



<https://doi.org/10.24245/mim.v38i6.5112>

Fluidoterapia intravenosa en el paciente clínico hospitalizado

Intravenous fluid therapy in the hospitalized clinical patient.

Gustavo Inzunza-Cervantes,¹ Janaira Leticia Duarte-Quintero,¹ Miguel Omar López-Chiquete,² Jorge Arturo Blanco-Olivas,¹ Saaib Jacobo-Ochoa¹

Resumen

La fluidoterapia intravenosa es una de las prescripciones terapéuticas más comunes en pacientes clínicos hospitalizados con el objetivo de corregir o mantener el equilibrio hidroelectrolítico que garantice un adecuado gasto cardiaco, perfusión y oxigenación tisular a los diferentes órganos; durante las últimas décadas ha tenido grandes y constantes avances que hacen necesaria su frecuente revisión y análisis: de manera general las cuatro indicaciones principales para su administración son la reanimación, reemplazo, mantenimiento y deslizamiento de líquido. Previa a su administración deben conocerse las indicaciones, contraindicaciones, volumen, frecuencia y tipo de líquido a administrar, analizando ante todo la relación beneficio-riesgo y buscando restaurar lo antes posible la vía enteral. Se realizó una revisión narrativa no sistemática del tema buscando referencias en Elsevier, Pubmed, SciELO, Medline, Nature y New England Journal of Medicine publicadas entre 2010 y 2020 en idiomas inglés y español. Es evidente el avance obtenido en la fluidoterapia intravenosa desde su implementación en el reemplazo de agua y electrolitos perdidos en enfermedades diarreicas hasta el concepto de optimizar el gasto cardiaco, terapia guiada por objetivos y fases, convirtiéndose en una de las indicaciones más frecuentes en los pacientes clínicos hospitalizados; su indicación debe realizarse de forma concientizada y acorde con la situación clínica del paciente, manteniendo vigilancia estrecha mediante mediciones clínicas o uso de estudios de imagen que permitan determinar su respuesta, disminuyendo las complicaciones.

PALABRAS CLAVE: Fluidoterapia; líquidos corporales; gasto cardiaco.

Abstract

Intravenous fluid therapy is one of the most common therapeutic prescriptions in hospitalized clinical patients with the aim of correcting or maintaining the water and electrolyte balance that guarantees adequate cardiac output, perfusion and tissue oxygenation to the different organs. During the last decades it has presented great and constant advances that make it necessary to review and analyze it frequently: in general, the four main indications for its administration are resuscitation, replacement, maintenance and fluid slippage. Prior to its administration, the indications, contraindications, volume, frequency and type of liquid to be administered must be known, analyzing above all the benefit-risk relationship and seeking to restore the enteral route as soon as possible. A non-systematic narrative review of the topic was carried out, searching for references in Elsevier, Pubmed, SciELO, Medline, Nature and New England Journal of Medicine published from 2010 to 2020 in English and Spanish. The progress obtained in intravenous fluid therapy is evident from its implementation in the replacement of water and electrolytes lost in diarrheal diseases to the concept of optimizing cardiac output, therapy guided by objectives and phases, becoming one of the most frequent indications in hospitalized clinical patients; its indication must be made in a conscientious way and according to the clinical situation of the patient, maintaining close monitoring through clinical measurements or the use of imaging studies, which allow determining their response, avoiding complications.

KEYWORDS: Fluid therapy; Body fluids; Cardiac output.

¹ Servicio de Medicina Interna.

² Servicio de Anestesiología.

Hospital de Especialidades núm. 2, Centro Médico Nacional del Noroeste, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Obregón, Sonora, México.

Recibido: 17 de diciembre 2020

Aceptado: 11 de mayo 2021

Correspondencia

Gustavo Inzunza Cervantes
gusinzunza@live.com.mx

Este artículo debe citarse como:

Inzunza-Cervantes G, Duarte-Quintero JL, López-Chiquete MO, Blanco-Olivas JA, Jacobo-Ochoa S. Fluidoterapia intravenosa en el paciente clínico hospitalizado. Med Int Méx 2022; 38 (6): 1233-1243.

INTRODUCCIÓN

La fluidoterapia intravenosa es un método de tratamiento importante prescrita en la mayoría de los pacientes hospitalizados, con el objetivo de corregir o mantener el equilibrio hidroelectrolítico; en Estados Unidos se estima que cada año más de 30 millones de pacientes reciben líquidos intravenosos, en México no se cuenta con datos estadísticos claros.^{1,2}

El uso de fluidos intravenosos se basa en el principio de reponer y mantener los fluidos corporales a través de la entrega directa de líquido a los vasos sanguíneos; su objetivo es mejorar el gasto cardiaco, la perfusión y la oxigenación tisular, garantizando el adecuado funcionamiento de los órganos.^{3,4} Su prescripción y administración continúan siendo un desafío clínico, que demanda del personal de la salud conocimiento sobre la fisiología de líquidos y electrolitos corporales, conocimiento de las indicaciones, contraindicaciones, volumen, frecuencia y el tipo de líquido a administrar. Ante todo debe analizarse la relación beneficio-riesgo y administrarse solo a pacientes cuyas necesidades no puedan satisfacerse por vía oral.^{5,6}

Se realizó una revisión narrativa no sistemática mediante una búsqueda bibliohemerográfica acerca de los términos líquidos corporales, fluidoterapia intravenosa, soluciones parenterales en las bases de datos como Elsevier, Pubmed, SciELO, Medline, Nature y New England Journal of Medicine, entre otras, entre 2010 y 2020 en los idiomas inglés y español. El método de selección de artículos se basó en una minuciosa lectura de los títulos, resúmenes y textos completos de los documentos que tuvieran entre sus objetivos abordar definición de fluidoterapia, antecedentes históricos, clasificación, estrategias de prescripción, contraindicaciones, monitoreo, respuesta a su administración, fisiología de los líquidos corporales y soluciones parenterales. Asimismo,

se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos para identificar los que no se hubieran encontrado en las bases de datos consultadas.

ANTECEDENTES

La fluidoterapia intravenosa ha evolucionado desde el reemplazo de agua y electrolitos perdidos en enfermedades diarreicas hasta el concepto de optimizar el gasto cardiaco; tiene su origen en la búsqueda de la humanidad para derrotar la pandemia del cólera.¹

La primera descripción publicada de la reanimación con líquidos intravenosos se le atribuye a William B O'Shaughnessy, en 1831, quien después del análisis de heces y sangre de pacientes con cólera documentó la pérdida de grandes cantidades de agua, sodio, cloruro y bicarbonato, planteando reponer exactamente lo que se perdió del intestino directamente en las venas, hipótesis que lo llevó a experimentos con solución salina en perros.⁷ Posteriormente, en 1832, Thomas Latta durante la pandemia del cólera se inspiró en este principio administrando infusiones de una solución casera a pacientes con cólera. Al mismo tiempo, en 1832, Robert Lewins describió los efectos de la administración intravenosa de una solución salina alcalinizada en el tratamiento de pacientes durante la pandemia de cólera.⁸

CLASIFICACIÓN DE LA FLUIDOTERAPIA INTRAVENOSA

Existen cuatro indicaciones principales para la administración de líquidos por vía intravenosa: reanimación, reemplazo, mantenimiento y deslización de líquido.⁹

La fluidoterapia de reanimación consiste en la administración de líquido para el manejo inmediato de afecciones potencialmente mortales por un déficit de volumen intravascular o hipovolemia aguda; su objetivo es restaurar el



volumen circulante y aumentar el gasto cardiaco, restaurando así la perfusión tisular y el suministro de oxígeno.^{9,10} La fluidoterapia de reemplazo corrige los déficits existentes o pérdidas anormales continuas o líquido de distribución anormal que no pueden compensarse únicamente con la ingesta oral.^{6,9} La fluidoterapia de mantenimiento está indicada en pacientes hemodinámicamente estables para mantener un equilibrio de líquidos uniforme o estable cubriendo las necesidades diarias de agua y electrolitos.⁹ Prescripción inicial: 25-30 mL/kg al día de agua y aproximadamente 1 mmol/kg al día de potasio, sodio y cloruro y de 50-100 g al día de glucosa para limitar la inanición cetosis.^{6,11} La fluidoterapia de deslizamiento de líquido es la administración de fluidos como diluyentes de fármacos o para preservar la permeabilidad del catéter.^{6,9}

FLUIDOS CORPORALES

Los seres humanos son principalmente agua, este porcentaje de peso corporal atribuido al agua se denomina agua corporal total, que representa cerca del 60% del peso total de un adulto y aproximadamente el 45-55% del peso total de un anciano, distribuyéndose en dos compartimientos mayores, delimitados por las membranas celulares, líquido extracelular correspondiente a una tercera parte y líquido intracelular correspondiente a dos terceras partes. El líquido extracelular, además, se subdivide por medio de una pared capilar en el líquido intersticial y en el líquido intravascular o plasma.¹²

Los líquidos corporales se mantienen en balance fluctuando en menos del 1% como resultado del equilibrio entre los líquidos recibidos y perdidos; el agua ingresa al cuerpo a través de dos fuentes: la exógena, mediante el contenido de agua de los alimentos y el agua consumida en forma líquida, y la endógena, donde el agua se produce durante la oxidación de los alimentos. Los egresos o pérdidas de agua se dan por pérdidas

sensibles, como uresis y excretas, e insensibles (pérdidas no visibles de agua generadas por el pulmón y la piel).¹³

Dinámica de fluidos corporales

El intercambio de líquidos a nivel intracelular está dado por diferencias osmóticas y a nivel extracelular el intercambio de líquidos entre los espacios intersticial y en el líquido intravascular está determinado por la diferencia de presión hidrostática (fuerza que ejerce un fluido contra una pared) y la diferencia de presión coloidosmótica entre el plasma y el espacio del subglicocálix endotelial; este principio se basa en el modelo de Frank Starling modificado.¹⁴⁻¹⁷ **Figura 1**

SOLUCIONES INTRAVENOSAS

Los líquidos intravenosos utilizados en la práctica clínica se dividen en cristaloides, coloides

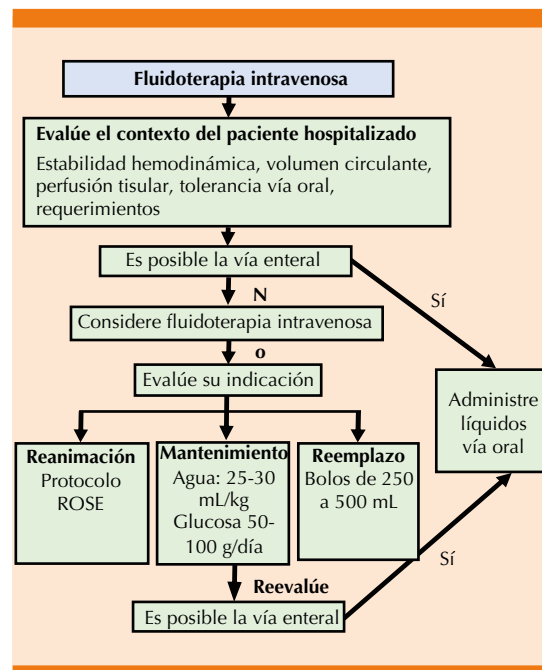


Figura 1. Propuesta de algoritmo de fluidoterapia en el paciente hospitalizado.

y productos sanguíneos. Su selección y uso se basan en principios fisiológicos relacionados con los componentes del líquido, preferencias y costumbres locales, la disponibilidad, el costo y siguiendo las cuatro D: tipo de fármaco, dosificación, duración y desescalada.¹⁸ **Figuras 2 y 3**

Las soluciones intravenosas cristaloides se clasifican comparando su tonicidad con respecto a la del plasma. Las soluciones hipotónicas (de tonicidad menor a la del plasma) dan como resultado un aumento de las dosis acumulativas de sodio y agua con el tiempo, asociándose con la aparición de edema intersticial, disfunción orgánica y acidosis metabólica hiperclorémica.⁸ Las soluciones isotónicas (de tonicidad igual a la del plasma) se mantienen en el líquido extracelular, teóricamente una cuarta parte de la solución se distribuye en el espacio intravascular y el resto en el espacio intersticial; la solución cristaloides es la más utilizada en todo el mundo.¹⁹ Las soluciones hipertónicas (de tonicidad mayor a la del plasma) incrementan la presión osmótica del plasma y provocan el paso del líquido intracelular al líquido extracelular.¹⁹

Las soluciones coloides se componen de partículas de alto peso molecular que no atraviesan las membranas capilares, permaneciendo y manteniendo el agua en el espacio intravascular.²⁰ Existen coloides naturales, como la albúmina o dextranos, y artificiales, como manitol, almidón o derivados de la gelatina; la albúmina es la solución coloidal de referencia; sin embargo, es de uso limitado por su alto costo e incremento de la mortalidad en pacientes con lesión cerebral traumática grave.⁸

LAS CUATRO FASES DE LA FLUIDOTERAPIA DE REANIMACIÓN. MODELO CONCEPTUAL DE ROSE

El modelo conceptual de ROSE (reanimación, optimización, estabilización, evacuación) iden-

tifica cuatro fases sucesivas para la fluidoterapia, otorgando un enfoque dinámico que maximiza los beneficios y minimiza los daños.²¹ La fase de reanimación ocurre entre la hora 0 y la hora 24; su objetivo inmediato es restaurar la perfusión tisular y el volumen intravascular, mediante la administración de líquidos en bolos de 20 a 30 mL/kg.^{22,23} La fase de optimización típicamente ocurre entre 24 y 72 horas, su objetivo es mantener el volumen intravascular restaurado buscando optimizar la función cardíaca, mejorar la perfusión y disminuir el riesgo de disfunción orgánica; durante esta fase suelen administrarse volúmenes más pequeños de líquido de reanimación de 5 a 15 mL/kg.^{14,22,23} La fase de estabilización normalmente se produce entre 72 y 96 horas, existe estabilidad hemodinámica, pero aún puede requerirse apoyo hemodinámico; un desafío de fluidos puede ser de utilidad para restringir la administración de líquidos.^{22,23} La fase de reanimación o escalada ocurre después de 96 horas, existe estabilidad hemodinámica y perfusión tisular; las intervenciones están dirigidas a la eliminación de líquidos, logrando un equilibrio de líquidos negativo para el día 3; mantener el equilibrio de líquidos acumulativo en el día 7 lo más bajo posible restaura la función hemodinámica intrínseca.^{22,23} En este sentido existen dos estrategias: una pasiva en la que se espera de forma espontánea equilibrio negativo de fluidos y una activa que conlleva la administración de diuréticos, soluciones coloides o terapias de soporte renal con base en la situación clínica del paciente.^{8,24}

Figuras 4 y 5

OBJETIVOS DE LA FLUIDOTERAPIA INTRAVENOSA

El objetivo de la administración de fluidos es reponer los fluidos corporales a través de la entrega directa a los vasos sanguíneos mejorando y manteniendo un adecuado gasto cardíaco, perfusión y oxigenación tisular en busca de una

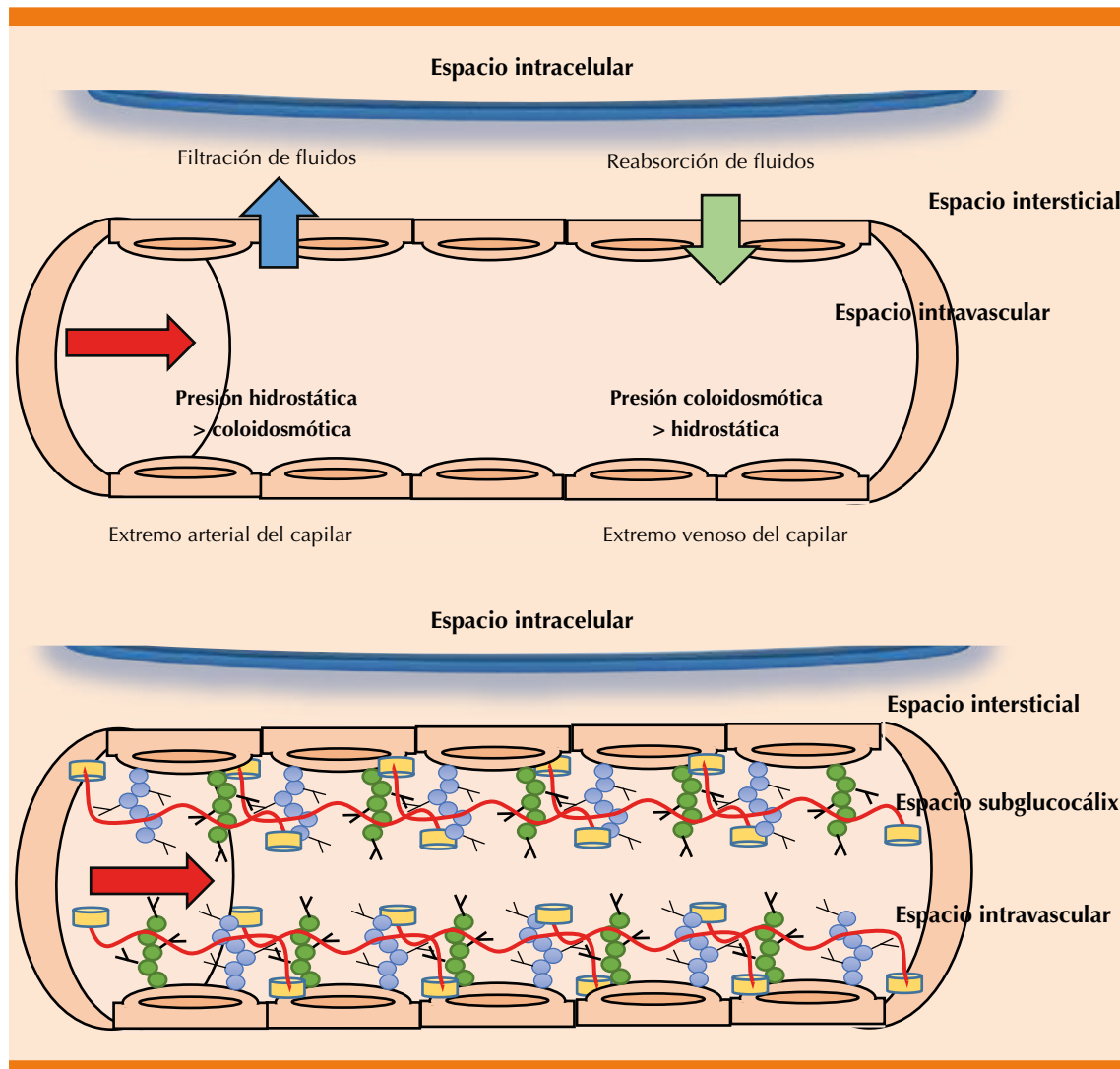


Figura 2. Modelos de movimiento de los fluidos entre espacio intra y extracelular. Modelo de Frank Starling: explica el movimiento de los fluidos entre el espacio intra y extracelular basado en dos fuerzas: presión hidrostática y presión coloidosmótica, donde el líquido se filtra en el extremo arterial de los capilares y se absorbe en el extremo venoso. Modelo de Frank Starling revisado o *cruce-break*, describe que el intercambio de líquidos entre los espacios intersticial y en el líquido intravascular está determinado por la diferencia de presión hidrostática y la diferencia de presión coloidosmótica entre el plasma y el espacio subglucocálix endotelial siendo dinámicas durante todo el capilar tanto en el extremo venoso como arterial y cambian según el flujo de la matriz líquida, ya que si aumenta el contenido líquido en el subglucocálix se diluye la concentración de proteínas en este espacio, lo que favorece la filtración y lo contrario permite la absorción.^{15,17}

optimización hemodinámica, lo que clínicamente se evidencia con un adecuado llenado capilar, adecuada turgencia de la piel, mejoría del estado

de conciencia o con estudios de laboratorio. De manera general se busca estabilizar la presión arterial media a más de 65 mmHg, diuresis ma-

yor de 0.5 mL/kg/hora, alivio de la taquicardia, descenso de lactato y aumento de la saturación venosa central de O₂ mayor del 70%.²⁵

RESPUESTA A FLUIDOTERAPIA

Se han desarrollado algunas pruebas predictoras que evalúan la capacidad de respuesta de los fluidos mediante parámetros clínicos o ecográficos, antes de decidir realizar la expansión de volumen, lo que permite identificar la dependencia de precarga y con ello las situaciones en la que la expansión de volumen tiene un efecto benéfico o no.^{26,27} Las dos técnicas sugeridas para determinar la capacidad de respuesta del

fluidos son la maniobra de elevación pasiva de la pierna y el desafío de fluidos.²⁸

La maniobra de elevación pasiva de la pierna es una prueba de desafío de precarga interna reversible de alrededor de 300 mL de sangre, generada después de levantar de forma pasiva las piernas a 45 grados durante al menos un minuto; durante su realización se miden ciertos parámetros dinámicos por ecografía.^{29,30} El desafío de fluidos evalúa el estado del volumen intravascular, considerándose el patrón de referencia para el diagnóstico de la respuesta a los fluidos; consiste en la administración de un pequeño bolo de líquido intravenoso durante un corto periodo para evaluar si existe dependencia de la precarga con base en la respuesta hemodinámica y la capacidad de respuesta a los fluidos; detecta de forma fiable a los pacientes respondedores y no respondedores de líquidos.^{26,31} De manera óptima, hay cuatro elementos predefinidos para un desafío de fluidos, que pueden encapsularse en el nemotécnico de TROL: tipo de fluido (T), velocidad de administración de fluido (R), objetivo (O) y límites (L).⁵

Su realización puede ser por un desafío de fluidos clásico que consiste en la administración de 300 a 500 mL de líquido durante 30 minutos, o por un desafío de minifluidos basado en que un pequeño volumen de líquido puede aumentar significativamente la precarga cardiaca y que este aumento de la precarga es suficiente para probar la dependencia de la precarga, sensibilidad y especificidad del 95 y 78%; puede realizarse con 50 a 150 mL o calcularse a una dosis de 4 mL/kg de peso de coloides y cristaloideos durante 10 minutos.^{32,33}

Estas pruebas de llenado vascular deberán realizarse en un contexto clínico y evaluando variables estáticas y dinámicas. Las variables estáticas de precarga-dependencia se basan en una única observación en el tiempo³⁴ y aunque

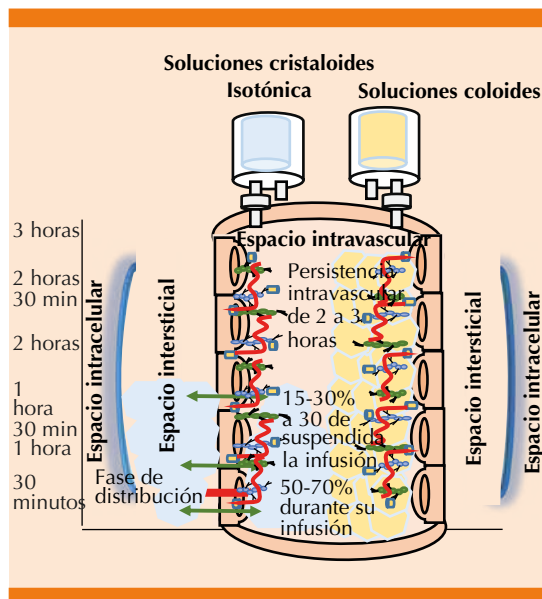


Figura 3. Cinética de las soluciones de infusión, distribución y eliminación de las diferentes soluciones intravenosas. Las soluciones cristaloideas al administrarse se distribuyen lentamente en el espacio intersticial (fase de distribución) requiriendo 25 a 30 minutos, con una vida media intravascular de 8 minutos, su eficiencia (proporción de líquido infundido retenido intravascularmente) es del 50 al 75% mientras continúa la infusión, disminuyendo al 20% a los 30 minutos de suspender la infusión; las soluciones coloides no tienen fase de distribución, su vida media intravascular es de 2 a 3 horas.

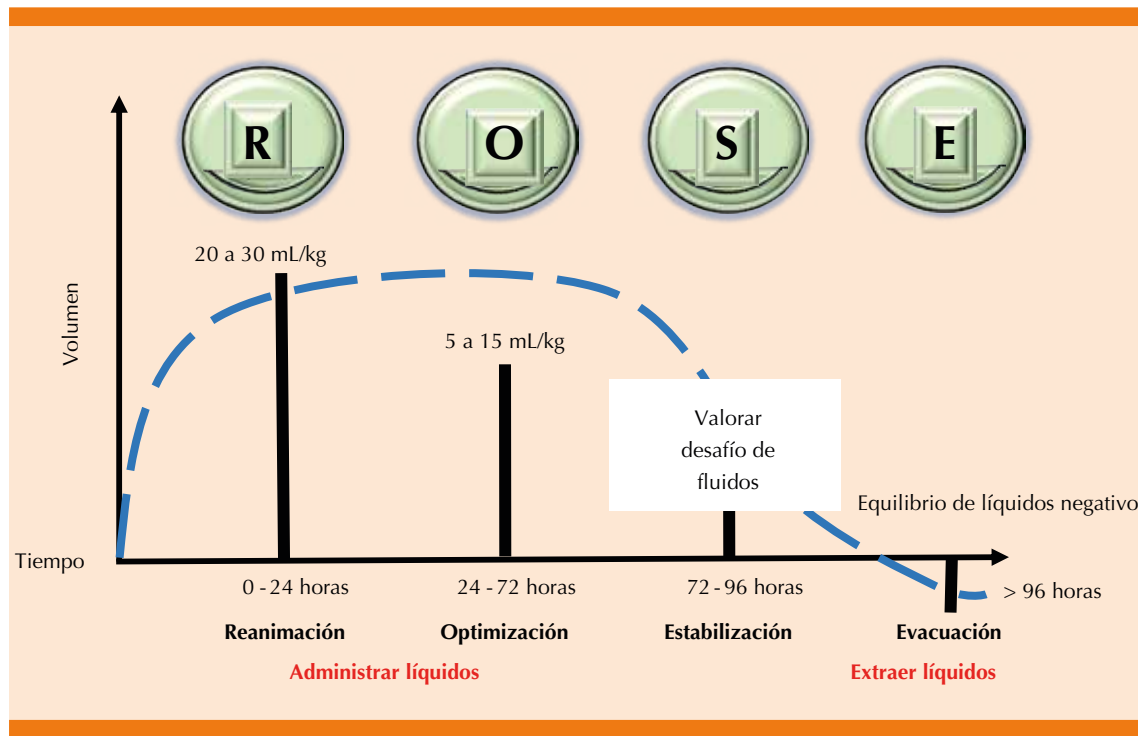


Figura 4. El modelo conceptual de ROSE (reanimación, optimización, estabilización, evacuación) resume con precisión un enfoque dinámico de la fluidoterapia, maximizando los beneficios y minimizando los daños.

los signos clínicos, como hipotensión, taquicardia, presión de pulso estrecha, perfusión cutánea deficiente, tiempo de llenado capilar, diferencia venoarterial de CO_2 menor de 6 mmHg, producción de orina o concentración de lactato en sangre y presión venosa central, pueden ser útiles para identificar una perfusión inadecuada, solas o en combinación, no son sensibles ni específicas para la respuesta a los líquidos.^{5,26,28}

Cuadro 1

Las variables dinámicas de precarga-dependencia reflejan la variación en la precarga inducida por la interacción corazón-pulmón observada espontáneamente o inducida por pruebas específicas.^{26,34} Entre los principales índices por ecocardiografía están el índice cardiaco, la variabilidad del volumen sistólico (VVS), la

variabilidad de la presión de pulso (VPP) y la variabilidad de tiempo de velocidad subaórtico (VTI).³⁵ **Cuadro 1**

En términos fisiológicos, la respuesta a los líquidos significa que el gasto cardíaco depende de la precarga cardíaca y, por tanto, existe un potencial beneficio al administrar líquidos intravenosos “respondedores”.³⁵

Debe considerarse la interrupción del desafío de fluidos si se alcanzan los límites de seguridad o los objetivos hemodinámicos en particular para evitar la sobrecarga de líquidos. Pueden utilizarse límites clínicos y estáticos adicionales, como de presión venosa central de 15 mmHg, distensión de la vena yugular o presión arterial media mayor de 75 mmHg.²⁶

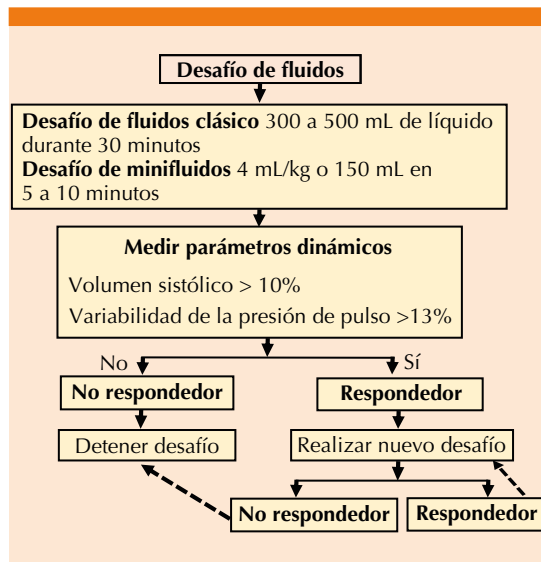


Figura 5. Algoritmo del desafío de fluidos como prueba predictora para evaluar la capacidad de respuesta a la administración de líquidos intravenosos. Se muestra el desafío de fluidos clásico y minifluidos con posterior medición de variables dinámicas de precarga-dependencia para predecir si un paciente es respondedor a líquidos.

EVALUACIÓN DE FLUIDOTERAPIA INTRAVENOSA

Todos los pacientes que reciben líquidos por vía intravenosa necesitan vigilancia a través de evaluaciones diarias del estado clínico, valores de laboratorio (urea, creatinina y electrolitos), balance de líquidos y, de estar disponible, evaluación del estado de hidratación por ecografía, junto a la medición del peso dos veces por semana.⁶

El equilibrio de líquidos es el resultado de comparar el volumen de líquidos recibidos como perdidos, enmarcado en un periodo determinado, reconociéndose equilibrio parcial y equilibrio de líquidos acumulado.³⁶ El análisis de impedancia bioeléctrica es un método comúnmente utilizado para estimar la composición corporal, detectando específicamente la hidratación de los tejidos blandos con un error de medición del 2 al 3%.³⁶ La ecografía torácica es una herramienta que evalúa la sobrehidratación

Cuadro 1. Variables estáticas y dinámicas medidas durante las pruebas de precarga-dependencia

| Variables | Parámetro-valor |
|-----------|--|
| Estáticas | Presión sistólica menor de 90 mmHg |
| | Oliguria menor de 0.5 mL/kg/h |
| | Frecuencia cardiaca mayor de 100 latidos por minuto |
| | Presión venosa central menor de 15 mmHg |
| | Lactato sérico mayor de 2 mmol/L |
| Dinámicas | Saturación central venosa de O ₂ menor del 70% |
| | Variabilidad de pulso sistólico mayor del 10% |
| | Variabilidad del volumen sistólico mayor del 10% |
| | Variabilidad de la presión de pulso mayor del 13% |
| | Variabilidad del diámetro de la vena cava inferior mayor del 12% |
| | Gasto cardiaco mayor del 10% |

Variables utilizadas para valorar la respuesta a la fluidoterapia intravenosa, a través de la maniobra de elevación pasiva de la pierna y el desafío de fluidos.



detectando en tiempo real el aumento de agua pulmonar extravascular, así como la respuesta a la eliminación excesiva de líquidos; los signos ecográficos son los artefactos llamados líneas B (imágenes de cola de cometa).^{36,37,38} La ecografía del diámetro de la vena cava inferior (VCI) es una medición utilizada para evaluar el estado del volumen corporal, el diámetro normal de la vena cava inferior es de 1.5 a 2.5 cm (medido a 3 cm de la aurícula derecha); se considera depleción de volumen con un diámetro de la vena cava inferior menor a 1.5 cm, mientras que un diámetro de la VCI mayor de 2.5 cm es indicativo de sobrecarga de volumen.³⁶

EFFECTOS ADVERSOS Y COMPLICACIONES

La sobrehidratación es la principal complicación de la fluidoterapia, se define como el aumento del peso corporal superior al 10%.^{3,36} Pueden utilizarse dos enfoques complementarios en la prevención y el tratamiento de la sobrecarga de líquidos: por un lado, la administración restrictiva de líquidos y, por el otro, la eliminación activa del líquido acumulado (administración de diurético, soluciones hiperosmolares). Otras complicaciones por considerar durante la fluidoterapia son los trastornos electrolíticos y del equilibrio ácido-base, anafilaxia y el edema cerebral.²⁷

CONCLUSIONES

La fluidoterapia intravenosa es una de las prescripciones terapéuticas más comunes en pacientes hospitalizados, sus indicaciones principales son la reanimación, reemplazo, mantenimiento y deslizamiento de líquido; su aplicación requiere comprender diversos aspectos y conceptos que permitan su indicación racional con base en objetivos y límites determinados para evitar efectos adversos y complicaciones como la sobrehidratación y trastornos electrolíticos y del equilibrio ácido-base,

manteniéndose el tiempo mínimo necesario, utilizando siempre, de ser posible, la vía enteral.

A pesar de los grandes avances, no existe una solución ideal, por lo que su elección, la cantidad a infundir y la velocidad de infusión estarán determinadas por la indicación de la fluidoterapia y las prioridades del paciente con base en su situación clínica, buscando ante todo administrar líquidos de forma concientizada, manteniendo una vigilancia estrecha mediante mediciones clínicas o estudios de imagen; de ser posible, y en busca de disminuir las complicaciones asociadas con su utilización, deben hacerse pruebas que permitan determinar la respuesta a la fluidoterapia, como los desafíos de fluidos. Es evidente el avance obtenido en la fluidoterapia intravenosa desde su implementación en el reemplazo de agua y electrolitos perdidos en enfermedades diarreicas hasta el concepto de optimizar el gasto cardiaco, terapia guiada por objetivos y fases, convirtiéndose en una de las indicaciones más frecuentes en los pacientes hospitalizados.

REFERENCIAS

1. Latta T. The first use of intravenous saline for the treatment of disease: Letter from Thomas Latta submitted to the Central Board of Health, London and published in *The Lancet*, 1832. Preface by Jane Ferrie. *Int J Epidemiol* 2013; 42 (2): 387-90. <https://doi.org/10.1093/ije/dyt045>.
2. Moritz M, Ayus J. Maintenance intravenous fluids in acutely ill patients. *N Engl J Med* 2015; 373 (14): 1350-60. DOI: 10.1056/NEJMra1412877.
3. Aguilar FG. Manejo de fluidos intravenosos. *Med crít* 2018; 32 (2): 100-7.
4. Finfer S, Myburgh J, Bellomo R. Intravenous fluid therapy in critically ill adults. *Nature Rev Nephrol* 2018; 14 (9): 541-57. <https://doi.org/10.1038/s41581-018-0044-0>.
5. Vincent JL. "Let's give some fluid and see what happens" versus the "Mini-fluid challenge". *Anesthesiology* 2011; 115 (3): 455-6. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318229a521>.
6. Padhi S, Bullock I, Li L, Stroud M. Intravenous fluid therapy for adults in hospital: summary of NICE guidance. *BMJ* 2013; 347: f7073-f7073. doi: 10.1136/bmj.f7073.
7. Kellum JA. Abnormal saline and the history of intravenous fluids. *Nature Reviews Nephrology* 2018; 14 (6): 358-60. <https://doi.org/10.1038/s41581-018-0008-4>.

8. Myburgh JA, Mythen MG. Resuscitation fluids. *N Engl J Med* 2013; 369 (13): 1243-51. doi: 10.1056/NEJMra1208627.
9. Malbrain MLNG, Langer T, Annane D, Gattinoni L, Elbers P, Hahn RG, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care* 2020; 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00679-3>.
10. Hoste E, Maitland K, Brudney C, Mehta R, Vincent J, Yates D, et al. Four phases of intravenous fluid therapy: A conceptual model. *Br J Anaesth* 2014; 113 (5): 740-7. doi: 10.1093/bja/aeu300.
11. Leonardo-Pazarín CAAC. Terapia hídrica en el paciente hospitalizado. *Med Hosp* 2013; 1 (4): 82-86.
12. Chaverri-Fernández J, Díaz-Madriz J. Generalidades sobre fluidoterapia y desórdenes electrolíticos, enfoque en la farmacia hospitalaria: Primera Parte. *Pharmaceutical Care La Farmacoterapia* 2012; 1 (2): 28-39.
13. Bhawe G, Neilson E. Body fluid dynamics: Back to the future. *J Am Soc Nephrol* 2011; 22 (12): 2166-81. doi: 10.1681/ASN.2011080865.
14. Pérez-Calatayud A. Actualidades en resucitación hídrica. *Anestesia México* 2018; 30 (2): 10-1.
15. Sánchez-Tamayo M, Sánchez-Martín ML, García-Real E, Garcés-Tamayo MC. Essential aspects during the resuscitation of intravascular volume in polytraumatized patients. *Medwave* 2020; 20 (03): e7879-e7879. doi: 10.5867/medwave.2020.03.7879.
16. Carrillo-Esper R, et al. Glicocálix. Una estructura a considerar en el enfermo grave. *Med. crít. (Col Mex Med Crít)* 2016; 30 (2): 130-6.
17. Woodcock T, Woodcock T. Revised Starling equation and the glycolyx model of transvascular fluid exchange: An improved paradigm for prescribing intravenous fluid therapy. *Br J Anaesth* 2012; 108 (3): 384-94. doi: 10.1093/bja/aer515.
18. Aboal J. Reposición de volumen: ¿cristaloides o coloides? *Rev Esp Cardiol* 2015; 15 (D): 15-9.
19. Myburgh J. Fluid resuscitation in acute medicine: What is the current situation? *J Intern Med* 2015; 277 (1): 58-68. doi: 10.1111/joim.12326.
20. Moya L, Calderon J. Soluciones cristaloides y coloides. *Rev Act Clín* 2013; 40: 2119-23.
21. Vignon P, Evrard B, Asfar P, Busana M, Calfee C, Coppola S, et al. Fluid administration and monitoring in ARDS: which management? *Intensive Care Medicine* 2020; 46: (12): 2252-2264. doi: 10.1007/s00134-020-06310-0.
22. Ogbu O, Murphy D, Martin G. How to avoid fluid overload. *Curr Opin Crit Care* 2015; 21 (4): 315-21. doi: 10.1097/MCC.000000000000211.
23. Carrillo-Esper R, Díaz Ponce-Medrano J, Aguilar-Montiel M, Rendón-Jaramillo L, Sánchez-Jurado J, Roldán-Rodríguez E, et al. Efectos de la sobrecarga hídrica y electrolítica en el perioperatorio. *Rev Mex Anestesiología* 2017; 40 (1): 47-53.
24. Lombi F, Young P, Trimarchi H. Des-resucitación en la sobrecarga de fluidos asociada a la lesión renal aguda. *Medicina (Buenos Aires)* 2020; 80 (2): 150-6.
25. Licker M, Triponez F, Ellenberger C, Karenovics W. Less fluids and a more physiological approach. *Turk J Anaesthesiol Reanim* 2016; 44 (5): 230-2. doi: 10.5152/TJAR.2016.007.
26. Monnet X, Teboul J. Prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients. *Ann Transl Med* 2020; 8 (12): 790. doi: 10.21037/atm-2020-hdm-18.
27. Silversides J, Perner A, Malbrain M. Liberal versus restrictive fluid therapy in critically ill patients. *Intensive Care Medicine* 2019; 45 (10): 1440-2. doi: 10.1007/s00134-019-05713-y.
28. Marik P. Fluid responsiveness and the six guiding principles of fluid resuscitation. *Crit Care Med* 2016; 44 (10): 1920-2. doi: 10.1097/CCM.0000000000001483.
29. Monnet X, Marik P, Teboul J. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann Intensive Care* 2016; 6 (1): 1-11. doi: 10.1186/s13613-016-0216-7.
30. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavía A. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Medicina Intensiva* 2012; 36 (1): 45-55. doi:10.1016/j.medin.2011.04.005.
31. Aya H, Ster I, Fletcher N, Grounds R, Rhodes A, Cecconi M. Pharmacodynamic analysis of a fluid challenge. *Crit Care Med* 2016; 44 (5): 880-91. doi: 10.1097/CCM.0000000000001517.
32. Aya H, 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): e161-8. doi: 10.1097/CCM.0000000000002067.
33. Joosten A, Delaporte A, Van der Linden P, Rinehart J, Hipszer B. Immediate haemodynamic impact response to a mini-fluid challenge is independent of fluid type: A post-hoc analysis of a randomised double blinded controlled trial. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019; 38 (6): 669-70. doi: 10.1016/j.accpm.2018.10.017.
34. Gan H, Cannesson M, Chandler J, Ansermino J. Predicting fluid responsiveness in children: A systematic review. *Anesth Analg* 2013; 117 (6): 1380-92. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182a9557e.
35. Muller L, Toumi M, Bousquet P, Riu-Poulenc B, Louart G, Candela D, et al. An increase in aortic blood flow after an infusion of 100 ml colloid over 1 minute can predict fluid responsiveness: The mini-fluid challenge study. *Anesthesiology* 2011; 115 (3): 541-7. doi: 10.1097/ALN.0b013e318229a500.
36. Claude-Del Granado R, Mehta RL. Fluid overload in the ICU: evaluation and management. *BMC Nephrology* 2016; 17 (1): 109. <https://doi.org/10.1186/s12882-016-0323-6>.
37. Rusu D, Siropol I, Grigoras I, Blaj M, Ciunghele A, Siropol D, et al. Lung ultrasound guided fluid management protocol for the critically ill patient: Study protocol for a multi-centre



randomized controlled trial. *Trials* 2019; 20 (1): 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3345-0>.

38. Mohamed M, Malewicz N, Zehry H, Monim Hussain D, Barouh J, Cañado AV, et al. Fluid administration in emer-

gency room limited by lung ultrasound in patients with sepsis: Protocol for a prospective phase ii multicenter randomized controlled trial. *JMIR Res Protoc* 2020; 9 (8): 1-12. doi: 10.2196/15997.

AVISO PARA LOS AUTORES

Medicina Interna de México tiene una nueva plataforma de gestión para envío de artículos. En: www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login podrá inscribirse en nuestra base de datos administrada por el sistema *Open Journal Systems* (OJS) que ofrece las siguientes ventajas para los autores:

- Subir sus artículos directamente al sistema.
- Conocer, en cualquier momento, el estado de los artículos enviados, es decir, si ya fueron asignados a un revisor, aceptados con o sin cambios, o rechazados.
- Participar en el proceso editorial corrigiendo y modificando sus artículos hasta su aceptación final.