



Editorial

¿Es el momento de cambiar el tipo de solución de mantenimiento intravenoso en los niños hospitalizados?

Francisco Javier Ruza Tarrío

Jefe de Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos y Urgencias del Hospital Infantil La Paz.

Profesor Titular de Pediatría de la Universidad Autónoma de Madrid.

Términos clave en inglés: fluid therapy: methods; fluid therapy: adverse effects; hospitalization; pediatrics

Términos clave en español: fluidoterapia: métodos; fluidoterapia: efectos adversos; hospitalización; pediatría

Fecha de recepción: 26 de febrero de 2007

Fecha de aceptación: 28 de febrero de 2007

Fecha de publicación: 1 de Marzo de 2007

Evid Pediatr. 2007; 3: 1 doi: vol3/2007_numero_1/2007_vol3_numero1.1.htm

Cómo citar este artículo

Ruza Tarrío FJ. ¿Es la hora de cambiar la composición de los sueros de mantenimiento? Evid Pediatr. 2007; 3:1.

Para recibir Evidencias en Pediatría en su correo electrónico debe darse de alta en nuestro boletín por medio del ETOC <http://www.aepap.org/EvidPediatr/etoc.htm>

Este artículo está disponible en: http://www.aepap.org/EvidPediatr/numeros/vol3/2007_numero_1/2007_vol3_numero1.1.htm
EVIDENCIAS EN PEDIATRÍA es la revista oficial del Grupo de Pediatría Basada en la Evidencia de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria. © 2005-07. Todos los derechos reservados

¿Es el momento de cambiar el tipo de solución de mantenimiento intravenoso en los niños hospitalizados?

Francisco Javier Ruza Tarrío

Jefe de Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos y Urgencias del Hospital Infantil La Paz. Profesor Titular de Pediatría de la Universidad Autónoma de Madrid.

Los sueros de mantenimiento aportan los requerimientos de agua y electrolitos necesarios para cubrir las necesidades fisiológicas del individuo, consiguiendo un balance hídrico y salino neutro¹. Para su cálculo en niños se han tomado como referencia parámetros antropométricos diversos: en primer lugar, el peso corporal en kilogramos (kgrs); sabemos, sin embargo, que no hay una relación lineal simple entre este parámetro y las necesidades de líquidos a lo largo de las diferentes edades pediátricas. Posteriormente se propuso la superficie corporal en m² asumiendo que las necesidades de líquidos y de electrolitos en miliequivalentes (mEq) se mantenían constantes para este parámetro, hecho que tampoco responde a la realidad. La siguiente referencia fue el consumo energético (CE), aparentemente el más fisiológico, al relacionar las demandas hídricas con la actividad metabólica del individuo. Se sabe que los requerimientos diarios de agua en todos los mamíferos es de 140 mililitros (ml) por cada 100 kilocalorías (kcal) que metabolizan, los cuales vienen a satisfacer las pérdidas insensibles que se producen a nivel de piel y pulmón (valores constantes), las debidas a una mínima cantidad de sudor, las habidas por las heces y las pérdidas de líquidos por orina, que guardan relación con la cantidad de solutos de obligada eliminación renal. Por otra parte, la propia actividad metabólica genera agua endógena (secundaria a la metabolización de los hidratos de carbono y de los lípidos), llamada agua metabólica, cuyos valores oscilan entre 10-12 ml por cada 100 kcal. metabolizadas. Pérdidas insensibles por un lado y agua metabólica por el otro constituyen variables no mensurables que pueden alterar los cálculos en los balances hidrosalinos diarios y justificar las desviaciones observadas en la natremia en niños sometidos a sueros de mantenimiento. No obstante, a la luz de los conocimientos actuales, y a pesar de las limitaciones existentes, el patrón de referencia de elección más adecuado para el cálculo de los sueros de mantenimiento parece ser el CE.

El cálculo del CE en los niños es un proceso complejo al no tener medios fáciles para medir su valor real. Por ello Holliday y Segar², ya en el año 57, propusieron unas tablas de referencia en las que simplificaron su cálculo en el niño enfermo¹. Para ello igualaron las demandas hídricas con los valores del CE (100 kcal precisaban 100 ml de agua), es decir, disminuyeron el agua que se aporta para la eliminación renal de solutos al considerar que un niño hospitalizado y en ayunas reduce de forma importante esta eliminación y, en consecuencia, precisa menor cantidad de aportes externos de fluidos. Mediante este ingenioso artificio se facilitó la divulgación del CE como patrón de referencia, manteniéndolo en primera línea durante muchos años.

Años más tarde, Darrow³ elaboró unas pautas de

necesidades de agua y electrolitos de acuerdo a los diferentes pesos corporales, a los que aplicaba el CE real. Así, en niños entre 3 - 10 kg (1 - 12 meses de edad), que en situación de hospitalización reducen su actividad metabólica a niveles de GER (Gasto Energético en Reposo que él denominó, en aquella época, calorías metabolizadas), es decir, unos 70 kcal/kg/día, le corresponden 100 ml/kg/día. Este método coincide en los volúmenes de los aportes de líquidos con el propuesto por Holliday, por lo que para situaciones clínicas no complicadas (cálculo de sueros de mantenimiento) tienen igual validez. Sin embargo, la posterior aparición de nuevas terapéuticas como la nutrición parenteral total (NPT) y el desarrollo de tratamientos sofisticados para situaciones clínicas complejas⁴⁻⁹ hacen que el cálculo basado en el CE real del paciente tenga absoluta prioridad. Con el CE real se pueden calcular las necesidades hídricas y salinas con total precisión al ser un patrón biológico adaptable a las diferentes edades y situaciones clínicas que los pacientes puedan tener.

Esta referencia biológica nos plantea la necesidad de acercarnos al conocimiento del GER, bien mediante su medición directa¹⁰, o bien calculándola mediante fórmulas adaptadas a las situaciones clínicas diversas¹¹.

El cálculo de los sueros de mantenimiento se fundamenta en el principio de que el organismo se mantiene en un equilibrio hídrico y salino que se objetiva a nivel clínico por medio de los balances de agua y electrolitos. Sobre este concepto, los aportes de agua deben ser similares a las eliminaciones, con la excepción en los niños del componente positivo correspondiente a la retención de líquidos para el crecimiento. Similar consideración tienen los balances de electrolitos y por ello, los aportes de mantenimiento deben ser iguales a sus eliminaciones urinarias. De acuerdo a estas argumentaciones se viene reconociendo que la administración de sueros cristaloides con concentraciones de sodios de 150 mEq/L, al aportar concentraciones similares a las plasmáticas y muy superiores a las de su eliminación renal, generan balances agudos positivos de sodio, con retención del mismo en el espacio extracelular (EEC), provocando su expansión. Por el contrario, la perfusión de sueros glucosalinos, con concentraciones de sodio del 0,18, 0,33 o 0,45%, permiten equilibrar aportes y eliminaciones urinarias del sodio (Na) manteniendo sin alteraciones el medio interno y, en consecuencia, se vienen considerando como sueros de elección para el mantenimiento hidrosalino en el niño. No obstante, conviene destacar que esta aseveración no ha sido validada mediante series clínicas amplias y bien protocolizadas.

La sospecha reciente por parte de varios autores de que los sueros de mantenimiento actuales pueden generar

hiponatremia ha estimulado a realizar un metanálisis en el que se estudió la repercusión sobre la natremia de la aplicación de estos sueros en los pacientes pediátricos¹². De 104 trabajos sobre esta materia que inicialmente recogieron los autores, seleccionaron seis que en el metanálisis evidencian el riesgo de provocar hiponatremia al aplicar fluidoterapia con sueros con contenidos bajos en sodio.

Para interpretar bien los hallazgos del metanálisis conviene recordar muy brevemente algunos principios referentes al metabolismo del agua y de los electrolitos.

1.- El organismo como estado bi-compartimento hidrosalino.

Desde el punto de vista del metabolismo del agua y de los electrolitos el organismo se compone de dos grandes compartimentos: espacio extracelular (EEC) y espacio intracelular (EIC)¹³. En situaciones de estabilidad ambos compartimentos mantienen idéntica osmolaridad. Cuando perfundimos sueros lo hacemos siempre dentro del EEC, sobre el que los líquidos suministrados actúan de forma inmediata y los cambios que en él se generen repercuten de forma rápida y secuencial sobre el EIC. El agua libre cruza de inmediato la barrera entre ambos espacios hídricos y con ella, algunos solutos de fácil difusión como la urea (solutos penetrantes). Por el contrario, otros solutos como el Na o la glucosa lo hacen más lentamente (solutos no penetrantes), permaneciendo dentro del EEC desde el que ejercen una capacidad osmótica selectiva: osmolaridad efectiva, es decir, son los responsables de los movimientos de fluidos entre ambos compartimentos hídricos¹⁴.

2.- Concepto isotónico vs isonatrémico.

La tonicidad de los sueros está relacionada con su osmolaridad y ésta depende del número de partículas existentes en la solución. Los sueros denominados hipotónicos o casi hipotónicos (literatura anglosajona) referidos en el metanálisis tienen una osmolaridad similar a la del plasma, pero aportan una concentración de Na inferior a la del plasma, por lo que su denominación debe ser la de sueros isotónicos e hiposódicos (sodio < 0,9%). Estos sueros isotónicos con baja concentración de Na mantienen la isotonicidad a expensas de la glucosa y, cuando se perfunden, la glucosa se metaboliza y desaparece liberando agua libre, que primero diluye el EEC e inmediatamente entra dentro de las células, atraída por la primitiva mayor osmolaridad persistente en el espacio intracelular¹⁴.

Sobre este concepto, los sueros salinos hipotónicos (sin glucosa) no se deben perfundir en vena a velocidades grandes, dado que pueden provocar la entrada brusca (shift) de agua libre dentro de las células, con la subsiguiente aparición de edema celular (hemólisis y edema cerebral).

3.- Límites de normalidad utilizados en el metanálisis.

Los límites de normalidad utilizados para el Na de 145 mEq/L de valor máximo y 136 mEq/L de mínimo parecen excesivamente restrictivos y, si bien pueden responder a criterios analíticos "sensu estricto", parecen demasiado encorsetados desde un punto de vista clínico para la interpretación del metabolismo hidrosalino en el niño enfermo. En la práctica clínica se consideran valores máximos de normalidad hasta 150 mEq/L y mínimos por debajo 135 mEq/L. Para incluir grados dentro de las hiponatremias, se incluye en el metanálisis el valor de 130 mEq/L como límite de hiponatremia grave. Con buen criterio se excluyen los recién nacidos, cuya tolerancia a los aportes de agua y electrolitos tienen un comportamiento muy específico.

4.- Patología pediátrica analizada.

Se incluyen en el metanálisis pacientes pediátricos muy diversos, tanto desde un punto de vista de las edades como con respecto a las patologías (de tipo médico y quirúrgico). En el metanálisis no se expone cuál es la situación clínica basal de los pacientes ni su evolución a lo largo de los estudios realizados, desconociendo su estado de hidratación y de volemia; muy probablemente los pacientes con GEA podrían tener un cierto grado de deshidratación, con mayor o menor riesgo de hipovolemia, mientras que en los pacientes sometidos a cirugía electiva (operados de escoliosis) la situación hidrosalina se debe suponer normal. Otra variable a tener en cuenta a la hora de valorar los sueros de mantenimiento es la existencia de aspirados gastrointestinales y/o de drenajes quirúrgicos, que también pueden influir en la resultante final de estado hidrosalino.

5.- Duración de los estudios analizados

En los niños enfermos de forma aguda no queda bien especificado si estos estudios se realizan solamente en las primeras 24 horas post-agresión o en fases más tardías, lo cual nos permite hacer la pregunta: ¿son similares las necesidades hídricas y salinas post-agresión inmediata que en las fases tardías? Si tomamos como bases de referencia el CE^{2,3}, éste difiere en la post-agresión inmediata con respecto a las condiciones basales e igualmente varía a lo largo de las diferentes fases post-agresión. En estudios realizados por nuestro grupo en la fase inmediata post-agresión en los niños, el CE resultó muy inferior a lo que inicialmente deducíamos extrapolando los valores referidos de los adultos^{10,11}. Hoy día sabemos que en los niños críticamente enfermos el CE varía de acuerdo a muchas circunstancias: la terapéutica farmacológica (lo incrementan las catecolaminas endovenosas y lo disminuye la sedación), la terapéutica intensiva (lo disminuye la ventilación mecánica), también influye la temperatura corporal¹⁰. Es decir, tras una agresión aguda, sea por patología médica (sepsis), quirúrgica (post-operatorio inmediato) o traumatológica, el CE del paciente y por ende los requerimientos de agua

y electrolitos varían de forma importante.

6.- Reacción hormonal.

También sabemos que el estrés actúa de forma importante sobre el sistema hormonal: ADH, corticoides, hormonas tiroideas, etc entremezclan sus efectos en el niño enfermo. ¿Cuál es la resultante de esta situación hormonal en el niño en la fase de post-agresión inmediata? Se genera una situación antidiurética con tendencia a la retención de líquidos que debemos tener en cuenta para evitar una dilución del medio interno.

7.- Otras consideraciones.

En muchas patologías agudas persisten una serie de pérdidas de líquidos y electrolitos a lo largo de la enfermedad aguda (diarreas, aspirados digestivos, drenajes, etc) que añaden unas pérdidas extraordinarias de líquidos. Estas pérdidas hacen necesario añadir mayores aportes de líquidos a los sueros de mantenimiento, que de no hacerse repercutirán en los resultados de natremia al final de los estudios.

Otro factor de confusión que los clínicos conocemos muy bien es la velocidad a la que se realiza la infusión endovenosa. En la actualidad, las bombas de perfusión endovenosa garantizan una velocidad de flujo constante. Este aspecto no se aclara en los trabajos analizados y es sabido que el incremento transitorio de aportes - hecho relativamente frecuente en la etapa pre-bombas de perfusión a la que pertenecen algunos de los trabajos estudiados- puede generar un balance hídrico positivo que favorezca la hiponatremia.

¿Cómo controlar todas estas variables? ¿Es válida una única solución de mantenimiento como solución universal, o tendremos que aplicar diferentes soluciones específicas para cada una de estas situaciones?

En el metanálisis, sobre seis series pediátricas muy diversas, en cuyos objetivos prioritarios no estaba la valoración de los sueros de mantenimiento, se deduce que la infusión de sueros denominados hipotónicos por los autores, pero que eran isotónicos e hiposódicos conlleva un riesgo mayor de hiponatremia (odds ratio: 17,2; intervalo de confianza del 95%: 8,7 a 34,2)¹².

Sobre la pregunta de esta editorial: ¿es la hora de cambiar la composición de los sueros de mantenimiento?, la respuesta debe ser cautelosa¹⁵. La gran virtud de los autores del metanálisis es la de plantear el tema sobre una valoración que apoya una tendencia a que con los sueros hiposalinos como sueros de mantenimiento se genera hiponatremia, lo cual sugiere la conveniencia de revisar el planteamiento actual de los mismos. Sin embargo, antes de aceptar plenamente esta conclusión y aceptar cambios en la estrategia de esta terapéutica, debemos recordar que en los niños el campo de aplicación de estos sueros es muy cambiante; en ellos influyen la edad, la situación clínica subyacente: normalidad (preoperatorio,

preparación para pruebas diagnósticas, etc), estado post-agresión agudo o crónico (postcirugía, sépsis, etc), estado de hidratación y nutrición previos, existencia de factores de interferencia (fiebre o hipotermia) y además, en los niños críticos, la incidencia de factores terapéuticos ya comentados (ventilación mecánica, sedación, etc) o de factores quirúrgicos (drenajes, etc).

Por todo ello, parece muy pertinente en los niños sometidos a sueros de mantenimiento la recomendación final de los autores del metanálisis: en cada paciente se deben realizar valoraciones clínicas meticulosas, tanto al inicio como con cierta periodicidad a lo largo del tratamiento, con cuantificación de la diuresis y monitorización de los valores plasmáticos y urinarios de osmolaridad y electrolitos. Con estas medidas se podrá evitar la aparición de hiponatremias o en su caso, de hipernatremias.

También se puede concluir que, como tratamiento expansor del EEC y de la propia volemia, se deben utilizar cristaloides que contengan concentraciones de sodio similares a los del plasma (iguales o mayores de 0,9% (154 mEq/L)). Todos los cristaloides isonatremicos (CINa 0,9%, CO₃HNa 1/6M (1,4%), Ringer lactato) tienen similar efecto expansor. Otra valoración puede ser la de cual de ellos elegir cuando coexista una acidosis metabólica intensa; en esta situación todos son igualmente valiosos, sin embargo, en experiencia experimental con cerditos de nuestro grupo, el suero bicarbonatado 1/6 molar parece corregir más rápidamente la acidosis durante el tiempo que dura su infusión en comparación con el SSF, si bien al final de la expansión se igualan las correcciones realizadas con ambos cristaloides. Son excepciones a la utilización del suero bicarbonatado 1/6 molar como expansor el shock hipovolémico que se acompañe de alcalosis metabólica (deshidratación secundaria a vómitos de origen gástrico), así como la expansión EEC en la cetoacidosis diabética con valores de bicarbonato superiores a 15 mEq/L.

Como suero de mantenimiento es aconsejable tener en mente la recomendación antes referida de los autores del metanálisis, aportando sueros isotónicos e isosódicos, al menos en las primeras 24h, en todos aquellos pacientes en los que además del mantenimiento sean portadores de drenajes y aspiraciones digestivas. En los pacientes que no tengan pérdidas hidrosalinas extraordinarias, que estén en ayunas en espera de una intervención quirúrgica o que tengan una patología no muy grave se les pueden aplicar sueros de mantenimiento isotónicos e hiposódicos (grupo salino 1/3 (CINa 0,3%) o a 1/2 (CINa 0,45%), etc) monitorizando con periodicidad los valores plasmáticos y urinarios de natremia y natriuresis, para mantener la homeostasis hidrosalina en situación estable, en tanto en cuanto no dispongamos de una propuesta firme de suero de mantenimiento más recomendable,

confirmada mediante series clínicas pediátricas amplias y bien validadas.

Bibliografía:

- 1.-Winters RW. Disorders of electrolyte and acid-base metabolism. Chapter 9. En: Barnett HL: Pediatrics. 14ª ed. Londres: Butterworths; 1968.p.336-68.
- 2.- Holliday MA, Segar WE. Maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics. 1957;19:823.
- 3.-Darrow DC. A guide to learning fluid therapy. Springfield: Charles C. Thomas Co.;1964.
- 4.-Avner ED. Clinical disorders of water metabolism: hyponatremia and hypernatremia. Pediatr Ann. 1995;24:23-30.
- 5.-Fall PJ. Hyponatremia and hypernatremia. A systematic approach to causes and their correction. Postgrad Med. 2000; 107:75-82.
- 6.-Finberg L, Kravath R, Fleischman, A. Water and electrolytes in pediatrics. Philadelphia: W.B. Saunders Co.; 1982.
- 7.-Ichikawa I. Pediatric textbook of fluids and electrolytes. Baltimore: Williams & Wilkins;1990.
- 8.-Narins RG. Clinical disorders of fluid and electrolyte metabolism. 5ª ed. New York: Maxwell & Kleeman's McGraw-

Hill, Inc.; 1994.

- 9.-Ruza Tarrío F, Lledin Barbancho Mª D. Alteraciones de la osmolaridad y/o la natremia. Capítulo 49. en: Ruza F, editor. Tratado de cuidados intensivos pediátricos. 3ª edición. Madrid: Editorial Norma-Capitel; 2003. p. 1091-9.
- 10.-Dorao P. Consumo energético y utilización de sustratos en el paciente pediátrico críticamente enfermo [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 1999.
- 11.-Vazquez JL, Dorao P, Diez J, Ruza F. Predicted versus measured energy expenditure by continuous, on line indirect calorimetry in ventilated, critically ill children during the early postinjury period. Pediatr Crit Care Med. 2004; 5: 19-27.
- 12.-Choong K, Kho ME, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. Arch Dis Child. 2006;91:828-35.
- 13.-Friss-Hasen B. Body water compartments in children: changes during growth and related changes in body composition. Pediatrics. 1961;28:16981.
- 14.-Ruza Tarrío F. Fisiología aplicada del medio interno (agua y electrolitos). Capítulo 45. En: Ruza F, editor. Tratado de cuidados intensivos pediátricos. 3ª ed. Madrid: Editorial Norma-Capitel; 2003.p.1020-33.
- 15.-Fino E, González de Dios J. Las soluciones hipotónicas aumentan el riesgo de hiponatremia en niños hospitalizados con fluidoterapia de mantenimiento. Evid Pediatr. 2007;3:14.

Tabla 1: tipos de sueros y características de su composición				
Sueros (gr%)	Osmolaridad	Na mEq/L	Glucosa (gr %)	Valoración tonicidad
SSF (0.9%)	307	154	-	Isotónico
S.Bicarbonatado 1/6 M (1.4%)	333	167	-	Isotónico: Límite alto de tonicidad
Ringer Lactato	273	129	-	Límite bajo de tonicidad. (Casi isotónico)
SGS ½ (0.45%)	154	77	-	Hipotónico
SGS 1/3 (0.3%)	285	51,3	3,3	Isotónico
SGS 1/5 (0.18%)	320	30,8	4,7	Isotónico: Límite alto de tonicidad
S. Glucosado (5%)	277	-	5	Isotónico

Datos tomados de las casas comerciales.
SSF: Suero salino fisiológico
SGS: Suero glucosalino