

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS  
DE ALTA ESPECIALIDAD**



**UMAE "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ"**

**CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

**TÍTULO**

**"UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO PARA  
MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON  
HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y  
LA ASOCIACIÓN CON HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA"**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE:**

**IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA:**

**DRA. DALIA DAYADARA PREZAS PICHARDO**

**TUTOR:**

**DR. EDUARDO CAMACHO ZARCO**

**CIUDAD DE MÉXICO**

**SEPTIEMBRE 2021**



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.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

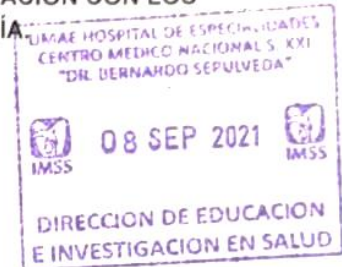
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

HOJA DE RECOLECCIÓN DE FIRMAS

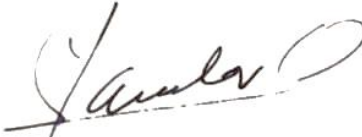
ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO PARA MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y LA ASOCIACIÓN CON LOS HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA



  
\_\_\_\_\_

**DRA. VICTORIA MÉNDOZA ZUBIETA**

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

  
\_\_\_\_\_

**DR. FRANCISCO JOSÉ AVELAR GARNICA**

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

  
\_\_\_\_\_

**DR. EDUARDO CAMACHO ZARCO**

MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ULTRASONIDO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud **3601**  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES Dr. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS **17 CI 09 015 034**  
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CET 023 2017082**

FECHA **Miércoles, 08 de septiembre de 2021**

**Dr. EDUARDO CAMACHO ZARCO**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO PARA MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y LA ASOCIACIÓN CON HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, 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 P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional  
R-2021-3601-176

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

**Dr. Carlos Fredy Cuevas García**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## **AGRADECIMIENTOS:**

**A mis padres Antonio Prezas Hernández y Yolanda Pichardo Olvera quienes han sido mi mayor ejemplo, apoyo y fortaleza a lo largo de todo mi desarrollo profesional.**

**A mis hermanas Karla y Yolanda por creer en todo momento en mis sueños y metas.**

**A Carlos Emilio por estar presente incondicionalmente y cuidar de mi diariamente.**

**A mi amado hijo Carlos Antonio quien es mi mayor motivación a seguir en el camino del aprendizaje.**

# INDICE

<b>INDICE</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>PACIENTES Y MÉTODOS</b>	<b>16</b>
<b>DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	<b>16</b>
<b>SELECCIÓN DE LA MUESTRA</b>	<b>16</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA, PROCEDIMIENTO Y MUESTREO</b>	<b>17</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>17</b>
<b>DEFINICION DE VARIABLES</b>	<b>19</b>
<b>CONSIDERACIONES ÉTICAS</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>29</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>LIMITACIONES</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>42</b>

1. DATOS DEL ALUMNO	
APELLIDO PATERNO	<b>PREZAS</b>
APELLIDO MATERNO	<b>PICHARDO</b>
NOMBRE	<b>DALIA DAYADARA</b>
TELEFONO	<b>8711113890</b>
UNIVERSIDAD	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÈXICO</b>
FACULTAD O ESCUELA	<b>Facultad de Medicina</b>
CARRERA/ESPECIALIDAD	<b>Imagenología Diagnóstica y Terapéutica</b>
No. DE CUENTA	<b>518218638</b>
CORREO ELECTRÓNICO	dra.vanderhein@gmail.com
2. DATOS DE LOS TUTORES	
TUTOR PRINCIPAL:	<b>DR. EDUARDO CAMACHO ZARCO.</b>  <b>Especialidad:</b> Imagenología Diagnóstica y Terapéutica  <b>Categoría:</b> Médico adscrito del servicio de ultrasonido.  <b>Adscripción:</b> H.E CMN Siglo XXI Dr. Bernardo Sepúlveda.  <b>Matrícula:</b> 98376029  <b>Correo electrónico:</b> eduardo.caza@hotmail.com
3. DATOS DE LA TESIS	
TITULO	<b>UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIÓ OPTICO PARA MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y LA ASOCIACIÓN CON HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA.</b>
No. DE PÁGNAS	<b>47</b>
AÑO	<b>2021</b>
NÚMERO DE REGISTRO	<b>R-2021-3601-176</b>



# **UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO PARA MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y LA ASOCIACIÓN CON HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA.**

Camacho-Zarco Eduardo. Prezas-Pichardo Dalia Dayadara

## **RESUMEN**

**Introducción:** La elevación de la presión intracraneal (PIC) es una consecuencia común de una ruptura aneurismática. Presenta síntomas clínicos los cuales son inespecíficos y de inicio insidioso siendo la disminución de la escala de Glasgow el principal de ellos, así como alteraciones visuales. La tomografía es el estudio de elección, sin embargo, la evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) ha demostrado que puede ser un estudio útil para evaluar la hipertensión intracraneal.

**Objetivo:** Evaluar la utilidad del US ocular como método diagnóstico no invasivo de la hipertensión intracraneana por medio de la medición ultrasonográfica del DVNO y su relación con hallazgos clínicos y tomográficos.

**Material y métodos:** Se propuso un estudio transversal analítico (estudio de prueba diagnóstica y de correlación) prospectivos. Se incluyeron a pacientes mayores de 18 años con hemorragia subaracnoidea espontánea de origen aneurismático ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda del CMN Siglo XXI. Se excluyeron a pacientes con lesiones oculares que impidan el procedimiento. Se les realizó seguimiento del diámetro de la vaina del nervio óptico para evaluar la PIC, así como se correlacionaron con los datos clínicos y tomográficos de los pacientes.

**Análisis estadístico:** Se determinó la sensibilidad y especificidad de la prueba, así como correlación de la PIC con los datos clínicos y tomográficos mediante la prueba de Spearman

**Recursos e infraestructura:** El estudio contó con los recursos necesarios para llevarse a cabo puesto que se trató de un estudio transversal analítico que se llevó a cabo en el Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda del CMN Siglo XXI que actualmente cuenta con los recursos técnicos necesarios para su realización, así como la previa aprobación por parte del Comité Local de Investigación.

**Recursos:** Investigador, asesores, equipo de cómputo, impresora, lápices, hojas blancas, USB, los gastos del estudio serán financiados por la autora del mismo.

**Experiencia de grupo:** El investigador principal cuenta con la experiencia clínica y metodológica suficiente, así como de revisor de tesis. El estudio se realizó en un periodo de diciembre del 2020 a agosto del 2021.

**Conflictos de intereses:** Los autores declararon que no existe ningún conflicto de intereses con el estudio y que no recibieron subvenciones externas o particulares.

**Palabras claves:** Hemorragia subaracnoidea, hipertensión intracraneal, vaina del nervio óptico, ultrasonido ocular.

**ABREVIATURAS:**

**PIC:** Presión intracraneana.

**HSA:** Hemorragia subaracnoidea.

**DVNO:** Diámetro de la vaina del nervio óptico

**USG (US):** Ultrasonido

**RM:** Resonancia magnética.

**TAC:** Tomografía axial computada.

**IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social.

**CMN:** Centro Médico Nacional.

## MARCO TEÓRICO

La hemorragia subaracnoidea (HSA) de tipo aneurismático es el subtipo de ictus menos frecuente, pero es el que cualitativamente mayor morbimortalidad produce. La carga sociosanitaria que representa es aún más pesada dado que incide en un porcentaje relevante de los casos sobre personas jóvenes, previamente sanas y completamente independientes.

La prevalencia de la HSA por la rotura de un aneurisma intracraneal representa el 5% de todos los eventos cerebrovasculares; el 85% de los casos de HSA espontánea (no traumática) son secundarios a un aneurisma intracraneano roto, el 10% a hemorragia perimesencefálica no aneurismática y el otro 5% a otras causas. Entre estas se incluyen malformaciones arterio-venosas, fístulas durales, vasculitis, trombosis de vena cortical, síndrome de vasoconstricción reversible, angiopatía amiloidea y síndrome de encefalopatía posterior reversible, y conlleva una carga específica de enfermedad excepcionalmente alta; la mitad de los pacientes con HSA son menores de 55 años, un tercio muere en los primeros días o semanas después de la hemorragia, y la mayoría de los supervivientes tienen discapacidad a largo plazo o deterioro cognitivo. A nivel comunitario, la pérdida de años de vida productivos después de la HSA es similar en magnitud a la del accidente cerebrovascular isquémico. La incidencia bruta de HSA se estimaba anteriormente en 9 por 100 000 personas-año, pero variaba considerablemente según la ubicación geográfica, la edad y el sexo, en un estudio reciente la incidencia fue de 7,8 por 100 000 personas-año (IC del 95%, 7,2 a 8,4) y estudios han demostrado que la incidencia global de HSA disminuye con cada milímetro de mercurio que disminuye la presión arterial sistólica en un 7,1% (IC del 95%, 5,8-8,4) y con cada disminución porcentual de la prevalencia del tabaquismo en un 2,4% (IC del 95%, 1,6-3,3).<sup>2,3,4</sup>

Desde el punto de vista fisiopatológico; en la HSA grave, la presión intracraneal (PIC) puede elevarse a niveles acercándose o por encima de la presión arterial media (TAM), conduciendo a un paro temporal de la circulación cerebral, edema cerebral global que causa lesión neuronal, sin embargo, hay múltiples procesos metabólicos cerebrales más, se ha confirmado la presencia de glóbulos rojos o sus metabolitos en el líquido cefalorraquídeo.<sup>5</sup> Los aneurismas se presentan típicamente en la bifurcación de la arteria cerebral puntos en ambas regiones anterior o posterior. Se ha teorizado que la fisiopatología involucra aspectos congénitos debilidad en la pared del vaso, o cambios degenerativos resultantes en la destrucción de la elasticidad de la pared del vaso en puntos de alta turbulencia como en la bifurcación.<sup>6</sup> En casos de HSA aneurismática, el

aneurisma más común la localización es la arteria comunicante anterior (36%), seguido del cerebro medio (26%), comunicante posterior (18%) y arterias carótidas internas (10%). Los aneurismas circulatorios constituyen el 9% de todos los casos, mientras que hay múltiples aneurismas presentes en el 20%.<sup>7</sup>

En cuanto a los estudios de diagnóstico, la tomografía computarizada (TC) sin medio de contraste es el Gold estándar diagnóstico, ya que tiene una sensibilidad de 100% en las primeras 6 horas, si se realiza en las primeras 24 h del inicio de síntomas se puede observar hiperdensidad (sangre en el espacio subaracnoideo) en 90% de los casos. La sensibilidad del TC disminuye con el paso de las horas ya que se reabsorbe la sangre en el espacio subaracnoideo. Si la TC es positiva para HSA se deberá realizar una angiotac (estudio vascular con contraste) que documentara el aneurisma, esta tiene una sensibilidad de 97-98%, documenta en aneurismas de hasta 2 mm dependiendo de la localización de este. Ante TC negativa y alta sospecha clínica está indicada la realización de Punción Lumbar (PL), si se documentan eritrocitos o xantocromía (coloración amarillenta o rojiza) en el líquido cefalorraquídeo (LCR) es diagnóstico de HSA y se deberá realizar un angio TAC, no obstante, su uso es controversial ya que puede verse alterado por sangrado en el sitio de punción, tener contraindicaciones como hipertensión endocraneana y además el diagnóstico fidedigno de xantocromía se realiza por medio de espectrofotometría y se recomienda realizar la PL 12 h posterior al inicio de síntomas.

La resonancia magnética y la angiografía por resonancia magnética tienen una sensibilidad de 95% y especificidad de 89% para detectar el sangrado, sin embargo, no todos los hospitales tienen esta tecnología disponible, tiene menor sensibilidad que la angiotac, tienen alto costo y en casos de pacientes críticamente enfermos están contraindicados ya que conllevan más riesgo que beneficio (algunos pacientes presentan marcapasos, prótesis ortopédicas, clips metálicos o alteraciones hemodinámicas). En centros donde se tenga acceso a angiografía de sustracción digital 3D, a pesar de ser un estudio invasivo, se debería utilizar para documentar los aneurismas, malformaciones arteriovenosas, tumores, arterioesclerosis y coágulos entre otros. La realización de una angiografía en las primeras horas del evento se ha visto asociada a un aumento en resangrado por lo cual está indicada siempre y cuando el paciente este estable o si se va a realizar un tratamiento quirúrgico o endovascular precoz. El Doppler transcraneal y la Resonancia magnética son utilizados para valoración diagnóstica y control del vasoespasmio. La TC sin medio de contraste se mantiene como el Gold estándar para diagnóstico de HSA, sin embargo, en un futuro la

Angiotac o la angiografía 3D de sustracción digital pueden ser la primera opción de neuroimagen ya que documentan no solo el sangrado si no también la localización del aneurisma, tamaño y presencia de otras alteraciones vasculares además de que ayudan a los especialistas, asociadas a las escalas de clasificación de HSA, a valorar la mejor opción terapéutica individualizada para cada caso. <sup>8,9,10</sup>

La forma más común de presentación de la HSA es la cefalea. Se trata usualmente de una cefalea intensa de comienzo súbito, que alcanza su acmé en segundos o minutos. Pueden asociarse síntomas como pérdida de conciencia, que predice hemorragia aneurismática, náuseas o vómitos, focalidad neurológica o crisis comiciales. Los estudios complementarios pretenden por un lado confirmar el diagnóstico y, por otro, identificar el origen del sangrado.

La sospecha de HSA debe llevar a la realización de una TC sin contraste. Las escalas de Hunt-Hess permite cuantificar la gravedad del estado clínico; la escala de Fisher, basada en la cantidad y distribución de la hemorragia en TC, ayuda a predecir el riesgo de vasoespasmo.

**Escala de Hunt y Hess:** Grado I Ausencia de síntomas, cefalea leve o rigidez de nuca leve. Grado II Cefalea moderada a severa, rigidez de nuca, paresia de pares craneales. Grado III Obnubilación, confusión, leve déficit motor. Grado IV Estupor, hemiparesia moderada a severa, rigidez de descerebración temprana o trastornos neurovegetativos. Grado V Coma, rigidez de descerebración.

**Escala de Fischer de hemorragia subaracnoidea** Grado I No sangre cisternal. Grado II Sangre difusa fina, < 1 mm en cisternas verticales. Grado III Coágulo grueso cisternal, >1 mm en cisternas verticales. Grado IV Hematoma intraparenquimatoso, hemorragia intraventricular, ± sangrado difuso. <sup>6,12</sup>

Entre las complicaciones de la hemorragia subaracnoidea aneurismática se encuentran el resangrado con un 50- 70% de mortalidad, vasoespasmo se da hasta en el 66% de los pacientes, responsable del 20% de la morbimortalidad en las HSA y la hidrocefalia la cual es una complicación precoz, que se puede instaurar desde las primeras horas. La hidrocefalia sintomática afecta al 20% de los pacientes. Se consideran factores de riesgo para su desarrollo la demora en el ingreso y el inicio de tratamiento, y la mala situación neurológica al ingreso (puntuación en la escala de Hunt y Hess: 3-5). La hidrocefalia se

manifiesta clínicamente con alteración del nivel de conciencia y aumento de la PIC. (Vivancos & Gilo, 2014).

En la última década, se han introducido nuevos métodos diagnósticos como la ecografía Doppler (TCD) es una novedad que no solo se utiliza para el diagnóstico sino para su gravedad ya que la TCD puede detectar dinámicamente la velocidad del flujo sanguíneo de los pacientes con HSA, y puede utilizarse para la predicción y el diagnóstico del vasoespasmó después de HSA. <sup>13</sup> Otro de los estudios que representan una nueva oportunidad es la ecografía del diámetro de la vaina del nervio óptico (ONSD), que se ha propuesto como una herramienta confiable para la cabecera del paciente en la detección de aumento de la presión intracraneal (PIC). La ONSD reacciona casi simultáneamente a las oscilaciones en ICP. <sup>14</sup>

### **ANTECEDENTES CIENTÍFICOS**

La evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) se realizó a partir de 1997, cuando Hansen y Helmke demostraron que, de forma posterior a la infusión intratecal de solución Ringer lactato, se incrementaba de manera significativa el DVNO, lo cual dio lugar al desarrollo de estudios clínicos en los que se evaluaba el incremento del DVNO en diferentes escenarios clínicos asociados a hipertensión intracraneal. Diversos estudios han demostrado la buena correlación del DVNO con la PIC, demostrando que un DVNO por encima de 5.4 mm se correlaciona con una elevación de la PIC de más de 20 mmHg, con una sensibilidad del 74.1% y una especificidad del 100%. <sup>15</sup>

Como medida de prevención y monitoreo de la hidrocefalia radica la evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) la cual se realizó a partir de 1997, cuando Hansen y Helmke demostraron que, de forma posterior a la infusión intratecal de solución Ringer Lactato, se incrementaba de manera significativa el DVNO, lo cual dio lugar al desarrollo de estudios clínicos en los que se evaluaba el incremento del DVNO en diferentes escenarios clínicos asociados a hipertensión intracraneal. Diversos estudios han demostrado la buena correlación del DVNO con la PIC, demostrando que un DVNO por encima de 5.4 mm se correlaciona con una elevación de la PIC de más de 20 mmHg, con una sensibilidad del 74.1% y una especificidad del 100%. <sup>16,17</sup>

## **Anatomía del nervio óptico.**

El nervio óptico es una parte ontogenética del sistema nervioso central y está rodeado por líquido cefalorraquídeo subaracnoideo (LCR) y duramadre. El DVNO es influenciado por la variación de la presión del LCR. <sup>18</sup>

Este es una extensión de la sustancia blanca que mide aproximadamente 50 mm de largo y 3 mm de ancho con una porción intraorbitaria de 25 mm de largo. La porción intraorbitaria está rodeada por líquido cefalorraquídeo (LCR) y duramadre (denominada en este lugar la “vaina del nervio óptico”). El espacio subaracnoideo que rodea al nervio óptico está conectado a los espacios subaracnoideos intracraneales. Por lo tanto, cualquier aumento de la presión intracraneal se transmite al espacio subaracnoideo que rodea el nervio óptico y produce la distensión del DVNO.

Determinadas condiciones patológicas pueden bloquear estas conducciones como son los tumores que ejercen un efecto de masa sobre el nervio óptico. Además, se puede imaginar que, en sujetos ancianos, la fibrosis de la duramadre podría inducir una disminución de la distensión de la envoltura del diámetro del nervio óptico, pero esta hipótesis no ha sido probada en ningún estudio que sepamos. (Anexo 3)

## **Medición del diámetro de la envoltura del nervio óptico**

La posición de los pacientes es supina. Después de aplicar una fina capa de gel en el párpado superior que permanece cerrado, se coloca una sonda lineal de alta frecuencia ( $\geq 7,5$  MHz) sobre el gel en el lado temporal para evitar la presión sobre el globo ocular. La posición del cable se ajusta para proporcionar un ángulo para ver la entrada del nervio óptico en el globo ocular. El campo visual se reduce a una profundidad de 4 cm. No hay uso del zoom.

En el modo B, la configuración de ganancia se ajusta primero para las imágenes superficiales (la cámara anterior) y luego para el área más profunda (el vítreo y la pared posterior). Los parámetros de color Doppler (frecuencia de repetición de pulsos y filtros) se ajustan para velocidades bajas y se utiliza una pequeña puerta Doppler. La presión del transductor debe reducirse para evitar el colapso de la cámara anterior. <sup>19</sup> (En las imágenes obtenidas visualizamos el globo ocular. La porción posterior del globo ocular es hipoecoica y está rodeada de grasa periorbitaria hipoecoica. El disco óptico se visualiza al nivel del polo posterior del globo ocular.

La exploración se realiza en modo bidimensional y el DVNO se mide 3 mm detrás del globo ocular. Los cursores electrónicos deben colocarse en los límites exteriores de la envoltura del nervio óptico perpendicular a su eje. Se realizan dos medidas para cada

uno de los dos ojos: una medida en el plano transversal (sonda horizontal) y una medida en el plano sagital (sonda vertical).<sup>20</sup>

La medida final es el promedio de cada una de estas medidas. Por lo tanto, el valor de DVNO de un paciente = promedio de (ojo derecho horizontal + ojo derecho vertical + ojo izquierdo horizontal + ojo izquierdo vertical). La unidad de medida de DVNO son milímetros. En adultos sanos, el DENO varía de 3,5 mm a 5 mm. Los estudios no han demostrado ninguna influencia del género. El valor de corte para DVNO fue  $\geq 5,0$  mm, lo que representa una PIC > 20 mm Hg.<sup>20.21.22</sup>

Es por eso que pretendemos conocer la efectividad diagnóstica de la ecografía del diámetro de la vaina del nervio óptico para valorar la PIC además de identificar su correlación con los signos y síntomas del paciente. (Anexo 3).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La elevación de la presión intracraneal (PIC) es una consecuencia común de una ruptura aneurismática. En la unidad de cuidados intensivos del H.E SXXI no se realiza rutinariamente la medición de la PIC a través de un catéter intraventricular ya que representa un método invasivo no exento de complicaciones. Por lo que la evaluación de los hallazgos clínicos y tomográficos en asociación con la medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico podría ser una opción como monitoreo no invasivo de la PIC en pacientes con hemorragia subaracnoidea espontánea de origen aneurismático que acudan a este hospital en un periodo de junio a octubre del 2021.

## **JUSTIFICACIÓN**

En la unidad de cuidados intensivos del H.E CMN SXXI no se realiza monitoreo rutinario de la PIC de manera invasiva en los pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático, por este motivo, es importante utilizar un método para la determinación de la misma sin que esto conlleve un mayor riesgo para el paciente en estado crítico por lo que la implementación de manera rutinaria del ultrasonido ocular para la determinación del DVNO en asociación con los datos clínicos y tomográficos podría contribuir de manera significativa a la evaluación integral de esta población y por tanto mejor pronóstico a corto plazo.



## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la utilidad de la medición del DVNO en pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático en la determinación del aumento de la PIC? Y de acuerdo a ello ¿qué relación existe con los hallazgos por TC y el estado clínico del paciente?.

## **HIPÓTESIS**

La determinación del DVNO en asociación con los hallazgos clínicos y por tomografía es útil para monitoreo no invasivo de la PIC en pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático, teniendo una sensibilidad alta.

### **NULA**

La determinación del DVNO en asociación con los hallazgos clínicos y por tomografía no es útil para monitoreo no invasivo de la PIC en pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático.

### **ALTERNA**

La determinación del DVNO por US podría ser útil como método de monitoreo no invasivo de la PIC en asociación con los hallazgos clínicos y por tomografía en pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la utilidad diagnóstica del US ocular como método diagnóstico no invasivo de la hipertensión intracraneana por medio de la medición ultrasonográfica del DVNO y su relación con hallazgos clínicos y tomográficos.

### **Objetivos Específicos**

1. Realizar US ocular bilateral en todos los pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático y registrar hallazgos.
2. Evaluar el DVNO por US pre y post quirúrgico en su porción intraorbitaria.
3. Correlacionar el DVNO con datos sugestivos de aumento o disminución de la PIC por clínica y tomografía.

4. Determinar si la medición del DVNO por US es útil como parte del abordaje en pacientes con HSA espontánea de origen aneurismático para estimación de la PIC en nuestro hospital.

## **PACIENTES Y MÉTODOS**

### **DISEÑO DEL ESTUDIO**

**Estudio:** Se trata de un estudio transversal analítico: Prueba diagnóstica y de correlación.

Se probó la eficacia diagnóstica del USG de la vaina del nervio óptico en pacientes con diagnóstico tomográfico de hemorragia subarácnoideo y la correlación con los datos clínicos.

#### **Estructura Metodológica (características).**

Nivel un: Intervención	Observacional
Nivel dos: Propósito	Analítico
Nivel tres: Diseño	Transversal analítico. Prueba Diagnóstica y correlación.
Nivel cuatro: Colección de datos	Prolectivo
Nivel cinco: Selección de casos	Prevalentes Prospectivo
Nivel siete: Relación Inter muestras	Independientes

## **SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

### **UNIVERSO DEL ESTUDIO**

Pacientes con hemorragia subaracnoidea espontánea de origen aneurismático ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda del CMN Siglo XXI.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes con hemorragia subaracnoidea espontánea de origen aneurismático con deterioro neurológico moderado a severo ingresados en la Unidad de

Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda del CMN Siglo XXI.

- Mayores de 18 años
- Ambos sexos

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con hemorragia subaracnoidea espontánea de origen aneurismático con deterioro neurológico moderado a severo que además coexista con lesiones tumorales ya conocidas o de reciente diagnóstico.
- Pacientes con lesiones oculares que impidan el procedimiento.
- Pacientes que no cuenten con consentimiento informado

### CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes con deterioro neurológico sin datos de hemorragia subaracnoidea.
- Pacientes con procedimiento accidentado que no aporte información adecuada.

### TAMAÑO DE LA MUESTRA, PROCEDIMIENTO Y MUESTREO

Se recabaron y analizaron datos obtenidos de pacientes usuarios del servicio de la Unidad de Cuidados Intensivos del H. E SIGLO XXI Dr. Bernardo Sepúlveda que acudan por hemorragia subaracnoidea aneurismática en el periodo de diciembre 2020 a agosto 2021.

Muestreo: **No probabilístico de casos consecutivos, prevalentes.**

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

<b>ANÁLISIS DESCRIPTIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reporte de medias y desviación estándar.</li><li>• Reporte de frecuencias.</li></ul>
<b>ANÁLISIS INFERENCIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para la evaluación de normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov</li><li>• Para comparación de medias en cuanto a escalas cuantitativas: Se utilizó la t de Student para pruebas independientes (por ejemplo, edad)</li><li>• En caso de tener curva no normal, se realizó la prueba de U de Mann-Whitney</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la comparación de porcentajes entre grupos independientes: Se utilizó la X<sup>2</sup>(diferentes grados de conocimiento, género)</li> </ul>
<b>ANÁLISIS INFERENCIAL ESPECIFICO</b>	<p>Para analizar la efectividad de la prueba:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilidad</li> <li>• Especificidad</li> <li>• Valor predictivo positivo</li> <li>• Valor predictivo negativo</li> <li>• Certeza diagnóstica</li> <li>• Prevalencia.</li> </ul> <p>Para evaluar la correlación entre los el USG de la vaina y los hallazgos se utilizó la r de Spearman.</p>
<b>SIGNIFICANCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se consideró a una <math>p &lt; 0.05</math> como estadísticamente significativa</li> </ul>
<b>PAQUETE ESTADISTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPSS versión 25</li> <li>• Epi Info versión 6 para la determinación del tamaño de la muestra.</li> </ul>

## **Instrumentos**

Cuestionario de datos.

Consentimiento de participación.

Sistema PACS ENTERPRISE del H.E CMN SXXI.

Ultrasonido GE Logic E9 con transductor lineal en rangos de frecuencia de 7 a 14 MHz. optimizado para protocolo de ojo según especificaciones internacionales.

Computadora HP Pavillion con procesador Intel Core i2 con Excel 2016.

## **DELIMITACIONES**

### **GEOGRÁFICAS**

Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI en la unidad de cuidados intensivos en Ciudad de México.

### **TEMPORALES**

El tiempo para la realización del presente trabajo de investigación fue de diciembre 2020 a agosto 2021.

## DEFINICION DE VARIABLES

### VARIABLES INDEPENDIENTES:

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Escala de medición
<b>Presión intracraneal</b>	Presión que existe dentro de la bóveda craneal. Se ha establecido que el funcionamiento cerebral	Se midió indirectamente con la TAC (datos clínicos), sus valores de PIC son entre 10 y 20 mmHg en adultos	Cuantitativa Continua
<b>Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico</b>	La medición ecográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico a 3 mm de profundidad retrobulbar tiene un valor normal < 5 mm equivalente a PIC<20mmHg.	Se realizaron dos medidas para cada uno de los dos ojos: una medida en el plano transversal (sonda horizontal) y una medida en el plano sagital (sonda vertical). La medida final fue el promedio de cada una de estas medidas. Por lo tanto, el valor de DVNO de un paciente = promedio de (ojo derecho horizontal + ojo derecho vertical + ojo izquierdo horizontal + ojo izquierdo vertical). La unidad de medida de DVNO son milímetros. El valor de corte para DVNO fue $\geq 5,0$ mm, lo que representa una PIC> 20 mm Hg.	Cualitativa Dicotómica (menor o mayor de 5 mm)
<b>Escala clínica de Hunt y Hess</b>	Clasificación de gravedad de una hemorragia subaracnoidea no traumática, puesto que cuando la condición clínica del paciente se evalúa basado con los criterios de Hunt y Hess para el momento de la cirugía se demuestra una correlación específica con el resultado del tratamiento quirúrgico	Ver escala abajo*	Cualitativa Ordinal
<b>Escala de Fisher</b>	La <b>Escala de</b> criterio predecir el	Ver escala abajo**	Cualitativa Ordinal

	vasoespasmos posterior a una hemorragia subaracnoidea utilizando una Tomografía Axial Computarizada		
<b>Escala de Glasgow</b>	Escala para evaluar de manera práctica el nivel de Estado de Alerta en los seres humanos	Ver escala abajo***	Cuantitativa Continua

## VARIABLES CONCEPTUALES

**\*Hunt y Hess:** Escala para la evaluación clínica en pacientes con HSA no traumática.

<b>0</b>	Aneurisma no roto
<b>I</b>	Asintomático, o leve cefalea y leve rigidez de nuca.
<b>Ia</b>	Consciente, sin signos meníngeos, déficit focal
<b>II</b>	Cefalea o rigidez de nuca moderada o severa, o paresia de par craneal.
<b>III</b>	Somnoliento o confuso o con focalidad neurológica leve.
<b>IV</b>	Estuporoso o déficit neurológico moderado, o severo.
<b>V</b>	Coma profundo. Moribundo, con insuficiencia de los centros vitales y rigidez extensora.

**\*\*Escala de Fisher:** Es el sistema inicial y mejor conocido para clasificar la cantidad de hemorragia subaracnoidea en las tomografías computarizadas, y es útil para predecir la aparición y la gravedad del vasoespasmos cerebral.

Clasificación:

<b>Grado</b>	<b>Criterio</b>
Grado I	No hay hemorragia detectable en TAC.
Grado II	Hemorragia subaracnoidea difusa, sin coágulos localizados y capa vertical < 1 mm.
Grado III	Hemorragia subaracnoidea localizada o capa vertical ≥ 1 mm.
Grado IV	Hemorragia intraparenquimatosa o intraventricular, en ausencia de

hemorragia subaracnoidea con coágulos localizados o capa vertical $\geq 1$ mm. <sup>1</sup>
--

**\*\*\*Glasgow** (Dependiente): La Escala de Coma de Glasgow (en Inglés Glasgow Coma Scale (GCS)) es una escala de aplicación neurológica que permite medir el nivel de conciencia de una persona. Utiliza tres parámetros que han demostrado ser muy replicables en su apreciación entre los distintos observadores: la respuesta verbal, la respuesta ocular y la respuesta motora. El puntaje más bajo es 3 puntos, mientras que el valor más alto es 15 puntos.

Variable	Respuesta	Puntaje
<b>Apertura ocular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espontánea</li> <li>• A la orden</li> <li>• Ante un estímulo doloroso</li> <li>• Ausencia de apertura ocular</li> </ul>	4 puntos 3 puntos 2 puntos 1 punto
<b>Respuesta verbal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientado correctamente</li> <li>• Paciente confuso</li> <li>• Lenguaje inapropiado</li> <li>• Lenguaje incomprensible</li> <li>• Carencia de actividad verbal</li> </ul>	5 puntos 4 puntos 3 puntos 2 puntos 1 punto
<b>Respuesta motora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obedece órdenes correctamente</li> <li>• Localiza estímulos dolorosos</li> <li>• Responde al estímulo doloroso, pero no localiza</li> <li>• Respuesta con flexión anormal de los miembros</li> <li>• Respuesta con extensión anormal de los miembros</li> <li>• Ausencia de respuesta motora</li> </ul>	6 puntos 5 puntos 4 puntos 3 puntos 2 puntos 1 punto

#### VARIABLES UNIVERSALES Y DE CONTROL:

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Escala de medición
<b>EDAD</b>	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Número de años cumplidos desde la fecha de nacimiento hasta el momento de la revisión de expediente	Cuantitativa continua
<b>SEXO</b>	Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Sexo del paciente consignado en su expediente clínico expediente.	Cualitativa nominal dicotómica (Masculino/femenino)

<b>Dislipidemia</b>	Es el aumento de la concentración plasmática de colesterol y lípidos en la sangre	Niveles mayores a: Colesterol: > 200mg/dl Triglicéridos: >150 mg/dl Colesterol LDL: >130 MG/DL Colesterol HDL:< 40 mg/dl	Nominal Dicotómica (tiene/no tiene)
<b>Enf. Crónico degenerativas</b>	Desarrollo de enfermedades no infecciosas y que tienen un periodo largo para su presentación.	Presencia en el expediente con antecedentes de: Diabetes mellitus Obesidad Insuficiencia renal crónica	Nominal Dicotómica (tiene/no tiene)

### **Desarrollo de conceptos:**

**Localización del aneurisma** (Dependiente): En el caso de las HSA aneurismáticas, la localización más frecuente del aneurisma es la arteria comunicante anterior (36%), seguida de cerebral media (26%), comunicante posterior (18%) y carótida interna (10%). Un 9% de los casos son aneurismas de circulación posterior y aneurismas múltiples en un 20%

**Hernias cerebrales** (Dependiente): La hernia cerebral, también conocida como hernia intracraneal adquirida, se refiere al desplazamiento del tejido cerebral de su ubicación normal a un espacio adyacente como resultado del efecto de masa. Hay varios patrones diferentes de hernia cerebral que describen el tipo de hernia que ocurre: hernia subfalcina, hernia transalar: ascendente y descendente, hernia transtentorial descendente, hernia transtentorial ascendente, hernia amigdalina, hernia extracraneal (transcalvaria), hernia cerebral paradójica.

**Diámetro de la vaina del nervio óptico** (Dependiente): La medición ecográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico a 3mm de profundidad retrobulbar tiene un valor normal < 5 mm equivalente a PIC<20mmHg.



## **RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

### **Participantes**

Se estudió un grupo de personas de sexo y edad indistintos que acudan con hemorragia subaracnoidea aneurismática a nuestra unidad hospitalaria donde se recabaron los siguientes datos: el puntaje de Hunt y Hess para determinar el estado clínico, la escala de Glasgow para determinar el nivel de conciencia, la escala de Fisher para determinar la extensión así como la localización de la hemorragia y otros datos tomográficos de hipertensión endocraneana como edema y hernias cerebrales los cuales se les asignó un punto por hallazgo, posteriormente se realizará la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico; al momento del ingreso.

La medición de la vaina del nervio óptico se realizó a la cabecera del paciente, previa autorización con el consentimiento informado en caso que no pueda firmarlo el mismo se pidió autorización a familiar. Se aplicó una fina capa de gel en el párpado superior cerrado y con una sonda lineal de alta frecuencia ( $\geq 7,5$  MHz) en el lado temporal para evitar la presión sobre el globo ocular.

La exploración se realizó en modo bidimensional y el DVNO se midió a 3 mm detrás del globo ocular. Los cursores electrónicos se colocaron en los límites exteriores de la envoltura del nervio óptico perpendicular a su eje.

Se realizaron dos medidas para cada uno de los dos ojos: una medida en el plano transversal (sonda horizontal) y una medida en el plano sagital (sonda vertical).

La medida final fue el promedio de cada una de estas medidas. Por lo tanto, el valor de DVNO de un paciente = promedio de (ojo derecho horizontal + ojo derecho vertical + ojo izquierdo horizontal + ojo izquierdo vertical). La unidad de medida de DVNO son milímetros. El valor de corte para DVNO fue  $\geq 5,0$  mm, lo que representa una PIC > 20 mm Hg.

Con estos datos se realizó una relación mediante diagramas de dispersión que permitió conocer la asociación de la escala de Hunt-Hess, la escala de Glasgow, la escala de Fisher y los datos tomográficos de hipertensión endocraneana con la medida del DVNO y si existe relación con las mismas, así como con cuál de estas variables predice mayor significancia clínica.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El proyecto de investigación con el título “**UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO PARA MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y LA ASOCIACIÓN CON HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA**” es un estudio observacional y analítico, cuya maniobra fué utilizar un estudio de diagnóstico (USG) con la medición ecográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico y el llenado de un cuestionarios, cuyo nivel de riesgo es **mínimo (Art. 17 del Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud.)** ya que el riesgo es similar o equivalente a los riesgos de la práctica médica de rutina (el estudio se realiza de rutina, solo serán tomados los resultados para el estudio) y esta bajo los lineamientos y observancia de las consideraciones del Reglamento de la Ley General de Salud, que hace referencia a los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, así como también bajo los criterios de la Norma Oficial de Investigación Científica (Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012) que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

Para garantizar la pertinencia ética de esta investigación, se parte del reconocimiento de los principios establecidos en el Código de Núremberg, la declaración de Helsinki y las diferentes declaraciones de la Asociación Médica Mundial, la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, además de los principios establecidos en el Informe Belmont en materia de investigación en seres humanos.

### **Declaración de Helsinki**

La Declaración fue originalmente adoptada en junio de 1964 en Helsinki, Finlandia, y ha sido sometida a cinco revisiones y dos clarificaciones, creciendo considerablemente de 11 a 37 párrafos. La Asociación Médica Mundial (AMM) promulgó la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos para investigación médica en seres humanos, incluida la investigación del material humano y de información identificables. Se agregan los párrafos más relevantes sobre los cuales se fundamenta el actual protocolo de investigación:

Párrafo 6: El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas

continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad.

Párrafo 7: La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales.

Párrafo 10: Los médicos deben considerar las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que las normas y estándares internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico nacional o internacional disminuya o elimine cualquiera medida de protección para las personas que participan en la investigación establecida en esta Declaración.

Párrafo 22: En toda investigación en seres humanos, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador; en el presente estudio, el paciente recibirá la información completa y pertinente para salvaguardar sus derechos, así como la ausencia de estímulos monetarios tanto para el voluntario como para los investigadores.

Párrafo 25: La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación médica debe ser voluntaria.

Durante las diferentes etapas de diseño, implementación y comunicación de los resultados de esta investigación, prevalecerá el criterio del respeto a la dignidad y protección de los derechos y bienestar de las personas que participan en la misma, como lo establece el Artículo 13 del Capítulo I, Título segundo del **Reglamento de la Ley General de Salud**, en Materia de Investigación para la Salud.

Por lo tanto, durante todo el proceso de la investigación y publicación de resultados se contemplan:

1. Confidencialidad: Los datos de identificación de cada uno de los participantes se utilizarán única y exclusivamente para fines de investigación del presente estudio, así mismo los resultados derivados del presente estudio se reportarán y se publicarán en forma anónima respetando la confidencialidad de los participantes.
2. Consentimiento Informado: Se realizará una explicación clara y completa de la justificación y objetivos de la investigación, así como de su participación, riesgos y beneficios, apoyo y orientación en caso de que derivado de su participación se encontrara en situación de necesitarlas.

Se explicará el carácter de voluntario de su participación con los derechos

asociados a dicha voluntariedad. Se explicará el carácter anónimo de su participación.

Se le brindará una explicación adecuada para cada caso sobre los contenidos del documento Informado, mismo que se le otorgará para su lectura y firma, facilitando la comunicación con los investigadores en caso de que existan dudas.

Tomando como fundamento al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, y los lineamientos del Instituto Mexicano de Seguro Social para la investigación en salud, el documento contiene los siguientes datos:

- Nombre completo con que fue registrado el proyecto en el comité local de investigación, número de registro, efectos adversos que pudieran presentarse, beneficios y obligaciones de los participantes, así como nombre completo y teléfonos del investigador principal, nombre completo del participante, así como de dos testigos (ver anexos).

El consentimiento informado será recabado por alguna persona que no se encuentre en una situación jerárquica en la cual el participante pueda estar sujeto a presiones por subordinación.

3. Derecho a retirarse del estudio. Los participantes podrán solicitar retirarse del estudio en cualquier momento sin que existan consecuencias de ningún tipo en su perjuicio.
4. Anonimato: se respetará el anonimato de cada uno de los participantes en el presente proyecto de investigación al no revelarse los datos de identificación a ninguna otra persona ajena al proyecto.

### **PAUTAS ÉTICAS INTERNACIONALES PARA LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN SERES HUMANOS Preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS/OMS)**

1. Respeto a las personas: Todo participante será respetado como agentes autónomos. El respeto por las personas incluye, a lo menos, dos consideraciones éticas fundamentales:
  - a) Respeto por la autonomía, que implica que las personas capaces de deliberar sobre sus decisiones sean tratadas con respeto por su capacidad de autodeterminación; y
  - b) Protección de las personas con autonomía disminuida o deteriorada, que implica que se debe proporcionar seguridad contra daño o abuso a todas las personas dependientes o vulnerables

2. Beneficencia: Se evitará que se dañe a los participantes mediante el respeto a la información y confidencialidad.

La beneficencia se refiere a la obligación ética de maximizar el beneficio y minimizar el daño. Este principio da lugar a pautas que establecen que los riesgos de la investigación sean razonables a la luz de los beneficios esperados, que el diseño de la investigación sea válido y que los investigadores sean competentes para conducir la investigación y para proteger el bienestar de los sujetos de investigación. Además, la beneficencia prohíbe causar daño deliberado a las personas; este aspecto de la beneficencia a veces se expresa como un principio separado, no maleficencia (no causar daño).

3. Justicia: La invitación a participar será a todos los médicos internos de pregrado de recién ingreso, sin discriminación a sus condiciones particulares y/o raza, sexo, preferencia sexual o nivel económico.

La justicia se refiere a la obligación ética de tratar a cada persona de acuerdo con lo que se considera moralmente correcto y apropiado, dar a cada uno lo debido.

En la ética de la investigación en seres humanos el principio se refiere, especialmente, a la justicia distributiva, que establece la distribución equitativa de cargas y beneficios al participar en investigación.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.**

Los beneficios de este estudio es determinar si la actividad física y la ingesta calórica están muy asociados con el sobrepeso y obesidad; con los resultados incrementar nuestro conocimiento sobre el problema y plantear una estrategia que modifique actividades poco saludables. Para el voluntario su beneficio será el conocimiento de su IMC y su actividad.

El presente estudio se ajusta a los lineamientos generales en materia de investigación, buenas prácticas médicas y de protección de datos, por lo que:

- Contará con un consentimiento de informado en todos los casos con la explicación pertinente del procedimiento (US).
- Se apegará a las recomendaciones del comité local de investigación y ética.
- Se apega a la normatividad en relación con protección de datos, los cuales serán de uso exclusivo para la investigación.
- El Consentimiento informado será recabado y llenado por el investigador principal en el momento en que el voluntario se presenta al estudio (dado que el cuadro clínico es una emergencia), en caso de que por la naturaleza de la enfermedad el

voluntario este con deterioro neurológico, se le solicitará al familiar y en caso de no contar con familiar o persona responsable, el voluntario será excluido.

## **RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD**

Desglose de recursos a utilizar:

Recursos humanos:

- -1 Médico especialista en radiología e imagen adscrito al servicio de Imagenología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.
- -1 Médico Residente en el servicio de Radiología e Imagen adscrito al programa de especialización de Imagenología diagnóstica y terapéutica del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

**Recursos materiales:**

- Equipo de ultrasonido General Electric modelo LOGIC E9 con transductor lineal multifrecuencia en rangos de 4 a 10 MhZ perteneciente al servicio de Imagenología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.
- Sistema PACS ENTERPRISE del H.E CMN SXXI.
- Computadora HP Pavillion con procesador Intel Core i2 con Excel 2016.
- Las instalaciones de la unidad de cuidados intensivos del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.
- Los componentes para realizar las mediciones fueron gel transductor y gasas estériles pertenecientes al área de Imagenología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.
- Los componentes necesarios para el vaciamiento de datos fueron: equipo de papelería (hojas y plumas), impresiones.
- Para el presente estudio no se utilizaron recursos monetarios externos a los materiales disponibles del servicio de Imagenología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

## RESULTADOS

Se estudiaron a 48 pacientes, a los que se les valoró y midió el diámetro de la vaina del nervio óptico tanto del ojo derecho como izquierdo (DVNO). La edad promedio fue de 63.94 años +/-13.71 años, predominado el género femenino con el 53%, todos fueron sometidos a manejo neuroquirúrgico, el promedio de la escala de coma de Glasgow inicial fue de 13.10+/-1.66 y el grado de la escala de Hunt y Hess más frecuente fue el Grado II (61.2%) **(Cuadro 1) (Gráficas de 1 a 4)**

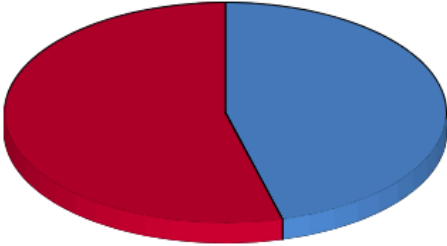
**Cuadro 1: Características generales de la población estudiada.**

Característica	N=48
Edad media +/- DE	63.94+/-13.71 años
Género	
Masculino n(%)	22 (45.8)
Femenino	26 (54.2)
ECG media+/- DE	13.10+/-1.66
Escala de Hunt y Hess n(%)	
Grado 1	5 (10.4)
Grado 2	30 (62.5)
Grado 3	13 (27.1)
Grado 4	0(0)
Escala de Fisher n(%)	
Grado I	5 (10.4)
Grado II	0(0)
Grado III	6 (12.5)
Grado IV	37(77.1)

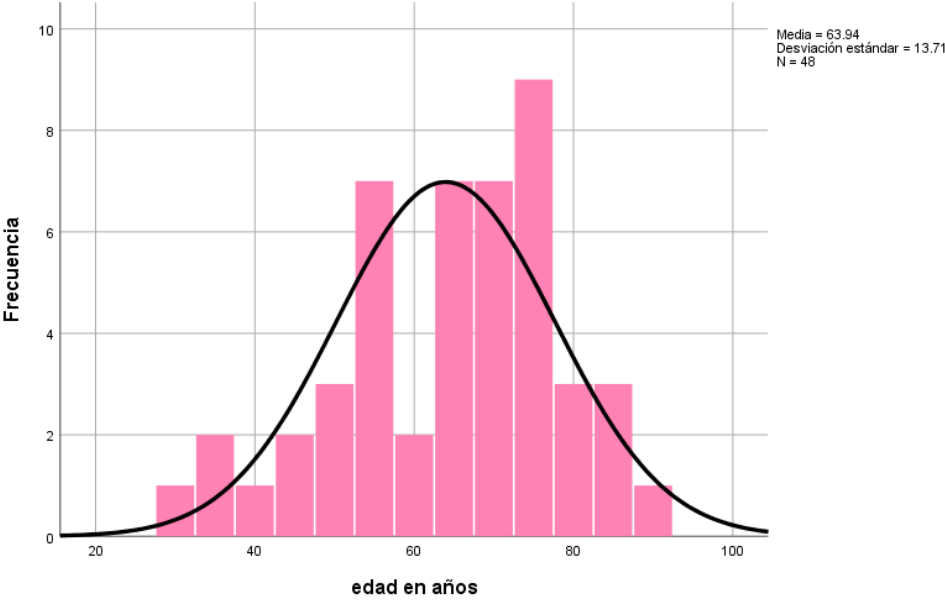
---

**Gráfico 1: Distribución por sexo**

**sexo**  
hombre  
mujer

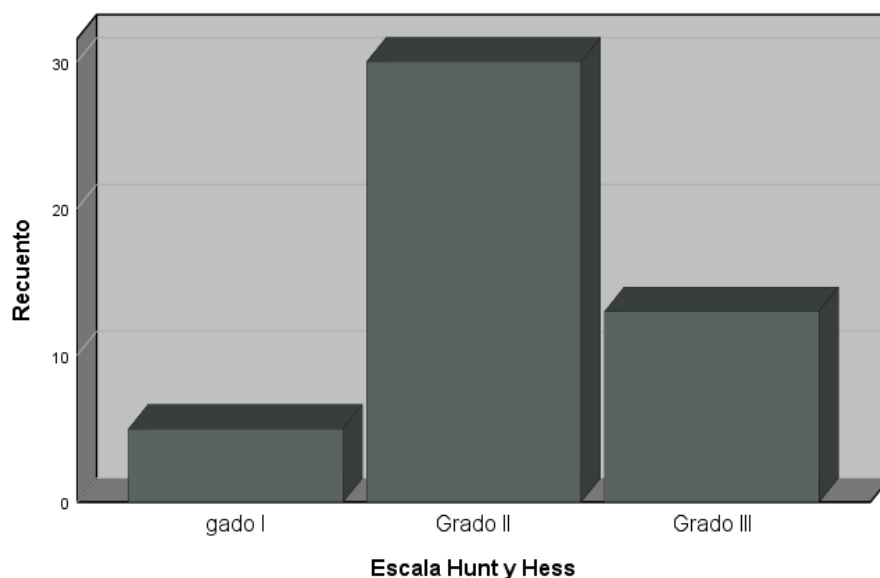


**Gráfico 2: Distribución por edades.**

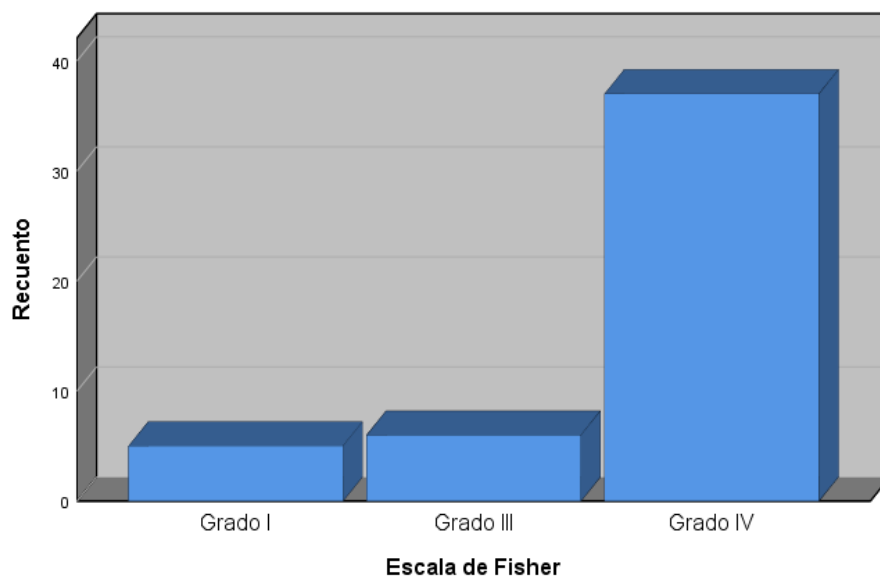




**Gráfico 3: Distribución según la escala de Hunt y Hess para hemorragia subaracnoidea.**



**Gráfico 4: Distribución según la escala de Fisher según las características tomográficas de la hemorragia aneurismática.**



En cuanto al diámetro promedio de la vaina del nervio óptico (DVNO) antes de la cirugía del ojo izquierdo fue de 4.14 +/-1.0 mm y del ojo derecho 4.08+/-1.12 mm, como se describe en el **cuadro 2**. La morfología de las lesiones fue sacular (75%), el sitio de lesión más común fue la arterial cerebral anterior (22.9), muy pocos tuvieron edema cerebral general (16.7%) prequirúrgico y el 31.3% fue postquirúrgico. **(Cuadro 3)**

**Cuadro 2: Valores medios del DVNO en ambos ojos.**

Mediciones	Media +/-DE
DVNO izquierdo prequirúrgico	4.14+/-1.00 mm
DVNO Derecho prequirúrgico	4.08+/-1.12 mm
DVNO izquierdo postquirúrgico	4.29+/-1.01 mm
DVNO derecho postquirúrgico	4.33+/-1.01 mm

**Cuadro 3: Frecuencia de lesiones presentadas.**

Daño presentado	n(%)
Hidrocefalia SI NO	21 (43.8) 27 (56.1)
Edema focal prequirúrgico SI NO	19 (39.6) 29 (60.4)
Edema focal postquirúrgico SI NO	22 (45.8) 26 (54.2)
Edema general prequirúrgico SI NO	8 (16.7) 40 (83.3)
Edema general postquirúrgico SI NO	15 (31.2) 33 (68.8)
Tortuosidad del nervio ótico prequirúrgico SI NO	13 (27.1) 35 (72.9)
Tortuosidad del nervio ótico postquirúrgico SI NO	9 (18.8) 39 (81.2)
Hernia cerebral prequirúrgica SI NO	11 (22.9) 37 (77.1)
Hernia cerebral postquirúrgica SI NO	16 (33.3) 32 (66.7)

### Análisis inferencial

Al comparar las variables cuantitativas con respecto al género, se encontró que la edad fue mayor en las mujeres, así como el DVNO del ojo derecho antes del proceso quirúrgico, sin embargo, fueron los hombres los que tuvieron mayor DVNO de ambos ojos después de la cirugía, siendo estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) (**Cuadro 4**)

**Cuadro 4: Comparación entre géneros y los valores del DVNO**

Variable	Masculino media+/DE	Femenina media+/DE	p*
Edad	59.27+/-15.96	67.88+/-10.19	<b>0.033</b>
ECG	12.68+/-1.88	13.46+/-1.39	0.130
DVNO preQx izquierdo	4.25+/-1.23	4.04+/-0.79	0.058
DVNO preQx derecho	4.02+/-1.43	4.14+/-0.79	<b>0.005</b>
DVNO postQx izquierdo	4.30+/-1.27	4.28+/-0.76	<b>0.015</b>
DVNO postQx derecho	4.49+/-1.35	4.19+/-0.60	<b>0.000</b>

---

\*t de Student

Sin embargo, al comparar la diferencia de los valores del DVNO con respecto a la presencia de o no de hidrocefalia, encontramos que no hubo diferencia significativa en ambos grupos (**Cuadro 5**)

**Cuadro 5: Comparación de los valores del DVNO y la presencia de hidrocefalia.**

Diámetros	Con Hidrocefalia	Sin Hidrocefalia	p*
DVNO preQx izquierdo	4.25+/-1.07	4.04+/-0.96	0.580
DVNO preQx derecho	4.37+/-1.20	3.86+/-1.01	0.609
DVNO postQx izquierdo	4.42+/-1.19	4.18+/-0.86	0.261
DVNO postQx derecho	4.56+/-1.08	4.14+/-0.93	0.583

---

\*t de Student

Lo mismo fue para la asociación con la presencia de edema focal y edema generalizado, ya que no hubo diferencias significativas con respecto al DVNO (**Cuadro 6 y 7**)

**Cuadro 6: Comparación de los valores del DVNO y la presencia de edema focal.**

Diámetros	Con edema focal	Si edema focal	p*
DVNO preQx izquierdo	4.56+/-0.94	3.86+/-0.96	0.719
DVNO preQx derecho	4.45+/-1.06	3.84+/-1.10	0.906
DVNO postQx izquierdo	4.56+/-1.13	4.11+/-0.91	0.520
DVNO postQx derecho	4.43+/-1.11	4.26+/-0.96	0.955

---

\*t de Student

**Cuadro 7: Comparación de los valores del DVNO y la presencia de edema generalizado.**

Diámetros	Con edema generalizado	Sin edema generalizado	p*
DVNO preQx izquierdo	5.20+/-0.61	3.91+/-0.91	0.251
DVNO preQx derecho	5.26+/-0.56	3.85+/-1.05	0.246
DVNO postQx izquierdo	4.85+/-1.38	4.18+/-0.91	0.329
DVNO postQx derecho	5.23+/-1.34	4.15+/-0.84	0.196

\*t de Student

### **Análisis de asociaciones y valoración pronóstica.**

Al analizar la asociación entre la presencia de un DVNO mayor a 5 mm y la presencia de edema generalizado encontramos que la medición predice la presencia de edema cerebral generalizado en sus mediciones prequirúrgicas y posquirúrgicas, excepto del ojo izquierdo ( $p < 0.05$ ) (**Cuadro 8**) Y al evaluar la asociación de la presencia del DVNO igualo mayor a 5mm y la presencia de edema focal, solo el DVNO del ojo izquierdo fue predictor de la presencia de edema focal ( $p < 0.05$ ) (**Cuadro 9**) Sin embargo, no hubo asociación con la presencia de hidrocefalia en ninguna de sus mediciones.

**Cuadro 8: Asociación de un DVNO igual o mayo a 5 mm y la presencia de edema generalizado.**

Variable	Odd ratio (OR)	IC95%	p*
DVNO preQx izquierdo	0.59	0.10 a 0.36	<b>0.000</b>
DVNO preQx derecho	0.67	0.011 a 0.39	<b>0.001</b>
DVNO postQx izquierdo	0.25	0.051 a 1.23	0.074
DVNO postQx derecho	0.14	0.027 a 0.76	<b>0.013</b>

\*Chi cuadrada

**Cuadro 9: Asociación de un DVNO igual o mayor a 5 mm y la presencia de edema focal.**

Variable	Odd ratio (OR)	IC95%	p*
DVNO preQx izquierdo	0.22	0.055 a 0.88	<b>0.027</b>
DVNO preQx derecho	0.44	0.10 a 1.94	0.277
DVNO postQx izquierdo	0.22	0.055 a 0.88	<b>0.027</b>
DVNO postQx derecho	1.39	0.33 a 6.30	0.671

\*Chi cuadrada

## DISCUSIÓN

En nuestra investigación no encontramos diferencia significativa en cuanto a los valores del diámetro de vaina del nervio óptico (DVNO) y la presencia de edema cerebral general y focal (nunca fue mayor a una media de  $4.33 \pm 1.01$  mm), sin embargo, fue claro que al evaluar la razón de momios o el odd ratio (OR) fue menor a 1 cuando se dicotomiza en el valor de mayor o menor de 5 mm que se usa como parámetro para inferir una presión intracraneal (PIC) de 20 mmHg, fue claro que tiene valor pronóstico (DVNO igual o mayor a 5mm), estadísticamente significativo, en la presencia de edema cerebral tanto focal como generalizado. Varios estudios reportan la asociación entre las mediciones del DVNO y la PIC así como la sensibilidad de un valor igual o mayor a 5 mm; Komut y cols., (2016) <sup>16</sup> evaluaron a 100 pacientes con sospecha de evento intracraneal no traumático. Los pacientes se dividieron en 2 grupos; 50 pacientes como grupo I con patología determinada con la tomografía computarizada (TC) y grupo II con TC craneal normal, encontrando que los valores del DVNO de los grupos I y II fueron de  $5,4 \pm 1,1$  y  $4,1 \pm 0,5$  mm, respectivamente. Se encontró que el diámetro de la vaina del nervio óptico era mayor en el lado de la lesión en pacientes con una lesión ( $p < 0,05$ ) y el valor de corte del DVNO para la detección de desplazamiento de la línea media se determinó como 5,3 mm (sensibilidad, 70%; especificidad, 74%; el área bajo la curva, 0,728; intervalo de confianza del 95%, 0,585-0,871).

Por su lado; Moretti y cols., (2009)<sup>18</sup> realizaron un estudio en 53 pacientes adultos con hemorragia intracerebral primaria (23) o hemorragia subaracnoidea (30), que requerían monitorización de la PIC, sedación y ventilación mecánica y 53 pacientes control sin patología intracraneal pero que requirieron sedación y ventilación mecánica. Diecinueve pacientes demostraron tener una PIC elevada (> 20 mm Hg) se correlacionaban con un DVNO al ingreso fue de 6,2 +/- 0,6 mm, un valor significativamente más alto que en los pacientes con PIC baja (P <0,01). En los 34 pacientes con PIC <20 mm Hg, el DVNO fue 5,0 +/- 0,5 mm, y no resultó significativamente diferente de DVNO en el grupo de control (4,9 +/- 0,4 mm). Se determinó un DVNO de 5,2 mm como predictor de PIC > 20 mm Hg demostrando una sensibilidad y especificidad del 94% y 76%, respectivamente.

En cuanto a la correlación entre el DVNOP mayor o igual a 5mm y una PIC de 20mmHg, dos estudios de Wang y cols., del 2018 y 2019, en el primero en 60 pacientes<sup>21</sup>, determinaron una correlación fuerte entre el DVNO y la PIC con una r de 0,798 (IC del 95%, 0,709-0,867; p <0,001). Se incluyeron veinticinco pacientes con PIC elevada que completaron el seguimiento. También se encontró que el cambio en el DVNO se correlacionó fuertemente con el cambio en la PIC, con una r de 0,702 (IC del 95%, 0,425-0,870; P <0,001).

En otro estudio del mismo autor (2019),<sup>23</sup> en 84 pacientes (edad media ± DE, 43,5 ± 14,7 años; 18 pacientes con PIC elevada). Los coeficientes de correlación de Spearman entre los dos observadores fueron 0.779 y 0.703 en la sección transversal y 0,751 y 0,788 en la sección vertical para los ojos izquierdo y derecho, respectivamente, antes y después de la punción lumbar.

Ya para el 2020; Wang y cols.,<sup>24</sup> estudiaron a 35 pacientes a los cuales se les midió la PIC encontrando que en los grupos de PIC normal, levemente elevada y severamente elevada, el DVNO medios fueron 4.09 ± 0,38 mm en el grupo de control y 4,92 ± 0,37, 5,77 ± 0,41 y 6,52 ± 0,44 mm en los grupos, normal, PIC levemente y gravemente elevado, respectivamente (p <0,001). Se encontró una correlación lineal significativa entre DVNO e ICP (r= 0,771, p <0,0001), determinado que el DVNO fue un predictor sólido de la PIC elevada. Con un corte DVNO de 5,48 mm (ICP > 13mm Hg), la sensibilidad y la especificidad fueron 91,1% y 88,0%, respectivamente; un corte de 5,83

mm (ICP > 22 mm Hg) produjo sensibilidad y especificidad del 94,4% y 81,0%, respectivamente.

Finalmente en el metaanálisis de Pires Papalini (2018)<sup>25</sup> reportan que las mediciones de 5 mm o más en el DVNO tienen una sensibilidad y una especificidad promedio del 90% para el diagnóstico de una PIC mayor o igual a 20 mmHg, en la mayoría de los estudios revisados.

Queda clara la importancia de las mediciones del DVNO, no solo para inferir el nivel de la PIC sino para el monitoreo de pacientes con hipertensión intracraneal con o sin la presencia de edema cerebral por lo que será necesario continuar con más investigaciones a fin de mejorar la calidad de atención de pacientes con probable elevación de la presión intracraneal.

## **CONCLUSIONES**

Aunque no se encontró diferencia significativa de los valores del diámetro de la vaina del nervio óptico con la presencia de edema cerebral focal y generalizado, si se encontró una clara diferencia en el valor de 5 mm como predictivo de la presencia de edema cerebral generalizado y focal, clínico y estadísticamente significativo.

Es necesario realizar más investigaciones a fin de demostrar con mayores evidencias que la medición del DVNO es de gran utilidad para monitoreo de una PIC incrementada y/o la presencia de edema cerebral.

## **LIMITACIONES**

Consideramos como principales limitaciones del estudio, un tamaño de muestra pequeño en la cual hubo pocos pacientes con edema cerebral así como el promedio del DVNO fue menor a lo esperado, y que seguramente al incrementar, mejorara las correlaciones y la sensibilidad del estudio. Otra limitación detectada fue la falta de mediciones precisas de la PIC, lo cual nos hubiera dado valores inferenciales más precisos como la correlación y las curvas ROC.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Zepeda-Mendoza, AD. "Medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico como marcador de hipertensión intracraneana." *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2017; 40, no. 1 (abril): S255-S257.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cmas171bz.pdf>.
2. Lucas Ochoa-Pérez a,\* y Alejandro Cardozo-Ocampo. Aplicaciones de la ultrasonografía en el sistema nervioso central para neuroanestesia y cuidado neurocrítico. *Revista Colombiana de Anestesiología* 2015;43(4):314–320.  
<file:///Users/DaliaPrezas/Downloads/351-Article%20Text-1032-1-10-20200612.pdf>
3. Etminan N., Chang HS., Hackenberg K, Rooij NK., y cols. Worldwide Incidence of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage According to Region, Time Period, Blood Pressure, and Smoking Prevalence in the Population, A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Neurol*. 2019 May; 76(5): 588–597. Published online 2019 Jan 19.  
[doi: 10.1001/jamaneurol.2019.0006](https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.0006)
4. Linn FH., Rinkel GJ., Algra A., Gijn JV. Incidence of Subarachnoid Hemorrhage Role of Region, Year, and Rate of Computed Tomography: A Meta-Analysis, *Stroke*;1996; 27(4): 625-629  
<https://doi.org/10.1161/01.STR.27.4.625>
5. Zerega-Ruiz M., Müller-Campos K., Rivera-Miranda R., Bravo-Grau S., Cruz-Quiroga JP. Non-Traumatic Subarachnoid Hemorrhage with "Negative" Initial Computed Tomography Angiography. *Rev Chil Radiol* 2018; 24(3): 94-104.
6. Highton D , Smith M. Intensive care management of subarachnoid haemorrhage. *JICS* 2013;14 (1): 28-36  
DOI:[10.1177/175114371301400108](https://doi.org/10.1177/175114371301400108)
7. Marcolini E., Hine J. Approach to the Diagnosis and Management of Subarachnoid Hemorrhage, *Western Journal of Emergency Medicine*. 2019; 20 (2): 203-2011  
[DOI: 10.5811/westjem.2019.1.37352](https://doi.org/10.5811/westjem.2019.1.37352)
8. Vivancos J, Gilo F, Frutos R, Maestre J, García-Pastor A, Quintana F, et al. Guía de actuación clínica en la hemorragia subaracnoidea. Sistemática diagnóstica y tratamiento. *Neurología*. 2014;29:353-370.  
DOI: [10.1016/j.nrl.2012.07.009](https://doi.org/10.1016/j.nrl.2012.07.009)
9. Brenes-Zumbado MJ., Romero-Castillo A., Jiménez-Viquez M. Abordaje de hemorragia subaracnoidea. *Revista Médica Sinergia*.2020;5 (10):e589  
<https://doi.org/10.31434/rms.v5i10.589>
10. Gijn J, Rinkel G. Subarachnoid haemorrhage diagnosis, causes and management. *Brain* 2001; 124:249- 278
11. Tetsuka S., Matsumoto E. Diagnosis of a subarachnoid hemorrhage with only mild symptoms using computed tomography in Japan. *BMC Neurology*. 2016; 16:196

12. Sander-Connolly E., Rabinstein AA., Carhuapoma JR., y cols., Guidelines for the Management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*. 2012; 43:1711-1737.)  
[DOI: 10.1161/STR.0b013e3182587839](https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182587839)
13. López-Noguera EA. Factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática. *Rev. Nac. (Itauguá)*. 2014; 6(1): 25-40
14. Li DD., Chang JY. Zhou CX., Cui JB. Clinical diagnosis of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage by using transcranial Doppler sonography. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2018; 22 (7): 2029-2035  
[DOI: 10.26355/eurrev\\_201804\\_14732](https://doi.org/10.26355/eurrev_201804_14732)
15. Bender M., Lakicevic S., Pravdic N., Schreiber S., Malojcic B. Optic nerves sheath diameter sonography during the acute stage of intracerebral hemorrhage: a potential role in monitoring neurocritical patients. *Ultrasound J*. 2020; 12:47  
<https://doi.org/10.1186/s13089-020-00196-1>
16. Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerves sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: ultrasound findings during intrathecal infusion tests. *J Neurosurg*. 1997;87:34-40.
17. Komut, E. Kozaci N., Mûge-Sônmez B., y cols., Bedside sonographic measurement of optic nerves sheath diameter as a predictor of intracranial pressure in ED." *The American Journal of Emergency Medicine* 2016; 34 (6): 963-967.  
[doi: 10.1016/j.ajem.2016.02.012](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.02.012).
18. Lorente-Ramos, RM, Azpeitia-Armán J., Muñoz-Hernández A., García-Gómez JM., Bilbao de la Torre S. "US of the eye made easy: a comprehensive how-to review with ophthalmoscopic correlation." *Radiographics*. 2012; 35 (5): 175-200.  
[doi: 10.1148/rq.325115105](https://doi.org/10.1148/rq.325115105).
19. Moretti, R. Pizzi B. Optic Nerve Ultrasound for Detection of Intracranial Hypertension in Intracranial Hemorrhage Patients." *Journal of Neurosurgical Anesthesiology* 2009; 21 (1): 16-20.  
[doi: 10.1097/ANA.0b013e318185996a](https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e318185996a).
20. Pérez-Calatayud A. Carrillo-Esper R., Gasca-Aldama JC., Linarte-Basilio ME., Anica-Malagon ED., Briones-Garduño JC. Neuromonitoreo ultrasonográfico en el perioperatorio: diámetro de la vaina del nervio óptico y Doppler transcraneal. *Cirugía y Cirujanos* 2019; 87: 580-586.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2019/cc195o.pdf>
21. Vivancos, J., Gilo F., Frutos R., y cols., Guía de actuación clínica en la hemorragia subaracnoidea. Sistemática diagnóstica y tratamiento. *Neurología* 2014; 29 (6): 353-370.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485312002496?via%3Dihub>.

22. Wang, LJ. Chen LM., Chen Y., Bao LY., Zheng NN., Wang YZ., Xing YO. Ultrasonography Assessments of Optic Nerve Sheath Diameter as a Noninvasive and Dynamic Method of Detecting Changes in Intracranial Pressure. *JAMA Ophthalmology* 2018; 136, no. 3 (3): 250-256.  
[doi: 10.1001/jamaophthalmol.2017.6560](https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2017.6560).
23. Messerer M., Berhouma M., Messerer R., Dubou J. Interest of optic nerve sheath diameter ultrasonography in detecting non-invasively raised intracranial pressure *Neurochirurgie* 2013;59(2): 55-59  
<https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2013.02.001>.
24. Chen L, Wang L, Hu Y, et al. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure. *Br J Ophthalmol* 2019;103:437–441.  
[doi:10.1136/bjophthalmol-2018-312934](https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312934)
25. Wang J., Li K., Li H.,y cols., Ultrasonographic optic nerve sheath diameter correlation with ICP and accuracy as a tool for noninvasive surrogate ICP measurement in patients with decompressive craniotomy. *J Neurosurg.* 2020; 133:514–520  
[DOI: 10.3171/2019.4.JNS183297](https://doi.org/10.3171/2019.4.JNS183297).
26. Pires-Papalini E. Optic nerve: measure the diameter of its sheath to detect intracranial hypertension. *Rev Bras Oftalmol.* 2018; 77 (2): 68-71  
[10.5935/0034-7280.20180014](https://doi.org/10.5935/0034-7280.20180014)

# ANEXOS

## ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (ADULTOS)</b>	
<b>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN</b>		
Nombre del estudio:	<b>UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO PARA MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ESPONTÁNEA DE ORIGEN ANEURISMÁTICO Y LA ASOCIACIÓN CON HALLAZGOS CLÍNICOS Y POR TOMOGRAFÍA</b>	
Patrocinador externo (si aplica):	<b>NO APLICA</b>	
Lugar y fecha:	<b>Septiembre del 2021 El estudio se llevará a cabo en la CDMX; en el Hospital de Especialidades del CMN Siglo XXI, área de imagenología (conocida como rayos X)</b>	
Número de registro:	<b>Pendiente</b>	
Justificación y objetivo del estudio:	<p>En la unidad de cuidados intensivos del H.E CMN SXXI no se realiza monitoreo rutinario de la Presión Intracraneana de manera invasiva en los pacientes con Hemorragia subarácnoidea espontánea de origen aneurismático, por este motivo, es importante utilizar un método para la determinación de la misma sin que esto conlleve un mayor riesgo para el paciente en estado crítico por lo que la implementación de manera rutinaria del ultrasonido ocular para la determinación de La evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) en asociación con los datos clínicos y tomográficos podría contribuir de manera significativa a la evaluación integral de esta población y por tanto mejor pronóstico a corto plazo.</p> <p><b>Objetivo:</b> Evaluar la utilidad diagnóstica del US ocular como método diagnóstico no invasivo de la hipertensión intracraneana por medio de la medición ultrasonográfica del DVNO y su relación con hallazgos clínicos y tomográficos</p>	
Procedimientos:	<p>Se me ha explicado que se me realizarán dos procesos con riesgo mínimo:</p> <p>Ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico Llenado de un cuestionario</p>	
Posibles riesgos y molestias:	<p>Se me explica que el riesgo es mínimo derivado a las molestias de la realización de un ultrasonido ocular y que no hay estudios que demuestren daños más allá de molestias simples.</p>	
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	<p>Se explica que el beneficio personal será el demostrar la utilidad de un estudio y que me permita saber mejor mi diagnóstico y que abundará en el conocimiento general del procedimiento.</p> <p>Se me explica que no recibiré dinero ni compensación material.</p>	
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	<p>Se me explica que, si hubiere un mejor tratamiento o que se demuestre un daño mayor al planteado, se me explicará y se tomarán las medidas necesarias para mi protección.</p>	
Participación o retiro:	<p>Se me explica que mis derechos quedan intactos: Puedo pedir las explicaciones pertinentes que consideré en cualquier momento y los investigadores me darán las explicaciones suficientes.</p>	

	Es mi derecho que puedo abandonar mi participación del estudio en cualquier momento, sin que esto signifique alguna responsabilidad mía o dañe mi atención médica o su calidad.
Privacidad y confidencialidad:	Toda la información será para fines de investigación de tal forma que será manejada con confiabilidad y esta apegada a la ley de manejo de datos en manos de terceros.
En caso de colección de material biológico (si aplica): NO APLICA	
<input type="checkbox"/>	No autoriza que se tome la muestra. NO APLICA
<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio. NO APLICA
<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros. NO APLICA
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes(si aplica):	
Beneficios al término del estudio:	
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a: Dra. Dalia Prezas Pichardo R41DYT en el departamento de imagenología del centro médico Nacional sigloXXI especialidades "Bernardo Sepúlveda" en el horario de 7:30 h a18:00 h. de lunes a viernes. <b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:dra.vanderhein@gmail.com">dra.vanderhein@gmail.com</a> 8711113890	
Investigador Responsable:	Dr. Eduardo Camacho Zarco en el departamento de Ultrasonido del Centro Médico Nacional siglo XXI especialidades "Bernardo Sepúlveda" en el horario de 14:00 a 20:30 h. de martes a sábado.
Colaboradores:	Dra. Dalia Prezas Pichardo en el departamento de imagenología del centro médico Nacional siglo XXI especialidades "Bernardo Sepúlveda" en el horario de 7:30 h a18:00 h. de lunes a viernes <b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:dra.vanderhein@gmail.com">dra.vanderhein@gmail.com</a>
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse al: Comité de Ética en Investigación de la Unidad Médica de Alta Especialidad. Hospital de Especialidades No. 1 Centro Médico Nacional del Bajío, IMSS. Blvd Adolfo López Mateos sin número Esq. Av. Insurgentes. Col. Los Paraísos. CP 37320. Tel 477 71714800 extensión 31315. Correo electrónico: <a href="mailto:ctetikaleon@gmail.com">ctetikaleon@gmail.com</a> .	
_____	_____
Nombre y firma del sujeto	Dra. Dalia Prezas Pichardo Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
Testigo 1	Testigo 2
_____	_____
Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma
Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio	
<b>Clave: 2810-009-013</b>	

## ANEXO 2. TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nombre: \_\_\_\_\_

NSS: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

### Datos clínicos prequirúrgicos

Escala de Glasgow: \_\_\_\_\_

Escala HUNT-HESS: \_\_\_\_\_

	SI	NO
Cefalea		
Somnolencia		
Convulsiones		
Náuseas y / o vómitos		
Tinnitus pulsátil		
Cervicalgia		
Amaurosis		
Diplopía		

### Datos clínicos postquirúrgicos

Escala de Glasgow:

\_\_\_\_\_

Escala HUNT-

HESS: \_\_\_\_\_

	SI	NO
Cefalea		
Somnolencia		
Convulsiones		
Náuseas y / o vómitos		
Tinnitus pulsátil		
Cervicalgia		
Amaurosis		
Diplopía		

**Datos tomográficos  
prequirúrgicos**

Hallazgos	
Localización	
Tamaño	
Morfología	
Efecto de tumor	
Hernia cerebral	
Borramiento de los surcos y cisuras	

**Datos tomográficos  
postquirúrgicos**

Hallazgos	
Localización	
Tamaño	
Morfología	
Efecto de tumor	
Hernia cerebral	
Borramiento de los surcos y cisuras	

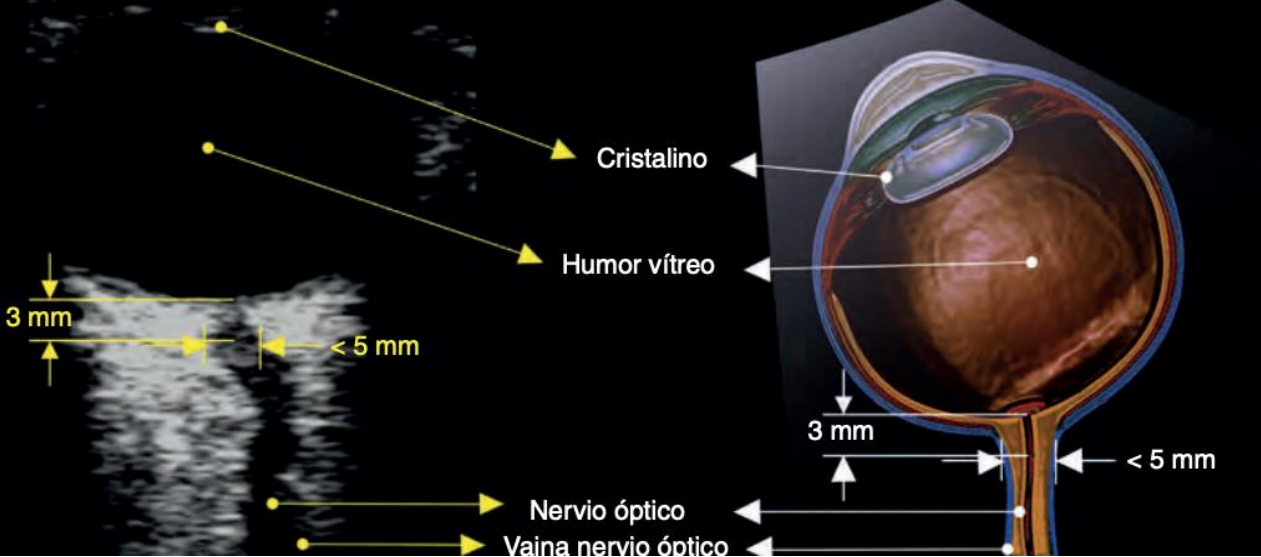
**Hallazgos por ultrasonido  
Estudio prequirúrgico**

Diámetro promedio de la vaina del Nervio óptico. (mm).	
OJO DERECHO TRANSVERSAL	
OJO IZQUIERDO TRANSVERSAL	
OJO DERECHO LONGITUDINAL	
OJO DERECHO LONGITUDINAL	

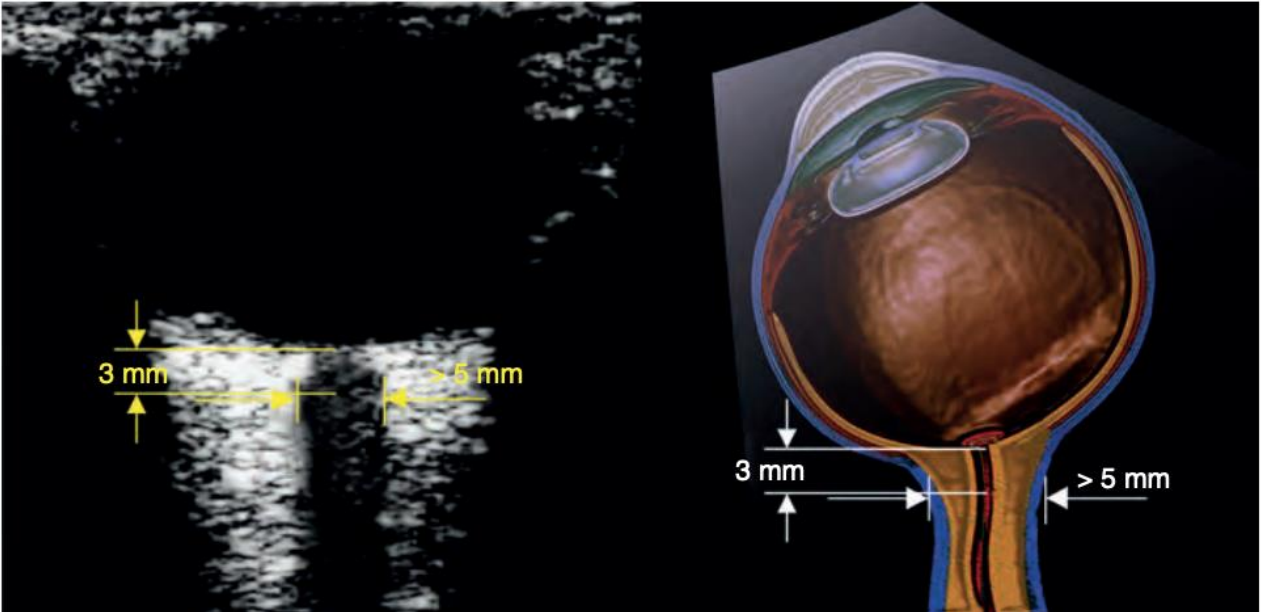
**Hallazgos por ultrasonido  
Estudio postquirúrgico**

Diámetro promedio de la vaina del Nervio óptico. (mm).	
OJO DERECHO TRANSVERSAL	
OJO IZQUIERDO TRANSVERSAL	
OJO DERECHO LONGITUDINAL	
OJO DERECHO LONGITUDINAL	

**ANEXO 3. ANATOMIA DEL NERVIÓ ÓPTICO**



Visualización de la vaina del nervio óptico. Diámetro normal. (2)



Visualización del nervio óptico. Diámetro aumentado. (2)