



## Incidencia de hipercloremia e hipernatremia y su asociación con lesión renal aguda y mortalidad en niños en estado crítico

*Incidence of hyperchloremia and hypernatremia and their association with acute kidney injury and mortality in critically ill children*

Jesús Javier Martínez-García,<sup>\*,‡</sup> Fernanda Alheli Bañuelos-Macías,<sup>§</sup>  
Nidia Maribel León-Sicairos,<sup>\*,¶</sup> Adrián Canizalez-Román<sup>\*,||</sup>

<sup>\*</sup> Centro de Investigación Aplicada a la Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Sinaloa; <sup>‡</sup> Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica; <sup>§</sup> Servicio de Pediatría Médica, <sup>¶</sup> Departamento de Investigación. Hospital Pediátrico de Sinaloa "Dr. Rigoberto Aguilar Pico"; <sup>||</sup> Departamento de Investigación. Hospital de la Mujer, Secretaría de Salud. Culiacán, Sinaloa, México.

### RESUMEN

**Introducción:** la hipercloremia e hipernatremia son complicaciones frecuentes en niños en estado crítico y se han asociado con el desarrollo de lesión renal aguda (LRA) y mortalidad. **Objetivo:** estimar la incidencia de hipercloremia e hipernatremia durante las primeras 72 horas de ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP) y evaluar su asociación con LRA y mortalidad. **Material y métodos:** estudio de una cohorte prospectiva y analítica, realizado durante un periodo de 15 meses. Se excluyeron a pacientes con trastornos en niveles plasmáticos de cloro (Cl<sup>-</sup>) y sodio (Na<sup>+</sup>) o LRA al momento de su ingreso. Los valores > 110 mEq/L de Cl<sup>-</sup> y > 145 mEq/L de Na<sup>+</sup> fueron considerados como hipercloremia e hipernatremia, respectivamente. Se calculó un tamaño de la muestra de 255 pacientes. **Análisis estadístico.** Se calculó Odds Ratio (OR) e intervalos de confianza a 95% (IC 95%), para análisis bivariado y multivariado. **Resultados:** en 241 pacientes, la incidencia de hipercloremia fue de 12.4% (n = 30) y de hipernatremia de 18.6% (n = 45). La frecuencia de LRA fue de 35.6%, y la mortalidad de 14.1%. En análisis de regresión logística, la hipernatremia se asoció con LRA (OR 2.7, IC 95% 1.3-5.7, p < 0.006), pero no con la mortalidad. Mientras que la hipercloremia no se identificó como de riesgo para LRA o muerte. **Conclusiones:** la hipercloremia

### ABSTRACT

**Introduction:** hyperchloremia and hypernatremia are common complications in critically ill children and have been associated with the development of acute kidney injury (AKI) and mortality. **Objective:** to estimate the incidence of hyperchloremia and hypernatremia during the first 72 hours of admission to a pediatric intensive care unit (PICU), and to evaluate their association with AKI and mortality. **Material and methods:** prospective cohort study, conducted over a period of 15 months. Patients with disorders in plasma levels of chloride (Cl<sup>-</sup>) or sodium (Na<sup>+</sup>), as well as with AKI at the time of admission, were excluded. Values > 110 mEq/L Cl<sup>-</sup> and > 145 mEq/L Na<sup>+</sup> were considered as hyperchloremia and hypernatremia, respectively. A sample size of 255 patients was calculated. **Statistical analysis.** Odds Ratio (OR) and 95% confidence intervals (95% CI) were calculated for bivariate and multivariate analyses. **Results:** among 241 patients, the incidence of hyperchloremia was 12.4% (n = 30), and of hypernatremia 18.6% (n = 45). The frequency of AKI was 35.6%, and mortality was 14.1%. In logistic regression analysis, hypernatremia was associated with AKI (OR 2.7, 95% CI 1.3-5.7, p < 0.006), but not with mortality. While hyperchloremia was not identified as a risk for AKI or death. **Conclusions:** hyperchloremia and hypernatremia

**Correspondencia:** Jesús Javier Martínez García, E-mail: jjmtz64otmail.com

**Citar como:** Martínez-García JJ, Bañuelos-Macías FA, León-Sicairos NM, Canizalez-Román A. Incidencia de hipercloremia e hipernatremia y su asociación con lesión renal aguda y mortalidad en niños en estado crítico. Rev Mex Pediatr. 2023; 90(4): 132-138. <https://dx.doi.org/10.35366/114761>

e hipernatremia son frecuentes en pacientes pediátricos en estado crítico, pero solo la hipernatremia parece conferir mayor riesgo de complicaciones.

**Palabras clave:** hipercloremia, hipernatremia, lesión renal aguda, pronóstico, mortalidad.

*are common in critically ill pediatric patients, but only hypernatremia seems to confer a higher risk of complications.*

**Keywords:** hyperchloremia, hypernatremia, acute kidney injury, prognosis, mortality.

## INTRODUCCIÓN

El ion cloro (Cl<sup>-</sup>) es el principal anión en el líquido extracelular en los seres humanos y aporta aproximadamente un tercio de la tonicidad del líquido extracelular.<sup>1,2</sup> Mientras, el sodio (Na<sup>+</sup>) es el principal catión que mantiene el volumen y la tonicidad del líquido extracelular.<sup>3</sup> El Cl<sup>-</sup> y el Na<sup>+</sup> mantienen el metabolismo celular normal en numerosas funciones fisiológicas, como la electroneutralidad sérica, el equilibrio ácido-base, la homeostasis de líquidos, la presión osmótica, la función renal y la actividad eléctrica en la actividad muscular, entre otras.<sup>1,3-5</sup>

La incidencia de hipercloremia (niveles séricos de Cl<sup>-</sup> > 95 mEq/L) e hipernatremia (niveles séricos de Na<sup>+</sup> > 145 mEq/L) en niños en estado crítico es muy variable. Para hipercloremia varían de 8.6 al 21%, mientras que para la segunda es de 16%.<sup>1,6,7</sup> Estas dos condiciones se han asociado con complicaciones postoperatorias, con lesión renal aguda, acidosis hiperclorémica y mortalidad.<sup>6-9</sup>

Los mecanismos relacionados al desarrollo de hipercloremia e hipernatremia son muy parecidos, la principal causa es la administración excesiva de soluciones con altas concentraciones de Cl<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup> (la solución salina al 0.9% con 154 mEq/L de Cl<sup>-</sup> y 154 mEq/L de Na<sup>+</sup>) durante la reanimación hídrica. Otras causas pueden ser por pérdida excesiva de agua, por uso de diuréticos, en diuresis osmótica y cuando hay aumento de la reabsorción tubular renal de Cl<sup>-</sup> o Na<sup>+</sup>.<sup>10,11</sup>

En virtud que son pocos los estudios en niños con cualquiera de estas alteraciones electrolíticas y que son contradictorios en cuanto al pronóstico,<sup>11-13</sup> el objetivo de este estudio fue estimar la incidencia de hipercloremia e hipernatremia durante las primeras 72 horas de ingreso a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) y evaluar su asociación con lesión renal aguda y mortalidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos un estudio de una cohorte prospectiva formada por pacientes ingresados a la UTIP del Hospital

Pediátrico de Sinaloa (HPS) “Dr. Rigoberto Aguilar Pico” de enero de 2019 a abril de 2020.

Las mediciones basales de Cl<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup> se obtuvieron durante las primeras cinco horas de ingreso a la UTIP. Posteriormente se tomaron controles durante las siguientes 72 horas. Se incluyeron a pacientes con niveles de sodio > 145 mEq/L (hipernatremia) y de cloro > 110 mEq/L (hipercloremia) a las 24, 48 o 72 horas. Se excluyeron pacientes con edad menor a un mes o mayores de 18 años, con lesión renal aguda al ingreso y pacientes con cetoacidosis diabética.

*Definición de variables.* Los pacientes se agruparon de acuerdo con su diagnóstico en: sepsis, enfermedades respiratorias (incluyendo el síndrome de dificultad respiratoria), neurológicas (estado epiléptico, traumatismo de cráneo y encefalopatía hipóxico-isquémica) y quirúrgicas (cualquier cirugía con necesidad de cuidado intensivo). El riesgo de mortalidad pediátrica fue determinado al ingreso a la UTIP por PRISM (*Pediatric Risk of Mortality*) III.

El porcentaje de sobrecarga de líquidos se calculó de la siguiente manera: [(ingresos de líquidos totales de UTIP-egresos totales de UTIP)/el peso en kg al ingreso a la UTIP] × 100; considerándose sobrecarga de líquidos cuando hubo ≥ 10% positivo en el balance de líquidos.

Acidosis metabólica por un pH < 7.35 y bicarbonato < 23 mmol/L, y/o un déficit de base > 5 mEq/L. La lesión renal aguda (LRA) y el grado de LRA fueron definidos de acuerdo con los criterios pediátricos de la *Kidney Disease Improving Global Outcomes* (KDIGO), tomando en cuenta los niveles séricos basales de creatinina, la edad y el gasto urinario.<sup>14</sup>

La mortalidad registrada fue la que ocurrió durante la hospitalización en la UTIP.

Se calculó un tamaño de muestra con 255 pacientes, considerando una incidencia de alteraciones electrolíticas en 21%, un alfa de 0.05 y una precisión de 0.05.

*Análisis estadístico.* Las variables categóricas se resumieron en porcentajes; la comparación entre grupos fue con la prueba  $\chi^2$  de Pearson. Para variables continuas sin distribución normal se calculó mediana y rango intercuartílico (RIC), contrastando entre grupos con la prueba U de Mann-Whitney. Se crearon variables

“dummy” en las variables numéricas y categóricas para realizar un análisis bivariado, estimando *Odds Ratio* (OR) con sus intervalos de confianza a 95% (IC 95%), posteriormente se llevó a cabo análisis multivariado tipo regresión logística.

Para los análisis se utilizaron los paquetes estadísticos IBM SPSS para Windows, versión 25.0, y GraphPad Prism 9.0 para Windows.

**Aspectos éticos.** El Comité de Ética en Investigación del HPS aprobó el trabajo de investigación. Los tutores de los pacientes firmaron el consentimiento informado para ingresar al estudio.

## RESULTADOS

De 261 pacientes ingresados, 241 cumplieron los criterios de inclusión. Durante las 72 horas de hospitalización en la UTIP, la incidencia de hipercloremia e hipernatremia fue de 12.4% ( $n = 30$ ) y de 18.6% ( $n = 45$ ), respectivamente. La frecuencia de LRA en el grupo de hipercloremia fue de 46.6% ( $n = 14$ ) y en el grupo de hipernatremia de 57.8% ( $n = 26$ ). La mortalidad en pacientes con hipercloremia fue de 33.3% ( $n = 10$ ), que fue similar en porcentaje al del grupo de hipernatremia ( $n = 15$ , 33.3%) (Figura 1).

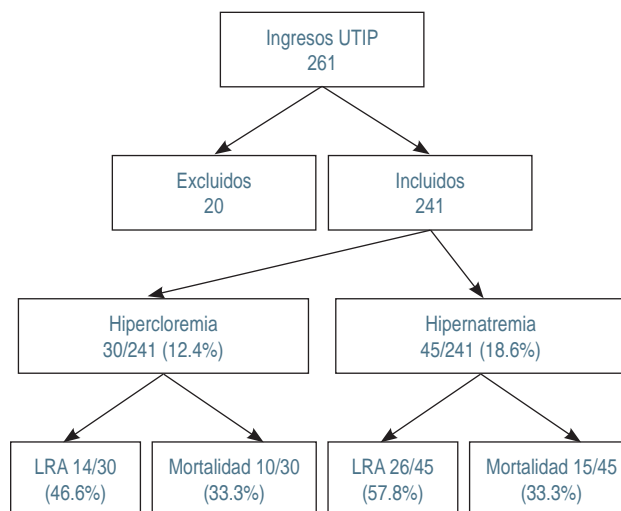
### Factores asociados a LRA

En la *Tabla 1* y *Figura 2* se muestra que, al comparar las medianas de los niveles de cloro en pacientes que desarrollaron (105 mEq/L) y no desarrollaron LRA (103 mEq/L), no hubo diferencias ( $p = 0.67$ ); esto mismo se observó con los niveles de sodio, 142 mEq/L y 140 mEq/L, respectivamente ( $p = 0.051$ ).

En la *Tabla 1* también se muestran las variables que se asociaron con LRA, como la hipernatremia (OR 3.1; IC 95% 1.6-6.0,  $p = 0.001$ ), haber recibido uno o más bolos de solución salina al 0.9% (OR 3.0; IC95%: 1.5-6.0,  $p = 0.011$ ), la sobrecarga de líquidos  $\geq 10\%$  (OR 2.2; IC95% 1.2 a 3.8,  $p = 0.004$ ) y cuando los pacientes tuvieron puntaje PRISM III  $\geq 9$  (OR 1.9; IC95% 1.1-3.2,  $p = 0.024$ ). Pero el estado de hipercloremia no se asoció con LRA (OR 1.7; IC 95% 0.7-3.6,  $p = 0.18$ ).

Mientras que pacientes con enfermedades neurológicas (OR 0.45, IC 95% 0.2-0.9,  $p = 0.025$ ) o quirúrgicas (OR 0.5, IC 95% 0.3-0.9,  $p = 0.024$ ) fueron factores protectores.

En la *Tabla 2* presentamos el análisis de regresión logística, observando que la hipernatremia fue el único factor de riesgo que se asoció a LRA (OR 2.7; IC 95% 1.3-5.7,  $p = 0.006$ ).



**Figura 1:** Incidencia de hipercloremia e hipernatremia en pacientes en estado crítico y su relación con lesión renal aguda y mortalidad. UTIP = unidad de terapia intensiva pediátrica. LRA = lesión renal aguda.

### Factores asociados a mortalidad

En la *Tabla 3* se presentan las variables que se estudiaron relacionadas con la mortalidad. En cuanto a los electrolitos, se observó que, en comparación con los supervivientes, los pacientes fallecidos tuvieron niveles más altos tanto de cloro (mediana 105 mEq/L vs 102 mEq/L,  $p = 0.025$ ) como de sodio (143 mEq/L vs 140 mEq/L,  $p = 0.002$ ). Asimismo, la hipernatremia (OR 4.6; IC 95% 2.1-10.2,  $p < 0.001$ ) e hipercloremia (OR 3.9; IC 95% 1.6-9.2,  $p = 0.001$ ) se asociaron a mortalidad.

Otras variables que se asociaron con la mortalidad hospitalaria (*Tabla 3*) fueron presencia de LRA (OR 6.5; IC 95% 3.0-14.1,  $p < 0.001$ ) y puntaje de PRISM III  $\geq 9$  (OR 4.2; IC 95% 2-9.2,  $p < 0.001$ ). En contraste, ser paciente quirúrgico se identificó como factor protector (OR 0.2; IC 95% 0.08-0.7,  $p = 0.009$ ).

Por último, en el análisis de regresión logística (*Tabla 4*), las variables que se mantuvieron como de riesgo fueron: puntaje PRISM  $> 9$  (OR 3.1; IC 95% 1.3-7.1,  $p = 0.008$ ) y la LRA (OR 3.7, IC 95%: 1.6-8.5,  $p = 0.002$ ). Sin embargo, la hipernatremia e hipercloremia no se asociaron con la mortalidad.

## DISCUSIÓN

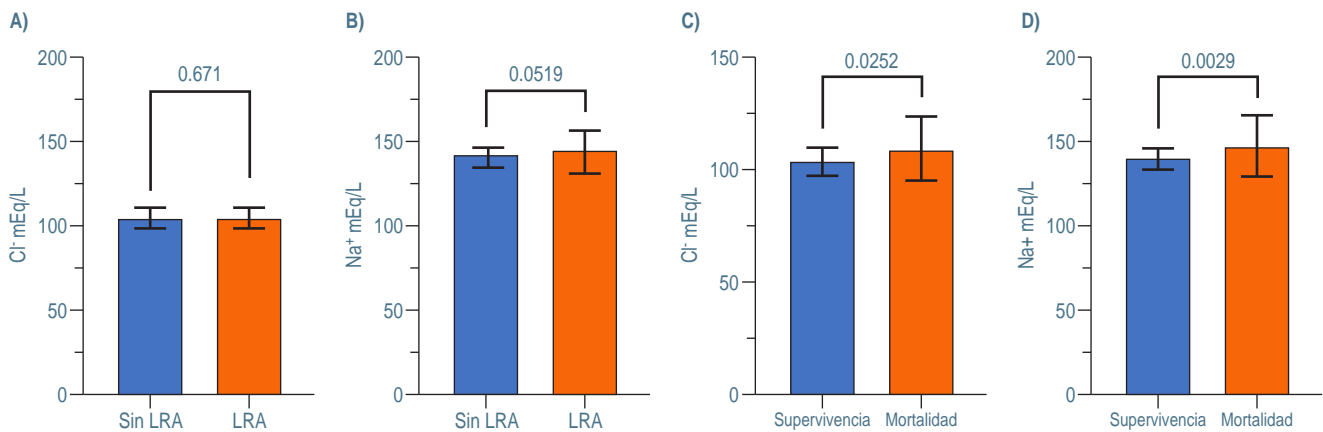
La hipercloremia e hipernatremia son trastornos electrolíticos frecuentes en las unidades de cuida-

**Tabla 1:** Comparación de variables entre pacientes que desarrollaron y no desarrollaron lesión renal aguda (LRA).

| Variable                              | Sin LRA<br>N = 155 | LRA<br>N = 86 | OR (IC 95%)          | p              |
|---------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|----------------|
| Edad, (meses) mediana (RIC)           | 26 (6-144)         | 12 (4-87)     | —                    | 0.12           |
| Sexo, n (%)                           |                    |               | 0.75 (0.42-1.2)      | 0.30           |
| Masculino                             | 104 (67.1)         | 52 (60.5)     | —                    | —              |
| Femenino                              | 51 (32.9)          | 34 (39.5)     | —                    | —              |
| Peso [kg], mediana (RIC)              | 12 (6.7-45)        | 10 (5-25)     | —                    | <b>0.04</b> ‡  |
| Diagnóstico, n (%)                    |                    |               |                      |                |
| Sepsis                                | 38 (24.5)          | 29 (33.7)     | 1.5 (0.8-2.7)        | 0.12           |
| Respiratorio                          | 54 (34.8)          | 26 (30.2)     | 0.81 (0.46-1.4)      | 0.46           |
| Neurológico                           | 41 (26.5)          | 12 (14.0)     | 0.4 (0.2-0.9)        | <b>0.02</b> *  |
| Quirúrgico                            | 54 (34.8)          | 18 (20.9)     | 0.5 (0.3-0.9)        | <b>0.02</b> *  |
| PRISM III, mediana (RIC)              | 5 (2-10)           | 8 (5.0-12.0)  | —                    | <b>0.003</b> ‡ |
| PRISM ≥ 9, n (%)                      | 46 (29.7)          | 38 (44.2)     | <b>1.9 (1.1-3.2)</b> | <b>0.02</b> *  |
| Cl <sup>-</sup> mEq/L, mediana RIC    | 103 (100-105)      | 105 (100-107) | —                    | 0.67           |
| Hipercloremia, n (%)                  | 16 (10.3)          | 14 (16.3)     | 1.7 (0.7-3.6)        | 0.18           |
| Na <sup>+</sup> mEq/L, mediana RIC    | 140 (137-142)      | 140 (139-147) | —                    | 0.05           |
| Hipernatremia, n (%)                  | 19 (12.3)          | 26 (30.2)     | <b>3.1 (1.6-6.0)</b> | <b>0.001</b> * |
| Bolo(s) de SS 0.9%, n (%)             | 90 (58.1)          | 64 (74.4)     | <b>3.0 (1.5-6.0)</b> | <b>0.011</b> * |
| SCL ≥ 10%, n (%)                      | 52 (33.5)          | 45 (52.3)     | 2.2 (1.2-3.7)        | 0.004          |
| Días ventilación mecánica, media ± DT | 8.8 ± 11.9         | 10.4 ± 12.3   | —                    | 0.31           |
| Ventilación mecánica ≥ 6 días, n (%)  | 66 (42.6)          | 42 (42.8)     | 1.2 (0.7-2.1)        | 0.35           |
| Acidosis metabólica, n (%)            | 11 (7.1)           | 6 (7.0)       | 0.9 (0.3-2.7)        | 0.97           |

OR = Odds ratio. IC 95% = intervalo de confianza a 95%. RIC = rango intercuartílico.

PRISM = riesgo de mortalidad pediátrica. SS = solución salina. SCL = sobrecarga de líquidos. DT = desviación típica.

\*  $\chi^2$  de Pearson. ‡ U de Mann Whitney.**Figura 2:** Comparación de niveles séricos de cloro (Cl<sup>-</sup>) y sodio (Na<sup>+</sup>) en pacientes con y sin lesión renal aguda, así como entre pacientes que sobrevivieron y que fallecieron.

LRA = lesión renal aguda.

**Tabla 2:** Modelo de regresión logística para identificar factores asociados a lesión renal aguda.

| Variable                                    | OR  | IC 95%  | p            |
|---|-----|---------|--------------|
| Pacientes con padecimiento neurológico      | 0.4 | 0.2-1.0 | 0.05         |
| Pacientes con padecimiento quirúrgico       | 0.7 | 0.4-1.5 | 0.43         |
| PRISM > 9                                   | 1.3 | 0.7-2.5 | 0.37         |
| Hipernatremia (Na <sup>+</sup> > 145 mEq/L) | 2.7 | 1.3-5.7 | <b>0.006</b> |
| Bolo(s) de solución salina 0.9%             | 1.6 | 0.8-3.1 | 0.12         |
| Sobrecarga de líquidos > 5%                 | 0.6 | 0.3-1.2 | 0.14         |

PRISM = riesgo de mortalidad pediátrica. OR = Odds ratio. IC 95% = intervalo de confianza a 95%.

dos intensivos pediátricos y de adultos.<sup>1-3,15</sup> Esto fue corroborado en nuestro estudio, pero además observamos en niños en estado crítico durante las primeras 72 horas de hospitalización en la UTIP que la hipercloremia e hipernatremia fueron factores de riesgo independientes para desarrollar LRA.

En la población pediátrica la información de este problema no es tan extensa como en la población adulta.<sup>2,5,15</sup> En un estudio realizado por Martínez y cols. reportaron una incidencia de hipercloremia de 8.6% y de hipernatremia de 16% en una muestra de 250 pacientes ingresados a una unidad de cuidados intensivos pediátricos, además, cuando se presentaban estas alteraciones, observaron una asociación estadística entre cirugía cardíaca o patología quirúrgica, lesión renal aguda y necesidad de tratamiento con técnicas de depuración renal en niños con hipernatremia, sin embargo, no observaron un incremento en la mortalidad.<sup>12</sup> Estos datos son consistentes con los resultados

**Tabla 3:** Comparación de variables entre pacientes que sobrevivieron y fallecieron.

| Variable                                   | Sobrevivientes<br>N = 207 | Fallecidos<br>N = 34 | OR (IC 95%)     | p                             |
|--|---------------------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|
| Edad, (meses), mediana (RIC)               | 24 (5-132)                | 12 (6-63)            | —               | 0.41                          |
| Sexo, n (%)                                |                           |                      |                 | 0.43                          |
| Masculino                                  | 136 (65.7)                | 20 (58.8)            | 0.7 (0.3-1.5)   |                               |
| Femenino                                   | 71 (34.3)                 | 14 (41.2)            | —               |                               |
| Peso en kg, mediana (RIC)                  | 11.6 (6.1-40)             | 8.0 (4.6-22.5)       | —               | 0.06                          |
| <b>Diagnóstico</b>                         |                           |                      |                 |                               |
| Sepsis                                     | 55 (26.6)                 | 12 (35.3)            | 1.5 (0.70-3.2)  | 0.29                          |
| Respiratorio                               | 68 (32.9)                 | 12 (35.3)            | 1.1 (0.52-3.3)  | 0.78                          |
| Neurológico                                | 47 (22.7)                 | 6 (17.6)             | 0.8 (0.28-1.8)  | 0.51                          |
| Quirúrgico                                 | 71 (34.3)                 | 4 (11.8)             | 0.2 (0.08-0.7)  | <b>0.009*</b>                 |
| PRISM III, mediana (RIC)                   | 6 (2-11)                  | 10 (7.0-14)          | —               | <b>0.001<sup>‡</sup></b>      |
| PRISM ≥ 9, n (%)                           | 62 (29.9)                 | 22 (64.7)            | 4.2 (2.0-9.2)   | <b>&lt; 0.001*</b>            |
| Cl <sup>-</sup> mEq/L, mediana (RIC)       | 102 (100-105)             | 105 (100-114)        | —               | <b>0.02<sup>‡</sup></b>       |
| Hipercloremia, n (%)                       | 20 (9.7)                  | 10 (29.4)            | 3.9 (1.6-9.2)   | <b>0.001*</b>                 |
| Na <sup>+</sup> mEq/L, mediana (RIC)       | 140 (137-143)             | 143 (140-155)        | —               | <b>0.002<sup>‡</sup></b>      |
| Hipernatremia, n (%)                       | 30 (14.5)                 | 15 (44.1)            | 4.6 (2.1-10.2)  | <b>&lt; 0.001*</b>            |
| Bolo(s) de SS 0.9%, n (%)                  | 133 (64.3)                | 21 (61.8)            | 0.9 (0.42-1.9)  | 0.78                          |
| SCL ≥ 10, n (%)                            | 137 (66.2)                | 25 (73.5)            | 1.4 (0.63-2.8)  | 0.38                          |
| Acidosis metabólica, n (%)                 | 15 (7.2)                  | 2 (5.9)              | 0.8 (0.17-3.6)  | 0.77                          |
| Días de ventilación mecánica mediana (RIC) | 4 (1-10)                  | 12 (7-24)            | —               | <b>&lt; 0.001<sup>‡</sup></b> |
| Ventilación mecánica ≥ 6 días, n (%)       | 179 (86.9)                | 34 (97.1)            | 5.1 (0.67-39.0) | 0.08                          |
| LRA, n (%)                                 | 41 (19.8)                 | 21 (61.8)            | 6.5 (3.0-14.1)  | <b>&lt; 0.001*</b>            |

OR = Odds ratio. IC 95% = intervalo de confianza a 95%. RIC = rango intercuartílico. PRISM = riesgo de mortalidad pediátrica. SS = solución salina. SCL = sobrecarga de líquidos. LRA = lesión renal aguda.  
\*  $\chi^2$  de Pearson, <sup>‡</sup> U de Mann Whitney.



de nuestro estudio, tanto para la LRA (Tabla 2) como para la mortalidad (Tabla 4).

Hay estudios que han asociado a la hipercloremia con la mortalidad.<sup>16</sup> Neyra y cols. en una cohorte retrospectiva de 615 pacientes adultos sépticos con hipercloremia ( $Cl^- \geq 100$  mEq/L) observaron una mortalidad de 23.9%,<sup>17</sup> al igual que en el estudio de Barhight y cols. con una cohorte semejante de 1,935 pacientes pediátricos con niveles séricos de cloro  $\geq 5$  mEq/L por encima de valores normales, encontraron una mortalidad de 40%.<sup>2</sup> En nuestro estudio, al realizar el análisis bivariado, la hipercloremia mostró incremento cerca de tres veces más en el riesgo de fallecer (Tabla 3).

En el caso de la hipernatremia, Donoghue y cols. en una cohorte retrospectiva de 3,317 pacientes adultos hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos, los pacientes con niveles  $Na^+ > 150$  mEq/L tuvieron una mortalidad del 33.5%, muy superior al 7.7% en pacientes con normonatremia.<sup>16</sup> Esto es similar a lo que observamos en este estudio, ya que los niños con cifras  $> 145$  mEq/L, la mortalidad fue de 44.1%, en comparación al 14.5% de quienes sobrevivieron (Tabla 3). En este punto, vale la pena señalar que la reanimación hídrica con solución salina al 0.9% es ligeramente hipernatrémica (154 mEq/L), pero muy hiperclorémica (154 mEq/L), y se ha observado que cargas de esta solución predisponen a hipercloremia e hipernatremia.<sup>18-20</sup>

La principal fortaleza de este estudio fue su carácter prospectivo en la evaluación de la hipercloremia e hipernatremia, que aseguró la confiabilidad del fenómeno, así como la ausencia de pérdidas en el seguimiento. Las limitaciones más importantes son que muy probablemente los resultados no puedan extrapolarse

a centros, al ser una muestra no probabilística por conveniencia. Pero también es necesario considerar que hubo factores no evaluados. Además, a pesar de que el tamaño de la muestra fue calculado, consideramos que fue reducido para ajustar más apropiadamente con las variables confusoras.

## CONCLUSIONES

La incidencia de hipercloremia y de hipernatremia en pacientes pediátricos en estado crítico durante las primeras 72 horas de hospitalización fue elevada. La hipernatremia se identificó como un factor independiente para el desarrollo de LRA, pero no para la mortalidad. Se necesitan más estudios para establecer el efecto de las cargas o bolos de solución salina en el desarrollo de hipernatremia e hipercloremia.

## AGRADECIMIENTOS

Personal de laboratorio y de enfermería de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital Pediátrico de Sinaloa “Dr. Rigoberto Aguilar Pico”.

## REFERENCIAS

- Pfortmuelle CA, Uehlinger D, Von Haehling S, Schefold JC. Serum chloride levels in critical illness—the hidden story. *Intensive Care Med Exp*. 2018; 6: 1-14.
- Barhight MF, Brinton JT, Soranno DE, Faubel S, Mourani PM, Gist KM. Effects of hyperchloremia on renal recovery in critically ill children with acute kidney injury. *Pediatr Nephrol*. 2020; 35: 1331-1339.
- Kirabo A. A new paradigm of sodium regulation in inflammation and hypertension. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2017; 313: 706-710.
- Toyonaga Y, Kikura M. Hyperchloremic acidosis is associated with acute kidney injury after abdominal surgery. *Nephrology*. 2017; 22: 720-727.
- Linder G, Funk GC, Schwarz C, Kneidinger N, Kaider A, Schneeweiss B, et al. Hypernatremia in the critically ill is an independent risk factor for mortality. *Am J Kidney Dis*. 2007; 50: 952-957.
- Kimura S, Matsumoto S, Muto N, et al. Association of serum chloride concentration with outcomes in postoperative critically ill patients: a retrospective observational study. *J Intensive Care*. 2014; 2: 1-6.
- Berend K, van Hulsteijn LH, Gans RO: Chloride: the queen of electrolytes? *Eur J Intern Med*. 2012; 23: 203-211.
- Bandak G, Kashani KB. Chloride in intensive care units: a key electrolyte. *F1000 Research*. 2017; 6: 1930.
- Hayes W. Ab normal saline in abnormal kidney function: risks and alternatives. *Pediatr Nephrol*. 2019; 34: 1191-1199.
- Lindner G, Funk GC. Hypernatremia in critically ill patients. *J Crit Care*. 2013; 28(2): 216.e11-20.
- Filis C, Vasileiadis I, Koutsoukou A. Hyperchloremia in sepsis. *Ann Intensive Care*. 2018; 27(8): 43.
- Martínez RM, Viñas T, Manrique G, López-Herce J. Hipercloremia e hipernatremia en niños en estado crítico. *Med Intensiva*. 2021; 45 (9): e59-e61.

**Tabla 4:** Modelo de regresión logística para identificar factores asociados a la mortalidad.

| Variable                              | OR  | IC 95%  | p            |
|---------------------------------------|-----|---------|--------------|
| Pacientes con padecimiento quirúrgico | 0.3 | 0.1-1.0 | 0.05         |
| PRISM > 9                             | 3.1 | 1.3-7.1 | <b>0.008</b> |
| Hipercloremia ( $Cl^- > 110$ mEq/L)   | 2.5 | 0.6-8.5 | 0.20         |
| Hipernatremia ( $Na^+ > 145$ mEq/L)   | 1.4 | 0.4-4.6 | 0.61         |
| Lesión renal aguda                    | 3.7 | 1.6-8.5 | <b>0.002</b> |

PRISM = riesgo de mortalidad pediátrica. OR = Odds ratio. IC 95% = intervalo de confianza a 95%.

13. Lombardi G, Ferraro PM, Bargagli M, Naticchia A, D'Alonzo S, Gambaro G. Hyperchloremia and acute kidney injury: a retrospective observational cohort study on a general mixed medical/surgical not ICU? hospitalized population. *Intern Emerg Med.* 2020; 15: 273-280.
14. Kellum JA, Lameire N, Group KAGW. Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury: A KDIGO summary (Part 1). *Crit Care.* 2013; 17:204.
15. Stenson EK, Cvijanovich NZ, Anas N, Allen GL, Thomas NJ, Bigham MT, et al. Hyperchloremia is associated with complicated course and mortality in pediatric patients with septic shock. *Pediatr Crit Care Med.* 2018; 19: 155-160.
16. Donoghue DO, Dulhunty JM, Bandeshe HK, Senthuran S, Gowardman JR. Acquired hypernatraemia is an independent predictor of mortality in critically ill patients. *Anaesthesia.* 2009; 64: 514-520.
17. Neyra JA, Canepa-Escaro F, Li X, Manllo J, Adams-Huet B, Yee J, Yessayan L, Acute Kidney Injury in Critical Illness Study Group. Association of hyperchloremia with hospital mortality in critically ill septic patients. *Crit Care Med.* 2015; 43: 1938-1944.
18. Suetrong B, Pisitsak C, Boyd JH, Russell JA, Walley KR. Hyperchloremia and moderate increase in serum chloride are associated with acute kidney injury in severe sepsis and septic shock patients. *Crit Care.* 2016; 20: 315.
19. De Vasconcellos K, Skinner DL. Hyperchloraemia is associated with acute kidney injury and mortality in the critically ill: a retrospective observational study in a multidisciplinary intensive care unit. *J Crit Care.* 2018; 45: 45-51.
20. Noritomi DT, Soriano FG, Kellum JA, Cappi SB, Biselli PJ, Liborio AB, Park M. Metabolic acidosis in patients with severe sepsis and septic shock: a longitudinal quantitative study. *Crit Care Med.* 2009; 37: 2733-273.

**Conflicto de intereses:** los autores declaran que no tienen.