



Fluidoterapia en el paciente grave, algunas consideraciones según la evidencia actual

Fluid therapy in critical ill patients, some considerations based on current evidence

Fluidoterapia no paciente criticamente enfermo, algumas considerações baseadas nas evidências atuais

Aldo Miguel Agüero Milanés,* Kenia Zusel Infante Rondón†

RESUMEN

Introducción: un tercio de los pacientes en unidades de cuidados intensivos reciben líquidos para reanimación diariamente, considerándose como en cualquier otro fármaco: indicaciones, contraindicaciones, efectos adversos y complicaciones. La administración de líquidos puede estar asociada a daños y existen preguntas sin resolver sobre el tipo, dosis y momento de administración.

Material y métodos: se realizó una revisión cualitativa y sistemática en los idiomas inglés y español de la literatura publicada y actualizada hasta febrero del 2023.

Conclusiones: las complicaciones de la terapia con fluidos en pacientes graves son frecuentes y están asociadas mayor mortalidad, consumo de recursos, costes y estadía en cuidados intensivos. La selección, el momento y las dosis de líquidos intravenosos deben evaluarse cuidadosamente.

Palabras clave: fluidoterapia, cristaloides, coloides, resucitación.

ABSTRACT

Introduction: one third of patients in intensive care units receive fluids for resuscitation daily, considering as any other drug: indications, contraindications, adverse effects and complications. Fluid administration may be associated with harm, and there are unresolved questions about the type, dose, and timing of administration.

Material and methods: a qualitative and systematic review was carried out in the English and Spanish languages of the literature published and updated up to March 2023.

Conclusions: complications of fluid therapy in seriously ill patients are frequent and are associated with increased mortality, consumption of resources, costs, and length of stay in intensive care. Selection, timing, and doses of intravenous fluids should be carefully evaluated.

Keywords: fluidtherapy, crystalloids, colloids, resuscitation.

RESUMO

Introdução: um terço dos pacientes de unidades de terapia intensiva (UTI) recebe fluidos para reanimação diariamente, considerando, como qualquer outro medicamento: indicações, contraindicações, efeitos adversos e complicações. A administração de fluidos pode estar associada a danos e há questões não resolvidas sobre o tipo, a dose e o momento da administração.

Material e métodos: foi realizada uma revisão qualitativa e sistemática em inglês e espanhol da literatura publicada e atualizada até fevereiro de 2023.

Conclusões: as complicações da fluidoterapia em pacientes criticamente enfermos são comuns e estão associadas ao aumento da mortalidade, do consumo de recursos, dos custos e da permanência na terapia intensiva. A seleção, o momento e as doses de fluidos intravenosos devem ser cuidadosamente avaliados.

Palavras-chave: fluidoterapia, cristalóides, colóides, ressuscitação.

Abreviaturas:

GIPS = síndrome de aumento global de la permeabilidad (*global increased permeability syndrome*).

HES = hidroxietil almidón (*hydroxyethyl starch*).

IC95% = intervalo de confianza de 95%.

IV = intravenoso.

PAM = presión arterial media.

RCD = reanimación para el control de daños.

TBSA = área de la superficie corporal total (*total body surface area*).

TRR = terapia de reemplazo renal.

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos.

INTRODUCCIÓN

Los líquidos intravenosos (IV) constituyen uno de los tratamientos más recetados al paciente crítico, considerándose como en cualquier otro fármaco: indicaciones, contraindicaciones, efectos adversos y complicaciones.

Fue Thomas Latta¹ en 1832, durante la epidemia de cólera que había llegado a Gran Bretaña, el que administra una solución intravenosa por primera vez en humanos basándose en estudios previos del Dr. William Brooke O'Shaughnessy.² La última solución descrita por Latta contiene: Na⁺ 134 mmol/L, Cl⁻ 118 mmol/L, HCO³⁻ 16 mmol/L; sin embargo, su uso no fue aceptado en aquella época. El interés en la fluidoterapia fue impulsado por Sydney Ringer³ en 1883, desarrollando la siguiente solución: «mezcla de 100 mL de salino al 0.75%, 5 mL de bicarbonato de sodio, 5 mL de cloruro de calcio y 1 mL de cloruro de potasio», modificada por Alexis Hartmann hacia 1932 añadiéndole lactato para reducir la acidosis observada en estudios previos. Hartog Jacob Hamburger en 1896, mediante experimentos relacionados con la hemólisis de los glóbulos rojos *in vitro*, crea la solución salina⁴ denominada normal o fisiológica desde entonces, que contiene 9 g de cloruro sódico por litro de agua. El empleo de dicha solución tuvo auge a principios del siglo XX en la cirugía, lo que sirvió al doctor George H. Evans para elaborar un manuscrito en 1911,⁵ alertando sobre riesgos en la administración de grandes cantidades de suero salino.

Actualmente, cada día un tercio de los pacientes en unidades de cuidados intensivos reciben líquidos para reanimación.⁶ La administración de líquidos puede estar asociada a daños y existen preguntas sin resolver sobre el tipo, dosis y momento de administración.⁷

Los errores en la prescripción son particularmente probables en los departamentos de emergencia, unidades de ingreso agudo, salas médicas y quirúrgicas

* Hospital de Clínicas «Manuel Quintela». Montevideo, Uruguay. ORCID: 0000-0002-4433-7786

† Hospital de Lavalleja «Dr. Alfredo Vidal y Fuentes». Minas, Uruguay. ORCID: 0000-0002-3839-9972

Recibido: 22/03/2024. Aceptado: 16/07/2024.

Citar como: Agüero MAM, Infante RKZ. Fluidoterapia en el paciente grave, algunas consideraciones según la evidencia actual. Med Crit. 2024;38(4):294-303. <https://dx.doi.org/10.35366/118221>

generales. Estándares de registro y monitoreo también pueden ser deficientes en estos entornos. Algunas encuestas^{8,9} han demostrado que muchos miembros del personal que prescribe líquidos y electrolitos IV no conoce probables necesidades ni composición específica de las opciones disponibles. Decidir cantidad, velocidad de infusión y composición óptima puede ser una tarea compleja, fundamentándose en una evaluación cuidadosa de cada paciente.

DEFINICIONES

1. Balance diario de fluidos: es resultado entre los ingresos menos los egresos de líquidos en un periodo de 24 horas, clásicamente descrito como negativo, neutral o positivo.⁹
2. Balance acumulado de fluidos: es la suma de los saldos diarios de líquidos para un determinado periodo de tiempo.⁹
3. Sobrecarga de fluidos: el porcentaje acumulado de líquidos se calcula dividiendo el balance de líquido acumulado en litros por el peso corporal inicial del paciente y multiplicándolo por 100, la sobrecarga de líquidos en cualquier etapa se define por un valor de corte de 10%, asociándose valores superiores a una evolución desfavorable en pacientes graves.¹⁰
4. Bolos de líquidos: un bolo de líquido es la infusión rápida durante un periodo corto de tiempo. En la práctica clínica se suele administrar para corregir la hipovolemia, hipotensión, flujo sanguíneo inadecuado o la perfusión microcirculatoria alterada. El volumen del bolo de líquido es variable, típicamente 500-1,000 mL.¹¹ La cantidad mínima de líquido que puede aumentar la presión de retorno venoso es de 4 mL/kg.¹²
5. Manejo temprano y adecuado de fluidos (early adequate fluid management [EAFM]): administración temprana de fluidos durante la resucitación inicial del choque.⁹ Esta modalidad fue tema de debate y, como resultado del estudio de Rivers y colaboradores,¹³ se incorporó como parte del «paquete de reanimación» en las primeras tres horas del tratamiento de la sepsis adoptado por la Campaña para Sobrevivir a la Sepsis (SSC por sus siglas en inglés),¹⁴ recomendando una dosis de líquido para reanimación de 30 mL/kg a todos los pacientes. Tres ensayos (ProCESS¹⁵, ARISE¹⁶ y ProMISe¹⁷) no mostraron mejoras en los resultados, pero señalan peligros potenciales de la administración protocolizada de fluidos para pacientes con choque séptico; mientras un estudio que evaluó 12 ensayos aleatorizados y 31 estudios observacionales encontró que era potencialmente dañina en los pacientes más graves.¹⁸ En lugar de infundir una cantidad predefinida, el objetivo debe ser individualizado según necesidades y condiciones premórbidas.¹⁹

6. Manejo conservador tardío de fluidos (late conservative fluid management [LCFM]): describe una estrategia después de la resucitación inicial para evitar o revertir la sobrecarga de fluidos y tiene como objetivo dos balances consecutivos negativos durante la primera semana.⁹ Estudios recientes²⁰ muestran que el bajo volumen de líquidos durante las primeras 24 horas y el balance negativo persistente desde el segundo día se asocia con un pronóstico favorable para los pacientes con sepsis.
7. Eliminación tardía de líquidos dirigida por objetivos (late goal-directed fluid removal [LGFR]): describe situaciones donde la eliminación activa de líquidos es más agresiva, empleando diuréticos o terapia de reemplazo renal (TRR) con ultrafiltración neta, combinándose o no con soluciones hipertónicas para reabsorber el edema intersticial.⁹ Esto también se conoce como desresucitación, término que se acuñó por primera vez en 2014.⁷

Características de fluidos IV más usados en el paciente grave

1. Cristaloides: son soluciones que contienen agua, electrólitos y/o azúcares en diferentes proporciones. Con respecto al plasma pueden ser hipotónicos, isotónicos o hipertónicos.⁸ Su capacidad de expandir la volemia se relaciona con la concentración de sodio determinándose un gradiente osmótico entre los compartimentos extra e intravasculares. La solución salina cloruro de sodio al 0.9% se usa con frecuencia a pesar de concentraciones de sodio y cloruro (154 mmol/L) por encima de las plasmáticas. Aquellas soluciones con una composición química similar a la plasmática se han denominado soluciones «equilibradas» o «fisiológicas» y son derivadas de las soluciones Hartmann's y Ringer's originales. Sin embargo, ninguna de las soluciones patentadas es verdaderamente fisiológica²¹ y aniones alternativos, como lactato, acetato, gluconato y malato, son usados como tampones. La *Tabla 1* muestra la composición de algunos cristaloides con respecto al plasma humano.
2. Coloides: Son partículas de alto peso molecular que atraviesan con dificultad las membranas capilares aumentando la presión oncótica plasmática y reteniendo agua en el espacio intravascular, se dividen en sintéticos (gelatinas, almidones, dextranos) y naturales (albúmina). Producen efectos hemodinámicos más rápidos y sostenidos que los cristaloides, precisándose menos volumen IV. Sin embargo, estos efectos parecen depender del contexto clínico: en sujetos hipovolémicos, con presión capilar baja, la albúmina y los coloides sintéticos no tendrían mayores ventajas hemodinámicas sobre los cristaloides.²²

Tabla 1: Comparación entre algunos cristaloideos y plasma humano.

Contenido	Plasma	Cloruro de sodio (0.9%)	Cloruro de sodio (0.18%)/glucosa 4%	Glucosa 5%	Hartmann's	Ringer		Plasma-Lyte 148
						Lactato	Acetato	
Na ⁺ (mmol/L)	135-145	154	31	0	131	130	130	140
Cl ⁻ (mmol/L)	95-105	154	31	0	111	109	112	98
Relación [Na ⁺]:[Cl ⁻]	1.28-1.45:1	1:1	1:1	–	1.18:1	1.19:1	1.16:1	1.43:1
K ⁺ (mmol/L)	3.5-5.3	0	0	0	5	4	5	5
HCO ₃ ⁻	24-32	0	0	0	29 (lactato)	28 (lactato)	27 (acetato)	27 (acetato) 23 (gluconato)
Ca ²⁺ (mmol/L)	2.2-2.6	0	0	0	2	1.4	1	–
Mg ²⁺ (mmol/L)	0.8-1.2	0	0	0	0	0	1	1.5
Glucosa (mmol/L)	3.5-5.5	0	222 (40 g)	278 (50 g)	0	0	0	–
pH	7.35-7.45	4.5-7.0	4.5	3.5-5.5	5.0-7.0	6.0-7.5	6.0-8.0	4.0-8.0
Osmolaridad (mOsm/L)	275-295	308	284	278	278	273	276	295

Adaptada de: Finfer S, et al.⁶

Tabla 2: Coloides.

Solución	Osmolaridad (mOsm/L)	Sodio (mmol/L)	Cloro (mmol/L)	Presión oncótica (mmHg)	Vida media
Plasma humano (referencia)	275-295	135-145	95-105	NA	NA
Albumina (%)					
5	309	145	145	20	20 días
25	312	145	145	100	20 días
6% HES 130/0.4	286-308	137-154	110-154	36	12 horas
6% HES 450/0.7	308	143-154	124-154	27.5	3 días
10% HES 260/0.45	308	154	154	57.5	12 horas
Solución al 4% de gelatina fluida modificada	274	154	120	NA	NA
Gelatina degradada unida por puentes de urea al 3.5%	301	154	154	NA	NA

HES = hidroxietil almidón (*hydroxyethyl starch*). NA = no aplica.

Adaptada de: Finfer S, et al.⁶

La **Tabla 2** muestra algunas características de coloides comunes en la práctica diaria.

Comparación entre cristaloideos y coloides

La evidencia actual no sugiere beneficio alguno de los coloides sobre los cristaloideos. Todos los coloides aumentan el costo del reemplazo de volumen. En el caso de almidones, se documenta un mayor riesgo de daño e insuficiencia renal. Los dextranos y gelatinas de reacciones anafilactoides y eventos similares a los observados con hidroxietil almidón (*hydroxyethyl starch* [HES]) sobre la función renal además de la hemostasia, resultando en mayor uso de terapia de reemplazo renal y sangrado.

1. La revisión sistemática de Cochrane²³ sobre el uso de coloides versus cristaloideos mostró que los cristaloideos se asociaron con tasas de mortalidad relativas más bajas que las soluciones HES. No se observa-

ron diferencias cuando los cristaloideos se compararon con las otras soluciones coloides analizadas (albúmina, gelatinas y dextranos).

- El ensayo aleatorizado (CRISTAL),²⁴ comparó cualquier cristaloi- de a cualquier solución coloi- de en pa- cientes de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con choque. Los resultados sugirieron que con cristaloi- des mejoró la mortalidad a los 90 días (medida de re- sultado secundaria). La medida de resultado primaria (mortalidad a los 28 días) no resulto significativa en- tre los grupos.
- Las recomendaciones de la Sociedad Europea de Medicina Intensiva (ESICM) apoya la noción que las soluciones cristaloideos deben preferirse a co- loides en la mayoría de los pacientes críticamente enfermos.²⁵
- Los coloides probablemente deberían evitarse en pa- cientes críticos, recomendación fundamentada por el hecho que ningún grupo de pacientes en ensayos de bajo riesgo de sesgo^{26,27} ha demostrado beneficiarse

de cualquier solución coloidal. Incluyendo el ensayo con albúmina humana, aunque esta última demostró seguridad excepto en los traumatizados.²⁸

Cristaloides balanceados versus no balanceados

La elección entre las diferentes soluciones cristaloides es más difícil. Los grandes ensayos realizados en esta área muestran resultados algo diferentes.

1. El ensayo SMART²⁹ compara cristaloides balanceados y solución salina al 0.9% en la ocurrencia de eventos adversos renales mayores, indicó como resultado primario menos eventos renales adversos importantes en el día 30 (combinación de mortalidad, nuevo uso de terapia de reemplazo renal y aumento del nivel de creatinina mayor 200% de la basal) en el grupo de cristaloides balanceados.
2. El ensayo: solución salina frente a Plasma-Lyte 148 (PL-148) para terapia de fluidos en UCI (SPLIT),³⁰ no indicó diferencias en las tasas de lesión renal aguda, el uso de terapia de reemplazo renal o la mortalidad.
3. El ensayo BASICS³¹ que compara bolos de líquidos con la solución equilibrada (PL-148) frente a la solución salina al 0.9% en cuidados intensivos y como resultado primario la supervivencia a los 90 días

concluye que no hubo reducción significativa de la mortalidad.

4. El resultado del ensayo aleatorizado PLUS,³² que reclutó 5,037 pacientes de 53 UCI en Australia y Nueva Zelanda, compara Plasma-Lyte 148 frente a solución salina al 0,9% sin evidencia que el riesgo de muerte o lesión renal aguda entre pacientes críticos adultos fuera menor con el uso de la solución balanceada.

A falta de evidencia de alta calidad, la elección de una solución cristaloidal puede estar condicionada por las características específicas del paciente. Es posible que se prefiera solución salina al 0,9% en pacientes con trauma, en particular en los casos con lesión cerebral traumática. Mientras en aquellos sin trauma craneoencefálico una solución tamponada puede ser la mejor opción.

Fases en la administración de fluidos.

El concepto ROSE (Figura 1)

El concepto ROSE^{8,9} consta de una fase de resucitación enfocándose en el rescate de pacientes; otra de optimización para evitar la sobrecarga de fluidos; fase de estabilización: manipulación conservadora de fluidos, soporte de órganos, mantenimiento de la homeostasis; y la de

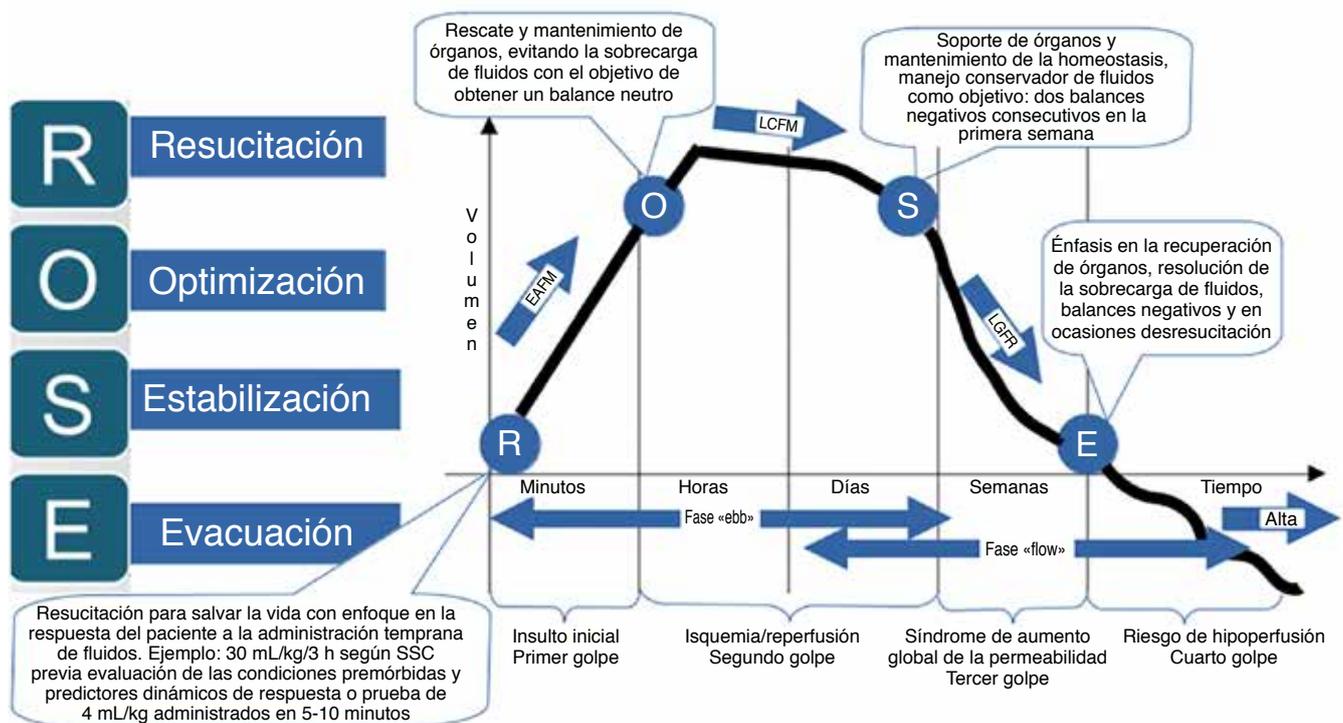


Figura 1: Fases de la gestión de fluidos.

EAFM = manejo temprano y adecuado de fluidos (Early Adequate Fluid Management). LCFM = manejo conservador tardío de fluidos (Late Conservative Fluid Management). LGFR = eliminación tardía de líquidos dirigida por objetivos (Late Goal-directed Fluid Removal).

Adaptada de: Malbrain ML, et al.⁷ Malbrain MLNG, et al.⁹

evacuación que tiene como objetivo la recuperación de órganos y resolución de la sobrecarga de líquidos.

Los cuatro golpes del choque⁹

1. Primer golpe: agresión inicial (sepsis, quemaduras, pancreatitis, trauma); el paciente entrará en la fase «ebb» del choque.
2. Segundo golpe: ocurre en cuestión de horas y se refiere a isquemia/reperfusión. La acumulación de líquidos refleja gravedad de la enfermedad, cuanto mayor sea el requerimiento mayor gravedad y probabilidad de insuficiencia orgánica (por ejemplo, insuficiencia renal aguda [IRA]).
3. Tercer golpe: síndrome de aumento global de la permeabilidad (*global increased permeability syndrome*, [GIPS]),^{8,9} un estado de balance de líquidos acumulado creciente y fallo orgánico de nueva aparición. Después del segundo golpe el paciente puede recuperarse, entrando en la fase «flow» con evacuación espontánea del exceso de líquidos administrado previamente o permanecer en un estado de «no-flow» resultado de la acumulación creciente de fluidos por fuga capilar.
4. El cuarto golpe ocurre como consecuencia de la eliminación excesiva de líquido, la hipovolemia resultante puede desencadenar deterioro hemodinámico e hipoperfusión.

Indicaciones para la fluidoterapia⁷⁻⁹

La prescripción de líquidos intravenosos puede simplificarse en las cinco R.

1. Resucitación: administración urgente para la restauración de la circulación después de una pérdida de volumen intravascular: hemorragia, pérdida de plasma o líquidos y electrolitos (por ejemplo, del tracto gastrointestinal); hipovolemia relativa (ejemplo, choque distributivo).
2. Mantenimiento de Rutina: para satisfacer las necesidades normales de líquidos o electrolitos en pacientes que no se pueden satisfacer de otro modo.
3. Reemplazo: reemplazo no urgente de líquidos perdidos de compartimentos intravasculares u otros para corregir déficits existentes o en curso.
4. Redistribución: compensación por cambios de fluido internos significativos.
5. Reevaluación: monitoreo cuidadoso para minimizar los riesgos de efectos adversos como la sobrecarga de líquido, la hipovolemia y los trastornos electrolíticos.

Resucitación

1. Sepsis. Cuando la presión capilar es baja, como en sepsis y choque séptico, los coloides sintéticos y la

albúmina no tienen ventaja sobre las infusiones cristaloides, pues todos permanecen intravasculares. Sin embargo, la capa de glucocáliz que es una estructura frágil, puede ser alterada por la inflamación sistémica y la infusión rápida de líquidos (especialmente solución salina).³³ Estas circunstancias se asocian a fuga de albúmina, aumentando el riesgo de edema tisular y GIPS.^{33,34}

Hay datos de alta calidad para orientar la elección de líquidos en pacientes con sepsis. Una revisión sistemática actualizada demostró que los cristaloides son superiores al HES con respecto a mortalidad, uso de terapia de reemplazo renal, hemoderivados y reacciones adversas.³⁵ No hay datos de alta calidad sobre otros coloides sintéticos, pero tienen los mismos efectos adversos registrados que HES; por lo tanto, deben evitarse en la sepsis.

Con respecto a la albúmina hay dos ensayos que la comparan con cristaloides en pacientes con sepsis: la evaluación de solución salina versus solución de albúmina (SAFE)²⁸ y el *Albumin Italian Outcome Sepsis* (ALBIOS).³⁴

En el análisis de subgrupos, ninguno mostró una mejora significativa en mortalidad, uso de soporte vital o duración de la estancia en UCI o en el hospital, con albúmina en comparación con solución salina.

La falta de beneficio es respaldada por una revisión sistemática actualizada que incluyó ensayos de pacientes con sepsis independientemente de la gravedad.³³

Al ser la albúmina un producto caro y limitado, es razonable evitarla en pacientes con sepsis hasta identificar subgrupos que puedan beneficiarse de su uso.

No hay estudios prospectivos que comparen diferentes volúmenes para la reanimación inicial en sepsis o choque séptico. Las recomendaciones actuales de la SSC³⁶ para los pacientes con sepsis o choque séptico sugieren:

La sepsis y el choque séptico son emergencias médicas y recomendamos que el tratamiento y la reanimación comiencen inmediatamente.

Al menos 30 mL/kg de líquido cristaloides IV deben administrarse dentro de las primeras tres horas de reanimación.

Para adultos con choque séptico recomendamos una presión arterial media (PAM) objetivo de 65 mmHg sobre objetivos mayores de PAM.

Para evitar la reanimación excesiva o insuficiente, el objetivo debe ser individualizado y la administración guiarse por una evaluación cuidadosa del estado del volumen intravascular y la perfusión, recomendándose:

*Para los adultos con sepsis o choque séptico, sugerimos el uso dinámico de medidas para guiar la reanimación con líquidos, sobre el examen físico o parámetros estáticos solos.*³⁶

Recientemente en el ensayo *Crystalloid Liberal o Vasopressores Early Resuscitation in Sepsis (CLOVERS)*,³⁷ se compararon dos estrategias para la administración de fluidos en la hipotensión inducida por sepsis refractaria a la fluidoterapia inicial definida como: presión arterial sistólica menor a 100 mmHg o PAM menor a 65 mmHg después de al menos uno a tres litros de cualquier cristaloides isotónico (Ringer lactato, solución salina al 0.9% o Plasma-Lyte) en las primeras cuatro horas. Se inscribieron 1,563 pacientes, 782 asignados al grupo de líquidos restrictivos (inicio temprano de vasopresores prefiriendo norepinefrina) y 781 al grupo de fluidoterapia liberal (infusión de 2,000 mL de cristaloides isotónico, seguida de bolos y «vasopresores de rescate»). Durante el periodo del protocolo de 24 horas se administró menos líquido intravenoso en el grupo de líquidos restrictivos (diferencia de medianas, -2,134 mL; intervalo de confianza de 95% (IC95%), -2,318 a -1,949).

El grupo de líquidos restrictivos tuvo una administración vasopresores más temprana, frecuente y de mayor duración.

La muerte por cualquier causa antes del alta domiciliaria o al día 90 del ingreso ocurrió en 109 (14.0%) pacientes en el grupo de líquidos restrictivos y en 116 (14.9%) en el otro grupo (IC95%, -4.4 a 2.6, $p = 0.61$), por lo que la estrategia restrictiva de líquidos que se usó en este ensayo no resultó en una mortalidad significativamente menor (o mayor) que la estrategia liberal aplicada. El número de eventos adversos graves informados fue similar en ambos grupos.

Trauma

En pacientes con trauma, especialmente en aquellos con lesión cerebral traumática, debe utilizarse solución salina; los cristaloides tamponados tienen concentraciones de sodio inferiores a las de solución salina y pueden empeorar el edema cerebral en la injuria cerebral traumática. Los coloides deben evitarse, particularmente la albúmina. La mejor evidencia sobre la elección de líquido en el trauma viene del análisis de subgrupos de los 1,186 pacientes con trauma en el estudio SAFE,²⁸ la albúmina aumentó a los 28 días la mortalidad en estos pacientes; un efecto que puede haber sido mediado por aumento de la presión intracraneal en aquellos con lesión cerebral traumática. Este efecto causado por la albúmina puede aplicarse a los coloides sintéticos.

Además, los coloides sintéticos afectan la coagulación y HES en comparación con solución salina aumen-

ta el uso de hemoderivados en pacientes con traumatismo cerrado^{23,24} y el sangrado en pacientes que se someten a cirugía.³⁸

El grupo europeo de trabajo multidisciplinario para el cuidado avanzado de hemorragias y coagulopatías en trauma (ABC-T)³⁹ en su quinta edición recomienda:

1. *Hipotensión permisiva con un objetivo de presión arterial sistólica de 80-90 mmHg (PAM de 50-60 mmHg) hasta que se haya detenido la hemorragia mayor en la fase inicial de un traumatismo sin lesión cerebral.*
2. *El uso de una estrategia de reposición de volumen restringida para alcanzar el objetivo hasta que se pueda controlar la hemorragia.*
3. *En los pacientes con traumatismo craneoencefálico (TCE) grave, se recomienda mantener una PAM ≥ 80 mmHg.*

El tratamiento inicial de la hipotensión inducida por un traumatismo se sustenta en el concepto de «reanimación para el control de daños (RCD)», demostrándose en varios estudios retrospectivos que las técnicas de reanimación agresivas pueden ser perjudiciales para los pacientes con traumatismos, aumentando la incidencia de síndrome compartimental abdominal (SCA),⁴⁰ laparotomía de control de daños, coagulopatía, fallo orgánico múltiple, infecciones nosocomiales, número de transfusiones de sangre, transfusiones masivas y prolongación de la estancia hospitalaria y en la UCI.³⁹⁻⁴²

Las estrategias de RCD están contraindicadas en pacientes con TCE y/o espina dorsal⁴³ porque una presión de perfusión adecuada es crucial para garantizar la oxigenación de los tejidos del sistema nervioso central lesionado.

En cuanto al tipo de cristaloides en el trauma recomienda:

1. *Fluidoterapia con soluciones cristaloides isotónicas en el paciente traumatizado y con traumatismo hemorrágico hipotenso.*
2. *Uso de soluciones electrolíticas equilibradas en pacientes sin TCE.*
3. *Evitar las soluciones hipotónicas, como el Ringer en pacientes con TCE.*
4. *Evitar el uso de coloides debido a los efectos adversos sobre la hemostasia.*

Las soluciones cristaloides hipotónicas, como el lactato de Ringer, deben evitarse en pacientes con TCE, el análisis secundario del estudio PROMMTT (*Prospective, Observational, Multicenter, Major Trauma Transfusion*)⁴⁴ reveló que el lactato de Ringer se asoció con una mayor mortalidad ajustada en comparación con la solución salina al 0.9% para estos pacientes.

Quemados

No hay ensayos de alta calidad sobre la elección de líquidos en pacientes con lesiones por quemaduras. Éstos representan una entidad específica debido a la gran fuga de fluidos y se ha utilizado tradicionalmente la solución de Ringer lactato. Tres ensayos aleatorios pequeños, dos de los cuales comparan la solución de Ringer lactato versus la albúmina^{45,46} y uno que la compara con HES⁴⁷ no apoyan el uso de coloides en pacientes con lesiones por quemaduras, aunque es baja la calidad de las pruebas y difícil ofrecer recomendaciones firmes. Estos pacientes necesitan altos volúmenes de fluidos, tienen un mayor riesgo de disnatremias y acidosis, por lo que debería evitarse la reanimación con grandes volúmenes de suero salino. Se han desarrollado varias fórmulas, siendo la de Parkland la más utilizada para optimizar el suministro de líquidos a pesar de que la reanimación inicial a menudo es inapropiada. Collis y colegas⁴⁸ revisaron la estimación del tamaño de las quemaduras y la prescripción de líquidos en más de 300 pacientes encontrando que los pacientes recibieron 150% del líquido recomendado según la estimación del tamaño de la quemadura como porcentaje del área de la superficie corporal total (TBSA por sus siglas en inglés: *Total Body Surface Area*), aumentando al 200% después de la estimación de TBSA por la unidad de combustión.

Baxter⁴⁹ identificó algunos grupos de pacientes que requerían más líquido del descrito por la fórmula de Parkland; estos grupos incluyen pacientes con lesiones por inhalación, quemaduras eléctricas y aquellos que reciben reanimación tardía. Holm, Csontos y colegas⁵⁰ han encontrado evidencia que sugiere que la fórmula de Parkland no es precisa para predecir los requerimientos de líquidos, y en su lugar sugieren otros métodos para guiar la reanimación. Un pequeño estudio comparando hipovolemia permisiva utilizando un enfoque hemodinámico con controles retrospectivos que recibieron la fórmula de Parkland⁵¹ encontró una reducción del volumen de infusión (3.2 ± 0.7 frente a 4.6 ± 0.3 mL/kg/% quemado, $p < 0.001$), un decremento en el balance de líquidos positivo (7.5 ± 5.4 frente a 12 ± 4.7 L/día, $p < 0.05$) y una disminución significativa en disfunción de múltiples órganos ($p = 0.003$) con hipovolemia permisiva.

En un estudio observacional retrospectivo⁵² que acumuló 46 pacientes ingresados en el Centro de Que-

mados de Helsinki entre 2016 y 2018 con lesiones por quemaduras $\geq 20\%$ TBSA, los pacientes se dividieron en grupos según los volúmenes de líquido infundidos. Resultados: 48% de los pacientes recibieron más de 6 mL/kg/%TBSA durante las primeras 24 horas. El 35% recibió volúmenes que excedieron el índice Ivy (250 mL/kg/día) y se asoció con un mayor SOFA, SAPS, mortalidad, necesidad de TRR y porcentaje de TBSA. Un mayor lactato y un menor exceso de base se asociaron con mayores volúmenes de líquidos. El uso de la fórmula de Parkland se asoció a sobrerreanimación en muchos de los pacientes y a un mayor volumen acumulado en las primeras 72 horas.

Mantenimiento de rutina

Los fluidos de mantenimiento se administran para cubrir los requerimientos basales diarios del paciente de agua y electrolitos: 25 a 30 mL/kg de peso corporal, 1 mmol/kg de potasio, 1 a 1.5 mmol/kg de sodio y 1.4-1.6 g/kg de glucosa para evitar la cetosis por inanición (Tabla 3).

Hay debate sobre el tipo de fluido de mantenimiento que debe usarse (isotónico o hipotónico), los estudios en adultos son escasos e indican que la administración de soluciones isotónicas dará como resultado un balance más positivo en comparación con las soluciones hipotónicas para el mantenimiento de rutina y, a pesar de su bajo contenido en sodio y potasio, los fluidos hipotónicos no se asociaron con hiponatremia o hipopotasemia.⁵³

Sobre la monitorización y predicción de la respuesta

Las diferentes necesidades de fluidos resultarían en pacientes que reciben demasiado y otros muy poco líquido, esto sugiere un enfoque individualizado para optimizar el aporte. Debido a la relación inconsistente entre el volumen sistólico y la precarga cardiaca, el CO aumenta en sólo en la mitad de aquellos pacientes con insuficiencia cardiovascular que reciben fluidos,⁹ constituyendo tratamientos con eficacia limitada, efectos nocivos significativos y elevado riesgo de sobredosis.

Numerosos parámetros hemodinámicos (PH) estáticos y dinámicos se han propuesto para guiar la fluidoterapia. Probablemente debido a los costes, exigencias técnicas, necesidad de entrenamiento y condiciones médicas requeridas para el uso e interpretación correcta de los métodos dinámicos, la práctica usual es la monitorización de parámetros hemodinámicos simples como la frecuencia cardiaca (FC), la presión arterial (PA), la presión venosa central (PVC), el índice de choque (IS) y la presión del pulso (PP) para guiar la terapia con volumen.⁷ Sin embargo, la predicción de la respuesta no se puede lograr con marcadores es-

Tabla 3: Composición de los fluidos usados para el mantenimiento de rutina.

Volumen	25 a 30 mL/kg/24 horas
Na ⁺ /K ⁺ /Cl ⁻	1 mmol/kg/24 horas
Glucosa	50-100 g

Tabla 4: Predictores dinámicos de respuesta mayormente usados, umbral y limitaciones.

Método	Umbral (%)	Limitaciones
Variaciones de presión de pulso/volumen sistólico	12	Respiración espontánea, arritmias cardíacas, volumen tidal bajo/distensibilidad pulmonar
Variaciones del diámetro de la vena cava inferior	12	Respiración espontánea, bajo volumen corriente/distensibilidad pulmonar
Variaciones del diámetro de la vena cava superior	36	Requiere realizar Doppler transesofágico. No se puede utilizar en caso de respiración espontánea, bajo volumen corriente/distensibilidad pulmonar
«Mini»-desafío de fluidos (100 mL)	6	Requiere una técnica precisa para medir el gasto cardíaco
Desafío con fluidos «convencional» (500 mL)	15	Requiere una medición directa del gasto cardíaco Induce sobrecarga de líquidos
Elevación pasiva de piernas	10	Requiere una medición directa del gasto cardíaco

Adaptada de: Bednarczyk JM,⁵⁵ Dave C,⁵⁶ Douglas IS, et al.⁵⁷ Richard JC⁵⁸.

táticos de precarga cardíaca como la presión venosa central, la presión de oclusión de la arteria pulmonar (PAOP) y sus estimaciones ecocardiográficas o las dimensiones telediastólicas del ventrículo izquierdo. Se basa en una evaluación dinámica de la relación gasto cardíaco/precarga.^{7,9}

Un metaanálisis de 14 ensayos aleatorizados antes de 2014⁵⁴ mostró que una evaluación dinámica de la capacidad de respuesta al volumen redujo la morbilidad postoperatoria (*odds ratio* 0.51, IC95% 0.34 a 0.75%; $p < 0.001$), relacionada con la disminución de las complicaciones cardiovasculares, infecciosas y abdominales. La duración de la estancia en la UCI se redujo (-0.75 días, IC95%: -1.37 a -0.12; $p = 0.02$). Dos metaanálisis posteriores encontraron resultados similares.^{55,56} Se realizaron cuatro ensayos aleatorios en pacientes con choque séptico en los que se evaluó la capacidad de respuesta al volumen como respuesta positiva a la elevación pasiva de las piernas,⁵⁵⁻⁵⁸ el objetivo principal, una reducción del balance de líquidos, se observó universalmente y en el estudio más grande, se redujo la necesidad de terapia de remplazo renal.⁵⁷

El desafío clásico con líquidos evalúa si un paciente responde, pero está inherentemente asociado con bolos de líquidos administrados a pacientes no respondedores. Las variaciones respiratorias en el volumen sistólico y sus sustitutos (presión del pulso arterial, flujo sanguíneo aórtico, velocidad máxima en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, amplitud de la señal pletismográfica) en pacientes bajo ventilación mecánica son predictores más confiables de la respuesta a los líquidos, pero no son confiables en algunas condiciones: actividad respiratoria espontánea, arritmias cardíacas, ventilación a volumen corriente bajo y baja distensibilidad pulmonar. La variación respiratoria en el diámetro de las venas cavas inferior y superior comparten las mismas limitaciones, excepto las arritmias cardíacas. La elevación pasiva de las piernas y la prueba de oclusión al final de la espiración son fiables en estas circunstancias.

La *Tabla 4* muestra los predictores dinámicos de respuesta mayormente usados, umbral y limitaciones.

CONCLUSIONES

El uso de fluidos es una de las intervenciones más comunes en medicina y ninguno de los fluidos disponibles en la actualidad puede considerarse ideal. Las complicaciones en pacientes graves son frecuentes y están asociadas a mayor mortalidad, consumo de recursos, costes y estadía en cuidados intensivos. La selección, el momento y dosis de líquidos intravenosos deben evaluarse como cualquier otro fármaco intravenoso, con el objetivo de maximizar la eficacia y minimizar toxicidad.

REFERENCIAS

- MacGillivray N. Dr Thomas Latta: the father of intravenous infusion therapy. *J Infect Prev.* 2009;10(1_suppl):S3-6. Available in: <http://dx.doi.org/10.1177/1757177409342141>
- MacGillivray N. Sir William Brooke O'Shaughnessy (1808-1889), MD, FRS, LRCS Ed: Chemical pathologist, pharmacologist and pioneer in electric telegraphy. *J Med Biogr.* 2017;25(3):186-196. Available in: <http://dx.doi.org/10.1177/0967772015596276>
- Miller DJ. Sydney Ringer; physiological saline, calcium and the contraction of the heart. *J Physiol.* 2004;555(3):585-587. Available in: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2004.060731>
- Awad S, Allison SP, Lobo DN. The history of 0.9% saline. *Clin Nutr.* 2008;27(2):179-188. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2008.01.008>
- Evans GH. The abuse of normal salt solution. *JAMA.* 1911;57:2126-2127. Available in: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1911.04260120316010>
- Finfer S, Liu B, Taylor C, Bellomo R, Billot L, Cook D, et al. Resuscitation fluid use in critically ill adults: an international cross-sectional study in 391 intensive care units. *Crit Care.* 2010;14(5):R185. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/cc9293>
- Malbrain ML, Marik PE, Witters I, Cordemans C, Kirkpatrick AW, Roberts DJ, et al. Fluid overload, dereuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2014;46(5):361-380. Available in: <http://dx.doi.org/10.5603/AIT.2014.0060>
- Dynamed.com. [cited 11 March 2023]. Available in: <https://www.dynamed.com/topics/dmp~AN~T906227>
- Malbrain MLNG, Van Regenmortel N, Saugel B, De Tavernier B, Van Gaal PJ, Joannes-Boyau O, et al. Principles of fluid management and stewardship in septic shock: it is time to consider the four D's and the four phases of fluid therapy. *Ann Intensive Care.* 2018;8(1):66. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/s13613-018-0402-x>
- Vaara ST, Korhonen AM, Kaukonen KM, Nisula S, Inkinen O, Hoppu S, et al. Fluid overload is associated with an increased risk

- for 90-day mortality in critically ill patients with renal replacement therapy: data from the prospective FINNAKI study. *Crit Care*. 2012;16(5):R197. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/cc11682>
11. Ceconi M, Hofer C, Teboul J-L, Pettila V, Wilkman E, Molnar Z, et al. Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: a global inception cohort study: a global inception cohort study. *Intensive Care Med*. 2015;41(9):1529-1537. Available in: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-015-3850-x>
 12. Aya HD, Rhodes A, Chis Ster I, Fletcher N, Grounds RM, Cecconi M. Hemodynamic effect of different doses of fluids for a fluid challenge: a quasi-randomized controlled study. *Crit Care Med*. 2017;45(2):e161-168. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/ccm.0000000000002067>
 13. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*. 2001;345(19):1368-1377. Available in: <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa010307>
 14. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med*. 2013;41(2):580-637. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31827e83af>
 15. The ProCESS Investigators. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;370(18):1683-1693. Available in: <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa1401602>
 16. Peake SL, Bailey M, Bellomo R, Cameron PA, Cross A, Delaney A, et al. Australasian resuscitation of sepsis evaluation (ARISE): A multi-centre, prospective, inception cohort study. *Resuscitation*. 2009;80(7):811-818. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.03.008>
 17. Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, Harrison DA, Sadique MZ, Grieve RD, et al. Protocolised management in sepsis (ProMiSe): a multicentre randomised controlled trial of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of early, goal-directed, protocolised resuscitation for emerging septic shock. *Health Technol Assess*. 2015;19(97):1-25, 1-150. Available in: <http://dx.doi.org/10.3310/hta19970>
 18. Kalil AC, Johnson DW, Lisco SJ, Sun J. Early goal-directed therapy for sepsis: A novel solution for discordant survival outcomes in clinical trials. *Crit Care Med*. 2017;45(4):607-614. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000002235>
 19. Marik PE, Malbrain MLNG. The SEP-1 quality mandate may be harmful: How to drown a patient with 30 mL per kg fluid! *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2017;49(5):323-328. Available in: <http://dx.doi.org/10.5603/AIT.a2017.0056>
 20. Wang Y-M, Chen Y, Zheng Y-J, Huang Y-C, Chen W-W, Ji R, et al. Low fluid intake volume during the first 24 h and persistent negative fluid balance from the second day are associated with favorable prognosis for patients with sepsis. *Exp Ther Med*. 2021;21(4):387. Available in: <http://dx.doi.org/10.3892/etm.2021.9818>
 21. Guidet B, Soni N, Della Rocca G, Kozek S, Vallet B, Annane D, et al. A balanced view of balanced solutions. *Crit Care*. 2010;14(5):325. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/cc9230>
 22. Gondos T, Marjanek Z, Ulakcsai Z, Szabó Z, Bogár L, Károlyi M, et al. Short-term effectiveness of different volume replacement therapies in postoperative hypovolaemic patients. *Eur J Anaesthesiol*. 2010;27(9):794-800. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/EJA.0b013e32833b3504>
 23. Perel P, Roberts I, Ker K. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(2):CD000567. Available in: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD000567.pub6>
 24. Annane D, Siami S, Jaber S, Martin C, Elatrous S, Declère AD, et al. Effects of fluid resuscitation with colloids vs crystalloids on mortality in critically ill patients presenting with hypovolemic shock: the CRISTAL randomized trial: The CRISTAL randomized trial. *JAMA*. 2013;310(17):1809-1817. Available in: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2013.280502>
 25. Reinhardt K, Perner A, Sprung CL, et al. Consensus statement of the ESICM task force on colloid volume therapy in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2012;38(3):368-383. Available in: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-012-2472-9>
 26. Perner A, Haase N, Wetterslev J et al. Comparing the effect of hydroxyethyl starch 130/0.4 with balanced crystalloid solution on mortality and kidney failure in patients with severe sepsis (6S--Scandinavian Starch for Severe Sepsis/Septic Shock trial): study protocol, design and rationale for a double-blinded, randomised clinical trial. *Trials*. 2011;12(1):24. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/1745-6215-12-24>
 27. Crystalloid versus Hydroxyethyl Starch Trial (CHEST) Management Committee. The Crystalloid versus Hydroxyethyl Starch Trial: protocol for a multi-centre randomised controlled trial of fluid resuscitation with 6% hydroxyethyl starch (130/0.4) compared to 0.9% sodium chloride (saline) in intensive care patients on mortality. *Intensive Care Med*. 2011;37(5):816-823. Available in: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-010-2117-9>
 28. SAFE Study Investigators, Finfer S, Bellomo R, McEvoy S, et al. Effect of baseline serum albumin concentration on outcome of resuscitation with albumin or saline in patients in intensive care units: analysis of data from the saline versus albumin fluid evaluation (SAFE) study. *BMJ*. 2006;333(7577):1044. Available in: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.38985.398704.7C>
 29. Balanced crystalloids versus saline in the intensive care unit: study protocol for a cluster-randomized, multiple-crossover trial. *Trials*. 2017;18(1):129. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/s13063-017-1871-1>
 30. Young P, Bailey M, Beasley R, Henderson S, Mackle D, McArthur C, et al. Effect of a buffered crystalloid solution vs saline on acute kidney injury among patients in the intensive care unit: the SPLIT randomized clinical trial. *JAMA*. 2015;314(16):1701-1710. Available in: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2015.12334>
 31. Zampieri FG, Machado FR, Biondi RS, Freitas FGR, Veiga VC, Figueiredo RC, et al. Effect of intravenous fluid treatment with a balanced solution vs 0.9% saline solution on mortality in critically ill patients: The BaSICS randomized clinical trial: The BaSICS randomized clinical trial. *JAMA*. 2021;326(9):818. Available in: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2021.11684>
 32. Finfer S, Micallef S, Hammond N, Navarra L, Bellomo R, Billot L, et al. Balanced multielectrolyte solution versus saline in critically ill adults. *N Engl J Med*. 2022;386(9):815-826. Available in: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa2114464>
 33. Patel A, Laffan MA, Waheed U, Brett SJ. Randomised trials of human albumin for adults with sepsis: systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of all-cause mortality. *BMJ*. 2014;349(jul22 10):g4561. Available in: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.g4561>
 34. Caironi P, Tognoni G, Masson S, Fumagalli R, Pesenti A, Romero M, et al. Albumin replacement in patients with severe sepsis or septic shock. *N Engl J Med*. 2014;370(15):1412-1421. Available in: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1305727>
 35. Haase N, Perner A, Hennings LI, Siegemund M, Lauridsen B, Wetterslev M, et al. Hydroxyethyl starch 130/0.38-0.45 versus crystalloid or albumin in patients with sepsis: systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *BMJ*. 2013;346(feb15 1):f839. Available in: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.f839>
 36. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, Machado FR. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med*. 2021;47(11):1181-1247. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/ccm.0000000000005337>
 37. National Heart Lung, and Blood Institute Prevention Early Treatment of Acute Lung Injury Clinical Trials Network, Shapiro NI, Douglas IS, Brower RG, Brown SM, Exline MC, et al. Early restrictive or liberal fluid management for sepsis-induced hypotension. *N Engl J Med*. 2023;388(6):499-510.
 38. Rasmussen KC, Johansson PI, Højskov M, Kridina I, Kistorp T, Thind P, et al. Hydroxyethyl starch reduces coagulation competence and increases blood loss during major surgery: results from a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2014;259(2):249-254. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000000267>
 39. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, Duranteau J, Filipescu D, Hunt BJ, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Crit*

- Care*. 2019;23(1):98. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-019-2347-3>
40. Madigan MC, Kemp CD, Johnson JC, Cotton BA. Secondary abdominal compartment syndrome after severe extremity injury: are early, aggressive fluid resuscitation strategies to blame? *J Trauma*. 2008;64(2):280-285. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e3181622bb6>
 41. Kasotakis G, Sideris A, Yang Y, de Moya M, Alam H, King DR, et al. Aggressive early crystalloid resuscitation adversely affects outcomes in adult blunt trauma patients: an analysis of the Glue Grant database. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(5):1215-1221; discussion 1221-1222. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e3182826e13>
 42. Joseph B, Azim A, Zangbar B, Bauman Z, O'Keeffe T, Ibraheem K, et al. Improving mortality in trauma laparotomy through the evolution of damage control resuscitation: Analysis of 1,030 consecutive trauma laparotomies. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;82(2):328-333. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001273>
 43. Berry C, Ley EJ, Bukur M, Malinoski D, Margulies DR, Mirocha J, et al. Redefining hypotension in traumatic brain injury. *Injury*. 2012;43(11):1833-1837. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2011.08.014>
 44. Rowell SE, Fair KA, Barbosa RR, Watters JM, Bulger EM, Holcomb JB, et al. The impact of pre-hospital administration of lactated ringer's solution versus normal saline in patients with traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2016;33(11):1054-1059. Available in: <http://dx.doi.org/10.1089/neu.2014.3478>
 45. Goodwin CW, Dorethy J, Lam V, Pruitt BA Jr. Randomized trial of efficacy of crystalloid and colloid resuscitation on hemodynamic response and lung water following thermal injury. *Ann Surg*. 1983;197(5):520-531. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/00006658-198305000-00004>
 46. Cooper AB, Cohn SM, Zhang HS, Hanna K, Stewart TE, Slutsky AS, et al. Five percent albumin for adult burn shock resuscitation: lack of effect on daily multiple organ dysfunction score: 5% albumin and daily mods in adult burns. *Transfusion*. 2006;46(1):80-89. Available in: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1537-2995.2005.00667.x>
 47. Béchir M, Puhan MA, Fasshauer M, Schuepbach RA, Stocker R, Neff TA. Early fluid resuscitation with hydroxyethyl starch 130/0.4 (6%) in severe burn injury: a randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Crit Care*. 2013;17(6):R299. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/cc13168>
 48. Collis N, Smith G, Fenton OM. Accuracy of burn size estimation and subsequent fluid resuscitation prior to arrival at the Yorkshire Regional Burns Unit. A three year retrospective study. *Burns*. 1999;25(4):345-351. Available in: [http://dx.doi.org/10.1016/s0305-4179\(99\)00007-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0305-4179(99)00007-8)
 49. Baxter C. Fluid volume and electrolyte changes in the early post-burn period. *Clin Plastic Surg*. 1974;17:693-703.
 50. Snell JA, Loh N-HW, Mahambrey T, Shokrollahi K. Clinical review: the critical care management of the burn patient. *Crit Care*. 2013;17(5):241. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/cc12706>
 51. Arlati S, Storti E, Pradella V, Bucci L, Vitolo A, Pulici M. Decreased fluid volume to reduce organ damage: A new approach to burn shock resuscitation? A preliminary study. *Resuscitation*. 2007;72(3):371-378. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.07.010>
 52. Lindahl L, Oksanen T, Lindford A, Varpula T. Initial fluid resuscitation guided by the Parkland formula leads to high fluid volumes in the first 72 h, increasing mortality and the risk for kidney injury. *Burns Open*. 2023;7(3):51-58. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.burnso.2023.03.006>
 53. Van Regenmortel N, De Weerd T, Van Craenenbroeck AH, Roelant E, Verbrugge W, Dams K, et al. Effect of isotonic versus hypotonic maintenance fluid therapy on urine output, fluid balance, and electrolyte homeostasis: a crossover study in fasting adult volunteers. *Br J Anaesth*. 2017;118(6):892-900. Available in: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aex118>
 54. Benes J, Giglio M, Brienza N, Michard F. The effects of goal-directed fluid therapy based on dynamic parameters on postsurgical outcome: a metaanalysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2014;18(5):584. Available in: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-014-0584-z>
 55. Bednarczyk JM. Incorporating dynamic assessment of fluid responsiveness into goal directed therapy: a systematic review and metaanalysis. *Crit Care Med*. 2017;45(9):1538-1545.
 56. Dave C. Dynamic assessment of fluid responsiveness in surgical ICU patients through stroke volume variation is associated with decreased length of stay and costs: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med*. 2020;35(1):14-23.
 57. Douglas IS, Alapat PM, Corl KA, Exline MC, Forni LG, Holder AL, et al. Fluid response evaluation in sepsis hypotension and shock: a randomized clinical trial. *Chest*. 2020;158(4):1431-1445. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.025>
 58. Richard JC. Preload dependence indices to titrate volume expansion during septic shock: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2015;19(1):5.

Correspondencia:

Aldo Miguel Agüero Milanés

E-mail: aldoagueromilanes1979@gmail.com