



AVANCES

Edición 02 | Diciembre 2025



FUTURO



Byron E. Piñeres Olave, MD, MHA

Insuficiencia respiratoria aguda pediátrica: de la biología al algoritmo

La insuficiencia respiratoria aguda (IRA) es un escenario donde la medicina crítica pediátrica se redefine cada día. Cada nueva ola de pacientes nos obliga a revisar los límites de la ventilación protectora, la precisión diagnóstica y la toma de decisiones en entornos de alta presión. Las tendencias actuales apuntan a que el futuro de la IRA no dependerá solo del ventilador, sino de la capacidad para integrar datos, fisiología y biología en tiempo real.

De la fisiología clásica a la medicina de precisión respiratoria

Estudios multicéntricos recientes muestran que cerca del 30 % de los niños ventilados con criterios de síndrome de dificultad respiratoria aguda pediátrica (PARDS) aún fallecen, pese a la adherencia a estrategias protectoras de ventilación. La variabilidad fisiopatológica y la heterogeneidad de la respuesta inflamatoria hacen evidente que el enfoque “talla única” quedó atrás.

La próxima década se centrará en estratificar fenotipos y redefinir subgrupos tratables según su biología y respuesta temprana al soporte respiratorio. La revisión bibliométrica mundial 2014–2024 confirma este viraje: los focos emergentes son la inflamación, los mecanismos inmunes y el desarrollo de herramientas diagnósticas de alta resolución, como la ecografía pulmonar a pie de cama y los biomarcadores moleculares del daño alveolar.

La reingeniería del soporte ventilatorio

La actualización PALICC 2 propone una visión integradora de la IRA: menos centrada en el tipo de ventilador y más en la interacción entre paciente, máquina y tiempo. Las nuevas guías promueven un control dinámico del driving pressure, el uso racional del PEEP y la transición hacia estrategias de ventilación espontánea o “awake ECMO” cuando sea factible.

El estudio PANDORA-CHILD, desarrollado en 22 UCIP españolas, reafirmó que una ventilación protectora estricta reduce complicaciones, pero también que la mortalidad se asocia a la carga de comorbilidades y al retraso en el reconocimiento del síndrome.

Ciencia clínica adaptativa y datos inteligentes

El diseño de ensayos bayesianos adaptativos y la irrupción de modelos de machine learning están transformando la predicción de desenlaces. En 2025, Yu et al. demostraron que los algoritmos Support Vector Machine superan los índices clínicos clásicos — ROX y mROX-HR — para anticipar el fracaso de la oxigenoterapia de alto flujo, alcanzando áreas bajo la curva superiores a 0.80.

Este cambio no sustituye el juicio clínico, pero ofrece una brújula probabilística para identificar precozmente al niño que requiere escalar soporte o que puede beneficiarse de estrategias menos invasivas.

Gestión de fluidos y carga hemodinámica: un nuevo frente

El manejo del agua corporal total, históricamente subestimado, emerge como predictor pronóstico y modulador de resultados.

La implementación de un fluid management bundle redujo en 40 % la prevalencia de sobrecarga > 10 %, sin aumentar complicaciones, consolidando el concepto de “balance cero funcional”. Esta visión complementa la ventilación protectora: proteger el pulmón también implica controlar la vasculatura y el intersticio.

El horizonte: redefinir la IRA como un síndrome dinámico

El futuro exige superar las fronteras semánticas entre IRA Hipóxica, PARDS y sepsis pulmonar. Más que un síndrome, la IRA es una interfaz bio-mecánica susceptible de intervención personalizada.

Integrar omicas, ultrasonido, curvas de presión-volumen y predicción algorítmica no es una utopía: es la ruta hacia una medicina crítica de precisión, donde cada respiración del paciente genera información para mejorar la del siguiente.

Tabla 1. Evolución conceptual y tecnológica en el abordaje de la insuficiencia respiratoria aguda pediátrica: de la fisiología clásica a la medicina crítica de precisión.

DIMENSIÓN	ERA PREVIA	TENDENCIA ACTUAL - FUTURA
Diagnóstico	Criterios gasimétricos estáticos	Biomarcadores-POCUS-IA multimodal
Ventilación	Protocolos uniformes	Estrategias adaptativas fenotípicas
Monitoreo	Variables aisladas (PaO2/FiO2)	Integración dinámica (ePELOD2, OI, Machine Learning)
Toma de decisiones	Basada en experiencia	Basada en modelos predictivos y aprendizaje automático

Nota. POCUS: Point-of-Care Ultrasound (ultrasonido a pie de cama); IA: inteligencia artificial; PaO₂/FiO₂: relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno; ePELOD2: Pediatric Logistic Organ Dysfunction-2 (puntuación pediátrica de disfunción orgánica); OI: Oxygenation Index (índice de oxigenación).

Lecturas recomendadas por el autor

1. Point-of-Care Lung Ultrasound to Diagnose the Etiology of Acute Respiratory Failure at Admission to the PICU. *Pediatr Crit Care Med*. 2021.
2. Update on Ventilation Management in the Pediatric Intensive Care Unit. *Front Pediatr*. 2021.
3. Acute Respiratory Failure-Related Excess Mortality in Pediatric Sepsis. *Crit Care Med*. 2023.
4. Advances in Management of Respiratory Failure in Children. *Pediatr Crit Care Clin*. 2023.
5. Implementation of Lung-Protective Ventilation in Patients With Acute Respiratory Failure. *JAMA Netw Open*. 2023.
6. PALICC 2: Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Update. *Pediatr Crit Care Med*. 2023.
7. Global Research Trends in Pediatric ARDS: A Bibliometric Analysis (2014–2024). *J Epidemiol Glob Health*. 2025.
8. The PANDORA-CHILD Study: Prevalence and Outcome of Acute Hypoxemic Respiratory Failure in Mechanically Ventilated Children. *Pediatr Crit Care Med*. 2025
9. Designing a Bayesian Adaptive Clinical Trial to Evaluate Novel Ventilation Strategies in Acute Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2024.
10. Machine Learning Models Compared With Current Clinical Indices to Predict the Outcome of High-Flow Nasal Cannula Therapy in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *Crit Care*. 2025
11. Fluid Management Bundle in Critically Ill Children With Respiratory Failure Is Associated With Reduced Prevalence of Excess Fluid Accumulation. *Pediatr Crit Care Med*. 2025.
12. Early Predictors of Unfavorable Outcomes in Pediatric Acute Respiratory Failure. *Front Med*. 2024.
13. Epidemiology of Acute Respiratory Failure in US Children: Outcomes and Resource Use. *Pediatrics*. 2024.
14. What Every Paediatrician Needs to Know About Mechanical Ventilation. *Arch Dis Child*. 2024.