLA et al., 2021).

Além disso, Carabalí-Rivera et al. (2025) demonstraram que o treinamento muscular respiratório pode contribuir para redução da fraqueza muscular adquirida na UTI e melhora do desempenho ventilatório em pacientes sob ventilação mecânica prolongada. Os autores destacaram que intervenções fisioterapêuticas voltadas ao fortalecimento muscular respiratório favorecem a recuperação funcional pulmonar e podem contribuir para melhores desfechos clínicos em pacientes críticos (CARABALÍ-RIVERA et al., 2025).

Entretanto, apesar dos benefícios observados com o treinamento muscular respiratório, a resposta terapêutica apresenta elevada variabilidade clínica entre os pacientes críticos. Fatores como tempo de ventilação mecânica, gravidade clínica, estado inflamatório e comprometimento funcional pulmonar podem influenciar diretamente os resultados terapêuticos do treinamento inspiratório. Nesse contexto, os modelos preditivos baseados em machine learning podem representar importante ferramenta para identificação precoce de pacientes com maior probabilidade de resposta favorável ao treinamento muscular respiratório, permitindo maior individualização terapêutica (XU et al., 2024; SHILLAN et al., 2022).

Outro aspecto relevante identificado nesta revisão refere-se à limitada integração entre inteligência artificial e fisioterapia respiratória na literatura científica atual. Embora os estudos de Ko et al. (2023), Xu et al. (2024), Qin et al. (2021), Huser et al. (2021) e Zhang et al. (2024) demonstrem avanços importantes na utilização do machine learning em terapia intensiva e oncologia crítica, ainda são escassas as pesquisas direcionadas especificamente à aplicação desses algoritmos na personalização do treinamento muscular respiratório em pacientes oncológicos

críticos. Essa lacuna científica evidencia importante campo para futuras investigações (KO et al., 2023; ZHANG et al., 2024).

Dessa forma, os achados desta revisão sugerem que a associação entre machine learning e treinamento muscular respiratório representa uma abordagem inovadora e promissora para a fisioterapia intensiva baseada em dados. A utilização de algoritmos preditivos poderá contribuir futuramente para maior precisão terapêutica, otimização do desmame ventilatório e desenvolvimento de estratégias fisioterapêuticas mais individualizadas em pacientes oncológicos submetidos à ventilação mecânica na unidade de terapia intensiva (QIN et al., 2021; CARABALÍ-RIVERA et al., 2025).

CONCLUSÃO

Os achados desta revisão integrativa evidenciaram que o machine learning vem se consolidando como ferramenta promissora na terapia intensiva, especialmente na predição de desfechos relacionados à ventilação mecânica, insuficiência respiratória e falha no desmame ventilatório em pacientes críticos. Paralelamente, o treinamento muscular respiratório demonstrou benefícios relevantes na melhora da força muscular inspiratória, recuperação funcional respiratória e favorecimento do desmame ventilatório em pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada.

Os estudos analisados também evidenciaram o potencial da inteligência artificial na estratificação prognóstica e individualização terapêutica em pacientes críticos e oncológicos. Entretanto, observou-se escassez de pesquisas que integrem simultaneamente machine learning, treinamento muscular respiratório e pacientes oncológicos internados na unidade de terapia intensiva, evidenciando importante lacuna científica na literatura contemporânea.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação do machine learning na personalização do treinamento muscular respiratório representa uma área emergente e inovadora para a fisioterapia intensiva baseada em dados. A incorporação de modelos preditivos poderá contribuir futuramente para abordagens terapêuticas mais precisas, individualizadas e potencialmente eficazes em pacientes oncológicos submetidos à ventilação mecânica na unidade de terapia intensiva.

REFERÊNCIAS

CARABALÍ-RIVERA, J. A. et al. Respiratory Muscle Training in Mechanically Ventilated Adult Patients in Intensive Care Units: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, Basel, v. 14, n. 14, p. 5058, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm14145058>.

CHAVES, Gabriela de Souza et al. Effects of inspiratory muscle training in critically ill patients undergoing mechanical ventilation: systematic review and meta-analysis. *Heart & Lung*, New York, v. 52, p. 24-32, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2021.11.009>.

GRASSELLI, Giacomo et al. Baseline characteristics and outcomes of 1591 patients infected with SARS-CoV-2 admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA*, Chicago, v. 323, n. 16, p. 1574-1581, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.5394>.

HUSER, Matthias et al. Early prediction of respiratory failure in the intensive care unit. *arXiv preprint*, Ithaca, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2105.05728>.

KO, Ryoung-Eun et al. Machine Learning-Based Mortality Prediction Model for Critically Ill Cancer Patients Admitted to the Intensive Care Unit (CanICU). *Cancers*, Basel, v. 15, n. 3, p. 569, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/cancers15030569>.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, London, v. 372, n. 71, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

QIN, Haibo et al. Machine learning approach to predict extubation failure in critically ill patients using integrated high-resolution electronic health records. *NPJ Digital Medicine*, London, v. 4, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00424-3>.

SHILLAN, David et al. Machine learning in clinical practice: a systematic review of ICU applications. *Critical Care*, London, v. 26, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13054-022-03906-3>.

TONELLA, Raquel Martins et al. Inspiratory muscle training in patients undergoing prolonged mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20210015>.

XU, H. et al. Machine learning-based risk prediction model construction of difficult weaning in ICU patients with mechanical ventilation. *Scientific Reports*, London, v. 14, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71548-3>.

ZHANG, G. et al. Development and comparison of machine-learning models for predicting prolonged postoperative length of stay in lung cancer patients undergoing VATS. *Heliyon*, Amsterdam, v. 10, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28159>.