

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

**“HIPONATREMIA ASOCIADA AL USO DE SOLUCIONES ISOTÓNICAS
E HIPOTÓNICAS EN PACIENTES DEL ÁREA DE TERAPIA INTENSIVA
DEL HOSPITAL INFANTIL DE ESPECIALIDADES DE CHIHUAHUA”**

POR:
DRA. KAREN GRISELDA PINALES PEDROZA

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA MÉDICA

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MÉXICO.

MARZO DEL 2025.



Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Secretaría de Investigación y Posgrado.



La tesis "**Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua.**" que presenta **Karen Griselda Pinales Pedroza**, como requisito parcial para obtener el grado de: **Especialidad en Pediatría**, ha sido revisada y aprobada por la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas

DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
Secretario de Investigación y Posgrado
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

DR. HÉCTOR JOSÉ VILLANUEVA CLIFT.
Jefe de Enseñanza
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

DR. VICTOR MANUEL CARRILLO RODRIGUEZ
Profesor Titular de la Especialidad Pediatría
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

DR. REY JESÚS HERNÁNDEZ ZÚÑIGA
Director de Tesis
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

DR. MARTÍN CISNEROS CASTOLO
Asesor
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente de esta institución universitaria.

Resumen

Se realizó un estudio observacional retrospectivo en pacientes hospitalizados en el área de terapia intensiva del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua del año 2023 al 2024 a los cuales se les aplicaron soluciones intravenosas isotónicas e hipotónicas. Por lo cual se decidió comparar el sodio de ingreso y tras 48 horas de soluciones intravenosas para determinar cuál era el riesgo de presentar hiponatremia. Se estudiaron 70 pacientes pediátricos con patologías clínicas y quirúrgicas, se dividieron en tres grupos por edad: mayores de 1 mes (23%), mayores de 1 año (23%) y entre 3 y 14 años (54%). El sodio basal de ingreso en promedio fue de 137.97. Para la comparación de las soluciones 33 pacientes fueron manejados con soluciones hipotónicas (47%) y 37 con soluciones isotónicas (52%), se encontró un sodio sérico con una media de 135.64 con soluciones hipotónicas y de 138.53 para soluciones isotónicas, observándose una disminución del sodio sérico posterior al uso de soluciones hipotónicas en comparación con el ingreso (media 137, (p 0.017, IC 95%, con un riesgo relativo calculado en 2.6)) en cambio las soluciones isotónicas mantuvieron en rangos normales (media 137.17, (p 0.016, IC 95%)) incluso aumentaron ligeramente los valores del sodio posterior en comparación con el ingreso. Así se demuestra que la solución hipotónica aumenta significativamente el riesgo de hiponatremia (p= 0.017).

Palabras clave: Sodio, fluidos intravenosos, cuidados críticos infantiles, dilución

Abstract

A retrospective observational study was conducted in patients hospitalized in the intensive care area of the Children's Specialty Hospital of Chihuahua from 2023 to 2024 who were administered isotonic and hypotonic intravenous solutions. Therefore, it was decided to compare the sodium on admission and after 48 hours of intravenous solutions to determine the risk of presenting hyponatremia. 70 pediatric patients with clinical and surgical pathologies were studied, they were divided into three age groups: older than 1 month (23%), older than 1 year (23%) and between 3 and 14 years (54%). The average baseline sodium on admission was 137.97. For the comparison of the solutions, 33 patients were managed with hypotonic solutions (47%) and 37 with isotonic solutions (52%). A serum sodium level with a mean of 135.64 was found with hypotonic solutions and 138.53 for isotonic solutions, observing a decrease in serum sodium after the use of hypotonic solutions compared to admission (mean 137, (p 0.017, 95% CI, with a relative risk calculated at 2.6)) whereas isotonic solutions remained within normal ranges (mean 137.17, (p 0.016, 95% CI)) and even slightly increased the sodium values after admission compared to admission. This shows that the hypotonic solution significantly increases the risk of hyponatremia (p= 0.017).

Keywords: Sodium, intravenous fluids, pediatric critical care, dilution



Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
Jefatura de Enseñanza
Oficio: HIECH-ES-125-2025
Chihuahua, Chih. A 03 de Marzo del 2025

Asunto: Constancia de No Adeudo

A Quien Corresponda.

Por medio de la presente se hace constar que la **Dra. Karen Griselda Pinales Pedroza**, residente de la Especialidad de pediatría médica no tiene ningún tipo de adeudo con nuestro hospital.

Por lo anterior se extiende la presente constancia, para fines que a la interesada convenga.

Atentamente

Dr. Gilberto Molina Terrazas
Jefe de Enseñanza e Investigación

C.C.P Dra. Sandra Ivette Caraveo Olivos. Directora Médica HIECH

"2025, Año del Bicentenario de la Primera Constitución del Estado de Chihuahua"

Prolongación Av. Carlos Pacheco S/N
Col. Robinson, Chihuahua, Chih.
Teléfono (614) 429-3300. Ext. 22919
mirna.lucero@chihuahua.gob.mx



SECRETARÍA
DE SALUD



HOSPITAL INFANTIL DE ESPECIALIDADES DE CHIHUAHUA
APROBACIÓN DE RESULTADOS DE TESIS

CHIHUAHUA, CHIH., 04 MARZO 2025

Por medio de la presente se tiene a bien informar que se aprobaron los resultados de la Tesis:

**“Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas
en pacientes del área de terapia intensiva en el Hospital Infantil de
Especialidades de Chihuahua”**

Que presenta la C.

Karen Griselda Pinales Pedroza

Médico Residente de la Especialidad en Pediatría Médica

Atentamente

Dr. Víctor Manuel Carrillo Rodríguez
Prof. Titular de la Especialidad de Pediatría Médica

HIE-DMEN-RE-014 V.1

DEDICATORIA

A mí, por aprender a lidiar con mis decisiones.

A mi familia, por siempre estar.

A mis amigas, aunque no estuve, se quedaron.

Al Dr. Rey Hernández, por confiar en mí y ser la casualidad para no rendirme.

Al Dr. Cisneros, por enseñarme con paciencia y pasión a investigar.

Gracias.



INDICE

1. MARCO TEÓRICO.....	1
2. MARCO CONCEPTUAL	8
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. HIPÓTESIS	16
6. OBJETIVOS	16
7. MATERIALES Y MÉTODOS	16
MÉTODOS.....	16
MATERIALES	17
TIPO DE ESTUDIO.....	17
DISEÑO DE ESTUDIO	17
POBLACIÓN DE ESTUDIO	17
LUGAR DE REALIZACIÓN:.....	17
GRUPO DE ESTUDIO	17
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	17
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	17
TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	18
SELECCIÓN DE LA MUESTRA	18
VARIABLES	19
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES	19
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES	19
PLAN DE ANALISIS	20
8. RECURSOS	21
9. CONSIDERACIONES ÉTICAS	22
11. RESULTADOS.....	24
12. DISCUSION	33
13. CONCLUSIONES.....	34
14. RECOMENDACIONES	35
16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36
15. ANEXOS	39



1. MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

El sodio como electrolito, ocupa un 80% del total de los electrolitos séricos, presenta gran importancia para el paciente hospitalizado dado a los múltiples tratamientos a los que se somete, tanto que es considerado un marcador de mortalidad si presenta alteraciones que regularmente se asocian a los balances hídricos modificados a gran razón por el uso de soluciones intravenosas.

Este marco teórico explora los mecanismos fisiopatológicos de la hiponatremia, el impacto de las soluciones isotónicas e hipotónicas en su desarrollo y las estrategias actuales para su manejo y prevención.

1.2 Hiponatremia

Se define como aquel valor de sodio inferior a 135mEq/l, para su diagnóstico y tratamiento se debe clasificar de acuerdo con características del ion y las características del medio donde se encuentre, si bien no todas se usan actualmente, es importante mencionarlas. Por tanto, encontramos las siguientes clasificaciones:

- Por gravedad bioquímica(1,2)
 - Leve 130-135mEq/L
 - Moderada 125-129 mEq/L
 - Grave menor 125 mEq/L)
- Por instauración en tiempo(1)
 - Aguda con una duración menor a 48h
 - Crónica con una duración mayor a 48h
- Por sintomatología (1)
 - Moderadamente sintomática, cualquier grado con síntomas moderadamente graves (náuseas, confusión, cefalea)
 - Gravemente sintomática con síntomas graves (vómito, distrés cardiorrespiratorio, somnolencia, convulsiones, coma)
- Por el nivel de líquido extracelular(3)
 - Hiponatremia por disminución del volumen extracelular (hipovolémica): se presenta por pérdida de agua y de sodio, con osmolalidad plasmática baja. Se toma en cuenta el sodio urinario para determinar si el origen de la



disminución de volumen es de origen renal o no (mayor a 20mEq/L, es renal).

- Hiponatremia por sobrecarga de volumen extracelular (hipervolémica): se presenta por aumento de agua y de sodio, sin embargo, el volumen de agua no se considera efectivo o parte del circulante, por mala distribución de este, generando edema en tejidos blandos (insuficiencia cardíaca, ascitis, síndrome nefrótico).
- Hiponatremia con volumen de líquido extracelular normal (normovolémica): se presenta sin cambios en el sodio, pero hay una ganancia de agua sin signos de hipervolemia, diluyendo el espacio extracelular e introduciéndose al espacio intracelular, generando un edema intracelular, regularmente se asocia a una secreción inadecuada de hormona antidiurética (SIADH), hipotiroidismo, adicción al consumo de agua o polidipsia.
- Por osmolaridad plasmática(4)
 - Hiponatremia hipotónica: menor a 275mOsm/L
 - Hiponatremia isotónica: entre 275-290mOsm/L
 - Hiponatremia hipertónica: mayor a 290mOsm/L
 - Se debe descartar estados de hiperosmolaridad como hiperglucemia (glucosa mayor a 200mg/dL), ya que disminuyen indirecta y falsamente los valores de sodio.
- Pseudohiponatremia: sodio reducido no real, se presenta con aumento de lípidos o proteínas, con volumen y concentración plasmática normal.
- Si bien la osmolaridad urinaria no es criterio para clasificación de la hiponatremia, nos sirve para identificar el origen de la pérdida de volumen(3):
 - Osmolaridad alta (≥ 100 mOsm/kg)
 - Hipovolemia
 - Disminución de sodio
 - Síndrome perdedor de sal
 - SIADH



- Osmolaridad urinaria baja (≤ 100 mOsm/kg)
 - Hipovolemia
 - Uso de diuréticos
 - Adicción al consumo de agua
 - Consumo de bebidas alcoholizadas
 - Hiponatremia inducida por ejercicio
 - Polidipsia

1.2.1 ¿Cuáles son las causas de la hiponatremia?

El agua y el sodio van de la mano, por tanto, es importante tomar en cuenta el volumen de líquido intracelular y extracelular para determinar la etiología de la hiponatremia, así como valorar patología de base (traumatismo, cirugía, choque) o medicamentos (carbamazepina, diuréticos, sulfonilureas o vasopresina) que pudieran modificar las concentraciones de sodio o agua libre en los espacios celulares, aquí agregamos para fines de esta investigación, el uso de soluciones intravenosas para manejo intrahospitalario, dependiendo las características de la misma, modificará o no estos niveles.

Las causas de la hiponatremia adquirida en la Unidad de Cuidados intensivos en pacientes médicos son complejas y multifactoriales. Los estudios sugieren que la hiponatremia puede ser causada por una combinación de factores, incluyendo la administración de fluidos, los medicamentos, los trastornos subyacentes y las respuestas fisiológicas a la enfermedad crítica.(5–8)

Administración de fluidos:

- Exceso de agua libre: la administración excesiva de fluidos hipotónicos, como la solución salina al 0.18% en dextrosa al 5%, puede llevar a un exceso de agua libre en el cuerpo, diluyendo el sodio sérico y causando hiponatremia. Este riesgo es mayor en niños, ya que sus riñones tienen una capacidad limitada para excretar agua libre.(9,10)
- Desalinización: la sobre expansión del espacio intravascular incluso con soluciones isotónicas, puede resultar en la excreción de sodio por los riñones, lo que lleva a la



hiponatremia; este fenómeno se conoce como desalinización secundaria y puede ocurrir en pacientes con insuficiencia cardíaca, cirrosis o síndrome nefrótico.(11)

Otros factores

- Síndrome de célula enferma: en pacientes gravemente enfermos, puede ocurrir una translocación de sodio y agua del espacio extracelular al espacio intracelular, lo que lleva a la hiponatremia. Este mecanismo se conoce como síndrome de célula enferma y se observa con mayor frecuencia en pacientes con sepsis o traumatismos graves.

1.3 Mecanismo fisiopatológico de la hiponatremia

Es importante mencionar que el “paciente con hiponatremia” no existe, esta es causada por un mecanismo intrínseco o extrínseco y es misión del médico encontrar el agente o agentes que lo están causando.(4)

El balance hídrico está marcado por el ingreso y egreso del agua y no por el sodio a pesar de que este también se encuentra en constante movimiento. El agua se regula por los osmorreceptores hipotalámicos, barorreceptores en vasos sanguíneos y el control neuro humoral, que a través del mecanismo de la sed (ingreso) y la orina (egreso) que se da en respuesta a la secreción de la hormona antidiurética que aumenta la permeabilidad en los túbulos renales según las necesidades del cuerpo.

Hay que recordar tres conceptos:

- Tonicidad: concentración de osmoles efectivos en el líquido extracelular, ya que no atraviesan las membranas por sus propios medios.
- Osmolaridad: cantidad de osmoles por litro de agua corporal.
- Osmolalidad: refiriéndose a los osmoles por kilogramo. (4,4)

Cuando se cuenta con un adecuado sistema de regulación de líquidos y electrolitos, se debe entender que es controlado principalmente por sustancias y receptores que se liberan y se activan ante los cambios leves o drásticos de los niveles de sodio como de los niveles de volumen total circulante. El riñón aporta a este sistema de regulación hormonas como la renina, angiotensina y aldosterona, así como el corazón y sus aurículas colaboran con los péptidos natriuréticos, apoyándose a la par con el sistema simpático, logrando que se modifique la función de los canales en la nefrona distal y



generando la reabsorción de sodio y agua, para reajustar el equilibrio hidroelectrolítico de los espacios intra y extracelular, logrando que todos estos cambios se reflejen en los valores de presión arterial en conjunto con la perfusión y filtración renal (uresis).

Retomando el papel de la tonicidad y osmolaridad, cuando se presenta una disminución de volumen circulante representado por los niveles de presión arterial bajo, alguna modificación de los niveles normales de osmolaridad o cambios en los niveles de sodio, lo cual genera un cambio de tonicidad, comienza la liberación de vasopresina (u hormona antidiurética, sintetizada en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo), activando los canales afines al agua o acuaporinas a nivel de la membrana apical de los tubos colectores del riñón, permitiendo con facilidad la entrada de agua (activando a la par el mecanismo contracorriente), diluyendo así el espacio intravascular, devolviendo el nivel normal de tonicidad u osmolaridad y aumentando los niveles de volumen circulante. Pero este sistema no solo se modifica por cambios en los espacios intra o extracelular y vascular de manera fisiológica, también el dolor, el estrés por enfermedad, los procedimientos quirúrgicos, medicamentos y uso de soluciones intravenosas, activan de manera no adecuada estos sistemas, generando secreción excesiva de vasopresina, no tomando en cuenta el valor de sodio presente en los espacios, como respuesta se obtiene una hemodilución e hiponatremia refleja. (4,12–14)

1.4 Líquidos intravenosos

En un ambiente hospitalario es primordial el manejo y control de los líquidos en el paciente, de forma ambulatorio o intensiva, ya sea en apoyo del volumen circulante, rehidratar, aplicación de medicamentos, etc. Pero éstos también deben estar acorde a las características del paciente (edad, peso, antecedentes) y su patología de base, aunado que en instituciones también se valora el presupuesto para el acceso a ciertos tipos de soluciones, incluso en áreas de bajo recursos se utiliza lo que se encuentre disponible en la unidad, por lo tanto, el manejo es determinado por varios aspectos que el clínico debe tener en consideración, y sobre todo sus efectos adversos. (15)

Hablando un poco de historia, en 1832 el Dr. Latta fue el pionero en investigar, probar y describir los líquidos intravenosos tras el brote de cólera que afectaba la Gran Bretaña(16), iniciando así el camino de la reanimación hídrica que hasta el día de hoy no



deja de ser actualizado. Posteriormente en 1911, 80 años después, el Dr. George Evans comenzó a valorar los efectos adversos de la solución fisiológica que fue la primera y la más utilizada durante ese tiempo, siendo hasta 1980 cuando se tiene el primer registro de la solución fisiológica, que en realidad no es fisiológica (sus altas concentraciones de cloruro actualmente se asocian con acidosis hiperclorémica), pero se acuñó este término con la alta prevalencia de su práctica.(16)

En 1880, Sydney Ringer crea la solución que lleva su apellido, adicionando la solución salina con constituyentes inorgánicos, que posteriormente Alexis Hartmann agregara lactado sódico como buffer, logrando con solución con mejor osmolaridad, más apegada a las características de los líquidos extracelulares y que actualmente se utiliza como primer elemento de la reanimación hídrica. (5)

Aproximadamente en 1950 se realizaron los primeros estudios acerca de cómo los líquidos intravenosos se deberían manejar en el área de pediatría (120-150ml kilogramos día /1200-1500ml por metro cuadrado de superficie corporal), mucho antes de que se estudiaran los efectos adversos de los líquidos intravenosos y sin importar las concentraciones de las soluciones en cuestión(17). Fue hasta el 2007 cuando se emitió la primera recomendación sobre el tratamiento con líquidos en el Reino Unido por el "National Institute for Health and Care Excellence" (NICE). Esta guía abordó la importancia de una adecuada rehidratación en el manejo de condiciones como la deshidratación y la insuficiencia renal, destacando la necesidad de protocolos estandarizados para el tratamiento de pacientes en diversos entornos clínicos que respaldan que es preferible utilizar soluciones isotónicas, realizar restricciones según la patología de base y controlar de manera frecuente los electrolitos, con el fin de lograr que se mantengan los equilibrios intra y extracelular. (16)

1.4.1 Indicaciones de los fluidos intravenosos(18)

1. Reanimación: administración de volumen para el manejo inmediato de estado hemodinámico inestable que ponen en riesgo la vida, por ejemplo: hipovolemia, ya sea por deshidratación o pérdida de sangre.



2. Reemplazo: se utiliza para corregir el estado hidroelectrolítico que por causa intra o extrínseca se haya alterado, como déficit de electrolitos por pérdidas o distribución inadecuada de líquidos en los espacios celulares.
3. Mantenimiento: Se utiliza en aquellos pacientes estables, sin alteraciones hemodinámicas y sin desequilibrios hidroelectrolíticos, pero que requieren un apoyo de líquidos constante como aporte diario tanto de volumen como de electrolitos de utilidad en pacientes que presentan patología abdominal que limiten o suspendan la vía oral.
4. Deslizamiento de líquido: aquella que se utiliza para dar permeabilidad a los equipos de venoclisis evitando así la oclusión de sus lúmenes, aplicación y dilución de medicamentos.

1.4.2 Clasificación de los fluidos intravenosos(17)

1. Cristaloides: soluciones de sales minerales y de sales de ácidos orgánicos que se caracterizan por su tonicidad respecto al plasma humano: hipotónicas, isotónicas, hipertónicas; siendo las más utilizadas en el mundo como expansores de volumen. Suelen ser las de elección para la fluidoterapia. Se dividen a su vez en:
 - a. Equilibrados o balanceados: su composición trata de igualar a la tonicidad del plasma, suelen tener un anión de otro ácido débil (lactato). Tienden a ser euclorémicas (Ringer lactato).
 - b. No equilibrados o no balanceados: cuentan con mayor concentración de cloro, no buscan ser iguales al plasma. Como la solución NaCl al 0.9% y la solución Ringer.
2. Coloides: cuentan con alto peso molecular, por lo tanto, no logran atravesar las membranas capilares, manteniendo el volumen intravascular y en su defecto, generando salida de líquido por diferencias de concentración. Se dividen a su vez en:
 - a. Artificiales: soluciones de agua con solutos de alto peso molecular. Semisintéticos o sintéticos, soluciones de gelatina, almidón, dextrano.



- b. Naturales: sangre, plasma, albúmina. Respecto a la albúmina, que es el mayor representante de los coloides, se considera oncóticamente activa en un medio de solución salina al 0.9% generando una permanencia limitada en el espacio intravascular.
3. Productos sanguíneos: concentrados eritrocitarios y plasma fresco congelado, si bien se cuentan como un coloide y sirven como expansores de volumen, son los fluidos intravenosos de elección en los choques hipovolémicos y se priorizan en los algoritmos de reanimación por pérdidas o trastornos de la coagulación.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Manejo de líquidos intravenosos en el paciente crítico.

En 2014 Malbrain y cols.(16) crearon el método ROSE (Reanimación inicial, Optimización, Estabilización y Evacuación) para darle orden a las fases de la terapia hídrica y el estado en que se encuentra el paciente durante toda la estadía hospitalaria, actualmente ya se cuenta con estrategias de monitoreo hemodinámico que brinda la información acerca de cómo responde el paciente a los líquidos y cómo debe ser guiada la terapia hídrica o intravenosa.

ROSE se refiere a:

- R= Reanimación inicial, analiza la causa de la patología o enfermedad que presenta el paciente, si presenta choque compensado o descompensado, responde a la pregunta: ¿Cuándo iniciar los líquidos? tomando en cuenta los beneficios y efectos adversos que éstos conllevan, así se puede determinar el volumen (bolos o mantenimiento) y la velocidad que se necesita inicialmente, los balances hídricos por entrada de volumen tienden a ser positivos y una de las metas a alcanzar en esta etapa es conservar la vida y corregir el estado de choque, todo esto en cuestión de minutos.
- O= Optimización, la paciente continúa inestable y puede haber presentado un estado de hipoxia transitoria, ya no está en riesgo la vida, ahora responde a las preguntas: ¿Cuándo parar los líquidos? ¿La solución usada resolvió el problema inicial? ¿Puede seguir usándose sin repercusión?; valora el mantenimiento de las soluciones, el balance hídrico se debe mantener neutro, sus metas son brindar un



basal a los órganos posiblemente afectados en un inicio, favoreciendo la macro perfusión tisular, este proceso se da en horas.

- S= Estabilización, el paciente se encuentra estable y ya no hay riesgo vital, responde a la pregunta: ¿Cuándo parar los líquidos de forma definitiva? ¿Ya inició y tolera la vía oral?; el balance hídrico se debe encontrar neutro o negativo.
- E= Evacuación, el estado del paciente es estable y en vistas de recuperación, ya cuenta con nutrición completa por vía oral, la pregunta ahora es: ¿Cuándo iniciar la descarga de líquidos que previamente se habían aplicado?; comienza una fase poliúrica donde el riñón descarga todo el balance hídrico positivo por medio de diuresis altas sin alteración al espacio intra o extracelular, los balances tienden a la negatividad.

2.2 Elección del líquido intravenoso adecuado (16,18)

Para elegir el fluido o solución intravenosa que nuestro paciente requiera se necesita conocer sus características, patología que se trata en el momento (pérdida de volumen aguda, diarrea, náuseas, sangrado), comorbilidades (insuficiencia cardíaca, enfermedad hepática o renal), estado hidroelectrolítico y hemodinámico (con choque compensado o descompensado), incluso disponibilidad en la unidad hospitalaria. Con esta información se podrá decidir con base a lo que necesita y como poder corregirlo o cubrir el déficit que en ese momento se presente, tomando en cuenta que esta terapia también es un medicamento, con sus beneficios y sus efectos adversos, por ende, la selección de la solución a infundir se apoyará en cuatro elementos importantes: el tipo de solución acorde a la patología a tratar, dosificación/cantidad, duración y desescalada.(16) (19) A pesar de los significativos avances en este campo, aún no hay una solución perfecta, la selección del tipo de fluidos, la cantidad a administrar y la velocidad de infusión deben basarse en la indicación de la terapia y las necesidades del paciente, considerando su estado clínico. (20,21).

2.3 Complicaciones del uso de líquidos intravenosos.

Los líquidos intravenosos en los últimos años han sido tema de debate para la medicina, sus indicaciones, pros y contras. Actualmente sobre todo en paciente crítico se ha extendido la investigación al respecto, así comparando tipo de soluciones como



sus efectos en el paciente, haciendo hincapié que el manejo se vuelva dinámico, medible y guiado por metas, para así evitar las complicaciones más frecuentes como lo son; la hipervolemia, el edema agudo de pulmón, edema de tejidos blandos, falla renal y alteraciones a nivel de los electrolitos (hiponatremia, hipercloremia), entre otras.

En 2022 se realizó un estudio observacional y prospectivo (22) con 84 pacientes pediátricos en hospitalización no crítica, se dividió en dos cohortes, al primero se le brindaron líquidos intravenosos isotónicos restringidos (menos del 100% de su necesidad basal), al segundo se les brindaron sus aportes de líquidos intravenosos isotónicos completos acorde a su basal calculado por Holliday Segar (100% de su necesidad basal). Posteriormente midieron y compararon variables clínicas y analíticas, como la edad, diagnósticos de ingreso, función renal, electrolitos séricos, manejo del volumen y las complicaciones asociadas. Se encontró que tras 24 horas con soluciones intravenosas ambos grupos presentaron aumento del cloro notándose más en el grupo no restringido (Grupo restringido 105mmol/L, grupo no restringido 107 mmol/L). Dentro de las complicaciones encontradas tras 24 horas de soluciones isotónicas intravenosas encontraron edemas (19% de la muestra), hipercloremia (16.6% de la muestra), hiponatremia (2.3% de la muestra), hiperglucemia (40% de la muestra) e hiperosmolaridad (38% de la muestra). Sobre el edema asociado a la hipervolemia, en su muestra se desarrolló en aquellos pacientes con menor edad (1 año con mayor riesgo) a pesar de que el filtrado glomerular lo encontraron sin alteraciones en todas las edades. Sin embargo, se encontró una relación directa entre el aumento de cloro en las primeras 24 horas de soluciones isotónicas intravenosas y el desarrollo de edemas (OR 1,73, $p=0,06$). (22)

Cabe destacar que este estudio se realizó en pacientes estables ingresados en salas de hospitalización general, si bien se les brindaron soluciones isotónicas, las cuales actualmente la bibliografía comenta que son mejores en la población pediátrica, la sobre hidratación o el manejo de volúmenes altos de las mismas, genera efectos adversos, aunque estemos tratando de igualar la osmolaridad plasmática fisiológica con ellas. La desventaja es que en realidad no se cuentan con tantos estudios que valoren objetivamente la sobre carga hídrica en pacientes pediátricos tanto críticos como en hospitalización general.



2.4 Líquidos intravenosos y su relación con las patologías.

En 2022 se realizó una revisión sistemática (29 investigaciones revisadas en total, 21 investigaciones mencionaban población pediátrica) (23) acerca del uso de soluciones intravenosas, sus indicaciones y en que patologías tanto en adultos como en pediátricos, se utilizaban con mayor frecuencia. Se encontró que pacientes pediátricos más del 80% requería aplicar soluciones intravenosas a su ingreso a la hospitalización, siendo la indicación más común la deshidratación debido a la pérdida de líquidos del tracto gastrointestinal (diarrea y gastroenteritis) (prevalencia del 6.1 al 48%), luego en infecciones del tracto respiratorio (influenza, bronquiolitis) asociado al aumento de temperatura que genera una mayor pérdida de líquidos insensibles, por último se encontró la desnutrición, las enfermedades neuromusculares y las intoxicaciones, asociados nuevamente a los estados de deshidratación que se exacerbaban con estas patologías. En los adultos, las indicaciones de la terapia de rehidratación intravenosa fueron mucho más numerosas: fiebre, diarrea, intoxicación por fármacos, hipercalcemia, cáncer y síndrome de taquicardia postural, entre otros. (23)

Hay muchos factores, como la gravedad de la patología y las infecciones asociadas, que vuelven útil y hasta necesaria la terapia de rehidratación intravenosa en la práctica pediátrica, por tanto, a pesar de la patología de ingreso, el tratamiento debe ser individualizado y nuevamente manejado por metas.

Ciertas situaciones que son parte de la patología también son generadores de modificaciones de los requerimientos de líquidos, por ejemplo, los vómitos, que actúa de dos formas, como pérdida y como activador a nivel del sistema nervioso central aumentando la secreción de la hormona antidiurética, con disminución de la secreción de agua libre y generando mayor deshidratación a nivel de los vasos sanguíneos, por ende, también estas situaciones específicas (vómito, diarrea, fiebre, polipnea, etc.) deben ser tratadas y tomadas en cuenta a la hora de la valoración y el ajuste de los líquidos en el paciente con la patología diversa. (24)



Un apartado importante a tratar es la actual epidemia de obesidad y sobre peso infantil ¿se modifican los tratamientos y el manejo de los líquidos intravenosos en paciente con sobre peso u obesidad? Estos pacientes tienen un aumento de peso corporal respecto a su edad o talla, pero este aumento es a expensas de tejido graso, con menos vasos sanguíneos y menor actividad metabólica que el tejido magro. Aplicar el cálculo de líquidos convencional (Holliday-Segar) para un paciente pediátrico no será adecuado dado que no se encuentran dentro de los percentiles ni para edad ni para talla acorde al peso, lo cual nos podría llevar a una sobre estimación de los líquidos necesarios y generar una hipervolemia con todas sus complicaciones. Es mejor en estos pacientes calcular las necesidades de líquidos por métodos como superficie corporal o en su defecto, calculando los pesos ideales acorde edad y talla (percentil 50).(24)

Por último, mencionamos los estados perioperatorios, afortunadamente gran parte de los estudios sobre los líquidos intravenosos en pediatría se han realizado con muestras de niños con patologías quirúrgicas. Esta población específica, tiene mayor riesgo de hiponatremia por dilución gracias a que se sobre estima la necesidad de líquidos, por ende, se recomiendan aportes restrictivos, soluciones isotónicas y la integración a la vía oral lo más pronto posible, con esto se disminuyen los riesgos ya mencionados y la mejoría clínica es evidente. (24)

2.5 Literatura previa.

Soluciones isotónicas y la hiponatremia en pacientes críticos.

Las soluciones intravenosas isotónicas, en general no causan hiponatremia en pacientes críticos. De hecho, se asocian con una menor probabilidad de desarrollar hiponatremia en comparación con las soluciones hipotónicas. (20,25,26)

- Un meta análisis de 33 ensayos controlados aleatorios en niños hospitalizados encontró que las soluciones isotónicas redujeron significativamente el riesgo de hiponatremia leve.(25,27) Este estudio demuestra que la solución intravenosa isotónica redujo significativamente el riesgo de hiponatremia leve, tanto en infusiones de corta duración ≤ 24 horas (RR = 0,38, IC del 95%:67, $P < 0,00001$; alta calidad de la evidencia) como en las de mayor duración > 24 horas (RR = 0,47, IC del 95%:89, $P < 0,00001$)(10,28,29).



- La razón por la que las soluciones isotónicas protegen contra la hiponatremia es que su concentración de electrolitos es similar a la del plasma.(19,21)
- En contraste, las soluciones hipotónicas tienen una menor concentración de electrolitos, lo que aumenta el riesgo de hiponatremia dilucional.(10,25,30)

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la hiponatremia puede ocurrir incluso con soluciones isotónicas(25,31). Esto se debe a que la causa principal de la hiponatremia en pacientes críticos suele ser el síndrome de secreción inadecuada de la hormona antidiurética que provoca la retención de agua libre por parte del cuerpo.(9,20,21)

Otro factor que puede contribuir a la hiponatremia en pacientes que reciben soluciones isotónicas es la "desalinización".(9,25,30)

- La desalinización se produce cuando el cuerpo excreta sodio en exceso, lo que lleva a una disminución de la concentración de sodio en la sangre.

Por lo tanto, aunque las soluciones isotónicas son más seguras en términos de riesgo de hiponatremia, es fundamental monitorizar los niveles de electrolitos en pacientes críticos y ajustar el tratamiento en función de las necesidades individuales.(25,32)

Un estudio retrospectivo de cohorte realizado en una UCI médica en Corea del Sur encontró que el 16,2% de los pacientes críticos con normonatremia al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos desarrollaron hiponatremia adquirida dentro de las primeras 48 horas posteriores al ingreso(33). Este estudio solo evaluó eventos que se desarrollaron dentro de las primeras 48 horas, por lo que es posible que la incidencia sea mayor si se extiende el período de tiempo.

Otro estudio retrospectivo a gran escala que utilizó una base de datos de 8,142 adultos ingresados en 3 Unidades de Cuidados Intensivos médico-quirúrgicas durante un período de 6 años, encontró que la hiponatremia adquirida en la Unidad de Cuidados Intensivos se asoció con un aumento de la mortalidad(33). Sin embargo, la proporción de pacientes incluidos en este estudio fue solo del 44%, lo que limita la representatividad de los resultados en pacientes con hiponatremia adquirida en la Unidad de Cuidados Intensivos.



Hay dos estudios respecto a las soluciones intravenosas usadas en niños, el primero es un ensayo controlado aleatorizado prospectivo que comparó soluciones isotónicas con hipotónicas para la prevención de la hiponatremia adquirida en el hospital. Este estudio encontró que las soluciones hipotónicas aumentaron significativamente la incidencia de hiponatremia después de solo 8 horas de administración de fluidos intravenosos. (34) El segundo, de forma retrospectiva examinó los registros médicos de 531 niños sanos con gastroenteritis que habían sido ingresados en el hospital para recibir fluidoterapia intravenosa. Este estudio encontró que el 18.5% de los niños que recibieron soluciones intravenosas hipotónicas desarrollaron hiponatremia leve.(35)

Por último, se encontró una revisión sistemática y metaanálisis, este estudio analizó 10 ensayos clínicos aleatorizados independientes con un total de 893 niños hospitalizados, arrojando que la administración de fluidos hipotónicos de mantenimiento aumenta el riesgo de hiponatremia en comparación con la administración de fluidos isotónicos. Este hallazgo fue consistente en los diferentes estudios revisados, incluyendo aquellos que analizaron el cambio en la concentración sérica de sodio y la hiponatremia moderada. El riesgo relativo general de hiponatremia en niños que recibieron fluidos hipotónicos en comparación con aquellos que recibieron fluidos isotónicos fue de 2.37 (IC del 95%: 1.72-3.26). El número necesario para dañar (NNH) fue de 15 (IC del 95%: 9-28) utilizando una tasa de eventos de control estimada de hiponatremia del 5%, esto significa que por cada 15 niños que reciben fluidos hipotónicos, 1 desarrollará hiponatremia que no se habría desarrollado si hubiera recibido fluidos isotónicos. (27)

Limitaciones de los estudios

Muchos estudios sobre la hiponatremia adquirida en la Unidad de Cuidado Intensivos tienen limitaciones, como el diseño retrospectivo, el pequeño tamaño de la muestra y la inclusión de pacientes tanto médicos como quirúrgicos. Es importante destacar que la mayoría de los estudios incluidos en la revisión se realizaron en pacientes postoperatorios o en unidades de cuidados intensivos. Se necesitan más estudios en niños hospitalizados en salas generales para confirmar estos hallazgos.(27)



La falta de información detallada sobre el tipo y la cantidad de líquido intravenoso, la dosis de cada medicamento, los componentes y la cantidad de terapia nutricional también podría influir en los resultados. (33)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada paciente que ingresa a hospitalización se inicia con manejos de líquidos intravenosos para mejorar hidratación, administración de medicamentos, etc. En sí, el líquido intravenoso que se aplica debería ser igual o lo más similar al medio intravascular e intracelular posible, se debería poder cuantificar con exactitud tanto su administración como su excreción, con el fin de determinar cuánto se queda en los tejidos y cuánto se metaboliza en su totalidad, también debería ser económico y mejorar el estadio clínico del paciente. En la realidad, los líquidos intravenosos o las soluciones que se utilizan no cumplen con estas características, la cantidad de agua libre que se utiliza en las mismas les brinda su nivel de osmolaridad respecto al plasma humano. Gracias a ello, ahora sabemos los diferentes tipos de soluciones presentes en el medio: hipotónicas, isotónicas e hipertónicas. Lo ideal es que según el paciente y su patología se adapte la solución a utilizar, pero esto no ocurre, generando que los pacientes presenten alteraciones hidroelectrolíticas donde el primer y mayormente afectado es el sodio.

4. JUSTIFICACIÓN

El manejo de los líquidos en terapia intensiva debe ser selecto acorde a la patología del paciente para mantener el balance hidroelectrolítico, uno de los marcadores para el seguimiento de este es el sodio. Inicialmente los estudios al respecto se enfocaban en el sodio como un ente individual sin tomar en cuenta en como éste se veía afectado por el manejo de los líquidos. Actualmente se menciona que, en los pacientes críticos, donde los líquidos no se ajustan adecuadamente se presenta hiponatremia en 9 de cada 10 pacientes, considerando que el sodio sérico de ingreso se encontraba normal. En nuestra unidad se encontró una alta prevalencia de hiponatremia en días posteriores al ingreso, dado que los nuevos estudios ya lo consideran como un marcador de mortalidad y se asocia a estancias prolongadas, se decidió realizar este estudio para encontrar relaciones entre el uso de soluciones y las hiponatremias presentadas.



5. HIPÓTESIS

Alternativa: La hiponatremia se asocia al uso de soluciones hipotónicas en pacientes de la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

Nula: La hiponatremia no se asocia al uso de soluciones hipotónicas en pacientes de la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

6. OBJETIVOS

1. Determinar el riesgo de presentar hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de Terapia Intensiva del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. Analizar la relación entre las características demográficas y clínicas de los pacientes (como edad, sexo, comorbilidades) y los cambios en los niveles de sodio sérico tras el tratamiento con soluciones intravenosas.
2. Evaluar si los cambios de sodio sérico asociado al uso de soluciones intravenosas isotónicas o hipotónicas (grados de hiponatremia leve, moderada o severa) tiene un impacto en la respuesta al tratamiento y evolución del paciente crítico.
3. Sugerir recomendaciones para prevenir hiponatremia asociada al uso de soluciones parenterales.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

MÉTODOS

Se llevará a cabo la realización de esta investigación en base a los pacientes ingresados al área de terapia intensiva pediátrica durante el año 2023-2024, se realizará con cada uno de los seleccionados lo siguiente:

1. Medición del sodio sérico:

- Se revisará el nivel de sodio sérico al momento de ingreso del paciente a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica. Posteriormente, se revisará otra muestra de electrolitos séricos tomada a las 48 horas de haber comenzado la infusión de la solución intravenosa.



2. Administración de la solución intravenosa:

- Se revisará la base de datos de indicaciones médicas de cada uno de los pacientes para revisar cuál de las dos soluciones (isotónica o hipotónica) fue usada. La cantidad y velocidad de infusión serán determinadas por el equipo médico, conforme a las necesidades del paciente.

3. Análisis de la respuesta:

- Compararemos los niveles de sodio sérico iniciales con los niveles a las 48 horas en relación con el tipo de solución utilizada.

MATERIALES

- Computadora
- Internet
- Acceso a buscadores de investigación
- Acceso a base de datos de pacientes y estudios de laboratorio.

TIPO DE ESTUDIO

- Observacional

DISEÑO DE ESTUDIO

- Comparativo, cohorte retrospectiva

POBLACIÓN DE ESTUDIO

- Pacientes ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

LUGAR DE REALIZACIÓN:

- Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

GRUPO DE ESTUDIO

CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Sexo femenino o masculino
- Edad mayor a 1 mes de vida y menores de 14 años
- Pacientes que cursaron sus primeras 48 horas de hospitalización con soluciones intravenosas

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Patología de base neuroendocrina
- Pacientes que hayan cursado con hospitalizaciones previas en otra entidad hospitalaria



- Pacientes de larga estancia (mayor a 7 días) intrahospitalaria en el HIECH.
- Presencia de hiponatremia asociada a otras causas.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes que presenten hiponatremia en sus electrolitos séricos de ingreso.
- Pacientes con los que no se cuenten con información para determinar las variables dependientes e independientes.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

- Nivel de confianza 95%
- Poder de la prueba 80%
- Relación de expuestos y no expuestos: 1:1
- Frecuencia esperada de hiponatremia iatrogénica en pacientes sometidos a solución isotónica: 30%
- Frecuencia esperada de hiponatremia iatrogénica en pacientes sometidos a solución hipotónica: 80%
- Riesgo relativo por detectar: 2.6
- Por lo que el tamaño mínimo de la muestra es de 38 pacientes, pero para mejorar la precisión de nuestras observaciones, incluiremos a 70 pacientes.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

- Muestra dirigida o no probabilística.
 - Se seleccionarán pacientes que hayan ingresado a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua en el año 2023-2024 con los cuales se utilizaron soluciones isotónicas e hipotónicas como parte de su tratamiento.
 - Se seleccionarán pacientes que hayan ingresado a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua en el año 2023-2024 con patología no neuroendocrina.



VARIABLES

- **Independiente**
 - Uso de soluciones isotónicas
 - Uso de soluciones hipotónicas
- **Dependiente**
 - Concentración de sodio de ingreso
- **Terceras variables**
 - Edad
 - Patología de ingreso
 - Sexo

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de la variable	Unidad de medición
Tipo de solución	Solución que contiene menos soluto que la célula que se coloca en ella.	Cualitativa	Nominal	1. Hipotónicas 2. Isotónicas

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de la variable	Unidad de medición
HIPONATREMIA	Disminución de más de 2 miliequivalentes respecto al basal	Cualitativa	Nominal	1.Si 2.No



OPERACIONALIZACIÓN DE LAS TERCERAS VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de la variable	Unidad de medición
EDAD	Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales.	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mayor a 1 mes 2. Más de 1 año 3. Entre 1 y 14 años
PATOLOGÍA DE INGRESO	Conjunto de síntomas de una enfermedad.	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Neumonía adquirida en la comunidad 2. Traumatismo craneoencefálico 3. Desnutrición 4. Gastroenteritis aguda 5. Infecciones de tejidos blandos 6. Convulsiones 7. Neuro infección
SEXO	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masculino 2. Femenino

PLAN DE ANALISIS

Para analizar los datos de este estudio, se realizarán análisis descriptivos con medidas de tendencia central y medidas de dispersión, como la desviación estándar, para las variables numéricas. Para las variables categóricas, se calcularán las frecuencias y porcentajes. Para examinar las relaciones entre las variables independientes y la variable dependiente, se emplearán análisis de correlación (coeficiente de Pearson para variables numéricas continuas).

Se utilizará regresión lineal para las relaciones entre las variables y para determinar la relevancia estadística de los efectos observados se utilizarán pruebas de significancia como el valor p asociado a cada coeficiente de regresión, esto nos permitirá comprobar nuestra hipótesis, se buscará si se asocia la hiponatremia con el uso de soluciones hipotónicas e isotónicas.



Se utilizará el software IBM SPSS para realizar el análisis de la base de datos y las variables.

8. RECURSOS

➤ Humanos:

➤ Investigadores:

- Residente 3er año de Pediatría: Dra. Karen Griselda Pinales Pedroza
- Director de tesis: Dr. Rey Jesús Hernández Zúñiga
- Asesor: M en C. Dr. Martín Cisneros Castolo

➤ Pacientes en la terapia intensiva pediátrica

➤ Físicos:

➤ Computadora

➤ Acceso a sistema intrahospitalario para recolección de datos.

➤ Equipo para procesamiento de electrolitos séricos: Vitros 5000

➤ Muestra de sangre periférica

➤ Financieros:

➤ Costo de estudios de laboratorio necesarios para realizar este protocolo:

▪ Electrolitos séricos:

- \$594.00 precio público
- \$722.00 precio en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

➤ Costo de soluciones intravenosas utilizadas en el área de terapia intensiva pediátrica:

▪ Solución Fisiológica 0.9% 100ml:

- \$22.00 precio público
- \$141.78 precio en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

▪ Solución Ringer lactato 500ml:

- \$53.00 precio público



- \$179.83 precio en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
- Solución Hartmann 500ml:
 - \$69.00 precio público
 - \$51.28 precio en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
- Costos humanos:
 - Medico intensivista: sueldo base en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
 - Enfermería intensivista: sueldo base en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
- Costo diario en la unidad de terapia intensiva pediátrica:
 - \$12,136.00 precio en Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

- Uso de datos: este es justificado y los resultados no se malinterpretarán o se utilizarán de manera que perjudiquen a los individuos o grupos involucrados.
- Consentimiento informado: Se cuenta con el consentimiento informado de ingreso a hospitalización que permite la toma de estudios de laboratorio necesarios para el manejo intrahospitalario y se creó un consentimiento especial para ser parte de este protocolo explicando el propósito de la investigación y el procedimiento de la toma de muestra de sangre para la valoración de los electrolitos séricos. (Anexo 2)
- Confidencialidad: los datos obtenidos para la investigación serán protegidos por el Comité de Investigación del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.
- Revisión de Comité Investigación: esta investigación será sometida a un proceso de evaluación por el Comité de Investigación del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua para así ser aprobado y realizado a la brevedad.



Cumplimiento con la Declaración de Helsinki

Esta investigación ha sido diseñada en conformidad con los principios éticos establecidos por la Declaración de Helsinki. Se ha obtenido el consentimiento informado de ingreso hospitalario por escrito de todos los participantes. Se han tomado las medidas necesarias para garantizar la confidencialidad y anonimato de los datos, y el estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua. Asimismo, se ha considerado la evaluación y mitigación de riesgos para los participantes, especialmente para los menores de edad dado que son un grupo vulnerable.

Todo esto acorde a los principios 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 35 de la Declaración De Helsinki De La Amm – Principios Éticos Para Las Investigaciones Médicas Con Participantes Humanos, octubre del 2024.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Marzo 2024	Abril 2024	Mayo 2024	Junio 2024	Julio 2024	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025	Febrero 2025
Inicio de anteproyecto	X											
1ª revisión									X			
Corrección final											X	
Entrega al comité de investigación local									X			
Inicio real del estudio									X			
Recolección de datos									X			
Captura de datos									X			
Análisis de datos										X		
Resultados preliminares										X		
Conclusiones y recomendaciones											X	
Informe final											X	
Presentación en eventos académicos												X



11. RESULTADOS

Para analizar los datos de este estudio, se utilizó un enfoque cuantitativo con técnicas estadísticas adecuadas para los datos recolectados. La variable dependiente del estudio es el sodio sérico y las variables independientes son la solución hipotónica e isotónica. Se realizaron análisis descriptivos para obtener una visión general de las características de las variables. Para ello, se calcularon medidas de tendencia central, como la media y la mediana, y medidas de dispersión, como la desviación estándar, para las variables numéricas. Para las variables categóricas, se calcularon las frecuencias y porcentajes.

Para examinar las relaciones entre las variables independientes y la variable dependiente, se emplearon análisis de correlación (coeficiente de Pearson para variables numéricas continuas). Este análisis permitió evaluar si existía una asociación significativa entre las variables. Dado que el objetivo principal fue evaluar el impacto de las dos variables independientes sobre la variable dependiente, se utilizó regresión lineal. Para determinar la relevancia estadística de los efectos observados, se utilizaron pruebas de significancia como el valor p asociado a cada coeficiente de regresión. Se consideró un nivel de significancia de 0.05 para determinar si los efectos eran estadísticamente significativos. Se utilizó el software IBM SPSS para realizar el análisis.

Se obtuvieron 70 pacientes pediátricos que ingresaron al área de terapia intensiva pediátrica con patológicas clínicas y quirúrgicas, de los cuales los 70 cumplieron con los criterios de inclusión para el estudio y a todos se les aplicaron soluciones intravenosas, así como sus respectivos controles de sodio sérico de ingreso y 48 horas posteriores al ingreso. De forma general (70 pacientes, 100% de la muestra), se dividieron en tres grupos por edad, el primer grupo mayores de 1 mes (23% de la muestra, 16 pacientes), segundo grupo mayores de 1 año (23% de la muestra, 16 pacientes) y el tercer grupo entre 3 y 14 años (54% de la muestra, 38 pacientes) (Tabla 1), donde 36 pacientes fueron del sexo femenino y 34 del sexo masculino (Tabla 2).

Tabla 1. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes, se dividieron por grupo de edad con la siguiente frecuencia y porcentaje.

	Frecuencia	Porcentaje
Mayor de 1 mes de edad	16	22.9
Más de 1 año	16	22.9
Entre 3 y 14 años	38	54.3
Total	70	100.0

Tabla 2. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes, se dividieron por sexo con la siguiente frecuencia y porcentaje.

	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	36	51.4
Masculino	34	48.6
Total	70	100.0

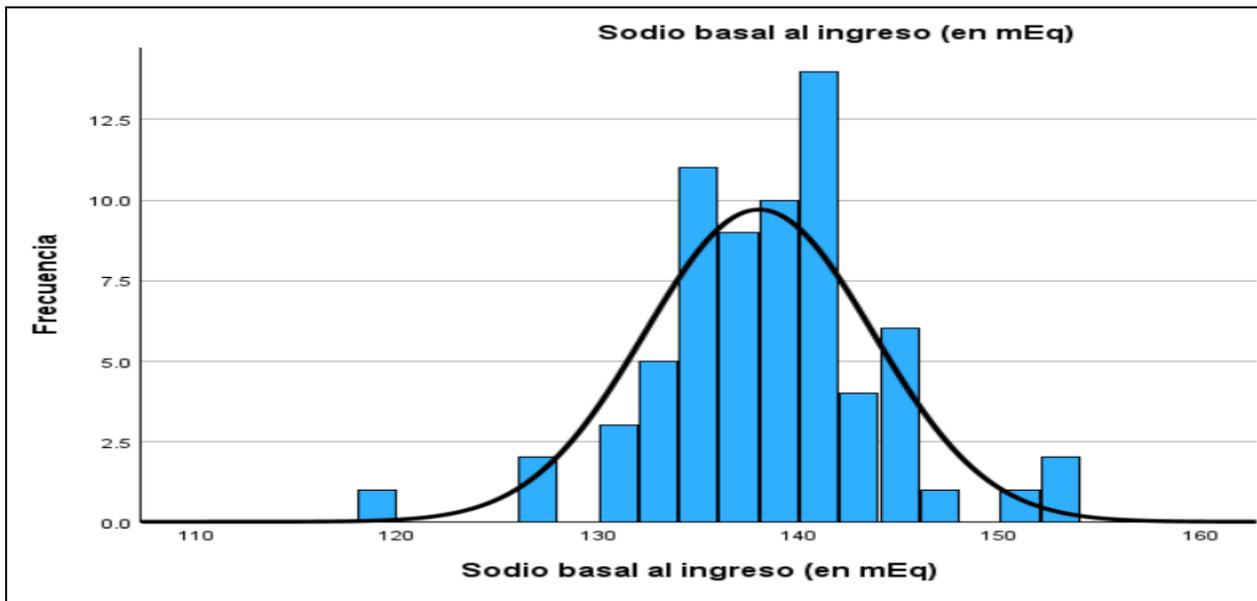


Gráfico 1. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes, se verificó su sodio sérico al ingreso, previo a utilizarse una solución intravenosa. Prueba estadística utilizada: distribución de frecuencias, prueba t para muestras independientes. IBM SPSS Statistics.



El sodio basal de ingreso en promedio fue de 137.97, mediana 138, moda 140, con desviación estándar de 5.63 (se pueden observar los diferentes comportamientos estadísticos del sodio en la gráfico 1), el sodio basal de ingreso en primer grupo de edad fue de 135meq (media 135.8), para el segundo grupo fue de 140 (media de 140.38), para el tercer grupo fue de 137meq (media de 137.87) (Tabla 4 y 5, gráfico 2 y 3), respecto al sexo, el sexo femenino ingreso con sodio sérico basal de 138meq (media de 138.56) y el sexo masculino con un sodio sérico basal de 137meq (media de 137.39).

Tabla 4. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió el comportamiento del sodio por grupo de edad (mayor a 1 mes y mayor a 1 año) al ingreso y posterior a uso de soluciones intravenosas.

	Grupos de edad	N	Media	Desv. estándar
Sodio basal al ingreso.	Mayor a 1 mes	16	135.80	4.229
	Mayor a 1 año	16	140.38	6.054
Sodio posterior a 48h de soluciones.	Mayor a 1 mes	16	135.80	3.629
	Mayor a 1 año	16	137.75	5.119

Tabla 5. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió el comportamiento del sodio por grupo de edad al ingreso (mayor a 1 año, entre 3 y 14 años) y posterior a uso de soluciones intravenosas.

	Grupos de edad	N	Media	Desv. estándar
Sodio basal al ingreso.	Mayor a 1 año	16	140.38	6.054
	Entre 3 y 14 años	38	137.87	5.752
Sodio posterior a 48h de soluciones.	Mayor a 1 año	16	137.75	5.119
	Entre 3 y 14 años	38	137.42	6.554

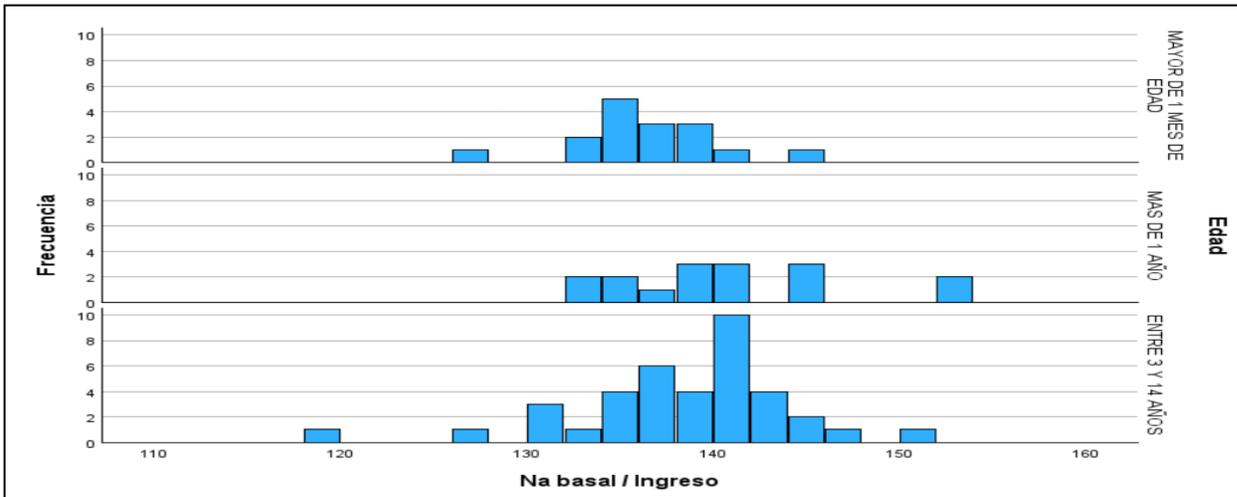


Gráfico 2. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes a los cuales se verificó su sodio sérico al ingreso y se compararon los resultados en los diferentes

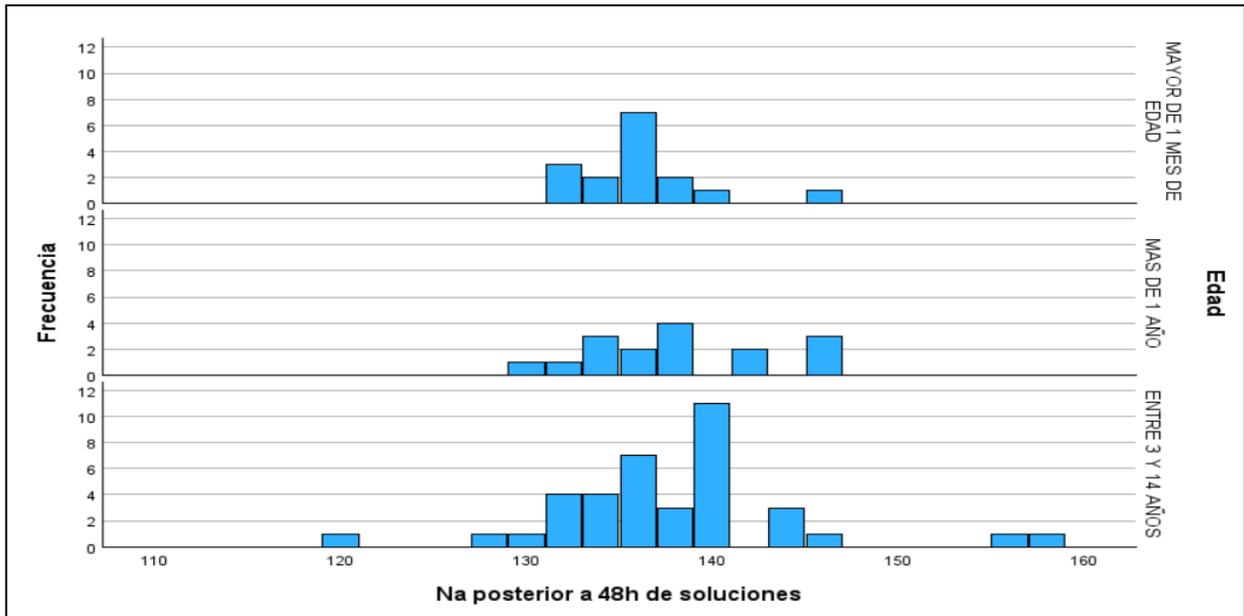


Gráfico 3. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes a los cuales se verificó su sodio sérico posterior al uso de 48 horas de soluciones intravenosas y se comparó por grupos de edad.



Para la comparación de las soluciones y sus efectos posteriores, 33 pacientes fueron manejados con soluciones hipotónicas (47% de la muestra) y 37 con soluciones isotónicas (52% de la muestra) (Tabla 6), los sodios séricos posteriores a 48h de tratamiento se encontraron con una media de 135.64 con soluciones hipotónicas y de 138.53 para soluciones isotónicas, observándose una disminución del sodio sérico posterior al uso de soluciones hipotónicas en comparación con el ingreso (media 137, (p 0.017, IC 95%, con un riesgo relativo calculado en 2.6)) (Tabla 7 y 8, gráfico 4), en cambio las soluciones isotónicas mantuvieron en rangos normales (media 137.17, (p 0.016, IC 95%)) incluso aumentaron ligeramente los valores del sodio posterior en comparación con el ingreso.

Tabla 6. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes con los cuales se utilizaron soluciones intravenosas con diferentes osmolaridades con las siguiente frecuencia y porcentajes.

		Frecuencia	Porcentaje
Osmolaridad de la solución intravenosa utilizada en cada paciente	Hipotónica	33	47.1
	Isotónica	37	52.9
	Total	70	100.0

Tabla 7. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 paciente con los cuales se utilizaron soluciones intravenosas con diferentes osmolaridades, posteriormente se compararon los cambios de sodio sérico en su forma basal y después de 48 horas de aplicar soluciones intravenosas.

	Tipo de solución	N	Media	Desv. estándar
Sodio basal al ingreso.	Hipotónica	33	138.91	5.564
	Isotónica	36	137.17	5.720
Sodio posterior a 48h de soluciones.	Hipotónica	33	135.64	4.595
	Isotónica	36	138.53	6.286

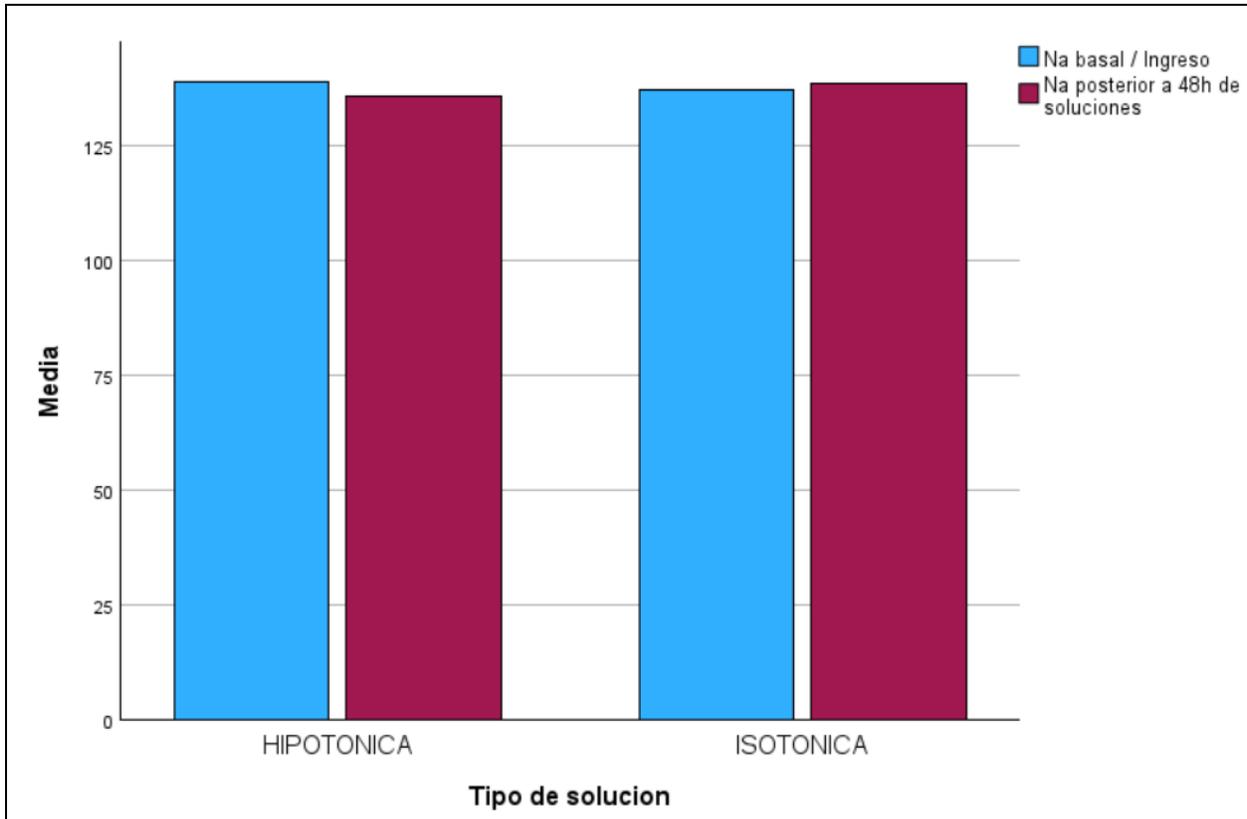


Gráfico 4. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes con los cuales se utilizaron soluciones intravenosas con diferentes osmolaridades, posteriormente se compararon los cambios de sodio sérico en su forma basal y tras 48 horas de aplicar soluciones intravenosas.



Acorde a la edad para el primer grupo posterior a la aplicación del tratamiento se encontró que el sodio sérico del primer grupo fue de 135meq (media 135.8, basal 135.8), para el segundo grupo fue de 137 (media de 137.75, basal 140.38), para el tercer grupo fue de 137meq (media de 137.42, basal 137.87) (Tablas 4 y 5). Por sexo, el femenino obtuvo un sodio sérico posterior al tratamiento de 137meq (media 137.25, basal 138) y el sexo masculino de 137meq (media de 137.03).

Las patologías estudiadas se muestran en la tabla 9 y 10. Siendo 20 en total, 5 quirúrgicas y 15 clínicas. La patología más frecuente encontrada en la muestra fue la neumonía (34.3%, 24 pacientes), la cual también es la más común tanto para el sexo femenino como el masculino además de ser la más frecuente en el primer grupo de edad (mayores de 1 mes de edad), seguida del traumatismo craneo encefálico (12.9%, 9 pacientes) de mayor prevalencia en el tercer grupo de edad (entre 3 y 14 años) y por último la desnutrición (8.6%, 6 pacientes) sin preferencia de edad o sexo. El sodio más bajo de la muestra se presentó en un paciente con enfermedad hematológica con un sodio de 133meq y el más alto de 155meq en un paciente con cetoacidosis diabética. La mayoría de las patologías presentaron una disminución de al menos 1-3meq posterior al uso de soluciones, independientemente de la osmolaridad y se observa una mayor disminución en patologías quirúrgicas (Tabla 10).



Tabla 9. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes, se agruparon de acuerdo su patología de ingreso y su grupo de edad encontrando las siguientes frecuencias y porcentajes.

Patología de ingreso.	Edad			Total
	Mayor de 1 mes de edad	Más de 1 año	Entre 3 y 14 años	
Neumonía	10	6	8	24
Traumatismo craneoencefálico	0	3	6	9
Desnutrición	2	1	3	6
Gastroenteritis	1	0	0	1
Sepsis	0	0	1	1
Crisis convulsivas	0	2	1	3
Apendicitis	0	0	1	1
Cetoacidosis	0	0	1	1
Post operado de cirugía de tórax	0	1	0	1
Post operado de cirugía de cardiología	1	1	3	5
Post operado de cirugía de neurología	1	0	1	2
Post operado de cirugía de abdomen	0	1	1	2
Sangrado de tubo digestivo	1	0	0	1
Ingestión de cuerpo extraño post endoscopia	0	0	1	1
Traumatismo	0	1	5	6
Enfermedad exantemática	0	0	3	3
Enfermedad hematológica	0	0	1	1
Polineuropatía	0	0	1	1
Hepatopatía	0	0	1	1
Total	16	16	38	70



Tabla 10. Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua (2023-2024) en donde se estudió un grupo de 70 pacientes, se agruparon de acuerdo su patología de ingreso, se comparó su sodio de ingreso y el sodio posterior a 48 horas de soluciones intravenosas para observar sus cambios.

Patología de ingreso.	Frecuencia.	Porcentaje	Media de sodio basal al ingreso	Media de sodio posterior a 48h de soluciones.
Neumonía	24	34.3	137.46	136.63
Traumatismo cráneo encefálico	9	12.9	139.78	140.44
desnutrición	6	8.6	137.50	139.67
Gastroenteritis	1	1.4	134.00	134.00
Sepsis	1	1.4	140.00	137.00
Crisis convulsivas	3	4.3	141.00	138.67
Apendicitis	1	1.4	136.00	132.00
Cetoacidosis	1	1.4	151.00	139.00
Post operado de cirugía de tórax	1	1.4	141.00	137.00
Post operado de cirugía de cardiología	5	7.1	138.60	135.20
Post operado de cirugía de neurología	2	2.9	134.50	133.50
Post operado de cirugía de abdomen	2	2.9	144.00	139.50
Sangrado de tubo digestivo	1	1.4	133.00	132.00
Ingestión de cuerpo extraño post endoscopia	1	1.4	140.00	135.00
Traumatismo	6	8.6	139.50	139.00
Enfermedad exantemática	3	4.3	133.00	132.67
Enfermedad hematológica	1	1.4	133.00	132.00
Polineuropatía	1	1.4	136.00	138.00
Hepatopatía	1	1.4	135.00	131.00
Total	Media		137.97	137.11
	N		70	70



12. DISCUSION

Este estudio demuestra que la solución hipotónica aumenta significativamente el riesgo de hiponatremia ($p= 0.017$) dado que no está en igualdad a la osmolaridad del plasma, en cambio la solución isotónica, si bien también genera una leve disminución del sodio según la patología, tiende a mantener la normotremia, que es una de las metas del manejo del paciente crítico. Por ende, nuestra hipótesis alterna es correcta; la hiponatremia se asocia al uso de soluciones hipotónicas en pacientes de la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

Respecto a la edad, se encontró que la población con más riesgo de hiponatremia es el grupo de edad mayor a 1 mes, dado que desde el ingreso ya presentaban una hiponatremia leve (Sodio sérico basal de 135meq), tras el uso de soluciones intravenosas, la población que presentó mayor alteración en este ion fue el grupo de edad mayor a 1 año, lo cual explicaría la vulnerabilidad de este grupo etario a la deshidratación y los desequilibrios hidroelectrolíticos. Acorde al sexo, se encontró que este no es un factor que influya en la respuesta del sodio al uso de soluciones intravenosas.

El análisis de la frecuencia de las diversas patologías que se tratan en el área de terapia intensiva pediátrica nos permite observar heterogeneidad en la muestra y nuestra población, considerando esto un gran impacto de nuestro estudio ya que se puede hacer una generalización o transpolar a una población más grande; encontrando que las patologías crónicas tienen una mayor tendencia a la hiponatremia así como las patologías quirúrgicas, los padecimientos agudos si bien tienen una respuesta con tendencia a la hiponatremia tras el uso de soluciones, no es tan marcada como los padecimientos crónicos. Dando así, la apertura a tener mayor discreción con el uso de soluciones hipotónicas en este tipo de pacientes, considerando que su homeostasis ya se ve modificada desde el ingreso.

Acorde a la bibliografía revisada, encontramos nuestros resultados similares a los que se muestran en estudios enfocados en población pediátrica, si bien, los estudios existentes revisaron pacientes sobre todo quirúrgicos demostrando que el uso de soluciones hipotónicas genera una disminución significativa del sodio, nuestro estudio cuenta con una población más heterogénea respecto a las patologías, encontrando que



no solo pacientes quirúrgicos tienen riesgo, si no todo aquel que ingrese al área de terapia intensiva o al área hospitalario, haciendo de esto una consideración importante para que los estudios futuros no solo se enfoquen en patologías quirúrgicas.

En este estudio, todos los participantes recibieron la misma tasa de fluidos según la fórmula de Holliday y Segar, por kg de peso o superficie corporal según el grupo de edad, sin embargo como una limitante es que no se cuenta con los datos sobre el manejo de los líquidos en ese lapso de 48 horas, lo cual podría hacer que la incidencia de hiponatremia adquirida en el hospital no solo se pudiera atribuir al tipo de solución administrada (hipotónica o isotónica) considerando el tiempo en que se estableció el estudio (48h posteriores al ingreso).

13. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son concordantes con otros ensayos clínicos en niños hospitalizados en áreas de terapia intensiva y sobre todo en pacientes postquirúrgicos, que es donde se han realizado la mayoría de los estudios enfocados en la población infantil, después de este estudio, confirmamos que se debe evitar el manejo de soluciones hipotónicas para evitar la hiponatremia y todas sus complicaciones.

Afortunadamente la hiponatremia en nuestra unidad se detecta oportunamente gracias a la toma de controles de electrolitos séricos desde el ingreso y durante todo su internamiento, es de ahí donde surge el motivo de este estudio, ya que se observó hiponatremia importante no asociada a la patología de ingreso, generando la necesidad de buscar las posibles causas y sobre todo encontrar maneras de evitarla o propiciarla.

A pesar de que se cuenta con bibliografía sobre el efecto de las soluciones hipotónicas y su relación directa con la hiponatremia adquirida en el hospital, se tiene la costumbre de seguir utilizando este tipo de soluciones en todos los pacientes hospitalizados sin tomar en cuenta edad, patología de base o estado de gravedad. Esperamos que después de este estudio realizado en nuestra unidad, se concientice a todos los médicos pediatras para que el uso de soluciones hipotónicas sea cada día menor, contando con mejores opciones y sobre todo con evidencia que apoya al uso de soluciones isotónicas, respetando así la osmolaridad del plasma de manera fisiológica e intentar modificar lo menos que se pueda la fisiología normal del paciente pediátrico.



14. RECOMENDACIONES

Ya confirmamos que las soluciones intravenosas aumentan el riesgo de hiponatremia en el paciente crítico, pero ahora la pregunta es ¿cómo podemos evitarlo?

1. Evaluar la necesidad de soluciones intravenosas:

- Evaluación clínica: La administración de soluciones intravenosas debe ser utilizada según el estado clínico del paciente, con el fin de evitar la sobre carga hídrica y con ello la hiponatremia por dilución y que el aporte de líquidos se realice acorde al tipo de déficit que presente el paciente.

2. Uso prudente de soluciones hipotónicas:

- Evitar el uso indiscriminado de soluciones hipotónicas para la hidratación intravenosa en pacientes críticos (como para mantener vías permeables), a menos que se trate de situaciones específicas.

3. Monitoreo constante de los niveles de sodio y líquidos:

- Control de sodio en sangre: Monitorear de forma frecuente los niveles de sodio sérico, especialmente en los primeros días del tratamiento, para detectar posibles alteraciones tempranas.
- Vigilancia de la diuresis: Es importante seguir el balance hídrico (ingresos vs. egresos) y vigilar la producción de orina, ya que esto proporciona indicaciones del estado de hidratación y la posible alteración del balance de líquidos.

4. Educación del personal de salud:

- Capacitación en el manejo de soluciones intravenosas: Es fundamental que el personal de salud esté capacitado en la identificación de la hiponatremia, los riesgos asociados con las soluciones intravenosas hipotónicas y el manejo adecuado de estos pacientes.



16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Spasovski G, Vanholder R, Allolio B, Annane D, Ball S, Bichet D, et al. Guía de práctica clínica sobre el diagnóstico y tratamiento de la hiponatremia. *Nefrología*. 1 de julio de 2017;37(4):370-80.
2. Pillai KS, Trivedi TH, Moulick ND. Hyponatremia in ICU. *J Assoc Physicians India*. mayo de 2018;66(5):48-52.
3. Castellanos L, Cárdenas L, Carrillo ML. Revisión Hiponatremia. *Horiz Méd Lima*. octubre de 2016;16(4):60-71.
4. Mejía-Sandoval HJ, Castellanos-Bueno R, Rangel-Rivera DA, Rangel-Rivera KL, Mejía-Sandoval HJ, Castellanos-Bueno R, et al. Aspectos prácticos para la clasificación, diagnóstico y manejo de hiponatremia en el paciente hospitalizado. *Medicas UIS*. agosto de 2020;33(2):85-93.
5. Omoifo CE, Edomwonyi NP, Idogun SE. Incidence of hyponatraemia following the use of three different intravenous fluids in paediatric surgery. *Afr J Paediatr Surg AJPS*. 2018;15(2):69-72.
6. Stelfox HT, Ahmed SB, Zygun D, Khandwala F, Laupland K. Characterization of intensive care unit acquired hyponatremia and hypernatremia following cardiac surgery. *Can J Anaesth J Can Anesth*. julio de 2010;57(7):650-8.
7. Hafer C. [Hyponatremia-workflow for intensive care physicians]. *Med Klin Intensivmed Notfallmedizin*. febrero de 2020;115(1):29-36.
8. Darmon M, Pichon M, Schwebel C, Ruckly S, Adrie C, Haouache H, et al. Influence of early dysnatremia correction on survival of critically ill patients. *Shock Augusta Ga*. mayo de 2014;41(5):394-9.
9. Singhi S, Jayashre M. Free water excess is not the main cause for hyponatremia in critically ill children receiving conventional maintenance fluids. *Indian Pediatr*. julio de 2009;46(7):577-83.
10. Hoorn EJ, Geary D, Robb M, Halperin ML, Bohn D. Acute hyponatremia related to intravenous fluid administration in hospitalized children: an observational study. *Pediatrics*. mayo de 2004;113(5):1279-84.
11. Darmon M, Diconne E, Souweine B, Ruckly S, Adrie C, Azoulay E, et al. Prognostic consequences of borderline dysnatremia: pay attention to minimal serum sodium change. *Crit Care*. 21 de Enero de 2013;17(1): R12.
12. Bagshaw SM, Townsend DR, McDermid RC. Disorders of sodium and water balance in hospitalized patients. *Can J Anaesth J Can Anesth*. febrero de 2009;56(2):151-67.



13. Sterns RH, Hix JK, Silver SM. Management of Hyponatremia in the ICU. CHEST. 1 de agosto de 2013;144(2):672-9.
14. Sedlacek M, Schoolwerth AC, Remillard BD. Electrolyte disturbances in the intensive care unit. Semin Dial. 2006;19(6):496-501.
15. Nieto-Pérez OR, Sánchez-Díaz JS, Solórzano-Guerra A, Márquez-Rosales E, García-Parra OF, Zamarrón-López EI, et al. Fluidoterapia intravenosa guiada por metas. Med Interna México. abril de 2019;35(2):235-50.
16. George Aguilar F. Manejo de fluidos intravenosos: del uso indiscriminado y empírico al manejo racional y científico. Med Crítica Col Mex Med Crítica. abril de 2018;32(2):100-7.
17. Líquidos intravenosos de mantenimiento en pacientes agudos [Internet]. [citado 14 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.intramed.net/content/87935>
18. Inzunza-Cervantes G, Duarte-Quintero JL, López-Chiquete MO, Blanco-Olivas JA, Jacobo-Ochoa S. Fluidoterapia intravenosa en el paciente clínico hospitalizado. Med Interna México. 2022;38(6):1233-43.
19. Deitelzweig S, Amin A, Christian R, Friend K, Lin J, Lowe TJ. Health care utilization, costs, and readmission rates associated with hyponatremia. Hosp Pract 1995. febrero de 2013;41(1):89-95.
20. Kataria N, Haokip HR, Kalyani VC. A randomized controlled trial to assess the effect of isotonic normal saline versus water post-Ryles Tube feeding for correcting hyponatremia among ICU patients at tertiary care hospital: a pilot study. Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol. 2023;15(2):31-40.
21. Culhane JT, Velury D, Okeke RI, Freeman C. Fluid and Solute Intakes Show Minimal Association With Serum Sodium Levels in a Mixed ICU Population. Cureus. abril de 2023;15(4): e37730.
22. Pérez-Moreno J, Gutiérrez-Vélez A, Torres Soblechero L, González Martínez F, Toledo del Castillo B, Vierge Hernán E, et al. ¿Sobreestimamos las necesidades de líquidos? Complicaciones del uso de sueros isotónicos de mantenimiento en plantas de hospitalización pediátrica. Nefrología. 1 de noviembre de 2022;42(6):688-95.
23. The Prevalence and Indications of Intravenous Rehydration Therapy in Hospital Settings: A Systematic Review [Internet]. [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-3986/4/1/2>
24. Minagorre PJA, Benito AMP. 5.- Fluidoterapia intravenosa de mantenimiento en el niño hospitalizado.
25. Amer BE, Abdelwahab OA, Abdelaziz A, Soliman Y, Amin AM, Mohamed MA, et al. Efficacy and safety of isotonic versus hypotonic intravenous maintenance fluids in



- hospitalized children: an updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pediatr Nephrol.* enero de 2024;39(1):57-84.
26. Sakr Y, Rother S, Ferreira AMP, Ewald C, Dünisch P, Riedemann N, et al. Fluctuations in serum sodium level are associated with an increased risk of death in surgical ICU patients. *Crit Care Med.* enero de 2013;41(1):133-42.
 27. Foster BA, Tom D, Hill V. Hypotonic versus isotonic fluids in hospitalized children: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr.* julio de 2014;165(1):163-169.e2.
 28. 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 J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* noviembre de 2008;9(6):589-97.
 29. Dasta J, Waikar SS, Xie L, Boklage S, Baser O, Chiodo J, et al. Patterns of treatment and correction of hyponatremia in intensive care unit patients. *J Crit Care.* octubre de 2015;30(5):1072-9.
 30. Yung M, Keeley S. Randomised controlled trial of intravenous maintenance fluids. *J Paediatr Child Health.* 2009;45(1-2):9-14.
 31. Merino Romero J, Villanueva Agero R, Moyano Ariza M. Un paciente con hyponatremia. *Med Integral.* 15 de septiembre de 2000;36(5):166-72.
 32. Assadi F. Hyponatremia: a problem-solving approach to clinical cases. *J Nephrol.* 2012;25(4):473-80.
 33. Sim JK, Ko RE, Na SJ, Suh GY, Jeon K. Intensive care unit-acquired hyponatremia in critically ill medical patients. *J Transl Med.* 2 de julio de 2020;18(1):268.
 34. Flores Robles CM, Cuello García CA. A prospective trial comparing isotonic with hypotonic maintenance fluids for prevention of hospital-acquired hyponatraemia. *Paediatr Int Child Health.* agosto de 2016;36(3):168-74.
 35. Hanna M, Saberi MS. Incidence of hyponatremia in children with gastroenteritis treated with hypotonic intravenous fluids. *Pediatr Nephrol Berl Ger.* agosto de 2010;25(8):1471-5.



15. ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS EN EXCEL.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Sexo	Edad	Patologia	Na basal/Ingreso	Tipo de solucion	Na posterior a 48h de soluciones		
2	2	2	1	144	1	136		SEXO
3	1	1	1	135	1	136		1. FEMENINO
4	2	3	2	135	1	134		2. MASCULINO
5	2	3	5	140	1	137		
6	2	3	6	138	1	133		EDAD
7	1	2	6	153	1	146		1. Mayor a 1 mes
8	1	3	1	133	1	127		2. Más de 1 año
9	1	2	1	140	1	134		3. Entre 3 y 14 años
10	1	3	9	151	1	139		
11	1	2	1	133	1	129		
12	1	2	10	141	1	137		PATOLOGIA
13	1	2	13	152	1	142		1. Neumonia
14	1	1	14	133	1	132		2. TCE
15	2	1	1	145	1	131		3. Desnutrición
16	1	1	1	138	1	136		4. Gastroenteritis
17	1	3	8	136	1	132		5. Sepsis
18	1	3	11	139	1	136		6. Convulsiones-epilepsia
19	2	2	1	135	1	132		7. Neuroinfección
20	1	1	11	136	1	137		8. Apendicitis
21	2	3	2	141	2	157		9. Cetoacidosis



ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Estudio: Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua

Investigador Principal: Dra. Karen Griselda Pinales Pedroza

Institución: Hospital Infantil De Especialidades De Chihuahua

A quien corresponda; Usted ha sido invitado/a participar en un estudio de investigación con el objetivo de encontrar una asociación entre la disminución del sodio medido por electrolitos séricos y el uso de soluciones intravenosas isotónicas e hipotónicas. A continuación, le proporcionamos información detallada sobre el procedimiento y su participación en este estudio.

1. Propósito de la investigación: El propósito de este estudio es de encontrar una asociación entre la disminución del sodio medido por electrolitos séricos y el uso de soluciones intravenosas isotónicas e hipotónicas.

2. Procedimiento: Como parte de este estudio, se le tomará una muestra de sangre de su brazo para analizar los niveles de electrolitos séricos (por ejemplo, sodio, potasio, cloro, calcio, entre otros). La muestra será procesada y los resultados serán utilizados con fines de investigación. La toma de muestra se realizará de la siguiente manera:

- Se le aplicará una pequeña aguja en el área seleccionada de su brazo.
- La extracción de sangre se realizará por un profesional de salud capacitado.
- El procedimiento durará aproximadamente 5 minutos.

3. Posibles riesgos: La toma de muestra de sangre es un procedimiento generalmente seguro. Sin embargo, pueden presentarse algunos riesgos mínimos como:

- Dolor o incomodidad en el sitio de la extracción.
- Mareo o desmayo (raro).



Estos riesgos son mínimos y en caso de ocurrir, serán tratados de manera adecuada por el personal médico.

4. Beneficios: La información obtenida a través de este estudio podrá ayudar a mejorar el conocimiento sobre la hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva y contribuir a futuros avances en el cuidado de la salud.

5. Confidencialidad: Toda la información relacionada en este estudio será tratada de manera confidencial. Los resultados de las pruebas y cualquier dato personal serán almacenados de manera segura y se utilizarán solo con fines de investigación.

6. Voluntariedad: Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Si decide no participar, no se le negará ningún tratamiento ni se afectará su atención médica. Si decide participar, puede retirarse en cualquier momento, sin necesidad de justificación y sin que ello afecte su tratamiento médico.

7. Consentimiento: Al firmar este documento, confirma que ha recibido toda la información necesaria sobre el estudio y que ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Asimismo, confirma que entiende el propósito, los procedimientos, los riesgos, y sus derechos como participante en este estudio

DECLARO QUE HE LEÍDO Y COMPRENDIDO LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN ESTE DOCUMENTO, Y DOY MI CONSENTIMIENTO VOLUNTARIO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO DESCRITO.

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

Firma del Investigador: _____

Fecha: _____



ANEXO 3. FORMATO DE APROBACION DE TESIS

Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
Comité de Investigación
Oficio: 002-2025
Chihuahua, Chih., a 15 de Enero del 2025

Asunto: Registro y aprobación de Tesis

Karen Griselda Pinales Pedroza.

Por medio de la presente le informamos que se ha evaluado y revisado por el Comité local de Investigación del Hospital Infantil Especialidades, el protocolo denominado:

Hiponatremia asociada al uso de soluciones isotónicas e hipotónicas en pacientes del área de terapia intensiva del hospital infantil de especialidades de chihuahua.

Este cumple con los requerimientos necesarios establecidos por nuestro Comité y ha sido ACEPTADO y registrado con el número **CIRP049**.

Por lo que le invitamos llevarlo a cabo y le solicitamos que una vez concluido nos haga llegar el informe final con Resultados, Discusión y Recomendaciones a este Comité.

Aprovechamos la ocasión para extender una felicitación a usted y su grupo de Investigación.

Sin más por el momento quedamos de usted.

Atentamente

Dra. Luisa Berenise Gamez González
Coordinadora del Comité de Investigación

C.C.P. Dr. Héctor José Villanueva Clift. Jefe de Enseñanza e Investigación HIECH