



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

SECRETARIA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

“DESCENSO HORARIO DEL SODIO SÉRICO EN NEONATOS CON DESHIDRATACIÓN
HIPERNATRÉMICA EGRESADOS DE NEONATOLOGÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRÍA USANDO EL PROTOCOLO INSTITUCIONAL.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
SUBESPECIALISTA EN NEONATOLOGÍA

PRESENTA:

DRA. MARÍA FERNANDA ZÁRATE SEVILLA

TUTOR:

DR. CARLOS LOPEZ CANDIANI



CIUDAD DE MÉXICO

2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“DESCENSO HORARIO DEL SODIO SÉRICO EN NEONATOS CON DESHIDRATACIÓN
HIPERNATRÉMICA EGRESADOS DE NEONATOLOGÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA
USANDO EL PROTOCOLO INSTITUCIONAL”



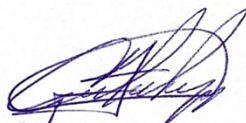
DR. LUIS XOCHIHUA DIAZ

DIRECTOR DE ENSEÑANZA



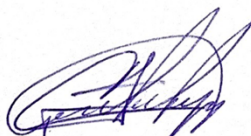
DRA. VALENTINA VEGA RANGEL

ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



DR. CARLOS LÓPEZ CANDIANI

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEONATOLOGÍA



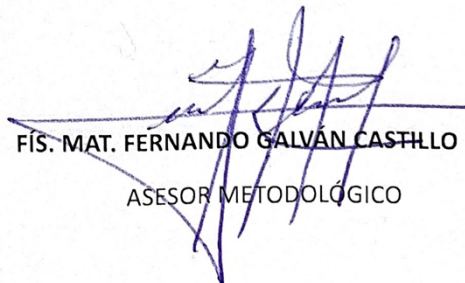
DR. CARLOS LÓPEZ CANDIANI

TUTOR DE TESIS



DRA. PATRICIA CRAVIOTO QUINTANA

ASESOR METODOLÓGICO



FÍS. MAT. FERNANDO GALVÁN CASTILLO

ASESOR METODOLÓGICO

INDÍCE

I ANTECEDENTES:	3
II PLANTEAMIENTO DELPROBLEMA	13
III PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
IV JUSTIFICACIÓN	13
V OBJETIVOS	13
VI HIPÓTESIS	14
VII MATERIAL Y MÉTODOS	14
VIII PLAN DE ANÁLISIS	17
IX CONSIDERACIONES ÉTICAS	18
X RESULTADOS	18
XI DISCUSIÓN	26
XII CONCLUSIONES	27
XIII REFERENCIAS	27

I ANTECEDENTES:

Definición:

La deshidratación hipernatrémica neonatal es una emergencia médica que amenaza la vida del paciente, en la cual el agua intracelular es jalada al espacio extracelular secundario a una hipertonicidad por sodio inducida por pérdida de agua libre o administración excesiva de soluciones con sodio como resultado. El volumen intracelular esta disminuido mientras que el volumen intravascular y la turgencia de la piel se mantienen, haciendo difícil un diagnóstico temprano. (1)

La deshidratación hipernatrémica neonatal es una condición caracterizada por la pérdida anormal de peso, signos clínicos de deshidratación y una concentración sérica de sodio (Na) mayor de 145mEq/L en el menor de 28 días de vida.(2, 3, 4, 5) Sin embargo, existe literatura que refiere que el límite es presencia de sodio sérico mayor o igual a 150mEq/L (6, 7, 8) Se puede dividir en leve cuando el sodio sérico se encuentra entre 145-149mEq/L, moderada entre 150-160mEq/L y grave cuando es mayor de 160mEq/L. (3)

La pérdida fisiológica de peso no debe de superar el 10% en los primeros días de vida y una pérdida mayor es un signo de alarma. (2) La deshidratación se considera como una pérdida mayor del 10% de peso al nacimiento en la primera semana de vida (7, 9, 10, 11, 12). Sin embargo, la Academia Americana de Pediatría recomienda una monitorización incrementada en los pacientes que ya han perdido más de 7% del peso. (3)

Existe una relación directa fuerte entre los niveles de sodio sérico y el porcentaje de pérdida de peso al ingreso. (10,13)

Aspectos históricos:

Los casos reportados de hipernatremia en bebés alimentados con seno materno eran esporádicos entre 1979 y 1989, sin embargo, desde los 1990's ha habido un

aumento en el número de casos reportados de pacientes alimentados al seno materno que presentan hipernatremia y deshidratación. (9)

Epidemiología:

La incidencia de hipernatremia es variable, sin embargo, se ha reportado que hasta el 35% de los recién nacidos con una pérdida de peso mayor del 10% en los primeros días de vida, alimentados exclusivamente con seno materno, desarrollan hipernatremia (11). Algunos estudios estiman una incidencia de 1.7-5/1000 recién nacidos vivos (7), otros estiman 15/1000 (3). Y se ha reportado que el 1-1.8% de las admisiones hospitalarias se deben a esta patología (12), aunque existe incidencia reportada más elevada hasta de 8.5% de los ingresos a una unidad neonatal. (2)

Fisiopatología:

Lo primero que hay que recordar es que el porcentaje de agua corporal total (ACT) varía en función a la edad, siendo que el feto tiene un ACT muy elevada, que disminuye de manera gradual hasta aproximadamente el 75% del peso en el momento del nacimiento a término de un bebé. Sin embargo, los prematuros tienen un mayor porcentaje de ACT. Este ACT en los recién nacidos se encuentra en su mayor porcentaje en el líquido extracelular (LEC), sin embargo, la diuresis posnatal da lugar a un descenso inmediato del LEC (14), que explica la pérdida fisiológica de peso en los primeros días de vida, se espera que en recién nacidos a término pierdan aproximadamente 3% de peso al nacimiento cada día en la primera semana de vida, hasta un máximo de 8-10%. (15) Siendo el nadir normal de la pérdida de peso entre el día 3-4 de vida. (3) (figura 1).

El LEC y líquido intracelular (LIC) están en equilibrio osmótico, ya que la membrana celular es permeable al agua. Si la osmolalidad de uno de los compartimentos cambia, el movimiento del agua igualará rápidamente la osmolalidad. Esto puede dar lugar a movimientos significativos de agua entre el espacio intra y extracelular. La osmolalidad normal del plasma es de 285-295mOsm/kg. El sodio es el catión

predominante del LEC, por lo que es de los determinantes más importantes de la osmolalidad plasmática (figura 2) (14). Pudiendo calcularse la osmolalidad a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Osmolalidad efectiva} = 2X\text{Na} + \text{glucosa}/18$$

La osmolalidad efectiva, también llamada tonicidad, es la que determina la fuerza osmótica que condiciona el desplazamiento de agua entre el LEC y LIC. (14)

La distribución de sodio en el cuerpo es 40% en hueso, menos del 3% en espacio intracelular y el resto en espacios intersticial e intravascular. La baja concentración de sodio intracelular, de 10mEq/L, se mantiene por la Na,KATPasa, que intercambia sodio intracelular por potasio extracelular (K). (14).

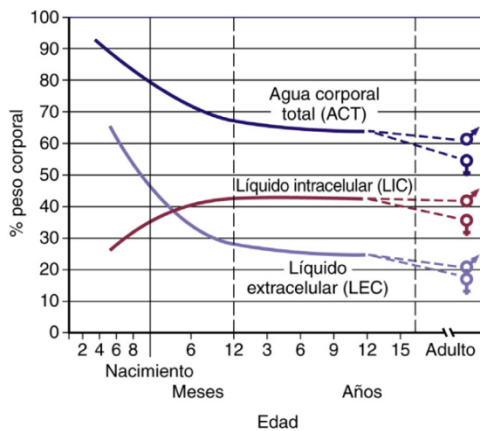


Figura 1: Agua corporal total, líquido intracelular y líquido extracelular como porcentaje del peso corporal y en función de la edad. (14)

PLASMA		INTRACELULAR	
Cationes	Aniones	Cationes	Aniones
Na ⁺ (140)	Cl ⁻ (104)	K ⁺ (140)	Fos ⁻ (107)
	HCO ₃ ⁻ (24)		Prot ⁻ (40)
	Prot ⁻ (14)		HCO ₃ ⁻ (10)
K ⁺ (4)	Otros (6)	Na ⁺ (13)	Cl ⁻ (3)
Ca ⁺ (2,5)	Fos ⁻ (2)	Mg ⁺ (7)	
Mg ⁺ (1,1)			

Figura 2: concentración de los principales cationes y aniones del espacio intracelular y del plasma, expresados en mEq/l. (14)

La hipernatremia refleja una deficiencia de agua respecto al sodio corporal total y suele ser un trastorno de la homeostasis del agua más que del sodio. Tenemos que tomar en cuenta que muchos neonatos con deshidratación hipernatrémica no tienen signos clínicos aparentes de depleción intravascular y deshidratación hasta una fase avanzada del trastorno, ya que la hipertonia causada por la hipernatremia hace que el agua se desplace del compartimiento intracelular al extracelular, ocasionando una deshidratación intracelular, pero con conservación relativa del compartimiento

extracelular. (16). Por lo que el peso es la forma más fidedigna de valorar la deshidratación en el neonato.

Comparado con otros órganos, el sistema nervioso central (SNC), tiene una capacidad adaptativa singular y más efectiva para responder a la hipertonía por hipernatremia, con conservación relativa del volumen celular neuronal. La contracción del cerebro estimula la captación de electrolitos como sodio, potasio y cloro de forma inmediata, sin embargo, estos electrolitos, en una concentración más elevada de la normal tienen efectos adversos, por lo que como respuesta tardía (entre 4-6horas) se inicia la formación de aminoácidos osmoprotectores y solutos orgánicos como mecanismo de defensa. Estos osmoles idiógenos, como taurina, glicina, glutamina, sorbitol e inositol, ayudan a mantener un volumen cerebral normal durante períodos más largos de estrés hiperosmolar y disminuyen la acumulación intracelular de sodio y cloro. (16)

En la hipernatremia crónica la eliminación de osmoles idiógenos en respuesta a la corrección de la hipernatremia se produce lentamente a lo largo de varios días. Por lo que la corrección debe ser lenta, con un máximo de 0.5mEq/L/h (12mEq/L/día). Si se hace con más rapidez, el descenso brusco de la tonicidad extracelular desplaza agua al interior de las células cerebrales, que tienen una hipertonía relativamente fija por la presencia de moléculas osmoprotectoras, produciendo edema cerebral con consecuencias perjudiciales (figura 3). (16)

La deshidratación neonatal es un fenómeno muy frecuente de una lactancia insuficiente y no ocurre en recién nacidos alimentados correctamente con fórmula (10), aunque en neonatos con una administración inapropiada de fórmula, (como es que se encuentra más concentrada), se puede presentar. (17)

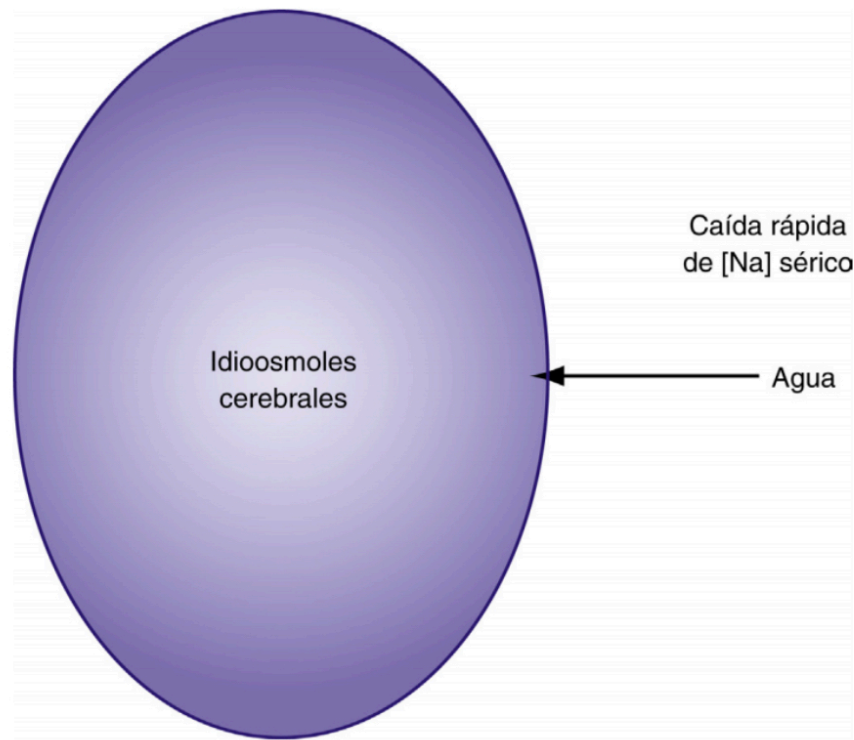


Figura 3: Mecanismo del edema cerebral durante la corrección de la hipernatremia. Un descenso rápido de la concentración sérica durante el tratamiento de la hipernatremia de lugar a movimiento del agua hacia el interior de las neuronas, lo que produce edema cerebral. La presencia de idioosmoles en las neuronas es responsable del gradiente osmótico. (14)

La persistencia de sodio elevado en leche materna secundario a un vaciamiento inadecuado del seno puede exacerbar la hipernatremia en los recién nacidos. (8,16) Los estudios que se han efectuado sobre la composición de los electrolitos en la leche humana de madres de recién nacidos a término han encontrado que la media de sodio en el calostro es de 20.8mEq/L, en la leche de transición de 16.5mEq/L y en la madura de 7.3mEq/L. (17)

Hay evidencia que sugiere que la carga de sodio excretado por los recién nacidos es menor que la excretada por niños mayores, haciendo a esta población más sensible a la elevación en la concentración de sodio sérico, las pérdidas insensibles relativamente altas y la menor eficiencia del sistema renal para conservar agua por

inmadurez renal. (17) Además de presentar una mayor pérdida de agua de forma extrarrenal, secundario a una mayor área de superficie, existencia de piel inmadura con mayor expresión de acuaporinas. (Figura 4) (11)

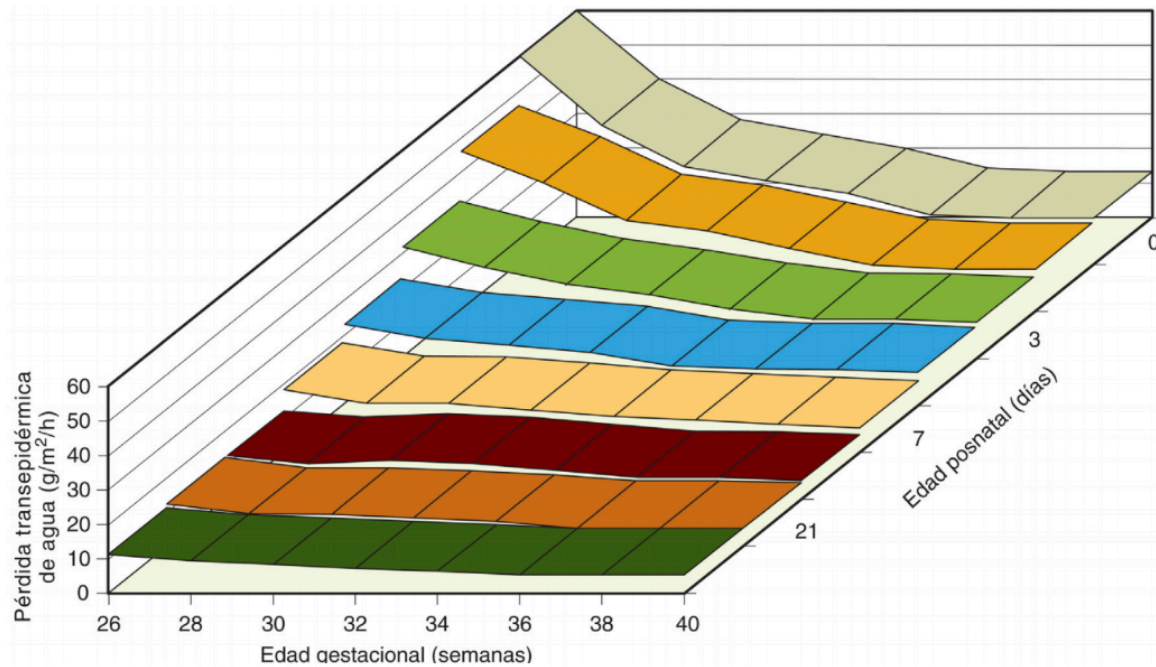


Figura 4: Pérdida transepidermica de agua en relación con la edad gestacional durante los primeros 28 días posnatales en recién nacidos apropiados para su edad gestacional. Existe una relación exponencial entre pérdida transepidermica de agua y edad gestacional, con más pérdida de agua en los recién nacidos prematuros que en los a término. La pérdida transepidermica de agua se ve también bastante afectada por la edad posnatal, sobre todo en el recién nacido prematuro inmaduro. (16)

Los factores de riesgo asociados para presentar esta patología son múltiples, pero los más comunes son: alimentación con lactancia materna exclusiva y problemas de alimentación, (galactopoyesis inefectiva, déficit de succión, técnicas inadecuadas), madres primíparas, estratos socioeconómicos bajos (asociado a poca educación materna), (2,7) madres que no identifiquen los signos de deshidratación de forma temprana, (17), prematurez (7). Algunos estudios refieren a la cesárea como factor de riesgo, pero en unos estudios realizados no se encontró que este fuera un factor que afectara. (18) Si bien, la deshidratación hipernatrémica no se debe de considerar como un riesgo de la lactancia materna, sino como un fracaso del sistema sanitario para conseguir una lactancia natural óptima, segura y satisfactoria. (19)

Cuadro clínico:

La deshidratación hipernatrémica en los recién nacidos alimentados al seno materno se presenta hacia los 8 días de vida, con un rango entre 2-14 días. (17)

Los neonatos tienen signos clínicos de deshidratación menos evidentes y son más susceptibles a la deshidratación por inmadurez renal, la distribución de agua corporal. (2) En un estudio se demostró que sólo el 61% presentaron datos de deshidratación visibles. (20) Siendo los siguientes signos clínicos de deshidratación los más comunes: oliguria, fontanela deprimida, mucosas secas, irritabilidad o letargia y signo de pliegue, (2,20) sin embargo, uno de los signos clínicos más específicos es la disminución de peso. (2)

Uno de los signos clínicos que se presentan más comúnmente en estos pacientes es la ictericia, siendo reportada hasta en un 83.7%. (2) Otros signos son: baja ingesta, aumento de la temperatura, crisis convulsivas, apnea, bradicardia. (6)

Se ha encontrado presencia de nefrocalcinosis por ultrasonido y aumento de la resistencia de la arteria renal, con presencia de hipercalciuria. (11)

Tratamiento:

En recién nacidos por hipernatremia leve (sodio sérico de 146-149mEq/L) sin datos de choque hipovolémico, los niveles de sodio se pueden corregir en 24 horas dando leche humana por vía enteral, el total de líquidos se calcula adicionando a los líquidos de mantenimiento las pérdidas. (21)

No existe un consenso en el manejo de la hipernatremia moderada a grave. Un ejemplo de manejo de esta patología es el expuesto en el libro de neonatología Avery, en el que refieren que el manejo se divide en dos fases, la primera es la fase urgente, con reposición del volumen intravascular con 10-20ml/kg de solución fisiológica y la fase de rehidratación mediante administración uniforme en 48 horas de la suma de la deficiencia de agua libre restante y de las necesidades de mantenimiento habituales, con la siguiente fórmula:

$$\text{Deficiencia (o exceso) de H}_2\text{O (l)} \approx 0,7 \times \text{peso (kg)} \\ \times \left(\frac{[\text{Na}^+]_{\text{actual}} \text{ (mEq / l)}}{[\text{Na}^+]_{\text{deseado}} \text{ (mEq / l)}} - 1 \right)$$

Refiere que cuando se diagnostica deshidratación, la corrección debe de realizarse por lo general durante 24 horas, con la mitad de la corrección en las primeras 8 horas y el resto en las 16 horas siguientes, sin embargo, el tiempo de corrección debe ser mayor si la concentración de sodio es mayor de 160mEq/l, en especial si es crónica. (16)

Otra opción que menciona, es considerar la cantidad de agua libre necesaria para bajar la concentración sérica de sodio al nivel deseado. La cantidad de agua libre necesaria para reducir 1mEq/L de sodio es 4ml/kg en hipernatremias moderadas, ya que si el valor de sodio sérico es mayor de 195mEq/l se requiere 3ml/kg.(16) Calculándolo de la siguiente manera:

$$\text{Agua libre necesaria} = \text{peso actual (kg)} \times 4 \text{ ml/kg} \times 12 \text{ mEq/l}$$

o

$$\text{Agua libre necesaria} = \text{peso actual (kg)} \times 48 \text{ ml/kg/día}$$

Los lactantes con concentración sérica de sodio mayor de 165mEq/L deben recibir inicialmente solución salina al 0.9% para. Evitar un descenso brusco de la concentración sérica de sodio, sin embargo, si la concentración es mayor de 175mEq/L, esta solución es hipotónica comparado con el suero del paciente, por lo que se recomienda usar solución salina al 3%, para que la concentración de sodio del líquido sea entre 10-15mEq/L inferior a la concentración sérica de sodio. Se recomienda que las concentraciones séricas de electrolitos deben controlarse cada 2-4horas hasta conseguir el ritmo adecuado de descenso, posteriormente cada 4-6horas hasta alcanzar una concentración menor de 150mEq/l. (16)

Jonguitud-Aguilar, et al, proponen un protocolo de manejo con reemplazo hídrico inicial con solución salina al 0.9% y posteriormente uso de soluciones mixtas con 1/3 de solución salina al 0.9% y 2/3 de solución glucosada. Reportando que el

método fue seguro para descender lentamente los niveles séricos de Na con una velocidad aproximada de 0.5mEq/hora. (22)

Ya que existen muchas variantes de manejo descritas en la literatura, aquí en el Instituto Nacional de Pediatría se propone el siguiente manejo, con el cual se han manejado a todos nuestros recién nacidos atendidos por deshidratación hipernatrémica.

En los pacientes con sodio sérico menor de 160mEq/L y en quienes las condiciones del abdomen son adecuadas y sin contraindicaciones para la ingesta oral, se realizó la corrección por vía enteral, con preferencia de leche humana. (4)

Siendo los objetivos del tratamiento los siguientes:

- Mantener el volumen intravascular: tratar el choque si lo hay.
- Recuperar el líquido perdido.
- Restablecer el equilibrio entre compartimientos: deshidratación celular.
- Establecer una tasa de disminución de sodio que no exceda 0.5mEq/hora.
- Proteger el cerebro.

En lo neonatos con sodio sérico de 160mEq/l o más con una adecuada uresis se hace de la siguiente manera:

- Cálculo de agua libre:

Fórmula 1. Agua libre (mL).

$$\frac{12 * \text{peso (gramos)} * \text{proporción de agua corporal}}{\text{Sodio sérico actual}}$$

- Volumen de líquido para 24 horas
 - o Déficit previo (volumen de líquido perdido por deshidratación): se calcula como la diferencia entre los pesos al nacimiento y actual y se divide entre los días en los que se hará la corrección (teniendo en cuenta que se puede disminuir un máximo de 12mEq/día)
 - o Líquidos de requerimiento para las siguientes 24 horas: se calculan de acuerdo con la edad del neonato.

- Cargas rápidas administradas al ingreso: en caso de que haya sido necesario pasar 1 o más cargas a su ingreso se le restará al cálculo de volumen de líquido para 24 horas.

- Concentración de sodio:

Fórmula 2. Concentración de sodio en las soluciones (mEq/L):

$$\frac{\text{Na sérico actual} * \left(\begin{array}{c} 100 - \text{porcentaje} \\ \text{de agua libre} \end{array} \right)}{100}$$

- Agua libre de una solución: sirve para corroborar que la solución tiene el agua libre necesaria:

Fórmula 3. Proporción de agua libre de una solución:

$$1 - (\text{Na en solución} / \text{Na actual})$$

Complicaciones:

Las complicaciones de la deshidratación hipernatrémica son importantes para determinar el pronóstico del paciente. Puede llevar a un aumento de la urea y creatinina sérica. Por azoemia prerrenal, coagulación intravascular diseminada, hemorragia cerebral, eventos trombóticos, edema cerebral, convulsiones, daño cerebral permanente, incluyendo la parálisis cerebral infantil y muerte. (1)

Se ha encontrado retraso en el desarrollo cognitivo de los pacientes que padecieron deshidratación hipernatrémica, aunque la severidad de estas alteraciones se reduce con la edad. (10)

II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deshidratación hipernatrémica en recién nacido es un padecimiento que con alta prevalencia, por lo que establecer un diagnóstico temprano y un tratamiento adecuado para limitar la morbilidad, complicaciones, secuelas y mortalidad es de vital importancia. Por lo que se propone el protocolo institucional como una forma adecuada de tratamiento para lograr un descenso menor de 0.5mEq/L/hora y con eso disminuir el riesgo desenlace adverso.

III PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el descenso horario de sodio en neonatos con deshidratación hipernatrémica en corrección con protocolo institucional?

IV JUSTIFICACIÓN

Hemos observado una incidencia elevada de deshidratación hipernatrémica en nuestro Instituto, siendo el 15.5% de los egresos totales. Sin embargo, no existe un consenso general de cómo manejar a estos pacientes, existiendo diversos métodos en la literatura. Por lo tanto, es de suma importancia avalar un método en el cual se logre hacer una disminución paulatina de sodio (menor a 0.5mEq/L/hora), para así poder lograr una disminución de los efectos secundarios de un descenso abrupto de sodio y lograr limitar las secuelas en estos pacientes.

En el Instituto Nacional de pediatría se diseñó un protocolo de corrección de sodio para neonatos con hipernatremia desde hace casi 20 años y es el momento de evaluar la efectividad del método (descenso de 0.5 mEq/L/h). En un trabajo previo se encontraron resultados alentadores y se pretende aumentar la muestra para tener resultados más sólidos.

V OBJETIVOS

Objetivo General:

- Conocer el descenso horario de sodio sérico en neonatos con deshidratación hipernatrémica usando el protocolo institucional de corrección de sodio del 1ero de enero del 2016 al 31 de diciembre del 2021.

Objetivo secundario:

Conocer proporción de pacientes con desenlace adverso (convulsiones, hemorragia o edema cerebral).

VI HIPÓTESIS

El descenso horario de sodio en neonatos con deshidratación hipernatrémica usando el protocolo institucional es de 0.5 mEq/L/h en más del 90% de los casos.

VII MATERIAL Y MÉTODOS

Clasificación de la Investigación:

Observacional, descriptivo, retrospectivo y longitudinal.

Población:

Universo: Recién nacidos (menores de 28 días).

Elegible: Recién nacidos egresados de Neonatología del INP entre 2016 y 2021.

Criterios de inclusión:

- Expedientes localizables de pacientes egresados con diagnóstico de deshidratación hipernatrémica (Na sérico mayor de 150 mEq/L).

Criterios de exclusión:

- Expedientes que no cuenten con valor de sodio sérico a las 24 horas.
- Expedientes que no cuenten con valor de sodio sérico menor de 150mEq/L al egreso.
- Pacientes transferidos de la unidad antes de la corrección total de sodio.

Cálculo del tamaño de la muestra.

Se usará un muestreo sistemático no aleatorio, por conveniencia, correspondiente a los casos consecutivos de un periodo de tiempo de 5 años. Se espera una muestra de alrededor de 100 casos.

Variables:

Nombre de la variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Medición de la variable
Sexo	Estará acorde a los genitales externos del paciente.	Nominal dicotómica	1= Femenino 2= Masculino
Fecha de nacimiento	Fecha del día en que nació	Intervalo	Fecha dd/mm/yyyy
Fecha al momento del diagnóstico	Fecha en la que se realiza el diagnóstico.	Intervalo	Fecha dd/mm/yyyy
Peso al nacer	Se refiere al peso en gramos al nacimiento	Cuantitativa continua	Peso en gramos al nacimiento
Peso al ingreso	Se refiere al peso en gramos al ingreso a la UCIN	Cuantitativa continua	Peso en gramos al ingreso a la UCIN
% de pérdida de peso	Se refiere al porcentaje de pérdida de peso entre el peso al nacimiento y el peso al ingreso de la UCIN	Cuantitativa continua	Porcentaje
Síntomas acompañantes	Manifestaciones clínicas que presenta el paciente	Nominal politómica	1= ictericia 2= vómito 3= fiebre 4= mucosas secas

			<p>5= fontanela hundida 6= pérdida de turgencia 7=Fiebre 8= taquicardia 9= taquipnea 10= dificultad respiratoria 11 = oliguria 12= convulsiones 13= somnolencia 14= rechazo a la alimentación 15= hipotensión al ingreso</p>
Complicaciones	Presencia de secuelas secundarias al descenso rápido de Na	Nominal policotómica	<p>1= edema cerebral 2= hemorragia cerebral 3= infarto cerebral 4= trombosis vascular 5= Alteración neurológica al egreso 6= egreso con anticonvulsivante 7= defunción</p>
Na al ingreso	Se refiere a los mEq/L de Na sérico con el que ingreso el paciente a la UCIN	Cuantitativa	Valor de concentración de Na sérico

Sodio sérico a las 24 horas	Se refiere a los mEq/L que descendieron de Na en las primeras 24 horas de inicio de tratamiento	Cuantitativa continua	Valor de concentración de Na sérico
Descenso en mEq/hora	Se refiere a los mEq/L que descendieron por hora durante el tratamiento	Cuantitativa continua	Valor de Na sérico

VIII PLAN DE ANÁLISIS

Método.

Se solicitó al archivo clínico una relación de todos los casos de pacientes egresados de Neonatología de 2016 a 2021 con diagnóstico de alteraciones del equilibrio del sodio (CIE-10 = P74.2) y deshidratación del recién nacido (CIE -10 = P74.1). Paralelamente se solicitó a la jefatura de Neonatología un listado de los pacientes con diagnóstico de egreso de hipernatremia de 2016 a 2021 y se complementó con listado del archivo clínico.

De las listas recibidas, se buscaron los expedientes para corroborar cuáles correspondían realmente a hipernatremia y si contaban con valores al ingreso y a las 24 horas; los que cumplieron con criterios de inclusión y no tuvieron de exclusión, participaron en la base de datos respectiva.

Se obtuvieron las variables en la forma de recolección elaborada *ex professo* y posteriormente se concentraron en hoja electrónica de Excel.

Análisis Estadístico.

Se aplicó estadística descriptiva: las variables cualitativas se expresaron en porcentajes y se realizaron gráficas de frecuencia relativa.

Las variables cuantitativas se expresaron con medidas de tendencia central y dispersión: cuando tuvieron distribución tendiente a lo normal con media y desviación típica y cuando no tengan tal distribución como mediana y valores mínimo y máximo.

Con los valores de sodio al ingreso y a las 24 horas se obtuvieron en particular los valores de descenso horario de sodio sérico como variable de desenlace primaria y se hizo un listado de las complicaciones seleccionadas, como variables secundarias.

IX CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se mantuvo en todo momento la confidencialidad de los individuos custodiando la base de datos por los investigadores.

Por ser un estudio retrospectivo no es necesario carta de consentimiento informado.

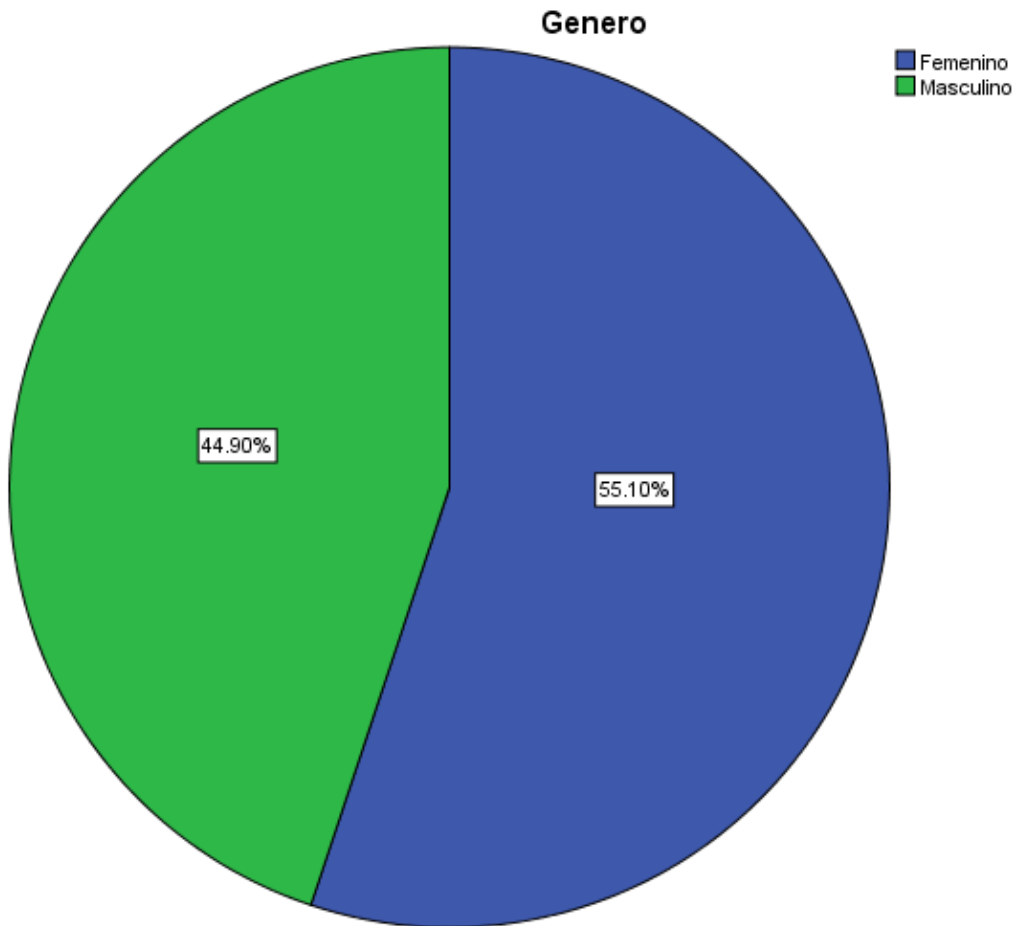
Al terminar el estudio se realizará presentación de los resultados grupales en congresos y eventualmente en una publicación científica, sin identificar sujetos ni sus datos personales.

X RESULTADOS

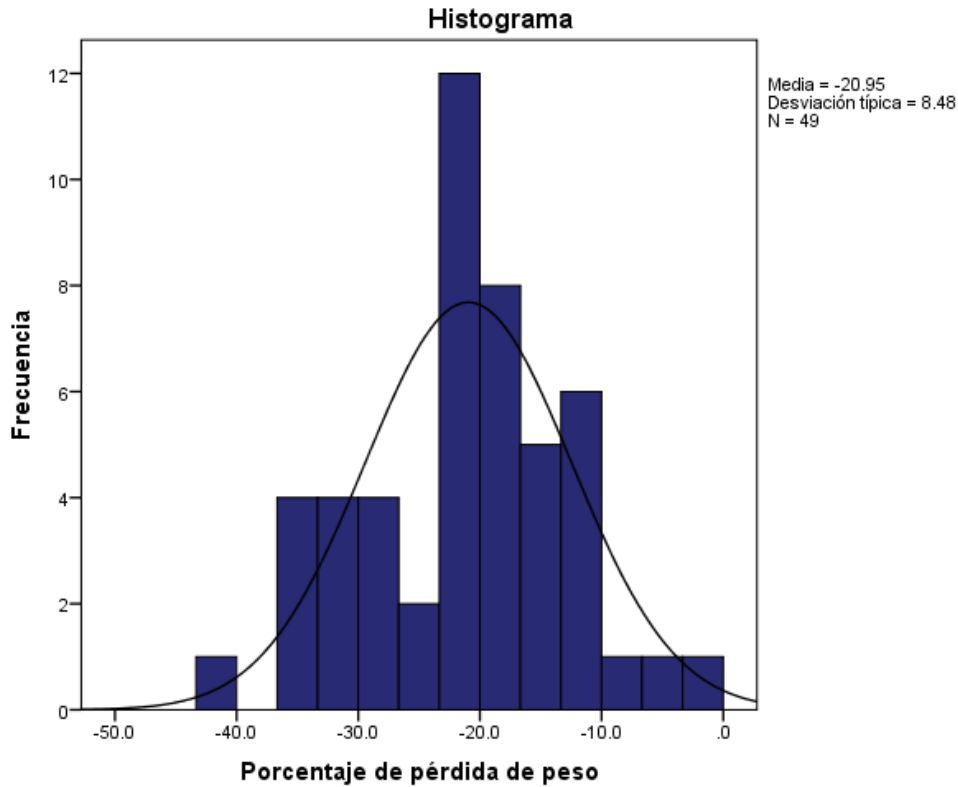
Se revisaron 175 expedientes con el diagnóstico de deshidratación del recién nacido (CIE -10 = P74.1) y alteraciones del equilibrio del sodio en el recién nacido (CIE-10 = P74.2) en un periodo de 6 años, transcurrido desde el 1ero de enero del 2016 a 31 de diciembre del 2021. De se excluyeron 61 por no contar con valores de sodio arriba de 150mEq/L al ingreso y 65 pacientes por no contar con una determinación de sodio de control a las 24 horas o no contar con un sodio menor de 150mEq/L al egreso y sólo 49 pacientes cumplieron los criterios de inclusión.

De los 49 pacientes analizados, 55.2%(n=27) fueron femeninos y 44.8% (n=22) fueron masculinos (Gráfica 1). La edad gestacional promedio fue de 39 semanas de

gestación con una desviación estándar de ± 1.6 , siendo prematuros únicamente el 8.1% (n=4). La edad cronológica al ingreso fue en promedio de 11 días ± 7.6 . El promedio de pérdida de peso fue de 20.9% con una desviación estándar de 8.4. (Gráfica 2)



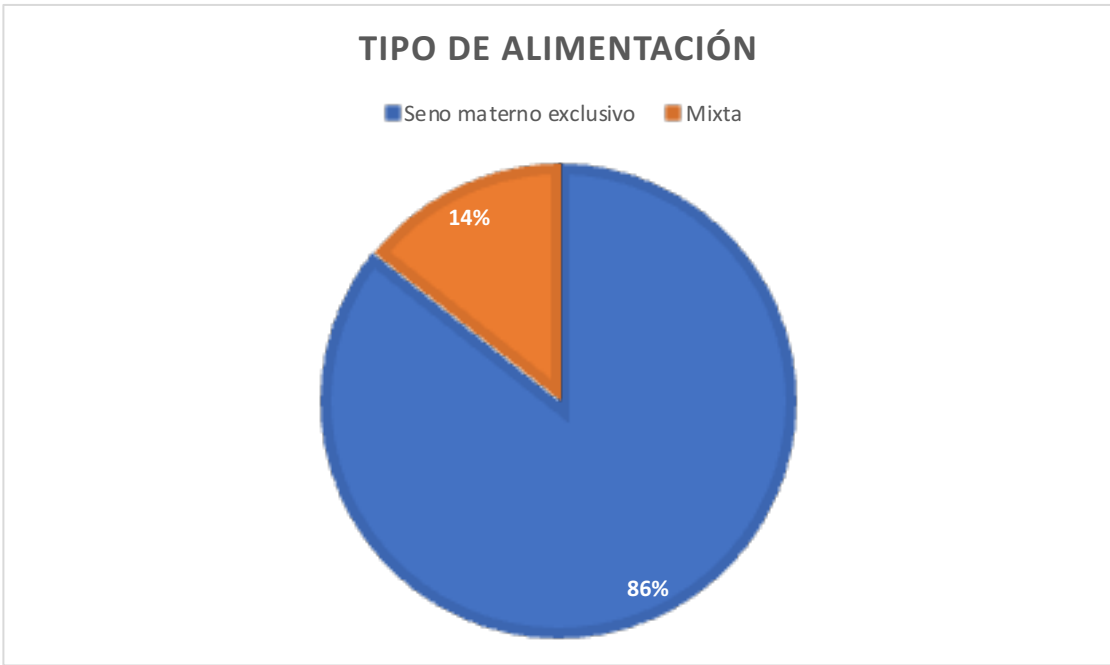
Gráfica 1: Distribución de género



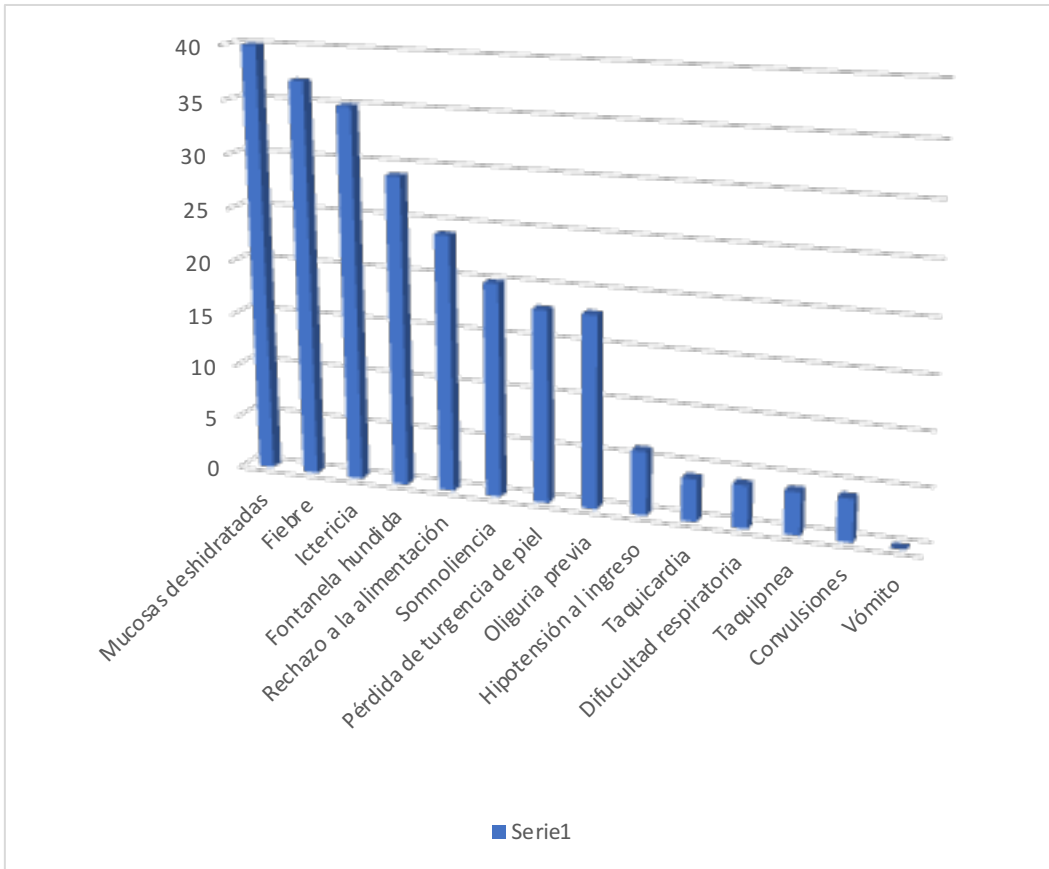
Gráfica 2: Porcentaje de pérdida de peso

El 85.7% (n=42) de los pacientes estaba alimentado exclusivamente con seno materno a libre demanda y el 14.2% (n=7) restante con alimentación mixta con seno materno y fórmula infantil. (Gráfica 3) Sólo 1 paciente presentó evacuaciones diarreicas previo a su ingreso; ninguno acudió con defectos de pared abdominal o soluciones intravenosas previas.

Las manifestaciones clínicas más comunes fueron mucosas deshidratadas en 81.6% (n=40), fiebre en 75.5% (n=37), ictericia en 71.4% (n=35), fontanela hundida en 59.2% (n=29), rechazo a la alimentación en 48.9%(n=24), somnolencia en 40.8% (n=20), el resto se muestran en la gráfica 4.



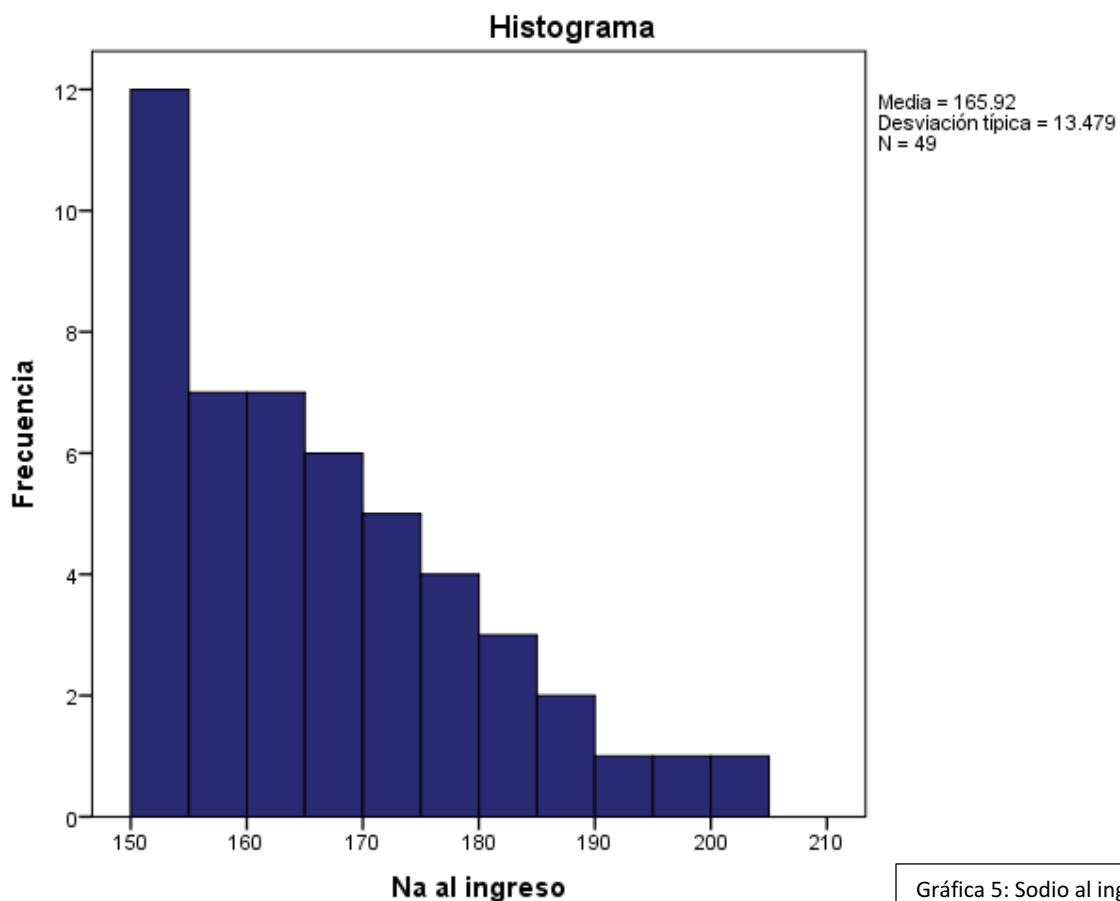
Gráfica 3: Tipo de alimentación



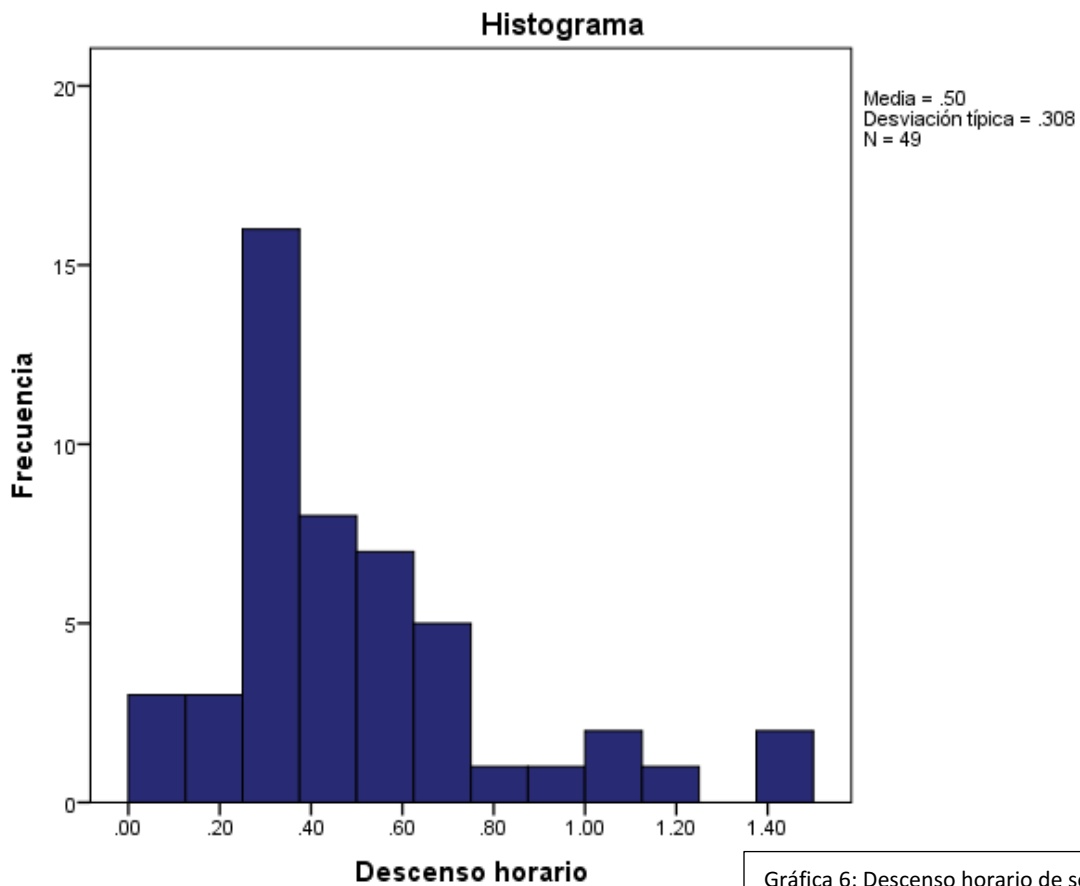
Gráfica 4: Signos y síntomas

De los estudios paraclínicos al ingreso se obtuvo una glucosa promedio de 91mg/dl, el 32.6% (n=16) presentó glucosa menor de 60mg/dl al ingreso. El 63.2% (n=31) de los pacientes presentaron con lesión renal aguda, considerado el diagnóstico como un valor de creatinina al ingreso mayor de 1mg/dl, con una mediana de creatinina de 1.4g/dl con una mínima de 0.68mg/dl y máxima de 18.6mg/dl, bilirrubina total al ingreso con promedio de 14, de los cuales 44.8%(n=22) tuvieron valores arriba de 13mg/dl (arriba del rango fisiológico) y 5 pacientes requirieron tratamiento con exanguinotransfusión.

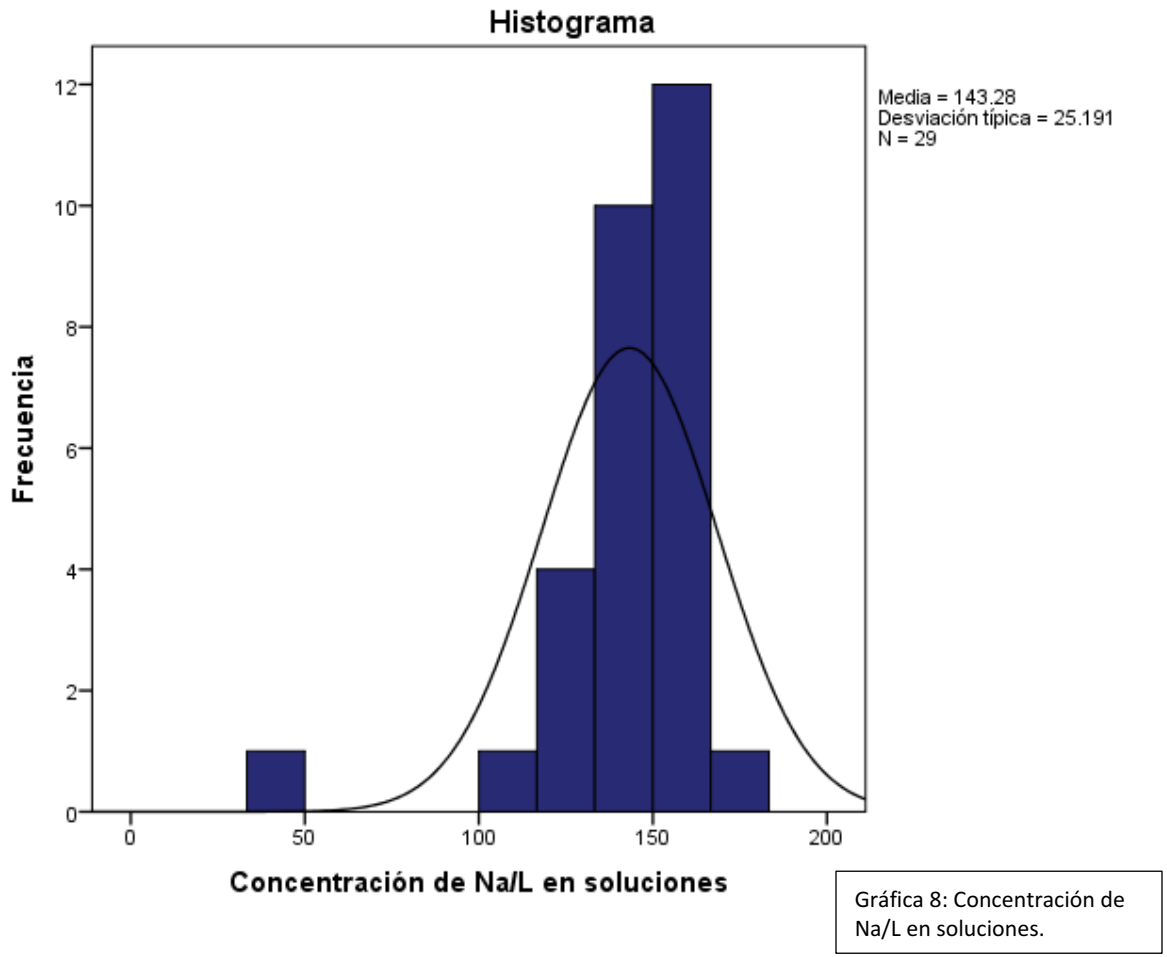
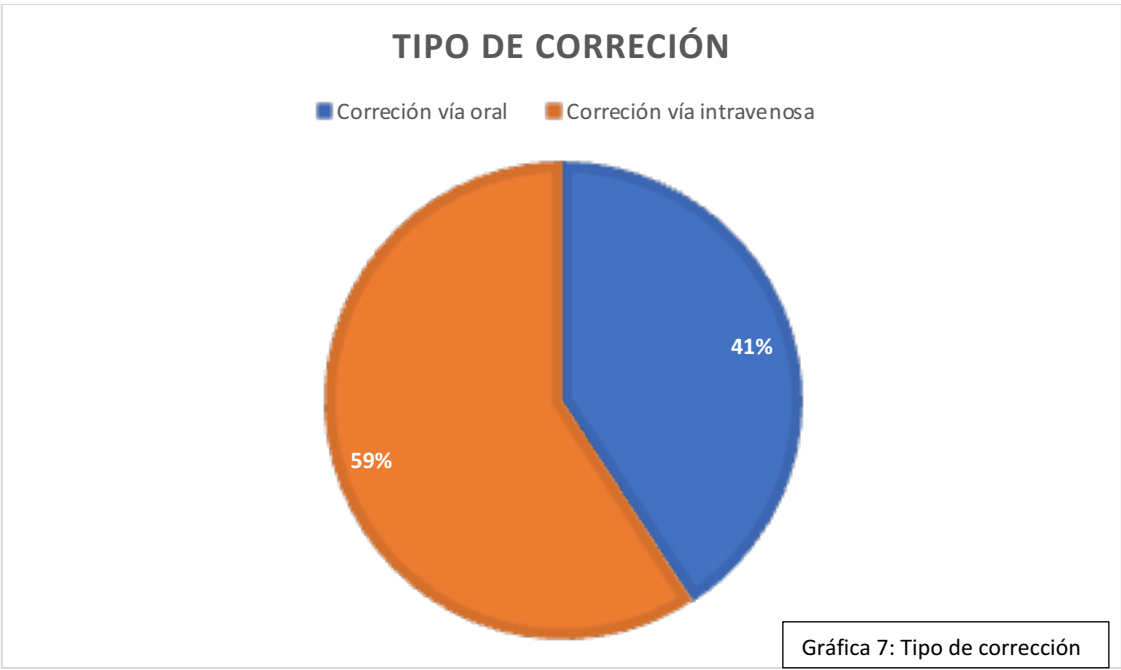
El sodio al ingreso promedio fue de 166mEq/L con una desviación estándar de 13, un mínimo de 150mEq/L y máximo de 200mEq/L (Gráfica 5) , con un sodio a las 24 horas después de la corrección promedio de 155mEq/L +/- 14. Siendo el descenso horario promedio de 0.49mEq/L/hr +/-0.3. (Gráfica 6). El 65.3% (n=32) presentaron un descenso menor o igual a 0.5mEq/L/hora.



Gráfica 5: Sodio al ingreso.

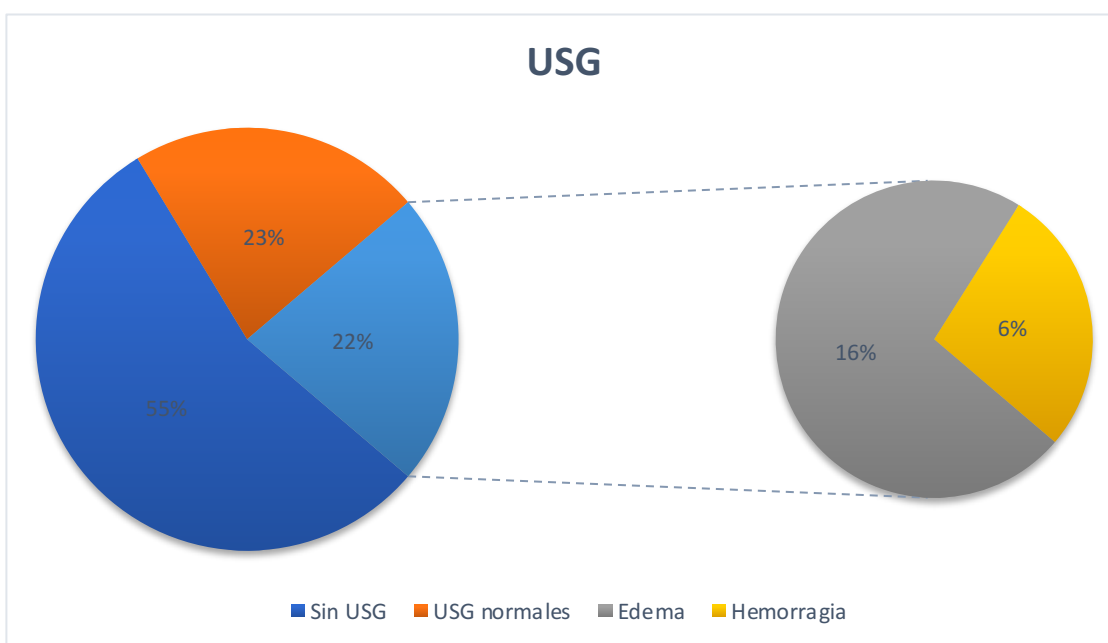


El 40.8% (n=20) de los pacientes fueron tratados con corrección vía oral, ya que contaban con valores iniciales de sodio menores a 160mEq/L. Se usó para la corrección leche humana, en los casos en los que la madre no contaba con adecuada producción de leche se usó fórmula de inicio. (Gráfica 7) El otro 59.2% (n=29) se trató con corrección intravenosa, calculándolo con base al protocolo de corrección Institucional, presentando una concentración de sodio promedio de 143mEq/L +/-25. (Gráfica 8)

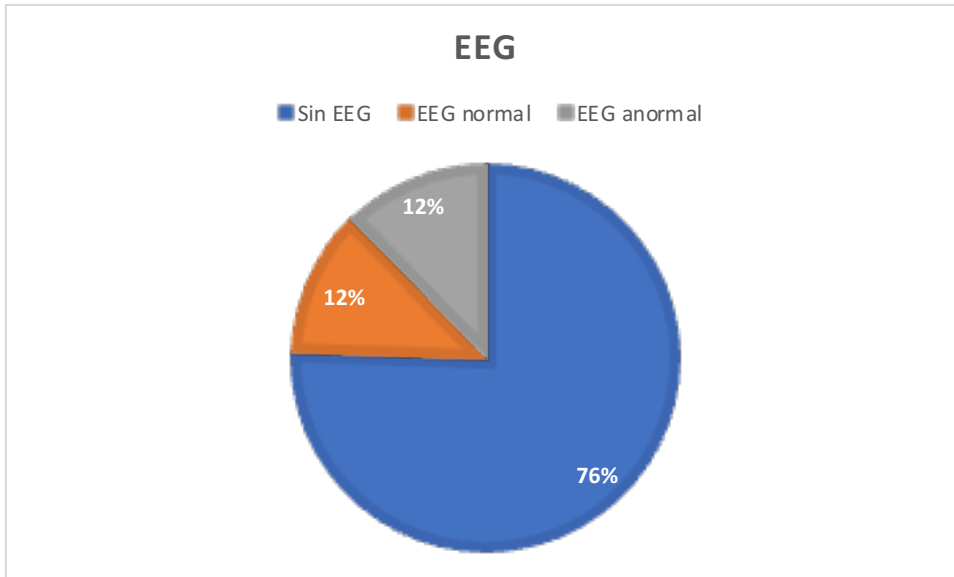


En cuanto a desenlace desfavorable, de los 49 pacientes, sólo 8,1% (n=4) presentó alteración neurológica al egreso, al 44.8% (n=22) se les realizó ultrasonido transfontanelar, de los cuales 50% (n=11) tuvieron alteraciones, 8 pacientes con presencia de edema cerebral y 3 con hemorragia cerebral. (Gráfica 9) Al 24.5% (n=12) se le realizó electroencefalograma y de esos el 50% (n=6) presentaron alguna alteración en el trazo, el resto fue normal. (Gráfica 10). Sólo 1 paciente falleció.

Del total de los pacientes 38.7% (n=14) presentaron algún tipo de desenlace adverso (edema cerebral, hemorragia cerebral, alteración en el electroencefalograma, egreso con anticonvulsivantes y/o defunción).



Gráfica 9.



Gráfica 10.

XI DISCUSIÓN

La deshidratación hipernatrémica en los neonatos, es una de las principales causas de morbi-mortalidad, así como de secuelas neurológicas prevenibles. Y fue por eso que en el Instituto Nacional de Pediatría, a partir del año 2010, se estableció un protocolo estandarizado del cálculo de déficit hídrico para lograr una corrección paulatina de la hipernatremia, establecido por el Departamento de Neonatología. (4)

Como se pudo ver en el trabajo la mayoría de los pacientes era alimentado a seno materno exclusivamente, presentando esta patología por una mala técnica de alimentación, por lo que se han de tomar medidas preventivas generales para mejorar la capacitación materna antes del egreso del binomio.

La mayoría de los pacientes fueron a término, con un promedio de 39 semanas de gestación, siendo sólo 4 pacientes prematuros. Lo mismo se observó en los trabajos previos realizados en este Instituto. (23,24)

El objetivo principal de este estudio de investigación era comprobar que el uso del protocolo Institucional lograba un descenso de sodio menor de 0.5mEq/L/hora, ya que en la literatura se ha asociado el descenso mayor de sodio por hora con mayor cantidad de eventos adversos. (16) Y como se puede observar en los resultados de este trabajo, el descenso promedio de sodio fue de 0.49mEq/L/hr +/-0.3. Siendo en

mas de la mitad de los casos un descenso menor o igual a 0.5mEq/L/hora, en comparación con el estudio realizado previo a la implementación del protocolo donde la mediana para descenso fue de 0.63mEq/L/hora, con un rango de un incremento de 3 mEq/L/hora y un descenso de 2 mEq/L/hora. (23)

De los 14 pacientes que presentaron algún desenlace adverso el promedio de descenso de sodio fue de 0.54mEq/L/hora.

XII CONCLUSIONES

Se puede observar que desde la implementación del protocolo Institucional para la corrección de la deshidratación hipernatrémica en recién nacidos se ha logrado obtener un descenso promedio menor de 0.5mEq/L/hora. Así mismo se puede observar que los pacientes con desenlace adverso se asocia a un descenso de sodio mayor de 0.5mEq/L/hora.

XIII REFERENCIAS

1. Boskabadi H, Zakerihamidi M, Moradi A. Predictability of prognosis of infantile hypernatremic dehydration: a prospective cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022 Jan;35(1):66-74. doi: 10.1080/14767058.2020.1712698. Epub 2020 Jan 14. PMID: 31937159.
2. Del Castillo C G, Suares A D, Granja A M, Oviedo E B, Urbano U J, Cabrera B N. Caracterización de recién nacidos a término con deshidratación hipernatrémica. *Rev Chil Pediatr.* 2020 Dec;91(6):874-880. Spanish. doi: 10.32641/rchped.vi91i6.1399. Epub 2020 Oct 8. PMID: 33861823.
3. Ferrández-González M, Bosch-Giménez V, López-Lozano J, Moreno-López N, Palazón-Bru A, Cortés-Castell E. Weight loss thresholds to detect early hypernatremia in newborns. *J Pediatr (Rio J).* 2019 Nov-Dec;95(6):689-695. doi: 10.1016/j.jped.2018.06.005. Epub 2018 Jul 18. PMID: 30030986.
4. López-Candiani C. Tratamiento individualizado de la deshidratación hipernatrémica en el recién nacido . *Acta Pediatr Mex.* 2019;40(2):99-106.
5. Ogbe Z, Andegiorgish AK, Zeray AH, Zeng L. Neonatal Hypernatremic Dehydration Associated with Lactation Failure. *Case Rep Crit Care.* 2020 Nov

- 15;2020:8879945. doi: 10.1155/2020/8879945. PMID: 33274081; PMCID: PMC7683124.
6. Lavagno C, Camozzi P, Renzi S, Lava SA, Simonetti GD, Bianchetti MG, Milani GP. Breastfeeding-Associated Hyponatremia: A Systematic Review of the Literature. *J Hum Lact.* 2016 Feb;32(1):67-74. doi: 10.1177/0890334415613079. Epub 2015 Nov 3. PMID: 26530059.
 7. López Martín D, Alonso Montejó M, Ramos Fernández J, Cordón Martínez A, Sánchez Tamayo T, Urda Cardona A. Deshidratación hipernatémica grave neonatal por fallo en la instauración de la lactancia materna: estudio de incidencia y factores asociados. *Rev Pediatr Aten Primaria.* 2018 Sep; 20(79):229-235. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322018000300004&lng=es.
 8. Butler B, Trotman H. Hyponatremic Dehydration in Breast Fed Infants: Lessons from a Baby-Friendly Hospital. *J Trop Pediatr.* 2021 Jan 29;67(1):1-7. doi: 10.1093/tropej/fmaa083. PMID: 33277904.
 9. Mujawar NS, Jaiswal AN. Hyponatremia in the Neonate: Neonatal Hyponatremia and Hyponatremic Dehydration in Neonates Receiving Exclusive Breastfeeding. *Indian J Crit Care Med.* 2017 Jan;21(1):30-33. doi: 10.4103/0972-5229.198323. PMID: 28197048; PMCID: PMC5278587.
 10. Boskabadi H, Akhondian J, Afarideh M, Maamouri G, Bagheri S, Parizadeh SM, Mobarhan MG, Mohammadi S, Frens GA. Long-Term Neurodevelopmental Outcome of Neonates with Hyponatremic Dehydration. *Breastfeed Med.* 2017 Apr;12:163-168. doi: 10.1089/bfm.2016.0054. Epub 2017 Mar 22. PMID: 28328233.
 11. Tomarelli G, Arriagada D, Donoso A, Diaz F. Extreme Neonatal Hyponatremia and Acute Kidney Injury Associated with Failure of Lactation. *J Pediatr Intensive Care.* 2020 Jun;9(2):124-127. doi: 10.1055/s-0039-3400469. Epub 2019 Nov 26. PMID: 32351767; PMCID: PMC7186027.
 12. Bischoff AR, Dornelles AD, Carvalho CG. Treatment of Hyponatremia in Breastfeeding Neonates: A Systematic Review. *Biomed Hub.* 2017 Jan

- 27;2(1):1-10. doi: 10.1159/000454980. PMID: 31988896; PMCID: PMC6945909.
13. Krzemień G, Pańczyk-Tomaszewska M, Antonowicz-Zawiślak A, Szmigielska A. Clinical profile of neonates with hypernatremic dehydration in a nephrology clinic. *Pol Merkur Lekarski*. 2020 Oct 23;48(287):307-311. PMID: 33130788.
 14. Sarah Vepraskas, Heather Toth, Michael Weisgerber, 46 - Acid–Base and Electrolyte Disturbances, Editor(s): Robert M. Kliegman, Patricia S. Lye, Brett J. Bordini, Heather Toth, Donald Basel, Nelson Pediatric Symptom-Based Diagnosis, Elsevier, 2018, Pages 831-850.e1, ISBN 9780323399562, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-39956-2.00046-7>.
 15. Saxena A, Kalra S, Shaw SC, Venkatnarayan K, Sood A, Tewari VV, Gupta R. Correction of hypernatremic dehydration in neonates with supervised breast-feeding: A cross-sectional observational study. *Med J Armed Forces India*. 2020 Oct;76(4):438-442. doi: 10.1016/j.mjafi.2019.05.002. Epub 2019 Jul 11. PMID: 33162653; PMCID: PMC7606081.
 16. Clyde J. Wright, Michael A. Posencheg, Istvan Seri, Jacquelyn R. Evans, Fluid, Electrolyte, and Acid–Base Balance, Editor(s): Christine A. Gleason, Sandra E. Juul, Avery's Diseases of the Newborn (Tenth Edition), Elsevier, 2018, Pages 368-389.e4, ISBN 9780323401395, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40139-5.00030-9>.
 17. Hernández ÁCF, García RJF, Valdés LA. Curso clínico de la deshidratación hipernatémica en recién nacidos. *Arch Inv Mat Inf*. 2014;6(2):52-60.
 18. Nair S, Singh A, Jajoo M. Clinical Profile of Neonates with Hypernatremic Dehydration in an Outborn Neonatal Intensive Care Unit. *Indian Pediatr*. 2018 Apr 15;55(4):301-305. Epub 2018 Feb 9. PMID: 29428916.
 19. González Garcia LG, Carrera García L, Llorente A, Romero MC, Rodríguez MS, et al. Deshidratación hipernatémica asociada a la alimentación con lactancia materna en el periodo neonatal. *Acta Pediátrica Española*. 2016;74(10):261–5.
 20. Boer S, Unal S, van Wouwe JP, van Dommelen P. Evidence Based Weighing Policy during the First Week to Prevent Neonatal Hypernatremic Dehydration

- while Breastfeeding. PLoS One. 2016 Dec 20;11(12):e0167313. doi: 10.1371/journal.pone.0167313. PMID: 27997557; PMCID: PMC5172525.
21. Yıldızdaş HY, Demirel N, İnce Z. Turkish Neonatal Society Guideline on fluid and electrolyte balance in the newborn. Turk Pediatri Ars. 2018 Dec 25;53(Suppl 1):S55-S64. doi: 10.5152/TurkPediatriArs.2018.01807. PMID: 31236019; PMCID: PMC6568306.
 22. Jonguitud-Aguilar A, Calvillo-Robles S, Ruiz-Martinez E, Olvera-López G. Protocolo de manejo en deshidratación hipernatrémica neonatal. Perinatol Reprod Hum. 2015; 29(2), 65-69.
 23. López-Candiani C, Salamanca- Galicia O. Hipernatremia en 79 recién nacidos. Factores asociados a desenlace adverso. Acta Pediatr Mex. 2012;33(5):239-245.
 24. Ortega Hernández, Amador, sustentante. Hipernatremia asociada a deshidratación en neonatos / 2021