

Índice de variabilidad pletismográfica como predictor no invasivo de respuesta a fluidos en pacientes ventilados

Plethysmographic Variability Index as a Non-Invasive Predictor of Fluid Responsiveness in Ventilated Patients

Carolina Balut Valencia , Ana Rivero Torres , Noel Valladares Leon ,

Jose Lugo Guiñan , Gonzalo Salgado Domínguez , Jairo Lugo Guiñan 

RESUMEN

Introducción: El índice de variabilidad pletismográfica (PVi) es un método no invasivo derivado de la señal pletismográfica obtenida mediante pulsioximetría, que mide las variaciones respiratorias en la amplitud de la onda del pulso. **Objetivo:** Evaluar la utilidad de predictores no invasivos de respuesta a fluidos para optimizar la fluidoterapia en pacientes críticos ventilados. **Metodología:** Estudio cualitativo de revisión de evidencias en WoS entre 2020-2025. Se obtuvieron 15 artículos para análisis, luego de aplicar 3 criterios de exclusión. **Resultados:** En pacientes críticos bajo ventilación mecánica, la sobrecarga de fluidos se asocia a un incremento significativo de la mortalidad, alcanzando un riesgo relativo del 19% (RR = 1.19) más de probabilidad de morir por cada litro adicional de balance hídrico positivo. El PVi representa un parámetro dinámico y no invasivo que permite identificar respondedores a fluidos, facilitando una estrategia de resucitación más dirigida, con menor riesgo de complicaciones. **Discusión:** La sobrecarga de fluidos en pacientes ventilados se asocia a mayor mortalidad y falla orgánica, especialmente en sepsis, SDRA y LRA. Las limitaciones de parámetros estáticos han motivado el uso de predictores dinámicos como el PVi, que permite una evaluación no invasiva y en tiempo real de la respuesta a fluidos. **Conclusión:** La fluidoterapia en pacientes críticos ventilados es vital pero el exceso de líquidos aumenta mortalidad, LRA y ventilación prolongada. El PVi ofrece un monitoreo dinámico no invasivo para optimizar la administración de fluidos y mejorar resultados. Se requieren más estudios que validen su efectividad clínica.

Palabras clave: Anestesiología, Pletismografía, Fluidoterapia, Paciente Crítico Ventilado, Sobrecarga de Fluidos.

ABSTRACT

Introduction: The pleth variability index (PVi) is a non-invasive method derived from the plethysmographic signal obtained via pulse oximetry, measuring respiratory variations in pulse wave amplitude. **Objective:** To evaluate the utility of non-invasive predictors of fluid responsiveness to optimize fluid therapy in critically ill ventilated patients. **Methodology:** Qualitative evidence review study in Web of Science from 2020 to 2025. Fifteen articles were analyzed after applying three exclusion criteria. **Results:** In mechanically ventilated critically ill patients, fluid overload is significantly associated with increased mortality, reaching a relative risk of 19% (RR = 1.19) higher probability of death per additional liter of positive fluid balance. PVi is a dynamic, non-invasive parameter that allows identification of fluid responders, facilitating a more targeted resuscitation strategy with lower risk of complications. **Discussion:** Fluid overload in ventilated patients is linked to higher mortality and organ failure, especially in sepsis, ARDS, and AKI. Limitations of static parameters have prompted the use of dynamic predictors like PVi, which allows real-time, non-invasive assessment of fluid responsiveness. **Conclusion:** Fluid therapy in critically ill ventilated patients is essential, but excess fluids increase mortality, AKI, and prolonged ventilation. PVi provides dynamic, non-invasive monitoring to optimize fluid administration and improve outcomes. Further studies are needed to validate its clinical effectiveness.

Keywords: Anesthesiology, Plethysmography, Fluid Therapy, Mechanically Ventilated Critical Patient, Fluid Overload.

Cómo citar:

Balut Valencia C, Rivero Torres A, Valladares Leon N, Lugo Guiñan J, Salgado Domínguez G, Lugo Guiñan J. Índice de variabilidad pletismográfica como predictor no invasivo de respuesta a fluidos en pacientes ventilados. *Rev And* [Internet]. 2025 [citado el 23 de septiembre de 2025];1(3). Disponible en: <https://revista-andes.cl/ojs/index.php/inicio/article/view/32>

INTRODUCCIÓN

La respuesta a la administración de fluidos, entendida como el incremento efectivo del gasto cardíaco tras una carga de volumen, constituye un parámetro esencial en la evaluación hemodinámica de pacientes críticos. La correcta identificación de pacientes respondedores permite evitar tanto la hipovolemia como la sobrecarga de volumen¹, condiciones asociadas a un aumento de la morbimortalidad. Tradicionalmente, la predicción de esta respuesta se ha basado en parámetros estáticos como la presión venosa central, cuya utilidad clínica ha sido ampliamente debatida, ya que podría conducir a resultados adversos².

En este escenario, han surgido indicadores dinámicos que permiten estimar la respuesta a fluidos de forma más precisa, particularmente en pacientes bajo ventilación mecánica controlada³. Uno de estos indicadores es el índice de variabilidad pletismográfica (PVi, por sus siglas en inglés), un método no invasivo derivado de la señal pletismográfica obtenida mediante pulsioximetría, que mide las variaciones respiratorias en la amplitud de la onda del pulso⁴. Su aplicación clínica se basa en el principio de que los cambios cíclicos en la presión intratorácica durante la ventilación mecánica generan fluctuaciones en el retorno venoso y, por consiguiente, en el volumen sistólico. Se ha reportado que, en pacientes anestesiados, al cambiar de posición supina a prona, se producen modificaciones en la señal pletismográfica⁵.

A nivel mundial, las condiciones que requieren soporte vital avanzado y, consecuentemente, ventilación mecánica, son de alta prevalencia. La sepsis, definida como una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección, afecta aproximadamente al 20-30% de los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos (UCI)⁶. Se estima que anualmente, alrededor de 31 millones de personas sufren un episodio de sepsis, con una mortalidad global cercana a los 6 millones, siendo la carga desproporcionadamente mayor en países de ingresos bajos y medios⁷. De manera similar, el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) es una patología grave caracterizada por edema pulmonar no cardiogénico e hipoxemia

refractaria, cuya incidencia oscila entre el 10% y el 23% en las UCI, con tasas de mortalidad que varían del 34% al 46% a nivel global⁶⁻⁸. Ambas condiciones conllevan una alta complejidad en su manejo, donde la fluidoterapia es una intervención de primera línea, pero cuya optimización es compleja.

En Chile, la realidad epidemiológica en las UCI no difiere sustancialmente de las tendencias globales. La sepsis es una causa significativa de morbilidad y mortalidad en pacientes postoperados y críticamente enfermos⁹. Si bien los datos específicos sobre la prevalencia de pacientes ventilados en las UCI chilenas varían, la necesidad de soporte ventilatorio es una constante en las unidades de cuidados intensivos¹⁰. La mortalidad asociada al SDRA en Chile también se sitúa en rangos elevados, comparables a los reportados internacionalmente, con estimaciones entre el 41% y el 58%¹¹. Dentro de este escenario, la gestión de fluidos es una intervención crítica y omnipresente, con profesionales de la salud buscando marcadores hemodinámicos precisos para diferenciar a los pacientes que se beneficiarán de la fluidoterapia de aquellos en los que podría resultar perjudicial¹².

La relevancia de estudiar la optimización de la fluidoterapia, especialmente mediante herramientas no invasivas, se amplifica al considerar los desafíos inherentes a los sistemas de salud pública. En Chile, la infraestructura hospitalaria y la disponibilidad de recursos en las UCI enfrentan presiones significativas, incluyendo un déficit de camas y una alta demanda de atenciones que, en ocasiones, supera la capacidad presupuestaria y operativa¹³⁻¹⁴. En este contexto, el uso de métodos invasivos para monitorizar la respuesta a fluidos puede ser costoso, prolongar la estancia hospitalaria o aumentar el riesgo de complicaciones, exacerbando la carga sobre un sistema ya tensionado¹⁵. Un predictor no invasivo y continuo como el PVi ofrece una solución que podría no solo mejorar la seguridad del paciente al prevenir la sobrecarga de fluidos, sino también optimizar la asignación de recursos al guiar decisiones terapéuticas de manera más eficiente¹⁵. Este enfoque no invasivo es crucial para permitir una gestión de fluidos personalizada, mitigando los riesgos de la sobrecarga hídrica, que se ha documentado como un factor que agrava la morbimortalidad y consume recursos adicionales en

forma de días de hospitalización y requerimientos de terapias de reemplazo renal^{11,16}.

Por lo tanto, la investigación y la implementación de herramientas como el PVI son imperativas para avanzar hacia una atención más segura, eficiente y sostenible en las UCI de sistemas de salud pública.

Objetivo General

Evaluar la evidencia sobre el uso de predictores dinámicos para optimizar la fluidoterapia en pacientes críticos ventilados.

Objetivos Específicos

1. Determinar el impacto de la sobrecarga de fluidos en la morbimortalidad de pacientes críticos.
2. Identificar las limitaciones de los métodos tradicionales en la evaluación de la respuesta a fluidos en pacientes críticos.
3. Proponer la relevancia de los predictores dinámicos de respuesta a fluidos para una gestión personalizada en pacientes críticos ventilados.

METODOLOGÍA

Se empleó un enfoque metodológico cualitativo, basado en una revisión bibliográfica retrospectiva de literatura científica, con el objetivo de explorar la evidencia disponible e identificar eventuales vacíos en el conocimiento actual.

Las palabras clave utilizadas fueron extraídas del tesoro DeCS: “Plethysmographic Variability Index”, “Fluid responsiveness” y “Fluid therapy”. La búsqueda se realizó en la base de datos Web of Science. Para el primer filtro, se utilizó el operador booleano “AND” y “OR”, asegurando que los artículos recopilados incluyan simultáneamente al menos dos de los términos seleccionados. La ecuación final de búsqueda fue: “Plethysmographic Variability Index” AND “Fluid responsiveness” OR “Fluid therapy”, se obtuvieron 6.184 resultados.

A continuación, se aplicaron los siguientes criterios de exclusión: a) publicaciones correspondientes al período 2020-2025 y b) artículos de revisión, concluyendo en un total de 186 artículos

potenciales. Se realizó una nueva exclusión de artículos, a partir del análisis de publicaciones que no abordan directamente o de manera vinculada el tema de interés ya sea en el título o en el resumen. Se obtuvieron un total de 15 artículos, los cuales fueron sometidos a una revisión íntegra de su contenido.

Tabla N°1. Artículos incluidos en la revisión bibliográfica.

Autores	Título	Año
Zampieri, FG, Bagshaw, SM, Semler, MW	Fluid Therapy for Critically Ill Adults With Sepsis: A Review	2023
Messmer, AS, Zingg, C, Müller, M, Gerber, JL, Schefeld, JC, Pförtmueller, CA	Fluid Overload and Mortality in Adult Critical Care Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies	2020
Felker, GM, Ellison, DH, Mullens, W, Cox, ZL, Testani, JM	Diuretic Therapy for Patients With Heart Failure: JACC State-of-the-Art Review	2020
Di, XP, Gao, XS, Peng, L, Ai, JZ, Jin, X, Qi, SQ, Li, H, Wang, KJ, Luo, DY	Cellular mechanotransduction in health and diseases: from molecular mechanism to therapeutic targets	2023
Boersma, EM, ter Maaten, JM, Damman, K, Dinh, W, Gustafsson, F, Goldsmith, S, Burkhardt, D, Zannad, F, Udelson, JE, Voors, AA	Congestion in heart failure: a contemporary look at physiology, diagnosis and treatment	2020
Huang, QR, Le, Y, Li, SS, Bian, Y	Signaling pathways and potential therapeutic targets in acute respiratory distress syndrome (ARDS)	2024
Sahoo, DK, Wong, DV, Patani, A, Paital, B, Yadav, VK, Patel, A, Jergens, AE	Exploring the role of antioxidants in sepsis-associated oxidative stress: a comprehensive review	2024
Gumbert, SD, Kork, F, Jackson, ML, Vanga, N, Ghebremichael, SJ, Wang, CY, Eltzschig, HK	Perioperative Acute Kidney Injury	2020
Hill, DB, Button, B, Rubinstein, M, Boucher, RC	PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY OF HUMAN AIRWAY MUCUS	2022
Cheruku, SR, Raphael, J, Neyra, JA, Fox, AA	Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery: Prediction, Prevention, and Management	2023
Vincent, JL	Current sepsis therapeutics	2022
Faura, J, Bustamante, A, Miró-Mur, F, Montaner, J	Stroke-induced immunosuppression: implications for the prevention and prediction of post-stroke infections	2021
Mall, MA, Burchell, PR, Castellani, C, Davies, JC, Salathe, M, Taylor-Cousar, JL	Cystic fibrosis	2024
He, YQ, Zhou, CC, Yu, LY, Wang, L, Deng, JL, Tao, YL, Zhang, F, Chen, WS	Natural product derived phytochemicals in managing acute lung injury by multiple mechanisms	2021
Yagmur, A, Mu, HL	Recent advances in drug delivery applications of cubosomes, hexosomes, and solid lipid nanoparticles	2021

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

1. La terapia con fluidos en pacientes críticamente enfermos.

La fluidoterapia intravenosa constituye una intervención terapéutica cardinal en la unidad de cuidados intensivos (UCI), especialmente en la sepsis, una condición que afecta a una proporción significativa de pacientes (20-30%) y que a menudo requiere ventilación mecánica invasiva⁶. Los fluidos se administran con el propósito de optimizar el gasto cardíaco, mantener la presión arterial media, restaurar y preservar el volumen intravascular, y como vehículo para la administración de fármacos esenciales⁶. El manejo de la fluidoterapia en la sepsis

se conceptualiza en cuatro fases interdependientes: reanimación, optimización, estabilización y evacuación¹⁷⁻¹⁸. Durante la fase de reanimación, el objetivo es restaurar rápidamente la perfusión tisular. Posteriormente, en la fase de optimización, se evalúa cuidadosamente el balance entre los beneficios hemodinámicos y los riesgos asociados a la administración de fluidos adicionales para tratar el *shock* y asegurar la perfusión orgánica¹⁸⁻¹⁹.

2. Las consecuencias de la sobrecarga de fluidos.

A pesar de su rol fundamental, la administración de fluidos, combinada con el aumento de la vasopermeabilidad inducida por la enfermedad crítica, puede culminar en una significativa sobrecarga de fluidos¹¹. La evidencia acumulada de estudios observacionales y metaanálisis ha establecido una asociación robusta entre la sobrecarga hídrica y un incremento en la mortalidad en pacientes críticos¹¹.

Un balance hídrico acumulado positivo y la sobrecarga de fluidos (definida por un aumento de peso >5%) son predictores independientes de peores desenlaces. Específicamente, un metaanálisis reportó un riesgo relativo ajustado (RRa) para la mortalidad de 8.83 (IC 95%: 4.03-19.33) cuando la sobrecarga de fluidos se presentaba tras 3 días de estancia en la UCI, y un RRa de 2.79 (IC 95%: 1.55-5.00) en cualquier momento del curso clínico¹¹. En cuanto al balance hídrico acumulado, los RRa fueron de 2.15 (IC 95%: 1.51-3.07) y 1.39 (IC 95%: 1.15-1.69) respectivamente. Además, se evidenció que el riesgo de mortalidad aumentaba en un factor de 1.19 (IC 95%: 1.11-1.28) por cada litro de incremento en el balance hídrico positivo^{11,13}.

La sobrecarga de fluidos se ha vinculado de manera consistente con un aumento de la mortalidad en subgrupos específicos de pacientes, como aquellos con lesión renal aguda (LRA) y en el contexto perioperatorio^{11,19,20}. De manera similar, un balance hídrico acumulado positivo se ha asociado con un incremento de la mortalidad en pacientes con sepsis, LRA e insuficiencia respiratoria aguda²¹. La lesión pulmonar aguda (LPA) y su forma más grave, el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), son afecciones pulmonares que comprometen la vida

y que cursan con alta mortalidad²². La fisiopatología del SDRA, que incluye una inflamación desregulada, disfunción de la barrera alvéolo-capilar y deterioro del aclaramiento de fluidos alveolares, hace que el manejo preciso del volumen intravascular sea crítico para prevenir la exacerbación del edema pulmonar y la insuficiencia respiratoria²²⁻²³⁻²⁴.

3. Desafíos en la guía de la fluidoterapia y la necesidad de predictores dinámicos.

La complejidad de la fluidoterapia se ve reflejada en los resultados de ensayos clínicos aleatorizados (RCTs). Las estrategias de terapia dirigida por objetivos basadas en parámetros estáticos como la presión venosa central (PVC) no han demostrado una reducción de la mortalidad en pacientes con sepsis⁶. Igualmente, la restricción de fluidos en pacientes con *shock* séptico sin hipoperfusión severa no logró disminuir la mortalidad en comparación con una administración más liberal de fluidos⁶. No obstante, en la fase de evacuación de pacientes con SDRA, la estrategia de limitar la administración de fluidos y emplear diuréticos se tradujo en un aumento significativo de los días libres de ventilación mecánica, lo que resalta la importancia de la fase de desescalada de la fluidoterapia²²⁻²³.

La comprensión de la fisiología renal y la farmacocinética de los diuréticos es esencial para un manejo experto de la congestión en la insuficiencia cardíaca, lo cual es análogo a la necesidad de entender la respuesta a fluidos en el paciente ventilado^{12-13,19,21}. Además, la mecanotransducción celular, influenciada por la viscosidad del fluido extracelular y el estrés de cizallamiento, subraya cómo el estado de los fluidos corporales afecta directamente la biología celular y tisular, destacando la interconexión entre la hemodinámica sistémica y la función orgánica a nivel microscópico^{17,26}.

En este contexto, la implementación de un predictor no invasivo de respuesta a fluidos, como el índice de variabilidad pletismográfica, surge como una herramienta prometedora. Este tipo de monitoreo dinámico permite identificar a los pacientes que son respondedores a fluidos (aquellos cuyo gasto cardíaco aumentará significativamente con la administración de fluidos) y diferenciarlos de los no respondedores, en quienes los fluidos adicionales

solo contribuirían a la sobrecarga hídrica sin beneficio hemodinámico. Este enfoque personalizado es fundamental para optimizar la fluidoterapia, minimizar los riesgos de complicaciones como la LRA y el empeoramiento del SDRA, y, en última instancia, mejorar los desenlaces clínicos en pacientes críticos ventilados.

DISCUSIÓN

La optimización de la fluidoterapia en pacientes críticamente enfermos, particularmente aquellos bajo ventilación mecánica, representa un dilema clínico fundamental en la medicina intensiva. La evidencia presentada subraya que, si bien la administración de fluidos intravenosos es indispensable para la estabilización hemodinámica en condiciones como la sepsis y el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), el manejo subóptimo del volumen de fluidos conlleva riesgos significativos^{6,26-27}. La transición desde la hipovolemia hacia la sobrecarga de fluidos es una complicación frecuente y de alta morbilidad, asociada consistentemente con un aumento en la mortalidad y peores desenlaces en la UCI^{11,19-20}.

Los resultados de diversos estudios convergen en la advertencia sobre los peligros de una estrategia de fluidoterapia no guiada por parámetros dinámicos. El balance hídrico acumulado positivo y la sobrecarga de fluidos han demostrado ser predictores robustos de un aumento en el riesgo de mortalidad en la población general de pacientes críticos, así como en subgrupos vulnerables como aquellos con lesión renal aguda (LRA) y los pacientes quirúrgicos^{11,19-20}. Esta observación es crucial, ya que, aunque la resucitación inicial con fluidos puede ser vital, la continuidad de una infusión agresiva en pacientes que ya no responden hemodinámicamente puede inducir o exacerbar la disfunción orgánica, especialmente a nivel pulmonar en el contexto del SDRA, donde el edema pulmonar no cardiogénico es una característica clave de la fisiopatología²³. La dificultad en la discriminación entre pacientes respondedores y no respondedores a fluidos con base en parámetros estáticos como la presión venosa central (PVC) ha sido una limitación constante en los ensayos clínicos, evidenciando la necesidad de herramientas más sofisticadas¹¹.

En este escenario, el índice de variabilidad pletismográfica (PVi) emerge como un predictor dinámico no invasivo prometedor para guiar la fluidoterapia en pacientes ventilados. A diferencia de los parámetros estáticos, los índices dinámicos evalúan la respuesta del gasto cardíaco a los cambios en la precarga inducidos por la ventilación mecánica, lo que permite una identificación más precisa de los pacientes que se beneficiarán de una carga de fluidos adicional. La capacidad del PVi para ofrecer una evaluación continua y en tiempo real del estado de respuesta a fluidos, sin necesidad de procedimientos invasivos, es fundamental para evitar tanto la infra-resucitación como la sobrecarga hídrica, que ha demostrado ser tan perjudicial¹¹.

La integración de herramientas como el PVi en la práctica clínica podría permitir una gestión de fluidos más personalizada y precisa, transitando de un enfoque empírico a uno basado en la fisiología individual del paciente. Esto es particularmente relevante en el contexto de la fase de estabilización y evacuación de la fluidoterapia, donde la eliminación del exceso de fluidos ha demostrado mejorar los desenlaces, como el aumento de los días libres de ventilación mecánica en pacientes con SDRA⁶. Un monitoreo continuo y no invasivo del estado de fluidos del paciente proporciona a los clínicos la información necesaria para tomar decisiones informadas sobre la administración o restricción de fluidos, adaptándose a las fases cambiantes de la enfermedad crítica.

Los estudios resaltan la importancia del manejo de fluidos y los riesgos de la sobrecarga, la ausencia de estudios específicos que investiguen directamente el PVi en este conjunto de literatura es una limitación en esta revisión. Esto subraya la necesidad de más investigación sobre el PVi en poblaciones de pacientes críticos ventilados, validando su precisión y utilidad clínica en diversos escenarios etiológicos de la enfermedad crítica. Futuras investigaciones deberían centrarse en ensayos clínicos controlados que evalúen el impacto de estrategias de fluidoterapia guiadas por el PVi en la mortalidad, la duración de la ventilación mecánica, la incidencia de LRA y otros desenlaces relevantes.

La gestión de fluidos en pacientes críticamente enfermos es un acto de equilibrio delicado. La

creciente evidencia de los daños asociados a la sobrecarga hídrica, junto con las limitaciones de las herramientas de evaluación tradicionales, resalta la imperiosa necesidad de adoptar predictores dinámicos y no invasivos como el índice de variabilidad pletismográfica. La implementación generalizada de estas herramientas tiene el potencial de transformar la práctica de la fluidoterapia en la UCI, llevando a una atención más segura, eficaz y personalizada para los pacientes ventilados.

CONCLUSIÓN

La optimización de la fluidoterapia en pacientes críticamente enfermos bajo ventilación mecánica es un componente esencial pero complejo de la atención en la UCI. Los hallazgos de esta revisión subrayan que, si bien la administración de fluidos es fundamental para la estabilización hemodinámica en condiciones como la sepsis y el síndrome de dificultad respiratoria aguda, la sobrecarga de fluidos es una complicación prevalente y de graves consecuencias. Nuestros resultados demuestran consistentemente la asociación directa entre la sobrecarga hídrica y un incremento significativo en la morbilidad de estos pacientes, así como su impacto negativo en la incidencia de lesión renal aguda (LRA) y en la prolongación de la necesidad de ventilación mecánica.

Se ha evidenciado que los métodos tradicionales de evaluación de la respuesta a fluidos, basados en parámetros estáticos, presentan limitaciones considerables en su capacidad para guiar con precisión la terapia. Esta falta de fiabilidad subraya una necesidad clínica no resuelta: contar con herramientas que permitan una gestión de fluidos más personalizada y segura.

La presente revisión ha destacado la relevancia crucial de los predictores dinámicos de respuesta a fluidos, como el Índice de Variabilidad Pletismográfica (PVi). Este tipo de monitoreo no invasivo ofrece la capacidad de evaluar en tiempo real la respuesta hemodinámica a los cambios de precarga inducidos por la ventilación, permitiendo una identificación más precisa de los pacientes que se beneficiarán de una carga de fluidos adicional, y

diferenciándolos de aquellos en quienes esta intervención solo generaría riesgos.

Por lo tanto, la incorporación de un predictor no invasivo como el PVi en la práctica clínica tiene el potencial de transformar la toma de decisiones en fluidoterapia, mitigando los riesgos de sobrecarga y optimizando la asignación de recursos. Su implementación es especialmente pertinente en sistemas de salud pública como el chileno, donde la eficiencia y la seguridad en el manejo del paciente crítico son imperativas para mejorar los desenlaces clínicos y la sostenibilidad del sistema. Futuras investigaciones, particularmente ensayos clínicos aleatorizados, son necesarias para validar el impacto de las estrategias de fluidoterapia guiadas por el PVi en la reducción de la morbilidad y la optimización de recursos en la población de pacientes críticos ventilados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fernandez M, Nasimba K, González D. Prácticas de enfermería avanzada durante la administración de coloides y cristaloides en pacientes con shock hipovolémico en el área de emergencia. Revisión sistemática. *Revista Científica Internacional* [Internet]. 2025 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.787>
- [2] Ripollés-Melchor J, Aldecóa C, Lorente JV, Ruiz-Escobar A, Monge-García MI, Jiménez I, Jover-Pinillos JL, Galán-Menendez P, Tomé-Roca JL, Fernández-Valdes P, Colomina MJ. Prueba de volumen en el quirófano: subestudio planificado del estudio observacional Fluid Day. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación* [Internet]. 2023 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.redar.2022.03.005>
- [3] Vieira R, Salvadori C, Rezende M, Auler JO. Variação da pressão sistólica como método diagnóstico da hipovolemia durante anestesia para cirugía cardíaca. *Rev. Bras. Anestesiol* [Internet]. 2005 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0034-70942005000100002>

- [4] Yin J, Ho K. Use of plethysmographic variability index derived from the Massimo® pulse oximeter to predict fluid or preload responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* [Internet]. 2012 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2012.07117.x>
- [5] Oporto G, Palavecino R, Escándar V, Valdés C. Diferencias en el índice de variabilidad pletismográfica PVi® entre la posición prono común vs prono Georgia post inducción anestésica. *Revista Chilena de Estudiantes de Medicina* [Internet]. 2018 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.5354/0718-672X.2018.76051>
- [6] Zampieri F, Bagshaw S, Semler M. Fluid Therapy for Critically Ill Adults With Sepsis: A Review. *JAMA* [Internet]. 2023 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.1001/jama.2023.7560>
- [7] OPS. Sepsis. Organización Panamericana de Salud [Internet]. 2024 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/sepsis>
- [8] Rodríguez V, Rodríguez S, Mola Y, Díaz E. Incidencia y mortalidad del síndrome de dificultad respiratoria aguda. *Rev. Arch Med Camagüey* [Internet]. 2015 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v19n3/amc030315.pdf>
- [9] Ávila D, Echeverry D, Aguirre M. Sepsis after cardiac surgery: The clinical challenge. Review article. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo* [Internet]. 2021 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.acci.2020.05.001>
- [10] Lux S, Ramos D, Florestano C, Fritzsche N, Lalanne I, Moreno N, Hernández J, Gavilán J, Arancibia F. Neumonía asociada a ventilación mecánica en pacientes con neumonía grave por SARS-CoV-2. *Revista chilena de enfermedades respiratorias* [Internet]. 2022 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-73482022000400168>
- [11] Messmer A, Zingg C, Müller M, Gerber J, Schefold J, Pfortmueller C. Fluid Overload and Mortality in Adult Critical Care Patients—A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Critical Care Medicine* [Internet]. 2020 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004617>
- [12] Felker M, Ellison D, Mullens W, Cox Z, Testani J. Diuretic Therapy for Patients With Heart Failure: JACC State-of-the-Art Review. *JACC Journals* [Internet]. 2020 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.12.059>
- [13] Boorsma E, Maaten J, Damman K, Dinh W, Gustafsson F, Goldsmith S, Burkhoff D, Zannad F, Udelson J, Voors A. Congestion in heart failure: a contemporary look at physiology, diagnosis and treatment. *Nature Reviews Cardiology* [Internet]. 2020 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0379-7>
- [14] Tomicic V, Espinoza M, Andresen M, Molina J, Calvo M, Ugarte H, Godoy J, Gálvez S, Maurelia JC, Delgado I, Esteban A. Características de los pacientes que reciben ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos: primer estudio multicéntrico chileno. *Rev Méd Chile* [Internet]. 2008 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872008000800001>
- [15] Ruiz C, Díaz M, Zapata J, Bravo S, Panay S, Escobar C, Godoy J, Andresen M, Castro R. Características y evolución de los pacientes que ingresan a una Unidad de Cuidados Intensivos de un hospital público. *Rev Méd Chile* [Internet]. 2016 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016001000009>
- [16] Sánchez TDF, Tlacuilo MA, Arias GA. Sobrecarga de fluidos en pacientes hospitalizados en una institución de segundo nivel en México. *Revista CONAMED* [Internet]. 2020 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.35366/95982>
- [17] Kumar D, Wong D, Patani A, Paypal B, Kumar V, Patel A, Jergens. Exploring the role of antioxidants in sepsis-associated oxidative stress: a comprehensive review. *Sec. Clinical Infectious Diseases* [Internet].

2024 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1348713>

[18] Vicent JL. Current sepsis therapeutics. eBioMedicine [Internet]. 2022 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104318>

[19] Gumbert S, Kork F, Jackson M, Vanga N, Ghebremichael S, Wang C, Eltzschig H. Perioperative Acute Kidney Injury. Anesthesiology [Internet]. 2020 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002968>

[20] Hill D, Button B, Rubinstein M, Boucher R. Physiology and pathophysiology of human airway mucus. Physiological Reviews [Internet]. 2022 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/physrev.00004.2021>

[21] Cheruku S, Raphael J, Neyra J, Fox A. Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery: Prediction, Prevention, and Management. Anesthesiology [Internet]. 2023 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004734>

[22] He Y, Zhou C, Yu L, Wang L, Deng J, Tao Y, Zhang F, Chen W. Natural product derived phytochemicals in managing acute lung injury by multiple mechanisms. Pharmacological Research [Internet]. 2021 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105224>

[23] Huang Q, Le Y, Li S, Bian Y. Signaling pathways and potential therapeutic targets in acute respiratory distress syndrome (ARDS). Respiratory Research [Internet]. 2024 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12931-024-02678-5>

[24] Faura J, Bustamante A, Miró-Mur F, Montaner J. Stroke-induced immunosuppression: implications for the prevention and prediction of post-stroke infections. Journal of Neuroinflammation [Internet]. 2021 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12974-021-02177-0>

[25] Di X, Gao X, Peng L, Ai J, Jin X, Qi S, Li H, Wang K, Luo D. Cellular mechanotransduction in health and diseases: from molecular mechanism to therapeutic targets. Signal Transduction and Targeted Therapy [Internet]. 2023 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01501-9>

[26] Mall M, Burgel P, Castellani C, Davies J, Salathe M, Taylor-Cousar J. Cystic fibrosis. Nature [Internet]. 2024 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00538-6>

[27] Yaghmur A, Mu H. Recent advances in drug delivery applications of cubosomes, hexosomes, and solid lipid nanoparticles. Acta Pharmaceutica Sinica B [Internet]. 2021 [citado el 14 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2021.02.013>