



ISSN : 2350-0743

www.ijramr.com



International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research

Vol. 10, Issue 10, pp.8996-9002, October, 2023

## RESEARCH ARTICLE

### EFICACIA DE LA REANIMACIÓN CON LIQUIDOS GUIADA POR DELTA CO<sub>2</sub> VS ESQUEMA TRADICIONAL EN PACIENTES NEUROQUIRURGICOS CON ALTO RIESGO DE SANGRADO TRANSANESTÉSICO

\*Hugo Alejandro Juárez Mora, Omar García Nájera, Diana Alejandra Ortiz González and Laura Elena Gómez Leal

Anestesiología, Centro Médico ABC

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received 18<sup>th</sup> July, 2023

Received in revised form

25<sup>th</sup> August, 2023

Accepted 19<sup>th</sup> September, 2023

Published online 30<sup>th</sup> October, 2023

##### Key Words:

Delta CO<sub>2</sub>, Reanimación Hídrica, Neurocirugía, Paciente Neuroquirúrgico.

#### ABSTRACT

**Antecedentes:** Una adecuada reanimación hídrica en el paciente neuroquirúrgico, ha demostrado ser un factor relacionado directamente con el desenlace. Existen diferentes métodos y herramientas para guiar la administración de líquidos basado en metas u objetivos, derivado de lo anterior es necesario medir la eficacia y seguridad de la administración de líquidos guiada por Delta CO<sub>2</sub> ( $\Delta$ CO<sub>2</sub>). Estudios reportan que  $\Delta$ CO<sub>2</sub> <6mmHg se correlaciona con mejores resultados. **Objetivo.** Medir la respuesta a la reanimación hídrica guiada por  $\Delta$ CO<sub>2</sub> en comparación con esquema INNN, en pacientes sometidos a cirugía con alto riesgo de sangrado, tales como resección de meningioma, malformación arteriovenosa, lesión selar con invasión a carótidas y seno cavernoso clipaje de aneurisma y correlacionarla con la aparición de complicaciones asociadas a la reanimación inadecuada de líquidos, tales como mortalidad, falla renal, edema agudo pulmonar, uso de vasopresores y mayor estancia en recuperación. **Metodología:** Los pacientes se incluyeron en dos grupos, en el grupo INNN se administró líquidos en el transanestésico con el objetivo de obtener un balance hídrico neutro y hemoglobina mayor a 9mg/dl. En el grupo  $\Delta$ CO<sub>2</sub> se administró líquidos mediante reposición isovolumétrica. Cada hora tomando gasometría arterial y venosa en ambos grupos, y en caso de obtener CO<sub>2</sub> <6mmHg en el grupo  $\Delta$ CO<sub>2</sub> se administró coloide. El  $\Delta$ CO<sub>2</sub> se obtiene con la presión venosa de CO<sub>2</sub> menos presión arterial de CO<sub>2</sub>, ( $\Delta$ CO<sub>2</sub> = PvCO<sub>2</sub> - PaCO<sub>2</sub>) y ante un estado de normovolemia el valor de esta diferencia es <6mmHg. **Resultados:** Se analizaron 30 pacientes, cuyo principal diagnóstico fue meningioma. Durante el transanestésico acidemia metabólica fue más frecuente en el grupo INNN, mostrando el grupo  $\Delta$ CO<sub>2</sub> un mejor comportamiento respecto al pH y bicarbonato. En el postanestésico ambos grupos presentaron acidemia, la cual tuvo mejor recuperación en el grupo  $\Delta$ CO<sub>2</sub>. Un mayor porcentaje de pacientes del grupo INNN necesitaron aminos en el postanestésico (12.5%). Los valores de azoados no mostraron cambios relevantes entre ambos grupos, de igual forma no se presentaron casos de sobrecarga hídrica, y la mortalidad fue nula en ambos grupos. **Conclusión:** La reanimación hídrica guiada por CO<sub>2</sub> presenta mejores resultados en la microcirculación evaluado mediante el análisis gasométrico.

#### INTRODUCTION

Una adecuada reanimación hídrica en el paciente neuroquirúrgico, ha despertado gran interés dado que ha demostrado ser un factor relacionado directamente con la mortalidad cuando no es realizada de forma correcta; motivo por el cual realizar una correcta reanimación hídrica es un tema vital hoy en día. (1,2). La administración de líquidos en el perioperatorio ha sido en base a diferentes esquemas, algunos de ellos derivados de gastos calóricos con la finalidad de aportar los requerimientos necesarios para mantener una adecuada volemia y con ello una adecuada perfusión tisular.

Un balance hídrico ha sido por años la forma utilizada para guiar dicha administración con la finalidad de llevar un control de los egresos con los ingresos del paciente, dado que se ha demostrado en pacientes tratados en la unidad de cuidados intensivos que son manejados en el quirófano, que cuando presentan un incremento de peso durante el transanestésico secundario a la administración excesiva de líquidos, tienen mayor mortalidad. (1,2,3). Derivado de lo anterior han surgido múltiples críticas referentes a un balance de líquidos, dado que no ha demostrado ser un parámetro confiable para una reanimación eficaz. En su lugar se han utilizado algunas otras herramientas, dentro de las cuales podemos mencionar la presión venosa central (PVC); como su nombre lo indica mide presión, la cual se ha intentado correlacionar con la volemia del paciente.

\*Corresponding author: Hugo Alejandro Juárez Mora  
Anestesiología, Centro Médico ABC.

Una revisión sistemática de CHEST del año 2008 concluye que la PVC tiene una pobre relación con el volumen sanguíneo, de igual forma no es capaz de predecir la respuesta hemodinámica a fluidos; y por lo tanto no debería emplearse para tomar decisiones acerca del manejo hídrico. Una revisión de la base de datos de Cochrane concluye que la PVC predice la hipovolemia únicamente en el 54% de los pacientes cuando se tiene un catéter venoso central permeable, en la posición correcta, además de efectuar la medición por el lumen correcto y el paciente en la posición correcta. (3,4,5). Algunas otras medidas utilizadas para guiar la administración de líquidos son el gasto urinario; el cual puede tener sus limitantes al utilizar fármacos que modifiquen la diuresis. Taquicardia junto con el aumento de la presión de pulso son los primeros datos de choque, sin embargo, estas variables se pueden enmascarar con el uso de fármacos anestésicos, el déficit de base aunado al incremento de lactato se han utilizado como parámetros que traducen hipoperfusión tisular y por lo tanto empleado para guiar la administración, sin embargo existen patologías que pueden por sí solas modificar estos parámetros lo cual limita su uso en algunos pacientes (4,5,6).

Existen múltiples publicaciones acerca de manejos dirigidos a metas específicas, en los cuales se valoran los efectos de dicha reanimación y sus complicaciones. La reanimación por metas tempranas en el paciente con choque séptico es bien conocida desde el 2001 en el estudio de Rivers en donde demostró disminución de la mortalidad (1,7). La determinación del gasto cardiaco es una herramienta útil para guiar la terapia de pacientes en estado de choque, cuando es incorporado a algoritmos de tratamiento específico, permitiendo una aproximación más racional y personalizada a la reanimación con fluidos y catecolaminas (8). Las formas más precisas hoy en día de guiar la administración de líquidos en base a objetivos son la variabilidad de la presión de pulso, variabilidad de volumen sistólico, índice de colapsabilidad de la vena cava superior e índice de distensibilidad de la vena cava inferior y algunos otros métodos utilizando ultrasonido. Sin embargo, son métodos costosos y no disponibles en todas las instituciones (6,7,8). Una forma sencilla y accesible de medir de forma indirecta el gasto cardiaco es la diferencia de CO<sub>2</sub> arterial y venoso la cual tiene un principio fisiológico bastante sencillo; el CO<sub>2</sub> venoso es dependiente del flujo circulatorio y por lo tanto la diferencia entre el CO<sub>2</sub> arterial y venoso es muy similar y ante estados de hipovolemia esta diferencia se incrementa. Una  $\Delta\text{CO}_2$  amplia puede explicarse por un aumento de la PCO<sub>2</sub> venosa secundaria a disminución de gasto cardiaco condicionando hipoperfusión tisular, a un aumento en la producción de CO<sub>2</sub> secundario a la amortiguación de iones hidrógeno por exceso de bicarbonato y por un aumento en la producción de CO<sub>2</sub>. La diferencia de CO<sub>2</sub> se obtiene con la presión venosa de CO<sub>2</sub> menos presión arterial de CO<sub>2</sub>, ( $\Delta\text{CO}_2 = \text{PvCO}_2 - \text{PaCO}_2$ ) y ante un estado de normovolemia el valor de esta diferencia es <6mmHg. (9,10). Diversos estudios en pacientes con cirugía cardiovascular demostraron que un incremento en la diferencia de dióxido de carbono venoso y arterial está directamente correlacionado con la disminución del índice cardiaco (IC) y la insuficiencia circulatoria (9,11). En 1996 Cavaliere y cols., encontraron que la diferencia de CO<sub>2</sub> venoso y arterial representa un útil parámetro para monitorizar perfusión tisular durante el postquirúrgico temprano en pacientes postoperados de revascularización miocárdica. Cuschieri y Rivers en 2005 concluyeron en su investigación que  $\Delta\text{CO}_2$  obtenido de catéter en la arteria pulmonar y catéter central, se correlaciona de

manera inversa con el índice cardiaco, por lo que la sustitución de una  $\Delta\text{CO}_2$  mezclada a central aporta una alternativa aguda para el cálculo del gasto cardiaco. Neviere y cols., demostraron que un incremento en  $\Delta\text{CO}_2$  se debió principalmente a la disminución del gasto cardiaco y la presencia de hipoxia isquémica (7,11,12). Hernández Luna y cols., tuvieron como objetivo en su estudio, valorar la  $\Delta\text{CO}_2$  como parámetro de perfusión tisular en el paciente con choque séptico y como predictor de mortalidad, basándose en la presión venosa de CO<sub>2</sub> menos presión arterial de CO<sub>2</sub> mediante gasometrías en pacientes ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva con diagnóstico de choque séptico y lactato mayor a 2mmol/L, que se reanimaron con metas tempranas. El estudio incluyó un total de 48 pacientes, divididos en dos grupos, el grupo 1 con  $\Delta\text{CO}_2 >6\text{mmHg}$  y el grupo 2 con  $\Delta\text{CO}_2 <6\text{mmHg}$ , como resultado la mortalidad fue mayor en el grupo de CO<sub>2</sub> >6mmHg (34%) vs CO<sub>2</sub> <6mmHg (2.8%). Los pacientes que ingresaron con un CO<sub>2</sub> >6mmHg y que no disminuyó posterior a la reanimación son los pacientes que tuvieron peor pronóstico, requirieron mas inotrópicos, esteroides y realización de proteína C reactiva, indicando una mayor gravedad no evidenciada por APACHE y SOFA (7).

El fluido de reposición durante hemorragia ha cambiado a través del tiempo, inicialmente se utilizaba la reposición clásica de ATLS para el manejo de choque hipovolémico que decía reposiciones 3 a 1 en caso de utilizar cristaloides, 2 a 1 con coloide y 1 a 1 con hemoderivados. Esto ha cambiado, secundario a conocer el comportamiento de los líquidos en el cuerpo humano, dado que de ello deriva su capacidad de expansión. Los cristaloides ha demostrado tener una capacidad de expansión en el plasma menor al 20%, eso quiere decir que el 80% se almacena en el intersticio y aproximadamente el 20% permanece en el intravascular, lo cual genera edema que puede condicionar el fenómeno conocido como choque oculto porque el transporte del oxígeno del capilar a la célula se dificulta, originando un estado de anaerobiosis. Actualmente la reposición ante un choque hipovolémico debe realizarse de forma isovolumétrica, es decir que tenga la misma capacidad de expansión del plasma. Dentro de los fluidos que han demostrado tener dicha propiedad se encuentra el hidroxietilalmidón al 6% con una capacidad de expansión en el plasma del 98%. Con lo anterior se demuestra que la reposición clásica descrita por ATLS resulta ineficaz ante un estado de choque hipovolémico y hoy en día se debe realizar en base a la capacidad de expansión de los líquidos a administrar (12,13,14,15).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes con alto riesgo de sangrado y que se reaniman con gran cantidad de líquidos y hemoderivados tienen mayor riesgo de presentar complicaciones tales como uso de aminas presoras por hipotensión refractaria, edema agudo pulmonar las primeras 24 hrs, falla renal y mayor estancia en el área de recuperación postanestésica.

**HIPÓTESIS:** Los pacientes neuroquirúrgicos con alto riesgo de sangrado y con  $\Delta\text{CO}_2 >6\text{mmHg}$ , presentan mayor morbimortalidad.

**OBJETIVO:** Medir la respuesta a la reanimación hídrica guiada por  $\Delta\text{CO}_2$  en comparación con esquema INNN, en pacientes que sean sometidos a cirugía con alto riesgo de sangrado.

## JUSTIFICACIÓN

En las últimas dos décadas ha surgido mayor interés en realizar una adecuada administración de líquidos durante el transanestésico, así mismo saber si esta reanimación hídrica en casos especiales como sangrados agudos importantes (pacientes neuroquirúrgicos), disminuye las complicaciones en el postquirúrgico inmediato y mediato, resultado de una inadecuada reposición hídrica. El  $\Delta\text{CO}_2$  ha comprobado que disminuye la morbilidad y que representa una herramienta accesible en el paciente neuroquirúrgico para disminuir las complicaciones posoperatorias.

## METODOLOGÍA

Lugar: Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga" durante el periodo 01 de Febrero al 31 de Julio 2015.

- Diseño: Estudio Prospectivo, longitudinal, comparativo.
- Población y muestra: Pacientes neuroquirúrgicos con alto riesgo de sangrado transanestésico programados para cirugía durante el periodo de tiempo y lugar señalado.
- Unidades de observación: Integración de dos grupos de estudio.
- Método de muestreo: Aleatorizada por conveniencia a uno de los dos grupos.

Se incluirán 2 grupos, en cada grupo de aplicará el esquema de reanimación hídrica según sea el caso, se tomará gasometría venosa y arterial cada hora para medir  $\Delta\text{CO}_2$ , ésta se obtiene con la presión venosa de  $\text{CO}_2$  menos presión arterial de  $\text{CO}_2$ , ( $\Delta\text{CO}_2 = \text{PvCO}_2 - \text{PaCO}_2$ ) y ante un estado de normovolemia el valor de esta diferencia es  $<6\text{mmHg}$ .

**Grupo INNN:** Pacientes que serán sometidos neurocirugía con alto riesgo de sangrado, con administración de líquidos en el transanestésico basado en trauma quirúrgico calculado a  $5\text{ml/Kg/Hr}$ , reposición con coloidal, sangrado con reposición de coloidal 1 a 1, y reposición de diuresis con coloidal 1 a 1. El objetivo final es obtener un balance hídrico neutro y Hemoglobina mayor a  $9\text{mg/dl}$ .

**Grupo  $\Delta\text{CO}_2$ :** Pacientes que serán sometidos a neurocirugía con alto riesgo de sangrado, con administración de líquidos en el transanestésico basado en mantener niveles de  $\Delta\text{CO}_2$  menores a  $6\text{mmHg}$  por gasometría venosa y arterial, los requerimientos basales se calcularían a peso + 40, basado en el esquema de Massachusetts, con reposición de coloidal, la reposición de sangrado se hará de forma isovolumétrica, es decir con la misma capacidad de expansión que el plasma, reponiendo 1 a 1 con coloidal, además de poder utilizar concentrados eritrocitarios, plasma o plaquetas en caso de presentar sangrado mayor al 50% del volumen sanguíneo circulante de cada paciente. El límite para administrar coloidal es llegar a dosis de  $20\text{ml/kg}$  ó nivel de Hemoglobina  $\leq 9\text{mg/dl}$ . Ante lo cual se iniciará la administración de hemoderivados. Cada hora se tomará gasometría arterial y venosa, midiendo  $\Delta\text{CO}_2$ , si es mayor a 6 se administrará carga de coloidal a  $5\text{ml/Kg}$  de peso, vigilar que la uresis horaria sea mayor a  $0.5\text{ml/Kg/Hr}$ , de lo contrario se administrará carga de  $5\text{ml/Kg}$  de coloidal.

- Criterios de selección del estudio:

- Criterios de inclusión:
- Paciente de 18 a 60 años de edad.
- ASA I, II y III.
- Cirugía con alto riesgo de sangrado como resección de meningioma, malformación arteriovenosa, lesión selar con invasión a carótidas y seno cavernoso o clipaje de aneurisma.
- Consentimiento informado firmado por parte del paciente y/o familiar (según sea el caso) para participar en el estudio.

### Criterios de no inclusión:

- No acepten transfusión de hemoderivados
- Daño renal o hepático
- Sepsis o choque séptico
- Intervención quirúrgica previa reciente (menor de 48 hrs)
- Uso de amins presoras previa cirugía
- Uso de acetazolamida previa cirugía
- No autorización de consentimiento informado

### Criterios de eliminación:

- Reacción anafiláctica
- Revocación del consentimiento informado por parte del paciente y/o familiar

### Variables

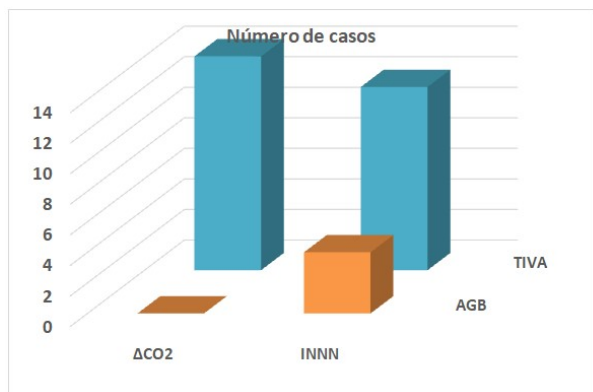
- Edad
- Género
- Diagnóstico
- Sangrado transquirúrgico
- Uresis transquirúrgica
- Reposición (componente y cantidad)
- $\Delta\text{CO}_2$
- Hemoglobina
- Balance hídrico
- Falla renal a 7 días
- Uso de inotrópicos/vasopresores
- Edema agudo pulmonar
- Rankin
- Glasgow al egreso
- Días de estancia en recuperación
- Mortalidad a 10 días

**Análisis Estadístico:** Los resultados obtenidos en el análisis estadístico fueron realizados en una base de datos, para su análisis a través del programa SPSS 22v aplicando correlaciones bivariadas de Pearson para variables de asociación y para variables de comparación se aplicó T de Student.

## RESULTADOS

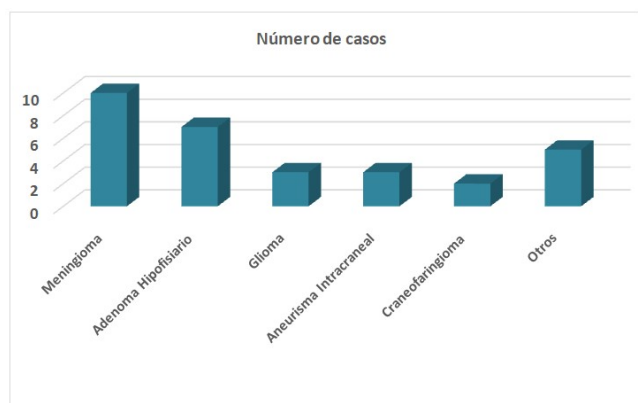
Durante el periodo de tiempo mencionado, se analizaron 30 pacientes sometidos a neurocirugía con alto riesgo de sangrado, con un total de 16 del género femenino y 14 masculino, siendo un promedio de edad de 47 años, asignados en dos grupos; 16 pacientes manejados mediante el esquema INNN y 14 para esquema  $\Delta\text{CO}_2$ . El Índice de masa corporal para grupo INNN y  $\Delta\text{CO}_2$  fue 26.52 y 28.19 respectivamente.

Las principales comorbilidades en ambos grupos fueron diabetes mellitus, hipertensión arterial e hipotiroidismo. La técnica anestésica empleada para el grupo de ΔCO2 fue Anestesia Total Intravenosa en el 100% de los casos, no así para el grupo de esquema INNN. Ver gráfica 1



Gráfica 1. Técnica Anestésica por grupo de pacientes

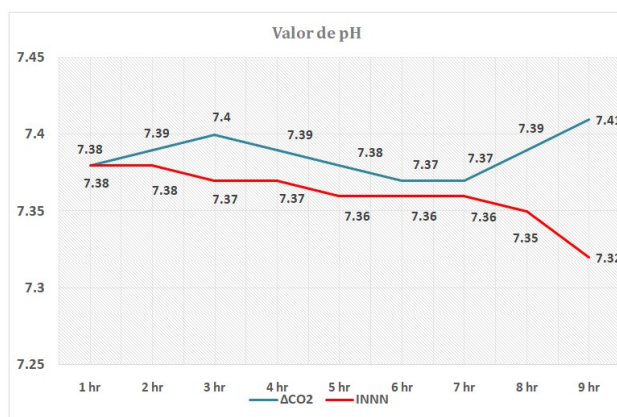
GRAFICA 1: Los diagnósticos fueron variados, predominando meningioma, seguido de adenoma hipofisiario, sin embargo, se incluyeron de igual forma aneurismas intracraneales, craneofaringiomas, entre otros. Ver gráfica 2



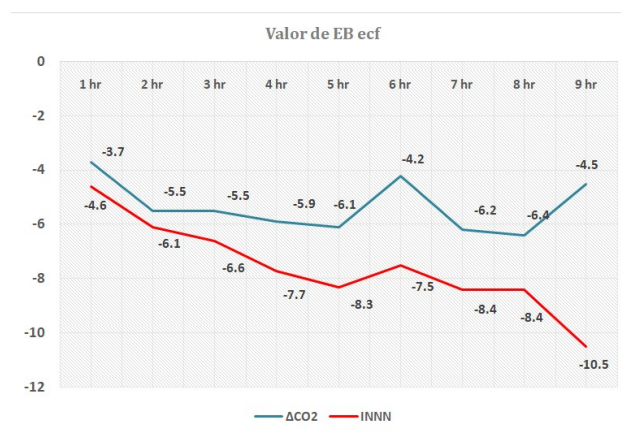
Gráfica 2. Principales diagnósticos. En otros incluye: hemangiopericitoma, cavernoma, estesioblastoma, oligoastrocitoma, displasia ósea

GRAFICA 2: Durante el periodo transanestésico los parámetros hemodinámicos medidos, tales como tensión arterial y frecuencia cardiaca no mostraron diferencias entre ambos grupos, la temperatura medida por termómetro esofágico se mostró disminuida en el grupo INNN, con una temperatura final promedio a la hora 9 de 35.7°C vs 36.3°C del grupo ΔCO2. Con un mínimo de 35.4°C vs 36°C del grupo ΔCO2. Sin embargo el análisis del equilibrio ácido base mostró que el grupo manejado con esquema INNN al paso de las horas estableció acidemia de tipo metabólico, la cual fue más evidente a la hora 9 transanestésica al presentar una media de bicarbonato de 15mEq/L. El grupo de esquema ΔCO2 mostró un mejor comportamiento respecto al pH y bicarbonato. El lactato no mostró diferencia entre ambos grupos. Ver gráfica 3 y 4

GRAFICAS 3 Y 4: Los valores de bicarbonato antes mencionados, mostraron una correlación con el déficit de base en el transanestésico, mismo que fue más prolongado para el grupo del esquema INNN, con una media de -10.5 para la hora

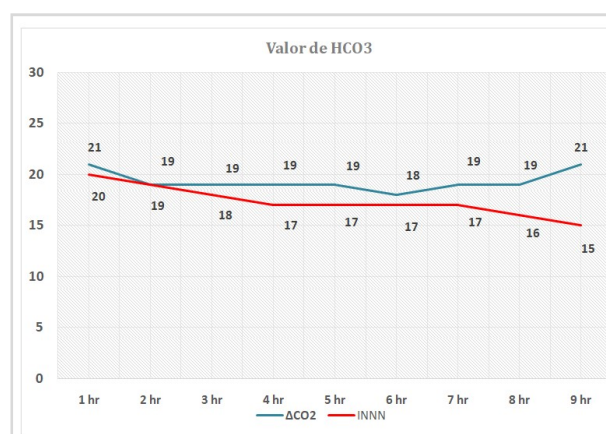


Gráfica 3. Comportamiento del pH Transanestésico en ambos grupos



Gráfica 4. Comportamiento de HCO3 Transanestésico en ambos grupos

9 transanestésica (Ver gráfica 5). Las pérdidas sanguíneas en el transanestésico mostraron una media de 1,565ml en el grupo INNN y 1,078mml en el grupo ΔCO2. La saturación de oxígeno no se modificó en ninguno de los grupos.

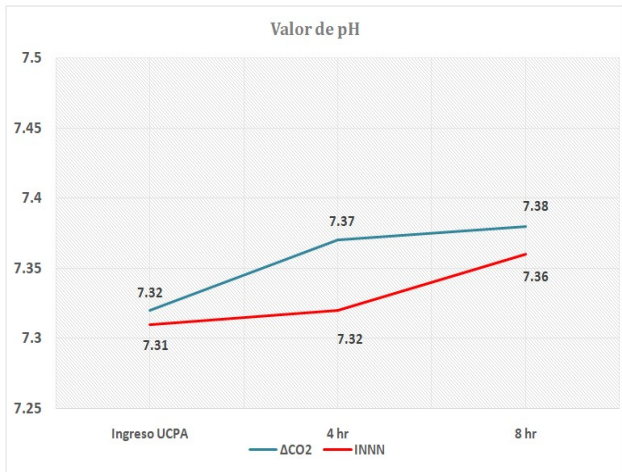


Gráfica 5. Comportamiento del déficit de base Transanestésico en ambos grupos

GRAFICA 5: En el periodo Postanestésico tanto la tensión arterial como la frecuencia cardiaca no mostraron diferencia, el equilibrio ácido base mostró acidemia ambos grupos al momento de su ingreso al área de recuperación, sin embargo la acidemia en el grupo ΔCO2 fue de tipo respiratorio, lo cual puede deberse a efectos residuales de fármacos anestésicos o la falta de oxígeno suplementario.

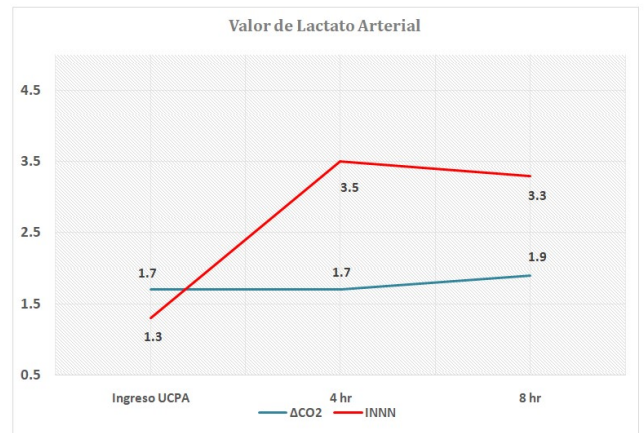
Sin embargo en el grupo INNN la acidemia fue claramente de tipo metabólico, mostrando pobre mejoría al paso de las horas. Ver graficas 6, 7 y 8

déficit de base fue más prolongado en el grupo INNN. Ver grafica 9 y 10 Gráfica 10. Comportamiento del Déficit de base en el Postanestésico en ambos grupos

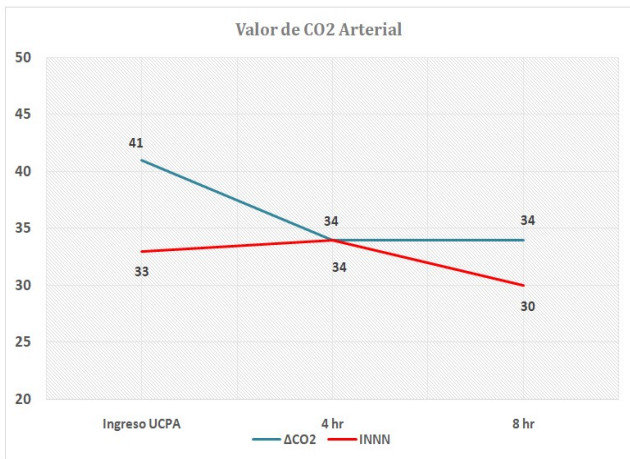


Gráfica 6. Comportamiento del pH en el Postanestésico en ambos grupos

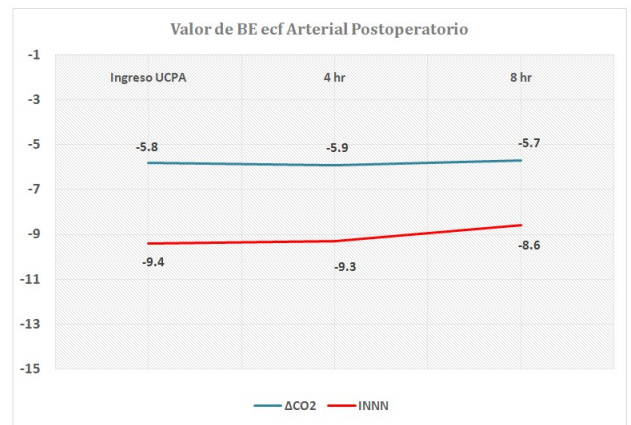
GRAFICAS 9 Y 10



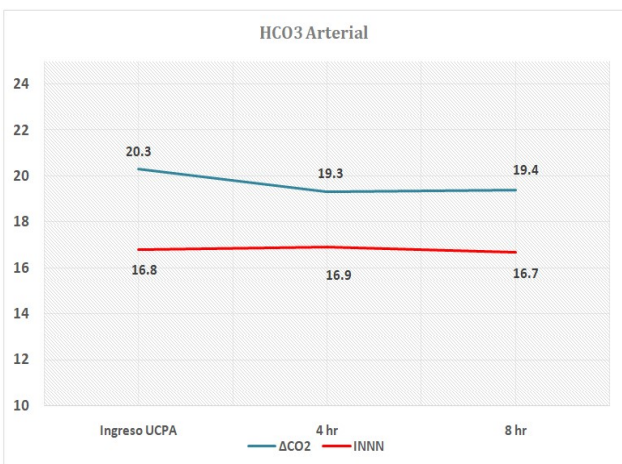
Gráfica 9. Comportamiento del Lactato Arterial en el Postanestésico en ambos grupos



Gráfica 7. Comportamiento del CO2 arterial en el Postanestésico en ambos grupos



Gráfica 10. Comportamiento del Déficit de base en el Postanestésico en ambos grupos



Gráfica 8. Comportamiento del HCO3 en el Postanestésico en ambos grupos

DISCUSION

En el presente trabajo se evaluó la eficacia de la reanimación hídrica con dos diferentes esquemas en pacientes sometidos a neurocirugía con alto riesgo de sangrado, se analizaron 30 pacientes, los cuales se dividieron en dos grupos, uno guiado con esquema tradicional INNN y otro guiado por ΔCO2, en cuanto al género fue similar 54% y 46%, con edad promedio de 47 años. La principal técnica anestésica utilizada fue la anestesia total intravenosa en el 86% de los casos y únicamente 14% anestesia general balanceada. En el periodo transanestésico los parámetros hemodinámicos evaluados tales como tensión arterial, frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno fueron muy similares en ambos grupos (p >0.071). La reanimación hídrica guiada por ΔCO2 ha sido utilizada como un indicador confiable para la reanimación hídrica en pacientes críticos con buenos resultados cuando la misma es <6mmHg (16, 18). En el presente estudio se evaluaron dos grupos de pacientes en los cuales se encontró en el transanestésico pH con tendencia a la acidemia con el paso de las horas en el grupo del esquema INNN, no así en el grupo ΔCO2 en el cual el pH se mantuvo dentro de rangos normales con resultados

GRAFICA 6, 7 Y 8: Los valores de lactato en el Postanestésico mostraron un incremento franco en el grupo INNN, lo cual refleja la hipoperfusión tisular, de igual forma el

estadísticamente significativos ( $p < 0.021$ ). Los niveles de bicarbonato mostraron una tendencia similar a la antes descrita con el pH, lo mismo sucedió con el déficit de base transanestésico, el cual se fue prolongando con el paso de las horas en el grupo INNN, con resultado relevante a partir de la cuarta hora transanestésica ( $p < 0.011$  y  $p < 0.032$ ). Dichos resultados reflejan el comportamiento descrito al administrar cantidades inadecuadas de líquidos en el transanestésico con el paso subsecuente al espacio intersticial ocasionando disminución del volumen intravascular efectivo, lo cual se refleja en el equilibrio ácido-base (1, 2, 8, 20). Los valores de lactato en el transanestésico mostraron incrementos y descensos en ambos grupos, para la hora nueve transanestésica las cifras de lactato en el grupo  $\Delta\text{CO}_2$  fue de 2.1 vs 1.1, sin embargo no alcanzó significancia estadística ( $p 0.953$ ). Es importante mencionar que la temperatura juega un papel muy importante en el equilibrio ácido-base, la cual mostró resultados significativos durante todo el periodo transanestésico ( $p < 0.001$ ).

En el periodo postanestésico la tensión arterial media y frecuencia cardíaca no mostraron cambios relevantes ( $p 0.407$  y  $p 0.096$  respectivamente), no así en el equilibrio ácido-base donde es importante señalar que el grupo  $\Delta\text{CO}_2$  ingresaron a Unidad de Cuidados Postanestésicos con acidemia de tipo respiratorio (probablemente secundaria a efectos residuales de fármacos), la cual se recuperó durante las primeras cuatro horas, mientras que el grupo INNN ingresaron con acidemia de tipo metabólica con pobre respuesta al paso de las horas, sin embargo no se mostró resultado significativo ( $p 0.075$ ) únicamente resultado estocástico. Los valores de bicarbonato mostraron resultados estadísticamente significativos desde el ingreso a la Unidad de Cuidados Postanestésicos ( $p < 0.004$ ) no mostrando diferencias en los valores de lactato postanestésico ( $p < 0.089$ ). Las principales complicaciones reportadas durante la estancia en la Unidad de Cuidados Postanestésicos fue hipotensión arterial en el 12.5% del grupo INNN vs 7% del grupo  $\Delta\text{CO}_2$ , en este último grupo se reportó el uso de amins como medida preventiva de vasoespasmo. El promedio de días de estancia en la Unidad de Cuidados Postanestésicos y el Rankin no mostraron diferencia entre ambos grupos ( $p 0.234$  y  $p 0.056$  respectivamente). En ningún grupo se presentó edema agudo pulmonar, los valores de diuresis fueron aceptables en ambos grupos y la función renal medida por urea y creatinina no mostró cambios relevantes ( $p 0.770$  y  $p 0.136$  respectivamente). Es importante mencionar que diferentes parámetros se correlacionaron con valor más alto de Rankin: bicarbonato a partir de la hora cuatro ( $p < 0.017$ ), déficit de base a partir de la hora cuatro ( $p 0.030$ ), lactato a la hora ocho ( $p 0.049$ ), diuresis transanestésica ( $p 0.004$ ). En el periodo postanestésico con bicarbonato y déficit de base a su ingreso a la Unidad de Cuidados Postanestésicos ( $p 0.004$  y  $p 0.019$ ) y pH a las cuatro horas ( $p < 0.010$ ).

## CONCLUSION

La reanimación con líquidos guiada por  $\Delta\text{CO}_2$  en pacientes neuroquirúrgicos con alto riesgo de sangrado transanestésico mostró mejores resultados gasométricos, tales como pH, lactato, bicarbonato, los cuales fueron más bajos en el grupo del esquema tradicional del INNN. La escala de Rankin no mostró diferencias entre ambos grupos, pero sí mostró correlación estadísticamente significativa con niveles de pH, bicarbonato, déficit de base, lactato y diuresis, dichos resultados pueden verse afectados por hipotermia

transanestésica. No se mostraron cambios en las cifras de azoados, de igual forma no se presentó mortalidad en ninguno de los grupos. El uso de amins en el postoperatorio fue más frecuente en el grupo INNN con 12.5%. El presente estudio muestra una herramienta confiable, sencilla y al alcance de todos para guiar la reanimación hídrica en el paciente neuroquirúrgico. Esta línea de estudio abre la posibilidad de evaluar mayor número de pacientes con mayor seguimiento a largo plazo.

## REFERENCIAS

1. Frost ME. Perioperative fluids: an evidence-based review. *Anesthesiologynews.com*. October 2014, 31-37.
2. Renner J., Scholz J. Monitoring fluid therapy. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 23, 2009 159-171.
3. MacDonald N., Pearse RM. Peri-operative hemodynamic therapy: only large clinical trials can resolve our uncertainty. *Critical Care* 2011, 15:122, 1-2.
4. Joosten A., Brenton A., Cannesson M. Defining goals of resuscitation in the critically ill patient. *Crit Care Clin* 31 (2015) 113-132.
5. Mark P., et al. Does Central Venous Pressure Predict Fluid Responsiveness?: A systematic review of the literature and the tale of seven mares. *Chest* 2008; 134:172-178.
6. Mallat J., Pepy F., Lemyze M., et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference in early resuscitation from septic shock. *Eur J Anaesthesiol* 2014; 31:1-10.
7. García-Álvarez M., Marik P., Bellomo R. Stress hyperlactataemia: present understanding and controversy. *Lancet of diabetes and endocrinology*, Vol 2 April 2014, 339-347.
8. James MFM., Michell WL., Joubert A., et al. Resuscitation with hydroxyethyl starch improves renal function and lactate clearance in penetrating trauma in a randomized controlled study: The FIRST trial (Fluids in Resuscitation of Severe Trauma). *British Journal of Anaesthesia* 2011, 107 (5): 693-702.
9. Jones A., Shapiro NI., Trzeciak S., et al. Lactate clearance vs central venous oxygen saturation as goals of early sepsis therapy. *JAMA*. 2010;303(8):739-746.
10. Marik PE., Bellomo R., Demia V. Lactate clearance as a target of therapy in sepsis: a flawed paradigm. *OA Critical Care* 2013, Mar 01;1(1):3.
11. Pinsky MR. Functional hemodynamic monitoring. *Crit Care Clin* 31 (2015) 89-111.
12. Sabatier C., Monge I., Maynar J., et al. Puesta al día en medicina intensiva: monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Med Intensiva*. 2012;36(1):45-55.
13. Alhashemi JA., Cecconi M., Hofer C. Hofer C. Cardiac output monitoring: an integrative perspective. *Critical Care* 2011, 15:214, 1-9.
14. Cannesson M. Arterial pressure variation and goal-directed fluid therapy. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, Vol 24, No 3 (June), 2010: pp 487-497.
15. Jonguitud-Pliego R., Trujillo-Ramirez N., Rosas-Barrientos JV., et al. Correlación de la distensibilidad de la vena cava inferior con la presión de oclusión de la arteria pulmonar para evaluar el estado de volemia del

- paciente en la unidad de cuidados intensivos. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2014;28(2):63-74.
16. Hernández-Luna A., López-Pérez HR., Etulain-González JE., *et al.* Delta de dióxido de carbono para valorar perfusión tisular como predictor de mortalidad en choque séptico. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2011;25(2):66-70.
  17. Németh M., Tanczos K., Demeter G., *et al.* Central venous oxygen saturation and carbon dioxide gap as resuscitation targets in a hemorrhagic shock. Acta AnaesthesiolScand2014; 58: 611–619.
  18. Díaz F., Donoso A., Carvajal C., *et al.* Diferencia venoarterial de dióxido de carbono como predictor de gasto cardiaco disminuido en modelo pediátrico experimental. Rev Med Chile 2012; 140: 39-44.
  19. Ospina-Tascón GA., Bautista-Rincón DF., Umaña M., *et al.* Persistently high venous-to-arterial carbon dioxide differences during early resuscitation are associated with poor outcomes in septic shock. Critical Care 2013, 17:R294.
  20. Jacob M., Chappel D., Hoffman-Kefer K., *et al.* The intravascular volumen effect of Ringer's lactate in below 20%: a prospective study in humans. Critical Care 2012;16:R86.
  21. Lichtenstein D., Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol).Journal of Critical Care,2012; 27(5):533.e11-9.
  22. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. Heart, Lung and Vessels. 2013; 5(3): 142-147.
  23. Breikreutz R., Walcher F., Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: Concep of an advanced life support-conformed algorithm. Crit Care Med 2007 Vol. 35, No. 5 (Suppl.) S150-S161.
  24. Carrillo-Esper R., Castro-Padilla JF. Escala RIFLE. Fundamentos y su impacto en el diagnóstico, pronóstico y manejo de la lesión renal aguda en el enfermo grave. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2009;23(4):241-244.
  25. Sánchez M., García-de-Lorenzo A., Herrero E., *et al.* A protocol for resuscitation of severe burn patients guided by transpulmonary thermodilution and lactate levels: a 3-year prospective cohort study.Critical Care 2013, 17:R176, 2-8.

\*\*\*\*\*