



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
POSGRADO DE ANESTESIOLOGIA  
CENTRO MEDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE  
ISSSTE

MANEJO DE LIQUIDOS TRANSOPERATORIOS EN NEUROCIRUGIA ELECTIVA  
DE TUMORES SUPRATENTORIALES EN ADULTOS

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
ANESTESIOLOGO

PRESENTA:  
EDNA FERNANDA CHAVEZ LASSO

TUTOR O TUTORES PRINCIPALES  
FERNANDO AGUILAR SILVA

CIUDAD DE MEXICO, JULIO DE 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## INDICE GENERAL

<b>Título del proyecto</b>	<b>Página 1</b>
<b>Abreviaturas</b>	<b>Página 4</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>Página 5</b>
<b>2. Marco teórico</b>	<b>Página 6</b>
2.1 Factores que influyen en el movimiento de agua a nivel cerebral	Página 6
2.1.1 Presión osmótica	Página 6
2.1.2 Osmolaridad y osmolalidad	Página 6
2.1.3 Presión coloido-osmotica	Página 7
2.1.4 Ecuación de starling	Página 7
2.1.5 La barrera hematoencefalica	Página 7
2.1.6 Compliance intersticial	Página 8
2.2 Soluciones endovenosas disponibles	Página 8
2.2.1 Manejo de líquidos endovenosos en neuroanestesia	Página 9
<b>3. Antecedentes</b>	<b>Página 11</b>
3.1. Uso de cristaloides en neuroanestesia	Página 11
3.2. Soluciones hipertónicas en neuroanestesia	Página 12
3.3. Soluciones coloides en neuroanestesia	Página 19
<b>4. Planteamiento del problema</b>	<b>Página 23</b>
<b>5. Justificación</b>	<b>Página 24</b>
5.1 Justificación teórica	Página 24
5.2 Justificación metodológica	Página 24
5.3 justificación práctica	Página 24
<b>6. Objetivos</b>	<b>Página 25</b>

6.1 Objetivo General	Página 25
6.2 Objetivos específicos	Página 25
<b>7. Metodología de la Investigación</b>	<b>Página 26</b>
7.1 Diseño y tipo de estudio	Página 26
7.2 Población de estudio	Página 26
7.3. Universo de trabajo	Página 26
7.4. Tiempo de ejecución	Página 26
7.5 Esquema de selección	Página26
7.5.1 Criterios de inclusión	Página 26
7.5.2 Criterios de exclusión	Página 27
7.5.3 Criterios de eliminación	Página 27
7.6 Tipo de muestreo	Página 27
7.7 Metodología para el cálculo de tamaño de la muestra	Página 27
7.8 Descripción poblacional de variables	Página 27
7.9 Técnicas y limitaciones	Página 29
7.9.1 Técnicas	Página 29
7.9.2 Limitaciones	Página 29
<b>8. Aspectos éticos</b>	<b>Página 30</b>
<b>9. Condiciones de bioseguridad</b>	<b>Página 30</b>
<b>10. Resultados</b>	<b>Página 31</b>
<b>11 Discusión</b>	<b>Página 39</b>
<b>12. Conclusiones</b>	<b>Página 43</b>
<b>13. Anexos</b>	<b>Página 44</b>
<b>14. Bibliografía</b>	<b>Página 46</b>

## ABREVIATURAS:

(LEV) Líquidos endovenosos

(ADH) Hormona antidiurética

(BHE) Barrera hematoencefálica

(CI) Compliance intersticial

(SSN 0.9%) Solución salina normal

(LR) Lactato ringer

(PIC) Presión intracraneana

(PAM) Presión arterial media

(SSH) Solución salina hipertónica

(UCIN) Unidad de cuidado intensivo

(PVC) Presión venosa central

(ASA) American Society of Anesthesiologists

(LCR) Líquido cefalorraquídeo lumbar

(PACO<sub>2</sub>) presión arterial parcial de dióxido de carbono

(PAO<sub>2</sub>) Presión arterial parcial de dióxido de carbono

(HSA) hemorragia subaracnoidea

(SOFA) Puntuación de la Evaluación secuencial de la falla orgánica

(PPC) Presión de perfusión cerebral

## 1. INTRODUCCION

Desde la segunda década del siglo pasado, se ha reconocido que la administración de líquidos parenterales influye en el desarrollo de edema cerebral<sup>1</sup>. Desde el año de 1919 se estudiaron los regímenes con líquidos que aportan agua libre (especialmente las soluciones glucosadas) y que causan disminución en la osmolaridad sérica pueden causar edema cerebral.<sup>1</sup>

Durante muchos años se manejó en el paciente de neurocirugía la premisa: “restringir el aporte de líquidos”, como manejo para evitar la hipertensión endocraneana; sin embargo, conducía a hipovolemia, hipotensión sistémica y disminución de la presión de perfusión cerebral, lo cual ocasiona isquemia cerebral, por ello la administración de líquidos intravenosos debe mantener un adecuado equilibrio para evitar estas complicaciones.<sup>1,2</sup>

Se debe dar un adecuado manejo de los líquidos endovenosos (LEV), con el fin de brindar un apropiado volumen extravascular y asegurar una presión de perfusión óptima.<sup>2</sup>

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 Factores que influyen en el movimiento de agua a nivel cerebral.

Con el fin de saber si los LEV utilizados en neurocirugía son adecuados, es necesario entender las variables que determinan el movimiento de agua a nivel cerebral.<sup>3</sup>

#### 2.1.1 Presión osmótica.

Es la fuerza hidrostática; permite igualar la concentración de agua a ambos lados de la membrana, es impermeable a las sustancias disueltas en el agua. El agua se moverá en función del gradiente de concentración. La fuerza que impulsa al agua es proporcional al gradiente a través de la membrana; si se colocan dos soluciones de igual concentración a ambos lados de una membrana, los gradientes serán similares y no existirá fuerza que impulse de un lado hacia otro de la membrana. Del mismo modo si la membrana es permeable a los solutos, esto reducirá el gradiente y, por lo tanto, las fuerzas osmóticas.<sup>1,3</sup>

#### 2.1.2 Osmolaridad y osmolalidad.

Osmolaridad se define por el número de partículas osmóticamente activas por litro de solución, se expresa en miliosmoles por litro de solución (mOsm/Lt), su cálculo se basa en la suma de las concentraciones en miliequivalentes de los diversos iones presentes en la solución. Se requiere que las partículas sean independientes, es decir que se disocien y así se creen las partículas osmóticamente activas. La osmolaridad es un factor importante en el movimiento de líquidos entre compartimentos cuando soluciones de diferente osmolaridad son separadas por una membrana permeable al agua, pero no a los solutos.<sup>1,3</sup>

La osmolalidad se refiere al número molar de las partículas osmóticamente activas por kilogramo de solvente y se expresa como mOsm/Kg de solvente. Para la mayoría de las soluciones, la osmolalidad es igual o ligeramente inferior a la osmolaridad.<sup>3</sup> La barrera hematoencefalica es impermeable al sodio y al cloro, por lo tanto, su presencia define el movimiento de líquido a través de la barrera.<sup>2,3</sup>

En el ser humano la osmolaridad plasmática se encuentra determinada por las concentraciones de sodio, siendo su valor el doble de la concentración del sodio plasmático, es el principal regulador del volumen del líquido extracelular.<sup>3,4</sup> Su regulación está principalmente controlada por el hipotálamo, el cual mediante osmoreceptores define la cantidad de agua que entra en el cuerpo mediante la sed y la liberación de la hormona antidiurética (ADH) en la hipófisis posterior.<sup>4</sup> La concentración baja de sodio en el plasma es controlada mediante la ingesta de agua o administración de LEV y su elevación mediante la ADH que actúa a nivel renal.

La osmolaridad plasmática oscila entre los 285-295 mOsm/L, si varía propicia a estados de hiperosmolaridad o hipoosmolaridad respectivamente.<sup>4</sup>

### 2.1.3 Presión coloido-osmótica.

Es la porción de osmolaridad total que se debe a las moléculas o partículas grandes (> 30.000 daltons de peso molecular), que es menor del 0.5% (1 mOsmol/Kg) de la osmolaridad plasmática total. Las proteínas plasmáticas (globulinas, albúmina, fibrinógeno, etc.) son las encargadas de ejercer la presión oncótica, la albúmina es la principal, debido a que tiene un peso molecular de 67000 daltons, que le permite ejercer una presión en el interior de los vasos sanguíneos, que contrarrestar la presión arterial capilar que fuerza el agua hacia el exterior.<sup>1,3,4</sup>

### 2.1.4 Ecuación de Starling.

En 1898 Starling publicó sus ecuaciones que describen las fuerzas que determinan el movimiento de agua entre los tejidos y el espacio intravascular. La cual es:

$$MF = K_f S [(P_c - P_i) - \sigma (\pi_c - \pi_i)]$$

MF: movimiento de fluidos; Kf: coeficiente de filtración de la pared capilar (su grado de permeabilidad); S: área de superficie de la membrana capilar; P<sub>c</sub>: presión hidrostática en los capilares; P<sub>i</sub>: presión hidrostática en el espacio intersticial;  $\sigma$ : coeficiente de reflexión, que va en un rango desde 0 (sin movimiento de solutos a través de la membrana) a 1 (difusión libre de solutos a través de la membrana) y es diferente a nivel cerebral y a nivel periférico;  $\pi_c$ : presión coloido-osmótica en el plasma y  $\pi_i$ : presión coloido-oncótica en el intersticio.<sup>4</sup> A nivel periférico, el endotelio capilar tiene poros de unos 6,5 nanómetros (nm) y es libremente permeable a iones (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) y moléculas pequeñas, pero no a moléculas grandes como las proteínas. El cerebro, sin embargo, es diferente debido a que la barrera hematoencefálica (BHE) es impermeable tanto a iones como a proteínas, haciendo necesario reexaminar la ecuación de Starling.<sup>3,4</sup>

### 2.1.5 La barrera hematoencefálica (BHE).

Las membranas de la BHE no son fenestradas y no permite el paso tranSENDOTELIAL, pues no hay canales. El tamaño de los poros es de 0.7-0.9 nm, por lo cual es impermeable a moléculas grandes (proteínas plasmáticas, coloides sintéticos) y relativamente impermeable a muchos solutos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>). La BHE solo permite que el agua se mueva libremente entre el espacio intersticial cerebral y el espacio intravascular, por cuanto el contenido de agua cerebral puede ser alterado por pequeños cambios en la osmolaridad, pero poco por cambios en la presión coloidosmótica, lo cual reviste gran importancia pues de acuerdo a ello se

deben usar los LEV adecuados según la osmolaridad y no por los cambios en la presión coloidosmótica que ellos puedan producir a nivel cerebral.<sup>4</sup>

#### 2.1.6 Compliance intersticial (CI).

Lo que es habitual es que el flujo sanguíneo vaya hacia el exterior, fuera del capilar. La CI es la tendencia del tejido a resistirse a la entrada de líquidos en su interior. El espacio intersticial del cerebro es poco distensible, resistente a los movimientos de fluidos. Por ello, pequeños cambios en las fuerzas de desplazamiento de líquidos no producirán edema de importancia. Sin embargo, puede llegar el momento en que el edema desorganiza la matriz intersticial y la compliance aumenta formándose cada vez más edema de tipo vasogenico, que se caracteriza por un aumento de la permeabilidad vascular, debido a la ruptura de las uniones entre las células del endotelio que forma la BHE que permite la salida de proteínas y líquido plasmático al tejido cerebral.<sup>5</sup>

#### 2.2 Soluciones endovenosas disponibles.

Las soluciones cristaloides isotónicas se distribuyen en todo el espacio extracelular del organismo. En el caso de la BHE no ocurre así, pero podría ocurrir cuando está lesionada, pues los grandes volúmenes producirían rápido equilibrio iónico entre el espacio vascular e intersticial, si administramos más volumen habría una disminución de la presión coloidosmótica, mayor filtrado capilar y mayor edema cerebral.<sup>6</sup>

Las soluciones cristaloides se componen de solutos de bajo peso molecular (< 30.000 daltons) y su presión oncótica de cero. Se dividen en soluciones hipotónicas, isotónicas o hipertónicas según su osmolaridad en relación con la plasmática (290 mOsm/L). Los cristaloides más comunes usados son el lactato de Ringer (LR) y la solución salina normal (SSN 0.9%). Los cristaloides se distribuyen permaneciendo el 25% a nivel intravascular y el 75% a nivel intersticial.<sup>5,6</sup>

La solución salina al 0.9% es ligeramente hipertónica en comparación al plasma (308 en la SSN 0.9% vs 290 mOsm/L en el plasma) principalmente debido al mayor contenido del cloro 154 meq/L vs. 105 meq/L en el plasma. La solución salina en administración excesiva puede producir hipernatremia y acidosis hiperclorémica que si no se detalla adecuadamente podría confundirse con la acidosis láctica.<sup>7</sup>

El lactato de Ringer es ligeramente hipotónico (273 mOsm/L). Debido a su hipotonicidad si se usa en altas dosis puede producir edema cerebral, sin embargo, no se han observado efectos deletéreos en dosis bajas.<sup>7</sup>

Las soluciones hipertónicas se han usado como depletantes cerebrales y expansores del plasma, las habitualmente usadas son: 1) Urea, 2) Manitol al 20%, 3) Cloruro de sodio hipertónico.<sup>8</sup>

1) La urea, es un metabolito celular por lo que atraviesa las membranas fácilmente, haciendo que su efecto sea menos duradero y no sirva para aumentar el volumen plasmático, aunque si deshidrata el espacio intracelular, tiene un efecto rebote si se retira bruscamente.<sup>8</sup>

2) El manitol es un azúcar de seis carbonos tiene un peso molecular de 182 daltons, ha sido de elección durante muchos años para remover agua de sitios intracerebrales con BHE intacta. Está disponible en solución de manitol al 20 y 25%, su osmolaridad es de 1098 y 1375 mOsm/L, respectivamente.<sup>9</sup>

3) La solución salina hipertónica (SSH) restaura el volumen sanguíneo y disminuye el contenido de agua cerebral, ya que genera un gradiente osmótico que genera entre el tejido cerebral y el espacio intravascular. No se ha demostrado que tenga mayores beneficios en las cirugías neurológicas. La SSH 3% es tan efectiva como el manitol al 20% para reducir el contenido de agua cerebral y la PIC, no genera diuresis osmótica lo cual es beneficioso en la mayoría de pacientes. Sin embargo, produce una hipernatremia que si se utiliza en dosis elevadas puede llegar a ser significativa y puede generar problemas importantes en el paciente.<sup>10</sup> Se ha demostrado que la respuesta al manitol y a la SSH depende del tipo de lesión a tratar actúan sólo en áreas donde la BHE está preservada, del estado de autorregulación cerebral y de los valores de la PIC.<sup>11</sup>

Las soluciones coloides, son aquellas que tienen una presión oncótica similar a la del plasma. Su uso depende de la permeabilidad de los tejidos a las proteínas. La permeabilidad a las proteínas tanto en el cerebro normal como el dañado es muy baja. La infusión de coloides en la BHE intacta no tendrá influencia en el movimiento de los líquidos, pero si la tendrá con la afectación de la misma, un incremento de la presión coloidosmótica del plasma producirá una absorción del líquido intersticial y una disminución de la PIC, pero de manera lenta, el uso de soluciones como albumina, para restituir la volemia y de manera teórica producir deshidratación cerebral o al menos no aumentar el edema cerebral.<sup>12</sup>

### 2.2.1 Manejo de líquidos endovenosos en neuroanestesia.

En la neuroanestesia electiva debe elegirse adecuadamente que soluciones deben ser las más apropiadas en el paciente. Los principios generales para la utilización de líquidos endovenosos son: 1) mantenimiento de normovolemia, y 2) evitar la reducción de la osmolaridad sérica. El primer principio se deriva de mantener una presión arterial media (PAM) normal en los pacientes que van a ser sometidos a la

mayoría de procedimientos neuroquirúrgicos y a cuidados intensivos neuroquirúrgicos, por lo cual se debe mantener una adecuada volemia.<sup>11,12</sup>

El segundo principio se obtiene de acuerdo a que la disminución de osmolaridad plasmática provoca edema del parénquima cerebral, es por eso que el uso de soluciones cristaloides debe ser controlada de manera estricta. La administración de líquidos que aporten agua libre reducirá la osmolaridad sérica si la cantidad de agua libre que se infunde supera a la requerida para mantener la pérdida continua de agua libre.<sup>12,13</sup>

En el caso de la solución de LR al tener una osmolaridad menor a la del plasma puede producir al infundirse en grandes dosis hipoosmolaridad. La solución salina al 0.9% al utilizarse en dosis elevadas puede llevar a una hipercloremia que produce una acidosis metabólica hiperclorémica sin anión gap elevado. El uso de cualquiera de estas soluciones debe ser sopesado, siempre teniendo claro cuáles son los beneficios y los riesgos que cada uno conlleva.<sup>13</sup>

En el caso de que se prefiera utilizar una solución hipertónica el manitol podría llegar a agravar la tumefacción cerebral, lo cual ha hecho que sea controvertido su uso. Sin embargo, si se observa adecuada respuesta en la disminución de la PIC o mejora las condiciones en el campo quirúrgico, se administran dosis repetidas. La utilización de fármacos hiperosmolares está teóricamente limitada por un límite superior aceptable de osmolaridad de aproximadamente 320 mOsm/l. En situaciones potencialmente mortales, el uso es empírico, y se administran dosis progresivas hasta que ya no se observa una respuesta clínica. La solución salina hipertónica al 3% tiene efectos iniciales en la PIC similares al manitol en dosis equivalentes, puede presentar algunas ventajas donde la administración repetida en infusión continua hace que los efectos adversos como la diuresis, lesión renal tengan más probabilidades de presentar importancia clínica, como en los pacientes que se encuentran en la unidad de terapia intensiva.<sup>14</sup>

En el Centro Médico 20 de Noviembre se realizan neurocirugías electivas de manera frecuente, aproximadamente 10 cirugías por semana, la utilización de las diferentes soluciones debe ser adecuada con el fin de evitar reacciones deletéreas para el paciente y para su adecuada evolución posquirúrgica, es por eso que se pretende establecer cuáles son los líquidos endovenosos que más se utilizan, y que beneficios se pueden observar de unos con respecto a otros.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Uso de cristaloides en neuroanestesia.

En 1988 Tood realizó un estudio prospectivo experimental, examinó los efectos cerebrales de la hemodilución isovolémica llevada a cabo durante 1 hora (el hematocrito disminuyó del 40% al 20%, presión arterial permaneció estable), utilizando Solución de LR con solución salina hipertónica. Los experimentos se llevaron a cabo en conejos anestesiados ventilados. Las variables medidas incluyeron el flujo sanguíneo cerebral, la presión intracraneana, el electroencefalograma, el contenido de agua en la médula espinal y el músculo esquelético y el peso de tejido cerebral específico, tomando Muestras de diferentes áreas del hemisferio izquierdo (incluyendo la corteza, el tálamo, la cápsula interna y el hipocampo). Los cambios producidos por la solución de LR con solución salina hipertónica se compararon con los observados tanto en los animales control sin hemodilución como en conejos hemodiluidos con solución salina normal. Los resultados demuestran que la hemodilución con solución de LR con solución hipertónica conduce aumentos esperados en el sodio y la osmolalidad séricos ( $158 \pm 6$  mEq/litro y  $320 \pm 5$  mOsm/kg, respectivamente,  $\pm 1$  desviación estándar) y que estos fueron acompañados por reducciones en el % de agua de todos los tejidos cerebrales y extracerebrales, aumentos en el peso de todas las regiones tisulares estudiadas y una disminución en la PIC ( $1.9 \pm 0.7$  mm Hg). Por el contrario, los conejos con hemodilución en solución salina normal no mostraron cambios en el % de agua ni en el peso específico, pero tuvieron aumentos significativos en la PIC ( $3,3 \pm 1,3$  mm Hg). El flujo sanguíneo cerebral aumentó en todos los animales hemodiluidos con ambas soluciones en un promedio combinado de  $+29$  ml/100 gramos/minuto. Aunque estos estudios se realizaron en animales neurológicamente normales, la combinación de cambios cerebrales observados con LR con solución salina hipertónica (deshidratación cerebral, menos edema periférico, disminución de la PIC, pero con aumento del flujo sanguíneo cerebral) sugirió que este enfoque puede tener algunas ventajas sobre el uso de soluciones isotónicas, y puede tener alguna utilidad en la reanimación de pacientes con lesiones cerebrales.<sup>15</sup>

En 1990 Korouse realizó un estudio prospectivo experimental con cuarenta perros que fueron sometidos a 6 horas de oclusión de la arteria carótida interna izquierda y las arterias cerebrales medias. Se dividieron en dos "grupos de hemodilución" de 13 perros cada uno y un "grupo no hemodiluido" control de 14 perros. Treinta minutos después de la oclusión arterial, se realizó hemodilución isovolémica mediante flebotomía e infusiones de dextrano de bajo peso molecular en un grupo y de solución de LR en el otro grupo. Los animales se sacrificaron 1 semana después de la oclusión arterial temporal. La hemodilución redujo el hematocrito a un nivel de 33% a 34%, que duró toda la semana en ambos grupos. Después de la

hemodilución, hubo una reducción muy significativa en la viscosidad de la sangre, el contenido de proteínas totales en el plasma y los niveles de fibrinógeno en ambos grupos en la etapa aguda; estos niveles volvieron gradualmente a la normalidad al final de la semana. En el grupo que se hemodiluyó con LR, tanto la presión osmótica como la oncótica disminuyeron en la fase aguda. En los grupos control y de dextrano de bajo peso molecular, la presión osmótica y oncótica se mantuvo sin cambios durante toda la semana. La hemodilución produjo una ligera disminución de la presión arterial media en todos los grupos en la etapa aguda, pero no hubo cambios significativos en las presiones presión venosa central. Durante la semana de estudio, no hubo diferencias en el índice cardíaco y el volumen sanguíneo total entre los grupos, y no hubo cambios significativos en los parámetros hematológicos, con la excepción de un ligero aumento en el tiempo de sangrado inmediatamente después de la hemodilución con dextrano de bajo peso molecular. La evaluación neurológica diaria se observó disminuida durante los primeros 5 días en el grupo con solución de LR en comparación con el grupo control o el grupo que recibió dextrano de bajo peso molecular. Los resultados indicaron que, en este modelo, la hemodilución con coloides fue beneficiosa, mientras que la hemodilución con cristaloides fue perjudicial. Consideraron que la disminución de la presión oncótica observada después de la hemodilución con solución de LR sea una de las razones más importantes para su efecto perjudicial.<sup>16</sup>

En el 2001 E. Lynne Williams y colaboradores realizaron un estudio prospectivo longitudinal donde tomaron a dieciocho voluntarios humanos sanos de entre 20 y 48 años que recibieron 50 ml / kg de LR durante 1 hora en una ocasión y SSN 0,9% de cloruro de sodio en otra. Las muestras venosas se tomaron al inicio, al final de la infusión y 1 h después de finalizada la infusión. En quienes se utilizó LR, la osmolaridad sérica disminuyó en 4 +/- 3 mOsm /kg desde el inicio de la infusión hasta el final de la misma y aumentó de forma insignificante con SSN 0,9%. Una hora después, la osmolaridad regresó casi a la previa a la infusión en el grupo de LR. El pH de la sangre aumentó de con LR en 0.04 +/- 0.04 desde el inicio hasta el final de la perfusión y disminuyó con la SSN 0,9% en 0.04 +/- 0.04. Estos cambios de pH persistieron una hora después de terminadas las soluciones. Los cambios mentales subjetivos ocurrieron solo con la SSN 0,9%. El dolor abdominal fue más común con SSN 0,9%. El Tiempo hasta la primera diuresis fue más largo con SSN 0,9% (106 +/- 11 minutos) que con LR (75 +/- 10 minutos). En personas sanas, una infusión de grandes volúmenes de LR, disminuyó transitoriamente la osmolaridad sérica, mientras que la acidosis asociada con SSN 0,9% persistió.<sup>17</sup>

### 3.2. Soluciones hipertónicas en neuroanestesia

En un estudio prospectivo clínico aleatorizado realizado por Gema M y cols se comparó los efectos de volúmenes iguales de solución salina hipertónica al 7,5% y

manitol al 20% sobre el encéfalo y la presión del líquido cefalorraquídeo lumbar durante los procedimientos neuroquirúrgicos electivos (aneurisma, malformación arteriovenosa, o tumor). Después del consentimiento informado, 50 pacientes con estado físico I (ASA I) se asignaron al azar a los grupos del manitol (numero = 25) o solución salina hipertónica (numero = 25). El protocolo de anestesia fue idéntico para ambas, y las variables monitorizadas incluyeron presión arterial media, frecuencia cardíaca, presión venosa central, presión del líquido cefalorraquídeo, gases en sangre arterial (Presión arterial de dióxido de carbono de 30-35 mm Hg), sodio sérico, potasio y osmolalidad, y diuresis. El período de estudio comenzó antes de la administración de la solución hipertónica y finalizó en la apertura de la duramadre o 60 min después de aplicada la solución. La presión venosa central y presión arterial media fueron las mismas en los dos grupos. Después del tratamiento, la osmolalidad aumentó, y a los 15 minutos fue mayor en los pacientes tratados con solución salina hipertónica [ $316.6 \pm 9.3$  frente a  $304.0 \pm 12.0$  mOsmol /kg;  $p < 0,001$ ]. El sodio disminuyó después de la administración del manitol, y aumentó después de la solución salina hipertónica. Durante el estudio, la masa cerebral siempre se consideró satisfactoria. La presión del líquido cefalorraquídeo no fue diferente entre los dos grupos y disminuyó significativamente con el tiempo ( $p = 0.0056$ ) sin diferencias entre los tratamientos. Los resultados estudio demostraron que la solución salina hipertónica es tan efectiva como el manitol para reducir el volumen cerebral y la presión del líquido cefalorraquídeo durante los procedimientos electivos de neurocirugía bajo anestesia general.<sup>18</sup>

Suarez y cols realizaron una serie de casos en 1998 con ocho pacientes y un total de 20 episodios de aumento de la presión intracraneal resistente a las terapias estándar. Cinco pacientes tenían hemorragia subaracnoidea, un paciente tenía lesión cerebral traumática, uno tenía un tumor cerebral y otro tenía hemorragia espontánea de los ganglios basales. Siete pacientes tenían catéteres intraventriculares, y uno tenía un tornillo de presión subaracnoideo colocado. Se monitorizó continuamente la media de la PIC, las concentraciones séricas de sodio, la presión arterial media, la presión de perfusión cerebral, la presión venosa central y la producción de orina antes y después de la administración de solución salina hipertónica. El examen post mortem del cerebro se realizó en dos pacientes. Se Administró un bolo intravenoso de 30 ml de solución salina al 23,4%. Hubo una disminución significativa ( $p < 05$ ) en la PIC de una mediana de 41.5 mm Hg antes de la solución salina hipertónica a 17 mm Hg 1 hora después, 16 mm Hg a las 2 horas y 14 mm Hg a las 3 horas después de la administración de la solución. En el 80% de los casos, la PIC disminuyó en más del 50% del valor previo a la administración de la solución en 21,2 +/- 10,3 minutos. La PIC disminuyó a <20 mm Hg en el 65% de todos los casos y el tiempo medio para que excediera nuevamente los 20 mm Hg fue de 6.3 +/- 4.9 horas. Hubo una mejora significativa en la presión

de perfusión cerebral, de 64.7 +/- 19 mm Hg antes de la solución hipertónica a 85.6 +/- 18 mm Hg (1 hora) y 83 +/- 18 mm Hg (3 horas) después de administrada. No hubo diferencias significativas en las otras variables medidas. Los exámenes post mortem no mostraron cambios en la materia blanca ni colecciones subdurales. El autor sugiere que la administración de bolo intravenoso de solución salina al 23,4% reduce la PIC y aumenta la presión de perfusión cerebral en pacientes con PIC incrementada de difícil manejo. Esta reducción puede mantenerse durante varias horas mientras se consideran otras medidas terapéuticas.<sup>19</sup>

Schimetta et al. en el 2002 publicaron un estudio retrospectivo donde se revisó durante 9 años la seguridad y las reacciones adversas presentadas con el uso de las soluciones hiperoncóticas e hiperosmolares compuesta por SSH 7,2 - 7,5% y Dextrán 6-10% en estado hipovolémico en diferentes tipos de procedimientos quirúrgicos. Encontraron 5 reacciones adversas por cada 100.000 unidades usadas soluciones hiperosmolares. Además, establecieron que este tipo de soluciones tiene un bajo potencial de complicaciones.<sup>20</sup>

En el 2007, Rozet et al. publicaron un estudio prospectivo, aleatorizado y doble ciego donde se comparó el efecto de las soluciones hipertónicas de manitol y solución salina hipertónica, en la relajación cerebral intraoperatoria como el objetivo primario del estudio, y el metabolismo cerebral del oxígeno y los cambios de electrolitos como criterios de valoración secundarios en pacientes sometidos a craneotomía por neurocirugía electiva y urgente. Se realizó en 40 pacientes adulto, se incluyeron pacientes programados para una craneotomía para diversas patologías neuroquirúrgicas, que requirieron drenaje intraoperatorio de líquido cefalorraquídeo lumbar (LCR). Los criterios de exclusión fueron la edad menor de 18 años, el estado físico V de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), la hiponatremia o hipernatremia preoperatoria (sodio sérico <130 o > 150 mEq/l), tratamiento con cualquier líquido hiperosmótico (manitol o SSH) previamente, antecedente de insuficiencia cardíaca congestiva o enfermedad renal. Después de la asignación al azar, se asignó a los pacientes que recibieron 5 ml/kg de manitol al 20% (1 g/kg, osmolaridad = 1,098 mOsm /l; grupo de manitol) o SSH 3% (osmolaridad= 1,024 mOsm /l; grupo de SSH) para la relajación cerebral intraoperatoria. Ambas soluciones se administraron durante 15 minutos utilizando una bomba de infusión con el fluido sin que el anestesiólogo o el cirujano lo supieran. La anestesia general se indujo con propofol o tiopental sódico, junto con opiáceos y relajante muscular según lo determinó el anestesiólogo. Además de los monitores de anestesia estándar que incluyen presión arterial invasiva y presión venosa central (PVC), se insertó un catéter de bulbo yugular retrógrado. El mantenimiento anestésico incluyó anestesia inhalatoria (concentración alveolar mínima de isoflurano o sevoflurano de 0.5-1) con una mezcla de oxígeno y aire, infusión de

remifentanilo (rango de dosis de 0.125 a 0.355  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ ) y relajantes musculares a discreción del anesthesiólogo. Para el drenaje intraoperatorio de LCR, se insertó un catéter de drenaje lumbar en el espacio subaracnoideo lumbar con el paciente en la posición de decúbito lateral. La ventilación mecánica se ajustó para mantener la presión parcial de dióxido de carbono ( $\text{PACO}_2$ ) entre 35 y 40 mmHg. Después de la incisión en la piel, el fármaco del estudio (manitol o SSH) se administró a través de la vía central. La relajación cerebral fue calificada por el cirujano al abrir la duramadre en una escala de cuatro puntos: 1= perfectamente relajado, 2= satisfactoriamente relajado, 3= cerebro firme, 4= cerebro abultado. Si el cirujano no estaba satisfecho con el grado de relajación cerebral al abrir duramadre, se administró un segundo bolo de 5 ml/kg del fármaco del estudio, se extrajeron 20 ml de LCR y se inició la hiperventilación para proporcionar relajación para el acceso quirúrgico. El nivel de hiperventilación dependía de las preferencias del anesthesiólogo. Las variables medidas incluyeron (1) variables hemodinámicas, que incluyen presión arterial media, PVC y presión venosa en el bulbo yugular; (2) balance de líquidos perioperatorio; (3) temperatura esofágica; y (4) datos de laboratorio, incluidos gases en sangre, electrolitos, glucosa, lactato y osmolalidad medidos en sangre arterial, sangre venosa del bulbo yugular, LCR y orina. Todas las variables se midieron y registraron antes de la infusión y después de la administración del fármaco del estudio a los 15 minutos, 30 minutos, 60 minutos y 6 horas después de la infusión. La producción de orina se registró cada hora. Las diferencias arteriovenosas de oxígeno y lactato se calcularon como diferencias de contenido de oxígeno y lactato entre la sangre venosa del bulbo arterial y yugular utilizando fórmulas estándar. Para el cálculo del análisis de potencia, consideraron que una diferencia de 1 punto en la puntuación de relajación cerebral entre los grupos es clínicamente significativa. Un análisis basado en un intervalo de confianza del 95% y un error  $\beta$  del 20% reveló un tamaño de muestra de 12 sujetos (6 sujetos en cada grupo de tratamiento). Los datos se presentan como  $\pm$  media desviación estándar. Las puntuaciones de relajación cerebral se presentan como medianas (rango). Las diferencias entre los grupos de manitol y SSH se analizaron utilizando chi-cuadrado (variables demográficas), prueba U de Mann-Whitney (puntajes de relajación cerebral) y prueba t de Student no pareada con corrección de Bonferroni para mediciones múltiples (variables hemodinámicas, producción de orina); Se usó análisis de varianza multivariado para la comparación de los cambios de hemodinámicas y variables de laboratorio (sodio, potasio, osmolalidad, lactato, glucosa, etc.) a lo largo del tiempo entre los grupos. Para evaluar la influencia de la hemorragia subaracnoidea (HSA) y su interacción con el agente hiperosmótico, se utilizó el análisis de varianza de dos vías. Un  $P < 0.05$  fue considerado significativo. Para la comparación de la diferencia arteriovenosa de oxígeno, glucosa y lactato entre los grupos, los datos del paciente con malformación arteriovenosa (grupo de SSH) se excluyeron del análisis. Los resultados en el estudio fueron: Veinte

pacientes recibieron manitol y 20 pacientes recibieron SSH. No hubo diferencias significativas entre los grupos en edad, sexo, gravedad de la enfermedad o patología cerebral. Todos los pacientes inscritos completaron el estudio. En 5 pacientes (3 en el grupo de manitol y 2 en el grupo con SSH), no se obtuvo LCR en todos los puntos de tiempo requeridos por diversas razones técnicas (catéter coagulado, extracción del catéter antes de que se completara el estudio, datos perdidos o ningún catéter). Mientras que la relajación cerebral se determinó en las 40 pacientes, se analizó la osmolalidad, los electrolitos y el lactato de LCR en 17 pacientes en el grupo de manitol y en 18 pacientes en el grupo de SSH. No hubo diferencias entre PACO<sub>2</sub>, PAO<sub>2</sub> y la temperatura esofágica entre los dos grupos durante el período de estudio. Finalmente indicaron que el manitol y la SSH aumentan la osmolaridad del LCR y se asocian a iguales niveles de relajación cerebral y diferencia arteriovenosa de O<sub>2</sub> y lactato durante la craneotomía electiva. Recomiendan la utilización de SSH como una alternativa segura y efectiva al manitol en la reducción del edema cerebral en pacientes, sobre todo si están hemodinamicamente inestables.<sup>21</sup>

En el 2008 Francony et al. realizó un ensayo paralelo aleatorizado controlado en dos unidades de cuidados intensivos en un hospital universitario con total de 20 pacientes estables con una PIC sostenida > 20 mm Hg secundaria a lesión cerebral traumática (n = 17) o apoplejía (n = 3). Se administró una sola infusión equimolar (dosis 255 mOsm) de 231 ml de manitol al 20% (grupo de manitol; n = 10 pacientes) o 100 ml de SSH al 7,45% (grupo de SSH; n = 10 pacientes) durante 20 minutos de administración. Se realizó medición de PIC, presión arterial, presión de perfusión cerebral, velocidades de flujo sanguíneo de la arteria cerebral media con Doppler transcraneal continuo, tensión de oxígeno en el tejido cerebral, sodio sérico y osmolalidad, y producción de orina durante un período de estudio de 120 minutos. Los dos tratamientos redujeron por igual y de forma duradera la PIC durante el experimento. A los 60 minutos después del inicio de la infusión, la PIC se redujo en un 45% +/- 19% de los valores de referencia (+/- media desviación estándar) en el grupo de manitol frente al 35% +/- 14% de los valores de referencia en el grupo de SSH. La presión de perfusión cerebral y las velocidades diastólica y media del flujo sanguíneo aumentaron de forma duradera en el grupo de manitol, lo que dio como resultado valores más bajos del índice de pulsatilidad en los diferentes momentos del experimento (p < .01 frente a SSH). No se encontraron cambios importantes en la tensión de oxígeno en el tejido cerebral después de cada tratamiento. El manitol causó un aumento significativamente mayor en la producción de orina (p < .05) que la SSH, aunque no hubo diferencia en el requisito de llenado vascular entre los dos tratamientos. El SSH causó una elevación plasmática significativa de sodio y cloruro en a los 120 minutos después del inicio de la infusión (p < .01). las conclusiones fueron que una sola infusión de manitol al 20% es tan efectiva como la SSH al 7.45%

en la disminución de la PIC en pacientes con lesión cerebral. El manitol ejerce efectos adicionales sobre la circulación cerebral a través de una posible mejora en la circulación sanguínea. El sodio sérico, la estabilidad hemodinámica se evidencio más alterada en los pacientes en quienes se administró manitol. No se encontraron cambios importantes en la tensión de oxígeno del tejido cerebral después de cada tratamiento. El manitol causó un aumento significativamente mayor en la diuresis que con el uso SSH. SSH causó una elevación significativa de sodio y cloruro sérico a los 120 minutos después del inicio de la infusión.<sup>22</sup>

Zeng et al. en 2011 realizó un estudio experimental en ratas adultas en las cuales indujo edema cerebral y comparo el efecto de la SSH al 10% frente al manitol al 20% en dosis equipotentes. Las ratas se sometieron a oclusión permanente de la arteria cerebral media derecha y se trataron con una infusión intravenosa continua de SSH al 10% y manitol al 20%. El contenido de agua en el cerebro disminuyó más significativamente después del tratamiento con SSH al 10% en comparación con el manitol al 20%. La concentración de sodio sérico y la presión osmótica en el plasma fue mayor a las 2, 6, 12 y 18 horas en las ratas en quienes se usó SSH al 10%, comparado con el manitol. Un hallazgo importante fue la acumulación progresiva de manitol en el tejido cerebral isquémico. Concluyeron que la SSH 10% es más eficaz en la disminución del edema cerebral que el manitol al 20% en una dosis equivalente. Se considera se debe a que 1) un gradiente de presión osmótica más alto se establece con la SSH al 10% en toda la BHE; 2) El manitol tiende a acumularse progresivamente en el tejido cerebral y más severamente en el hemisferio cerebral isquémico que en el hemisferio cerebral no isquémico con inyección intravenosa continua de manitol al 20% lo cual contrarresta su eficacia terapéutica en el edema cerebral.<sup>23</sup>

En 2011, Ching-Tang Wu. publicó un estudio prospectivo aleatorizado y doble ciego donde se comparó los efectos de SSH al 3% y el manitol al 20% en la relajación cerebral en pacientes en quienes se realizó cirugías de tumores cerebrales supratentoriales durante el transoperatorio, en unidades de cuidados intensivos y en los días de hospitalización. Incluyó pacientes que fueron seleccionados para craneotomía electiva para tumores cerebrales supratentoriales. Los pacientes recibieron 160 ml de SSH al 3% (grupo SSH, n= 122) o 150 ml de infusión de manitol al 20% (grupo M, n= 116) durante 5 minutos al inicio de la incisión en el cuero cabelludo. La PACO<sub>2</sub> en la sangre arterial se mantuvo entre 35 y 40 mmHg, la presión arterial se controló dentro de los valores iniciales +/- 20%, y el balance de líquidos positivo se mantuvo durante la operación a una velocidad de 2 ml/ kg/hora. Las medidas de resultado incluyeron ingreso de líquidos, la producción de orina, los gases en sangre arterial, la concentración sérica de sodio, la estancia en la unidad de cuidados intensivos y los días de hospitalización. Los cirujanos evaluaron la

condición del cerebro como "encogido", "adecuado" o "suave" inmediatamente después de abrir la duramadre. Las condiciones de relajación cerebral en el grupo de SSH (suave/ adecuado/ encogido, n = 58/43/21) fueron mejores que las observadas en el grupo M (suave/ adecuado/ encogido, n = 39/42/35; P = 0,02). Los niveles de sodio sérico fueron mayores en el grupo SSH en comparación con el grupo M a lo largo del tiempo (P <0,001). La producción de orina promedio en el grupo M (707 mililitros) fue mayor que en el grupo de SSH (596 mililitros) (P <0,001). No midieron PIC de rutina y excluyeron a los pacientes con signos de hipertensión intracraniana, no mencionan el Glasgow de los pacientes. No hubo diferencias significativas en el ingreso de líquidos, los días de estancia en la Unidad de terapia intensiva y los días de hospitalización entre los 2 grupos. Los resultados sugieren que la SSH proporcionó una mejor relajación cerebral que el manitol durante la cirugía electiva supratentorial de tumores cerebrales, mientras que no afectó la estancia en la UCI ni los días de hospitalización.<sup>24</sup>

En el 2011 Vilas Boas WW et al. realizó un estudio prospectivo aleatorizado, donde se cuantificó y determinó la relajación cerebral y la duración de las alteraciones hidroelectrolíticas provenientes del uso del manitol versus SSH, durante la neurocirugía. Se evaluaron la relajación cerebral y las alteraciones hidroelectrolíticas de 29 pacientes adultos antes, 30 y 120 minutos después del término de la infusión de manitol al 20% (250 mililitros) o SSH (120 mililitros). Se registró el volumen de los líquidos intravenosos infundidos y la diuresis. El P < 0,05 fue considerado significativo. No hubo ninguna diferencia estadística significativa entre los dos grupos en cuanto a la relajación cerebral. Hubo diferencias en los electrolitos y el equilibrio ácido-básico con el uso de manitol o SSH, sin embargo la diferencia significativa, solamente se observó en la reducción del sodio plasmático 30 minutos después del uso del manitol, como promedio de  $6,42 \pm 0,40$  mEq/Litro, y la elevación del cloro como promedio  $5,41 \pm 0,96$  mEq/Litro y  $5,45 \pm 1,45$  mEq/litro, 30 y 120 minutos respectivamente después de la SSH, alteraron transitoriamente los niveles séricos de esos iones del rango de laboratorio normal. El grupo del manitol tuvo una diuresis significativamente mayor en los dos tiempos estudiados en comparación con el grupo de la SSH. Las conclusiones fueron: La SSH (NaCl 7,2%) y manitol (20%), en dosis única con carga osmolar equivalente, fueron efectivos y seguros para generar la relajación cerebral durante los procedimientos neuroquirúrgicos electivos bajo la anestesia general.<sup>25</sup>

En 2018 Achment Ali et al. realizó un estudio prospectivo, aleatorizado, doble ciego donde se planteó la hipótesis de que la SSH al 3% es más eficaz que el manitol al 20% para reducir la PIC y para modificar el volumen cerebral en pacientes sometidos a una craneotomía supratentorial electiva. Después de la aprobación de la junta de revisión institucional, los pacientes programados para someterse a una

craneotomía supratentorial fueron monitoreados para determinar los parámetros hemodinámicos de rutina, la profundidad de la anestesia y la PIC. Recibieron 5 ml/kg de manitol al 20% (n = 20) o SSH al 3% (n = 19) como infusión durante 15 minutos. Los valores de PIC de los pacientes se monitorizaron durante la infusión de líquido hipertónico y durante 30 minutos después de la infusión como resultado primario. Los resultados secundarios fueron las variables hemodinámicas, el valor de sodio sérico, los gases sanguíneos y el puntaje de evaluación de la relajación cerebral del cirujano (1 = relajado, 2 = satisfactorio, 3 = firme, 4 = protuberancia). Además, se registró la duración de la unidad de cuidados intensivos y la estancia hospitalaria. Las características demográficas y tumorales fueron similares entre los grupos. Los valores basales (antes de la infusión hipertónica) y los últimos (30 minutos después de finalizada la infusión hipertónica) fueron  $13.7 \pm 3.0$  y  $9.5 \pm 1.9$  mm Hg, respectivamente, para el grupo del manitol, los cuales fueron comparables con los niveles correspondientes de  $14.2 \pm 2.8$  y  $8.7 \pm 1.1$  mm Hg en el grupo de SSH ( $P > 0.05$ ). La mediana de la reducción de la PIC entre los puntos de tiempo desde el inicio de la infusión y a los 45 minutos fue de 4 (1 a 7) y 5 (1 a 9) mm Hg para el grupo Manitol y el grupo SSH, respectivamente ( $P = 0.035$ ). La presión venosa central basal, la variación de la presión del pulso y los valores séricos de sodio y lactato fueron similares entre los grupos, pero la última variación medida de la presión del pulso y el valor del lactato fueron menores, y el valor del sodio fue mayor en el grupo SSH que en el grupo del manitol ( $P < 0.05$ ). La duración de la estancia hospitalaria y de la unidad de cuidados intensivos fue similar entre los grupos. Las conclusiones sugieren que la SSH al 3% proporcionó una reducción de la PIC más efectiva que el manitol al 20% durante la cirugía de resección de tumor cerebral supratentorial.<sup>26</sup>

### 3.3. Soluciones coloides en neuroanestesia.

En 1988 Zornow MH et al realizó un estudio prospectivo experimental, donde examinaron los efectos agudos de los cambios en la osmolalidad plasmática y la presión oncótica coloidal en animales normales, y encontraron que una reducción del 65% en la presión oncótica no tenía un efecto detectable sobre el contenido de agua en el cerebro o la presión intracraneal. Compararon los efectos agudos de la solución salina 0,9%, del hetastarch al 6% y de la albúmina al 5% en el contenido de agua cerebral regional y la PIC en un modelo animal en este caso conejos con lesión cerebral producido por congelación cortical focal. Bajo anestesia general y después de la producción de la lesión cerebral criogénica, los conejos se sometieron a un período de 45 min de hemodilución isovolémica a un hematocrito de 20-25% con uno de los tres fluidos seleccionados. El grupo de solución salina requirió aproximadamente el doble de líquido (207 +/- 17 mililitros) para mantener una PAM estable y una PVC que el hetastarch (105 +/- 14 mililitros) o la albúmina (103 +/- 29

mililitros), la presión oncótica disminuyó en una media de 9.6 +/- 2.4 mmHg en el grupo solución salina, mientras se mantuvo estable en los grupos hetastarch y albúmina. No hubo cambios significativos en la osmolalidad en ningún grupo durante el período de hemodilución.<sup>27</sup>

En el año 1995 Zhuang J et al. realizó un estudio de laboratorio prospectivo donde se intentó determinar los efectos de la presión osmótica coloide sobre la formación de edema cerebral después de una lesión cerebral. La hipótesis fue que un aumento en la presión oncótica plasmática que acompaña a una infusión de coloides se asociaría con una disminución de la presión intracraneal y aumentos en el flujo sanguíneo cerebral y el suministro de oxígeno en comparación con cristaloides isotónicos. Se realizó en un laboratorio universitario de investigación quirúrgica. Se realizó en Cerdos adultos, ambos sexos. La intervención realizada fue una lesión cerebral criogénica con infusión de líquidos por vía intravenosa de solución de LR o dextrano 70 al 6% en solución salina normal. El efecto de esta intervención fue monitorizado durante 24 horas. Se realizó medidas de la PAM, PVC, PIC, concentración de hemoglobina, presión oncótica plasmática, osmolalidad sérica, flujo sanguíneo cerebral y peso específico de las biopsias corticales. Como resultados se observó que la lesión criogénica aumentó significativamente el contenido de agua cortical y la PIC, disminuyó significativamente el flujo sanguíneo cerebral y el suministro de oxígeno ( $p < .05$ ). La infusión de dextrano incrementó significativamente la presión oncótica coloide. No hubo diferencias entre la solución de LR y los grupos de dextrano en la presión intracraneal, el suministro de oxígeno cerebral o el contenido de agua cortical después de 24 horas. Las conclusiones fueron que la infusión coloide después de una lesión criogénica focal no aumenta el oxígeno cerebral ni reduce la formación de edema cerebral o la presión intracraneal en comparación con la solución de LR. El coloide no es superior al cristaloides isotónico en el tratamiento de la lesión cerebral aislada.<sup>28</sup>

En el año 2007 Myburgh J et al. realizó un estudio prospectivo aleatorizado, controlado, para evaluar la efectividad de la solución salina versus la albúmina en pacientes con lesión cerebral traumática, sugirieron que los pacientes que recibieron albumina tenían una tasa de mortalidad más alta que los pacientes resucitados con solución salina. Para los pacientes con lesión cerebral traumática (es decir, un historial de traumatismo, evidencia de traumatismo craneal en una tomografía computarizada y una puntuación de  $\leq 13$  en la Escala de coma de Glasgow), se registró las características iniciales de los casos en formularios de informes, registros clínicos y tomografías computarizadas y estado físico, además se definió los resultados neurológicos funcionales 24 meses después la infusión de las soluciones. Se realizó un seguimiento a 460 pacientes, de los cuales 231 (50,2%) recibieron albúmina y 229 (49,8%) recibieron solución salina. El subgrupo

de pacientes con puntuaciones Glasgow de 3 a 8 se clasificó como con lesión cerebral grave (160 [69,3%] en el grupo de albúmina y 158 [69,0%] en el grupo de solución salina). Las características demográficas y los índices de gravedad de la lesión cerebral fueron similares al inicio del estudio. A los 24 meses, 71 de 214 pacientes en el grupo de albúmina (33.2%) habían muerto, en comparación con 42 de 206 en el grupo de solución salina (20.4%) (riesgo relativo, 1.63; intervalo de confianza del 95%, 1.17 a 2.26; P= 0,003). Entre los pacientes con lesión cerebral grave, 61 de 146 pacientes en el grupo de albúmina (41.8%) murieron, en comparación con 32 de 144 en el grupo de solución salina (22.2%) (riesgo relativo, 1.88; intervalo de confianza del 95%, 1.31 a 2.70; P <0,001); entre los pacientes con puntuaciones con Glasgow de 9 a 12, la muerte ocurrió en 8 de 50 pacientes en el grupo de albúmina (16.0%) y 8 de 37 en el grupo de solución salina (21.6%) (riesgo relativo, 0.74; Intervalo de confianza del 95%, 0.31 a 1.79; P= 0,50). Las conclusiones del estudio fueron que, en los pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral traumática, la reanimación con líquidos con albúmina se asoció con mayores tasas de mortalidad que la reanimación con solución salina.<sup>29</sup>

En el 2009 Rodling Wahlström M. et al. realizaron un estudio prospectivo controlado donde se administró albúmina para mantener la presión osmótica coloide normal y para mantener un balance de líquidos neutro a ligeramente negativo. El objetivo del estudio fue analizar la aparición de insuficiencia orgánica y la mortalidad en pacientes con trauma craneoencefálico grave tratados mediante un protocolo que incluyó estrategias definidas para la terapia de líquidos. Noventa y tres pacientes con trauma craneoencefálico severo y Glasgow  $\leq 8$  fueron incluidos durante los años de 1998-2001. Registros médicos de los primeros 10 días fueron recuperados. La disfunción orgánica se evaluó con la puntuación de la Evaluación secuencial de la falla orgánica (SOFA). La mortalidad fue evaluada después de 10 y 28 días, 6 y 18 meses. Los resultados obtenidos fueron que balance total de líquidos fue positivo en los días 1-3, y negativo en los días 4-10. El balance en la solución cristaloides fue negativo desde el día 2. La albúmina sérica media fue de 38 +/- 6 gramos/litro. Los coloides constituyeron el 40-60% del total de líquidos administrados por día. Se administró furosemida al 94% de todos los pacientes. La insuficiencia orgánica grave definida como SOFA  $\geq 3$  fue evidente solo para la insuficiencia respiratoria, que se observó en el 29% de los pacientes. Ninguno desarrolló insuficiencia renal. Después de 28 días, la mortalidad fue del 11% y, después de 18 meses, fue del 14%. Se concluyó que la administración de albúmina en combinación con un balance de líquidos neutro a ligeramente negativo se asoció con una baja mortalidad en pacientes con Traumatismo craneoencefálico grave, a pesar de una frecuencia relativamente alta (29%) de insuficiencia respiratoria, evaluada con la puntuación SOFA.<sup>30</sup>

En el 2010 Jungner M. et al. realizó un estudio prospectivo aleatorizado en ratas donde se planteó la hipótesis de que la reanimación con cristaloides después de un traumatismo cerebral aumenta el edema cerebral en comparación con los coloides. Después de la lesión por perfusión de fluidos, las ratas se sometieron a una hemorragia controlada de 20 ml/kg y se asignaron al azar al grupo de albúmina al 5% a 20 ml/kg, LR isotónico a 50 ml/kg o 90 ml/kg. Después de 3 y 24 h, el contenido de agua en la corteza lesionada se determinó utilizando un método de peso húmedo y seco. El volumen de sangre se calculó a partir del volumen de plasma, medido por dilución con albúmina y hematocrito. La presión oncótica y la osmolalidad se midieron con osmómetros. Los resultados fueron que las 3 horas, el volumen de sangre era igual en los grupos de albumina y LR con infusión a 90/ml/kg/hora y menor en el grupo con infusión de LR a 50/ml/kg/hora. La presión oncótica se redujo en un 35-40% en los grupos de cristaloides y sin cambios en el grupo de albúmina. El contenido de agua cortical en el grupo de albumina fue más bajo que en el grupo con LR a 90 ml/kg/hora (81.3 +/- 0.5% vs. 82.1 +/- 1.1%, P <0.05), pero no fue diferente del grupo de LR a 50 ml/kg/hora (81.8 +/- 1.1%). A las 24 horas, la presión oncótica y el volumen de sangre se normalizaron en todos los grupos, y el contenido de agua cortical fue significativamente menor en el grupo de albúmina que en los grupos cristaloides. La osmolalidad y la presión arterial fueron iguales en todos los grupos a lo largo del experimento. Las conclusiones fueron que cuando se administró a la misma expansión de volumen intravascular, los cristaloides isotónicos causaron un edema cerebral postraumático mayor que la de albúmina al 5% a las 3 y 24 h después del trauma.<sup>31</sup>

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las lesiones neurológicas de cualquier tipo conllevan un costo social muy alto, por lo cual se requiere optimizar los recursos y la construcción de guías de manejo para una adecuada utilización de los LEV. El manejo de líquidos endovenosos en cirugías electivas de neuroanestesia presenta temor por parte del anesthesiólogo a aumentar de cierta forma el edema cerebral en los pacientes que presentan algún tipo de patología cerebral, esto conlleva a que erróneamente, la restricción hídrica y no tener el conocimiento adecuado de qué tipo de solución endovenosa elegir para el manejo de líquidos en pacientes neuroquirúrgicos se convierta en un problema común entre los anesthesiólogos que se enfrentan a este tipo de procedimientos quirúrgicos. El resultado del desconocimiento de un manejo adecuado de las soluciones endovenosas puede conllevar a hipovolemia e hipotensión arterial con la secundaria reducción en la presión de perfusión cerebral (PPC) lo cual aumenta el riesgo de isquemia cerebral y del aumento de la PIC. El conocimiento claro del manejo de líquidos endovenosos en el paciente neuroquirúrgico es clave para el mantenimiento de la homeostasis y la estabilidad hemodinámica, pero sobre todo para la adecuada manipulación de la PIC y mantenimiento de la PPC. La realización de este protocolo tiene como fin, identificar cuáles son los resultados del manejo de líquidos transoperatorios en neuroanestesia electiva en el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre durante los meses de enero a abril del 2019, para así poder identificar cuáles son las mejores opciones a utilizar en neurocirugía.

## 5. JUSTIFICACION

### 5.1. Justificación teórica.

Se pretende especificar cuáles son los líquidos endovenosos más utilizados y cuáles son los más eficaces para que el paciente presente mayor estabilidad hemodinámica durante el transoperatorio en el centro médico nacional 20 de noviembre en cuanto neurocirugía electiva supratentorial se refiere. El conocer a fondo las características del transporte del líquido vascular hacia el cerebro y manejar de forma adecuada las soluciones que se tengan disponibles permitirá que se mantenga la salud e integridad física del paciente durante su procedimiento quirúrgico. Con lo anterior se determinará los líquidos utilizados durante el periodo transanestésico en esta institución, con ello se definirán los resultados posoperatorios y así mismo precisar cuáles deberían ser las mejores opciones a elegir.

### 5.2. Justificación metodológica.

Se considera necesario crear un registro del manejo de los LEV que realiza el servicio de anestesiología en el centro médico nacional 20 de noviembre, ya que no existe unas guías y protocolos institucionales que establezca pautas para este tipo de manejos, por lo cual se hace necesario definir el tipo de manejo hídrico que se instaure en nuestra institución y si la respuesta hemodinámica del paciente es la deseada, lo que hace acertado realizar una revisión sistemática de los reportes clínicos de pacientes sometidos a estas intervenciones quirúrgicas y según resultados realizar los planteamientos que sean necesarios.

### 5.3. Justificación práctica.

El mantener un adecuado control y manejo de los líquidos endovenosos permite mantener o mejorar la dinámica intracraneal, permitir que haya condiciones operatorias optimas, disminuir la disminución de presión de perfusión cerebral y con ello disminuir la incidencia de edema y alteraciones de la PIC, y favorecer el despertar temprano que permita que se lleve a cabo una evaluación neurológica. Por lo anterior es necesario tener un adecuado conocimiento del manejo hídrico de los pacientes en neurocirugía puesto que permitirá disminuir complicaciones derivadas del desconocimiento de su uso, y por tanto disminuirá también tiempo estancia hospitalaria y los costos institucionales

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General.

Describir la respuesta hemodinámica del paciente sometido a neurocirugía electiva de tumores supratentoriales, que es expuesto a las diferentes soluciones de infusión intravenosa que se encuentran disponibles (soluciones hipertónicas, cristaloides y coloides) en nuestro Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, con el fin de definir que opción es la más correcta dependiendo del procedimiento quirúrgico realizado

### 6.2 Objetivos Específicos.

Determinar que líquidos intravenosos son los más utilizados durante los procedimientos neuroquirúrgicos en el centro médico nacional 20 de noviembre.

Determinar los parámetros hemodinámicos y sus cambios al ser utilizado cada tipo de solución endovenosa.

Identificar los cambios electrolíticos y de equilibrio ácido básico del paciente sometido a neurocirugía electiva de tumores supratentoriales.

## 7. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

### 7.1. Diseño y tipo de estudio.

Retrospectivo observacional descriptivo.

### 7.2. Población de estudio.

Expedientes de pacientes adultos sometidos a de neurocirugía electiva de tumores supratentoriales en los meses de septiembre a diciembre del 2018 en el centro médico nacional 20 de noviembre

### 7.3. Universo de trabajo.

Expedientes de pacientes hombres y mujeres adultos sometidos a neurocirugía electiva de tumores supratentoriales en los meses de enero a abril del 2019 en el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre.

### 7.4. Tiempo de ejecución.

La investigación se realiza en el centro médico nacional 20 de noviembre en el periodo de abril del 2019 hasta agosto del 2019.

### 7.5. Esquema de selección.

#### 7.5.1 Criterios de inclusión.

Expedientes de pacientes adultos programados para cirugías electiva de neurocirugía de tumores supratentoriales.

Edad de 18 a 65 años.

Manejo anestésico con anestesia general.

ASA I-III

Pacientes de sexo femenino y masculino.

Pacientes que tengan consignado en el expediente hospitalario las notas anestésicas completas con signos vitales durante el transanestesico, gasometría arterial y que tengan notas quirúrgicas.

### 7.5.2 Criterios de exclusión.

Pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos de urgencia.

Pacientes que son reintervenidos quirúrgicamente por la misma causa que genero intervención inicial.

Pacientes con complicaciones derivadas del procedimiento quirúrgico.

Pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos electivos infratentoriales.

Pacientes que presenten un sangrado mayor a su sangrado permisible.

Pacientes quienes no cuenten con un expediente clínico completo.

### 7.5.3. Criterios de eliminación.

Paciente que fallezca durante el procedimiento quirúrgico.

Pacientes que no cuenten con expediente clínico en el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre.

### 7.6. Tipo de muestreo.

Muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra se toma de un corte de expedientes del periodo de enero a abril del 2019 utilizando criterios de inclusión y exclusión.

### 7.7 Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra.

No aplica para el tipo de protocolo. La muestra se toma de un corte de expedientes del periodo de enero a abril del 2019.

### 7.8 descripción poblacional de variables.

Variable	Clasificación	Descripción	Indicador
Edad	Cuantitativa continua	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de una persona hasta la fecha actual	Número de años cumplidos.
Género	Cualitativa nominal dicotómica	Sexo	1. Masculino 2. Femenino
Presión Arterial Media	Cuantitativa de intervalo	Es la media aritmética de los valores de las	1. Hipotensión: <60 mm Hg.

		presiones sistólica y diastólica, PAM= $2(PD) + PS / 3$ .	2. Hipertensión: >110 mm Hg. 3. Normotensión: entre 60-110 mmHg
Frecuencia cardíaca	Cuantitativa de intervalo.	Número de contracciones o pulsaciones del corazón por unidad de tiempo.	1. Bradicardia: <60 lpm. 2. Taquicardia: >100 lpm. 3. Frecuencia cardíaca normal: 60-100 lpm
Soluciones isotónicas	Cualitativa nominal politómica.	Tienen una osmolaridad similar a la del plasma, entre 272 300 mOsmol/litro.	1.Solución salina al 0.9% 2. Solución de lactato ringer.
Soluciones hipertónicas.	Cualitativa nominal politómica.	Tienen mayor osmolaridad que el plasma (superior a 300 mOsmol/L)	1. Manitol. 2. No se usó solución hipertónica.
Soluciones coloides	Cualitativa nominal politómica.	Contienen partículas de alto peso molecular que no atraviesan las membranas capilares, aumentan la presión osmótica plasmática, retienen agua en el espacio intravascular.	1. Hidroxietil almidón al 6% 2. poligelatina. 3. Albúmina. 4. No se usó soluciones coloides.
Gasometría arterial	Cuantitativa de intervalo.	Técnica de monitorización que permite determinar el pH, presiones arteriales de oxígeno y dióxido de carbono, lactato, electrolitos y la concentración de bicarbonato.	PH: 1. Normal: 7.35-7.45. 2. Acidosis: < 7.35. 3. Alcalosis: > 7.45.  Lactato 1. Normal: < 2 mmol/litro. 2. Elevado: > 2 mmol/litro.  Osmolaridad: 1. Normal: 275-290 mosmol/kg. 2. Hiperosmolaridad: > 290 mosmol/kg. 3. Hipoosmolaridad: < 275 mosmol/kg.

## 7.9 Técnicas y limitaciones.

### 7.9.1 técnicas.

Debido a las características de este estudio retrospectivo observacional descriptivo, para obtener información se realizó revisión bibliográfica, y la recolección de datos se realiza a partir de expedientes Clínicos y registros con manejo estadístico y se formarán bases de datos informatizadas de los pacientes sometidos a neurocirugía electiva suprantetorial en el periodo de septiembre del 2018 a diciembre del 2018. El principal instrumento para el registro y la integración de los datos es Microsoft Excel. En la técnica del procesamiento de los datos y el análisis se utilizarán medidas de resumen para datos cualitativos y cuantitativos.

### 7.9.2 Limitaciones.

El tamaño de datos fue pequeño y como todos los casos de neurocirugía electiva se incluyeron en el estudio, la duración de la cirugía no es uniforme. La limitación del estudio puede haberse reducido si se incluye solo un tipo de casos neuroquirúrgicos en el estudio para garantizar la uniformidad en la duración de la cirugía.

## 8. ASPECTOS ÉTICOS.

Para respetar la ética en el proyecto se realizó mediante los principios de la declaración de Helsinki, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Confidencialidad: se garantiza la absoluta discreción con las informaciones obtenidas y se mantuvo el secreto profesional en todo su desarrollo.

Anonimato: para la realización de la base de datos se obvió todo elemento de identificación personal.

Factibilidad: su ejecución fue posible porque su costo de realización fue bajo y se contó con los recursos materiales y humanos para llevarlo a cabo.

Competencia: el tutor es especialista en Anestesiología y subespecialista en algología intervencionista por lo que tiene la capacidad para realizar el estudio.

### 8.1 Consentimiento informado.

Aviso de confidencialidad. Se anexa al final.

### 8.2 Conflicto de intereses.

No existe ningún conflicto de intereses por parte del investigador.

## 9. CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD

No aplica debido al tipo de investigación. Solo se revisaron los expedientes clínicos.

## 10. RESULTADOS

Se realizó una búsqueda sistemática de los expedientes de pacientes adultos sometidos a cirugías resección de tumores supratentoriales durante los meses de enero a abril del año 2019, encontrando 30 procedimientos; posterior a la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión se toma como muestra susceptible al estudio 25 pacientes, se excluyeron 5 pacientes por falta de datos o ausencia de gasometría arterial.

En la tabla 1 se puede observar que de los 25 pacientes se encontró que el 40% de la población fueron hombres y el 60% fueron mujeres.

### GENERO

	Frecuencia	Porcentaje
MASCULINO	10	40.0
FEMENINO	15	60.0
Total	25	100.0

Tabla 1

De la muestra analizada en la tabla 2 se evidenció que la media de la edad fue de 51.64 años con una desviación Estándar de 14.4 años logrando una muestra heterogénea.

### EDAD COMO VARIABLE

	Número	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EDAD	25	28	78	51.64	14.402

Tabla 2

En la tabla 3 se muestra que la media de la PAM fue de 72.2 MmHg con una desviación Estándar de 7.19 MmHg. Se evidencio además que la media de la FC fue de 71.4 latidos por minuto, con una desviación Estándar de 7.5 latidos por minuto. lo anterior implica que en cuanto a los parámetros hemodinámicos los pacientes permanecieron hemodinamicamente estable con la fluidoterapia utilizada.

### TAM Y FC COMO VARIABLE HEMODINAMICA

	Numero	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estandar
TAM	25	55	85	72.32	7.192
FC	25	55	86	71.44	7.589

Tabla 3

En la tabla 4, 5 y 6 se puede observar que el 76% de los pacientes se manejó con solución salina al 0.9%, el 24% se manejó con solución de lactato de ringer. De esos pacientes en un 12% se utilizó manitol como solución hipotónica y en un 24% se usó poligelatina como solución coloide.

### SOLUCIONES CRISTALOIDES

	Frecuencia	Porcentaje
SOLUCION SALINA	19	76.0
LACTATO DE RINGER	6	24.0
Total	25	100.0

Tabla 4

### SOLUCIONES HIPERTONICAS

	Frecuencia	Porcentaje
MANITOL	3	12.0
NO SE UTILIZO	22	88.0
Total	25	100.0

Tabla 5

### SOLUCIONES COLOIDES

	Frecuencia	Porcentaje
POLIGELATIINA	6	24.0
NO SE UTILIZO	19	76.0
Total	25	100.0

Tabla 6

En la tabla 7 se puede observar el comportamiento de la gasometría arterial al ser utilizadas las soluciones isotónicas, no se observa un cambio estadísticamente significativo entre ambas en cuanto a lactato, osmolaridad y PH.

#### RESULTADOS DE GASOMETRIA Y SOLUCIONES CRISTALOIDES

SOLUCIONES ISOTONICAS		LACTATO	OSMOLARIDAD	PH
SOLUCION SALINA	Media	1.78	283.42	7.38
	Mínimo	1	272	7
	Máximo	3	295	7
	Desviación estándar	0.655	6.891	0.028
LACTATO DE RINGER	Media	2.10	278.83	7.38
	Mínimo	1	270	7
	Máximo	3	285	7
	Desviación estandar	0.724	5.193	0.028
T-TEST P=		0.950	0.206	0.890

Tabla 7

En la tabla 8 se puede observar el comportamiento de la gasometría arterial al ser utilizadas las soluciones hipertónicas, en nuestro caso el manitol, no se observó un cambio estadísticamente significativo en cuanto a lactato, osmolaridad y PH.

## RESULTADO DE GASOMETRIAS Y SOLUCIONES HIPERTONICAS

SOLUCIONES HIPERTONICAS		LACTATO	OSMOLARIDAD	PH
MANITOL	Media	1.67	292.00	7.36
	Mínimo	1	290	7
	Máximo	2	295	7
	Desviación estándar	0.473	2.646	0.029
NO SE UTILIZO	Media	1.94	281.00	7.38
	Mínimo	1	270	7
	Máximo	3	292	7
	Desviación estándar	0.721	5.984	0.026
T. TEST P:		0.167	0.173	0.999

Tabla 8

En la tabla 9 se puede observar el comportamiento de la gasometría arterial al ser utilizadas las soluciones coloides, en nuestro caso poligelatina, no se observó un cambio estadísticamente significativo en cuanto a lactato, osmolaridad y PH.

RESULTADO DE GASOMETRIA Y SOLUCIONES COLOIDES

SOLUCIONES COLOIDES		LACTATO	OSMOLARIDAD	PH
POLIGELATINA	Media	2.25	280.67	7.38
	Mínimo	2	272	7
	Máximo	3	290	7
	Desviación estándar	0.616	7.033	0.041
NO SE UTILIZARON	Media	1.79	282.84	7.38
	Mínimo	1	270	7
	Máximo	3	295	7
	Desviación estándar	0.696	6.735	0.023
T. TEST P:		0.461	0.908	0.806

Tabla 9

En las tablas 10,11 y 12 se observa como la presión arterial y la frecuencia cardiaca no se ven alteradas cuando se utilizan soluciones cristaloides, coloides o soluciones hipertónicas, ya que las modificaciones observadas no son estadísticamente significativas.

VARIABLES HEMODINAMICAS Y SOLUCIONS CRISTALOIDES

SOLUCIONES ISOTONICAS		TAM	FC
SOLUCION SALINA	Media	71.74	71.32
	Mínimo	55	55
	Máximo	85	86
	Desviación estándar	7.400	8.021
LACTATO DE RINGER	Media	74.17	71.83
	Mínimo	65	64
	Máximo	82	81
	Desviación estándar	6.765	6.676
T. TEST P:		0.955	0.732

Tabla 10

VARIABLES HEMODINAMICAS Y SOLUCIONES HIPERTONICAS

SOLUCIONES HIPERTONICAS		TAM	FC
MANITOL	Media	73.67	62.67
	Mínimo	65	55
	Máximo	81	68
	Desviación estándar	8.083	6.807
NO SE UTILIZO	Media	72.14	72.64
	Mínimo	55	61
	Máximo	85	86
	Desviación estándar	7.253	6.994
T. TEST P:		0.979	0.827

Tabla 11

VARIABLES HEMODINAMICAS Y SOLUCIONES COLOIDES

SOLUCIONES COLOIDES		TAM	FC
POLIGELINA	Media	69.67	66.83
	Mínimo	55	55
	Máximo	82	80
	Desviación estándar	9.201	8.183
NO SE UTILIZARON	Media	73.16	72.89
	Mínimo	60	61
	Máximo	85	86
	Desviación estándar	6.509	6.991
T. TEST		0.534	0.992

Tabla 12

## 11. DISCUSIÓN.

Desde el siglo pasado ha cobrado gran importancia el manejo de los líquidos endovenosos en neuroanestesia, ya que influye de gran manera en la hemodinamia del paciente durante el tiempo intraoperatorio y el posoperatorio en los resultados tanto a corto como a largo plazo para el paciente.

En nuestros resultados obtuvimos expedientes de 25 pacientes, se evidenció que los tumores supratentoriales se encuentran en mayor proporción en mujeres, en un 60% frente a un 40%, lo cual es similar a lo observado en varios de los estudios aquí citados, además la media de edad de presentación fue de 51.64 años, que es un factor que varía en los diferentes estudios realizados. La media de la PAM fue de 72.2 MmHg y la media de la FC fue de 71.4 latidos por minuto, que varía en lo descrito en los estudios citados, ya que depende de la solución utilizada la variabilidad de los signos vitales.

En cuanto a las soluciones endovenosas utilizadas, las soluciones isotónicas se utilizaron en todos los casos, de esta proporción el 76% fue solución salina al 0.9% y 24% Lactato de Linger, lo cual es similar a lo que se encuentra descrito en la literatura, y lo mostrado en los estudios aquí expuestos, pues se prefiere la solución salina por sus propiedades osmóticas, que permite mantener una disminución del edema cerebral al ser comparada con el LR. Además en un 12% de los pacientes se utilizó solución hipertónica, en el caso de nuestro centro médico manitol, y en un 24% se requirió la utilización de coloide tipo poligelatina.

Al ser utilizadas las soluciones isotónicas se evidenció que interfirió en la gasometría arterial en diferentes formas. Al utilizarse SSN 0.9% la media del lactato fue de 1.78 mmol/litro., con una desviación estándar de 0.655, mientras que la media del LR fue de 2.1 mmol/litro, con una desviación estándar fue de 0.724, con una P de 0.950, lo cual no se considera estadísticamente significativamente significativa, sin embargo al comparar estos resultados con los estudios existentes se puede observar que son similares, pues se ha asociado a la solución de LR con aumento del lactato, lo cual se explica por el lactato que la solución tiene entre sus componentes y que es una de las razones por las cuales se prefiere el uso de la SSN 0.9% frente al LR. En lo referente a la osmolaridad plasmática la SSN 0.9% tuvo una media de 283.42 mosm/kg, con una desviación estándar de 6.891, el LR mantuvo una osmolaridad media de 278.83 mosm/kg, con una desviación estándar de 5.193 y una P de 0.206 que no se considera estadísticamente significativa. A pesar de no ser estadísticamente significativo en nuestro estudio se mostró un aumento de la osmolaridad plasmática media en los pacientes manejados con SSN 0.9 con respecto a lo observado con el uso del LR, que es semejante a lo evidenciado y escrito en la literatura, lo cual se explica por el contenido de sodio que tiene la SSN

0.9%, y por esta causa se opta en la mayoría de casos por el uso de la SSN 0.9% para que su mayor osmolaridad permite una mayor extracción de líquido hacia el espacio extracelular y así la disminución del edema. En cuanto al PH, en ambas soluciones isotónicas se observó una media de 7.38, con una desviación estándar de 0.28, y una P de 0.890 que no es estadísticamente significativa. En algunos de los estudios aquí consignados se ha visto una disminución del PH con aumento del cloro asociado al uso de la SSN 0.9%, lo cual se explica por su contenido de cloro, sin embargo en nuestro estudio no se observó esa característica.

Al ser usada una solución hipertónica, que en todos nuestros pacientes fue el manitol se evidenciaron comportamientos en las gasometrías. El lactato al ser usado el manitol se observó una media de 1.67 mmol/litro, con una desviación estándar de 0.473 y cuando no se utilizó manitol se mostró un lactato de 1.94 mmol/litro, con una desviación estándar de 0.721, y una P de 0.167 que no fue estadísticamente significativa. En nuestro estudio se demostró una disminución de lactato al utilizar la solución hipertónica, en los estudios que se han observado diferentes cambios en el lactato, aunque en la mayoría se mantiene normal si se utiliza el manitol. La osmolaridad plasmática al usarse manitol tuvo una media de 282 mosm/kg con una desviación estándar de 2.646, cuando no se usó manitol la osmolaridad plasmática la media fue de 281 mosm/kg con una desviación estándar de 5.984 y una P de 0.173 que no se considera estadísticamente significativa. El aumento de la osmolaridad plasmática observada con el uso del manitol es lo esperado, pues su mecanismo de acción se basa en el aumento de la misma para la disminución del edema cerebral y la extracción del agua intracelular. Lo anterior coincide con lo expuesto en los estudios que aquí se han expuesto. La media del PH al usarse el manitol fue de 7.36 con una desviación estándar de 0.029, cuando no se usó manitol el PH fue de 7.36, con una desviación estándar 0.026 y una P de 0.99 que no se considera estadísticamente significativa. Si se utiliza una gran cantidad de manitol podría llevar a una pérdida excesiva de agua con la consiguiente acidosis con disminución del PH, que fue lo observado en algunos de los estudios anteriormente citados, en nuestro caso los pacientes permanecieron con PH normales, sin evidenciarse grandes variaciones con el uso de las soluciones hipertónicas.

El uso de coloides también se vió asociado a cambios en la gasometría arterial. En el caso del lactato cuando se utilizó poligelatina que fue el único coloide en las cirugías la media fue de 2.25 mmol/litro, con una desviación estándar de 0.616, cuando no se utilizó coloide la media fue de 1.79 mmol/litro, con una desviación estándar de 0.696 y una P de 0.461, que no se consideró estadísticamente significativa. Aunque no es estadísticamente significativo se evidencia que en los pacientes en quienes se utilizó coloide se observó un lactato mayor a los pacientes

en quienes no se requirió su uso, lo cual coincide con lo observado en los estudios realizados con estas soluciones y que consideran que se debería no utilizar coloides en los pacientes neuroquirúrgicos pues se ha asociado a aumento de las complicaciones posoperatorias. La osmolaridad tuvo una media de 280.67 mosm/kg con una desviación estándar de 7.033 en los pacientes en quienes se usó coloide, frente a una media de osmolaridad de 282.84 mosm/kg, con una desviación estándar de 6.735 y una P de 0.908 que no fue estadísticamente significativa, se considera que no hubo cambios en la osmolaridad al usarse la solución coloide, lo anterior coincide con lo observado en la literatura. El PH tuvo una media de 7.38, con una desviación estándar de 0.041 en los pacientes en quienes se utilizó coloide, en los pacientes sin coloide el PH fue de 7.38, con una desviación estándar de 0.023 y una P de 0.803, que no se consideró estadísticamente significativo. No se evidenciaron cambios significativos en el PH durante el uso de coloides.

En cuanto a los signos vitales cuando se utilizó la SSN 0.9% la PAM tuvo una media de 71 MmHg, la desviación estándar fue de 7.4, en el caso del LR la media fue de 74 MmHg, con una desviación estándar de 6.765 y una P 0.955 de que no fue estadísticamente significativa. La FC tuvo una media de 71 latidos por minuto cuando se usó SSN 0.9% con una desviación estándar de 8.021, al usarse LR la FC tuvo una media de 71 latidos por minuto, con una desviación estándar de 6.676, la P fue de 0.732, que no fue estadísticamente significativa. Se puede observar que durante nuestro estudio no se observó variaciones significativas en las variables hemodinámicas y los pacientes permanecieron hemodinamicamente estables cuando se instauraron los manejos con las soluciones isotónicas.

Cuando se utilizó manitol como solución hipertónica la media de la PAM fue de 73 MmHg, con una desviación estándar de 8.083, frente a una PAM media de 72 MmHg, con una desviación estándar 7.253 en los pacientes en quienes no se usó soluciones hipertónicas, y con una P de 0.979, que no se consideró estadísticamente significativa. En el caso de la FC cuando se utilizó manitol fue de 62 latidos por minuto, con una desviación estándar de 6.807, cuando no se usó manitol se presentó una media de FC de 72, con una desviación estándar de 6.99 y una P de 0.827, que no fue estadísticamente significativa. Al ser utilizado el manitos frente a los que no lo utilizaron se evidencia que las variables hemodinámicas permanecieron normales, no hubo diferencias estadísticamente significativas durante ambos manejos en nuestro estudio en el caso de los estudios citados se ha observado que el manitos se puede ver asociado a inestabilidad hemodinámica con disminución de la PAM por una diuresis excesiva debido a su mecanismo de acción que podría ser contraproducente tanto a corto como a largo plazo para este tipo de pacientes.

Cuando se recurrió al uso de coloides, en nuestro caso poligelatina se evidencio una PAM media de 69 MmHg, con una desviación estándar de 9.201, cuando no se usó coloide la media de la PAM fue de 73 MmHg, con una desviación estándar de 6.5 y P de 0.534 que no se consideró estadísticamente significativa. La FC tuvo una media de 66 latidos por minuto, con una desviación estándar de 8.183 en los pacientes manejados con poligelatina, en el caso de los pacientes en quienes no se recurrió al coloide se observó una media de 72 latidos por minuto, con una desviación estándar de 6.99 y una P de 0.99 que no se consideró estadísticamente significativo. No se observaron alteraciones en las variables hemodinámicas que se consideraran significativas en el caso de uso de coloides, sin embargo, es de recordar que las complicaciones asociadas a este tipo de solución se han observado en sobre todo durante el posoperatorio por lo que no se podría establecer si a largo plazo se observaron alteraciones asociadas a este tipo de solución pues no fue el propósito de este estudio.

## 12. CONCLUSIÓN

Del presente estudio se puede concluir que existe la necesidad creciente de que en nuestro centro médico 20 de noviembre se establezca un adecuado uso de las soluciones intravenosas, ya que de ello depende en gran parte el desenlace final y el pronóstico de los pacientes sometidos a intervenciones neuroquirúrgicas, los resultados obtenidos en la mayoría de casos, fueron similares a los obtenidos en estudios previamente realizados en otros estudios, de nuestro estudio se considera que debería siempre que las condiciones del paciente lo permita llevar el manejo con solución salina al 0.9% como solución isotónica, utilizar las soluciones hipértónicas solo cuando sea estrictamente necesario y en lo posible de acuerdo a lo ya descrito en la literatura evitar el uso de coloides, solo reservar su uso a lo situaciones que lo ameriten.

### 13. ANEXO 1

Título del proyecto de investigación: Manejo de líquidos transoperatorios en neurocirugía electiva de tumores supratentoriales en adultos.

Número de registro:

El presente aviso de privacidad tiene como objetivo informarles sobre el tratamiento que se les da a sus datos personales cuando los mismos son recabados, utilizados y almacenados.

Investigador responsable de recabar sus datos personales de su uso y protección:

Nombre: Edna Fernanda Chávez Lasso

Domicilio: Avenida Félix Cuevas con Coyoacán. 1435

Teléfono: 5529048178

Correo electrónico: enanda24@hotmail.com

Su información será utilizada con la finalidad de contactarle en caso de que no existan datos suficientes en el expediente o estos no seas claros. Estos datos son considerados como sensibles de acuerdo a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

Es importante que usted sepa que todo el equipo de investigación que colabora en este estudio se compromete a que todos los datos proporcionados por usted serán tratados bajo medida de seguridad y garantizando siempre su confidencialidad. En el caso de este protocolo las medidas que se tomarán para ello serán: género, edad, peso, información sobre el procedimiento quirúrgico, tensión arterial media, frecuencia cardíaca y líquidos endovenosos administrado durante el transoperatorio.

Los datos que usted nos proporcione no serán compartidos con otras instancias o instituciones, y únicamente serán usados por el equipo de investigadores para este proyecto.

Usted tiene derecho de acceder, rectificar y cancelar sus datos personales, así como de oponerse al manejo de los mismos o anular el consentimiento que nos haya otorgado para el fin, presentando la carta escrita dirigida a la investigadora responsable: Dra. Edna Fernanda Chávez Lasso, o con la presidente del comité de ética en investigación del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre.

DECLARACION DE CONFORMIDAD: Manifiesto estar de acuerdo con el tratamiento que se dará a mis datos personales.

NOMBRE Y FIRMA DEL SUJETO DE INVESTIGACION O PACIENTE:

FECHA:

## 14. BIBLIOGRAFIA

1. Prieto Daza, William; Navarro V. José Ricardo . (2002). Manejo perioperatorio de líquidos en neurocirugía. *Revista Colombiana de Anestesiología*, XXX, 35.
2. Eduardo Hernandez Bernal, Bertha Godinez Otamendi. (2003). Líquidos en neuroanestesia. *Revista mexicana de neurocirugía*, 8, 2833.
3. Tommasino, Concezione. (2000). Isotonic management: How to realice it?. *European Journal of Anesthesiology*, 18, 91-93.
4. José J Jaramillo-Magaña. (Abril-Junio 2009). Complicaciones asociadas al uso de líquidos en el paciente neuroquirúrgico. *Revista mexicana de anestesiología* , 32, 79-81.
5. Wisner D, Buche F. (january 1999). Traumatic shock and head injury: Effects of fluid resuscitation on the brain. *Jornal of Surgery Res*, 46, 49-59.
6. Lefever Kee J, Paulankg BJ, Polek C, Cengage D. (2010) *Lerning Fluids and Electrolytes with clinical applications. Aprogrammed Aproach*. Philadelphia. El Sevier
7. Williams EL, Hildebrand KL, McCormick SA, Bedel MJ. (may 1999). The effect of intravenous lactated Ringer's solution versus 0.9% sodium chloride solution on serum osmolality in human volunteers. *Anesthesia and Analgesia*, 88, 999-1003.
8. Nathan Br. (2007). Cerebral correlates of hyponatremia. *Neurocritical care*, 6, 72-78.
9. Prabhakar H1, Singh GP, Anand V, Kalaivani M. (July 2014). Mannitol versus hypertonic saline for brain relaxation in patients undergoing craniotomy. *Cochrane*, 16, 3-26.
10. John L. D. Atkinson. (Novemeber 2012). Mannitol or saline . *Journal of Neurosurgery*, 117, 820-830.
11. Dostal P, Schreiberova J, Dostalova V, Dostalova V Jr, Tyll T, Paral J, Abdo I, Cihlo M, Astapenko D, Turek Z. (June 2015). Effects of hypertonic saline and mannitol on cortical cerebral microcirculation in a rabbit craniotomy model.. *BMC anesthesiology*, 15, 88.
12. Abel Acosta Rodríguez I. (2017). Líquidos y neuroanestesia. *evista Archivo del Hospital Universitario "General Calixto García*, 5, 5-15.

13. Charles J. Cote, Jerrold Lerman, I. David Todres (2012). *A Practice of Anesthesia for Infants and Children Philadelphia: El Sevier.*
14. Ronald D. Miller MD MS, Lars I. Eriksson MD PhD FRCA, Lee A Fleisher MD FACC. (2015). *Miller's Anesthesia. Philadelphia: El Sevier.*
15. Tommasino C, Moore S, Todd MM. (september 1988). *Cerebral effects of isovolemic hemodilution with crystalloid or colloid solutions. Critical care medicine, 16, 862-870.*
16. Korosue K, Heros RC, Ogilvy CS. (October 1990). *Comparison of crystalloids and colloids for hemodilution in a model of focal cerebral ischemia. Journal of neurosurgery, 73, 576-584.*
17. Williams EL, Hildebrand KL, McCormick SA, Bedel MJ. (may 1999). *The effect of intravenous lactated Ringer's solution versus 0.9% sodium chloride solution on serum osmolality in human volunteers. Anesthesia and analgesia, 88, 999-1003.*
18. Gemma M, Cozzi S, Tommasino C, Mungo M, Calvi MR, Cipriani A, Garancini MP. (October 1997). *7.5% hypertonic saline versus 20% mannitol during elective neurosurgical supratentorial procedures. Journal neurosurgical anesthesiology, 9, 329-334.*
19. Suarez JI, Qureshi AI, Bhardwaj A, Williams MA, Schnitzer MS, Mirski M, Hanley DF, Ulatowski JA. (June 1998). *Treatment of refractory intracranial hypertension with 23.4% saline. Critical care medicine, 26, 1118-1122.*
20. Schimetta W, Schöchel H, Kröll W, Pölz W, Pölz G, Mauritz W. (february 2002). *Safety of hypertonic hyperoncotic solutions- a survey from Austria. Wien Klin Wochenschr, 114, 89-95.*
21. Rozet I, Tontisirin N, Muangman S, Vavilala MS, Souter MJ, Lee LA, Kincaid MS, Britz GW, Lam AM. (November 2007). *Effect of equiosmolar solutions of mannitol versus hypertonic saline on intraoperative brain relaxation and electrolyte balance. Anesthesiology, 107, 697-704.*
22. Francony G, Fauvage B, Falcon D, Canet C, Dilou H, Lavagne P, Jacquot C, Payen JF. (March 2008). *Equimolar doses of mannitol and hypertonic saline in the treatment of increased intracranial pressure. Critical care medicine, 36, 795-800.*
23. Zeng HK, Wang QS, Deng YY, Jiang WQ, Fang M, Chen CB. (December 2010). *A comparative study on the efficacy of 10% hypertonic saline and equal volume of 20% mannitol in the treatment of experimentally induced cerebral edema in adult rats. BMC neuroscience, 11, 153-158.*

24. Wu CT, Chen LC, Kuo CP, Ju DT, Borel CO, Cherng CH, Wong CS. (march 2010). A comparison of 3% hypertonic saline and mannitol for brain relaxation during elective supratentorial brain tumor surgery. *Anesthesiology and analgesia*, 110, 903-907.
25. Vilas Boas WW, Marques MB, Alves A. (August 2011). Hydroelectrolytic balance and cerebral relaxation with hypertonic isoncotic saline versus mannitol (20%) during elective neuroanesthesia. *revista brasileira de anesthesiologia*, 61, 456-468.
26. Achmet Ali; Aylin Tetik; Pulat A. Sabanci; Demet Altun; Nukhet Sivrikoz; Taner Abdullah; Aydin Aydoseli; Altay Sencer; Ibrahim O. Akinci. (april 2018). Comparison of 3% Hypertonic Saline and 20% Mannitol for Reducing Intracranial Pressure in Patients Undergoing Supratentorial Brain Tumor Surgery: A Randomized, Double-blind Clinical Trial. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 30, 171-178.
27. Zornow MH, Tood MM, Moore. (August 1988). Acute cerebral effects of isotonic crystalloid and colloid solutions following cryogenic brain injury in the rabbit. *Anesthesiology*, 69, 180-184.
28. Zhuang J, Shackford SR, Schmoker JD, Pietropaoli JA Jr. (January 1995). Colloid infusion after brain injury: effect on intracranial pressure, cerebral blood flow, and oxygen delivery. *Critical care medicine*, 23, 140-148.
29. Myburgh J, Cooper J, Finfer S. (August 2007). Saline or albumin for fluid resuscitation in patients with traumatic brain injury. *New england journal of medicine*, 357, 874-884.
30. Rodling Wahlstrom M, Olivecrona M, Nystrom F. (january 2009). Fluid therapy and the use of albumin in the treatment of severe traumatic brain injury. *Acta anesthesiologica escandinavica*, 53, 18-25.
31. Jungner M, Grände PO, Mattiasson G, Bentzer P. (may 2010). Effects on brain edema of crystalloid and albumin fluid resuscitation after brain trauma and hemorrhage in the rat. *Anesthesiology*, 112, 1194-1203.