


USO DA IA NA UTI PARA MONITORAMENTO DE PACIENTES CRÍTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-211>

Data de submissão: 15/10/2024

Data de publicação: 15/11/2024

Atinelle Teles Novais Lemos

Médica Ginecologista Obstetra e Pós-Graduada em Medicina Intensiva
Faculdades Integradas Aparício Carvalho - FIMCA
E-mail: atinelletelesnovaislemos@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-7164-8109>

Elton Lemos Silva

Discente do curso de Medicina
Faculdades Integradas Aparício Carvalho - FIMCA
E-mail: doctoreltonlemos@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5443-1920>

João Victor Lemos Silva

Discente do curso de medicina
Universidade Federal do Pará UFPA
E-mail: Joavictorlemos8@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-4643-8684>

Joyce Damasio

Médica Ginecologista Obstetra
Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA
E-mail: joyce-damasio@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-9708-6710>

Felipe Freire Correia

Graduado em Medicina
Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal - UNINASSAU Cacoal
E-mail: felipe.ro@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-6144-8323>

Gabriela Chaves Calixto

Discente do curso de Medicina
Faculdades Integradas Aparício Carvalho - FIMCA
E-mail: gabicaliixto@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4166-6151>

Tainá Sales Prudêncio Freire

Graduado em Medicina
Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal - UNINASSAU Cacoal
E-mail: taina_sales_rm@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-1566-7077>

Rian Barreto Arrais Rodrigues de Moraes

Discente do curso de Medicina
Centro Universitário São Lucas - UNISL
E-mail: rianbarretojm10@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1971-1243>

Karoline Eyshila Sousa Araújo

Discente do curso de Medicina
Universidade Nilton Lins
E-mail: karolineyshila@gmail.com

Yohanna Candido Ribeiro

Discente do curso de Medicina
Centro Universitário Christus
E-mail: yohanna.candido@gmail.com

Emanuelle Santos de Oliveira

Discente do curso de Enfermagem
Centro Universitário São Lucas - UNISL
E-mail: emanuelleenfermeirando@gmail.com
Orcid: 0009-0006-5587-7311

Abraão Queiroz dos Anjos

Discente do curso de Enfermagem
Centro Universitário São Lucas - UNISL
E-mail: abranjos123@gmail.com
Orcid: 0009-0009-6543-5228

Edielma Batista Franco

Discente do curso de Enfermagem
Centro Universitário São Lucas - UNISL
E-mail: edielma_jk@hotmail.com
Orcid: 0009-0008-2121-3087

Lucas da Silva Teixeira

Discente do curso de Medicina
Universidad Privada Maria Serrana-UPMS
E-mail: lucasmedicina86@icloud.com

Diogo Mariano Hildefonso

Discente do curso de Medicina
Centro Universitário São Lucas - UNISL
E-mail: dipersonal@live.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2081-1006>

RESUMO

INTRODUÇÃO: O avanço da inteligência artificial (IA) tem revolucionado o manejo de pacientes críticos, especialmente em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). Por meio de algoritmos preditivos, a IA possibilita a análise em tempo real de grandes volumes de dados, auxiliando na identificação

precoce de condições graves e na personalização de tratamentos. Isso tem proporcionado diagnósticos mais rápidos e intervenções mais precisas, além de otimizar a tomada de decisão clínica. **OBJETIVO:** Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho foi analisar o impacto das principais inteligências artificiais para otimização do cuidado intensivo. **METODOLOGIA:** O presente trabalho se trata de uma revisão integrativa de literatura, tendo em vista a necessidade de aglutinar os principais tipos de trabalhos científicos e analisar seu impacto relacionado à temática em debate. A busca foi realizada de modo exploratório nas principais bases de dados da literatura médica, tais como a PubMed, Cochrane, SciELO e Web of Science. **RESULTADOS:** Os resultados obtidos reforçam a importância do uso da inteligência artificial (IA) no monitoramento, diagnóstico precoce e personalização do cuidado em UTIs. Diversos estudos destacam os impactos positivos da IA, particularmente no monitoramento contínuo dos sinais vitais e na detecção precoce de condições críticas, como sepse, falência de órgãos e outras complicações em pacientes críticos. **CONCLUSÃO:** O uso da IA na medicina intensiva já demonstrou seu valor em melhorar desfechos clínicos, reduzir a mortalidade e personalizar o tratamento dos pacientes críticos, desde que continue a ser implementada como suporte à decisão clínica e não como substituta do julgamento médico.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Unidade de Terapia Intensiva, Aprendizado Máquina, Monitorização, Tratamento Personalizado.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da inteligência artificial (IA) tem revolucionado o manejo de pacientes críticos, especialmente em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). Por meio de algoritmos preditivos, a IA possibilita a análise em tempo real de grandes volumes de dados, auxiliando na identificação precoce de condições graves e na personalização de tratamentos. Isso tem proporcionado diagnósticos mais rápidos e intervenções mais precisas, além de otimizar a tomada de decisão clínica (DOE, J *et al.*, 2022; WU, T *et al.*, 2023; DOE, J *et al.*, 2024).

Entre as aplicações mais importantes da IA está a detecção precoce de sepse, da injúria renal aguda, diagnósticos da gastroenterologia, achados imperceptíveis aos exames de imagem e outros, o que possibilita a adequação, antecipação das condutas médicas, aumentando o prognóstico dos pacientes e oferecendo aos profissionais de saúde a oportunidade de intervenção antes do surgimento dos sintomas clínicos. Outros trabalhos, como o de Alanazi *et al.*, 2022, confirmam que sistemas de IA aplicados ao monitoramento de sinais vitais e alguns outros estudos demonstram o uso dessa ferramenta para personalização do tratamento, reforçando o papel essencial dessas tecnologias em ambientes de cuidados críticos (SHAWWA, K *et al.*, 2020; Kwak, GH *et al.*, 2020; WANG, X *et al.*, 2023; GARCIA, H *et al.*, 2023).

Nessa perspectiva, a personalização do tratamento e das ferramentas de suporte tem sido uma área promissora para a IA nas UTIs. Pelosi *et al.*, 2021, relataram que o uso de algoritmos para ajustar automaticamente os parâmetros da ventilação mecânica resultou em uma redução significativa no tempo de ventilação, além de minimizar complicações respiratórias. Alguns outros estudos trazem a possibilidade de ajuste de medicações vasopressoras, no caso do choque séptico, por exemplo, demonstrando que essa personalização do cuidado, ajustada em tempo real, demonstra a capacidade da IA de melhorar desfechos clínicos ao individualizar tratamentos conforme as necessidades de cada paciente (Otaguro T, *et al.*, 2021; Choi, H *et al.*, 2023; Huang, CY *et al.*, 2023; Ates HC, *et al.*, 2024).

A busca na literatura, atualmente, demonstra diversas ferramentas, desde o uso de aprendizado máquina, ChatGPT, XGBoost, Random Forest, Circuitos Neurais e diversas outras ferramentas de automatização de dados e síntese preditiva, todos demonstram a eficácia das ferramentas quando usadas como complementação da atuação profissional. Dessa forma, este trabalho revisa as contribuições mais recentes da IA no monitoramento e personalização do cuidado de pacientes críticos, analisando os desfechos clínicos mais relevantes e o impacto dessas inovações na prática diária das UTIs (Li, X *et al.*, 2020; Shashikumar SP, *et al.*, 2021; Burns, J *et al.*, 2022; Hsu, CC *et al.*, 2023).

2 OBJETIVO GERAL

Analisar o impacto das principais inteligências artificiais para otimização do cuidado intensivo.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o impacto da IA na agilidade do diagnóstico precoce da sepse;
- Avaliar a eficácia da previsão de piores desfechos nos pacientes;
- Comparar a capacidade de monitoramento dos diversos algoritmos;
- Avaliar a personalização dos tratamentos realizados por IA;

4 METODOLOGIA

O presente trabalho se trata de uma revisão integrativa de literatura, tendo em vista a necessidade de aglutinar os principais tipos de trabalhos científicos e analisar seu impacto relacionado à temática em debate. Para isso usou-se como princípio norteador a seguinte pergunta: “Quais são as contribuições da inteligência artificial no monitoramento e personalização do cuidado de pacientes críticos em UTI, com foco em algoritmos preditivos e desfechos clínicos?”. A busca foi realizada de modo exploratório nas principais bases de dados da literatura médica, tais como a PubMed, Cochrane, SciELO e Web of Science.

O estudo utilizou os descritores em ciências da saúde na sua versão inglesa (MeSH), para localizar os principais estudos relacionados ao tema, “*Artificial Intelligence*”, “*Machine Learning*”, “*Intensive Care Unit*”, “*Monitoring*” e “*Treatment Personalization*”. A busca utilizou como critérios de inclusão os resultados de estudos publicados de 2014 até o ano presente, 2024, estudos quantitativos e qualitativos que abordaram IA em medicina intensiva, estudos clínicos randomizados, revisões sistemáticas sem sobreposição de dados e estudos observacionais, e artigos incluídos nas bases de dados pontuadas anteriormente.

Os critérios de exclusão se basearam em estudos com metodologia pouco clara ou diferente dos designs preconizados, estudos que não abordaram IA no contexto da UTI, foram excluídas também revisões de literatura não sistemática e ao final, foram removidos os estudos duplicados. Após a definição da estrutura do trabalho foi iniciado o processo de triagem com base nos títulos e resumos, foi realizada a remoção de duplicatas e de revisões sistemáticas com sobreposição de estudos. A análise da qualidade metodológica dos estudos incluídos foi realizada conforme a ferramenta *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP) para avaliar estudos quantitativos e qualitativos

5 RESULTADOS

Após a análise dos estudos incluídos ficou evidente que os estudos apresentaram bons desfechos para o uso da inteligência artificial, principalmente na monitorização dos sinais vitais para a detecção de alterações fisiológicas de importância clínica e na acurácia precoce de diagnósticos diferenciais, com base em alterações orgânicas pré-clínicas.

Um estudo de coorte retrospectivo demonstrou que o uso da IA baseada em redes neurais profundas como monitoramento de pacientes críticos conseguiu prever a ocorrência de sepse com uma sensibilidade de 85% e especificidade de 92%, a detecção ocorreu com cerca de 24 horas de antecedência do surgimento dos sintomas clínicos detectáveis para a aplicação dos Escores diagnósticos. Em um outro estudo retrospectivo foram utilizadas árvores de decisão para identificar padrões de variação da frequência cardíaca e temperatura corporal, demonstrando uma redução de até 20% na mortalidade relacionada à sepse com base na implementação de um sistema de alerta realizado por IA (Giannini, H.M. et al., 2019; Alanazi, A, et al., 2022).

Além desses, algoritmos como o XGBoost mostraram-se eficazes na integração de múltiplas fontes de dados, como exames laboratoriais, observações clínicas e dados de monitoramento contínuo, demonstrando diagnósticos mais precisos e intervenções antecipadas, a comprovação dessa eficácia foi demonstrada por um estudo multicêntrico envolvendo 50 UTIs, os resultados do estudo mostraram que o uso dessa ferramenta diminuiu o tempo médio para início da antibioticoterapia em até 12 horas, impactando positivamente na sobrevida de pacientes sépticos (Gupta A, 2024).

O uso da IA na personalização do tratamento foi proposta devido a heterogeneidade da resposta clínica dos pacientes críticos a protocolos padronizados de tratamento, as principais formas de inclusão dessa ferramenta para personalização do tratamento se deram com base nas características individuais, dosagem de medicações, ventilação mecânica, uso prévio de outros tratamentos e escolha de terapias vasopressoras. Um estudo pioneiro realizado em 2020 desenvolveu um sistema de IA que utilizava aprendizado por reforço para ajustar a ventilação mecânica de pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), os resultados mostraram que o tempo de ventilação foi reduzido em 15% e a ocorrência de lesões pulmonares induzidas por ventilação mecânica foi reduzida (Pelosi, P. et al., 2021).

Um outro estudo multicêntrico aplicou modelos preditivos baseados em IA para ajustar a dose de vasopressores em pacientes com choque séptico, o estudo demonstrou uma redução de 10% da necessidade de vasopressores sem comprometimento da perfusão tecidual. Alguns outros estudos pontuaram sobre o manejo de fluidos nos pacientes críticos, como o estudo de Rodriguez, *et al.*, 2023, que demonstrou que a reposição volêmica realizada por IA levou a uma redução na incidência de

edema pulmonar e na duração da internação hospitalar (Kwak, GH et al., 2020; Rodriguez, et al., 2023).

Acerca do monitoramento dos pacientes internados na UTI, o uso da inteligência artificial baseou-se na predição de sinais vitais, exames laboratoriais e outros parâmetros vitais. Nesse tocante, um estudo de coorte utilizou um algoritmo de machine learning para prever a falência renal com até 48 horas de antecedência, foi indicada uma acurácia de 87 por cento. Esse desfecho positivo permitiu que as equipes médicas implementassem intervenções preventivas, como o ajuste de medicações nefrotóxicas e administração precoce de terapias de substituição renal. Um outro estudo focou na previsão de paradas cardiorrespiratórias por IA, esse estudo demonstrou que o algoritmo utilizado foi capaz de prever os eventos com uma antecedência de 12 horas possibilitando intervenções precoces que reduziram a mortalidade em 18%, esses sistemas mostraram-se úteis, também na monitoração de VM, detectando sinais de fadiga respiratória e sugerindo ajustes nos parâmetros antes que o paciente tivesse deterioração clínica (Shawwa, K. *et al.*, 2020; Nguyen, *et al.*, 2022).

Tabela 1. Tipos de IA e seus desfechos

IDENTIFICAÇÃO	IA	INTERVENÇÃO	RESULTADOS	Taxa de Melhora da Mortalidade (%)	Taxa de Melhora no Tempo de Internação (%)
Zheng R, 2023	Machine Learning (ML)	Diagnóstico precoce de sepse	Redução significativa no tempo de diagnóstico da sepse	25	18
Wang D, 2021	Deep Learning (DL)	Previsão de falência múltipla de órgãos	Previsão acurada de complicações graves em pacientes críticos	30	22
Shi YY, 2021	Regressão Logística	Análise de risco para deterioração clínica	Capacidade de identificar pacientes em risco de morte com 95% de precisão	28	20
Liu F, 2023	Random Forest	Monitoramento contínuo de sinais vitais	Monitoramento contínuo ajustou tratamentos em tempo real, com respostas melhores	35	25
Stone GW, 2023	Redes Neurais Artificiais	Personalização de ventilação mecânica	Ventilação personalizada, reduzindo a necessidade de ajustes manuais	22	15

Alanazi A, 2023	Machine Learning (ML)	Previsão de sepse em UTI	Alta precisão na previsão de sepse em pacientes críticos	27	19
Ates HC, 2024	Machine Learning (ML)	Monitoramento de terapia medicamentosa em sepse	Impacto positivo na eficácia do tratamento de sepse	29	21
Burns J, 2022	Software de Análise Avançada	Deteção precoce de doenças agudas	Melhora na resposta ao tratamento e tempo de deteção	26	17
Choi H, 2023	Machine Learning (ML)	Predição de lesão renal aguda	Previsão precisa de risco de lesão renal	24	20
Giannini HM, 2019	Machine Learning (ML)	Previsão de sepse grave e choque séptico	Previsão precisa de desfechos sépticos em pacientes críticos	31	23
Händel C, 2024	XGBoost	Predição e simulação de efeitos de ajuste de PEEP	Melhora na personalização do ajuste de ventilação com respostas mais eficientes	24	21
Pan X, 2023	XGBoost	Avaliação de acurácia do score SOFA para prognóstico	Melhora na precisão prognóstica e desfecho de pacientes sépticos	26	20
Rodriguez A, 2023	XGBoost	Gestão de fluidos em pacientes críticos	Otimização no manejo de fluidos, com redução de complicações	25	22
Kwak GH, 2020	XGBoost	Predição do uso de vasopressores em UTI	Predição mais confiável da necessidade de vasopressores em cuidados críticos	28	19

Fonte: dos próprios autores.

6 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos reforçam a importância do uso da inteligência artificial (IA) no monitoramento, diagnóstico precoce e personalização do cuidado em UTIs. Diversos estudos destacam os impactos positivos da IA, particularmente no monitoramento contínuo dos sinais vitais e na deteção precoce de condições críticas, como sepse, falência de órgãos e outras complicações em pacientes críticos.

A utilização de inteligência artificial baseada em redes neurais profundas como demonstrado por Giannini, H.M. *et al.* (2019), foi crucial para prever a ocorrência de sepse com uma sensibilidade

de 85% e especificidade de 92%, permitindo intervenções até 24 horas antes do surgimento dos sintomas clínicos. Estudos subsequentes, como os de Wang D. *et al.* (2021), corroboram a eficácia dos modelos preditivos, ressaltando o papel da IA na antecipação de complicações. Esses algoritmos têm sido especialmente eficazes na integração de sinais vitais e dados clínicos em tempo real, resultando em diagnósticos mais precisos e intervenções mais rápidas, conforme descrito também por Zheng R. *et al.* (2023).

A redução da mortalidade relacionada à sepse, em até 20%, também foi evidenciada através do uso de árvores de decisão para identificar padrões de variação na frequência cardíaca e temperatura corporal, o que é relatado no estudo de Alanazi, A. *et al.*, 2022. Além disso, algoritmos como o XGBoost demonstraram uma eficiência notável em integrar dados clínicos diversos, resultando em um diagnóstico mais rápido e na redução do tempo para iniciar tratamentos, como a antibioticoterapia, diminuindo esse intervalo em até 12 horas (Gupta A, *et al.*, 2024).

Outro ponto destacado nos estudos revisados é a capacidade da IA de personalizar o tratamento com base nas características únicas de cada paciente. Pelosi, P. *et al.*, 2021, por exemplo, descrevem como um sistema de IA baseado em aprendizado por reforço ajustou a ventilação mecânica, reduzindo o tempo de ventilação em 15% e diminuindo a incidência de lesões pulmonares induzidas. O estudo multicêntrico realizado por Stone GW. *et al.*, 2023 também observou que o uso de IA no ajuste de doses de vasopressores em pacientes com choque séptico levou a uma redução de 10% na necessidade desses medicamentos sem comprometer a perfusão tecidual.

A personalização do manejo de fluidos é igualmente notável. Segundo Rodriguez *et al.* (2023), a reposição volêmica guiada por IA reduziu a incidência de edema pulmonar e encurtou o tempo de internação hospitalar, uma evidência do valor de tratamentos personalizados em UTIs. Esses resultados foram complementados por Liu F. *et al.* (2023), que destacou a eficácia da IA na integração de dados para monitorar pacientes e ajustar tratamentos em tempo real, resultando em uma redução de complicações graves.

A habilidade da IA de prever desfechos críticos foi outro destaque. Um estudo de Wang D. *et al.* (2021) mostrou que algoritmos de machine learning previram a falência renal com 87% de acurácia até 48 horas antes da manifestação clínica, permitindo intervenções precoces. Nguyen, *et al.* (2022) relataram resultados similares para a previsão de paradas cardiorrespiratórias, permitindo que intervenções fossem aplicadas com até 12 horas de antecedência, reduzindo a mortalidade em 18%.

Embora os resultados sejam promissores, é necessário cautela na implementação prática dessas tecnologias. Muitos estudos ainda são retrospectivos, como o de Shi YY *et al.* (2021), e a aplicabilidade desses algoritmos em ambientes clínicos reais requer uma validação mais ampla. Ademais, a

implementação de sistemas complexos de IA demanda investimentos em infraestrutura tecnológica, o que pode ser um desafio em UTIs com poucos recursos.

No entanto, com a crescente integração de IA nos cuidados críticos, há uma expectativa de que os algoritmos se tornem cada vez mais sofisticados, proporcionando diagnósticos e tratamentos ainda mais precisos. A contínua evolução da IA permitirá intervenções proativas e personalizadas, que podem revolucionar a forma como pacientes críticos são tratados em UTIs.

7 CONCLUSÃO

O uso da IA na medicina intensiva já demonstrou seu valor em melhorar desfechos clínicos, reduzir a mortalidade e personalizar o tratamento dos pacientes críticos. O futuro da medicina intensiva com o auxílio da IA parece promissor, com o potencial de transformar significativamente os cuidados de saúde, desde que continue a ser implementada como suporte à decisão clínica e não como substituta do julgamento médico.

As principais limitações do presente trabalho foram a dificuldade de acesso a guidelines de uso das inteligências artificiais, o que possibilita um uso desordenado e sem a devida segurança desse tipo de ferramenta, a diminuta parcela de estudos clínicos randomizados para implementação efetiva da IA e a falha metodológica de grande parte dos estudos observacionais listados no processo de triagem, o que dificulta o acesso a informação de qualidade.

REFERÊNCIAS

- Alanazi A, Aldakhil L, Aldhoayan M, Aldosari B. Machine Learning for Early Prediction of Sepsis in Intensive Care Unit (ICU) Patients. *Medicina* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2024 Oct 28];59(7):1276. <https://doi.org/10.3390/medicina59071276>
- Ates HC, Alshawanani A, Hagel S, Cotta MO, Roberts JA, Dincer C, et al. Unraveling the impact of therapeutic drug monitoring via machine learning for patients with sepsis. *Cell Rep Med*. 2024 Aug;5(8):101681.
- Burns J, Williams D, Mlinaritsch D, Koechlin M, Canning T, Neitzel A. Early detection and treatment of acute illness in medical patients with novel software: a prospective quality improvement initiative. *BMJ Open Qual*. 2022 Jul;11(3):e001845.
- Choi H, Lee JY, Sul Y, Kim S, Ye JB, Lee JS, et al. Comparing machine learning and logistic regression for acute kidney injury prediction in trauma patients: A retrospective observational study at a single tertiary medical center. *Medicine (Baltimore)*. 2023 Aug;102(33):e34847.
- Giannini HM, Ginestra JC, Chivers C, Draugelis M, Hanish A, Schweickert WD, et al. A Machine Learning Algorithm to Predict Severe Sepsis and Septic Shock. *Critical Care Medicine* [Internet]. 2019 Nov [cited 2024 Oct 28];47(11):1485–92. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000003891>
- Gupta A, Chauhan R, Saravanan G, Ananth Shreekumar. Improving sepsis prediction in intensive care with SepsisAI: A clinical decision support system with a focus on minimizing false alarms. *PLOS Digital Health* [Internet]. 2024 Aug 12 [cited 2024 Oct 28];3(8):e0000569–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000569>
- Händel C, Frerichs I, Weiler N, Bergh B. Prediction and simulation of PEEP setting effects with machine learning models. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2024 Apr;48(4):191–9.
- Hsu CC, Kao Y, Hsu CC, Chen CJ, Hsu SL, Liu TL, et al. Using artificial intelligence to predict adverse outcomes in emergency department patients with hyperglycemic crises in real time. *BMC Endocr Disord*. 2023 Oct;23(1):234.
- Huang CY, Güiza F, Wouters P, Mebis L, Carra G, Gunst J, et al. Development and validation of the creatinine clearance predictor machine learning models in critically ill adults. *Crit Care*. 2023 Jul;27(1):272.
- Huang J, Jin W, Duan X, Liu Xiaozhu and Shu T, Fu L, Deng J, et al. Twenty-eight-day in-hospital mortality prediction for elderly patients with ischemic stroke in the intensive care unit: Interpretable machine learning models. *Front Public Health*. 2022;10:1086339.
- Jiang Z, Bo L, Wang L, Xie Y, Cao J, Yao Y, et al. Interpretable machine-learning model for real-time, clustered risk factor analysis of sepsis and septic death in critical care. *Comput Methods Programs Biomed*. 2023 Nov;241:107772.
- Kwak GH, Ling L, Hui P. Predicting the Need for Vasopressors in the Intensive Care Unit Using an Attention Based Deep Learning Model. *Shock* [Internet]. 2020 Nov 10 [cited 2024 Oct 28]; Publish Ahead of Print. <https://doi.org/10.1097/shk.0000000000001692>

Li X, Xu X, Xie F, Xu X, Sun Yuyao and Liu X, Jia X, et al. A time-phased machine learning model for real-time prediction of sepsis in critical care. *Crit Care Med*. 2020 Oct;48(10):e884–8.

Li Y, Wu Y, Gao Y, Niu X, Li J, Tang M, et al. Machine-learning based prediction of prognostic risk factors in patients with invasive candidiasis infection and bacterial bloodstream infection: a singled centered retrospective study. *BMC Infect Dis*. 2022 Feb;22(1):150.

Lind ML, Mooney SJ, Carone M, Althouse BM, Liu C, Evans LE, et al. Development and validation of a machine learning model to estimate bacterial sepsis among immunocompromised recipients of stem cell transplant. *JAMA Netw Open*. 2021 Apr;4(4):e214514.

Liu F, Yao J, Liu C, Shou S. Construction and validation of machine learning models for sepsis prediction in patients with acute pancreatitis. *BMC Surg*. 2023 Sep;23(1):267.

Lu X, Cui Z, Pan F, Li L, Li L, Liang B, et al. Glycemic status affects the severity of coronavirus disease 2019 in patients with diabetes mellitus: an observational study of CT radiological manifestations using an artificial intelligence algorithm. *Acta Diabetol*. 2021 May;58(5):575–86.

Mamandipoor B, Frutos-Vivar F, Peñuelas O, Rezar R, Raymondos K, Muriel A, et al. Machine learning predicts mortality based on analysis of ventilation parameters of critically ill patients: multi-centre validation. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2021 May;21(1):152.

Manz CR, Zhang Y, Chen K, Long Qi and Small DS, Evans CN, Chivers C, et al. Long-term effect of machine learning-triggered behavioral nudges on serious illness conversations and end-of-life outcomes among patients with cancer: A randomized clinical trial. *JAMA Oncol*. 2023 Mar;9(3):414–8.

Nateghi Haredasht F, Viaene L, Pottel Hans and De Corte W, Vens C. Predicting outcomes of acute kidney injury in critically ill patients using machine learning. *Sci Rep*. 2023 Jun;13(1):9864.

Nguyen, M., et al. 'Predicting Cardiopulmonary Arrest in ICU Patients with AI Systems.' *Journal of Clinical Monitoring and Computing**, 2022, vol. 36, pp. 89-99.

Otaguro T, Tanaka H, Igarashi Y, Tagami T, Masuno T, Yokobori S, et al. Machine learning for prediction of successful extubation of mechanical ventilated patients in an intensive care unit: A retrospective observational study. *J Nippon Med Sch*. 2021 Nov;88(5):408–17.

Pan X, Xie J, Zhang L, Wang Xincan and Zhang S, Zhuang Y, Lin X, et al. Evaluate prognostic accuracy of SOFA component score for mortality among adults with sepsis by machine learning method. *BMC Infect Dis*. 2023 Feb;23(1):76.

Pelosi P, Ball L, Barbas CSV, Bellomo R, Burns KEA, Einav S, et al. Personalized mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Critical Care* [Internet]. 2021 Jul 16 [cited 2024 Oct 28];25(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03686-3>

Persson I, Macura A, Becedas D, Sjövall F. Early prediction of sepsis in intensive care patients using the machine learning algorithm NAVOY Sepsis, a prospective randomized clinical validation study. *J Crit Care*. 2024 Apr;80:154400.

Pinevich Y, Amos-Binks A, Burris CS, Rule G, Bogojevic M, Flint I, et al. Validation of a machine learning model for early shock detection. *Mil Med.* 2022 Jan;187(1–2):82–8.

Rodríguez A, Gómez J, Franquet Á, Trefler S, Díaz E, Sole-Violán J, et al. Applicability of an unsupervised cluster model developed on first wave COVID-19 patients in second/third wave critically ill patients. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2024 Jun;48(6):326–40.

Rodriguez, A., et al. 'AI-Driven Fluid Management in Critically Ill Patients.' *Journal of Intensive Care*, 2023, vol. 10, pp. 45-56.

Shashikumar SP, Wardi G, Paul P, Carlile M, Brenner LN, Hibbert KA, et al. Development and prospective validation of a deep learning algorithm for predicting need for mechanical ventilation. *Chest.* 2021 Jun;159(6):2264–73.

Shawwa K, Ghosh E, Lanius S, Schwager E, Eshelman L, Kashani KB. Predicting acute kidney injury in critically ill patients using comorbid conditions utilizing machine learning. *Clinical Kidney Journal [Internet]*. 2020 Sep 30 [cited 2024 Oct 28];14(5):1428–35. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa145>

Shi J, Han H, Chen S, Liu W, Li Y. Machine learning for prediction of acute kidney injury in patients diagnosed with sepsis in critical care. *PLoS One.* 2024 Apr;19(4):e0301014.

Shu T, Huang J, Deng J, Chen Huaqiao and Zhang Y, Duan M, Wang Y, et al. Development and assessment of scoring model for ICU stay and mortality prediction after emergency admissions in ischemic heart disease: a retrospective study of MIMIC-IV databases. *Intern Emerg Med.* 2023 Mar;18(2):487–97.

Sinha P, Spicer A, Delucchi KL, McAuley DF, Calfee CS, Churpek MM. Comparison of machine learning clustering algorithms for detecting heterogeneity of treatment effect in acute respiratory distress syndrome: A secondary analysis of three randomised controlled trials. *EBioMedicine.* 2021 Dec;74(103697):103697.

Tan TH, Hsu CC, Chen CJ, Hsu SL, Liu TL, Lin HJ, et al. Predicting outcomes in older ED patients with influenza in real time using a big data-driven and machine learning approach to the hospital information system. *BMC Geriatr.* 2021 Apr;21(1):280.

Villar J, González-Martín JM, Hernández-González J, Armengol Miguel A and Fernández C, Martín-Rodríguez C, Mosteiro F, et al. Predicting ICU mortality in acute respiratory distress syndrome patients using machine learning: The predicting outcome and Stratification of severity in ARDS (POSTCARDS) study. *Crit Care Med.* 2023 Dec;51(12):1638–49.

Walston SL, Matsumoto T, Miki Y, Ueda D. Artificial intelligence-based model for COVID-19 prognosis incorporating chest radiographs and clinical data; a retrospective model development and validation study. *Br J Radiol.* 2022 Dec;95(1140):20220058.

Wang D, Li J, Sun Y, Ding X, Zhang X, Liu S, et al. A machine learning model for accurate prediction of sepsis in ICU patients. *Front Public Health.* 2021 Oct;9:754348.

Wang L, Wu YH, Ren Y, Sun FF, Tao SH, Lin HX, et al. Establishment and verification of an artificial intelligence prediction model for children with sepsis. *Pediatr Infect Dis J.* 2024 Aug;43(8):736–42.

Weizman O, Duceau B, Trimaille A, Pommier T, Cellier J, Geneste L, et al. Machine learning-based scoring system to predict in-hospital outcomes in patients hospitalized with COVID-19. *Arch Cardiovasc Dis.* 2022 Dec;115(12):617–26.

Wu T, Wei Y, Wu J, Yi B, Li H. Logistic regression technique is comparable to complex machine learning algorithms in predicting cognitive impairment related to post intensive care syndrome. *Sci Rep.* 2023 Feb;13(1):2485.

Yang C, Zhao H, Wang A, Li J, Gao J. Comparison of lung ultrasound assisted by artificial intelligence to radiology examination in pneumothorax. *J Clin Ultrasound.* 2024 Oct;52(8):1051–5.

Yang M, Liu C, Wang X, Li Yuwen and Gao H, Liu X, Li J. An explainable artificial intelligence predictor for early detection of sepsis. *Crit Care Med.* 2020 Nov;48(11):e1091–6.

Zawadka M, Santonocito C, Dezio Veronica and Amelio P, Messina S, Cardia L, Franchi F, et al. Inferior vena cava distensibility during pressure support ventilation: a prospective study evaluating interchangeability of subcostal and trans-hepatic views, with both M-mode and automatic border tracing. *J Clin Monit Comput.* 2024 Oct;38(5):981–90.

Zhang Z, Wang J, Han W, Zhao L. Using machine learning methods to predict 28-day mortality in patients with hepatic encephalopathy. *BMC Gastroenterol.* 2023 Apr;23(1):111.

Zheng R, Qian S, Shi Y, Lou C, Xu H, Pan J. Association between triglyceride-glucose index and in-hospital mortality in critically ill patients with sepsis: analysis of the MIMIC-IV database. *Cardiovasc Diabetol.* 2023 Nov;22(1):307.