



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE MEDICINA

HOSPITAL CENTRAL “DR. IGNACIO MORONES PRIETO”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA
ESPECIALIDAD DE PEDIATRÍA

**FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA VARIACIÓN DEL SODIO SÉRICO
EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN LOS SERVICIOS DE PEDIATRÍA DEL
HOSPITAL CENTRAL “DR. IGNACIO MORONES PRIETO”**

SUSANA YOLANDA VÁSQUEZ SALINAS

ASESORA

M. en C. DRA. MA. DEL PILAR FONSECA LEAL

CO – ASESORA

DRA. EVELYN LIZETTE SÁNCHEZ RAMOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA

TÍTULO DE TESIS
FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA VARIACIÓN DEL SODIO SÉRICO
EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN LOS SERVICIOS DE PEDIATRÍA DEL
HOSPITAL CENTRAL “DR. IGNACIO MORONES PRIETO”

PRESENTA
SUSANA YOLANDA VÁSQUEZ SALINAS

Asesores	
M. en C. Dra. Ma. del Pilar Fonseca Leal	
Dra. Evelyn Lizette Sánchez Ramos	

Sinodales	
Dra. Rosalina Rivera Vega	
Dr. Francisco Goldaracena Orozco	
Dr. Ricardo Castro Martínez	

M. en C. Dra. Ma. del Pilar Fonseca Leal Jefe de Investigación y Posgrado Clínico de la Facultad de Medicina	Dr. Francisco Alejo González Coordinador de la Especialidad en Pediatría

RESUMEN

Introducción: Los líquidos intravenosos que se prescriben para reemplazar las pérdidas desde el líquido extracelular (LEC), deben tener la misma composición de electrolitos que el líquido que se está perdiendo. Las soluciones hipotónicas son las que más se prescriben en pacientes pediátricos hospitalizados. Las disnatremias son las principales alteraciones electrolíticas en pacientes hospitalizados, ocasionalmente, pueden llevar a la muerte o resultar en daño neurológico permanente, complicaciones que se pueden prevenir. En la mayoría de los casos, resultan de un mal manejo de líquidos intravenosos. La evidencia clínica sugiere que el uso de soluciones isotónicas ofrece una profilaxis efectiva contra la hiponatremia.

Objetivos: 1) Determinar los factores asociados a la variación en el sodio sérico de los pacientes con terapia de líquidos intravenosos. 2) Determinar cuáles son los factores de riesgo para que los pacientes ingresen con alteraciones en sodio sérico. 3) Evaluar el manejo de líquidos sugerido de acuerdo a guías clínicas vigentes. 4) Determinar la frecuencia de alteraciones en sodio sérico al ingreso del paciente y durante su internamiento.

Métodos: Se incluyeron 82 pacientes que ingresaron a las áreas de Pediatría del Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto” y que requirieron aporte de más del 50% de sus requerimientos de líquidos por vía intravenosa por más de 12 horas, con al menos dos determinaciones de sodio.

Resultados: La mediana de la determinación de sodio inicial fue de 137mEq/dl, con un rango de 127-153, no se realizó esta determinación en el 9.7% de los pacientes. La mediana de la segunda determinación de sodio fue de 138mEq/dl, con un rango de 126-152, esta determinación no se realizó en el 36.5%. El 17.6% de los pacientes presentó hiponatremia al ingreso, el 23% de éstos presentó hiponatremia posterior, a 30.8% no se le tomó control de sodio; de los que ingresaron con sodio en rango normal, 10% presentaron hiponatremia durante el internamiento, al 36% no se le tomó control.



Conclusiones: es de vital importancia seguir las recomendaciones de las guías clínicas para el manejo de líquidos intravenosos en pacientes pediátricos, con el fin de evitar las alteraciones en el sodio sérico



DEDICATORIAS

A Josué.

A Eduardo.

A mis padres, hermanos, sobrinos, abuelos, tíos, primos.



AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Pili, por todo el apoyo que me brindó durante toda la residencia, por su dedicación y tenacidad en este trabajo.

A Eve, por ayudarme en la parte de estadística y metodología. Por alentarme y apoyarme siempre.

A mis sinodales, por sus sugerencias y su orientación durante la realización de este trabajo.

A Rosy, porque un día hace no mucho tiempo decidí que quería ser pediatra como tú, y desde entonces aprendí que “todo es por los niños” y que “siempre será una buena noche para salvar vidas”.

A mis R3, porque todos los días recuerdo algo que aprendí de ustedes.

A Eduardo, por esos pases de visita eternos en el R1, que en el R3 entendí. Por escucharme, por creer en mí y alentarme cada día a ser mejor. Por ser mi motor, mi cómplice y mi apoyo incondicional.

A Josué, porque “un pediatra lo es realmente cuando tiene un hijo”.

A mis padres, por brindarme todo lo necesario para que pudiera llegar a este momento tanto en lo personal como en lo profesional.

A mis compañeros: Lupita, Paty, Linda, Yas, Isaac y Mine, por compartir en estos 3 años todas nuestras alegrías, tristezas, dudas, frustraciones, bodas, embarazos, compromisos, etc... Cada uno me deja algo especial por lo que siempre los recordaré.

A Carlos, Eve, Lily, Cynthia, Cris, Román, Yola, por estar y permanecer.

A mis maestros y mis pacientes, porque muchas veces me enseñaron algo más que pediatría.

A las enfermeras y enfermeros, internos y estudiantes, por ser mi brazo derecho en las guardias.

A Dios, por regalarme tanto.



ÍNDICE

RESUMEN	II
DEDICATORIAS	IV
AGRADECIMIENTOS	V
MARCO TEÓRICO.....	1
ANTECEDENTES	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVOS	19
HIPÓTESIS	20
METODOLOGÍA.....	21
ÉTICA.....	24
RESULTADOS.....	25
DISCUSIÓN	301
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXO 1.....	37
ANEXO 2.....	38



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables independientes	22
Cuadro 2. Variables.....	26
Cuadro 3. Determinación y concentración de sodio inicial y subsecuente.....	28
Cuadro 4. Tiempo de ayuno y estancia hospitalaria.....	28
Cuadro 5. Hiponatremia.....	29
Cuadro 6. Comparación de resultados con los de Salazar-Espino (diagnóstico quirúrgico)	32

MARCO TEÓRICO

1. INTRODUCCIÓN

Los líquidos intravenosos de mantenimiento están diseñados para mantener la homeostasis cuando un paciente no es capaz de consumir agua y electrolitos por vía oral. Los líquidos intravenosos se prescriben para reemplazar las pérdidas desde el tracto gastrointestinal y otros compartimentos del líquido extracelular (LEC), éstos deben tener la misma composición de electrolitos que el líquido que se está perdiendo (1).

Desde que Holliday y Segar publicaron en 1957 recomendaciones para administrar líquidos intravenosos de mantenimiento en niños, las soluciones hipotónicas son las que más se prescriben en pacientes pediátricos hospitalizados (2).

Las disnatremias son las principales alteraciones electrolíticas en pacientes hospitalizados. En la mayoría de los casos, resultan de un mal manejo de líquidos intravenosos. Ocasionalmente, pueden llevar a la muerte o resultar en daño neurológico permanente, complicaciones que se pueden prevenir (3).

Los niños hospitalizados están en estado de estrés y secretan hormona antidiurética (HAD) en exceso, la cual estimula retención de líquidos, por lo tanto, estos niños son propensos a desarrollar hiponatremia, especialmente cuando se les prescriben soluciones hipotónicas intravenosas (4).

El factor principal que contribuye a que se presente encefalopatía hiponatrémica en niños, es el uso rutinario de soluciones intravenosas hipotónicas en pacientes con incapacidad para excretar agua libre, como es el caso del estado postoperatorio, la hipovolemia y las enfermedades pulmonares y de sistema nervioso central. La evidencia clínica sugiere que el uso de soluciones isotónicas ofrece una profilaxis efectiva contra la hiponatremia (5)

2. DISTRIBUCIÓN DE LIQUIDOS Y ELECTROLITOS EN LOS COMPARTIMENTOS DEL ORGANISMO

El agua constituye aproximadamente el 95% del peso corporal del embrión y este porcentaje disminuye hasta el 80% en la vigésimo-octava semana de gestación. Durante el tercer trimestre, el agua corporal total (ACT) ha disminuido hasta el 75% de su peso. Tras el nacimiento, principalmente en los primeros seis meses, el ACT continúa decreciendo y entre el tercer y el quinto año de vida alcanza la proporción del individuo adulto joven (60% del peso corporal) (6).

En términos generales entre el 70% y el 80% del peso corporal de un niño se compone de agua, el agua corporal total se distribuye aproximadamente las dos terceras partes en el espacio intracelular (LIC) y un tercio en el espacio extracelular (LEC). El espacio extracelular se divide en dos compartimentos: el espacio intersticial, el 75%, y el plasma (espacio vascular) el 25% (7).

A pesar de que la osmolaridad de estos líquidos es similar (entre 290-320 mOsm/L), el contenido de electrolitos es muy diferente. El LEC contiene una alta concentración de sodio y el LIC tiene una alta concentración de potasio y magnesio (8).

3. FUNCIÓN DE LOS RIÑONES

Los riñones tienen función primordial en el manejo del medio interno. Si no funcionan de manera adecuada, el organismo presenta grandes dificultades para controlar el balance hídrico. El manejo del agua está relacionado con la filtración glomerular (FG) y la función tubular, procesos que maduran con la edad. La FG del niño de término es 25% de la del adulto, alcanza los valores de éste a los dos años de edad. La habilidad para concentrar la orina en los niños es menor que la de los adultos (9).

4. SISTEMA RENINA-ANGIOTENSINA-ALDOSTERONA

Para ayudar a mantener el balance de sodio y agua en el organismo, lo mismo que para mantener el volumen sanguíneo y la presión arterial, las células yuxtglomerulares renales secretan una enzima denominada renina como

respuesta a la disminución de la FG. La cantidad de renina secretada depende del flujo sanguíneo y de la cantidad de sodio plasmático.

La renina actúa sobre el angiotensinógeno en el hígado y lo convierte en angiotensina I. Ésta a su vez, circula hacia los pulmones, donde se convierte en angiotensina II, uno de los vasoconstrictores más potentes del organismo. Esta sustancia provoca vasoconstricción y eleva la presión arterial en un intento por mejorar el flujo sanguíneo renal.

La secreción de aldosterona es estimulada por angiotensina II, el descenso en las concentraciones extracelulares de sodio y el incremento en las concentraciones extracelulares de potasio. La aldosterona actúa en los túbulos distales incrementando la reabsorción de sodio. Cuando el sodio es absorbido, se reabsorbe simultáneamente agua (9).

5. HORMONA ANTIDIURÉTICA

La hormona antidiurética (HAD) es la sustancia retenedora de agua por excelencia. Se produce en el hipotálamo y es almacenada y liberada por la hipófisis. Su función es restaurar el volumen sanguíneo, disminuyendo la diuresis y aumentando la retención hídrica. Se libera en respuesta al estrés, estímulos osmóticos (aumento de las concentraciones séricas de sodio) y a la hipotensión.

Un aumento de la HAD incrementa la reabsorción de agua en los túbulos distales renales y en los conductos colectores, haciendo que la orina se torne más concentrada. La disminución de la osmolaridad sérica o el aumento del volumen sanguíneo inhiben la producción de HAD, tornando la orina más diluida.

El volumen del LEC es controlado por los cambios de su principal catión: el sodio. El control de la osmolaridad se produce mediante la variación de la ingesta y la excreción de agua. Una reducción en el volumen del LEC y aumento de la osmolaridad, causa liberación de HAD, la liberación del péptido natriurético auricular y la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (10).

La liberación de HAD también es controlada por una variedad de estímulos no osmóticos, estos incluyen factores que se encuentran comúnmente en pacientes hospitalizados: disminución en el volumen del líquido extracelular, hipovolemia, dolor, náuseas, estrés, drogas, así como alteraciones del sistema nervioso central y a nivel pulmonar (3).

6. PÉPTIDO NATRIURÉTICO AURICULAR (9)

Esta hormona es liberada cuando el exceso de volumen sanguíneo produce sobredistensión auricular. Actúa suprimiendo los niveles de renina por incremento de la eliminación de agua y sodio al aumentar la FG, además, disminuye la liberación de HAD y la resistencia vascular, así como la presión sanguínea y el volumen sanguíneo intravascular.

Los osmorreceptores situados en el hipotálamo modulan la liberación de HAD, de esta manera se mantiene el balance hídrico, a medida que aumenta la osmolaridad sérica los osmorreceptores del hipotálamo reciben estímulos para la liberación de ADH, cuando esta disminuye, los osmorreceptores reciben estímulos negativos que impiden su liberación. Un aumento de 1% en la osmolaridad plasmática y en la concentración de sodio aumenta el nivel de HAD a 1pg/mL.

Los barorreceptores situados en el arco aórtico y en las arterias carótidas responden ante el descenso de la presión arterial y el volumen sanguíneo activando el sistema renina-angiotensina-aldosterona. Los receptores de volumen situados en la aurícula derecha desencadenan la liberación de HAD cuando el volumen de sangre disminuye a 10% o más.

La gran mayoría de electrolitos tienen funciones especializadas que contribuyen al metabolismo, el balance de líquidos, además de que interactúan con los iones de hidrógeno para mantener el balance ácido-básico.

7. ELECTROLITOS EXTRACELULARES (9)

El Na⁺ y Cl⁻ son los electrolitos con mayor concentración extracelular. El Na⁺ contribuye a la osmolaridad sérica y al volumen del líquido extracelular, además de

contribuir a la excitabilidad y conducción nerviosa y muscular, es el principal dador de osmolaridad, en condiciones normales la glicemia y el nitrógeno ureico no aportan mucho valor por lo que se concluye que el principal componente de la fórmula es el sodio.

8. MOVIMIENTO DE ELECTROLITOS (9)

Aunque los electrolitos se encuentren en mayor concentración en un compartimento u otro, no se encuentran estáticos en esas áreas. Al igual que los líquidos, los electrolitos se mueven a través de las membranas y los espacios tratando de mantener un balance y un estado de electroneutralidad. El balance de éstos se encuentra influenciado por el ingreso y egreso de líquidos, el equilibrio ácido-básico, la secreción hormonal y el funcionamiento celular normal.

9. OSMOLARIDAD Y TONICIDAD (4)

La osmolaridad se refiere al número total de partículas disueltas en el agua (número de osmoles por litro de solución). El agua se mueve libremente a través de las membranas celulares para alcanzar el equilibrio (igual osmolaridad) a nivel del líquido intra y extracelular. Algunas partículas determinan el volumen en un compartimento debido a que ellas están restringidas únicamente a ese compartimento, por ejemplo: Na^+ en el líquido extracelular, estas partículas se denominan “osmoles efectivos”. El término que se usa para describir la concentración de osmoles efectivos se denomina “tonicidad”, es una propiedad de una solución con respecto a una membrana, es igual a la suma de las concentraciones de solutos que tienen la capacidad de ejercer una fuerza osmótica a través de una membrana semipermeable, por ejemplo, la solución glucosada al 5% es isoosmolar con el plasma, pero en condiciones normales, la glucosa es un soluto permeable e ineficaz que fácilmente entra en las células, por lo tanto es hipotónica con respecto a la membrana celular. Bajo condiciones normales, la osmolaridad de los líquidos corporales permanece dentro de un rango muy estrecho que corresponde a 285 mOsm/L. La fórmula para calcular la osmolaridad es:

Osm sérica= $2(\text{Na plasmático}) \text{ mEq/L} + \text{glucosa mg/dL}/18 + \text{Nitrógeno ureico mg/dl}/2.8$

10. TONICIDAD DE LAS SOLUCIONES (5)

Se pueden encontrar tres tipos diferentes de solución: isotónicas, hipotónicas e hipertónicas, con relación al plasma.

La solución isotónica es la que tiene la misma concentración de solutos que otra solución. Dos mezclas con igual concentración de solutos separadas en compartimentos adyacentes por una membrana semipermeable están balanceadas, porque el líquido de cada compartimento permanece en su lugar, no hay ganancia o pérdida de volumen. Son soluciones que contienen la misma cantidad de partículas osmóticamente activas que el líquido extracelular, de tal manera que estos líquidos permanecen dentro de él. La solución salina se considera isotónica, ya que la concentración de sodio casi iguala la concentración del sodio en la sangre.

La solución hipotónica es aquella que tiene una concentración de solutos menor que otra solución. Cuando éstas se encuentran separadas por una membrana semipermeable, el resultado neto es la salida del líquido de la solución hipotónica a la otra hasta que las concentraciones de las dos se igualen. Los líquidos hipotónicos están menos concentrados que el líquido extracelular, de tal manera que pasan al espacio intracelular causando edema celular, pueden crear colapso vascular, por ejemplo SS 0.45% y SS 0.33% (se consideran hipotónicas porque la concentración de sodio en la solución es menor que la del plasma).

La dextrosa al 5% tiene una osmolaridad de aproximadamente 275-295 mOsm/L, pero como la dextrosa se metaboliza rápidamente, quedando solo agua, se comporta como una solución hipotónica.

La solución hipertónica es la que tiene mayor concentración de solutos que otra solución. Cuando una primera solución contiene mayor concentración de sodio que una segunda, se dice que la primera es hipertónica comparada con la segunda, cuando están separadas por una membrana semipermeable, pasará líquido de la

segunda solución a la primera hasta que las dos iguallen su concentración. Son mucho más concentradas que el líquido extracelular, arrastran líquido del espacio intracelular, “deshidratando” la célula y expandiendo el volumen extracelular con riesgo de sobrecarga hídrica. Una mezcla de solución salina 3% (513 mEq/L de Na⁺) se considera hipertónica porque la concentración de sodio en la solución es mayor que la concentración de sodio en el plasma.

11. BALANCE DE LÍQUIDOS (6)

Toda la economía corporal participa en el balance de líquidos, pero de manera principal piel, pulmón y riñón. Normalmente, el nivel de ACT es mantenido por el equilibrio entre los ingresos (ingesta) y las pérdidas (excreción). En condiciones normales se puede ingerir una gran cantidad de agua y tanto el volumen como la composición corporal total permanecerán constantes. Los mecanismos de entrada y salida de líquidos se pueden definir en términos de balance que trata de conservar la exacta proporción de LIC y LEC.

12. COMPONENTES DEL INGRESO (9)

La dieta es la fuente externa del ingreso de agua, electrolitos, calorías y proteínas. Adicionalmente hay otras dos fuentes internas, el agua preformada, agua en el espacio intracelular, que es liberada al espacio extracelular durante los estados hipercatabólicos-hipermetabólicos y el agua de oxidación (producto del metabolismo de carbohidratos y grasas con consumo de oxígeno y producción de CO₂ y agua). Si el paciente además de la vía oral recibe mezclas parenterales, estas deben ser contadas como parte del ingreso.

13. COMPONENTES DEL EGRESO (9)

En condiciones basales el agua se pierde a través de piel, pulmones, riñones y tracto gastrointestinal. Los líquidos que se evaporan de manera continua y pasiva a través de piel y pulmones y sirven para regular la temperatura se denominan pérdidas insensibles, su volumen es de aproximadamente 45ml/100cal/día. Las temperaturas corporal y ambiental pueden aumentar las pérdidas insensibles. Se

estima que la fiebre las aumenta en 12% por cada grado centígrado de aumento de la temperatura por encima de lo normal, y la temperatura ambiental mayor de 30.5°C puede aumentar las pérdidas por sudoración hasta en 30ml/100cal/día por cada grado centígrado que supere esa temperatura.

El sudor, además de agua, puede tener cantidades apreciables de electrolitos. En promedio, se pierden 30 a 49 mEq/L de Na⁺ y Cl⁻, aunque las cantidades pueden ser variables.

Las pérdidas por respiración dependen de la frecuencia respiratoria, la temperatura y el grado de humidificación del aire inspirado. Las pérdidas por evaporación de líquidos a través de la piel en condiciones normales son constantes, y se ven afectadas por el gasto calórico y la humedad atmosférica.

El riñón es la principal vía de pérdidas sensibles, siendo la orina la principal vía de pérdidas hídricas. Es a través de esta vía que el organismo puede controlar con propósitos específicos el volumen y la composición de los compartimentos corporales. Los riñones, por medio de diversos mecanismos, son capaces de ajustar el volumen y la excreción urinarios de electrolitos dentro de un límite amplio, manteniendo así la homeostasis corporal. El gasto urinario normal es de 30-80 mL/100 cal/día. Las pérdidas fecales son generalmente muy escasas, son del orden de 5-10m/L/100 cal/día.

Con función renal normal el gasto de líquidos es de 100 mL de agua por cada 100 calorías consumidas.

14. REQUERIMIENTOS Y TERAPÉUTICA HIDROELECTROLÍTICA

La fluidoterapia de mantenimiento consiste esencialmente en proporcionar agua y electrolitos en cantidades iguales a las pérdidas producidas en un niño normal, se refieren al agua y los electrolitos que se pierden por la respiración, la piel, la orina y las heces. Los requerimientos por pérdidas anormales expresan las cantidades de agua y electrolitos que se pierden durante el tratamiento por rutas anormales (drenaje alto del tracto gastrointestinal, fístulas, vómito) o en volúmenes

inadecuados por las rutas normales (diarrea y poliuria), se conocen también como pérdidas extraordinarias.

Otra categoría corresponde al déficit, es decir, cualquier pérdida hidroelectrolítica de agua, sodio, potasio, cloro, bicarbonato u otros solutos, que haya podido producirse en el transcurso de la enfermedad y hasta el comienzo de la fluidoterapia. Todas estas pérdidas pueden ser consideradas como una pérdida de soluciones salinas balanceadas y deben ser repuestas con líquidos que contengan aproximadamente 140mEq/L de sodio.

Los requerimientos totales o globales son la suma de las tres categorías descritas (6).

El trauma quirúrgico produce salida de líquido del volumen extracelular y debe ser reemplazado con soluciones salinas balanceadas, el volumen perdido de esta forma y lo necesario para reponer depende de la severidad del trauma quirúrgico (11).

Uno de los principios fundamentales del manejo de líquidos y electrolitos es que la ganancia debe ser igual a las pérdidas. Cuando se prescriben líquidos y electrolitos teniendo en cuenta las anteriores reglas se debe suponer una buena reserva funcional renal y que los mecanismos homeostáticos para la conservación y excreción de agua y solutos están intactos. Si ese no es el caso, la administración de líquidos y electrolitos debe basarse en la evaluación de las pérdidas actuales o continuadas.

Por lo tanto, el tratamiento con líquidos en los pacientes debe incluir:

- La reposición de pérdidas obligatorias (mantenimiento)
- Establecimiento del déficit de agua y electrolitos (pérdidas previas)
- Administrar suficiente cantidad de agua y electrolitos para satisfacer las demandas de las pérdidas actuales, mientras se está llevando a cabo la reposición del déficit previo (12).

Los requerimientos hidroelectrolíticos de mantenimiento están en relación directa con el gasto metabólico del paciente, que a su vez depende la edad, el peso corporal, la temperatura y la existencia de enfermedad. El método más utilizado para calcular los requerimientos de mantenimiento en niños es el que se realiza considerando el gasto energético del paciente. Este método estima 100 kcal/kg para niños con pesos de 3 a 10 kg, para niños con peso entre 11 y 20 kg el gasto calórico lo establece en 1000 kcal más 50 kcal por cada kg por arriba de 10 kg. Para pesos superiores a 20 kg, calcula 1500 kcal más 20 kcal por cada kg por arriba de 20 kg.

Estas cantidades se corresponden con las pérdidas obligatorias por la actividad metabólica del paciente, que incluyen la pérdida insensible (45mL/100kcal), sudoración (10mL/100kcal), el volumen urinario (50mL/100kcal) y la pérdida fecal (5mL/100kcal) (3, 13).

En determinadas situaciones clínicas, es necesario ajustar este gasto calórico, sobre todo, cuando existen alteraciones de la temperatura corporal o estados patológicos especiales.

Los lactantes dependen de aportes extra de glucosa los cuales deben ser administrados por vía intravenosa cuando hay baja ingesta o ayuno, el cálculo inapropiado de estos aportes puede llevar a hipoglicemia, estados de catabolismo proteico tratando de generar glucosa por vías alternas o por el contrario hiperglicemias que pueden llevar a poliuria, sobrecarga de la función respiratoria y efectos deletéreos a nivel neurológico en niños con patologías del sistema nervioso central (14).

15. SOLUCIONES INTRAVENOSAS PARA EL REEMPLAZO DE LÍQUIDOS

La terapia intravenosa se hace necesaria en muchos pacientes pediátricos y con ella se logra alcanzar objetivos terapéuticos predecibles e inmediatos. Cuando se administran líquidos endovenosos se deben tener en cuenta los requerimientos electrolíticos normales y el volumen de líquidos que se va a administrar para ofrecer un beneficio real y no agregar una complicación adicional.

Las soluciones hipotónicas son inadecuadas para la reanimación y además pueden crear colapso vascular por desviación de líquidos al espacio intracelular y aumentar la presión intracraneana. No se recomienda su uso en pacientes con grandes alteraciones de los líquidos como los quemados de gran extensión y traumatizados. Las soluciones hipertónicas pueden producir sobrecarga hídrica, que puede llevar a edema pulmonar, especialmente en pacientes con problemas cardíacos y renales (6, 15).

16. ALTERACIONES HIDROELECTROLÍTICAS

La hiponatremia se define como un sodio sérico <135 mEq / L, es el desorden electrolítico más frecuente en pacientes hospitalizados. Es cada vez más reconocida como una causa de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados. La hiponatremia dilucional se produce cuando hay una fuente de agua libre de electrolitos y una incapacidad para excretar agua libre en el riñón. Los niños están particularmente en riesgo, debido al uso generalizado de soluciones de mantenimiento hipotónicas (16).

Todos los líquidos de reemplazo deben ser soluciones isotónicas, ya que se desea sustituir el líquido extracelular. Se deben evitar soluciones demasiado hipotónicas (el electrolito principal dador de osmolaridad es el sodio), por lo tanto, soluciones con contenidos de sodio menores de 40 mEq/L pueden resultar en hiponatremia clínicamente sintomática (13).

Los electrolitos y la glucosa séricos deben ser medidas regularmente en cualquier niño que requiere grandes volúmenes de líquidos o que mantiene líquidos por vía intravenosa durante más de 24 horas (4).

ANTECEDENTES

Existen cerca de 50 informes de casos o series publicadas en la literatura médica de muerte o edema cerebral asociado a hiponatremia aguda en los niños. La combinación de factores como la administración de agua libre de electrolitos y la secreción no fisiológica de hormona antidiurética coloca a los niños en riesgo de esta complicación (17, 18).

En un estudio retrospectivo realizado en el Hospital Real de Manchester para niños de septiembre de 2004 a marzo de 2005 (19), en el que se incluyeron 104 pacientes sometidos a apendicectomía, se encontró que 51 pacientes (49%) tenían electrolitos de control a las 24 h después de la operación, y sólo 23 pacientes (22%) tenían electrolitos de control a los 3 días después de la cirugía. Los líquidos postoperatorios utilizados fueron: solución salina al 0,45% con dextrosa al 5% en 91 pacientes (87%), solución Hartmann en 7 pacientes (6.7%) y nutrición parenteral total en 1 paciente (0,96%). De los 51 pacientes que tenían electrolitos de control en el primer día postoperatorio, 16 (32%) tuvieron hiponatremia con un rango de 127 a 133 mmol/L.

El grupo de Polly Davies (20), envió un cuestionario a los miembros de The British Association of Paediatric Surgeons y The Association of Paediatric Anaesthetics of Great Britain and Ireland, se les pidió que prescribieran líquidos para el postoperatorio en probables escenarios con niños de diferentes edades. El período de estudio fue de mayo a noviembre de 2006. La solución más utilizada fue la de cloruro sódico al 0.45% con glucosa al 5%, aunque una cuarta parte de los encuestados utilizó cloruro de sodio al 0.18% con glucosa al 4%. Los líquidos isotónicos fueron utilizados por el 41% de los anestesiólogos y por el 9.8% de los cirujanos.

En una revisión sistemática realizada para evaluar la seguridad en el empleo de las soluciones de mantenimiento salinas hipotónicas comparadas con isotónicas en niños hospitalizados, se encontró que el aporte de soluciones de mantenimiento hipotónicas aumentó significativamente el riesgo de desarrollar hiponatremia.

Ninguno de los estudios reportó hipernatremia. En tres estudios se reportaron efectos adversos (crisis convulsivas, náuseas o vómitos, y aumento de líquido intersticial pulmonar en la radiografía de tórax) siendo más frecuentes en los niños que recibieron soluciones de mantenimiento hipotónicas (21).

Hoon y col (15) analizaron los factores de riesgo de la hiponatremia en el hospital, definida como sodio plasmático < 136 mEq/l. Ésta fue documentada en 131 de 1586 pacientes pediátricos que acudieron al servicio de urgencias en un período de 3 meses consecutivos: 96 estaban hiponatremicos a la admisión y 40 la desarrollaron en el internamiento. El seguimiento de estos 40 pacientes con hiponatremia adquirida, analizados en un estudio caso control, mostró que estaba asociada a una administración significativamente mayor de agua libre y a un mayor balance positivo de ésta. En cuanto a la evolución ulterior, dos pacientes tuvieron complicaciones neurológicas severas por hiponatremia, uno de los cuales falleció. En este trabajo se sugiere que las soluciones hipotónicas no deben administrarse a pacientes en los que la concentración plasmática de sodio es $<$ de 138 mEq/L.

Moritz (22), propone que la mayoría de los casos de hiponatremia adquiridas en el hospital en niños es iatrogénico, debido en gran parte a la administración de líquidos hipotónicos, asimismo indica que los principales factores de riesgo para desarrollar encefalopatía por hiponatremia son: edad < 16 años, hipoxemia y enfermedad del SNC. Más del 50% de los niños con niveles séricos de sodio < 125 mEq / L desarrollan encefalopatía hiponatémica (23).

Montañana y cols. (24) evaluaron a 122 pacientes pediátricos hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos que requirieron terapia de mantenimiento con líquidos intravenosos, fueron aleatorizados para recibir líquidos isotónicos (NaCl 140 mEq / L) o líquidos hipotónicos (NaCl < 100 mEq / L). Se midió la concentración de electrolitos en sangre, glucemia y presión arterial a las 0, 6, y 24 horas después del inicio de la terapia con estos líquidos. La creatinina plasmática, la densidad urinaria y la concentración de electrolitos urinarios se midieron a las 6 horas. Al momento de la admisión al hospital, no se observaron diferencias en natremia. A

las 24 horas, el porcentaje de la hiponatremia en el grupo de líquidos hipotónicos fue de 20,6%, frente al 5,1% en el grupo isotónico ($p= 0,02$). No se observaron diferencias en el número de otros eventos adversos diferentes a la hiponatremia.

Eulmesekian (25) realizó un estudio prospectivo, observacional en pacientes pediátricos quirúrgicos que recibieron solución salina hipotónica (Na 40mm/L y K 20mm/L). La incidencia de hiponatremia a las 12 horas fue de 21% y a las 24 horas de 31%.

Yung (26) realizó un estudio doble ciego, aleatorizado, en 50 niños con electrolitos normales al ingreso al hospital, los cuales requirieron líquidos de manera intravenosa por más de 12 horas, un grupo utilizó solución salina 0.9% y el otro glucosa 4%/salino 0.18%, se midieron las variaciones de sodio plasmático a las 12 y 24 horas. La solución glucosa/salino produjo una mayor caída en el sodio plasmático que la solución salina normal: diferencia 3.0 mmol / L.

Kannan (27) realizó una revisión de estudios recientes que demuestran claramente que el 0,9% de solución salina puede ser administrado de forma segura con un volumen estándar de mantenimiento, sin el riesgo de producir hipernatremia.

Choong (28) evaluó, mediante un estudio controlado, aleatorizado, el desarrollo de hiponatremia después de la administración de soluciones isotónicas (salino 0.9%), comparado con soluciones hipotónicas (salino 0.45%), después de 48 horas de su uso en el postoperatorio de pacientes pediátricos, el estudio incluyó pacientes de 6 meses a 16 años de edad, con una estancia post-operatoria de más de 24 horas. Se excluyeron a pacientes con alteraciones en el sodio plasmático, inestabilidad hemodinámica, uso crónico de diuréticos. Se incluyeron en total 258 pacientes, se encontró un riesgo significativamente mayor de desarrollar hiponatremia con el uso de soluciones hipotónicas en comparación con las isotónicas (40,8% vs 22,7%). La solución isotónica no aumentó el riesgo de hipernatremia.

Pemde y col. (29) realizaron un estudio con niños con sospecha de infección de sistema nervioso central, los cuales recibieron en forma aleatorizada, soluciones

isotónicas (0.9%) o hipotónicas (0.45% y 0.18%), los que recibieron soluciones isotónicas tuvieron una menor incidencia de hiponatremia.

La Sociedad Europea de Anestesiología Pediátrica (30, 31) realizó una guía para la prescripción de líquidos intravenosos intraoperatorios, en la que indica que una solución adecuada para la infusión intraoperatoria en niños debe tener ciertas características:

- Isotonicidad, con una cantidad de sodio cerca del nivel fisiológico.
- Fracción de glucosa baja entre 1-2% para evitar la hipoglucemia, la hiperglucemia y la lipólisis.

Menciona estrategias para el uso seguro y eficaz de líquidos por vía intravenosa.

Los requisitos de líquidos perioperatorios consisten en:

- Déficit preoperatorio.
- Requerimientos basales = líquidos de mantenimiento.
- Pérdidas sanguíneas.

Hace hincapié en que la deshidratación preoperatoria debe ser prevenida o tratada inmediatamente con el reemplazo de las pérdidas de volumen vascular mediante la administración de solución normotónica y normo-osmolar.

La National Patient Safety Agency, indica que la hiponatremia puede desarrollarse en un breve período de tiempo y es necesaria una monitorización estrecha, por lo que recomienda pesar a los pacientes, si es posible, antes de comenzar la terapia de líquidos, y posteriormente cada 24 horas, realizar un balance de líquidos y medir sodio, potasio, urea y/o creatinina en plasma al inicio del estudio y por lo menos cada 24 horas (4).

Freeman y col. (32) enviaron una encuesta a los programas de residencias de pediatría en EUA, se les pidió que prescribieran líquidos para niños con patologías comunes (gastroenteritis, neumonía, meningitis, postoperatorio). Los líquidos hipotónicos se prescribieron en el 78% de los casos.

Salazar-Espino y col. (33), en un estudio retrospectivo donde se revisaron 223



expedientes de niños postoperados hospitalizados en el Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto” y que se mantuvieron en terapia de hidratación IV por más de 12 h, reportaron que sólo al 42.6% se le determinaron electrolitos sérico al ingreso, de éstos sólo 26 tuvieron una determinación posterior. Se encontró hiponatremia en la primera determinación en 35 (37%), hipernatremia en 1.7%.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hace casi 10 años Moritz y cols. alertaron sobre los riesgos del manejo de líquidos hipotónicos en la terapia de hidratación intravenosa de niños hospitalizados. La numerosa evidencia publicada desde entonces ha modificado completamente el tradicional concepto de manejar el aporte de sodio de acuerdo a los requerimientos de sodio publicados por Holliday y Segar en 1957.

Aun cuando el Catálogo Maestro de Guías de Práctica Clínica de CENETEC (GPC) no incluye una guía específica para el manejo de líquidos intravenosos en pacientes pediátricos hospitalizados, la GPC para Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diarrea Aguda en Niños de Dos Meses a Cinco Años en el Primero y Segundo Nivel de Atención menciona el uso de SS al 0.9% con o sin glucosa para la reposición y mantenimiento de líquidos.

Numerosas guías clínicas para el manejo de líquidos intravenosos utilizadas internacionalmente recomiendan el uso de soluciones isotónicas en pacientes con factores de riesgo para hiponatremia, así como la monitorización continua.



JUSTIFICACIÓN

A partir del mes de mayo del 2014, se sugirió el uso de las recomendaciones de la GPC para la administración de líquidos y electrolitos en niños del Hospital SickKids de Toronto, Canadá, para la prescripción de líquidos intravenosos de mantenimiento en la División de Pediatría del HCIMP. Por lo anterior es importante determinar si existen factores no contemplados en esta guía, asociados a la variación en las concentraciones plasmáticas de sodio en los pacientes pediátricos que son atendidos en el HCIMP, así como evaluar su seguimiento.



OBJETIVOS

General:

- Determinar los factores asociados a la variación en el sodio sérico de los pacientes con terapia de líquidos intravenosos.

Secundarios:

- Determinar cuáles son los factores de riesgo para que los pacientes ingresen con alteraciones en sodio sérico.
- Evaluar el manejo de líquidos sugerido de acuerdo a guías clínicas vigentes.
- Determinar la frecuencia de alteraciones en sodio sérico al ingreso del paciente y durante su internamiento.



HIPÓTESIS

Existen factores asociados a la variación del sodio sérico en pacientes pediátricos hospitalizados.

METODOLOGÍA

Estudio de cohorte prospectivo, se llevó a cabo en los servicios de Pediatría del Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto” y se incluyeron pacientes que requirieron aporte de más del 50% de sus requerimientos de líquidos por vía intravenosa por más de 12 horas. La técnica de muestreo fue consecutiva en pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y cuyos padres o tutores firmaron consentimiento informado (Anexo 1). Se calculó un tamaño de muestra mínimo de 80 pacientes, en base al siguiente modelo de estudio:

Variación en el sodio sérico~Concentración de sodio en los líquidos+Volumen de líquidos totales administrados en 24hrs+Edad+Peso+Diagnóstico+Tiempo de ayuno.

1. CRITERIOS:

- *Criterios de inclusión:*
 - Pacientes de 1 mes a 14 años de edad.
 - Atendidos en los servicios de Pediatría (Urgencias, Lactantes, Escolares, Aislados) del Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto”.
 - Aporte requerido de más del 50% de sus requerimientos de líquidos por vía intravenosa por más de 12 horas.
 - Al menos dos determinaciones de sodio.
 - Aceptación y firma del consentimiento informado para la participación del menor en el estudio.
- *Criterios de exclusión:*
 - Pacientes con las siguientes comorbilidades:
 - Cardiopatías
 - Insuficiencia cardíaca congestiva
 - Enfermedad renal crónica

- Cetoacidosis diabética
 - Pancreatitis
- Oliguria
- Quemaduras superiores al 20% SCT
- Pacientes que requirieron manejo en UTIP a su ingreso
- *Criterios de eliminación:*
 - Pacientes en los que no se pudieron recabar los datos requeridos para el análisis.

2. VARIABLES:

- Dependiente:
 - Concentración de sodio sérico al ingreso y subsecuentes.

Escala de Medición: Continua (mEq/L)

- Independientes (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables independientes

CÓDIGO	NOMBRE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR
[Na]liq	Concentración de Na en los líquidos	CONTINUA	mEq/L
Liq	Volumen de líquidos totales (incluye medicamentos) administrados en 24 h	CONTINUA	ml/kg o ml/ m ² SC
Edad	Cumplida en meses/años	CONTINUA	Meses
Peso	Percentil de peso en el que se encuentra ubicado	CONTINUA	0 – 100
Dx	Diagnóstico de ingreso, se agrupara en médico o quirúrgico	CATEGÓRICA	médico = 1 quirúrgico = 2
Tx	Tipo de líquidos utilizados al ingreso	CATEGÓRICA	hipotónicos = 1 isotónicos = 2 hipertónicos = 3

AHNO	Tiempo de ayuno (horas)	CONTINUA	horas
HIDR	Estado de hidratación en el que se encuentra al ingreso	CATEGÓRICA	normal = 0 grado 1 = 1 grado 2 = 2 grado 3 = 3
TFG	Filtración glomerular estimada utilizando la fórmula de Schwartz	CONTINUA	ml/min/1.73 m ² SC

3. RECOLECCION DE DATOS:

Los pacientes que cumplieron con los criterios de selección fueron captados al momento de su ingreso, previa solicitud de consentimiento informado (Anexo 1). Se registraron los datos de cada paciente en la hoja de recolección de datos (Anexo 2).

4. PLAN DE ANÁLISIS:

Una vez completada la muestra, se analizaron los datos utilizando el paquete estadístico R 2.15.2.

5. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA:

El análisis descriptivo se realizó de acuerdo al tipo de variable y su distribución. Las variables continuas como promedio \pm DE (mediana y rangos intercuartiles), las categóricas como frecuencias. El análisis estadístico se realizó utilizando un modelo de regresión lineal, con un nivel de confianza del 95%.



ÉTICA

Investigación con riesgo mínimo.

La investigación se llevó a cabo tomando en cuenta las normas establecidas para investigaciones de seres humanos marcadas por la OMS. Las maniobras diagnósticas que se utilizaron se consideran de riesgo mínimo por lo que no se vulneran las normas de la Conferencia de Helsinki de 1964 y su revisión de 1975.

Se obtuvo el consentimiento de los padres o tutores legales a través de un documento en donde se especifica el objetivo del estudio, el tiempo de duración, así como los métodos y técnicas que se utilizaron (Anexo 1). Se aseguró la confidencialidad de los datos obtenidos.

Número de autorización del Comité de Bioética: 85-14.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 82 pacientes, los cuales ingresaron a los servicios de Pediatría del Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto”, durante el periodo comprendido de octubre de 2014 a octubre de 2015. Se registró un total de 51 pacientes de sexo masculino (62%) y 31 de sexo femenino (38%), la mediana de la edad fue de 97.5 meses. El 30% de los pacientes presentaban alguna comorbilidad, el 63% de tipo médica y el 37% de tipo quirúrgica. El diagnóstico al ingreso fue médico en un 66% y quirúrgico en un 34%. La mediana de ayuno fue de 63hrs, con un rango entre 12 y 360 horas. El 11% ingresó con datos de deshidratación, de estos, el 55% con grado 1, con deshidratación grado 2 y 3, el 22% respectivamente. El 15% ingresó con manejo de líquidos intravenosos iniciado en otra institución, solo el 8% de estos reportaba la concentración de sodio (0.45%). (Cuadro 2).

Al ingreso, al 18% se le iniciaron líquidos calculados, con concentraciones variables de sodio, al 72% soluciones con sodio al 0.45% y al 10% con sodio al 0.9%. El volumen de líquidos al ingreso se calculó por kg en 15% de los pacientes, por m² en 27% y por Holliday-Segar en 58%. La concentración de sodio en las soluciones iniciales fue de 154mEq/l en 13.4% de los pacientes, de 63-77 mEq/l en 80.5% y menor a 30mEq/l en el 6.1%. El 46% requirieron cargas con solución salina al 0.9%. En las soluciones de continuación, la concentración de sodio fue de 154 mEq/l en 12.2% pacientes, de 63-77mEq/l en 43.9% y menor a 30mEq/l en 4.9% pacientes, no se especificó en 39% de los pacientes (ya no se les estaban administrando líquidos intravenosos). El 13% de los pacientes presentaron complicaciones, de éstos el 55% presentaron una complicación de tipo médica, destacando entre ellas el desequilibrio electrolítico y la defunción, y el 45% fue de tipo quirúrgico. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables

VARIABLE	n = 82 (%)
Sexo:	
Masculino	51 (62)
Femenino	31 (38)
Edad (meses)	97.5 [44.75, 146] (1 – 179)
Peso (kg)	24.75 [13.2, 40.9] (2.6 – 82)
Percentil de peso	25 [10, 75] (<3 – > 95)
Talla (cm)	127 [95, 149] (49 – 174)
Percentil de Talla	25 [10, 50] (< 3 – > 95)
Comorbilidad	24 (30)
Tipo de comorbilidad:	
Médica	19 (63)
Quirúrgica	5 (37)
Diagnóstico al ingreso	
Médico	54 (66)
Quirúrgico	28 (34)
Tiempo de ayuno (horas)	63 [24, 89.5] (12 – 360)
Deshidratación al ingreso:	9 (11)
Grado1	5 (55)
Grado2	2 (22)
Grado3	2 (22)
Líquidos previo al ingreso:	12 (15)
Tipo de líquidos previo al ingreso:	
0.45%	1 (8)
Se desconocen	11 (92)
Tipo de líquidos al ingreso:	
Calculados	15 (18)
0.45%	59 (72)

0.9%	8 (10)
Volumen de líquidos al ingreso:	
Por kg	12 (15)
Por m²	22 (27)
Holliday-Segar	48 (58)
Cargas con SS0.9 %	38 (46)
Concentración de Na en soluciones al ingreso (MEq/l):	
154	11 (13.4)
63 -77	66 (80.5)
< 30	5 (6.1)
Concentración de Na en soluciones de continuación:	
154	10 (12.2)
63 -77	36 (43.9)
< 30	4 (4.9)
NA	32 (39)
Complicaciones	11 (13)
Tipo de complicaciones:	
Médica	6 (55)
Quirúrgica	5 (45)
Hiponatremia inicial n = 74	13 (18)
Hiponatremia posterior n = 52	7 (13)
Hipernatremia inicial n = 74	1 (1.3)
Hipernatremia posterior n = 52	2 (4)
Estancia hospitalaria (días)	6 [3, 9] (1 – 70)
Defunción	3 (3.6)

La mediana de la determinación de sodio inicial fue de 137mEq/dl, con un rango de 127-153, cabe mencionar que no se realizó esta determinación en 8 pacientes

(9.7%). La mediana de la segunda determinación de sodio fue de 138mEq/dl, con un rango de 126-152, esta determinación no se realizó en 30 pacientes (36.5%). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Determinación y concentración de sodio inicial y subsecuente.

Variable	Concentración
Sodio inicial (mEq/l) n = 74 (-8)	137 [136, 140] (127 – 153)
Concentración de sodio en líquidos iniciales (mEq/l) n = 82	77 [77, 77] (22 – 154)
Sodio 2 (mEq/l) n = 52 (-30)	138 [136, 140] (126 – 152)
Concentración de sodio en líquidos 2 (mEq/l) n = 50 (-32)	77 [77, 77] (24 – 154)

El tiempo de ayuno y los días de estancia hospitalaria fueron estadísticamente significativos al 95% de confianza (ambos con $p < 0.005$) para la realización de una segunda determinación de sodio, ya que no se les realizó a los pacientes que tuvieron una mediana de tiempo de ayuno de 35 horas y una mediana de 3 días de estancia hospitalaria. (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Tiempo de ayuno y estancia hospitalaria.

Variable	Con Na 2 n = 52 (%)	Sin Na 2 n = 30 (%)	P
Tiempo de ayuno (horas)	72 [48, 96] (12 – 360)	35 [21, 71] (12 – 173)	< 0.005
Estancia hospitalaria (días)	8 [6, 11] (3 – 49)	3 [2, 6] (1 – 70)	<0.005

El 17.6% de los pacientes presentó hiponatremia al ingreso, el tiempo de ayuno no fue estadísticamente significativo pero se observó una tendencia a que estos pacientes con hiponatremia tuvieran un ayuno más prolongado, con una mediana de 72 horas (rango de 13 a 360 horas), mientras que en los que no presentaron hiponatremia al ingreso, tuvieron una mediana de 60 horas de ayuno (rango de 12 a 264 horas). De los pacientes con hiponatremia al ingreso, 23% presentaron hiponatremia posterior, al 30.8% no se les tomó control de sodio; de los que ingresaron con sodio en rango normal, 10% presentaron hiponatremia durante el internamiento, al 36% no se le tomó control. (Cuadro 5).

La concentración de sodio en los líquidos no fue significativa (p 0.07), sin embargo, se observó una tendencia a que el manejo de los pacientes sea con soluciones hipotónicas (concentración menor a 77mEq/L), tanto al inicio como en el manejo posterior. La estancia hospitalaria fue mayor en los que presentaron hiponatremia al ingreso, con rango de 2 a 70 días, en los que ingresaron con sodio normal la estancia fue de 1 a 49 días. A dos pacientes con hiponatremia al ingreso, se les había iniciado manejo con líquidos intravenosos en otra institución, en ambos se desconocía la concentración de sodio. (Cuadros 3 y 5).

La defunción se presentó en un 3.6%, 2 de estos pacientes presentaron hiponatremia, uno desde el ingreso y otro durante el internamiento, además se manejaron con soluciones con concentraciones de sodio menores a 30mEq/l. (Cuadros 1 y 5).

Cuadro 5. Hiponatremia

VARIABLE	Na < 135 n = 13 (17.6)	Na > 135 n = 61 (82.4)	P
Tiempo de ayuno (horas)	72 [63, 95] (13 – 360)	60 [24, 79] (12 – 264)	0.18
Tipo de líquidos al ingreso:			0.3

Calculados	4 (31)	11 (18)	
0.45%	9 (69)	42 (69)	
0.9%	0	8 (13.1)	
Hiponatremia posterior	3 (23)	4 (10)	0.11
Se tomó control de sodio	9 (69.2)	39 (64)	NS
Estancia hospitalaria (días)	7 [6, 15] (2 – 70)	6 [3, 11] (1 – 49)	0.23
Defunción	1 (7.7)	2 (3.3)	0.4

DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo principal, no se encontró ningún factor estadísticamente significativo asociado a alteraciones en el sodio sérico al ingreso de los pacientes, tal vez sería necesario aumentar el tamaño de la muestra o realizar más estudios para determinar factores de riesgo estadísticamente significativos para que los pacientes pediátricos presenten alteraciones en el sodio sérico.

La literatura describe que los líquidos intravenosos de mantenimiento que se prescriben para reemplazar las pérdidas de líquido extracelular, deben tener la misma composición de electrolitos que el líquido que se está perdiendo, esto equivale, en cuanto al sodio, que es el objeto de nuestro estudio, a 154mEq/L de soluciones.

En cuanto a uno de los objetivos secundarios, evaluar el manejo de líquidos de acuerdo a las guías clínicas vigentes, se encontró que la mayoría de los pacientes se manejan con soluciones al medio, es decir al 0.45% (77mEq/L), y el manejo posterior continúa igual aún con hiponatremia, lo cual difiere del manejo en base a las guías, ya que éstas recomiendan el uso de solución salina al 0.9% (154mEq/L) en pacientes en los cuales no se conoce el sodio sérico o con sodio <138mEq/L.

También recomiendan que el volumen de líquidos de mantenimiento se calcule en base a la fórmula de Holliday y Segar, sin embargo, encontramos que solamente el 58% de los pacientes se manejan con líquidos calculados con esta fórmula y que en el resto (42%) se calculan por kg de peso o m².

Las guías recomiendan que se tomen determinaciones de electrolitos séricos (al menos sodio y potasio) cada 24hrs, encontramos que en el 36% de los pacientes no se tomaron determinaciones posteriores de sodio (30% de los que presentaron hiponatremia inicial), aun cuando continuaban en ayuno. No se eliminaron estos pacientes precisamente para evaluar el manejo de líquidos basado en las guías.

La estancia hospitalaria tiende a alargarse en los pacientes con hiponatremia, condicionando el aumento en la utilización de recursos en las instituciones de salud.

Es importante mencionar que de los pacientes a los que se les tomó control de sodio, el 25% presentó disminución del sodio, sin llegar a la hiponatremia, con rango de 1 a 9 mEq/L, la mayoría continuaron en ayuno y sin determinaciones posteriores de sodio, esto tiene relevancia al plantear que, de haberse tomado control de sodio posterior a continuar en ayuno, probablemente más de uno de estos niños presentarían hiponatremia.

Comparando nuestros resultados (únicamente de pacientes con diagnóstico quirúrgico) con los que obtuvieron Salazar-Espino y cols. en su trabajo, obtuvimos un menor porcentaje de hiponatremia inicial y un mayor porcentaje de determinaciones de sodio tanto al ingreso como posteriores, sin embargo, la mejoría debería ser al 100% con el uso de las guías; obtuvimos un mayor porcentaje de hiponatremia posterior, lo cual es relevante al considerar que la mayoría de estos pacientes se manejan con soluciones hipotónicas.

Cuadro 5. Comparación de resultados con los de Salazar-Espino (diagnóstico quirúrgico)

	Salazar-Espino	Vásquez-Salinas
	n=223	n=28
Hiponatremia inicial	37%	25%
Hiponatremia posterior	4%	10.7%
Sodio 1	42.6%	89.3%
Sodio 2	11.6%	65%



CONCLUSIONES

En base a nuestros resultados, podemos concluir que es de vital importancia seguir las recomendaciones de las guías clínicas para el manejo de líquidos intravenosos en pacientes pediátricos, con el fin de evitar las alteraciones en el sodio sérico, sobretodo la hiponatremia, que, como ya hemos mencionado, conlleva consecuencias, principalmente la encefalopatía y la muerte, como se describe en los diferentes estudios sobre este tema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chesney RW. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics*. 1998; 102:399-400.
2. Holiday MA, Segar ME. The maintenance need for water in parental fluid therapy. *Pediatrics*. 1957; 19:823-32.
3. Moritz M, Ayus JC. Prevention of Hospital-Acquired Hyponatremia: A Case for Using Isotonic Saline. *Pediatrics*. 2003; 111;227.
4. National Patient Safety Agency. Reducing the risk of hyponatremia when administering intravenous infusions to children. 28 March 2007. Ref: NPSA/2007/22.
5. Playfor SD. Hypotonic intravenous solutions in children. *Expert Opin Drug Saf*. 2004 Jan; 3(1):67-73.
6. Hernández-Marco R, Cánovas-Martínez A. Indicaciones de la fluidoterapia intravenosa en el paciente pediátrico. In: Jiménez-Torres NV. *Mezclas intravenosas y nutrición artificial*. Nau Llibres, 2000. 4ª edición. Valencia, España.
7. Friedman A. Fluid and electrolyte therapy: a primer. *Pediatr Nephrol*. 2010; 25:843–846.
8. López-Aguilar A. Esquemas de rehidratación parenteral en deshidratación grave. *Honduras Pediátrica – Volumen 25 Número 3*. Septiembre 2005.
9. Maya-Hijuelos LC. Líquidos y electrolitos en la niñez. Primera parte: fisiología y fisiopatología. In: Voyer L, Ruvinsky R, Cambiano C. *Pediatría*. Ed. Journal. 3ª edición.
10. Friedman A, Ray P. Maintenance fluid therapy: what it is and what it is not. *Pediatr Nephrol*. 2008; 23:677–680.
11. Karthikeyan C, Jacob R, Philip-George S. Manejo de líquidos en el paciente pediátrico. In: Jacob R, editor. *Entendiendo la anestesia pediátrica*, 2ª edición. 2010.

12. Nair S, Balachandran R. Perioperative fluid and electrolyte management in paediatric patients. *Indian J. Anaesth.* 2004; 48 (5) : 355-364.
13. Way C, Dhamrait R, Wade A, Walker I. Perioperative fluid therapy in children: a survey of current prescribing practice. *Br J Anaesth.* 2006 Sep; 97 (3): 371–9.
14. Wilson CM, Walker IA. Update in Anaesthesia. May 2015; 30 (1): 81-87
15. Hoorn EJ, Geary D, Robb M, Halperin ML, Bohn D. Acute hyponatremia related to intravenous fluid administration in hospitalized children: an observational study. *Pediatrics.* 2004; 113 (5):1279-84.
16. Contreras-Suárez F. Fluidoterapia endovenosa de mantenimiento: ¿es mejor el uso de soluciones isotónicas? *Paediatrica* 2007; 9(2).
17. Arieff AI. Postoperative hyponatremic encephalopathy following elective surgery in children. *Paediatr Anaesth.* 1999 Nov; 9(6):551-555.
18. Arieff AI, Ayus JC, Fraser CL: Hyponatremia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ.* 1992 May 9; 304(6836):1218–22.
19. Dearlove OR, Ram AD, Natsagdoy S, Humphrey G. Hyponatremia after postoperative fluid management in children. *Br J Anaesth.* 2006; 97(6): 897-898.
20. Davies P, Hall T, Ali T. Intravenous postoperative fluid prescriptions for children: A survey of practice. *BMC Surgery* 2008; 8:10.
21. Choong K, Kho ME, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalized children: a systematic review. *Arch Dis Child.* 2006;91(10):828-35.
22. Moritz M, Ayus JC. New aspects in the pathogenesis, prevention, and treatment of hyponatremic encephalopathy in children. *Pediatr Nephrol.* 2010;25(7):1125-1238.
23. Moritz M, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. *Pediatr Nephrol.* 2005;20(12):1687-1700.
24. Montañana PA, Modesto i Alapont V, Ocón AP, López PO, 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*. 2008; 9(6):589-597.
25. Eulmesekian PG, Pérez A, Minces PG, Bohn D. Hospital-acquired hyponatremia in postoperative pediatric patients: Prospective observational study. *Pediatr Crit Care Med*. 2010;11(4):479-83.
 26. Yung M, Keeley S. Randomised controlled trial of intravenous maintenance fluids. *J Paediatr Child Health*. 2009 Jan-Feb;45(1-2):9-14.
 27. Lakshminarayanan K, Lodha R. Appropriate Fluid for Intravenous Maintenance Therapy in Hospitalized Children-Current Status. *Indian J Pediatr*. 2011; 78(3):357–359.
 28. Choong K, Arora S, Cheng J, Farrokhyar F, Reddy D, Thabane L, Walton M. Hypotonic Versus Isotonic Maintenance Fluids After Surgery for Children: A Randomized Controlled Trial. *Pediatrics*. 2011; 128(5):857-866.
 29. Pemde HK, Dutta AK, Sodani R, Mishra K. Isotonic Intravenous Maintenance Fluid Reduces Hospital Acquired Hyponatremia in Young Children with Central Nervous System Infections. *Indian J Pediatr*. 2015; 82(1):13-8.
 30. Sümpelmann R, Becke K, Crean P, Jöhr M, Lönqvist PA, Strauss JM, Veyckemans F. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesth*. 2011;28(9):637-639.
 31. APA Consensus Guideline on Perioperative Fluid Management in Children. Association of Paediatric Anaesthetics of Great Britain and Ireland. September 2007. Review: August 2010.
 32. Freeman MA, et al. Maintenance intravenous fluid prescribing practices among paediatric residents. *Acta Paediatrica*. 2012;101:e465-e468.
 33. Salazar-Espino, M. (2013). *Frecuencia de alteraciones electrolíticas y su asociación con el manejo de líquidos y electrolitos en el postoperatorio de pacientes pediátricos en el Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto"*. (Tesis de Especialidad). Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.



ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: _____

Yo _____ (tutor)
doy el consentimiento para que mi hijo (a)
_____ participe

en la investigación **“Factores asociados a la variación del sodio sérico en pacientes hospitalizados en los servicios de Pediatría del Hospital Central “Dr. Ignacio Morones Prieto que requieren terapia de líquidos intravenosos”**, el cual consiste en tomar los datos de su expediente y evaluar el cumplimiento de las guías internacionales con relación al manejo de líquidos intravenoso, dicho procedimiento no implica ningún tipo de riesgo para el paciente. Estoy consciente que puedo retirarlo (a) del estudio en cualquier momento, sin ninguna represalia.

Firma: _____

Testigo: _____

Nombre y firma del investigador, mismo que tomará los datos:



Fecha/ Hora								
Cr								
TFG								
Na								
[Na]								

COMPLICACIONES:

FECHA Y HORA DE EGRESO:

DX EGRESO: