

# Eficacia y seguridad del suero salino isotónico como sueroterapia de mantenimiento tras cirugía general en pacientes pediátricos

J.D. López Castilla, I. Martínez Carapeto, R. Fresneda Gutiérrez, J. Cano Franco, E. Sánchez Valderrábanos, T. Charlo Molina, M.T. Alonso Salas, I. Sánchez Ganfornina, MA. Murillo Pozo, A. Vázquez Florido  
Unidad de Gestión Clínica de Cuidados Críticos y Urgencias Pediátricas. Hospital Infantil Universitario Virgen del Rocío. Sevilla

## Resumen

**Objetivo:** Comparar el riesgo de hiponatremia usando solución salina hipotónica (HT) frente a solución isotónica (IT) y sus efectos adversos.

**Metodología:** Ensayo clínico aleatorizado, abierto, no ciego, realizado, tras la firma del consentimiento informado, en pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos pediátricos tras una cirugía electiva, de 6 meses a 14 años de edad, con un peso >6 kg y natremia al ingreso de 130-150 mEq/L, que se mantuvieron a dieta con sueroterapia i.v. Fueron excluidos los pacientes con anomalías de secreción de hormona antidiurética. Se determinaron los niveles de natremia, calcemia, potasemia y cloremia al ingreso y al cabo de 8, 24 y 48 horas. Se evaluó a los pacientes con normonatremia (135-145 mEq/L).

**Resultados:** Un total de 60 pacientes recibieron suero HT (glucosalino 1/3: 51 mEq/L de sodio) y 70 suero IT (glucosalino 5/0,9%: 154 mEq/L de sodio). La incidencia de hiponatremia (sodio <135 mEq/L) a las 8 horas en el grupo HT fue del 38,9%, y en el IT del 4,6% ( $p < 0,001$ ) (*Odds ratio* [OR]= 13,15; intervalo de confianza [IC] del 95%: 3,65-47,3), y a las 24 horas del 43% en el grupo HT y del 11% en el IT ( $p = 0,021$ ) (OR= 6,15; IC del 95%: 1,43-26,39). Encontramos 3 casos de hipernatremia a las 8 y 24 horas, todos en el grupo IT (7%), sin diferencias significativas ( $p = 0,2$ ) ni variaciones en la incidencia de acidosis hiperclorémica. Los valores medios de potasemia y calcemia fueron normales.

**Conclusiones:** El suero IT en el postoperatorio de una cirugía general protege frente a la hiponatremia, sobre todo en las primeras 24 horas, sin riesgo significativo de presentar hipernatremia ni acidosis hiperclorémica. Se podrían utilizar soluciones comercializadas estándares sin suplementos de potasio y calcio en el postoperatorio de corta estancia, si las cifras son normales al ingreso.

©2019 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

## Palabras clave

Suero hipotónico, hiponatremia, suero isotónico, efectos adversos, hipernatremia, fluidoterapia intravenosa de mantenimiento

## Abstract

**Title:** Efficacy and safety of isotonic saline serum as a maintenance therapy serum after general surgery in pediatrics patients

**Objective:** To compare the risk of hyponatremia using hypotonic saline (HT) versus isotonic solution (IT) and adverse effects.

**Methods:** Randomized clinical trial, open, non-blind, in patients admitted to Pediatric Intensive Care Unit after elective surgery, from 6 months to 14 years, weight greater than 6 kg, onset natremia between 130-150 mEq/L and signed informed consent, with no oral intake and maintenance intravenous fluid therapy. Patients with ADH secretion abnormalities are excluded. Sodium, calcium, potassium and chlorine plasma levels are measured on admission, 8, 24 and 48 hours. Patients with normonatremia (135-145 mEq/L) are analyzed.

**Results:** 60 patients received HT solution (glucosaline 1/3: 51 mEq/L sodium) and 70 IT solution (glucosaline 5/0.9%: 154 mEq/L sodium). The incidence of hyponatremia (sodium <135 mEq/L) at 8 h of the HT group was 38.9% and 4.6% of IT ( $p < 0.001$ ) (OR= 13.15; 95% CI: 3.65-47.3), and at 24 hours: 43% in HT group and 11% in IT ( $p = 0.021$ ) (OR= 6.15; 95% CI: 1.43-26.39). 3 cases of hypernatremia 8 and 24 hours, all in IT (7%), without significant differences ( $p = 0,2$ ), and no difference in the incidence of hyperchloremic acidosis. Mean values of potassium and calcemia were normal with low incidence of hypokalemia and ionic hypocalcemia.

**Conclusions:** The use of IT solution in the postoperative period of general surgery protects against hyponatremia, especially in the first 24 hours, with no significant risk of hypernatremia or hyperchloremic acidosis. Standard commercialized solutions without potassium and calcium supplements could be used in the short-term postoperative period, if are normal at admission.

©2019 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

## Keywords

Hypotonic solution, hyponatremia, isotonic solution, adverse effects, hypernatremia, maintenance intravenous therapy

## Introducción

Desde que Holliday y Segar presentaron en 1957 el primer método para la prescripción de líquidos i.v. de mantenimiento<sup>1</sup>, se extendió el uso sistemático de sueros hipotónicos como fluidoterapia en niños hospitalizados<sup>2-4</sup>. En la actualidad se sabe que esta práctica no es adecuada para todos los pacientes, por el riesgo que conlleva de hiponatremia<sup>5-7</sup>. Los detractores del uso de sueros isotónicos se basan en el potencial riesgo de hipernatremia, acidosis hiperclorémica o hipertensión arterial<sup>4,8</sup>.

## Pacientes y método

Se realizó un ensayo clínico en fase IV, unicéntrico, prospectivo (EudraCT 2010-023280-17) en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) del Hospital Infantil Virgen del Rocío de Sevilla, desde junio de 2011 hasta mayo de 2013.

El objetivo principal del estudio era comparar el riesgo de hiponatremia usando solución salina hipotónica (HT) frente a solución isotónica (IT) y sus efectos adversos.

Se incluyeron pacientes desde 6 meses a 14 años de edad, con un peso  $\geq 6$  kg, tras una cirugía electiva, tras la que precisaron dieta absoluta al menos durante 6 horas y sueroterapia i.v. de mantenimiento, con niveles plasmáticos de sodio ( $\text{Na}_p$ ) de 130-150 Eq/L y firma del consentimiento informado por escrito. Se excluyó a los pacientes con anomalías en la secreción de hormona antidiurética (ADH), con un postoperatorio de cirugía cardiovascular, hipotensión arterial grave (presión arterial sistólica por debajo del percentil 3 para su edad) durante la cirugía y/o su estancia en la UCIP, o ausencia de consentimiento informado. Se desestimaron los casos que desarrollaron hiponatremia o hipernatremia moderada, precisaron un cambio en la pauta de tratamiento o corrección de la salinidad del suero, y los que revocaron el consentimiento. Los pacientes fueron aleatorizados a uno de los 2 grupos de estudio: grupo HT, con suero glucosalino 1/3 (51 mEq de cloro y sodio y 33 g de glucosa/L), o grupo IT, con suero glucosalino 0,9/5% (154 mEq de cloro y sodio y 50 g de glucosa/L). La cantidad de suero prescrita siguió la regla de Holliday, con sueros estándares comercializados. Se realizó un seguimiento de los pacientes hasta el inicio de la tolerancia oral/enteral o alta de la UCIP, durante un máximo de 48 horas, monitorizando como puntos de corte el momento del ingreso y al cabo de 8, 24 y 48 horas. Se recogieron en cada punto los valores plasmáticos de sodio, potasio, calcio total e iónico, cloro, glucosa, lactato, bicarbonato, pH, osmolaridad, urea y creatinina, y los valores urinarios de sodio, potasio, osmolaridad, urea y creatinina. Se recogieron los datos personales de los pacientes, así como la duración de la cirugía, la tonicidad de los sueros utilizados durante la intervención y las potenciales complicaciones (hipernatremia, hipercloremia, acidosis hiperclorémica, convulsiones, *exitus*). Se analizaron los casos que presentaron normonatremia al ingreso (135-145 mEq/L).

La variable principal de estudio fue la concentración plasmática de sodio (mEq/L) y la incidencia de hiponatremia. Se definió hiponatremia leve con niveles de  $\text{Na}_p$  de 130-134 mEq/L, moderada 125-129 mEq/L y severa  $<125$  mEq/L. Las variables secundarias fueron: a) incidencia de hipernatremia ( $\text{Na}_p >145$  mEq/L; leve 146-150 mEq/L; moderada 151-160 mEq/L y severa  $>160$  mEq/L); b) incidencia de hipopotasemia (potasio  $<3,5$  mEq/L) e hipocalcemia (calcio total  $<8,5$  mg/dL y/o calcio iónico  $<1,1$  mmol/L); si las cifras de potasio eran  $<3$  mEq/L o las de calcio  $<8$  mg/dL o  $<1,1$  mmol/L, se añadieron suplementos al suero i.v. y se retiraron del análisis, y c) incidencia de hipercloremia (cloro  $>106$  mmol/L) y acidosis hiperclorémica (pH  $<7,35$ , bicarbonato  $<21$  mmol/L, cloremia  $>106$  mmol/L y *anion gap* normal). La determinación de electrolitos plasmáticos y urinarios se realizó por técnicas de electrodos selectivos de iones con el analizador Cobas ISE (Roche, España); los iones plasmáticos y los valores gasométricos (pH, gases sanguíneos, bicarbonato, ácido láctico) con el analizador de gases en sangre ABL 800 FLEX (Radiometer Medical ApS, Dinamarca).

Se siguieron los principios de la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente (Real Decreto 223/2004), aprobados por el Comité Autonomo de Ensayos Clínicos de Andalucía (CEIC de Referencia) y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital.

El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS Statistics. Las variables cuantitativas se especificaron como medias y desviación estándar, o medianas y percentiles 25 y 75 ( $P_{25}$  y  $P_{75}$ ) en caso de distribuciones asimétricas; las variables cualitativas se expresaron mediante frecuencias y porcentajes. Para analizar la relación entre 2 variables cualitativas se realizaron tablas de contingencias y se aplicó el test de la  $\chi^2$ , la  $\chi^2$  con corrección de continuidad o el test exacto de Fisher (para tablas  $2 \times 2$  poco pobladas) según criterios de aplicación. Para analizar diferencias entre variables cuantitativas se realizó el test de la t de Student; si no cumplía igualdad de varianza (test de Levene) se aplicó el test de la t de Student con la corrección de Welch; si no cumplía el requisito de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) se realizó la prueba de la U de Mann-Whitney. Las diferencias de medias significativas se cuantificaron con intervalos de confianza (IC) del 95%. La medida de la fuerza de asociación se expresa mediante *Odds ratio* (OR) y su correspondiente IC del 95%. El nivel de significación estadística se estableció en un valor de  $p < 0,05$ .

## Resultados

De los 156 pacientes seleccionados, se excluyeron por distintos motivos 26, y se analizaron finalmente 130: 60 del grupo HT y 70 del grupo IT, tal como se detalla en el diagrama de flujo de la figura 1. No hubo diferencias en las características basales, excepto en el peso, aunque sin variaciones al comparar subgrupos de peso  $\leq 10$  kg (HT= 16; IT= 14;  $p= 0,472$ ) (tabla 1). Los valores medios de electrolitos (sodio, potasio, calcio y cloro) en los diferentes puntos se muestran en la tabla 2.

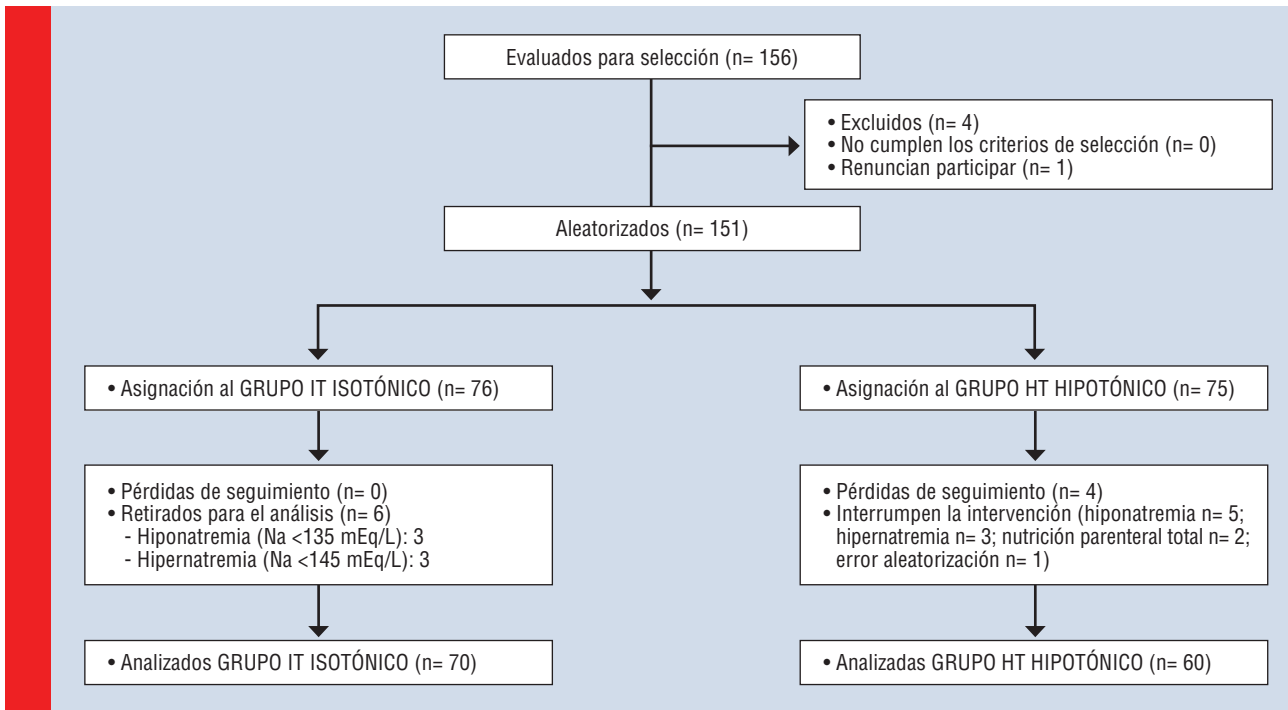


Figura 1. Flujo de pacientes

**TABLA 1** Características basales al ingreso de la muestra de estudio

	Grupo HT (n=60)			Grupo IT (n=70)			p
Tipo de cirugía, n (%)							
Neurocirugía	17 (28%)			16 (22,8%)			
Traumatología	14 (23%)			19 (27%)			
Resección tumoral	9 (15%)			14 (20%)			
Maxilofacial/ORL	9 (15%)			12 (17%)			
Vía respiratoria	7 (11,6%)			5 (7%)			
Ap. digestivo	3 (5%)			3 (4%)			
Otro	1 (1,6%)			1 (1,4%)			
Líquidos isotónicos en quirófano, n (%)	42 (79,2%)			61 (88,4%)			0,402
Sexo							0,720
Masculino, n (%)	29 (48,3%)			37 (52,9%)			
Femenino, n (%)	31 (51,7%)			33 (47,1%)			
	<i>Media (DS)</i>	<i>P25</i>	<i>P75</i>	<i>Media (DS)</i>	<i>P25</i>	<i>P75</i>	<i>p</i>
Edad (meses)	56,3	18,0	82,5	71,2	22,5	105,5	0,082
Peso (kg)	18,2	10	22,8	23,7	11,1	30	0,034
Duración IQ (min.)	255	165	330	283	180	360	0,271
Na (mEq/L)	138,9	137	141,7	139,4	137,7	141	0,500
K (mEq/L)	4,3	3,8	4,5	4,2	3,9	4,5	0,630
Ca total (mg/dL)	9,1	8,5	9,5	8,9	8,4	9,5	0,322
Ca iónico (mmol/L)	1,3	1,27	1,36	1,3	1,27	1,37	0,502
Cloro (mmol/L)	111,1	104	118	111,5	106	116	0,670
Creatinina (mg/dL)	0,35	0,26	0,41	0,41	0,33	0,44	0,067
Glucemia (mg/dL)	125,5	92,2	145,7	140,6	89	163,2	0,067
Urea (mg/dL)	25,6	19,5	32,5	25,7	33,2		0,822

**TABLA 2**

**Valores medios de natremia (mEq/L), potasemia (mEq/L), calcemia total (mg/dl) e iónica (mmol/L) y cloremia (mmol/L) de ambos grupos a las 8, 24 y 48 horas**

	Grupo HT (n=60)	Grupo IT (n=70)	p
Na:			
8 horas	135,4 (58)	139,5 (68)	<0,001
24 horas	135,2 (26)	140,5 (30)	<0,001
48 horas	138,1 (7)	141,9 (10)	0,071
K:			
8 horas	4,1 (58)	4,1 (68)	0,685
24 horas	3,9 (26)	3,8 (30)	0,374
48 horas	3,8 (7)	4,1 (10)	0,768
CaT:			
8 horas	8,8 (56)	8,5(65)	0,072
24 horas	8,8 (40)	8,6 (41)	0,135
48 horas	8,8 (7)	8,4 (10)	0,283
Ca i:			
8 horas	1,24 (35)	1,30(32)	0,201
24 horas	1,20 (35)	1,27 (35)	0,150
48 horas	1,26 (5)	1,27 (6)	0,302
Cl:			
8 horas	107,2±5,05 (49)	109,8±4,05(57)	0,040
24 horas	104,08±6,1(44)	108,5±5,05(55)	0,001
48 horas	103,5±3,1 (6)	109,3±5,6 (8)	0,034

n= número de pacientes; p= nivel de significación estadística

**TABLA 3**

**Incidencia de hiponatremia expresada en número absoluto de casos, y porcentaje dentro de cada grupo**

	Grupo HT n (%)	Grupo IT n (%)	OR (IC 95%)	p
Hiponatremia	33 (39%)	6 (6%)	13,03 (4'89, 34'71)	<0,001
Leve (130-134 mEq/L)	29 (34,5%)	6 (6%)		
Moderada (125-129 mEq/L)	4 (4,7%)	0		
Severa (<125 mEq/L)	0	0		

n= número de pacientes; p= valor de significación estadística;  
OR: odds ratio

La incidencia global de hiponatremia fue del 21,2% (39 casos: 33 del grupo HT y 6 del grupo IT;  $p < 0,001$ ); 35 fueron leves (29 del grupo HT y 6 del grupo IT) y 4 moderados (todos del grupo HT, retirados con modificación de la sueroterapia), y todos asintomáticos. A las 8 horas, el 20,2% ( $n = 24$ ) de los pacientes presentaban hiponatremia: 21 del grupo HT y 3 del grupo IT ( $p < 0,001$ ) (OR= 13,15; IC del 95%: 3,65-47,36). A las 24 horas hubo 13 casos de hiponatremia (26%): 10 del grupo HT y 3 del grupo IT ( $p = 0,021$ ) (OR= 6,15; IC del 95%: 1,43-26,39). No fue significativa la diferencia a las 48 horas: 2 pacientes del grupo HT presentaron hiponatremia leve ( $p = 0,200$ ) (tabla 3).

**TABLA 4**

**Incidencia de hipernatremia ( $pNa > 145$  mEq/L) en ambos grupos**

	Grupo HT, (n)	Grupo IT, (n)	p	OR para grupo IT (IC 95%)
8 h	0 (54)	3 (65)	0,251	1,87 (1,58-2,21)
24 h	0 (23)	3 (27)	0,240	1,95 (1,48-2,59)
48 h	0 (7)	1 (8)	1	2 (1,18-3,37)

n= número de individuos; p= valor de significación estadística;  
OR= odds ratio

**TABLA 5**

**Valores medios en orina de sodio (mEq/L), EFNa (%) y osmolaridad (mOsm/L) durante el periodo de estudio en los dos grupos de tratamiento**

	Grupo HT (n)	Grupo IT (n)	p
EFNa (%):			
- ingreso	1,70 (40)	1,51 (54)	0,854
- 8 horas	1,30 (46)	1,39 (55)	0,023
- 24 horas	0,69 (17)	1,29 (21)	0,015
- 48 horas	0,70 (5)	3,37 (3)	0,053
Na (mEq/L):			
- ingreso	118,12 (51)	128,74 (61)	0,360
- 8 horas	112,77 (57)	169,45 (60)	<0,001
- 24 horas	75,05(22)	154,08 (26)	0,001
- 48 horas	36,80 (5)	167,45 (7)	0,014
Osm (mOsm/L):			
- ingreso	601,80(37)	662,40 (44)	0,151
- 8 horas	700,31 (33)	772,84 (37)	0,264
- 24 horas	458,50 (14)	595,21 (23)	0,080
- 48 horas	239,85 (4)	615,21 (6)	0,011

EFNa= excreción fraccional de sodio; Na orina= concentración de sodio en orina; Osm orina= osmolaridad urinaria; n= número de pacientes válidos; p= valor de significación estadística.

La incidencia global de hipernatremia fue del 3,8% ( $n = 7$ ), todos los casos del grupo IT (un 7% de los pacientes que recibieron suero IT), sin diferencias significativas entre ambos grupos (tabla 4). Sólo 1 paciente que desarrolló hipernatremia ( $Na_p$  148 mEq/L a las 8 horas de ingreso) fue retirado, porque la natremia a las 24 horas aumentó hasta 151 mEq/L, manteniéndose después asintomático.

La diferencia en la excreción fraccional de sodio (EFNa), la concentración urinaria de sodio y la osmolaridad urinaria fue significativamente mayor en el grupo IT (tabla 5), y los valores medios de potasio en sangre fueron normales en ambos grupos, sin diferencias significativas (tabla 2).

Los valores medios de calcio total e iónico en sangre se mantuvieron normales en ambos grupos sin diferencias significativas (tabla 6). La mayoría de los pacientes con hipocalcemia tenía valores  $\geq 8$  mg/dL ( $n = 34$ ; 53,1%).

La incidencia de hipercloremia fue mayor en el grupo IT en todos los puntos, con significación en las primeras 24 horas (tabla 7). No hubo diferencias en la incidencia de hipercloremia  $\geq 115$  mmol/L entre ambos grupos: del 7,8% en el grupo HT

TABLA 6

**Incidencia de hipocalcemia total e iónica en ambos grupos de tratamiento y del global de la muestra, expresada en número de casos (n) y porcentaje dentro del grupo (%)**

	<i>CaT &lt; 8,5 mg/dl</i>				<i>Ca<sub>i</sub> &lt; 1,1 mmol/L</i>			
	<i>Ingreso</i>	<i>8 h</i>	<i>24 h</i>	<i>48 h</i>	<i>Ingreso</i>	<i>8 h</i>	<i>24 h</i>	<i>48 h</i>
Muestra total, n (%)	30 (24)	22 (18)	16 (19,7)	3 (17,6)	2 (2,1)	3 (4,4)	3 (4,2)	2 (18)
Grupo HT, n (%)	13 (23,2)	10 (17,8)	7 (17,5)	1 (14,3)	0 (0)	3 (8,5)	2 (5,7)	2 (40)
Grupo IT, n (%)	17 (25,3)	12 (18,4)	9 (22)	2 (20)	2 (5,7)	0 (0)	1 (2,8)	0 (0)
P	0,835	0,448	0,337	1	0,496	0,082	0,586	0,455

n= número de pacientes; p= valor de significación estadística.

TABLA 7

**Incidencia de hipercloremia (Cl > 106 mmol/L) expresada en número absoluto de casos (n) y porcentaje dentro de cada grupo (%) a lo largo del estudio**

	<i>Grupo HT, n (%)</i>	<i>Grupo IT, n (%)</i>	<i>p</i>	<i>IC 95%</i>
Ingreso	48 (87,3)	62 (95,4)	0,183	0'74, 12'27
8 horas	28 (57,1)	46 (80,7)	0,011	1'31, 7'47
24 horas	7 (35)	17 (68)	0,038	1'13, 13'70
48 horas	1 (16,7)	6 (75)	0,103	1,03, 218'3

n= número de pacientes válidos; p= valor de significación estadística

frente al 10,5% en el grupo IT a las 8 horas ( $p=0,7$ ); del 9,1% en el grupo IT frente a ningún caso en el grupo HT ( $p=0,06$ ) a las 24 horas; a las 48 horas sólo la presentó 1 paciente del grupo IT ( $p=1$ ).

No hubo diferencias en la incidencia de acidosis hiperclorémica: a las 8 horas, en el 12,1% de la muestra, el 10,8% de los pacientes del grupo HT frente al 13% de los del grupo IT ( $p=0,8$ ); a las 24 horas el 6,9% del grupo HT frente al 8,8% del grupo IT ( $p=1$ ). No hubo casos a las 48 horas. Ningún paciente desarrolló crisis convulsivas ni trastornos del nivel de conciencia. Tampoco hubo *exitus*.

## Discusión

Los pacientes que reciben sueroterapia de mantenimiento con solución salina HT durante el postoperatorio de cirugía general presentan valores de natremia más bajos durante su ingreso y mayor incidencia de hiponatremia que los que reciben suero IT. Estos resultados coinciden con los observados en otros ensayos clínicos similares desarrollados desde 2009 hasta la actualidad<sup>9-18</sup>, y con 2 recientes metaanálisis llevados a cabo por Foster et al.<sup>19</sup> y Wang et al.<sup>20</sup> en 2014.

La hiponatremia puede deberse a un déficit de aporte de sodio o a aporte excesivo de agua libre<sup>20-22</sup>. En nuestro trabajo ambos grupos recibieron el aporte diario requerido de sodio según las recomendaciones actuales<sup>23</sup>, por lo que el riesgo de hiponatremia sería atribuible a un mayor aporte de agua libre en forma de suero HT de mantenimiento, en pacientes posquirúrgicos en los que está aumentada la producción de ADH<sup>4,5</sup>. La incidencia global de hiponatremia fue del 21,2%, mayor en el grupo HT (el 39 frente al 6% en el grupo IT), con una incidencia de hiponatremia moderada del 4,7% en el grupo HT, sin casos descritos en el IT. La mayor incidencia ocurrió en las primeras 8 horas posquirúrgicas (el 39% en el grupo HT frente al 4,6% en el grupo IT), lo que supone un riesgo 13 veces mayor en el primer grupo. Este riesgo persiste a las 24 horas: el 43% en el grupo HT frente al 7,7% en el grupo IT, lo que representa un riesgo 6 veces mayor. Estas diferencias se normalizan a las 48 horas, de manera similar a lo referido en estudios previos<sup>13,17</sup>. Esta tendencia en los valores plasmáticos de sodio se corresponde con el aumento en la secreción de ADH en el postoperatorio inmediato, con un pico de secreción a las 24 horas tras la cirugía, tal como demostró el trabajo de Choong et al.<sup>8</sup>.

Al igual que en estudios previos, incluimos en nuestro trabajo pacientes con valores de sodio desde 130-150 mEq/L, ya que una natremia entre 130 y 135 mEq/L no es, en general, clínicamente significativa y en la práctica se utiliza el mismo suero de mantenimiento que en los pacientes con normonatremia<sup>10,14</sup>. Esto permitió analizar la incidencia de hiponatremia al ingreso en la UCI: el 5,3% (8 de los 151 pacientes aleatorizados), cifra por debajo de la descrita en estudios anteriores<sup>9,14</sup>, con un valor medio de natremia mayor (139,15 mEq/L). El hecho de que la mayoría de nuestros pacientes (79,2%) recibiera líquidos isotónicos en el quirófano podría explicar esta baja incidencia.

El sodio urinario (NaU) se mantuvo >20 mEq/L en ambos grupos (como corresponde a una situación de normovolemia y un adecuado funcionamiento renal<sup>24</sup>). La administración de suero IT propició una mayor excreción renal de sodio, desde una

EFNa del 1,5% al ingreso hasta el 3,4% a las 48 horas, y NaU, que ascendió progresivamente desde 128 mEq/L al ingreso hasta 167 mEq/L a las 48 horas, lo que podría explicar la baja incidencia de hipernatremia del grupo IT.

Detectamos 7 casos de hipernatremia, todos del grupo IT (7%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Salvo un caso moderado que obligó a un cambio de sueroterapia, todos fueron casos leves. Estos resultados se asemejan a los aportados por los metaanálisis más recientes, con una incidencia de hipernatremia con suero IT del 0-6%<sup>19,20,23</sup>. Los pacientes que al ingreso tenían cifras de Na<sub>p</sub> de 140-145 mEq/L y recibieron suero IT, se mantuvieron con normonatremia. Aquellos con Na<sub>p</sub> al ingreso en límites altos (144-145 mEq/L) tampoco desarrollaron hipernatremia, salvo 2 pacientes cuya natremia inicial fue de 145 mEq/L: uno presentó natremia >150 mEq/L a las 24 horas, lo que obligó al cambio de sueroterapia y la retirada del estudio; el otro tuvo una natremia de 146 mEq/L a las 8 horas y de 147 mEq/L a las 24 horas, sin complicaciones asociadas. Ambos pacientes tenían un peso <10 kg y normofuncionamiento renal desde el ingreso, lo que nos lleva a considerar que administrar el volumen correspondiente como solución IT podría provocar un excesivo aporte de sodio en este grupo de pacientes con Na<sub>p</sub> inicial en límites altos de la normalidad. El resto de pacientes <10 kg que recibieron suero IT no presentaron alteraciones de la natremia, con la diferencia de que al ingreso la Na<sub>p</sub> era <145 mEq/L.

Algunos trabajos publicados hacen referencia a la adición de potasio a las soluciones usadas en los grupos de estudio<sup>8,10,11,14,16,17</sup>, sin detallarse conclusiones al respecto. Nosotros incluimos este apartado en los objetivos y utilizamos sueros comercializados sin suplementos iónicos. Los valores medios de potasio y calcio fueron normales al ingreso y se mantuvieron durante el periodo estudiado, sobre todo las primeras 24 horas. La incidencia global de hipopotasemia fue baja (8,5%): un 4,7% a las 8 horas, un 14,2% a las 24 horas y un 17,6% a las 48 horas. La mayoría de los pacientes (70,5%) tenían cifras de potasemia de 3-3,5 mEq/L; sólo 1 precisó un aporte de potasio inicial, y 3 casos con potasio normal al ingreso precisaron aportes i.v. por presentar cifras <3 mEq/L.

Aunque la incidencia de hipocalcemia total fue del 18, el 19,7 y el 17,6% a las 8, 24 y 48 horas de ingreso, respectivamente, la incidencia de hipocalcemia iónica fue menor (4,4, 4,2 y 18%, respectivamente). Como el calcio iónico es la forma biológicamente activa, aunque haya una disminución del calcio total, si no hay descenso del calcio iónico, no se producirán síntomas<sup>25</sup>.

El hecho de no haber añadido otro aporte de cloro en forma de cloruro potásico a la sueroterapia de mantenimiento ha permitido valorar de manera más exacta el efecto del suero IT en la cloremia. A pesar de que la incidencia de hipercloremia fue mayor en el grupo IT, si la cloremia es <115 mmol/L, es muy raro que produzca síntomas clínicos y, por tanto, no es necesario tratarla ni suspender el aporte de cloro<sup>26</sup>. La incidencia de

hipercloremia  $\geq 115$  mmol/L fue baja (un 9,7% del total; del 5,3% en el grupo HT frente al 13,3% en el grupo IT). Aunque la hipercloremia fue algo más frecuente en el grupo IT, no fue estadísticamente significativa. Tampoco hallamos un incremento del riesgo de acidosis hiperclorémica con el uso del suero IT. Tras analizar la revisión sistemática de Padua et al. de 2015<sup>23</sup>, observamos que ningún estudio previo hace referencia a la acidosis hiperclorémica en los pacientes con suero IT.

Como conclusión, el uso de soluciones IT de mantenimiento es seguro y supone un riesgo muy bajo de hipernatremia, sin incremento de hipercloremia y acidosis hiperclorémica, lo que protege frente al desarrollo de hiponatremia postoperatoria, cuya incidencia es mayor en las primeras 24 horas posquirúrgicas, por lo que es fundamental la monitorización analítica. Se podrían utilizar soluciones comercializadas estándares sin suplementos de potasio y calcio en el postoperatorio de corta estancia, si las cifras son normales al ingreso. ■

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## Bibliografía

- Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics*. 1957; 19(5): 823-832.
- Friedman J. Risk of acute hyponatremia in hospitalized children and youth receiving maintenance intravenous fluids. *Paediatr Child Health*. 2013; 18(2): 102-104.
- Moritz ML, Ayus JC. Hospital-acquired hyponatremia: why are hypotonic parenteral fluids still being used? *Nat Clin Pract Nephrol*. 2007; 3: 374-382.
- Bailey AG, McNaull PP, Tuchman JB. Perioperative crystalloid and colloid fluid management in children: where are we and how did we get here? *Anesth Analg*. 2010; 110(2): 375-390.
- Burrows F, Shutack J, Crone R. Inappropriate secretion of antidiuretic hormone in a postsurgical pediatric population. *Crit Care Med*. 1983; 314: 1.529-1.535.
- Arief AI, Ayus J, Fraser C. Hyponatremia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ*. 1992; 304: 1.218-1.222.
- Halberthal M, Halperin ML, Bohn D. Lesson of the week. Acute hyponatremia in children admitted to hospital: retrospective analysis of factors contributing to its development and resolution. *BMJ*. 2001; 322: 780-782.
- Choong K, Arora S, Cheng J, Farrokhlyar F, Reddy D. Hypotonic versus isotonic maintenance fluids after surgery for children: a randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2011; 125(5): 857-866.
- Montañana PA, Modesto I, Alapont V, Ocon AP, López Prats JL, Toledo Parreño JD. The use of isotonic fluid as maintenance therapy prevents iatrogenic hyponatremia in pediatrics: a randomized controlled open study. *Pediatr Crit Care Med*. 2009; 9: 589-597.
- Yung M, Keeley S. Randomized controlled trial of intravenous maintenance fluids. *J Paediatr Child Health*. 2009; 45: 9-14.
- Kannan L, Lodha R, Vivekanandhan S, Bagga A, Kabra SK, Kabra M. Intravenous fluid regimen and hyponatremia among children: a randomized controlled trial. *Pediatr Nephrol*. 2010; 25(11): 2.303-2.309.

12. Neville KA, Sanderman DJ, Rubinstein A, Henry GM, Mcglynn M, Walker JL. Prevention of hyponatremia during maintenance intravenous fluid administration: a prospective randomized study of fluid type versus fluid rate. *J Pediatr.* 2010; 156: 313-319.
13. Saba TG, Fairbairn J, Houghton F, Laforte D, Foster BJ. A randomized controlled trial of isotonic versus hypotonic maintenance intravenous fluids in hospitalized children. *BMC Pediatr.* 2011; 11: 82.
14. Rey C, Los-Arcos M, Hernández A, Sánchez A, Diaz JJ, López-Herce J. Hypotonic versus isotonic maintenance fluids in critically ill children: a multicenter prospective randomized study. *Acta Paediatr.* 2011; 100(8): 1.138-1.143.
15. Coulthard MG, Long DA, Ullman AJ, Ware RS. A randomized controlled trial of Hartmann's solution versus half normal saline in post-operative paediatric spinal instrumentation and craniotomy patients. *Arch Dis Child.* 2012; 97: 491-496.
16. Baron FA, Meregalli CN, Rombola VA, Bolasell C, Pigliapoco VE, Bartoletti SE, et al. Hypotonic versus isotonic intravenous maintenance fluids in critically ill pediatric patients: a randomized clinical trial. *Arch Argent Pediatr.* 2013; 111: 281.
17. Shamim A, Afzal K, Ali SM. Safety and efficacy of isotonic (0.9%) vs. hypotonic (0.18%) saline as maintenance intravenous fluids in children: a randomized controlled trial. *Indian Pediatr.* 2014; 51(12): 969-974.
18. Friedman JN, Beck CE, DeGroot J, Geary DF, Sklansky DJ, Freedman SB. Comparison of isotonic and hypotonic intravenous maintenance fluids: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr.* 2015; 169(5): 445-451.
19. Foster BA, Tom D, Hill V. Hypotonic versus isotonic fluids in hospitalized children: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr.* 2014; 165: 163-169.
20. Wang J, Xu E, Xiao Y. Isotonic versus hypotonic maintenance IV fluids in hospitalized children: a meta-analysis. *Pediatrics.* 2014; 133(1): 105-113.
21. Choong K, Kho EM, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child.* 2006; 91: 828-835.
22. Roberts KB. Fluid and electrolytes: parenteral fluid therapy. *Pediatr Rev.* 2001; 22(11): 380-387.
23. Padua PA, Macaraya JRG, Dans LF, Anacleto Jr FE. Isotonic versus hypotonic saline solution for maintenance intravenous fluid therapy in children: a systematic review. *Pediatr Nephrol.* 2015; 30(7): 1.163-1.172.
24. Marín Sierra J, Hernández Marco R. Fluidoterapia intravenosa en niños hospitalizados: aspectos generales y situaciones especiales [monografía en internet]. Sociedad Española de Pediatría hospitalaria, 2012 [actualizado en 2015; consultado en julio de 2016]. Disponible en: <http://www.sepho.es/mediapool/120/1207910/date/actualizaciones>
25. Guerrero Fernández J, Ruiz Domínguez JA, Menéndez Suso JJ, Barrios Tascón A. Trastornos hidroelectrolíticos y del equilibrio ácido-base. Manual de diagnóstico y terapéutica en pediatría, 5.ª ed. Madrid: Publimed, 2009; 132-135.
26. Caballero López A. Trastornos del equilibrio electrolítico. En: Cheping Sánchez N, García Hernández ML, eds. *Terapia intensiva*, 2.ª ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2006; 263-305.