



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL GENERAL  
"DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA"  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"

"COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIÓN SALINA HIPERTÓNICA AL 3% Y  
MANITOL 20% PARA MANEJO TRANSANESTÉSICO DE LA RELAJACIÓN  
CEREBRAL EN RESECCIÓN DE TUMORES CEREBRALES DE PACIENTES  
PEDIÁTRICOS BAJO ANESTESIA GENERAL"

## TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO SUBESPECIALISTA EN

## ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA

### PRESENTA:

DRA. GABRIELA MERINO CALDERÓN

### ASESORES:

DR. LUCIO RODRIGUEZ PÉREZ  
DRA. NAYELY GARCÍA MENDEZ

México D.F. Febrero 2014  
Número de registro nacional R-2014-3502-11





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.



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3502  
HOSPITAL GENERAL DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA, CENTRO MEDICO NACIONAL, LA RAZA, D.F. NORTE

FECHA 20/02/2014

**DR. LUCIO RODRÍGUEZ PEREZ**

**P R E S E N T E**


Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIÓN SALINA HIPERTÓNICA AL 3% Y MANITOL 20% PARA MANEJO TRANANESTÉSICO DE LA RELAJACIÓN CEREBRAL EN RESECCIÓN DE TUMORES CEREBRALES DE PACIENTES PEDIÁTRICOS BAJO ANESTESIA GENERAL**

que usted sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A\_U\_T\_O\_R\_I\_Z\_A\_D\_O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2014-3502-11

ATENTAMENTE

  
**DR.(A). GUILLERMO CAREAGA REYNA**  
Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3502

**IMSS**

SEGURIDAD Y SALUD PARA TODOS



---

DR. JUAN JOSÉ DORATA HERRERA  
Profesor Titular del Curso Universitario de Especialización en Anestesiología Pediátrica  
(UNAM)  
Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza"  
Centro Médico Nacional "La Raza"  
Instituto Mexicano del Seguro Social

Número de Registro de Estudio:  
R-2014-3902-11

ASESORES



---

DR. LUCIO RODRÍGUEZ PÉREZ



---

DRA. NAYELY GARCÍA MÉNDEZ



---

DRA. GABRIELA MERINO CALDERÓN

Residente de Segundo Año en la Sub-especialidad de Anestesiología Pediátrica  
Hospital General "Dr. Gasparino González Garza"  
Centro Médico Nacional "La Raza"  
Instituto Mexicano del Seguro Social

## **CONTENIDO**

Resumen	6
Abstract	7
Antecedentes científicos	8
Material y métodos	13
Resultados	15
Discusión	25
Conclusión	28
Bibliografía	29
Anexos	32

**COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIÓN SALINA HIPERTÓNICA AL 3% Y MANITOL 20% PARA MANEJO TRANSANESTÉSICO DE LA RELAJACIÓN CEREBRAL EN RESECCIÓN DE TUMORES CEREBRALES DE PACIENTES PEDIÁTRICOS BAJO ANESTESIA GENERAL. Rodríguez PL, García MN, Merino CG.**

**RESUMEN**

**OBJETIVO.** Comparar el grado de relajación cerebral entre solución salina hipertónica 3% y manitol al 20% durante la resección de tumor cerebral en pacientes pediátricos.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Previa autorización del Comité de Ética e investigación del Hospital General C.M.N. “LA Raza”. Se realizó un estudio clínico controlado, experimental, comparativo, doble ciego, en 14 pacientes pediátricos programados electivamente para resección de tumores cerebrales. Se realizó asignación aleatoria de los grupos, para la administración endovenosa de las soluciones: Grupo A) solución salina hipertónica 3% y Grupo B) Manitol 20%. Monitorizados con PNI, SatO<sub>2</sub>, ECG y BIS bajo AGB y bajo técnica de AGE. Se evaluó el grado de relajación cerebral con la “Escala de cuatro puntos” a la apertura de duramadre, evaluando cambios en la osmolaridad y sodio sérico, por control gasométrico.

**RESULTADOS.** Encontramos relajación perfecta en el 13.22% y relajación cerebral satisfactoria en 4 pacientes (26.6%) del grupo de SSH estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), en cuanto a la relajación cerebral, comparada con el manitol, sin embargo no obtuvimos significancia en relación a cambios de osmolaridad y sodio sérico.

**CONCLUSIÓN.** La solución salina hipertónica 3% proporciona una mejor relajación cerebral en pacientes pediátricos sometidos a craneotomía y resección de tumor cerebral, evaluada a través de la “Escala de los cuatro puntos”.

**Palabras clave:** tumor cerebral, craneotomía, relajación cerebral, solución salina hipertónica 3%, manitol.

**A COMPARISON OF 3% HYPERTONIC SALINE AND 20% MANNITOL DURING TRANSANESTHETIC MANAGEMENT IN BRAIN RELAXATION FOR BRAIN TUMOR RESECTION OF PEDIATRIC PATIENTS UNDER GENERAL ANESTHESIA. Rodríguez PL, García MN, Merino CG**

**ABSTRACT**

**OBJECTIVE.** To compare the degree of brain relaxation between 3% hypertonic saline solution and 20% mannitol during resection of brain tumor in pediatric patients.

**MATERIALS AND METHODS.** Permission of the Ethics Committee Investigation of General Hospital CMN "La Raza". A controlled, experimental, comparative and double-blind clinical study in 14 pediatric patients scheduled for elective resection of brain tumors. Random assignment of groups was performed for intravenous administration of solutions: Group A) 3% hypertonic saline solution. Group B) 20% mannitol. Monitored with NIP, SaO<sub>2</sub>, EKG and BIS and under BGA or TIVA technique. The degree of brain relaxation was evaluated using the "four-point scale" during the dura mater opening, also was evaluated the changes in osmolarity and serum sodium by arterial blood gas analysis.

**RESULTS.** We found perfect relaxation in 13.22% and satisfactory cerebral relaxation in 4 (26.6%) of the HSS statistically significant ( $p < 0.05$ ), in terms of cerebral relaxation compared with mannitol, however the remaining variables, osmolarity and serum sodium, were not statistically significant.

**CONCLUSION.** The 3% hypertonic saline solution provides greater brain relaxation in pediatric patients undergoing craniotomy for resection of brain tumor, assessed by the "scale of four points."

**Keywords:** brain tumor, craniotomy, brain relaxation, 3% hypertonic saline, mannitol.



## ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Los tumores cerebrales en la edad pediátrica son frecuentes, comprenden el 20% de todas las neoplasias en pacientes menores de 15 años. La incidencia reportada es de 36.1 por cada millón de habitantes, siendo más frecuente en el género masculino (1.31:1) y en el grupo etario comprendido entre los 5 y 9 años de edad. En la población mexicana se presentan entre el 10.9% y 12%, con una incidencia de 3.3 a 3.5 por cada cien mil habitantes. Con el diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado, el 53% de los pacientes presentan una adecuada sobrevida (1, 2, 3).

La estirpe histológica más común es el astrocitoma, seguida por el tumor de células germinales, craneofaringeomas, ependimomas, meduloblastomas, meningiomas, y adenomas hipofisarios (2).

El edema cerebral secundario a neoplasias está determinado por la estirpe histológica, el grado de invasión y la extensión de sangrado cortical. La primera línea de tratamiento es la resección de la lesión, de ahí la importancia en el control del edema cerebral e hipertensión intracraneal que brindará una adecuada relajación cerebral durante el procedimiento quirúrgico (2,3).

El total de la fuerza ejercida por el parénquima cerebral, el líquido cefalorraquídeo (LCR) y la sangre dentro de la bóveda craneal, constituyen la presión intracraneal (PIC); según la hipótesis de Monro-Kellie, cuando alguno de los componentes se incrementa, los otros deben de disminuir, tratando de compensar y mantener la homeostasis intracraneal. Al incrementarse el parénquima cerebral, en un principio el LCR se desplaza del espacio subaracnoideo y de los ventrículos laterales hacia el espacio subaracnoideo medular; los vasos sanguíneos se comprimen, ocasionando la reducción del flujo sanguíneo. Cuando se compromete el flujo sanguíneo a nivel del polígono de Willis, se produce isquemia y por consiguiente la muerte cerebral (4).

El edema cerebral se puede clasificar en citotóxico y vasogénico, el primero se refiere a edema de las células, secundario a lesión por isquemia o toxinas, lo que ocasiona que se altere el gradiente iónico; éste se presenta en minutos u horas. El edema vasogénico se debe a una disrupción capilar, cuando se pierde la integridad de la barrera hematoencefálica; se

desarrolla en horas o días. El edema cerebral y la hipertensión intracraneal, pueden ser ocasionadas por cualquier lesión que produzca efecto de masa ocupativa a nivel cerebral, por ejemplo tumoraciones, hemorragias, infarto, abscesos y traumatismos. Las manifestaciones clínicas de hipertensión intracraneal son: respiración irregular, alteración del estado mental, abombamiento de fontanela, cambio en el tamaño de las pupilas, vómito, elevación de presión arterial, papiledema y cefalea. Ésta se diagnostica cuando la PIC es mayor a 8 mmHg en neonatos, mayor a 10 mmHg en niños de 1-3 años y mayor a 20 mmHg en niños de 3-14 años (5, 6, 7).

La relajación cerebral es el estado en el que se encuentra el parénquima cerebral, una vez que se realiza la apertura de la duramadre; esta medición indica que el campo quirúrgico es adecuado para realizar la cirugía, además indica si existe edema y/o hipertensión intracraneal (6,7).

La primera línea de manejo para hipertensión intracraneal es la restricción de líquidos, administrando 200 ml de solución por metro cuadrado de superficie corporal, o 60 ml por kilogramo de peso. Otras medidas terapéuticas incluyen la hiperventilación, la cual sólo es efectiva durante 60 minutos; administración de glucocorticoides, barbitúricos, elevación de la cabeza 30° y la hipotermia (6,7).

La medición de la presión intracraneal se puede realizar a través de monitorización intraparenquimatosas. Otras formas indirectas para la medición de la PIC son: calculando la osmolaridad sérica ideal (300 y 320 mOsm/k); la concentración sérica de sodio ( $\text{Na}^+$ ) ideal (145-155 mmol/l), valoración del grado de relajación cerebral y a través de estudios de neuroimagen (tomografía axial computarizada, resonancia magnética). Se debe iniciar tratamiento para la hipertensión intracraneal cuando ésta sea mayor a 20 mmHg, debido a que ocasiona deterioro neurológico y compromiso en la perfusión cerebral. Se recomienda la terapia osmótica con la administración de manitol o de solución salina hipertónica del 2-25% (8, 9, 10, 11, 12).

El manitol al 20% es un alcohol azucarado, que funciona como diurético osmótico. Tiene un coeficiente de reflexión de 0.9. Su inicio de acción es entre los 10 y 15 minutos después de la administración endovenosa, teniendo un efecto máximo a los 20 a 60 minutos. La dosis recomendada es de 0.25 – 1 gramo por kilogramo de peso, administrándose en bolos

cada 2 – 4 horas. El manitol disminuye del 15 al 20% la presión intracraneal a través del aumento del flujo sanguíneo microvascular, disminuye la viscosidad sanguínea, disminuye la producción de líquido cefalorraquídeo, favorece la eliminación de radicales libres e inhibe la apoptosis (13, 14, 15).

Entre los efectos adversos se menciona el riesgo de desarrollar necrosis tubular aguda y falla renal, cuando se administra en pacientes que presentan una osmolaridad basal >320mOsm, por lo que es de suma importancia la monitorización de la misma. También se puede presentar exacerbación del edema cerebral si se administra después de la lesión en pacientes con barrera hematoencefálica no íntegra, además de acidosis e hipokalemia; cuando la dosis sobrepasa los 200 gr al día. Se recomienda utilizar manitol en pacientes con previo tratamiento para la hipoperfusión cerebral (14).

La solución salina hipertónica (SSH) funciona al incrementar directamente la osmolaridad sérica. Tiene un coeficiente de reflexión de 1. La concentración sérica de  $\text{Na}^+$  es la que ocasiona el efecto osmótico en el cerebro. Las diferentes concentraciones de solución salina hipertónica que se mencionan en la literatura oscilan entre 2 y 23.5%. La solución salina hipertónica al 3%, contiene 513 mmol/L. La vía de administración es intravenosa, la dosis recomendada es de 6-10 ml por kilogramo de peso durante 5-20 minutos (15).

Los aspectos de bioseguridad incluyen la expansión de volumen, carece de efecto nefrotóxico, mejora el gasto cardíaco, mejora el flujo sanguíneo regional, favorece la absorción de líquido cefalorraquídeo, tiene efecto sobre la inmunomodulación, incrementa la oxigenación cerebral y mantiene la hemodinamia cerebral. Entre los efectos adversos se han reportado insuficiencia cardíaca congestiva, acidosis, hipercloremia e hipokalemia (16,17).

Diferentes estudios se han realizado con el fin de comprobar las ventajas de la solución salina hipertónica para el manejo del edema cerebral en neurocirugía, sin embargo no existe gran información en la población pediátrica.

Pozo Romero et al, encontraron una mejor estabilidad hemodinámica e hidroelectrolítica con el empleo de soluciones salinas hipertónicas en diferentes concentraciones, éste estudio fue realizado en población adulta, además mencionan que la osmolaridad y  $\text{Na}^+$  sérico se mantuvieron dentro de límites normales para la edad (18).

Ogden et al, en un artículo de revisión estudian los efectos de utilizar solución salina hipertónica del 7.5-23% y manitol al 20%, en patología diversa incluyendo tumores cerebrales, explicando que las soluciones salinas hipertónicas son más efectivas, duraderas y carecen de efecto rebote y además son de utilidad para el control de crisis de hipertensión intracraneal secundarias al empleo de manitol. Se monitorizó la osmolaridad sérica y niveles de  $\text{Na}^+$ , K, Cl, planteando como límite una osmolaridad de 320 mOsm/L y  $\text{Na}^+$  de 155 mEq/L, además mencionan que en ningún momento se presentó mielosis pontina, efecto adverso de gran preocupación al infundir soluciones salinas hipertónicas por un lapso menor a 72 horas (19).

Strandvik et al en su artículo de revisión sobre la seguridad y eficacia de soluciones salinas hipertónicas 1.8-30%, exponen las ventajas que existen con el empleo de este tratamiento en diversas patologías neurológicas que cursan con incremento de la presión intracraneana, abarcando estudios en pacientes adultos y pediátricos. Menciona los beneficios sobre el sistema cardiovascular al aumentar el gasto cardiaco a partir del incremento de la precarga y disminución de las resistencias vasculares sistémicas y pulmonares. Además hacen hincapié en el efecto que tienen sobre la inmunidad, ya que mitigan la activación de neutrófilos, disminución del factor de necrosis tumoral alfa y la producción de citoquinas, así como el aumento de sustancias antiinflamatorias como interleucina-1 e interleucina 10, siendo esto muy importante en pacientes con neoplasias (20).

Un estudio similar al presente, fue realizado por Ching-Tag et al, donde comparan la relajación cerebral con solución hipertónica al 3% y manitol al 20%, en tumores supratentoriales de adultos. Encontraron que en los pacientes tratados con solución hipertónica la relajación cerebral fue más efectiva ( $p=0.02$ ), para ello utilizaron una escala de tres puntos (grado 1: cerebro firme, grado 2: cerebro adecuado y grado 3: cerebro blando); también se observó incremento en los niveles de  $\text{Na}^+$  ( $p<0.001$ ); sin embargo el grupo de manitol produjo mayores volúmenes urinarios ( $p<0.001$ ). Con lo anterior se demuestran los beneficios que proporcionan las soluciones hipertónicas en neurocirugía (21).

Rozet et al, al comparar la solución salina hipertónica al 3% con manitol 20% no encontraron diferencias en los dos grupos ( $p=0.8$ ) en cuanto al grado de relajación cerebral, también observaron que el volumen urinario fue mayor tras la administración de manitol, así como el incremento de lactato ( $p<0.001$ ); en el caso del grupo con solución salina hipertónica, se observó mayor aumento del Na sérico ( $p<0.001$ ). La diferencia que existe con el presente estudio, es que en el realizado por Rozet se incluyeron pacientes adultos con diferentes patologías neuroquirúrgicas (22).

Wingester et al, realizan estudios similares en población adulta, intervenida para resección de tumores, clipaje de aneurismas y con malformación arterio venosa, demostrando que la solución hipertónica tiene mejores resultados en cuanto a la relajación cerebral y los cambios a nivel hidroelectrolítico son similares a estudios referidos en párrafos anteriores, con niveles más altos de  $\text{Na}^+$  y osmolaridad en el grupo de la solución salina hipertónica (23).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio clínico experimental controlado, prospectivo, longitudinal, analítico, comparativo y aleatorizado en pacientes pediátricos con tumor cerebral primario programados de manera electiva para craneotomía y resección de la lesión, previa autorización del Comité de Investigación y Ética del Hospital General “Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social del Distrito Federal y previo consentimiento informado firmado por el padre o tutor del paciente pediátrico (anexo1), con el objetivo principal de determinar las diferencias en la relajación cerebral al comparar la administración de solución salina hipertónica al 3% (Grupo A) y manitol 20% (Grupo B) en la resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general, divididos en dos grupos de 7 pacientes cada uno, seleccionados en base a los siguientes criterios de inclusión: pacientes pediátricos menores de 18 años de edad, de género femenino o masculino, con estado físico ASA I, III o III y con tumor cerebral primario. No se incluyeron pacientes que fueran mayores de 18 años, con estado físico ASA mayor de III, con metástasis cerebral, con alergia a alguno de los medicamentos utilizados en el estudio, o cuyos padres o tutores no desearon participar en el estudio. Se excluyeron a los pacientes que requirieron la suspensión de los medicamentos por presentar hipernatremia  $>155$  mEq/ml

La aleatorización de los pacientes se realizó a través de un generador de números aleatorios, por medio de repeticiones divididas en dos tratamientos, con el paquete The R Foundation for Statistical Computing Version 2.15.1. (Anexo 2)

En sala de neurocirugía, se colocó al paciente en decúbito dorsal, se monitorizó con esfigomanómetro, electrocardiograma, oxímetro de pulso, estetoscopio precordial, e índice biespectral (BIS), se programó monitor para registro de signos vitales cada cinco minutos durante todo el acto anestésico. Se verificó permeabilidad de venoclisis con solución salina al 0.9%. Se administró oxígeno a través de catéter nasal a 3 litros por minuto. Se utilizó técnica anestésica general balanceada o endovenosa, se administró medicación para inducción anestésica estandarizada en ambos grupos: fentanilo 3-5 mcg/kg, propofol 2-3 mg/kg, vecuronio 100-150 mcg/kg; se realizó oxigenación y desnitrogenización con mascarilla facial a 3 litros por minuto durante cinco minutos, posteriormente se hace

laringoscopia con hoja correspondiente a edad, se coloca cánula orotraqueal, se corroboró adecuada intubación por medio de capnografía y auscultando campos pulmonares, se conectó al circuito semicerrado con parámetros ventilatorios: 6-8 ml/kg de volumen tidal, frecuencia respiratoria de acuerdo a percentila 50 por edad, relación inspiración – espiración (I:E) 1:2, fracción inspiratoria de oxígeno al 60%. Se realizó mantenimiento anestésico con Desflurano a 6 vol% o infusión de propofol 120-240 mcg/kg/min a través de bomba de infusión Aites™, en caso de anestesia general balanceada o anestesia general endovenosa, respectivamente, además infusión de fentanilo 3 mcg/kg/hr en ambos grupos. Una vez que el paciente se encontraba en adecuado plano anestésico, manteniendo BIS entre 60 y 40, se realizó monitorización invasiva, es decir, colocación de sonda urinaria, termómetro esofágico, línea arterial y catéter venoso central. En el grupo A se administró solución salina hipertónica al 3%, preparándose de la siguiente manera: 88 ml de solución salina al 0.9%, más 12 ml de solución salina al 17.7% para obtener una solución salina hipertónica al 3%, se administró dosis de 6 ml/kg iv durante 20 minutos a través de catéter venoso central. Al grupo B se administró manitol 20% a dosis de 0.5 g/kg iv a través de catéter venoso central.

Se valoraron las variables hemodinámicas (presión arterial media y frecuencia cardíaca), obtenidas de las hojas de recolección de datos (anexo 3), se registró por medio de gasometría arterial los siguientes datos: sodio sérico y osmolaridad sérica y se determinó el grado de relajación cerebral utilizando la escala de cuatro puntos en tiempos específicos: a la apertura de la duramadre y a los 120 minutos terminada la infusión en el grupo A y B. La medicación coadyuvante comprendió cefotaxima dosis de 50 mg/kg y dexametasona 0.250mg/kg. Al finalizar el acto quirúrgico el paciente se trasladó directamente a la unidad de terapia intensiva pediátrica intubado, bajo efectos de sedación y analgesia, con apoyo ventilatorio a través de sistema bain.

## RESULTADOS

Previa autorización del Comité de Investigación y Ética del Hospital General “Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social y previo consentimiento informado firmado por el padre o tutor del paciente pediátrico, se estudiaron 14 pacientes, divididos en dos grupos de 7 cada uno, en forma aleatorizada, el grupo A se administró solución salina hipertónica al 3% a dosis de 6 mg/kg vía endovenosa y en el grupo B se administró solución manitol al 20% a dosis de 0.5 g/kg vía endovenosa.

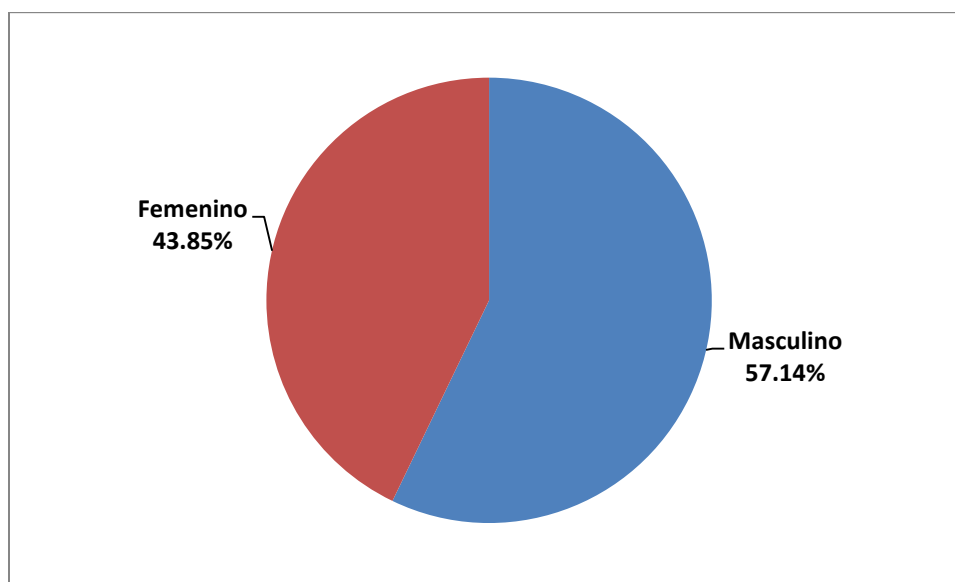
De las características demográficas de nuestra población, corresponden al género femenino 6 pacientes y al género masculino 8 pacientes. Ver tabla y gráfica 1.

**TABLA 1. GÉNERO DE LOS PACIENTES**

Género	Número de pacientes	Porcentaje %
Femenino	6	42.85
Masculino	8	57.14

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

**GRÁFICA 1. GÉNERO DE LOS PACIENTES**



Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.



El rango de edad principal fue de 6 a 10 años (57.1%), el promedio de edad fue de 7.93 años, con una Desviación Estándar (DE) de 3.385, participando pacientes con edad máxima de 15 años y mínima de 3 años. Ver tabla 2 y 3, gráfica 2.

**TABLA 2. EDAD DE LOS PACIENTES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
3-5 AÑOS	4	28.6	28.6	28.6
6-10 AÑOS	8	57.1	57.1	85.7
11-15 AÑOS	2	14.3	14.3	100.0
Total	14	100.0	100.0	

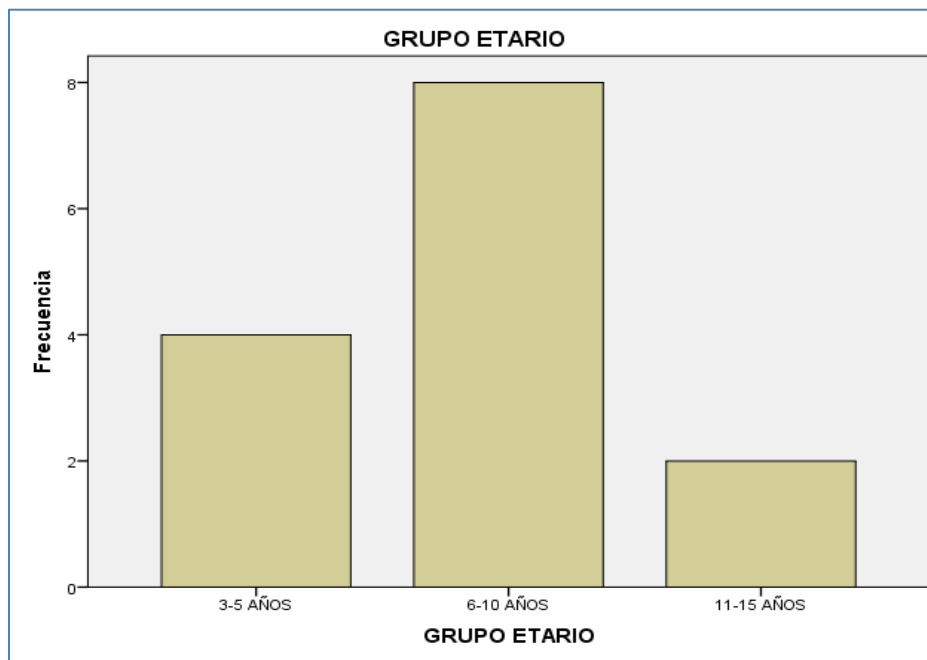
Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

**TABLA 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE EDAD.**

		Edad
N	Válidos	14
	Perdidos	0
Media		7.93
Mediana		7.00
Moda		7
Desv. típ.		3.385
Rango		12
Mínimo		3
Máximo		15

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

## GRAFICA 2. EDAD DE LOS PACIENTES



Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

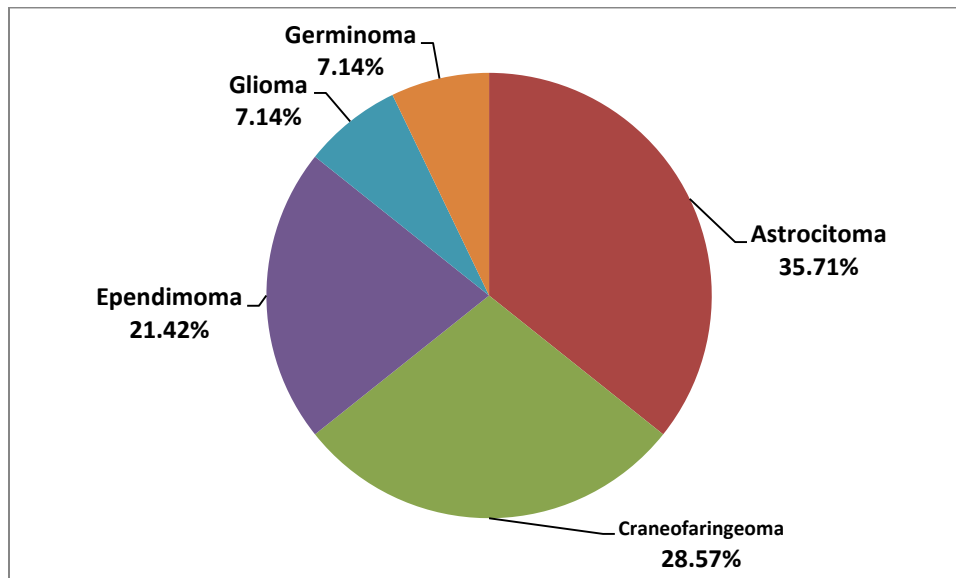
El diagnóstico preoperatorio principal de nuestra población fue astrocitoma con una frecuencia de 5 casos (35.71%), y los diagnósticos menos comunes fueron glioma y germinoma con 1 caso cada uno (7.14%). Ver tabla 4 y gráfica 3.

**TABLA 4. DIAGNÓSTICO PREQUIRÚRGICO**

Diagnóstico	Número de pacientes	Porcentaje %
Astrocitoma	5	35.71
Craneofaringeoma	4	28.57
Ependimoma	3	21.42
Glioma	1	7.14
Germinoma	1	7.14

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

### GRÁFICA 3. DIAGNÓSTICO PREQUIRÚRGICO



Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

Dentro de la clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiología, correspondieron a un estado físico ASA II, el 100% de nuestra población. Ver tabla 5.

**TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE LA ASA**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos ASA II	14	100.0	100.0	100.0

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

Dentro de nuestra población estudiada, el 100% fueron sometidos a craneotomía más resección de tumor bajo anestesia general. Ver tabla 6.

**TABLA 6. CIRUGÍA REALIZADA**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Craneotomía y resección de tumor	14	100.0	100.0	100.0

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

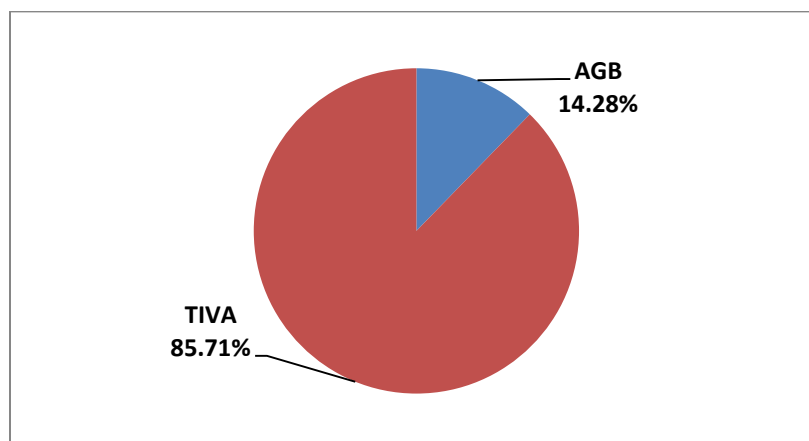
La técnica anestésica empleada principalmente en nuestra población fue total intravenosa en 12 pacientes (85.71%) y bajo anestesia general balanceada 2 pacientes (14.28%). Ver tabla 7, gráfica 4.

**TABLA 7. TÉCNICA ANESTÉSICA ADMINISTRADA**

Técnica anestésica	Número de pacientes	Porcentaje %
TIVA	12	85.71
AGB	2	14.28

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

**GRÁFICA 4. TÉCNICA ANESTÉSICA ADMINISTRADA**



Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

Las variables hemodinámicas y séricas fueron registradas y tabuladas en hoja de cálculo con ayuda del programa Microsoft Excel 2010, en ambos grupos observamos en la tabla 8, que la frecuencia cardiaca y la presión arterial media fueron similares en ambos grupos en los tres tiempos medidos (basal, apertura de duramadre y a los 120 minutos de haberse administrado la infusión de solución salina hipertónica al 3% o manitol al 20%).

**TABLA 8. VARIABLES HEMODINÁMICAS Y VARIABLES SÉRICAS**

TIEMPO	FC		PAM		Na <sup>+</sup>		OSMOLARIDAD	
	MANITOL	ssh	manitol	ssh	manitol	ssh	manitol	ssh
BASAL	90.29± 10.57	91 ± 20.33	86.29 ±16.57	81.14 ± 11.39	143.14 ±6.06	140.14 ± 2.29	297.47 ± 12.85	293.32 ± 6.31
APERTURA DURA MADRE	72.86 ±7.98	78 ± 18.23	74.29 ± 5.82	72.29 ± 8.11	144.57±4.96	142.86 ±2.47	302.55 ±9.96	297.26 ±5.50
120 min	71 ± 7.41	79 ± 10.29	69.29±8.69	70.57 ± 6.87	144.14±2.67	146.29 ±4.60	300.97 ± 5.84	304.49 ± 10.69

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

Con respecto a la escala de relajación cerebral de “cuatro puntos”, se analizaron los resultados con el programa estadístico SPS versión 20, y el análisis con prueba estadística  $X^2$  de Pearson; se estableció un umbral de significación  $\alpha=5\%$ , y un Intervalo de Confianza (IC) del 95%. Un valor de  $p<0.05$  se consideró significativo. Encontramos significancia estadística al utilizar solución salina hipertónica al 3% en la relajación cerebral durante la resección de tumores cerebrales, obteniendo un valor de  $p=0.050$ . Ver tabla 9 10 y 11.

**TABLA 9. RELAJACION CEREBRAL DE ACUERDO A LA ESCALA DE CUATRO PUNTOS \* SOLUCION ENDOVENOSA**

RECuento

ESCALA DE CUATRO PUNTOS		SOLUCION ENDOVENOSA		Total
		MANITOL	SOL. HIPERTONICA	
RELAJACION CEREBRAL	RELAJACION PERFECTA	0	2	2
	RELAJACION SATISFACTORIA	1	4	5
	CEREBRO FIRME	3	1	4
	CEREBRO EDEMATIZADO	3	0	3
Total		7	7	14

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

**TABLA 10. RELAJACIÓN CEREBRAL. FRECUENCIAS ENTRE GRUPOS A Y B**

ESCALA DE CUATRO PUNTOS			RELAJACION CEREBRAL				Total
			RELAJACION PERFECTA	RELAJACION SATISFACTORIA	CEREBRO FIRME	CEREBRO EDEMATIZADO	
SOL. ENDOVENOS A	MANITOL	Recuento	0	1	3	3	7
		Frecuencia esperada	1.0	2.5	2.0	1.5	7.0
SOL. HIPERTONICA		Recuento	2	4	1	0	7
		Frecuencia esperada	1.0	2.5	2.0	1.5	7.0
Total		Recuento	2	5	4	3	14
		Frecuencia esperada	2.0	5.0	4.0	3.0	14.0

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

**TABLA 11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE RELAJACIÓN CEREBRAL**

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7.800 <sup>a</sup>	3	.050
Razón de verosimilitudes	9.905	3	.019
N de casos válidos	14		

a. 8 casillas (100.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.00.

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

Se analizó durante el transoperatorio la osmolaridad basal, a la apertura de la duramadre y a los 120 minutos posteriores a la administración de infusión de solución salina hipertónica al 3% o manitol al 20% mediante control gasométrico, observando por medio de la prueba estadística *t* de student que no hubo diferencia significativa en ambos grupos. Osmolaridad basal  $p=0.458$ , osmolaridad al abrir duramadre  $p=0.242$  y osmolaridad a los 120 minutos  $p=0.460$ . Ver tabla 12.

**TABLA 12. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA VARIABLE OSMOLARIDAD  
SÉRICA**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
OSM BASAL	1.554	.236	.767	12	.458	4.1514286	5.4123384	-7.6410437	15.9439009
			.767	8.739	.463	4.1514286	5.4123384	-8.1481352	16.4509923
OSM 1	.697	.420	1.230	12	.242	5.2914286	4.3007156	-4.0790259	14.6618830
			1.230	9.349	.249	5.2914286	4.3007156	-4.3823949	14.9652521
OSM 120	9.562	.009	-.764	12	.460	-3.5171429	4.6048733	-13.5503000	6.5160143
			-.764	9.292	.464	-3.5171429	4.6048733	-13.8843695	6.8500838

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.



En cuanto al Na<sup>+</sup> sérico medido en ambos grupos en el mismo intervalo de tiempo, no hubo diferencia estadística, encontrándose un valor de  $p=0.251$  de Na<sup>+</sup> basal,  $p=0.429$  de Na<sup>+</sup> al abrir duramadre y  $p=0.308$  a los 120 minutos. Ver tabla 13.

**TABLA 13. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA VARIABLE SODIO SÉRICO**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Na BASAL	1.415	.257	1.206	12	.251	3.000	2.487	-2.418	8.418
			1.206	8.048	.262	3.000	2.487	-2.728	8.728
Na 1	1.204	.294	.818	12	.429	1.714	2.096	-2.853	6.282
			.818	8.819	.435	1.714	2.096	-3.043	6.471
Na 120	6.259	.028	-	12	.308	-2.143	2.014	-6.530	2.244
			1.064	9.626	.313	-2.143	2.014	-6.653	2.367

Fuente propia: Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.

## DISCUSIÓN

Los tumores cerebrales en la edad pediátrica son frecuentes, y su tratamiento principal consiste en realizar craneotomía y la resección del tumor, para ello es necesario contar con una adecuada relajación cerebral que proporcione al neurocirujano pediatra un campo quirúrgico adecuado. Cualquier tumor cerebral ocasiona edema, debido al incremento de la presión intracraneal, perdiéndose la homeostasis cerebral establecida por Monro-Kellie. Distintas medidas se utilizan con el fin de disminuir la presión intracraneal desde clínicas hasta farmacológicas como son la administración de dexametasona y el empleo de osmoterapia. En nuestro estudio realizado en el Hospital General “Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social se comparó la solución salina hipertónica al 3% y el manitol al 20% (1,2,3).

La edad promedio de mayor incidencia en nuestro estudio fue de 7.93 años de edad, la cual es similar a lo que reporta Makino y Ahmed, ellos mencionan una mayor incidencia entre los 5 y 9 años de edad. El género masculino es el más afectado, con una incidencia de 1.31:1 sobre el femenino, en nuestro estudio también éste género fue el más común en un 57.14%. La estirpe histológica más frecuente en nuestro estudio fue el astrocitoma en un 35.71%, semejándose a lo que se establece en la literatura (1,2,3).

El manitol ha sido empleado como la primera opción, para el manejo del edema cerebral, sin embargo los efectos adversos que lo acompañan (hipotensión secundaria, diuresis osmótica, compromiso renal y efecto rebote a las 18 horas) han limitado su uso, esto ocasionó que surgieran nuevas investigaciones sobre las soluciones salinas hipertónicas a diferentes concentraciones y modos de administración, infusión o en bolos. El mecanismo por el cual las soluciones hipertónicas disminuyen el edema cerebral se debe a que generan un gradiente osmótico entre el espacio intracelular y el intravascular. Las concentraciones séricas de sodio son la pauta para lograr el efecto favorable sobre la presión intracraneal. La solución salina hipertónica tiene otras propiedades benéficas como expansión de volumen, mejora el gasto cardíaco, el flujo sanguíneo, favorece la absorción de líquido cefalorraquídeo, brinda oxigenación cerebral y estabilidad hemodinámica (4,5,6,7).

A diferencia de lo observado en otros estudios, en nuestra población las concentraciones de sodio y osmolaridad sérica se fueron incrementando en los dos grupos de manera similar por lo que no se mostró diferencia significativa entre el grupo A y B. Estos cambios séricos son debidos a que al reducirse el tejido cerebral se libera sodio, y éste no logra ser reabsorbido porque hay una interrupción en la integridad de la barrera hemato encefálica, además si el sodio aumenta por consecuencia se incrementa la osmolaridad, ya que es el ion más importante en el mantenimiento de la homeostasis osmótica. Hay información que sustenta que el empleo de solución salina hipertónica ocasiona hipernatremia, sin embargo la concentración utilizada en nuestro estudio fue al 3%, además nos apegamos a la dosis mínima recomendada para la población pediátrica, y la vía de administración fue a través de catéter central en infusión y como dosis única (5,6,7).

En cuanto a los cambios hemodinámicos producidos tras la administración de terapia osmótica en los dos grupos, en nuestro estudio no hubo cambios importantes en las dos mediciones que se realizaron a la apertura de la duramadre y a los 120 minutos posteriores a la infusión, con respecto a los signos vitales basales. Cabe mencionar que nuestras variables hemodinámicas únicamente comprendieron presión arterial media y frecuencia cardíaca; hubiera sido adecuado valorar otras constantes vitales como presión venosa central, presión de perfusión cerebral y oximetría cerebral para tener un panorama más amplio sobre los efectos q ocasionan este tipo de soluciones (8).

En nuestro estudio se encontró que la solución salina hipertónica al 3% fue más efectiva para el control de la relajación cerebral en comparación con el manitol al 20% ( $p < 0.05$ ), coincidiendo con los resultados de las diferentes investigaciones realizadas en población adulta; estos estudios comprendían además de tumores cerebrales, hemorragias y traumatismos (21,22,23).

Cabe señalar que nuestro estudio tuvo diversas limitaciones, primero el número de pacientes, un número mayor hubiera logrados mostrar de manera más significativa las diferencias que existen entre los dos medicamentos empleados; no se midió la presión intracraneal durante el transanestésico por lo que las diferencias secundarias a la osmolaridad se manejaron de manera indirecta y únicamente con lo observado en la relajación cerebral.

Estudios futuros deberán realizarse con un mayor número de pacientes para tener más validez. También es importante darles seguimiento en la terapia intensiva pediátrica donde se podrá valorar si se presenta efecto rebote de manitol, si los niveles séricos de sodio se mantienen estables en el postquirúrgico y de manera más objetiva a través de estudios de imagenología establecer el grado de edema cerebral. Al igual se podrían evaluar los efectos que ocasionan sobre la población pediátrica las diferentes concentraciones que existen de solución salina hipertónica, por lo que este estudio sirve como precursor para futuras investigaciones.

## **CONCLUSION.**

En base a los resultados obtenidos con el presente estudio, se concluye lo siguiente: la administración de solución salina hipertónica al 3% durante la resección de tumores cerebrales en los pacientes pediátricos proporciona una mejor relajación cerebral, favoreciendo el campo quirúrgico para el neurocirujano pediatra, en comparación con la administración de manitol al 20%.

Los cambios hemodinámicos, es decir frecuencia cardiaca y presión arterial media son similares con la administración de solución salina hipertónica al 3% y con el manitol al 20%, así como los valores de Na y la osmolaridad sérica permanecen constantes durante el transanestésico con las dosis mínimas de los medicamentos empleados.

Por lo tanto la administración de solución salina hipertónica al 3%, veinte minutos previos a la apertura de la duramadre es un método seguro y eficaz como adyuvante para las medidas antiedema cerebral, con un adecuado beneficio para los pacientes pediátricos a los que se les lleve a cabo craneotomía más resección de tumor cerebral

## BIBLIOGRAFÍA

1. Makino K, Nakamura H, Yano S, et al. Population-based epidemiological study of primary intracranial tumors in childhood. *Childs Nerv Syst.* 2010; 26:1029-1034.
2. Ahmed I, Auguste K, Vachhrajani S, Dirks P, Drake J y Rutka J. Neurosurgical management of intracranial epidermoid tumors in children. *J Neuorsurg: Pediatrics.* 2009; 4:91-96.
3. Diagnóstico, tratamiento inicial y prevención de los tumores cerebrales infantiles en el primer y Segundo nivel de atención. Secretaria de Salud. 2008.
4. White H, Venkatesh B. Cerebral perfussion pressure in neurotrauma: A review. *Neurosurgical Anesthesiology.* 2008; 107:979-988.
5. Walcott B, Kahle K, Simard J. Novel treatment targets for cerebral edema. *Neurotherapeutics.* 2012; 9:65-72.
6. Pitfield A, Carroll A y Kisson N. Emergency management of increased intracranial pressure. *Pediatric Emergency Care.* 2012; 28:200-204.
7. Ropper A. Hyperosmolar therapy for raised intracranial pressure. *The New England Journal of Medicine.* 2012; 367:746-752.
8. Chesnut R, Temkin N, Carney N, Dikmen S, Rondina C, Videtta W, Petroni G, Lujan S, et al. A trial of intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury. *The New England Journal of Medicine.* 2012; 367:2471-2481.
9. Fancony G, Fauvage B, Falcon D, Canet C, Dilou H, Lavagne P, Jacquot C y Payen J-F. Equimolar doses of mannitol and hypertonic saline in the treatment of increased intracranial pressure. *Critical Care Medicine.* 2008; 36:795-800.
10. Harutjunyan L, Carsten H, Rieger A, Menzel M, et al. Efficiency of 7.2% hypertonic saline hydroxiethyl starch 200/0.5 versus mannitol 15% in the treatment of increased intracranial pressure in neurosurgical patients –a randomized clinical trial. *Critical Care.* 2005. 9:530-545.
11. Kamel H, Navi B, Nakagawa K, Hemphill C y Ko N. Hypertonic saline versus mannitol for the treatment of treatment of elevated intracranial pressure: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Critical Care Medicine.* 2011; 39:554-559.

12. Bennett T, Statler K, Korgenski K y Bratton S. Osmolar therapy in pediatric traumatic brain injury. *Pediatric Critical Care*. 2012; 40:208-215.
13. Castillo L, Buggedo G y Paranhos J. Mannitol or hypertonic saline for intracranial hypertension? A point of view. *Critical Care Resuscitation*. 2009; 11:151-154.
14. Zeng et al. A comparative study on the efficacy of 10% hypertonic saline and equal volume of 20% mannitol in the cerebral edema in adult rats. *BMC Neuroscience* 2010, 11:153.
15. Kochanek P, Carney C, Stephan A, Michael J, Bratton S, Carson S, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children and adolescents-second edition. *Pediatric Critical Care Medical*. 2012; 13:1-82.
16. Mortazavi M, Romeo A, Deep A, Griessenauer C, Shoja M, Tubss S y Fisher W. Hypertonic saline for treating raised intracranial pressure: literature review with meta-analysis. *J Neurosurgery*. 2012; 116:210-221.
17. Cao C, Liao Z, Zhu N et al. Hypertonic saline reduces lipopolysaccharide-induced mouse brain edema through inhibiting aquaporin 4 expression. *Critical Care*. 2012; 16:1-10.
18. Pozo Romero J A, Fernández Ramos H, et al. Comportamiento hidroelectrolítico y ácido básico con el empleo de soluciones salinas ligeramente hipertónicas en neurocirugía. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación*. 2010; 9:48-54.
19. Ogden Alfred T; Mayer Stephan et al. Hyperosmolar agents in neurosurgical practice: The evolving role of hypertonic saline. *Neurosurgery*. 2005; 57:207-215.
20. Strandvik G.F. Hypertonic saline in critical care: a review of the literature and guidelines for use in hypotensive states and raised intracranial pressure. *Anaesthesia*, 2009; 64:990-1003.
21. Ching-Tang Wu, Liang-Chih Chen, et al. A comparison of 3% hypertonic saline and mannitol for brain relaxation during elective supratentorial brain tumor surgery. *Anesthesia-Analgesia*, March 2010; 110:903-907.
22. Rozet I, Tontisirin N, Muangman S, et al. Effect of equiosmolar solutions of mannitol versus hypertonic saline on intraoperative brain relaxation and electrolyte balance. *Anesthesiology*. 2007; 107:697-704.

23. Wingester W, Bastos M y Alves A. Hydroelectrolytic balance and cerebral relaxation with hypertonic isotonic saline versus mannitol during elective neuroanesthesia. *Revista Brasileira de Anestesiologia*. 2011; 61:456-463.



## ANEXO 1



### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Por medio de la presente autorizo que mi hijo:

participe en el proyecto de investigación titulado: “Comparación entre solución salina hipertónica al 3% y manitol 20% para manejo transanestésico de la relajación cerebral en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos bajo anestesia general.”

Registrado ante el Comité Local de Investigación o la CNIC con el número.

---

El objetivo del estudio es:

Comparar la relajación cerebral entre solución salina hipertónica al 3% y manitol al 20% en resección de tumores cerebrales de pacientes pediátricos.

---

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de la participación de mi hijo en el estudio, que son los siguientes:

Alteraciones en la tensión arterial hipotensión e hipertensión, en la frecuencia cardiaca de tipo bradicardia, a nivel respiratorio irregularidades en el patrón ventilatorio, ineficacia de en el manejo de edema cerebral, ocasionando hipertensión intracraneal o síndrome neuroendócrino.

El Investigador Responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El Investigador Responsable me ha dado garantizado que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionado con m privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de aparecer respecto a mi permanencia en el mismo

Nombre y firma del padre o tutor: \_\_\_\_\_

Nombre, firma y matrícula del Investigador Responsable: \_\_\_\_\_

Nombre, firma y matrícula del Investigador que obtiene la muestra: \_\_\_\_\_

Número telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio: \_\_\_\_\_

Testigo 1: \_\_\_\_\_

Testigo 2: \_\_\_\_\_

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4º piso Bloque “B” de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

## ANEXO 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	A	B	A

Elaborada con los números aleatorios generados por medio de repeticiones divididas en dos tratamientos con el paquete The R Foundation for Statistical Computing Version 2.15.1

### ANEXO 3



## COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIÓN SALINA HIPERTÓNICA AL 3% Y MANITOL 20% PARA MANEJO TRANSANESTÉSICO DE LA RELAJACIÓN CEREBRAL EN RESECCIÓN DE TUMORES CEREBRALES DE PACIENTES PEDIÁTRICOS BAJO ANESTESIA GENERAL

NOMBRE \_\_\_\_\_ AFILIACIÓN \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
EDAD \_\_\_\_\_ GÉNERO \_\_\_\_\_ PESO \_\_\_\_\_ TALLA \_\_\_\_\_ SC \_\_\_\_\_ ASA \_\_\_\_\_  
DX \_\_\_\_\_  
QX \_\_\_\_\_ TÉCNICA ANESTÉSICA \_\_\_\_\_  
TIEMPO ANESTESICO \_\_\_\_\_ TIEMPO QUIRÚRGICO \_\_\_\_\_  
TERAPIA UTILIZADA \_\_\_\_\_ SOLUCION SALINA 3%( ) \_\_\_\_\_ MANITOL 20%( ) \_\_\_\_\_

SIGNOS VITALES			
	BASAL	APERTURA DURAMADRE	120 minutos
TAM			
FC			

MONITOREO METABÓLICO			
	BASAL	30 min	120 min
Na			
Osmolaridad			

### ESCALA DE RELAJACIÓN CEREBRAL.

- 1 Relajación perfecta ( )
- 2 Relajación satisfactoria ( )
- 3 Cerebro firme ( )
- 4 Cerebro edematizado ( )