



DOI: <http://dx.doi.org/10.29033/ei.v3sup1.2018.06>

Artículo de revisión

Monitorización hemodinámica mínimamente invasiva en el paciente crítico. Una revisión de la literatura

Minimally invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. A literature review

María Fernanda Domínguez Freiré¹, Nelson Marcelo Semanate Bautista¹, Nervo David Domínguez Freire², Sandra Daniela Semanate Bautista³

¹ Médico General - Hospital Alfredo Noboa Montenegro – Bolívar – Ecuador

² Médico General - Hospital Básico San Miguel – Bolívar – Ecuador

³ Médico General - Hospital IESS – Ambato – Ecuador

Domínguez FMF, Semanate BNM, Domínguez FND, Semanate BSD. Monitorización hemodinámica mínimamente invasiva en el paciente crítico. Una revisión de la literatura. *Enferm Inv (Ambato)*. 2018; 3(Sup.1): 34-39

2477-9172 / 2550-6692 Derechos Reservados © 2018 Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Enfermería. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons, que permite uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original es debidamente citada.

Historia:

Recibido: 06 diciembre 2017

Revisado: 14 diciembre 2017

Aceptado: 29 diciembre 2017

Palabras Claves:

Monitorización hemodinámica; técnicas mínimamente invasivas; paciente crítico

Keywords: Hemodynamic monitoring; minimally invasive techniques; critically ill patients

Resumen

El desarrollo de la optimización hemodinámica y de sus objetivos terapéuticos se encuentra relacionado con los avances tecnológicos de la monitorización hemodinámica. Mediante el desarrollo de la tecnología han aparecido nuevas técnicas con niveles bajos de invasión para la monitorización cardiovascular. Este trabajo se orienta a presentar una síntesis, fruto de la revisión bibliográfica, de aspectos importantes sobre la monitorización hemodinámica mínimamente invasiva en el paciente crítico.

Abstract

The development of hemodynamic optimization and its therapeutic objectives is related to the technological advances of hemodynamic monitoring. Through the development of technology new techniques have appeared with low levels of invasion for cardiovascular monitoring. This work aims to present a synthesis, the result of a review of the literature, of important aspects of minimally invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients.

Autor de correspondencia:

María Fernanda Domínguez Freiré. Médico General. Hospital Alfredo Noboa Montenegro. Bolívar, Ecuador. E-mail: javier-gordon88@hotmail.com

Introducción

Considerada un procedimiento esencial en el cuidado de pacientes en estado crítico, la monitorización hemodinámica constituye un aporte indiscutible en la asistencia al diagnóstico y en la selección de un tratamiento conveniente. En las últimas décadas, se han desarrollado dispositivos mínimamente invasivos como un mecanismo efectivo si se comparan con las herramientas comunes de monitorización. Estos dispositivos proporcionan una monitorización constante y mínimamente invasiva del gasto cardíaco, como también de otros parámetros equivalentemente útiles, y facilitan una visión global del estado hemodinámico del paciente, así como la localización temprana de los cambios derivados de un deterioro clínico brusco.¹

El desarrollo de la optimización hemodinámica y de sus objetivos terapéuticos se encuentra relacionado con los avances tecnológicos de la monitorización hemodinámica. Aunque en principio el cateterismo de la arteria pulmonar (CAP) se conformaba como el sistema preponderante (más bien el único), la construcción de nuevos dispositivos mínimamente invasivos, como el Doppler esofágico, o los sistemas centrados en el examen de la presión arterial, colaboraron en la producción de algoritmos terapéuticos con objetivos cómodamente aplicables. Así también, la utilización terapéutica en dicho campo de lo que se ha entendido como monitorización hemodinámica funcional.²

A través de la monitorización hemodinámica mínimamente invasiva se ha racionalizado la administración de fluidos a través de la utilización de parámetros dinámicos de precarga-dependencia, como, por ejemplo, la variación de volumen sistólico. Así, a los pacientes se les suministra la cantidad necesaria de fluidos en el momento apropiado con el objetivo de impedir la aparición de hipoperfusión tisular.³

Mediante el desarrollo de la tecnología han aparecido nuevas técnicas con niveles bajos de invasión para la monitorización cardiovascular, hecho que da al traste con que la implementación sistemática del CAP, la cual podría hoy en día, resultar obsoleta. En décadas precedentes se han evidenciado métodos novedosos que han suplantado la utilización del CAP para la determinación del gasto cardíaco (GC). Dichas nuevas tecnologías se conforman a partir de naturalezas distintas, que transitan de altos niveles de invasión a bajos niveles, e incluso, no invasivas, de intermitentes a sostenidas, y presentan sendos principios básicos, métodos y costes. Algunas suministran índices dinámicos de respuesta a los fluidos, que se entienden como predictores positivos de respuesta al aporte de volumen; en cambio, un grupo facilita la valoración de variables de precarga volumétrica y otro contribuye con medidas continuas de la saturación venosa central. La totalidad de estas variables, junto con el GC, se reservan para el mejoramiento de la monitorización hemodinámica de los pacientes en estado crítico.⁴

La ventaja de un sistema de monitorización hemodinámica debería valorarse no solo por la posibilidad real del dispositivo bajo análisis para calcular sin errores la variable para la cual ha sido aplicado, como, por ejemplo, el gasto cardíaco, ya que en su generalidad estos sistemas logran este objetivo de una manera adecuada. Si se tiene en cuenta la perspectiva práctica, la eficacia de la monitorización hemodinámica debería valorarse por su condición para incidir positivamente, desde la información que brinda, en la solución del proceso y en el progreso final del enfermo. En consecuencia, la monitorización hemodinámica debe tener como prioridad la detección de la inestabilidad hemodinámica con hipoperfusión o hipoxia tisular global, y cuando esta se presenta, facilitar la implementación celera del tratamiento más conveniente, siempre y cuando se vigilen los resultados. De esta manera, se conforman dos postulados que pueden servir de base para el empleo de la monitorización hemodinámica: en primera instancia, su supremacía para diagnosticar la presencia de inestabilidad hemodinámica con hipoxia tisular global respecto a la exploración física; y en segunda, el rendimiento que se puede lograr mediante la práctica de un tratamiento centrado en objetivos hemodinámicos predefinidos.⁵ Este trabajo se orienta a presentar una síntesis, fruto de la revisión bibliográfica, de aspectos importantes sobre la monitorización hemodinámica mínimamente invasiva en el paciente crítico.

Desarrollo

En la literatura revisada, se encontró que los métodos mínimamente invasivos utilizados para la monitorización hemodinámica son los siguientes:⁶

- 1) Método de termodilución transpulmonar: la termodilución transpulmonar (TDTP) se conforma como una variante del principio de termodilución manejado por el catéter de la arteria pulmonar que se generalizó en la práctica clínica, como una evolución del doble marcador, a fines de la década de los noventa. Este procedimiento necesita de un catéter venoso central convencional al que se le conecta de forma externa un sensor con capacidad de medir la temperatura de la solución inyectada y un catéter arterial femoral o axilar que no solo cumple con la función de facilitar la medición de la presión arterial, sino que está dotado de un sensor de temperatura en su extremo distal. La inyección venosa central de suero frío causa cambios de temperatura en la sangre, que son medidas por el termistor arterial, con lo que se obtiene el GC a través de una ecuación modificada de la de Stewart-Hamilton. La TDTP con el sistema PiCCO (PiCCO System; PULSION Medical Systems AG, Múnich, Alemania) ha mostrado, desde su implementación en la práctica clínica, una positiva correlación con diversos sistemas de monitorización utilizados a pie de cama. Al compararse los resultados con CAP resultan favorables, incluso en contextos de cambios hemodinámicos rápidos.

- 2) Método de dilución de litio o litiodilución transpulmonar: la técnica de obtención del gasto cardíaco (GC) utilizando litiodilución transpulmonar (LDTP) fue detallada por Linton en el año de 1993. Mediante una mínima inyección de cloruro de litio en cualquier vena se produce una concentración plasmática de este marcador que será medida a través de un sensor selectivo instalado en la línea arterial que se quiera. La curva de dilución leída brindará, después de su análisis, valores hemodinámicos y será manejada para la calibración de un sistema de monitorización continua del gasto cardíaco, latido a latido, centrado en el análisis de la fuerza de pulso. La elección del litio como indicador se justifica en que este no se halla en el torrente sanguíneo (solo en individuos que se encuentren en tratamiento con sales de litio). Asimismo, mínimas cantidades de litio (0.002 a 0.004 mmol/kg) producen una señal que resulta suficiente al no presentarse el denominado "ruido" de base. Al ser pequeñas las cantidades de litio inyectadas en sangre, no existe la posibilidad de actividad terapéutica, como tampoco riesgo de naturaleza tóxica. La vertiginosa salida del compartimento central y la ausencia de alteraciones en la concentración a su paso por los vasos pulmonares, consuman el óptimo perfil del litio como marcador.
- 3) Método de análisis de la curva de presión arterial: se centra en la definición de que el contorno de la onda de presión arterial es proporcional al volumen sistólico. A través del análisis algorítmico de la onda de pulso latido a latido se transforma la señal de presión arterial en volumen. Teniendo en cuenta que la presión de pulso resulta proporcional al volumen de eyección y a la elasticidad aórtica, el sistema correlaciona las variaciones de la presión arterial con transformaciones en el volumen de sangre (volumen de eyección), siempre que la resistencia aórtica se establezca como constante. Dicho análisis se deja influenciar por la impedancia aórtica. El nacimiento de este método se relaciona con el modelo clásico Windkessel detallado por Otto Frank en 1899. El modelo básico Windkessel representa el árbol arterial a través de dos factores: la distensibilidad arterial y la resistencia vascular periférica. Años más tarde, nació el modelo modificado de tres elementos al ampliarse la impedancia aórtica a los dos anteriores. Modelos más desarrollados reparan en la velocidad de la onda de pulso y en los fenómenos de reflexión en el árbol vascular. El VS puede ser estimado a partir de la porción sistólica de la onda de pulso o la diferencia entre sistólica y diastólica (potencia o presión de pulso).

Por su parte, en su puesta al día en medicina intensiva, Mateu, Ferrándiz, Gruartmoner de Vera, Mesquida, Sabatier, Poveda y García⁷, señalan los mencionados anteriormente y agregan, además, que la totalidad de estos métodos está basada en la morfología de la curva de presión arterial, razón por la cual resulta decisiva la obtención de una curva con morfología exacta. La amortiguación de la curva arterial y el cero insuficiente, problemáticas encontradas comúnmente en la práctica clínica, deben de ser evitadas para conseguir una señal legítima para el cálculo del GC. La presencia de arritmias severas y la implementación del balón intraaórtico de contrapulsación reducen la precisión en la medición del GC. Así también, el análisis de la presión de pulso podrá obtener una exactitud limitada durante periodos de inestabilidad hemodinámica, como los cambios rápidos en las resistencias vasculares que se encuentran en pacientes sépticos y en aquellos que presentan algún tipo de disfunción hepática.

Otros autores⁸ destacan para una correcta monitorización hemodinámica intraoperatoria, la utilización de la ecocardiografía transesofágica (ETE). Desde esta perspectiva, la ETE intraoperatoria se ha convertido en una contribución importante en la monitorización hemodinámica. Al constituirse como un método mínimamente invasivo y de fácil inserción, posibilita la visualización inmediata de las cavidades cardíacas, así como de sus válvulas y grandes vasos. Al utilizar Doppler color, pulsado y continuo, se cuantifican velocidades y gradientes que facilitan, además, la estimación de volúmenes y presiones.

Resulta decisivo notar que la monitorización hemodinámica se constituye como un mecanismo diagnóstico y, en consecuencia, no tiene la cualidad de optimar el pronóstico, solo si se decide acompañar de un tratamiento conveniente que por su naturaleza provoque el mejoramiento de la evolución de los enfermos. Por lo tanto, factores determinantes que pueden influenciar en el resultado de dichas intervenciones terapéuticas constituyen la correcta interpretación de los datos obtenidos, el momento preciso de instauración del tratamiento y la población de pacientes bajo estudio.

Adicionalmente, la implementación del catéter de arteria pulmonar por Swan y Ganz en 1970 transformó la monitorización en la medicina intensiva y se ha constituido como la técnica de monitorización hemodinámica de mayor utilización en los últimos años. El catéter de Swan-Ganz ha facilitado, sin dudas, un acrecentamiento notable de la comprensión de la función cardiovascular en el enfermo crítico, y ha posibilitado el establecimiento de las presiones intravasculares (presión de oclusión de la arteria pulmonar y presión de la aurícula derecha), así como el cálculo del gasto cardíaco por termodilución y el acceso a sangre venosa mezclada, en la complejidad del desarrollo de diversas clases de shock. Otra ventaja de esta técnica la constituyen las constantes modificaciones que han permitido la optimización de la información ofrecida por esta, al facilitar la obtención de la fracción de eyección y los volúmenes del ventrículo derecho, la saturación venosa mixta de oxígeno (SVO₂) y el gasto cardíaco continuos, así como también la facilidad de incorporar electrocatéteres en aurícula y ventrículo derechos. No obstante, pudiera mencionarse como desventajas que tanto las indicaciones como la utilidad del catéter de arteria pulmonar constituyen en la actualidad asunto de discusión, a pesar de su extendida implementación. Esta situación se debe,

en su mayoría, al insuficiente manejo de las bases de la cateterización de la arteria pulmonar, los errores en la interpretación de los datos y, consiguientemente, la implementación de terapias inadecuadas en consecuencia con los datos obtenidos.⁹

La monitorización hemodinámica ha estado estrechamente relacionada con el desarrollo de las tecnologías aplicadas al campo médico, dentro de las cuales se debe subrayar la ecocardiografía. Si bien no puede ser concebida como un sistema de monitorización continua, la ecocardiografía se constituye en una técnica de notable beneficio en la evaluación de la función cardiovascular del paciente crítico ya que suministra imágenes en tiempo real, a pie de cama y de una forma no invasiva (ecocardiografía transtorácica (ETT) o mínimamente invasiva (ecocardiografía transesofágica ETE). La evaluación de la función cardiocirculatoria en los estados de shock se establece como una de las principales indicaciones de la ecocardiografía en la UCI. Dicha exploración no invasiva o mínimamente invasiva facilita la obtención de un diagnóstico etiológico rápido (taponamiento cardíaco, infarto agudo de miocardio y sus complicaciones, disfunción ventricular grave o hipovolemia) y, por otra parte, posibilita una evaluación hemodinámica rápida y confiable. Por consiguiente, la ecocardiografía resulta de indiscutible utilidad como guía y monitorización del tratamiento en contextos de inestabilidad hemodinámica. Pudiera señalarse como una desventaja de esta técnica el hecho de que determinado personal de las UCI carece de habilidades y competencias necesitadas para un correcto manejo de esta técnica.¹⁰

Teniendo en cuenta la naturaleza de todas las técnicas de imagen, la principal limitación de la ecocardiografía es su dependencia de la experiencia del ejecutor y del aparato que se implemente, razón por la cual se necesita un correcto aprendizaje y adiestramiento. Sin dudas, la ventaja de diferentes métodos ecocardiográficos resulta idónea para alcanzar medidas hemodinámicas no solo susceptibles de ser implementadas con fines diagnósticos, sino también para examinar la variabilidad y los cambios provocados por el tratamiento aplicado. Así también, han sido bien establecidos los beneficios del estudio ecocardiográfico dirigido *focused ultrasound exam* (FUSE), en el contexto de la medicina crítica, de urgencias y extra hospitalaria. Desde esta perspectiva, un estudio ecocardiográfico básico bidimensional facilita el descarte o la confirmación con respuestas binarias (sí/no) de cuadros clínicos que determinen la implementación de tratamientos urgentes.¹¹

Gil, Monge y Baigorri¹² argumentan que la implementación de ensayos clínicos aleatorizados para lograr la demostración de la ventaja o desventaja de la monitorización hemodinámica en el enfermo crítico se caracteriza por una extrema complejidad. En los últimos años, se ha destacado sobre las notables restricciones que los ensayos clínicos y posteriores metaanálisis representan en el área de la medicina intensiva. En tanto, resulta arduo analizar y comparar diversas investigaciones con conceptos de explícita imprecisión como síndrome de distrés respiratorio agudo o sepsis, que comprenden poblaciones tan heterogéneas. Así también, no se debe pasar por alto que la monitorización hemodinámica por sí misma no constituye una herramienta terapéutica, pues para que esta facilite un beneficio para el paciente debe ir conectada a un protocolo de tratamiento de probada eficacia; normativa que, por cierto, no ha sido puesta a prueba en la mayoría de los ensayos clínicos. La monitorización, por consiguiente, sin objetivos terapéuticos determinados no incide en la evolución de los pacientes y no supone beneficio alguno.

La técnica de expansión de volumen se conforma como la terapia de primera línea en contextos de inestabilidad hemodinámica, aunque según Sabatier, Monge, Maynar y Ochagavía¹³ solo un 50% de los pacientes brinda una respuesta al aporte de fluidos aumentando el volumen sistólico. También, la expansión de la volemia puede dar al traste con efectos deletéreos pulmonares secundarios al aumento de agua extravascular, por lo que se recalca la importancia de la implementación de parámetros confiables que identifiquen a los pacientes respondedores al aporte de volumen. Los parámetros hemodinámicos formulados para decidir la administración de volumen deberían determinar a los individuos que se favorecerán del aporte de volumen incrementando su volumen sistólico (VS) (paciente respondedor) y, a la vez, deberían evitar un tratamiento inútil (paciente no respondedor) y potencialmente perjudicial. Además de los parámetros estáticos clásicos, en décadas recientes se han optimizado nuevas tecnologías y parámetros de naturaleza dinámica que se han explicado como mejores predictores de respuesta a volumen. Resulta importante, además, dominar los conceptos de fisiología relacionados con la precarga y precarga-dependencia, así como los parámetros predictores, tanto en ventilación mecánica como en respiración espontánea. Dichos parámetros pueden presentar las siguientes limitaciones: a) necesidad de ventilación mecánica controlada, sin la presencia de actividad respiratoria espontánea en el paciente, b) arritmias cardíacas o extrasístoles frecuentes que interfieren en el análisis y cálculo, c) el paciente debe estar ventilado con volúmenes tidal > 8 ml/kg de peso ideal, de lo contrario, la sensibilidad de estos parámetros sería menor de lo esperado y d) aunque un paciente responda al aporte de volumen, no representa que requiera volumen.

Uso actual en distintos tipos de paciente crítico

En la actualidad, un primer paso obligado en la evaluación inicial del paciente crítico para la monitorización hemodinámica mínimamente invasiva, se relaciona con la determinación de la idoneidad del estado de perfusión de los tejidos. La presencia y/o persistencia de disoxia celular constituye un elemento esencial en el desarrollo de lesiones orgánicas, fracaso multiorgánico y, fortuitamente, el deceso del enfermo.

La inestabilidad hemodinámica suele describir la presencia de signos clínicos sugestivos de hipoperfusión (alteración del sensorio, pobre relleno capilar, entre otros), y, sobre todo, la presencia de hipotensión arterial. No obstante, en

años precedentes la evidencia de que la presencia de hipoperfusión hasta en ausencia de hipotensión y/o de estos signos clínicos, a lo que se llama shock oculto o compensado, se relaciona además con cifras notablemente elevadas de morbimortalidad que han condicionado a un mayor esfuerzo por detectar dichas situaciones de hipoperfusión. En el paciente crítico, se debe indicar shock o insuficiencia cardiovascular cuando se tenga evidencia de hipoperfusión tisular.

La incapacidad para mantener la adecuada perfusión de los tejidos va a desencadenar un aumento en la extracción de oxígeno a nivel microcirculatorio, así como también el inicio de las vías anaerobias con el objetivo de sostener la respiración celular. Por consiguiente, en la práctica clínica contemporánea se entiende por situación de shock cuando se detecta una mengua de las saturaciones venosas de oxígeno y/o una elevación del lactato sérico, más allá de la presencia o no de hipotensión arterial. Los determinantes más notables de la llegada de oxígeno a los tejidos los constituyen la presión de perfusión y el transporte global de oxígeno. El proceso de reanimación hemodinámica, mediante la manipulación de estas variables de presión y flujo, tendrá como objetivo principal restituir el equilibrio entre transporte (DO_2) y consumo de oxígeno (VO_2) a los tejidos, con la resultante reversión de la anaerobiosis. La corrección del estado de disoxia debería obtenerse en el menor tiempo posible, puesto que la duración del daño va a determinar el mayor desarrollo de fracaso orgánico, con consecuencias directas sobre el pronóstico del enfermo.¹⁴

Teniendo en cuenta que la mayoría de los dispositivos más utilizados en la monitorización, como, por ejemplo, el catéter de Swan-Ganz o el catéter venoso central resultan incisivos, no faltos de complicaciones y, en muchas ocasiones, de beneficio no comprobado, por lo que el especialista se ha visto abocado a afrontar un riesgo adicional cada vez que ha decidido implementarlos; sería más efectivo emplear la sonda eco-doppler esofágica, ya que posibilita una monitorización mínimamente invasiva del gasto cardíaco a través de la medición continua de la velocidad del flujo sanguíneo y el diámetro de la aorta torácica descendente. Su uso actual permite la obtención y evaluación de otros parámetros hemodinámicos de igual utilidad acerca de la contractilidad, precarga y estado del tono vasomotor, algunos de ellos obtenidos mediante medición directa, otros derivados del análisis de la morfología de la onda de velocidad de flujo aórtico, o calculados a partir de la información introducida manualmente. La medición "latido a latido" de todas estas variables suministra una panorámica sobradamente amplia del estado hemodinámico del paciente, facilitando además el reconocimiento precoz de los cambios provocados por un deterioro clínico brusco o por las medidas terapéuticas aplicadas.¹

En resumen, todos los parámetros utilizados para la evaluación hemodinámica global, regional y de perfusión del paciente con choque séptico, entendidos como valor absoluto e individualmente, muestran limitaciones para alcanzar reflejar apropiadamente la condición hemodinámica y de perfusión tisular en el paciente crítico con disfunción circulatoria.¹⁵

Conclusiones

En resumen, la disminución de la morbimortalidad del paciente crítico constituye un tema de preocupación para intensivistas, clínicos, personal de enfermería y otros especialistas. Con lo cual, sobre la monitorización hemodinámica mínimamente invasiva hay mucho que aprender para un manejo más eficiente de este tipo de paciente.

Debido a las consecuencias que tiene una inadecuada perfusión de los tejidos en la extracción de oxígeno a nivel microcirculatorio y en la respiración celular; existe una tendencia a considerar prioritario el uso de una monitorización hemodinámica que debe hacer posible; tanto el diagnóstico de inestabilidad hemodinámica con hipoxia tisular global, como la aplicación de tratamientos con base en objetivos hemodinámicos predefinidos.

Se pudo definir que los principales métodos actuales de monitorización hemodinámica mínimamente invasiva son el de termodilución transpulmonar, de dilución de litio o litiodilución transpulmonar y de análisis de la curva de presión arterial. Además, la bibliografía existente confirma que no es tarea fácil demostrar las ventajas o desventajas de cada uno de estos métodos, caracterizados por su extrema complejidad.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Agradecimientos

Ninguno declarado por los autores.

Referencias

- 1- Monge MI, Estella A, Díaz JC, Gil A. Monitorización hemodinámica mínimamente invasiva con eco-doppler esofágico. Medicina Intensiva [en línea]. 2008 [citado 2017 Nov 13];32: 33-44. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0210569108709008>.
- 2- Gil Cano A, Monge García MI, Baigorri González F. Evidencia de la utilidad de la monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Med. Intensiva [en línea]. 2012 [citado 2017 Nov 13]; 36(9): 650-655. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912012000900008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2012.06.004>.
- 3- Benes J, Chytra I, Altmann P, Hluchy M, Kasal E, Svitak R, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: results of prospective randomized study. Crit Care. 2010; 14:R118.

- 4- Mateu Campos M.L., Ferrándiz Sellés A., Gruartmoner de Vera G., Mesquida Febrer J., Sabatier Cloarec C., Poveda Hernández Y. et al. Técnicas disponibles de monitorización hemodinámica: Ventajas y limitaciones. *Med. Intensiva* [en línea]. 2012 Sep [citado 2017 Nov 13]; 36(6): 434-444. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912012000600009&lng=es. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2012.05.003>.
- 5- Gil Cano A., Monge García M.I., Baigorri González F. Evidencia de la utilidad de la monitorización hemodinámica en el paciente crítico. *Med. Intensiva* [en línea]. 2012 [citado 2017 Nov 13]; 36(9): 650-655. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912012000900008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2012.06.004>.
- 6- García X, Mateu L, Maynar J, Mercadal J, Ochagavía A, Ferrandiz. Estimación del gasto cardíaco. Utilidad en la práctica clínica. *Monitorización disponible invasiva y no invasiva*. *Med Intensiva*. 2011;35(9):552-561.
- 7- Mateu M, Ferrándiz A, Gruartmoner de Vera G, Mesquida J, Sabatier C, Poveda Y, García X. Técnicas disponibles de monitorización hemodinámica: Ventajas y limitaciones. *Med. Intensiva* [en línea]. 2012 [citado 2017 Nov 13]; 36(6): 434-444. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912012000600009&lng=es. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2012.05.003>.
- 8- Cabrera M, Santelices E, Hernández R. Monitorización hemodinámica intraoperatoria con ecocardiografía transesofágica: Experiencia clínica. *Rev Méd Chile*. 2004;132:823-831.
- 9- Ochagavía A, Baigorri F. Introducción de la serie «Puesta al día»: Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. *Med Intensiva*. 2011;35(8):497-498.
- 10- Ochagavía A, Baigorri F. Introducción de la serie «Puesta al día»: Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. *Med Intensiva*. 2011;35(8):497-498.
- 11- Ayuela JM, Clau F, Ochagavía A, Vicho R. Papel de la ecocardiografía en la monitorización hemodinámica de los pacientes críticos. *Med Intensiva*. 2012;36(3):220-232.
- 12- Gil A, Monge M, Baigorri F. Evidencia de la utilidad de la monitorización hemodinámica en el paciente crítico. *Med Intensiva*. 2012;36(9):650-655.
- 13- Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavía A. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Med Intensiva*. 2012;36(1):45-55.
- 14- Ochagavía A, Baigorria F, Mesquida J, Ayuela JM, Ferrándiz A, García X, Monge MI, Mateu L, Sabatier C, Clau-Terrée F, Vicho R, Zapata L, Maynar J, Gild A, Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la SEMICYUC. Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. *Med Intensiva*. 2014;38(3):154-169.
- 15- Arriagada D, Donoso A, Cruces P, Díaz F. Choque séptico. Actualización en la monitorización hemodinámica. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2013;70(4):273-282.