



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGIA
MANUEL VELASCO SUAREZ

Funcionabilidad de la tercer ventriculostomía cuantificada mediante
secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por Resonancia
Magnética en pacientes con hidrocefalia

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA

EnNeurorradiología

PRESENTA

Dra. Marian Elizabeth Honrado Delgado

TUTOR DE TESIS

Dr. Oscar René Marrufo Melendez



Ciudad de México, julio 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



INSTITUTO NACIONAL
DE NEUROLOGÍA Y
NEUROCIROLOGÍA
DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA

DR. PABLO LEON ORTIZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

Dr. JESÚS TABOADA BARAJAS
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEURORRADIOLOGÍA

DR. OSCAR RENÉ MARRUFO MELENDEZ
TUTOR DE TESIS

ÍNDICE

Índice	1
Resumen.....	2
Antecedentes.....	2
Marco Teórico.....	5
Planteamiento del problema.....	11
Hipótesis.....	11
Objetivos.....	12
Justificación.....	12
Metodología.....	13
Consideraciones éticas.....	16
Resultados.....	17
Discusión.....	23
Conclusiones.....	25
Referencias bibliográficas.....	26
Anexo.....	28

RESUMEN

La hidrocefalia es una patología común a nivel mundial que se presenta en las diferentes etapas de la vida, ya que tiene múltiples causas desde congénita a neoplasias, y su tratamiento se ha convertido en un reto y la tercer ventriculostomía es un método terapéutico para aquellas que son de causa obstructivas por lo que al realizar dicho procedimiento es necesario tener un método no invasivo por el cual se pueda verificar el funcionamiento de la misma y darle seguimiento a través del tiempo.

Nuestros objetivos son determinar la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía cuantificada mediante la secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética en pacientes con hidrocefalia, de manera cualitativa y cuantitativa. Así como identificar si existe disminución del índice de Evans posterior a la realización de la tercer ventriculostomía.

Para lo que se realizó un estudio de resonancia magnética con secuencia de contraste de fase pre y post tercer ventriculostomía, donde se realizaron medidas mediante un ROI para determinar las velocidades y flujos promedios del líquido cefalorraquídeo hacia el piso del tercer ventrículo y en la cisterna perimesencefálica, así como identificar de manera cualitativa el flujo del líquido cefalorraquídeo por el piso del tercer ventrículo y hacer medidas del índice de Evans.

Los resultados obtenidos fueron que al comparar de manera cuantitativa las velocidades y flujos promedios del líquido cefalorraquídeo hacia el piso del tercer ventrículo como en la cisterna perimesencefálica se identificó que existe un aumento de los mismos luego de realizarse la tercer ventriculostomía, De manera cualitativa se observó cambios en la intensidad de la señal en el piso del tercer ventrículo en las diferentes secuencias, siendo la secuencia de Fase donde se demostró mejor el vacío de señal marcado identificando la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía. No se observó disminución inmediata de la hidrocefalia tras la realización de la tercer ventriculostomía.

En conclusión la secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética demuestra la funcionabilidad inmediata de la tercer ventriculostomía en pacientes con hidrocefalia, los hallazgos obtenidos de manera cuantitativa y cualitativa servirán de parámetro para el seguimiento en la funcionabilidad de la misma en estudios posteriores.

ANTECEDENTES

Existe múltiples estudios enfocados en la circulación normal del líquido cefalorraquídeo (LCR) mediante las secuencias de contraste de fase del LCR en resonancia magnética y las técnicas para su realización, así

como en patologías del sistema nervioso central en las cuales existe alteración en la fisiología del líquido cefalorraquídeo, la más estudiada de estas patologías es la hidrocefalia a presión normal del adulto, sin embargo existen pocos estudios enfocados en la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía en secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética en pacientes con hidrocefalia.

En septiembre del 1999 Fukuhara et al; realizaron un estudio en el cual evaluaron la permeabilidad de la tercer ventriculostomía por Imagenología por Resonancia Magnética de cine de contraste de fase comparándola con una re exploración directa del piso del tercer ventrículo, se analizaron 78 pacientes con hidrocefalia obstructiva sintomáticas que fueron sometidas a tercer ventriculostomía, con seguimientos al día siguiente de la intervención, a los 3 meses después de la cirugía, y cada 3 a 6 meses después. 11 pacientes presentaron síntomas en el seguimiento, re interviniendo a 13 y a 12 se le realizaron Imagen por Resonancia Magnética (IRM) de cine de contraste de fase antes de la re intervención y se compararon los diagnósticos observados por imagen y los encontrados en la cirugía. Obteniendo como resultado, 5 pacientes en los que no se identificó flujo en las imágenes de Resonancia Magnética de estos, 4 tenían una membrana que cubría el orificio en la exploración directa, 4 tenían disminución del flujo por imagen y de estos 3 tenían oclusión completa por la membrana y uno una membrana incompleta, 3 presentaron permeabilidad por Imagen y se corroboraron 2 por exploración directa, el tercer paciente tuvo una formación no obstructiva temprana de la membrana. En los estudios de seguimientos a los tres meses se identificaron 2 pacientes que presentaron disminución del flujo por la ostomía aunque sin síntomas, se siguieron y posteriormente presentaron síntomas y se confirmó la formación de la membrana con oclusión de la misma. Concluyeron que la técnica de cine de contraste de fase es confiable para detectar la permeabilidad de la tercer ventriculostomía y que la disminución del flujo parece ser un signo temprano de cierre de la misma.¹

Con el objetivo de determinar la utilidad de manera cuantitativa y cualitativa con IRM de contraste de fase de contraste la eficacia de la ventriculostomía a través del tiempo y determinar si la pulsación del LCR se restaura después de la misma. En diciembre 2005, el Departamento de Radiología y Neurocirugía, en el Hospital Clínico Provincial de Barcelona, Bargallo et al; realizaron un estudio en el cual evaluaron 38 pacientes un mes después de la cirugía así como estudios de seguimiento en 1 año en 25 pacientes y después de 2 años en 12, donde evaluaron los cambios de vacío en el piso del tercer ventrículo y cuantificaron el volumen sistólico en el sitio de la ventriculostomía, también observaron los cambios en el tamaño ventricular y los síntomas. En los resultados obtenidos se observó la restauración de las características de movimiento pulsátil de la circulación del LCR después de la tercer ventriculostomía. Hubo

una relación estadísticamente significativa entre el resultado clínico y el volumen sistólico. No hubo relación entre los cambios en el tamaño ventricular y el resultado clínico. Los pacientes que presentaron estenosis del acueducto de Silvio primaria tuvieron mejor respuesta al procedimiento. Concluyeron que la tercer ventriculostomía es una técnica eficaz en la restauración de la pulsación del LCR mediante el análisis cuantitativo de la resonancia en secuencia de contraste de fase, así como la cuantificación del volumen sistólico en la ventriculostomía es un buen indicador del estado funcional de ventriculostomía, y un alto volumen sistólico en la misma parece ser un predictor positivo del resultado clínico favorable.²

De igual manera de una forma mas general en el 2005 Bisauri et al; en el Departamento de Neurocirugía, Clínica Las Condes y Departamento de Resonancia Magnética, Hospital del Trabajador, realizaron un estudio sobre el Flujo del Líquido Cefalorraquídeo (LCR) con Cine Resonancia Magnética, estudiaron a 69 pacientes, donde evaluaron la circulación de LCR en quistes aracnoideos, hidrocefalia y malformación de Chiari I con o sin siringomielia. Obtuvieron como resultado en la tercer ventriculostomía funcionando en la sístole se produce una señal de flujo caudal y en diástole una señal de flujo craneal con señal de vacío, en la ostomía de la tercer ventriculostomía. Concluyeron la gran utilidad en el control de funcionalidad de la tercer ventriculocisternostomía.³

En el 2009 Stavros et al; en Manchester realizaron un estudio prospectivo el cual su objetivo era determinar si las mediciones preoperatoria del flujo sanguíneo en secuencia de contraste de fase de resonancia magnética y la dinámica del líquido cefalorraquídeo pueden utilizarse como biomarcador de la respuesta a la tercera ventriculostomía endoscópica. Evaluando 13 pacientes con hidrocefalia obstructiva crónica, 12 de los cuales fueron sometidos a tercer ventriculostomía, les realizaron imágenes de contraste de fase en un 1,5 T antes y después del procedimiento para determinar las tasas de flujo sanguíneo cerebral total (CBF) en el defecto de la ventriculostomía y en el foramen magno así como el flujo del LCR del acueducto cerebral y se compararon con 10 sujetos control. Concluyeron que la tercer ventriculostomía induce cambios en el volumen cerebral y flujo sanguíneo cerebral que se puede predecir mediante el uso de métricas simples.⁴

También se han realizado estudios de la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía en conjunto con otros procedimientos para tratamientos de hidrocefalia, como en Alemania en el 2012, Schroeder et al, realizo un estudio en pacientes con hidrocefalia obstructiva causada por estenosis acueductal con el objetivo de evaluar y comparar el LCR después de la tercer ventriculostomía endoscópica (TVE) y la acueductoplastia endoscópica (APE) en estos pacientes. Evaluaron 8 pacientes sometidos a APE, 8 TVE y 6 sometidos TVE y APE, se investigó el LCR a través del acueducto restaurado y a través de la ventriculostomía usando la

secuencia de contraste de fase en el plano medio-sagital. También se realizaron mediciones cuantitativas en plano axial perpendicular al acueducto y al tercer ventrículo. Los resultados encontrados fueron un flujo del LCR significativamente más alto a través de las ventriculostomías comparado con el flujo a través de los acueductos. No encontraron diferencias en el flujo del LCR a nivel acueducto entre los pacientes que solo se le realizó APE y a los que se le realizó TVE y APE. Tampoco encontraron diferencias en flujo del LCR en la ventriculostomía entre los que se realizó solo TVE y los que se sometieron a TVE y APE. 50% de los acueductos restaurados se ocluyeron después de la cirugía en un rango de 18-126 meses. En cambio todas las TVE permanecieron permeables en el período de seguimiento de 110 meses después de la cirugía. Concluyeron que el flujo del líquido cefalorraquídeo a nivel de la ventriculostomía es significativamente más alto que a nivel de la APE, lo que podría explicar por qué la tasa de oclusión de los acueductos después de la APE es mayor que la tasa de las ventriculostomías.⁵

Otros autores como Merve Gulbiz Kartal; en el 2014, proponen que la resonancia magnética no solo ayuda en el diagnóstico de las patologías relacionadas con la alteración en el flujo del líquido cefalorraquídeo dentro de las cuales la más importante es la hidrocefalia, sino que también ayuda en la planificación del tratamiento y el seguimiento postquirúrgico de los pacientes, como lo hemos visto en los otros artículos que fueron revisados. Concluye que los radiólogos deben seguir nuevas tecnologías que permitan una mejor evaluación de la dinámica del LCR y aplicarlas de manera rutinaria cuando sea necesario. Las secuencias de contraste de fase y/o 3D-SPACE son relativamente simples para evaluar el flujo de LCR y determinar el nivel de obstrucción.⁶

Marco Teorico

HIDROCEFALIA

El término Hidrocefalia es utilizado para determinar una condición en la cual existe una acumulación de líquido cefalorraquídeo excesiva en los espacios del compartimento intracraneal, lo cual produce una dilatación de los ventrículos cerebrales y de manera secundaria condiciona aumento de la presión intracraneal, que conlleva a daño cerebral si no se resuelve. La misma se debe a un desequilibrio entre la producción del líquido cefalorraquídeo, su cinética a través de los ventrículos y espacio subaracnoideo y su reabsorción en las granulaciones aracnoideas de los senos venosos duros.⁷

Las causas y los efectos de la hidrocefalia en adultos difieren significativamente de los observados con hidrocefalia en edad pediátrica. La de inicio en el adulto puede ser debido a múltiples causas entre ellas por una enfermedad traumática, vascular, inflamatoria o neoplásica. La hidrocefalia en el adulto se clasifica por el nivel en que se ve afectado el drenaje del líquido cefalorraquídeo como se menciono anteriormente.⁷

Existe 2 subdivisiones principales la hidrocefalia "obstructiva" y "comunicante". La obstructiva se define como la obstrucción del flujo del LCR en o proximal al agujero de Luschka y de Magendie. La comunicante se define por la obstrucción del flujo del LCR fuera del sistema ventricular. Otras condiciones como la trombosis de los senos derales u otras etiologías que producen hipertensión del seno dural como las fistulas arteriovenosas y síndrome de la vena cava superior pueden causar hidrocefalia comunicante.⁷

ÍNDICE DE EVANS

Este indice se obtiene del cociente entre la distancia máxima que existe entre los 2 recesos frontales de los ventrículos laterales y la distancia máxima entre las dos tablas internas en el mismo corte de la tomografía en el que se realizo la medida de los recesos frontales. Por lo que un índice mayor a 0,30 indica dilatación ventricular.⁸

Por lo cual este índice es utilizado adecuadamente para el seguimiento del paciente y para la comparación entre distintos grupos.⁸

LIQUIDO CEFALORAQUIDEO

Francois Magendie, en 1827 hizo la primera descripción completa del líquido cefalorraquídeo abarcando su producción y reabsorción.⁸

El liquido cefalorraquídeo es una sustancia clara e incolora que protege el encéfalo y la médula espinal del daño físico y químico , tiene 3 funciones vitales muy importantes las cuales son protección mecánica del sistema nervioso central, mantenimiento del medio interno y mantenimiento de volumen, se produce en un 70% en los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales, principalmente en los laterales, y en un 30% en el epéndimo, a razón de 0,35 ml/min y se renueva cada 3 ó 4 horas.⁸

Es necesario conocer el volumen del LCR en adultos que es aproximadamente 150 ml en el espacio subaracnoideo intracraneal, 100 a 120 ml en el espacio subaracnoideo espinal, más 100 a 300 ml de líquido intersticial dentro del sistema nervioso central; 25 a 30 ml en los ventrículos. Se secreta un volumen diario de 400-500 ml y 330-380 ml de LCR entra en la circulación venosa diaria.^{6,7}

La producción del líquido cefalorraquídeo es mayor en las primeras horas de la mañana y puede ser inhibida, por esteroides, acetazolamida y otros diuréticos, baja temperatura corporal, cambios de osmolaridad del líquido, baja presión de perfusión cerebral y presión intracraneal elevada.^{8,9}

La circulación del LCR ocurre desde los ventrículos laterales al tercer ventrículo por el foramen de Monro, y de este al cuarto por el acueducto de Silvio; de aquí, pasa por el agujero de Magendie o foramen de Lushka hacia la cisterna magna donde se continúa con el espacio subaracnoideo que rodea todo el encéfalo y la médula espinal, este movimiento ocurre de manera pulsátil impulsado por la sístole cardiaca, inhalación respiratoria y, en menor manera por el movimiento de los cilios de células endociliares.^{8,9}

El LCR circula desde el espacio subaracnoideo cerebral a través de las granulaciones aracnoideas hacia los senos venosos que alberga la duramadre, estos desembocan directamente en el torrente sanguíneo, por lo que su reabsorción es directamente proporcional a la presión del líquido el cual comienza a 5 mm Hg y se eleva linealmente hasta 20 mm Hg (1,5 ml/minuto). Cuando alcanza los 60 mm de agua que corresponde a la presión de los senos venosos se interrumpe la absorción.⁸

TERCER VENTRICULOSTOMIA ENDOSCOPICA

La ventriculocisternostomía endoscópica del tercer ventrículo se describió por primera vez en el 1923 por Jason Mixter.¹⁰

Sin embargo los procedimientos endoscópicos ya se habían empezado a realizar desde el primer cuarto del siglo XX, aunque se dejaron de utilizar por las complicaciones que se presentaban debido a la mala óptica y la pobre iluminación, por lo que el perfeccionamiento de la óptica y la iluminación le ha dado nueva vida a la utilización de endoscopios a finales de la década de los 80, resurgiendo la neuroendoscopia.^{10,11}

La tercer ventriculostomía o ventrículo-cisternostomía es un procedimiento quirúrgico en el cual se realiza un estoma en el piso del tercer ventrículo comunicándolo con las cisternas de la base del cráneo, por lo

que es utilizada para derivar al líquido cefalorraquídeo en obstrucción distal del sistema ventricular.¹¹

Es la técnica quirúrgica de primera elección en los pacientes con hidrocefalia obstructiva o no comunicante independientemente de la etiología, que tengan un tercer ventrículo dilatado, es decir con un diámetro mayor a 10 mm para permitir el uso del endoscopio, también debe de existir una adecuada capacidad de reabsorción del líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo. Si se siguen estos criterios el éxito terapéutico es más del 90%.¹⁰

Entre las principales etiologías en esta indicado dicho procedimiento tenemos: hidrocefalia debida a una estenosis congénita del acueducto de Silvio y la obstrucción del LCR debido a neoplasia localizadas más allá de los agujeros de Monro por ejemplo tumores talámicos, pineales, de la fosa posterior, etc.¹⁰

Procedimiento quirúrgico de la tercer ventriculostomía se realiza mediante un trépano a nivel de la sutura coronal en su intersección con la línea media pupilar, de preferencia derecho también se puede planear la posición óptima del trepano con ayuda de neuronavegación, tomando en consideración el dorso de la silla turca y manteniendo un ángulo paralelo con la porción superior del clivus evitando un trayecto directo hacia la silla, la arteria basilar y el tallo cerebral. Luego se punciona con un catéter obteniendo líquido cefalorraquídeo dicho catéter se utiliza como guía para introducir el endoscopio rígido de 0 o 30°.

Posteriormente se debe de identificar los plexos coroideos, la vena coroidea superior, el fórnix el cual se localiza medial a los plexos y el tálamo lateral a ellos. Es útil visualizar la dirección de la vena tálamo estriada para identificar cual de los dos ventrículos laterales ha sido abordado; por lo que si la vena tálamo estriada corre hacia la derecha del paciente entonces el endoscopio se encuentra en el ventrículo lateral derecho. Luego se identifica el foramen de Monro se accede al tercer ventrículo, después de identificar las estructuras del piso del tercer ventrículo, se localiza el espacio premamilar el cual esta entre el infundíbulo y los cuerpos mamilares, donde se procede a abordar con un instrumento romo (pinza de biopsia) la región premamilar y con palpación gentil se desplaza en dirección rostral para identificar el dorso selar y justo posterior a este se perfora el piso ventricular, luego de la fenestración se dilata con un catéter de Fogarty de 3Fr. Cuando se logra visualizar el espacio subaracnoideo a través de la membrana de Lilliequist que es abierta en este paso se considera que el estoma es suficiente, pueden observarse movimientos oscilatorios del piso ventricular que indican un adecuado flujo de LCR a través del orificio. Para concluir el procedimiento se verifica la hemostasia y se retira el instrumento con precaución. Se coloca material hemostático en la corticotomía y en el trepano y se realiza cierre por planos.^{11,12}

SECUENCIA CONTRASTE DE FASE

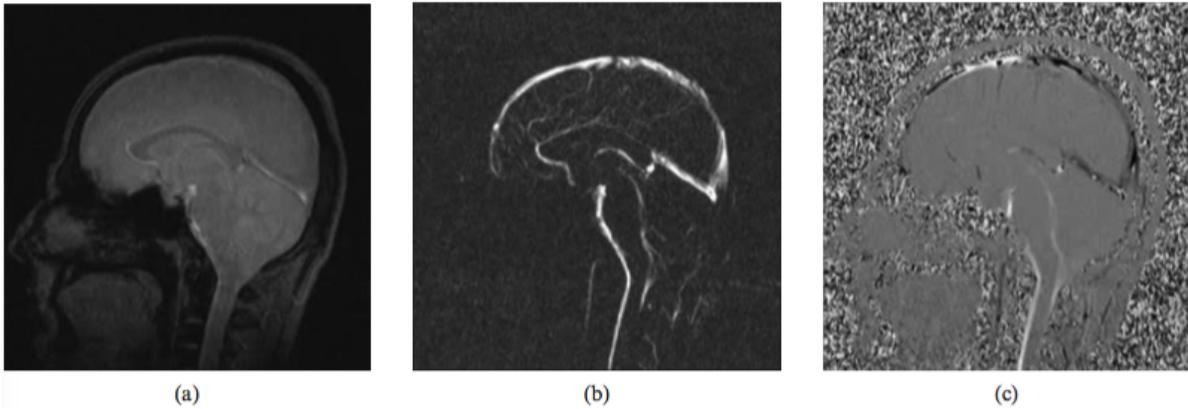
Se considera que la secuencia contraste de fase (PC) por resonancia magnética es el método más utilizado para el análisis del líquido cefalorraquídeo y de los fluidos y tejidos en movimiento, ya que por medio de la misma podemos medir velocidades, de manera no invasiva y sin la necesidad de un medio de contraste.¹³

Esta secuencia genera contraste de señal entre núcleos en movimiento y estacionarios sensibilizando la fase de la magnetización transversal a la velocidad del movimiento. Se esquematiza la magnetización transversal de un vóxel, en forma de vectores con magnitud y fase. Las imágenes de magnitud y fase se pueden generar para la información de la anatomía y de la velocidad, respectivamente. Los núcleos estacionarios su señal se elimina en la imagen final.^{13,14}

Se utilizan gradientes bipolares que inicialmente genera dos pulsos separados cierta distancia de igual magnitud pero con sentido contrario así como la Velocidad de Codificación (V_{enc}) esta es la velocidad máxima que se podrá medir ya que corresponderá a un cambio de fase de 180° , según la clase de fluidos se debe de fijar el V_{enc} que se deseen medir, ya que si una velocidad es superior a V_{enc} se obtendrá Aliasing, debido a que corresponderán a desfases superiores a 180° , los cuales son indiferenciables con una velocidad en dirección contraria. El valor medio de V_{ENC} es $5-8 \text{ cm/s}^{-1}$ para la obtención de imágenes de flujo de líquido cefalorraquídeo estándar.^{13,14}

El resultado es que la intensidad de escala de grises de cada píxel está directamente relacionada con la velocidad del LCR, donde se ha definido que el tejido estático se representará con una intensidad gris medio; el flujo craneo-caudal se representará entre gris y blanco en imágenes de la fase mientras que el flujo caudo-craneal con intensidades entre gris y negro. Reflejando así los cambios de fase, la imagen de la velocidad de PC es mucho más sensible al flujo de LCR que la imagen de magnitud.^{13,14}

Se obtienen 3 imágenes la imagen de Re-fase (a) que es una magnitud de la señal compensada de flujo, en esta imagen el flujo es brillante y el fondo es visible, la imagen de Magnitud (b) que es una magnitud de señal de diferencia, en esta imagen el flujo es brillante y el fondo es suprimido y la imagen de Fase (c) es una fase de señal de diferencia, en esta imagen el flujo en dirección hacia adelante es brillante, el flujo inverso es negro y el fondo es de color gris medio.¹⁴



Otro parametro que se debe tener en consideracion es la toma de imágenes en diferentes instantes con sincronización cardiaca retrospectiva o prospectiva. Ya que existe una relación entre el pulso cardiaco y el movimiento del LCR, por lo que es frecuente definir la velocidad del LCR en funcion del pulso cardiaco.¹³

En la sincronizacion retrospectiva, el ordenador sigue la onda R y los datos se adquieren a lo largo del ciclo cardiac y todo el ciclo cardiaco puede ser muestread. En el prospectivo deben completarse 100-200 ms antes de la próxima onda R esperada. Pueden obtenerse resultados más precisos con la sincronizacion retrospectivo cuando se compara con la prospectiva.¹⁴

Parámetros cuantificables del LCR

Se debe de determinar la region a evaluar para poder determinar los siguientes parámetros:

- **Velocidad máxima sistólica y diastólica** (cm/s): Son los valores máximos hallados en la dirección cráneo-caudal y caudo-craneal, respectivamente.
- **Velocidad promedio** se calcula como la media de los valores absolutos de las medidas a lo largo de un ciclo, (cm/s).
- **Flujos máximos, sistólico y diastólico**, están definidos como el máximo valor del flujo en sentido caudal y craneal, respectivamente. (ml/min)
- **El flujo promedio** es la media de los valores absolutos en ambos sentidos.
- **El volumen por ciclo**(stroke volume) se define como el valor promedio del flujo en un período, independientemente del sentido. Se calcula como la integral de la curva de flujo y se expresa en $\mu\text{l/ciclo}$.
- **Producción de LCR** (ml/min): Es la diferencia entre el volumen del flujo sistólico y el diastólico por unidad de tiempo.¹³

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La hidrocefalia es una patología común a nivel mundial que se presenta en las diferentes etapas de la vida, ya que tiene múltiples causas desde congénita a neoplasias, por lo que su tratamiento se ha convertido en un reto tanto para los clínicos como para los neurocirujanos, siendo la tercer ventriculostomía un método terapéutico para aquellas que son de causa obstructivas por lo que al realizar dicho procedimiento es necesario tener un método no invasivo por el cual se pueda verificar el funcionamiento de la misma y darle seguimiento a través del tiempo, el cual se ha venido estudiando por medio de la secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética aunque no contamos con estudios en nuestra institución que apoyen dicha utilidad de la misma, por lo que nos surgen las siguientes interrogantes:

¿Se puede identificar la funcionabilidad inmediata de la tercer ventriculostomía por secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo en resonancia magnética en pacientes con hidrocefalia?

¿Existe disminución inmediata de la hidrocefalia luego de la tercer ventriculostomía?

HIPÓTESIS

H0: La secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética no demuestra la funcionabilidad inmediata de la tercer ventriculostomía en pacientes con hidrocefalia.

H1: La secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética demuestra la funcionabilidad inmediata de la tercer ventriculostomía en pacientes con hidrocefalia.

Ha: Existe reducción inmediata de la hidrocefalia luego de la tercer ventriculostomía en pacientes con hidrocefalia.

OBJETIVOS

Objetivo general:

-Determinar la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía cuantificada mediante secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por Resonancia Magnética en pacientes con hidrocefalia.

Objetivos específicos:

-Determinar de manera cuantitativa la velocidad promedio y flujo promedio del líquido cefalorraquídeo hacia el piso del tercer ventrículo y en la cisterna perimesencefálica antes y al día siguiente de la tercer ventriculostomía.

-Determinar de manera cualitativa el flujo del líquido cefalorraquídeo a través del piso del tercer ventrículo.

-Identificar si existe disminución del índice de Evans posterior a la realización de la tercer ventriculostomía.

JUSTIFICACIÓN

Ya que los estudios de imágenes juegan un papel importante tanto en el diagnóstico como en el seguimiento de las diferentes etiologías de la hidrocefalia, la secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por Resonancia Magnética puede ser una herramienta muy útil para determinar la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía y de tal forma obtener información tanto cualitativa como cuantitativa del flujo del líquido cefalorraquídeo por la misma, sirviendo de control para determinar su funcionabilidad en estudios de seguimientos y que por desconocimiento de dicha técnica no se emplea de manera rutinaria en los estudios de imágenes.

METODOLOGÍA

a) Diseño

Se realizó un estudio observacional tipo cohorte descriptivo longitudinal prospectivo.

b) Población y muestra

Pacientes mayores de 18 años de edad, de ambos sexos, que acudieron al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suarez al servicio de neurocirugía con diagnóstico de hidrocefalia y que fueron sometidos a tercer ventriculostomía en el período de enero del 2017 a junio del mismo año.

Tamaño de Muestra

La muestra es de 3 pacientes que acudieron al servicio de neurocirugía para realizarse tercer ventriculostomía y se les realizó en el período descrito anteriormente.

c) Criterios de selección del estudio

Criterios de inclusión

- Pacientes que presenten hidrocefalia y vayan y sean sometidos a tercer ventriculostomía en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.
- Pacientes sin ningún procedimiento anterior de derivación de líquido cefalorraquídeo.
- Pacientes mayores a 18 años.

Criterios de exclusión

- Pacientes que estén en desacuerdo con la participación en el protocolo.
- Pacientes que tengan alguna contraindicación para la realización de la Resonancia Magnética.
- Pacientes que requieran anestesia para la realización del estudio.

Criterios de eliminación

- Pacientes en los que se decida por algún motivo no realizar la tercer ventriculostomía y colocar válvulas de derivación ventriculoperitoneal luego de haber realizado la Resonancia Magnética pre procedimiento.

d) Variables

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Naturaleza	Dimensión o medida	Escala de medición
Edad	Tiempo que ha transcurrido de una persona desde su nacimiento	Independiente	Cuantitativa continua		Nominal
Sexo	Es el conjunto de características físicas, biológicas, anatómicas y fisiológicas de los seres humanos, que los definen como hombre o mujer.	Independiente	Cualitativa dicotómica	Hombre Mujer	Nominal
Flujo cualitativo del liquido cefalorraquídeo	Características de la intensidad de señal del flujo del liquido cefalorraquídeo	Independiente	Cualitativa dicotómica	Vacio de senal Hiperintensidad	Nominal
Flujo cuantitativo del liquido cefalorraquídeo	Es la medida del flujo del liquido cefalorraquídeo expresada en centímetros por segundo	Independiente	Cuantitativa discreta		Nominal
Índice de Evans	Relación entre el tamaño de las astas frontales en el punto en que se encuentran más dilatadas y el diámetro máximo entre ambas tablas internas en el mismo corte.	Independiente	Cuantitativa discreta		Nominal

Se captaron los pacientes que acudieron al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía con hidrocefalias y fueron evaluados por el servicio de Neurocirugía y fueron sometidos a tercer ventriculostomía durante el periodo comprendido entre enero del 2017 a junio del mismo año, donde el residente de neurocirugía se encargó de avisar al departamento de Neuroimagen, donde se buscó un turno para realizar el estudio de imagen por resonancia magnética en el equipo 3T marca Siemens modelo Skyra, donde se le realizó la primera resonancia o resonancia preprocedimiento antes de realizar el procedimiento quirúrgico realizándole las siguientes secuencias:

- Flujo cualitativo desde la base del cráneo a la convexidad con TE de 7.78 ms, TR de 23.68 ms, voxel 0.7 x 0.7 x 6.0 mm, grosor de corte de 6.0mm, espaciado entre cortes de 1.0, FOV de lectura de 180mm.

- Flujo cuantitativo a nivel del tercer ventrículo y cisterna interpeduncular con TE de 6.38 ms, TR de 21.10 ms, voxel 0.6 x 0.6 x 6.0 mm, grosor de corte de 6.0mm, espaciado entre cortes de 1.0, FOV de lectura de 160 mm.

- Cine desde la base del cráneo a la convexidad con TE de 1.7 ms, TR de 15.64 ms, voxel 0.9 x 0.9 x 6.0 mm, grosor de corte de 6.0mm, espaciado entre cortes de 1.0, FOV de lectura de 240 mm.

- T2 cubo desde la base del cráneo a la convexidad con TE de 408 ms, TR de 3200 ms, voxel 0.5 x 0.5 x 0.9 mm, grosor de corte de 0.90 mm, espaciado entre cortes de 1.0, FOV de lectura de 240 mm.

Dicho estudio tuvo una duración aproximadamente de 16 min, se realizó bajo sincronización cardíaca retrospectiva, al día siguiente de realizarse la tercer ventriculostomía se le realizó una segunda resonancia magnética o resonancia postprocedimiento con los mismo parámetros antes mencionados. Los pacientes que luego de realizarse la primera Resonancia Magnética y se decidió colocar derivación ventriculoperitoneal se eliminaron del protocolo de estudio.

Para el análisis de las imágenes de Resonancia Magnética obtenidas se utilizó la Estación de trabajo del equipo SIEMENS 3T, utilizando el software Syngovia- Cardiac Analysis, donde se observaron las diferentes secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo evaluando de manera cualitativa la cinética del mismo antes y luego de la tercer ventriculostomía en las diferentes imágenes, también se realizaron las mediciones de velocidad y flujo promedio del líquido cefalorraquídeo obteniendo dicha medida mediante un ROI hacia el piso del tercer ventrículo y en la cisterna perimesencefálica, en

secuencia de Refase. El instrumento de recolección que se utilizó para recolectar la información es un cuestionario cerrado de 4 secciones el cual se incluye en el presente documento como anexo #2.

e) Análisis Estadístico

Los datos obtenidos por el instrumento de recolección se pasaron a una base de datos donde se procesaron en el programa SPSS versión 23.0.0.2 de la IBM. Se utilizó una prueba de T-Student para buscar las diferencias entre las mediciones numéricas, pre y post tercer ventriculostomía.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se considera que es un trabajo éticamente aceptable porque no interfiere en el diagnóstico y manejo del paciente, con fines de lograr nuestro objetivo, y en todo momento se mantendrá la confidencialidad de los pacientes y de los hallazgos encontrados de los mismos, de los que acepten participar en nuestro protocolo luego de haber comprendido y firmado el consentimiento informado, donde se explica el objetivo de nuestro protocolo y si existe alguna contraindicación para la participación del mismo. Los pacientes que deseen formar parte del estudio no correrán riesgo de efectos secundarios en los estudios de Resonancia Magnética ya que si cuentan con alguna condición que contraindique la realización de la misma estos pacientes no formarían parte de nuestra investigación.

CONSIDERACIONES FINANCIERAS

a) Aporte Financiero:

N/A

b) Recursos con los que se cuenta:

Se cuenta con el personal laboral del área de Resonancia Magnética, con la colaboración del Departamento de Neurocirugía además de los pacientes que quieran formar parte del protocolo.

c) Recursos a solicitar:

N/A.

d) Análisis del costo por paciente:

N/A.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 4 pacientes de los cuales 3 cumplieron con los criterios de inclusión, un paciente se eliminó ya que se optó por colocarse válvula de derivación ventrículo-peritoneal luego de realizar la resonancia preprocedimiento.

El primer paciente de sexo femenino de 54 años de edad con diagnóstico de schwannoma vestibular, se observó en la resonancia preprocedimiento una velocidad promedio del LCR en el tercer ventrículo de 1.07 cm/s, flujo promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.24 ml/s, velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 2.22 cm/s, flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.09 ml/s, de manera cualitativa en secuencia de Fase se observa vacío de señal discreto hacia el piso del tercer ventrículo; en la Refase sin cambios en la intensidad de señal y en la de Magnitud hiperintensidad discreta, índice de Evans de 0.34. En la resonancia postprocedimiento realizada al día siguiente se observa una velocidad promedio del LCR en el tercer ventrículo de 1.44 cm/s, flujo promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.37 ml/s, velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 3.7 cm/s, flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.49 ml/s, de manera cualitativa en secuencia de Fase se observa vacío de señal marcado hacia el piso del tercer ventrículo; en la Refase sin cambios en la intensidad de señal y en la de Magnitud hiperintensidad marcada y un índice de Evans de 0.33.

El segundo paciente de sexo femenino de 60 años de edad con diagnóstico de schwannoma vestibular, se observó en la resonancia preprocedimiento una velocidad promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.79 cm/s, flujo promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.13 ml/s, velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.97 cm/s, flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.06 ml/s, de manera cualitativa en secuencia de Fase se observa vacío de señal discreto hacia el piso del tercer ventrículo; en la Refase sin cambios en la intensidad de señal y en la de Magnitud hiperintensidad discreta, índice de Evans de 0.35, en la resonancia postprocedimiento realizada al día siguiente se observa una velocidad promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.84 cm/s, flujo promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.19 ml/s, velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 2.22 cm/s, flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.16 ml/s, de manera cualitativa en secuencia de Fase se observa vacío de señal aumentado discretamente hacia el piso del tercer

ventrículo; en la Refase sin cambios en la intensidad de señal y en la de Magnitud hiperintensidad aumentado discretamente y un índice de Evans de 0.35.

El tercer paciente de sexo femenino de 29 años de edad con diagnóstico de condroma, se observó en la resonancia preprocedimiento una velocidad promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.75 cm/s, flujo promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.14 ml/s, velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.96 cm/s, flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.05 ml/s, de manera cualitativa en secuencia de Fase se observa vacío de señal discreto hacia el piso del tercer ventrículo; en la Refase sin cambios en la intensidad de señal y en la de Magnitud hiperintensidad discreta, índice de Evans de 0.32, en la resonancia postprocedimiento realizada al día siguiente se observa una velocidad promedio del LCR en el tercer ventrículo de 1.31 cm/s, flujo promedio del LCR en el tercer ventrículo de 0.27 ml/s, velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 1.16 cm/s, flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica de 0.21 ml/s, de manera cualitativa en secuencia de Fase se observa vacío de señal marcado hacia el piso del tercer ventrículo; en la Refase sin cambios en la intensidad de señal y en la de Magnitud hiperintensidad marcada y un índice de Evans de 0.34.

Tabla N°1
Resultados cuantitativos pre y post tercer ventriculostomía

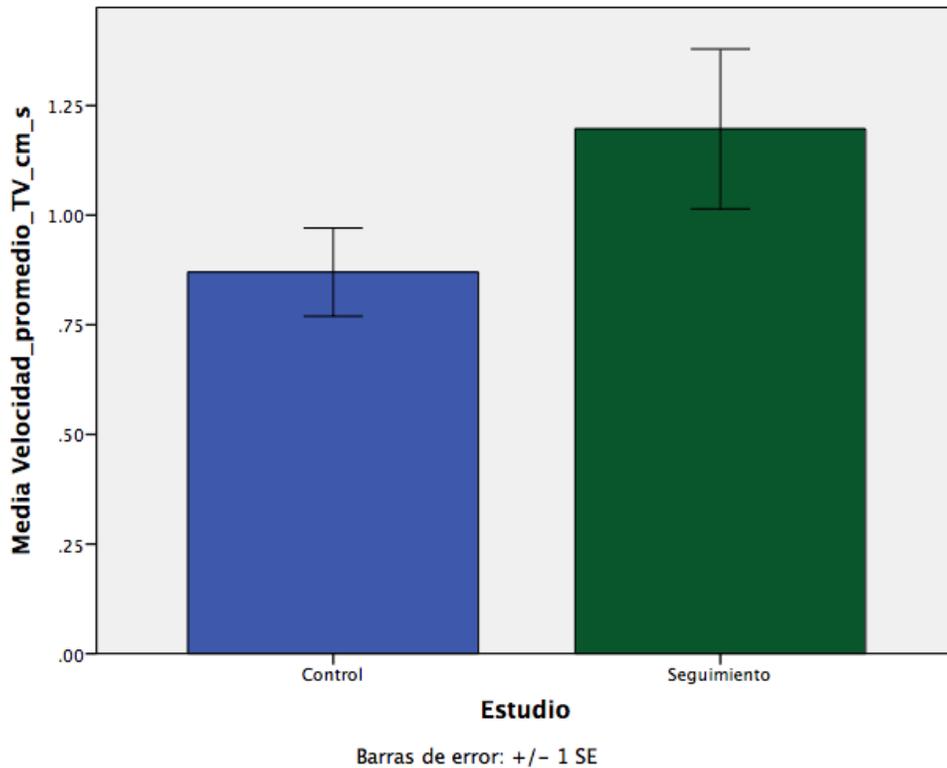
	Género	Edad	Preprocedimiento					Postprocedimiento				
			VPTV	FPTV	VPCP	FPCP	IE	VPTV	FPTV	VPCP	FPCP	IE
1	Fem	54	1.07	0.24	2.22	0.09	0.34	1.44	0.37	3.7	0.49	0.33
2	Fem	60	0.79	0.13	0.97	0.06	0.35	0.84	0.19	2.22	0.16	0.35
3	Fem	29	0.75	0.14	0.96	0.05	0.32	1.31	0.27	1.16	0.21	0.34

Nota: VPTV: volumen promedio en el tercer ventrículo (ml/s), FPTV: flujo promedio en el tercer ventrículo (cm/s), VPCP: volumen promedio en la cisterna perimesencefálica, FPCP: flujo promedio en la cisterna perimesencefálica, IE: índice de Evans.

De acuerdo a las diferentes mediciones que se realizaron en los diferentes pacientes se obtuvieron las siguientes gráficas.

Gráfica N°1

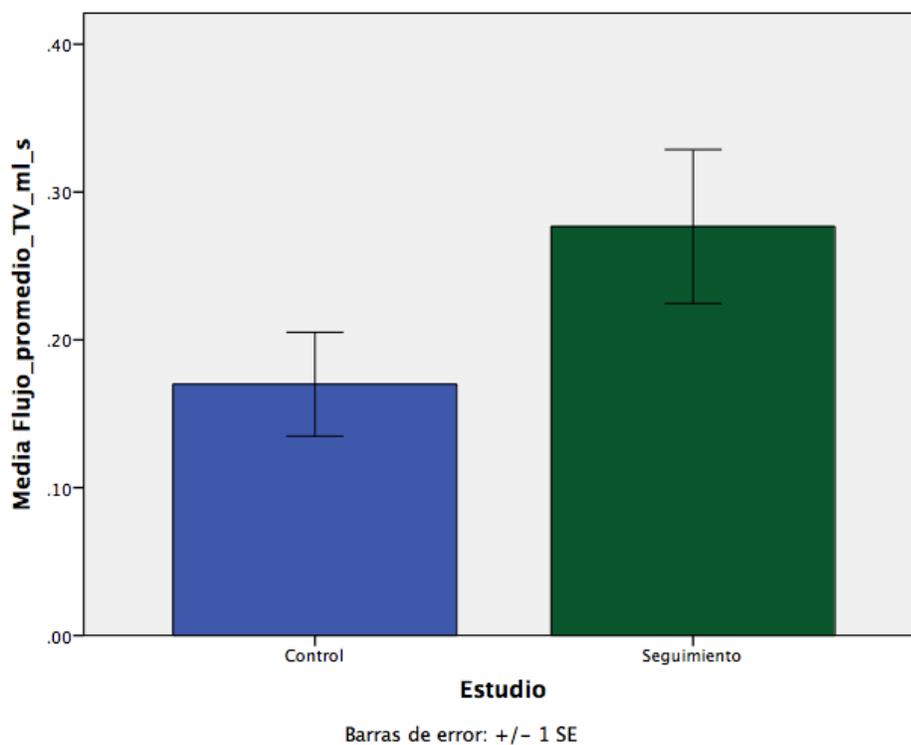
Velocidad promedio del LCR hacia el piso del tercer ventrículo preprocedimiento y postprocedimiento



La gráfica número 1 establece la diferencia que existe en la velocidad promedio del LCR hacia el piso del tercer ventrículo preprocedimiento y postprocedimiento, donde se observa que la velocidad promedio del líquido cefalorraquídeo aumenta luego de que se realiza la tercer ventriculostomía.

Gráfica N°2

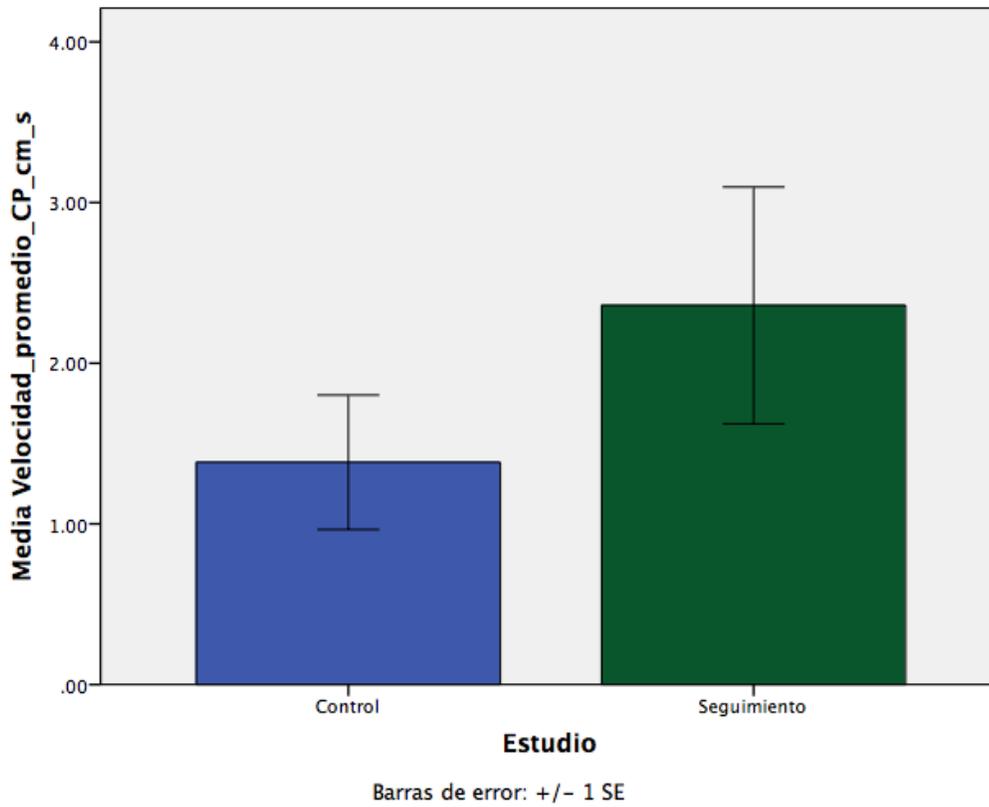
Flujo promedio del LCR hacia el piso del tercer ventrículo preprocedimiento y postprocedimiento



La gráfica número 2 representa la diferencia que existe en el flujo promedio del LCR hacia el piso del tercer ventrículo preprocedimiento y postprocedimiento, donde se observa que el flujo promedio del líquido cefalorraquídeo aumenta luego de que se realiza el procedimiento quirúrgico.

Gráfica N°3

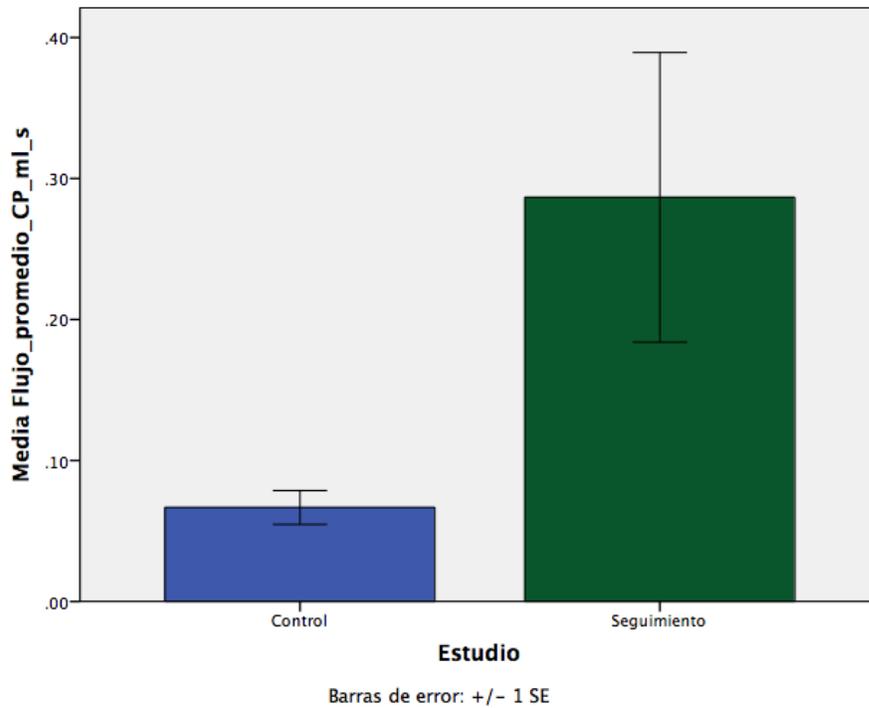
Velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica preprocedimiento y postprocedimiento



La gráfica número 3 establece la diferencia que existe en la velocidad promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica preprocedimiento y postprocedimiento, donde se observa que la velocidad promedio del líquido cefalorraquídeo aumenta luego de que se realiza la tercer ventriculostomía.

Gráfica N°4

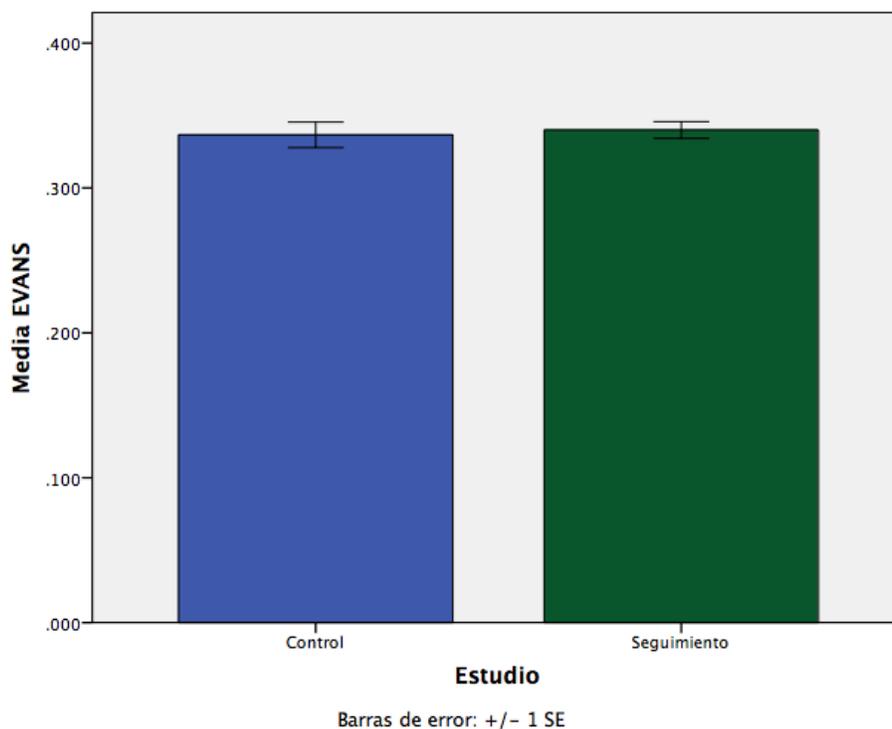
Flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica preprocedimiento y postprocedimiento



La gráfica número 4 representa la diferencia que existe en el flujo promedio del LCR en la cisterna perimesencefálica preprocedimiento y postprocedimiento, donde se observa que el flujo promedio del líquido cefalorraquídeo aumenta luego de que se realiza el procedimiento quirúrgico.

Gráfica N°5

Índice de Evans preprocedimiento y postprocedimiento



La gráfica número 5 representa el índice de Evans calculado preprocedimiento y postprocedimiento, donde no se observa variabilidad antes y después del procedimiento quirúrgico.

DISCUSION

A pesar de que existe múltiples estudios enfocados en la circulación normal del líquido cefalorraquídeo mediante las secuencias de contraste de fase del LCR en resonancia magnética y las técnicas para su realización, existen pocos estudios enfocados en la funcionabilidad de la tercer ventriculostomía en secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética en pacientes con hidrocefalia.

En nuestro estudio se valoraron de manera cuantitativa las velocidades promedio y flujos promedio del líquido cefalorraquídeo hacia el piso del tercer ventrículo y la cisterna perimesencefálica, así como de manera cualitativa en las diferentes secuencias los cambios en la intensidad de señal hacia el piso del tercer ventrículo y el índice de Evans, comparándose estas mediciones y sus características cualitativas entre la resonancia preprocedimiento y postprocedimiento.

Al comparar de manera cuantitativa las velocidades y flujos promedio del líquido cefalorraquídeo hacia el piso del tercer ventrículo como en la cisterna perimesencefálica se identificó que existe un aumento de los mismos luego de realizarse la tercer ventriculostomía, al igual que lo observado en el estudio de Bargallo et al. Donde encontraron aumento del volumen sistólico luego de la tercer ventriculostomía.

También en Alemania en el 2012, Schroeder et al, concluyeron en su estudio que el flujo del líquido cefalorraquídeo a nivel de la ventriculostomía es significativamente más alto que a nivel de la acueductoplastia endoscópica apoyando los hallazgos observado en nuestro estudio donde se identifica aumento de las velocidades y flujo promedio del líquido cefalorraquídeo posterior a la tercer ventriculostomía a nivel del piso del tercer ventrículo como en la cisterna perimesencefálica, lo que traduce permeabilidad de la misma.

De manera cualitativa en nuestro estudio se observó cambios en la intensidad de la señal en el piso del tercer ventrículo en las diferentes secuencias, siendo la secuencia de Fase donde se demostró mejor el vacío de señal marcado, como en el estudio de Bisauri et al; donde obtuvieron como resultado que en la tercer ventriculostomía funcionando en la sístole se produce una señal de flujo caudal y en diástole una señal de flujo craneal con señal de vacío, en la ostomía de este procedimiento. También Battal et al en su estudio hacen referencia que la secuencia de Fase es mucho más sensible al flujo de LCR.

De igual forma Fukuhara et al, en su estudio observaron que en los pacientes que no se identificó flujo en las imágenes de Resonancia Magnética tenían una membrana que cubría el orificio en la exploración directa corroborando la no permeabilidad de la tercer ventriculostomía y aquellos en lo que se observó disminución del flujo por imagen tenían oclusión incompleta, por lo que la técnica de cine de contraste de fase es confiable para detectar la permeabilidad de la tercer ventriculostomía y que la disminución del flujo parece ser un signo temprano de cierre de la misma.

En relación al índice de Evans en nuestro estudio no se observó disminución del mismo luego de realizada la tercer ventriculostomía, lo cual era un resultado esperado como el estudio de Bargallo et al, donde vieron que muy pocos pacientes presentaron reducción en el tamaño ventricular postprocedimiento.

Al igual que señala Merve Gulbiz Kartal, consideramos que la resonancia magnética no solo ayuda en el diagnóstico de las patologías relacionadas con la alteración en el flujo del líquido cefalorraquídeo, sino que también ayuda en la planificación del tratamiento y el seguimiento postquirúrgico de los pacientes, por lo que los radiólogos deben seguir nuevas tecnologías que permitan una mejor evaluación de la dinámica del LCR y aplicarlas de manera rutinaria cuando sea necesario. Las secuencia de contraste de fase y/o 3D-SPACE son relativamente simples para evaluar el flujo de LCR y determinar el nivel de obstrucción.

Las limitantes que tuvimos fueron el tamaño de muestra ya que opto por colocar más válvulas ventrículoperitoneales que realizar tercer ventriculostomía aunque pudimos observar la diferencia de las medidas de las velocidades y flujos promedios en la cisterna perimesencefálica y hacia el piso del tercer ventrículo donde se identificó aumento de las mismas posterior a la tercer ventriculostomía.

La otra limitante fue que dependiendo del tamaño de la lesión observada produce obliteración de las cisternas haciendo difícil la medición con el ROI del líquido cefalorraquídeo.

CONCLUSIONES

La secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética demuestra la funcionalidad inmediata de la tercer ventriculostomía en pacientes con hidrocefalia ya que de manera cuantitativa se identificó aumento en las velocidades y flujos promedios del líquido cefalorraquídeo posterior a la tercer ventriculostomía, por lo que estos valores servirán de parámetro para su seguimiento en estudios posteriores.

La secuencia de Fase es donde se observó mejor los cambios en la intensidad de la señal en el piso del tercer ventrículo.

No se observó disminución inmediata de la hidrocefalia tras la realización de la tercer ventriculostomía.

REFERENCIAS

- 1- Fukuhara T., Vorster S., Ruggieri P, et al., Third Ventriculostomy Patency: Comparison of Findings at Cine Phase-Contrast MR Imaging and at Direct Exploration, *AJNR Am J Neuroradiol*, September 1999, 20:1560–1566.
- 2- Bargallo N., Olondo L., Garcia A. et al, Functional Analysis of Third Ventriculostomy Patency by Quantification of CSF Stroke Volume by Using Cine Phase-Contrast MR Imaging, *AJNR Am J Neuroradiol*, November/December 2005,26:2514–2521,
- 3- Basauri L., Concha E., Mena F. et al, Estudio del Flujo del Líquido Cefalorraquídeo (LCR) con Cine Resonancia Magnética (CINE RM), *Rev. Med. Clin. Condes*, Enero 2005, Vol 16 No1,19 – 24.
- 4-Schroeder C., Fleck S., Gaab M, et al.,Why does endoscopic aqueductoplasty fail so frequently? Analysis of cerebrospinal uid ow after endoscopic third ventriculostomy and aqueductoplasty using cine phase-contrast magnetic resonance imaging, *J Neurosurg*, 2012,117:141–149.
- 5- Stavros M., Sinclair D., Bromiley P. et al, Endoscopic Third Ventriculostomy: Predicting Outcome with Phase-Contrast MR Imaging, *Radiology*, September 2009 ,Vol 252: No3.
- 6- Kartal M y Algin O., Evaluation of hydrocephalus and other cerebrospinal fluid disorders with MRI: An update, *Insights Imaging* 2014, 5:531–541.
- 7-Naidich T, Castillo M, Cha S, Smirniotopoulos J, *Imaging of the Brain*, ExpertRadiology, Editorial Elsevier 2013, Capitulo 48, Pag 975.
- 8- Sevillano M., Cacabelos P. y Cacho J, Alteraciones del líquido cefalorraquídeo y de su circulación: hidrocefalia, pseudotumor cerebral y síndrome de presión baja, *Medicine*. 2011;10(71):4814-24.
- 9- Pérez I.y Aguirre A., Dinámica del líquido cefalorraquídeo y barrera hematoencefálica, *Arch Neurocién (Mex)*, 2015, Vol. 20, No. 1: 60-64.
- 10- Tarigo A. y Villar A. Tercerventriculocisternostomía por vía endoscópica, *Rev Med Uruguay*, 2003; 19: 71-77.

11- Ortega J., Miller E., Velásquez, A., et al., Tercer ventriculostomía como tratamiento endoscópico de la hidrocefalia: experiencia en el hospital nacional “Dr. Mario C. Rivas”, *Rev Med Hondur*, 2015, Vol. 83, Nos. 1 y 2.

12- Garcia V, Castillo G, Estrategias y Abordajes en Neurocirugía Craneal, Tomo I, Editorial Amolca 2015, capítulo 28, pags 440-444.

13- Serna W y Villada C., Medición Del Líquido Cefalorraquídeo Por Resonancia Magnética, Para Diagnóstico De Patologías Cerebrales, *Revista Colombiana de Física*, 2010, Vol. 42, No. 3.

14- Battal B., Kocaoglu M., Bulakbasi N., et al., Cerebrospinal fluid flow imaging by using phase-contrast MR technique, *The British Journal of Radiology*, 84 (2011), 758–765.

APÉDICE 1: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA
MANUEL VELASCO SUÁREZ

FECHA:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Funcionabilidad de la tercer ventriculostomía cuantificada mediante secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por Resonancia Magnética en pacientes con hidrocefalia.

Protocolo de Investigación N°

¹ Departamento de Neuroimagen, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía
Investigadores responsables:

1. Dr. Oscar Marrufo: Asesor Oficial.
2. Dra. Marian Honrado: Investigadora.

Se me ha invitado a participar en el protocolo de investigación de esta institución titulado “**Funcionabilidad de la tercer ventriculostomía cuantificada mediante secuencia de contraste de fase del líquido cefalorraquídeo por Resonancia Magnética en pacientes con hidrocefalia**” que tiene como objetivo determinar de manera cualitativa y cuantitativa el flujo del líquido cefalorraquídeo a nivel de la tercer ventriculostomía en pacientes con hidrocefalia por resonancia magnética.

Como parte del estudio se realizarán dos Resonancias Magnéticas sin el uso de algún agente de contraste, la primera pre tratamiento y la segunda post tratamiento, que durarán aproximadamente de 15 minutos cada una. Sin embargo por razones de seguridad, es necesario avisar **al médico investigador si es que posee una prótesis, dispositivo metálico, marcapasos en el cuerpo o tiene miedo a espacios cerrados (claustrofóbico)**, ya que estos materiales y condición no permite que sea participe del estudio. Dicho estudio no presenta ningún efecto secundario.

Mi participación será completamente voluntaria y entiendo que estoy en mi derecho de solicitar cualquier aclaración e información sobre esta investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma, así como el derecho de no aceptar participar sin que esto afecte mi atención médica en el futuro. Para cualquier duda y aclaración podré comunicarme al teléfono 56-06-38-22 ext. 2525 y 2026 con los responsables de dicho proyecto.

Habiendo leído y comprendido la información en su totalidad previamente descrita sobre el estudio y aclarando todas mis dudas con respecto a mi participación en el proyecto, autorizo a los investigadores por medio de mi firma en la presente forma incluirme en este proyecto de investigación a condición de que en todo momento se mantenga el secreto profesional.

Firmas

Nombre y firma del paciente.

Nombre y firma del Investigador

Nombre y firma Testigo 1.

Nombre y firma Testigo 2.

APÉNDICE 2: CUESTIONARIO DE RECOLECCION DE DATOS

Datos generales de paciente:

Nombre

Registro

Edad

Sexo

Índice de Evans:

Pre tercer ventriculostomia

Post tercer ventriculostomia

Flujo cualitativo del liquido cefalorraquídeo

Pre tercer ventriculostomia en secuencia de Fase, Refase y magnitud

Post tercer ventriculostomia en secuencia de Fase, Refase y magnitud

Flujo cuantitativo del liquido cefalorraquídeo

Pre tercer ventriculostomia a nivel del tercer ventrículo y cisterna perimesencefalica

Velocidad y flujo promedio del liquido cefalorraquídeo

Post tercer ventriculostomia a nivel del tercer ventrículo y cisterna perimesencefalica

Velocidad y flujo promedio del liquido cefalorraquídeo