

APORTE DE FLUIDOS EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO HOSPITALIZADO.

RESUMEN

El aporte de fluidos constituye un elemento central en la atención del paciente pediátrico hospitalizado, existiendo aún controversias acerca de cuál es la composición óptima, la dosis adecuada y la mejor estrategia para administrar los mismos. El propósito de este artículo de actualización es brindar al médico que se desempeña en las diferentes áreas de la internación pediátrica, conceptos y enfoques terapéuticos que lo ayuden en la asistencia de los pacientes que por diversos motivos requieren la administración de fluidos endovenosos. La recomendación de utilizar cristaloides en la reanimación es casi uniforme. Se observa una clara tendencia al uso de soluciones isotónicas balanceadas para la reposición del déficit previo y el aporte de fluidos de mantenimiento. En relación a la dosis y a la estrategia, es generalizada la recomendación de un enfoque más restrictivo en el aporte de volumen, aún en los pacientes con shock, donde es necesario lograr un balance entre una resucitación efectiva y el riesgo de sobrecarga de fluidos. Respecto a la administración de albúmina al 20% en el paciente crítico con hipoalbuminemia, la evidencia existente es escasa y no permite formular recomendaciones. Sin embargo, es frecuente su uso en la práctica asistencial.

PALABRAS CLAVES:

fluidoterapia intravenosa en niños, sobrecarga de fluidos, reanimación con fluidos, fluidos de mantenimiento, fluidos balanceados.

ABSTRACT

Intravenous fluids administration is a central element in the care of hospitalized pediatric patients, and there are still controversies about what is the optimal composition, the appropriate dose, and the best strategy for their administration. The purpose of this narrative review is to provide the physicians

AUTOR:

MAGLIANO, J.P.

Servicio de Terapia Intensiva Pediátrica. Nueva Clínica del Niño de La Plata
Residencia de Clínica Pediátrica. Nueva Clínica del Niño de La Plata

Correspondencia:

JUAN P. ALCONADA MAGLIANO
jpam63@hotmail.com

El autor no presenta conflicto de intereses.

who works in the different areas of pediatric hospitalization, concepts and therapeutic approaches that help them in the care of patients who for diverse reasons require administration of intravenous fluids. The recommendation to use crystalloids in resuscitation is almost uniform. There is a clear trend towards the use of balanced isotonic solutions to replace the previous deficit and the supply of maintenance fluids. In relation to the dose and strategy, the recommendation of a more restrictive approach in volume administration is generalized, even in patients with shock, where it is necessary to strike a balance between effective resuscitation and the risk of fluid overload. Regarding the administration of 20% albumin in critically ill patients with hypoalbuminemia, the existing evidence is scarce and does not allow recommendations to be formulated. However, it is frequently used in healthcare practice.

KEYWORDS

intravenous fluid therapy in children, fluid overload, fluid resuscitation, maintenance fluids, balanced fluid.

INTRODUCCIÓN

El aporte de fluidos constituye un elemento central en la atención del paciente pediátrico hospitalizado siendo imprescindible un adecuado conocimiento de los cambios fisiológicos y de los requerimientos de los mismos a través de las diferentes edades¹⁻⁵. La administración de fluidos debe ser equiparada a la administración de un fármaco, siendo necesario establecer cuál es el fluido para administrar, lo que implica conocer su composición, su farmacocinética y su farmacodinamia, la dosificación a utilizar en función de la situación clínica, el tiempo durante el cual se va a administrar, y si corresponde, cuando se va a disminuir la dosis del mismo⁵⁻⁷. En el contexto de la internación pediátrica las situaciones en que el médico debe utilizar fluidos endovenosos son muy variadas, van desde la simple indicación de un plan de mantenimiento para un niño que se ayuna para una cirugía programada de bajo riesgo, hasta la resucitación con volumen en el shock séptico y la administración de fluidos de mantenimiento en pacientes con fallo multiorgánico, pasando por diversas situaciones intermedias¹⁻⁵. En la medida que el paciente se agrava, ya no alcanza con conocer la fisiología y los requerimientos para la edad, es también imprescindible conocer la fisiopatología de procesos mórbidos tales como, por ejemplo, la inflamación sistémica y el incremento de la permeabilidad capilar, la disfunción de la microcirculación en la sepsis y las consecuencias del aumento de los fluidos intersticiales, entre otros⁸.

La necesidad de comprender en profundidad los procesos fisiopatológicos que se presentan durante la enfermedad crítica no es privativa del pediatra intensivista. Con frecuencia, la enfermedad crítica es un proceso que se inicia en las salas generales, estando ahí la oportunidad para un manejo hidroelectrolítico juicioso que aminore los procesos mórbidos del paciente crítico y que en ocasiones interrumpa una cascada de eventos que puede finalizar con la muerte del paciente⁹.

La terapia con fluidos endovenosos no está exenta de complicaciones. Fundamentalmente se presentan alteraciones en la concentración sérica de sodio, acidosis hiperclorémica asociada al aporte de cloruro de sodio al 0.9% y sobrecarga de fluidos^{1-5,10}.

Frecuentemente los pacientes son resucitados con fluidos con el propósito de mantener un adecuado volumen intravascular. Sin embargo, la administración agresiva de los mismos puede generar un balance positivo asociado a sobrecarga de fluidos^{10,11}. Una condición que ha sido asociada a múltiples efectos desfavorables y que puede agravar la situación clínica del paciente^{11,12}.

En los últimos años, ha habido un incremento exponencial del interés sobre la fluidoterapia endovenosa y sus efectos adversos. Muchos ensayos clínicos han intentado resolver el debate sobre el uso de soluciones isotónicas versus soluciones hipotónicas para los planes de mantenimiento^{13,14}, de coloides versus cristaloides para las expansiones o terapia de resucitación^{15,16}, mientras otros han puesto atención en el rol del cloruro, que puede generar acidosis metabólica hiperclorémica y alteración de la función renal, postulándose el uso de soluciones con menor concentración del mismo¹⁷⁻¹⁹.

La administración de fluidos y electrolitos en la práctica asistencial se puede esquematizar de la siguiente manera: fluidos de mantenimiento, son los requerimientos de agua y electrolitos para reponer las pérdidas diarias normales y se calculan según el peso del paciente; fluidos de déficit, son los fluidos perdidos previo a la atención médica (deshidratación por diarrea o vómitos, traumatismo con hemorragia, falta de ingesta de líquidos, etc.); fluidos de reemplazo o pérdidas concurrentes, son los requerimientos de fluidos para reponer las pérdidas anormales diarias (poliuria, pérdidas gastrointestinales, drenajes, etc.), que deben reponerse volumen a volumen; fluidos de resucitación, son los fluidos que se aportan en forma rápida durante la etapa inicial para restablecer una adecuada perfusión tisular y prevenir o mitigar el daño de órganos nobles; y fluidos para diluir o vehiculizar medicamentos o nutrientes por vía endovenosa, oral o enteral^{1-5,20}. Este último aporte, suele no estar adecuadamente documentado, y en ocasiones es lo suficientemente cuantioso para contribuir a generar un balance positivo y sobrecarga de fluidos²¹.

A su vez, la Academia Americana de Pediatría¹⁰, plantea la existencia de 4 momentos fisiológicos distintos en los pacientes con requerimiento de hidratación endovenosa: fase de resucitación, representa el momento agudo cuando es necesario restaurar la perfusión tisular y prevenir o mitigar el fallo de órganos; fase de valoración, corresponde a la transición entre la administración de fluidos en bolo y el aporte de fluidos de mantenimiento, es el momento en que hay que evaluar cuánto se ha replecionado el intravascular y cuál es la relación entre los ingresos y las pérdidas que presentan los niños con patologías agudas; fase de mantenimiento, luego de contabilizar los fluidos aportados en las dos primeras fases, representa el momento cuando los fluidos deben administrarse para lograr un balance homeostático entre las necesidades y las pérdidas; y por último, la fase de convalecencia, que es el periodo cuando se suspende el aporte exógeno de fluidos y el paciente retoma por sí mismo la regulación de sus fluidos.

En el paciente crítico la terapia hídrica se puede dividir en cuatro fases: rescate, optimización, estabilización y desescalamiento^{6,7}. Este enfoque se denomina modelo conceptual R.O.S.E., por su sigla en inglés. El mismo implica una reducción progresiva del aporte, intentando maximizar los beneficios y minimizar los riesgos, manteniendo la entrega tisular de oxígeno y evitando las consecuencias de la sobrecarga de fluidos. De aquí se desprenden cuatro preguntas: "¿Cuándo iniciar el aporte de fluidos endovenosos?", "¿Cuándo suspender el aporte de fluidos endovenosos?", "¿Cuándo iniciar la remoción activa de fluidos?", y por último, "¿Cuándo suspender la remoción activa de fluidos?"^{6,7,12}.

Son numerosas las situaciones que requieren un enfoque específico en relación a la terapia con fluidos como por ejemplo, la cetoacidosis diabética, el fallo renal agudo, el fallo hepático, los pacientes quemados, el posoperatorio de las cardiopatías congénitas, los desnutridos severos, la enfermedad venooclusiva hepática asociada al trasplante de células progenitoras hematopoyéticas, etc., cuya revisión está más allá de los alcances de este artículo.

El propósito de este artículo de actualización es brindar al médico que se desempeña en las diferentes áreas de la internación pediátrica, conceptos y enfoques terapéuticos que lo ayu-

den en la asistencia de los pacientes que por diversos motivos requieren la administración de fluidos endovenosos. Además, se espera que estos contenidos generales sirvan de base para la posterior profundización en otros textos sobre el aporte de fluidos en las situaciones específicas ya mencionadas.

CONSIDERACIONES SOBRE FISIOLÓGÍA

El medio interno está representado por el líquido extracelular (LEC) que rodea a las células, con una composición estable que permite los intercambios metabólicos y la comunicación celular. Mientras que, la homeostasis es la constancia o estabilidad del medio interno, aún ante las variaciones del medio externo²³. Esta capacidad del organismo para autorregularse o volver a la normalidad es un concepto central en la fisiología y también en la patología.

El contenido de agua corporal total (ACT) se modifica significativamente desde la vida intrauterina hasta el final del primer año de vida. En la semana 24 de gestación, el contenido de ACT es cercano al 80% del peso corporal²⁴. Luego del nacimiento, se espera un descenso del peso corporal de aproximadamente el 5%-15%, siendo mayor aún en los neonatos de bajo peso^{1,24}. Además de las diferencias en el contenido de ACT, se presentan cambios en los porcentajes que del peso corporal representan el agua intracelular y extracelular^{1,24}. Cerca del año de vida, la relación entre el líquido intracelular (LIC) y el LEC alcanza los niveles del adulto^{1,24}, siendo, aproximadamente, el LEC el 20-25 % y el LIC el 30-40% del peso corporal. Como se verá más adelante, estas diferencias tienen implicancias clínicas y terapéuticas^{1,24,25}.

Del total del LEC, un 80% corresponde al líquido intersticial y un 20% al plasma sanguíneo^{1,24}. El líquido intersticial o tisular debe mantenerse constante, para lo cual se requiere la ayuda del sistema circulatorio. El plasma sanguíneo intercambia oxígeno y nutrientes, dióxido de carbono y desechos con el LEC a nivel de los capilares sanguíneos, debido a lo cual en ambos líquidos la concentración de solutos es igual, a excepción de las proteínas^{1,24}.

El agua se mueve a través de las membranas celulares en respuesta a cambios en la osmolaridad efectiva (tonicidad), determinada por las partículas restringidas al LIC y al LEC^{1,24}. El sodio (Na) es el catión con mayor concentración y el soluto más importante determinante de la osmolaridad del compartimiento extracelular por lo que determina su volumen^{1,24}. El balance de Na⁺ (y en consecuencia el volumen del LEC) es regulado por el riñón. El sistema renina-angiotensina-aldosterona estimula su retención y los factores natriuréticos su excreción^{1,3,24}. La concentración sérica de sodio está regulada principalmente por la acción de la hormona antidiurética (HAD), que actúa regulando la reabsorción de agua en el riñón. El aumento de la osmolaridad plasmática y la disminución del volumen arterial efectivo, constituyen los estímulos más importantes para la secreción de la HAD. Cuando existe contracción de volumen con osmolaridad baja, los estímulos para la secreción son contrapuestos y prevalece el estímulo para mantener la volemia. El cuerpo prioriza el volumen del compartimiento intravascular y el estado hemodinámico sobre la osmolaridad sérica. El equilibrio entre el líquido intravascular y el intersticial está determinado fundamentalmente por la presión hidrostática (sistema cardiovascular) y la presión oncótica, determinada principalmente por la albúmina, que tiende a mantener el agua dentro del intravascular^{1,3,4}.

De esta manera, tanto el aumento de la presión hidrostática como la disminución de la concentración sérica de albúmina, condicionan la salida de líquido hacia el intersticio, generando una hipovolemia (a pesar del aumento del agua corporal total) que estimulará la secreción de aldosterona y la retención de Na, perpetuando el círculo, con mayor aumento del agua corporal total y una hiponatremia dilucional^{1,24}.

ADMINISTRACIÓN DE FLUIDOS

Como ya se mencionó previamente, la administración de fluidos y electrolitos en la práctica asistencial se puede esquematizar de la siguiente manera: fluidos de mantenimiento, fluidos de déficit, fluidos de reemplazo o pérdidas concurrentes, fluidos de resucitación, y fluidos para diluir o vehicular medicamentos o nutrientes por vía endovenosa, oral o enteral ^{1-5,20}.

Fluidos de Mantenimiento

Los planes de mantenimiento deben cubrir las necesidades diarias de agua, sodio, potasio y glucosa. Se sabe que las necesidades de agua y electrolitos por kg de peso serán menores a medida que aumenta la edad y la masa corporal de los pacientes ^{1,3,4,26}. Esta disminución es paralela a la disminución de las calorías metabolizadas por kg de peso (desde 100 cal/kg/día en un lactante hasta aproximadamente 40 cal/kg/día en una mujer adulta) ³.

La primera cuestión práctica para resolver en relación a las necesidades de mantenimiento, es cómo calcular el volumen a aportar. En los menores de 30 kg se recomienda el método de Holliday-Segar ²⁶, basado en las calorías metabolizadas (Tabla 1). En los pacientes que pesan 30 kg o más las necesidades basales de líquidos se calculan a través de la superficie corporal (1.500 mL/m²/día). En los pacientes con pesos entre 20 y 30 kg puede usarse tanto el cálculo por calorías metabolizadas como la superficie corporal, mientras que en los menores de 10 kg siempre se debe hacer el cálculo por calorías metabolizadas, ya que el cálculo en base a la superficie corporal subestima las necesidades.

Sin embargo, más allá de la técnica que se utilice para calcular las necesidades de mantenimiento, las mismas siempre están determinadas por las calorías a metabolizar y la carga renal de solutos a eliminar ^{1,26}.

Tabla 1. Cálculo de las Necesidades de Mantenimiento según el método de Holliday-Segar.²⁶

Peso	Agua (mL/kg/día)
Primeros 10 kg	100
De 10 a 20 kg	50 (+ 1000 por los primeros 10 kg)
Más de 20 kg	20 (+ 1500 por los primeros 20 kg)

Cuando hay riesgo o sospecha de retención de fluidos asociada de un secreción no osmótica de la HDA, se debe considerar restringir el aporte. Para ello se dispone fundamentalmente de dos estrategias alternativas ²⁷. Una es reducir el aporte a un volumen equivalente al 50-80% de las necesidades de mantenimiento y la otra es administrar solo las pérdidas insensibles más la diuresis. Las pérdidas insensibles suponen un 35 a 40% de la pérdida de agua, y en condiciones normales se aproxima a 45 mL por 100 calorías (15 mL se pierden por el aire espirado y 30 mL por la piel) ^{1,25}. En los lactantes, se suelen estimar a razón de 20 a 30 mL/kg/día ^{2,3}, mientras que, en los niños más grandes, representan de 300 a 400 ml/m²/día ²⁷.

Una vez calculado el volumen de fluidos a aportar, la segunda cuestión práctica a resolver es cuál debe ser la composición de los mismos, arribando al debate entre soluciones isotónicas vs. hipotónicas.

Los fluidos isotónicos tienen una concentración de Na similar a la del plasma (135-144 mEq/L ^{1,3,4}. El plasma es 93% acuoso y 7% anhidro, con una concentración de Na en la fase acuosa de 154 mEq/L y una osmolaridad de 308 mOsm/L, similar a la de la solución de cloruro de sodio al 0.9% (Solución Fisiológica) ^{1,3,4}, mientras que los fluidos hipotónicos tienen una concentración de Na menor que la de la fase acuosa del plasma.

Es amplia la bibliografía disponible a favor de utilizar soluciones isotónicas en los planes de mantenimiento. Un cúmulo de ensayos clínicos y revisiones sistemáticas concluyen en que su uso previene la aparición de hiponatremia en el paciente hospitalizado ²⁸⁻³³.

La concentración de Na utilizada en los diferentes ensayos clínicos reportados es muy heterogénea ²⁸⁻³³. Con un rango de 131 a 154 mEq/L para las soluciones isotónicas, como la solución de Hartmann o Ringer Lactato (sodio 131 mEq/L; osmolaridad 279 mOsm/L) y el PlasmaLyte (sodio 140 mEq/L; osmolaridad 294 mOsm/L), mientras que el rango para las soluciones hipotónicas es de 30 a 100 mEq/L³². En la mayoría de los estudios a las soluciones hidroelectrolíticas se les agregó dextrosa (2.5-5%) ¹⁰.

Los habituales planes de solución glucosada al 5% con una concentración de sodio de 77 mEq/L y de potasio de 20 mEq/L, tienen una osmolaridad de 406 mOsm/l (el plasma tiene 285-295 mOsm/l) ¹⁰. Sin embargo, cuando la glucosa ingresa en el torrente sanguíneo es rápidamente metabolizada, quedando la solución hipotónica respecto al sodio plasmático (osmolaridad efectiva o tonicidad) ^{3,10}.

Otro aspecto a tener presente es la concentración del anión cloro (Cl) en las soluciones. Como ya se sabe, la concentración del mismo, en la mal llamada solución fisiológica, es superior a la plasmática (154 mmol/L versus 98-106 mmol/L), y el aporte de grandes volúmenes de la misma suprime el Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona, disminuye el flujo renal y genera acidosis metabólica hiperclorémica ^{34,35}. Mientras que, las llamadas soluciones balanceadas, presentan una concentración de electrolitos similar a la plasmática. Los ensayos clínicos, tanto en adultos como en niños, han evidenciado valores más bajos de Cl plasmático, mayores niveles de bicarbonato y mayor pH en los pacientes que reciben soluciones balanceadas respecto a los que reciben cloruro de sodio al 0.9%. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en términos de mortalidad hospitalaria ³²⁻³⁷.

En cuanto al catión potasio (K) en los planes de mantenimiento, la recomendación más frecuente es aportar 20 mEq/L de K en forma de cloruro ³⁸⁻⁴⁰.

Es habitual en la práctica pediátrica, más allá de la concentración de electrolitos, que los planes de hidratación se prescriban con una concentración de glucosa del 5%. No obstante, es necesario adecuar el aporte de glucosa a la situación clínica del paciente, evitando tanto la hipoglucemia como la hiperglucemia, ya que ambas pueden producir injuria neuronal^{3,20,34}.

Si bien hay una nueva tendencia en la bibliografía a recomendar, luego del periodo neonatal y exceptuando los pacientes con riesgo de presentar hipoglucemia, la utilización de concentraciones glucosa que no superan el 2.5% ^{20,34}, o aún, soluciones isotónicas sin dextrosa, el aporte de glucosa ayuda a evitar la producción de cetonas y el catabolismo proteico ^{4,27}. De todos modos los pacientes que se encuentran recibiendo fluidos endovenosos deben tener, como mínimo, un control diario de la glucemia y un cálculo del flujo de glucosa que reciben, para finalmente ajustar la concentración de glucosa en forma personalizada ^{1,3,4}.

Aunque aún se debate cual es la solución ideal, en base a la evidencia científica disponible, por el momento hay consenso sobre que los pacientes deben recibir soluciones de mantenimiento isotónicas ^{10,27,39,40}. En especial, aquellos niños con mayor riesgo de tener aumentada la secreción de HDH.

En diciembre de 2018, luego de una exhaustiva revisión de la evidencia científica disponible, la Academia Americana de Pediatría (AAP) estableció como recomendación que los pacientes de 28 días a 18 años de edad que requieran hidratación parenteral de mantenimiento, reciban soluciones isotónicas con el agregado de adecuadas cantidades de cloruro de potasio y dextrosa, ya que las mismas disminuyen significativamente el riesgo de desarrollar hiponatremia ¹⁰. En junio de 2020, el National Institute for Health and Care Excellence (NICE) actualizó las

recomendaciones publicadas en el año 2015 para la fluidoterapia en niños y adolescentes hospitalizados ²⁷, estableciendo como recomendación el uso de cristaloides isotónicos que contengan sodio en un rango 131-154 mmol/L como fluidos de mantenimiento para todos los pacientes menores de 16 años (a partir de los 8 días de vida en los recién nacidos de término).

Fluidos de déficit

Son los fluidos perdidos previo a la atención médica (deshidratación por diarrea o vómitos, falta de ingesta de líquidos, etc.). Los mismos representan el grado de deshidratación calculado en base a las manifestaciones clínicas o en función de la variación de peso, si es que se cuenta con un peso confiable próximo al inicio de la enfermedad en curso. Cuando la hidratación oral o enteral ha fracasado o está contraindicada (deshidratación grave. depresión del sensorio, obstrucción intestinal, etc.), el déficit se debe aportar por vía endovenosa junto con las necesidades de mantenimiento ^{1,3-5,20}.

Una vez establecido el grado de deshidratación, se debe determinar el tipo de deshidratación en función de la concentración sérica de sodio. Cuando la natremia es inferior a 135 mEq/L, la deshidratación es considerada hipotónica, mientras que, cuando la natremia es superior a 145 mEq/l la deshidratación es considerada hipertónica ⁴³. Sin embargo, la mayoría de las deshidrataciones que se observan en la práctica pediátrica son isotónicas, con una natremia que oscila entre los 135 y los 145 mEq/L ⁴¹.

Dependiendo del tipo de deshidratación en cuestión y de la gravedad de la misma, se podrá establecer la estrategia a utilizar para reponer el déficit. Las deshidrataciones hipotónicas e isotónicas se tratan de igual manera, mientras que las deshidrataciones hipertónicas requieren otro abordaje terapéutico ^{1,3-5}.

Cuando la deshidratación es grave, independientemente de la tonicidad del plasma, la prioridad es restablecer una volemia que garantice una adecuada perfusión tisular. En cuyo caso el primer paso es administrar un bolo de solución fisiológica a razón de 20 mL/kg en 5 a 10 minutos y revalorar al paciente ^{1,3,4,5}.

Luego se administrarán en forma conjunta los fluidos de mantenimiento y el déficit restante. Un bolo de 20 mL/kg representa un aporte equivalente al 2% del peso del paciente y debe ser descontado del total del déficit calculado inicialmente ^{1,3-5}.

Sí se trata de una deshidratación grave de tipo hipo/isotónica que requirió bolos de cristaloides, habitualmente el resto del déficit se administra en un plazo de 24 horas junto a las necesidades de mantenimiento, con la mitad del déficit restante en la primeras ocho horas (fase rápida), y la otra mitad en las 16 horas siguientes (fase lenta) ^{1,3-5}. Mientras que, si la deshidratación es leve o moderada y no es posible la rehidratación oral, las necesidades de mantenimiento y el total del déficit previo se administran conjuntamente en 24 horas a un ritmo de infusión constante.

En cambio, si se trata de una deshidratación hipertónica, la estrategia es diferente, debido a que hay un estado de hiperosmolaridad plasmática. Excepto que la evolución del cuadro sea inferior a 24 horas, el déficit se debe administrar como mínimo en 48 horas. Es decir que, en 24 horas se administrarán las necesidades de mantenimiento más el 50% del déficit previo. Dado el gradiente de osmolaridad, una reposición rápida del déficit podría causar edema cerebral y convulsiones. Por lo tanto, el descenso diario del sodio sérico no debe ser superior a 10 mEq/L, siendo recomendable controlar la natremia cada 2-4 horas para ajustar el aporte de volumen ^{1,3-5}.

En cuanto a la composición de los fluidos endovenosos a administrar en el paciente con deshidratación, actualmente se sugiere el aporte de fluidos isotónicos (entre 131 y 154 mEq/L de

Na en forma de cloruro de sodio) tanto para las necesidades de mantenimiento como para el déficit previo, con el agregado de K a razón de 10 a 20 mEq/L (en forma de cloruro de potasio), una vez que el paciente ha orinado ^{1,3-5}. Utilizando habitualmente una solución de dextrosa al 5% para la elaboración del plan de hidratación parenteral, la osmolaridad efectiva de esta solución es de aproximadamente 300 mOsm/L.

En síntesis, la tendencia actual en el tratamiento endovenoso de la deshidratación es recomendar el uso de soluciones isotónicas de igual composición cualquiera sea la tonicidad de la misma ^{1,3-5}. Ya no se recomiendan soluciones hipotónicas para el tratamiento de la deshidratación hipernatremia o hipertónica ⁴. Lo que varía es la forma en que se administra el déficit previo. Lo cual dependerá de la gravedad de la deshidratación, del tiempo de evolución y de la osmolaridad efectiva del plasma.

Fluidos de Reposición o pérdidas concurrentes

Las pérdidas concurrentes son los requerimientos de fluidos para reponer las pérdidas anormales diarias de agua y electrolitos (poliuria, pérdidas gastrointestinales, drenajes, etc.), que deben reponerse volumen a volumen ^{1,3-5}, siendo la diarrea la pérdida concurrente más frecuente en pediatría ³. Para realizar una reposición adecuada, se debe constatar el volumen y medir el contenido en electrolitos de las mismas. Los electrolitos se reponen considerando sus valores plasmáticos y la naturaleza de la pérdida, y el volumen en función de lo cuantificado ^{1,3-5}. Tabla 2.

Tabla 2. Composición de las pérdidas medibles más frecuentes y sugerencias para su reposición.

PÉRDIDA	COMPOSICIÓN	REPOSICIÓN / COMENTARIO
VÓMITOS Y SNG	NA: 60 MMOL/L K: 10 MMOL/L CL: 90 MMOL/L	Solución fisiológica más 10 mEq/L de cloruro de potasio. Pérdidas excesivas llevan a la acidosis metabólica hipoclorémica con hipopotasemia.
DIARREA	NA: 55 MMOL/L K: 25 MMOL/L BICARBONATO: 15	Reponer con una solución que contenga partes iguales de dextrosa al 5% y solución fisiológica, con el agregado de 30 mEq/L de bicarbonato de Na y 20 mEq/L de cloruro de potasio.
TERCER ESPACIO (EDEMA Y ASCITIS)	MMOL/L ISOTÓNICO	Solución fisiológica o Ringer Lactato. Hay una transferencia desde el intravascular al intersticio.
DRENAJE PLEURAL	ISOTÓNICO	La pérdida de proteínas puede ser significativa y ocasionalmente requerir el aporte de albúmina al 5%.
URINARIA (POLIURIA)	MUY VARIABLE	Reponer en base a la determinación de electrolitos en orina.

*Tabla adaptada por el autor en base a datos de Greenbaum,1 Arpi,2 y NICE 27. En todos los casos, las reposiciones se realizan ml por ml cada 1 a 6 horas, y siempre que sea posible se deben determinar los electrolitos en las pérdidas, de manera de poder hacer una reposición lo más ajustada posible.

SNG: sonda nasogástrica; Na: sodio; K: potasio; Cl: Cloruro

Fluidos de Resucitación

El estado de shock puede emerger abruptamente en cualquier escenario, desde la vía pública hasta la UCIP, pasando por las diferentes áreas de internación. Se caracteriza por una entrega tisular de oxígeno inadecuada que genera metabolismo anaeróbico, acumulación de lactato y disfunción de órganos. Ante el reconocimiento del shock, la medida inicial de carácter general recomendada es el aporte rápido de fluidos que busca restablecer una adecuada perfusión tisular y prevenir o mitigar el daño de órganos nobles, disminuyendo la morbilidad y la mortalidad asociada al shock ⁴²⁻⁴⁵.

Desde un punto de vista fisiopatológico, el shock se puede dividir en cuatro tipos o categorías: hipovolémico, distributivo, cardiogénico, y obstructivo⁴²⁻⁴⁵. A su vez, cada tipo de shock puede reconocer diferentes etiologías. Aunque es preciso tener presente que estas categorías se pueden superponer, generando un desafío diagnóstico y terapéutico.

Más allá del reconocimiento inicial del shock y de la administración precoz de bolos de cristaloideos o coloides, para una terapéutica adecuada que incluye, entre otros componentes, una administración juiciosa de fluidos, se requiere, a través de la recolección de antecedentes, el examen clínico, los exámenes complementarios, y cuando se dispone, del monitoreo hemodinámico, establecer de qué tipo de shock se trata y cuál es la etiología del mismo^{42,43,45,46}.

El tratamiento del shock hipovolémico secundario al incremento de las pérdidas por diarrea, vómitos o por disminución de la ingesta, se ubica en el contexto de la terapia de hidratación endovenosa que ya se ha mencionado previamente, puesto que se trata de una deshidratación grave^{42,43}. Mientras que, ante el shock hemorrágico de origen traumático, que fisiopatológicamente también es un shock hipovolémico, el enfoque es otro. En este caso, la cuestión se centra sobre la cuantía del volumen a administrar, y si bien la evidencia disponible es insuficiente para formular una recomendación al respecto para la población pediátrica^{42,44,46,47}, algunos ensayos clínicos parecerían señalar la existencia de mejores resultados cuando la resucitación se realiza con cantidades moderadas de fluidos⁴⁸⁻⁵⁰. La estrategia de resucitación gradual con volumen (también denominada resucitación con volumen restrictiva o resucitación hipovolémica), consiste en la administración de volumen relativamente pequeños que se repiten hasta que se logró el control definitivo de la hemorragia, asumiendo que una resucitación agresiva con fluidos puede aumentar el sangrado. El objetivo es restablecer la perfusión y la oxigenación tisular evitando el resangrado⁵¹.

Las recomendaciones sobre el aporte de fluidos de resucitación en el shock séptico (fisiopatológicamente distributivo), han cambiado recientemente en función de la evidencia científica^{44,46,47,52-54}.

Las últimas recomendaciones de Soporte Vital Avanzado Pediátrico (2020) que realiza la American Heart Association (AHA)^{46,47}, sugieren la administración de fluidos a razón de 20 ml/kg en 5-10 minutos para la resucitación de pacientes con shock séptico, y revalorización posterior.

Sin embargo, las recomendaciones actuales de la "Campaña Internacional Sobreviviendo a la Sepsis (2020)"⁵⁴, sugieren un enfoque más restrictivo, recomendando bolos de 10-20ml/kg en función de la respuesta clínica y de la disponibilidad o no de cuidados críticos. Para cuando se dispone de UCIP, la recomendación es administrar bolos de 10 a 20 mL/kg, hasta un total de 40 a 60 mL/kg en la primera hora, titulando la respuesta del paciente y suspendiendo la infusión ante la presencia de signos de sobrecarga de fluidos. Para cuando no se dispone de UCIP, la recomendación ante pacientes hipotensos es administrar bolos de 10 a 20 mL/kg, hasta un total de 40 mL/kg en la primera hora. Mientras que, cuando el paciente no presenta hipotensión y no se dispone de UCIP, se sugiere comenzar directamente con el aporte de mantenimiento. Finalmente, cualquiera sea la terapéutica administrada, se enfatiza la necesidad de revalorar al paciente ante la existencia de signos de deterioro clínico, como así también personalizar la estrategia de administración de fluidos.

Más recientemente, en noviembre de 2021, el primer "Consenso Latinoamericano de Manejo de Sepsis en Niños"⁵⁵, realiza recomendaciones con un esquema similar pero aún más restrictivo, con bolos de 5-10 mL/kg, hasta 40-60 mL/kg durante la primera hora, dependiendo si se trata de un shock normotensivo o hipotensivo (o la existencia franca de signos de hipovolemia). Con extrema cautela cuando existe una injuria pulmonar severa o disfunción miocárdica.

Cuando no se dispone de UCIP se recomienda no expandir a los pacientes que no presentan hipotensión, mientras que si se constata hipovolemia franca, abundantes pérdidas concomitantes o un tercer espacio acompañado de hipotensión, el aporte puede ser hasta 40 mL/kg. Para todos los casos de shock séptico la recomendación es el uso de cristaloides (Solución de Ringer lactato o similares).

En el shock cardiogénico, a diferencia de lo que sucede con otros tipos de shock, la resucitación con fluidos no es una intervención de primera línea⁵⁵⁻⁵⁸. El shock cardiogénico suele estar más frecuentemente asociado a hipervolemia que a hipovolemia, siendo frecuentemente más necesario el aporte de diuréticos que de volumen. En lo posible, se recomienda no administrar bolos de fluidos hasta constatar la existencia de un déficit en la precarga a través del ecocardiograma. En el caso de haber establecido la necesidad de aportar volumen, el mismo se debe administrar en forma lenta y cautelosa. Se sugiere administrar soluciones isotónicas a razón de 5 a 10 mL/kg en 10 a 20 minutos con el objetivo de mejorar la precarga e incrementar el volumen sistólico⁴⁴.

En el shock obstructivo, mientras se instaura en forma urgente el tratamiento específico que corresponde según la causa, por ejemplo el drenaje de un neumotórax hipertensivo, puede ser necesario optimizar la precarga con un bolo de una solución isotónica a razón de 5 a 10 mL/kg en 10 a 20 minutos, monitoreando la aparición de signos de sobrecarga de volumen⁴⁴. Resumiendo, la tendencia es a considerar que un enfoque conservador, basado en un razonamiento fisiopatológico, probablemente mejore los resultados en los pacientes resucitados con fluidos. Esto implica individualizar el aporte de fluidos en base a la causa del shock, el diagnóstico principal, las comorbilidades y el estado hemodinámico y respiratorio del paciente⁵⁹.

CONTROLES DURANTE LA ADMINISTRACIÓN DE FLUIDOS

En primer término, de ser posible, todos los pacientes que ingresan a internación deben ser pesados, y en el caso de los pacientes que requieren terapia con fluidos endovenosos se debe realizar un detallado monitoreo clínico y de laboratorio que permita guiar racionalmente la terapéutica. El monitoreo clínico incluye, mínimamente, el control de los signos vitales, la búsqueda seriada de signos de deshidratación o sobrehidratación, la determinación periódica del peso del paciente de ser posible, la realización de un balance de ingresos y egresos, y la medición periódica de la densidad urinaria^{1,3,4}.

El balance debe revisarse por turno, o más frecuentemente si se sospechan alteraciones hidroelectrolíticas^{1,3-5,24}. La cuantificación de la diuresis forma parte de los egresos, mientras que la determinación del ritmo diurético ofrece valiosa información respecto a la suficiencia del aporte, la función renal, la posibilidad de la existencia de un Síndrome de Secreción Inadecuada de HAD (SIHAD) o de pérdidas renales asociadas a trastornos del sistema nervioso central (diabetes insípida, síndrome perdedor de sal)^{1,3-5,24}.

En los pacientes que requieren fluidos endovenosos por más de 24 horas, el monitoreo diario de laboratorio debe incluir la determinación de la glucemia, el estado ácido-base, ionograma, urea y creatinina plasmáticas^{1,3,4}.

CONSIDERACIONES SOBRE EL APORTE DE FLUIDOS EN EL PACIENTE CRÍTICO

El aporte de fluidos en el paciente crítico requiere una valoración clínica basado en la fisiología de los fluidos corporales, los requerimientos hidroelectrolíticos y la fisiopatología de los procesos mórbidos que se asisten en la UCIP. En determinadas patologías, como por ejemplo el shock séptico, pueden coexisten diversas alteraciones fisiopatológicas, siendo difícil establecer cuáles son las que determinan el fallo circulatorio, y por consecuencia cuál es el aporte

de fluidos más adecuado. En estos pacientes puede haber una hipovolemia verdadera por aumento de las pérdidas y cierto grado de incremento de la permeabilidad capilar, pero lo que predomina es una vasodilatación patológica que genera una hipovolemia relativa que no se corrige solamente con volumen y que requiere el aporte de drogas vasopresoras^{8,60}.

En la medida que el paciente se agrava y se complejiza, el aporte de fluidos no puede considerarse aisladamente. Cuanto más crítico se encuentra el niño, más imbricada está la estrategia de aporte de fluidos al plan general de atención, que incluye el soporte respiratorio, hemodinámico, metabólico y nutricional, la eventual terapia de reemplazo renal, y los requerimientos y limitaciones que impone el posible fallo de los diferentes parénquimas.

El uso de cristaloides es de elección en la reanimación con fluidos. Los coloides semisintéticos como las gelatinas y los dextrans, se encuentran en desuso^{20,60}. Mientras que la administración de albúmina al 5%, el único coloide natural existente, todavía se observa en determinados escenarios⁶⁰⁻⁶², aunque no se dispone de evidencia suficiente para asumir que los resultados de su uso son superiores a los obtenidos con los cristaloides⁶³.

Respecto a la composición de los cristaloides utilizados en la reanimación del paciente crítico, Lehr y cols.⁶⁴, encontraron a través de una revisión sistemática, cierta evidencia sobre la mejora del pH y la concentración de bicarbonato a las 4-12 horas posteriores a la administración de soluciones isotónicas balanceadas en comparación con soluciones isotónicas no balanceadas. Aunque sin datos sobre el impacto clínico que permitan realizar recomendaciones.

En relación a los fluidos de mantenimiento, de déficit y de reemplazo en el paciente crítico, la tendencia actual es también el uso de soluciones isotónicas con baja concentración de glucosa o ninguna, como se mencionó en párrafos anteriores respecto al paciente pediátrico hospitalizado en general. Sin embargo, para el paciente crítico el énfasis está puesto más en la conveniencia de un aporte restrictivo de fluidos que en la tonicidad de los mismos^{5,8,20,21}.

FASES DE LA TERAPIA HÍDRICA

Una estrategia dinámica estructurada en fases o etapas, permite mejorar los resultados y minimizar las complicaciones del aporte de fluidos en el paciente crítico^{6,7,60}.

Fase de rescate. En esta fase el paciente requiere una rápida resucitación con fluidos por presentar una severa alteración en la perfusión tisular, como resultado de múltiples condiciones, tales como sepsis, hemorragias, deshidratación grave, quemados, trauma, etc^{6,7,60}. El balance será necesariamente positivo pero se debe estar atento a la sobrecarga de fluidos, una condición que se asocia con múltiples efectos desfavorables que pueden agravar la de por sí crítica situación del paciente.

Fase de optimización. En esta fase el aporte de fluidos debe ser limitado, evaluando la respuesta del paciente y complejizando el monitoreo. Además de la frecuencia cardíaca, las presiones invasivas y los gases en sangre, el monitoreo hemodinámico debe incluir el ecocardiograma para evaluar las presiones de llenado y la función ventricular, y la determinación del lactato sérico para estimar la oxigenación tisular^{6,7,60}.

Fase de estabilización. Cuando el paciente se ha estabilizado, o es evidente que no responde más al aporte de fluidos, el aporte agresivo de los mismos se debe suspender. En ese caso, se inicia la administración juiciosa de fluidos de mantenimiento con el objetivo de conservar la homeostasis y la función de los parénquimas, que puede llegar a ser mínima o ninguna^{6,7}. Las pérdidas insensibles se encuentran muy disminuidas cuando el paciente recibe el aire inspirado calentado y humidificado, la fiebre está controlada y los movimientos mayormente abolidos por la sedoanalgesia y el bloqueo neuromuscular. Además, el paciente crítico suele tener reducida su capacidad de excretar agua libre^{8,65}. En esta fase el pediatra intensivista deberá

estar atento a la aparición de fenómenos de isquemia y reperfusión, signos de incremento global de la permeabilidad capilar, con acumulación de fluidos y eventualmente la necesidad de removerlos, y signos de hipoperfusión como complicación de la SF ^{6,7,60}. En la práctica, es fundamental descontar los fluidos de dilución del cálculo de los fluidos de mantenimiento ²¹. Fase de desescalamiento. El aporte de volumen debe ser el mínimo necesario y el exceso de fluidos debe ser removido. Si el balance negativo no se produce espontáneamente, se puede recurrir al uso de diuréticos. Sin embargo, cuando los pacientes presentan insuficiencia renal, los diuréticos suelen ser menos efectivos y se hace necesaria una terapia de reemplazo renal. Es evidente que estas fases no reconocen límites nítidos entre sí, pero su visualización ayuda a organizar más racionalmente la terapéutica con fluidos. De manera más simple, se puede describir una estrategia bifásica: una fase precoz de resucitación enérgica seguida de una fase de mantenimiento restrictiva ⁸. El reconocimiento del punto de transición entre estas dos etapas constituye un verdadero desafío diagnóstico y terapéutico.

Sobrecarga de fluidos

Un aporte adecuado de líquidos en el paciente crítico es fundamental para mantener una capacidad circulatoria y una perfusión tisular adecuadas ⁶⁶. Sin embargo, diversos estudios han evidenciado los efectos adversos de la excesiva acumulación de líquidos, como deterioro de la función pulmonar, prolongación del tiempo de ventilación mecánica, la estadía hospitalaria y la estadía en UCIP ^{20,64-66}. En cuanto a la mortalidad, los resultados de los estudios son controvertidos, pudiéndose considerar que la sobrecarga de fluidos (SF) como un predictor de mortalidad en el paciente crítico ^{12,70,71}.

A pesar de la creciente evidencia en relación a la asociación entre la SF y resultados adversos en los pacientes, no existe un consenso sobre cuál es el método óptimo para calcular la cuantía de la sobrecarga. En la mayoría de los estudios pediátricos se ha utilizado la fórmula propuesta por *Goldstein y cols* ^{11,70}. La fórmula es:

$$\%SF = \frac{\text{Ingresos diarios de líquidos (L)} - \text{total de egresos diarios (L)}}{\text{peso basal (kg)}} \times 100$$

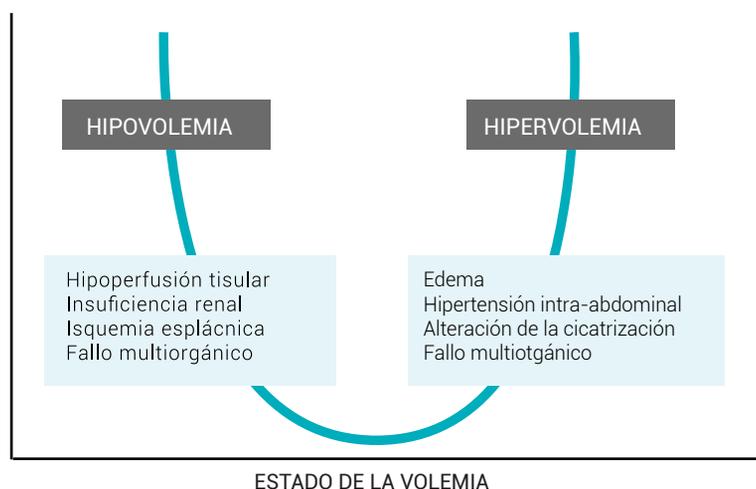
En los pacientes que se dificulta una certera cuantificación de los ingresos y los egresos, se puede calcular la SF en función del incremento porcentual del peso. La utilización como peso basal el registrado al ingreso a UCIP puede subestimar el grado de SF, pudiendo ser más fidedigno el peso de ingreso al hospital. Se suele considerar un incremento de 10% como umbral para la existencia de SF e iniciar la terapia de reemplazo renal, por lo tanto una subestimación en el porcentaje puede retrasar su instauración. Cuando la SF es mayor al 20%, representa un factor de riesgo independiente de mortalidad hospitalaria de pacientes pediátricos críticos con ventilación mecánica. Sin embargo, el correlato observado entre los cambios de peso corporal y la SF, observado en diferentes estudios, es escaso. Siendo evidente que se necesita algún otro método para evaluar la SF ^{11,71}.

Distintas variables han sido medidas con el afán de predecir la respuesta a la administración de volumen en los pacientes pediátricos, algo que sin duda podría contribuir a prevenir la SF. Sin embargo, la única variable que, aunque con limitaciones, ha demostrado utilidad, es la determinación de la variación respiratoria del pico de velocidad del flujo sanguíneo aórtico ⁷². Frecuentemente, la SF lleva a la hipervolemia y a la hiperhidratación, y genera edema periférico. Pero, mientras la hipervolemia se asocia habitualmente a edema, la presencia de edema

no implica que el paciente esté hipervolémico. Dicho de otro modo, el edema puede estar asociado a un volumen sanguíneo aumentado, normal o disminuido. Por lo tanto, ante un paciente con edema periférico, no siempre está indicado el uso de diuréticos. Sin duda que la hipovolemia es deletérea, pero la hipervolemia lo puede ser aún más. Por lo tanto, es necesario encontrar el equilibrio entre la hipovolemia, donde puede haber hipoperfusión y el oxígeno no llegar adecuadamente a los tejidos, y la hipervolemia, donde pueden existir trastornos de difusión y el oxígeno tampoco llegar adecuadamente a los tejidos ^{60,73}. Figura 1.

Figura1. Relación entre el estado de la volemia y el riesgo de complicaciones.

Riesgo de Complicaciones



Adaptado de Vincent JL, Pelosi P, Pearse R, et al ⁷¹. Se debe evitar tanto la hipo como la hipervolemia, ya que ambos extremos se asocian a un mayor riesgo de complicaciones

Administración de Albúmina

El aporte de albúmina en concentraciones altas (20%) en el paciente crítico, con el propósito de restablecer una concentración plasmática fisiológica y las funciones que dependen de la misma, es actualmente un tema de controversia ^{75,76}.

Diversos mecanismos están involucrados en la génesis de hipoalbuminemia en el paciente crítico, como ser la existencia de un desequilibrio entre la producción y la destrucción de albúmina, el incremento de la permeabilidad capilar, y la alteración de la distribución de la albúmina entre los espacios intra y extravascular ⁷⁵.

Las investigaciones sobre el rol de la albúmina en el paciente pediátrico críticamente enfermo son escasas y no permiten realizar recomendaciones. Yanni y cols.⁷⁷, a través de un estudio observacional, no pudieron demostrar una asociación estadísticamente significativa entre el nivel plasmático de albúmina y la duración de la estadía en UCIP y la mortalidad en pacientes críticos que recibieron albúmina por presentar una concentración inferior a 3 gr/dL. Por otro lado, Leite y cols.⁷⁸, observaron que la presencia de hipoalbuminemia al ingreso a UCIP se asocia a una mayor mortalidad a los 60 días, a una prolongación del tiempo de ventilación mecánica y a una menor probabilidad de egresar de la Unidad. Siendo dichas asociaciones independientes de la respuesta inflamatoria, la severidad clínica y el estado nutricional.

Sin embargo, aunque con reservas, su uso es frecuente en el paciente crítico o gravemente enfermo que presenta hipoalbuminemia con transferencia de fluidos desde el espacio intravascular hacia los tejidos y disminución de la volemia efectiva ^{60,76-79}.

Conclusiones

La administración de fluidos es equiparable a la administración de un fármaco, siendo necesario conocer su composición, su farmacocinética y su farmacodinamia, y establecer una adecuada estrategia para su administración en función de la situación clínica.

Existe una clara tendencia a favor de la administración de soluciones isotónicas balanceadas, en detrimento del uso de soluciones hipotónicas y/o isotónicas hiperclorémicas.

Son amplias las recomendaciones en favor de una administración juiciosa de fluidos con el fin de evitar la SF y las complicaciones asociadas a la misma. Esta consideración, se aplica tanto para los pacientes que reciben fluidos por imposibilidad de recibir un aporte enteral adecuado o que cursan un post operatorio que implica ayuno, como también para los pacientes con shock, en quienes la reanimación debe ser efectiva pero acotada, para luego dar lugar a una fase de mantenimiento que en líneas generales debe ser restrictiva, en especial en el paciente crítico.

La estrategia utilizada para el aporte de fluidos en el niño hospitalizado es tan importante como la composición de los mismos. Lo que junto a un adecuado monitoreo clínico y de laboratorio, minimiza la aparición de complicaciones asociadas a su uso.

El aporte de albúmina al 20% en el paciente crítico continúa siendo un tema de controversia y la escasa evidencia científica disponible no permite realizar recomendaciones. Sin embargo, es frecuente su uso en la práctica asistencial.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Greenbaum LA. Electrolyte and Acid-Base Disorders. In: Nelson Textbook of Pediatrics, Twenty-First Edition, 2020 Elsevier Inc. Philadelphia. Chapter 68. pp. 2040-2182.
2. Cairoli H, Ibarra M, Meregalli C. Terapia de Hidratación en niños mayores de 28 días de vida. *Revista Pediátrica Elizalde* 2018; 9 (1):55-58.
3. Arpí L, Manfrín L. Hidratación Endovenosa. Hospital Garrahan. Disponible en: https://www.garrahan.gov.ar/images/intranet/guias_atencion/consenso_sap/mip/hidratacion%20endovenosa.pdf.
4. Montero D, Miron L, Cheistwer A, et al. Medicina interna pediátrica: guía práctica 2016. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Pfizer, 2018. Disponible en: http://www.afam.org.ar/textos/03_10_18/guia_medicina_interna_pediatra_2018.pdf.
5. Meyers RS. Pediatric fluid and electrolyte therapy. *J Pediatr Pharmacol Ther.* 2009;14(4):204-11.
6. Malbrain M.L.N.G, Langer T, Annane D, Gattinoni L, Elbers P, Hahn R.G, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care* 2020; 10:64
7. 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.
8. Raman S, Peters MJ. Fluid management in the critically ill child. *Pediatr Nephrol.* 2014;29(1):23-34.
9. Bigatello LM, Hellman J, Beutler S, Zapol WM. Chapter 73. The Pathophysiology of Critical Illness. In: Longnecker DE, Brown DL, Newman MF, Zapol WM. eds. *Anesthesiology*, 2e. McGraw Hill; 2012. Disponible en: <https://accessanesthesiology.mhmedical.com/content.aspx?bookid=490§ionid=40114764>.
10. Feld LG, Neuspiel DR, Foster BA, Leu M.G, Garber M. D, Austin K, et al. Clinical Practice Guideline: Maintenance Intravenous Fluids in Children. *Pediatrics.* 2018;142(6):e20183083.
11. Raina R, Sethi SK, Wadhvani N, Vemuganti M, Krishnappa V, Bansal SB. Fluid Overload in Critically Ill Children. *Front Pediatr.* 2018;6:306.
12. Márquez-González H, Casanova-Bracamontes L, Muñoz-Ramírez CM, Peregrino-Bejarano L, Bolaños-Tellez B, Yañez-Gutierrez L. Relación entre sobrecarga hídrica y mortalidad en niños con shock séptico. *Arch Argent Pediatr* 2019;117(2):105-113.
13. McNab S, Ware RS, Neville KA, Choong K, Coulthard MG, Duke T, Davidson A, Dorofaeff T. Isotonic versus hypotonic solutions for maintenance intravenous fluid administration in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 18;(12):CD009457.
14. Flores Robles CM, Cuello García CA. A prospective trial comparing isotonic with hypotonic maintenance fluids for prevention of hospital-acquired hyponatraemia. *Paediatr Int Child Health.* 2016;36(3):168-74.
15. Maitland K, Kiguli S, Opoka RO, Engoru C, Olupot-Olupot P, Akech SO, et al; FEAST Trial Group. Mortality after fluid bolus in African children with severe infection. *N Engl J Med.* 2011;364(26):2483-95.
16. Upadhyay M, Singhi S, Murlidharan J, Kaur N, Majumdar S. Randomized evaluation of fluid resuscitation with crystalloid (saline) and colloid (polymer from degraded gelatin in saline) in pediatric septic shock. *Indian Pediatr.* 2005;42(3):223-31.
17. Rein JL, Coca SG. "I don't get no respect": the role of chloride in acute kidney injury. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2019; 316(3):F587-F605.
18. Ahmed HM, Elnaby HRH, Kareem RMAE, Hodeib M. The relationship between hyperchloremia and acute kidney injury in pediatric diabetic ketoacidosis and its impact on clinical outcomes. *Pediatr Nephrol.* 2022;37(6):1407-1413.
19. Williams V, Jayashree M, Nallasamy K, Dayal D, Rawat A. 0.9% saline versus Plasma-Lyte as initial fluid in children with diabetic ketoacidosis (SPinK trial): a double-blind randomized controlled trial. *Crit Care.* 2020;24(1):1
20. Langer T, Limuti R, Tommasino C, van Regenmortel N, Duval ELIM, Caironi P, Malbrain MLNG, Pesenti A. Intravenous fluid therapy for hospitalized and critically ill children: rationale, available drugs and possible side effects. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2018;50(1):49-58.
21. Van Regenmortel N, Verbrugghe W, Roelant E, Van den Wyngaert T, Jorens PG. Maintenance fluid therapy and fluid creep impose more significant fluid, sodium, and chloride burdens than resuscitation fluids in critically ill patients: a retrospective study in a tertiary mixed ICU population. *Intensive Care Med.* 2018;44(4):409-417.
22. Hoste EA, Maitland K, Brudney CS, Mehta R, Vincent JL, Yates D, Kellum JA, Mythen MG, Shaw AD; ADQI XII Investigators Group. Four phases of intravenous fluid therapy: a conceptual model. *Br J Anaesth.* 2014;113(5):740-747.
23. Cannon, W.B. 1932. The Wisdom of the Body. W.W. Norton.
24. Friis-Hansen B. Body water compartments in children: Changes during growth and related changes in body composition. *Pediatrics* 1961;28:169-81.
25. I. Vitoria, J. Dalmau. Recomendaciones de hidratación como base de una nutrición saludable en la infancia. Necesidades de agua en el niño. *Acta Pediatr Esp.* 2011; 69(3): 105-111.

BIBLIOGRAFÍA:

26. Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics*. 1957; 19(5):823-32.
27. NICE. Intravenous fluid therapy in children and young people in hospital. NICE guideline Published: 9 December 2015. Updated: 20 June 2020. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng29>.
28. Wang J, Xu E, Xiao Y. Isotonic versus hypotonic maintenance IV fluids in hospitalized children: a meta-analysis. *Pediatrics*. 2014;133(1):105-113.
29. McNab S, Ware RS, Neville KA, et al. Isotonic versus hypotonic solutions for maintenance intravenous fluid administration in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(12):CD009457.
30. Foster BA, Tom D, Hill V. Hypotonic versus isotonic fluids in hospitalized children: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr*. 2014;165(1):163-169.e2.
31. Padua AP, Macaraya JR, Dans LF, Anacleto FE Jr. Isotonic versus hypotonic saline solution for maintenance intravenous fluid therapy in children: a systematic review. *Pediatr Nephrol*. 2015;30(7):1163-1172.
32. Yang G, Jiang W, Wang X, Liu W. The efficacy of isotonic and hypotonic intravenous maintenance fluid for pediatric patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Pediatr Emerg Care*. 2015;31(2):122-126.
33. Choong K, Kho ME, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child*. 2006;91(10):828-835.
34. Mathew A, Rai E. Pediatric perioperative fluid management. *Saudi J Anaesth* 2021;15:435-40.
35. Allen CH, Goldman RD, Bhatt S, Simon HK, Gorelick MH, Spandorfer PR, et al. A randomized trial of Plasma-Lyte A and 0.9 % sodium chloride in acute pediatric gastroenteritis. *BMC Pediatr* 2016;16:117.
36. Cochito Sousa S, Sousa F, Vaz S, Abecasis F. Fluid Therapy in Perioperative Setting in Children. *Port J Pediatr* 2021; 52:262-8.
37. Antequera Martín AM, Barea Mendoza JA, Muriel A, Sáez I, Chico-Fernández M, Estrada-Lorenzo JM, Plana MN. Buffered solutions versus 0.9% saline for resuscitation in critically ill adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Jul 19;7(7):CD012247.
38. Rowensztein H, Monteverde M. GAP 2015 Manejo de las Alteraciones del Potasio. Hospital Garrahan. Disponible en: http://www.garrahan.gov.ar/PDFS/gap_historico/GAP2015-MANEJO-DEL-PO-TASIO.pdf.
39. Standards for Paediatric Intravenous Fluids: NSW Health (second edition); Publication date: 31 aug 2015. Disponible en: <https://nswhealth.files.wordpress.com/2016/04/nsw-health-paed-fluid-guidelines-aug-2015.pdf>.
40. Intravenous Fluid Guidelines - Paediatric and Neonatal. Children's Health Queensland Hospital and Health Service. Publication date: 24 dic 2017. Disponible en: <http://c-foam.com.au/wp-content/uploads/2018/04/ARCS-Paediatric-IV-Fluid-Guidelines.pdf>.
41. Provisional Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Acute Gastroenteritis. Practice parameter: The management of acute gastroenteritis in Young children. *Pediatrics* 1996;97:424-435.
42. Mendelson J. Emergency Department Management of Pediatric Shock. *Emerg Med Clin North Am*. 2018;36(2):427-440.
43. Santillanes G, Rose E. Evaluation and Management of Dehydration in Children. *Emerg Med Clin North Am*. 2018;36(2):259-273.
44. Disque K. PALS – Pediatric Advanced Life Support. Provider Handbook. 2021 Satori Continuum Publishing. Las Vegas, Estados Unidos de América.
45. Standl T, Annecke T, Cascorbi I, Heller AR, Sabashnikov A, Teske W. The nomenclature, definition and distinction of types of shock. *Dtsch Arztebl Int* 2018; 115: 757-68.
46. Maconochie IK, Aickin R, Hazinski MF, Atkins DL, Bingham R, Couto TB, et al.; Pediatric Life Support Collaborators. Pediatric Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2020;142(16_suppl_1):S140-S184.
47. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, et al; Pediatric Basic and Advanced Life Support Collaborators. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020;142(16_suppl_2):S469-S523.
48. Acker SN, Ross JT, Partrick DA, DeWitt P, Bensard DD. Injured children are resistant to the adverse effects of early high volume crystalloid resuscitation. *J Pediatr Surg*. 2014;49:1852-1855.
49. Coons BE, Tam S, Rubsam J, Stylianos S, Duron V. High volume crystalloid resuscitation adversely affects pediatric trauma patients. *J Pediatr Surg*. 2018;53:2202-2208.
50. Zhu H, Chen B, Guo C. Aggressive crystalloid adversely affects outcomes in a pediatric trauma population. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2019.doi: 10.1007/s00068-019-01134-0.
51. Henry S. ATLS Advanced Trauma Life Support 10th Edition Student Course Manual Chicago, IL: American College of Surgeons; 2018. Disponible en: <https://www.emergencymedicineny.org/wp-content/uploads/2021/09/ATLS-10th-Edition.pdf>

BIBLIOGRAFÍA:

52. World Health Organization. (2016). Updated guideline: paediatric emergency triage, assessment and treatment: care of critically-ill children. World Health Organization. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204463>.
53. Glassford NJ, Gelbart B, Bellomo R. Coming full circle: thirty years of paediatric fluid resuscitation. *Anaesth Intensive Care*. 2017;45(3):308-319.
54. Weiss, S.L., Peters, M.J., Alhazzani, W. et al. Surviving sepsis campaign international guidelines for the management of septic shock and sepsis-associated organ dysfunction in children. *Intensive Care Med* 2020;46, 10–67
55. Fernández-Sarmiento J, De Souza DC, Martínez A, Nieto V, Lopez-Herce J, Soares Lanzotti V, et al. Latin American Consensus on the Management of Sepsis in Children: Sociedad Latinoamericana de Cuidados Intensivos Pediátricos [Latin American Pediatric Intensive Care Society] (SLACIP) Task Force: Executive Summary. *J Intensive Care Med*. 2021;37(3):753-763.
56. Subramaniam S, Rutman M. Cardiogenic shock. *Pediatr Rev*. 2015;36(5):225-6.
57. Brissaud O, Botte A, Cambonie G, Dauger S, de Saint Blaquat L, Durant P, et al. Experts' recommendations for the management of cardiogenic shock in children. *Ann Intensive Care* 2016; 6:14.
58. Brunow de Carvalho W. Choque Cardiogénico. Manual de la Sociedad Latinoamericana de Cuidados Intensivos Pediátricos. Disponible en: <https://www.slacip.org/manual-slacip/descargas/SECION-4/4.7-Choque%20cardiogenico.pdf>
59. Marik PE, Weinmann M. Optimizing fluid therapy in shock. *Curr Opin Crit Care*. 2019;25(3):246-251.
60. Vincent JL. Fluid management in the critically ill. *Kidney Int*. 2019;96(1):52-57.
61. Dingankar AR, Cave DA, Anand V, Sivarajan VB, Nahiriak S, Sheppard C, Hanot J, Garcia Guerra G. Albumin 5% Versus Crystalloids for Fluid Resuscitation in Children After Cardiac Surgery. *Pediatr Crit Care Med*. 2018;19(9):846-853.
62. Dittrich MHM, Hosni ND, de Carvalho WB. Association between fluid creep and infection in burned children: A cohort study. *Burns*. 2020; 46(5):1036-1042.
63. Navickis RJ, Greenhalgh DG, Wilkes MM. Albumin in Burn Shock Resuscitation: A Meta-Analysis of Controlled Clinical Studies. *J Burn Care Res*. 2016;37(3):e268-78.
64. Lehr AR, Rached-d'Astous S, Barrowman N, et al. Balanced Versus Unbalanced Fluid in Critically Ill Children: Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatr Crit Care Med* 2022; 23 (3):181-191.
65. Duke T, Molyneux EM. Intravenous fluids for seriously ill children: time to reconsider. *Lancet* 2003; 362:1320–1323.
66. Ker G.L., Gangadharan S. Management of Fluid Overload in the Pediatric ICU. In: Mastropietro C., Valentine K. (eds) *Pediatric Critical Care*. Springer, Cham 2019.
67. Vidal S, Augusto Pérez A, Eulmesekian P. Balance de fluidos y duración de la ventilación mecánica en niños internados en una Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica. *Arch Argent Pediatr* 2016;114(4):313-318.
68. Raina R, Sethi SK, Wadhvani N, Vemuganti M, Krishnappa V, Bansal SB. Fluid Overload in Critically Ill Children. *Front Pediatr*. 2018;6:306.
69. Sallee CJ, Smith LS, Rowan CM, Heckbert SR, Angelo JR, Megan CD et al. Early Cumulative Fluid Balance and Outcomes in Pediatric Allogeneic Hematopoietic Cell Transplant Recipients With Acute Respiratory Failure: A Multicenter Study. *Front Oncol*. 2021;11:705602.
70. Goldstein SL, Currier H, Graf JM, Cosio CC, Brewer ED, Sachdeva R. Outcome in children receiving continuous venovenous hemofiltration. *Pediatrics* 2001; 107:1309-12.
71. Kong X, Zhu Y, Zhu X. Association between early fluid overload and mortality in critically-ill mechanically ventilated children: a single-center retrospective cohort study. *BMC Pediatr*. 2021 Oct 26;21(1):474.
72. Gan H, Cannesson M, Chandler JR, Ansermino JM. Predicting fluid responsiveness in children: a systematic review. *Anesth Analg*. 2013; 117(6):1380-92.
73. Vincent, J.L., Pinsky, M.R. We should avoid the term "fluid overload". *Crit Care* 22, 214 (2018).
74. Vincent JL, Pelosi P, Pearse R, et al. Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12. *Crit Care*. 2015 May 8;19(1):224. doi: 10.1186/s13054-015-0932-7.
75. Nicholson JP, Wolmarans MR, Park GR. The role of albumin in critical illness. *Br J Anaesth*. 2000; 85(4):599-610.
76. Yu YT, Liu J, Hu B, et al. Expert consensus on the use of human serum albumin in critically ill patients. *Chin Med J (Engl)*. 2021 Jul 20;134(14):1639-1654.
77. Yanni GN, Lubis M, Ali M. The Influence of Albumin Level in Critically Ill Children to Length of Stay and Mortality in Paediatric Intensive Care Unit. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019 Oct 30; 7(20):3455-3458.

BIBLIOGRAFÍA:

78. Leite HP, Rodrigues da Silva AV, de Oliveira Iglesias SB, Koch Nogueira PC. Serum Albumin Is an Independent Predictor of Clinical Outcomes in Critically Ill Children. *Pediatr Crit Care Med*. 2016 Feb;17(2):e50-7.

79. Demirdjian G. GAP 2009 Uso de Albúmina en Pediatría-Actualización 2016. Disponible en: https://www.garrahan.gov.ar/PDFS/gap_historico/GAP-2009-USO-DE-ALBUMINA-VERSION-IMPRESA.pdf Consultado el 5 de mayo de 2022.