

**DOI:** 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.62-75

**URL:** <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/850>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIMUNDO

**ISSN:** 2588-073X

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de Revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 3213 Cirugía; 3213.03 Anestesiología

**PAGINAS:** 62-75



## Monitoreo hemodinámico no invasiva en anestesiología

Non-invasive hemodynamic monitoring in anesthesiology

Monitoramento hemodinâmico não invasivo em anestesiologia

María de los Ángeles Escobar Segura<sup>1</sup>; Wendy Estefanía Vélez Gaviláñez<sup>2</sup>; Juan Carlos Pincay Mendoza<sup>3</sup>;  
Gonzalo Mauricio Yagual Lucas<sup>4</sup>

**RECIBIDO:** 10/04/2020 **ACEPTADO:** 26/05/2020 **PUBLICADO:** 01/07/2020

1. Médico; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; angelesescobar1890@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-0731-2149>
2. Médico; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; ishel\_2007@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0002-7400-7147>
3. Médico; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; jcpincaymczs5@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0002-2458-531X>
4. Médico; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; mauricioyagual68@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-0966-1369>

### CORRESPONDENCIA

María de los Ángeles Escobar Segura  
angelesescobar1890@gmail.com

**Guayaquil, Ecuador**

## RESUMEN

El monitoreo hemodinámico es una parte fundamental del paciente en el período perioperatorio, durante la última década el monitoreo en la cabecera del paciente ha crecido a pasos gigantes, desde el área de emergencia, la sala de operaciones, hasta el área de Cuidados Intensivos. Uno de sus avances más importantes es la disminución en el uso del catéter de la arteria pulmonar, que está siendo reemplazado por ultrasonido y técnicas de monitoreo menos invasivas, en este artículo revisaremos desde el comienzo del monitoreo hasta los monitores menos invasivos más utilizados actualmente.

**Palabras clave:** Monitorización cardiovascular, presión arterial, variables hemodinámicas avanzadas, gasto cardíaco continuo, análisis del contorno del pulso.

## ABSTRACT

Hemodynamic monitoring is a fundamental part of the patient in the perioperative period, during the last decade monitoring at the patient's bedside has grown in giant steps, from the emergency area, the operating room, to the Intensive Care area. One of its most important advances is the decrease in the use of the pulmonary artery catheter, which is being replaced by ultrasound and less invasive monitoring techniques, in this article we will review from the beginning of the monitoring to the most commonly used less invasive monitors currently.

**Keywords:** Cardiovascular monitoring, blood pressure, advanced hemodynamic variables, continuous cardiac output, pulse contour analysis.

## RESUMO

O monitoramento hemodinâmico é uma parte fundamental do paciente no período perioperatório, durante a última década o monitoramento no leito do paciente cresceu em etapas gigantescas, desde a área de emergência, a sala de operações até a área de Terapia Intensiva. Um de seus avanços mais importantes é a diminuição do uso do cateter de artéria pulmonar, que está sendo substituído por ultra-som e técnicas de monitoramento menos invasivas. Neste artigo, revisaremos desde o início do monitoramento até os monitores menos invasivos mais usados. atualmente.

**Palavras-chave:** Monitoramento cardiovascular, pressão arterial, variáveis hemodinâmicas avançadas, débito cardíaco contínuo, análise de contorno de pulsos.

## Introducción

La palabra monitoreo proviene del latín, de monere que significa advertencia, recordar o amonestar, en nuestro caso es el monitoreo de parámetros y variables hemodinámicas. Hay una cantidad de 230 millones de cirugías realizadas en el mundo anualmente, desde baja, intermedia y Altos riesgos cardiovasculares, el 15% de estos procedimientos son de pacientes de alto riesgo, donde es importante elegir el tipo de monitorización que se ofrecerá al paciente y no sobre invadir al paciente o subestimar su patología básica, la cirugía a realizar, idealmente individualizar a cada paciente y recordar que no existe un "monitoreo ideal para todos los pacientes" es una decisión muy importante por parte del médico (Roche & Miller, 2010).

Durante la última década, la monitorización hemodinámica ha evolucionado considerablemente, desde el área de emergencia, la sala de operaciones, la unidad de cuidados intensivos (Michard, Giglio, & Brienza, 2017). El mayor 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, sin la alta invasión de un CAP, la dilución térmica transpulmonar que estos dos últimos cuentan con indicaciones precisas en la actualidad (Benes, Giglio, Brienza, & Michard, 2014). En este artículo revisaremos el monitoreo no invasivo, analizando las ventajas que ofrece cada uno de ellos, así como la revisión de algoritmos para facilitar la toma de decisiones durante la invasión y con las variables hemodinámicas disponibles.

## Metodología

Para el desarrollo de este proceso investi-

gativo, se plantea como metodología la encaminada hacia una orientación científica particular que se encuentra determinada por la necesidad de indagar en forma precisa y coherente una situación, en tal sentido (Davila, 2015) define la metodología "como aquellos pasos previos que son seleccionados por el investigador para lograr resultados favorables que le ayuden a plantear nuevas ideas".(p.66)

Lo citado por el autor, lleva a entender que el desarrollo de la acción investigativa busca simplemente coordinar acciones enmarcadas en una revisión bibliográfica con el fin de complementar ideas previas relacionadas al monitoreo hemodinámico no invasivo en anestesiología a través de una revisión de literatura, para así finalmente elaborar un cuerpo de consideraciones generales que ayuden a ampliar el interés propuesto.

## Tipo de Investigación

Dentro de toda práctica investigativa, se precisan acciones de carácter metodológico mediante las cuales, se logra conocer y proyectar los eventos posibles que la determinan, así como las características que hacen del acto científico un proceso interactivo ajustado a una realidad posible de ser interpretada. En este sentido, se puede decir, que la presente investigación corresponde al tipo documental, definido por Castro (2016), "se ocupa del estudio de problemas planteados a nivel teórico, la información requerida para abordarlos se encuentra básicamente en materiales impresos, audiovisuales y /o electrónicos". (p.41).

En consideración a esta definición, la orientación metodológica permitió la oportunidad de cumplir con una serie de actividades inherentes a la revisión y lectura de diversos documentos donde se encontraron ideas explícitas relacionadas con los tópicos encargados de identificar a cada característica insertada en el estudio. Por lo tanto, se realizaron continuas interpretaciones con

el claro propósito de revisar aquellas apreciaciones o investigaciones propuestas por diferentes investigadores relacionadas con el tema de interés, para luego dar la respectiva argumentación a los planteamientos, en función a las necesidades encontradas en la indagación.

### **Fuentes Documentales**

El análisis correspondiente a las características que predomina en el tema seleccionado, llevan a incluir diferentes fuentes documentales encargadas de darle el respectivo apoyo y en ese sentido cumplir con la valoración de los hechos a fin de generar nuevos criterios que sirven de referencia a otros procesos investigativos. Para (CASTRO, 2016) las fuentes documentales incorporadas en la investigación documental o bibliográfica, “representa la suma de materiales sistemáticos que son revisados en forma rigurosa y profunda para llegar a un análisis del fenómeno”.(p.41). Por lo tanto, se procedió a cumplir con la realización de una lectura previa determinada para encontrar aquellos aspectos estrechamente vinculados con el tema, con el fin de explicar mediante un desarrollo las respectivas apreciaciones generales de importancia.

### **Técnicas para la recolección de la información**

La conducción de la investigación para ser realizada en función a las particularidades que determinan a los estudios documentales, tiene como fin el desarrollo de un conjunto de acciones encargadas de llevar a la selección de técnicas estrechamente vinculadas con las características del estudio. En tal sentido, (Bolívar, 2015), refiere, que es “una técnica particular para aportar ayuda a los procedimientos de selección de las ideas primarias y secundarias”. (p. 71).

Por ello, se procedió a la utilización del subrayado, resúmenes, fichaje, como parte básica para la revisión y selección de los

documentos que presentan el contenido teórico. Es decir, que mediante la aplicación de estas técnicas se pudo llegar a recoger informaciones en cuanto a la revisión bibliográfica de los diversos elementos encargados de orientar el proceso de investigación. Tal como lo expresa, (Bolívar, 2015) “las técnicas documentales proporcionan las herramientas esenciales y determinantes para responder a los objetivos formulados y llegar a resultados efectivos” (p. 58). Es decir, para responder con eficiencia a las necesidades investigativas, se introdujeron como técnica de recolección el método inductivo, que hizo posible llevar a cabo una valoración de los hechos de forma particular para llegar a la explicación desde una visión general.

Asimismo, se emplearon las técnicas de análisis de información para la realización de la investigación que fue ejecutada bajo la dinámica de aplicar diversos elementos encargados de determinar el camino a recorrer por el estudio, según, (Bolívar, 2015) las técnicas de procesamiento de datos en los estudios documentales “son las encargadas de ofrecer al investigador la visión o pasos que debe cumplir durante su ejercicio, cada una de ellas debe estar en correspondencia con el nivel a emplear” (p. 123). Esto indica, que para llevar a cabo el procesamiento de los datos obtenidos una vez aplicado las técnicas seleccionadas, tales como: fichas de resumen, textual, registros descriptivos entre otros, los mismos se deben ajustar al nivel que ha sido seleccionado.

### **Resultados**

En medicina perioperatoria, el manejo hemodinámico apunta a una optimización de la presión de perfusión y el suministro de oxígeno para mantener o restaurar el metabolismo celular adecuado (Saugel, Vincent, & Wagner, 2017). Para optimizar la función cardiopulmonar, el manejo hemodinámico desencadena la administración de

fluidos y agentes vasoactivos de acuerdo con valores objetivo predefinidos de variables hemodinámicas. Esto a menudo se conoce como "terapia dirigida por objetivos" (GDT). Aunque el término general y vago GDT comprende varias (en parte muy diferentes) estrategias de tratamiento hemodinámico, se ha demostrado que GDT mejora el resultado del paciente, especialmente en pacientes de alto riesgo sometidos a cirugía mayor. Además de las variables hemodinámicas básicas (presión sanguínea y frecuencia cardíaca), los algoritmos de tratamiento GDT generalmente incluyen variables hemodinámicas avanzadas como las variables de precarga cardíaca basadas en presión o volumen (presión venosa central, presión de cuña capilar pulmonar, volumen diastólico final global), cardíaco dinámico variables de precarga (variación de la presión del pulso, variación del volumen sistólico) y variables del flujo sanguíneo (volumen sistólico, gasto cardíaco). Hoy en día, se encuentra disponible una variedad de tecnologías de monitoreo hemodinámico invasivo, menos invasivo y no invasivo para evaluar las variables hemodinámicas en la sala de operaciones o en la unidad de cuidados intensivos. En este documento de opinión, discutiremos cómo la monitorización hemodinámica no invasiva innovadora podría usarse para el tratamiento hemodinámico en la medicina perioperatoria.

### **Tecnologías de monitoreo hemodinámico utilizadas para GDT**

Hasta hace poco, la medición de variables hemodinámicas avanzadas utilizadas en los protocolos GDT requería un monitoreo hemodinámico invasivo, como el análisis invasivo del contorno del pulso (catéter arterial), la termodilución transpulmonar (catéter arterial dedicado y catéter venoso central) o la termodilución de la arteria pulmonar (catéter de la arteria pulmonar). Sin embargo, durante las últimas décadas, el uso del catéter de la arteria pulmonar en medicina perioperatoria y cuidados críticos

está disminuyendo y no se recomienda el uso rutinario del catéter de la arteria pulmonar para pacientes quirúrgicos sometidos a cirugía no cardíaca. La monitorización hemodinámica avanzada utilizando la técnica de termodilución transpulmonar, a menudo llamada una alternativa menos invasiva al catéter de la arteria pulmonar, también se usa solo en una minoría de pacientes en el período perioperatorio (Funcke, y otros, 2015). Especialmente en el Reino Unido, el doppler esofágico se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo para la GDT perioperatoria (Roche & Miller, 2010). Muchos estudios recientes sobre GDT perioperatorio utilizaron un análisis invasivo del contorno del pulso no invasivo (catéter arterial) para evaluar la presión arterial, los parámetros dinámicos de precarga cardíaca o el gasto cardíaco.

En los últimos años, se propusieron diferentes tecnologías de monitorización hemodinámica completamente no invasivas. Los principios de medición de estas innovadoras tecnologías de monitoreo hemodinámico son, entre otros, bioimpedancia y bioresistencia, tiempo de tránsito de la onda del pulso, reinhalación parcial de dióxido de carbono y análisis no invasivo del contorno del pulso (Saugel & Cecconi, Noninvasive continuous cardiac output monitoring in perioperative and intensive care medicine., 2015). Está más allá del alcance de este artículo discutir en detalle los principios de medición subyacentes. En general, la principal ventaja de estas nuevas tecnologías es que permiten la estimación del gasto cardíaco y otras variables hemodinámicas avanzadas sin la necesidad de una canalización arterial o venosa central. Además, el uso de estas tecnologías en la práctica clínica es relativamente fácil y no requiere una amplia capacitación. Por otro lado, todas las tecnologías disponibles aún tienen limitaciones técnicas con respecto a su aplicabilidad clínica. Además, los numerosos estudios de validación que comparan estas innovadoras tecnologías de medición con métodos de referencia establecidos re-

velaron resultados contradictorios (Saugel & Cecconi, Noninvasive continuous cardiac output monitoring in perioperative and intensive care medicine. , 2015)

A continuación, queremos describir cómo se pueden usar estas tecnologías innovadoras para el manejo hemodinámico en la medicina perioperatoria.

### **Monitoreo hemodinámico no invasivo para el manejo hemodinámico peri operatorio**

Todavía hay unos pocos estudios disponibles que investigaron la viabilidad y la utilidad de la GDT perioperatoria basada en tecnologías de monitoreo hemodinámico completamente no invasivas.

En un ensayo prospectivo aleatorizado y controlado, (Benes, Simanova, & Tovarnicka, Continuous non-invasive monitoring improves blood pressure stability in upright position: randomized controlled trial., 2014) evaluaron el impacto de la monitorización continua y no invasiva de la presión arterial utilizando el método de fijación de volumen (brazalete) en la estabilidad de la presión arterial en pacientes sometidos a cirugía de la glándula tiroides en posición vertical ("posición de silla de playa"). Los pacientes fueron asignados al azar al grupo de estudio (monitorización continua de la presión arterial) o al grupo control (monitorización intermitente de la presión arterial con brazalete oscilo métrico en la parte superior del brazo). La monitorización continua y no invasiva de la presión arterial disminuyó significativamente el tiempo dedicado a la hipotensión intraoperatoria definida como presión arterial  $-20\%$  por debajo de la presión arterial objetivo del paciente individual (14 frente a 34%;  $p = 0,003$ ). Sin embargo, el estudio fue demasiado pequeño para evaluar adecuadamente si esta reducción del tiempo dedicado a la hipotensión se traduce en una mejora en el resultado postoperatorio del paciente.

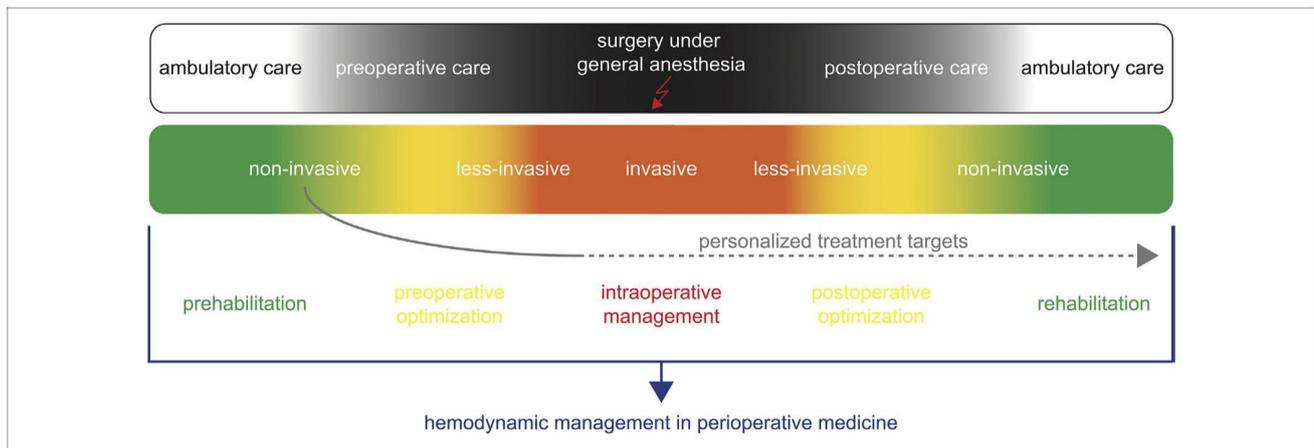
(Fellahi & Brossier, 2014) evaluaron el impacto de la GDT intraoperatoria en función de la variación del volumen sistólico y el índice cardíaco evaluado con un monitor de gasto cardíaco de bioimpedancia endotraqueal en el resultado postoperatorio después de la cirugía de derivación de la arteria coronaria en un ensayo prospectivo, controlado y de brazo paralelo. En los pacientes del grupo de estudio, la proporción de pacientes que recibieron carga de líquidos y dobutamina fue mayor en comparación con el grupo de control. Aunque el punto final primario (tiempo hasta el alta hospitalaria) no fue diferente entre los grupos, el tiempo hasta la extubación fue estadísticamente significativamente más corto en el grupo de intervención GDT.

En un entorno similar, (Leclercq, Lilot, & Schulz, 2017) evaluaron la viabilidad y la utilidad clínica de una monitorización del gasto cardíaco de bioimpedancia endotraqueal para optimizar la hemodinámica intraoperatoria y mejorar el resultado a corto plazo en pacientes sometidos a cirugía de injerto de derivación de la arteria coronaria sin bomba. Los autores compararon 20 pacientes en quienes la hemodinámica fue monitoreada con la tecnología de bioimpedancia con un control histórico de 42 pacientes. El criterio de valoración primario, la tasa de ingreso en la unidad de cuidados intensivos postoperatorios, se produjo con una frecuencia significativamente menor en el grupo de bioimpedancia que en el grupo control (55 frente a 90%;  $p = 0,008$ ). Además, el tiempo de extubación, la duración de la estadía en la unidad de cuidados intensivos y el nivel de lactato 6 h después de la cirugía fueron significativamente menores en el grupo de bioimpedancia.

(Broch, Carstens, & Gruenewald, 2016) investigaron la viabilidad y el impacto clínico (complicaciones postoperatorias de hasta 28 días y la duración de la estancia hospitalaria) de GDT basado en el análisis no invasivo del contorno del pulso (método de fi-

jación de volumen) en pacientes sometidos a cirugía abdominal mayor electiva. En su ensayo controlado aleatorio, los pacientes del grupo de estudio que fueron tratados de acuerdo con un algoritmo basado en el índice cardíaco evaluado de forma no invasiva y la variación de la presión del pulso se compararon con los pacientes del grupo de control ("atención estándar"). El número total de complicaciones fue menor en el grupo de estudio en comparación con el grupo control sin alcanzar significación estadística (94 vs. 132;  $p = 0.22$ ). Tampoco hubo diferencias clínicamente relevantes o estadísticamente significativas en la duración de la estancia hospitalaria o la mortalidad. Así, Los autores concluyen que este estudio demuestra la viabilidad general de un enfoque GDT no invasivo para la optimización hemodinámica en la cirugía abdominal mayor. Sin embargo, seguir este protocolo específico de GDT no mejoró el resultado.

El índice de variabilidad pleth (es decir, la variabilidad en el pletismograma del oxímetro de pulso) se puede utilizar como un parámetro de precarga cardíaca dinámica no invasiva. (Forget, Lois, & de Kock, 2010) asignaron al azar a 82 pacientes de cirugía abdominal mayor en dos grupos para comparar el manejo intraoperatorio de líquidos guiado por el índice de variabilidad pleth y la presión arterial promedio versus el manejo estándar de líquidos basado en la presión arterial y venosa central media. Curiosamente, la cantidad de cristaloides administrados intraoperatoriamente y el volumen total de fluidos infundidos fueron significativamente menores en el grupo de índice de variabilidad completa-GDT. Los niveles de lactato (punto final primario) fueron significativamente más bajos en el grupo GDT en comparación con el grupo control durante la cirugía y 48 h después de la cirugía.



**Figura 1.** El Monitoreo hemodinámico no invasivo para el manejo hemodinámico en medicina perioperatoria

**Fuente:** Los autores

La monitorización hemodinámica no invasiva puede aplicarse para la rehabilitación y la optimización preoperatoria durante la atención ambulatoria y preoperatoria. Además, se puede utilizar para definir objetivos personalizados para el manejo hemo-

dinámico intraoperatorio y la optimización postoperatoria.

La micología no invasiva consiste en la medición de los signos vitales, que hasta hace una década solo incluía los signos vitales:

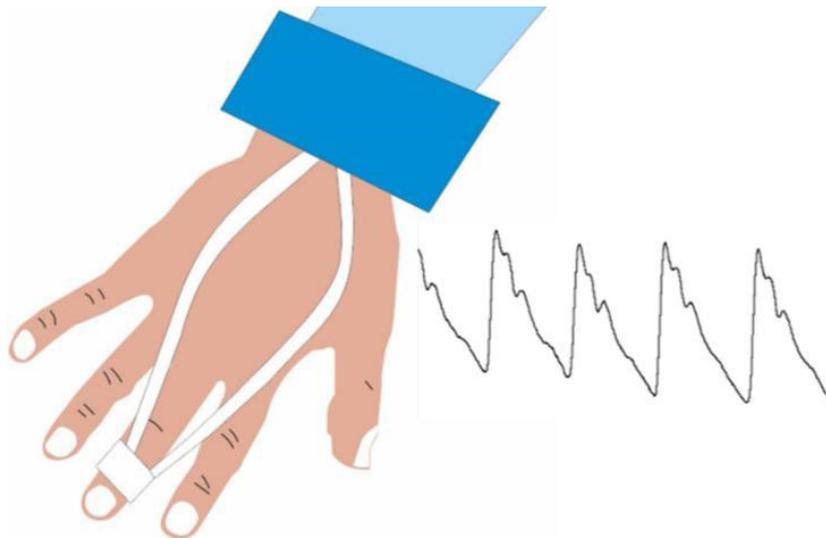
frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura corporal; si se realizaba una intubación orotraqueal, se cuantificaba el dióxido de carbono expirado (ETCO<sub>2</sub>) y en algunas cirugías diuresis, pero en la actualidad ¿es todo lo que ofrece la monitorización hemodinámica no invasiva?

Con el avance de la tecnología, podemos contar con monitores que nos ofrecen variables dinámicas y estáticas con la estimación del gasto cardíaco que se ha introducido recientemente en el país. A continuación, mencionaremos algunos de ellos, como monitores de volumen de sujeción, índice de variabilidad pletoimográfica, bioimpedancia / bioreactancia y ecocardiografía transtorácica.

### Volumen de sujeción

En el contexto perioperatorio se han demostrado buenos resultados, sin embargo, los estudios realizados en cirugía cardíaca y UCI han mostrado resultados insatisfactorios. Índice de variabilidad pletoimográfica Este principio parte de la representación de la curva de oximetría de pulso con las bases

mencionadas anteriormente de los cambios en la hemodinámica durante la inspiración y la espiración, procesándola en un filtro para lectura e interpretación basado en los propios algoritmos de cada proveedor. Este es el principio con el que la casa de Masimo basa sus variables hemodinámicas. La información se extrae y procesa mediante la creación de 2 índices, el Índice de perfusión (IP) y el Índice de variabilidad pletoimográfica (IVP), ambos se consideran variables dinámicas y tienen la base fisiológica del VVS y PPV con un punto de corte para la casa proveedora de 10-15%, para asesorarnos en la gestión orientada a objetivos (Pestana, y otros, 2014). Están disponibles en oxímetros de pulso que ofrecen estas variables y monitores más avanzados con diferentes variables no solo hemodinámicas, cuando se colocan en los dedos, sus limitaciones son similares al volumen de sujeción: hipotermia, edema, vasoconstricción periférica, uso de desechables (excepto Mightysat que es un oxímetro de pulso con variables dinámicas de la casa Masimo) y las limitaciones de los principios de un VVS y un VPP, resultados pobres en cirugía cardíaca y en la unidad de cuidados intensivos.



**Figura 2.** Análisis continuo de la onda del pulso mediante el volumen de sujeción

**Fuente:** Los autores

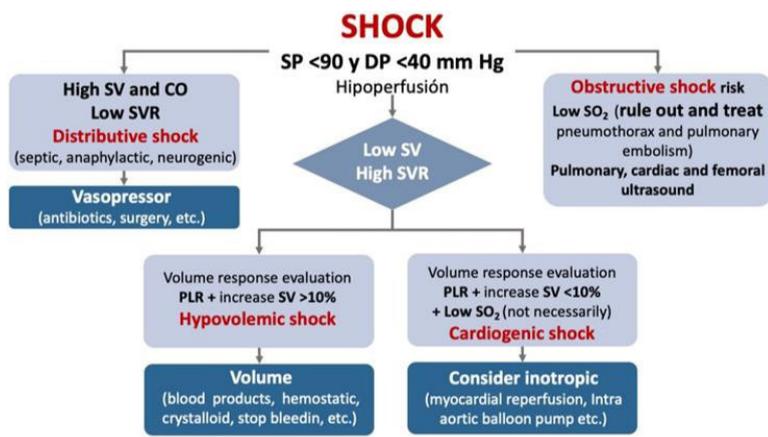
## Bioimpedancia y biorreactancia

La bioimpedancia es un principio físico que parte de la estimulación eléctrica continua para identificar las variaciones de la impedancia torácica producidas por cada latido cardíaco, pudiendo así identificar las fases del ciclo cardíaco, la fase inspiratoria y espiratoria, con las mismas bases ya mencionadas, recopila la información, interpretada por medio de algoritmos y expresada en el monitor, la casa Nicom con su monitor Cheetah Medical, tiene estos principios y actualmente es la que tiene más variables hemodinámicas, grafica una curva de Frank-Starling para la evaluación del desafío de los líquidos y el manejo guiado por objetivos, requiere el uso de materiales desechables que son 4 parches de un material tipo cinta adhesiva transparente con respiración, pueden colocarse tanto en la parte delantera como en la parte posterior, según el abordaje quirúrgico o la posición anatómica en la que se encuentre el paciente. Tiene limitaciones de que la adhesión de los parches desechables puede estar limitada por trastornos de la piel, hipotermia, edema, puede alterar su interpretación, es la que ha mostrado mejores resultados en cirugía cardíaca y en la Unidad de Cuidados Intensivos.

## Integración de lectura de monitores no invasivos de gasto cardíaco

En 2015, en la revista British Journal of Anesthesia (Saugel & Cecconi, Noninvasive continuous cardiac output monitoring in perioperative and intensive care medicine. , 2015) Realizan un metaanálisis que compara los diferentes tipos de monitores no invasivos que se encuentran en el mercado, volumen de sujeción, índice de variabilidad paletismográfica, bioimpedancia, bioreactancia, donde concluyen que pueden presentar hasta un error en la medición de 2 L/min (Guerrero, Rubén, & López, 2020), pero aquí debemos recordar 2 cosas: una es que el catéter de la arteria pulmonar también tiene una inexactitud en la medición del gasto cardíaco de hasta el 30% y la segunda es que como dice Michael R. Pinsky, no hay gasto cardíaco normal, este GC es el que se ajusta a nuestras necesidades hemodinámicas, por lo tanto, se recomienda medir el GC y sus variables antes de la inducción anestésica y tomar las tendencias de estos ,Al final, Saugel termina su estudio diciendo que se necesitan más estudios para conocer exactamente el comportamiento de estos monitores en diferentes escenarios clínicos.

En la Figura 3, se propone un enfoque de diagnóstico para el paciente en estado de shock por causa no identificada a través de la monitorización hemodinámica con gasto cardíaco no invasivo.



**Figura 3.** Enfoque diagnóstico del shock no identificado con gasto cardíaco continuo no invasivo

**Fuente:** Los autores

## Ultrasonido transtorácico

Uno de los avances más significativos en el campo de la medicina es la evolución del ultrasonido, con esto la realización de ecocardiogramas, la colocación de accesos vasculares, que tienen un inmenso impacto en la seguridad del paciente, pudiendo considerar el quinto pilar de la exploración física (Michard F. , 2016) para que no solo esté disponible para el radiólogo o el cardiólogo para la realización de estos, vale la pena mencionar al Dr. Miguel Ángel García Fernández, pionero en la enseñanza de no cardiólogos para la interpretación del mismo, donde dice que no se trata de reemplazar al Cardiólogo para la realización de esto, si no para brindar un beneficio al paciente, al realizar estudios cuantitativos y semicuantitativos, que nos guían a un diagnóstico oportuno y un tratamiento efectivo (García Fernández, 2016).

Hay varias ventanas en las que podemos basar nuestra identificación de problemas:

Eje largo paraesternal: podemos observar el tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOT). Apical 4 cámaras: Aquí obtendremos la Velocidad de Tiempo Integral (ITV) del LVOT, capacidad de la excursión de las válvulas en sístole, tanto mitral (MAPSE) como tricúspide (TAPSE), también observaremos el saco pericárdico en caso de derrame pericárdico o inestabilidad por taponamiento.

Subcostal: esta ventana sirve para observar la Vena Cava Inferior (VCI) para medir su diámetro en inspiración y espiración, evaluación de su colapso para guiar nuestro manejo del agua, con un punto de corte del 12-20% para pacientes con respuesta probable al volumen.

Suprasternal: en caso de sospecha de disección o aneurisma de grandes vasos.

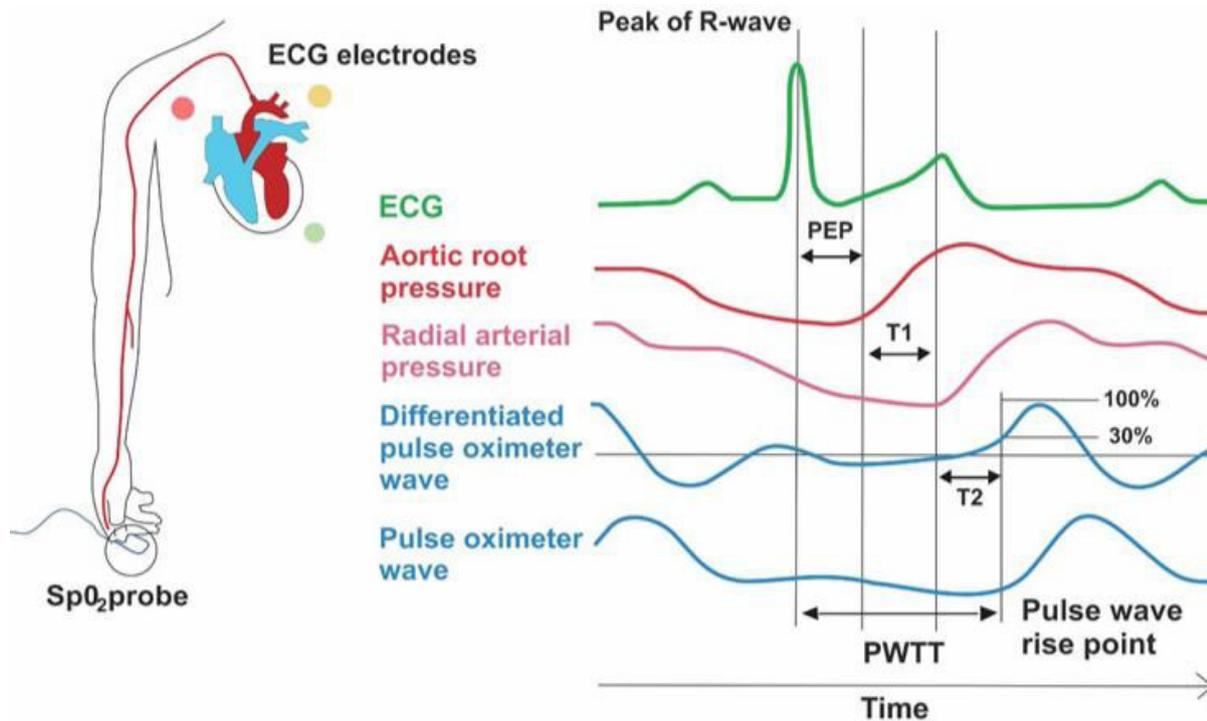
Cuello: podemos agregar la medición de la

vena yugular interna con la medición de su diámetro inspiratorio y espiratorio, en caso de no poder obtener la ventana subcostal o en el caso de estar en una cirugía y que sea difícil acceder a ella , con el mismo fin que en la VCI, presenta un punto de corte del 13-25% para los pacientes que responden a la terapia con agua (Broch, Carstens, & Gruenewald, Non-invasive hemodynamic optimization in major abdominal surgery: a feasibility study., 2016). Con estas ventanas, un médico capacitado para la realización de la ecografía puede obtener un taller hemodinámico en un momento de 10 minutos, con variables estáticas y dinámicas, tales como: gasto cardíaco, volumen sistólico, fracción de eyección del VI, presión venosa central, 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<sup>46</sup>. Un método no invasivo Es fundamental la formación del médico para la capacidad del uso de la ecografía crítica en el contexto perioperatorio.

## Gasto cardíaco continuo estimado

El gasto cardíaco continuo estimado es un método novedoso que comienza desde el comienzo del tiempo de tránsito de la onda del pulso (PWtt) (Guerrero, Rubén, & López, 2020), que toma como punto de partida inicial la cúspide de la onda R del monitor de derivación cardíaca y como punto final. El inicio de la onda de presión del pulso en la pletismografía, integrando la presión sanguínea en la ecuación, tomada de forma invasiva o no invasiva, de modo que cuanto menor sea el PWtt, mayor será el GC del paciente y viceversa, los valores de VS y GC, con una variación reportada de hasta 2.6 L / min en la cifra de GC que se puede reducir si se calibra con ecocardiografía u otros métodos como la termodilución transpulmonar o el cateterismo en la arteria pulmonar,

perdiendo la ventaja de no ser invasivo en la últimos dos casos Requiere de 3 a 10 minutos para leer.



**Figura 4.** Gasto cardíaco continuo estimado

**Fuente:** Los autores

La monitorización hemodinámica perioperatoria es esencial para la monitorización de parámetros vitales y la toma de decisiones, descartando así diagnósticos diferenciales, obteniendo un diagnóstico preciso a tiempo y ofreciendo el tratamiento adecuado al paciente. Tradicionalmente para la toma de decisiones en el paciente crítico, la monitorización invasiva se ha elegido con la colocación de un catéter de arteria pulmonar, una monitorización moderadamente invasiva con un catéter venoso central, o mínimamente invasiva con la toma de una línea arterial, muchas veces sin criterios de alta invasión del paciente o sin tener en cuenta todas las variables hemodinámicas que nos pueden ofrecer los diferentes tipos de alternativas que tenemos actualmente, debemos recordar que nuestro principio como médico no es dañar al paciente, como se menciona en el Consenso sobre Monitoreo

Hemodinámico y Shock de 2014.

Como se discutió anteriormente, hasta la fecha, todavía hay datos limitados sobre el uso de tecnologías de monitoreo hemodinámico no invasivo para GDT perioperatorio.

Sin embargo, en el futuro, estas tecnologías innovadoras para el monitoreo hemodinámico avanzado continuo no invasivo pueden ofrecer una variedad de oportunidades para mejorar y expandir las estrategias de GDT perioperatorias.

Las tecnologías de monitoreo no invasivo podrían permitir que las estrategias de manejo hemodinámico se apliquen en diferentes entornos clínicos nuevos (cirugía de riesgo intermedio y bajo) y en grupos de pacientes en los que el monitoreo hemodinámico avanzado hasta ahora generalmente

no se aplicaba (por ejemplo, en pacientes sin catéter arterial o en pacientes sometidos a cirugía en anestesia regional periférica o neuroaxial).

Además, con las tecnologías de monitoreo no invasivo, el estado hemodinámico de los pacientes puede evaluarse incluso antes de la inducción de la anestesia y después de la cirugía (Figura 1). Por lo tanto, la monitorización hemodinámica no invasiva podría aplicarse para la prehabilitación [es decir, optimizar el estado hemodinámico del paciente en las semanas previas a la cirugía] y optimización preoperatoria. Además, los valores de las variables hemodinámicas evaluadas en diferentes momentos en la fase preoperatoria podrían usarse como objetivos para guiar el manejo hemodinámico intraoperatorio y la optimización postoperatoria. La disponibilidad de tecnologías no invasivas para la evaluación de variables hemodinámicas avanzadas podría abrir una ventana para los conceptos perioperatorios de "manejo hemodinámico personalizado" que tiene como objetivo optimizar la dinámica cardiovascular basada en el perfil hemodinámico personal del paciente. Debido a que estas tecnologías innovadoras permiten estimar las variables de presión arterial, flujo sanguíneo y precarga dinámica cardíaca de una manera completamente no invasiva, incluso en la clínica de evaluación preoperatoria o en la sala normal, pueden usarse para determinar los valores normales personales de un paciente. Estas variables hemodinámicas antes de la inducción de la anestesia y la cirugía. Por lo tanto, las tecnologías de monitoreo hemodinámico no invasivo podrían ayudar a evaluar y definir valores objetivo personales para GDT perioperatorio en contraste con GDT convencional que a menudo usa valores "normales" fijos predefinidos basados en la población como valores objetivo hemodinámicos

En el futuro, más innovaciones técnicas y digitales [por ejemplo, sensores implantables, inalámbricos o portátiles] podría allanar

aún más el camino para GDT basado en el monitoreo hemodinámico no invasivo en medicina perioperatoria.

## Conclusiones

En los últimos años, la evolución en el monitoreo hemodinámico ha sido considerable de tal manera que hoy en día podemos tener variables dinámicas sin la necesidad de invadir al paciente. Han surgido nuevos algoritmos basados en parámetros como VPP, VVS, GC, IC, presión arterial, predictores de precarga que han implementado monitores de vigilancia cardíaca no invasivos, ultrasonidos de bolsillo o portátiles para mediciones y toma de decisiones sin el riesgo de colocar accesos intravasculares. Esto es realmente atractivo para el manejo del paciente crítico y no crítico, disminuyendo la invasión del paciente, debemos tomar la actitud de menos es más y que no hay un monitor que se ajuste a todos los pacientes, aquí es donde el clínico debe entender que la tecnología avanza en todas las áreas y, por lo tanto, como médicos no estamos exentos de esto,

El manejo hemodinámico perioperatorio basado en la evaluación de variables hemodinámicas avanzadas apunta a una optimización de la dinámica cardiovascular para mejorar el resultado postoperatorio del paciente. Hasta hace poco, el manejo hemodinámico requería monitoreo hemodinámico invasivo (catéter arterial, catéter venoso central, catéter de arteria pulmonar). Recientemente, diferentes tecnologías de monitoreo que permiten estimar variables hemodinámicas avanzadas de manera no invasiva estuvieron disponibles. En teoría, estas tecnologías innovadoras para el monitoreo hemodinámico avanzado continuo no invasivo podrían ofrecer una variedad de oportunidades para mejorar y expandir las estrategias de manejo hemodinámico y para personalizar el manejo hemodinámico en la fase perioperatoria. Sin embargo, todavía hay unos pocos estudios disponibles

que investigan GDT perioperatorio basado en estas tecnologías innovadoras con respecto a la viabilidad clínica y el impacto en el resultado del paciente; por lo tanto, se necesita más investigación para evaluar y establecer un monitoreo hemodinámico no invasivo para el manejo hemodinámico en medicina perioperatoria.

## Bibliografía

- Benes, J., Giglio, M., Brienza, N., & Michard, F. (2014). The effects of goal directed fluid therapy based on dynamic parameters on post-surgical outcome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*, 584.
- Benes, J., Simanova, A., & Tovarnicka, T. (2014). Continuous non-invasive monitoring improves blood pressure stability in upright position: randomized controlled trial. *J Clin Monit Comput*, 7-11.
- Broch, O., Carstens, A., & Gruenewald, M. (2016). Non-invasive hemodynamic optimization in major abdominal surgery: a feasibility study. *Minerva Anesthesiol*, 1158-69.
- Broch, O., Carstens, A., & Gruenewald, M. (2016). Non-invasive hemodynamic optimization in major abdominal surgery: a feasibility study. *Minerva Anesthesiol*, 1158-69.
- Fellahi, J., & Brossier, D. (2014). Early goal-directed therapy based on endotracheal bioimpedance cardiography: a prospective, randomized controlled study in coronary surgery. *J Clin Monit Comput*, 29.
- Forget, P., Lois, F., & de Kock, M. (2010). Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improves fluid management. *Anesth Analg*, 910-4.
- Funcke, S., Sander, M., Goepfert, M., Groesdonk, H., Heringlake, M., & Hirsch, J. (2015). Practice of hemodynamic monitoring and management in German, Austrian, and Swiss intensive care units: the multicenter cross-sectional ICU-CardioMan Study. *Ann Intensive Care*.
- García Fernández, M. (2016). ¿Es posible entrenar a no cardiólogos para realizar ecocardiografía? *Rev Esp Cardiol*, 168-170.
- Guerrero, G., Rubén, P., & López, E. (2020). Monitoreo hemodinámico invasivo, mínimamente invasivo y no invasivo en medicina perioperatoria. *J Anesth Crit Care Acceso abierto*, 7-19.
- Leclercq, T., Lilot, M., & Schulz, T. (2017). Endotracheal bioimpedance cardiography improves immediate postoperative outcome: a case-control study in off-pump coronary surgery. *J Clin Monit Comput*.
- Michard, F. (2016). Hemodynamic monitoring in the era of digital health. *Ann Intensive Care*, 6-15.
- Michard, F., Giglio, M., & Brienza, N. (2017). Perioperative goal-directed therapy with uncalibrated pulse contour methods: impact on fluid management and post-operative outcome. *Br J Anaesth*, 22-30.
- Pestana, D., Espinosa, E., Eden, A., Najera, D., Collar, L., & Aldecoa, C. (2014). Perioperative goal-directed hemodynamic optimization using noninvasive cardiac output monitoring in major abdominal surgery: a prospective, randomized, multicenter, pragmatic trial: POEMAS study (PeriOperative goal-directed therapy in Major Abdominal Surg. *Anesth Analg*, 579-87.
- Roche, A., & Miller, T. (2010). Goal-directed or goal-misdirected – how should we interpret the literature? *Crit Care*, 14:129.
- Saugel, B., & Cecconi, M. (2015). Noninvasive continuous cardiac output monitoring in perioperative and intensive care medicine. *Br J Anaesth*, 562-75.
- Saugel, B., Vincent, J., & Wagner, J. (2017). Personalized hemodynamic management. *Curr Opin Crit Care*, 334-41.



RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL

CC BY-NC-SA

ESTA LICENCIA PERMITE A OTROS ENTREMEXCLAR, AJUSTAR Y CONSTRUIR A PARTIR DE SU OBRA CON FINES NO COMERCIALES, SIEMPRE Y CUANDO LE RECONOZCAN LA AUTORÍA Y SUS NUEVAS CREACIONES ESTÉN BAJO UNA LICENCIA CON LOS MISMOS TÉRMINOS.

### CITAR ESTE ARTICULO:

Escobar Segur, M., Vélez Gavilánez, W., Pincay Mendoza, J., & Yagual Lucas, G. (2020). Monitoreo hemodinámico no invasiva en anestesiología. RECIMUNDO, 4(3), 62-75. doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.62-75