



**DOI:** 10.26820/reciamuc/7.(1).enero.2023.439-450

**URL:** <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1038>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIAMUC

**ISSN:** 2588-0748

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 32 Ciencias Médicas

**PAGINAS:** 439-450







## Monitoreo hemodinámico por ecografía

Hemodynamic monitoring by ultrasound

Monitorização hemodinâmica por ultra-sons

**Daniella Estefanía Torres Banda<sup>1</sup>; Josselin Fabiola Chávez Almeida<sup>2</sup>; Alexandra Nataly Carrillo Navarrete<sup>3</sup>; Priscila Paola Ronquillo Bustamante<sup>4</sup>**

**RECIBIDO:** 15/09/2022 **ACEPTADO:** 20/11/2022 **PUBLICADO:** 04/02/2023

1. Médico; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; daniellatorresbanda20@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0001-8498-1405>
2. Especialista en Salud y Seguridad Ocupacional Mención en Salud Ocupacional; Médico; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; drajosselinchavez@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-0792-5076>
3. Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional; Médico; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; alexandra\_8900@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-4930-4630>
4. Médico; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; prisci-1990@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0001-9530-1399>

### CORRESPONDENCIA

**Daniella Estefanía Torres Banda**

daniellatorresbanda20@gmail.com

**Guayaquil, Ecuador**

## RESUMEN

El avance en la monitorización hemodinámica se ha estado evidenciando desde la más reciente década, tanto en el área de emergencia, como en la sala de operaciones y en la unidad de cuidados intensivos, demostrando su mayor repercusión en la reducción del uso del catéter de arteria pulmonar (PAC), y el surgimiento de instrumentos mínimamente invasivos y no invasivos. Un claro ejemplo de éstos viene siendo el uso de la ecografía en el punto de cuidado, es decir, ecografía clínica, ya que toda la información obtenida con ésta, favorece indudable y considerablemente al profesional de la salud en la toma de decisiones vitales. Es por ello que se ha decidido adelantar una revisión bibliográfica con la finalidad de detallar, en los resultados, algunas acepciones vigentes sobre monitoreo hemodinámico y técnicas ecográficas o de ultrasonido para lograrlo. Se concluye que, se ha indicado que las técnicas de monitorización hemodinámica no invasivas han evidenciado una baja incidencia de complicaciones, es de allí que entonces se induce el papel preponderante que viene a representar el uso de la ecografía clínica por incluir al monitoreo hemodinámico entre sus ventajas, como herramienta de valoración multimodal.

**Palabras clave:** Cuidados Críticos, Hemodinámica, Variables, Tecnología Doppler, POCUS.

## ABSTRACT

The progress in hemodynamic monitoring has been evident since the last decade, both in the emergency area, as well as in the operating room and in the intensive care unit, demonstrating its greatest impact in reducing the use of artery catheters. (PAC), and the emergence of minimally invasive and non-invasive instruments. A clear example of these has been the use of ultrasound at the point of care, that is, clinical ultrasound, since all the information obtained with it undoubtedly and considerably favors the health professional in making vital decisions. That is why it has been decided to carry out a bibliographic review in order to detail, in the results, some current meanings on hemodynamic monitoring and echographic or ultrasound techniques to achieve it. It is concluded that, it has been indicated that non-invasive hemodynamic monitoring techniques have shown a low incidence of complications, it is from there that the preponderant role that comes to represent the use of clinical ultrasound is induced by including hemodynamic monitoring among its functions. advantages, as a multimodal assessment tool.

**Keywords:** Critical Care, Hemodynamics, Variables, Doppler Technology, POCUS.

## RESUMO

O progresso na monitorização hemodinâmica tem sido evidente desde a última década, tanto na área de emergência, como na sala de operações e na unidade de cuidados intensivos, demonstrando o seu maior impacto na redução do uso de cateteres arteriais. (PAC), e o aparecimento de instrumentos mínimamente invasivos e não invasivos. Um exemplo claro destes tem sido a utilização de ultra-sons no ponto de tratamento, ou seja, ultra-sons clínicos, uma vez que toda a informação obtida com os mesmos favorece indubitavelmente e consideravelmente o profissional de saúde na tomada de decisões vitais. É por isso que foi decidido realizar uma revisão bibliográfica a fim de detalhar, nos resultados, alguns significados actuais sobre monitorização hemodinâmica e técnicas de ecografia ou ultra-som para o conseguir. Conclui-se que, foi indicado que as técnicas de monitorização hemodinâmica não invasiva demonstraram uma baixa incidência de complicações, é a partir daí que o papel preponderante que vem a representar a utilização da ultra-sonografia clínica é induzido pela inclusão da monitorização hemodinâmica entre as suas funções. vantagens, como instrumento de avaliação multimodal.

**Palavras-chave:** Critical Care, Hemodinâmica, Variáveis, Tecnologia Doppler, POCUS.

## Introducción

La monitorización hemodinámica se considera un recurso favorable en la apreciación de los fenómenos involucrados en el proceso de perfusión y oxigenación tisular, ya que facilita la comprensión de la fisiopatología de los procesos hemodinámicos al conjunto de profesionales de la salud que intervienen en los distintos niveles de la atención sanitaria, transmitiendo información significativa al momento de aplicar ciertas medidas respecto a los tratamientos y la optimización de estos. El valor de tal recurso es particularmente apreciado en pacientes que, por su inestabilidad, se requiere más información de la que comúnmente se maneja en los ingresos de Unidades de Cuidados Intensivos o Críticos (UCI o UCC), como lo es la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal, la saturación de oxígeno, entre otras medidas.

La monitorización por sí misma no es una herramienta terapéutica, su utilización, por sí sola, no mejora los resultados de los pacientes, pero si a partir del uso racional de la información suministrada sobre el proceso tratado. Dicha información, ligada a unos objetivos terapéuticos, puede suponer modificaciones en la evolución de la enfermedad, generando, por tanto, beneficios para el paciente. (Martín, et al., 2013)

Monga & Merlo (2020) aseguran que la inestabilidad hemodinámica es frecuente en las UCC, de allí entonces la trascendente necesidad de contar con sistemas de monitorización que posibiliten la obtención de variables cuantificables, fiables y capaces de valorar precarga (presión venosa central o presión capilar pulmonar), poscarga (resistencias vasculares) y contractilidad (función ventricular y gasto cardíaco).

Durante la última década, la monitorización hemodinámica ha evolucionado considerablemente, desde el área de emergencia, la sala de operaciones, la unidad de cuidados intensivos. El ma-

yor impacto en su evolución es la disminución del uso del catéter de arteria pulmonar (PAC), junto con la aparición de dispositivos mínimamente invasivos. Monitoreo y monitores de salida cardíaca no invasivos, que han demostrado ofrecer variables hemodinámicas con creaciones de algoritmos que nos guiarán hacia la toma de decisiones. (Escobar, Vélez, Pincay, & Yagual, 2020)

Martín, et al., también referían (2013) el importante crecimiento que en años recientes estaba teniendo el uso de dispositivos basados en la tecnología doppler, detallando que la base de la misma se fundamentaba el cambio que se produce en la frecuencia de una onda acústica cuando el emisor y/o el receptor se encuentran en movimiento relativo.

La tecnología consiste en la emisión de una onda con una frecuencia conocida a nivel cardíaco-vascular que choca con los eritrocitos en movimiento y se detecta por la presencia de una frecuencia diferente. A partir de estos fundamentos, existen diferentes instrumentos para la monitorización hemodinámica. (Martín, et al., 2013, págs. 33-34)

En 2019, Abdo-Cuza & Blanco también destacan la importante innovación que también recientemente ha traído el uso de la ecografía en el punto de cuidado (ecografía clínica en español, point-of-care ultrasound en inglés) en el cuidado de pacientes críticamente enfermos.

Esto implica un cambio desde un “paradigma clásico”, donde la ecografía en el punto de cuidado se utiliza de manera convencional, siendo realizada al llamado por especialistas en diagnóstico por imágenes o cardiólogos y se encuentra limitada a franjas horarias, hacia un “paradigma centrado en la ecografía en el enfermo crítico”. En este último caso, el método es utilizado por los intensivistas o urgenciólogos las 24 horas del día, sin requerir de especialistas en imágenes, usándose de manera racional para el diagnóstico, monitoreo

y guía intervencionista, en los más variados escenarios clínicos. (Abdo-Cuza & Blanco, 2019)

Una de las principales utilidades de la ecografía, según Oulego (2016), vendría siendo la valoración de la situación hemodinámica del paciente, en los que es posible diferenciar dos tipos de aplicaciones: el uso de aquellas aplicaciones de la ecografía no cardíaca que tienen utilidad en la valoración hemodinámica (ej. E-FAST en paciente traumatizado) y la ecocardiografía.

El motivo por desarrollar la presente investigación ha surgido de todo lo antes expuesto, por ello se ha decidido llevar a cabo una revisión bibliográfica a fines de aportar un contenido actualizado entorno al monitoreo hemodinámico por ecografía. A continuación, se describe la metodología investigativa aplicada, y en las secciones siguientes, los resultados mediante la misma, y aparte, las respectivas conclusiones.

## Materiales y Métodos

El objetivo de esta investigación se delimitó a la búsqueda y revisión de literatura científica reciente, mediante el uso de palabras clave extraídas del vocabulario estructurado y trilingüe DeCS (Descriptor de Ciencias de la Salud) disponible en la base de datos electrónica de la Biblioteca Virtual de la Salud (BVS). Esos mismos términos de búsqueda fueron igualmente probados en otros repositorios digitales o bases de datos, tales como: PubMed, MedlinePlus, Scielo, Dialnet, Researchgate, y otras.

Las locuciones y formulaciones hechas con operadores lógicos y notaciones con las que obtuvieron los mejores resultados han sido:

- monitoreo hemodinámico por ecografía.
- ~monitoreo hemodinámico AND ~ecografía
- ~ultrasonido OR imágenes AND monitoreo hemodinámico

Los resultados obtenidos con estas alcanzaron para identificar y seleccionar los contenidos que guardasen la mayor correlación temática posible, de los cuales se extraen los criterios expertos útiles para cubrir el objetivo preestablecido para el tema en cuestión.

El material bibliográfico que se consideró rescatar fue el relativo a: artículos científicos; protocolos, manuales y guías de procedimiento; libros y secciones de libros; estudios de cohorte, casos, controles, series y reportes; ensayos clínicos; consensos de profesionales especialistas; tesis de grado, posgrado, maestría y doctorado, noticias científicas, boletines y/o folletos informativos de asociaciones, organizaciones o entes reconocidos a nivel nacional, regional o internacional, públicos o privadas, documentos, monografías y cualquier otro tipo o clase de información sustentada en fuentes formales o evidencia verificable.

Otros de los criterios de refinamiento aplicados han sido: contenido: completo; fecha de publicación: últimos 10 años; idioma: español; especie: humana; tipo: electrónico o audiovisual; y otros, según su disponibilidad en cada plataforma de búsqueda.

Se desestimó todo aquel contenido determinado como repetido (duplicado) al haberse encontrado en un previo proceso de búsqueda, así como también, editoriales, cartas al editor, y otros tipos de materiales o recursos documentales sin fundamento científico académico o con muy bajo nivel de evidencia.

El proceso de revisión de la literatura derivó de las tareas de:

- a. **recolección y selección;** conforme a, principalmente, los criterios de pertinencia, exhaustividad y vigencia;
- b. **clasificación y organización;** en base a la temática planteada, y;
- c. **análisis y síntesis de los textos;** de acuerdo a los criterios de calidad adecuados para la presente investigación y a su lectura crítica.

La exclusión e inclusión de cada una de las fuentes referidas en la presente entrega se definió mediante el consenso del equipo investigador, y de la misma manera fueron resueltas las discrepancias de criterios.

### Resultados

Conforme al criterio de Huygh, Peeters, Bernards, & Malbrain, básicamente es por las anomalías en el volumen circulante efectivo, la función cardíaca y/o el tono vascular, que se produce una inestabilidad hemodinámica. A causa de ello, es entonces que se genera un desorden entre el suministro y la demanda de oxígeno; y tal irregularidad es lo que propicia significativamente la insuficiencia orgánica.

Los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) en general sufren de falla orgánica (única o múltiple) o están en riesgo de tal falla orgánica, lo que incluye pacientes después de cirugía mayor y/o trauma. A menudo podemos manejarlo con un examen clínico regular y el control de ciertos parámetros vitales básicos (frecuencia cardíaca, presión arterial, presión venosa central [PVC], saturación de oxígeno venoso central y periférico y variables respiratorias) y la producción de orina, pero cuando estos fallan hay una mayor necesidad de monitorización hemodinámica (gasto cardíaco [CO], presión de oclusión arterial pulmonar [PAOP o presión de enclavamiento], presión arterial pulmonar [PAP], saturación de oxígeno venoso mixto [SvO<sub>2</sub>], variación del volumen sistólico [SVV], agua extravascular, etc.) para guiar el manejo de líquidos y el soporte vasopresor/ inotrópico. Durante las últimas décadas, la monitorización hemodinámica ha evolucionado desde la monitorización básica del CO hasta dispositivos sofisticados que proporcionan una plétora de variables. Estas técnicas y dispositivos se pueden clasificar de dos maneras: 1) técnicas calibradas versus técnicas

no calibradas y 2) por su grado de invasividad (invasiva, menos invasiva o no invasiva). (Huygh, Peeters, Bernards, & Malbrain, 2016)

La monitorización hemodinámica es indicada especialmente tanto en pacientes con estados de bajo gasto cardíaco; por ejemplo, los que corren el riesgo de hipovolemia (casos de deshidratación, hemorragias, quemaduras, traumatismos y otros), de shock (séptico, cardiogénico, neurogénico, anafiláctico, y demás), de alteraciones de la función cardíaca (insuficiencia cardíaca congestiva, infarto agudo de miocardio o miocardiopatías) como también en aquellos que podrían correr el riesgo de desarrollar bajo gasto cardíaco luego de haberse sometido a cirugía mayor de tipo cardíaco, abdominal u otras. Por lo anterior, es valioso que la monitorización hemodinámica esté disponible especialmente en las UCI/UCC; nivel de atención donde es habitual atender este tipo de patologías, ya que su utilidad se erige como una importante herramienta para la evaluación de pacientes, así como en el establecimiento del diagnóstico y como guía del tratamiento.

Las variables estudiadas en la monitorización hemodinámica son, entre otras, la frecuencia cardíaca (FC), la presión venosa central (PVC), la presión arterial media (PAM), la presión arterial diastólica (PD) y la presión sanguínea sistólica (PS). La inclusión de otras variables de flujo como es el caso del gasto cardíaco (GC), se considera fundamental para la valoración de la función cardíaca y la monitorización de la oxigenación de los tejidos, alertando así sobre posibles casos de hipoxia, entre otros aspectos. tejidos, alertando así sobre posibles casos de hipoxia, entre otros aspectos. (Martín, et al., 2013)

### Ecografía clínica

En el proceso diagnóstico de cualquier enfermo es clave la historia clínica sustentada en dos pilares básicos: la anamnesis y la

exploración física. Pues bien, la ecografía es un instrumento perfecto para mejorar nuestro rendimiento de la exploración ya que permite observar y medir con precisión múltiples órganos difíciles de valorar con los métodos tradicionales (inspección, palpación, auscultación). Pero además la ecografía permite el diagnóstico eficaz en algunas enfermedades (cardiopatías, patología biliar y renal, trombosis venosa profunda), facilita la realización de algunos procedimientos invasivos (canalización de vías centrales, toracocentesis, paracentesis, etc.) y sirve para monitorizar y seguir el tratamiento de algunas enfermedades (medición del índice cava para valoración indirecta de la presión venosa central y del volumen intravascular). (Grupo de Trabajo de Ecografía Clínica de la Sociedad Española de Medicina Interna, 2013)

Por otra parte, Abdo-Cuza & Blanco (2019) explican que:

Mientras que la ecografía convencional es descriptiva, anatómica, detallada, y el imagenólogo no es el médico tratante ni toma decisiones respecto al paciente, la ecografía clínica se focaliza en interrogantes fisiopatológicas que se integran dentro del contexto clínico del enfermo, siendo el intensivista quien realiza las ecografías e interpreta de manera holística para la toma de decisiones. A diferencia de la ecografía convencional, donde los estudios suelen ser únicos o se repiten espaciadamente en el tiempo, la ecografía clínica se realiza de manera continuada durante el día, siendo así posible monitorizar al enfermo durante toda su estadía en las áreas de atención al enfermo crítico.

Estos mismos tratadistas destacan que, independientemente de las ventajas que ofrece la ecografía clínica, no hay que dejar de lado que es complementaria a otras intervenciones, por lo que nunca debe utilizarse de manera aislada.

Su estudio implica conocer las limitantes de las distintas técnicas de exploración y adquirir las competencias en una visión holística. Aunque de acuerdo con la literatura no pueda afirmarse categóricamente que la ecografía clínica mejore el pronóstico de los enfermos, el buen uso de esta puede contribuir a un asistencialismo más objetivo y seguro del paciente crítico. (Abdo-Cuza & Blanco, 2019, pág. 2/5)

Vitón, Rego, & Mena (2021) aseguran que, también a la ecografía clínica se le conoce con los nombres de: POCUS, acrónimo de la expresión en inglés Point of Care Ultrasound (en español, ecografía al lado del paciente), ecoscopia, sonoscopia, sonografía o estetoscopio del siglo XXI; y es entendida como la exploración mediante ultrasonidos que lleva a cabo un profesional de la salud acreditado para detallar diagnósticos o información que no había sido posible distinguir por completo mediante el uso del método clínico.

En la actualidad no se puede evaluar correctamente la disfunción cardiocirculatoria sin el empleo de la ecografía clínica. Por ejemplo, en el shock hipovolémico hemorrágico por rotura/fisura de órganos intraabdominales, sobre todo hígado y bazo, con el resultante hemoperitoneo, son detectables por la presencia de líquido libre en el espacio hepatorenal o esplenorrenal, respectivamente. De igual manera, es muy útil la medición del diámetro espiratorio de la vena cava inferior (VCI) y sus índices de colapso inspiratorio y de variabilidad respiratoria, pues -además de permitir el diagnóstico del estado de hipovolemia- es una herramienta de monitoreo cada vez más necesaria para el seguimiento de la respuesta terapéutica a la reposición de fluidos.

La ecografía permite calcular el VS mediante el uso de la técnica de Doppler pulsado que establece la velocidad de

la sangre en un punto concreto del sistema cardiovascular. Si se aplica esta técnica a nivel del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) se obtendrá una imagen más o menos triangular que representa el espectro de la velocidad del flujo que pasan por ese punto durante un latido. Al trazar la superficie de la imagen de la curva Doppler se obtendrán diversos valores, entre ellos la integral velocidad-tiempo que, al multiplicarla por el área de sección transversal del TSVI, se obtiene el cálculo del VS; pues se tiene en cuenta que el TSVI es una estructura circular que no cambia significativamente su forma durante el ciclo cardíaco.

El principal problema de dicha medición consiste en que la integral velocidad-tiempo es una medida reproducible intra e interobservador, pero no lo es el diámetro del TSVI. Como consecuencia, al interpretar la evolución del GC no se sabrá si sus modificaciones son consecuencia de las maniobras terapéuticas o de diferencias en la medición del diámetro del TSVI. Para soslayar dicha situación en algunos servicios se ha optado por convertir este diámetro en una constante, puesto que en el fondo es un valor que no cambia y, a su vez, es proporcional a la superficie corporal.

Dicha simplificación permite asumir que el VS es igual a la integral velocidad-tiempo y, por tanto, que los cambios en esta última reflejan cambios en el VS. De esta manera es posible hacer una estimación del VS al realizar una normalización a la media y asumir que todos los pacientes tienen un diámetro del TSVI de 2 cm, lo cual corresponde a la media poblacional. (Vitón, Rego, & Mena, 2021, pág. 236)

De hecho, Ródenas, et al. (2022) recientemente han destacado la valoración hemodinámica en los pacientes en unidades de cuidados críticos (UCC) entre las múltiples

bondades de la ecografía; dejando ver que, incluso, se le incorpora como una herramienta indispensable en la práctica clínica habitual en dichas instancias, gracias a versátiles propiedades, desprovista radiación ionizante y sencilla curva de aprendizaje. Entre sus conclusiones, reitera la utilidad de la ecografía en la valoración multimodal del paciente crítico, siendo la monitorización hemodinámica un de sus usos.

**Tabla 1.** Principales usos de ecografía clínica en enfermo crítico y algunos escenarios clínicos de manejo

Estudios	Situaciones
Ecocardiograma transtorácico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shock/hemodinamia alterada.</li> <li>- Dolor torácico.</li> <li>- Insuficiencia respiratoria.</li> <li>- Sepsis (ej. endocarditis infecciosa).</li> <li>- Monitoreo hemodinámico no invasivo.</li> </ul>
Ecografía pleuropulmonar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuficiencia respiratoria.</li> <li>- Dolor torácico.</li> <li>- Sepsis (ej. neumonía).</li> <li>- Monitoreo de la aireación-reaireación pulmonar.</li> </ul>
Ecografía abdominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dolor abdominal.</li> <li>- Shock.</li> <li>- Sepsis (ej. colecistitis alitiásica).</li> <li>- Insuficiencia renal.</li> <li>- Ictericia.</li> </ul>
Ecografía vascular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocación de accesos vasculares venosos y arteriales eco-dirigidos.</li> <li>- Trombosis venosas profundas.</li> <li>- Insuficiencia arterial.</li> </ul>
Ecografía cerebral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de la conciencia.</li> <li>- Monitoreo no invasivo de la perfusión cerebral/presión intracraneal.</li> <li>- Monitoreo no invasivo de los hematomas intra y extra axiales y de la desviación de la línea media.</li> <li>- Diagnóstico de paro circulatorio cerebral.</li> </ul>
Ecografía de pequeñas partes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infecciones de partes blandas (ej. descartar colecciones, compromiso de fascia-músculo).</li> <li>- Evaluación de la instrumentación de la vía aérea.</li> <li>- Ecografía ocular (ej. trauma con desprendimiento de membranas oculares, subluxación del cristalino).</li> <li>- Evaluación de grandes articulaciones (ej. infección de cadera, rodilla).</li> </ul>

**Fuente.** Adaptado de Point-of-care ultrasound in critically ill patients in developing countries of Latin America. Abdo-Cuza & Blanco (2019). 19(9). p. 2/5. Recuperado de: [https://www.medwave.cl/medios/medwave/Octubre2019/PDF/med\\_wave-2019-09-7709.pdf](https://www.medwave.cl/medios/medwave/Octubre2019/PDF/med_wave-2019-09-7709.pdf)

### Tipos De Monitoreo Hemodinámico Por Ecografía (ultrasonido)

#### Doppler transtorácico.

El sistema más utilizado es el monitor US-COM®, que fue introducido en la práctica clínica en el año 2001. Este sistema utiliza una sonda ciega sobre diferentes niveles del sistema cardiovascular (supraesternal, su-

praclavicular o paraesternal) buscando los flujos sanguíneos máximos a nivel del tracto de salida de la válvula aórtica y pulmonar. Las áreas de los tractos se calculan a partir de un algoritmo antropométrico. Este sistema requiere de aprendizaje específico por parte de los profesionales sanitarios para realizar una adecuada interpretación de los resultados. (Martín, et al., 2013, págs. 34)



Las ideas expuestas en Escobar, et al. (2020) coinciden con lo antes referido, pero precisan que, un médico con sólidos conocimientos para efectuar estudios ecográficos, con tales ventanas, será capaz de percibir un taller hemodinámico en un lapso de 10 minutos, con variables dinámicas y estáticas, las cuales podrían ser: GC, volumen sistólico (VS), fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), presión venosa central (PVC), índice de colapso de la vena cava inferior y la vena yugular interna, así como la visualización directa del comportamiento miocárdico en varios escenarios clínicos: contractilidad miocárdica, grosor miocárdico, tamaño de la aurícula izquierda, dilatación ventricular derecha, derrame pericárdico.

### Doppler esofágico

Para el cálculo del gasto cardíaco, esta técnica utiliza un algoritmo que asume un flujo con proporción constante que abandona el corazón y continúa bajando por la aorta torácica, aunque esta estimación no es exacta en pacientes conscientes.

Existen distintos dispositivos de doppler esofágico comercializados por varias marcas, con diferentes características técnicas según funcionamiento y método de cálculo, siendo el sistema más utilizado el monitor CardioQ. La incorporación del eco-doppler esofágico en el manejo de los pacientes hemodinámicamente inestables se ha ido incrementando de forma significativa a lo largo de los últimos años. (Martín, et al., 2013, págs. 34)

### Ecocardiografía (Ecocardiograma)

La evaluación mediante el ecocardiograma en el paciente hemodinámicamente inestable ha ido creciendo, debido a la progresiva portabilidad de los equipos, los avances en la definición de la imagen y la relativamente favorable relación costo-beneficio de una técnica no invasiva. Tal es su avance en el territorio intensivista que se propone la técnica POCUS (Point Of Care UltraSound, ecografía en el punto de atención) para pro-

fesionales de la salud no especialistas en el ultrasonido. (Sociedad Argentina de Cardiología, 2022)

Martín, et al. (2013) se trata de la evaluación de la morfología y hemodinámica cardíacas mediante la aplicación de la tecnología de ultrasonidos (doppler). Es una técnica que, en los últimos años viene formando parte de la rutina diagnóstica en cardiología, utilizándose en la exploración de la estructura y función cardíacas, aunque también ha venido recientemente utilizándose con mayor frecuencia para la monitorización hemodinámica por la posibilidad de monitorización a pie de cama, evitando molestias a los pacientes y ofreciendo gran información a tiempo real.

A pesar de ello, esta técnica presenta una limitación de uso como sistema de “monitorización hemodinámica”, ya que la medición no es continua, así como no evalúa el grado de hipoperfusión (por ejemplo, la saturación venosa central) y que no permite estimar el tono vasomotor. La ecocardiografía bidimensional permite la visualización de las estructuras cardíacas (morfología, tamaño de las cavidades, válvulas, paredes cardíacas y presencia de masas en las cámaras), ofreciendo una información muy útil de carácter cualitativo. También mediante esta tecnología se puede obtener información sobre la dirección, flujo sanguíneo en las diferentes cámaras y grandes vasos. Esta técnica necesita entrenamiento de los profesionales que realizan el examen y el análisis de las imágenes obtenidas. (Martín, et al., 2013, págs. 34-35)

“La ecocardiografía también puede utilizarse como herramienta de monitorización durante el tratamiento de los pacientes con compromiso hemodinámico”. (Oulego, 2016, pág. 69)

La finalidad de la monitorización es obtener datos suficientes que garanticen un manejo terapéutico adecuado para la optimización de la perfusión tisular, que está determinada por el contenido

arterial de oxígeno, de hemoglobina y el GC, que permiten el transporte el oxígeno a los tejidos. (Monga & Merlo, 2020)

Aunque al evaluar a estos pacientes comúnmente se presenten inconvenientes con respecto a la mala calidad de la ventana ultrasónica, la colaboración del paciente y la modificación en los datos que genera la ventilación invasiva, la utilidad de este método se puede evidenciar en:

- Evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo.
- Evaluación de la presión de enclavamiento.
- Evaluación de cavidades derechas.
- Presión pulmonar.
- Estimación del estado de volemia.
- Congestión venosa.
- Taponamiento cardíaco.
- Obstrucción intraventricular. (Sociedad Argentina de Cardiología, 2022)

### Ecografía pulmonar

Método diagnóstico muy valioso con numerosas ventajas: se realiza bedside en menos de un minuto, se utiliza en la emergencia, es reproducible, no irradia, permite guiar el monitoreo de punciones y la adaptación a la asistencia respiratoria mecánica.

Se utiliza imagen bidimensional (en ocasiones, el modo M) y se evalúan tres regiones simétricas en cada hemitórax, llamadas puntos BLUE: dos regiones anteriores (puntos Blue superior e inferior) descartan congestión pulmonar en reposo y neumotórax, y un punto Blue posterolateral es útil para diagnosticar derrames pleurales y síndromes alveolares de localización posterior (sensibilidad >90%). El objetivo consiste en descartar congestión pulmonar, derrame pleural, neumotórax, neumonía, SDRA, TEP, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y fibrosis pulmonar intersticial.

Es de utilidad reconocer el patrón pulmonar húmedo/intersticial, compuesto por 3 o más líneas B (“cometas pulmonares”): son artificios verticales como colas de un cometa que surgen de la línea pleural y se extienden hasta la parte baja de la imagen. Son hiperecogénicas, bien definidas, se mueven en forma sincrónica con el “sliding pulmonar” y borran las líneas A. La presencia de 3 o más líneas B en una sola vista se conoce como “lung rockets” e indican un síndrome intersticial. Ejemplos: edema pulmonar cardiogénico o neumonía/SDRA.

Congestión pulmonar: se evidencia una mayor presión telediastólica del ventrículo izquierdo y de la PCP “congestión hemodinámica” >líquido intersticial “congestión pulmonar” >líquido intersticial + extravasación de líquido pulmonar, múltiples líneas B (inminente descompensación y “congestión clínica”). Identifican el origen cardiogénico de un paciente con disnea (S 85% y E 92%). Su ausencia lo excluye (VPN 100%). El patrón intersticial puede orientar al diagnóstico: si es difuso, bilateral, homogéneo con línea pleural lisa (insuficiencia cardíaca). Su opuesto es el difuso: bilateral, heterogéneo con línea pleural irregular (sugiere SDRA o enfermedad pulmonar intersticial).

También es posible identificar el patrón de derrame pleural, que es un espacio entre la línea pleural y la línea pulmonar. En los trasudados es anecoico (derrame simple) y en los exudados es anecoico o ecogénico (empiema, hemotórax). Puede ser trivial (<2 mm), leve (2-15 mm), moderado (15-25 mm) o severo (>25 mm). Para cuantificarlo se utiliza la fórmula de Balik, con el paciente en decúbito supino con cabecera a 15 °, en espiración y con el transductor ubicado en la región posterolateral inferior. Se mide el diámetro interpleural mayor en milímetros y se multiplica por 20, con lo que se obtiene el volumen aproximado en mililitros. (Sociedad Argentina de Cardiología, 2022, págs. 24-25)

## Conclusión

De la revisión, es posible atreverse a señalar que, en general, la monitorización no invasiva, como la que se logra mediante el uso de la ecografía, como también en la menos invasiva, se han estado experimentando los más destacados avances tecnológicos, con la creación de dispositivos y equipos cada vez más novedosos, portátiles y precisos. Incluso, también se cree que, en el futuro, la ecografía clínica seguirá evolucionando tecnológicamente en favor del monitoreo hemodinámico, haciendo de éste un método y recurso cada vez más asequible y de incalculable valor al momento de diagnosticar y tratar a un paciente, e inclusive vigilar se evolución.

Igualmente se estima que, desde una perspectiva amplia, el uso de cualquiera las técnicas de monitorización hemodinámica contribuyen a la obtención de mejores resultados clínicos en los pacientes atendidos en emergencia, sala de operaciones o en la UCI, pues existen estudios en los que se ha vinculado su uso a un aumento en la supervivencia, una menor estancia hospitalaria y en UCI, y una menor incidencia de complicaciones frente a su no utilización.

También se ha indicado que las técnicas de monitorización hemodinámica no invasivas han evidenciado una baja incidencia de complicaciones, es de allí que entonces se puede inducir el papel preponderante que viene a representar el uso de la ecografía clínica, al por incluir al monitoreo hemodinámico entre sus ventajas, como herramienta de valoración multimodal.

## Bibliografía

- Abdo-Cuza, A., & Blanco, P. (2019). Point-of-care ultrasound in critically ill patients in developing countries of Latin America. *Medwave*, 19(9), e7709. doi:10.5867/medwave.2019.09.7709
- Escobar, M., Vélez, W., Pincay, J., & Yagual, G. (2020). Monitoreo hemodinámico no invasiva en anestesiología. *Recimundo*, 4(3), 62-75. doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.62-75

Grupo de Trabajo de Ecografía Clínica de la Sociedad Española de Medicina Interna. (27 de enero de 2013). *Manuales \ Ecografía Clínica Básica \ Introducción*. (G. d. Clínica, Editor) Recuperado el 3 de enero de 2023, de <https://ecografiaclinica.fesemi.org/manuales-de-ecografia/manual-de-ecografia-clinica-basica/introduccion-4/>

Huygh, J., Peeters, Y., Bernards, J., & Malbrain, M. (diciembre de 2016). Hemodynamic monitoring in the critically ill: an overview of current cardiac output monitoring methods. *F1000Research*, 5(2285), 9 pp. doi:10.12688/f1000research.8991.1

Martín, E., Olry de Labry, A., Carlos, A., Caro, A., García, L., Márquez, S., . . . Beltrán, C. (2013). *Técnicas para la monitorización hemodinámica en las Unidades de Cuidados Intensivos. Técnicas no invasivas (Vols. Informes, estudios e investigación)*. (S. y. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía. Consejería de Igualdad, Ed.) Sevilla, Andalucía, España: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. | Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.

Monga, N., & Merlo, P. (2020). Monitoreo Hemodinámico por Ecocardiografía. *Conarec*, 35(156), 217-225. doi:10.32407/RCON/2020156/0217-0225

Oulego, I. (2016). Ecografía en el paciente hemodinámicamente inestable. *Revista Española de Pediatría*, 72(spl. 1), 62-69. Recuperado el 3 de enero de 2023, de <https://www.secip.com/images/uploads/2018/05/Ecografia-en-el-paciente-hemodinamicamente-inestable-Dr-Oulego.pdf>

Ródenas, M., Albero, I., Del Mazo, Á., Carmona, P., & Zarragoikoetxea, I. (noviembre de 2022). Actualización sobre el uso de la ecografía en el diagnóstico y monitorización del paciente crítico. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, 69(9), 567-577. doi:10.1016/j.redar.2022.01.005

Sociedad Argentina de Cardiología. (3 de abril de 2022). Consenso de monitoreo hemodinámico invasivo y no invasivo en cuidados intensivos cardiovasculares. *Revista Argentina de Cardiología*, 90(3), 56 pp. Recuperado el 3 de enero de 2023, de <https://www.sac.org.ar/wp-content/uploads/2022/06/consenso-90-3.pdf>

Vitón, A., Rego, H., & Mena, V. (1 de junio de 2021). Monitoreo hemodinámico en el paciente crítico. *CorSalud*, 13(2), 229-239. Recuperado el 3 de enero de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2078-71702021000200229](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-71702021000200229)



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

**CITAR ESTE ARTICULO:**

Torres Banda, D. E., Chávez Almeida, J. F., Carrillo Navarrete, A. N., & Ronquillo Bustamante, P. P. (2023). Monitoreo hemodinámico por ecografía. RECIAMUC, 7(1), 439-450. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(1\).enero.2023.439-450](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(1).enero.2023.439-450)