



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

PRESENCIA DE ACIDOSIS METABÓLICA HIPERCLORÉMICA
EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO NEUROQUIRÚRGICO

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN:

ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A

DRA. ELBA GUADALUPE ZÁRATE RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. JUAN CARLOS RAMÍREZ MORA



CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOJA DE FIRMAS

**DRA. REBECA GÓMEZ CHICO VELASCO
DIRECTORA DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Carlos Ramírez Mora', written over a horizontal line.

**DR. JUAN CARLOS RAMÍREZ MORA
MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO ANESTESIOLOGIA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kelly Arlette Maldonado Sánchez', written over a horizontal line.

**DRA KELLY ARLETTE MALDONADO SÁNCHEZ
MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO ANESTESIOLOGIA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|----|
| Resumen. | 2 |
| Introducción. | 3 |
| Marco teórico. | 4 |
| Antecedentes. | 6 |
| Planteamiento del problema. | 11 |
| Pregunta de investigación. | 12 |
| Justificación. | 13 |
| Objetivos. | 14 |
| Métodos. | 15 |
| Consideraciones éticas. | 17 |
| Plan de análisis estadístico. | 18 |
| Descripción de variables. | 19 |
| Resultados | 21 |
| Discusión. | 24 |
| Conclusiones | 25 |
| Limitaciones del estudio. | 26 |
| Cronograma de actividades. | 27 |
| Referencias bibliográficas. | 28 |
| Anexos. | 30 |

RESUMEN.

El objetivo del estudio fue describir la presencia de acidosis hiperclorémica en los niños después de la cirugía de resección de tumor de fosa posterior con enfoque en el método de Stewart y la relación de la misma con la cantidad administración de Solución NaCl 0.9% ml/kg/hrs durante el periodo transanéstésico. La incidencia relativa de este trastorno es desconocida. Por lo tanto, este estudio diseñado para determinar la presencia de la acidosis hiperclorémica metabólica en pacientes postquirúrgicos.

Métodos: Estudio observacional retrospectivo, transversal en pacientes postoperados de resección de tumor de fosa posterior ingresado en la UCI en nuestra institución el 1 de enero 2015 al 31 de diciembre 2015. Se excluyeron los pacientes en los que cualquier variable necesaria requerida para caracterizar un trastorno ácido-base estaba ausente. Un total de 13 pacientes cumplieron con los criterios. Parámetros de gasometría arterial, electrolitos séricos, albumina sérica, diferencia de iones fuertes, diferencia de iones fuertes (SIG), y anión gap fueron medidos y calculados.

Resultados: Un total de 13 niños, edad media 6.9 años se estudiaron. Estos niños mostraron acidosis metabólica hiperclorémica (Cl corregido > 118 mmol/L y SID < 40 mEq/L). En 10 pacientes (76.9%) se presentó acidosis metabólica hiperclorémica ($p < 0,05$). La relación de hipercloremia con la Brecha de iones fuertes (SIG) fue del 36.4% y para el anión gap 64.23% ($p < 0,05$). No existió un valor significativo en relación a alguna cantidad en ml de NaCl que se administró durante el periodo transanéstésico y su asociación con la Acidosis Metabólica hiperclorémica ($p < 0,05$).

Conclusiones: En estos niños la presencia de acidosis metabólica hiperclorémica la cirugía neurología puede ser un hallazgo frecuente, no se puede determinar la cantidad de NaCl 0.9% que se requiere para que se presente esta entidad.

INTRODUCCIÓN

La presencia de acidosis metabólica hiperclorémica en un niño después de neurocirugía podría estar influenciada por la elección de soluciones empleadas en su manejo transanestésico contribuyendo a la hipercloremia. Este estudio intenta delinear la cantidad en mililitros administrados de Solución NaCl 0.9 con relación al peso y tiempo transanestésico y la presencia de acidosis hiperclorémica en los niños después de la cirugía, en términos de un enfoque del método de Stewart. De acuerdo con el enfoque de Stewart a la fisiología ácido-base, la hipercloremia debe considerarse en relación con los cationes fuertes plasma e implica la manipulación de cada uno de los iones fuertes de plasma, particularmente de sodio y cloruro y puede ser factores más importantes en el equilibrio ácido-base que el resultado que el propio pH.

. En anestesiología, esta relación ha recibido una atención renovada después de varios estudios de acidosis hiperclorémica intraoperatoria asociada con la administración de IV de NaCl.

MARCO TEÓRICO

El manejo de líquidos en el paciente neuroquirúrgico implica un reto para el anestesiólogo, puesto que el objetivo principal es mantener normovolemia intraoperatoria y estabilidad hemodinámica^{1, 2}. Así mismo la administración de líquidos intraoperatorio debe darse a una velocidad suficiente para reemplazar la diuresis y pérdidas insensibles.³ Los pacientes neurológicos menudo se encuentran con administración de diuréticos (manitol, furosemida) como tratamiento del edema cerebral y reducción de la hipertensión intracraneal, pudiendo conducir a inestabilidad hemodinámica y colapso cardiovascular, sobre todo si se produce la pérdida repentina de sangre durante la cirugía, requiriendo grandes cantidades de líquidos intravenosos para corregir la deshidratación preoperatoria y/o para mantener la estabilidad hemodinámica intraoperatoria y postoperatoria (vasoespasmos, reemplazo sanguíneo o reanimación).⁴

La barrera hematoencefálica permite el paso del agua a través de gradientes osmóticos, y la osmolalidad en suero es un determinante en el contenido de agua del cerebro⁵. La isotonicidad es de hecho un parámetro importante para evaluar durante el manejo de líquidos en el paciente neuroquirúrgico.^{4, 5}

El tipo de solución, dosis, velocidad de administración, periodicidad y duración del tratamiento son igualmente importantes, que se debe valorar en el manejo de estos pacientes ya que existe poca información acerca del manejo racional de líquidos.

Existe una variedad de soluciones entre cristaloides y coloides, no obstante las recomendaciones de las soluciones empleadas para estos objetivos es Solución fisiológica 0.9% (NaCl 0.9%), siendo el cristaloides más administrado por ser ligeramente hiperosmolar y por lo tanto prevenir el edema cerebral^{1, 5}. La NaCl 0.9% no es ni "normal" ni "fisiológica"⁶, es el más clásico de todas las soluciones de infusión. Se compone de cloruro de sodio disperso en agua estéril a una concentración que hace que el volumen permanezca en el espacio extracelular, produciendo expansión de este espacio, corrección de ciertos trastornos electrolíticos, y como vehículo para la administración de fármacos intravenosos⁷.

Se utiliza con más frecuencia de lo que debería, los anestesiólogos optan por una solución salina isotónica en lugar de Hartmann como solución principal durante la cirugía, aunque tiene pocas razones para su uso rutinario.

La infusión de solución salina al 0,9% tiende a aumentar ligeramente la osmolaridad del plasma; contiene Na^+ y Cl^- .

Las soluciones glucosadas no se requieren en estos procedimientos por presentar hiperglucemia que empeora la lesión por reperfusión, su empleo se recomienda en los recién nacidos a término y prematuros, con el fin de evitar hipoglicemias¹.

Las soluciones de albúmina y Hartmann que se cree aumentan la PIC por su hipotonicidad radicando entre estas la osmolaridad (Cuadro 1) que es significativamente diferente⁹.

| Cuadro 1. Diferencias de Osmolaridad | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Plasma. | 280 a 300 mOsm / kg H ₂ O |
| Solución NaCl 0,9% | 286 mOsm / kg H ₂ O |
| Solución Hartmann | 257 mOsm / kg H ₂ O |

Las soluciones intravenosas disponibles (con la excepción de 0,9% de NaCl y soluciones con dextrosa) han incluido aniones orgánicos (tales como acetato, lactato, malato, gluconato, etc.), como precursores de HCO_3^- (Bicarbonato) a fin de equilibrar el contenido total de cargas positivas, es decir, componentes orgánicos que se metabolizan a HCO_3^- en un sistema vivo. El equilibrio ácido-base de una solución intravenosa específico puede variar en diferentes pacientes, teniendo diferentes concentraciones de HCO_3^- .

La infusión de grandes volúmenes de NaCl 0.9% produce una acidosis metabólica, se caracteriza por hipercloremia y disminución de la concentración de bicarbonato en plasma^{5,9}, asociado a una infusión rápida y alto volumen (30-60 ml/kg/hrs)^{3,10}.

MARCO TEÓRICO

La NaCl al 0,9% ha sido la solución de elección para reanimación, como vehículo para la administración de fármacos y manejo de líquidos intraoperatorio y posoperatorio durante más de 50 años. Entró en vigor en 1883, observándose que los eritrocitos eran menos propensos a lisis con esta solución¹¹.

Se ha observado que sus efectos adversos pueden ser comparables con los coloides. La infusión de grandes cantidades de NaCl 0.9%, (30-60 ml / kg) se ha asociado a acidosis hiperclorémica^{3, 10} o "acidosis de iones fuertes" e hipernatremia, estas alteraciones ácido-base se produce por la dilución de bicarbonato (carecen de algún anión que pueda favorecer formación de HCO₃) o por un aumento en la concentración de ion cloruro, el cloruro no es un subproducto del metabolismo, y por lo tanto el término acidosis "metabólica" hiperclorémica es inapropiado.

Se considera la acidosis hiperclorémica como un efecto secundario benigno fenómeno de corta duración, que se resuelve generalmente dentro de un día y el pronóstico es mucho mejor que en los pacientes con acidosis láctica¹¹, ambas se producen por una disminución de la diferencia de iones fuertes, sin embargo en los pacientes críticos la acidosis hiperclorémica¹² tiene una gran importancia.

El cloruro es el anión principal de cualquier solución cristaloide por vía intravenosa y el principal anión del líquido extracelular, aunque su concentración en el plasma no está tan firmemente regulado como el de Na⁺ y K⁺, tiene un papel central en el equilibrio ácido-base⁸.

Diversos mecanismos se han asociado con la toxicidad de Cl⁻; como se menciona a continuación:

1. Modifica las respuestas vasculares vasoconstrictora en el riñón,
2. Afectar a la actividad de la renina plasmática y la presión arterial sistémica,
3. Aumento de los niveles de IL-6 (proinflamatorio),
4. Mayor incidencia de las infecciones postoperatorias.

Durante del manejo de líquidos, la presencia de una acidosis hiperclorémica no diagnosticada puede resultar en la administración innecesaria de aún más solución, asociando la acidosis a hipovolemia, por ello la importancia de reconocer los desequilibrios ácido-base, el cual se puede realizar mediante la ecuación Stewart, no obstante esta distinción rara vez se realiza durante la administración de solución salina⁹.

No hay una orientación clara sobre el volumen ideal para ser administrado para mantener la perfusión tisular adecuada y la micro circulación. Una reducción en la concentración de bicarbonato se hace evidente después de la infusión de 1 litro. Se necesita una infusión relativamente rápida de 2-3 litros para disminuir el pH en un adulto al extremo inferior del intervalo normal⁷.

El método de Stewart, define "acidosis hiperclorémica" es causado por una disminución en la diferencia entre cloruro y sodio. Stewart plantea que el pH se determina no sólo por el pH, bicarbonato, pCO₂, sino también se fundamenta en 2 leyes fisicoquímicas: la electroneutralidad y, la de la conservación de la masa, la que postula que la cantidad de una sustancia permanece constante a menos que ésta sea adicionada o generada, o removida o destruida y propone tres variables: la diferencia de iones fuertes (diferencia entre aniones y cationes totalmente disociados, SID), la concentración total de ácidos débiles, (especialmente la albúmina y fosfato), (ATOT) y la PaCO₂¹³. (Ver Figura 1)

$$pH = [pCO_2] + [DIF] + [ATOT]..$$

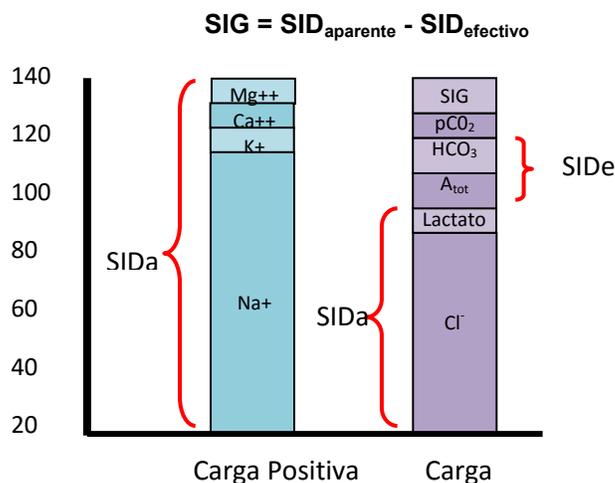


Figura1. Modelo de Stewart

Propone la existencia de 2 grupos de variables en las soluciones biológicas: las dependientes y las independientes. Las dependientes (H^+ y de HCO_3^-) cambian su concentración solamente cuando se han modificado las variables independientes: (pCO_2), aniones débiles no volátiles (fosfato y la albúmina) o en la SID (Strong Ion Difference) o diferencia de iones fuertes.^{14, 15}

La diferencia de iones fuertes (SID) es la carga neta de los iones fuertes (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^-) con un valor normal de 40-42 meq/L. En situaciones anormales pueden aparecer otros aniones fuertes como el lactato y modifica la carga neta de iones fuertes y, por lo tanto, afectan la concentración de hidrogeniones,¹⁶ entonces se denomina SID aparente (SIDa) que mide la carga neta de los iones (cationes fuertes y los aniones fuertes):^{16, 17}

$$SIDa = [Na^+] + [K^+] + [Ca^{++}] + [Mg^{++}] - [Cl^-] + [Lactato]$$

La acidosis metabólica hiperclorémica se caracteriza por $SID < 40$ y cloro corregido de 108 a 112 mEq/L. De acuerdo con el principio de la electroneutralidad el plasma no puede estar "cargado", así que, el resto de las cargas negativas proviene del pCO_2 y ácidos débiles, llamado también SID efectiva (SIDe).¹⁴⁻¹⁷

$$SIDe = 2.46 \cdot (10^{-8}) \cdot pCO_2 / (10^{-pH}) + A_{TOT}$$

No existen dos SID, son dos formas para aproximarnos a la SID real. Al sustraer el SIDe al SIDa se obtiene la brecha de iones fuertes (SIG, del inglés Strong Ion Gap).¹⁵

$$SIG = SID_{aparente} - SID_{efectivo}$$

El valor normal se considera de 0-2 mEq/L y cuando está por arriba de estos valores hay aniones no medidos diferentes al lactato condicionando acidosis (cetona, sulfatos, metanol y salicilatos), por debajo de este nivel, se asocia a alteraciones de HCO_3^- y Cl^- .¹⁵⁻¹⁷

Los ácidos débiles son la albúmina y el fosfato y son representados por el símbolo A_{TOT} . Los cambios en los $A_{TOT}^{14,15}$ podrían condicionar acidosis o alcalosis. Las concentraciones de albúmina y fósforo se corregirán de acuerdo al pH con la siguiente fórmula:

$$[A_{TOT}] = [Alb] \text{ (g/L)} \times (0.123 \times \text{pH} - 0.631) + [PO_4] \text{ (mmol/L)} \times (0.309 \times \text{pH} - 0.469)$$

La acidosis metabólica hiperclorémica se caracteriza por $SID < 40$ y cloro corregido de 108 a 112 mEq/L.¹⁴⁻¹⁷(Tabla 2)

Tabla 2.

| DISTURBIOS ACIDO-BASE POR STEWART | | |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
| | Acidosis | Alcalosis |
| I. Respiratoria | ↑ pCO ₂ | ↓ pCO ₂ |
| II. Metabólica | | |
| SID anormal | | |
| Exceso/déficit de agua | ↓ SID ↓ [Na ⁺] | ↑ SID ↑ [Na ⁺] |
| Exceso/déficit de cloro | ↓ SID ↑ [Cl ⁻] | ↑ SID ↓ [Cl ⁻] |
| Aniones no medidos | ↓ SID ↑ SIG | ----- |
| A_{TOT} | | |
| Albumina Sérica | ↑ [Albumina] | ↓ [Albumina] |
| Fosforo | ↑ [PO ₄ ⁻²] | ↓ [PO ₄ ⁻²] |
| Valores normales pCO ₂ = 30-45 mmHg, SID=40-42 mEq/L, Na ⁺ =137-147 mmol/L, Cl ⁻ =96-107 mmol/L, SIG 0-2 mEq/L, Albumina 4-4.4 gr/dL, PO ₄ ⁻² 3.0-5.7 mg/dL | | |

El cálculo del anión gap (AG) es también determinante para el diagnóstico de acidosis metabólica, se basa también en el principio de electroneutralidad. Existe una brecha "normal" entre los cationes [Na⁺] + [K⁺] + [Ca⁺⁺] + [Mg⁺⁺] y aniones [Cl⁻]+[HCO₃]. Sin embargo la hipoalbuminemia afecta el anión gap, por lo que resulta importante su corrección acorde a los niveles de esta:

$$AG = [Na^+] + [K^+] - [Cl^-] + [HCO_3^-]$$

$$AG_{\text{corregido}} = AG \text{ medido} + 0.25 \times (\text{Albumina normal} - \text{albumina medida}) \text{ (g/L)}$$

El valor AG en individuos normales es 8-18 mmol/L. Un aumento del anión gap significa que no aniones se acumulan y es sugerente de una acidosis orgánica (acidosis láctica, cetoacidosis), un valor normal sugiere alteraciones del cloro (Acidosis metabólica hiperclorémica) y por debajo del nivel hipoalbuminemia.^{15, 16}

En base a lo anterior el análisis del estado ácido-base y su aplicación en la práctica clínica de manera cotidiana no solo debe enfocarse en la determinación de acidosis o alcalosis en base al pH, pCO₂ y Bicarbonato, su efectividad en el manejo óptimo del paciente neuroquirúrgico radica en la necesidad de medir el impacto de cationes y aniones plasmáticos.¹⁷

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La acidosis metabólica hiperclorémica es una entidad poco detectada por el anestesiólogo pediatra en el manejo de líquidos durante el periodo transoperatorio, sobre todo en el empleo indiscriminado de solución NaCl 0.9%, sin tomar en cuenta las complicaciones asociadas a la misma; en el paciente neuroquirúrgico, es de suponer su presencia, debido a las recomendaciones que hace la literatura sobre el empleo básico de la Solución NaCl 0.9% durante el manejo transquirúrgico, lo cual favorece la presentación de esta entidad. Se desconoce en la población pediátrica la cantidad de solución que se requiere para favorecer su presencia durante el periodo perioperatorio.

El modelo de Stewart facilita la detección de la Acidosis Metabólica Hiperclorémica y por tanto nos puede orientar en la asociación que existe en los mililitros administrados de solución Fisiológica con respecto al peso del paciente y al tiempo anestésico.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la frecuencia en la que se presenta la acidosis hiperclorémica en el paciente pediátrico neuroquirurgico al término de su cirugía y cual cantidad en ml/kg/hrs de Solución NaCl 0.9% que se asocia a la presencia de esta entidad como resultado del manejo de líquidos durante el periodo transanéstésico?

JUSTIFICACIÓN

A diferencia de los estudios realizados en el paciente adulto neuroquirúrgico, en el paciente pediátrico no existen cifras establecidas asociadas a la presentación de acidosis hiperclorémica durante el manejo de líquidos transanestésicos, por lo cual es necesario conocer que tan frecuente es esta entidad y cuál es la cantidad de solución NaCl 0.9% en relación al peso del paciente con la cual se presenta, con la finalidad de establecer el manejo de líquidos y electrolitos durante el procedimiento neuroquirurgico

OBJETIVOS

- Generales
 - Medir la frecuencia en la que se presenta acidosis hiperclorémica en el paciente pediátrico para cirugía Resección de tumor de fosa posterior mediante la ecuación de Stewart.

- Secundarios.
 - Medir la cifra en mililitros/kg de peso que se requirió de solución fisiológica 0.9% para la presentación de acidosis hiperclorémica.

MÉTODOS

Muestra.

Todos los pacientes que hayan sido sometidos a cirugía de resección de tumor en fosa posterior durante el periodo señalado.

- **Criterios de Inclusión.**

- Pacientes pediátricos de 0-18 años sometidos a cirugía para resección de tumor de fosa posterior durante el periodo de 01 enero 2015 a 31 diciembre 2016.
- Pacientes que cuenten con expediente clínico completo. (hojas transanestésicas, gasometría al ingreso a terapia quirúrgica, medición de albumina y electrolitos séricos inmediatos).

- **Criterios de Exclusión**

- Pacientes con un problema acido-base previo a evento anestésico/quirúrgico.
- Pacientes que presenten alteraciones en niveles de albumina previo a evento anestésico/quirúrgico.

- **Criterios de Eliminación**

- Pacientes que tengan extravío de expediente clínico.

Diseño del estudio.

Descriptivo, transversal, observacional, retrospectivo.

Ubicación espacio-temporal.

Hospital Infantil de México Federico Gómez, durante el periodo comprendido de 01 de enero 2015 al 31 de diciembre 2015

Estrategia de Trabajo.

Los datos se recolectaran de forma retrospectiva en los expedientes de los pacientes sometidos a resección de tumor de fosa posterior en un periodo de 12 meses. Se recogieron datos sobre la gasometría arterial al ingreso a terapia quirúrgica (pH, la presión parcial de dióxido de carbono, bicarbonato plasmático, exceso de base estándar, y el sodio en plasma, potasio, cloro, calcio ionizado, y el lactato), además del resultado de laboratorio de la medición de las concentraciones de plasma o suero de magnesio, albúmina y fosfato. Se calculara la diferencia fuerte de iones aparente usando el Método de Stewart de diferencia fuerte de iones aparente (SIDa):

$$SIDa = [Na^+] + [K^+] + [Ca^{++}] + [Mg^{++}] - [Cl^-] + [Lactato]$$

También se realizara el cálculo la diferencia fuerte de iones efectiva (SIDe) con la finalidad de obtener el valor de la Brecha de iones Fuertes (SIG):

$$SIDe = 2.46 \cdot (10^{-8}) \cdot pCO_2 / (10^{-pH}) + A_{TOT} \text{ (Concentración total ácidos débiles)}$$
$$[A_{TOT}] = [Alb] \text{ (g/L)} \times (0.123 \times pH - 0.631) + [PO_4] \text{ (mmol/L)} \times (0.309 \times pH - 0.469)$$

$$SIG = SID_{aparente} - SID_{efectivo}$$

Examinaremos al grupo con hipercloremia ($>108 \text{ Cl}^-$ corregido) con respecto a SIG (-2 mmol/L) y anión gap ($8-18 \text{ mmol/L}$)

$$AG = [Na^+] + [K^+] - [Cl^-] + [HCO_3^-]$$

Se realizara un corrección del Anión Gap en base a los niveles de albumina

$$AG_{corregido} = AG \text{ medido} + 0.25 \cdot (\text{Albumina normal} - \text{albumina medida}) \text{ (g/L)}$$

Se obtendrá el aporte de solución NaCl 0.9% durante el manejo transanestésico de las hojas de manejo transanestésico de la cirugía y se obtendrá una relación ml/ kg/hrs y la presencia de Acidosis metabólica hiperclorémica.

CONSIDERACIONES ETICAS

De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación el estudio corresponde a un estudio sin riesgo, por tratarse de un estudio retrospectivo.

Durante el estudio y el reporte de los resultados se mantuvieron la confiabilidad del expediente clínico del paciente.

PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis de los resultados se realizara mediante escalas de frecuencia y tendencia.

Se utilizara el programa SPSS versión 24 para determinar la relación con los cambios metabólicos ácido-base mediante χ^2 para examinar las correlaciones entre la SIDa, SIG, Anión GAP y la medición del ion Cloro ($p=0.05$).

En el grupo con acidosis hiperclorémica, también correlaciono la cantidad de Solución NaCl 0.9% que se administro en el periodo transanéstésico a razón de mL/Kg/hrs mediante el T de Student.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES (DEFINICIÓN CONCEPTUAL, OPERACIONAL, TIPO DE VARIABLE, ESCALA DE MEDICIÓN)

| Variable | Definición | Nivel de Medición | Tipo | Escala de Medición |
|--|---|-----------------------|--------------|--------------------|
| Edad | Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo | Años | Cuantitativa | Intervalo |
| Sexo | Variable biológica y genética que divide a los seres humanos. | Femenino Masculino | Cualitativo | Nominal |
| Peso | Masa del cuerpo en kilogramos. | Kilogramos | Cuantitativa | Intervalo |
| Tiempo de duración de Procedimiento Anestésico | Tiempo transcurrido entre el inicio del procedimiento anestésico al término del mismo | Horas | Cuantitativo | Intervalo |
| Cantidad de NaCl 0.9% administrada durante el transanestésico en relación | Relación entre la administración de NaCl 0.9% el peso del paciente y el tiempo del procedimiento anestésico | ml/kg/hrs | Cuantitativo | Intervalo |
| Nivel de Cloro | Medición del Ion Cloro en gasometría arterial. | mmol/L | Cualitativo | Intervalo |
| Strong Ion Difference (SID) Aparente | Diferencia entre los cationes y aniones fuertes del organismo | mEq/l | Cuantitativo | Intervalo |
| Strong Ion Difference (SID) Efectiva | Adición de aniones mensurables (HCO_3 y A_{TOT}) | mEq/l | Cuantitativo | Intervalo |

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES (DEFINICIÓN CONCEPTUAL, OPERACIONAL, TIPO DE VARIABLE, ESCALA DE MEDICIÓN)

| Variable | Definición | Nivel de Medición | Tipo | Escala de Medición |
|--------------------------------------|--|--------------------------|--------------|---------------------------|
| Brecha de Iones Fuertes (SIG) | Diferencia entre SID aparente y efectiva | mEq/l | Cuantitativo | Intervalo |
| Anión GAP | mide la diferencia entre aniones y cationes en la gasometría | mEq/l | Cuantitativo | Intervalo |

RESULTADOS

Se identificaron un total de 17 pacientes sometidos a cirugía de resección de tumor en fosa posterior durante 12 meses. Se incluyeron solo 13 pacientes que encajaban criterios de inclusión. La distribución por sexo fue mayor en el género femenino, con una media total de edad de 6.9 años. (Grafico 1 y Tabla 1).

| EDAD (AÑOS) | |
|-------------|-----|
| Promedio | 6.9 |
| Edad Mínima | 1 |
| Edad Máxima | 15 |

Tabla 1. Relación Edad del paciente

Distribución por Género

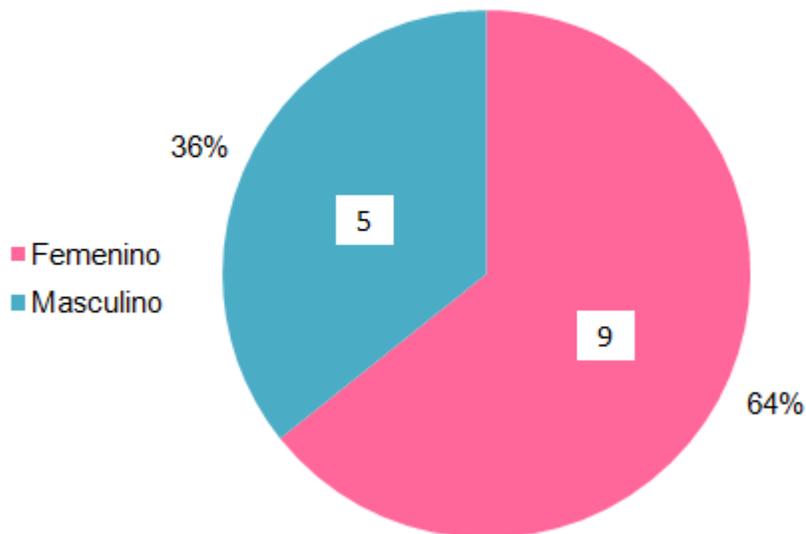
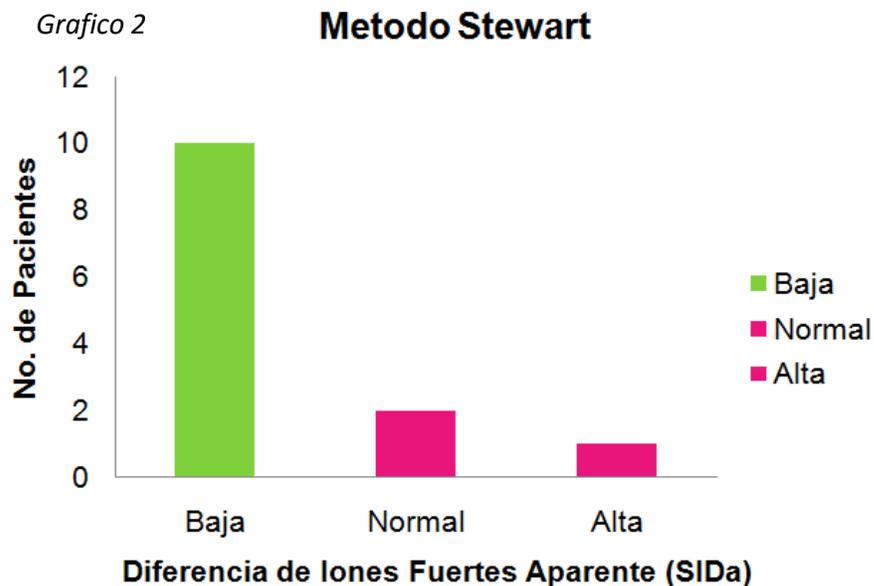


Grafico 1

Tabla 2: se muestran los resultados obtenidos en el análisis invariante: Cloro corregido, Anión Gap corregido, SID aparente y Brecha de Iones Fuertes.

| Tabla 2. Datos del Paciente al Ingreso al término del Procedimiento Anestésico | | | | |
|---|---------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|
| Paciente | Cl ⁻ Corregido | Anión Gap corregido con Albumina | Diferencia de iones fuertes aparente SIDa | Brecha de Iones fuertes (SIG) |
| 1 | 108 | 11.5 | 39.34 | 2.8 |
| 2 | 107 | 14.5 | 40.6 | 1.7 |
| 3 | 108 | 8.1 | 36.55 | -2.1 |
| 4 | 111 | 0 | 29.14 | 0.7 |
| 5 | 105 | 9.1 | 40.84 | -0.4 |
| 6 | 110 | 13 | 39.84 | 1.2 |
| 7 | 114 | 15.3 | 38.14 | 3.1 |
| 8 | 111 | 8.5 | 35.79 | -2.7 |
| 9 | 109 | 10.4 | 35.29 | -0.1 |
| 10 | 108 | 12.8 | 38.59 | 1.9 |
| 11 | 113 | 13.7 | 36.24 | 2.9 |
| 12 | 103 | 16.4 | 43.09 | 1.7 |

Grafico 2. En el presente grafico se muestra la SID aparente baja e hipercloremia mostraron una fuerza de correlación ($p = 0,001$) a razón de lo determinado por el método de Stewart.



| Tabla 3. Acidosis Hiperclorémica vs NaCl 0.9% mL/Kg/Hr | |
|--|---------------------|
| Presencia de Acidosis Hiperclorémica | NaCl 0.9% mL/Kg/Hrs |
| Si | 9.34 (\pm 3.8) |
| No | 12.13 (\pm 7.4) |
| $p=0.589$ | |

| | Peso (kg) | Tiempo Anestésico (Horas) | NaCl 0.9% ml | Relación Horaria NaCl 0.9% ml/kg/hrs |
|---|-----------|---------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Promedio | 24.9 | 9.7 | 1642.3 | 10.0 |
| Mínimo | 10 | 4 | 800 | 4 |
| Máximo | 49 | 20.7 | 3500 | 20.7 |
| <i>Tabla 4. Datos del Paciente en relación al tiempo y administración de NaCl 0.9% al termino del Procedimiento Anestésico.</i> | | | | |

DISCUSIÓN

En el enfoque de Stewart, los tres factores independientes en el estado ácido-base son la presión parcial de dióxido de carbono, la diferencia de iones fuertes, y la concentración total de ácidos débiles. El estado general dependerá del efecto combinado de todos los componentes de estos tres factores. En el paciente neuroquirúrgico, al cual el manejo de líquidos acorde a lo referido a la literatura es de forma primordial con Solución NaCl 0.9%, la determinación de la diferencia de iones fuertes aparente y el nivel de cloro son parámetros a tener en consideración durante su manejo.

En nuestro estudio nos enfocamos en observar la presencia de acidosis hiperclorémica del paciente pediátrico al término del evento anestésico el cual se presentó en 76.9% de los pacientes, que se asoció en un 36.4% con un SIG por debajo de los niveles normales, así como un Anión Gap normal en un 69.2%, asociamos las alteraciones que se presentaron a nivel ácido-base fue debido al manejo de líquidos transoperatorio y que los criterios de diagnóstico acorde al modelo de Stewart y la determinación del Anión Gap pueden ser aplicados, como lo muestra el estudio de Scheingraber y cols¹⁸ donde se administraron varios litros de solución salina 0,9% durante la cirugía ginecológica, lo que llevó a un aumento considerado del cloro plasmático (115 mmol/L), acidemia, y un anión gap de 11,8 mmol/L, no obstante nuestro estudio no demuestra una relación significativa entre la cantidad en ml/kg/hrs de Solución NaCl 0.9% que se administró y la presentación de la acidosis hiperclorémica.

La mayor incidencia de anomalías de equilibrio ácido-base durante el manejo de líquidos transanestésico durante el empleo de forma primordial con NaCl 0,9% favorece desequilibrios electrolíticos por cambios iónicos del espacio extracelular.¹⁹

CONCLUSIONES.

La acidosis metabólica hiperclorémica es una disminución de la diferencia acidosis metabólica (acidosis fuerte-ion) fuerte de iones. El enfoque de Stewart, nos permite cuantificar los efectos de la relación entre los cationes y aniones fuertes junto con otros factores que afectan el estado general de ácido-base, tales como albúmina y fosfato. El manejo de los trastornos ácido-base y la prevención asociado al adecuada administración de líquidos intravenosos son situaciones que debe tener en cuenta el anestesiólogo en manejo transanestésico de los pacientes neuroquirúrgicos.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Este estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, por ser un estudio retrospectivo, nuestra base de datos se limita a las variables que se recogieron en expediente, y algunos pacientes con acidosis metabólica pudieron ser excluidos por falta de datos. Sin embargo, los datos disponibles y nuestro estudio demuestra que un número significativo de pacientes con acidosis metabólica hiperclorémica no se detecta por el anestesiólogo, algunos casos podría haber sido mal clasificados como acidosis láctica, sin embargo, estas limitaciones existen con cualquier esquema de clasificación ácido-base. En segundo lugar nuestra muestra no nos permite poner asegurar que la acidosis hiperclorémica se presenta de forma continua en esta población y, además, nuestro estudio no investiga un efecto clínicamente significativo en el desarrollo de morbilidad durante el periodo posoperatorio.

Por lo tanto una mejora en nuestro estudio sería el aumento del número de pacientes incluyendo otro tipo de patología con la finalidad de poder determinar una cantidad en ml/hr de Solución NaCl 0.9% que se asocie con a Acidosis Metabólica Hiperclorémica y la posibilidad de realización del estudio en forma prospectiva.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| Actividad | Fechas | | | |
|---|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| | Febrero 2016 | Marzo 2016 | Abril 2016 | Mayo a Junio 2016 |
| Elaboración de protocolo | X | | | |
| Revisión | X | X | | |
| Desarrollo del Proyecto | | | X | |
| Análisis Estadístico | | | | X |
| Análisis de datos y Conclusiones | | | | X |
| Elaboración de escrito final | | | | x |

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Girija PR, Hari HD. Anaesthesia for neurosurgical procedures in paediatric patients. *Indian J Anaesth.* 2012 Sep-Oct; 56(5): 502–510.
2. Langer T., Santini A, Scotti E. Regenmortel NV, Caironi P. Intravenous balanced solutions: from physiology to clinical evidence. *Anesthesiology Intensive Therapy* 2015, vol. 47, s78–s88
3. Soriano SG, Eldredge EA, Rockoff MA. Pediatric Neuroanesthesia *Neuroimaging Clin N Am.* 2007 May;17(2):259-67.
4. Tommasino C. Fluids and the neurosurgical patient. *Anesthesiology Clin N Am* 20 (2002) 329– 346
5. Kim JY, Lee D, Lee KC, Choi JJ, Kwak HJ. Stewart's physicochemical approach in neurosurgical patients with hyperchloremic metabolic acidosis during propofol anesthesia. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2008 Jan;20(1):1-7.
6. Berend K. Acid-base pathophysiology after 130 years: confusing, irrational and controversial. *J Nephrol.* 2013 Mar-Apr;26(2):254-65
7. Hahn RG. Should anaesthetists stop infusing isotonic saline? *Br J Anaesth.* 2014 Jan; 112(1):4-6.
8. Masevicius FD, Dubin A Has Stewart approach improved our ability to diagnose acid-base disorders in critically ill patients? *J Crit Care Med.* 2015 Feb 4; 4(1):62-70.
9. Ince C, Groeneveld AB. The case for 0.9% NaCl: is the undefendable, defensible? *Kidney International* (2014) 86, 1087–1095
10. McClain CD, Soriano SG. Anesthesia for intracranial surgery in infants and children. *Curr Opin Anesthesiol* 2014, 27:465–469
11. Santi M, Lava SA, Camozzi P, Giannini O, Milani GP, Simonetti GD. The great fluid debate: saline or so-called "balanced" salt solutions?. *Ital J Pediatr.* 2015 Jun 25;41:47
12. Story DA, Morimatsu H, Bellomo R. Hyperchloremic acidosis in the critically ill: one of the strong-ion acidoses?. *Anesth Analg.* 2006 Jul;103(1):144-8
13. Chua HR, Venkatesh B, Stachowski E. Plasma-Lyte 148 vs. 0.9% saline for fluid resuscitation in diabetic ketoacidosis. *J Crit Care* 2012; 27: 138–145.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

14. Sánchez DJS, Meneses OC, Monares ZE, Torres GA, Aguirre SJ, Franco GJ. La diferencia de iones fuertes (DIF) calculada por el método de Fencl-Stewart simplificado es un predictor de mortalidad en pacientes con choque séptico. Arch Med Urg Mex 2014; 6 (1)
15. Stewart PA. Modern quantitative acid–base chemistry. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 1983, 61(12): 1444-1461, 10.1139/y83-207
16. McCluskey SA, Karkouti K, Wijeyesundera D, Minkovich L, Tait G, Beattie WS. Hyperchloremia after noncardiac surgery is independently associated with increased morbidity and mortality: a propensity-matched cohort study. Anesth Analg. 2013 Aug; 117(2):412-21.
17. Seiffter JL. Integration of Acid–Base and Electrolyte Disorders. N Engl J Med 2014; 371:1821-31.
18. Scheingraber S, Rehm M, Sehmisch C, Finsterer U. Rapid saline infusion produces hyperchloremic acidosis in patients undergoing gynecologic surgery. Anesthesiology. 1999 May; 90(5): 1265-70.
19. Shaw A, Bagshaw S, Goldstein S, Scherer L, Duan M, Schermer C, Kellum J. Major Complications, Mortality, and Resource Utilization After Open Abdominal Surgery: 0.9% Saline Compared to Plasma-Lyte. Annals of Surgery: May 2012; 255 (5): 821-29

ANEXOS

| FÓRMULAS EMPLEADAS | |
|--|---|
| Diferencia de iones fuertes aparente (SIDa): | |
| | $[Na^+] + [K^+] + [Ca^{++}] + [Mg^{++}] - [Cl^-] + [Lactato]$ |
| Diferencia de iones fuertes efectiva (SIDe) | |
| | $2.46 \cdot (10^{-8}) \cdot pCO_2 / (10^{-pH}) + A_{TOT}$ |
| Brecha Iones Fuertes (SIG) | |
| | $SID_{aparente} - SID_{efectivo}$ |
| Ácidos Débiles | |
| | $[A_{TOT}] = [Alb] (g/L) \times (0.123 \times pH - 0.631) + [PO_4] (mmol/L) \times (0.309 \times pH - 0.469)$ |
| Albúmina g/dL a g/L | |
| | $Albúmina \text{ g/dL} \cdot 10$ |
| Anión Gap (AG) | |
| | $AG = [Na^+] + [K^+] - [Cl^-] + [HCO_3^-]$ |
| Anión Gap Corregido | |
| | $AG \text{ medido} + 0.25 \cdot (Albumina \text{ normal} - albumina \text{ medida}) (g/L)$ |
| Calcio mg/dL a mEq/dL | |
| | $Ca \text{ medido} \times 0.2495$ |
| Mg mg/dL a mEq/dL | |
| | $(Mg \text{ medido} \times 10 / 24.3) \times 2$ |
| Fosforo mg/dL a mmol/dL | |
| | $Fosforo \text{ medido} (mg/dL) \times 0.323$ |
| Corrección de cloro | |
| | $Cloro \text{ medido} + (147 - Na \text{ medido})$ |