



Seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo versus mínimamente invasivo en
pacientes con choque cardiogénico en cuidado intensivo adultos. Revisión
sistemática.

INVESTIGADORES

Gabriel Suárez Reyes
Marisol Fino Solano

ASESOR

Dr. Carlos Federico Molina Castaño

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
UNIVERSIDAD CES
Facultad de Medicina

Maestría en Epidemiología

Bogotá D.C., septiembre de 2016



Seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo versus mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico en cuidado intensivo adultos. Revisión sistemática.

Presentado por:
Gabriel Suárez Reyes
Marisol Fino Solano

Trabajo de investigación para optar al título de
MAGÍSTER EN EPIDEMIOLOGÍA

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
UNIVERSIDAD CES
Facultad de Medicina

Bogotá D.C., septiembre de 2016

NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL

“La Universidad del Rosario y la Universidad CES no se hacen responsables de los conceptos emitidos por los investigadores en el trabajo; solo velarán por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos fortaleza, a nuestra familia por su apoyo incondicional y amor, a nuestro tutor por su asesoría y tiempo, a nuestros docentes por sus enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	10
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	11
2. MARCO TEÓRICO.....	12
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	21
3.1 HIPÓTESIS	21
3.2 OBJETIVO GENERAL.....	21
3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4. METODOLOGÍA.....	22
4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	22
4.2 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	22
4.3 POBLACIÓN.....	22
4.4 DISEÑO MUESTRAL	22
4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	22
4.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
4.6.1 Fuentes de información.....	23
4.6.2 Instrumento de recolección de la información	25
4.7 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	25
4.7.1 Control de errores y sesgos	26
4.7.2 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	26
5. CONSIDERACIONES ÉTICAS	28
6. RESULTADOS	29
7. DISCUSIÓN	32
8. CONCLUSIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ANEXOS.....	39

RESUMEN

Introducción: El monitoreo hemodinámico es una herramienta para diagnosticar el choque cardiogénico y monitorear la respuesta al tratamiento; puede ser invasivo, mínimamente invasivo o no invasivo. Se realiza rutinariamente con catéter de arteria pulmonar (CAP) o catéter de Swan Ganz; nuevas técnicas de monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo tienen menor tasa de complicaciones. Actualmente se desconoce cuál técnica de monitoreo cuenta con mayor seguridad en el paciente con choque cardiogénico.

Objetivo: Evaluar la seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo comparado con el mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico en cuidado intensivo adultos.

Métodos: Revisión sistemática de la literatura. Búsqueda en Pubmed, EMBASE, OVID - Cochrane Library, Lilacs, Scielo, registros de ensayos clínicos, actas de conferencias, repositorios, búsqueda de literatura gris en Google Scholar, Teseo y Open Grey hasta agosto de 2016, publicados en inglés y español.

Resultados: Se identificó un único estudio con 331 pacientes críticamente enfermos que comparó el monitoreo hemodinámico con CAP versus PiCCO que concluyó que después de la corrección de los factores de confusión, la elección del tipo de monitoreo no influyó en los resultados clínicos más importantes en términos de complicaciones y mortalidad. Dado que se incluyeron otros diagnósticos, no es posible extrapolar los resultados sólo a choque cardiogénico.

Conclusión: En la literatura disponible no hay evidencia de que el monitoreo hemodinámico invasivo comparado con el mínimamente invasivo, en pacientes adultos críticamente enfermos con choque cardiogénico, tenga diferencias en cuanto a complicaciones y mortalidad.

Palabras clave: choque cardiogénico, cuidado crítico, monitoreo hemodinámico, catéter de Swan Ganz.

ABSTRACT

Background: Hemodynamic monitoring is a tool to diagnose cardiogenic shock and monitor the response to treatment; can be invasive, minimally invasive or non-invasive. It is routinely performed with pulmonary artery catheter (PAC) or Swan Ganz catheter; new techniques for minimally invasive hemodynamic monitoring have lower complication rate. monitoring technique which has increased safety in patients with cardiogenic shock is unknown.

Objective: To evaluate the safety of invasive hemodynamic monitoring compared with minimally invasive in patients with cardiogenic shock in adult intensive care.

Methods: Systematic review of the literature. Search in PubMed, EMBASE, OVID - Cochrane Library, Lilacs, Scielo, clinical trials registers, conference proceedings, repositories, gray literature search on Google Scholar, Teseo and Open Grey until August 2016, published in English and Spanish.

Results: A single study of 331 critically ill patients that compared the hemodynamic monitoring with CAP versus PiCCO which concluded that after correction for confounding factors, the choice of monitoring did not influence the most important clinical outcomes in terms was identified of complications and mortality. Since other diagnoses were included, it is not possible to extrapolate the results to only cardiogenic shock.

Conclusion: In the literature there is no evidence that invasive hemodynamic monitoring compared with minimally invasive, in critically ill adult patients with cardiogenic shock, have differences in complications and mortality.

Key words: Shock, cardiogenic, critical care, hemodynamic monitoring, catheterization Swan Ganz.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El choque es una manifestación de insuficiencia circulatoria relacionada con un suministro inadecuado de sangre oxigenada a los tejidos. Un tipo de choque es el cardiogénico resultante de anomalías en la estructura, en la función miocárdica, alteraciones de la función mecánica del corazón y/o arritmias (1). El choque cardiogénico (CC) es una de las principales patologías que generan estancia en unidad de cuidados intensivos (UCI) de adultos, algunos estudios estiman una incidencia del 7%, aunque la verdadera incidencia de esta enfermedad es desconocida; su principal causa es el infarto agudo de miocardio (IAM), y ocurre entre el 5% y el 8% de los pacientes que se encuentran hospitalizados por esta causa; es más común en pacientes con IAM con elevación del segmento ST y en más del 70% de los casos el choque se presenta luego del ingreso hospitalario (2).

La eficacia del manejo del choque depende de la capacidad de instaurar una terapia apropiada rápidamente y eliminar el factor etiológico subyacente (1). Para iniciar el tratamiento del choque cardiogénico se debe tener en cuenta datos como ritmo cardíaco, frecuencia cardíaca, estado de la presión de llenado ventricular (precarga), contractilidad miocárdica, resistencia vascular sistémica y pulmonar (poscarga), estos datos son generalmente obtenidos con el monitoreo hemodinámico el cual puede ser invasivo, mínimamente invasivo o no invasivo; la diferenciación de estos tres tipos de monitoreo se basa en el grado de penetración de piel y mucosas, la extensión de dicha disrupción y el riesgo que la técnica representa al paciente (3).

El objetivo primordial del monitoreo hemodinámico es alertar oportunamente al personal de salud ante la inminencia de condiciones desfavorables que puedan poner en peligro al paciente, otro propósito es obtener información específica de la enfermedad que facilite el diagnóstico, tratamiento y evaluación de respuesta al mismo. Las diferentes técnicas de monitorización pueden utilizarse de manera eficiente para diagnosticar la causa del choque cardiogénico y para controlar los efectos de las terapias administradas, pero cada una de estas técnicas tiene sus propias limitaciones y la elección debe guiarse por las condiciones del paciente (4).

La medición del gasto cardíaco (GC) es de vital importancia en el manejo de los pacientes críticamente enfermos; la técnica de referencia para su medición es por termodilución utilizando el catéter de arteria pulmonar (CAP) o catéter de Swan Ganz (5). La monitorización hemodinámica en el paciente críticamente enfermo de forma habitual se realiza con catéter de arteria pulmonar (CAP), siendo un procedimiento invasivo. El papel de la monitorización hemodinámica invasiva con CAP en pacientes con CC aún no está bien definido, ningún ensayo clínico ha establecido el beneficio clínico de su uso en este contexto (6). Sin embargo, el seguimiento con un CAP puede ser muy útil en pacientes con ésta patología y un gran número de autores siguen recomendando su inserción (7).

El CAP no se debe utilizar de forma rutinaria y se ha generado gran controversia sobre su uso por que puede: sobreestimar por parte del médico el riesgo de la enfermedad, llevar a complicaciones durante la inserción del catéter como hemorragia, trombosis, arritmias, ruptura de la arteria pulmonar, infarto pulmonar, neumotórax, hemotórax e infección (8,9); este es un método invasivo que puede llevar a mediciones erróneas o que no reflejan el verdadero estado hemodinámico del paciente y conducir a una terapéutica inefectiva y peligrosa (10). El impacto que las estrategias de monitorización tienen sobre las conductas terapéuticas y sobre el pronóstico de los pacientes han sido ampliamente controvertidos. Elementos tales como riesgos inherentes de las técnicas, la aplicabilidad en diferentes escenarios y la incapacidad para medir de manera precisa y fiable la respuesta cardiovascular son aspectos que aún no están completamente resueltos (11).

Un estudio observo gran discrepancia en la opinión sobre la indicación de CAP entre los expertos. Algunos estuvieron a favor de su utilización en situaciones que incluían choque y disfunción miocárdica, especialmente cuando se asoció disfunción orgánica (12). La publicación de un meta-análisis que incluyó pacientes con diferentes enfermedades y estudios realizados en diferentes escenarios clínicos, no pudo demostrar beneficios con el CAP (13), lo que derivó en una marcada disminución en su utilización. Algunos autores sostienen que las complicaciones informadas en éste estudio se deben atribuir a las conductas terapéuticas adoptadas más que a la inserción del catéter, poniendo en duda la calidad metodológica de dicho estudio (10).

Las últimas décadas se han caracterizado por una continua evolución de las técnicas de monitorización hemodinámica, desde mediciones intermitentes hacia mediciones continuas y en tiempo real, y desde un monitoreo invasivo hacia uno menos invasivo (5,6,14,15). Al igual que en la mayor parte del mundo, en gran parte de las unidades de cuidado intensivo (UCI) de Colombia, el monitoreo hemodinámico se realiza habitualmente con CAP (16), en los últimos años se han introducido al medio nuevas técnicas de monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo con evidencia de menor tasa de complicaciones (17), pero actualmente se desconoce cuál de las dos técnicas de monitoreo hemodinámico (invasivo y

mínimamente invasivo), cuenta con mayor seguridad en el paciente con choque cardiogénico. El problema de no conocer esto, conlleva a que los clínicos no utilicen la mejor opción de monitoreo hemodinámico en este escenario y por lo tanto no se ofrezca mayor beneficio con menor riesgo, lo que afecta directamente la atención prestada a los pacientes y el desarrollo del ejercicio del profesional de la salud e impacta en la calidad en la prestación de servicios de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud y en última instancia al Sistema de Salud.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la literatura se encuentran estudios individuales de cada una de las técnicas de monitoreo, invasivo y mínimamente invasivo, e incluso hay estudios que sugieren que técnicas de monitoreo hemodinámico como el PiCCO en el que se obtienen datos como la variación del volumen sistólico o el índice de volumen de sangre intratorácica, pueden predecir mejor la respuesta de fluidos (18–23). Las tecnologías menos invasivas cuentan con evidencia de menor tasa de complicaciones (17). Por otro lado una revisión sistemática concluyó que el uso de CAP no alteró la mortalidad, ni la estancia en hospitalización o en UCI general y tampoco alteró el costo para los pacientes adultos en cuidados intensivos (10), pero no hay estudios que determinen esto mismo en grupos específicos de pacientes en la UCI como son los pacientes con choque cardiogénico.

Una estimación del uso del monitoreo con catéter de arteria pulmonar en Estados Unidos mostró que a partir del año 2000, más de 1,2 millones de CAP se colocaron al año, con unos costos asociados de más de \$ 2 billones de dólares (24,25).

En este estudio no se analizará el monitoreo hemodinámico no invasivo debido a que actualmente no se recomienda su uso exclusivo en pacientes con choque ya que estos necesitan de todas maneras alguna invasión como una línea arterial (15) y son técnicas muy recientes con poca experiencia en su uso en nuestro medio.

Existe la necesidad de investigar la seguridad en cuanto a complicaciones y mortalidad del monitoreo hemodinámico invasivo en comparación con el mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico para determinar si existe alguna relación entre el tipo de monitoreo hemodinámico elegido para la vigilancia de estos pacientes y la mortalidad, lo cual podría dar lugar a beneficios tales como, elegir basados en la evidencia el tipo de monitoreo con menor mortalidad e impactar en el pronóstico de estos pacientes.

Los resultados de ésta revisión sistemática pueden contribuir a dar respuesta

sobre qué tipo de monitoreo hemodinámico es más apropiado utilizar en pacientes con choque cardiogénico, beneficiando a clínicos, pacientes, instituciones prestadoras de salud y al sistema de salud en general, además de abrir la posibilidad de realizar nuevos trabajos de investigación que evalúen otros aspectos relacionados con el uso de los diferentes tipos de monitoreo hemodinámico.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo en comparación con el mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico manejados en la UCI adultos?

P: pacientes con choque cardiogénico de UCI adultos

I: monitoreo hemodinámico invasivo

C: monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo

O: seguridad (complicaciones y mortalidad)

S: ensayos clínicos aleatorizados y estudios analíticos

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CHOQUE (SHOCK)

Weil y Shubin definieron el choque circulatorio como la disminución de la capacidad de flujo de la sangre para satisfacer las demandas metabólicas de los tejidos (26). El enfoque clásico, define cuatro grupos básicos de choque los cuales son circulatorio, cardiogénico, hipovolémico, obstructivo y distributivo (27).

Choque cardiogénico (CC)

Es el choque resultante de anomalías en la estructura o en la función mecánica del corazón, o de arritmias (1). El choque cardiogénico (CC) se define como hipotensión persistente e hipoperfusión tisular debidas a disfunción cardiaca en presencia de un volumen intravascular adecuado y una correcta presión de llenado del ventrículo izquierdo. El choque cardiogénico está presente cuando un paciente tiene hipotensión (presión arterial sistólica < 90 mm Hg durante al menos de 30 minutos) e índice cardiaco reducido (menor de 1.8 Lt/min/m² sin soporte farmacológico o 2.0 Lt/min/m² con soporte farmacológico) con presiones de llenado adecuadas siendo la presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo mayor de 18 mmHg, presión de oclusión capilar pulmonar mayor de 15 mmHg, frecuencia cardíaca de 60 latidos por minuto y extremidades frías o una producción de orina < 30 ml por hora. Se presentan manifestaciones clínicas como perfusión periférica inadecuada, distensión venosa yugular, congestión pulmonar, taquicardia con estrecha presión de pulso, compromiso de la perfusión renal, alteración del estado mental y acidosis metabólica (8).

Epidemiología

La incidencia de choque cardiogénico se ha mantenido alrededor del 7 % en las últimas décadas (entre 4 y 11%); el 7-8% de los pacientes con infarto agudo al miocardio (IAM) presentan choque cardiogénico y dentro de las complicaciones secundarias del IAM, la principal causa choque cardiogénico es la insuficiencia ventricular izquierda, seguida por insuficiencia mitral (8,3 %), ruptura septal (4,6

%), disfunción aislada del ventrículo derecho (3,4 %), ruptura cardíaca y taponamiento (1,7 %). Los factores de riesgo son: edad mayor de 75 años, hipertensión arterial, diabetes mellitus, antecedente de infarto agudo al miocardio, antecedente de insuficiencia cardíaca congestiva.

Mortalidad

Aunque la tasa de mortalidad asociada con CC probable varía en función de su etiología, los datos sistemáticos están disponibles sólo para CC resultante de IAM; estudios anteriores han informado tasas de mortalidad de hasta el 80%, el estudio SHOCK reportó una mortalidad hospitalaria del 60%, similar a la tasa reportada en el registro mundial de eventos coronarios (GRACE) del 59.4%, algunos informes recientes, han reportado tasas de mortalidad hospitalaria de menos de 50% (8).

Diagnóstico y manejo

Establecer el diagnóstico de choque cardiogénico y determinar su etiología no es fácil. Las técnicas de monitorización hemodinámica, las mediciones de biomarcadores específicos y la ecocardiografía pueden ser útiles. La eficacia del manejo del choque depende de la capacidad de instaurar una terapia apropiada rápidamente y eliminar el factor etiológico subyacente (1). Para iniciar el tratamiento del choque cardiogénico se debe tener en cuenta datos como ritmo cardíaco, frecuencia cardíaca, estado de la presión de llenado ventricular (precarga), contractilidad miocárdica y resistencia vascular sistémica y pulmonar (poscarga), estos datos son generalmente obtenidos por el monitoreo hemodinámico (3).

2.2 MONITOREO HEMODINÁMICO

El monitoreo hemodinámico es la piedra angular de la atención para el paciente hemodinámicamente inestable, requiere un enfoque múltiple y su uso es tanto para la enfermedad específica como para su contexto. Uno de los principales objetivos del monitoreo hemodinámico es alertar al equipo de atención en salud de una crisis inminente antes de que ocurra una lesión de órganos; otro objetivo es la obtención de información específica para los procesos de la enfermedad, lo que puede facilitar el diagnóstico y el tratamiento (27). El monitoreo hemodinámico es una de las principales herramientas disponibles para diagnosticar la insuficiencia

cardiovascular y monitorear los cambios a través del tiempo, en respuesta a las intervenciones realizadas (27,28).

El monitoreo hemodinámico representa una herramienta funcional que se usa para obtener estimaciones de rendimiento y de reserva fisiológica, las cuales a su vez también pueden ser útiles para instaurar el tratamiento. Algunas de las variables que se pueden medir en el monitoreo hemodinámico son: presión sanguínea, presión venosa central (PVC), presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP), gasto cardiaco (GC), saturación venosa mixta de oxígeno (Svo₂) y gasto cardiaco (GC) entre otros (27). El GC es considerado un evaluador de la función cardíaca global. Nos proporciona además información sobre la causa del choque y del fallo orgánico por lo que representa un parámetro fundamental en la evaluación hemodinámica del paciente crítico. A pesar de todo, es necesario integrar el valor del GC con otras variables hemodinámicas (medidas de precarga, contractilidad, poscarga), signos biológicos y parámetros de oxigenación tisular para obtener una información completa que pueda guiar las decisiones terapéuticas (29).

2.2.1 Tipos de monitoreo hemodinámico

En la actualidad se dispone de una gran variedad de métodos para monitorizar el GC con importantes diferencias entre ellos. La principal diferencia entre estos tipos de monitoreo se basa en el grado de penetración de piel y mucosas, la extensión de dicha disrupción y el riesgo que la técnica representa al paciente (3), de esta manera pueden ser clasificados en función del grado de invasividad; según esta clasificación, disponemos de sistemas invasivos (CAP), semiinvasivos (termodilución transpulmonar, litiodilución, análisis del contorno de la onda de pulso, Doppler esofágico, etc.) y no invasivos (ecografía, biorreactancia, tecnología Doppler, etc.) (29).

Las diferentes técnicas de monitorización pueden utilizarse de manera eficiente para diagnosticar la causa del choque cardiogénico y para controlar los efectos de las terapias administradas, pero cada una de estas técnicas tiene sus propias limitaciones y la elección debe guiarse por las condiciones del paciente (4). El GC obtenido por termodilución con el CAP es considerado el método «gold standard» para la medición del GC. El CAP permite además obtener parámetros hemodinámicos relevantes como la presión de arteria pulmonar (PAP), la presión de oclusión de arteria pulmonar (POAP), transporte de oxígeno (DO₂) y consumo de oxígeno (VO₂) de oxígeno (9,30).

Entre los métodos semiinvasivos de estimación del GC se encuentran la termodilución transpulmonar, la litiodilución y el análisis de la onda de pulso. La termodilución transpulmonar es una variante del método de termodilución en la

cual la inyección de un bolo de suero se realiza a través de un catéter venoso central y el cambio de temperatura es detectado por un sensor situado en una vía arterial (femoral o axilar), obteniéndose el GC mediante una ecuación modificada de la de Stewart-Hamilton. Muchos dispositivos ofrecen la posibilidad de obtener el GC de forma continua basado en el análisis del contorno de la onda de pulso arterial. Los sistemas disponibles en el mercado son: PiCCO® (Pulsion), PulseCO® (LiDCO) y FloTrac®/Vigileo (Edwards Lifesciences), entre otros. Difieren en la forma de transformar la información proporcionada por la morfología de la PA en el volumen sistólico (VS) latido a latido, en los algoritmos utilizados por cada uno de ellos, en el modo de calibración (ya que algunos necesitan calibración manual y otros no), en el lugar de canalización arterial, en los parámetros analizados y en la exactitud con la que determinan el GC (31–34). La mayor parte de ellos proporcionan al mismo tiempo información continua de múltiples variables de precarga, poscarga y contractilidad, y permiten también el cálculo del porcentaje de variación en la presión de pulso (VPP) o en la variación del volumen sistólico (VVS), utilizados para dirigir la fluidoterapia y analizar la respuesta a la misma. La mayor relevancia de estos dispositivos es que permiten obtener el GC de manera poco invasiva y continua (29).

2.2.1.1 Monitoreo hemodinámico invasivo

Catéter de arteria pulmonar o Swan Ganz

En 1870, Adolph Fick, describió el primer método de estimación del GC. (14). Hace más de 40 años los doctores Harold James Charles Swan, cardiólogo y Forester William Ganz, especialistas en técnicas de termodilución describieron el cateterismo cardiaco en el ser humano con un catéter con balón en la punta y dirigido por flujo, el cual se denominó catéter de flotación de la arteria pulmonar (también conocido como catéter de arteria pulmonar o Swan Ganz), y ha sido utilizado para monitoreo hemodinámico invasivo en unidades de cuidados intensivos desde 1970 (30,35). El catéter de arteria pulmonar (CAP) proporciona datos clínicos como medición de gasto cardíaco (GC) y otras variables derivadas de acuerdo con la técnica de termodilución intermitente calculadas a partir del principio de Stewart-Hamilton. El CAP permite además obtener parámetros hemodinámicos relevantes como la presión de arteria pulmonar (PAP), la presión de oclusión de arteria pulmonar (POAP) y parámetros de transporte (DO₂) y consumo (VO₂) de oxígeno de los tejidos (29). El CAP se usa a menudo ya sea como una herramienta de diagnóstico o para la valoración de la terapia instaurada (36). El uso apropiado del CAP es difícil ya que requiere un perfecto conocimiento de la forma de medir e interpretar las variables previstas (37).

El CAP no se debe utilizar de forma rutinaria y se ha generado gran controversia

sobre su uso por que puede: sobreestimar por parte del médico el riesgo de la enfermedad, llevar a complicaciones durante la inserción del catéter (por ejemplo, ruptura de la arteria pulmonar) (8), llevar a mediciones erróneas o que no reflejan el verdadero estado hemodinámico del paciente y conducir a una terapéutica inefectiva y peligrosa. El CAP es un método invasivo que ha reportado numerosas inexactitudes en las mediciones y dificultades para la interpretación de los datos, por lo tanto, es obligatorio ser lo suficientemente hábil antes de tomar la decisión de insertarlo (10).

El papel de la monitorización hemodinámica invasiva con CAP en pacientes con CC aún no está bien definida, ningún ensayo clínico ha establecido el beneficio clínico de su uso en este contexto (6). Sin embargo, el seguimiento con un CAP puede ser muy útil en pacientes con CC y un gran número de autores siguen recomendando su inserción, dado que hay una gran experiencia clínica en su uso, es muy útil en la diferenciación del tipo de mecanismo del edema pulmonar (cardiogénico o no cardiogénico), en la evaluación de la hipertensión pulmonar y en establecer adecuadamente el tratamiento inicial en pacientes con inestabilidad hemodinámica (7,9).

Las indicaciones actuales de inserción de CAP más comunes son las siguientes (38–44):

- Inexplicable o desconocido estado de volemia en choque
- Choque cardiogénico severo (por ejemplo, enfermedad valvular aguda y sospecha de taponamiento pericárdico)
- Hipertensión arterial pulmonar sospechada o conocida
- Enfermedad cardiopulmonar severa subyacente (por ejemplo, enfermedad cardíaca congénita, cortocircuito de izquierda a derecha, enfermedad valvular severa, hipertensión pulmonar) que se someten a cirugía correctiva u otro

Un estudio observó gran discrepancia en la opinión sobre la indicación de CAP entre los expertos. Algunos estuvieron a favor de su utilización en situaciones que incluían choque y disfunción miocárdica, especialmente cuando se asoció disfunción orgánica (12). La publicación de un meta-análisis que incluyó pacientes con diferentes enfermedades y estudios realizados en diferentes escenarios clínicos, no pudo demostrar beneficios con el CAP (13), lo que derivó en una marcada disminución en su utilización. Algunos autores sostienen que las complicaciones informadas en este estudio se deben atribuir a las conductas terapéuticas adoptadas más que a la inserción del catéter, poniendo en duda la calidad metodológica de dicho estudio (10).

La medición del gasto cardíaco (GC) es de vital importancia en el manejo de los pacientes críticamente enfermos; la técnica de referencia para su medición es por termodilución utilizando el catéter de arteria pulmonar (CAP) o catéter de Swan

Ganz; ya que permite la monitorización casi continua y simultáneamente las presiones de la arteria pulmonar, las presiones de llenado cardíaco, el gasto cardíaco y la SvO₂ (45), sin embargo, actualmente se cuenta con técnicas innovadoras disponibles para su determinación (5).

Las últimas décadas se han caracterizado por una continua evolución de las técnicas de monitorización hemodinámica, desde mediciones intermitentes hacia mediciones continuas y en tiempo real, y desde un monitoreo invasivo hacia uno menos invasivo (5,6,14,46). La superioridad de los índices dinámicos sobre marcadores estáticos de precarga es ahora bien reconocida (47).

2.2.1.2 Monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo

La mayor importancia de estos dispositivos es que permiten obtener el GC de manera poco invasiva y continua. Muchos dispositivos ofrecen la posibilidad de obtener el GC de forma continua basado en el análisis del contorno de la onda de pulso arterial. Los sistemas disponibles en el mercado son: PiCCO® (Pulsion), PulseCO® (LiDCO), Modelflow® (TNO/BMI), Most Care® (Vygon) y FloTrac®/Vigileo (Edwards Lifesciences). Difieren en la forma de transformar la información proporcionada por la morfología de la PA en el volumen sistólico (VS) latido a latido, en los algoritmos utilizados por cada uno de ellos, en el modo de calibración (ya que algunos necesitan calibración manual y otros no), en el lugar de canalización arterial, en los parámetros analizados y en la exactitud con la que determinan el GC (31–34). La mayor parte de ellos proporcionan al mismo tiempo información continua de múltiples variables de precarga, poscarga y contractilidad, y permiten también el cálculo del porcentaje de variación en la presión de pulso (VPP) o en la variación del volumen sistólico (VVS), utilizados para dirigir la fluidoterapia y analizar la respuesta a la misma(29).

Principales dispositivos mínimamente invasivos:

2.2.1.2.1 Monitores de gasto cardíaco calibrados

a. Dispositivos de termodilución transpulmonar

Estos dispositivos disponen de dos técnicas distintas para medir el GC: la termodilución transpulmonar y el análisis de contorno del pulso.

El método de termodilución transpulmonar realiza mediciones de GC intermitentes mediante la aplicación del principio de dilución del indicador, siendo la temperatura el indicador. Una cantidad de la solución fría con una temperatura conocida se inyecta rápidamente en la circulación a través de un catéter venoso central (vena cava superior), esta solución fría se mezcla con la sangre circundante y la temperatura se mide a nivel de la arteria femoral a través del termistor de un catéter arterial. El análisis matemático de la curva de termodilución (temperatura de la sangre en función del tiempo) registrado por el dispositivo permite el cálculo del GC y de otras variables hemodinámicas relevantes. (37)

Dos dispositivos disponibles en el mercado permiten registrar los parámetros derivados de la termodilución transpulmonar. La mayor parte de la experiencia clínica y experimental de la literatura acerca de termodilución transpulmonar la tiene el monitor PiCCO (Pulse Induced Contour Cardiac Output). El monitor Volume View (Edwards Lifesciences, EE.UU.) se ha comercializado más recientemente. Ambos sistemas utilizan las dos tecnologías: termodilución transpulmonar y análisis de contorno de pulso (37,48).

El método de análisis de contorno del pulso estima el GC a partir de la forma de onda de presión arterial a nivel de la arteria femoral. Con el monitor PiCCO, el algoritmo del GC por contorno del pulso se deriva del algoritmo inicial Wesseling y calcula el volumen sistólico midiendo el área bajo la porción sistólica de la onda de presión arterial y dividiéndola por la impedancia aórtica determinada al tiempo de calibración (37).

b. Dispositivos de dilución de litio

Monitor LiDCOplus: dispositivo de dilución de litio (LiDCO Ltd., Londres, Reino Unido) proporciona mediciones de GC utilizando dos tecnologías distintas: La dilución de litio y el análisis del poder de pulso. El método de dilución de litio proporciona mediciones intermitentes del GC. Una pequeña cantidad de cloruro de litio (0,002 - 0,004 mmol/kg) se inyecta en bolo a través de un catéter de una vena central. El cambio en los niveles de litio es detectado en la sangre que es extraída de un catéter en la arteria radial con un sensor selectivo de litio. El GC se mide entonces a partir del análisis de la curva de dilución de litio utilizando un método de integración de los cambios en los niveles de litio en el tiempo (37,49,50).

2.2.1.2.2 Monitores de gasto cardíaco por análisis de la forma de onda de presión arterial, sin calibrar:

a. Sistema FloTrac / Vigileo

La tecnología FloTrac / Vigileo (Edwards Lifesciences, EE.UU.) permite mediciones de GC en tiempo real mediante el análisis de la forma de onda de presión arterial registrada por un catéter arterial (radial o femoral). El FloTrac tiene un algoritmo de software que analiza las características de la forma de onda de presión arterial y utiliza este análisis junto con información demográfica específica del paciente para determinar el GC continuo y variación del volumen sistólico (VVS). Dado que el algoritmo del FloTrac se ajusta continuamente al tono vascular del paciente, no requiere calibración manual y por lo tanto tampoco de una línea venosa central para su calibración.(37)

b. Doppler esofágico

El doppler esofágico estima el flujo sanguíneo en aorta descendente y permite calcular el volumen sistólico (VS). Las limitaciones de esta técnica incluyen la dependencia del operador, la poca tolerancia de la sonda en pacientes no ventilados y la imposibilidad de realizar un monitoreo continuo (51–53), por lo que no va a ser analizado en este estudio.

2.2.1.3 Monitoreo hemodinámico no invasivo

Entre los métodos no invasivos se destacan la biorreactancia, el Doppler transtorácico y la ecocardiografía (54–56).

a. La biorreactancia

Utilizada por el sistema NICOM® (Cheetah Medical) está basada en el análisis del cambio de fase que se produce en la onda eléctrica de alta frecuencia que es emitida al tórax por los cambios en el volumen sanguíneo (55), la literatura respecto a su uso comparativo con el CAP en cuidados intensivos es escasa (57)

b. Doppler transtorácico

Consiste en la aplicación de una sonda Doppler sobre diferentes áreas torácicas que permite medir el flujo a diferentes niveles del sistema cardiovascular. Esta técnica posee una rápida curva de aprendizaje, sin necesidad de calibración, pero presenta la limitación de depender del operador. El sistema más utilizado y con mayor número de publicaciones que lo respalden es el monitor USCOM® (Pty Ltd). A pesar de sus supuestas ventajas, la literatura respecto a su uso comparativo con el CAP en cuidados intensivos es escasa (58).

c. La ecocardiografía

Permite obtener el GC de forma no invasiva (ecocardiografía transtorácica, ETT) y ofrece además una amplia información hemodinámica. A pesar de sus múltiples aplicaciones y la rápida extensión de su utilización en la UCI, es preciso adquirir un entrenamiento adecuado para poder garantizar la calidad y fiabilidad de las medidas (59,60).

El impacto que las estrategias de monitorización tienen sobre las conductas terapéuticas y sobre el pronóstico de los pacientes han sido ampliamente controvertidos (11). En muchos casos, la elección del dispositivo de monitorización hemodinámica depende no solo de la técnica de estimación del GC, sino que está relacionada con los parámetros adicionales que proporciona, la gravedad del paciente y la etiología del choque (61,62). Las consideraciones que se deben tener en cuenta respecto al sistema serán: su disponibilidad, el ámbito donde va a ser utilizado y el coste del aparato. Con respecto al clínico serán: el conocimiento de la técnica, la experiencia del operador, la facilidad de uso e interpretación de los resultados y el que sea o no dependiente del operador (51).

Aunque la monitorización hemodinámica ha ido evolucionando continuamente hacia un monitoreo en tiempo real y con métodos menos invasivos, el dispositivo ideal monitorización hemodinámica aún no está disponible (45,47).

3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

Hipótesis nula: No existe diferencia en la seguridad en pacientes con monitorización hemodinámica invasiva comparada con monitoreo mínimamente invasivo en el manejo de pacientes con choque cardiogénico en la UCI

Hipótesis alterna: Existe diferencia en cuanto a la seguridad en pacientes con monitorización hemodinámica invasiva comparada con monitoreo mínimamente invasivo en el manejo de pacientes con choque cardiogénico en la UCI

3.2 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo comparado con el monitoreo mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico en cuidado intensivo adultos, a nivel mundial desde 1970 a agosto de 2016.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las características sociodemográficas de los pacientes con choque cardiogénico con monitoreo invasivo y monitoreo mínimamente invasivo.

Establecer las causas de choque cardiogénico que requieren monitoreo hemodinámico.

4 METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de éste estudio es cuantitativo.

4.2 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

Revisión sistemática de la literatura. Se realizó una revisión sistemática de la literatura teniendo como base las recomendaciones dadas por el grupo Cochrane (63) y la guía PRISMA (64).

4.3 POBLACIÓN

Se incluyeron estudios que compararan el monitoreo hemodinámico invasivo y mínimamente invasivo, en pacientes adultos con choque cardiogénico, hospitalizados en unidad de cuidados intensivos, publicados en inglés y español de cualquier país, entre los años 1970 y 2016. Se incluyeron estudios analíticos y ensayos clínicos aleatorizados que evaluaran la seguridad en cuanto a complicaciones y mortalidad del monitoreo hemodinámico del paciente con choque cardiogénico.

4.4 DISEÑO MUESTRAL

Debido a la naturaleza del estudio no se requirió el cálculo de una muestra estadística

4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

COMPONENTE PICOS	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
P	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes adultos con choque cardiogénico hospitalizados en unidad de cuidados intensivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de choque cardiogénico en UCI pediátrica y neonatal. • Gestantes • Pacientes con otro tipo de patologías hospitalizados en unidad de cuidados intensivos.
I	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo hemodinámico invasivo. 	
C	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación con monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación con monitoreo hemodinámico no invasivo.
O	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en cuanto a complicaciones y mortalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios con desenlaces diferentes.
S	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios analíticos. • Ensayos clínicos aleatorizados • Estudios publicados en inglés y español, desde el año 1970. 	<ul style="list-style-type: none"> • Otro tipo de diseño de estudio. • Otros idiomas.

4.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

4.6.1 Fuentes de información

4.6.1.1 Búsquedas electrónicas

La fuente de información utilizada para la revisión sistemática fue secundaria. Se realizó búsqueda electrónica de la literatura en las bases de datos Pubmed, EMBASE, OVID - Cochrane Library, Lilacs, Scielo hasta agosto de 2016.

Las estrategias de búsqueda para la revisión fueron construidas mediante el uso de una combinación de términos relacionados con el estado de salud de interés (choque cardiogénico), la intervención (monitoreo hemodinámico invasivo), la

comparación (monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo), los desenlaces (seguridad en cuanto a complicaciones y mortalidad), el tipo de diseño del estudio (ensayos clínicos y estudios analíticos).

Se utilizaron términos MeSH y DECS y conectores booleanos. Las estrategias de búsqueda utilizadas se documentan en el anexo 1.

- Términos MeSH

Shock, cardiogenic
Critical care
Intensive Care Units
Mortality
Safety
Catheters
Thermodilution
Monitoring
Pulmonary Wedge Pressure

- Términos DeCs

Choque Cardiogénico
Cuidados críticos
Unidades de cuidados intensivos
Mortalidad
Seguridad
Catéteres
Termodilución
Monitoreo
Cateterismo de Swan-Ganz

4.6.1.2 Búsqueda en otros recursos

La búsqueda manual incluyó registros de ensayos clínicos, actas de conferencias y búsqueda de literatura gris en Google Scholar, Teseo y Open Grey, adicional se realizó búsqueda en el repositorio de la Universidad del Rosario y la Universidad Nacional.

Los registros de ensayos clínicos en curso y completados consultados fueron:
<https://clinicaltrials.gov/>
www.controlled-trials.com
<http://www.centerwatch.com/>

Las actas de conferencias consultadas fueron:
European Society of Intensive Care Medicine <http://icmjournal.esicm.org/index.html>

Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) <http://www.semicyuc.org/>

4.6.2 Instrumento de recolección de la información

Cada uno de los investigadores de forma independiente revisó los títulos y resúmenes de los resultados de cada una de las estrategias de búsqueda utilizadas aplicando los criterios de inclusión y exclusión, en caso de no identificar claramente los criterios de inclusión se procedió a revisar el texto completo. Los datos se recolectaron en una hoja de datos en el programa Microsoft Excel®, teniendo en cuenta la información de la tabla 1.

Tabla 1. Aplicación de criterios de inclusión y exclusión a los artículos seleccionados en la búsqueda

Número de artículo	Título	Autores	Fuente revista	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Justificación frente a los criterios de exclusión

4.7 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La selección y evaluación de los estudios fue realizada por dos revisores de forma independiente. Para casos en que se presentaron discrepancias entre los dos

revisores respecto a la decisión de incluir o no un artículo, se nombró un tercer revisor, quien arbitró las discrepancias y finalmente tomó la decisión.

Se extrajo la información del estudio que cumplió los criterios de inclusión en una hoja de datos en el programa Microsoft Excel® teniendo en cuenta la información de la tabla 2, se realizó análisis de la calidad del artículo según tipo de estudio.

Tabla 2. Artículo incluido.

Autor, año.

Métodos	
Participantes	
Intervenciones	
Resultados	
Criterios de inclusión y exclusión	
Patrocinador	

4.7.1 Control de errores y sesgos

- Sesgos de publicación (65).

Aunque se realizó una exhaustiva, objetiva y reproducible búsqueda tanto en bases electrónicas como búsqueda manual o de literatura gris, incluyendo estudios en curso, repositorios, actas de conferencias y sociedades científicas, se incluyeron sólo artículos publicados en inglés y español.

- Sesgos de selección (65).

Se controló éste sesgo por medio de la participación de dos revisores independientes para la selección y evaluación de los artículos teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión definidos. Cada revisor consignó de forma independiente sus resultados en las tablas descritas según protocolo.

4.7.2 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Se realizó lectura crítica del artículo seleccionado y se evaluó la calidad metodológica con la Declaración STROBE (66,67), aplicando la lista de chequeo para estudios de cohorte (Anexo 4). Posteriormente se realizó extracción y análisis de los datos y resultados encontrados en el estudio.

5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Según la resolución 8430 de 4 de octubre de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, conforme lo establecido en el artículo 11, este estudio fue una investigación sin riesgo, dado que se emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectivo y no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos relacionados en el estudio; además no tuvo repercusiones sobre el medio ambiente, ni se realizaron intervenciones sobre animales.

Por el tipo de estudio no se requirió consentimiento informado y durante su realización se respetaron los cuatro principios básicos de la bioética: beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía.

Conflicto de intereses

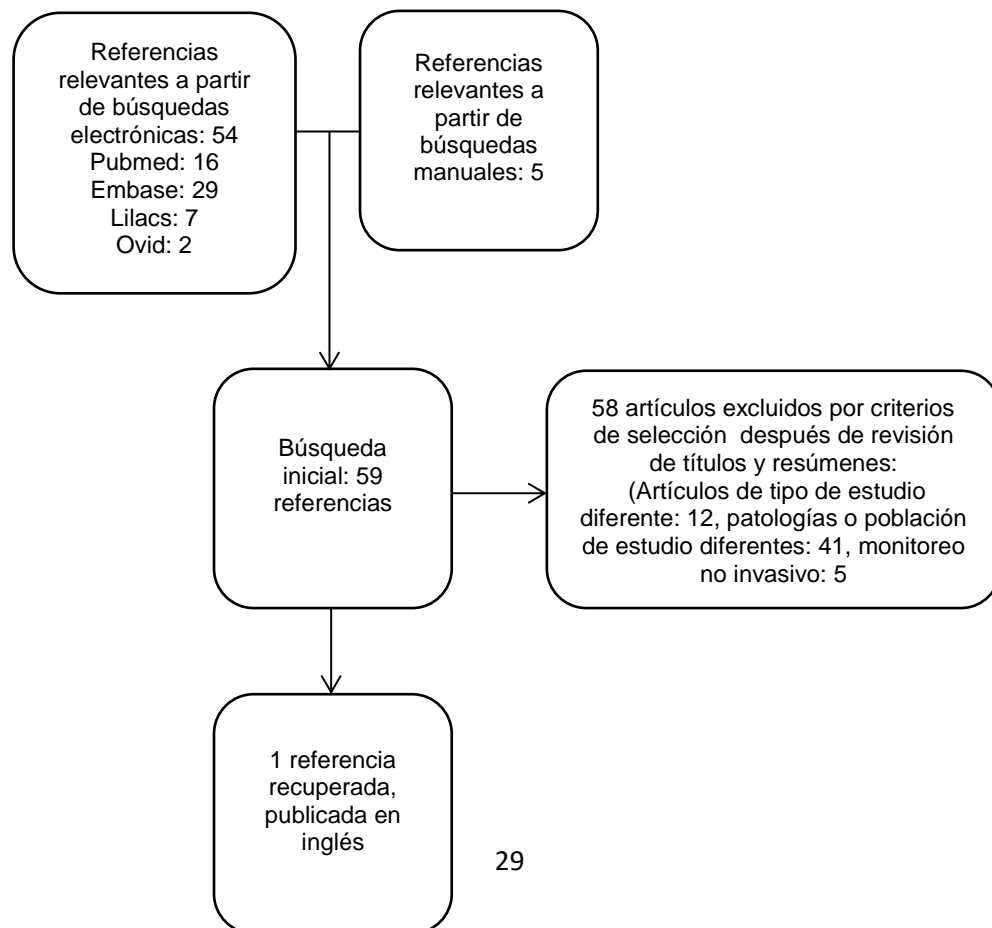
Los investigadores declaran no tener conflicto de intereses. Ninguno de los investigadores tiene vínculos con alguna empresa relacionada con dispositivos de monitoreo hemodinámico, ni recibieron apoyo financiero o de otra índole de alguna entidad para la realización del estudio.

6 RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA

Utilizando la estrategia de búsqueda electrónica y manual (Anexo 1), se identificaron inicialmente 59 referencias: 54 a partir de búsquedas electrónicas y 5 de búsquedas manuales. Después de leer los títulos y resúmenes, 58 fueron excluidos porque eran artículos de estudios diferentes, patologías o población de estudio diferentes, objetivos de estudio diferentes a esta revisión. Se recuperó en total 1 referencia publicada inglés para evaluación en texto completo (Anexo 2). Los artículos excluidos y las razones de exclusión se muestran en el anexo 3. El flujograma del estudio se muestra en la figura 1.

Figura 1: Flujograma



6.2 ESTUDIOS INCLUIDOS

Se recuperó el estudio Pulmonary artery catheter versus pulse contour analysis: a prospective epidemiological study, estudio japonés publicado en Critical Care en 2006 por Shigehiko Uchino y cols de 331 pacientes críticamente enfermos que comparó el monitoreo hemodinámico con CAP versus PiCCO que concluyó que el uso de PiCCO se asoció con un mayor balance de líquidos positivo y un menor número de días libres de ventilación mecánica. Después de la corrección de los factores de confusión, la elección del tipo de monitoreo no influyó en los resultados clínicos más importantes, mientras que un balance de líquidos positivo fue un predictor independiente significativo de la mortalidad hospitalaria.

Se trata de un estudio epidemiológico prospectivo, multicéntrico, multinacional, del uso clínico de los catéteres CAP (Catéter de arteria pulmonar) y PiCCO (Pulse Contour Cardiac Output), en una cohorte de 331 pacientes críticamente enfermos que recibieron monitorización hemodinámica con dichos catéteres, de acuerdo con las preferencias del médico en las unidades de cuidados intensivos (UCI); para estudiar si la selección del catéter mostraba una asociación independiente con los resultados clínicos. El estudio se realizó en ocho hospitales de cuatro países (Cinco en Australia, uno en el Reino Unido, uno en Bélgica y uno en Japón) desde marzo 2003 hasta abril de 2004. Se recogieron datos sobre la hemodinámica, características demográficas, balance de líquidos diario, días de ventilación mecánica, estancia en la UCI, días de hospitalización y mortalidad hospitalaria (66).

Se insertaron 342 catéteres (PiCCO 192 y 150 CAP) en 331 pacientes, comparando los pacientes con CAP respecto a los pacientes con PiCCO se encontró que la media de edad era mayor (68 frente a 64 años; $p = 0,0037$), recibieron fármacos inotrópicos con mayor frecuencia (37,3% frente a 13%; $p < 0,0001$) y tuvieron un índice cardíaco más bajo (2,6 frente a 3,2 litros / minuto por metro cuadrado, $p < 0,0001$). La media diaria del balance de líquidos fue significativamente mayor durante la monitorización con PiCCO (+659 ml frente a +350 ml / día; $p = 0,017$) estadísticamente significativo sólo en el segundo día; y los días libres de ventilación mecánica fueron menores (12 para PiCCO frente a 21 para CAP; $p = 0,045$).

Se realizó un análisis de regresión múltiple, once pacientes fueron excluidos de éste análisis porque tenían tanto PiCCO y CAP, ya sea al mismo tiempo o secuencialmente; como resultado de la regresión no se encontraron efectos significativos de la técnica de monitorización en la media del balance de líquidos diario, en los días libres de ventilación mecánica, días libres de UCI o mortalidad hospitalaria; ninguno de estos análisis mostró que la elección de PiCCO como técnica de monitoreo fuera un predictor independiente significativo de estos resultados clínicos.

Un análisis de regresión logística múltiple secundario de mortalidad hospitalaria, que incluyó la media del balance de líquidos diario, mostró que un balance de líquidos positivo era un predictor significativo de la mortalidad hospitalaria (OR: 1,0002 para cada ml / día; $p = 0,0073$).

El grupo de diagnóstico más frecuente fue la enfermedad cardíaca en ambos métodos de monitoreo hemodinámico, siendo aproximadamente el 60% de pacientes con CAP. El choque cardiogénico fue la causa más común de inserción de CAP y el choque séptico la de inserción de PiCCO.

Dentro de las limitaciones de este estudio que los autores describen incluyen que se trata de un estudio observacional, no de un ensayo aleatorizado, por lo tanto, los resultados pueden estar afectados por el sesgo de selección, sin embargo, los autores llevaron a cabo múltiples análisis para corregir estos sesgos y el estudio cuenta con el poder estadístico suficiente para detectar asociaciones clínicamente significativas. El objetivo del estudio no fue evaluar el impacto del balance de líquidos diario en el resultado clínico, este fue un hallazgo post hoc que debe ser tratado con mucha cautela. Otras variables (desconocidas o incorrectamente omitidas), pudieron haber influido poderosamente en el resultado del estudio, y esto debe tenerse en cuenta al evaluar los resultados del mismo.

6.3 CALIDAD METODOLÓGICA Y RIESGO DE SESGOS

La calidad de la evidencia obtenida en esta revisión está limitada dado que se obtuvo un único estudio, sin embargo al evaluar de forma crítica el artículo obtenido con la Declaración STROBE (67,68), aplicando la lista de chequeo para estudios de cohorte (Anexo 4), se encontró que su elaboración cumple con 20 de los 22 criterios de la misma, lo que demuestra que el artículo cuenta con calidad metodológica.

Este estudio tiene algunas fallas metodológicas reconocidas por los autores como el cálculo de la muestra, lo cual puede influir en los resultados.

7 DISCUSIÓN

Se realizó una revisión sistemática de la literatura para comparar la seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo versus mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico en cuidado intensivo adultos, a continuación, se discuten los resultados encontrados.

Luego de una exhaustiva búsqueda y después de un amplio proceso de selección se recuperó el estudio realizado por Uchino y cols de 2006, un estudio epidemiológico prospectivo, multicéntrico, multinacional, en el cual se comparó el monitoreo hemodinámico con CAP versus PiCCO en 331 pacientes críticamente enfermos y concluyó que después de la corrección de los factores de confusión, la elección del tipo de monitoreo no influyó en los resultados clínicos más importantes; sin embargo de los 331 pacientes de este estudio, 145 pacientes (44.3%) tenían por motivo de monitoreo hemodinámico choque cardiogénico; debido a que se incluyeron otros diagnósticos en el estudio como choque séptico, otros tipos de choque, hipertensión pulmonar, embolismo pulmonar, entre otros. Es de aclarar que no se realizó un análisis de subgrupos para los pacientes con diagnóstico de choque cardiogénico para evaluar los resultados en cuanto a complicaciones y mortalidad, por lo que no es posible extrapolar los resultados sólo a choque cardiogénico; lo que sugiere que se requieren más estudios que confirmen o controviertan los resultados del estudio antes citado.

Dado que no se encontraron otras revisiones que evaluaran la comparación del monitoreo hemodinámico invasivo con mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico en UCI en términos de complicaciones y mortalidad, esta revisión es la primera reportada.

En la literatura se encuentran recomendaciones como las hechas por el Consenso sobre choque circulatorio y monitorización hemodinámica, del grupo de trabajo de la Sociedad Europea de Medicina de Cuidados Intensivos, que recomiendan utilizar dispositivos de monitoreo menos invasivos, en lugar de los dispositivos más invasivos, sólo cuando hayan sido validados en el contexto de los pacientes con choque (47), pero esta información es limitada por que no se evidencian estudios que comparen la seguridad del monitoreo hemodinámico invasivo versus mínimamente invasivo en pacientes críticos en términos de complicaciones y mortalidad, por lo tanto la recomendación de la Sociedad Europea de Medicina de Cuidados Intensivos se considera una recomendación de expertos.

Como fortalezas de éste estudio se encuentra que la búsqueda realizada fue exhaustiva, tanto en bases electrónicas como en búsqueda manual, además se construyeron estrategias de alta sensibilidad en bases de datos lo que limita la exclusión de artículos o estudios relevantes; por otra parte, los procesos de selección de los artículos se realizaron de forma independiente y sistemática.

Dentro de las limitaciones de esta revisión, está que no es posible generar una recomendación basada en la evidencia sobre la comparación del monitoreo hemodinámico invasivo versus mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico en términos de complicaciones y mortalidad, dado que sólo se recuperó un único estudio. Adicional, debido a que no se encontraron estudios que comparen CAP con otros métodos de monitoreo hemodinámico mínimamente invasivos diferentes a PiCCO, como Lidco, Vigileo, no es posible extrapolar los hallazgos a estos últimos.

La revisión sistemática de catéteres de arteria pulmonar para pacientes adultos en cuidados intensivos, publicada por Rajaram y cols en la colaboración Cochrane en 2013, incluyó 13 estudios con 5686 pacientes y señaló que el CAP es una herramienta ampliamente utilizada en los pacientes críticamente enfermos y tiene complicaciones que están principalmente relacionadas con la línea de inserción, complicaciones relativamente poco frecuentes que incluyen arritmias cardíacas, hemorragia e infarto pulmonar y mortalidad asociada a ruptura del balón de la punta del catéter. Esa revisión concluyó que el uso del CAP no alteró la mortalidad, la estancia hospitalaria o en UCI general, ni el costo de la atención para los pacientes adultos en cuidados intensivos. La evaluación de la calidad de la evidencia fue alta para los desenlaces de mortalidad y estancia hospitalaria, teniendo en cuenta las recomendaciones GRADE. Además, concluyó que se necesitan estudios de eficacia para determinar si existen protocolos de manejo guiado por CAP, que cuando se apliquen a grupos específicos de pacientes en la UCI pudieran dar lugar a beneficios tales como la reversión del choque (10).

La presente revisión pretendió analizar los desenlaces en cuanto complicaciones y mortalidad en un grupo específico de pacientes de UCI, como lo son los pacientes con choque cardiogénico, al comparar el monitoreo hemodinámico invasivo (CAP) con el mínimamente invasivo, aduciendo que una de las principales indicaciones de la inserción del CAP es el choque cardiogénico y esperando de esta forma encontrar múltiples estudios, los cuales definitivamente no existen. Es de resaltar la falta de estudios que comparen los dos tipos de monitoreo hemodinámico, invasivo y mínimamente invasivo, en cuanto a complicaciones y mortalidad, aunque se cuenta con estudios que evalúan individualmente cada uno de los tipos de monitoreo (69,70), por lo tanto se considera que hay vacíos en el conocimiento y se necesitan más estudios al respecto.

8 CONCLUSIONES

8.1 IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA

La elección del tipo de monitoreo hemodinámico en el escenario de choque cardiogénico en pacientes adultos críticamente enfermos, no influye en los resultados clínicos más importantes en cuanto a mortalidad y complicaciones; lo cual puede orientar a los clínicos en tomar la decisión de usar cualquiera de los dos tipos de monitoreo, invasivo o mínimamente invasivo, pero la evidencia de un sólo estudio no es suficiente para soportar ésta decisión.

8.2 IMPLICACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN

No existe la suficiente evidencia para recomendar el uso de un tipo de monitoreo hemodinámico sobre el otro, hay un vacío en el conocimiento relacionado con estudios que comparen la seguridad en cuanto a complicaciones y mortalidad del monitoreo hemodinámico invasivo versus el mínimamente invasivo en pacientes con choque cardiogénico de UCI adultos, por lo que es necesario realizar estudios, para controvertir o afirmar la evidencia encontrada y para sustentar la toma de decisiones basadas en la mejor evidencia disponible más que en recomendaciones de expertos y estudios individuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Szymanski FM, Filipiak KJ. Cardiogenic shock—diagnostic and therapeutic options in the light of new scientific data. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2014;46(4):301–6.
2. Ruiz-Bailen M, Rucabado-Aguilar L, Exposito-Ruiz M, Morante-Valle A, Castillo-Rivera A, Pintor-Marmol A, et al. Cardiogenic shock in acute coronary syndrome. *Med Sci Monit.* 2009;15(3):RA57-RA66.
3. Cooper HA, Najafi AH, Ghafourian K, Paixao AR, Aljaabari M, Iantorno M, et al. Diagnosis of cardiogenic shock without the use of a pulmonary artery catheter. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2014;2048872614534564.
4. De Backer D, Fagnoul D, Herpain A. The role of invasive techniques in cardiopulmonary evaluation. *Curr Opin Crit Care.* 2013;19(3):228–33.
5. Hapfelmeier A, Cecconi M, Saugel B. Cardiac output method comparison studies: the relation of the precision of agreement and the precision of method. *J Clin Monit Comput.* 2015;1–7.
6. Marik PE, Baram M. Noninvasive hemodynamic monitoring in the intensive care unit. *Crit Care Clin.* 2007;23(3):383–400.
7. Hiratzka L, Bakris G, Beckman J, O’Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2013; 61: 485–510, [http://dx.doi.org/10.1016. J Am Coll Cardiol. 2013;62\(11\).](http://dx.doi.org/10.1016/j.amcc.2013.06.011)
8. Cooper HA, Panza JA. Cardiogenic shock. *Cardiol Clin.* 2013;31(4):567–80.
9. Carrillo López A, Fiol Sala M, Rodríguez Salgado A. El papel del catéter de Swan-Ganz en la actualidad. *Med Intensiva.* 2010;34(3):203–14.
10. Rajaram SS, Desai NK, Kalra A, Gajera M, Cavanaugh SK, Brampton W, et al. Pulmonary artery catheters for adult patients in intensive care. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2.
11. Stover JF, Stocker R, Lenherr R, Neff TA, Cottini SR, Zoller B, et al. Noninvasive cardiac output and blood pressure monitoring cannot replace an invasive monitoring system in critically ill patients. *BMC Anesthesiol.* 2009;9(1):6.
12. Cohen Arazi H, Nani S, Giorgi M, Guardiani F, Caturla N, Benzaón M. Catéter de Swan Ganz: Opinión de expertos. *Med B Aires.* 2014;74(4):326–32.
13. Shah MR, Hasselblad V, Stevenson LW, Binanay C, O’Connor CM, Sopko G, et al. Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients: meta-analysis of randomized clinical trials. *Jama.* 2005;294(13):1664–70.
14. Molina-Méndez FJ, del Carmen Lespron-Robles M. Métodos no invasivos para la medición del gasto cardíaco. (Spanish). *Rev Mex Anestesiología.* 2014 Apr 15;37(1):S130–2.
15. Teboul J-L, Saugel B, Cecconi M, De Backer D, Hofer CK, Monnet X, et al. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2016;1–10.
16. Yepes D, Bejarano J, Panesso R, Granados M. [Non-invasive evaluation of pulmonary artery occlusion pressure in critically ill patients with mechanical ventilation]. *Med Intensiva Soc Espanola Med Intensiva Unidades Coronarias.* 2007 Oct;31(7):361–6.

17. Monnet X, Teboul J-L. Minimally invasive monitoring. *Crit Care Clin.* 2015;31(1):25–42.
18. Sakka S, Rühl C, Pfeiffer U, Beale R, McLuckie A, Reinhart K, et al. Assessment of cardiac preload and extravascular lung water by single transpulmonary thermodilution. *Intensive Care Med.* 2000;26(2):180–7.
19. Wiesenack C, Prasser C, Keyl C, Rödíg G. Assessment of intrathoracic blood volume as an indicator of cardiac preload: single transpulmonary thermodilution technique versus assessment of pressure preload parameters derived from a pulmonary artery catheter. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2001;15(5):584–8.
20. Della Rocca G, Costa GM, Coccia C, Pompei L, Di Marco P, Pietropaoli P. Preload index: pulmonary artery occlusion pressure versus intrathoracic blood volume monitoring during lung transplantation. *Anesth Analg.* 2002;95(4):835–43.
21. Gódje O, Peyerl M, Seebauer T, Lamm P, Mair H, Reichart B. Central venous pressure, pulmonary capillary wedge pressure and intrathoracic blood volumes as preload indicators in cardiac surgery patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998;13(5):533–40.
22. Lichtwarck-Aschoff M, Beale R, Pfeiffer UJ. Central venous pressure, pulmonary artery occlusion pressure, intrathoracic blood volume, and right ventricular end-diastolic volume as indicators of cardiac preload. *J Crit Care.* 1996;11(4):180–8.
23. Lichtwarck-Aschoff M, Zeravik J, Pfeiffer U. Intrathoracic blood volume accurately reflects circulatory volume status in critically ill patients with mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 1992;18(3):142–7.
24. Hadian M, Pinsky MR. Evidence-based review of the use of the pulmonary artery catheter: impact data and complications. *Crit Care.* 2006;10(Suppl 3):S8–S8.
25. Dalen JE. The pulmonary artery catheter—friend, foe, or accomplice? *JAMA.* 2001 Jul 18;286(3):348–50.
26. Weil MH, Shubin H. Shock following acute myocardial infarction current understanding of hemodynamic mechanisms. *Prog Cardiovasc Dis.* 1968;11(1):1–17.
27. Pinsky MR, Payen D. Functional hemodynamic monitoring. *Crit Care.* 2005;9(6):1.
28. Pinsky y Payen. Monitoreo hemodinámico funcional: fundamentos y futuro. In: *Monitoreo hemodinámico funcional.* Bogotá, Colombia: Distribuna; 2011. p. 3–7.
29. Ochagavía A, Baigorri F, Mesquida J, Ayuela J, Ferrándiz A, García X, et al. 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):154–69.
30. Swan HJC, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D. Catheterization of the Heart in Man with Use of a Flow-Directed Balloon-Tipped Catheter. *N Engl J Med.* 1970 Aug 27;283(9):447–51.
31. Sakka S, Kozieras J, Thuemer O, Van Hout N. Measurement of cardiac output: a comparison between transpulmonary thermodilution and uncalibrated pulse contour analysis. *Br J Anaesth.* 2007;99(3):337–42.
32. Hofer CK, Senn A, Weibel L, Zollinger A. Assessment of stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness using the modified FloTrac™ and PiCCOplus™ system. *Crit Care.* 2008;12(3):1.
33. Mayer J, Boldt J, Mengistu AM, Röhm KD, Suttner S. Goal-directed intraoperative therapy based on autocalibrated arterial pressure waveform analysis reduces hospital stay in high-risk surgical patients: a randomized, controlled trial. *Crit Care.* 2010;14(1):1.
34. Mathews L, Singh KR. Cardiac output monitoring. *Ann Card Anaesth.* 2008;11(1):56.

35. Gidwani UK, Mohanty B, Chatterjee K. The pulmonary artery catheter: a critical reappraisal. *Cardiol Clin*. 2013;31(4):545–65.
36. Magder S. Invasive hemodynamic monitoring. *Crit Care Clin*. 2015;31(1):67–87.
37. Hamzaoui O, Monnet X, Teboul J-L. Evolving concepts of hemodynamic monitoring for critically ill patients. *Indian J Crit Care Med Peer-Rev Off Publ Indian Soc Crit Care Med*. 2015;19(4):220.
38. Richard C, Warszawski J, Anguel N, Deye N, Combes A, Barnoud D, et al. Early use of the pulmonary artery catheter and outcomes in patients with shock and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2003 Nov 26;290(20):2713–20.
39. Chittock DR, Dhingra VK, Ronco JJ, Russell JA, Forrest DM, Tweeddale M, et al. Severity of illness and risk of death associated with pulmonary artery catheter use. *Crit Care Med*. 2004 Apr;32(4):911–5.
40. Cohen MG, Kelly RV, Kong DF, Menon V, Shah M, Ferreira J, et al. Pulmonary artery catheterization in acute coronary syndromes: insights from the GUSTO IIb and GUSTO III trials. *Am J Med*. 2005 May;118(5):482–8.
41. Rapoport J, Teres D, Steingrub J, Higgins T, McGee W, Lemeshow S. Patient characteristics and ICU organizational factors that influence frequency of pulmonary artery catheterization. *JAMA*. 2000 May 17;283(19):2559–67.
42. Afessa B, Spencer S, Khan W, LaGatta M, Bridges L, Freire AX. Association of pulmonary artery catheter use with in-hospital mortality. *Crit Care Med*. 2001 Jun;29(6):1145–8.
43. Koo KKY, Sun JCJ, Zhou Q, Guyatt G, Cook DJ, Walter SD, et al. Pulmonary artery catheters: evolving rates and reasons for use. *Crit Care Med*. 2011 Jul;39(7):1613–8.
44. Pandey A, Khera R, Kumar N, Golwala H, Girotra S, Fonarow GC. Use of Pulmonary Artery Catheterization in US Patients With Heart Failure. *JAMA Intern Med*. 2016 Jan;176(1):129–32.
45. Vincent J-L, Rhodes A, Perel A, Martin GS, Della Rocca G, Vallet B, et al. Clinical review: Update on hemodynamic monitoring—a consensus of 16. *Crit Care*. 2011;15(4):229.
46. Cheung H, Dong Q, Dong R, Yu B. Correlation of cardiac output measured by non-invasive continuous cardiac output monitoring (NICOM) and thermodilution in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. *J Anesth*. 2014;1–5.
47. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med*. 2014;40(12):1795–815.
48. Litton E, Morgan M. The PiCCO monitor: a review. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40(3):393–409.
49. Chaney JC, Derdak S. Minimally invasive hemodynamic monitoring for the intensivist: current and emerging technology. *Crit Care Med*. 2002 Oct;30(10):2338–45.
50. Hamilton TT, Huber LM, Jessen ME. PulseCO: a less-invasive method to monitor cardiac output from arterial pressure after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2002 Oct;74(4):S1408–1412.
51. Mateu Campos M, 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*. 2012;36(6):434–44.
52. García X, Mateu L, Maynar J, Mercadal J, Ochagavía A, Ferrandiz A. Estimación del gasto cardíaco. Utilidad en la práctica clínica. Monitorización disponible invasiva y no invasiva. *Med Intensiva*. 2011;35(9):552–61.

53. Monge M, Estella A, Díaz J, Gil A. Monitorización hemodinámica mínimamente invasiva con eco-doppler esofágico. *Med Intensiva*. 2008;32(1):33–44.
54. Marik PE. Noninvasive cardiac output monitors: a state-of the-art review. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013 Feb;27(1):121–34.
55. Squara P, Denjean D, Estagnasie P, Brusset A, Dib JC, Dubois C. Noninvasive cardiac output monitoring (NICOM): a clinical validation. *Intensive Care Med*. 2007;33(7):1191–4.
56. Saugel B, Cecconi M, Wagner JY, Reuter DA. Noninvasive continuous cardiac output monitoring in perioperative and intensive care medicine. *Br J Anaesth*. 2015 Apr;114(4):562–75.
57. Carretero M, Fontanals J, Agustí M, Arguis M, Martínez-Ocón J, Ruiz A, et al. Monitoring in resuscitation: comparison of cardiac output measurement between pulmonary artery catheter and NICO. *Resuscitation*. 2010;81(4):404–9.
58. Thom O, Taylor D, Wolfe R, Cade J, Myles P, Krum H, et al. Comparison of a supra-sternal cardiac output monitor (USCOM) with the pulmonary artery catheter. *Br J Anaesth*. 2009;103(6):800–4.
59. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Societe de Reanimation de Langue Francaise statement on competence in critical care ultrasonography. *CHEST J*. 2009;135(4):1050–60.
60. Azcarate JA, Terré FC, Ochagavia A, Pereira RV. Papel de la ecocardiografía en la monitorización hemodinámica de los pacientes críticos. *Med Intensiva*. 2012;36(3):220–32.
61. Alhashemi JA, Cecconi M, Hofer CK. Cardiac output monitoring: an integrative perspective. *Crit Care*. 2011;15(2):1.
62. Slagt C, Breukers R-MB, Groeneveld AJ. Choosing patient-tailored hemodynamic monitoring. *Crit Care*. 2010;14(2):1.
63. Handbook C, Higgins J, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0. 1* [September 2008]. Cochrane Collab. 2008;
64. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clínica*. 2010;135(11):507–11.
65. Ruiz Á, Gomez C. Revisiones sistemáticas y metaanálisis de la literatura. In: *Epidemiología clínica, investigación clínica aplicada*. 2ª. Panamericana; p. 299–324.
66. Uchino S, Bellomo R, Morimatsu H, Sugihara M, French C, Stephens D, et al. Pulmonary artery catheter versus pulse contour analysis: a prospective epidemiological study. *Crit Care*. 2006;10(6):1.
67. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Gac Sanit*. 2008;22(2):144–50.
68. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Prev Med*. 2007;45(4):247–51.
69. Rossello X, Vila M, Rivas-Lasarte M, Ferrero-Gregori A, Sans-Rosello J, Duran-Cambra A, et al. Impact of Pulmonary Artery Catheter Use on Short- and Long-Term Mortality in Patients with Cardiogenic Shock. *Cardiology*. 2016 Aug 24;136(1):61–9.
70. Jimenez Vizuite JM, Cortinas Saenz M, Peyro Garcia R, Arcas Molina M, Cuesta Garcia J, Cuartero del Pozo AB. [PiCCO monitoring of 4 critically ill patients]. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2004 Mar;51(3):158–63.

ANEXOS

Anexo 1. Estrategias de búsqueda. Agosto 2016

Pubmed:

((((((((cardiogenic shock OR circulatory shock OR cardiac output))) AND ((critical care OR critical care unit OR UCI OR intensive care units))) AND ((invasive hemodynamic monitoring OR pulmonary wedge pressure OR catheterization, swan-ganz OR thermodilution))) AND ((minimally invasive monitoring OR minimally invasive OR less invasive OR picco OR lidco OR vigileo OR flo trac OR edwards lifesciences))) AND (safety OR security OR mortality OR complications)) AND ((NOT septic NOT acute respiratory distress NOT subarachnoid hemorrhage NOT intracranial hemorrhage NOT cirrhotic NOT renal))) AND adults

Embase

1. cardiogenic AND choque OR critical AND care OR care AND unit OR uci OR intensive AND care
2. invasive AND hemodynamic AND monitoring OR pulmonary AND wedge AND pressure OR 'swan ganz catheter' OR thermodilution OR 'pulmonary artery catheter'
3. minimally AND invasive AND monitoring OR minimally AND invasive OR less AND invasive OR picco OR lidco OR vigileo OR flo AND trac OR edwards AND lifesciences
4. safety OR security OR mortality OR complications
5. #1 AND #2 AND #3 AND #4

Cochrane Library:

cardiogenic shock and critical care and hemodynamic monitoring

OVID

cardiogenic shock AND critical care OR critical care unit OR UCI OR Intensive Care Units AND invasive hemodynamic monitoring OR pulmonary wedge pressure OR catheterization, swan-ganz OR thermodilution AND minimally invasive monitoring OR minimally invasive OR less invasive OR picco OR lidco OR vigileo OR flo trac OR edwards lifesciences

LILACS

cardiogenic shock OR cardiac output AND critical care OR critical care unit OR UCI OR Intensive Care Units and invasive hemodynamic monitoring OR pulmonary wedge pressure OR catheterization, swan-ganz OR thermodilution AND minimally invasive monitoring OR minimally invasive OR less invasive OR picco OR lidco OR vigileo OR flo trac OR edwards lifesciences

Scielo:

cardiogenic shock OR cardiac output AND critical care OR critical care unit OR UCI OR Intensive Care [All indexes] Units and invasive hemodynamic monitoring OR pulmonary wedge pressure OR catheterization, swan-ganz OR thermodilution [All indexes] AND minimally invasive monitoring OR minimally invasive OR less invasive OR picco OR lidco OR vigileo OR flo trac OR edwards lifesciences [All indexes].

Teseo

Monitoreo hemodinámico
Choque Cardiogénico
Cuidados críticos
Catéter de arteria pulmonar
Swan Ganz

Open grey

Hemodynamic. monitoring
Shock, cardiogenic
Critical care
Pulmonary Wedge Pressure

Anexo 2. Características de los estudios incluidos

Uchino 2006

Métodos	<p>Estudio epidemiológico multicéntrico, multinacional prospectivo de cohorte (catéter de arteria pulmonar y PiCCO)</p> <p>Duración del estudio: marzo 2003 a abril de 2004</p> <p>Se recogieron datos sobre las características demográficas, el balance de líquidos diario, días de ventilación mecánica, estancia en la UCI, días de hospitalización y de mortalidad hospitalaria. Se compararon estadísticamente las dos técnicas de monitoreo. Se analizó estadísticamente si la selección del catéter mostraba una asociación con los resultados clínicos.</p>
Participantes	<p>331 pacientes críticamente enfermos</p> <p>Grupo PiCCO: 192 pacientes</p> <p>Grupo CAP: 150 pacientes</p> <p>11 Pacientes tuvieron las 2 técnicas</p> <p>Edad media: 67 años</p> <p>Sexo: masculino 58.9%</p>
Intervenciones	<p>Comparación entre el monitoreo hemodinámico con CAP versus PiCCO</p>
Resultados	<p>Después de análisis de regresión múltiple no encontraron efectos significativos en la técnica del monitoreo utilizada sobre ventilación mecánica, estancia en la UCI, días de hospitalización y mortalidad hospitalaria.</p>
Criterios de inclusión y exclusión	<p>Criterios de exclusión:</p> <p>(a) CAP o PiCCO insertados fuera de la UCI (por ejemplo: sala de cirugía).</p> <p>(b) El uso de oxigenación por membrana extracorpórea.</p> <p>(c) El uso de un dispositivo de asistencia ventricular.</p>
Patrocinador	<p>Austin Hospital Anaesthesia and Intensive Care Trust Fund</p>

Anexo 3. Características de los estudios excluidos

Estudio	Autores y año	Razón de exclusión
Balloon dilation atrial septostomy for advanced pulmonary hypertension in patients on prostanoid therapy.	Kuhn BT. 2015	No trata sobre choque cardiogénico
Pulmonary vascular permeability index and global end-diastolic volume: are the data consistent in patients with femoral venous access for transpulmonary thermodilution: a prospective observational study.	Berbara H. 2014	No trata sobre choque cardiogénico
Pulmonary artery catheters for adult patients in intensive care.	Rajaram SS. 2013	No trata sobre choque cardiogénico
Early non-invasive cardiac output monitoring in hemodynamically unstable intensive care patients: a multi-center randomized controlled trial.	Takala J. 2011	Monitoreo no invasivo
Complications related to less-invasive hemodynamic monitoring.	Belda FJ. 2011	No trata sobre choque cardiogénico
Evaluation of respiratory status in patients after thoracic esophagectomy using PiCCO system.	Oshima K, 2008	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con esofaguectomía.
[Case of transfusion-related acute lung injury associated with severe intraoperative hypoxemia].	Ito T. 2008	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con injuria pulmonar.
Non invasive cardiac output determination using applanation tonometry-derived radial artery pulse contour analysis in critically ill patients.	Compton F. 2008	Monitoreo no invasivo
[Interest of prehospital use of cardiac output monitoring with partial CO2 rebreathing technique: a case report].	Amathieu R. 2005	Reporte de caso

Validation of continuous thermodilution cardiac output in patients implanted with a left ventricular assist device.	Mets B. 2002	Dispositivos de asistencia ventricular
Interhospital transport of the extremely ill patient: the mobile intensive care unit.	Gebremichael M. 2000	Asistencia pulmonar extracorpórea
The golden hour and the silver day: detection and correction of occult hypoperfusion within 24 hours improves outcome from major trauma.	Blow O. 1999	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con trauma
Prediction of postoperative cardiac surgical morbidity and organ failure within 4 hours of intensive care unit admission using esophageal Doppler ultrasonography.	Poeze M. 1999	No trata sobre choque cardiogénico
The usefulness of bioimpedance in patient monitoring in an intensive-therapy heart-surgery unit: a comparison with thermodilution.	Ferraro S. 1993	No trata sobre choque cardiogénico
Transcutaneous O ₂ and CO ₂ monitoring of high risk surgical patients during the perioperative period.	Nolan LS. 1982	No trata sobre choque cardiogénico
An evaluation of contemporary cardiac output monitors	Hakim K.A. 2016	Artículo de revisión de tema
Hemodynamic monitoring: To calibrate or not to calibrate? Part 1 - Calibrated techniques	Peeters Y. 2015	Artículo de revisión de tema
Cardiac hemodynamic changes during weaning from mechanical ventilation using nicom: Pilot study	Saad A. 2015	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con destete de ventilación mecánica
Right ventricular-vascular coupling in acute hemodynamic stress: A simple method of estimation and relationship with right ventricular ejection fraction and afterload	Mehmood M. 2015	No trata sobre choque cardiogénico
Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: A consensus of 12	Vincent J.-L. 2015	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes en

		preoperatorio de cirugía cardiovascular.
Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients with septic choque	Pirompanich. 2015	Monitoreo no invasivo.
Uncalibrated continuous cardiac output measurement in liver transplant patients: LiDCOrapid™ system versus pulmonary artery catheter	Costa M.G. 2014	No trata sobre choque cardiogénico. Paciente con Trasplante hepático
Effect of preoperative oral sildenafil on severe pulmonary artery hypertension in patients undergoing mitral valve replacement	Gandhi H. 2014	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con Hipertensión pulmonar
FloTrac/Vigileo system monitoring in acute-care surgery: Current and future trends	Tsai Y.-F. 2013	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes de cirugía cardiaca
Oscillation of continuous cardiac output measurement caused by intermittent pneumatic compression of foot	Mima H. 2013	No trata sobre choque cardiogénico.
Cardiac index and oxygen delivery during low and high tidal volume ventilation strategies in patients with acute respiratory distress syndrome: A crossover randomized clinical trial	Natalini G. 2013	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con síndrome de distres respiratorio agudo.
Adjustment of extravascular lung water calculation for volume of resected lung does not improve construct validity in thoracic surgical patients	Shelley B. 2013	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes de cirugía torácica.
Robotically assisted minimally invasive mitral valve surgery	Mandal K. 2013	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes de cirugía valvular mitral.

Pressure-guided positioning of bicaval dual-lumen catheters for venovenous extracorporeal gas exchange	Langer T. 2013	Posicionamiento de catéter. No trata sobre monitoreo hemodinámico.
Monitoring Devices in the Intensive Care Unit	Neideen T. 2012	No trata sobre choque cardiogénico
Less-invasive approaches to perioperative haemodynamic optimization	Geisen M. 2012	No trata sobre choque cardiogénico
Hemodynamic monitoring in the intensive care unit	Muller J.C. 2012	No trata sobre choque cardiogénico
Hemodynamic parameters to guide fluid therapy	Marik P.E. 2001	No trata sobre choque cardiogénico
Arterial waveform analysis in anesthesia and critical care	Montenij L.J. 2011	Artículo de revisión de tema
A comparison of three minimally invasive cardiac output devices with thermodilution in elective cardiac surgery	Phan T.D. 2011	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes de cirugía cardiaca
Agreement of noninvasive cerebral oxygenation with mixed venous oxygen saturation in patients undergoing ECMO-therapy	Paarmann H. 2011	Monitoreo no invasivo
Successful treatment of peripartum massive pulmonary embolism with extracorporeal membrane oxygenation and catheter-directed pulmonary thrombolytic therapy	Weinberg L. 2011	Reporte de caso
Correlation of noninvasive cerebral oxygenation with mixed venous oxygen saturation in patients undergoing ECMO-therapy	Paarmann H. 2010	No trata sobre choque cardiogénico
Investigation of the poisoned patient: Place of cardiovascular monitoring	Mégarbane B. 2010	No trata sobre choque cardiogénico
Performance of the refined flotrac system (3rd generation device) for uncalibrated continuous cardiac output monitoring during hyperdynamic therapy of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage	Mutoh T. 2009	No trata sobre choque cardiogénico. Pacientes con Hemorragia subaracnoidea

Noninvasive cardiac output and blood pressure monitoring cannot replace an invasive monitoring system in critically ill patients	Stover J. 2009	Monitoreo no invasivo
Clinical evaluation of the FloTrac/Vigileo™ system and two established continuous cardiac output monitoring devices in patients undergoing cardiac surgery	Button D. 2007	Cirugía cardíaca
Length of insertion for pulmonary artery catheters to locate different cardiac chambers in patients undergoing cardiac surgery	Tempe D.K. 2006	Cirugía cardíaca
The 2-bodied continuous cardiac output catheter	Tewari P. 2005	Cirugía cardíaca
Assessment of the sterility of long-term cardiac catheterization using the thermodilution Swan-Ganz catheter.	Applefeld JJ. 1978	Pacientes con sepsis.
Edwards FloTrac(TM) sensor and Vigileo (TM) monitor: easy, accurate, reliable cardiac output assessment using the arterial pulse wave.	Manecke. 2005	No trata sobre choque cardiogénico
Hemodynamic monitoring in the intensive care unit: a Brazilian perspective	Fernando Suparregui Dias. 2014	Encuesta realizada médicos.
Invasive hemodynamic monitoring at bedside: nursing evaluation and nursing care protocol	Carla Cristina de Souza Ramos. 2008	No trata sobre choque cardiogénico
Determinación y análisis comparativo de gasto cardíaco en enfermos críticos mediante Doppler transesofágico y termodilución en bolos. Experiencia preliminar	Max Andresen H. 2005	No trata sobre choque cardiogénico
Monitoreo de la volemia y el agua pulmonar extravascular en UCI	Tomicic F. 2002	No trata sobre choque cardiogénico
Cateterismo de arteria pulmonar en la Unidad de Cuidados Intensivos: técnicas, indicaciones y utilidad clínica	Veliz, Fernando. 1997	Artículo de revisión de tema
Critical analysis of hemodynamic monitoring methods on intensive care unit	Stefanini, Edson. 1998	No trata sobre choque cardiogénico

The Swan-Ganz catheter in situ right place	Knobel, Elias. 1994	No trata sobre choque cardiogénico
Use of the Pulmonary Artery Catheter	Robert F. Loda to. 1999	Artículo de revisión de tema
Cardiac evaluation	Michael S Remetz. 1992	Artículo de revisión de tema
The Diagnosis and Hemodynamic Monitoring of Circulatory Choque: Current and Future Trends	Adham Hendy. 2016	Artículo de revisión de tema
Monitoring in the Intensive Care Unit: Its Past, Present, and Future	Dimitrios Karakitsos. 2012	Artículo de revisión de tema
Consensus on circulatory choque and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine	Cecconi, Maurizio. 2012	Artículo de revisión de tema

Anexo 4. Declaración STROBE, lista de chequeo para estudios de cohorte

STROBE Statement—Checklist of items that should be included in reports of *cohort studies*

	Item No	Recommendation	calificación
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract	SI
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	SI
Introduction			
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	SI
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	SI
Methods			
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	SI
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	SI
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up	SI
		(b) For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed	SI

Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	SI
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	SI
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	SI
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	SI
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	SI
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	SI
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	SI
		(c) Explain how missing data were addressed	NO
		(d) If applicable, explain how loss to follow-up was addressed	
		(e) Describe any sensitivity analyses	NO
Results			
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	SI
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	NO
		(c) Consider use of a flow diagram	NO
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	SI
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	
		(c) Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	SI
Outcome data	15*	Report numbers of outcome events or summary measures over time	SI
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	SI
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	SI
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	SI
Discussion			
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	SI
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources	SI

		of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	SI
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	SI
Other information			
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	SI

*Give information separately for exposed and unexposed groups.

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at <http://www.strobe-statement.org>.