

Deshidratación hipernatrémica. Rehidratación intravenosa optimizada: genérica y segura

T. Jiménez Busselo, P. Calero Navarro, J. Aragón Domingo

Sección de Urgencias Pediátricas. Servicio de Pediatría. Hospital Universitario y Politécnico «La Fe». Valencia

Resumen

Introducción: Las complicaciones neurológicas agudas durante la rehidratación intravenosa (RIV) de pacientes con deshidratación (DH) hipernatrémica se relacionan con el ritmo de descenso ocasionado en la osmolaridad efectiva plasmática (OEP) dependiente de la natremia, cuyas oscilaciones guardan una relación directa con la tonicidad y/o el ritmo de infusión (RI) de los fluidos empleados. Estos dos aspectos diferencian a las dos modalidades de RIV vigentes, la convencional (RIC) y la rápida (RIR).

Una revisión exhaustiva de la experiencia publicada sobre RIR y dos análisis previos teóricos de ritmos máximos alcanzados en la RIC, así como del riesgo comparativo vinculado al ritmo de descenso natrémico en la RIC frente a la RIR, desde casos hipotéticos de DH hipernatrémica, permitieron identificar un tipo de solución (glucohidroelectrolítica isotónica-isoclorada [GHEITIC]) y un RI optimizados para proponer en el estudio.

Objetivo: Evaluar la eficacia y la seguridad de la RIV de pacientes deshidratados hipernatrémicos con una solución GHEITIC (glucosa 4,7%, sodio 132,7 mmol/L, cloro 109 mmol/L, acetato 42,8 mmol/L, potasio 19,4 mmol/L) en un RI genérico de 10 mL/kg/h (RIV-GHEITIC-10).

Metodología: Estudio prospectivo y experimental de 62 pacientes (de 3 meses a 9 años de edad) deshidratados debido a pérdidas digestivas, tratados con RIV-GHEITIC-10; en 8 casos hipernatrémicos se analizó el curso clínico y analítico, cuya variable principal fue la natremia.

Resultados: Las hiperclorémias y las acidosis basales más intensas se concentraron significativamente en los casos hipernatrémicos y se corrigieron satisfactoriamente; el grado de DH basal había sido subestimado en todos los casos y presentaron con la RIV-GHEITIC-10 un descenso horario lento de la natremia (0,84 mmol/L/h), incluso incompleto en algunos, y todos terminaron la corrección por vía oral. No hubo ninguna hiponatremia final ni disonias significativas.

Conclusiones: La RIV-GHEITIC-10 en casos de DH-hipernatrémica se demuestra eficaz, segura y fácil de ejecutar.

©2017 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

Palabras clave

Deshidratación hipernatrémica, rehidratación intravenosa, solución glucohidroelectrolítica isotónica-isoclorada (GHEITIC), ritmo de infusión

Abstract

Title: Hypernatremic dehydration. Optimized intravenous rehydration: generic and secure

Introduction: Acute neurological complications during intravenous rehydration (IVR) of patients with hypernatremic dehydration (DH) relate to the rate of resulted decline in effective plasmatic osmolality (EPO) dependent of natremia, whose oscillations are directly related to the tonicidity and/or infusion rate (IR) of used fluids. These two aspects differentiate the two types of existing IVR guidelines: conventional (CIR) and rapid (RIR). A comprehensive review of published experience on RIR and two previous theoretical analysis of maximum rates achieved in CIR and comparative risk linked to the pace of natremic decline in CIR versus RIR from scenarios of hypernatremic-DH, identified both optimized type of solution (glucose hydro-electrolytic-isotonic-isochlorinated [GHEITIC]) and IR to propose to study.

Objective: To evaluate the efficacy and safety of IVR of hypernatremic dehydrated patients with a GHEITIC solution (glucose 4.7%, sodium 132.7 mmol/L, chlorine 109 mmol/L, acetate 42.8 mmol/L, potassium 19.4 mmol/L) at a generic IR of 10 mL/kg/h (GHEITIC-10-IVR).

Methodology: A prospective, experimental study: on 8 hypernatremic cases of 62 dehydrated patients (3 months-9 years) by digestive losses, treated by GHEITIC-10-IVR, were analyzed their clinical and laboratory course; main variable: natremia.

Results: Most intense basal hyperchloremias and acidosis significantly correspond with hypernatremic cases and were corrected satisfactorily; their basal DH degree had been underestimated in all and they presented during GHEITIC-10-IVR a slow decrease in natremia (0.84 mmol/L/h), even incomplete in some, but all ended the correction orally. There was no end hyponatremia or significant ionic disturbances.

Conclusions: The GHEITIC-10-IVR of hypernatremic dehydrated cases proves to be effective, safe and easy to run.

©2017 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

Keywords

Hypernatremic dehydration, intravenous rehydration, glucose hydro-electrolytic-isotonic-isochlorinated (GHEITIC) solution, infusion rate

Fecha de recepción: 20/04/16. Fecha de aceptación: 13/06/16.

TABLA 1

Principales características diferenciales de las pautas de rehidratación intravenosa (RIV) «convencional» y las versiones más prevalentes de la RIV «rápida»

<i>Rehidratación intravenosa</i>	<i>Pauta convencional</i>	<i>Pauta rápida (versiones más perdurables y prevalentes)</i>
Área geográfica de origen y uso	Países del hemisferio norte/«desarrollados»	Países intertropicales/«en vías de desarrollo»
«Órbita de conocimiento»	Anglosajón (Darrow 1949/Holliday 1957)	India y América Central (Hirschhorn 1968/Rahaman 1979)
Cálculo del volumen de infusión para programar	Reposición del déficit de volumen (DV) + necesidades basales (NB) + pérdidas persistentes (PP)	Enfocado en reponer rápido el déficit de volumen (DV): volumen/hora superior a (NB + DV + PP)/hora: 20-25 mL/kg/h
Ritmo de infusión (RI)	Diferentes ritmos de infusión (y fluido) según el tipo osmolar de deshidratación (DH) y la fase de RH (de 2 a 3 fases)	Constante y genérico para todos los tipos osmolares de DH
Plazo de tiempo	12-24 h 48-72 h para la hipernatremia	Habitualmente 2-6 h No es diferente para la DH hipernatrémica
Fluidos empleados	Soluciones glucohidroelectrolíticas hipotónicas (1/5, 1/3 y 1/2 salinas), según criterios expuestos en el esquema de la figura 1	Los autores que incluyen RIV rápida exitosa de DH hipernatrémicas y DH severas usaron: (1) Solución Dhaka ^{7,8} : glucohidroelectrolítica isotónica-isoclorada (GHEITIC; glucosa 2,5%, potasio 13 mmol/L, cloro 98 mmol/L), o (2) Solución-90 o «Pizarro» ^{18,19} : equivalente a 3/5 salino (sodio 90/L) con glucosa 2%, cloro 80 mmol/L y potasio 20 mmol/L Los mejores resultados: solución Dhaka
Suministro horario de glucosa y potasio	Variable: en función del ritmo de infusión, que no es constante En la RIV lenta de hipernatrémicos: 0,12-0,2 g/kg/h de glucosa (rango catabólico)	Glucosa: 0,5 (2) o 0,625 (1) g/kg/h (rango anabólico) en todos los casos Potasio: 0,325 (1) o 0,5 (2) mmol/kg/h en todos los casos (1) No disonias finales; (2) disonias finales detectadas
Ventajas	Sus ritmos de infusión no son cuestionados ni contraindicados ante copatologías	Fácil cálculo e implementación Acorta la estancia hospitalaria
Aspectos bajo cuestión	Uso de soluciones hipotónicas Aportes glucosados en rango catabólico en ciertas programaciones	Los altos ritmos (20-25 mL/kg/h) están contraindicados en ciertas copatologías Publicados casos de congestión pulmonar por sobrecarga hemodinámica Riesgo imprevisible si subyace una miositis por enterovirus con miocarditis o nefropatía no prerrenal, como el síndrome hemolítico-urémico

Introducción

Las temidas complicaciones neurológicas agudas que pueden acontecer en la rehidratación (RH) de pacientes con deshidratación (DH) hipernatrémica se presentan vinculadas a su ejecución por vía intravenosa (RIV) y al ritmo de descenso causado por ésta en la osmolaridad efectiva plasmática (OEP), dependiente de la natremia en cada momento, y cuyas oscilaciones guardan relación directa con la tonicidad y/o el ritmo de infusión (RI) de los fluidos empleados. La RH oral (RHO) en estos casos es siempre preferible⁶ y más segura, pero no siempre posible. En los medios sanitarios en que predominó durante décadas la RIV convencional (RIC) con soluciones glucopóticas¹⁻⁵ (figura 1)^{1,3}, el RI se convirtió en el principal y obsesivo factor de cautela, lo que dilataba entre 48 y 96 horas la reposición de volumen, mediando un procedimiento de cálculo y programación complicado. Desde hace medio siglo, sin embargo, ciertos países en vías de desarrollo utilizan la llamada RIV rápida (RIR), atendiendo a contextos a menudo catastróficos (como epidemias de cólera) y con gran precariedad de recursos, ya que incluso la identificación analítica del tipo de DH está fuera de

alcance. Las principales características diferenciales de las dos pautas de RIV (RIC y RIR) se resumen en la tabla 1. Una revisión exhaustiva de la experiencia publicada sobre RIR (tablas 2 y 3) condujo a la conclusión de que su versión más exitosa^{7,8}, que, de hecho, no hace distinción procedimental entre los tres tipos osmolares de DH, ni en cuanto al RI ni en la composición de los fluidos, usa una solución glucohidroelectrolítica isotónica-isoclorada (GHEITIC) respecto al plasma. Cabe interpretar que ésta garantiza un descenso de la natremia lento, pese a usar ritmos de infusión mayores que la RIC, pero también incide más activamente sobre la acidosis (habitualmente más intensa en los casos hipernatrémicos por su hipercloremia asociada), al evitar un sobreaporte de cloruros y combatir precoz y activamente la cetosis, por proporcionar aportes glucosados muy superiores a los de la lenta RIC de estos casos hipernatrémicos y a los de la fluidoterapia de mantenimiento, incluso, con el objetivo de favorecer una pronta contribución de la ingesta a la deseable RHO.

No obstante, los altos RI de la RIR deben desaconsejarse ante algunas copatologías, como ciertas cardiopatías o nefro-

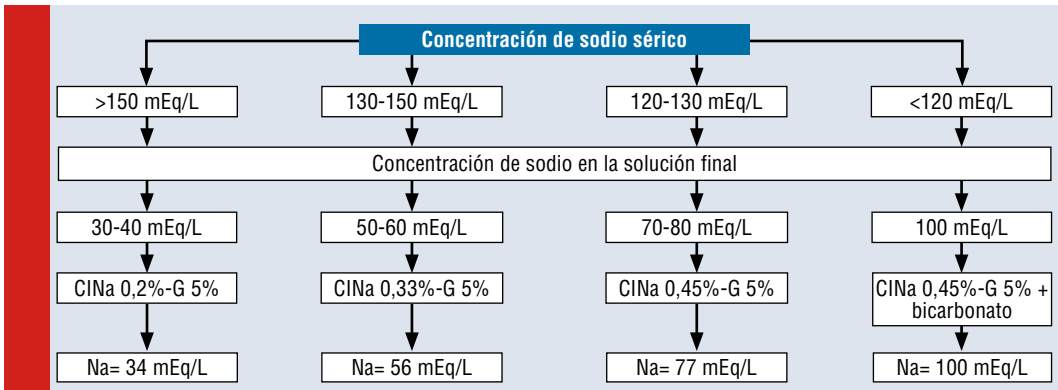


Figura 1. Soluciones de infusión parenteral empleadas en la rehidratación intravenosa convencional, en función del tipo osmolar de deshidratación (Finberg^{1,3})

patías. La bibliografía recoge algún caso^{9,10} de miocarditis insospechada en el contexto de una gastroenteritis aguda vírica, alguna con curso fulminante durante una RIV¹⁰. Inquieto pensar que, en medios epidémicos catastróficos, en que domina el uso de la RIR, este tipo de situación conduzca a un pequeño porcentaje de cursos mortales que podrían quedar indiagnosticados por acabar atribuidos a la propia DH grave por gastroenteritis aguda. Cobra interés conocer cuáles son los máximos RI alcanzados incuestionadamente en la RIC para identificar el idóneo, en el que tal vez pudieran fusionarse las ventajas de ambas modalidades de RIV: la seguridad y versatilidad de la RIC ante copatologías y el carácter genérico y de fácil implementación de las mejores versiones de RIR. Este análisis se llevó a cabo precediendo al presente trabajo, partiendo de una programación de RIC de casos hipotéticos teóricos extremos, que se resumen en la tabla 4, y concluyó que un ritmo de 10 mL/kg/h puede ser el genérico más apropiado, fijando por cautela el máximo por hora en 500 mL/h (ritmo común en RIV de adulto medio); sólo en las DH graves hipotónicas de menores de 2 años, los ritmos de la RIC se aproximan a los 15 mL/kg/h.

También se evaluó (tabla 5) el riesgo comparativo vinculado al ritmo de descenso natremico esperable en la RIC (pauta A, con fluido glucosahipotónico y ritmo lento) frente a la RIV con una solución GHEITIC a dos RI genéricos distintos (pauta B a 20 mL/kg/h de RIR y pauta C a 10 mL/kg/h, deducido del análisis expuesto en la tabla 4), mediante respectivos cálculos sobre un caso hipotético de DH hipernatémica. Se empleó la fórmula matemática de cálculo de la concentración resultante de un soluto en una mezcla de soluciones con distinta concentración del mismo, con un punto de partida en la natremia y el volumen de líquido extracelular (LEC) basales del caso problema y las modificaciones posteriores de ambas, hora a hora, por adición del sodio y volumen horario respectivo de cada pauta. Tal análisis dilucional sobre modelo teórico demostró (tabla 5) que el descenso natremico más lento ocurriría con la pauta C (1,32 mmol/L/h), y el más peligroso (3,12 mmol/L/h) con la pauta lenta A clásica de RIC.

Optimizar la concentración de glucosa y de potasio para el ritmo genérico propuesto de 10 mL/kg/h, buscando satisfacer los mejores estándares de la RIR^{7,8} al respecto y las recomen-

daciones de Darrow⁹ en cuanto a la concentración de potasio recomendada en fluidos de RIC, conduce a un fluido GHEITIC con concentración de glucosa en torno al 5%, y de potasio de 20 mmol/L (tabla 6). Con tales fundamentos, cabe proponer para evaluación la RIV de pacientes hipernatémicos mediante tal fluido GHEITIC (descrito en la tabla 6) y un RI genérico y optimizado (RIV-GHEITIC-10).

Objetivo

Evaluar la RIV de pacientes hipernatémicos mediante un procedimiento simplificado y común (para los tres tipos osmolares y grados de DH pediátrica por pérdidas digestivas) que usa una solución GHEITIC (glucosa al 4,7%, sodio 132,7 mmol/L, cloro 109 mmol/L, acetato 42,8 mmol/L y potasio 19,4 mmol/L) a un RI genérico y constante de 10 mL/kg/h (RIV-GHEITIC-10). Secundariamente, se pretende valorar si el método propuesto pudiera ser el que fusione lo mejor de la RIC (versatilidad y seguridad ante copatologías) y de la RIR (sencillez de cálculo y ejecución con proceder común en los tres tipos osmolares de DH).

Metodología

Se trata de un estudio unicéntrico, analítico, longitudinal, prospectivo, experimental y abierto, con cumplimiento estricto de las normas de buena práctica clínica, llevado a cabo en pacientes presentados en una unidad de urgencias pediátricas (UUP) con cualquier tipo osmolar y grado de DH secundaria a pérdidas digestivas, en su mayoría en el contexto de una gastroenteritis aguda. El reclutamiento y el tratamiento de casos se completaron durante un periodo de 9 meses (entre febrero y octubre de 2014).

Criterios de inclusión

Pacientes con edades comprendidas entre 1 mes y 14 años, en los que se identificó un estado de DH hipernatémica en un contexto de vómitos y/o diarreas, con contraindicación o impedimento para realizar su rehidratación por vía oral (RHO) por acontecer alguna de las siguientes circunstancias: fracaso de la RHO, diarreas de muy alto gasto para la capacidad de ingesta del paciente, vómitos incoercibles, DH grave con *shock* hipo-

TABLA 2

Características de los estudios sobre rehidratación intravenosa rápida identificados

Autores	Año	País	Diseño de estudio ^a	Escenario ^b	Grado de DH ^c	DH hipernatémica	N.º de pacientes ^d	Fluido empleado
Sperotto et al. ¹¹	1977	Brasil	SC	SH	Leves-severas	Excluida	30	Glucosol 1/2 salino
Posada et al. ¹²	1986	Costa Rica	SC	UP	Leves-severas	Incluida	50	«Solución 90»: glucosol 3/5 salino hipoclorado (glucosa 2%; Na 90, K 20 y Cl 80 mmol/L)
Vesikari et al. ¹³	1987	Finlandia	ECA	SH	Leves-moderadas	No hubo	15	Ringer-acetato: salino isotónico isoclorado sin glucosa
Rosenstein y Baker ¹⁴	1987	Estados Unidos	CS	UP	Moderadas (5-9%)	—	58	Salino fisiológico hiperclorado sin glucosa
Rahman et al. ⁸	1988	Bangladesh	ECA	SH	Moderadas-severas	Incluida	67	Dhaka: glucosol isotónico isoclorado (glucosa 2,5%; Na 133, K 13 y Cl 98 mmol/L)
Moineau y Newman ¹⁵	1990	Canadá	SC	UP	Leves-moderadas (déficit: 3-6%)	Excluida	17	Glucosol 1/3 salino N
Sunoto ¹⁶	1990	Indonesia	SC	SH	Severas	—	21	Ringer-lactato: salino isotónico isoclorado sin glucosa
Ferrero et al. ¹⁷	1991	Argentina	SC	SH	Moderadas (5-10%) y fallo de la TRO	Incluida	22	«Solución 90»
Bernal et al. ¹⁸	1994	Colombia	SC	SH	Leves-severas	Incluida 8 casos (16%)	50	«Solución 90»
Reid y Bonadio ¹⁹	1996	Estados Unidos	SC	UP	Moderada	No facilitado	58	Salino fisiológico hiperclorado sin glucosa
Bello et al. ²⁰	1997	Uruguay	SC	UP	Leves-severas	Incluida 12 casos (11,7%)	107	«Solución 90»
Nager y Wang ²¹	2002	Estados Unidos	SC	UP	Moderada	Excluida	46 SNG/ 44 RIR	Salino fisiológico hiperclorado sin glucosa
Mosqueda et al. ²²	2009	España	SC	UP	Leves-moderadas	Excluida	19	Salino fisiológico hiperclorado 1 h y luego glucosalino 1/2 N
Nager y Wang ²³	2010	Estados Unidos	ECA	UP	Moderada	Excluida	45 UR/ 43 R	Salino fisiológico hiperclorado sin glucosa
Freedman et al. ²⁴	2011	Canadá	ECA	UP	Moderadas-severas	No hubo	114	Salino fisiológico hiperclorado sin glucosa
Levy et al. ²⁵	2013	Estados Unidos	CC	UP	Leves-severas	No facilitado	188	Salino fisiológico hiperclorado v/ idem glucosa al 5%

^aECA: ensayo clínico aleatorizado; SC: series de casos; CC: estudio de casos y controles. ^bUP: unidad de urgencias pediátricas; SH: sala de hospitalización. ^cDéficit estimado en paréntesis cuando era facilitado. ^dEn los ensayos clínicos, el número representa el de pacientes asignados a RIV rápida; RIR: RH intravenosa rápida; R: rápida; SNG: sonda nasogástrica; UR: ultrarrápida. Celdas de fondo gris: estudios del ámbito Asia, Centroamérica y Sudamérica; celdas de fondo blanco: estudios del ámbito del hemisferio norte.

volémico y/o complicaciones que contraindiquen la RHO (intervención quirúrgica, alteración de la conciencia, convulsiones sin trastorno electrolítico de base o distensión abdominal por íleo paralítico u obstructivo).

Crterios de exclusión

Edad menor de 1 mes, posibilidad de satisfacer la RHO, cualquier clínica edematosa o congestiva, ya fuera de origen renal, cardíaco o hepático, oliguria o anuria no prerrenal, miocardiopatía dilatada y/o situación de insuficiencia cardíaca o respiratoria.

Recogida de datos basales

- Datos biométricos y clínicos generales: edad, tiempo de evolución de vómitos y/o diarreas si las hubiera, frecuencia car-

diaca, presión arterial, temperatura, peso a la llegada, peso previo más cercano conocido del paciente, si se dispone, y grado de DH estimado³¹ o calculado (expresado en porcentaje de pérdida de peso corporal).

- Constantes sanguíneas: pH sanguíneo, glucemia, natremia, potasemia, cloremia, creatinemia, uremia, bicarbonatemia, exceso de bases, hemoglobinemia.

Descripción de la intervención experimental

A todos los pacientes se les canalizó una vía venosa periférica y se les infundió la solución GHEITC propuesta para el estudio (tabla 6) a un RI constante de 10 mL/kg/h (máximo 400 mL/kg/h), durante un número de horas igual a la cifra porcentual de déficit de volumen (DV) en la que se haya estimado la DH.

Resumen de los hallazgos significativos y conclusiones de la revisión sobre rehidratación intravenosa rápida (RIR), tras analizar los diferentes tipos de soluciones de rehidratación intravenosa estudiados y previa clasificación de éstas según su respectiva tonicidad y contenido de cloro

Soluciones agrupadas según la tonicidad y contenido de cloro	Autor del estudio	Soluciones de RH y ritmo de infusión empleado
Solución salina normal (SSN): hiperclorada y levemente hipertónica	Reid ¹⁹	SSN sin glucosa ni potasio: 20-30 mL/kg i.v. durante 1-3 h; luego TRO hasta completar la reposición del déficit
	Nager ²³	SSN sin glucosa ni potasio: 50 mL/kg en 3 h frente a 50 mL/kg en 1 h; bolo de glucosa (0,2 g/kg) si glucemia <60 mg/dL
	Mosqueda ²²	SSN sin glucosa ni potasio (20 mL/kg) durante la primera hora, luego glucosa 2,5%/SS 1/2N + potasio 20 mmol/L a 10 mL/kg/h frente a RH por método de Darrow con SGS1/3
	Freedman ²⁴	SSN sin glucosa: 20 mL/kg/h frente a 60 mL/kg/h durante 1 h; luego SSN + 5% glucosa a ritmo de mantenimiento de NB. Adición de potasio dependiendo de la potasemia inicial (20 o 40 mmol/L)
	Levy ²⁵	SSN frente a SSN con glucosa 5% en forma de bolo de 20 mL/kg, luego RHIV o TRO a juicio discrecional del médico. Otros tratamintos: ondansetrón
Soluciones glucohipotónicas testadas en RHIVR	Sperotto ¹¹	Solución 1/2 SN (0,45% ClNa) + 2,5% glucosa: 30-50 mL/kg durante 1 h en casos leves, 50 mL/kg durante 1 h en DH moderada y 50 mL/kg durante 2 h en DH grave, luego 10 mL/kg/h hasta la total reposición del déficit de volumen. El potasio no era añadido a la infusión hasta haberse completado la fase de «reparación»
	Posada ¹² y Pizarro ²⁶ Ferrero ¹⁷ , Bernal ¹⁸ , Bello ²⁰	Solución 90: 25 mL/kg/h durante 2-6 h (1) Incluidos casos de DH hipernatrémica y malnutridos
	Moineau y Newman ¹⁵	Solución salina 0,3% + dextrosa 3,3%: volumen total de 30 mL/kg administrados a lo largo de 3 h sin proporcionar ningún fluido oral
Soluciones isotónicas isocloradas	Vesikari ¹³	Variante con acetato de la solución Ringer (no glucosa). Grupo RHIV: 2/3 del DV durante 6 h, luego solución hipotónica glucosada 5% 6 h, frente a TRO (2/3 del DV en 6 h, luego 30 mL/kg durante 6 h)
	Sunotto ¹⁶	Solución Ringer-lactato (no contiene glucosa): 70 mL/kg durante 3 h seguido de TRO
	(1) Rahamann ⁷ , Rahman ⁸	Solución Dhaka (SD) frente a SD con glucosa (2,5%): 25 mL/kg/h de 2 a 6 h (1) • 67 pacientes: 32 con infección por <i>V. colerae</i> • Incluidos casos con DH hipernatrémica y malnutridos

En celdas con fondo gris: los estudios que incluyeron casos de deshidratación (DH) hipernatrémica.

DV: déficit de volumen; DU: departamento de urgencias; MN: malnutridos; NN: normonutridos; RHIV: RH intravenosa; DV: déficit de volumen; SGS 1/3: solución glucosalina 1/3N; TRO: terapia de rehidratación oral. (1): procedimiento de RIR que usa una sola solución y un único ritmo constante de infusión.

Para el cálculo del ritmo horario se usó el peso previo a la DH si fuera conocido, o bien se dedujo a partir del peso a la llegada, utilizando el índice de DH (peso previo a DH = peso actual / [1 - índice porcentual de DH]):

- Los casos que presentaban una glucemia basal menor de 60 mg/dL recibieron, antes de iniciar la RIV, 2 mL/kg de solución de glucosa al 10% (= 0,2 g/kg de glucosa) en 10 minutos.
- Fluidoterapia tras finalizar la RIV-GHEITIC-10. Siempre que el paciente estuviera ya bebiendo y/o comiendo lo suficiente para compensar las pérdidas activas, se salinizó la vía venosa retirando la fluidoterapia. En caso contrario, o si había imposibilidad de verificar la tolerancia oral por sueño nocturno, se mantuvo la infusión de la misma solución GHEITIC al

ritmo de las necesidades basales (NB), suplementado con el de reposición de pérdidas activas (PA) si las hubiera.

Controles durante y después de la RIV-GHEITIC-10

- Monitorización continua de frecuencia cardiaca por pulsioximetría y, cada 2 horas, presión arterial y temperatura.
- Controles de equilibrio ácido-base (EAB) y electrolitos mediante micrométodo en muestra de sangre capilar y en la propia sala (usando i-STAT1 Analyzer MN:300, Abbot): el primero se realizó una vez cumplidas 2 horas de RIV-GHEITIC, y los siguientes cada 4 horas y/o final de la RIV, según la duración completa de la RIV.

Resultados significativos	Juicio/conclusión principal
Un 28% de los pacientes no toleraron fluidos orales tras la RIR y fueron hospitalizados: el 68% de éstos tenían bicarbonatemia <13/L	<ul style="list-style-type: none"> • Pobre y lenta corrección de la acidosis y los vómitos • La mayoría usaron 2 diferentes soluciones y ritmos de infusión en cada RH • Implementación más complicada, generando un aumento en el coste de la hospitalización con respecto a (1)
La bicarbonatemia final post-RH en ambas series (15,1 y 16/L) está por debajo de la basal (16,8 y 16,5/L), y lo mismo ocurrió en la glucemia (basal: 96 ± 22,9 y 97 ± 19,6 mg/dL; final: 79 ± 18,1 y 79 ± 12,6 mg/dL)	
Sin diferencias significativas en resultados Complejidad de ejecución similar en ambos procedimientos	
La bicarbonatemia, el pH y la potasemia medias quedaron en niveles iguales o discretamente menores al final de la RH	
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor y más rápida reducción de la cetonemia en el grupo que recibió bolo de glucosa • Reconsultas en DU en el subgrupo de pacientes dados de alta con acidosis: 30% en el grupo SSN y 11% en el grupo SSN + glucosa 5% (RR 36% para estos últimos) 	
Al final de la primera fase de RH: descenso en la natremia media (NN 132 ± 0,3 desde basal de 137 ± 0,4 y MN 130 ± 0,6 desde 131 ± 0,8) y de la potasemia (NN 3,6/L desde basal de 4,1 ± 0,1 y MN 3,3 ± 0,6/L desde basal de 4,2 ± 0,1); la acidosis persistía (NN 7,29 desde basal de 7,29 y MN 7,28 desde 7,17) incluso a las 12 h de RH	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución no óptima, incluso arriesgada de los niveles séricos de electrolitos • Los vómitos duran más en las series con bajo aporte de glucosa i.v. (0,33 g/kg/h) y/o con ingesta oral retrasada (Moineau)
<ul style="list-style-type: none"> • Un niño sufrió una convulsión generalizada 4 h después del tratamiento, a pesar de natremia y potasemia normales • Resultados post-RH no satisfactorios por alteraciones electrolíticas: potasemia desde 1,9 a 6,6/L, gran dispersión en las natremias finales (113-167 mmol/L) así como hipocalcémias 	
En el momento del alta: el 35% de los pacientes tenían todavía algún vómito, y uno vomitó 48 h después y regresó precisando continuar terapia i.v.	
La tolerancia alimentaria después de 12 h fue mayor en el grupo con TRO (77%) que en el grupo de RHIV (40%). La duración posterior de la diarrea: 1,6 días más larga en el grupo i.v. Al alta no hubo ganancia de peso en el grupo i.v. (a pesar de la corrección del hematocrito y de la proteinemia), pero el grupo de TRO tuvo un incremento medio del 2,9%	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría usa un ritmo de infusión único y constante • Evolución del nivel sérico de electrolitos: la más apropiada y segura • Acidosis: en todos los casos bien corregida • Tolerancia digestiva más temprana cuando se suministra glucosa precoz y generosamente • Más simple, fácil y práctica; reduce costes de hospitalización
Después de 3 h de RIR: el incremento medio de peso corporal fue de 6,71%. No disponibles otros resultados significativos	
El rango de la natremia post-RH fue normal (131-143 mmol/L de Na), excepto en un paciente <130 mmol/L, a pesar de que había 20 (30%) casos hiponatémicos a la llegada y uno levemente hipernatémico; éste tuvo un incremento de la natremia de 3 mmol/L (de 149 a 152) durante la RH (signo de seguridad osmolar en RHIV en realidad). Todos los signos bioquímicos de acidosis mejoraron	

- Control de peso del paciente al final de la reposición del déficit y en el momento del alta.

Crterios de alta

Se impusieron como necesarios los siguientes:

- Ingesta, tolerancia digestiva y diuresis normales (admisible cierta inapetencia a sólidos, pero ingiere líquidos).
- Reposición efectiva del DV, a constatar por la ganancia de peso.
- Normoglucemia y práctica resolución de los trastornos del EAB (exigible bicarbonatemia >18 mmol/L).
- Ausencia de alteración electrolítica (sodio y potasio en rangos normales).

- Ritmo defecatorio compensable por ingesta oral de líquidos.

Evaluación de la respuesta

Fueron objeto de evaluación y registro los siguientes parámetros:

- Peso recuperado, absoluto y relativizado para el DV calculado y el volumen administrado en cada caso.
- Tiempo de fluidoterapia.
- Tiempo de estancia hospitalaria (hasta el alta).
- Tiempo transcurrido (en los casos ingresados con vómitos activos a la llegada) desde el inicio de la RIV hasta una ingesta bien tolerada a líquidos y sólidos.
- Se vigiló durante la RIV el estado de alerta, la posible presencia de cefalea y/o edemas y, cada 2 horas, la presión arterial.

TABLA 4

Ritmos de infusión (RI) horario alcanzados en la rehidratación intravenosa convencional de casos de deshidratación (DH) moderada (casos 5 a 8) y grave (casos 1 a 4), hipotónicas (casos 1 a 3) e isotónicas (casos 4 a 8) de pacientes de distintas edades

Casos de DH hipotéticos	Características clínicas
Caso 1: DH grave	Lactante de 3 meses, 6 kg, DH hipotónica 15% (peso a la llegada: 5.100 g); [Na] 129 mmol/L
Caso 2: DH grave	Niña de 2 años, 13 kg, DH hipotónica 12% (peso a la llegada: 11.440 g); [Na] 129 mmol/L
Caso 3: DH grave	Niño de 14 años, 55 kg, DH hipotónica 12% (peso a la llegada: 55 kg); [Na] 129 mmol/L
Caso 4: DH grave	Niña de 2 años, 13 kg, DH 12% isotónica (peso a la llegada: 11.440 g); [Na] 138 mmol/L
Caso 5: DH moderada	Lactante de 3 meses, 6 kg, DH isotónica 10% (peso a la llegada: 5,4 kg); [Na] 138 mmol/L
Caso 6: DH moderada	Niña de 2 años, 13 kg, DH isotónica 8% (peso a la llegada: 11,96 kg); [Na] 137 mmol/L
Caso 7: DH moderada	Niño de 6 años, 25 kg, DH isotónica 7% (peso a la llegada: 23,25 kg); [Na] 138 mmol/L
Caso 8: DH moderada	Niño de 14 años, 55 kg, DH isotónica 7% (peso a la llegada: 51,15 kg); [Na] 136 mmol/L

Permite concluir que, en los casos que con más frecuencia se presentan en las urgencias, un ritmo horario de 10 mL/kg/h satisface la cobertura de necesidades basales, reposición del déficit de volumen y de pérdidas digestivas activas. Sólo en pacientes menores de 2 años con DH hipotónica grave, el RI ronda los 15 mL/kg/h.

TABLA 5

Curso comparativo de la natremia, la osmolaridad y la reposición del déficit de volumen en un modelo teórico de caso de deshidratación (DH) hipernatrémica (Na 170 mmol/L, peso original 10 kg, LEC original 2.800 mL, llega en DH con 9,2 kg/LEC 2.000 mL) analizado para tres pautas de rehidratación intravenosa: a) convencional (RIC) con fluidos glucohipotónicos 1/5 de SN; b) solución GHEITIC (Dhaka) en ritmo de rehidratación intravenosa rápida (RIR): 20 mL/kg/h, y c) solución GHEITIC propuesta para el estudio en ritmo genérico «no rápido» de 10 mL/kg/h

Modelo teórico: caso de DH hipernatrémica	Curso del volumen de líquido extracelular (mL)			Curso de la natremia (mmol/L)	
Curso comparativo pautas A, B y C	Pauta A: 55 mL/h × 48 h	Pauta B: 200 mL/h × 4 h	Pauta C: 100 mL/h × 8 h	Pauta A: RIC con solución glucosalina 1/5	Pauta B: Solución GHEITIC Dhaka, glucosa 2,5%, K 13, RI: 20 mL/kg/h
Situación basal	2.000	2.000	2.000	170	170
Final primera hora	2.055	2.200	2.100	166,34	166,72
Final segunda hora	2.110	2.400	2.200	162,87	163,97
Final tercera hora	2.165	2.600	2.300	159,6	161,69
Final cuarta hora	2.220	2.800	2.400	156,17	159,72
Final quinta hora	2.275	RH finalizada	2.500	153,20	RH finalizada
Final sexta hora	2.330		2.600	150,37	
Final séptima hora	2.385		2.700	147,67	
Final octava hora	2.440		2.800	145	
Final novena hora	2.495 Quedan 39 h de RH		RH finalizada	142,5	
Descenso de la natremia por hora (mmol/L/h)				3,12	2,57

- Controles de natremia (variable principal), potasemia, cloremia, glucemia, bicarbonatemia, exceso de bases y calcemia: el primero a las 2 horas de iniciada la RIV en todos los casos, y los siguientes cada 4 horas posteriores o en el momento final de la RIV (si durara menos de 6, 10 o 14 h).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron y validaron mediante el software estadístico R (versión 3.1.2). Se recogen los datos cualitativos en forma de frecuencias absolutas y porcentajes, y los datos cuan-

titativos mediante la media, la desviación estándar (DE), la mediana y los intervalos intercuartílicos (P25-P75). La comparación entre las variables cuantitativas y las cualitativas dicotómicas en dos momentos (basal y final) se llevó a cabo mediante el test de Wilcoxon, dada la falta de normalidad de la distribución de los grupos respecto a algunos parámetros y el reducido número de sujetos en la serie de hipernatrémicos. Al trabajar con los mismos sujetos en dos momentos distintos, la mayoría de datos fueron tratados como medidas no independientes; en los casos en que se analizaba únicamente un mo-

<i>Necesidades basales + reposición del déficit de volumen</i>	<i>Ritmo final de infusión horario tras el incremento en función de las pérdidas digestivas activas (PDA)</i>		
	<i>PDS leves (+ 1 mL/kg/h)</i>	<i>PDA moderadas (+ 2 mL/kg/h)</i>	<i>PDA graves (+ 3 mL/kg/h)</i>
13,5 mL/kg/h primeras 8 h	14,5 mL/kg/h primeras 8 h	15,5 mL/kg/h primeras 8 h	16,5 mL/kg/h primeras 8 h
11,2 mL/kg/h primeras 8 h	12,2 mL/kg/h primeras 8 h	13,2 mL/kg/h primeras 8 h	14,2 mL/kg/h primeras 8 h
7,1 mL/kg/h primeras 8 h	8,1 mL/kg/h primeras 8 h	9,1 mL/kg/h primeras 8 h	10,1 mL/kg/h primeras 8 h
8,7 mL/kg/h	9,7 mL/kg/h 24 h	10,7 mL/kg/h 24 h	11,7 mL/kg/h 24 h
8,3 mL/kg/h	9,3 mL/kg/h 24 h	10,3 mL/kg/h 24 h	11,3 mL/kg/h 24 h
6,9 mL/kg/h	7,9 mL/kg/h 24 h	8,9 mL/kg/h 24 h	9,9 mL/kg/h 24 h
5,5 mL/kg/h	6,5 mL/kg/h 24 h	7,5 mL/kg/h 24 h	8,5 mL/kg/h 24 h
4,6 mL/kg/h	5,6 mL/kg/h 24 h	6,6 mL/kg/h 24 h	7,6 mL/kg/h 24 h

Curso de la osmolaridad efectiva o sodio-dependiente (mOsm/L) *Volumen de déficit pendiente de reponer: mL (suponiendo no ingesta)*

Pauta C:
Solución GHEITIC,
glucosa 5%, K 20, RI: 20 mL/kg/h

	A	B	C	A	B	C
170	340	340	340	800	800	800
168,2	332,7	333,4	336,4	745	600	700
166,6	325,8	327,9	333,2	690	400	600
165,14	319,2	323,4	330,3	635	200	500
163,80	312,3	319,4	327,6	580	0	400
162,57	306,4	RH finalizada	325,1	525		300
161,43	300,7		322,9	470		200
160,37	295,3		320,7	415		100
159,4	290		318,8	360		0
RH finalizada	285		RH finalizada	656 Quedan 39 h de RH		
1,32						

mento (basal o final), los datos se trataron como independientes. Se han considerado estadísticamente significativos unos valores de $p < 0,05$.

Resultados

Durante un periodo de 9 meses se reclutaron 53 pacientes que cumplían los criterios de inclusión (de los 62 inicialmente incluidos, 9 se perdieron por una documentación incompleta de

los registros exigidos en el estudio), 34 niños y 19 niñas, con una mediana de edad de 2 años (media de 3,08 años; rango: 3 meses-9 años), debido en parte al uso de ondansetrón y la evitación secundaria de RIV en los mayores de 2 años. El porcentaje de DH medio fue del 4,76% (DE= 2,14; rango: 2-14). Sentado el criterio de normonatremia (isonatremia) en el rango de 135-145 mmol/L, la serie incluyó 8 casos hipernatémicos (de 3-28 meses de edad), 5 hiponatémicos (entre 8 meses y 4 años de edad) y 40 isonatémicos (entre 3,5 meses y 9 años de edad). El tiempo medio de evolución de las pérdidas digestivas

TABLA 6

Confección y composición molar, concentración de glucosa, osmolaridad y tonicidad sodio-dependiente (osmolaridad efectiva) de la solución GHEITIC para estudio; ritmo de infusión programado y suministro horario resultante de glucosa y potasio

<i>Composición y propiedades de la solución GHEITIC y ritmo de infusión propuestas para el estudio</i>		<i>Confección de la solución GHEITIC propuesta</i>
Sodio	132,7 mmol/L	Solución glucosalina 0,3: 480 mL
Cloro	109 mmol/L	CINa 20%: 6 mL
Acetato	42,8 mmol/L	Acetato sódico 1 Molar: 22 mL
Potasio	19,4 mmol/L	CIK 2 Molar: *5 mL
Glucosa	4,67 g%	*Salvo casos con hiperpotasemia con oligoanuria no prerrenal, motivo de exclusión del estudio
Osmolaridad	540 mOsm/L	
Tonicidad sodio-dependiente: osmolaridad efectiva	≈266 mOsm/L	
Ritmo de infusión	10 mL/kg/h (nunca más de 500 mL/h)	
Duración de la RIV	horas= cifra % de DH Reposición de DV/h= 1%	
Aporte horario de glucosa	0,467 g/kg/h	
Aporte horario de potasio	0,194 mmol/kg/h	

DH: deshidratación; DV: déficit de volumen.

hasta la RIV fue de 48,3 horas (rango: 6-120). Cursaba con vómitos el 96% de los casos y con diarreas el 66%. Las características basales de la serie se resumen en la tabla 7.

En la tabla 8 se exponen las variables exploratorias, de laboratorio y circunstanciales sujetas a estudio respecto a la subserie de pacientes hipernatémicos, antes y después de la RIV-GHEITIC-10, junto con sus índices de significación estadística.

El análisis de la distribución por edad de los tres tipos osmolares de DH demostró una diferencia significativa ($p=0,014$) entre ellos; los casos hipernatémicos se concentran en los menores de 28 meses.

El grado real de DH fue reevaluado en cada paciente tras medirse al alta la ganancia de peso atribuible a la RH (intravenosa más oral) y el de todos los pacientes hipernatémicos había sido subestimado a la llegada (error promedio de $-3,09\%$), pese a que en el resto de la serie predominó la subestimación (58,4%).

Los resultados relativos a la natremia, variable principal, fueron los siguientes:

- En los casos hipernatémicos, las natremias finales presentan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,035$) respecto a las basales (a diferencia de la serie total [$p=0,225$] por un predominio estadístico basal y final de las na-

TABLA 7

Características basales de la serie completa de pacientes deshidratados tratados con RIV-GHEITIC-10 a la que pertenecían los casos hipernatémicos

N.º de casos:	
• DH isonatémica	40 (79,2%)
• DH hiponatémica	5 (9,4%)
• DH hipernatémica	8 (13,2%)
Total	53
Sexo	M 34/F 19
Edad	Rango: 3 meses-9 años Media: 3,08 años
• DH isonatémica	3,5 meses-9 años
• DH hiponatémica	8 meses-4 años
• DH hipernatémica	3-28 meses
Tiempo de evolución de las pérdidas digestivas	Rango: 6-120 h Media: 48,3 h
Grado de DH estimado:	Rango: 2-14%; media: 4,76%
• Leve ($\leq 5\%$ hasta 2 años; resto $\leq 3\%$)	22 (41,5%)
• Moderado (5-10% hasta 2 años; resto 4-9%)	29 (54,7%)
• Grave (10-15% hasta 2 años; resto 9-12%)	2 (3,8%)
Vómitos	51 (96%)
Diarreas	35 (66%)
Urea sérica basal (mg/dL)	Rango: 14-77; media: 39,14
Creatininemia basal (mg/dL)	Rango: 0,23-0,86; media: 0,42

tremias medias), como consecuencia del descenso lento causado por la RIV-GHEITIC-10; finalizada ésta, 3 de los 7 casos presentaban una hipernatremia residual entre 146 y 153 mmol/L, pero todos acabaron completando la corrección con RH por ingesta oral. El ritmo de descenso horario resultante de la natremia fue de 0,84 mmol/L/h, lo que se atiene a lo clásicamente recomendado (0,5-1 mmol/L/h) en prevención del edema cerebral.

- Ausencia de hiponatremias en el total de la serie al final de la RIV-GHEITIC-10.

Las cloremias basales demostraron una fuerte correlación con las natremias (índice de correlación de Pearson de 0,94), por lo que las más altas correspondieron significativamente a los pacientes con hipernatremia y acidosis más marcadas, según se esquematiza en la figura 2.

En los pacientes con DH hipernatémica, las alteraciones basales significativas de acidosis (bicarbonatemia, pH y EB) eran más pronunciadas y las cloremias más altas con respecto al resto de la serie, y su grado de corrección al final de la RIV menor que en los otros tipos de DH. Las hipobicarbonatémias eran significativamente ($p=0,012$) más pronunciadas en los casos hipernatémicos (figura 2) que en el resto de la serie. En ningún hipernatémico hubo alcalosis final.

TABLA 8

Serie de casos con deshidratación hipernatémica tratados con RIV-GHEITIC-10: resultados de variables continuas

Parámetros evaluados	Basal		Tras RIV-GHEITIC: 10 mL/kg/h		p
	Promedio (DE) (rango)	Mediana (P25-P75)	Promedio (DE) (rango)	Mediana (P25-P75)	
Natremia (mmol/L)	154,6 (5,55) (150-162)	156 (152-158)	145,7 (3,86) (142-153)	145 (143-48)	0,035
pH	7,29 (0,05) (7,22-7,37)	7,29 (7,26-7,34)	7,39 (0,03) (7,35-7,42)	7,39 (7,35-7,41)	0,035
Bicarbonatemia (mmol/L)	13,14 (1,96) (10,7-15,6)	12,6 (12,3-15,5)	20,2 (1,56) (18,6-23,6)	19,5 (19,1-20,7)	0,035
Exceso de bases (mmol/L)	-13,1 (1,61) (-15, -10)	-13 (-14, -12)	-4,4 (2,10) (-1, -7)	-5,5 (-6,2, -3,7)	0,035
Glucemia (mg/dL)	129,6 (51,51) (70-237)	131 (89-151)	92,2 (10,65) (78-110)	92 (88-97)	0,225
Potasemia (mmol/L)	4,8 (0,60) (4,3-5,8)	4,7 (4,3-5,3)	4,93 (0,72) (4,1-5,8)	4,7 (4,4-5,7)	0,610
Cloremia mmol (mmol/L)	124,3 (5,25) (116-133*)	125 (122-126*)	109,5 (2,94) (106-113)	110 (109-112)	-
Hematocrito (%)	39,6 (3,81) (36-44)	41 (36-41,7)	33,4 (3,58) (28-39)	33 (30,5-36)	<0,001
Hemoglobina (g/dL)	13,3 (1,32) (12,2-15)	13,4 (12,2-14,2)	11,2 (1,20) (9,5-12,9)	11,2 (10,3-2,2)	<0,001
Frecuencia cardiaca (ppm)	152,4 (13,45) (131-165)	148 (157-165)	130,5 (6,92) (117-136)	133 (130-134)	0,225
Duración de la RIV	Media: 6,8 h; rango: 4-10 h				
Estancia hospitalaria	Media: 24,1 h; rango: 9,5-46				
Tolerancia recuperada a SRO (tiempo respecto al inicio de la RIV)	Media: 1,5 h; rango: 1-3 h				
Tolerancia recuperada a alimentos (tiempo respecto al inicio de la RIV)	Media: 3,35 h; rango: 2-4				
Ganancia de peso al final de la RIV	Media: 1.039 g; rango: 600-1.290				
Grado de DH real estimado al alta = (diferencia peso tras RH - peso a la llegada) ÷ peso alta	Media: 11,47%; rango: 7,2-16,2				
Diferencia entre DH estimada y real	Media: -3,09%; rango: -0,2, -4,5				
Error porcentual en la estimación de la DH a la llegada	Media: 28,9%; rango: 1,4-44,4				
Ritmo horario de descenso de la natremia= promedio de la razón (descenso de la natremia / tiempo de RIV)	0,84 mmol/L/h				

En cuanto a las glucemias, en el grupo de DH hipernatémicas la glucemia media basal era mayor que la de la serie global y no había ninguna hipoglucemia (pese a que en la serie total hubo un 18,8% de glucemias <60 mg/dL); en este grupo no se apreció una diferencia significativa entre las glucemias finales ($p=0,225$) y las basales, diferencia que sí se observó en la serie global por corrección de las glucemias de promedio más bajo.

Respecto a la potasemia, no se detectó ninguna hipopotasemia basal ni final en la subserie hipernatémica ni en la serie completa; no se hallaron diferencias significativas entre las potasemias basales y finales en los hipernatémicos ($p=0,61$) ni en la serie completa ($p=0,435$).

En los niveles de hematocrito y hemoglobinemias de toda la serie se apreció una diferencia significativa al final de la RIV, con sentido corrector de la hemoconcentración inicial por RH. No se hallaron diferencias significativas entre las frecuencias cardiacas y las presiones arteriales basales y finales; no se detectaron signos de edema o de complicación neurológica ni durante la RIV ni tras ella.

Discusión

La RIV de niños deshidratados por pérdidas digestivas debe perseguir los siguientes objetivos: a) reponer el déficit hi-

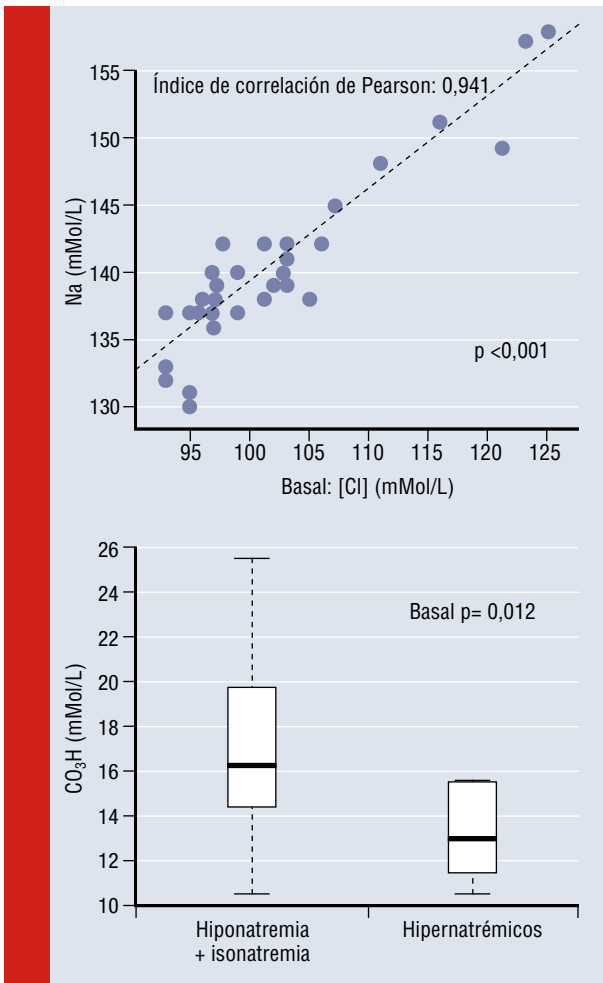


Figura 2. Arriba: diagrama de correlación entre las variables basales natremia y cloremia, que demuestra que las hiperclorurias se concentran en los casos hipernatémicos. Abajo: diagrama de «cajas y patillas», que representa la significativa mayor acidosis metabólica basal detectada en el grupo hipernatémico respecto del resto de la serie (isonatémicos más hiponatémicos)

droelectrolítico a un ritmo suficiente que evite que las pérdidas activas lo impidan; b) inhibir la cetosis mediante el aporte suficiente de glucosa (rango anabólico), y c) evitar que la propia fluidoterapia empeore la frecuente acidosis, eludiendo sobreportes de cloro, además de satisfacer los dos primeros.

La fuerte correlación hallada en la serie entre los niveles de natremia, cloremia y acidosis explica el mayor grado de acidosis (diferencia significativa; figura 2) hallado en los pacientes hipernatémicos, y justifica el acierto del uso de una solución isoclorada, puesto que la infusión de soluciones hipercloradas, como la salina al 0,9% agravaría aquélla, un hecho ya constatado por otros autores.

La satisfactoria evolución natrémica de todos los pacientes de la serie demuestra la idoneidad del carácter isotónico de

la solución GHEITIC y del ritmo empleados. La isotonicidad, como factor básico de seguridad, en prevención de la hiponatremia dilucional (también en fluidoterapia de mantenimiento)²⁹⁻³³ y del riesgo de edema cerebral agudo, constituye una condición indiscutible en los altos ritmos de infusión aplicados en la fluidoterapia de resucitación ante un *shock* o un fracaso hemodinámico, y está vinculada también con las versiones más exitosas de RIR. Ciertas soluciones isotónicas de resucitación, como la Hartman o la Plasmalyte, son además isocloradas, en prevención de la acidosis hiperclorémica a altos flujos de infusión.

Los estudios de Levy y Bachur²⁸ y Vesikari et al.¹³ demuestran, en favor de la inclusión precoz de la glucosa en la terapia de RIR, una resolución más temprana de los vómitos y una tasa de reconsultas en departamento de urgencias (RDU) menor como hallazgo más significativo. En el estudio de casos y controles publicado en 2007 por Levy y Bachur²⁸, no sólo se halló una *odds ratio* de RDU 3,9 veces mayor para los pacientes que no recibieron glucosa en su RIV, respecto a la de los que recibieron cualquier cantidad de glucosa intravenosa, sino que además se demostró, por cálculo de regresión logística, que la cantidad de glucosa administrada por volumen de fluido resultaba estadísticamente significativa respecto a este riesgo (por cada 500 mg/kg de glucosa i.v. administrada, el paciente tiene un riesgo 1,9 veces menor de RDU), y no se halló en cambio correlación en el riesgo de RDU con ningún otro parámetro bioquímico, incluida la bicarbonatemia media. El suministro horario de glucosa de la RIV-GHEITIC-10 (0,47 g/kg/h) se halla dentro del rango anabólico para cualquier edad pediátrica (3-6 mg/kg/min; 6-9 mg/kg/min para neonatos), supera el doble del máximo proporcionado en fluidoterapia de mantenimiento (0,1-0,2 g/kg/h, según el peso, por el método de Holliday), y se aproxima mucho al de los procedimientos de RIR que más prevalecen en el tiempo por su eficiencia.

No se dio ninguna hiperglucemia final en el grupo de hipernatémicos, pese a que en la serie completa se detectó una glucemia >200 mg/dL en 5 pacientes (9,4%), pero todos simultáneamente en el momento del estudio la perfusión venosa con la ingesta oral, incentivada según el protocolo, desde la primera o segunda hora de RIV. Entre todos los estudios publicados sobre RIR que no excluían las DH hipernatémicas ni las graves, las series de Rahamann et al.⁷ y Rahman et al.⁸ son las que reciben el mayor suministro de glucosa (0,625 g/kg/h). Los autores comunican el índice de glucemias mayores de 181 mg/dL (19%) a las 4 horas de RIV, y analizan la hipotética repercusión que una poliuria secundaria pudiera tener en el curso de la RH, sin hallar ningún signo de ello.

En los pacientes con DH hipernatémica, el grado de corrección de las alteraciones basales significativas de acidosis (bicarbonatemia, pH y EB) al final de la RIV era menor que en los otros tipos de DH, pero en todos aquellos el grado de DH a la llegada había sido subestimado, lo que puede explicarlo en parte; no obstante, todos pudieron terminar la RH por vía oral, siempre preferible⁶ en estos casos.

El suministro horario de potasio garantizado en la RIV-GHEITIC-10 (0,2 mmol/kg/h) se atiene a las recomendaciones de obligada concentración mínima de potasio en los fluidos de RIC (según los estudios de Darrow⁴), de cuyos RI, de hecho, no se aleja (según la tabla 4), y se aparta de los excesivos aportados por otros autores con solución 90 en RIR (0,5 mmol/kg/h), que derivaban en disonias²⁰ finales, quedando cercano al de la versión más exitosa y segura de RIR (solución Dhaka, Rahman et al.⁸: 0,325 mmol/kg/h).

La ausencia de diferencias significativas entre las frecuencias cardíacas y las presiones arteriales basales y finales, y la no detección de signos de edema o de complicación neurológica ni durante la RIV ni tras ella, hablan a favor de la seguridad hemodinámica y osmolar del método.

Limitaciones del estudio

La primera limitación fue disponer de un número pequeño de casos de DH grave y de hipernatremias más severas. Otra limitación nace del propio diseño del estudio, al tratarse de una serie simple de casos sin valoración comparativa con otra que, deseablemente, debería estar compuesta por casos rehidratados con fluidos y ritmos de RIV convencional.

Conclusiones

Los resultados del estudio demuestran que la RIV-GHEITIC-10 aplicada genéricamente en los tres tipos osmolares de DH de una serie clínica, satisfizo la rehidratación eficaz y segura de los pacientes hipernatémicos. Los resultados y argumentos que avalan esta afirmación son los siguientes:

- La ganancia de peso, la normalización del hematocrito y la hemoglobinemia, la normopotasemia y la mejora de la acidosis metabólica en todos los casos, y el buen curso glucémico tras la RIV-GHEITIC-10, demuestran la eficacia del procedimiento.
- La ausencia de hiponatremias finales, el descenso lento de la natremia (0,84 mmol/L/h) en casos hipernatémicos, la corrección de todas las discloremias, la estabilidad de la frecuencia cardíaca (sin bradicardias) y la presión arterial, así como la práctica ausencia de complicaciones locales y ninguna neurológica, ponen de manifiesto la seguridad del procedimiento.
- El generoso aporte glucémico (0,47 g/kg/h), en rango anabólico y cercano al garantizado por las RIR con solución 90^{17,18,20,26} y Dhaka^{7,8}, buscando inhibir la cetosis lipolítica, sin haberse detectado hiperglucemias clínicamente significativas, la evitación de sobreaportes clorados (fluido isoclorado) y el buen balance hídrico propiciado por el RI elegido (justificado en la tabla 4), inciden en un combate efectivo de la acidosis y favorecen una pronta recuperación de la tolerancia oral, lo que facilitaría completar la RH por vía oral si la DH se hubiera subestimado, y presumiblemente acortar la estancia y reducir costes. El uso de un solo fluido genérico y su método fácil de cálculo e implementación reduce también

las posibilidades de cometer errores, aventajando a la RIC; pero todos estos aspectos, que se traducirían en una eficiencia superior, requieren su comprobación objetiva en nuevos estudios comparativos con aquélla.

- El suministro horario de potasio que garantiza 0,2/kg/h se halla en el rango del aportado por la exitosa RIR de Rahamann et al.⁷ y Rahman et al.⁸, y respeta las recomendaciones de Darrow⁴ para la RIC, derivando en normopotasemia en la casi totalidad de los casos de la serie.

Agradecimientos

A D. Eduardo López Briz (farmacólogo). ■

Bibliografía

1. Finberg L. Hypertonic (hypertonic) dehydration in infants. *N Engl J Med.* 1973; 289: 193.
2. Finberg L. Dehydration and osmolality. *Am J Dis Child.* 1981; 135: 997-998.
3. Finberg L, Kravath RE, Fleischman AR. Water and electrolytes in pediatrics. Filadelfia: WB Saunders, 1982.
4. Darrow DC. Disturbances in electrolyte metabolism in man and their management. *Bull NY Acad Med.* 1948; 24: 147-165.
5. Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics.* 1957; 19: 823-832.
6. Pizarro D, Posadas G, Levine MM, Mohs E. Tratamiento oral de la deshidratación hipernatémica. *Act Med Costo.* 1981; 24(4): 341-346.
7. Rahamann MM, Majid MA, Mansur KA. Evaluation of two intravenous rehydration solutions in cholera and non-cholera diarrhoea. *Bull WHO.* 1979, 57: 977-981.
8. Rahman O, Bennis ML, Alam AN. Rapid intravenous rehydration by means of a single polyelectrolyte solution with or without dextrose. *J Pediatr.* 1988; 113: 654-660.
9. Familiar I, Herrera Bello H. Miocarditis viral. *Medigraphic Artemisa.* 2006; 13(3): 112-128.
10. Málaga G, Gayoso O, Lazo MA, Torres N. Miocarditis fulminante y enfermedad diarreica aguda por coxsackie virus B6. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2011; 28(1): 145-148.
11. Sperotto G, Carraza FR, Marcondes E. Treatment of diarrheal dehydration. *Am J Clin Nutr.* 1977; 30: 1.447-1.456.
12. Posada G, Pizarro D. Rehidratación por vía endovenosa rápida con una solución similar a la recomendada por la OMS para rehidratación oral. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 1986; 43: 492-496.
13. Vesikari T, Isolauri E, Baer M. A comparative trial of rapid oral and intravenous rehydration in acute diarrhea. *Acta Paediatr Scand.* 1987; 76: 300-305.
14. Rosenstein BJ, Baker MD. Pediatric outpatient intravenous rehydration. *Am J Emerg Med.* 1987; 5: 183-186.
15. Moineau G, Newman J. Rapid intravenous rehydration in the pediatric emergency department. *Pediatric Emerg Care.* 1990; 6(3): 186-188.
16. Sunoto. Rapid intravenous rehydration in the treatment of acute infantile diarrhoea with severe dehydration. *Pediatr Indones.* 1990; 30: 154-161.
17. Ferrero FC, Ossorio MF, Voyer LE, González H, Macario MF, Cabeza M. Rehidratación endovenosa rápida con 90/L de sodio en niños

- deshidratados por diarrea. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 1991; 48: 474-478.
18. Bernal C, Correa AC, García G. Hidratación parenteral con solución 90 (solución Pizarro) en niños deshidratados por enfermedad diarreica. *latreia.* 1994; 7(3): 118-125.
 19. Reid SR, Bonadio WA. Outpatient rapid intravenous rehydration to correct dehydration and resolve vomiting in children with acute gastroenteritis. *Pediatr Emerg Care.* 1996; 28: 318-323.
 20. Bello O, Sehabiague G, Prego J, Caligaris M, Vivas S, Stagno F. Análisis prospectivo de la norma actual de rehidratación intravenosa; «La solución 90, ¿es la solución?». *Rev Soc Bol Pediatr.* 1997; 36 Supl 1: 3-10.
 21. Nager AL, Wang VJ. Comparison of nasogastric and intravenous methods of rehydration in pediatric patients with acute dehydration. *Pediatrics.* 2002; 109: 566-572.
 22. Mosqueda Peña R, Rojo Conejo P. Rehidratación intravenosa rápida en urgencias: comparación con la pauta tradicional. *Acta Pediatr Esp.* 2009; 67(6): 274-279.
 23. Nager A, Wang V. Comparison of ultra-rapid versus rapid intravenous hydration in pediatric patients with acute dehydration. *Am J Emerg Med.* 2010; 28(2): 123-129.
 24. Freedman SB, Parkin PC, Willan AR, Schuh S. Rapid versus standard intravenous rehydration in paediatric gastroenteritis: pragmatic blinded randomised clinical trial. *BMJ.* 2011; 343: d6976 [DOI: 10.1136/bmj.d6976].
 25. Levy JA, Bachur RG, Monuteaux MC, Waltzman M. Intravenous dextrose for children with gastroenteritis and dehydration: a double-blind randomized controlled trial. *Ann Emerg Med.* 2013; 61(3): 281-288 [DOI: 10.1016/j.annemergmed. 2012.08.007] [Epub 2012 Sep].
 26. Pizarro D, Posada G, Mohs E. Rehidratación rápida por la vía endovenosa en niños deshidratados por diarrea. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 1980; 37: 365-374.
 27. Goldman RD, Friedman JN, Parkin PC. Validation of the clinical dehydration scale for children with acute gastroenteritis. *Pediatrics.* 2008; 122(3): 545-549.
 28. Levy JA, Bachur RG. Intravenous dextrose during outpatient rehydration in pediatric gastroenteritis. *Acad Emerg Med.* 2007; 14(4): 324-330 [Epub 2007 Feb 12].
 29. Moritz M, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. *Pediatr Nephrol.* 2005; 20: 1.687-1.700.
 30. Choong K, Kho ME, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child.* 2006; 91: 828-835.
 31. Álvarez Montañana P, Modesto i Alapont V, Pérez Ocón A, et al. The use of isotonic fluid as maintenance therapy prevents iatrogenic hyponatremia in pediatrics: a randomized, controlled open study. *Pediatr Crit Care Med.* 2008; 9(6): 589-597.
 32. Alves JT, Troster EJ, De Oliveira CA. Isotonic saline solution as maintenance intravenous fluid therapy to prevent acquired hyponatremia in hospitalized children. *J Pediatr (Rio J).* 2011; 87(6): 478-486.
 33. Moritz M, Ayus JC. Prevention of hospital-acquired hyponatremia: do we have the answers? *Pediatrics.* 2011; 128(5): 980-983.