



Administración de fluidos en el paciente grave

Fluid administration in critically ill patients

Iván Moyano-Alfonso^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-8848-2152>

Alejandro González-Alvarez² <https://orcid.org/0000-0003-3205-7733>

Julio Antonio Fernández-Hernández³ <https://orcid.org/0000-0001-6122-8584>

¹Especialista de Primer Grado en Medicina Interna. Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Máster en Urgencias Médicas. Profesor Auxiliar. Investigador Agregado. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Hospital General Provincial Docente "Dr. Antonio Luaces Iraola". Ciego de Ávila, Cuba.

²Especialista de Primer Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Profesor Instructor. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Hospital General Provincial Docente "Dr. Antonio Luaces Iraola". Ciego de Ávila, Cuba.

³Residente de segundo año de la Especialidad Medicina Intensiva y Emergencias. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Hospital General Provincial Docente "Dr. Antonio Luaces Iraola". Ciego de Ávila, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: imalfonso@yahoo.com

RESUMEN

Introducción: la administración de fluidos constituye uno de los pilares fundamentales en el tratamiento de los pacientes graves; solo 50 % responden a este procedimiento y existe incoherencia entre variables macro y microhemodinámicas, lo cual hace más complejo su seguimiento. Las investigaciones actuales se centran en múltiples variables de monitoreo y diversas estrategias para la administración de fluidos en el paciente grave.

Objetivo: actualizar las evidencias sobre la administración de fluidos en el paciente grave.



Métodos: se revisaron los estudios publicados en las bases de datos PubMed, SciELO Cuba, Cumed y en el buscador Google Académico. Se seleccionaron los trabajos publicados en los últimos cinco años, en idiomas inglés y español.

Desarrollo: se presentan evidencias relacionadas con las variables de monitoreo para la administración de fluidos, y estrategias para su mantenimiento. Al respecto, los autores exponen sus consideraciones críticas.

Conclusiones: existe consenso en que la administración inicial de fluidos en pacientes en choque debe ser precoz y agresiva para restituir la volemia. La administración de fluidos necesita variables de monitoreo para definir con eficacia el paciente que se beneficia con su empleo, teniendo en cuenta que los signos del examen físico, las variables fisiológicas más comunes, y el estudio radiográfico son poco efectivos para guiar su aporte. A pesar de las evidencias de que la sobrecarga de fluidos empeora el pronóstico del paciente, aún no hay consenso en cuanto al mantenimiento de volumen en enfermos graves, por lo cual se requieren nuevos estudios que aborden este tema.

Palabras clave: FLUIDOTERAPIA; EQUILIBRIO HIDROELECTROLÍTICO; GRAVEDAD DEL PACIENTE; LITERATURA DE REVISIÓN COMO ASUNTO.

ABSTRACT

Introduction: the administration of fluids constitutes one of the fundamental pillars in the treatment of seriously ill patients; only 50% respond to this procedure and there is an inconsistency between macro and microhemodynamic variables, which makes monitoring more complex. Current research focuses on multiple monitoring variables and various strategies for fluid administration in the critically ill patient.

Objective: to update the evidence on the administration of fluids in the seriously ill patient.

Methods: the studies published in the PubMed, SciELO Cuba, Cumed databases and in the Google Academic search engine were reviewed. The papers published in the last five years, in English and Spanish languages, were selected.

Development: evidences related to the variables of monitoring for the administration of fluids, and strategies for its maintenance are presented. In this regard, the authors present their critical considerations.

Conclusions: there is a consensus that the initial administration of fluids in patients in shock should be early and aggressive to restore blood volume. Fluid administration needs monitoring variables to



effectively define the patient who benefits from its use, taking into account that the signs of the physical examination, the most common physiological variables, and the radiographic study are not very effective in guiding their contribution. Despite the evidence that fluid overload worsens the patient's prognosis, there is still no consensus regarding volume maintenance in critically ill patients. Therefore, new studies are required to address this issue.

Keywords: FLUID THERAPY; WATER-ELECTROLYTE BALANCE; PATIENT ACUITY; REVIEW LITERATURE AS TOPIC.

Recibido: 06/05/2018

Aprobado: 08/04/2019

INTRODUCCIÓN

La administración de fluidos constituye uno de los pilares fundamentales del tratamiento para pacientes que ingresan en unidades de cuidados intensivos (UCI). Los fluidos intravenosos fueron administrados a pacientes por primera vez hace 180 años, sin embargo, aún existen incertidumbres acerca de su eficacia y seguridad.⁽¹⁾

La corrección de volumen que garantiza una adecuada perfusión de los órganos es la principal meta terapéutica en el paciente grave. La inadecuada reposición de volumen entraña un uso no justificado de fármacos que provocan vasoconstricción y agravan la isquemia de órganos, mientras que la sobrecarga de volumen empeora el pronóstico de los pacientes debido al aumento del contenido de agua (H_2O) hídrica, y compromete la difusión del oxígeno.⁽²⁾

La sobrecarga de fluidos aumenta la mortalidad en pacientes con disfunción renal, sepsis grave y durante el período peroperatorio. Sin embargo, la restricción de volumen mejora el pronóstico de pacientes con dificultades respiratorias sometidos a ventilación mecánica.⁽³⁾ Solo 50 % de los casos responden a la administración de fluidos y existe incoherencia entre las variables macro y microhemodinámicas, lo cual hace más complejo su seguimiento.

Por las razones expuestas, durante los últimos años se investiga la variable ideal que permita predecir cuándo un paciente se beneficia de la administración de fluidos, así como las estrategias para su



mantenimiento después de la reanimación inicial. Como resultado de estos estudios se cuenta con múltiples variables y diversas estrategias de monitoreo. La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo actualizar las evidencias sobre la administración de fluidos en el paciente grave.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de los estudios publicados en las bases de datos PubMed, SciELO Cuba, Cumed y en el buscador Google Académico. Se emplearon los métodos teóricos analítico-sintético, histórico-lógico e inductivo-deductivo. Los términos para la búsqueda se seleccionaron de los descriptores en ciencias de la salud (DeCS): mortalidad, balance hídrico positivo, terapia con fluidos, balance de fluidos y mortalidad, monitoreo, sobrecarga de fluidos y sobrecarga de volumen.

Se seleccionaron estudios en idiomas inglés y español, publicados en África, Colombia, China, Estados Unidos, Egipto, España e Inglaterra, entre otros países, durante los últimos cinco años y, por su importancia, algunos con más de cinco años. Se excluyeron los realizados en animales y en menores de 18 años de edad.

DESARROLLO

En la reanimación hemodinámica del paciente grave es importante determinar si la perfusión de órganos y tejidos es adecuada. Para ello se deben evaluar el estado de la precarga, el gasto cardíaco y la relación entre el aporte de oxígeno a los tejidos y sus necesidades metabólicas.⁽⁴⁾ La primera medida para restablecer la perfusión hística es la administración de fluidos, lo cual debe producir un aumento del gasto cardíaco después de su administración; por tanto, es necesario identificar los pacientes que responden al volumen.⁽⁵⁻⁷⁾

La administración de fluidos en pacientes graves se divide en dos momentos: el aporte inicial y agresivo de líquidos al enfermo que llega en situación de hipovolemia evidente en el escenario de los servicios de emergencia, y el mantenimiento de fluidos después de la reanimación inicial.

Administración inicial de fluidos

En el año 2001 se publicó por Rivers y un grupo de colaboradores, un protocolo de manejo para la sepsis grave y el choque séptico, llamado terapia temprana dirigida por metas (EGDT, por sus siglas en



inglés). Su aplicación disminuyó de forma significativa la mortalidad en estos pacientes.⁽⁸⁾ A partir de ese momento, la EGDT se incorporó a la campaña para sobrevivir a la sepsis y define uno de los elementos que componen el paquete de medidas para el manejo inicial de estos pacientes.

Durante los últimos años, los criterios planteados por Rivers han sido objeto de cuestionamiento y análisis, sobre todo a partir de publicaciones que reportan que la sobrecarga de fluidos en pacientes críticos se relaciona con un aumento de la mortalidad.^(4,9) Entre estos estudios se destacan tres grandes ensayos clínicos aleatorizados, que involucraron alrededor de 4183 pacientes, en los cuales no se describieron diferencias significativas en la mortalidad al comparar aquellos en los que se utilizó el protocolo guiado por metas hemodinámicas con los tratados de forma convencional.⁽¹⁰⁻¹²⁾

Un cuarto estudio realizado en 2396 niños africanos en hospitales de Kenya, Tanzania y Uganda también reportó un exceso de mortalidad asociada a la administración excesiva de fluidos en el grupo de estudio.⁽¹³⁾ Aún con estas controversias, hay consenso en cuanto a que el aporte inicial de fluidos en el paciente en choque debe ser agresivo para restituir la volemia y estabilizar sus signos vitales.

Mantenimiento de fluidos

En las UCI se presenta con frecuencia la situación de un paciente que, después de recibir tratamiento inicial, tiene un nuevo episodio de deterioro hemodinámico, por el que requiere nuevas medidas de reanimación. Esto pone al médico en una verdadera encrucijada: ¿volumen o aminas?

El examen físico no permite evaluar con precisión el estado hemodinámico del paciente porque algunos signos pueden generar confusión. Entre ellos, la sed se puede interpretar como un signo de contracción del volumen; sin embargo, se manifiesta en pacientes que no se alimentan por la vía oral y aquellos que tienen respiración bucal. Ambas condiciones están presentes en la mayoría de los enfermos graves. En cuanto a la taquicardia, sus causas son multifactoriales; además de la hipovolemia, también la producen la fiebre, la ansiedad, la hipoxia, el dolor y el uso de medicamentos. Puede ser expresión de una disfunción cardíaca en la cual la administración de volumen sería perjudicial. Todos estos elementos la convierten en un signo poco específico.

La hipotensión arterial es el parámetro más utilizado para administrar volumen al paciente y es una de las metas hemodinámicas a alcanzar. Sin embargo, está demostrado que no siempre se debe a la hipovolemia. El estado de vasodilatación que se produce en pacientes con sepsis grave provoca una hipotensión arterial que no depende del volumen ni responde a su administración. En pacientes con disfunción cardíaca y normovolemia puede ser perjudicial administrar volumen.

Los signos descritos en los dos párrafos anteriores pueden generar la falsa idea de que el paciente está



hipovolémico. Sin embargo, siempre el médico de asistencia debe comprobarlos antes de proceder a la administración de volumen por los perjuicios que puede provocar.

Otras manifestaciones comunes en los enfermos graves, que pueden dar la idea de hipervolemia y enmascarar el déficit de volumen circulante son la distención de las venas yugulares y el edema. Otras manifestaciones comunes en los enfermos graves, que pueden dar la idea de hipervolemia y enmascarar el déficit de volumen circulante son la distención de las venas yugulares y el edema. La distención de las venas yugulares producidas por la posición horizontal, la fijación del tubo endotraqueal que ajusta en el cuello y la ventilación mecánica, son factores que producen este signo en ausencia de disfunción cardíaca o hipervolemia y la administración de diuréticos o la restricción de volumen en estos pacientes pueden empeorar una hipovolemia preexistente. El edema por encamamiento, trasudación de líquido por disminución de la presión oncótica y aumento de la permeabilidad capilar, son condiciones frecuentes en los pacientes graves y ninguna traduce la presencia de hipervolemia, por lo cual también pueden ser causas de tratamiento inadecuado a la hora de aplicar una conducta relacionada con el uso de fluidos. Es necesario recordar que el edema es una consecuencia de la retención de sodio y, excepcionalmente se produce por sobrecarga hídrica.

En un estudio realizado por Hanson y cols.,⁽¹⁴⁾ la distensión venosa yugular no tuvo correlación con el volumen intravascular medido por métodos invasivos y no fue útil para diferenciar a los respondedores al volumen. De igual forma, la presión arterial, la presión venosa central (PVC) y la oliguria resultaron inadecuadas para estimar el volumen intravascular.

En resumen, los signos del examen físico no permiten al médico guiar con exactitud la administración de fluidos en el paciente grave. A ese elemento hay que sumar el hecho de que solo entre 40% y 70% de los pacientes en las UCI responden a la administración de volumen,⁽¹⁵⁾ lo que hace necesario buscar otras variables que permitan predecir con seguridad aquellos pacientes que se beneficien con su uso.

Un respondedor a volumen es un paciente que posteriormente a una prueba de fluidos, mejora su estado hemodinámico y de perfusión hística sin tener signos de sobrecarga de volumen.⁽⁶⁾ También, se considera respondedor a fluidos a aquel cuyo ventrículo izquierdo (VI) tiene la capacidad de incrementar el volumen sistólico en respuesta a la administración de líquidos.⁽¹⁶⁾ A pesar de estos conceptos, se utilizan múltiples criterios en relación al volumen administrado y al aumento del gasto cardíaco (GC):⁽¹⁷⁾

Berlin⁽¹⁸⁾ utilizó como criterio un aumento del GC de al menos 10%, después de administrar 500 ml de coloides. Hasanin⁽¹⁶⁾ por su parte, consideró una elevación mayor de 15 % en el índice cardíaco



detectado por ecocardiograma, después de administrar 500 ml de fluidos y la variación del volumen sistólico (VVS) mayor de 8,15 % fue predictor de respuesta al volumen. Grassi⁽¹⁹⁾ definió un nuevo concepto de respondedor: aquellos pacientes en los cuales se apreció un aumento de 15% en la tensión arterial sistólica después del uso de fluidos.

Las variables de monitoreo utilizadas para determinar la respuesta al volumen en pacientes con inestabilidad hemodinámica se clasifican en: estáticas, dinámicas, y de perfusión y oxigenación hística. Respecto a las variables estáticas, 90% de los intensivistas en el mundo usan la PVC como guía para la reposición de fluidos. En el contexto del paciente crítico, la PVC es un mal predictor de la precarga del VI y no se debe usar para este fin. Los cambios que se producen en el tono venoso, el aumento de la presión intratorácica, los cambios en la geometría ventricular así como la disminución de la distendibilidad del ventrículo derecho (VD) y del VI hacen de la PVC un predictor inadecuado del volumen de llenado diastólico ventricular derecho.⁽²⁾ Si se tiene en cuenta que el valor de la presión venosa es el resultado de la suma de la presión intravascular y extravascular, equivalente a la presión intratorácica, la medición manual al final de la espiración –cuando la presión intratorácica es cero– es la más fidedigna . La PVC alta significa resistencia elevada al retorno venoso y hay que buscar las causas del aumento de la presión extracardíaca, como neumotórax por tensión, taponamiento cardíaco y ventilación mecánica. La generación de presión positiva al final de la aspiración (PEEP, por sus siglas en inglés) intrínseca por insuflación dinámica puede ser una causa de elevación de la PVC muy difícil de determinar.⁽¹⁸⁾

Sasai y cols.⁽²⁰⁾ demostraron que la PVC no fue un indicador efectivo para evaluar el estado de la volemia en pacientes con choque séptico durante los primeros días de evolución en UCI, y Marik⁽⁴⁾ determinó una baja correlación de la PVC para estimar el volumen sanguíneo. A pesar de estas limitaciones, la PVC es útil: dos estudios con grupo único, ambos en pacientes con ventilación espontánea, demostraron que la caída inspiratoria mayor de 1 mm Hg en la PVC es altamente predictiva de respuesta a volumen.⁽²¹⁾

Diaztagle-Fernández⁽⁶⁾ se refirió a la regla de 5-2 para interpretar los resultados de la prueba de fluidos cuando se utiliza la PVC. Si durante la prueba, la PVC aumenta más de 5 cm H₂O, la infusión se suspende; si aumenta entre 2 y 5 cm H₂O se observa al paciente por un período de 10 minutos; si persiste el aumento no se administran líquidos adicionales; si aumenta menos de 2 cm H₂O sobre el valor inicial, se realiza otra prueba de volumen. Al respecto Lakhal y cols.,⁽²²⁾ en un grupo de pacientes ventilados, demostraron que la elevación de la PVC mayor de 2 mm Hg después de la maniobra de



elevación pasiva de miembros inferiores fue un índice efectivo para predecir los respondedores al volumen.

En la mayoría de las UCI, la medición de la PVC se realiza a través de una escala graduada que necesita corrección frecuente del nivel “cero”, de forma intermitente y sin tener en cuenta las oscilaciones que provoca el tiempo respiratorio del paciente. Estos elementos hacen que la variable sea poco efectiva por su amplio margen de error.

Otra de las variables estáticas utilizadas es la medición de la presión de oclusión de la arteria pulmonar o presión en cuña, la cual es más efectiva que la PVC para predecir el estado de la volemia. Pero la complejidad técnica de colocar un catéter en la arteria pulmonar –procedimiento considerado invasivo y con un número de complicaciones elevadas–, además del desarrollo de sistemas de monitoreo menos invasivos hicieron desaparecer prácticamente esta variable.

Variables dinámicas

La ventilación mecánica produce presiones positivas en el tórax con aumento de la presión intratorácica que se transmite a los vasos sanguíneos de la cavidad e influye en los valores de las variables estáticas antes mencionadas. Esta interacción fisiológica corazón-pulmón que se produce en el paciente ventilado dio origen a las variables dinámicas.

El índice de colapso de las venas cava, apreciado por ultrasonido o ecocardiograma, se utiliza para evaluar la respuesta al volumen; en situaciones de hipovolemia la diferencia entre el diámetro inspiratorio y espiratorio de la vena supera el 50 %. Cuando el paciente se encuentra hipervolémico o presenta fallo ventricular, el aumento de la presión intratorácica se transmite hacia el abdomen y comprime la vena cava, causa congestión hepática y disminuye el colapso venoso al aumentar la presión dentro del vaso.⁽²³⁾

En pacientes con ventilación mecánica la caída del retorno venoso durante la inspiración provoca una disminución del llenado del VI y secundariamente una caída del GC. La intensidad de estos efectos varía de acuerdo a la posición de la curva de Frank-Starling en que se encuentre funcionando el corazón.⁽²⁴⁾ El uso de la PEEP durante la ventilación también genera cambios hemodinámicos, que algunos autores utilizan para predecir la respuesta a la utilización de fluidos.⁽¹⁶⁾

Los cambios del gasto cardíaco y la presión en la onda de pulso originan otros indicadores dinámicos como la variación de la presión de pulso (VPP) y la VVS. Soliman y cols.⁽¹⁵⁾ estudiaron a 25 pacientes ventilados con fallo circulatorio que requerían administración de fluidos, y encontraron variaciones significativas en ambos parámetros después de administrar volumen. Estos parámetros presentaron una



alta correlación con el índice cardíaco medido por ecocardiograma y fueron predictores de respuesta al volumen. No se observaron variaciones de la frecuencia cardíaca ni la PVC, solo una ligera variación de la tensión arterial media. Similares resultados reportaron Benes y cols.⁽²⁵⁾ en un estudio con 60 pacientes quirúrgicos, en los que se demostró la utilidad del monitoreo a través de VVS durante el período peroperatorio en cuanto a menos uso de fluidos y agentes vasoactivos, menos tiempo de estadía hospitalaria y en UCI, y menor mortalidad.

A pesar de su comprobada utilidad, las variables dinámicas tienen algunas limitaciones: no son útiles en pacientes con respiraciones espontáneas, por lo cual el enfermo debe estar totalmente paralizado y con ventilación mecánica artificial, el volumen tidal (Vt) debe ser de 8 ml/kg al menos, y no son adecuadas en pacientes con arritmias supraventriculares ni en aquellos con aumento de la presión intraabdominal.^(23,24)

En un estudio multicéntrico realizado en hospitales de Francia, Biais⁽²⁶⁾ demostró que las variaciones de la presión de pulso de 4-17 % no fueron efectivas para diferenciar los pacientes respondedores a volumen; y de los parámetros ventilatorios, solo el Vt superior a 8 ml/kg y la presión pico (P1) mayor de 20 cm H₂O permitieron detectar con efectividad a los respondedores. Fabrice⁽²⁷⁾ constató un resultado similar.

Freitas y cols.⁽²⁸⁾ estudiaron las variables dinámicas a distintos Vt: 6 ml/kg y 8 ml/kg respectivamente, en pacientes con sepsis y estrategia de ventilación protectora. Estos autores encontraron buena efectividad de la VPP en predecir los respondedores al volumen, pero con valores muy distintos según el Vt utilizado. Cheng Li y cols.⁽²⁹⁾ estudiaron 15 pacientes operados del sistema gastrointestinal, divididos en dos grupos: uno asistido con ventilación mecánica controlada con Vt de 6 ml/kg, y el otro de 8 ml/kg; no encontraron diferencias en la VPP.

Las variables dinámicas en modalidades ventilatorias asistidas pierden eficacia predictiva de la respuesta al volumen, porque el esfuerzo respiratorio del paciente genera presión negativa, el patrón respiratorio hace que el Vt no sea constante ni el flujo de sangre hacia el tórax. En un estudio se evaluó a pacientes en modalidad de presión soporte, y se demostró que la VPP fue efectiva en aquellos con sincronía al ventilador y Vt mayor de 8 ml/kg, mientras que sus valores varían en el grupo de pacientes con asincronía.⁽³⁰⁾

Lee y cols.⁽³¹⁾ compararon la VVS en dos modos ventilatorios durante la aplicación de anestesia; no hubo diferencias en ambos grupos de pacientes, y los respondedores al volumen presentaron variaciones entre 11 % y 14 %.⁽³¹⁾



Para determinar la eficacia de los indicadores antes mencionados se necesita medir el GC; en otras ocasiones se requiere una línea arterial para monitorizar la onda de pulso. No siempre se dispone de la línea arterial por razones de tiempo –sobre todo en unidades de emergencias–, o no se cuenta con el equipamiento necesario; por ello se ha extendido la pletismografía como indicador de respuesta al volumen.

La onda de pletismografía a través del oxímetro de pulso tiene las ventajas de ser poco invasiva y estar siempre disponible. Se han descrito variaciones de más de 15% en la amplitud como predictoras de respuesta a fluidos, mientras que los valores inferiores son de poco valor predictivo. Al respecto, Feissel y cols.⁽³²⁾ observaron relación entre las variaciones de la presión de pulso y la onda de pletismografía, con similar especificidad y valores de 14 % y 12 % respectivamente.⁽³²⁾ Resultados similares se han descrito en otros reportes.^(4,33)

Monnet⁽³⁴⁾ estudió pacientes bajo inducción anestésica y uso de Levophed®, y demostró pobre sensibilidad y especificidad de la pletismografía para predecirla respuesta al volumen. La explicación de este resultado es que el uso de vasoconstrictores modifica la distendibilidad del sistema arterial, lo que disminuye el flujo hístico y, con ello, la onda de pletismografía.⁽³⁴⁾

Todas las variables descritas se basan en los cambios que se producen en el GC después de administrar un volumen de líquidos, por tanto su repetición varias veces al día puede aportar una cantidad excesiva de fluidos. Para evitar este efecto adverso se buscó una forma de evaluar la respuesta a los fluidos sin administrarlos desde el exterior: la denominada maniobra de elevación pasiva de los miembros inferiores (PLR, por sus siglas en inglés).

Como el sistema venoso es un gran reservorio de sangre, al elevar los miembros inferiores se inyecta a la circulación una cantidad aproximada de 500 ml, cantidad equivalente al volumen usado para las pruebas de fluidos. Este procedimiento tiene dos ventajas; la primera estriba en que el volumen no es adicional y cuando el paciente vuelve a la posición de decúbito, se distribuye nuevamente; la segunda consiste en que la maniobra se puede realizar en condiciones de respiración espontánea, Vt bajos y presencia de arritmias.

Varios estudios han demostrado la utilidad de esta maniobra para determinar los pacientes respondedores al volumen, con variaciones del GC entre 8 % y 15 %,⁽³⁵⁾ aunque otros autores como Jabot especifican valores de 10 %,⁽³⁶⁾ Lafanechère 8 %⁽³⁷⁾ y Thiel 15 %.⁽³⁸⁾ El principal inconveniente de la PLR es que necesita medición continua del GC, no siempre disponible.

El empleo de la ecocardiografía en las UCI y los servicios de urgencias permite contar con un medio



rápido, poco invasivo, y disponible a la cabecera del enfermo para evaluar a los pacientes que responden a la administración del volumen.

En la ecocardiografía el tamaño de la vena cava inferior por debajo de 12 mm se corresponde con una PVC de 10 mm Hg y permite estimar la presión auricular, mientras que valores superiores indican riesgo de sobrecarga de volumen. Otro indicador efectivo es el índice de colapso de la vena cava inferior en pacientes con ventilación espontánea; un colapso superior al 50 % se correlaciona con una PVC menor de 10 mm Hg y respuesta a volumen.⁽²¹⁾ De Oliveira y cols.⁽⁵⁾ analizaron la utilidad del índice de distendibilidad de la vena cava inferior en 20 pacientes posquirúrgicos, con buenos resultados al compararlo con VPP.

Décadas atrás se reconoció la relación entre la concentración espirada de CO₂ (EtCO₂) y el GC, utilizada para determinar la eficacia de las maniobras de resucitación cardiopulmonar durante el paro cardíaco. La EtCO₂ depende de tres factores: la producción de CO₂ hística, el GC que lleva el CO₂ hasta los pulmones y la habilidad del sistema respiratorio en eliminarlo. Si las condiciones metabólicas y la ventilación no cambian, la EtCO₂ está relacionada con el GC y brinda una alternativa económica y no invasiva para su medición.^(39,40)

Monge y cols.⁽⁴⁰⁾ estudiaron 37 pacientes a los que se administraron fluidos; 57 % de ellos respondieron a volumen, con una adecuada correlación entre el aumento de la EtCO₂ y el GC después de la maniobra de elevación pasiva de los miembros inferiores. Por su parte, Zang y cols.⁽⁴¹⁾ evaluaron los cambios de la EtCO₂ después de la maniobra de elevación pasiva de los miembros inferiores para predecir la respuesta a fluidos en 42 pacientes ventilados por choque séptico. Demostraron que el aumento de 5 % de la EtCO₂ después de la maniobra define a los respondedores al volumen.⁽⁴¹⁾

Variables de perfusión y oxigenación hística

Con posterioridad a la optimización del uso de fluidos, es necesario evaluar si el aporte de O₂ a los tejidos es el adecuado para satisfacer sus necesidades metabólicas. Para ello se requieren variables que evalúen este aspecto. Las más utilizadas son: la medición del lactato en sangre y la saturación de oxígeno de la vena cava superior (SvCO₂).

Un tercio de los pacientes con sepsis grave y choque séptico tienen SvCO₂ menor de 70 % a su ingreso en UCI, a pesar de tener niveles adecuados de lactato en sangre. Estos elementos hacen recomendable el uso de la SvCO₂ para el seguimiento de pacientes con sepsis grave.^(42,43) La disminución de más de 4,5 % en la SvCO₂ durante la prueba de ventilación espontánea predijo, con 88 % de sensibilidad y 92 % de especificidad, el fracaso del destete en un estudio realizado por Walley.⁽⁴⁴⁾ Según la investigación de



Perz y cols.⁽⁴⁵⁾ en 205 pacientes de una UCI polivalente, los valores de SvcO₂ bajos asociados a un aumento persistente de los niveles de lactato se relacionaron con la mortalidad. El monitoreo de la SvcO₂ es más útil que la tonometría gástrica para detectar la hipoxia hística, tanto en pacientes con choque hiperdinámico como en aquellos con GC disminuido. Los valores recomendados de SvcO₂ deben ser de 65 % a 75%.⁽⁴⁵⁾

Debido a que entre 3 % y 17 % de los pacientes operados tienen complicaciones durante el período peroperatorio, se comenzó a utilizar este indicador en los salones de operaciones. No obstante su comprobada eficacia, la SvcO₂ se usa solo en 30 % de los pacientes quirúrgicos, mientras que en 70 % de los casos se controlan la tensión arterial y la PVC.⁽⁴⁶⁾ Una estrategia válida para reducir el aporte de líquidos en el período peroperatorio es tratar los episodios de hipotensión que se presentan con efedrina y fenilefrina; y en el posoperatorio administrar coloides en lugar de cristaloides, y monitorizar el ritmo urinario y la SvcO₂.⁽⁴⁷⁾

Otros estudios^(21,48-51) demostraron que el monitoreo de la SvcO₂ resulta eficaz para optimizar el aporte de volumen en el paciente quirúrgico con sepsis grave, guiar la terapéutica transfusional, como indicador en el proceso de destete de la ventilación mecánica, y como valor predictor de mortalidad.

Estrategias para el mantenimiento de fluidos

Durante años las metas hemodinámicas en los pacientes graves consistieron en mantener parámetros suprafisiológicos en relación al gasto cardíaco, transporte de oxígeno e índices de oxigenación. Sin embargo, la imposibilidad de disminuir la mortalidad en estos pacientes provocó un giro en la terapéutica hacia la consecución de variables más fisiológicas, con menos medidas de soporte y mejores resultados. El uso de fluidos requiere un análisis más serio de lo que habitualmente se realiza en la práctica médica; en el entorno del paciente grave el fluido se debe ver como un fármaco más, que tiene indicaciones, dosis y reacciones adversas. Por ello es importante revisar algunos aspectos fisiológicos a tener en cuenta en el complejo escenario de un paciente grave.

La indicación fundamental para administrar volumen es aumentar el gasto cardíaco para mejorar el aporte de oxígeno y nutrientes a la célula. Si se desconoce el valor del GC que presenta el paciente –por no contar con los medios apropiados– no se pueden utilizar variables para evaluar si el paciente responderá al volumen, ni tampoco aquellas que brindan información sobre el balance de la oferta y demanda de O₂ de los tejidos. En esos casos la administración de volumen puede ser una indicación cuestionable.

El aumento de la permeabilidad vascular por daño endotelial, la hipoproteinemia que sufren muchos



pacientes graves, la búsqueda de mantener una presión arterial media (muchas veces superior a la requerida) y la utilización de cristaloides –de los cuales solo 30 % permanecen en el espacio intravascular–, producirán expansión insuficiente de la volemia, edema intersticial y trastornos en la difusión hística del O₂, efecto contrario al buscado con la administración de volumen.

La expansión excesiva del volumen plasmático produce liberación del péptido natriurético auricular, que lesiona la membrana endotelial y aumenta su permeabilidad, produce disfunción de órganos y activación de mediadores que perpetúan la inflamación y activan la cascada de la coagulación. Si no se tienen elementos objetivos para evaluar el estado de la volemia, la administración de volumen puede ser perjudicial para el paciente.

Consideraciones similares publicaron Marik y Lemson⁽⁵²⁾ en la *British Journal of Anaesthesia*. Otros autores han demostrado que el exceso de fluidos puede incidir de manera negativa en la mortalidad. Barmparas y cols.⁽⁵³⁾ evaluaron pacientes traumatizados normotensos después de la reanimación inicial, y constataron aumento de los días de ventilación mecánica, mayor mortalidad, aparición del síndrome compartimental abdominal y coagulopatías asociadas al aumento de fluidos. Al disminuir el volumen de líquidos diarios desde 150 ml/h hasta 60 ml/h lograron reducir la estadía y los días de ventilación, sin aumento de la incidencia del fallo renal.

Elofson y cols.⁽⁵⁴⁾ desarrollaron un estudio retrospectivo en una cohorte de 197 pacientes con ventilación mecánica, en los que observaron que el balance positivo de fluidos tuvo peor pronóstico y se asoció a mayor número de días de estadía en la UCI y en el hospital, así como a más días ventilados y cifras superiores de mortalidad. Los pacientes con un balance acumulado mayor de cinco litros, al séptimo día del posoperatorio tenían 12 veces más probabilidades de morir.

Respecto al uso de fluidos en pacientes quirúrgicos, Winther y cols.⁽⁵⁵⁾ y Futier y cols.⁽⁵⁶⁾ recomendaron suspender la ingesta solo dos horas antes de la operación, proporcionar soluciones que contengan carbohidratos para evitar la resistencia a la insulina en el período posoperatorio, y administrar soluciones hipotónicas en el período peroperatorio en cantidades que no superen 1-1,5 ml/kg/h para reponer las pérdidas adicionales con soluciones cristaloides balanceadas. Con esta estrategia para el período peroperatorio, denominada “balance cero”, lograron disminuir las complicaciones.

Los estudios revisados contienen algunos aspectos que requieren ser sometidos a juicio crítico: la mayoría se refieren a pacientes quirúrgicos durante el período peroperatorio, por lo cual es difícil generalizarlos a otros pacientes que ingresan con frecuencia en unidades de atención al paciente grave. De forma general, en la revisión realizada, para unos casos el volumen utilizado para definir las



estrategias restrictivas y liberales de administración de fluidos es muy variable, y en otros no está bien definido. Ello impide la formación de un criterio homogéneo para su evaluación.

La publicación de pocos trabajos referidos al paciente séptico, y su práctica inexistencia acerca de las pacientes obstétricas graves constituyeron limitaciones de la investigación.

CONCLUSIONES

Existe consenso en que la administración inicial de fluidos en pacientes en estado de choque debe ser precoz e intensa para restituir la volemia. La administración de fluidos requiere métodos de monitoreo para definir con eficacia el paciente que se beneficia con su empleo, debido a que los signos del examen físico, las variables fisiológicas más comunes y el estudio radiográfico son poco efectivos para guiar su aporte. Se requieren nuevos estudios ante las evidencias de que la sobrecarga de fluidos empeora el pronóstico del paciente, pues aún no hay consenso en cuanto al mantenimiento del volumen en el paciente grave. El aporte de la investigación radica en demostrar la brecha epistemológica existente para sustentar nuevos aportes al conocimiento científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reddy S, Weinberg L, Young P. Crystalloid fluid therapy. J Crit Care [Internet]. 2016 [citado 12 Feb 2018];20(59):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13054-016-1217-5>
2. Marik PE, Monnet X, Teboul JL. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. Ann. Intensive Care [Internet]. 2011 [citado 12 Feb 2018];1(1):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/2110-5820-1-1.pdf>
3. Monnet X, Teboul JL. Assessment of volume responsiveness during mechanical ventilation: recent advances. J Crit Care [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];17(217):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/cc12526.pdf>
4. Marik PE, Monnet X, Teboul J. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. Transf Med [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018];11(3):102-12. Disponible en: <https://cyberleninka.org/article/n/170561.pdf>



5. Haun-De Oliveira O, Rezende-De Freitas FG, Texeira-Ladeira R, Fischer CH, Tonete-Bafi A, Pontes-Azevedo LC, et al. Comparison between respiratory changes in the inferior vena cava diameter and pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in postoperative patients. *J Crit Care* [Internet]. 2016 [citado 12 Feb 2018];34:46-9. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S088394411630017X.pdf?locale=es_ES&searchIndex=
6. Diaztagle-Fernández JJ, Cruz-Martínez LE, Caicedo-Ruiz JD. La prueba de líquidos en sepsis severa y choque séptico: una mirada desde la fisiología. *Acta Colomb Cuid Intensivo* [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];15(3):204-14. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0122726215000221.pdf?locale=es_ES&searchIndex=
7. Yunfan W, Shusheng Z, Zhihua Z, Bao L. A 10-second fluid challenge guided by transthoracic echocardiography can predict fluid responsiveness. *J Crit Care* [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];18(3):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4075154/pdf/cc13891.pdf>
8. Hernández-Sómerson MA, Bernal-Ramírez O, Jiménez-Palomino JC, Rodriguez-Urueña S, Jurado-Zambrano JR, Montoya-Agudelo F. Terapia temprana dirigida por metas en sepsis: ¿es momento para un nuevo algoritmo? *Acta Colomb Cuid Intensivo* [Internet]. 2016 [citado 12 Feb 2018];16(4):283-9. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0122726216300350.pdf?locale=es_ES&searchIndex=
9. Zochios V, Wilkinson J. Assessment of intravascular fluid status and fluid responsiveness during mechanical ventilation in surgical and intensive care patients. *J Intensive Care Soc* [Internet]. 2011 [citado 12 Feb 2018];12(4):295-300. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/175114371101200410>
10. Peake S, Delaney A, Bailey M, Bellomo R, Cameron PA, Cooper J, et al. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock. *N Engl J Med* [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];371(16):1496-1506. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa1404380>
11. Donald MY, Kellum JA, Huang DT, Barnato AE, Weissfeld LA, Pike F, et al. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. *N Engl J Med* [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];370(18):1683-93. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/nejmoa1401602>
12. Mouncey PR, Osborn TM, Power S, Harrison DA, Sadique MZ, Grieve RD, et al. Trial of early,



- goal directed resuscitation for septic shock. *N Engl J Med* [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];372(14):1301-11. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa1500896>
13. Maitland K, George EC, Evans JA, Kiguli S, Olupot P, Akech SO, et al. Exploring mechanisms of excess mortality with early fluid resuscitation: insights from the FEAST trial. *BMC Med* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];11(68):[aprox. 15 p.]. Disponible en: <https://bmcmedicine.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1741-7015-11-68>
14. Hanson J, Lam SW, Shansul A, Pattnaik R, Mahanta K, Uddin-Hasan M, et al. The reliability of the physical examination to guide fluid therapy in adults with severe falciparum malaria: an observational study. *Malar J* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];12(348):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://malariajournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1475-2875-12-348>
15. Soliman RA, Samir S, El Naggar A, El Dehely K. Stroke volume variation compared with pulse pressure variation and cardiac index changes for prediction of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Egypt J Crit Care Med* [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];3(1):9-16. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090730315000031?via%3Dhub>
16. Hasanin A. Fluid responsiveness in acute circulatory failure. *J Intensive Care* [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];3(50):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://jintensivecare.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s40560-015-0117-0>
17. Maas J. Mean systemic filling pressure: from Guyton to the ICU. [Internet]. Leiden: UFB/Grafische Producties; 2013 [citado 12 Feb 2018]. Disponible en: <https://openaccess.leidenuniv.nl/bitstream/handle/1887/20407/Thesis%20book.pdf?sequence=3>
18. Berlin DA, Bakker J. Starling curves and central venous pressure. *J Crit Care* [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];19(55):[aprox. 7 p.]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4329649/pdf/13054_2015_Article_776.pdf
19. Grassi P, Lo Nigro L, Battaglia K, Barone M, Testa F, Berlot G. Pulse pressure variation as a predictor of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients with spontaneous breathing activity: a pragmatic observational study. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];5(2):98-109. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3722341/pdf/hsrp-05-098.pdf>
20. Sasai T, Tokioka H, Fukushima T, Mikane T, Oku S, Iwasaki E, et al. Reliability of central venous pressure to assess left ventricular preload for fluid resuscitation in patients with septic shock. *J Int Care* [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];2(1):58. Disponible en:



<http://www.jintensivecare.com/content/2/1/58>

21. Pinsky MR. Functional hemodynamic monitoring. Crit Care Clin [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];31(1):89-111. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4250574/pdf/nihms-626235.pdf>
22. Lakhal K, Ehrmann S, Runge I, Benzekri-Lefe D, Legras A, Dequin PF, et al. Central venous pressure measurements improve the accuracy of leg raising induced change in pulse pressure to predict fluid responsiveness. Int Care Med [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018];36(6):940-8. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-010-1755-2.pdf>
23. Perel A. The physiological basis of arterial pressure variation during positive pressure ventilation. Reanimation [Internet]. 2005 [citado 12 Feb 2018];14(3):162-71. Disponible en: https://www.srlf.org/wp-content/uploads/2015/11/0505-Reanimation-Vol14-N3-p162_171.pdf
24. Cannesson M, Aboy M, Hofer CK, Rehman M. Pulse pressure variation: where are we today? J Clin Monit Comput [Internet]. 2011 [citado 12 Feb 2018];25(1):45-56. Disponible en: http://www.academia.edu/download/44171380/Pulse_pressure_variation_Where_are_we_to20160328-20967-18n06xs.pdf
25. 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. J Crit Care [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018];14(R118):[aprox. 15 p.]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/205401784>
26. Biais M, Ehrmann S, Mari A, Conte B, Mahjoub Y, Desebbe O, et al. Clinical relevance of pulse pressure variations for predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated intensive care unit patients: the grey zone approach. J Crit Care [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];18(587):[aprox. 11 p.]. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13054-014-0587-9>
27. Vallee F, Richard JC, Mari A, Gallas T, Arsac E, Verlaan PS, et al. Pulse pressure variations adjusted by alveolar driving pressure to assess fluid responsiveness. Int Care Med [Internet]. 2009 [citado 12 Feb 2018];35(6):1004-10. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-009-1478-4.pdf>
28. Freitas FG, Bafi AT, Nascente AP, Assuncao M, Mazza B, Azevedo LC, et al. Predictive value of pulse pressure variation for fluid responsiveness in septic patients using lung-protective ventilation strategies. Br J Anaesth [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];110(3):402-8. Disponible en: <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.953.7418&rep=rep1&type=pdf>



29. Li C, Lin FQ, Fu SK, Chen GQ, Yang XH, Zhu CY, et al. Stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness in patients undergoing gastrointestinal surgery. *Int J Med Sci* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];10(2):148-55. Disponible en: <https://www.medsci.org/v10p0148.pdf>
30. Messina A, Colombo D, Cammarota G, De Lucia M, Cecconi M, Antonelli M, et al. Patient ventilator asynchrony affects pulse pressure variation prediction of fluid responsiveness. *J Crit Care* [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];30(5):1067-71. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944115003524.pdf?locale=es_ES&searchIndex=
31. Lee JY, Park HY, Jung WS, Jo YY, Kwak HJ. Comparative study of pressure and volume controlled ventilation on stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing major abdominal surgery. *J Crit Care* [Internet]. 2012 [citado 12 Feb 2018];27(5):531.e9-14. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944111004953.pdf?locale=es_ES&searchIndex=
32. Feissel M, Teboul JL, Merlani P, Badie J, Faller JP, Bendjelid K. Plethysmographic dynamic indices predict fluid responsiveness in septic ventilated patients. *Int Care Med* [Internet]. 2007 [citado 12 Feb 2018];33(6):993-9. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/159153662>
33. Masimo Corporation. Pleth variability index: a dynamic measurement to help assess physiology and fluid responsiveness. Technical Bulletin [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018]:[aprox. 7 p.]. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/24ac/cffcadcaaee728c7d73b7784a3a78733a8eb.pdf?_ga=2.31891258.52722834.1594227773-715995037.1594227773
34. Monnet X, Guerin L, Jozwiak M, Bataille A, Julien F, Richard C, et al. Pleth variability index is a weak predictor of fluid responsiveness in patients receiving norepinephrine. *Br J Anaesth* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];110(2):207-13. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.7254&rep=rep1&type=pdf>
35. Cavallaro F, Sandroni C, Marano C, La Torre G, Mannocci A, De Waure CH, et al. Diagnostic accuracy of passive leg raising for prediction of fluid responsiveness in adults: systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Int Care Med* [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018];36(9):225-33. Disponible en: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-28270-6_42.pdf
36. Jabot J, Teboul JL, Richard C, Monnet X. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. *Int Care Med* [Internet]. 2009 [citado 12 Feb 2018];35(1):85-90.



Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-008-1293-3.pdf>

37. Lafanechère A, Pène F, Goulenok C, Delahaye A, Mallet V, Choukroun G, et al. Changes in aortic blood flow induced by passive leg raising predict fluid responsiveness in critically ill patients. *J Crit Care* [Internet]. 2006 [citado 12 Feb 2018];10(R132):[aprox. 8 p.]. Disponible en: https://www.scienceopen.com/document_file/5e78bac5-6e18-499f-b54f-391da4c0fa83/PubMedCentral/5e78bac5-6e18-499f-b54f-391da4c0fa83.pdf
38. Thiel SW, Kollef MH, Isakow W. Non-invasive stroke volume measurement and passive leg raising predict volume responsiveness in medical ICU patients: an observational cohort study. *J Crit Care* [Internet]. 2009 [citado 12 Feb 2018];13(R111):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/cc7955>
39. Monnet X, Bataille A, Magalhaes E, Barrois J, Le Corre M, Gosset C, et al. End-tidal carbon dioxide is better than arterial pressure for predicting volume responsiveness by the passive leg raising test. *Int Care Med* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];39(1):93-100. Disponible en: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=22990869&S=R&D=mdc&EbscoContent=dGJyMNLe80Seprc4yOvqOLCmsEieprZSs6a4S66WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnr06vr7JJuePfgeyx44Dt6fIA>
40. Monge-García MI, Gil-Cano A, Gracia-Romero M, Monterroso-Pintado R, Pérez-Madueño V, Díaz-Monrovéet JC. Non-invasive assessment of fluid responsiveness by changes in partial end-tidal CO₂ pressure during a passive leg-raising maneuver. *Ann Intensive Care* [Internet]. 2012 [citado 12 Feb 2018];2(9):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/2110-5820-2-9.pdf>
41. Zang ZD, Yan J, Xu HY, Liang FM, Yang T, Wang DP, et al. The value of changes in end-tidal carbon dioxide pressure induced by passive leg raising test in predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients with septic shock. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi* [Internet]. 2013 [citado 12 Feb 2018];52(8):646-50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24199878>
42. Boulain T, Garot D, Vignon P, Lascarrou JB, Desachy A, Botoc V, et al. Prevalence of low central venous oxygen saturation in the first hours of intensive care unit admission and associated mortality in septic shock patients: a prospective multicenter study. *J Crit Care* [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];18(609):[aprox 12 p.]. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s13054-014-0609-7.pdf>
43. Meehan PA. Venous oximetry: indications and applications. *TRENDS* [Internet] Spring 2012



[citado 12 Feb 2018];317:[aprox. 8 p.]. Disponible en:

<https://www.yumpu.com/en/document/read/38944045/venous-oximetry-indications-and-applications>

44. Walley KR. Use of central venous oxygen saturation to guide therapy. Am J Respir Crit Care Med [Internet]. 2011 [citado 12 Feb 2018];184(5):514-20. Disponible en: <https://crashingpatient.com/wp-content/uploads/2012/04/Use-of-central-venous-oxygen-saturation1.pdf>

45. Perz S, Uhlig T, Kohl M, Bredle DL, Reinhart K, Bauer M, et al. Low and “supranormal” central venous oxygen saturation and markers of tissue hypoxia in cardiac surgery patients: a prospective observational study. Int Care Med [Internet]. 2011 [citado 12 Feb 2018];37(1):52-9. Disponible en: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=20689932&S=R&D=mdc&EbscoContent=dGJyMNLe80Seprc4yOvqOLCmsEiep65Ssa24SrSWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnr06vr7JJuePfgeyx44Dt6fIA>

46. Mikor A, Trásy D, Németh MF, Osztroluczki A, Kocsi Z, Kovács I, et al. Continuous central venous oxygen saturation assisted intraoperative hemodynamic management during major abdominal surgery: a randomized, controlled trial. BMC Anesthesiol [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];15(82):[aprox. 10 p.]. Disponible en:

<https://bmcaneesthesiol.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12871-015-0064-2>

47. Bjerregaard LS, Moller Sorensen H, Lindskov K, Ravn J, Nilsson JC. Using clinical parameters to guide fluid therapy in high risk thoracic surgery. A retrospective, observational study. BMC Anesthesiol [Internet]. 2015 [citado 12 Feb 2018];15(91):[aprox. 7 p.]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4464224/pdf/12871_2015_Article_72.pdf

48. Vallet B, Robin E, Lebuffe G. Venous oxygen saturation as a physiologic transfusion trigger. J Crit Care [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018];14(213):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/8420401.pdf>

49. Bustos R, Padilla O. El tiempo de llene capilar prolongado es predictor de una saturación venosa central de oxígeno disminuida. Rev. chil. pediatr. [Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];85(5):539-45. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v85n5/art03.pdf>

50. Textoris J, Fouché L, Wiramus S, Antonini F, Tho S, Martin C, et al. High central venous oxygen saturation in the latter stages of septic shock is associated with increased mortality. J Crit Care [Internet]. 2011 [citado 12 Feb 2018];15(R176):[aprox. 6 p.]. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/cc10325>

51. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute



circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). J Crit Care [Internet].

2012 [citado 12 Feb 2018];27(5):533e11-9. Disponible en:

[https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-](https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944112001025.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

[S0883944112001025.pdf?locale=es_ES&searchIndex=](https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944112001025.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

52. Marik PE, Lemson J. Fluid responsiveness: an evolution of our understanding. Br J Anaesth.

[Internet]. 2014 [citado 12 Feb 2018];112(4):617-20. Disponible en:

<https://bjanaesthesia.org/action/showPdf?pii=S0007-0912%2817%2930874-7>

53. Barmparas G, Ko A, Harada MY, Zaw AA, Murry JS, Smith EJT, et al. Decreasing maintenance

fluids in normotensive trauma patients may reduce intensive care unit stay and ventilator days. J Crit

Care [Internet]. 2016 [citado 12 Feb 2018];31(1):201-5. Disponible en:

[https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-](https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944115005298.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

[S0883944115005298.pdf?locale=es_ES&searchIndex=](https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944115005298.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

54. Elofson KA, Eiferman DS, Porter K, Murphy CV. Impact of late fluid balance on clinical outcomes

in the critically ill surgical and trauma population. J Crit Care [Internet]. 2015 [citado 12 Feb

2018];30(6):1338-43. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0883944115003767.pdf?locale=es_ES&searchIndex=

55. Winther-Voldby A, Brandstrup B. Fluid therapy in the perioperative: setting a clinical review. J

Intensive Care [Internet]. 2016 [citado 12 Feb 2018];4(27):[aprox. 12 p.]. Disponible en:

<https://jintensivecare.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s40560-016-0154-3>

56. Futier E, Constantin JM, Petit A, Chanques G, Kwiatkowski F, Flamein R, et al. Conservative vs.

restrictive individualized goal directed fluid replacement strategy in major abdominal surgery: A

prospective randomized trial. Arch Surg [Internet]. 2010 [citado 12 Feb 2018];145(12):1193-200.

Disponible en: https://jamanetwork.com/journals/jamasurgery/articlepdf/791071/soa05041_1193_1200.pdf

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribuciones de los autores

Iván Moyano-Alfonso: gestación de la idea de investigación, selección y revisión de la bibliografía,



revisión del informe final, presentación a la revista.

Alejandro González-Álvarez: localización de las fuentes bibliográficas, redacción del informe final, revisión de ortografía y gramática.

Julio Antonio Fernández-Hernández: localización de las fuentes bibliográficas y de los descriptores de los términos de búsqueda, revisión del informe final.

Financiación

Hospital General Provincial Docente “Dr. Antonio Luaces Iraola”.