

Capítulo 19. TRASTORNOS HIDROELECTROLÍTICOS

Dra. Ximena Alegría Palazón

I. Introducción:

Durante la regulación hidrosalina neonatal, debe considerarse que el recién nacido (RN) de término, puede perder hasta un 10 % del volumen extracelular los primeros 5 días de vida, relacionado con una fase diurética, producida una vez que baja la presión de la arteria pulmonar, aumentando el flujo hacia la aurícula izquierda, produciéndose la liberación del péptido natriurético, que permite un balance negativo de líquidos y de sodio. Esta baja de peso es mayor a menor edad gestacional y debiera ser máximo un 12 % en el recién nacido de muy bajo peso de nacimiento (RNMBPN). Se debe considerar que para todos los RN especialmente el RNMBPN, no se debe aportar sodio las primeras 48 horas de vida ya que debe permitir una contracción del volumen extracelular.

II. Requerimientos hídricos

Para realizar un cálculo de requerimientos de agua y electrolitos en el RN hay que considerar 3 elementos básicos: volumen de mantenimiento, pérdidas fisiológicas y pérdidas patológicas.

Pérdidas fisiológicas

Considera pérdidas insensibles, pérdidas renales de agua, pérdida de agua en deposiciones y necesidad de agua para el crecimiento.

Las pérdidas insensibles, representan el agua que se evapora por la piel y el tracto respiratorio. En el RN dos tercios de estas pérdidas son por la piel y un tercio por el tracto respiratorio. Los factores que adquieren mayor importancia en este aspecto son la madurez del RN, la temperatura ambiental y la humedad relativa.

Para las pérdidas renales de agua, debe considerarse que el 93% de los recién nacidos orinan dentro de las primeras 24 horas de vida y un 99% lo hacen las primeras 48 horas, considerando una diuresis promedio de $2 - 5 \text{ ml} \times \text{k} \times \text{hora}$. La pérdida de agua en deposiciones se estima en $5 - 10 \text{ ml} \times \text{k} \times \text{día}$. La necesidad de agua para el crecimiento va a depender del período en el cual se encuentre el RN, considerando que para una ganancia de peso de $10 \text{ g} \times \text{k} \times \text{día}$, la retención hídrica es de $6 \text{ ml} \times \text{k} \times \text{día}$.

Pérdidas patológicas

Si existen pérdidas adicionales como diarrea, drenajes, diuresis osmótica, es necesario para el cálculo de ellas medir el volumen y la composición hidroelectrolítica.

III. Requerimientos hidroelectrolíticos

La administración de potasio sólo debe comenzar una vez haya iniciado la diuresis y confirmado una adecuada función renal. Los RNMBPN pueden cursar los primeros días de vida con una hiperkalemia no oligúrica, por inmadurez de la bomba de Na-K, motivo por el cual se debe controlar niveles plasmáticos de potasio las primeras 24 horas de vida, con controles seriados.

Durante los primeros días de vida, los requerimientos de potasio son alrededor de 1-2 meq x k x día. En la fase de crecimiento aumentan a 2-3 meq x k x día para mantener un balance positivo y formar nuevos tejidos.

En relación al aporte de sodio, no debe aportar los primeros 2 días de vida, ya que debe esperar una contracción fisiológica del espacio extracelular, que permita un balance negativo de sodio. De este modo evitará exceso de volumen y retención de sodio, con riesgo de reapertura ductal y displasia broncopulmonar.

El aporte de sodio recomendado es de 2-5 meq x k x día, pudiendo ser mayor en el RN de extremo bajo peso, dado pérdidas renales aumentadas por inmadurez, requiriendo en algunos casos aportes cercanos a 7 meq x kg x día.

Antes de indicar un volumen adecuado debe considerar los siguientes puntos importantes si se trata de un prematuro:

Humedad adecuada

Sugiriendo en el RN < 1000 gramos entre 80-90 %, para el RN entre 1000 -1500 gramos un 70 % de humedad ambiental, en una incubadora de doble pared. Mantener esta humedad los primeros 7-10 días de vida.

Cálculo de aportes diarios

Para calcular los aportes diarios se recomienda usar el peso de nacimiento los primeros 7 días de vida. Luego considere su peso seco actual, siempre y cuando este sea adecuado (que corresponde a un déficit aproximado \leq a un 10 % de déficit en relación al peso de nacimiento). Podrá notar que en el RNMBPN con poliuria no despreciable y mantenida

(> 5 ml x k hora) bastará ajustar los volúmenes (reducirlos) para lograr frenar el descenso de peso que en ocasiones puede ser ≥ 20 % debido a iatrogenia, dado que por su condición de inmadurez renal no es capaz de manejar volúmenes exagerados.

	Requerimientos de líquidos (ml/kg/día)			
	Días 1-2	Día 3	Día 15	Día 15-30
RNT	60-100	100-140	150	150-180
>1500 g	60-80	100-120	150	150-180
<1500 g	70-80	100-120	150	150-180
≤ 1000 g	70-90	100-120	150	150-180

El aumento de volumen diario está supeditado a la baja de peso, considerando aumentar aportes siempre y cuando el RN presente una baja de peso adecuada (entre 2-4 % diario máximo) de este modo, puede aumentar en 20 ml/k/día. Si no baja de peso, no debe aumentar el volumen, ya que no es infrecuente la asociación a secreción inapropiada de hormona antidiurética (SIADH) en RN sometido a ventilación mecánica o en RN que está cursando con encefalopatía hipóxico isquémica, entre otros factores predisponentes.

IV. Trastornos electrolíticos más frecuentes

Trastornos del Sodio: Durante los trastornos del sodio, se produce un mecanismo compensador en el organismo, especialmente a nivel cerebral, para evitar entrada o salida de agua, dependiendo si se trata de una hipo o hipernatremia respectivamente. Los mecanismos a los cuales el organismo, particularmente las células cerebrales, ponen en marcha ante esta injuria son principalmente tres:

- Electrolitos: Na, K y Cl
- Osmolitos orgánicos: principalmente aminoácidos
- Osmoles idiogénicos

Si se trata de un trastorno hiposmolar como la hiponatremia, las células durante la compensación eliminarán partículas, tratando de semejar la situación que ocurre en el plasma, evitando así la progresión del edema cerebral. Si se corrige una hiponatremia demasiado rápido la consecuencia ampliamente conocida y temida es la mielinolisis pontina

y extrapontina. Durante un trastorno hiperosmolar, como la hipernatremia, las células tratarán de acumular partículas, especialmente eficientes en el cerebro, evitando así una deshidratación cerebral secundaria al trastorno de base, complicándose con hemorragia cerebral, si no se corrige el trastorno.

1. Hiponatremia:

Definición: Corresponde a un nivel de Na sérico < 135 meq x Lt

Clasificación:

Leve	125 -135 meq/Lt
Moderada	120 -125 meq/Lt
Severa	<120 meq/Lt

Tratamiento hiponatremia:

El manejo dependerá del grado de compromiso de la volemia, severidad, presencia de sintomatología neurológica y de la velocidad de producción del trastorno.

Severidad del trastorno:

- Leve: aumentar el aporte enteral en 3 - 5 meq x kg de peso al día .
- Moderada a severa: en general, corrección vía endovenosa, con excepción de algunos casos puntuales de hiponatremia moderada de lenta producción (crónica), pudiéndose corregir sólo aumentando el aporte enteral en 4 - 5 meq x kg de peso al día.

Velocidad de producción del trastorno:

- Trastorno crónico: > 48 horas de evolución, corregir en 8 -12 meq x Lt de delta plasmático en 24 horas o a razón de 0,5 meq x Lt x hora, evitando así mayor riesgo de mielinolisis si excede esta velocidad de corrección.

Puede utilizar la siguiente Fórmula, para calcular el déficit de sodio:

$$\text{Fórmula: Déficit de Na} = (\text{Na ideal} - \text{Na real}) \times 0,6 \times \text{Peso (kg)}$$

Este déficit calculado debe agregarse a la solución con concentración de sodio basal, equivalente a los requerimientos normales (Na basal de la solución = 35 meq x Lt). Considere el peso actual para efectos de cálculos.

Manejo según presencia de sintomatología neurológica:

- Paciente sintomático agudo (presencia de convulsiones) o si Na plasmático < 120 meq x lt. de Na: Déficit de Na = (Na ideal - Na real) x 0,6 x Peso (kg)

Use sodio en bolo para modificar el sodio plasmático en un delta entre 5 - 8 meq x lt, a pasar en 3-5 horas. El valor elegido dependerá de cada caso, dado por la magnitud del compromiso neurológico, evitando así iatrogenia. Recuerde que el paciente agudo, en general dará síntomas cuando su sodio plasmático esté entre 115-125 meq x lt. Al completar 24 horas no se debiera exceder los meq x lt recomendados. Al usar bolo, recuerde el uso de NaCl aprox al 3%. La concentración de sodio de esta solución es aprox 500 meq x lt, máximo permitido, sobretodo en prematuros, por el alto riesgo de hemorragia intracraneana, entre otras complicaciones. Si no se dispone Nacl al 3%, puede crearlo agregando al volumen calculado de Nacl al 10%, 2,5 veces de agua bidestilada. Ejemplo: Si se calcula un déficit de Nacl en bolo de 2 cc, agregar 5 cc de agua bidestilada, para obtener un NaCl aproximado al 3%. Si no dispone de vía central, puede diluir un poco más con 3,5 a 4 veces de agua bidestilada para vía periférica.

- Paciente sintomático crónico y/ o < 120 meq/lt de Na plasmático:

Corregir con bolo para modificar el sodio plasmático en un delta de 5 meq x lt . Aplicar la fórmula. La velocidad inicial al ser en bolo será relativamente rápida en 3-5 horas, pero el delta al final de las 24 horas no debiera exceder 12 meq x lt de sodio.

- Paciente hiponatremico sintomático en coma:

El manejo del paciente hiponatremico sintomático en coma corresponde a la situación de manejo más controversial, dado la alta mortalidad secundaria al trastorno de base y a la morbimortalidad no despreciable derivada de la corrección rápida.

- Hiponatremia hipovolémica

Se consideran como factores predisponentes la pérdida de sodio por orina, deposiciones, piel, gastrointestinal, falta de aporte de sodio, uso de diuréticos, diuresis osmótica, presencia de tercer espacio y tubulopatías perdedoras de sal. El manejo consiste en hidratar y reponer sodio.

- Hiponatremia normovolémica o dilucional: Son factores predisponentes el exceso de aporte hídrico y la SIADH.

Los factores que principalmente causan SIADH son dolor, administración de opioides, HIV, asfixia, meningitis, neumotórax y ventilación a presión positiva. El tratamiento consiste en restricción hídrica. En casos graves por SIADH, sintomática o intoxicación acuosa use furosemida 1 mg x k en bolo, seguida de solución hipertónica de NaCl al 3% en bolo, según pauta anterior.

- Hiponatremia hipervolémica:

Los factores predisponentes son sepsis con gasto cardíaco disminuido, insuficiencia cardíaca, enterocolitis necrotizante, drenaje linfático alterado, parálisis neuromuscular. Se sugiere manejo con restricción de volumen y furosemida 1 mg x k ev.

2. Hipernatremia:

Definición: Corresponde a un nivel de Na sérico > 150 meq/lit

Tratar hipernatremia con medida específica, si sodio >160 mEq x lit. Usar para los cálculos el peso actual.

Al igual que en hiponatremia, el manejo dependerá del grado de compromiso de la volemia, severidad, presencia de sintomatología neurológica y de la velocidad de producción del trastorno.

Clasificación Hipernatremia:

Según compromiso de la volemia:

a). Hipernatremia hipovolémica

b). Hipernatremia normovolémica

c). Hipernatremia hipervolémica

a) Hipernatremia hipovolémica:

Secundaria a pérdida de agua y sodio, principalmente de agua por eso se manifiesta como hipernatremia. La pérdida de sodio puede ser renal o por piel en casos de alteración importante de la barrera dérmica. También el déficit de hormona antidiurética secundaria a hemorragia intraventricular. El sodio corporal total está disminuido.

Su manejo dependerá del grado de deshidratación.

- Deshidratación severa en shock:

Manejo del shock con suero fisiológico (SF) rápido en bolo, 10-20 cc x kg . Luego mejore hidratación en 12 horas según pauta de deshidratación moderada con solución glucosalina al medio (Na : 77 meq x lt, esto es 50% SF + 50% SG), 100 cc x kg para 12 horas, evitando así edema cerebral iatrogénico al usar en esta fase volumen considerable con soluciones diluidas, donde lo vital es hidratar al paciente sin olvidar el fenómeno de osmorregulación cerebral. Finalmente corregir la natremia lentamente en 48 - 72 horas como se detallará más adelante.

- Deshidratación moderada:

Primero hidratar con solución glucosalina al medio (Na : 77 meq x lt). Se sugiere usar un volumen de 100 cc x kg para 12 horas. Luego corrección de natremia en 48 - 72 horas según esquema siguiente.

- Deshidratación leve

Corregir en 48-72 horas. Esta velocidad dependerá de la magnitud del trastorno. A mayor severidad, más lenta corrección. No debe exceder una corrección equivalente a más de 10 meq x lt en 24 horas. La concentración de la solución debe tener una concentración de sodio aprox. 35 meq x lt. Se agrega al volumen de mantención diario, el déficit de agua libre necesario, equivalente a 4cc x kp por cada meq de sodio que se desee bajar la natremia (sin exceder 10 meq x lt de delta en 24 horas). Alimentación enteral gradual cuando sea posible, según condición clínica y si pérdidas continúan se debiera reponer vía enteral, para evitar aumentar volumen vía endovenosa de solución diluida, logrando así disminuir el riesgo de edema cerebral.

b). Hipernatremia normovolémica o por déficit de agua libre (DAL)

Son factores predisponentes, pérdidas insensibles exageradas, inadecuada humedad de la incubadora y un ambiente inadecuado como por ejemplo el uso de cunas radiantes por largas horas, especialmente en prematuros extremos.

Este trastorno no es infrecuente durante los primeros días de vida secundarios a una pérdida exagerada de agua libre debido a iatrogenia, por exageración de pérdida insensible a través de la piel, debido a los factores predisponentes mencionados. El tratamiento consiste en aportar el déficit de agua libre en base a 4 cc x kp x cada meq de sodio que desee bajar la natremia.

c). Hipernatremia hipervolémica

Como factores predisponentes se considera un aporte excesivo de fluidos isotónicos o hipertónicos, especialmente en la fase de gasto cardíaco comprometido.

Se sugiere manejar con diuréticos y restricción de volumen y sodio. Controlar en estados hipernatremicos glicemias y calcemias seriadas, dado que puede asociarse a hiperglicemia e hipocalcemia.

Trastornos del potasio

1. Hipokalemia

Definición: corresponde a niveles séricos de K bajo 3,5 meq x Lt

Los factores predisponentes son déficit de aportes, aumento de las pérdidas renales, digestivas u otra.

Clasificación Hipokalemia:

- a) Leve: K sérico 3 - 3,5 meq x Lt
- b) Moderada: K sérico 2,5 -3 meq x Lt
- c) Severa: K sérico < 2,5 meq x Lt

Tratamiento:

En hipokalemia leve y moderada, el tratamiento consiste en aumentar el aporte enteral o parenteral.

El tratamiento en hipokalemia severa crónica con valor < 2,5 meq x Lt pero > 2 meq x Lt , sin alteraciones al ECG, consiste en aumentar la concentración de k en flebo.

Si el paciente presenta k < 2,5 meq x Lt , con alteraciones al ECG , o k < 2 meq x Lt use bolo de Kcl al 10 % 1 meq x kp en 3 - 4 horas, diluido según la vía venosa a utilizar .

La solución vía central no debe exceder 150 – 200 meq x Lt. Para lograr lo anterior debe diluir la ampolla de KCL al 10 % al séptimo con agua bidestilada (agregar al bolo calculado, 6 partes de agua bidestilada).

Si no es posible una vía central rápido, usar vía periférica , a una concentración de 50 meq x Lt, no excediendo 80 meq x Lt . Controlando nivel de k en 4 horas.

Respetar una velocidad de 0,2 - 0,5 meq x kp x hora.

En hipokalemia severa, la dilución debe ser en agua bidestilada. No usar solución fisiológica, ya que esta solución a nivel del túbulo contorneado distal, aumenta la excreción de k. No usar soluciones glucosadas debido a que se estimula la secreción de insulina y por ende la entrada de k a la célula.

2. Hiperkalemia:

Definición:

Se define hiperkalemia a un aumento en los niveles séricos de K por sobre 5 meq x Lt. Son propensos a este trastorno los RNMBPN, dado a inmadurez de la bomba de NA-K de membrana, especialmente en prematuros extremos. También secundario a compromiso de función renal y a exceso de aportes.

Clasificación:

Hiperkalemia

- a) Leve: K 5 - 6 meq x Lt
- b) Moderada: K 6 - 7 meq x Lt
- c) Severa: K > 7 meq x Lt

Tratamiento: Considerar tratamiento si K > 6.5 con alteraciones al ECG, tendencia a aumentar en el control o con K > 7 (con o sin alteraciones al ECG).

- Medidas generales como suspensión de K en infusiones, monitoreo cardiorrespiratorio continuo, ECG, control seriado de ELP, Gases arteriales cada 2 - 4 horas.

- Protección de membranas: antes de usar bicarbonato, debe usar gluconato de calcio al 10 % 1 cc x kp ev lento, pudiendo repetirse.

- Alcalinización: esta es una situación excepcional en la cual se podría considerar el uso de bicarbonato de sodio 1-2 meq x kg en 1 bolo lento, para producir una alcalosis metabólica y poder intercambiar a K con H+ (saliendo hidrogeniones y entrando el k a la célula).

- Insulina en solución glucosada. Se recomienda lo siguiente:

Usar 1 Unidad (U) de Insulina por cada 4 - 20 gramos de glucosa, titular dosis de insulina, se sugiere partir con 0.02 U x kg x hora.

Puede usar albúmina en la solución en una concentración al 0,3 % para evitar adherencia a las paredes del sistema de infusión. Si no tiene vía central, puede usar la siguiente solución vía periférica, 1 U de Insulina en 50 cc de SG 12,5 %. Si usa 1 cc x kp x hora, la dosis de insulina es 0.02 U x kp x hora respectivamente. Debe controlar glicemia o hemoglucotest horario. Suspender la infusión si la glicemia o hemoglucotest < 150 mg % por riesgo de hipoglicemia. El tratamiento con insulina es muy efectivo, si se toman las precauciones mencionadas. Hay otras terapias descritas en la literatura como el uso de Albuterol (salbutamol) inhalatorio, 400 microgramos cada dosis, cada 2 horas hasta bajar nivel de K, máximo 12 dosis. EL uso de salbutamol endovenoso a dosis de 4 microgramos x kg en 5 cc de agua destilada en 30 minuto, si no responde a lo descrito previamente.

El kayexalate no está recomendado en recién nacidos, debido a alto riesgo de enterocolitis necrotizante.

La diálisis es el último recurso.

Bibliografía:

1. Vemgal P, Ohlsson. The Cochrane neonatal review. Interventions for non - oliguric hyperkalemia in preterm neonates. 2007.
2. Frances O'Brian. Fluid homeostasis in the neonate. Paediatr Anesth. 2014 Jan;24(1):49-59
3. King. Electrolytes in sick neonates - which sodium is the right answer? Arch Dis Child Neonatal. 2013 Jan;98(1):F74-6.
4. Marcialis. Neonatal hyponatremia: differential diagnosis and treatment. J Maternal Fetal Neonatal. 2011 Oct;24 Suppl 1:75-9.
5. Sanchez- Rivera. Fluid and electrolyte disorders in the newborn: sodium and potassium. Curr Pediatr Review. 2014;10(2):115-22.
7. Cloherty. Manual of neonatal care.
8. Spitzer. Fluid and Electrolyte Physiology. Intensive Care of the Fetus and Neonate. Chapter 77.